

의료데이터서비스, 자계유도,
무선전력전송기기 등의 주파수
이용방안 연구

2013. 12.

제 출 문

본 보고서를 「의료데이터서비스, 자계유도, 무선전력전송기기 등의
주파수 이용방안 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2013. 12. 31.

연구책임자 : 오진호(기술기준과 소출력기준담당)

연구원 : 이일용(기술기준과 소출력기준담당)

유한상(기술기준과 소출력기준담당)

김일환(기술기준과 소출력기준담당)

요 약 문

유비쿼터스 네트워크 통신 기술이 급속히 발전함에 따라 일반생활의 다양한 분야에서 새로운 기술의 무선통신 서비스와 무선기기가 다양하게 개발되어 사용하고 있다. 우리 주변의 노트북, 휴대폰 등 각종 멀티미디어 기기에 장착되어 사용되는 다양한 소출력 무선기기들은 UWB, 무선랜, 블루투스 등의 기술을 이용하고 있으며 이러한 기술들은 홈네트워크를 구성하는데 활용되는 등 우리의 편리한 생활을 위해 직접 연관되어 이용되고 있다. 이에 미국, 유럽 등 주요 선진국에서는 소출력 무선기기에 대한 최소한의 전파규제를 통해 다양한 서비스를 제공하고자 하고 있다.

그러나 소출력 무선기기의 급속한 증가는 한정된 주파수 자원의 부족과 전파간섭 문제를 발생시킬 수 있으므로, 소출력 무선기기의 원활한 사용을 위해 정부에서는 관련 전파통신 산업 발전을 촉진하고 유한한 주파수 자원을 합리적으로 이용하기 위해 적절한 정책을 수립하여야 한다.

적절한 정책수립의 일환으로 국내 소출력 무선기기 기술기준 제·개정 및 적합성평가 처리방법의 시험방법 개선 등 소출력 무선기기 이용제도를 국제적 수준으로 개선하기 위해 국립전파연구원은 주요산업체, 연구기관, 미래부 산하기관 등이 참여하는 다양한 기술기준 연구반을 구성·운영하였다.

본 연구보고서에서 UWB 통신 기술기준 개정안 마련, 무선 의료데이터서비스 기술기준 도입 선행연구, 레벨측정레이더 기술기준 도입 및 기술기준안 마련, 열차안전제어용 등 차계유도식 무선설비 기술기준 개정, 122/244GHz 대역 용도미지정 기술기준 도입 검토, 79GHz 차량충돌방지용 레이더 주파수 분배이슈 분석, 무선전력전송용 전파응용설비 기술기준 개정에 대해 설명하였다. 또한 소출력 무선설비의 적합성 평가 시험방법 개선을 위한 2013년도 업무수행결과를 설명하였고 소출력 무선기기 기술기준 관련 국제표준화 활동에 대해 간략하게 기술하였다.

SUMMARY

As information and communication technology are rapidly developed, the government must prepare to establish spectrum policy that develops radio communication industry and promote the efficient use of spectrum. The Radio Research Agency(RRA) has revised and improved Korea's Short-Range Devices(SRD) technical requirements or technical standard in compliance with the international standard. This study report consists of research works which RRA carried out in order to establish and modify technical requirement for SRDs and ISM applications in 2013.

In this research report, the results of research work on revision of technical requirements for UWB for purpose of communication are described. Research work on introduction of technical requirements for wireless medical service, MEdical Data Service(MEDS) and study on amendment of technical requirement of wireless systems using inductive loop are explained. In addition, we describe introduction of technical requirements for Level Probing Radar and the working result for making the draft of its technical requirements. Also, in this report, we investigate about introduction on the technical requirements 122 & 244 GHz frequency bands and allocation issues on automotive anti-collision radar in 79GHz frequency band. Improvement of technical requirements of ISM application for wireless power transfer are made clear on. Besides, we explain the results of work on revision and improvement of test method for certification of short-range device. Finally, we describe briefly international standardization activity related with short-range device and ISM applications for wireless power transfer.

목 차

제 1 장 서론	1
제 2 장 UWB 통신 기술기준 개정 연구	2
제 1 절 개요	2
제 2 절 국내외 UWB 주파수 분배현황 및 추가분배 수요	2
제 3 절 그간의 추진경과	4
제 4 절 UWB 통신과 고정M/W간의 간섭분석	6
제 5 절 주요 개정내용	10
제 3 장 무선 의료데이터서비스 기술기준 연구	15
제 1 절 개요	15
제 2 절 체내이식의료기기 산업 및 시장전망	18
제 3 절 체내이식 의료기기 제품 현황 및 이용분야 조사	22
제 4 절 주요국 무선의료기기 주파수 및 기술기준 현황	33
제 5 절 기존 무선국과의 간섭영향 분석	43
제 6 절 결론 및 향후 추진방향	49
제 4 장 레벨측정 레이더 기술기준 연구	50
제 1 절 연구배경	50
제 2 절 기술개요 및 이용현황	51
제 3 절 해외 기술기준 및 산업동향	56
제 4 절 레벨측정 레이더 전파측정	59
제 5 절 기술기준 도입방안 마련	65
제 5 장 자계유도식 무선설비 기술기준 연구	67
제 1 절 개요	67
제 2 절 국내·외 이용 현황	72
제 3 절 국내·외 관련 규정	78

제 4 절 열차신호제어장치 전계강도 측정	80
제 5 절 결론 및 향후 추진방향	84
 제 6 장 용도미지정(122GHz 및 244GHz) 무선설비 기술기준 연구	85
제 1 절 개요	85
제 2 절 국내기술 및 제품개발 동향	85
제 3 절 주요국 주파수 이용현황	92
제 4 절 제품개발을 위한 주파수, 기술기준 수요분석	97
제 5 절 기술기준 도입시 문제점 검토	98
제 6 절 향후 추진방안	100
 제 7 장 79 GHz 차량충돌 방지레이더 기술기준 연구	101
제 1 절 개요	101
제 2 절 산업 및 주파수 이용 동향	102
제 3 절 국제기구 연구 동향	122
제 4 절 주파수 공유를 위한 간섭분석 연구	130
제 5 절 정책 제언	137
 제 8 장 무선전력전송 전파응용설비 기술기준 개정 연구	139
제 1 절 배경	139
제 2 절 무선전력전송 개요	140
제 3 절 무선전력전송기기 시장전망 및 응용기술	143
제 4 절 주파수 이용 현황 및 무선전력전송 국내·외 규정	153
제 5 절 전파간섭영향 분석 및 실험	156
제 6 절 6.78MHz(6.765~6.795MHz) 대역 주파수 분배	163
제 7 절 무선전력전송기기 기술기준 마련	168
제 8 절 결론	172
 제 9 장 무선설비의 적합성평가 환경적 조건 및 시험방법 개선	173
제 1 절 개요	173
제 2 절 소출력 무선기기의 환경적 조건 개정	173

제 3 절 시험방법 개선방안 마련	192
제 4 절 결론 및 향후계획	198
 제 10 장 국제 표준화 활동	 199
제 1 절 AWG 표준화 활동	199
제 2 절 ITU-R SG1 표준화 활동	206
제 3 절 ITU-R SG5 표준화 활동	207
 제 11 장 결론	 210
 참고문헌	 213
 [부록 1] 국내외 레벨측정 레이더 기술기준	 215
 [부록 2] 레벨측정 레이더 세부 측정자료	 216

표 목 차

표 2-1	국내외 UWB 주파수 분배현황	2
표 2-2	6.3-7.2GHz UWB 도입 검토 대역 주파수 분배현황	3
표 2-3	간섭영향평가 실측 주요 파라미터	9
표 2-4	간섭영향평가 실측결과	10
표 3-1	MICS와 MEDS 사용제품 차이	17
표 3-2	세계 심장박동관리 기기·제품 매출 전망 (2007-2015)	18
표 3-3	심장충격기의 권역별 전망	19
표 3-4	심장박동기의 권역별 시장 전망	19
표 3-5	사망원인 순위 및 사망률 변화 : 2002년과 2011년	20
표 3-6	체내이식형 의료기기 시장현황(Active Medical Implants) · 21	
표 3-7	심장박동기 안테나 특성	25
표 3-8	심장충격기 안테나 특성	28
표 3-9	체내이식형 의료기기 이식환자 수 현황	29
표 3-10	이식형 의료기기 수입 및 이식환자 수 등 통계자료	30
표 3-11	각국의 의료용 주파수 대역	34
표 3-12	MICS 관련 ITU-R 권고안	35
표 3-13	각 국별 MICS 관련 기준 비교	37
표 3-14	각 국의 WMTS용 주파수	38
표 3-15	각 국의 MEDS 대역 주파수분배	40
표 3-16	미국(MEDRadio, FCC 47 C.F.R. Part 95)	41
표 3-17	유럽(MICS/MEDS, ETSI EN 302 537)	42
표 3-18	미국(FCC)/유럽(ETSI)의 기술기준 업무 처리절차	42
표 4-1	FMCW 방식과 Pulse 방식의 비교	52
표 4-2	국내 주요업체 현황	53
표 4-3	주파수 대역별 세부 제품현황	54
표 4-4	출력 기준 값	56
표 4-5	시험용 탱크 사양	56

표 4-6	출력 기준 값	57
표 4-7	유럽과 미국의 규정비교	57
표 4-8	측정용 시료 세부사양	59
표 4-9	시험실 전파 측정결과	61
표 4-10	시험실 전파 측정값	62
표 4-11	측정용 시료 세부사양	63
표 4-12	설치현장 전파 측정값	64
표 4-13	무선설비규칙 제2절 개정(안) 신·구조문 대비표	66
표 5-1	주파수 대역별 RFID 특성	71
표 5-2	150kHz 이하 RFID 적용사례	71
표 5-3	자계유도식 무선기기 연도별 적합성평가 현황	73
표 5-4	열차신호제어기 이용 현황	74
표 5-5	열차신호제어기 주파수 이용 현황 및 특성	75
표 5-6	ETS 300 330 표준규격의 적용 대상기기	75
표 5-7	미국의 소출력 무선기기 전계강도 허용치	76
표 5-8	일본의 322 MHz 이하의 미약전계강도 기준치	77
표 5-9	주파수 9~190 kHz 범위에서의 중국 기술 표준	77
표 5-10	유럽의 철도응용 기기 기준	78
표 5-11	국내 자계유도식 무선기기의 출력 기준	79
표 5-12	차상장치 전계강도 측정 데이터	81
표 5-13	지상장치 전계강도 측정 데이터	83
표 6-1	테라헤르츠 대역을 이용하는 기술 응용 예상분야	88
표 6-2	122/244 GHz 대역 관련 국내부품개발현황	90
표 6-3	테라헤르츠의 응용 분야별 무선기기 시장 전망	91
표 6-4	122~123GHz, 244~246GHz 대역 분배	92
표 6-5	ETSI EN 305-550 규격 요약	93
표 6-6	ETRI 개발 무선영상전송시스템 특성	95
표 6-7	1개 소출력 무선기기과 지구탐사위성간 간섭분석 결과	98
표 7-1	레이더를 기반으로 하는 서비스 분류	109

표 7-2	차량레이더 서비스를 제공하는 주요 제조업체	111
표 7-3	차량충돌방지용레이더 특정소출력무선기기 기술기준	111
표 7-4	79GHz 국제 주파수 조화를 위한 프로젝트(FP7) 개요	113
표 7-5	레이더 센서의 미국특허에서 국가별 기술수준 순위	117
표 7-6	국가별 교통사고 발생률 저하를 위한 정책 목표(1)	119
표 7-7	국가별 교통사고 발생률 저하를 위한 정책 목표(2)	120
표 7-8	세계 자동차부품 시장전망	121
표 7-9	차량레이더 센서 시장예상	121
표 7-10	76-77GHz 차량레이더 기술적 특성	124
표 7-11	77-81GHz 차량레이더 기술적 특성	124
표 7-12	작업중인 MAUTO(가칭)의 76-81GHz 차량레이더 기술적 특성 ·	125
표 7-13	주요 간섭 분석 파라미터	131
표 7-14	우리나라 전파천문 수신기 현황	132
표 8-1	무선전력전송 표준규격단체 비교	142
표 8-2	무선충전기 시장 규모 전망	143
표 8-3	무선전력전송 기술 방식	144
표 8-4	해외 주요국 6.78MHz 대역 분배현황	154
표 8-5	6.78MHz대역 주파수 이용현황	154
표 8-6	ISM기기의 분류	163
표 8-7	전파응용설비 이용 사례	164
표 8-8	무선전력전송기기 용도분류에 따른 장단점 비교	166
표 9-1	소출력 무선기기에 공통적으로 적용되는 환경적 조건 및 적용방법 ·	173
표 9-2	소출력 무선기기별 환경조건 및 시험항목(2013년 6월 현재) ·	174
표 9-3	소출력 무선기기 적합성평가를 위한 환경 인가조건 주요국 적용현황 ·	176
표 9-4	비신고 무선기기 시험방법 환경조건관련 주요국 규제 현황(2013년) ·	177
표 9-5	환경적 조건 적용 전후 비교시험결과	187
표 9-6	무선설비의 적합성평가 처리방법 별표2(환경적 조건 개정) 신·구 대조표 ·	189

그 립 목 차

그림 2-1	3~10GHz 국내외 UWB 주파수 분배 현황-Band Group별 비교	4
그림 2-2	고정M/W 송수신 안테나 방사패턴	7
그림 2-3	고정 M/W 수신안테나 주빔이격각도별 간섭보호거리 예측	8
그림 2-4	M/W 안테나 설치 건물 벽 아래(일반인 접근가능구역)>	9
그림 2-5	다중채널 M/W 간섭평가	9
그림 2-6	단일채널 M/W 간섭평가	9
그림 3-1	병원과 가정에서 MICS 기기와의 접촉	16
그림 3-2	MICS 시스템 소개	16
그림 3-3	MICS/MEDS 이용 주파수	17
그림 3-4	MEDS 제품 예시	17
그림 3-5	MICS와 자기유도장치	23
그림 3-6	MICS 제품	23
그림 3-7	체내이식장치의 심전도데이터	24
그림 3-8	심장박동기 사진	24
그림 3-9	심장박동기 구성	26
그림 3-10	심장충격기(ICD) 시스템	27
그림 3-11	심장충격기의 환자 몸에 이식된 형태	27
그림 3-12	심장충격기 사진	28
그림 3-13	가정과 병원에서의 무선의료서비스 이용 시스템	30
그림 3-14	가정에서의 MICS 이용형태	31
그림 3-15	병원내에서의 MICS 이용형태	32
그림 3-16	라디오존데 시스템 구성도	44
그림 4-1	레벨측정 레이더 동작원리	51
그림 4-2	레벨측정 레이더 신호 송·수신 원리 및 전체구성도	51
그림 4-3	산업체 응용분야	52
그림 4-4	주파수 이용률	55
그림 4-5	측정기 구성도 및 측정방법	60

그림 4-6	측정 장면	61
그림 4-7	측정기 구성도	64
그림 4-8	측정 장면	64
그림 5-1	상품도난방지시스템 동작원리	67
그림 5-2	AM방식 상품도난방지시스템 동작원리	68
그림 5-3	EM방식 상품도난방지시스템 동작원리	69
그림 5-4	Swept-RF 방식 상품도난방지시스템 동작원리	70
그림 5-5	RFID 시스템 구성	70
그림 5-6	RFID 동작원리	72
그림 5-7	열차신호제어기 예시	74
그림 6-1	테라헤르쯔 대역 특성(전자공학적 관점)	86
그림 6-2	지구평균 대기상태에서 산소 및 수증기에 의한 대기감쇠 특성 ...	86
그림 6-3	주파수 및 거리에 따른 자유공간 손실	86
그림 6-4	테라헤르츠 통신주파수 발생장치 개발 방식	87
그림 6-5	SUCCESS 프로젝트	94
그림 6-6	독일 244 GHz 대역 분광시스템 설명 예	94
그림 6-7	일본 NTT의 120GHz 대역 무선통신시스템 개발	95
그림 6-8	120GHz 대역 무선영상전송시스템(ETRI)	96
그림 6-9	246GHz 대역 무선영상전송시스템(ETRI)	96
그림 6-10	100~200GHz 대역 안테나 이득 측정(한국표준과학연구원)	99
그림 7-1	차량용 센서와 응용서비스	101
그림 7-2	레이더 전파 발사 원리	103
그림 7-3	차량레이더 종류 및 사용 주파수	104
그림 7-4	사용 주파수 대역폭에 따른 물체 구별 능력	105
그림 7-5	주파수와 대역폭에 따른 레이더 성능	105
그림 7-6	근접접근 vs 높은 분해능을 요구하는 교통 시나리오 ...	106
그림 3-7	차량 충돌예측 알고리즘	107
그림 7-8	차량 능동 안전시스템 서비스	107
그림 7-9	360° 감지를 통한 응용서비스	108

그림 7-10	DAIMLER社(Mercedes-Benz) 적응적 주행제어	108
그림 7-11	DAIMLER社(Mercedes-Benz) 사각지대 탐지 기능	109
그림 7-12	차량레이더 장착 위치	110
그림 7-13	24GHz, 77GHz대역 차량레이더 국제 분배 현황	112
그림 7-14	EU 차량 레이더 주파수	112
그림 7-15	차량레이더 주파수 분배 현황 ('12년 기준)	114
그림 7-16	장착 특성을 개선한 차량레이더 제품	115
그림 7-17	해외 77GHz 차량용 레이더 센서 현황	116
그림 7-18	차량충돌방지 시스템 개념도(M.1452-01)	123
그림 7-19	차량레이더 구성도(M.1452-02)	123
그림 7-20	차량레이더 시스템 및 주요 구현 기능	123
그림 7-21	RAS과 SRR 업무간 공유 분석을 위한 시나리오	130
그림 7-22	79GHz 차량레이더 주파수 및 전력	134
그림 7-23	전파천문업무와 공유 분석 시나리오	136
그림 7-24	거리 및 시간 퍼센트에 따른 $E(p1,d)$ 값	136
그림 7-25	거리에 따른 전파모델 $L(p1)$ 분포	136
그림 7-26	경로손실 $L(p1)=168dB$ 일때 $p1$ 변화에 따른 보호 이격거리	137
그림 8-1	무선전력전송(무선충전)의 원리	140
그림 8-2	자기유도 및 자기공진 방식	141
그림 8-3	기술방식별 세계 무선충전기 시장 전망	143
그림 8-4	전자기 유도방식의 원리	146
그림 8-5	WPC 송신부 예시	147
그림 8-6	WPC 수신부 예시	147
그림 8-7	WPC 시스템 개요	147
그림 8-8	WPC 전력전송 시스템 제어방식	148
그림 8-9	WPC 실드 구조	149
그림 8-10	스마트폰 무선충전기술 관련 특허출원 동향	150
그림 8-11	무선충전 방식 별 특허출원 동향	151
그림 8-12	자기공진방식별 출원인 별 특허출원 동향	151

그림 8-13	KAIST 온라인 전기자동차의 급/집전 장치 개념도	153
그림 8-14	온라인 전기자동차의 무선 전력전송 시스템	153
그림 8-15	무선충전기와 단파무선국간의 간접실험 측정 구성	158
그림 8-16	13.56MHz 무선설비와 간접실험 측정 구성	160

제1장 서론

전세계적으로 통신, 의료, 교통, 안전 등 다양한 분야에서 근거리 통신을 하는 소출력 무선기기의 이용이 증가하고 있다. RFID, 무선랜, 블루투스, 물체감지센서 등 다양한 근거리 소출력 통신기술이 개발되고 있으나 소출력 무선기기들의 과다한 운용은 한정된 주파수 자원의 부족, 전파간섭 문제 등을 일으킬 수 있다. 따라서 소출력 무선기기의 원활한 사용이 가능하도록 적정한 주파수 분배, 기술기준 제정 등 법적, 제도적 장치를 마련에 강구하여야 한다. 나날이 발전하는 통신기술에 따른 시장의 요구에 부응하기 위해 신속히 관련 제도를 정비하여 산업체의 수요제기를 적극적으로 지원할 수 있도록 만반의 준비를 갖추어 할 것이다.

우리원에서는 2013년에 소출력 무선설비 기술기준 개정과 관련하여 UWB 통신 기술기준 개정(안)을 마련하였고 액체, 고체 등의 수위측정에 전파를 이용하는 레벨 측정 레이더에 대한 기술기준(안)을 마련하여 미래부에 제출하였다. 그리고, 무선전력전송에 대한 전파응용설비 기술기준을 마련하여 2013년 12월에 개정완료하였다. 이와 더불어 소출력 무선기기의 RF 성능과 직접 관련이 적은 환경적 조건 일부 폐지 등 적합성평가 처리방법 개선을 검토하였고, 2013년 7월에 개정공고를 실시하였다. 그 외 인체내외에 부착되어 인체정보를 무선을 이용하여 외부기기로 전송하는 무선 의료 데이터서비스, 열차의 안전을 위한 자계유도식 무선설비 등 다양한 소출력 기기 기술기준 도입을 위한 선행연구를 2013년에 함께 수행하였다.

본 보고서의 제2장에서 UWB 통신 기술기준 개정과 관련한 연구수행 결과를 기술하였으며, 소출력기기 기술기준 도입을 위한 선행연구 결과로써 제3장은 무선 의료데이터 서비스 기술기준 도입, 제4장은 레벨 측정 레이더 기술기준 도입 및 기술기준(안) 마련, 제5장은 자계유도식 무선설비 기술기준 개정 연구, 제6장은 122/244GHz 대역 용도미지정 기술기준 도입 검토, 제7장은 79GHz 차량충돌방지용 레이더 주파수 분배 등의 연구결과에 대해 각각 기술하였다. 제8장은 무선전력전송용 전파응용설비 기술기준 개정에 대해 설명하였고, 제9장은 소출력 무선설비의 적합성 평가 시험방법 개선을 위한 2013년도 업무수행결과를 기술하였다. 제10장은 소출력기기 기술기준 관련 국제표준화 활동에 대해 간략하게 기술하였다.

제2장 UWB 통신 기술기준 개정 연구

제1절 개요

UWB(Ultra Wideband Band, 초광대역) 통신은 500MHz이상의 광대역을 이용 근거리 10m 이내에서 최대 480Mbps 속도로 데이터 전송이 가능한 무선통신기술이다. 고속 대용량 통신용뿐만 아니라 노약자나 조난자의 위치 파악, 물류관리용, 장애물 및 차량접근 감지센서, 지뢰 등의 지하매설물 탐지용 등 다양한 분야에 걸쳐 활용이 가능하다.

우리나라는 기존 3.1~4.8GHz, 7.2~10.2GHz 대역을 UWB 통신용으로 분배하였으나, 산업체에서 6.3~7.2GHz 대역에 대해 추가적으로 분배 수요를 제기함에 따라 “UWB 기술기준 개정 연구반 구성·운영”을 통해 기술기준 개정 마련을 추진하게 되었다.

제2절 국내외 UWB 주파수 분배현황 및 추가분배 수요

1. 국내외 UWB 주파수 분배현황

UWB는 500MHz 이상의 광대역 전송특성 때문에 기존의 무선국과의 공유와 잡음레벨 이하의 출력(-41.3dBm/MHz)으로 통신하는 것이 기본개념이나, 국제전기통신연합(ITU)은 기존 이동통신, 고정 및 방송 중계업무 등의 보호를 위해 간섭분석 등의 검토 후 주파수 분배를 추진토록 권고하고 있다.

미국을 제외한 대부분의 국가는 기존 업무 보호를 위해 공유가 가능한 대역에 대해서만 UWB 통신용으로 분배하고 있다.

[표 2-1] 국내외 UWB 주파수 분배현황

구분	한 국	미 국	유럽연합(EU)	일 본
주파수	3.1~4.8GHz(DAA 적용) <u>4.2~4.8GHz(DAA 유예)</u> 7.2~10.2GHz	3.1~10.6GHz	3.1~4.8GHz(DAA 적용) <u>4.2~4.8GHz(DAA 유예)</u> 6~9GHz	3.1~4.8GHz(DAA 적용) <u>4.2~4.8GHz(DAA 유예)</u> 7.25~10.25GHz
출력	-41.3 dBm/MHz	-41.3 dBm/MHz	-41.3 dBm/MHz	-41.3 dBm/MHz
대역폭	450MHz 이상	500MHz 이상	500MHz 이상	450MHz 이상

추가분배 수요제기된 6.3~7.2GHz 대역은 우리나라에서 주로 고정M/W 중계용과 이동방송중계용으로 분배되어 있다. 따라서 원활한 UWB 통신용 추가 분배를 위해 이들 서비스간 간섭분석이 요구된다.

[표 2-2] 6.3~7.2GHz UWB 도입 검토 대역 주파수 분배현황

	5.925GHz	6.300	6.700	7.000	7.075	7.110	7.200	7.250GHz
주파수 분배	고정M/W중계	고정M/W 중계	고정M/W 중계	이동방송중계 고정M/W중계	고정 M/W	UWB용, 방송중계, 고정M/W중계		
검토 대역		UWB용 추가분배 수요제기 대역						

2. UWB통신용 주파수 6.3~7.2 GHz 대역 추가 분배 수요

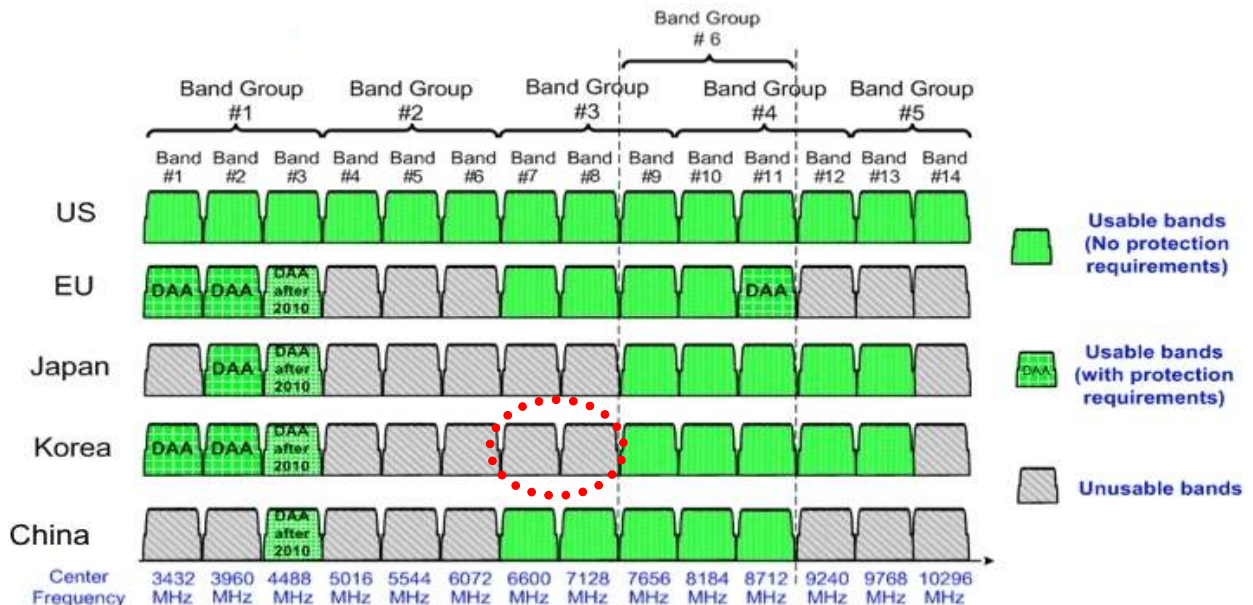
홈네트워크 환경에서 Full HD급 대용량 멀티미디어 고속무선전송 수요에 대비하기 위해 추가 UWB 통신 채널 확보가 필요하였고 UWB 사용 주파수 분배의 세계적인 조화를 통해 UWB 통신기기의 수출경쟁력 확대를 기하고자 관련 제조업체에서 추가 분배를 제기하였다.

현재 UWB 통신용으로 분배된 Low Band(3.1~4.8GHz)에서는 간섭회피기술(DAA: Detect And Avoid 등) 적용의 어려움으로 인해, 6GHz 이상의 High Band를 Worldwide 제품에 주로 이용하고 있는 추세이다.

미국 주도로 개발된 UWB 통신표준화에서 UWB 대역은 총 6개의 Band Group(BG, 그림2-1 참조)이 존재하며, Band Group 1,2,3,4,6은 3개의 단위 Band로 구성되고 Band Group 5는 예외적으로 2개의 Band로 구성된다. 하나의 band는 528MHz의 대역폭을 가진다.

국내외 UWB 통신 개발업체는 미국, EU 등의 주파수 세계적 조화에 맞춰 Band Group(BG) #1, #3, #6을 주로 적용하고자 하고 있다. 그러나, BG #1는 미국을 제외한 국가에서 DAA 기능 구현을 조건으로 주고 있어 해당 BG의 전체 대역 활용이 어려운 실정이다. 사실상 DAA 기능을 구현하는 UWB 통신칩셋은 현재 없으므로 사실상 우리나라도 BG #1에서 Band #3만 사용이 가능하다고 볼 수 있다. 이미 분배된 BG #6(Band #9~#11, 7.3~8.9GHz)만 사용할 경우 사용자가 많아지면 채널 부족으로 전송속도저하 및 간섭증가로 UWB 시스템 성능저하가 예상된다. 현재 국내에는 BG1 Band#3(4.2~4.8GHz)를 사용하여 제품을 개발하는 업체가 2곳이 있고, BG6

(7.3~8.9GHz)는 1개 업체가 있는 것으로 알려졌다. 세계 유일 UWB 통신칩 개발업체인 미국 ALEREON사는 BG1,2,3,4,6(3.1~8.9GHz)을 지원하는 칩셋만을 개발하여 BG5(9.0~10.2GHz) 사용은 현재 불가능한 것으로 보고 있다.



[그림 2-1] 3~10GHz 국·내외 UWB 주파수 분배 현황 - Band Group별 비교

한국과 일본만이 BG #3의 Band #7과 #8의 UWB 서비스 허용을 하지 않고 있어, 2010년 6월 공표된 무선 USB표준(Wireless USB1.1)을 완전히 수용하지 못하고 있다. 참고로 일본은 무선설비규칙에 UWB 기준이 있으나 UWB 통신기기에 대한 수요가 없고 제품개발이 없는 상태이므로 추가 분배 및 그에 따른 기술기준 업데이트 수요가 없는 실정이다.

BG #3과 #6을 모두 사용할 경우 UWB 응용 서비스의 품질 향상이 기대되며 UWB 통신 방식을 통한 대용량 통신에 선제적으로 대비하기 위해 BG #3(Band #7~#9, 6.3~7.9GHz) 중 국내에 분배되지 않은 Band #7, #8(6.3~7.2GHz)의 분배의 필요성이 제기된 것이다.

제3절 그간의 추진경과

‘09년 9월 UWB 통신 관련 산업 활성화 및 국제기준과의 조화를 이유로 한국 UWB 포럼(의장 : 인하대 광경섭 교수)에서 기술기준에 대한

규제완화를 건의하였다. 그후 '10~'11년 한국UWB포럼을 통해 삼성전자, 아비코전자 등이 통신용 UWB 추가분배에 대한 수요를 공식적으로 제기하였다. 업체는 기술기준 수요제기를 통해 유럽과 미국은 6GHz 대역을 UWB용으로 사용 중이나 우리나라는 동대역이 Open되지 않아 Worldwide 제품 개발의 어려움을 토로하였다.

'10년 4월에 UWB 주파수 정책 1차 연구반(공주대 이일규 교수) Kick-off 회의가 개최되면서 기술기준 개정작업을 시작하게 되었다. 해당 연구반은 산업체에서 제기한 UWB 관련 기술기준 개정 수요 중에서 DAA 기술적용 폐지 또는 유예기간 연장, DAA 기술기준 완화, 6.3~7.2GHz 대역 통신용 UWB 대역 추가분배 등에 대한 타당성 등을 검토하였다. '10년 3~5월 연구반 회의를 통해 기술기준 연구반에서 '10년도 목표를 기존 주파수 대역에 대한 DAA 유예/폐지 여부를 결정하는 것으로 정하였다. '10년 12월에 무선설비규칙 고시를 개정하였고, 주요 개정내용은 '10년 6월말까지 적용된 DAA 기술의 유예기간을 '16년 12월말까지 연장하고, DAA 검출레벨을 완화하였다.

'11년 4월에 UWB 주파수 정책 2차 연구반(공주대 이일규 교수)이 구성되었고, 6.3~7.2GHz대역(통신, 홈네트워크) 및 22~29GHz대역(비통신, 차량충돌방지용 레이더) 주파수 분배를 위해 기존 서비스와 간섭분석, 통신 및 비통신 UWB의 제도적 분류방안, 기술기준 정비 등을 논의하였다. '11년 5월에는 기술기준 개정을 전담하기 위해 1차 UWB 기술기준 연구반(공주대 이일규 교수)을 구성·운영하기로 하였다. 6.3~7.2GHz 대역 UWB 통신 기술기준 개정과 관련하여 연구반은 '11년 10월에 UWB통신과 이동방송중계시스템과 간섭영향에 대한 시뮬레이션 분석을 수행하였고, 분석결과 이동방송중계시스템의 수신레벨(-72dBm)을 고려할 때 이격각도가 0°일 때는 해당 통신서비스 기기간 간섭영향이 없도록 하기 위해서는 43m 이상의 이격이 필요한 것으로 예측되었다. '11년 12월에 방송사 요구에 따라 이동방송중계시스템과 UWB간 간섭영향 실측실험이 여의도 KBS 이동중계차량 차고에서 수행되었고 실측결과 이동방송중계용으로 사용하고 있는 7.0~7.2GHz 대역은 이격각도가 0°일 때 해당 통신서비스 기기간에는 140m 이상 이격되어야 간섭이 없음을 확인하였다.

'12년 3월에 2차 UWB 기술기준 연구반(국민대 장병준 교수)이 구성되었

다. '11년도와 '12년도에 이루어진 연구결과를 바탕으로 UWB 기술기준 개정(안)을 마련하였고, '12년 5월에 1차 전자공청회를 실시하였다. 상정결과, 7.0~7.2GHz 대역 이동방송중계업무 보호를 위한 DAA 조건을 부여하는 개정안에 대한 댓글 9건(찬성 1건, 반대 8건)에 대하여 88명이 반대의견을 추천하였다. 전자공청회, 연구반 등에서 이루어진 그간의 논의결과에 따라 '12년 7월에 6.3~7.2GHz 대역 중 7.0~7.2GHz 대역은 이동방송중계에 간섭 가능성이 있어 분배검토를 중지하기로 하였다. 7GHz 이외 나머지 대역에 대한 UWB 추가분배 검토를 위해 '12년 9월에 6.3~7.0GHz 대역에서 UWB 통신과 고정 M/W간 공유 간섭영향을 검토하였다. 검토결과, 수신기의 안테나 등 파라미터 간섭분석 시뮬레이션 결과 간섭이 없을 것으로 예측되었다.

'13년 1월에 3차 UWB 기술기준 연구반(국민대 장병준 교수)이 구성되었다. '13년 1월에 방송사가 6.3~7.0GHz 대역에서 UWB 통신과 방송중계용 고정 M/W간 간섭영향평가 실측을 요구함에 따라 현장실측을 실시하였다. KBS 천안 흑성산 중계소에서 이루어진 실측결과 간섭영향이 없음을 확인하였다. '13년 2월에 방송사가 UWB 통신과 방송중계용 고정 M/W간 간섭영향 현장 실측을 자체적으로 추가 실시하였다. MBC는 광주 무등산, 노고단에서, KBS는 서산 원효봉에서 자체측정결과 간섭영향이 없음을 확인하였다. '13년 2월에 연구반 회의를 통해 6.3~7.0GHz 대역에서 고정M/W와 UWB 통신간에는 간섭이 없는 것으로 최종결론을 지었고 기술기준 개정(안)을 최종확정하여 '13년 3월 미래창조과학부에 제출하였다.

제4절 UWB 통신과 고정M/W간의 간섭분석

1. UWB 통신과 고정M/W간의 간섭 시뮬레이션 결과

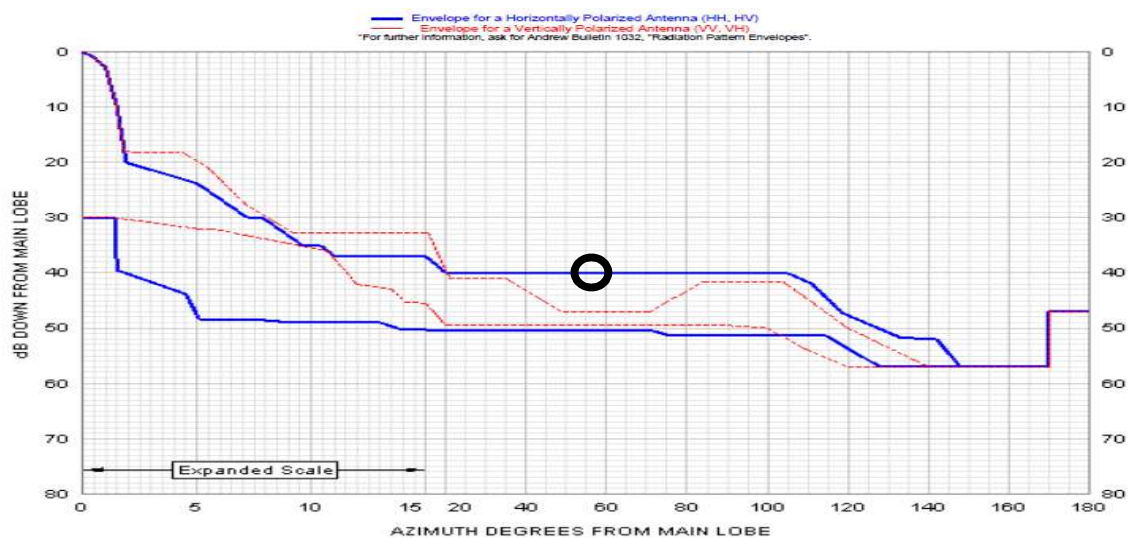
UWB 통신으로부터 고정 M/W가 간섭영향을 받지 않도록 하기 위해 간섭보호거리(UWB가 M/W에 간섭을 주지 않는 최소거리, d)를 산출하였다. 이를 구하기 위해 간섭전력 계산과 전파손실 이론에 UWB 송신특성, M/W 수신특성 등을 반영하였고 다음의 간섭전력(I)식과 전파손실(L)식을 이용하였다. 전파손실(L)은 최악의 조건을 고려하여 자유공간손실만을 가정하였다.

간섭전력(I)= UWB 송신전력+UWB 안테나이득+M/W 수신 안테나 이득-
전파손실+10log(고정M/W 수신대역폭)

$$\text{전파손실(L)} = 32.5 + 10\log\left(\left(\frac{\text{UWB안테나 높이} - \text{고정 M/W수신안테나 높이}}{1000}\right)^2 + d^2\right) + 20\log(\text{UWB통신주파수})$$

간섭보호거리(d)를 구하기 위해 위의 2개식을 조합하여 간단히 d에 대한 산술적인 역산을 취하였다. 또한, 간섭전력은 간섭보호비를 추가로 적용하여 정하였다.

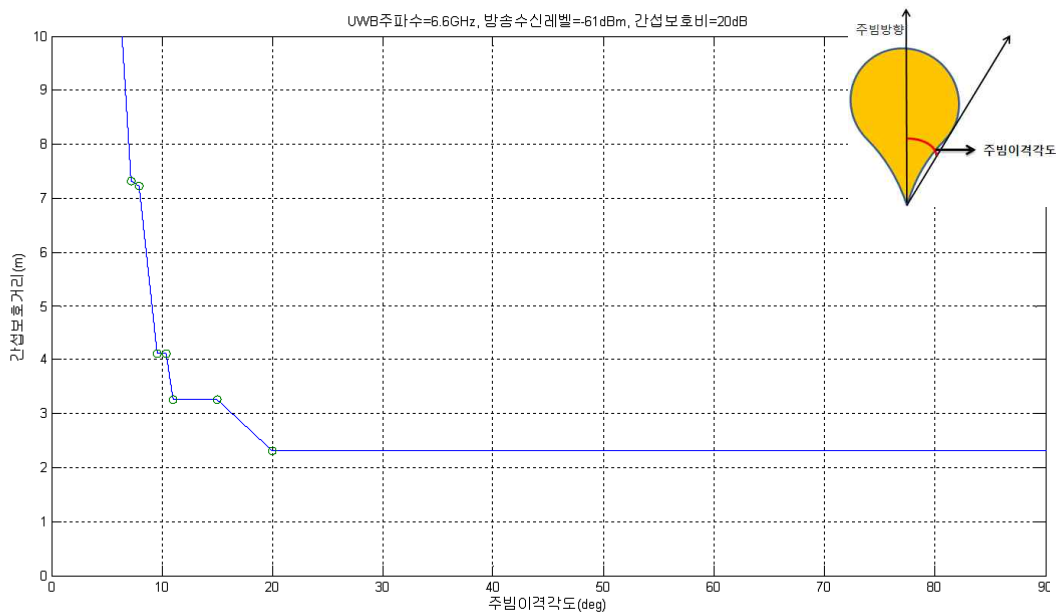
간섭보호거리(d)를 구하기 위해 다음의 각 변수들을 고려하였다. 실제 고정M/W을 이용하는 적정 방송중계수신레벨(-61dBm)과 간섭보호비(20dB)를 고려하여 간섭전력은 -81dBm로 가정하였다. 한편 간섭영향을 줄 수 있는 UWB 송신전력=-41.3dBm/MHz(유럽[1] 및 미국표준[2]과 동일), UWB 안테나 이득=0dBi(무지향성)으로 정하였고, 고정 M/W 수신안테나 이득은 주빔방향(0°)에서 이격되는 각도에 따라 변화하는 수평편파에 대한 이득값을 적용하였다. 고정 M/W 수신 대역폭=28MHz이고 간섭 안테나와 피간섭 안테나가 주빔이격각도별 동일평면에서 일직선상에 서로 마주보는 경우로 가정하고 UWB 안테나 높이-고정M/W 수신안테나 높이=0로 항상 일정하게 두었다. UWB 통신 주파수는 6.6GHz를 가정하였다.



[그림 2-2] 고정M/W 송수신 안테나 방사패턴(적용패턴 : ○표시 선)

M/W 안테나 이득은 안테나 패턴 및 이격각도에 따라 상이하게 적용된다. 이번 간섭 시뮬레이션에 적용된 고정M/W 송수신 안테나 방사패턴은 미국 Andrew사에 제작된 PXL6-65 모델의 수평편파(HH, 그림2-2 참조, ○ 표시) 이득값을 사용하였다[3]. 해당 모델은 주빔이격각도가 0도일 때 안테나 최대이득은 42dB이며, 10도일 때 최대이득에서 -35dB로 급격하게 감소하며, 20도일 때 -40dB로 감소한다.

주어진 시스템 특성 변수들을 적용하여 고정 M/W 수신안테나 주빔이격각도별 간섭보호거리를 예측해 보았다. 주빔이격각도가 10도일 때는 UWB 통신과 고정 M/W가 4.1m 이상 떨어질 경우 간섭이 없고, 20도일 때는 2.3m 이상만 이격될 경우 간섭이 없을 것으로 예측되었다. 현실적으로 고정 M/W는 점대점 통신을 위해 5m 이상의 철탑에서 직선방향을 지향하고 있고, UWB 통신을 휴대폰에 장착하더라도 사람의 키가 2m 이하이므로 UWB 통신과 고정M/W간 간섭 가능성은 없을 것으로 예상된다.



[그림 2-3] 고정 M/W 수신안테나 주빔이격각도별 간섭보호거리 예측

2. UWB통신과 고정M/W간의 간섭영향 실측결과

고정 M/W 전송구간에 UWB 통신이 고정 M/W에 주는 간섭영향을 실제

적으로 평가하기 위해 실측실험을 수행하였다. UWB 신호레벨 및 주파수, 방송사 고정M/W 주파수 등 실측을 위한 주요 파라미터는 표2-3과 같다. 대전 계룡산 및 식장산 송신소에서 천안 흑성산 M/W로 방송신호를 전송하면서, UWB 통신으로부터 고정 M/W가 받는 간섭영향을 평가하였다. 먼저 고정 M/W 안테나 정면에서 UWB 통신시스템을 이동하면서 다중채널 및 단일 M/W가 UWB 통신으로부터 받는 간섭영향을 평가하였다. 이때 다중채널 고정 M/W 수신 안테나와 UWB 통신시스템간 거리는 약 5~7m 정도이다. 그다음 M/W 안테나 설치 건물 벽(펜스역할) 아래에서 단일채널 고정 M/W가 UWB 통신으로부터 받는 간섭영향도 평가하였고 이때 단일채널 M/W 수신 안테나와 UWB 통신시스템 거리는 약 3~5m 정도이다.

[표2-3] 간섭영향평가 실측 주요 파라미터

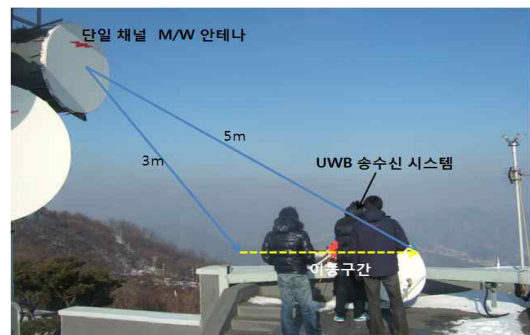
구분		주파수(MHz)	대역폭(MHz)	송수신레벨
UWB 통신 시스템		6.336~6.864 6.864~7.392	528	-41.3dBm/MHz
고정 M/W 중계 시스템	양방향 (다중채널)	송신 6.800 6.840 6.880 수신 6.460 6.500 6.540	28	수신레벨 : -40dBm 임계 : -79~70dBm
	단방향 (단일채널)	수신 6.952	25	수신레벨 : -45dBm 임계 : -89~85dBm



[그림2-4] M/W 안테나 설치 건물 벽 아래(일반인 접근가능구역)



[그림2-5] 다중채널 M/W 간섭평가



[그림2-6] 단일채널 M/W 간섭평가

간섭평가기준은 방송영상신호를 송수신하여 방송모니터링 화면에서 화질 영상 평가(양호, 깨짐으로 판정) 및 측정기상에서의 간섭신호로 확인하였다.

실측결과, 다중채널 M/W 안테나 정면에서 M/W 송신출력이 UWB 출력보다 강해 UWB 통신에 단절 현상이 발생하였다. M/W 안테나 건물 벽 아래 또는 M/W 안테나에 가까이 근접하여 UWB 통신을 할 경우 방송중계에 영향을 주지 않았다.

[표 2-4] 간섭영향평가 실측결과(장소 : 천안 흑성산)

순번	채널사용	방송TX	UWB TX	방송 수신레벨(dBm)	간섭평가
1	다중채널 M/W	on	off	-61	화질 양호
		on	on		
2	단일채널 M/W	on	off	-51	화질 양호
		on	on		

그 후 KBS, MBC 양 방송사에서 자체적으로 2차 실측을 실시하였다. KBS는 '13년 2월초에 원효봉 중계소에서 간섭실험을 수행하였고, 실측결과 UWB 통신이 방송중계에 간섭영향을 주지 않음을 확인하였다. MBC도 '13년 2월초에 광주MBC 무등산 송신소에서 연주소간 고정 M/W간 구간에서 간섭 실험을 수행하였다. 실측결과, 다채널 M/W 안테나 정면에서 M/W 송신출력이 UWB 출력보다 강해 UWB 통신 단절 현상이 발생함을 확인하였고 M/W 안테나 건물 벽 아래 또는 M/W 안테나에 가까이 근접하여 UWB 통신시에도 방송중계에 영향을 주지 않음을 확인하였다.

제5절 주요 개정내용

UWB 기술기준 개정과 관련된 무선설비규칙, 주파수 분배표, 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 고시의 개정이 필요하였다. 주요 개정내용은 다음과 같다.

o 무선설비규칙 제32조 개정

- UWB주파수 대역에 6.3~7.0GHz를 추가하고 전력밀도 규정(제1호 개정)

유럽 및 미국 규격, UWB 관련 국제표준 등을 참고하여 기존에 사용하였던 3.1~4.8GHz, 7.2~10.2GHz 대역의 전력밀도와 같은 -41.3dBm/MHz(평균 전력)을 적용하였다.

주파수(GHz)	공중선 절대이득을 포함한 전력밀도		주파수(GHz)	공중선 절대이득을 포함한 전력밀도	
	평균전력	첨두전력		평균전력	첨두전력
3.1~4.8 <신설> 7.2~10.2	-41.3 dBm/MHz	0 dBm/50MHz	3.1~4.8 <u>6.3~7.0</u> 7.2~10.2	-41.3 dBm/MHz	0 dBm/50MHz

- 주파수 추가로 인한 불요발사 규정 개정(제4호 개정)

기존 4.8~7.2 GHz 대역 불요발사에서 6.3~7.0 GHz 대역을 추가하였고 해당대역은 UWB 통신주파수이므로 기존 사용 대역인 7.2~10.2GHz과 같이 불요발사치를 -51.3dBm/MHz로 정하였다.

주파수대역	공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도	주파수대역	공중선 절대이득을 포함한 평균 전력밀도
4.8 GHz 이상 ~7.2 GHz 미만	-70 dBm/MHz	<u>4.8 GHz 이상 ~6.3 GHz 미만</u>	-70 dBm/MHz
7.2 GHz 이상 ~10.2 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz	<u>6.3 GHz 이상 ~7.0 GHz 미만</u>	-51.3 dBm/MHz
		<u>7.0 GHz 이상 ~7.2 GHz 미만</u>	-70 dBm/MHz
		7.2 GHz 이상 ~10.2 GHz 미만	-51.3 dBm/MHz

- 일부 불명확한 문구를 명확하게 수정(제5호다목 및 제6호)

o 주파수 분배표 개정

- 5.925~6.700, 6.700~7.075GHz 대역에 UWB 용도추가 및 관련주석(K125B)의 개정

o 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선기기 제7조 개정

- UWB주파수 대역에 6.3~7.0GHz 추가하고 전력밀도 규정

주요개정사항에 따른 각 개정안의 신구조문 대비표는 다음과 같다.

o 무선설비규칙 제32조 개정(안)

현행	개정(안)
제32조 (UWB 및 용도미지정 무선기기) ①	제32조 (UWB 및 용도미지정 무선기기) ①

<p>신호를 감지할 경우 <u>2초 이내로 회피할 것</u></p> <p>6. 부차적 전파발사는 사용주파수대역에서 -54dBm/MHz 이하이고, 그 외의 주파수대역에서는 <u>제5호에</u> 의한 값을 준용한다.</p>	<p>신호를 감지할 경우 <u>2초 이내에 다른 주파수로 회피할 것</u></p> <p>6. 부차적 전파발사는 사용주파수대역에서 -54dBm/MHz 이하이고, 그 외의 주파수대역에서는 <u>제4호에</u> 의한 값을 준용한다.</p>
--	--

○ 주파수 분배표 개정(안)

현행		개정(안)	
주파수대별	용 도 등	주파수대별	용 도 등
5925-6700 고정 고정위성(지구대우주) 이동 5.440	<신설> 고정 M/W 중계 K151A	5925-6700 고정 고정위성(지구대우주) 이동 5.440	<u>UWB용 K125B</u> 고정 M/W 중계 K151A
6700-7075 고정 고정위성(지구대우주) (우주대지구)	<신설> 방송중계 K151 고정 M/W중계 K151A	6700-7075 고정 고정위성(지구대우주) (우주대지구)	<u>UWB용 K125B</u> 방송중계 K151 고정 M/W중계 K151A
<p>K125B</p> <p>3.1~4.8 GHz 및 7.2 ~ 10.2 GHz의 주파수대역은 UWB(Ultra Wide Band) 통신용으로 사용하되 3.1 ~4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA)을 적용한다. 단, 4.2 ~ 4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA) 적용을 2016년 12월 31일까지 유예한다.</p>		<p>K125B</p> <p>3.1~4.8 GHz, <u>6.3~7.0 및 7.2 ~ 10.2 GHz</u>의 주파수대역은 UWB(Ultra Wide Band) 통신용으로 사용하되 3.1 GHz~4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA)을 적용한다. 단, 4.2 ~ 4.8 GHz의 주파수대역에서는 간섭회피기술(DAA) 적용을 2016년 12월 31일까지 유예한다.</p>	

○ 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선기기 제7조 개정(안)

현행	개정(안)
제7조(UWB 및 용도미지정 무선기기) UWB 기술을 사용하는 무선기기 및 용도미지정 무선기기는 다음과 같다.	제7조(UWB 및 용도미지정 무선기기) (현행과 같음)

주파수 대역(GHz)	공중선전력 또는 복사전력	비 고	주파수 대역(GHz)	공중선전력 또는 복사전력	비 고
3.1~4.8 <신 설>	-41.3dBm/MHz (공중선	초광대역(UWB) 기술을 적용한	3.1~4.8 6.3~7.0	-41.3dBm/MHz (공중선	초광대역(UWB) 기술을 적용한
7.2~10.2	절대이득포함) 이하	것에 한함	7.2~10.2	절대이득포함) 이하	것에 한함
57~64	(생략)		57~64	(생략)	

제3장 무선 의료데이터서비스 기술기준 연구

제1절 개요

무선통신 기술이 발전함에 따라 의료기기에 무선통신 기술을 결합함으로써 환자의 진료와 치료에 보다 편리하게 이용할 수 있다. MEDS란 MEDical Data Service를 줄인 말로서 무선의료 데이터 통신 서비스를 말한다. 즉, 환자 신체 내부의 정보를 외부로 송신함으로써 환자의 진료와 치료 예방에 편리하게 이용할 수 있다.

ITU-R에서는 국제 의료업계의 요청에 따라 1998년 기상원조업무용(the Meteorological Aids Service)으로 분류한 401~406MHz 주파수 대역을 의료용 이식송신 시스템(Medical Implant Communication System)이 공유하여 이용할 수 있도록 권고안을 제정하였다. 해당 권고안은 ITU-R RS.1346으로서 기상원조업무로 이용 중인 라디오존데 시스템과 의료용 심장이식 무선 시스템간 주파수 공유이용을 위한 기준을 권고하고 있다. 401~406MHz 대역은 이미 기상원조업무를 위해 할당된 주파수 대역이지만 무선의료데이터서비스시스템은 약 2~3m 정도 거리에서 통신을 위한 시스템으로 매우 낮은 출력으로 운용될 뿐만 아니라 기상원조업무에 의한 전파간섭 영향을 회피할 수 있도록 간섭회피 기술을 적용하고 있다.

1. MICS(Medical Implant Communications Services)

MICS는 체내에 이식되어 관련 생체 자료를 특정 장소에서 무선을 이용하여 의사가 수집할 수 있으며, 특정 기기를 통해 프로그래밍도 할 수 있는 기기로서, 심장 질환과 관련하여 심장박동기(인공심장조율기, PaceMaker), 이식형 심장 충격기(ICD, Implantable Cardiac Defibrillators)가 중심이며, 402~405MHz 주파수 범위에서 작동하는 초저전력 체내이식무선의료기기이다.



< 병원 >

< 가정 >

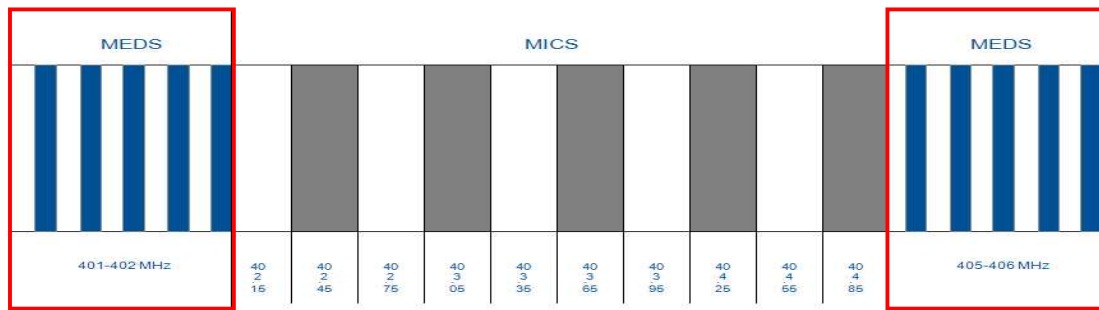
[그림 3-1] 병원과 가정에서 MICS 기기와의 접속

		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>병원에서 사용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 입/출력 - 프로그래밍 </div> <div style="width: 45%;"> <p>가정에서 사용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 이식장치의 데이터 입력 - 애플 들어, 전화선, 인터넷, GSM/GPRS와 같은 대상에 데이터 출력 </div> </div> <div style="text-align: center;"> <p>데이터 출력 프로그래밍 입력</p> </div>
<p>인공심장박동기 (페이스메이커)</p>	<p>외부 프로그래머</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 환자의 체내에 이식되어 환자의 심박상태를 감지 - 전기자극을 통해 심장마비 등 치명적 질환으로부터 환자 보호

[그림 3-2] MICS 제품 소개

2. MEDS(Medical Data Service)

현재는 전세계적으로 MEDS기기는 존재하지 않으나 주로 외부센서용 위주로 제품 개발 중이며, 인체외에 부착하는 패드 또는 인체 내에서 혈당, 체온 등을 센싱하여 외부기기로 데이터를 보내주는 형태로서, 401~402MHz 및 405~406MHz 주파수 범위에서 MICS의 양끝 쪽 10개 채널, 100kHz 간격으로 작동하는 초저전력 의료데이터 서비스 시스템이다.



[그림 3-3] MICS/MEDS 이용 주파수

			
인체외에 센서 부착	인체내 이식 (예. 내시경)	인체내 이식 (부정맥 측정)	인체외에 센서부착 후 혈당 농도 등 외부 단말에 데이터 전송

[그림 3-4] MEDS 제품 예시

[표3-1] MICS와 MEDS 사용제품 차이

구분	MICS	MEDS
RF 통신	<ul style="list-style-type: none"> - 능동이식형 의료기기 사이 - 능동이식형 의료기기와 외부 프로그래머 사이 	<ul style="list-style-type: none"> - 능동이식형 의료기기 사이 - 능동이식형 의료기기와 외부 프로그래머 사이 - 외부 의료기기 간에
데이터의 시급성	Time critical data : 시간임계데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 전송의 시차가 매우 중요한 경우 	Non-time critical data : 비시간임계데이터 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터가 손실되어도 환자의 건강 또는 안전에 영향을 미치지 않는 유형의 데이터 전송을 위함. - 데이터를 항상 전송하는 것이 아니라 한 시간에 수 초 가량 전송
수명	<ul style="list-style-type: none"> - 고비용, 고가 제품 - 수명 6-9년 사용 	<ul style="list-style-type: none"> - 소형제품, 배터리 용량 작음 - 수명 1주, 6개월, 1년~
제품(예)	<ul style="list-style-type: none"> - 인공 심장박동기, - 이식형 인공 심장충격기 - 외부 프로그래머 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 혈당센서 - 인슐린펌프 - 체외부착형 외부센서(체온,혈압 등) - 미니어처 의료기기 등

※ **Time critical data** : 데이터가 즉시 전달되지 않을 경우 이로 인해 환자의 건강 및 혹은 안전이 위태롭게 될 수 있는 자료

제2절 체내이식의료기기 산업 및 시장전망

1. MICS 시장 전망

MICS 공급과 수요의 대부분을 점유할 것으로 예상되는 인공심박조율기와 이식형 심장충격기를 포함하는 CRM(Cardiac Rhythm Management, 심장박동관리)기기가 시장 중심이다.

2007년 세계 심장박동관리 시장은 매년 약 10%의 연평균 성장세를 보인 후 2015년 256.8억불 규모로 성장할 전망이다.

심장충격기(ICD) 시장은 2007년 60.5억불에서 2015년 178.5억불 규모로 빠르게 성장할 전망이며, 심장박동기(PaceMakers) 시장도 2007년 38.5억불에서 2015년 61.1억불 규모로 성장할 것으로 기대된다.

또한, 제품 비중별로 살펴보면 전체 시장에서 50%를 점하는 기기는 ICD이며, Pacemakers는 32% 순으로 나타났다.

현재 심장박동관리 기기의 가장 큰 소비 시장은 미국이며, 시장은 주도하는 기업은 Medtronic, St. Jude Medical, Boston Scientific, Sorin Biomedica 등 4개 업체이다.

[표 3-2]세계 심장박동관리 기기·제품 매출 전망(2007-2015)

(단위 : 백만불)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ICD	6,046	6,900	7,941	9,199	10,731	12,592	14,748	16,223	17,845
Pacemakers	3,854	4,021	4,198	4,375	4,583	4,808	5,047	5,552	6,107
외부 충격기	981	1,044	1,112	1,185	1,261	1,344	1,429	1,572	1,729
CRM 전체	10,881	11,965	13,251	14,759	16,575	18,744	21,224	23,346	25,681

※ MARKETSTRAT, Cardiac Rhythm Management Devices Worldwide, 2007.2

심장박동관리 기기의 세부 품목별 매출을 권역별로 살펴보면, 심장충격기 시장은 미국이 가장 높은 점유율을 보이고 있지만, 점차 유럽의 점유율이 높아질 전망이다.

2007년 심장충격기의 권역별 비중을 살펴보면, 미국이 70.1%, 유럽이 23.5%, 일본이 3.1%, 나머지 지역이 3.3%로 나타나고 있다. 2015년까지 이러한 비중은 크게 변하지 않을 전망이다. 이는 심장충격기의 가격이 심장박동기보다는 상당히 고가이고, 미국의 심장질환에 의한 사망이 상대적으로 다른 권역보다는 높다는 점에서 기인된 현상으로 보인다.

[표 3-3] 심장충격기의 권역별 전망

(단위 : 백만불)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
미국	4,238	4,832	5,557	6,418	7,477	8,748	10,191	11,210	12,331
유럽	1,420	1,640	1,910	2,254	2,671	3,192	3,831	4,214	4,635
일본	190	218	249	286	326	376	431	474	521
전체	5,848	6,690	7,716	8,958	10,474	12,316	14,453	15,898	17,487

※ MARKETSTRAT, Cardiac Rhythm Management Devices Worldwide, 2007.2

심장박동기 시장도 2007년부터 2015년까지는 권역 시장의 연평균성장률이 8.4%로 가장 빠르게 성장하며 11.4억불 시장을 형성할 전망이며, 미국이 전체 매출 31억불 가운데 가장 높은 비중인 46.2%인 17.8억불을 점유하며, 유럽 24.8%(9.6억불), 일본 10.7%(4.1억불), 나머지 시장이 18.2%(7.0억불)를 점유할 것으로 추산된다.

[표 3-4] 심장박동기의 권역별 시장 전망

(단위 : 백만불)

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
미국	1,782	1,845	1,919	1,995	2,095	2,196	2,294	3,051	4,058
유럽	955	988	1,018	1,043	1,075	1,112	1,162	1,534	2,040
일본	414	421	426	430	435	441	448	511	679
전체	3,151	3,254	3,363	3,468	3,605	3,749	3,904	5,096	6,777

※ MARKETSTRAT, Cardiac Rhythm Management Devices Worldwide, 2007.2

2. 국내 MICS 시장 전망

최근 심장질환 급증과 의료기기 선진화가 맞물려 첨단의료기기에 대한 수요가 증가하고 있으며, 의료 부문에서도 무선을 이용한 MICS 기기들의 국내 시장 침투가 가속화될 전망이다.

아직까지는 국내에 수입되는 기기 수는 심장질환으로 사망하는 환자수에

비해 크게 적은 것으로 나타나고 있으며, 의료보험 등의 의료혜택이 늘고, 심장질환에 대한 인식이 커지면서 시장의 확대가 예상된다.

국내에서 발생하는 사망의 주요 원인으로 가장 높은 사망을 유발하는 질병은 암으로서 '11년 인구 10만명당 142.8명이 사망하였으며, 심장질환은 49.8명으로 나타났으며, 사망률의 변화를 살펴보면 '02년에 비해 심장질환은 26%로 증가하여 수치상의 큰 변화가 있는 것으로 나타났다.

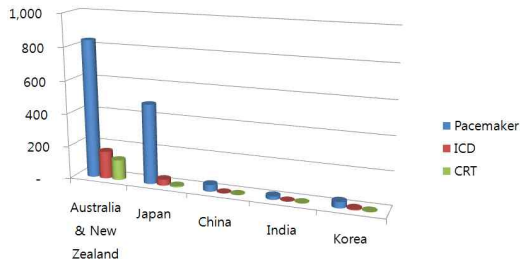
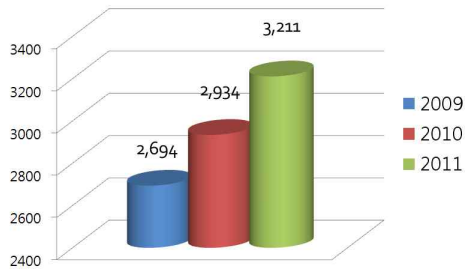
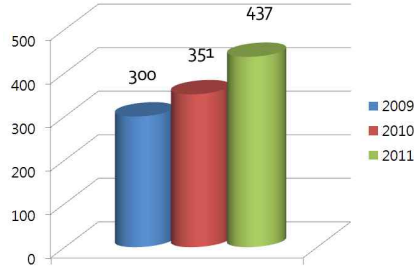
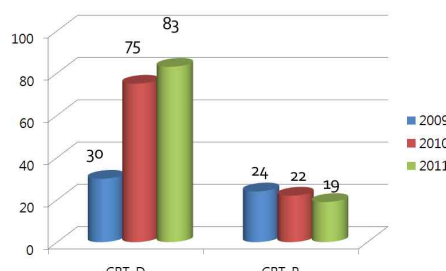
[표 3-5] 사망원인 순위 및 사망률 변화(2002년과 2011년)

(단위: 인구 10만명당)

순위	2002		2011		증 감	
	순위	사망률	순위	사망률	순위	사망률
암	1	130.1	1	142.8	4	9%
뇌혈관 질환	2	77	2	50.7	-	-52%
심장질환	3	36.9	3	49.8	3	26%
당뇨병	4	25.1	5	21.5		-17%
만성하기도 질환	5	22.6	7	13.9		-63%
간 질환	6	21.9	8	13.5		-62%
운수사고	7	19.1	9	12.6		-52%
고의적 자해(자살)	8	17.9	4	31.7	2	44%
고혈압성 질환	9	10.6	10	10.1		-5%
폐렴	10	5.6	6	17.2	1	67%

※ 출처 : 통계청 「2011년 사망원인통계」

[표 3-6] 체내이식형 의료기기 시장현황(Active Medical Implants)

2010년도 아시아지역 사용현황 (implant device수/인구백만명)	 <table><thead><tr><th>Region</th><th>Pacemaker</th><th>ICD</th><th>CRT</th></tr></thead><tbody><tr><td>Australia & New Zealand</td><td>~850</td><td>~200</td><td>~150</td></tr><tr><td>Japan</td><td>~450</td><td>~50</td><td>~20</td></tr><tr><td>China</td><td>~50</td><td>~10</td><td>~5</td></tr><tr><td>India</td><td>~20</td><td>~5</td><td>~2</td></tr><tr><td>Korea</td><td>~10</td><td>~5</td><td>~2</td></tr></tbody></table>	Region	Pacemaker	ICD	CRT	Australia & New Zealand	~850	~200	~150	Japan	~450	~50	~20	China	~50	~10	~5	India	~20	~5	~2	Korea	~10	~5	~2
Region	Pacemaker	ICD	CRT																						
Australia & New Zealand	~850	~200	~150																						
Japan	~450	~50	~20																						
China	~50	~10	~5																						
India	~20	~5	~2																						
Korea	~10	~5	~2																						
인공심장박동기(pacemaker) 이식 수 (한국, 2009-2011년) (19.2%)	 <table><thead><tr><th>Year</th><th>Number of Implants</th></tr></thead><tbody><tr><td>2009</td><td>2,694</td></tr><tr><td>2010</td><td>2,934</td></tr><tr><td>2011</td><td>3,211</td></tr></tbody></table>	Year	Number of Implants	2009	2,694	2010	2,934	2011	3,211																
Year	Number of Implants																								
2009	2,694																								
2010	2,934																								
2011	3,211																								
ICD(제세동기) 이식수 (Implantable Cardioverter Defibrillator System) (한국, 2009-2011) (45.7%)	 <table><thead><tr><th>Year</th><th>Number of Implants</th></tr></thead><tbody><tr><td>2009</td><td>300</td></tr><tr><td>2010</td><td>351</td></tr><tr><td>2011</td><td>437</td></tr></tbody></table>	Year	Number of Implants	2009	300	2010	351	2011	437																
Year	Number of Implants																								
2009	300																								
2010	351																								
2011	437																								
CRT-D and CRT-P Implantation in Korea 심장재동기화치료기기(CRT-D, CRT-P) 이식현황 2009-2011 (CRT-D: 177% , CRT-P:1.5%) ※ CRT : 심장재동기화치료 - CRT-P : 박동기 - CRT-D : 제세동기	 <table><thead><tr><th>Device</th><th>2009</th><th>2010</th><th>2011</th></tr></thead><tbody><tr><td>CRT-D</td><td>30</td><td>75</td><td>83</td></tr><tr><td>CRT-P</td><td>24</td><td>22</td><td>19</td></tr></tbody></table>	Device	2009	2010	2011	CRT-D	30	75	83	CRT-P	24	22	19												
Device	2009	2010	2011																						
CRT-D	30	75	83																						
CRT-P	24	22	19																						

※ 출처 : 메드트로닉코리아(주), 2012

3. MICS 및 MEDS 산업동향 분석

MICS는 의료 부문에 첨단기기를 수입하여 사용하는 것으로서, 사용에 따른 국내 시장에서의 파급이 클 전망이다.

현재, 심장충격기와 심장박동기는 현재 전량 수입하여 완제품으로 소비되고 있기 때문에, 국내 산업에서의 직간접 생산유발효과는 없을 것으로 판단되나, 국내 산업에 u-Health 부가가치 유발효과가 생길 전망이다.

또한, 체내이식의료기기의 보급을 통해 무선을 중심으로 한 헬스케어 시장에 구축된 시스템을 통해 의료 서비스가 제공될 경우 국내 u-Health 시장이나 의료 정보화 부문이 점차 시장 형성이 이루어 질 것이다.

MEDS 기기는 메드트로닉 업체가 주도적으로 연구개발을 추진중에 있으며, 2013년 말까지는 개발 완료 예정이고, 1차적으로 유럽, 미국에서 서비스 도입 이후 국내는 2014년 하반기 이후에나 서비스가 도입될 것으로 판단된다.

제3절 체내이식 의료기기 제품 현황 및 이용분야 조사

1. MICS 특징

외부 프로그래머와 이식형 의료장치 간에 양방향의 비음성 디지털 통신을 제공하며, 일정 거리를 두고 환자와의 신체 접촉 없이 높은 데이터 전송율로 작동(환자 감염 감소)하고 시술 과정 전반에 걸쳐 연속적인 프로그래밍이 가능하므로 의료전문가는 텔레메트리 데이터의 전송을 위해 대기하는 과정 없이 간편하게 시술을 연속하여 수행할 수 있다.

고속 데이터 전송율을 비롯하여 시간이 절약됨으로써, 병원 및 의료 종사자들의 업무 효율성이 개선되고 이식된 장치와 병원에 있는 프로그래머, 그리고 환자의 가정에 있는 모니터 간에 통신을 가능하게 하여, 환자 치료에 있어 보다 편리하며 효과적인 방법을 제공하고 있다.



전세계의 MICS 주파수 대역 일치는 이식장치를 통해 전세계의 환자들이 국경을 초월하여 상호 데이터를 교환할 수 있도록 하는데 중요하다.

	
MICS 장치(현재)	자기유도 장치(이전)

[그림 3-5] MICS와 자기유도장치

2. 제품 현황

MICS는 심장박동기와 심장충격기 등 심장질환자 치료용 체내이식형 기기 위주로 제품을 이용하고 있다.

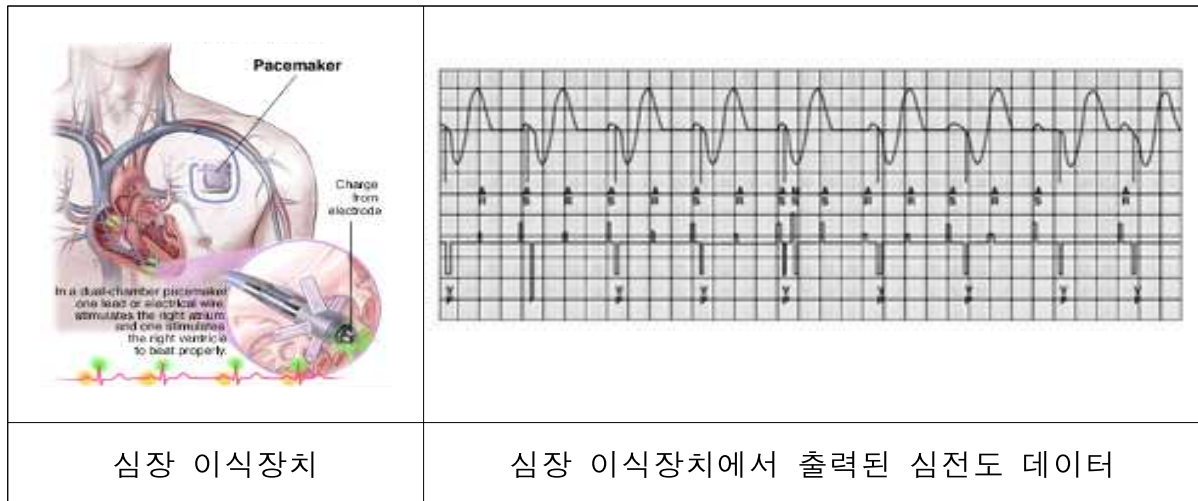
	
인공심장박동기 (Pacemaker)	심장충격기=제세동기 (ICD, Implantable Cardioverter Defibrillator)

[그림 3-6] MICS 제품 종류

원격측정 링크(Telemetry link)를 통해, 의사는 환자의 심장 심전도 기록을 판독하여 분석하고, 최적화된/향상된 치료를 위해 작동 설정을 수정하여 이식된 심장박동기를 다시 프로그래밍 할 수 있다.

심장박동기/심장충격기 이식장치의 기능으로는 심장을 모니터하며 데이터 출력이 가능하고, 심장 박동 조절을 위해 전기 펄스를 제공 및 심장 재세동/재동기화를 위해 전기 충격을 제공형태로 치료 전달(Therapy delivery) 함

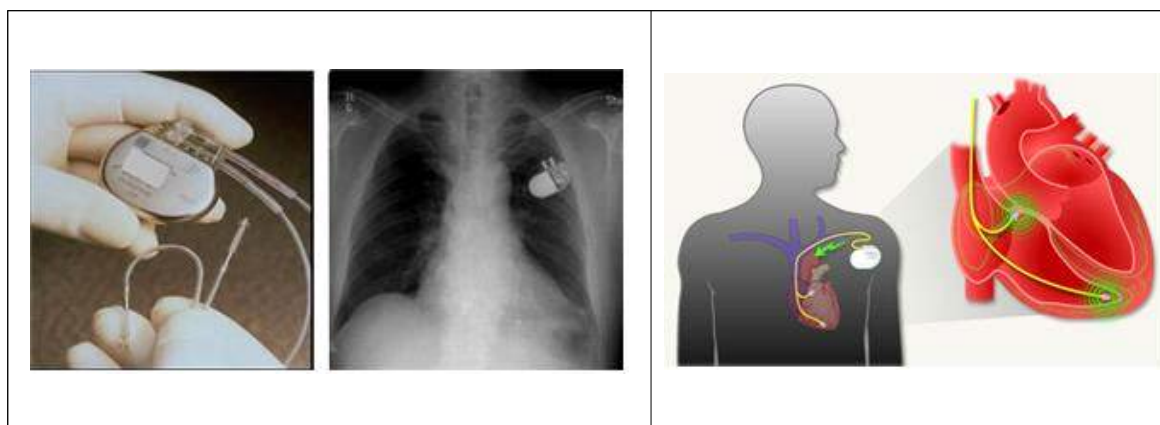
으로써, 심전도 데이터를 위해 외부 프로그래머 / 모니터와 MICS간에 RF 통신을 수행한다.



[그림 3-7] 체내이식장치의 심전도데이터

가. 심장박동기

o 환자 몸에 이식된 형태의 제품사진




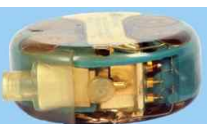


[그림 3-8] 심장박동기 사진(1)


					
윗면	아랫면	정면	후면	우측면	내부

[그림 3-8] 심장박동기 사진(2)

o 심장박동기 현재와 과거

			
최근에 사용하는 심장박동기		1970년대의 심장박동기	

[표 3-7] 심장박동기 안테나 특성

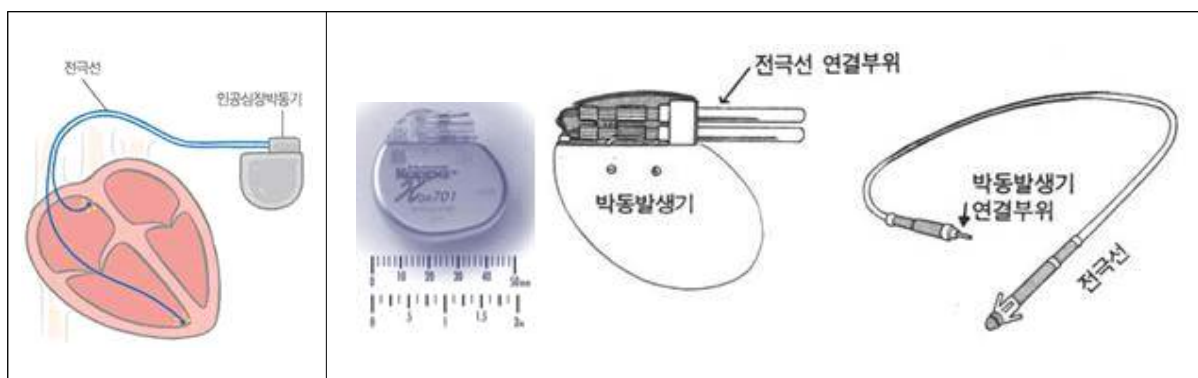
공중선의 종류 및 형태	Planar Antenna
공중선의 이득 및 지향특성	-28.8 dBi / 무지향성
공중선 종류 / 길이	Inverted F / 3.81cm
공중선 사진	

심장박동기는 시술을 통해 상흉부 또는 복부에 이식되어 심장 고유의 활동을 지속적으로 감지하고 심장에 전기자극 에너지가 전달되어 심장의 수축 활동이 감지되지 않을 때 전기적인 에너지를 내보내고 심장을 자극시켜 수축하도록 설계되어 있는 특수 장치이다.

또한, 심장 리듬의 문제를 감지하며 심장이 규칙적이고 제시간에 박동하

도록 자체의 전기 자극을 보내며, 전기를 전달할 수 있는 줄을 쇠골밑의 정맥을 통해 심방이나 심실에 넣고, 전기를 발생시킬수 있는 기계를 쇠골 밑의 피하에 위치시키고 줄을 연결한다.

박동생성기와 한 개 또는 두개의 유도 리드(Leads)로 구성된 심장박동기의 종류로는 환자가 가진 부정맥의 종류에 따라 심방과 심실 한군데만 전극 줄을 넣고 박동기 작용을 하게 하거나 심방과 심실 모두에서 박동기 작용을 하는 것들이 있으며, 배터리는 영구적이지 못하여 6~7년마다 교체해야 한다.



[그림 3-9] 심장박동기 구성

① 박동 생성기

- 작은 고성능 자극장치로 전기회로 및 배터리로 구성되어 환자의 심장 박동수를 감지하여 운동량에 따라 심박동을 조절한다.

② 박동 유도 리드

- 절연된 금속 전선으로 심장박동기의 전기적 신호를 전달해주는 역할을 한다.

부정맥 가운데 하나인 서맥(느린 맥) 환자들에게 거의 유일한 치료법으로, 시술은 국내만 매년 약 3천 건이 이루어지고 있으며, 인구의 고령화에 따라 시술 건수는 증가 추세를 보이고 있다.

프로그래머(외부 장치)를 통해 시술한 심장박동기의 기록을 검토하고 환자의 심장 리듬 상태를 관찰할 수 있으며 의사의 지시에 따라 재프로그래밍하여 사용 및 관리가 가능하고, 박동기의 종류, 본인 리듬의 유무, 박동기의

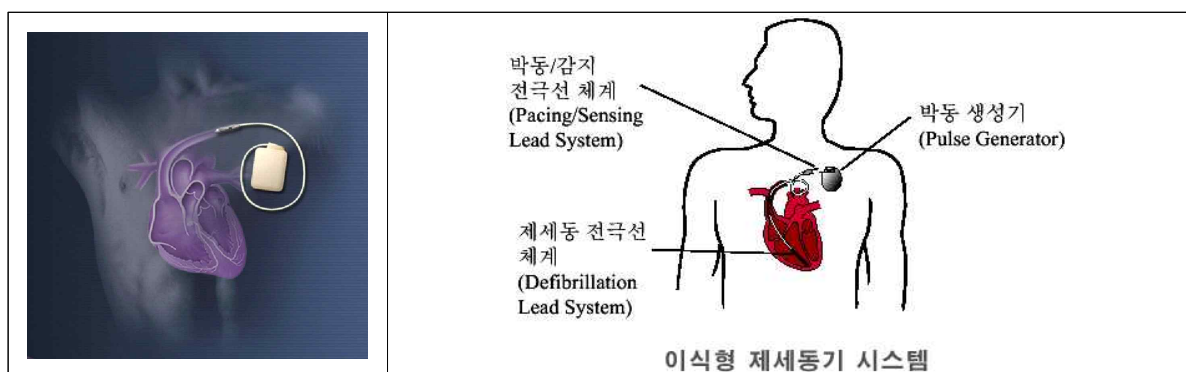
조절된 전압에 따라 수명은 5년에서 10년으로 다양하여 프로그래머를 통해서 심장박동기의 배터리 수명과 교체시기를 알 수 있다.

인공심장박동기를 이식한 채 MRI 검사를 받으면 기기의 오작동, 박동기와 전극선의 발열로 인한 조직 손상이나 뜻하지 않은 심장 자극 등이 일어날 수 있으니 주의해야 한다.

나. 심장충격기(ICD, 제세동기)



[그림 3-10] 심장충격기(ICD) 시스템



[그림 3-11] 심장충격기의 환자 몸에 이식된 형태

		
정면	후면	내부

[그림 3-12] 심장충격기 사진

[표 3-8] 안테나 특성

공중선의 종류 및 형태	Wire Antenna
공중선의 이득 및 지향특성	-36.3 dBi / 무지향성
제품사진	

이식형 제세동기라고도 부르며 심박을 지속적으로 관찰하여 심실빈맥과 심실세동과 같은 비정상적으로 빠른 부정맥을 치료하며, 제세동기가 부정맥을 감지하면 전극선을 통하여 심장의 근육에 전기 충격(Shock)을 주어 비정상적으로 빠른 심장의 박동수를 느리게 하여 정상 속도로 회복하기 위한 이식형 의료기기이다.

※ 부정맥 : 심장이 정상속도(1분에 60~100회 사이, 보통 70회)와 규칙성을 잃고 빠르게 또는 느리게, 불규칙하게 뛰는 병

심장충격기는 심장의 활동을 감지하며 필요시에 심장으로 전기 충격을 전달하며, 심장충격기와 리드로 구성되어 있다.

티타늄 금속으로 만들어졌으며 박동생성과 전기 충격을 주기 위한 배터리, 소형컴퓨터, 전자회로로 구성되어 있다.

또한, 심장충격기는 심장의 리듬 감지와 리듬 회복을 위한 전기적 에너지를

전달하고, 심장에 전달하는 전기적 에너지에 관한 펄스 관련 측정 항목과 감지를 위한 감도 측정 그리고 임피던스 측정까지는 이식형 인공심장박동기와 동일하다. 다만 제세동을 하기 때문에 이식형 인공심장박동기와는 다르게 이식형 심장충격기의 출력 전압 및 전달된 심율동 전환 및 제세동 펄스 에너지 등 차별화된 성능 평가 항목이 요구되고 있다.

다. 체내이식형 의료기기의 이용시 주의점

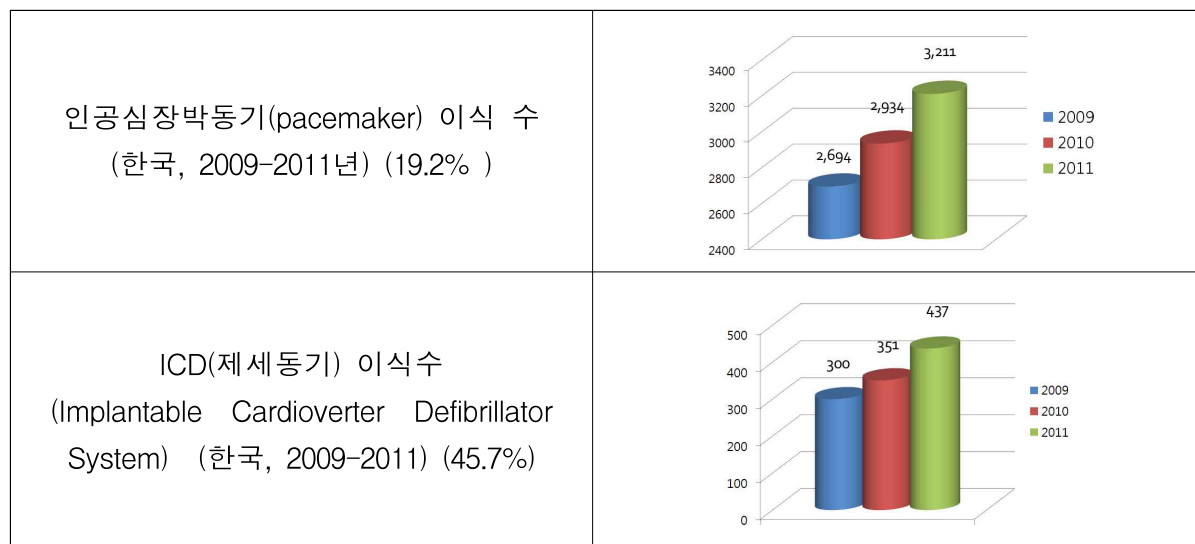
체내삽입 장비란 특징상 부작용에 치명적이다. 식약청은 이식형 인공심장박동기와 심장충격기를 ‘추적관리대상’ 적용 품목으로 지정하여 관리하고 있으며, 2009년 5월에 일본 총무성은 전파이용기기에서 발생하는 전자파가 체내에 이식된 이식형 의료기기 안전성 제한을 발표하였다.

※ 추적관리대상 의료기기 : 사용중 부작용으로 인해 인체에 치명적 위해를 가할 수 있어 소재 파악이 필요한 품목

인공심장박동기는 금속성 재질과 전자회로를 사용하는 의료기기라는 특성 때문에 이를 쓰는 환자는 강한 자기장이 발생하는 MRI 검사를 받을 수 없다. MRI 검사시에는 기기 오작동, 작동 중단, 박동기와 전극선의 발열로 인한 조직손상, 의도되지 않은 심장 자극 등이 야기될 수 있다.

[표 3-9] 체내이식형 의료기기 이식환자 수 현황

(메드트로닉코리아(주), 2012)



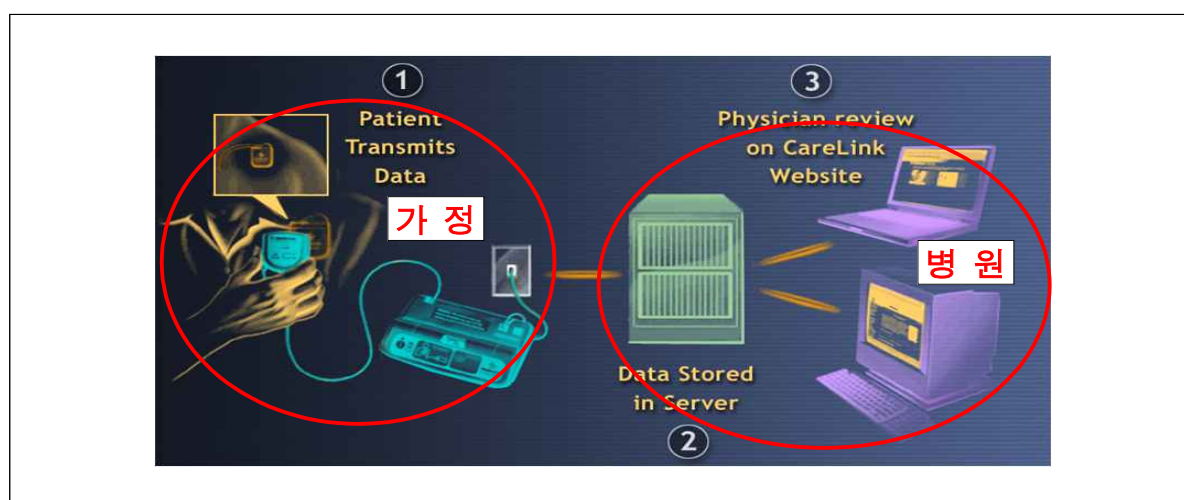
[표 3-10] 이식형 의료기기 수입 및 이식환자 수 등 통계자료

(헬스코리아, 2009)

구 분	수입 회사명	수입 현황	이식 환자 현황	재고 등
계	6개사	20,159	17,165	2,994
이식용 인공심장박동기	소계 : 6개사	16,471	14,018	2,453
	(주)메디헬프라인	554	547	7
	(주)코메딕스	420	389	31
	(주)한송아이	2,903	2,817	86
	메드트로닉코리아(주)	7,500	7,300	200
	보스톤사이언티픽코리아(주)	384	360	24
	세인트쥬드메디칼코리아(유)	4,710	2,605	2,105
이식형 심장충격기	소계: 3개사	1,321	1,022	299
	메드트로닉코리아(주)	530	520	10
	보스톤사이언티픽코리아(주)	89	72	17
	세인트쥬드메디칼코리아(유)	702	430	272

다. 체내이식 의료기기의 이용실태



MICS는 인체내 이식된 무선설비와 인체외의 무선설비로 구성되고, 주로 심장질환자 건강관리에 이용되고 있다.



[그림 3-13] 가정과 병원에서의 무선의료서비스 이용 시스템

- ① 이식형 제품을 사용하는 환자의 데이터(심장리듬, 기기성능 등)가 특정 케어링크 모니터제품을 통해(위 그림의 파란색 전화기 모양) 인터넷 망을 통하여 서버로 전달
- ② 서버로 전달된 정보는 인터넷을 통해 등록된 사용자만이 접근가능
- ③ 케어링크 웹사이트에 로그인해서 의료진은 환자의 방문진찰시 구할 수 있는 정보를 위의 시스템을 통해 얻을 수 있음

병원 서비스가 용이하지 않은 미국 등 넓은 지역에서는 가정서비스를 이용하고 있으며, 국내는 가정에서의 서비스 이용자는 없고, 병원내에서만 이용이 가능하다.

<p>환자 몸에 이식된 이식장치와 홈 모니터 간의 데이터 통신</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - 간섭회피(LBT)를 기반으로 적합한 MICS를 선택한다 - MICS 통신을 시작하기 위해 이식장치를 시동시킨다 - 이식장치의 데이터를 판독하여 병원이나 의사에게 전송한다. (예: 전화, 인터넷 또는 GSM/GPRS 사용) - 이식장치의 프로그래밍은 불가능하다 	 <p>Home Monitor</p>

[그림 3-14] 가정에서의 MICS 이용형태

병원에서는 환자 몸에 이식된 이식장치와 프로그래머 간의 데이터 통신으로 활용하여 진료와 치료가 가능하다.



[그림 3-15] 병원내에서의 MICS 이용형태

MEDS 기기 이용 환자의 체내에 이식된 장치와 외부 기기간 통신, 인체 외에 부착된 장치와 외부기기간 통신, 주로 병원에서 환자관리 목적으로 이용한다.

제4절 주요국 무선의료기기 주파수 및 기술기준 현황

1. ITU 및 주요 국가별 주파수, 기기 이용 동향

생명의 안전성 확보를 위해 전용 주파수를 이용하고, 텔레메트리 주파수 대역을 타 통신과 공유 사용하고 있다.

무선의료 전용주파수는 인체를 하나의 전송 채널 모델로 고려하여 발생하는 전파특성¹⁾과 저전력 공급 특성을 고려해 인체 이식여부에 따라 이식형(Implant)과 부착형(Body-worn)으로 구분되며, 이식형은 인체 내에 의료용 기기를 이식함에 따라 장기간 전력 공급이 가능토록 초저전력(Ultra Low Power) 기술의 적용이 필요하고, 부착형은 상대적으로 전력 공급에 부담은 적으나 착용(Wearable)한 형태의 서비스 형태로 감염 및 외부 충격 등에 노출되어 있어 기기 관리에 주의가 필요하다.

402~405MHz 대역을 이용하는 초저출력 체내이식무선의료기기(MICS)는 의료용 이식장치 간에 또는 의료용 이식 장치와 외부의 프로그래머/모니터/제어 장치 간에 원격제측 및 데이터 통신 서비스가 제공된다.

MICS는 1970년부터 인체 내 이식형으로 10~100kHz대역에서의 낮은 주파수 대역을 사용한 유도자기링크(Inductive link)방식을 사용하면서 시작되었으며, 이 방식은 전력의 소모는 없으나 데이터 전송용량이 작고 인체에 바로 부착한 관계로 감염의 우려가 있다.

401~402MHz 및 405~406MHz 주파수 범위에서 작동하는 초저전력 무선의료데이터서비스(MEDS) 기기는 현재, 전세계적으로 존재하지 않으나 주로 외부센서용 위주로 제품 개발 중이며, 인체외에 부착하는 패드 또는 인체내에서 혈당, 체온 등을 센서하여 외부기기로 데이터를 보내주는 형태이다.

1) 이식형은 신체 내에 존재하는 물과 근육질, 뼈 등에 의해 전파손실이 신체 외부보다 주파수에 따라 약 20~40dB가 더 커지는 특성을 보인다.

[표 3-11] 각국의 의료용 주파수 대역

주파수(MHz)	지역	Band
401-402, 405-406	유럽	MEDS
402-405	유럽, 한국	MICS
401-406	미국	MICS / MEDS
602-614	북미	WMTS
433.05-434.79	유럽	General Telemetry
868-870	유럽	General Telemetry
902-928	북미, 호주, 남미	915MHz ISM
2400-2483.5	유럽	2.4GHz ISM
2400-2500	북미	2.4GHz ISM
5650-5925	북미	5.7GHz ISM

가. ITU-R

MICS는 “402~405MHz 대역에서 작동하는 초저출력 무선주파수의 고속시스템으로, Active Medical Implant 간에 또는 외부의 프로그래머 장치 간에 원격 계측 및 데이터 통신 서비스를 제공한다”라고 규정되어 있으며, 이 대역은 기존에 기상원조(Meteorological Aids) 서비스로 사용하고 있는데 이 대역에 대한 상호 간섭을 평가하여 기상원조 서비스와 공유하도록 권고(ITU-R RS.1346) 하고 있다.

※ 기상원조 서비스는 라디오존데(Radiosonde)를 사용하여 대기중의 기상 상태를 지상의 Radiosonde 수신기로 전달하여, 기상예보뿐만 아니라 군 및 민간항공기에 정보를 제공하기 위한 서비스

라디오존데(Radiosonde) 장비는 1채널이 300kHz대역폭으로 되어 있으며, 이 서비스와 간섭을 최소화 하기 위해 MICS에서도 1채널을 300kHz 이하 대역폭으로 하여 전체 10개로 구성하여 3MHz로 분배하였다.

공유기준은 1998년에 ITU-R RS.1346(401~406MHz 대역에서의 MICS와 기상원조 서비스 간의 공유)에 권고를 명시하고 있다. MICS의 출력은 최대 -16dBm(25uW), 대역폭은 300kHz로 제한하고, LBT 방식을 채택하여 이상적인 경우 간섭을 주거나 받지 않으며, 다른 소출력 무선기기와 달리 용도

가 제한적이므로 간섭원의 수가 급증할 가능성이 낮다.

MICS의 Duty Cycle은 0.005% 정도로 매우 낮으며, Programmer로부터 Device로의 Down Link의 경우가 간섭의 영향이 상대적으로 크므로, Down Link를 Up Link 보다 Duty Cycle를 더 작게 하여 간섭의 영향을 감소시킨다.

[표 3-12] MICS 관련 ITU-R 권고안

권고안	권고안명	주요 내용
ITU-R RS.1346	SHARING BETWEEN THE METEOROLOGICAL AIDS SERVICE AND MEDICALIMPLANT COMMUNICATION SYSTEMS(MICS) OPERATING IN THE MOBILE SERVICE IN THE FREQUENCY BAND 401-406MHz (401-406MHz 대역에서 기상원조서비스와 MICS 이동 서비스간 공유)	기상원조서비스와 MICS간 공유 조건을 명시
RS.1165-2	Technical characteristics and performance criteria for system in the meteorological aids service in the 403MHz and 1680MHz bands (403MHz 와 1680MHz 대역 기상원조업무용 시스템의 기술적 특성 및 성능 기준)	라디오존데 시스템의 기술적 특성을 명시
RS.1262	SHARING AND COORDINATION CRITERIA FOR METEOROLOGICAL AIDS IN THE 400.15-406MHz AND 1668.4-1700MHz BANDS (4001.15-406MHz 와 1668.4-1700MHz 대역 기상원조를 위한 공유 및 조정 기준)	401-406MHz 대역에서 공유 및 조정 기준을 명시
RS.1263	INTERFERENCE CRITERIA FOR METEOROLOGICAL AIDS OPERATED IN THE 400.15-406MHz AND 1668.4-1700MHz BANDS (400.15-406MHz 와 1668.4-1700MHz 대역에서 운용되는 기상원조에 대한 간섭 기준)	라디오존데의 간섭기준을 명시

나. 미국

1990년 중반에 Medtronic 사가 체내이식무선용도로 안전한 통신을 할 수 있도록 FCC에 주파수를 요청하여 1999년에 402~405MHz 대역을 MICS 용도로 분배하고, 2009년에 이식형에만 한정하지 않고 부착형(Body-worn)장비 이용도 가능하게 하기 위하여 401~402MHz, 405~406MHz 대역까지 확대하였으며, 시스템의 규격은 ITU-R에서 권고한 기술 기준과 유사하다.

다. 유럽

ITU-R에서 1998년에 주파수가 분배된 다음해인 2002년에 대부분의 나라에서 동 주파수에 대한 분배 및 제도를 도입하였고, 주파수는 ITU-R에서 권고한대로 402~405MHz 대역을 MICS용으로 분배, 기상원조 서비스 간의 공유를 제시하였다.

공유가능성에 대해 '06년 9월에 ECC REPORT 92가 제시하였으며, 이 지침서에서는 ITU-R RS.1346에서의 권고사항에서 언급된 바와 같이, 이상적인 경우 MICS 시스템이 LBT 기술을 사용하므로, 타 서비스에 간섭을 주거나 간섭을 받을 확률이 매우 낮다는 것을 검증하였고, 기상원조 서비스의 경우 기상상태가 좋지 못할 경우에 매우 활성화 되므로 기상원조 서비스의 Duty Factor 또한 낮아 간섭을 받을 확률은 더 낮아진다고 주장하였으며, 2007년에 미국과 마찬가지로 기상원조 주파수대역인 401~402MHz, 405~406MHz 대역까지 확대하여 분배하였다.

라. 일본

'02년 9월에 정보통신심의회의로부터 「소전력의 무선 시스템의 고도화에 필요한 기술적 조건」 중 「체내삽입형 의료용 데이터 전송시스템의 기술적 조건」에 대한 기술과 주파수분배를 검토하기 시작하여, 2005년 6월에 소전력 업무 중 체내삽입형태 의료용 데이터전송용 주파수를 402~405MHz 대역으로 분배, MICS 관련 전파법 시행규칙 등 제도를 정비하였다.

체내삽입형 의료용 데이터전송 시스템(MICS)란 인체내 무선설비를 제어하기 위하여 체외 제어 설비와 생체 신호전송 및 체내 무선설비의 작동/정지 시키는 정보 등을 전파를 이용하여 송수신하는 시스템으로 정의하였고, 2006년 11월에는 402~405MHz 대역 소출력 업무 중에 체내삽입형 의료용 데이터 전송 및 체내식입형 의료용 원격 계측용(MITS, Medical Implant Telemetry System)의 항목에 1채널을 사용하는 것을 추가하였다.

※ 체내식입형 의료용 원격 계측 시스템

- 체외 무선 제어 설비로부터의 제어가 없이도 체내 무선설비로부터 생체 신호 등의 정보를 체외의 수신 설비에 정기적으로 송신하는 시스템

[표 3-13] 각 국별 MICS 관련 기준 비교

구 분	ITU-R	미국	유럽	일본	한국
관련규정	RS. 1346	FCC 47 CFR Part 95(601-673)	ERC/REC 70 03E EN 301 839	무선설비규칙 제49조의14 제2호	무선설비규칙 제33조
주파수(MHz)	401-406 - 3MHz이상 (402-405)	402-405	402-405	402-405	402-405
용도	MICS용	MICS용	ULP-AMI (MICS용)	MICS용	MICS용
출력	25uW(EIRP)	25uW(EIRP) - PT: 9.1mV/m@3m (챔버) - IT: 모의인체시험	25uW		25uW(EIRP) = -16dBm = 9.1mV/m@3m (챔버)
변조방식	FSK	제한없음 (음성통신 못함)		A1D, F1D, G1D	제한없음 (음성통신 못함)
대역폭	300kHz이하	300kHz이하 (20dB차 대역)	25-300kHz 이하	300kHz이하	300kHz이하 (20dB차 대역)
채널수	10이상				9이상
주파수안정도 (온도, 습도)		±100ppm (제어용: 0-55도) (이식용: 25-45도)	±100ppm	±100ppm	±100ppm (제어용: 0-55도) (이식용: 25-45도)
불요발사		OUT-Band (QP/A ; 1GHz) - 30-88MHz: 100uV/m@3m - 88-216MHz : 150uV/m@3m - 216-960MHz : 200uV/m@3m - 960MHz이상: 300uV/m@3m ※ 10차 고조파까지 측정 IN-Band (P 디텍터) - 150kHz 2지점 : 20dB (250kHz바로 밖에서) - 20dB(P 검지기)	OUT-Band - 1G이하 : 250nW - 1G이상 : 1uW IN-Band : -20dB	- 250nW	- 1G이하 : 250nW - 1G이상 : 1uW ※ 10차 고조파 까지 측정

2. 이동형 원격측정장비(WMTS, Wireless Medical Telemetry System)

환자의 몸에 부착된 센서를 통해 획득된 정보를 무선채널을 이용하여 AP에 전송하고 이를 유선 기반으로 관리 PC에서 모니터링이 가능하도록 하는 원격 무선의료 측정 서비스이며, 터치 패널, CDMA 생체신호측정모듈, 리튬이온 충전지 등으로 구성되어 혈압/맥박, 혈당, 체지방, 심전도, 심폐음(청진), 산소포화도, 폐기능을 측정한다.

[표 3-14] 각 국의 WMTS용 주파수

구분	미국	유럽	일본
주파수	608-614MHz 1.395-1.400GHz 1.427-1.432GHz	608-614MHz	420-429MHz 440-449MHz

3. ISM 주파수 대역 현황 및 규정

ITU-R 전파규칙(RR) Article 1, 1.15에 ISM 응용기기가 정의되어 있고, “locally”는 국소적으로 전파를 생성하는 것을 표현한 말로 ISM 기기의 내부를 의미하는 것이며, ISM 대역은 산업, 과학 그리고 의료용 기기가 별도의 분배대역에서 면허부여 없이 특정된 최대 방사 전력 제한치 내에서 역무간 간섭을 용인하는 조건으로 자유롭게 사용 가능한 주파수 대역이다.

1.15 industrial, scientific, and medical (ISM) applications(of radio frequency energy):
Operation of equipment or appliances designed to generate and use locally radio frequency energy for industrial, scientific, and medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications.

4. 국내 무선의료기기 관련 주파수 및 기술기준 현황

ITU-R에서 분배되어 각 국에서 MICS 용도로 이용 중인 대역은 국내에서 MICS 용도로 분배되기 전까지 국제분배 업무에서 정해진 대로 기상원조, 지구탐사위성, 기상위성업무로 분배되어 있었고, 무선 의료기기에 대한 주파수 수요제기로 2006년부터 402~405MHz 대역에 대한 주파수 분배 연구를 진행하여, 2007년 10월 무선을 이용한 의료서비스의 도입을 위하여 동 대역을 MICS용으로 분배하고 기술기준을 마련하였다.

<무선설비 규칙>

제33조(체내이식무선의료기기) 402~405 MHz 주파수대역의 전파를 사용하는 체내이식무선의료기기(MICS)의 기술기준은 다음 각 호에 적합할 것

1. 인체 내에 이식되는 무선기기(이하 “이식용 무선기기” 라 한다.)는 이를 제어하는 인체 외에 무선기기(이하 “제어용 무선기기” 라 한다.)에 의해서만 통신할 것 다만, 환자 또는 기기의 이상을 긴급하게 외부에 알려야 하는 경우는 예외로 한다.
2. 공중선 절대이득을 포함한 전력은 25 μW 이하일 것
3. 주파수대폭(최대 전력보다 20 dB 낮은 대역폭)은 300 kHz 이하일 것
4. 주파수 채널은 중첩되지 않는 9 개 이상일 것
5. 주파수허용편차는 $\pm 100 \times 10^{-6}$ 이하일 것
6. 스푸리어스 영역에서의 불요발사는 다음 기준치 이하일 것

주파수 기준치	1 GHz 미만	1 GHz 이상
	-36 dBm	-30 dBm

7. 제어용 무선기기는 이식용 무선기기와 통신을 시작하기 전에 통신채널을 설정하기 위하여 다음과 같은 채널선택 기능을 구비할 것

항 목	기 준
간섭감지기준	-10 log B (Hz) - 150 (dBm/Hz) + G (dBi) · B : 통신상태에서 최대복사대역폭(복사전력 최대값에서 20 dB감쇠되는 주파수대역폭중 최대가 되는 대역폭을 말함) · G : 제어용 무선기기의 공중선 절대이득
채널당 수신전력 확인시간	10 ms 이상
사용가능채널 확인 및 통신개시시간	5 초 이내

- 가. 제어용 무선기기는 수신전력이 간섭감지기준 이하인 통신채널과 전파간섭에 대비한 예비 채널을 확보한 후 5 초 이내에 통신을 개시할 수 있을 것 단, 모든 채널의 수신 전력이 간섭감지기준을 초과하는 경우, 수신전력이 가장 낮은 채널을 선택하여 통신을 개시할 수 있음
- 나. 통신 개시 후 5초 이상 데이터 송수신이 없는 경우 통신을 자동으로 정지하는 기능을 갖출 것
8. 403.5~403.8 MHz 대역의 1 개 채널을 이용하고 출력이 100 mW(e.i.r.p.)이하인 이식용 무선기기의 경우 제1호, 제2호, 제4호 및 제7호의 기준을 적용하지 아니 한다.

< MICS용 주파수 분배 고시_舊 방통위고시 제2012-100호>

한	국
(4)	(5)
주파수대별 분배	용 도 등
402-403 기상원조 지구탐사위성 (지구대우주) 기상위성(지구대우주)	체내이식무선의료기기(MICS)용 K73A K71 K73
403-406 기상원조	체내이식무선의료기기(MICS)용 K73A K71 K73
K71 138 ~ 174 MHz 및 335.4 ~ 470 MHz의 주파수대역에서 F3E, G3E 전파를 사용하는 단일통신로 무선업무는 점유주파수대폭 8.5 MHz, 주파수 간격 12.5 MHz로 할당하며, 138 ~ 174 MHz의 주파수대역을 사용하는 통신망중 통합지휘무선통신망 구축대상기관이 기 사용중인 주파수는 각 기관별로 통합지휘무선통신망 구축완료시까지 335.4 ~ 470 MHz의 주파수대역 통신망은 모두 협대역 장비로 변경하여 사용(협대역화 제외 대역 주파수라도 협대역 주파수와 2주파통신으로 구성된 경우는 포함)하여야 한다. 다만, 아마추어용 무선기기는 제외한다.	
K73 고정업무 또는 이동업무(항공이동업무 제외)에 의한 402 ~ 406 MHz의 주파수대역 사용은 기상원조업무에 밀접한 관계를 갖는 것에 한한다.	
K73A 402 ~ 405 MHz의 주파수대역은 체내이식무선의료기기(MICS : Medical Implant Communication System)용으로 사용한다. 단, 기상원조업무에 유해 간섭을 주지 않는 조건으로 사용을 허용한다.	

[표 3-15] 각 국의 MEDS 대역 주파수분배

국가명	기술기준
EU : Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Cyprus, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, The Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, United Kingdom EFTA : Iceland, Norway, Switzerland, Principality of Liechtenstein	ETSI EN 302 537-1 v1.1.2 (2007-12), Ultra Low Power Medical Data Service Systems operating in the frequency range 401 MHz to 402 MHz and 405 MHz to 406 MHz
USA	FCC 47 CFR part 95
Canada	RSS-243, Issue 3, February 2010
Australia	Radio communications (Low Interference Potential Devices) Class Licence 2000
Singapore	IDA TS SRD, Issue 1 Rev 7
Saudi Arabia	CITC Technical Specification RI083, Revision: Issue 1, Date: 10/01/2010
Qatar	Class License for the Short Range Devices, 30 may 2010

5. 미국과 유럽의 MEDS 기준

표 3-16은 미국 FCC Part 95의 401~406MHz 대역에 대한 규정을 정리한 것이다. 해당 표에서 ‘*’ 표시부분은 유럽의 ETSI EN 규격과 다른 미국의 기준이다. 표3-17은 유럽의 MICS/MEDS 대역에 대한 규격(ETSI EN 302 537)을 기술정리한 것이다. 표 3-18에서는 미국(FCC)/유럽(ETSI)의 기술기준 업무 처리절차를 비교하였다.

[표 3-16] 미국(MEDRadio, FCC 47 C.F.R. Part 95)

주파수 대역	이용 형태	출력/대역폭	Duty cycle Tx sessions/hr	LBT	Other
401-402 Wing band	Medical body worn	25 uW EIRP < 100 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”	
401-402 Wing band	implant	25 uW EIRP < 100 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”	
*401.00-401.85	Medical body worn and implant	250 nW < 100 kHz	DC of 0.1 % < 100 transmission sessions per hour	Not required	
*401.85-402.00	Medical body worn	25 uW EIRP < 150 kHz	DC < 0.1 %	Yes, except in case of “medical implant event”	Example, glucose monitors
402-405 Core band	implant	25 uW EIRP < 300 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”	
*402-405 Core band	Medical body worn	200nW EIRP < 300 kHz	n.a.	Not required, Limited use of 30 days for efficacy of fully implant device evaluation only.	Use beyond 30 days only on unforeseen circumstances.
403.65 (<i>ETSI 403.5 to 403.8</i>)	Implant on 403.65 MHz only	100 nW EIRP < 300 kHz	DC of 0.01 % < 10 transmission sessions per hour	Not required	
405-406 Wing band	Medical body worn and implant	25 uW EIRP < 100 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”	
405-406 Wing band	Medical body worn and implant	250 nW < 100 kHz	DC of 0.1 % < 100 transmission sessions per hour	Not required	

※ 파란색(*) : 유럽기준(ETSI)과 다른 미국기준(FCC)

[표 3-17] 유럽(MICS/MEDS, ETSI EN 302 537)

주파수 대역	이용 형태	출력/대역폭	Duty cycle Tx sessions/hr	LBT / AFA
401-402 Wing band	Medical body worn and implant	25 μ W EIRP < 100 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”
401-402 Wing band	Medical body worn and implant	250 nW < 100 kHz	DC of 0.1 % < 100 transmission sessions per hour	Not required
402-405 Core band	implant	25 μ W EIRP < 300 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”
403.5 - 403.8	implant	100 nW EIRP < 300 kHz	DC of 0.01 % < 10 transmission sessions per hour	Not required
402-406 Wing band	Medical body worn and implant	25 μ W EIRP < 100 kHz	n.a.	Yes, except in case of “medical implant event”
402-406 Wing band	Medical body worn and implant	250 nW < 100 kHz	DC of 0.1 % < 100 transmission sessions per hour	Not required

[표 3-18] 미국(FCC)/유럽(ETSI)의 기술기준 업무 처리절차

순 서	미국(FCC)	유럽(ETSI)
1	업체가 FCC에 MEDS 신청	업체가 ETSI에 주파수 할당 / 기술기준 관 련 SRDoc 개발 요청
2	FCC가 신청내용에 대해 공고(30일간)	ETSI가 SRDoc 검토하여 이를 TR(Technical Report)로 발행
3	FCC가 업체의견 수렴 후 NPRM(Notice of Proposed rulemaking) 초안	TR이 European CEPT내 WGFM(Working Group Frequency Management)로 전달
4	NPRM이 공고되어 주파수 할당 및 기술기 준에 대해 의견 수렴(30일)	WGFM이 TR을 Short Range Device라서 SRDMG&CEPT Spectrum Engineering Committee 24(SE24)로 보냄 ※ SRDMG : Short Range Device Management Group
5	FCC가 업체의견 검토 후 MedRadio Report and Order에 대해 최종 이슈	SE24가 신규기기와 기존 사용자 사이 호환 성 위해 간섭이슈 확인 위해 분석 실시
6	-	SE24가 SRDMG에 결과보고, SRDMG가 WGFM에 보낼 recommendation 제정
7	-	WGFM이 MEDS 기술기준 포함한 Draft Recommendation 발표
8	-	Draft Recommendation(70-03)이 공고되어 업체 의견 수렴
9	-	WGFM가 Final Recommendation ERC/REC 70-03(2007) 승인 → ETSI EN 302-537

제5절 기존 무선국과의 간섭영향 분석

1. MEDS 이용대역내 국내 무선국 현황

가. 401~402MHz 대역내 국내 무선국 : 22개

구분	무선국 수	용도	비고
기상원조국	20	기상업무용	
우주국	2	과학실험위성용	저궤도 위성

※ 우주국 : 지구 대기권 밖(고도 10km 이상)의 통신위성에 개설하는 무선국

※ 기상원조국 : 고층 대기의 기압, 기온, 습도를 측정하는 라디오존데 등이 있으며, 기상 요소 변화에 따라 자동적으로 전파가 발사되도록 되어있으며 기상대에서는 수신기로 이 전파를 수신하여 기상관측을 하고 있음

401.65MHz 대역은 선박위치발신기용으로 분배되어 있으나, GMDSS(해상조난안전시스템) 보급 이전에 선박위치발신용으로 분배되어 선박에 의무장착 되어진 기기로 현재는 사용하지 않으며, 현재는 의무선박국(136국) 모두 허가 취소 및 폐지 상태이다.

나. 405~406MHz 대역의 무선국 : 1개

구분	무선국 수	용도	비고
기상원조국	1	우주센터 기상관측자료 수집용	

※ 간이무선국 : 일정 지역에서 간단히 업무연락을 하기 위하여 사용할 목적으로 방통위가 고시한 주파수, 전파형식, 공중선전력 등의 기준에 적합한 무선국

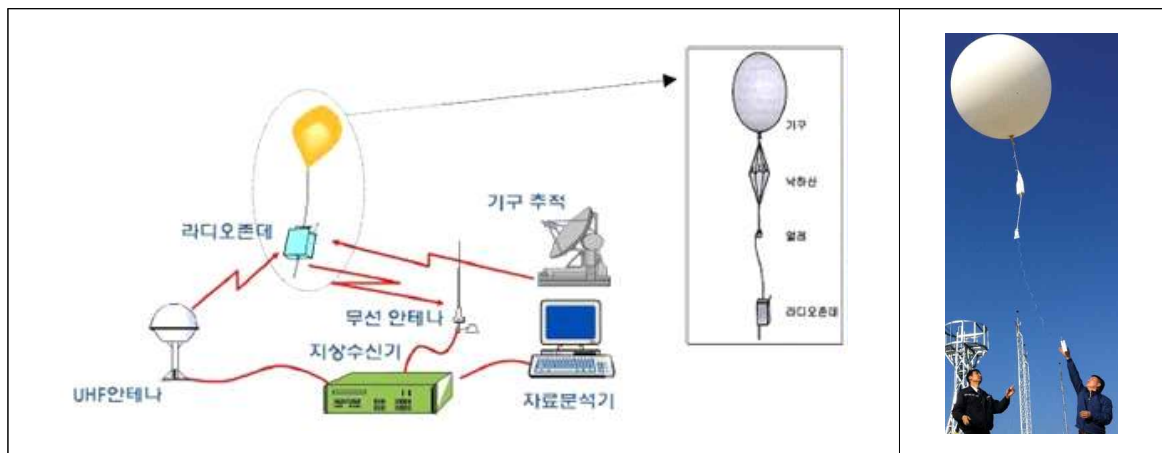
다. 지역별 무선국

대전	제주도	경북	경남	강원도	전남	서울	인천
2	3	6	2	1	7	2	2

2. 기상청의 기상원조국(라디오존데) 운용 실태

라디오존데는 기구(풍선)에 매달아 띄우면 5 ㎞의 속도로 상승하면서 지상으로 부터 최대 약 35km까지의 고도별 기압, 기온, 습도, 풍량, 풍속을 1~6초 간격으로 관측, 이를 무선송신장치를 통해 지상으로 전송하는 1회성 기상센서로서, 성층권 중간인 고도 35km까지 올라가면 낮은 기압과 기온 때문에 위에 달려있는 고무풍선이 얼어 터져 지상으로 떨어진다.

세계기상감시계획(WWW)의 일환으로 실시하는 관측으로, 세계고층기상 관측망을 구성하는 모든 관측소는 하루에 2회씩(00 UTC, 12 UTC) 라디오존데를 비양(발사)시켜 상층 기상요소를 관측한다.



[그림 3-16] 라디오존데 시스템 구성도

가. 운용 지역

기 관	지역
기상청(기상대, 5곳)	포항, 고산, 흑산도, 백령도, 속초
공군(2곳)	광주, 오산

나. 라디오존데 비양(발사)

횟수	시간		비고
	UTC(세계표준시)	기상청	
하루 2회	- 00 UTC(09시) - 12 UTC(21시)	8시 15분 이후 (오전/오후)	- 상공 35km까지 2시간 소요 - GPS 항법장치로 위치 추적

다. 라디오존데와 지상수신기 특성

구분	출력	공중선	이득	수신감도	수신전력	데이터 송·수신시간
라디오존데 (송신)	200mW (23dBm)	모노 폴	0.5dBi	-	-	8시 15분~10시30분 (오전/오후) ※ 1~6초 주기로 관측
지상수신기	-	야기	5dBi	-110dBm	-80dBm(여름)~ -97dBm(겨울)	

3. MEDS와 기존무선국 간의 간섭영향 분석

가. MICS와 MEDS 비교

구분	MICS	MEDS
주파수대역	402~405MHz	401~402MHz / 405~406MHz
채널대역폭	300kHz/채널 × 10채널	100kHz/채널 × 10채널
출력(EIRP)	-16dBm(25μW) 이하	-16dBm(25μW) 이하/-36dBm(250nW) 이하
간섭회피기술	LBT ²⁾ 의무 적용	LBT 의무 적용(250nW는 no LBT)
데이터	High Data Rate	Low Data Rate
기기 형태	체내이식형	체내이식형 / 신체부착형
수명 / 비용	고가, 수명 : 6~9년	저가/소형(저전력), 수명 : 1주, 6개월, 1년~

나. MEDS와 라디오존데 기술 특성

구분	MEDS	기상원조	
		라디오존데(송신)	지상수신기
주파수	401~402MHz, 405~406MHz	401~406MHz	
주파수편차	±100ppm	±20kHz(디지털) ±800kHz(아날로그)	-
출력	- 25uW EIRP(LBT mode) - 250nW EIRP(LPLDC mode) ³⁾	200mW (23dBm)	-
이득	-	0.5dBi	5dBi
수신감도	-	-	-110dBm
수신전력	-	-	-80dBm ~ -97dBm
대역폭	100kHz	300kHz/600kHz	-
공중선	-	모노 폴	야기

2) LBT(Listen Before Talk) : 간섭회피기술로 선택한 주파수가 다른 시스템에 의해 사용되고 있는지를 파악하여 점유되어 있다고 판단될 때는 다른 주파수를 다시 선택하는 주파수 선택 방식

3) LPLDC(Low Power Low Duty Cycle) : DC of 0.1%

다. MEDS 도입을 위한 간섭 시뮬레이션 분석

MEDS와 기상원조(라디오존데) 서비스와의 간섭 분석은 ITU-R 권고(RS. 1346)에 따라 기상원조서비스와 공유를 위해서 출력은 최대 -16dBm(25μW)이하로 제한하고 있고, 간섭회피기술(LBT)를 적용하여 분석한 결과 기상원조 서비스에 간섭을 주거나 받지 않으며 기준 시간동안 실제 기기가 동작한 시간의 비율을 나타내는 Duty Cycle 측면에서 MEDS의 Duty Cycle이 0.1% 정도로 매우 낮아 간섭이 없는 것으로 분석되었다.

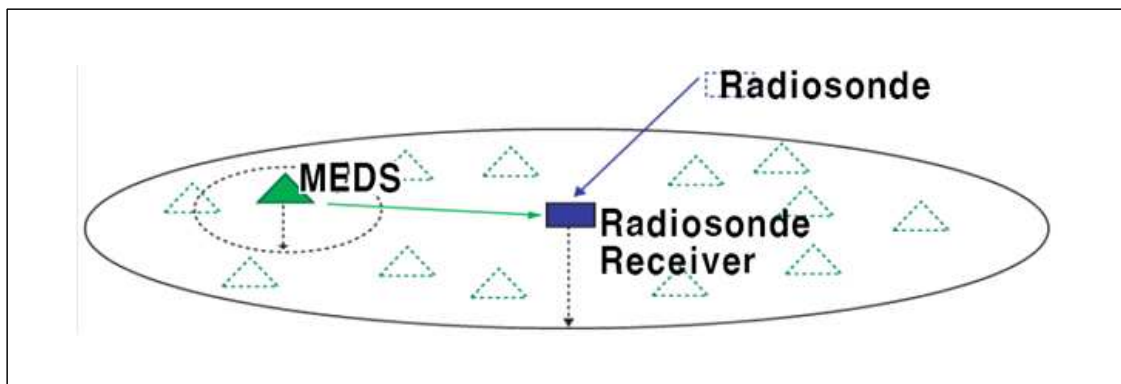
※ LBT(Listen Before Talk) : 선택한 주파수가 다른 시스템에 의해 사용되고 있는지를 파악하여 점유되어 있다고 판단될 때는 다른 주파수를 다시 선택하는 주파수 선택 방식

※ Duty Cycle 0.1% : 1시간에 데이터를 0.72초 동안 5회 송신

또한, MEDS와 MICS 인접채널 간섭은, 저출력으로 인해 전파 도달거리가 짧아 간섭확률이 없는 것으로 분석되었고, 전파간섭 영향 시뮬레이션 결과 인접대역과 혼·간섭이 없고 타 무선국과 주파수 공유사용에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

1) MEDS와 기상원조간의 간섭분석

MEDS는 채널대역폭 100kHz, 출력 25μW, 간섭회피기술(LBT) 기능 여부에 따라, 1km² 반경내 MICS 기기 수와 Duty Cycle을 변경시켜 가면서 간섭확률을 확인한 결과 동일채널을 사용하는 경우 또는 인접채널을 사용하는 경우의 간섭 분석결과는 MEDS의 Duty Cycle 0.1%이므로 간섭확률은 거의 없는 것으로 분석 되었다.



가) MEDS($25\mu W$)와 기상원조 서비스간 동일채널시 간섭분석결과

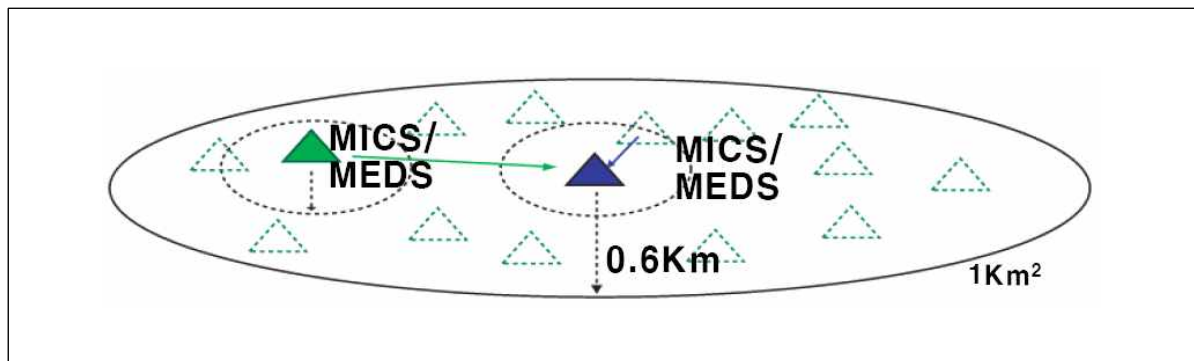
MEDS수 (1/1km ²) Duty Factor	10	20	30	100
0.1%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1%	0.03%	0.11%	0.21%	0.59%
10%	0.77%	1.4%	2.1%	7.1%

나) LBT를 가진 MEDS($25\mu W$)와 기상원조 서비스간 인접채널 사용시 간섭분석 결과

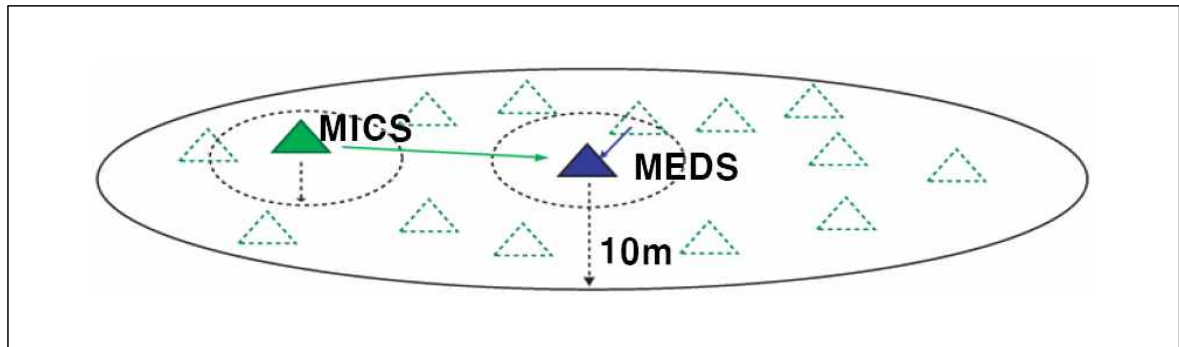
MEDS수 (1/1km ²) Duty Factor	10	20	30	100
0.1%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
1%	0%	0%	0.02%	0.04%
10%	0.11%	0.16%	0.2%	0.7%

2) MEDS와 MICS간의 간섭분석

MICS/MEDS는 채널대역폭 300/100kHz, 출력 $25\mu W$, 간섭회피기술(LBT) 유무 1km² 반경내 MICS 기기 수와 Duty Cycle을 변경시켜 가면서 간섭확률을 확인결과 간섭회피기술인 LBT 기술 적용과 상관없이 간섭확률이 없는 것으로 분석 되었다.



MICS는 채널대역폭 300kHz, 출력 $25\mu W$, MEDS는 100kHz, $25\mu W$ 이하, MICS와 MEDS의 전파도달거리 10m이내에서 Near-Far 간섭분석결과 저출력으로 인한 전파도달거리가 짧으므로, 인접채널의 누설전력으로 인한 간섭 확률은 없는 것으로 분석 되었다.



가) LBT 기술 적용하지 않은 경우

MEDS수(1/1km ²) Duty Factor	10	20	30	100
0.1%	-	-	-	-
1%	0.00%	0.02%	0.03%	0.05%
10%	0.08%	0.09%	0.11%	0.39%

나) LBT 기술 적용한 경우

MEDS수(1/1km ²) Duty Factor	10	20	30	100
0.1%	-	-	-	-
1%	0.00%	0.01%	0.02%	0.04%
10%	0.01%	0.02%	0.03%	0.25%

제6절 결론 및 향후 추진방향

환자가 진보된 치료법과 진단용 의료기기를 활용하고자 할 경우 해당 제품을 이용할 수 있도록 국제 조화된 주파수 분배 등 제도적 기반마련이 필요하다. 또한, 국내 시장은 수입 의존도가 상당히 높고, 전 세계적으로 차지하는 비율이 상당히 작으므로, 비표준 주파수 이용은 선진 의료기기 업체의 개발 비용 증대와 출시 소요시간 증가로 인한 이용자의 부담을 가중시킨다. 따라서, 국제적으로 MEDS 주파수 대역의 일치는 이식장치와 진단용 의료기기를 통해 전 세계의 환자들이 국경을 초월하여 상호 데이터를 교환할 수 있도록 하는 국제적 로밍 서비스가 필요하며, MEDS 도입을 통해 진보된 치료 및 진단용 의료기기의 도입을 지원하여 전 세계 환자들에게 큰 도움을 줄 수 있다.

의료기기시장에서 체내이식의료기기가 차지하는 비중은 상당히 낮지만 MEDS기기와 같이 정밀한 센서기술이 개발되면 다양한 질병을 진단할 수 있는 센서 시장이 활성화되어 큰 시장을 형성할 것으로 예측되며, 무선기술을 이용한 의료용 솔루션이 진화되고 고령화 사회에 접어들면서 체내이식장치에 의한 의존도는 높아질 것이기 때문에 MEDS의 국내도입을 위해 의료기기 전 세계 시장의 70% 이상을 차지하는 미국, 유럽 등과 조화된 주파수 도입 추진 검토가 필요하다. 또한 유헬스 활성화로 생체정보 및 건강/질병정보를 간편하게 측정하여 전송할 수 있는 기기 및 단말에 대한 수요가 크게 확대 될 것으로 전망되며 IT기술을 접목하여 MEDS와 같은 초소형 저전력 센서 개발을 통해 상호운용성이 보장될 수 있도록 표준안을 수용하여 제품화가 필요하다

향후 본 연구결과를 기반으로 실제 주파수 분배를 위하여 동일 및 인접 대역에서 사용 중인 기존 무선국의 보호 또는 주파수 공유방안을 분석하고 주파수 활용 가능성에 대한 정확한 연구를 진행해야 한다. 이러한 연구를 위해서는 검토대역 내 허가·인증 현황을 조사하여 기 분배된 무선국 시스템의 성능을 분석하고 간섭영향 최소화를 위한 간섭회피기술과 이를 적용한 간섭영향 실험이 필요하다. 또한 해외 주요국의 기술기준을 참고하여 국내 환경에 적합한 기술기준(안) 연구가 필요하다.

제4장 레벨측정 레이더 기술기준 연구

제1절 연구배경

1. 필요성

레벨측정 레이더는 주로 사람이 접근할 수 없는 탱크내부 유해물의 정밀 측정에 이용되기 때문에 고가임에도 불구하고 대형 산업현장에서 필요성이 절실히 요구되고 있다.

유럽과 미국은 이미 기술기준 마련으로 전파를 이용하는 레벨측정 레이더 개발 및 사용이 활성화 되었으나 국내는 아직 기술기준이 마련되지 않아 검증을 받지 않은 제품들이 국내시장에 유입되고 있는 실정이다.

특수한 환경을 위주로 적용을 시작한 이래 최근 2~3년간 비약적으로 레벨측정 레이더의 기술개발 및 수요가 확대되고 있으며, 수입에만 의존했던 업체들도 국산화하였거나 개발 중이다.

2. 연구목적

미국 및 유럽 등 해외 기술기준 검토, 업체별 제품규격 및 주파수 사용현황 조사, 시험실 및 사용현장 측정 등을 통해 국내 기술기준 도입방안을 마련하고자 한다.

○ 명칭변경 : UWB 수위점검 레이더 ⇨ 수위점검 레이더 ⇨ 레벨측정 레이더

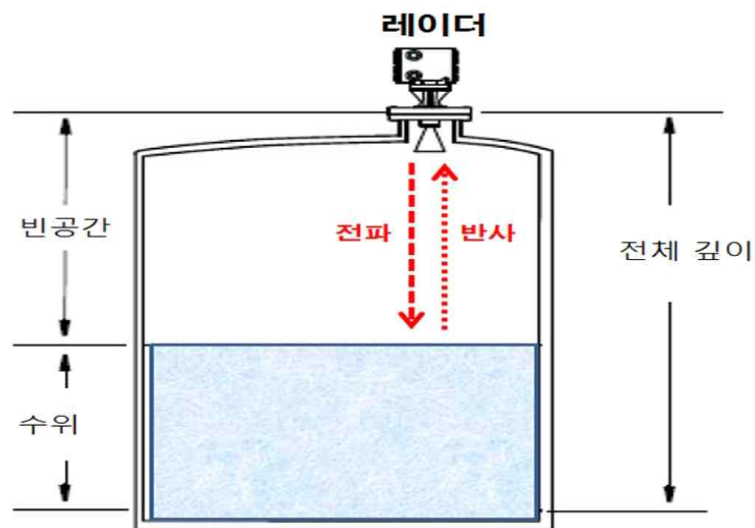
3. 기대효과

제품의 연구개발, 해외수출, 산업체 애로사항 해소 등 산업 활성화 및 국내 기술개발 여건을 마련하고, 이미 국내에 설치되어 사용하는 많은 제품들을 시급히 제도권으로 편입시킴으로써 전파질서를 확립하고자 한다.

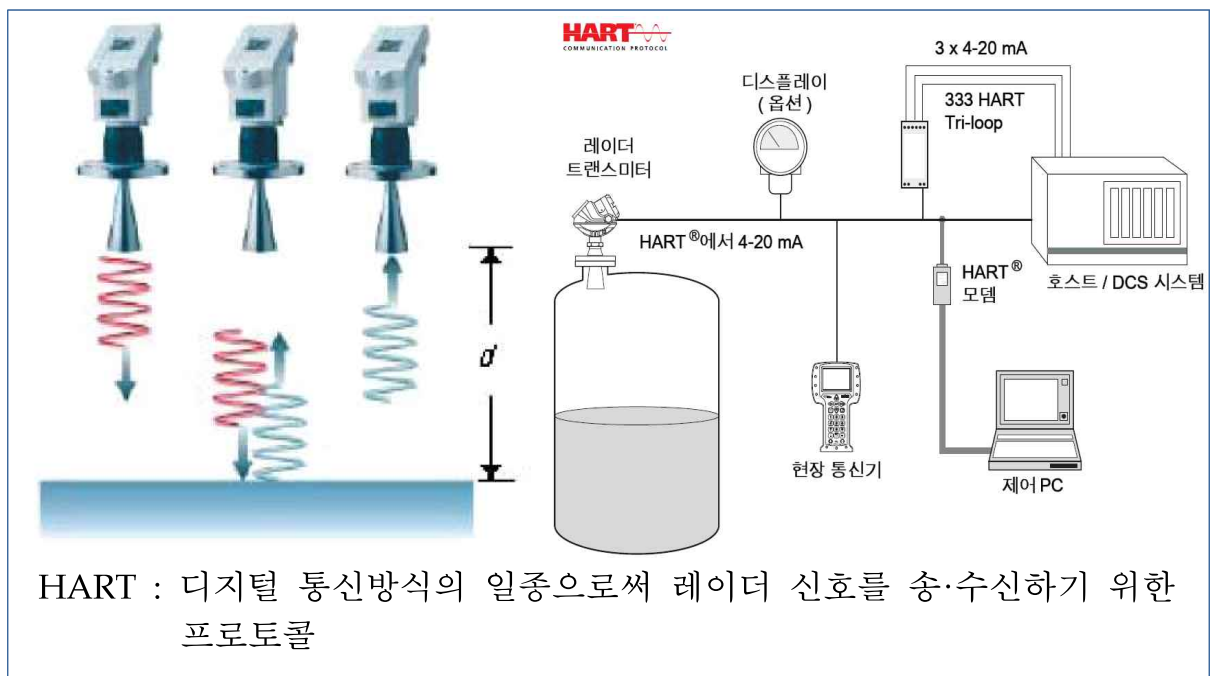
제2절 기술개요 및 이용현황

1. 기술 개요

전자기파를 발사한 후 정유, 화학약품, 곡물 등 목표물로부터 반사되어 온 에코신호를 수신하여 레벨, 잔류량 등 목표물의 정보를 실시간으로 신속 정확하게 습득하기 위한 장치이다.



[그림 4-1] 레벨측정 레이더 동작원리



[그림 4-2] 레벨측정 레이더 신호 송·수신 원리 및 전체구성도

레벨측정 레이더는 안테나를 통해서 신호를 전송하는 비접촉식 레벨계로써 레이더 신호에 따라 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)방식과 Pulse방식을 사용하는 제품으로 분류할 수 있다.

[표 4-1] FMCW 방식과 Pulse 방식의 비교

구 분	특 징
FMCW 방식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주파수변조 신호를 연속 발사하여 수신된 신호와의 주파수차이 이용 ○ 하드웨어 구조가 간단하고, 근거리 측정력이 매우 우수 ○ 저장용기가 가지는 진폭변조잡음(Amplitude Modulated Noise)의 영향을 받지 않음 ○ 높은 주파수 대역 : 반송파의 추출이 쉽고 잡음(Noise)에 강함 ○ 높은 전송 주파수 <ul style="list-style-type: none"> - 빔 폭이 작으므로 방해파가 줄어듦 - 같은 거리를 측정할 때 안테나의 크기를 줄일 수 있음
Pulse 방식	<ul style="list-style-type: none"> ○ 짧은 간격으로 펄스를 발사하여 수신된 신호와의 시간차이 이용 ○ 하드웨어 구조가 보다 복잡함 ○ 평균 출력이 매우 낮으며, 장거리 측정에 더 유리 ○ 용기 내의 구조와 수면위의 거품 등에 의한 영향을 크게 받음

2. 이용현황

가. 이용분야 및 제품현황

액체, 분체 등의 높이를 측정하는 레이더의 특성을 이용하여 하수처리장, 정유 회사, 화력발전소, 난방공사 등 산업체의 많은 분야에서 응용되어 사용되고 있다.



[그림 4-3] 산업체 응용분야

국내 산업현장에서 사용하고 있는 제품은 Emerson, Endress+Hauser 등 외국제품의 이용률이 높으며, 두온시스템, 하이트롤 2개사 국내제품도 시장의 약 10%를 점유하고 있다.

[표 4-2] 국내 주요업체 현황

국내업체명	모델명	외국업체명/국가
한국엔드레스하우저	Micropilot(S,M) FMR 시리즈	Endress+Hauser/스위스
한국에머슨(주)	Rosemount 3xxx, 5xxx 시리즈	EMERSON/미국
서진인스텍(주)	Sitrans Probe, LRxxx 시리즈	SIEMENS/독일
한독레벨(주), 한라IMS	VEGAPULS(WL, SR) 6x 시리즈	VEGA/독일
크로네코리아	BM 702A, OPTIWAVE 시리즈	KROHNE/독일
이글프로세스컨트롤	Pulsar/Radar Model Rxx 시리즈	Magnetrol/미국
신기시스템	SmartRadar FlexLine, 9xx 시리즈	Honeywell&Enraf/미국
에스엔엘코리아	RPL5x 시리즈	SGM-Lektra/이탈리아
아트로닉스시스템	COMPACT WAVE CW5x 시리즈	BM/이탈리아
두온시스템(주)	ALT-6x00 시리즈	두온시스템(주)/국산
(주)하이트롤	HRM-100x, 200x, 500x 시리즈	Mastsushima/일본 및 국산화
여명시스템	YMS-Axxx, IBM-LD(MLT) 시리즈	APM/이스라엘 및 국산화

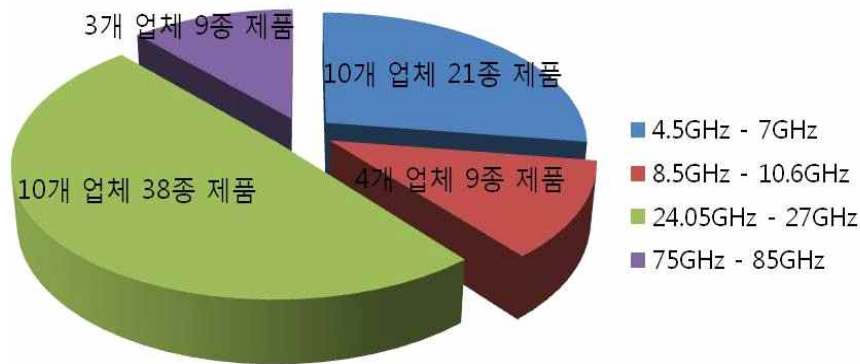
나. 사용 주파수 대역

레벨측정 레이더에 사용되는 주파수는 매우 다양하며 대역별 제품 이용률은 『24.05~27GHz ⇒ 4.5~7GHz ⇒ 8.5~10.6GHz ⇒ 75~85GHz』 순으로 많이 사용하고 있다.

국내에서 수입 및 제조하는 77종 제품을 대상으로 유럽 ETSI EN 302 372에 규정된 주파수 대역별 세부 제품현황을 조사한 결과는 표 4-3과 같으며, 그림 4-4와 같은 주파수 이용률은 갖는다.

[표 4-3] 주파수 대역별 세부 제품현황

구분	주파수대역(GHz)	제 품 현 황(제조사:모델명)
1	4.5~7	서진인스텍 : Sitrans Probe LR, LR200 두온시스템 : ALT-6100 한국에머슨 : Rosemount 5401 하이트롤 : HRM series(수위계) 한국엔드레스하우저 : FMR53, FMR54, FMR230~231 한독레벨 : VEGAPULS 65~66 이글프로세스컨트롤 : Pulsar Model R95 여명시스템 : YMS-A300(A400) 에스엔엘코리아 : RPL51~54 아트로닉스시스템 : COMPACT WAVE CW51~54
2	8.5~10.6	한국에머슨 : Rosemount 5600 하이트롤 : HRM series(수위), HRM series(유속) 크로네코리아 : BM 702 A, OPTIWAVE 5200 C/F 신기시스템 : SmartRadar FlexLine, 970 Ati, 971 Lti, 973 LT
3	24.05~27	서진인스텍 : Sitrans LR250, LR260, LR400, LR460 한국에머슨 : Rosemount 5402 하이트롤 : HRM series(수위) 한국엔드레스하우저 : FMR50~52, FMR56~57, FMR240, FMR244~245, FMR250, FMR540 한독레벨 : VEGAPULS WL 61, VEGAPULS 61~63, VEGAPULS 67~68 VEGAPULS SR 68 크로네코리아 : OPTIWAVE 6300C, 7300C, 8300 Marine 이글프로세스컨트롤 : Radar Model R82 여명시스템 : YMS-A300(A400)-R2 에스엔엘코리아 : RPL55~59 아트로닉스시스템 : COMPACT WAVE CW55~59
4	57~64	이용제품 없음 (국내 용도미지정 대역으로 분배)
5	75~85	서진인스텍 : Sitrans LR560 하이트롤 : HRM series(거리) 여명시스템 : (IBM-)LD-006-B, LD-015-B, LD-030-B, LD-070-B, MLT-010-A, MLT-020-A, MLT-030-A



[그림 4-4] 주파수 이용률

가. 시장동향

초기의 레벨측정 레이더는 고정밀 측정 또는 Tank Gauging 시장에서만 사용되었으나, 현재는 마이크로웨이브 기술의 발달 및 저가·대량생산으로 보다 다양한 수위측정 장치에서 사용되고 있다.

수처리 분야에 비해 플랜트 분야는 측정하고자 하는 액체의 종류가 다양하고 석탄이나 시멘트 등의 분체 레벨 측정에 있어 매우 까다로운 조건을 가지고 있기 때문에 기존의 초음파(Ultrasonic) 레벨계에서 레이더 레벨계로의 기술전환이 빠르게 이루어지고 있다.

초음파 레벨계는 가스나 기포 등이 있는 환경에서는 초음파 통과가 어려워 정확한 측정을 할 수 없는 것에 반해, 레이더 레벨계는 액체, 분체, 펄프(pulp) 및 슬러리(Slurry) 등을 정확하게 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

특히, 석유 및 화학물질 운반선 등에 사용되는 레이더 레벨계는 안전 등의 문제로 인해 매우 높은 정밀도를 요구하며, 현재 수 밀리미터의 정밀도를 갖는 High-End 제품이 출시되고 있다.

마이크로웨이브를 이용한 레이더 레벨계는 현재 가장 빠른 성장률을 보이고 있으며 예전에 비해 가격적인 경쟁력도 가지고 있으므로 단기간에 성장할 가능성을 가지고 있다.

제3절 해외 기술기준 및 산업동향

1. 해외 기술기준 현황

가. 유럽 기술기준

ERC Recommendation 70-03에서 TLPR(Tank Level Probing Radar)의 주파수 대역별 범위를 권고하고, ETSI EN 302 372에서 사용범위, 설치조건 등 기술기준과 시험방법을 정의하고 있다.

[표 4-4] 출력 기준 값

운용 주파수 대역	(탱크 미 장착) Max. radiated power (eirp) at 3m distance	측정 주파수 대역 (운영대역 외)	radiated emission (eirp)	
			탱크 외부에서 운영대역 內 측정 Max. emission at 3m distance	탱크 외부에서 운영대역 外 측정 Max. emission at 3m distance
4.5~7GHz	24dBm	30MHz to 26GHz	< 1GHz : -51.3dBm (= 55.7dBuV/m) => 1GHz : -41.3dBm (= 65.9dBuV/m)	< 1GHz : -61.3dBm (= 45.7dBuV/m) => 1GHz : -51.3dBm (= 55.7dBuV/m)
8.5~10.6GHz	30dBm	30MHz to 26GHz		
24.05~27GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		
57~64GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		
75~85GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		

[표 4-5] 시험용 탱크 사양

항 목	기 준 값
용 량	500 리터 이하
높이 : 직경	높이 : 직경 = 3 : 2
두께	규정 없음
재질	금속 재질
형태	원통형 또는 입방체형

나. 미국 기술기준

유럽처럼 별도의 규정 마련 및 주파수 대역을 할당하지 않았으나, FCC 47CFR Part 15의 Subpart C Intentional Radiators(의도성 복사장치)로 분류하고 기술기준을 적용하고 있다.

업체들이 FCC Lab(시험인증기관)을 통해 작성한 기기별 테스트 리포트를 제출하면 FCC에서 검토 후 Grant(인증서)를 발행하여 사용을 허가(시험용 탱크사양은 유럽기준을 준용)한다.

[표 4-6] 출력 기준 값

운용 주파수 대역	(탱크 미 장착) Max. radiated power (eirp) at 3m distance	측정 주파수 대역	radiated emission (전계강도)	
			탱크 외부에서 전계강도(Average)	탱크 외부에서 전계강도(Peak)
6GHz nominal	규제 없음	9kHz to 40GHz	53.9dBuV/m at 3m distance	73.9dBuV/m at 3m distance
10GHz nominal		9kHz to 40GHz		
24GHz nominal		9kHz to 100GHz		
78 ~ 81GHz	43dBm Peak 23dBm Average	9kHz to 200GHz		

[표 4-7] 유럽과 미국의 규정비교

구 분	유 럽	미 국
관련규정	o ETSI EN 302 372 (TLPR : Tank Level Probing Radar)	o FCC 47CFR Part 15.33, 15.209 (Intentional Radiators)
주파수 대역	o 4.5~7GHz, 8.5~10.6GHz, 24.05~27GHz, 57~64GHz, 75~85GHz	o 금지된 대역을 제외한 쏠 대역 허용 ※ 실질적으로 유럽의 주파수대역과 동일
기준항목	o 탱크장착 후 탱크 밖에서의 불요파 기준 o 탱크와 상관없이 기기 자체의 출력기준(eirp)	o 탱크장착 후 탱크 밖에서의 불요파 기준
기준값	o 탱크 밖에서 측정시 불요파 방사기준 - 대역내 1GHz 미만/이상 -51.3dBm/-41.3dBm - 대역외 1GHz 미만/이상 -61.3dBm/-51.3dBm o 기기 자체만 측정시 : 24dBm ~ 43dBm	o 탱크 밖에서 측정시 불요파 방사기준 - 전계강도(Average) : 53.9dBμV/m - 전계강도(Peak) : 73.9dBμV/m
사용조건	o 탱크 내 사용으로 한정	o 탱크 내 사용으로 한정

※ 국내 미약전계강도 기준 : 3m 거리에서 측정한 전계강도가 500μV/m(53.98dBμV/m)이하

2. 국내외 산업동향

가. 해외 산업동향

유럽에서 1970년대 널리 쓰이던 기계식 레벨게이지의 잦은 고장과 정밀도 문제를 해결하기 위해 1976년 비접촉방식의 전파를 이용한 레벨게이지가 출시되고 개량이 이루어져 현재의 레벨측정레이더가 되었으며, 시장의 주력 제품이 되었다. 초음파 레벨계에 비해 고가이므로 주로 특수한 환경을 위주로 적용되는 경우가 많았으나 지속적인 기술개발과 제품 확대로 수요층이 대폭 증가되었다. 세계 주요국은 원천기술을 가지고 있는 유럽과 미국에 기반을 둔 제조업체들이 시장을 선점하고 있다. 세계최대 공급업체는 에머슨(미국)으로써 해운산업에서 우위를 점하고 있으며, 순수한 프로세스(계측기) 분야만 국한할 경우 VEGA사(독일)가 세계시장에서 가장 높은 점유율을 보이고 있다. 유럽과 미국은 수요의 다변화 및 기술의 고도화로 응용분야가 다양해지는 추세에 따라 관련 규정개정을 검토하고 있다.

나. 국내 산업동향

국내에는 2005년 이후 다양한 제품이 수입되고 있으나 구심점이 되는 관련 협회가 없어 레벨측정 레이더만의 시장규모 및 전망과 관련된 신뢰할만한 자료가 없는 실정이다. 연구반에서 추산한 국내 시장규모는 연간 80억 원대로 작년 성장률은 약 15%이며, 현재까지 8천대 이상이 판매되어 산업현장에서 사용되고 있는 것으로 조사되었다. 해외업체가 종합적인 국내 판매망을 구축하여 신속한 대응이 가능한 장점을 바탕으로 시장의 90%이상을 점유하고 있다. 국내는 상대적으로 가격이 저렴한 초음파 레벨계의 시장 점유율이 높지만 기술개발로 인한 성능향상 및 가격인하 효과로 해마다 레벨측정 레이더의 비중이 높아지고 있다. 국내시장에서 일부 국산제품도 있지만 핵심 부품인 레이더 레벨센서는 전량 수입에 의존하고 있는 실정이나 최근에는 업무제휴, 기술이전 등 제품의 국산화가 이루어지고 있다. 국내의 한국수력원자력, 화력발전소, 시멘트 공장 등 큰 규모의 산업장 위주로 도입되었으나, 공장의 자동화시스템 구축을 위한 중요한 제품으로 인지되면서 시장규모가 큰 폭으로 커지고 있는 실정이다.

제4절 레벨측정 레이더 전파측정

1. 이용 주파수별 시험실 전파측정

가. 측정 목적

주파수 4.5~7.0GHz, 8.5~10.6GHz, 24.05~27.0GHz, 75~85GHz 대역별 기술기준 적용방안 마련을 위해 미국, 유럽의 기술기준과 국내 기술기준을 비교 측정하기 위함이다.

본 측정은 5월 7일부터 5월 8일까지 RAPA 전자파측정센터 EMC 챔버에서 표 4-8과 같이 4개 회사 7개 제품을 대상으로 실시하였다.

[표 4-8] 측정용 시료 세부사양

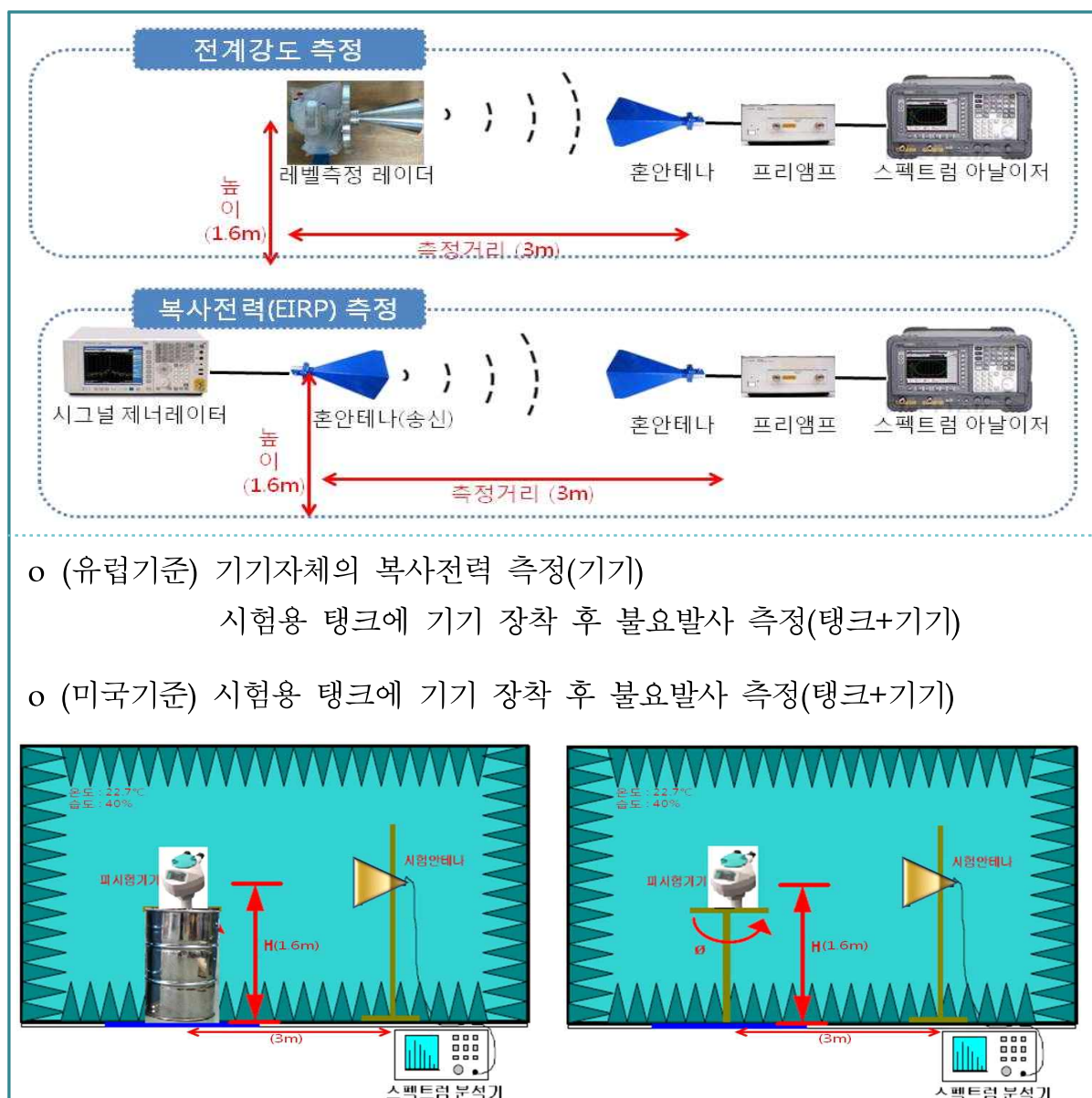
번호	기기명	주파수	출력(업체 제시)	비고(업체명)
1	HRM-200	9.5GHz (±500MHz)	10mW (안테나 Gain 별도:15dBi)	하이트롤
2	ALT-6200	5.8~6.3GHz	5mW 미만	두온시스템
3	Rosemount 5402	6GHz	1mW 미만	에머슨 (미국)
4	Rosemount 5600	10GHz	최대 1mW	
5	Sitrans LR200	5.725~5.875GHz	-39.2dBm/100kHz	서진인스텍 (독일 지멘스)
6	Sitrans LR260	24.2~25.5GHz	2.4dBm/MHz	
7	Sitrans LR560	78~79GHz	30.2dBm/MHz	



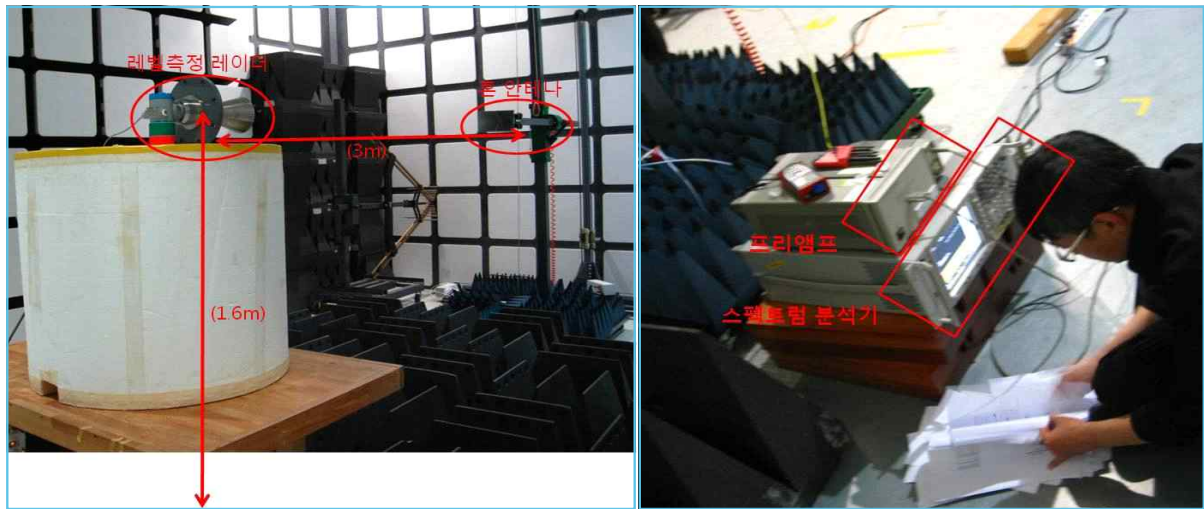
나. 측정방법

유럽 및 미국의 기준에 따라 전계강도 및 EIRP를 3m거리에서 측정하였으며, 신호가 없을 경우 근접측정을 시도하였다.

유럽 제작기준을 적용해 자체 제작한 탱크와 업체에서 제공한 제품을 이용하여 주파수 대역별로 측정하였으며, 『무선설비의 적합성평가 처리방법』 과 『비신고 무선기기의 ERP 및 EIRP 표준측정법(TTA)』를 따라 측정하였다.



[그림 4-5] 측정기 구성도 및 측정방법



[그림 4-6] 측정 장면

다. 측정결과

탱크 상단에 기기를 장착하여 탱크내부로 전파를 발사하므로 탱크외부에서 신호세기는 매우 미약하여 표 4-9와 같이 해당 기술기준을 만족한다.

[표 4-9] 시험실 전파 측정결과

기준	결 과
유럽	ETSI EN 302 372 소출력(SRD) 기준 : 만족 · 복사전력 측정결과는 기술기준을 만족하며, · 불요발사 측정은 장비가 이용하는 대역과 1~170GHz대역을 4개 구간 (1~26, 1~40, 1~75, 1~170GHz)을 측정한 결과 잡음보다 낮은 신호로 측정불가
미국	FCC 47CFR Part 15 미약전계강도 기준 : 만족 · 전계강도 및 불요발사는 매우 미약하여 근접측정을 시도하였으나 신호가 잡음보다 낮아 측정불가
국내	무선설비 규칙 제27조(미약전계강도 무선기기) 기준 : 만족(탱크장착) · 전계강도 측정시 기기 자체만을 측정할 경우 만족하지 못하나, 탱크에 기기를 장착하여 측정하는 경우 만족

[표 4-10] 시험실 전파 측정값

구 분	복사전력(EIRP) (dBm/MHz)		전계강도 (dBuV/m, 3m 거리)		탱크장착 후 불요발사 (3m 거리)			비 고
	기기 자체	탱크 장착	기기 자체	탱크 장착	측정 대역 (GHz)	전계강도 (uV/m)	복사전력 (dBm/MHz, mW)	
Sitrans LR200 5.725GHz~5.875GHz -39dBm/100kHz /-49dBm/MHz	-36.5	신호원 없음	65.98	신호원 없음	1~26	신호원 없음	신호원 없음	불요발사 근접(1m) 측정
ALT-6200 5.8GHz~6.3GHz 5mW / 7dBm/MHz미만	-39.2	신호원 없음	60.6	신호원 없음		신호원 없음	신호원 없음	
Rosemount 5402 6GHz, 1mW / 0dBm/MHz미만	-31	신호원 없음	68.76	신호원 없음		신호원 없음	신호원 없음	
HRM-200 9.5GHz ±500MHz, 10mW / 25dBm/MHz	24	신호원 없음	118.18	신호원 없음	1~40	신호원 없음	신호원 없음	
Sitrans LR260 24.2GHz~25.2GHz 2.4dBm/MHz	-34.3	신호원 없음	65.62	신호원 없음	1~75	신호원 없음	신호원 없음	
Sitrans LR560 78GHz~79GHz 30.2dBm/MHz	29.8	신호원 없음	113.12	신호원 없음	1~170	신호원 없음	신호원 없음	

※ 단, Rosemount 5900S 제품은 동작되지 않아 결과에서 제외

2. 설치현장 전파환경 측정

가. 측정 목적


레벨측정 레이더 운용 현장을 직접 방문하여 전계강도 및 불요발사를 측정하여 해외규정과 국내 미약전계강도 무선기기 기술기준을 비교분석하기 위함이다.

본 측정은 5월 21일 경기도 구리시 수택동 구리하수처리장에 설치되어 있는 2개회사 2개 제품을 대상으로 실시하였다.


[표 4-11] 측정용 시료 세부사양

모델명	주파수	출력	비고
Sitrans LR200	5.725~5.875GHz	-49dBm/MHz	서진인스텍
VEGAPLUS 68	26GHz	-14dBm/MHz	한독레벨

<Sitrans LR200>



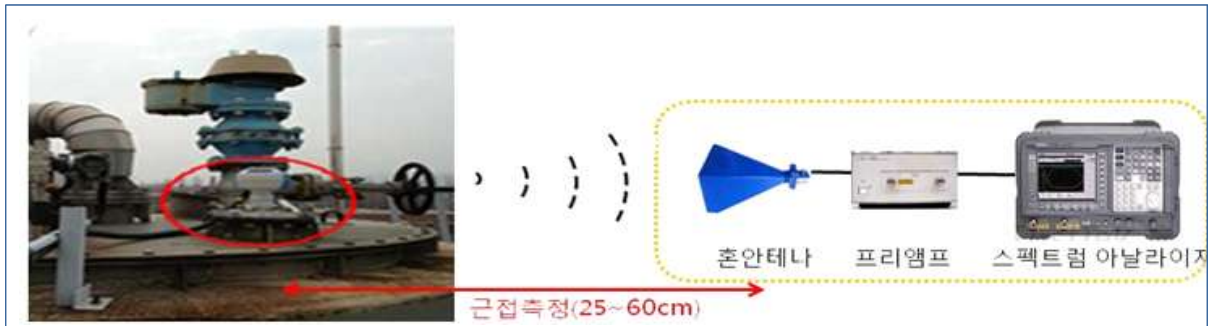
<VEGAPLUS 68>



※ 5.725~5.875GHz대역 : 방송중계, 아마추어, 특정소출력(무선LAN), DSRC 용도로 이용
 26GHz대역 : 가입자회선(WLL), 무선CATV전송, 차량충돌방지레이더 용도로 이용

나. 측정 방법

그림 4-7과 같이 측정을 실시하였으며, 신호가 매우 미약하여 헤드부(25cm), 기기접합부(40cm), 시멘트접합부(60cm)로 나누어 근접측정을 시도하였다.



[그림 4-7] 측정기 구성도



[그림 4-8] 측정 장면

다. 측정결과

시험실 결과와 같이 탱크 외부에서의 신호세기가 매우 작아 국내 미약전계강도 무선기기 기준을 만족한다. 전자기적으로 차폐된 탱크 내 사용으로 제한한다면 국내 무선설비규칙 제27조(미약전계강도 무선기기)로 분류시 문제 없을 것으로 판단된다. 국내 적합성평가는 무선기기 자체를 측정하여 인증하고 있으므로 미국과 유럽처럼 탱크에 기기를 장착하여 측정하는 시험방법 마련도 필요하다.

[표 4-12] 설치현장 전파 측정값

구 분	전계강도($\mu\text{V/m}$, 거리 3m)		불요발사 ($\mu\text{V/m}$, 거리 : 25cm, 40cm, 60cm)	비고
	미약전계강도 기준값	측정값		
Sitrans LR200 5.725GHz~5.875GHz -49dBm/MHz	35	헤드부 : 25.12 기기접합부 : 25.5 시멘트접합부 : 24.58	신호원 없음	
VEGA PLUS 68 26GHz -14dBm/MHz미만	91	신호원 없음 (헤드부 잡음레벨 : 0.15)	신호원 없음	

제5절 기술기준 도입방안 마련

1. 개요

산업계에서 미국, 유럽 등에서 이용하는 레벨측정용 레이더의 기술기준 개정 수요를 제기함에 따라 전파질서 확립 및 산업 활성화를 위해 무선설비규칙 제2절 “신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(안)”을 마련하였다.

2. 무선설비규칙 개정(안)

무선설비규칙 제2절 신고하지 아니하고 개설했을 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 제27조를 다음과 같이 개정한다.

① 미약전계강도 무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다.

1. 해당 무선기기로부터 3m의 거리에서 측정한 전계강도는 다음의 조건에 적합하여야 한다.

주파수	전 계 강 도
322MHz 미만	500 uV/m이하. (15 MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)
322MHz이상 10GHz 미만	35 uV/m 이하
10GHz이상 150GHz 미만	$3.5f$ uV/m 이하 (다만, 500 uV/m를 초과하는 경우에는 500uV/m로 한다). 이 경우 f 는 GHz를 단위로 한 주파수로 한다.
150GHz 이상	500 uV/m 이하

2. 기본파의 주파수가 별표 32에 명시된 미약전파무선국으로 운용할 수 없는 주파수대역'에 포함되지 않아야 한다.
3. 불요발사 전계강도는 기본파의 전계강도보다 낮아야 한다.

② 전자기적으로 차폐된 탱크 내에서 레이더를 이용하여 측정하는 무선기기(이하 “레벨측정 레이더”라 한다)의 경우에 차폐된 탱크 외부에서 측정한 기준이 제1항의 기술기준을 만족하는 경우에는 미약전계강도 기준을 만족한 것으로 본다.

[표 4-13] 무선설비규칙 제2절 개정(안) 신·구조문 대비표

현 행	개 정 안	비 고
제27조(미약 전계강도 무선기기) <u><신설></u> 미약 전계강도 무선기기의 기술기준은 다음 각 호와 같다. 1. ~ 3. (생략) <u><신설></u>	제27조(미약 전계강도 무선기기) ① (현행과 같음) 1. ~ 3. (현행과 같음) <u>② 전자기적으로 차폐된 탱크 내에서 레이더를 이용하여 측정하는 무선기기(이하 “레벨측정 레이더”라 한다)의 경우에 차폐된 탱크 외부에서 측정한 기준이 제1항의 기술기준을 만족하는 경우에는 미약전계강도 기준을 만족한 것으로 본다.</u>	o 본문을 ①, ②항으로 구분하여 규정 - 레벨측정레이더(탱크+기기)는 탱크에 기기를 부착해서 탱크내부 레벨측정에 이용 - 타 미약전계강도 기기와 다르므로 별도의 조항을 신설할 필요

제5장 자계유도식 무선설비 기술기준 연구

제1절 개요

유럽에 규정되어 있는 자계유도식 무선기기 주파수대역 중에서 국내에 미 적용된 주파수대역을 대상으로 국내산업의 제품개발 및 수출경쟁력 확보를 위해 도입 타당성을 검토하고, 적합성평가 기준을 적용하지 않고 설치·운용 중인 자계유도식 열차신호제어기에 대한 기술기준 도입방안 마련을 위해 선행연구를 추진하였다.

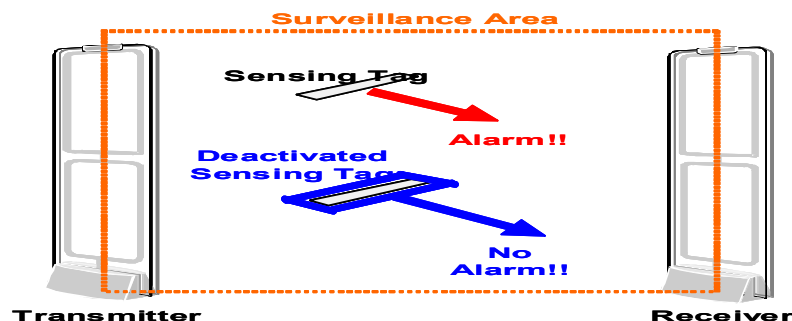
1. 자계유도식 무선기기

자계유도식 무선기기는 루프 코일 안테나의 자계 결합을 이용하여 통신하는 기기로, 제품으로는 13.56MHz RFID, 전자식도난방지장치(EAS), 열차신호제어장치 등이 있다.

135kHz 이하 주파수 대역의 RFID는 주로 가축관리, 수도관 위치 확인 등에 활용하고 있으며 60kHz 및 8MHz 상품도난방지시스템(EAS)은 국내·외에서 편의점, 백화점, 할인마트 등에서 많이 사용하는 주파수 대역이다.

가. 상품도난방지시스템 (Electronic Article Surveillance)

상품도난방지시스템은 대형마트, 가게 등의 출입구나 통로에 전자기 감지영역(Surveillance)을 생성하여 상품/자산에 장착된 태그가 정상적인 출고 절차를 거치지 않고 감지영역을 무단 통과시 알람이 울려 상품, 자산의 도난을 보호하는 시스템이다.

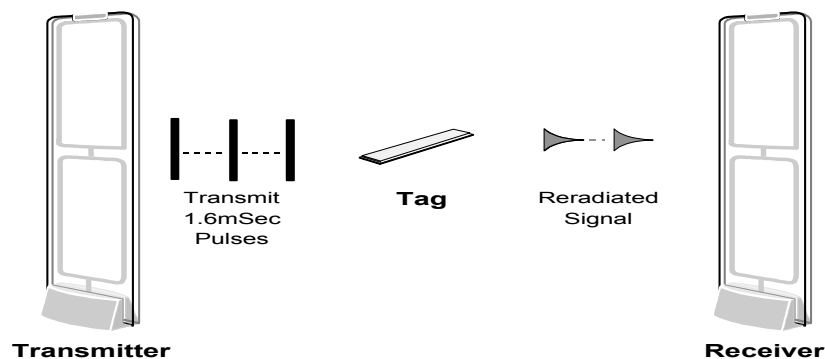


[그림 5-1] 상품도난방지시스템 동작원리

1968년 미국의 Sensormatic사에서 90MHz 주파수대역을 사용하는 RF 방식을 사용하는 EAS를 개발한 이후 1985년에 8MHz대역의 Swept RF방식, 1987년에 70Hz~1kHz 대역의 EM(Electromagnetic)방식, 1988년에는 58kHz 대역을 사용하는 AM(Acousto-Magnetic)방식의 시스템이 개발 되었으며, 현재 AM, EM, RF의 3가지 방식이 주로 사용되고 있다.

1) AM(Acousto Magnetic) 방식

AM 방식의 시스템은 태그 또는 라벨을 감지하기 위한 영역을 생성하기 위하여 송신기를 사용 한다. 송신기는 RF 신호(주파수 58kHz)를 전송하는데, 그 주파수는 펄스의 형태로 전송된다. 송신기 신호는 감지영역에 있는 태그에 에너지를 제공하게 된다 . 태그는 전송 시그널 펄스가 끝나 는 시점에, 응답하고, 튜닝된 톱니파 형태의 단일 주파수 시그널을 방출한다. 태그의 신호는 송신기 신호와 동일한 주파수이다.

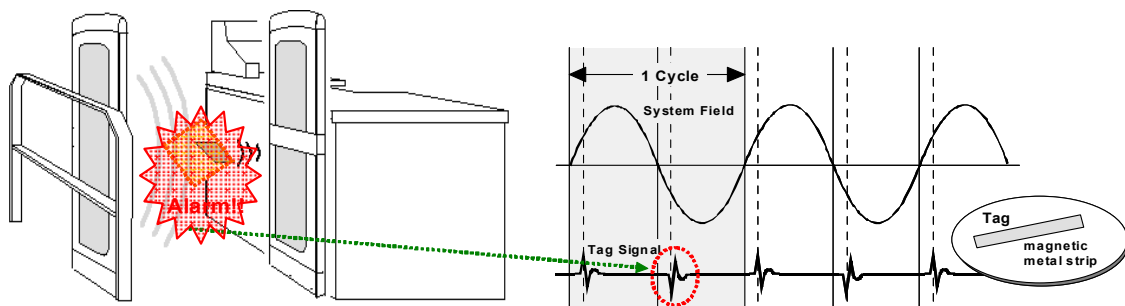


[그림 5-2] AM방식 상품도난방지시스템 동작원리

태그 신호는 수신기에 검출되는데 수신기는 다른 전자기기로부터 방출되는 신호와 잡음을 제외시킴으로 오동작의 가능성을 더 낮추어 안정성을 가진다. 수신기는 특정주파수의 태그 신호만 검사하는데 만약 태그의 신호가 연속적으로 몇 차례 반복되면 경보를 발생시킨다. AM 방식은 거의 모든 대상물질에 태그 또는 라벨의 부착이 가능하고, 주변 환경이나 노이즈에 강한 특징이 있다.

2) EM(Electro-Magnetic) 방식

Electro-magnetic 시스템은 감지 영역에 저주파수(70Hz~1kHz)의 전기자기장을 연속적인 정현파로 발사하고 있다가 전기자기장 내에 태그가 진입하면 순간적으로 기본 주파수의 급격한 고조파의 스위칭 신호를 발생하여 시스템은 고조파를 분별하고 경보를 발생 시킨다.

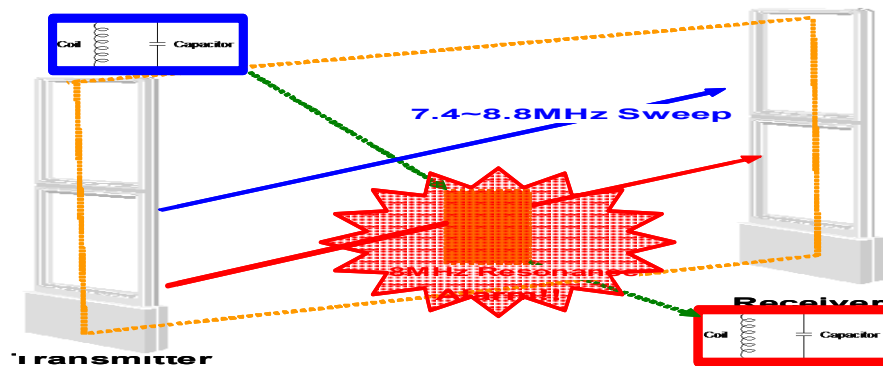


[그림 5-3] EM방식 상품도난방지시스템 동작원리

3) Swept-RF 방식

다른 도난방지 기술과 마찬가지로, Swept-RF 방식 또한 태그를 감지하기 위한 영역을 만들기 위하여 7.4 ~ 8.8MHz 주파수대역의 신호를 송신기에서 발사하는 이유로 'swept' 라고 불리고 있다.

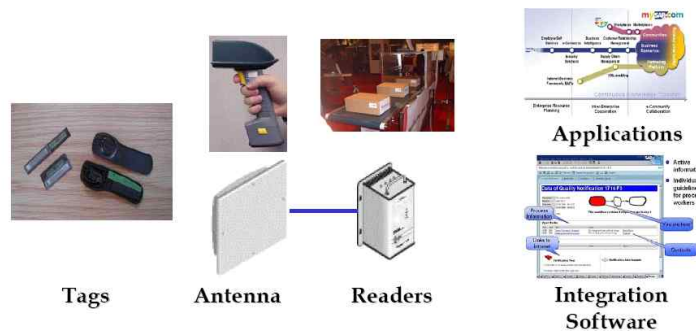
태그는 커패시터나 인덕터로 구성된 회로를 갖고 있으며 송신기로부터 발사된 신호와의 공진에 의한 유도전류를 발생시키는 역할을 한다. 발생된 유도전류에 의해 태그는 응답신호를 발생시키고, 수신기는 송신기에서 발생된 신호와 태그에서 발생된 신호의 위상차와 태그신호의 여러 특성을 검출하여 태그의 존재를 확인하여 알람을 발생시킨다. 하지만 태그가 금속으로 차폐될 경우 감지하지 못하고 오차 조정이 불가능하여 노이즈 및 주변 환경에 영향을 많이 받는 단점이 있다.



[그림 5-4] Swept-RF 방식 상품도난방지시스템 동작원리

나. RFID

RFID는 전파를 이용하여 움직이는 물체와 리더기 간의 데이터 통신을 통해 물체를 인식하고 분류하는 편의성을 제공하기 위한 기술이다. RFID 시스템은 정보를 담고 있는 태그, 판독을 위한 리더기, 운영을 위한 소프트웨어로 구성되고 RFID는 바코드와 달리 라벨에 직접 스캔할 필요가 없고 태그의 정보 변경과 추가가 가능하며 동시에 다량의 태그 판독이 가능하다.



[그림 5-5] RFID 시스템 구성

주파대별 RFID 특성은 아래의 표와 같으며 사용환경에 따라 적절한 주파수 대역의 RFID를 선택하여 적용하고 있다.

[표 5-1] 주파수 대역별 RFID 특성

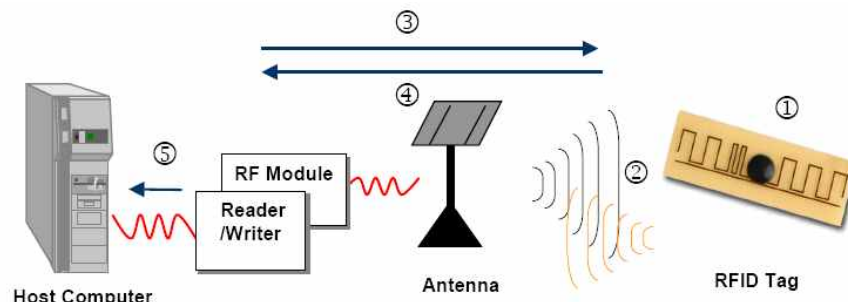
주파수	저주파(LF)	고주파(HF)	극초단파(UHF)		마이크로파
주파수	135kHz 이하	13.56MHz	433MHz	860~960MHz	2.45GHz
인식거리	60cm미만	1m미만	300m 미만	10m이내	1m이내
동작방식	수동형	수동형	능동형	능동/수동형	능동/수동형
적용 분야	공장 자동화 출입통제 동물 관리	수하물관리 대여물품관리 교통카드 출입통제	컨테이너관리 실시간 위치추적	공급망관리 자산관리 자동통행료징수	위조방지
액체, 금속영향	별로 안 받음	금속 영향	크게 받음	크게 받음	크게 받음
통신 방식	inductive coupling	inductive coupling	backscatter coupling	backscatter coupling	backscatter coupling
태그 가격	중간	낮음	높음	낮음	낮음
데이터 전송속도	늦음				빠름
환경 영향	둔감				민감
태그 크기	큼				작음

150kHz 이하 RFID는 가정, 사무실, 산업 현장 등 다양한 장소에서 동물 관리, 교통카드, 출입통제, 주차·도서관리 등 여러 분야로 활용 가능하므로 시장의 수요가 꾸준히 증가 하고 있는 추세이다.

[표 5-2] 150kHz 이하 RFID 적용사례

주파수 대역	활용분야		원리
125KHz	동물 관리		출생내력 등 식별정보가 입력된 칩을 동물에 이식하여 혈통관리 및 위치파악에 활용
133KHz	스키어 관리시스템		스키장 통로에 수직 게이트형 안테나를 설치해 스키어들의 입장 확인
133KHz	마라톤선수 추적시스템		태그가 선수 운동화에 부착되어 마라톤 코스의 출발선, 중간 반환점, 결승선 등에 설치되어 선수의 기록을 관리

RFID 시스템은 무선접속 방식에 따라 상호유도방식과 전자기파방식으로 나눌 수 있는데 150kHz이하 RFID는 코일안테나를 이용한 상호유도방식을 이용한다. 상호유도 방식은 리더기의 안테나 코일은 주변지역에 강한 자기장을 발생시켜 태그의 코일 안테나에 유도성 전압을 발생하여 IC칩이 동작하는데 필요한 에너지를 공급받는다.



[그림 5-6] RFID 동작원리

제2절 국내·외 이용 현황

1. 국내

가. 자계유도식 무선기기

13.56MHz RFID 및 NFC, 상품도난방지장치(EAS) 등 우리 생활환경에 밀접하고도 다양한 전파통신서비스용 제품들이 시장에 출시되어 이용되고 있다.

주파수 대역별 적합성평가 비중을 보면 9kHz~150kHz 미만과 13.56MHz 대역에서 96.5%를 차지하므로써, 타 주파수대역에 비해 대부분의 국내 수요가 집중되어 있는 것으로 여겨진다. 또한, 국내 유통 중인 제품을 제조국별 비중도 살펴보면, 국내 업체가 74.5%, 아시아와 미국이 21.2% 그리고, 유럽은 4.3%으로 나타나 국내업체의 비중이 높은 것으로 나타났다.

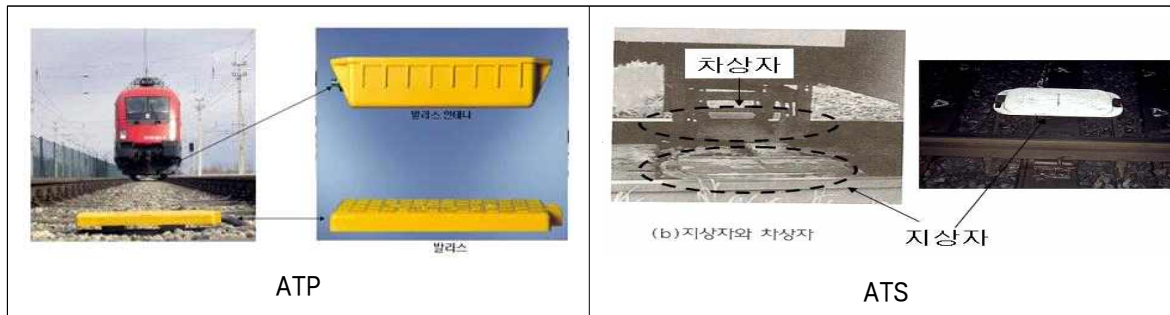
[표 5-3] 자계유도식 무선기기 연도별 적합성평가 현황

(단위 : 건)

구분		2009년	2010년	2011년	2012년	2013.10월	계
인증 건수		829	249	235	215	210	1,738
제 조 국	한국	668	182	158	151	135	1,294 (74.5%)
	아시아 /미국	142	56	61	44	65	368 (21.2%)
	유럽	19	11	16	20	9	75 (4.3%)
주파수		40kHz, 125kHz, 121kHz, 13.56MHz	22kHz, 58kHz, 125kHz, 13.56MHz	58kHz, 125kHz, 128kHz, 131kHz, 8.2MHz, 13.56MHz	58kHz, 125kHz, 13.56MHz	9.8kHz, 87kHz, 125kHz, 13.56MHz	
용도		카드리더기, 지문인식용, 동물개체식별용, 도난감지센서, 자동차도난방지장치, 자동문제어, NFC모듈, 테블릿PC, 디지털도어록, 도서대출반납시스템, 음식물쓰레기처리기, 전자여권판독기용, 택시미터기일체형결제단말기, 무인정산기, 무인카드충전, 자전거주차시스템, 버스승하차단말기, 바코드스캐너, 안면인식단말기, 카드리더기 등					

나. 자계유도식 열차신호제어장치

열차신호제어장치는 레일위에 설치된 설비로 열차가 인접하게 되면 자계유도결합 등을 통해 정보를 송수신하여 열차속도 및 제동장치 등을 자동으로 제어하는 시스템으로 LF대역 주파수를 사용하여 열차간의 충돌이나 속도제어 및 선로변환 등을 자동으로 하는 ATC, ATS, ATP기기들을 사용하고 있다.



[그림 5-7] 열차신호제어기 예시

- ① 열차자동제어(ATC, Automatic Train Control) : 각종 운전 패턴 중 과속에 대한 자동 감속 기능을 부여
- ② 열차자동정지(ATS, Automatic Train Stop) : 신호기가 지시하는 명령을 무시하고 과속으로 주행하는 후속열차가 선행하는 열차와 충돌하는 사고를 방지하기 위해 열차를 자동으로 정지시키는 것
- ③ 열차자동방호(ATP, Automatic Train Protection) : 지상정보와 열차 길이, 제동력, 열차 종별 등에 대한 차상정보가 결합하여 목표속도와 제동 목표 거리를 연산하여 운행속도가 목표 속도보다 높을 경우 경보를 제공하고 제동장치를 작동시키는 시스템

열차제어시스템은 철도의 안전성과 수송의 효율성을 확보하기 위해 다양하게 운용하고 있으며, 지상장치와 차상장치 간의 정보전송을 위해서 궤도 회로 및 지상자와 같은 자계유도식 무선기기를 사용한다.

현재 국내는 주파수 대역과 출력기준에 대한 명확한 기술기준 없어 적합성평가 기준(무선, EMC)을 적용하지 않고 설치하여 운용 중에 있다. 국내 전체 철로의 길이는 약 4000km로 철로에 설치된 열차신호제어기는 종류(ATP, ATS, ATC)에 따라서 500~600m 간격으로 약 3만개 정도 설치되어 있다.

[표 5-4] 열차신호제어기 이용 현황

열차제어장치	이용 현황	도입국가
ATS	서울시 지하철 1호선, 2호선, 및 경부선, 호남선, 전라선 등	일본
ATC	서울시 지하철 3~8호선, 경부고속철도, 호남고속철도 등	미국, 유럽
ATP	인천지하철 1호선, 대전지하철 1호선, 경부선, 호남선 등	유럽

[표 5-5] 열차신호제어기 주파수 이용 현황 및 특성

열차제어 시스템		주파수	전송매체	응동원리	송출 주기	출력
ATC (고속철도용)		2040, 2400, 2760, 3120 Hz	궤도회로	순환전류의 자기장	간헐적	레일에 흐르는 고주파전류 검지
ATS (일반철도 및 도시철도용)		78, 98, 106, 114, 122, 130 kHz	지상자	발진(공진) 원리	연속적	-지상자와 차상자간 공진현상 이용 -지상자와 차상자간 거리: 70~260 mm
ATP	수신	27 MHz	발리스 (balise)	유도결합	간헐적	-지상자와 차상자간 거리: 93~193 mm -규격:EN300 330
	송신	3.95, 4.52 MHz				

2. 국외

가. 유럽

ETS 300 330 표준규격에서는 주파수 30MHz 미만에서 이용할 수 있는 무선 기기를 4가지로 분류하여, 측정거리 10미터에서 기본파의 자계강도 및 불요 방사 허용치를 규정하고 있다.

[표 5-6] ETS 300 330 표준규격의 적용 대상기기

분류	정의	비고
Class 1	유도식 루프코일 송신기(안테나 부착)	루프코일안테나 면적 30m ² 이하
Class 2	유도식 루프코일 송신기(안테나 미부착)	
Class 3	대규모 유도 루프코일 송신기(안테나 미포함)	루프코일안테나 면적 30m ² 초과*
Class 4	전계 송신기	

*운영주파수는 9~135kHz로 제한되어 있음

유럽 ETS 300 330 표준규격에서는 주파수별로 적용되는 검파모드와 측정대역폭을 다음과 같이 정하고 있는데, 전계강도 수신기의 측정대역폭과 스펙트럼 분석기의 측정대역폭은 조금 다르다.

< ETS 300 330의 검파모드 및 측정대역폭 >

Table 2

Frequency: (f)	Detector type	Measurement receiver bandwidth	Spectrum analyzer bandwidth
9 kHz ≤ f < 150 kHz	Quasi Peak	200 Hz	300 Hz
150 kHz ≤ f < 30 MHz	Quasi Peak	9 kHz	10 KHz
30 MHz ≤ f ≤ 1 000 MHz	Quasi Peak	120 kHz	100 kHz

*운영주파수는 9~135kHz로 제한되어 있음

나. 미국

FCC는 47CFR Part 15.209 규정에 의해서, 주파수 30MHz이하의 RFID에 대한 출력 및 발사를 관리하고, 47CFR Part 15.205 규정을 통하여 무선행 등 안전서비스 보호를 위하여 운영금지 대역을 두고 있다.

[표 5-7]는 주파수 30MHz이하의 전파식별에 적용되는 최대 전계강도 허용치이고, 47CFR Part 15.205 규정에 의해서, 주파수 90~110 kHz는 운영 금지대역이므로 전파식별로 이용할 수 없다. 국내에서도 90~110kHz는 무선헌행으로 분배되어 있다.

[표 5-7] 미국의 소출력 무선기기 전계강도 허용치

주파수(F:MHz)	전계강도 허용치($\mu\text{V}/\text{m}$)	측정거리(meter)
0.009~0.490	2400/F(kHz)	300
0.490~1.705	24000/F(kHz)	30
1.705~30.0	30	30

[표 5-7]에 제시된 허용치를 분석할 경우에는 근역장(Near Field)을 고려한 보간법과 측정기기의 검파모드를 살펴보아야 한다. FCC는 다음과 같은 규정을 보간법으로 제시하고 있는 상태로서, 실제 측정을 통한 방법과 40dB/decade 방법을 제시하고 있다.

47CFR Part 15.209 규정에서는 측정모드로 주파수별로 준첨두치(Quasi-peak)와 평균(Average) 검파를 제시하고 있다. 15.209 (d) 규정에 의해서, 9~90 kHz, 110~490 kHz, 1GHz 이상에서는 평균검파로 측정한다.

[표 5-7]의 2400/F(kHz)와 300m에 40dB/decade를 적용하면, 측정거리 3m의

허용치는 다음과 같다.

$$L[dB_{\mu} V/m] = 20 \log(2400/F(kHz)) + 40 \log(300/3) = 80 + 20 \log(2400/F(kHz))$$

측정 검파모드는 국내에서 적용하고 있는 준첨두치가 아니라 평균치로 측정한다는 사실에 유의해야 한다.

다. 일본

일본의 주파수 할당 및 관련규제는 총무성 총리대신이 고시하는 전파법 시행규칙 및 무선설비 규칙에 의하여 각종 주파수의 할당이 이루어지며 기술기준과 관련된 사항은 사단법인 전파산업회(ARIB)에서 제정된다. 전파법 시행규칙 제6조 제1항 제 1호에서는 미약 전계강도 무선기기의 전계강도 기준치를 고시하고 있다. 이 기준치는 우리나라의 미약전계강도 무선기기의 전계강도 기준치와 동일하다.

[표 5-8] 일본의 322 MHz 이하의 미약전계강도 기준치

주파수	전계강도 기준치
322 MHz 미만	500 $\mu V/m$ 이하 (15 MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)

라. 중국

중국의 주파수 밴드 할당 및 관련된 규정들은 산업정보국(Ministry of Information Industry)에서 담당하고 있으며, 1998년 5월에 제정된 소출력(Short Range) 무선 장비 관리 규정상에 명기되어 있다. 규정 부속 문서상에는 기술적인 요구 사항들, 파라미터들, 일반적인 소출력 고주파 전송 장비, Class A 장비 등이 저주파 SRD(Short Range Device)를 위하여 제공되고 있다.

[표 5-9] 주파수 9~190 kHz 범위에서의 중국 기술 표준

주파수	자계강도 기준치
9 kHz ~ 50 kHz	72 dB $\mu A/m$ (준첨두치)
50 kHz ~ 190 kHz	72 dB $\mu A/m$ (매 3dB 마다 8단계의 감쇄, 준첨두치)

제3절 국내·외 관련 규정

유럽에서는 “철도응용기기”와 “그 외 루프안테나에 의한 자계결합을 이용하여 통신하는 기기”로 분류하여 규정하고 있으나, 유럽을 제외한 다른 나라에서는 별도 분류하여 규정하고 있지 않다.

1. 유럽

“CEPT ERC Rec 70-03”에서 30MHz 미만의 자계유도식 무선기기는 10m에서의 자계강도 기준으로 규정하고 있고, 철도응용기기는 “CEPT ECC_ERC REC70-03의 부록4”에서 주파수와 출력기준 등을 별도 규정하고 있다.

[표 5-10] 유럽의 철도응용 기기 기준

구분	주파수 대역	출력(자계강도)	Duty cycle
a	27.090~27.100MHz	42dB μ A/m @ 10m	-
b	984~7484kHz	9dB μ A/m @ 10m	<1%
c	7.3~23MHz	-7dB μ A/m @ 10m	-
d	76~77GHz	55dBm peak eirp	-

2. 미국

자계유도식 무선기기의 기준을 별도로 규정하고 있지 않다. “FCC C.F.R Part 15.209”에서는 30MHz 미만 대역을 이용하는 기기는 30m(9~490kHz 미만)와 300m(490kHz~30MHz 미만)에서의 전계강도 기준으로 규정하고 있다. 국내와 마찬가지로 철도응용기기 관련 규정은 없다.

3. 국내

9kHz~30MHz미만에서 루프안테나를 사용하는 자계유도식 무선기기는 무선설비규칙 에서 10m에서의 자계강도 기준으로 규정하고 있으나 지정된 주파수 (9~150kHz, 3.155~3.4MHz, 7.4~8.7MHz, 13.552~13.568MHz) 외 대역에서 사용하는 기기는 “미약전계강도 무선기기 기준”을 준용하도록 규정하고 있으며, 유럽의 경우처럼 철도응용기기 관련 규정은 별도 없다.

[표 5-11] 9kHz~30MHz 미만에서 국내 자계유도식 무선기기의 출력 기준

주파수	자계강도 기준값	적용기준
9 ~ 30kHz 미만	72dB μ A/m @10m	무선설비규칙 제28조
30 ~ 90kHz 미만	72-10log(f/30)dB μ A/m @10m	〃
90 ~ 110kHz 미만	42dB μ A/m @10m	〃
110 ~ 135kHz 미만	72-10log(f/30)dB μ A/m @10m	〃
135 ~ 140kHz 미만	42dB μ A/m @10m	〃
140 ~ 148kHz 미만	37.5dB μ A/m @10m	〃
148 ~ 150kHz 미만	14.8dB μ A/m @10m	〃
150kHz ~ 3.155MHz 미만	500 μ V/m @3m	〃
3.155 ~ 3.4MHz 미만	13.5dB μ A/m @10m	〃
3.4 ~ 7.4MHz 미만	500 μ V/m @3m	〃
7.4 ~ 8.7MHz 미만	9dB μ A/m @10m	〃
8.7 ~ 13.552MHz 미만	500 μ V/m @3m	〃
13.552 ~ 13.568MHz 미만	42dB μ A/m @10m	〃
13.568 ~ 30MHz 미만	500 μ V/m @3m	〃

4. 국내·외 자계유도식 무선기기 규정 비교

주파수대역	유럽 (자계강도)	미국 (전계강도)	한국 (자계/전계강도)
9-90kHz	72dB μ A/m @10m	2400/F(kHz) μ V/m @300m	72dB μ A/m @10m
90-119kHz	42dB μ A/m @10m		42dB μ A/m @10m
119-135kHz	66dB μ A/m @10m		72-10log(f/30)dB μ A/m @10m
135-140kHz	42dB μ A/m @10m		42dB μ A/m @10m
140-148.5kHz	37.7dB μ A/m @10m		37.7dB μ A/m @10m
148.5kHz-5MHz	-15dB μ A/m @10m	2400/F(kHz) μ V/m @30m	*500 μ V/m @3m
400-600kHz	-8dB μ A/m @10m		
3.155-3.4MHz	13.5dB μ A/m @10m	30 μ V/m @30m	13.5dB μ A/m @10m
6.765-6.795MHz	42dB μ A/m @10m		*500 μ V/m @3m
7.4-8.8MHz	9dB μ A/m @10m		9dB μ A/m @10m
10.2-11MHz	9 dB μ A/m @10m		*500 μ V/m @3m
13.553-13.567MHz	42dB μ A/m @10m		42dB μ A/m @10m
26.957-27.283MHz	42dB μ A/m @10m		*500 μ V/m @3m
5-30MHz	-20dB μ A/m @10m		

* 미약전계강도 무선기기 기준

제4절 열차신호제어장치 전계강도 측정

1. ATP 열차신호제어장치

o ATP 규격

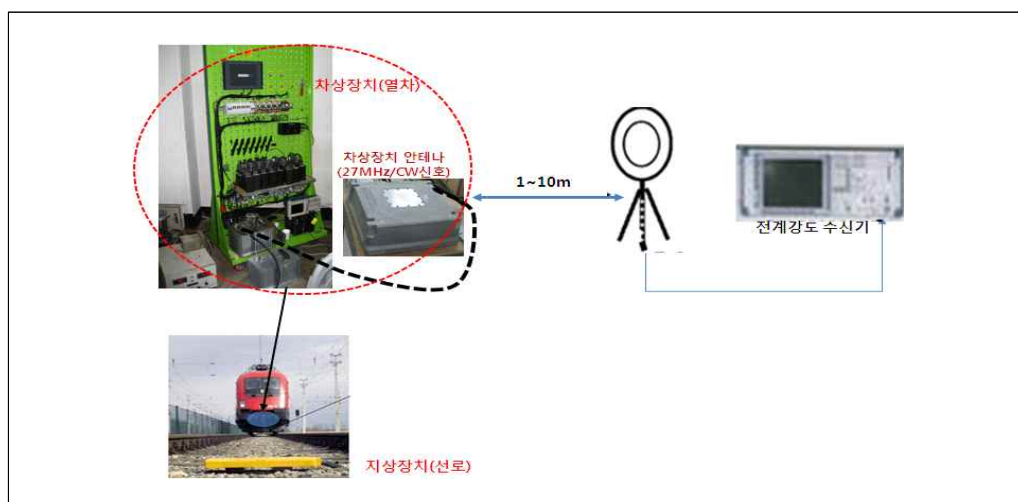
구분	특성	비고
전송주파수	3.95MHz / 4.52MHz	지상장치
변조방식	FSK	
데이터속도	564.48 kbit/s	
수신된 RF신호의 속성 및 주파수	CW(연속파), 27MHz	차상장치

가. 차상장치

열차 내에 설치되는 ATP 차상장치는 1~10m 이격거리에서 루프 안테나를 이용하여 기본파(27MHz)의 세기를 측정하였다. 차상장치는 무반사실 전자파측정 챔버 이동이 용이하지 않아 업체를 방문하여 실제 환경 조건에서 진행하였다.

<측정방법>

- ① 차상장치를 정상가동하여 27MHz/CW신호를 전송한다.(Down link)
- ② 전계강도 수신기는 루프안테나와 연결하여 구성하고, 차상장치에서 발생하는 전계를 1~10m 이격거리에서 측정한다.



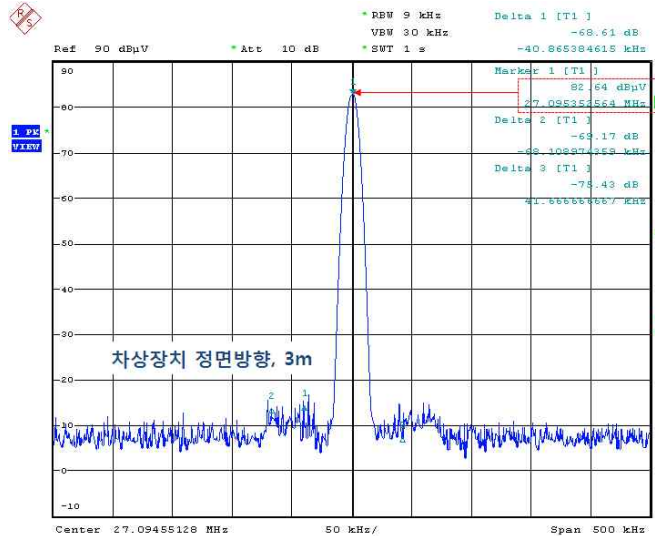

<측정 결과>

o 차상장치의 전계강도는 자계유도식 무선기기 기준과 비교할 때 47.1dB 높게 측정 됨

열차신호 제어장치 (ATP, 차상장치)	측정주파수 (MHz)	전계강도 측정결과 (dB μ V/m@3m, 침두값)	자계유도식 무선기기 기준 (dB μ V/m@3m)
정상동작	27	101.1	54

* 30MHz이하의 자계유도식 무선기기는 규정된 주파수(150kHz이하, 3.155~3.4MHz, 7.4~8.7MHz, 13.552~13.568MHz) 외에는 미약전계강도기준을 준용하도록 하고 있음

[표 5-12] 차상장치 전계강도 측정 데이터

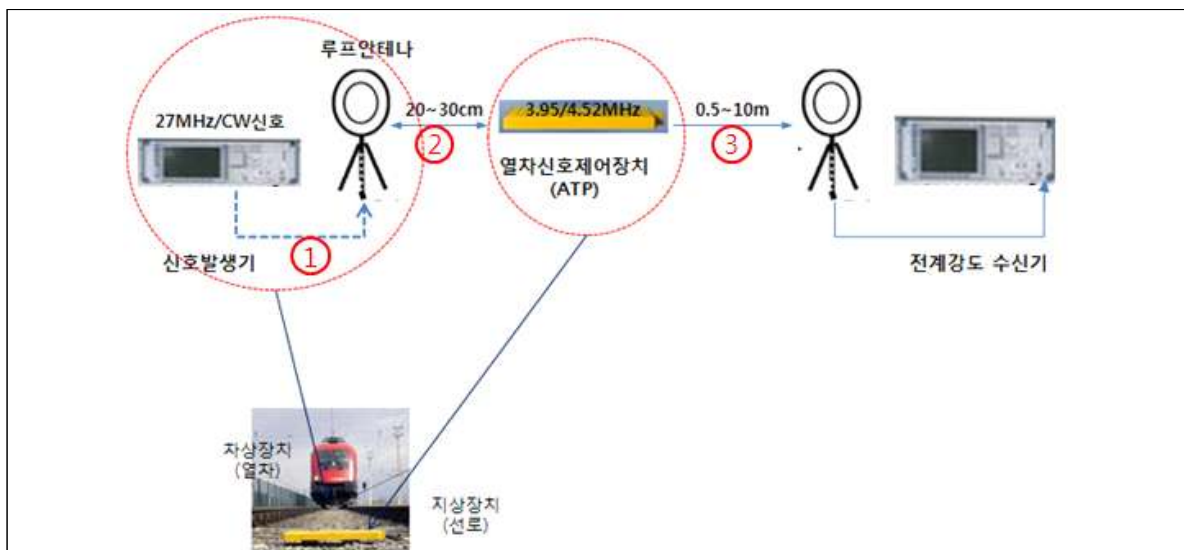
구분	측정 데이터
<p>② 3M 측정</p> <p>- 차상장치 정상동작 신호</p> <p>- 주파수 : 27.09MHz</p> <p>- 전계강도 : 82.6dBuV</p> <p>- RBW : 9kHz</p>	
<p>④ 측정사진</p> <p>※ 측정환경 : 실 환경</p>	
⑤ 전계강도 수신 Loop Ant Factor	18.3dB
⑥ 측정 Cable Loss	0.2dB
⑦ 전계강도 (측정값(dBuV)+⑤+⑥)	101.1dBuV/m

나. 지상장치

<측정방법>

- ① 신호발생기를 루프안테나와 연결하여 차상장치로 구성하고, CW신호(27MHz/20dBm)를 발생한다.(Down link)
- ② 지상장치인 열차신호제어장치는 3.95MHz와 4.52MHz에서 정상동작하며 데이터를 차상장치로 전송한다.(Up link)
- ③ 전계강도 수신기는 루프안테나와 연결하여 구성하고, 지상장치에서 발생하는 전계를 0.5~10m에서 측정한다.

<측정구성>



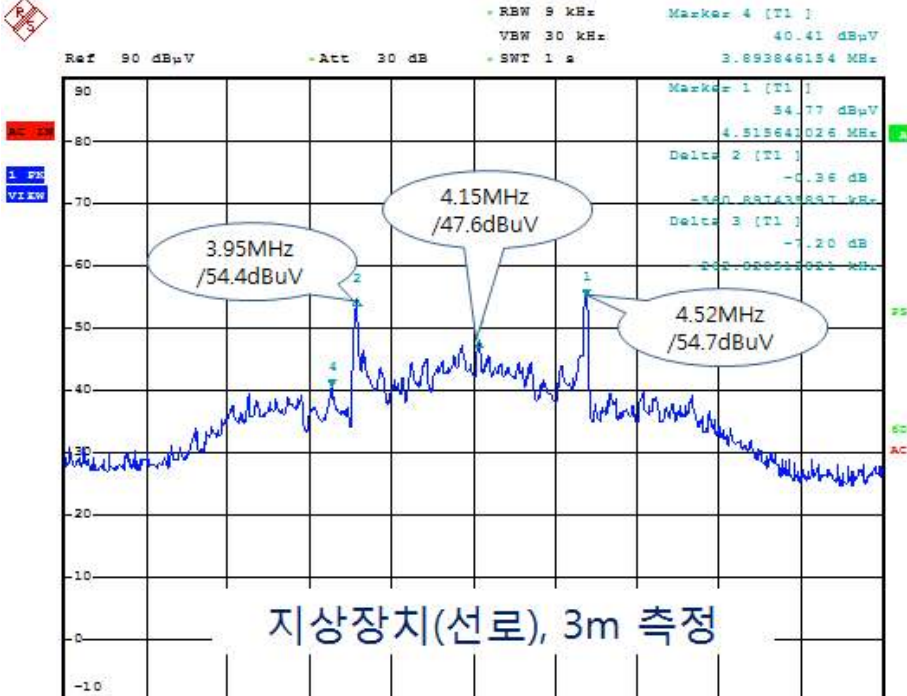
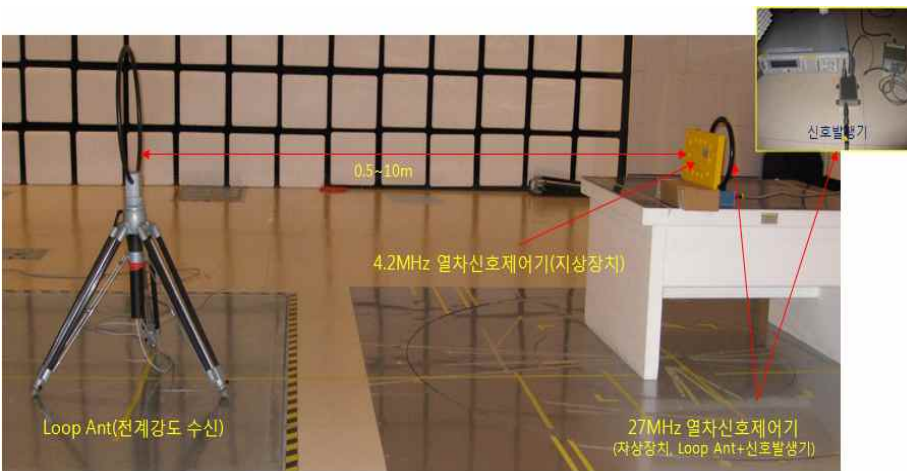
<측정결과>

o 지상장치의 전계강도는 자계유도식 무선기기 기준과 비교할 때 19.2dB 높게 측정됨

열차신호제어장치 (ATP, 지상장치)	측정주파수 (MHz)	측정결과 (dB μ W/m@3m, 첨두값)	자계유도식 무선기기 기준 (dB μ W/m@3m)
정상동작	3.95 / 4.52	73.2	54

※ 30MHz이하의 자계유도식 무선기기는 규정된 주파수(150kHz이하, 3.155~3.4MHz, 7.4~8.7MHz, 13.552~13.568MHz) 외에는 미약전계강도기준을 준용하도록 하고 있음

[표 5-13] 지상장치 전계강도 측정 데이터

구분	측정 데이터
<p>② 3M 측정</p> <p>- 지상장치 정상동작 신호</p> <p>※ RBW : 9kHz</p>	 <p>Ref 90 dBuV Att 30 dB RBW 9 kHz VBW 30 kHz SWT 1 s Marker 4 [T1] 40.41 dBuV 3.893846134 MHz</p> <p>3.95MHz /54.4dBuV</p> <p>4.15MHz /47.6dBuV</p> <p>4.52MHz /54.7dBuV</p> <p>지상장치(선로), 3m 측정</p>
<p>④ 측정사진</p>	 <p>0.5~10m</p> <p>4.2MHz 열차신호제어기(지상장치)</p> <p>27MHz 열차신호제어기 (지상장치, Loop Ant+신호발생기)</p> <p>신호발생기</p> <p>Loop Ant(전계강도 수신)</p>
<p>⑤ 전계강도 수신 Loop Ant Factor</p>	<p>18.3</p>
<p>⑥ 측정 Cable Loss</p>	<p>0.2</p>
<p>⑦ 전계강도(dBuV/m) (측정값(dBuV)+ ⑤+⑥)</p>	<p>73.2</p>

제5절 결론 및 향후 추진방향

한국-EU간의 FTA 협정에 따른 국내 산업의 수출 경쟁력 확보를 위해 유럽에서 지정한 주파수 대역 중에 국내에서 이용하지 않는 대역(6.765-6.795 MHz, 10.2-11MHz, 26.957-27.283MHz, 5-30MHz)의 도입 필요성을 검토하였으나, 국내수요의 98%를 차지하고 있는 주파수대역으로는 150kHz 미만과 13.56MHz 대역으로 국내 제조업체는 이외 대역에서는 수요가 없어 적극적으로 제품개발 및 투자를 하지 않고 있다

현행 무선설비규칙 제28조의 자계유도식 무선기기 기준에서 명시한 이용 주파수는 높은 활용도에 호환성을 유지하여 국제적으로 많이 이용되고 있는 대역이나, 국내 산업의 수출 경쟁력 확보를 위해 검토한 주파수 대역은 신규서비스 창출이 불확실하여 산업체의 수요가 없는 것으로 판단되어, 향후 자계유도무선기기 시장의 활성화와 기술기준 수요에 맞추어 추진이 필요하다.

또한, 열차신호제어기는 자계유도식 무선기기로서 현행 무선설비규칙의 자계유도식 무선기기 기준에 만족해야 하나, 열차신호제어기에서 발사되는 전계강도의 세기가 현행 기준보다 높아 규정에 만족할 수 없어 새로운 기준 마련이 필요하다. 따라서, 기존 이용 무선설비와의 영향을 고려하여 새로운 제도를 도입하기 위해 유럽 규정 등 관련 기준 검토가 필요하고, 적합성평가 적용 기준 마련의 시급성이 요구되어 2014년도 주요업무계획에 반영할 계획이다.

제6장 용도미지정(122GHz 및 244GHz) 무선설비 기술기준 연구

제1절 개요

122~123GHz, 244~246GHz 대역을 테라헤르쯔파/sub-밀리미터파 등의 신기술 연구에 활용할 수 있도록 해당 기술기준 도입을 검토하였다. 이를 위해 주요국의 기술이용현황 및 기술기준 도입의 문제점 등을 분석하였으며, 연구기관, 산업계 등의 기술개발 연구, 제품개발 동향 등도 조사하였다. 그리고, 미국 및 유럽 등 주요국 주파수분배 및 이용현황을 함께 조사하는 한편, 연구기관, 산업계 등의 제품개발을 위한 주파수, 기술기준 수요를 파악하였고 기술기준 도입시 문제점 등을 검토하고자 하였다.

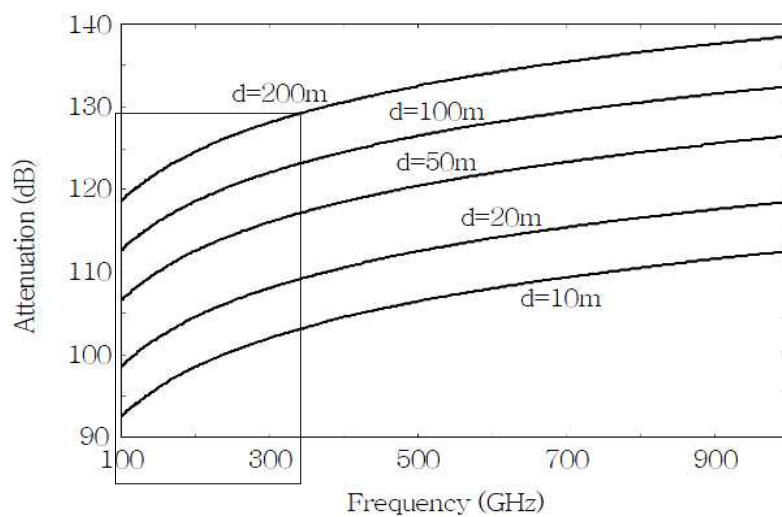
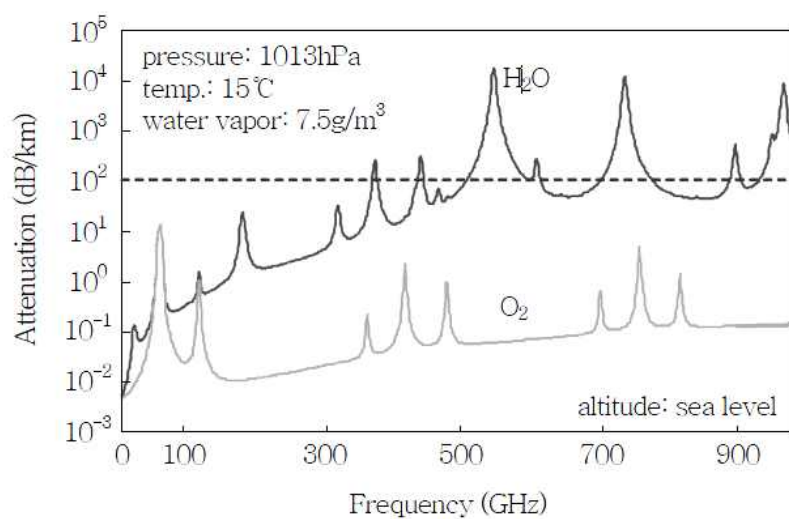
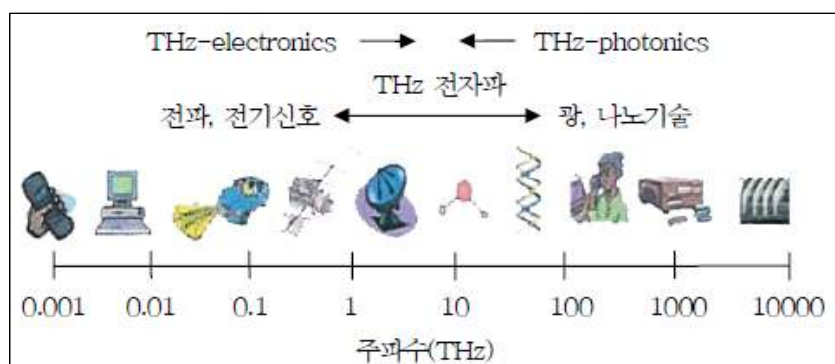
제2절 국내기술 및 제품개발 동향

ITU에서 국제조화를 위해 ISM 대역으로 권고한 122~123GHz, 244~246GHz 대역을 밀리미터파, 테라헤르쯔파 등 신기술 개발에 이용할 수 있도록 유럽을 포함함 일부 국가들에서 주파수 이용방안이 논의 중이다.

122~123GHz, 244~246GHz 주파수 대역을 테라헤르쯔파 또는 sub-밀리미터파로 불지 의견이 분분하나 본 보고서는 조사 내용에 따라 테라헤르쯔 대역 또는 sub-밀리미터파로 가정하고 주요동향을 설명하고자 한다.

해당 대역의 전파특성 관점에서 보면 테라헤르츠(Tera-hertz) 대역으로 설명을 주로 하고 있다. 테라헤르쯔 대역은 밀리미터파 대역과 원적외선 대역의 중간에 위치하는 100GHz ~ 10THz 사이의 주파수로 파장은 $30\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 이다.

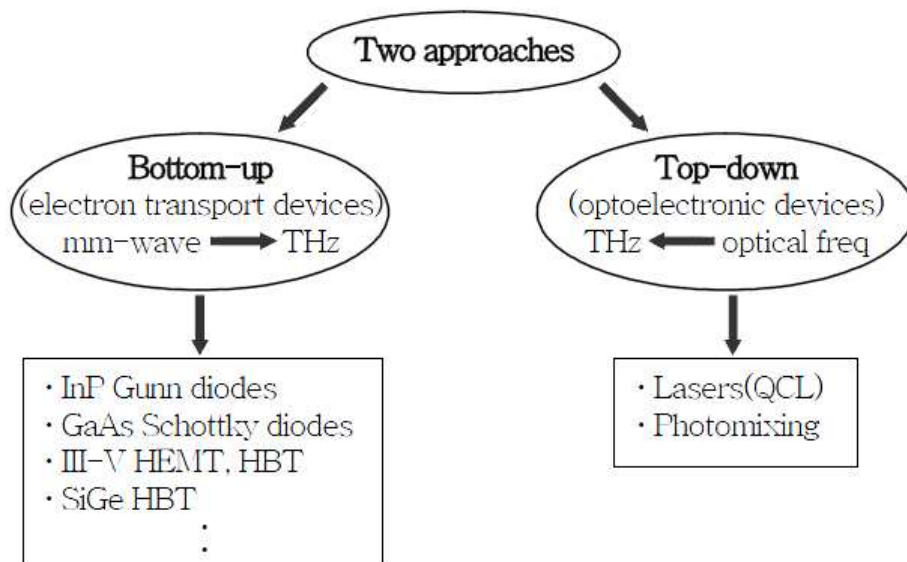
테라헤르츠 대역의 전파전파특성은 그림2와 같이 산소(O_2)와 수증기(H_2O)에 의해 주로 흡수되어 특정 주파수에서 감쇠량이 대단히 크다. 옥외인 경우 강우에 의한 감쇠가 크게 발생하여 무선링크의 가용도를 저하시키는 요인으로 작용하여 현재 기술로는 옥내 근거리 무선전송에 적합한 것으로 보고 있다. 자유공간의 거리에 따른 전파 감쇠량은 대기감쇠(산소, 수증기) 및 강우감쇠 보다 대단히 커서 근거리 무선통신인 경우 자유공간 손실로만 감쇠량을 예측해도 무방하다.



일반적인 테라헤르츠 대역에서의 채널 모델은 기존의 낮은 밀리미터파 대역의 다중경로 NLOS(Non Line of Sight, 비가시거리) 환경과는 달리 고지향성 안테나를 사용하는 LOS(Line of Sight, 가시거리) 환경이며 다중경로에 의한 전파는 실내 공간의 벽면, 천정, 바닥 및 가구 등에 의한 반사로 인해 LOS 신호에 비해 크기가 아주 작다.

테라헤르츠 대역 기술의 특징은 물리학적 측면에서 보면 테라헤르츠파는 전자파(radio)와 광파(light)의 중간에 해당하며 전자공학 기술과 양자역학적 기술의 경계에 해당한다. 일반적으로 1THz 이하의 낮은 주파수 대역에서는 전자공학(electronics)을 기반으로 하는 기술이, 높은 주파수 대역은 광자공학(photonics)을 기반으로 하는 기술을 적용한다.

테라헤르츠 대역의 주파수는 RF 측면에서 보면 너무 높고, 광 측면에서는 너무 낮아서 LO(국부발진기) 신호를 발생시키는 방식에 따라 상향 접근법(bottom-up)과 하향 접근법(top-down) 두 가지로 구분할 수 있다.



[그림 6-4] 테라헤르츠 통신주파수 발생장치 개발 방식

상향 접근법은 기존의 낮은 밀리미터파 대역에서 개발된 발진기와 증폭기 부품을 이용하여 체배기(multiplier)를 통해 높은 주파수의 연속파 신호를 발생시키는 방법으로 체배기의 효율은 출력 주파수에 따라 10~30% 수준이어

서 믹서의 LO 입력에 충분한 신호 전력을 공급하는데 다소 제약이 있다. 하향 접근법은 높은 광 주파수를 헤테로다인 포토 믹싱(photo-mixing) 등의 방법으로 주파수를 낮추어 테라헤르츠 대역에서의 연속파 신호를 발생시키는 방법으로 출력 전력은 수십 μW 정도이어서 테라헤르츠 대역에서의 통신에 응용하기에는 부적합하다.

테라헤르츠파는 이온화 에너지가 낮아 생체에 매우 안전하며, 적외선에 비해 투과성이 우수하므로 가시광에 불투명한 소재에 대해 투과영상 획득이 가능하다.

테라헤르츠 기술개발은 대부분 광원(source), 검출기(detector), 응용시스템로 나누어진다. 광원 기술은 강력한 출력, 보다 넓은 주파수 대역, 소형화, 견고성 강화, 저렴한 가격으로 구현하는 방향으로 개발하고 있다. 검출기는 보다 넓은 주파수 대역, 보다 높은 동작온도, 보다 우수한 감도, 고성능 집적화를 구현하는 방향으로 개발하고 있다. 응용시스템 기술은 통합/집적화, 이동 및 휴대가 가능한 무선기기를 구현하는 방향으로 개발하고 있다.

테라헤르츠 대역을 이용하는 기술 응용 예상분야는 다음의 표1과 같이 정보통신, 바이오·생체·의료·약품, 안전·환경·사회기반, 산업응용·표준, 기초과학·우주 등의 분야 활용이 가능하다.

[표 6-1] 테라헤르츠 대역을 이용하는 기술 응용 예상분야

분 야	과 제
정보통신	THz 대역 무선·광통신, 초고속 정보처리시스템, THz IT 소자, 고주파 계측기기, THz파 센서·카메라, 센서 네트워크, 바이오매트릭스, 위성간 통신, 무선이동통신 시스템, 기기 EMC
바이오·생체·의료·약품	암 진단·결정구조(여러 모양) 검사 등 각종 전문분석·계측기기, 바이오·생체·의약품 데이터베이스, 분자구조해석, 의료현장 onsite imaging 분석 시스템, EMC, 의료 응용을 위한 THz-FEL
안전·환경·사회기반	위험물·우편물 검사 시스템, 안전관련 물질 데이터베이스, THz 센서, 카메라, 바이오매트릭스, 환경 분석 시스템 및

	환경물질 데이터베이스, 충돌방지 차량탐재 센서, 도로 환경 모니터링 등의 교통안전 기술, 차량 탐재 IT 기지국, 재해 시의 무선이동통신 시스템, QCL을 사용한 가스 분석기술
산업응용 · 표준	산업응용분석, 이미징 장치, THz 카메라, 나노재료 분석장치, 반도체, 전자재료 평가장치, LSI 불량분석 시스템, 농작물 육성관리 시스템, 식품 검사, 관리기기 개발, 식품 · 식물관련 데이터베이스, 전력 · 주파수등 각종 THz 표준화 기술, EMC
기초과학 · 우주	고기능 THz 분광 이미징 장치, THz devices, 고기능 THz-FEL 개발, 양자 잡음급 THz 센서 · Imager, THz 국부발진기, 분자구조 해석응용, 탐색적 응용연구, 각종 데이터베이스

테라헤르츠 대역 국내 기술(연구) 동향을 보면, 정부출연연구기관, 대학교 및 업체가 참여하는 KTF(Korea Terahertz Forum)이 구성되어 테라헤르츠 기술 개발 및 확산에 대한 연구교류 등을 논의하고 있다. ETRI 및 KERI에서는 고유의 기술개발(독자적인 소자 · 부품 포함)을 기반으로, 상용화에 근접한 소형화 수준의 테라헤르츠 신호원 및 테라헤르츠 분광 · 영상 시스템을 개발하였다. 서울대, KAIST, 고려대, 서울시립대, 포항공대, 해양대, 울산과 기대 등에서는 테라헤르츠와 관련된 원천기초기술 확보에 주안점을 두고서 연구수행 중이다.

국내 제품개발 동향을 보면 현재는 대학과 연구기관을 중심으로, THz 소자, THz 분광/이미징 기술제고를 위한 요소기술(소재/소자/모듈 등)을 개발 중이다. 최근, 삼성, LIG 등 대기업에서 보안검색을 위한 THz 분광/이미징 시스템 기술 개발에 관한 요구가 증대되고 있으며, 자체적으로 THz 시스템을 구축하고 연구개발을 시작하고 있다.

122/244GHz 대역을 직접 활용하는 무선통신 제품은 아직 개발 · 출시되지 않았으며 학계와 연구기관 등에서 주로 관련 부품개발에 중점을 두고 있는 것으로 파악되었다. 주요소자부품으로는 LNA(저잡음증폭기), Mixer(주파수변환기), LO(국부발진기), PA(전력증폭기) 등 능동부품과 안테나, 필터, 접속부품 등 수동소자부품 등이 있다.

[표 6-2] 122/244 GHz 대역 관련 국내부품개발현황

연구내용	연구개발자	기관명	발표지 (년도)
Controlling polarization of an optical carrier of double sideband-suppressed carrier modulated lightwave for improving characteristics of a sub-terahertz continuous wave generated by photomixing	Sungil Kim, Kwang-Yong Kang	ETRI	Microwave and Optical Technology Letters (2011)
Sub-THz continuous wave generation scheme using high-order harmonics modulated lightwave (120 GHz 대역)	Sungil Kim, Taeyoung Kim, Seungbum Kang, Minhwan Kwak, Kwangyong Kang	ETRI	Optics Communications (2012)
A Cost-effective Sub-terahertz Continuous Wave Generation Scheme Using a Broadband Optical Source and An Optical Feedback Loop	Sungil Kim and Seung-Ho Ahn	ETRI	Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (2013)
Design and Experiment Results of High-Speed Wireless Link Using Sub-terahertz Wave Generated by Photonics-Based Technology	Sungil Kim, Seung-Ho Ahn, Seong Su Park	ETRI	ETRI Journal (2013)
A 325 GHz InP HBT Differential-Mode Amplifier	J. B. Hacker, Y. M. Lee, H. J. Park, J.-S. Rieh, M. Kim	고려대	IEEE Microwave and Wireless Components Letters (2011)
A 140-GHz Fully Differential Common-source Amplifier in 65 nm CMOS	Hyunchul Kim, Daekeun Yoon, Jae-Sung Rieh	고려대	AWAD (2012)
CMOS 138 GHz low-power active mixer with branch-line coupler	Dong-Hyun Kim, Jae-Sung Rieh	고려대	Electronics Letters (2012)
SiGe 140 GHz ring-oscillator-based injection-locked frequency divider	Hyogi Seo, Jongwon Yun, Jae-Sung Rieh	고려대	Electronics Letters (2012)
A 140 GHz Single-Ended Injection Locked Frequency Divider with Inductive Feedback in SiGe HBT Technology	Jongwon Yun, Hyunchul Kim, Hyogi Seo, Jae-Sung Rieh	고려대	SiRF (2012)
A 135 GHz Differential Active Star Mixer in SiGe BiCMOS Technology	Dong-Hyun Kim, Jae-Sung Rieh	고려대	IEEE Microwave and Wireless Components Letters (2012)
A Wideband 215 - 255 GHz CB Differential Amplifier in a 0.25- μ m SiGe HBT Technology	Daekeun Yoon, Namhyung Kim, Ullich Pfeiffer, Jae-Sung Rieh	고려대	APMC (2013)
D-band 수신기 개발, 운영중임 (124-142 GHz, 서울, 울산, 제주)	—	천문연	Publications of the Korean Astronomical Society (2012)
210-270 GHz 수신기 2008년부터 운영중임	—	서울대	

사실상 122/244GHz의 특정대역의 시장 전망으로 보기는 어려우나 BCC Research에 조사에 의하면 전체 테라헤르츠 무선기기 시장 현황 및 전망을 볼 때 세계 THz 무선기기 시장은 '11년 0.8억 달러에서 '21년 5.7억 달러로 성장할 전망하고 있다. BCC Research는 테라헤르츠 무선기기는 의료/건강관리, 과학연구, 제조업, 공공안전 등에 주된 응용 시장이 창출될 것으로 전망하고 있다. 물체인식센서 시장의 경우 테라헤르츠를 이용하여 물체를 인식할 수 있는 테라헤르츠 센서 시장은 '16년 17백만불에서 '21년 170백만불로 증대될 것으로 예상하고 있다. 또한 Thintri Market Study(2011)은 밀리미터파 보안 검색 시스템 시장은 '16년 30억불 규모로 전망하고 있으며 대용량·고품질화 시장에서 밀리미터파 등 초고주파 이용 무선백홀 시장은 '18년 110억불 규모이며, 궁극적으로 테라헤르츠 무선 백홀 시장으로 진화 전망할 것으로 보고 있다. (Thintri Market Study, 2011)

[표 6-3] 테라헤르츠의 응용 분야별 무선기기 시장 전망

(단위 : \$M)

응용 분야	2010	2011	2016	2021
공공안전	0.0	0.0	18.8	49.4
의료/건강관리	-	-	21.0	246.3
제조	2.8	3.0	14.0	56.2
과학연구	80.0	80.7	69.2	125.4
통신(군 제외)	-	-	0.1	15.2
농업	-	-	-	17.5
군/국방	-	-	3.9	60.0
합계	82.8	83.7	127.0	570.0

Source : BCC Research (March 2012)

2018년 테라헤르츠 시장 규모를 5억불 수준으로 예상(참조: BCC, 2008.11)하고 있지만, 기술개발에 따른 기존시장 대체나 융합 신규시장 창출이 가능하다고 보고 있다. 기존 구리(copper) 기반의 interconnection 대체를 목표로 광인터커넥션 기술 개발에 많은 투자를 진행 중이며 가격경쟁력을 확보할 수 있는 테라헤르츠 통신 시스템을 개발한다면, 통신이외에 기존 비파괴측정 분야를 포함하여 매우 다양한 응용분야에서 활용이 확대 될 것으로 예상된다.

제3절 주요국 주파수 이용현황

ITU는 122~123GHz, 244~246GHz 대역을 전파규칙 주석 RR.5.138에서 ISM 대역으로 분배하고 있으며 단, 각 국가별 ISM 대역 분배는 해당 주관청의 동의가 필요함을 명시하고 있다. 해당 대역의 분배현황은 아래의 표4와 같다.

[표 6-4] 122~123GHz, 244~246GHz

국제분배	국내분배	5.138 다음 주파수대역은 : 6765~6795 kHz(중심주파수 6780 kHz), 433.05~434.79 MHz(중심주파수 433.92 MHz) 전파규칙 제5.280호에 언급된 국가들을 제외한 제 1지역에서, 61~61.5 GHz(중심주파수 61.25 GHz), <u>122~123 GHz(중심주파수 122.5 GHz) 및</u> <u>244~246 GHz(중심주파수 245 GHz)</u> 공업, 과학 및 의료용(ISM) 응용으로 지정한다. ISM 응용으로 이 주파수대역을 사용하는 것은 전파업무가 영향을 받을 우려가 있는 <u>주관청의 동의를 얻어 해당 주관청이 특별한 승인을 부여하는 조건을 전제로 한다.</u> 주관청은 이 규정을 적용함에 있어서 ITU-R의 최신 관련 권고를 충분히 고려하여야 한다.
119.98-122.25 지구탐사위성(수동) 위성간 5.562C 우주연구(수동) 5.138 5.341	119.98-122.25 지구탐사위성(수동) 위성간 5.562C 우주연구(수동) 5.138	
122.25-123 고정 위성간 이동 5.558 <u>아마추어</u> 5.138	122.25-123 고정 위성간 이동 5.558 <u>아마추어</u> 5.138	
241-248 전파전문 무선탐지 <u>아마추어</u> <u>아마추어</u> 위성 5.138 5.149	241-248 전파전문 무선탐지 <u>아마추어</u> <u>아마추어</u> 위성 5.138 5.149	

2011년 ITU-R 권고 SM.1896(Frequency ranges for global or regional harmonization of short-range devices)에서 소출력 국제 조화 주파수 대역으로 권고하고 있다. 소출력 국제 조화 권고 주파수 대역은 9-148.5 kHz, 3155-3400 kHz, 6765-6795 kHz, 13.553-13.567 MHz, 26.957-27.283 MHz, 40.66-40.7 MHz, 2400-2500(2483.5) MHz, 5725-5875 MHz, 24.00-24.25 GHz, 61.0-61.5 GHz, 122-123 GHz, 244-246 GHz 등 총12개이다.

유럽은 현재 용도 미지정(non-specific) 소출력 무선기기로 분배하고 있으며 기술기준을 이미 제정하여 적용하고 있다. 관련 규격인 ETSI EN 305-550에서 출력은 등가등방성복사전력(EIRP) 100mW(20dBm)로 규정하고 있고 불요발사는 300GHz까지 측정하도록 하고 있으며, 기술기준 항목은 출력, 점유주파수대역폭, 불요발사, 부차적 전파발사로 총 4개를 적용

하고 있다. 아직 해당 대역에 대한 스펙트럼 접속(spectrum access) 방법, 간섭완화기술, 채널 spacing에 대한 제한규정은 없다.

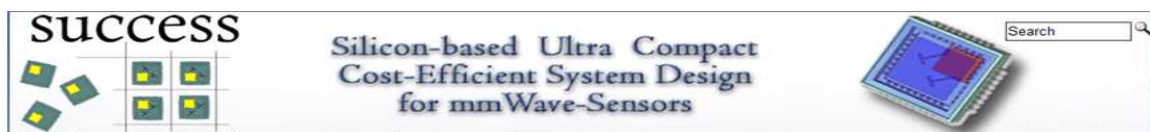
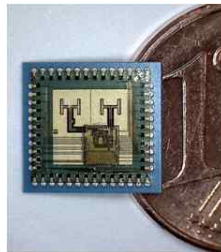
[표 6-5] ETSI EN 305-550 규격 요약

기술기준 항목	기 준 값			
출력	100mW eirp(20dBm)			
점유주파수대역폭	122~123GHz, 244~246GHz 주파수 대역이내 일 것			
불요발사	구분	일부특정대역	1GHz 이하	1GHz 이상
	작동모드(eirp)	4nW(-54dBm)	250nW(-36dBm)	1μW(-30dBm)
	대기모드(eirp)	2nW(-57dBm)	2nW(-57dBm)	20nW(-47dBm)
	비고 1) 일부특정대역 : 47~74 MHz, 87.5~108 MHz, 174~230MHz, 470~862MHz			
	비고 2) 1GHz 이하 대역 측정시 기준대역폭100kHz, 1GHz 이상 대역 측정시 기준대역폭 1MHz임. 최대 측정주파수는 300GHz.			
부차적 전파발사 (수신기 불요발사)	30MHz~1GHz 이하	2nW(-57dBm eirp)		
	1GHz 이상	20nW(-47dBm eirp)		
	비고 1) 1GHz 이하 대역 측정시 기준대역폭100kHz, 1GHz 이상 대역 측정시 기준대역폭 1MHz임. 최대 측정주파수는 300GHz.			

미국은 해당 대역이 FCC CFR 47 §18.301에 따라 ISM 대역으로 분배되어 있으나 소출력 무선기기 용도의 기술기준은 없다. 미국 ISM 대역은 총 11개 대역이 있으며 6765-6795 kHz, 13.553-13.567 MHz, 26.957-27.283 MHz, 40.66-40.70 MHz, 902-928 MHz, 2400-2500 MHz, 5725-5875 MHz, 24.00-24.25 GHz, 61.0-61.5 GHz, 122-123 GHz, 244-246 GHz 등이다.

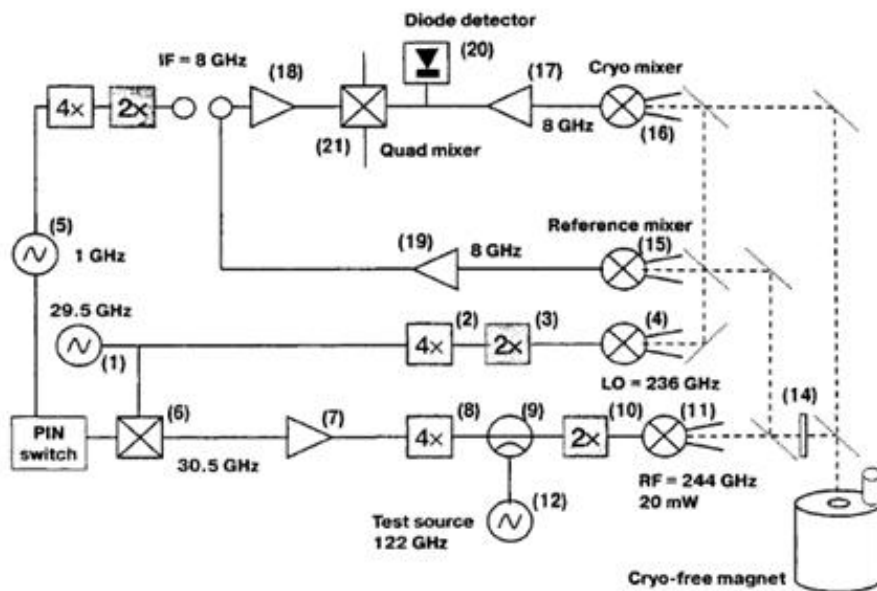
주요국 기술개발 동향을 보면 먼저 유럽의 경우 122~123GHz 대역에서 저비용의 차량용 레이더 및 산업용 거리측정센서를 개발하기 위한 프로젝트를 수행 중이다. 프로젝트명은 SUCCESS(Silicon-based Ultra Compact Cost-Efficient System Design for mmWave-Sensors, www.success-project.eu)이며, 참여기관으로는 IHP, Silicon Radar,

Evatronix, Robert Bosch GmbH, STMicroelectronics, Karlsruhe Institute of Technology, Selmic High Tec, 토론토 대학 등이 있다.



[그림 6-5] SUCCESS 프로젝트

독일의 경우 막스플랑크 연구소 등에서 122/244 GHz 대역을 이용하는 연속파 또는 펄스형 테라헤르츠 분광시스템을 개발하였다.



[그림 6-6] 독일 244 GHz 대역 분광시스템 설명 예

미국의 경우 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency) Terahertz Electronics Program을 통해 테라헤르츠파를 이용한 10Gb/s RF backbone 연구를 계획하고 있다.

일본은 NTT가 '00년~'08년까지 120GHz 대역에서 광자공학 및 전자공학에

기반하여 무선통신시스템 개발을 지속적으로 수행하였다.

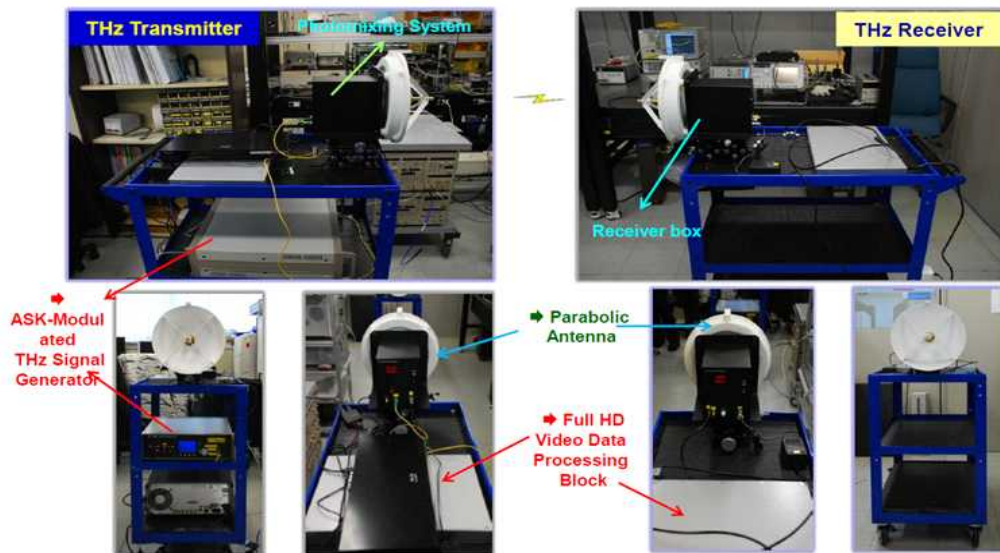


[그림 6-7] 일본 NTT의 120GHz 대역 무선통신시스템 개발

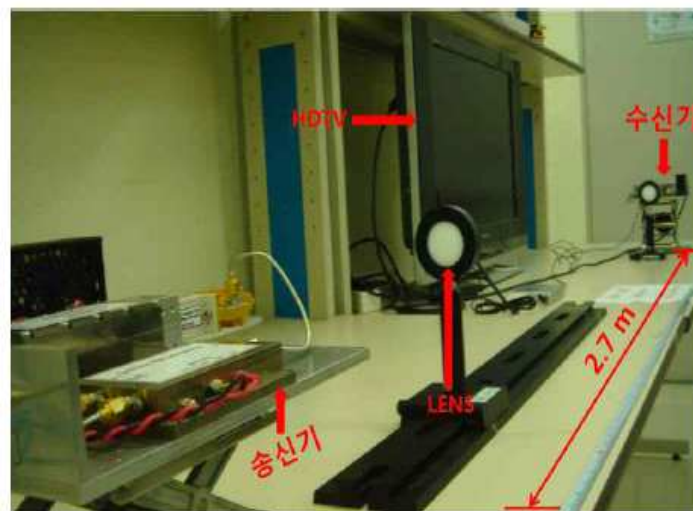
국내에서는 ETRI는 120GHz 및 246GHz 대역을 사용하는 무선 영상전송 시스템을 ‘10년에 개발하였고 개발된 시스템별의 특성은 아래의 표6-6에 정리하였다.

[표 6-6] ETRI 개발 무선영상전송시스템 특성

주요내용	120GHz 대역	246GHz 대역
개발담당	IT융합부품소재연구부문	방송통신융합연구부문
과제명	THz파 발진/변환/검출기 및 신호원 기술개발	THz 대역 전파환경 및 무선전송플랫폼 기술연구
전송속도	1.5Gbps	1.485Gbps
전송거리	2m	5m
송신전력	-10dBm	-16dBm
안테나이득	45.6dBi	25dBi
변조방식	ASK	



[그림8] 120GHz 대역 무선영상전송시스템(ETRI)



[그림 6-9] 246GHz 대역 무선영상전송시스템(ETRI)

제4절 제품개발을 위한 주파수, 기술기준 수요분석

현재 미국의 122/244GHz 대역은 ISM 대역으로 분배만 되어 있을 뿐 실질적인 소출력 기술기준 수요는 없는 것으로 판단된다. 해당 주파수 대역을 이용하는 관련 부품칩 개발에 대한 사례보고 및 프로젝트 정보 등이 거의 없다. 밀리미터파 소출력 무선기기에 대한 주파수 및 기술기준(CFR 15 Part C)에서 적용되는 최대 주파수는 92~95GHz 대역으로 현재 실내 통신 인프라에 한해 사용하는 것을 명시하고 있다. 100GHz 이상 대역 기술기준에 대한 실질적인 논의는 없는 것으로 보인다.

유럽의 경우 2011년에 용도미지정 성격으로 주파수 분배 및 기술기준이 제정되었으나 현재까지도 이 대역에서 쓰이는 소출력 무선기기의 자세한 특성은 알려지지 않고 있다. 특히 ECC Report 190(Compatibility between Short-Range Devices (SRD) and EESS (passive) in the 122 to 122.25 GHz band, 2013년)를 통해 현재 유럽의 경우 122GHz 대역을 이용하는 소출력 무선기기 또는 ISM 기기 응용제품은 현재 없음을 확인하였다. 보고서는 자동차, 계량측정산업, 보안, 의료분야 등에서 특히 레이더(Radar) 응용에 대한 주파수 및 기술기준 수요 제기가 있을 것으로 향후 예상만 하고 있다. SUCCESS 프로젝트와 같은 개발계획이 알려지고는 있으나 유럽은 이미 차량용 레이더용으로 5GHz의 충분한 대역폭(76-81GHz 대역)을 분배하였기 때문에, 많은 제조업체는 좁은 대역폭을 가진 122/244GHz 대역에 대한 주파수 및 기술기준 수요가 없는 상태로 보고 있다. 일부 EU 지역 내에서도 크로아티아, 프랑스, 조지아, 러시아는 122/244GHz 대역을 소출력 무선기기용으로 분배하지 않았다.

국내의 경우 ETRI에서 해당 대역의 인접 주파수대역을 이용하는 120GHz 및 246GHz 통신시스템을 개발하였으나 상용화를 위한 시스템 업그레이드 개발은 없는 상태이다. 학계 위주로 THz 대역 원천기술의 초기개발 단계 차원에서 275 GHz 이하 대역 부품소자를 개발진행하고 있으므로 122/244GHz 대역에 직접적으로 특화된 주파수, 기술기준 수요는 아직 없다. 일부 국내 산학연 전문가들은 대용량 신호전송(신호 무압축)을 위해 넓은 대역폭

을 가질 수 있는 300GHz 이상 THz 대역 기술개발에 관심이 더 많다는 의견을 내기도 하였다. 다만 기술기준 도입의 경우, 기존 용도미지정 대역인 57~64 GHz 대역 기술기준과 유사하게 유럽의 기술규격을 참조하여 기술기준을 도입할 수 있을 것으로 보고 있다.

제5절 기술기준 도입시 문제점 검토

먼저 지구탐사위성업무간 간섭 문제이다. 유럽은 ECC Report 190을 통해 122~122.25GHz 대역에서 지구탐사위성업무(수동)를 보호하기 위해 소출력 무선기기의 출력제한을 제안하였다. 보고서는 지구탐사위성업무(EESS)에 대한 1개 소출력 무선기기 간섭원만을 가정한 경우 최대 10mW/250MHz 출력제한치를 요구하고 있다. 표6-7은 1개 소출력 무선기기와 지구탐사위성간의 간섭분석결과에 대한 보고서의 내용을 발췌한 것이다.

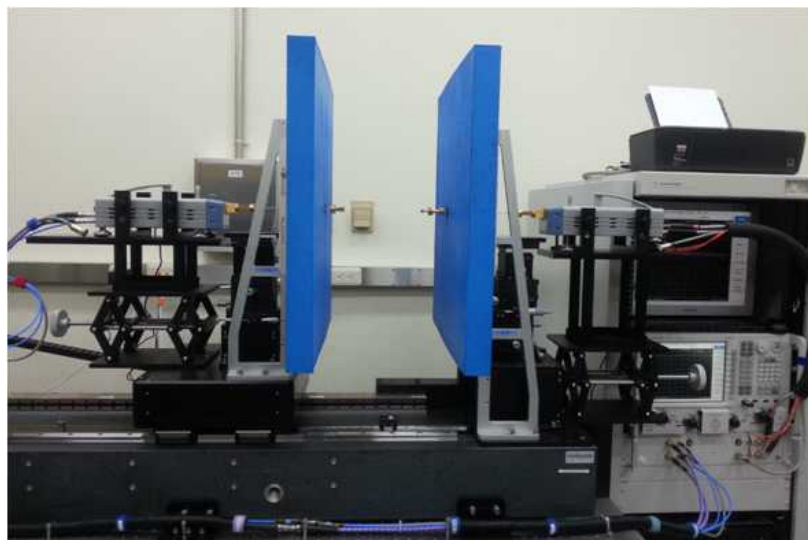
[표 6-7] 1개 소출력 무선기기와 지구탐사위성간 간섭분석 결과

변수	단위	값
최대 소출력 무선기기(SRD) E.I.R.P	dBW	-10
SRD와 EESS 센서 거리 (위성고도 : 800km, 위성이 지상을 스캔닝 하는 각도(Nadir Angle) : 45.2도)	km	1219
공간감쇄	dB	195.9
대기로 인한 손실(ITU-R P.676)	dB	4.2
EESS 안테나 이득	dBi	55
Received Power at the EESS	dBW	-155.1
EESS 간섭허용레벨 (Reference Bandwidth of 200 MHz)	dBW / 200 MHz	-166
EESS 간섭허용레벨 (the Common Band of 250 MHz)	dBW / 250 MHz	-165
1개 SRD 마진(Operating with 250 MHz Bandwidth)	dB	-9.9
최대 요구 SRD EIRP 전력밀도	dBW / 250 MHz	-20
최대 요구 SRD EIRP 전력밀도	dBm / 250 MHz	10

유럽의 경우 114.25~122.25 GHz 대역을 이용하는 차세대 EUMETSAT 기상위성을 개발 중이므로 ECC 차원에서 간섭분석을 실시한 것이며 국내의 경우, 해당 대역을 이용하는 위성은 아직 없으므로 간섭분석을 필요로 하지 않을 것으로 보인다.

기술기준 도입시 전파천문국간 간섭도 고려되어야 한다. 현재 244~246 GHz 대역은 전파천문용 주파수 분배가 되어 있으므로 향후 기술기준 제정시 전파천문업무 보호를 위한 실제 시스템 변수를 이용한 간섭분석이 요구될 수 있다

무선기기인증 관련 측정시 고도의 숙련 기술이 필요하며 100GHz 이상 대역 안테나 이득, 출력 측정 등에서 파장이 매우 짧아 측정 재현성에 대한 문제가 발생할 수 있다. 출력 측정시 도파관을 사용하므로 안테나 정렬과 편파 정합이 용이하지 않으며, 관련 문제는 안테나 방사패턴 및 이득이 측정오류 발생에도 영향을 줄 수 있다. 안테나 크기가 매우 작기 때문에 주위 측정환경에 민감하게 영향을 받으며 송수신 안테나간 다중반사 효과 제거를 고려해야 한다.



[그림 6-10] 100~200GHz 대역 안테나 이득 측정(한국표준과학연구원)

과장이 매우 짧은 밀리미터파 이상 대역 측정의 특성상 동축케이블을 이용한 전도성 측정이 어려워 도파관을 이용한 복사성 측정이 수행되므로 온도/습도 조건 적용도 검토가 필요하다. 현재 110GHz 이상 대역에서 사용가능한 동축케이블은 상용제품이 아직 개발되지 않았으며 해당 대역 RF 부품의 전기적 특성 등을 정밀측정할 수 있는 기술개발이 필요하다(2013년 9월 한국전자과학회 논문지, 'G-band 도파관 산란계수 정밀측정'). ETSI EN 305-550 규격의 EIRP 측정시 안테나 치환법을 사용하며 상온상습의 환경적 조건만을 적용하고 있다

제6절 향후 추진방안

국내 산업체는 주로 300GHz 이상 THz 대역에 대한 관심과 수요는 많으나 122/244GHz 특정대역 제품 개발 수요 및 관심 부재 등으로 향후 기술기준 수요에 맞춰 추진이 고려되어야 할 것이다. 업체의 제품개발 및 투자계획이 현재는 없으므로 향후 국내부품시장 활성화 및 기술기준 수요에 맞춰 신중한 접근과 검토가 필요하며 해당 대역에 대한 국내외 기술동향을 지속적으로 파악하여 기술기준을 적기에 도입 추진하고자 한다.

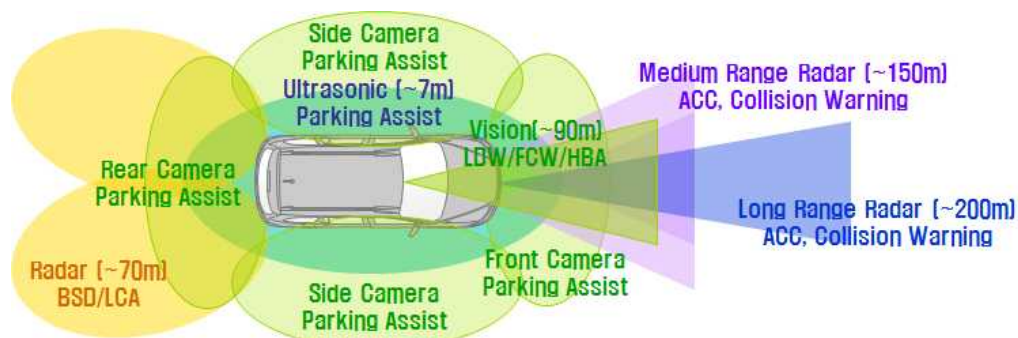
제7장 79 GHz 차량충돌 방지레이더 기술기준 연구

제1절 개요

운전자의 편의성과 도로 안전운행 향상을 위한 첨단 운전자 보조시스템(ADAS, Advanced Driver Assistant System)에는 환경 인식, 판단, 제어 등 여러 분야의 기술이 적용되고 있으며, 그중 가장 중요한 기술은 주변 환경을 인식하는 센서 기술이다.

※ ADAS : 첨단 감지센서로 전방 충돌회피, 차선이탈경고, 사각지대 감시, 향상된 후방감시 등의 기능을 할 수 있는 첨단 운전자 보조시스템

차량외부의 주변 환경인식을 위한 센서로는 주로 카메라, 레이더(Radar), 레이저(Lidar), 초음파 등의 기술이 이용되며, 이러한 센서들은 인지성능 면에서 각기 장단점을 가지고 있어 차량에는 이러한 센서들의 다양한 조합으로 주변환경을 인식한다. 보통 카메라, 초음파는 근거리 장애물들과 충돌방지를 위해 많이 활용되고 있으며, 레이더, 라이더는 앞차와 자동 거리유지 및 주행지원 용도의 센서로 사용되고 있다.



[그림 7-1] 차량용 센서와 응용서비스

이 중 레이더 센서는 악천후 등의 주변환경에 영향이 적고 먼 거리를 감지할 수 있어 고속환경에서 신뢰성과 활용도가 높다. 그러나 차량레이더는 상대적으로 고가인 탓에 유럽의 일부 고급형 차량의 옵션사양으로만 여겨

졌었으나, 기술의 발전, 도로안전성 향상 및 편의성에 대한 요구로 일반 중형차량에도 장착되고 있다.

일반적으로 레이더의 감지능력은 대역폭에 비례하는데 도로상의 보행자 등 다양한 물체를 보다 명확하게 구별할 수 있기 위해서는 고주파의 넓은 대역폭이 필요하다. 유럽에서는 보행자 안전성 확보를 위해 사물의 형태와 크기 등 보다 상세한 식별이 가능하고 오류확률이 적은 고해상도 차량레이더용 광대역 주파수로 79GHz대역에서 4GHz대역폭의 사용가능성에 주목하고, 77~81GHz대역을 고해상도 차량레이더용 주파수로 분배하였다(Decision 2004/545/EC).

이후, 79GHz대역(77~81GHz)의 밀리미터파를 이용한 광대역 고해상도 차량레이더의 개발은 유럽, 일본 등 차량레이더 기술선진국들을 중심으로 활발히 이루어지고 있으며, 특히 유럽은 79GHz대역의 차량 레이더에 대한 기술우위를 바탕으로 유럽지역연구개발프로그램인 FP7 (7th Framework Programme) ‘79GHz CSA 프로젝트’ 등을 통해 시장 확대와 향후 시장에서의 선점을 위한 세계적 주파수 조화를 주도하고 있는 상황이다.

유럽의 제안으로 WRC-15에서는 79GHz대역의 고해상도 근거리 차량레이더의 세계적 주파수 조화를 논의할 예정이며(의제 1.18), 논의결과에 따라 현재 무선탐지업무용으로 지정되지 않은 77.5~78.0GHz 대역을 고해상도 차량레이더 운용을 위한 무선탐지용으로 신규 분배를 계획하고 있다.

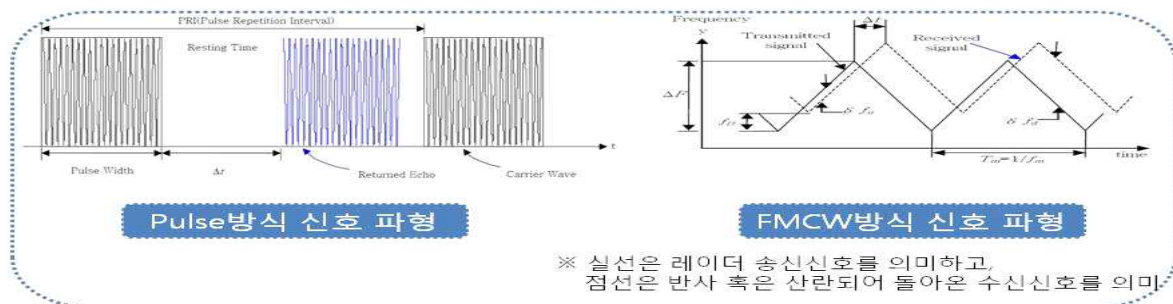
이에 따라 국내에서는 79GHz 차량레이더 도입과 WRC-15(의제1.18)에 대한 대응방안을 모색하기 위하여 산·학·연 관련 전문가로 연구반을 구성하고 국내외 기술개발 및 산업동향, 주요국의 현황, 기존업무와의 주파수 공유연구 등을 선행적으로 검토하였다.

제2절 산업 및 주파수 이용 동향

1. 기술 및 서비스 개요

가. 기술 개요

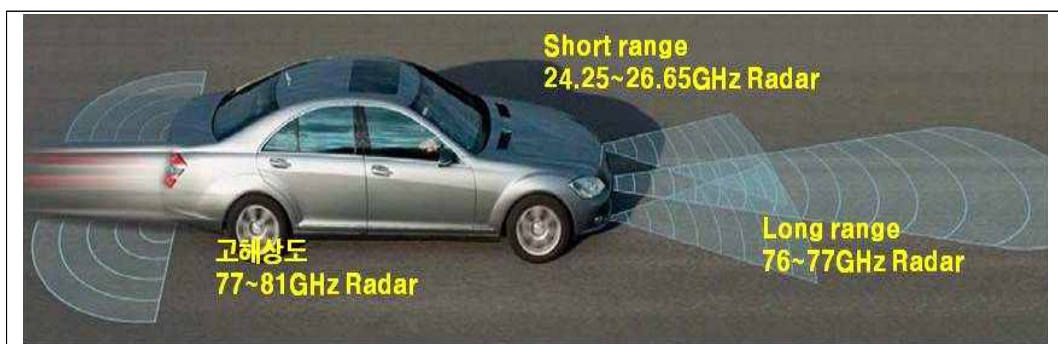
레이더(RADAR)는 무선탐지와 거리측정(RADio Detecting And Ranging)의 약어로 전파를 물체에 발사시켜 그 물체에서 반사되는 전파를 수신하여 물체와의 거리, 방향, 고도 등을 탐지하는 무선 감지 장치이다. 레이더의 전파발사 원리는 크게 Pulse방식과 FMCW(Frequency Modulation Continuous Wave)방식으로 구분할 수 있으며, Pulse방식은 레이더의 송수신에 짧은 간격의 펄스신호를 이용하는 방식으로 송수신 신호와의 시간차를 이용하며, FMCW방식은 송신신호가 주파수 변조된 신호를 휴지시간 없이 연속적으로 발사하는 방식으로 송수신 신호의 주파수 차이를 이용한다. 현재 대부분의 레이더 구현에는 센서의 성능, 기술적 구현 및 시스템 제작의 용이성, 경제성 등을 고려하여 FMCW 방식이 가장 널리 사용되고 있다.



[그림 7-2] 레이더 전파 발사 원리

차량레이더는 도로 교통안전을 향상시키는 운전자 보조 시스템으로 목표물과의 거리 및 속도를 측정하고 차량 충돌 예측 및 방지 기술을 적용하여, 교통사고로 인한 사망사고를 감소시키기 위한 기술이다. 목표물과의 상대속도와 거리를 판별하여 경보를 울려 위험을 알리거나 브레이크를 작동시켜 충돌을 경감시키는 등 운전자 편의성과 안전성 향상의 기능을 구현하는데 사용된다. 현재 차량레이더 센서 시스템의 기술개발은 탐지거리에 따라 약

300m까지의 긴 거리를 감지하는 원거리 차량레이더(LRR, Long Range Radar)와 약 100m 이내의 짧은 거리를 감지하는 근거리 차량레이더(SRR, Short Range Radar)로 구분하여 진행되고 있다. 세계적으로 근거리 레이더(SRR)는 24GHz, 전방감지용 원거리레이더(LRR)는 77GHz대역을 사용하며, 유럽에서는 기존 통신서비스와의 간섭문제로 24GHz대역을 대체하고 보행자 감지 등 보다 작은 대상을 식별 가능한 고해상도 79GHz대역 광대역 차량레이더의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 레이더는 반사된 전파를 이용하여 목표물을 감지하는 관계로 저주파의 전파는 특성상 직진성이 약하여 실제 사용에는 한계가 있다. 79GHz대역의 광대역 주파수는 현재 사용되는 주파수(24GHz)보다 높은 직진성을 부여하여 보다 작은 물체의 탐지 기능 향상과 근접 목표물들의 분리를 쉽게 할 수 있다.



[그림 7-3] 차량레이더 종류 및 사용 주파수

여기서는 유럽이 제안한 79GHz대역(77~81GHz범위, 4GHz대역폭 사용) 고해상도 근거리 차량레이더의 기술적 특징을 간략히 살펴보기로 한다.

나. 79GHz대역 차량레이더의 기술적 특징

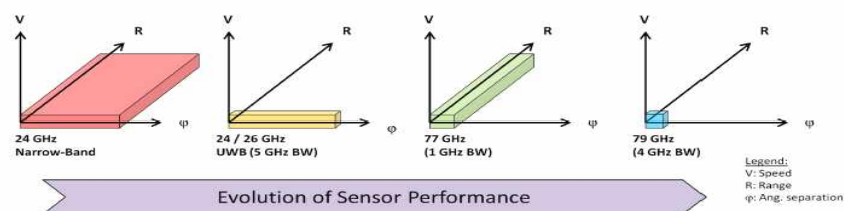
EU의 자금지원을 받아 차량레이더에 대한 간섭 감소 기술을 연구하는 MOSARIM(www.mosarim.eu) 프로젝트에서 수행한 연구 결과들을 살펴보면 일반적으로 차량레이더는 사용 주파수가 높고 대역폭이 클수록 향상된 물체 식별 능력을 제공하여 보다 좋은 신뢰성과 정확성을 제공하는 것으로

알려져 있다. 협대역의 레이더는 여러 개의 물체를 하나로 뭉뚱그려 근접한 물체간의 구분을 명확히 할 수 없는 경우가 종종 발생하며, 보다 넓은 대역폭을 사용할수록 동일한 범위에 나타나는 여러 개체를 하나로 뭉뚱그리지 않고 정확히 구별할 수 있다.

협대역 레이더 센서	광대역 레이더 센서
<p>Spatial resolution low</p> <p>Reality Recognition</p>	<p>Spatial resolution high</p> <p>Reality Recognition</p>
여러 물체를 한개로 인식	다수물체를 명확히 구분

[그림 7-4] 사용 주파수 대역폭에 따른 물체 구별 능력

차량레이더에 사용되는 주파수와 대역폭에 따른 레이더의 센서 성능을 도식적으로 비교하면 다음과 같다. 사용되는 주파수, 파장, 대역폭에 따라 움직이는 물체에 대한 도플러 편이특성(V), 안테나 사이즈(ϕ), 인접 물체 구분 능력(R) 등은 공간 분해능으로 표현될 수 있으며, 육면체가 작을수록 좋은 특성을 나타낸다.



[그림 7-5] 주파수와 대역폭에 따른 레이더 성능

이러한 레이더 물체탐지 능력은 도시 지역의 복잡한 환경에서 근접접근(near miss)과 충돌상황을 정확히 구별할 수 있으며, 기존 24GHz대역에서 제

공하는 모든 편의서비스를 포함하여 보행자 감지 등을 위해 보다 신뢰성 있는 추가적인 새로운 안전운행 서비스의 제공이 가능하다.



[그림 7-6] 근접접근 vs 높은 분해능을 요구하는 교통 시나리오

물체를 구별하는 능력과 더불어 79GHz(77~81GHz)대역을 사용하는 또다른 장점은 레이더 장치를 훨씬 더 작게 만들 수 있다는 것이다. 자동차용 레이더를 실용화하기 위해서는 자동차 범퍼 내에 장착할 수 있는 소형화 및 밀리미터파 부품의 양산화가 반드시 선행되어야만 가능하다. 고주파 회로의 구조 및 안테나의 크기는 사용되는 파장에 직접으로 비례하므로, 기존 주파수보다 높은 주파수를 사용하는 레이더는 사용주파수에 선형적으로 비례하여 작게 만들 수 있다. 따라서 79GHz대역에서 동작하는 장치가 24GHz대역을 사용하는 장치보다 세 배 정도 작게 만들 수 있다.

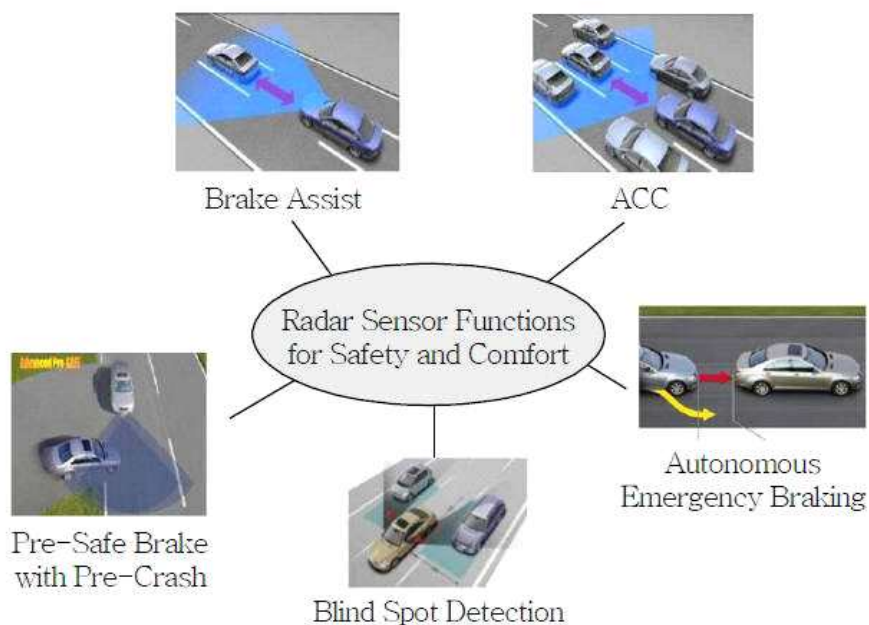
또한, 79GHz방식은 24GHz방식의 기능을 포함한 추가 기능을 하나의 칩으로 구현이 가능하여, 다양한 서비스 제공에 대해 통합된 플랫폼 기능을 제공할 수 있다. 이러한 통합 플랫폼 방식은 레이더 시스템 설계 및 제작에 유연성을 제공하고 개발을 위한 비용 및 시간을 줄일 수 있다.

다. 주요 응용 서비스

차량레이더 기반의 응용 서비스는 초기에 자동차의 전방 충돌 경보를 주기 위한 간단한 감지기능에서 출발하였지만 최근에는 레이더를 통한 주변의 상황 정보를 충돌예측 알고리즘을 통해 스티어링 휠, 브레이크, 엑셀 등 자동차 주변장치와의 연동으로 차선이탈방지, 자동가·감속, 에어백 조기팽창 등 긴급 상황에 맞는 능동 대처를 가능하게 하는 능동 안전시스템으로 발전해 나가고 있다.

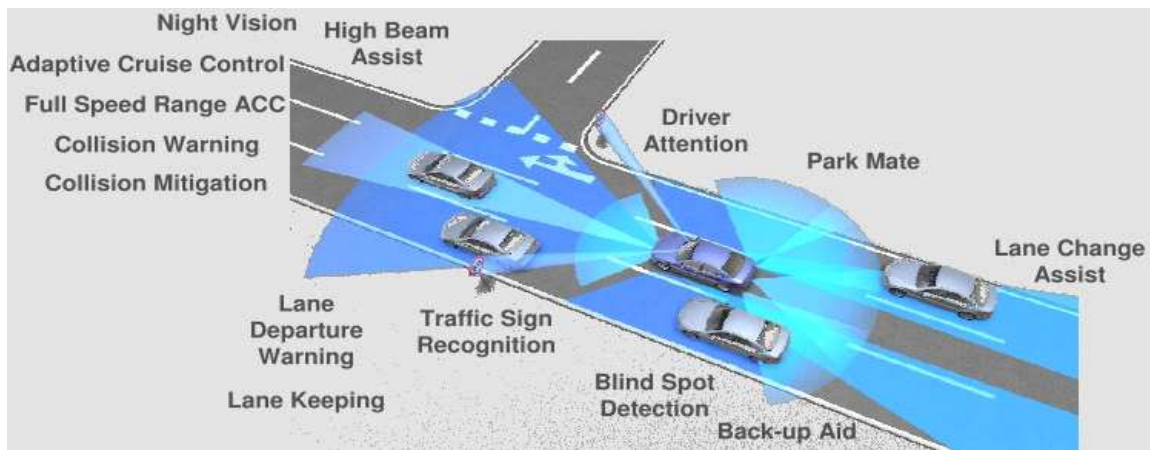


[그림 3-7] 차량 충돌예측 알고리즘



[그림 7-8] 차량 능동 안전시스템 서비스

최근 차량 능동안전 시스템은 레이더와 카메라 등 기타 센서들의 조합을 통해 차량 주변의 360° 전체에 대한 탐지가 가능하도록 탐지범위가 확대되면서, 궁극적으로 차량의 자율주행(self-driving)을 목표로 발전하고 있다.



[그림 7-9] 360° 감지를 통한 응용서비스

현재 차량레이더를 활용하여 구현되는 능동 안전시스템은 업체에 따라 다양한 방식과 명칭으로 상용화 되고 있으나, 공통적으로 적응형 주행 제어(Adaptive Cruise Control, ACC), 사각감지(Blind Spot Detection, BSD), 차선변경지원(Lane Change Assist, LCA)의 기능을 포함하고 있다.

- 적응적 주행제어(Adaptive Cruise Control, ACC) : 운전자가 페달 조작을 하지 않아도 스스로 속도를 조절하여 앞차 또는 장애물과의 거리를 유지시켜 주는 시스템

	<p>DAIMLER社 (Mercedes-Benz) ACC 기능</p> <ul style="list-style-type: none"> - 서비스명: DISTRONIC Plus - 주요기능: LRR과 SRR 센서가 전방차량을 감시하여 앞차와의 안전거리를 유지, 정체구간에서 stop-and-go 기능 지원
--	---

[그림 7-10] DAIMLER社(Mercedes-Benz) 적응적 주행제어

- 사각지대탐지(Blind Spot Detection, BSD) : 자동차 양 측면에 장착된 센서가 사이드미러로 보이지 않는 사각지대에 사물이 있는지를 판단하여 운전자에게 알려주는 시스템



DAIMLER 社 (Mercedes-Benz) 사각지대탐지(BSD) 기능

- 서비스명: Active Blind Spot Assist
- 주요기능: 뒤 범퍼내에 장착된 센서가 사각지대를 감지하고
 ①사각지대에 물체 감지시 사이드미러에 표시 ⇒ ② 방향지시등 점멸시 청각과 불빛으로 경고 ⇒ ③ 충돌임박시 자동 방향 교정

[그림 7-11] DAIMLER社(Mercedes-Benz) 사각지대 탐지 기능

- 차선변경지원(Lane Change Assistance, LCA) : 주행차선을 감지하고, 의도하지 않은 차선 이탈 상황을 감지하여 경보

EU의 MOSARIM 프로젝트에서는 레이더의 사용 목적을 편리성과 안전성으로 구분하고, 레이더의 장착 위치에 따라 차량레이더의 응용 서비스를 다음과 같이 8개 카테고리로 분류하고 있다.

[표 7-1] 레이더를 기반으로 하는 서비스 분류

응용 서비스	레이더 위치	사용 목적
Adaptive Cruise Control(ACC)	정면	편리성/안전성
Collision Warnig System(CWS)	정면/옆	편리성
Collision Mitigation System(CMS)	정면/옆	편리성
Vulnerable Road User Detection(VUD)	정면	안전
Blind Spot Detection(BSD)	뒤	안전
Lane Change Assistance(LCA)	뒤	편리성
Rear Cross Traffic Alert(RCTA)	앞/뒤	편리성
Back-up Parking Assist(BPA)	뒤	편리성

- 충돌경보(Collision Warnig System, CWS), 충돌완화(Collision Mitigation System, CMS) : 전면 차량충돌이 예상될 경우 충돌위험이 있는 경우 운전자에게 경고, 충돌을 최소화하기 위해 자동으로 브레이크 작동
- 보행자 감지(Vulnerable Road User Detection, VUD) : 보행자를 인지하고, 보행자가 갑자기 차도에 들어서는 것과 같은 돌발 상황에 자동 제동 및 자동 회피 기능
- 후방교차차량경보(Rear Cross Traffic Alert, RCTA) : 주차 공간에서 차량을 후진으로 뺄 때 통행 차량이 감지되면 이를 운전자에게 경고
- 후진 주차보조(Backup Parking Aid, BPA) : 후진으로 주차시 보조

주로 정면 라디에이터 그릴에는 전방감지용 원거리레이더(LRR)를 장착하여 차간거리가 가까워지면 자동 저속모드로 동작하는 적응주행제어(ACC), 충돌경보(CWS) 기능 구현을 위해, 측후방 범퍼에는 단거리레이더(SRR)를 장착하여 사각지대감지(BSD), 차선 이탈경보(LDW), 후방 감시경보(RCTA) 등의 시스템을 구현하는데 사용된다.



[그림 7-12] 차량레이더 장착 위치

기존의 자동차는 레이더 등의 센서 장착을 고려하지 않았으나, 미래의 자동차는 레이더 등 센서의 장착 공간을 고려하여 알맞게 개발되는 것이 필요하다.

국내외에서 현재 상용화되어 제공되고 있는 차량레이더 서비스는 사용목적에 따라 주파수별로 다르며, 주로 24GHz와 77GHz를 이용하여 서비스를 제공하고 있으며, 주파수별 제공 서비스 기능과 관련 제조업체는 다음과 같다.

[표 7-2] 차량레이더 서비스를 제공하는 주요 제조업체

구분	기능	설명	센서 업체
전방 77GHz 레이더	스마트 크루즈 컨트롤 [앞차와의 거리측정 정속주행장치]		만도, 모비스, 콘티넨탈, 델파이, 민소, 보쉬, 후지쯔 등
후측방 24GHz 레이더	후측방 경고 시스템		만도, 모비스, 헬라, 발레오, 오토리브, 콘티넨탈 등
	차선 변경 보조 시스템		
	후방 감시경보 시스템		
	후방 추돌경보 시스템		

2. 주파수 이용 현황

가. 국내 주파수 분배 현황

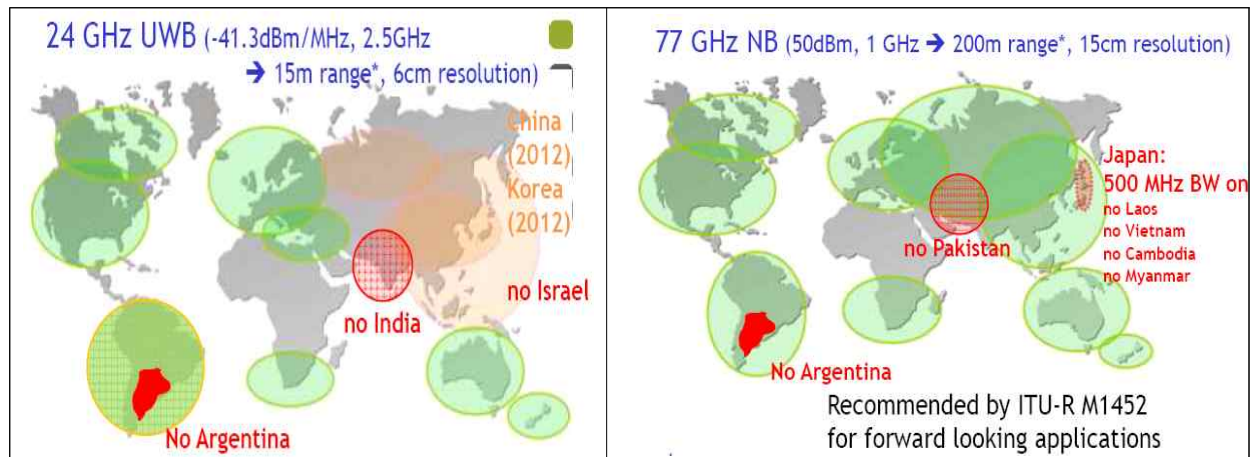
국내에서는 자동차 사고예방 기술에 활용되는 ‘차량충돌방지용레이더’로 구분하여 ‘01년 76~77GHz대역을 분배하였으며, ‘12년도에는 해외업체의 수요제기에 따라 FTA와 통상문제 등을 고려하여 24.25~26.65GHz 대역을 추가하고 불요발사, 점유주파수대폭 등의 기술기준을 규정하였다. ‘차량충돌레이더’ 국내 인증현황은 LRR에 사용되는 77GHz대역은 Bosh, Delphi, Fujitsu, Denso 등 유럽과 일본 14개 제품이 등록되어 있으며, 사각지대감지 등 SRR에 사용되는 24GHz대역 제품은 아직 인증받은 제품이 없다(‘13년 12월 기준).

[표 7-3] 차량충돌방지용레이더 특정소출력무선기기 기술기준
(무선설비규칙 제29조제9항)

분류	용도	주파수 대역	출력기준	무선기기 종류
특정 소출력 무선기기	차량충돌방지용	24.25~26.65	-41.3 dBm/MHz	자동차 충돌예방 감지기
		76~77GHz	10mW	

나. 해외 주파수 분배 현황

차량레이더의 이용 주파수는 국가마다 다소 차이가 있지만, 현재 대부분 국가에서는 근거리 차량레이더(SRR)는 24GHz대역을 사용하고 있고 장거리 차량레이더(LRR)용으로는 77GHz(76~81GHz)대역을 사용하고 있다.



[그림 7-13] 24GHz, 77GHz대역 차량레이더 국제 분배 현황

ITU-R SM.1755에서 UWB 차량레이더 대역은 22.125~26.125GHz를 사용할 수 있도록 규정하고 있으나 23.6~24.0GHz 대역은 RR 5.340에서 모든 전파발사를 금지하고 있다. 이에 따라 2004년 EU에서는 LRR용으로 77~81GHz대역의 주파수를 할당하고(EC Decision 2004/545/EC), 2005년 기존 SRR의 사용주파수인 24GHz대역을 최대 2022년까지만 사용하도록 규정하였다(EC Decision 2005/50/EC). 따라서 유럽에서는 24GHz대역의 차량 레이더 주파수는 77~81GHz대역으로 전면 전환될 계획이다.

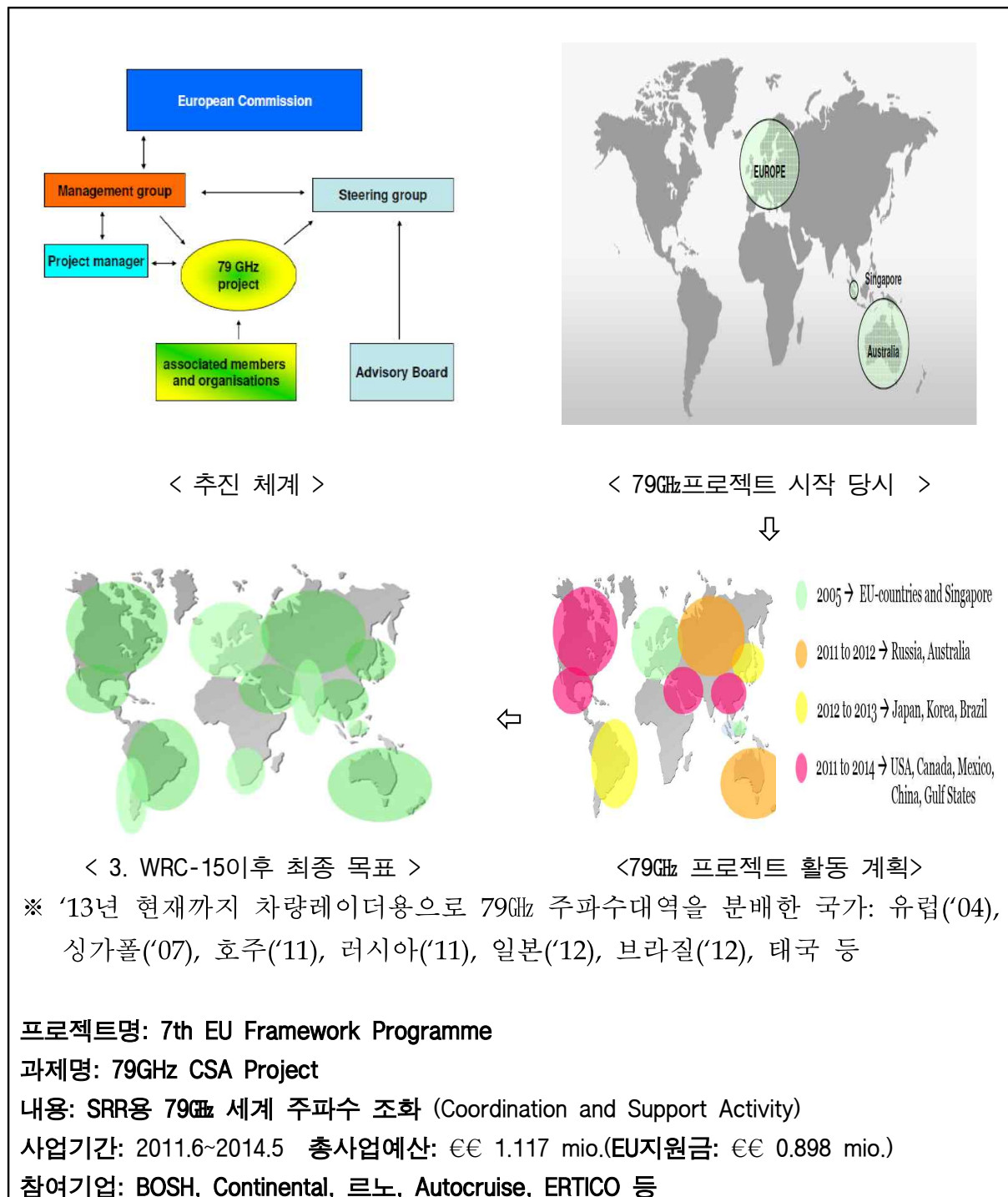


[그림 7-14] EU 차량 레이더 주파수

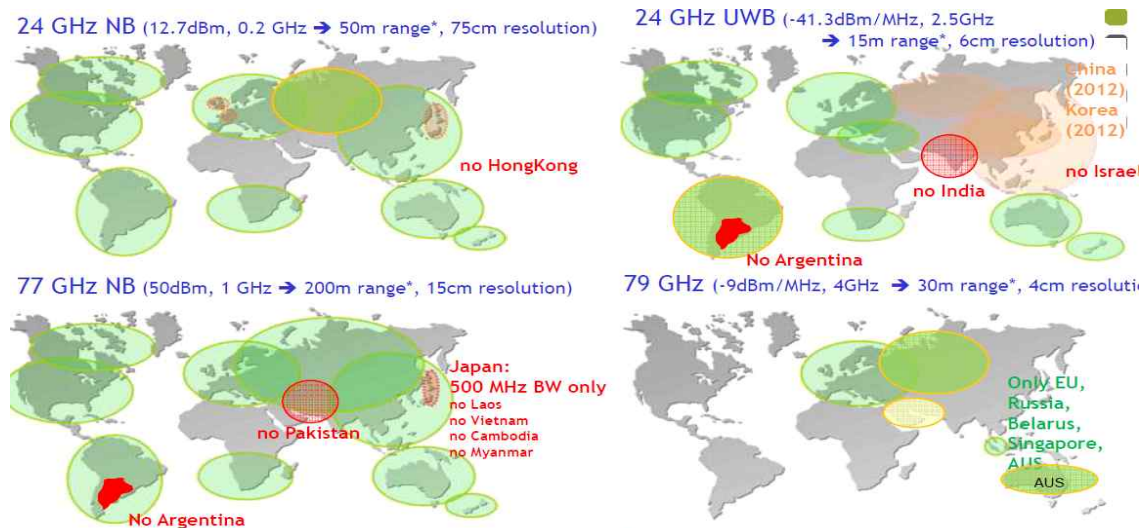
이를 위해 EU는 자동차 산업분야의 이해 당사자들을 중심으로 유럽위원회

(Decision 2004/545/EC)에서 결정된 동일한 주파수와 동일한 출력으로 모든 나라가 동일한 규정을 채택하도록 ‘79GHz CSA 프로젝트’를 통해 세계 주파수 조화활동을 주도하여 시장선점을 위해 노력하고 있다.

[표 7-4] 79GHz 국제 주파수 조화를 위한 프로젝트(FP7) 개요



현재 EU의 자동차 산업과 밀접한 관계의 싱가포르, 호주, 러시아, 일본 등이 차량레이더용 주파수로 79GHz대역을 분배에 동참하고 있다.



[그림 7-15] 차량레이더 주파수 분배 현황 ('12년 기준)

3. 기술개발 및 산업 동향

가. 기술개발 동향

차량용 안전 시스템과 관련된 센서의 개발은 1980년대 초 일본에서 레이저를 이용한 라이다가 상용화된 적 있었으나 레이저는 비, 눈, 안개 등의 기상 조건이나 목표물의 표면 조건 등에 민감하여 90년대 이후 밀리미터파를 사용하는 레이더 방식이 널리 보급되고 있는 상황이다.

1959년 GM의 Cadillac Cyclone에 튜브 기술을 사용하여 차량 레이더가 처음 장착 되었으며, 이후 35GHz 펄스모드 레이더를 거쳐 실제 상용화는 1999년 77GHz 레이더가 Mercedes S-Class에 장착된 이후부터 본격적인 시장 확대 및 기술 개선이 이루어지고 있다.

전방감지용 레이더는 일부 24GHz도 사용하고 있으나 주로 77GHz의 대역에서의 연구가 활발히 진행 중이며, Bosch, Siemens, Conti-Temic 등은 77GHz 원거리용 3세대 레이더 솔루션을 시장에 출시하고 있으며 멀티모드 기반의

저가, 소형화된 4세대 레이더 솔루션이 개발 완료단계에 있는 상황이다.

차량 지능화에 따른 레이더 센서의 차량 장착공간 부족으로 레이더 센서의 소형화가 급격하게 요구되고 있으며, 이에 따라 Bosch는 기존 라디에이터그릴에 장착하던 레이더 센서를 헤드라이트 공간에 장착 가능한 소형화된 차세대 레이더 센서를 개발하였으며, Delphi사에서는 카메라와 레이더를 통합 소형화하여 룸미러 뒤쪽 전면 유리에 장착 가능한 제품을 개발하는 등 해외선진업체 들은 장착특성이 우수한 소형화된 차세대 레이더 제품을 선보이고 있다.



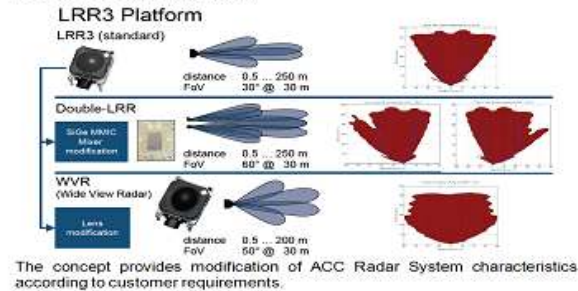
[그림 7-16] 장착 특성을 개선한 차량레이더 제품

Delphi사와 Conti-Temic사는 77GHz를 기반으로 마이크로 스트립 패치 안테나와 기계적 빔포밍을 각각 적용한 근거리 및 장거리 통합 기능용 다중빔을 지원하는 제품인 ESR, ARS300 모델을 최초로 상용화하였으며, Bosch, Denso 등의 전장 업체는 근거리 및 장거리 통합 기능용 다중빔을 지원하는 제품을 연구개발 완료 하였다.

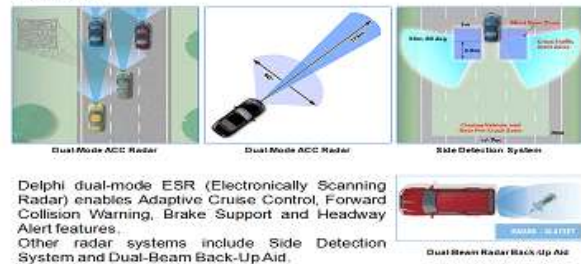
77GHz 대역 레이더 센서용 RF-IC는 E2V Tech, UMS, Mitsubishi, Denso 등을 중심으로 Gunn diode, MMIC를 이용한 제품이 주를 이루었으나 최근 Infineon의 Si-Ge 기반의 77GHz 레이더용 RF-IC(RASIC)가 시장에 출시됨에 따라 Bosch등의 업체는 이를 기반으로 한 제품을 개발하여 시장에 출시하고 있는 상황이다.

Daimler-Benz, BMW, Jaguar, Volvo, Ford, Nissan, Toyota, Honda 등 선진 자동차 업체에서는 이들 선진 전장업체의 핵심 부품을 기반으로 77GHz 레이더 기반의 ACC, 트래픽 잼 어시스턴스(TJA) 등의 차량용 안전운전 지원 어플리케이션 시스템을 상용화 중이다.

Bosch (BMW, Audi)



Delphi



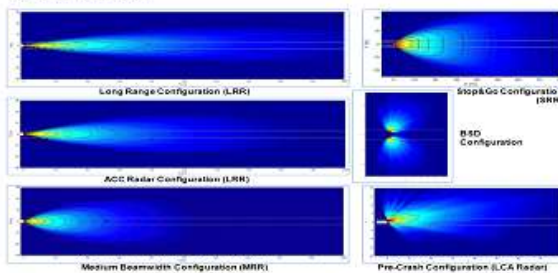
Hella (VW)



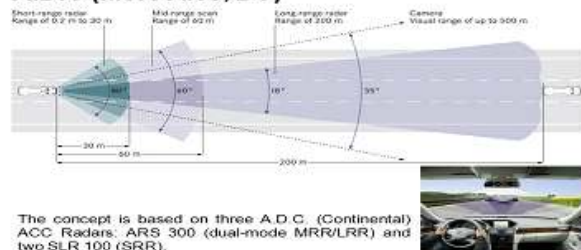
TRW



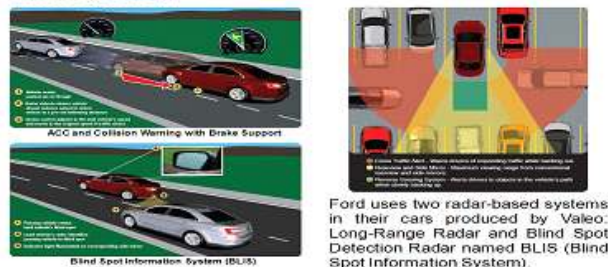
SmartMicro



A.D.C. (Mercedes, DC)



Valeo (Ford)



[그림 7-17] 해외 77GHz 차량용 레이더 센서 현황

79GHz대역 고해상도 차량레이더의 기술개발은 Infineon, BOSCH, 컨티넨탈, 파라소닉 등 유럽 및 일본 업체를 중심으로 실리콘게르마늄(SiGe) 공정기술을 이용하여 소형 저가의 고집적 레이더 센서의 상용화를 추진 중이며, 벤츠, 볼보, 도요타 등 해외 유수의 자동차 제조업체들은 79GHz 대역 차량레이더와 카메라를 조합하여 전면 혹은 측면에서 급작스럽게 다가오는 보행자를 탐지하여 운전자에게 경보를 제공하고, 필요시 자동으로 자동차를 멈추게 하는 능동 안전시스템의 개발에 노력하고 있다.

국내에서는 2008년 최초로 ACC(Adaptive Cruise Control) 기능의 거리 레이더를 탑재한 ‘현대 제네시스’가 출시되었으며, ‘쌍용 체어맨’ 또한 ACC 기능의 원거리 레이더를 탑재한 모델을 출시하였으나, 모두 해외 업체의 레이더 제품을 수입하여 단순 장착한 수준으로 차량용 레이더에 관한 기술이 선진국에 비해 상대적으로 절대 열세에 놓여 있다.

차량레이더에 대한 세계 대표시장인 미국을 대상으로 특허 출원을 통한 각국의 기술수준을 살펴보면, 국내 레이더 기술수준이 선진국 대비 상대적으로 매우 낮아 레이더 분야의 기술경쟁력 확보가 시급한 것으로 나타난다.

[표 7-5] 레이더 센서의 미국특허에서 국가별 기술수준 순위
(특허정보원 2009년)

특허등록건수				영향력 지수(PII)				기술력 지수(TS)			
'00~'04		'05~'09		'00~'04		'05~'09		'00~'04		'05~'09	
미국	6	미국	20	독일	1.6	독일	1.2	미국	8.0	미국	19.4
일본	2	일본	10	미국	1.33	미국	0.97	독일	1.6	일본	9.7
대한민국	1	독일	4	일본	0.5	일본	0.97	일본	1.0	독일	4.86
독일	1	대한민국	0	대한민국	0.2	대한민국	0	대한민국	0.2	대한민국	0
대만	1	대만	0	대만	0.2	대만	0	독일	0.2	대만	0

국내 완성차 업체 및 전장 업체는 핵심 부품인 레이더 센서를 외국 선진 업체와 기술합작 또는 단순 도입을 통하여 적용하고 있으며, 제어용 알고리즘은 독자 개발하는 방식으로 개발을 진행하고 있는 상황이다.

만도는 2007년 이후부터 24GHz대역을 활용한 근거리 레이더 센서 시스템 개발을 독자적으로 진행하며, 2008년 독일 Hella사와 레이더 센서 모듈 및 ECU 등의 통합안전제어 시스템을 양산하기 위한 조인트 벤처인 (주)만도헬라일렉트로닉스를 공동 설립하였고, Hella사로부터 레이더 센서 모듈 테스트 및 관련 제품 양산화 기술의 흡수 이전이 가능할 것으로 예상된다.

또한, 전자부품연구원은 2007년 이후부터 24GHz대역을 이용한 차량용 근거리 레이더 센서용 RF-IC 및 신호처리 알고리즘 개발을 진행하였으며, 에이스 테크놀로지는 국내 최대의 안테나 개발 제조업체로 24GHz와 77GHz 대역의 차량용 Radar Antenna를 설계하고 있으며 국산 양산화를 위한 Know How와 다수 설비를 보유 하고 있어 국산화 검토를 진행하고 있다.

최근, 현대모비스는 국방용 레이더기술 등을 적극 도입할 예정으로 레이더 센서 국산화를 위해 SiGe방식 77GHz 주파수방식 기술을 개발 중이며, 만도는 국책과제로 SiGe 방식 76~77GHz 차량 레이더에 대한 기술개발을 완료하고 상용화를 위한 준비에 박차를 가하고 있다.

국내 79GHz대역 기술개발은 ETRI에서 2010년 6월부터 “고집적 CMOS multi-radar sensor 기반 차량 안전시스템 개발” 과제를 수행중이며, 과제개요는 전력소모가 적고 소형화 등 상당한 이점을 가지고 있는 CMOS 방식을 이용하여 76~81GHz에 동작하는 레이더로 LRR(Long Range Radar)와 SRR(Short Range Radar)를 하나의 레이더로 동시 구현이 가능하며, 유전율이 큰 작은 크기의 어레이안테나를 사용하여 소형화와 대량 생산에 중점을 맞춰 개발 중에 있다. 그러나 국내 차량용 레이더 칩에 대한 수요는 다른 무선통신제품과 대비하여 수요가 적고, 외국제품과의 기술력차이 등으로 인해 시장 형성에 어려움이 있어 실제 상용화까지는 다소 어려움이 있어 보인다.

나. 산업동향

최근 국내외 자동차관련 주요 이슈중 하나는 차량의 증가에 따른 차량의 충돌방지과 보행자 보호 등에 관한 차량의 안전 운행과 관련된 부분이다. 경찰청 통계에 따르면 국내 교통사고로 약 5천여명의 사망자가 발생하고 있으며, 전 세계적으로도 매년 약 15만명 이상의 교통사고 사망자가 발생하고 있다. 이러한 교통사고의 75% 이상이 운전자 부주의로 발생하고 있는 것으로 알려지고 있다.

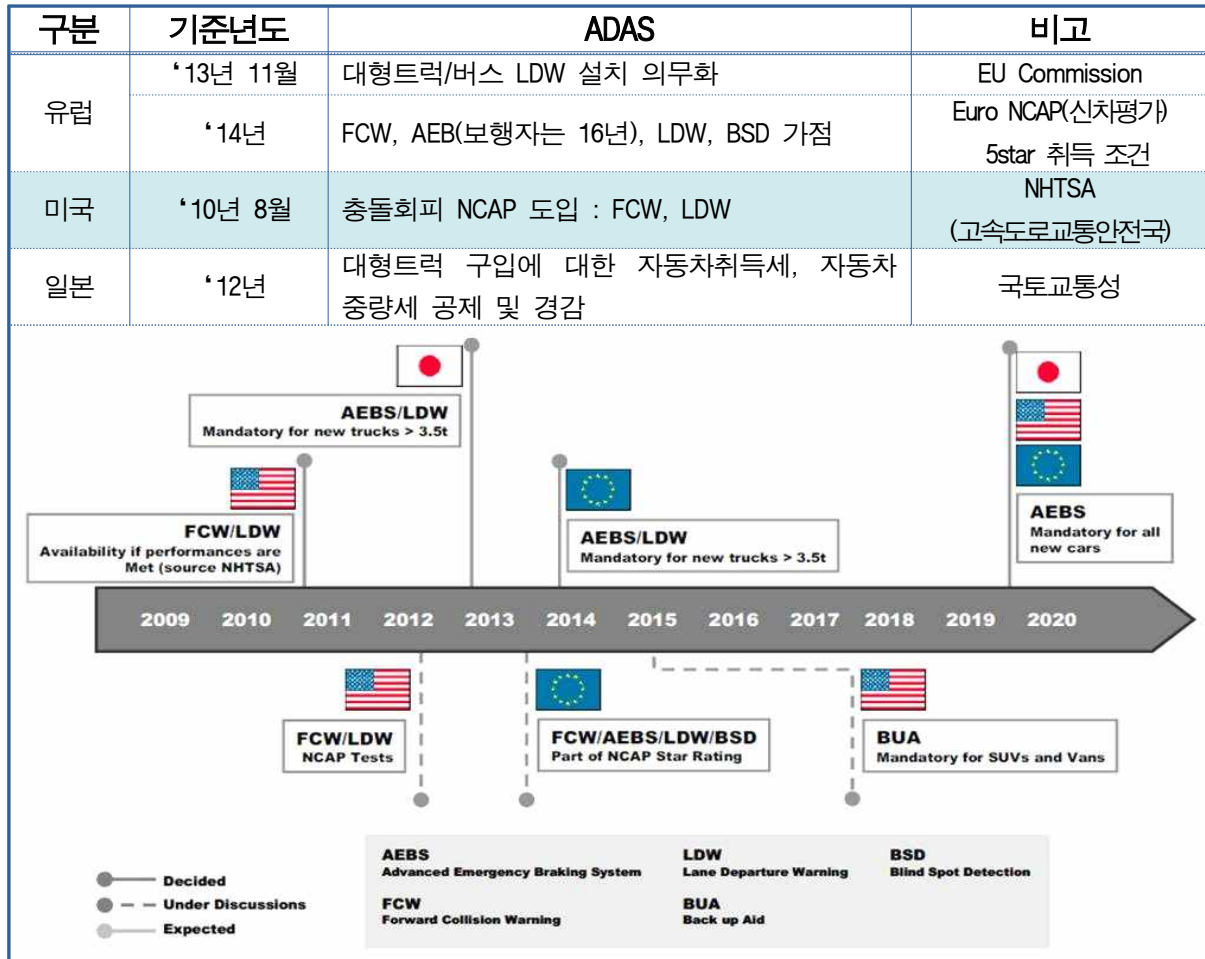
유럽, 미국, 일본 등 선진국들은 국가별로 교통사고 발생률 저하를 위하여 자동차 안전 관련 정책 목표를 수립하고, 첨단 운전자 보조시스템(ADAS, Advanced Driver Assistant System)을 탑재한 차량의 보급을 통해 운전자의 부주의로 인해 발생 가능한 사고를 미연에 방지하고자 노력하고 있으며, 사전충돌방지시스템(Pre-Crash Safety System)을 의무화하려는 추세에 있다.

[표 7-6] 국가별 교통사고 발생률 저하를 위한 정책 목표

구분	정책기준	기준년도	목표	비고
유럽	연간 교통사망사고자, 중증자수	'00년 대비 ' 15년 목표	50% 목표	White paper of European transport Policy (교통정책 백서)
미국	승용차 1억 마일 당 교통사고 탑승사망자수	'04년 대비 ' 08년 목표	1.17명 → 1.0명	Department of transportation (교통부)
일본	교통사망자수	'10년 대비 ' 15년 목표	5500명 이하 → 3000명 이하	제8차 교통안전기본계획

EU에서는 2013년 11월 모든 신차종 상용차, 2015년 11월에는 모든 상용 신차에 긴급 자동 브레이크 장착을 의무화시켰으며, 미국에서는 NHTSA가 신차종에 대해 의무화를 검토하고 있다. 또한, 일본에서는 대형트럭에 의한 추돌사고 사망률이 승용차보다 약 12배가 높고 충돌피해 경감 브레이크로 추돌사고 사망사건건수의 약 80%를 줄일 수 있어 상당히 높은 안전효과를 볼 수 있다고 보고 대형 상용차에 대한 의무화가 진행 중이다.

[표 7-7] 국가별 교통사고 발생률 저하를 위한 정책 목표



이에 따라 유럽, 미국, 일본 등에서는 차량레이더 등 자동차 센서의 전반적인 가격 하락을 유도하고, 보행자 감지 등을 위한 센서의 고정밀화, 레이더와 카메라 등의 센서 융합화를 통한 산업 활성화를 위해 노력 중이다.

2016년(WRC-15) 이후에는 유럽 이외 지역에서도 ADAS용 센서의 수요 증가가 예상되며, 자율운전 차량도 시장에 투입될 전망으로 해당 장착되는 ADAS용 센서의 수가 더욱 증가할 것으로 예상된다. 향후 ADAS용 센서는 자동차 부품시장을 견인하며, 2012년부터 2020년까지의 연평균 성장률(CAGR)은 20.2%에 이를 것으로 전망된다.

[표 7-8] 세계 자동차부품 시장전망

(일본야노경제연구소)

구 분	2012 年		2013 年		2020 年		연평균성장률 (2012~2020 年)
	금 액	점유율	금 액	점유율	금 액	점유율	
파워트레인	7,518	40.2%	7,768	38.6%	10,091	35.0%	3.7%
차 시	6,653	35.6%	6,923	34.4%	9,193	31.9%	4.1%
바 디	3,427	18.3%	3,509	17.4%	4,580	15.9%	3.7%
ADAS	1,007	5.4%	1,815	9.0%	4,399	15.2%	20.2%
HV/EV	83	0.4%	105	0.5%	585	2.0%	27.6%
합 계	18,689	100.0%	20,121	100.0%	28,846	100.0%	5.6%



시장조사기관인 GIA(Global Industry Analysts, Inc)에 따르면 순수한 차량용 레이더 센서의 세계 시장은 2010년 195억불에서 2013년 300억불, 2015년 475억불로 연평균 25%이상의 성장률을 보일 것으로 전망한다.

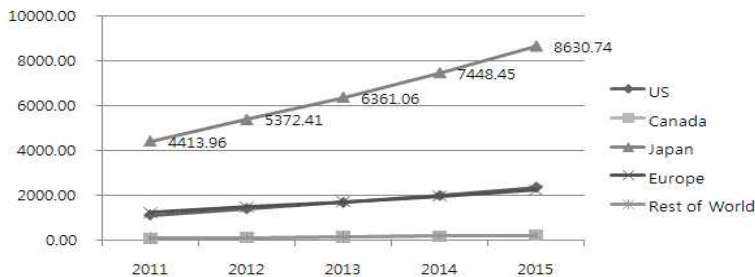
[표 7-9] 차량레이더 센서 시장예상

(GIA조사자료)

Markets Independently Analyzed with Annual Installations '000 Units for the Years 2011 through 2015

Region/Country	2011	2012	2013	2014	2015	% CAGR
US	1117.34	1403.79	1677.70	1995.44	2366.40	20.64
Canada	91.48	119.60	152.03	186.47	227.02	25.51
Japan	4413.96	5372.41	6361.06	7448.45	8630.74	18.25
Europe	1235.99	1478.78	1725.39	1971.19	2236.58	15.98
Rest of World	100.82	125.82	153.69	185.59	222.02	21.82
Total	6959.59	8500.40	10069.87	11787.14	13682.76	18.41

2015년 시장 규모
\$500*13682760
=\$68억



2007 & 2008: GIA Estimates
Error tolerance for data in this table is 15%(+/-)
Data represents ACC installations in vehicles at OEM Level
Rest of World Includes Asia-Pacific(excluding Japan), Latin America, Middle East and Africa

제3절 국제기구 연구 동향

WRC-15(의제1.18)에서는 고해상도 차량레이더 도입을 위하여, 무선탐지업무로 분배되지 않은 77.5~78GHz대역을 무선탐지업무로 신규 분배하는 방안을 논의할 예정이며, 이는 유럽과 일본을 중심으로 추가 주파수 분배를 통해 76~77GHz 대역은 적응형 스마트크루즈컨트롤(ACC) 등을 위한 원거리 차량레이더로, 77~81GHz 대역은 보행자 안전 등을 위한 고해상도 근거리 차량레이더로 사용할 목적이다. ITU-R에서는 77.5~78GHz 신규 주파수분배와 관련하여 다양한 연구를 진행하고 WRC-15에 반영할 예정이다.

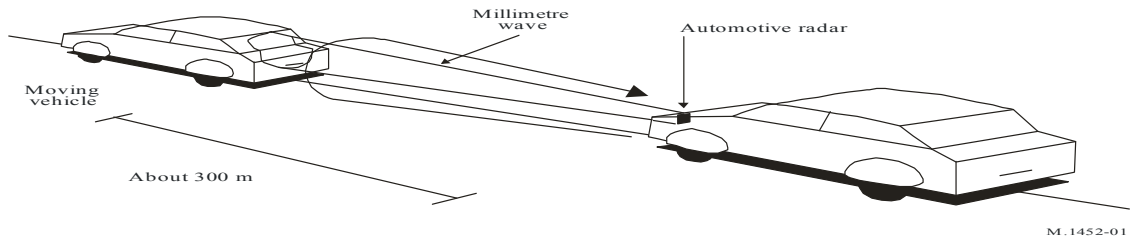
1. ITU-R 권고 및 보고서

가. ITU-R M.1452-2 (2000-2009-2012)

ITU-R M.1452-2는 지능형교통시스템(ITS) 응용을 위한 무선통신 시스템과 밀리미터 전파를 이용하는 차량레이더의 시스템에 대한 요구사항을 권고하고 있다. 최초 2000년 60GHz대역과 77GHz대역에서 동작하는 저전력 단거리 차량레이더의 권고를 위해 제정(M.1452)된 이후, '09년 지능형교통시스템 응용을 위한 밀리미터웨이브 시스템 권고로 개정하였고, '12년에 79GHz 고해상도 차량레이더 내용을 추가하여 재개정(M.1452-2)하였다.

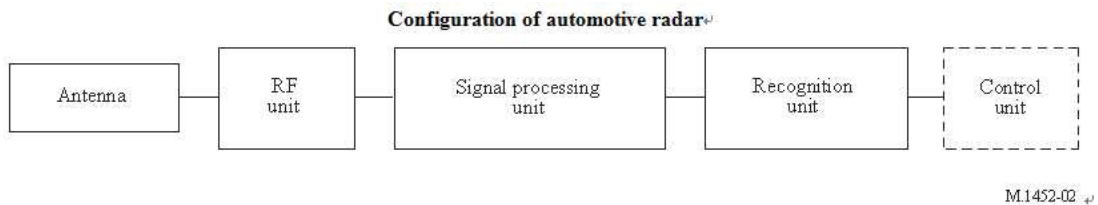
REC. ITU-R M.1452-2에서는 밀리미터파를 이용하는 차량레이더를 유럽의 주파수 공유연구 결과(ECC Report 56)를 반영하여 2개 카테고리로 분류하여 시스템 요구사항 및 기술적, 운영적 특징 등을 권고하고 있다.

- ※ (카테고리 1) 76~77GHz 대역에서 운영되어 약 300m까지 전방의 차량충돌 방지, 적응적 주행제어 레이더 시스템
- ※ (카테고리 2) 77~81GHz 대역에서 운영되어 약 100m 전후의 통행 장애물과 사각지대 감지 및 차선 이탈 경고 레이더 시스템



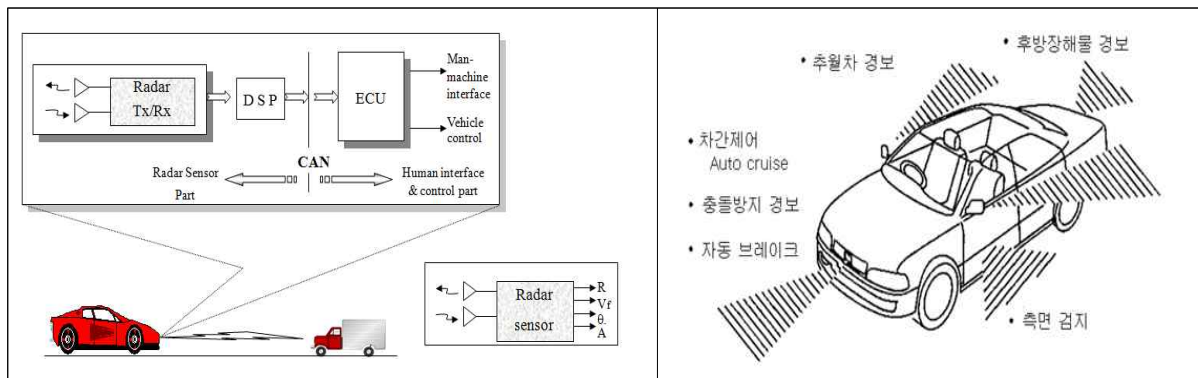
[그림 7-18] 차량충돌방지 시스템 개념도(M.1452-1)

차량레이더 시스템을 설계하기 위한 가이드라인으로 제시하고 있는 차량레이더의 구성은 안테나, RF 유닛, 신호처리 유닛 등으로 이루어지며, 각각의 기능은 다음과 같다.



[그림 7-19] 차량레이더 구성도(M.1452-02)

안테나, 고주파(Antenna, RF)부는 신호변조, 고주파변환, 전파발사 및 수신 기능이 이루어지며, 빔스캐닝의 기능을 수행한다. 신호처리부(Signal processing)는 RF단에서 넘어온 신호로부터 목표물과의 거리 및 속도를 계산하고, 안테나에서 빔 스캐닝이 있을 경우에는 목표물의 방향까지 계산하는 기능을 수행한다. 또한 인식(Recognition) 유닛은 각각의 서비스 기능을 제공하는 시스템의 요구에 가장 부합되는 필요 데이터를 선택한다.



[그림 7-20] 차량레이더 시스템 및 주요 구현 기능

레이더의 변조방식은 FMCW, 펄스변조, DSSS방식 등을 사용하도록 되어 있으며, 기타 기술적 운용 특성은 77GHz(76-77GHz)와 79GHz(77-81GHz)으로 구분하여 다음과 같이 권고하고 있다.

[표 7-10] 76-77GHz 차량레이더 기술적 특성

Characteristic (parameter)	Value
Operational characteristics	
Application	Adaptive cruise control (ACC) ACC stop&go Collisionavoidance(CA)
Typical installation	One sensor (behind cooler grill)
Technical characteristics	
Typical range	0-300 m
Frequency range	76.00-77.00 GHz
Specified bandwidth (typical)	Up to 1 GHz
Peak power (e.i.r.p.)	Up to +55 dBm
Mean power (e.i.r.p.)	23.5-50 dBm

[표 7-11] 77-81GHz 차량레이더 기술적 특성

Parameter	Value	
	System A	System B
Mean power spectral density(e.i.r.p.)	9 dBm/MHz	-3dBm/MHz (NOTE 1)
Peak power(e.i.r.p.)	+45 dBm	+55 dBm (NOTE 2)
Transmit power	10 dBm	
Antenna gain	35 dBi	
Specified bandwidth	Up to 4 GHz	
NOTE 1 – The maximum mean power spectral density outside a vehicle resulting from the operation of one short-range radar shall not exceed -9 dBm/MHz e.i.r.p		
NOTE 2 – Peak power is defined in 50 MHz bandwidth.		
* The parameters of System B are derived from ETSI EN 302 264		

나. ITU-R M.[AUTO](가칭, Document 5A/TEMP/134)

ITU-R M.[AUTO]는 WRC-15 의제 1.18 관련하여 77.5~78GHz대역 신규 주파수 분배를 위해 동일 및 인접 대역의 기존 분배업무(아마추어 및 아마추어위성, 전파천문 등)와 주파수 공유연구를 목적으로 차량레이더 기술선진국인 유럽과 일본 주도로 신규 작성 중인 문서이다. M.1452-2는 77GHz, 79GHz대역 차량레이더에 대한 기술기준과 운용에 관한 권고 사항이며, ITU-R M.[AUTO]에는 76~81GHz대역의 차량레이더에 대한 공유연구를 위해 구체적인 파라미터 값들을 제시한다. 76~78GHz 대역의 차량레이더 특성을 4가지(적응순향제어, 전방, 코너, 고해상도)로 구분하고 각각에 대한 권고 값을 제시하고 있다.

[표 7-12] 작업중인 M.AUTO(가칭)의 76-81GHz 차량레이더 기술적 특성

	Radar A Automotive radar For front applications for eg for adaptive cruise control	Radar B Automotive high-resolution radar For front applications	Radar C Automotive high-resolution radar Parameter For corner applications	Radar D Automotive high-resolution radar
Sub-band used	76-77 GHz	77-81 GHz	77-81 GHz	77-81 GHz
Typical operating range	Up to 250 m	Up to 100 m	Up to 100 m	Up to 100 m
range resolution	75 cm	7.5 cm	7.5 cm	7.5 cm
Emission type	FMCW	Fast-FMCW	Fast-FMCW	Not specified
Necessary bandwidth (GHz)	1	4	4	4
Chirp bandwidth (MHz)	1000	2000	2000	
Typical sweep time (ms)	10000-25000 Depending on selected modulation	10-40 Depending on selected modulation	10-40 Depending on selected modulation	Not specified
Maximum e.i.r.p. (dBm)	40	33	33	Not specified
Maximum transmit power to antenna (dBm)	10	10	10	10
Max power density of unwanted emissions (dBm/MHz)	0 (73.5-76 GHz and 77-79.5GHz) -30 otherwise	-30	-30	Not specified
Receiver IF	0.5-1	10	10	Not specified

bandwidth (-3dB) (MHz)				
Receiver IF bandwidth (-20 dB) (MHz)	0.5-20	15	15	Not specified
Receiver sensitivity	-115dBm [1MHz IF BW]	-120dBm [5MHz IF BW]	-120dBm [5MHz IF BW]	Not specified
Receiver noise figure (dB)	15	12	12	Not specified
Antenna main beam gain (dBi)	30	TX: 23 RX: 16	TX: 23 RX: 13	35
Antenna height	0.3-1 m above road	0.3-1 m above road	0.3-1 m above road	0.3-1 m above road
Antenna Azimuth HPBW	TX / RX: \pm 15degrees	TX: \pm 5.5 degrees RX: \pm 25 degrees	TX: \pm 23 degrees RX: \pm 30 degrees	
Antenna Elevation HPBW	TX / RX: \pm 3degrees	TX / RX: \pm 5.5 degrees	TX / RX: \pm 5.5 degrees	

※ Radar type A is related to Recommendation ITU-R M.1452.

공유연구를 위해 제시된 M.[AUTO]의 파라미터 값은 차량레이더 선진국인 유럽과 일본의 기술수준을 반영하고 있으며, 이후에 79GHz 차량레이더의 표준으로 될 가능성도 배제 할 수 없다. 이는 차량레이더 선진국인 유럽과 일본이 연합하여 후발 주자가 진입하기 어렵게 높은 스펙으로 설정한 것으로 생각된다.

그러나, ITU-R M.[AUTO]는 공유연구를 위한 제안이므로 국내 기술수준을 고려하여 낮은 스펙으로 다시 제안하는 것이 쉽지 않고, 또한 현재 국내 업체는 79GHz대역의 레이더 칩을 개발하지 않고 수입하여 조립하는 입장으로 별다른 이견이 없는 상태이다.

다. 표준화 기구별 79GHz 레이더 표준화 현황

SDO	표준 번호	표 준 명	내 용	제정 연도
ETSI	TR 102 263	Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Radio equipment to be used in the 77 GHz to 81 GHz band; System Reference Document for automotive collision warning Short Range Radar	-차량충돌방지 시스템 reference 문서 -LRR 및 SRR의 주파수범위, 최대허용 출력, 동작거리 정의 -LRR: 76~77GHz,150m, SRR: 30m, 77~81GHz, EIRP: 55dBm	'04.02
	EN 302 264 -1	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Short Range Radar equipment operating in the 77 GHz to 81 GHz band; Part 1: Technical requirements and methods of measurement	(v1.1.1) -77~81GHz에 동작하는 SRR 레이더의 최대 허용출력 정의 및 Shielded anechoic chamber 측정방법 정의 -최대허용 spurious emission 정의 및 측정방법 정의	'09.06
			(v1.1.2) - Update current EN 302 264 part 1 according the actual ERC REC 70-03 and EC SRD DEC and also include necessary changes based on the latest ERC/REC 74-01 version - correction of references between part 1 and 2 and necessary clarifications in the measurement procedure	'13.10 완료 예정
	EN 302 264 -2	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices; Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Short Range Radar equipment operating in the 77 GHz to 81 GHz band; Part 2: Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive	-EN 302 264-1 V1.1.1 표준 part2로 harmonized EN covering essential requirements 정의	'10.8.10

SDO	표준 번호	표 준 명	내 용	제정 연도
ARIB	STD-T111	79 GHz BAND HIGH-RESOLUTION RADAR	a radio equipment (referred to as “79 GHz Band High-Resolution Radar”) for millimeter wave radar (radar that uses radio waves in a millimeter band for radiolocation service) that uses radio waves in the band from 77 GHz to 81 GHz under the definition of the specified low-power radio stations	‘12.12 .18
ITU-R	M1452-2	Millimetre wave vehicular collision avoidance radars and radiocommunication systems for intelligent transport system applications	system requirements, technical and operational characteristics of millimetre wave radiocommunication systems for intelligent transport system applications to be used for system design objectives. The Recommendation covers vehicular collision avoidance radar operating in the 76-77 GHz and 77-81 GHz bands, as well as integrated millimetre wave radiocommunication systems for ITS applications in the 57-66 GHz range for vehicle-to-vehicle radiocommunications and radiocommunications between the vehicle and roadside infrastructure.	‘12.05
	M. [AUTQ]	Systems characteristics of automotive radars operating in the frequency band 76-81GHz for intelligent transport systems applications	These technical and operational characteristics should be used in compatibility studies between automotive radars operating in the radiolocation service with systems operating in other services.	진행중
TTA	(2011-367)	장거리/단거리 동시사용 가능한 76-81GHz 대역 차량용레이더 센서 구조 및 신호인터페이스의 표준	-76~81GHz에 동작하는 레이더로 LRR/SRR을 하나의 레이더로 동시사용 레이더 센서의 구조에 관한 표준 -레이더센서의 출력과 신호처리 인터페이스를 표준화	진행중 (ETRI)

2. WRC-15 의제1.18 관련 국내외 동향

77.5~78GHz대역의 무선탐지용 신규 주파수 분배에 대한 각국의 입장을 79GHz 차량레이더 도입과 관련하여 살펴보도록 한다.

** (WRC-15 의제1.18) : 79GHz대역의 고해상도 근거리 차량레이더 운용을 위해, 77.5~78GHz대역을 무선탐지업무로 신규 분배 논의*

유럽은 24GHz대역 대체를 위해 79GHz대역 레이더 개발을 적극적으로 추진 중이며, 77~81GHz 대역 차량레이더에 관한 ETSI 표준을 근간으로 ITU-R에 차량 레이더 권고 표준을 제안하는 등 주파수 분배에 주도적으로 활동하고 있다.

일본은 최근 79GHz대역 고해상도 레이더에 대한 규정을 마련하고, 무선탐지 업무용 신규 주파수 분배를 적극 지지하고 있다.

미국은 전파천문과 79GHz 차량레이더의 공유시험을 실시(2012년 5월)하여 전파천문대와 반경 30Km내에서의 간섭가능성을 확인하였다. 관련 업체에서는 FCC에 청원을 제기한 상태로 77~81GHz 대역의 차량레이더 사용에 대한 긍정적 검토를 기대하고 있다.

중국은 65-95GHz 대역 전파천문(상하이, 신장) 보호를 위해 30~40Km 보호 이격거리가 필요하다는 의견이며, 전파천문 간섭문제로 입장이 정리되지 않은 상태이다.

국내에서는 차량레이더 업체(현대모비스, 만도 등)에서 최근 77GHz 차량레이더 칩에 대한 기술개발을 완료하여 상용화에 주력할 예정으로, 당분간 79GHz(77~81GHz) 대역에 대한 관심은 많이 부족한 상태이다. 그러나 77GHz 대역을 차량레이더용으로 이용 중에 있고, 79GHz(78~81GHz)대역의 고해상도 차량레이더용 RF 칩을 ETRI에서 개발 중이므로, 미래창조과학부는 77.5-78GHz 신규분배를 긍정적으로 검토하고 있다.

제4절 주파수 공유를 위한 간섭분석 연구

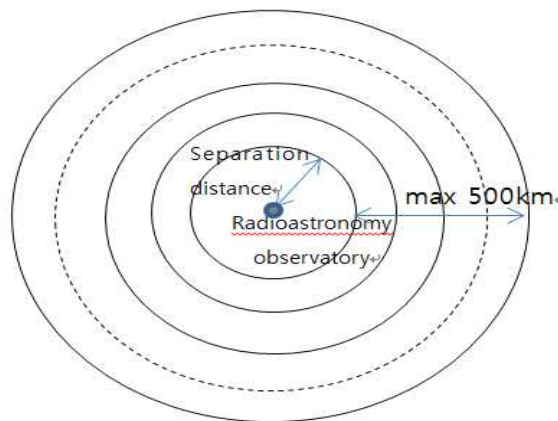
유럽의 주파수 공유연구 결과(ECC Report 56, 2004년)에 따르면 아마추어 무선국과 2km이내의 보호이격거리가 필요하지만, 국내에는 등록된 아마추어무선국이 없어 간섭분석 대상에서 제외하였다(77~81GHz 대역은 아마추어국과 전파천문업무로 지정되어 있다).

본 장에서는 77~81GHz 대역 차량레이더 주파수 분배와 관련하여 차량레이더에 의한 전파천문 업무 간섭영향 분석 및 실험 결과에 대한 국외 주파수 공유 사례를 검토하고, ITU-R 보고서에 근거한 전파손실 모델을 이용하여 차량레이더로부터 국내 전파천문업무 보호거리 도출 분석 내용을 제시하였다.

1. 해외 주파수 공유 간섭연구 사례

가. 중국 (ITU-R SM.2025, ECC Report 56)

(간섭분석 시나리오) 업무의 간섭영향을 분석하기 위해 전파천문 망원경(RAS)으로부터 반경 최대 500 km 이내에 유효 등방성 방사전력 -2.79 dBm/MHz의 송신 전력을 갖는 다수의 근거리 차량레이더(Short Range Radar)를 분포시켰다. 간섭원인 차량레이더 송신 전력을 km^2 당 밀도를 변화 시키면서 전파천문 업무 보호 요구 규격인 -288 dBW/Hz (-198 dBm/MHz)를 만족하는 이격 거리를 구하였다.



[그림 7-21] RAS과 SRR 업무간 공유 분석을 위한 시나리오

(분석 파라미터) 권고서 ITU-R P.620(diffraction model: P.526)에서 제시된 알고리즘을 이용하여 ITU에서 제공하는 주요 간섭 분석 파라미터를 입력하여 이격 거리를 계산하였다.

[표 7-13] 주요 간섭 분석 파라미터

Parameter	Value	Source
주파수(GHz)	77.75	Annex 23 to the Chairman' s Report (5B/167)
근거리 레이더 RF 대역(GHz)	최대 3.8	Annex 21 to the Chairman' s Report (5A/198)
근거리 레이더 최대 방사전력e.i.r.p(dBm)	33 (전 대역)	Annex 21 to the Chairman' s Report (5A/198)
근거리 레이더 높이 (m)	0.5	
전파천문 업무 최대 허용 가능한 스펙트럼 전력 밀도(dBW/Hz)	-288 (연속 관측)	Recommendation ITU-R RA.769, Annex 23 to the Chairman' s Report (5B/167)
전파 천문업무 망원경 높이(m)	25	
대기 전파 감쇠(dB/km)	0.374	Annex 23 to Chairman' s Report (5B/167)
최대 계산 거리(km)	500	Recommendation ITU-R P.620

(분석 결과) 근거리 레이더 송신전력밀도에 대한 전파천문업무 보호이격 거리를 도출하면, 지형 차폐 및 송신전력 제한 등과 같은 간섭 완화 기술을 적용하지 않을 경우에 다수의 근거리 차량레이더로부터 전파천문 업무를 보호하기 위한 이격 거리는 최소한 30 km 이상이어야 한다.

나. 미국 (부록 5 의장 보고서(WP/7D) 요약)

(간섭분석 시나리오) 미국의 애리조나 Kitt Peak에 위치한 76-81GHz 대역의 전파천문 업무(12-M 천문관측소)와 차량레이더(Robert Bosch GmbH, Continental Corporation 사 제품) 두 종류의 차량레이더에 대해 송신기와 수신기 사이의 거리를 각각 1.7km와 26.7km 이격시켜 실측결과를 분석하였다.

(측정 결과) 거리 1.7km, 27km에 대한 각각의 안테나 절대온도를 측정하고 거리에 따른 전파 손실을 비교하여 ITU-R RA.769-2에서 전파천문업무를 보호하기 위해 정의한 수신한계 레벨과 비교하여 보호 이격거리를 산출하였다.

ITU-R RA.769-2의 간섭 연속 관측 스펙트럼 전력속 밀도 임계값과 측정값을 비교하면 다음과 같다.

레이더종류	안정된 절대온도 [K]	떨어진 거리 [km]	대기 감쇠 [dB]	송신대역폭 [MHz]	회색된 8GHz 대역의 스펙트럼 전력 속 밀도 [dBW/m ² /MHz]	이격 거리 반경 [km]
Cont.200 Stationary	968	1.7	0.3	170	-131.8	48
Bosch.WB Stationary	60.1	1.7	0.3	1550	-134.3	41
Cont.200 Stationary	0.68	26.9	4.0	170	-163.4	38
Cont.200 In motion	1.07	26.9	4.0	170	-161.4	43
Cont.WB In motion	0.41	26.9	4.0	800	-158.9	51
RA.769의 정의된 8 GHz 대역의 연속 관측에 의한 임계값	-	-	-		-168	-

(분석 결과) 간섭테스트를 시행한 결과 레이더는 77~81GHz의 대역에서 전파 천문 관측에 따라 상당한 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여 주며, ITU-R RA.769-2의 임계값 보다 작은 간섭이 수신되기 위해서는 12-M 전파천문망원경(천문관측소)으로부터 30 ~ 40 km 이격거리가 필요하다.

2. 국내 간섭분석 연구 (ECC Report 56 및 ITU-R 권고 SM.1757 참조)

국내에서는 실제 77~81 GHz대역의 천파천문 운용이 없어 전파모델을 인접대역의 경우로 가정하여 적용하였다.

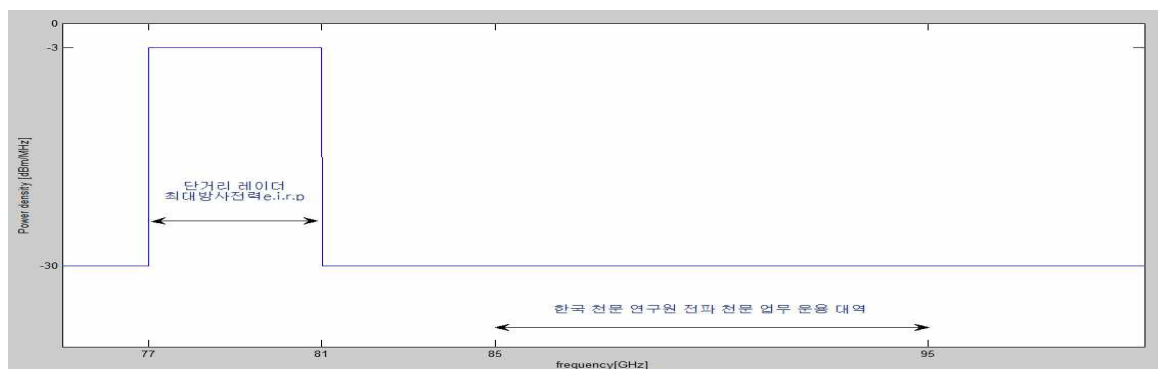
[표 7-14] 우리나라 전파천문 수신기 현황

전 망 대	(경 도 °)	(위 도 °)	안테나 크기 (m)	운용 대역
TRAO (한국천문연구원, KASI)	127 22 18	36 23 54	13.7	86~116GHz
KVN, Yonsei Univ.	126 56 35	37 33 44	21	6.7~7.8GHz, 22~24

(한국천문연구원, KASI)				GHz, 42~44GHz, 85~95GHz , 124~141GHz
KVN, Ulsan Univ (한국천문연구원, KASI)	129 15 04	35 32 33	21	
KVN, Tamna Univ. (한국천문연구원, KASI)	126 27 43	33 17 18	21	
K-SRBL(태양전파) (한국천문연구원, KASI)	127 22 18	36 23 54	2 x 2	45~870MHz 0.25~18GHz (연속파)
IRS (태양전파) (RRA, MIC)	127 32 58	37 09 01	6, 10	30~100MHz, 100~500MHz, 500~2800MHz
SRAO (Seoul Natl. Univ.)	126 57 19	37 27 15	6	85~115GHz, 200~270GHz
SRT (Geongi High School)	127 00 07	37 18 48	2	1400~1427MHz

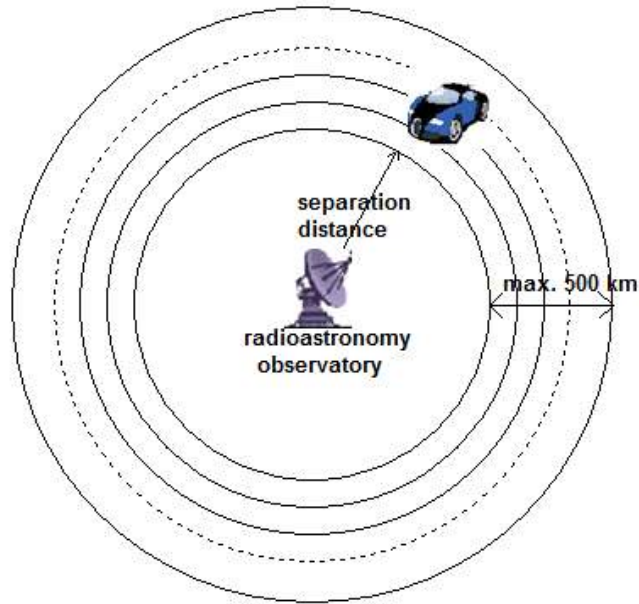
※ 21m 전파망원경 대역별 용도 : 6.7~7.8GHz (측지용), 21.5~23.5GHz (천문용), 42.11~44.11GHz (천문용), **85~95GHz (천문용)**, 124~141GHz (천문용)

77~ 81GHz대역의 차랑레이더의 스펙트럼 마스크 특성을 고려하여 한국천문연구원 85 ~ 95GHz 운용대역 전파천문 업무에 대해 최소 이격거리를 계산하였다.



[그림 7-22] 79GHz 차랑레이더 주파수 및 전력

(인접대역 분석) 단일 근거리 차량 레이더 대역외 방사로부터 전파천문 업무의 간섭영향을 분석하기 위해 전파천문 관측소로부터 반경 최대 500 km 거리 이내에 79GHz 차량레이더 대역외 방사 제한값인 -30 dBm/MHz 유효 등방성 방사 전력을 갖는 간섭원을 배치하고, 전파천문 업무 보호 요구 규격(-198dBm/MHz)를 만족하는 이격 거리를 구하였다.



[그림 7-23] 전파천문업무와 공유 분석 시나리오

경로손실(L) 아래의 식(1)은 차폐 등의 유물의 특별한 경우에만 유효하지만 언덕이나 산 같은 장애물에는 일반적으로 적용되지 않는다.

$$L(p_1) = \gamma_{gm}d + FSL + 2.6 \left[1 - \exp\left(\frac{-d}{10}\right) \right] \log\left(\frac{p_1}{50}\right) + A_h \quad (1)$$

$\gamma_{gm}d$: 대기 감쇠 * 이격 거리(반지름)

A_h : 위치 차폐 및 필터에 의한 손실

p_1 : 연간 시간 퍼센트 (전파천문이 연간 운용되는 시간적 확률)

ITU R P.526-12의 일반적인 경로에 대한 회절 손실에 대한 알고리즘을 이용하여 일반적인 경로에 적용되는 식(2)로 변환하면,

$$L(p_1) = \gamma_{gm}d + FSL + 2.6 \left[1 - \exp\left(\frac{-d}{10}\right) \right] \log\left(\frac{p_1}{50}\right) + A_d \quad (2)$$

FSL : 자유공간 손실(Free Space Loss)

$$FSL(dBm) = 20\log(f[MHz]) + 20\log(d[km]) + 32.44 \quad (3)$$

A_d (dB) : 지구의 각 방위에 따른 d_h 를 고려한 손실

(ITU-R P. 620-6 참조, $\Theta=45^\circ$, $f=79\text{GHz}$ 가정)

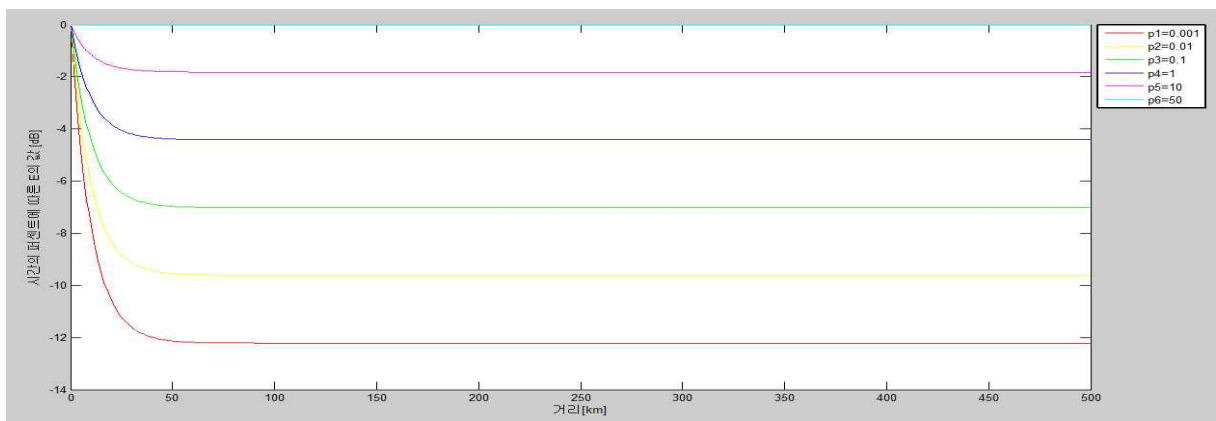
$$A_d = 15 \left[1 - \exp\left(\frac{0.5 - d_h}{5}\right) \right] \left[1 - \exp\left(-\theta_h f^{1/3}\right) \right] \quad \text{dB} \quad (4)$$

전파천문이 연간 운용되는 시간적 확률을 시간 퍼센트라 하고, 거리 및 시간 퍼센트에 따른 신호 관계식을 이용하면 거리 및 시간 퍼센트에 따른 $E(p_1, d)$ 값은 다음과 같다.

$$E(p_1, d) = 2.6 \left[1 - \exp\left(\frac{-d}{10}\right) \right] \log\left(\frac{p_1}{50}\right) \quad (5)$$

$E(p_1, d)$: 거리와 시간 퍼센트에 따른 신호 증가

d : 근거리 차량 레이더와 전파 천문 관측소의 이격 거리



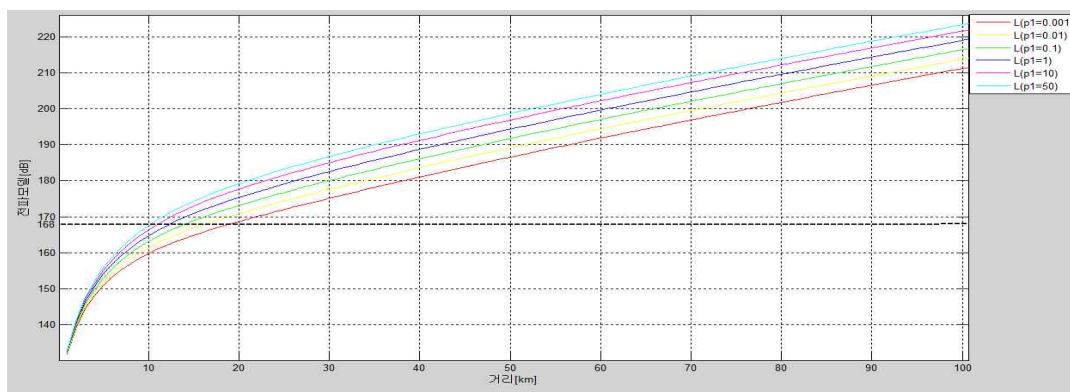
[그림 7-24] 거리 및 시간 퍼센트에 따른 $E(p_1, d)$ 값

85~95GHz대역에서 차량레이더 대역의 방사전력레벨이 -30dBm/MHz 일 때

경로 손실은 식(6)에 나타낸 것처럼 168dB이다. 식(6)에서 P_t 는 단일 차량 레이더의 유효 등방성 방사 전력(송신)이고 P_r 는 79GHz 전파천문 관측소의 최대 허용가능한 스펙트럼 전력밀도(수신, ITU-R 권고 RA.769 참조)이다.

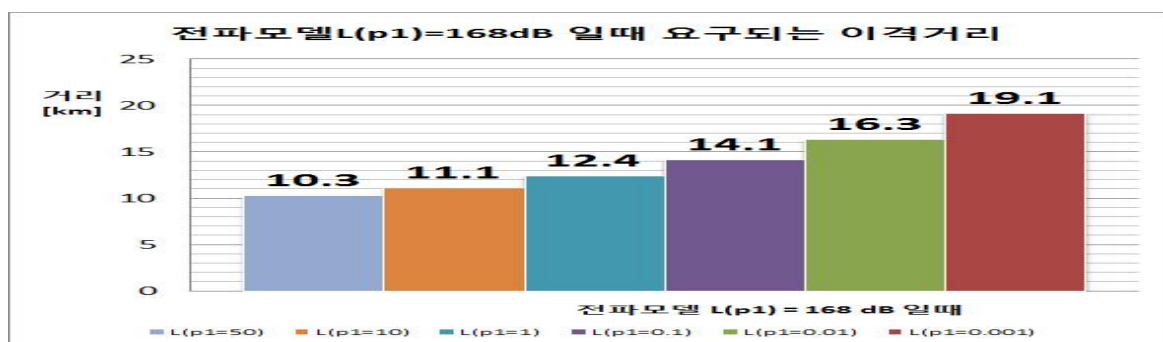
$$L(p_1) = P_t - P_r = -30 - (-198) = 168 \text{ dB} \quad (6)$$

경로손실 168dB 이상이 되는 거리에 따른 $L(p_1)$ 을 구한 결과를 그림7-25에 나타내었다.



[그림 7-25] 거리에 따른 전파모델 $L(p_1)$ 분포

$L(p_1) = 168 \text{ dB}$ 일 때 p_1 변화에 따라서 요구되는 보호 이격거리를 산출하면 다음의 그림7-26과 같다.



[그림 7-26] 경로손실 $L(p_1)=168 \text{ dB}$ 일때 p_1 변화에 따른 보호 이격거리

(결과요약) 차량레이더로부터 인접대역의 전파천문 업무가 간섭을 받지 않기 위해서 최소 약 10.3km에서 19.1km이상의 보호 이격거리가 필요하고, p_1 의 퍼센트가 낮을수록 이격 거리가 증가됨을 확인하였다.

제5절 정책 제언

유럽은 국제적으로 SRR용 주파수를 24GHz에서 79GHz(77~79GHz)대역으로 전환할 계획이며, 세계적 주파수 조화를 위해 ITU-R을 통한 77.5~78GHz대역의 무선탐지로 신규 분배를 주도하고 있다. 최근 차량레이더에 대한 기술기준 동향은 유럽, 일본, 미국이 서로 포용하는 추세로 발전하고 있어, 향후(WRC-15이후) 고해상도 근거리 차량레이더 또한 유럽의 기술기준에 맞춰 79GHz 대역으로의 전환이 우세할 것으로 보인다.

국내에서는 ETRI가 79GHz 대역의 고해상도 차량레이더 기술을 개발 중에 있으나, 현재 국내 산업체는 유럽의 반도체 업체가 제공하는 차량레이더 칩에 많은 의존을 하고 있는 상태로 79GHz대역에 대한 국내산업체의 준비와 관심이 부족한 형편이다. 또한, 국내 77~79GHz대역의 주파수 공유사용을 위한 검토 결과 대역내에 직접 운용중인 무선국(아마추어무선, 전파천문 등)은 없으나, 전파망원경은 외부의 작은 간섭에도 영향을 받을 수 있어 동대역의 주파수 분배와 관련하여 인접대역의 전파 천문과의 추가적인 간섭 분석이 필요하다.

79GHz대역을 고해상도 차량레이더로 사용하기 위해 77.5~78GHz대역의 무선탐지로 신규 분배하기 위한 WRC-15 의제(1.18)와 관련하여 국내입장은 향후 자동차 수출·입 및 관련 시장 활성화, 국가간 무역장벽 해소 문제 등을 고려한다면 신규분배에 대한 지지가 바람직하나, 국내 차량레이더 업체의 기술경쟁력 확보, 국내자동차 수출입 시장상황 및 전파 천문과의 간섭 분석 등 주파수 분배에 따른 장단점을 검토하여 적절한 대응이 필요하다.

제8장 무선전력전송 전파응용설비 기술기준 개정 연구

제1절 배경

전 세계적으로 에너지 기술과 IT기술을 융합하는 에너지-IT 융합기술에 대한 관심도가 높아지고 있다.

에너지-IT 융합기술은 고도로 발전된 IT기술을 에너지 분야에 접목하는 것으로 그린 IT (Green IT)라는 개념으로도 소개되고 있다. 예를 들어 내부에 전원이 없는 수동태그에 수록되어 있는 정보를 리더기로 판독하기 위하여 무선으로 에너지를 공급하는 RFID (Radio Frequency Identification) 기술, 전원선을 없애고 무선으로 가전기기나 전기자동차에 전원을 공급하는 무선전력전송기술(WPT: Wireless Power Transfer) 등이 그린 IT의 대표적인 서비스로 소개되고 있다.

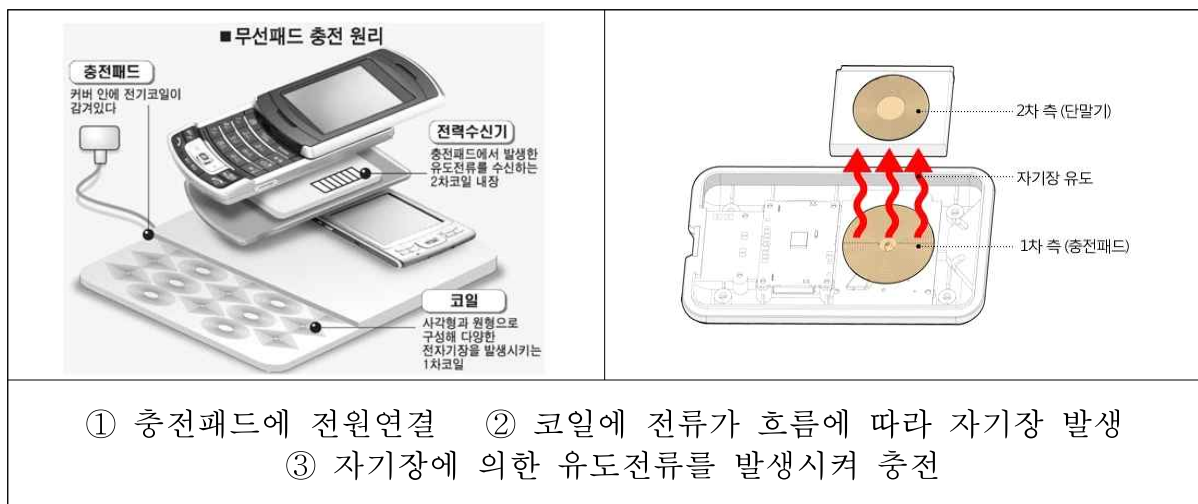
이중에서 무선전력전송 기술은 실현된다면 그 파급효과가 매우 크기 때문에 관심이 집중되고 있는 분야이다. 특히 무선통신 기술의 핵심인 휴대용 IT기기의 경우는 통신은 무선으로 자유롭게 이루어지고 있으나, 기기의 전원공급은 충전된 배터리를 이용하고 있으므로 전원장치의 무선화에 대한 관심이 매우 높을 수밖에 없는 분야이다. 지금까지 다양한 무선전력전송 기술이 개발되었지만 일부 비접촉식 유도결합 (Induction coupling) 방식을 제외하고 아직까지 국내에서는 상용화되지 못하고 있다.

이에 미래부 등에서는 향후 미래 유망기술인 무선전력전송기술을 미래전파(Next-wave) 응용서비스의 핵심분야로 선정하여 관련 기술개발, 시범사업 및 제도개선 등을 계획하여 진행하고 있으며, 최근 6.78MHz 주파수 대역에서 자기공진방식을 이용한 무선전력전송 기술과 표준규격 개발이 완료되어 산업 활성화 및 국내 기술개발 여건을 마련하기 위해 “무선전력전송 이용제도 연구반 구성·운영”을 통해 주파수 이용방안과 무선전력전송기기의 기술기준 개정 마련을 추진하게 되었다.

제2절 무선전력전송 개요

무선전력전송은 자기장의 유도 원리를 이용하여 송신기(충전기)에서 수신기(단말기)로 전력에너지를 전달하는 기술이다.

기술방식에 따라 자기유도, 자기공진 등으로 분류하고, 무선충전을 위해 단말기로 전파에너지를 전송하고, 단말기의 수신전력을 제어하기 위해 통신 기능이 부가 된다.



[그림 8-1] 무선전력전송(무선충전)의 원리

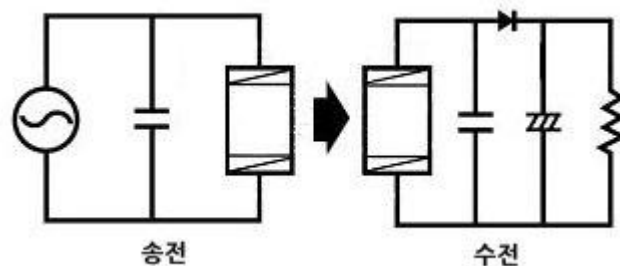
1. 무선전력전송 기술 및 표준

무선 충전은 자기유도방식, 자기공진(공진)방식, 전자기파방식 등 세 가지가 있다. 전자기파는 매우 먼 곳까지 무선충전이 가능하지만 효율이 매우 낮아 거의 사용하지 않고 나머지 자기유도 및 자기공진 방식을 주로 사용한다.

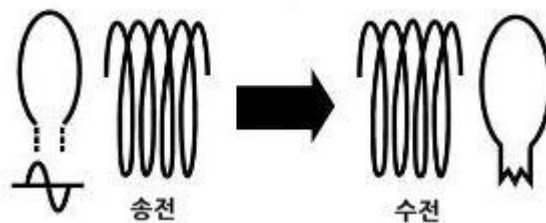
자기유도방식은 1차 코일(송전)과 2차 코일(수전) 간에 자속 유도 현상을 이용한 것으로, 수 cm 이내로 충전 가능 거리가 매우 짧은 대신 효율을 90% 이상으로 만들기도 쉽다.

현재 상용화된 자기유도방식은 WPC가 표준화한 Qi와 파워매트(powermat.com)의 PMA 2가지가 있는데, 원리는 같지만 충전시 사용되는 주파수에 차이가 있으며, PMA의 충전 효율이 보다 높은 것으로 알려져 있

다. 하지만 현재 시중에 나온 무선충전은 대부분 Qi 방식을 쓰고 있다. 따라서 Qi 방식을 쓴 무선충전기와 무선충전 코일은 서로 호환이 되기 때문에 LG전자의 무선충전기에 삼성의 스마트폰도 충전이 가능하다.



<자기유도 방식>



<자기공진 방식>

[그림 8-2] 자기유도 및 자기공진 방식


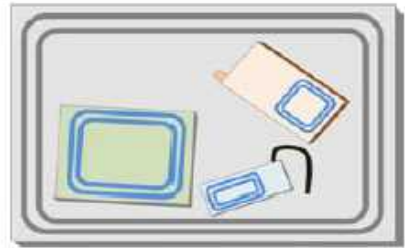
자기공진방식은 송수신간에 공진현상을 이용한 것으로 전송거리가 수 m로 충전할 수 있는 반경이 넓을 뿐 아니라 다수의 기기도 동시에 충전이 가능하다. 아직까지 충전 효율이 낮고, 인체 유해성 등 상용화 검증 단계에 있다.

자기유도방식은 WPC(Wireless Power Consortium)에서, 공진방식은 A4WP (Alliance for Wireless Power)에서 국제표준단체 기술규격을 개발하여 제정하고 있다.

WPC는 전세계 기업들의 컨소시엄으로 130여개 업체로 구성되어 회원사로 활동하고 있고, 국내업체가 주도적으로 참여하고 있다.

A4WP는 이동통신 망사업자와 단말제조사 등 60여개 업체로 구성되어 회원사로 활동하고 있고, 국내업체 중 삼성이 주도적으로 참여하고 있다.

[표 8-1] 무선전력전송 표준규격단체 비교

구 분		WPC 표준	A4WP 표준
중심 주파수	전력전송 (충전)	110~205kHz 대역 내에서 가변	6.78MHz
	전력제어 (통신)	전력전송용 주파수와 동일	2.4GHz(블루투스)
주파수대역		110~205kHz(95kHz 폭)	6.765~6.795MHz(30kHz 폭)
기술방식	자기유도방식		자기공진방식
	<div><ul style="list-style-type: none">- 1-2차 코일간 자기장 유도- 수신단말의 충전량에 의해 주파수가 변</div>		<div><ul style="list-style-type: none">- 1-2차 코일간 자기장 유도- 수신단말과 주파수를 동조하여 에너지 전송</div>
제품개발		상용화 (휴대전화 무선충전기)	개발완료 (휴대전화 무선충전기)
개발업체		LG전자, LS전선, 삼성전자 등	삼성전자, LG전자, 퀄컴, 인텔 등

무선충전기는 휴대전화 단말기 시장에서 뿐만 아니라 IT, 철도, 가전산업 등 산업 전반 다양한 분야에 활용 가능하며, 현재 전동칫솔, 휴대전화 무선충전기가 상용화되어 시장에 유통되고 있으며, 노트북, TV 등에 대한 제품 개발은 진행 중이다.

제3절 무선전력전송기기 시장전망 및 응용기술

1. 시장전망

휴대전화 무선충전기를 중심으로 시장이 성장되고 있으며 '13년 전 세계 판매량은 약 1,700백만대, 산업규모는 2.8억달러(0.3조원)로 예상된다.

국가별 판매량 예상치는 미국이 500만대, 일본이 150만대, 우리나라는 20~30만대 등으로, 2020년에는 전세계에 13억대 이상의 기기가 보급되고 시장규모는 95억 원 달러(약10.6조)에 이를 전망이다.

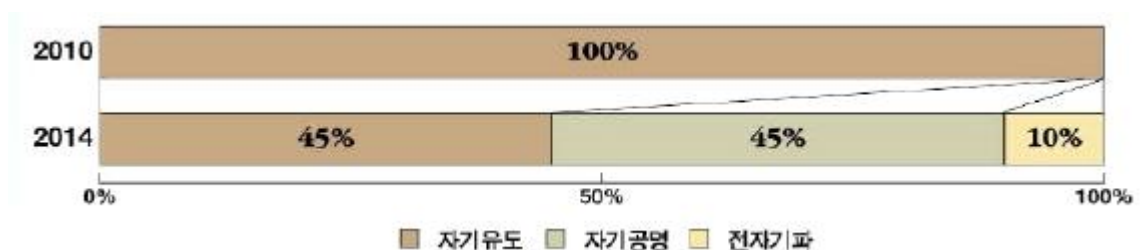
[표 8-2] 무선충전기 시장 규모 전망

(단위 : 백만대, 억달러)

구 분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
판매량	17	49.7	140.2	351.1	697.3	1,004.2	1,176.2	1,306.7
시장 규모	2.794	7.029	18.595	38.655	65.154	82.276	89.662	94.97

출처 : IMS Research(2012년)

'13년까지는 자기유도 방식이 전체 시장을 점유하고 있으나, '14년 이후 자기공진(공진) 방식과 양분될 것으로 전망한다.



출처 : 2010 NIPA

[그림 8-3] 기술방식별 세계 무선충전기 시장 전망

2. 무선전력전송 응용기술

무선전력전송방식으로는 전자기유도에 의한 비접촉전력전송방식과 전자파에 의한 원거리 전력전송방식 그리고 전자기공진에 의한 근거리 전력전송방식이 있다. 하지만 전자기유도방식 및 전자파전송방식에 의한 무선전력전송방식의 가장 큰 문제점은 전자기유도에 의한 와류손실에 따른 기기파손과 GHz대의 전자기파는 인체에 유해성을 주기 때문에 실용화에 있어서 응용범위 확대 등에 한계성을 가지고 있다.

[표 8-3] 무선전력전송 기술 방식

분류	설 명	관련 기술	특 징
자기유도 방식	두 개의 코일을 근접시켜 한쪽의 코일에 전류를 흘리면, 발생한 자속을 매개로 다른 쪽의 코일에도 기전력이 발생하는 기술	비접촉 에너지 전송기술	발열의 우려가 있어서, 실드가 없는 것 또는 인증되지 않은 단말기에의 전송은 위험하며, 수백 kHz의 주파수를 사용하며 60~80%의 전력 효율을 가짐
전파 수신형	전파에너지를 안테나로 송수신시켜 전파의 교류파형을 정류회로에서 직류로 변환하여 사용하는 기술	RFID 및 렉테나 관련 기술	중파부터 마이크로파까지의 거의 임의의 주파수대를 사용하며 전력효율이 상당히 낮으며 송신 전력의 대부분이 전파로 확산된다.
자기공진 방식	전자파나 전류를 이용하지 않고 전장 또는 자장만을 이용하는 기술	공진 기술	송전거리가 수m의 경우는 수십MHz대역을 이용하며 공진하는 기기가 아니라면 에너지가 전달되지 않으며 50~80%의 효율을 가짐

가. 노트북 PC 및 가전 분야

노트북 PC는 전체 모바일 시장의 20~25%를 차지할 만큼 매력적인 시장이다. 2009년 델은 45W급 노트북에 전자기 유도방식의 코어를 탑재하여 무선전력전송충전 시스템을 장착하여 시판하였으며, 현재 자기 유도방식을 사용하여 WPC(Wireless Power Consortium)에서 인터페이스 및 성능, 인증에 관한 표준화가 완료되었다. 또한, 대용량인 가전분야는 TV, 모니터를 중심으로 2007년 MIT에서 창업한 Witricity에서 1m의 거리에서, 2009년 10월 Sony가 80cm에서 TV 모니터를 구동하였으며, 2010년 Haier에서 20~30cm 거리에서 100W급 TV를 구동하는 제품을 시연하였다.

현재 델, HP 등 노트북 제조업체를 중심으로 무선전력전송 시스템 채택을 고려하고 있으며, 표준화된 제품 규격으로 개발을 추진하고 있다. 또한 가전분야에서는 소니, 하이얼 등 TV업체를 중심으로 무선전력전송 시스템을 적극 검토하고 있으며, 향후 냉장고, 전동공구, 로봇청소기, 선풍기 등으로 확대 적용해 나갈 예정이며, 주방기기인 믹서기, 세척기 등이 향후 적용 대상이 될 것으로 예측된다.

나. 휴대전화 분야 응용기술

무선전력 송수신에 있어서 이론적으로 무선전력 전송이 가능하지만, 전자기파가 공중에 방출되기 때문에 효율성이 크게 떨어지는 연구 결과가 있었다. 이 기술의 핵심은 전력을 특별 조정된 전자기파로 전환하는 것이다. 전력충전을 공급하는 휴대용 단말기의 충전기와 전파 변환 기제가 동일 주파수로 진동(Resonance)하면서 동일 파장 범위에서 전기장/자기장을 형성시키는 공진 기법을 활용하여 에너지를 무선으로 전달하게 된다. 본 방법론을 송/수신기와 2개의 중계 코일로 구성하여 구리 코일을 전원 수신 단말기와, 전원 송신 단말기에 부착하여 무선 전원 환경을 구현할 수 있다.

공진을 유지하면서 송/수신기 코일의 크기를 획기적으로 줄이는 기술이 필요하다. 특히 고효율의 전력전송을 위해서는 공진 조건과 함께 송/수신 코일의 coupling을 크게 만드는 것이 핵심적인데, 가정/사무실에서 설치할 경우 위치에 따른 coupling이 매우 약한 지점이 발생하므로 이를 개선하는

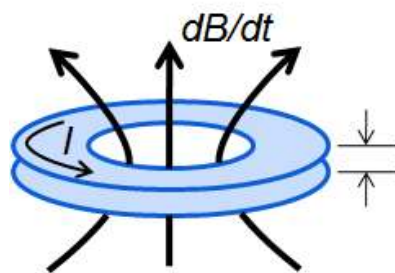
기술 또한 필수적이다. 또한, 사용하는 기기의 종류와 그 크기가 다양한 경우 하나의 전력공급 장치로는 전체의 공진 조건을 만족시키기는 매우 어렵다. 그러므로 이를 극복하기 위한 기술도 개발이 필요하다. 비록 기술개발의 초기이기는 하나 그 파급효과가 매우 광범위할 것으로 기대되고 있다. 아직은 송/수신기 코일 크기가 크고, 출력단에서 전력을 자유롭게 추출하기가 어렵다.

또한 실제 적용 측면에서는 전력 공급부 코일을 어디에 어떻게 위치시킬 것인가, 전력을 공급 받아야 하는 기기들이 많을 경우 어떻게 전력을 배분하고, 기기의 전력사용량 또는 충전량에 따라 전력 공급부에서의 조절 기능을 어떻게 설정하여야 하는 가 등 산적한 문제가 많다.

무선전력전송 기술을 휴대전화 충전기에 적용한 사례는 WPC 표준화 기술이 대표적이라 할 수 있다.

1) 전력전송 방식

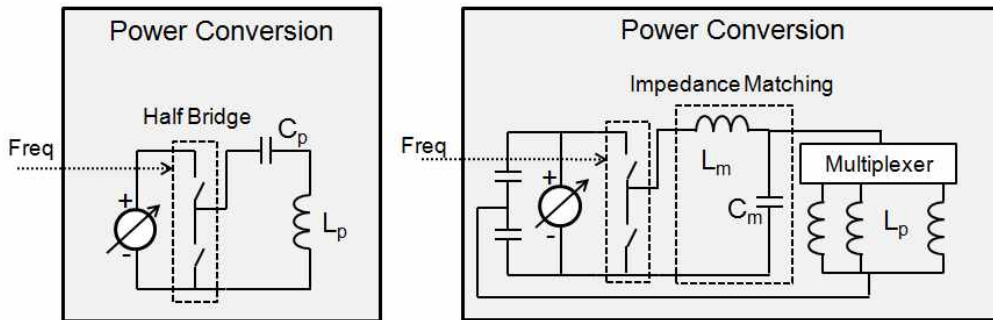
무선 전력전송 방식은 1차측 송신부 코일에 전류를 흘리면 자계가 유도되고, 유도된 자계가 2차측 수신부에 기전력이 유도되는 전자기 유도 방식을 사용한다.



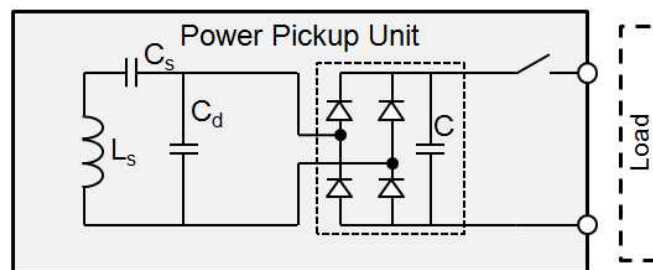
[그림 8-4] 전자기 유도방식의 원리

WPC는 코일간의 근접(1cm이하) 자기 유도 기술에 기초한 다양한 형태의 휴대용 전자기기들(스마트폰, 휴대폰, 음악 및 영상 플레이어, 배터리, 컴퓨터 주변장치, 헤드셋, 노트북, 면도기, 전동칫솔, 카메라, 캠코더, 리모트컨

트롤러, 장난감, 게임기, 의료 및 개인용 보조 장치)의 상호 호환성 있는 무선충전 스테이션에 대한 인터페이스, 성능 요구사항 및 인증에 관한 국제적인 기술 표준을 제정하였다.

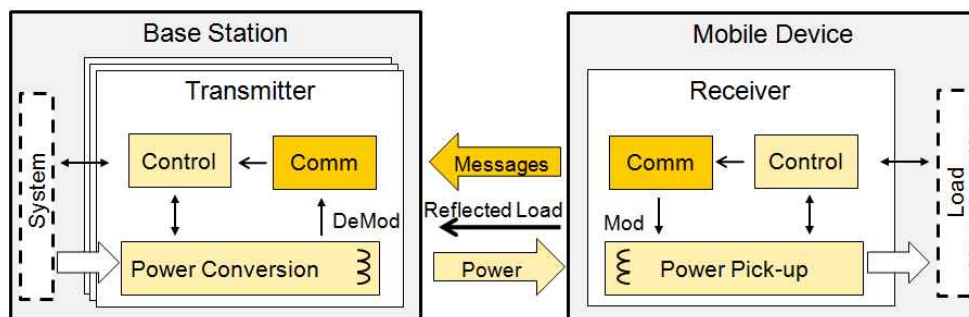


[그림 8-5] WPC 송신부 예시 (출처 : WPC)



[그림 8-6] WPC 수신부 예시 (출처 : WPC)

충전기기 배터리 관리를 위하여 송수신부 사이에 통신이 제공되며 전력 신호를 이용한 통신 방식을 채택하고 있다.



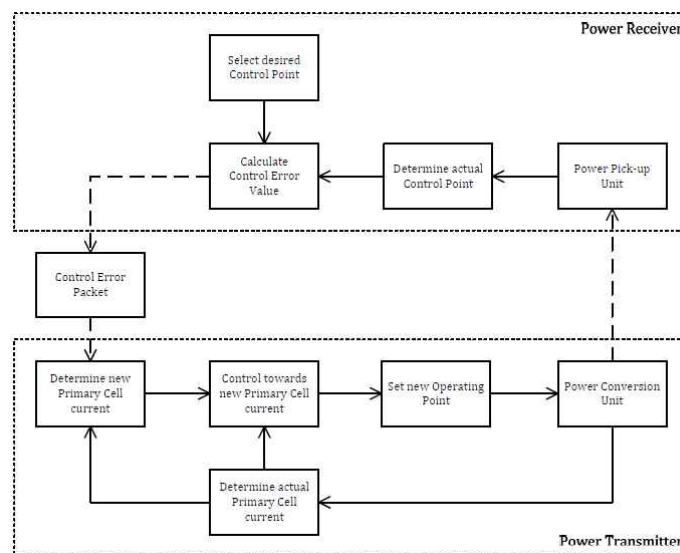
[그림 8-7] WPC 시스템 개요 (출처 : WPC)

위의 그림은 무선전력 전송 시스템의 구성을 보여준다. 파워 변환 장치

(Power Conversion Unit)는 전기를 무선전력 신호로 변환을 하고, 파워 픽업 장치는 무선전력 신호를 전기로 변환한다. 수신부는 전력신호에 부하변조를 통하여 제어 정보를 송신부에 전송하고, 송신부는 수신부로부터 제어 정보를 받기 위해 반사된 부하의 복조(demodulation)를 통해 메시지를 받고, 수신부가 부하에 필요로 하는 전력을 공급하기 위해 제어한다.

2) 시스템 제어 방식

수신부 디바이스에 요구되는 전력을 제어하기 위하여, 수신부에 실제 유도된 전력과의 차이를 계산하여 송신부에 에러 패킷을 전달하고, 송신부에서는 실제 인가된 전류를 측정하여 오차를 보상하기 위한 새롭게 인가할 전류를 계산하고 적응제어 알고리즘을 통해 제어하고자 하는 파라미터의 동작점을 결정하여 전력제어신호를 전력변환 장치에 인가하여 조정하는 방식을 가진다.

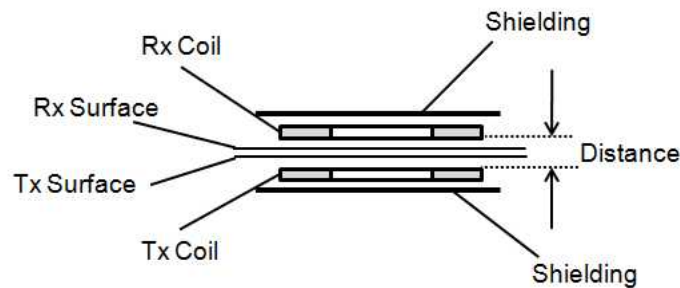


[그림 8-8] WPC 전력전송 시스템 제어방식

3) 실드 구조

전자기 유도에 의해 발생할 수 있는 기기간 간섭 및 인체유해 기준을 만족하기 위하여 송수신부 코일에 자기 실드를 통하여 억제하고 국제적인

EMI, EMC, EMF 규정을 만족하도록 한다.



[그림 8-9] WPC 실드 구조

다. 자기공진 분야 응용기술

자장을 공진시켜 전력을 송신하는 기술인 공진형은 원리적으로는 음차(소리굽쇠)를 2개 나란히 할 때와 같이, 고유진동수가 같은 2개의 진동자의 한쪽을 진동시킨 경우에 또 다른 한쪽도 약한 진동이 전달되는 것만으로 크게 흔들리기 시작하는 현상과 같다. 구현을 위해서 자장 공진의 경우 루프형 안테나의 일부를 콘덴서의 형상으로 해서, 루프 자신의 인덕턴스와 합쳐 LC공진기로 만드는 것이다. 공진의 강도를 표시하는 Q값은 1000이상이 실현가능하고, 전력이 공진용 안테나 이외에 흡수되는 비율도 작다. 이 때문에 같은 자장을 이용하는 전자유도에서는 도저히 실현 불가능한 수 m의 거리에서 수십 W의 전송이 가능하게 된다.

자장의 공진은 인간 등의 유전체에 따른 정전용량에 그다지 영향을 받지 않고, 전파의 방사가 적기 때문에, 수십 cm ~ 수 m의 생활환경에서의 송전에 적합하다. 에너지로 되는 자장은 인체에 영향이 있지만 수 W의 송전이라면, 자장의 강도는 10^{-4}T (테슬라)로 지자기와 같이 작다. 한편 의료용 MRI(핵자기공진화상)등 1T정도의 강한 자장을 이용한 기기에 관해서도 건강에 영향이 있다고 밝혀진 바는 없다. 건강상 악영향은 없을 것이라는 견해를 보이고 있다.

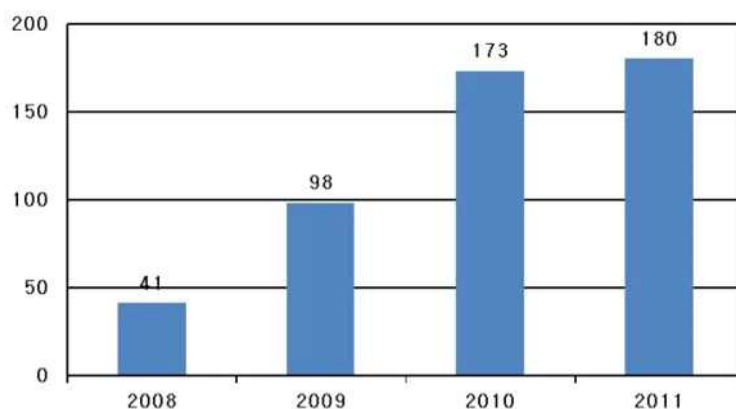
라. 무선충전기술 특허출원 동향

스마트폰의 사용량이 급증함에 따라 배터리의 충전을 언제 어디서든지

쉽게 하는 무선충전기술과 관련된 특허출원이 증가하고 있다.

특허청에 따르면 스마트폰 무선충전기술에 관한 특허는 2008년 41건에 불과하던 것이, '09년 98건, '10년 173건, '11년 180건으로 지속적인 증가세를 보이고 있다.

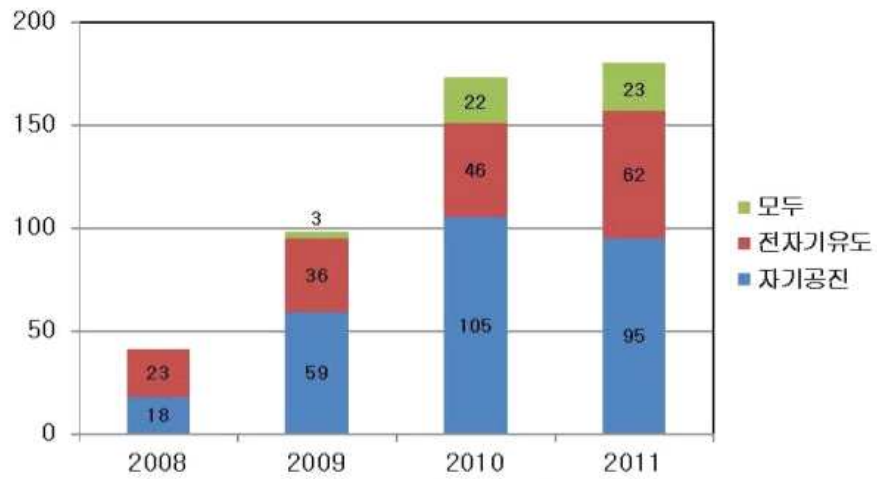
이와 더불어 무선전력전송 기술의 선점을 위해 각 기관별 특허출원도 경쟁적으로 추진되고 있는 상황이다.



[그림 8-10] 스마트폰 무선충전기술 관련 특허출원 동향

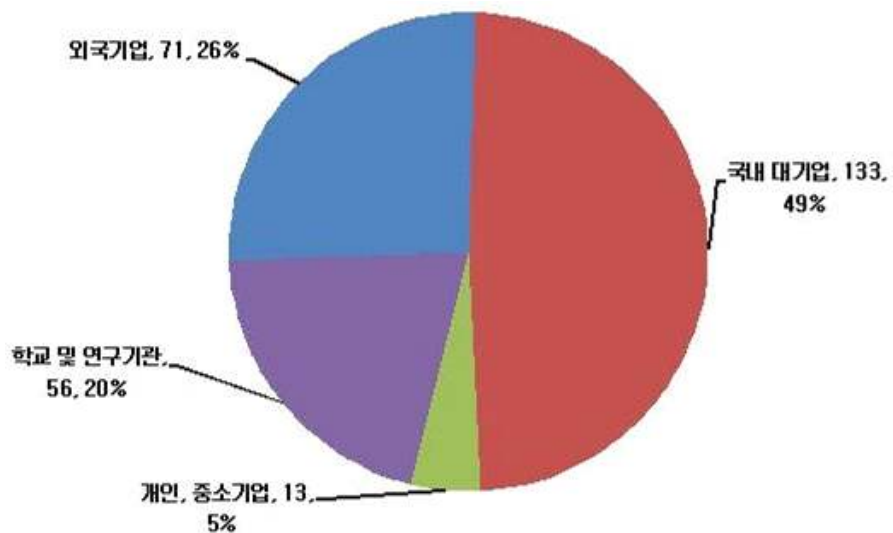
시중에 판매하고 있는 무선충전기기는 기기에 자기장을 걸어주어 전류를 만드는 자기유도방식을 이용하고 있다. 하지만, 충전기와 배터리가 맞닿아야만 충전이 되기 때문에, 충전 중에는 통화를 못하는 등 사용상 제약이 있다.

그래서 무선랜 지역에 가면 와이파이(WiFi)를 사용할 수 있는 것처럼, 특정 지역에 가면 충전이 가능한 자기공진방식이 조명을 받고 있다. 2009년 이후 관련 특허도 자기유도방식에 비해 1.6배('09), 2.3배('10), 1.5배('11) 더 많이 출원되고 있다.



[그림 8-11] 무선충전 방식 별 특허출원 동향

2008년 이후 자기공진방식 특허출원 비중은 국내 대기업 49%, 외국기업 26%, 국내 개인 포함한 중소기업 5%, 학교 및 연구기관이 21%으로 나타났다.



[그림 8-12] 자기공진방식별 출원인 별 특허출원 동향

3. 국내 현황

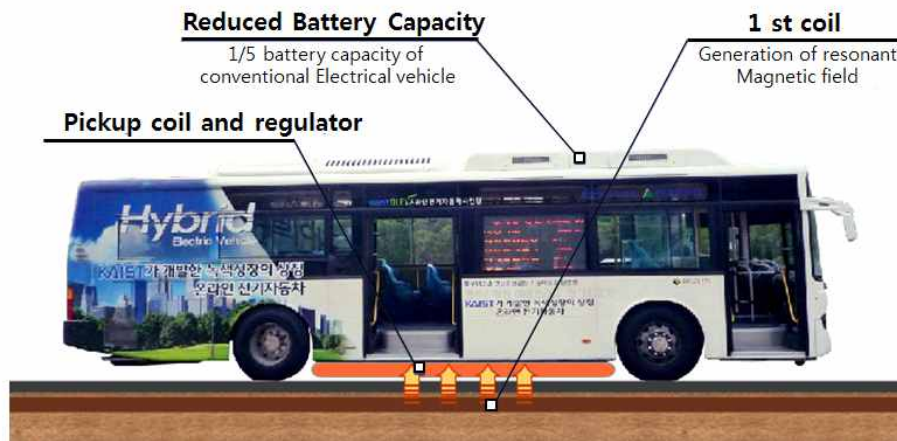
LG전자, 삼성전자 등에서는 110~205kHz 대역의 자기유도방식 휴대전화 무선충전기(WPC 표준규격)는 제품 상용화로 2011년부터 시장출시 되고 있으며, 6.78MHz 대역의 자기공진방식의 경우 무선전력전송 표준규격(A4WP)이 개발 완료되어 무선충전제품 시장출시를 위한 상용화를 준비 중이다

정부에서는 2010년 서울대공원에 무선충전을 위한 전파응용설비 허가시 KAIST가 요청한 20kHz 및 60kHz 대역을 전파응용설비 용도로 주파수 분배하였고, 2011년에 75kW급 대출력 무선충전 원천기술을 개발하여 현재 상용화 준비 단계이다. 2013년 하반기에는 구미시에서 무선충전 전기버스를 시내 버스 노선 1개에 대해 실용화 시험국으로 지정받아 시범운행 중이며, 2014년 상반기에는 정식 허가받아 정상운행 할 예정이다.

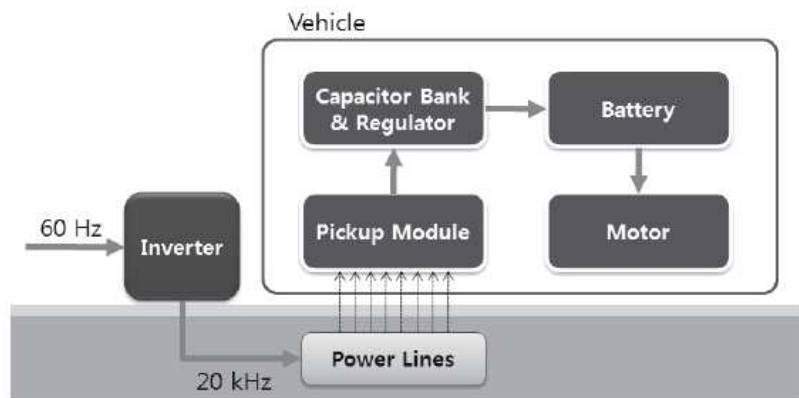
온라인 전기자동차는 도로면 아래에 매설된 급전선로에서 발생된 자기장을 차량 하부에 설치된 집전장치로 전달하고 이를 차량의 동력원으로 사용하는 새로운 방식의 전기자동차이다. 기존의 전기자동차에 비해 배터리 용량을 1/5 수준으로 감소시킴으로써, 전기자동차의 무게와 가격을 감소시키고, 충전소 설치와 운영에 관련한 문제점을 근본적으로 해결할 수 있다는 장점을 가진다.

온라인 전기자동차의 전력전송 시스템은 크게 그림 8-13와 같이 급전레일과 집전장치 그리고 배터리로 구성되어 있으며, 구조를 살펴보면 그림 8-14에 나타낸 바와 같이 인버터, 급전 선로, 집전장치, 커패시터, 배터리 그리고 모터로 이루어져 있다. 60Hz의 상용전원은 인버터에 의해 20kHz로 주파수가 가변되고, 급전 선로에 200A의 전류를 흘린다. 이 급전 선로에 흐르는 전류에 의해 생성된 자속은 집전장치에 집중되도록 설계되었으며, 이 자속에 의해 거리 20cm에서 75kW의 전력이 약 83%의 효율로 차량으로 전달되고 차량 내부에서 변환 과정을 거쳐 배터리와 모터에 공급된다. 이러한 시스템 구조에서 효율적인 전력전달과 인체에 유해할 수 있는 EMF의 차단을 위한 핵심기술은 급전 선로와 집전장치의 설계이며, 다음 장의 그림

8-14와 같이 집전장치에서의 자속 방향에 따라 Mono type과 Dual type으로 설계되었다.



[그림 8-13] KAIST 온라인 전기자동차의 급/집전 장치 개념도



[그림 8-14] 온라인 전기자동차의 무선 전력전송 시스템

제4절 주파수 이용 현황 및 무선전력전송 국내·외 규정

1. 6.78MHz 대역의 주파수이용 현황

가. 국외

6.78MHz(6.765~6.795MHz)는 미국, 유럽, 중국 등에서는 전파규칙(ITU-RR)에

따라 ISM 응용으로 분배되어 이용 중에 있으며, 일본은 국내와 마찬가지로 주파수를 분배하지 않고 있으나 무선전력전송기기 도입을 위한 제도마련을 검토 중이다.

[표 8-4] 해외 주요국 6.78MHz 대역 분배현황

국가	주파수 분배	무선전력전송기기 기술기준	비 고
미국	ISM용	EMC기준만 적용	기본파를 규제하지 않음
유럽	ISM용	EMC기준만 적용	기본파를 규제하지 않으나, 통신기능이 있는 경우 소출력 기술기준 적용
중국	ISM용	제도 마련 검토 중	
일본	미분배	이용불가	국내와 일본은 주파수분배 안됨

나. 국내

6.78MHz 대역에서는 해경 등 국가기관에서 공공업무용으로 사용 중이며, ITU-RR(전파규칙)에서 ISM 응용으로 정하여 분배되어 있으나, 국내는 정부의 승인이 필요한 대역으로 주파수 용도가 미지정으로 되어있다.

[표 8-5] 6.78MHz대역(6765-6795kHz) 주파수 이용현황

용 도	무선국수	무선국(주파수 승인)
해상안전 비상통신	228	해양경찰청 이동국(195), 육상국(15), 선박국(10), 고정국(4), 해안국(3)
비상업무 통신	3	공공업무용

2. 무선전력전송 국내·외 규정

가. 국내

자기유도방식은 100~205kHz 대역내에서 단말기의 수신전력 제어를 위해 통신도 하고 전파에너지를 발생하여 수신 단말기를 무선충전하는 In-band 기기이다.

적합성평가에서는 「무선설비규칙」의 “미약전계강도무선기기”로 분류하여 미약전계기준과 전자파장해방지기준(EMI)으로 2013년 6월에 규정한 「가

정용 전기기기 장애방지기준」의 “30MHz 이하대역 가정용 무선전력전송기기 방사성 방해 기준”을 적용한다.

자기공진방식의 무선충전기는 6.78MHz(6.765~6.795MHz) 대역에서는 무선충전을, 2.4GHz대역은 단말기의 수신전력을 제어하기 위해 블루투스 무선표준 기술로 통신이 이루어지는 Out-of-band 기기이다.

6.78MHz 대역은 전파규칙(ITU-RR)에 따라 국제적으로 한국, 일본 이외지역에서는 전파응용설비(ISM)로 분배되어 사용되고 있으며, 무선전력전송기기를 동 대역에서 이용하기 위해서는 ISM용으로 주파수 분배가 필요하다.

50W이상의 고주파 출력을 발생하는 설비는 전파법 제58조(전파응용설비)에 의해 허가받는 ISM설비이다. 방송통신기자재의 적합성평가고시 별표2(적합등록)에서는 허가받는 전파응용설비는 적합성평가 적용대상기자재 대상에서 제외시켰다. 따라서, 75kW이상의 고출력 전파응용설비인 무선충전 전기버스는 허가를 받아 설치 운영해야 한다.

나. 유럽

무선전력전송기기는 ISM설비로 분류되어 EMC 기준(ETSI EMC-D, ElectroMagnetic Compatibility - Directive)을 적용하고 있으며, 110-205kHz 대역의 자기유도방식 무선충전기와 같이 통신기능이 있는 In-band(통신용과 충전용 주파수가 같음) 기기는 소출력 기준(R&TTE-D, Radio & Telecommunication Terminal Equipment - Directive)을 적용하고 있다.

6.78MHz 대역의 자기공진방식 무선충전기와 같이 Out-of-band(통신용과 충전용 주파수가 다름) 기기의 경우 충전기능은 ISM설비로 분류(EMC 기준)하고, 통신기능은 소출력 기준을 적용하고 있다.

다. 미국

통신기능이 없는 무선전력전송기기는 ISM설비로 분류되어 EMC 기준(CFR 47 Part 18)을 적용한다. 통신기능이 있는 In-band 기기의 경우 소출력 기준(Part 15) 또는 EMC 기준(Part 18) 중 어느 하나의 기준을 만족하면 되며, Out-of-band 기기의 경우 충전기능은 ISM설비로 분류(EMC 기준, part 18)하고, 통신기능은 소출력 기준(part 15)을 적용한다.

제5절 전파간섭영향 분석 및 실험

1. 이론적 분석

6.78MHz 대역 무선충전기의 출력에 따른 간섭영향 예측이며, 미약전계강도 무선기기의 측정방법(TTAK.KO-06.0055/R1)과 자유공간손실 계산식을 이용하여 최소 이격거리 도출하였다.

최대 간섭 허용량은 -96dBm/3kHz이며 최소이격거리는 “휴대전화 무선충전기 RF출력 - 자유공간손실 < -96dBm/3kHz”를 만족하는 거리를 말한다.

※ 자유공간손실모델 : 송신기와 수신기 사이에 장애물이 존재하지 않고 가시선(LOS : Line Of Sight)을 따라서 전파가 전파되는 모델로 자유공간 상에서의 경로손실

$$L_{FS}(d) = G_t G_r k \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ [dB]}$$

L_{FS} : 자유공간손실, G_t : 송신 안테나 이득, G_r : 수신안테나 이득,
 k : 기타(케이블 손실 등) 감쇠지수, d : 거리, λ : 파장

6.78MHz 무선충전기가 10W로 동작할 때 가용전력의 대부분을 휴대폰 배터리로 전달하고, 잔여 전력(2~3%)을 외부로 방출하기 때문에, 실제 방출되는 크기를 측정하여 간섭분석에 반영하였으며, 방출 전력 크기는 3m 이격거리에서 약 -37.1dBm/3kHz로, 10m 이격거리에서는 약 -43.6dBm/3kHz로 나타났다.(무선충전기 샘플 측정 시 10m 거리에서 -44.1dBm/3kHz 값이 측정됨)

6.78MHz 무선충전기가 10W인 경우는 시제품의 성능 규격을 기준으로 분석하고, 50W의 경우는 10W 성능 규격에서 출력이 5배 증가한 것으로 가정하여 분석 수행하였다.

$$P_t(W) = \frac{Z_m^2 \times d^2 \times (10^{[H(dB\mu A/m) - 120]/20})^2}{30 G_t} \text{ [W]}$$

불요파(13.56MHz) 주파수의 신호는 거리의 제곱에 비례하여 감소하는 것으로 분석되었으며, 원거리장에서 최소 이격거리는 $\sqrt{\text{출력증가율}}$ 에 비례하여 증가하고, 근거리장에서 최소 이격거리는 출력 증가율에 비례하여 증가하였다.

가. 피간섭원이 단파무선국인 경우 이론적 분석결과

6.78MHz 대역내의 무선충전기가 해경 등 공공업무용 단파무선국에 주는 간섭을 분석하였다.

< 6.78MHz 무선충전기의 출력에 따른 단파무선국과 최소 이격거리 >

분석 방법	10W		50W(예상)	
	동일 주파수	인접 주파수	동일 주파수	인접 주파수
이론적 분석	a) 약 895 m	b) 약 21 m	약 2001 m ※ a) $\times \sqrt{5}$	약 47 m ※ b) $\times \sqrt{5}$

이격거리는 자유공간 손실 모델을 적용하여 도출하였으며, 해경의 단파무선국 이용 주파수는 무선충전기의 인접대역 주파수와 동일 주파수로 동작할 경우 모두에 대해 분석 수행하였다.

나. 피간섭원이 13.56MHz 대역의 무선설비(RFID/NFC)인 경우 이론적 분석결과

6.78MHz 무선충전기가 RFID 및 NFC(근접무선통신)에 주는 간섭영향을 분석하였다.

<무선충전기의 출력에 따른 RFID 및 NFC와 최소 이격거리>

분석 방법	10W		50W(예상)	
	RFID	NFC	RFID	NFC
이론적 분석	a) 약 2.5 m	b) 약 2.5 m	약 12.5 m ※ a) $\times 5$	약 12.5 m ※ b) $\times 5$

이격거리는 자유공간 손실 모델을 적용하여 도출하였다.

2. 실험적 분석

가. 피간섭원이 공공업무용 단파무선국

해경 등 공공업무용 단파무선국의 동작상태에서 무선충전기가 정상 동작 시 실험을 통해 최소 간섭거리 도출하였다.

1) 실험1

6.78MHz 대역 무선충전기의 인접대역인 해경 단파무선국과의 간섭영향을 실험하였다.(2012년 12월)

※ 참석자 및 장소 : RRA, CRMO, ETRI, 삼성, RAPA / 해양경찰서(함정)

185km 떨어진 먼 바다의 해경 함정에서 부두 정박함정으로 단파무선국(음성통신, 6767.4kHz)을 송신하고, 함정 함교(정상)에 설치된 단파통신 수신안테나 앞에서 무선충전기(10W, 6780kHz)를 운용하여 실험하였다.



[그림 8-15] 무선충전기와 단파무선국간의 간섭실험 측정 구성

2) 실험2

공공업무용 단파통신 시스템의 존재를 가정하고 실험을 진행하였으나, 해당 무선국은 운용되지 않는 것으로 확인되어 해경 단파통신 장비 중심 주파수를 변경하여 실험하였다.(2013년 3월)

※ 참석자 및 장소 : RRA, CRMO, ETRI, 삼성, RAPA / 인천해양경찰서(함정)

160km 떨어진 먼 바다의 순시 해경함정에서 부두 정박함정으로 단파무선국(음성통신, 6780kHz) 송신하고, 함정 함교(정상)에 설치된 단파통신 수신안테나 앞에서 무선충전기(10W, 6780kHz)를 운용하였다.

3) 실험3

6.78MHz 무선충전기 대역폭(17kHz)에 일부 중첩되어 이용 중인 주한미군 단파무선국과의 간섭영향 실험하였다.(2013년 5월)

※ 참석자 및 장소 : RRA, CRMO, ETRI, 삼성, RAPA / 주한미군

통신실에서 단파무선국 신호를 수신하고, 근처에 설치된 단파통신 수신안테나에 무선충전기(10W, 6780kHz)를 최근접(단파수신안테나에서 지면방향으로 5m 아래) 하여 운용하였다.

4) 실험적 분석결과

6.78MHz 무선충전기의 출력에 따른 13.56MHz 대역 무선설비와 최소 이격거리를 도출하였다.

분석 방법	10W		50W(예상)	
	동일 주파수	인접 주파수	동일 주파수	인접 주파수
실험적 분석	c) 약 80 m	d) 약 0.5 m	약 400 m ※ c) x 5	약 2.5 m ※ d) x 5

※ 50W의 경우는 10W 성능 규격에서 출력이 5배 증가한 것으로 가정하여 분석을 수행하였다.

- 원거리장에서 최소 이격거리는 $\sqrt{\text{출력증가율}}$ 에 비례하여 증가

실험1에서 무선충전기가 단파통신 수신안테나와 50cm 이격되면 전파간섭영향이 발생되지 않았으며, 실험2에서 80m 이격거리에서도 무선충전기의

간섭신호(잡음)가 유입되나, 동일 상황에서 해경에 승인된 주파수(6.7674MHz)로 변경시 정상품질로 통화가 가능했고, 실험3에서 무선충전기보다 높은 신호세기로 단파통신이 이루어져 간섭현상이 발생하지 않았다.

나. 피간섭원이 13.56MHz 대역의 무선설비(RFID/NFC)

RFID 및 NFC 동작 상태에서 휴대전화 무선충전기를 작동시킬 때 최소 간섭거리를 도출하고자 하였다.

1) 실험

6.78MHz 무선충전기의 스푸리어스(고조파)에 의한 13.56MHz 무선설비(RFID, NFC)와의 전파간섭영향을 실험하였다.(‘13.9월, RRA)

RFID/NFC(피간섭원) 리더기 인근에서 무선충전기(간섭원) 사용시 RFID/NFC 태그 정상인식 여부를 확인(RFID/NFC 개발용틀 활용)하고 최소 간섭거리 도출하였다.(Tag 정보를 Reader기에서 정상적 인식 여부 확인)



[그림 8-16] 13.56MHz 무선설비와 간섭실험 측정 구성

2) 실험적 분석결과

휴대전화 무선충전기에서 발생하는 스퓨리어스(고조파, 13.56MHz) 대역에서 이용하는 RFID 및 NFC와 간섭이 발생하였으며, 동일 주파수에서 0.05m 최소 이격이 필요하였다. 6.78MHz 무선충전기가 10W로 동작할 때, RFID 및 NFC와 간섭이 존재하나, 동작 시나리오 등을 고려하면 공존 사용이 가능할 것으로 판단되었다.

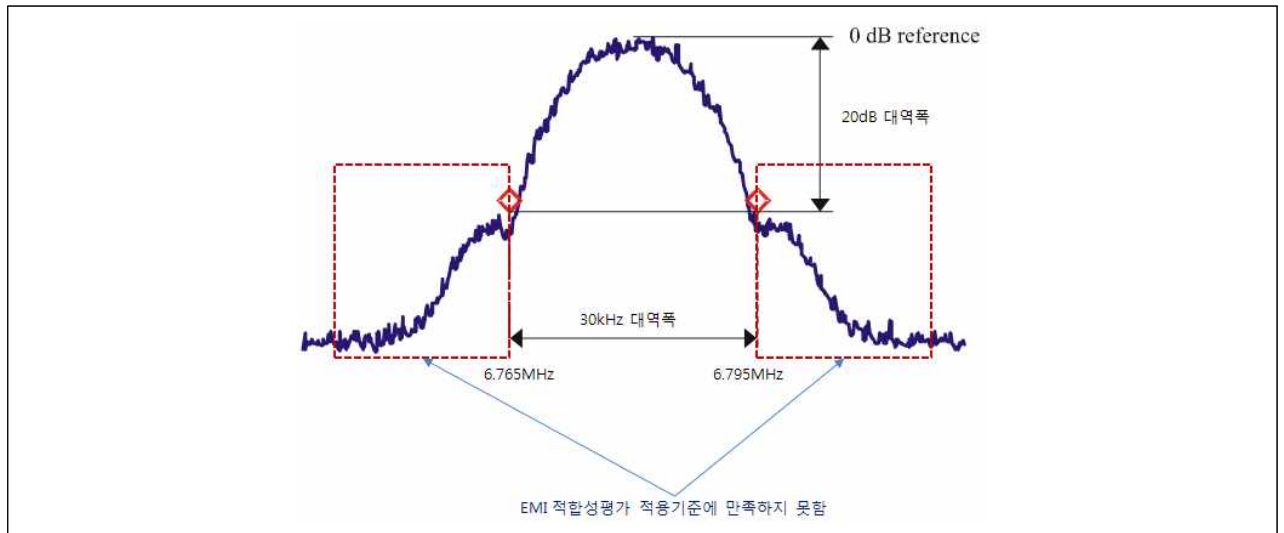
6.78MHz 무선충전기의 출력에 따른 13.56MHz 대역의 무선설비(RFID/ NFC)와 최소 이격거리는 다음과 같다.

분석 방법	10W		50W(예상)	
	RFID	NFC	RFID	NFC
실험적 분석	c) 약 0.05 m	d) 약 0.05 m	약 0.25 m ※ c) x 5	약 0.25 m ※ d) x 5

50W의 경우는 10W 성능 규격에서 출력이 5배 증가한 것으로 가정하여 분석 수행하였으며, 원거리장에서 최소 이격거리는 $\sqrt{\text{출력증가율}}$ 에 비례하여 증가하였다.

3. 휴대전화 무선충전기의 점유주파수 대역폭이 30kHz일 경우 분석

휴대전화 무선충전기에서 방출되는 전력의 크기는 설계 및 제작과정에 따라 다른 양상으로 나타나므로, 스펙트럼 마스크를 이론적으로 예상하여 분석하는 것은 가능하지 않으며, 간섭영향 실험에 이용한 기기의 경우 점유 주파수대역폭이 17kHz이나, 이는 신호의 최대점에서 20dB 아래의 대역폭(방사 전력의 99%가 포함된 것과 같은 주파수 대역폭)을 의미하므로, 무선충전기의 점유주파수 대역폭이 30kHz일 경우는 주파수 이용대역인 6.765~6.795 MHz대역을 초과하여 이용하는 문제가 발생되며, 적합성평가 적용기준(전자파 방해방지기준(EMI)과 전파응용설비의 불요발사 기준)에 만족하지 못하므로 제품이 상용화되어 시장출시가 불가능 할 것으로 판단된다.



4. 간섭영향분석 검토결과

휴대전화 무선충전기는 주파수 이용대역(6.78MHz)의 해경 등 공공업무용 단파무선국과 동일 및 인접대역에서 간섭 있으나, 6.78MHz 동일 중심주파수로 동작할 경우 선박, 고정, 이동 무선국과 동시 사용이 불가할 것으로 보여진다.

단, 인접 주파수의 경우 간섭은 존재하지만, 해경 등 공공업무용 단파무선국의 운용 시나리오를 고려할 때, 실제 운용환경에서 실현가능성은 낮은 것으로 판단된다.

6.78MHz 무선충전기의 고조파 스퓨리어스(13.56MHz) 대역에서 이용하는 RFID 및 NFC 등은 5cm이내에서 간섭은 있었으나, 10W 및 50W의 6.78MHz 무선충전기와 RFID 및 NFC의 동작환경 등을 고려하면 13.56MHz 대역에서 두 시스템의 동시 사용이 가능할 것으로 판단된다.

* RFID, NFC는 주변형과 근접형 서비스로 구분할 수 있으며, 통상 주변형은 1m이내, 근접형은 20cm 이내에서 동작하는 서비스를 의미한다.

6.78MHz 대역내 단파무선국의 설치환경과 이용형태 등을 고려하면 무선충전기가 근접하여 이용할 수 있는 접근성이 용이하지 않으므로 간섭영향은 미미하여 주파수 공용이 가능할 것으로 보여진다.

또한 13.56MHz대역을 이용하여 근접거리(20cm 이내)에서 동작하는 무선설비(RFID, NFC) 이용형태를 고려할 때 6.78MHz 대역의 무선충전기와 공존할 가능성이 희박하므로 13.56MHz대역에서 공유사용이 가능할 것으로 판단된다.

제6절 6.78MHz(6.765~6.795MHz) 대역 주파수 분배

1. 전파응용설비(ISM, industrial, Scientific Medical)의 정의

전파법 제58조제1항제1호에서 전파응용설비는 “전파에너지를 발생시켜 한정된 장소에서 산업·과학·의료·가사, 그 밖에 이와 비슷한 목적으로 사용하도록 설계된 설비” 규정하고 있다.

가. ISM 기기

통신용도의 적용을 제외한 산업용, 과학용, 의료용, 가정용, 기타 유사한 용도로 전파에너지를 발생·사용하도록 설계된 기기로 RF의 에너지 전달을 이용하여 발열, 이온화 등의 물질특성 변화를 발생시키는 산업, 의료, 과학용 제품 등이 있다.

[표 8-6] ISM기기의 분류

분류	ISM기기
산업용 장치	비닐용착용 고주파웰더, 목재건조용 유전자열장치, 금속담금질용 유도가열장치, 식품가공용 전자렌지, 아크용접기, 초음파가공기, 초음파세정기 등
의료용 장치	전기메스, 고주파치료기, MRI 장치, 암치료용 온열치료 장치 등
과학 및 기타용 장치	전자레인지, 전자조리기 등

유도가열장치는 금속재료에 고주파 자기장을 인가하면, 내부에 전기장이 발생하여 와전류가 흘러 발열현상을 이용하는 설비이고, 유전자열장치는 유전체 재료를 고주파 전기장 속에 두면, 전기장에 의해 재료내부 분자가 심하기 진동하여 마찰열 발생을 이용하는 설비이다.

[표 8-7] 전파응용설비 이용 사례

산업용	의료용	가정용	과학용 및 기타
 <고주파 용접기>	 <MRI>	 <전자레인지>	 <스펙트럼 분석기>※
 <고주파 열처리기>	 <심장 조영장치>	 <초음파 세척기>※	 <고주파 조명기기>

나. ISM 대역

ISM 기기는 법에서 정한 전계강도 기준을 만족할 경우 ISM 대역뿐만 아니라 다른 주파수 대역에서 사용 가능하며, ITU가 산업(industrial), 과학(Scientific) 및 의료(Medical) 등 전파응용설비용으로 지정한 주파수대역으로써 일반적으로 전파응용설비가 통신서비스보다 우선 사용할 수 있는 대역을 ISM 대역으로 칭한다.

< ITU 전파규칙(RR)에 의한 ISM대역 현황 >

대역	중심주파수	서비스 지역	이용조건	비고
6765-6795kHz	6.78MHz	지역 1, 2, 3 (한국, 일본 제외)	5.138	주관청의 동의가 필요
13.553-13.567MHz	13.56MHz	지역 1, 2, 3	5.150	전파응용설비 우선 사용
26.957-27.283MHz	27.12MHz			
40.66-40.7MHz	40.68MHz			
433.05-434.79MHz	433.92MHz	지역 1		
902-928MHz	915MHz	지역 2		
2.400-2.500GHz	2.45GHz	지역 1, 2, 3	5.138	주관청의 동의가 필요
5.725-5.875GHz	5.8GHz			
24.00-24.25GHz	24.125GHz			
61.0-61.5GHz	61.25GHz			
122-123GHz	122.5GHz			
244-246GHz	245GHz			

※ 1지역 : 유럽, 2지역 : 미국 등 아메리카, 제3지역 : 아시아

5.138

공업, 과학 및 의료용(ISM) 응용으로 지정한다. ISM 응용으로 이 주파수대역을 사용하는 것은 전파업무가 영향을 받을 우려가 있는 주관청의 동의를 얻어 해당 주관청이 특별한 승인을 부여하는 조건을 전제로 한다. 주관청은 이 규정을 적용함에 있어서 ITU-R의 최신 관련 권고를 충분히 고려하여야 한다.

5.150

공업, 과학 및 의료용(ISM) 응용으로 지정한다. 이 주파수대역내에서 운용하는 전파통신업무는 이들 응용에 의해 발생하는 유해간섭을 용인하여야 한다. 이 주파수대역에서 운용하는 ISM 설비는 전파규칙 제15.13호 규정에 따른다.

대역	중심주파수	주파수용도	주파수분배표 주석(K205)
19-21kHz, 59-61kHz	20kHz, 60kHz	전파응용설비용	19-21 kHz, 59-61 kHz 대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않고 사용하여야 한다.

2. 무선전력전송기기의 전파응용설비로의 부합성

6.78MHz 주파수 대역의 휴대전화 무선충전기는 수cm 이내의 거리에서 배터리라는 부하에 전기에너지를 시변 자기장으로 변환하여 무선으로 전달하는 기기로서, 비복사 구조로 충전패드와 단말기 간 수mm에서 수cm 정도의 한정된 거리에서 자기장이 생성되고 이를 이용하여 전력을 전송한다.

단, 이 과정에서 비의도적으로 비변조 전파가 발생할 수 있으나 이용 전력에 비해 전파 발생량 및 도달 거리는 매우 짧다.

A4WP 표준방식을 채택한 6.78MHz 대역의 휴대전화 무선충전기는 해당 주파수를 전력을 전송하기 위한 목적으로만 사용하고, 충전패드와 단말기간 전력제어신호 송·수신은 2.4GHz 대역 블루투스 무선표준기술을 사용하며 6.78MHz 대역에서는 변조를 통한 통신기능은 사용하지 않으므로, 통신 기능이 없는 무선충전기기는 전파응용설비로 분류하는 것이 합당하다.

3. 전파응용설비로 분류 시 장단점

국제적으로 6.78MHz 대역은 전파응용설비로 활용이 가능한 대역이나, 국내에서는 주관청의 승인이 필요하다.

가. 장점

미주 및 유럽 등은 이미 대역내 통신 기능이 없는 6.78MHz 무선충전기 제품을 ISM 설비로 분류하여 규제를 적용하고 있어, 주요 국가와 국제적으로 조화된 규제 적용이 가능하여 국내 제조사들이 동일한 기준으로 제품을 설계/제조하여 국내 및 해외에 판매할 수 있다.

나. 단점

6.78MHz 대역을 ISM 대역으로 승인 시, 대역 내 기본과 규제가 없기 때문에 동일 대역 및 인접 대역의 타 시스템과 간섭이 우려되는 문제가 있으나, 국내 6.78MHz 대역 간섭 측정을 통해 간섭 문제가 없음을 확인 하였다.

다. 기본과 규제

전파이용 무선국 존재시 혼·간섭 우려로 기본과의 규제 필요하나, 기본과를 규제하지 않는 국제적 흐름과 조화 측면에서 검토가 필요하다.

[표 8-8] 무선전력전송기기 용도분류에 따른 장단점 비교

구분	전파응용설비용	무선전력전송기기용
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 미국, 유럽 등 주요국과 국제 조화 실현 - 다양한 전파응용설비 도입 가능, 주파수 이용 효율 제고 	<ul style="list-style-type: none"> - 무선전력전송 전용 대역으로 이용가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 고주파 출력 50W급 무선전력전송기기 출현시 간섭발생 가능성 추가검증 필요 ※ 연구반 검토결과는 이론상 예측 결과 ※ 50W 초과 전파응용설비는 허가대상 	<ul style="list-style-type: none"> - 미국, 유럽 등 주요국과 국제 조화 어려움 - 주파수 정책 추진상 일관성 결여 우려
기본과 규제	<ul style="list-style-type: none"> - 전파이용 무선국과의 혼·간섭 우려로 국내·외적 기존정책 흐름에 따라 ISM대역은 기본과 규제하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 전파이용 무선국과의 혼·간섭 우려로 기본과 및 불요과 규제 필요 ※ ISM대역에서 ISM 설비의 제한적 도입 국내사례 없음

4. 해외사례

미국, 유럽은 통신 기능이 없는 무선충전기기는 전파응용설비로 분류하고 관련 규정을 적용하고 있다.

5. 주파수분배 방안

무선충전기는 휴대전화 단말기 시장뿐만 아니라 가전산업 등에 기술 파급효과가 커 국제적으로 기술개발과 제품 상용화가 진행 중으로, 무선충전기의 국제적인 기술선점과 향후 산업적 파급효과를 고려하여 주파수 분배 추진이 필요하다.

6.78MHz 자기공진방식 무선전력전송기기의 표준단체(A4WP) 기술규격에서는 무선충전용 주파수대역으로 6.765~6.795kHz(30kHz 대역폭)를 정하고 있다.

미국, 유럽, 중국 등 각국의 주파수 분배상황 등을 고려하고, 국내·외 제품의 수출입 등을 감안할 때 국제 조화된 30kHz 대역의 분배가 필요하다.

만약, 전파간섭영향을 실험한 단말기의 주파수대역인 17kHz 대역폭으로 분배할 경우 외국제품의 국내시장 진입 곤란으로 무역장벽을 초래할 수 있으며, 국내 제조업체는 내수와 수출용을 별도 제조 및 개발해야 하는 비용부담 증가로 수익성 저하요인이 되므로 국내보다는 큰 시장에서의 제품 출시로 국내 이용자는 제한된 혜택을 받을 우려가 있다.

6.78MHz 대역(6.765~6.795kHz)은 미국, 유럽, 중국 등 국제적으로 ISM 용도로 분배하여 이용 중이며, 우리나라도 주파수이용의 국제적인 정책 방향을 고려하여 ISM 응용으로 지정하는 것이 타당하다.

6.78MHz 대역을 전파응용설비용으로 용도 지정시 대역 내 기본파 규제가 없기 때문에 타 시스템과 간섭 우려가 있으나, 고주파출력이 50W 초과되는 전파응용설비는 허가 대상으로 기존 기술기준 등을 적용하면 문제 없으며,

허가검사 및 준공검사 등의 과정에서 간섭 영향 등은 검증이 가능하다.

또한, 50W 미만 전파응용설비와 기존 단파통신설비가 운용되는 공간은 물리적으로 충분한 이격거리를 가질 것이므로 간섭을 발생시킬 확률은 거의 없을 것으로 판단된다.

따라서 다른 무선설비에 유해한 간섭을 주지 않도록 조건을 부여하여 분배를 추진하되, 전파응용설비(ISM)용으로 용도 지정하여 분배하고, 전파통신서비스가 ISM 설비에 우선함을 주파수분배표 주석에 명시한다.

무선충전 전기자동차용에 사용되는 19~21kHz/59~61kHz 대역을 2011년도에 전파응용설비용으로 분배한 사례가 있어, 일관성 있는 정책방향 설정이 필요하다.

제7절 무선전력전송기기 기술기준 마련

무선으로 충전하는 무선전력전송의 신기술이 도입됨에 따라 기존에 이용하고 있는 무선설비의 보호와 관련 산업 활성화 및 국민편익 증진을 위해 기술기준 개정을 추진하였다.

1. 기술기준 개정 주요내용

- 가. 전파응용설비가 허가받는 전파응용설비 외에 허가를 받지 않는 무선전력전송 전파응용설비에 대해서도 적용되도록 적용범위 개정
- 나. 무선전력전송 기기에 대한 기술기준을 적용하기 위해 무선전력전송 및 무선전력전송기기에 대해 용어를 정의함
- 다. 무선전력전송기기의 이용주파수 및 기술방식별로 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대 허용기준 마련하여 무선전력전송 규제체계 일원화
 - 20kHz 및 60kHz 대역의 무선충전 전기자동차는 현행 허가 적용기준을, 100~205kHz 대역의 휴대전화 무선충전기는 현행 무선설비규칙의 미약전

계강도무선기기 기준을 준용하여 규정

- 6.78MHz 대역의 자기공진방식 무선충전기는 기술방식이 동일한 「무선설비규칙(자계유도식 무선기기의 “주거용 기준”)」을 준용하여 규정

※ 자계유도식 무선기기 : 9kHz~30MHz이하 저주파에서 루프안테나를 이용하여 코일에 흐르는 전류에 의해 자기장 성분이 유도되는 전자기 유도 현상을 이용하는 통신기기

전파응용설비의 기술기준의 개정내용은 다음과 같다.

● 국립전파연구원고시 제2013-19호

「전파법」 제45조(기술기준), 제58조(산업·과학·의료용 전파응용설비 등)의 규정에 의한 전파응용설비 기술기준(국립전파연구원고시 제2012-29호, 2012.12.21.)을 다음과 같이 개정 고시합니다.

2013년 12월 24일
국립전파연구원장

전파응용설비의 기술기준 일부개정

전파응용설비의 기술기준 일부를 다음과 같이 개정한다.

제2조를 다음과 같이 한다.

제2조 본문 중 “법 제58조제1항에 따라 산업·과학·의료·가사, 그 밖에 이와 비슷한 목적에 사용하도록 설계된 설비”를 “법 제45조 및 제58조제1항에 따른 전파응용설비”로 한다.

제3조를 다음과 같이 신설한다.

제3조(정의) 이 고시에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “무선전력전송”이란 무선으로 전기에너지를 송신기에서 수신기로 전송하는 기술을 말한다.
 2. “무선전력전송기기”란 무선전력전송을 행하는 전파응용설비를 말한다.
- 제3조를 제4조로 하고 제1항 중 “기본파 또는 불요발사”를 “기본파 및 불요

발사”로 하고, 제2항을 제3항으로 하며 본문 중 “제1항”을 “제1항 및 제2항”으로 한다.

제4조제2항을 다음과 같이 신설한다.

② 제1항의 규정에도 불구하고 무선전력전송기기에서 발사되는 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도의 최대허용치는 다음 각 호와 같다.

1. 19~21kHz, 59~61kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도는 제1항제1호의 기준에 적합할 것
2. 100~205kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파는 3m 거리에서 측정한 전계강도가 $500\mu V/m$ 이하(측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다. 이 경우 λ 는 측정주파수의 파장임)이고 불요발사는 기본파의 전계강도 보다 낮을 것
3. 6765~6795kHz 대역을 이용하는 무선전력전송기기의 기본파 및 불요발사에 의한 전계강도는 다음의 기준 값 이하일 것

주파수	기준 값	비 고
9kHz~10MHz	$78.5-10\log(f/9)\text{dB}\mu V/m$	※ 10m 거리를 기준으로 하며, f는 kHz를 단위로 한 주파수로 한다. ※ 분해대역폭은 주파수 9~150kHz에서 200Hz, 150kHz~30MHz에서 9kHz, 30~1,000MHz에서 120kHz를 적용하고, 검출 모드는 준 첨두치 모드를 이용한다.
10~30MHz	48dB $\mu V/m$	
30~230MHz	30dB $\mu V/m$	
230~1000MHz	37dB $\mu V/m$	

제4조부터 제8조까지를 각각 제5조부터 제9조로 한다.

제9조 본문 중 “2015년 12월 31일”을 “2016년 12월 31일”로 한다.

부칙

제1조(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

제2조(다른 기준에 의한 적용례) 이 고시에서 특별히 정한 사항외의 일반적 조건은 「무선설비규칙」에서 정한 사항을 적용한다.

제3조(경과조치) 이 고시 시행 당시 종전의 규정에 따라 적합성평가를 받았거나 허가를 받아 운영 중인 전파응용설비는 이 고시에 의해 적합한 것으로 본다.

2. 6.78MHz 대역 주파수 분배

대한민국 주파수 분배표 기술기준의 개정내용은 다음과 같다.

● 미래창조과학부고시 제2013-185호

전파법 제9조(주파수분배)에 따라 대한민국 주파수 분배표(미래창조과학부 고시 제2013-181호, 2013. 12. 4) 일부를 다음과 같이 개정하여 고시합니다.

2013년 12월 20일
미래창조과학부장관

대한민국 주파수 분배표 일부개정

대한민국 주파수분배표 일부를 다음과 같이 개정한다.
주파수분배표의 6765~8341.75 kHz 대역의 한국 주파수대별 용도와 국내 주파수분배표 주석을 다음과 같이 한다.

6765－8341.75 kHz

국 제			한 국	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
6765-7000	고정 이동(항공이공(R) 제외) 5.138 5.138A 5.139		6765-7000 고정 육상이동 5.138	6780 kHz(전파응용설비) K206

K206

6765~6795 kHz(중심주파수 6780 kHz) 대역은 전파응용설비용으로 사용한다. 다만, 다른 무선국에 유해한 간섭을 주지 않아야 하며, 다른 전파 서비스로부터 보호를 주장할 수 없다.

부 칙

이 고시는 고시한 날로부터 시행한다.

신·구 조문 대비표

현 행		개 정(안)	
한	국	한	국
(4)	(5)	(4)	(5)
주파수대별 분배	용 도 등	주파수대별 분배	용 도 등
6765-7000 고정 <u>육상이동</u> 5.138		6765-7000 고정 <u>육상이동</u> 5.138	6780 kHz(전파응용설비) K206

제8절 결론

무선전력전송 기술은 기술의 패러다임을 바꿀 만큼 파급효과가 매우 큰 첨단기술이지만, 주파수 할당, 인체영향 및 기술적인 한계점 등 아직까지 해결되지 않은 문제가 많이 있으므로 체계적으로 접근해야 할 기술이다.

특히, 기존 소출력 기술을 대출력까지 허용할 때의 전파법 등 기술기준 개정 문제, 상용화되었을 때의 인체영향 및 EMC(EMI) 문제, 기술적인 어려움의 문제 등을 단시일 내에 해결하는 것은 매우 어렵다.

따라서 이를 극복할 수 있도록 다양하고 체계적인 기술개발 및 표준화가 시도되어야 한다. 이에 전 세계의 연구개발 동향을 예의 주시하고, 외국의 연구개발 사례를 타산지석으로 삼아 국내의 무선전력전송 기술 연구 및 서비스 보급의 확대에 만반의 준비를 다할 필요가 있다고 사료된다.

제9장 무선설비의 적합성평가 환경적 조건 및 시험방법 개선

제1절 개요

소출력 무선기기에 적용된 환경적 조건 등의 시험조건이 미국, 유럽 및 일본 등과 일부 상이함에 따라 국제적으로 부합하는 환경적 조건을 검토하여 이를 개선하고자 하였다. 이외에도 소출력 무선기기 기술 발전과 더불어 적합성평가 시험방법에 대한 국제적인 추세에 발맞춰, 소출력 무선기기 시험방법의 개선사항을 지속적으로 발굴하여 개선방안을 마련하고자 하였다.

제2절 소출력 무선기기의 환경적 조건 개정

소출력 무선기기의 적합성 평가시 합리적 환경적 조건 적용을 위해 국내 및 유럽, 미국, 일본의 유사 적용사례를 조사하고 비교시험 데이터 분석을 통해 「무선설비의 적합성평가 처리방법」의 환경적 조건 개정방안 마련에 활용하고자 하였다. 연구반 운영을 통해 소출력 무선기기에 적용하는 환경적 조건 개정안을 마련하고 '13년 7월에 개정공고를 하였다.

1. 국내 현황

「무선설비의 적합성평가 처리방법」에서 소출력 무선기기와 관련한 특정 소출력 무선국용 무선설비 등 8개 기자재에 대해 전원전압(정격전압 $\pm 10\%$) 및 진동①, 충격①, 연속동작①, 온도①/②, 습도①의 5개 환경조건을 공통적으로 표9-1과 표9-2와 같이 적용하고 있다.

[표 9-1] 소출력 무선기기에 공통적으로 적용되는 환경적 조건 및 적용방법

진동	① 전진폭 3 mm, 진동수 매분 0에서 500회까지의 진동 및 전진폭 1 mm, 진동수 매분 500회에서 1,800회까지의 진동을 상하좌우 및 전후로 각각 30분간(10분간의 주기로 진동수를 저고저의 순서로 변동시킨다)가한 후 정격전압을 가하여 동작시켰을 때
충격	① 5 cm의 높이에서 두께 1cm 이상의 견고한 나무판 위에 낙하면이 평행하게 3회 이상 자유낙하 시킨다. 측정 대상기기의 각 면에 대해서 반복 시험 후 정격시험을 가하여 동작시켰을 때 파손, 발화, 발연 등의 이상 없이 동작할 것

연속동작	㉔ 통상의 사용조건으로 8시간 동작시켰을 때
온도	㉔ (-)20℃와 (+)50℃의 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 규정된 전원전압을 가하여 동작시켰을 때 ㉕ (-)10℃와 (+)50℃의 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 규정된 전원전압을 가하여 동작시켰을 때
습도	㉔ (+)35℃에 대한 상대습도 95%의 습도에 4시간 방치후 상온·상습에 복귀시켜 규정된 전원전압을 가하여 동작시켰을 때

※ 상온·상습은 온도 +15℃ ~ +35℃범위와 습도 20 % ~ 75 %를 말함

[표 9-2] 소출력 무선기기별 환경조건 및 시험항목(2013년 6월 현재)

기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목
전파법 시행령 제 24조제4호 규정에 의한 기기 중 전계 강도, 자계강도, 복사전력 무선기기	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 전계강도허용치 또는 자계강도허용치(상온·상습 조건에 한함) (기술기준 제97조 내지 103조) o 저주파 송신기의 불요발사(제15조 제6호)
특정소출력 무선국용 무선설비	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ 또는 ㉕ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제98조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) o 전계강도 및 전력밀도 허용치(기술기준 제98조) o 시각장애인 유도신호용 무선기기의 수신부 성능(기술기준 제98조 제3항 제9호) o 소형 기지국용 무선기기는 전기통신사업용 무선설비의 기술기준에 적합할 것
RFID/USN용 무선설비의 기기	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ 또는 ㉕ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차(기술기준 제99조) o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사 허용치, 전계강도 또는 공중선전력(기술기준 제99조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항)
코드없는 전화기	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제100조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) o 전파간섭 회피 기능(기술기준 제100조 제2항)

초광대역(UWB) 무선 설비의 기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제101조제1항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) ※ 주파수허용편차는 적용하지 않음
용도미지정 무선설비의 기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제101조제2항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항)
체내이식 무선의료기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도② <p>온도 : 다음 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제어용: 0℃, 55℃ - 이식용: 25℃, 45℃ <ul style="list-style-type: none"> o 습도① <p>※온도·습도 조건은 주파수 허용편차에만 적용</p>	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 주파수대폭의 허용치, 스푸리어스발사의 허용치, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제102조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) ※ 이식용 무선설비는 정격전압으로만 시험 ※ 기술기준 제102조 제7호 본문의 예비채널 확보 기능은 선택적으로 적용
물체감지센서용 무선 설비의 기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제103조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항)

환경적 조건을 적용하는 일반적인 시험절차는 「무선설비의 적합성평가 처리방법」의 제11조(기술기준 적합성평가 절차)에서 구체적으로 명시하고 있다. 먼저, ① 온도 및 습도, 연속동작 시험을 제외한 진동, 충격 등 기타 환경적 조건을 연속 적용한 후 정상동작여부, 파손·발화·발연 등을 확인한다. ② 정격 및 규정된 전원전압($\pm 10\%$)을 인가하여 상온·상습 환경에서 연속동작 시험 및 전기적 시험항목 시험을 실시한다. ③ 온도 및 습도의 환경적 조건을 적용한 정격 및 규정전압된 전원전압을 인가하고 각각의 환경적 조건에서 전기적 시험항목 시험을 실시한다. 전파법시행령 제25조제4호에 따른 무선기기(소출력무선기기)는 환경조건(온도, 습도)에서 전기적 시험

항목을 공중선출력과 주파수허용편차에 한해 실시한다.

2. 주요국 환경적 조건 적용사례

유럽의 경우 온도와 전압에 대한 환경조건만을 규정하고 있고 습도, 충격, 진동, 연속동작에 대한 환경조건은 없다. UWB 무선기기는 환경조건을 적용하지 않고 있다.

미국의 경우 유럽과 같이, 온도와 전압에 대한 환경조건만을 규정하고 있고 습도, 충격, 진동, 연속동작에 대한 환경조건은 없다. 미약전계강도용, 데이터전송용, 음성 및 음향전송용, 무선데이터통신시스템용, UWB용, 물체감지센서용 무선기기는 환경조건을 적용하지 않고 있다.

일본의 경우 주로 전압에 대한 환경조건만을 규정하고 있으나 일부기기에 대해 온도, 전압, 습도, 진동에 대한 환경조건을 적용하고 있다. 실외환경에서 이동체에 탑재하여 사용되는 일부 기기는 온도, 전압, 습도, 진동 등의 환경조건을 적용하고 있으며 대상기기로는 차량충돌방지레이더, RFID/USN용 무선기기, 물체감지센서용 무선기기가 있다. 표9-3은 이러한 주요국의 소출력 무선기기 적합성평가를 위한 환경적 조건 인가 현황을 간략히 정리한 것이다.

환경적 조건을 주로 적용하는 시험항목은 주로 출력, 주파수허용편차(또는 점유대역폭) 등이 있으며 조사된 주요국의 현황은 표9-4에 정리하였다.

[표 9-3] 소출력 무선기기 적합성평가를 위한 환경 인가조건 주요국 적용현황

환경조건 항목	미국	유럽	일본
온도	○	○	○
습도	×	×	○
규정전압(±10%)	○	○	○
진동	×	×	○
충격	×	×	×
연속동작	×	×	×

3. 환경적 조건 적용 전후 비교시험결과 분석

주요 소출력 무선기기에 대해 온도, 습도 등 환경적 조건의 적용 전후 비교시험결과 데이터를 수집·분석하고, 이를 환경적 조건 개정(안) 마련을 위한 참고자료로 활용하고자 하였다.

[표 9-4] 비신고 무선기기 시험방법 환경조건관련 주요국 규제 현황(2013년)

Note 1. ○는 모든 전기적 시험항목에 적용, △는 특정 전기적 시험항목에 적용, ×는 적용하지 않음을 의미

1. 미약 전계강도 무선기기

1. 미약 전계강도 무선기기	9kHz~25MHz 무선기기, 9kHz~30MHz 유도감응 루프시스템	환경조건		유럽			미국			일본		
		온도	고온 저온	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
				EN 300 330	△	-Modulation Bandwidth -RF carrier current	FCC Part 15C 15.209	×		비승인품으로 규정	×	
					△	"		×			×	
					△	"		×			×	
		전압			×			×			×	
		습도			×			×			×	
		충격			×			×			×	
		진동			×			×			×	
		연속동작			×			×			×	

2. 자계 유도식 무선기기

2. 자계 유도식 무선기기		환경조건		유럽			미국			일본		
		온도	고온 저온	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
				EN 300 330	△	-Modulation Bandwidth -RF carrier current	FCC Part 15C 15.209	×		비승인품으로 규정	×	
					△	"		×			×	
					△	"		×			×	
		전압			×			×			×	
		습도			×			×			×	
		충격			×			×			×	
		진동			×			×			×	
		연속동작			×			×			×	

3. 특정 소출력 무선기기

① 무선조정용 무선기기

3-①. 무선조정용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	EN 300 220	△	-주파수허용편차 -conducted방법의 공중선전력 - Modulation Bandwidth	FCC Part 15C 15.227 (26.96-27.28MHz) 15.229 (40.66-40.70MHz)	△	주파수허용편차 (40.66-40.70MHz)	증명규칙 제2조 1항 8호 별표22-1/2/3 (Telemeter/ Telecontrol/ Data transmission)	×	
	전압			△	"		△	"		×	
	습도			△	"		△	"		○	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	
				×			×			×	
				×			×			×	

② 데이터전송용 무선기기

3-②. 데이터전송용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	EN 300 220	△	-주파수허용편차 -conducted방법의 공중선전력 - Modulation Bandwidth	- ANSI C63.4 (2003) - FCC CFR47 Part2 - FCC Part15C 15.205, 15.209, 15.231, 15.241, 15.35	×		- 무선설비규칙 -ARIB STD-T67 - 증명규칙 제2조 1항 8호 별표22의1/2/3	×	
	전압			△	"		×			×	
	습도			△	"		×			○	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	
				×			×			×	
				×			×			×	

③ 안전시스템용 무선기기

3-③. 안전시스템용 무선기기 (독립형)	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	EN 300 220 (169MHz, 869MHz)	△	-주파수허용편차 -전도성 전력 - Modulation Bandwidth	- FCC Part 15C 15.231	△	주파수허용편차 (40.66-40.70MHz)	증명규칙 제2조1항13호 (소전력시큐리티) 별표36 (426MHz)	×	
				△	"		△	"		×	
	전압			△	"		△	"		○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

④ 음성 및 음향신호 전송용 무선기기

3-④. 음성 및 음향신호 전송용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	EN 300 220 EN 300 422 (무선마이크)	△	-주파수허용편차 -전도성 전력 - Modulation Bandwidth	FCC Part 15C 15.237 (72-73, 74.6-74.8, 75.2-76MHz)	×		무선호출 : 429MHz 증명규칙 제2조 1항8호 별표22의7 무선마이크 : 74/322/806-809MHz 증명규칙 제2조 1항8호 별표22의8 (무선마이크) 별표22의9(보청기용 무선마이크)	×	
				△	"		×			×	
	전압			△	"		×			○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

⑤ 무선랜을 포함한 무선 접속시스템용 무선기기

3-⑤. 무선랜을 포함한 무선 접속시스템용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	EN 301 893 (5GHz)	△	-Carrier Freq. -RF output power (EIRP) -Transmit power control	FCC Part 15E 15.407 (5GHz)	△	주파수 허용편차	증명규칙 제2조1항 19호의3 및 19호의3의2 별표45	×	
				△	“		△	“		×	
	전압			△	“		△	“		○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

※ EN 301 893에서 온도와 전압 환경조건은 제조자 선언한 것을 적용

⑥ 중계용 무선기기

3-⑥. 중계용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	- 비신고 아님 (간이면허제)			- 비신고로 팜토셀만 사용			- 비신고 아님 (간이면허제)		
	전압										
	습도										
	충격										
	진동										
	연속동작										

⑦ 무선데이터 통신시스템용 무선기기

3-⑧. 무선데이터 통신시스템용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	-EN 300 328 (2.4GHz) -EN 302 502 (5.8GHz)	△	-전도성 출력과 점유주파수대폭(2.4GHz) - 점유주파수대폭(5.8GHz)	- FCC Part 15C 15.247, 15.249 (2.4/5.8GHz)	×		증명규칙 제2조 1항19호 별표43	×	
	전압			△	"		×			×	
	습도			△	"		×			○	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	
				×			×			×	

※ EN 302 502에서 온도와 전압 환경조건은 제조자 선언한 것을 적용

⑧ 이동체 식별용 무선기기 : 미국, 유럽에서 이동체 식별용은 별도로 없고 RFID를 활용

⑨ 차량충돌방지용 레이더 무선기기

3-⑦. 차량충돌방지용 레이더 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온 저온	- EN 301 091 (76-77GHz) - EN 302 288 (24.25-26.65GHz)	△	주파수점유폭, 출력	FCC Part 15C 15.252 (23.12-29.00GHz) 15.253 (76-77GHz)	△	주파수 허용편차 (76-77GHz)	증명규칙 제2조1항8호 별표22의14	△	주파수허용편차
	전압			△	"		△	"		△	"
	습도			△	"		△	"		○	"
	충격			×			×			△	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	
				×			×			×	

4. RFID/USN용 무선기기

4. RFID/ USN용 선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
	온도	고온 저온	-EN 300 330 (자계유도) -EN 302 291 (13.56MHz) -EN 302 208 (865-868MHz) -EN 300 220 (433MHz) -EN 300 440 (2.4GHz)	△ △ △ × × × ×	-주파수허용편차 -전도성출력 등 " " " " " " "	-FCC Part 15C 15.225 (13.56MHz) 15.240 (433MHz) 15.247 (902-928MHz)	△ △ △ × × × ×	-주파수허용편차 (13.56MHz) " " " " " " "	-ARIB STD-T106 (920MHz) -증명 규칙 제2조1항8호 별표22의12(2.4GHz) 별표22의13(935.5MHz)	△ △ ○ △ × △ ×	주파수허용편차 " " " 주파수허용편차 " 주파수허용편차 "
	습도	전압									
	충격	진동									
	연속동작										

5. 코드없는 전화기

5. 코드없는 전화기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
	온도	고온 저온	- EN 301 406 (DECT 1880-1900MHz)	△ △ △ × × × ×	주파수 안정도, 타이밍정확도,전송비트스트림 " " " " " " "	-FCC Part 15C 15.233 (43/46/48/49MHz) - FCC Part 15D (DECT6.0, 1920-1930MHz)	△ △ △ × × × ×	주파수 허용편차 " " " " " " "	증명 규칙 제2조1항21호의2 별표81 및 82 (Digital cordless Phone, 1893-1902MHz)	× × ○ × × × ×	
	습도	전압									
	충격	진동									
	연속동작										

※ 미국은 2.4/5.8GHz 대역 소출력무선기기도 사용하므로 2.4/5.8GHz 무선데이터통신시스템용 참조 가능

6. UWB, 용도미지정 무선기기

① UWB

6-1. UWB 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
	온도	고온	EN 302 065	×		FCC Part 15F 15.519	×		증명규칙 제2조1항47호 별표 70	×	
		저온		×			×			×	
	전압			×			×			○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

② 용도미지정

6-2. 용도미 지정 무선기 기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
	온도	고온	- EN 305 550 (57-64GHz) - EN 302 567 (60GHz Giga LAN)	×		FCC Part 15C 15.255	△	주파수허용편차	증명규칙 제2조1항8호 별표22의15 (밀리미터파 영상전송)	×	
		저온		×			△	“		×	
	전압			△	출력,접유대역폭 (57-64GHz)		△	“		○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

※ EN 302 567에서 전기적 시험에서 제조자 선언한 것을 적용하나 제조자선언내용에 온도와 전압 등을 포함하지 않음

7. 체내이식 무선의료기기

체 내 이 식 무선의료기 기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고	관련규격	적용 유무	비고
	온도	고온	EN 301 839	△	주파수 허용편차 (이식용 25~45℃)	FCC Part 95E 95.627	△	주파수허용편차 (이식용 25~45℃)	증명규칙 제2조1항8호 별표22의5	×	(이식용 22℃~38℃)
		저온		△	“		△	“		×	
	전압			△	“		×			○	
	습도			×			×			×	
	충격			×			×			×	
	진동			×			×			×	
	연속동작			×			×			×	

8. 물체감지센서용 무선기기

물체감지센서용 무선기기	환경조건		유럽			미국			일본		
			관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고	관련규격	적용유무	비고
	온도	고온	EN 300 440 (10GHz)	△	출력,점유대폭	FCC Part 15C 15.245	×		증명 규칙 제2조1항8호 별표22의16 (이동체감지센서)	△	주파수허용편차
		저온		△	“		×			△	“
	전압			△	“		×			○	
	습도			×			×			△	주파수허용편차
	충격			×			×			×	
	진동		×		×			△		주파수허용편차	
	연속동작		×		×			×			

비교시험결과 데이터 수집 및 조사방법은 무선설비 적합성평가 처리방법 연구반에 참여한 지정시험기관의 데이터를 활용하였다. 비교데이터를 제공한 참여시험기관은 원텍, 스탠다드뱅크, 한국SGS, HCT, RAPA 시험인증원, Nemko, CTK, ETL 등 총 8개 기관이다. 일부 시험기관은 '13년 4월1주부터 5월2주까지의 적합인증 시험결과를 제공하였고, 일부 시험기관은 해당 기간에 소출력 무선기기 시험회수가 10회 이하인 경우가 있어, 보다 객관적인 통계데이터 분석을 위해 '13년1월1주부터 5월2주까지의 데이터를 제공하였다. '13년 4월1주부터 5월2주 데이터를 제출한 기관은 HCT, NEMKO 등 2개 기관이고 '13년 1월1주부터 5월2주 데이터를 제출한 기관은 원텍, 스탠다드뱅크, 한국SGS, RAPA 시험인증원, CTK, ETL 등 6개 기관이다.

당초 소출력 무선기기 8개 대상기자재 17개 분류기기에 대해 데이터 수집을 계획했으나 차량충돌방지용 레이더, UWB 및 용도미지정기기, 이동체 식별용, 소형기지국 등은 수집된 데이터가 없었다. 온도, 습도, 진동, 충격, 연속동작의 5개 환경적 조건과 전원전압 조건을 포함한 총 6개 시험조건의 적용 전후 총시험 회수와 불합격 회수 데이터를 수집하였다. 온도 조건의 경우 온도①, ②, ③, ④의 4개 세부조건을 적용하였으나 대부분의 기기 시험은 온도 ①, ② 조건에서 이루어졌다.

표9-5와 같이 비교시험 데이터 분석결과, 습도, 진동, 충격, 연속동작의 환경적 조건에 대한 불합격한 사례는 전혀 없었다. 기기별 구분없이 총시험회수는 각각 진동 182회, 충격 182회, 연속동작 182회로 실시되었고, 각각의 환경적 조건에서 불합격회수는 없었다. 습도의 경우, 온도 조건과 더불어 RF 성능에 영향을 줄 수 있는 요소로 판단되었으나 시험데이터 분석결과 총시험회수 183회에서 불합격 사례는 없었다. 전기적 시험항목의 RF 성능에 주로 영향을 많이 주는 '온도' 환경적 조건에서 불합격 사례가 많았으며 온도① 조건에서 총 54회의 시험회수 중 불합격회수는 없었고, 온도조건이 덜 가혹한 온도② 조건에서 총138회의 시험회수 중 12회의 불합격회수가 있었다. 적합성평가 처리방법에서 명시적으로 환경적 조건에는 포함되지 않는 '전원전압' 조건의 경우 총 183회의 시험회수에서 2회의 불합격회수가 있었다.

RF 성능 등의 전기적 시험항목은 주로 전원전압과 온도에 의해 많은 영향을 받을 수 있음을 유추할 수 있으므로 환경적 조건 개정(안) 마련시에 이

를 고려하고자 하였다.

4. 환경적 조건 개정(안) 마련 및 개정공고

무선설비 적합성평가 처리방법 연구반 운영과 행정예고 실시를 통해 「무선설비의 적합성 평가 처리방법」 별표2에 열거된 소출력 무선기기의 환경적 조건 개정사항에 대한 의견수렴을 하였고, 이에 환경적 조건 개정(안)을 마련하였다.

환경적 조건 개정 사항으로 먼저 전기적 시험항목(RF 성능)과 관련성이 적고 기기의 신뢰성과 주로 연관되어 있는 진동, 충격, 연속동작 등 3개 환경적 조건을 삭제하기로 하였다. 진동 시험조건은 차량 등의 이동체에 항상 탑재되는 일부 무선기기의 경우 사용자의 안전을 위해 필요할 수 있으나, RF 성능에 영향을 미치는 것이 아니고 기기 신뢰성과 연관되는 것이므로 이동체에 대한 진동조건의 특별적용은 하지 않기로 하였다.

기기의 RF 성능에 영향을 줄 수 있는 온도와 습도 등의 2개 환경적 조건은 그대로 유지하는 것으로 하였다. 습도 시험 조건의 경우 극한환경 적용 후 상온상습에서 한동안 방치한 후 다시 전기적 시험항목을 시험하므로 상온상습에서 2회 시험한다는 것과 같다는 의견이 있었으나, 사실상 온도와 마찬가지로 습도 조건도 무선기기의 RF성능에 영향을 줄 개연성이 있으므로 계속 적용하기로 하였다. 온도 조건의 경우 온도①(-20~+50 ℃) 또는 ②(-10~+50 ℃)를 제조자가 직접 선택할 수 있어 규제완화 측면에서 덜 가혹한 온도 ②의 단일 온도조건을 정하려 했으나, 제조업체 측면에서는 실외나 실내 사용을 자유롭게 적용할 수 있도록 기존에 온도① 또는 ②를 양자택일하는 방식이 유리하다는 의견을 제시함에 따라 온도 조건은 변경없이 그대로 두기로 하였다. 그 외에도 '12년도 무선설비규칙 개정으로 인한 일부 인용조항을 현행화하였다.

표9-6은 소출력 무선기기에 적용하는 환경적 조건 개정을 위한 「무선설비의 적합성 평가 처리방법」의 별표2의 신규대조표이다. 행정예고는 '13년 6월 26일부터 7월 15일 20일동안 국민신문고를 통해 실시하였고 행정예고 결과 특이사항은 없었고 관련 개정사항을 '13년 7월 26일자로 관보에 게재하였다.

[표 9-5] 환경적 조건 적용 전후 비교시험결과

구분		전원전압		온도								습도㉠		진동㉠		충격㉠		연속동작㉠	
				온도㉠		온도㉡		온도㉢		온도㉤									
		총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수	총시험회수	불합격회수		
미약전계강도 무선기기		8	0			9	0					9	0	9	0	9	0	9	0
자계유도식 무선기기		1	0			1	0					1	0	1	0	1	0	1	0
특정소출력 무선기기	가. 무선조정용 무선기기	3	0	0	0	4	1					3	0	3	0	3	0	3	0
	나. 데이터전송용 무선기기	31	0	7	0	27	3					31	0	31	0	31	0	31	0
	다. 안전시스템용 무선기기	4	0	0	0	4	0					4	0	4	0	4	0	4	0
	라. 음성 및 음향신호 전송용 무선기기	17	0	0	0	18	1					17	0	17	0	17	0	17	0
	마. 무선랜을 포함한 무선 접속시스템용 무선기기	21	0	12	0	11	2					21	0	21	0	21	0	21	0
	바. 중계용 무선기기	1	0	0	0	1	0					1	0	0	0	0	0	1	0
	사. 차량 충돌방지용 레이더 무선 기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	아. 무선데이터통신시스템용 무선기기	78	2	25	0	54	4					77	0	77	0	77	0	77	0

	자. 이동체식별용 무선기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	차. 소형 기지국용 무선기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
RFID/USN용 무선기기	가. 900 MHz 대역 사용 기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	나. 433 MHz 대역 사용 기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	다. 13.56 MHz 대역 사용 기기	16	0	10	0	7	1					16	0	16	0	16	0	16	0
체내이식 무선의료기기	400MHz주파수대를 사용하는 기기	0	0									0	0	0	0	0	0	0	0
물체감지센서용 무선기기	가. 24GHz 주파수대를 사용하는 기기	1	0	0	0	1	0					1	0	1	0	1	0	1	0
	나. 10GHz 주파수대를 사용하는 기기	1	0	0	0	1	0					1	0	1	0	1	0	1	0
코드없는 전화기	가. 1.7GHz 주파수대를 사용하는 기기	1	0					1	0			1	0	1	0	1	0	1	0
	나. 2.4GHz 주파수대를 사용하는 기기	0	0					0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
UWB 및 용도미지정 기기	가. UWB 기술을 사용하는 기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	나. 57~64GHz 주파수대를 사용하는 기기	0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
합계		183	2	54	0	138	12	1	0	0	0	183	0	182	0	182	0	183	0

[표 9-6] 무선설비의 적합성평가 처리방법 별표2(환경적 조건 개정) 신·구 대조표

[별표 2] 대상기자재별 적합성 평가 적용구분(제10항제1항 관련)

현행			개정(안)		
기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목	기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목
전파법 시행령 제24조제4호 규정에 의한 기기 중 전계강도, 자계강도, 복사전력 무선기기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동㉠ ○ 충격㉠ ○ 연속동작㉠ ○ 온도㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 전계강도허용치 또는 자계강도허용치(상온·상습 조건에 한함) (기술기준 제97조 내지 103조) ○ 저주파 송신기의 불요발사(제15조 제6호) 	전파법 시행령 제25조제4호 규정에 의한 기기 중 전계강도, 자계강도, 복사전력 무선기기	<ul style="list-style-type: none"> <삭 제> <삭 제> <삭 제> ○ 온도㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 전계강도허용치 또는 자계강도허용치(상온·상습 조건에 한함) (기술기준 제27조부터 제34조까지) ○ 저주파 송신기의 불요발사(제15조 제6호)
특정소출력 무선국용 무선설비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동㉠ ○ 충격㉠ ○ 연속동작㉠ ○ 온도㉠ 또는 ㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제98조) ○ 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) ○ 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) ○ 전계강도 및 전력밀도 허용치(기술기준 제98조) ○ 시각장애인 유도신호용 무선기기의 수신부 성능(기술기준 제98조제3항제9호) ○ 소형 기지국용 무선기기는 전기통신사업용 무선설비의 기술기준에 적합할 것 	특정소출력 무선국용 무선설비	<ul style="list-style-type: none"> <삭 제> <삭 제> <삭 제> ○ 온도㉠ 또는 ㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제29조) ○ 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) ○ 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) ○ 전계강도 및 전력밀도 허용치(기술기준 제29조) ○ 시각장애인 유도신호용 무선기기의 수신부 성능(기술기준 제29조제3항제9호) ○ 소형 기지국용 무선기기는 전기통신사업용 무선설비의 기술기준에 적합할 것
RFID/USN용 무선설비의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동㉠ ○ 충격㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 주파수허용편차(기술기준 제99조) 	RFID/USN용 무선설비의	<ul style="list-style-type: none"> <삭 제> <삭 제> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 주파수허용편차(기술기준 제30조)

기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목	기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목
기기	<ul style="list-style-type: none"> o 연속동작① o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사 허용치, 전계강도 또는 공중선전력(기술기준 제99조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) 	기기	<삭 제> <ul style="list-style-type: none"> o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사 허용치, 전계강도 또는 공중선전력(기술기준 제30조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항)
코드없는 전화기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도③ o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제100조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) o 전파간섭 회피 기능(기술기준 제100조제2항) 	코드없는 전화기	<삭 제> <삭 제> <삭 제> <ul style="list-style-type: none"> o 온도③ o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제31조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조 제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) o 전파간섭 회피 기능(기술기준 제31조제2항)
초광대역(UWB) 무선설비의 기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제101조 제1항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) ※ 주파수허용편차는 적용하지 않음 	초광대역(UWB) 무선설비의 기기	<삭 제> <삭 제> <삭 제> <ul style="list-style-type: none"> o 온도① 또는 ② o 습도① 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제32조제1항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) ※ 주파수허용편차는 적용하지 않음
용도미지정 무선설비의 기기	<ul style="list-style-type: none"> o 진동① o 충격① o 연속동작① o 온도① 또는 ② 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제101조제2항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) 	용도미지정 무선설비의 기기	<삭 제> <삭 제> <삭 제> <ul style="list-style-type: none"> o 온도① 또는 ② 	<ul style="list-style-type: none"> o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치(기술기준 제32조제2항) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항)

기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목	기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목
	o 습도㉔	o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항)		o 습도㉔	o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항)
체내이식 무선 의료기기	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ 온도 : 다음 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 시험 - 제어용 0℃, 55℃ - 이식용 25℃, 45℃ o 습도㉔ ※ 온도 · 습도 조건은 주파수 허용편차에만 적용	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 주파수대폭의 허용치, 스푸리어스발사의 허용치, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제102조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) ※ 이식용 무선설비는 정격전압으로만 시험 ※ 기술기준 제102조 제7호 본문의 예비채널 확보기능은 선택적으로 적용	체내이식 무선 의료기기	<삭 제> <삭 제> <삭 제> o 온도㉔ 온도 : 다음 온도에서 각각 1시간 이상 방치한 후 그 온도에서 시험 - 제어용 0℃, 55℃ - 이식용 25℃, 45℃ o 습도㉔ ※ 온도 · 습도 조건은 주파수 허용편차에만 적용	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 주파수대폭의 허용치, 스푸리어스발사의 허용치, 전파간섭 회피 기능(기술기준 제33조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제9조제1항) ※ 이식용 무선설비는 정격전압으로만 시험 ※ 기술기준 제33조 제7호 본문의 예비채널 확보기능은 선택적으로 적용
물체감지센서용 무선설비의 기기	o 진동㉔ o 충격㉔ o 연속동작㉔ o 온도㉔ 또는 ㉕ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제103조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항)	물체감지센서용 무선설비의 기기	<삭 제> <삭 제> <삭 제> o 온도㉔ 또는 ㉕ o 습도㉔	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 o 주파수허용편차, 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사의 허용치, 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(기술기준 제34조) o 공중선전력의 허용편차(기술기준 제6조제3항)

제3절 시험방법 개선방안 마련

소출력 무선기기 기술 발전과 더불어 적합성평가 시험방법의 국제적인 추세 변화에 맞춰 소출력 무선기기 시험방법의 개선사항을 지속적으로 발굴하여 개선방안을 마련하고자 하였다. 이에 무선설비 적합성평가 처리방법 연구반을 구성하고 의견수렴을 통해 개선이 필요한 사항들을 검토하였다.

개선이 필요한 사항으로, 노트북 또는 PC 등 장착 무선모듈 등의 전원전압 시험규정, Open-Site 전/자계강도 측정시 상온·상습 조건 적용, 자계유도 측정방법(30MHz 이하 대역 Rod 안테나 사용가능여부 검토), 주파수 허용편차 시험시 변조시험신호 적용, 13.56MHz RFID의 부차적 전파발사 시험항목 면제 등 5개 개선방안 등이 검토되었다.

1. 노트북 또는 PC 등 장착 무선모듈 등의 전원전압 시험규정

개선의견이 제기된 배경은 향후 노트북이나 PC 등에 장착되는 60GHz 무선랜용 무선모듈이 정격전압의 $\pm 5\%$ 에서 안정적으로 동작하는 것으로 국제규격 등에서 정해짐에 따라, 관련 규격이 무선설비규칙 기술기준 등과 상충되어 이에 대한 검토가 필요하게 되었다. 현재 「무선설비규칙」과 「무선설비의 적합성평가 처리방법」에서 정격전압은 $\pm 10\%$ 로 정하고 있다.

주요국의 현황을 살펴보면 미국 FCC는 소출력 기기에 대한 일반적인 전원전압 규정은 $\pm 15\%$ 이지만 제품에 손상을 주거나 정상동작을 못할 경우 제조자의 spec이나 사용설명서에 있는 최대/최소 전압에서만 측정하게 되어 있다. 관련 사항은 「ANSI C63.10-2009, American National Standard of Procedures for Compliance Testing Unlicensed Wireless Devices」 5.13절에서 찾아볼 수 있다. 우리의 고시 또는 공고와 유사한 FCC Notice DA09-2478(2009년 11월)을 통해 ANSI C63.10-2009는 비신고기기의 인증시험절차로 활용될 수 있는 지위를 얻었다.

유럽 EN 규격의 경우 소출력 무선기기에 대해 AC전원은 $\pm 10\%$ 에서 측정을 하지만 기타 다른 종류의 전원을 사용하는 경우에는 제조자가 선언한 동작환경에 의해 결정된 측정전압을 적용하도록 하였다.

우리나라는 무선설비규칙의 제2장 “무선설비 기술기준의 일반적 조건”에서

현재 무선설비의 경우 축전지를 사용하는 경우가 아니면 반드시 정격전압의 $\pm 10\%$ 에 대해서 안정적으로 동작을 해야 함을 명시하고 있으며 사실상 소출력 무선기기를 포함한 전 무선설비는 이를 만족하여야 한다.

연구반 의견수렴을 통해 제안된 개선방안으로 아래와 같이 무선설비규칙 제12조 및 무선설비의 적합성평가 처리방법의 관련 조항 개정이 고려되었다.

◎ 무선설비규칙 제12조 개정

제12조(무선설비 동작안정을 위한 조건) ① 무선설비는 전원이 정격전압의 $\pm 10\%$ 이내의 범위에서 변동된 경우에도 안정적으로 동작할 수 있어야 한다. 다만, 축전지를 사용하는 무선설비중에서 저전압에 따라 자동으로 전원이 차단되는 기능을 가진 무선설비는 저전압에 따라 무선설비의 전원이 자동으로 차단되는 전압과 해당 무선설비에 사용되는 축전지의 최고 전압의 범위안에서 안정적으로 동작할 수 있어야 한다. 그리고 $\pm 10\%$ DC 전압을 인가하였을 경우 제품에 손상을 주거나 정상동작을 하지 못할 경우 제조자가 선언한 제품의 사양에 따라 최대, 최소전압에서 안정적으로 동작할 수 있어야 한다.

◎ 무선설비의 적합성평가 처리방법

제3조(정의) ① 이 공고에서 사용하는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. "기술기준"이라 함은 전파법(이하 "법"이라 한다.) 제45조, 제47조 및 제58조의 규정에 따라 방송통신위원회위원장이 고시한 「무선설비규칙」을 말한다.
2. "정격전압"이라 함은 기기의 정상적인 동작에 필요한 전원전압으로서 신청된 설계전압의 $(\pm)2\%$ 이내의 전압을 말한다.
3. "규정된 전원전압"이라 함은 기술기준 제12조의 규정에 의한 범위의 전압을 말한다. 이 경우 정격전압이 임의의 범위를 갖는 경우에는 그 최저 정격전압의 -10% 의 전압과 최고 정격전압의 $+10\%$ 전압 사이의 전압을 말하며, 건전지를 사용하는 경우에는 신규 건전지의 최고 전압과 정격전압의 -10% 의 전압 사이의 전압을 말한다. 그리고 정격 DC전압의 $\pm 10\%$ 에서 제품에 손상을 주거나 정상동작을 하지 못할 경우 제조자가 선언한 제품의 사양에 따라 최대, 최소전압에서 측정을 한다.

2. Open-Site 전/자계강도 측정시 상온·상습 조건 적용

전계강도, 자계강도 및 ERP/EIRP 측정시에 상온·상습 조건에서 측정하도록 하고 있으나 겨울철 Open-Air Test Site 등에서는 상온·상습 조건 적용이 어려울 수 있다. 현재 무선설비의 적합성평가 처리방법 제3조(정의)에서는 “상온”을 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 범위의 온도로 “상습”을 $45\sim 75\%$ 범위의 습도를 정하고 있다. 또한 「무선설비의 적합성평가 처리방법」 별표2의 미약전계강도 및 자계

유도 기기 부분에서 아래와 같이 전계강도허용치와 자계강도허용치 측정시 상온·상습 조건에 한한다고 명시하고 있다.

전파법 시행령 제 24 조 제 4 호 규정에 의한 기기 중 전계강도, 자계 강도, 복사전력 무선기기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동㉠ ○ 충격㉠ ○ 연속동작㉠ ○ 온도㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 전계강도허용치 또는 자계강도허용치(상온·<u>상습 조건에 한함</u>) (기술기준 제97조 내지 103조) ○ 저주파 송신기의 불요발사(제15조 제6호)
--	---	---

현재 우리나라의 전자파 장애방지 및 내성시험(EMI/EMS) 기준 측정시 특별히 Open-Air Test Site 또는 챔버에 대해 상온·상습 조건을 적용하지 않으나 정전기 방전 시험은 온·습도 조건이 있다.

외국의 경우는 측정시 실온·실습(room temperature)을 시험성적서에 기입하고 있다. 유럽의 경우, 상온상습 조건을 적용하기 어려울 경우, 시험성적서에 실온/실습(ambient temperature and relative humidity)을 명기하고 해당온도 및 습도로 인한 효과도 함께 부가적으로 설명하여야 한다. 관련 근거사항은 유럽 규격 EN 300 220, EN 300 440, EN 302 208 등 3개 규격의 상온상습 조건 조항을 참조한 것이다. 미국의 경우, 시험장 주변 온도/습도가 측정결과에 결정적 영향을 미칠 수 있는 경우 실온/실습을 시험성적서에 명기하도록 하고 있다. 이는 ANSI C63.4 10.2.9항을 참조한 것이다.

연구반 의견수렴을 통해 제안된 개선방안으로는 아래와 같이 「무선설비의 적합성평가 처리방법」 별표2의 미약전계강도 및 자계유도기기 관련사항의 ‘전기적 시험항목’에 대한 일부내용을 개정하는 것이다.

전파법 시행령 제 24 조 제 4 호 규정에 의한 기기 중 전계강도, 자계 강도, 복사전력 무선기기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 진동㉠ ○ 충격㉠ ○ 연속동작㉠ ○ 온도㉡ ○ 습도㉠ 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확인 ○ 전계강도허용치 또는 자계강도허용치(상온·<u>상습 조건에 한함</u>) <u>(측정시 온,습도를 성적서에 기재할 것)</u> (기술기준 제97조 내지 103조) ○ 저주파 송신기의 불요발사(제15조 제6호)
--	---	---

일반적으로 측정시 온도·습도에 의해 RF 측정값에 영향을 줄 수 있고, 특히 온도에 민감하게 측정값이 변할 수 있음을 고려할 필요가 있으므로 해당 개선사항을 향후 보다 깊게 근본적으로 검토하기 위해 온도에 따른 측

정값의 변화 비교데이터가 확보되어야 할 것으로 보인다.

3. 30MHz 이하 대역 전계/자계강도 측정 Rod 안테나 사용가능여부

해당 개선사항이 처음에 제기된 배경은 150kHz 이하의 주파수를 사용하는 자계유도식 무선기기의 경우 차폐루프 안테나만을 사용하도록 하고 있으나 일부기기의 경우 출력이 낮아 근거리에서조차 측정되지 않는 경우 등이 있어 다이폴 안테나 계열의 Rod 안테나를 사용할 수 있도록 자계측정방법을 개선할 필요가 있다는 의견에서 비롯되었다.

현재 무선설비규칙 제28조에 명시된 자계유도식 무선설비는 9kHz~150kHz 미만, 150kHz~30MHz 미만 대역에 적용하고 있으나 무선설비의 적합성평가 처리방법에는 제15조제3항제2호에는 150kHz 미만 대역에서 차폐루프안테나를 이용하는 시험절차만이 아래와 같이 언급이 되어 있다.

- ③ 150kHz 이하의 주파수를 사용하는 자계유도식 무선기기의 시험방법은 다음과 같다.
2. 수신안테나는 차폐루프안테나를 사용하여야 하며, 수신기의 측정대역폭은 200 Hz와 검출모드는 준점두치로 측정한다.

전자파장해방지 시험방법 KN16-1-4 부록B에서는 30MHz 이하 대역 전계/자계 RF 측정에 차폐루프 외에 모노폴(rod) 안테나를 사용할 수도 있음을 밝히고 있다. 연구반에서 논의되어 제안된 개선방안은 아래와 같이 무선설비의 적합성평가 처리방법 제15조제3항과 관련 제2호를 개정하는 것이다.

- ③ 30MHz 이하의 주파수를 사용하는 자계/전계/복사 무선기기의 시험방법은 다음과 같다.
2. 수신안테나는 KN16-1-4 의한 차폐 루프안테나 또는 모노폴 안테나를 사용하여야 하며, 수신기의 측정대역폭은 200 Hz(150 kHz이하) 및 9 kHz(30 MHz 이하)와 검출모드는 준점두치로 측정한다.

4. 주파수 허용편차 시험시 변조시험신호 적용

국내 소출력 무선기기 인증 진행시 주파수 허용 편차 시험은 무변조시험신호를 적용하고 있으나 수입 업체에서 샘플준비 시에 무변조시험신호 설정을 할 수 없는 경우가 간혹 발생하고 있고, 또한 사용하는 통신 Chip에서 무변

조 설정이 지원되지 않는 경우도 있다. 이에, 전도성으로 주파수 허용편차 측정시 변조시험신호를 적용할 수 있도록 하자는 의견이 제기되었다.

미국의 경우 일부 13.110~14.010 MHz, 40.66~40.70 MHz 등의 소출력 무선기기에서 주파수 허용편차 시험항목을 적용하고 있으며 주파수 허용편차 시험시 무변조 시험신호를 적용하는 것으로 조사되었다. 유럽의 경우 EN 301 893(5GHz 대역 고속데이터전송)과 EN 302 502(5.8GHz 대역 고속데이터전송)에서 주파수 허용편차 시험 진행 시 무변조 시험신호일 경우와 변조 시험신호일 경우 시험 방법이 함께 정의되어 있다. 우리나라의 경우, 「무선설비의 적합성 평가 처리방법」 별표 4의 “복사 시험방법”에서 복사성으로 측정시 주파수 허용편차시험은 무변조 시험신호와 변조 시험신호를 같이 적용할 수 있으나, 별표 3의 “기술기준 항목별 시험방법”에 명시된 전도성으로 측정시 주파수 허용편차시험은 무변조 시험신호만을 적용하고 있다.

복사성 측정	전도성 측정
<p>[별표 4]복사 시험 방법</p> <p>3. 주파수 허용편차 측정 방법</p> <p>3.3 시험 절차</p> <p>① 무변조의 경우는 주파수계로 직접 측정한다.</p> <p>② 수검기기가 무변조로 설정이 안 될 경우는 10회 이상 소인후 최고 레벨에서 3 dB 낮은 레벨의 2개 주파수를 측정한다.</p> <p>다음 식을 이용하여 측정값을 구한다.</p> <p>: 측정 값 = $(f_{max} + f_{min}) / 2$</p>	<p>[별표 3] 기술기준 항목별 시험방법</p> <p>2. 주파수 허용편차 측정방법</p> <p>2.3 시험절차</p> <p>① 수검기기를 무변조로 하여 전원을 인가하여 동작시킨 후 주파수가 안정될 때까지의 사이(통신시간 제한기능을 갖는 것은 제한시간 사이)에 반송파 주파수를 측정한다.</p>

연구반에서 논의되어 제안된 개선방안은 무선설비 적합성평가 처리방법 별표3의 2.주파수 허용편차 측정방법(전도성 측정방법)에서 무변조시험신호 적용이 어려울 경우 별표4의 복사시험방법에서 적용된 변조 시험신호적용 측정방법을 유사하게 준용하도록 하고 최대/최소 주파수의 측정폭을 신호 최고레벨기준 -3dB, -6dB, -10dB점으로 신호특성에 따라 취사선택할 수 있도록 제안하였다. 제안된 개선방안은 주요 고려사항은 다음과 같다.

주파수허용편차 측정 시, 아래와 같은 측정방법을 고려해야 한다.

1. 대상기기를 "무변조 상태"로 측정을 원칙으로 한다.(단, 변조상태인 경우라도 "주파수 측정기"를 이용하여 측정 가능한 경우, 이를 이용하여 측정한다.)
2. 대상기기를 변조상태에서 측정할 경우, Spectrum Analyzer 의 측정 조건을 적절히 설정하여, 측정한다. 예를 들어, -3dB/-6dB/-10dB 지점에서 $(F_{min}+F_{max})/2$ 로 계산하여 측정한다.

5. 13.56MHz RFID의 부차적 전파발사 시험항목 면제

현재 RFID 기술기준에서 부차적 전파발사 기준을 구체적으로 명시한 것은 900MHz RFID밖에 없으며 나머지 13.56MHz와 433MHz RFID는 명시한 기준은 없으나 무선설비규칙 제9조(수신설비)에서 명시한 기준을 따라야 한다. 900MHz RFID는 능동형과 수동형이 따로 있으며 송수신 모드의 분리 제어가 가능하여 부차적 전파발사의 시험이 가능하다.

13.56MHz RFID의 경우 송수신이 동시에 이루어지므로 수신기의 부차적 전파발사스펙트럼이 송신기 스펙트럼에 묻혀 측정될 수 있으므로 수신기의 부차적 발사측정의 필요성에 의문이 제기되어 왔다. 특히 13.56MHz RFID의 경우 RFID 기기 중 가장 많이 인증시험이 이루어지고 있으나 송수신모드를 별개로 제어할 수 없는 One-Chip 통신시스템으로 한계가 있어 지정시험기관은 인증시험이 가능하도록 수신모드가 있는 시료를 제조업체 등에 따로 요구하는 실정이며 13.56MHz RFID의 인증시험은 수신모드를 가진 시료를 받아서 측정하므로 인증시험의 신뢰를 떨어뜨릴 수 있다는 의견이 있었다. RFID 부차적 전파발사 개선사항 논의는 13.56MHz과 같이 송수신이 동시에 이루어지고 송수신 측정모드 분리가 어려운 수동형에 대해 부차적 전파발사 면제를 먼저 논의하는 것을 고려하기로 하였다.

미국의 경우 13.56MHz 대역 기준인 FCC Part 15.225 규격에는 송신시의 요구조건만 기술되어 있고 수신시의 요구조건은 규제하지 않고 있다. 유럽의 13.56MHz RFID 규격인 EN 302 291-1에 의하면 연속적으로 송신을 하는 송신기와 3 m 이내 위치하여 사용되는 수신기의 경우 수신시의 부차적 전파발사를 측정할 필요가 없으며 13.56 MHz RFID 기기의 동작 원리에 의하면 송신기는 연속적으로 송신을 하고 있으므로 이와 3 m 이내의 거리

에서 함께 사용되는 수신기는 스푸리어스 방사 측정을 할 필요가 없는 설
명하고 있다. 일본의 경우 전파법 시행규칙 제46조의2 제1항에 따르면 송신
시의 요구조건만 기술되어 있고 수신시의 요구조건은 규제하지 않고 있다.

연구반에서 논의된 개선방안은 기존의 기술기준을 수정하지 않고 「무선
설비의 적합성평가 처리방법」 제10조 제1항 [별표 2] 대상 기자재별 적합
성 평가 적용 구분에서 “수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기”
항목에 예외 조항으로 아래와 같이 개정처리하는 것으로 제안되었다.

[별표 2] 대상 기자재별 적합성 평가 적용 구 분. (제10조제1항 관련)		
기자재의 종류	환경적 조건	전기적 시험항목
RFID/USN용 무 선설비의 기기	o 온도㉠ 또는 ㉡ o 습도㉠	o 시동 후 1분 경과 후 정상 동작함을 확 인 o 주파수허용편차(규칙 제30조) o 점유주파수대폭의 허용치, 불요발사 허 용치, 전계강도 또는 공중선전력(규칙 제 30조) o 공중선전력의 허용편차(규칙 제6조제3항) o 수신설비로부터 부차적으로 발사되는 전파의 세기(규칙 제9조제1항) ※ 13.552~13.568 MHz 주파수대역의 전파 를 사용하는 RFID용 무선설비는 수신 설비로부터 부차적으로 발사되는 전파 의 세기를 적용하지 않음.

제4절 결론 및 향후계획

「무선설비의 적합성평가 처리방법」 환경적 조건 관련 ‘13년도 개정공고에
서 소출력 무선기기 성능과 관련이 적고, 주로 기기의 신뢰성과 관련되어 있
는 진동, 충격, 연속동작 등의 환경 조건은 삭제하고 기기의 RF 성능에 영향
을 줄 수 있는 온도와 습도 조건 등은 현행대로 유지하기로 하였다.

‘13년 무선설비 적합평가 처리방법 연구반 의견수렴을 통해 발굴된 소출력
무선기기 시험방법 5개 개선사항을 ‘14년도에 시험측정절차 등의 문제점을
추가적으로 논의한 후 개정할 예정이다.

제10장 국제 표준화 활동

제1절 AWG 표준화 활동

AWG(APT Wireless Group, 아·태 무선통신 포럼)는 아·태지역 국가간 무선통신 기술협력 및 효율적 주파수 이용 등을 목적으로 우리나라의 제안에 의해 창설된 회의이며, '13년에 소출력 기준담당은 AWG 14차 회의와 15차 회의에 참가하였고 회원국 간의 의견 조율을 통해 우리나라 입장을 관심 국가와 협력하여 반영할 수 있도록 노력하였다. AWG 14차 회의와 15차 회의 기간 등은 아래와 같다.

○ AWG 14차 회의

- 기간/장소 : '13. 3. 18(월) ~ 3. 21(목) (4일간), 태국 방콕
- 참가자 : APT 25개 회원국, 국제기구 대표 약 200여명
- 주요안건 : IMT 추가주파수 발굴을 위한 후보대역 및 주파수 소요량, 2.1 GHz 대역 이동통신 공동이용방안 등 아태지역 전파통신 주파수 조화 논의, 무선전력 전송/소출력 무선기기 등 전파통신 기술 및 서비스에 대한 정보 교류 및 APT 권고·보고서 개발 논의
- ※ 우리나라는 방통위, 산학연관 전문가 대표단 15명 참가

○ AWG 15차 회의

- 기간/장소 : '13. 8. 27(화) ~ 8. 30(금) (4일간), 태국 방콕
- 참가자 : APT 25개 회원국, 국제기구 대표 207명
- 주요안건 : 2.1GHz 대역 이동통신 공동이용방안 등 아태지역 전파통신 주파수 조화 논의, 무선전력 전송/소출력 기기/지능형교통시스템 등 전파통신 기술 및 서비스에 대한 정보교류 및 APT 권고·보고서 개발 논의
- ※ 우리나라는 미래부, 산학연관 전문가 대표단 20명 참가

1. AWG 14차 주요 논의사항

가. 아·태지역내 소출력 기기 사용 주파수 조화

1) 안건 내용 및 배경

아·태 지역내 소출력기기의 조화로운 이용을 위해 제안된 「소출력기기의 조화로운 이용을 위한 (공통) 주파수 대역」 보고서/권고 초안을 검토하였다. 지난 AWG-13 회의에 일본이 권고 개발에 반대함에 따라, 이번 회의에서 APT 보고서 또는 권고로 개발할지 등에 대한 문서의 지위를 결정하기로 하였다. 해당 초안은 아·태지역 공통대역 발굴을 위해 2010년부터 조사한 15개국의 소출력 무선기기의 주파수 이용 현황을 담고 있다.

이외에도, 아·태지역내 소출력 무선기기 적용기술 및 어플리케이션 현황에 대한 정보 보완을 위해 추가설문조사에 대한 계획을 논의 중에 있다.

2) 각 국의 기고내용(입장)

우리나라는 일본의 제안을 수용하여 「소출력기기의 조화로운 이용을 위한 (공통) 주파수 대역」을 보고서로 개발하는 것에 동의하고 이에 맞게 초안을 구성하고 향후 아·태지역내 조화 가능한 주파수 대역 등을 정리하여 제안하였다. 또한, 동 보고서 초안을 '13년에 완료하도록 작업일정을 제안하였다.

< 아태국가 소출력무선기기 공통 이용 후보대역 (ISM 대역 이외) >

주파수 대역	용 도	아태지역 이용 (가능) 국가현황	
402-405MHz	체내이식형 의료기기	6개국	한국, 호주, 라오스, 말레이시아, 일본, 태국
433.05-434.79MHz (1지역 공통)	RFID 등 물류	11개국	한국(433.67-434.17MHz, 433.795-434.045MHz), 호주, 말레이시아(433-435MHz), 베트남, 중국, 일본, 태국 등
875-960MHz (2지역 공통)	RFID 등 물류	11개국	한국(917-923.5MHz, 925-932MHz), 호주(915-926MHz), 브루나이(923-925MHz), 스리랑카(920-924MHz), 말레이시아(919-923MHz), 베트남(920-925MHz), 중국, 일본, 태국 등
5,150-5,350, 5,470-5,725MHz	무선랜 및 무선접속	9개국	한국(5650-5725MHz 제외), 호주, 브루나이(5150-5350MHz), 스리랑카, 라오스, 베트남, 싱가포르, 일본, 태국
76-77GHz	교통정보 및 제어(ITS)	8개국	한국, 호주, 브루나이, 스리랑카, 미얀마, 싱가포르, 일본, 중국

일본은 「소출력기기의 조화로운 이용을 위한 (공통) 주파수 대역」 초안을 APT 보고서로 추진할 것을 제안하였다. 또한, AWG-13(베트남)에서 제

정된 「소출력기기에 대한 도입, 응용, 이슈, 기술」 보고서(소출력 기기 응용별 적용 무선접속 기술(WiFi, UWB, RFID, 블루투스 등))의 정보 보완을 위해 보고서 개정 작업계획을 제안하였다.

중국도 「소출력기기의 조화로운 이용을 위한 (공통) 주파수 대역」 초안을 APT 보고서로 추진하는 것에 동의하였다.

3) 회의결과

「소출력기기의 조화로운 이용을 위한 (공통) 주파수 대역」 초안에 대해 APT 보고서로 추진하기로 합의하고 한국이 제안한 보고서 초안을 이번 회의에서 신규 APT 보고서로 채택하였다. 또한, 「소출력기기에 대한 도입, 응용, 이슈, 기술」 보고서 개정과 관련하여 일본이 제안한 작업계획을 승인하여 개정작업은 '15년까지 완료하기로 하였다. 보고서 개정에 필요한 추가 정보 수집을 위해 설문조사 초안을 마련하고 차기 15차회의에서 일부 문항 보완 후 설문조사를 실시하기로 하였다. 해당설문조사는 음성, 데이터, 비디오 등 응용별 각 국의 주요 적용 무선접속 기술 및 이에 대한 서비스 만족도를 조사하여 향후 기술 개선 사항 도출에 활용하는 것이 목적이다.

나. 무선전력전송 보고서/권고 개발

1) 안건 내용 및 배경

AWG-12 회의에서 보고서 또는 권고 개발을 위해 아·태지역 국가들의 무선전력전송 이용현황에 대한 정보수집의 필요성에 합의함에 따라 AWG-13 회의에서는 무선전력전송 설문서 개발을 완료하고 APT 회원국을 대상으로 설문조사를 실시하였고, 이는 우리나라 제안으로 AWG 산하 무선전력전송 전담반을 구성하고, 각 국의 주파수, 기술, 규제 현황 파악을 위한 설문조사를 실시하기로 한 것이다.

2) 각 국의 기고내용(입장)

이번 회의에서 호주, 일본, 한국, 베트남 등 4개국이 설문조사의 회신을 제출하여 이를 검토하였다.

일본은 무선전력전송에 관한 중간 보고서 개발을 제안하였고, 무선전력전송 관련 ITU-R Question(의제) 210-3/1 연구에 APT 회원국이 제공한 무선전력전송 관련 정보 및 설문답변 내용을 포함시키고자 하였다. 2014년 6월 ITU-R SG1 회의시기에 맞춰, 2014년 봄까지 보고서 개발을 제안하였다.

CJK 표준연합은 무선전력전송 사용예, 시장 요구사항, 기술 및 주파수 요구사항 등 무선전력 전송에 대한 기술 보고서를 제출하였다.

한국과 삼성전자는 무선전력전송 정보공유 차원에서 3개 기고서를 제출하고 발표하여 APT 국가들에게 소개하였다.

3) 회의결과

각 국의 무선전력전송 이용현황 설문답변 취합을 통해 「무선전력전송 이용현황 APT 설문 보고서 초안 작업문서」를 마련하는데 합의하였다.

CJK 보고서는 작업문서 내용에 참고로 활용하기로 하였고 우리나라가 소개한 온라인 전기자동차는 작업문서의 붙임자료(무선전력전송 활용 사례연구)로 추가하기로 결정되었다.

타 회원국의 무선전력전송 현황 정보를 수집하기 위하여, 차기 회의까지 설문서를 재회람하기로 결정하였다. 2014년 4월(AWG-16)까지 보고서 개발을 완료하도록 작업계획을 업데이트하고 ITU-R WP1A에 AWG 무선전력전송 연구 업무계획을 소개하는 연락문서를 보내기로 하였다. 이번 회의에서는 작업문서에만 중점을 두고 일본이 제안한 중간 보고서 개발 제안은 차기회의에서 재논의하기로 결정하였다.

2. AWG 15차 주요 논의사항

가. 아·태지역내 소출력 기기 사용 주파수 조화

1) 안건 내용 및 배경

지난 AWG-14 회의에서 한국이 제안한 “소출력이용 조화를 위한 공통주파수 대역” 초안을 신규 APT 보고서로 채택되었고 동 보고서는 아태지역 국가의 소출력 주파수 대역 이용 현황을 담은 “아태지역 소출력 운용” 보고서의 내용 중 공통적으로 이용되는 대역을 취합하여 수록한 것으로 9개 국가의 기술기준 현황 및 15개 국가의 소출력 주파수 대역 이용현황을 포함하고 있다.

아태지역 소출력 운용보고서 (APT REP-07(Rev.2) : 2012.9월)	아태지역 소출력이용 조화를 위한 주파수 대역 보고서(APT REP-35) : 2013.3월)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 무선기기 형식 승인 절차 및 관련 인증 및 검증 기관을 명시 ○ 국가/지역간의 상호인정협정 ○ 일반 및 개인면허 적용시 요구사항 ○ 소출력에 대한 특별한 운용조건 및 변수 ○ 각국의 소출력 면허에 관한 정책 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 아태지역 SRD 이행상태 ○ 아태지역 SRD의 조화 가능한 주파수 대역 ○ 아태지역 SRD에 대한 기술규정

지난 AWG-14 회의에서 일본은 “소출력기기에 대한 도입, 응용, 이슈, 기술보고서”에 오디오, 비디오, 데이터 등 응용별 주요 접속 기술에 대한 서비스 만족도를 추가하여 개정할 것을 제안하고 이번 AWG-15 회의에서 본격적인 논의를 추진하기로 하였다.

2) 각 국의 기고내용(입장)

우리나라는 아·태국가들이 사용하는 소출력주파수 정보를 최신 상태로 유지하고 더 많은 국가들의 정보를 수록하기 위하여, 2건의 보고서(“소출력이용 조화를 위한 공통주파수대역”, “아태지역 소출력 운용”)의 주기적인 업데이트 절차와 작업계획을 제안하였다.

일본은 2개 보고서 개정을 위한 작업 계획을 별도로 만들 것과 개정 절차를 단기 목표로 명시하도록 제안하였다. 일본은 “소출력기기에 대한 도입, 응용, 이슈, 기술 보고서” 개정을 위한 응용별(오디오, 비디오, 데이터 등) 주요 접속 기술에 대한 서비스 만족도 설문서 초안을 기고하였고, 우리나라는 본 설문서 주관적인 내용을 포함하고 있어 답변에 어려움이 있을 수 있

으므로, 답변을 위한 추가 정보 제공을 요청하였다.

3) 회의결과

우리나라는 상기 일본의 의견을 수용하여 보고서 2건(“소출력이용 조화를 위한 공통주파수대역”, “아태지역 소출력 운용”)의 개정을 위한 작업계획을 수정하고, 최종 합의가 이루어졌고 2건의 보고서 개정에 대한 작업계획을 별도로 작성하고 개정 절차를 세부적으로 명기하였다.

일본은 상기 한국의 의견을 수용하여 응용별(오디오, 비디오, 데이터 등) 주요 접속 기술에 대한 서비스 만족도 설문서에 추가 정보(답변 요령 등)를 기입하고, APT 회원국에 설문조사서를 발송하기로 하였다.

나. 무선전력전송 보고서/권고 개발

1) 안건 내용 및 배경

지난 AWG-14 회의에서 4개국이 설문답변을 기고함에 따라 더 많은 회원국의 참여독려를 위해 설문서를 재회람하기로 결정하였다. 지난 '13년 6월 ITU-R SG1 회의결과, 무선전력전송 주파수/기술기준에 관한 ITU-R 권고/보고서 초안을 마련하고 차기 회의('14. 6월)에서 완료하기로 결정하면서, 무선전력전송 작업반을 통한 APT 차원의 대응방안 및 계획이 필요할 것으로 보인다. 이에 따라, ITU-R WP 1A에 AWG 기술분과 내 무선전력전송 작업반 설치, 연구범위 등을 포함한 작업계획을 소개하는 연락문서를 보냈다.

2) 각 국의 기고내용(입장)

방글라데시, 바누아투, 일본(AWG-14 답변 업데이트), 중국 등 4개국에서 회람 답변서를 제출하였다.

일본은 ITU-R SG1 기고(input)를 위하여 「APT 무선전력전송 보고서」 개발 및 보고서 구성(안)과 작업계획을 기고하였고 현재 동 작업반에서 개발 중인 설문보고서는 ITU-R의제 210-3/1의 3개 연구 항목(WPT 주파수 종류,

WPT용 적정 주파수, 타 무선서비스와의 공존보장여부)을 충분히 다루고 있지 않기 때문에 해당 항목에 대한 아태지역의 연구결과를 ITU에 제공하고자 하고 있다. 차기 ITU-R WP 1A 회의(2014년 6월) 개최 전 AWG-16 회의에서 동 보고서를 개발을 완료, ITU-R의 서신그룹(CG)에 제출하고자 하였다.

정보공유의 목적으로 총 5개의 문서가 기고되었다. 각 내용은 ARIB/CJK 기술보고서의 Full 버전 소개, 일본 정부의 무선전력전송 기술 연구 및 실험결과 보고, YRP R&D의 노트북용 용량성결합(capactive coupling) 무선충전 시스템 소개, YRP R&D의 EV/PHEV용 무선충전 시스템의 사례 소개, Panasonic의 WPT 기술의 가정용 전기제품 적용 역사/현황 및 향후 전망 소개 등이다.

ITU-R WP 1A로부터 WP 1A의 무선전력전송 연구계획, WPT 서신그룹 구성, APT를 포함한 유사 기관의 무선전력전송 정보 제공을 환영한다는 내용의 연락문서가 수신되었다.

3) 회의결과

이번 회의때 제출된 설문답변을 반영하여 추가 업데이트한 「APT 무선전력전송 설문 보고서 작업문서」를 검토하고, 차기 회의에서 완료하는 것을 재확인하였다.

우리나라를 포함한 참가국은 「APT 무선전력전송 보고서」 개발에는 합의하였으나, 목차 “suitable frequency band”와 관련하여 중국과 일본의 의견차를 좁히지 못하고 차기 회의에서 재논의하기로 하였다.

중국은 중국을 포함한 대다수의 아태 지역 국가들이 무선전력전송 주파수 정보를 제공할 수 없기 때문에, 이 보고서의 정보가 아태지역 일부 국가의 현황만을 대변하게 될 수 있음에 우려를 표명하였다.

차기 회의에서 APT 무선전력전송 보고서 작업에 착수하기로 했다는 사실을 알리는 연락문서를 ITU-R WP 1A에 보내기로 결정하였다.

제2절 ITU-R SG1 표준화 활동

가. 개요

소출력기준 담당은 ITU-R SG1 회의에 참가하여 회원국 간의 의견 조율을 통해 전파관리, 전파정책 관련 ITU-R 권고, 보고서, 결의 제·개정에 우리나라 입장을 반영할 수 있도록 노력하였다. 이번 ITU-R SG1 기간 등은 아래와 같다.

○ ITU-R SG1 회의

- 기 간 : 2013년 6월 4일(화)~ 6월 12일(수) (9일간)
 - ※ WP1A(전파공학), WP1B(주파수정책), WP1C(전파감시): '13.6.4(화)~6.11(화)
 - SG1(전파관리): '13.6.12(수)
- 장 소 : 스위스 제네바 ITU 회의장
- 참가자 : 50여개 회원국 및 국제기구 대표 등 약 200여명
- 한국 참가자: 이일규 교수(수석대표) 등 산학연관 전문가 10명
- 의제 범위 : 전파관리 원칙과 기술, 전파정책 및 제도, 전파감시 및 측정 관련 ITU-R 권고/보고서 제·개정, ITU 전파관리 관련 핸드북 개정

나. 회의결과(무선전력전송 권고·보고서 개발)

무선전력전송 권고·보고서 초안 작성과 관련하여 우리나라, 미국, 일본의 제안으로 무선전력전송 분야 신규 ITU-R 권고, 보고서 초안 작업문서를 작성하고 관련 연구를 본격적으로 개시하기로 하였다.

일본의 기고를 기반으로 ① RF빔 방식(위성 태양광 발전) ② RF빔 이외 방식(모바일, 전기자동차 등)으로 나누어 신규 보고서 작업문서를 작성하였다. RF빔 이외 방식에 대한 신규 보고서 작업문서에 전기자동차 관련 우리나라 (20kHz, 60kHz), 일본(85kHz, 120kHz) 주파수 현황을 포함시켰다.

우리나라, 미국의 기고를 기반으로 신규 권고 초안 작업문서를 마련하였다. 일본의 제안으로 동 권고서의 대상 기기 범위를 모바일 이외에 전기자동차, 홈어플리케이션도 포함시켜 논의하였으나, 동 권고 작업문서가 모바일 이외의 전기자동차 등 대상범위 확대 시, 각 응용별 연구완료 시기에 따라 동 권

고의 완료시기가 지연될 수 있어 차기회의에서 무선전력전송 응용별 권고 분리 여부를 결정하기로 하였다. 특히 캐나다(LIM社)는 관련 보고서 완료 후, 권고 작업을 진행할 것을 주장하였으나, 우리나라와 미국의 주장으로 보고서, 권고 작업을 병행하기로 하였다. 동 권고 작업문서는 우리나라 제안에 따라, 무선전력전송 관련 주파수, 기술기준을 권고할 사항으로 제시하고 향후 보고서 작업과 병행하여 각국의 주파수 및 기술기준 내용에 대해 논의될 예정이며, 우리나라 제안에 따라 차기회의('14.6월) 전까지 무선전력전송관련 신규 ITU-R 보고서, 권고 작업문서 개선을 위한 서신그룹을 구성하기로 하였다. 활동범위는 ① 금번회의 마련한 보고서, 권고 초안 작업문서 개선 ② 차기 WP1A 회의('14.6월) 1개월 전에 서신그룹 활동 결과를 제출하는 것이다.

또한 우리나라, 일본의 제안에 따라 관련 국제기구에 연락문서를 송부하였고 그 내용은 CISPR, APT(AWG), 표준기관, 국제얼라이언스에 WP1A 연구현황을 알리고 동 연구에 필요한 정보를 요청하는 것이었다.

향후 대응방안으로, 서신그룹 활동을 통해 국제적 조화가 시급한 모바일 응용분야 무선전력전송 권고안이 마련되도록 하고, 관련 주파수와 기술기준 등의 우리나라 입장을 적극적으로 반영할 예정이다.

제3절 ITU-R SG5 표준화 활동

가. 개요

소출력 기준담당은 79GHz 대역 차량충돌방지용 레이더 국제분배 이슈에 대응하고자 ITU-R SG5 회의에 참가하여 ITU-R 권고, 보고서, 결의 제·개정 에 우리나라 입장을 반영할 수 있도록 노력하였다. 이번 ITU-R SG5 기간 등은 아래와 같다.

o ITU-R SG5

- 기 간 : 2013년 11월18일~12월3일(16일간)
- 장 소 : 스위스 제네바 (ITU 본부)
- 참 가 자 : ITU 회원국 국가대표 등 총 450여명

- 의제범위 : 이동(WP5A), 해상·항공·무선측위(WP5B), 고정(WP5C) 등
지상 전파통신 업무

나. 회의결과

차량용 레이더 특성 신규 권고(M.[AUTO]) 개발과 관련하여 주요국 입장은 다음과 같다. 독일은 차량용 레이더 특성 신규 권고(M.[AUTO])에 차량 레이더 특성을 세분화(전방 및 코너 감지 내용 분리)하는 것을 제안하면서 보호기준과 간섭 완화기술 내용도 추가 제안하였다. 프랑스는 차량용 레이더 특성 신규 권고(M.[AUTO])에 현재 개발 진행 중인 차량레이더 기술을 새로운 레이더 기술로 추가(Annex1 : Radar E)하는 것으로 저속 30km 이하에서 보행자 탐지, 주차지원, 비상제동 등 고해상도로 훨씬 높은 시야에서 작동하는 시스템 규격을 제안하였다. 일본은 자국에서 사용하고 있는 레이더 특성의 파라미터 값을 일부 수정하고, 독일의 제안 내용에 대해 지지하는 입장을 표명하였고 고해상도 레이더 사용에 적극적인 입장이며 시스템 규격을 제안하고 회의 중에 구체적인 데이터를 추가하였다.

회의 결과, 76~81GHz 대역에서 타 업무와 차량 레이더 간의 호환성 연구를 위한 차량레이더 운용 특성 권고(M.[AUTO]) 개발 완료하였고, 해당권고에 레이더 분류를 기능별로 세분화하고 안테나 높이 등 파라미터 항목 추가 및 파라미터 값을 수정하기로 하였다.

차량용 레이더 신규 주파수 분배를 위한 공유 연구와 관련하여 주요국의 입장은 다음과 같다. 프랑스의 경우 기본적으로는 주파수 분배에 찬성하고 지역특성에 따라 LOS(Line of Sight)로 인하여 스페인 그라나다 지역과 일본 가고시마 지역 등의 간섭 가능성을 제기하였으나 정부의 입장에 따라 사용가능함을 언급하였다. 러시아는 차량레이더의 필요 전력 결정에 대한 연구와 ITU-R 초안 신규보고서에 제안하는 입장을 제시하였다. 일본은 주파수 신규 분배는 찬성 입장이며 러시아 기고 내용에 동의하였다. 중국은 지난 회의에서 자국의 광대역 차량레이더 기술수준을 고려하여 기 운용 중인 전파천문 무선설비와의 주파수 공유에 부정적인 입장을 제시하였으나 간섭영향을 받을 수 있는 3지역을 보고서에 표시하였고 추가적인 의견은 제시하지 않았다. 현재 78GHz대역에서 이용하거나 이용예정인 전파천문 무선국 리스트를 제출하였다. 스웨덴은

WRC-15 의제 1.18 CPM 텍스트 초안에 대한 개정내용을 제안하였고 해당내용은 기존에 제공된 두가지 방법에 대한 장·단점을 제공하는 것이다.

회의 결과, WP5A에서 차량 레이더 특성 권고 개발이 완료됨에 따라 관련 내용을 공유연구보고서에 포함시키고 주파수 공유 연구를 위한 동일(아마추어 및 아마추어위성) 및 인접(전파천문, 우주연구 등) 대역의 간섭검토 등 연구일정 등을 논의하였다.

제11장 결론

대용량 멀티미디어 데이터 전송을 위해 UWB 통신 주파수의 추가분배수요 제기에 따라 UWB 통신 기술기준 개정(안)을 마련하여 미래창조과학부에 제출하였다. 2013년도에는 6.3~7.0GHz 대역에서 UWB 통신과 고정M/W간 간섭분석을 수행하였다. 최악의 조건을 가정하여 UWB 통신으로부터 고정M/W를 보호하기 위한 간섭보호거리를 예측하였고, 직접 실측을 통해 UWB 통신이 고정M/W에 간섭 영향을 일으키지 않음을 확인하였다. 관련 연구반을 통해 무선설비규칙, 주파수분배표 등 관련 고시 개정안을 최종적으로 마련하여 이를 미래창조과학부 본부에 제출하였다.

MEDS 기술기준 연구를 통하여 조사된 바와 같이 ITU-R SA.1346에서의 권고사항에서 이상적인 경우 MEDS 시스템이 LBT 기술을 사용하므로, 타 서비스에 간섭을 주거나 간섭을 받을 확률이 매우 낮다는 것을 검증하였다. 그리고, 기상원조 서비스의 경우 기상상태가 좋지 못할 경우에 활성화되므로 기상원조 서비스의 Duty Factor 또한 낮아 간섭을 받을 확률은 더 작아진다. 국내에서도 환자의 편의증진과 관련 산업의 활성화를 위하여, 국제기구 권고 및 외국과 유사하게 채널의 주파수 대역폭과 대역을 선진국 기준에 부합하도록 조속한 시일 내에 정하는 것이 합리적인 것으로 사료된다.

해외에서 이용되고 있는 레벨측정용 레이더를 합법적으로 이용하기 위해 산업계에서 기술기준 개정 수요를 제기함에 따라 레벨측정레이더 기술기준 개정(안)을 마련하였고 이를 미래창조과학부에 제출하였다. 그동안 업계는 미국, 유럽기준에 따라 국내기준도 만족할 것으로 예상하고 제품을 수입 또는 제작하여 산업현장에 공급해왔다. 이용 중인 제품을 대상으로 측정(탱크장착)한 결과 제27조(미약전계강도 무선기기)의 기술기준에 만족하여 지금까지 이용에 큰 문제가 없었던 것으로 판단된다. 하지만 적합성 평가를 받지 않고 제품을 공급하고 있어 전파질서 확립을 위해서는 기술기준 마련이 시급한 상황이다. 무선설비규칙 제2절 “신고하지 아니하고 개설했 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준(안)”을 최종적으로 마련하였다.

현행 무선설비규칙 제28조의 자계유도식 무선기기 기준에서 명시한 이용

주파수는 높은 활용도에 호환성을 유지하여 국제적으로 많이 이용되고 있는 대역이나, 유럽에 규정되어 있는 주파수 대역을 국내 산업의 수출 경쟁력 확보를 위해 검토하였다. 그러나, 검토된 대역은 신규서비스 창출이 불확실하여 산업체의 수요가 없는 것으로 판단되어, 향후 자계유도무선기기 시장의 활성화와 기술기준 수요에 맞추어 추진이 필요하다. 또한, 열차신호제어기는 자계유도식 무선기기로서 현행 무선설비규칙의 자계유도식 무선기기 기준에 만족해야 하나, 열차신호제어기에서 발사되는 전계강도의 세기가 현행 기준보다 높아 규정에 만족할 수 없어 새로운 기준 마련이 필요하므로 2014년도 주요업무계획에 반영하여 추진하고자 한다.

122/244GHz 특정대역 제품 개발 수요 및 관심 부재 등으로 향후 기술기준 수요에 맞춰 추진이 고려되어야 할 것이다. 업체의 제품개발 및 투자계획이 현재는 없으므로 향후 국내부품시장 활성화 및 기술기준 수요에 맞춰 신중한 접근과 검토가 필요하며 해당 대역에 대한 국내외 기술동향을 지속적으로 파악하여 기술기준 적기 도입을 추진하고자 한다.

79GHz대역 고해상도 차량레이더로 사용을 위한 77.5~78GHz대역의 무선탐지로 신규 분배를 위한 WRC-15 의제(1.18)에 관한 국내입장은 향후 자동차 수출·입 및 관련 시장 활성화, 국가간 무역장벽 해소 문제 등을 고려한다면 신규분배에 대한 지지가 바람직하다. 다만, 국내 차량레이더 업체의 기술경쟁력 확보, 국내자동차 수출입 시장상황 및 전파 천문과의 간섭 분석 등 주파수 분배에 따른 장단점을 검토하여 적절한 대응이 필요하다.

6.78MHz 주파수 대역에서 자기공진방식을 이용한 무선전력전송 기술과 표준 규격 개발이 완료되어 산업 활성화 및 국내 기술개발 여건을 마련하고자 하였다. 이에 “무선전력전송 이용제도 연구반 구성·운영”을 통해 주파수 이용방안과 무선전력전송 전파응용설비 기술기준 개정을 추진하였다. 기존 자기유도방식과 온라인 전기자동차용에 자기공진방식 무선전력전송 기술기준을 함께 포함하는 “전파응용설비의 기술기준”이 “대한민국 주파수 분배표”와 함께 2013년 12월에 개정완료 되었다.

“무선설비의 적합성평가 처리방법” [별표2]의 환경적 조건 개정을 통해 무선기기 성능과 관련이 적고, 주로 기기의 신뢰성과 관련되어 있는 진동, 충격, 연속동작 등은 삭제하고 기기의 RF 성능에 영향을 줄 수 있는 온도와 습도 등은 현행대로 유지하기로 하였다. 2013년 무선설비 적합평가 처리방법 연구반 의견수렴을 통해 발굴된 소출력 무선기기의 시험방법 5개 개선사항에 대해 시험측정 등 문제점을 추가적으로 논의한 후 2014년도에 개정할 예정이다.

2014년도에는 2013년도 연구결과에 덧붙여 900MHz RFID/USN 기술기준 개정연구와 무선전력전송용 전파응용설비에 대한 고주파출력 산출방법 개정안 마련 등의 연구가 추가되어 수행될 계획이다.

[참고문헌]

- [1] ETSI, EN 302 065, Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD) using Ultra Wide Band technology (UWB) for communications purposes, 2010.
- [2] FCC 47 C.F.R Part 15 Subpart F, Ultra-Wide band Operation
- [3] PXL6-65 Radiation Pattern Envelope, 미국 Andrew사, www. andrew.com
- [4] Rec. ITU-R RS.1346, Sharing between the meteorological aids service and medical implant communication systems (MICS) operating in the mobile service in the frequency band 401-406 MHz
- [5] FCC 47 C.F.R. Part 95, PERSONAL RADIO SERVICES
- [6] ETSI EN 302 537, Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM);Short Range Devices (SRD);Ultra Low Power Medical Data Service Systems operating in the frequency range 401 MHz to 402 MHz and 405 MHz to 406 MHz;
- [7] 무선설비규칙(미래창조과학부고시 제2003-157호)
- [8] 대한민국 주파수 분배표(미래창조과학부고시 제2013-185호)
- [9] ETSI EN 302 372, Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Equipment for Detection and Movement; Tanks Level Probing Radar (TLPR) operating in the frequency bands 5,8 GHz, 10 GHz, 25 GHz, 61 GHz and 77 GHz;
- [10] ERC Recommendation 70-03, Relating to the use of Short Range Devices(SRD)
- [11] FCC 47 C.F.R Part 15 Subpart C, Intentional Radiators
- [12] FCC 10-14 Notice of Proposed Rule Making and Order
- [13] ECC Report 190(2013년), Compatibility between Short-Range Devices (SRD) and EESS (passive) in the 122 to 122.25 GHz band
- [14] THz파 발전/변환,/검출기 및 신호원 기술개발, 한국전자통신연구원 연구보고서, 2011년 2월
- [15] 정태진 외 1인, “H-대역(220~325 GHz) 주파수를 이용한 1.485 Gbps 비디오 신호 전송 송수신기”, 한국전자과학회 논문지, 2011년 3월

- [16] 강진섭 외 3인, “G-band 도파관 산란 계수 정밀 측정”, 한국전자과학회 논문지, 2013년 9월
- [17] MOSARIM project, www.mosarim.eu
- [18] ECC Report 56(2004년), Compatibility Of Automotive Collision Warning Short Range RADAR Operating At 79 GHz With Radiocommunication Services
- [19] 무선전력전송 기술개발 및 표준화 동향(RAPA, 2011)
- [20] 전파이용설비의 기술기준(국립전파연구원고시 제2013-19호)
- [21] 무선설비의 적합성평가 처리방법(국립전파연구원공고 제2013-33호)
- [22] ANSI C63.10-2009, American National Standard of Procedures for Compliance Testing Unlicensed Wireless Device
- [23] ANSI C63.4-2003, American National Standard for Methods of Measurement of Radio-Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9KHz to 40GHz
- [24] FCC Notice DA09-2478(2009년 11월), Office of Engineering and Technology Clarifies Use of Recently Published ASC C63 Measurement Standards for Compliance Testing of Intentional and Unintentional Radiators under Part 15

[부록 1]

국내외 레벨측정 레이더 기술기준

□ 유럽 ETSI EN 302 372

운용 주파수 대역	(탱크 미 장착) Max. radiated power (eirp) at 3m distance	측정 주파수 대역 (운영대역 외)	radiated emission (eirp)	
			탱크 외부에서 운영대역 內 측정 Max. emission at 3m distance	탱크 외부에서 운영대역 外 측정 Max. emission at 3m distance
4.5~7GHz	24dBm	30MHz to 26GHz	< 1GHz : -51.3dBm (= 55.7dBuV/m) => 1GHz : -41.3dBm (= 65.9dBuV/m)	< 1GHz : -61.3dBm (= 45.7dBuV/m) => 1GHz : -51.3dBm (= 55.7dBuV/m)
8.5~10.6GHz	30dBm	30MHz to 26GHz		
24.05~27GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		
57~64GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		
75~85GHz	43dBm	30MHz to 2 x carrier frequency		

□ 미국 FCC 47 CFR Part 15

운용 주파수 대역	(탱크 미 장착) Max. radiated power (eirp) at 3m distance	측정 주파수 대역	radiated emission (전계강도)	
			탱크 외부에서 전계강도(Average)	탱크 외부에서 전계강도(Peak)
6GHz nominal	규제 없음	9kHz to 40GHz	53.9dBuV/m at 3m distance	73.9dBuV/m at 3m distance
10GHz nominal		9kHz to 40GHz		
24GHz nominal		9kHz to 100GHz		
78 ~ 81GHz	43dBm Peak 23dBm Average	9kHz to 200GHz		

□ 국내 무선설비규칙 『미약 전계강도 무선기기』

주파수	당해 무선기기로부터 3미터 거리에서 측정한 전계강도 허용치
322MHz 미만	500uV/m(= 53.98dBuV/m) 이하. 다만, 15MHz 이하에서는 측정값에 $6\pi/\lambda$ 를 곱하여 적용한다.
322MHz이상 10GHz 미만	35uV/m(= 30.9dBuV/m) 이하
10GHz이상 150GHz 미만	3.5uV/m 이하(다만, 500uV/m를 초과하는 경우에는 500uV/m로 한다.) 이 경우 f는 GHz를 단위로 한 주파수로 한다.
150GHz 이상	500uV/m 이하

[부록 2]

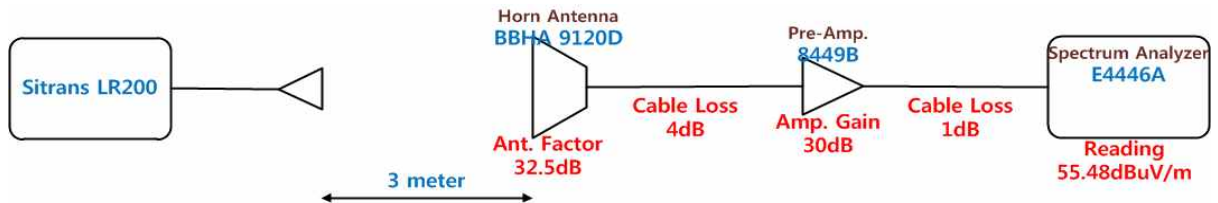
레벨측정 레이더 세부 측정자료

□ 1차 : 시험실 측정결과(RAPA 전자파측정센터 EMC챔버, 5.7.~5.8.)

구 분	복사전력(EIRP) (dBm/MHz, 3m 거리)		전계강도 (dBuV/m, 3m 거리)		탱크장착 후 불요발사 (3m 거리)			비 고
	기기 자체	탱크 장착	기기 자체	탱크 장착	측정 대역 (GHz)	전계강도 (uV/m)	복사전력 (dBm/MHz, mW)	
Sitrans LR200 5.725GHz~5.875GHz -39dBm/100kHz /-49dBm/MHz	-36.5	신호원 없음	65.98	신호원 없음	1~26	신호원 없음	신호원 없음	불요발사 근접(1m) 측정
ALT-6200 5.8GHz~6.3GHz 5mW / 7dBm/MHz미만	-39.2	신호원 없음	60.6	신호원 없음		신호원 없음	신호원 없음	
Rosemount 5402 6GHz, 1mW / 0dBm/MHz미만	-31	신호원 없음	68.76	신호원 없음		신호원 없음	신호원 없음	
HRM-200 9.5GHz ±500MHz, 10mW / 25dBm/MHz	24	신호원 없음	118.18	신호원 없음	1~40	신호원 없음	신호원 없음	
Sitrans LR260 24.2GHz~25.2GHz 2.4dBm/MHz	-34.3	신호원 없음	65.62	신호원 없음	1~75	신호원 없음	신호원 없음	
Sitrans LR560 78GHz~79GHz 30.2dBm/MHz	29.8	신호원 없음	113.12	신호원 없음	1~170	신호원 없음	신호원 없음	

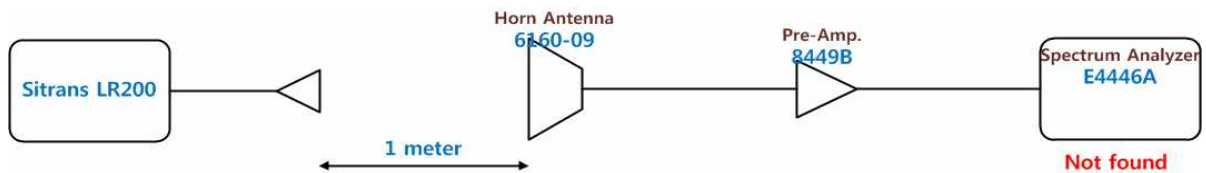
회사명	기기 모델명	주파수	출력
지멘스(서진)	Sitrans LR200	5725 - 5875MHz	-39dBm/100kHz

① 전계강도 (5817MHz)



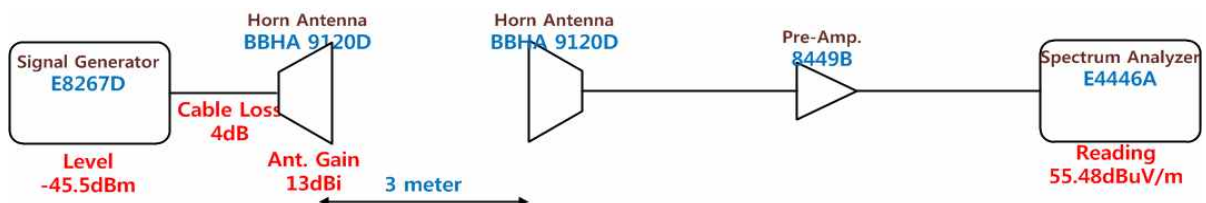
$$\text{Field Strength} = 55.48\text{dBuV} + 1\text{dB} - 30\text{dB} + 4\text{dB} + 32.5\text{dB/m} = 65.98\text{dBuV/m}$$

② 불요발사

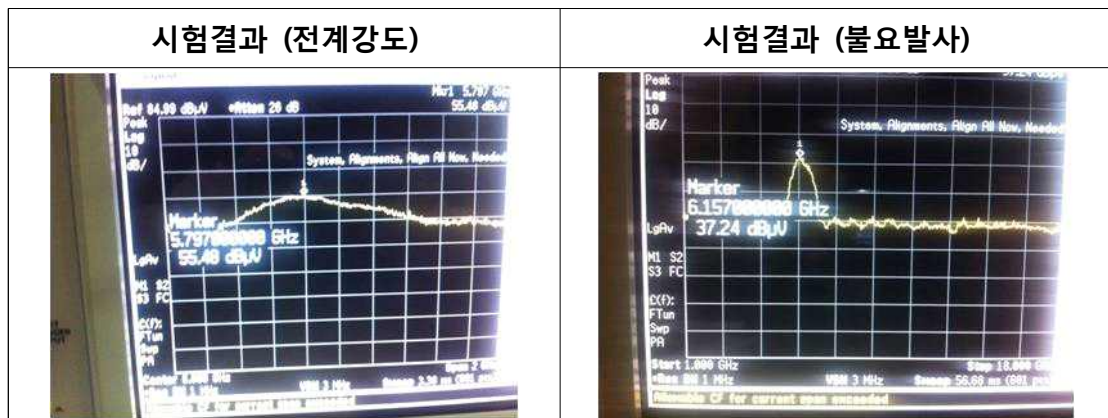


※ 3m거리에서 신호검출이 되지 않아 1m 근접측정을 실시하였으며, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨

③ 유효등방복사전력 (5817MHz)

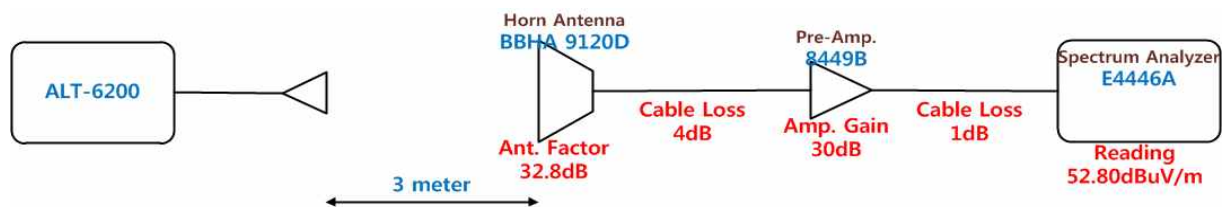


$$\text{EIRP} = -45.5\text{dBm} - 4\text{dB} + 13\text{dBi} = -36.5\text{dBm}$$



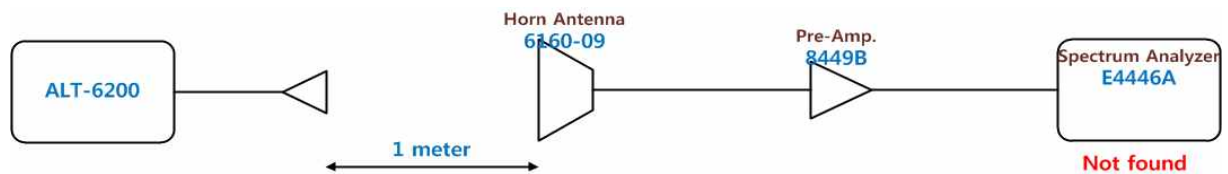
회사명	기기 모델명	주파수	출력
두온시스템	ALT-6200	5.8 - 6.3GHz	5mW 미만

① 전계강도 (5958MHz)



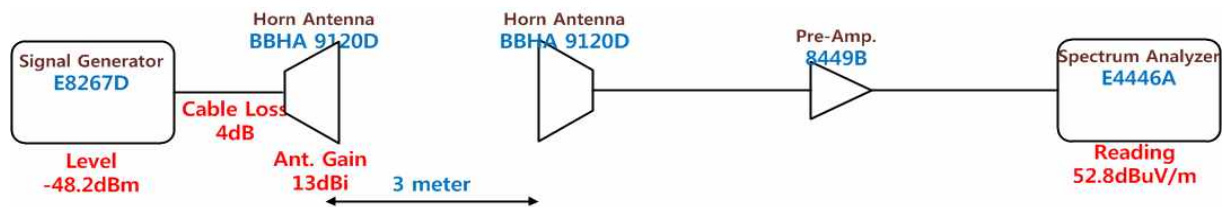
$$\text{Field Strength} = 52.8\text{dBuV} + 1\text{dB} - 30\text{dB} + 4\text{dB} + 32.8\text{dB/m} = 60.6\text{dBuV/m}$$

② 불요발사

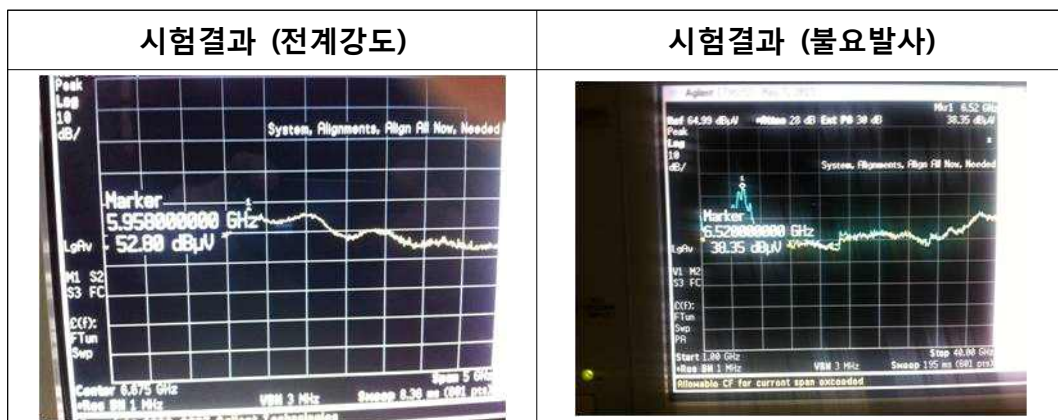


※ 3m거리에서 신호검출이 되지 않아 1m 근접측정을 실시하였으며, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨

③ 유효등방복사전력 (5958MHz)

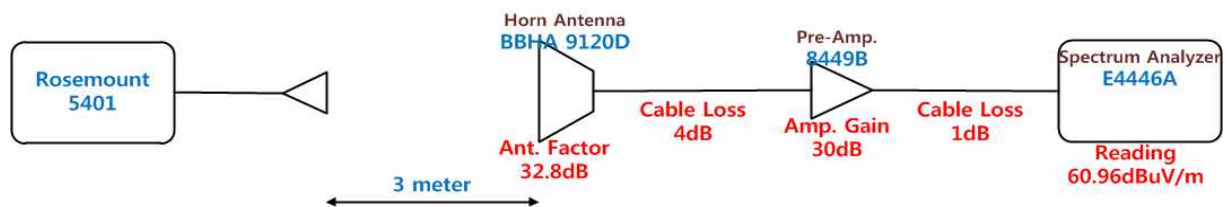


$$\text{EIRP} = -48.2\text{dBm} - 4\text{dB} + 13\text{ dBi} = -39.2\text{dBm}$$



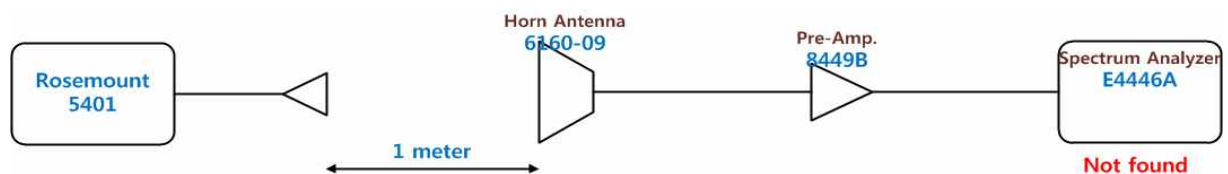
회사명	기기 모델명	주파수	출력
에머슨	Rosemount 5402	6GHz	1mW 미만

① 전계강도 (6117MHz)



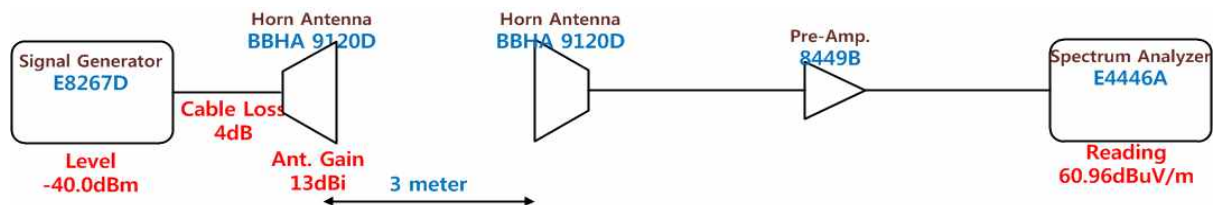
$$\text{Field Strength} = 60.96\text{dBuV} + 1\text{dB} - 30\text{dB} + 4\text{dB} + 32.8\text{dB/m} = 68.76\text{dBuV/m}$$

② 불요발사

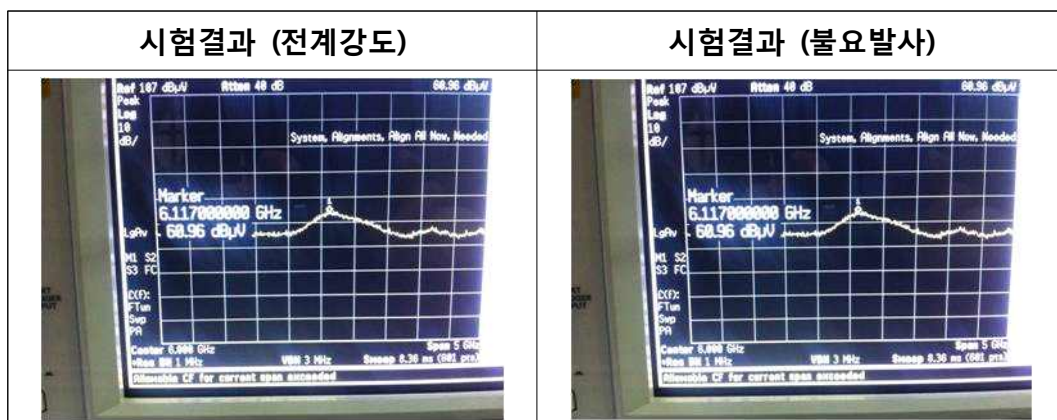


※ 3m거리에서 신호검출이 되지 않아 1m 근접측정을 실시하였으며, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨

③ 유효등방복사전력 (6117MHz)

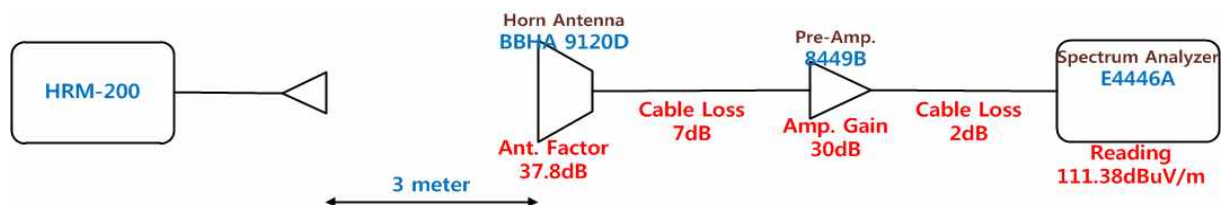


$$\text{EIRP} = -40\text{dBm} - 4\text{dB} + 13\text{dBi} = -31\text{dBm}$$



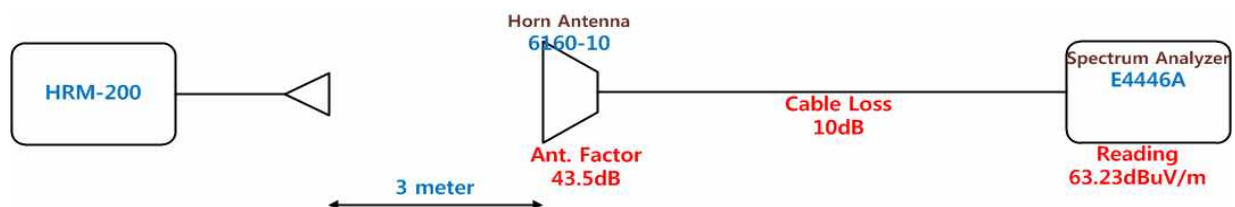
회사명	기기 모델명	주파수	출력
하이트롤	HRM-200	9.5GHz (±500MHz)	10mW (15dBi) /Total 25dBm

① 전계강도 (9573MHz)



$$\text{Field Strength} = 111.38\text{dBuV} + 2\text{dB} - 30\text{dB} + 7\text{dB} + 37.8\text{dB/m} = 118.18\text{dBuV/m}$$

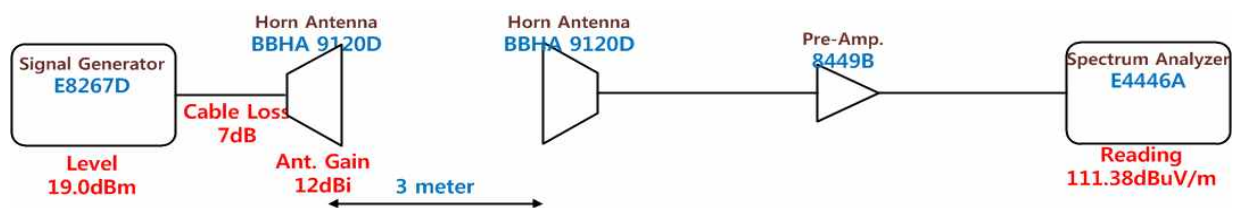
② 불요발사 (3rd Harmonic / 29017MHz)



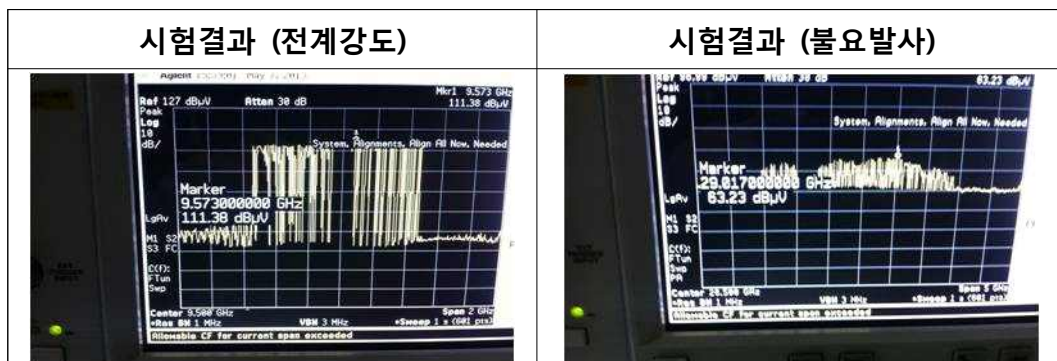
$$\text{Field Strength} = 63.23\text{dBuV} + 10\text{dB} + 43.5\text{dB/m} = 116.68\text{dBuV/m}$$

※ 분해 조립시 결함

③ 유효등방복사전력 (9573MHz)

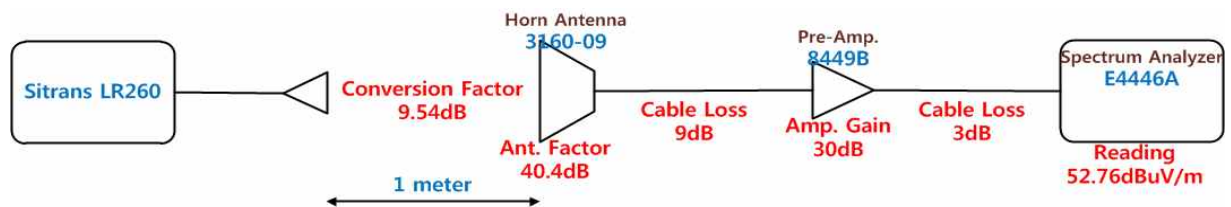


$$\text{EIRP} = 19.0\text{dBm} - 7\text{dB} + 12\text{dBi} = 24\text{dBm}$$



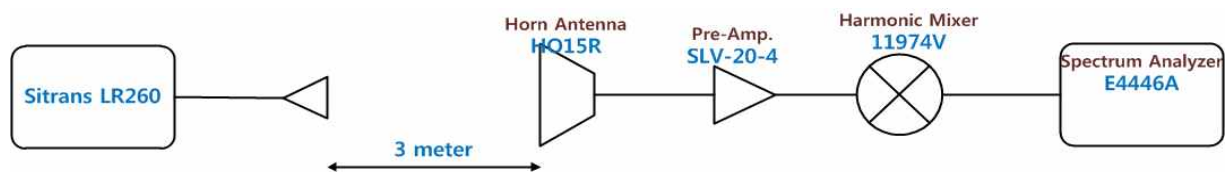
회사명	기기 모델명	주파수	출력
지멘스(서진)	Sitrans LR260	24.2 – 25.5GHz	2.4dBm/MHz

① 전계강도 (25.157GHz)



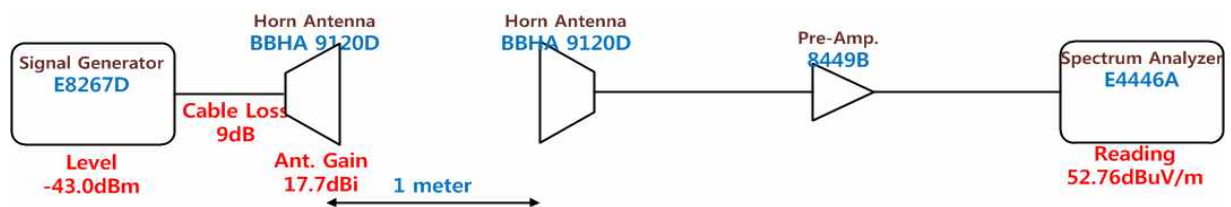
$$\text{Field Strength} = 52.76\text{dBuV} + 3\text{dB} - 30\text{dB} + 9\text{dB} + 40.4\text{dB/m} - 9.54\text{dB} = 65.62\text{dBuV/m}$$

② 불요발사

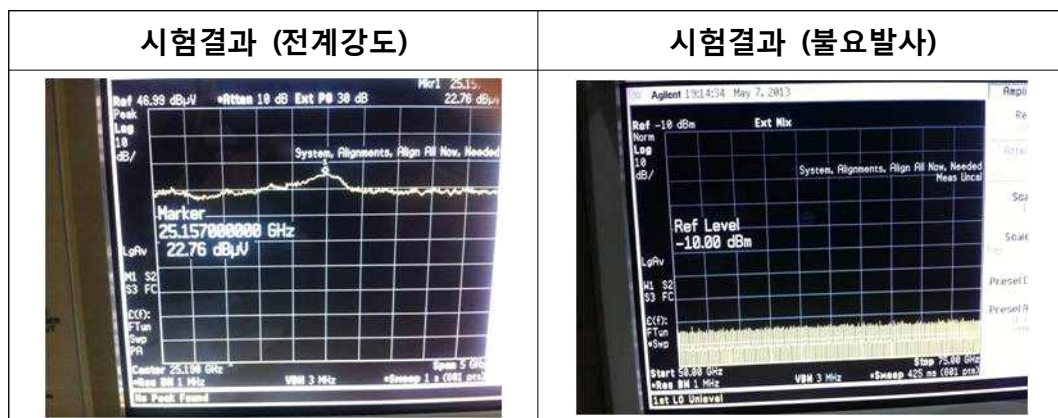


※ 3m거리에서 신호검출이 되지 않아 1m 근접측정을 실시하였으며, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨

③ 유효등방복사전력 (25.157GHz)

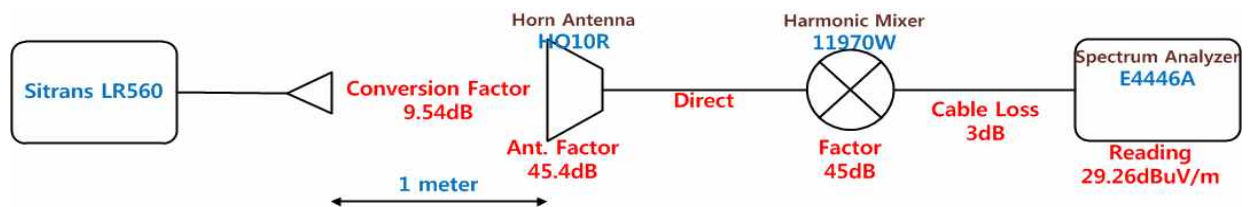


$$\text{EIRP} = -43.0\text{dBm} - 9\text{dB} + 17.7\text{dBi} = -34.3\text{dBm}$$



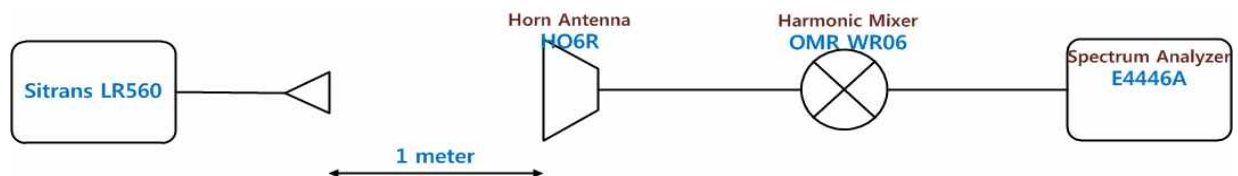
회사명	기기 모델명	주파수	출력
지멘스(서진)	Sitrans LR560	78 - 79GHz	30.2dBm/MHz

① 전계강도 (25.157GHz)



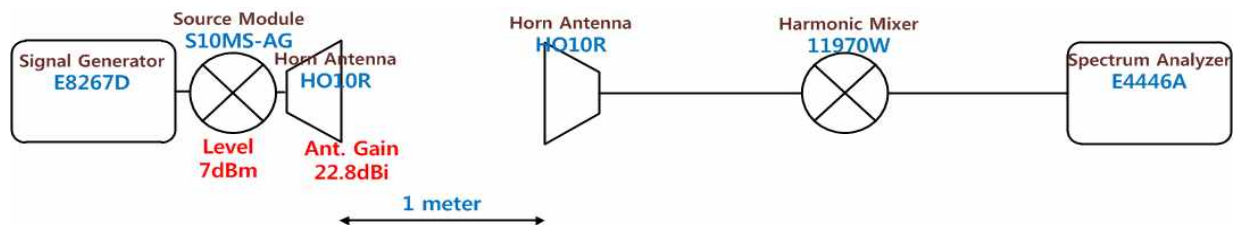
$$\text{Field Strength} = 29.26\text{dBuV} + 3\text{dB} + 45\text{dB} + 45.4\text{dB/m} - 9.54\text{dB} = 113.12\text{dBuV/m}$$

② 불요발사

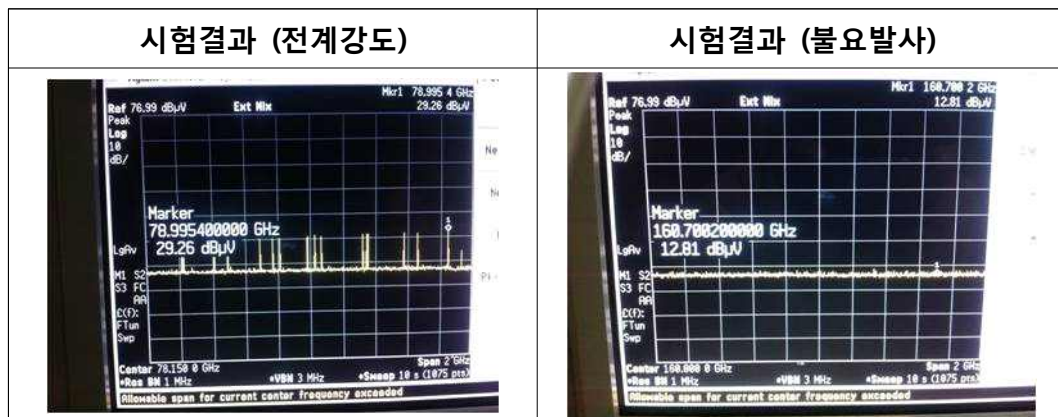


※ 3m거리에서 신호검출이 되지 않아 1m 근접측정을 실시하였으며, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨

③ 유효등방복사전력 (25.157GHz)



$$\text{EIRP} = 7\text{dBm} + 22.8\text{dBi} = 29.8\text{dBm}$$



□ 2차 : 설치현장 측정결과 (구리환경사업소 하수처리시설, 5.21.)

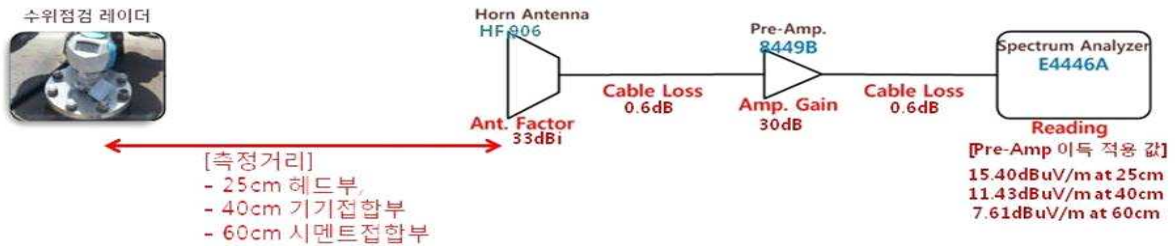
구 분	전계강도 ($\mu\text{V}/\text{m}$, 거리 3m)		불요발사 ($\mu\text{V}/\text{m}$, 거리 : 25cm, 40cm, 60cm)	비고
	미약전계강도 기준값	측정값		
Sitrans LR200 5.725GHz~5.875GHz -49dBm/MHz	35	헤드부 : 25.12 기기접합부 : 25.5 시멘트접합부 : 24.58	신호원 없음	
VEGA PLUS 68 26GHz -14dBm/MHz미만	91	신호원 없음 (헤드부 잡음레벨 : 0.15)	신호원 없음	

【측 정 장 면】



회사명	기기 모델명	주파수	출력
지멘스(서진)	Sitrans LR200	5725 ~ 5875MHz	-49dBm/MHz

1. 전계강도



가. 헤드부 측정결과 (25cm)

$$\begin{aligned}\text{Field Strength} &= \mathbf{15.4\text{dBuV}} + 1.2\text{dB} + 33\text{dBi} = 49.6\text{dBuV/m at 25cm} \\ &= 49.6\text{dBuV/m} + 20\log(25/300) = \mathbf{28\text{dBuV/m at 3m}}\end{aligned}$$

$$= 10^{\frac{28}{20}} \text{uV/m} = \mathbf{25.12\text{uV/m at 3m}}$$



나. 기기접합부 측정값 (40cm)

$$\begin{aligned}\text{Field Strength} &= \mathbf{11.43\text{dBuV}} + 1.2\text{dB} + 33\text{dBi} = 45.63\text{dBuV/m at 40cm} \\ &= 45.63\text{dBuV/m} + 20\log(40/300) = \mathbf{28.13\text{dBuV/m at 3m}}\end{aligned}$$

$$= 10^{\frac{28.13}{20}} \text{ uV/m} = \mathbf{25.5\text{uV/m at 3m}}$$

기기접합부 전계강도 측정값(Spectrum Analyzer)



다. 시멘트접합부 측정값 (60cm)

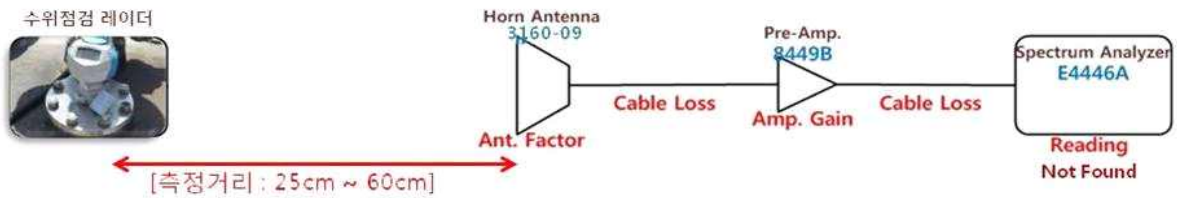
$$\begin{aligned} \text{Field Strength} &= \mathbf{7.61\text{dB}\mu\text{V}} + 1.2\text{dB} + 33\text{dBi} = 41.81\text{dB}\mu\text{V/m at 80cm} \\ &= 41.81\text{dB}\mu\text{V/m} + 20\log(60/300) = \mathbf{27.81\text{dB}\mu\text{V/m at 3m}} \end{aligned}$$

$$= 10^{\frac{27.81}{20}} \text{ uV/m} = \mathbf{24.58\text{uV/m at 3m}}$$

시멘트접합부 전계강도 측정값(Spectrum Analyzer)



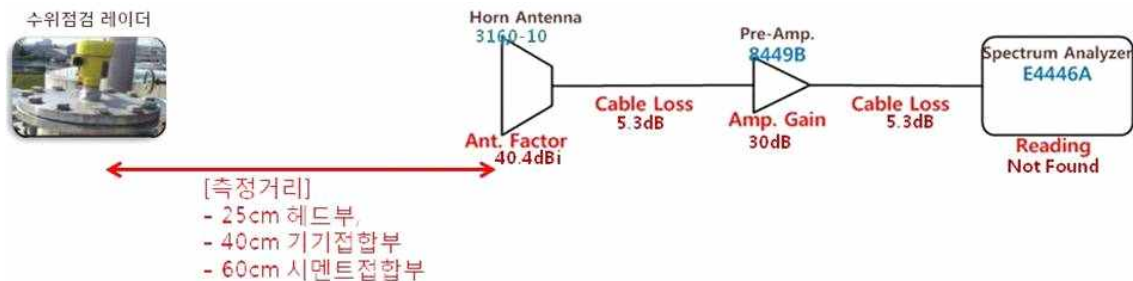
2. 불요발사



25cm~60cm거리에서 근접측정을 실시하였으나, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨.

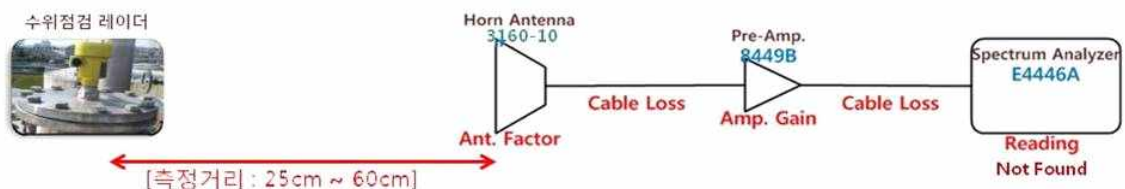
회사명	기기 모델명	주파수	출력
VEGA(한독레벨)	VEGA PLUS 68	26GHz	-14dBm/MHz

1. 전계강도



25cm~60cm거리에서 근접측정을 실시하였으나, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨.

2. 불요발사



25cm~60cm거리에서 근접측정을 실시하였으나, 신호가 잡음보다 낮아 검출이 안 됨.

※ 헤드부 잡음레벨(25cm)

$$\text{Field Strength} = -6.09\text{dB}\mu\text{V} + 10.6\text{dB} + 40.4\text{dBi} =$$

$$44.91\text{dB}\mu\text{V/m at 25cm (RBW: 10KHz)}$$

$$= 44.91\text{dB}\mu\text{V/m} + 20\log 25/300 + 20\log 10/1000 =$$

$$-16.69\text{dB}\mu\text{V/m at 3m (RBW: 1MHz)}$$

$$= 10^{\frac{-16.69}{20}} \mu\text{V/m} = 0.15\mu\text{V/m at 3m}$$

헤드부 전계강도 측정값(Spectrum Analyzer)

