

# 제 출 문

본 보고서를 「밀리미터파(60GHz, 76GHz) 기술기준 시험방법 개선 연구」 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007. 11. 20.

연구책임자 : 이 진 구 ( 동국대학교 MINT )

연 구 원 : 윤 상 원 ( 서강대학교 )

채 연 식 ( 동국대학교 MINT )

정 경 권 ( 동국대학교 MINT )

연구보조원 : 고 두 현 ( 동국대학교 MINT )

고 동 식 ( 동국대학교 MINT )

조 영 호 ( 서강대학교 )

최 승 운 ( 서강대학교 )

문 한 얼 ( 서강대학교 )

## 요 약 문

1. 과 제 명 : 밀리미터파(60GHz, 76GHz) 기술기준 시험  
                  방법 개선 연구
2. 연구 기간 : 2007. 3. 31. ~ 2007. 11. 20. (9개월)
3. 연구책임자 : 동국대학교 MINT 이 진 구
4. 계획 대 진도  
    가. 월별 추진내용

세부연구내용	연구자	월별 추진일정									비고
		4	5	6	7	8	9	10	11		
국내외 밀리미터파 무선 기기 기술개발 동향조사	이진구 윤상원 채연식 조영호										
미국, 유럽, 일본의 밀리 미터파 이용 기준조사	정경권 문한얼										
시험방법 및 환경 시험 조건 조사	고두현 최승운										
76GHz대 차량용 레이더 기술수준 주요 항목조사	최승운 문한얼										
60GHz대 통신 시스템 기술수준 주요항목조사	고동식 고두현										
시험방법 적용을 위한 시 험 환경 요건 및 결과제시	이진구 윤상원 채연식 조영호 정경권										
분기별 수행진도 (%)		100%				100%					

#### 나. 세부 과제별 추진사항

##### 1) 60GHz 대역 기술기준 시험방법 개선연구

- 밀리미터파 무선기기 기술개발 및 제품동향조사 분석
- 미국, 유럽, 일본의 밀리미터파 이용 기준조사
- 시험방법 및 환경 시험 조건 조사

##### 2) 76GHz 대역 기술기준 시험방법 개선연구

- 차량용 레이더 기술개발 및 제품동향조사 분석
- 미국, 유럽, 일본의 밀리미터파 이용 기준조사
- 시험방법 및 환경 시험 조건 조사

### 5. 연구결과

#### 가. 60GHz 대역 기술기준 시험방법 개선연구

- 밀리미터파 무선기기 기술개발 및 제품동향조사 분석
- 미국, 유럽, 일본의 밀리미터파 이용 기준조사
- 시험방법 및 환경 시험 조건 조사

#### 나. 76GHz 대역 기술기준 시험방법 개선연구

- 차량용 레이더 기술개발 및 제품동향조사 분석
- 미국, 유럽, 일본의 밀리미터파 이용 기준조사
- 시험방법 및 환경 시험 조건 조사

### 6. 기대효과

#### 가. 60GHz 대역 기술기준 시험방법 제시

#### 나. 76GHz 대역 기술기준 시험방법 제시

#### 다. 밀리미터파 대역 관련 기술기준 시험방법을 마련하여 국내 산업의 활성화 및 국제 경쟁력 확보

## 7. 기자재 사용 내역

시설·장비명	규격	수량	용도	보유현황
Vector Network Analyzer	8510C	1	S-prameter 측정 (0.045~50GHz)	동국대 MINT
	85106D +V8514A	1	S-prameter 측정 (50~75GHz)	동국대 MINT
	ME7808A	1	S-prameter 측정 (0.04~110GHz)	동국대 MINT
Spectrum Analyzer	E4407B	1	Spectrum 측정 (0.045~26.5GHz)	동국대 MINT
	MS3668C	1	Spectrum 측정 (0.045~40GHz)	동국대 MINT
MM-wave Source Module	83557A +83623B	1	50~75GHz 신호공급	동국대 MINT
Power Sensor	V8486A,	2	Power meter의 전력 수신용 (50~75GHz)	동국대 MINT
Noise figure measurement system	8971C, 8970B, Noise source (DC~26.5GHz, 50~75GHz), K56, K65	1	Noise Figure 측정 (DC~26.5GHz, 50~75GHz)	동국대 MINT
W-band Mixer	W-band Mixer WR-10 type	1	90~100GHz 대역 MIXER	동국대 MINT

## 8. 기타사항

없음

# SUMMARY

Demand for broadband access systems is increasing in recent years due to the rapid growth of the Internet and the related media contents. Millimeter-wave wireless access systems, such as wireless local area network systems, are very attractive because of their potential for high-bit-rate data transmission.

The Federal Communications Commission (FCC) adopted service rules for the commercial use of the 71-76 GHz, and 92-95 GHz bands. In Japan, the TV-signal distribution systems employing optical fiber networks and the wireless home-link systems using 60 GHz for short-range communications with higher data rate are being studied and demonstrated. Furthermore, intelligent transport systems (ITS) based on above millimeter-wave communication technologies and infrastructures are highly expected as millimeter-wave applications.

In order for the millimeter-wave applications to further develop, effective millimeter-wave measurement and test procedures for evaluation of such millimeter-wave band various kind of communication systems and ITS, and further as well as RF devices and modules or antennas and radio wave propagation are strongly required.

In this report, we describe the measurement and test procedures of millimeter-wave (60GHz, 76GHz) technical regulations.



# 목 차

표 목 차 .....	9
그림목차 .....	10
제 1 장 연구 개요 .....	13
제 1 절 연구 목적 및 필요성 .....	13
제 2 절 연구 목표 .....	19
제 3 절 연구 내용 및 범위 .....	20
제 2 장 밀리미터파 기술개발 및 이용 동향 .....	21
제 1 절 국외 및 국내 밀리미터파 대역 주파수분배 .....	21
제 2 절 밀리미터파 기술개발 동향 .....	24
제 3 절 국내외 밀리미터파 통신기기 기술기준 비교 .....	48
제 3 장 제외국 밀리미터파 기술기준 시험방법 분석 .....	57
제 1 절 미국 밀리미터파 기술기준 시험방법 .....	57
제 2 절 유럽 밀리미터파 기술기준 시험방법 .....	66
제 3 절 일본 밀리미터파 기술기준 시험방법 .....	72
제 4 장 국내 밀리미터파 기술기준 시험방법 제안 .....	112
제 1 절 점유주파수 대역폭 측정 .....	112
제 2 절 출력 측정 .....	118

제 3 절 주파수 허용편차 측정 .....	122
제 4 절 불요발사 측정 .....	125
제 5 절 부차적 전파발사 측정 .....	133
제 5 장 결론 .....	137



## 표 목 차

표 1-1 밀리미터파 응용 시스템 실용화 시기 .....	17
표 2-1 57~64GHz 대역 국내 및 국제 주파수 분배 현황 .....	21
표 2-2 57~64GHz 대역에 대한 국제 각주 .....	22
표 2-3 IEEE 802.15.3c 표준화 진행 일정 .....	28
표 2-4 자동차용 레이더 시스템의 개발 현황 .....	30
표 2-5 자동차용 레이더 시스템의 사용 주파수 .....	31
표 2-6 송수신 및 Beam Scan 방식에 따른 출력과 위상잡음 요구조건 .....	31
표 2-7 Beam Scan 방식의 장단점 비교 .....	32
표 2-8 외국 자동차 제작사별 적용 차량 레이더 현황 ..	40
표 2-9 미국 내 차량 레이더 제품 개발 동향 .....	42
표 2-10 일본 내 차량 레이더 제품 개발 동향 .....	43
표 2-11 유럽 내 차량 레이더 제품 개발 동향 .....	44
표 2-12 국가별 기술기준 .....	48
표 2-13 미국 차량용 밀리미터파 이용 기준 .....	53
표 2-14 유럽 차량용 밀리미터파 이용 기준 .....	54
표 2-15 일본 차량용 밀리미터파 이용 기준 .....	56
표 3-1 수신기의 최대 대역폭 .....	69
표 3-2 수신기의 최대 대역폭 .....	71

## 그 립 목 차

그림 1-1 점대점 통신 예 .....	15
그림 1-2 P2P 유무선 종합 통신망 구축 예 .....	16
그림 1-3 컴퓨터 관련 기기 및 가전 기기 응용 .....	16
그림 1-4 차량용 레이더 예 .....	17
그림 1-5 산업과급효과 .....	18
그림 2-1 주요국 60GHz 대역 분배현황 .....	23
그림 2-2 차세대 고정 무선접속망 개념도 .....	25
그림 2-3 점대점 광대역 무선접속 서비스 .....	26
그림 2-4 홈네트워크 내부 구성도 .....	26
그림 2-5 SRR(Short Range Radar)의 응용 .....	33
그림 2-5 유럽 자동차의 단거리 레이더의 “패키지 솔루션” .....	33
그림 2-7 79GHz SRR 센서의 개발과 출시 예정 일정 .....	34
그림 2-8 미래 차량 기능의 로드맵 .....	36
그림 2-9 미래안전차량(ASV) 개념도 .....	36
그림 2-10 자동차 충돌방지 레이더 센서 개념도 .....	39
그림 2-11 Bosch사의 차량용 레이더 .....	40
그림 2-12 Siemens사의 차량용 레이더 .....	41
그림 2-13 Benz 사의 차량용 레이더 .....	41
그림 3-1 Test fixture .....	66
그림 3-2 동작 주파수 범위 측정 시험 설치물 .....	67
그림 3-3 40GHz 이상의 복사성 스푸리어스 발사 측정 장비 .....	70

그림 3-4 대역외 복사성 불요 발사 측정 조건 .....	72
그림 4-1 방사 전력 측정 시설 .....	115
그림 A-1 복사 전력 측정 설치물 .....	140
그림 A-2 실내 측정 장소(수평 편파 측정용) .....	143
그림 A-3 무반사 챔버의 예 .....	144



# 제 1 장 연구 개요

## 제 1 절 연구 목적 및 필요성

### 1. 연구의 목적

밀리미터파 대역은 전 세계적으로 중요한 주파수 자원이다. 상용화가 충분히 이루어져 그 활용도가 높은 RF, 마이크로파 대역에 비해 그 부품과 시스템 개발은 아직 충분히 이루어지지 않고 있는 실정이다. 밀리미터파 대역의 응용 분야의 예를 살펴보면 광대역 무선통신분야와 차량 충돌 방지 시스템을 들 수 있다. 현재 주로 사용되는 무선통신은 대개 5~6GHz 이하의 주파수를 사용하는 반면, 밀리미터파(30~300GHz)는 그 주파수가 최소 5배에서 크게는 수십배 이상 높은 주파수대역을 이용한다. 반송주파수의 상승은 곧 무선 전송되는 정보의 대역폭의 확대를 생각할 수 있다. 즉, 주파수가 높아지면 대역폭이 넓은 무선통신이 가능해진다. 과거에는 전화선으로 수십 Kbps이면 만족했지만 지금은 인터넷망의 발전과 더불어 가정에서의 인터넷 속도도 수십 Mbps를 상회하는 시대를 맞고 있다. 이와 같은 광대역 통신이 요구되는 것은 주로 실시간으로 동영상을 이용하고자 하는 이용자들의 요구 때문이다. 그리고 사용자의 요구가 점점 다양화할수록 필요한 대역폭은 점점 더 늘어날 것으로 예상된다. 한편 장소에 구애받지 않고 광대역 통신을 하고자 하는 이용자들의 욕구도 점점 커지고 있다. 이 경우 무선통신의 필요성이 강하게 대두된다. 요즘 가정에 무선랜 서비스가 서서히 보급되는 것도 이러한 맥락에서 파악할 수 있을 것이다. 그러나 현재 보급되고 있는 무선랜 서비스는 IEEE 802.11b가 그 주류이고, 점차 802.11a가 보급이 늘어나고 있는 추세이다. 이 경우 보장되는 전송률이 각각 11 Mbps와 54 Mbps라고 하지만, 실제 사용 시에는 거리나 사용 환경에 많은 영향을 받으므로 규정 속도의 절반이하의 속도로 서비스가

제공되는 것으로 추정된다. 그러나 이러한 전송속도는 현재까지의 각종 콘텐츠를 사용하기에 무리가 없는 속도이나, 멀티미디어 서비스 요구가 늘어나는 시점에서는 그 속도의 증가가 불가피할 전망이다. 또한, End-user에서의 대역폭 증가 요구는 중요 노드간의 기간망 사이의 대역폭 증가를 불러일으킨다. 이러한 네트워크와 네트워크간의 연결은 유선 광통신망으로 대개 이루어져 왔으나, 설치와 유지보수의 편의성 측면에서 무선통신망의 필요성도 늘어나고 있는 실정이다. 이런 점에서 밀리미터파 대역은 꾸준히 초 광대역 무선통신의 대안으로 주목을 받고 있다. 그러나 현재까지 밀리미터파 대역 무선 통신이 각광받지 못한 이유 중의 하나는 핵심 부품의 가격이 매우 고가로 형성되었다는 점이다.

통신 목적 외에 밀리미터파를 응용한 ITS의 한 분야로 차량의 안전을 확보하기 위한 차량용 레이더 시스템이다. 밀리미터파 대역의 감쇠 특성과 직진성을 이용한 것으로, 차량의 모든 방향에 대한 충돌가능성을 미리 예측하여 이러한 정보를 운전자에게 알려주는 시스템이다. 과거에는 적외선 등의 방식으로 시도하였으나, 물체의 식별이 어려워 현재는 밀리미터파 대역의 레이더 방식으로 해외에서 활발히 연구가 진행되고 있으며, 상용화 단계에 이르고 있다. 이상에서 설명된 용도이외에도 밀리미터파 대역 응용은 점차 늘어나고 있다. 현재는 우리 일상생활에서 널리 사용되지 않고 있는 주파수 자원이지만, 향후에는 우리 주변에서 쉽게 그 응용 예를 찾아볼 수 있을 매력적인 요소가 많은 자원임에 틀림없다.

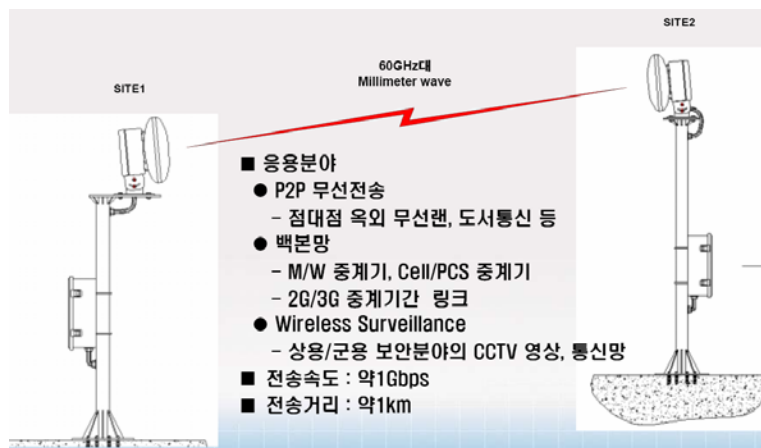
이와 같이 밀리미터파를 이용한 제품이 우리의 생활에 직접적으로 사용되고 있는 시점에서 밀리미터를 이용한 제품의 사용시 안정성 및 안전을 확보하기 위해 제품의 기술기준과 성능 지표를 표준화 해야만 한다. 현재 기술기준과 성능지표 표준안에 대한 연구가 활발하게 진행되어 밀리미터파를 이용한 제품의 측정에 대한 국내 표준안이 완성단계에 이르렀다. 본 연구에서는 60GHz 및 76GHz 대역의 측정방법을 개선하여 보다 효율적이고 안정적인 측정방안을 제시하는데 목적이 있다.

## 2. 연구의 필요성

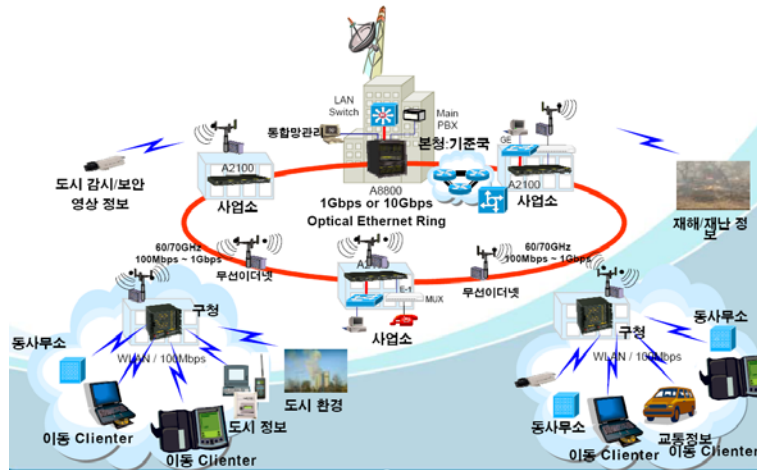
### 가. 밀리미터파 대역 응용 현황

정보통신 및 무선 통신 기술의 발전으로 밀리미터파 대역에 대한 연구가 활발한 가운데 이중 60GHz 주파수 대역은 주파수 재사용 측면에서 우수한 전파 특성으로 인해 전 세계적으로 활발한 연구가 이루어지고 있다. 60GHz 대역(대략 55~65GHz)은 광대역 전송이 가능할 뿐만 아니라 산소에 의한 전파의 흡수감쇄가 크기 때문에 여러 응용 분야에 사용될 수 있다. 대표적인 응용 예로는 위성간 통신(satellite cross link), 군사용 응용 분야, 차량 충돌 방지 시스템 및 상업용의 다양한 대용량 무선시스템 등이 있다. 이 중에서 상업용 시스템의 적용 예로는 대용량의 단거리 통신 시스템, 무선 LAN, 가정의 구내 배선의 무선화(wireless homelink), 차량 충돌 방지 시스템 등이 있다.

대표적인 응용 예를 그림으로 나타내었다. P2P 통신 예와 유무선을 통합한 통신망 구축예와 종합컴퓨터 관련 기기 및 가전 기기 응용에 관련된 사용예, 그리고 자동차 레이더의 응용예를 대표적으로 나타내었다.



<그림 1-1> 점대점 통신 예

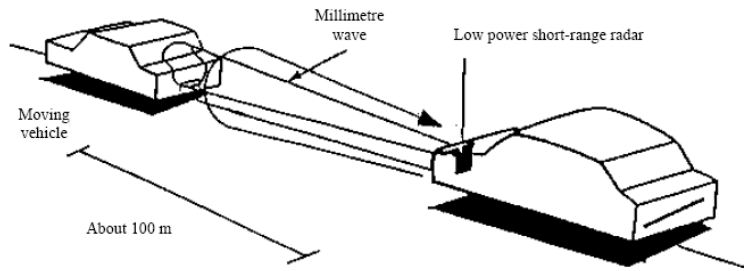


<그림 1-2> P2P 유무선 종합 통신망 구축 예



<그림 1-3> 컴퓨터 관련 기기 및 가전 기기 응용





<그림 1-4> 차량용 레이더 예

밀리미터파 응용 시스템 실용화 시기는 다음과 같다.

<표 1-1> 밀리미터파 응용 시스템 실용화 시기

△ 상용화 ○ 시장투입 ⊙ 양산

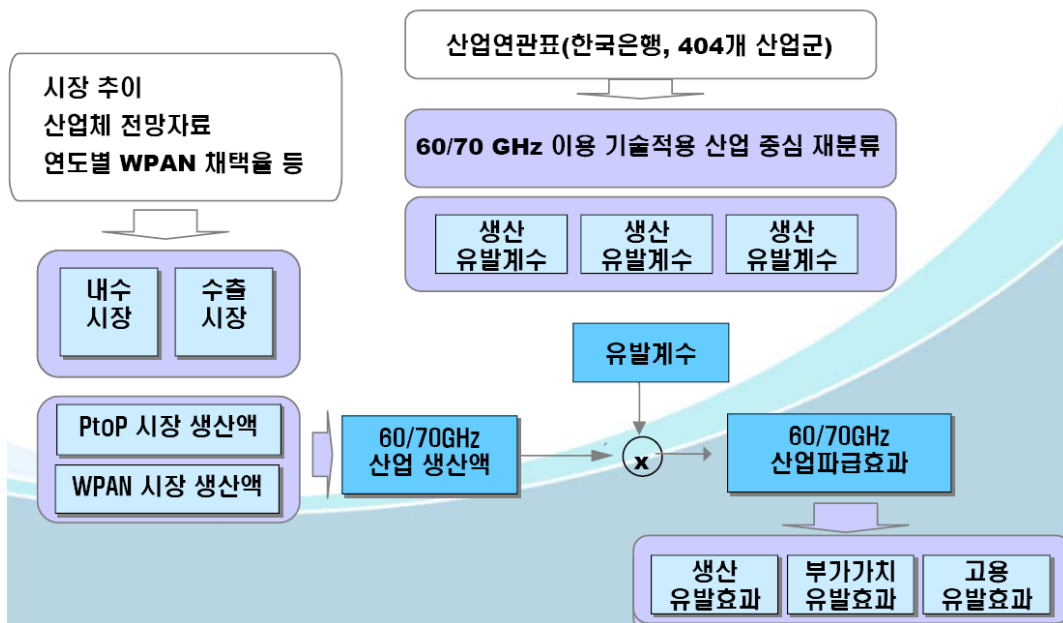
밀리미터파 응용 시스템	2003	2005	2010
50GHz대 간이 무선	○		
차량탐재용 밀리미터파 레이더(76GHz)	△	○	⊙
차량간 및 노변 통신 시스템(ITS 관련)			△ ○
대용량 밀리미터파 가입자 무선 액세스(FWA) 38GHz		△	○ ⊙
초고속 액세스 시스템(밀리미터파 WLAN)			○ ⊙
60GHz대 무선 IEEE1394(무선 홈 링크)			△ ⊙
위성방송 밀리미터파 분배 시스템			○ ⊙
밀리미터파 영상 다중 시스템			○ ⊙
광-밀리미터파 무선(Radio On Fiber)			△
역/열차간 통신			△

\* 출처 : Fuji Chimera Research Institute, 2003.5.30

o 60GHz P2P의 세계 시장은 2007년 899백만 달러를 시작으로 2010년에 1,328백만 달러 규모가 될 것으로 예측하고 있으며, 60GHz

WPAN 시장은 2007년 700만 달러 규모 생산 개시, 2011년 13.9억 달러 시장 형성을 예상하고 있다.

- 차량용 레이더 시장 전망은 세계 시장 전망 2010년 관련시장 200억 불로 예상하고 있다.
- 국내에서는 이러한 시장에 2010년까지 30%의 시장 점유율을 목표로 하고 있다.
- 이와 같이 2010년에는 제품이 양산단계에 들어서고, 전 세계적으로 큰 규모의 시장이 형성되기 때문에 밀리미터파 대역의 제품에 대한 기술기준 항목별 측정방법이 필요하다.



<그림 1-5> 산업 파급효과

## 나. 밀리미터파 대역 기술기준 항목별 측정

밀리미터파 응용 기기의 개발이 활성화 되고 있는 시점에서 주파수 분배와 밀리미터파 주파수의 기술기준 수립되었다. 이에 따른 제품의 출시에 대해서 인증에 필요한 시험 방법이 요구되고 있다. 그러나 밀리미터파 기기의 전기적, 기구적 특성상 이들 시스템에 기존의 저주파수에 적용하던 시험방법을 적용하기 어려운 상황이다. 따라서 차량용 레이더 및 60GHz WPAN과 점대점 통신 기기의 기술기준 항목별 측정 방법이 마련되어 현재 출시되는 제품뿐만 아니라 앞으로 개발되는 기술에 대한 기술기준 시험방법이 마련되는 것이 시급하다. 다양한 응용 서비스 모델 개발을 통한 시장 창출과 기술개발 유도 및 경쟁력 제고, 국제 기준에 부응하는 기술기준 적용을 위해서 밀리미터파 기기의 시험방법을 마련하여 수요자에게 공급하는 것이 필요하다.

## 제 2 절 연구 목표

### 1. 차량용 레이더 및 60GHz대 WPAN과 점대점 통신 기기의 측정 방법 마련

- 가. 기술기준 항목별 측정 환경 제시
- 나. 기술기준 항목별 측정 방법 제시
- 다. 밀리미터파 이용기기 시험 방법 개선

### 2. 60GHz대 WPAN과 점대점 통신 기기의 기술기준 항목별 측정방법 개선 연구

- 가. 60GHz대 WPAN과 점대점 통신 기기의 항목별 측정 환경 제시
- 나. 60GHz대 WPAN과 점대점 통신 기기의 점유주파수폭, 공중선 전

력, 주파수 허용 편차, 불요발사, 부차적 전파 발사 측정 방법개선

### 3. 차량용 레이더의 기술기준 항목별 측정방법 개선 연구

가. 차량용 레이더 기기의 항목별 측정 환경 제시

나. 차량용 레이더 기기의 점유주파수폭, 공중선 전력, 주파수 허용 편차, 불요발사, 부차적 전파 발사 측정 방법 개선

## 제 3 절 연구내용 및 범위

### 1. 국내·외 밀리미터파 기기 기술개발 및 제품 동향 조사, 분석

가. 국내외 밀리미터파 주파수 이용 및 표준화 동향 조사

나. 76GHz대 차량 레이더 기술개발 동향 조사, 분석

다. 60GHz대 점대점 통신기기 기술개발 동향 조사, 분석

라. 60GHz대 WPAN 통신기기 기술개발 동향 조사, 분석

### 2. 해외 밀리미터파 기술기준 시험방법 조사, 분석

가. 60GHz대 통신기기 기술기준 조사, 분석

나. 76GHz대 차량 레이더 기술기준 조사, 분석

### 3. 국내 밀리미터파 기술기준 시험방법 제안

가. 60GHz대 통신기기 기술기준 시험방법 제안

나. 76GHz대 차량 레이더 기술기준 시험방법 제안

## 제 2 장 밀리미터파 기술개발 및 이용 동향

### 제 1 절 국외 및 국내 밀리미터파 대역 주파수분배

ITU-R/WRC에서는 HDFS용으로 밀리미터파 대역 (30~70GHz)에서 국제 공통 주파수 분배를 진행 하였다. 현재의 60GHz대역에 대한 국내 및 국제 주파수 분배 현황을 <표 2-1>에 나타내었다. 57~64GHz 대역의 경우, 우리나라는 국제주파수 분배에 맞추어 분배하고 있다.

<표 2-1> 57~64GHz 대역 국내 및 국제 주파수 분배 현황

국 제			국 내	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
제 1 지 역	제 2 지 역	제 3 지 역	주파수대별 분배	용 도 등
<b>57-58.2</b>	지구탐사위성(수동) 고정 위성간 5.556A 이동 5.558 우주연구(수동)  5.547 5.557		<b>57-58.2</b> 지구탐사위성(수동) 고정 위성간 5.556A 이동 5.558 우주연구(수동)  5.547	
<b>58.2-59</b>	지구탐사위성(수동) 고정 이동 우주연구(수동)  5.547 5.556		<b>58.2-59</b> 지구탐사위성(수동) 고정 이동 우주연구(수동) 5.547 5.556	
<b>59-59.3</b>	지구탐사위성(수동) 고정 위성간 5.556A 이동 5.558 무선표정 5.559 우주연구(수동)		<b>59-59.3</b> 지구탐사위성(수동) 고정 위성간 5.556A 이동 5.558 무선표정 5.559 우주연구(수동)	
<b>59.3-64</b>	고정 위성상호간 이동 5.558 무선표정 5.559  5.138		<b>59.3-64</b> 고정 위성상호간 이동 5.558 무선표정 5.559  5.138	

각 업무에 대한 각주는 다음과 같으며 현재 각 나라에서 이용하는 대

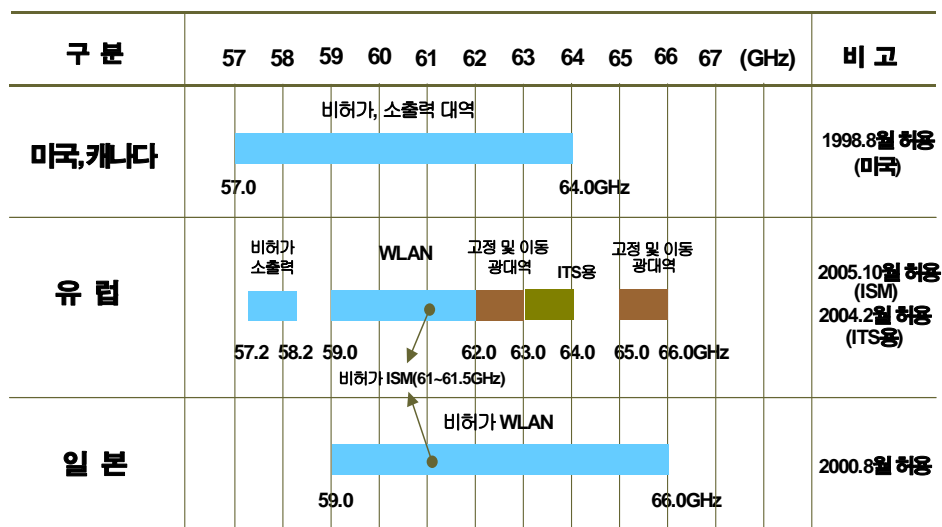
역별 용도기준과는 별개의 문제이다.

<표 2-2> 57~64GHz 대역에 대한 국제 각주

각주	각 주에 대한 해석
5.138	<p>다음 주파수대역 :  6765~6795kHz(중심주파수 6780kHz),  433.05~434.79MHz(중심주파수 433.92MHz)</p> <p>제5.280호에 나열된 국가를 제외한 제1지역에서, 61~61.5GHz(중심주파수 61.25GHz), 122~123GHz(중심주파수 122.5GHz) 그리고 244~246GHz(중심주파수 245GHz)의 주파수 대역은 산업, 과학 및 의료(ISM)의 응용에 지정한다. ISM의 응용을 위하여 이 주파수대역의 사용은 영향을 받을 우려가 있는 전파통신업무의 주관청과의 동의를 얻어 관련 주관청이 특별한 승인을 부여하는 것을 조건으로 한다. 주관청은 이 규정을 적용함에 있어서 ITU-R의 최신 관련 권고를 충분히 존중하여야 한다.</p>
5.547	<p>31.8~33.4GHz, 37~40GHz, 40.5~43.5GHz, 51.4~52.6GHz, 55.78~59GHz 및 64~66GHz 주파수 대역들은 고정업무에서 고밀도 응용으로 이용할 수 있다. (결의 75 (WRC-2000) 및 79 (WRC-2000) 참조). 주관청들은 이 주파수 대역과 관련하여 규제적 규정들을 검토할 때 이를 고려해야 한다. 39.5~40GHz 와 40.5~42GHz (RR 제5.516B호 참조) 대역에서 고정위성업무의 고밀도 응용의 잠재적 전개로 인해, 주관청들은 고정업무에서의 고밀도 응용에 대한 잠재적 제약들을 적절하게 고려하여야 한다. (WRC-2003)</p>
5.556	<p>51.4~54.25GHz, 58.2~59GHz 및 64~65GHz의 주파수대역에서 전파천문 관측은 국가적 합의에 기초하여 행할 수 있다. (WRC-2000)</p>
5.556A	<p>위성간 업무에 의하여 54.25~56.9GHz, 57~58.2GHz 및 59~59.3GHz의 주파수대역 사용은 정지위성궤도의 위성에 한한다. 위성간 업무의 무선국에 의하여 생성되는 지구표면상 0km에서 1000km까지 모든 고도에서 단일 전력속밀도(single-entry power flux-density)는 모든 조건 및 변조방식에 대하여 모든 도달각에서 -147 dB (W/m<sup>2</sup>/100MHz)을 초과하지 못한다. (WRC-97)</p>
5.557	<p>추가분배 : 일본에서는 55.78~58.2GHz의 주파수대역을 1차적 기초로 무선표정 업무에도 분배한다. (WRC-97)</p>
5.558	<p>55.78~58.2GHz, 59~64GHz, 66~71GHz, 122.25~123GHz, 130~134GHz, 167~174.8GHz 및 191.8~200GHz의 주파수대역에서, 항공이동업무 무선국은 위성간업무에 유해한 간섭을 일으키지 않는 것을 조건으로 하여 운용할 수 있다. (RR 제5.43호 참조) (WRC-2000)</p>
5.559	<p>59~64GHz의 주파수대역에서, 무선표정업무의 항공기상의 레이다는 위성간 업무에 유해한 간섭을 일으키지 않는 조건으로 운용할 수 있다. (RR 제5.43호 참조) (WRC-2000)</p>

<표 2-2> 각주에 나와 있듯이 기본적인 주파수 분배의 경우 <표 2-1>과 같이 57~64GHz까지 고정업무를 사용할 수 있으나 타 업무와의 공유를 전제로 전 지역에서 사용할 수 있다. 단, 58.7~59.0GHz 대역의 경우 전파천문 관측에 있어 국내 전파 천문 서비스와의 사용 공유가 이루어져야 하는 것이 필수 조건이다. 또한 59~64GHz 대역의 경우는 항공 기상 레이더와의 공유도 상호 간섭을 일으키지 않은 조건에서 사용할 수 있다고 WRC-2000에서 규정하고 있다. 현재까지 ITU-R을 중심으로 국제 분배된 사항에서 특별히 소출력에 대한 부분을 61.0~61.5GHz의 ISM 대역에만 국한하고 있다. 그러나 미국의 경우도 57~64GHz까지 RF Devices에 대해 허가받지 않고 사용할 수 있는 시스템으로 적용하는 것과 같이 각 나라에서는 주파수 분배와 다르게 용도 측면에서 기술기준을 통한 제한규격을 설정하여 RF device를 사용할 수 있도록 규정하였다.

아래의 <그림 2-1>은 주요국의 60GHz 대역 주파수 분배 현황을 나타낸 것이다.



<그림 2-1> 주요국 60GHz 대역 분배현황

## 제 2 절 밀리미터파 기술개발 동향

21세기 정보화 사회가 도래하면서 기존의 유선망이 가지는 시간적, 지역적 한계를 극복하기 위한 대안으로 제시된 무선통신은 그 동안 위성 통신 및 방송용 등 일부 제한적인 용도로만 사용되어 왔으나 20세기 후반 이동 통신 서비스에 대한 급격한 수요 증가를 시점으로 하여 그 활용 및 중요성이 급격히 부각된 분야로써, 지식 및 정보 산업의 보편화 및 대중화를 위하여 꼭 필요한 핵심 요소 중의 하나이다. 한편 무선 통신 수요가 증가함에 따라 새로운 주파수 대역에 대한 활용이 증가되고 있으며, 특히 광대역 무선 멀티미디어 서비스에 대한 요구에 부응하기 위하여 밀리미터파 대역 이상의 고정 주파수 대역에 대한 관심 및 기술 개발이 집중되고 있다.

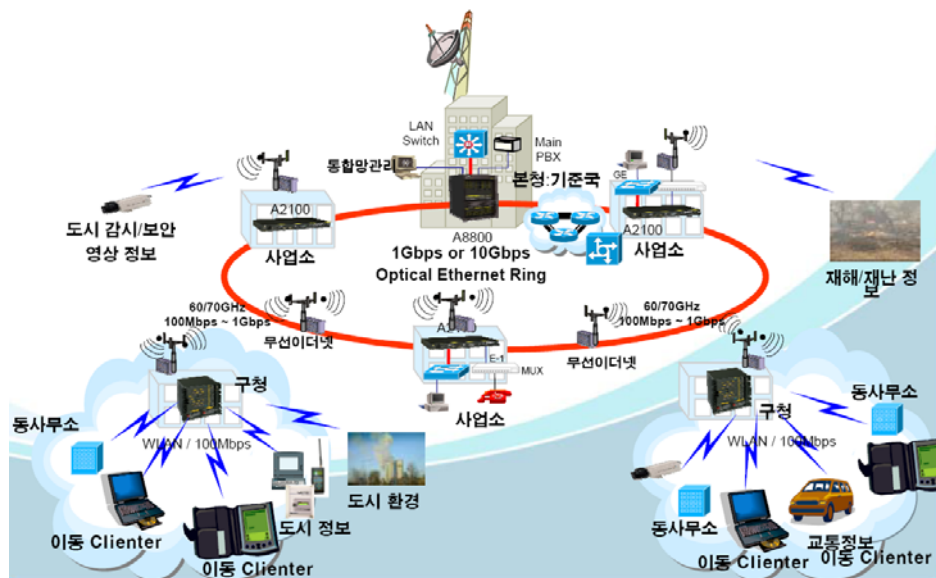
### 1. 60GHz 대역 무선통신기기 개발동향 조사 분석

#### 가. 점대점 응용관련

저가의 비용으로 점대점 및 점대다점 형태의 망을 신속히 구성 하여 신뢰성 있게 멀티미디어 정보를 제공할 수 있는 고정 무선접속망 서비스는 도심 기반의 비즈니스 고객을 위한 광대역 초고속망 접속으로부터, 네트워크 시스템간의 초고속 전용선망 접속과 원격지간의 무선 전송링크 기능에 이르기 까지 광범위한 영역에서 적용이 가능하다. 고정 무선 통신 시스템은 설치의 편리성, 신속성, 저렴한 비용 때문에 유선 통신 기반 구조가 취약하거나 유선 선로 설치가 불가능한 지역의 일반 가입자와 기간망 사이의 광대역 무선 연결(broadband connection)을 제공하는 이상적인 통신 방법이 될 것이며, 전화, 데이터, 영상과 같은 멀티미디어를 전송할 수 있는 고속변조 기술과 기존의 전화 기반 시설을 대체할 수 있는



새로운 무선 접속 기술을 이용하여 저렴한 멀티미디어 통신 서비스를 제공함으로써 기존의 통신 사업자와 경쟁 관계에 있는 신규 통신 사업자들에게 가장 적합한 통신 수단을 제공한다.



<그림 2-2> 차세대 고정 무선접속망 개념도

밀리미터파 대역 광대역 송수신기를 이용한 디지털 신호의 전송은 밀리미터파 주파수 특성상 옥외 고정용 점대점 통신이 그 대표적인 응용이라 할 수 있다. 현재 코모텍사는 60GHz 대역의 밀리미터파 대역에서 동작하는 최대 전송속도 1.25Gbps 전송장비를 2004년부터 생산하고 있으며, 주로 일본 및 미국 등 주파수 허가된 지역에 수출하고 있다. STM-1 155Mbps 및 125Mbps Fast Ethernet 전송장비의 경우, 2001년 11월부터 생산하고 있으며, 옥외 광대역 디지털 신호 전송, 영상전송, CCTV 관제 시스템, 재난방재 등 그 적용을 대폭 늘려가는 추세이다.

<그림 2-3>는 60GHz 및 70GHz 밀리미터파 대역을 이용한 시스템을 보

60GHz㎒  
Millimeter wave

SITE1

SITE2

- 응용분야
  - P2P 무선전송
    - ▶ 점대점 육외 무선랜, 도서통신 등
  - 백본망
    - ▶ M/W 중계기, Cell/PCS 중계기
    - ▶ 2G/3G 중계기간 링크
  - Wireless Surveillance
    - ▶ 상용/군용 보안분야의 CCTV 영상, 통신망
- 전송속도: 약1Gbps
- 전송거리: 약1km

#### 나. W-PAN 응용관련

The diagram illustrates a smart home network architecture. At the top, various devices are connected to a central 'RG' (Router/Gateway) unit. On the left, a 'Wireless' network connects devices like PDP, DVC, YEP, DVC, @ZIT, PC, Web Camera, and Notebook. On the right, a 'LAN' network connects a Web PAD, Web Phone, Internet TV, and PDA. The central 'RG' unit is connected to a 'LonWorks' network, which includes a 'PDA', 'Notebook', 'Home PNA', 'Telephone', and 'PC'. Below the 'RG' unit, a 'Power Line Communication' network connects to a 'Key Pad' and a 'Security' panel. The 'Security' panel is connected to a 'Gas' detector, a 'Tab' (Tablet), and a 'Lighting/Blind Control' system. The 'Power Line Communication' network also connects to a 'Valve Control' system. At the bottom, an 'Internet Appliance Control' system connects to a 'Washing Machine', 'Microwave oven', 'Gas oven Range', 'Air Conditioner', 'Refrigerator', and 'Dishwasher'. A 'Remote Inspection' system is also shown on the right, connected to a 'Heating Control' system and a 'Boiler'.

– 26 –

이러한 홈네트워크는 장비시장과 서비스시장으로 양분될 수 있으며, 특히 장비시장은 디지털화, 네트워크화된 정보가전 제품이 기존 가전제품을 대체하면서 신 시장을 창출하고 있다. 궁극적으로 홈 네트워크 장비는 홈게이트웨이로 통합되면서 모뎀 등 초고속 인터넷 장비와 셋탑 박스 등 방송수신 장비의 역할을 수행하게 되며, 원격제어, 가정자동화, 인터넷 등을 동시에 처리하면서 홈네트워크를 통합제어하게 된다. 또한 외부로부터 집안에 접속하기 위한 관문으로써 보안기능도 부가하게 된다.

홈네트워크는 통신, 정보기기, 콘텐츠 등 다양한 분야들이 융합되어 있어서 관련시장이 고성장할 것으로 보인다. 특히 유무선, 네트워크, 홈서버, 단말기 등 홈네트워크의 세계시장은 2002년 92억 달러에서 2007년 475억 달러로 커질 전망이다(정보통신부, 2003. 7)이고, 디지털 가전, 주택개조 등 파생 분야를 모두 합치면 전체 시장규모는 순수한 홈네트워크 기기 서비스 시장의 수~수십 배에 달할 것이다.

IEEE 802.15.3c는 IEEE 802.15.3a의 UWB(Ultra Wide Band) 기고서로 제안한 일본 OKI 사의 밀리미터파 기반의 광대역 무선 접속 시스템 기고서를 기반으로 IG(Interest Group)으로 시작되었다. 그 이후 IEEE 802.15의 권고에 따라 새로운 SG(Study Group)를 결성하기로 하고, 2005년 3월 60GHz 대역의 밀리미터파를 이용한 무선 기술 개발 TG(Task Group)로 승격되어 2007년 7월 현재까지 본격적인 활동을 하고 있다. 현재 IEEE 802.15.3c TG에서는 IEEE 802.15.3 WPAN(Wireless Personal Area Network)과의 호환성을 유지하면서 57~66GHz의 밀리미터파 주파수 대역을 이용하여 PHY-SAP Payload Bit Rates 측면에서 의무 사항으로 2Gbps 이상, 선택 사항으로 3Gbps 이상의 전송률을 제공하는 새로운 PHY(Physical Layer) 표준을 개발하고 있다.

IEEE 802.15.3c의 응용으로는 HD(High Definition)급 무압축 비디오의 고속 실시간 스트리밍, 고속 무선 Ad-hoc 통신, 고속 파일 전송, 무선 USB 등을 들 수 있다.

IEEE 802.15.3c에서는 TG 내에 Channel modeling sub-group, Technical requirement sub-group, Usage model sub-group을 구성하여 각각 60GHz 채널 모델링 문서, 기술 요구사항 문서 및 UM(Usage Model) 문서 작업을 수행한 결과, 지난 2007년 1월 에 모든 문서가 완료되었다. 그리고 26개 업체에서 2007년 3월 1일까지 CFI(Call For Intent)에 대해 응답을 하였으며, 최종적으로 2007년 5월 7일까지 16개 업체 또는 그룹에서 CFP(Call For Proposal)에 대해 채널 모델링 문서, 시스템 요구사항 문서 및 UM 문서를 반영한 PHY 표준 제안서를 제출하였다. 표준 제안이 유사하거나 이해관계가 있는 업체 및 기관끼리는 이미 그룹 형성을 마무리하여 표준을 제안하였고, 업체별 표준 발표가 진행되는 동안 지속적으로 관심 업체끼리의 그룹 형성이 진행되었다.

MAC(Medium Access Control)의 경우는, IEEE 802.15.3 규격과의 호환성을 유지하면서 IEEE 802.15.3c의 고속 데이터 전송 응용을 지원하는 방안에 대해 표준화 일정과 별개로 지속적으로 계속 논의 중에 있다.

이후 표준화 진행 일정은 <표 2-3>과 같다.

<표 2-3> IEEE 802.15.3c 표준화 진행 일정

일정	내용
2007년 9월	First letter ballot
2007년 11월	Re-circulation
2008년 1월	802 Sponsor ballot
2008년 3월	802 Sponsor re-circulation
2008년 5월	Standard finished

## 2. 70GHz 대역 차량용 레이더

다음은 전파연구소의 “77GHz 기술 기준 최종 보고서”에 의거한 내용이다. 세계의 자동차용 레이더 기술 현황은 <표 2-4>에 보이는 것과 같이 현재 미국, 일본, EU를 중심으로 밀리미터파를 이용한 차량충돌방지 레이더 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 이와 관련된 77GHz 시스템 시장은 2006년부터 급격하게 증가할 것으로 예상된다. 최근 ACC system 관련 세계 주요국가의 움직임을 보면 일본 Honda Motor Co. Ltd에서는 2005년초 밀리미터파 레이더를 장착한 올뉴스텝 웨건 차량에 Intelligent Highway Cruise Control로 차량의 속도와 거리 control system을 장착하였다.

TRW Autocruise Ltd.에서는 77GHz의 3개의 GaAs MMIC를 포함하는 T/R module을 이용한 autocruise AC20 radar 를 2004년 11월 시험하여 출시하였고, 2005년 독일 자동차 회사에서 선보일 예정이다. Automotive ACC system은 선행하는 다른 차량을 검출하기 위해 radar sensing technology에 기반을 둔 MMIC를 핵심부품으로 요구한다. 하나의 전기적 기관 위에 77GHz의 송수신 모듈이 결합된 센서가 가장 중요한 부분이 되는 것이다. 이러한 ACC system이 개발되면 보다 향상된 운전자 보조 프로그램들에 응용될 수 있다. 예를 들어, “follow to stop”, “collision mitigation”, “stop and go” system 등의 개발이 가능하다.

현재 ETRI에서는 77GHz 송수신 MMIC Chip set을 개발하였으며, 송수신 모듈 기술을 확보하여, 센서 모듈 시험시제품을 제작하여 선행 차량과의 상대속도 및 거리를 검출하는 연구를 수행하고 있다.

<표 2-4>에서 보듯이 변조 방식은 대개 FMCW 방식이 세계적인 추세인 것을 알 수 있고, 사용 주파수의 경우 세계적인 표준은 없으나 <표 2-5>에서 보듯이 77GHz는 전 세계에서 공통적으로 사용하는 것을 알 수 있다.

<표 2-4> 자동차용 레이더 시스템의 개발 현황

주파수	변조방식	빔수	공중선형태/적용기술	제조회사
77GHz	FMCW	1	Serpentine W/G	Philips(네덜란드)
60/77GHz	Switched FMCW	1	Printed Planar	Fujitsu(일본)
77GHz	FMCW	N/A	Reflector	Mitsubishi(일본)
77GHz	FMCW	1	Planar	Nissan(일본)
77GHz	FMCW	5	Dielectric Lens	Plessey(영국)
77GHz	FMCW	3	Fresnel Lens	Benz(독일)
77GHz	FMCW	N/A	Monopulse	SMS(독일)
77GHz	FMCW	Mech Scan	Cassegrain	Celsius(스웨덴)
77GHz	FMCW	3	MMIC	Raytheon(미국)
77GHz	FMCW	N/A	4 MMICs	Thales(프랑스)
77GHz	FMCW	3	4 MMICs	Thompson CFS(프랑스)
77/94GHz	FMCW	1	MMIC	TRW(미국)
35GHz	FMCW	1	2 Palabola	Acad Kharkov(우크라이나)
77GHz	FMCW	N/A	Monopulse	Epsilon Lambda(미국)

<표 2-5> 자동차용 레이더 시스템의 사용 주파수

	47GHz	60GHz	77GHz	94GHz	139GHz
일본		○	○		
미국	○		○	○	○
EU			○		

<표 2-6>은 송수신 부품의 송신 출력과 수신 잡음의 사양을 대표적으로 보이는데, 특히 송신 출력의 경우 FMCW 변조 방식의 경우에 10mW인 것을 알 수 있고, Pulse 방식의 경우 이보다 높은 20mW인 것을 알 수 있다.

<표 2-6> 송수신 및 Beam Scan 방식에 따른 출력과 위상잡음 요구조건

		FMCW	FMCW Switching	Pulse	Pulsed Switching
송신 출력	공중선 출력(dBm)	10	10	13	13
	발진기 출력(dBm)	15	13	16	18
위상잡음 (dBc/Hz@100KHz)		-70	-70	-55	-55

송신 전파가 반사되어 오는 빔을 수신할 때 보다 정확한 정보를 위해 수신기의 공중선 감도를 높임과 동시에 여러 채널의 빔을 수신할 수 있도록 공중선을 기계적으로 스캐닝하거나 전기적으로 스위칭하는 방식이 도입되는데, <표 2-7>은 이러한 다양한 빔 수신 공중선 기술을 보이는 것으로 시스템의 가격과 신뢰성에 따라 적절히 선택해야 한다.

<표 2-7> Beam Scan 방식의 장단점 비교

공중선 형태	복잡성	가격	비고
Switched Beam	중간	중간	부가적으로 스위치가 필요함
Frequency Scan	복잡	높음	넓은 bandwidth가 요구됨 급전구조가 복잡함
Phased Array	복잡	높음	급전구조가 복잡함 많은 소자가 소요됨
Electro-Mechanical	간단	중간	기계적 구조의 신뢰성이 요구됨
Phase Shift	중간	낮음	급전구조가 복잡함
Mono-pulse	간단	낮음	부가적으로 수신구조가 필요함

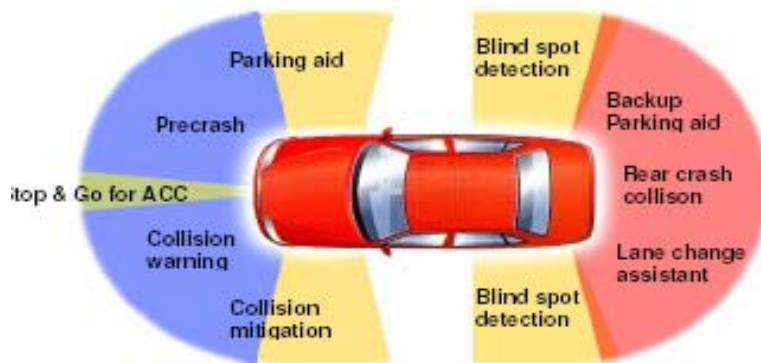
<그림 2-5>은 2005년 프랑스 파리에서 열린 EuMC(European Microwave Conference)에서 Daimler Chrysler가 발표한 단거리 레이더 (Short Range Radar, SRR)의 자동차 응용을 도식적으로 보이는 그림이다.

<그림 2-5>에서 보듯이 현재 77GHz 단거리 레이더는 세계적으로 전방 충돌방지용의 Stop & Go for ACC 기능으로 활용되고 있고, 기타 후방, 측방 등 기능은 주로 24GHz가 활용되고 있으나 유럽에서는 향후 79GHz로 통합되어 신뢰성과 가격을 개선시키고자 하는 노력이 있다. <그림 2-6>는 2005년 EuMC에서 Daimler Chrysler에서 발표한 이러한 “2-Phase Plan: 24/79GHz”의 패키지솔루션 추진 마일스톤을 보이는 그림이다.

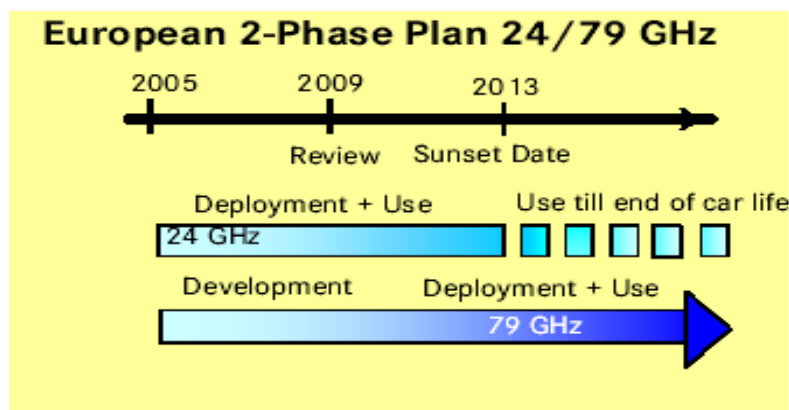
유럽에서는 단거리 레이더를 2005년 1월 17일부터 24GHz 대역에서 표준을 정하여 사용하고 있다. 보다 구체적으로는 21.625GHz~26.625GHz 대역의 신호를 사용하는 표준을 2005년 1월 1일부터 2013년 6월 30일까지 사



용하고 그 이후에는 79GHz의 중심주파수를 갖는 71~81GHz를 SRR 주파수 표준으로 사용하기로 EDD(2004. 3. 19.)에 정하였다. 79GHz 경우는 최대 평균 출력밀도가 -3dBm/MHz|-9dBm/MHz 이고 피크리미트가 55dBm 이다.



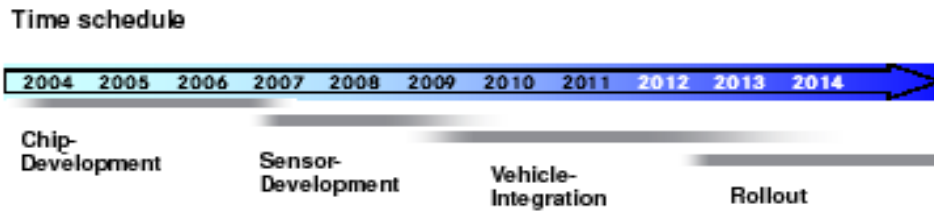
<그림 2-5> SRR(Short Range Radar)의 응용  
(출처 2005 EuMC DaimlerChrysler)



<그림 2-6> 유럽 자동차의 단거리 레이더의 “패키지 솔루션”  
(출처 2005 EuMC DaimlerChrysler)

참고로 미국은 24GHz 대역을 2002년부터 언리미티드 밴드로 지정

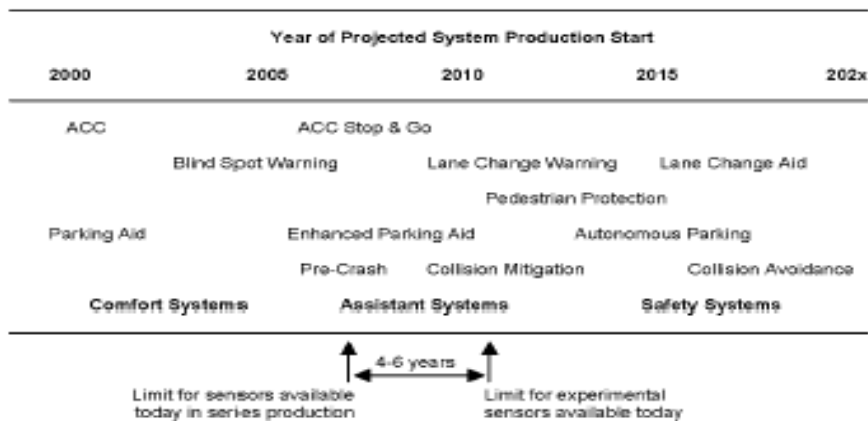
하여 사용하고 있다.



<그림 2-7> 79GHz SRR 센서의 개발과 출시 예정 일정  
(출처 2005 EuMC DaimlerChrysler)

<그림 2-7>은 다임러크라이슬러가 79GHz SRR 센서를 2009년까지 개발하는 일정을 2005년 EUMW에 발표하기도 하였다.

<그림 2-8>는 BMW가 발표한 미래 차량 기능의 로드맵으로, 단거리 레이더는 현 시점에서 활용되고 있는 ACC나 충돌방지 기능 외에 향후 자동 주차나 차선 자동변경 등의 첨단 안전 기능으로까지 활용될 것을 예측하는 발전 방향을 전망하는 개념도이다.



<그림 2-8> 미래 차량 기능의 로드맵(출처 2005 EuMC BMW)

### 가. 국내의 차량 레이더 개발 동향

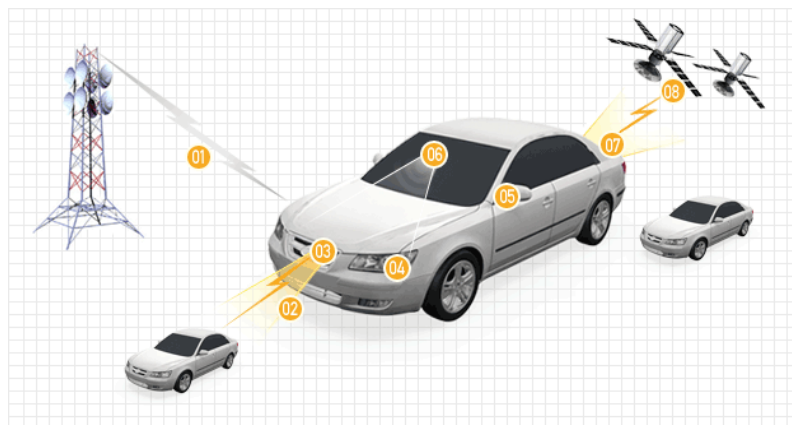
차량용 레이더로 적용되는 기술로는 파(波)의 종류에 따라 밀리미터파 레이더, 레이저 레이더, 적외선 레이더, 초음파 레이더 등이 시도된 바 있는데, 기상 조건, 악천후, 야간 등의 전천후 조건에서 주행하는 상황에서는 밀리미터파 레이더가 가장 적합하게 적용 가능한 해결책이다. 밀리미터파 레이더 기술에도 MMIC(Monolithic Microwave Integrated Circuit, 단일기판마이크로웨이브집적회로) 기술을 이용한 레이더와 NRD(Non Radiative Dielectric, 비방사성 유전체) guide 기술을 이용한 레이더 등에 관한 논의가 있었으나, 현재까지 세계적으로 발표된 연구 결과와 세계 자동차 기업의 미래 적용 계획 및 출시 예정 계획으로 보아 밀리미터파 레이더 방식 중에서 MMIC 기술을 적용한 RF 송수신 모듈 기술로 제작되는 밀리미터파 레이더 방식이 생산성, 재현성, 신뢰성 확보가 가능하며 환경적인 이득과 가격적인 이득 측면에서 유일한 상용화 기술로 개발이 추진되고 있다.

국내의 차량 레이더 관련 연구나 개발을 수행하였던 기업체로는 센싱테크(Sensing tech), 뉴멘나노텍(Newmen nanotech), LG 이노텍 등과, RF 부품 제조업체로 코모텍, NRD 테크(NRD tech) 등을 들 수 있는데, LG 이노텍에서 1997년부터 G7 차세대 자동차 기술 개발 사업으로 차간거리 정보 시스템용 밀리미터파 레이더의 연구가 NRD 기술을 이용하여 개발이 진행된 예가 있으나, 생산성과 신뢰성의 확보가 어렵고 재현성이 낮아 NRD 기술을 차량용 레이더에 적용하는 것이 부적합하기 때문에 개발이 중단되었다. 연구에서는 3개의 Beam Switching을 이용한 FMCW 방식을 채택하였으며 보고된 결과로는 Homodyne 방식을 사용하고  $-70\text{dBc/Hz}@100\text{KHz}$ 의 위상잡음 특성을 갖는 결과를 보여 충분한 감지거리 확보에 어려움이 있었을 것으로 보여 이후 지속적인 연구 발표는 중단된 상태이다.(출처: 1999년 10월 전자공학회지 제 26권 10호)

국내의 자동차 생산업계에서는 차량 레이더를 장착하여 판매하

는 차종이 아직까지는 없는 상태이나 연구 개발을 추진 중이므로, 옵션으로 레이더를 부착한 차량의 출시는 대략 2007년 이후로 예상하고 있으나 아직 발표된 사항은 없는 상황이다.

국내 한 자동차 제조업체의 경우 지능형 교통시스템(Intelligent Transport System)을 구현하기 위하여 차간거리 제어, 충돌피해 경감, 차선유지/이탈경보, 자율주행, 사각감지, 주차지원/자동주차 등의 신개념 미래안전차량(Advanced Safety Vehicle, ASV)을 목표로 하고 있기 때문에 이러한 목표를 이루기 위해서는 차량 레이더 기술이 필수적인 요소로 판단된다. <그림 2-9>는 자동차 제작사에서 목표로 하는 첨단 안전차량(Advanced Safety Vehicle, ASV)의 개념도로서 각 기능을 설명하고 있다.



- ① 무선(DSRC)통신 : 전방도로의 상태 및 사고정보 수신
- ② 무선통신 : 전방차량의 주행 정보수신
- ③ 레이더 : 전방차량 거리감지
- ④ 나이트비전용 적외선램프
- ⑤ 후측방 카메라 : 인접차선의 주행차량 감지
- ⑥ 전방카메라 : 전방차량 및 차선이탈 감지, 나이트비전 기능
- ⑦ 후방카메라 : 후방 장애물 감지
- ⑧ 위성통신 : 자차 위치 파악(자율주행)

<그림 2-9> 미래안전차량(ASV) 개념도

국내의 차량 레이더는 국책연구소를 중심으로 산학연에서 연구

개발을 수행하고 있다. 현재 가장 활발하게 연구 활동이 진행 중인 한국전자통신연구원의 경우 차량 레이더용 77GHz 송수신 MMIC를 자체 화합물반도체 집적회로 기술로 개발하여 확보하고 시험 시제품으로 RF 송수신 모듈 기술과 차량용 밀리미터파 레이더 센서 시제품을 개발하고 있으며 산업체 등과 연계해 밀리미터파 레이더 센서 기술의 상용화를 위해 연구를 지속하고 있다. 서울대학교나 포항공과대학, 광주과학기술원 등 대학교에서 77GHz 관련 VCO, LNA 등의 일부 개별 chip과 공중선 등의 RF 모듈기술을 개발 연구하고 있다. 기타로는 1996년에 77GHz 자동차 레이더 센서용 공중선 설계에 관한 논문이 현대전자와 고려대학교에서 발표된 예가 있다.

ETRI(한국전자통신연구원)는 차량 주행 중 전방의 차량이나 장애물, 보행자 등을 밀리미터파를 이용하여 감지하는 77GHz 자동차 충돌방지 레이더 센서 모듈에 핵심이 되는 고주파 전단부 송수신 모듈을 개발하였다. 핵심 구성요소인 송수신용 MMIC 칩셋 제작을 위해, ETRI 기반기술연구소에서 기존에 국제특허로 확보한 화합물반도체 티-게이트(T-gate) 고전자 이동도 트랜지스터(High Electron Mobility Transistor, HEMT) 소자 기술을 바탕으로 전방 충돌 감지 77GHz 레이더 센서용 사양의 MMIC를 설계하고, ETRI 화합물반도체 실험실에서 4인치 웨이퍼 일괄공정 기술로 제작하였고 이를 단일 송수신 모듈로 패키징한 RF 전단부 모듈(Front-End Module, FEM)로 구성하였다. 개발된 76-77GHz 대역의 송수신단 모듈에 실장된 개별 MMIC들의 성능은 기존에 발표된 선진국의 집적회로에 비해 출력전력과 이득, 잡음 특성면에서 우수하며 4인치 MMIC 기술로 개발되어 생산성과 재현성이 매우 높아 차량용 레이더에 적용하여 상용화에 가장 근접하게 이용할 수 있는 기술이다. MMIC 기술로 개발한 핵심부품들을 77GHz RF 송수신 모듈로 집적화한 후 디지털 신호처리기(Digital Signal Processor, DSP)에 연결하여 시험 시제품으로 제작하였으며, 77GHz의 밀리미터파 송신신호가 전방의 장애물로부터 반사되어 오는 수신신호를 DSP로 처리한

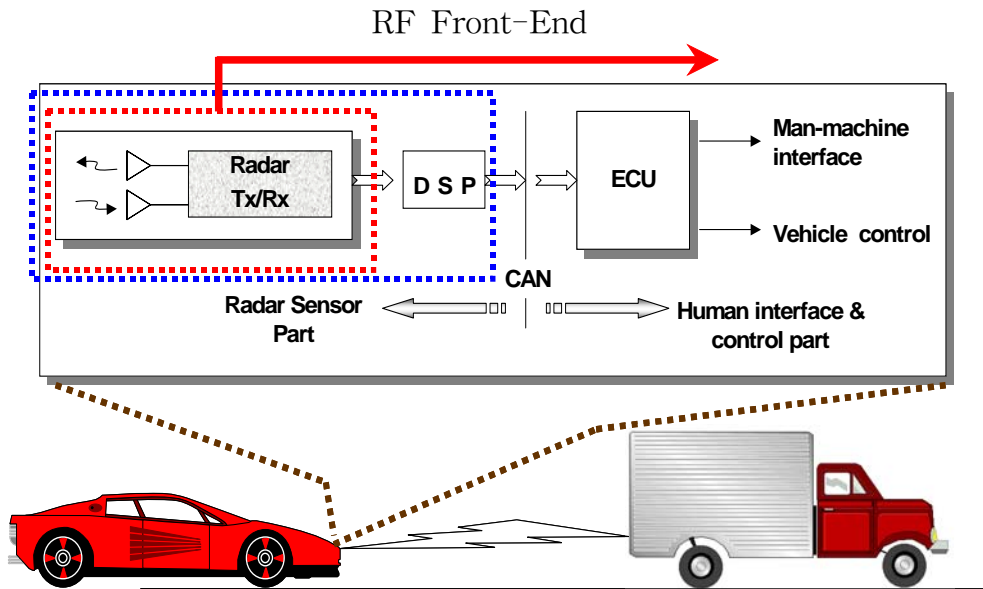
결과, 주행 중인 자동차에서 인식할 수 있는 상대속도와 거리의 수치로 화면에 표시되는 것을 확인하였다.

차량충돌방지 레이더 센서 개념은 이미 90년대부터 도입되어 선진 외국에서 시스템이 개발되어 왔으나, 센서에 소요되는 RF 소자 및 모듈의 기술성이 높아 제작이 어렵고 모듈 조립이 하이브리드 형태이기 때문에 생산성에 문제가 있어 적극적인 상용화 추진이 어려웠다. 최근 1-2년 전부터 유럽의 일부 시스템 업체에서 MMIC와 DSP를 장착한 모듈을 출시하고 있으나 가격이 수백만원대이기 때문에 일부 최고가 차종 외의 일반 중저가 승용차에는 장착되지 못하는 실정이다. 그럼에도 불구하고 충돌방지 레이더 센서는 차량 주행 중 안전성 확보에 관련된 품목이기 때문에 삶의 질이 지속적으로 향상되는 최근에는 시장성이 고조되고 있어 국내 자동차 제작사를 비롯하여 자동차 관련 선진 각국에서 경쟁적인 저가화에 박차를 가하고 있는 실정이다. 이러한 기술 추이에 부응하여 국내에서 ETRI를 중심으로 자체 확보한 레이더용 핵심기술을 이용하여 제작한 충돌방지센서가 국내기술로 상용화되면, 2010년에 2천만대로 예상되는(Global Industry Analysts, 2005. 1.) 차량용 레이더 센서 시장에서 우리 기술에 의한 국제 시장 경쟁력 확보에 크게 기여하여, 반도체와 자동차 강국으로서의 명실상부한 입지를 더욱 공고히 하게 될 것으로 전망된다.

ETRI가 개발한 밀리미터파 MMIC 및 레이더 센서용 RF 송수신 모듈은 그 성능이 우수하여 이미 올해 국제학회에서 수차례 발표를 통하여 우수성을 인정받았고, 특허 및 배치설계권 등 지적재산권을 다수 확보하고 있어, 이를 업체에 기술이전을 통하여 상용화에 박차를 가할 예정이며, 이를 바탕으로 신뢰성, 신호처리 기술 및 시스템 적용기술을 보완하여 레이더 센서의 상용화에 성공하면 국제적인 시장 경쟁력 확보에 크게 기여할 것으로 기대된다.

<그림 2-10>은 자동차 충돌방지 레이더 센서 개념도로서 화살표로 표시된 안쪽 점선부가 RF Front-End Module(RF FEM)로

Tx/Rx(송신/수신)을 담당하는 부품이고, 이 RF FEM에 디지털신호처리기(Digital Signal Processor, DSP)를 부착하면 레이더 센서가 구성되는 것을 보여준다.



<그림 2-10> 자동차 충돌방지 레이더 센서 개념도

#### 나. 국외의 차량 레이더 개발 동향

차량 레이더는 이미 ITU-R에서 정한 ITS(Intelligent Transportation System)를 통하여 실현할 여러 가지 목표 가운데 하나의 요소로 규정되어 있으며 현재 국외의 유수 자동차 제조업체들은 이미 차량 레이더의 장착을 옵션으로 제공하고 있으며 그 응용도 단순한 경고 수준을 넘어 차량의 직접적인 제어에까지 이르러 향후 무인 운행에까지 그 역할이 확대될 것으로 전망된다.

<표 2-8> 외국 자동차 제작사별 적용 차량 레이더 현황

자동차 제작사	자동차 모델명	차량 레이더
Audi	A8	Bosch 77GHz FMCW방식
BMW	BMW7	Bosch 77GHz FMCW방식
Mercedes Benz	S, SL, CL	ContiTeves 77GHz Pulse방식
VW	Phaeton	TRW 77GHz FSK
Nissan	Cim	ContiTeves 77GHz Pulse방식
Honda	Accord	Honda elesys 77GHz
Jaguar	XKR, XK6	Delphi 77GHz Pulse
Cadillac	STS	Delphi 77GHz FMCW

차량 레이더에 이용되는 공중선은 각각의 제조업체 또는 직접적으로 이용되는 차량 생산업체에 따라 많은 차이를 보이고 있으며 차량 레이더를 부착하여 제공하는 대표적인 해외 업체들로는 <표 2-8>의 업체 외에도 Daimler-Benz, BMW, Jaguar, Nissan, Toyota, Honda, Volvo, Ford 등을 들 수 있으며 아래에 미국, 일본, 유럽의 차량 레이더 개발 동향을 정리하였다.



<그림 2-11> Bosch사의 차량용 레이더





<그림 2-12> Siemens사의 차량용 레이더



<그림 2-13> Benz 사의 차량용 레이더

#### (1) 미국의 차량 레이더 개발 동향

미국 내의 차량 레이더 제품이 상당 기간 미국 시장에 공급되어 왔기 때문에 기업들이 법규가 제정되기를 바라고 있다. 이는 정부 차원의 공통의 법규가 있어야 차량 레이더와 같은 차량 안전 시스템에 대해 산업 전반에서 공통적인 접근이 가능해질 것인데, 제조사들은 각자 차량 레이더 시스템으로 장착하고자 하는 기능과 기술들에 대해 자율적으로 결정할 수 있도록 정부가 자율성을 부여할 것을 기대하고 있다. 요약하면 제작사들은 연방 정부의 불공정한 제한과 시장에서의 비윤리적 통상 행위로부터 제한 받지 않고 개발하여 장착할 수 있는 자율성을 원한다.

미국 내 차량 레이더 제품 개발 동향을 요약하면 아래 <표 2-9>와 같다.

<표 2-9> 미국 내 차량 레이더 제품 개발 동향

년도	회사명	개발 내용
2004	Infiniti	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 자동차가 지정차선으로부터 이탈시 운전자에게 정보를 주는 Lane Departure Waring(LDW) 시스템을 소개</li> <li>○ 이 시스템은 속도 센서, 소형 카메라, 알람과 지시계등에 탑재됨</li> <li>○ 운전자가 회전할 때 이 시스템이 차선변경 조절단위를 업데이트 함</li> <li>○ 운전자는 매뉴얼 취소 버튼을 눌러 LDW 시스템을 종료함</li> <li>○ Infiniti M45와 Infiniti FX crossover SUV 모델에 장착됨</li> </ul>
2003	TRW	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매우 작고 비용 효율적이며 최상의 성능을 제공할 수 있는 첨단 기술이 내재된 레이더 부품을 제작하고자 함</li> <li>○ 운전자 없이 차량이 완전히 멈출 수 있는 기능을 구현하고자 함</li> <li>○ 사용 주파수는 76 - 77GHz이고 출력은 10mW 이하로 전력 소비를 줄임</li> <li>○ 0에서 180km/h까지의 속도에서 사용 가능하며 오차는 0.2km/h 이고 조사각은 12도임</li> <li>○ AC20 레이더 센서 모델에 장착됨</li> </ul>
	Eaton	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eaton VORAD는 충돌 경고 시스템에 Tamper-Proof를 옵션으로 장착함</li> <li>○ 이것은 타 차량의 간섭에 대한 실시간 정보(fleet owners real-time) 제공하며 퀵컴 기술임</li> </ul>
	GM	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ GM 캐딜락은 Delphi의 전방경고(Forewarn) 기술을 장착함</li> <li>○ 이 기술은 스트레스 없이 편안하고 쉽게 운전할 수 있는 환경을 제공함</li> <li>○ Delphi의 Forewarn 기술은 전방 감시 레이더 센서를 포함하며 센서는 자동차 앞 범퍼에 설치됨</li> <li>○ 전방 100m 이상에 있는 차량의 거리와 속도를 측정하고 교통 상황에 따른 속도 제어를 함</li> </ul>
2002	Ford	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미국, 캐나다, 멕시코에서 사용할 수 있는 옵션으로 제규어 XKR에 차량 레이더를 탑재함</li> </ul>
	Rostra Precision 화학	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Global Cruise Control 시스템을 탑재</li> <li>○ 완전 프로그램 가능한 cruise control 시스템 탑재(10 개의 프로그래밍 스위치)</li> </ul>
	Omron Automotive	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ stop and go 기능을 가진 레이저 레이더 센서를 개발</li> <li>○ 2005년에 시장 진입 예정</li> </ul>
2001	Toyota	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Lexus LS 430에 다이내믹 레이저 크루즈 콘트롤 시스템 탑재</li> </ul>
2000	Volvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 볼보 트럭 Volvo VN highway tractor에 도플러 레이더 기반의 Automatic Cruise Control(ACC) 시스템을 장착함</li> </ul>
	Mack	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ ACC를 Mack 트럭의 vision 모델에 탑재함</li> <li>○ Eaton VORAD의 EVI 300 시스템을 통합</li> <li>○ 레이더 기반의 스마트 크루즈 시스템을 장착하여 전방 상황에 따라 가속 및 감속 기능을 가짐</li> </ul>

## (2) 일본의 차량 레이더 개발 동향

일본 자동차 산업은 현재 각군의 adaptive cruise control(ACC) 시스템 선구적인 역할을 해 왔다. 1970년대 미국에서 cruise control system 이 먼저 장착 되었지만 adaptive 또는 active cruise control system은 1990년대에 Toyota 자동차에 의해 먼저 소개되었고, Honda, Subaru 그리고 Nissan과 같은 다른 일본 기업들도 이 분야에서 획기적인 결과를 보여 주고 있어 이제 곧 소비자들은 ACC 시스템에 대해서 추가적인 비용 지불을 통해서 충돌에 대한 경고를 받을 수 있을 것으로 전망된다.

일본에서 ACC 시스템에 요구되는 주요 요소는 혼잡에 관한 것이며 사고 발생 수를 줄여 자동차 운전자들의 안전을 보장하는 것이다.

일본 내 차량 레이더 제품 개발 동향은 아래 <표 2-10>와 같다.

<표 2-10> 일본 내 차량 레이더 제품 개발 동향

회사명	개발 내용
Toyota	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 위험한 stop-and-go 교통 체증으로부터 운전자가 관여하지 않아도 무관하게 브레이크를 작동시켜 운전자를 구제하는 radar-based automotive cruise control system을 2004년에 개발</li> <li>○ 이 시스템은 차량 전방에 대하여 속도를 0mph에서 19mph까지 조정함</li> <li>○ 차량 전방에서 시스템에 의해 오디오와 영상과 같은 알람에 대한 반응에 운전자가 조치를 하지 않을 경우 차량을 천천히 정지시키는 기능을 보유하고 있으며 이런 경우에 이 시스템은 교통 흐름을 따라 전방으로 차량을 다시 작동시키지는 않음</li> </ul>
Nissan Motor Company	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 2004년에 운전자의 피로와 스트레스를 최소화하기 위한 저속구동 조건에서의 ACC system 개발을 발표함</li> <li>○ 일본과 미국에서 각각 미니 상용 차량 분야와 full-size 분야에 시스템을 적용함</li> <li>○ Altima, Maxima 세단, 350Z sports car, Murano crossover SUV, Quest 미니밴, Pathfinder SUV, Infiniti I35 sedan, Infiniti G35 세단과 쿠페, 그리고 Infiniti FX35 crossover SUV가 포함됨</li> <li>○ 1990년대 후반 닛산 revival 계획에서 NISSAN 180이라고 명명된 3개년 사업 계획에 의해 이 결과물을 개발하였음</li> </ul>

### (3) 유럽의 차량 레이더 개발 동향

자동차 메이커들, 전자 부품 회사들, 그리고 유럽 연구소들에 의하여 시작된 RadarNet 프로젝트에서는 자동차의 진보적인 레이더 시스템을 개발하여 승용차와 트럭의 안정성, 운전자 및 승객, 보행자를 사고로부터 보호하는 데 기여하게 될 것이다. 이 프로젝트의 주 이슈는 모든 센서 종류를 77GHz 레이더 단일 통합 기술로 도입함으로써 시너지 효과를 야기하여 77GHz 레이더 시스템의 제작 가격을 최소화하는 것이다.

이 프로젝트는 여러 안전 관련 응용 분야, 즉, collision avoidance, urban collision warning, stop-to-go feature, parking assistance, airbag pre-crash warning에 대해 개발을 진행하고 있다.

RadarNet은 77GHz MMIC 기술이 적용된 센서를 도입할 것으로 보이고, 근래에는 레이더 시스템의 모든 모듈에 한 가지 개발기술이 적용될 것으로 판단되어, 그 결과 매우 저가의 작은 센서를 만들게 될 것으로 전망된다.

<표 2-11> 유럽 내 차량 레이더 제품 개발 동향

년도	회사명	개발 내용
2004	WABCO와 Continental Temic	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공동으로 트럭과 버스를 위한 소형 Adaptive Cruise Control(ACC) 제품을 발표함</li> <li>○ 차세대 ACC 시스템은 레이더 센서와 전자 제어부가 하나의 케이스에 장착된 제품임</li> <li>○ 이 ACC 시스템은 상용 차량의 거리적인 제어(vehicle longitudinal control)와 개별적으로 집적된 77GHz 레이더 센서에 의한 거리측정장치의 독립적인 충돌 예고(collision warning) 시스템을 포함함</li> </ul>
	Volvo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 다른 차량과의 충돌을 피할 수 있도록 운전자의 시계를 증진시키는 시스템인 Blind Spot Information Systems(BLIS)를 발표함</li> <li>○ 이 시스템은 모니터링 소자와 디지털 카메라로 다른 차량의 차선 끼어들기를 감지하여 운전자에게 경보를 하기 위해 경보를 울림</li> <li>○ 또 다른 전방회피와 추돌방지 브레이크 지원과 자동 브레이크 시스템을 선보였고 만약 이 시스템이 임박한 충돌 가능성을 포착하였을 때에는 브레이크를 작동시키는 것과 함께 운전자에게 즉시 경보를 함</li> </ul>

년도	회사명	개발 내용
2004	Bosch	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 선행 차량과의 상대속도를 감지하고 선행 차량으로부터 운전자가 지정한 거리만큼 떨어져 운행하도록 엔진과 브레이크를 자동으로 제어하는 작고 강한 2세대 adaptive cruise control 시스템을 선보였음</li> <li>○ 앞 쪽의 도로가 비었을 때에는 시스템은 자동으로 운전자가 지정한 속도로 자동 운행함</li> <li>○ 1세대 ACC 시스템은 차량이 알맞은 속도로 운행할 수 있는 고속도 로에서 많이 사용되고 있음</li> <li>○ 2세대 ACC 시스템은 주요 국도에까지도 사용할 수 있으며 레이더 센서는 150m 거리 전방의 차량이 움직이는 것을 감지하는 시스템과 집적되어 있음</li> </ul>
	Siemens	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량이 뜻밖에 차선을 벗어나 다른 차선으로 빗나가거나 길을 벗어날 경우에 운전자에게 경보하는 Lane Departure Warning(LDW) 시스템을 개발함</li> <li>○ 운전자가 주의력이 떨어지거나 졸음이 올 때에 발생 가능한 사고를 예방하기 위해 유용함</li> <li>○ 사용된 카메라는 전면 유리 위에 장착되어 차선에 있는 차량의 위치를 결정하기 위해 거친 지면의 차선 표시를 감지함</li> <li>○ VDW(VDO Automotive Works on a LDW System) 시스템의 소프트웨어는 계획된 차선 변경과 무심코 발생하는 차선변경을 식별하기 위해 운전자의 주위를 점검함</li> <li>○ VDW 시스템은 레이더, optical-based radar, laser-based radar(lidar), ultasonix 기술의 진보된 기술들과 부품들로 통합되어 있음</li> <li>○ 사용 가능한 여러 Advanced Driver Assistance System으로 통합된 사양들로 구성된 LDW 시스템을 개발함</li> </ul>

년도	회사명	개발 내용
2003	Volkswagen의 TRW사	<p>&lt;Adaptive Cruise Control 주문&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cruise control detect, 150m까지의 근접 선행 차량의 감지와 그에 따른 차량의 속도 관련하여 선행 차량으로부터의 속도나 거리를 운전자가 지정하여 차량을 감속/가속하여 조절함</li> <li>○ 시스템이 ON 상태일 때는 운전자가 속도/거리를 유지하도록 시스템은 끊임없이 조절을 수행함</li> <li>○ 모든 기후 조건에서 효과적인 기능이 용이하도록 레이더 시스템에 들어 있음</li> </ul>
2002	Auto Cruise	<p>&lt;진보된 ACC 시스템을 도입&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 모든 기후 조건에서 200m 거리 전방의 차량을 감지할 수 있는 진보된 ACC 시스템(advanced ACC System)을 소개하였음</li> <li>○ 이 시스템은 일반적인 도로상황에서 선행 차량으로부터 운전자가 지정한 거리를 유지하기 위해 운전자가 감속과 가속을 할 필요 없이 자동으로 차량이 운행 할 수 있음</li> <li>○ 새 시스템의 마이크로웨이브 레이더는 77GHz에서 기능하는 MMIC와 레이더의 12도 각도 시야를 위한 독특한 폴리카보네이트 렌즈로 구성됨</li> <li>○ 이 시스템은 선박에서도 사용될 수 있음</li> </ul>
2001	Gunn 다이오드 VCO의 도입	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 새로운 기술은 ACC 시스템을 위한 강하고 기술적으로 진보된 부품인 Gunn 다이오드 VCO를 소개함</li> <li>○ 77GHz 센서에 장착할 수 있는 이 VCO는 PCB와 RF 모듈 조립 시스템에서 작동됨</li> <li>○ 경제적이고 신뢰할 만한 Gunn 다이오드 VCO는 ACC 시스템의 요구를 충족할만한 더운 조건과 높은 강도의 조건에서도 뛰어난 위상 잡음 특성을 갖으며 무한 안정도를 제공함</li> </ul>
	Bosch	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fiat Stilo(자동차 회사)를 위하여 adaptive cruise control 시스템을 개발하였는데 이 시스템은 100m 이내의 물체를 감지하는 77GHz 레이더 센서와 선행 차량으로부터의 운전자 지정 거리를 유지하기 위해 감속/가속을 가능하게 하는 제어 소자를 포함함</li> </ul>

년도	회사명	개발 내용
	Mercedes-Benz	<p>&lt;Distronic Adaptive Cruise Control을 도입&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Mercedes-Benz는 S-Class 세단과 CL-Class 차량 구매자에게 옵션으로 Disticronic Adaptive Cruise Control을 선보였음</li> <li>○ Distronic Adaptive Cruise Control은 선행 차량으로부터 운전자가 지정하는 조건을 유지하기 위해 레이더 센서를 이용</li> <li>○ Cruise control은 최대 감속 효력을 20%로 정하고 선행 차량과의 결정된 간격을 유지하기 위해 보다 큰 감속 효력이 발생할 경우 운전자에게 경보하기 위해 계기판에 빨간 삼각형이 나타나게 함</li> <li>○ 차량과 선행 자동차의 거리는 속도계의 그림그래프(pictogram)를 통해 표시됨</li> </ul>
2000	Autocruise	<p>&lt;adaptive automotive cruise control system을 선보임&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 차량의 전방 그릴/범퍼에 설치될 수 있는 77GHz forward looking 레이더를 이용한 adaptive cruise control을 선보였음</li> <li>○ 최대 150m까지 자동차를 탐지해 낼 수 있는 능력을 가진 forward looking 레이더가 통합된 시스템은 30km/h와 180km/h 사이의 속도로 차량이 달릴 때 동작함</li> <li>○ 이 시스템은 normal cruise control 버튼으로 동작하며 전방의 차량을 볼 수 있는 우수한 영상 패널을 포함함</li> </ul>

### 제 3 절 국내외 밀리미터파 기술기준 비교

#### 1. 60GHz 대역 무선통신기기

국가별 기술 기준은 <표 2-12>와 같다.

<표 2-12> 국가별 기술기준

국가	미 국	유 럽		일 본
		ERC 권고	계 획 안	
관련규정	FCC part15.255	erc/rec-70-03 (SRD, 비면허)	표준화회의 발표자료 (IEEE 802.15)	무선설비규칙
주파수대	57~64GHz	61~61.5GHz	59~66GHz	59~66GHz
출력	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력: 500mW</li> <li>- BW 100MHz이하일 때 : 500mW*(BW/100MHz)</li> <li>max peak: 18uW/cm<sup>2</sup> @3m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100mW(eirp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력 : 27dBm</li> <li>max peak : 43dBm(eirp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력: 10mW</li> <li>ant gain: 47dBi이하</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력: 500mW</li> <li>eirp : 43dBm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>eirp : 20dBm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력: 500mW</li> <li>eirp : 43dBm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공중선전력: 10mW</li> <li>eirp : 57dBm</li> </ul>
점유주파수대역폭	-	-	-	2.5GHz
주파수 허용편차	-	-	-	500ppm
불요발사	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spurious: <ul style="list-style-type: none"> <li>40~200GHz: 90pW/cm<sup>2</sup> @3m</li> <li>* -9.93dBm (eirp)</li> </ul> </li> <li>40GHz이하: FCC P.15.209규정</li> </ul>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>송신/수신 Spurious: 100uW이하(-10dBm)</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>옥내용: ID code송신</li> <li>출력: 0.1mW이상 또는 3nW/cm<sup>2</sup>@3m이상</li> <li>주기: 1초</li> <li>온도(-20~50도), 전원변동(85~115%)에 대하여 주파수안정도 : 대역폭이내</li> </ul>			



## 가. 미국

60GHz 대역의 국외의 동향을 보면, 미국의 경우, 57~64GHz 대역을 비허가 대역으로 지정하였으며 기술기준(FCC Part 15.255 Operation within the band 57-64GHz)은 다음과 같다.

- ① 고정 필드 변동 센서(fixed field disturbance sensor)를 제외한 신호의 평균 출력 밀도(average power density)는 3m 거리에서 측정시  $9\mu W/cm^2$  이하, 최대 출력 밀도(peak power density)는  $18\mu W/cm^2$  이하
- ② 61.0~61.5GHz 내 고정 필드 변동 센서(fixed field disturbance sensor)의 평균 출력 밀도(average power density)는 3m 거리에서 측정시  $9\mu W/cm^2$  이하, 최대 출력 밀도(peak power density)는  $18\mu W/cm^2$  이하
- ③ 57~61.0, 61.5~64GHz 내 고정 필드 변동 센서(Fixed field disturbance sensor)의 평균 출력 밀도(average power density)는 3m 거리에서 측정시  $9\mu W/cm^2$  이하, 최대 출력 밀도(peak power density)는  $18\mu W/cm^2$  이하
- ④ 스푸리어스 방사(spurious emission) : 3m 거리에서 측정시  $90\mu W/cm^2$  이하
- ⑤ 송신기의 최대 출력 전력 : 송신기 당 최대 500mW
- ⑥ 대역폭 < 100MHz일 때 최대 출력 :  $P_{peak} < 500mW * [BW/100MHz]$   
BW : 6 dB 대역폭(100kHz RBW)

- ⑦ 옥내용 시스템은 간섭원 위치 파악, 송신기 인식, 간섭 문제 해결을 위해 0.1mW 이상의 출력 또는 3mW/cm<sup>2</sup> 이상의 최대출력 분광 밀도 (peak power spectral density)로 적어도 1초에 한번씩 인식 암호(ID code)를 송신하며, 57.00~57.05GHz 대역을 조화 채널(coordination channel)로 사용
- ⑧ 인식 신호 구성 : FCC ID 번호, 장비의 일련번호(serial number), 24 바이트(byte) 이상의 사용자 정의 필드(user-definable field)
- ⑨ 제조자는 장비 형식승인 신청 시 필요한 상기 정보 제공
- ⑩ 듀플렉스(duplex)방식, 점유 대역폭(occupied bandwidth), 변조(modulation) 방식 미지정

#### 나. 유럽

유럽의 경우 ETSI에서는 2004년 5월 ETSI TS 102 329 보고서를 통하여 64~66GHz 대역 무선 시스템에 대한 기술 기준안을 제정하였다. 64~66GHz 대역에서 사용되는 시스템은 고정 라디오 시스템(Fixed Radio System), 점대점(Point-to-Point) 장비, HDFS(High Density Application in the Fixed Services) 등이 있다. 주요 기술 기준은 아래와 같다.

- ① 사용주파수대역: 64~66GHz
- ② 주파수 허용 편차:  $\pm 150$  ppm
- ③ EIRP: +33 dBW EIRP

④ 허용 대역폭: 최대 2GHz

⑤ 각 대역폭에 대한 방사마스크 (emission mask) 정의 및 적용

⑥ 스푸리어스(spurious) 레벨 정의 및 적용

⑦ 안테나 방사 패턴 정의 및 적용

## 다. 일본

일본의 경우는 60GHz 대역은 산소에 의한 전파 흡수가 매우 높아서 전파의 재활용률을 높일 수 있다. 2000년 8월 일본의 총무성은 60GHz 대역 주파수를 사용한 무선 시스템에 대한 기술적 요구사항을 설정하였다. 60GHz 대역 주파수 응용으로는 다음 4가지를 고려하고 있다. 400m 정도 거리에서 156 Mbps~수 Gbps의 고속 서비스를 제공하는 점대점 고정 무선 액세스(fixed wireless access, FWA), 약 300m 정도의 거리에서 156Mbps 정도의 속도를 제공하는 점대다점 고정 무선 액세스(FWA) 서비스, 10m 이내의 거리에서 약 156Mbps의 데이터 서비스를 제공하는 고속 무선 LAN과 무선 홈링크(home link) 등이 있다.

이들 응용분야는 기술적 규정을 설정하기 위하여 다음 두 가지로 구분하고 있다. 고선명TV(HDTV)와 고정 무선 액세스(FWA) 등의 전송과 같은 허가 용도로 54.25~59.00GHz 대역을 분배하고 있으며, 홈링크 및 무선 LAN과 같이 비허가 용도로 59~66GHz 대역을 분배하였다.

주요 기술기준은 아래와 같다.

① 출력 : 10mW 이하

- ② 안테나 이득 : 47dBi 이하
- ③ 주파수 허용 편차 : 500ppm
- ④ 허용 대역폭 : 2.5GHz 이하
- ⑤ 변조 방식 : 미지정
- ⑥ 통신방식 : 일방통행(one way), simplex, duplex, broadcasting

## 라. 한국

한국의 밀리미터파 기술기준은 57~64GHz 주파수대역으로 하며, 용도 미지정 무선기기는 다음 조건에 적합하여야 한다.

- ① 공중선 전력은 10 mW 이하일 것
- ② 공중선 절대이득은 17 dBi 이하일 것. 다만, 고정형 점대점(Point to Point) 통신용의 경우 공중선 절대이득은 47 dBi 이하일 것
- ③ 점유주파수대폭은 57~64GHz 주파수대역 이내일 것
- ④ 57~64GHz 주파수대역 밖의 주파수에서 불요발사는 1 MHz 분해대역 폭으로 측정한 전력이 -26 dBm 이하일 것
- ⑤ 다른 기기의 오동작을 방지하고 다른 기기의 신호에 의한 오동작을 일으키지 않도록 기기별 식별 코드를 사용할 것. 다만, 고정형

점대점 통신용에는 적용하지 아니한다.

- ⑥ 57~58GHz 주파수대역의 전파를 사용하고, 공중선 절대이득이 17 dBi를 초과하는 장비의 경우 사용자 설명서 표지에 다음의 문구를 표기하여야 한다.

“전파천문안테나로부터 반경 300 m 범위 이내에 설치하고자 하는 경우에는 천문대와 사전 합의하여야 함”

## 2. 70GHz 대역 차량용 레이더

### 가. 미국

미국, 유럽 그리고 일본의 차량용 밀리미터파 이용 기준은 FCC(미국), ETSI(유럽) 그리고 총무성(일본)에 의거하여 다음과 같다.

<표 2-13> 미국 차량용 밀리미터파 이용 기준

항목	47 CFR part 15.253
주파수 범위	46.7~46.9GHz, 76~77GHz
점유주파수 대역폭	기본발사기 대역 내에 들어올 것.
주파수 허용편차	없음
출력 전력 ( R a d i a t e d Emission)	정지상태에서 200 mW/cm <sup>2</sup> @ 3 m 이하(=EIRP 23.5 dBm=226.2mW) 이동상태에서 - 전방감시용 60 uW/cm <sup>2</sup> @ 3 m 이하(=EIRP 48.3 dBm=67.9W)

불요발사 (Radiated Emission)	40GHz 이하 part 15.209를 준수 40~200GHz(운용대역 제외) - 전방감시용 600pW/cm <sup>2</sup> @ 3m 이하(=EIRP-1.7dBm=0.68mW) - 측·후방감시용 300pW/cm <sup>2</sup> @ 3m 이하 (=EIRP-4.7dBm=0.34mW) 200~231GHz 1000pW/cm <sup>2</sup> @ 3 m 이하(=EIRP 0.53dBm=1.13mW)
기타	

## 나. 유럽

<표 2-14> 유럽 차량용 밀리미터파 이용 기준

항목	EN301 091
주파수 범위	76~77GHz
점유주파수 대역폭	없음
주파수 허용편차	없음
출력 전력 (Radiated Emission)	공중선 빔이 고정된 경우 - Class 1 : 평균전력 밀도 900 mW/m <sup>2</sup> @ 3m 이하 : 첨두전력밀도 3W/m <sup>2</sup> @ 3m 이하 - Class 2 : 평균전력밀도 2mW/m <sup>2</sup> @ 3m 이하 : 첨두전력밀도 3W/m <sup>2</sup> @ 3m 이하 공중선 빔이 움직이는 경우

	<table><tr><th>항목</th><th colspan="2">class 1</th><th colspan="2">class 2</th></tr><tr><td>최대점유시간 (T)</td><td>T&lt;100ms</td><td>T&gt;100ms</td><td>T&lt;100ms</td><td>T&gt;100ms</td></tr><tr><td>평균전력(E IRP)</td><td>(50dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하</td><td>50 dBm</td><td>(23dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하</td><td>23.5 dBm</td></tr><tr><td>첨두전력(E IRP)</td><td>55 dBm</td><td>55 dBm</td><td>55 dBm</td><td>55 dBm</td></tr></table>	항목	class 1		class 2		최대점유시간 (T)	T<100ms	T>100ms	T<100ms	T>100ms	평균전력(E IRP)	(50dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하	50 dBm	(23dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하	23.5 dBm	첨두전력(E IRP)	55 dBm	55 dBm	55 dBm	55 dBm		
항목	class 1		class 2																				
최대점유시간 (T)	T<100ms	T>100ms	T<100ms	T>100ms																			
평균전력(E IRP)	(50dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하	50 dBm	(23dBm×D) 또는 55dBm 중 큰 값 이하	23.5 dBm																			
첨두전력(E IRP)	55 dBm	55 dBm	55 dBm	55 dBm																			
불요발사 (Radiated Emission)	복사성 스푸리어스 발사																						
	<table><tr><th>주파수 범위</th><th>제한치 (dBm)</th></tr><tr><td>47~74 MHz</td><td>-54</td></tr><tr><td>87.5~110MHz</td><td>-54</td></tr><tr><td>174~230MHz</td><td>-54</td></tr><tr><td>470~862MHz</td><td>-54</td></tr><tr><td>30~1000MHz 중 그 외</td><td>-36</td></tr><tr><td>1~25GHz</td><td>-30</td></tr><tr><td>25~40GHz</td><td>-25</td></tr><tr><td>40~100GHz</td><td>-20</td></tr></table>					주파수 범위	제한치 (dBm)	47~74 MHz	-54	87.5~110MHz	-54	174~230MHz	-54	470~862MHz	-54	30~1000MHz 중 그 외	-36	1~25GHz	-30	25~40GHz	-25	40~100GHz	-20
	주파수 범위	제한치 (dBm)																					
	47~74 MHz	-54																					
	87.5~110MHz	-54																					
	174~230MHz	-54																					
	470~862MHz	-54																					
	30~1000MHz 중 그 외	-36																					
	1~25GHz	-30																					
	25~40GHz	-25																					
40~100GHz	-20																						
복사성 불요 발사(평균 전력밀도)																							
<table><tr><th>주파수 범위</th><th>제한치 (dBm/Hz)</th></tr><tr><td>47~74 MHz</td><td>-84</td></tr><tr><td>87.5~110MHz</td><td>-84</td></tr><tr><td>174~230MHz</td><td>-84</td></tr><tr><td>470~862MHz</td><td>-84</td></tr><tr><td>30~1000MHz 중 그 외</td><td>-66</td></tr><tr><td>1~25GHz</td><td>-60</td></tr><tr><td>25~40GHz</td><td>-60</td></tr><tr><td>40~100GHz</td><td>-60</td></tr></table>					주파수 범위	제한치 (dBm/Hz)	47~74 MHz	-84	87.5~110MHz	-84	174~230MHz	-84	470~862MHz	-84	30~1000MHz 중 그 외	-66	1~25GHz	-60	25~40GHz	-60	40~100GHz	-60	
주파수 범위	제한치 (dBm/Hz)																						
47~74 MHz	-84																						
87.5~110MHz	-84																						
174~230MHz	-84																						
470~862MHz	-84																						
30~1000MHz 중 그 외	-66																						
1~25GHz	-60																						
25~40GHz	-60																						
40~100GHz	-60																						
기타																							

## 다. 일본

<표 2-15> 일본 차량용 밀리미터파 이용 기준

항목	총무성
주파수 범위	60.5(60-61)GHz, 76.5(76-77)GHz
점유주파수 대역폭	지정 주파수 대
주파수 허용편차	지정 주파수 대
출력 전력 (Radiated Emission)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 공중선 전력(전도성 전력): 10mW(10 dBm) 이하</li> <li>● 공중선 전력 편차: 50 %, -70 %</li> <li>● 공중선 전력: 40 dBi</li> </ul>
불요발사 (Radiated Emission)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 스푸리어스 발사(전도성 발사): 100 uW(-10 dBm) 이하</li> </ul>
기타	

## 라. 한국

- (1) 주파수대역은 76 GHz ~ 77 GHz 일 것
- (2) 공중선전력은 10mW 이하로 하며 공중선전력과 공중선 절대이득의 합이 3m에서 50dBm 이하일 것
- (3) 발사되는 전파의 점유주파수대폭의 허용치는 가목의 지정주파수 대역폭 이내일 것
- (4) 발사되는 전파의 주파수 허용편차는 다목의 점유주파수 대폭 허용치 이내일 것
- (5) 가목의 주파수대역 이외의 주파수에서의 불요발사의 허용치는 공중선전력이 10mW 이하일 때 1MHz(측정 하는 주파수가 1GHz 미만인 경우는 100kHz) 분해 대역폭으로 측정한 전력이 -26dBm 이하 이거나 공중 선전력과 공중선 이득의 합이 50dBm 이하일 때 0dBm 이하일 것



## 제 3 장 제외국 밀리미터파 기술기준 시험방법 분석

### 제 1 절 미국 밀리미터파 기술기준 시험방법

미국의 밀리미터파 기술기준 시험방법은 KDB Publication No. 200443 “Millimeter Wave Test Procedures”에 소개되고 있다.

EUT 및 믹서 도파관을 모두 이용할 수 있지만, 대상 기기의 피크 출력이 상용 믹서의 입력 출력 범위를 +20dBm 초과한다는 문제가 있어서 특정한 규제 요건을 고려하여 방사 측정법을 사용한다.

밀리미터파장치에서 방사 전계 강도를 측정하는 경우에는 상당히 주의해야 한다. 빔 폭이 극도로 좁기 때문에 측정 기기가 전송 신호의 최대 빔 안에 있도록 하려면 시험 안테나의 위치를 적절히 조절해야 한다.

또한 손이나 신체가 측정에 영향을 미치는 가능성을 줄이기 위해 주의해야 한다. 정해진 측정을 위해 고역 통과나 대역 통과 필터를 사용하는 것도 바람직하다.

피크 출력이나 피크 전력 밀도 둘 중 하나를 정확하게 측정하기 위해서, 측정 기기의 분해능 대역폭(RBW)은 신호의 방출 대역폭(EWB)보다 커야 한다. EUT가 비변조 캐리어(unmodulated carrier)를 전송하는 것과 같이 변조를 불가능하게 할 수 있다면, 피크 출력 및 피크 전력 밀도는 이 방법으로 측정해야 한다. 이것은 많이 사용되는 방법이나, 변조 사용이 불가능하지 않다면, 변조된 신호의 측정을 실시해야 한다. 스펙트럼 분석기는 RBW가 EWB를 포함하는 충분한 폭이 없기 때문에, 이 측정법은 방출부를 측정하고 그 방출부를 전부 합치든지 아니면 미리 이용할 수 있는 RBW 설정으로 방출 피크를 측정한 다음 10log에서 유도한 교정 인자를 더하여 전체 방출 대역폭에 대해 총 피크 수준을 수치적으로

계산(EBW/RBW)할 수 있다. 측정은 전송 간격 중에 실시해야 한다.

방출 대역폭(EBW)은 두 점 사이의 신호 폭으로 정의하는데, 하나는 캐리어 중심 주파수 아래에 다른 하나는 캐리어 중심 주파수 위에 있으며, 모든 방출은 최대 변조 캐리어 수준 아래에서 최소 26dB 감쇠한다 (47 C.F.R. 15.403(c)항).

EUT 방사 요소의 이득을 알고 있다면, 다음 식을 이용해 측정한 피크 전계 강도에서 EUT의 피크 출력을 계산할 수 있다.

$$P = \frac{(E \times d)^2}{30G}$$

P : 전력 (Watts)

E : 최대 전계 강도 (Volts/meter)

d : 측정 거리 (meter)

G : 방사 소자의 이득

방사 소자의 이득을 모르면 위 식에서  $G = 1.64$ 나  $G = 1$ 을 이용해, 측정한 최대 전계 강도에서 실효 방사전력(ERP)이나 실효 등방향 방사 전력(EIRP)을 계산해도 된다.

전자파 방출의 최대 전력 밀도는 측정한 최대 전계 강도에서 다음 식을 이용해 계산할 수 있다.

$$P_d = \frac{P_t}{(4\pi d^2)}$$

$P_d$  : 전력 밀도(Watt/meter<sup>2</sup>)

$P_t$  : 실효 등방향 방사전력(EIRP) (Watts)

d : 측정 거리 (meter)

반대로, FCC 규정에 명시된 전력 밀도 범위는 수리적으로 동등한 전계 강도값으로 전환할 수 있는데, 여기에 대해 다음 식을 이용해 측정 EUT의 방출 전계 강도를 직접 비교할 수 있다.

$$P_d = \frac{E^2}{377}$$

Pd : 특정 거리에서 전력 밀도(Watt/meter<sup>2</sup>)

E : 그 특정 거리에서 동등한 전계 강도 (Volts/meter)

377 : 자유 공간의 임피던스 (Ohm)

등가 전계 강도 범위에 대해 풀면

$$E = (377 \times P_d)^{\frac{1}{2}}$$

평균 출력 전력 레벨과 평균 전력 밀도 레벨은 수리적으로 측정 최대 레벨에서 유도할 수 있으며, 펄스 방출의 경우, 듀티 사이클 교정계수 (duty cycle correction factor) 적용을 바탕으로 다음의 식에서 유도한다.

$$20\log(t_{on}/T)$$

ton : 전송 버스트 중 총 “On” 시간 (seconds)

T : 전송 버스트 사이의 주기 (seconds)

조사 중 펄스 방출이 없으면, 비디오 필터링법(예: VBW<<RBW)을 이용해 평균 레벨을 측정한다.

가능하면 항상 원거리장(far field)에서 측정을 실시하여 직선거리 감쇠계수(20dB/decade)를 적용할 수 있도록 주의를 기울인다. 조사 중 이 주파수에서, EUT 방사 요소에서 원거리장 가장자리까지 거리는 다음의 식을 이용해 계산한다.

$$r = \frac{2 \times \ell^2}{\lambda}$$

r : EUT 방사 요소에서 원거리장 가장자리까지 거리 (meter)

ℓ : 방사 요소와 시험 안테나(혼) 사이의 최대 거리 (meter)

λ : 방사 파장 (300/f(Mhz), meter)

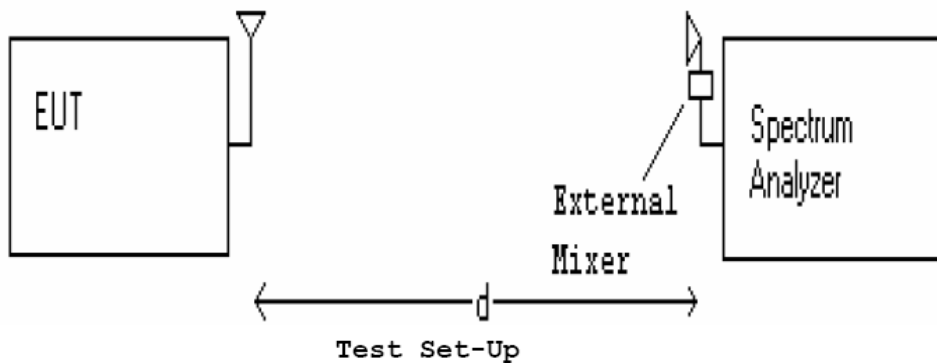
측정 실제성이나 시스템 민감도 제한 때문에 근거리장에서 측정을 실시해야 한다면, 측정점에서 원거리장의 가장자리로 계산한 거리까지 역제곱한 거리 감쇠 인자(40dB/decade)를 적용한다(특정한 범위가 명시된 거리보다 짧은 경우). 직선거리 감쇠계수는 특정한 범위가 명시된 거

리 밖으로 적용해야 한다(예, 3m).

고조파를 이용하는 외부 믹서에 경우 스펙트럼 분석기의 Signal Identification 기능을 이용하여 측정 결과에서 EUT 에서 나온 신호를 구별해야 한다.

## 1. 복사 대역폭 측정

### 가. 시험 구성도



### 나. 측정기 조건

EUT와 시험 장비를 시험 구성도와 같이 배치하고 스펙트럼 분석기는 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	최대전력을 나타내는 주파수
소인주파수폭	EBW의 약 2~3배. 캐리어 주파수에 중심이 오도록 함.
분해능 대역폭	EBW의 1%(가능한 경우 EBW가 최대 이용가능 RBW보다 100배 크면, 이 설정을 이용)
비디오 대역폭	분해능 대역폭보다 큰 값으로 설정
Sweep	auto

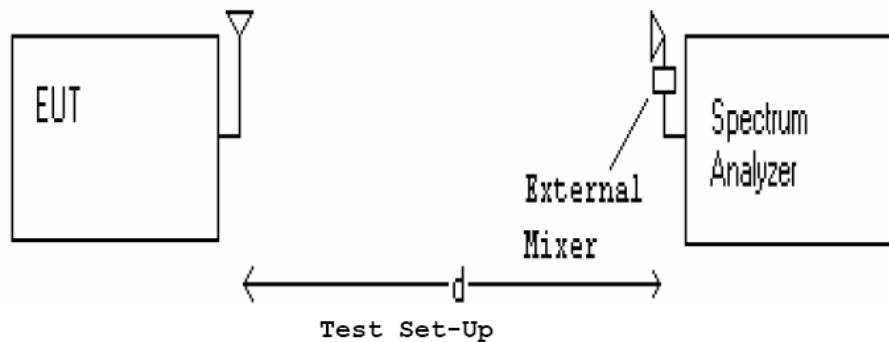
검파모드	positive peak
표시모드	max hold

#### 다. 시험 절차

- (1) EUT는 최대 데이터 속도로 전송해야 한다. 추적을 안정화하도록 한다.
- (2) 마커 투 피크(marker to peak) 기능을 이용해 방출 전력 피크에 대해 첫 번째 마커를 위치한다. 마커-델타 기능(marker-delta)을 이용하여 두 번째 마커를 첫 번째 마커로부터 26dB 낮은 상한 주파수를 구한다.
- (3) 마커-델타 기능을 리셋하고, 위와 같은 방법으로 방출 전력 피크에 대해 첫 번째 마커를 위치한다. 마커-델타 기능(marker-delta)을 이용하여 두 번째 마커를 첫 번째 마커로부터 26dB 낮은 하한 주파수를 구한다. 이렇게 구한 상한 주파수와 하한 주파수의 차가 방출 전력의 주파수 대역폭이 된다.

## 2. 전계 강도 측정

#### 가. 시험 구성도



#### 나. 측정기 조건

EUT와 시험 장비를 시험 구성도와 같이 배치하고 스펙트럼

분석기는 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	최대전력을 나타내는 주파수
소인주파수폭	EBW의 약 2~3배. 캐리어 주파수에 중심이 오도록 함.
분해능 대역폭	EBW의 1%(가능한 경우 EBW가 최대 이용가능 RBW보다 100배 크면, 이 설정을 이용)
비디오 대역폭	분해능 대역폭보다 큰 값으로 설정
Sweep	auto
검파모드	positive peak
표시모드	max hold

다. 시험 절차

- (1) 위의 시험 구성도와 같이 EUT와 시험 장비를 배치한다. FCC 규정에서 명시한 제한거리는 3m이지만, 15.31(f) (1)에서 허용했듯이 측정 거리는 더 가까울수록 좋다.
- (2) 스펙트럼 분석기의 Trace를 활성화 시키고, 첫 번째 Trace는 “clear write”로 설정하고 두 번째는 “max hold”로 설정한다.
- (3) EUT에서 1m 거리로 시험 안테나(혼)을 이용해 이동하며 휴대용 측정을 시작한다. EUT로부터 1미터 거리에서 그 위치를 천천히 조절한다. 스펙트럼 분석기의 Trace를 관찰하면 최대 전계 강도점으로 혼의 위치를 지정할 수 있다.
- (4) 혼을 이용해 수직 편광 위치에서 (3)을 반복한다.
- (5) 만약 1미터에서 전계 방출이 탐지되지 않으면, 시스템 민감도를 위해 RBW를 줄이고 이 값을 기록한다. 여전히 방출이 탐지되지 않으면, 측정한 거리를 기록하고 혼을 EUT에 더 가깝게 옮긴다.

- (6) 스펙트럼 분석기에 표시된 최대 레벨을 기록한다. 필요하다면 시험에서 주파수로 사용한 외부 믹서의 변환 손실을 이용해 이 레벨을 조정한다(외부 믹서는 스펙트럼 분석기로 케이블 손실이 전달되기 전에 상대적으로 낮은 주파수에 대한 신호를 믹스다운(mixed down)했기 때문에, 무시할 수 있을 것이다). 다음의 식을 이용해 측정 거리에서 방출의 전계 강도를 계산한다.

$$E = \frac{2\pi}{\lambda} (120 P/G)^{1/2}$$

E : 측정 거리에서 방출되는 전계 강도(Volts/meter)

P : 스펙트럼 분석기를 조절하여 표시된 최대값 (Watts)

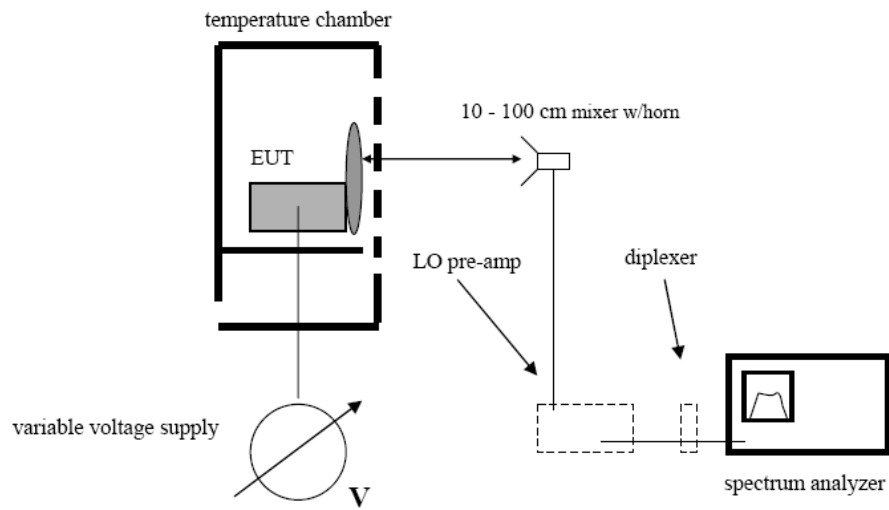
$\lambda$  : 방출 전계의 파장 ( $300/f(\text{MHz})$ , m)

G : 시험 안테나(혼)의 이득

- (7) 측정한 거리와 원거리장 가장자리에 대해 계산한 거리를 바탕으로, 적절한 거리 감쇠계수를 계산한다. 규제 범위를 명시한 거리에서 동등한 전계 강도를 결정하기 위해 계산한 전계 강도에 이 계산을 적용한다. 측정 RBW, 시험 중 측정 방출 EBW, 전송 요소 계인을 바탕으로 방출/EUT의 전력 밀도와 피크 전력을 계산하고 가능하면 평균 전력 밀도와 평균 출력을 계산한다. 펄스 방출이면, 이러한 수준에 계산한 듀티 사이클 교정계수를 적용해 평균 전력 밀도와 평균 출력을 계산한다.
- (8) EUT를 이용할 수 있는 모든 작동 구성제품들에 대해서 측정해야 할 필요한 주파수 조사 범위까지 (1)~(6)을 반복한다.

### 3. 주파수 허용편차

#### 가. 시험 구성도



#### 나. 측정기 조건

EUT와 시험 장비를 시험 구성도와 같이 배치하고 스펙트럼 분석기는 다음과 같이 설정한다.

중심주파수	최대전력을 나타내는 주파수
소인주파수폭	EBW의 약 2~3배. 캐리어 주파수에 중심이 오도록 함.
분해능 대역폭	EBW의 1%(가능한 경우 EBW가 최대 이용가능 RBW보다 100배 크면, 이 설정을 이용)
비디오 대역폭	분해능 대역폭보다 큰 값으로 설정
Sweep	auto
검파모드	positive peak
표시모드	max hold



다. 시험 절차

- (1) 위의 시험 구성도와 같이 EUT와 시험 장비를 배치한다. 외부 믹서는 주파수 표류 특성 온도  $v$ 를 알고, 이를 요인의 하나로 고려하는 경우에만 온도 챔버 내부에 놓아도 된다. 그렇지 않으면 믹서는 온도 챔버 도어 앞의 밖에 놓고 수치를 읽을 때마다 챔버 문을 열어야 한다.
- (2) 주위 온도(약 25℃)에서 EUT의 정격 동작 전압(100%)을 공급하고 스펙트럼 분석기의 EUT 방출 스펙트럼 마스크를 기록한다.
- (3) EUT 전원 공급기를 정격 동작 전압의 85%~115%로 변동시키고, EUT 방출 마스크의 주파수 편의를 기록한다.
- (4) 전원 공급기를 정격 동작 전압(100%)으로 설정하고, EUT 작동 온도를 50℃로 높인다. EUT 방출 마스크의 주파수 편의를 기록한다.
- (5) 10℃씩 낮춰 -20℃까지 위의 단계 (4)를 반복한다.
- (6) EUT 주파수 편의는 반드시 적절한 규제 표준에 나타낸 주파수 범위 내에 있어야 한다.

(주) 시험 거리는 송신 전력, 수신 전력, 송신 안테나 게인, 수신 안테나 게인, 경로 손실의 관계를 이용해 믹서에 대한 입력이 정격 최대치보다 확실히 짧도록 선택한다.

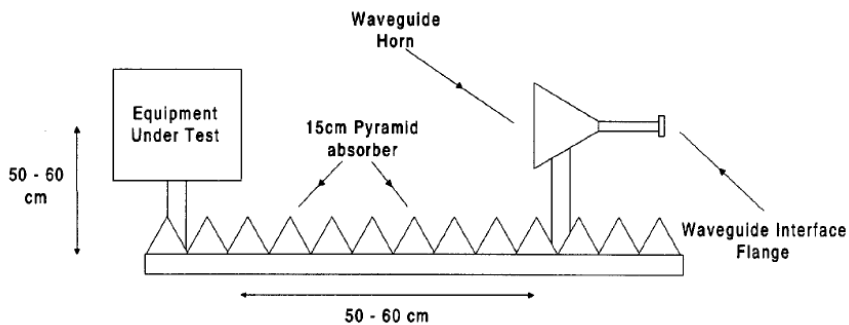
$$Pr(dBm) = Pt(dBm) + Gt(dBi) + Gr(dBi) - LP(dB)$$

여기서,  $L_p = -27.6dB$  이다.

## 제 2 절 유럽 밀리미터파 기술기준 시험방법

ETSI의 EN 301 091에 의거한 유럽 밀리미터파 기술기준 시험방법은 다음과 같다.

정상 상태의 환경 조건은 측정 온도는  $+15\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 상대 습도는 20~70 %이다. 극한 시험 조건은 온도는  $-20\sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이다. 시험이 진행되기 전에 먼저 시험할 기기의 온도는 챔버에 설정된 온도에 도달해 있어야 한다. 챔버 설정 온도에 이를 때까지 시험할 기기는 전원을 꺼 놓는다. 복사전력 측정 조건은 일반적으로 원거리장(far field)에서 이루어지지만 76~77GHz 대역에서는 근거리장(near filed)에서 측정할 수도 있도록 규정하고 있다. 근거리에서 측정하는 시험구성은 <그림 3-1>과 같다. 그리고 시험할 기기는 최대출력으로 방사할 때 최대 공중선 이득을 가지는 위치에서 측정하여야 한다.



<그림 3-1> Test fixture

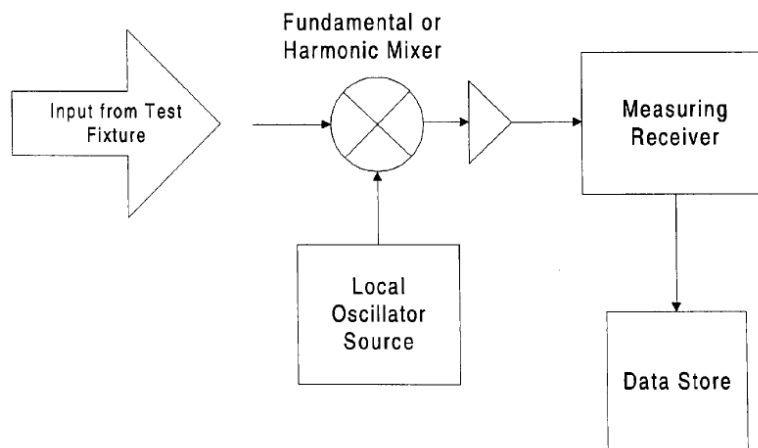
### 1. 동작 주파수의 허용 범위

동작 주파수의 허용 범위는 시험할 기기가 동작하는 주파수 범위를

말한다.

#### 가. 측정 방법

동작주파수의 최대 및 최소 출력 주파수는 <그림 3-2>와 같이 측정한다.



<그림 3-2> 동작 주파수 범위 측정 시험 설치물

측정 수신기는 측정조건에 따라 스펙트럼 분석기, 오실로스코프, 선택된 파워 미터중 하나를 이용하여 측정할 수 있다. 이 측정은 위에서 언급한 정상상태 시험조건과 극한 시험 조건에서 각각 측정한다.

#### 나. 한계치

허용된 동작 주파수는 76~77GHz 이내여야 한다.

## 2. 복사 전력 밀도

복사 전력 밀도는 동작 주파수에서 단위 면적당 전력으로 정의한다. 또한 방사된 전력 밀도는 EIRP(dBm)로 표현한다. 측정 방법은 아래와 같다.

### 가. 고정된 빔 공중선(Antenna)을 가진 장비의 경우

고정된 빔 공중선을 가진 장비의 경우 참조 A, B 방법에 따라 측정한다. 절대 출력은 원거리장(far field)에서 측정한다. 그러나 온도에 따른 출력 측정시에는 <그림 3-1>과 같이 근거리장(near field)을 이용하여 상대측정 방식으로 측정할 수 있다.

송신기의 편파특성, polar diagram 등은 인정된 시험기관에서 측정되어야하며 그 세부적인 정보를 생산자가 제출하여야한다. 또한 최대 EIRP로 측정된다.

EIRP는 위에서 언급하였듯이 정상상태 환경 조건시험에서는 원거리장에서 측정한다. 그러나 극한 환경 조건에서의 EIRP 측정은 <그림 3-1>에서 언급된 방법으로 근거리에서 측정될 수 있다.

이 측정은 전자파 무반사 환경에서 수행되고 반치각(half power beam width)내에는 방해물이 없어야 한다.

이 측정은 정상상태 환경 조건과 극한 환경조건 모두에서 수행되어야 한다.

### 나. 전기적 또는 기계적으로 빔 방향이 조정가능한 공중선(Antenna)을 가진 장비의 경우

조정가능한 공중선을 가진 장비의 경우 참조 A, B 방법에 따라 측정한다. 절대 출력은 원거리장(far field)에서 측정한다. 그러나 온도에 따른 출력 측정시에는 <그림 3-1>과 같이 근거리장(near field)을 이용하여 상대측정 방식으로 측정할 수 있다.

첨두 전력 밀도 측정은 표준 이득 혼 공중선을 사용하고 스펙트럼분석기는 slow sweep, Peak hold mode로 설정하여 측정한다.

EIRP는 위에서 언급하였듯이 정상상태 환경 조건시험에서는 원거리장에서 측정한다. 그러나 극한 환경 조건에서의 EIRP 측정은 <그림 4-10>에서 언급된 방법으로 근거리에서 측정될 수 있다.

이 측정은 전자파 무반사 환경에서 수행되고 반치각(half power beam width)내에는 방해물이 없어야 한다.

이 측정은 보통의 정상상태 환경 조건과 극한 환경조건 모두에서 수행되어야 한다.

### 3. 불요 방사(Radiated spurious emissions)

복사성 스퓨리어스 방사는 76 GHz~77GHz 대역 내의 변조(modulation)된 반송파(carrier)와 측파대(sideband) 신호 외의 모든 방사된 주파수를 말한다.

#### 가. 측정용 수신기

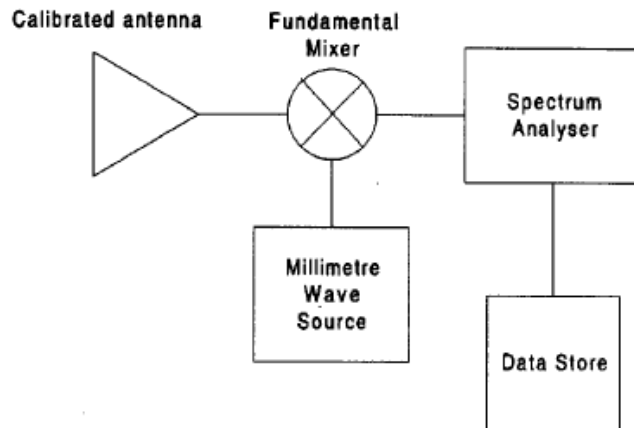
측정용 수신기에는 전압계(Voltmeter)와 스펙트럼 분석기를 모두 포함한다. 측정용 수신기의 대역폭은 CISPR 16-1을 따라야 한다. 그러나 원하는 수신감도(sensitivity)를 얻기 위해, 더 좁은 대역폭을 이용할 경우 그 사실을 언급하여야 한다. 측정용 수신기의 대역폭은 <표 3-1>에 기술된 최대값보다 작아야만 한다.

<표 3-1> 수신기의 최대 대역폭

측정되는 주파수	측정용 수신기의 최대 대역폭
$f < 1000 \text{ MHz}$	100 - 120 kHz
$f \geq 1000 \text{ MHz}$	1 MHz

## 나. 측정 방법

복사성 스푸리어스 발사는 참조 A, 참조 B에서 규정하는 측정조건과 측정방법에 따라 측정한다. 불요 발사를 올바르게 측정하기 위해 측정용 수신기의 대역폭은 측정하기에 적합한 값들로 설정되어야 한다. 이 대역폭은 문서로 기술되어야 한다.



<그림 3-3> 40GHz 이상의 복사성 스푸리어스  
발사 측정 장비

만약 40GHz 이상의 주파수에서는 스펙트럼 분석기의 주파수 대역이 측정할 기기의 사용 주파수 대역보다 낮을 경우 <그림 3-3>과 같이 주파수 하향 변환기를 사용한다. <그림 3-3>에서의 국부발진기의 위상잡음은  $-80 \text{ dBc/Hz}$  (@ 100 kHz) 이상이 되어야 한다. 하향 변환기의 IF 주파수는 측정할 신호의 전체 스펙트럼이 스펙트럼 분석기에 나타나도록 결정해야 한다. 측정할 기기의 복사 전력(EIRP)은 측정한 후, 기록한다.

#### 4. 변조에 의한 불요 발사(Unwanted emissions caused by application of the modulation)

변조에 의해 발생하는 복사성 불요 발사는, 변조에 의해 발생한 76~77GHz 대역 외의 주파수를 의미한다.

변조에 의한 복사성 불요 발사의 크기는 ERP 로 계산한다.

평균전력밀도 측정 계산 방법은 선 스펙트럼(line spectrum)의 경우 PL/df과 같으며, PL은 개별 스펙트럼 라인의 전력을, df는 두 스펙트럼 라인간의 간격을 말한다. 연속적인 스펙트럼(continuous spectrum)의 경우 Pa/BW로 계산하며, Pa는 BW 사이의 평균전력을 BW는 분해대역폭(resolution bandwidth)을 의미한다.

##### 가. 측정용 수신기

측정용 수신기에는 전압계(Voltmeter)와 스펙트럼 분석기를 모두 포함한다. 측정용 수신기의 대역폭은 CISPR 16-1을 따라야 한다. 그러나 원하는 수신감도(sensitivity)를 얻기 위해, 더 좁은 대역폭을 이용할 경우 그 사실을 언급하여야 한다.

측정용 수신기의 대역폭은 <표 3-2>에 기술된 최대값보다 작아야만 한다.

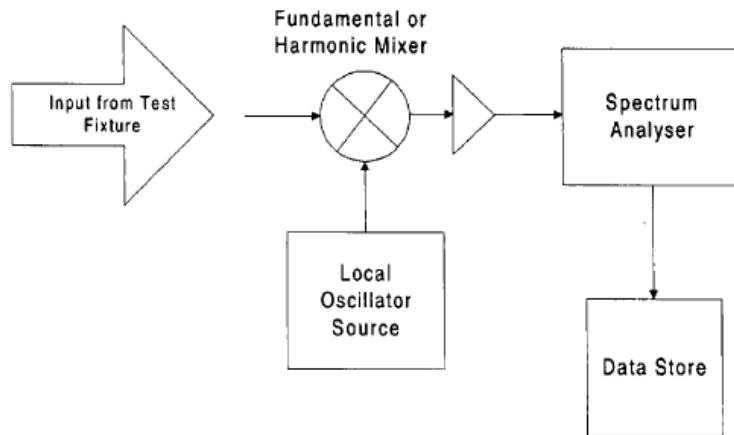
<표 3-2> 수신기의 최대 대역폭

측정되는 주파수	측정용 수신기의 최대 대역폭
$f < 1000 \text{ MHz}$	100 - 120 kHz
$f \geq 1000 \text{ MHz}$	1 MHz

##### 나. 측정 방법

만약 40GHz 이상의 주파수에서는 스펙트럼 분석기의 주파수 대역이 측정할 기기의 사용 주파수 대역보다 낮을 경우 <그림 3-4>와 같이 주파수 하향 변환기를 사용한다. <그림 3-4>에서의 국부발

진기의 위상잡음은  $-80 \text{ dBc/Hz}$  ( $@ 100 \text{ kHz}$ ) 이상이 되어야 한다. 하향 변환기의 IF 주파수는 측정할 신호의 전체 스펙트럼이 스펙트럼 분석기에 나타나도록 결정해야 한다. 측정할 기기의 복사 전력(EIRP)은 측정한 후, 기록한다.



<그림 3-4> 대역외 복사성 불요 발사 측정 조건

변조에 의한 신호의 스펙트랄 전력 밀도는 76~77GHz에 인접한 주파수 대역에서 스펙트랄 전력 밀도의 최고치에서 40 dB 차이가 나는 주파수 모두를 측정하고 기록 한다.

### 제 3 절 일본 밀리미터파 기술기준 시험방법

평성원년 우정성 고시 제42호에 규정된 특정소출력무선설비 중에서 11항 밀리미터파 레이더와 12항 밀리미터파 화상전송 및 밀리미터파 데이터전송용 기기에 대한 시험방법은 다음과 같다.

시험장소의 환경은 상온  $5\sim 35^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서 상대습도 45~85%의 범위에서 측정하며, 전원은 정격전압을 이용한다. 예열시간이 필요할 경



우 충분히 예열한 후 측정한다. 측정용 스펙트럼 분석기는 디지털 스토리지형을 사용하며, 캘리브레이션된 측정기를 사용한다.

일본의 60GHz 대역의 기술기준 시험방법은 방송신호를 입력으로하는 경우와 아닌 경우로 구분되어 규정하고 있으며, 안테나 단자를 가진 경우와 안테나 일체형인 경우에 따라 전도전력/복사전력으로 측정방법을 달리 규정하고 있다.

밀리미터파 레이더는 전도전력 측정방법만 제시하고 있다.

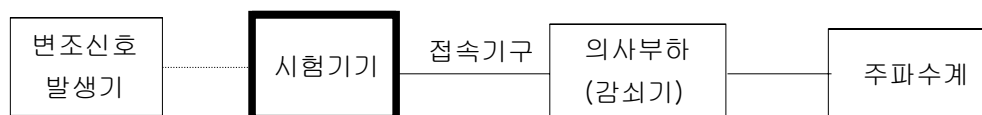
## 1. 60 GHz 무선 통신 기기

가. 밀리파 화상 전송용 및 밀리파 데이터 전송용 특정 소전력 기기

(1) 안테나 단자를 가진 경우

1) 주파수의 편차

① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 등이다.

② 측정기의 조건 등

㉠ 주파수계로써는 일반적으로 카운터 또는 스펙트럼분석기 (국부발진기가 신디사이저인 것)을 사용한다.

㉡ 주파수계의 측정정밀도는 해당 주파수 허용편차보다 10배 이상 높은 값으로 한다.

③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 강제 송신제어로 송신한다.

㉡ 변조는 원칙적으로 무변조로 한다.

④ 측정조작 순서

주파수계로 주파수를 측정한다.

⑤ 시험 결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 할당 주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

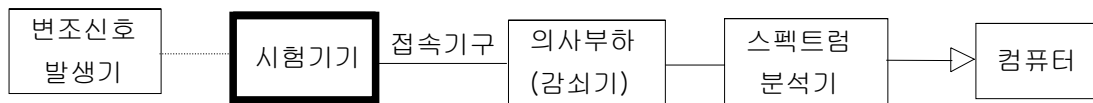
⑥ 그 밖의 조건

㉔ 시험기기를 무변조로 설정할 수 없고, 카운터 또는 스펙트럼 분석기로 직접 주파수를 측정할 수 없는 경우는 별항의 점유 주파수대폭의 측정으로 구한 「상한주파수」와 「하한주파수」의 평균값(중앙값)을 주파수의 측정값으로 한다.

㉕ 보다 높은 정밀도, 정확도의 방법에 의해 측정할 수 있을 경우에는 그 방법으로 측정하는 것은 관계없다.

2) 점유주파수대폭

① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관등이다.

② 측정기의 조건 등

㉔ 개략 측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	3GHz~5GHz정도
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	1MHz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep	continuous

검파모드                      positive peak

㉞ 상세측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수                      시험주파수

Sweep 주파수폭                      점유주파수대폭의    공사설계서에  
기재된 값의 2~3배

분해능대역폭                      점유주파수대폭의    공사    설계서에  
기재된 값의 3%이하로 스펙트럼  
분석기의 설정 가능한 값

비디오대역폭                      분해능대역폭의 3배정도(단, 스펙  
트럼분석기의 설정 가능한 값)

Y축 스케일                      10dB/Div

입력레벨                      최대 다이내믹レンジ가 되는 값

데이터점수                      400점 이상

Sweep 시간                      측정    정밀도가 보장되는 최소의  
시간. 단 burst파의 경우는 1샘플  
당 1바스트 이상이 들어갈 것.

Sweep                      single

검파모드                      positive peak

③ 시험기기의 상태

㉞ 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.

㉞ 변조는 점유 주파수대폭이 가능한 한 최대가 되는 신호로  
한다.

㉞ burst파인 경우는 바스트주기를 고정으로 한다.

④ 측정 조작 순서

㉞ 스펙트럼분석기의 설정을 개략측정으로 소인하여 화면의  
스펙트럼 표시에서 피측정 신호의 점유주파수대폭이 기준  
값인 2.5GHz보다 작은지 아닌지를 확인한다. 피측정 신호

의 점유주파수대폭이 59GHz~66GHz 사이에 있고, 또 2.5GHz보다 확실히 작을 경우에는 본 시험 결과를 '양호' 이라고 한다.

- ㉞ 점유주파수대폭의 값을 상세를 구할 경우는 스펙트럼 분석기의 설정을 상세측정으로 하여 소인하고 이하의 순서에 따른다.

㉠ 데이터의 수합

Sweep 종료후 전체데이터의 값을 배열변수로 수합한다.

㉡ 진수변환

전 데이터의 값을 전력의 진수로 변환한다.

㉢ 전체 전력의 계산

전 데이터의 전력 총합을 구하고, 「전체 전력」으로 기억한다.

㉣ 하한주파수의 계산

최저주파수인 데이터부터 순차적으로 위에서 전력 가산을 하고, 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「하한주파수」를 구한다.

㉤ 상한주파수의 계산

최고 주파수 데이터부터 순차적으로 아래에서 전력 가산을 하여 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「상한 주파수」를 구한다.

⑤ 시험 결과의 기재방법

- ㉠ ④㉠에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.

- ㉡ ④㉡에서의 측정을 한 경우는 점유주파수대폭은 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하여 MHz의 단위로 기

재한다.

⑥ 그 밖의 조건

하모닉믹서를 사용하는 경우에는 이미지 응답에 주의할 것.

3) 공중선 전력의 편차

① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관등이다.

② 측정기의 조건

고주파 전력계를 의사부하로 간주하여 측정한다. 고주파 전력계의 최적 작동 입력에 주의한다.

③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.

㉡ 변조는 전파형식에 따라 시험기기에 필요한 신호에 따라시킨다.

㉢ burst파인 경우는 바스트주기를 고정으로 한다.

④ 측정 조작 순서

㉠ 고주파 전력계를 영(0)에 맞춘다.

㉡ 송신한다.

㉢ 침두 전력 또는 평균 전력을 측정한다. 바스트 신호인 경우는 반복 바스트파의 전력을 충분히 오랜 시간에 걸쳐 측정한다. 이 경우 평균 전력은 바스트파의 시간율에서 제외하고 측정값으로 한다.

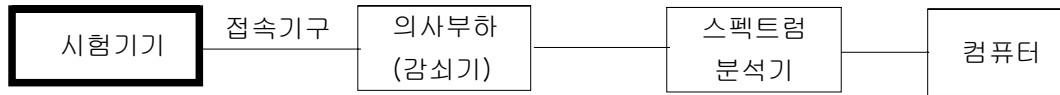
⑤ 시험결과의 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW 단위로, 정격(공사설계서

에 기재된) 공중선 전력에 대한 편차를 (%)단위로 (+)또는 (-)의 부호를 부쳐 기재한다.

#### 4) 부차적으로 발생하는 전파 등의 한도

##### ① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 등이다.

##### ② 측정기의 조건 등

㉞ 부차적으로 발생하는 전파의 탐색 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

Sweep주파수폭	부차적으로 발생하는 전파의 탐색은 가능한한 낮은 주파수(도파관의 컷오프 주파수정도)에서 가능한 한 높은 주파수까지로 한다.
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간(burst와의 경우는 Sweep시간 단축을 위해 「(Sweep주파수폭(MHz)÷분해능대역폭(MHz))×바스트 주기(s)」로 구해지는 시간 이상이면 소인시간으로 설정해도 좋다.)
Sweep모드	single

검파모드                      positive peak

- ㉞ 부차적으로 발생하는 전파의 진폭 측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수                      위에서 탐색된 주파수

Sweep주파수폭                0Hz

분해능대역폭                1MHz

비디오대역폭                분해능대역폭과 같은 정도

Y축 스케일                    10dB/Div

Sweep시간                    측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간

Sweep모드                    single

검파모드                    샘플

③ 시험기기의 상태

- ㉞ 시험주파수로 설정한다.

- ㉞ 송신을 정지하고 수신 상태로 한다.

④ 측정 조작 순서

- ㉞ 스펙트럼분석기의 설정을 ②㉞로 하고, 소인하여 스퓨리어스를 탐색한다.

- ㉞ 탐색한 결과가 규격값 이하인 경우 탐색값을 측정값으로 한다.

- ㉞ 탐색한 결과가 규격값을 넘은 경우, 스펙트럼분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 소인주파수폭을 10MHz 및 1MHz로 순차적으로 좁힘으로써 스퓨리어스 주파수를 정확하게 구한다. 다음에 스펙트럼분석기의 설정을 상기 ②㉞로 하여 평균화 처리를 하여 평균 전력을 측정한다.

⑤ 시험 결과의 기재 방법

- ㉞ 10 $\mu$ W 이하인 경우는 최대 1파를 주파수와 함께  $\mu$ W단위로

기재한다.

- ㉞ 10 $\mu$ W를 넘을 경우는 모든 측정값을 주파수와 함께  $\mu$ W단위로 표시하고, 또한 전력의 합계 값을  $\mu$ W단위로 기재한다.

⑥ 그 밖의 조건

스펙트럼분석기의 Y축 스케일을 미리 교정해 둘 것.

(2) 안테나 일체형인 경우

본 시험 방법은 안테나 일체형 밀리파 화상전송용 및 밀리파 데이터 전송용 특정 소전력 기기(일반)의 설비에 적용한다.

1) 시험장소의 조건

① 시험장소

바닥면을 포함한 6면 반사파를 흡수하는 전파 암실로 한다.

② 시험장소의 조건

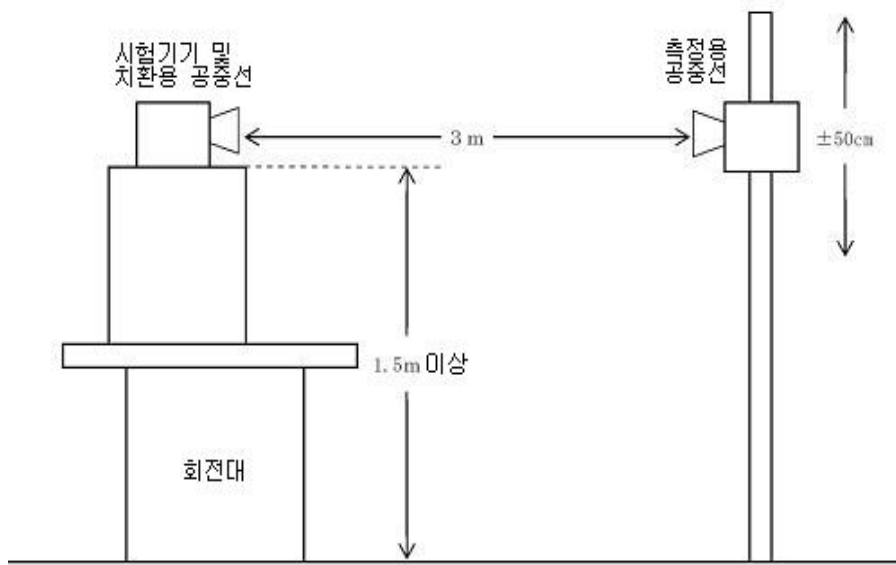
전계 강도 변화의 최대값을  $\pm 1\text{dB}$ 이하로 하고,  $\pm 0.5\text{dB}$ 이하를 목표로 한다. 즉, 이 평가 방법은 IEC60489-1 개정 제2판 A.2.3 Low reflection test sites(LRTS, reduced ground reflection)를 위한 평가 방법(측정 장소의 전계정재파를 측정하는 방법)에 의한 것으로 한다.

③ 측정시설

측정시설은 다음 그림에 준하는 것으로 한다.

- ㉞ 시험기기 및 치환용 공중선은 회전대 위에 올려 지상 1.5m (밑부분) 이상으로 가능한 한 높게 한다. 회전대의 재질 및 시험기기 등 설치 조건은 쇼와63년 우정성 고시 제127호 「발사하는 전파가 현저히 미약한 무선국의 전계 강도 측정 방법」(시행규칙 제6조 제2항 관계)에 준한다. 따라서 시험기기 및 치환용 공중선의 부착은 전파전반에 영향이 없도록





공중선의 방사각 내에 회전대가 들어가지 않도록 한다.

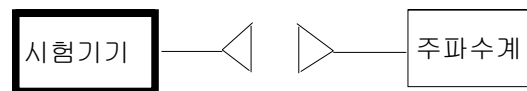
- ㉠ 측정용 공중선의 지상 높이는 서로 마주하는 시험기기 및 치환용 공중선의 지상 높이의  $\pm 50\text{cm}$ 사이의 가변으로 한다.

- ㉡ 시험기기와 측정용 공중선의 거리는 3m로 원칙으로 한다. 이 거리는 시험기기의 전력 및 시험기기 공중선이나 측정용 공중선의 구경 등으로 고려한다.

측정용 공중선 및 치환용 공중선은 지향성이 있는 형태로 광대역 특성을 가지고 또한 시험기기의 공중선과 동일 편파인 것이 요구된다.

## 2) 주파수의 편차(안테나 일체형)

### ① 시험 구성도



② 측정기의 조건 등

㉠ 주파수계로는 일반적으로 스펙트럼분석기(국부 발진기가 신디사이저인 것)을 사용한다.

㉡ 주파수계의 측정 정밀도는 해당 주파수의 허용편차보다 10배 이상 높은 값으로 한다.

③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.

㉡ 변조는 원칙적으로 무변조로 한다.

④ 측정조작 순서

주파수계로 주파수를 측정한다.

⑤ 시험결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 해당 주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

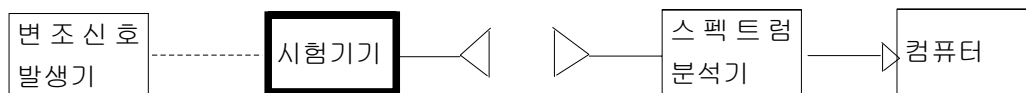
⑥ 그 밖의 조건

㉠ 시험기기를 무변조로 설정할 수 없고, 카운터 또는 스펙트럼 분석기로 직접 주파수를 측정할 수 없는 경우는 별항의 점유주파수대폭의 측정으로 구한 「상한주파수」와 「하한주파수」의 평균값(중앙값)을 주파수의 측정값으로 한다.

㉡ 보다 높은 정밀도, 정확도의 방법에 의해 측정할 수 있을 경우에는 그 방법으로 측정하는 것은 관계없다.

3) 점유주파수대폭(안테나 일체형)

① 시험 구성도



② 측정기의 조건 등

㉠ 개략 측정 시 스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험 주파수
Sweep주파수폭	3GHz~5GHz 정도
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	1MHz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep 모드	continuous
검파모드	positive peak

㉡ 상세 측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험 주파수
Sweep주파수폭	점유 주파수대폭의 공사설계서에 기재된 값의 2~3배 분해능대역폭 점유 주파수대폭의 공사설계서에 기재된 값의 3%이하에서 스펙트럼 분석기의 설정 가능한 값
비디오대역폭	분해능대역폭의 3배정도(단, 스펙트럼분석기의 설정 가능한 값)
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	최대 다이내믹 렌지가 되는 값
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단 burst파의 경우는 1샘플당 1바스트 이상이 들어갈 것.
Sweep모드	single
검파모드	positive peak

③ 시험기기의 상태

- ㉠ 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- ㉡ 변조는 점유 주파수대폭이 가능한 한 최대가 되는 신호로 한다.
- ㉢ burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.
- ④ 측정 조작 순서
  - ㉠ 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 스펙트럼분석기의 입력레벨이 최대가 되도록 마주보게 한다.
  - ㉡ 스펙트럼분석기의 설정을 ②㉠로 Sweep 하여 화면의 스펙트럼 표시에서 피측정 신호의 점유주파수대폭이 기준값인 2.5GHz 보다 작은지 아닌지를 확인한다. 이 때 스펙트럼분석기의 이미지 레스폰스 등에 주의한다. 피측정 신호의 점유주파수대폭이 59GHz~66GHz 사이에 있고, 또 2.5GHz보다 확실히 작을 경우에는 본 시험 결과를 '양호'라고 한다.
  - ㉢ 점유주파수대폭의 값을 상세를 구할 경우는 스펙트럼 분석기의 설정을 ②㉡로 하여 Sweep 하고 이하의 순서에 따른다.
    - ㉠ 데이터의 수합  
Sweep 종료 후 전체 데이터의 값을 배열변수로 수합한다.
    - ㉡ 진수변환  
전 데이터의 값을 전력의 진수로 변환한다.
    - ㉢ 전체 전력의 계산  
전 데이터의 전력 총합을 구하고, 「전체 전력」으로 기억한다.
    - ㉣ 하한주파수의 계산  
최저주파수인 데이터부터 순차적으로 위에서 전력 가산을 하고, 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터

를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「하한주파수」를 구한다.

㉔ 상한주파수의 계산

최고 주파수 데이터부터 순차적으로 아래에서 전력 가산을 하여 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「상한주파수」를 구한다.

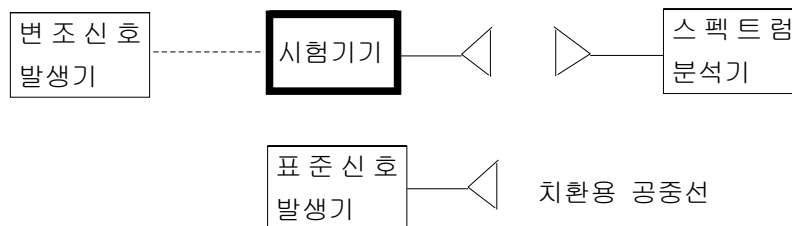
⑤ 시험 결과의 기재방법

㉕ ④㉔에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.

㉖ ④㉔에서의 측정을 한 경우는 점유주파수대폭은 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하여 MHz 또는 GHz의 단위로 기재한다.

4) 공중선 전력의 편차(안테나 일체형)

① 시험 구성도



② 측정기기의 조건 등

스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험 주파수
Sweep주파수폭	0Hz
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	300Hz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의

	시간 단, burst파인 경우는 1 burst주기 이상
Sweep모드	continuous
검파모드	샘플 (단 침두 전력 측정의 경우 는 positive peak)

### ③ 시험기기의 상태

- ㉠ 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- ㉡ 변조는 점유 전파 형식에 따라 시험기기에 필요한 신호로 한다.
- ㉢ burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

### ④ 측정 조작 순서

- ㉠ 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 대략 마주보게 한다.
- ㉡ 아래의 ㉢에서 ㉣까지의 조작으로 최대 지시값을 기록한 후, ㉤부터 ㉨까지의 치환 측정으로 공중선 전력을 측정한다.
  - ㉢ 스펙트럼분석기의 설정을 ②와 같이 하여 수신한다.
  - ㉣ 시험기기를 회전시켜 수신 전력 최대지점으로 조정한다.
  - ㉤ 측정용 공중선의 지상 높이를 시험기기의 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아서 이 점을 스펙트럼분석기의 눈금을 「E」로 한다.
  - ㉥ 시험기기를 대 위에서 떼어내 치환용 공중선의 입구면을 시험기기의 입구면과 같은 위치에 설정하고, 치환용 표준신호 발생기로부터 같은 주파수의 전파를 송출해 수신한다.
  - ㉦ 치환용 공중선을 회전하여 전력 최대지점으로 조정한다.

- ⑦ 측정용 공중선의 지상 높이를 치환용 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력의 최대가 되는 위치로 한다.
- ⑧ 표준 신호 발생기의 출력을 조정하여 「E」와 같은 값이 되는 전력  $P_s$ 를 기록하든가 아니면 「E」에 가까운 값 ( $\pm 1\text{dB}$  이내)으로 하여 「E」와의 차로부터 역산하여  $P_s$ 를 기록한다.
- ⑨ 공중선 전력(dBm)을 아래의 식으로 구한다.

$$\text{공중선 전력} = P_s + G_s - G_t - L_f$$

기호  $P_s$  ; 표준 신호 발생기의 출력 (단위 dBm)

$G_s$  ; 치환용 공중선의 절대이득 (단위 dBi)

$G_t$  ; 시험기기의 공중선 절대 이득 (단위 dBi)

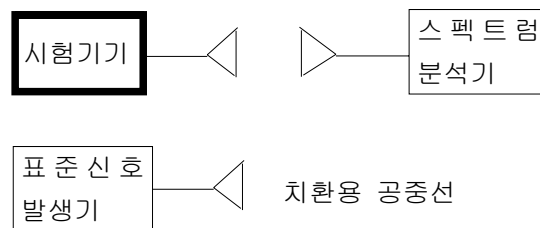
$L_f$  ; 표준 신호발생기와 치환용 공중선 사이의 합 전선의 손실 (단위 dB)

#### ⑤ 시험결과와 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW단위로 환산한 값으로, 정격(공사 설계서에 기재되는) 공중선 전력에 대한 편차를 (%) 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

### 5) 부차적으로 발생하는 전파 등의 한도 (안테나 일체형)

#### ① 시험 구성도



#### ② 측정기의 조건 등

스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

㉠ 부차 발사의 탐색

Sweep주파수폭	부차 발사를 탐색하려고 하는 주파수 폭
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간
Sweep모드	single
검파모드	포지티브 피크

㉡ 부차 발사의 레벨 측정

중심주파수	탐색된 부차 발사의 주파수
Sweep주파수폭	0Hz
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	300Hz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단, 바스트파인 경우는 1바스트주기 이상
Sweep모드	continuous
검파모드	샘플

③ 시험기기의 상태

시험주파수로 설정하여 연속 수신 상태로 한다.

④ 측정조작 순서

㉠ 부차 발사의 탐색

㉠ 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 대략 마주



보게 한다.

- ⑥ 스펙트럼분석기의 설정을 ②㉔로 하고, 주파수 소인을 가능한 한 낮은 주파수(도파관의 컷오프 주파수 정도)에서 가능한 한 높은 주파수 까지 하여 부차 발사를 탐색하고, 레벨 측정이 필요한 스펙트럼을 가늠한다. (이 경우 측정용 공중선 및 외부 믹서의 교체가 필요) 따라서 스펙트럼분석기의 주파수 Sweep폭은 부차 발사의 발생 메카니즘이나 사전 측정 결과 등으로 지장이 없다고 판단되는 경우 그 범위를 한정해도 상관없다.
- ㉔ ㉔에서 탐색한 스펙트럼에 대해 다음의 ㉔에서 ㉔까지의 조작으로 최대 지시값을 기록한 후, 각각의 주파수에 대해 ㉔에서 ㉔까지의 치환 측정에 의해 부차 발사의 레벨을 측정한다.
- ㉔ 스펙트럼분석기의 설정의 ②㉔에서 주파수 Sweep폭을 1GHz, 100MHz, 10MHz로 순차적으로 좁혀서 부차 발사의 주파수를 보다 정확하게 구한다. 그리고 스펙트럼분석기의 설정을 ②㉔로 한다.
- ㉔ 시험기기를 회전시켜 부차 발사의 수신 전력이 최대점이 되는 위치로 한다.
- ㉔ 측정용 공중선의 지상 높이를 시험기기의 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 부차 발사의 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아서 이 점을 스펙트럼분석기의 눈금을 「E」로 한다.
- ㉔ 시험기기를 회전대 위에서 떼어내 치환용 공중선의 입구면을 시험기기의 입구면과 같은 위치에 설정하고, 치환용 표준 신호 발생기로부터 같은 주파수의 전파를 송출

해 수신한다.

- ㉔ 치환용 공중선을 회전하여 전력이 최대점이 되는 위치로 조정한다.
- ㉕ 측정용 공중선의 지상 높이를 치환용 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치로 한다.
- ㉖ 표준 신호 발생기의 출력을 조정하여 「E」와 같은 값이 되는 전력  $P_s$ 를 기록하든가 아니면 「E」에 가까운 값 ( $\pm 1\text{dB}$  이내)로 하여 「E」와의 차로부터 역산하여  $P_s$ 를 기록한다.
- ㉗ 부차 발사 전력(dBm)을 아래의 식으로 구한다.

$$\text{부차 발사 전력} = P_s + G_s - G_t - L_f$$

기호  $P_s$  ; 표준 신호 발생기의 출력 (단위 dBm)

$G_s$  ; 치환용 공중선의 절대이득 (단위 dBi)

$G_t$  ; 시험기기의 공중선 절대 이득 (단위 dBi)

$L_f$  ; 표준 신호발생기와 치환용 공중선 사이의 합  
전선의 손실 (단위 dB)

⑤ 시험 결과의 기재 방법

- ㉘  $10\mu\text{W}$  이하인 경우는 최대 1파를 주파수와 함께  $\mu\text{W}$ 단위로 기재한다.
- ㉙  $10\mu\text{W}$ 를 넘을 경우는 모든 측정값을 주파수와 함께  $\mu\text{W}$ 단위로 표시하고, 또한 전력의 합계 값을  $\mu\text{W}$ 단위로 기재한다.

⑥ 그 밖의 조건

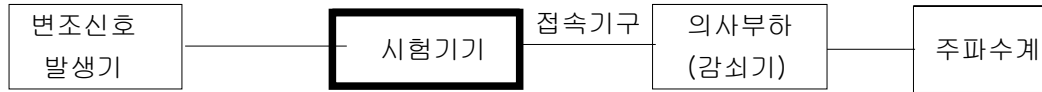
시험기기의 종류에 따라서는 부차 발사의 주파수에 의해 시험기기의 공중선의 지향 특성이 크게 변하는 것이 있음에 주의할 필요가 있다.

나. 입력신호로 방송전파를 사용한 밀리파 화상전송용  
특정 소전력기기

(1) 안테나 단자를 가진 경우

1) 주파수의 편차

① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 등이다.

② 측정기의 조건 등

㉠ 주파수계로는 일반적으로 카운터 또는 스펙트럼분석기(국부 발진기가 신디사이저인 것)을 사용한다.

㉡ 주파수계의 측정 정밀도는 해당 주파수 허용 편차보다 10배 이상 높은 값으로 한다.

③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.

㉡ 국부 발진파를 다중으로 하지 않는 것은 변조신호발생기보다 대표적인 주파수의 연속파를 입력 단자에 부가한다.

㉢ 국부 발진파를 다중으로 하는 것은 국부 발진파를 측정하면 되기 때문에 입력단자에 신호를 부가하지 않아도 된다.

④ 측정 조작 순서

주파수계로 주파수를 측정한다.

⑤ 시험결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 할당 주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

2) 점유주파수대폭

### ① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 등이다.

### ② 측정기의 조건 등

스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	3GHz~5GHz정도
분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	1MHz
Y축 스케일	10dB/Div
검파모드	positive peak

### ③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.

㉡ 변조 신호발생기에 의해 발생시킨 연속파를 규정의 입력 레벨로 입력단자에 부가한다.

### ④ 측정 조작 순서

스펙트럼분석기의 설정을 ②와 같이 하고, 규정외의 주파수의 신호가 입력되어도, 점유 주파수대폭의 허용치(2.5GHz)의 주파수폭(단 59GHz~66GHz 사이에 있을 것)의 바깥쪽에서는 최대값인 -23dB(0.5%)이하임을 확인한 것을 가지고 점유주파수대폭의 시험으로 한다. 순서는 다음과 같이 한다.

㉢ 입력신호의 Sweep 범위

입력한 연속파의 발진주파수를 Sweep시킨다. Sweep범위는 100MHz에서 3.5GHz까지 100MHz 스텝으로 한다.

㉣ 스펙트럼 확산의 확인

화면의 스펙트럼 표시에서 최대값에서 -23dB이상인 레벨이 관측되는 상단주파수와 하단주파수가 모두 59GHz~66GHz의 범위에 있고, 또한 그 차가 2.5GHz이하인 것을 확인한다.

⑤ 시험결과의 기재 방법

④에서의 결과를 양호( 또는 부)로 기재한다.

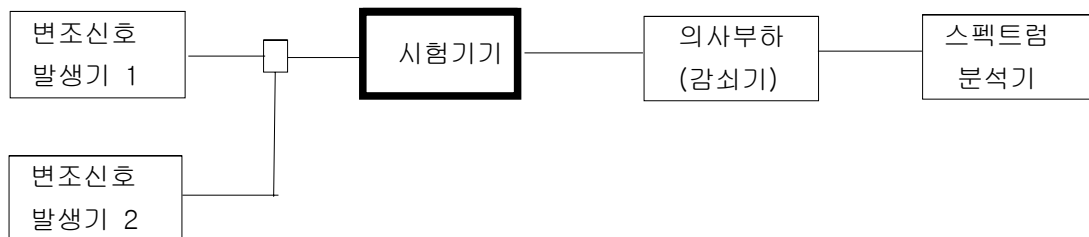
⑥ 그 밖의 조건

연속파의 Sweep 범위에 대해 사전 측정 결과 등으로 확실히 지장이 없다고 판단되는 중간 과정은 생략해도 관계없다.

3) 스퓨리어스 발사 또는 불요파한 발사의 강도

별표 1의 측정 방법에 따른다. 이 경우에 측정계통 및 기타 조건에 대해서는 다음과 같이 한다. 단 운용 상태에 있어서 무변조가 되지 않을 경우에는 스퓨리어스 발사의 강도에 대해서는 시험을 하지 않는 것으로 한다.

① 시험 구성도

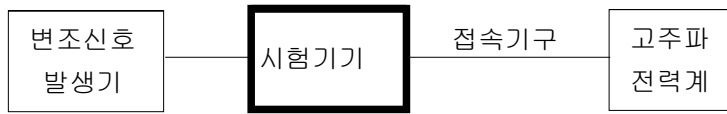


② 그 밖의 조건

변조 신호 발생기1 및 2에 의해 발생시킨 2개의 연속파를 입력단자에 추가한다. 따라서 국부발진기가 59.01GHz인 경우는 2개의 연속파를 입력할 경우 외에 40MHz의 1개의 연속파를 시험기기의 사양에 정해진 입력레벨로 입력단자에 추가하는 경우를 측정한다.

#### 4) 공중선 전력의 편차

##### ① 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 등이다.

##### ② 측정기의 조건 등

고주파 전력계를 의사부하로 간주하여 측정한다. 또한 고주파 전력계의 최적 작동 입력에 주의한다.

##### ③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.

㉡ 변조 신호발생기에 의해 입력주파수 범위의 공사 설계서에 기재된 값의 상한, 중심 및 하한 주파수의 연속파를 입력한다.

##### ④ 측정 조작 순서

㉢ 고주파 전력계를 영(0)에 맞춘다.

㉣ 입력주파수 범위의 공사 설계서에 기재된 값의 중심 주파수의 연속파를 입력하고 송신한다.

㉤ 입력신호의 연속파의 신호레벨을 서서히 올리면서 고주파 전력계의 눈금에서 포화점을 찾아낸다.

㉥ 입력주파수 범위의 공사설계서에 기재되는 값의 상한, 하한 주파수의 연속파를 입력하고, 각각 같은 입력 레벨을 서서히 올리면서 포화점을 찾아낸다.

㉦ 상한, 중심, 하한 주파수의 각각의 포화점에서의 공중선 전력 중 최대값을 측정값으로 한다.

##### ⑤ 시험결과의 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW 단위로 정격(공사설계서

에 기재되는) 공중선 전력에 대한 편차를 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

(2) 안테나 일체형인 경우

1) 시험 장소의 조건 등

① 시험 장소

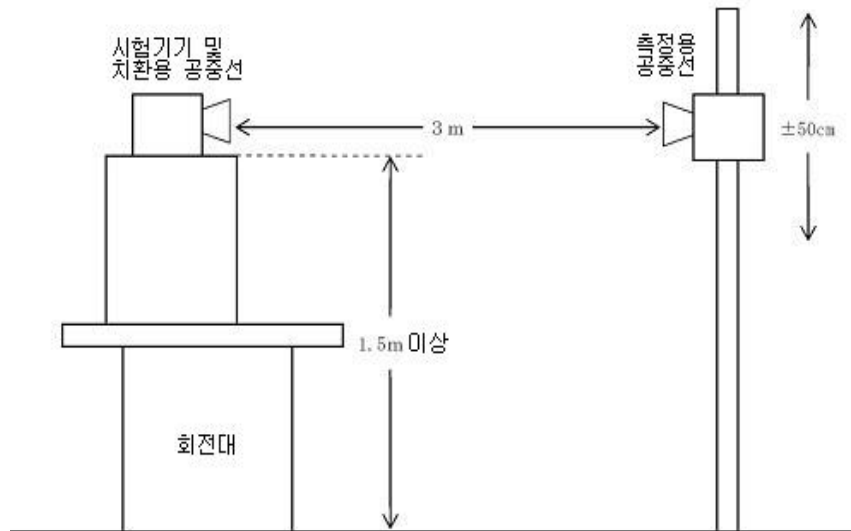
바닥면을 포함한 6면 반사파를 억압한 전파 암실로 한다.

② 시험장소의 조건

전계 강도 변화의 최대값을  $\pm 1\text{dB}$ 이하로 하고,  $\pm 0.5\text{dB}$ 이하를 목표로 한다. 즉, 이 평가 방법은 IEC60489-1 개정 제2판 A.2.3 Low reflection test sites(LRTS, reduced ground reflection)를 위한 평가 방법(측정 장소의 전계정재파를 측정하는 방법)에 의한 것으로 한다.

③ 측정시설

측정시설은 다음 그림에 준하는 것으로 한다.



㉠ 시험기기 및 치환용 공중선은 회전대 위에 올려 지상

1.5m(밑부분) 이상으로 가능한 한 높게 한다. 회전대의 재질 및 시험기기 등 설치 조건은 쇼와63년 우정성 고시 제127호 「발사하는 전파가 현저히 미약한 무선국의 전계강도 측정방법」(시행규칙 제6조 제2항 관계)에 준한다. 따라서 시험기관 및 치환용 공중선의 부착은 전파전반에 영향이 없도록 공중선의 방사각 내에 회전대가 들어가지 않도록 한다.

- ㉞ 측정용 공중선의 지상 높이는 서로 마주하는 시험기기 및 치환용 공중선의 지상 높이의  $\pm 50\text{cm}$ 사이의 가변으로 한다.
- ㉞ 시험기기와 측정용 공중선의 거리는 원칙적으로 3m로 한다. 따라서 이 거리는 시험기기의 전력 및 시험기기 공중선이나 측정용 공중선의 구경 등으로 고려한다.
- ㉞ 측정용 공중선 및 치환용 공중선은 지향성이 있는 형태로 광대역 특성을 가지고 또한 시험기기의 공중선과 동일 편파인 것이 요구된다.

## 2) 주파수의 편차(안테나 일체형)

### ① 시험 구성도



### ② 측정기의 조건 등

- ㉞ 주파수계로는 일반적으로 카운터 또는 스펙트럼분석기(국부 반질기가 신디사이저인 것)을 사용한다.
- ㉞ 주파수계의 측정 정밀도는 해당 주파수의 허용편차 보다 10배 이상 높은 값으로 한다.



③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.

㉡ 국부 발진파를 다중으로 하지 않는 것은 변조신호발생기보다 대표적인 주파수의 연속파를 입력 단자에 부가한다.

㉢ 국부 발진파를 다중으로 하는 것은 국부 발진파를 측정하면 되기 때문에 입력단자에 신호를 부가하지 않아도 된다.

④ 측정 조작 순서

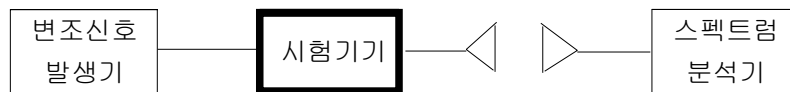
주파수계로 주파수를 측정한다.

⑤ 시험 결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 할당 주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

3) 점유주파수대폭(안테나 일체형)

① 시험 구성도



② 측정기의 조건 등

스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	3GHz~5GHz정도
분해능대역폭	1MHz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep모드	continuous
검파모드	positive peak

③ 시험기기의 상태

㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.

㉡ 변조신호발생기보다 발생시킨 연속파를 규정된 입력 레벨로 입력 단자에 부가한다.

④ 측정 조작 순서

㉢ 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 스펙트럼분석기의 입력 레벨이 최대가 되도록 서로 마주보게 한다.

㉣ 스펙트럼분석기의 설정을 ②와 같이 하고, 규정외의 주파수의 신호가 입력되어도, 점유 주파수대폭의 허용치(2.5GHz)의 주파수폭(단 59GHz~66GHz 사이에 있을 것)의 바깥쪽에서는 최대값인 -23dB(0.5%)이하인 것을 확인하는 것을 가지고 점유주파수대폭의 시험으로 한다. 순서는 다음과 같이 한다.

㉤ 입력신호의 소인 범위

입력한 연속파의 발진주파수를 소인시킨다. 소인범위는 100MHz에서 3.5GHz까지 100MHz 스텝으로 한다.

㉥ 스펙트럼 확산의 확인

화면의 스펙트럼 표시에서 최대값에서 -23dB이상인 레벨이 관측되는 상단주파수와 하단주파수가 모두 59GHz~66GHz의 범위에 있고, 또한 그 차가 2.5GHz이하인 것을 확인한다.

⑤ 시험 결과의 기재 방법

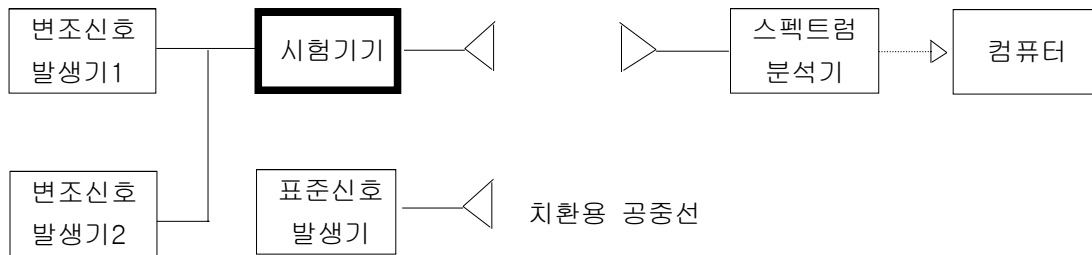
④㉣에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.

⑥ 그 밖의 조건

연속파의 소인 범위에 대해 사전 측정 결과에서 확실히 지장이 없다고 판단되는 중간 과정은 생략해도 지장이 없다.

#### 4) 스푸리어스 발사 또는 불요파한 발사의 강도(안테나 일체형)

##### ① 시험 구성도

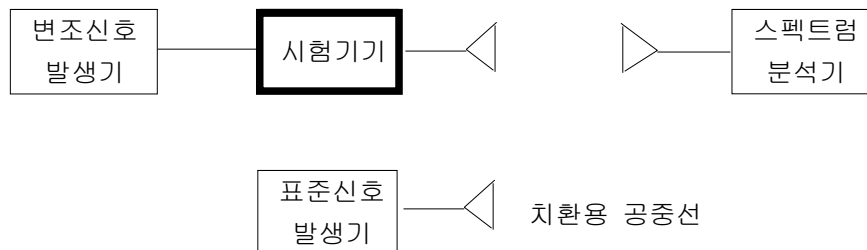


##### ② 그 밖의 조건

변조 신호 발생기1 및 2에 의해 발생시킨 2개의 연속파를 입력단자에 추가한다. 따라서 국부발진기가 59.01GHz인 경우는 2개의 연속파를 입력할 경우 외에 40MHz의 1개의 연속파를 시험기기의 사양에 정해진 입력레벨로 입력단자에 추가하는 경우를 측정한다.

#### 5) 공중선 전력의 편차(안테나 일체형)

##### ① 시험 구성도



##### ② 측정기의 조건 등

스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	0Hz

분해능대역폭	1MHz
비디오대역폭	300Hz
Y축 스케일	10dB/Div
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단, burst파인 경우는 1 burst 주기 이상
Sweep모드	continuous
검파모드	샘플

### ③ 시험기기의 상태

- ㉠ 시험주파수로 설정하여 연속 송신한다.
- ㉡ 변조 신호발생기에 의해 입력주파수 범위의 공사 설계서에 기재된 값의 상한, 중심 및 하한 주파수의 연속파를 입력한다.

### ④ 측정 조작 순서

- ㉠ 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 대략 마주보게 한다.
- ㉡ 입력주파수 범위의 공사설계서에 기재된 값의 중심 주파수의 연속파를 입력하고, 스펙트럼 분석기의 중심 주파수를 그 입력주파수에 대응하는 출력주파수로 설정한다.
- ㉢ 아래의 ㉠에서 ㉣까지의 조작으로 최대 지시값을 기록한 후, ㉤부터 ㉠까지의 치환 측정으로 공중선 전력을 측정한다.
  - ㉠ 스펙트럼분석기의 설정을 ㉡와 같이 하여 수신한다.
  - ㉢ 시험기기를 회전시켜 수신 전력 최대지점으로 조정한다.
  - ㉣ 측정용 공중선의 지상 높이를 시험기기의 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾는

다.

- ㉔ 입력신호의 연속파의 신호레벨을 서서히 올리면서 스펙트럼 분석기의 눈금에서 포화점을 찾아낸다. 이 때 스펙트럼 분석기의 눈금을 「E」로 한다.
- ㉕ 시험기기를 대 위에서 떼어내 치환용 공중선의 입구면을 시험기기의 입구면과 같은 위치에 설정하고, 치환용 표준신호 발생기로부터 같은 주파수의 전파를 송출해 수신한다.
- ㉖ 치환용 공중선을 회전하여 전력 최대지점으로 조정한다.
- ㉗ 측정용 공중선의 지상 높이를 치환용 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치로 한다.
- ㉘ 표준 신호 발생기의 출력을 조정하여 「E」와 같은 값이 되는 전력  $P_s$ 를 기록하든가 아니면 「E」에 가까운 값 ( $\pm 1\text{dB}$  이내)으로 하여 「E」와의 차로부터 역산하여  $P_s$ 를 기록한다.
- ㉙ 공중선 전력(dBm)을 아래의 식으로 구한다.

$$\text{공중선 전력} = P_s + G_s - G_t - L_f$$

기호  $P_s$  ; 표준 신호 발생기의 출력 (단위 dBm)

$G_s$  ; 치환용 공중선의 절대이득 (단위 dBi)

$G_t$  ; 시험기기의 공중선 절대 이득 (단위 dBi)

$L_f$  ; 표준 신호발생기와 치환용 공중선 사이의 합전선의 손실 (단위 dB)

- ㉚ 국부 발진파를 다중으로 하는 것은 각각의 신호파와 동시에 국부 발진파의 전력도 상기 ㉔부터 ㉙까지의 순서와 똑같이 측정하고, 신호파의 전력과 가산(진수로 변환)하여 공중선 전력으로 한다.

㉞ 입력주파수 범위의 공사설계서에 기재된 값의 상한 및 하한 주파수의 연속파를 입력하고, 스펙트럼분석기의 중심 주파수를 그 입력주파수에 대응하는 출력주파수로 설정하여, ㉞부터 ㉞까지의 순서를 반복하여 각각의 포화점의 공중선 전력을 구한다.

㉞ 순서 ㉞부터 ㉞까지에 의해 얻어진 상한, 중심, 하한 주파수의 각각의 포화점에서의 공중선 전력 중 최대값을 측정값으로 한다.

#### ⑤ 시험결과의 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW 단위로 환산한 값으로, 정격(공사설계서에 기재되는) 공중선 전력에 대한 편차를 (%) 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

## 2. 차량용 레이더

본 시험방법은 안테나 단자(시험용 단자를 포함)가 있는 설비에 적용하며, 내장 또는 부가 장치에 의해 다음 기능이 실현가능한 기기에 적용한다.

- ① 통신 상대방이 없는 상태에서 전파를 송신하는 기능
- ② 시험하려고 하는 주파수를 고정하여 송신하는 기능
- ② 시험하려고 하는 변조방식을 고정하여 송신하는 기능

### (1) 진동시험

#### ① 측정계통도



#### ② 시험기기의 상태

㉞ 진동시험기로 가진 중에는 시험기기를 작동을 하지 않는

상태(전원 OFF)로 한다.

- ㉞ 진동시험기로 가진 종료 후 시험기기의 작동 확인을 할 경우에는 시험기기를 시험주파수에 설정하여 보통 사용 상태에서 송신한다.

③ 측정 조작 순서

- ㉟ 시험기기를 보통 장착상태와 같게 하기 위해 부착되어 있는 기구 등으로 진동시험기의 진동판에 고정한다.

- ㊱ 진동시험기에 의해 시험기기에 진동을 한다. 단 시험기기에 가해지는 진동의 진폭, 진동수 및 방향은 ㉠ 및 ㉡의 조건에 따라 진동 조건의 설정 순서는 임의로 해도 상관없다.

- ㉠ 전 진폭 3mm, 최저 진동수에서 매분 500회까지의 진동을 상하, 좌우 및 전후 각각 15분간 한다. 진동수의 소인을 한다.

(주) 최저 진동수는 진동 시험기의 설정 가능한 최저 진동수(단, 매분 300회 이하)로 한다.

- ㉡ 전체 진동폭 1mm, 진동수 매분 500회에서 1800회까지의 진동을 상하, 좌우 및 전후의 각각 15분간으로 한다. 진동수의 소인주기는 10분으로 하고 진동수를 소인하여 매분 500회, 매분 1800회 및 매분 500회의 순서로 진동수를 바꾸는 것으로 한다. 즉 15분간 1.5주기의 진동수의 소인을 한다.

- ㊲ 상기 ㉞의 진동을 한 후 규정 전원전압을 가하여 시험기기를 작동시킨다.

- ㊳ 시험기기가 지장 없이 작동하는 것을 확인한다.

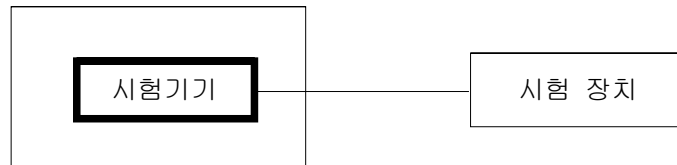
- ㊴ 「주파수 편차」의 시험 항목에 준하여 시험 장치를 사용하여 시험기기의 주파수를 측정한다.

④ 그 밖의 조건

- ㉠ 본 시험 항목은 인증 시험일 경우에만 실시한다.
- ㉡ 본 시험 항목은 이동하지 않고 또한 진동 하지 않는 물체에 고정하여 사용할 수 있는 것이고, 그 취지가 공사 설계서에 기재되어 있는 경우에는 본 시험 항목은 시행하지 않는다.

## 2) 온습도 시험

### ① 측정계통도



온습도 시험조(항온조)

### ② 시험기기의 상태

- ㉠ 규정된 온습도 상태에 설정하여 시험기기를 온습도 시험조 내에서 방치하고 있을 때는 시험기기를 작동을 멈춘 상태 (전원 OFF)로 한다.
- ㉡ 규정된 방치 시간 경과 후 (습도시험에 있어서 상온상습 상태로 돌려놓은 후), 시험기기의 작동 확인을 하는 경우에는 시험기기를 시험주파수로 설정하여 보통의 사용 상태에서 송신한다.

### ③ 측정조작 순서

#### ㉠ 저온시험

- ㉠ 시험기기를 작동을 멈춘 상태로 온습도 시험조 내에 설치하고 이 상태에서 온습도 시험조내의 온도를 저온( $^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$  중 시험기기의 사양 범위 내에서 가장 낮은 온도)로 설정한다.
- ㉡ 이 상태에서 1시간 방치한다.



- ㉔ 상기 ㉒의 시간이 경과한 후 온습도 시험조 내에서 규정된 전원전압을 가하여 시험기기를 작동시킨다.
- ㉕ 시험기기가 지장 없이 작동하는 것을 확인한다.
- ㉖ 「주파수의 편차」 시험 항목에 준하여 시험 장치를 사용하여 시험기기의 주파수를 측정하고 허용 편차 내에 있는 것을 확인한다.

㉗ 고온시험

- ㉘ 시험기기를 작동이 멈춘 상태로 하여 온습도 시험조 내에 설치하고 이 상태에서 온습도 시험조내의 온도를 고온(40℃, 50℃, 60℃ 중 시험기기의 사양 범위 내에서 가장 높은 온도), 또한 상습으로 설정한다.
- ㉙ 이 상태에서 1시간을 방치한다.
- ㉚ 상기 ㉙의 시간이 경과한 후 온습도 시험조 내에서 규정된 전원전압을 가하여 시험기기를 작동시킨다.
- ㉛ 시험기기가 지장 없이 작동하는 것을 확인한다.
- ㉜ 「주파수의 편차」 시험 항목에 준하여 시험 장치를 사용하여 시험기기의 주파수를 측정한다.

㉝ 습도시험

- ㉞ 시험기기를 작동이 멈춘 상태로 하여 온습도시험조 내에 설치하고 이 상태에서 온습도 시험조내의 온도를 35℃로, 상대 습도 95% 또는 시험기기의 사양의 최고 습도로 설정한다.
- ㉟ 이 상태에서 4시간 동안 방치한다.
- ㊱ 상기 ㉟의 시간이 경과한 후 온습도 시험조의 설정을 상온상습 상태로 되돌리고, 이슬이 맺히지 않은 것을 확인한 후 정해진 전원 전압을 가하여 시험기기를 작동시킨다.

- ㉔ 시험기기가 지장 없이 작동하는 것을 확인한다.
- ㉕ 「주파수의 편차」 시험 항목에 준하여 시험 장치를 사용하여 시험기기의 주파수를 측정한다.

④ 그 밖의 조건

- ㉖ 본 시험 항목은 인증 시험인 경우에만 실시한다.
- ㉗ 상온 (5℃~35℃), 상습(45%~85%(상대습도))의 범위내의 환경 하에서만 사용된다는 뜻이 공사설계서에 기재되어 있는 경우에는 본 시험 항목은 실시하지 않는다.
- ㉘ 사용 환경의 온습도 범위에 대해 온도 또는 습도의 어느 한 쪽이 상온 또는 상습의 범위보다 좁고, 또는 다른 쪽이 상온 또는 상습의 범위보다 넓은 경우에 그 뜻이 공사설계서에 기재되어 있는 경우에는 해당 좁은 쪽의 조건을 유지한 상태에서 해당 넓은 쪽의 조건의 시험을 실시한다.
- ㉙ 상온, 상습의 범위를 넘는 경우에도 ㉓㉔에서 ㉘의 범위에 해당하지 않는 것은 온습도 시험을 생략할 수 있다.
- ㉚ 일체형으로 정리되어 있지 않은 무선장치(옥외설치부와 옥내설치부로 분리된 경우), 또한 각각의 장치의 온습도 성능이 다른 경우(주파수 편차의 측정에 필요한 경우에 한함.)는 각각의 장치에 대해 개별적으로 온습도 시험을 실시하는 것으로 한다.

3) 주파수의 편차, 점유주파수대폭

① 측정계통도



접속 기구는 각종 도파관 변환기 등이다.

② 측정기의 조건

㉠ 스펙트럼 분석기가 60GHz를 직접 측정할 수 없는 경우는 일반적으로 외부 믹서를 필요로 한다.

㉡ 스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

㉢ 연속파를 측정할 경우

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	점유주파수대폭의 공사 설계서에 기재된 값의 2~3.5배
분해능대역폭	점유주파수대폭의 공사 설계서에 기재된 값의 3%이하로 스펙트럼 분석기의 설정가능 레인지
비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	반송파 레벨이 스펙트럼 분석기의 잡음 레벨보다 50dB이상 높은 것
데이터점수	400점 이상
진폭평균처리횟수	5~10회 정도, 단 스펙트럼의 진폭이 변동하지 않을 경우에는 평균 처리는 필요 없다.
검파모드	positive peak

㉣ 바스트파를 측정할 경우

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	점유주파수대폭의 공사설계서에 기재된 값의 2~3.5배
분해능대역폭	점유주파수대폭의 공사 설계서에 기재된 값의 3%이하로 스펙트럼 분석기의 설정가능 레인지

비디오대역폭	분해능대역폭의 1/10 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	반송파 레벨이 스펙트럼 분석기의 잡음 레벨보다 50dB이상 높은 것
데이터점수	400점 이상
검파모드	Positive peak
표시모드	Max hold

㉔ 스펙트럼분석기의 측정값은 외부 또는 내부 컴퓨터로 처리한다.

### ③ 시험기기의 상태

㉕ 시험주파수로 설정하여 송신한다.

㉖ 변조는 시험기기에 내장된 신호원으로 변조를 한다. 복수의 변조 신호를 가질 경우는 변조에 의한 스펙트럼의 확대가 최대인 것으로 한다. 단, 변조가 되지 않는 기종일 경우는 무변조로 한다.

### ④ 측정조작 순서

#### ㉑ 파형측정

연속파를 측정할 경우는 스펙트럼 분석기를 여러 번 Sweep하여 측정하여 같은 데이터의 진폭의 평균 조작을 한다. 진폭 변동이 없는 스펙트럼의 경우는 한 번의 Sweep이어도 된다. 바스트파를 측정할 경우는 평균 처리없이 신호의 분포도형이 완성될 때까지 Sweep을 반복한다. FM-CW방식일 경우는 바스트파로 간주하여 측정한다.

#### ㉒ 데이터의 수합

필요한 Sweep의 반복이 종료했을 때 전 데이터 값을 배열 변수로 수합한다.

#### ㉓ 진수변환

전 데이터에 대해 dB값을 전력차원의 진수로 변환한다.

㉠ 전체 전력의 계산

전 데이터의 전력 총합을 구하고, 「전체 전력」으로 기억한다.

㉡ 하한주파수의 계산

㉠ 최저주파수인 데이터부터 순차적으로 위에서 전력 가산을 하고, 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다.

㉡ 그 한계점을 주파수로 변환하여 「하한주파수」를 구한다.

㉢ 상한주파수의 계산

㉠ 최고 주파수인 데이터부터 순차적으로 아래에서 전력 가산을 하여 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다.

㉡ 그 한계점을 주파수로 변환하여 「상한주파수」를 구한다. 단, 변조가 되지 않는 기종일 경우는 ㉠ 그 밖의 조건 ㉠로 할 수 있다.

⑤ 시험결과의 기재 방법

㉠ 주파수의 편차

㉠ 상한주파수 및 하한주파수를 GHz 단위로 기재한다.

㉡ 변조가 되지 않는 기종일 경우는 측정값을 GHz 단위로 기재한다.

㉢ 점유주파수대폭

㉠ 점유주파수대폭은, 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하고, MHz 단위로 기재한다.

㉡ 필요하면 반송주파수에 대한 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차도 구하여 기재한다.

㉔ 변조가 되지 않는 경우는 스펙트럼분석기로 스펙트럼이 연속적 정현파(무변조)인 것이 확인되면 양호로 한다.

⑥ 그 밖의 조건

㉕ FM-CW방식과 같이 연속파이지만 바스트파로 보지 않고 측정할 필요가 있는 것이 있으므로 주의할 필요가 있다.

㉖ 변조가 되지 않는 기종일 경우는 다음에 의해 측정한다.

㉑ 주파수의 편차

스펙트럼분석기 마카로 중심주파수를 읽는다. 이 경우 측정정도를 높이기 위해 소인주파수폭을 좁게 한다. 또 스펙트럼분석기의 대응으로 주파수 카운터를 사용할 수 있다.

㉒ 점유주파수대폭

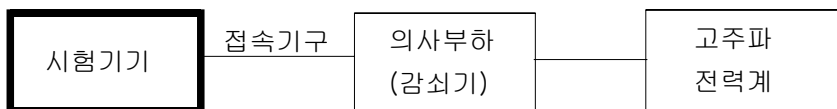
스펙트럼분석기로 스펙트럼이 단일 선 스펙트럼(연속적 정현파(무변조))임을 확인한다.

4) 스퓨리어스 발사 또는 불요파한 발사의 강도

별표 제1의 측정 방법에 따른다. 단 운용 상태에 있어서 무변조가 안될 경우는 스퓨리어스 발사의 강도에 대해서는 시험을 하지 않기로 한다.

5) 공중선 전력의 편차

① 측정계통도



접속 기구는 각종 도파관 변환기 등이다.

② 측정기의 조건 등

- ㉠ 고주파 전력계의 형식은 통상 열전대 또는 서미스터 등에 의한 열전 변환형으로 한다.
- ㉡ 변조는 시험기기에 내장된 신호원으로 변조한다.
- ③ 시험기기의 상태
  - ㉠ 시험주파수로 설정한다.
  - ㉡ 변조는 시험기기에 내장된 신호원으로 변조한다.
- ④ 측정조작 순서
  - ㉠ 고주파 전력계를 영(0)에 맞춘다.
  - ㉡ 송신한다.
  - ㉢ 평균전력을 측정한다. 바스트신호일 경우는 반복 바스트파의 전력을 충분히 오랜 시간에 걸쳐 측정한다. 이 경우 평균 전력은 바스트 시간율에서 빼고 측정값으로 한다.
- ⑤ 시험결과의 기재방법
 

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW단위로, 정격(공사 설계서에 기재된) 공중선 전력에 대한 편차를 (%) 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

## 제 4 장 국내 밀리미터파 기술기준 시험방법 제안

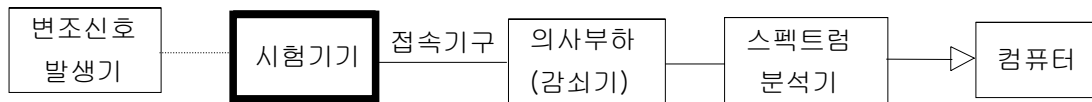
### 제 1 절 점유주파수 대역폭 측정

#### 1. 기술 기준

밀리미터파 기기 주파수 대역	57~64GHz
차량용 레이더 주파수 대역	76~77GHz

#### 2. 전도전력 측정 방법을 사용한 측정

##### 가. 측정 구성도



접속 기구는 각종 도파관 및 1 mm coaxial cable 등이다.

##### 나. 측정기의 조건 등

(1) 개략 측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	허용된 점유주파수대폭의 2~3.5배
분해능대역폭	점유주파수대폭의 기준안에 기재된 값의 3%이하로 스펙트럼 분석기의 설정가능 범위
비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	반송파 레벨이 스펙트럼 분석기의 잡음 레벨보다 50dB이상 높은 것
데이터점수	400 point 이상
검파모드	positive peak



Sweep모드	continuous
---------	------------

(2) 상세측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	점유주파수대폭의 측정 대상물의 설명서에 기재된 값의 2~3배
분해능대역폭	점유주파수대폭의 측정 대상물의 설명서에 기재된 값의 3%이하로 스펙트럼 분석기의 설정 가능한 값
비디오대역폭	분해능대역폭의 3배정도(단, 스펙 트럼분석기의 설정 가능한 값)
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	최대 다이내믹レンジ가 되는 값
데이터점수	400 포인트 이상
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단 burst파의 경우는 1샘플 당 1 burst 이상이 들어갈 것.
Sweep모드	single
검파모드	positive peak

(3) 스펙트럼분석기의 측정값은 외부 또는 내부 컴퓨터로 처리한다.

다. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 점유 주파수대폭이 가능한 한 최대가 되는 신호로 한다.
- (3) burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

라. 측정 조작 순서

- (1) 스펙트럼분석기의 설정을 나(1)로 소인하여 화면의 스펙트럼 표시에서 측정 대상물의 신호의 점유주파수대폭이 기준값보다 작은지 아닌지를 확인한다. 측정 대상물의 신호의 점유주파수대폭이 허용 주파수 대역 사이에 있고, 또 허용주파수 대역폭보다 확실히 작을 경우에는 본 시험 결과를 ‘양호’이라고 한다.
- (2) 점유주파수대폭의 값을 상세히 구할 경우는 스펙트럼 분석기의 설정을 나(2)로 하여 소인하고 이하의 순서에 따른다.
- (3) 하한주파수의 계산  
최저주파수인 데이터부터 순차적으로 위에서 전력 가산을 하고, 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「하한주파수」를 구한다.
- (4) 상한주파수의 계산  
최고 주파수 데이터부터 순차적으로 아래에서 전력 가산을 하여 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「상한 주파수」를 구한다.

마. 시험 결과의 기재방법

- (1) 라(1)에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.
- (2) 라(2)에서의 측정을 한 경우는 점유주파수대폭은 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하여 MHz의 단위로 기재한다.

바. 그 밖의 조건

하모닉믹서를 사용하는 경우에는 이미지 신호를 주의할 것.

### 3. 방사전력 측정 방법을 사용한 측정

가. 시험 장소의 조건 등

(1) 시험 장소

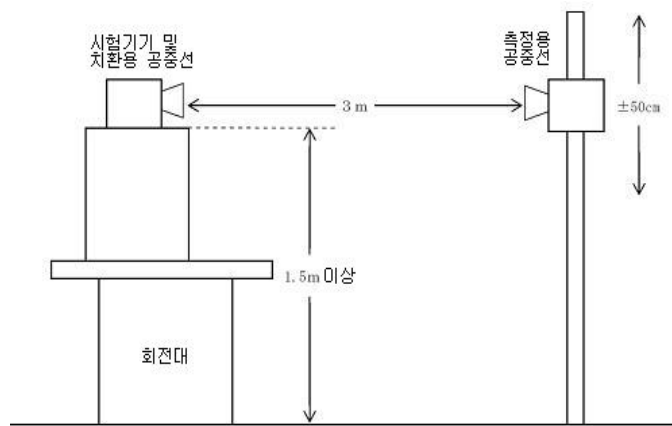
바닥면을 포함한 6면 반사파를 억압한 전파 암실로 한다.

(2) 시험장소의 조건

전계 강도 변화의 최대값을  $\pm 1\text{dB}$ 이하로 하고,  $\pm 0.5\text{dB}$ 이하를 목표로 한다. 즉, 이 평가 방법은 Low reflection test sites(LRTS, reduced ground reflection)를 위한 평가 방법(측정 장소의 전계정재파를 측정하는 방법)에 의한 것으로 한다.

(3) 측정시설

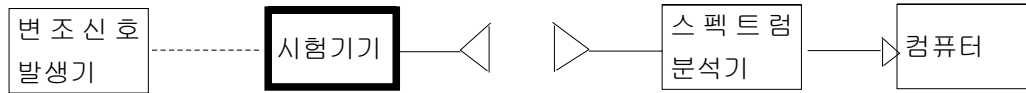
측정시설은 다음 그림에 준하는 것으로 한다.



<그림 4-1> 방사 전력 측정 시설

- ㉠ 시험기기 및 치환용 공중선은 회전대 위에 올려 지상 1.5m(밑부분) 이상으로 가능한 한 높게 한다.
- ㉡ 측정용 공중선의 지상 높이는 서로 마주하는 시험기기 및 치환용 공중선의 지상 높이의  $\pm 50\text{cm}$  사이의 가변으로 한다.
- ㉢ 시험기기와 측정용 공중선의 거리는 원칙적으로 3m로 한다.
- ㉣ 측정용 공중선 및 치환용 공중선은 지향성이 있는 형태로 광대역 특성을 가지고 또한 시험기기의 공중선과 동일 편파인 것이 요구된다.

## 나. 측정구성도



## 다. 측정기의 조건

(1) 개략 측정 시 스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험주파수
Sweep주파수폭	허용된 점유주파수대폭의 2~3.5배
분해능대역폭	점유주파수대폭의 기준안에 기재된 값의 3%이하로 스펙트럼 분석기의 설정가능 범위
비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	반송파 레벨이 스펙트럼 분석기의 잡음 레벨보다 50dB이상 높은 것
데이터점수	400 point 이상
검파모드	positive peak
Sweep모드	continuous

(2) 상세 측정 시 스펙트럼분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험 주파수
Sweep주파수폭	점유 주파수대폭의 측정 대상물 설명서에 기재된 값의 2~3배
분해능대역폭	점유 주파수대폭의 측정 대상물 설명서에 기재된 값의 3%이하에서 스펙트럼 분석기의 설정 가능한 값
비디오대역폭	분해능대역폭의 3배정도(단, 스펙

	트럼분석기의 설정 가능한 값)
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
데이터점수	400 point 이상
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단 burst파의 경우는 1샘플 당 1 burst 이상이 들어갈 것.
Sweep모드	single
검파모드	positive peak

(3) 스펙트럼분석기의 측정값은 외부 또는 내부 컴퓨터로 처리한다.

라. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 점유 주파수대폭이 가능한 한 최대가 되는 신호로 한다.
- (3) burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

마. 측정 조작 순서

- (1) 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 스펙트럼분석기의 입력레벨이 최대가 되도록 마주보게 한다.
- (2) 스펙트럼분석기의 설정을 다(1)로 소인하여 화면의 스펙트럼 표시에서 측정 신호의 점유주파수대폭이 허용주파수 대역폭보다 작은지 여부를 확인한다. 이 때 스펙트럼분석기의 이미 지 신호 등에 주의한다. 측정 신호의 점유주파수대폭이 허용 주파수 대역 사이에 있고, 또 허용 주파수 대역폭보다 확실히 작을 경우에는 본 시험 결과를 ‘양호’라고 한다.
- (3) 점유주파수대폭의 값을 상세를 구할 경우는 스펙트럼 분석

기의 설정을 다(2)로 하여 소인하고 이하의 순서에 따른다.

(4) 하한주파수의 계산

최저주파수인 데이터부터 순차적으로 위에서 전력 가산을 하고, 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「하한주파수」를 구한다.

(5) 상한주파수의 계산

최고 주파수 데이터부터 순차적으로 아래에서 전력 가산을 하여 이 값이 전체 전력의 0.5%가 되는 한계 데이터를 구한다. 그 한계점을 주파수로 변환하여 「상한주파수」를 구한다.

바. 시험 결과의 기재방법

- (1) 마(2)에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.
- (2) 마(3)에서의 측정을 한 경우는 점유주파수대폭은 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하여 MHz 또는 GHz의 단위로 기재한다.

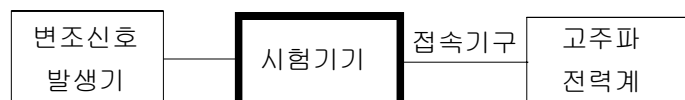
## 제 2 절 출력 측정

### 1. 기술 기준

밀리미터파 기기 공중선 전력	10 mW 이하
차량용 레이더 공중선 전력	10 mW 이하

### 2. 출력신호의 전도 전력 측정 방법

가. 측정구성도



접속 기구는 각종 도파관 및 1 mm coaxial cable 등이다.

#### 나. 측정기의 조건 등

고주파 전력계를 사용하여 측정한다. 측정 장비의 구성은 주파수 대역 기술 기준에 적합한 스펙트럼 분석기로 한다. 적합한 스펙트럼 분석기가 없을 경우, 믹서를 사용해 주파수 하향 변환하여 고주파 전력계 주파수 대역에 맞추어 준다. 수신된 신호를 하향 변환하기 위해 사용되는 국부발진기의 위상잡음은  $-80 \text{ dBc/Hz}$  (@ 100 kHz) 이상이 되어야 한다. 고주파 전력계의 최적 작동 입력에 주의한다.

#### 다. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 전파형식에 따라 시험기기에 필요한 신호에 따라서 한다.
- (3) burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

#### 라. 측정 조작 순서

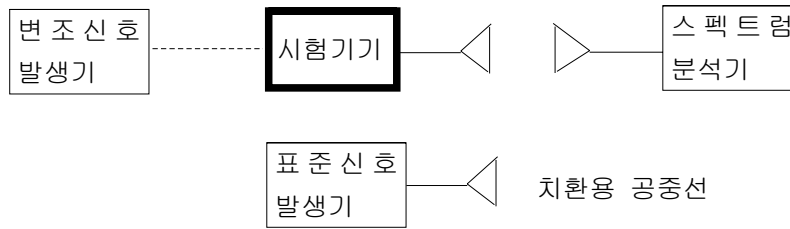
- (1) 고주파 전력계를 영(0)에 맞춘다.
- (2) 송신한다.
- (3) 첨두 전력 또는 평균 전력을 측정한다. burst 신호인 경우는 반복 burst파의 전력을 충분히 오랜 시간에 걸쳐 측정한다. 이 경우 평균 전력은 burst파의 시간율에서 제외하고 측정값으로 한다.

#### 마. 시험결과의 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW 단위로 표시한다.

### 3. 출력 신호의 방사 전력을 측정하는 경우

#### 가. 측정구성도



기본적인 구성은 1절의 2(가)를 따른다.

나. 측정기기의 조건 등

스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	시험 주파수
Sweep주파수폭	점유 주파수대폭의 측정 대상물 설명서에 기재된 값의 2~3배
분해능대역폭	점유 주파수대폭의 측정 대상물 설 명서에 기재된 값의 3%이하에서 스 펙트럼 분석기의 설정 가능한 값
비디오대역폭	분해능대역폭의 3배정도(단, 스펙 트럼분석기의 설정 가능한 값)
Y축 스케일	10dB/Div
입력레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
데이터점수	400 point 이상
Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간. 단 burst파의 경우는 1샘플 당 1 burst 이상이 들어갈 것.
Sweep모드	continuous
검파모드	샘플
단, 침투 전력 측정의 경우는 positive peak	



다. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 점유 전파 형식에 따라 시험기기에 필요한 신호로 한다.
- (3) burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

라. 측정 조작 순서

- (1) 시험기기 및 측정용 공중선의 높이와 방향을 대략 마주보게 한다.
- (2) 인정된 측정소에 의해 승인된 송신 전파의 편파(polarization)의 세부적인 내용은 생산자가 제출한다. 최대 EIRP로 측정되어야 한다. 아래의 ㉠에서 ㉣까지의 조작으로 최대 지시값을 기록한 후, ㉤부터 ㉨까지의 치환 측정으로 공중선 전력을 측정한다.
  - ㉠ 스펙트럼분석기의 설정을 위의 나와 같이 하여 수신한다.
  - ㉡ 시험기기를 회전시켜 수신 전력 최대지점으로 조정한다.
  - ㉢ 측정용 공중선의 지상 높이를 시험기기의 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아서 이 점을 스펙트럼분석기의 눈금을 「E」로 한다.
  - ㉤ 시험기기를 대 위에서 떼어내 치환용 공중선의 입구면을 시험기기의 입구면과 같은 위치에 설정하고, 치환용 표준 신호 발생기로부터 같은 주파수의 전파를 송출해 수신한다.
  - ㉥ 치환용 공중선을 회전하여 전력 최대지점으로 조정한다.
  - ㉦ 측정용 공중선의 지상 높이를 치환용 공중선을 중심으로 하여  $\pm 50\text{cm}$  정도 변화시키고, 또 측정용 공중선의 방향을 조정하여 수신 전력이 최대가 되는 위치로 한다.
  - ㉧ 표준 신호 발생기의 출력을 조정하여 「E」와 같은 값이 되는 전력  $P_s$ 를 기록하든가 아니면 「E」에 가까운 값( $\pm 1\text{dB}$  이내)로 하여 「E」와의 차로부터 역산하여  $P_s$ 를 기록한다.

④ 공중선 전력(dBm)을 아래의 식으로 구한다.

$$\text{공중선 전력} = P_s + G_s - G_t - L_f$$

기호  $P_s$  ; 표준 신호 발생기의 출력 (단위 dBm)

$G_s$  ; 치환용 공중선의 절대이득 (단위 dBi)

$G_t$  ; 시험기기의 공중선 절대 이득 (단위 dBi)

$L_f$  ; 표준 신호발생기와 치환용 공중선 사이의 합전  
선의 손실 (단위 dB)

마. 시험결과와 기재 방법

결과는 공중선 전력의 절대값을 mW단위로 환산한 값으로, 정격  
(기술 기준에 기재되는) 공중선 전력에 대한 편차를 (%) 단위로  
(+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

복사 전력 밀도는 동작 주파수의 허용된 범위에서 측정된 전자기  
파의 전파 방향으로 단위 면적당 전력으로 정의된다. 또한 방사된  
전력 밀도는 EIRP(dBm)으로 표현한다.

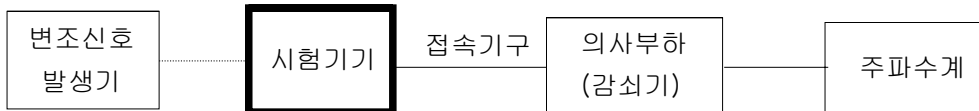
### 제 3 절 주파수 허용편차 측정

#### 1. 기술 기준

밀리미터파 기기 공중선 전력	점유주파수대폭 허용치 이내일 것
차량용 레이더 공중선 전력	점유주파수대폭 허용치 이내일 것

#### 2. 전도전력 측정 방법을 사용한 측정 방법

가. 측정 구성도



접속 기구는 각종 도파관 및 1 mm coaxial cable 등이다.

나. 측정기의 조건 등

- (1) 주파수계로써는 일반적으로 카운터 또는 스펙트럼분석기(국부 발진기가 신디사이저인 것)을 사용한다. 적합한 스펙트럼 분석기가 없을 경우, 믹서를 사용해 주파수 하향 변환하여 스펙트럼 사용 주파수 대역에 맞추어 준다. 수신된 신호를 하향 변환하기 위해 사용되는 국부발진기의 위상잡음은  $-80 \text{ dBc/Hz} (@ 100 \text{ kHz})$  이상이 되어야 한다.
- (2) 주파수계의 측정정밀도는 해당 주파수 허용편차보다 10배 이상 높은 값으로 한다.

다. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제 송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 원칙적으로 무변조로 한다.

라. 측정조작 순서

주파수계로 주파수를 측정한다.

마. 그 밖의 조건

- (1) 시험기기를 무변조로 설정할 수 없고, 카운터 또는 스펙트럼 분석기로 직접 주파수를 측정할 수 없는 경우는 기술 기준의 점유 주파수대폭의 측정으로 구한 「상한주파수」와 「하한주파수」의 평균값(중앙값)을 주파수의 측정값으로 한다.
- (2) 보다 높은 정밀도, 정확도의 방법에 의해 측정할 수 있을 경우에는 그 방법으로 측정하는 것은 관계없다.

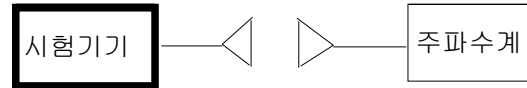
바. 시험 결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 할당

주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

### 3. 방사전력 측정 방법을 사용한 측정 방법

가. 측정구성도



기본적인 구성은 1절의 2(가)를 따른다.

나. 측정기의 조건 등

- (1) 주파수계로는 일반적으로 카운터 또는 스펙트럼분석기(국부 반질기가 신디사이저인 것)을 사용한다. 적합한 스펙트럼 분석기가 없을 경우, 믹서를 사용해 주파수 하향 변환하여 스펙트럼 사용 주파수 대역에 맞추어 준다. 수신된 신호를 하향 변환하기 위해 사용되는 국부발진기의 위상잡음은  $-80$  dBc/Hz(@ 100 kHz) 이상이 되어야 한다.
- (2) 주파수계의 측정 정밀도는 해당 주파수의 허용편차 보다 10 배 이상 높은 값으로 한다.

다. 시험기기의 상태

- (1) 시험‘주파수로 설정하여 연속 송신한다.
- (2) 국부 발진파를 다중으로 하지 않는 것은 변조신호발생기보다 대표적인 주파수의 연속파를 입력 단자에 부가한다.
- (3) 국부 발진파를 다중으로 하는 것은 국부 발진파를 측정하면 되기 때문에 입력단자에 신호를 부가하지 않아도 된다.

라. 측정 조작 순서

주파수계로 주파수를 측정한다.

마. 시험 결과의 기재 방법

결과는 측정값을 GHz단위로 기재함과 동시에 측정값의 할당주파수에 대한 편차를 백만분율( $10^{-6}$ )의 단위로 (+) 또는 (-) 부호를 부쳐 기재한다.

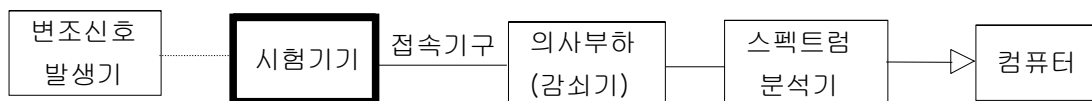
## 제 4 절 불요발사 측정

### 1. 기술 기준

밀리미터파 기기 공중선 전력	57~64GHz 주파수대역 밖의 주파수에서 불요발사는 1 MHz 분해대역폭으로 측정한 전력이 -26 dBm 이하일 것
차량용 레이더 공중선 전력	공중선 전력이 10mW 이하일 때, 1MHz (측정하는 주파수가 1GHz 미만인 경우는 100 kHz)분해 대역폭으로 측정한 전력이 -26 dBm 이하이거나 공중선 전력과 공중선 이득의 합이 50dBm 이하일 때, 0dBm 이하일 것

### 2. 전도 전력 측정 방법을 사용한 측정 방법

가. 측정 구성도



접속 기구는 각종 도파관 및 1 mm coaxial cable 등이다.

나. 측정기의 조건 등

(1) Spectrum 분석기의 설정을 제외하고 점유 주파수대폭의 측

정과 같은 조건 등에 의한다.

- (2) 반송파 또는 spurious 영역에 있어서 탐색 된 불요파 발사 강도의 측정시의 Spectrum 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심 주파수	반송파 또는 탐색 된 불요파 발사 주파수
Sweep 주파수폭	0Hz
분해능대역폭	100 kHz( $f < 1 \text{ GHz}$ ) 또는 1 MHz ( $f > 1\text{GHz}$ )
비디오대역폭	100 kHz( $f < 1 \text{ GHz}$ ) 또는 1 MHz ( $f > 1\text{GHz}$ )
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	single
검파 모드	샘플(구하는 값이 첨두값인 경우에는 positive peak)

- (3) spurious 영역에서의 불요파 발사 탐색시의 스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

Sweep 주파수폭	Spurious 영역
분해 능력 대역폭	100 kHz( $f < 1 \text{ GHz}$ ) 또는 1 MHz ( $f > 1\text{GHz}$ )
비디오 대역폭	100 kHz( $f < 1 \text{ GHz}$ ) 또는 1 MHz ( $f > 1\text{GHz}$ )
Sweep 시간	측정 정밀도가 보증되는 최소 시간(주)
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	single

#### 검파 모드

#### Positive peak

(주) 주파수 hopping 방식의 경우는 1 샘플 당 1 hopping 주기 이상으로 하고 burst파의 경우는 1 샘플 당 1 burst의 지속 시간 이상으로 하지만 burst파의 경우는 Sweep 시간을 「(Sweep 주파수폭(MHz) ÷ 분해가능 대역폭(MHz)) × burst 주기(s)」로 요구되는 시간 이상으로 설정할 수가 있다.

#### 다. 시험기기의 상태

- (1) 시험주파수로 설정하여 강제송신제어로 송신한다.
- (2) 변조는 점유 주파수대폭이 가능한 한 최대가 되는 신호로 한다.
- (3) burst파인 경우는 burst주기를 고정으로 한다.

#### 라. 측정 조작 순서

- (1) 스펙트럼 분석기의 설정을 나(2)로 해서 반송파의 진폭치를 측정한다.
- (2) 스펙트럼 분석기의 설정을 나(3)으로 주파수를 Sweep 해서 불요파 발사를 탐색한다.
- (3) 탐색한 불요파 발사의 진폭치가 설비 규칙 기술 기준에서 규정하는 불요파 발사의 강도의 허용치를 만족하지 않는 경우는 스펙트럼 분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep 주파수폭을 차례차례 좁게 해서 그 불요파 발사의 주파수를 정확하게 구한다. 또 탐색한 불요파 발사의 진폭치로부터 기술 기준에서 규정하는 불요파 발사의 강도의 허용치를 만족하는 것이 분명한 경우는 (2)의 측정은 실시하지 않는다. 스펙트럼 분석기의 설정을 나(2)로 해서 불요파 발사의 진폭치를 요구한다.
- (4) 반송파의 근방에서는 필요에 따라서 분해가능 대역폭을 보

다 좁게 설정해 측정할 수가 있다. 그 경우는 불요파 발사의 강도를 참조 대역폭에서의 값으로 환산하는 것으로 한다.

마. 시험 결과의 기재방법

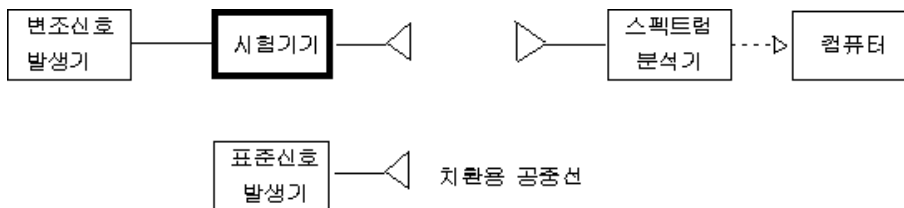
- (1) 라(1)에서의 결과를 양호(또는 부)로 기재한다.
- (2) 라(2)에서의 측정을 한 경우는 점유주파수대폭은 「상한주파수」 및 「하한주파수」의 차로 구하여 MHz의 단위로 기재한다.

바. 그 밖의 조건

- (1) 하모닉믹서를 사용하는 경우에는 이미지 신호를 주의한다.
- (2) 변조에 의해 발생하는 복사성 불요 발사는, 주파수 대역에서의 전력을 측정한다.

### 3. 방사 전력 측정방법을 사용하는 경우

가. 측정 구성도



기본적인 구성은 1절의 2(가)를 따른다.

나. 측정기의 조건 등

- (1) Spectrum 분석기의 설정을 제외하고 점유 주파수대폭의 측정과 같은 조건 등에 의한다.
- (2) 반송파 또는 spurious 영역에 있어서 탐색 된 불요파 발사 강도의 측정시의 Spectrum 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.



중심 주파수	반송파 또는 탐색된 불요파 발사 주파수
Sweep 주파수폭	0Hz
분해능대역폭	100 kHz( $f < 1$ GHz) 또는 1 MHz ( $f > 1$ GHz)
비디오대역폭	100 kHz( $f < 1$ GHz) 또는 1 MHz ( $f > 1$ GHz)
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	단일 sweep
검파 모드	샘플(구하는 값이 첨두값인 경우 에는 positive peak)

(3) spurious 영역에서의 불요파 발사 탐색시의 스펙트럼 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

Sweep 주파수폭	Spurious 영역
분해 능력 대역폭	100 kHz( $f < 1$ GHz) 또는 1 MHz ( $f > 1$ GHz)
비디오 대역폭	100 kHz( $f < 1$ GHz) 또는 1 MHz ( $f > 1$ GHz)
Sweep 시간	측정 정밀도가 보증되는 최소 시간(주)
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	single
검파 모드	Positive peak

(주) 주파수 hopping 방식의 경우는 1 샘플 당 1 hopping 주기 이상으로 하고 burst파의 경우는 1샘플 당 1 burst의 지속 시간 이상으로 하지만 burst파의 경우는 Sweep 시간을 「(Sweep 주파수폭(MHz) ÷ 분해가능 대역폭(MHz)) × burst 주기(s)」로

요구되는 시간 이상으로 설정할 수가 있다.

(4) 시험기기의 상태

- ① 시험 기기 및 측정용 안테나의 높이와 방향을 대향시킨다.
- ② 스펙트럼 분석기의 설정을 나(3)으로 주파수를 Sweep 해서 불요파 발사를 탐색한다.
- ③ 스펙트럼 분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep 주파수폭을 차례차례 좁게 해서 탐색한 불요파 발사의 주파수를 정확하게 구한다.
- ④ 다로 탐색한 불요파 발사의 주파수에 대해 (여러개가 있는 경우는 그 각각에 대해) 다음에 나타내는 마로부터 자까지의 조작에 의해 불요파 발사의 진폭치를 측정한다.
- ⑤ 스펙트럼 분석기의 설정을 나(2)로 하여 시험 기기를 회전시켜 불요파 발사의 수신 전력이 최대가 되는 각도에 조정한다.
- ⑥ 측정용 안테나의 지상에서의 높이를 시험 기기의 안테나를 중심으로서  $\pm 50$  cm 정도의 사이로 변화시키고 측정용 안테나의 방향을 조정해서 불요파 발사의 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아 이 점의 측정치를 E로 한다.
- ⑦ 시험기기를 받침대에서 빼고 치환용 안테나의 개구면을 시험 기기의 개구면과 동일 위치로 설정하여 치환용의 표준 신호 발생기로부터 동일 주파수의 전파를 송신하면서 치환용의 표준 신호 발생기를 회전시켜 수신 전력이 최대가 되는 각도에 조정한다.
- ⑧ 측정용 안테나의 지상에서의 높이는 대향하는 시험기기 및 치환용 안테나를 중심으로서  $\pm 50$  cm 정도의 사이 변화시키고 측정용 안테나의 방향을 조정해서 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아 이 점의 측정치가 E와 동일해지도록 전력을 조정한다.

- ⑨ ⑧의 전력을 이용해 차식과 같이 환산해 불요파 발사의 전력을 요구한다.

$$\text{불요파 발사 전력(dBm)} = P_S + G_S - G_T - L_F$$

$P_S$  : 표준 신호 발생기의 출력(dBm)

$G_S$  : 치환용 공중선의 절대 이득(dBi)

$G_T$  : 시험 기기의 공중선 절대 이득(dBi)

$L_F$  : 표준 신호 발생기와 치환용 공중선간의 급전선의 손실(dB)

(5) 시험 결과의 기재 방법

- ① 감쇠비로 기재하는 경우는 불요파 발사의 전력의 최대의 1파를 반송파의 진폭치에 대한 진폭의 비를 이용해 주파수와 함께 기재한다.
- ② 전력으로 기재하는 경우는 불요파 발사 전력의 최대의 1파를 기술 기준에서 규정하고 있는 단위로 주파수와 함께 기재한다.

### 3. 대역 외 영역에서의 spurious 발사 강도의 측정 방법

가. 일반 사항

- (1) Spurious 발사 측정 영역 (기술 기준에서 spurious 발사 강도의 허용치를 규정하는 주파수 범위를 말한다.) 에서 측정한다.
- (2) 발진 방식과 상관없이 동일 주파수대내의 임의의 1주파수를 선정하고 측정한다.
- (3) 무선 설비를 무변조 상태에서 동작시킬 때의 모든 spurious 발사가 예상되는 주파수에 대해 spurious 발사를 측정한 값 또는 그 값과 기본 주파수에 있어서의 평균 전력과의 차이의 값을 spurious 발사의 강도로 한다.
- (4) Spurious 발사 강도는 기술 기준에서 정의하고 있는 단위로

기재한다

- (5) 필요에 따라 반송파억압 filter를 사용하는 것으로 하고 그 경우는 spurious 발사 강도를 보정하는 것으로 한다.

#### 나. 측정 구성도

spurious 영역에서의 불요파 발사 측정과 같은 측정 구성에 의한 다.

#### 다. 측정기의 조건 등

- (1) Spectrum 분석기의 설정을 제외하고 점유 주파수대폭의 측정과 같은 조건 등에 의한다.
- (2) Spurious 발사 탐색시의 spectrum 분석기의 설정은 spurious 영역에서의 불요파 발사 측정과 마찬가지로 한다.
- (3) 반송파 또는 spurious 발사 강도의 측정시의 spectre 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심 주파수	반송파 또는 탐색된 spurious 발사 주파수
Sweep 주파수폭	0Hz
분해능력 대역폭	10Hz부터 1kHz정도까지(대역 외 영역의 주파수 범위가 10MHz 넘어가는 경우는 1kHz 이상으로 할 수가 있다.)
Sweep모드	single
검파 모드	샘플(구하는 값이 첨두값인 경우 및 주파수 hopping 방식의 반송파 근방에서의 spurious 발사를 측정하는 경우에는 positive peak)
표시 모드	Max hold(주파수 hopping 방식의

반송파 근방에서의 spurious 발사를 측정하는 경우)

라. 시험기기의 상태  
변조는 무변조로 한다.

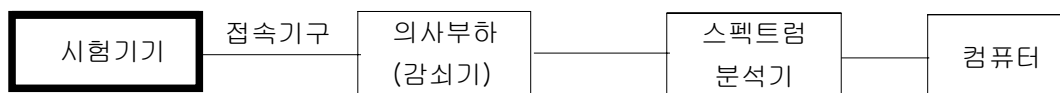
마. 측정 조작 순서  
Spurious 영역에서의 불요파 발사와 같은 조작순서에 의해 측정한다.

바. 시험 결과의 기재 방법  
(1) 감쇠비로 기재하는 경우는 spurious 발사 전력의 최대의 1파를 반송파의 진폭치에 대한 진폭의 비를 사용하고 기술 기준에서 정의하고 있는 단위로 주파수와 함께 기재한다.  
(2) 전력으로 기재하는 경우는 spurious 발사 전력의 최대의 1파를 기술 기준에서 정의하고 있는 단위로 주파수와 함께 기재한다.

## 제 5 절 부차적 전파발사 측정

### 1. 전도 전력 측정 방법을 사용한 측정 방법

가. 시험 구성도



접속 기구는 각종 도파관 및 1 mm coaxial cable 등이다.

나. 측정기의 조건 등

(1) 부차적으로 발생하는 전파의 탐색 시 스펙트럼분석기의 설

정은 다음과 같이 한다.

Sweep주파수폭	부차적으로 발생하는 전파의 탐색 은 가능한한 낮은 주파수(도파관 의 컷오프 주파수정도)에서 가능 한 한 높은 주파수까지로 한다.
-----------	--

분해능대역폭	1MHz
--------	------

비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
--------	---------------

Y축 스케일	10dB/Div
--------	----------

Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시 간(burst파의 경우는 소인시간 단축 을 위해 「(Sweep주파수폭(MHz)÷ 분해능대역폭(MHz))×바스트 주기 (s)」로 구해지는 시간 이상이면 Sweep시간으로 설정해도 좋다.)
---------	---

Sweep모드	: single
---------	----------

검파모드	: positive peak
------	-----------------

(2) 부차적으로 발생하는 전파의 진폭 측정 시 스펙트럼분석기  
의 설정은 다음과 같이 한다.

중심주파수	위에서 탐색된 주파수
-------	-------------

Sweep주파수폭	0Hz
-----------	-----

분해능대역폭	1MHz
--------	------

비디오대역폭	분해능대역폭과 같은 정도
--------	---------------

Y축 스케일	10dB/Div
--------	----------

Sweep시간	측정 정밀도가 보장되는 최소의 시간
---------	---------------------

Sweep모드	single
---------	--------

검파모드	샘플
------	----

(3) 시험기기의 상태

- ① 시험주파수로 설정한다.
- ② 송신을 정지하고 수신 상태로 한다.
- (4) 측정 조작 순서
  - ① 스펙트럼분석기의 설정을 나(1)로 하고, Sweep하여 스퓨리어스를 탐색한다.
  - ② 탐색한 결과가 규격값 이하인 경우 탐색값을 측정값으로 한다.
  - ③ 탐색한 결과가 규격값을 넘은 경우, 스펙트럼분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep주파수폭을 10MHz 및 1MHz로 순차적으로 좁힘으로써 스퓨리어스 주파수를 정확하게 구한다. 다음에 스펙트럼분석기의 설정을 상기 나(2)로 하여 평균화 처리를 하여 평균 전력을 측정한다.
- (5) 시험 결과의 기재 방법
  - ① 10 $\mu$ W 이하인 경우는 최대 1파를 주파수와 함께  $\mu$ W단위로 기재한다.
  - ② 10 $\mu$ W를 넘을 경우는 모든 측정값을 주파수와 함께  $\mu$ W단위로 표시하고, 또한 전력의 합계 값을  $\mu$ W단위로 기재한다.
- (6) 그 밖의 조건
 

스펙트럼분석기의 Y축 스케일을 미리 교정해 둔다.

## 2. 방사 전력 측정방법을 사용하는 경우

### 가. 시험장소의 조건

#### (1) 시험장소

바닥면을 포함한 6면 반사파를 흡수하는 전파 암실로 한다.

#### (2) 시험장소의 조건

전계 강도 변화의 최대값을  $\pm 1$ dB이하로 하고,  $\pm 0.5$ dB이하를 목표로 한다. 즉, 이 평가 방법은 Low reflection test sites(LRTS, reduced ground reflection)를 위한 평가 방법(측

정 장소의 전계정재파를 측정하는 방법)에 의한 것으로 한다.

나. 시험기기의 상태

(1) 시험주파수로 설정한다.

(2) 송신을 정지하고 수신 상태로 한다.

(3) 측정 조작 순서

① 스펙트럼분석기의 설정을 1의 나(1)로 하고, Sweep하여 스퓨리어스를 탐색한다.

② 탐색한 결과가 규격값 이하인 경우 탐색값을 측정값으로 한다.

③ 탐색한 결과가 규격값을 넘은 경우, 스펙트럼분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep주파수폭을 10MHz 및 1MHz로 순차적으로 좁힘으로써 스퓨리어스 주파수를 정확하게 구한다. 다음에 스펙트럼분석기의 설정을 1의 나(2)로 하여 평균화 처리를 하여 평균 전력을 측정한다.

(4) 시험 결과의 기재 방법

① 10 $\mu$ W 이하인 경우는 최대 1파를 주파수와 함께  $\mu$ W단위로 기재한다.

② 10 $\mu$ W를 넘을 경우는 모든 측정값을 주파수와 함께  $\mu$ W단위로 표시하고, 또한 전력의 합계 값을  $\mu$ W단위로 기재한다.

(5) 그 밖의 조건

스펙트럼분석기의 Y축 스케일을 미리 교정해 둘 것.



## 제 5 장 결론

주파수 자원의 부족을 해소하기 위한 해결책으로 비/저활용 밀리미터파 대역에 대한 사용방안이 비허가 또는 ISM 대역으로 할당되면서 관심이 집중되고 있다. 국내에서도 57-64GHz 대역을 비허가 무선기기/용도 미지정으로 할당하였고, 76~77GHz는 차량 충돌방지용 레이더 특정 소출력 무선기기용으로 할당하였으며, 이에 대한 기술기준이 완료되었다.

본 연구에서는 60GHz, 76GHz 기술기준 시험방법 개선을 위해 밀리미터파 대역의 기술 동향, 표준화를 조사하고, 국내외 기술기준을 분석하였다. 조사된 자료를 바탕으로 현재 국내 60GHz 무선기기와 76GHz 차량용 레이더 이용 기준에 적합한 시험방법 및 환경조건을 도출하였다.

시험방법 및 환경조건에는 측정기구 및 측정 환경을 설명하고, 주파수 대역 측정 방법과 출력신호의 전도전력 및 방사 전력 측정 방법, 발사되는 주파수 허용편차, 주파수 대역 이외의 주파수에서의 불요발사 허용치 측정 방법을 상세히 제시하였다.

## 참고문헌

- [1] 전파연구소, 밀리미터파 기술기준 분석 보고서
- [2] 전파연구소, 77GHz 차량 충돌방지용 레이더 기술기준 분석 보고서
- [3] 박공만, “Car Radar 기술발전 및 산업동향,” 전파 제104호, 2002.
- [4] 미국 : CFR Title 47 Part 15.
- [5] 유럽 : ECC Recommendation 70-03.
- [6] 캐나다 : RSS-210, Issue 6, September 2005.
- [7] 호주 : Radiocommunications Class License 2000.
- [8] 일본 : Regulations for Enforcement of the Radio Law6-4-2 Specified Low Power Radio Station(11) 59-66 GHz band.
- [9] ITU-R, Technical and operating parameters and spectrum requirements for short-range radiocommunication devices, 2006.
- [10] Su-Khiong Yong and Chia-Chin Chong, “An overview of multi-gigabit wireless through millimeter wave technology : Potentials and technical challenges,” EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, 2006. 9.
- [11] IEEE 802.15 WPAN Millimeter Wave Alternative PHY Task Group 3c, <http://www.ieee802.org/15/pub/TG3c.html>.
- [12] TR 102 555: “Technical characteristics of multiple gigabit wireless systems in the 60 GHz range System Reference Document”
- [13] ERC/REC 12-09: “Radio frequency channel arrangement for Fixed Service systems operating in the band 57.0 - 59.0 GHz which do not require frequency planning”

- [14] ECC/REC 05-02: "Use o f the 64-66 GHz frequency band for Fixed Service"
- [15] Recommendation ITU-R F.699 : "Reference radiation patterns for fixed wireless system antennas for use in coordination studies and interference assessment in the frequency range from 100 MHz to about 70 GHz"
- [16] ITU-R Recommendation, "Transport information and control systems(TICS)-objective and requirements," M.1310, 1997.
- [17] ITU-R Recommendation, "Transport information and control systems low power short-range vehicular radar equipment at 60GHz and 76GHz," M.1452, 2000.
- [18] ETSI, "Technical characteristics and test methods for radar equipment operating in the 76GHz to 77GHz band," EN 301091, 1998.

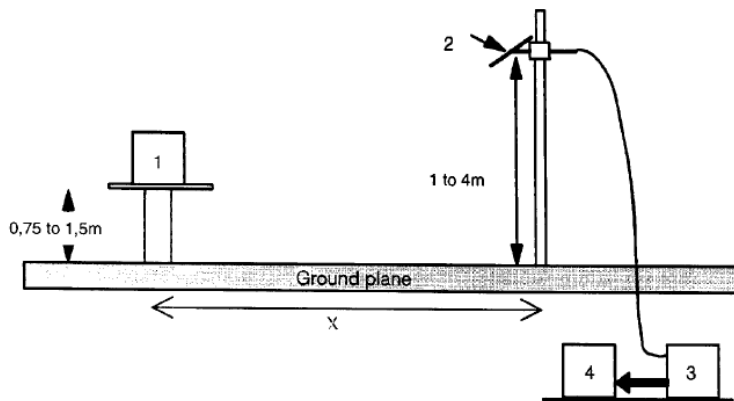
## 부 록

### 1. 참조 A : 복사 전력 측정

○ 복사 필드의 사용을 포함한 측정을 위한 일반적인 구성 및 측정소

#### (1) 외부의 측정소

외부 측정소는 알맞은 접지 공간 위에 만들어져야 한다. 이 측정소의 한 지점에서 CISPR 16-1 에 맞는 타원형의 접지 공간이 제공되어야 한다. 이 접지 공간중 한점에, 수직 또는 수평으로 회전할 수 있는 절연체 지지대가 놓여져야 한다. 그 지지대는 접지면 위로 0.75~1.5 m 정도 높이에 표준 위치에 측정할 기기를 놓는데 사용한다. 측정용 공중선은 다른 기준점에 놓여져야 한다.



<그림 A-1> 복사 전력 측정 설치물

1-측정할 기기, 2-측정용 공중선, 3-고역 통과 여파기,  
4-스펙트럼 분석기 또는 측정용 수신기

40GHz 이상의 측정에서는 전자파 무반사 환경에서 이루어 져야 한다. 그리고 그 환경은 측정용 공중선이 원거리(far field)에 놓일 만큼 충분히 커야 한다.(  $> 2d^2/\lambda$  ) 실제로 사용되는 거리는 CISPR

16-1에 기술되어 있는 순서에 따라 정의되어야 한다. 그리고 중요한 주의 사항은 인접한 외부의 물질에 의한 반사가 측정 지역에 측정 결과에 나쁜 영향을 주지 않도록 해야한다는 것이다.

## (2) 측정용 공중선

측정용 공중선은 측정할 기기의 복사 전력 또는 방사 패턴을 검출하기 위해 사용된다. 이 공중선은 공중선이 수직 편파이든 수평 편파이든 모두 수용가능하고 1~4 m까지 접지면에서 높이가 변할 수 있는 지지대에 물려져 있어야 한다. 이 공중선의 지향성(directivity)은 이미 알고 있어야 한다. 측정용 공중선의 크기는 측정 거리의 20 %를 초과해서는 안된다.

방사 측정에서, 측정용 공중선은 측정해야할 어느 주파수로나 바꿀 수 있고 정확하게 공중선으로 들어온 신호의 상태적인 크기를 알기 위한 측정용 수신기에 연결되어야만 한다. 4GHz 이상의 주파수에서 측정될 때, 혼 형태의 공중선이 사용된다.

혼 공중선의 이득은 등방성 공중선의 상대적인 값으로 표시된다. 원거리 측정시 거리 'X'는 최소  $2d^2/\lambda$ 이 되어야 한다. d는 공중선 입구의 최대 길이를 의미한다. 잘 캘리브레이션 된 측정용 공중선이 모든 측정에 사용되어야 한다. 측정용 공중선의 제일 끝부분에서 접지면까지의 거리는 0.3m 이하여야 한다.

## (3) 표준 위치

모든 측정소에서 표준 위치는 다음을 따라야 한다. integral antenna를 가진 장비의 경우 그 장비 생산자가 정한 표준 사용법에 가장 가까운 위치에 놓아야 한다. 측정용 공중선과 측정할 기기의 공중선의 편파특성은 측정할 기기의 공중선의 대역 내에서와 동일해야 한다. 측정할 기기의 대역 외에서는 측정용 공중선은 수

직편파이어야만 한다.

(4) 선택적인 추가적인 실내 측정소

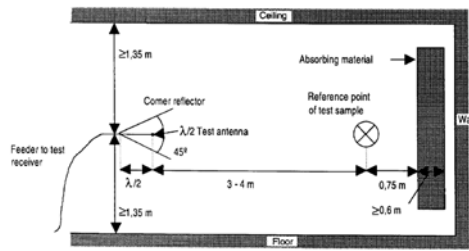
측정할 신호의 주파수가 80 MHz 이상인 경우, 측정이 실내에서 이루어 질수도 있다. 이 대체 측정소가 사용될 경우 이것은 측정 보고서에 기록되어야 한다. 그러한 측정소에서 40GHz 이상의 원거리 측정이 이루어지는 경우 정확한 측정이 되지 않을 수도 있다는 것을 주의해야 한다. 그 측정소는 가로 6m, 세로 7m의 길이에 높이가 적어도 2.7 m 이상은 되어야 한다. 측정할 기기와 동작시키는 사람이 멀리 떨어져 있을 때, 그 측정소는 벽과 바닥과 천장과 같은 반사체로부터 가능한 자유로워야만 한다. 측정할 기기 뒤의 벽에 의한 반사의 가능성은 그 벽 앞에 흡수체를 놓음으로서 줄일 수 있다. 수평 편파 측정의 경우, 측정용 공중선 주변 귀통이에 반사체를 놓아 반대편 벽과 바닥으로부터 그리고 천장에 의한 반사의 영향을 줄여야 한다. 유사하게 반사체는 수직 편파 측정에서도 벽에 의한 반사를 줄이는 효과가 있다.

(5) 방사 측정 장소 사용에 대한 지침

40GHz 이상의 측정에서, 주의할 것은 선택된 측정 장소가 적합해야 한다는 것이다. 측정 장소를 사용할 때, 다음의 조건들이 측정 결과의 신뢰성을 보장하기 위해 지켜져야 한다.

(6) 측정 거리

측정 거리가  $\lambda/2$ 보다 클 경우, 측정 거리는 측정 결과에 큰 영향을 주지 않는다. 측정 거리는 일반적으로 3, 5, 10, 30m에서 측정한다.



<그림 A-2> 실내 측정 장소(수평 편파 측정용)

(7) 측정용 공중선

측정 결과 오차를 줄이기 위해 측정용 공중선은 다른 형태가 사용되어질지 모른다. 1~4 m 사이에서의 측정용 공중선의 높이의 변화는 최대로 방사되는 출력을 찾기위해 중요하다.

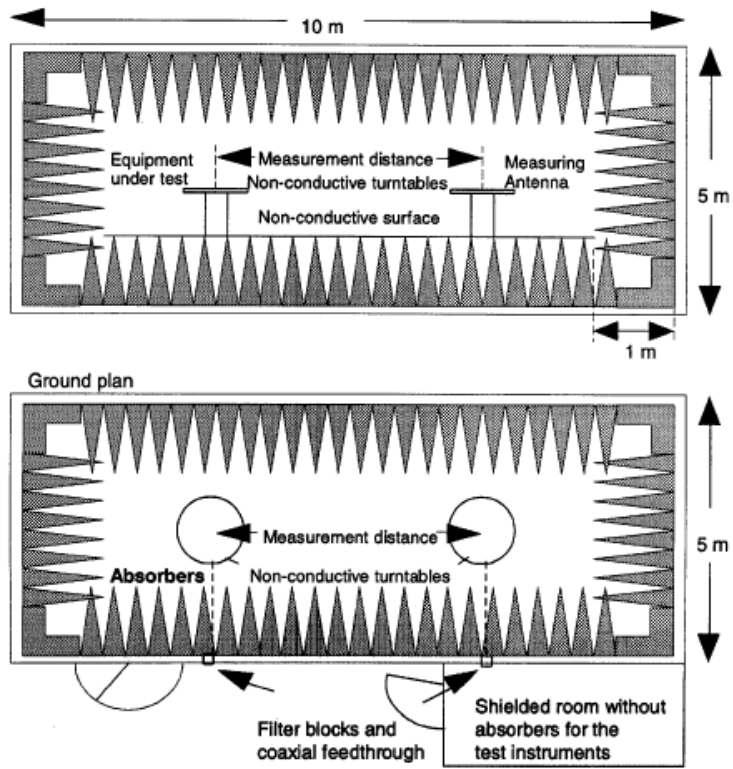
(8) 대용 공중선

대용 공중선과 신호 발생기는 대체 측정시 측정할 대상을 대체할 때 사용되어진다. 4GHz 이상의 측정시에는, 혼 공중선이 사용되어진다. 이 공중선의 중앙은 측정할 대상의 기준점과 일치해야한다. 측정할 대상의 기준점은 측정 대상물 내부에 공중선이 들어가 있을 경우에는 측정 대상물의 크기의 중앙이 되어야 하고 외부 공중선이 측정 대상물에 연결되어 있을 경우에는 그 점이 되어야 한다.

(9) 반사가 없는 RF 챔버를 사용한 실내 측정 장소

전형적인 측정 장소의 예에는 10 m 길이에, 5 m 넓이, 5 m 높이의 무반사 챔버이다. 벽과 천장은 1m 높이의 RF 신호 흡수체로 표면을 덮어야 한다. 바닥은 1m 두께의 흡수체 물질로 덮여져 있고 나무 소재의 바닥에 측정 장비와 측정 수행원이 이동할 수 있도록 제작되어야 한다.

# Absorbers



<그림 A-3> 무반사 챔버의 예



## 2. 참조 B: 측정 방법의 일반적인 기술

### ○ 방사 측정

방사 측정은 참조 A에 기술된 것과 같은 측정용 공중선과 측정용 수신기를 가지고 수행되어야 한다. 측정용 공중선과 측정용 수신기, 스펙트럼 분석기는 여기에 기술된 것과 같은 순서에 따라 캘리브레이션 되어야 한다. 측정할 대상물과 측정용 공중선은 최대 방사 출력을 얻기 위한 방향으로 설정되어야 한다. 이 위치는 측정 문서에 기술되어야 한다. 주파수 범위 역시 이 위치에서 측정되어야 한다.

다중 고정 빔 공중선을 가진 장비를 위해, 측정은 최대 방사 출력 레벨을 얻기 위한 방향으로 측정용 공중선을 움직여 수행하고 다른 빔 위치에서도 반복한다. 만약 측정할 대상물이 한 번에 한 빔 이상에서 방사 되어진다면, 최대 EIRP가 기술되어야 한다.

만약 그 측정 대상물이 기계적으로 또는 전기적으로 스캔기능을 가진 하나의 공중선을 가진다면, 스캐닝을 이 측정에서는 제재되어야 한다. 스캐닝을 멈춘 후, 그 측정 대상물의 공중선을 가지고 최대 이득을 얻는 위치에서 EIRP는 측정되어야 한다.

40GHz 아래의 절대 출력 레벨 측정은  $\lambda/2$  또는 3m 이상의 거리에서 측정되어야 한다. 40GHz이상의 절대 출력 레벨 측정에서는, 원거리에서 측정용 공중선을 설치 할 수 있을 정도로 충분히 큰 전자파 무반사 환경이 필요하다.

방사 측정은 무반사 환경에서 승인된 측정용 설치물로 또는 참조 A에 기술된 설치물을 사용하여 측정되어야 한다.

- (1) 측정할 대상은 참조 A에 기술된 규격대로 위치시켜야 한다.
- (2) 측정용 공중선은 초기에 특별한 것이 기술되어 있지 않다면 수직 편파 방향으로 위치시킨다. 측정용 수신기에 최대 신호 레벨이 측정될 때까지 측정용 공중선의 높이를 변화시킨다.
- (3) 측정 대상물은 수신 신호가 최대값이 되기 위해 수직축에 대하여 360°회전시킬 수 있어야 한다.
- (4) 측정용 공중선은 필요하다면 최대 전력을 얻을 때까지 다시 높이를 조절해야 한다. 이 높이는 기록되어야 한다.
- (5) 이 측정은 수평 편파 방향으로도 반복되어야 한다.
- (6) 대용 공중선을 측정할 대상물이 있는 위치에 수직 편파 방향으로 놓는다. 그리고 신호 발생기의 주파수를 측정 대상물의 TX 주파수에 맞춘다.
- (7) 다시 측정을 반복한다.
- (8) 대용 공중선의 입력 신호는, 측정 대상물에서 측정되었던 것과 같은 레벨의 신호가 측정용 수신기에서 얻어질 때까지 감쇄기를 거쳐 레벨이 조절되어야 한다.
- (9) 이 측정 역시 수평 편파로도 진행되어야 한다.
- (10) 측정 대상물의 방사 출력은 신호발생기와 대용 공중선의 이득과 케이블 감쇄에 의해 발생된 신호의 출력 값과 같다.

### 3. 일본의 spurious 영역에서의 불요파 발사 강도의 측정 방법

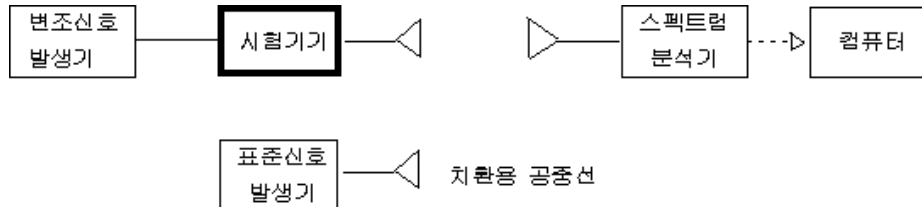
가. spurious 영역에서의 불요파 발사 강도의 측정 방법

#### (1) 일반 사항

- ① spurious 영역 (설비 규칙 별표 제3호에서의 불요파 발사 강도의 허용치를 규정하는 주파수 범위 내에서 9kHz부터 110GHz 또는 중심 주파수의 2배의 주파수 중에서 높은 주파수까지의 주파수 범위를 말한다.)에서 측정한다.
- ② 무선 설비 구성 (filter, 증폭기, 도파관, 기타의 기기의 사용 상황 등)으로 특정 주파수 범위에 있어서 명백히 불요파 발사 강도의 허용치를 만족하는 것이 기지의 주파수 특성을 나타내는 서류 등에 의해 합리적으로 확인할 수 있는 경우는 그 취지를 기재하는 것으로 해당 주파수 범위의 측정을 대신할 수가 있다.
- ③ 무선 설비를 통상의 변조 상태로 동작시켰을 때 급전선에 공급되는 주파수마다의 불요발사 평균 전력을 측정한 값 또는 그 값과 기본 주파수의 반송파 전력 또는 평균 전력과의 차이의 값을 불요파 발사의 강도로 한다. 다만, 통상의 동작 상태가 무변조인 것 또는 변조를 걸친 상태에서의 측정이 불가능한 것에 대해서 무변조 상태에 대한 측정한 값을 불요파 발사의 강도로 한다.
- ④ 불요파 발사 강도는 참조대역폭(설비 규칙 별표 제 3호 1(4)에 규정하는 참조 대역폭을 말한다.) 해당 값으로 환산한 것이다.
- ⑤ 필요에 따라서 반송파 억압 필터를 사용하는 것으로 하고 그 경우는 불요파 발사의 강도를 보정하는 것으로 한다.

(2) 측정 구성

- ① 안테나 일체형 이외의 경우는 점유 주파수대폭의 측정과 같은 측정 구성으로 한다.
- ② 안테나 일체형의 경우는 다음 측정 구성으로 한다.



(3) 측정기의 조건 등

- ① Spectrum 분석기의 설정을 제외하고 점유 주파수대폭의 측정과 같은 조건 등에 의한다.
- ② 반송파 또는 spurious 영역에 있어서 탐색 된 불요파 발사 강도의 측정시의 Spectrum 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심 주파수	반송파 또는 탐색 된 불요파 발사 주파수
Sweep 주파수폭	0Hz
분해능대역폭	참조대역폭
비디오대역폭	분해가능 대역폭과 동일한 정도
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	single
검파 모드	샘플(구하는 값이 첨두값인 경우에는 positive peak)

- ③ spurious 영역에서의 불요파 발사 탐색시의 spectre 분석기의

설정은 다음과 같이 한다.

Sweep 주파수폭	Spurious 영역
분해 능력 대역폭	참조대역폭
비디오 대역폭	분해 능력 대역폭과 같은 정도
Sweep 시간	측정 정밀도가 보증되는 최소 시간(주)
Y축 스케일	10dB/Div
입력 레벨	최대 다이내믹 레인지가 되는 값
Sweep모드	single
검파 모드	Positive peak

(주) 주파수 hopping 방식의 경우는 1 샘플 당 1 hopping  
주기 이상으로 하고 burst파의 경우는 1샘플 당 1 burst  
의 지속 시간 이상으로 하지만 burst파의 경우는 Sweep  
시간을 「(Sweep 주파수폭(MHz) ÷ 분해가능 대역폭  
(MHz)) × burst 주기(s)」로 요구되는 시간 이상으로 설  
정할 수가 있다.

#### (4) 시험기기의 상태

- ① 점유 주파수대폭의 측정과 같은 상태로 한다.
  - ㉠ 스펙트럼 분석기의 설정을 3(2)로 해서 반송파의 진폭치를 측정한다.
  - ㉡ 스펙트럼 분석기의 설정을 3(3)으로 주파수를 Sweep 해서 불요파 발사를 탐색한다.
  - ㉢ 탐색한 불요파 발사의 진폭치가 설비 규칙 별표 제 3호에 규정하는 불요파 발사의 강도의 허용치를 만족하지 않는 경우는 스펙트럼 분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep 주파수폭을 차례차례 좁게 해서 그 불요파 발사의

주파수를 정확하게 구한다. 또 탐색한 불요파 발사의 진폭치로 부터 설비 규칙 별표 제 3호에 규정하는 불요파 발사의 강도의 허용치를 만족하는 것이 분명한 경우는 나의 측정은 실시하지 않는다. 스펙트럼 분석기의 설정을 3(2)로 해서 불요파 발사의 진폭치를 요구한다.

- ④ 반송파의 근방에서는 필요에 따라서 분해가능 대역폭을 보다 좁게 설정해 측정할 수가 있다. 그 경우는 불요파 발사의 강도를 참조 대역폭에서의 값으로 환산하는 것으로 한다.
- ② 안테나 일체형의 경우는 다음의 조작 순서에 의해 측정한다.
  - ① 시험 기기 및 측정용 안테나의 높이와 방향을 대향시킨다.
  - ② 스펙트럼 분석기의 설정을 3(3)으로 주파수를 Sweep 해서 불요파 발사를 탐색한다.
  - ③ 스펙트럼 분석기의 주파수의 정밀도를 높이기 위해 Sweep 주파수폭을 차례차례 좁게 해서 탐색한 불요파 발사의 주파수를 정확하게 구한다.
  - ④ 다로 탐색한 불요파 발사의 주파수에 대해 (여러개가 있는 경우는 그 각각에 대해) 다음에 나타내는 ⑤로부터 ①까지의 조작에 의해 불요파 발사의 진폭치를 측정한다.
  - ⑤ 스펙트럼 분석기의 설정을 3(2)로 하여 시험 기기를 회전시켜 불요파 발사의 수신 전력이 최대가 되는 각도에 조정한다.
  - ⑥ 측정용 안테나의 지상에서의 높이를 시험 기기의 안테나를 중심으로서  $\pm 50$  cm 정도의 사이로 변화시키고 측정용 안테나의 방향을 조정해서 불요파 발사의 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아 이 점의 측정치를 E로 한다.
  - ⑧ 시험기기를 받침대에서 빼고 치환용 안테나의 개구면을 시

험 기기의 개구면과 동일 위치로 설정하여 치환용의 표준 신호 발생기로부터 동일 주파수의 전파를 송신하면서 치환용의 표준 신호 발생기를 회전시켜 수신 전력이 최대가 되는 각도에 조정한다.

- ⑥ 측정용 안테나의 지상에서의 높이는 대향하는 시험기기 및 치환용 안테나를 중심으로  $\pm 50\text{cm}$  정도의 사이 변화시키고 측정용 안테나의 방향을 조정해서 수신 전력이 최대가 되는 위치를 찾아 이 점의 측정치가 E와 동일해지도록 전력을 조정한다.
- ⑦ 위의 전력을 이용해 차식과 같이 환산해 불요파 발사의 전력을 요구한다.

$$\text{불요파 발사 전력(dBm)} = P_s + KGS - GT - LF$$

PS : 표준 신호 발생기의 출력(dBm)

GS : 치환용 공중선의 절대 이득(dBi)

GT : 시험 기기의 공중선 절대 이득(dBi)

LF : 표준 신호 발생기와 치환용 공중선간의 급전선의 손실(dB)

#### (5) 시험 결과의 기재 방법

- ① 감쇠비로 기재하는 경우는 불요파 발사의 전력의 최대의 1파를 반송파의 진폭치에 대한 진폭의 비를 이용해 설비 규칙 별표 제 3호에서의 단위로 주파수와 함께 기재한다.
- ② 전력으로 기재하는 경우는 불요파 발사 전력의 최대의 1파를 설비 규칙 별표 제 3호에서의 단위로 주파수와 함께 기재한다.

#### 나. 대역 외 영역에서의 spurious 발사 강도의 측정 방법

##### (1) 일반 사항

- ① Spurious 발사 측정 영역 (설비 규칙 별표 제3호에서의 spurious 발사 강도의 허용치를 규정하는 주파수 범위를 말한다.) 에서 측정한다.
- ② 발진 방식과 상관없이 동일 주파수대내의 임의의 1주파수를 선정하고 측정한다.
- ③ 무선 설비를 무변조 상태에서 동작시킬 때의 모든 spurious 발사가 예상되는 주파수에 대해 spurious 발사를 측정한 값 또는 그 값과 기본 주파수에 있어서의 평균 전력과의 차이의 값을 spurious 발사의 강도로 한다.
- ④ Spurious 발사 강도는 설비 규칙 별표 제3호에서의 단위로 기재한다
- ⑤ 필요에 따라 반송파억압 filter를 사용하는 것으로 하고 그 경우는 spurious 발사 강도를 보정하는 것으로 한다.

## (2) 측정 계통도

spurious 영역에서의 불요파 발사 측정과 같은 측정 계통에 의한다.

## (3) 측정기의 조건 등

- ① Spectrum 분석기의 설정을 제외하고 점유 주파수대폭의 측정과 같은 조건 등에 의한다.
- ② Spurious 발사 탐색시의 spectre 분석기의 설정은 spurious 영역에서의 불요파 발사 측정과 마찬가지로 한다.
- ③ 반송파 또는 spurious 발사 강도의 측정시의 spectre 분석기의 설정은 다음과 같이 한다.

중심 주파수          반송파 또는 탐색 된 spurious 발사 주



	파수
Sweep 주파수폭	0Hz
분해능력 대역폭	10Hz부터 1kHz정도까지(대역 외 영역의 주파수 범위가 10MHz 넘어가는 경우는 1kHz 이상으로 할 수가 있다.)
Sweep모드	single
검파 모드	샘플(구하는 값이 첨두값인 경우 및 주파수 hopping 방식의 반송파 근방에서의 spurious 발사를 측정하는 경우에는 positive peak)
표시 모드	Max hold(주파수 hopping 방식의 반송파 근방에서의 spurious 발사를 측정하는 경우)

(4) 시험기기의 상태  
변조는 무변조로 한다.

(5) 측정 조작 순서  
Spurious 영역에서의 불요파 발사와 같은 조작순서에 의해 측정한다.

(6) 시험 결과의 기재 방법

- ① 감쇠비로 기재하는 경우는 spurious 발사 전력의 1차 고조파를 반송파의 진폭치에 대한 진폭의 비를 사용하고 주파수와 함께 기재한다.
- ② 전력으로 기재하는 경우는 spurious 발사 전력의 1차 고조파 전력을 주파수와 함께 기재한다.

## 주 의

1. 이 연구보고서는 전파연구소의 연구개발사업비 재정 지원으로 이루어진 연구결과입니다.
2. 이 보고서의 내용을 인용하거나 발표할 때에는 반드시 전파연구소 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.