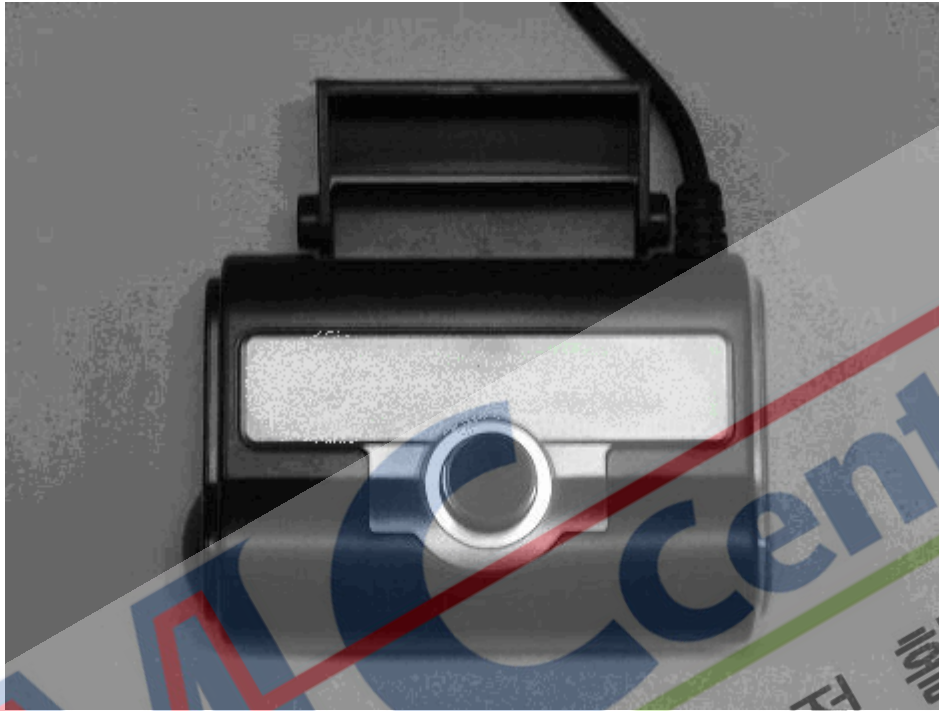


EMC 대책 • 설계 보고서

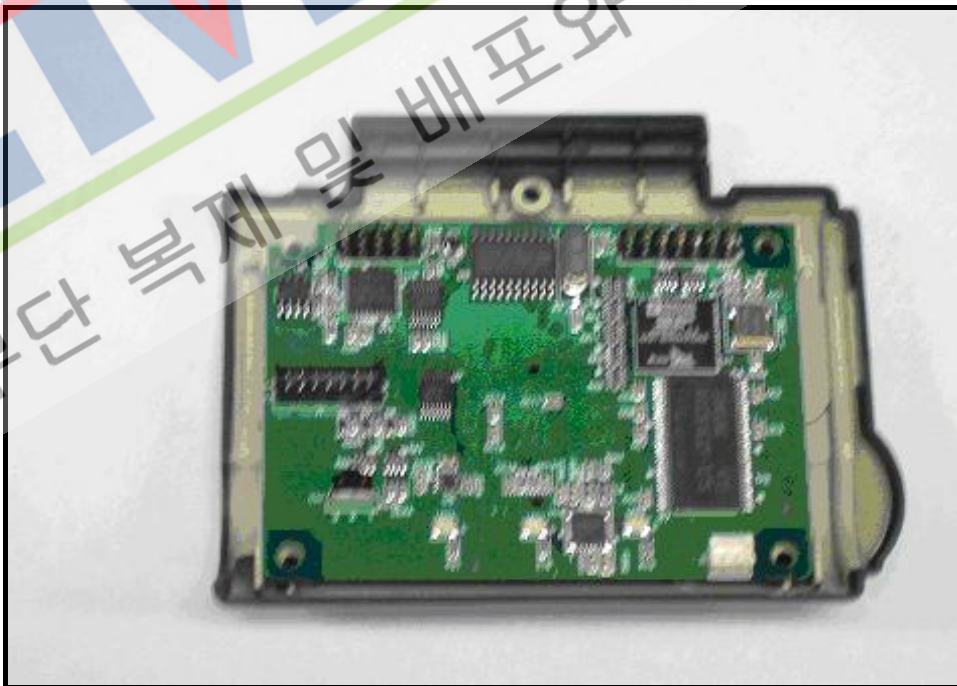


한 국 전 파 진 흥 협 회
부 설 EMC기술지원센터

1. 제품사진



그림_01 [제품 정면]



그림_02 [제품 내부]

2. 제품의 기술적 사항

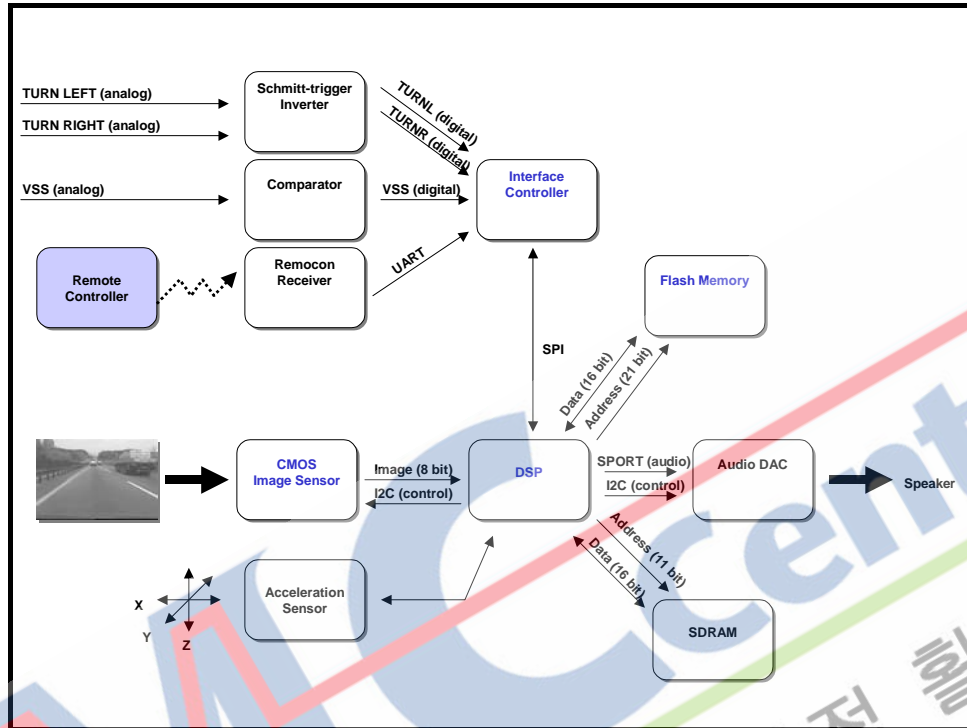
- 차선이탈경보 시스템은 차량에 장착된 카메라로 전방의 도로영상을 획득하고, 이를 실시간으로 분석하여 운전자의 부주의나 졸음 운전으로 발생할 수 있는 차선이탈상황을 감지하여 경고 하는 운전지원 시스템이다.
- 특히 영상처리에 의한 차선정보(차선을 구분 짓는 차선표식의 위치 및 방향)를 추출한 후 다양한 잡음의 영향(광원의 변화, 우천시 등), 과다한 데이터의 양, 많은 파라미터 등의 처리 기술을 접목하여 최적의 시스템을 개발하여야 한다
- 차선이탈경보장치는 DSP 소자의 CLK 주파수와 메모리 칩의 Data line부분에 주된 방사 소스원이 분포를 한다. 차량용 전자제품이기 때문에 E-Mark 규격에 시험 적용을 받는다.

2.1 제품 사양

POWER	VOLTAGE	DC 12V, 24V (9V ~ 36V)
	Power Consumption	2.5W
Image Acquisition		CMOS Image Sensor
Collision Recognition		3-axis acceleration sensor ($\pm 2.0g$)
USER CONTROLS		Remote Controller <ul style="list-style-type: none">- ON/OFF,- Image Save, Erase- Lane Departure Warning Timing Control- Audio Volume Control, etc
REGULATION		FCC, E-mark
OPERATING TEMPERATURE		-20℃ - 70℃
DIMENSION(W*H*D)		105 X 90 X 35
WEIGHT		130 g
ACCESSORIES	REMOTE CONTROLLER, Battery (CR2032)	
	Power Cable with Cigar Jack	
	Bracket	

그림_03 [제품 사양]

2.2 제품 블록도



그림_04 [블록도]

2.3 제품의 제어장치 동작원리 및 PCB 구조

(1) 영상의 입력

: CIS (CMOS Image Sensor)로 도로영상을 획득하여 디지털 형태로 DSP로 전달

(2) 사고의 감지

: 3축 가속도 센서(측정범위 $\pm 2.0g$)로 상하, 좌우, 전후의 가속도를 감지, DSP에서 학습 로직을 이용하여 정상 주행, 사고 발생 여부를 판단

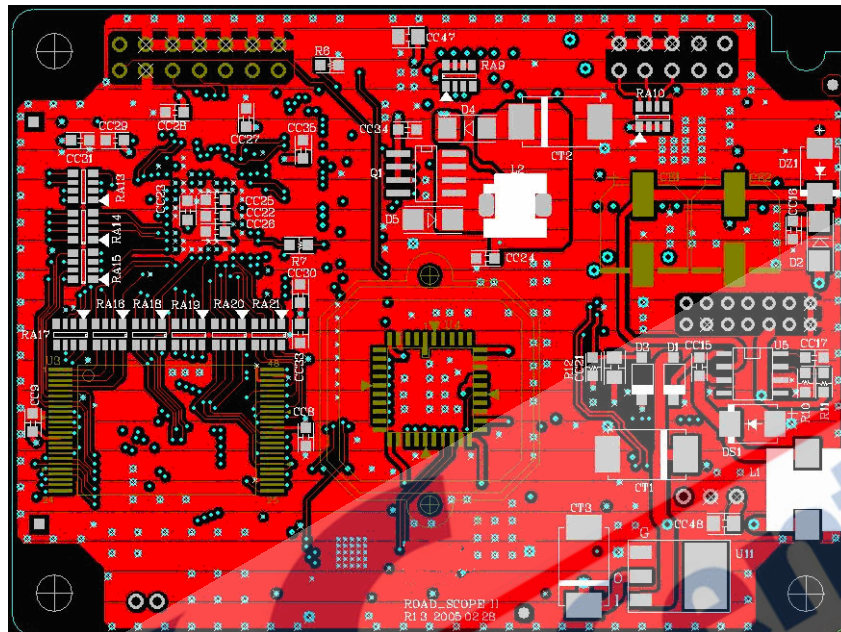
(3) 영상 처리 1 (차선의 인식)

: 입력된 영상 데이터에 차선 감지 필터를 적용 차선 후보를 추출하고 학습 알고리즘을 이용하여 차선 여부 판단, 필요 시 경고 발생

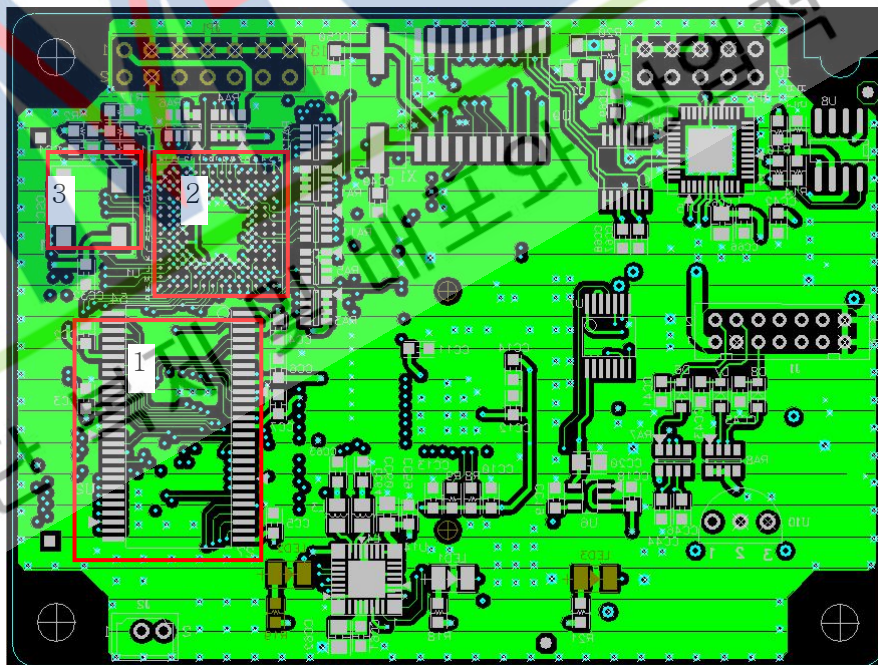
(4) 영상 처리 2 (영상의 압축)

: 사고 발생시 영상 버퍼에 저장된 사고 전 12초, 사고 후 6초 동안의 영상을 압축하여 Flash memory에 저장

2.4 PCB 구조



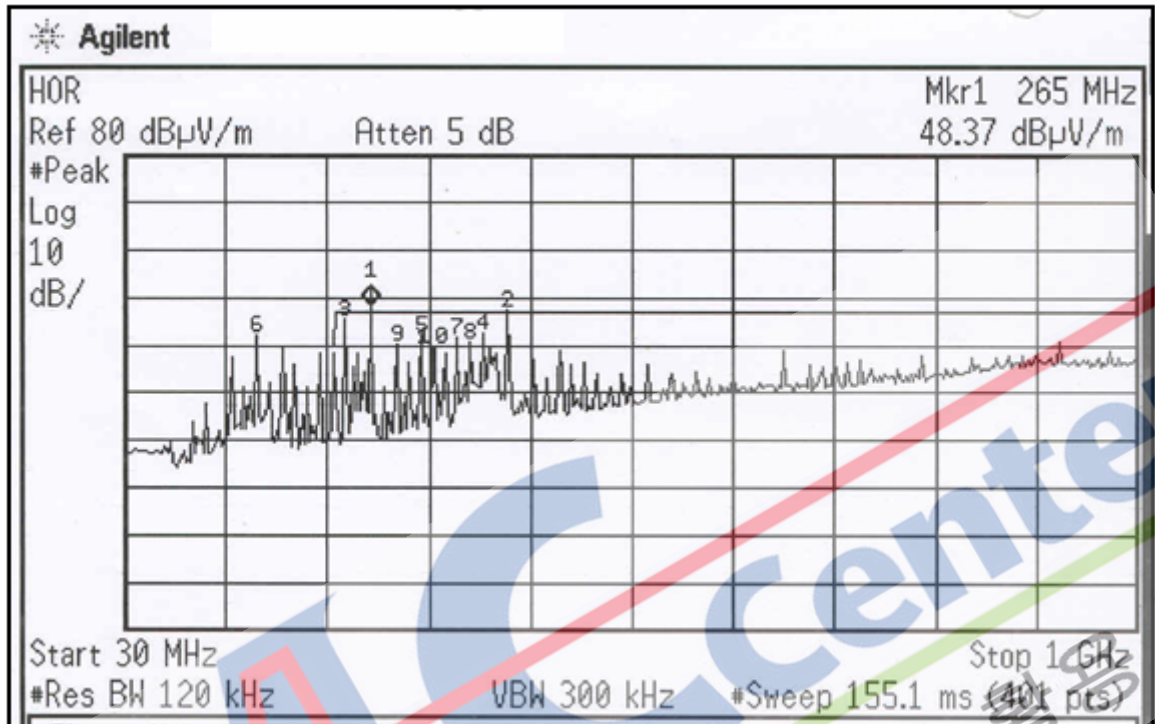
그림_05 [PCB_Top]



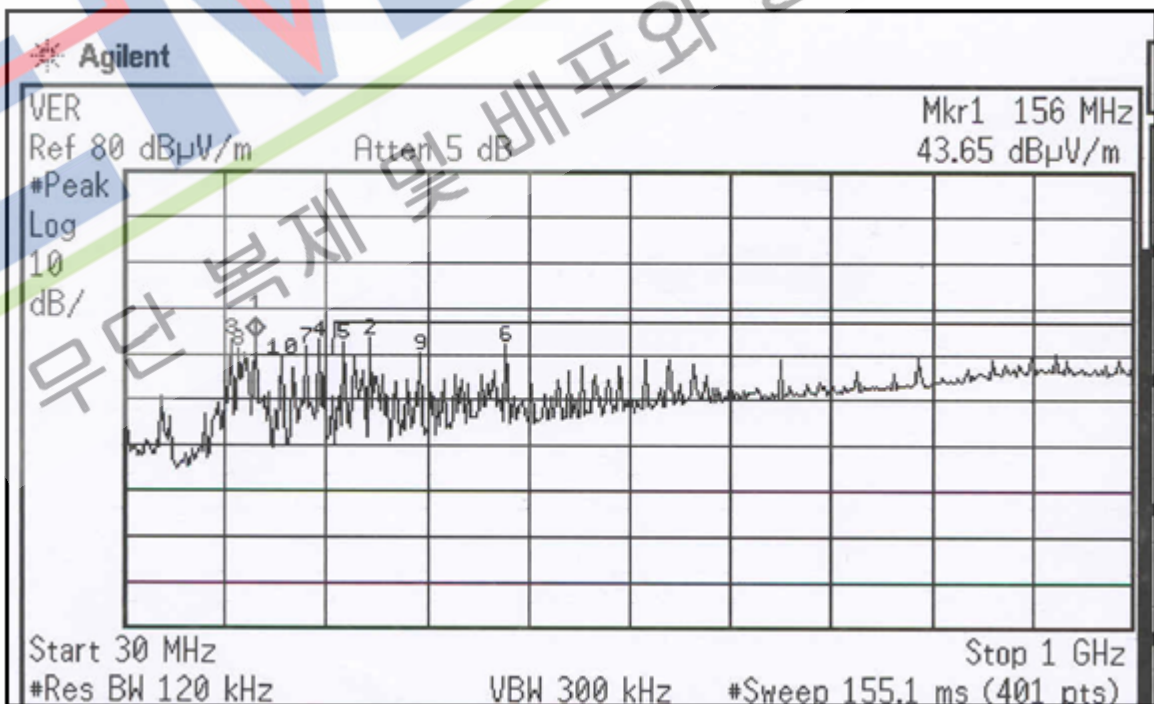
그림_06 [PCB_Bottom]

메인 보드에서 "1"은 메모리 칩을 나타내고 "2"는 DSP 칩, "3"은 DSP 칩에 CLK를 공급하는 27 MHz Oscillator 나타내고 있으면 이 제품의 경우 이 세 부분이 주요한 방사 소스원이 된다.

3. 전자파 문제 사전 검토 및 문제 제기



그림_07 [Horizontal]



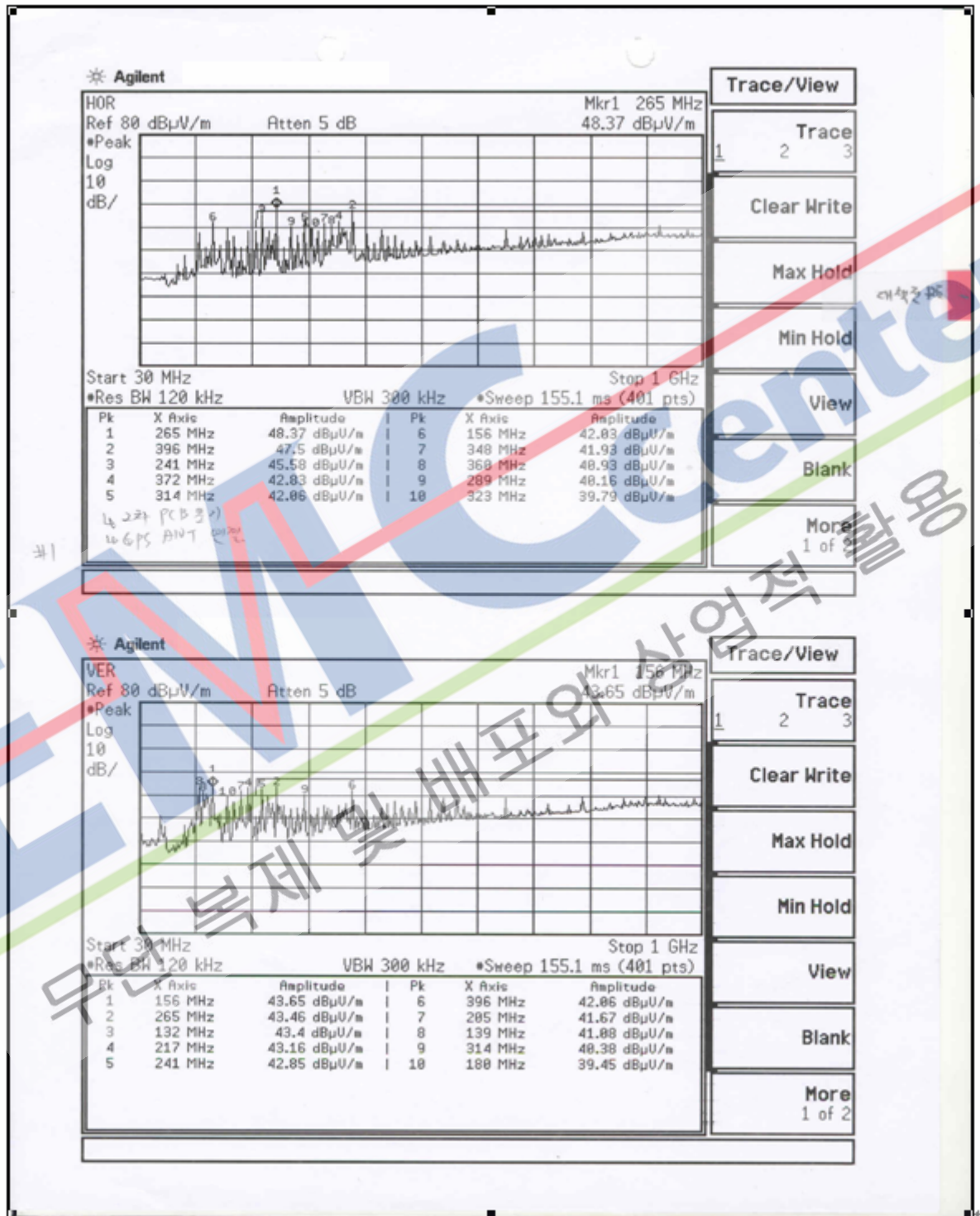
그림_08 [Vertical]



- 상기 제품은 차선이탈 경보시스템으로 차량에 장착 사용되는 경보시스템 기기로 특정 브랜드의 자체 규격[SES-E-922]을 만족 및 적용되며 측정 방법 또한 일반 제품과 상이하며 측정 결과 전자파방사[Radiated Emission] 시험 항목에서 한계치[SES-E-922]를 최대 +2.3dB를 초과함.
- 초기측정결과 주파수대역 230Mhz이하는 “ Horizontal[안테나극성] 보다 Vertical[안테나극성]”의 방사량 레벨 높으며 주원인은 Ground에 의한 방사 노이즈 이며 주파수 대역 230Mhz이상은 “ Vertical[안테나극성] 보다 Horizontal[안테나극성]”의 방사량 주파수 레벨이 높으며 방사의 주 된 원인은 PCB패턴 방사 및 인터페이스 케이블 방사로 추정을 할 수가 있다.
- PCB패턴 방사의 원인은 Data line 및 Clock line의 Ringing 노이즈 및 PCB의 신호선의 배선 등 여러 가지 원인이 있다.
- 인터페이스 케이블 방사의 원인은 시스템의 Ground에 발생하는 Ground에 대하여 전압이 발생하는 Common Mode 전압에 의하여 케이블의 안테나와 같은 역할을 하여 발생된다.

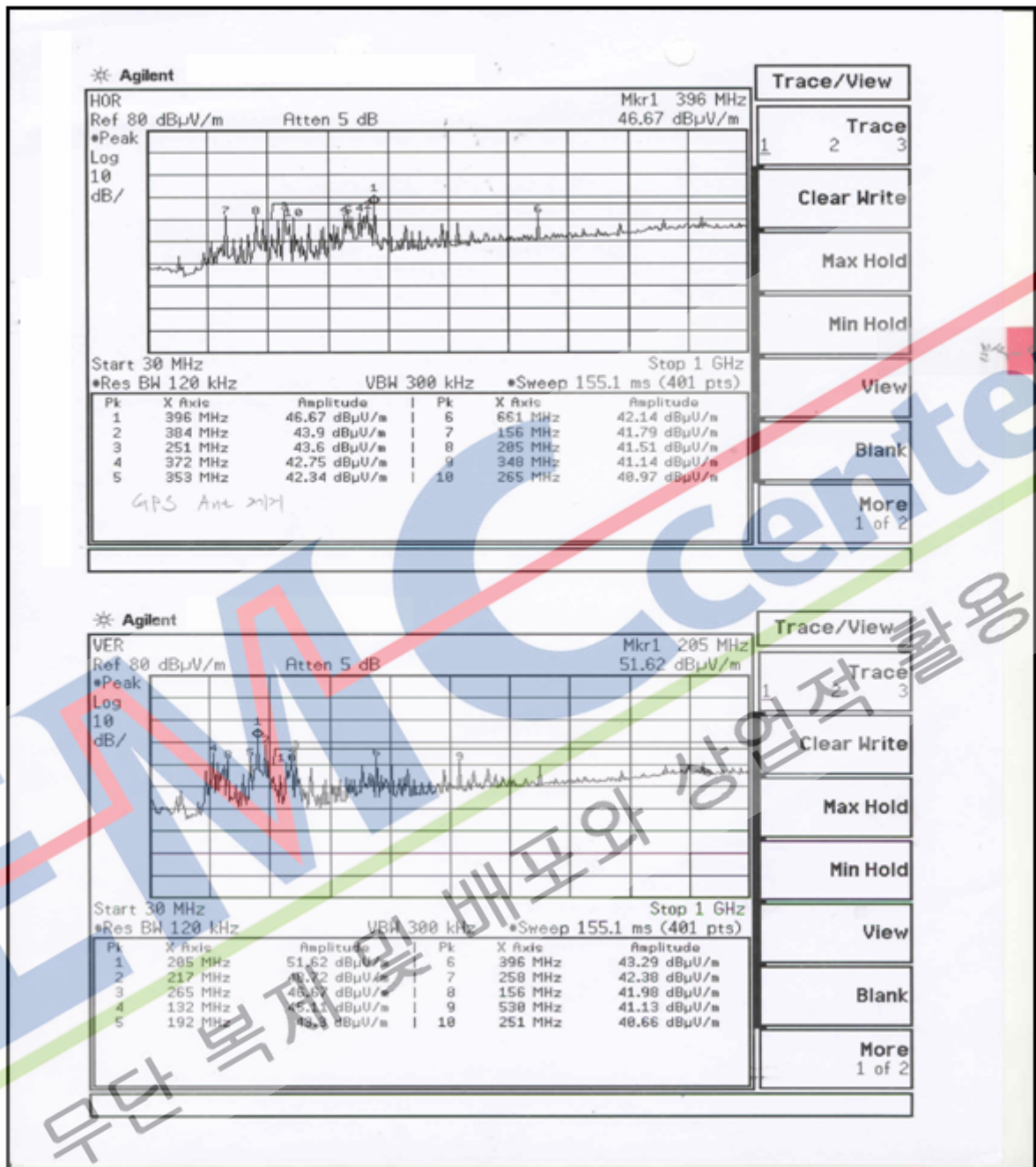
4. 노이즈 / EMC 문제 분석

4.1 대책 전 측정데이터



그림_09 [대책 전 측정 결과]

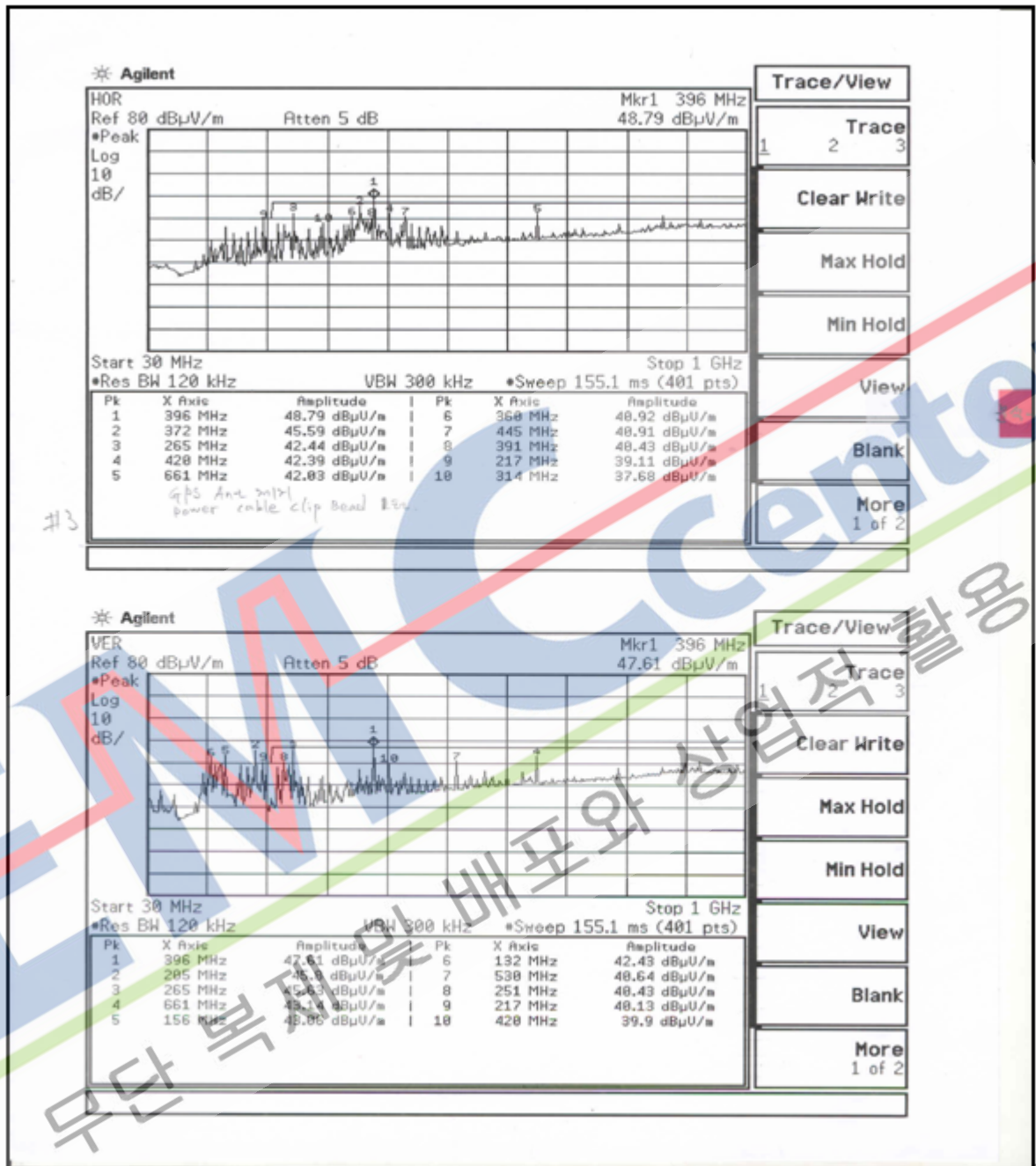
4.2 동작조건에 따른 측정결과



[분석_01]

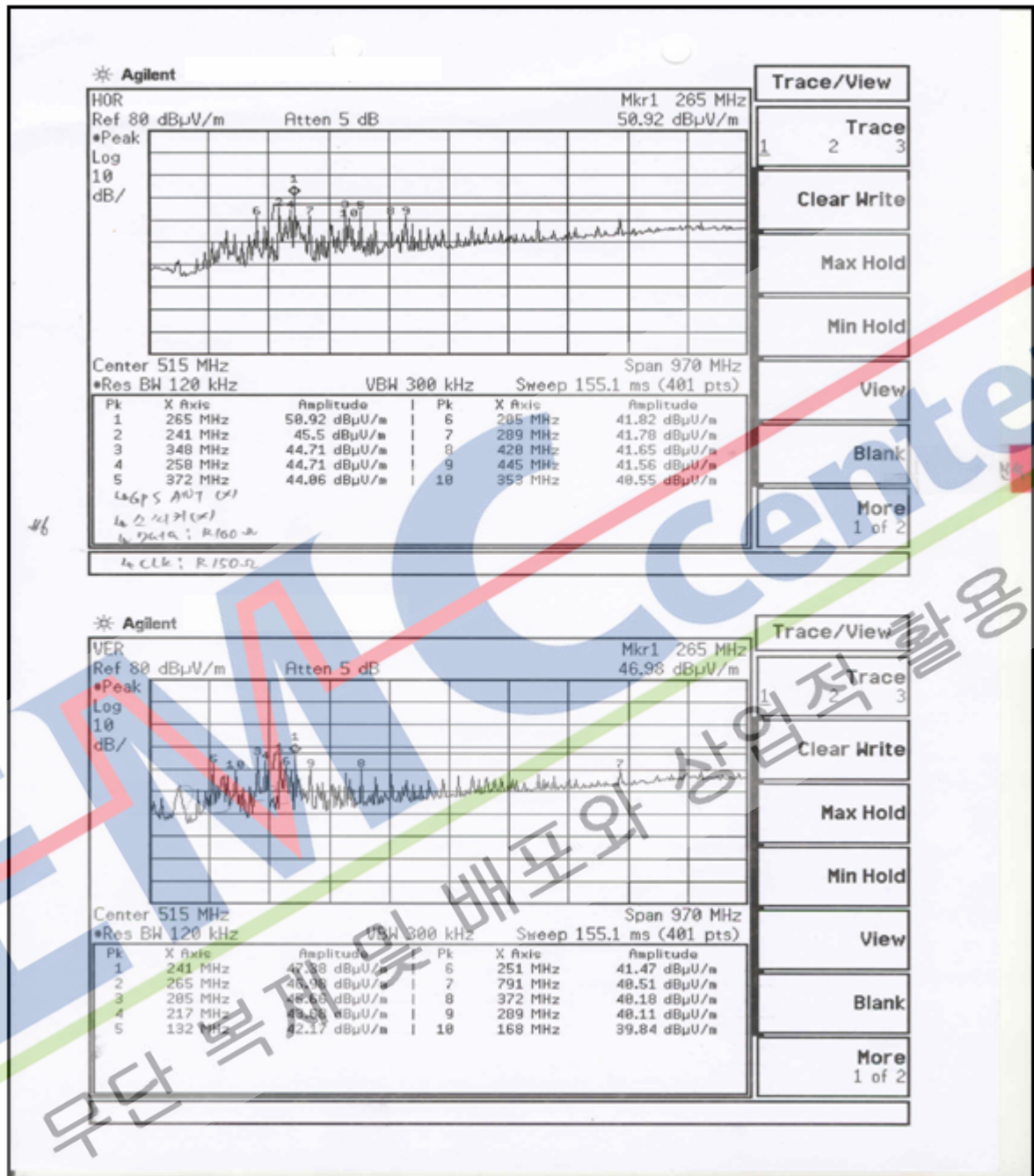
- 비교데이터 : 4.1 대책 전 측정데이터
- 분석 조건 : GPS안테나 제거
- 분석 : 수평편파의 265Mhz에서 방사량 감쇄.

4.3 소스원인 분석



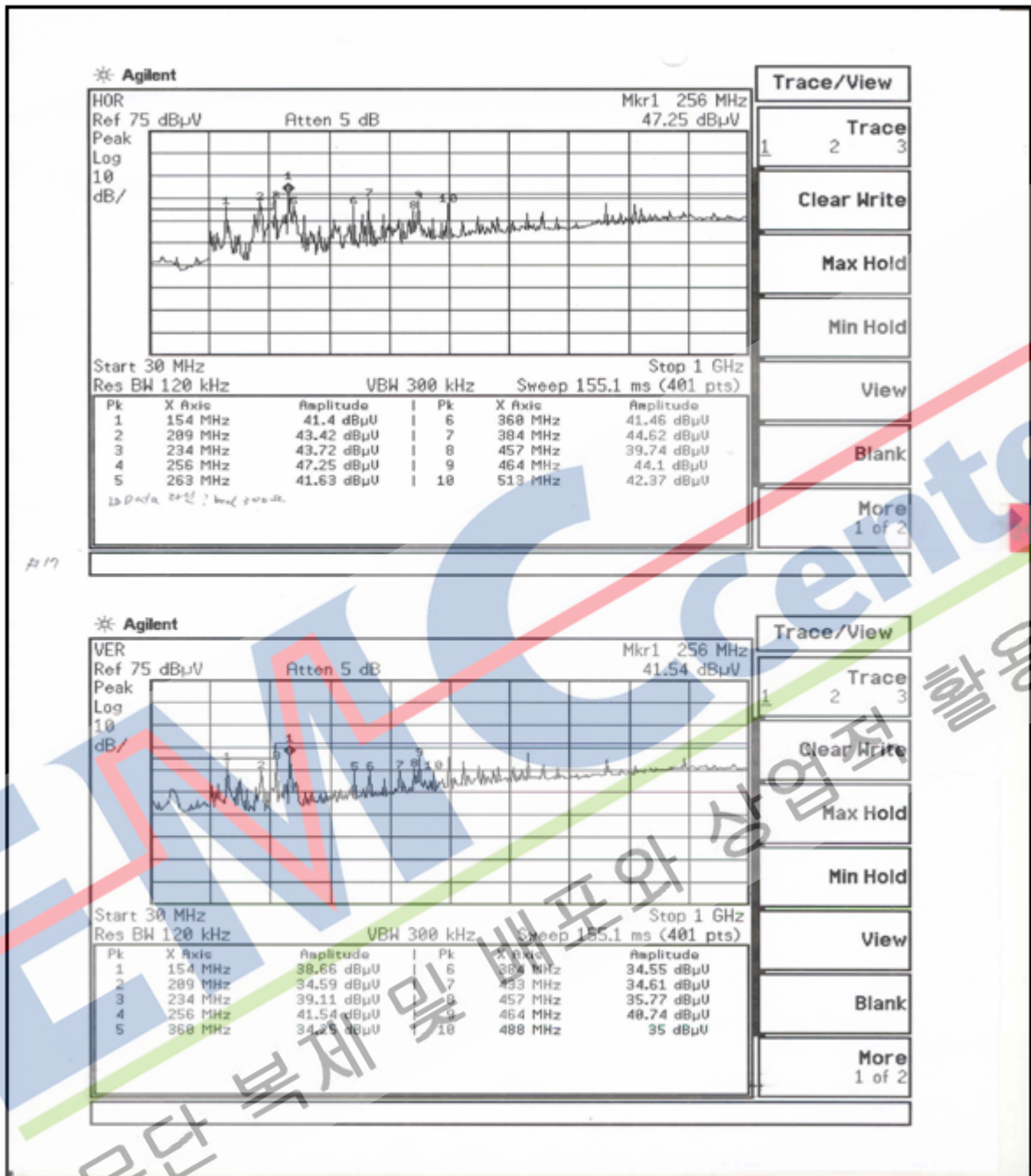
[분석_02]

- 비교데이터 : 4.1 대책 전 측정데이터
- 분석 조건 : GPS안테나 제거 / 인터페이스 케이블 Clip Bead 추가
- 분석 : 수평편파 주파수 대역 350MHz이하에서 케이블 방사량 감쇄



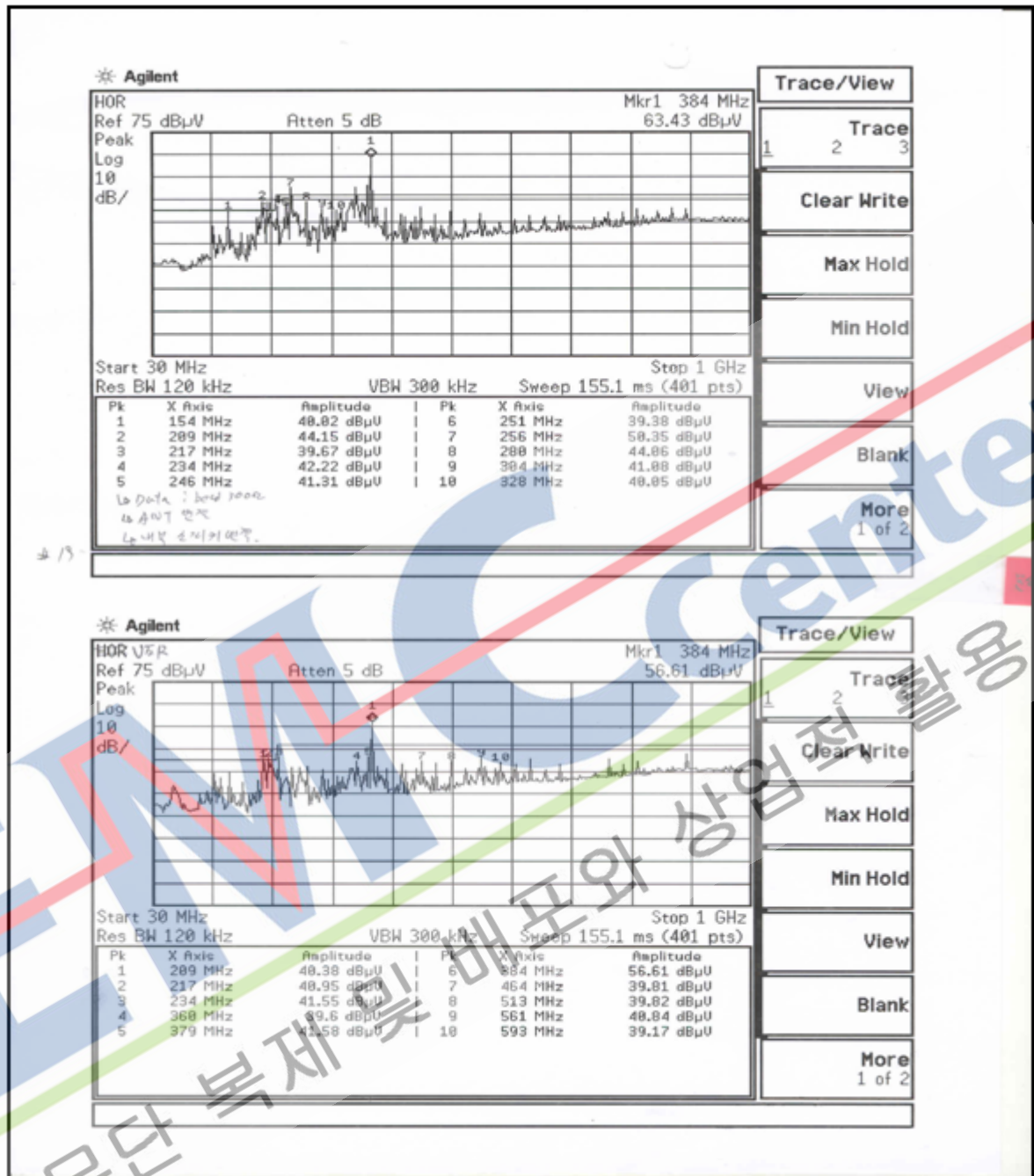
[분석_03]

- 비교데이터 : 4.1 대책 전 측정데이터
- 분석 조건 : Data line 및 Clock 라인 시정수 변경 [저항]
- 분석 : 수평편파 주파수 대역 420Mhz이하에서 데이터 방사량 감소.



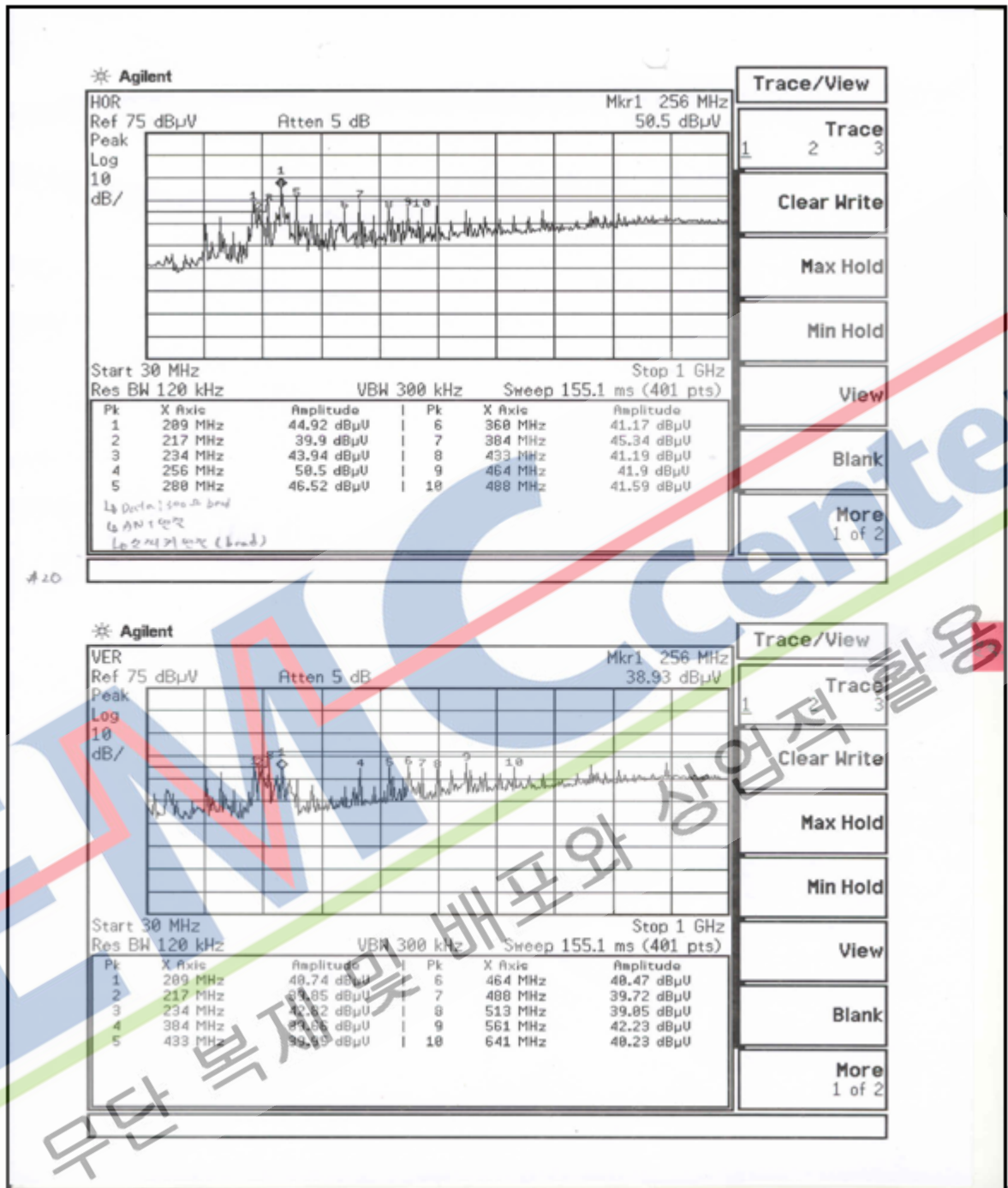
[분석_04]

- 비교데이터 : 4.1 대책 전 측정데이터
- 분석 조건 : Data line 시정수 변경 [Bead]
- 분석 : 전 주파수 대역에서 Data line의 노이즈 감쇄.



[분석_05]

- 비교데이터 : 분석_04
- 분석 조건 : GPS안테나 연결 / 내부 스피커 연결
- 분석 : Data line 근접에 의한 케이블 유기 방사량 증가.



[분석_06]

- 비교데이터 : 분석_01
- 분석 조건 : GPS안테나 연결 / 내부 스피커 케이블 Bead 추가
- 분석 : Data line 근접에 의한 케이블 유기 방사량 감소.



5. EMC를 고려한 설계·대책 및 결과

5.1 회로 부품 변경 및 수정사항

5.1.1 부품 시정수 변경

- 부품번호 RA11 ~ RA21 부품 변경
- 부품번호 R1, R3, R7 부품 변경

5.1.2 부품 시정수 삭제

- 부품번호 CC22, CC26 부품 삭제

5.1.3 케이블 변경

- 내부 스피커 라인에 Bead 추가
- GPS 안테나 케이블에 Bead 추가

5.2 부품 변경 후 발생한 현상 제시

: 4.3 소스원인 분석 항목 참조

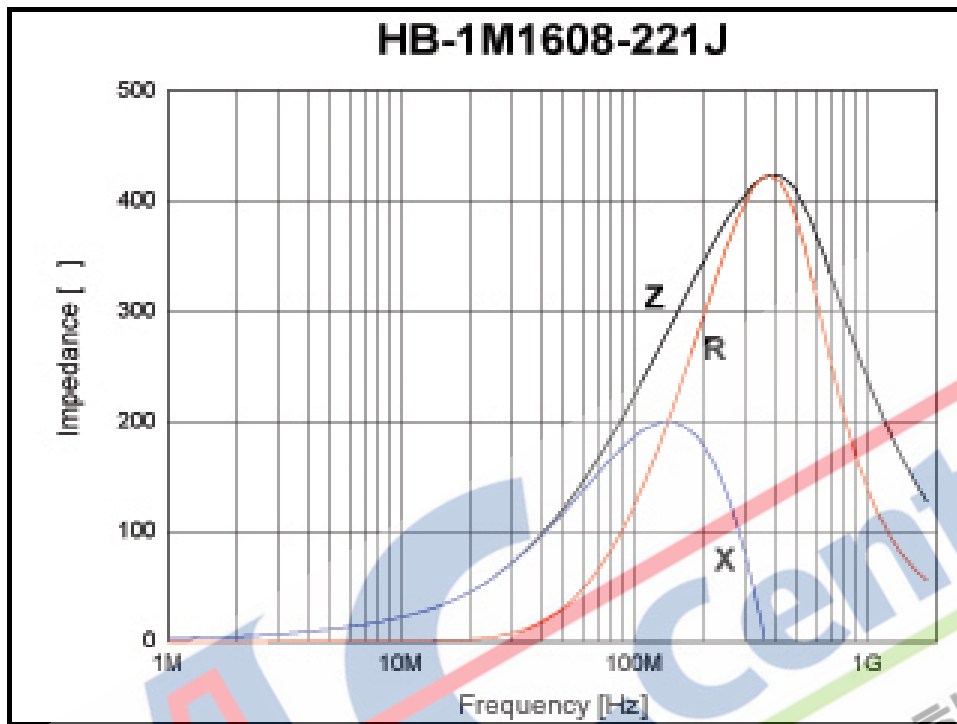
5.3 변경 부품 사양

5.3.1 Chip Ferrite Bead spec.

HB1608				
Part No.	IZI at 100MHz(Ω)		DC Resistance (Ω) max.	Rated current (mA) max.
	typ.	min.		
HB-1H1608-300□□	30	22	0.08	500
HB-1M1608-600□□	60	45	0.09	200
HB-1M1608-800□□	80	60	0.10	200
HB-1M1608-121□□	120	90	0.12	200
HB-1M1608-221□□	220	165	0.20	200
HB-1M1608-301□□	300	225	0.30	200
HB-1M1608-501□□	500	375	0.40	200
HB-1M1608-601□□	600	450	0.40	200
HB-1M1608-801□□	800	600	0.60	200
HB-1M1608-102□□	1000	750	0.60	150
HB-1S1608-100□□	10	7.5	0.05	300
HB-1S1608-200□□	20	15	0.12	300
HB-1S1608-300□□	30	22	0.12	300
HB-1S1608-400□□	40	30	0.12	300
HB-1S1608-550□□	55	42	0.15	200
HB-1S1608-800□□	80	60	0.25	200
HB-1S1608-121□□	120	90	0.25	200
HB-1S1608-221□□	220	165	0.40	200
HB-1T1608-260□□	26	20	0.05	500
HB-1T1608-300□□	30	22	0.05	500
HB-1T1608-600□□	60	45	0.10	400
HB-1T1608-800□□	80	60	0.10	300
HB-1T1608-121□□	120	90	0.20	250
HB-1T1608-221□□	220	165	0.30	200
HB-1T1608-301□□	300	225	0.35	200
HB-1T1608-331□□	330	250	0.35	200
HB-1T1608-601□□	600	450	0.50	200
HB-1T1608-102□□	1000(at 60MHz)	750	0.70	200
HB-1T1608-202□□	2000(at 70MHz)	1500	1.20	100
HB-1B1608-222□□	2200	1650	0.85	50

[HB-1M1608-221J]

5.3.2 Chip Ferrite Bead 사양

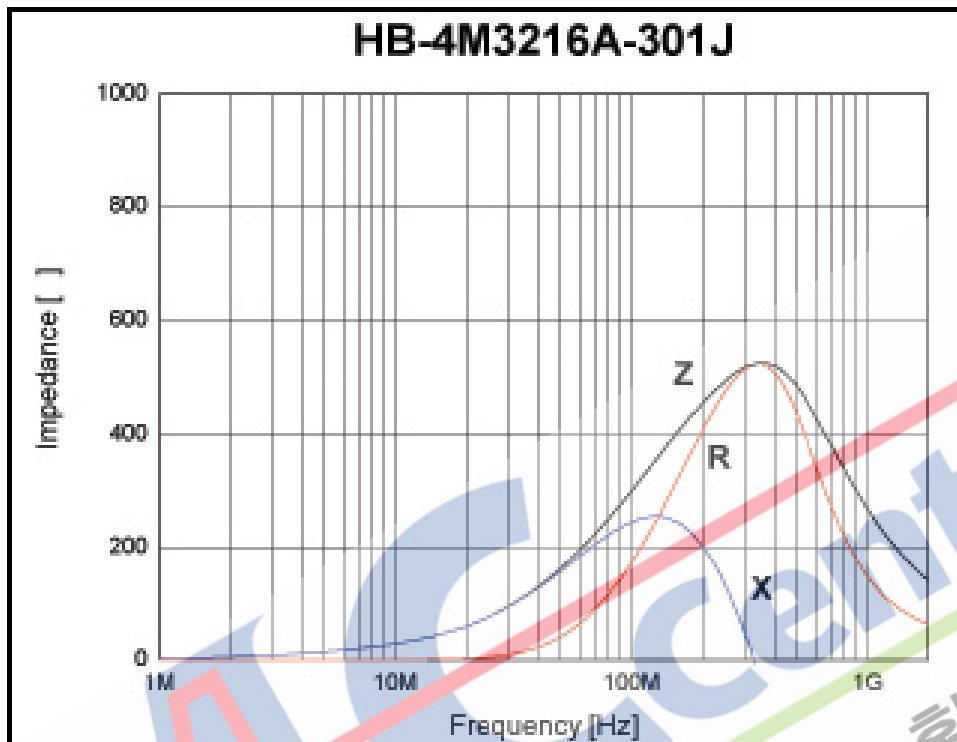


5.3.3 Chip Array Ferrite Bead spec.

Part No.	Z at 100MHz(Ω)		DC Resistance (Ω) max.	Rated current (mA) max
	typ.	min.		
HB-4M3216□-300□	30	22	0.10	200
HB-4M3216□-600□	60	45	0.12	200
HB-4M3216□-800□	80	60	0.15	150
HB-4M3216□-121□	120	90	0.20	100
HB-4M3216□-201□	200	150	0.30	100
HB-4M3216□-241□	240	180	0.40	100
HB-4M3216□-301□	300	225	0.45	100
HB-4M3216□-471□	470	353	0.45	100
HB-4M3216□-601□	600	450	0.50	100
HB-4M3216□-102□	1000	750	0.80	100
HB-4T3216□-600□	600	450	0.12	200
HB-4T3216□-121□	120	90	0.20	200
HB-4T3216□-201□	200	150	0.30	150
HB-4T3216□-241□	240	180	0.40	150
HB-4T3216□-301□	300	225	0.45	150
HB-4T3216□-601□	600	450	0.50	100
HB-4T3216□-102□	1000	750	0.80	50
HB-4S3216□-500□	50	37	0.20	200
HB-4S3216□-800□	80	60	0.25	200
HB-4S3216□-121□	120	90	0.25	200
HB-4S3216□-201□	200	150	0.30	200
HB-4S3216□-241□	240	180	0.35	200
HB-4S3216□-301□	300	225	0.40	200
HB-4V3216□-400□	40	30	0.15	200
HB-4V3216□-600□	60	45	0.20	200
HB-4V3216□-800□	80	60	0.20	200
HB-4V3216□-121□	120	90	0.30	150
HB-4V3216□-201□	200	150	0.40	100
HB-4V3216□-301□	300	225	0.50	100

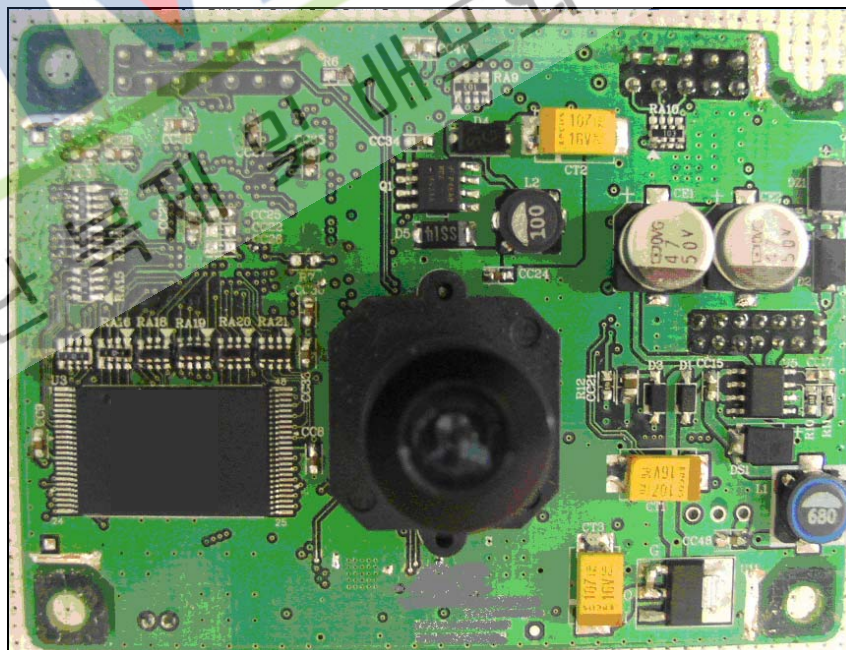
[HB-4M3216A-301J]

5.3.4 Chip Array Ferrite Bead 사양

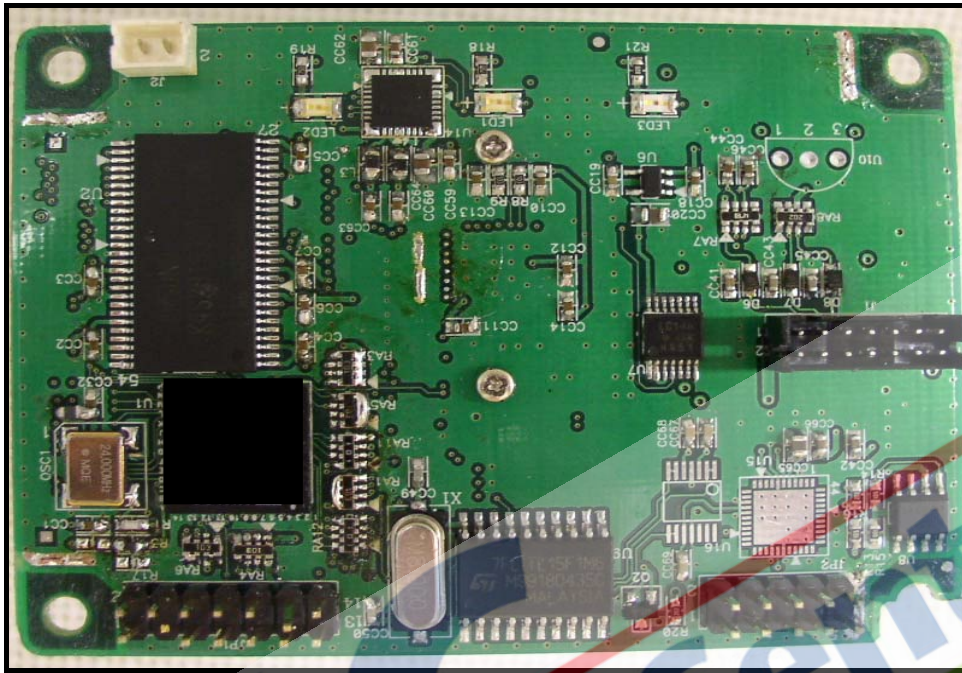


5.4 제품의 대책결과

5.4.1 대책 전

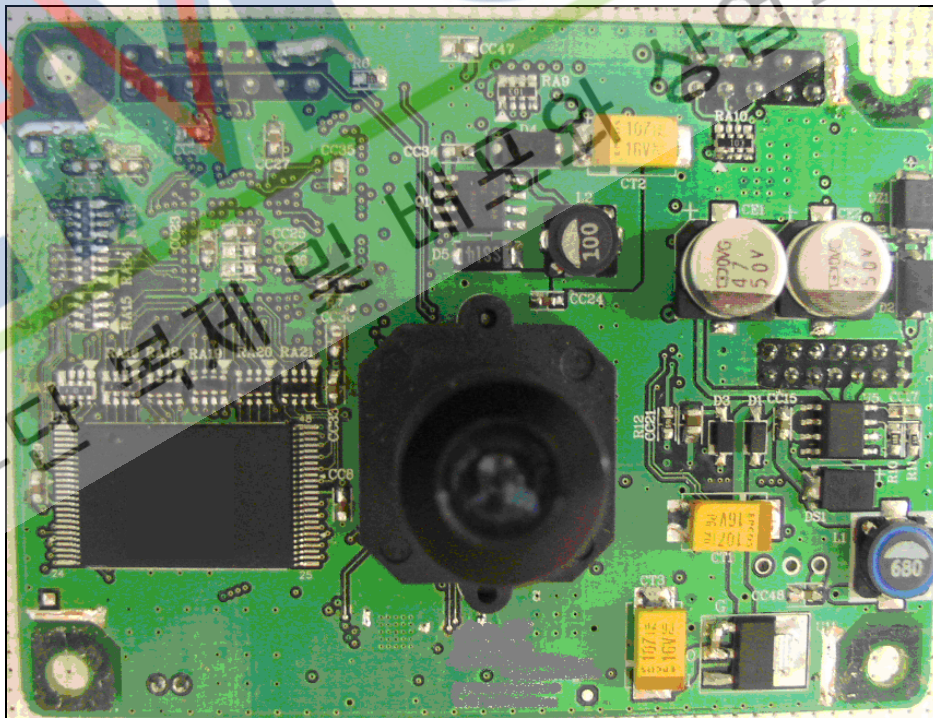


그림_10 [대책 전_Top]

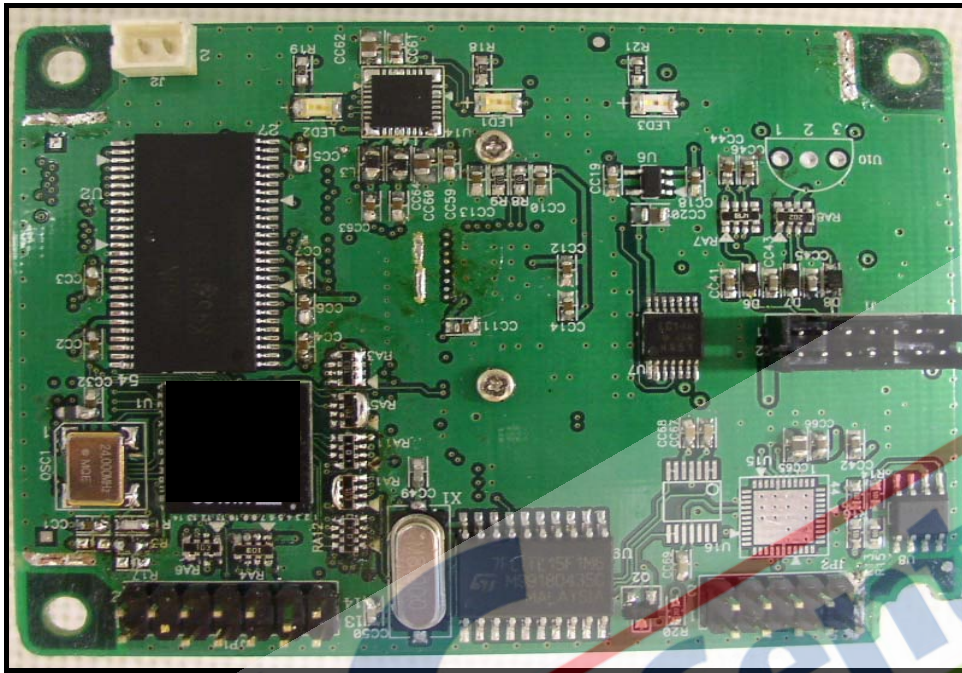


그림_11 [대책 전_Bottom]

5.4.2 대책 후



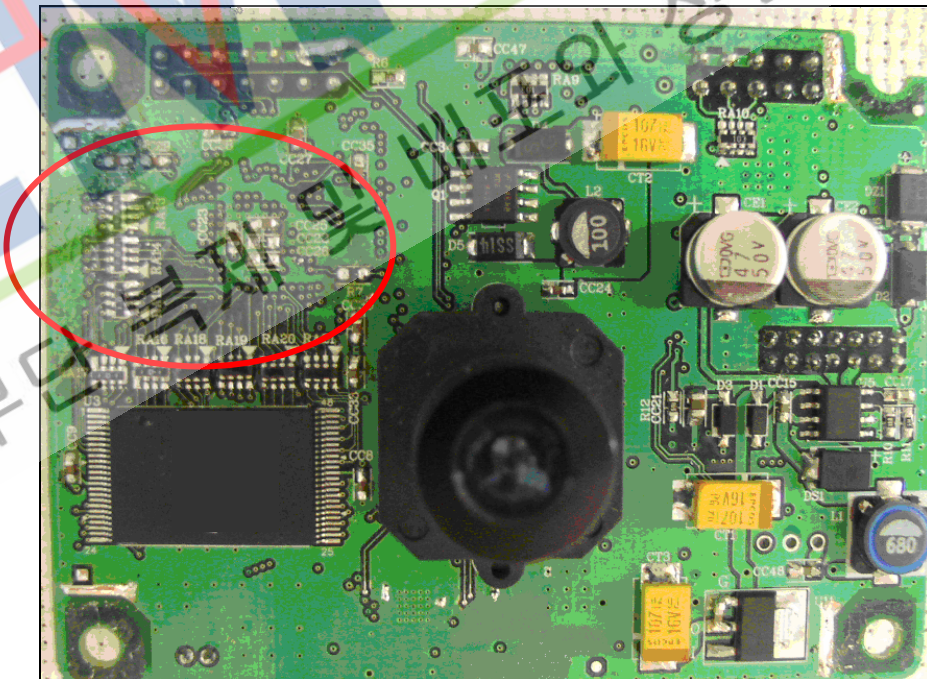
그림_12 [대책 후_Top]



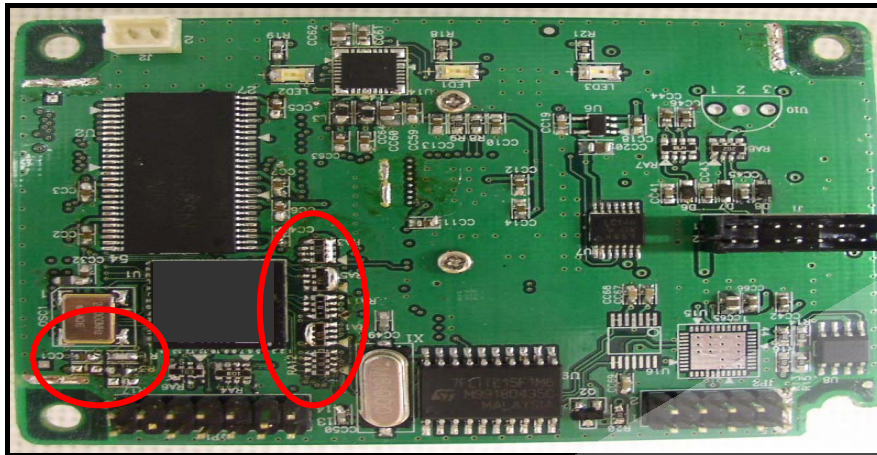
그림_13 [대책 후_Bottom]

5.4.3 대책 변경 사항

가. 부품 시정수 변경

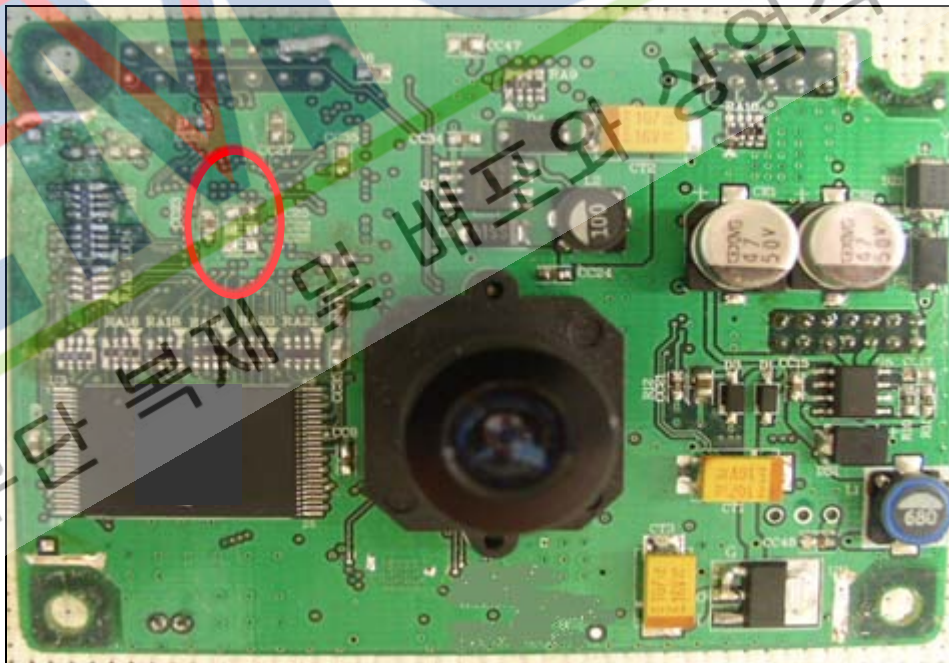


그림_14 [분석_05]



- 부품번호 RA18 ~ RA21[R22옴]을 Chip Bead 300옴으로 부품 변경
- 부품번호 RA11 ~ RA17[R22옴]을 R100옴으로 부품 변경
- 부품번호 R3, R7 [R22옴]을 Chip Bead 220옴으로 부품 변경
- 부품번호 R1 [R22옴]을 R120옴으로 부품 변경

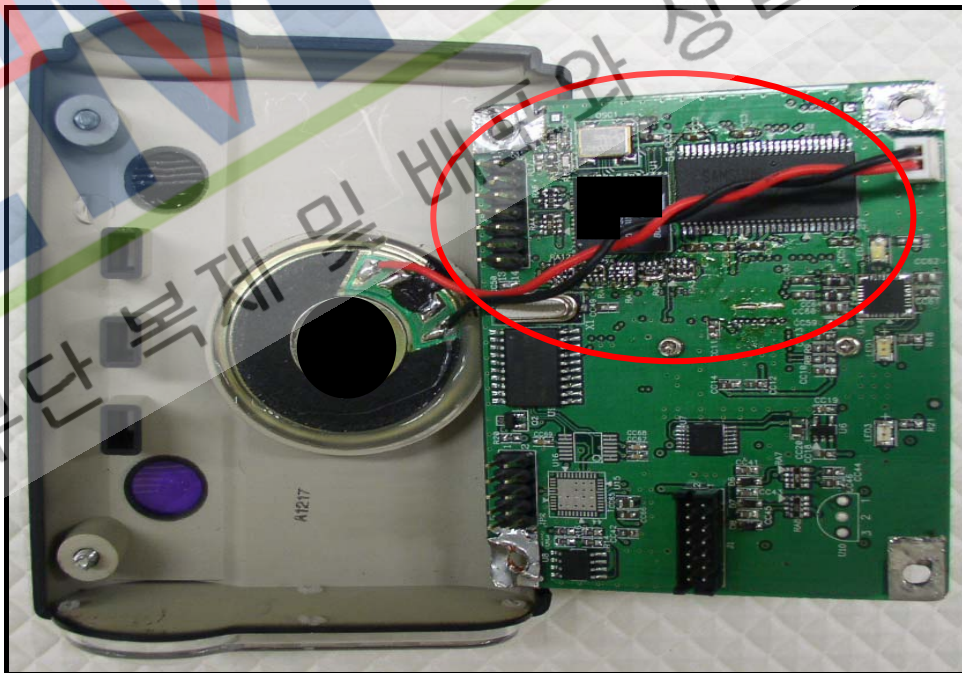
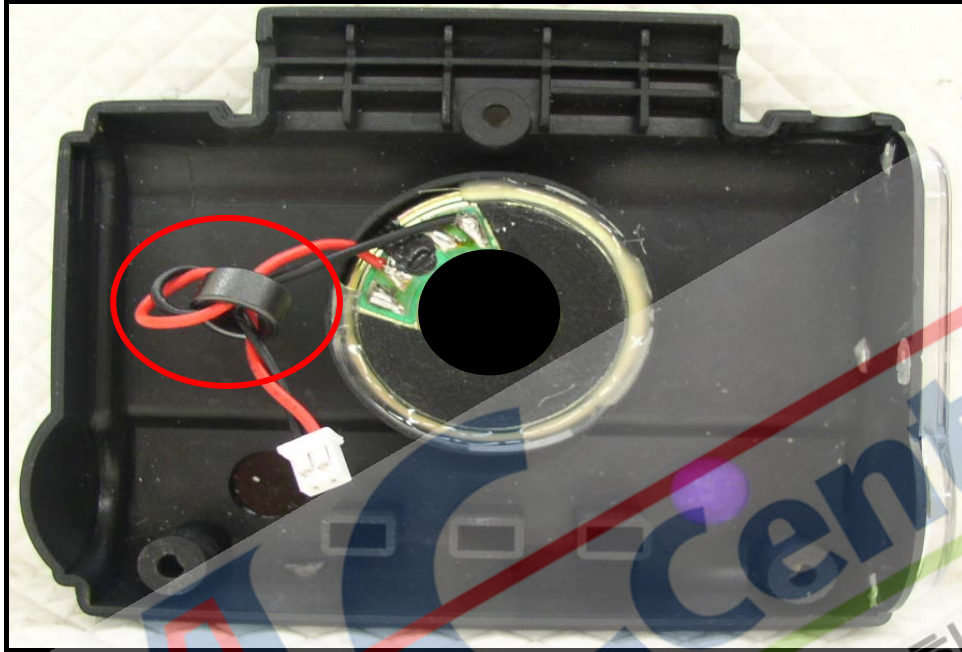
나. 부품 시정수 삭제



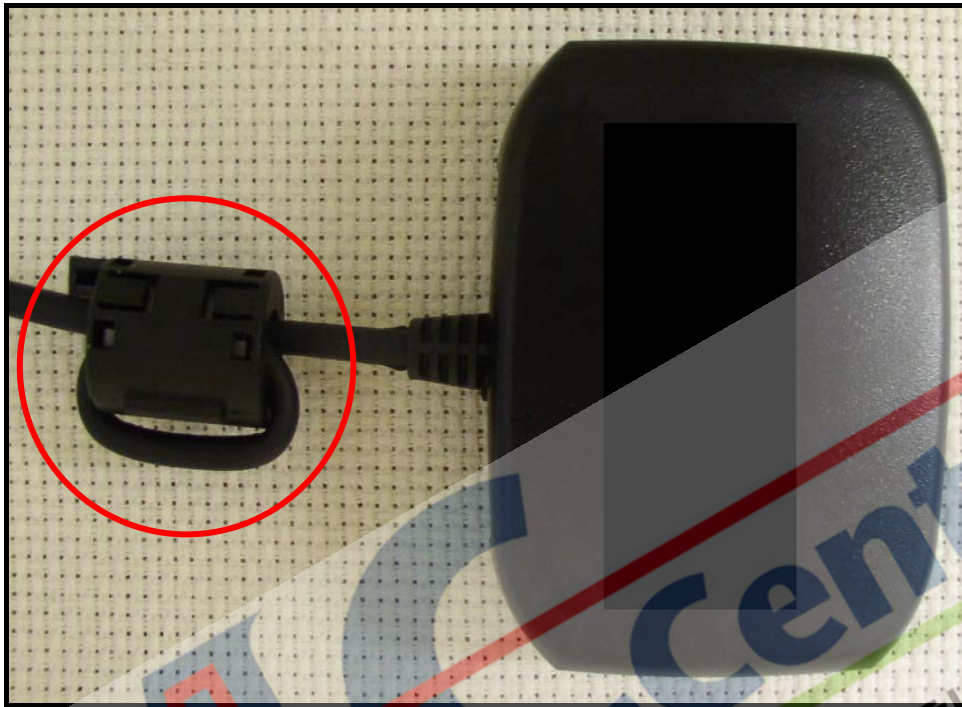
그림_15 [분석_07]

- 부품번호 CC22, CC26 부품 삭제

다. 신호선 변경



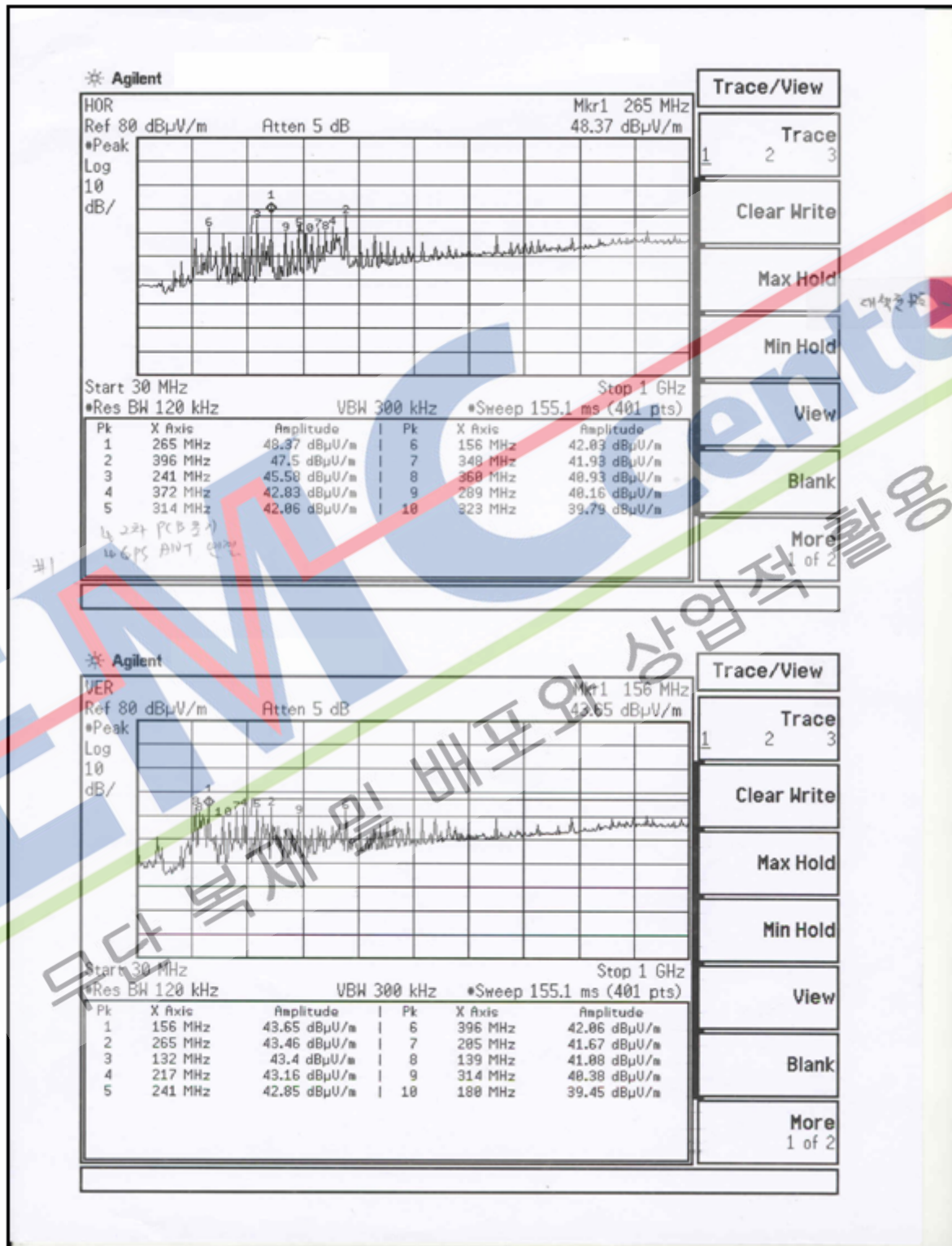
- 내부 스피커 라인에 Bead를 추가함
- 케이스 장착 시 Data line위로 배선되어 간섭을 최소화



- GPS 안테나 케이블에 Bead를 추가함.
- 주파수 대역 400Mhz 이하 대역에서 GPS 안테나에서 문제 발생

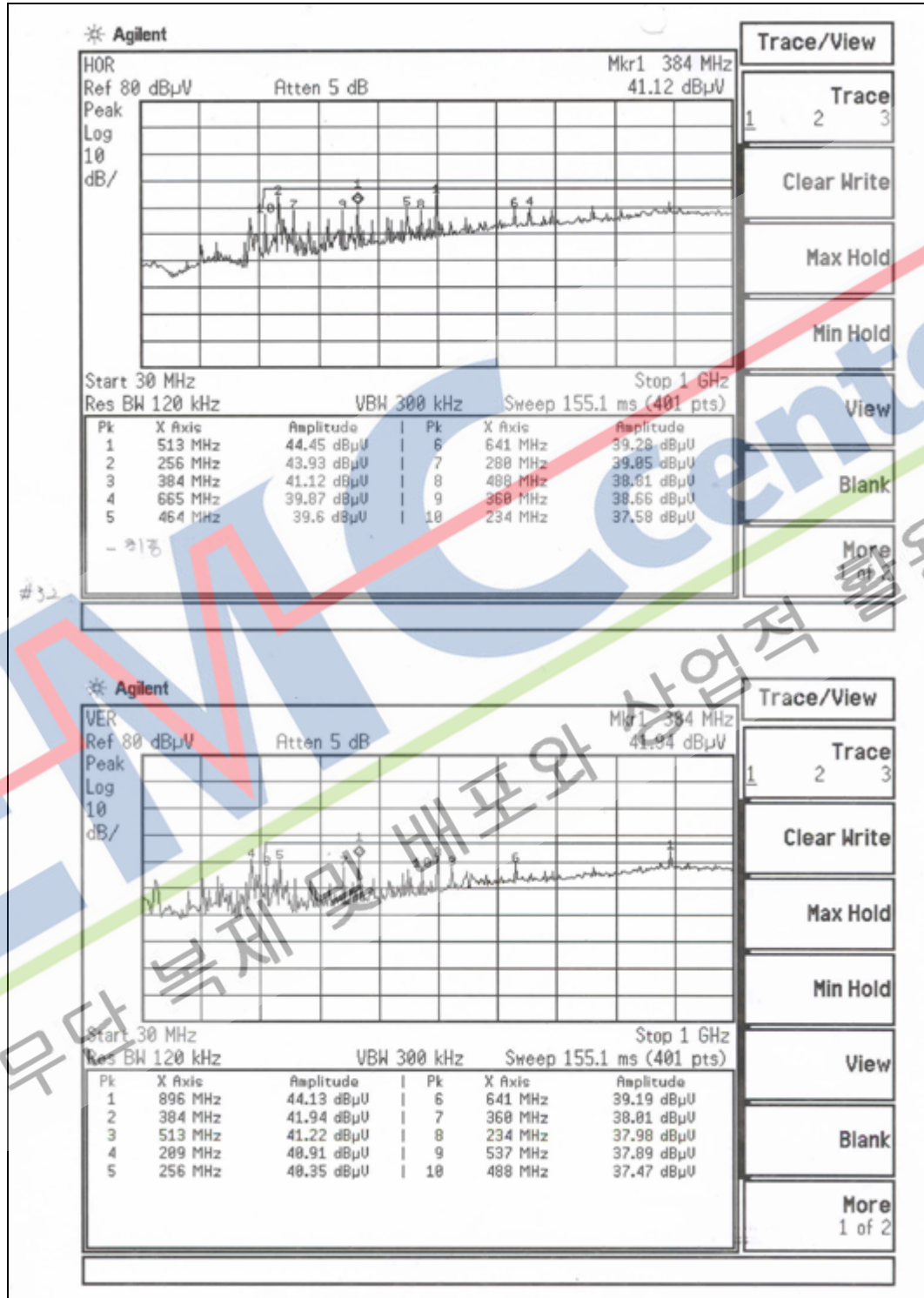
6. 시험에 따른 설계·대책 측정결과 및 분석

6.1 설계·대책 전 데이터



그림_16 [대책 전]

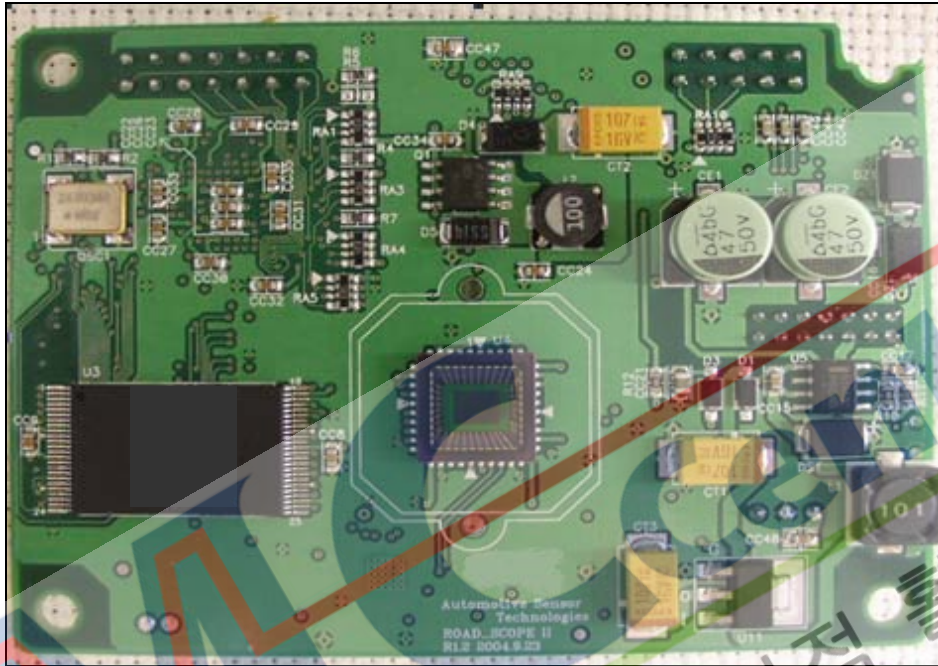
6.2 설계·대책 후 데이터



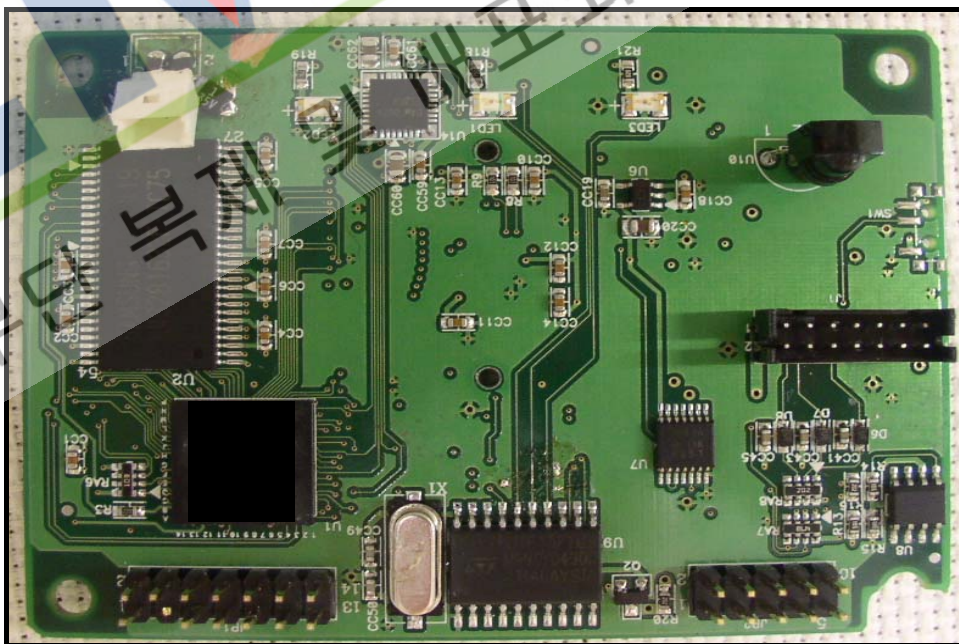
그림_17 [대책 후]

7. PCB수정 전 / 후 비교 데이터

7.1 수정 전 PCB

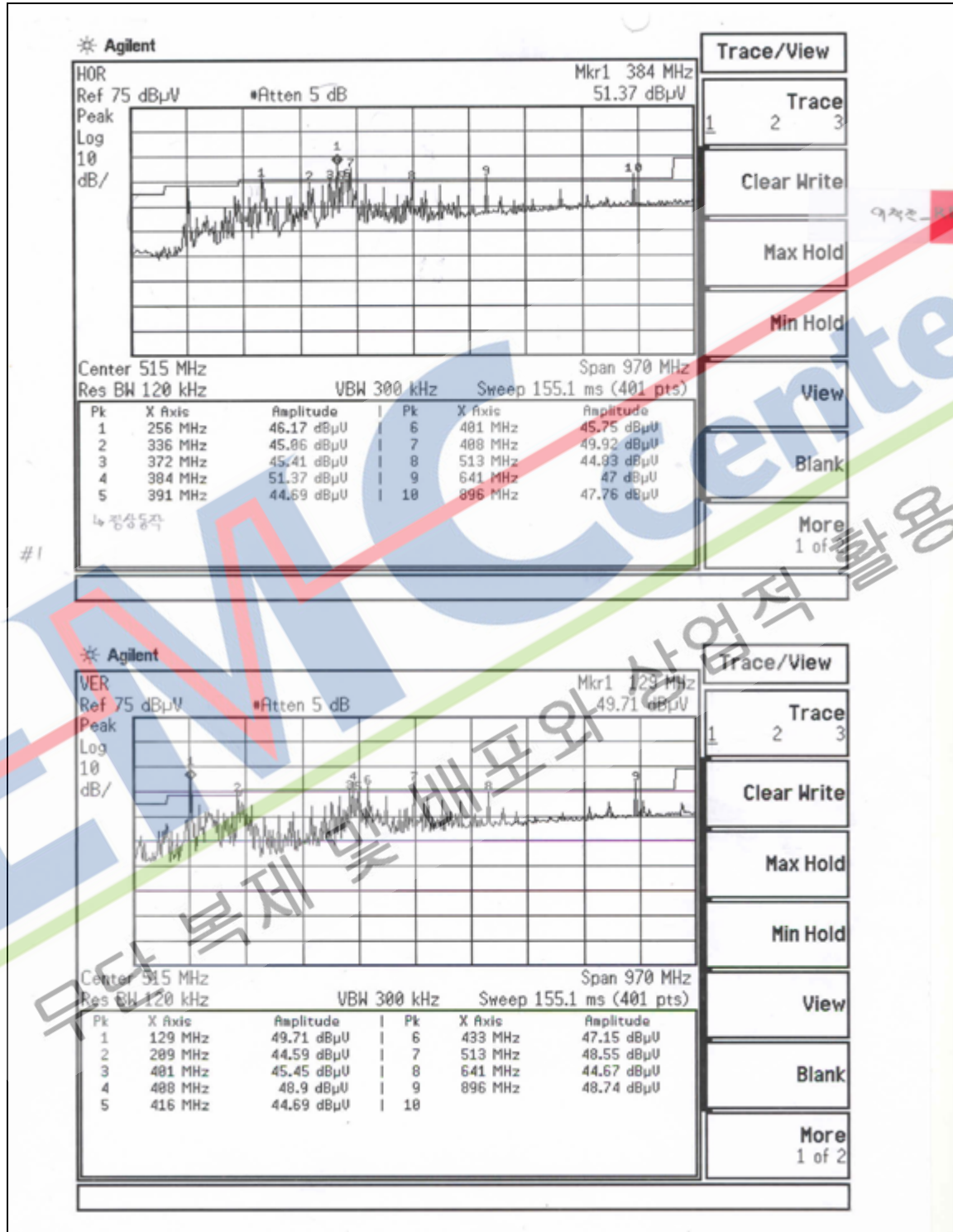


그림_18 [Top]



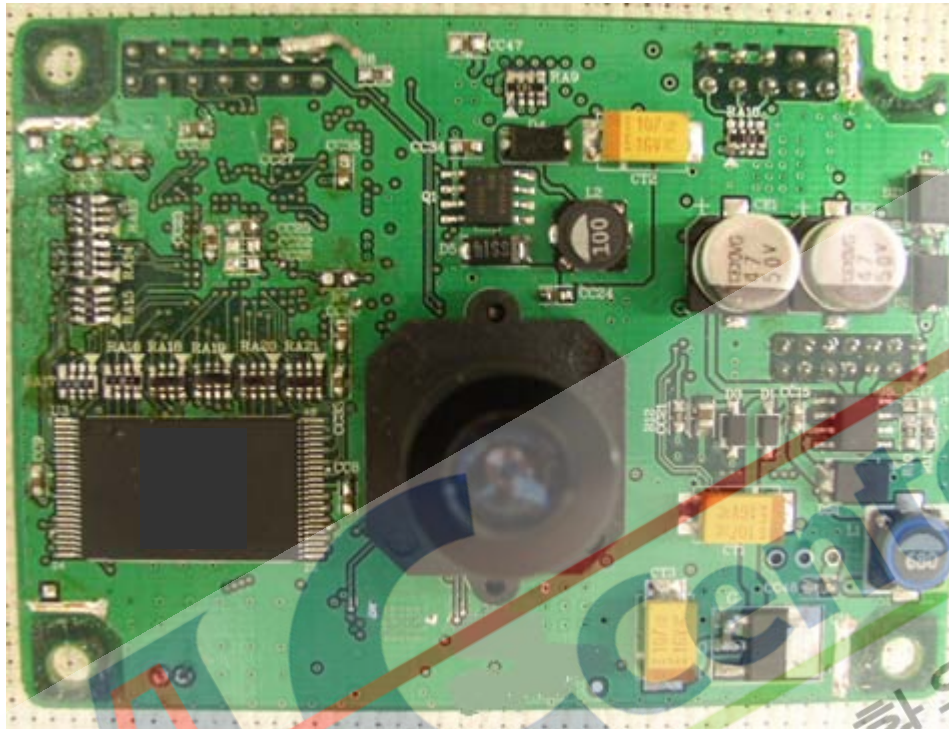
그림_19 [Ground]

7.2 수정 전 데이터

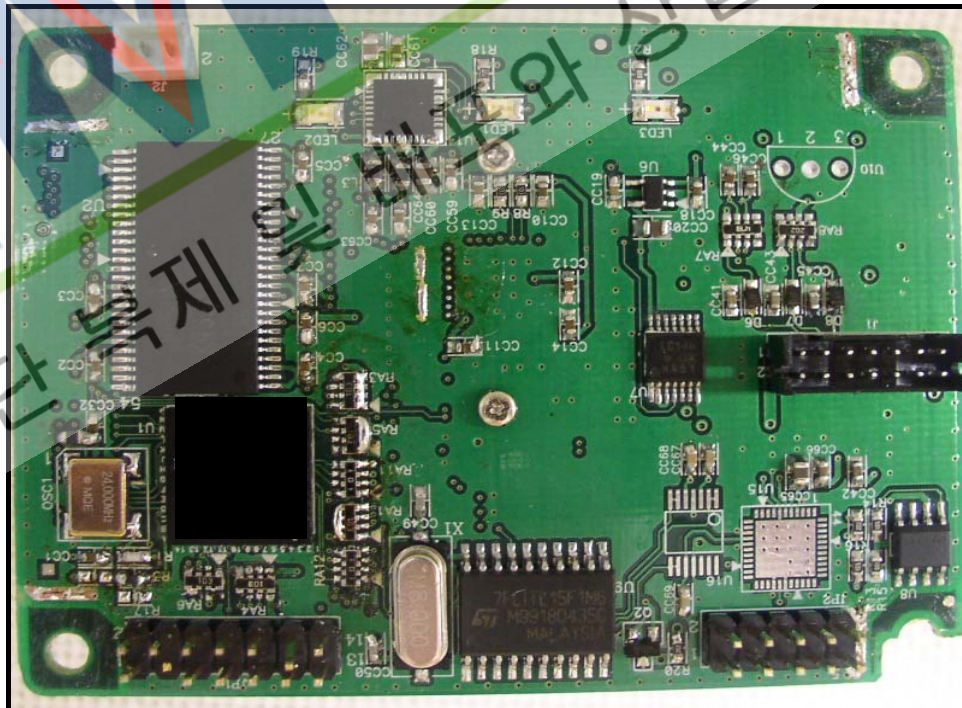


그림_20 [수정 전 초기]

7.3 수정 후 PCB

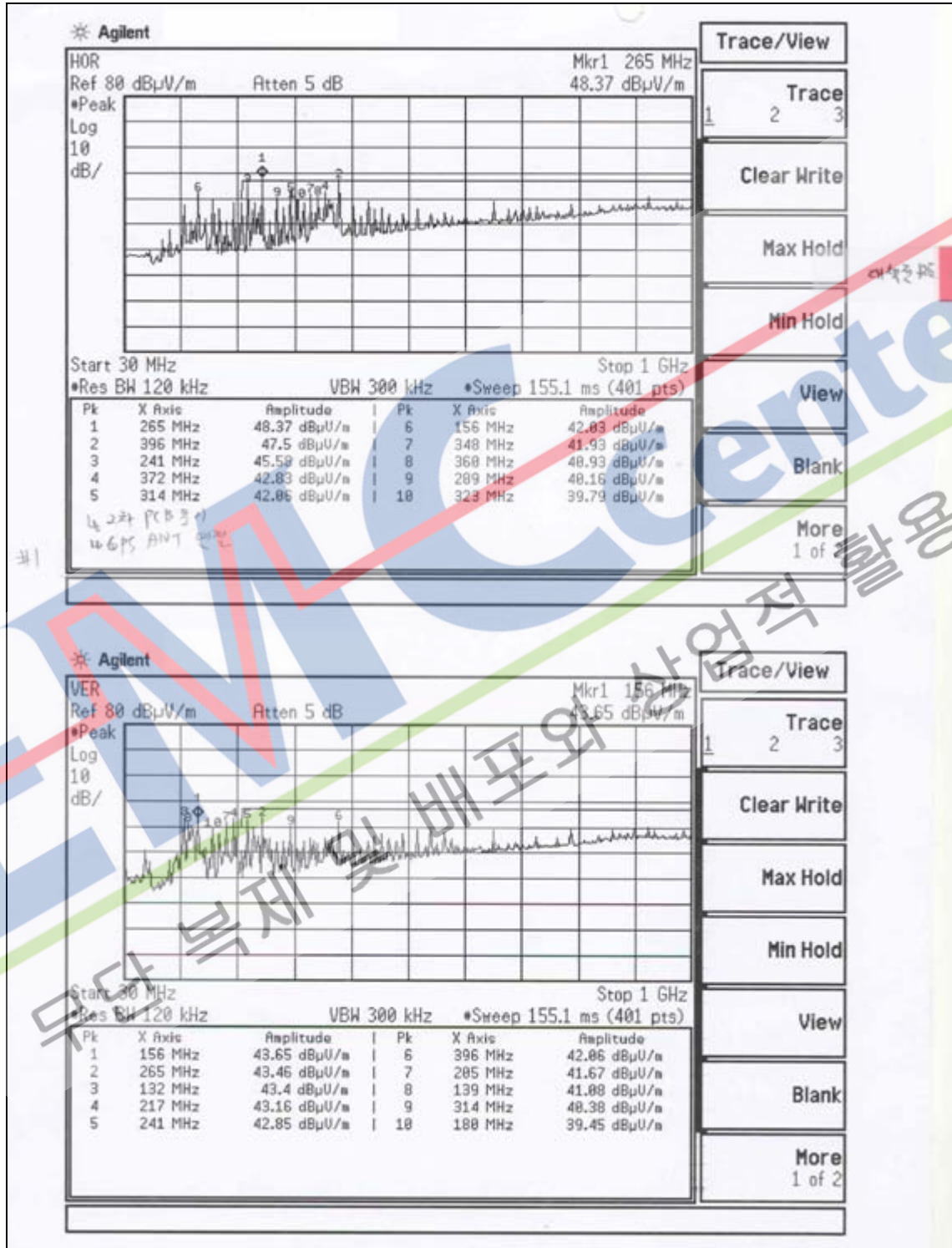


그림_21 [Top]



그림_22 [Ground]

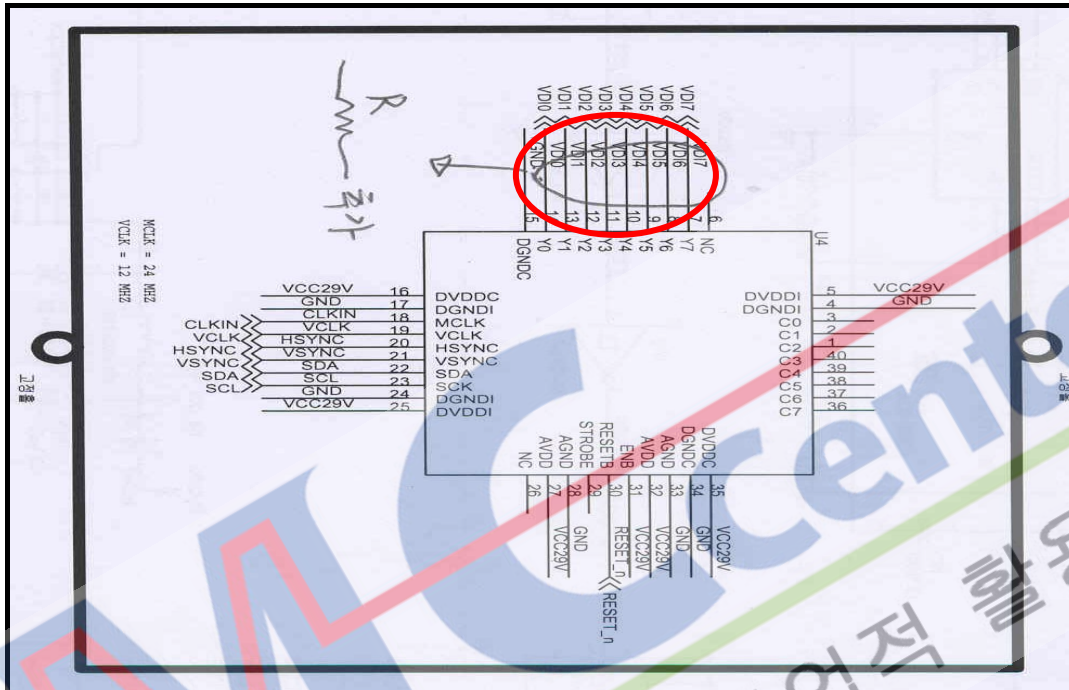
7.4 수정 후 데이터



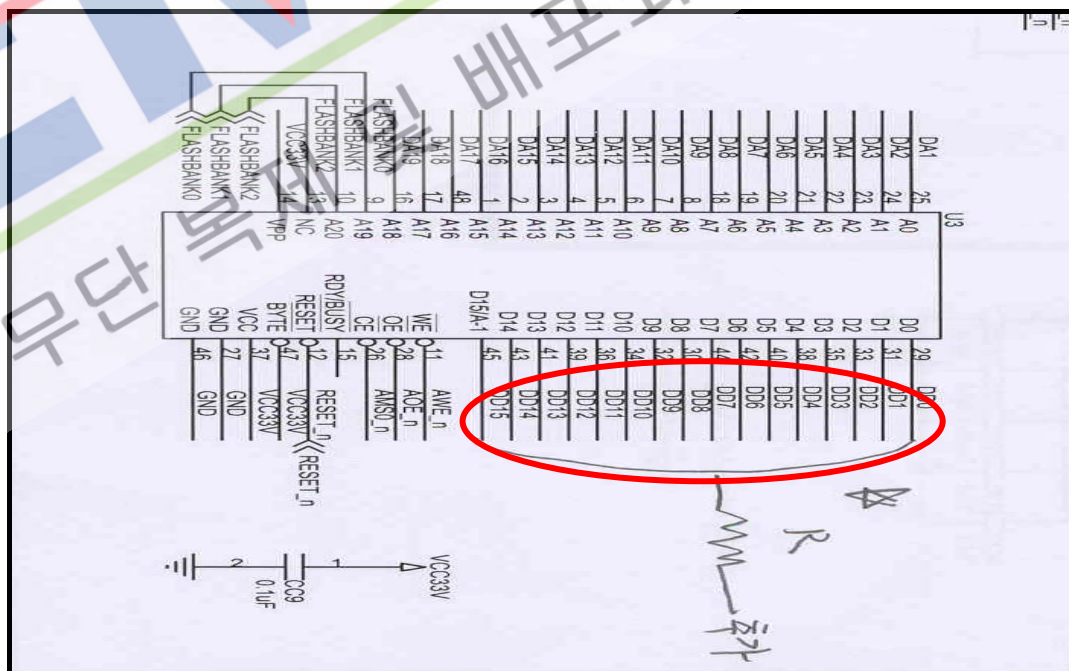
그림_23 [수정 후 초기]

8. 설계·대책 Design Rule

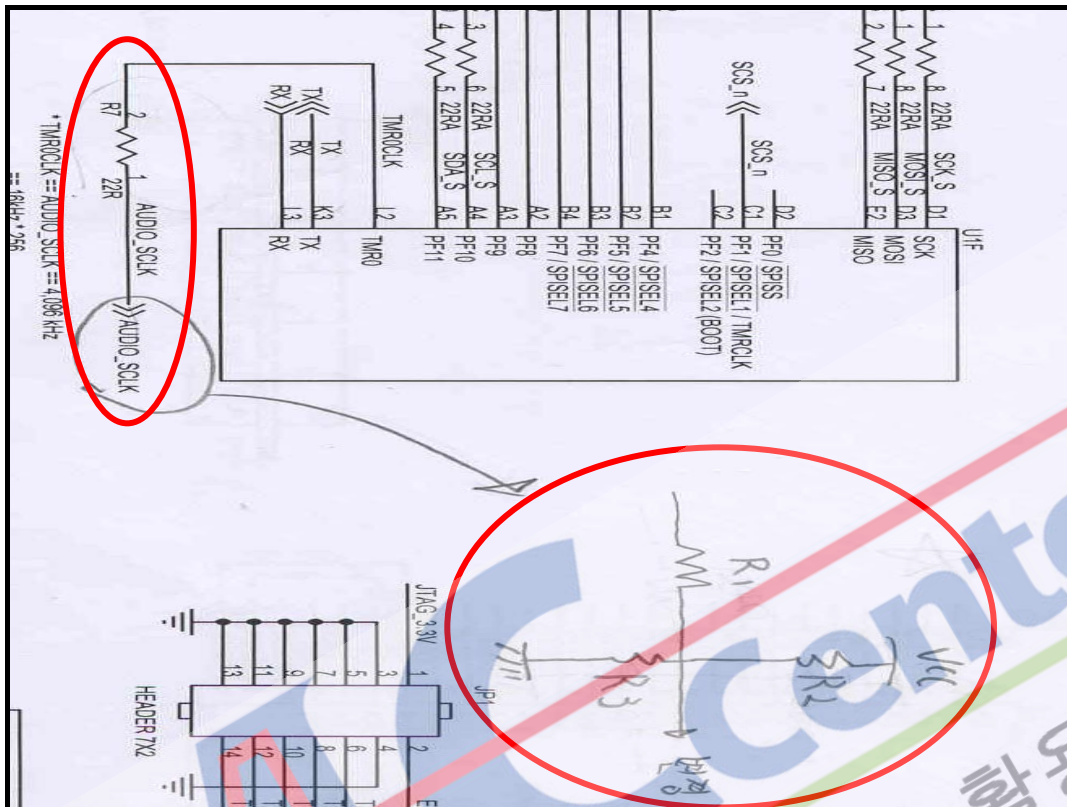
8.1 신호선



- 부품번호 U1 의 Y0~Y7 의 신호선에 Serial 부품자리 추가 권장



- 부품번호 U3 의 D0~D15 의 신호선에 Serial 부품자리 추가 권장



- 부품번호 U1F 의 Audio_SCLK 라인을 회로변경을 권장.
- Data 라인에 Serial Resistor 로 추가로 Data 라인에 발생하는 Ringing Noise 를 억제한다.

Design Rule	내 용	비 고
Clock line의 신호처리	Clock line의 Trace 길이가 길면 자체 Inductor 성분 에 의한 신호의 출력전압 레벨이 증가하며 출력전압 및 노이즈 방사를 줄이기 위해 Trace 길이를 최대한 짧게 가져간다.	
신호처리 Data line의 Ringing 현상	신호처리 Data line라인을 최대한 짧게 유지하고 임피던스 부정합에 의한 방사 노이즈를 줄이기 위해 신호 선의 길이를 짧게 유지한다.	

9. 종합적인 기술지원 내용 분석

- 차선이탈 경보장치의 1차 PCB의 경우 신호선 및 PCB가 작아 부품추가를 할 수 없는 사항으로 1차 PCB 설계를 한 후 분석 및 대책을 진행 하였으며 PCB설계 시 Data line 및 Ground에 중점을 두었다.
- PCB수정을 통한 2차 PCB의 특성은 안정적이며 특정 VCC에 적용된 De-cap이 Bypass 콘덴서로 작용하여 Ground로 노이즈 유기가 주원인이 되었으며 Data line이 단 방향이 아닌 양방향으로 인한 방사가 패턴 방사 및 내부 스피커 라인이 케이스 장착 시 노이즈원인 Data line을 가로 질러 내부 케이블로 유기 되어 많은 노이즈가 유발 한다.
- 제품 관련 하여 PCB전체의 Ground는 아주 양호 하다.
- 주파수 대역 230Mhz이하의 노이즈 원인
: VCC라인에 적용된 De-cap이 Ground로 노이즈를 유기함. [주 원인]
- 주파수 대역 230Mhz이상 노이즈 원인
: Data line의 Ringing 노이즈 및 내부 케이블로의 유기 [주 원인]
- 상기와 같이 주요원인의 순서이며 제품 설계 시 **“8. 설계·대책 Design Rule”**을 반영 하여야 하며 PCB설계단계에서 PCB to PCB의 Ground간의 **“임피던스 매칭”**을 가장 우선적으로 고려 하셔야만 근본적인 노이즈 저감효과를 가져올 수 있을 것이다.

10. 향후 제품 설계에 반영되어야 할 방향

- “8. 설계·대책 Design Rule” 참조