

LTE 노이즈 대책 과정

1회차: LTE 노이즈 문제

LTE란?.....	1
LTE 기술과 노이즈 제거.....	2

2회차: 노이즈 제거를 위한 사전 평가

안테나를 통해 수신되는 노이즈량의 파악.....	4
안테나를 통해 수신되는 노이즈 발생원 조사.....	5
수신 감도의 개선량의 파악.....	6

3회차: LTE 노이즈 대책 사례

700MHz 대역(Band13)의 노이즈 대책(예).....	7
2GHz 대역의(Band4)의 노이즈 대책(예).....	11

4회차: 대책 부품의 선택 방법

기본 EMI 필터 선택 방법.....	14
700MHz 대역(Band13)의 노이즈 대책(예).....	14
2GHz 대역(Band4)의 노이즈 대책(예).....	16

1회차: LTE 노이즈 문제

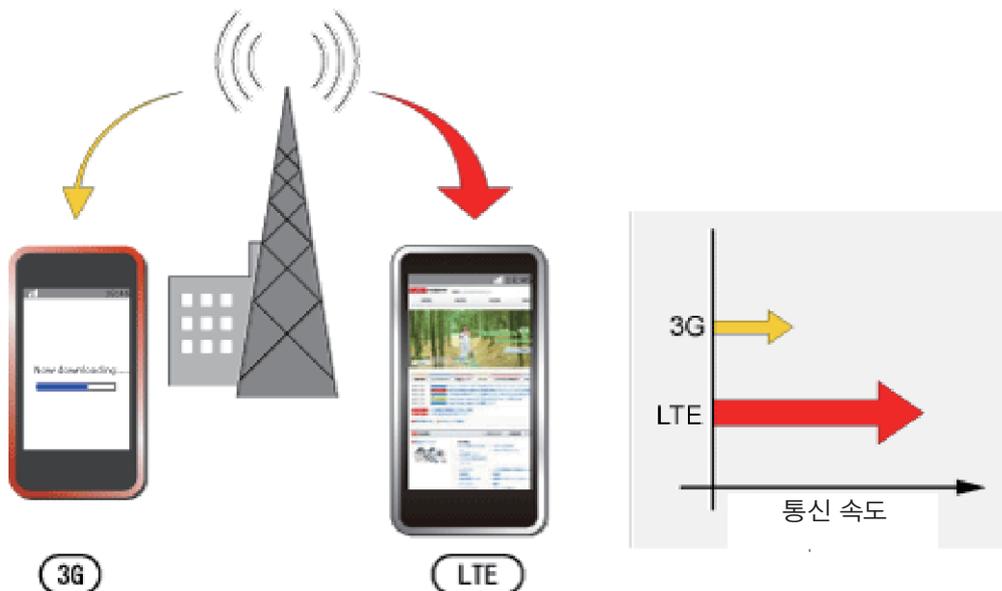
LTE란?

LTE(Long Term Evolution)는 차세대 휴대폰의 통신 표준 중 하나로, 요즘 많이 사용하는 3G(3세대) 휴대폰 방식인 W-CDMA보다 빠른 데이터 통신 표준인 HSDPA에서 한 단계 더 발전한 고속 데이터 통신 표준입니다.

LTE 사양은 3G(W-CDMA) 표준화 기구인 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서 "3GPP Release 8"로 표준화되었습니다.

특징

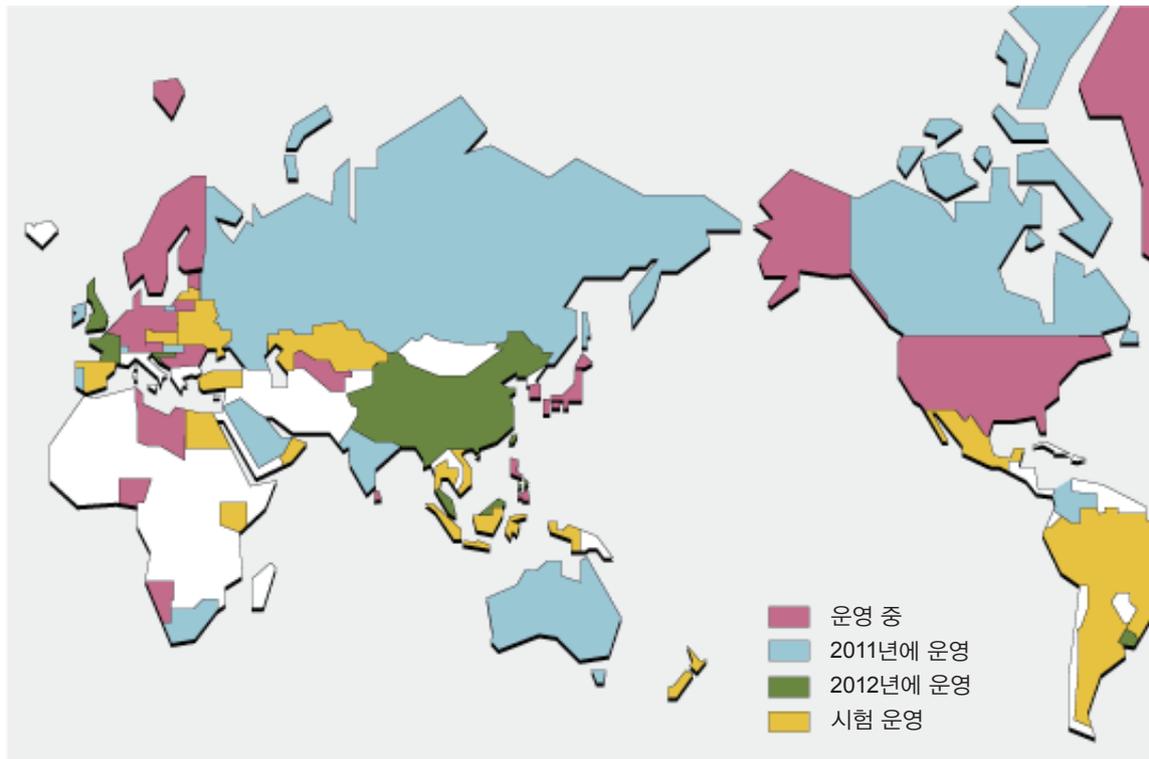
LTE는 고속 데이터 통신이 가능합니다. (수신: 100Mbps 이상, 송신: 50Mbps 이상) 주파수 대역이 최대 20MHz까지 확장되므로, 논리적 최대 전송 속도는 수신 시 326.4Mbps, 송신 시 86.4Mbps입니다. 데이터 통신 속도는 동일한 주파수 대역에서도 3G/3.5G보다 고속통신이므로 많은 사용자를 수용할 수 있는 여지가 있습니다. 또한 LTE는 접속 지연 100ms 이하, 또는 무선 구간의 전송 지연을 5ms 이하로 저지연을 실현하고 있어서 LTE는 음성 통신, 동영상 배포 및 온라인 게임 이용에 적합합니다.



LTE 동향

현재 스마트폰의 보급과 모바일 통신으로 인해 휴대폰의 데이터 통신량이 급속히 증가하고 있습니다. 따라서 통신 대역(용량)의 확대는 통신 업체의 핵심 과제입니다.

고속 데이터 통신 및 저지연이 가능한 LTE는 전파 사용의 효율성 측면에서 탁월하기 때문에 전세계의 많은 대형 통신 업체들이 LTE 채용을 방침으로 채택하고 있습니다. 그로 인하여 앞으로 LTE의 급속한 보급이 예상됩니다.



LTE 기술과 노이즈 대책

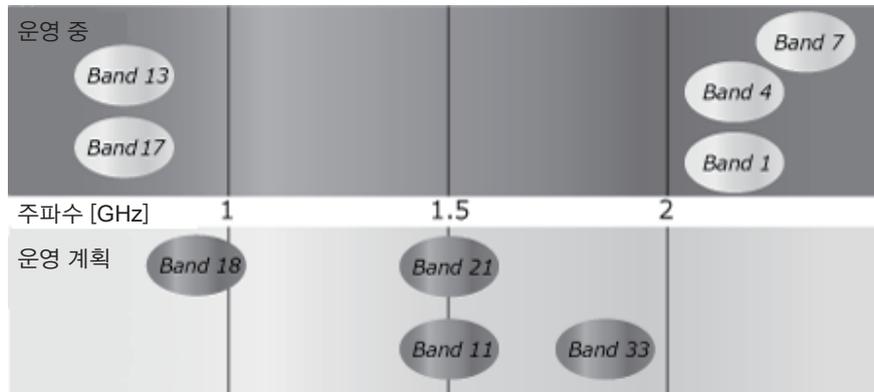
LTE용에서는 폭넓은 주파수 범위(700MHz ~ 2.7GHz)를 채용하여 각국의 통신 업체들에게 주파수 대역을 할당하고 있습니다.

이 주파수의 사용 효율성을 높이기 위해 다중 안테나를 통해 송수신하는 MIMO(Multi Input Multi Output) 및 기지국 간에 다원 접속을 실현한 SDMA(Space Division Multiple Access)라는 안테나 기술을 도입하고 있습니다. 또한 다중화 방식은 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 및 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)를 사용합니다.

한편, 무선 통신 기능을 가진 모바일 단말기에서는 Intra-system EMC 문제가 있습니다. (내부 노이즈가 무선 통신에 간섭을 일으켜서 수신 감도가 저하됨). LTE의 고속 통신 기술에 대응하기 위해서는 보다 더 노이즈 대책이 중요해 집니다.

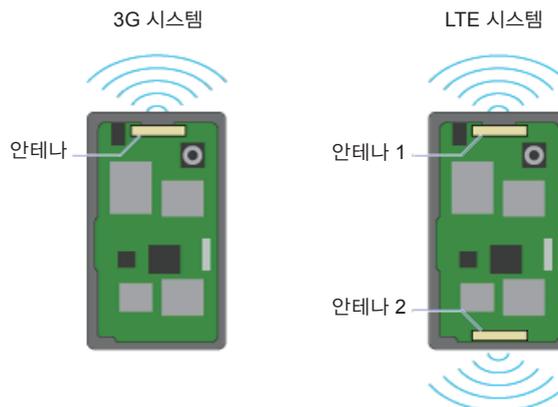
광역 주파수 대역

전세계에서 판매되는 단말기에 채용되는 모든 주파수 대역에 대해서 노이즈 대책이 실시되어야 합니다.



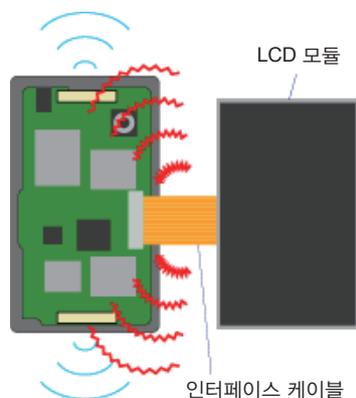
다중 송수신 안테나를 사용하는 통신 방식

LTE 휴대폰은 복수의 안테나를 사용하는 MIMO 방식을 채용하여 고속 통신을 실현하고 있습니다.



휴대폰 내부에서 발생한 노이즈가 안테나와 간섭을 일으키면 무선 감도가 낮아지고 통신 품질이 저하됩니다. 따라서 노이즈 대책을 통해 간섭을 억제해야 할 필요가 있습니다. (Intra-system EMC)

LTE는 복수의 안테나를 사용하여 고속 통신을 실현하고 있기 때문에 모든 안테나에 대해 노이즈 대책을 실시할 필요가 있습니다.

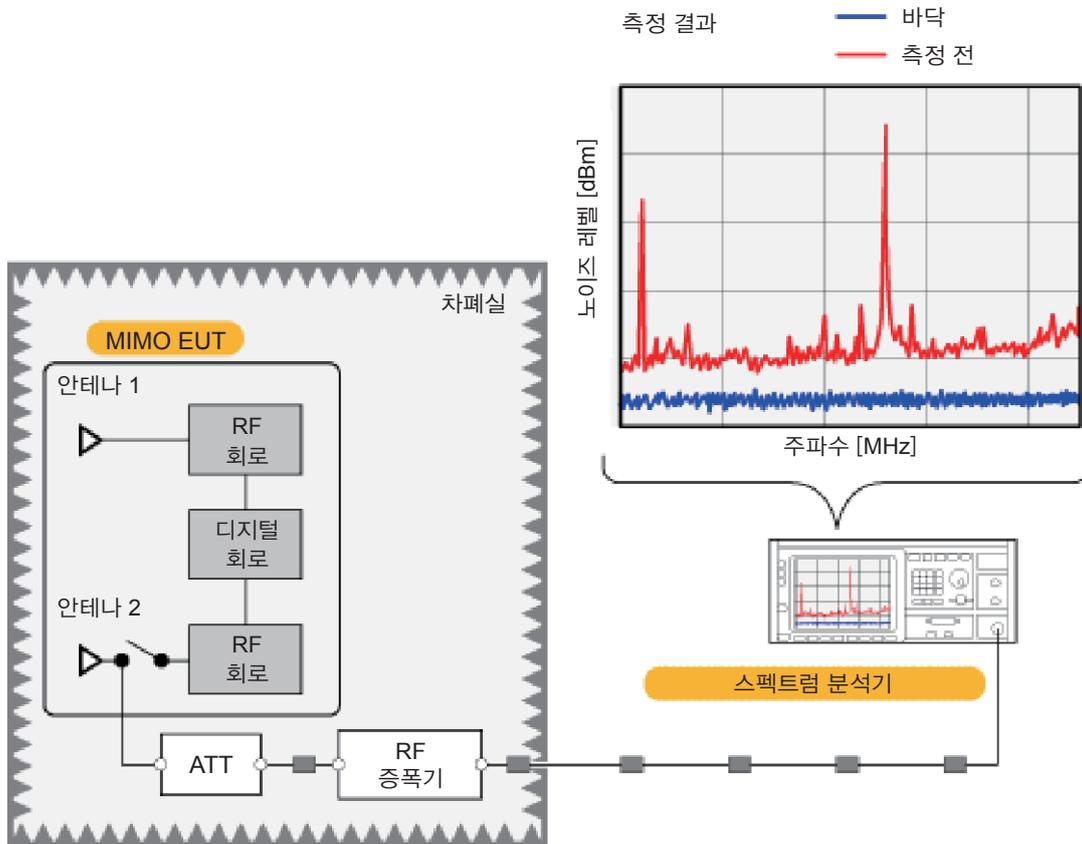


2회차: 노이즈 대책을 위한 사전 평가

■ 안테나를 통해 수신되는 노이즈량의 파악

안테나를 통해 수신되는 노이즈를 측정함으로써 Intra-system EMC 상태를 파악합니다.

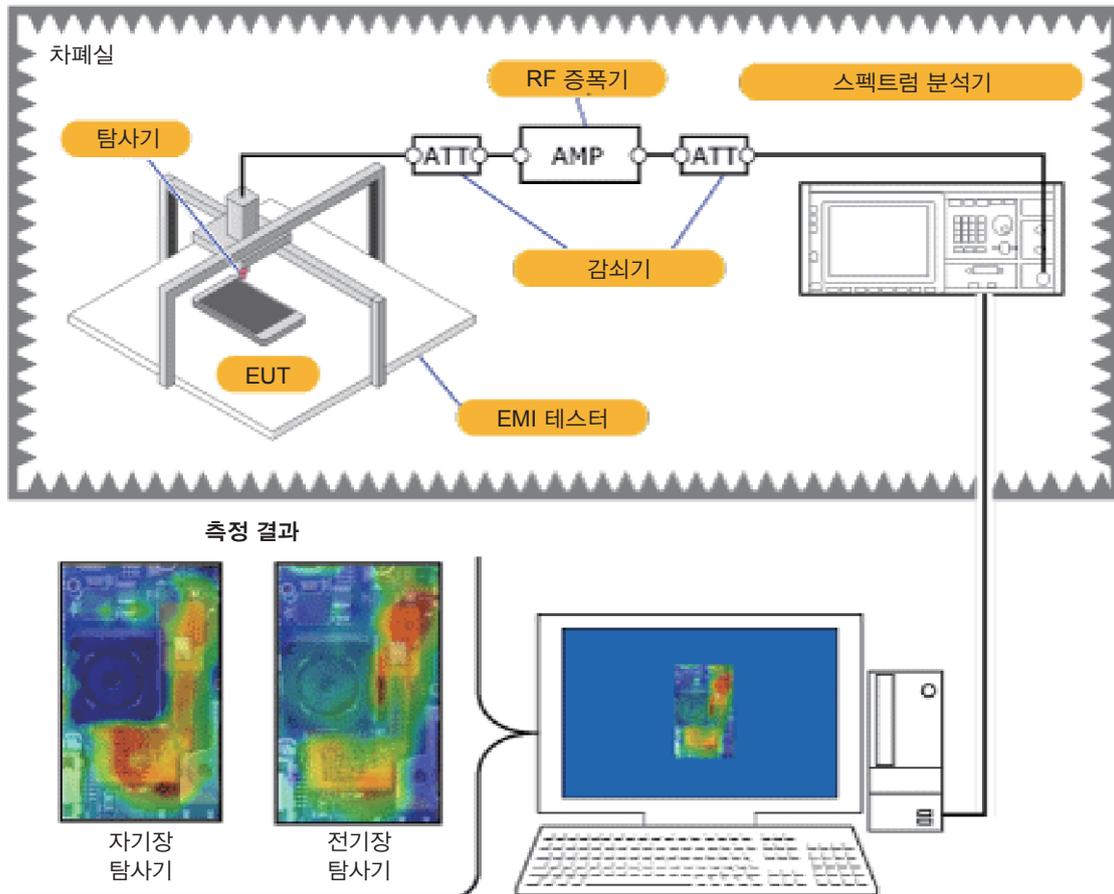
안테나의 전원 공급 지점에 동축 케이블을 연결하고, RF 증폭기를 통해 스펙트럼 분석기에 연결하여, 안테나가 수신하는 노이즈를 평가했습니다.



■ 안테나를 통해 수신되는 노이즈 발생원 조사

근접 전자기장 분포를 측정하는 방식으로 노이즈 발생원과 노이즈 전반 메커니즘을 조사합니다.

EMI 테스터에 부착된 전자기장 탐사기로부터 RF 증폭기를 통해 스펙트럼 분석기에 연결하여 근접 전자기장 분포를 평가했습니다.



수신 감도의 개선량 파악

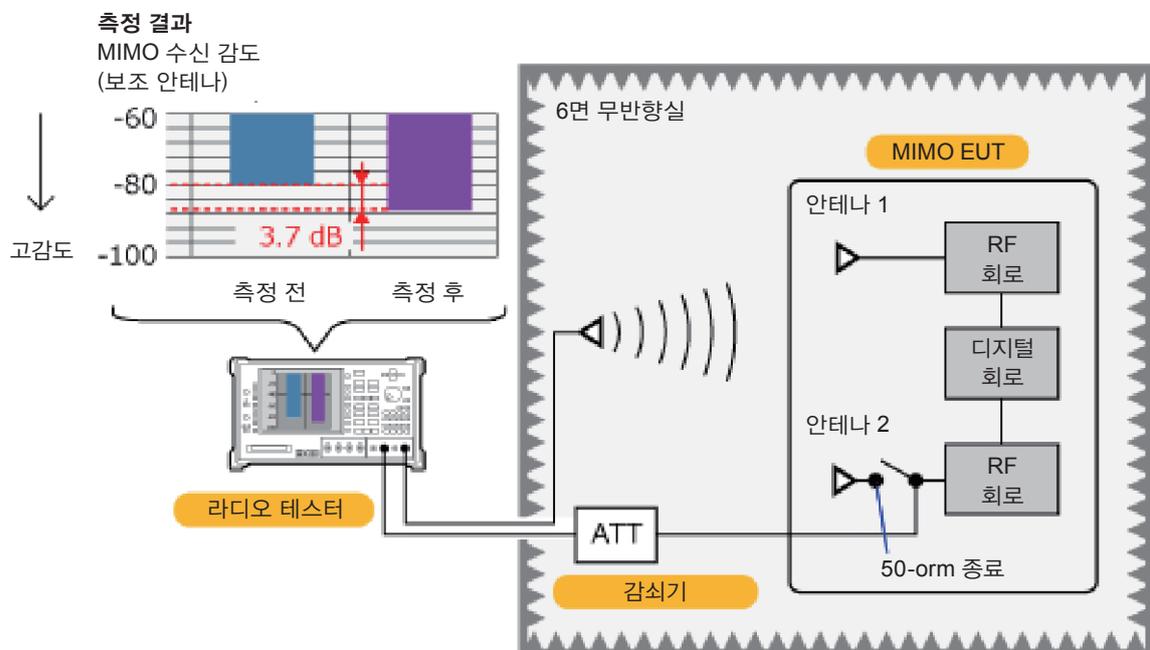
- 복수의 안테나의 수신 감도를 각각 측정합니다.
- Intra-system EMC 대책의 전후를 비교하여 평가합니다.

여기에 소개된 측정 방법은 당사의 오리지널 노이즈 평가에 특화된 MIMO-OTA (Over The Air) 평가입니다. 이 평가 방법은 다음과 같은 장점이 있습니다.

- MIMO 성능이 최대한 발휘된 상태에서의 평가가 가능합니다.
- 수신 감도와 노이즈 결합도 간의 상관 관계가 성립됩니다.
- 수신 감도에 영향을 주는 안테나를 식별할 수 있습니다.
- Reverberation Chamber와의 상관 관계가 있어, 노이즈 대책의 최우선도를 결정할 수 있습니다.

종합적인 수신감도 (정식 평가)인 TIS (Total Isotropic Sensitivity)의 측정은, Reverberation Chamber가 필요합니다 (Reverberation Chamber는 3GPP가 장려하는 평가 시스템 중 하나)

다음 그림의 측정 결과는 수치가 낮을수록 개선되었다는 것을 의미합니다.



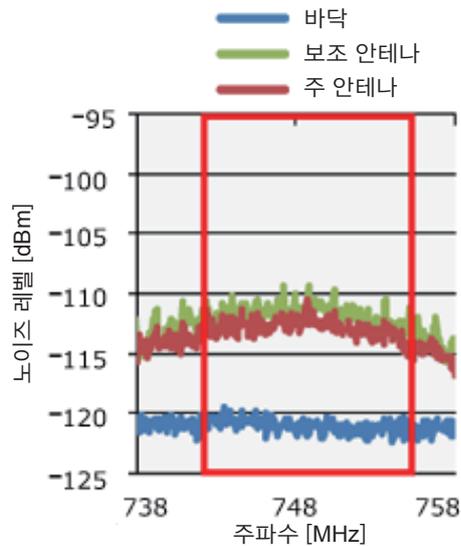
3회차: LTE 노이즈 대책 사례

700MHz 대역(Band13) 의 노이즈 대책(예)

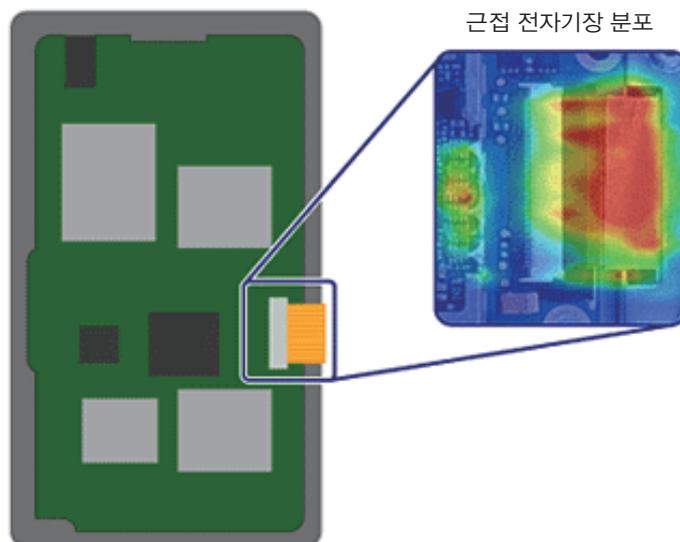
측정 결과

안테나를 통해 수신된 노이즈를 측정한 결과, 광대역의 노이즈가 결합된 것을 알 수 있었습니다.

○ 안테나에서 수신된 노이즈



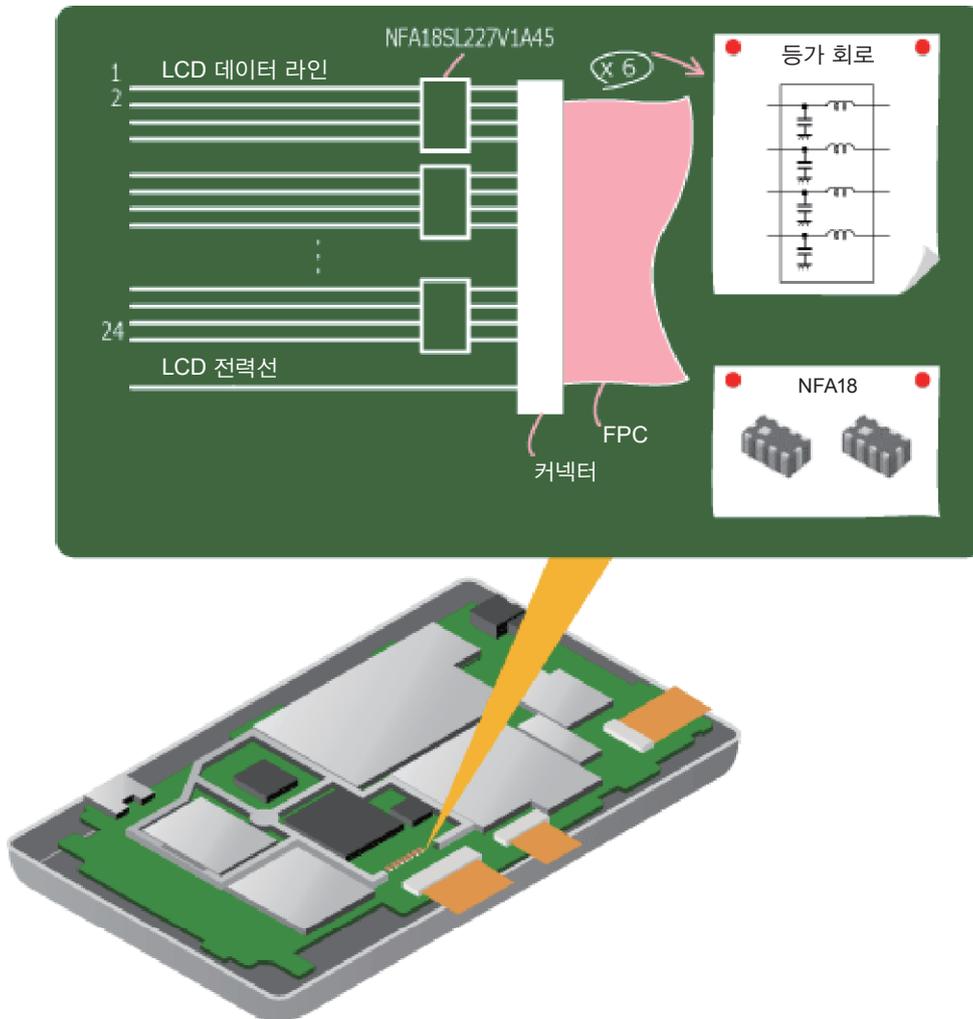
다음으로 노이즈의 발생 장소를 특정하기 위하여 근접 전자기장 분포를 평가하여 검토한 결과, LCD 데이터라인의 Flexible Cable 부근의 데이터 라인과 전력선의 노이즈로 인해, 안테나에 노이즈가 발생할 가능성이 높을 것으로 판단됩니다.



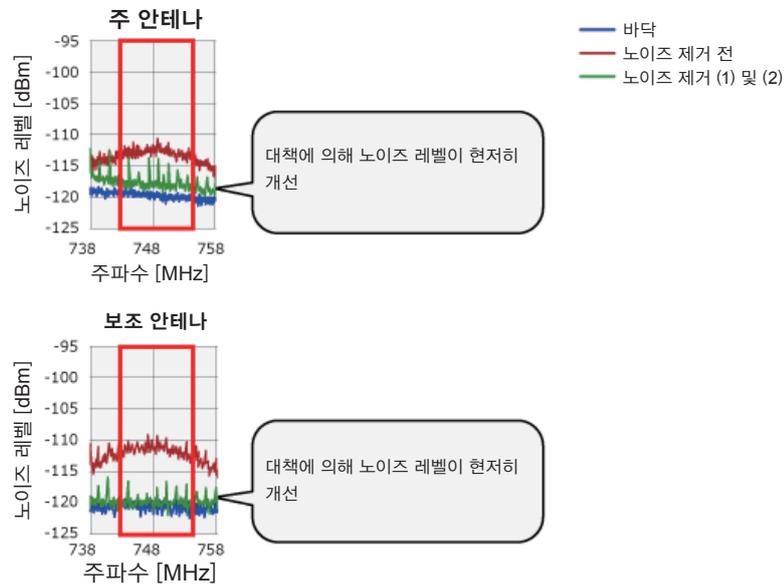
대책

■ 노이즈 제거 1(LCD 데이터 라인)

하이 임피던스 회로에 적합한 L형 필터를 선정했습니다. 복수의 신호가 병렬로 배선된 신호 라인이기 때문에 마운팅 효과가 높은 4회로 구성의 어레이 유형을 선정했습니다.



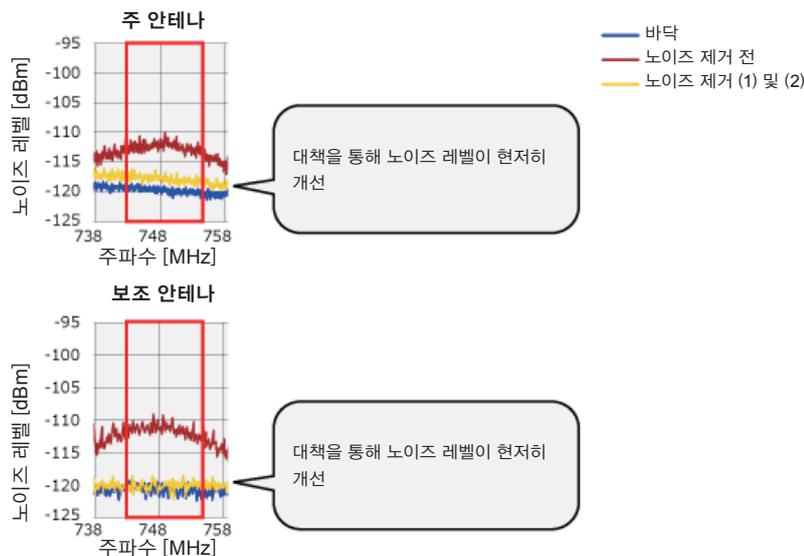
노이즈 대책 측정이 시작된 후 스펙트럼 분석기로 안테나를 통해 수신된 노이즈 레벨을 측정, 평가했습니다. 측정 결과(녹색 그래프)에 나타난 것처럼, 광대역 노이즈 값이 바닥 수준의 수치이며, 노이즈 제거가 효과가 있음을 보여줍니다.



■ 노이즈 제거 2(전력선)

노이즈 발생원이 전원 공급 장치의 스위칭 노이즈라는 것을 발견했습니다. 따라서 스위칭 노이즈를 전달하는 플랫 케이블의 전력선에 삽입할 페라이트 비드를 선정했습니다.

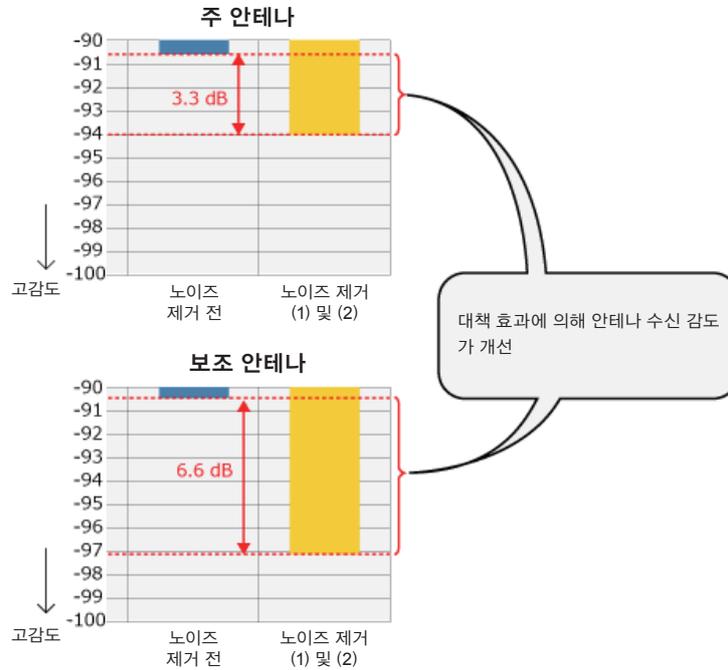
대책 후 안테나를 통해 수신된 노이즈 레벨을 측정 평가한 결과, 노란색 데이터를 통해 나타난 것처럼 1.5MHz 사이클의 노이즈가 없어지고 바닥에 가까운 수치가 나왔으며, 이는 페라이트 비드의 효과로 노이즈가 줄어들었음을 보여줍니다.



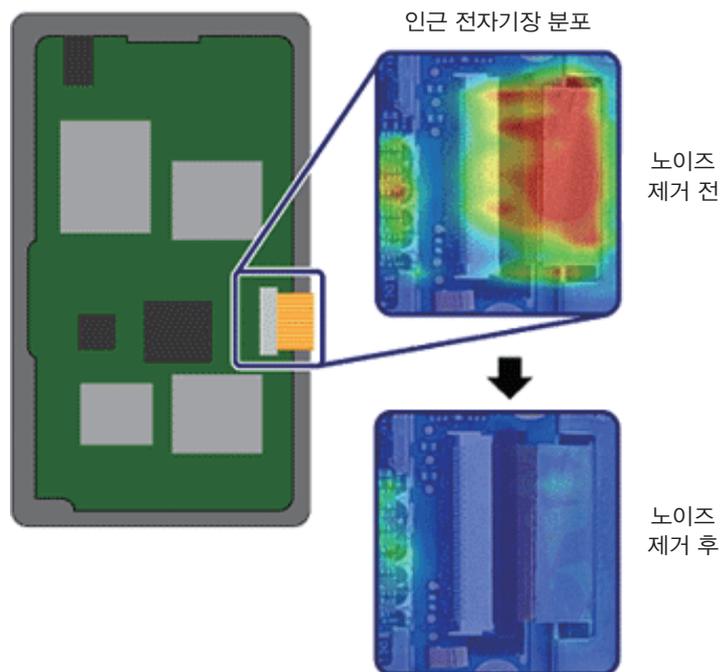
대책 평가

측정 전과 측정 후로 안테나의 수신 감도를 측정하고 노이즈 대책을 실시한 결과, 실제로 개선 효과가 나타나 는지를 평가했습니다.

측정 결과, 주 안테나는 3.3dB, 보조 안테나는 6.6dB의 개선 효과가 있는 것을 보여줍니다.



또한 근접 전자기장 분포 평가 결과도 LCD 데이터 라인의 Flexible Cable 부근의 전자기장 분포가 줄어드는 것을 보여줍니다.



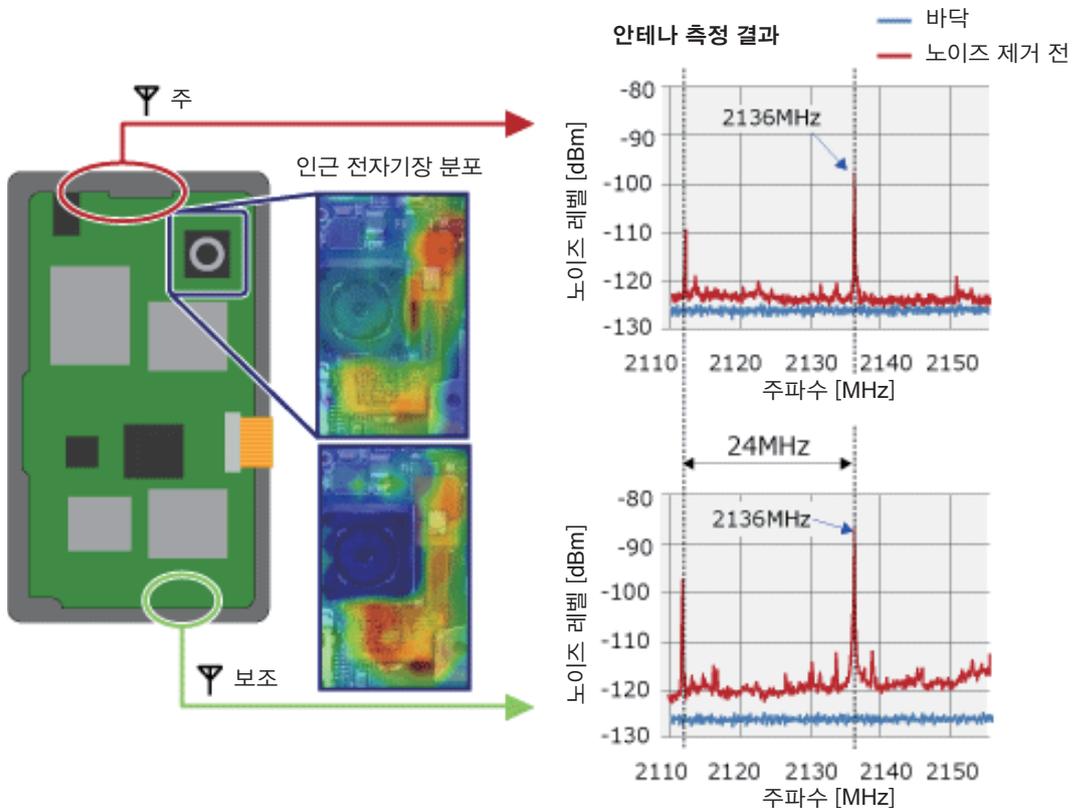
2GHz 대역 (Band4)의 노이즈 대책(예)

측정

스펙트럼 분석기를 사용하여 안테나를 통해 수신된 노이즈의 측정 결과는 주·보조 안테나 모두 2136MHz의 노이즈가 결합되어 있는 것을 보여줍니다.

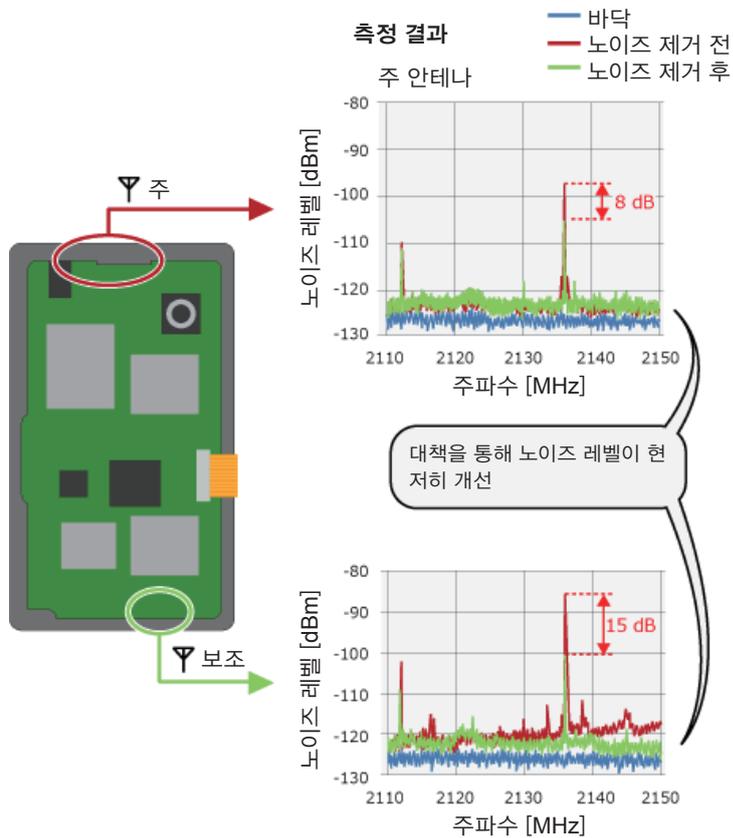
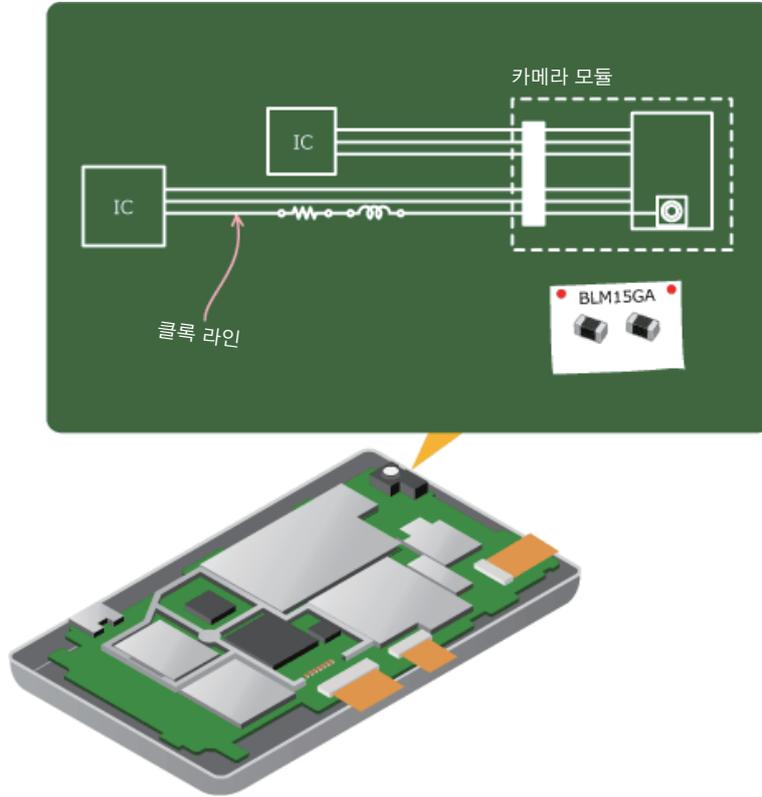
다음으로 근접 전자기장 분포 평가의 결과는 카메라 모듈의 데이터 라인 부근에서 높은 분포를 나타냈습니다.

측정된 노이즈는 24MHz 사이클로 발생했습니다. 이 사이클은 카메라 모듈 드라이빙 클럭 주파수와 동일하기 때문에, 안테나를 통해 수신된 2136MHz 노이즈는 카메라 모듈 클럭 주파수의 고조파 성분임을 알 수 있습니다.



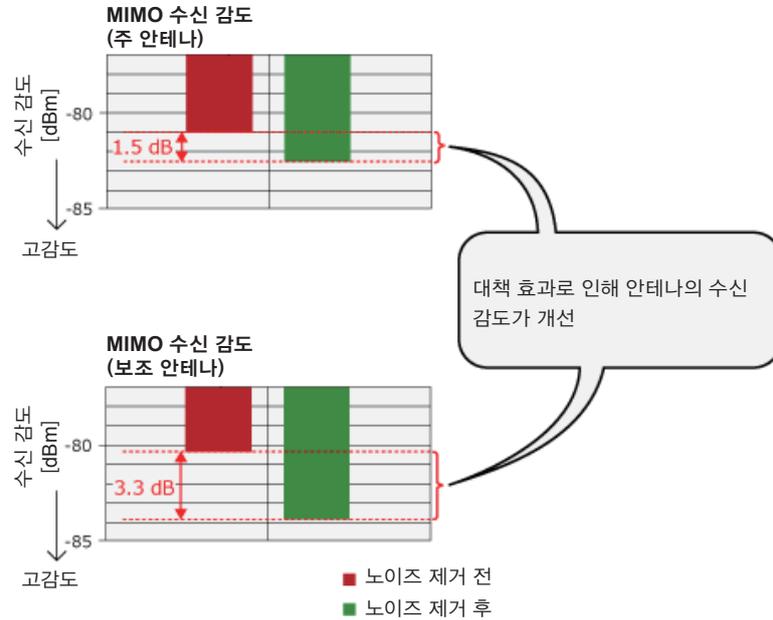
대책

노이즈 발생원은 카메라 모듈 클럭 주파수였기 때문에, 클럭 라인에 높은 GHz 대역 고속 신호용 페라이트 비드를 삽입했습니다. 또한 클럭 파형에서 신호음이 발생했기 때문에 파형을 정상화하기 위해 68Ω 댐핑 저항기를 삽입했습니다.

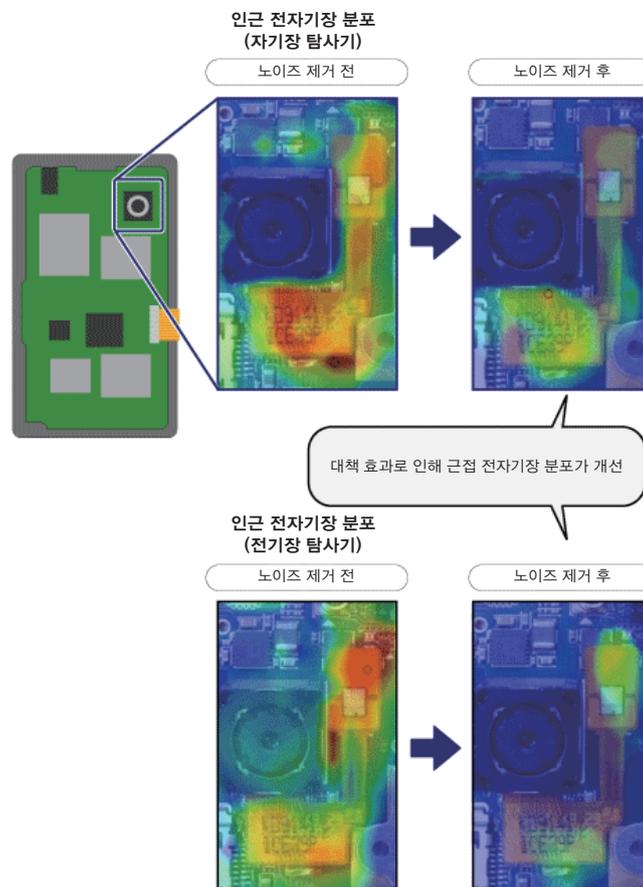


대책 평가

대책 후 안테나의 수신 감도 측정에서 주 안테나는 1.5dB, 보조 안테나는 3.7dB의 개선 효과가 있는 것을 보여줍니다.



또한 근접 전자기장 분포 평가 결과도 카메라 모듈의 Flexible Cable 부근의 전자기장 분포가 줄어드는 것을 보여줍니다.



4회차: 대책 부품 선택 방법

■ 기본 EMI 필터 선택 방법

문제의 노이즈를 제거할 수 있는 EMI 대책 부품

간섭을 일으키는 반송 주파수에서 노이즈 제거 효과가 뛰어난 EMI 필터를 선정합니다.

- 페라이트 비드의 경우 : 반송 주파수에서 임피던스가 높은 것.
- LC형 필터의 경우 : 반송 주파수에서 삽입 손실이 큰 것.

일반 페라이트 비드를 사용하는 경우, 자기 공진 주파수에 따라 반송 주파수 임피던스가 부족할 수 있습니다. 이러한 경우는 GHz 대역 임피던스가 높은 BLM-H 시리즈 (GHz 대역 노이즈 대응) 또는 BLM-G 시리즈 (고 GHz 대역 노이즈 대응) 를 선정합니다.

신호 품질을 보장하는 EMI 대책 부품

LCD 또는 카메라 모듈의 인터페이스 라인의 신호는 노이즈 발생원이 될 수 있으며 처리되는 데이터 양이 증가함에 따라 빨라집니다. 이러한 신호의 고속화로 신호 주파수와 노이즈 주파수가 서로 가까워지는 경향이 있습니다. 노이즈 대책 부품 때문에 신호의 고조파 성분이 손실되어 신호 품질이 저하되는 것을 막으려면 임피던스 곡선 또는 삽입 손실 곡선이 급격한 EMI 대책 부품을 선정하십시오.

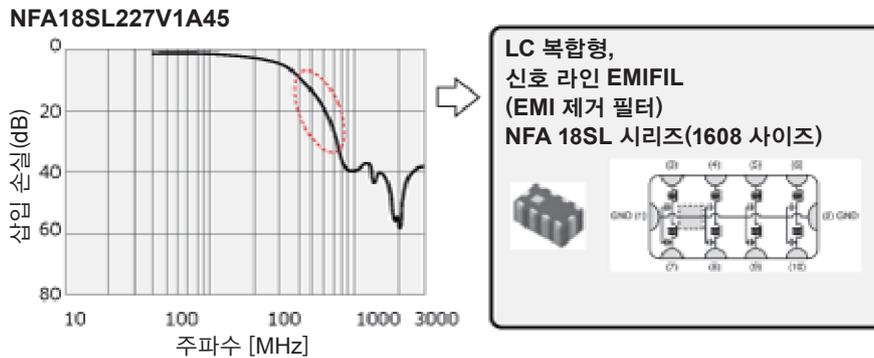
■ 700MHz 대역 (Band13)의 노이즈 대책(예)

LCD 데이터 라인

주 안테나와 보조 안테나를 통해 수신된 노이즈의 측정 결과는 LTE 통신 대역에서 노이즈가 안테나와 결합됨을 보여줍니다. 따라서 LCD 데이터 라인에 EMI 대책 부품을 적용 시켰습니다. 부품은 다음과 같은 기준에 따라 선정되었습니다.

! 대책 부품 선정 기준

신호주파수는 12MHz이지만, 노이즈를 제거해야 하는 주파수 대역대가 700MHz로 상대적으로 낮고 신호 주파수가 통과해야 하는 주파수 대역(최대 100MHz)에 가깝기 때문에, 삽입 손실 곡선이 가파르고 신호 주파수 및 노이즈 주파수 선택도가 높은 LC 복합형 EMI 필터를 선정했습니다. 신호 라인이 많기 때문에 EMI 필터는 어레이 유형 NFA18SL 시리즈로 하였습니다. 컷오프 주파수는 노이즈 제거 효과와 신호 품질 간의 밸런스를 확인하며 조정하여 220MHz의 것을 선정했습니다.



NFA18SL V 시리즈의 자세한 사양(PDF:78KB)

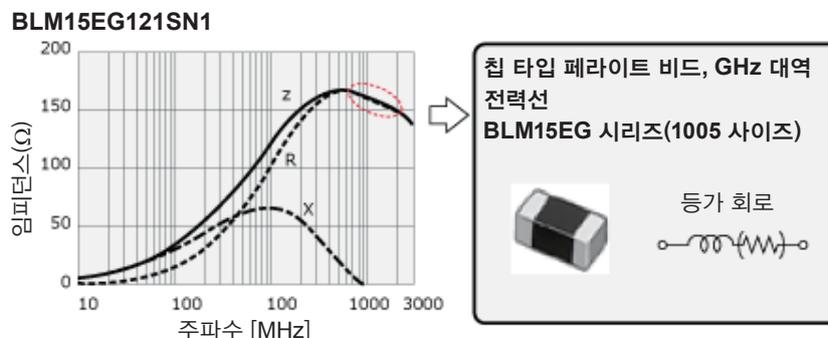
http://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/PDF/ENG/L0112S0120NFA18SL_V.pdf

전력선

전력선 또한 노이즈 발생원이 될 수 있기 때문에 노이즈 제거용 일반 부품인 페라이트 비드를 선정했습니다. 선정 기준은 다음과 같습니다.

! 대책 부품의 선정 기준

전력선은 낮은 임피던스로 인해 인덕터형 EMI 필터가 효과적으로 노이즈를 제거할 수 있습니다. 노이즈 제거에 필요한 주파수를 고려해서 임피던스 특성이 GHz 대역을 커버하고 대전류에 대응 가능한 BLM15EG 시리즈를 선정했습니다. 전력선에서 흐르는 전류치에 대응 가능한 전격 전류를 가진 필터를 선정했습니다.



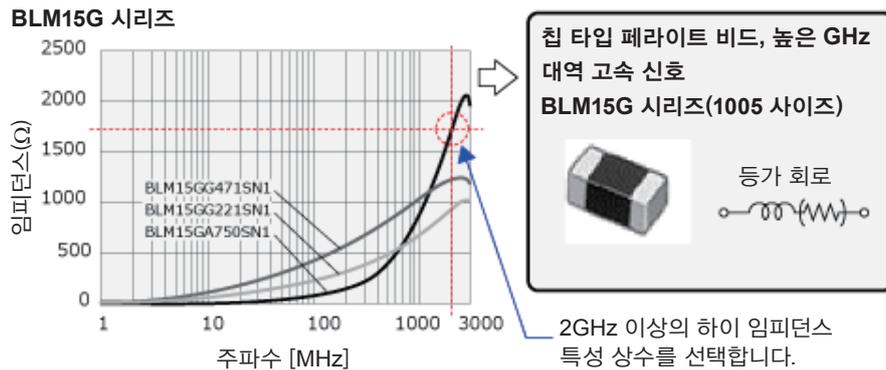
BLM15E 시리즈의 자세한 사양(PDF : 134KB)

<http://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/PDF/ENG/L0110S0101BLM15E.pdf>

2GHz 대역 (Band4)의 노이즈 대책(예)

! 대책 부품의 선정 기준

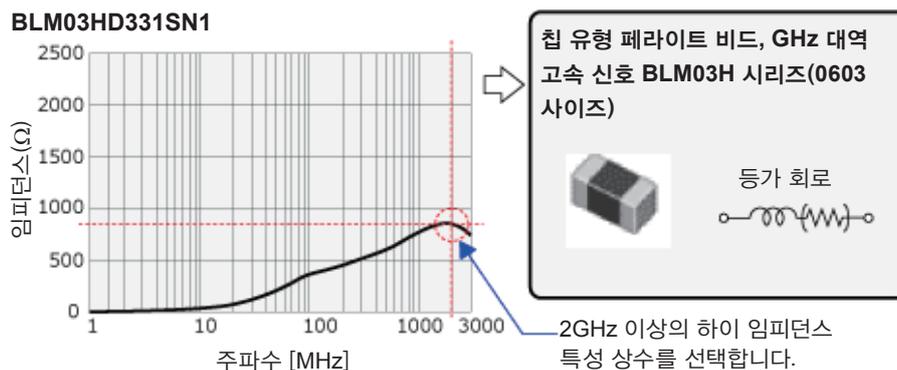
신호 주파수 24MHz에 대비 노이즈를 제거해야 하는 2GHz 주파수 대역은 비교적 여유가 있기 때문에 접지할 필요가 없는 페라이트 비드를 선정했습니다. 그러나 노이즈를 제거해야 하는 주파수는 2GHz 대역으로 높기 때문에 임피던스 특성이 수 GHz까지 커버되는 BLM15GA/GG 시리즈를 선정했습니다. 이번에는 그 중에서도 2GHz에서 임피던스가 가장 높고 24MHz 클럭 파형이 유지되는 BLM15GA750SN1을 선정했습니다.



BLM15G 시리즈의 자세한 사양(PDF:65KB)

<http://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/PDF/ENG/L0110S0105BLM15G.pdf>

장착 공간에 제약이 있는 경우, 노이즈 제거 효과는 다소 줄어들지만 BLM03HD331SN1도 사용할 수 있습니다.



BLM03H 시리즈의 자세한 사양(PDF:79KB)

<http://search.murata.co.jp/Ceramy/image/img/PDF/ENG/L0110S0101BLM03H.pdf>