

# 차량용 블루투스 스피커를 위한 EMC를 고려한 4층 PCB 설계

## Design of 4-Layer PCB Considering EMC for Automotive Bluetooth Speaker

윤기영\*, 김부균\*, 이성수\*

Ki-Young Yoon\*, Boo-Gyoun Kim\*, and Seongsoo Lee\*

### Abstract

This paper proposes an EMC-aware PCB design method to reduce electromagnetic emission, where trace length and return path of critical signal are shortened by changing chip location and trace layout on the PCB, while additional filters or decoupling capacitors are not required. In the proposed method, signal velocity is calculated for various signals on the PCB. Critical signal with the fastest signal velocity is determined and its return path is shortened as much as possible by placing chip location and trace routing first. Return path of critical signal should be carefully designed not to have discontinuity. Power plane and ground plane should be carefully designed not to be divided, since these planes are the reference of return path. The proposed method was applied to automotive directional Bluetooth speaker which failed to pass CISPR 32 and CISPR 25 EMC tests. Its PCB was redesigned based on the proposed method and it easily passed the EMC tests. The proposed method is useful to EMC-sensitive electronic equipments.

### 요약

본 논문에서는 전자파 방출을 줄이기 위해 필터나 디커플링 캐패시터를 사용하는 대신에 PCB 내의 칩 배치, 배선 모양 등을 변경하여 위험신호의 배선 길이와 귀환경로를 짧게 하는 EMC 고려 PCB 설계 기법을 제안하였다. 제안하는 기법에서는 PCB 상의 여러 가지 신호에 대해 신호속도를 계산하고, 신호속도가 가장 높은 위험신호에 대해 선로를 가능한 짧게 하도록 가장 먼저 칩의 위치를 선정하고 배선도 가장 먼저 수행해야 한다. 또 위험신호의 귀환경로에 불연속이 발생하지 않도록 설계하며 귀환경로의 기준이 되는 전원판과 접지판이 분할되어 있지 않도록 한다. CISPR-32, CISPR-25 등의 전자파 적합성 시험을 통과하지 못했던 차량용 블루투스 지향성 스피커에 이 기법을 적용하여 PCB를 재설계한 후 EMC 측정을 수행하였더니 해당 전자파 적합성 시험을 수월하게 통과할 수 있었다. 제안하는 기법은 EMC 특성이 중요한 전자기기에 유용하게 쓰일 수 있다.

*Key words* : EMC, EMI, PCB, Noise, Radiated Emission

---

\* Soongsil University (Researcher, Professor, Professor)

★ Corresponding author

E-mail : [sslee@ssu.ac.kr](mailto:sslee@ssu.ac.kr), Tel : +82-2-820-0692

※ Acknowledgment

This work was supported by the R&D Program of the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE) (20008417) and Korea Evaluation Institute of Industrial Technology (KEIT). This work was also supported by the MOTIE (Ministry of Trade, Industry & Energy) (10080649) and KSRC (Korea Semiconductor Research Consortium) support program for the development of the future semiconductor device.

Manuscript received Oct. 5, 2021; revised Nov. 22, 2021; accepted Nov. 23, 2021.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

### I. 서론

전자회로에서는 제품을 동작하게 하는 전원, 제품이 동작할 때 발생하는 신호, 전달된 신호의 전류가 돌아오는 귀환전류(return current) 등으로 구성된 폐 루프가 형성된다. 폐 루프의 형태와 신호선에 흐르는 전류량에 따라서 결정되는 자속은 근접한 주변 신호선에 영향을 주거나 누화(crosstalk)의 원인으로 작용하고, 외부로 복사되는 전자기파의 강도를 증가시키는 원인이 된다[1].

일반적으로 인쇄 회로 기판(PCB: printed circuit board)에서 전자파 적합성(EMC: electromagnetic compatibility)을 만족하기 위해 잡음을 줄이거나, 회로 내에 필터를 사용하거나, 전원단 주변에 디커플링 커패시터를 사용하는 방법이 이용된다. 본 논문에서는 PCB 내에서 칩의 위치를 변화시키고 귀환전류의 기준판(reference plane)을 균일하게 하는 방법을 사용하였다. 이는 위험신호(critical signal)의 배선 길이와 귀환경로(return path)를 짧게 하여 필터나 디커플링 커패시터의 추가적인 사용 없이 PCB의 잡음 방출을 억제할 수 있다. 또한 본 논문에서는 이 방법을 차량용 지향성 블루투스 스피커에 적용해보고 방사성 방출(radiated emission) 시험을 통해서 EMC가 개선되는 것을 확인하였다.

### II. 제안하는 기법을 적용하지 않은 차량용 지향성 블루투스 스피커의 PCB

본 논문에서는 제안하는 기법을 적용하기 위한 대상으로 차량용 지향성 블루투스 스피커를 선택하였다. 이 스피커를 동작시키기 위해서 사용하는 DC 전압의 종류는 4가지로, DC 잭을 통해 들어오는 전압인 SYS(12V), 지향성 모드에서만 사용하는 전압인 VDD(12V), 디지털 IC 칩을 구동하는 전압인 PVDD(3.3V), OPAMP와 AM 모듈레이터 칩을 구동하는 전압인 NVDD(-8V)로 이루어져 있다. 이 스피커에서 블루투스 모듈과 Audio MONO Amp 칩 사이는 디지털 통신인 I<sup>2</sup>S를 사용한다.

이 스피커의 PCB는 그림 1과 같이 4층으로 구성되어 있다. PCB 1층(1L)에는 외부 스피커와 연결하기 위한 커넥터와 일반 스피커를 연결하기 위한 커넥터, 외부 어댑터에서 DC 전압을 인가받는 DC 잭,

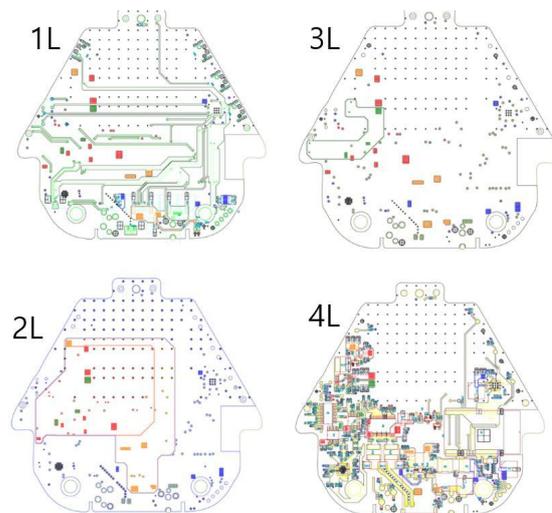


Fig. 1. Conventional PCB of automotive directional Bluetooth speaker when the proposed method is not applied.  
그림 1. 제안하는 기법을 적용하지 않은 차량용 지향성 블루투스 스피커의 기존 PCB

음향신호를 인가받기 위한 AUX 잭 및 스피커를 조절하기 위한 각종 스위치가 배치된다. 2층(2L)은 전원판으로, VDD, SYS, PVDD의 3개 전원 전압이 전원판에 분배되어 있다. 3층(3L)은 접지판으로 다양한 구성 요소에서 전류를 반환하는 경로 역할을 한다. 접지판 안에는 NVDD의 전원판이 일정 면적을 차지하고 있다. 4층(4L)에는 이 PCB에서 사용되는 대부분의 IC 칩과 수동 소자가 배치되어 있다. 소자 사이의 배선은 전부 1층과 4층 사이에서 이루어지고 비아(via)를 통해서 서로 다른 층에 있는 선로와 연결된다.

### III. 위험신호 분석 및 귀환경로 단축을 통한 PCB 설계 기법

방사의 측면에서 가장 문제가 되는 신호는 클럭, 버스, 제어 신호와 같이 반복되는 파형을 갖는 고주파 디지털 신호이며 진폭이 큰 고조파(harmonics) 성분으로 이루어져 있는 위험신호이다. 이들 위험신호는 EMC에 큰 영향을 미치기 때문에 이들을 찾아내서 배선 길이와 귀환경로가 최대한 짧아지도록 PCB를 설계해야 한다.

위험신호를 찾아내기 위한 기준으로 신호속도(signal speed) 개념이 있다. 어떤 신호의 방사는 그 신호 전류의 고주파 스펙트럼 성분과 직접적인 관련이 있다. 고주파 스펙트럼 성분의 주파수와 크

기는 신호의 기본 주파수  $F_0$ , 신호의 상승/하강 시간  $t_r$ 의 역수, 게이트가 스위칭할 때 발생하는 구동 전류의 크기  $I_0$ 에 의해 결정된다. 따라서 위험신호를 찾아내기 위한 효과적인 기준인 신호속도는 식 (1)과 같이 표현된다[2].

$$\text{신호속도} \approx (F_0 I_0) / t_r \tag{1}$$

전류가 크고 상승/하강 시간이 빠르고 기본 주파수가 높은 신호들은 넓은 주파수 대역을 갖기 때문에 모든 위험신호에 대해서 신호속도를 고려해야 한다. 이렇게 찾아진 위험신호는 선로의 길이가 가능한 짧게 되도록 가장 먼저 칩의 위치를 선정하고 배선도 가장 먼저 수행해야 한다. 또 위험신호에 대해 단순히 배선만 짧게 하는 것이 아니라 귀환경로를 단축하는 노력이 필요하다.

귀환전류는 선로 아래 기준판을 통해서 흐르는데, 저주파의 경우 저항이 최소인 경로를 따라서 흐르기 때문에 면적이 넓고 물리적으로 가까운 경로를 통해 귀환전류가 흐르고, 고주파에서는 주파수가 높아질수록 인덕턴스에 비해 저항 값은 무시될 수 있으므로 인덕턴스가 가장 적은 경로를 통해 흐른다. 따라서 주파수가 높을수록 선로의 바로 아래로 귀환전류가 흐르게 된다[3].

귀환경로는 접지판 뿐만 아니라 전원판도 기준판이 될 수 있다. 기준판이 일정한 평면으로 이루어지지 않고 분할되어 있거나 슬롯이 포함되어 있으면 귀환전류는 그 주위로 흐르면서 더 큰 전류 루프를 생성한다. 전류 루프가 커지게 되면 기판으로부터 방사가 증가하고 접지 인덕턴스가 증가하는데, 이는 모두 EMC 관점에서 해로운 영향을 준다. 아울러 인접한 선로들 사이의 혼선을 증가시켜 파형 왜곡을 일으키게 된다. PCB상에 존재하는 귀환판의 불연속은 선로의 특성 임피던스를 변화시켜 반사파를 발생시킨다. 따라서 고주파 신호의 귀환경로는 불연속이 발생하지 않도록 배선에 주의가 필요하다.

#### IV. 제안하는 PCB 설계 기법을 적용한 PCB 재설계

일반적으로 위험신호로 가장 먼저 고려해야 하는 신호는 클럭 신호이다. 이 PCB에서 사용하는 클럭

신호는 MCLK(master clock), BCK(bit clock), LRCK(left-right clock)이다. 세 가지 클럭 신호에 대해 PCB 상에서 기본주파수, 상승시간, 구동전류를 측정된 값은 표 1과 같으며 이에 따라 각 클럭 신호에 대해 신호속도를 계산하였다. 계산 결과 신호속도가 가장 빠른 신호는 MCLK이기 때문에 이 신호가 위험신호가 된다.

Table 1. Measured data and signal speed for clock signals.  
표 1. 클럭 신호의 측정값과 신호속도

Clock	Frequency [MHz]	Rising Time [ns]	Current [mA]	Signal Speed [A/s <sup>2</sup> ]
MCLK	20	3.238	19.6	$1.12 \times 10^{14}$
BCK	1.41	2.334	21	$1.26 \times 10^{13}$
LRCK	0.044	2.334	21	$3.95 \times 10^{11}$

본 논문에서는 위험신호 분석에 따른 귀환경로 단축 기법을 차량용 지향성 블루투스 스피커의 PCB에 적용하여 새로 설계하였다. 그림 2(a)는 기존 PCB에서 블루투스 모듈, Audio Mono Amp의 배치를 보인다. 이때 Audio Mono Amp는 블루투스 모듈과 멀리 떨어져 배치되어 있으며 이로 인해서 블루투스 모듈과 Audio Mono Amp 사이의 배선 길이가 증가하게 되는 결과를 가져왔다. 이를 그림 2(b)와 같이 개선하여 블루투스 모듈과 Audio Mono

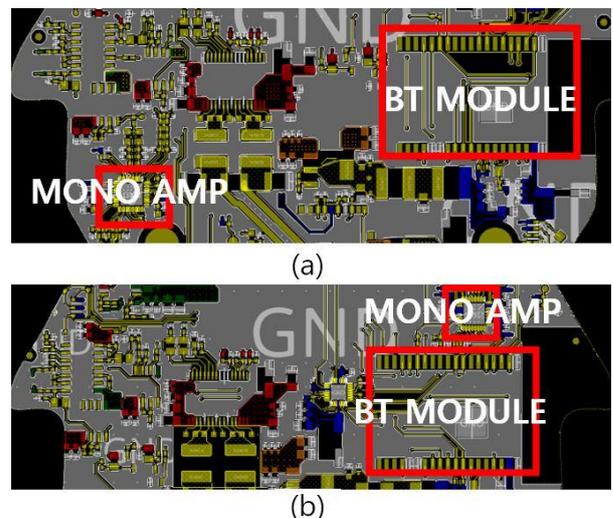


Fig. 2. Change of chip positions to shorten critical signal path (a) Conventional PCB (b) Redesigned PCB.  
그림 2. 위험신호의 배선 길이를 단축하기 위한 칩 배치 변경 (a) 기존 PCB (b) 재설계한 PCB

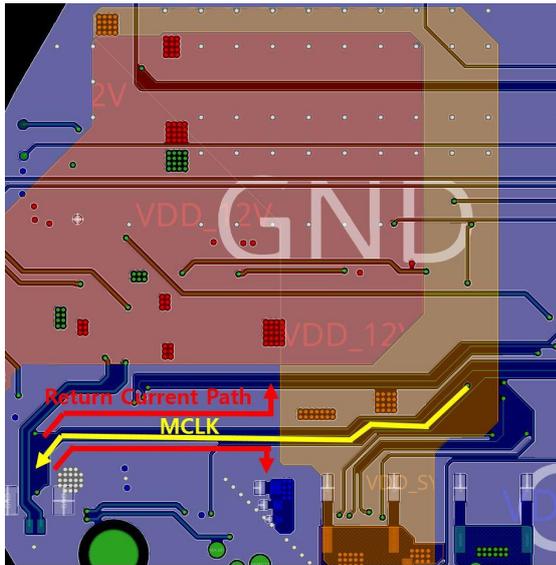


Fig. 3. Return path of MCLK signal on conventional PCB.  
그림 3. 기존 PCB에서 MCLK 신호의 귀환경로

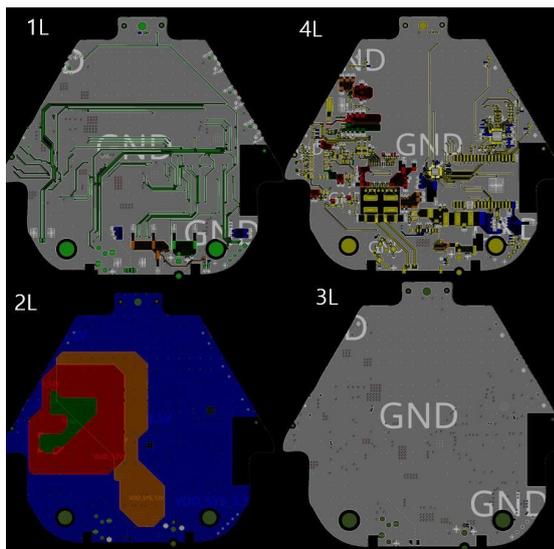


Fig. 4. Redesigned PCB of automotive directional Bluetooth speaker when the proposed method is applied.  
그림 4. 제안하는 기법을 적용한 차량용 지향성 블루투스 스피커의 재설계한 PCB

Amp 사이의 거리를 대폭 줄였다. 이로 인해서 두 IC 사이의 배선 길이가 대폭 감소하였고 특히 위험 신호인 MCLK의 배선 길이는 83mm에서 11mm로 약 1/7.5로 감소하였다.

기존 PCB에서 위험신호인 MCLK 배선은 4층에 위치한 블루투스 모듈에서 비아를 타고 1층으로 올라와서 Audio Mono Amp의 주변까지 온 다음에 다시 비아를 타고 4층으로 내려가서 Audio Mono Amp에 연결되는 방식이었다. 이로 인해서 배선의

길이가 길어질 뿐만 아니라, 2층의 분할된 전원층으로 인해 MCLK의 귀환경로가 매우 길어지게 된다.

그림 3은 기존 PCB의 1층의 신호 선로와 2층의 전원판의 구성을 보인다. MCLK 신호는 4층에서 비아를 타고 올라와 1층에서 긴 선로를 형성하기 때문에 귀환전류는 신호 선로의 아래 기준판을 따라 흐르므로 귀환전류 또한 2층의 전원판을 따라 긴 루프를 형성한다. 귀환전류가 흐르게 되는 전원판은 VDD가 붉은색, SYS가 주황색, PVDD가 파란색으로 총 3개의 전원층으로 분할되어 있는데, 배선된 MCLK는 그림 3의 노란색 화살표와 같이 SYS에서 PVDD로 갈라진 틈을 가로지르게 배선되어 있으므로, MCLK의 귀환경로가 가로막히게 된다. 이로 인해 귀환전류는 갈라진 경계를 지나가기 위해서 다른 경로를 찾아야 하므로 그림 3의 붉은색 화살표와 같이 훨씬 큰 루프를 형성하면서 흐르게 된다.

선로가 갈라진 전원판을 가로지르는 경우, 귀환전류는 가장 가까운 디커플링 커패시터로 우회하여 갈라진 부분이 없는 균일한 접지판으로 넘어가게 된다. 접지판으로 넘어간 귀환전류는 다시 선로 아래에 위치한 원래의 갈라진 전원판으로 되돌아갈 수 있도록 또 다른 디커플링 커패시터를 찾아간다. 이렇게 귀환경로가 길어지게 되면 귀환경로의 인덕턴스가 증가하고 귀환경로가 만드는 루프 면적 또한 증가하게 된다. 루프 면적이 커질수록 외부의 불필요한 잡음들을 쉽게 받아들일 수 있게 된다. 그렇기 때문에 MCLK와 같은 위험신호는 귀환경로가 어떻게 형성되어 있는지, 귀환경로의 기준이 되는 전원판과 접지판이 분할되어 있지 않은지 항상 고려해야 한다.

기존 PCB에서는 그림 1과 같이 3층에 위치한 접지판 안의 한 부분에 NVDD 전원판이 위치해있었기 때문에 균일한 접지판이라고 할 수 없다. 접지판 안에 NVDD 전원판이 있고 선로가 쪼개진 틈을 가로지르면 전류의 귀환경로는 큰 루프를 형성하며 흐르게 된다. 주파수가 높은 전류는 큰 루프를 따라서 흐르는 경우 방사가 발생한다. 또한 큰 루프는 높은 접지 인덕턴스를 발생시킨다. 낮은 레벨의 아날로그 회로의 전류가 큰 루프를 형성하여 흐르는 경우, 큰 루프는 전자기파를 잘 수신하므로 낮은 레벨의 전류가 영향을 받기 쉽다.

귀환전류가 접지판 사이의 틈으로 인해 큰 루프

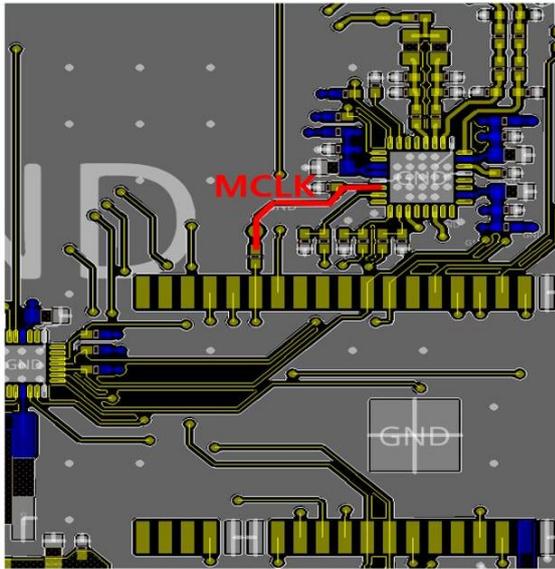


Fig. 5. Return path of MCLK signal on redesigned PCB.  
그림 5. 재설계한 PCB에서 MCLK 신호의 귀환경로

를 만들지 않도록 접지판 안에 위치해있던 NVDD 전원판을 VDD, SYS, PVDD가 있는 2층 전원판으로 이동시켜서 3층 접지판을 균일하게 만들었다. 그림 4는 재설계한 PCB의 전체 모습이며 2층과 3층에서 접지판과 전원판의 모양이 개선되었음을 알 수 있다. NVDD 전원이 접지판에서 전원판으로 옮겨졌기 때문에 3층 접지판은 균일한 형태를 가진다. 2층 전원판에서 초록색이 NVDD, 붉은색이 VDD, 주황색이 SYS, 파랑색이 PVDD이다.

그림 5는 재설계한 PCB에서 MCLK 선로의 모습이다. 블루투스 모듈과 Audio Mono Amp 사이의 거리가 감소하였기 때문에 따로 비아를 사용할 필요 없이 같은 층에 배선할 수 있어 선로의 길이가 감소하였다. 또한 위험신호 선로가 위치한 4층에 인접한 기준판이 균일한 평면을 가지는 접지판이므로 갈라진 전원판을 가로지를 필요가 없어져 귀환경로를 방해하는 요소가 없어졌다. 따라서 귀환경로 길이 또한 매우 짧아졌다.

### V. EMC 측정 실험 및 결과

제안한 기법으로 차량용 지향성 블루투스 스피커의 PCB를 재설계하였을 때 전자파 특성이 어느 정도 개선되는지를 확인하기 위해 차량용 전자기기의 EMC 관련 국제 표준인 CISPR 32와 CISPR 25에 규정된 방법으로 전자파 방출을 측정하였다. CISPR 32는 멀티미디어 기기용 전자파장해 방지

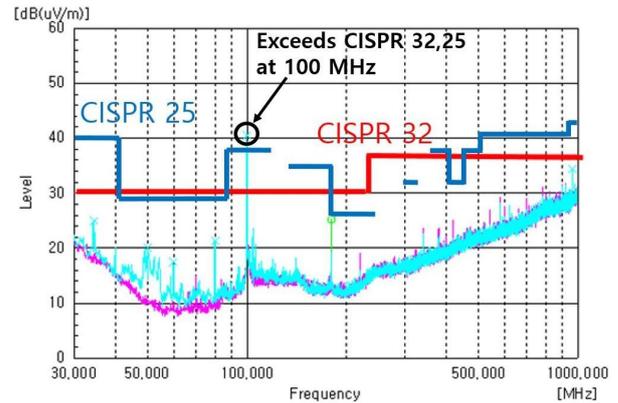


Fig. 6. Electromagnetic emission measurement results of automotive directional Bluetooth speaker when the proposed method is not applied.  
그림 6. 제안하는 기법을 적용하지 않은 차량용 지향성 블루투스 스피커의 전자파 방출 측정 결과

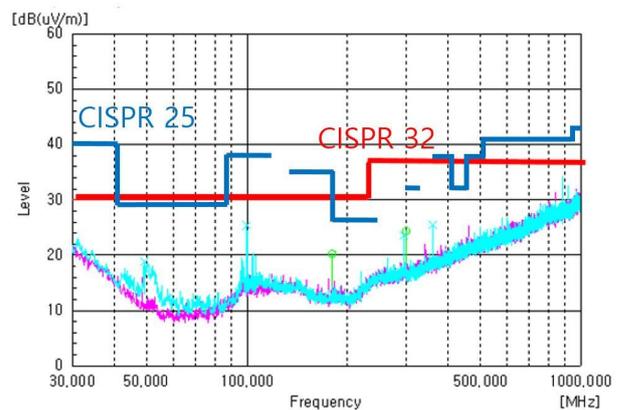


Fig. 7. Electromagnetic emission measurement results of automotive directional Bluetooth speaker when the proposed method is applied.  
그림 7. 제안하는 기법을 적용한 차량용 지향성 블루투스 스피커의 전자파 방출 측정 결과

시험으로 CISPR 32 Class B 규격[4]을 만족하는지를 시험하였고 CISPR 25는 차량 내부 수신기 보호를 위한 한계 및 시험으로 CISPR 25 Class 5 규격[5]을 만족하는지를 시험하였다.

그림 6은 기존의 PCB로 제작된 차량용 지향성 블루투스 스피커의 전자파 방출을 측정한 결과이다. 그림 6에서 100MHz에서의 잡음이 40.5dB(μV/m)로 CISPR 32와 CISPR 25 허용 기준을 모두 초과하였다. 또한 180MHz에서의 잡음이 25.2dB(μV/m)로 CISPR 25 허용 기준인 26 dB(μV/m)에 거의 근접하였다. 이 결과로 보아 기존의 PCB로는 차량 탑재를 위한 EMC 기준을 만족할 수 없음을 알 수 있다.

제안하는 기법을 적용하여 재설계한 PCB로 제작

된 차량용 지향성 블루투스 스피커의 전자파 방출 측정 결과는 그림 7과 같으며 기존의 PCB에 비해 EMC 특성이 상당히 개선되었음을 볼 수 있다. 재설계한 PCB의 100MHz 잡음은 25.5dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )로 기존 PCB보다 15dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )이나 감소하여 CISPR 32와 CISPR 25 허용 기준을 모두 만족하였다. 또한 180MHz에서의 잡음도 20.2 dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ )로 기존 PCB보다 5dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ ) 감소하여 CISPR 25 허용 기준을 충분히 만족하였다.

Table 2. Noise margin of automotive directional Bluetooth speaker (a) CISPR 32 Class B, conventional PCB (b) CISPR 32 Class B, redesigned PCB (c) CISPR 25 Class 5, conventional PCB (d) CISPR 25 Class 5, redesigned PCB.

표 2. 차량용 지향성 블루투스 스피커의 잡음 마진 (a) CISPR 32 Class B, 기존 PCB (b) CISPR 32 Class B, 재설계한 PCB (c) CISPR 25 Class 5, 기존 PCB (d) CISPR 25 Class 5, 재설계한 PCB

Frequency (MHz)	Noise Margin (dB( $\mu\text{V}/\text{m}$ ))			
	(a)	(b)	(c)	(d)
34	4.9	9	14.8	19
50	9.9	11.1	7.9	21.1
60	12.5	18	10.5	16
80	8.6	17	6.6	15
100	-10.5	4.5	-2.5	12.5
180	4.8	9.8	0.8	11.8
300	19	12.6	14	7.6
360	17	11.5	12	6.5
960	2.6	7	9.6	14

전자파 적합성 시험에 대해서 각 시험장에서 측정 불확도(measurement uncertainty)가 존재하기 때문에 허용 한계치에 대해 최소 4dB의 마진을 가져야 한다[6]. 표 2의 (a), (b)는 각각 CISPR 32 Class B를 기준으로 한 기존 PCB와 재설계한 PCB의 잡음 마진이며 (c), (d)는 각각 CISPR 25 Class 5를 기준으로 한 기존 PCB와 재설계한 PCB의 잡음 마진이다. 기존 PCB는 (a), (c)에서 보듯이 100MHz에서 잡음이 기준을 크게 초과하여 음의 마진을 가지는데 비해 재설계한 PCB는 (b), (d)에서 보듯이 모든 주파수 대역에서 4 dB 이상의 마진을 확보하였다.

## VI. 결론

본 논문에서는 전자파 방출을 줄이기 위해 필터나 디커플링 캐패시터를 사용하는 대신에 PCB 내의 칩 배치, 배선 모양 등을 변경하고 귀환전류의 기준관을 균일하게 하여 위험신호의 배선 길이와 귀환경로를 짧게 하는 PCB 설계 기법을 제안하였다. 차량용 블루투스 지향성 스피커에 이 기법을 적용하여 EMC 특성이 크게 개선되는 것을 확인하였다. 특히 기존 PCB로는 CISPR 32, CISPR 25와 같은 차량용 전자기기의 EMC 관련 국제 표준을 만족시키지 못하였으나 제안하는 기법으로 재설계한 PCB는 이들 국제 표준을 넉넉하게 만족시킬 수 있었다. 이러한 PCB 설계 기법은 EMC 특성이 중요한 차량용 전자기기 등에 매우 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 생각된다.

## References

- [1] K. Min, *Electromagnetic Environmental Engineering*, Korea Research Institute of Technology, 2009.
- [2] C. Paul, *Introduction to Electromagnetic Compatibility*, Wiley, 2006.
- [3] B. Adamczyk and J. Teune, "Alternative Paths of the Return Current", <https://incompliancemag.com/article/alternative-paths-of-the-return-current>
- [4] CISPR 32:2015/AMD1:2019, "Amendment 1 - Electromagnetic Compatibility of Multimedia Equipment - Emission requirements", <https://webstore.iec.ch/publication/30056>
- [5] CISPR 25:2016, "Vehicles, Boats and Internal Combustion Engines - Radio Disturbance Characteristics - Limits and Methods of Measurement for the Protection of On-Board Receivers", <https://webstore.iec.ch/publication/26122>
- [6] H. Ott, *Electromagnetic Compatibility Engineering*, Wiley, 2013.

---

**BIOGRAPHY**


---

**Ki-Young Yoon** (Member)

2019 : BS degree in Electronics and Communications Engineering, Chonnam National University.  
 2021 : MS degree in Electronic Engineering, Soongsil University.  
 2021~Now : Research Engineer, Moasoft Inc.

<Main Interest> EMI, EMC, Signal Integrity, Power Integrity

**Boo-Gyoun Kim** (Member)

1979 : BS degree in Electronic Engineering, Seoul National University.  
 1981 : MS degree in Electronic Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology.

1989 : PhD degree in Electrical Engineering, The University of Southern California.

1981~Now : Professor in School of Electronic Engineering, Soongsil University.

2008~2010 : Dean of College of Information Technology, Soongsil University.

<Main Interest> Microstrip Patch Antennas, EMI, EMC, Electromagnetic Bandgap Structures, Phased Array Antenna

**Seongsso Lee** (Life Member)

1991 : BS degree in Electronic Engineering, Seoul National University.  
 1993 : MS degree in Electronic Engineering, Seoul National University.

1998 : PhD degree in Electrical Engineering, Seoul National University.

1998~2000 : Research Associate, University of Tokyo.

2000~2002 : Research Professor, Ewha Womans University.

2002~Now : Professor in School of Electronic Engineering, Soongsil University.

<Main Interest> Automotive SoC, Multimedia SoC, Power Management SoC, Battery Management SoC