

# MLCC 에 의해 기관에서 발생하는 소음 분석 및 예측 Prediction of acoustic noise generated in pcb by MLCC

박노철† · 김동준‡ · 고병한‡ · 박영필‡ · 박흥길\*

No-Cheol Park, Dong-Joon Kim, Byung-Han Ko, Young-Pil Park and Heung-Kil Park

**Key Words :** MLCC, 소음, 기관.

## ABSTRACT

MLCC is one of the most frequently used component in high-tech device like smart phone. Because of dynamic characteristic of piezoelectric materials which is main ingredient of MLCC, its vibration leads to acoustic noise from pcb. To solve this problem at minimal cost, company has to change only the main noise-generating MLCC to low noise-generating MLCC. To find the main noise source, this study approached to solution from a vibration point of view. From mode shapes of pcb at particular frequencies, two groups can be obtained; MLCCs soldered at where maximum deformation occurs and where anti-phase with respect to the other group appears. When the MLCC belongs to 1<sup>st</sup> group does not working, amplitude at where maximum deformation occurs decreases compared to when all MLCCs are working. This tendency also appears in noise measurement. This analysis can be put to use in various fields where require noise reduction or noise source identification.

## 1. 서 론

최근에 스마트폰, 태블릿 PC 등 첨단 기기들이 주변에서 많이 활용되는데 여기서 발생하는 문제 중 하나가 소음이다. 스마트폰도 PC 와 마찬가지로 크게 프레임, 기관, 그리고 그 위에 실장되는 여러 부품들로 구성된다. MLCC 는 초소형 콘덴서로 소형이면서도 고용량이라는 장점이 있어서 거의 모든 전자 기기에 사용된다. 그렇기 때문에 MLCC 또한 스마트폰 기관 위에 수백 개가 실장이 되는데 MLCC 의 주재료인 압전 물질의 특성상 전기 신호를 인가하면 진동하게 되면서 기관을 가진다. 이로 인해 기관이 공진하면서 소음이 발생하게 되어 통화를 하는 등 기기의 실사용에 있어서 불편함을 유발하

게 된다.

이러한 문제를 해결하기 위해 저소음 MLCC 를 적용하면 되지만 일반품과의 단가 차이가 상당히 때문에 비효율적으로 대량 적용하는 것은 경제성이 결여된 방안이다. 기관에 실장된 MLCC 중 일부만이 소음 발생에 큰 영향을 주기 때문에 주요 소음원을 판별할 수 있다면 모든 부품이 아닌 소음원만을 교체하는 방식으로 문제를 해결할 수 있다. 하지만 소음 관점에서 이를 해결하려면 측정 시간도 오래 걸릴뿐더러 일반적인 경향성을 찾기 힘들기 때문에 본 논문에서는 진동 관점에서 이를 분석, 소음과의 연관성을 찾아 해결 방안을 제시하려 한다.

## 2. 소음 경향성 분석

### 2.1 시편 설정

기기의 기관은 매우 다양한 크기를 가지고 있기 때문에 경향성을 파악하기 위해서 기존 연구에서는 여러 변인들을 통제된 표준기관을 사용하였다.<sup>(1)</sup>

† 박노철; 연세대학교 기계공학과  
E-mail : pnch@yonsei.ac.kr  
Tel : (02) 2123-4677, Fax : (02) 365-8460  
‡ 연세대학교 기계공학과  
\* (주)삼성전기 LCR 사업부



Figure 1. Standard PCB

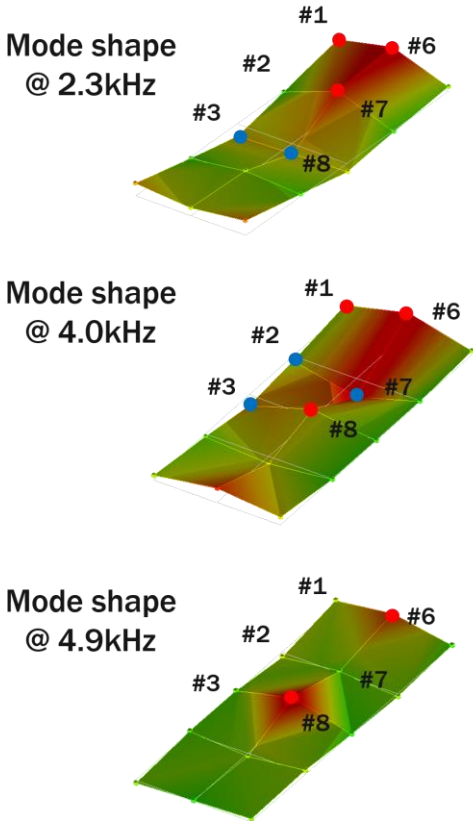


Figure 2. Mode Shapes of Standard PCB

본 논문에서도 같은 규격의 표준기판을 사용하였고 MLCC 실장 위치는 impact testing 방법을 통해 기존 연구에서 분석한 2.4kHz, 4.0kHz, 4.9kHz 모드에서의 절선 영향을 고려하여 Figure 1과 같이 설정하였다. 가진면은 ODS를 뒷면에서 측정할 경우 실제 기판의 진폭 측정이 불가능하기 때문에 뒷면으로 설정하였다. 이 때 15개 MLCC를 격자로 설정하여 추출한 2.4kHz, 4.0kHz, 4.9kHz 에서의 모드 형상은 Figure 2과 같다.

## 2.2 소음 지도 측정 실험 장비 세팅

MLCC로 인해 발생하는 소음의 크기가 작기 때문에 Figure 3와 같이 3cm 오프셋을 적용한 근거리장 소음 측정 방식을 이용하였다. 전체 측정 면적은 20cm × 8cm로 1cm간격으로 총 189개 포인트 측정을 하였다.

## 2.3 소음 경향성

Figure 4에서 15개 MLCC 모두 작동시켰을 때의 ODS 형상과 소음 지도 형상을 비교해보면 유사한 형상임을 알 수 있다. 다만 기판 가장자리에서의 진동은 소음 지도에서 관측되지 않는데 이는 마이크로폰이 기판과 수직인 방향으로 설치되어 정확히 이 방향과 일치하게 방사되는 소음만을 제대로 측정할 수 있기 때문에 발생하는 현상이라 판단된다. 또한 음압은 RMS값으로 항상 양의 값을 가지기 때문에 ODS에서 phase와 상관없이 배 지점에 해당되는 부분이 소음 지도에서 peak이 발생한 지점과 일치하게 된다. 이에 근거하여 ODS에서 peak이 발생하는 지점의 변위를 줄인다면 음압도 같이 줄어들 것이라 예측할 수 있다.

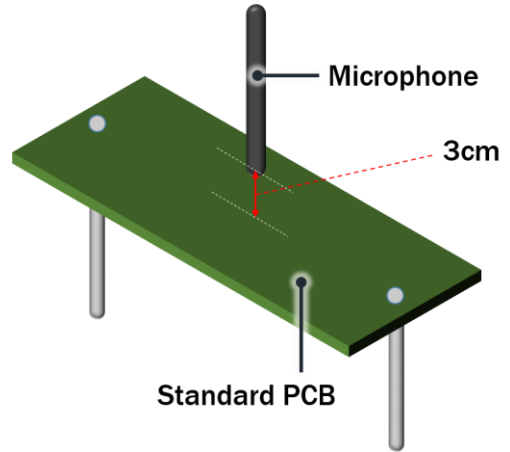


Figure 3. Noise Measurement equipment

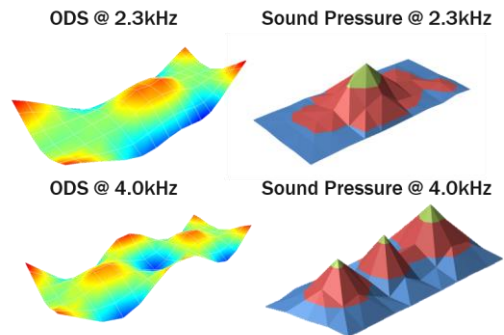


Figure 4. ODS and Sound Pressure map

### 3. 소음원 분석

#### 3.1 모드 분석 및 소음원 분류

표준기관의 경우에 MLCC의 실장 위치가 대칭성을 가지므로 1/4면적에 해당되는 #1, #2, #3, #6, #7, #8의 위상만으로도 전체 모드 형상을 파악할 수 있다. 최대 변형이 일어나고 이와 동위상으로 작동하는 지점은 Figure 2에 적색 원으로, 반대 위상으로 작동하는 청색 원으로 표기하였다.

모든 MLCC에 같은 신호가 인가되어 동위상으로 움직인다 가정을 하고 2.3kHz에서의 모드 형상을 살펴보면 적색 원으로 표기된 해당 지점 가진력 제거 시 진동량이 저감될 것이고 역위상 운동을 한 지점은 해당 지점 가진력 제거 시 진동 방해 요인이 사라져 진동량이 증가할 것이라 예측할 수 있다. 4.0kHz와 4.9kHz의 경우에도 이러한 경향성을 따라 적색 원으로 표기된 MLCC를 작동시키지 않는다면 제거 시 진동량이 저감될 것이라 예측할 수 있다.

#### 3.2 소음 및 ODS 측정치 비교

15 개 MLCC 에 2.3kHz, 4.0kHz, 4.9kHz 의 동일한 정현파를 인가하였을 때 기관 중심에서의 응답을 측정하였다. 적색 원과 청색 원으로 분류된 MLCC 군 중 주요 소음원을 검출하기 위해 기관의 대칭성을 활용하여 #1, #2, #3, #6, #7, #8 MLCC 를 제외한 14 개 MLCC 를 가진 시켰을 때의 응답도 측정하였다. 이 때 동일 신호를 인가하기 위해선 MLCC 임피던스의 합이 항상 일정해야 하기 때문에 여유 기관에도 제외한 MLCC 수만큼 신호를 인가해주었다.

Table 1, 2, 3은 7Vdc, 5Vpp로 MLCC에 해당 주파수로 신호를 인가하였을 때 기관 중심에서의 변위 응답이다. Table 1에서 볼 수 있듯이 #1, #2, #6, #7 MLCC를 제외하고 가진시켰을 때 각각의 기관 중심에서의 변위가 모두 가진시켰을 때의 변위보다 작은 값을 가진다. 이는 모드 형상에서 적색 원으로 표기된 지점의 MLCC를 작동시키지 않았을 때 진동량이 저감될 것이라는 예측과 일치하는 결과이다. 4.0kHz, 4.9kHz의 경우에도 적색 원으로 표기된 해당 지점 MLCC를 작동시키지 않았을 때의 변위 값이 줄어들음을 확인할 수 있다.

분석의 용이함을 위해 모든 MLCC에 신호를 인가할 때와 #8에 위치한 MLCC를 제외하고 신호를 인가 했을 때의 소음을 측정된 결과가 Table 4이다.

**Table 1. Displacement at 2.3kHz**

Unit:nm	#1	#2	#3	#6	#7	#8
All operation	2.49					
Except point	1.03	1.85	2.79	1.26	1.37	3.83
Change (%)	-59	-25	12	-49	-45	53

**Table 2. Displacement at 4.0kHz**

Unit:nm	#1	#2	#3	#6	#7	#8
All operation	0.83					
Except point	0.56	1.11	1.18	0.32	1.23	0.61
Change (%)	-32	33	42	-61	48	-27

**Table 3. Displacement at 4.9kHz**

Unit:nm	#1	#2	#3	#6	#7	#8
All operation	0.70					
Except point	0.63	0.70	0.66	0.51	.070	0.33
Change (%)	-10	0	-5.7	-27	0	-52

**Table 4. Comparison between ODS at center point(#8) and Sound Power**

		2.3kHz	4.0kHz
Disp(nm)	All operation	2.49	0.83
	Except center	3.83	0.61
	Change(%)	53	-27
PWL(dB)	All operation	-12	-11.6
	Except center	-1.5	-14.7
	Change(%)	87.5	-26.7

특정 MLCC가 작동하지 않아 진동량이 감소하는 경우에 소음 또한 감소하였음을 알 수 있다. 이를 통해 모드 형상을 통한 예측과 실측 경향성이 일치함을 알 수 있다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 MLCC에 의해 기관에서 발생하는 소음을 진동 관점에서 분석하고 이에 근거하여 소음 발생의 경향성을 예측해 보았다. 이를 확장하여 실제 휴대폰 기관에서 동일 방법론을 적용하면 저소음 MLCC로 교체하는 데 있어 하나의 솔루션으로 활용될 것으로 기대된다.

## 후기

본 연구는 (주)삼성전기의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자 분들께 감사 드립니다.

## 참 고 문 헌

(1) Byung-Han Ko, Jaeguen Kim, Kyung-Su Park, No-Cheol Park, Young-Pil Park, Younggyu Ahn, Sangsu Park and Illgyu Park, Design Parameter Selection for Acoustic Noise Suppression of MLCC, 2012