

적층형 세라믹콘덴서에 의해 발생하는 진동 및 소음 메커니즘분석 Analysis about mechanism of vibration and acoustic noise MLCC causes

정상극 · 박노철† · 박경수 · 박영필* · 안영규**

Sang-Geuk Jeong, No-Cheol Park, Kyung-Su Park, Young-Pil Park and Younggyu Ahn

1. 서 론

최근 전자제품의 소형화, 경량화가 이루어짐에 따라 MLCC(Multi layer ceramic capacitor)의 수요가 증가하고 있는 추세이다. MLCC 는 다른 종류의 콘덴서에 비해 전기부품으로서 큰 장점을 많이 갖고 있다. 구조가 비교적 간단하며 소형이므로 제한된 크기의 기판 내에 고밀도로 실장이 가능하다. 또한 내열성이 우수한 면은 보통의 전기부품의 특성상 열이 많이 발생하는 것을 고려할 때 큰 장점으로 볼 수 있다. 또한 가혹한 환경에 대응할 수 있는 재료와 구조의 다양성을 지니고 있다.

하지만 이러한 장점들을 지닌 MLCC 에 교류전기장이 인가될 경우 MLCC 가 변형 진동하여 귀에 들릴 정도의 소리를 발생한다. 이 소음은 MLCC 의 재료인 Barium-Titanate 의 압전 특성에 의한 구조 변형이 진동을 일으키므로 발생한다. 이 감청 소음으로 인해 사용자의 제품 사용에 있어서의 편의성이 저하하므로 반드시 이 소음은 저감되어야 한다. 소음발생 메커니즘의 분석은 소음을 저감하기 위해서 선행되어야 할 것이다.

선행 연구의 결과에 따르면, 기판이 진동하는 지배적인 원인은 MLCC 소자의 횡방향 수축 팽창으로 인한 모멘트의 발생이다. 따라서 솔더의 양과 형상에 따라 기판에 전달되는 가진력이 달라지므로 진동의 크기 역시 달라진다. 본 연구에서는 솔더의 형상에 따른 기판의 진폭의 상관관계를 분석하였다.

2. 진동의 메커니즘 분석

2.1 BT(Barium-Titanate)의 압전 특성

MLCC에서 실질적인 용량형성부는 Barium-Titanate로 구성된다. 이 물질은 압전특성으로 인하여 전기장 내에서 변형을 일으킨다. 그림 1과 같이 전기장이 가해지면 결정 내부에 (+)전하를 띤 Titanium 원자가 이동하며 결정구조가 바뀐다. 교류 전압이 인가되면 전기장 방향이 수시로 바뀌므로 결정구조 역시 수축팽창을 반복하게 된다.

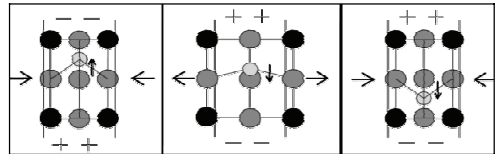


Figure 1 Deformation of structure of Barium-Titanate

2.2 유한 요소 모델

유한 요소 모델은 ANSYS APDL프로그램으로 작성되었다. 기판의 사이즈는 100×40×1(mm), MLCC의 사이즈는 1×0.51×0.51(mm)이고 기판의 양단에 구멍을 내어 고정단 경계조건을 부여했다. 그리고 해석 상의 편이를 위해 압전물질이 아닌 내부전극 및 외부전극은 제거하였다. MLCC가 기판에 부착될 때 외부전극과 기판을 연결하는 솔더는 그림 2와 같이 x, y 방향으로 부착된다. 이 때 두 방향의 가진력이 모두 작용하여 기판이 진동하므로 기존의 유한 요소 모델로는 어느 방향의 가진력의 영향이 주요한지 알 수 없다. 따라서 그림 3과 같이 솔더의 형상을 각 방향의 가진력이 주요하도록 수정된 모델을 구축하였다. 입력신호는 MLCC의 바닥면에 0V, 윗면에 5V로 설정하였고 주파수 범위는 1~20kHz로 하모닉 해석을 하였다. 이 때 응답은 기판의 중앙 노드에서 측정하였다.

† 박노철: 연세대학교 기계공학과

E-mail : pnch@yonsei.ac.kr

Tel : (02)2123-4677, Fax : (02)365-8460

* 연세대학교 기계공학과

** ㈜삼성전기 LCR 사업부

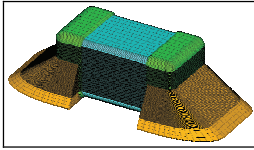


Figure 2 Original finite element method model of MLCC

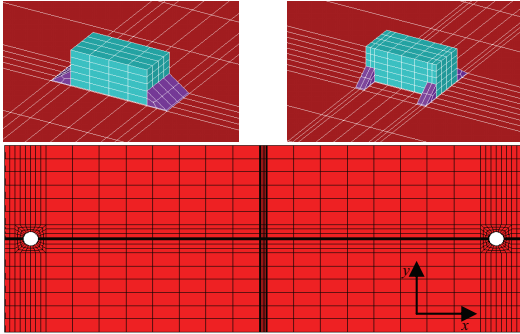


Figure 3 Modified finite element method model

2.3 시뮬레이션 결과

하모닉 해석 결과 나타난 결과 중 가장 큰 공진점의 진폭을 표 1과 그림 4에 표시하였다. 그림 4에서 가로축은 솔더의 높이/MLCC의 높이, 세로축은 모델 중 가장 낮은 진폭 기준 진폭의 비를 의미한다. x방향 모델의 경우 솔더의 높이가 증가함에 따라 진폭이 서서히 증가한다. 반면 y방향 모델의 경우 높이가 낮을 때 x방향 모델의 4배가량 높지만 솔더의 높이가 증가함에 따라 급격히 감소하여 높이 비율이 0.5일 때 x방향 모델의 진폭보다 더 작아지는 경향을 보였다.

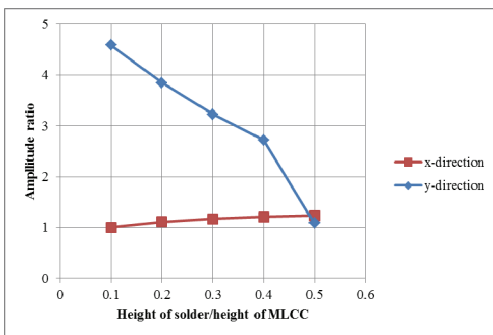


Figure 4 Relationship between amplitude of vibration of circuit board and solder height ratio

Table 1 Relationship between amplitude of vibration of circuit board and solder height ratio

h ratio	x-direction(μ m)	y-direction(μ m)
0.1	0.00174024	0.00798919
0.2	0.0019356	0.00669083
0.3	0.00203599	0.00561615
0.4	0.00210034	0.00473449
0.5	0.00214501	0.00189028

3. 결 론

기존의 MLCC 유한 요소 해석 모델에서 축소된 두가지 모델을 이용하여 솔더의 형상에 따른 기판 중심부의 z방향 진동을 분석하였다. 솔더 높이에 따른 진폭은 부착된 방향에 따라 다른 경향성을 보였다. 솔더가 x방향으로만 부착된 경우 솔더의 높이가 높아질수록 진동이 커지는 경향을 보였지만 솔더가 y방향으로만 부착된 경우 솔더의 높이가 높아질수록 진동의 크기가 크게 감소하였다. 이러한 상관 관계를 바탕으로 판단할 때 기판 중심부의 z방향 진동을 최대한 줄이기 위한 솔더의 형상은 y방향으로만 부착하고 솔더의 높이는 높을수록 유리하다.

추후 이어지는 연구에서는 기존의 모델과 축소된 모델의 동특성의 상사성이 검증되어야 한다. 또한 파라미터 해석 연구 결과에 따른 실제 MLCC 모델의 실험을 통해 시뮬레이션의 정확성을 검증해야 한다.

후 기

본 연구는 (주)삼성전기의 지원을 받아 이루어졌으며, 이에 관계자 분들께 감사 드립니다. (2012-8-1793)

참 고 문 헌

[1] 고병한, 김재근, 박노철, 박영필, 박경수, 안영규, 박상수, 박일규, 2012, “ MLCC에서 발생하는 소음 저감을 위한 설계변수 선정”, 한국소음진동공학회 2012년도 춘계학술대회 논문집, pp.654-655