

유전체의 압전효과를 고려한 적층 세라믹 콘덴서의 해석 모델 구축

Simulation model of the Multi-Layer Ceramic Capacitor construction considering the piezoelectric effect

고병한* · 박노철† · 정상극 · 박경수* · 박영필* · 박흥길** · 안영규**
Byung-Han Ko, No-Cheol Park, Sanggeuk Jeong, Kyung-Su Park, Young-Pil Park, Heungkil Park and Younggyu Ahn

1. 서 론

최근 전자제품들이 소형화됨에 따라 초소형, 고용량의 장점을 갖는 적층 세라믹 콘덴서(MLCC)의 수요가 증가하고 있다. MLCC는 1970년대 발명된 이후, 고용량화를 위해 유전체 및 내부전극을 얇게 만들기 위한 기술이 지속적으로 연구되어왔으며, 최근에는 80nm 이하의 크기를 가지는 유전체 powder에 관한 연구들이 진행되고 있다.

MLCC는 한정된 크기에서 용량을 늘리기 위하여 유전율이 높은 재료인 BaTiO3(BT)를 사용하고 있는데, BT는 이러한 장점과 동시에 압전효과를 가지는 재료이기 때문에 전계가 인가되면 MLCC의 진동을 발생시키는 문제점이 있다. 유발되는 진동은 크기가 매우 작기 때문에 과거에는 큰 영향이 없었으나, 최근 MLCC 적층수가 늘어나고, 기판이 얇아지면서 MLCC에 의한 진동이 소음의 형태로 나타나 사용자들에게 불편함을 느끼게 하고 있다. 따라서 이러한 진동을 줄이기 위하여 최근 여러 연구들이 수행되고 있다.

하지만 실험적으로 MLCC의 내, 외부 및 물성 등을 변경시키며 그 영향을 알아보는 것은 시간과 비용이 많이 소요될 뿐만 아니라, 제작 자체에도 큰 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 MLCC의 압전성을 고려한 수치해석 모델을 구축하였으며, 실제 실험결과와 비교해 봄으로써 해석모델을 검증하였다.

2. 해석모델 구축

2.1 유한요소 해석모델 구축

Fig.1에 실제 MLCC와 기판, 그리고 모델링된 MLCC와 기판의 형상이 나타나 있다. 구체적으로 MLCC의 해석모델에는 (주)삼성전기의 05사이즈 제품을 선정하였고, 기판은 자체적으로 제작한 표준기판을 사용하였다. 해석모델의 구축을 위하여 압전해석을 제공하는 유한요소해석 프로그램인 ANSYS Multiphysics를 사용하였고, 추후 Parameter study 등에 활용하기 위하여 ANSYS Parametric Design Language(APDL)를 활용하여 모델링하였다. 각 파트의 물성은 문헌들을 참고하여 적용하였고, 특히 유전체 부분에는 기계물성뿐만 아니라 압전해석에 필요한 유전율 및 압전상수를 적용하였다. 압전해석을 위하여 MLCC부분은 Solid5 요소를 사용하였고, 그 외 솔더 및 기판은 Solid185 요소를 사용하였다. 각각의 파트들이 붙어있는 부분은 node merging을 통해 결합하였으며, 기판 양 끝단에 볼트로 고정되는 부분은 해당되는 원형부 node들의 모든 자유도를 구속함으로써 묘사하였다.

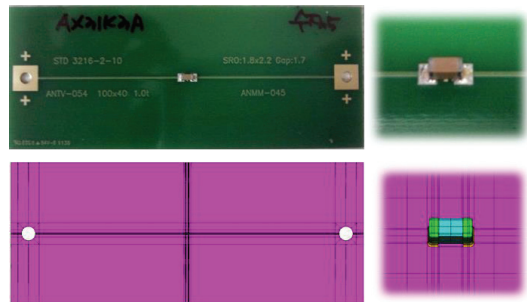


Fig.1 MLCC and Circuit board(FEM model)

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

MLCC내부도 마찬가지로 Fig.2와 같이 실제 모델과 같이 묘사하였으며, 내부전극 중 Ground부분은 전압 자유도를 0으로 구속하였다.

2.2 모달 해석 및 검증

기판의 동특성은 MLCC가 작동되어 소음으로 나타날 때 소음의 주파수에 직접적으로 영향을 미치는 요인이기 때문에 해석모델에서 정확히 묘사할 필요가 있다. 따라서 해석모델의 모달해석 결과와 실제 기판의 모달테스트 결과를 비교함으로써 기판의 동특성이 해석모델에서 잘 나타나는지 검증하였다. 모달테스트는 MLCC에 Random가진을 주고 기판 각 지점의 응답을 LDV로 측정하여 수행되었다. Fig.2는 모달해석과 실험 결과가 잘 맞는다는 것을 보여준다.

2.3 압전 해석 및 검증

MLCC에 전계가 인가되면 BT의 압전효과에 의해 변형이 일어나게 되는데, DC가 아닌 형태의 전압이 인가된다면 해당 주파수로 MLCC가 진동하게 된다. 이렇게 유발된 진동은 Solder를 통해 기판으로 전달되어 소음으로 나타나게 된다[1]. 따라서 구축된 MLCC 해석모델에서 이러한 현상이 잘 나타나는지 검증할 필요가 있다. 앞서와 마찬가지로

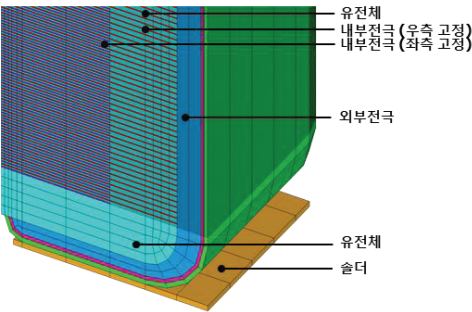


Fig.2 MLCC FEM model inner structure

	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Modal Test			
Freq.	339.7Hz	438.2Hz	942.2Hz
Simulations			
Freq.	328.6Hz	449.8Hz	950.1Hz
Error	-3.28%	2.64%	0.85%

Fig.3 Modal analysis result verification

LDV를 이용하여 측정하였고, MLCC를 완전히 고정시킨 후 3Vpp, 1.5VDC, 1kHz의 정현파를 입력하였을 때 MLCC 윗면 중심에서 나타나는 변위를 관찰하였다. Fig.4는 압전해석 결과와 실험결과가 잘 맞는 것을 보여준다.

3. 결론

본 논문에서는 MLCC와 MLCC가 실장된 기판의 유한요소해석 모델을 구축하였고, 실험을 통해 기판의 동특성 및 MLCC의 압전효과가 잘 적용되었는지를 검증하였다. 추후 소자 설계 및 문제 해결에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

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

참고 문헌

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

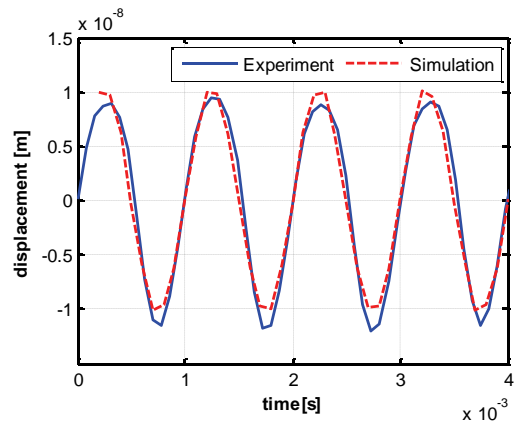


Fig.4 Fixed sine signal response of MLCC