

Embedded capacitor 적용을 위한 screen printed BaSrTiO₃ 복합체

박용준, 고중혁
광운대학교

Screen printed BaSrTiO₃ composite for embedded capacitor application

Yong-jun Park, Jung-hyuk koh
Kwangwoon Univ.

Abstract : In this study, composite BaSrTiO₃ has been studied for high frequency device applications. Composite Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ has high dielectric permittivity and low loss tangent at the relative frequency range from MHz to GHz. 10,30 and 50 wt% of epoxy doped Ba_{0.5}Sr_{0.5}TiO₃ powders were prepared with bisphenol A and F polymer employing ball milling process. Epoxy/(BaSrTiO₃) composites thick films were screen printed on the Cu plated PCB substrates through screen printing methods. The specimens were designed for the embedded capacitor applications. Temperature dependent dielectric permittivity of Epoxy doped BaSrTiO₃ ceramics was measured.

Key Words : BaSrTiO₃, Embedded capacitor, Screen printing, Polymer

1. 서 론

PCB (Printed circuit board)에 실장 되어 지고 있는 수동 소자에 대한 관심이 높아지고 있다. 현재 사용하고 있는 수동소자들의 대부분은 discrete component 형태로 기판에 실장 되고 있어 기판의 많은 면적을 차지하고, 접속거리가 길어서 전기적 기생성분을 유발시킴으로 성능 저하의 원인이 되고 있다. 또한 납땀을 하기 때문에 신뢰성을 저하시킨다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 제시 되는 것이 바로 수동소자를 embedded passive 하는 기술로, 이에 대한 요구가 급증하고 있다.

수동소자 중에서도 capacitor에 대한 관심이 가장 크다. 이는 수동소자의 40% 이상을 차지할 뿐만 아니라 decoupling capacitor 또는 by-pass capacitor 와 같은 전자회로상의 역할이 중요하기 때문이다.

Capacitor 를 embedded 하게 되면 제품의 크기를 축소시킬 수 있고, 신뢰성을 향상 시킬 수 있으며, 전기적 기생성분을 감소시키고, 또한 제작비용을 감소시키는 장점들을 갖고 있다.

본 연구에서는 강유전체 세라믹 파우더와 우수한 가공성의 polymer 계열을 이용한 composite 를 이용한 것으로, 공정온도가 낮고 비용이 적게 들면서도 우수한 성능의 capacitor 를 구현할 수 있는 장점을 가지고, 두께의 신뢰성이 비교적 높은 screen printing 기법으로 제작 하였고, 3-D simulation을 통해서 고주파에서의 가능성을 보았다. 소자는 온도별, 주파수별 특성을 연구하였다.

2. 본 론

2.1 실험

기본 물질로는 99.9 %의 순도를 갖으며, 높은 유전율과 낮은 손실값을 갖는 BaSrTiO₃ 를 사용하였다. 하소는

1200 °C에서 2시간 동안 하였다.

Alcohol과 MEK(Methyl-ethyl-ketone)를 각 6:4로 섞어서 이것을 BaSrTiO₃ 에 6:4 의 비율로 섞었다. 여기에 다시 dispersant 를 BaSrTiO₃ 의 1 wt % 를 섞은 후에, ultra sonic을 15분간 가동하여 powder 의 agglomerate 를 깨준 후에 ball milling 을 하였다.

Polymer는 Cu가 도금된 PCB 기판과의 적합성을 고려하여 epoxy를 기본으로 하는 혼합 resin을 이용하였는데, 이 혼합 resin은 고상의 bisphenol-A와 bisphenol-F 타입의 epoxy 와 epoxy 의 일종으로 분자량이 아주 커 열가소성의 성질을 갖는 phenoxy 로 구성되어 있다.

Bisphenol-A type & F type 은 다른 열경화성 수지에 비해 경화수축이 적으며, 강인성 및 고온 특성이 우수하다. 또한 내약품성 및 내수성이 우수하며, 수산기와 탄화수소의 규칙성으로 접착성이 좋다. Bisphenol-F type 은 저점도, 고반응성이며, bisphenol-A type 보다 저온 경화성 및 가소성이 우수하다.[1]

경화제로는 경화가 시작되는 온도가 높아 상온에서는 경화가 진행되지 않는 잠재성 경화제(Culalent curing arent)의 대표적 물질인 dicyandiamide(NH₂NHCNHCN : DICY)를 이용하였다.[2]

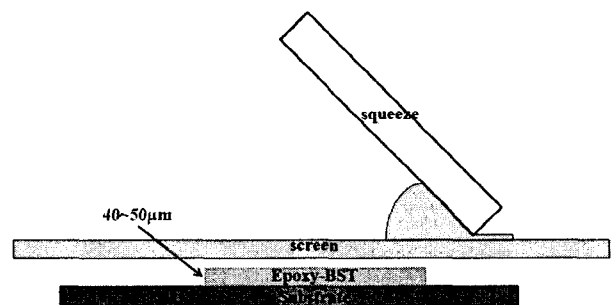


그림 1. Diagram of screen print method.

이런 우수한 성질의 epoxy들과 경화제를 넣고 ball milling 을 3시간 30분간 가동하여 혼합하였다. 이 후에 deairation 을 한 후에 screen print 방법을 이용하여 도포하였다. 기 판은 8mm 두께의 Cu가 도금된 PCB 기판을 사용하였다.

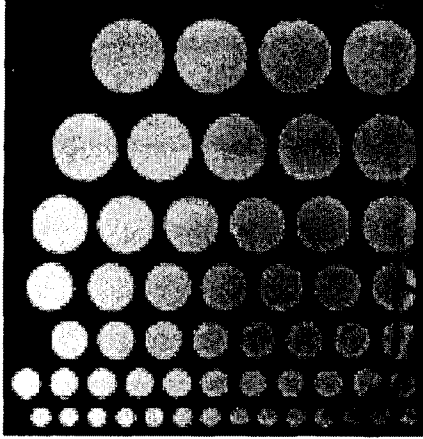


그림 2. Measurement sample image of embedded capacitor.

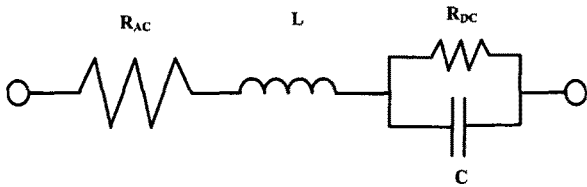


그림 3. Equivalent circuit model of capacitor

120 °C의 oven에서 건조하고, 다시 이 PCB 기판위에 screen print 방법으로 Ag전극을 도포하였다.

그림 2는 embedded capacitor 를 위해 제작된 sample이며, 그림 3은 저주파에서의 측정을 위해 추출한 등가회로이다.

2.2 측정

제작된 capacitor의 유전특성의 측정은 Cascade Rel 4500 probe station을 이용하여 주파수에 따른 유전특성을 측정 하였다. 온도별 특성은 DC chuck 을 이용하여 승은 후 5 분의 시간이 경과 후에 측정하였으며, 온도는 30 °C 에서 130 °C 까지 변화시켰다.

주파수는 100 kHz로 고정하여 HP4194A Impedance Analyzer 로 측정하였다.

2.3 분석

Epoxy와 BaSrTiO₃의 조성을 변화시켜 가면서 온도에 대한 유전특성을 분석하였다. 측정된 주파수는 100 kHz로 고정하여 측정하였으며, epoxy의 조성이 10, 30, 50 wt %로 변화함에 따라서 유전율이 412, 227, 28의 값을 각각 나타내었다.

온도의 변화에 따른 유전율의 변화를 보면 10 wt %의 epoxy가 첨가된 capacitor는 온도의 변화에 따른 유전율의 변화 $\Delta\epsilon_r$ 가 12.3%, 30 wt %는 $\Delta\epsilon_r$ 가 10.5%, 50 wt %는 $\Delta\epsilon_r$ 가 8.9%로 낮아짐을 알 수 있었다.

유전율의 변화가 거의 없는 온도에 안정된 경향을 보이는 것을 알 수 있었다.

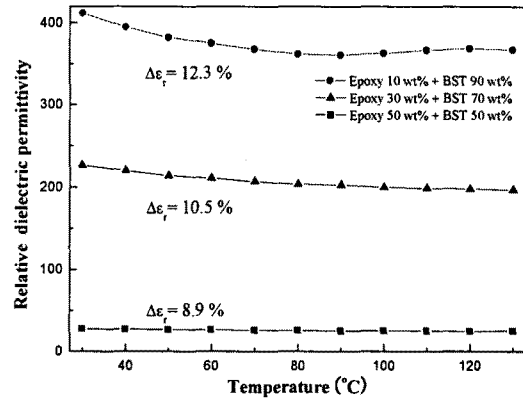


그림 4. Temperature dependence of dielectric permittivity.

3. 결론

Embedded capacitor를 제작하기 위해서 BaSrTiO₃ 소재와 polymer계열을 이용한 composite를 제작한 후 Cu 도금된 PCB 기판 위에 screen printing 기법으로 소자를 제작하였다. 이를 위해 epoxy와 BaSrTiO₃의 함량을 epoxy 10, 30, 50 wt %로 변화시켜 가면서 커패시터를 제작하여 온도별, 주파수별 유전특성을 파악하였다. epoxy의 조성 10, 30, 50 wt %로 증가함에 따라서 유전율이 412, 227, 28의 값으로 급격하게 감소되는 경향을 나타내었다. 주파수의 변화에 따라서 거의 변화가 없는 특성을 나타내었다. 이는 BaSrTiO₃ 성분이 pyroelectric 특성을 지니기 때문에 보이는 특성으로 판단되며, BaSrTiO₃의 함량이 감소함에 따라서 온도에 일정한 특성을 보이는 epoxy의 특성이 주로 나타나는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2006년 교육 인적 자원부의 재원으로 한국 학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임. (KRF-2006-511-D00152)

참고 문헌

[1] S. Asai, U. Saruta, M. Tobia, M. Takano, and Y. Miyashita, "Development of an Anisotropic Conductive Adhesive Film (ACAF) from Epoxy Resins", J. Appl. Polym. Sci, Vol.56, pp. 769-777(1995).
 [2] W.G.potter, 'Epoxide Resins', ILIFFE BOOKS, london (1970).
 [3] J.Prymarket, et, al., "Fundamentals of Passives: Discrete, Integrated, and Embedded", Chap. 11 in Fundamentals of Microsystems Packaging, ed. by R. R. Tummala, p. 420, McGraw-hill Book Company, New York(2001).