

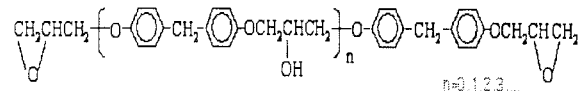
BaSrTiO₃를 이용한 embedded capacitor의 제작 및 특성 평가

박용준, 유희욱, 남송민, 구상모, 박재영, 이영희, 고중혁
광운대학교

Evaluation on fabrication and characterization of embedded capacitor employing BaSrTiO₃

Yong-Jun Park, Hee-Wook You, Song-Min Nam, Sang-Mo Koo, Jae-Yeong Park, Young-Hie Lee, Jung-Hyuk Koh
Kwangwoon University

Abstract - 최근 고주파 유전체 소재로 많이 연구가 되고 있는 BaSrTiO₃ 소재와 polymer계열을 이용한 composite복합체를 이용하여 embedded capacitor를 제작하였으며, 후막을 제작하기 위한 방법으로는 두께의 신뢰성이 비교적 높은 screen printing기법을 사용하여 제작하였다. 제작된 소자의 온도별, 주파수별 특성을 연구하여 그 응용 가능성을 알아보았다.



<그림 2> Bisphenol-F 구조

이런 우수한 성질의 epoxy들과 경화제를 넣은 후 wet milling을 3시간 30분간 가동하여 이들을 혼합하였다. 그 후에 다시 탈포를 한 후에 screen printing을 이용하여 Cu가 도금된 PCB 기판에 도포하였다. 만들어진 기판은 120°C의 오븐에서 건조하여 잔류 유기용매의 양을 최소화하였다. 어느 정도 시간이 지나면 이렇게 준비된 기판위에 상부 전극을 역시 screen printing을 이용하여 도포하였다. 기판은 8mm 두께의 Cu로 도금된 PCB 기판을 사용하였으며, 상부전극으로는 Screen printer를 사용하여 Ag전극을 도포하였으며, 오븐에서 120 °C의 온도에서 성형하였다.

1. 서 론

최근 들어 전자제품의 경박단소화와 전기적 고성능화를 위하여 수동소자에 대한 관심이 날로 증가하고 있다. 현재 사용되고 있는 수동소자의 수가 능동소자의 수에 비해 훨씬 더 많기 때문에, 그 한 예로 휴대용 전화기의 경우 사용된 수동소자의 수에 대한 능동소자의 수에 대한 능동소자의 수의 비는 20 : 1 을 넘고 있다.[1,2] 현재 이 수많은 수동소자들은 대부분의 경우 개별형 부품 (discrete component) 형태로 기판의 표면에 실장되고 있어 기판의 많은 면적을 차지할 뿐 아니라, 고주파에서 긴 접속거리로 인하여 많은 전기적 기생성분을 유발시킴으로 전기적인 성능을 저하시키며, 납땀을 통한 접속 수의 증가로 기계적 신뢰성에 문제를 일으키는 것으로 알려져 있다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하여 더 작고, 더 가볍고 동시에 향상된 기능을 가진 전자제품을 만들기 위해 기판 내에 커패시터, 저항체, 인덕터와 같은 수동소자를 집적시키는 내장형 수동소자 embedded passive 기술에 대한 요구가 급증하고 있다.

수동소자 중에서도 커패시터(capacitor)에 대한 관심이 큰데 이는 수동소자의 40% 이상을 차지할 뿐만 아니라 decoupling capacitor 또는 by-pass capacitor 와 같은 전자회로상의 역할이 중요하기 때문이다.

본 연구에서는 강유전체인 세라믹 파우더와 우수한 가공성의 polymer계열을 이용한 composite 복합체를 이용한 것으로 공정온도가 낮고 비용이 적게 들면서도 비교적 우수한 성능의 capacitor 를 구현할 수 있는 장점을 가지고 두께의 신뢰성이 비교적 높은 screen printing 기법으로 제작, 소자의 온도별, 주파수별 특성을 연구하였다.

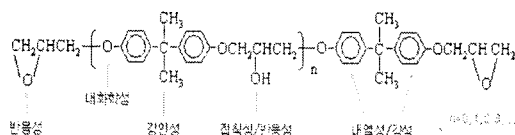
2. 본 론

2.1 실험

기본물질로는 강유전체 세라믹 파우더인 BaSrTiO₃(1200°C 하소, 이하 BST)를 사용하였다. 알콜과 MEK(Methyl-Ethyl-Ketone)를 6:4 비율로 섞은 물질을 BST에 6:4의 비율로 섞었다. 여기에 dispersant를 BST에 1wt%를 섞었다.

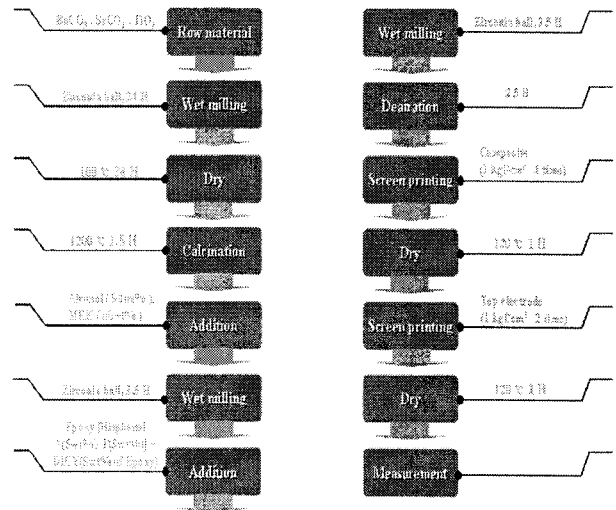
그 후에 ultra sonic을 15분간 가동하여 분말의 agglomerate들을 깨준 후, wet milling 을 3시간 30분 동안 가동하여 이들을 혼합하였다.

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. 그림 1 은 bisphenol-A 타입 epoxy의 화학구조를 나타낸 그림이며, 그림 2 는 bisphenol-F 타입 epoxy의 화학구조를 나타낸 그림으로 bisphenol-F 타입 epoxy 는 저점도, 고반응성이며 bisphenol-A에 비해 저온 경화성 및 가소성이 우수하다.[3] 경화제로는 경화가 시작되는 온도가 높아 상온에서는 경화가 진행되지 않는 잠재성 경화제(latent curing arent)의 대표적 물질인 dicyandiamide(NH₂NHCNHCN : DICY)를 이용하였다.[4]



<그림 1> Bisphenol-A 구조

Experiments



<그림 3> BST composite의 제작을 위한 공정도

2.2 측정

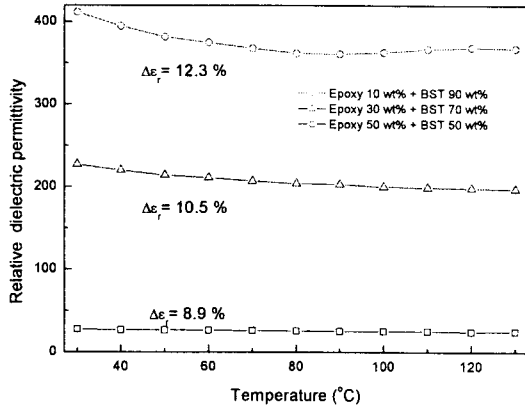
제작된 커패시터의 유전특성측정을 위하여 Cascade Rel 4500 probe station을 이용하여 주파수에 따른 유전특성을 측정하였으며, 온도별 특성을 측정하기 위해 DC chuck을 이용하였다. 온도는 30 °C에서 130 °C까지 변화시켰으며, 승온후 5분정도의 시간이 경과 후에 측정을 시작하였다. 온도에 따른 유전율의 측정은 100 kHz에서 이루어 졌으며, 측정은 HP4194A Impedance analyzer를 이용하여 100 kHz에서 측정하였다.

2.3 유전특성 분석

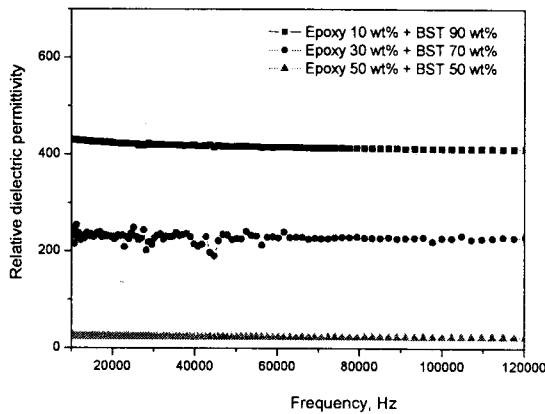
그림 4은 제작된 embedded capacitor의 온도별 유전특성을 보이고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 epoxy와 BST의 조성을 변화시켜 가면서 온도에 대한 유전특성을 분석하였다. 측정된 주파수는 100 kHz로 고정하여 측정하였으며, epoxy의 조성이 10 wt%, 30 wt%, 50 wt%로 변화됨에 따라서 유전율이 412, 227, 28의 값을 각각 나타내었다.

[참 고 문 헌]

[1] J.Prymark, 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)
 [2] J. Rector, "Economic and Technical Viability of Integral Passives", in Proc. of 48th Electronic Components and technology Conf., Seattle, Wa, p. 218 (1998)
 [3] 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)
 [4] W.G.potter, 'Epoxide Resins', ILIFFE BOOKS, London (1970)



<그림 4> 온도에 따른 유전특성



<그림 5> 주파수에 따른 유전특성

또한 온도의 변화에 따른 유전율의 변화를 살펴보면, 10 wt%의 epoxy가 첨가된 capacitor의 경우, 온도의 변화에 따른 유전율의 변화 $\Delta\epsilon_r$ 가 12.3 %였으나, epoxy의 함량이 50 wt%로 증가됨에 따라서 유전율의 변화 $\Delta\epsilon_r$ 의 값은 8.9 %로 낮아짐을 알 수 있었다. 이는 BST성분이 pyroelectric 특성을 지니기 때문에 보이는 특성으로 판단되며, BST의 함량이 감소함에 따라서 온도에 일정한 특성을 보이는 epoxy의 특성이 주로 나타나는 것으로 판단된다. 그림에서 보는 바와 같이 epoxy의 함량이 증가됨에 따라서 유전율은 급격하게 감소되는 경향을 보이고 있으며, 또한 온도의 증가에 따라서 유전율의 변화도 거의 없는 온도에 안정화하는 경향을 보임을 알 수 있었다. 그림 5에서는 주파수의 변화에 대한 유전특성의 변화를 나타내고 있다. 주파수는 10 kHz에서 120 kHz까지 변화시켜 가면서 측정을 하였다. 그림 4과 마찬가지로 epoxy의 함량이 증가됨에 따라서 유전율이 감소하였으며 주파수의 변화에 따라서 유전율의 변화가 거의 없는 안정된 특성을 보이는 커패시터를 제작할 수 있었다.

3. 결 론

Embedded capacitor를 제작하기 위해서 BaSrTiO₃ 소재와 polymer계열을 이용한 composite복합체를 제작한 후 Cu 도금된 PCB 기판 위에 screen printing 기법을 이용하여 소자를 제작하였다. 이를 위해서 Epoxy와 BST의 함량을 epoxy 10 wt%, 30 wt%, 50 wt%로 변화시켜 가면서 커패시터를 제작하여 온도별 주파수별 유전특성을 파악하였다. epoxy의 조성이 10 wt%, 30 wt%, 50 wt%로 증가됨에 따라서 유전율이 412, 227, 28의 값으로 급격하게 감소되는 경향을 나타내었다. 또한 주파수의 변화에 따라서 거의 변화가 없는 특성을 나타내었다.

[감사의 글]

본 연구는 대덕전자및 서울시 산학연 협력사업 지원에 의해서 이루어 졌습니다. (Grant No. 10583 and No. 10651)