실리카-저손실 폴리머 복합 재료의 유전 특성에 관한 연구

김상현, 김준영, 유명재, 박성대, 이우성
전자부품연구원, 전자소재 패키징 연구센터

Study on the Effect of Silica Particle Size on Dielectric Properties of Silica and Low Loss Polymer Composite Material

Sang-Hyun Kim, Jun Young Kim, Myong-Jae Yoo, Seong-Dae Park, Woo Sung Lee
korea electronics technology institute, electronics&packaging research center

Abstract : 통신기기가 고주파수화 함에 따라서 저유전·저손실 재료의 필요성이 증대되고 있으며, 세라믹/폴리머 복합재료를 고주파 회로 기판 소재로 이용하려는 관심이 증폭되고 있다. 본 연구에서는 저손실, 저유전율 특성을 구현하기 위해 SiO_2를 세라믹 필러로 복합물을 제작하였다. 평균 입자 크기가 16nm, 2.3μm의 fumed 실리카와 평균 입자 크기 1μm, 4μm의 fused 실리카를 사용하였다. 이 4종류 실리카를 사용하여 slurry를 제작하고 이를 활용하여 tape을 제작하였다. 제작된 복합체 tape을 적층하여 기판을 제작해 기판의 유전특성을 측정하였다. fumed 실리카의 경우 SiO_2 10vol%이상에서는 균일한 tape성형이 어려워졌으며, 유전 손실이 fused 실리카와 비교하였을 때 큰 폭으로 증가하였다. fumed silica, fused silica 두 종류 모두 입도가 증가하면 유전손실이 증가하였다.

Key Words : 실리카, 저유전율, 복합체

1. 서 론

최근 통신기기의 고성능화·고기능화를 위한 능수동소자 복합화에 대한 관심이 증폭되고 있다. R,L,C 와 같은 수동회로를 기판내에 내장시키기 위한 수동소자 일체화 기술과 반도체 칩 부품을 기판내에 실장하는 CIS(Chip in Substrate) 기술에 대한 연구가 급속히 진행되고 있는 상황이다.

이러한 상황에서 컴퓨터의 클락 속도 향상 및 통신기기의 고주파수화에 따라서 고주파수 대역에 활용되는 소재의 개발이 요청되고 있다. 종래 1MHz이상의 고주파 신호는 항공기나 위성 통신 등의 무선기기에서 사용되었지만 최근에는 휴대 통신기기의 발전에 따라서 GHz에서 수십 GHz대를 이용한 여러 가지 무선통신 시스템의 실용화가 진행 중이다.

고주파수화에 따라서 회로기판에서도 손실이 적은 소재를 적용하려고 하고 있다. 특히, 폴리머-세라믹 컴포지트 소재는 폴리머의 우수한 가공성과 세라믹의 우수한 열적 기계적인 특성을 모두 활용할 수 있다는 장점대문ㅁ에 더욱 부각이 되고 있다.

본 연구에서는 저손실 값을 갖는 사이클로올레핀 폴리머 소재를 메인 폴리머로 활용하면서 SiO_2를 컴포지트화 한 소재를 제작하였다. 최적 복합체 개발을 위해서 SiO_2 입자 크기 변화 및 제조방식의 차이에 대한 충전 함량에 다른 특성을 평가하였다.

2. 실 험

컴포지트에서 충전제로 활용된 SiO_2 분말은 평균입자가 16nm,2.3μm(fumed silica) 1μm, 4μm(fused silica)인 실리카를 활용하였다.

. 표 1 복합체 제조에 사용된 실리카의 종류

	Silica type	Particle size (μm)
A	fumed silica	0.16
B	fumed silica	2.3
C	fused silica	1
D	fused silica	4

필러를 분산제와 용매와 함께 혼합하여 후 24시간동안 1차 ball밀링을 실시하였다. 폴리머와 실리카의 슬러리는 tape형성에 적정한 점도를 조절하기 위하여 용매의 양을 조절하여 투입하였다. 1차 ball밀링 후 폴리머와 가교제를 첨가하고 다시 24시간 밀링을 실시하였다. 2차 ball밀링과정을 마친 slurry를 tape casting 공정을 통하여 tape을 성형하였다. 실리카 함량은 10vol%에서 30vol%까지의 조성을 이용하여 복합체 tape을 제작하였다. 제작된 tape을 적층하여 기판을 형성하였다. 형성된 기판은 AET사의 Microwave Dielectrometer를 이용하여 1GHz에서의 유전율과 유전손실을 측정하였다.

3. 결과 및 검토

Fumed 실리카를 사용할 때에 30% 이상의 조성에서는 균일한 tape을 성형해내기 어려웠다. 또한, fumed silica와 fused silica에서 SiO_2 함량이 증가함에 따라서 유전율이 향상하였으며 유전손실이 증가하는 양상을 나타내었다. 그림 1은 SiO_2 10vol%에서의 유전율과 유전손실을 나타낸 것이다. fumed 실리카는 입자 크기가 증가할수록 유전 손

실이 급격하게 증가하는 것을 볼 수 있다. 하지만 fused 실리카의 경우 입자크기가 증가하여도 유전손실의 변화가 적은 것을 알 수 있다.

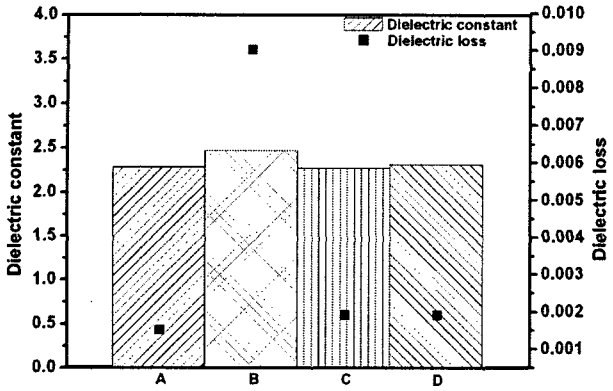

그림 1. SiO_2 10vol% 복합체의 유전율 및 유전손실

그림 2는 SiO_2 30vol%에서의 유전율과 유전손실을 나타낸 것이다. fused 실리카의 경우 입자크기 증가시 유전 손실이 소량 증가였지만, fumed 실리카는 유전손실이 큰 폭으로 증가하는 경향을 나타내었다.

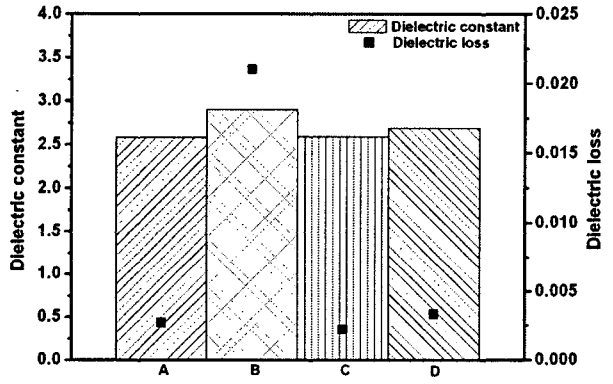

그림 2. SiO_2 30vol%의 복합체의 유전율 및 유전손실

그림 3은 SiO_2 30vol%의 복합체의 파단면 SEM사진을 나타내었다. fused silica 경우는 폴리머 matrix내에 입자가 응집되지 않고 분산되어져 있는 것을 볼 수 있었으며, fumed 실리카의 경우는 입자들의 응집현상을 볼 수 있다. 이는 입자크기가 작은 fused 실리카를 사용한 복합체가 저유전 저손실 회로기판 제작시에 유리할 것으로 판단되어진다. 유전특성이 변한 원인으로는 우선 입자크기가 작은 fumed silica의 경우에 폴리머와의 인터페이스가 증대되어져 수분의 흡수나 공극 등의 원인이 손실을 증가 시켰을 것이라고 판단된다. 또한, 실리카 입자들의 폴리머 matrix내에서의 분산성의 문제에 따른 영향도 큰 것으로 판단된다.

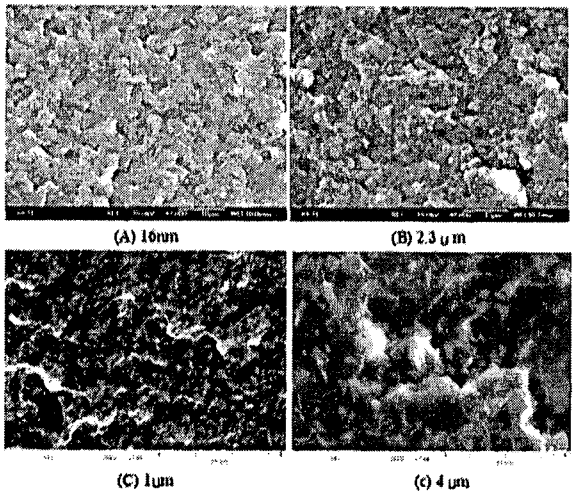

그림 3. SiO_2 30vol% 복합체의 파단면 SEM 사진

4. 결 론

본 연구에서는 입자크기와 제조 방법 다른 4가지 실리카를 이용한 실리카/폴리머 복합체의 제작하여 특성을 평가하여 분말의 입자크기에 따른 유전율과 유전손실의 변화를 살펴보았다. fumed, fused 실리카 양쪽 모두 입자크기가 증대됨에 따라 유전율의 변화는 큰 변화가 없는 반면, 유전손실은 fumed 실리카에서 큰 폭으로 증가하였다. 고주파수 회로기판에 fused 실리카의 사용이 더 유리할 것으로 판단되어진다.

감사의 글

본 연구에서 지식경제부 SYSTEM 2010 사업의 연구비 지원에 의해서 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] Yangyang Sun, C. P. Wong, Karl Jacob, Z. John Zhang, Rigoberto Hernandez, Boris Mizaikoff, "Study on the nanocomposite underfill for flip-chip application," Georgia institute of technology (2006)

[2] Sung-Dong Cho, Joo-Yeon Lee, Kyung-Wook Paik, "Study on the Effects of $BaTiO_3$ Particle Size on Dielectric Constant and Leakage Current of Epoxy/$BaTiO_3$ Composite Films for Embedded Capacitor," Journal of the Microelectronics&Packaging Society Vol. 9, No. 2, p 11-17 (2002)