

Epoxy/Annealing SiO₂ Composites의 충전함량에 대한 저 유전특성

박 재준*, 안 준오*, 윤 종현**
충부대학교*, 한양대학교**

Low Dielectric Properties of Epoxy/Annealing SiO₂ Composites for Filler Contents Variation

Jae-Jun Park*, Zu-no Ahn*, Jong-Hyun Yun**
Joongbu University*, Hanyang University**

Abstract : The Low dielectric properties of epoxy/Annealing SiO₂ composites using Annealing new material of nanosized amorphous particles were investigated as function frequency, temperature and filler contents composition. The dielectric constant decrease with increasing frequency and also increase with increasing ambient temperature. The dielectric constant decrease with increase annealing filler contents for epoxy base. The result of x-ray diffraction could obtained single crystal of annealing SiO₂ from 500nm amorphous SiO₂ powder.

Key Words : Low Dielectric Constant, Annealing SiO₂ , Epoxy/Annealing SiO₂ Composites

1. 서 론

최근 반도체 부품의 소형화에 따른 회로의 선폭감소 및 복잡·고속화 되므로 고밀도, 고성능, 고신뢰도를 갖는 복합패키지 및 연결기술이 요구되고 있다. 이같은 고조파수/고속 디지털회로에 있어서 두금속 층을 연결하는 electric connection 사이에 위치하는 저유전 절연물질의 도입은 device의 소형화 및 고집적화, 정보전달 속도 및 cross-talk의 감소등에 기여할 수 있다. 특히 반도체의 층간 절연물질(interlayer dielectric :ILD)의 유전율이 3.9-4.2로 너무 높아 반도체 칩의 집적화, 고속화에 심각한 문제를 야기하고 있기 때문에 본 연구를 착수하게 되었다.

2. 실험

본 실험은 비정질 SiO₂ 단일분말의 열처리과정을 통하여 단결정 화시켜 전력용 절연신소재에 적용하기 위하여 실험을 실시하였다. 알루미늄 도가니에 소량의 비정질 SiO₂ 분말, 본 실험에 사용된 비정질 분말은 Sukgyung A.T Co, Ltd SiO₂ 500nm을 전기로 내 공기분위기에서 승온속도 5℃/min로 설정 후 1300℃×6hr, 1400×6hr, 1400×2hr, 1400×4hr 4가지의 경우의 열처리를 실시하였다. 단결정화를 위하여 최종온도에서 공기분위기 하에서 서냉시켜 상온에 이르게 하였다. 성장된 단결정을 재분쇄하여 grain size 35µm의 분말을 제조할 수 있었다. 이렇게 제조된 annealing SiO₂분말을 고분자와 복합화하기 위하여 Diglycidyl ether of bisphenol-A 의 Epoxy resins (DGEBA, KUKDO_YD-128 ,KUKDO.Chem.co)와 산무수물계 (Hardener of Acid Anhydride:HN-2200) 경화제를 사용하여 경화시켰다. Epoxy Resin 특성 중 EEW(g/eq)는 184-190, Viscosity는 11,500-13,500 (cps at 25℃), Specific Gravity는 1.17(at 20℃)의 범용적인 기본수지를 사용하였다. HN-2200은 Cycloaliphatic

Anhydride Hardener로서 (분자식:C₈H₁₀O₃, MW:166, Hitachi Co.Ltd) 전기절연부분의 응용에서 광범위하게 이용된 것으로 Vacuum casting 또는 impregnation이 비교적 고온 에서 HN-2200의 손실이 없기 때문에 보이드 없는 몰드제품에서 사용된 경화제를 본 연구에서 사용하였다. DGEBA/Annealing SiO₂ Composites 균일한 혼합 (Homogeneous Mixtures)위해 수지를 90℃로 예열하여 정도를 아주 낮게 하였고, 기본 수지에 대한 Annealing SiO₂분말을 중량비로 5,10,20,40wt%로 혼합 후, "Planetary Centrifugal Mixer"를 이용하여 1차 교반과 탈포 과정을 12분/2000rpm, 8분/2000rpm으로 실시하여 충분히 분산시켜 제작된 금형에서 150℃×4시간동안 경화를 실시하였다.

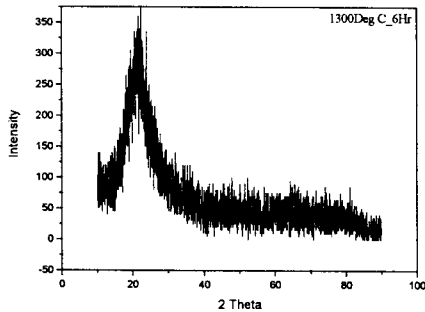
Epoxy/Annealing SiO₂ Composites의 유전특성을 연구하기 위하여 10²Hz으로부터 10⁶Hz까지의 주파수범위에서 Novo control Quatro Cryosystem에 의하여 High Performance를 갖는 Broadband Dielectric Spectroscopy System을 이용하여 Dielectric Measurement 실시하였다. 이 측정 장치는 Solartron SI1260 모델로 임피던스 분석기가 부가된 Frequency-Response Analyzer로 구성된 시스템이다.

연구에서 사용된 측정용 샘플은 원형형상의 지름이 20mm전극으로, 시편의 두께는 200-250µm의 두께를 갖는 시편으로 사용하였다. Frequency sweep는 10℃이상의 안정된 온도를 갖는 일정한 온도 하에서 실행하였다. 측정온도는 실온에서부터 170℃까지 일정하게 증가시켰고, 온도간격은 20℃로 하였다. 측정은 물의 흡수를 피하기 위하여 질소가스분위기에서 실행하였다. 측정값의 신뢰도를 갖기 위하여 각 측정 샘플의 수를 3개씩 측정하였고, 3개 측정 자료의 경향성이 일치되는 자료를 선정하여 결과를 나타내었다.

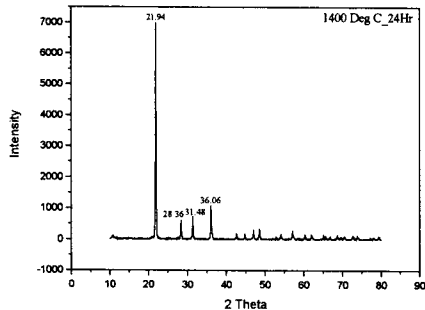
3. 결과 및 검토

(1) X선 회절실험

그림1에서는 비정질 SiO₂분말을 열처리한 X선 회절실험의 결과를 나타내고 있다. 그림1(a)는 1300×6hr, 그림1(b)는 1400℃×24hr 동안 annealing SiO₂ XRD의 결과로서, 1300×6hr의 결과에서는 아직 완전한 단결정이 형성되지 못한 상태로 21°의 피크를 나타내고 있으며, 1400×24hr 결과에서는 단상의 결정이 완전히 성장된 결과로서 최적의 조건임을 확인 할 수 있었다.



(a) Annealing SiO₂ (1300℃ × 6hr)



(b) Annealing SiO₂ (1400℃ × 24hr)

Fig1. 비정질 SiO₂의 Annealing SiO₂ XRD패턴

(2) 유전특성

그림2에서는 Epoxy/Annealing SiO₂ Composites의 주파수 변화에 따른 유전율의 변화를 나타낸 결과이다. 상온(30℃) 상태에서 측정된 결과로서 주파수 증가에 따라 유전율은 감소하는 결과를 얻었고, Annealing SiO₂ 중량비 함량증가에 따라 유전율이 감소하는 결과로 100Hz의 경우 5wt%에 비하여 40wt% 유전율의 결과는 0.25가 감소되는 결과를 그리고 고주파 23kHz의 경우 5wt%에 비하여 40wt% 결과 0.23이 감소되는 결과를 가져왔다. Annealing SiO₂ 결정질분말의 경우 비정질 SiO₂ 분말에 비하여 저유전율의 결과를 얻을 수 있었다. 그림3에서는 Epoxy/Annealing SiO₂ Composites의 중량 비에 따른 복합체의 유전손실 의존성을 나타내고 있다. 전반적인 경향으로 볼 때 저주파에서는 감소하는 경향을 그리고 고주파로 이동하면서 증가되는 결과를 볼 수 가있다.

또한 기본수치에 대한 중량비가 작을수록 저 유전손실을 반대로 중량비가 증가할수록 고 유전손실을 나타내었다. 10kHz를 경계로 0.00549-0.00716으로 근사 한 값을 나타내었다.

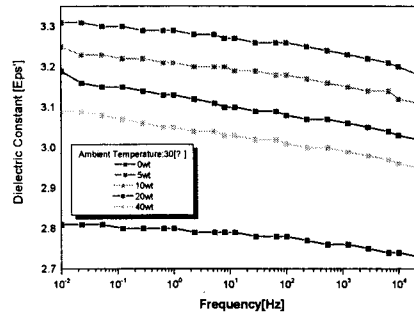


Fig 2. Epoxy/Annealing SiO₂ 복합체의 주파수변화에 따른 유전상수의 특성

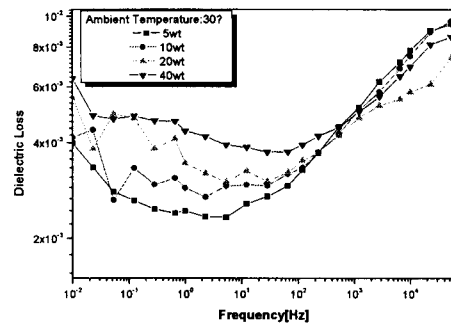


Fig 3. Epoxy/Annealing SiO₂ Composites 주파수 의존성에 따른 유전손실 특성

4. 결론

본 연구는 전력용 신소재로서 고압절연 및 반도체 부품소형화를 위해 저 유전율을 갖는 소재를 개발하고자 연구한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다. Epoxy/Annealing SiO₂ Composites 유전특성에서 중량 비에 대한 함량 증가에 따라 유전율은 감소하였고 주파수 증가에 따라서도 감소되는 결과를 얻을 수 있었다. 100Hz에서 5wt%에 비하여 40wt%로 증가했을 때 0.25, 23kHz에서도 5wt%보다도 40wt%로 증가했을 때 0.23이 감소되는 저 유전율소재를 개발하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업연구개발(R-2005-7-297) 연구비 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 진운영, 전기전자재료학회지, 제13권, 제10호 (2000년 10)
- [2] Myung Jin Yim, Woonseong, Kyung Wook Park, "Effect of Filler content on the dielectric properties of anisotropic conductive adhesives materials for high-frequency flip-chip interconnection", Materials Science and Engineering B 126(2006)59-65
- [3] Chia-Ching Wu, Ying-Chung Chen, Cheng-Fu Yang, "The Dielectric Properties of Epoxy/AlN composites", Journal of the European Ceramic Society 27(2007)3839-3842