

나노복합재료를 이용한 에폭시의 전기적 특성

길윤섭, 김정동, 안재동, 이강원, 홍진웅
광운대학교

Electrical Properties of Epoxy Nano-composites

Yun-seob-Kil, Jung-dong Kim, Jae-dong An, Kang-won Lee and Jin-woong Hong
Kwangwoon Univ.

Abstract : For the purpose of practical use of epoxy composite materials, it has been widely known that adding filler is an indispensable condition for cost-effectiveness and reinforcement of mechanical strength. However, dielectric strength of insulators made of epoxy composites rapidly decreases due to interfaces between the epoxy resin and filler particles. In this paper, it is investigated that the electrical properties of epoxy resins as the function of nano-SiO₂ content. We obtained that breakdown voltage of 0.4[wt%] specimens is higher than the other SiO₂ content.

Key Words : Epoxy resin, Nano-composite, SiO₂, Electrical properties, Content

1. 서 론

에폭시 수지에서 충전제의 첨가는 경제적 이익과 기계적 강도의 보강을 위해 필수 불가결한 요소로, 에폭시 수지와 충전제 사이에 발생하는 계면으로 인하여 복합재료의 전기적 특성이 저하됨은 많이 알려져 있다. 현재 충전제는 마이크로 단위의 물질을 사용하고 있다. 하지만 나노기술의 발달로 세계적으로 절연재료에 나노물질을 첨가하여 만든 나노복합재료에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 이에 본 논문에서는 현재 많이 사용하고 있는 충전제인 마이크로 단위의 SiO₂ 대신 나노 충전제를 사용한 복합재료의 전기적 특성을 조사한 결과를 소개한다.

2. 실험

시료는 제작순서는 그림 1과 같으며, 크기는 25×25×2.5 [mm]로 에폭시 수지에 나노 SiO₂의 첨가량을 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.2, 1.4 [wt%]로 변화 시켜 제작을 하였다.

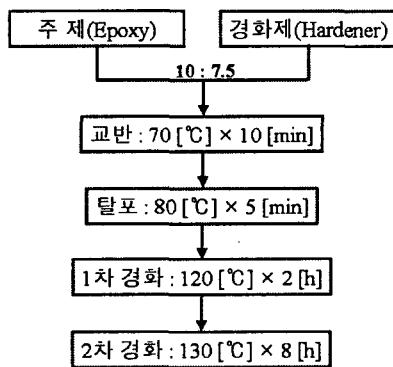


그림 1. 시료의 제작순서.

시료의 첨가량에 따른 전기적 특성을 보기 위하여 유조에 Silicon 오일을 사용하여 측정온도를 25, 50, 80, 100

[°C]로 조절을 하였고, 고전압발생장치를 이용, step인가법을 사용하여 초당 1[kV]를 상승시켜 절연파괴가 일어날 때 자동 종료 되게 하였다.

3. 결과 및 검토

그림 2는 측정온도 25 [°C]에서 첨가량 변화에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 절연파괴 강도는 첨가량이 원시료에서 0.4 [wt%]로 증가함에 따라 강도는 2.99 [MV/cm]에서 3.6 [MV/cm]로 120 [%] 증가함을 확인할 수 있으며, 그 이후 1.2 [wt%]까지 거의 일정한 절연파괴 강도를 가짐을 알 수 있다. 그리고 1.2 [wt%] 이후 절연파괴 강도는 3.45 [MV/cm]에서 3.01 [MV/cm]로 12.75 [%] 감소함을 확인하였다.

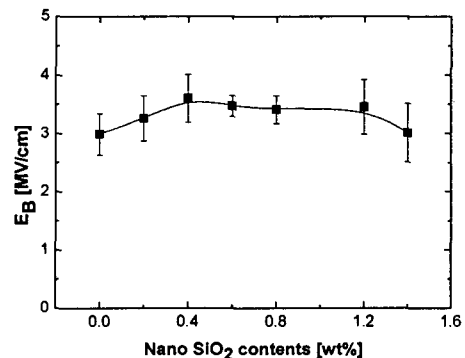


그림 2. 첨가량 변화에 따른 절연파괴강도(25[°C]).

그림 3은 측정온도 50 [°C]에서 첨가량 변화에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 절연파괴 강도는 첨가량이 원시료에서 0.4 [wt%]로 증가함에 따라 강도는 2.24 [MV/cm]에서 2.55 [MV/cm]로 104 [%] 증가함을 확인할 수 있으며, 그 이후 1.2 [wt%]까지 거의 일정한 절연파괴

강도를 가짐을 알 수 있다. 그리고 1.2 [wt%] 이후 절연파괴 강도는 2.35 [MV/cm]에서 2.23 [MV/cm]로 5.1 [%] 감소함을 확인하였다.

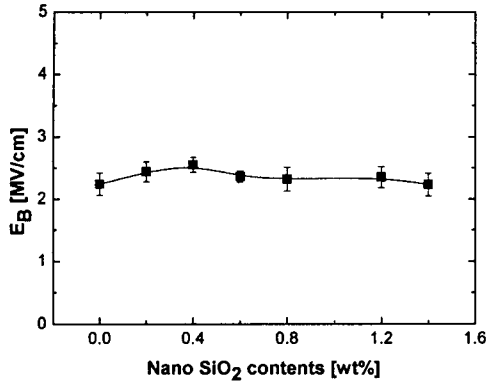


그림 3. 첨가량 변화에 따른 절연파괴강도(50[°C]).

그림 4는 측정온도 80 [°C]에서 첨가량 변화에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 절연파괴 강도는 첨가량이 원시료에서 0.4 [wt%]로 증가함에 따라 강도는 1.74 [MV/cm]에서 1.85 [MV/cm]로 106 [%] 증가함을 확인할 수 있으며, 그 이후 거의 일정한 절연파괴 강도를 가짐을 알 수 있다.

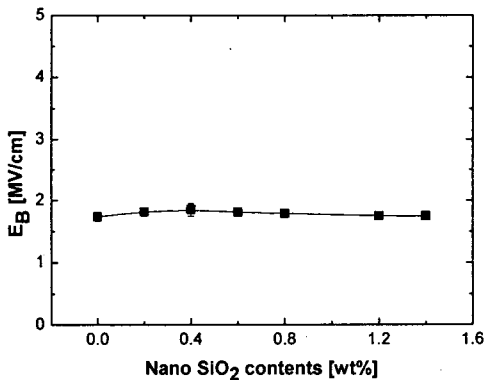


그림 4. 첨가량 변화에 따른 절연파괴강도(80[°C]).

그림 5는 측정온도 100 [°C]에서 첨가량 변화에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 절연파괴 강도는 첨가량이 원시료에서 0.4 [wt%]로 증가함에 따라 강도는 2.99 [MV/cm]에서 3.6 [MV/cm]로 120 [%] 증가함을 확인할 수 있으며, 그 이후 거의 일정한 절연파괴 강도를 가짐을 알 수 있다.

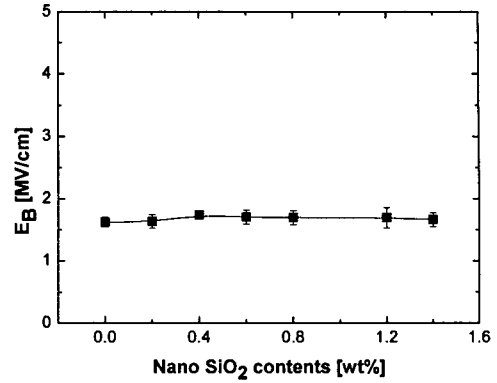


그림 5. 첨가량 변화에 따른 절연파괴강도(100[°C]).

첨가량이 증가함에 따라 0.4 [wt%]까지는 무기질인 나노 SiO₂가 절연재료로 사용됨으로서 절연능력이 향상되지만, 첨가량이 더욱 증가를 하게 되면 에폭시 수지와 나노 SiO₂ 사이의 계면이 증가하여 절연파괴 강도가 감소하고, 80 [°C] 이후 시료의 내부 망목결합력이 상승하여 절연파괴 강도 저하가 둔해짐을 확인하였다.

4. 결 론

나노 SiO₂의 첨가량에 따라 절연파괴 강도를 확인한 결과, 첨가량이 증가함에 따라 0.4 [wt%]까지는 절연파괴 강도가 상승함을 알 수 있다. 하지만 첨가량이 더욱 증가를 하면 불순물로 작용을 함으로서 계면이 더욱 증가하여 절연파괴 강도가 떨어지게 됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 대학전력연구센터 지원사업의 지원으로 이루어졌으며, 이에 관리자분들께 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] C. Zilg, D. Kaempfer, R. Mlhaupt, G. C. Montanari, "Electrical Properties of Polymer Nanocomposites Based upon Organophilic Layered Silicates", Annu. Rept. IEEE-CEIDP2003, No.6-5, pp545-550, 2004
- [2] M. Kozako, S. Yamano, R. Kido, Y. Ohki, M. Kohtoh, S. Okabe, "Preparation and Preliminary Characteristic Evaluation of Epoxy-Alumina Nanocomposites", Proc. ISEIM2005, pp.231-234, 2005
- [3] S.S. Ray, M. Okamoto, "Polymer/layered Silicate Nanocomposites : A Review from Preparation to Processing"/ Progress in Polymer science, Vol. 28, pp.1539-1641, 2003
- [4] D. Cai, X. Wen, L. Lan, J. Yu, "Study on RTV Silicone Rubber/SiO₂ Electrical Insulating Nanocomposited", Proc. IEEE-ICSD, No. 7P-2, pp.800-803, 2004