

Nano-composites 절연파괴강도의 온도의존성

이강원, 이혁진, 김종환*, 신종열**, 홍진웅

*영화학, **삼육대학교, 광운대학교

Temperature dependance of Dielectric strength in Nano-composites

Kang-Won Lee, Hyuk-jin Lee, Jong-Hwan Kim*, Jong-Yeol Shin** and Jin-Woong Hong

*Young Chemical co., **Sahmyook University, Kwangwoon University

Abstract : Recently, with the increase of demand of electricity, electric cable or electric transfer machine are rapidly developed and meet the demand with the extra high voltage and massive capacity, the dangers of electrical accident of insulator are increasing by the electric stress, insulation degradation and insulation breakdown in insulator. In this paper, it is investigated that the temperature dependance of dielectric strength in nano-composites. We obtained that breakdown voltage of 0.4 [wt%] specimens is higher than the other SiO₂ content.

Key Words : Epoxy resin, Nano-composite, SiO₂, Dielectric strength, Temperature dependance

1. 서론

전력변성 기기의 절연 및 각종 부품의 항칭과 주형처리 시 사용되는 절연재료인 Epoxy수지는 상온 또는 가열에 의해 수지 전체가 경화되는 열경화성 수지로 내전압특성, 내마모성 등의 기계적 특성과 내수성, 내약품성의 내화학성이 우수하며, 각종 충전제에 따라 다양한 특성을 획득하기가 용이하여 광범위하게 사용되고 있다.

그리고 최근 나노기술의 발전으로 전 세계적으로 전력기기에 사용하는 절연재료에 나노물질을 첨가한 다양한 나노복합재료에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 나노복합재료는 절연파괴 강도, 기계적 강도, 내화학성 등이 우수해지고 원재료에서 찾을 수 없는 새로운 특성이 나타나 무기물과 고분자 물질의 장점이 경비된 기존의 절연재료보다 우수한 물성이 나타나는 것으로 보고되고 있다. 이에 본 논문에서는 Epoxy수지와 나노 SiO₂를 혼합하여 제조한 나노 복합재료의 절연파괴특성의 온도의존성을 대하여 소개한다.

2. 실험

그림1은 시료의 형상으로 25×25×2.5 [mm]로 에폭시 수지에 나노 SiO₂의 첨가량을 0 ~ 0.8 [wt%]로 변화를 주어 혼합을 하였다. 에폭시 수지와 경화제는 10:7.5 비율로 혼합을 하여, 1차 경화를 120 [°C]에서 2시간, 2차 경화를 130 [°C]에서 8시간을 하여 시료를 완성하였다. 온도에 따른 절연파괴 강도를 확인하기 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 자동종료 되게 하였다. 그림 1은 실험에 사용한 시료의 모형이다.

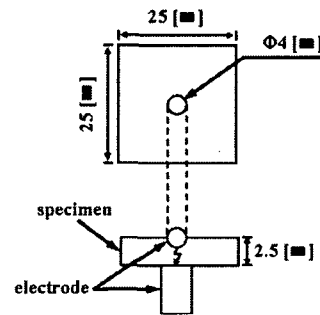


그림 1. 시료의 형상.

3. 결과 및 검토

그림 2는 원시료의 온도에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 측정 온도가 올라갈수록 절연파괴 강도가 감소함을 확인하였으며, 25 [°C]에서 2.99 [MV/cm]로 가장 높은 절연파괴 강도를 보였고 50 [°C]에서 2.24 [°C], 80 [°C]에서 1.74 [MV/cm]를 나타냈으며, 100 [°C]에서 1.62 [MV/cm]로 가장 낮았으며, 절연파괴 강도가 최대 45.82 [%] 감소함을 확인할 수 있었다.

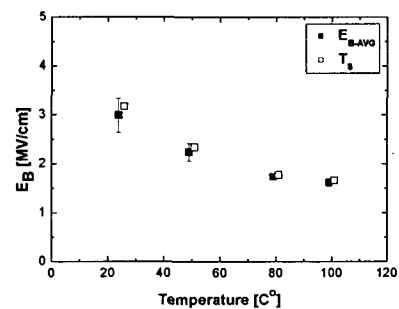


그림 2. 온도변화에 따른 절연파괴강도(원시료).

그림 3은 0.2 [wt%]의 온도에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 측정 온도가 올라갈수록 절연파괴 강도가 감소함을 확인하였으며, 25 [°C]에서 3.26 [MV/cm]로 가장 높은 절연파괴 강도를 보였고 50 [°C]에서 2.44 [°C], 80 [°C]에서 1.82 [MV/cm]를 나타냈으며, 100 [°C]에서 1.63 [MV/cm]로 가장 낮았으며, 절연파괴 강도가 최대 50 [%] 감소함을 확인할 수 있었다.

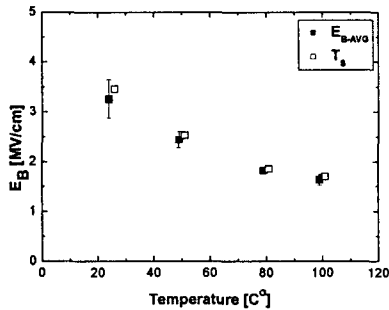


그림 3. 온도변화에 따른 절연파괴강도(0.2[wt%]).

그림 4는 0.4 [wt%]의 온도에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 측정 온도가 올라갈수록 절연파괴 강도가 감소함을 확인하였으며, 25 [°C]에서 3.6 [MV/cm]로 가장 높은 절연파괴 강도를 보였고 50 [°C]에서 2.55 [°C], 80 [°C]에서 1.85 [MV/cm]를 나타냈으며, 100 [°C]에서 1.73 [MV/cm]로 가장 낮았으며, 절연파괴 강도가 최대 51.9[%] 감소함을 확인할 수 있었다.

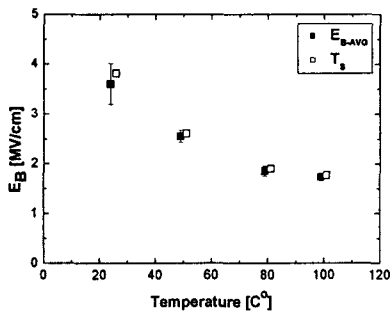


그림 4. 온도변화에 따른 절연파괴강도(0.4[wt%]).

그림 5는 0.6 [wt%]의 온도에 따른 절연파괴 강도를 나타낸 것이다. 측정 온도가 올라갈수록 절연파괴 강도가 감소함을 확인하였으며, 25 [°C]에서 3.47 [MV/cm]로 가장 높은 절연파괴 강도를 보였고 50 [°C]에서 2.36 [°C], 80 [°C]에서 1.81 [MV/cm]를 나타냈으며, 100 [°C]에서 1.7 [MV/cm]로 가장 낮았으며, 절연파괴 강도가 최대 51 [%] 감소함을 확인할 수 있었다.

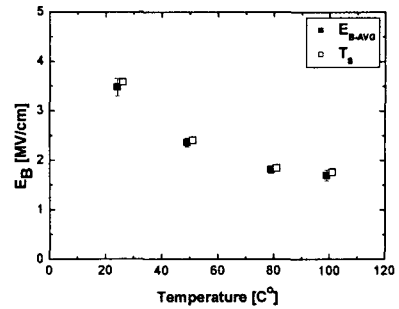


그림 5. 온도변화에 따른 절연파괴강도(0.6[wt%]).

모든 시료에서 측정 온도가 증가함에 따라 절연파괴 강도가 감소함을 확인할 수 있었다. 이는 80 [°C]미만의 저온 영역에서는 온도가 상승함에 따라 전자사태로 인하여 파괴강도가 급격하게 떨어지지만, 80 [°C]이상의 고온 영역에서는 자유체적의 증가로 인하여 파괴강도의 기울기가 완만해졌다고 사료된다.

4. 결론

본 논문은 몰딩재료로 사용하는 에폭시 수지에 직경 14 [nm] SiO₂ 충전제의 첨가량에 변화에 따른 온도의존성을 확인한 결과, 측정온도가 증가함에 따라 파괴강도가 감소함을 확인할 수 있었다. 그리고 첨가량이 0.4 [wt%]일 때, 다른 시료에 비하여 모든 온도에서 가장 높은 절연파괴 강도를 가짐을 확인할 수 있었다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] 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
- [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] H. Z. Ding, B. R. Varlow, "Effect of Nano-fillers on Electrical Treeing in Epoxy Resin Subjected to AV Voltage", Annu. Rept IEEE-CEIDP, No.4.6, pp332-335, 2004
- [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