

GN이 첨가된 에폭시계의 절연 파괴 특성

안현수, 심미자*, 김상욱
서울시립대학교 화학공학과, *생명과학과

Dielectric Properties of GN Added Epoxy Resin System

Hyun-Soo An, Mi-Ja Shim* and Sang-Wook Kim
Dept. of Chem. Eng., *Dept. of Life Sci., Seoul City Univ.

서론

최근 산업의 발달로 전기의 수요가 급증하고, 또한 전기의 용량이 매우 커짐에 따라 전기재료에 대한 관심이 날로 증가되고 있다. 또한 전기·전자 기기와 부품의 소형경량화, 고성능화, 고전압화 및 다양화에 따라 절연재료에 요구되는 성질도 더욱 고성능화되면서 물성이 뒷받침되는 절연설계가 요구되어지고 있다. 이러한 절연재료는 기존의 습식 절연방식으로부터 고분자 소재의 발달로 고무, 플라스틱 등 편리성과 안정성이 있는 건식 절연방식으로 전환되는 추세이다^{1)~2)}. 그중에서도 에폭시는 반응성이 풍부하여 아민계 경화제로 실온에서도 잘 경화되며, 치수안정성과 내수성이 우수하여 주형, 코팅, 봉합, 성형 등의 형태로 전기산업에서 널리 사용되고 있다³⁾. 그러나 이러한 고분자 재료는 장기간 사용중 국부적으로 고전계가 집중되어 있는 영역에서 전계 및 각종 응력 작용으로 트리가 형성되어 결과적으로 절연파괴를 수반하게 된다.¹⁾

본 연구에서는 기존의 에폭시 수지의 취약성을 개질하여 강도를 향상시키기 위해 반응성 첨가제 GN을 도입한⁴⁾ DGEBA(diglycidyl ether of bisphenol A)/MDA(4,4'-methylene dianiline)/GN(glutaronitrile)계에서 GN의 함량에 따른 침-평판 전극 구조의 불평등 전계를 갖는 시편을 제조하여 일정 승압 속도하에서 절연파괴강도를 측정하고 기계적 특성 및 물리적 특성을 비교하였다.

실험

본 연구에서는 Shell사(Epon 828 grade)의 DGEBA와 경화제로는 MDA를 사용하였으며 반응성 첨가제로는 GN을 사용하였다. 선단 각도가 30° 이고 곡률 반경이 5 μ m 이하인 침전극을 평판의 거리와 1mm 간격으로 몰드에 삽입하여 고정시키고 반응물과 혼합하여 80°C에서 1.5시간 경화후에 1시간동안 150°C에서 경화시켰다. 그리고 고온에서 경화된 시편이 냉각과정에서 금속과 에폭시수지의 열팽창계수 차이로 인해 보이드가 발생하는것을 최소화하기 위해 실온까지 서냉하였다. 시편은 30×30×8mm의 벌크상이 되게하고 시편하단에 평판 전극을 부착하여 절연파괴전압을 측정하였다. 고전계 인가시 연면방전을 방지하기 위해 유증파괴실험을 하였으며 매질로는 실리콘오일을 사용하였다. 교류 전압하에서 ASTM D149에 의해 500 V/sec의 일정 승압속도로 절연파괴실험을 하였다. T_g는 DSC에 의해 승온속도 10 °C/min로 측정되었고, 충격시험은 ASTM D256에 의해 제작된 시편(63.5×13×4mm)을 가지고 측정하였다.

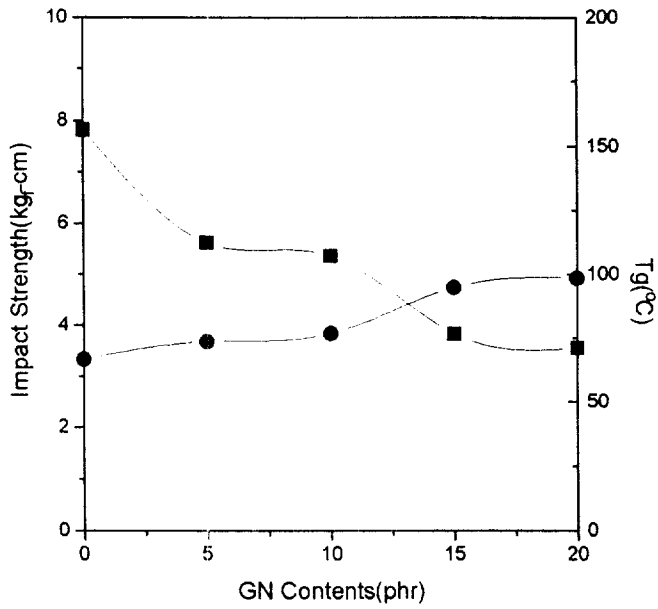


Fig. 1. Impact strength (●) and T_g (■) of DGEBA/MDA/GN systems

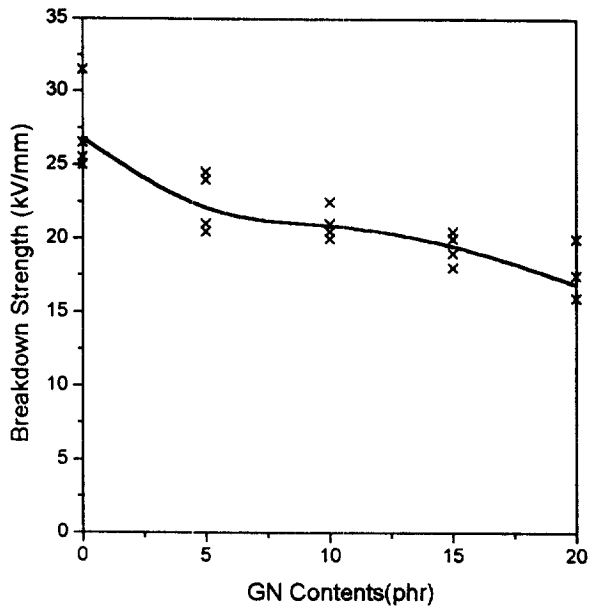
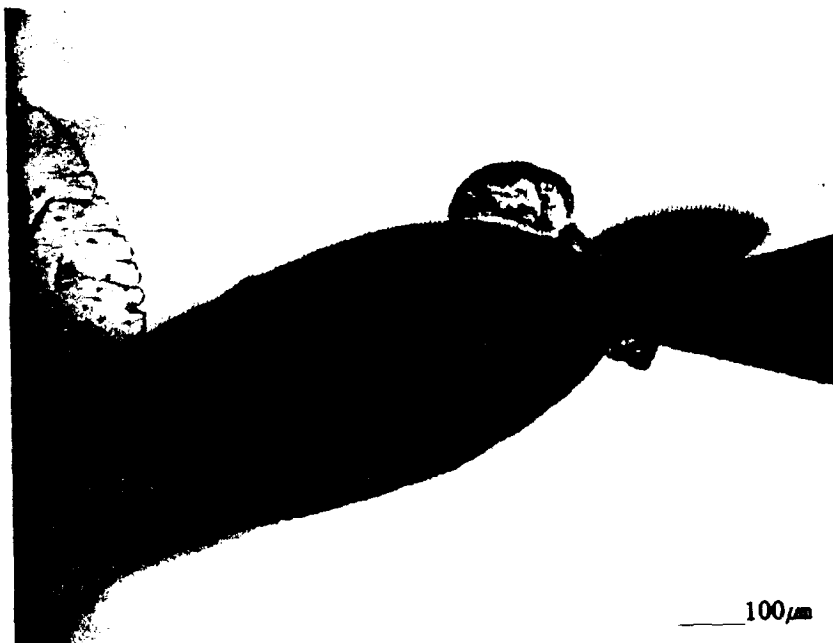


Fig. 2. Dielectric breakdown strength of DGEBA/MDA/GN systems



(a)



(b)

Fig. 3. Micrographs of dielectric breakdown
(a) 0 phr (b) 20 phr of GN

결과 및 토론

Fig. 1은 GN의 함량에 따른 충격강도와 T_g 변화를 나타내었다. T_g 는 GN의 함량이 증가할수록 감소하였다. 이는 GN이 첨가됨에 따라 주사슬 길이가 확장되고 가지밀도가 감소하기 때문이다. 그리고 GN의 함량이 증가할수록 충격강도는 증가하였으며, GN의 함량이 20 phr 에서는 첨가하지 않은것에 비해 약 32% 증가하였다. 이것은 사슬의 길이가 확장됨에 따라 충격을 잘 흡수하므로 내충격이 향상되었다. Fig. 2는 GN의 함량이 증가할수록 절연파괴강도는 점차 감소함을 보여준다. 이것은 GN의 함량이 증가함에 따라 수지의 가지밀도가 감소하여 공간전하를 쉽게 형성하기 때문에 절연파괴강도가 낮아지는 것으로 생각된다. Fig. 3은 GN의 함량이 0, 20 phr 일때의 절연파괴형상을 나타냈다. 0 phr 일때는 절연파괴 경로 주변에 부채꼴 크랙이 많이 나타나고 있으나 20 phr에서는 크랙이 별로 없다. 이것은 역시 GN의 함량이 증가하여 충격을 잘 흡수하므로 절연파괴시 발생하는 충격이 완화되어 크랙의 발생이 적음을 알 수 있다.

참고문헌

1. Y.S.Cho, M.J.Shim, and S.W.Kim, J. Korean Ind. & Eng. Chem., 6, 707(1995)
2. Y.S.Cho, M.J.Shim, and S.W.Kim, J. Korean Ind. & Eng. Chem., 6, 937(1995)
3. C.A.May, and Y.Tanaka, "Epoxy Resins", 485, Marcel Dekker inc.(1983)
4. J.Y.Lee, M.J.Shim, and S.W.Kim, J. Korean Ind. & Eng. Chem., 6, 288(1995)