

**초전도 전력용 재료**

**이상현\***, 구경완

선문대학교 전자공학과\*, 호서대 국방과학 기술학과\*\*

**Highly functional materials for Electric power**

Sang-Heon Lee\*, Kyoung-Whan Koo\*\*

Department of Electronic Engineering Sunmoon University\*, Hoseo University\*\*

**Abstract** - According to a sharp increase in demand for electricity supply secure, and CO<sub>2</sub> regulation in accordance with global environmental problems and to solve problems, etc. These factor less pollution, higher energy conversion hyoyulin way that the new electrical equipment, nano-composites The rapid degeneration of the unit study utilizing the power that is required is Free. Accordingly, cables, transformers and switchgear (GIS)-capacity of power equipment, such as, high-voltage high-density along with the miniaturization of equipment have made angry the reliability of these devices is becoming a very important issue. Insulation materials used in electrical equipment for high voltage withstand, power equipment, power equipment due to aging and overloading caused by a weakening of the insulation failure and replacement in accordance with the age due to increased costs because of the reliability of electrical equipment should be secured should. Therefore, improved performance and longevity of insulation material is recognized as an important challenge. In this study, power isolation and degeneration of the unit for use in various parts of the molding epoxy resin to improve the insulation performance of the epoxy resin by varying the added amount of nano-SiO<sub>2</sub> nanocomposites made epoxy/SiO<sub>2</sub> analysis and breakdown properties of the experiment want to improve the electrical properties through the geometry.

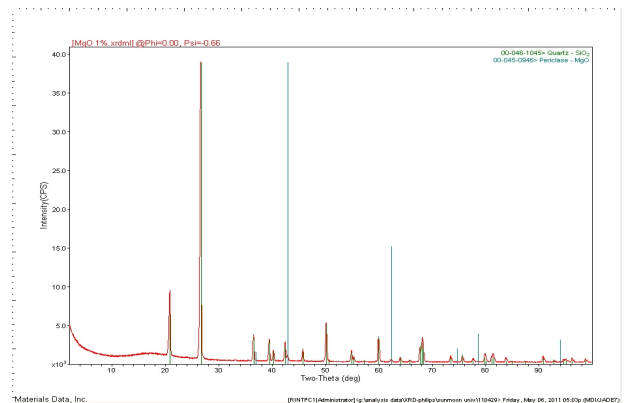
에폭시 수지, 경화제, 경화촉진제 및 적절한 양의 SiO<sub>2</sub>를 포함하는 것을 특징으로 하는 절연용 나노 복합체를 제공한다. 에폭시 수지는 단분자 속에 2개 이상의 반응성 에폭시기를 가지는 화합물을 말하며, 바람직하게는, 페놀 (phenol) 2분자와 아세톤 (acetone) 단분자와의 축합 반응으로 얻어지는 비스페놀 A 한 분자와 에피클로르하이드린 2분자와의 축합 반응으로 생성되는 비스페놀 A의 디글리시딜에테르를 말한다. 수지는 그 분자 구조로부터 반응성이 풍부하며, 경화 수축이 적고, 강인성이나 고온특성 및 내약품성이 우수하며, 접착성이 높은 성능을 나타낸다. 에폭시 수지는 전체 절연용 나노 복합체 중량 대비 바람직하게는 89~94 중량%, 더 바람직하게는 89~91 중량%이나, 이에 제한되는 것은 아니다. 경화제는 고분자 수지를 경화시키기 위한 것으로서 열개시제 또는 광개시제를 포함한다.

**1. 서 론**

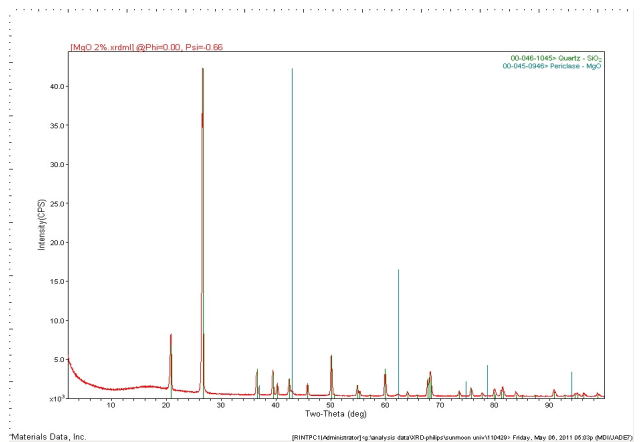
전력 수요의 증가와 더불어 전력기기용 절연재료는 다양한 물성과 함께 전력 설비의 대용량화와 콤팩트화가 요구된다. 전력기기에 사용 되는 재료로는 PE, 에폭시, 마이카, EPDM 등이 있다. 일반적으로 고전압화가 될수록 높은 내전압 특성이 요구되며, 전력기기의 계면은 절연강도를 낮추는데 활용 되고 있으며, 콤팩트화를 위하여도 계면간의 상호 작용의 이해도는 필수 요소이다. 고전압 기기에 있어서 절연재료가 담당하고 있는 역할은 매우 중요하며, 절연 재료의 특성이 전기기기 전체의 설계를 결정하는 중요한 요인이 된다. 전기기기에 사용하는 재료 단위체의 물성만으로는 절연재료로서 적용할 수 없을 뿐 아니라 필러(무기 입자) 또는 유리 섬유질과의 복합화에 의한 절연 재료의 고성능화가 필요하다. 최근 나노 사이즈의 입자와 폴리머를 복합화한 폴리머 형태의 나노 복합재료가 전력 변성기기 제작에 적용되고 있으며, 첨가물을 나노 입자 형태로 분산 시키는 제어 기술이 나노 복합재료의 실용화를 위하여는 중요시 되고 있다. 이러한 나노 복합재료에 대한 연구 중, 본 발명자는 에폭시 수지와 경화제, 경화촉진제에 배합되는 SiO<sub>2</sub>의 함량에 따라 상기 복합재료의 X선 패턴, FESEM의 패턴, 절연파괴특성이 달라진다는 것을 발견하였다. 에폭시 수지에 경화제, 경화촉진제 및 SiO<sub>2</sub>를 최적화 비율로 첨가하여, 절연파괴강도가 높은 절연용 나노 복합체 및 그 제조방법을 설명한다.

**2. 본 론**

절연용 나노 복합체는, 전기 절연 (electrical insulation) 특성 측면에서, 적절한 범위 내의 SiO<sub>2</sub>함유량을 갖지 못한 절연용 나노 복합체에 비하여, 미립자간 치밀도가 높으며, 에폭시기와 시료에 첨가된 SiO<sub>2</sub>의 화학적 결합으로 인하여 절연파괴특성이 양호하다.



(a) SiO<sub>2</sub>를 1(wt%) 첨가한 나노복합재료



(b) SiO<sub>2</sub>를 2(wt%) 첨가한 나노복합재료

**<그림 1> 복합재료의 구조적특성 측정**

에폭시 재료의 결정과 비정질의 고차구조를 조사하기 위해 virgin, 0.2, 0.4, 0.6,[wt%] 시료를 회절각  $\theta=0\sim 90^\circ$ 에서 X-선 회절(X-ray diffraction)을 하였으며, 그 결과를 그림 2에 나타내었다. XRD의 결과로부터 각 시료들의 고차구조의 특징은 시료모두 유사한 특성을 보이며, SiO<sub>2</sub>첨가에 변화는 관측되지 않는다.

### 3. 결 론

SiO<sub>2</sub>의 첨가량에 따른 에폭시 복합재료를 이용하여 소재의 물성과 절연과피 특성을 측정하여 전기적 특성을 분석하였다. FESEM을 이용하여 에폭시 소재의 물성을 측정된 결과 SiO<sub>2</sub>가 2[wt%] 첨가된 시료에서는 미립자간 치밀도가 높아짐을 알 수 있었으며, 절연 과피 특성이 양호하게 나타남을 알 수 있다. 열시차 분석-열 중량 분석(DSC-TGA) 실험을 이용하여 에폭시 소재의 물성을 측정된 결과 2(wt%) 첨가된 시료에서는 DTA 및 승온라인에 외부의 열 변화에 의한 피크가 발생한다. 이 온도에서 열분해 생성물의 급격한 반응이 발생하는 것으로 사려 된다. 각각의 원소는 시료내부를 균일하게 분포하는 것으로 관측 되었다. 고분자 나노복합재료는 유전 및 전기절연에 대한 탁월한 특성을 기대하게 한다. 자기와이어에 대한 폴리에스테르이미드 나노복합재료의 예처럼 몇몇은 이미 상업화되었다. 그러나 무엇보다도 실험실 규모뿐만 아니라 고분자 나노 복합재료 제조의 산업적 방법까지 적당한 개발이 필요하다. 이것은 필요에 의해 재현할 수 있고, 신뢰성 있는 데이터를 만드는 것이 무엇보다도 필요하다는 것을 이야기 한다. 현재 나노 절연재료 개발의 필요한 연구는 어떻게 상호작용영역이라 불리는 나노복합재료와 고분자 매트릭스 사이에 계면을 어떻게 명확하게 하는가가 선행될 과제일 것이다. 계면이나 상호작용영역과 같이 나노입자 재료의 종류와 표면의 물리적 화학적 조건, 물리화학적인 유-무기 재료간의 가교인 계면 활성제의 종류, 친화성과 분산성의 함량과 종류, 고분자 매트릭스의 종류에 의존한다. 발전된 컴퓨터 시뮬레이션 기술을 바탕으로한 분자운동은 계면에서의 특성화에 유용하다. 나아가 실험과정 대부분 재료구조와 그에 추가된 첨가제 재료 사이의 비교에 대해 이루어졌다. 첨가제 재료의 나노구조화로 인한 부분적인 효과는 아직 명확하게 밝혀지지 않았다. 하지만 이러한 나노화에 대한 복잡함 메커니즘과 제조상의 어려움이 나노 절연재료의 개발에 대한 연구 활성화를 막지는 못할 것으로 생각된다. 향후 나노 절연재료의 개발로 보다 콤팩트하고 경쟁력있는 재료 및 기기의 개발을 기대한다.

### [참 고 문 헌]

- [1] T. Tanaka, Dielectrics and Electrical Insulation, IEEE Trans, 9,5, pp. 704-716 (2002).
- [2] Iain McEwan et al, Polymer, pp.4213-4222 (1999)..
- [3] F.R. Cichocki Jr., Materials letters, pp. 414-418 (2001)
- [4] L.C.Chan, J.K.Gillham, A.J.Kinloch and S.J. Shaw, American Chemical Society, pp. 261 (1984).
- [5] Moser, K.Robert and K.Thomas, Proc. Electrical Insulation Conference and Electrical manufacturing and Coil winding conference, pp.379-385 (1993).