

절연/반도전/절연계면하에서의 유전특성과 온도의존성

김동식, 오재형, *류부형, **김균송, 박대희

원광대학교 전기공학부, *동국대학교 전기공학과, **해성물산

Dielectric Temperature Dependency and D Properties on the PET/SEMI/PET

Dong-Shick Kim, Jae-Hyung Oh, *Bu-Hyung Ryu, **Gyun-Song Kim, Dae-Hee Park

Wonkwang University School of Electrical Engineering, *Dongkuk University, **Hye-Seong Mulsan

ABSTRACT - In this paper we evaluated dielectric properties and temperature dependency in PET with and without semiconductor. Dielectric losses of PET without and with semiconductor was $3.7 \times 10^{-3}(\%)$ and $1.8 \times 10^{-3}(\%)$, respectively, at room temperature. On the condition that semiconductors exist, we confirmed that dielectric properties had been influence on semiconductor's number.

1. 서 론

초고압화와 함께 전력기기의 절연구조는 단일의 재료로서 구성되어 있지 않고, 계면 및 복합화되어진 절연시스템으로 되어지고 있다. 이와같은 절연시스템은 고전계하에서 전기적인 절연성능과 기계적인 성능을 향상시키기 위한 절연재료의 시스템이 사용되고 있다. 절연성능을 향상시키기 위한 절연재료의 계면 및 복합화된 시스템은 2가지 이상의 절연재료로 구성되는 부품이나, 혹은 재료내에 다른 첨가제를 함침시키거나, 절연재료내의 전계완화용 반도체의 재료를 사용하는 경우 등 전력기기의 절연역할로서 응용부분이 많다. 그렇지만 이와같은 계면 혹은 복합화되어 있는 절연재료의 구조는 절연과피를 일으키는 가장 취약한 부분으로 보고되고 있다.¹⁾ 따라서 이와같은 문제점을 CEIDP회의에서는 테마로서 「절연계면」에 관한 논의와 CIGRE에서도 1991년에 새로운 TF로서 「절연재료에 있어서 계면현상」을 다루는 TF-15-06-02가 발족되기도 하였다. 절연시스템의 계면은 전기적인 성능을

저하시켜, 절연열화의 시발점이 갖고 있는 것으로서 이들의 현상을 파악하고 해결하는 것들이 요구되고 있다.²⁾³⁾⁴⁾ 따라서 이들의 계면에 의해서 나타나는 많은 현상과 물성적으로 미치는 영향을 파악하고 또한 개선하기 위해서는 많은 연구가 필요하다.

이와같은 관점에서 본 연구는 전력케이블 및 접속단말의 전계완화를 위하여 절연층의 내부와 외부에 설치되어 있는 절연시스템의 구조에 있어서 계면현상을 고찰하였다. 전력케이블에 있어서 절연시스템의 향상은 반도체/절연층간의 계면관리는 중요하며, 계면구조하에서의 거시적 전기물성에 대하여 검토하여야 할 과제가 많다. 본 연구에서는 이와같은 절연/반도전/절연상에서의 유전특성을 파악하고자 한다. 절연재료상에서 유전특성은 장기신뢰성에 크게 영향을 미치고 있으나, 아직 연구의 진행이 미흡한 실정에 있다.

이와같은 계면에 있어서 전기적인 특성을 평가하기 위하여 계면과 반도체를 갖는 PET필름의 유전특성과 온도의존성을 고찰하고자 한다.

2. 본 론

2.1 실험방법 및 실험장비

본 실험에서 사용한 시료는 PET필름이고 계면의 구조는 절연/반도전/절연의 필름과 반도체의 필름을 1, 2, 3장을 각각 삽입한 필름으로 각각 제작하였다. 유전특성의 측정장치는 Tettex 2882를 사용하고, 전극구조는 평판전극의 주전극/접지전극/하부

전극으로 구성되어지고, 시료의 가열은 주전극내의 히터를 사용하였다.

유전특성의 온도의존성은 히터전극을 이용하여 실온에서 85℃까지 범위에서 측정하였고, 이때의 전극의 압력은 2(N/cm²)을 가한 상태에서 측정하였고, 인가전계는 7(kV/cm)로 하였다.

2.2 실험결과

유전특성은 절연재료의 장기적인 열화성능을 좌우하며, 전계와 주파수 및 주변의 온도에 의해서 가속이 된다. 특히 유전손실(tan δ)은 절연재료내에서 발생할 수 있는 에너지의 크기를 나타내며, 전계의 자승에 비례하므로 초고압에서는 열화의 요인으로 절연재료를 가열시킨다. 절연재료내에 계면이 존재하는 경우에 있어서 유전특성과 온도의존성을 측정하였다. PET/PET와 PET/반도전층/PET필름의 유전특성과 온도의존성을 측정하였다. 그림 1은 PET/PET필름의 유전특성과 그의 온도의존성을 나타냈다. 실온하에서 반도체층이 없는 경우의 시료에서의 유전손실(tan δ)은 4.7×10⁻³(%)와 정전용량은 146.19[pF]를 나타내고 있다. 유전특성의 온도의존성은 온도의 증가와 함께 정전용량은 변화가 없으나, 유전손실은 약간 감소한후에 증가하는 경향을 나타내고 있다. 유전손실의 증가는 누설전류의 성분이 증가함으로 손실각이 증가하는 것으로 사료되며, 55~70℃범위에서 유전손실의 저감은 PET/PET의 계면사이에 존재하는 Ari gap이 온도의 증가와 함께 소멸되므로 나타나는 것으로 사료된다. 또한 계면을 갖는 시료의 유전율은 2.47로서 폴리에틸렌과 거의 같으나 유전손실은 20배정도 크다.

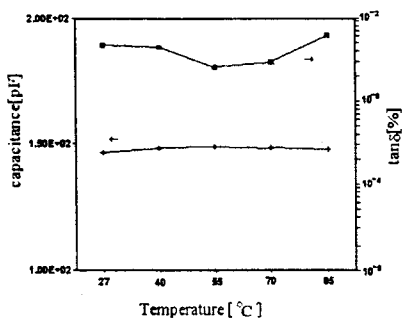


그림 1 PET/PET필름의 유전특성과 온도의존성

다음에는 절연재료사이에 반도체층이 삽입되어 있는 경우에 유전특성의 온도의존성을 측정하였다. 그림 2는 PET/반도전층/PET필름의 유전특성과 온

도의존성을 나타낸 것이다. 실온하에서 정전용량은 176.46 [pF]를 나타내고 유전손실은 1.8×10⁻³(%)로 측정되었다. 이와같은 결과는 PET/PET필름에 비하여 정전용량이 크게됨을 나타내고 온도증가와 함께 저하한다. 유전손실은 온도증가와 함께 잠시 감소하다가 증가한다. 유전율은 PET/PET에 비해 크게 증가된 3.99로 계산된다. 반도체층이 삽입되어있지 않은 상태보다 증가하는 것을 알 수 있다.

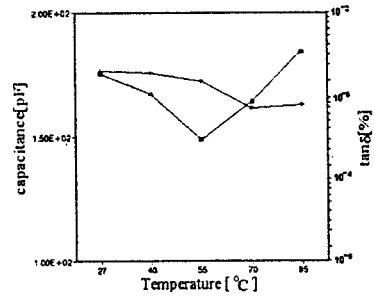


그림 2. PET/반도전/PET필름의 유전특성과 온도의존성

다음에는 절연필름내에 반도체층을 2층을 삽입시켰을 경우의 유전특성의 온도의존성을 측정하였다. 이때의 인가전압은 시료의 두께를 측정 한 후에 동일한 전계를 인가하였다. 그림 3은 반도체층을 2층으로한 시료의 유전특성의 온도의존성을 나타냈다. 실온하에서 유전손실은 3.13×10⁻³(%)와 정전용량은 167.07[pF]를 나타내고 있다. 유전손실과 정전용량의 온도의존성은 온도의 증가와 함께 증가하는 경향을 나타내며, 85℃에서 각각 6.1×10⁻³(%), 169.1[pF]로 측정되었다. 또한 유전상수는 5.4로 계산되었으며, 온도의존성을 나타내고 있지 않다.

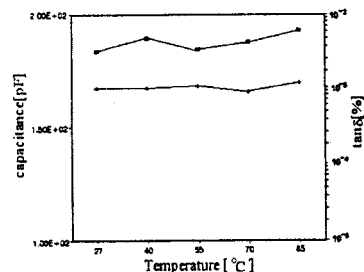


그림 3. PET/반도전(2 layer)/PET필름의 유전특성과 온도의존성...

이와같은 절연층내에 반도체층을 삽입시켜, 각

시료의 정전용량과 유전손실을 결과를 그림 4에 나타냈다. 본 결과로부터 알 수 있는 반도체층이 삽입되므로서 유전특성이 큰 변화를 일으키고 있음을 확인할 수 있으며, 특히 온도에 큰 변화를 나타낸다. 이들의 정전용량으로부터 유전율은 반도체층의 삽입층수의 증가와 함께 증가하고 있음을 알 수 있었다.

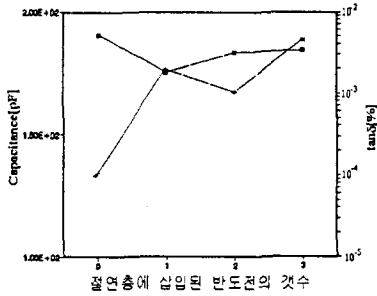


그림 4. 반도체층수에 따른 유전특성

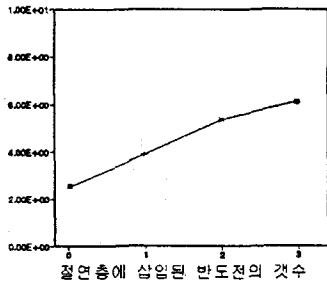


그림 5. 유전율과 반도체층수
(at room temperature)

이와 같은 실험결과들은 반도체층이 절연재료의 유전특성에 어떠한 영향을 미치는가를 평가하기 위한 것으로서 계속적으로 전력케이블에 미치는 영향도 연구 중에 있다.

3. 결 론

PET/PET와 PET/semi/PET필름에 대한 유전특성과 온도의존성의 시험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) PET/PET필름에 반도체층을 삽입하면, 유전특성은 불안정한 상태로 나타내며, 특히 온도증가와 함께 유전손실은 크게 증가한다.
- 2) PET/PET필름내에 반도체층을 삽입하면, 유전율은 증가하며 온도의존성은 나타나지 않는다.

3) 이와같은 반도체층은 절연체의 절연특성을 크게 영향을 미치는 것으로 판단한다.

4. 참 고 문 헌

- [1] 固體絶縁材料の界面效果調査専門委員会, "固體絶縁材料の界面效果", 日本電氣學會技術報告, 第 488號, pp. 1-6, 1994
- [2] H.C.Karner, M.Ieda : IEEE 3rd, ICPADAM, 592(1991)
- [3] J.P.Zheng, P.J.Cygan and T.R.Jow, "Investigation of Dielectric Properties of Polymer Laminates with Polyvinylidene Fluoride", IEEE Transaction on Dielectric and Electrical Insulation, Vol. 3 No. 1 144~147, February 1996
- [4] 門 谷 : 日本電氣學會 論文誌 102-A, 96(1982)