

반도전 입자를 갖는 PET film내에서의 PD Pattern 분석

최필문*, 정병선, 이종찬, 박대희
원광대학교 전기공학부

Analysis PD Pattern in PET film with semiconductor particle

Pil-moon Choi*, Byung-sun Jeong, Jong-chan Lee, Dae-hee Park
School of Electric and Electronic Engineering, Wonkwang University

Abstract - This paper indicate that phase resolved partial discharge pattern are investigated on PET films with semiconductor particle. In this study, we measured phase-resolved PD pattern and statistical parameter from PET specimens according to containing semiconductor particle. Measurement system is the conventional PD detector using digital signal processing technique. The relationship of semiconductor particle in PET film was discussed through the difference of ψ -q-n distribution and statistical analysis.

1. 서 론

전력기기에 사용되는 절연재료 중 고분자재료는 전기적 특성과 기계적 특성이 우수하여 이의 사용이 점점 증가하고 있다. 특히 polyethylene 계열의 고분자는 전력 케이블에 많이 쓰이고 있고, 현재 고압케이블의 대부분은 도체와 절연층 사이에 반도체층을 사용하고 있다. 이러한 반도체층은 케이블 제작시 또는 열화에 따라 반도체 입자가 생성될 수 있고, 이 논문에서는 절연필름내에 반도체 입자를 포함시켜 부분방전 패턴을 측정해 보았다. 부분방전은 PRPD(phase resolved partial discharge)로 측정되었고, 부분방전 패턴의 변화를 평가하기 위해 통계적 연산자를 사용하여 분석하였다.

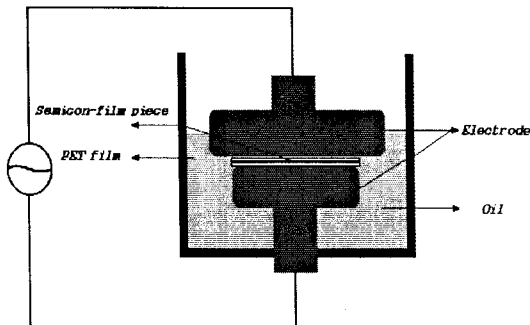


그림 1 전극 구조(structre of electrode)

본 연구는 실제로 존재 할 수 있는 케이블 내의 상황을 모의하기 위해 수행하였고, 이러한 실험은 다양한 부

분방전 source에 대한 정보를 줄 것이다.

실험에 사용된 전극과 시편은 그림 1과 같이 제작되었다. 두 개의 전극 사이에 100μ 두께의 PET film 2장 사이에 1mm^2 크기의 반도체 입자를 넣어 실험하였다. 또한 전극과 절연체의 표면에서 발생하는 surface discharge를 최소화하기 위해 절연유를 상부전극 표면 위까지 채웠다. 시편에 가해진 전압은 부분방전 개시 전압정도인 0.7kV 였다.

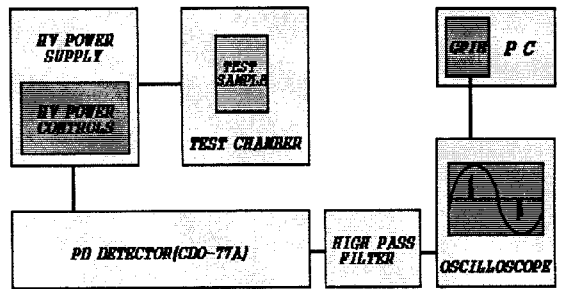


그림 2 측정 시스템 (Detecting system)

부분방전 측정은 analogue PD detector인 Hipotronic사의 CDO 77A를 사용하여 이루어졌고, 여기서 측정된 신호는 digital oscilloscope(HP 54522A, 2Gsa/s)를 통하여 digitalizing되어 GPIB를 통해 PC와 interface되었다. Oscilloscope를 통한 신호는 PC에서 위상 분해되어 일정 주기동안의 신호가 반복적으로 처리되어 부분방전 신호의 최대방전량($Hq_{\max}(\psi)$), 평균방전량($Hq_n(\psi)$), 방전수($Hn(\psi)$) 및 통계적 연산자 등이 저장되었다.

부분방전 신호의 측정은 pC의 단위에서 측정되므로 외부 노이즈의 영향을 최소화하는 것이 중요하다. 이를 위해 본 시스템에서는 기본적으로 PD detector에서 필터링 한 신호를 FIR을 통해 소프트웨어적으로 필터링되었고, 부분방전 이하의 전압은 신호가 처리되기 전에 제거하였다. 그림 2에 본 실험에 사용된 측정 시스템을 나타내었다.

2. 본 론

반도전 입자 첨가 개수와 시간 흐름에 따른 PD패턴

분석을 위해서 각각 1, 3, 5개의 반도체 입자를 첨가하며 실험하였고, 각 시료에서 측정된 방전량은 ψ -q-n분포로 나타내어 분석하였다. 또한 일반 artificial 보이드에서의 전형적인 PD 패턴과의 차이를 알아보기 위해 15mm ϕ 보이드를 가진 PET film에서 나타난 PD패턴을 나타내었다.

2.1 1.2kV를 인가한 15mm ϕ Void에서의 PD패턴

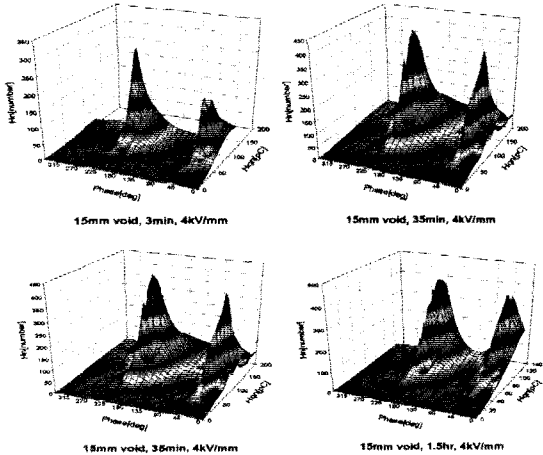


그림 3 1.2kV를 인가한 15mm ϕ Void에서의 PD패턴 (PD pattern in 15mm ϕ Void applied 1.2kV)

보이드를 갖는 PETfilm에서의 실험은 100 μ 두께의 PET film 3장을 겹쳐 행하였고, 가운데 film에 보이드를 만들어 보이드 내에서의 PD패턴을 분석하였다. 전극구조와 측정시스템은 그림1, 그림2와 동일하다. 이와 같은 분석은 반도체 입자가 포함된 film에서와 보이드를 갖는 film에서의 PD 패턴을 비교분석하기 위해 나타내었다.

2.2 반도체 입자 1개를 첨가한 PD패턴

반도체 입자를 첨가하면 PD는 반도체 입자 주위의 미세한 보이드에서 발생된다. 따라서 첨가하는 반도체 입자수가 많아짐에 따라 보이드 수도 늘어날 것이다. 1개의 반도체 입자를 첨가한 시료 내에서의 PD패턴을 그림 4에 나타냈다. 방전량은 일정한 주기를 가지고 나타나는데 이는 처음 streamer-process와 같은 전형적인 PD패턴 이후 다음 단계로 진전하기 때문이다.

결국 방전량과 방전수는 시간이 지남에 따라 줄어드는 것을 알 수 있다. 아래 그림에서도 마찬가지로 주기를 가지고 증가 또는 감소하다가 일정시간에서는 PD가 거의 발생하지 않음을 나타내고 있다. 또한 artificial 보이드 내에서의 PD패턴과 비교하면 인가한 전압이 달라 시간에 따른 분포는 차이를 보이나 패턴 자체는 비슷함을 알 수 있다.

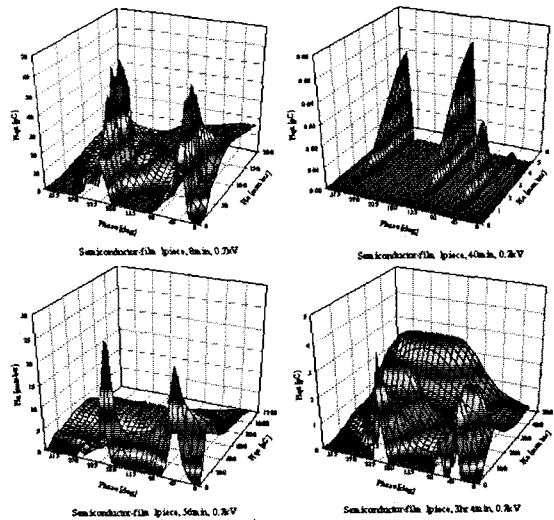


그림 6 반도체 입자 1개를 첨가한 PD패턴 (PD pattern with 1 piece semiconductor film)

2.3 반도체 입자 3개를 첨가한 PD패턴

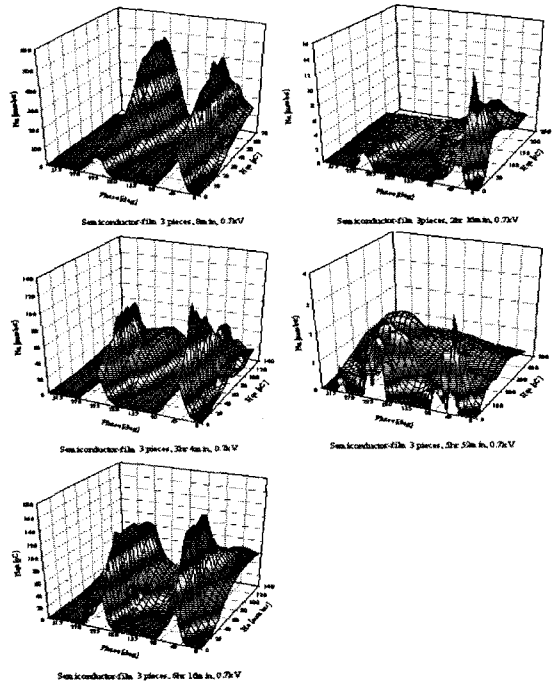


그림 7 반도체 입자 3개를 첨가한 PD패턴 (PD pattern with 3 piece semiconductor film)

반도체 입자 3개를 첨가한 PD패턴은 그림 5에 나타내었다. 첨가하는 입자 수가 증가함에 따라 PD패턴 변화 주기가 길어지고 더욱 오랜 시간 PD를 일으키는 것을 알 수 있다. 이는 앞서 언급했듯이 반도체 입자가 늘어남에 따라서 반도체 입자 주위에 미세한 보이드도 함께 늘어나는 것을 의미하므로 결국 보이드 크기가 커지는 것으로 생각할 수 있다.

전체적인 PD패턴은 뚜렷한 차이를 보이지 않지만 위상에 다른 PD패턴이 입자 1개를 첨가했을 때 보다 약간 퍼져 있음을 알 수 있다. 또한 시간이 지남에 따라 PD가 주로 발생하는 위상도 이동하는 것을 관찰 할 수 있었다.

2.4 반도체 입자 5개를 첨가한 PD패턴

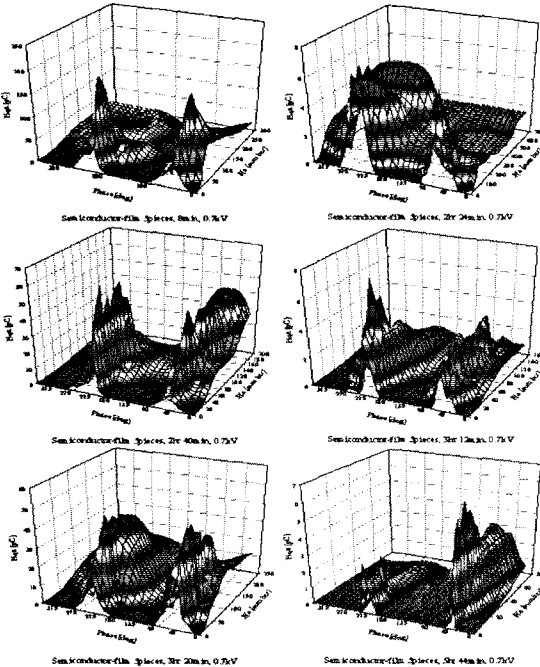


그림 8 반도체 입자 5개를 첨가한 PD패턴 (PD pattern with 5 piece semiconductor film)

5개의 반도체 입자를 첨가한 PD패턴을 그림 6에 나타내었다. 앞에 나타낸 PD패턴 보다 전형적인 패턴에 가깝게 나타나고 있다. 이것 또한 입자 수가 증가함에 따라 보이드 수가 많아짐에 기인한다. 그림에서와 같이 3개를 첨가했을 때보다 역시 패턴 변화 주기는 길어 졌지만, 전체적인 방전량 자체는 좀더 빠른 시간에 줄어드는 현상을 보였다. 하지만 앞선 시료에서보다 훨씬 긴 시간 동안 일정한 방전량과 방전수를 나타냈다.

3. 결 론

본 실험은 PET film사이에 첨가하는 반도체 입자의 수를 변화시켜가며 측정된 PD패턴이 Artificial 보이드에서의 PD패턴과 어떤 차이를 보이는지를 알아보기 위해 이루어졌다. 따라서 본 연구에서는 첨가되는 반도체 입자수와시간변화에 따라 부분방전 펄스를 측정하여 PD패턴을 분포를 통하여 분석하였다.

앞에서 언급한 데이터들을 살펴보면, 반도체 입자가 절연체내에서 부분방전에 영향을 미치는 것은 확실하지만 artificial 보이드와 뚜렷한 구별 될 만한 특이한 현상

은 관측되지 않았다. 실험에 사용한 반도체 입자의 크기가 상당히 커서 입자 주위에 발생하는 미세한 공기 보이드들이 결국 PD패턴을 나타내는데 주요하게 작용하였고 생각되고, 결국 첨가되는 입자수가 증가 될수록 미세 보이드 또한 증가되고 본 실험에서의 PD패턴은 보이드의 크기에 따른 분포로 생각할 수 있을 것이다.

반도체 입자가 절연체의 PD패턴에 어떤 영향을 미치는 지에 대한 더욱 정확한 실험을 위해서는 더 미세한 입자를 만들어 첨가해야 하고 또한 절연체 표면에 올려 놓는 게 아닌 절연체 내부에 침투 시켜 실험해야 할 것 같다.

본 연구는 기초전력공항공동연구소의 연구비의 (과제번호-98-중기-05)에 의하여 수행하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] Kaori Nakao, Takeshi Kondo, Yasuo Suzuki, Teruyoshi Mizutani. *-q-n* Patterns and Current Shapes of Partial Discharge in Void 1998 Asian International Conference on Dielectric Electrical Insulation and the 30th Symposium on Electrical Insulating Materials, Toyohashi, Japan, Sept. 27-30, 1998.
- [2] Lutz Niemeyer. A Generalized Approach to Partial Discharge Modeling, IEEE Transaction on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 2 No. 4, August 1995.
- [3] F. H. Kreuger, *Partial Discharge Detection in HV Equipment*, Butterworths, London, 1989.
- [4] Benny Thomas *Partial Discharge Degradation and Breakdown Studies in Polypropylene Films* 1996 IEEE International Symposium on Electrical 1996
- [5] Tamos Ozaki *A Partial Discharge Behavior of Piled PET Films* 1995 IEEE International Symposium on Electrical Insulating Material, Tokyo, Japan.