

## 전자부품의 새로운 절연평가기법 연구

길경석, 송재용, 문승보, 차영수  
한국해양대학교 전기전자공학부

### A Study on the New Evaluation Method on Insulation of Electronic Components

Gyung-suk Kil, Jae-yong Snog, Seung-bo Moon, Myung-soo Cha  
Korea Maritime University

**Abstract** : This paper describes a low-level partial discharge(PD) testing that has been accepted as a non-destructive test method on insulation performance of electronic components.

A comparative PD analysis combined with the Withstand Voltage Test (WVT) specified in IEC standards is carried out on high frequency switching transformers. The analysis shows that insulation degradation of the transformers under test progresses during the WVT. To avoid insulation degradation of the specimen, PD test has to be carried out at as low voltage as possible. In this study, the PD test on the transformers is performed in ranges from 50 % to 70 % of the test voltage specified in the WVT by measuring apparent charges below 1 pC. From the experimental results, it is expected that the low-level PD test is applicable for electronic components as a replacement of the WVT.

**Key Words** : electronic components, partial discharge, PD measurement system, insulation estimating

### 1. 서론

전기전자부품은 수 V의 낮은 동작전원을 사용하지만, 사용주파수가 높아지고 소형화되면서 절연거리가 극히 짧아짐에 따라 절연성능 평가기법에 대한 관심이 증대되고 있다<sup>[1-3]</sup>. 현재까지 이들 부품에 대한 절연성능의 평가는 사용전압보다 높은 시험전압을 인가하는 내전압시험법으로 수행되어 왔다. 그러나 내전압시험은 피시험체에 높은 전압을 인가하기 때문에 시험 중 피시험체의 절연 저하를 발생시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 1 pC 이하의 미소한 부분방전 신호를 분석하는 것에 의해 내전압시험보다 낮은 전압에서 절연성능 평가가 가능한 새로운 절연평가법에 대하여 연구하였다. 1 pC 이하의 부분방전 펄스의 검출이 가능한 측정 시스템을 구성하고, SMPS용 절연변압기에 대해 내전압시험과 부분방전시험을 비교·분석하였다.

실험결과로부터 내전압시험법은 시험 중 절연변압기의 절연성능을 저하시키는 것을 확인하였으며, 부분방전시험으로 대체시 적절한 시험전압을 선정할 수 있었다.

### 2. 새로운 절연평가기법

새로운 절연평가기법 도출을 위하여 SMPS용 절연변압기를 대상으로 부분방전 신호를 검출하였으며, 내전압시험과 에이징 후 절연성능의 변화를 분석하였다. 부분방전 신호 검출에는 그림 1과 같은 부분방전 측정 시스템을 적용하였다. 측정시스템의 주파수 대역은 1 ~ 30 [MHz]이고, 잡음 레벨이 3 [mV<sub>p-p</sub>]이므로 이론적으로 6 [mV] 이상의 부분방전 신호 검출이 가능하다<sup>[6]</sup>.

실험방법으로는 초기상태의 절연변압기에서 부분방전

신호를 측정하고, 이후 1,500 V의 시험전압을 1분간 인가한 내전압시험과 10분간 인가한 에이징을 실시하고, 방전 개시전압과 방전전하량의 변화를 분석하였다.

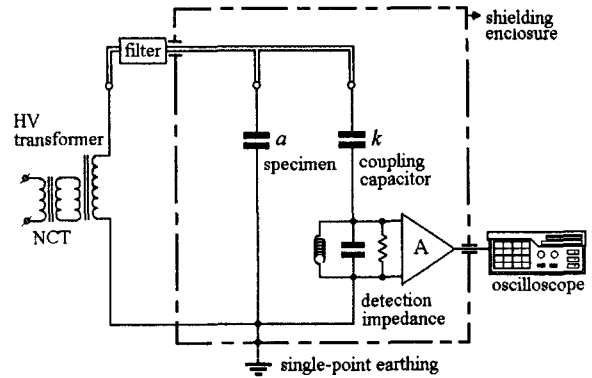


그림 1. 부분방전 측정 시스템

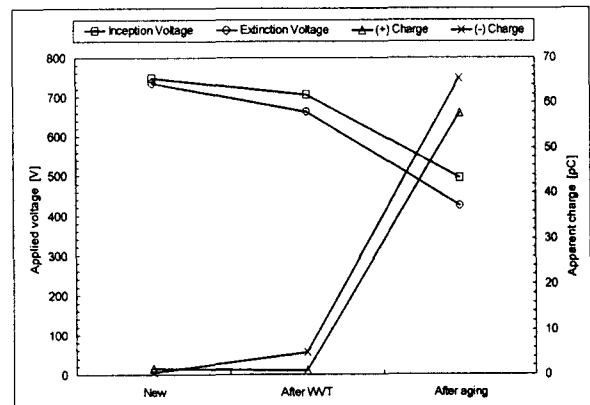


그림 2. 내전압시험에 따른 DIV와 방전전하량의 변화

에이징 전의 초기상태에서는 0.86 pC의 방전펄스가 검출되었으며, 이때의 전압 즉, 방전개시전압 (DIV: Discharge Inception Voltage)은 750 V 이었다. 1분간 내전압시험 이후에는 그림 2에 나타난 바와 같이 방전개시전압은 707 V로 낮아지고, 이때 방전전하량은 5.04 pC으로 증가하였다. 에이징 이후에는 방전개시전압은 495 V로 더욱 낮아졌으며, 방전전하량은 60 pC으로 급증하였다. 따라서 내전압시험은 시험도중 피시험체에서 절연저하를 유발하는 것으로 확인되었다. 또한 내전압시험전후 방전전하량의 변화는 그림 3에 나타난 바와 같이 내전압시험 이후에는 동일한 전압영역에서 초기상태보다 방전전하량의 크기가 증가하는 것으로 평가되었다.

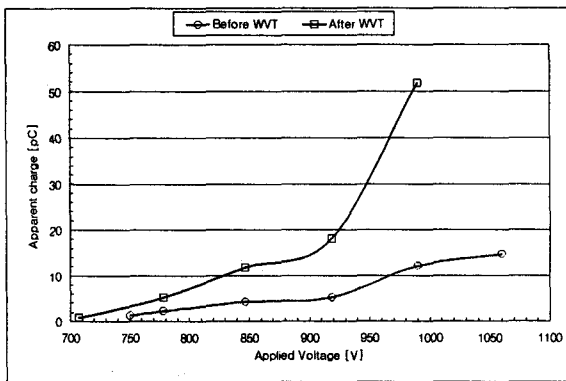


그림 3. 내전압시험 후 방전전하량의 변화

실험결과로부터 저압용 전자부품의 절연평가법의 하나인 내전압시험에서는 피시험체의 절연저하가 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 그러므로 저압용 전자부품에 대한 절연평가기술로 부분방전시험의 적용에 있어서는 시험 중 절연저하를 피하기 위해 어느 정도의 시험전압이 적합한가에 대한 분석이 필요하다.

본 논문에서는 저압용 절연변압기를 6개 군으로 나누어 내전압시험 규정전압의 50% ~ 100% 까지 10% 단계마다 전압을 10분씩 인가하여 에이징 후 방전전하량의 변화를 분석하였다. 그림 4에 나타난 바와 같이 내전압시험전압 1,500 V의 70% 까지는 방전전하량의 변화가 거의 없으나, 80% 이상에서는 시험전압에 따라 급격히 증가하는 경향을 나타내었다.

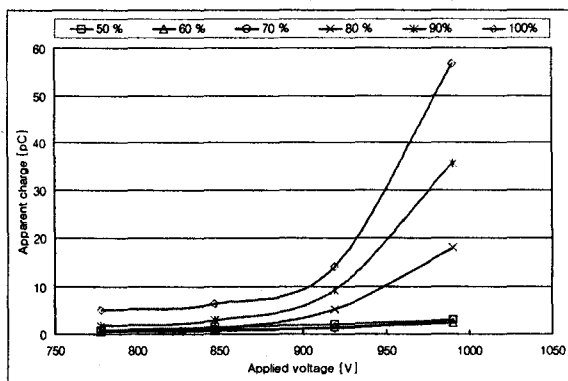


그림 4. 에이징 후 방전전하량의 변화

이것은 규정 전압의 70%까지는 절연성능에 변화가 없음을 의미하는 것으로, 내전압시험에서 발생하는 피시험체의 절연저하를 피하기 위해서는 내전압 시험전압의 70% 이하로 가능한 낮은 전압에서 방전에 관련한 파라미터의 분석이 필요하다.

따라서 새로운 절연평가 기법으로 제안한 부분방전시험은 현재 사용되고 있는 내전압시험법과는 달리 시험도중 피시험체의 절연열화를 발생시키므로 저압용 전기전자부품을 대상으로 하는 절연평가 기법으로 충분히 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

### 3. 결론

본 연구에서는 저압용 전자부품의 새로운 절연평가 기법으로 부분방전시험법을 제안하였다.

전자부품을 대상으로 부분방전시험과 내전압시험을 적용한 결과, 내전압시험에서는 시험 중 피시험체의 절연성능 저하가 발생하는 것으로 확인되었다.

부분방전시험을 적용하여 절연성능 평가를 수행한 결과, 내전압시험전압의 50~70%의 범위에서 절연성능에 대한 평가가 가능하였다.

본 연구에서 적용한 SMPS용 절연변압기의 경우, 피시험체의 절연성능 저하를 일으키지 않는 최대 시험전압은 내전압시험전압의 70%인 1,050 V로 평가되었다.

결론적으로 저압용 전자부품의 절연성능 평가에는 시험 중 절연 저하를 일으키지 않는 낮은 전압에서 1 pC 이하의 부분방전 검출이 가능한 부분방전시험법을 적용하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부의 지역혁신인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

### 참고 문헌

- [1] P. Wolfgang, "Partial-discharge Testing of Components for Low-voltage Equipment", IEEE Transactions on Electrical Insulation, Vol. 26, No. 2, p. 247, 1991.
- [2] L. A. Dissado and J. C. Fothergill, "Electrical Degradation and Breakdown in Polymers", Redwood Press, p. 242, 1992.
- [3] R. M. Eichhorn, "Treeing in Solid Extruded Electrical Insulation", IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. EI-12, No. 1, p 2, 1976.
- [4] T. Okamoto and T. Tanaka, "Novel Partial Discharge Measurement Computer-Aided Measurement System", IEEE Trans. El, Vol.21, p. 1015, 1986
- [5] F. H. Kreuger, "Partial Discharge Detection in High Voltage Equipment", Butterworth, p. 129, 1989.
- [6] Gyung Suk Kil, et al., "A Study on the Measurement of Small Partial Discharges in a Low-voltage Induction Motor" Journal of the KIEEME, Vol. 18, No. 10, pp.960-964, 2005.