

주택용 분전반에 설치되는 서지보호기의 열적 안전성 시험 및 분석

(A thermal stability testing and analysis for a surge protector installed in residential distribution board)

김주철 · 박장범* · 기제옥
(Ju-Chul Kim · Jang-Bum Park · Che-Ouk Ki)

요 약

개별세대 내 정보통신기기 및 홈네트워크 장비증가로 인하여 서지보호장치(SPD : Surge Protective Device)가 설치되고 있고 산업규격개정 및 등전위 접지시스템 강화에 따라 서지보호기 사용량은 점진적으로 증가하고 있다. 주택용 분전반에 설치되는 서지보호기의 부품은 전압제한형 소자인 ZnO 배리스터가 사용되고 있으나 일시적 과전압특성(Temporary Overvoltage Characteristic) 위험에 노출되어있다. 본 논문은 일반주택에 사용되는 서지보호기의 열적 안전성(Thermal Stability) 특성시험을 통하여 제품을 분석하였고 이를 토대로 개선안을 제시하였다. 분석결과 누설전류를 차단하기위한 가스 방전관(GDT) 사용 및 열폭주(Thermal Runaway) 현상을 막기 위한 안전장치가 2종 이상 필요하였다.

Abstract

Surge Protective Device(SPD) is installed by increasing information and communication equipments and home network equipments by individual home, and the amount of SPD used is increasing by revision industry regulations and strengthening equipotential grounding system. Parts of SPD installed in residential distribution board has ZnO varistor, voltage constraint type devices, but it is exposed to Temporary Overvoltage Characteristic. This thesis analyzes products through Thermal Stability test for SPD for general house and suggests the better method. As results of analysis, Gas Discharge Tube(GDT) to cut off from a leakage current and more than two kinds of safety devices to protect Thermal Runaway were needed.

Key Words : Temporary Overvoltage Characteristic, Surge Protective Device, Thermal Stability
Thermal Runaway

1. 서 론

정보화기기의 증가와 제품소형화, 에너지 공급의 안전성 등 여러 방면에서 뇌서지 보호에 대한 대책이 강화되고 있다. 이러한 보호대책은

개별 주택내에도 SPD가 설치가 되어 전기기기 및 통신, 홈네트워크 장비 등을 보호한다.

주택용 분전반에 설치된 SPD는 산화금속 배리스터를 사용하여 서지로부터 저압전로를 보호하고 있다.

최대연속동작전압(U_c)은 교류전압 275[V]의

제품으로 정격방전전류(In) 5~6.5[kA] 제품이 사용된다. 제품특성 중에서 서지전류 및 일시적 과전압(TOV)특성으로 인해 발생하는 열폭주 현상은 SPD의 문제점으로 발견이 되고 있으며 제품특성으로 인해 발생하는 직접적인 사고는 SPD내부에 안전장치를 추가하는 경우 예방이 가능하다.

본 논문은 주택용 분전반에 설치되는 제품에 한하여 일시적 과전압으로 인한 열폭주 특성을 분석하였다. 또한 안전장치가 내장된 제품과 기존 제품을 비교하였다.

2. 본 론

2.1 열적 안전성 시험

SPD는 전력주파수 소스에 연결을 하며 전압은 SPD를 통해 흐르는 전류를 충분히 확보할 수 있게 하였다. KS C IEC 61643-1 7.7.2항 시험절차에 의거하여 누설전류 2[mA]에서 단계적으로 전류를 증가시켰으며 SPD를 통해 흐르는 전류 및 열적특성을 체크하고 단로기 동작 시험을 중지하였다[1].

그림 1은 온도기록계와 전압조정기 사진이며 누설전류를 2, 5, 10, 20, 40[mA]로 증가시키면서 배리스터의 열폭주를 관찰하였다.

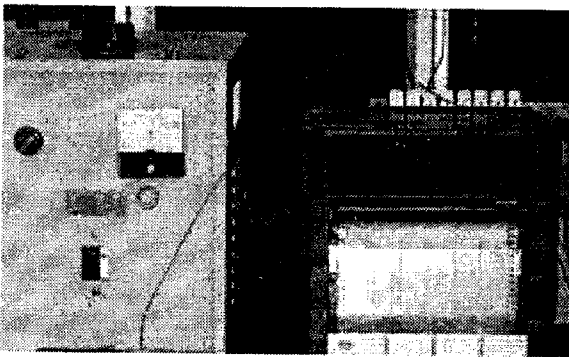


그림 1. 시험장비 사진
Fig 1. Photograph of Test Equipment

2.2 열적 안전성 시험결과

표 1. 열적 안전성 시험결과

Table 1. Result of Thermal Stability Testing

종류	누설전류 최대치	시험전압 최대치	온도 상승분	배리스터 소손여부
A사	5[mA]	343[V]	57℃	소손
B사	20[mA]	400[V]	63.5℃	소손
C사	20[mA]	500[V]	65℃	퓨즈동작

시험결과 안전장치가 있는 제품(C사)을 제외한 기타제품은 배리스터가 소손되었다. 소손된 제품의 내부 회로도에는 그림 2와 같다. 보호 장치로는 배리스터와 PE라인 중간에 패턴퓨즈 또는 납을 사용하여 배리스터를 보호하였으나 단락전류용량이 맞지 않았다. 안전장치가 내장된 제품은 그림 3과 같은 회로구성을 하였고 단락전류용량에 맞는 온도퓨즈가 사용되었다. 단락전류에 대응하는 적정용량의 안전장치 사용이 시급하다.

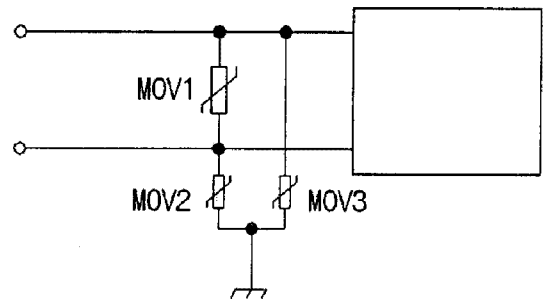


그림 2. 안전장치가 없는 제품의 회로
Fig 2. Circuit of Product Without Safety Device

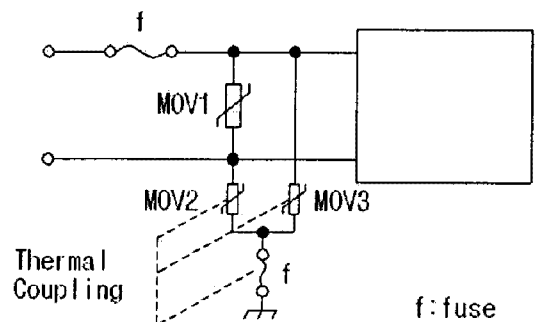


그림 3. 안전장치가 설치된 제품의 회로
Fig 3. Circuit of Product Installed Safety Device

제품시험 중 누설전류의 증가에 따라 배리스터의 온도는 급격히 상승하였으며 일정시점에서 배리스터는 순간적으로 단락이 되었다. 안전장치가 내장된 제품 10대를 반복적으로 시험한 결과 전체시료가 열폭주 현상을 보호하지는 못하였다. 단락전류는 급격하게 상승하므로 온도퓨즈만으로 배리스터를 100% 보호하기는 어려운 것이 현실이다[2]. 온도퓨즈 동작이전에 열폭주 현상이 이루어질 수 있어 추가적인 안전장치가 필요하였다.

배리스터와 PE라인을 연결한 상태에서 장시간 사용 시 배리스터 열화로 인해 누설전류는 증가하였다. 누설전류 증가는 계전기 동작 및 통신장애를 발생시킨다. 누설전류를 방지하기 위해 가스 방전관(Gas Discharge Tube)을 배리스터와 PE라인 중간에 설치하여 시험한 결과 누설전류는 발생하지 않았다.

2.3 제조사별 정격방전전류(In) 시험

각제조사별로 SPD에 정극성과 부극성에 각 5회씩 60초 간격으로 정격방전전류(8/20 μ s)5[kA]를 인가하여 제품의 소손상태를 확인하였다[1]. 그림 4는 서지발생장비 사진이다.

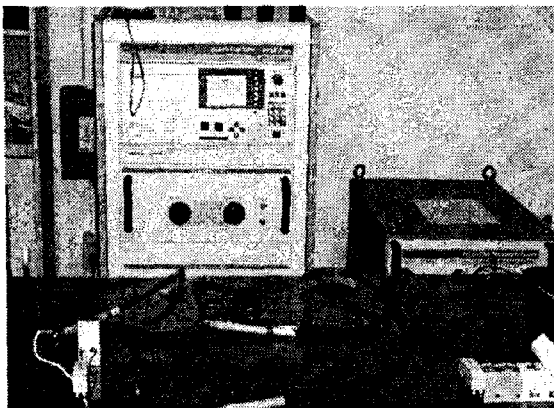


그림 4. 서지발생기
Fig 4. Surge generator

2.4 정격방전전류(In) 시험결과

SPD에 정격방전전류(In) 동작시험을 한 결과 전체시료가 정상적으로 동작을 하였다. 사용되

는 배리스터의 크기는 지름이 20[mm]로써 정격방전전류까지는 특성을 유지하였으나 정격을 초과하는 서지전류에는 제품전체가 소손되었다.

3. 결론

주택용 분전반에 설치되는 제품은 일반세대내에 설치되는 제품이므로 안전성이 더욱 중요시된다. SPD의 열적안전성 특성과 관련된 안전장치가 필수적으로 사용이 되어야 하며 특히 열폭주(Thermal Runaway) 현상으로부터 안전성을 확보하는 것이 가장중요하다.

본 논문에서 제품시험결과

- 일반적인 전압제한형의 SPD는 장시간사용 시 누설전류가 증가하는 문제를 가지고 있어 조합형의 서지보호기를 사용하는 것이 안전하였다.
- 열 안전특성을 확보하기위해 사용한 온도퓨즈는 반응속도가 빠르지 못해 열폭주 현상으로부터 신뢰성을 확보할 수 없었다.
- 단락전류로부터 순간적인 동작을 요하는 안전장치가 추가적으로 필요하였고 시험과정 중 특정장치를 삽입하여 시험을 한 결과 안전성이 향상되었다.

SPD의 안전성 증대는 다양한 방법을 통하여 개선이 가능하며 정확하고 안전한 트립장치가 단락용량에 맞게 설치되는 것이 가장 중요하였다.

References

- [1] 한국산업규격, KS C IEC 61643-1, 저전압 배전계통의 서지 보호 장치-제1부 : 성능 및 시험방법, 한국표준협회, 2007.
- [2] 심해섭, 전태현 "서지보호기의 일시적 과전압 특성에 대한 실험적 연구", 한국조명·전기설비학회 2009춘계 학술대회 논문집, pp.344-347, 2009. 5.