

퓨즈 엘리먼트 노치 형태에 따른 차단특성에 관한 연구

이병성* 이세현* 이종철* 박구범* 한상욱* 김종석**
*충남대학교, **대전산업대학교

A Study on the Breaking Phenomena Varying with Notch Shape of Fuse-Element

B.S. Lee*, S.H. Lee*, J.C. Lee*, G.B. Park*, S.O. Han*, J.S. Kim**
*Chungnam Univ. **Taejon Inst. Univ.

Abstract

Description is given of the effect of fuse-element notch shape on interruption parameters. The notch of fuse-elements have all the same area. Tests were carried out at direct current and carried out the effect of the fuse element construction on the process of interrupting short circuit and overload current. The arcing phenomenon in a low voltage fuse operation in case of high current value of short circuit is analyzed.

1. 서론

퓨즈는 단락 고장시 견전한 소자가 손상을 입지 않게 이에 흐르는 전류의 크기와 방향을 제한하고, 반도체 소자가 고장으로 단락되었을 때 결함이 있는 소자와 회로의 나머지 부분을 분리하여 연속적인 손상이 있기전에 확실히 보호하는 기능을 가져야 한다. 또한 보호장치의 동작이 어떤 반도체 소자에도 영향을 주지 않아야 한다.

현재 사용되고 있는 퓨즈의 구조는 끊임없는 연구와 개발을 위한 노력으로 많은 발전이 있었다. 전자산업의 발달로 최근에는 고속으로 동작하고, 용량이 큰 반도체 소자들이 계속적으로 개발되고 있다. 이에 따라 이들 제품의 손상을 입히지 않게 보호 할 우수한 성능의 퓨즈 개발이 절실히 요구되고 있다. 이들 반도체 소자나 주요한 전기회로를 고장전류로부터 보호하기 위한 퓨즈는 아크전압이 낮아야 하며, 동작시간이 빠르고, 통과전류 I^2t 의 값이 낮아야 한다. 빠른 동작을 위해서 작은 단면적을 갖는 엘리먼트가 사용되며, 퓨즈의 열적 화학적 성질을 좋게 하기 위해 열전도율이 좋고 절연성이 우수한 재료의 기판위에 전기 전도성이 양호한 금속 박막을 입힌 것을 사용한다.

본 연구에서는 저항값이 같은 다양한 형태의 엘리먼트를 제작하여 단락사고나 과부하 전류를 차단하는 과정에

서 노치의 수와 길이, 노치의 폭이 어떠한 영향을 미치는가를 검토하였다. 또한 이러한 검토는 퓨즈 엘리먼트의 최적설계에 대한 기본적인 내용이 된다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 시료

본 실험을 위해 제작한 엘리먼트의 형태는 그림 1과 같다. 에폭시 기판위에 제작한 엘리먼트는 길이 50mm, 폭 10mm, 두께 25 μ m으로, 포토 에칭법으로 제작하였다. 엘리먼트의 노치 부분의 면적이 일정하게 되도록 하고 노치의 수를 다양하게 제작하였다. 또한 노치의 폭과 길이를 변화시켜 제작한 엘리먼트의 저항값은 모두 같게 되게 하였다. 본연구를 위해 제작한 엘리먼트의 재료는 구리이고, 이의 저항값은 $12.23 \pm 0.5 \Omega$ 이며 노치의 갯수는 1~6개, 노치부분의 폭은 0.5mm, 0.8mm, 1.0mm, 1.2mm로 하였다. 저항값이 같게 되기 위해서 노치의 폭이 클수록 노치의 길이는 길어지게 된다.

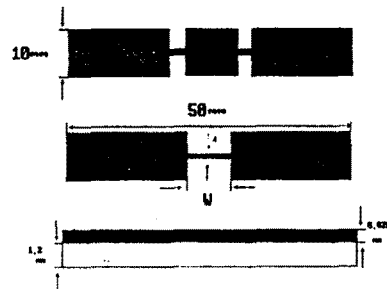


그림 1. 퓨즈 엘리먼트의 구조

2.2 실험장치 구성

실험을 위한 차단장치는 그림 2와 같다. 퓨우즈의 차단 시험을 하기 위한 장치로 상용주파 전원 110V를 송입시켜 400V 22400 μ F콘덴서뱅크에 충전시킨 후, 사이리스터의 스위칭 동작을 이용하여 퓨우즈에 고장전류를 공급하게 된다. 여기에 사용된 C와 L의 값을 이용해서 실험하고자 하는 고장전류의 파형을 얻는다. 순간적인 높은 고장전류로 인해 퓨우즈가 동작하게 하였으며 퓨우즈가 동작하는 순간의 전류 및 전압 파형을 오실로스코프로 측정하여 결과를 분석하였다.

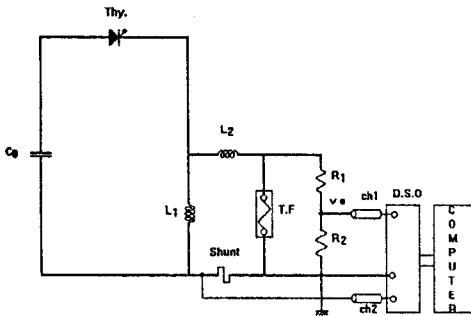


그림 2. 차단장치

퓨우즈는 높은 고장전류가 흐를 때 발생한 주열로 인해 엘리먼트가 용단되어 고장전류를 차단하게 되는데, 이때 높은 아크전압이 발생하게 된다. 그림 3은 발생한 아크를 소호하기 위해 제작한 아크 소호장치이다. 발생한 아크를 최소로 소호하기 위해서 제작한 장치로써 하단에 엘리먼트를 넣고 주위에 소호사(SiO₂)를 진동과 충격을 주어 조밀하게 채워 넣고 위에서 10kg중의 힘을 가하였다.

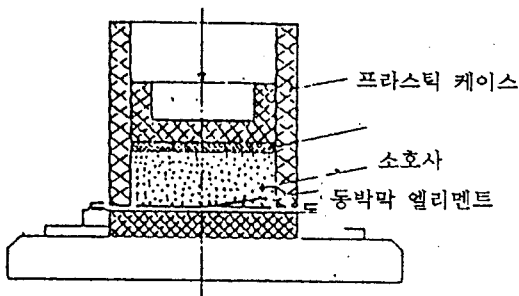


그림 3. 아크 소호실

3. 결과 및 고찰

제작한 시료는 직류 차단장치에 의해 측정되었다. 본 차단실험은 di/dt값을 약 37.7A/ μ s로 하였으며, 시험 전압은 피크값 100V로 일정하게 하여 실험하였다. 모든 시료에 대해서 시험 조건을 동일하게 적용하여 실시하였다.

그림 4는 엘리먼트의 노치수에 따른 아크시간의 관계를 나타낸 그래프이다.

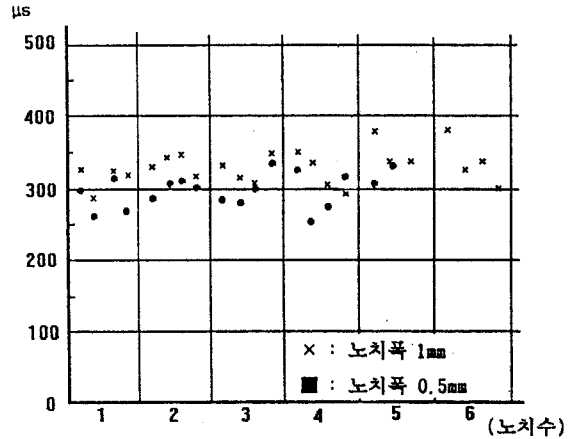


그림 4. 노치수에 따른 아크시간

본 실험에서는 동일한 시료를 여러개 제작하여 4~5회 측정하여 가장 높은 값과 낮은 값을 갖는 것을 제외하고 나머지를 데이터로 이용했다. 그림과 같이 엘리먼트(노치폭 0.5mm, 1mm)에서 아크시간은 노치의 폭이 좁고 길이가 짧은 0.5mm의 것이 더 짧게 나타났다. 노치폭이 1.2mm의 것은 아크시간이 그림의 값보다 더 길게 나타났다.

그림 5는 엘리먼트의 노치수에 따른 용단시간의 관계를 나타낸 그래프이다. 여기에서도 노치폭이 좁고 길이가 짧은 0.5mm의 노치를 갖는 엘리먼트가 더 짧은 용단시간을 갖는다.

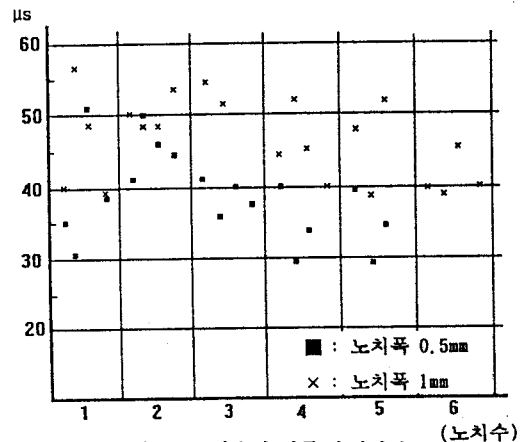


그림 5. 노치수에 따른 용단시간

그림 6은 엘리먼트 노치수에 따른 한류값의 관계를 나타낸 그래프이다. 노치의 폭이 1mm 일때 보다 0.5mm 일때가 한류값이 더 낮게 나타났다. 따라서 단락시 전류의 피크값을 제한할 뿐 아니라 통과전류 I^2t 값을 제한하는 한류작용을 크게하려면 노치의 폭과 길이를 작게할 필요가 있다.

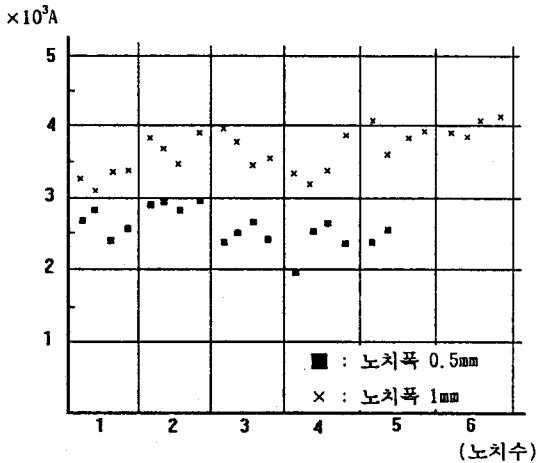


그림 6. 노치수에 따른 한류값

그림 7은 같은 노치수에 대해서 노치의 폭의 크기에 따른 아크 시간을 나타낸 것이다. 노치의 폭이 넓을수록 아크 시간이 약간 길어지는 것을 알 수 있다. 따라서 아크 시간을 짧게 하려면 노치의 폭을 작게 하는 것이 필요하다. 또한 노치를 1개 가진 엘리먼트 보다 2개의 노치를 가진 엘리먼트가 아크시간이 다소 짧게 나타났다.

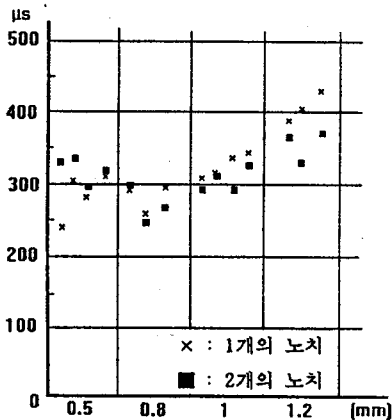


그림 7. 노치폭에 따른 아크시간

4. 결론

같은 저항값을 갖도록 엘리먼트에 대해 노치수의 변화, 노치폭의 변화등 다양한 종류의 엘리먼트를 제작하여 등가차단장치를 이용하여 직류차단 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

① 노치의 폭이 작을수록 즉, 1mm 일때 보다 0.5mm 일때가 용단시간 및 아크시간이 더 짧게 나타난 것을 알 수 있었다.

② 퓨우즈 엘리먼트의 전류 차단시 한류값에 대해서는 노치폭이 더 작은 0.5mm에 대한 값이 더 작게 나타났다. 따라서 한류값을 줄이기 위해서는 노치의 폭을 0.5mm 보다 작게하는 것이 유리하다.

③ 노치를 갖는 엘리먼트의 경우 노치의 수를 증가함에 따라 아크기간 동안에 더 급격히 전류를 감소 시킨다는 것을 확인할 수 있었다.

■ 참고문헌

1. M.Lindmayer, M.Luther "Fusing and Short Circuit Interruption Behavior of Metal Film Fuse". Proc. 4rd, ICEFA, pp.107-113, 1991
2. Wright, A. and Beaumont, K.J. "Analysis of High-Breaking Capacity Fuselink Arcing Phenomena." Proc. IEE, 123(3), pp.252-260, 1976
3. 이세현, 한상욱, 김종석, 이덕출 "세라믹 기판을 이용한 반도체 보호용 Fuse Element에 관한 연구" 대한전기학회 하계 학술대회 논문집 pp.762-764, 1992
4. A.Wright, P.G. Newbery "Electric Fuses" IEE, Power Engineering Series2, 1984
5. R.Wilkins, M.Sc.Tech. "A.C Short-Circuit Performance of Notched Fuse Elements." Proc. IEE, Vol.127, No.3, 1975