

반도체 보호용 퓨즈의 열화특성에 관한연구

A study on the Aging Properties of semiconductor Fuse-Link

°이세현 이병성 정석조 한상욱* 성기선** 김종석*** 이덕출****

L.S.H L.B.S J.S.J H.S.O* S.K.S** K.J.S*** L.D.C****

*충남대학교 전기공학과 **중원전기 ***대전공업대학교****인하대학교

Abstract

A new type of semiconductor fuse-link with fuse elements deposited on ceramic substrate introduced.

The construction and aging property of this fuse-link, as well as the test circuitry built especially for the development of this fuse-link explained below.

1 서론

모든산업 분야에 생산자동화가 요구됨에 따라 반도체의 사용이 급증하고있다.

특히 사이리스터는 값이 비싸고 대용량화 되고 있기 때문에 이를 보호 할 수있는 반도체소자보호용 퓨즈를 필요로 하고있다. 최근 외국에서는 첨단 기술인 에칭과 세라믹상의 메탈라이즈 기술을 이용하여 세라믹 퓨즈를 연구개발하고 있다. 이의 특징은 용단부로부터 세라믹을 통하여 열의 방산을 빠르게 하고 세라믹으로 부터 소호제의 열확산이 좋아 퓨즈의 속단성이 좋다. 또한 용단부의 형상이 정확하기 때문에 병렬 용단부를 다수설계하여도 전류의 바란스가 좋아 우수한 특성을 갖고 있다. (8)

본 연구에서는 반도체 보호용 퓨즈의 국산화를 위하여 퓨즈차단장치를 구성하고 현재 개발중인 퓨즈가 여러가지 좋은 특성을 갖고있고 있으나 長期酸化劣化에 대하여는 약하기 때문에 그의 개선을 위하여 Ni도금 및 Cu도금을 하여 그의 특성을 조사하였다.

2. 시 료

Photo 에칭법을 이용하여 엘리먼트를 제작하였으며 사용된 세라믹기판의 두께는 1mm 폭 8mm 길이는 40mm이었다. 박막의 두께와 엘리먼트의 전류와 전압에 비례하여 제작되지만 본 실험에서 사용한 박막의 두께는 40μm였다.

Fig1은 반도체 Fuse소자의 구조를 나타낸 것으로 구리박막의 표면의 산화 방지를 위하여 실리콘레진으로 얇게 도포하였다.

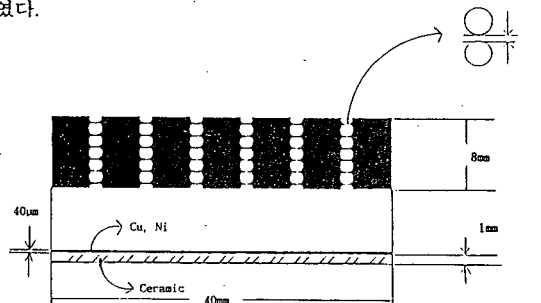
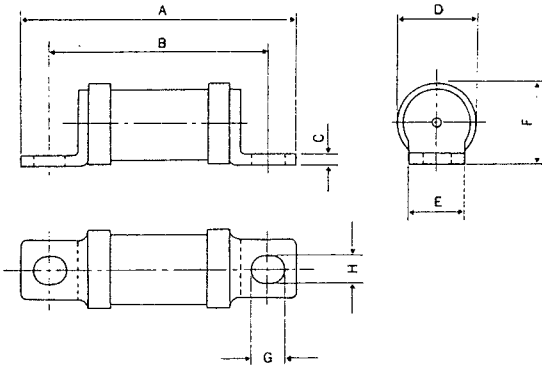


Fig 1 퓨즈엘리먼트의 구조

또한 Notch의 구조는 다양하게 설계할 수 있으나 Fig 1 과 같은 구조로 Notch의 폭은 100 μ m로 하였다.

Notch에서의 주유열 발생으로 용단될 때 높은 아아크전압이 발생되는데 이 아크소호의 최대화를 위하여 자기에관속에 Fuse element를 고정하고 소제제로서 SiO₂를 넣어 시료를 제작하였다.

이 시료의 외형은 Fig 2와 같다.

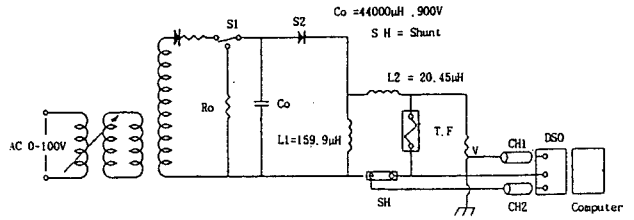


外形値數 mm Outline Dimension mm							
A	B	C	D	E	F	G	H
76	62	2	18.2	12	19.1	8.5	6.5

Fig 2. 퓨즈의 외형

3. 실험장치 및 방법

실험은 세라믹상의 메탈라이즈한 구리 및 구리위에 니켈도금한것과 구리위에 은도금 한것을 가속열화법에 의하여 전기로 중에서 200 $^{\circ}$ C로부터 700 $^{\circ}$ C의 범위에서 75분간 일정온도로 유지하고 각 온도에서 Fuse element의 단자간 저항을 m Ω 메타로 측정하고 그 증가율을 구하였다. 또한 Fuse의 용단 및 차단특성을 조사하기 위하여 Fig 3과 같이 장치를 구성하였다. 고안된 회로는 900V로 충전된 커패시터가 에너지를 공급하고 부하인덕턴스 L과 함께 선택한 부하 조건에 대해 50Hz 및 100KA의 차단전류를 구성한다.



The Circuit For Breaking Test

Fig 3 실험장치 구성

4. 결과 및 고찰

각각의 엘리먼트를 전기로 속에 넣어 각 온도에서 75분간 가열하여 저항값의 증가율을 측정하고 결과를 Fig 4에 나타내었다.

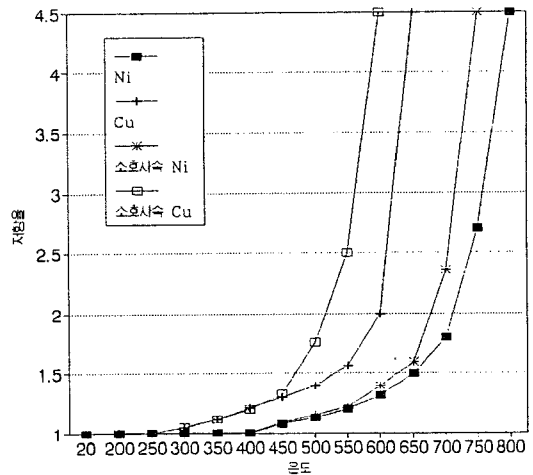


Fig 4 저항 변화율과 온도 특성 곡선

그림에서 보는 바와같이 Ni도금한 것이 온도상승에 대하여 저항의 변화율이 적은 것을 알 수 있었다.

이것은 Ni이 Cu에 비하여 용점이 높기 때문인 것으로 예측된다. Fig 4에서 소호사를 넣은 상태에서 측정하고 결과도 역시 Ni도금한 것이 저항 변화율이 적은 것을 알 수 있었다.

Fig 5 과 Fig 6은 이들의 용단특성을 나타낸 것이다.

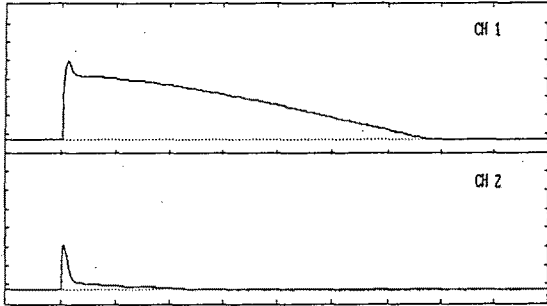


Fig 5

< 계산결과 >

동작과전압	: 1,062.50 (V)	4.25 (Div)
회복전압	: 859.38 (V)	3.44 (Div)
한류치	: 1,534.24 (A)	2.48 (Div)
용단시간	: 0.0425 (ms)	0.04 (Div)
Arc-시간	: 1.6800 (ms)	1.69 (Div)
동작시간	: 1.7225 (ms)	1.72 (Div)
용단 $I^2 t$: 51.74 ($A^2 \text{ sec}$)	
ARC- $I^2 t$: 223.45 ($A^2 \text{ sec}$)	
동작 $I^2 t$: 275.19 ($A^2 \text{ sec}$)	

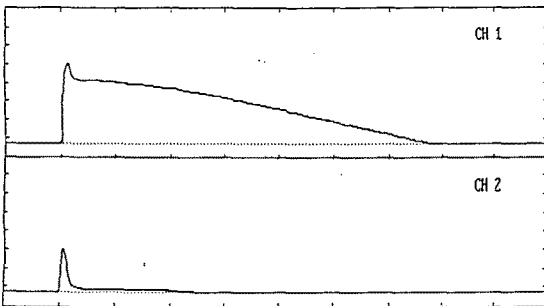


Fig 6

< 계산결과 >

동작과전압	: 1,062.50 (V)	4.25 (Div)
회복전압	: 859.38 (V)	3.44 (Div)
한류치	: 1,492.05 (A)	2.31 (Div)
용단시간	: 0.0450 (ms)	0.05 (Div)
Arc-시간	: 1.4350 (ms)	1.43 (Div)
동작시간	: 1.4800 (ms)	1.48 (Div)
용단 $I^2 t$: 54.96 ($A^2 \text{ sec}$)	
ARC- $I^2 t$: 180.03 ($A^2 \text{ sec}$)	
동작 $I^2 t$: 234.99 ($A^2 \text{ sec}$)	

5 결론

반도체 보호용 Fuse를 제작하여 각종온도에서의 열화 특성을 검토하였다.

그결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Ni도금한 것이 온도 상승에 대한 저항 변화율이 적은 것을 알 수 있었으며 이는 Ni이 Cu에 비하여 용점이 높기 때문인 것으로 생각됨.
2. 과부하전류 내구성시험에서는 Ni을 도금한 것이 銅만 으로부터 것에 비하여 빨리 단선되었다.

참고문헌

- 1) "A.C short-circuit performance of notched fuse elements"
IEE, Vol 122, No. 3 MARCH 1975
- 2) "Digital simulation of fuse breaking tests"
IEE, Vol 127, pt. c No 6, NOVEMBER 1980
- 3) "New Application Flexibility for Medium-Voltage Current-Limiting Fuses"
IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, Vol. IA-21, No4, JULY/AUGUST 1985
- 4) "Analysis of high-breaking-capacity fuselink arcing phenomena"
PROC. IEE, Vol. 123, No. 3, March 1976
- 5) "Current Limiting Fuses-a Comparative Evaluation"
IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-101, No. 7 JULY 1982
- 6) "Behavior of contactors protected by fuses during short-circuit currents"
PROC. IEE, Vol. 124, No. 12 DECEMBER 1977
- 7) "Fuse for semiconductor protection a special breed"
proc. ann Symp Am Soc Cybernetics(5th)
- 8) "A Semiconductor Fuse-Link on a Ceramic substrate"
proc. 4th International conference on electric fuse and their applications september 1991