

# 세라믹 기판을 이용한 반도체 보호용 퓨즈 엘리먼트에 관한 연구

\* 이세현, 한상욱\*    김종석\*    이신현, 성기선, 권영훈    이 덕 출.  
충남 대학교    대전공업대    (주)중원전기    인하대학교

## A Study on the fuse elements for the protection of a semiconductor using a ceramic substrate

\* L.S.H H.S.O K.J.S I.S.H S.K.S K.Y.H L.D.C

### ABSTRACT

This Paper presents some experimental result of current limiting and short circuit interruption behavior of thin copper film, 12 $\mu$ m, 25 $\mu$ m, 40 $\mu$ m, 50 $\mu$ m on alumina substrate, and a fuse-link having elements of copper film provided with high-precision small holes with electrolytical process. Construction, fabrication, as well as the test circuitry built especially for the development of this fuse-links are explained below

### 1. 序論

최근 半導體 산업 분야에 사이리스터, 특히 GTO 사이리스터의 대용량화에 따라 이들을 보호할 반도체 보호용 퓨즈의 개발이 절실히 요구 되고 있다.

따라서 첨단 기술인 에칭과 세라믹상의 금속 박막 기술을 이용한 세라믹 퓨즈가 제안되고 있다.

이의 특징은 용단부로부터 세라믹을 통해 열전달을 빠르게 하고 소호제에 의해 아크를 안전하게 제거 할 수 있어서 溶斷 특성이 양호하며 溶斷부의 形象이 정확 하기 때문에 병렬 溶斷部를 다수 설계하여도 전류의 비안스가 좋아 우수한 차단 특성을 갖고 있다. (1)

본 연구에서는 반도체 소자 보호용 퓨즈의 국산화를 위하여 퓨즈 차단 시험 장치를 구성하고 퓨즈 엘리먼트의 두께를 변화시켰을때 나타나는 여러가지 차단 특성에 대한 연구 결과를 제시한다.

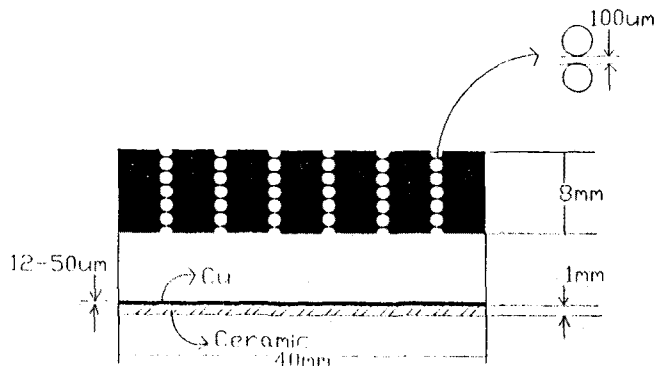
### 2. 시 료

유리와 알루미늄을 파우더처럼 만들어 솔벤트에 녹여 페이스트로 된것을 압력으로 밀어내어 평평하게 원하는 크기로 만든다. 이렇게된 漿料를 고온으로 가열하면 솔벤트는 증발하고 페이스트를 잘 결합시켜 주는 觸媒에 의해 단단한 고체를 형성한다. (2)

고체위에 구리를 鍍金 하기 위하여 HF(불산)에 고체 세라믹을 넣어 에칭을 시키면 고체의 표면에 나와있는 유리 성분이 부식되어 에칭이 된다.

도금 하기전에 전처리라 하여 표면에 활성화를 촉진시키기 위해 觸媒를 세라믹 위에 입힌다. 그 다음 無電解 鍍金을 하여 얇게 생긴 구리 박막을 전극으로 이용해 電解 鍍金을 하여 수십  $\mu$ m 까지 鍍金을 한다. 이렇게 만든 기판을 Photo 에칭법을 이용해 원하는 엘리먼트를 얻는다.

구멍사이의 네크폭은 100  $\mu$ m, 세라믹의 두께는 1mm 이다.



1-1. CONSTRUCTION OF THE FUSE ELEMENT

그림 1에서 보듯이 엘리먼트의 구멍간 네크 간격과 박막의 두께는 電氣 分解로 인해 고도의 정밀성을 가진다. 본 실험에서는 엘리먼트의 두께를 12, 25, 40, 50 $\mu$ m로 변화시켰고, 구리 박막의 표면은 酸化로부터 방지하기 위하여 얇은 실리콘 테진으로 덮었다. 또한 일반 반도체 보호용 유즈와 마찬가지로 融器 套管 안에 소호제(SiO<sub>2</sub>)를 충전시켰다.

세라믹 기판은 절연성이 뛰어나며 열 전도성이 높기 때문에 과전류가 흐를때 구멍들 사이 네크에서 발생한 높은 열은 쉽게 세라믹 기판을 통해 열 전달이 될수 있다.

그리고 이 좁은 네크에서 전기적 저항으로 인한 주울열이 발생해도 엘리먼트에 흐르는 정격 전류의 범위에서는 이 기판을 통해 적정 수준까지 열 전달을 할수있다.

엘리먼트의 구멍간 좁은 네크 간격은 과전류로 인한 주울 열 발생으로 용단 될때 아크 전압이 아주 높게 발생 하는데 이것을 소호제가 빨리 아크를 흡수해 소멸 시킨다. (3)

### 3. 실험 장치 및 방법

유즈의 용단 및 차단 동작을 연구 개발 하기위해 고안한 이 회로는 900V로 충전된 캐패시터가 에너지를 공급하고 부하 인덕턴스 L 과함께 선택한 부하 조건에 대해 167HZ의 공진 회로를 구성한다.

di/dt 값이 L(20.6 $\mu$ H)에 의해 43.6 x 10<sup>6</sup> A/S · 동기적으로 50HZ 조건에서는 L 에의해 단락전류 침투치는 98KA로 되었다.

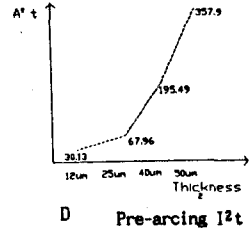
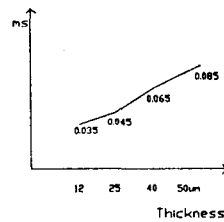
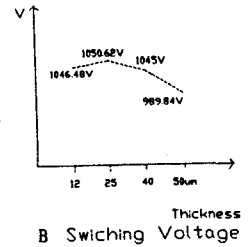
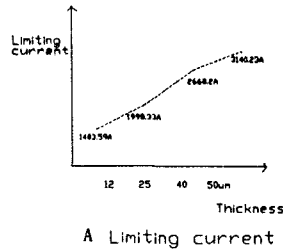
회복 전압을 600V 에 맞추었고 전체 차단시간이 공진 주파수에 비해 짧게 되면 차단이 되고난후 캐패시터 전압이 그대로 유즈 단자에 남게된다.

이 전압은 回復 전압이 되고 L1 코일을 통해 L-C 공진으로 말미암아 주파수가 형성되어 오실로스코프에 교류 파형이 나타나며 자체 고유 저항으로 인해 서서히 방전된다.

직류 시험을 할 경우 LI를 제거함으로써 유즈 양단간의 회복 전압은 유즈가 차단되고 난 후 계속 남아 있게 되고 방전 할 경우에는 스위치 1 을 저항 R에 연결함으로써 放電 시킬 수 있다.

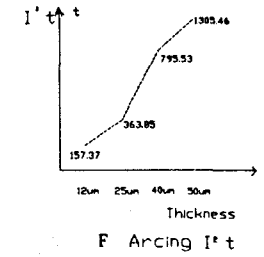
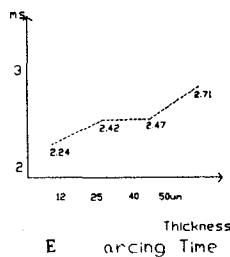
### 4 결과 및 고찰

전류가 흐르는 斷面積이 클수록 정격 전류는 더 높아진다. 이 論文에서는 엘리먼트의 두께만 변화를 주고 나머지는 일정한 조건으로 하여 나타나는 현상을 조사 하였다.



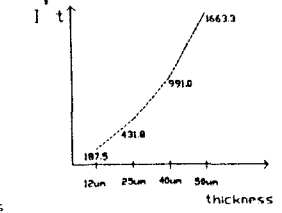
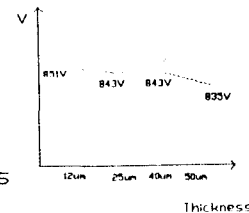
C Pre-arcing Time

D Pre-arcing I²t



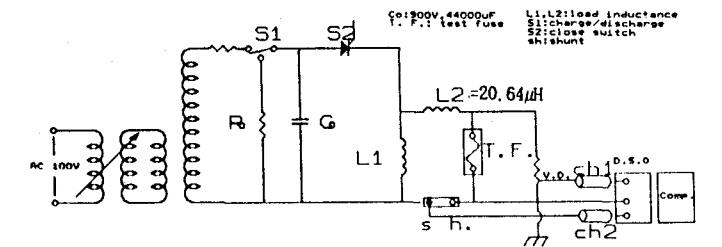
E arcing Time

F Arcing I²t



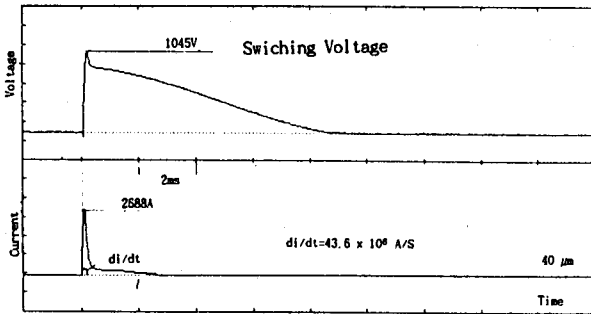
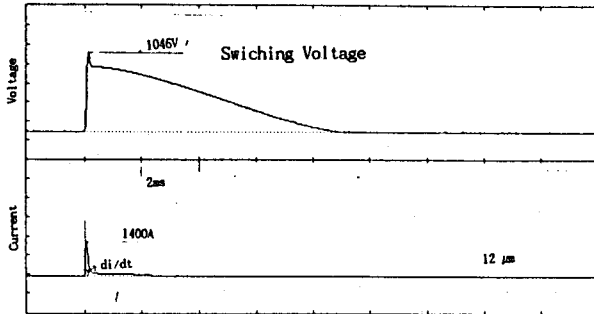
G Recovery Voltage

H operating I²t



## 2. Test Circuit For Breaking Tests

溶斷時間, 溶斷  $I^2t$ , 아크시간, 아크  $I^2t$ , 동작시간, 동작  $I^2t$ , 限流値는 두께 증가에 따라 함께 증가를 하였고 動作過電壓, 엘리먼트 抵抗値 그리고 回復電壓은 감소하였다.



1-4. Experimental Result of the test fuse by AC 900V, L=20.64μH  
 $(di/dt)_{t=0} = 43.6 \times 10^6$  A/sec,  $I = (di/dt)_{t=0} / (\omega_0 \times 1.414) = 98KA$

### 5. 결론

세라믹 기판위에 구리 박막을 하여 만든  
 퓨즈 엘리먼트를 소개 했고 퓨즈의 차단특성으로  
 엘리먼트의 두께를 변화시켰을때 용단시간,  
 용단  $I^2t$ , ARC-시간, ARC-  $I^2t$ , 동작시간, 동작  $I^2t$ ,  
 한류값은 두께 증가에 따라 증가함을 보였고,  
 동작과전압, 엘리먼트 저항값 그리고 회복전압은  
 감소함을 알았다.  
 현재 수입 엘리먼트를 사용하는 퓨즈와 비교하여  
 볼때 본 논문의 溶斷時間, 溶斷 $I^2t$ , 動作時間,  
 動作  $I^2t$  의 실험값이 다소 높게 나왔다. 앞으로  
 연구를 계속함으로써 이러한 문제점을 보완 할 수  
 있으리라 생각되며,

앞으로 연구실에서는 이보다 더 廣範圍 하게  
 퓨즈 엘리먼트를 제작해 저압 및 고압 速斷 퓨즈  
 를 개발하기 위해 엘리먼트의 形象과 製造 技法을  
 연구 하려 한다.

### 參考文獻

- 1) Fusing and Short Circuit Interruption Behavior of Metal-film fuses  
 M. Lindmayer and M. Luther  
 ICEFA/1991
- 2) DEVELOPMENTS IN THE MODELLING OF FUSE BREAKING TESTS  
 R. Wilkins & D. Suuronen, L. O. Shields  
 ICEFA/1991
- 3) A SEMICONDUCTOR FUSE-LINK ON A CERAMIC SUBSTRATE  
 H. takahashi & k. hirose  
 ICEFA/1991
- 4) ELECTRIC FUSE  
 A. Wright & G. Newbery