

## ZnO 세라믹의 열화와 열자격전류에 관한 연구

이성일, 박일규\*, 장경욱\*

충주대학교\*, 경원전문대학\*

### Properties of Thermally Stimulated Current in ZnO

S.I. Lee, I.K. Park\*, K.U. Jang\*\*

Chungju Nat. Uni.\*, KyungWon Col.\*\*

#### Abstract

In this paper, in other the study shift a degradation and electrical properties on ZnO based grain beurdry layer, we meared thermally stmulated current. Also the TSC was investigated for understanding of GBL's interfacial carrier shift on bias voltage, bias time, bias temperature. as a result, the two peahs of  $p_1$ ,  $p_2$  was observed by conduction of the trapped carrier of border between the oxidation layer and the graing  $P_3$  and  $P_4$  peaks observed to the ionization excition excitation in the grain.

#### 1. 서론

전압-전류 특성이 우수한 피뢰기용의 소자(素子)로서 사용되어 왔다. ZnO 소자는 그 우수한 특성 때문에 직렬갭을 사용하지 않고 피뢰기용 소자로서 사용되고 있지만 언제나 계통전압(系統電壓)이 인가되게 되어 누설전류의 세월에 따른 변화가 문제로 되어 최종적으로는 극단적(極端的)인 전류의 증가가 일어나거나 열폭주에 도달하게 된다.<sup>1,2)</sup> 이와 같이 ZnO 소자의 열화(劣化)

에 대해서는 아직 불명확한 점이 많다. 전력 계통에 있어서 ZnO 소자의 안정성을 증가시키기 위해서는 ZnO 세라믹의 전기적인 기구(機構)를 명확히 하며, 또한 그 열화 기구를 해명할 필요가 있다.<sup>3)</sup> 본 논문에서는 이상의 관점으로부터 ZnO 세라믹의 전기전도기구 및 직류 열화 현상에 관련하는 캐리어의 거동에 대해서 조사하기 위해서 열자격전류(TSC : Thermally Stimulated Current) 측정법을 사용하여 측정을 행하고, 그 결과에 대하여 검토했다.

#### 2. 시료 및 측정방법

본 실험에 사용한 산화아연 세라믹은 Table 1에 나타낸 것과 같이 산화아연(ZnO)을 주성분으로 하며, 이것에 6 종류의 금속 산화물을 미량(微量) 첨가한 혼합물을 조립(造粒), 성형(成形)한 후 1200℃까지 승온하여, 이 온도에서 3시간 동안 유지하며, 그 후 실온까지 강온(降溫)하여 작성(作成)한 소결체(燒結體)이다.

Table 1. ZnO 세라믹 중의 첨가물의 양.

첨가물	ZnO	Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Co <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	SiO <sub>2</sub>
양(mol%)	95.9	0.7	1.2	0.7	0.5	0.5	0.5

그리고, 이 시료의 양(兩) 표면을 No. 0번(57μm)의 세드페-퍼로부터, 최종적으로는  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.06μm)의 알루미늄을 사용하여 연마하며, 금을 전극으로

하기 때문에 시료에 진공 증착했다. 이 공정(工程)을 Fig. 1.에 나타내었다.



Fig. 1. 세라믹의 제조공정도.

시료의 형상(形狀)은 두께 약 1mm, 직경 33mm의 디스크상(狀)의 것이며, 전극 직경 18mm이며, 전극 면적은 2.54cm<sup>2</sup>이다. Fig. 2.에 이 시료의 그림을 나타내었다.

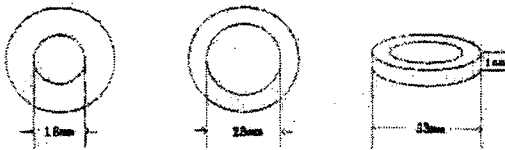


Fig. 2. 시료.

## 2.2 실험방법

시료를 Fig. 3.에 나타낸 것과 같이 전극간에 끼우고, 약  $2 \times 10^{-5}$  Torr의 진공 용기내에 설치하며, 아래에 나타낸 방법에서 시료층으로의 전하주입과 열자극 전류의 측정을 행하였다.

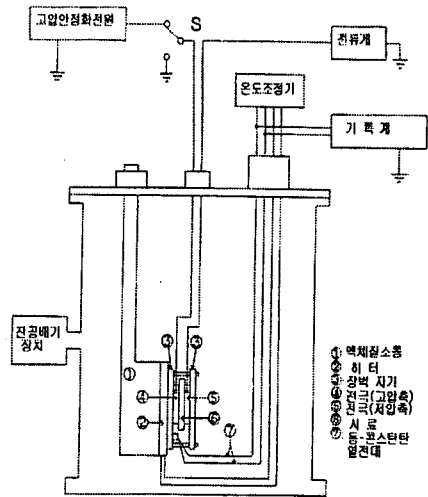


Fig. 3. TSC의 측정장치도.

## 3. 실험결과 및 검토

### 3.1 TSC의 바이어스 시간 의존성

Fig. 4.은 바이어스 전압  $V_b=100[V]$ , 바이어스 온도  $T_b=50[^\circ C]$ 에 기인하여 바이어스 시간  $t_b$ 를 파라메타로 하여 측정한 TSC 스펙트럼이다. 이 결과, TSC 피크는 3개 나타나며, 편의상(便宜上) 저온측으로부터  $P_1, P_2, P_3$  피-크로 기록했다. Fig. 5., Fig. 6.은 이 실험에서 얻어진 TSC 피-크값  $I_p$  와  $t_b$ 의 관계, TSC 피-크가 나타나는 온도  $T_p$  와  $t_b$ 의 관계를 각각 표시한 것이다.  $P_1, P_2$  피-크는  $t_b$ 를 변화시켜도  $I_p, T_p$  동시에 거의 변화하지 않고 일정하지만  $P_3$  피-크는  $t_b$ 를 길게 함에 따라  $I_p$ 는 증가하며, 또,  $T_p$ 도 고온측으로 이행(移行)하며, 곧 포화한다.

#### 4. 결론

ZnO 세라믹의 전기전도 기구 및 직류 열화 현상에 관련한 캐리어의 거동에 대하여 검토하기 위해서 열자극전류(TSC)의 측정을 행하고, 그 검토를 행하였다. 바이어스 시간, 바이어스 전압, 바이어스 온도 의존성의 결과에 의해 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 피크는 시료 내에 존재하는 캐리어 트랩에 포획된 전자에, P<sub>3</sub> 피크는 입계층중의 가동 이온의 탈 분극에 기인하는 것이라고 고찰했다. 또 전과전(前課電)을 행하므로 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> 피크에 조금이지만 영향을 받으며, 전과전(前課電)에 의해 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 피크는 트랩에 전자가 잔존하고 있으며, P<sub>3</sub> 피크는 이온이 모두 탈 분극 되지 않고 남아있다고 고찰했다. 또한 전과전(前課電)을 행하므로 P<sub>4</sub> 피크라고 하는 새로운 피크가 나타나며, 전과전의 다양한 실험 결과로부터 P<sub>4</sub> 피크는 P<sub>3</sub> 피크와 동일한 요인이라고 생각되며, 전과전(前課電)에 의한 가동 이온이 탈 분극 되지 않고 남아있다고 고찰했다. 이상과 같이 전과전(前課電)을 행하므로 단락한 상태에 있어서도 트랩 전자의 잔존이나 가동 이온이 탈 분극 되지 않고 있다고 생각되므로 이들이 열화(劣化) 요인의 일부로 된다고 생각된다. 그러나, 열화 요인에 대해서는 모두 상세한 검토가 필요하다.

#### 참고 문헌

- (1) 酸化亞鉛形避雷器の現状: 電氣學會技術報告(Ⅱ部), 第310号(昭57-4)
- (2) M.Matsuoka: Nonohmic Properties of Zinc Oxide Ceramics, Japan, J.Appl Phys, Vol10, No.6(1971.6)
- (3) 熱刺激電流(TSC)의測定と應用: 電氣學會雜誌, 95卷2号(昭50-2)

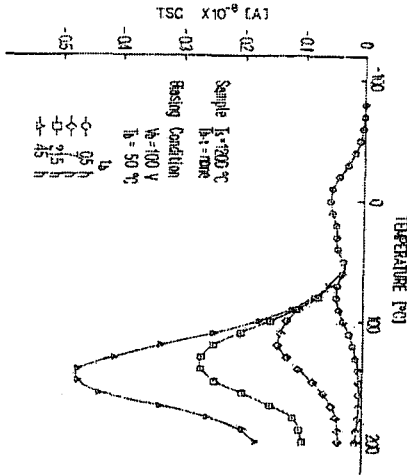


Fig. 4. TSC의 바이어스 시간 의존성.

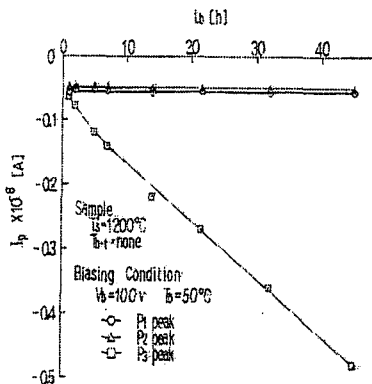


Fig. 5.  $t_b - I_p$  의존성.

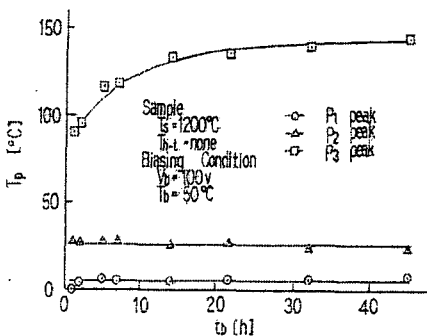


Fig. 6.  $t_b - T_p$  의존성.