

## 충진제 변화에 의한 EPR의 열자격전류 특성에 관한 연구

A Study on Thermally Stimulated Current Properties of EPR due to filler Dependence

이 성 일 충주대학교 안전공학과

박 일 규 충주대학교 전기공학과

Lee, Sung-Il Dept. of Safety Engineering, ChungJu National Univ.

Park, Il Kyu Dept. of Electrical Engineering, ChungJu National Univ.

### Abstract

This paper present the results of measured Thermally Stimulated Current of EPR(Ethylene Propylene Rubber) sheet material with variation of bias temperature range of  $-35\sim 80[^\circ\text{C}]$ , the quality of the material of electrode, condition. The origins of these peaks are that, low temperature peak seems to result from dipole, and high temperature peak from the orientation electronic trap.

### I. 서 론

원자력 발전소의 원자로 격납용기 내에 설치되어 있는 전선. 케이블류는 끊임없이 방사선에 쬐이고 있으며, 오랜 세월동안에 서서히 열화해 간다. 이들 전선 및 케이블류는 원자료를 오래도록 사용하여 최종적으로 냉각제 상실사고와 같은 중대한 사고가 일어나도 안전하도록 높은 신뢰성이 요구된다.

여기서 전선. 케이블류의 절연파괴에 의한 사고를 미연에 방지하고 이들의 신뢰성을 높이기 위해 전선. 케이블류의 열화의 정도를 비파괴적으로 진단하는 절연열화 시험법의 확립이 중요시되고 있다. 현재, 전기절연 고분자 재료에는 그 목적에 따라 각종의 충진제가 배합되고 있지만 충진제의 종류 및 배합량에 의해 같은 재료를 사용해도 그 특성은 현저하게 다르다.

원자력 발전소의 안전 보호계로 사용되는 것의 에틸렌 프로필렌 고무(EPR)에는 내방사선성을 높이기 위한 배합이 시행되고 있지만 이러한 배합은 전기적 특성을 복잡하게 하고 있다. 따라서, 재료를 보다 신뢰성이 높은 것으로 하기 위해서 충진제가 전기적 특성에 어떠한 영향을 부여하는가에 대하여 연구할 필요가 있다.

본 실험에서는 충진제로서 하드클레이만을 배합한

시트상의 에틸렌 프로필렌 고무(에틸렌과 프로필렌의 비가 8 대 2)에 대하여 비등온 측정인 열자격 전류(TSC)의 측정을 행하여, 충진제가 전기적 특성에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 검토했다.

### II. 시 료

#### II.1 시료

본 연구에서는 배합비가 EPT 100[Phr], Talc 100[Phr], TAIC 1.5[Phr], NonflexRD 1.5[Phr], Stearic Acid 1.5[Phr]에 가교제인DCP(Dicumyl Peroxide) 3.0[Phr], 충진제로서 하-드 크레이를 40[phr]를 170[ $^\circ\text{C}$ ]에서 10[ $\text{min}$ ] 동안 가교시킨 에틸렌 프로필렌 고무(Ethylene과 Propylene의 배합비가 8대 2인 공중합체)의 두께1[mm]인 시료 양면의 동일한 위치에 60[mm $\phi$ ]의 크기로 전극이 금증착된 위에 알루미늄박을 부착했다. 특히 에틸렌프로필렌 고무는 내열성, 내오존성, 내후성 및 전기특성도 우수하며, 케이블 및 전선의 절연 등에 사용되고 있다. 바이어스 온도, 전극의 재질 및 형상을 바꾸어 TSC를 측정했다. 그 측정방법은 아래와 같다. 또, 측정회로를 그림1에 나타내었다.

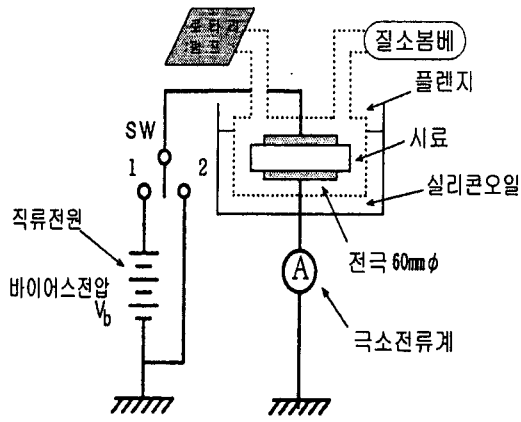


Fig. 1 측정 회로

Fig.1 Measured circuit

### III 결과 및 검토

이번에 측정한 열자격전류- 온도특성의 결과보다 아래의 항목에 대해서 검토했다. 단, 측정 조건은 Table.1에 나타내었다.

Table.1 Measured condition

실험 재료	바이어스 전압 Vb[V]	바이어스 온도 Tb[°C]	배합량 [phr]	전극	대응하고 있는 전류
EPR	-500	26.0	40	알루미늄 박과 금증착	Fig. 2
	-500	26.6	40	알루미늄 박과 알루미늄 증착	Fig. 3
	-500	25.5	40	알루미늄 박에서 무증착	Fig. 4
	저온피크와 바이어스 온도의 관계				Fig. 5
	고온피크와 바이어스 온도의 관계				Fig. 6

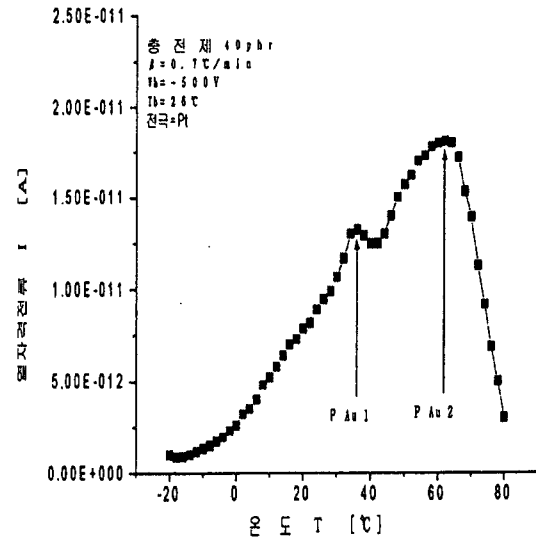


Fig. 2 금 증착한 T S C

Fig.2 TSC of EPR due to Pt electrode

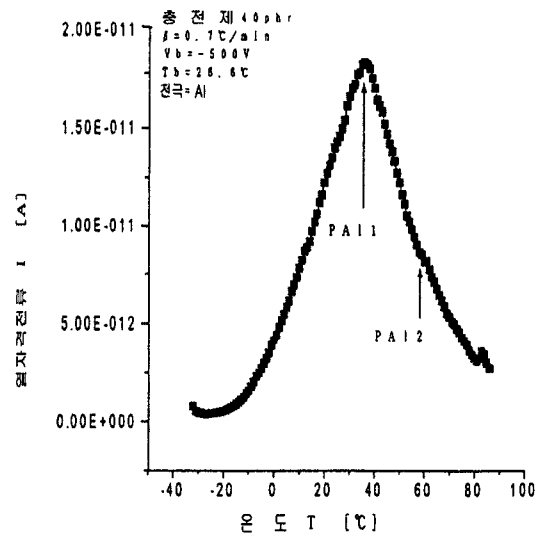


Fig. 3 Al 증착한 T S C

Fig.3 TSC of EPR due to Al electrode

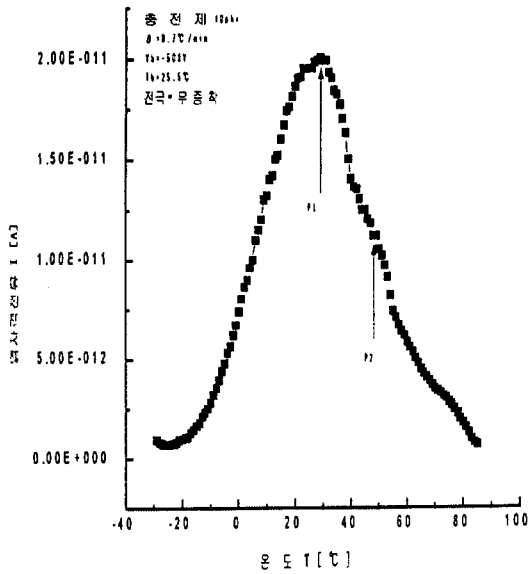


Fig. 4 무증착한 T S C

Fig.4 TSC of no electrode

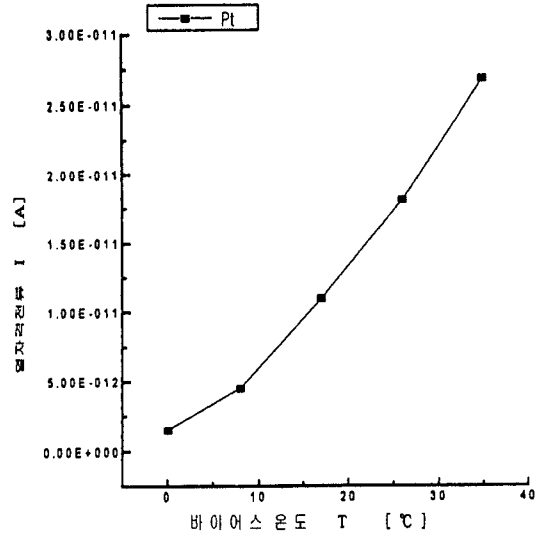


Fig. 6 고온 피크와 바이어스 온도의 관계

Fig.6 relation of high peak and bias temperature

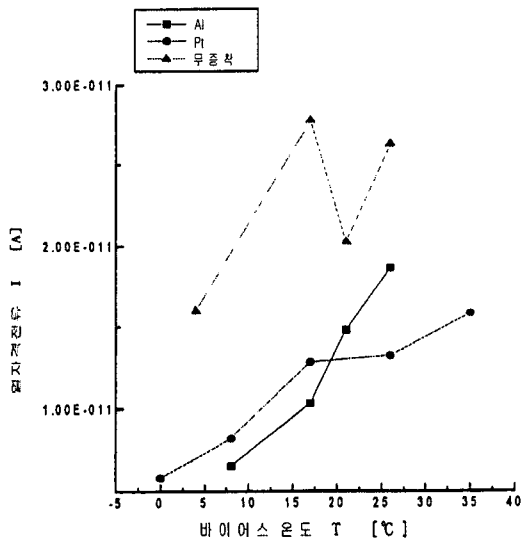


Fig. 5 저온 피크와 바이어스 온도의 관계

Fig.5 relation of low peak and bias temperature

### III.1 금증착에 의한 TSC

Fig.2는 본 실험에 있어서 금증착한 경우의 TSC이다. 이 그림에서는 고온(65[°C] 부근)에서 큰 피크와 저온(-35[°C])에서 피크가 나타났다. 각각의 피크를 저온측으로부터 PAu1, PAu2로 놓기로 한다. 마찬가지로 알루미늄 증착과 무증착에서 나타나는 피크를 PA11, PA12와 P1, P2로 나타내었다.

### III.2 알루미늄 증착에 의한 TSC

Fig.3은 알루미늄을 증착한 TSC와 분극시의 온도 Tb와의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림에 있어서 Tb를 내림에 대해서 저온측에 나타나는 피크(PA11)이 감소하고 있다. 또, 고온측에도 작은 피크(PA12)가 나타나지만 Tb=26[°C]의 피크값은 저온측의 피크값보다도 크다.

### III.3 무증착에 의한 TSC

Fig.4는 무증착한 TSC와 분극시의 온도 Tb와의 관계를 나타내고 있다. 무증착에서는 저온측에 큰 피크(P1), 고온측에 작은 피크(P2)가 나타난다. 그리고 Tb가 낮아짐에 대하여 피크는 저온측으로 이동하며, 또 TSC는 작아지게 된다.

### III.4 저온 피크와 바이어스 온도와의 관계

Fig.5는 피크와 바이어스 온도와의 관계를 나타내고 있다. 금 및 알루미늄 증착에 있어서는 바이어스 온도가 높아짐에 대하여 피크값은 상승해가지만 무증착에 있어서는 그러한 결과가 나와 있지 않다.

### III.5 고온 피크와 바이어스 온도와의 관계

금증착한 고온 피크와 바이어스 온도와의 관계를 나타내고 있다. 이 그래프보다 바이어스 온도가 높아짐에 대하여 피크값은 상승해 있다.

## IV. 결 론

충진제로서 하-드클레이를 배합한 에칠렌프로필렌 고무의 시-트상 시료에 대하여 바이어스 온도, 전극의 재질 및 상태를 변화시켜 TSC를 측정된 결과 에칠렌 프로필렌 고무에는 저온과 고온에 TSC의 피크가 나타나지만 저온 피크는 쌍극자의 특성을 나타내며, 고온 피크는 전자 트랩의 특성을 갖고 있다고 생각된다. 전극 금속을 Au와 Al으로 바꾸어 저온과 고온 피크를 측정했을 때 양쪽의 피크는 변화가 크게 다른 현상을 나타내었다.

즉, Al 전극의 경우는 고온 피크는 그만큼 크지 않음에 대해 금전극에서는 고온 피크는 수배로 크게 되었다. 이것은 Au쪽이 Al보다도 일함수가 큰 것을 나타내고 있다. 분극시의 온도 측정에서는 바이어스 온도가 높은 만큼 TSC의 커지며, 피크때의 온도도 높아진다. 이것으로부터 전극으로부터 고무에 주입된 전자량(전자 트랩의 특성)도 변화한다고 생각된다.

## 참고문헌

- [1] 岡田淑平·日馬康雄·八木雅明·伊勝雅幸·川上和市朗·田村直幸(日本原子力研究所高岐研究所)  
“LOCA 模擬逐次法における前照射條件が絶縁材料の劣化に及ぼす影響” 電氣學會絶縁材料研究會試料 EIM-85-164 (1985)
- [2] 山中三四郎 “殘溜電壓を利用した高分子絶縁材料の放射線劣化診斷に関する基礎研究” 學位論文 平成 5年 3月
- [3] “絶縁材料の熱刺激電流と空間電荷照査專門委員會” “絶縁材料の熱刺激電流” 電氣學會技術報告(II部)第194号 (1985)
- [4] 新田義孝, “電氣絶縁材料の化學” 培豊館, (1983)
- [5] ゴム材料選擇の ポイント編輯委員會編, 日本規格

“ゴム材料選擇の ポイント” 委員會發行 (1978)

- [6] 日野太郎, “雙極子または電子トラップからみた絶縁體の熱刺激電流の考察”, 論文48-A64
- [7] 家田正之, “現代高電壓”, オーム社