

전력설비용 가교 Polyethylene의 Glass 전이점에서의 전기전도특성에 관한 연구 A Study on the Electric Conduction Characteristic in the Glass Transition Point of Electric Power Equipments Cross - Linked Polyethylene

김강원* 서정수 김병민 극상훈

조선대학교 전기공학과

Dept. of Elec. Eng. Cho-sun univ.	Kang - Won Kim*
Dept. of Elec. Eng. Song-won coll.	Jang - soo Seo
	Byoung - In Kim
Dept. of Elec. Eng. Cho-sun univ.	Sang - Ilum Kook

ABSTRACT

It happened that there was a sudden peak with the capacity of change, when I measured the capacity of change, cubical expansion and Thermally Stimulated Current on the Cross - linked Polyethylene.

Crystal melting began at 375 K and changed into formless shapeless at 380 K.

The conduct of a particle on the surface of dipole, electron trap was founded to be ion conduction nature under the low electronic field, wherese, the electron nature under the high electronic field.

Consequently, under the semi-conduction layer electronic a particle was injected to inter-fase and accumulated for a time and appeared to be TSC.

1. 서론

최근 고분자 절연재료의 전기전도에 관한 연구는 각 방면에서 활발하게 진행되고 있으며 그 전기 전도기구도 점차 밝혀지고 있다.

일반적으로 고분자에는 결정용해 (1차 전이) 의 glass전이 (2차 전이) 의 2개 전이점이 있는데 전이점전후에서는 그내부구조가 규번되어 전기 전도특성에도 큰 변화가 생긴다고 생각된다.

즉 결정용해전에서는 결정이 소실되고 glass전이 점전후에서는 내부상태가 glass상태에서 고무상

태로 이행하기 때문에 그 온도(전이) 전후에서는 비열, 비체적, 탄성률, 점도, 유전율등의 성질이 급격하게 변화한다.

본 연구에서는 가교 Polyethylene을 이용하여 온도에 대한 용량변화, 체적팽창 및 TSC를 측정하여 전이점부근의 전기전도특성을 조사하고 TSC에 생기는 각 peak의 성질을 조사하였다. 또 CV cable에 실용화되는 가교 Polyethylene시료와 가교 Polyethylene에 반도체층을 집친 2층시료의 TSC를 측정하여 기교 Polyethylene과 비교하였는데 1층시료에서 나타나지 않았던 TSC peak가 생겼으므로 그 상이점을 계면상태면에서 고찰하였다.

2. 시 료

본 실험에 사용한 Sample은 시판되는 고분자 Film이며 가교 Polyethylene 200 μ m이고, 2층 Sample은 200 μ m두께의 가교 Polyethylene에 100 μ m의 반도체층을 집친것이다. Sample 세정은 표면의 화학적 변화를 피하기 위하여 Methyl alcohol로 하였으며 고분자 Film의 양면에 시유 층착시켜 Sandwich 구조로 하였다.

3. 측정-결정 장치

1. 체적팽창측정장치

장치는 그림 1 과 같으며 액체로서는 Silicon유를 이용하고 측정장치의 Spring은 일정한 정수를 갖는 석영 Spring을 사용하였고 가열하기 위해 동용 기주위에 얇은 Heater선은 균등하게 감았으며 외

기의 영향이 없도록 용기주위에 석면으로 고정시켰고 온도측정은 동-Constantan열전대로 Silicon유를 측정하였다. Spring의 늘어짐을 측정하는 계기와 Silicon유의 용기외벽은 3 점접지하였다.

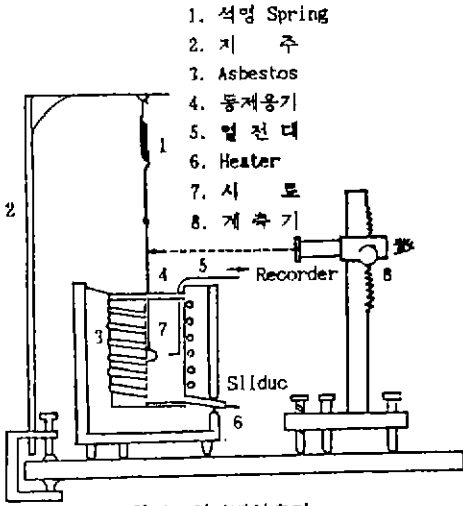


그림 1. 체적평창측정

2. TSC 측정장치

그림 2 는 측정장치와 측정회로의 개략도인데, 시료는 진지된 Bell jar내에서 측정되며 TSC 가 미소전류(10^{-10} (A) 정도)이므로 그대부는 약 10^{-4} (torr) 정도의 진공으로 하였다.

시료밀의 동판하부에는 액체질소 pipe 와 가열용 Heater가 장치되어 있으며 동판과 시료전극간에 진도가 잘피게 무분과 고진공 grease를 혼합한것

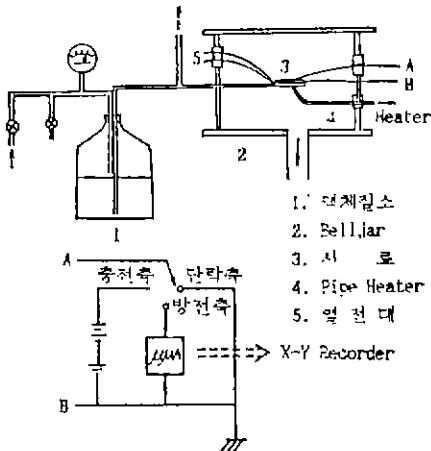


그림 2. TSC 측정

을 발랐다.

시료온도는 동판에 장치한 동-Constantan열전대로 측정하였다.

4. 실험결과 및 결론

4-1. 가교 Polyethylene의 glass전이와 결정용해

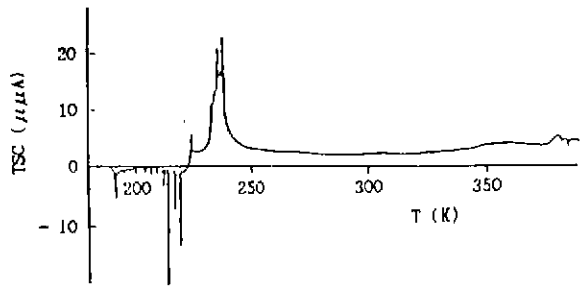


그림 3. XLPE 의 TSC

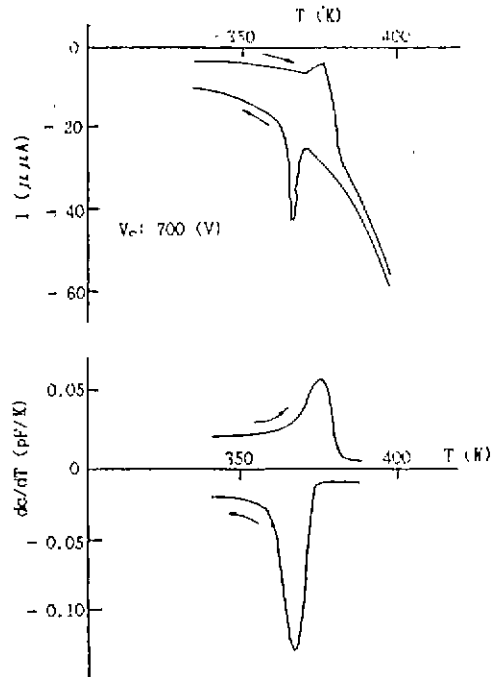


그림 4. XLPE 의 결정용해점전후의 온도여 대한 I 및 dc/dT 특성

4-2. 가교 Polyethylene의 전압-전류특성

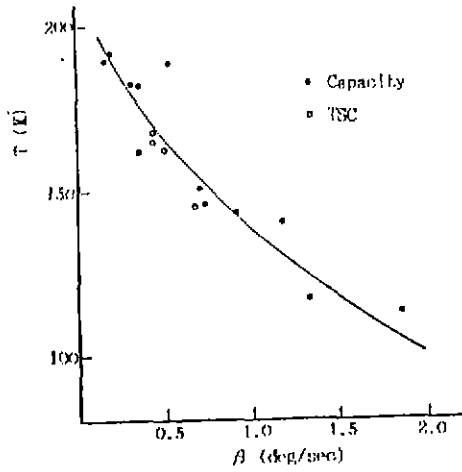


그림 5. 승온속도 (β)와 용량규타 온도특성

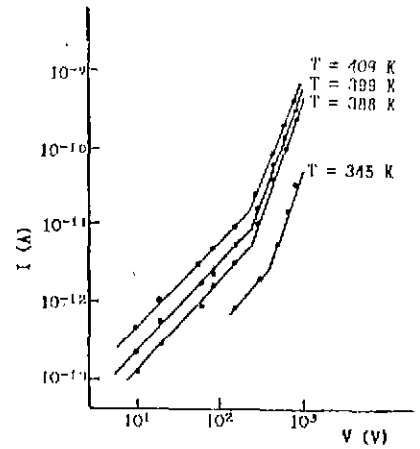


그림 8. XLPE의 V-I 특성

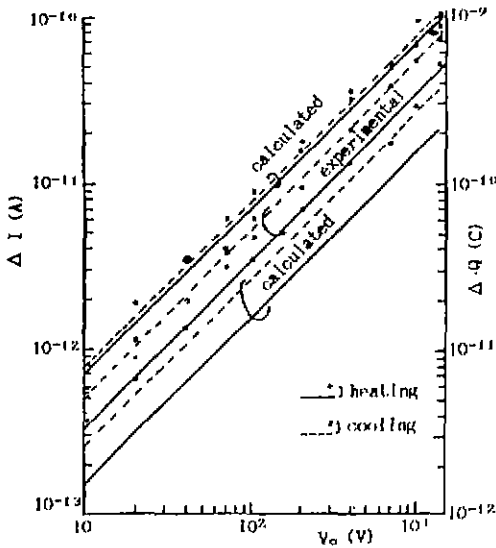


그림 6. XLPE의 결정용해에서 $V_0 - \Delta I_{max}$ 특성

4-3. 가교 Polyethylene의 TSC

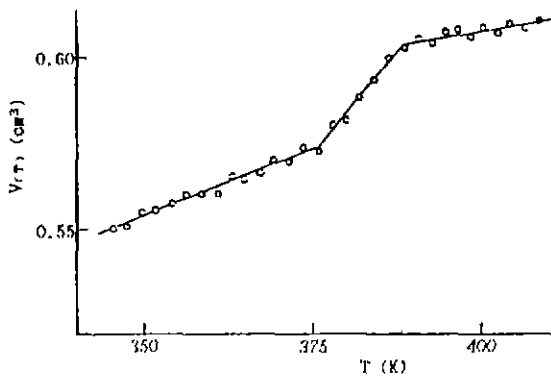


그림 7. XLPE의 $V(T) - T$ 특성 (채리재칭)

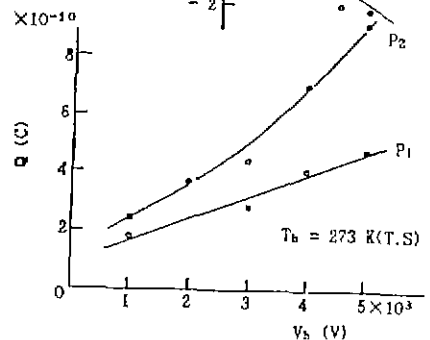
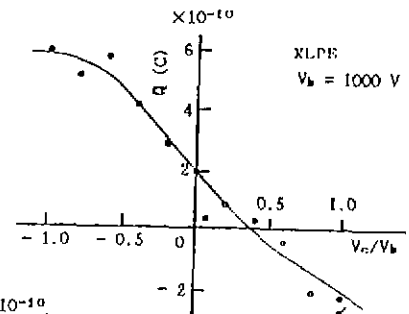


그림 9(a). P1의 V_c 및 V_b 특성과 P2의 V_b 특성

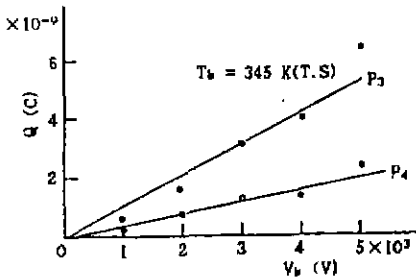
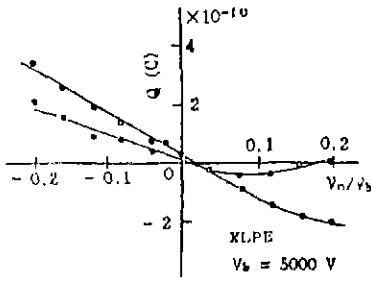


그림 9(b). P₃, P₄의 V_n 및 V_b 특성

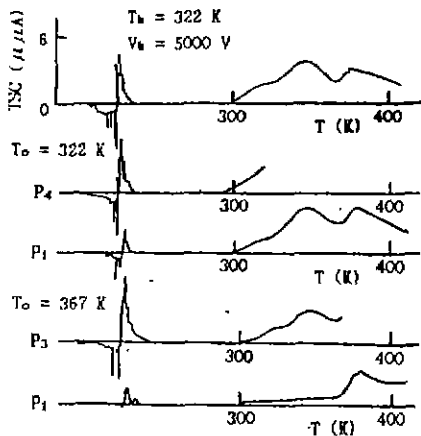


그림 10. T_g에 의한 P₄, P₃ 와 P₁ 관계

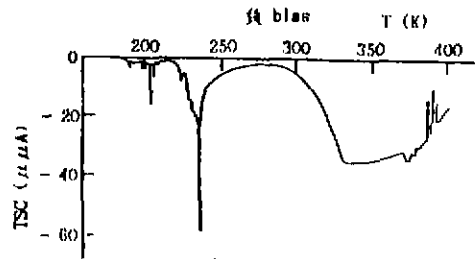
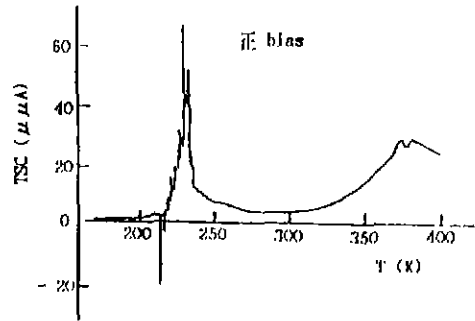


그림 11. 2층시료의 TSC

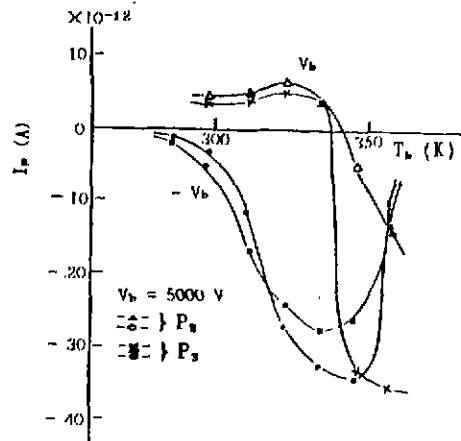


그림 12. 2층시료의 T_g - I 특성

4-4. 2층시료(가교 Polyethylene + 반도체층)

5. 결 론

가교 Polyethylene 의 glass전이 및 결정용해와 2층시료에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 내부상태의 급변에 따른 시료의 팽창, 변형, 밀도 변화 등이 정전용량에 영향을 주며 이 용량변화에 따라 TSC에 급격한 peak가 관찰되었다.
2. 체적팽창의 변화는 375 K 에서 결정용해가 시작되며 388 K 에서 완료되어 부정형상태로 된다.

3. 가교 Polyethylene의 TSC 측정에서 시료내부의 하전입자는 쌍극자 및 전자 Trap 에서 입자의 거동을 고찰하였는데 저전계때는 Ion성 전도이고 고전계때는 전자성 전도이었다.
 4. 반도체층을 겸친 2층시료의 경우 가교 Polyethylene 시료에서는 관측되지 않았던 TSC peak가 발견되고 계면상태에서 고찰하였는데 반도체층에서 하전입자가 주입되어 계면에 축적되었다가 TSC로서 반도체층에 흐른다.
- 전이점에 관한 전기특성의 정량적해석은 대단히 어렵고 정성적 고찰로 그쳤다.
이점에 대해서는 금후 연구과제로 기대된다.

참고 문헌

1. C. Bucci, R. Fiesh, G. Guide: Phys. Rev. 148, 816 (1966)
2. A. Servin, A. K. Jonsher: Thin solid films. 3 (1969), 341. (1969)
3. R. A. Greswell and M. M. Perlman: Journal of Appl. Phys. 2365(1970)
4. J. H. Gibbs, E. A. Dimarzio: J. Chem. Phys. 28, 273 (1958)
5. G. Adam, J. H. Gibbs: J. Chem. Phys. 43, 1(1965)
6. 和田入三久: 高分子の 고체물성(1967)
7. 家田, 他: 誘電體現象論, (日) 電氣學會(1976)
8. A. C. Lilly, Jr. et. al: J. Appl. Phys. 41, 2007 (1970)
9. 依田, 澤: (日) 電氣學論誌 94-A, 8(1974)
10. 日野, 北村: (日) 電氣學論文集 95-A, 271(1975)
11. 日野, 鈴木: (日) 電氣學論文集 93-A, 449(1973)
12. T. Hino. et. al: Japan. J. Appl. Phys. 12, 651(1973)
13. 小林, 山口: (日) 電氣學論文誌 92-A, 431(1972)
14. M. M. Perlman: J. Electro Chem. Soc. 119, 862 (1972)