

Polyvinyl Fluoride(PVF) Film의 코로나일렉트렛의 열자격전류

김 광 영, 박 승 협, 이 준 용  
 광운대 대학원 석사과정, 광운대 대학원 박사과정, 광운대 이공학부 교수

(Thermally Stimulated Current on Corona Electret of Polyvinyl Fluoride (PVF) Film)

K. Y. Kim, S. H. Park, J. U. Lee  
 Kwang Woon Grad., Kwang Woon Grad., Kwang Woon University

I. 서 론

지금으로부터 약 50년전 Eguchi<sup>(1)</sup>가 일렉트렛을 발명한 이래 그간 이론적, 실험적으로 많은 연구가 이루어졌다. 처음 일렉트렛이 발명된 때에는 그 중요성을 인식하지 못하였으나, 1967년 일본 Sony사에서 일렉트렛 마이크로폰을 만들어<sup>(2)</sup> 상품화한 이후부터 그 중요성이 인식되었으며 근래에는 이어폰, 스피커 및 응용소자<sup>(3)(4)</sup> 등 각종 전기전자 소자에 이 널리 응용되고 있으며, 오늘날에는 일렉트렛의 우수한 재료 개발에 주안점을 두고 연구에 몰두하고 있다.

Eguchi가 처음 일렉트렛을 만들때 사용된 시료는 Carnauba Wax였으나 근래에는 일렉트렛 재료로는 불소수지가 많이 쓰이고 있으며 일렉트렛 제작방법도 여러가지로 개선되고 있는데, 최근 Turnhout<sup>(2)</sup>, Perlman<sup>(5)</sup>씨등은 많은 양의 캐리어들을 깊은곳에 포획시키기 위하여 코로나 방법을 이용하여 많은 양의 캐리어를 고분자 내에 주입, 열자격전류를 측정하여 열자격 전류식을 얻어 사용시료의 여러가지 물리적 상수를 구하였다.

본 연구에서는 칼날 전극으로 캐리어를 주입시킨 두께 30 $\mu\text{m}$ 인 Poly vinyl Fluoride(이하 PVF라 한다. 상품명 du pont : Tedlar) 코로나 일렉트렛으로부터 열자격 전류를 얻어 사용시료의 여러가지 물리적 상수를 얻은 결과를 소개하고자 한다.

II. 사용시료, 실험장치 및 실험방법

II-1 사용시료의 구조와 물성

본 연구에 사용된 시료는 두께 30 $\mu\text{m}$  전극면적  $\pi[\text{cm}^2]$ 의 PVF를 사용하였으며 이 시료의 단량체는  $[-\text{CH}_2-\text{CHF}-]_n$ 이다, 구조적으로는 PVC염소원자를 불소 원자로서 치환한 형이다. Golike<sup>(6)</sup>는 PVF의 결정 구조에 대하여 단위격자는 육방정계(hexagonal system)에 속하고, a 축은 4.93 $\text{\AA}$ , c 축은 2.53 $\text{\AA}$ 이라는 것을 주장하고 이것은 PVA와 잘 유사한 값으로 밝히고 있다. 또 Natta<sup>(7)</sup>는 c 축은 2.52 $\text{\AA}$ 의 주기를 갖고, 이것은 주쇄단소 원자와 PE 등과 같은 평면 Zig-zag 을 취하는 것이라 보고하고 있다.

PVF의 용점은 중합조건에 따라 다르지만, 203 $^{\circ}\text{C}$  정도이고, 유리전이점은 45~50 $^{\circ}\text{C}$  정도이다. 또한 유전율은 크고, 고유저항율은 작으며, 전반적으로 Mylar 보다 전기적 성질은 뒤떨어지는 것으로 보고 되어 있다.

그리고 PVF의 용도는 내전압, 내열열화상, 내수성등이 우수하며, 변압기, 전동기를 비롯하여 케이블등의 절연용으로 쓰인다.

II-2. 실험장치 및 실험방법

그림1은 코로나 대전장치의 블럭 다이아 그림이다. 원통형 A1 표면에 시료를 부착하여 임전속도 3 $[\text{cm/s}]$ 로 회전, 공극거리를 0.5 $[\text{mm}]$ 를 유지하면서

-3 ~  $\pm 6$  [KV]의 코로나 전압을 인가, 암실에서 일렉트렛을 형성하여 TSC를 측정하였다. 이때 공극거리 조정은 캐리어 주입전극을 마이크로 메터에 부착하여 임정하게 조정하였다.

III. 실험 결과

그림2는 코로나 발생용 칼날 전극과 PVF 시료 사이의 공극 거리를 0.5[mm] 띄워 이 사이에 ±6[kV] 를 인가하여 형성시킨 코로나 일렉트렛으로부터 얻은 TSC spectra와 시료를 MIM 형으로 제작, 온도 22[°C] 에서 9 [MV/m] 를 10분동안 인가하여 형성시킨 열 일렉트렛에서 얻은 TSC spectrum 이다.

그림에서 알 수 있는 바와같이 정·부 코로나 일렉트렛이나 열 일렉트렛의 측정시 -40[°C], 45[°C] 및 90[°C] 에서 나타나는 TSC spectra 의 온도영역은 거의 일치하며 면의상 이들 피크의 명칭을 저온에서부터 고온측으로 각각  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  peak 라 명명한다.

또 코로나 대전시켰을 때 150[°C] 부근에서 나타나는  $\alpha_1$  peak 는 코로나 전압의 극성에 관계없이 정방향의 TSC 가 측정되었는데 이 사실은 매우 흥미 있는 사실로 사료된다.

일반적으로 고분자 물질에는 두 개의 유리전이 온도가 있는 것으로 알려져 있는데 본 연구에서 사용된 시료는 제 1차, 2차 유리 전이온도가 각각 -20[°C], 40[°C]로 보고되어 있다. 이 사실과 또한 그림3을 참조하면  $\beta$ ,  $\alpha$  spectra는 이들 유리 전이온도와 밀접한 관계가 있는 것으로 생각되며, 또한  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  spectra는 전극으로부터 주입된 공간전하의 기여로 각각 나타나는 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구에서는 두께 30[ $\mu$ m] 의 Polyvinyl Fluoride film을 선정하여 열 자극전류 특성, 연구한 결과 열 일렉트렛에서는 3개의 피크를, 정·부 코로나 일렉트렛에서는 각각 4개의 피크를 얻었는데

- 1)  $\beta$ ,  $\alpha$  peak 는 제 1, 2차 유리전이 온도 부근에서 비정질 영역에 존재하는 쌍극자의 기여로 나타나는 것 같으며,
- 2)  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  peak 는 전극으로부터 주입된 공간전하의 기여로 나타나는 것으로 사료된다.
- 3) 정 코로나로 주입된 일렉트렛의 TSC 는 시료 내에 정공의 주입으로 정 TSC 가, 부 코로나로 주입된 일렉트렛의 TSC 는 시료 내에 전자의 주입

으로 부러부TSC 가 각각 나타나는 것으로 사료된다.

- 4) 부 코로나 일렉트렛의 경우 120[°C]이상에서 정 TSC 가 나타나는 현상은 주입전자들이 음극에서 양극 쪽으로 확산되어 비어 있는 트랩을 완전히 채워 Zero field plan이 시료 내에 형성되므로 120[°C] 이하에서의 전류의 방향과는 반대 방향의 전류인 정 TSC 가 나타나는 것으로 사료된다.
- 5) 부 코로나로 대전된 TSC spectrum 으로부터 얻은  $\beta$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  및  $\alpha_2$  peak 에서 초기 상승법으로 구한 활성화 에너지는 각각 0.22[eV], 0.73[eV], 0.21[eV] 및 0.68[eV] 를 얻었다.

참 고 문 헌

1. M. Eguchi ; Phil. Mag., 49, 178 (1925)
2. J. van. Turnhout ; Thermally Stimulated Discharge of Polymer Electrets. Elsevier Sci. Pub. Cow. Ans (1975)
3. G. M. Sessler et al ; Foil - Electret microphones, J. Acoust. soc. Am. 40, 1433 (1966)
4. G. M. Sessler ; Electro static microphones with electret foil, J. Acoust. Soc. Am. 35, 1354 (1963)
5. R. a. CRESWELL and M. M. PERLMAN ; Thermal Currents from Corona charged Mylar, J. Appl. phys., 41, 2355 (1975)
6. R. C. Golike ; J. Polymer Sci., 42, 583 (1960)
7. G. Natta et al ; J. Polymer Sci., A3, 423 (1955)

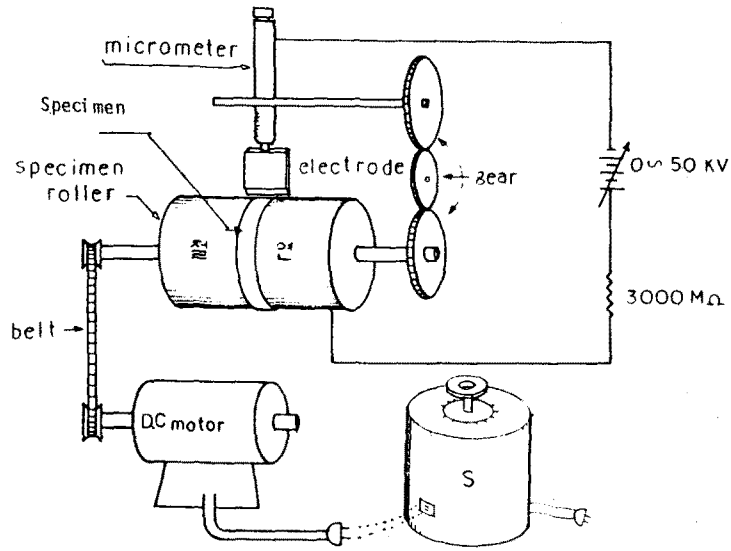


그림 1 Corona 대전 장치

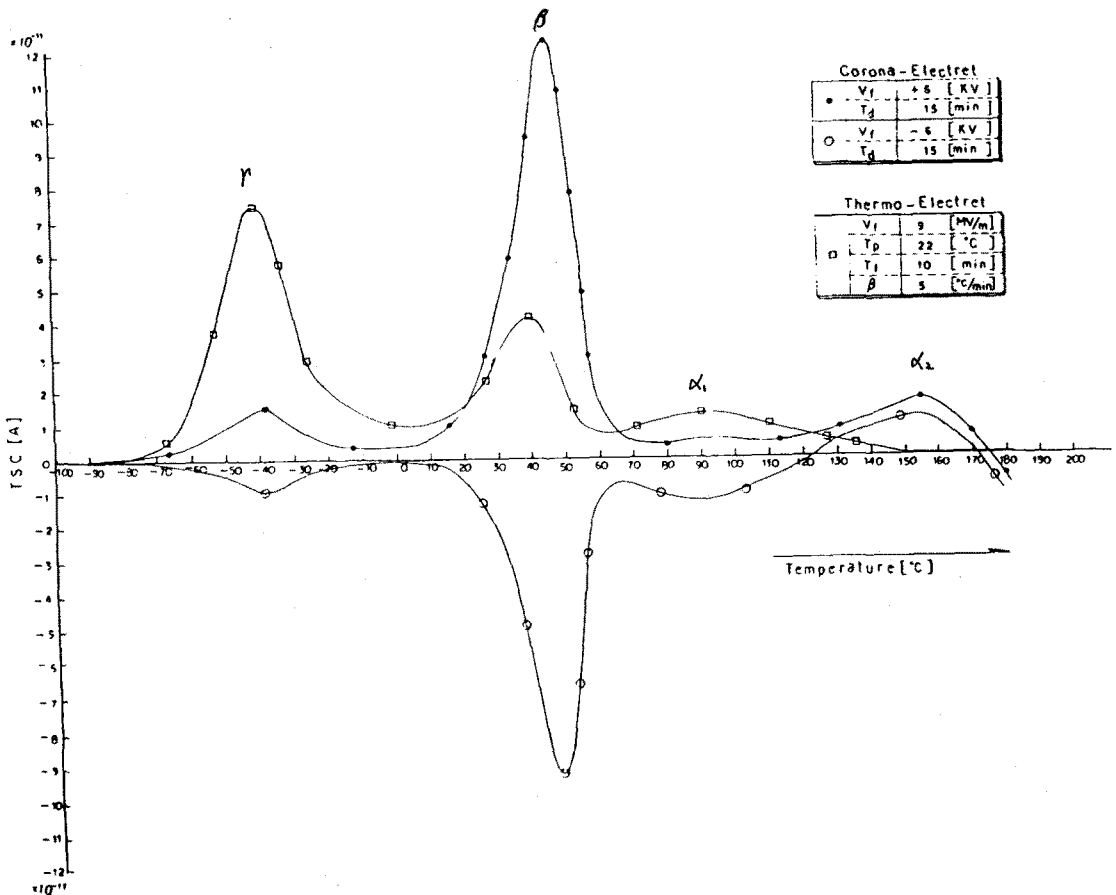


그림 2 Corona-Electret 와 Thermo-Electret로부터 얻은 TSC Spectra

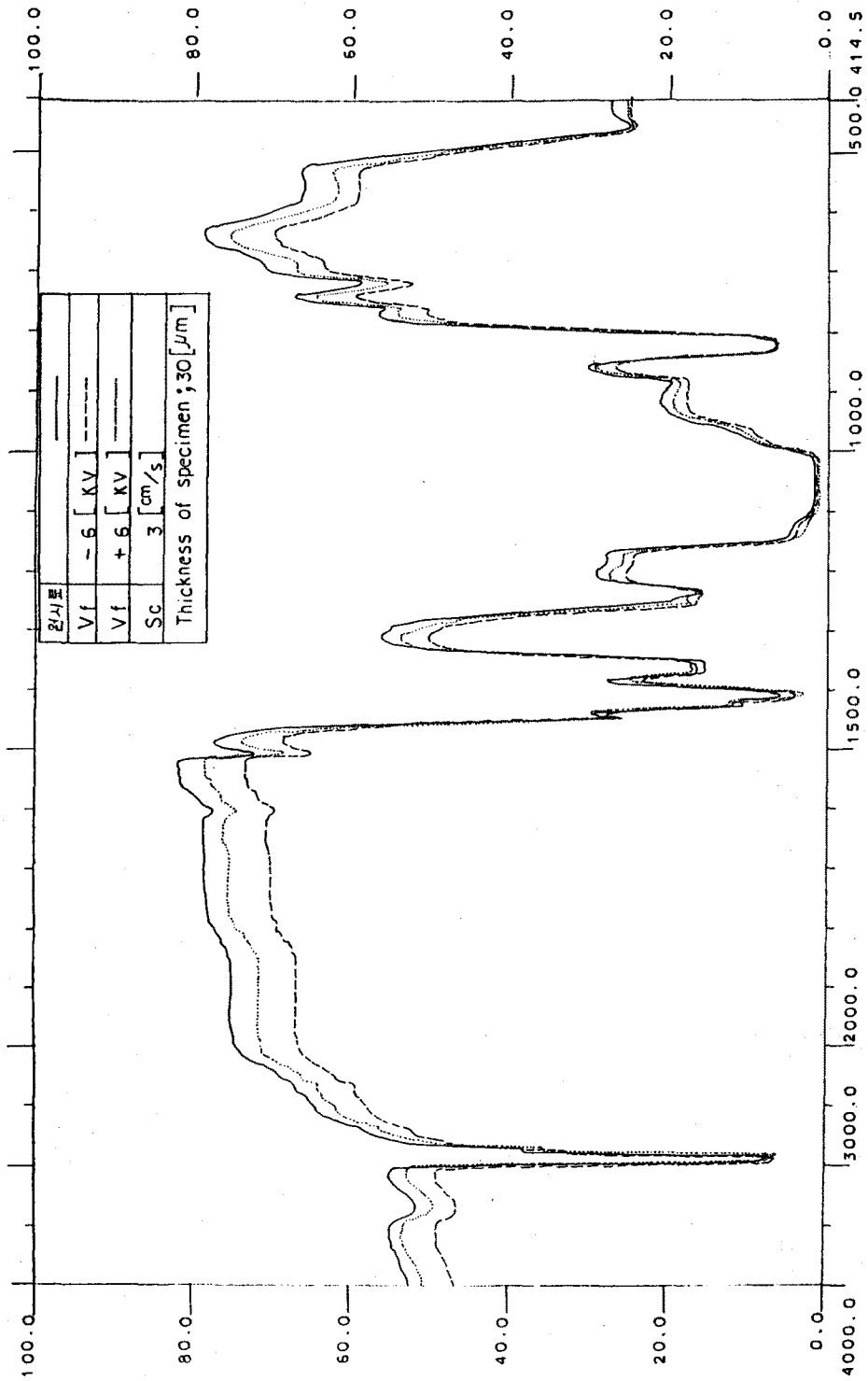


그림 3 IR spectra of PVF