

고분자 재료의 고온전하분포특성

Space charge characteristics in several polymers at high temperature

南振鎬*, 高政佑*, 徐光錫*, 高田達雄**

(Jin Ho Nam*, Jung Woo Ko*, Kwang S. Suh*, Tatsuo Takada**)

Abstract

Space charge formation at high temperature was investigated in several polymers using pulsed electro-acoustic (PEA) method. In SXLPE, homocharge is found and increased as an increase of temperature. In a change of polarity of poling voltage(positive to negative), space charge mainly cause of hole injection. In Ionomer, heterocharge is found because of ion. As an increase of temperature, heterocharge is also increased. In PET, As an increase of temperature homocharge is decreased.

Key Words : Space charge, high temperature, SXLPE, Ionomer, PET, PEA method

1. 서론

일반적으로 지금까지의 공간전하분포 측정에 대해서는 상온에서 거의 모든 연구가 진행되어져 왔다. 그러나 실제 절연재료는 상온에서만 적용되는 것이 아니며 전력케이블은 80-90℃ 까지 온도가 상승하는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구팀에서는 고온용 PEA 장치를 적용하여 고온에서의 공간전하분포 특성을 연구하였다.

2. 실험

2.1 고온용 PEA 장치

기존의 Pulsed electro-acoustic (PEA) 방법은 압전재료로서 poly-vinylidene fluoride (PVDF)를 사용하였다. 그러나 PVDF는 고온에서의 압전 특성이 상당히 떨어지며 이에 새로운 압전재료로서 LiNbO₃를 적용하여 고온에서의 전하분포특성을 연구하였다. 그림 1에 PVDF와 LiNbO₃의 압전신호특성을 나타내었다. 그림에서 PVDF는 온도상승에 따라 압전특성

이 약간 증가 후 감소함을 보이고 있으며 LiNbO₃는 PVDF에 비해 온도에 대한 안정성 및 높은 감도를 보여주고 있다.

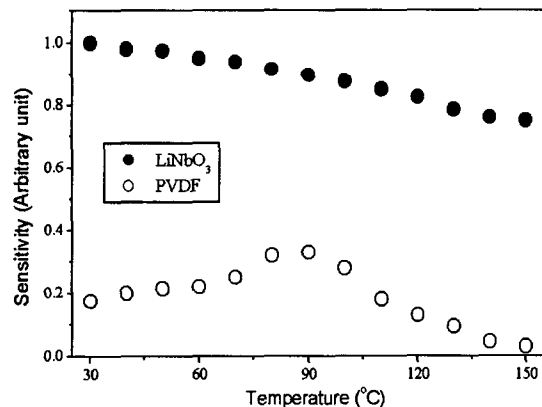


Fig. 1. Sensitivity of piezoelectric transducer as a function of temperature [1].

2.2 실험방법

실험에 사용된 고분자는 고온에서의 결과를 보기 위하여 Ionomer (240μm)와 silane cross-linked

* : 고려대학교 재료공학과

(서울 성북구 안암동 5-1 고려대학교)

Fax: 02-929-4408

E-mail : njh0105@korea.ac.kr

** : 武藏工業大 機械system工學科

polyethylene (SXLPE: 220 μ m)와 PET (200 μ m)를 사용하였다.

전하분포는 Pulsed electro-acoustic (PEA) 방법을 사용하여 측정하였으며 이에 대한 원리는 기존에 발표된 바 있으며[2] 장치의 개략도를 그림 4에 나타내었다. 시편에 전압을 5kV (positive poling)와 -5kV (negative poling)를 15분 동안 가하였다. 전압을 가하는 과정을 그림 3에 나타내었으며 전압을 가한 후 각 단계에서 형성된 잔류전 하를 폭이 5ns이고 크기가 500V인 전기펄스를 가하여 2단계와 4단계에서 측정하였다.

본 연구에서 온도의 조절과 펄스의 발생, 그리고 오실로스코프는 컴퓨터로 제어하였으며 Labview program (National Instrument Co.)을 이용하였다.

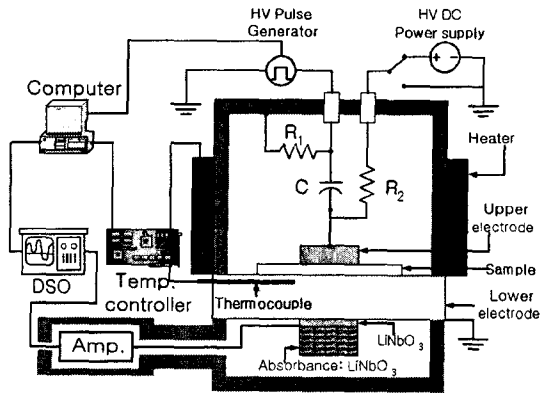


Fig. 2. Schematic diagram of PEA method.

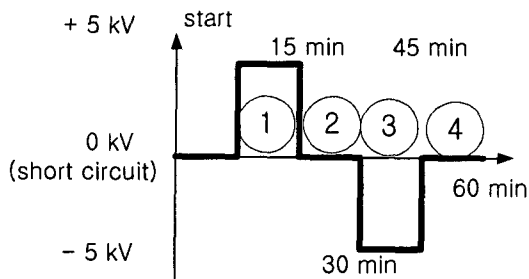
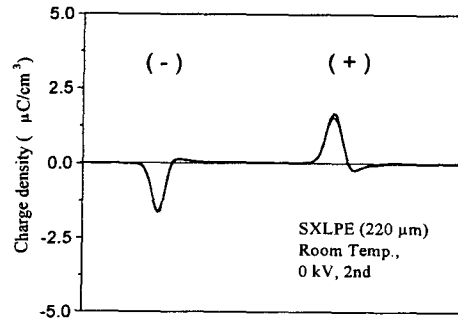


Fig. 3. Voltage poling process of experiment.

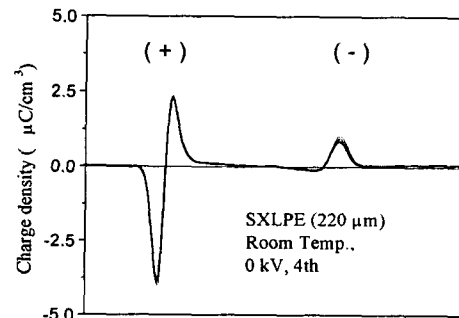
3. 실험결과 및 고찰

3.1 SXLPE의 고온에서 전하분포

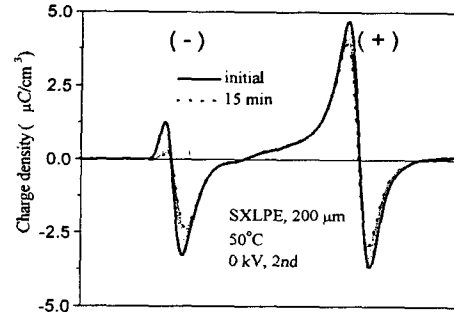
그림 4는 SXLPE를 상온에서 5kV와 -5kV를 15분간 가한 후 측정된 잔류전하분포이다. 그림 4(a)에서 약간의 동종전하가 측정되었으며 특히 양극 쪽에 양전하의 양이 많이 측정되었다. 전압의 극성을 바



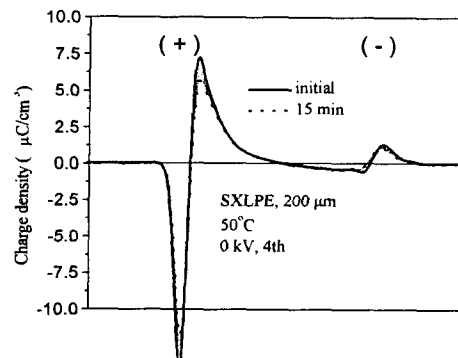
(a) SXLPE, Room temp., positive poling



(b) SXLPE, Room temp., negative poling

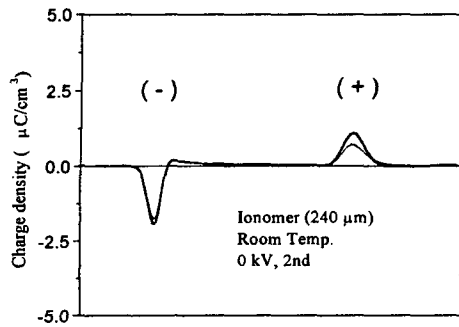


(c) SXLPE, 50 °C, positive poling

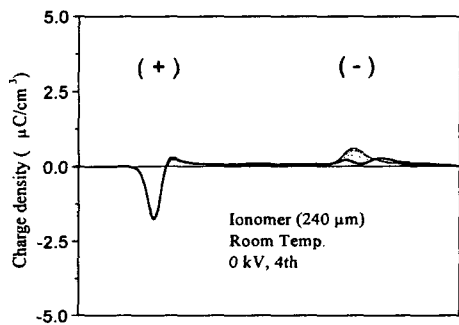


(d) SXLPE, 50 °C, negative poling

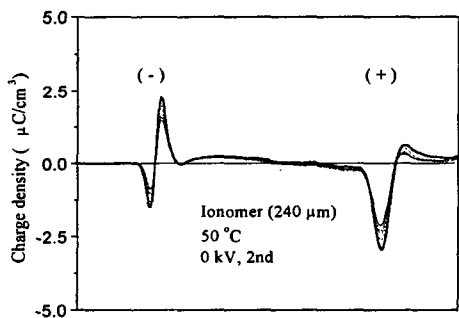
Fig. 4. Space charge distribution in SXLPE as a function of poling voltage and temperature.



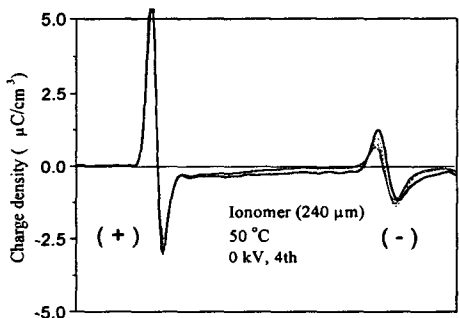
(a) Ionomer, Room temp., positive poling



(b) Ionomer, Room temp., negative poling



(c) Ionomer, 50 °C, positive poling



(d) Ionomer, 50 °C, negative poling

Fig. 5. Space charge distribution in Ionomer as a function of poling voltage and temperature.

뿐 경우 양극 쪽에 축적된 양전하의 양이 증가하였다. 이는 전하의 주입이 증가되었고 특히 양극으로부터 hole의 주입이 증가함을 알 수 있다. 온도를 50°C로 올린 경우가 (c)와 (d)인데 온도 증가에 따라서 전하의 주입이 증가하였고 양극성의 전압을 가한 경우에 축적된 음극 쪽의 음전하는 극성이 바뀌므로 hole의 주입이 많아서 양전하로 바뀌음을 알 수 있다. 또한 시간이 증가함에 따라서 축적된 전하가 빠져나가서 감소됨을 확인할 수 있다.

3.2 Ionomer의 고온에서 전하분포

그림 5는 Ionomer를 상온에서 5kV와 -5kV를 15분간 가한 후 측정된 잔류전하분포이다. 그림 4(a)에서 약간의 이중전하가 축적되었다. 이중전하는 시료 내에 존재하는 이온성 불순물이나 쌍극자에 의한 영향으로 알려져 있으며 본 연구에 사용된 Ionomer는 듀폰사의 Na⁺를 넣은 Ionomer이다. 이 이중전하는 Ionomer에 있는 Na⁺ 이온에 의한 영향이며 온도를 50°C로 올림에 따라서 나타나는 이중전하의 양이 증가함을 확인할 수 있고 극성을 바꿈에 따라서 축적되는 전하의 극성 또한 변화됨을 알 수 있으며 서로의 상쇄효과로 인해 큰 증가를 보이지 않는다. 시간에 따른 특성은 15분간만 측정했으므로 크게 감소하지는 않으나 감소되고 있음을 확인할 수 있다.

3.3 PET의 고온에서 전하분포

그림 6은 PET의 온도에 따른 전하분포특성을 나타내고 있다. 이 결과는 상온에서 5kV의 전압을 20분간 인가한 전압을 가하지 않은 상태에서 온도를 올려서 나타나는 잔류전하분포를 측정된 결과이다. 온도가 증가함에 따라서 음속이 감소하여 압전재료

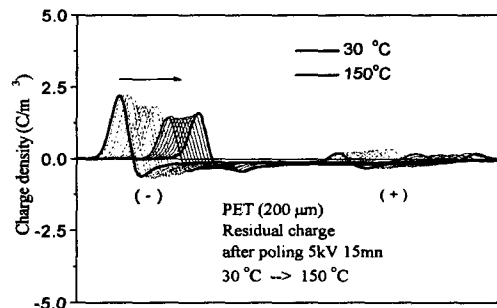


Fig. 6. Space charge formation in PET as an increase of temperature of sample.

에 전달되는 시간이 길어짐으로 신호가 오른쪽으로 이동하고 있으며 피크간의 간격도 벌어지고 있다. 또한 온도의 증가에 따라서 약간의 전하량이 감소하고 있으며 이는 측정을 위해 인가한 500V의 전압에 의해 영향을 받아서 그리 크게 감소하지 않는다.

그림 7은 150°C가 된 후 5kV를 15분간 인가한 후 나타나는 잔류 전하분포를 측정하였다. 그림 6의 150°C의 결과와 비교하여 상당히 많은 양의 동종전하가 축적되었음을 알 수 있다.

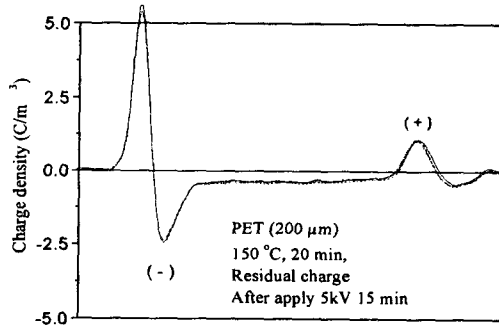


Fig. 7. Space charge formation in PET at 150°C after applying 5kV for 5.

4. 결론

(1) 고온용 PEA 장치를 이용하여 여러 가지 고분자의 공노에서의 공간전하분포특성을 알아보았다.

(2) SXLPE는 동종전하를 나타내었으며 온도를 올림에 따라서 축적되는 동종전하의 양은 증가하였으며 이는 온도의 증가로 인한 전자, 정공의 주입이 증가되어 나타난 것이다.

(3) Ionomer는 시료내부 이온성분에 의하여 이중전하를 나타내었으며 온도의 증가에 따라서 이중전하의 증가를 나타내었고 이온 이동의 원동력이 증가했기 때문이다.

(4) PET의 공간전하분포는 동종전하를 나타내었으며 온도에 따라 증가함을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] K. Miyatake, Master Thesis, Musashi Institute of technology, 2001.
- [2]. Y. Li et al., *IEEE Trans. Dielectrics EI*, Vol. 1, 188, 1994.