

열자극 전류 방법에 의한 폴리테트라플루오로에치렌 박막의 전기적 특성에 관한연구.

홍 신웅 비 준웅*

최근대 대학원 석사과정, 광운대학 전기공학과*

< A Study on the Electrical Properties of Polytetrafluoroethylene Film based on Thermally Stimulated Current method >

J.W.Hong J.U.Lee*

Dep. of Elect. Engin. Kwang Woon Grad. Dep. of Elect. Engin. Kwang Woon Univ.*

1. 서론

근년 유기화합의 발달로 고분자시대라고 할 수 있을 만큼 Polymer의 이용도는 날로 증가하여 도체, 반도체, 절연체 및 저항체등 여러 전기, 전자재료분야에 많이 이용되고 있으며 또 최근에는 일부 고분자의 우수한 도전성과 열전성을 이용한 농동소자 등이 주목을 받고 있다.

그러나 이들의 구조나 조직양상이 복잡하여 전기적특성을 명확히 이해한다는 것은 매우 어려우며, 이들의 성질을 규명하기 위해서는 계속적인 연구가 필요하다.

일반적으로 고분자 유전체(절연체)에서는 내부에 여러가지 하전입자(이온, 전자(정공), 쌍극자 등)가 존재하여 이들이 전기장도에 기여하여 절연 및 유전특성에 영향을 미쳐 특성을 저하시키고 절연저리에도 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

그러므로 하전입자의 움직임을 조사하는 것은 전기(전자) 절연체로 이용되는 경우 매우 중요하고 기초적인 연구과제이다.

그러나 유전체에 대한 대부분의 연구는 전기전도, 절연저리 및 유전특성을 규명하여 이들의 성질을 연구하였으나, 최근에는 반도체 연구에 이용되어온 열자극 전류 측정법을 많이 이용하고 있다.

이 방법의 장점은 긴 완화시간 동안에 일어나는 현상을 일시간에 측정할 수 있고 또 종류가 다른 유전완화 현상을 서로 다른 온도에서 관측되기 때문에 하전입자의 식별을 비교적 쉽고 정확하게 측정할 수 있는 우수한 방법이다.

이런 열자극에 의한 미소전류 측정법은 1955년 G. I. Randall 등이 ZrO₂의 트랩 전하를 열 루미네스센스(TL의 침입)로 한 것이 처음이었으며, 그후 1955년 C. Bucci 등은 TL 대신 전계를 열자극 전류(Thermally Stimulated Current) 이하 TSC라 칭함) 방법을 TSC식을 유도 하였으며, 최근 Permann 등은 유전체에 TL 대신 모노이온 하전입자를 주입시켜 분극 및 전하를 측정 시간후 온도의 일정한 상승으로 변위전류 또는 TSC를 측정하여 사용된 유전체(절연체)의 쌍극자거리, 캐

리어 성질, 트랩깊이 등 여러가지 물리적 성질을 얻었다.

이 방법으로 얻은 완화시간은 수 ~ 수천초 이므로 유전분산 주파수 범위는 초저주파 영역($10^2 \sim 10^3$ (Hz))에서 검토할 수 있어 본 연구에서도 TSC방법을 이용, 유전특성(유전율과 유전손실)과 절연특성이 우수하고 외삽적으로 안정한 두께 100(μm) PTFE를 시료로 선정 특성을 규명하고 물리적 측정 수를 제공하여 우수한 농동소자 개발시료로서 이용방법을 확대하고 국산개발에 정보를 제공하고자 연구 검토 하였다.

2. 시료시료 실험장치 및 실험방법

2-1. 사용시료

실험에 사용된 시료는 촉감이 매우 좋고 열가소성수지인 폴리테트라플루오에치렌(학명: Polytetrafluoroethylene 이하 PTFE라함, 상품명 Teflon)이다. 용점은 327($^{\circ}\text{C}$)로 알려져 있는데 용점이 상에서 두명한 점(Gel)형태로 되지만, 거의 유동하지 않는다. 보통 약용에는 침투되지 않고, 용제에도 불해되지 않지만 고온하에서 용소나 용융알카리 금속에 의해서는 분해되며 또 마찰계수가 작고, 물이나 기름에는 침입되지 않는다. 더우기 주파수나 온도에 대한 유전율이나 유전손실의 변화가 작는데, 이러한 성질은 PTFE의 화학적 구조 및 분자량과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. PTFE는 그림 1과 같은 단량체를 갖는 네칭 선형 고분자이고, 가지가 없으므로 높은 결정도를 갖는다.

보통 순합법에서 얻은 순실험치 얻은 PTFE 분자의 비율은 2.28 ~ 2.295이며, 이것은 결정도 99 ~ 100(%)에 해당한다.

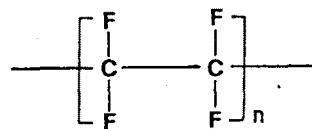


그림 1

일반적으로 PTFE는 절연성이 우수하여, 고온 고압, 부식성가스속에서 사용하는 모터코일 wrapping, 동축케이블 wrapping 및 전기·전자용품 그리고 변압기 절연판 등에 사용되며 내화학성과 비접촉성도 우수하고 기계적 가공성이 간편하여, 가전제품에서 우주 산업분야 까지 널리 사용되고 있다.

이와같이 많이 사용되는 이유는 PTFE의 C-F결합력(114.76(kcal/mole))이 크고 F원자가 C-C결합(69.79.8(kcal/mole)) 주위에 조밀하게 결합되어 있기 때문이다.

본 연구에 사용된 시료는 두께 100(μm)의 PTFE필름에 직경 20(mm) 전극을 Silver paste(일본, Tamradio co. VH-30)로 도포하여 ISC를 측정하였다.

2-2. 실험 장치

실험에 사용된 ISC 측정장치는 액체 질소를 사용하여 온도 -200(°C)~300(°C)까지 제어 할 수 있는 Oven과 Thermo Controller(일본 TOYO S EIKI), 미소 전류계(Electrometer 미국 KEITHLEY 602)와 Recorder(영국 J J LLOYD INSTRUMENT LTD CR503)로 구성된 실험장치를 사용했으며 그림2에 나타냈다.

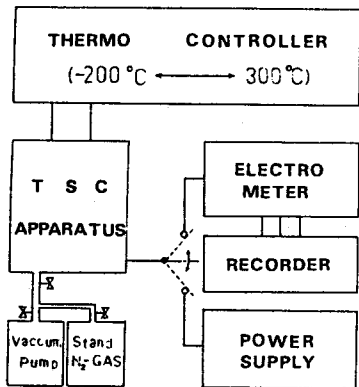


그림 2

3. 실험결과

그림3은 PTFE 필름을 형성온도 120(°C)에서 1200(sec)간 전압 200~2000(V)를 인가 액체질소 온도까지 급냉하여 만든 Electret에서 얻은 온도에 대한 ISC 곡선들이다. 반복된 실험에서도 ISC spectrum의 모양은 거의 일정하였다.

그림에서 알수있는 바와같이 4개의 피크가 나타나며, 편의상 이들의 명칭을 고온에서 저온측으로 내려가면서 각각 α, β₁, β₂, γ 피크라 하였는데, 이들 피크중 TSC 전폭이 가장 큰것이 β₁ 피크임을 알 수 있다. 여기서 β₁, β₂, γ Spectra의 최대값

이 나타나는 온도(T_m)는 형성전계에 따라 변화되지 않고 일정하다.

또 α피크의 T_m은 형성전계에 따라 고온 쪽으로 이동됨을 알 수 있다.

한편 이들 ISC spectra의 계수값을 컴퓨터를 사용 각피크별로 계산된 값을 이용한 것이 그림4이다.

4. 결론

본 연구에서는 두께 100(μm)의 4불화에치렌을 시료로 선정하여 열자극 전류 및 전기전도에 관하여 연구한 결과

(1) 사용된 시료의 절성도를 구한결과 약 81(%)를 얻었고, 용점은 330.34(°C)임을 확인 하였다.

(2) 고온에서 나타난 α피크는 전극으로부터 주입된 전하가 비정질 영역에 갇게(1.0 eV) 트랩된 것들이 탈트랩되어 공간전하로 기여함을 확인하였다.

(3) 90(°C)에서 나타난 β₁ 피크는 원래 무극성으로 알려진 4불화에치렌의 개시제 종류에 따라 극성기가 존재하는데, 본시료에서는 COOH기가 극성기로 작용, 탈분극전류에 기여한 것으로 인정된다.

(4) 1차전이온도(300°C) 부근에서 나타난 β₂ 피크는 결정영역에서 방극자와 트랩된 캐리어의 기여로 나타나는 피크인 것을 확인하였다.

(5) -25(°C)에서 나타난 γ 피크는 비정질영역에서 방극자의 탈분극과 트랩된 캐리어의 탈 트랩 기여로 나타나는 것으로 확인되었다.

(6) 승온 속도에 의해 열을 완화시간은 10²~10³(sec)을 얻었다.

(7) 활성화에너지와 완화시간은 여러가지 방법을 이용하여 측정한 결과 0.2~1.0(eV)와 270~400(sec)를 각각 얻었고, 그리고 방극자 모멘트는 0.34~0.6(debye)정도 계산되었다.

(8) ISC방법으로 계산된 tanδ 크기는 4.5×10⁻³ 정도로 초저주파수 영역에서 나타나는 유전정전값과 일치함을 알 수 있다.

REFERENCES

1) G. M. Sessler; Electrets, pp81-141, pp285-309, Springer Verlag(New York) (1980)
 2) FURAKAWA, UEMATSU, ASAKAWA, WADA; Piezoelectricity, Pyroelectricity and Thermoelectricity of Polymer Films, J. Appl. Polymer. Sci., 12, pp2675-2689(1968)
 3) C. LACABANNE and D. CHATAIN; Depolarization thermocurrents in amorphous Polymer, J. Polymer. sci., 11, pp2315-2328(1973)
 4) J. R. YEARGAN, H. L. TAYLOR; The Poole-Frenkel Effect with Compensation present, J. Appl. phys., 39, 12, pp5600-5604(1968)

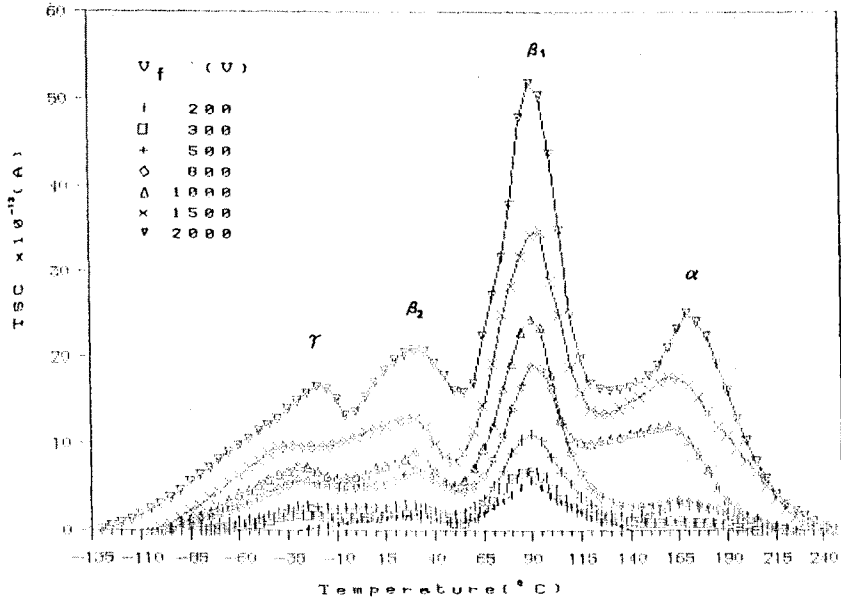


그림 3

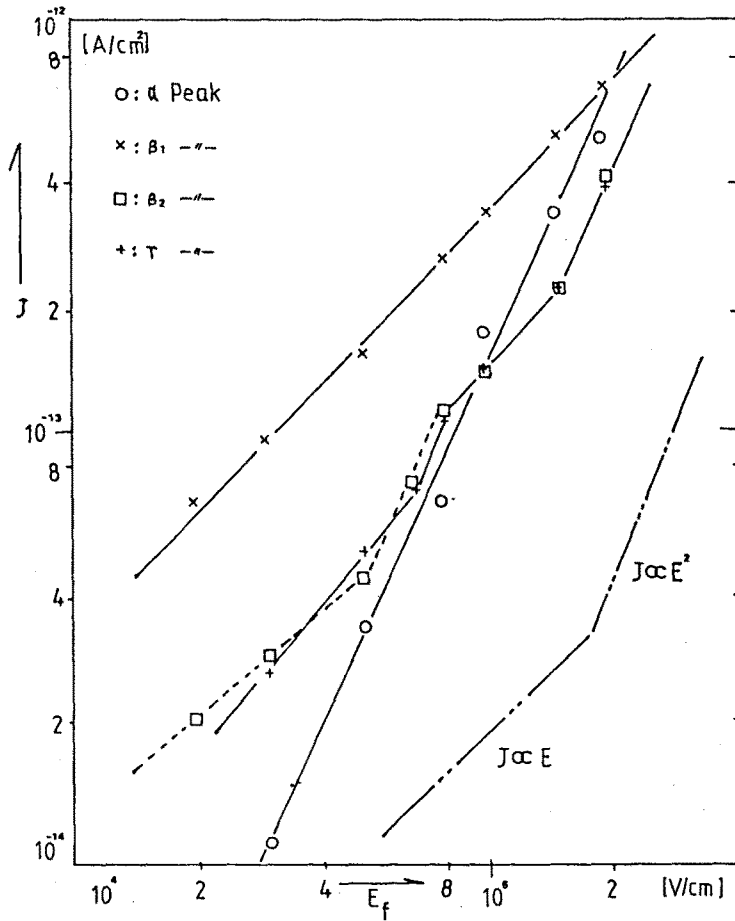


그림 4