

진	경	시*	울산	전문대
박	광	현	삼척	전문대
한	통	근	인하	대학교
이	덕	출	인하	대학교

1. 서 론

일렉트레트 (electret)는 1920년경 왁스류의 전기전도에 관하여 연구하고 있던 일본의 江口씨가 처음 발견한 이래 일렉트레트의 특이한 성질에 대하여 많은 연구자들은 관심을 집중하기 시작하였으며 Gross 는 왁스 일렉트레트에 관한 연구결과들로부터 일렉트레트의 전하이론을 제시하였다.

일렉트레트는 전지와 같이 전류를 추출 할 수는 없으나 전압을 공급해 하는 것은 용이하다. 이러한 성질을 이용하여 현재 고분자 일렉트레트의 공업적 응용에 대하여는 마이크로폰을 중심으로 한 음향변환기기에 가장 많이 이용되고 이외에 방사선선량계, 생체재료, 스위치 및 일렉트레트발전기등 응용 가능한 분야에 관심이 집중되고 있지만 일렉트레트의 고신뢰성과 안정성때문에 아직 실용화의 단계에는 충분히 도달치 못하고 있는 형편이다.

본 연구는 최근 공업용 플라스틱으로 주목을 끌고 있는 폴리술폰(PSP)을 이용하여 코로나 일렉트레트를 형성하였으며 이들의 특성을 일렉트레트의 변화, 외부 바이어스전압에 의한 전기전도 및 열일렉트레트와의 비교등에서 얻은 결과로부터 추정한 기구를 발표한다.

2. 실험

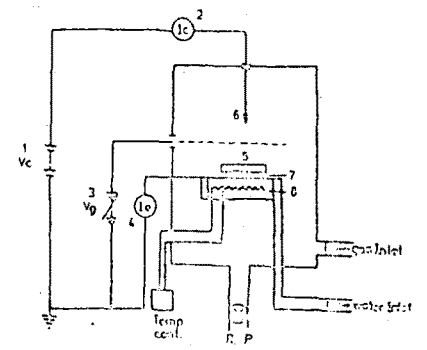
2.1 고분자electret 의 형성방법

고분자electret 의 형성에 가장 잘 알려진 방법에는 고분자를 연화점 또는 유리전이온도까지 가열하고 나서 코로나하전 하던가, pulse 상의 직류고전압 또는 절연파괴전압에 가까운 직류고전압 ( $>1MV/cm$ )을 인가해서 분극시키는 electro electret법등이 있다.

본 연구에서는 electro electret 법을 채택하고 이중에서 코로나 하전수단을 이용하였기에 코로나일렉트레트라 명명 하기로 한다.

2.2 실험 방법

실험 개략도는 그림1. 과 같다.



- 1 corona voltage source
- 2 corona discharge
- 3 screen voltage source
- 4 corona charging current
- 5 specimen
- 6 needle electrode
- 7 electrode
- 8 heater

그림 1. 코로나 대전장치의 개략도

3. 실험 결과

그릿드 인가전압 ( $V_g$ ) 의존성

코로나일렉트레트 형성시 표준실험조건에서  $V_g$  만을 변화시킨 시료로부터 관측된 TSC 를 그림.2에 도시하였다.

그림.2에서 TSC 곡선을 I, II 및 III 영역으로 분류 할 수 있고 I 영역의 TSC 피이크 전류는 전개의존성이 있어 Hetero 전하인 쌍극자의 재배향으로 인한 것으로 추정되고 II 영역은 벌크 내 이온의 미소거리 변위로 인한 이온분극에 기인된다는 보고로써 해석되어진다. II 영역의 TSC 피이크 전류는 I 과 III 영역에서의 전류방향과 역 방향이므로 Hetero 전하가 아닌 코로나대전 중 시료에 주입된 Homo 전하에 기인될 것이라 추정할 수 있고 이와 같이 Hetero 전하와 Homo 전하가 공존하고 있음을 알 수 있다.

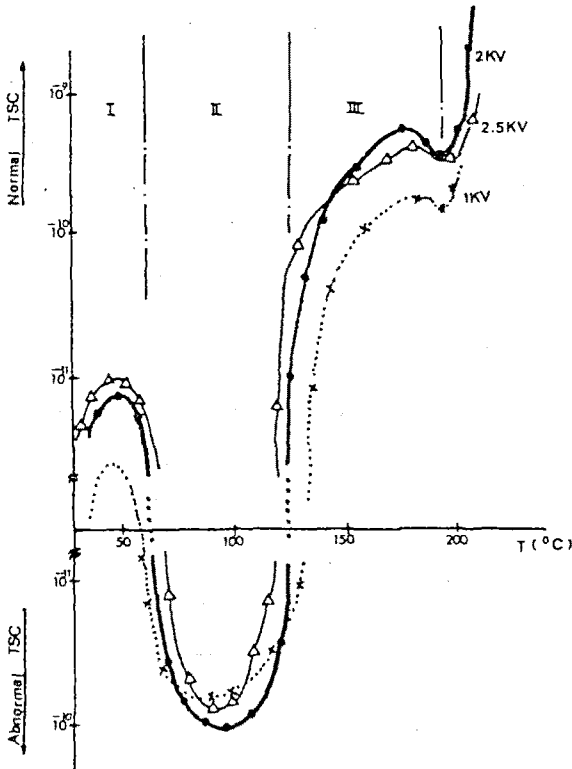


그림 2. 코로나 일렉트레트의 의존성

4. 이론적 고찰

단락 회로에서의 단락전류

공속 - 절연체 - 공속 구조의 시료에 전압을 인가하면 (즉 충전시) 시간의 경과에 따라 감소하는 흡수전류 성분과 정상 전류 성분의 합인 전류가 관측된다. 그리고 이들 양극을 단락하는 경우 단락전류는 일반적으로 충전시의 전류 방향과 반대로 흐르는 소위 정상 단락전류가 흐른다. 외부에서 전압을 인가하지 않고 단락회로에 전류가 흐르는 원인 으로서는 쌍극자의 재배향에 의한 것 이외에 Trap 으로부터 열적으로 해방된 캐리어가 내부공전하전계에 의해서 drift 하든가 혹은 확산에 의해서 이동함으로써 흐른다고 생각할 수 있다. 충전시 내부적으로 여기된 전하가 그림 3 의 abc 에 도시한바와 같이 반대 극성의 전극으로만 향하여 미시적 이동 및 변위를 한다면 충전시에는 Hetero space charge 가 형성 된다. 단락전류가 쌍극자 분극에만 의존하는 경우에는 항상 정상단락전류의 방향으로 된다. Hetero space charge 에서는 단락시 전하의 이동이 그림 4 에 도시한 바와 같이 충전시와는 역방향이 되기 때문이다. 이와 같이 Abnormal 단락전류는 쌍극자의 재배향 즉, Hetero space charge 라는 설명하기 어려우나 그림 4 에시와 같이 트랩 전하가 단락시 어느쪽 전극방향으로부터 주입된 Homo space charge 가 Abnormal 단락전류의 기원이 될 것으로 추정할 수 있다.

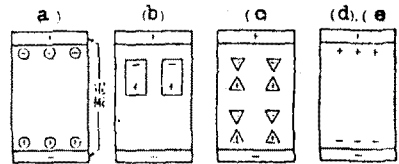


그림 3. 분극의 기구

(a) 이온의 거시적 이동 (b) 쌍극자 배향

(c) 이온의 미시적 변위

(d, e) 전극으로부터 전하 주입, 또는 코로나 하전

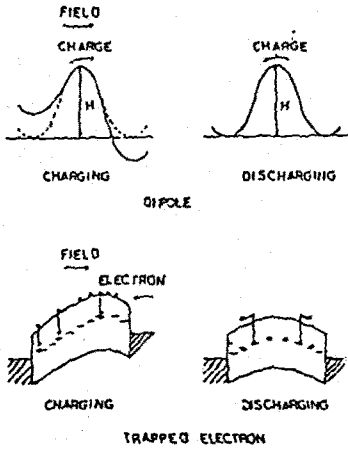


그림 1. 쌍극자 또는 트랩전하에 의한 총 방전 전류

5. 결론  
 내열성 고분자에 속하는 PSF, PET, PI, PES 및 FEP 등 5종류의 고분자를 기중 코로나 방전을 이용하여 코로나 일렉트레트를 형성하고 일렉트레트의 양극을 단락시키고 이로부터 열자극전류를 측정하여 PSF 만이 세영역의 온도범위에서 전류 방전 현상이 있었다. 60°C ~ 130°C의 범위에서는 일반적으로 관측되는 열자극전류 방향과는 다르게 코로나 대전시와 동일방향의 단락전류인 이상 열자극전류가 관측되었기에 이의 기구를 해석하고자 평한 실험 결과를 요약하면

(1) 동일 실험조건으로 형성된 정코로나 일렉트레트에서는 이상 열자극전류가 관측되지 않았다. 즉 국상효과가 있었고 코로나 대전 시료와 미처리 시료로부터의 전기전도 측정에서 대전시료가 매우 큰 전기전도를 보였다. 이들 결과로부터 이상 열자극전류는 전극으로부터 주입된 전하에 기인된다는 사실을 제시하고 있다.

(2) 이상 열자극전류는 이온의 발생과 이동에 영향을 주는 형성온도에 많은 관련이 있었다. 이는 상기(1)항의 사실을 지시함을 알 수 있다.

참고 문헌

- 1) B.Gross; Charge of electret CHEM. phys 17 (1949) or J.A. phys. 43, 51
- 2) H.J.Wintle; Introduction to electrets, J.Aco. soc. of America, 53.6. (1973)
- 3) 정기현 : plastic 의 이론과 실제 (1979) 보진재
- 4) 이덕출 외 3 : 코로나 대전된 폴리술폰의 표면 전위 광쇠에 관한 실험적 고찰 대한전기학회지 33-7-4 (1984)
- 5) 이덕출 외 2 : 고온영역에서 내열성 고분자에 가동 이온의 거동. 대한전기학회지 31-11-5 (1982)