

**창 립**  
40주년학술대회  
논문 87-H-20-5

플라즈마중합 PPMMA의 전기전도거구에 관한 연구

박재훈<sup>o</sup> 박광현 한상옥 이덕출  
인하대 삼척전문대 충남대 인하대

The study on electrical conduction mechanism of plasma-polymerized methyl methacrylate (PPMMA)

Jae-Youn Park<sup>o</sup> Kwang-Heun Park Sang-Ock Han Deok-Chool Lee  
Inha Univ Samcherk Tech.J.Col. Chungnam Univ Inha Univ

ABSTRACT

Transient conduction current (I - t characteristics) were measured in thin PPMMA (plasma-polymerized methyl methacrylate) films over the temperature range 60°C - 140°C and the applied voltage range 3V - 30V. The current, which increased with temperature rise at constant applied voltage, showed less absorption current (current decay with time) at higher temperature region compared with those at lower temperature region. And the current, which increased with applied voltage rise at the constant temperature, showed less absorption current at higher voltage compared with those at lower voltage. The electric field current density characteristic curves were obtained from the conduction current values were after applying voltage for 30 minutes. And transient conduction currents were analyzed with high field conduction theories.

1. 서론

플라즈마중합법은 유기물질이나 무기물질등을 중합하는 방법으로 주목되고 있으며 특히 플라즈마중합법은 종래의 화학적 방법에 의한 중합법보다 내열성, 내마모성이 우수하며 편몰이 거의 없는 균일한 박막을 작성할수 있으므로 전자 및 전기재료로서 응용분야가 광범위하며 특히 최근에는 의료재료로서도 연구가 진행되고 있다. 일반적으로 유기박막을 전기전도 거구연구에 사용하는 것은 난용 인가전압에 고 전계를 얻을수 있는 것과 인가전압이 낮기때문에 고전압방전기 설계가 어렵기 때문에 실용적외 안전장치나 냉각기 및 그외 측정기술상의 잇점이 있어서 고분자의 고전계 전기전도거구해석의

있어서 고분자의 고전계 전기전도거구해석의 수단으로 주목되고 있다. 따라서 글로우방전중합막 (plasma 중합막)과 화학중합막의 분자구조, 고체구조는 많은 차이가 있을것이라고 생각되기 때문에 plasma 중합막의 전기전도거구를 화학중합막에 적용할수 없다. 플라즈마중합법에 의한 박막은 지금까지는 주로 직접법에 의한 중합막에 대해서 전도특성을 해석해 왔다. 그래서 전압 V 와 전류 I와의 사이에  $I = C_0 V^a$  ( $a = 1.0 \sim 1.5$ ,  $C_0$ 는 재료에 의해서 결정되는 정수) 인 관계가 광범위한 전계영역에서 성립되는 것으로 보고되고 있다.

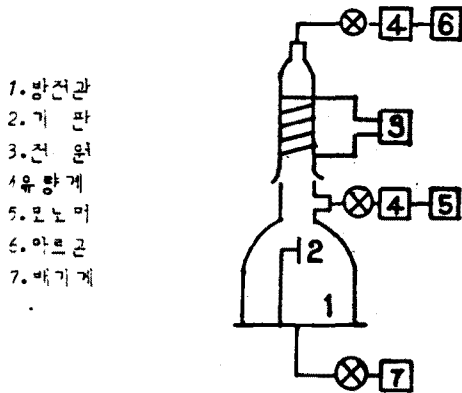
고전계 전기전도에 대해서 Bashara 등이 폴리부타디엔 중합막에서 trap 이 있는 경우의 공간전하제한전류(SCLC) 이론을 사용해서 전기전도가 설명될수 있다고 보고했고, Hira 등 은 폴리악릴리트 필름 중합막의 전기전도를 Poole - Frenkel 효과에 의해서 설명하고 있다. 또 Mann 은 전자 beam 에 의한 실리콘 폴리머 중합막의 전기전도특성이  $\log J \propto E$  (J는 전류밀도, E는 전계, a는 정수)의 관계를 만족시키므로 Schottky 방출형 전류이론으로 설명할수 있다고 보고하고 있다. 이와같이 유기박막의 전기전도에 관하여 여러가지 전기전도 거구가 제창되고 있지만 그 적합성에 관해서는 충분하지 않다. 유기박막에서는 분자구조와 고체구조가 충분히 확립되어 있지 않지만 그 지배적인 전도거구를 물성적으로 추론하는 것은 어려운 상태이므로 구 전기전도 거구의 적합성에 대해서 이론적으로 고찰하고자 한다.

2. 실험

2-1 플라즈마 중합막의 작성

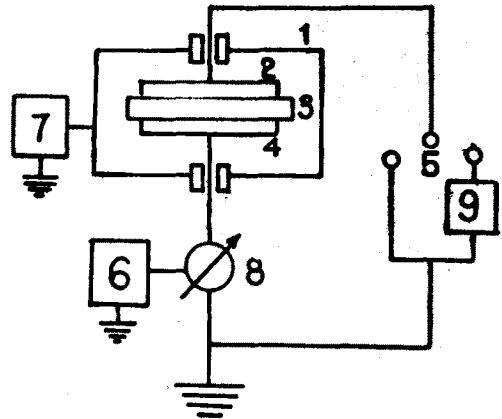
2-1-1 플라즈마 중합장치

본 연구에서 사용한 중합장치는 극막의 안정성이 좋고 제조상 유리한 무전극형을 사용했으며 중합장치 개략도는 그림1과 같다.



1. 방전관
2. 기판
3. 전원
4. 유량계
5. 모노머
6. 아르곤
7. 배기계

그림 1. 장치의 개략도



1. Shield chamber 2. Upper electrode 3. Specimen
4. Down electrode 5. Switch 6. Recorder
7. Temperature controller 8. Electrometer 9. D.C.P

그림 2 Structure of measurement apparatus

2-1-2 시료 작성

본 실험에서 사용한 유기모노머는 일본 순정 화학제 순정 1급 methyl metacrylate를 광양정 방법으로 정제를 해서 사용 하였다. 시료의 작성방법은 다음과 같다.

(1) 유리기판위에 하부전극으로 Al을 폭 3 mm 되도록 전공작하여 전극을 만들고 반응관 내부이 고압시킨다.

(2) 트라이아미노 모노머를 냉각시킨 상해 액서 트라이아미노와 확산펌프 반응관과 모노머 용기를  $10^{-4}$ Torr 정도로 배기하여 난류 불순물을 제거한다.

(3) 배기계를 차단한후 가열하여 증기압을 높은 모노머 가스와 아르곤 가스를 각각 60 cc/min, 20 cc/min 으로 반응관 내로 유입시키고 반응관 내부의 압력을 1Torr 로 유지하고 증합을 시작한다.

(4) 30분간 증합을 한후 전원및 모노머 유입을 차단하고 다시 수분과 배기한후 시료를 꺼낸다.

(5) 알미늄으로 폭 3 mm 되도록 전극을 증착하여 시료를 완성한다.

2-2 측정

2-2-1 측정장치

본 연구에서 사용한 측정장치의 개략도는 그림 3과 같다.

2-2-2 측정방법

(1) 전도전류 측정

전계를 인가하고 충전전류  $I_c$  를 온도를 변화시키면서 측정 하였다.

(2) 두께측정

시료를 물드에 삽입한후 그 표면을 감아서 SEM 을 찍어 두께를 측정 하였다.

3. 결과

본 연구의 결과는 다음과 같다.

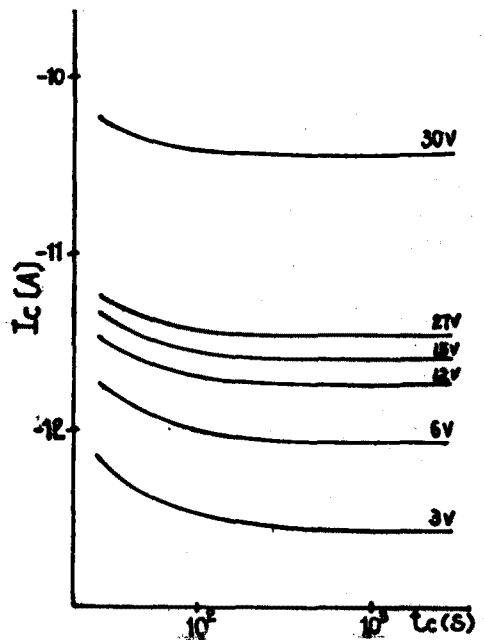


그림 3. Transient conduction currents

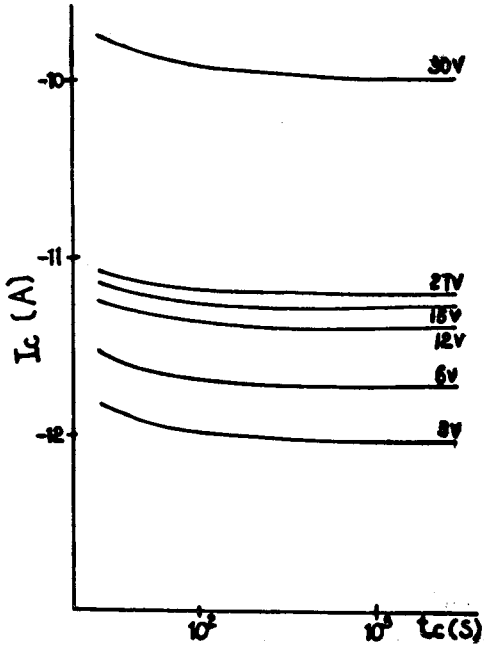


그림 4. Transient conduction current

4. 결론

(1) PPMMA 의 J - t 특성은 고온도, 고전계에서는 전압 인가후 단시간 내에 전류가 임정치에 도달하지만 저온도, 저전계에서는 전류가 시간이 따라 계속 감소하는 경향을 보였다.

(2) PPMMA 의 J - E 특성에서 전도전류는 전계의 증가에 따라 비례하는 영역과 포화하는 영역 그리고 약  $10^6$  V/cm 에서 급상승하는 영역으로 구분됨이 관측되었다.

참 고 문 헌

- 1) B.Chapman ; Glow discharge process A.Willey (1980)
- 2) J.F.Hollahn, et al ; Tech. and Appl. of Plasma chemistry A.Willey (1976)
- 3) E.G.Linder, A.P.Davis ; "Reactions of Hydrocarbons in the Glow Discharge", J. Phys., Chem., vol.35, 3649 (1931)
- 4) S.Morita, S.Hatto i and Ieda, "Plasma Polymerization and its Application" ISIAT'82, 6th Sympsiom, 253
- 5) Jerome Goodman, "TheFormation of Thin Polymer Films in the Gas Discharge", J. poly. Sci. Vol. XLIV, ISSUE 144(1960)
- 6) M.Ieda, "Electrical conduction and

- 6) M.Ieda, "Electrical conduction and carrier traps in polymeric materials", "IEEE. Trans EI, Vol. EI-19 No.3, June 1984
- 7) Teruo Miyamoto and Kyoichi Shibayama, "Free volume model for ionic conductivity in polymers" J. appl. Phys, vol.44, NO.12, December (1973)
- 8) 이덕출외2, "플라즈마중합법에 의한 유기박막의 성장기구에 관한 연구", 대한전기학회 논문지, Vol.36, No.29 (1987)
- 9) 이덕출외1, "플라즈마중합법에 의한 유기박막의 유전특성에 관한 연구", 대한전기학회논문지, Vol.36, No.4 (1987)
- 10) 일본전기학회, "유전체연상론", (1976) P.P 220 - 241
- 11) 동경학원동인, "플라즈마중합" (1986) P.P 129 - 212