

플라스마공중합 유기박막의 전기전도도에 관한 연구
A Study on the Electrical Conduction of Plasma-Co-Polymerized
Organic Thin Film

육재호* 박상현
박재운 이덕출

인하대 경남대
인하대 인하대

Jae-Ho Yuk* Sang-Hyun Park Inha Univ. Kyungnam Univ.
Jae-Yun Park Deok-Chool Lee Inha Univ. Inha Univ.

Abstract:

In this study, the electrical conduction properties of plasma-polymerized (MMA+Styrene) thin film have been investigated.

The measurements of transient conduction currents were carried out in the temperature of 50 to 150°C at electric field of 10^4 to 10^6 V/Cm.

The electric field-current density characteristic curves were divided into three regions -ohmic region, child region, sudden-increasing region.

It is shown that the conduction mechanism of this thin film is in good agreement with SCLC (space charge limited current) model by applying the high field conduction theories.

1. 서론

최근 반도체를 비롯한 모든 재료의 처리 및 신물질의 제조에 있어서 기체 플라스마를 이용하는 기술의 개발이 활발히 연구되고 있으며 그 것에 대응해서 재료공업계에 큰 기술혁신을 가져다 주고 있다.

이것을 크게 구별해 보면 고온 플라스마와 저온 플라스마로 나눌 수 있다. 전자는 고온, 고열을 이용하는 것이며 플라스마 용접, 접단등에 이용되고 후자는 광섬유화중의 플라스마 여기반응을 이용하여 플라스마 CVD, 플라스마 에칭, 플라스마 증착등에 응용되고 있다. 이중 플라스마 중합은 유기 모노머 가스중에서 글로우 방전을 일으켜 유기 고분자 박막을 제작하는 것인데 전자기기 및 부품의 소형화와 고신뢰성의 요구에 따라 크게 주목되고 있는 박막제조 기술이다.

이렇게 얻어진 플라스마 중합 유기박막은 가장 큰 특징으로 고도로 가공결한 망목구조를 가지고 있으며 편모가 거의 없고 비정질이며 기판에의 접착력이 우수하고 박막의 두께를 쉽게 조절할 수 있다. 그리고 종래의 방법으로 제작한 고분자 박막에 비해 내열성, 내약품성, 내마모성 등이 우수한 특징을 지니고 있다.

이러한 특징을 이용하여 다층구조 LSI 의 층간 절연 및 박막 콘덴서용 유전체, 보호막, 반투막,

광택도막층으로의 응용을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

요즘은 전기기기가 고전압화 되고 전자 디바이스에 쓰이는 재료가 박막화 됨에 따라 유전재료도 대단히 높은 고전계속 에 쓰이는 경우가 많게 된다. 그래서 전도전류는 증가하게 되고 절연 파괴에 이르게 되기도 한다. 따라서 유전재료의 전기전도에 대한 이해가 매우 중요시 되고 있다. 따라서 본 연구에서는 플라즈마 중합법 중 부전극 박식을 이용해서 Methylmethacrylate 와 Styrene 을 공중합시켜 박막을 작성했으며 전기전도 기구 및 이론을 도입하여 고전계 전도 기구 를 해석하였다.

2. 실험

a) 시료작성

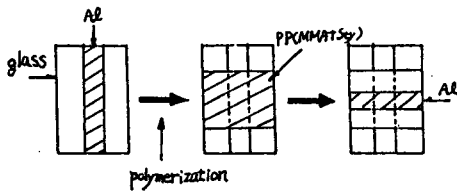
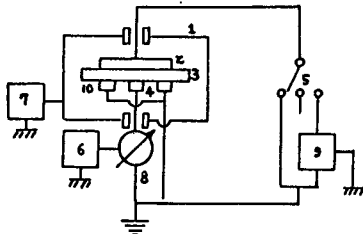


그림1) Formation of Specimen for measurement

. polymerization condition

monomer	MMA(0.5)+Sty(0.5)
gas pressure	0.7 torr
Ar	50cc/min
frequency	13.56 MHz
duration	70 min

b) 측정방법



1. Shield Chamber
2. Upper Electrode
3. Specimen
4. Down Electrode
5. Switch
6. Recorder
7. Temperature Controller
8. Electrometer
9. D.C power supply
10. Guard Electrode

그림2) Measurement apparatus

온도와 전계를 파라메타로 하여 전류를 측정 하였으며 측정전류는 전계인가후 10분후의 값을 측정 분석하였다.

3. 실험결과

3-1. E-J 특성

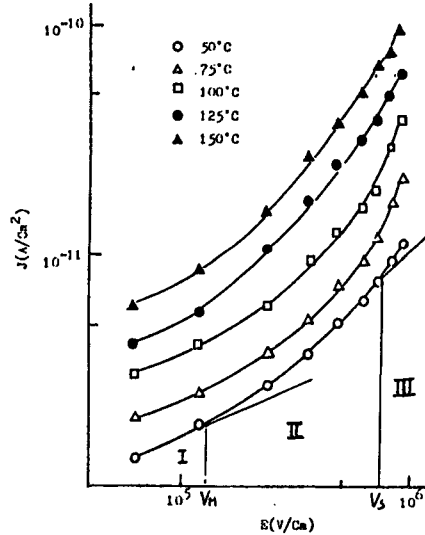


그림3) E-J characteristic curves

오염법칙을 만족하는 저전계 영역 I 와 $J \propto E^n$ 을 만족하는 고전계 영역 II, III 으로 구분할 수 있으며 이 고전계 영역에서는 $J \propto E^2$ 인 차임드 영역 II 와 전류급증 영역 III 으로 구분할 수 있다.

3-2. 고전계 영역의 전기전도 기구 해석

. 전자성 전도 a) Schottky 형

$$J = A_s T^2 \exp\left(-\frac{q\phi_B}{kT}\right) \exp\left(\frac{qE}{kT}\right)$$

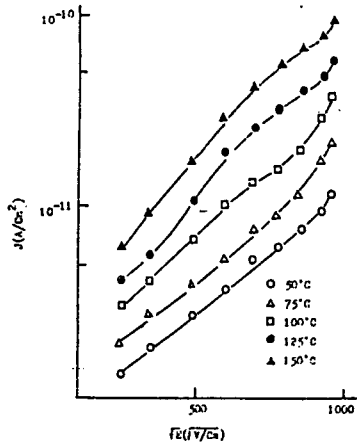
$$\lg J \propto E$$

b) Poole-Frenkel 형

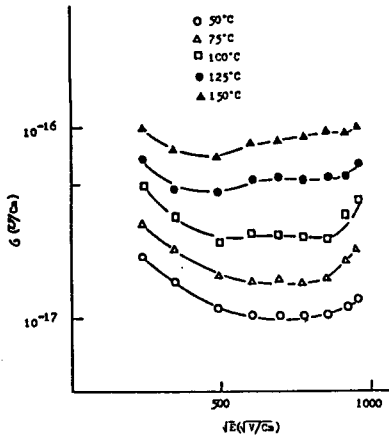
$$G = \alpha \exp\left(-\frac{q\phi_B}{kT}\right) \exp\left(\frac{qE}{kT}\right), \lg G \propto E$$

c) Tunneling
 $J = A_0 E^2 \exp(-\frac{q\phi}{kT}), \log J \propto \frac{1}{E}$
 d) SCLC
 $J = \frac{q n \epsilon \mu V^2}{L^3}, J \propto E^2$

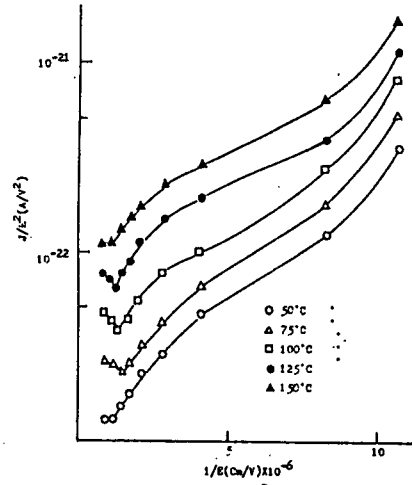
이온성 전도
 $J = A \exp(-\frac{U}{kT}) \exp(\frac{qE}{2kT}), \log J \propto E$



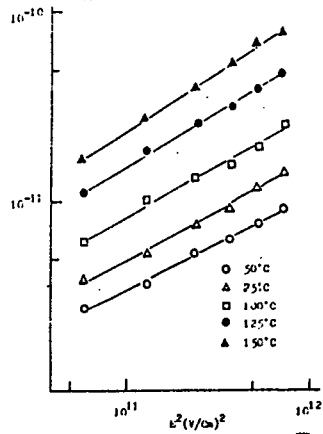
그림(4) Schottky plot



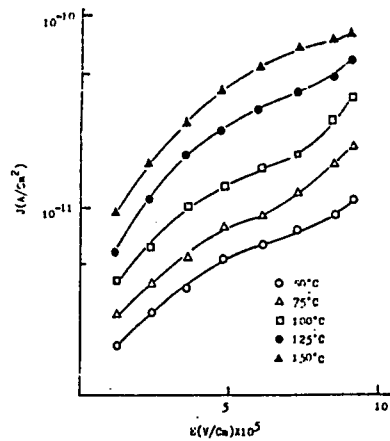
그림(5) Poole-Frenkel plot



그림(6) Tunnel plot



그림(7) SCLC plot



그림(8) Ionic plot

4. 결 론

- 1) 일정 시간에서의 도전전류 값을 취하여 얻어진 전계-전류밀도 특성은 전계의 세기에 따라 다음의 세 영역으로 구분된다.

- (I) $J \propto E$ (오염영역)
- (II) $J \propto E^2$ (차입드 영역)
- (III) $J \propto E^n$ (전류급증 영역)

- 2) PP(MMA+sty) 박막의 고전계 도전성은 고전계 전도이론을 도입하여 해석한 결과 SCLC (공간전하 제한전류) 형이 가장 잘 일치하였다.

참 고 문 헌

1. IEEE TRANS. ON ELECTRICAL INSULATION, Vol.EI-8, No.1, pp.10-16 (1973)
2. J.Appl. Phys. Vol.35, No.7, pp.2179-2180 (1964)
3. J.J. Appl. Phys. Vol.24, No.8, pp.988-996 (1985)
4. J.Appl. Phys. Vol.43, No.3, pp.1178-1185 (1972)
5. J.Chemical Phys. Vol.43, No.3, pp.983-987 (1965)
6. プラスチック反応による物質合成と処理
-理化学研究所 pp.103-180
7. J.Appl. Phys. 49(11) pp.5617-5623 (1978)
8. 정전기 학회지 Vol.7, pp.375-390 (1983)
9. J.Appl. Phys. 60(1), pp.318-326 (1986)
10. J.Poly, Sci. Vol. XL,IV, pp.551-552 (1960)