

말레에이트계 공중합체 LB초박막의 이방성 전기전도 특성

김도균, 이을식, 최용성, 장정수*, 권영수
 동아대학교 전기공학과, *경일대학교 전기공학과

Anisotropy Electrical Conduction Characteristics of Maleate Copolymer LB Films

Do-Kyun Kim, Eu-Sik Lee, Yong-Sung Choi, Jeong-Soo Chang*, Young-Soo Kwon
 Dept. of Electrical Eng., Dong-A Univ., *Dept. of Electrical Eng., Kyung-Il Univ.

Abstract - We deposited maleate copolymer films by using Langmuir-Blodgett(LB) method. The deposition status of LB films were verified by the measurement of capacitance which was increased with the number of layers. And, we have investigated anisotropy electrical conduction characteristics of maleate copolymer LB films by I-V measurement for perpendicular direction and horizontal direction.

의 잔유물은 4.9[%]이다. 용매로서는 클로로포름을 사용하여 농도를 1[mmol/l]로 만들었다.

1. 서론

Langmuir-Blodgett(LB)법에 의해 제작된 LB막의 경우, 먼저 고려해야할 점은 안정도(기계적 강도, 내열성, 내구성 등)의 문제이다. 필자들은 말레에이트계 합성고분자(C₁₈MA-VE₂)에 대한 LB막의 누적특성을 조사하여 열적·기계적 안전성을 이미 확인하였다.[1]

본 논문에서는 가스센서로서의 응용을 목적으로 다중 이온 착체 형성을 위한 카르복실기 외에 친수성의 에틸렌글리콜 부분을 축쇄로 가지고 있으며, 플루오루알킬 사슬도 도입할 수 있는 말레에이트계 공중합체(C₁₈MA-VE₂)를 시료로 사용하였다.

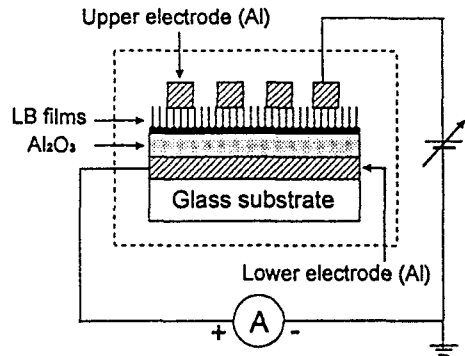
π -A 등온선을 측정하여 누적조건을 확인하였으며, LB막을 제작한 후 정전용량을 측정하여 LB막의 누적특성을 평가하였다. 또한, 수직 및 수평 방향에 대한 I-V 측정을 한 결과 LB막의 수직방향에 대한 도전율은 약 10⁻¹⁴[S/cm]정도였고, 수평방향에 대해서는 약 10⁻⁷[S/cm]정도이므로 약 10⁷ order 정도의 이방성 전기전도 특성이 있음을 확인하였다.

2. 본론

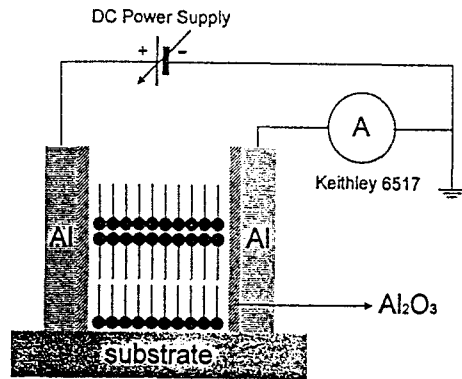
2.1 시료 및 실험방법

본 실험에서는 C₁₈MA-VE₂를 시료로 하여 LB초박막을 제작하였다.

C₁₈MA-VE₂의 분자량은 514[g]이며, 유리전이온도(T_g)는 43[°C]이고, 700[°C]까지 온도를 올렸을 때



(a)



(b)

Fig 1. Electrode structure for deposition of LB films and I-V measurement circuit

(a) perpendicular direction structure
 (b) horizontal direction structure

C₁₈MA-VE₂의 누적이 가능한 표면압은 약 30[dyne/cm]이며, 극한 단면적은 약 45[A²/mole] 정도였다.

LB막의 누적을 위한 기판으로는 아세톤과 증류수로 초음파 세척을 한 현미경용 slide-glass를 친수성 처리하여 사용하였다. 수직방향 및 수평방향에 대한 전기적 특성의 측정을 위해 그림 1과 같이 Al을 사용하여 6×10⁻⁵[Torr]의 진공도에서 증착하여 전극을 구성하였다. LB막은 NEL사의 Moving Wall Type 장치를 이용하여 LB막을 누적하였다. 전압-전류 특성은 Keithley 6517을 사용하여 측정하였다.

2.2 실험결과 및 검토

기판에 LB막이 양호하게 누적되었는지를 확인하기 위한 방법으로 정전용량을 측정하였다. 그림 2는 제작된 시료의 수평방향에 대한 정전용량을 주파수 1[KHz]에서 각 층수별로 측정하여 LB막의 누적층수 N과 시료의 정전용량 C_r과의 관계를 나타내었다.

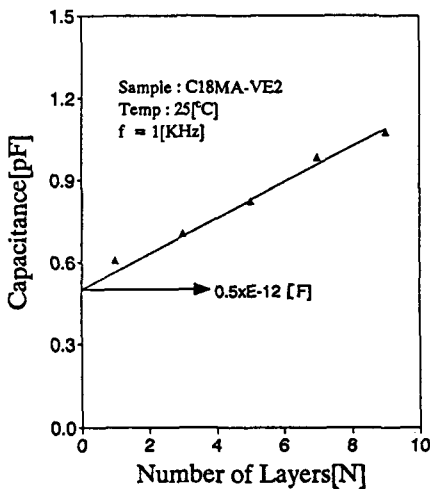


Fig 2. Capacitance of LB film vs. number of layers for horizontal direction

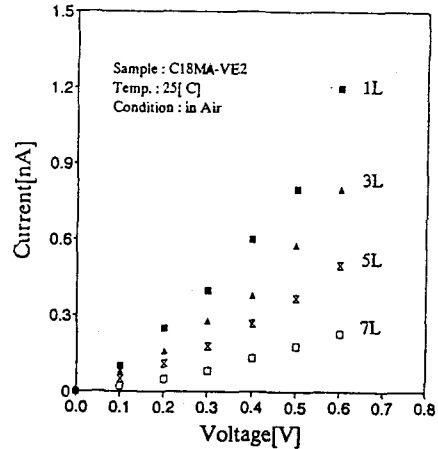
시편의 정전용량 C_r, Al₂O₃의 정전용량 C_{ox}, LB막의 정전용량 C_{LB}와 유리 기판의 정전용량 C_g에 대한 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_r = \left(\frac{1}{\frac{2}{C_{ox} \cdot N} + \frac{1}{C_{LB} \cdot N}} \right) + C_{g1} \quad (1)$$

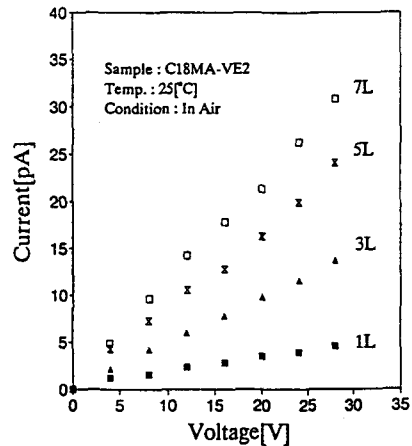
식(1)의 결과에서 정전용량 C_r은 LB막의 누적층수 N에 비례함을 알 수 있다. 따라서, 막의 누적층수가 증가함에 따라 정전용량 값이 비례적으로 증가하는 것으로 보아 막이 양호하게 누적되어 있

음을 알 수 있다.

그림 3은 전압-전류 특성으로서 그림 1의 수직방향 및 수평방향의 측정회로를 이용하여 측정하였다. 수직 및 수평방향에 대한 전압-전류 측정은 전압을 인가하여 전류값이 안정되었을 때의 값을 plot 하였다.



(a)



(b)

Fig 3. I-V characteristics of LB films
(a) perpendicular direction properties
(b) horizontal direction properties

그림 3(a)에서 알 수 있듯이 수직방향에 대한 전압-전류 특성은 동일한 전압 인가에 대해 전류값은 누적층수가 증가할수록 감소하는 현상을 나타내고 있다. 이것은 LB막이 누적되어 증가할수록 저항이 증가하는 것을 의미하는 것으로 LB막의 누적이 양

호하다는 것을 나타낸다.

그림 3(b)는 수평방향에 대한 전압-전류 특성을 나타내는 것으로 수직방향과 반대로 동일한 전압인가에 대해 누적 층수가 증가할수록 전류가 비례적으로 증가하였다. 이것은 LB막의 누적 층수가 증가할수록 누적된 LB막의 전극면적이 증가하기 때문에 상대적으로 전류가 증가하는 것으로 생각된다.

그림 3(a)에서 전압-전류 특성의 기울기로 부터 저항 R_N 을 구하면 수직방향의 도전을 σ_{\perp} 은 다음과 같이 구할 수 있다.[2]

$$\sigma_{\perp} = \frac{d_{ox} + l \cdot N}{R_N \cdot S} \quad (2)$$

여기서 l 은 LB막의 1층의 두께, R_N 은 N 층의 저항값, S 는 전극면적으로 $0.2[\text{cm}^2]$ 이며, d_{ox} 는 Al_2O_3 의 두께이다.

그림 3(b)에서 저항 R_N 을 구하면 식(3)에 의해 수평방향에 대한 도전을 σ_{\parallel} 을 구할 수 있다.

$$\sigma_{\parallel} = \frac{d_{ele}}{R_N \cdot S_0 \cdot N} \quad (3)$$

여기서 d_{ele} 은 측정 전극간의 거리이며, S_0 은 누적된 LB막의 전극면적으로 1층당 면적은 약 $4.5 \times 10^{-7}[\text{cm}^2]$ 이다.

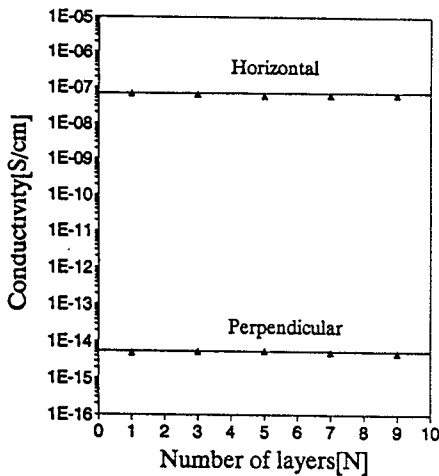


Fig 4. Anisotropy electrical conduction characteristics of $\text{C}_{18}\text{MA-VE}_2$ LB films

그림 4는 식(2)와 (3)을 이용하여 $\text{C}_{18}\text{MA-VE}_2$ LB막의 수직·수평방향에 대한 전기전도도를 누적 층수에 따라 각각 나타낸 것이다. LB막의 수평방향에 대한 도전을 약 $10^{-7}[\text{S/cm}]$ 정도였으며, 이 값은 반도체성 물질에 상당한 크기이다.[3] 수직방향

에 대한 도전을 약 $10^{-14}[\text{S/cm}]$ 정도의 order로서 절연성을 나타내고 있어 수평방향과는 약 10^7 order 정도의 차이가 있었다.

3. 결 론

$\text{C}_{18}\text{MA-VE}_2$ 를 성막물질로 LB막을 제작한 후 수직 및 수평방향에 대한 전기적 특성을 측정된 결과 LB막의 수직방향에 대한 도전을 약 $10^{-14}[\text{S/cm}]$ 정도였고, 수평방향에 대한 도전을 약 $10^{-7}[\text{S/cm}]$ 정도였다. 즉, 수직 및 수평방향에 대해서는 약 10^7 order 정도의 이방성 전기전도 특성이 있음을 관측하였다.

본 연구는 한국과학재단 연구비(과제번호 : 951-0911-004-2)의 지원에 의해서 수행되었음

(참 고 문 헌)

- [1] Y. S. Kwon, et al, "Deposition Status Evaluation of Copolymer LB Films by Using QCM and Organic Gas Response Characteristics", T.KIEE, Vol.12, p.1638, 1995
- [2] 권 영수, et al, "LB초박막의 누적기술과 이방성 전기전도", 전기학회논문지, 40권, 1호, pp.82~90, 1991
- [3] 省部博之, "導電性高分子材料", CMC, 1983, p.2