

PBDG 유기초박막의 유전율 측정에 관한 연구

송진원*, 이경섭

*동신대학교 대학원 전기전자공학과, 동신대학교 전기전자정보통신공학부

A Study on the Dielectric Constant Measurement of PBDG Organic Ultra Thin Film

Jin-Won Song*, Kyung-Sup Lee

Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.

Abstract - This paper, experiment manufactures device of Metal/Poly- γ -Benzyl D-Glutamate Organic Films/Metal structure using PBDG and I-V properties and C-F properties.

The I-V characteristic is measured that approve voltage from 0 to +2[V] of device and the distance between electrode is larger, could know that small current flow and thin film could know that had insulation property.

C-F characteristic has each other affinity between the polarization amount and frequency. Dielectric constant of MIM device could know by dipole that is voluntary polarization of LB film that polarization is happened. The capacitor properties of a thin film is better as the distance between electrodes is smaller.

1. 서 론

유기 초박막을 제작하는 기술로 유기 단분자를 수면 위에 전개시켜 분자두께의 단분자막을 고체 기판 위에 한층 또는 다층으로 누적하는 방법인 Langmuir-Blodgett (LB)법이 있다.⁽¹⁾⁻⁽³⁾ LB박막은 방향성이 우수한 분자막을 형성할 수 있는 장점을 지니고 있으며 최근에 전기전자소자, 열전소자 및 바이오센서 등의 기능성 분자소자에의 응용가능성이 밝혀지면서 활발한 연구가 이루어지고 있다. 유기 초박막을 이용하여 소자로 응용하기 위해서는 초박막의 전기적 특성 등을 이해하고 있어야 하므로 이에 대한 기초적인 연구가 필요하다.⁽⁴⁾⁻⁽⁶⁾

전기적 특성을 측정하기 위해서는 금속/유기 초박막/금속(metal/organic thin film/metal)의 소자를 제작하여야 한다. 본 연구에서는 소자 제작을 위해 진공증착으로 금속전극을 증착하였으며 LB법을 이용하여 유기 초박막을 성막하였다.

제작된 소자의 전기적 특성은 I-V특성, 주파수-정전용량특성, 누적층수와 1/C관계에서 유전특성을 측정하였다.

2. 본 론

2.1 시료 및 장치

그림 1은 본 연구에 사용된 PBDG(Poly- γ -Benzyl D-Glutamate)의 분자구조이다. PBDG는 생체막 재료로 알려진 인공지질로서 지방질의 소수기와 Carboxyl(COOH)기를 갖는 친수기 물질로 구성되어 있다. 용매로 클로로포름을 사용하여 0.1 mmol/L의 농

도로 조성하였으며 20℃, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켜 측정하였다.

그림 2는 Cr-Au/PBDG/Al의 MIM구조의 디바이스이며 실험에 사용된 기판은 Slide glass(13×38×1 mm)이며, 하부전극으로는 Cr과 Au를 2.1×10⁻⁵ torr에서 증착한 후 친수처리를 하였다. 수면위에 시료를 전개한 후 약 10분 정도의 안정시간을 유지한 후 barrier speed 20mm/min, dipper speed up - 5mm/min, down - 8mm/min의 속도로 압축하여 제막하였으며, 상부전극으로는 Al을 2.3×10⁻⁵ torr에서 진공증착하였다.

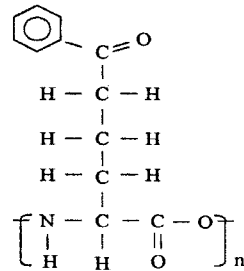


그림 1. PBDG의 분자구조
Fig. 1. Molecule structure of PBDG

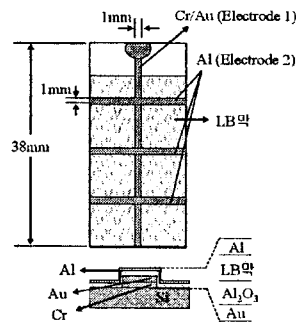


그림 2. Cr-Au/PBDG/Al의 구조
Fig. 2. Structure of Cr-Au/PBDG/Al

누적된 LB막의 I-V측정을 위하여 MIM구조의 디바이스를 알루미늄 실드박스에 장착하였으며, electrometer (Keithley Instruments, Ins., model 6517)를 사용하여 0~+2[V]범위에서 0.2[V]씩 승압하여 측정하였다. 정전용량 측정은 Impedance Analyzer(HP

4192A LF)를 사용하여 주파수를 1~25kHz범위에서 100Hz씩 증가시키며 측정하였다.

2.2 결과 및 고찰

그림 3은 시간에 따른 표면압과 분자당 점유면적을 측정 한 것이다. 제막조건인 6(mN/m)까지 압축을 하였으며 표면압이 제막조건에 가까워지면서 정밀하게 조절되는 과정을 거쳐 dipper가 up, down stroke 동작을 하면서 분자들이 고체 기판에 전이되어 가는 것을 볼 수 있다. 수면 위에서 분자당 점유면적의 감소형태가 선형적으로 나타나는 것을 보아 유기 단분자막이 기판에 잘 전이되었음을 알 수 있었다.

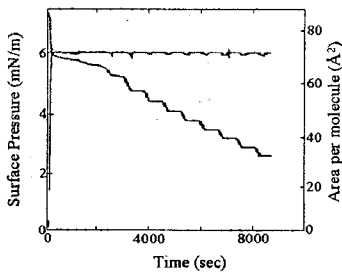


그림 3. 누적전이비

Fig. 3. Deposition of transfer ratio

그림 4는 Au/Poly- γ Benzyl D-Glutamate/Al소자에 전압을 인가하여 검출된 I-V 특성으로, Poly- γ Benzyl D-Glutamate를 Y type으로 1, 3, 5, 7, 9층 누적하였으며, 제작된 소자에 0~+2[V]범위에서 0.2[V]씩 승압하면서 측정하였다. 인가전압에 따라 전류는 비례하여 증가하였으며, 누적층수가 많을수록 전극과의 거리가 클수록 최대전류의 크기가 적게 나타남을 알 수 있었다. 1층인 경우에는 비교적 저전계 영역에서 ohmic특성이 명확하게 나타나지 않았으며, 누적층수가 증가함에 따라 전극사이의 거리가 증가함으로써 발생 전류도 적게 나타나는 것을 알 수 있었다.

전하량은 두 도체 사이에 유전체를 두면 유전체의 축적 두 전극 사이의 전압 차에 비례하고 전극 면적 S와 상부전극과 하부전극 사이의 거리 d, 유전체의 성질에 의존하게 되며, 식 (1)과 같게 된다.

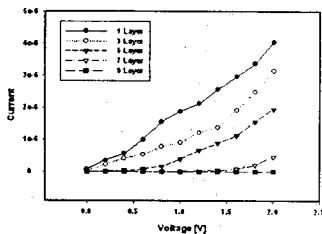


그림 4. I-V특성

Fig. 4. I-V characteristics

$$C = \frac{S}{d} \epsilon_0 \epsilon_r \quad (1)$$

Cr-Au/PBDG/Al구조의 정전용량을 1/C-N(LB막의

두께)의 관계로 나타내면 식 (2)와 같다.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_x} = \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon_r S} N + \frac{d_{Al}}{\epsilon_0 \epsilon_r A_1 S} \quad (2)$$

본 실험에서 사용된 소자의 등가회로(그림 2)를 보면 하부전극 Al의 표면에는 Al_2O_3 의 자연산화막이 형성되는데 그 두께(d_{Al})는 50[Å]정도이고, 비유전율($\epsilon_{r,Al}$)은 약 8이며, 진공중 유전율(ϵ_0)은 8.854×10^{-12} [F/m]이다.⁽⁷⁾

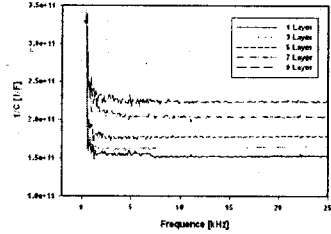


그림 5. 주파수에 따른 정전용량

Fig. 5. Capacitance by frequency

그림 5는 누적된 유기박막의 주파수 변화에 따른 정전용량의 관계를 나타낸 결과이다. 측정된 정전용량 1/C의 값은 누적 층수에 따라 약 $1.5 \sim 3.3 (\times 10^{11} F^{-1})$ 범위에서 나타났으며 누적층수가 많을수록 정전용량의 값이 작아지는 경향을 나타내고 있는데 이는 식의 결과를 만족함을 알 수 있었다.

그림 6은 누적층수에 따른 1/C이다. 누적층수가 증가할수록 1/C는 증가함을 볼 수 있었으며, 이는 이론식을 만족함을 알 수 있다. 또한 1/C-N의 관계는 직선의 형태로 비례하게 나타나며, 그림에서 나타낸 것과 같이 표시 할 수 있다.

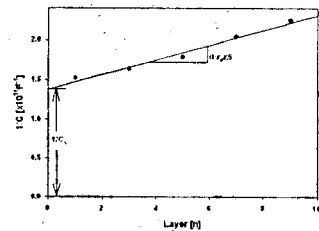


그림 6. 정전용량과 누적층수와의 관계

Fig. 6. Relation between capacitance and number of layer

3. 결론

본 연구에서는 Poly- γ Benzyl D-Glutamate를 LB법을 이용하여 1, 3, 5, 7, 9층으로 누적하여 소자의 유전특성을 연구하였다.

LB박막의 제막조건은 수면위의 분자당 점유면적과 표면압의 변이 결과에서 6(mN/m)로 결정하였고 Y-type으로 누적하였을 때 누적전이비로 보아 유기단분자막이 기판위에 비교적 잘 전이 되었음을 알 수 있었다.

I-V특성을 측정한 결과 누적층수가 증가함에 따라 발
생전류가 적게 나타남을 알 수 있었으며, 누적이 양호하
게 되었음을 알 수 있었다. 정전용량을 측정한 결과 누
적 층수에 따라 약 $1.5 \sim 3.3 (\times 10^{11} \text{F}^{-1})$ 범위에서 나타
났으며 누적층수가 많을수록 정전용량의 값이 작아지는
경향을 나타내고 있는데 이는 식의 결과를 만족함을 알
수 있었다.

참고 문헌

- [1] V. K. Srivastava, In physics of Thin Films, Built-up Morecular Films and Rheir Application, 314-315, 1984
- [2] Abraham Ulman, An Introduction to ultrathin organic films, 339-402, Academic Preess, Nr w York, 1991
- [3] G.Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Pleum, New York, 1990
- [4] Keiji Ohara and Masaaki Nakajima, "Displacement current generated during compression of fatty acid and phospholipid monolayers at the water-air interface", Thin Solid Films, 226, pp. 164-172, 1993
- [5] Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, and Haruhiko Naruse, "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", J.Appl.Phys., Vol. 72, No. 4, 15 Augest 1992
- [6] Haruo Kokubo, Yutaka Oyama, Yutaka Majima, Mitsumasa Iwamoto, "Interfacial electronic density of states in phtalocyanine derivative Langmuir- Blodgett films determined by surface potential measurement", J.Appl.Phys., Vol. 86, No. 7, 1999
- [7] 日野太郎, 申田]正人, "ポリイミドLangmuir- Blodgett 絶縁薄膜の超高電界における現像", T.IEE Japan, Vol. 107-A, No.3, '87