

## PBLG의 유전특성에 관한 연구

김병근\*, 이경섭\*\*

동신대학교 대학원 전기전자공학과\*, 동신대학교 전기전자정보통신공학부\*\*

### A Study on the Dielectric Property of PBLG

Beyung-Geun Kim\*, Kyung-Sup Lee\*\*

Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad\*

Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.\*\*

#### Abstract

Recently, the study on development of electrical and electronic device is done to get miniature, high degrees of integration and efficiency by using inorganic materials. the study of Langmuir-Boldgett(LB) method that uses organic materials because of the limitation for the ultrasmall size. The structure of MIM(Metal-Insulator-Metal) device is Cr-Au/ PBLG/ Al. the number of accumulated layers are 1, 3, 5, 7, 9. The I-V characteristic of the device is measured from 0[V] to 2[V] and the characteristic of current-time of the devices. We have investigated the capacitance because PBLG system have a accumulated layers the maximum value of measured current is increased as the number of accumulated layers are decreased. The capacitor properties of a thin film is better as the distance between electrodes is smaller. The results have shown the insulating materials and could control the conductivity by accumulated layers.

key Words : Langmuir-Boldgett(LB), MIM device

#### 1. 서 론

최근 전기전자 디바이스에 상용되어지는 초박막들을 유기박막으로 대체하고자 하는 연구가 활발히 진행되어지고 있으며 유기 재료를 이용한 유기박막은 분자 레벨의 기능성 소자로서 전기전자 및 전력 기기 제작 등에 응용할 수 있으며 박막을 구성하고 있는 분자들을 규칙적으로 배열, 배향할 수 있다는 장점이 있기 때문에 여러 기능성 소자로서의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 특히 상온, 상압하에서 저에너지로 박막의 제작이 가능하여 신소재로서 각광을 받고 있다.<sup>1)-2)</sup> 유기박막의 분자배향과 배열제어가 가능한 기술

중 Langmuir-Blodgett(LB)법은 수면위에 유기단분자막을 단층 또는 다층으로 누적시켜 박막을 형성시킨다.<sup>3)-7)</sup>

본연구에서는 생체재료로 알려진 PBLG(Poly- $\gamma$ -Benzyl L-Glutamine)를 시료로 하여 LB법으로 Au/PBLG/Al구조의 디바이스를 제작하여 I-V와 정전용량을 측정하여 유전특성을 확인하였다.

#### 2. 실 험

##### 2.1 이론

##### 2.1.1 LB막의 누적 확인

그림 2와 같은 구조에서 전기적 성질은 LB막과 전극사이가 직렬로 연결된 평행평판 콘덴서와 같으므로 LB막의 누적층수 N과 정전용량과의 관계

는 반비례하므로 식(1)과 같은 관계가 있다.

$$C = C_{ax} + C_1 \cdot \frac{1}{N}$$

$$= \frac{\epsilon_0 S_0}{N} \left( \frac{\epsilon_{ax}}{d_{ax}} + \frac{\epsilon_l}{d_l} \right) \quad (1)$$

여기서,  $\epsilon_0$  : 진공중의 유전율( $8.854 \times 10^{-14}$ [F/cm])

$\epsilon_{ax}$  : 자연산화막의 비유전율

$\epsilon_l$  : LB막의 비유전율

$S_0$  : 전극면적( $1.0$ [cm<sup>2</sup>])

$d_{ax}$  : 산화막의 두께( $50$ [Å])

$d_l$  : 1층 LB막의 두께 ( $27$ [Å])

$N$  : LB막의 누적 층수

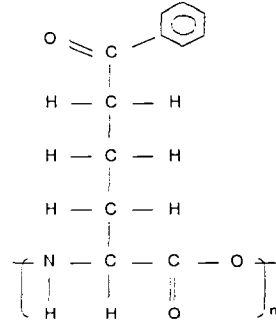


그림 1. PBLG의 분자구조

Fig. 1. Molecule structure of PBLG

### 2.1.2 전압-전류 특성

정전용량이 충전 후 흐르는 전류는 누설전류이며 누설전류는 일정한 시간 동안 직류전압을 인가하여 측정함으로써 얻을 수 있다. 누설 전류는 전압과 온도가 증가함에 따라 급격히 증가하고 시험 전압에서 누설전류로부터 캐패시터의 저항을 계산할 수 있으며 캐패시턴스의 절연저항  $R_{leakage}$ 는 식(2)와 같다.

$$R_{leakage} = (V_{test} / I_{leakage}) \times C \quad (2)$$

여기서,  $R_{leakage}$  : 누설저항

$V_{test}$  : 인가전압

$I_{leakage}$  : 누설전류

$C$  : 정전용량

### 2.2 실험방법

그림 1은 본 연구에 사용된 PBLG(Poly- $\gamma$ -Benzyl L-Glutamate)의 분자구조이다. PBLG는 생체막내의 지질과 유사한 인공지질로서 지방질의 소수기와 Carboxyl(COOH)기를 갖는 친수기 물질로 구성되어 있으며 시료의 용매로는 Chloroform를 사용하여 1 mmol/l 농도로 조성하였으며 pH 6.0인 20°C의 초순수(18.2M $\Omega$ cm)에 전개하였다.

$\pi$ -A는 barrier speed 20mm/min으로 압축하여 측정을 하였다.(Nippon Laser & Electronic Lab)

그림 2는 Au/PBLG/Al의 MIM구조이다.

사용된 기판은 silde glass (13×38×1mm)를 사용하였고 하부전극으로는 Cr과 Au를  $5.4 \times 10^{-5}$  Torr에서 증착하였고 단분자막의 제막은 수면위에 시료를 전개한 후 약 10분 정도의 안정시간을 유지한후 barrier speed 20mm/mim, dipper speed up - 5mm/mim, down - 8mm/min의 속도로 압축하여 제막하였으며 Y type으로 silde glass기판에 1, 3, 5, 7, 9층으로 누적하였다. 상부전극으로는 Al을 증착하였다.

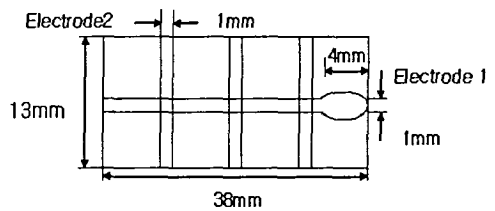


그림 2 Au/PBLG/Al구조

Fig. 2. Structure of Au/PBLG/Al

I-V특성의 측정은 제작된 Au/ PBLG/ Al 구조의 디바이스를 알루미늄 실드 박스에 장착하였으며, 전류는 Electrometer (Keithley Instruments, Inc.

제작. model 6517)를 사용하여 실온에서 측정하였다. 인가전압은 Electrometer source를 사용하여 0[V]~2[V]범위에서 0.2[V]씩 승압하였다. 또한 정전용량의 측정을 위하여 임피던스 해석기(HP 4192A LF Impedance Analyzer)를 사용하여 주파수 범위를 1~40[kHz]에서 측정하였다.

### 3 결과 및 고찰

그림 3은 Y-type으로 각각 1, 3, 5, 7, 9층을 누적한 Au/PBLG/Al 디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성이다.

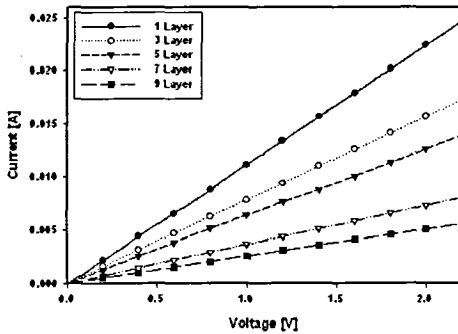


그림 3. I-V 특성

Fig. 3. I-V characteristics

제작된 디바이스에 0[V] ~2[V]범위에서 0.2[V]씩 승압시켜 가면서 측정하였으며 전압의 인가시 전하의 축적에 기인한 누설전류 및 절연저항 등을 고려하여 1분 정도의 시간이 지난 후 전류를 측정하였다. 결과와 같이 인가전압에 따라서 전류는 비례하여 증가하였으며 누적층수가 많을수록 전극과의 거리가 클수록 최대전류의 크기가 적게 나타남을 알 수 있었다. 이것은 누적층수가 많을수록 절연저항이 크게되며 누적층수에 따라 전극사이의 거리가 증가되었기 때문이라고 사료된다.

그림 4는 누적된 유기박막의 누적층수에 따른 정전용량의 관계를 나타낸 결과이다. 측정된 정전용량 C의 값은 약  $-1E-11 \sim 7E-12$  [pF]의 범위까지 넓게 나타내고 있으며 누적층수가 많을수록 정전용량의 값이 작아지는 경향을 나타내고 있는데

이는 식 (1)의 결과를 만족하는 결과로 누적이 양호하게 되었음을 알 수 있다.

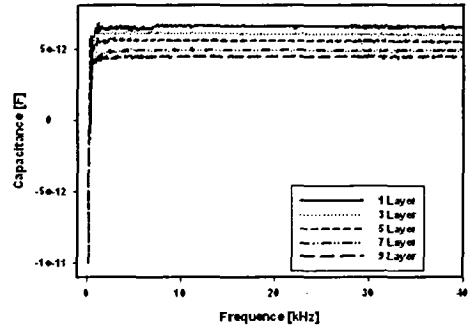


그림 4. Au/PBLG/Al 구조의 누적층수에 따른 정전용량 값

Fig. 4. Capacitor value of Au/PBLG/Al structure for deposition layers

### 4. 결론

본 연구에서는 PBLG(Poly- $\gamma$ -Benzyl L-Glutamine)를 이용하여 Y-type으로 1, 3, 5, 7, 9층의 Au/PBLG/Al 디바이스를 제작하여 I-V, C-F특성을 검출하였다

제작된 디바이스에 인가전압에 따른 전류를 측정 한 결과 누적층수가 많을수록 전류의 크기가 적게 나타남을 알 수 있었고, 두께가 증가하여 전극간의 거리가 멀어질수록 더 높은 전계에서도 파괴되지 않는 절연특성을 나타내고 있으며, 캐퍼시터의 정전용량은 누적층수가 적을수록 크게 나타났는데 이는 이론식과 잘 일치함을 알 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] O. Albrecht, H. Gruler and E. Sackmann, "Polymorphism of Phospholipid Monolayers," vol. 39, pp. 301-313, 1978.
- [2] G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Plenum, New York, 1990.

- [3] 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.
- [4] M. Iwamoto and A. Fukuda. " Charge storage phenomena and I-V characteristics observed in ultra thin poly Langmuir Blodgett film" . *Jpn. J. Appl. Phys.* Vol 31. pp 1092-1096. 1992
- [5] Y. Majima and M. Iwamoto, "A New Displacement Current Measuring System Coupled with the Langmuir-Film Technique", *Review of scientific instruments*, AIP, vol. 62, No. 9, pp.2228-2283, 1991.
- [6] Mitsumasa Iwamoto and Yutaka Majima, "Investigations of the dynamic behavior of fatty acid monolayers at the air-water interface using a displacement current -measuring technique coupled with the Langmuir -film technique", *J.Chem.Phys.*, Vol. 94, No. 7, 1 April 1991.
- [7] Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, and Haruhiko Naruse, "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", *J. App l. Phys.*, Vol. 72, No. 4, 15 August 1992.