

**Poly-γ-Benzyl L-Glutamate 유기초박막의 정전용량특성**

김병근\*, 김창복\*, 김영근\*\*, 최영일\*\*\*, 이경섭\*\*\*\*  
 \*동신대학교전기전자공학과  
 \*\*광주보건대학방사선과  
 \*\*\*조선이공대학전자정보과  
 \*\*\*\*동신대학교전기전자정보통신공학부

**Capacitance Properties of Poly-γ-Benzyl L-Glutamate in Organic Ultra Thin Films**

Byung-Geun Kim\* Chang-Bok Kim\* Young-Keun Kim\*\* Young-il Choi\*\*\* Kyung-Sup Lee\*\*\*\*  
 \*Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University grad  
 \*\*Dept. of Radiotechnology, Kwang-Ju Health College  
 \*\*\*Dept. of Electronics, Chosun College of Science & Technology  
 \*\*\*\*Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University

**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.

**1. 서 론**

최근 전기전자분야에서 전기전자 부품 및 기기 들에 적용된 재료들은 대부분 고분자 및 무기재료 등이며 이들이 광범위하게 사용되고 있지만 전기전자부품 및 기기들의 미세화, 초고속화 및 고효율화를 위한 유기재료의 이용기술이 새롭게 제안되어 오고 있다. 또한 전기전자 산업분야에서 디바이스에 사용되어지는 초박막들을 유기 박막으로 대체하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>1)-3)</sup> 그 중에서도 Langmuir-Boldgett(LB)법은 수면 위 유기 단분자막을 일정한 압력으로 압축하여 안정된 단분자막을 형성하고, 이 단분자막을 고체 기판위에 단 층 또는 다층으로 누적하는 기술로서 방향성이 우수한 분자막을 형성할 수 있다고 알려져 있다.<sup>4)-7)</sup> 본 연구에서는 생물 분해성, 생체 적합성, 친수성 친지(방)질성 균형의 이점들을 가지고 있는 폴리펩티드의 종류인 생체재료 PBLG(Poly-γ-Benzyl L-Glutamine)를 시료로 하여 수면위에서 PBLG의 압력자극에 의한 표면압을 검출하여 분자의 재막조건을 결정하였고 LB법을 이용하여 Y-type으로 Au/PBLG/Al구조의 디바이스를 제작하여 I-V와 capacitance를 측정하여 정전용량특성을 확인하였다.

**2. 본 론**

**2.1 이론**

**2.1.1 전압-전류 특성**

정전용량이 충전 후 흐르는 전류는 누설전류이며 누설 전류는 일정한 시간 동안 직류전압을 인가하여 측정함으로써 얻을 수 있다. 누설 전류는 전압과 온도가 증가함에 따라 급격히 증가하고 시험 전압에서 누설전류로부터 캐패시터의 저항을 계산 할 수 있으며 캐패시턴스의 절연저항 R<sub>leakage</sub>는 식 (1)와 같다.

$$R_{leakage} = (V_{test} / I_{leakage}) \times C \quad (1)$$

여기서, R<sub>leakage</sub> : 누설저항  
 V<sub>test</sub> : 인가전압  
 I<sub>leakage</sub> : 누설전류  
 C : 정전용량

**2.1.2 정전용량 특성**

그림 2와 같은 구조에서 전기적 성질은 LB막과 전극 사이가 직렬로 연결된 평행판 콘덴서와 같으므로 LB막의 누적층수 N과 정전용량과의 관계는 반비례하므로 식(2)과 같은 관계가 있다.

$$C = C_{ax} + C_1 \cdot \frac{1}{N} = \frac{\epsilon_0 S_0}{N} \left( \frac{\epsilon_{ax}}{d_{ax}} + \frac{\epsilon_1}{d_1} \right) \quad (2)$$

여기서, ε<sub>0</sub> : 진공중의 유전율(8.854×10<sup>-14</sup>[F/cm])  
 ε<sub>ax</sub> : 자연산화막의 비유전율  
 ε<sub>1</sub> : LB막의 비유전율  
 S<sub>0</sub> : 전극면적(1.0[cm<sup>2</sup>])  
 d<sub>ax</sub> : 산화막의 두께(50[Å])  
 d<sub>1</sub> : 1층 LB막의 두께(27[Å])  
 N : LB막의 누적 층수

**2.2 실험방법**

그림 1는 본 연구에 사용된 PBLG(Poly-γ-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℃의 초순수(18.2MΩcm)에 전개하였다.

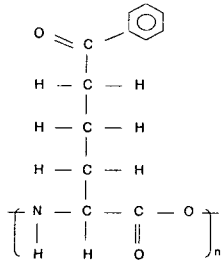


그림 1. PBLG의 분자구조  
Fig. 1. Molecule structure of PBLG

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.

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.

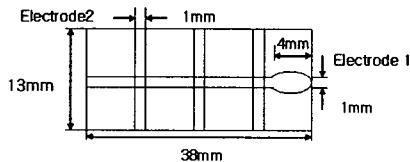


그림 2. Au/PBLG/Al구조  
Fig. 2. Structure of Au/PBLG/Al

### 2.3 결과 및 고찰

그림 3은 LB막 누적조건을 위한 제막조건을 결정하기 위하여 PBLG 단분자를 수면위에 전개시켜 barrier를 압축시켰을 때 분자 점유면적에 따른 표면압의 변이 결과이다.

분자의 점유면적을  $30 \text{ \AA}^2 \sim 1 \text{ \AA}^2$  부근까지 압축하였으며, 4(mN/m)을 제막조건으로 결정하였다.

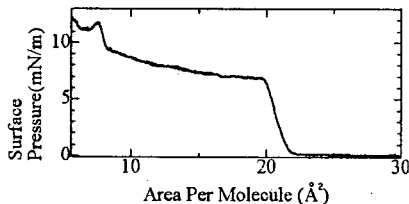


그림 3.  $\pi$ -A 곡선  
Fig. 3.  $\pi$ -A isotherm

그림 4는 Y-type으로 각각 1, 3, 5, 7, 9층을 누적

한 Au/PBLG/Al 디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성이다.

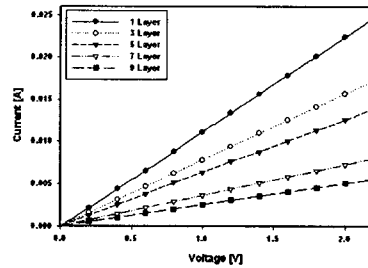


그림 4. I-V 특성  
Fig. 4. I-V characteristics

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 5는 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 (2)의 결과를 만족하는 결과로 누적이 양호하게 되었음을 알 수 있다.

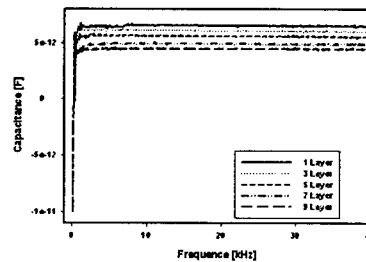


그림 5. Au/PBLG/Al 구조의 누적층수에 따른 정전용량 값  
Fig. 5. Capacitor value of Au/PBLG/Al structure for deposition layers

### 3. 결론

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

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

(참 고 문 헌)

- [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.