

장쇄지방산 LB박막의 전류-전압 특성에 관한 연구

A study on the I-V Properties of Long Chain Fatty Acid of LB Thin Films

진 동 규*, 장 현*, 이 경 섭**

(Dong-Kyu Chon*, Hun-Chang*, Kyung-Sup Lee**)

Abstract

We give pressure stimulation into long chain fatty acid of LB thin films then manufacture a device under the accumulation condition that the state surface pressure is 20[mN/m]. In processing of a device manufacture, we can see the process is good from the change of a surface pressure for organic thin films and transfer ratio of area per molecule.

The structure of manufactured device is Au/Arachidic acid/Al, the number of accumulated layers are 13, 17 and 19. The I-V characteristic of the device is measured from 0[V] to +1.5[V]. We have investigated the capacitance because this fatty acid 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 word(중요용어) : Arachidic acid(아라킨산), Long Chain Fatty Acid(장쇄지방산), LB(Langmuir-Blodgett)

1. 서 론

최근 전기전자분야에서 전기전자 부품 및 기기 들에 적용된 재료들은 대부분 고분자 및 무기재료 등이며 이들이 광범위하게 사용되고 있지만 전기전자 부품 및 기기 들의 미세화, 초고속화 및 고효율화를 위한 유기재료의 이용기술이 새롭게 제안되어 오고 있다^[1-2].

유기재료를 이용한 박막은 분자 레벨의 기능성 소자로서 여러 전기 기기 제작 등에 응용할 수 있으며 박막의 형태는 초박막으로, 박막을 구성하고 있는 분자들을 규칙적으로 배열, 배향 할 수 있다고 하는 장점이 있다^[3-6].

LB장치를 이용한 유기박막을 제작하기 위하여 유

기 단분자를 수면에 전개시키면 분자 두께의 단분자 층이 형성된다. 이것을 1층 또는 다층으로 기판의 표면에 분자를 샌드위치 형태로 다양하게 누적시켜 디바이스 등에 응용할 수 있다고 알려져 있다.

LB막 제막 재료로서 지방산계, 지질 및 고분자물질 등이 수없이 많지만 그 중에서 장쇄지방산계는 메틸기에 따라사슬의 길이를 조절할 수 있다는 관점에서 LB막 재료의 기초 물성을 조사하는데 널리 사용되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 장쇄지방산의 일종인 아라킨산을 시료로하여 LB막을 제작하기 위하여 시료를 수면에 전개시켜 디바이스를 제작하기 위한 박막의 성막조건을 결정하였으며 결정된 성막조건에 의하여 Au/Arachidic acid/Al구조의 디바이스를 제작하였다. 또한 수직방향에 대한 누적상태를 확인하기 위하여 물질의 주파수-정전용량(C-F)특성 및 전기전도 특성, I-V 특성을 측정하였으며 정전용량 특성에서 누적층수와 정전용량의 관계는 반비례관계가 있음을 확인 할 수 있었고 전기적 특성을 측정된 결과 지방산계 물질은 절연성을 가지고 있음을 확인 할 수 있

* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

** 동신대학교 상과대학 전기전자공학부

(전남 나주시 대호동 252번지 동신대학교 대학원 전기전자공학과,

Fax : 0613-330-3208

E-mail : dk1472@netian.com)

었다.

2. 이 론

2.1. LB막의 누적 확인

그림 2와 같은 구조에서 전기적 성질은 LB막과 전극사이가 직렬로 연결된 평행판 콘덴서와 같으므로 LB막의 누적층수 N 과 정전용량과의 관계는 반비례하므로 식 (1)과 같은 관계가 있다.

$$C = C_{ox} + C_l \cdot \frac{1}{N} \quad (1)$$

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

여기서, ϵ_0 : 진공중의 유전율(8.854×10^{-14} [F/cm])

ϵ_{ox} : 산화막의 비유전율

ϵ_l : LB막의 비유전율

S_0 : 전극면적(1.0 [cm^2])

d_{ox} : 산화막의 두께(30 [\AA])

d_l : 1층 LB막의 두께(27 [\AA])

N : LB막의 누적 층수

2.2. 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 커패시터의 저항을 계산 할 수 있으며 커패시턴스의 절연저항 $R_{leakage}$ 는 식 (2)와 같다.

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

여기서, $R_{leakage}$: 누설저항

V_{test} : 인가전압

$I_{leakage}$: 누설전류

C : 정전용량

3. 실험방법

본 연구에 사용된 시료는 유기절연성물질로 알려진 장쇄지방산계인 아라킨산으로서 클로로포름을 용매로 하여 0.198 [mg/ml]의 농도로 조성하였으며 시료의 단분자구조는 그림 1과 같다. 성막은 수직부착법으로 누적하였다.

그림 2는 Au/Arachidic acid(A.A)/Al 구조의 디바이스이며, 실험에 사용된 기판은 slide glass($13 \times 38 \times 1$ mm)로서 진수처리하였으며, 진공증착기를 사용하여 6×10^{-5} [Torr]의 진공도에서 하부전극은 Cr과 Au를 증착한 후 LB제막장치에서 Y-type으로 각각 11, 15, 25층 제막하였으며 상부전극으로 Al를 증착

시켰고 이때, 전극의 면적은 1.0 [cm^2]로 하였다.

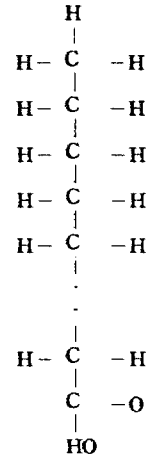


그림 1. 아라킨산의 구조

Fig. 1. Structure of arachidic acid

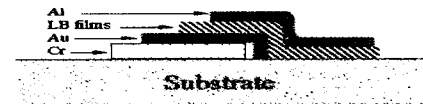


그림 2. Au/A.A/Au구조

Fig. 2. Structure of Au/PI/Au

그림 3은 전기적인 특성(I-V)을 측정하기 위한 측정장치로서 제작된 Au/A.A/Al구조의 디바이스를 알루미늄 실드 박스에 장착하였으며, 전류는 electro-meter (Keithley Instruments, Inc., model 6517)를 사용하여 $20 \sim 25$ [$^{\circ}\text{C}$]의 실온에서 측정하였다. 인가전압은 electrometer source를 사용하여 각각 0 [V]~ $+1.5$ [V]범위에서 0.05 [V]씩 승압하였다. 또한, 정전용량의 측정을 위하여 Impedance Analyzer(HP 4192A LF)를 사용하여 주파수를 각각 1, 2, 3, 10, 20, 30KHz 및 1, 2MHz대역에서 측정하였다.

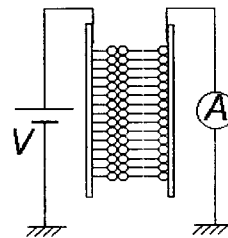


그림 3. I-V특성 측정계

Fig. 3. Measuring system of I-V properties

4. 실험결과 및 고찰

그림 4는 누적된 유기박막의 누적층수에 따른 정전용량의 관계를 나타낸 결과이다. 측정된 정전용량 C의 값은 약 1.26~55[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.

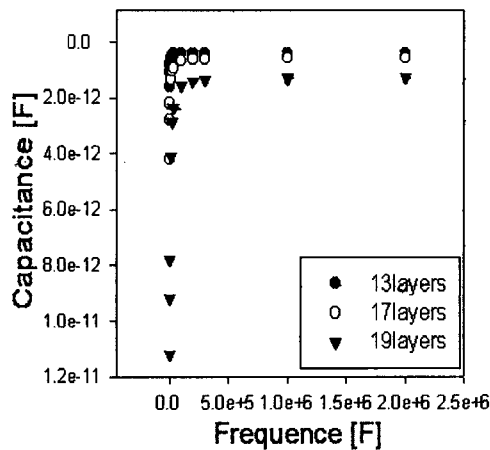


그림 4. Au/A.A/AI구조의 누적층수에 따른 정전용량 값

Fig. 4. Capacitor value of Au/A.A/AI structure for deposition layers

그림 5는 Au/A.A/AI디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성이다. 그림 3의 측정회로를 사용하여, 제작된 디바이스에 0[V]~+1.5[V] 범위에서 0.05[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 때문이라 생각한다.

6. 결 론

본 연구에서는 아라킨산을 이용하여 성막조건을 결정하였으며 결정된 조건에 의하여 디바이스를 제작하여 정전용량 및 I-V특성을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 아라킨산 단분자막을 이용하여 최대응축상태로부터 20[mN/m]의 성막조건을 얻을 수가 있었다.
- (2) 성막조건으로 결정된 20[mN/m]로 기관 위에

Au/A.A/AI형태를 11층, 17층, 19층으로 디바이스를 제작하여 정전용량 C의 값은 누적층수에 반비례함을 확인할 수 있었으며 누적이 양호하게 진행되었음을 확인할 수 있었다.

(3) 전기적인 특성(I-V)을 측정한 결과 지방산계 유기재료는 유기계에서 비교적 양호한 절연성을 지니고 있음을 확인할 수 있었다.

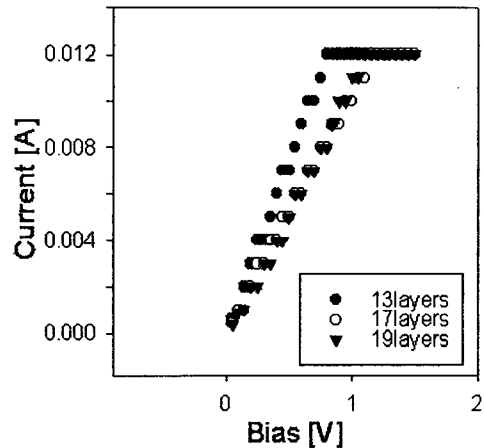


그림 5. I-V 특성

fig. 5. I-V characteristics

참고문헌

- [1] O. Albrecht, H. Gruler and E. Sackmann, "Polymorphism of Phospholipid Monolayers", vol. 39, pp.301~313, 1978.
- [2] A. Fischer, M. Lösche, H. Möhwald and E. Sackmann, "On the Nature of Lipid Monolayer Phase Transition," J. Physique Lett., vol. 45, pp.785~791, 1984.
- [3] 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.
- [4] Kyung-sup Lee, Mitsumasa Iwamoto, "Maxwell Displacement Current across Phospholipid Monolayers at the Air/Water Interface", Journal of Colloid and Interface Science, pp.414~418, 1996.
- [5] 梶山千里, "水面上單分子膜の凝集構造の新しい分類", 膜, 17(5), pp.333~343, 1992.
- [6] 岩本光正, "水面上のL- α -ジオレイルレシテン單分子膜の面積変化により發生する変位電流の檢出", 膜, 15(6), pp.329~335, 1990.