

Arachidic acid LB박막의 전류-시간 특성

전동규*, 장 현*, 최영일**, 김영근***, 강용철****, 최충석*****, 이경섭*****
 * 동신대학교 대학원 전기전자공학과
 ** 조선이공대학 전자과
 *** 광주보건대학 방사선과
 **** 광주보건대학 의용공학과
 ***** 한국전기안전공사
 ***** 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

Current-Time Characteristics of Arachidic acid LB Thin Films

Dong-Kyu Chon*, Hun-Chang*, Young-II Choi**, Young-Keun Kim***
 Young-Chul Kang****, Chung-Seog Choi*****, Kyung-Sup Lee*****
 * Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University grad.
 ** Dept. of Electronics, Chosun College of Science & Technology
 *** Dept. of Radiotechnology, Kwang-Ju Health College
 **** Dept. of Medical Eng. Kwang-Ju Health College
 ***** Korea Electrical Safety Co.
 ***** Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin University

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/AI, 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] and the capacitor. 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.

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^[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 유기 단분자를 수면에 전개시키면 분자 두께의 단분자층이 형성된다. 이것을 1층 또는 다층으로 기판의 표면에 분자를 샌드위치 형태로 다양하게 누적시켜 디바이스 등에 응용할 수 있다고 알려져 있다.

따라서, 본 연구에서는 장쇄지방산의 일종인 아라킨산을 시료로 하여 LB막을 제작하기 위하여 시료를 수면에 전개시켜 디바이스를 제작하기 위한 박막의 성막조건을

결정하였으며 결정된 성막조건에 의하여 Au/Arachidic acid/AI구조의 디바이스를 제작하였다. 또한 수직방향에 대한 누적상태를 확인하기 위하여 물질의 주파수-정전 용량(C-F)특성을 측정하였고 전류-시간특성 및 I-V 특성을 측정하였다. 그 결과 정전용량 특성에서 누적층수와 정전용량의 관계는 반비례관계가 있음을 확인 할 수 있었으며 전기적 특성을 측정한 결과 지방산계 물질은 절연성을 가지고 있음을 확인 할 수 있었다.

2. 이 론

2.1. LB막의 누적 확인

그림 3의 구조에서 전기적 성질은 LB막과 전극사이가 직렬로 연결된 평행평판 컨덴서와 같으므로 LB막의 누적층수 N과 정전용량과의 관계는 반비례하므로 식 (1)과 같은 관계가 있다.

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

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

여기서, ϵ_0 : 전공증의 유전율($8.854 \times 10^{-14} [\text{F}/\text{cm}]$)

ϵ_{α} : 자연산화막의 비유전율

ϵ_l : LB막의 비유전율

S_0 : 전극면적($1.0 [\text{cm}^2]$)

d_{α} : 산화막의 두께($30 [\text{Å}]$)

d_l : 1층 LB막의 두께

N : LB막의 누적 층수

2.2. 전류-시간 특성

유전체에 시간 $t=0$ 에서 직류전압을 인가하면 시간에 따라 감소하는 전류 I가 관측된다.

$$I = I_{sp} + I_a + I_d \quad (2)$$

여기서, I_{sp} : 순시충전전류, I_a : 충전전류, I_d : 누설전

류이다.

2.3. 에너지준위차에 따른 전류특성

그림 1은 에너지 준위차에 따라 흐르는 전류의 특성을 나타냈다. 동작특성은 그림에 나타난 것과 같이 전계를 정방향 bias를 인가하였을 때 carrier의 이동방향이 전하의 분리 방향과는 반대로 나타난다.



그림 1. Al과 Au의 에너지 준위

fig. 1. Energy level of Au and Al

3. 실험

본 연구에 사용된 시료는 유기질연물질로 알려진 장쇄지방산계인 아라킨산으로서 클로로포름을 용매로 하여 0.198[mg/ml]의 농도로 조성하였으며 시료의 단분자구조는 그림 2파 같다. 성막은 수직부착법으로 누적하였다.

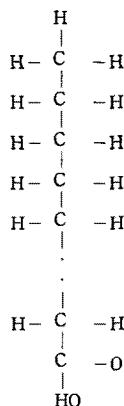


그림 2. 아라킨산의 구조

Fig. 2. Structure of arachidic acid

그림 3은 Au/Arachidic acid(A.A)/Al 구조의 디바이스이며, 실험에 사용된 기판은 slide glass(13×38×1mm)로서 친수처리하였으며, 전공증착기를 사용하여 6×10^{-5} [Torr]의 진공도에서 하부전극은 Cr과 Au를 중착한 후 LB제작장치에서 Y-type으로 각각 13, 17, 19층 제막하였으며 상부전극으로 Al을 중착시켰고 전극의 면적은 1.0[cm²]로 하였다.

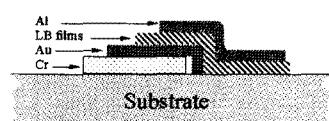


그림 3. Au/A.A/Au구조

Fig. 3. Structure of Au/A.A/Au

그림 4는 전기적인 특성(I-V)을 측정하기 위한 측정장치로서 제작된 Au/A.A/AI구조의 디바이스를 알루미늄 실드 박스에 장착하였으며, 전류는 electrometer

(Keithley Instruments, Inc., model 6517)를 사용하여 20~25[°C]의 실온에서 측정하였다. 인가전압은 electrometer source를 사용하여 각각 0[V]~+1.5[V] 범위에서 0.05[V]씩 증압하였다. 또한, 정전용량의 측정을 위하여 Impedance Analyzer(HP 4192A LF)를 사용하여 주파수를 각각 1, 2, 3, 10, 20, 30KHz 및 1, 2MHz대역에서 측정하였다.

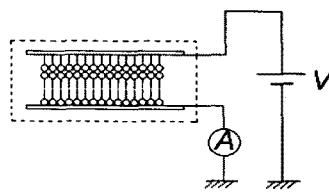


그림 4. I-V특성 측정계

Fig. 4. Measuring system of I-V properties

4. 결과 및 고찰

그림 5는 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.

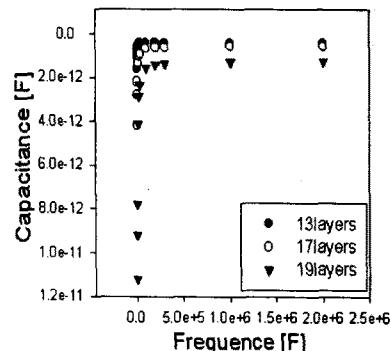


그림 5. Au/A.A/AI구조의 누적층수에 따른 정전용량 값

Fig. 5. Capacitor value of Au/A.A/AI structure for deposition layers

그림 5는 전류-시간 특성을 나타내었다. t=0 영역에서 충전된 전류는 시간이 흐름에 따라 각각 순시충전전류, 흡수전류 및 누설전류영역을 보여주고 있다. 여기서, 식 (2)와 같이 I_p 영역은 전극계의 기하학적 수법을 충전하는 전류성분 및 전자분극에 의한 전류로 순시적으로 감소하고 있으며 I_a 영역은 배향분극 및 계면분극에 의한 전류성분 ($I_a \propto t^{-n}$)이며 I_d 는 평형누설전류성분으로 보여진다.

그림 7은 에너지 준위에 따른 I-V특성으로서 (a)는 역bias의 전계를 인가하였을 때의 결과이고 (b)는 정 bias의 전계를 인가하였을 때의 결과이다. 그림에서 보아 역

bias의 전계를 인가하였을 때 순간전류가 흐른 후 연속적인 포화전류가 흐르고 있으며 이와는 반대로 정 bias의 전계를 인가하였을 때에는 ohm의 법칙에 따른 ohm 영역이 존재한 후 포화 되는 것을 알 수 있었다. 이는 Al과 Au의 에너지 준위에 따른 원인도 있지만 제막된 Arachidic acid 유기박막의 친수기부분은 전자성분을 소수기 부분은 정공성분을 가지고 있다고 사료된다.

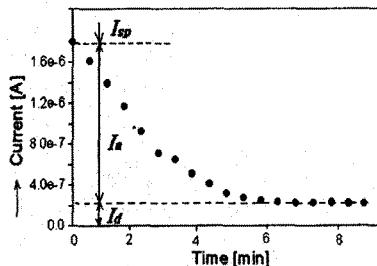
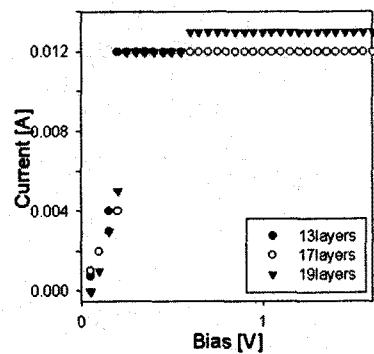
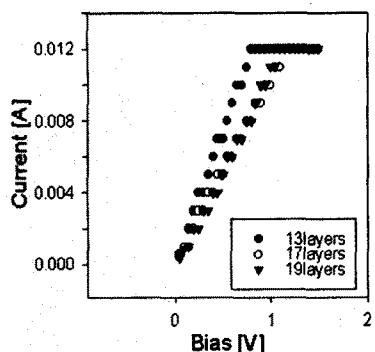


그림 6. 전류-시간 특성

fig. 6. Characteristics of current-time



(a) 역 bias



(b) 정 bias

그림 7. I-V 특성

(a) negative bias (b) positive bias

5. 결 론

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

(1) 아라킨산단분자막을 이용하여 최대용축막상태로부터 20[mN/m]의 성막조건을 얻을 수가 있었다.

(3) 성막조건으로 결정된 20[mN/m]로 기판 위에 Au/A.A/AI형태를 13층, 17층, 19층으로 디바이스를 제작하여 정전용량 C의 값은 누적충수에 반비례함을 확인할 수 있었으며 누적이 양호함을 확인 할 수 있었다.

(4) 전류-시간 특성을 측정한 결과 유전체 현상에서 볼 수 있는 순시충전전류, 충전전류 및 누설전류를 확인하였다.

(4) 전기적인 특성을 측정한 결과 지방산계 유기재료는 절연성을 지니고 있음을 알 수 있었다.

6. 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聚構造の新しい分類", 膜, 17(5), pp.333~343, 1992.
- [6] 岩本光正, "水面上のL-α-ジオレイルレシチン單分子膜の面積変化により発生する変位電流の検出", 膜, 15(6), pp.329~335, 1990.