

유기박막의 파괴전압과 전기특성

송진원*, 강용철**, 김형곤***, 이우선****, 정현삼****, 장희동*****, 이경섭*****

- * 동신대학교 대학원 전기전자공학과
- ** 광주보건대학 의용공학과
- *** 조선이공대학 전기과
- **** 조선대학교 공과대학 전기공학과
- ***** 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

Breakdown Voltage and Electrical Characteristics of Organic Thin Film

Jin-Won Song*, Yong-Chul Kang**, Hyung-Gon Kim***, Woo-Sun Lee****, Hun-Sang Chung*****, Hee-Dong Chang*****, Kyung-Sup Lee*****

- * Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University grad.
- ** Dept. of Medical Eng. Kwang-Ju Health College
- *** Dept. of Electrical of Chosun Scientific & Technology College
- **** Dept. of Electrical Eng. Chosun University
- ***** Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University

Abstract - We give pressure stimulation into organic thin films and then manufacture a device under the accumulation condition that the state surface pressure is 30(mN/m). LB layers of Arac. acid deposited by LB method were deposited onto y-type silicon wafer as Y-type film. 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 9~21. Also, we then examined of the MIM device by means of I-V. The I-V characteristic of the device is measured from -3 to +3[V]. The insulation property of a thin film is better as the distance between electrodes is larger.

1. 서 론

분자 설계에 따라 무한의 구조를 얻을수 있는 유기재료를 이용한 초박막 기능성 소자의 연구가 관심을 받고 있는데, 유기재료를 이용한 유기박막은 분자 레벨의 기능성 소자로서 전력기기 제작등에 응용할 수 있으며, 박막을 구성하고 있는 분자들을 규칙적으로 배열, 배향할 수 있다는 장점이 있기 때문에 최근 광도전 소자, 액정 소자, 유전체 및 절연소자등 여러 기능성 소자로서의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.¹⁻³⁾

Langmuir - Boldgett(LB)법은 수면위의 유기단분자막을 일정한 압력으로 압축하여 안정된 단분자막을 형성하고, 이 단분자막을 고체 기판위에 단층 또는 다층으로 누적하는 기술로서 방향성이 우수한 분자막을 형성할 수 있다고 알려져 있으며, 특히 상온·상압하에서 저에너지로 박막의 제작이 가능하여 신소재응용기술로서 각광을 받고 있다. LB법에 의해 제작된 LB박막은 그 누

적형태에 따라 X type, Y type, Z type으로 구분된다.⁽⁴⁻⁵⁾

본 연구에서는 Arachidic acid를 이용, Y type으로 9~21층으로 제작하여 Cr/Au/ Arachidic acid / Al의 MIM(Metal-Insularion -Metal)소자를 제작하고, 절연파괴전압의 경향과 그 전기적 특성을 검출하여 보았다.

2. 본 론

2.1 실험

그림 1은 본 연구에 사용된 Arachidic acid의 분자구조이다. Arachidic acid는 $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 소수기와 $COOH$ 의 친수기를 갖는 양친매성 물질로서, chloroform을 용매로 하여 0.5mmol/l로 조성하였고, pH 6.0인 20℃의 초순수(18.2M Ω cm)에 전개하였다.

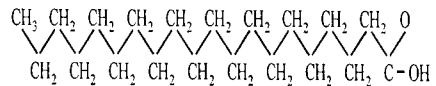


그림 1. 분자구조
Fig. 1. Molecule structures

그림 2는 /Au/Arachidic acid/Al의 MIM구조이다. 사용된 기판은 Si wafer(13×38×1mm)이며, 하부전극으로는 Cr과 Au를 2.1×10⁻⁵ torr에서 증착하였다. 수면위에 시료를 전개한후 약 10분정도의 안정시간을 유지한후 barrier speed 20mm/min, dipper speed up - 2mm/min, down - 5mm/min의 속도로 압축하여 제작하였으며 Y type으로 Si 기판에 9~21층 누적하였다. 상부전극으로는 Al을 증착하였다.

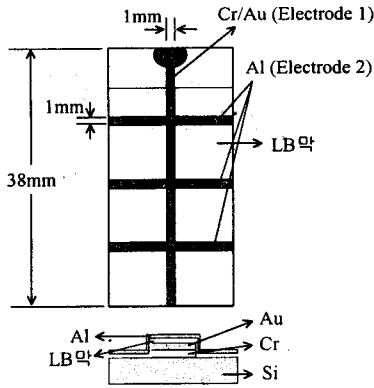


그림 2. MIM 구조
Fig. 2. Structure of MIM

누적된 LB막의 I-V측정은 Keithley 6517 electrometer를 사용하여 측정하였으며, 커패시터의 정전용량은 LF impedance analyzer(HP 4192A)를 사용하여 주파수 100(kHz)에서 측정하였다.

2.2 결과 및 고찰

그림 3은 LB막 누적조건을 위한 제작조건을 결정하기 위하여 Arachidic acid 단분자를 수면위에 전개시켜 barrier를 압축시켰을 때 분자 점유면적에 따른 표면압의 변이결과이다.

분자의 점유면적을 $56 \text{ \AA}^2 \sim 19 \text{ \AA}^2$ 부근까지 압축하였으며, 30 [mN/m]를 제작조건으로 결정하였다.

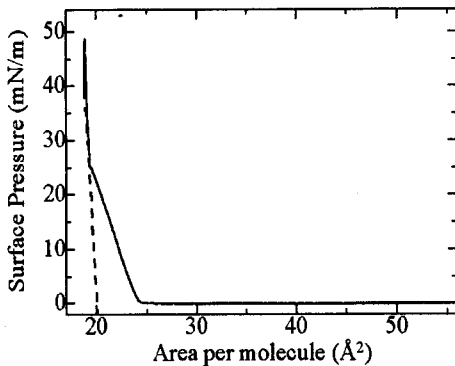


그림 4. π -A 곡선
Fig. 4. π -A isotherm

그림 5는 Y-type으로 20층을 제작하였을 때 시간에 따른 표면압과 분자당 점유면적을 측정한 것이다. 제작조건인 30 [mN/m]까지 압축을 하였으며 표면압이 제작조건에 가까워지면서 정밀하게 조절되어 과정을 거쳐 dipper가 up, down stroke 동작을 하면서 기판으로 분자들이 전이되어 가는 것을 볼 수 있다. 수면 위에서

분자당 점유면적의 감소형태가 선형적으로 나타나는 것을 보아 유기단분자막이 기판에 잘 전이되었음을 알 수 있었다.

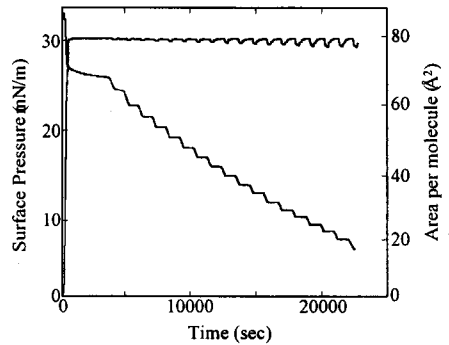


그림 5. 누적전이비
Fig. 5. Deposition of transfer ratio

그림 6은 Y-type으로 각각 8층, 12층, 16층, 21층 누적한 Cr/Au/Arachidic acid/Al 디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성이다. 제작된 디바이스에 -3 ~ +3[V] 범위에서 0.1[V]씩 승압, 감압하면서 측정하였으며, 전압의 인가시 전하의 축적에 기인한 누설전류 및 절연저항 등을 고려하여 1분 정도의 시간이 지난 후 전류를 측정하였다.

그림에서 인가전압에 대해 전류값은 누적층수가 많을수록 동일한 인가전압에서 발생하는 전류의 크기가 적게 나타남을 알 수 있었다. 또한 누적층수가 적을수록 지수함수적으로 전류가 증가하였으나 두께가 커지면 곡선은 직선적인 ohmic 특성을 나타내었다. 이는 LB막의 누적층수가 증가할수록 저항이 증가한다는 것을 나타내며 두께가 증가하여 전극간의 거리가 멀어질수록 더 높은 전계에서도 파괴되지 않는 절연특성을 나타내고 있다.

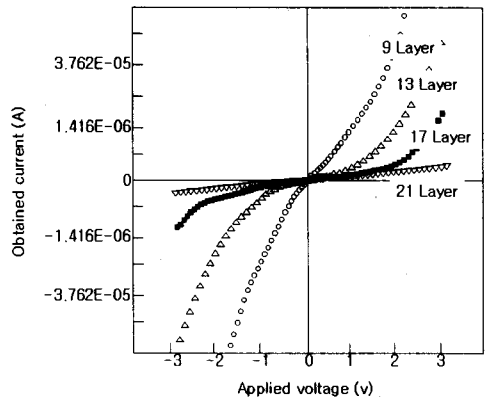


그림 6. I-V특성
Fig. 6. I-V characteristics

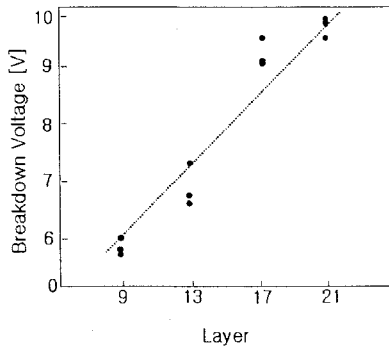


그림 7. 절연파괴전압
Fig. 7. Breakdown voltage

그림 7은 제작된 LB박막의 누적층수에 따른 절연파괴전압을 측정 한 결과이다. 누적층수가 많을수록 절연파괴 전압은 높게 나타났으며, 절연파괴전압은 누적층수에 비례하여 증가함을 알 수 있었다.

그림 8은 주파수가 100kHz일 때 유기단분자막의 누적층수에 따른 정전용량이다. 누적층수가 증가함에 따라 정전용량은 감소함을 볼 수 있었고, 이는 이론식과 잘 일치함을 알 수 있었다.

$$C = \frac{S}{d} \epsilon_0 \epsilon_r \quad (S: \text{면적}, d: \text{거리})$$

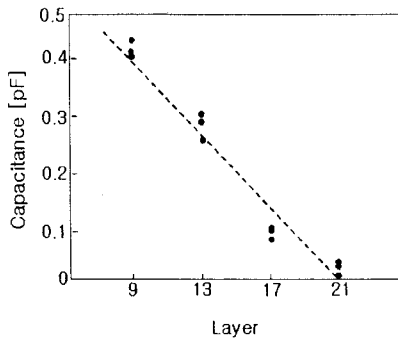


그림 8. 정전용량특성
Fig. 8. Capacitance properties

3. 결 론

본 연구에서는 Arachidic acid를 이용하여 Y-type으로 9~21층의 MIM디바이스를 제작하여, 그 전기적 특성을 검출하였다.

- 1) L막에 압력자격을 인가하여 누적조건으로 30(mN/m)를 결정하였다. 검출된 제막조건에 의하여 제막하였고 누적막 전이비로 보아 제막상태가 양호함을 알 수 있었다.
- 2) 제작된 MIM디바이스에 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 있다.
- 3) 절연파괴전압은 누적층수에 비례하여 선형적으로 증가하였으며, 누적층수가 증가할수록 절연저항이

더 증가함을 알 수 있었다.

- 4) 캐퍼시터의 정전용량은 누적층수가 적을수록 크게 나타났는데 이는 이론식과 잘 일치함을 알 수 있었다.

(참 고 문 헌)

- [1] G.Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Pleum, New York, 1990
- [2] 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
- [3] Mitumasa Iwamoto and Tohru Sasaki, "Thermally Stimulated Discharge of Au/LB/Air-Gap/Au Structures Incorporating Cadmium Arachidate Langmuir-Boldgett Films", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 29, No. 3, pp. 536~539, 1990
- [4] A.Miller, C.A.Helm and H.Mohwald, "The Colloidal Nature of Phospholipid Monolayers.", J.Physique, 48, pp. 693-701, 1987
- [5] Mitumasa Iwamoto and Shun-ichi Shidoh, "Electrical Properties of Au/Polyimide/Squarylium-Arachidic Acid Junction Fabricated by the Langmuir-Boldgett Technique", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 29, No. 10, pp. 2031~2037, 1990