

제작조건에 따른 유기박막의 전기특성

송진원\*, 이경섭\*\*

\*동신대학교 대학원 전기전자공학과

\*\*동신대학교 공과대학 전기전자공학부

Electrical Properties by Organic Thin Films According to Manufacture Condition

Jin-Won Song\*, Kyung-Sup Lee\*\*

\* Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University grad.

\*\* 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 20(mN/m). LB layers of Arac. acid deposited by LB method were deposited onto y-type silicon wafer as x, y, z-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. Also, we then examined of the MIM device by means of I-V. The I-V characteristic of the device is measured from 0 to +2[V].

1. 서 론

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 있다. 수면에 형성된 단분자층을 기판에 누적하는 방법으로 고체기판을 수직으로 움직이는 수직침강법과 수평으로 유지한 기판을 단분자막에 접촉하여 이것을 들어올려 이동시키는 수평부착법 등이 있으며, 그중 본 연구에 적용한 수직침강법에 의한 유기박막은 그 누적형태에 따라 X type, Y type, Z type으로 구분한다. LB법은 누적된 단분자막의 두께 조절이 용이하고 다층으로 제작시 각 층의 구분이 확연하여 전기전자소자들의 기능성 소자로서의 응용이 가능하다고 알려져 왔다.<sup>1)-3)</sup>

유기단분자 디바이스는 스위칭소자, 절연소자, 발광소자등 많은 분야에 응용이 가능하다. 그 중에서 절연재료의 역할을 하는 유기단분자막과 전극사이에 계면에서 발생하는 계면전하현상의 전기물성평가는 재료의 절연성능을 알 수 있는 중요한 요인이 된다.<sup>4), 6)</sup>

본 연구에서는 유기단분자중 절연성 재료로 분류된 Arachidic acid를 이용하여 LB법으로 MIM소자를 제작하였다. 먼저 수면위에서 Arachidic acid의 압력자극에 의한 표면압을 검출하여 분자의 제막조건을 결정하였고, Si wafer와 Slide glass에 LB막을 X type, Y type, Z type으로 각각 제작했다. 제작한 디바이스에 전압을 인가함으로써 발생하는 전류를 검출하여 LB

막을 누적하는 방법과, 누적시 사용하는 고체기판의 종류에 의한 전기적 특성을 비교 분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험방법

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

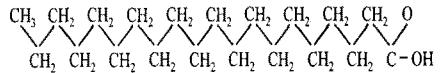


그림 1. 분자구조  
Fig. 1. Molecule structures

그림 2는 Cr-Au/Arachidic acid/Al의 MIM구조의 디바이스의 I-V측정을 위한 측정장치이다. 사용된 기판은 Si wafer(13×38×1mm), Slide glass(13×38×1mm)이며, 하부전극으로는 Cr과 Au를  $2.1 \times 10^{-5}$  torr에서 증착한후 친수처리를 하였다. 수면위에 시료를 전개한 후 약 10분 정도의 안정시간을 유지한후 barrier speed 20mm/min, dipper speed up - 2mm/min, down - 5mm/min의 속도로 압축하여 제막하였으며 X, Y, Z type으로 Si 기판에 3층 누적하였다. 상부전극으로는 Al을  $2.3 \times 10^{-5}$  torr에서 진공증착하였다.

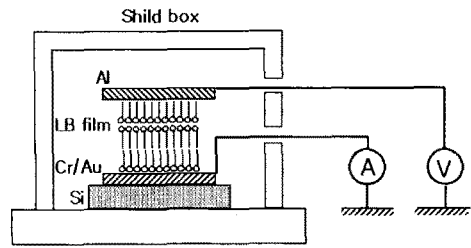


그림 2. I-V특성 측정계  
Fig. 2. Measuring system I-V properties

누적된 LB막의 I-V특성을 위하여 MIM구조의 디바이스를 알루미늄 실드박스에 장착하였으며, electrometer (Keithley Instruments, Ins., model 6517)를 사용하여 0~+2[V]범위에서 0.05[V]씩 승압하여 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, 20 [mN/m]를 제작조건으로 결정하였다.

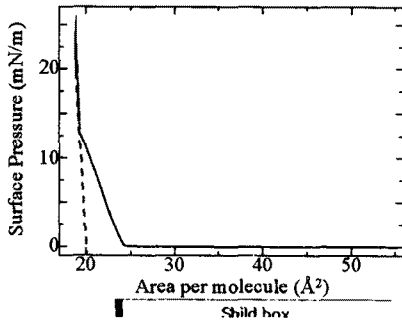


그림 3.  $\pi$ -A 곡선  
Fig. 3.  $\pi$ -A isotherm

그림 3은 X-type, Y-type, Z-type으로 Si wafer에 각각 3층을 누적한 Cr-Au/Arachidic acid/Al 디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성이다. 제작된 디바이스에 0~+2[V] 범위에서 0.05[V]씩 승압하면서 측정하였으며, 전압의 인가시 전하의 축적에 기인한 누설전류 및 절연저항 등을 고려하여 1분 정도의 시간이 지난 후 전류를 측정하였다.

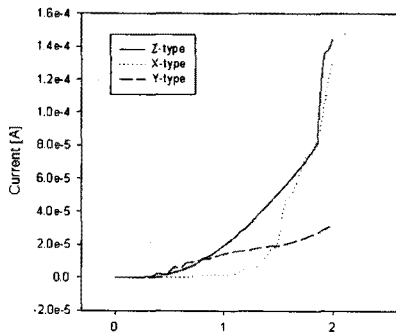


그림 4. I-V특성(Si wafer)  
Fig. 4. I-V characteristics(Si wafer)

MIM디바이스에 전계가 가해지면 외부전계에 의해 전계방향으로 쌍극자 모멘트를 형성하게 되는데, 발생된 쌍극자 모멘트는 전류의 형태로 측정할 수 있다. 그림에서 인가 전압에 따른 발생전류의 크기는 누적 방법에 따라 다르게 나타났다. Z-type누적한 경우에 가장 크게 나타났으며, 이는 분자의 소수기 부분과, 친수기 부분이

서로 교차하며 누적됨으로서(친수기-소수기-친수기...) 분자가 가지고 있는 쌍극자의 방향이 전계의 방향으로 쉽게 회전할 수 있기 때문이며, 이와는 다르게 Y-type에서는 발생되어지는 전류의 값이 상대적으로 적게 나타남을 알수 있다. 이는 누적 형태가 친수기-소수기-소수기...로써 쌍극자의 회전이 원활하지 않기 때문으로 생각된다.

그림 5는 Slide glass에 X type으로 누적하였을 때 검출된 I-V특성이다. 외부 전계를 인가시 비교적 저전계 영역에서는 전류의 증가가 완만하게 상승하였고, 고전계 영역에서는 상대적으로 급증함을 볼수 있었다. 또한, C-V특성은 식 1에 의하여 구할수 있었는데, 발생전류에 비례하여 증가함을 볼수 있었다.<sup>6)</sup>

$$C = \frac{I_+ - I_-}{8V_0F_0}$$

( $V_0$ : 인가전압,  $F_0$ : 주파수,  $I_+$ : 전압 증가시 발생전류,  $I_-(V_0$ : 인가전압,  $F_0$ : 주파수,  $I_-$ : 전압 증가시 발생전류,  $I_-$ : 전류감소시 발생전류): 전류감소시 발생전류)

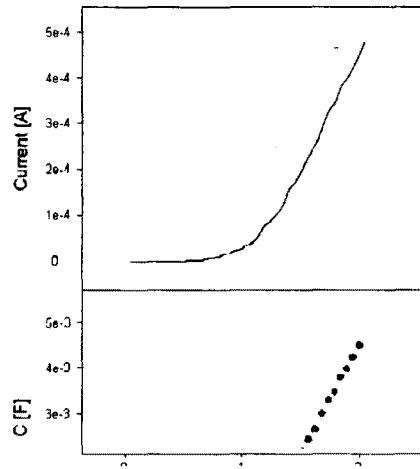


그림 5. I-V특성(Slide glass)  
Fig. 5. I-V characteristics(Slide glass)

또한 그림 4와 5에서 발생하는 전류에 형태는 큰 차이를 볼 수 없었는데 이는 Si wafer와 Slide glass에 하부전극을 증착후 LB막을 누적하였기 때문으로 Si wafer의 자체적인 전기전도에 의한 발생전류가 아니기 때문으로 생각된다.

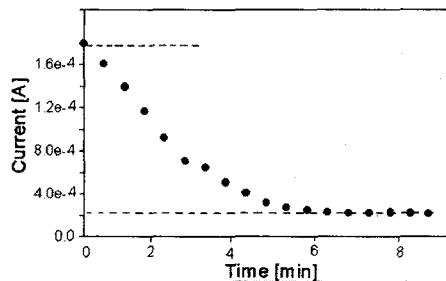


그림 6. I-t특성  
Fig. 6. I-t characteristics

그림 6은 +1[V]의 전계를 인가한 후 측정 한 I-t특성이다. 전계인가시 순시적으로 전류가 충전된 후 시간이 흐름에 따라 전류가 감소하여 전류가 일정하게 흐르는 누설전류를 볼수 있었다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 Au/Arachidic acid LB film/Al 형태의 디바이스를 제작하여 외부전계를 인가하였을 경우 발생하는 전류를 검출하였다. L막에 압력자격을 인가하여 누적조건으로 20[mN/m]의 제막조건을 얻을 수 있었다. X-type, Y-type, Z-type으로 고체 기판 위에 제막조건에 따라 cr-Au/A.A/Al형태의 MIM디바이스를 각각 3층으로 누적하여 그 전기적 특성(I-V)을 검출하였다.

제작된 MIM디바이스에 인가전압에 따른 전류를 측정 한 결과 Z-type으로 누적한 경우에 전류가 가장 크게 발생하였고, Y-type으로 누적하였을 때 가장 작게 발생하였다. 유전체에서 쌍극자모멘트에 의한 전류를 확인할 수 있었으며, LB막의 제작 방법에 의해 그 크기가 다를 수 있었으며, 기판의 종류에 의한 발생전류의 차이는 거의 없었으며, I-t특성을 측정한 결과 유기박막도 폴리머의 전기특성과 유사하게 순시충전전류, 충전전류, 누설전류를 확인할수 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] Mitsumasa 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 Collodial Nature of Phospholipid Monolayers.", J.Physique. 48, pp. 693-701, 1987
- [5] Mitsumasa Iwamoto and Shun-ichi Shidoh, "Electrical Properties of Au/Polyimide/SquaryliumrArachidic Acid Junction Fabricated by the Langmuir-Boldgett Technique", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 29, No. 10, pp. 2031~2037, 1990
- [6] Eiji Itoh and Mitsumasa Iwamoto, "Interfacial electrostatic phenomena and capacitance-voltage characteristics of ultra-thin polyimide Langmuir-Blodgett films.", T.IEE Japan, Vol. 118-A, No. 12, 1998