

## Au/Arac. acid/Al 구조의 자격전달특성

### Stimulus transfer properties of Au/Arac. acid/Al structure

송진원\*, 최영일\*\*, 이경섭\*\*\*  
Jin-Won Song\*, Young-Il Choi\*\*, Kyung-Sup Lee\*\*\*

#### Abstract

We have examined the electrical properties of arachidic acid Langmuir (L) films by using a displacement current measuring technique with pressure stimulation. We give pressure stimulation into organic thin films and detect the induced displacement current.

The structure of manufactured device is Au/arachidic acid/Al, the number of accumulated layers are 17, 19 and 21. 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 +1[V]. The insulation property of a thin film is better as the distance between electrodes is larger.

**Key Words(중요용어) :** Arachidic acid, Langmuir(L) film, MIM(metal insulation metal)

#### 1. 서 론

최근 유기재료를 이용한 초박막 기능성 소자의 연구가 활발히 이루어 지고 있는데, 그중에서도 수면위에서의 Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용한 유기박막은 분자수준에서 박막화가 가능하고 단분자 제어가 가능하여 더욱 각광을 받고 있다. LB법은 수면상에 전개된 분자를 일정한 압력으로 압축하여 안정된 단분자막을 형성하고, 이 분자막을 그대로 고체 기판위에 단층 또는 다층으로 누적하는 기술로서 방향성이 우수한 분자막을 형성할 수 있다.<sup>1,3)</sup> 이러한 LB박막은 수면위의 L막을 고체기판에 누적하여야 하는데, L막의 물성연구가 선행되어야 우수한 박막의 제작이 용이하다. L막의 연구방법은 여러 가지가 있으나 그중에서 변위전류법은 수면위 단분자막의 동적 거동을 변위전류로 검출하는 방법으로, 단분자막의 배향 변화를 쉽게 알 수 있다.<sup>4-8)</sup>

본 연구에서는 수면위에서 Arachidic acid의 압력 자격에 의한 변위전류, 표면압, 쌍극자 모멘트를 검출하여 분자의 동적 거동을 알아보았고, Au/Arachidic acid/Al의 MIM소자를 제작하여 그 전기적 특성을 검출하였다.

#### 2. 이 론

2개의 측정 전극으로 구성된 수면위에 고유 쌍극자 모멘트  $m$ 을 갖는 유기단분자를 전개하였을 때, 상부전극 아래에 존재하는 단분자의 수와 수면에 수직으로 대항하는 쌍극자 모멘트 요소는 매우 작으나, 베리어의 압축에 의해  $N$ 개의 분자를 상부전극을 향하여 모이게 하면 박막의 상태와 구조가 변화되며, 분자수  $N$ 과 쌍극자모멘트의 수직성분  $m_z$ 의 변화에 전극의 전하  $Q$ 를 유기하고, 변위전류  $I$ 가 발생하는데 외부회로를 통하여 흐르는 변위전류  $I$ 는 유기된 전하량이 시간에 의존하여 변화할 때 흐른다.

\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

\*\* 조선이공대학 전자과

\*\*\* 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

$$I = -dQ/dt$$

$$= (S/d)(m_z dN/dt + N dm_z/dt) \quad (1)$$

여기서  $S$ 는 전극 1의 면적,  $d$ 는 전극 1과 수면과의 거리이다.

### 3. 실험

그림 1은 본 연구에 사용된 Arachidic acid의 구조로서  $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 수소기와  $COOH$ 의 친수기를 갖는 양친매성 물질로서, chloroform을 용매로 하여  $0.5\text{mmol/l}$ 로 조성하였고, pH 6.0인  $20^\circ\text{C}$ 의 순수한 물( $18.2\text{M}\Omega\text{cm}$ )에 전개하였다.

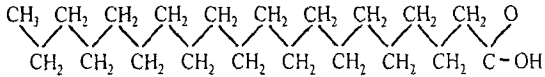


그림 1. Arachidic acid의 분자구조  
Fig. 1. Molecule structures of Arachidic acid

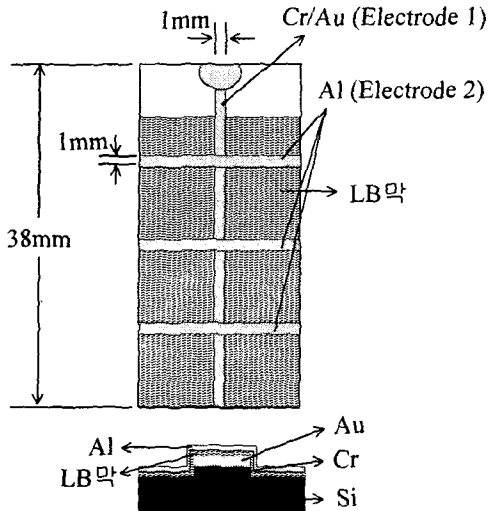


그림 2. MIM구조  
Fig. 2. Structure of MIM

그림 2는 Au/Arachid acid/Al의 MIM(Metal-Insulation-Metal)구조이다. 사용된 기판은 Si wafer ( $13 \times 38 \times 1\text{mm}$ )로서 Cr과 Au를 하부전극으로 하였고

LB막을 Y-type으로 17, 19, 21층 제작하여 상부전극으로 Al을 증착하였다. 제작된 MIM구조의 디바이스는 알루미늄실드 박스에 장착하고 DC power supply를 사용하여  $0 \sim +1[\text{V}]$ 의 범위에서  $0.1[\text{V}]$ 씩 승압, 감압시켜 측정하였으며 전류는 Keithley 6517 미소전류계를 사용하였다.

### 4. 결과 및 고찰

Arachidic acid 단분자를 수면위에 전개시켜 barrier를 압축시켰을 때 분자점유면적에 대한 표면압과 변위전류, 쌍극자 모멘트의 변이결과를 그림 3에 나타내었다.

분자의 점유면적을  $56\text{\AA}^2 \sim 19\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였다. 시료를 전개시키고 압축을 시작하였을 때, 1영역까지는 변위전류가 발생하지 않았는데 이는 분자들의 분포도가 주변분자의 영향을 받지 않을 정도로 충분한 거리를 유지하여 분극작용을 일으키지 않는 기상상태로 생각된다. 또한, 변위전류가 변화하기 시작한 2영역인 약  $50\text{\AA}^2$ 부터는 유전분극이 일어나기 시작하는 기/액상상태가 공존하는 영역으로 변위전류의 변화를 볼 수 있었고, 변위전류의 최대값은 약  $130[\text{fA}]$ 이었다. 표면압의 변화가 시작된 3영역인 약  $25\text{\AA}^2$ 부터는 액상상태이고, 약  $20\text{\AA}^2$ 부터 누적막 조건인 고체막을 형성함을 알 수 있었다. 또한, 변위전류와 쌍극자 모멘트의 변이형태도 잘 일치하였다.

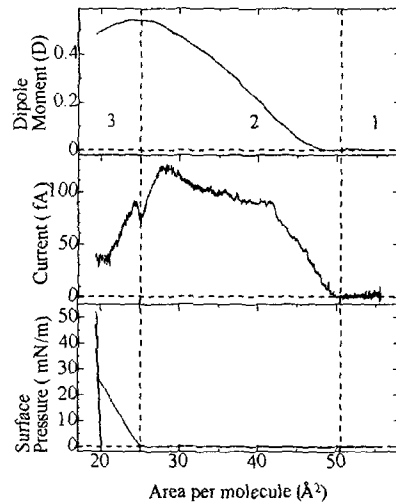


그림 3. 베리어 압축시 결과  
Fig. 3. Result of barrier compress

$\pi$ -A곡선에서 고체막을 형성하는 범위는 약 25~50 [mN/m]으로 30[mN/m]를 제막조건으로 결정하여 제막하였다.

그림 4는 Y-type으로 17층을 제막하였을 때 시간에 따른 제막상태와 분자당 점유면적 및 표면압의 변화를 관측한 것으로, 수면 위의 분자당 점유면적이 일정한 비율로 선형적인 감소형태를 나타내는 것으로 보아 유기단분자막이 기판에 잘 전이되었음을 알 수 있었다.

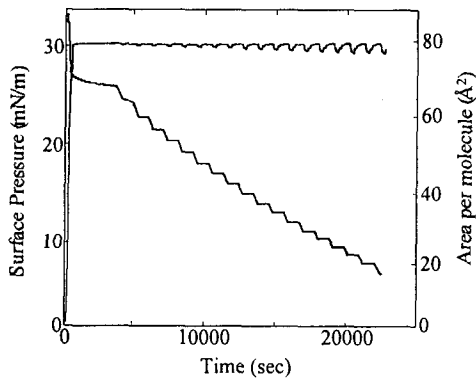


그림 4. 누적 전이비

Fig. 4. Deposition of transfer ratio

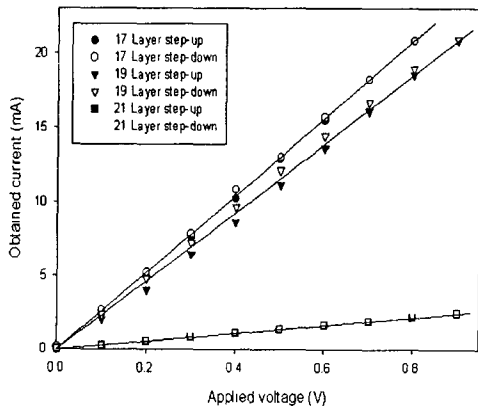


그림 5. Au/Arachidic acid/Au구조의 I-V특성

Fig. 5. I-V properties of Au/Arachidic acid/Au structure

그림 5는 Y-type으로 각각 17층, 19층, 21층을 누적한 Au/Arachidic acid/Au디바이스에 전압을 인

가하여 검출된 I-V특성이다. 제작된 디바이스에 0~+1[V] 범위에서 0.1[V]씩 승압, 강압하면서 측정하였다. 인가전압에 따라 전류는 비례하여 선형적으로 증가하였으며 누적층수가 많을수록 전류의 크기가 적게 나타남을 알 수 있었다. 그러나 발생하는 전류는 기존 연구결과와 큰 차이를 보였다.<sup>9-10)</sup> 이는 제막후 상부전극의 증착시 열을 인가하였기 때문(이때 기판의 온도는 약 43°C)으로 제막된 LB막의 상태가 변화하였기 때문으로 생각되고, 추후 실온에서의 증착으로 arachidic acid LB 막막의 전기적 특성을 검출해 그 결과를 비교 분석하고자 한다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 Arachidic acid를 이용하여 L막에 압력자격을 인가하여 변위전류를 검출하였으며 누적조건으로 30[mN/m]를 결정하였다.

검출된 제막조건에 의하여 Y-type으로 17, 19, 21층의 MIM디바이스를 제작하였고 누적막 전이비로 보아 제막상태가 양호함을 알 수 있었다.

또한 제작된 MIM디바이스에 전압을 인가시켰을 때 전류가 선형적으로 증감함을 알 수 있었고, 누적층수가 많을수록 발생하는 전류는 적게 나타남을 알 수 있었다. 그러나 제막후 LB막막에 열을 가하면 그 전기적 특성이 변화였다.

## 참 고 문 헌

1. V. K. Srivastava, In physics of Thin Films, Built-up Molecular Films and Rheir Application, 314-315, 1984
2. Abraham Ulman, An Introduction to ultrathin organic films, 339-402, Academic Preess, Nrwy York, 1991
3. G.Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Pleum, New York, 1990
4. 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
5. Y. Majima and M. Iwamoto, "A New Displacement Current Measuring System Coupled with the Langmuir-Film Technique", Review of seientific instruments, AIP, vol.62, No.9, pp. 2228~2283, 1991
6. T. Kubota and M. Iwamoto, "Measurement of

- displacement current across single monolayers with thermal stimulation", *Rev. Sci. Instrum.*, 64, pp.2627~2631, 1993.
7. 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.
  8. 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.
  9. 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
  10. Mitsumasa 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