

## 전계자력에 따른 유기박막의 전기 특성

°전 동 규\*, 최 영 일\*\*, 김 재 민\*\*\*, 차 인 수\*\*\* 이 경 섭\*\*\*

\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

\*\* 조선이공대학 전자과

\*\*\* 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

### Electrical Properties of Organic Thin Films by Electric Field Stimulus

°D. K. Chon\*, Y. I. Choi\*\*, J. M. Kim\*\*\*, I. S. Cha\*\*\*, K. S. Lee\*\*\*

\* Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ., grad.

\*\* Electronic of Chosun Scienstic & Technology college

\*\*\* Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.

**Abstract** - We give pressure stimulation into organic thin films and detect the induced displacement current. 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/Organic thin films(Kapton-polyimide)/Au and I-V properties of the device is measured from 0[V] to +5[V].

The maximum value of measured current is increased as the number of accumulated layers are decreased. The resistance for the number of accumulated layers, the energy density for an input voltage show desired results.

## 1. 서 론

최근 전기전자 및 컴퓨터 주변기기들에 적용된 재료들은 대부분 무기재료 및 고분자 재료 등이 광범위하게 사용되고 있지만 기기의 미세화, 경량화 및 고효율화를 위하여 유기 재료의 이용기술이 새롭게 제안되고

있으며 유기박막의 형태는 초박막으로서 박막을 구성하고 있는 분자들을 전기전자적인 제어에 의해 규칙적으로 배열, 배향할 수 있다고 하는 장점이 있다.<sup>(1~3)</sup>

따라서 본 연구에서는 유기절연재료로 분류된 Kapton-polyimide를 수면에 전개시켜 분자들의 운동상태에 따른 물성을 평가하였고, 디바이스를 제작하기 위한 박막의 제작조건을 검출하였으며 검출된 제작조건에 의하여 MIM(Au/유기박막/Au)구조의 소자를 제작하여 전기 특성을 검출하였다.

## 2. 본 론

### 2.1. 실험

본 연구에 사용된 시료는 내열성 및 절연성이 우수한 polyimide(PI)로서 Kapton과 C<sub>18</sub>DMA(N, N-Dimetylnocadecylamine)를 혼합하여 사용하였으며 benzene을 용매로 하여 0.333( $\times 10^{-3} mol/l$ )의 농도로 조성하였다.<sup>(4~6)</sup>

실험에서는 slide glass(13×38×1mm)를 기판으로 하여 하부전극을 Au로 형성하고 LB제작장치(Kuhn type, NLE製)를

사용하여 Y-type으로 각각 41, 35, 31층의 LB막을 제작한 후, 상부전극으로 Au를 증착시켰다.

제작된 Au/Kapton-polyimide/Au구조의 소자를 aluminum shield box에 장착하고 Keithley 6517 electrometer를 사용하여 전류-전압(I-V)을 측정하였다. 인가전압은 DC power supply를 사용하여 0[V]~+5[V]의 범위로 조절하여 가며 측정하였다.

## 2.2. 결과 및 고찰

### 2.2.1. 수면 위의 변위전류

그림 1은 유기단분자(polyimide)를 수면에 전개시켜 단분자막을 형성한 후 압력자극을 인가했을 때 분자의 점유면적에 대한 표면압, 변위전류 및 쌍극자모멘트의 변화 결과이다. a영역인 530[Å<sup>2</sup>]부근의 면적에서 분자들의 운동이 시작되어 b영역(250~195[Å<sup>2</sup>])에서 변위전류 최대값과 쌍극자모멘트의 최대값 및 변이 형태가 잘 일치함을 알 수 있었으며 이는 트러프에 전개된 분자수가 면적에 비하여 적기 때문에 분자의 운동량(쌍극자모멘트)이 많아서 발생되어진 최대값이라고 생각된다.

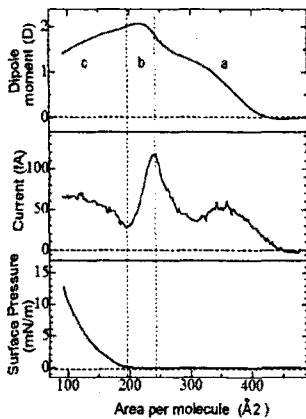


그림 1. 분자당 점유면적에 따른 표면압, 변위전류 및 쌍극자모멘트특성 결과

그림 2는 유기박막(polyimide) 누적막(35층)을 제작할 때 시간에 따른 표면압과 분자의 점유면적( $\pi$ -A)의 관계를 나타냈다. 유기단분자막들의 최대응축표면압인

15(mN/m)에서 제막을 하였으며 a는 유기단분자막의 최대응축막이 안정성을 갖도록 일정시간 유지한 상태이며 누적조건인 15(mN/m)의 상태로 정밀하게 조절되어가는 과정이다. b는 dipper가 원하는 누적층수만큼 up, down stroke동작을 했던 결과이다. 압력의 미소한 변이는 up과 down의 stroke동작 시 나타나는 기판의 최상단과 하단부분에서 발생하는 변이라 여겨지며 분자들이 기판으로 전이되어가는 과정에서 수면 위에 남아있는 분자수가 줄어드는 것을 의미하고 있다. 압축된 수면 위의 면적은 일정한 비율로 선형적인 감소형태로 나타내는 것으로 보아 유기단분자막이 준비된 기판으로 잘 전이되었음을 알 수 있었다.

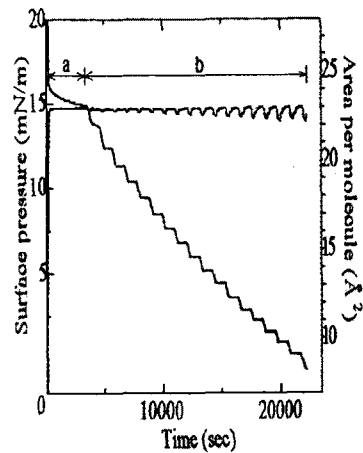


그림 2. 시간에 따른 분자당 점유면적 및 표면압의 곡선(35층)

### 2.2.2. I-V측정과 저항

그림 3은 Y-type으로 각각 41, 35, 31층을 누적한 Au/polyimide/Au디바이스에 전압을 인가하여 검출된 I-V특성으로서 제작된 디바이스에 0[V]~+5[V]의 범위에서 0.5[V]씩 승압시켜 가면서 측정하였으며 전압의 인가시 전하의 축적에 기인한 누설전류 및 절연저항 등을 고려하여 1분 정도의 시간이 지난 후 전류를 측정하였다. 전기특성 실험 결과 인가전압에 따른 최대전류값은 각각 31층에서 300[μA], 35층에서는 150[μA], 41층에서 40[μA]로서 전류의 최대값은 누적층수가 적을수록 크게 나타남을 알 수 있었고 각 누적층수에 따른 저항값은 측정값과 계산값이 거의 일치함을

알 수 있었다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 유기박막을 이용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

Polyimide유기단분자막의 최대응축막상대로부터 15 (mN/m)의 제막 조건을 얻을 수가 있었으며 제막조건으로 결정된 15(mN/m)로 기판 위에 Au/유기박막/Au형태를 31층, 35층, 41층으로 다층 누적하고 디바이스를 제작 하였으며, 제작된 디바이스의 전기특성 실험 결과 인가전압에 따른 최대전류값은 31층 300( $\mu$ A), 35층 150( $\mu$ A), 41층 40( $\mu$ A)로서 전류의 최대값은 누적층수가 적을수록 크게 나타남을 알 수 있었고 각 누적층수에 따른 저항값은 측정값과 계산값이 거의 일치함을 알 수 있었다.

또한, 인가전압에 따른 에너지 밀도의 거리의존성은 전극사이의 거리 d에 반비례함을 알 수 있었으며 잘 일치되는 것으로 보아 Polyimide유기박막은 비교적 양호한 전기절연특성을 나타냄을 알 수 있었다.

### 참 고 문 헌

- [1] A. Miller, C. A. Helm and H. M $\ddot{o}$ hwald, "The Colloidal Nature of Phospholipid Monolayers", J. Physique, vol. 48, pp. 693~701, 1987.
- [2] T. Kubota and M. Iwamoto, "Measurement of displacement current across single monolayers with thermal stimulation", Rev. Sci. Instrum, vol. 64, pp. 2627~2631, 1993.
- [3] M. Iwamoto and Y. Majima, "Investigation of a Fatty acid Monolayer at the Air-Water Interface using a Current-Measuring Technique", Thin Solid Films, vol. 178, pp. 67~72, 1989.
- [4] K. S. Lee, M. Iwamoto, "Maxwell Displacement Current across Phospholipid Monolayers at Air/Water Interface", J. of Collid and Interface Science, vol. 177, pp. 414~418, 1996.
- [5] 岩本光正, "水面上のL- $\alpha$ -ジオレイルレシテン單分子膜の面積變化により發生する変位電流の檢出", 膜, 15(6), pp.329~335, 1990.
- [6] Mitsumasa Iwamoto and Yuichiro Kanai, "Maxwell displacement current across monolayer polyimide Langmuir-Blodgett films with azobenzen by photoirradiation", J. Appl. Phys. 74(2), pp. 1131~1137, 1993.

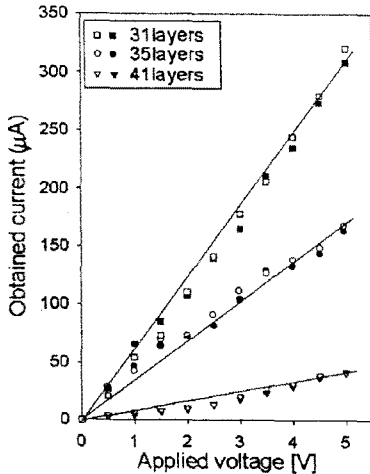


그림 3. 시료의 I-V 특성(Y-type, 41, 35, 31층)

### 3.4. 인가전압과 에너지 밀도

그림 4는 식 (3), (4)와 (5)로부터 인가전압과 에너지 밀도에 대한 전극 사이의 거리 의존성을 확인하기 위하여 실험값을 적용하여 계산한 값이다. 누적층수에 따른 에너지 밀도는 전극과의 거리가 클수록 감소함을 알 수 있었다. 나타난 결과로 보아 누적층수가 많을수록, 전극사이의 거리가 클수록 에너지 밀도의 크기는 반비례함을 알 수 있었다.

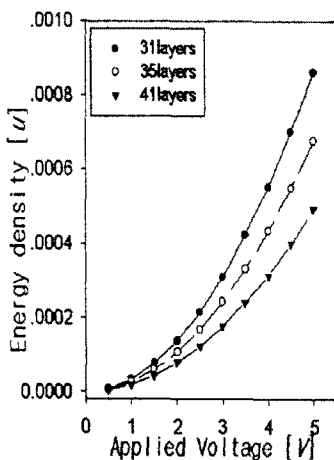


그림 4. 인가전압과 에너지 밀도와의 관계