

## 금속이온 착체에 의한 IMI-O 고분자 LB막의 전기적 특성

정 상범, 유 승엽, 박 재철, 권 영수  
 동아대학교 전기공학과, 영진전문대학 전자과

### Electrical Properties of IMI-O Polymer LB Films in Complexed Metal Ion

Sang-Burm Jung, Seung-Yeop Yoo, Jae-Chul Park, Young-Soo Kwon  
 Dept. of Electrical Eng., Dong-A Univ., Dept. of Electronics, Yeungjin Junior College

**Abstract** - In this paper, poly (N-(2-4-imidazolyl) ethyl) maleimide-alt-1-octadecene (IMI-O) polymer which can complex metal ion was used to confirm the possibility of molecular device made by Langmuir-Blodgett method. Metal / Insulator / Metal (MIM) device was fabricated for investigation of electric properties.

In the  $\pi$ -A isotherm, surface pressure at collapse point was different as to the molecular weight of metal ion complexed respectively. In I-V characteristics, currents of MiM devices were different at the same voltage. It was thought that phenomena was occurred by interaction between function group and metal ion.

#### 1. 서 론

Langmuir- Blodgett(LB)법은 다른 박막 기술과 비교하여 분자 order로써 제어가 용이하며, 분자의 배열·배향이 자유롭다는 장점을 가지고 있다. 이런 장점을 이용하여, 기능성 유기박막의 광학적·전기적·자기적 성질을 응용한, 광·전기 박막소자, 광·자기 기록소자, 센서, 디스플레이 등의 분야에서 많은 연구가 이루어지고 있다.[1]

본 연구에서 사용한 시료는 이미다졸기가 있는 poly(N-(2-4-imidazolyl) ethyl) maleimide-alt-1-octadecene (IMI-O) 고분자로서 친수기 부분에 비공유 전자쌍을 포함하고 있기 때문에 금속이온과의 착체형성이 가능하다.[2] 따라서, LB막의 누적시 하층액내에 금속이온의 종류에 따라 LB막의 전기적 물성의 변화가 기대된다.

본 연구에서는 하층액내에 여러 종류의 금속이온을 첨가시켰을 경우의  $\pi$ -A 등온선 및 LB막의 누적특성을 비교하였다. 또한, MIM 소자를 구성하

여 전기적 특성을 검토하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 시료 및 실험방법

본 연구에서 사용한 시료인 IMI-O 고분자는 poly (maleic anhydride-alt-1-octadecene)과 histamine을 1-Methyl-2-Pyrrolidinone에 녹여 150°C에서 24시간 반응시킨 후 H<sub>2</sub>O, THF, Acetone, Methanol에서 두 반응물을 완전히 제거하였다. 시료의 분자구조는 그림 1과 같다.

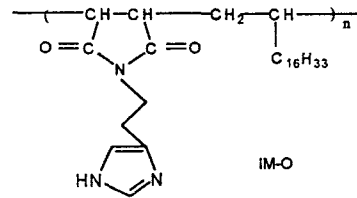


Fig. 1 Molecular structure of IMI-O polymer.

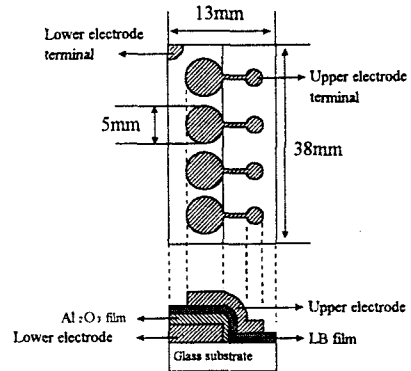


Fig. 2 Schematic diagram of MIM device.

그림 2는 측정용 소자의 구조도이다. 세척한 기판에 하부전극으로 알루미늄(Al)을  $5 \times 10^{-5}$  (Torr)의 진공에서 증착하였으며, 하부전극 위에는 자연산화막인  $Al_2O_3$ 가 생성된다. 그 위에 일본 NLE사의 LB막 누적장치 (moving wall type, NL-LB200- MWC)로 1, 3, 5, 7층을 누적한 후, 상부전극으로 알루미늄을 역시  $5 \times 10^{-5}$  (Torr)의 진공에서 증착하였다. 따라서, 본 연구에서 사용된 소자의 구조는 Al/ $Al_2O_3$ /LB Films/Al이다. 전압-전류 특성은 DC power supply와 Keithley 6517 electrometer을 사용하여 측정하였다.

## 2.2. 실험결과 및 검토

그림 3은 합성한 시료의 수면상 거동 확인 및 누적조건을 조사하기 위하여, 초순수와  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Cu^{2+}$ 의 금속이온을 가진 수용액에 시료를 전개하여 조사한  $\pi$ -A 등온선이다.

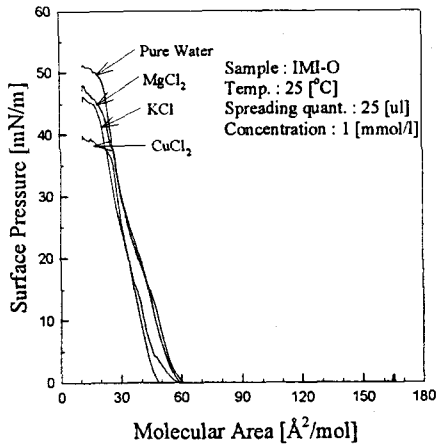


Fig. 3  $\pi$ -A isotherms of IMI-O.

측정 결과, 베리어를 일정한 속도로 압축함에 따라 표면압이 35~50(mN/m)까지 올라가는 안정한 단분자막을 형성하였다. 금속이온을 가진 수용액의 단분자막은 순수일 때의 단분자막과 거의 유사한  $\pi$ -A 등온선을 나타내었다. 그러나, 같은 표면압일 때의 분자 면적과 collapse 될 때의 표면압은 약간 차이를 나타내었다. 이 차이점은 수용액속의 금속이온의 분자량과 관련이 있을 것으로 생각되어 현재 조사중에 있다. 또한, LB막의 누적은 표1과 같은 누적조건에 의해 LB막을 제작하였다.

그림 4는 제작된 시료에 대한 정전용량(C)을 주파수 1(kHz)에서 각 층별, 하층액별로 측정하여 LB막의 누적층수(N)와 정전용량의 역수 (1/C)의 관계를 나타낸 것이다. 그림 4의 결과는 1/C~N의 비례하는 특성을 나타내고 있으므로 LB막의

누적이 층수별로 잘 누적된 것을 나타내고 있다. (3) 하층액이 금속이온일 때의 정전용량은 거의 비슷하나, 순수와 비교하면 층수가 증가할수록 차이를 나타내었다. 이것은 금속이온의 착제에 의한 차이일 것으로 추측된다.

Table 1. Deposition condition IMI-O.

Material	IMI-O
Spreading quantity	30 ( $\mu$ l)
Barrier speed	12 (mm/min)
Dipping speed	Up : 35 (mm/min)
	Down : 30 (mm/min)
Temperature	25 ( $^{\circ}$ C)
Surface pressure	25 (mN/m)

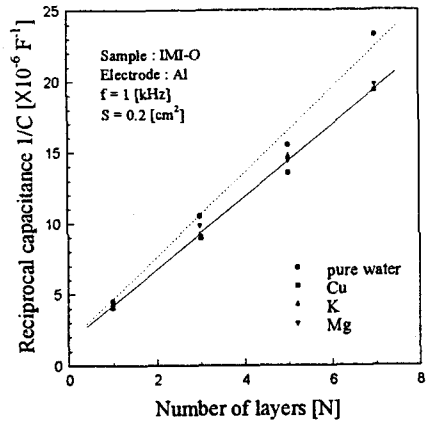


Fig. 4 Number of layer vs. reciprocal capacitance of LB films.

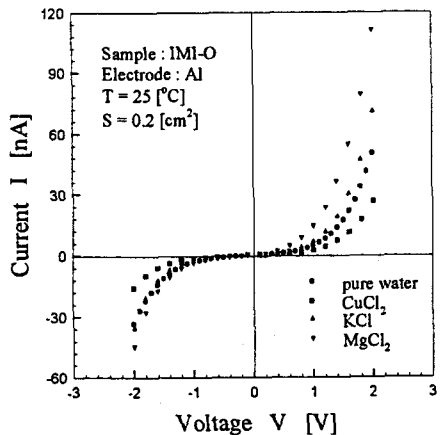


Fig. 5 I-V characteristics of LB films (7 layers).

그림 4에서 Y축의 절편으로부터 AI전극에 형성된 자연 산화막의 두께를 계산할 수 있는데, (4) 하층액에 관계없이 두께는 약 30Å 정도였다.

그림 5에 LB막의 누적시 하층액이 순수일 경우와 각종 금속이온을 하층액에 넣었을 경우에 LB막(7층)에 대한 전압-전류 특성을 나타내었다. 하층액에 첨가한 금속이온의 종류에 따라 전압-전류 특성이 서로 다르게 관측되었다. 특히, LB막의 누적시 하층액속의 금속이온의 종류에 따라 동일한 전압을 인가하였을 경우 전류의 크기는  $Mg^{2+} > K^+ > Cu^{2+}$  순으로 측정되었다. 이것은 각종 금속이온과 이미다졸기의 상호관계에 의한 것으로 생각되어 현재 검토중이다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 LB막의 누적시 하층액내의 금속이온 종류의 변화에 따른  $\pi$ -A 등온선을 조사·비교하였으며, Metal / Insulator / Metal (MIM) 소자를 구성하여 전압-전류 특성을 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 순수와 금속이온들의  $\pi$ -A 등온선을 조사한 결과, 분자량에 의해 동일한 표면압에서 분자의 단면적과 collapse 될 때의 표면압은 각각 다르게 관측되었다.
- 2) 누적층수(N)와 정전용량의 역수(1/C)의 관계로부터 층수별로 누적이 양호하게 되었음을 확인하였으며, 또한 금속이온을 착체했을 경우의 정전용량과 순수에서의 정전용량의 값이 서로 다른 값이었다.

- 3) 하층액에 첨가된 금속이온의 종류에 따라 전압-전류(I-V) 특성이 서로 다르게 관측되었다. 이것은 첨가한 각종 금속이온과 이미다졸기의 상호관계에 의한 것으로 생각된다.

본 연구는 한국과학재단 연구비(과제번호 : 951-0911-004-2)의 지원에 의해 수행되었음.

### (참 고 문 헌)

- [1] 권 영수, “분자소자”, 전자공학회지, 16권5호, p.434, 1989
- [2] H. Jeong et al., “Characterization of Langmuir-Blodgett Films of Polymeric Metal Complexes”, 8th Molecular Electronics and Devices Symposium, p.P16, 1997
- [3] Y.S. Kwon et al., “Generation of Potential Well in LB Hetero Films”, Trans. IEE Jpn. 110-A, p.630, 1990
- [4] 권 영수 외 4명, “LB초박막의 누적기술과 이방성 전기전도”, 전기학회논문지, 40권1호, pp.82-90, 1991