

# 光異性 유기막의 배향특성에 관한 연구 A Study on the Orientation Properties of Optical Opposite Organic Membrane

°박 석 순°, 조 수 영°, 진 동 규°, 이 경 섭°, 권 영 수°°°

\* : 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
\*\* : 동신대학교 전기전자공학과  
\*\*\* : 동아대학교 공과대학 전기공학과

°S. S.Park°, S. Y. Cho°, D. K. Chon°, K. S. Lee°, Y. S. Kwon°°°

\* : Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dong-Shin Univ., Grad.  
\*\* : Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dong-Shin Univ.  
\*\*\* : Dept. of Electrical Eng., Dong-A Univ.

## >Abstract<

Langmuir-Blodgett(LB) method is known as a unique method for preparing organic thin films, which can control thickness of the films in molecular level, and many kinds of ultra thin films of functional molecules have been prepared using this method.

In this study, The organization of phospholipid monolayers on a water surface was investigated by means of displacement current measurement technique.

### 1. 서론

유기물 전기전자소자 제작 수단으로 알려진 Langmuir-Blodgett(LB)법은 분자전자소자의 개발을 위한 연구로서 각광을 받고 있는 유력한 방법 중의 하나이다.

LB법은 유기분자를 고체 기판에 누적할 때 누적하는 방법에 따라서 분자의 두께를 제어할 수 있다는 것과 단분자 방향을 제어할 수 있다고 하는 점에서 전기전자 소자, 바이오센서, 광전소자, 열전소자 등 기능성소자에

응용이 가능한 방법으로 알려져 왔다.[1~3] LB膜은 수면에 전개된 단분자막(Langmuir-L膜)을 고체기판에 누적시킴으로써 얻어지는데 L膜의 물성 평가는 LB膜의 물성을 평가하는데 중요하다고 알려져 왔다.[2~6] 단분자막의 물성을 관측하고 해명하는 방법으로 표면압측정법, 표면전위법, 형광현미경법과 L막 및 LB막에 외부자극으로 압력이나 열, 팽 등을 가하여 전기적인 신호로서 검출해 내는 변위전류법이 있는데 특히 이들 중에서 변위전류법은 극성 분자들로 이루어진 분자막의 배향구조와 구조변화를 전류로서 검출할 수 있다는 점에서 그 효용성을 인정받고 있다.[10, 11, 14]

본 연구에서는 광도전소자에의 응용이라는 관점에서 시료의 물성해석이라는 차원으로 변위전류법을 이용하여 광이성 특성을 갖는 지질단분자막에 외부의 자극으로서 압력을 가하여 수면 위에서 표면압의 변화와 변위전류 발생 형태를 측정하였다.

### 2. 측정 원리 및 실험

지질단분자를 사용하여 L막을 형성한 후, 외부자극으로서 압력, 즉 barrier를 압축하면 수면으로부터 수직 방향에  $\mu_{zi}$  ( $i=1, 2, \dots, N$ )의 쌍극자능률을 갖는  $N$

개의 분자가 존재한다. 측정장치 중 전극 1과 전극 2가 단락 되었을 때 전극 1에 유기된 유기전하  $Q$ 는  $N$ 개의 쌍극자능률에 의하여 식(1)과 같다.

$$Q = -\frac{\mu_z}{d} - C\phi_s \quad (1)$$

$$\left( \because C = \frac{\epsilon}{d} S \right)$$

$\epsilon$  : 유전율 ( $= \epsilon_0 \cdot \epsilon_1$ )

$d$  : 상부 전극과 수면과의 거리

$S$  : 상부 전극 면적

$\phi_s$  : 수면의 전위

$\mu_z$  : 분자의 쌍극자모멘트 수직성분

$C$  : 캐패시턴트

또한 유기된 전하에 의한 변위전류는 수면 위에 전개한 지질단분자가 점유하는 trough의 면적이 감소하면 즉 수면 위의 분자밀도와 배향상태를 변화시킬 때 유기된 전하  $Q$ 가 변화되는데 이 때 변위전류는 발생되며 외부회로를 통하여 흐르게 되는 변위전류  $I_D$ 는 전하  $Q$ 를 시간 $t$ 로 미분하여 얻어지며 다음 식(2)와 같다.

$$I_D = -\frac{dQ}{dt} \quad (2)$$

$$= \frac{\mu_z}{d} \cdot \frac{dN}{dt} + \frac{N}{d} \cdot d \frac{\mu_z}{dt} + C \cdot \frac{d\phi_s}{dt}$$

식 (2)로 부터

- i) 전극 밑에 존재하는 분자의 수가 변화할 때 발생하는 전류 (제1항)
  - ii) 분자의 배향상태가 변화하고, 쌍극자모멘트의 수직방향 성분  $\mu_z$ 가 변화할 때 발생하는 전류(제2항)
  - iii) 수면의 제면 전위가 변화할 때 발생하는 전류 (제3항)
- 로 구성된다.

그림 1은 본 연구에서 사용된 시료의 분자구조이다. 분자는 팜에 대하여 쌍극자의 운동 방향이 각각 다른 Dipalmitoylphosphatidylcholine (L- $\alpha$ -DPPC, D- $\alpha$ -DPPC, DL- $\alpha$ -DPPC)로서 알킬체인이 2개( $2 \times C_{16}$ )인 친 지방질의 소수기와 인산에스테르, choline기를 갖는 친수성의 양친매성물질로 구성되어 있으며 클로르포름을 용매로 하여 0.2 mmol/l의 농도로 조성하여 순수의 물(pH6)에 전개하였다.

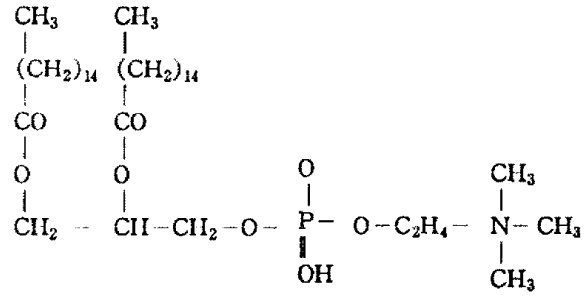


그림 1. 시료의 분자 구조

그림 2는 본 연구에 사용한 측정장치이다(Kuhn type). 전극 1은 면적이 45.6cm<sup>2</sup>의 원형 ITO glass로서 stainless steel로 shield하였으며 trough에 탈착이 용이하도록 하였다. 전극 2(하부전극)는 금선을 사용하여 수중에 설치하였다. 지질단분자를 수면에 균일하게 전개하여 10분 후, barrier의 속도를 40mm/min의 속도로 압축하였다.

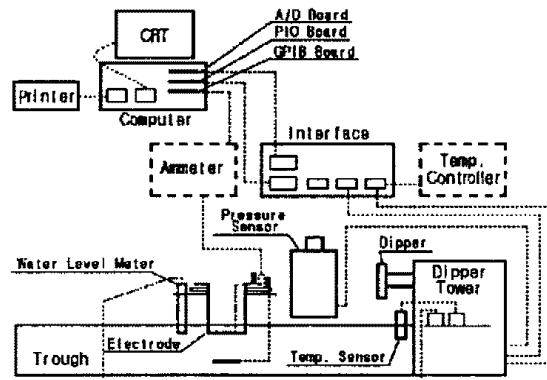
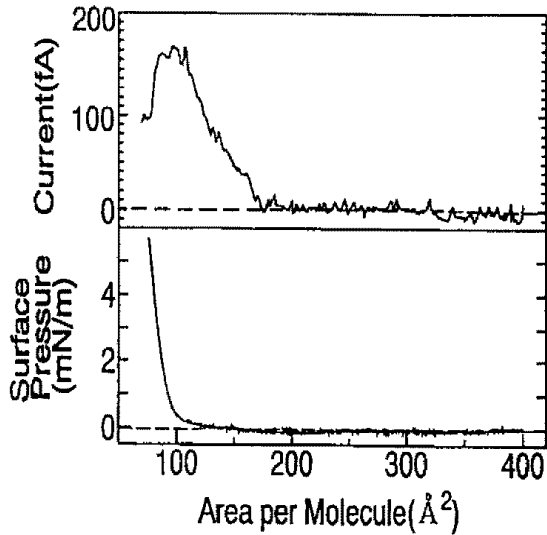


그림 2. 변위전류측정장치

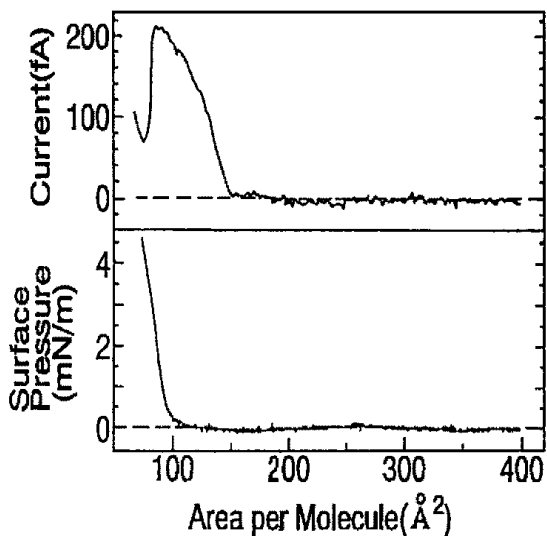
### 3. 실험 결과 및 고찰

그림 3(a), (b), (c)는 L- $\alpha$ -DPPC, D- $\alpha$ -DPPC, DL- $\alpha$ -DPPC를 넓은 면적에서 측정된 결과이다. 표면압의 변화와 변위전류의 발생지점을 관측하기 위한 비교적 넓은 면적에서의 측정결과인데 분자의 크기가 같고 전개된 분자량이 같기 때문에 압력에 의한 분자의 배향구조의 변화는 거의 일치하고 있음을 관측할 수 있었다.

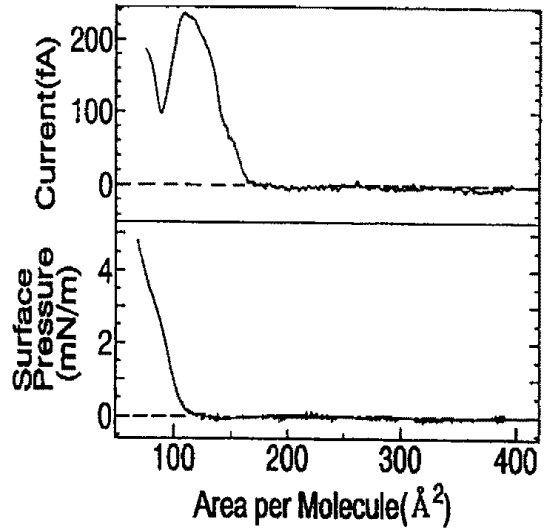
또한 표면압의 크기와 변위전류 피크값의 크기가 각각 약 5[mN/m]와 200[ $\mu$ A]로 관측되었는데 이의 결과로 보아도 분자의 점유면적당 분자의 배향구조의 변화가 거의 일치하고 있음을 알 수 있다.



(a) L- $\alpha$ -DPPC



(b) D- $\alpha$ -DPPC



(c) DL- $\alpha$ -DPPC

그림 3. 지질단분자막의 실험 결과

#### 4. 결론

광이성 특성을 갖는 시료를 수면 위에 전개하여 표면압의 변화와 변위전류를 측정하였다. 측정결과로 보아 압력의 인가에 따른 표면압의 크기와 변위전류 피크값이 약 5[mN/m]와 200[fA]로서 거의 일치함을 알 수 있었고 표면압의 변화는 약 110[Å<sup>2</sup>]과 변위전류의 발생은 150~160[Å<sup>2</sup>]으로 광이성 시료의 경우 압력 자극에 따라 거의 일치함을 알 수 있었다. 추후 위의 실험시료를 사용하여 수면 위와 기판 위에 특정 광을 조사하여 광 자극에 따른 분자구조의 배향특성을 관측하고자 한다.

#### 5. 참고문헌

- (1) M. Iwamoto and Y. Majima, "A Measurement of Induced Charge in C<sub>n</sub> TCNQ Langmuir-Blodgett Films Sandwiched between Aluminum Electrodes", JPN. J. Appl. Phys., 27(2), pp.1224~1229, 721, 1988
- (2) G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Plenum, New York, 1990
- (3) 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, September, 1991
- (4) Y. Majima and M. Iwamoto, "Study on the Dynamic

- Behavior of Stearic Acid Monolayers at the Air-Water Interface", JPN. J. Appl., 30(1), pp.126~130, 1991
- (5) Y. Majima, Y. Kanai, M. Iwamoto, "Maxwell displacement-current generation due to trans-cis photoisomerization in monolayer Langmuir-Blodgett film", JPN. J. Appl. Phys., 72, pp.1637~1641, 1992
- (6) Jiuzhi Xue, C.S-Jung and MW-Kim, "Phase Transition of Liquid-Crystal Films on an Air-Water Interface", Physical Review Letters, 69, No. 3, pp.474~477, 1992
- (7) 국상훈, 권영수 외, "LB초박막의 전압발생현상", 한국전기전자재료학회, 제6권 3호, pp.228~231, 1993
- (8) 권영수, 강도열, 국상훈, "The Voltage Generation in LB films", Proceedings of '93 Fourth Molecular Electronics Symposium, pp.133~137, April 21~22, 1993
- (9) T. Kubota and M. Iwamoto, " Measurement of displacement current across single monolayers with thermal Stimulation", Rev. Sci. Instrumn, 64, pp.2627~2631, 1993
- (10) M. Iwamoto, "Electron transport mechanism through polyimide Langmuir-Blodgett filmsconstraining Porphyrin", Thin Solid Films, 244, pp.472~475, 1994
- (11) M. Iwamoto, "Maxwell displacement current across single monolayers", Thin Solid films, 244, pp.1031~1036, 1994
- (12) 이경섭, 권영수의 2인 "변위전류법에 의한 지질단분자막의  $\pi$ -A특성" 한국전기전자재료학회, 춘계학술대회 논문집, pp.120~123, 1995
- (13) 이경섭, 권영수 "지질단분자막의 배향특성에 관한 연구" 대한전기학회, 하계학술대회 논문집, pp.1217~1219, 1995
- (14) K. S. Lee, M. Iwamoto, "Maxwell Displacement Current across Phospholipid Monolayers at the Air/Water Interface", Journal of Colloid and Interface Science, 177, pp.414~418, 1996