

# Langmuir膜의 刺戟傳達에 關한 研究

## A Study on the Stimulation Transmit of Langmuir Films

전 동 규\* 동신대학교 대학원 전자공학과  
이 경 섭 동신대학교 전기전자공학과  
권 영 수 동아대학교 전기공학과

D. G. Jeon\* Dept. of Electronic Eng. Dong-Shin Univ., Grad.  
K. S. Lee Dept. of Electrical and Electronic Eng., Dong-Shin Univ.  
Y. S. Kwon Dept. of Electrical Eng., Dong-A Univ.

### Abstract

The mechanism of the displacement current generation for stimulation transmit observed in the present displacement current measurement and theoretically analyzed.

The orientational change of molecules in monolayers was discussed on the basis of the Maxwell-displacement-current obtained.

Maxwell displacement current was generated from monolayers on a water surface by monolayer compression, and it measuring technique has been applied to the study of monolayers of Dipalmitoylphosphatidyl choline (*L- $\alpha$ -DPPC*).

Finally, We measured that differential thermal analysis(DTA) of sample.

Displacement current was generated when the area per molecule about  $180\text{\AA}^2$  in low pressure, and it was generated when the area per molecule about  $110\text{\AA}^2$  in high pressure.

A result of DTA was showed that temperature at  $124.6^\circ\text{C}$

### 1. 서론

무기 재료를 이용한 마이크로 전자디바이스의 제작

기술은 소형화, 집적화에 있어서 지속적인향상을 이루어 현재 전기 전자 산업 발전에 큰 영향을 미치고 있다. 그러나, 최근 이러한 무기물을 이용한 전기전자디바이스의 극소 제작 한계성 때문에 유기물을 이용한 극미세 디바이스 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 유기물을 이용한 분자Level의 전기 전자 디바이스를 제작하려는 시도가 행해지고 있다[1~7].

유기 재료의 단분자막 개념이 도입된 이후 단분자막의 연구는 구조적(기초 연구), 기능적(응용 개발 연구) 측면에서 연구가 이루어지기 시작되었으며 1917年 Langmuir가 기수 계면의 유기단분자막에 관한 연구를 행하였고 1934年 Blodgett는 기수 계면의 유기단분자막을 다층으로 누적할 수 있다는 사실을 발표하였다[1~4].

Langmuir-Blodgett(LB)法은 물과 기수 계면의 단분자막을 고체 기판에 누적하는 기술로서 분자 막두께와 분자의 배열 상태 및 방향성을 제어할 수 있다는 점에서 Langmuir-Blodgett膜(LB膜)의 제작에 많이 이용되어지고 있으며 제작된 LB膜의 물성을 해명하는데 있어서는 우선 Langmuir膜(L膜)의 물성을 평가하는 것이 중요하다고 알려져 왔다[4,5,10]. L膜의 물성평가는 수면에 단분자층을 형성하여 분자의 점유 면적에 따른 표면압의 상전이 관계를 주로 평가해 왔으나 본 연구에서는 L膜에 외부 압력을 가했을 때 발생하는 변위전류의 발생 지점과 다이폴 모멘트, 표면압의 관계로 물성을 해명하였으며 분자구조의 배향상태를 알아보기 위한 열 분석을 시도하였다. 실험 결과 단분자막의 배향

구조 변이에 따른 표면압과 변위전류 및 다이폴모멘트의 변위형태가 서로 잘 일치함을 알 수 있었고 특정 온도에서 지질단분자의 배향 상태가 변화됨을 관측하였으므로 그 결과를 보고하고자 한다.

## 2. 측정 원리 및 실험

지질단분자를 사용하여 수면에 L膜을 형성한 후 외부의 자극으로써 Barrier를 압축, 확장하면 다음 (1)식의 전하량  $Q$ 가 상부 전극 1에 유기 되고, 이들 유기 전하량은 전류계를 통하여 검출된다.

$$Q = -\frac{N}{d} \mu_z - \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d} \phi_s \quad (1)$$

$d$  : 상부 전극과 수면과의 거리

$S$  : 상부 전극 면적

$\phi_s$  : 수면의 전위

$N$  : 지질단분자막의 분자 밀도

$\mu_z$  : 분자의 다이폴 모멘트 수직 성분

$\epsilon_0$  : 진공의 유전율

$\epsilon_1$  : 공기의 비유전율

또한 수면에 전개된 지질 단분자막의 외부에서 압력을 가하면 단분자막의 상태와 구조가 변하게 되므로 이 때, 상부 전극과 하부 전극 사이의 분자간 전속 밀도가 변화할 때 변위전류는 흐르게 되며 외부 회로를 통하여 흐르는 변위전류  $I$ 는 (2)식과 같다.

$$I = -\frac{dQ}{dt} = \frac{\mu_z}{d} \frac{dN}{dt} + \frac{N}{d} \frac{d\mu_z}{dt} + \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d} \frac{d\phi_s}{dt} \quad (2)$$

- 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 계면 전위가 변화할 때 발생하는 전

류 (제3항)

그림 1은 본 연구에서 사용한 지질단분자의 구조이다. 분자는  $L-\alpha-DPPC$ (Dipalmitoylphosphatidyl choline)로서 알킬체인이 2개 ( $2 \times C_{16}$ )인 친 지방질의 소수기와 인산에스테르, choline기를 갖는 친수성의 양친매성 물질로 구성되어 있으며 클로르포름을 용매로 하여  $0.2 \text{ mmol}$ 의 농도로 조성하여 순수의 물(pH6)에 전개시켰다.

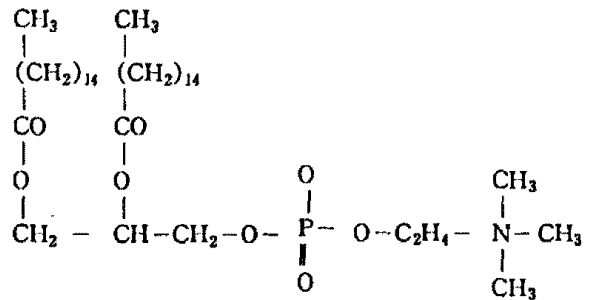


그림1. 시료의 분자 구조

그림 2는 본 연구에서 사용한 측정 장치(Nippon Laser)이다. 전극 1(상부 전극)은 면적이  $45.6 \text{ cm}^2$ 의 원형 ITO glass를 사용하여 스테인레스 스틸로 실드를 하였으며 트리프로에 탈착이 용이하도록 하였다. 전극 2(하부 전극)는 금전선을 사용하여 수중에 설치하였으며 전극 1과 수면과의 거리는 약 1mm로 조정하였다.

지질단분자를 수면에 균일하게 전개하여 안정될 때까지 5분간 기다린 후 Barrier의 속도를  $40 \text{ mm/min}$ 의 속도로 압축, 확장하였다.

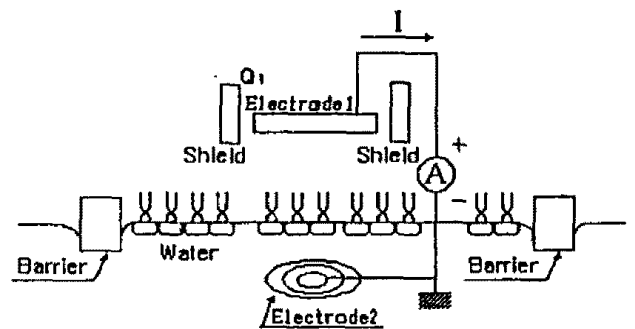


그림2. 변위전류측정장치

그림 3은 열시차 분석장치의 Block diagram으로서 열에 의한 분자의 배향상태의 변화를 관찰하기 위한 분석장치이다. 열 시차 분석은 실온에서 150℃까지의 범위, 승온속도 10℃/min로 측정하였다. (MAC Science, TG/DTA 2000)

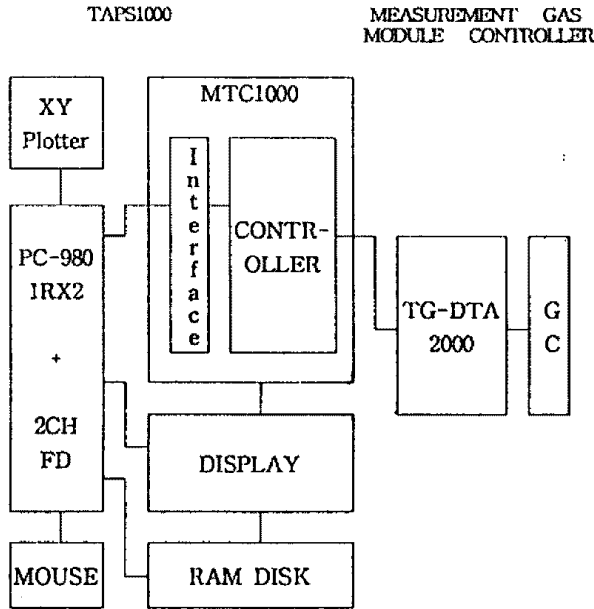


그림 3. 열시차 분석장치의 Block diagram

압축하였으며 분자의 점유 면적이  $110\text{\AA}^2$ 부근에서 변위전류의 발생을 볼 수 있었고 그림 중 ②의 영역은 표면압이 변화하고 있지 않은 상태에서 변위전류와 다이폴이 변화되는 기상/액상 상태로 생각되며 변위전류는 다이폴의 변위와 더불어 직선적으로 평행하게 증가됨을 알 수 있었다. ③의 영역은 액상 상태로서 변위전류 피크 후 표면압이 증가해도 다이폴의 변화는 거의 평행 상태인 단일 액상 상태라고 생각되어 진다. ④의 영역에서는 표면압의 증가와 더불어  $30\text{\AA}^2$ 부근에서 분자구조의 배향성이 흐트러지고 있으며 이는 막이 붕괴되는 상태라고 생각되어 진다.

그림 4(c)는 전개된 지질단분자막을 압축, 확장했을 때의 실험 결과이다. 1회 압축, 확장후 2회 압축, 확장 시의 표면압과 변위전류 및 다이폴 모멘트의 결과로 보아 약간 이동한 점은 있으나 막의 붕괴 상태는 일정한 배열성을 갖고 붕괴되어 지는 상태이며 완전하게 붕괴되지 않는다고 생각되어 진다.

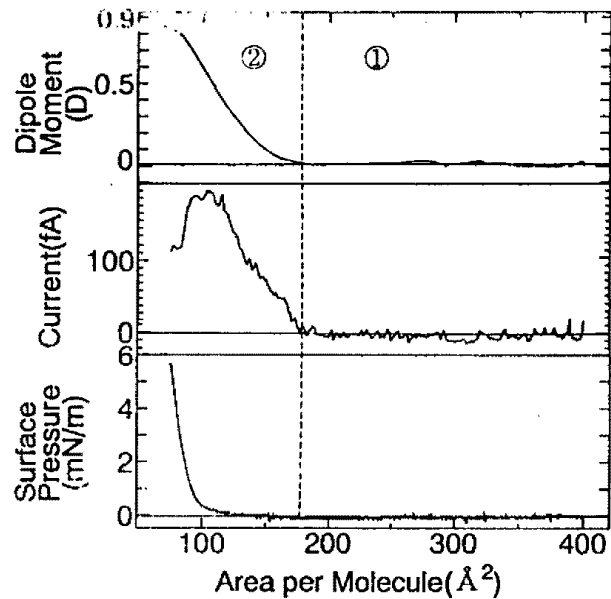
그림 5는 열에 의해 분자의 배향 상태가 변화되는 것을 보기 위한 열 시차 분석의 결과이다. 그림으로 보아 DPPC는  $124.6^\circ\text{C}$ 에서 흡열반응에 의한 분자의 배향상태가 변화됨을 알 수 있었으며 시료의 중량은 서서히 감소함을 알 수 있었다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

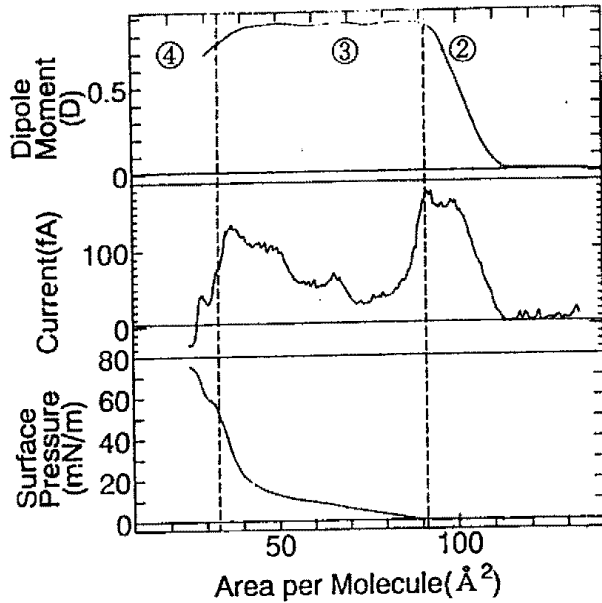
지질단분자를 수면에 전개시킨 후 Barrier를 압축, 확장시켰을 때 분자 점유 면적에 대한 표면압, 변위전류 및 다이폴모멘트의 변이 결과를 그림 4에 나타내었다. 그림 4(a)는 DPPC 지질단분자의 소수기 부분인 알킬체인에 의존하여 발생하는 변위전류를 관측하기 위한 낮은 압력에서의 실험 결과이다.

분자의 점유 면적을  $400\text{\AA}^2 \sim 50\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였으며 분자의 점유 면적이  $120\text{\AA}^2$ 부근에서 표면압의 변화를 볼 수 있었고 변위전류는  $180\text{\AA}^2$ 부근에서 발생하기 시작함을 알 수 있다. 변위전류 발생 지점으로 보아 지질단분자가 갖는 알킬체인의 회전 모델 반경에 의한 계산 값과 일치하지는 않으나 이는 2개의 알킬체인이 서로 방해를 받고 있기 때문이라고 생각되어 진다.

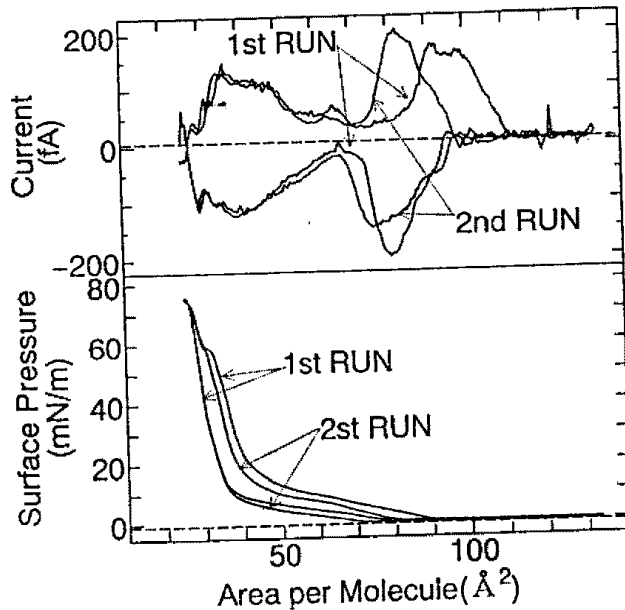
그림 4(b)는 압축 과정에서 분자의 배향특성을 관측하기 위한 비교적 높은 압력에서의 실험 결과이다. 분자의 점유 면적을  $140\text{\AA}^2 \sim 30\text{\AA}^2$ 부근까지



(a) 낮은 압력에서의 결과



(b) 높은 압력에서의 결과



(c) 압축, 확장 시의 결과

그림 4. 지질단분자막의 실험 결과

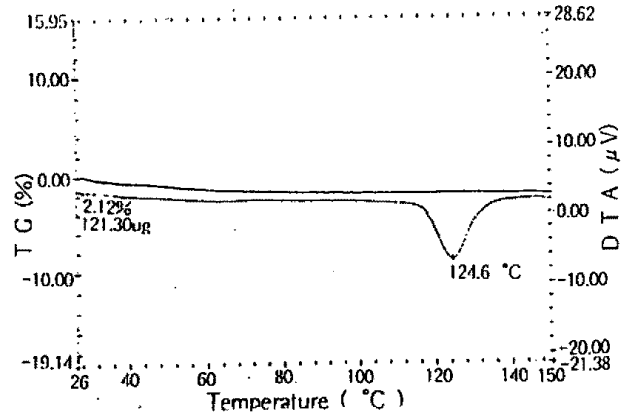


그림 5. 시료의 열 시차 분석 결과

#### 4. 결론

지질단분자막 ( $L-\alpha$ -DPPC)에 외부 자극으로 압력을 가하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 변위전류법에 의하여 지질단분자막의 변위전류를 검출하였다.
- (2) 분자의 점유면적당 변화되는 표면압, 변위전류, 다이폴모멘트가 잘 일치함을 알 수 있었다.
- (3) 수면에 전개된 지질단분자막은 좁은 면적까지 압축하여도 막은 완전하게 붕괴되지 않음을 알 수 있었다.
- (4) 시료의 열시차 분석으로  $L-\alpha$ -DPPC는 124.6°C 부근에서 분자의 배향 상태가 변화됨을 알 수 있었으며 시료의 중량은 서서히 감소함을 알 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- (1) E. G. Wilson, Electron. Lett. 19,273, 1983
- (2) M. Iwamoto and Y. Majima, JPN. J. Appl. Phys., 27, 721, 1988
- (3) G. Roberts, Langmuir-Blidgett Films Plenum, New York, 1990
- (4) Y. Majima and M. Iwamoto, Review of

- scientific instruments, AIP, Vol.62, No.9, September, 1991
- (5) Y. Majima and M. Iwamoto, JPN. J. Appl., 30(1), pp 126~130, 1991
  - (6) Y. Majima, Y. Kanai, M. Iwamoto, JPN. J. Appl. Phys., 72, 1637, 1992
  - (7) Maget-Dana and Marius Ptak, Thin Solid films, 210/211, 730, 1992
  - (8) Jiuzhi Xue, C.S-Jung and M.W-Kim, Physical Reviw Letters, 69, 474, 1992
  - (9) 국상훈, 권영수의 한국전기전자재료학회, 제6권 3호, 1993
  - (10) T.Kubota and M.Iwamoto, Rev. Sci.Instrumn, 64, 2627, 1993
  - (11) M.Iwamoto, Thin Solid Films, 244, 1031, 1994
  - (12) 이경섭, 권영수의 2인 “변위전류법에 의한 지질단분자막의  $\pi$ -A특성” 한국전기전자재료학회, 춘계학술대회 논문집, pp120, 1995
  - (13) 이경섭, 권영수 “지질단분자막의 배향특성에 관한 연구” 대한전기학회, 하계학술대회 논문집, pp1217, 1995