

유기박막의 자격속도에 따른 응답특성에 관한 연구

A Study on the Response Characteristic by Stimulus Speed of Organic Thin Films

조 수 영* 동신대학교 대학원 전기전자공학과
이 경 섭 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

Su-Young Cho* Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dong-shin Univ., grad.
Kyung-Sup Lee Dept. of Electrical & Electronic Eng., Dong-shin Univ.

Abstract

We have examined the electrical properties of L- α -DLPC Langmuir(L) films by using a displacement current measuring technique with pressure stimulation.

Displacement current was generated when the sample spread volume was about 280 μ l, 360 μ l and compression velocity was about 30, 40, 50mm/min. Displacement current was generated in the range of gas state, gas/fluid state and fluid state in the course of monolayer compression.

From the result, it is known that displacement current is generated in the range of high surface pressures as compression velocity become faster.

I. 서 론

현재는 물론 미래 산업 기기에는 센서 및 반도체 등의 기능이 그 기기의 성능을 결정할 수 있다고 할 수 있는데, 이들 센서 및 반도체들은 높은 신뢰도와 빠른 응답속도 및 효율적인 전기특성 등이 요구되어지고 있으며, 특히 반도체 디바이스는 소자의 미세화, 고효율화, 고속화에 대하여 절실하게 요구되어지고 있다. 따라서 새로운 디바이스 재료로 각광을 받고 있는 유기재료를 이용한 분자 차원의 디바이스 개발에 관한 연구가 관심을 끌고 있다.

유기재료는 분자 설계에 따라 거의 무한의 구조를 얻을 수 있으며 분자 수준에서 동적인 거동을 제어하는 것이 가능하다는 장점을 가지고 있으며 유

기재료를 이용한 기능성 유기초박막에 대한 연구는 Langmuir-Blodgett(LB)법을 들 수 있다.[1][2]

따라서 본 연구는 유기 디바이스를 제작하기 위한 기초기술중의 하나라고 생각되어진 Langmuir (L) 막의 물성평가는 물론 형성된 L막에 외부자적으로 압력자격을 인가시켜 압력자격 속도에 따른 전기적특성에 대하여 연구를 하였다.

II. 측정원리 및 실험

1. 이 론

수면에 전개된 유기단분자막을 형성한 후 베리어

를 압축하면 식(1)의 전하량 Q 가 상부전극에 유기되고 이들 유기전하량은 전류계를 통하여 검출된다.

$$Q = -\frac{N}{d} \cdot \mu_z - \frac{\epsilon S}{d} \cdot \Phi_s \quad (1)$$

N : 상부전극 아래에 있는 분자수

d : 상부전극과 수면과의 거리

μ_z : 쌍극자모멘트의 크기

ϵ : 유전율

Φ_s : 수면의 전위

S : 상부전극의 면적

이때 상부전극과 하부전극사이의 분자간 전속밀도가 변화할 때 변위전류는 흐르게 되며 외부 회로를 통하여 흐르는 변위전류 I_D 는 식(2)와 같다.[3]~[5]

$$I_D = -\frac{dQ}{dt} \\ = \frac{N}{d} \frac{d\mu_z}{dt} + \frac{\mu_z}{d} \frac{dN}{dt} \quad (2)$$

여기서, 변위전류는

- i) 전극 밑에 존재하는 분자의 수가 변화할 때 (제1항)
- ii) 분자의 배향상태가 변화하고, 쌍극자모멘트의 수직방향 성분 μ_z 가 변화할 때 발생하는 전류이다.(제2항)

또한 트러프에 전개된 유기단분자막의 분자당 점유면적을 .

$$N = \frac{S}{A} \quad (3)$$

S : 상부전극의 면적

라고 하여 식(3)을 식(2)에 대입하면 식(4)와 같은 관계식을 구할수 있다.

$$I_D = \frac{N}{d} \frac{d\mu_z}{dt} + \frac{\mu_z}{d} \frac{dN}{dt} \\ = \frac{S}{d} \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \left(\frac{d\mu_z}{dA} - \frac{\mu_z}{A} \right) \quad (4)$$

유기단분자막의 외부자력에 따른 분자의 점유면

적 변화는 압축속도 α 에 의해 변화되는 식(5)와 같다.

$$\alpha = \frac{dA}{dt} \quad (5)$$

또한 유기단분자막에 외부자력을 인가시킨 속도에 따른 변위전류를 구하기 위하여 식(5)를 식(4)에 대입하면 식(6)과 같이 속도 α 에 변위전류는 비례함을 알 수 있다.

$$I_D = \frac{S}{d} \frac{\alpha}{A} \left(\frac{d\mu_z}{dA} - \frac{\mu_z}{A} \right) \quad (6)$$

2. 시 료

그림 1은 본 연구에 사용한 지질단분자의 분자구조이다 분자는 L- α -DLPC(Dilaurylphosphatidylcholine)로서 알킬체인이 2개($2 \times C_{12}$)인 지방질의 소수기와 인산에스테르, choline 기를 갖는 친수성의 양친매성 물질로 구성되어 있으며, 순수의 물(pH6)로 채워진 트러프 안에 클로로포름을 용매로 하여 0.2 mmol/l 의 농도로 조성하여 전개하였다.

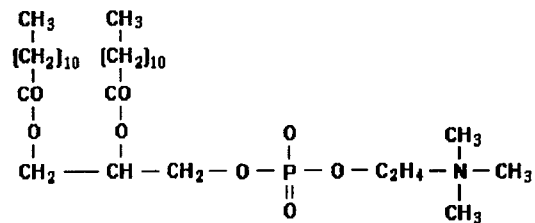


그림 1. L- α -DLPC의 분자구조
Fig. 1. Molecule structure of L- α -DLPC

3. 실험장치

그림 2는 본 연구에 사용한 변위전류측정장치를 나타낸 것이다. 알루미늄에 PTFE를 코팅처리한 트러프에 변위전류 측정장치와 dipper system이 설치되었으며 전극 1(상부전극)은 면적이 45.6 cm^2 의 원형 ITO glass를 사용하였으며 noise차폐를 위하여 스테인레스스틸로 실드를 하였고 트러프에 탈착이 용이하도록 하였다. 전극 2(하부전극)는 금선을 사용하여 수중에 설치하였다. 전극 1과 수면과의 거리는 LCZ meter를 이용하여 조정하였으며 미소전류 측정을 위하여 본 장치의 외부에 정전차

폐 및 방진장치를 하였다.

측정은 유기단분자를 수면에 전개하여 약 10분간 방치한 후 barrier의 속도를 30~50 mm/min로 가변하여가면서 측정하였다.

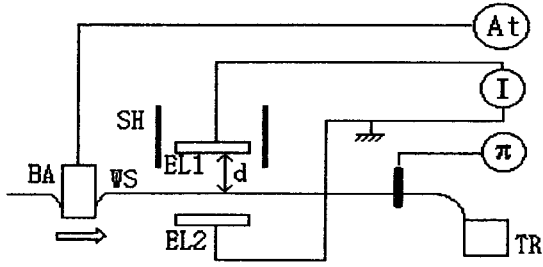


그림 2. 변위전류측정장치
Fig. 2. Displacement current measuring system

TR (LB trough), BA (barrier), WS (water surface), EL1, EL2 (electrodes), SH (shield), d (distance between EL1 and WS), I (electrometer), π (surface pressure)

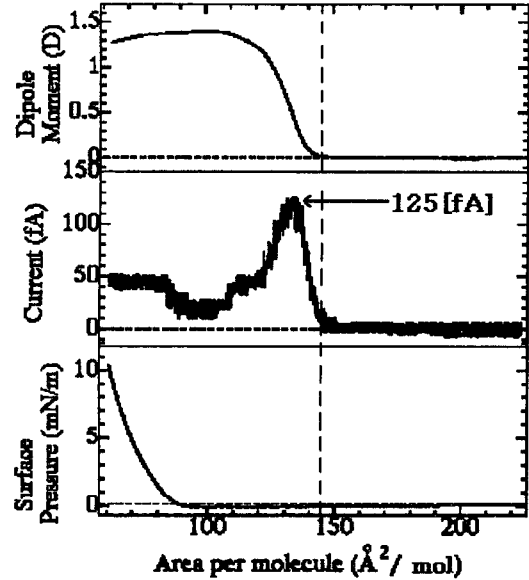
III. 실험 결과 및 고찰

유기단분자를 수면에 전개시킨 후 자격속도에 따라 barrier를 압축시켰을 때 분자점유면적에 대한 표면압, 변위전류 및 다이폴모멘트의 결과를 그림 3 과 4에 나타내었다.

그림 3은 자격속도(30, 40, 50 mm/min)에 의한 유기단분자의 소수기 부분인 알킬체인에 의존하여 변위전류가 발생하는 지점을 관측하기 위하여 낮은 압력에서 실험한 결과이다.

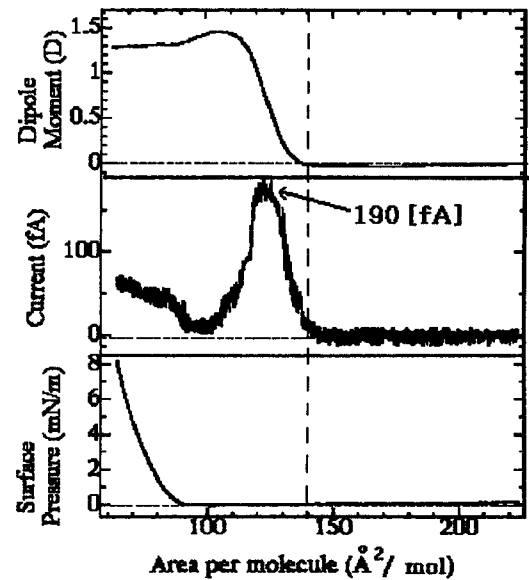
분자의 점유면적은 220~70 Å² 부근까지 압축하였으며 각각의 속도에서 분자의 점유면적 90 Å² 부근에서 표면압의 변화를 볼 수 있었다. 변위전류는 30 mm/min 일 때 146 Å², 40 mm/min 일 때 140 Å², 50 mm/min 일 때 138 Å² 부근에서 발생하기 시작하였으며, 자격속도 30 mm/min 일 때 125 fA, 40 mm/min 일 때 190 fA, 50 mm/min 일 때 260 fA의 피크값이 나타났다.

따라서 본 실험의 결과로 보아 자격속도 a 가 빠를수록 변위전류의 크기가 비례함을 알 수 있었다.



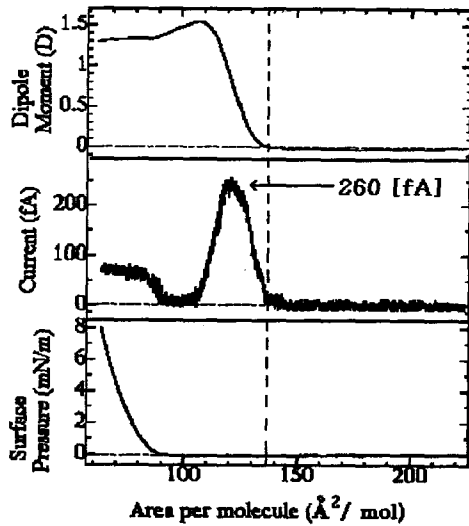
(a) 베리어 속도 30 mm/min

(a) Barrier speed 30 mm/min



(b) 베리어 속도 40 mm/min

(b) Barrier speed 40 mm/min



(c) 베리어 속도 50 mm/min
(c) Barrier speed 50 mm/min

그림 3. 낮은 압력에서 결과
Fig. 3. Result in Low pressure

IV. 결 론

본 연구에서 L- α -DLPC L막에 외부자격으로 압력을 변화시켜 자격속도에 따라 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 압력자격에 따른 표면압의 변화와 변위전류 및 다이폴의 변위가 잘 일치함을 알 수 있었다.
- 2) 낮은 압력에서 자격속도를 변화하여 인가시켰을 때 변위전류(I_D) 크기가 이론 식과 잘 일치함을 알 수 있었다.
- 3) 압력자격 속도가 빠를수록 변위전류는 좁은 면적에서 발생되는 것을 관측할 수 있었다.

V. 참고문헌

1. G. Robert, "Langmuir-Blodgett Films", Plenum, New York, 1990
2. 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.2280~2283, September, 1991

3. Y. Majima and M. Iwamoto, "Study of the Dynamic Behavior of Stearic Acid Monolayers at the Air-Water Interface in the Range of Low Surface Pressures by a Current-Measuring Technique", Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 30, No.1, pp.126~130, January, 1991
4. 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.
5. 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.