

## 자격 속도에 따른 Arachidic acid의 물성특성에 관한 연구

전 동 규\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
 조 수 영 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
 강 용 철 광주보건전문대학 의공학과  
 김 해 진 동신대학교 공과대학 환경공학과  
 이 경 섭 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

### A Study on the Physical Characteristic of Arachidic acid by Stimulus Velocity

D. K. Chon\* Dept. of Electrical and Electrical Eng., Dong-shin Univ., Grad.  
 S. Y. Cho Dept. of Electrical and Electrical Eng., Dong-shin Univ., Grad.  
 Y. C. Kang Dept. of Medical Eng., Kwang-ju Health College  
 H. J. Kim Dept. of Environmental Eng., Dong-shin Univ.  
 K. S. Lee Dept. of Electrical and Electrical Eng., Dong-shin Univ.

#### Abstract

Current was generated from monolayers on a air/water surface by monolayer compression, and the measuring technique has been applied to the study on monolayers of Arachidic acid and the range of gas state, gas/liquid state and fluid state in the course of monolayer compression.

Also, we measured that compression velocity(30, 40, 50mm/min) when the sample's spread volume was about 500 $\mu$ l of sample.

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

#### I. 서 론

최근, 정보화가 본격적으로 진행됨에 따라 정보전달 매개체로서 많은 전기전자기기가 등장하게 되었고, 이러한 기기의 소형화 및 저전력화 추구에 따라 전기전자 디바이스 또한 극소형화, 극미세화의 관점으로 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 수년전부터 디바이스의 극미세화를 추구하기 위하여 유기체료를 이용한 전기전자기능성 소자 등의 연구가 진행되어 오고 있으며 이 둘의 연구방법 중의 하나인 LB(Langmuir-Blodgett) 법이 유력한 방법으로 각광을 받고 있다. LB법은 단분자층을 누적시켜 층수에 의한 두께제어를 할 수 있으므로 수 A~수 십 A 두께의 초박막을 제작할 수 있다는 장점을 가지고 있다. LB법을 이용하여 디바이스를 제작하려면 적정디바이스 제작 조건을 검증하여야 하고 제작이 될 유기물 재료의 물성평가가 먼저 이루어져야 한다.[1]~[3]

유기체료의 물성평가는 수면에 유기체료를 전개하여 유기단

분자로 구성된 박막에 외부자격을 인가시켜 이들의 상전이 현상으로 물성을 평가할 수 있는데[4][5] 본 연구에서는 기수계 면단분자의 물성을 평가하기 위한 일환으로 이미 개발된 전류법[6] 이용하여 박막 압축하여  $\pi$ -A등온선의 측정과 동시에 공기중의 진공에 유기된 진피량의 변화에 따른 전류를 측정하였으며 압축속도에 따른 전류특성을 측정, 비교하였다.[7]~[10]

#### II. 측정원리 및 실험

그림 1은 본 연구에 사용한 포화지방산인 Arachidic acid ( $CH_3(CH_2)_{18}COOH$ )의 분자구조이다. 시료의 크기는 27.5A이며  $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 소수기와  $COOH$ 의 친수기를 갖는 양친매성으로 구성되어 있으며 클로로포름을 용매로하여 0.5 m mol/l의 농도로 조성하였다.

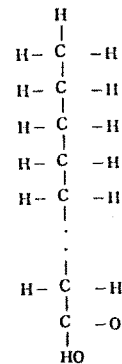


그림 1. Arachidic acid의 분자구조  
 Fig. 1. Molecule structures of Arachidic acid

그림 2는 본 연구에서 사용한 실험장치인 제막장치(NLE계, NL-LB400-MDC)로서 표면압과 전류측정 및 누적을 할 수 있는 시스템이다. 상부전극은 스테인레스 스틸로 실드가 되어 있으며 트리프에 탈착이 용이하도록 되어 있다. 상부전극은 면적이  $45.6\text{ cm}^2$ 의 원형 ITO glass를 사용하여 트리프에 평행하도록 하였고 하부전극은 금선으로 수중에 넣이 배치하였다. 상부전극과 수면과의 거리는 LCZ meter를 사용하여 약 1.0mm로 조절하였다. 단분자를 압축하기 위한 베리는 single이며 압축속도는 30~50mm/min의 범위로 가변시켜 가며 측정하였다. 측정온도는 온도조절기를 이용하여 실온에서 측정하였으며 시료는 달이온교환수를 사용하여 pH6.0 ( $18.2\text{ m}\Omega\cdot\text{cm}$ )의 순수의 물에 전개하여 시료가 안정되기까지 약 5분간 방치 후 실험을 행하여 surface pressure-area( $\pi$ -A), current-area (I-A) 및 쌍극자모멘트를 측정하였다.

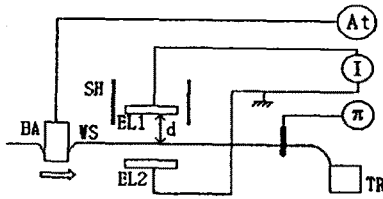


그림 2. 전류측정장치

Fig. 2. Current measuring system :

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

수면 위에 단분자 전개 후 막을 압축하지 않았을 때에는 표면압이나 전류 및 다이폴모멘트의 변화는 관측되지 않았으며 베리를 압축함으로써 표면압과 전류 및 쌍극자모멘트가 관측되었다. 압축과정에서 표면압, 전류, 쌍극자모멘트는 그림 2와 같이 상부전극과 하부전극에서 전류계를 통하여 폐회로상태로 측정하였다. 단분자막을 사용하여 L막을 형성한 후 베리를 압축하게되면 식(1)의 전하량  $Q$ 가 유기되고 유기된 전하량은 전류계를 통하여  $[A]$ 단위의 전류형태로 검출된다.[5]~[10]

$$Q = -\frac{\mu}{d} N \quad (1)$$

$\mu$  : 수직방향성분의 쌍극자모멘트

$N$  : 상부전극 아래에 존재하는 분자수

$d$  : 상부전극과 수면과의 거리

또한, 유기된 단분자막의 분자밀도와 배향상태를 변화시킬 때 상부전극에 유기된 전하량  $Q$ 는 외부에서 자력으로 압력등을 가하면 변화된다. 이 때, 외부회로에 흐르는 전류  $I$ 는 식(2)와 같이 전하량  $Q$ 를 시간에 대하여 미분을 하면 구할 수 있다.[4]~[7].

$$I = \frac{N}{d} \frac{d\mu}{dt} + \frac{\mu}{d} \frac{dN}{dt} \quad (2)$$

첫 식으로부터 전극아래 분자수  $N$ 이 변화할 때와 수면의 계면전위가 변화할 때 전류가 발생하는 것을 알 수 있으며 이

는 수면 위에 압축을 가할 때 단분자의 배향상태가 변화한다는 것을 알 수 있다.

또 압축속도와 전류와의 관계를 비교하기 위하여 1분자당 점유면적을  $A (= S/N)$ 라 하면 식(3)과 같다.[12]

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

여기서,  $S$ 는 상부전극 면적

식(3)과 식(2)의 관계에 의해 식(4)와 같은 전류를 구할 수 있다.

$$I = \frac{S}{d} \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \left( \frac{d\mu}{dA} - \frac{\mu}{A} \right) \quad (4)$$

압축속도  $\alpha$ 는 시간에 대한 분자의 점유면적 변화분과 같으므로 다음 식(5)과 같이 나타낼 수 있다.[11][12]

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

여기서, 식(5)와 식(4)의 관계에 의해 식(6)과 같은 압축속도에 대한 전류의 발생을 구할 수 있다.

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

### III. 결과 및 고찰

Arachidic acid 단분자를 수면에 전개시켜 외부자격을 인가시키기 위해 베리를 압축했을 때 분자점유면적에 대한 표면압의 변이와 전류변화, 쌍극자모멘트의 결과를 그림 3에 나타내었다.

그림 3(a)는 베리이 자격속도(30, 40, 50mm/min)에 의한 단분자의 소수기 부분인 알킬체인에 의존한 비위전류가 발생하는 비교적 높은 압력에서의 실험 결과이다.

분자의 점유면적은  $60 \sim 15\text{ \AA}^2$ 로 부근까지 압축하였으며 각각 분자점유면적이 27A 부근에서 표면압의 변화를 볼 수 있었고 40mN/m 부근에서 막 붕괴가 일어남을 알 수 있었다. 전류는 각각 분자점유면적이 33~35A 부근에서 최대값을 나타내며 속도가 빠를수록 크게 나타나고 있다.

그림 4에는 압축속도  $\alpha$ 를 각각 30, 40, 50 mm/min로 변화시켰을 때 전류와의 관계를 관측한 결과이다. (6)식에서 전류  $I$ 는 압축속도  $\alpha$ 에 비례함을 이룬 상이므로 고찰했듯이 실험값에서도 전류의 최대값이 각각 110, 138, 188[A]로서 거의 일직선 위에 나타나고 있으며 이는 이론과 실험값이 일치하는 결과로 볼 수 있다.

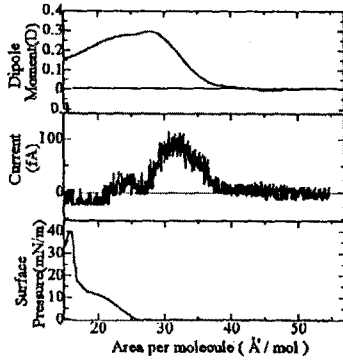
### IV. 결 론

본 연구에서 Arachidic acid L막에 외부자격으로 압력을 변화시켜 가면서 평가해 본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

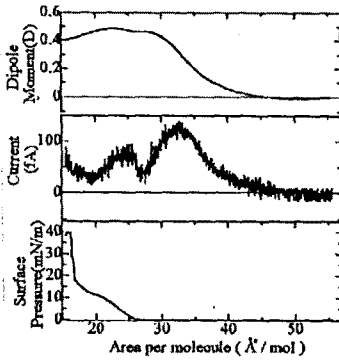
- (1) Arachidic acid에 외부자격을 가하여 표면압의 변화와 전류, 쌍극자모멘트를 검출하였다.
- (2) 수면에 전개된 단분자막에 비교적 높은 압력을 가하였을 때 약 40mN/m 부근에서 막 붕괴가 일어남을 알 수

있었다.

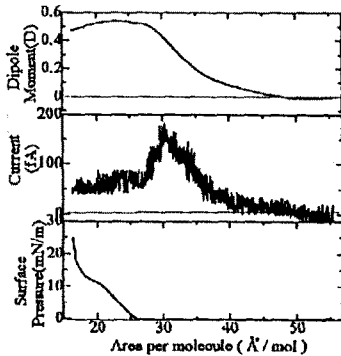
(3) 압축속도가 빠를수록 전류 발생 최대값이 크고 이온식과 잘 일치함을 알 수 있었다.



(a) 배리어 속도 : 30mm/min  
(a) Barrier speed : 30mm/min



(b) 배리어 속도 : 40mm/min  
(b) Barrier speed : 40mm/min



(c) 배리어 속도 : 50mm/min  
(c) Barrier speed : 50mm/min

그림 3. 압축속도에 따른 높은 압력에서의 결과  
Fig. 3. Result of high pressure by compression velocity

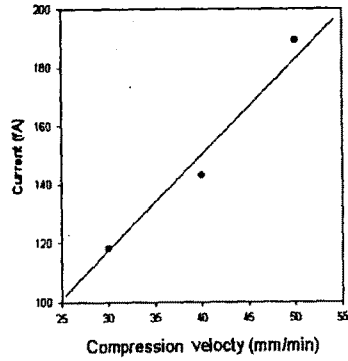


그림 4. 높은 압력에서 압축속도와 전류와의 관계  
Fig. 4. Relation of current and compression velocity in high pressure

## V. 참고문헌

- [1] A. Fischer, M. Lösche, H. Möhwald and E. Sackmann, "On the Nature of the Lipid Monolayer Phase Transition", *J. Physique Lett.*, vol. 45, pp. 785~791, 1984.
- [2] A. Miller, C. A. Helm and H. Möhwald, "The Colloidal Nature of Phospholipid Monolayers", *J. Physique*, vol. 48, pp. 693~701, 1987.
- [3] S. Kato, M. Akiyama, Y. Amemiya and I. Hatta, "Temperature Dependence of the Ripple Structure in Dimyristoylphosphatidylcholine studied by Synchrotron X-ray Small-Angle Diffraction", *Biochimica et. Biophysica Acta*, vol. 1028, pp. 103~109, 1990.
- [4] G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films," Plenum, New York, 1990.
- [5] 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. 2228~2233, September, 1991.
- [6] Y. Majima and M. Iwamoto, "Study on the Dynamic Behavior of Stearic Acid Monolayers at the Air-Water Interface", *JPN. J. Appl.*, vol. 30(1), pp. 126~130, 1991.
- [7] 이경섭, 권영수, "지질단분자막의 배향특성에 관한 연구", 대한전기학회, 하계학술대회 논문집, pp. 1217~1219, 1995.
- [8] 이경섭, 전동규, 국상훈, 권영수, "변위전류법에 의한 지질단분자막의  $\pi$ -A 특성", 한국전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, pp. 120~123, 1995.
- [9] 이경섭 외 5, "Langmuir막의 변위전류 측정에 관한 연구", 대한전기학회광주전남지방부 추계학술대회논문집, pp. 7~11, 1995.
- [10] 전동규, 이경섭, 권영수, "Langmuir막의 자극전달에 관한 연구", 한국전기전자재료학회 추계학술대회 논문집, pp. 113~117, 1995.
- [11] 古木 의 4, "アルキル置換基による Squarylium色素單分子膜中の制御と-J-およびH-會合體を含むLangmuir-Blodgett膜", *日本化學會誌*, 1990
- [12] 松下, 明弘, "水面上單分子膜變位電流吸光度測定システムの作製", *卒業論文*, pp. 4~12, 1991