유기단분자막의 전극거리에 따른 전류 측정

The Current Measurement by Electrode Distance of Organic Monolayers

이경섭 동신대학교 공과대학 전기전자공학과
전동규* 동신대학교 대학원 전기전자공학과
오재한 동신대학교 대학원 전기전자공학과
강용철 광주보건 전문대 의공학과
Kyung-sup Lee Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.
Dong-kyu Chon* Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad.
Jea-han Oh Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad.
Yong-chul Kang Dept. of Medical Eng. Kwangju Health

Abstract

We have investigated a surface pressure, a displacement current and a charge measurement by distance of between electrode 1 and water surface of organic monolayers. And the displacement current was generated durring compressin of Arachidic acid monolayers at a air-water interface.

The result from our work show that the displacement current of a Langmuir(L) film for Arachidic acid monolayers has the different maximum points according to the electrode distance.

We are known that the displacement current and a charge was generated in inverse proportion to electode distance *d*.

Key Words(중요용어) : Organic monolayers(유기단분자막), Displacement current(변위전류), Arachidic acid(arachidic 산)

1. 서 론

최근 전기전자공학의 재료분야에 있어서 끊임 없이 새로운 기능성소자 개발은 위한 노력이 계속되고 있다. 이러한 소자의 개발은 무기재료를 사용한 극미세화 및 고집적화, 고효율화 등의 목표로 연구가 진행되고 있으며 초박막소자의 개발을 위하여 유기재료를 사용한 유력한 기술 중의 하나로 널리 알려진 유기박막 제작법인 LB(Langmuir-Blodgett)법에 관한 연구가 주목을 받고 있다[1].

유기박막을 이용한 디바이스의 제작을 위해서는 우선 수면에 유기재료를 전개하여 유기단분자로 구성된 박막에 외부자격을 인가시켜 이들의 물성 평가가 이루어져야 한다[2].

본 연구에서는 유기박막 물성을 평가하기 위하여 외부로부터 압력자격을 인가하여 변위전류와 전하량 및 π-A등온선을 측정하고 상부전극과 수면과의 거리를 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm로 조정하여 전극에 따른 의존성을 측정하여 연구하였다.

2. 측정원리 및 실험

그림 1은 본 연구에 사용한 포화지방산인 Arachidic acid($CH_3(CH_2)_{18}COOH$)의 분자구조로서 시료는 $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 소수기와 $COOH$의 친수기를 갖는 양친매성 물질로 구성되어 있으며 클로로포름을

용매로하여 0.5 *m mol/l*의 농도로 조성하였다. 또, 상부전극과 수면사이의 거리를 조절하고 변위전류에 대한 의존성을 확인하기 위하여 LCZ meter를 이용하였다[2][3].

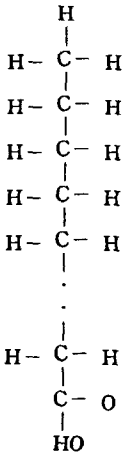

그림 1. Arachidic acid의 분자구조
Fig. 1. Molecule structures of Arachidic acid

트러프에 전개된 유기박막의 압축과정에서 표면압, 최대전류, 전하량은 그림 2와 같이 상부전극과 하부전극에서 전류계를 통한 폐회로에서 측정하였다. 단분자막을 형성한 후 베리어를 압축하게되면 식(1)의 전하량 Q가 유기되고 유기된 전하량은 전류계를 통하여 전류의 형태로 검출된다[4].

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

μ : 수직방향성분의 쌍극자모멘트
N : 상부전극 아래에 존재하는 분자수
d : 상부전극과 수면 사이의 거리

또한, 발생된 전류 중 외부회로에 흐르는 최대전류 A_m은 식(2)와 같이 전하량 Q를 시간에 대하여 미분을 하여 구할 수 있다.

$$A_m = \frac{N}{d}\frac{d\mu}{dt} + \frac{\mu}{d}\frac{dN}{dt} \qquad (2)$$

식(1)과 (2)로부터 유기되는 최대전류 A_m은 전극 아래 분자수 N이 변화할 때와 수면의 계면전위가 변화할 때 발생되며 수면과 전극 사이의 거리에 대하여 그 크기는 반비례한다[4][5].

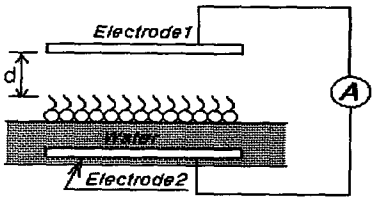

그림 2. 수면과 전극 1 사이의 거리에 따른 변위전류 측정
fig. 2. Displacement current measurement as distance of water surface and electrode 1

3. 결과 및 고찰

그림 3과 4는 상부전극과 수면과의 거리 d를 각각 0.5, 1.0, 1.5, 2.0mm로 조정하였을 때 전류가 발생하는 비교적 넓은 면적과 좁은 면적에서의 실험 결과이다.

분자의 점유면적은 각각 65~17Å^2 과 48~13Å^2 부근까지 압축하였으며 분자점유면적은 24Å^2 부근에서 표면압의 변화를 볼 수 있었고 좁은 면적일 경우 45mN/m 부근에서 막 붕괴가 일어남을 알 수 있었다. 유기되는 전류는 각각 분자점유면적이 38~42Å^2, 33~37Å^{2}부근에서 최대값을 나타냈고 수면과 전극 사이의 거리가 가까울수록 변위전류의 최대값은 크게 나타남을 알 수 있었다.

그림 5와 6은 거리 d를 변화시켰을 때 유기되는 최대전류 A_m과의 관계이다. 식 (2)에서 A_m은 거리 d에 반비례함을 알 수 있듯이 실험의 결과에서도 전류의 최대값 A_m이 비교적 넓은 면적에서는 약 110, 125, 150, 170[fA], 좁은 면적에서는 70, 90, 105, 140[fA]에서 거의 직선적으로 반비례했음을 알 수 있었다.

4. 결 론

Arachidic acid 단분자에 외부자격을 가하여 변위전류, 전하량을 측정하였으며 발생되는 변위전류의 최대값은 전극거리와 반비례함을 알 수 있었고 이론값과 실험 측정값이 비교적 잘 일치함을 알 수 있었다.

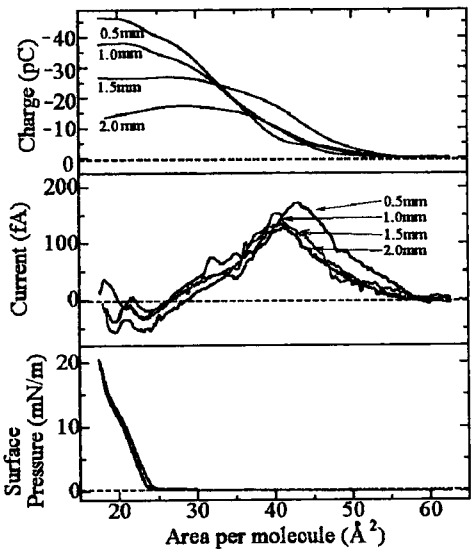

그림 3. 넓은 면적에서의 결과
fig. 3. Result of wider area

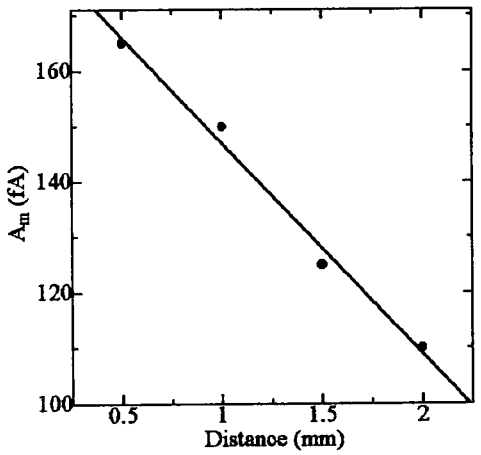

그림 5. 넓은 면적에서의 최대전류 A_m과 전극거리 d의 관계
fig. 5. Relation of electrode distance d and maximum A_m at wider area

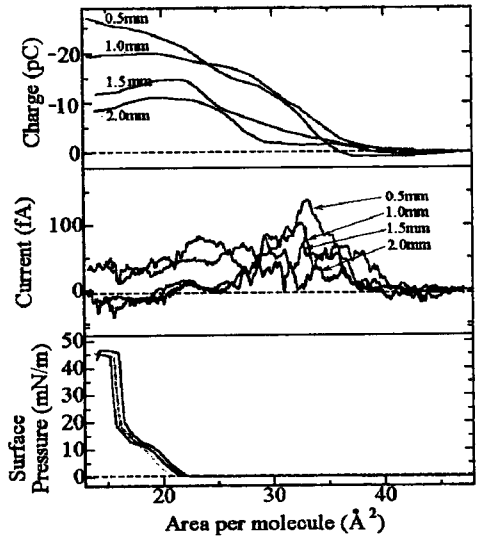

그림 4. 좁은 면적에서의 결과
fig. 4. Result of narrower area

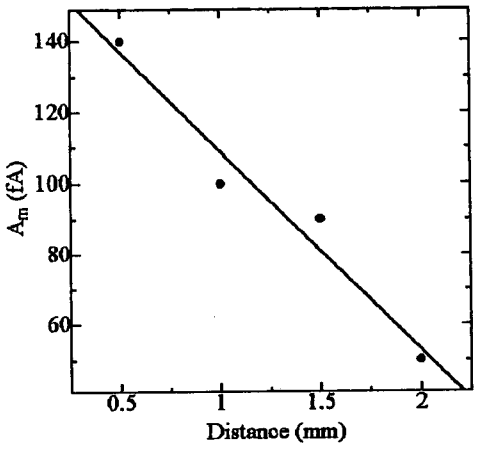

그림 6. 좁은 면적에서의 최대전류 A_m과 전극거리 d의 관계
fig. 6. Relation of electrode distance d and maximum A_m at narrower area

감사의 글

본 연구는 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구소 주관으로 수행되었음.
과제관리번호 : 97-021

참 고 문 헌

[1] G. Roberts, *"Langmuir-Blidgett 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 seientific instruments, AIP, vol. 62, No.9, pp. 2228~2283, September, 1991.

[3] S. Kato, M. Akiyama, Y. Amemiya and I. Hatta, "Temperature Dependence of the Ripple Structure in Dimyristoylphosphatidylcholine sudied by Snchrotron X-ray Small-Angle Diffraction", Biochimica et. Biophysica Acta, vol. 1028, pp. 103~109, 1990.

[4] M. Iwamoto and Y. Majima, "Investigation of a Fatty acid Monolayer at the Air-Water Interface using a Current-Measuring Technique", Thin Solid Films, vol. 178, pp. 67~72, 1989.

[5] K. S. Lee, M. Iwamoto, "Maxwell Displacement Current across Phospholipid Monolayers at Air/Water Interface", J. of Collid and Interface Science, vol. 177, pp. 414~418, 1996.