

Arac. acid와 인지질 유기단분자의 자격특성에 관한 연구

송진원^{*}, 이경섭^{**}

^{*}동신대학교 대학원 전기전자공학과

^{**}동신대학교 공과대학 전기전자공학과

A Study on the Stimulus Properties of Arac. acid and Phospholipid Organic Monolayer

Jin-Won Song^{*}, Kyung-Sup Lee^{**}

^{*}Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin University, grad.

^{**}Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin University.

Abstract

It is well known that the state of existence of molecules on the surface of water changes during compression of the molecules. Electric methods, such as the measurement of the surface potential or displacement current, are also useful for investigating dynamic changes of the molecular state on the water surface during compression.

Maxwell-Displacement-Current(MDC) measuring technique has been applied to the study of monolayers of Arachidic acid and L- α -Dimyristoyl Phosphatidylcholine(L- α -DMPC). The displacement current was generated from monolayers on a water surface by monolayer compression.

Displacement current was generated in the gas state, gas/liquid state, and liquid state in the course of monolayer compression.

The researchers examined displacement current of electric conduction organic monolayer generated due to orient change of monolayers alkylchain.

Keywords(중요용어) : Phospholipid(인지질), Displacement current(변위전류)

1. 서 론

최근 산업기술은 전기전자 관련 기술과 정보처리 기술 등 모든 분야에서 급속하게 발달하고 있다. 특히 전기전자 산업은 반도체 소자를 중심으로 고집적화, 극미세화, 박막화를 목표로 연구개발이 진행되어지고 있다. 또한 분자 설계에 따라 무한의 구조를 얻을수 있는 유기재료를 이용한 초박막 기능성 소자의 연구가 활발히 이루어 지고 있는데, 유기재료를 이용한 유기박막은 분자 레벨의 기능성 소자로서 전기전자 및 전력기기 제작등에 응용할 수 있으며, 박막을 구성하고 있는 분자들을 규칙적으로 배열, 배

향할 수 있다는 장점이 있기 때문에 최근 전력 기기 제작등 유기 재료를 이용한 광도전 소자, 액정소자, 유전체 및 절연소자등 여러 기능성 소자로서의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 특히 상온·상압하에서 저에너지로 박막의 제작이 가능하여 신소재로서 각광을 받고 있다.¹⁾⁻³⁾

유기재료의 이용형태는 수면위에 유기단분자를 전개 시켰을때 유기박막의 형태로 존재하게 되는데 수면위에 형성된 유기분자막을 Langmuir(L)막이라 부르며, 수면위의 유기박막을 고체 기판에 누적하는 기술로 널리 알려진 Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용한 유기박막의 전기전자 디바이스 응용기술에 대

한 연구 또한 활발히 진행되어지고 있다.

유기재료를 이용한 절연막으로서 유기화합물질 외에 지방산과 지질등 생체물질을 이용한 LB막은 얇은 두께로 제작이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 특히 포화지방산물질은 COOH의 단순한 구조를 갖는 것에 비하여 인지질의 경우는 인산을 함유한 친수기를 갖고 있어 그에 따른 전기적 특성이 주목되는 물질이다.⁴⁾⁻⁵⁾

따라서, 본 연구에서는 Arachidic acid와 지방산계의 인지질인 L- α -DMPC(L- α -Dimyristoyl Phosphatidylcholine)를 압력자극에 의한 표면압, 변위전류 등을 검출하여 분자의 동적거동을 알아보고, 두 시료의 차이점을 비교하여 보았다.

2. 이론 및 실험

2개의 측정 전극으로 구성된 수면위에 고유 쌍극자 모멘트 m 를 갖는 유기단분자를 전개하였을 때, 상부전극 아래에 존재하는 단분자의 수와 수면에 수직으로 대향하는 쌍극자 모멘트 요소는 매우 작으나, 베리어의 압축에 의해 N개의 분자를 상부전극을 향하여 모이게 하면 박막의 상태와 구조가 변화되며, 분자수 N과 쌍극자모멘트의 수직성분 m_z 의 변화에 전극의 전하Q를 유기하고, 변위전류 I가 발생하는데 외부회로를 통하여 흐르는 변위전류 I는 유기된 전하량이 시간에 의존하여 변화할 때 흐른다.

$$I = -dQ/dt$$

$$= (S/d)(m_z dN/dt + Ndm_z/dt)$$

여기서 S는 전극 1의 면적, d는 전극 1과 수면과의 거리이다.

그림 1은 본 연구에 사용된 측정장치이다. LB trough는 barrier속도와 온도의 제어가 가능한 PTFE(polytetrafluoroethylene) coating 처리된 스테인레스 트러프이고, 전극 1은 Shield된 ITO glass로서 수면과의 거리는 LCZ meter를 이용하여 약 1mm 간격을 유지하였으며 through에 탈착이 용이하도록 하였다. 전극에서 검출된 변위전류는 전류계(Keithley 6517 electrometer)를 통하여 측정하였다. 변위전류 측정은 수면위에 시료를 전개한 후

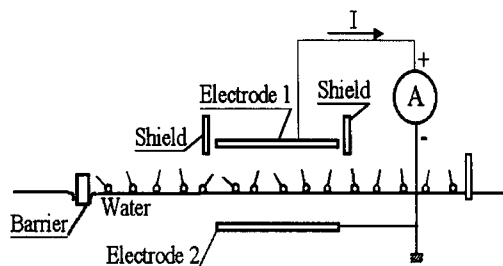
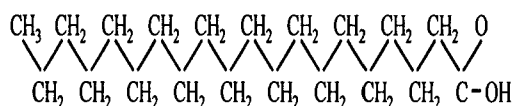
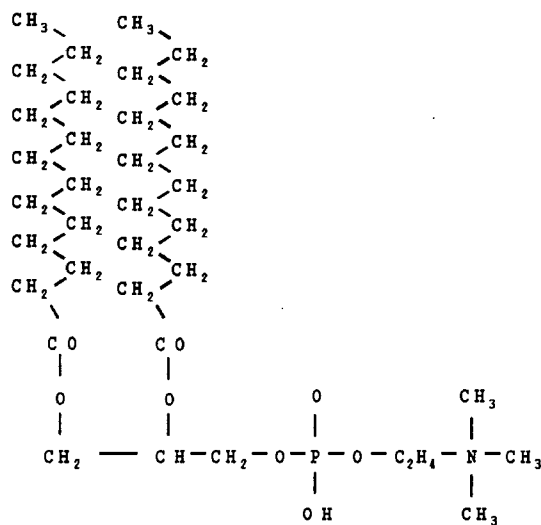


그림 1. 변위전류 측정장치

Fig. 1. Apparatus of displacement current measurement



(a) Arachidic acid



(b) DMPC

그림 2. 분자구조

Fig. 2. Molecule structures

약 10 분 정도 유기단분자막의 안정시간을 유지한 후 barrier의 속도를 일정하게 압축하여 측정하였다.

그림 2는 본 연구에 사용된 Arachidic acid와 DMPC(Dimyristoyl Phosphatidylcholine)의 분자구조이다.

Arachidic acid는 CH_2 알킬chain이 1개로서 $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 소수기와 $COOH$ 의 친수기를 갖는 양친매성 물질이고, DMPC는 카르복실기를 가지고있는 긴 알킬chain이 2개인 $CH_3(CH_2)_{12}$ 인 지방질의 소수기와 인산기, 아민기를 갖는 친수성의 양친매성 물질로 구성되어 있다.

분자는 chloroform을 용매로 하였고 Arachidic acid는 0.2 mmol/l, DMPC는 0.5 mmol/l 농도로 조성하여 온도 20°C, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켰다.

3. 결과 및 고찰

그림 3은 Arachidic acid 단분자를 수면위에 전개시켜 barrier를 압축시켰을 때 분자점유면적에 대한 표면압과 변위전류, 쌍극자 모멘트의 변이결과를 나타내었다. 분자의 점유면적을 $56\text{\AA}^2 \sim 19\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였다. 시료를 전개시키고 압축을 시작하였을 때, c영역까지는 변위전류가 발생하지 않았는데 이는 분자들의 분포도가 주변분자의 영향을 받지 않을 정도로 충분한 거리를 유지하여 분극작용을 일으키지 않는 기상상태로 생각된다. 또한, 변위전류가 변화하기 시작한 b영역인 약 50\AA^2 부터는 유전분극이 일어나기 시작하는 기/액상상태가 공존하는 영역으로 변위전류의 변화를 볼 수 있었고, 변위전류의 최대값은 약 130[fA]이었다. 표면압의 변화가 시작된 a영역인 약 25\AA^2 부터는 액상상태이고, 약 20\AA^2 부터 고체막을 형성함을 알 수 있었다. 또한, 변위전류와 쌍극자 모멘트의 변이형태도 잘 일치하였다.

그림 4는 DMPC 단분자를 수면위에 전개시키고 베리어를 압축하였을 때 결과이다. 분자의 점유면적을 $180\text{\AA}^2 \sim 55\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였으며 압축이 시작되었을 때인 c영역은 표면압이 변화하지 않는 기/액상 상태로 생각되며, 쌍극자 모멘트 변화는 변위전류의 변위와 잘 일치하였고, b영역은 액상상태로서 변위전류의 피크 후 표면압이 증가하여도 쌍극자는 거의 평형을 유지한 단일 액상상태로 생각되어지며 a영역에서 변위전류는 거의 0에 가까워지면서 약 58

\AA^2 에서 분자구조의 배향이 흐트러져 막이 붕괴됨을 알 수 있었다.

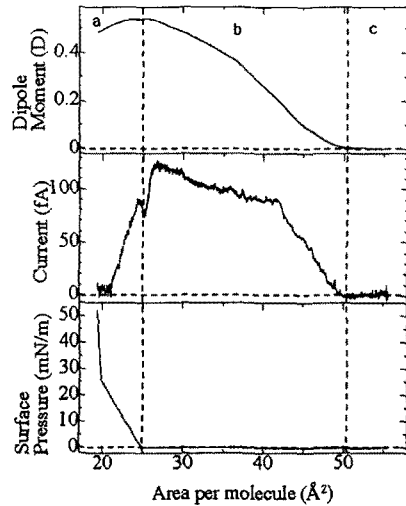


그림 3. 베리어 압축시 결과(Arachidic acid)
Fig. 3. Result of barrier compress(Arachidic acid)

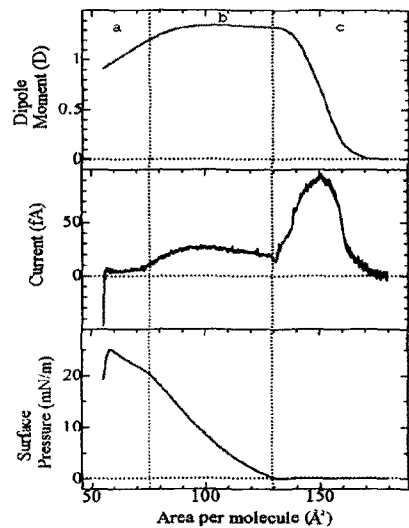


그림 4. 베리어 압축시 결과(DMPC)
Fig. 4. Result of barrier compress(DMPC)

그림 3과 4에서 표면압이 변화하지 않는 기/액상 상태를 지나 액상상태가 상대적으로 Arachidic acid가 더 오랫동안 지속되었고 변위전류의 최대값도 Arachidic acid이 더 높게 나타났는데 이는 소수기인 알킬체인에 의한 것으로 생각되어진다.

4. 결 론

Arachidic acid와 인지질 종류인 DMPC 유기단분자막의 압력자극에 의한 변위전류, 표면압, 쌍극자모멘트를 검출하여 두 시료의 분자구조에 의한 차이점을 알아본 결과, 알킬 chain의 개수와 길이가 서로 다르므로서 변위전류의 발생 형태도 다르게 나타남을 알 수 있었고, 변위전류의 최대값은 체인의 길이가 1개 더 긴 Arachidic acid이 130[fA]로서 더 높게 나타남을 알 수 있었다.

참고문헌

1. M.Iwamoto, T.Sasaki, "Thermally stimulated discharge of Au/LB/Air-Gap/Au structures incorporating Cadmium Arachidate Langmuir Blodgett films", Jpn. J. Appl. Phys. Vol 29, No 3, pp.536-539, March(1990)
2. V. K. Srivastava, In physics of Thin Films, Built-up Morecular Films and Rheir Application, 314-315, 1984
3. Abraham Ulman, An Introduction to ultrathin organic films, 339-402, Academic Preess, New York, 1991
4. Keiji Ohara and Masaaki Nakajima, "Displacement current generated during compression of fatty acid and phospholipid monolayers at the water-air interface", Thin Solid Films, 226, pp. 164-172, 1993
5. 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, 1991