

유기지방산(DMPC)의 전기 특성에 관한 연구

A Study on the Electrical Properties of Organic Fatty Acid(DMPC)

송진원 : 동신대학교 대학원 전기전자공학과
 구활본 : 전남대학교 공과대학 전기공학과
 김형곤 : 조선이공대학 전기과
 신석두 : 조선이공대학 전기과
 김영진 : 조선이공대학 전자과
 최영일 : 조선이공대학 전자과
 이경섭 : 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

Jin-Won Song : Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad.
 Hal-Bon Gu : Dept. of Electrical Eng. Chonnam National Univ.
 Hyung-Gon Kim : Electrical of Chosun Scienstic & Technology college.
 Suck-Doo Shin : Electrical of Chosun Scienstic & Technology college.
 Young-Jin Kim : Electronic of Chosun Scienstic & Technology college.
 Young-Il Choi : Electronic of Chosun Scienstic & Technology college
 Kyung-Sup Lee : Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.

Abstract

Monolayers of lipids on a water surface have attracted much interest as models of biological membranes, but also as precursors of multilayer systems promising many technical applications. Until now, many methodologies have been developed in order to gain a better underst.

DMPC molecules have one phosphatidylcholine head group and two long alkyl groups with carbonyl group. Displacement currents generated during the compression of monolayers of DMPC on the surface of water were investigated.

As results, the displacement pick was generated when the area per molecule was about 190\AA^2 in low pressure, and it was generated when the area per molecule about 150\AA^2 in high pressure. Also, for the study of photo device measured the absorption rate, the maxim value shown was 2800~2900nm.

1. 서론

최근 유기재료를 이용한 초박막 기능성 소자의 연구가 활발히 이루어 지고 있는데, 그중에서도 수면위에서의 Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용한 유기박막은 분자수준에서 박막화가 가능하고 단분자 제어가 가능하여 더욱 각광을 받고 있다. 특히 유기

분자를 사용한 디바이스와 센서, 광전소자등 기능성 소자로의 응용에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.^{1,3)}

수면위에 형성된 박막을 고체기판에 누적하여 전기전자 디바이스 응용에 대한 연구는 수면위에 전개된 분자들이 어떠한 상태로 움직이는가에 대한

물성을 평가하는 것이 선행되어야 한다.⁴⁻⁶⁾

따라서, 본 연구에서는 지방산계의 인지질인 DMPC(Dimyristoyl Phosphatidylcholine)를 압력자극에 의한 표면압, 변위전류를 검출하여 분자의 동적거동을 알아보았고, 초박막 전기전자소자의 구현과 광도전 효과를 연구하기 위한 박막의 광 흡수율을 측정하였다.

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 대항하는 쌍극자 모멘트 요소는 매우 작으나, 배리어의 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.

$$I = -dQ/dt$$

$$= (S/d)(m_z dN/dt + N dm_z/dt)$$

여기서 S는 전극 1의 면적, d는 전극 1과 수면과의 거리이다.

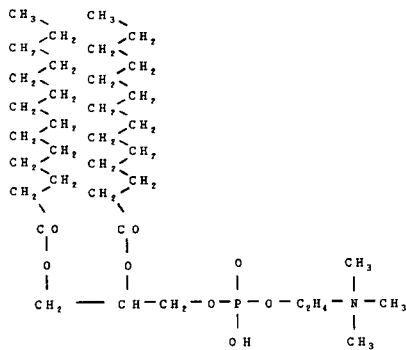


그림 1. L- α -DMPC의 분자 구조
Fig. 1. Molecule structure of L- α -DMPC

그림 1은 본 연구에서 사용한 지질단분자의 분자구조이다. 분자는 DMPC(Dimyristoyl Phosphatidyl

-choline)로서 분자구조는 카르복실기를 가지고있는 긴 알킬chain이 2개인 지방질의 소수기와 인산기, 아민기를 갖는 친수성의 양친매성 물질로 구성되어 있다. 분자는 클로르포름을 용매로 하여 0.2 mmol/l의 농도로 조성하여 온도 20°C, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켰다.

그림 2는 본 연구에 사용된 측정장치이다. LB trough는 barrier속도와 온도의 제어가 가능한 PTFE(polytetrafluoroethylene) coating 처리된 스테인레스 트리프이고, 전극 1은 Shield된 ITO glass로서 수면과의 거리는 LCZ meter를 이용하여 약 1mm 간격을 유지하였으며 trough에 탈착이 용이하도록 하였다. 전극에서 검출된 변위전류는 전류계(Keithley 6517 electrometer)를 통하여 측정하였다. 변위전류 측정은 수면위에 시료를 전개한후 약 10분정도 유기단분자막의 안정시간을 유지한후 barrier의 속도를 40mm/min로 압축하였다.

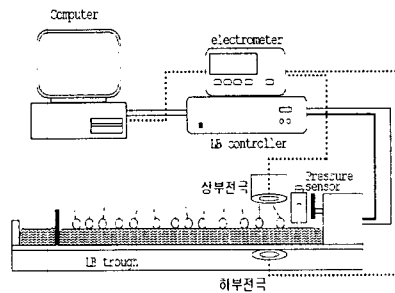


그림 2. 변위전류 측정장치
Fig. 2. Apparatus of displacement current measurement

또한 유기재료의 광흡수율 측정은 UV-VIS-NIR spectrophotometer(model : Hitachi U-3501 spectro photometer)를 사용하였으며 200-3200nm범위에서 시료의 흡수율을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 LB trough의 순수한 물(pH 6, 18.2M Ω cm)상태에서 배리어를 압축하였을 때 변위전류를 나타냈는데, 시료를 전개하지 않았을때 변위전류는 검출되지 않았다. 이는 전극과 수면사이에 유전체로서 작용할 매질이 없어서 전계를 유기하여 변위전류를 발생시킬 쌍극자가 존재하지 않기 때문이라고 생각

한다.

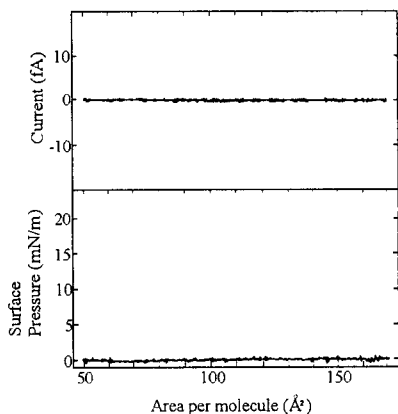


그림 3. 배리어 압축시 π -A, I-A, D-A
Fig. 3. π -A, I-A, D-A of barrier compress

그림 4와 5는 지질단분자를 수면에 전개시켜 barrier를 압축하였을 때 분자의 점유면적에 대한 표면압, 변위전류의 변이된 결과이다.

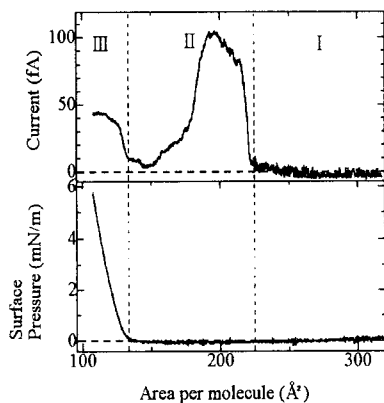


그림 4. 낮은 압력에서의 결과
Fig. 4. Result of lower pressure

그림 4는 DMPC의 분자구조중 소수기 부분인 알킬체인에 의존한 변위전류 발생지점을 관찰하기 위한 낮은 압력에서의 실험 결과이며, 분자의 점유면적을 $318\text{\AA}^2 \sim 110\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였다. 시료를 전개시켜 압축을 시작하여 I 영역까지는 변위전류가 발생하지 않았는데 이는 분자들의 분포도가 주

변분자의 영향을 받지 않을 정도로 충분한 거리를 유지하여 분극작용을 일으키지 않는 기상상태로 여겨지며, 변위전류가 변화하기 시작한 II영역인 약 220\AA^2 부터는 유전분극이 일어나기 시작하는 기/액상상태가 공존하는 영역으로 변위전류의 변화를 볼 수 있었고, 변위전류의 최대값은 약 $105[\text{fA}]$ 이었다. 표면압의 변화가 시작된 약 130\AA^2 부터는 액상상태로 변위전류는 일정하게 유지됨을 알 수 있었다.

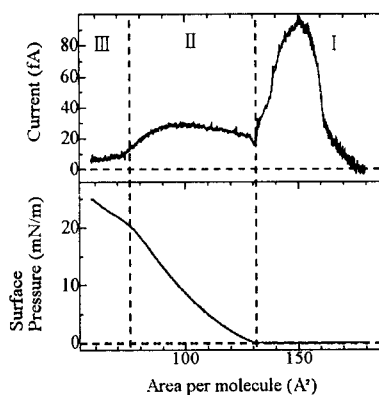


그림 5. 높은 압력에서의 결과
Fig. 5. Result of higher pressure

그림 5는 높은 압력에서의 실험 결과이다. 분자의 점유면적을 $180\text{\AA}^2 \sim 55\text{\AA}^2$ 부근까지 압축하였으며 압축이 시작되었을 때인 I 영역은 표면압이 변화하지 않는 기/액상 상태로 생각되며, II영역은 액상상태로서 변위전류의 피크 후 표면압이 증가하여도 변위전류는 거의 평형을 유지한 단일 액상상태로 생각되어지며 III영역에서 변위전류는 거의 0에 가까워졌는데 이는 분자들의 배향 질서가 일정한 고체막을 형성하였기 때문으로 생각한다.

그림 6은 UV-VIS-NIR spectrophotometer로 측정된 DMPC의 흡수율이다. 약 $2800 \sim 2900 \text{ nm}$ 에서 흡수율의 최대를 볼 수 있었고 최대값 이후 파장이 감소할수록 흡수율이 떨어짐을 알 수 있었다.

그림 7은 slide glass에 Y-type으로 1, 3, 5층 제작한 유기박막을 spectrophotometer로 측정된 파장에 따른 흡수율이다. 그림 6에서 시료의 흡수율과는 반대로 광을 투과 또는 반사하는 것으로 생각되어

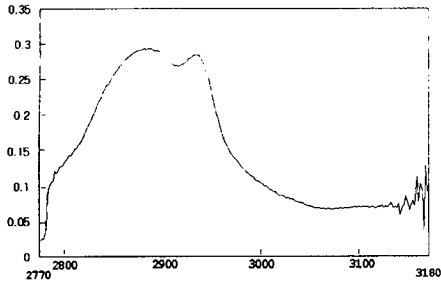


그림 6. DMPC의 흡수율
Fig. 6. Absorption rate of DMPC

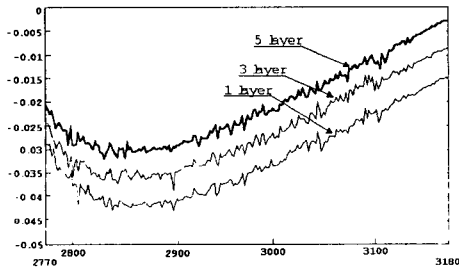


그림 7. LB박막의 흡수율
Fig. 7. Absorption rate of LB thin film

지는 부방향으로 최대값이 나타났으며 시료의 흡수율 피크값과 마찬가지로 2800~2900nm 부근에서 반사 반응을 나타냈음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 인지질 DMPC 유기단분자막의 압력 자력에 의한 표면압, 변위전류를 검출하여 이에 대한 물성평가를 하였고, 광을 조사하여 광흡수율을 측정 한 결과는 다음과 같다.

- (1) 시료를 전개하였을 때만 분자의 동적 거동에 의한 변위전류가 검출되는 것으로 보아 분자의 쌍극자모멘트가 존재함을 알 수 있었다..
- (2) DMPC의 표면압 및 변위전류를 검출한 결과 낮은 압력에서는 약 220 \AA^2 에서 변화가 일어나기 시작하였으며 약 190 \AA^2 에서 변위전류의 최대값을 나타내었다. 또한 높은 압력에서는 약 150 \AA^2 에서 변이전류의 최대값이 발생되었다.
- (3) 광흡수율을 측정 한 결과 시료의 흡수율은 약

2800~2900nm에서 최대값을 나타냈고, Y-type으로 1, 3, 5층을 누적하여 흡수율을 측정 한 결과 시료의 최대값 부분에서 흡수율이 가장 많이 떨어졌다. 이는 LB박막이 흡수율의 최대점에서 투과나 반사가 일어난다고 생각되어진다.

참 고 문 헌

- 1) M.Iwamoto, A.Fukuda, "Charge storage phenomena and I-V characteristics observed in ultrathin poly Langmuir Blodgett films", Jpn. J. Appl. Phys. Vol 31. pp 1092-1096. 1992
- 2) 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)
- 3) 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, 1991
- 4) Mitsumasa Iwamoto, Yoshinobu Mizutani, Akihiko Sugimura, "Calculation of the dielectric constant of monolayer films on a material surface", Phys. Rev., B Vol 54, No 11, pp 8186-8190, 15 September 1996
- 5) Mitsumasa Iwamoto and Chen-Xu Wu, "Analysis of dielectric relaxation phenomena with molecular orientational ordering in monolayers at the liquid-air interface", Phys. Rev., E Vol 54, No 6, pp 6603-6608, December 1996
- 6) 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