'99 춘계학술대회 논문집/PA-11(pp. 243-246) 한국전기전자재료학회

생체박막의 전기특성에 관한 연구

A Study on the Electrical Properties of Biology Thin Films

오 재 한 동신대학교 대학원 전기전자공학과
김 동 관 동신대학교 대학원 전기전자공학과
이 경 섭 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

J. H. Oh Dept. of Electrical & Electronic. Eng. Donshin Univ grad.
D. K. Kim Dept. of Electrical & Electronic. Eng. Donshin Univ grad.
K. S. Lee Dept. of Electrical & Electronic. Eng. Donshin Univ.

Abstract

The displacemant current measuring system used for detecting the dynamic behavior of monolayers at the air-water interface is described. It basically consists of a film balance, a pair of electrodes connected to each other through a sensitive ammeter. Here, one electrode is suspended in air and the other electrode is placed in the water. With Maxwell-displacement-current-measuring method, the phase transitons of Poly(γ-benzyl L-glutamate)(PBLG) on a water surface were detected. Displacement currents generated during the compression of monolayers of PBLG on the surface of water were investigated. As results, the displacement pick was generated when the area per molecule was about 15 $Å^2$ in low pressure, and it was generarted when the area per molecule about 27$Å^2$ in high pressure.

1. 서론

현재는 다량의 정보를 처리하여 저장, 전달하는 단순정보화 보다 광범위한 정보의 처리, 전달 뿐만 아니라 정보를 인식하여 판단할 수 있는 지능화가 필요한 사회이다. 이를 위하여 소자의 기능화와 3차원화, 그리고 이들 개념은 분자 1개 또는 수개를 이용하여 원자, 분자가 가진 고유한 기능을 전자 디바이스로 이용하려고 하는 것이다. 이러한 기능을 이용하려면 박막화하는 기술이 필요하다. [1) 3)]

박막 제작 기술로는 PVC법, CVD법, Sputtering법, Epitaxy법, Langmuir-Blodgett(LB)법 등이 있다. 이들 박막 제작 기술중에 최근에는 균일한 막을 용이하게 제작하고, 단분자제어가 가능한 LB법이 널리 이용되고 있다.[4)~7)]

LB법은 다른 초박막 제작법과 비교하면 막두께를 분자단위로 제어할 수 있는 점과 구성 분자의 배향, 배열 제어와 막의 형성에 필요한 에너지가 매우 작은 장점을 가지고 있기 때문에 최근 관심의 대상이 되고 있다. 또한 유기 분자 재료는 생체 내에서 친화성을 가진 물질의 한쪽을 고정화하여 그상태를 식별할 수 있게 한 생물 기능막인 바이오센서와 유전재료, 절연재료, 및 액정재료, 유기반도체로서의 실용화에 대한 가능성도 이미 제안되어 왔으며[8),9)] 생체막을 인공적으로 제작하는 방법으로는 LB법이 적합한 방법이라고 알려져 왔다.[10)]

따라서 본 연구에서는 PBLG를 압력자격에 의한 표면압, 변위전류 등을 검출하여 분자의 동적거동을 알아보았고 박막화를 위한 누적조건을 검출하였다.

2. 시료 및 실험장치

그림 1은 본 연구에 이용한 시료의 분자구조이다. 분자는 Poly(γ-benzyl-L-glutarnate)로서 지방질의 소수기와 carbonyl 기를 갖는 친수기 물질로 구성되어 있다. PBLG는 클로르포름을 용매로 사용하여 1.0m mol/ℓ의 농도로 조성하였다.

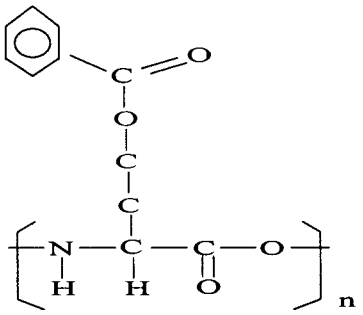

그림 1. PBLG의 분자 구조
Fig.1. Molecule structure of PBLG

그림 2는 본 연구의 실험장치이다. 가동 barrier의 이동에 의한 표면압력 인가 장치와 PTFT 트러프로 구성되어 있다. 상부전극(전극1)은 압력 자극에 따른 변위전류를 검출하기 위하여 면적이 45.6cm^{2}의 투명 도전성 전극(SnO_2)을 스테인레스 스틸로 실드 하였으며 트러프에 탈착이 용이하도록 하였다. 하부전극(전극2)은 좋은 금선으로서 순수물속에 설치하였으며 상부전극과 수면과의 거리는 LCZ meter를 이용하여 약 1.0mm의 거리로 유지하였다.

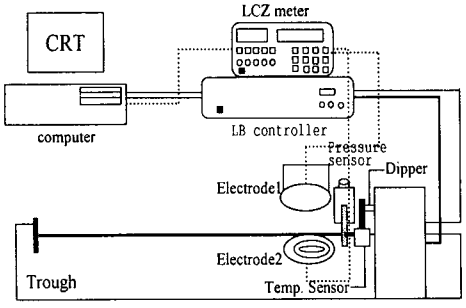

그림 2. 실험장치
Fig. 2. Experiment apparatus

조성된 PBLG를 수면에 전개시켜 10분간 안정시간을 유지한 후 barrier를 40mm/min의 속도로 압축하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 LB trough의 순수한 물(pH 6, 18.2MΩcm) 상태에서 barrier를 압축하였을 때 자격전달특성을 나타내었는데, 시료를 전개하지 않았을 때 변위전류는 검출되지 않았다. 이는 전극과 수면사이에 유전체로서 작용할 매질이 없어서 전계를 유기하여 변위전류를 발생시킬 쌍극자가 존재하지 않기 때문이라고 생각한다.

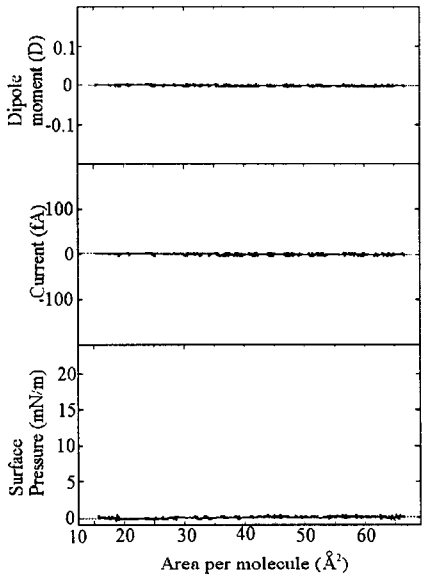

그림 3. 단분자막이 존재하지 않을 때 π-A, I-A, D-A
Fig3: π-A, I-A, D-A in no exists monolayer

그림 4와 5는 지질단분자를 수면에 전개시킨후 barrier를 압축시켰을 때의 분자점유 면적에 대한 표면압, 변위전류, 쌍극자모멘트의 변화결과 이다.

그림 4는 지질단분자의 분자구조중 소수기 체인에 의존한 변위전류 발생 지점을 관측하기 위한 비교적 낮은 압력에서의 실험 결과인데 분자의 점유면적은 약 64Å^2~13Å^2 까지 압축하였으며 압축이 시작되었을 때 a영역처럼 변위전류는 발생하지 않았고 변위전류가 발생하기 시작한 약 45Å^2 까지는 변위전류와 쌍극자모멘트가 일정하게 유지되는 기상상태로 보여진다. 변위전류와 쌍극자 모멘트가 변화하기 시작한 b영역은 분자들의 운동으로 변위전류가 발생하는 기상/액상 상태로 생각되어지며 쌍극자모멘트 변이형태와 잘 일치하였다. 변위전류의 최대값은 약 480fA로 나타났다.

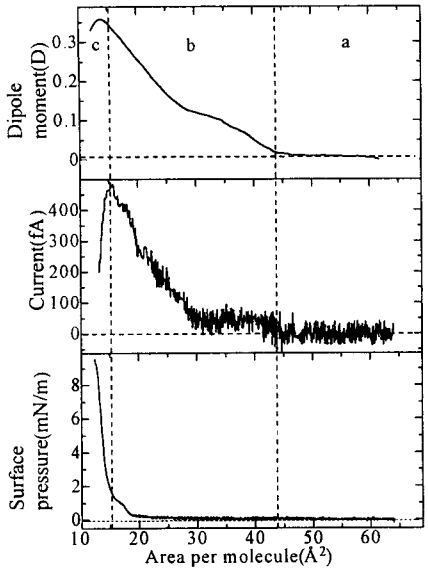

그림 4. 낮은 압력에서의 결과

Fig. 4. Result of lower pressure

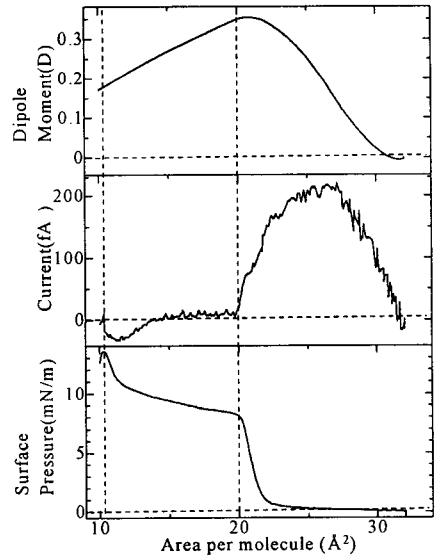

그림 5. 높은 압력에서의 결과

Fig. 5. Result of higher pressure

그림 5는 분자의 배향상태를 관측하기 위한 비교적 높은 압력에서의 실험 결과이다. 분자의 점유면적을 약32.5Å^2~10Å^2 까지 압축을 하였다. a영역은 표면압이 일정하게 유지되면서 변위전류가 발생하는 기상상태와 표면압이 상승하면서 변위전류가 낮아지는 기상/액상 상태로 보여지며 변위전류의 최대값은 약 230fA로 발생되었다. b영역은 변위전류가 일정하게 유지되는 2차상전이 상태로 보여지며 약 11Å^{2}에서 막이 붕괴됨을 알 수있었다.

그림 6은 박막화를 위해 누적조건을 검출하기 위한 표면압 검출 결과이다. 약 15Å^2 부근의 6[mN/m]의 압력이 단일고상상태로 판단되며 누적조건으로 결정하였다.

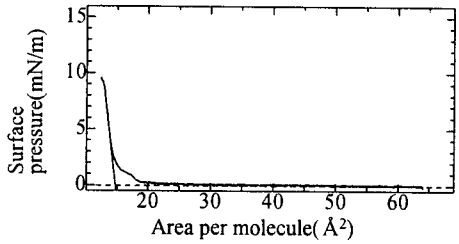

그림 6. 분자의 점유면적과 표면압

Fig. 6. Molecule per area and surface pressure

4. 결론

본 연구에서는 PBLG 지질단분자막의 압력자격에 의한 표면압, 변위전류를 검출하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 시료를 전개하였을 때만 분자의 동적 거동에 의한 변위전류가 검출되는 것으로 보아 분자의 쌍극자 모멘트가 존재함을 알 수 있었다.

(2) 유기 박막을 수면에 전개시켜 전기특성으로서 변위전류를 검출하였다.

(3) PBLG 유기 박막의 제막조건으로 6[mN/m]의 표면압을 검출하였다.

5. 참고문헌

(1) Y. Majima and M. Iwamoto, "Study on the Dynamic Behavior of Stearic Acid Monolayer at the Air-Water Interface", JPN. J. Appl, 30(1), pp.126~130., 1991

(2) Y. Majima, Y. Kanai, M. Iwamoto, "Maxwell displacement-current generation due to trance-cis photoisomerization in monolayer Langmuir-Blodgett film", JPN. J. Appl. Phys, 72, pp.1637~1641. 1992

(3) Jiuzhi Xue, C.S-Jung and M.W-Kim, "Phase Trasition of Liquid-Crystal Films on an Air-Water Interface", Physical Review Letter, 69, No, 3, pp.474~477, 1992

(4) G. Roberts, "Langmuir-Bolidett Films",

Plenum. New Yors. 1990

(5) Y. majima and M. Iwamoto, "A new displacement current measuring system coupled with the Langmuir-film technique", Rev. Sci. Instrum. 62(9), September 1991

(6) A. Miller. C. A. Helm and H. Mohwald. "The Colloidal Nature of Phospholipid Monolayers", J. Physique, 48, pp. 693~791,1987

(7) S. Kato M. Akiyama, Y. Amemiya, I. Hatta "Thmperature Dependence of the Ripple Studied by Snchrotron X-ray Small-Amgle Diffraction", Biochimica Acta, 1028, pp. 2228~2283, September, 1991

(8) 이경섭 외 4명 "The Orientation Properties in the Stimulation Transmit of Lipid Membrance", '96 7th Molecular Electronics & Device Symposium, 1996. 4

(9) 이경섭, 권영수, 외 3명 "A study on the Orientation Properties of Optical Opposite Organic Membrance", 한국전기전자재료학회 춘계학술대회논문집, pp 248~251, 1996

(10) Mitsumasa Iwamoto and Tohru Kubota, "Maxwell-displacement across phospholipid monolayers due to phase transition", Jou.Che.Physics.82-85, 1992