

## PBDG의 자극반응과 물성에 관한 연구

### A Study on Stimulus reaction and Physical Properties of PBDG

장 헌\*, 이경섭\*\*

Hun Chang\*, Kyung-Sup Lee\*\*

#### 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 transitions of Poly- $\gamma$ -benzyl D-glutamate(PBDG) on a water surface were detected. Measured surface pressure, displacement current and dipole moment of monolayers of PBDG on the water surface. We measured analyzed displacement current that occur when differed temperature. Could know that displacement current is proportional in increase of temperature and great as experiment result.

**Key Words** : displacement current, Langmuir-Blodgett, Phase transition

#### 1. 서론

최근 바이오 센서 및 산업분야에 고밀도 다기능 초소형 디바이스의 필요성이 절실히 요구됨에 따라 상온, 상압하에서 저에너지로 박막의 제작이 용이한 유기박막은 분자레벨에서 그 배향·배열을 비교적 쉽게 조절할 수 있기 때문에 전자소자, 광학소자, 생체기능소자 및 바이오센서 등의 기능성소자로서의 신소재 개발 응용에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.<sup>1)-3)</sup>

유기재료의 기능을 소자화 하기 위해 유기박막을 제작하는 기술로 유기단분자를 수면 위에 전개시켜 분자두께의 단분자막을 고체 기판 위에 한층 또는 다층으로 누적하는 방법으로 Langmuir-Blodgett (LB)법이 있다<sup>4)-5)</sup>,

따라서, 본 연구에서는 생체기능 및 바이오센서 분야에 유기박막을 응용하기 위한 PBDG의 물성을 평가하는 방법으로 LB법을 사용하여 수면의 온도를 각각 달리했을 때 표면압과 변위전류, 쌍극자 모멘트를 검출하였고 발생하는 변위전류의 차이점을 관측하였다.

#### 2. 이론 및 실험

유기단분자를 수면위에 전개하여 외부자격을 인가하면 막의 상태와 구조가 변화하면서 분자수 N과 쌍극자모멘트의 수직성분  $m_z$ 의 변화량에 의해 전하 Q를 유기하고, 유기된 전하가 시간에 따라 변화할 때 변위전류 I는 다음과 같다.

$$I = -dQ/dt \\ = (S/d)(m_z dN/dt + N dm_z/dt)$$

\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
(전남 나주시 대호동 동신대학교,  
Fax: 061-330-2909  
E-mail : kslee@white.dongshinu.ac.kr)

\*\* 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

여기서 S는 상부전극의 면적, d는 상부전극 1과 수면과의 거리,  $m_z$ 는 쌍극자모멘트의 수직성분이다. 그림 1은 본 연구에 사용된 PBDG(Poly- $\gamma$ -Benzyl D-Glutamate)의 분자구조이다. PBDG는 생체막 재료로 알려진 인공지질로서 지방질의 소수기와 Carboxyl(COOH)기를 갖는 친수기 물질로 구성되어 있으며 온도에 따라 민감하게 반응한다. 용매로 클로로포름을 사용하여 0.1 mmol/l의 농도로 조성하였으며 20°C, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켜 측정하였다.

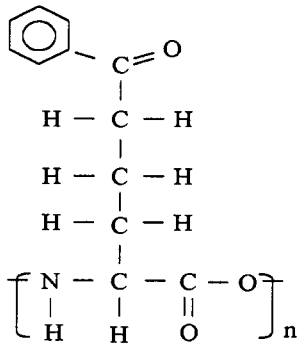


그림 1. PBDG의 분자구조  
Fig. 1. Molecule structure of PBDG

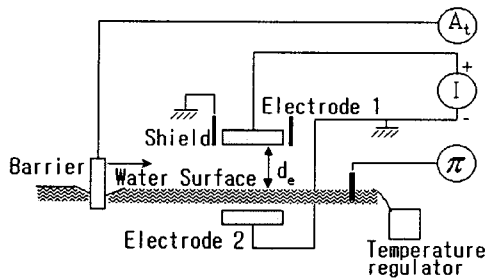


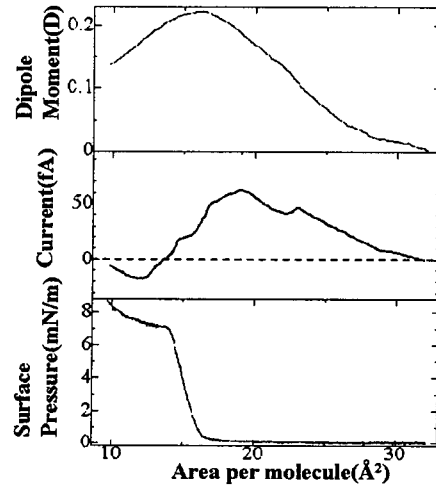
그림 2. 변위전류 측정장치  
Fig. 2. Apparatus of displacement current measurement

그림 2는 본 연구에 사용된 측정장치이다. 상부전극(Electrode1)은 Shield처리된 ITO glass이며 트러프에 탈착이 용이하도록 제작하였고, 하부전극(Electrode 2)은 금선으로 수면내부에 설치하였다. 상부전극에서 검출된 변위전류는 전류계(Keithley 6517

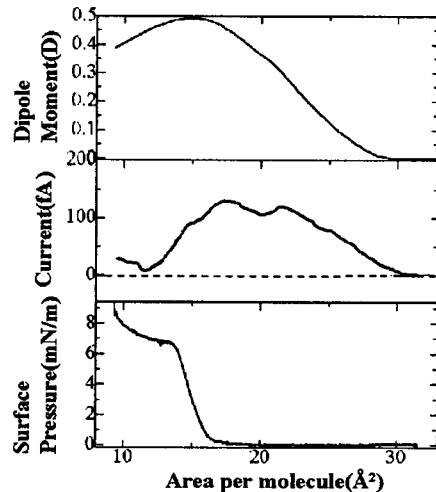
electrometer)로 측정하였다. 변위전류 측정은 수면위에 시료를 전개한후 약 10분정도 유기단분자막의 안정시간을 유지한후 barrier의 속도를 40mm/min로 압축하면서 온도를 각각 15°C, 20°C, 25°C로 변화시켜 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

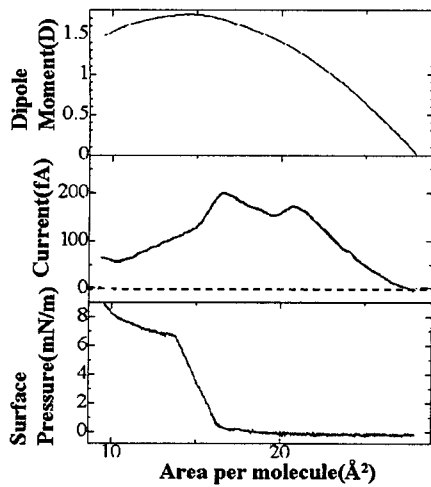
그림 3은 PBDG 단분자를 수면에 전개시킨 후 Barrier를 40mm/min으로 압축시켜 온도를 각각 변화시켰을 때의 결과이다.



(a) 15°C



(b) 20°C



(c) 25°C

그림 3. 온도에 따른 결과  
Fig. 3. Result of Temperature

분자의 점유면적은  $30 \text{ \AA}^2 \sim 10 \text{ \AA}^2$  부근까지 압축하였으며 15°C일 때 변위전류의 최대값은 약 65[fA], 20°C일 때 약 125[fA], 25°C일 때 195[fA]로 검출되었다. 압축을 시작한 후 변위전류의 발생형태는 쌍극자 모멘트의 변이형태와 잘 일치하였는데 표면압이 변화하지 않은 상태에서 변위전류와 쌍극자 모멘트가 변화하는 기/액상 상태로 보인다. 표면압은 약  $17 \text{ \AA}^2$  부근에서 변화하는데, 이는 단일 액상 상태로써 표면압이 증가해도 쌍극자 모멘트는 거의 평형을 이루고 있는 분자의 배향이 일정하게 유지된 상태로 생각되어진다.

그림 4는 온도에 따른 변위전류의 변화 비율을 나타낸 것이다. 온도를 각각 다르게 했을 때 나타나는 변위전류의 최대값이 선형적으로 나타나는 것으로 보아 온도와 변위전류가 비례관계가 있음을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서 생체지질로 알려진 PBDG를 이용하여 온도를 변화시켰을 때 자격에 의한 각각 표면압, 변위전류, 쌍극자 모멘트를 검출하여 평가를 한 결과 변위전류의 피크값은 온도가 높을수록 크게 나타나고 선형적으로 변화함을 알 수 있었다. 앞으로

PBDG를 이용하여 온도에 의해 반응하는 센서나 인공 생체재료에 응용할 수 있으리라 본다.

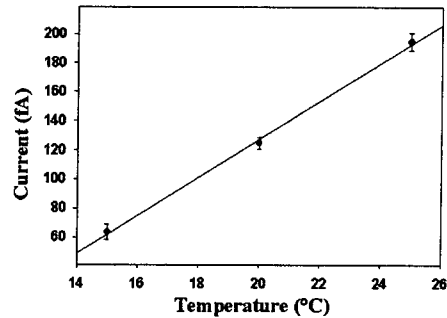


그림 4. 온도에 따른 변위전류 변화량  
Fig. 4. Displacement current Change amount by temperature

#### 참고문헌

- [1] O. Albrecht, H. Gruler and E. Sackmann, "Polymorphism of Phospholipid Monolayers," vol. 39, pp. 301-313, 1978.
- [2] G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Plenum, New York, 1990.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Mitsumasa Iwamoto and Yutaka Majima, "Investigations of the dynamic behavior of fatty acid monolayers at the air-water interface using a displacement current-measuring technique coupled with the Langmuir-film technique", J. Chem. Phys., Vol. 94, No. 7, 1 April 1991.
- [7] Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, and Haruhiko Naruse, "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", J. Appl. Phys., Vol. 72, No. 4, 15 August 1992.