

Poly- γ -Benzyl L-Glutamate의 자극반응에 관한 연구

김병근, 이경섭

*동신대학교 대학원 전기전자공학과

**동신대학교 전기전자정보통신공학부

A Study on the Stimulus Reaction of PBLG

Beyung-Geun Kim, Kyung-Sup Lee

*Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ. grad.

**Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin Univ.

Abstract - The Displacement current measurement system used in this experiment because detecting the dynamic behavior of monolayers at the air-water interface is possible. 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. PBLG phase transformation measured by Maxwell-displacement-current-measurement method in surface of the water. Measured (surface pressure, displacement current and dipole moment) of monolayers of PBLG on the water surface. We measured displacement current that occur when changed temperature(15, 20, 25°C) and the compression speed(30, 40, 50(mm/min)).

From the result, it is known that current generated in the range of high surface pressure compression velocity and temperature become faste

고 유기된 전하가 시간에 의하여 변화할 때 변위전류 I 는 다음과 같이 구할 수 있다.⁶⁾⁻⁷⁾

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{dQ}{dt} \\
 &= \frac{m_z}{d} \frac{dN}{dt} + \frac{N}{d} \frac{dm_z}{dt} \\
 &= \frac{S}{d} \left\{ \frac{1}{A} \frac{dm_z}{dt} + m_z \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{A} \right) \right\} \\
 &= \frac{S}{d} \frac{1}{A} \frac{dA}{dt} \left(\frac{dm_z}{dA} - \frac{m_z}{A} \right)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식에서 변위전류 I는 전극간격 d에 반비례한다. 자극 속도 α 및 압축율 γ 을 다음과 같이 정의하면

$$\begin{aligned}
 \alpha &= \frac{dA}{dt} \\
 \gamma &= \frac{1}{A} \frac{dA}{dt}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

식 (2)와 식(1)에 의하여 식(3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{S}{d} \frac{\alpha}{A} \left(\frac{dm_z}{dA} - \frac{m_z}{A} \right) \\
 &= \frac{S}{d} \gamma \left(\frac{dm_z}{dA} - \frac{m_z}{A} \right)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

식(3)에서 변위전류 I는 압축속도 α 와 압축율 γ 에 비례 한다.

1. 서 론

최근 전기전자 산업은 특히 바이오 센서 및 산업분야에서 고밀도 다기능 초소형 디바이스의 필요성이 대두되면서 상온,상압하에서 저에너지로 유기재료를 이용하여 박막의 제작이 용이한 유기박막은 분자레벨에서 그 배향·배열을 비교적 쉽게 조절할 수 있기 때문에 전자소자, 광학소자, 생체기능성소자 및 바이오센서 등의 기능성 소자로서의 신소재 개발·응용에 대한 분야로 활발히 연구되어지고 있는 시점이다.¹⁾⁻³⁾

유기 재료를 이용하여 기능을 소자화하기 위해 유기박막을 제작하는 기술로 유기단분자를 수면 위에 전개시켜 분자두께의 단분자막을 고체 기판 위에 한층 또는 다층으로 누적하는 방법으로 Langmuir-Blodgett(LB)법이 있다.⁴⁾⁻⁵⁾

따라서, 본 연구에서는 생체재료로 알려진 PBLG를 이용하여 수면 위에서 변위전류와 쌍극자 모멘트, 표면압을 검출하였으며 배리어의 압축속도와 온도를 각각 달리하여 그에따른 변위전류의 변화를 관측하였다.

2. 본 론

2.1 이론 및 실험

유기단분자를 수면위에 전개하여 외부자격을 인가하면 박막의 상태와 구조가 변화하는데 분자수 N과 쌍극자모멘트의 수직성분 m_z 의 변화량에 의해 전하 Q를 유기하

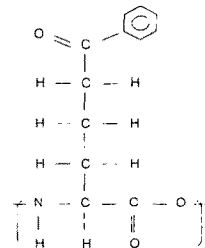


그림 1. PBLG의 분자구조
Fig. 1. Molecule structure of PBLG

그림 1은 본 연구에 사용된 PBLG(Poly- γ -Benzyl-L-Glutamate)의 분자구조이다. PBLG는 생체막 내의 지질과 유사한 인공지질로서 지방질의 소수기와 Carboxyl(COOH)기를 갖는 친수기 물질로 구성되어 있으며 시료의 용매로는 Chloroform를 사용하여 (1 mmol/l) 농도로 조성하였으며 20°C, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켜 측정하였다.

2.1.1 실험장치

그림 2는 수면상에서 단분자막의 표면압 및 변위전류와 다이폴 모멘트를 측정하기 위한 장치들로서 LB trough, Controller, Electrometer, LCZ meter, Temperature Controller, P.C 등으로 구성되어 있다.

상부전극(Electrode1)은 산화인듐(In₂O₃)이 증착된 면적 45.6[cm²]의 ITO glass를 사용하였으며 noise 방지를 위하여 스테인레스 스틸로 Shield 하였으며 또한 수면과의 간격조정 및 LB막 제작시 탈착이 용이하도록 제작되었다. 하부전극(Electrode 2)은 금으로 수면내부에 설치하였다. 또한 상부전극과 단분자막과의 간격은 LCZ Meter를 이용하여 1.0[mm]로 조정하였다.

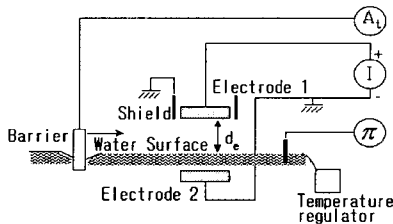


그림 2. 변위전류 측정장치

Fig. 2. Apparatus of displacement current measurement

상부전극에서 검출된 변위전류는 전류계(Keithley 6517 electrometer)로 측정하였다. 변위전류 측정은 수면 위에 시료를 전개한후 약 10분정도 유기단분자막의 안정시간을 유지한후 각각 barrier의 속도(30, 40, 50 mm/min)와 온도를(15°C, 20°C, 25°C)를 변화시켜 가면서 측정하였다.

2.2 결과 및 고찰

그림 3 과 4는 PBLG 단분자를 수면에 전개시킨 후 Barrier의 속도와 온도를 변화시켰을 때의 결과이다.

분자의 점유면적은 30Å²~10Å²부근까지 압축하였으며 그림 3에서는 베리어 속도변화에 따라 변위전류의 최대값이 압축속도 30[mm/min]일 때 135[fA], 40[mm/min]일 때 155[fA], 50[mm/min]일 때 190[fA]로 검출되었으며, 그림 4의 온도변화에 따른 변위전류의 최대값은 15°C일 때 약 120[fA], 20°C일 때 약 160[fA], 25°C일 때 190[fA]로 검출되었다. 실험결과로 미루어볼 때 압축을 시작한 후 변위전류의 발생형태는 쌍극자 모멘트의 변이

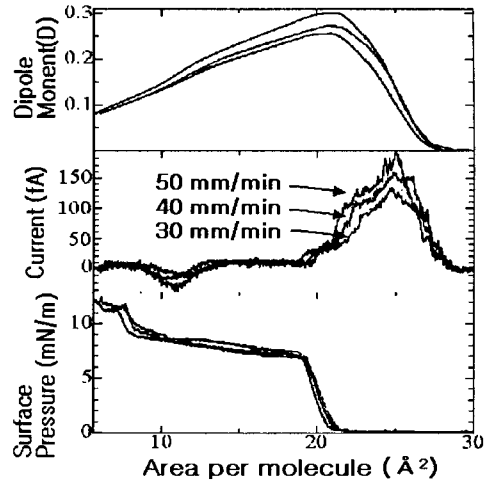


그림 3. PBLG의 베리어 속도변화에 따른 표면압, 변위전류, 쌍극자모멘트의 변화

Fig. 3. Surface Pressure, displacement current, dipole moment according to barrier speed change of PBLG

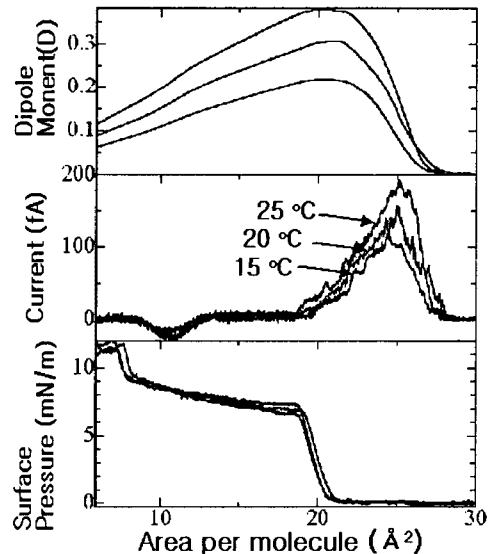


그림 4. PBLG의 온도변화에 따른 표면압, 변위전류, 쌍극자모멘트의 변화

Fig. 4. Surface Pressure, displacement current, dipole moment according to temperature change of PBLG

형태와 잘 일치하였는데 표면압이 변화하지 않은 상태에서 변위전류와 쌍극자 모멘트가 변화하는 기/액상 상태로 보인다.

표면압은 약 22Å²부근에서 변화하는데, 이는 단일 액상 상태로써 표면압이 증가해도 쌍극자 모멘트는 거의

평형을 이루고 있는 분자의 배향이 일정하게 유지된 상태에서 생각되어진다.

[참고 문헌]

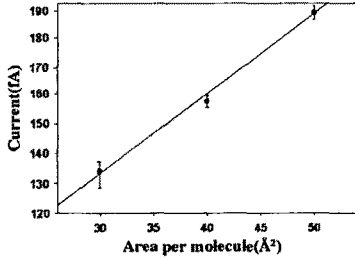


그림 5. 속도에 따른 변위전류 변화량
Fig. 5. Displacement current Change amount by barrier speed

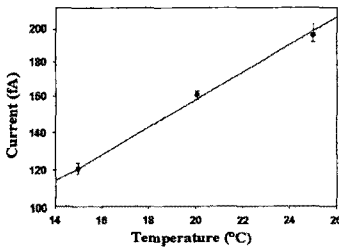


그림 6. 온도에 따른 변위전류 변화량
Fig. 6. Displacement current Change amount by temperature

그림 5와 그림6은 속도와 온도에 따른 변위전류의 변화 비율을 나타낸 것이다. 여기서 변위전류의 최대값이 거의 선형적으로 나타나는 것으로 미루어 볼 때 속도, 온도와 변위전류가 서로 비례관계에 있음을 확인할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 생체막 지질인 PBLG를 이용하여 배리어속도와 온도를 변화시켰을 때 자력에 의한 표면압, 변위전류, 쌍극자 모멘트를 검출하여 평가를 한 결과 변위전류의 피크값은 압축속도 30[mm/min]일 때 135[fA], 40[mm/min]일 때 155[fA], 50[mm/min]일 때 190[fA]로 검출되었으며 15°C일 때 120[fA], 20°C일 때 160[fA], 25°C일 때 190[fA]로 검출되었다. 따라서 온도가 높을수록 변위전류가 크게 나타나고 선형적이며 이론값과 잘 일치함을 알 수 있었으며 변위전류의 최대값이 거의 선형적으로 나타나는 것으로 미루어 볼 때 온도와 변위전류가 비례관계에 있음을 확인할 수 있었다.

- [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] 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] 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.
- [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. App l. Phys., Vol. 72, No. 4, 15 August 1992.