

Poly- γ -Benzyl D-Glutamine의 자극반응에 관한 연구

°장 현, 이경섭

* 동신대학교 대학원 전기전자공학과 **동신대학교 공과대학 전기전자공학과

A Study on the Stimulus Reaction of PBDG

°Hun Chang, Kyung-Sup Lee

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

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

Abstract - The displacement 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- γ -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.

Also, we measured that compression velocity(30, 40, 50[mm/min]) when the sample spread volume was about 400[ul]. From the result, it is known that current is generated in the range of high surface pressures as compression velocity become faster.

여기서 S는 상부전극의 면적, d는 상부전극 1과 수면과의 거리, m_2 는 쌍극자 모멘트의 수직성분이다. 그림 1은 본 연구에 사용된 PBDG(Poly- γ -Benzyl D-Glutamate)의 분자구조이다. PBDG는 생체막내의 지질과 유사한 인공지질로서 지방질의 소수기와 Carboxyl(COOH)기를 갖는 친수기 물질로 구성된 양친매성 물질이다. 시료는 클로로포름을 용매로 0.1 mmol/l의 농도로 조성하였으며 20°C, pH 6.0의 순수한 물에 전개시켰다.

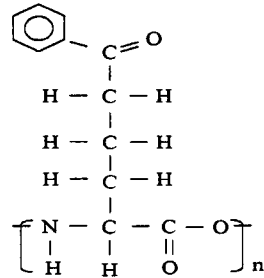


그림 1. PBDG의 분자구조

Fig. 1. Molecule structure of PBDG

1. 서 론

최근 전기전자 산업분야에 다기능 초소형 디바이스의 필요성에 따라 상온, 상압하에서 저에너지로 유기재료를 이용하여 박막 제작이 용이한 유기박막은 분자레벨에서 그 배향·배열을 비교적 쉽게 조절할 수 있기 때문에 전자소자, 광학소자, 생체기능소자 및 바이오센서 등 기능성 소자로서의 신소재 개발과 응용에 대한 연구가 활발히 연구되어지고 있다.¹⁾⁻³⁾

유기재료를 이용하여 기능 소자화하기 위해 유기단분자를 수면 위에 전개시켜 분자 두께의 단분자막을 형성하는데 이 단분자막을 고체 기판 위에 한층 또는 다층으로 누적하는 방법을 Langmuir-Blodgett(LB)법이러한다.⁴⁾⁻⁵⁾

따라서, 본 연구에서는 생체재료로 알려진PBDG를 이용하여 수면 위에서 변위전류와 쌍극자 모멘트, 표면압을 검출하였으며 베리어의 압축속도를 각각 다르게 하여 속도에 따른 변위전류의 변화를 관측하였다.

그림 2는 본 연구에 사용된 측정장치이다. 상부전극(EL1)은 Shield처리된 ITO glass이며 트러프에 탈착이 용이하도록 제작하였고, 하부전극(EL2)은 금선으로 수면내부에 설치하였다. 상부전극에서 검출된 변위전류는 전류계(Keithley 6517 electrometer)로 측정하였다.

변위전류 측정은 수면위에 시료를 전개한후 약 10분 정도 유기단분자막의 안정시간을 유지한후 barrier의 속도를 30, 40, 50mm/min로 압력자격을 인가시켜 가면서 측정하였다.

2. 이론 및 실험

유기단분자를 수면위에 전개하여 외부자격을 인가하면 박막의 상태와 구조가 변화하는데 분자수 N과 쌍극자 모멘트의 수직성분 m_2 의 변화량에 의해 전하 Q를 유기되고 유기된 전하가 시간에 의하여 변화할 때 변위전류 I는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$I = -dQ/dt$$

$$= (S/d)(m_2dN/dt + Ndm_2/dt)$$

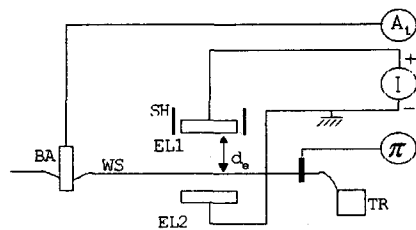
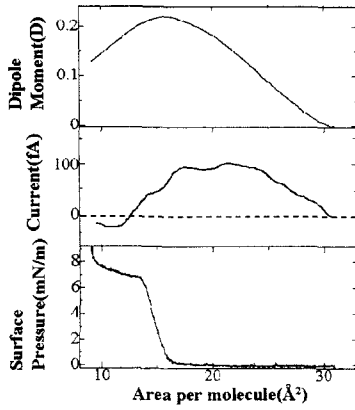


그림 2. 변위전류 측정장치

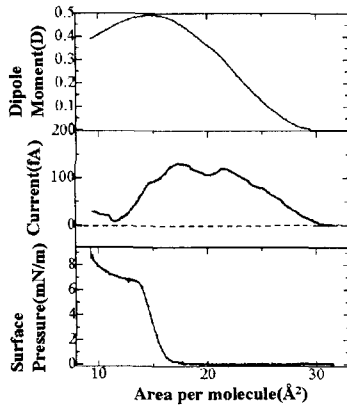
Fig. 2. Apparatus of displacement current measurement

3. 결과 및 고찰

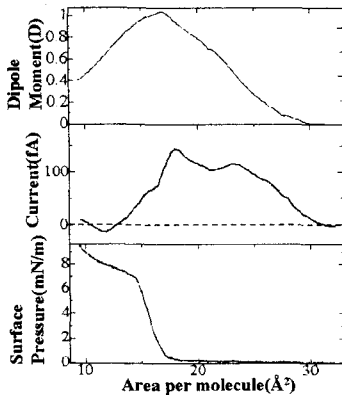
그림 3은 PBDG 단분자를 수면에 전개시켜 외부자격을 인가시키기 위해 배리어를 압축했을 때 분자점유면적에 대한 표면압의 변이와 전류변화, 쌍극자 모멘트의 결과이다.



(a) 30 [mm/min]



(b) 40 [mm/min]



(c) 50 [mm/min]

그림 3. 배리어 압축시 결과
Fig. 3. Result of barrier compress

분자의 점유면적을 $30\text{Å}^2 \sim 10\text{Å}^2$ 부근까지 압축하였으며 변위전류의 최대값은 압축속도 30[mm/min]시에 100[fA], 40[mm/min]일 때 125[fA], 50[mm/min]일 때 150[fA]로 검출되었으며 쌍극자 모멘트의 크기와도 잘 일치함을 알 수 있었다. 이는 자격속도가 빠를수록 분자의 운동이 급속하게 이루어진 결과라고 생각된다. 표면압이 변화하지 않은 상태에서 변위전류와 쌍극자 모멘트가 변화하는 기상상태와 변위전류 최대값 부근의 액상상태 및 고상상태의 확연한 상전이 현상이 나타남을 알 수 있었다. 또한 표면압은 약 17Å^2 부근에서 변화를 볼 수 있었는데, 이는 단일 액상상태로써 표면압이 증가해도 쌍극자 모멘트는 거의 평형을 이루고 있는 분자의 배향이 일정하게 유지된 상태로 생각된다.

그림 4는 배리어의 속도 α 와 변위전류 최대값의 관계를 나타낸 것이다. 자격 속도를 각각 다르게 했을 때 나타나는 변위전류의 최대값이 선형적으로 나타나는 것으로 보아 α 와 I_m 은 비례관계가 있음이 확인할 수 있었다.

그림 5는 전개된 PBDG 단분자막을 압축, 확장하였을 때의 결과이다. 1회 압축, 확장 후 2회 압축, 확장시 표면압, 변위전류의 변이 형태로 보아 단분자막이 일정한 배열성을 갖고 막의 완전한 붕괴는 이루어지지 않았으며 히스테리시스 루프 형태를 나타냄을 알 수 있었다.

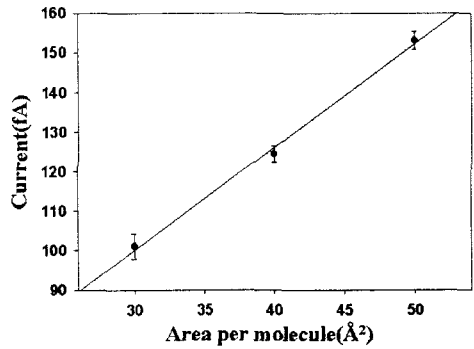


그림 4. $\alpha - I_m$ 의 관계
Fig. 4. Relationship of $\alpha - I_m$

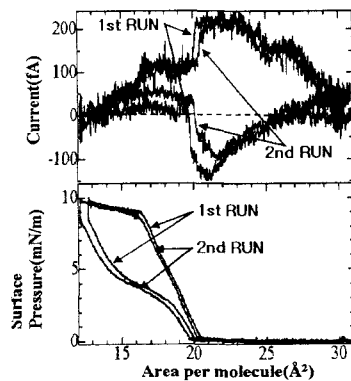


그림 5. 압축, 확장시의 결과
Fig. 5. Result of compress and expansion

4. 결 론

본 연구에서 생체막 지질인 PBDG를 이용 인공생체 재료응용분야에 적용하기 위해 압력자극 속도를 변화시켜 가면서 표면압, 변위전류, 쌍극자 모멘트를 검출하여 물성평가를 한 결과 변이전류의 최대값은 압력자극 속도가 빠를수록 크게 나타남을 알 수 있었으며 이론값과 잘 일치함을 알 수 있었다. 또한 베리어를 압축, 확장했을 때 단분자막 재현 특성을 알 수 있었다.

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] 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 on azobenzene", J. Appl. Phys., Vol. 72, No. 4, 15 Auge