

수면상 단분자막의 광자력에 의한 변위전류

배명현\*, 김형우\*, 조원제\*, 송경호\*, 박근호\*\*, 권영수\*\*\*, 박태곤\*,  
\*창원대학교 전기공학과 \*\*창원대학교 공업화학과 \*\*\*동아대 전기공학과

The Displacement Current of Optically - stimulated Monolayers on the Water Surface

Myong-Han Bae\*, Hyeoung-Woo Kim\*, Wan-je Cho\*, Kyong-ho Song\*,

Keun-ho Park\*\*, Young-su Kwun\*\*\*, Tae-Gone Park\*

\*Dept. of Electrical Eng., Univ. of Changwon

\*\*Dept. of Chemical Tech., Univ. of Changwon

\*\*\*Dept. of Electrical Eng., Univ. of Dong-Aa

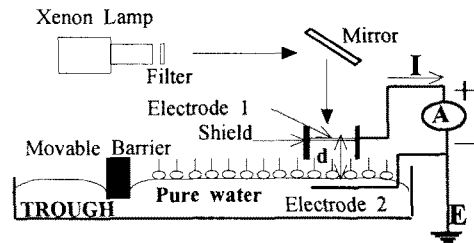
**Abstract** - Monolayers of azo-benzene group containing fatty acids(8A5H) were made by spreading and compressing on the water surface. These monolayers were optically stimulated by illuminating the lights of 365(nm) and 450(nm) from X-non lamp, and the structural changes of the molecules were measured by the displacement current method. Also, the dynamic behaviors of these monolayers were measured by the  $\pi$ -A isotherms when changing the temperatures of the water surface. As results, when the monolayers were stimulated by 365(nm) light, the positive currents which were generated by the structural changes from trans to cis were measured. But the negative currents of the structural changes from cis to trans were too weak to detect. When the temperatures of the water surface were increased, surface pressures of the monolayers increased early because of the thermal activations of the molecules, and the double liquid film phase were disappeared upon 40(°C).

로로포름 용매에  $2 \times 10^{-4}$  [mol/l]의 농도로 용해하여 사용하였다. 초순수 (저항률 : 18.2M $\Omega$ ·cm)를 사용하였으며, 배리어(barrier) 속도는 50(mm/min), 상부전극과 수면상의 거리는 1.5(mm)로 하여 측정하였다. 그리고, 시료전개 5분 후에 22 $\pm$ 2°C에서 실험을 하였다.

광자력 실험은 그림 1에서 Oriel Co.(USA)의 크세논 램프(Xe lamp)에 필터를 사용하여 365nm광과 450nm광을 조사하였다. 열자력 실험을 위해 설비 troup의 외부 아래면에 배관을 하고 외부의 서클레이터와 실리콘 호스로 연결하였다. 열 교환은 물을 매체로 이용했다.

2.2 실험장치

그림 1은 본 실험의 장치 결선도 이다



1. 서 론

유기분자에 바탕을 둔 분자소자(molecular devices)를 개발하기 위하여 유기 초박막을 제작하려는 몇 가지 방법이 시도되고 있지만 그 중에서도 단분자의 누적법인 Langmuir-Blodgett (LB)법은 분자의 배열, 배향을 제어할 수 있고 분자단위에서 막 두께를 결정할 수 있는 특징이 있다. LB막의 특성을 해명하는데 있어서 우선 L막의 물성을 평가하는 것이 중요하다.<sup>1)</sup> L막의 물성 평가는 수면에 단분자층을 형성하여 분자의 점유면적에 따른 표면압의 상전이 관계를 평가하고 있다.

본 연구에서는 수면상의 단분자막의 광 이성화 현상과 열자력에 의한 분자의 거동을 변위전류법으로 확인하였다.

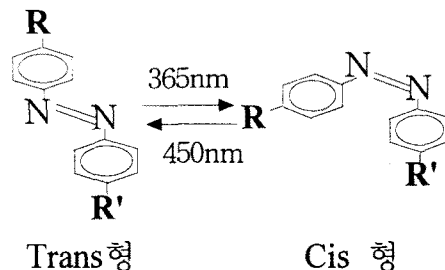
2. 실험방법

2.1 시료 및 실험조건

실험에 사용한 시료는 8A5H (4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene)를 클로로포름 용매에  $6 \times 10^{-4}$  [mol/l]의 농도로 용해하여 사용하였으며, 포화지방산인 스테아린산 (Stearic acid : CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>COOH : 이하 C<sub>18</sub>로 명명)을 클

3. 실험결과 및 고찰

3.1 광자력에 의한 광이성화(Photoisomerization)



광조사에 의해 색이 가역적으로 변하는 현상을 광 변색 효과(Photochromism) 또는 광 이성화 (Photoisomer-

의 에너지가 증가하여 이중액체막 역할을 하는 친수성의 O(산소) 분자가 그 기능을 하지 못하기 때문이다.

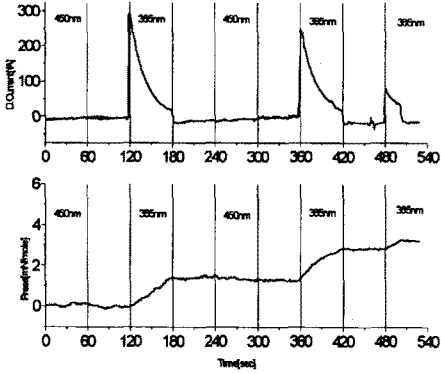


그림 3 8A5H 기체막(68Å<sup>2</sup>)에서의 450nm (가시광), 365nm (자외광)의 각각 1분간 교번 조사

Fig. 3 450nm 1 min. 365nm 1min. switching light on the gas state(68Å<sup>2</sup>) of 8A5H

ization)라 한다. 아조벤젠기를 갖고 있는 분자는 트랜스-시스의 광 이성화 물질로 알려져 있다. 변위전류의 발생은 분자가 동적인 거동을 하는 과정에서 발생하므로 트랜스-시스의 과정에서도 변위전류가 흐른다. 아조벤젠계의 분자막에서는 자외광 조사에 의한 트랜스-시스 변화와 가시광 조사에 의한 시스-트랜스 변화의 광 이성화를 볼 수 있다. 그림2는 아조벤젠 분자의 광 이성화를 나타내고 있다.<sup>2)</sup>

그림3은 8A5H를 수면상에 전개한 후 베리어로 압축하여 기체막(68Å<sup>2</sup>)에서 멈추고 365nm의 자외광과 450nm의 가시광을 1분간씩 교대로 조사하였을 때의 변위전류이다. 그림 4는 액체막(62Å<sup>2</sup>), 그림 5는 고체막(55Å<sup>2</sup>)에서의 변위전류이다. 자외광에서 큰 변위전류가 나타났으나 가시광의 광도 부족으로 미소한 값을 나타냈다. 이것은 그림6의 광 조사량 변화 실험에서 입증되었다. 변위전류의 크기는 분자점유면적이 넓은 기체막, 액체막, 고체막의 순서로 나타났다. 그리고 자외광 조사에서 표면압이 증가했는데 이것은 시스화 과정에서 분자 구조가 변형되어 분자의 면적이 늘어난 현상이다. 그림6 과 그림7은 시료에 광을 먼저 조사한 후에 수면에 전개하여 변위전류를 측정 한 것이다. 450nm의 가시광 조사에서 광 조사시간이 길수록 그래프가 분자점유면적이 넓은 쪽으로 이동하고 있어 지속적으로 트랜스화가 이루어지고 있음을 의미한다.

본 실험 장치를 이용한 트랜스화는 최소 5분이상이 필요하다. 그러나 그림8의 365nm에서는 1분간의 자외광 조사에서 완전한 시스화가 이루어져 그 이상의 광 조사에도 변화가 없다. 따라서 가시광의 광도가 자외광의 1/5 밖에 되지 않음을 알 수 있다.

### 3.2 수면온도에 따른 표면압 변화

그림 8과 그림 9는 8A5H와 C<sub>18</sub>의 수면의 온도변화에 의한 π-A 특성이다. 온도가 높을수록 분자점유면적이 높은 쪽으로 그래프가 이동함을 알 수 있다. 8A5H는 상온보다 낮은 10°C에서는 액체 단층막 형성이 적고, 40°C, 60°C에서는 액체 단층막 형성이 되지 않았다. 이것은 온도가 낮은 10°C에서는 식 (1)에서 기울기 각도(θ)가 적어 분자의 활동이 적고, 구조가 견고하여 베리어가 압축을 하여도 분자의 배향이 자유롭게 일어나지 못하기 때문이다. 40, 60°C에서는 열에너지를 받은 분자

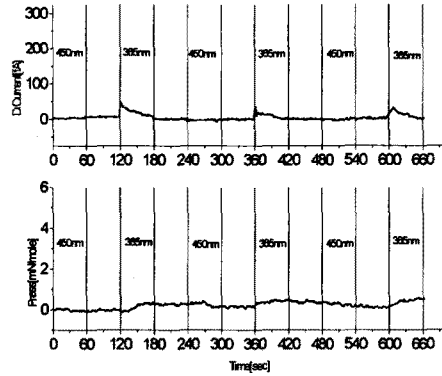


그림 4 8A5H 액체막(62Å<sup>2</sup>)에서의 450nm (가시광), 365nm(자외광)의 각각 1분간 교번 조사

Fig. 4 450nm 1min. 365nm 1min. switching light on the liquid state(62Å<sup>2</sup>) of 8A5H

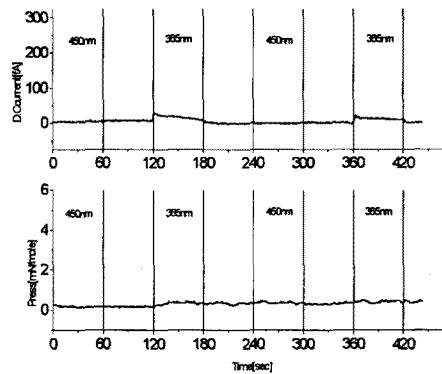


그림 5 8A5H 고체막(55Å<sup>2</sup>)에서의 450nm (가시광), 365nm(자외광)의 각각 1분간 교번 조사

Fig. 5 450nm 1 min. 365nm 1min. switching light on the solid state(55Å<sup>2</sup>) of 8A5H

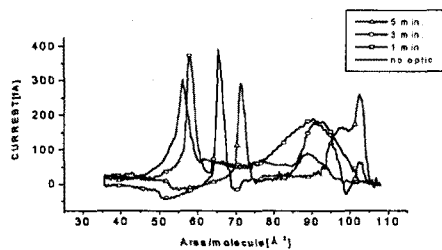


그림 6 450nm 1분, 3분, 5분 조사 후 I-A 특성

Fig. 6 I-A isotherms after 1min., 3min., 5min light of 450nm

#### 4. 결 론

본 실험 결과 광자격에서, 8A5H의 365nm광 조사에서 시스 변화는 명확히 나타났으나 450nm광 조사에서는 광도 부족으로 트랜스 변화는 거의 나타나지 않았다. 변위전류는 분자거동이 쉬운 기체막, 액체막, 고체막 순으로 크게 나타났다. 8A5H에 먼저 광을 조사한 후 수면에 전개하여 변위전류를 측정 한 결과, 365nm의 시스의 변화는 1분, 450nm의 트랜스구조로의 변화는 최소 5분 이상이 필요했다. 수면상의 온도가 높을수록  $\pi$ -A 곡선은 분자점유면적이 넓은 영역으로 이동하며 8A5H는 10°C에서 액체 단층막이 적게 형성되고 40°C, 60°C에서는 형성되지 않았다.

이상의 결과는 광, 온도의 메모리 또는 기능성 분자 소자 개발의 중요한 기초 자료가 될 것이다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] R.M.Swart, In G. G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", pp 9-12, Plenum Press, New York, 1990.
- [2] 岩本 光正, 久保田 徹, 眞島 豊. "有機超薄膜의 變位電流とトンネル電流", 表面科學 第12卷 第3号, 1991.
- [3] T. Kubota and M. Iwamoto, "Study of the thermally stimulated discharge in single monolayers and hetrostructured films ", Thin Solid Films, 243, pp. 493-496, 1994.

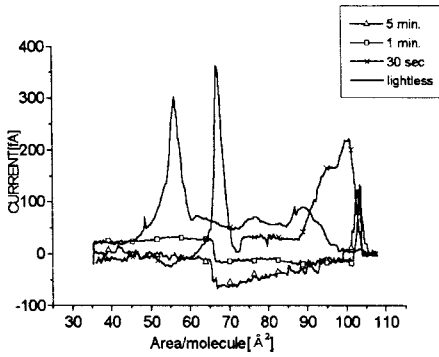


그림 7 365nm 30초, 1분, 5분 조사 후 I-A 특성

Fig.7 I-A isotherms after 30sec, 1min., 5min light of 365nm

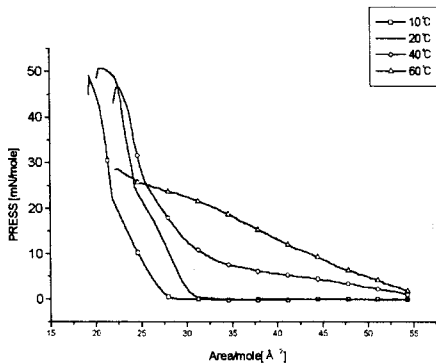


그림 8 10°C, 20°C, 40°C, 60°C에서 C<sub>18</sub>의 표면압

Fig. 8  $\pi$ -A isotherm of C<sub>18</sub> at 10°C, 20°C, 40°C, 60°C

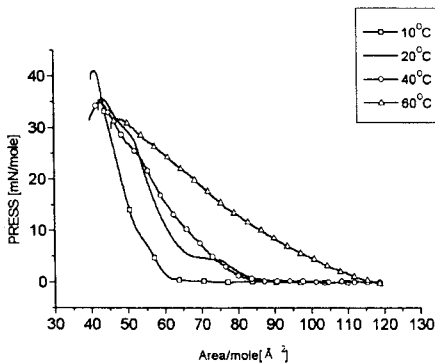


그림 9 10°C, 20°C, 40°C, 60°C에서 8A5H의 표면압

Fig. 9  $\pi$ -A isotherm of 8A5H at 10°C, 20°C, 40°C, 60°C