

# 광자극에 의한 수면상 단분자막의 특성변화

구 창권\*, 송 경호, 박 태근, 박 근호\*, 권영수\*\*

창원대학교 전기공학과, \*창원대학교 공업화학과, \*\*동아대학교 전기공학과

## Characteristics of monolayer in water by photoirradiation

C.G.KOO\*, K.H.SONG, T.G.PARK, K.H.PARK\*, Y.S.KWON\*\*

Dept. of Electrical Eng., Chang-Won National Univ.

\*Dept. of Chemical Technology, Chang-Won National Univ.

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

### ABSTRACT

The pressure-area isotherm ( $\pi$ -A isotherm) of 8A5H(4-octyl-4'-(5-Carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene) at the air/water interface were obtained. Using the Xe/Hg Xe 500w(93' model 68811), an activities of molecule at the air/water interface were certified.

In addition, using a current-measuring technique, we investigated the abrupt changes of a current observed at the liquid-to-solid phase transition in a current-area (I-A) isotherm of a fatty acid monolayer at the air/water interface

### I. 서론

유기물질을 이용한 광학소자는 훨씬 큰 비선형 감수율과 훨씬 빠른 반응시간을 가지며, 또한 가공성 및 소재개발 가능성이 좋아 최근 많은 관심의 대상이 되고 있다. 특히, 수면상에서 형성시킨 단분자막을 한층씩 기판위에 누적하여 유기 초박막을 제작하는 Langmuir-Blodgett method(LB법)은 분자의 배열·배향제어 및 분자 level에서 막두께를 결정할 수가 있다.<sup>1), 3)</sup>

이러한 LB법을 이용하여, 본 연구에서는 소수성기와 친수성기로 이루어진 아조벤젠을 포함한 장쇄지방산 유도체를 사용하여 수면상 단분자의  $\pi$ -A isotherms로부터 L막 중의 분자배열에 미치는 화학구조의 영향을 조사하였으며, 또한 수면상에서의 광자극에 따른 분자거동을 조사함으로써 광메모리나 광스위치 등의 광학소자로써 이용할 수 있는가를 연구하였다.<sup>4)</sup>

### II. 시료 및 실험방법

#### 2.1 시료

본 연구에서는 Dojindo Co.(JAPAN)로부터 아조벤젠기를 갖는 8A5H분자 (4-octyl-4'-(5-Carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene)를 구입하여 ch-

loroform용매에  $6 \times 10^{-4}$  mol/l의 농도로 용해시켜 측정재료로 사용하였다. 본 연구에 사용된 8A5H의 분자구조는 그림 1과 같다.

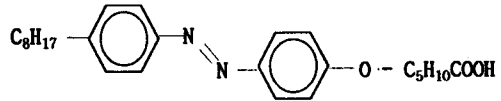


그림 1 시료의 분자구조

#### 2.2 실험방법

이를 근거로 하여, 본 연구의 실험장치로 Nippon Laser & Electronics Lab(Japan)에서 제작한 MDC Trough(모델명: NL-LB400-MDC)를 사용하여  $\pi$ -A isotherms 측정을 통하여 재현성여부를 확인하였고, ORIEL Corporation(USA)에서 제작한 Xe/Hg Xe 500W(93년식 model 68811)과 interference filter Center wave-length :240,320,360,400,450nm)를 사용하여 특정파장의 광을 조사하여 L막의 분자거동을 조사하였다. 그리고, 외부자극에 대한 분자의 동적 특성을 측정할 수 있는 변위전류 측정법을 통해 다시 확인하였다.

결과에 앞서 본 연구의 실험조건은 표 1 과 같다.

	$\pi$ -A isotherms	변위전류 측정
concentration	$6 \times 10^{-4}$ mol/l	$6 \times 10^{-4}$ mol/l
volume	100ul	220ul
Target press.	75mN/m	75mN/m
Bar. speed	20mm/min	100mm/min
Temperature	$24 \pm 2^\circ\text{C}$	$24 \pm 2^\circ\text{C}$
Subphase	Pure water	Pure water

표 1 실험 조건

### III. 결과 및 고찰

#### 1. $\pi$ -A isotherms 측정

그림 2는 전계량에 따른 8A5H의  $\pi$ -A isotherms이다. 전계량에 따라, 순차적으로  $\pi$ -A isotherms

이 나타나고 있다. 전개량이 너무 적으면 L막이 형성되지 않음을 볼 수 있다. 그리고, 전개량이 많은 D의 곡선은 33mN/m 근처에서 표면압의 불규칙적인 변화가 측정되었다. 또, E의 곡선도 33mN/m 근처에서 표면압의 불규칙적인 변화가 측정되었다.

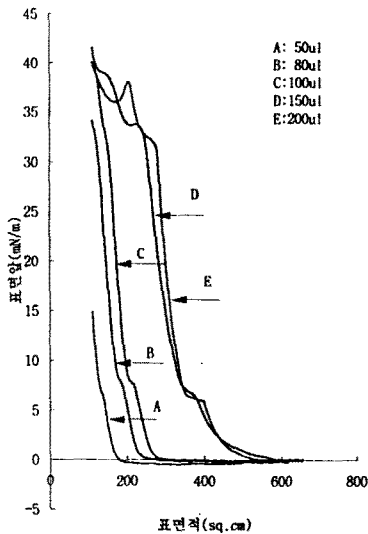


그림 2 전개량에 변화에 따른  $\pi$ -A isotherms

그림 3은 표 1의 실험 조건에 따라 8A5H의 단분자막의 재현성을 나타낸  $\pi$ -A isotherms이다. barrie를 통해서 압축한 후 5분 정도 barrier를 멈춘 후에 다시 압축을 해제 함는 과정을 반복하면 그림과 같은 거의 동일한 모양의 curve가 나타나는 것은 실험시료가 수면상에서 외부자극에 의해 변화를 받은 후에도 자극이 제거되면 초기의 막상태가 유지됨을 보여준다.

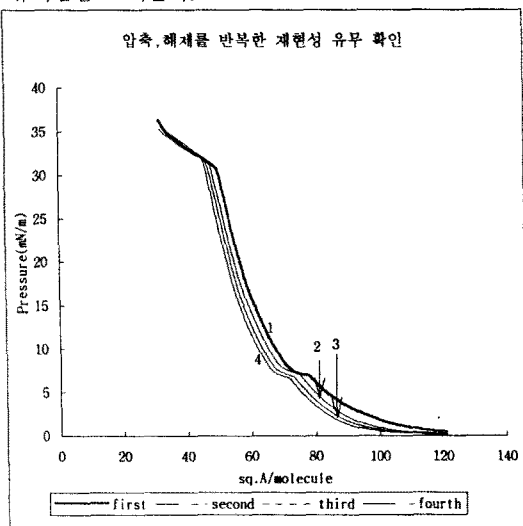


그림 3 압축·해제를 반복한  $\pi$ -A isotherms

앞의 결과를 토대로 하여, 그림 4는 수면상에서 시료를 전개한 후 특정파장의 광을 조사한  $\pi$ -A isotherms이다. 여기서 알 수 있는 것은, 본 연구에서 사용된 8A5H 분자가 수면상에서 cis-form보다 trans-form로 많이 존재한다고 추정되어 진다. 그리고, 광재현성이 좋지 않은 이유는 기체상태에서 액체상태로의 상전이가 아직 일어나지 않았기 때문에 즉, 분자들간의 점유면적이 표면적에 비해 무시할 정도로 극히 적기 때문이라고 생각되어 진다.

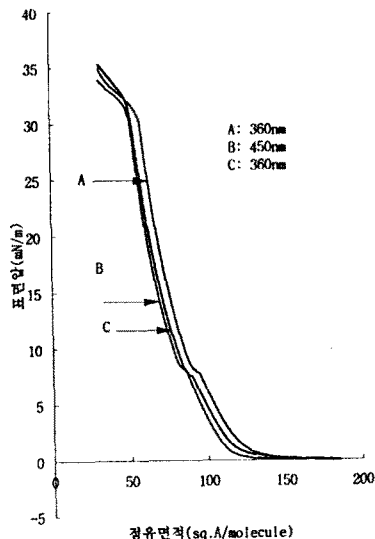


그림 4 광 자극에 의한  $\pi$ -A isotherms (10분간 조사)

그림 5, 6, 7은 일정 표면압을 유지한 상태에서 약 10분간 특정파장(360nm, 450nm)의 광을 조사한 결과이다. 그림 5는 2.3mN/m 부근에서 광을 조사한 것인데, 그림 4의 현상과 비슷한 추이를 나타내고 있다.

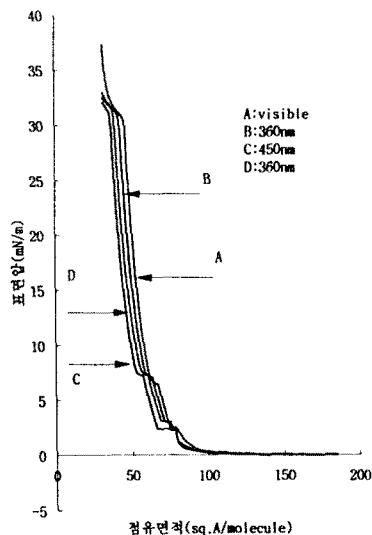


그림 5 2.3mN/m에서 광 조사한  $\pi$ -A isotherms (10분간 조사)

그림 6은 6.5mN/m의 부근에서 표면압을 유지시킨 상태에서 특정파장의 광을 조사한 그래프이다. 여기서 알 수 있는 것은 그림 5의 추세와는 약간 변화하는 모습을 관찰할 수 있었다. 즉, B의 상태에서 450nm filter로 광을 조사했을 때 그리고 다시 360nm filter로 광을 조사했을 때를 비교해 보면 trans-form에서 cis-form으로, 다시 cis-form에서 trans-form으로 변화하는 과정을 확실하게 관찰할 수 있었다.

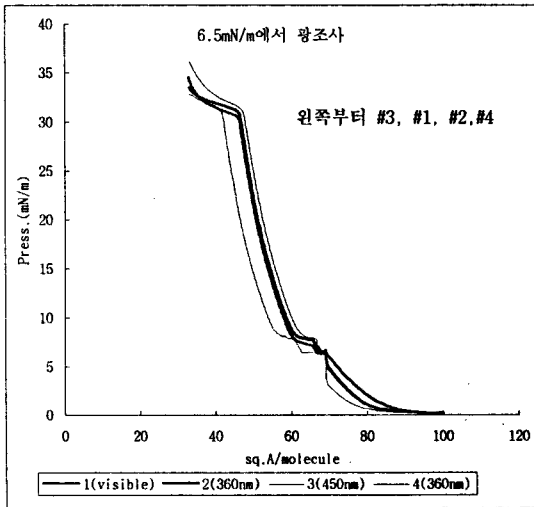


그림 6 6.5mN/m에서 광 조사한  $\pi$ -A isotherms (10분간 조사)

그림 7은 7.5mN/m 부근에서 표면압을 유지시킨 상태에서 특정파장의 광을 조사한 그래프이다. 이 그림에서는 그림 6에서 측정된 curve와 아주 유사한 현상을 나타내고 있는 것으로 측정되었다.

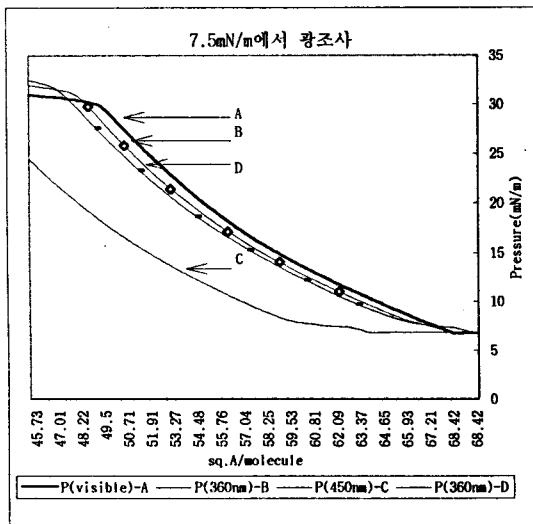


그림 7 7.5mN/m에서 광 조사한  $\pi$ -A isotherms (10분간 조사)

즉, 표면압이 거의 나타나지 않은 부분에서는 광에 의한 가역적인 반응이 다소 미세하나 나타났지만, 표면압이 어느정도 상승한 시점에서 광을 조사했을 때에는 분자간에 가역적인 반응이 확실하게 나타났다.

## 2. 변위전류 측정

수면상 단분자막의 물성평가 방법으로써 앞서 제시한 표면압 측정법과 표면 전위법, 형광 현미경법 등을 들 수 있으나 외부 자극에 대한 분자의 동적 특성을 측정하는 방법으로써는 변위전류법이 가장 우수한 방법이다. 이 변위전류법은 수면상에 전개된 분자막의 상하에 한쌍의 전극을 구성하여 분자의 거동에 의한 변위전류를 측정하는 기술으로써 그 구조가 간단하고 분자에 주어진 외부 자극에 의한 구조변화가 전류량으로 측정되므로 측정기술의 개발 자체가 응용소자의 기초 연구가 되는 잇점을 지니고 있다. <sup>5) 6) 7) 8)</sup>

그림 8은 barrier를 표 1의 실험 조건에 따라 압축·해제한 경우의 변위전류의 변화를 나타낸 그림이다. 여기서 알 수 있는 것은 8A5H 분자는 압축시와 해제시에 분자의 배향 구조 및 분자들의 모임과 흩어짐이 가역적으로 이루어지는 것으로 사료된다.

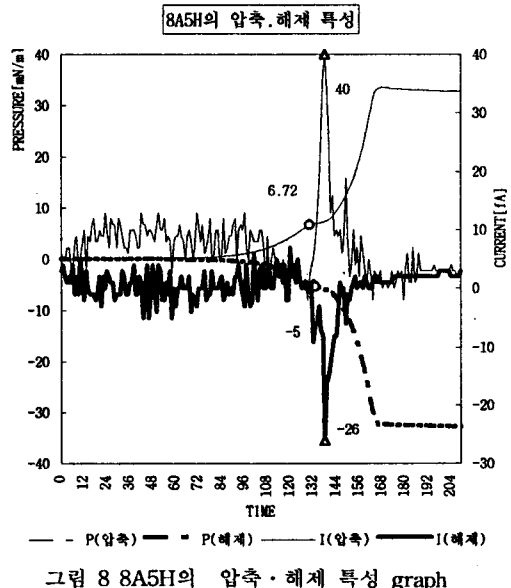


그림 8 8A5H의 압축·해제 특성 graph

## IV 결론

이상과 같이  $\pi$ -A isotherms를 통해 광자극에 의한 수면상의 단분자막(Langmuir film)의 거동을 살펴보고 아울러 변위전류 측정법을 통해 수면상에서의 8A5H의 분자 거동을 재 확인하였다.

1. 8A5H의  $\pi$ -A isotherms를 통해 Trans-form에서 Cis-form의 형태로, Cis-form에서 Trans-fo

rm으로의 광이성화 현상이 일반적으로 말하는 기체상태에서는 그다지 잘 나타나지 않았지만 1 차 천이가 생기는 부분에서는 뚜렷하게 나타나는 것이 관측되었다.

2. 8A5H의 변위전류 측정법을 통해 수면상에서의 분자의 움직임을 재차 확인할 수 있었다. 그 결과 본 실험에 사용한 시료가 가역적인 반응을 나타내고 있었다.
3. 빛에 민감한 반응을 나타내므로 광 메모리소자라든가 광 스위칭 소자로서의 가능성을 제시하고 있다.

위의 실험결과를 근거로 하여 이미 관측된 광조사에 의한  $\pi$ -A isotherms과 변위전류의 변화를 관찰하여 비교·검토하고자 한다. 아울러 표면압의 변화와 동시에 분자의 쌍극자 능률의 변화를 전류로 직접 읽을 수 있는 변위전류법을 확립하여 정성적인 관찰뿐만 아니라 정량적인 분석도 가능하게 하는 것이 앞으로 연구하여야 할 과제로 남아있다.

본 연구는 한국전력공사의  
지원에 의해 수행되었음.

#### 참고 문헌

- 1) 강도열, "Langmuir-Blodgett法과 resist材", 전기학회지, 36권, 2호, pp108~116, 1988
- 2) 岩本光正, 森泉豊榮, "小特輯: 電氣電子材料 からみた有機超薄膜の 製造法される 應用分野", 日本電氣學會誌, 107券, 9號, pp871~895, 1987
- 3) F.L.Carter ed., Molecular Electronic Devices, Proc. of 1st Int. Work Shop on Molecular Electronic Devices-Washington D.C., Marcel Dekker, 1982
- 4) 박근호, 박태곤 "아조벤젠을 함유한 장쇄지방산의 광재현성과 안정성에 관한 연구" 한국유화학회지, Vol.12. No.1 (1995)
- 5) Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, "Determination of the Dipole moment of a monolayer at the Air/Water Interface a Current-Measuring Technique", Japanese Journal of Applied Physics, 27-5, pp.721-725, 1988
- 6) 眞島 豊, "變位電流計測システムの 開發 及び" 有機單分子膜の 動的 舉動に 關する 研究", 博士學位論文, 1991
- 7) 岩本光正, 久保田 徹, 眞島 豊, "有機超薄膜の 變位電流およびトンネル電流", 1991
- 8) Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, "Investigation of a fatty acid monolayer at the air-water interface using a current-measuring technique", Thin Solid Films, 178, pp. 67-72, 1989