

## 광이성화 유기박막의 스위칭 특성에 관한 연구

### The Study on Switching Characteristics of Organic Film by Photoisomerization

강 용 철\* 광주보건전문대학 의공학과  
이 우 선 조선대학교 공과대학 전기공학과  
이 경 심 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

Y.C. Kang\* Dept. of Medical Eng. Kwang-ju Health College  
W.S. Lee Dept. of Electrical Eng. Chosun Univ.  
K.S. Lee Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dong-shin Univ.

#### Abstract

The Maxwell displacement current was investigated in the connection with switching characteristics by photoisomerization of monolayers. The displacement current was generated due to the trans-to-cis photoisomerization by irradiation with ultraviolet light ( $\lambda_1=360\text{nm}$ ), whereas the displacement current was generated in the opposite direction due to the cis-to-trans photoisomerization by irradiation with visible light ( $\lambda_2=450\text{nm}$ ). The reversible displacement current generation was found to be sustained by alternative irradiation with UV light and visible light.

#### 1. 서 론

19세기말 수면상의 단분자막에 관한 연구가 시작된 이래 LB법은 유기단분자를 고체 기판에 누적하는 방법에 따라 단분자의 두께와 단분자 방향을 제어할 수 있어서 오늘날은 전기전자소자, 바이오칩, 바이오센서, 바이오컴퓨터, 광전소자, 열전소자 등 기능성소자에 응용이 가능한 것으로 알려져 왔는데, 이러한 유기단분자막의 물성을 관측하고 분석하는 방법으로 표면압 측정법, 표면 전위법, 형광 현미경법과 L막 및 LB막에 외부자극으로 압력이나 열, 광 등을 가하여 전기적인 신호로서 검출해 내는 변위 전류법이 있는데, 특히 변위 전류법은 극성분자들로 이루어진 단분

자막의 배향구조와 구조변화를 전류로서 검출할 수 있어 그 효율성을 인정받고 있다.[1~2]

그러므로, 변위전류를 측정하여 유기단분자의 기능과 구조와의 관계를 보다 더 잘 이해하고, 유기단분자가 두 가지 상태로 상호변환하는 것을 발견하기 위하여 수면상에 형성된 유기단분자의 단층을 연구하였으며, 두 가지 상태로 스위칭할 수 있는 유기 물질의 개발은 스위칭 소자의 구성을 위해서 필수적이므로, 자외선과 가시광선을 교대로 조사함으로써 trans-cis 광이성화를 나타내는 아조벤젠 그룹을 스위칭 소자로써의 사용을 연구하게 되었다.[3~5]

따라서 본 연구에서는 광이성화 특성을 갖고 있는 4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene(8A5H) 시료를 사용하여 광센서로써의 응용 가능성을 연구하기 위하여 수면 위에서 광을 조사시켜 광변화에 따른 스위칭 특성을 연구하였다.

## 2. 시료 및 시험방법

본 연구에서 사용한 시료는 8A5H로 Sigma로부터 제공받아 정제없이 사용하였으며 분자구조는 그림 1과 같다. 그림 2는 본 연구에서 이용된 실험장치이다. 실험장치는 광원으로 500 W 크세논 램프와 공기 중에 놓인 전극 1과 물 속에 잠겨있는 전극 2, 미소 전류계, 배리어 등으로 구성 되었으며, 전극 1의 면적은  $45.6 \text{ cm}^2$ 이고, 전극과 수면 사이의 거리는 1.0 mm 이다. LB trough(Nippon Laser)는 온도  $20^\circ\text{C}$ , pH 6.0의 순수한 물을 채워 측정을 하였다. 8A5H 시료에 광흡수 스펙트럼은 UV-visible spectrophotometer(V-570 JASCO)를 이용해 측정하였으며, 광자극에 따른 변위전류 검출은 클로르포름을 용매로 사용한 8A5H 시료를 수면에 전개시켜 단분자막이 안정화될 수 있도록 약 5분 정도 기다린 후 그림 2와 같이 설치 한 후 필터를 통해서 500W 크세논 램프로 자외선 ( $\lambda_1=360 \text{ nm}$ )과 가시광선 ( $\lambda_2=450 \text{ nm}$ )를 조사시켜 측정하였다.

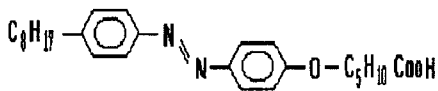


그림 1. 8A5H 분자 구조

Fig. 1. Molecular structure of 8A5H

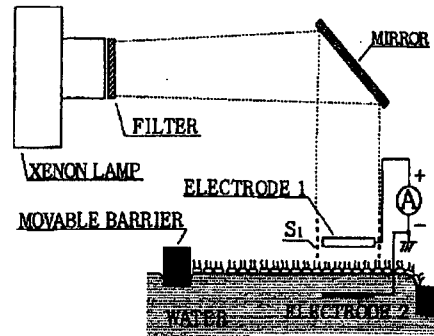


그림 2. 실험 장치

Fig. 2. Experimental apparatus

## 3. 결과 및 고찰

### 3-1. 광자극에 따른 흡수 스펙트럼

그림 3은 8A5H 단분자의 광자극으로 인한 광이성화 특성을 알아 보기 위하여 자외선( $\lambda_1$ )과 가시광선( $\lambda_2$ )을 시료에 조사 했을 때 나타나는 흡수율의 변화를 보인 그림이다. 여기에서 360 nm에서 최대 흡수율을 보이고 또한 450 nm에서 흡수율의 증가를 보였는데 이는 360 nm에서 trans-아조벤젠의  $\pi-\pi^*$  전이대에 해당하고 450 nm에서 cis-아조벤젠의  $n-\pi$  전이대에 해당하므로 trans-cis 광이성화가 자외선( $\lambda_1$ )과 가시광선( $\lambda_2$ )을 조사함으로써 시작된다는 것을 알게 되었다.

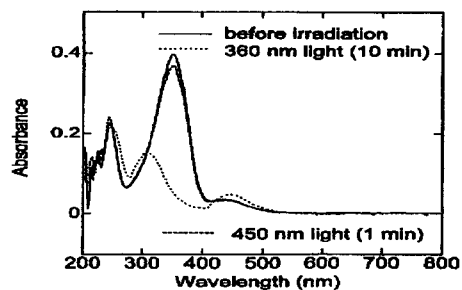


그림 3. 광조사시 8A5H 단분자막의 흡수 스펙트럼

Fig. 3. Absorption spectra of 8A5H monolayers by the irradiations with UV( $\lambda_1$ ) and visible( $\lambda_2$ ) light

### 3-2. 광자극에 따른 변위전류

그림 4는 8A5H 단분자막에 360 nm 파장의 자외선 ( $\lambda_1$ )과 450 nm 파장의 가시광선( $\lambda_2$ )를 선택적으로 조사하고 얻은 변위전류이다. 그림 4는  $\lambda_1$  조사시 전극 1에서 전극 2(正 방향) 방향으로 흐르는 변위전류가 검출되었고,  $\lambda_2$  조사시 전극 2에서 전극 1(負 방향) 방향으로 흐르는 변위전류가 검출되었다. 자외선을 조사함으로써 생성된 변화의 양은 가시광선을 조사함으로써 변화된 량과 거의 같았다. 이와 같은 결과는 그림 3에서 보인것처럼 광조사에 의해서 생성된 흡수 스펙트럼 변화와 잘 일치하였다. 결과적으로, 그림 4에서 관찰된 변위전류 발생은 trans-cis 광이성화 때문으로 생각한다.

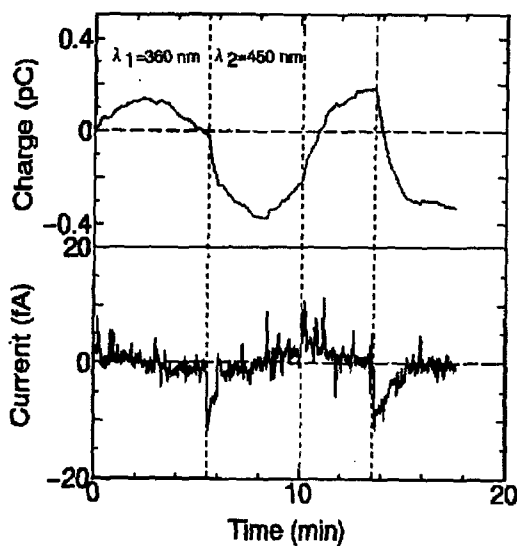


그림 4. 광조사시 8A5H 단분자막의 변위전류  
Fig. 4. Displacement current generated from 8A5H monolayers formed on the water surface by the irradiations with UV( $\lambda_1$ ) and visible( $\lambda_2$ ) light

### 4. 결 론

광이성화 특성을 갖는 8A5H 시료에 외부자극으로 광을 조사시켜 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 수면 위에 전개된 8A5H 시료에 광자극을 인가하여 변위전류를 검출 하였다.
- 2) 광자극으로 인한 8A5H 시료의 광이성화 특성에 파장대를 알게 되었다.
- 3) 8A5H 시료에 자외선( $\lambda_1=360$  nm)과 가시광선( $\lambda_2=450$  nm) 조사시 trans-cis 광이성화 특성으로 인하여 거의 같은량에 전류가 반대 방향으로 검출 되었다.

### 참 고 문 헌

1. Gareth Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", Plenum Press, New York, 1990
2. M. Iwamoto, "Maxwell Displacement current across single monolayers", Thin Solid Films, 244, pp. 1031~1036, 1994
3. M. Iwamoto, Y. Kanai and H. Naruse, "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", J. Appl. Phys. 72(4), pp.1631~1636, 1992
4. Y. Majima, H. Naruse and M. Iwamoto, "Detection of optical molecular switching in monolayers by displacement current measurement", Thin Solid Films, 210/211, pp. 82~85, 1992
5. Y. Majima, Y. Kanai and M. Iwamoto, "Maxwell Displacement-current generation due to trans-cis photoisomerization in monolayer Langmuir-Blodgett Film", J. Appl. Phys. 72, pp. 1637~1641, 1992