

광학이성 유기단분자막 전류특성

Current Properties Of Photoisomerization Organic Monolayer

김동관, 강용철, 이경섭
(Dong-Kwan Kim, Young-Chul Kang, Kyung-sup Lee)

abstract

The Maxwell displacement current was generated from 4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene (denoted as 8A5H) monolayer Langmuir-Blodgett films prepared on Cr/Au-coated glass substrates due to trans-cis photoisomerization of 8A5H by application of alternate irradiation with UV light and Visible light. 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 photoirradiation with visible light($\lambda_2=450\text{nm}$). Finally, We concluded that Displacement current change according to power capacity photoirradiation, the more higher generate the more higher power capacity magnitude.

Key Word(중요용어) : Displacement current(변위전류), Photoisomerization(광이성화), Photoirradiation(광조사)

1. 서 론

LB막에 관한 관심은 분자전자, 바이오 센서, 생체막에 응용 가능성 때문이라고 생각한다. 최근에 단층의 구조와 기능과의 관계성을 보다 잘 이해하기 위하여 광조사에 의해 도입된 인공적인 분자 체계의 물리화학 특성의 동적 변화의 연구 뿐만 아니라, 분자 정보 저장 소자의 제조에 관해 많은 관심을 갖고 있다.^{1) 2)} 특히 유기분자를 사용한 디바이스 센서, 광전소자등 기능성소자로의 응용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{3) 5)} 따라서 본 연구에서는 자외광과 가시광을 조사함으로써 유도된 아조벤젠 유도체를 포함하는 단층의 광이성화 작용인 cis-trans는 변위전류를 검출할 수 있다고 생각하여^{6) 8)} 광이성화 특성을 갖는 아조벤젠 유기단분자막을 수면에 전개시킨 후 고체기판에 누적시켜 자외선과 가시광선을 조사했을 때 광조사 전력량에 따

른 변위전류를 검출하여 비교해 보았다.

2. 실험

그림 1은 본 실험에 사용된 시료의 분자구조이다. 분자는 cis-trans 광 이성화 반응구조인 $N=N$ 의 아조기를 가지고 있는 4-octyl-4'-(5-carborul/pentamethy/emeoxy)-azobenzene (8A5H)로서 광자력에 의해 아조기 부분이 cis-trans로 활발하게 반응을 할 수 있는 구조이며 8A5H는 C_8H_{17} 의 소수기와 $C_5H_{10}COOH$ 의 친수기를 갖는 양친매성물질로 구성되어 있고 클로르포름을 용매로 사용하여 0.6 mmol/l 의 농도로 조성하였고, pH 6.0인 20°C 의 순수한 물($18.2\text{M}\Omega\text{cm}$)에 전개하였다. 자외광 조사시에는 trans에서 cis로 가시광선 조사시에는 cis에서 trans로 반응한다.

그림 2는 고체기판 위의 단분자막에서 변위전류를 측정하기 위한 장치이다. 하부 전극으로 glass에 Cr/Au를 증착하여 사용하였고, 그 위에 단분자막을

* 동신대학교 대학원 전기전자공학과
** 광주보건대학 의공학과
*** 동신대학교 공과대학 전기전자공학과

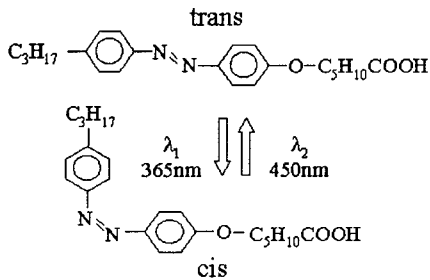


그림1. 8A5H 분자구조

Fig 1. Molecule structure of 8A5H

제작하였으며, 상부 전극으로는 투명 ITO glass를 사용하였으며, 광원이 조사되어 전류를 검출하는 면적은 6.25cm²이다. 상부 전극과 단분자막과의 간격은 LCZ Meter를 이용하여 1[mm]로 조정하였다. 자외광 ($\lambda_1=365\text{nm}$)과 가시광($\lambda_2=450\text{nm}$)의 광원으로 광을 조사시켰다.

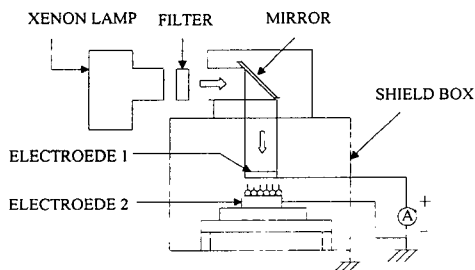


그림2. 변위전류 측정장치

Fig. 2. Displacement current measuring apparatus

3. 결과 및 고찰

그림 3은 박막화를 위해 누적조건을 검출하기 위한 표면압 검출 결과이다. 14~24[mN/m]에서 단일 고상상태로 판단되어지며 18[mN/m]을 누적조건으로 제작하였다.

그림 4는 8A5H를 제작조건에 의해 Y-type으로 3층을 누적시켜 시간에 따른 표면압의 변화와 분자당 점유면적의 변화를 나타낸 누적전이비의 결과이다. 그림중 1영역 이전 누적 조건에 의해 결정된 표면압에서 단분자막이 충분히 안정된 후 (제 1지연시간) 1영역에서 1층을 누적시켰으며 표면압의 감소에 따라 barrier는 압축되어져 제작 조건의 일정 압력을 유지하며 제 2지연시간을 거쳐 2영역에서 2층막을 기판에 누적하였으며, 제 3지연시간을 거쳐 3영역에서 3층막을 누적시킨 누적전이비이다. 누적전이비의 결과로 보아 표면압의 변화와 점유 면적의 변화가 잘 일치함을 알 수 있었다.

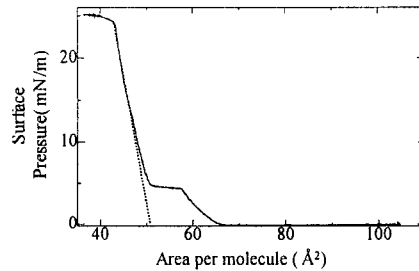


그림 3. 분자의 점유면적과 표면압

Fig. 3. Molecule per area and surface pressure

간) 1영역에서 1층을 누적시켰으며 표면압의 감소에 따라 barrier는 압축되어져 제작 조건의 일정 압력을 유지하며 제 2지연시간을 거쳐 2영역에서 2층막을 기판에 누적하였으며, 제 3지연시간을 거쳐 3영역에서 3층막을 누적시킨 누적전이비이다. 누적전이비의 결과로 보아 표면압의 변화와 점유 면적의 변화가 잘 일치함을 알 수 있었다.

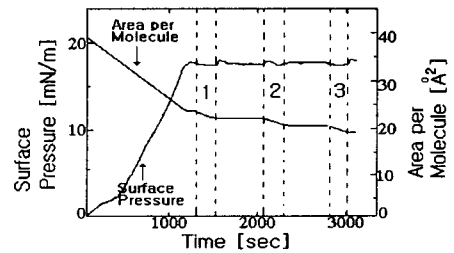
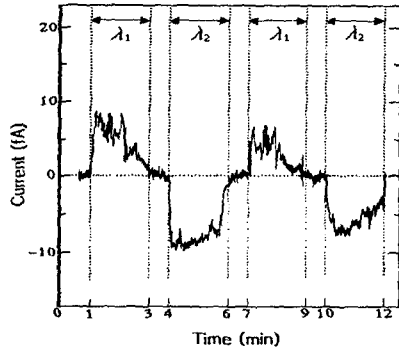


그림 4. 8A5H LB막의 누적 결과

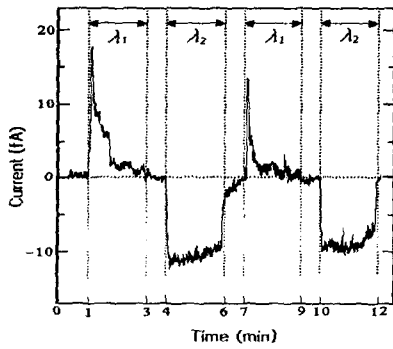
Fig 4. Deposition result of 8A5H LB films

그림 5는 전력량을 변화시키면서 자외선(365nm)과 가시광선(450nm)을 교대로 조사하였을 때 변위전류 발생 결과이다. 8A5H 단분자를 수면에 전개시켜 외부자격을 인가하여 고체기판위에 제작하여 변위전류를 측정하였다. 변위전류는 자외선(λ_1) 조사에 의해 전극 1에서 전극 2의 방향(양의 방향)으로 발생하고 반면에 가시광선(λ_2) 조사에 의해 전극 2에서 전극 1의 방향(음의 방향)으로 변위전류는 발생되어진다. 자외선 120, 150, 370 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$, 가시광선 150, 220, 450 $\mu\text{w}/\text{cm}^2$ 의 전력을 조사하였을 때 발생되어지는 전류는, 자외선을 조사시 정의 방향으로 전류가 급격히 발생된후 차츰 줄어들었고 가시광선을 조사시 음의 방향으로 전류가 발생하였고,

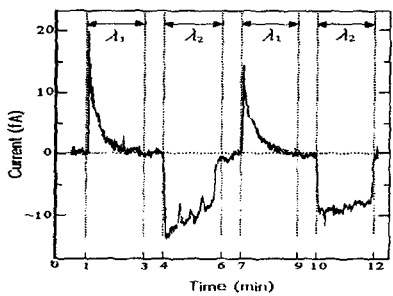
조사되는 전력량이 증가함에 따라 발생하는 전류는 크게 8, 18, 20[fA]로 나타남을 알 수 있었다.



(a) 자외선:120 μw/cm², 가시광선:150 μw/cm²



(b) 자외선:150 μw/cm², 가시광선:220 μw/cm²



(c) 자외선:370 μw/cm², 가시광선:450 μw/cm²

그림 5. 8A5H LB막막의 광자극전류
Fig. 5. Photo stimulus current of 8A5H LB thin Films

4. 결 론

본 연구에서는 8A5H 유기단분자막의 압력자극에 의한 표면압을 검출하여 누적을 위한 제막조건을 검출하여 제막하였으며 제막된 박막에 전력량을 변화시키면서 광자극을 인가시켜 다음과 같은 결론을 얻었다. 변위전류 발생이 아조벤젠의 광이성화 trans-cis에 기인된다는 것을 알 수 있었고, 전력량에 따라서 변위전류 피크값이 각각 다르게 검출되었고, 전력량이 클수록 변위전류량은 크게 나타남을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Yutaka Majima and Mitsumasa Iwamoto, "A new displacement current measuring system coupled with the Langmuir-films technique", *Review of scientific instruments*, Vol. 62, No. 9, September 1991
2. Mitsumasa Iwamoto, Yutaka Majima, and Haruhiko Naruse "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", *J. Appl Phys.*, 72(4), 15 August 1992.
3. Woo-Yeon Kim, Mitsumasa Iwamoto, "Maxwell displacement current across azobenzene polyimide multilayers caused by photoirradiation
4. Yutaka Majima, Haruhiko Naruse and Mitsumasa Iwamoto, "Detection of optical molecular switching in monolayers by displacement current measurement", *Thin solid Films*, 210/211 (1992) 82-85.
5. Mitsumasa Iwamoto, Tetsuya Noguchi, Hiromasa Fuwa and Youtaka Majima, "Displacement Current Generated by Photo-Induced Molecular Switching in a Single Monolayer", *J. Appl Phys.*, Vol. 30, No. 5, May, 1991, pp. 1020-1023
6. Mitsumasa Iwamoto, Haruhiko Naruse, Tetsuya Noguchi, Hiromasa Fuwa and Youtaka Majima, "Generation of Maxwell displacement current across an azobenzene monolayer by Photoisomerization", *Nature*, Vol 353, 17, October 1991.
7. Yutaka Majima, Yuichiro Kanai, and Mitsumasa Iwamoto "Maxwell displacement -current

generation due to trans-cis photoisomerization in monolayer Langmuir-Blodgett film", J. Appl. Phys. 72.(4), 15 August 1992.

8. Mitsumasa Iwamoto and Koji Ohnishi, "Investigation of the photoresponse of lipid monolayers", J. Appl Phys., Vol. 76, No. 12, pp. 8121-8128, 15 December 1994