

## 유기혼합막의 전기특성에 관한 연구

### A Study on the Electrical Properties of Organic Mixed Films

조수영\*, 이경섭\*  
(Su-Young Cho\*, Kyung-Sup Lee\*)

#### Abstract

Molecular swiching in azobenzene mixed monolayers on a water surface was investigated by means of Maxwell displacement current(MDC) measurement. It was found that the change in the vertical component of the dipolemoment of the mixed monolayer during visible light irradiation was almost the same as that flowing during UV light irradiation. Also MDC was generated but it depended on the molar ratio. As a result, It's photoisomerization progressed by 8A5H in mixed films.

**Key Wards(중요용어) : Maxwell displacement current(MDC), mixed monolayer, photoisomerization**

#### 1. 서 론<sup>1)</sup>

최근 컴퓨터와 디지털 시스템은 산업기술 분야에서 뿐만 아니라 우리생활까지 넓게 인식되고 있으며, 전기전자 산업분야에서는 디바이스에 사용되어지는 초박막들을 유기박막으로 대체하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>1)~3)</sup> 또한 컴퓨터를 인간보다 뛰어난 지능을 갖게 하고 인간의 신체와 통합할 목적으로 의료장비의 극소화와 생체공학에 많은 연구가 이루어지고 있으며, 그 연구결과들이 성공적으로 수렴되 컴퓨터가 인공신경과 생체칩의 형태로 실용화된다면 현 생활 보다 더 나은 의료혜택을 누릴 수 있게 될 것이다. 생체 기능막인 바이오센서와 유전 재료, 절연재료 및 액정재료는 유기반도체로서의 실용화에 대한 가능성이 이미 제안되어져, 분자 단위에서 분자 배향 및 제어가 가능하여 생체막을 인공적으로 제작 가능하다고 알려진 LB법을 이용한 제

작 기술이 널리 각광을 받고 있다.<sup>4)~6)</sup>

본 연구에서는 유기혼합막의 분자 스위칭에 대한 전기적 기초 물성 평가를 하기 위해 광이성화 반응 구조인 아조기를 포함하고 있는 8A5H와 생체막속의 지질과 유사한 구조를 형성하고 있는 인공지질인 DPPC를 혼합하여 표면압에 따른 전기적 특성에 관하여 연구하였다.

#### 2. 시료 및 실험장치

그림 1은 본 연구에 이용한 시료의 분자구조이며 실험에 사용된 시료는 아조기 구조로 결합 되어 있으며 cis-trans의 광이성화 반응을 갖는 8A5H (4-octyl-4'-(5-carboxyl-penta-methyleneoxy)-azobenzene)와 choline기를 갖는 친수성부분과 친 지방질이 2개(2×C<sub>16</sub>)인 긴 알킬체인으로 구성된 소수기 부분이 결합되어 양친매성 물질로 구성된 D- $\alpha$ -DPPC(D- $\alpha$ -Dipalmitoyl phosphatidylcholine)이다. 이들 각각의 시료는 클로르포름을 용매로 하여 0.2 [mmol/l]로 조성하였다.

\* 동신대학교 대학원 전기전자공학과  
(전남 나주시 대호동 동신대학교,  
Fax: 0613-330-2909  
E-mail : weeds1@Sunghwa.ac.kr)

\*\* 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

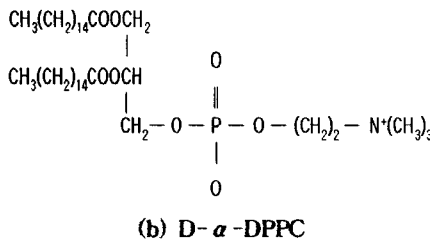
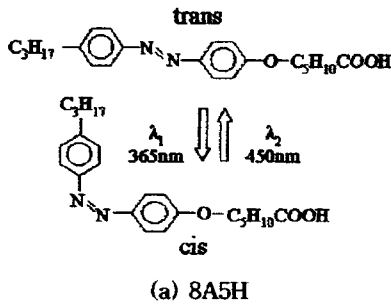


그림 1. 분자구조 (a) 8A5H, (b) D- $\alpha$ -DPPC  
Fig. 1. Molecule structures (a) 8A5H, (b) D- $\alpha$ -DPPC

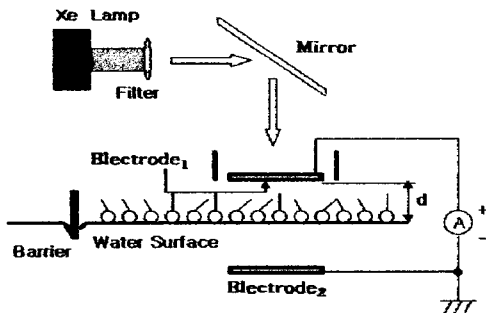


그림 2. 실험 장치  
Fig. 2. Experiment apparatus

### 3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 본 실험에 사용한 측정장치이다. barrier가 장착된 trough와 광원으로 사용된 500[W] Xenon lamp, 전극 1과 2는 미소 전류를 측정 할 수 있는 Ammeter로 구성되어있다. 전극 1은 수면에서 평행이 되도록 공기 중에 설치하였고 전극 2는 수중에

설치하였다. 전극 1의 면적은 45.6[cm<sup>2</sup>]의 투명 도전성 전극을 스테인레스 스틸로 실드 하였으며 전극과 수면 사이의 거리는 LCZ Meter를 이용하여 1.0[mm]로 조정하였고 pH 6 pure water를 사용하였다.

광조사에 의한 변위전류 측정은 8A5H, DPPC, 혼합막(8A5H/DPPC)을 각각 그림 2와 같이 수면위에 전개한 후 전개된 단분자막(L막)에 대하여 single barrier를 이용하여 분당 40[mm/mim] 속도로 외부 압력자격을 가하였고 수면의 온도를 20℃로 하여 측정하였다.

그림 3은 실험에 사용된 8A5H와 DPPC의 광 파장 대역을 관측하기 위하여 흡수율을 측정한 결과이다. 8A5H는 200~600[nm]까지의 파장 대역 중 약 350[nm]에서 흡수율의 최대값이 나타남을 검출할 수 있었고, 혼합막의 물 비율(8A5H/DPPC)이 1:1과 4:1의 흡수율 역시 8A5H에 검출되는 경우와 똑같이 350[nm]에서 최대값이 검출되었다. 그리고 8A5H가 혼합막 보다 더 큰 파장 대역을 보였으며 물 비율에 따라 8A5H의 양을 늘이면 그 파장 대역도 커진다는 것을 알 수 있었다. 또한, DPPC 흡수율은 측정 파장 대역에서는 흡수되는 파장이 존재하지 않았다. 흡수율을 측정함으로써 DPPC는 광조사시 불활성 단분자라는 것을 알 수 있었다.

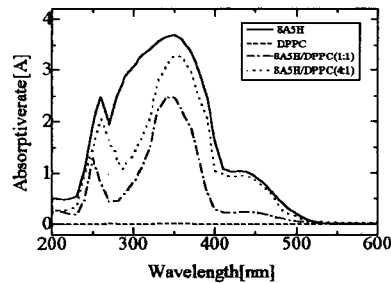


그림 3. 8A5H와 DPPC의 흡수율  
Fig. 3. Absorption rate of 8A5H and DPPC

그림 4는 8A5H와 DPPC를 4:1과 1:1의 물 비율로 혼합막을 조성한 후 표면압에 따른 변위전류를 측정 한 결과이다. 각각의 혼합막은 압력자격을 인가시 분자점유면적 148[Å<sup>2</sup>] 부근에서 표면압과 변위전류가 발생하기 시작하였다. 또한 변위전류 최대값은 혼합막의 물 비율이 4:1인 경우 147[ $\mu$ A]로 검출되었고, 1:1인 경우는 100[ $\mu$ A]로 검출되었는데 8A5H의 혼합비가 커짐에 따라서 변위전류의 최대값이 커진다는 것을 알 수 있었다.

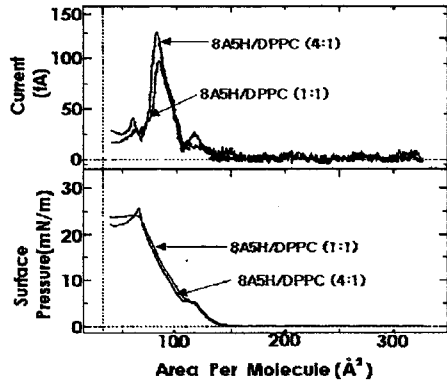
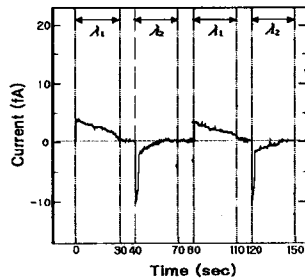
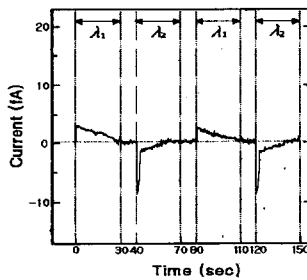


그림 4. 혼합막의 압력자극과 몰 비율에 따른 변위전류와 표면압

Fig. 4. Displacement current and surface pressure by compression stimulus and molar ratio of mixed films



(a) 8A5H/DPPC=4:1



(b) 8A5H/DPPC= 1:1

그림 5.. 혼합막의 광조사 (a) 8A5H/DPPC=4:1, (b) 8A5H/DPPC= 1:1

Fig. 5. photoirradiation of Mixed Films (a) 8A5H/DPPC=4:1, (b) 8A5H/DPPC= 1:1

그림 5는 DPPC에 8A5H를 혼합하여 8A5H의 광이성화 반응에 대한 효율성의 향상을 관측하기 위하여 혼합막(8A5H/DPPC)의 몰 비율을 각각 4:1과 1:1로 조성하여 자외광( $\lambda_1$ )과 가시광( $\lambda_2$ )를 조사하였을 때 발생하는 변위전류를 검출한 결과이다.  $\lambda_1$ (360[nm])을 조사시에는 trans에서 cis로,  $\lambda_2$ (450[nm])을 조사시에는 cis에서 trans로 분자의 광이성화에 따라 변위전류가 검출되었다. 몰 비율이 4:1로 조성했을 때 변위전류의 피크값은  $\lambda_1$ 조사시 0.4[fA],  $\lambda_2$ 조사시 -10[fA]로 검출되었고 1:1로 조성했을 때는  $\lambda_1$ 조사시 0.3[fA],  $\lambda_2$ 조사시 -9[fA]로 검출되었다. 몰 비율을 4:1로 조성했을 때는 1:1로 조성했을 때보다 변위전류 피크값이 더 높음을 알 수 있었는데 이는 8A5H 광이성화 반응의 효율이 향상되었기 때문이라고 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 유기혼합막의 분자 스위칭에 대한 전기적 특성에 대한 기초 물성 평가를 위해 8A5H와 DPPC의 혼합막의 몰 비율을 각각 4:1과 1:1로 조성한 후 광조사를 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 혼합막의 몰 비율에 대한 흡수율 측정결과 8A5H가 혼합막 보다 더 큰 파장 대역이 검출되었고, 8A5H의 양이증가함에 따라 그 파장대역이 커짐을 알 수 있었다.
- 2) 혼합막에서 8A5H의 양을 증가함에 따라 8A5H는 광이성화 반응의 효율이 향상되었음을 알 수 있었다.
- 3) 혼합막에서 DPPC양을 증가시키면 8A5H가 감소되기 때문에 이성화에 기인하여 흐르는 변위전류는 낮아졌다.

#### 참고문헌

1. Xiao bin XU, Yutaka Majima and Mitsumasa Iwamoto, "Molecular switching in phospholipid-azobenzene mixed monolayers by photoisomerization", Thin solid Films 331 (1998) pp.239-247
2. Keun-ho Park and Mitsumasa Iwamoto, "Maxwell Displacement Current across Langmuir Phospholipid Monolayers Mixed with Azobenzene by Photoisomerization", JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE 193, pp. 71-76, 1997

3. Mitsumasa Iwamoto and Koji Ohnishi, "Investigation of the photoresponse of lipid monolayers containing azobenzene derivatives by a Maxwell - displacement - current -measuring technique", Vol. 76, No. 12, pp. 8121-8128, 15 December 1994
4. Mitsumasa Iwamoto, Koji Ohnishi and Xiaobin Xu, "Detection of Molecular Switching in Single Monolayers by Maxwell-displacement-current -measuring technique", Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 34 (1995) pp.1 3814-3819 Part 1, No. 7B, July 1995
5. Masahiro Fukuzawa, Takaichi Yoshitake and Mitsumasa Iwamoto, "水面上アゾベンゼン混合単分子膜の光変位電流" 電學論A, 118巻 12号, 平成10年
6. M. Iwamoto, Majima and H. Naruse, "Generation of Maxwell displacement current from spread monolayers containing azobenzene", J. Appl. Phys., vol. 72, No. 4, 15 August 1992.