

광반응 변위전류의 체인길이에 따른 영향

The Effect According to Chain Length of Light Response Displacement Current

김성진*, 강용철, 정현상, 구할본, 최영일, 백순기, 이경섭*
(Sung-Jin Kim, Young-Chul Kang, Hun-Sang Chung, Hal-Bon Gu,
Young-Il Choi, Soon-Ki Baik, Kyung-Sup Lee**)

Abstract

In this paper, generation form of displacement current was compared and measured with air-water interfacial induce monolayers which 8A5H with azobenzene and arac.acid mixed.

Light response of two monolayers which chain length are different was compared and measured though they are the same isomer.

The experimental results are as following; In the displacement current form of mixed monolayers and 8A5H, mixed monolayers which chain length is longer than that of 8A5H caused the displacement current about 40[fA] more.

This is the reason chain length of hydrophobicity in mixed monolayers is longer than that of 8A5H

In the case of light stimulus mixed monolayers reacted less than 8A5H about 9[fA].

This is the reason molecule dynamic behaviour in cis and trans was not activated due to its very long chain length.

Key Words(중요용어) : Displacement Current(변위전류) , Light Stimulus(광자격) , Light Response(광반응)

1. 서 론

최근 산업기술은 전기전자 관련 기술과 정보처리 기술등 모든 분야에서 급속하게 발달하고 있다.

특히 전기전자공학의 산업분야에 다기능 초소형 디바이스의 필요성에 따라 유기재료들을 이용한 초박막 기능성 소자의 개발이 주목되고 있다.^{1~4}

유기재료를 이용한 유기박막은 분자 레벨의 기능성 소자로서 전기전자 및 전력기기 제작등에 응용할 수 있으며, 박막을 구성하고 있는 분자들을 규칙적으로 배열, 배향 할 수 있고, 전기신호 및 광신호

등의 신호전달이 분자 수준의 미세한 구조 속에서 더욱 빨라질 수 있는 등 여러 가지 장점이 있다고 알려져 있으며 최근 광도전 소자, 액정소자, 유전체 및 절연체등 여러 기능성 소자로서의 응용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.^{5~7}

따라서 본 연구에서는 8A5H 와 Azobenzene과 Arac. acid을 혼합한 유기단분자를 수면에 전개시켜 변위전류의 발생형태를 비교 측정하였으며, 체인길이 서로 다른 8A5H와 혼합 단분자의 광반응을 비교 측정하였다.

2. 실험

그림 1과 2는 본 실험에 사용한 시료의 분자구조이다. 그림 1의 분자는 Azobenzene에 Arac.acid을

* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

(전남 나주시 대호동 동신대학교,

Fax: 0613-330-2909

E-mail : jin3575@tycos.co.kr)

** 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

혼합한 시료의 분자구조이다.

순수 Azobenzene은 소수기로만 구성되어 있으므로 수면에서의 분자의 거동이 곤란하다고 판단되어 저 친수기를 포함한 체인길이가 긴 Arac.acid을 혼합하였다.

그림 2는 trans-cis 광 이성화 반응구조인 4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene(8A5H)이며, 이 분자는 $C_{28}H_{39}$ 의 소수기와 COOH의 친수기를 갖는 양친매성 물질로 구성되어 있으며, N = N의 아조기를 가지고 있고, chloroform을 용매로 사용하여 0.6[mmol/l]의 농도로 조성하였다.

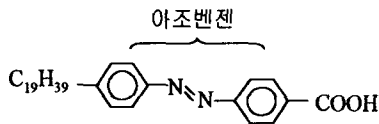


그림 1. Azobenzene과 Arachidic-acid을 혼합한 분자구조

Fig 1. Molecule structures of azobenzene and arachidic-acid mixed

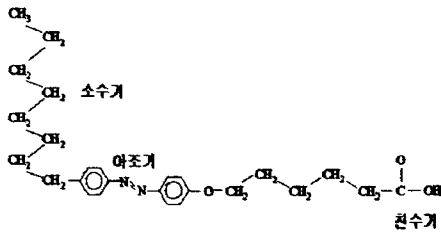


그림 2. 8A5H 분자구조

Fig. 2. Molecule structures of 8A5H

그림 3은 본 실험에 사용한 측정장치이다. 배리어가 장착된 트러프와 광원으로 사용된 X-non lamp, 유기박막의 표면압 측정을 위한 압력 센서 및 전류 측정을 위한 전극으로 구성하였다. 상부 전극의 면적은 45.6[cm²]의 투명 도전성 전극을 스테인레스 스틸로 실드 하였으며 전극과 수면 사이의 거리는 LCZ meter를 이용하여 1.0[mm]로 조정하였다.

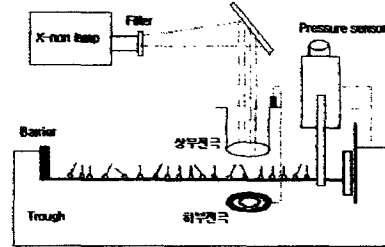


그림 3. 실험 장치

Fig. 3. Exerpermental apparatus

III. 결과 및 고찰

그림 4는 8A5H단분자의 표면압에 따른 변위전류를 측정된 결과이다.

압력자격을 인가시켜 표면압이 증가하기 시작한 28[Å²]까지는 기상상태로 평가되어지며 54[Å²] 부근에서 변위전류가 발생하기 시작하였다. 표면압이 증가하기 시작한 24~28[Å²] 영역은 기/액상 상태가 공존하는 형태로 보여지며 20~24[Å²] 영역은 단일 액상 상태로서 변위전류의 피크값은 약 160[fA]로 검출되었다. 16~20[Å²] 영역은 단일 고상 상태여겨지며 고상 상태의 표면압 최대값은 25[mN/m]임을 알 수 있었다.

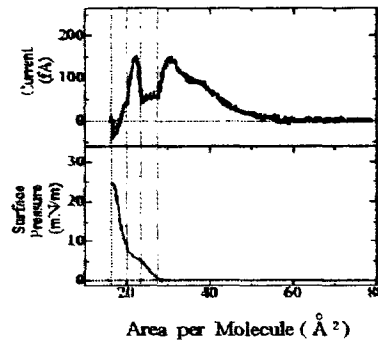


그림 4. 8A5H의 변위전류

Fig. 4. Displacement current of 8A5H

그림 5는 순수 Azobenzene의 변위전류를 측정된 결과이다. 수회 barrier를 압축시켜 변위전류를 측정하였지만 순수 Azobenzene의 변위전류는 검출되지

않았다. 이는 분자 구조가 소수기 만으로 구성된 구조를 가지고 있기 때문에 분자의 동적인 거동이 일어나지 않았기 때문이라 생각된다.

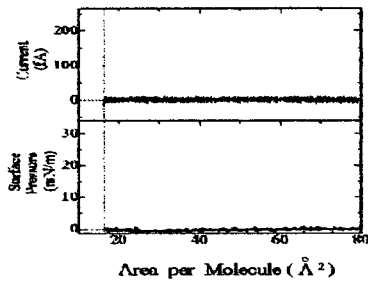


그림 5. 아조벤젠의 변위전류

Fig. 5. Displacement current of azobenzene

그림 6은 친수기를 포함한 체인길이가 긴 Arac. acid을 Azobenzene과 9:1로 혼합하여 검출한 변위전류이다.

변위전류가 변화하기 시작한 50~60[Å²] 영역은 유전 분극이 일어나기 시작하는 기/액상 상태가 공존하는 영역으로서 분자의 쌍극자 모멘트가 형성되기 시작하였으며 변위전류의 최대값은 약 200[fA]이었다. 혼합단분자막의 변위전류 최대값이 8A5H의 최대값보다 약 40[fA] 정도 크게 검출되어지는 경향으로 보아 혼합단분자의 소수기 부분인 체인의 길이가 더 크기 때문이라고 생각된다.

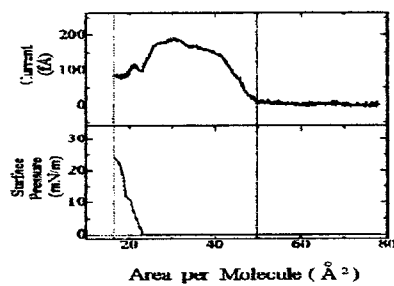


그림 6. 아라킨산과 아조벤젠을 9:1로 혼합한 변위전류

Fig. 6. Displacement current of Arac-acid and azobenzene 9:1 mixed

그림 7은 UV spectro-photo-meter를 이용하여 혼합단분자와 8A5H단분자의 흡수율을 측정된 결과이다.

200~600[nm]까지의 파장 대역 중 약 330[nm]에서 흡수율의 최대값이 나타남을 관측할 수 있었으며 본 실험에 적용된 파장 대역으로 사용하였다. 흡수율 측정 결과 8A5H가 혼합단분자보다 더 큰 흡수율의 파장대역이 나타남을 알 수 있었다.

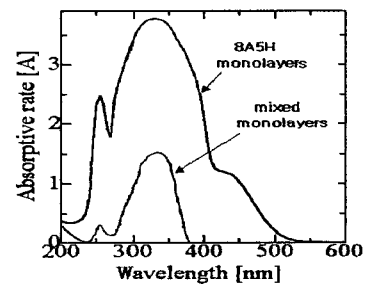


그림 7. 혼합단분자와 8A5H 단분자의 흡수율

Fig. 7. Absorptive rate of mixed monolayers and 8A5H monolayers

그림 8은 8A5H 유기단분자막의 광조사에 따른 반응을 나타낸 것이다.

자외광(λ_1)을 조사시에는 trans에서 cis로, 가시광(λ_2)을 조사시에는, cis에서 trans로 분자의 광이성화에 따라 발생된 변위전류로서 8A5H 유기단분자가 자외광과 가시광 영역의 파장대역에서 광이성화 반응이 이루어진다는 것을 알 수 있다.

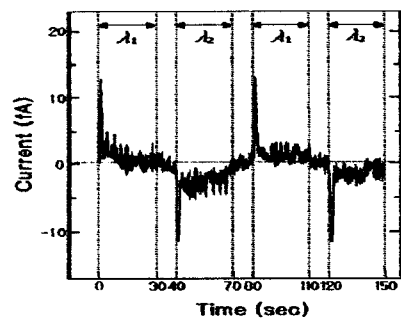


그림 8. 8A5H의 광조사

Fig. 8. Photoirradiation of 8A5H

그림 9는 Arac.acid과 Azobenzene을 9:1로 혼합한 유기단분자의 광반응을 나타낸 결과이다.

혼합단분자막이 8A5H보다 변위전류 최대값이 약 9[fA] 정도 적게 검출되어지는 경향으로 보아 이는 혼합단분자가 8A5H단분자 보다 흡수를 파장 대역이 더 적기 때문이며, 분자 체인(소수기 부분)의 동적 거동이 활발하지 못했기 때문이라 사료된다.

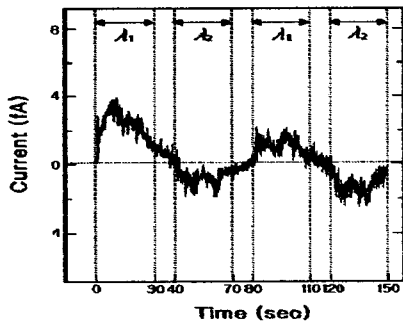


그림 9. 아라킨산과 아조벤젠을 9:1로 혼합한 단분자의 광조사

Fig. 9. Photoirradiation of Arac-acid and azobenzene 9:1 mixed monolayers

IV. 결 론

본 연구에서는 8A5H 와 아조벤젠과 아라킨산을 혼합한 유기단분자를 수면에 전개시켜 변위전류의 발생형태를 비교 측정하였으며, 같은 이성체지만, 체인길이가 서로 다른 두 단분자의 광반응을 비교 측정하였다.

1. 8A5H와 혼합단분자의 수면상의 변위전류 형태는 체인길이가 더 긴 혼합단분자가 약 40[fA] 정도 크게 변위전류가 발생함을 알 수 있었다. 이는 혼합단분자의 소수기 부분인 체인의 길이가 더 크기 때문이라고 사료된다.
2. 광자격을 인가시켰을때 혼합단분자막이 8A5H 보다 약 9[fA]정도 더 적게 반응이 나타났다. 이는 cis 와 trans에서 분자 체인이 너무 길어서 분자의 동적 거동이 활발하지 못했기 때문이라 사료되며, 또한 혼합단분자의 흡수를 파장대역이 8A5H 파장 대역보다 더 적게 나타났기 때문이기도 하다.

3. 수면위에서 변위전류 측정은 혼합단분자가 8A5H보다 크게 나타났으며, 광조사시에는 반대로 8A5H가 혼합단분자보다 크게 나타남을 알 수 있었다.

V. 참고문헌

1. Y. Majima , Y. Kanai , M. Iwamoto, " Maxwell Displacement-Current Generation due to Trans-Cis Photoisomerization in Monolayer Langmuir-Blodgett Films ", JPN. J. Appl. Phys., 72, pp.1637~1641, 1992
2. 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
3. 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 pp.1 3814-3819 Part 1, No. 7B, July 1995
4. Tomoo Sato, Masato Kijima, Yoshihiro Shiga, and Yoshiro Yonezawa, "Photochemically Controlled Ion Permeability of Liposomal Membranes Containing Amphiphilic Azobenzene ", Langmuir, pp. 2330-2335, 1991, vol.7,
5. 이경섭, 권영수의 3인 " 광이성 유기막의 배향특성에 관한 연구 ", 한국전기전자재료학회, 춘계학술대회 논문집, pp248~250, 1996
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.
7. M. Iwamoto , Yuichiro Kanai " Presence of In-Plane Orientation in Single Azobenzene Monolayers by Maxwell-Displacement-Current Measurement ", Jpn. J. Appl. phys.Vol. 33 (1994) pp.6630-6632