

혼합 유기단분자의 동적 거동에 관한 연구

김성진*, 이경섭**

* 동신대학교 대학원 전기전자공학과

** 동신대학교 공과대학 전기전자공학부

A Study on the Dynamics Behavior of Mixed Organic Monolayers

Sung-Jin Kim*, Kyung-Sup Lee**

* Dept. of Electrical and Electronic Eng. Dongshin University grad.

** Dept. of Electrical & Electronic Eng. Dongshin University

Abstract - In this paper generation form of displacement current was compared and measured with light stimulus induce monolayers which 8A5H with azobenzene and arac.acid mixed.

Light response of two monolayers which dynamics behavior are different was compared and measured though they are the same isomer The experimental results are as following;

In the case of light stimulus mixed monolayers reacted less than 8A5H about 5(fA).

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

1. 서 론

최근의 첨단 기술의 발전에 따라 새로운 재료의 개발이 각 방면에서 활발하게 진행되고 있다.

그중 전기전자공학의 산업분야에서는 다기능 초소형 디바이스의 필요성에 따라 유기재료들을 이용한 초박막 소자의 개발이 주목받고 있는데, 유기 초박막의 연구는 구조적, 기능적 측면에서 진행되고 있으며 유기재료를 이용한 디바이스에의 응용은 이용 형태에 따라 다양한 전기적 특성을 얻을 수 있다고 하는 점에서 각광을 받고 있다. (1-4)

유기재료를 이용한 분자소자는 전기신호 및 광신호 등의 신호전달이 분자 수준의 미세한 구조 속에서 더욱 빨라질 수 있는 등 여러 가지 장점들을 때문에 유기 재료를 이용한 분자소자 제작에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. (5-7)

따라서 본 연구에서는 8A5H(친수기와 소수기 부분이 서로 다른 이성체)와 순수 아조벤젠(친수기와 소수기 부분이 같은 이성체)과 Arac.acid을 혼합한 유기단분자를 광학이성화라는 관점에서 변위전류를 측정하였으며 광학이성 특성을 갖는 8A5H와 순수아조벤젠과 Arac.acid을 혼합한 유기단분자막의 표면압을 검출하여 분자의 제막 조건을 결정하였고 이를 누적 전이비로 확인하였으며 흡수율의 파장대역을 비교하여 유기단분자의 광이성화 특성을 분석하였다. 또, 기판위에 광을 조사 시켰을 때 변위전류의 발생형태를 비교 측정하였다.

2. 본 론

2.1 실험

그림 1의 분자는 Azobenzene에 Arac.acid을 혼합한 시료의 분자구조이다. 순수 Azobenzene은 소수기로만 구성되어 있으므로 분자의 동적 거동이 끈관하다고 판단되어져 친수기를 포함한 체인길이가 긴 Arac.acid을 혼합하였다. 그림 2는 trans-cis 광 이성화 반응구조인 4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyl-eneoxy)-azobenzene(8A5H)이며 이 분자는 C₂₈H₄₈의 소수기와 COOH의 친수기를 갖는 양친매성 물질로 구성되어 있으며, N=N의 아조기를 가지고 있고, 클로로포름을 용매로 사용하여 0.6(mmol/l)의 농도로 조성하였다.

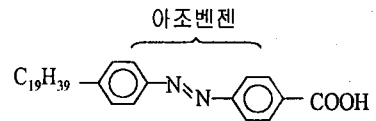


그림 1. Azobenzene과 Arachidic-acid을 혼합한 분자구조

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

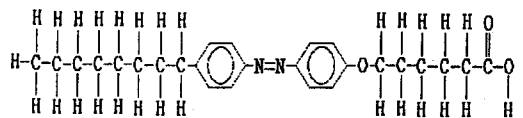


그림 2. 8A5H 분자구조

Fig. 2. Molecule structures of 8A5H

그림 3는 본 실험에 사용한 측정장치이다. 상부전극과 하부전극은 각각 1(cm)의 투명 ITO glass를 이용하였다. 상부전극과 단분자막과의 간격은 LCZ meter를 이용하여 1.0(mm)로 조절하였고, 광자력은 유기단분자 막의 광원인 Xenon램프를 이용하여 광을 조사하였다.

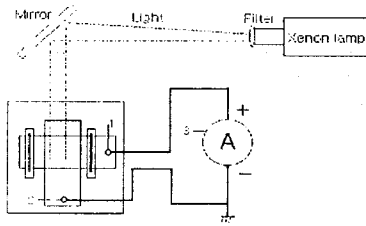


그림 3. 실험 장치

Fig. 3. Experimental apparatus

1 : Electrode 1, 2 : Electrode 2,
3 : Ammeter

2.2 결과 및 고찰

그림 4는 8A5H 단분자막의 제작조건을 검출하기 위한 표면압의 측정 결과이다. 그림에서 11~26(mN/m) 사이에 고체막이 형성하는 것으로 판단되어져 22(mN/m)를 제작조건으로 결정하였으며 결정된 제작 조건에 의해 누적막을 제작하였다.

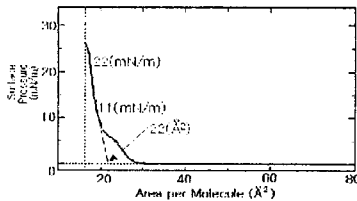


그림 4. 8A5H의 π -A 곡선

Fig. 4. π -A isotherm of 8A5H

그림 5는 8A5H을 π -A로부터 얻어진 제작조건에 의해 Y-type으로 5층을 누적시켜 시간에 따른 표면압의 변화와 분자당 점유면적의 변화를 나타낸 누적전이비의 결과이다. 그림 중 제 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 유지하여 제 2지연시간을 거쳐 2영역에서 2층막을 기판에 누적하였으며, 계속적으로 제 3, 4, 5지연시간을 거쳐 3, 4영역 및 5영역에서 5층을 누적시킨 누적전이비이다. 누적전이비의 결과로 보아 표면압의 변화와 점유 면적의 변화가 잘 일치함을 알 수 있었다.

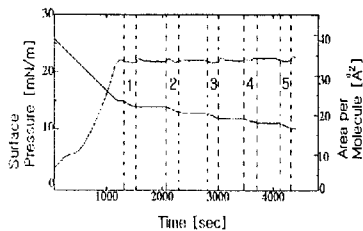


그림 5. 8A5H LB막의 누적 결과

Fig. 5. Deposition result of 8A5H LB films

그림 6은 UV spectrophotometer를 이용하여 혼합

단분자와 8A5H단분자의 흡수율을 측정된 결과이다. 200~550(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. 이는 분자의 체인길이에 따라 쌍극자모멘트의 동적거동이 일어나기 때문이라 사료된다.

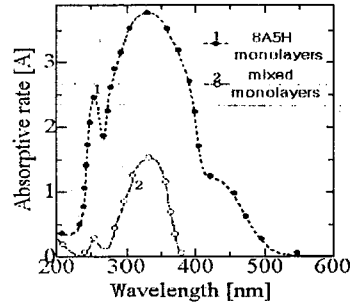


그림 6. 혼합단분자와 8A5H 단분자의 흡수율

Fig. 6. Absorptive rate of mixed monolayers and 8A5H monolayers

그림 7은 기판에 누적시킨 8A5H 유기단분자막의 trans-cis, cis-trans의 검출 결과이다.

자외광(λ_1)을 조사시에는 trans에서 cis로 가시광(λ_2)을 조사시에는, cis에서 trans로 분자의 광이성화에 따라 발생된 변위전류로서 8A5H유기단분자가 자외광과 가시광 영역의 파장대역에서 자외광과 가시광의 피크값은 약 8(fA)정도의 미세한 전류지만 광이성화 반응이 이루어지는 것을 알 수 있었다.

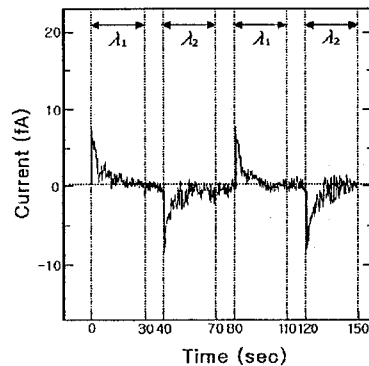


그림 7. 8A5H LB박막의 광조사

Fig.7. Photoirradiation of 8A5H LB thin films

그림 8은 Arac.acid과 Azobenzene을 9:1로 혼합하여 기판에 누적시킨 trans-cis, cis-trans의 검출 결과이다.

혼합단분자막이 8A5H보다 변위전류 최대값이 약 4(fA) 정도 적게 검출되어지는 경향으로 보아 이는 혼합단분자가 8A5H단분자 보다 흡수율 파장 대역이 더 적기 때문이며, 분자 체인(소수기 부분)의 동적 거동이 활발하지 못했기 때문이라 사료된다.

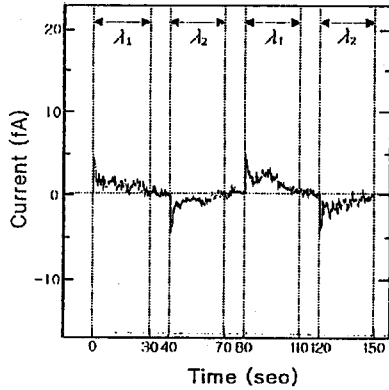


그림 8. 혼합한 LB박막의 광조사

Fig 8. Photoirradiation of mixed LB thin films

3. 결 론

본 연구에서는 광학이성 특성을 갖는 8A5H와 순수아조벤젠과 Arac.acid을 혼합한 유기단분자막의 표면압을 검출하여 분자의 제막 조건을 결정하였고, 기판위에 광을 조사 시켰을 때 변위전류의 발생형태를 비교 측정하였으며 또, 흡수율의 파장대역을 비교하여 유기단분자의 광이성화 특성을 분석하였다.

- 1) 8A5H는 200~550(nm) 흡수율 파장대역중 약 330(nm)에서 흡수율의 최대값이 나타남을 알 수 있었고 또한 혼합단분자막의 흡수율 파장대역은 200~380(nm)로 측정되었다. 이는 분자의 체인길이에 따라 쌍극자 모멘트의 동적거동이 일어나기 때문이라 사료된다.
- 2) 기판에 누적시킨 8A5H유기단분자막에 자외광(λ_1)과 가시광(λ_2) 조사시에 전류의 피크값은 약 8(fA)로 검출되었으며, 혼합단분자를 광조사시에는 약 4(fA)로 검출되었다.
- 3) 광자격을 인가시에 혼합단분자막이 8A5H보다 약 4(fA)정도 더 적게 반응이 나타났는데 이는 cis와 trans에서 혼합단분자의 분자 체인(소수기 부분)의 동적거동이 활발하지 못했기 때문이라 사료된다.

1. Takeshi Sawai, Junzo Umemura, and Tohru Takenaka, "UV Absorption Spectra of Azobenzene-Containing Long-Chain Fatty Acids and Their Barium Salts in Spread Monolayers and Langmuir-Blodgett Films", Langmuir, pp. 1378-1383, 1989, 5
2. 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
3. Tomoo Sato, Masato Kijima, Yoshihiro Shiga, and Yoshiro Yonezawa, "Photochemically Controlled Ion Permeability of Liposomal Membranes Containing Amphiphilic Azobenzene", Langmuir, pp. 2330-2335, 1991.
4. 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
5. 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
6. Mitsumasa Iwamoto, Tetsuya Noguchi, Hiromasa Fuwa and Yutaka Majima "Displacement Current Generated by Photo-Induced Molecular Switching in a single Monolayer", Jap. Journal of Applied Physics, Vol. 30, No. 5, May, 1991, pp.1020-1023
7. 이경섭, 권영수의 3인 "광이성 유기막의 배향특성에 관한 연구", 한국전기전자재료학회, 춘계학술대회 논문집, pp248~250, 1996