

수면상 포화지방산과 8A5H의 분자거동

배명현\*, 김형우\*, 조완제\*, 송경호\*, 박근호\*\*, 권영수\*\*\*, 박태곤\*,  
\*창원대학교 전기공학과 \*\*창원대학교 공업화학과 \*\*\*동아대 전기공학과

The Dynamic Behavior of Saturated - fatty Acids and 8A5H on the Water Surface

Myong-Han Bae\*, Hyeoung-Woo Kim\*, Wan-je Cho\*, Kyong-ho Song\*,  
Keun-ho Park\*\*, Young-su Kwun\*\*\*, Tae-Gone Park\*

\*Dept. of Electrical Eng., Univ. of Changwon  
\*\*Dept. of Chemical Tech., Univ. of Changwon  
\*\*\*Dept. of Electrical Eng., Univ. of Dong-Aa

**Abstract** - The dynamic behavior so fsaturaed-fatty acids C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub> and 8A5H were measured by displacement current method when a barrier was compressed and expanded. I-A, π-A isotherms of C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub> were similar, but C<sub>20</sub> was bad relatively. 8A5H showed the form of double liquid films and had an reversible reaction when a barrier was compressed and then expanded.

1. 서 론

트랜지스터 발명이래 집적도의 급격한 발전과 동시에 고집적화의 한계를 의식하기 시작하게 되었고, 또한 원자나 분자에 가까운 형태로서의 물성의 제어를 가능하게 하는 새로운 기술이 개발되기 시작하였다.<sup>1)</sup> 이러한 관점에서 유기분자에 바탕을 둔 분자 소자 (molcular devices)를 개발하기 위하여 유기 초박막을 제작하려는 몇 가지 방법이 시도되고 있으며 그 중에서도 단분자의 누적법인 Langmuir-Blodgett (LB)법은 분자의 배열, 배향을 제어할 수 있고 분자단위에서 막 두께를 결정할 수 있는 특징이 있다.<sup>2,3)</sup> LB막의 특성을 해명하는데 있어서 우선 L막의 물성을 평가하는 것이 중요하다.<sup>4,6)</sup> L막의 물성 평가는 수면에 단분자층을 형성하여 분자의 점유면적에 따른 표면압의 상전이이 관계로서 주로 평가하고 있다.

본 연구는 베리어의 압축에 의한 수면상 포화지방산과 8A5H의 분자거동을 변위전류법으로 확인하고, 압축후 팽창에서 동일한 실험으로 분자의 가역반응을 확인하였다.

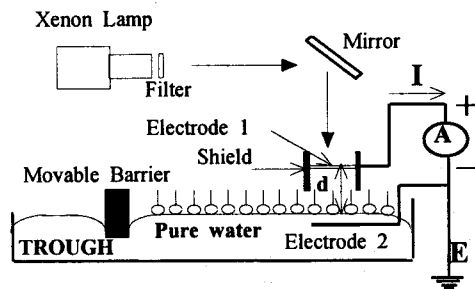
2. 실험방법

2.1 시료 및 실험조건

실험에 사용한 시료는 8A5H(4-octyl-4'-(5-carboxyl-pentamethyleneoxy)-azobenzene)를 클로로포름 용매에 6×10<sup>-4</sup>[mol/ℓ]의 농도로 용해하여 사용하였으며, 소수기의 길이가 서로 다른 포화지방산인 팔미틴산 (Palmitic acid : CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub> COOH : 이하 C<sub>16</sub>로 명명), 스테아린산(Stearic acid : CH<sub>3</sub> (CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub> COOH : 이하 C<sub>18</sub>로 명명), 아라키딘 산 (Arachidic acid : CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>18</sub>COOH : 이하 C<sub>20</sub>으로 명명)을 클로로포름 용매에 2×10<sup>-4</sup>[mol/ℓ]의 농도로 용해하여 사용하였다. 초순수 (저항율 : 18.2MΩ·cm)를 사용하였으며, 베리어(barrier) 속도는 50[mm/min]으로, 상부전극과 수면상의 거리는 1.5[mm]로 하였다. 그리고, 용매의 증발을 위해서 시료전개 5분 후에 실온 22±2°C에서 실험을 하였다.

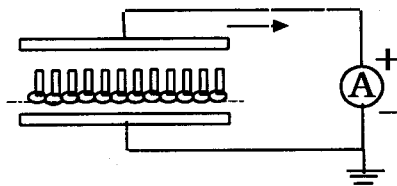
2.2 실험장치

그림 1은 본 실험의 장치 결선도 이다.



3. 실험결과 및 고찰

그림2는 변위전류 측정의 개념도이다.



그림에서와 같이 유기분자막이 수면 상에 일정하게 정렬하여 배향되면 공기를 절연층으로 하여 일정간격을 둔 상부전극에는 아래 식(1)에 표시되어 있는 전하 Q가 유가 된다.<sup>4,5)</sup>

$$Q = -\frac{m_z}{d} N - \frac{\epsilon_s \epsilon_0 S}{d} \phi_s \quad (1)$$

여기서 ε<sub>0</sub>: 진공유전율, ε: 공기의 비유전율(=1), d : 상부전극과 수면과의 거리, S: 상부전극의 면적, φ<sub>s</sub> : 수면상의 표면전위, m<sub>z</sub>: 분자의 쌍극자 모멘트의 수직성분의 평균치, N: 상부전극의 아래 수면상의 분자수이다. 유기분자막에 외부로부터 압력이 가해지면 개개의 유극성 분자의 구조가 변하게 되고 m<sub>z</sub>가 변한다. 그 결과 전극에 유기 되는 전하 Q도 변하여 외부에 전류 I(t)가 흐른다. 식 (2)는 변위전류 I(t)를 나타낸다.<sup>4,5)</sup>

$$I = \left( -\frac{dQ}{dt} \right) = \frac{N}{d} \frac{dm_z}{dt} + \frac{m_z}{d} \frac{dN}{dt} + \frac{\epsilon_s \epsilon_0 S}{d} \frac{d\phi_s}{dt} \quad (2)$$

위 식에서 첫째 항은 분자의 배향상태의 변화, 둘째 항은 상부전극 밑의 분자의 수의 변화, 그리고 셋째 항은 수면의 표면전위의 변화이다. 셋째 항은 압축에 의한 수면의 표면전위의 변화가 거의 없으므로 무시할 수 있다.

### 3.1 베리어 압축에 의한 변위전류

8A5H와 C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub>의 시료를 전개하여 변위전류와 표면압을 측정 한 결과, 그림3에서와 같이  $\pi$ -A (표면압-분자점유면적)특성에서 친.소수성 분자가 1개인 포화지방산(C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub>)에 비해 8A5H는 친.소수성 분자가 2개이어서 이중액체막을 형성하였다. I-A 특성에서는 최대변위전류가 8A5H는 액체 응축막영역에서 나타났으며 포화지방산은 모두가 기체막에서 나타났다. 그림4, 그림5, 그림6은 C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub>의 변위전류이며 서로 유사한 형태의 특성을 갖고 있으나, 변위전류와 전하량( $\Delta Q$ )에서 C<sub>16</sub> 과 C<sub>18</sub>은 비슷하고 C<sub>20</sub>은 분자의 길이가 너무 길어 분자 거동의 제약으로 오히려 적은 값을 나타냈다.

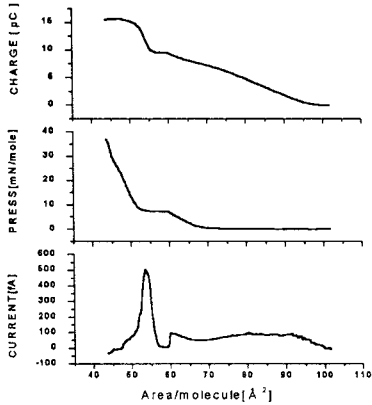


그림 3 8A5H의 변위전류  
Fig. 3 Displacement current of 8A5H

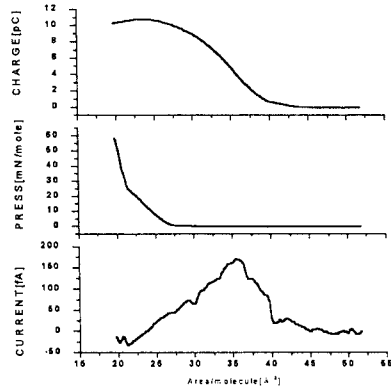


그림 4 C<sub>16</sub>의 변위전류  
Fig. 4 Displacement current of C<sub>16</sub>

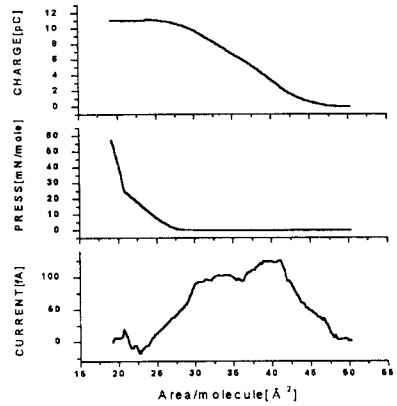


그림 5 C<sub>18</sub>의 변위전류  
Fig. 5 Displacement current of C<sub>18</sub>

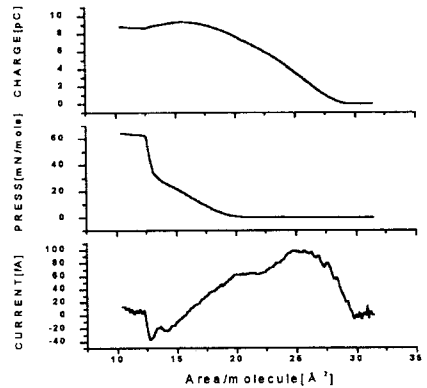


그림 6 C<sub>20</sub>의 변위전류  
Fig. 6 Displacement current of C<sub>20</sub>

### 3.2 압축 후 확장에 의한 변위전류

압축과 확장의 가역 반응을 검토하기 위해 8A5H와 C<sub>16</sub>을 베리어로 압축한 후에 확장을 하였을 때의 변위전류와 표면압이 갖는 특성을 검토하였다. 그림 7은 8A5H의 압축과 확장 시의 변위전류이며 그림 8은 C<sub>16</sub>의 변위전류를 나타낸 것이다. 그림 7에서와 같이 8A5H는 액체 응축막 지점인 압축시의 57Å와 확장시의 53Å 지점에서 최대변위전류가 거의 대칭적인 값으로 흐른다. 대칭성의 약간의 오차는 압축이 끝난 후 수면의 파동에 의한 시스템 안정을 위하여 수초의 시간 경과로 인한 표면압의 변형에 의한 것임을 감안하면 압축과 팽창시에 동일한 지점인 액체 응축막 지점 (57Å)에서 최대변위전류가 발생하는 것으로 추정된다. 따라서 8A5H는 가역반응이 매우 우수한 것으로 판단된다. 포화지방산 C<sub>16</sub>은 압축 후 팽창에서 매우 상이한 특성을 보인다. 이것은 분자의 체인 길이가 길어 압축시에 서로 엉키거나 뭉쳐져 확장을 해도 충분히 질서 있게 확산되지 못함을 의미한다.

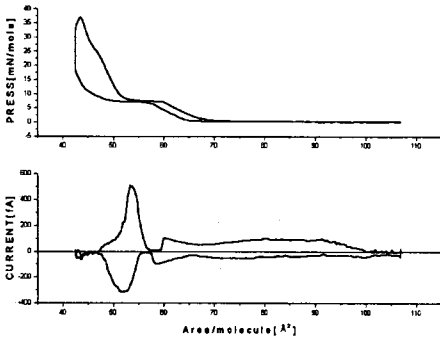


그림 7 8A5H의 압력과 확장시  $\pi$ -A와 I-A 특성  
 Fig. 7  $\pi$ -A, I-A isotherms of 8A5H when the monolayers were expanded after the compression

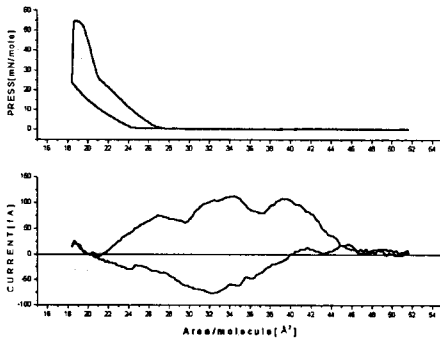


그림 8 C<sub>16</sub>의 압력과 확장시  $\pi$ -A와 I-A 특성  
 Fig. 8  $\pi$ -A, I-A isotherms of C<sub>16</sub> when the monolayers were expanded after the compression

#### 4. 결 론

수면상 단분자막 형성 과정의 분자의 거동을 확인하기 위한 본 실험의 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다. 순수면상에 C<sub>16</sub>, C<sub>18</sub>, C<sub>20</sub>을 베리어로 압축하여 분자의 배향 변화를 변위전류와 전하량( $\Delta Q$ )으로 측정한 결과, 거의 유사한 특성을 갖고 있으나, C<sub>18</sub>이 다소 큰 값을 갖는 반면에 분자의 길이가 긴 C<sub>20</sub>은 분자 거동의 제약으로 오히려 낮은 값을 나타냈다. 최대 변위전류는 포화지방산이 액체막, 8A5H는 고체막 형성 직전인 액체 응축막에서 나타났다. 베리어 압축 후에 확장을 한 가역 반응에서 8A5H는 매우 우수한 가역특성을 나타냈으나, 포화지방산은 분자간의 도메인 형성으로 가역반응이 나타나지 않았다.

이러한 결과로 LB막 누적의 최적의 압력조건을 결정할 수 있으며, 분자 응용 소자개발의 기초정보로 활용할 수 있다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] 岩本光正, 工藤一浩, "有機超薄膜イレクトロス", p1, 培風館.
- [2] R. M. Swart, In G. G. Roberts, "Langmuir

- Blodgett Films", pp 9-12, Plenum Press, New York, 1990.
- [3] 大森 裕, 岩本 光正, 工藤 一浩, "有機 超膜 研究の 最近の 展開 T. IEE Japan, Vol.116- A, No. 1, 1996.
- [4] 眞島 豊, "變位電流 計測 システムの 開發 及び 有機單分子膜の 動的 舉動に 關する 研究", 博士學位 論文, 1991.
- [5] 岩本光, 正久保田 徹, 眞島 豊, "有機超薄膜의 變位電流と 톨널 電流", 表面科學 第12卷 第3号, 1991.