

포화지방산계 LB막의 수평방향에 대한 전기적 특성 비교

A Comparison to Electrical properties of Fatty Acid System LB Films in Horizontal Direction

김 도균*	동아대학교 공대 전기공학과
최 용성	동아대학교 공대 전기공학과
장 정수*	경일대학교 공대 전기공학과
권 영수	동아대학교 공대 전기공학과

Do-kyun Kim* Dept. of Electrical Eng. Dong-A University
Yong-Sung Choi Dept. of Electrical Eng. Dong-A University
Jeong-Soo Chang* Dept. of Electrical Eng. Kyung-II University
Young-Soo Kwon Dept. of Electrical Eng. Dong-A University

Abstract - The LB technique is one of the most powerful fabricating methods of organic ultra-thin film, which deposits a monolayer films in molecular level on the surface of the substrate. We have investigated the electrical characteristics of Myristic acid, Stearic acid and Arachidic acid LB films for horizontal direction to develop for the gas sensor. The optimum conditions for a film deposition were obtained by measurement of π -A isotherm. The status of the deposited film was confirmed by measurement of UV absorbance. We could distinguished the difference of I-V characteristics for the fatty acid for the horizontal direction. The conductivity of fatty acid LB films for horizontal direction was $10^{-7} \sim 10^{-9}$ [S/cm] that mean like semiconductor.

1. 서 론

분자 Electronics는 LSI 다음 시대의 소자 기술로서 기대되고 있으며, 실제로 여러 분야에서 이와 같은 연구가 진행되고 있다. 즉, 유기물을 이용하여 생물의 기억 등이 분자 level에서의 동작이라는 사실을 기본으로 분자 level에서의 유기분자 기능성을 이용하여 여러 전자디바이스 및 센서등을 만드는데 그 목적이 있다.

이러한 분자 전자디바이스 및 센서등을 만들기 위해서는 먼저 분자설계가 필요하며 이는 화학결합으로 가능하겠지만 이를 분자 order의 단위로 자유로이 구축하며 다양한 기능성을 발휘하기 위해서는 현 시점에서 가장 주목받고 있는 기술이 공기과 물의 계면 현상을 이용한 Langmuir-Blodgett(LB)법이다.[1]

LB법은 수면상의 단분자막을 고체 기판위에 옮겨 붙게 하는 방법으로서 분자 자체에 기능을 부여할 수 있고, 분자의 배열·배향을 자유로이 제어할 수 있는 특징을 가지고 있다.[2]

본 연구에서는 장쇄지방산의 대표적인 물질인 Arachidic acid, Stearic acid 및 Myristic acid로서 LB막을 제작하여 LB막의 누적 상태를 UV 흡광도로 평가하여 기판위에 기능성 초박막이 분자 order로서 균일하게 누적된 것을 확인하였다. 또한 본 연구에서는 지방산 LB초박막의 수평방향에 대한 전기적 특성에 대해서도 실험하여 약 $10^{-7} \sim 10^{-9}$ [S/cm]로서 반도체적인 것을 확인하였다.

2. 시료 및 실험 방법

본 실험에서는 LB막의 누적이 용이한 것으로 알려져 있는 지방산을 시료로하여 LB초박막을 제작하였다. 각 지방산의 특성을 표 1에 나타내었다. 용매로서는 클로로포름을 사용하여 농도를 1[mmol/l]로 만들었다.

그림 1은 지방산의 π -A 곡선을 나타내고 있다. π -A 곡선은 분자의 배열·배향 상태를 알 수 있을 뿐만 아니라 LB막의 적정 누적 표면압을 결정하는데

유용하다.

Table 1. Properties of fatty acid

시료	분자식	분자량 [g]	융점 [°C]	비점 [°C]
Arachidic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	312.54	77.5	328
Stearic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	284.48	70.1	287
myristic acid	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	228.38	53.8	250.5

그림 1에서, LB막의 누적이 가능한 표면압은 각각 Arachidic acid가 23[dyne/cm]이고, Stearic acid가 25[dyne/cm]이며 Myristic acid는 30[dyne/cm]이라는 것을 알 수 있다. 또한 극한 단면적은 각각 18[A²/mole], 23[A²/mole], 32[A²/mole]정도로 Gaines 등이 구한 값과 비교하여 비슷한 크기였다.[1]

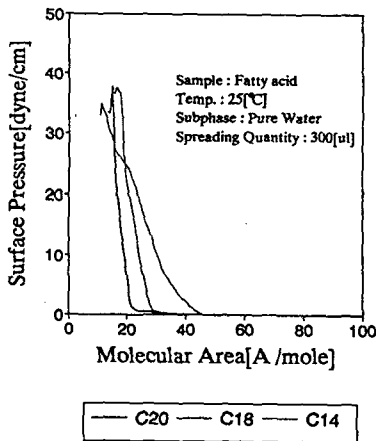


Fig 1. π -A curve of fatty acid

LB막의 누적을 위한 기판으로는 아세톤과 증류수로 초음파 세척을 한 현미경용 slide-glass를 친수성 처리하여 6×10^{-5} [Torr]의 진공도에서 증착하여 전극을 구성하였다. UV 흡광도를 측정하는데 사용한 수정셀도 같은 방법으로 세척하여 사용하였다. UV 흡광도는 KONTRIN UVIKON 860을 사용하여 측정하

였다. LB막은 NLE사의 Moving Wall Type 장치를 이용하여 표 2와 같은 조건으로 LB막을 누적하였다. 전압-전류 특성은 Keithley 6517 electrometer을 사용하였다.

Table 2. Deposition condition of LB films

Subphase	Pure Water
Temperature	25[°C]
Spreading Quantity	300[μl]
Deposition speed	5[mm/min]
Deposition Method	Vertical Dipping Method
Deposition Type	Y Type
Substrate	Slide-glass

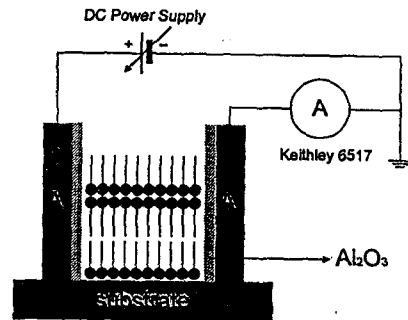


Fig 2. Electrode structure for deposition of LB films and I-V measurement circuit

3. 실험 결과 및 검토

기판에 LB막이 양호하게 누적되어 있는지를 확인하기 위한 방법으로 UV 흡광도를 측정하였다. 그림 3은 제작된 시료들에 대한 UV 흡광도를 각 층수별로 측정하여 LB막의 누적 층수 N과 시료의 흡광도와의 관계를 나타내었다.

유기분자의 색소가 빛을 흡수하는 성질을 이용하

면 막이 누적되었음을 확인할 수 있다. 흡광도와 LB 막의 두께를 식으로 나타내면 다음과 같다.[3]

$$\log(I / I_0) = \epsilon Cx = A \quad (1)$$

여기서 I_0 는 흡수되기 전의 빛의 세기, I 는 흡수한 후의 빛의 세기, ϵ 는 분자흡광계수, C 는 농도, x 는 막의 두께(누적 층수), A 는 흡광도이다. 따라서 흡광도 A 는 LB막의 두께 즉 누적 층수 x 에 비례하므로 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$A \propto x \quad (2)$$

그림 3은 지방산을 수정셀 위에 LB법으로 누적하여 UV 스펙트럼을 측수에 따른 흡광도와와의 관계를 plot한 그래프이다. 그림에서 알 수 있듯이 누적 층수가 증가함에 따라 흡광도가 거의 비례적으로 증가하고 있어 식(2)의 관계를 만족시키고 있으며, LB막이 양호하게 누적되어 있음을 알 수 있다.

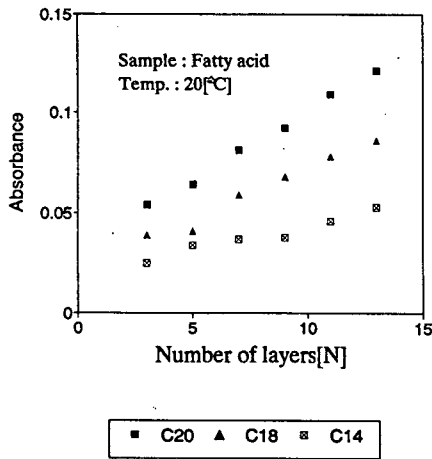
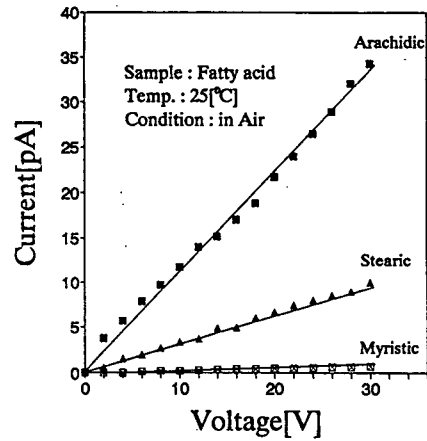


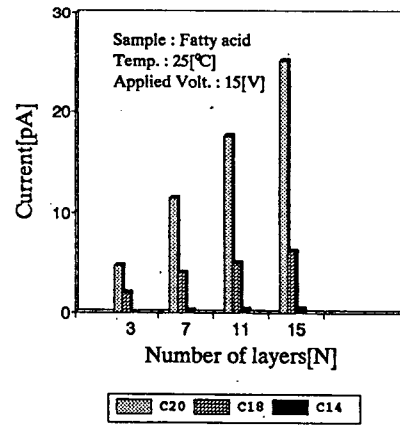
Fig 3. Absorbance spectra fatty acid LB films according to number of layer

그림 4(a)는 전압-전류 특성으로서 그림 2의 측정 회로를 이용하여 11층으로 누적한 LB막에 1[V]씩 전압을 인가하여 전류값이 안정할 때의 값을 plot한 것이다. 본 실험에서는 1분정도에서 전류가 안정하였다.

그림 4(a)에서 보듯이 인가전압이 증가할수록 전류값이 비례적으로 증가하는 것을 알 수 있다. 또한 시료별로는 Myristic acid < Stearic acid < Arachidic acid 순으로 전류값의 변화가 보여지고 있다.



(a)



(b)

Fig 4. I-V characteristics of fatty acid for horizontal direction

(a) I-V characteristics of LB films

(b) Current vs. Number of layers

그림 4(b)는 전압을 15[V]로 고정시킨 후 층수별 전류의 변화값을 나타낸 것으로 역시 층수가 증가할수록

특 전류값이 증가하고 있으며 시료별로 보면 전압-전류 특성때와 같은 순으로 전류값이 변하고 있다. 이런 현상이 일어나는 이유는 LB막의 누적 층수가 증가할수록 전류의 흐름에 영향을 미치는 LB막의 전극면적이 증가하기 때문에 전류가 증가하는 것이며, 시료별 차이는 분자 길이와 관계가 있는 것으로 생각된다. 즉, 같은 층수에서 분자 길이의 차이점은 LB막의 전극면적의 차이점을 가져오게 되며 분자 길이가 길수록 전류가 잘 흐름을 알 수 있다. 이에 대한 원인은 층수를 늘리면서 계속 조사중이다.

전압-전류 특성 기울기로부터 저항 R_N 을 구하면 막의 수평방향에 대한 도전율 σ 을 다음과 같이 구할 수 있다.[4]

$$\sigma = \frac{d_{ele}}{R_N \cdot S_0 \cdot N} \quad (3)$$

여기서 d_{ele} 은 측정 전극간의 거리이며, R_N 은 N 층의 저항값이다. 그리고 S_0 는 누적된 LB막의 전극면적이다. 그림 5는 식(3)에 의해서 LB막의 도전율을 누적 층수에 따라 계산하여 나타낸 것이다.

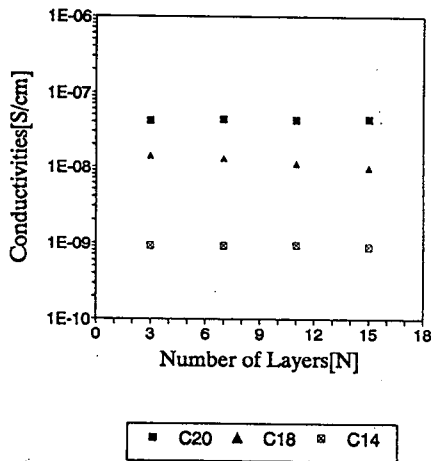


Fig 5. Conductivities of fatty acid

각 지방산의 수평방향에 대한 도전율은 $10^{-7} \sim 10^{-9}$ [S/cm]의 영역에서 안정하게 분포되어 있으며, 이 값은 반도체성 물질에 상당한 크기이다.[5] 그러나 시료별로 도전율의 차이점을 나타내고 있으므로 지방

산에 따라 각각의 전기전도 특성을 가지고 있다고 생각한다. 이것은 Carrier가 친수기뿐만 아니라 LB막의 pin hole 등을 통해 이동하는 것으로 생각할 수 있다. 이에 대한 원인은 현재 조사중이다.

4. 결론

지방산을 성막물질로 LB막을 제작한 후 수평방향에 대한 전기적 특성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) π -A 측정에 의한 적정 누적 표면압은 각각 Arachidic acid가 23[dyne/cm]이고, Stearic acid가 25[dyne/cm]이며 Myristic acid는 30[dyne/cm]정도였으며, 극한 단면적은 각각 18 [A^2/mole], 23 [A^2/mole], 32 [A^2/mole]이었다.
- 2) UV 흡광도 측정을 통해 누적 층수가 증가함에 따라 흡광도가 거의 비례적으로 증가하고 있어 LB막이 양호하게 누적되었음을 확인하였다.
- 3) 수평방향에 대한 전압-전류 특성에 의해 인가전압이 증가할수록 전류값이 비례적으로 증가하는 것을 알 수 있으며, 시료별로는 Myristic acid < Stearic acid < Arachidic acid 순으로 전류값의 변화가 있었다.
- 4) 지방산의 수평방향에 대한 도전율은 반도체성 물질에 상당한 크기이며, 지방산에 따라 각각의 전기전도 특성을 가지고 있었다.

본 연구는 동아대 교비 연구비의 지원에 의해 수행되었음

참고문헌

- 1) G. L. Gains, Jr., "Insoluble Monolayers at Liquid-Gas Interfaces", Intersciences Publishers, p.337, 1991
- 2) G. G. Roberts, "Langmuir-Blodgett Films", plenum Press, 1990
- 3) Galen W. Ewing, "Instrumental Methods Chemical Analysis", McGraw-Hill, New York, p.35, 1975
- 4) 권 영수, et al, "LB초박막의 누적기술과 이방성 전기전도", 전기학회논문지, pp.82~90, 1991
- 5) 省部博之, "導電性高分子材料", CMC System, p.2, 1983