

지방산 LB막의 온도에 대한 전기전도도 특성

이준호, 김경환, 권영수  
 동아대학교 전기공학과

Conductivity Characteristic for Temperature of Stearic acid LB films

Jun-Ho Lee, Kyoung-Hwan Kim, Yong-Soo Kwon  
 Dept. of Electrical Eng., Dong-A Univ.

**Abstract** - The electrical characteristics of Stearic acid Langmuir-Blodgett(LB) films were investigated to develop the gas sensor using LB films. The deposition status of LB films were verified I-V characteristic which was increased with an applied voltage for the number of layers and decreased as increasing the distance of electrode. The conductivity of Stearic acid LB films was  $10^{-8}$  [S/cm], which is typical of semiconductor. The conductivity of LB films were increased as the temperature was increased. The activation energy was about 1 [eV].

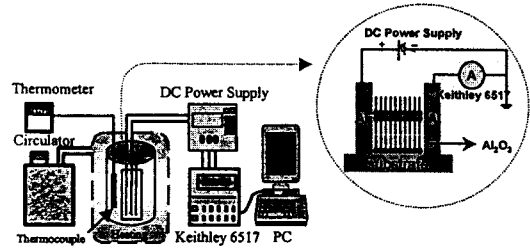


그림 1. 실험 장치도.

1. 서론

가스 센서의 종류는 크게 무기재료와 유기 재료를 이용한 무기물/유기물 가스 센서로 나눌 수 있다. 이중 유기물 가스센서는 분자 설계가 용이하며, 가연성, 유연성, 자유성이 있고 특히 박막화가 가능하며 유기 물질을 분자 단위로 막을 누적하여 고기능, 고효율화 기능을 부여할 수 있다는 장점을 갖고 있어 많은 연구가 이루어지고 있다(1, 2).

LB법은 분자 단위로 막을 제작할 수 있고 분자의 배향·배열을 자유로이 제어할 수 있는 장점으로 가스 센서에 대한 연구에 많이 활용되고 있다(3).

본 논문에서는 stearic acid를 LB막으로 제작하여 가스 센서로 응용하기 위하여 전극 간격을 500, 1000, 1500, 및 2000(μm)로 각각 제작하여 LB막을 누적하여 LB막의 층수에 대한 전기적 특성과 온도 변화에 대한 전기적 특성을 조사하였다.

2. 시료 및 실험방법

본 실험에서는 LB막의 누적이 용이한 것으로 알려져 있는 Stearic acid를 시료로 하여 LB막을 제작하였다. Stearic acid의 분자식은  $CH_3(CH_2)_{16}COOH$ 이고, 분자량은 284.48(g)이며, 용점과 비점은 각각 70.5, 283(°C)이다. 클로로포름을 용매로 사용하여 1(mmol/ℓ)의 농도로 만들었다. LB막을 누적하기 위한 기판은 현미경용 slide-glass로서 아세톤과 증류수로 초음파 세척하여 친수성 처리하였다. 그림 1은 전극의 구조 및 실험 장치도로서 전극은  $6 \times 10^{-5}$  [Torr]의 진공도에서 유리기판에 Al을 진공 증착하여 제작하였으며, 전극 간격을 500, 1000, 1500, 2000(μm)로 제작하였다. LB막은 NLE사의 moving wall type 장치를 사용하여 누적하였다. 또한, I-V 특성은 Keithley 6517 electrometer를 사용하여 측정하였으며, 인가 전압은 DC power supply를 사용하여 직류 전압을 인가하였다. 반응셀의 내부의 온도는 circulator를 이용하여 제어하였으며, 열전대를 이용한 Thermometer로 확인하였다.

3. 결과 및 검토

그림 2는 LB막의 I-V 특성으로서 그림 1의 측정 회로를 사용하여 LB막에 1[V]씩 직류 전압을 인가시키면서 전류가 안정될 때의 값을 나타낸 것이다.

그림 2(a)는 11층 누적한 Stearic acid LB막을 각각의 서로 다른 전극 간격에 대하여 전압-전류 특성을 나타낸 것이다. 각 인가 전압에 따라 전극 간격이 좁을수록 전류가 증가함을 알 수 있었다. 이러한 현상은 전극 간격이 좁을수록 전극 사이의 거리에 비례하여 저항이 감소되는 것을 의미하는 것으로 다른 층수에 대해서도 동일한 현상을 얻었다.

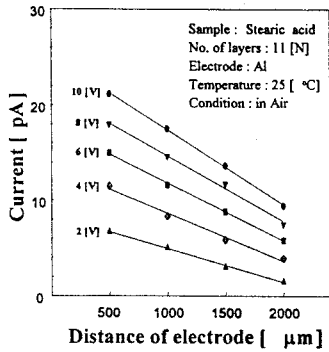
그림 2(b)는 2000(μm) 간격의 전극 사이에 LB막을 누적시킨 후 누적 층수에 대한 각 전압에 따른 전류 특성을 나타낸다. 그림에서 직류 전압을 인가하였을 때 LB막의 누적 층수가 증가할수록 전류가 선형적으로 증가함을 알 수 있었다. 이것으로서 LB막이 양호하게 형성되었음을 확인할 수가 있다. 이러한 현상이 일어나는 이유는 LB막의 누적 층수가 증가함에 따라 층수와 비례하게 전극 면적이 증가되기 때문으로 생각된다.

그림 2(b)의 I-V 특성의 기울기로부터 LB막의 저항  $R_N$ 을 구하면 전기전도도  $\sigma$ 는 식 (1)에 의하여 구할 수 있다.(4)

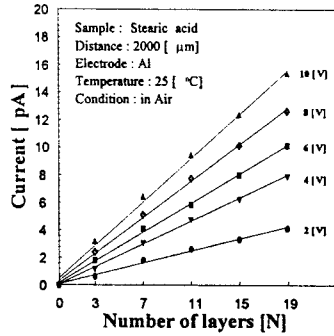
$$\sigma = \frac{d_{ele}}{R_N \cdot S_0 \cdot N} \quad (1)$$

여기서,  $d_{ele}$ 은 전극간의 거리이며,  $S_0$ 은 LB막의 전극 면적으로 1층당 면적은 약  $4.5 \times 10^{-7}$  [cm<sup>2</sup>]이었다.

그림 3은 식 (1)에 의하여 구한 Stearic acid LB막의 전기전도도를 누적 층수에 대하여 나타낸 것이다. 그림에서 LB막의 누적 층수가 증가하더라도 전기전도도가 일정함을 알 수 있었으며, 이는 LB막의 누적이 양호하게 되었음을 의미하는 것이다. 그리고 수평방향 LB막의 전기전도도는 약  $10^{-8}$  [S/cm]로서, 수직 방향 LB막의 전기전도도인  $10^{-14}$  [S/cm]과는  $10^6$  [S/cm] 정도의 차이를 나타내었으며, 반도체성 물질에 상당한 크기가었다.(5)



(a) LB막의 전극 간격에 따른 전압-전류 특성



(b) LB막의 누적 층수에 따른 전압-전류 특성

그림 2. Stearic acid LB막의 전기적 특성

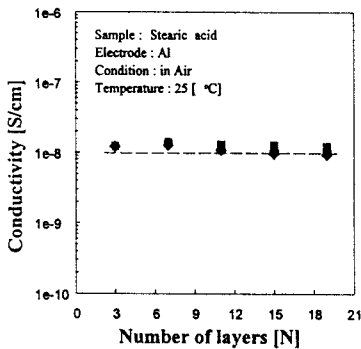


그림 3. Stearic acid LB막의 전기전도도 특성.

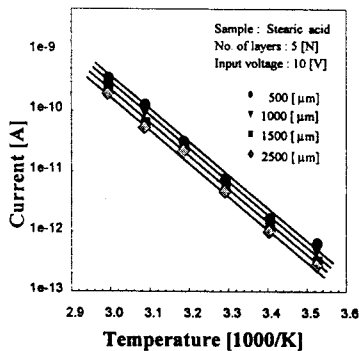


그림 4. Stearic acid LB 막의 온도-전류 특성.

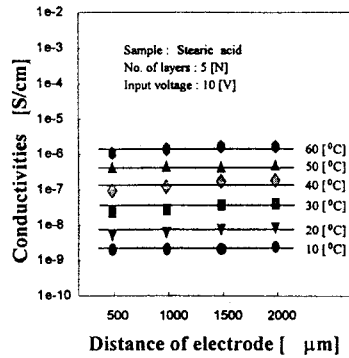


그림 5. Stearic acid LB막의 온도-전기전도도 특성.

그림 4는 각 전극 간격에 대한 Stearic acid LB막의 온도 변화에 대한 전류 특성을 나타낸 것이다. 온도가 증가할수록 전류가 선형적으로 증가함을 알 수 있었다. 활성화 에너지는 식(2)의 전류와 절대온도의 역수의 관계로부터 알 수 있다.

$$I \propto Ae^{-E_a/kT} \quad (2)$$

여기서  $E_a$ : 활성화에너지,  $k$ : 볼츠만 상수,  $T$ : 절대온도  
그림 4의 기울기로부터 구한 활성화 에너지는 약 1[eV] 정도였다.

그림 5은 식(1)을 이용하여 각 온도에 대한 전기전도도 특성을 나타낸 것이다. 그림에서 온도가 증가함에 따라 전기전도도가 증가함을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

Stearic acid LB막을 제작하여 누적 층수와 온도에 대한 전기적 특성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. Stearic acid LB막의 누적 층수와 전극 간격에 따른 I-V 특성을 측정하여 인가 전압에 따라 누적 층수가 증가할수록, 전극 간격이 좁을수록 전류가 선형적으로 증가하였으며 전기전도도가 층수에 대하여 일정함으로써 누적에 양호하게 되었음을 확인할 수 있었다. 전기전도도는 약  $10^{-8}$ [S/cm]로서 반도체성 물질에 상당한 크기이었다. 또한, 각 전극 간격에서의 온도에 따른 전류 및 전기전도도 특성을 측정하여 LB막이 온도가 증가함에 따라 전류 및 전기전도도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이때의 활성화 에너지가 약 1[eV]이었다.

본 연구는 한국과학재단 연구비(과제번호 : 97-01-01-07-01-5)의 지원에 의해서 수행되었음

#### [참 고 문 헌]

- [1] H. Meixerner, Sensor, Vol.8, pp.3, 1995.
- [2] W. Göpel, "Solid-state chemical sensors : atomistic models and research trends", Sensors and Actuators, Vol.16, pp.167-193, 1989.
- [3] 홍병호, 임병국, "센서 일렉트로닉스", 大光書林, pp.23-24, 1995.
- [4] 강도열, 권영수, 강훈, 최명규, 김재호, "LB초박막의 누적 기술과 이방성 전기전도", 전기학회논문지, 40권, 1호, pp.82-90, 1991.
- [5] D. K. Kim, Y. S. Choi, Y. S. Kwon and J. S. Chang, "Study on Electrical Properties for Horizontal Direction of Fatty Acid LB Films", Journal of the Korea Physical Society, Vol.32, pp.S1817-1819, 1998.