

온도 변화에 대한 지방산 LB막의 전기적 특성

Electric Characteristics of Fatty Acid LB Films for Change of Temperature

이준호*, 김도균*, 최용성*, 장정수**, 권영수*
 Jun-Ho Lee*, Do-Kyun Kim*, Yong-Sung Choi*, Jeong-Soo Chang**, Young-Soo Kwon*

*동아대학교 전기공학과, **경일대학교 전기공학과
 *Dept. of Electrical Eng. Dong-A University.
 **Dept. of Electrical Eng. Kyung-II University.

Abstract

The electrical characteristics of Stearic acid LB films were investigated to develop the gas sensor using Langmuir-Blodgett(LB) films. The deposition status of LB films were verified by the measurements of UV absorbance and I-V characteristics. The conductivity of Stearic acid LB films at room temperature was 10^{-8} [S/cm], which is typical of semiconductor. The conductivity was found to increase as the temperature was increased. The activation energy was about 1[eV].

Key words(주요용어) : Langmuir-Blodgett method(LB법), I-V characteristics(전압-전류 특성), Activation energy(활성화에너지), Conductivity(전기전도도)

1. 서론

최근 환경 오염으로 인한 피해가 늘어나고 있으며 그중에서 대기 오염의 심각성이 커지고 있다. 이러한 오염으로부터 발생하는 각종 유해 가스를 검출할수 있는 센서 소자의 개발의 필요성이 강조되고 있다. 이러한 센서를 만들기 위해서는 소형화와 집적화에 대한 연구와 고감도를 갖는 감응성막의 개발이 매우 중요하다.^{1),2)}

본 연구에서는 직접화가 가능하고 분자의 배향·배열을 자유로이 제어할 수 있는 특징을 가지는 Langmuir-Blodgett(LB)법으로 LB막을 제작하였다. 제작된 LB막을 가스 센서로 응용 하기 위해서 LB막의 안정성과 전기적 성질을 조사하기 위해 누적 층수에 대한 UV흡광도와 전압-전류 특성을 조사하였으며, 또한 온도에 대한 LB막의 전기적 특성을 조사하였다.

2. 시료 및 실험 방법

본 실험에서는 LB막의 누적이 용이한 것으로 알려져 있는 Stearic acid를 시료로 하여 LB막을 제작하였다. Stearic acid의 분자식은

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ 이고, 분자량은 284.48[g]이며, 융점과 비점은 각각 70.5, 283[$^{\circ}\text{C}$]이다. 클로로포름을 용매로 사용하여 1[mmol/l]의 농도가 되도록 하였다.

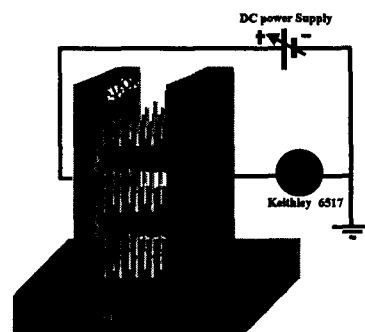


그림 1. 전극 구조와 전기적 특성 측정 회로
 Fig. 1. Electrode structure and measurement circuit for electrical characteristics

LB막을 누적하기 위한 기판은 현미경용 slide-glass로서 아세톤과 증류수로 초음파 세척하여 친수성 처리하였다. 전극은 6×10^{-5} [Torr]의 진공도에

서 유리기판에 Al을 증착하여 형성하였다. LB막의 UV 흡광도를 측정하기 위한 수정셀도 같은 방법으로 세척하여 사용하였으며, UV 흡광도는 KONTRIN UVIKON 860을 사용하여 측정하였다. 그리고, LB막은 NLE사의 Moving Wall Type 장치를 사용하여 누적하였으며, I-V 특성은 Keithley 6517 electrometer를 사용하여 측정하였다. 또한 반응셀의 내부의 온도는 curculator를 이용하여 제어하였다. 그림 1은 전극의 구조 및 I-V 측정용 회로도이다.

3. 실험 결과 및 검토

그림 2는 수정셀 기판에 LB막이 양호하게 누적되었는지를 확인하기 위하여 LB막의 층수마다 UV 흡광도를 측정한 것이다. 그림 2에서 알 수 있듯이 LB막의 누적 층수에 따라 UV 흡광도가 증가하므로 LB막이 양호하게 누적되어 있음을 알 수 있다.³⁾

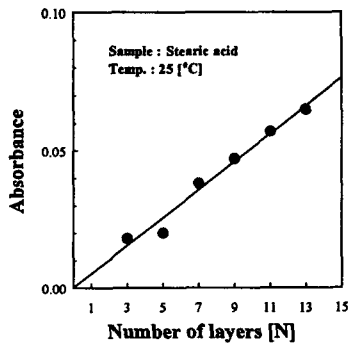


그림 2. Stearic acid LB막의 누적 층수에 대한 UV 흡광도

Fig. 2. Relation between UV absorbance and number of layers of stearic acid LB films.

그림 3은 LB막의 I-V 특성으로서 그림 1의 측정 회로를 사용하여 LB막에 1[V]씩 전압을 인가시키면서 전류가 안정될 때의 값을 나타낸 것이다. 본 연구에서는 1분 정도에서 전류가 안정되었다.

그림 3에서 누적 층수가 증가함에 따라 전류가 선형적으로 증가함을 알 수 있으며 또한, 막이 양호하게 누적되었음을 알 수 있었다. 이러한 현상이 일어나는 이유는 LB막의 누적층수에 따라 전극 면적이 증가되기 때문으로 생각된다.

그림 3의 I-V 특성의 기울기로부터 LB막의 저항 R_N 을 구하면 전기전도도 σ 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 $4.5 \times 10^{-7} [cm^2]$ 이었다.

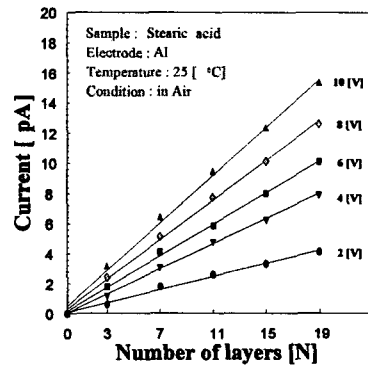


그림 3. 누적 층수에 대한 전압-전류 특성

Fig. 3. I-V characteristics according to number of layers of LB films

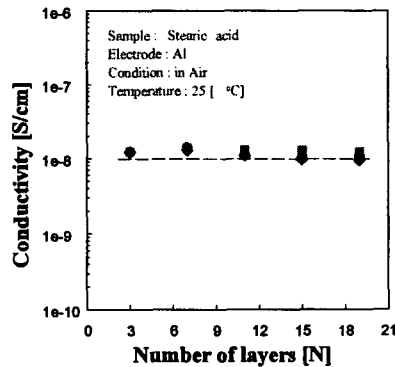


그림 4. Stearic acid LB막의 전기전도도

Fig. 4. Electrical conductivity of Stearic acid LB films

그림 4는 식 (1)에 의하여 구한 Stearic acid LB막의 전기전도도를 누적 층수에 대하여 나타낸 것이다. 그림 4에서 수평방향 LB막의 전기전도도는 약 $10^{-8} [S/cm]$ 로서, 수직 방향 LB막의 전기전도도

인 10^{-14} [S/cm]과는 10^6 [S/cm] 정도의 차이를 나타내었으며, 반도체성 물질에 상당한 크기이었다.⁵⁾

그림 5는 Stearic acid LB막의 온도에 따른 전류 특성을 나타낸 것이다. 온도가 증가할수록 전류가 선형적으로 증가함을 알 수 있다.

그림 6은 식(1)을 이용하여 온도에 따른 전기전도도 특성을 나타낸 것이다. 그림 6에서 온도가 증가할수록 전기전도도는 증가하였으며, 그림 5와 6에서 구한 활성화 에너지는 약 1eV 정도였다.

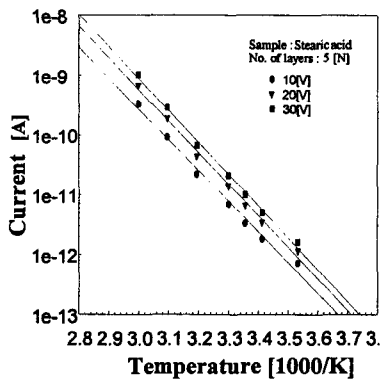


그림. 5. LB막의 온도-전류 특성
Fig. 5. Current-Temperature characteristic for LB films

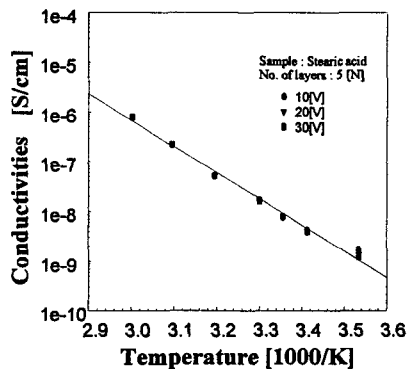


그림. 6. LB막의 온도-전기전도도 특성
Fig. 6. Conductivity-Temperature characteristic for LB films

4. 결론

Stearic acid LB막을 제작하여 누적 층수와 온도에 대한 전기적 특성을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) UV 흡광도를 측정하여 LB막이 양호하게 누적되었음을 확인할 수 있었다.
- 2) 누적 층수에 따른 I-V 특성을 측정하여 인가 전압에 따라 전류가 선형적으로 증가함으로써 누적이 양호하게 되었음을 확인할 수 있었다.
- 3) Stearic acid LB막의 전기전도도는 약 10^{-8} [S/cm]로서 반도체성 물질에 상당한 크기이었다.
- 4) 온도에 따른 전기전도도 특성을 측정하여 온도가 증가함에 따라 전기전도도가 증가하는 것을 알 수 있었으며, 활성화 에너지가 약 1eV 이었다.

감사의 글

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

참고문헌

1. W. Göpel, "Solid-state chemical sensors : atomistic models and research trends", Sensors and Actuators, **16**, pp.167~193, 1989
2. 홍병호, 임병국, "센서 일렉트로닉스" 大光書林, pp.25~42, 1995.
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, 40권, 1호, pp.82~90, 1991
5. 省部博之, "導電性高分子材料", CMC, p.2, 1983