

TM-93-03

Al/LB/Al, Au/LB/Au 전극구조에서 Arachidic Acid L-B막의 전기적 특성에 관한 비교 연구

A Comparative Study of The Electrical Properties of Arachidic Acid L-B Film in the Al/LB/Al and Au/LB/Au Electrode Structures

오 세 중*

김 형 석

이 창 희

김 태 완

김 정 수

홍익대학교 전기제어공학과

홍익대학교 전기제어공학과

홍익대학교 전기제어공학과

홍익대학교 물리학과

홍익대학교 전기제어공학과

Se-Jung O*

Heyung-Suk Kim

Chang-Hee Lee

Tae-Wan Kim

Jung-Soo Kim

Dept. of Elect. and Cont. Eng., Hong-ik Univ.

Dept. of Elect. and Cont. Eng., Hong-ik Univ.

Dept. of Elect. and Cont. Eng., Hong-ik Univ.

Dept. of Physics, Hong-ik Univ.

Dept. of Elect. and Cont. Eng., Hong-ik Univ.

Abstract

We have studied a property of arachidic acid Langmuir-Blodgett films at room temperature with two different electrodes ; Al/LB/Al and Au/LB/Au. Since a natural oxide layer is formed on top of the Al electrode, the appropriate structure of Al/LB/Al is Al/Al₂O₃/LB/Al. To obtain a property of pure LB film, Au/LB/Au structure was made. In Al/Al₂O₃/LB/Al structure, a conductivity of 3.7×10^{-14} S/cm was obtained by using current-voltage(I-V) characteristics. In Au/LB/Au structure, however, I-V curve was not able to be measured because of short current even in 51 layers of the LB film. A status of defects in the film was confirmed by copper decoration method. We have clearly seen a rather big difference of defect in those two above structures.

I. 서 론

Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용하여 유기물의 특성을 조사할 때 일반적으로 알루미늄과 같은 산화막이 형성되는 금속을 하부 전극으로 사용하고 있으나, 하부

전극에 형성되는 산화막의 영향은 별로 고려하지 않는 실정이다. 본 연구에서는 산화막이 형성되는 알루미늄 전극위에 arachidic acid(A.A.)LB막을 3, 7, 11, 15층으로 누적하여 측정된 수직 방향의 전압-전류(I-V) 특성과 금전극 위에 3, 7, 11, 15층 누적하였을 때의 전압-전류(I-V) 특성을 비교하였다. 이 결과 알루미늄 전극의 경우에는 I-V특성이 측정되나 금전극의 경우는 측정되지 않았다. 그러나 51층을 누적하였을 때 I-V특성이 측정 되기는 하였으나 기대한 값이 나타나지 않았다. 이 이유를 밝히기 위하여 알루미늄과 금전극위에 A.A. LB막을 15층 누적한 후 copper decoration^{1,2} 방법을 사용하여 막의 결함을 관찰하였고 또한 금전극 위에 51층이 누적된 후의 결함의 모습도 관찰하였다.

II. 실험 방법

1) 성막물질과 π -A isotherm

본 연구에 사용된 시료는 LB법으로 성막이 가장 잘 되는 물질로 알려진 A.A.를 사용하였으며 이 물질은 양친매성 분자 구조 (소수기 - CH₃(CH₂)₁₈, 친수기 - COOH)의 절연성 물질이다. 그림 1은 π -A isotherm으로서 분자당 면적은 26.14Å²이고 고체막을 형성하는 표면압은 27~50 mN/m임을 관측하였다.⁴

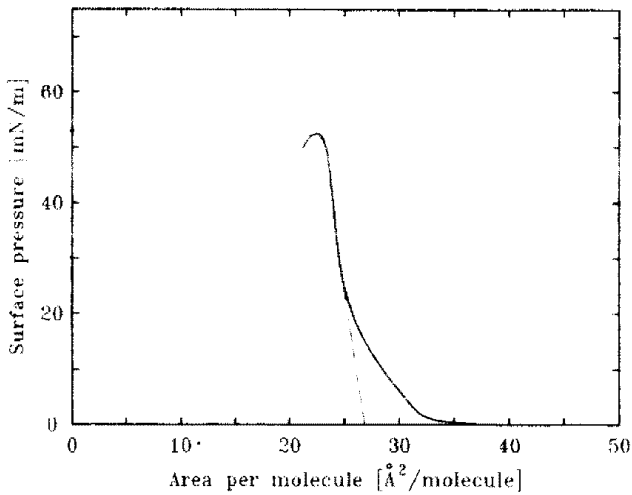
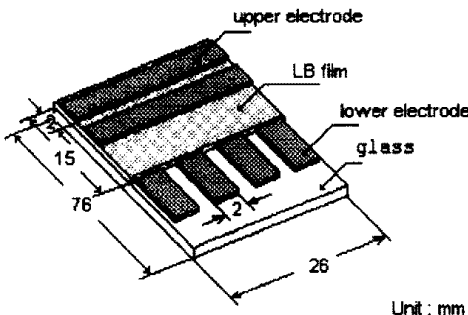


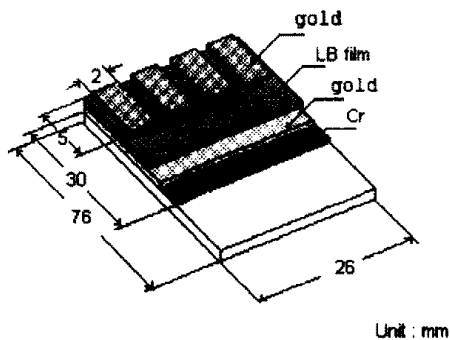
그림 1. arachidic acid의 π -A isotherm.

2) 막의 누적

A.A.를 분산시키기 위한 분산 용액은 chloroform (CHCl_3)에 A.A.를 용융시켜 만들었으며 농도는 10^{-3}mol 이다. substrate는 slide glass를 사용하여 Al/LB/Al전극 구조를 위해서는 기판을 전수처리한 후 10^{-5}torr 의 진공에서 Al을 증착하였으며 Au/LB/Au전극 구조에서는 10^{-6}torr 의 진공에서 Cr을 증착한 후 그 위에 같은 진공도에서 금을 증착한 후 금표면을 전수처리 하였다. 막의 누적 방법은 Y-Type으로 하였으며 누적 장치는 moving-wall type을 사용하였고 누적 층수는 3, 7, 11, 15, 51층이었으며 전극 구조는 그림 2와 같다.



(a) aluminium 전극



(b) 금전극

그림 2. 전극 구조.

3) 측정

3, 7, 11, 15각각의 층에 대하여 정전 용량은 LCR meter(ED Laboratory, Model EDC-1620)를 이용하여 120 Hz에서 측정하였으며 자외선 투광도는 석영 위에 3, 7, 11, 15층을 누적한 후 220nm에서 820nm까지의 파장을 조사하여 HP 8452A Spectrophotometer를 이용하여 측정하였다. I-V측정은 Keithley Model 238을 이용하여 0V에서 5V까지의 전압을 1초간의 간격을 두고 10mV씩 증가시키며 전류를 측정하였다.

4) copper decoration

전해액은 1% CuSO_4 수용액을 사용하였으며 anode는 탄소봉을 사용하고 cathode는 LB막을 누적시킨 금속 (Al or Au)을 사용하여 Keithley Model 238을 이용하여 500mV의 전압을 3분 동안 인가하였으며, 회로도들 그림 3에 나타내었다. 결과에 구리가 붙어 있는 모습의 관찰은 광학현미경(Olympus, PME3)을 사용하였으며 1mm^2 의 면적을 100배 확대하였다.

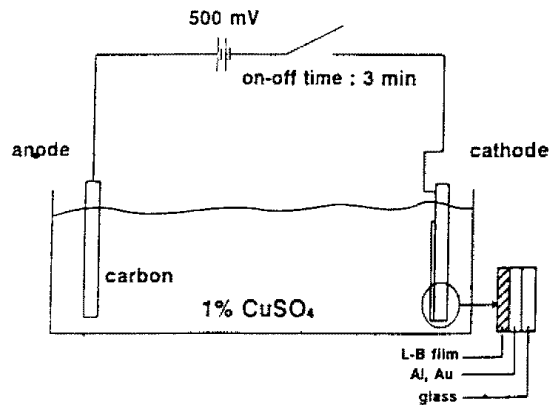


그림 3. copper decoration 회로도.

III. 결과 및 검토

1) 누적 확인

① 전이비

수면 상에 형성된 단분자막은 기판위에 막을 누적시킴에 따라 감소하게 되므로 누적 층수와 감소된 단분자막 사이에는 비례 관계가 있다. 그림 4는 금전극과 알루미늄전극에서 전이비를 나타낸 것이며 이상적인 선에 접근하는 것을 보아 누적이 잘됨을 확인하였다.⁵

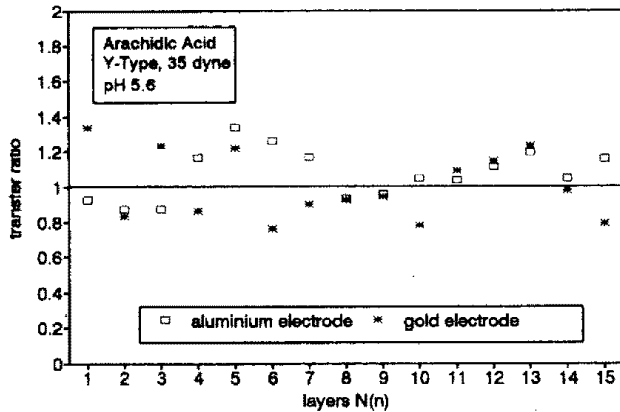


그림 4. 전이비.

② UV 흡광도

누적된 LB막에 UV-visible 흡수 스펙트럼을 조사하면 흡광도와 LB막의 두께와의 관계는

$$\ln(P/P_0) = -kdc \propto A$$

와 같이 나타낼 수 있다.

여기서, P_0 : 흡수되기 전의 빛의 세기 c : 밀도

P : 흡수된 후의 빛의 세기 k : 비례상수

d : 빛의 투과 길이(=누적층수) A : 흡광도

즉 흡광도 A 는 빛의 투과 길이 d 에 비례한다.³ 그림 5는 누적 층수에 따른 흡광도와와의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 누적 층수가 늘어남에 따라 흡광도도 높아나는 것으로부터 누적이 잘되고 있음을 확인하였다.

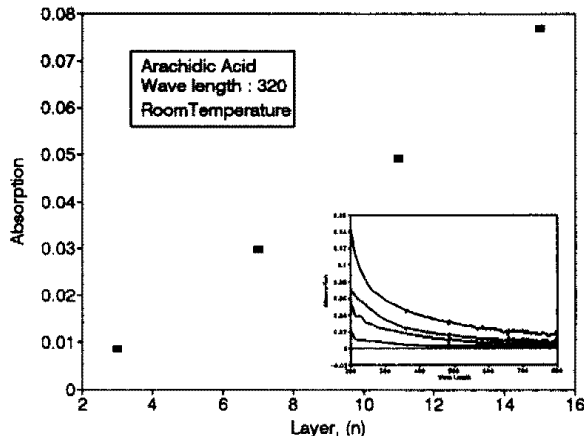


그림 5. 누적 층수에 따른 흡광도.

2) 전압- 전류 특성

① Al/LB/Al 전극

Al/LB/Al 전극에서 A.A. LB막을 3, 7, 11, 15층 누적하고 전압을 인가하였을 때 측정된 전류를 그림 6에 나타내었으며 그림에서 누적 층수가 많을수록 흐르는 전류의 양이 적은 것은 alkyl chain이 많아지기 때문이

라 생각된다.⁵ 또한 도전율은 3.7×10^{-14} S/cm로 나타났다.

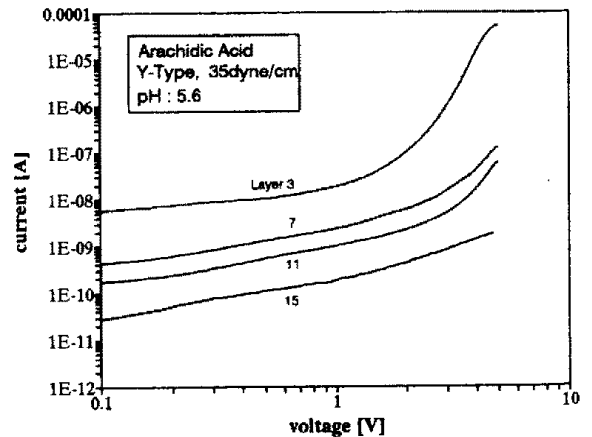


그림 6. Al/LB/Al 전극에서 I-V 특성.

② Au/LB/Au 전극

Au/LB/Au 전극에서 A.A. LB막을 3, 7, 11, 15층 누적한 후, I-V 특성 실험 결과 단락 전류가 흐르는 것으로 측정되어 졌으며 51층을 누적한 후 실험하였을 때 나온 결과를 그림 7에 나타내었다. 이 경우 인가 전압은 0V에서 0.1V였으며 흐르는 전류는 Al/LB/Al 전극에서 3층일 때보다 10^6 배 더 많은 전류가 흐르고 있는 것을 볼수있으며 이는 A.A.의 알려진 저항값과는 매우 큰 차이를 보이고 있는 것으로 단락 전류로 판단된다.

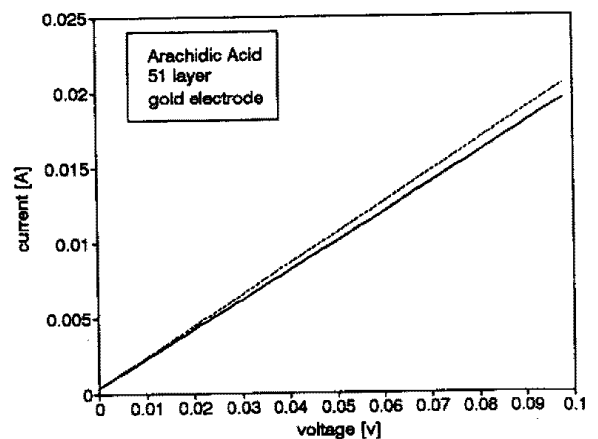
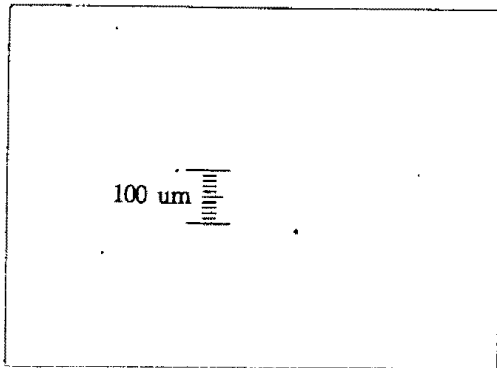


그림 7. Au/LB/Au 전극에서 I-V 특성.

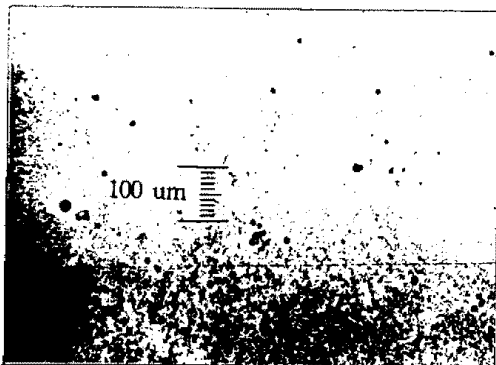
3) 결합의 관찰

Al/LB/Al 전극에서는 I-V 측정이 되나 Au/LB/Au 전극에서는 측정되지 않는 것을 규명하기 위하여 알루미늄과 금전극위에 A.A.를 각각 15층씩 누적한 후, copper decoration 방법을 사용하여 결합의 모습을 사진 1에 나타내었다.(1cm가 100um를 나타냄) 사진 1의 (a)에서는 2~3um의 크기로 2개 보이고 있으나 사진 1의 (b)에서는 10~30um의 크기로 셀 수 없이 많이 분

포하고 있는 것을 알 수 있다. 사진 2는 금위에 A.A.를 51층 누적한 후 결함의 모습을 찍은 것으로 사진 1 (b)와 비교를 하면 결함의 크기가 많이 줄어들었으나 결함의 숫자는 여전히 많은 것으로 관찰되고 있다. 이것으로부터 금위에 막을 누적하였을 때 단락 전류가 흐르는 것은 결함을 통하여 상부 전극과 하부 전극이 단락되는 것으로 생각된다. 금전극위의 15층에서보다 51층에서 결함의 크기가 줄어든 것으로부터 막을 누적함에 따라 결함은 메꾸어지는 것으로 보인다.



(a) aluminium 전극



(b) 금전극

사진 1. 결함의 모습. (15층 누적)

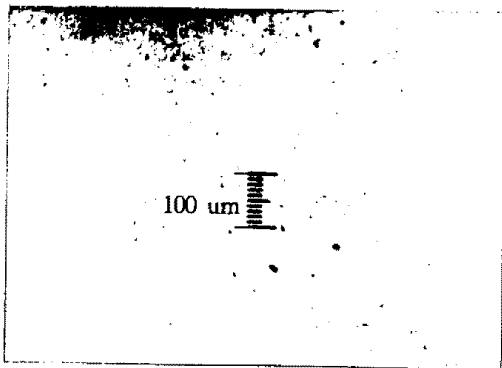


사진 2. 결함의 모습. (금전극위에 51층 누적)

IV. 결론

본 연구를 통하여 우리는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Al/LB/Al 전극에서 arachidic acid LB막의 도전율은 약 3.7×10^{-14} S/cm이다.
2. Au/LB/Au 전극에서 arachidic acid LB막을 51층을 누적하였으나 단락 전류가 흐르는 것으로 관측되었다.
3. 금전극에서 단락 전류가 흐르는 것을 규명하기 위하여 copper decoration 방법을 사용한 결과 알루미늄 전극 위에서 보다 금전극 위에서 결함이 많이 나타나는 것으로 관찰되었으며 이것은 금전극 위에 막을 누적하였을 때 단락전류가 흐르는 원인으로 생각된다.
4. 금위에 15층을 누적할 경우보다 51층을 누적하였을 때 결함의 크기가 줄어든 것으로 부터 막을 누적할수록 결함의 크기는 줄어들고 있으며 금위에서의 실험은 다층막이 되어야 한다고 생각된다.

Reference

1. T. Kato and K. Ohshima, "Defect-Free LB Films by the "Isobaric Thermal Treatment" of Barium Arachidate Monolayers", *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 29, No. 11, 1990, pp. L2102~L2104.
2. S. Yamada, F. Ishino, K. Matsushita, T. Nakadaira and M. Kitao, "Conducting defects in Langmuir-Blodgett films of cadmium stearate", *Thin Solid Films*, 208 (1992), pp. 145~148.
3. Galen W. Ewing, "Instrumental Method of Chemical Analysis", McGraw Hill, 4th Ed., New York, 1975, pp. 36.
4. M. Sugi, T. Fukui and S. Iizima, "Structure-Dependent Feature of Electron Transport in Langmuir Multilayer Assemblies", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, 1979, vol. 50, pp. 183~200.
5. 오세중, 이창희, 김정수, "Langmuir-Blodgett법으로 누적된 Arachidic Acid의 전기적 특성", 대한 전기전자 재료 학회 추계종합학술대회 논문집, 1992.