

LB법에 의한 분자소자의 기초연구(I)

권 영수 동아대학교 전기공학과

A Basic Study on Molecular Electronic Device by Langmuir-Blodgett Technique

Young-Soo, Kwon Dong-A University

Abstract

Langmuir-Blodgett(LB) technique will be used to produce ultra thin film, and then characterization of the physical and electrical properties of LB ultra thin films, this study will be an investigation for the possibilities of the ultra thin films as an Molecular Electronic Device.

1. 서론

최근 분자소자의 구축 소재로서 가장 기대되고 있는 Langmuir-Blodgett(LB) 초박막의 응용 연구가 각광을 받고 있다.

필자를 중심으로 한 연구 group은 LB법에 의해서 초박막을 제작하여 두께 100Å 전후의 LB초박막에서 나타나는 새로운 전기현상을 이용하여 전기저항의 이방성 효과, 스위칭 작용, 정류특성, 초박막 콘덴서의 제작, 메모리 효과, 전압발생 등을 연구하고 있다. 필자들의 이와 같은 LB막의 응용 연구는 분자소자(디바이스)를 제작하기 위한 기초 연구의 하나로서 현 단계의 기술로서 분자소자의 size와 동일한 크기의 소자의 제작 방법으로서 LB막을 이용하는 방법이 가장 유리하기 때문이다.

즉, 필자들이 제작한 LB초박막은 21세기 꿈의 디바이스로 알려진 분자소자와 동일한 size이기 때문에 제작된 LB초박막에서 발현되는 기능 및 전기적, 광학적인 특성이 분자소자가 실현되었을 경우 나타나는 기능 및 특성과 동일할 것으로 생각된다.

이하, LB초박막에서 나타나는 몇 가지 재미있는 현상에 대해 보고하고자 한다.

2. 시료제작

시료는 glass기판위에 만들어진 MIM구조의 소자이다. 시료의 개략도를 그림1에 나타내었다. 하부전극은 slide glass기판 표면에 증착된 Al, Au막 혹은 SnO2막(투명전극)을 사용하였다. 그 위에 LB막을 누적하여 다시 그 위에 상부전극으로서 Al 혹은 Au를 증착하였다.

한편, LB막의 성막분자로서는 아라킨산(C20), 장쇄알킬기를 붙인 TCNQ(C12TCNQ), 폴리이미드(PI), 폴리이미드(PI), 및 Al자연산화막 Al2O3를 사용하였다. 이들 성막분자의 구조를 그림2에 나타내었다.

LB막의 누적은 통상의 방법으로 행하였으며 그 때 누적된 LB막의 형태는 Y형 및 Z형의 LB막을 주로 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 검토

(1) 전압발생 현상¹⁾

그림3에 I-V특성의 일례를 나타내었다. 그림3은 약 0.3(V) 정도의 전압이 발생하고 있으며 -50(PA) 정도의 전류가 흐르고 있는 것을 나타내고 있다. 이와 같이, LB초박막 MIM구조에서는 전압이 수백mV발생하고 있으며 약 3년이란 오랜 시간동안 연속 측정된 결과 역시 전압이 발생한다는 사실이 밝혀졌다. 현재 전압 발생의 원인 규명에 대해 연구를 하고 있다.

(2) LB초박막 콘덴서의 제작²⁾

LB법에 의해서 두께 1층당 약 4Å의 폴리이미드LB막을 제작하였으며, 제작된 폴리이미드 LB막을 양 전극 사이에 샌드위치시킨 구조 Al/Al₂O₃/폴리이미드 LB막/Al(Au)소자의 전기적 특성을 조사한 결과, 전기저항이 대단히 큰 폴리이미드 LB막과 전기저항이 작은 Al₂O₃막과의 상보작용에 의하여 LB막의 파괴 전계는 약 1x10⁶ V/cm이었으며, 터널전류는 Al₂O₃막에 의해 제한되어 매우 적은 전류값을 내는 것이 확인되었다. 이와 같은 현상을 이용하여 초박막 콘덴서의 제작이 가능하였다.

(3) 전기저항의 이방성 효과³⁾

제작된 MIM구조의 LB초박막에서 수직축의 저항과 수평축의 저항의 이방성 효과가 관측되었다. 즉, 수평축의 전기저항이 수직축에 비하여 약 10³~10⁶배 작다는 것이 확인되었다. 현재, 전기저항의 이방성에 대한 mechanism을 규명하고 있다.

(4) 메모리 소자의 연구⁴⁾

펄스광을 이용하여 전자를 주기적으로 이동하는 메모리 소자의 제안

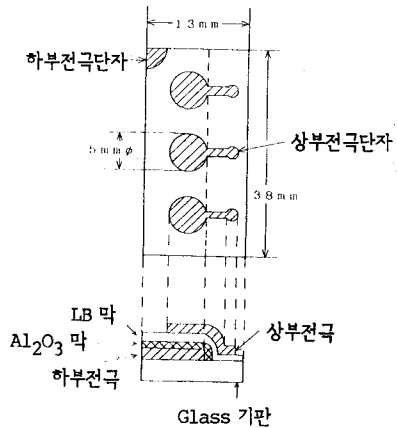
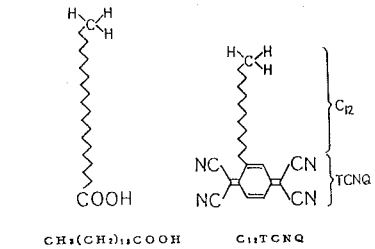
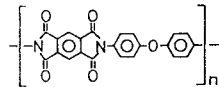


그림 1. 시료의 구조



아라킨산 (C₁₂) 분자 장쇄알킬 TCNQ 분자



폴리이미드(PI) 분자

그림 2. 성막본자의 구조

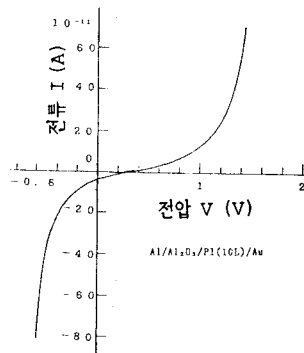


그림 3. I-V 특성의 예

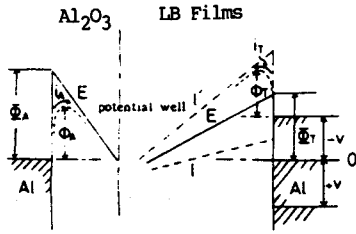


그림 4. 시료내의 내장전계

에⁶⁾ 대하여, LB초박막 헤테로 구조를 이용하여 주기적인 potential well에서의 전자의 이동을 이용하여 메모리 효과를 얻을 수 있었다. 현재, 전자의 이동 시간 및 전자의 메모리 상태에 대한 실험을 하고 있다

(5) 내장전계의 계산⁶⁾ 및 LB막의 상극자 농률 측정⁷⁾

LB막의 성막 분자는 친수성, 소수성을 갖기때문에 유극성 분자에 해당된다. 특히, X형 및 Z형으로 누적된 경우 그의 상극자 모멘트로 인하여 막내에 대단히 큰 분극을 형성하게 되어 LB막 Hetero구조의 경우에는 약 15 Debye 정도의 상극자 모멘트와 10⁶V/cm 정도의 내장전계가 관측되었다. 그림4에 LB막내의 내장전계 형성을 나타내었다.

4. 결 론

이상, LB초박막을 이용한 MIM소자에 대한 몇가지 재미있는 현상에 대하여 기술하였다. 이와 같은 현상은 LB막이 초박막이기 때문에 나타나는 현상으로, 앞으로 어떤 새로운 현상이 발현될지 기대된다.

참 고 문 헌

- 1) 권 영수, 구시다, 히노다로, "초박막 MIM소자의 전압발생" 일본전기학회논문지 A 109(7) P287(1989)
- 2) 권 영수, 강 도열, 히노다로, "Langmuir-Blodgett막과 미래의 Electronics소자" 전기전자재료학회지 2(1) P1-13(1989)
- 3) 강 도열 외 5인 전기학회 부고예정
- 4) 권 영수, 강 도열 "신기능소자 개발의 행방(II)" 대한전기학회지 37(9) P26(1988)
권 영수, 강 도열 "유기재료를 이용한 신기능 소자(II) 분자소자" 전기설비 6(9) P23(1988)
- 5) E.G.Wilson : "Principle of a Three Dimensional Molecular Electronic Memory" Mol. Cryst. Liq-Cryst 121 P271(1985)
- 6) 권 영수, 히노다로 "LB막 Hetero 구조의 내장전계" 일본전기학회 논문지 A 108(2) P66(1988)
권 영수, 강 도열, 히노다로 "대한전기학회논문 37(11) P772(1988)
- 7) 권 영수, 강 도열, 히노다로 "열자극전류에 의한 LB막의 분극 측정" 일본전기학회 논문지 A 107(9) P407(1987)