

권 영 수<sup>o</sup>  
동아대 전기공학과

강 도 열  
홍익대 전기공학과

Generation of Open circuit voltage in Insulating Ultra Thin Films in Metal/LB film/Metal Structure

Young-soo, Kwon<sup>o</sup>  
Dept. of Electrical Eng. Dong-A Univ.

Dou-yol, Kang  
Dept. of Electrical Eng. Hong-Ik Univ.

Abstract

Studies and measurements of open circuit voltage in a metal/insulator/metal structure where metal are electrodes, when the insulator molecules have dipole moments all oriented parallel to each other have been reported here.

The measured voltage has been shown to be directed related to the dipole moment of the molecules in the films.

The insulator ultra thin films was deposited on them by the Langmuir-Blodgett technique to obtain the structure referred to as z type and Hetero structure of LB films.

1. 서 론

최근 분자디바이스의 구축소재로서 가장 기대되고 있는 기술중의 하나인 Langmuir-Blodgett(LB)법을 이용한 응용연구가 활발하게 연구되고 있다.

LB법 가운데, 분자가 한쪽 방향으로 배열된 z형막 혹은 Hetero구조의 LB막은 외부로부터의 전압인가 없이도 대단히 큰 분극을 발생하여 막내에 커다란 내장전계를 형성하는 LB막 특유의 새로운 현상이 있다는 사실이 이미 필자들이에 의해 밝혀졌다. 1, 2)

LB막의 경우 양 전극사이에 sandwich된 LB막에는 원인 불명의 기전력(전압)이 발생하는 경우가 많고 발생 기전력(전압)은 온도에 의해 변화하는등 LB막의 전기적 특성에 커다란 영향을 미치는 것이 예상되고 있다. 따라서 본 연구에서는 전보 3)에 이어 LB막에서 발생하는 전압을 측정, 검토하였다.

2. 시료 제작

실험에 사용한 시료는 긴 chain alkyl group을 부가한 TCNQ(C<sub>12</sub>·TCNQ)를 성막분자로 하는 z형 LB막과 arachic acid(C<sub>20</sub>)을 성막분자로 하는 Y형

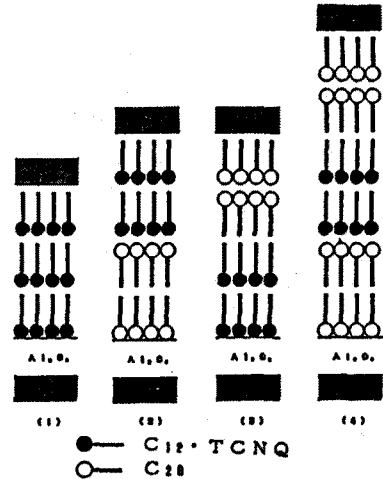
LB막에 의한 Hetero구조이다.

표1에 실험에 사용한 Hetero구조를 나타내었다.

표 1 사용 시료

- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ(nL)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>20</sub>(nL)/C<sub>12</sub>·TCNQ(nL)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ(nL)/C<sub>20</sub>(nL)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ(nL)/C<sub>20</sub>(3L)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>20</sub>(2L)/C<sub>12</sub>·TCNQ(nL)/C<sub>20</sub>(2L)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>20</sub>(nL)/C<sub>12</sub>·TCNQ(3L)/C<sub>20</sub>(nL)/Al
- Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Al

LB막의 누적은 전보 3)와 같은 방법으로 행하였으며 성막 분자를 수면위에 전개하여 제작하였다. 한편 상부전극의 크기 및 현상은 0.2cm<sup>2</sup>의 원형으로 진공증착하여 사용하였다. 그림1에 Hetero LB막내의 분자배열을 나타내었다.



- (1) Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ/Al
- (2) Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>20</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ/Al
- (3) Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ/C<sub>20</sub>/Al
- (4) Al/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/C<sub>20</sub>/C<sub>12</sub>·TCNQ/C<sub>20</sub>/Al

그림1 Hetero구조 LB막의 분자배열

3. 실험결과 및 검토

각 시료의 유전특성의 측정<sup>4)</sup>은 Lissajous Figures 와 Impedance Analyzer에 의해 행하였다.

전기적 특성의 측정은 그림 2와 같은 회로에서 (1) 외부전압을 인가하지 않는 (Nonbiasing Voltage) 방법과 (2)외부전압을 인가(biasing voltage)하는 방법으로 전압-전류특성, 전압 전류의 온도특성 등을 측정하였다. LB막의 시료는  $10^{-6}$ Torr정도의 진공온도제어장치 및 공기중의 자연온도(Room Temperature)에서 측정하였다.

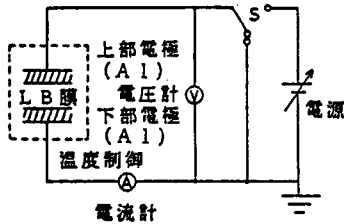


그림2 측정회로

그림 3은 양 전극사이에 sandwich된 LB막의 누적 충수와 정전용량의 역수와의 관계를 나타낸 것으로, 용량의 역수와 단분자충수의 직선관계로 부터 양호한 LB막의 누적을 알 수 있다. 특히 그림 3의 경우, 시료제작후 2년이 경과된 시료의 측정 결과였다.

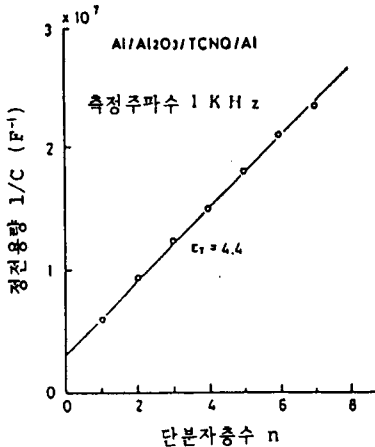


그림3 정전용량과 단분자충수와의 관계

한편 LB막의 누적이 양호한 것은 다른 여러 방법의 실험<sup>4)</sup>에 의해서도 이미 확인 되었으며 표 1에 나타낸 각종 Hetero구조의 시료에서도 동일한 결과였다.

그림 4에 Hetero구조 LB막의 전압-전류특성의 일례를 나타내었다. 그림 4에서 전압 0에서 약 -20PA정도의 단락전류가 흐르고 있음을 알 수 있다. 또한 0.3Volt 정도의 개방전압이 발생하고 있는 것을 나타내고 있다.

이러한 현상은 표 1에 나타낸 각종 Hetero구조의 LB막 시료에서도 같은 종류의 단락전류와 개방전압이 측정되었다.

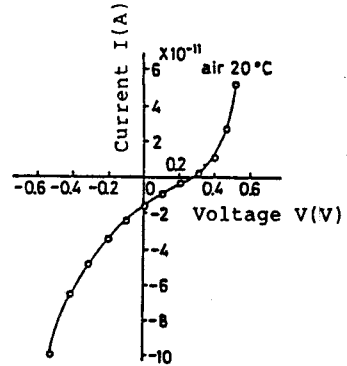


그림4 LB막 Hetero구조의 전압-전류특성

그림 5는  $C_{12}$ TCNQ·LB막 시료를 약 2년간 연속 측정 한 결과이다. 시료제작 초기에는, 발생전압, 전류가 감소하는 경향이 있지만, 측정기간이 2년이 지나서는 전압, 전류가 거의 일정한 값을 나타내고 있다.

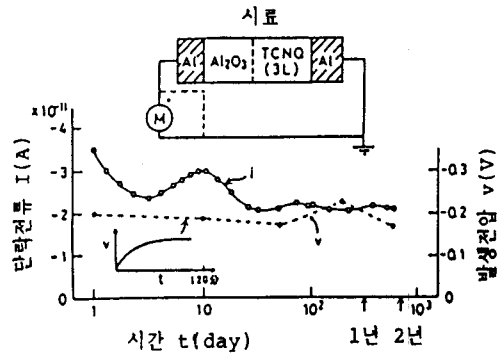


그림5 발생전압, 전류의 장기간측정

그림 6에 발생전압과 LB막의 충수 사이의 관계중 그 일례를 나타내었다. 그림에서는 LB막 충수 즉 단분자충수가 증가하면 발생전압도 증가하는 것을 나타내고 있다. 특히 시료 제작후 2년이 경과된 표 1에 나타낸 시료의 경우에도 같은 현상이 측정되었다.

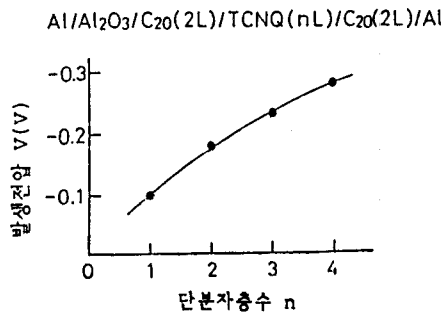


그림6 발생전압과 단분자충수의 관계

한편 전보<sup>3)</sup>에서 나타낸 LB막 시료에서 발생하는 내장 전계와 LB막 누적충수와의 관계에서도 LB막의 충수가 증가하면 내장전계에 의한 기전력(전압)도 증가하는 결과였다. 이와 같은 현상은 제작된 각종 Hetero구조에서도 관측이 되었으며 실제 실험에 의한 측정결과와 이론에 의한 계산 결과가 잘 일치하였다. 상세한 것은 현재 검토중이다.

그림 7에 시료에서 발생하는 전압을 그림 2와 같은 측정회로에서 반복 측정한 결과를 나타내었다. 즉 측정회로를 open 혹은 short 상태에서 반복 측정한 것이다. 그림 7의 경우 시료 제작후 2년이 경과된 시료이지만 발생전압의 방향 및 크기가 시료 제작후 측정한 발생전압, 전류와 거의 비슷한 것을 나타내고 있다.

이와 같은 현상은 각종 Hetero구조 LB막에서도 같은 결과가 측정되었다.

이상 발생전압과 전류에 대한 측정결과는 Hetero구조 LB막의 성막분자가 매우 강하여 LB막내에 성막분자의 배열이 LB막을 제작하였을 때와 거의 같은 구조의 배열을 나타내고 있다고 생각된다. 1, 2, 5)

#### 4. 결 론

각종 Hetero구조 LB막을 제작하여 시료로부터 발생하는 기전력(전압)에 대해 측정 검토하였다.

양 전극사이에 sandwich된 LB막의 경우 발생전압은 LB막의 누적충수와 관계있으며 이와 같은 현상은 초박막 특유의 현상으로 앞으로의 응용이 기대된다.

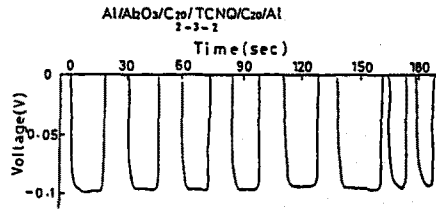


그림7 발생전압의 반복측정

#### 참 고 문 헌

- 1) T.Hino, Y.S.Kwon, & D.Y.Kang, "열자력전류에 의한 LB막의 본극측정", 일본 전기학회 논문지 A107, pp407(1987)
- 2) Y.S.Kwon, T.Hino, "LB막 Hetero구조에서 내장 전계의 발생", 일본 전기학회 논문지 A 108 pp66 (1988)
- 3) 권영수, 강도열, "LB초박막의 전압 발생" 1988년도 전기, 전자공학 학술대회 논문집 88/7 pp796(1988)
- 4) Y.S.Kwon, "Study on Conduction Mechanism and Charge Phenomena in Hetero Structure of LB Ultra Thin Films" Ph.D. dissertation, Tokyo Institute of Technology, Japan (1987)
- 5) Y.S.Kwon, M.Kushida & T.Hino, "초박막 MIM 소자의 발생전압" 일본 전기학회 논문지 A 부고중