

## Arachidic Acid LB박막의 누적층수에 따른 주파수 변화와 모폴로지 특성

양창현<sup>1</sup>, 최원석<sup>2</sup>, 이남석<sup>1</sup>, 장정수<sup>3</sup>, 권영수<sup>1,2,\*</sup>  
<sup>1</sup>동아대학교 전기공학과, <sup>2</sup>동아대학교 나노공학과, <sup>3</sup>경일대학교 전기공학과

### Investigation the frequency change in number of layers and fabrication morphology of Arachidic Acid LB Films

Chang heon Yang<sup>1</sup>, Won-Suk Choi<sup>2</sup>, Nam-Suk Lee<sup>1</sup>, Jeong-Soo Chang<sup>3</sup>, Young-Soo Kwon<sup>1,2,\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Electrical Engineerin g & NTRC. Dong-A University  
<sup>2</sup>Department of Nano Engineerin g & NTRC. Dong-A University  
<sup>3</sup>Department of Electrical Engineering, Kyungil, University

**Abstract** - In this study, in order to confirm the application possibility to the molecular electronic device, morphological property of the Arachidic acid was investigated. We have investigated morphology by BAM image and AFM.  $\pi$ -A curves investigated surface pressure of this LB film from liquid to solid state ranged between 40 to 45 mN/m. BAM images investigated the different states of Arachidic Acid LB film. When the surface pressure reaches at 40 mN/m, the monolayer was deposited onto the hydrophilic glass substrates by Y-type deposition. We also investigated the frequency characteristics of LB modified glass by QCM. We investigated morphology of arachidic acid by AFM. As a result, we obtained the frequency characteristic and morphology of LB films from controlling the deposited layers.

#### 1. 서 론

최근의 전기전자재료 분야에서 유기재료를 이용한 초박막화 기술이 주목받고 있다. 유기재료는, 유기분자에 여러 가지 기능을 부여할 수 있는 장점을 가지고 있어 무기재료 이상의 기능 또는 무기 재료에서는 나타나지 않던 새로운 기능기의 발현이 가능하기 때문에 오늘날 관심의 대상이 되고 있다 [1]. 유기재료는 분자의 설계에 따라 무한의 구조를 얻을 수 있고 분자레벨에서 구조제어가 비교적 용이하기 때문에 유기분자를 이용한 극미세구조를 갖는 유기 초박막을 제작하기 좋은 소재라는 장점을 가지고 있으므로 유기재료의 도전성, 유전성, 절연성, 기능성 등 소재의 물리적 특성을 이용하여 초박막이 제작 연구되어지고 있다 [2]. 유기 초박막 제작 방법으로는 진공증착법, CVD법, Langmuir-Blodgett(LB)법, 자기 조립법 등 다양한 방법이 제시되고 있다 [3]. 이 중에서 LB 법은 수면상에 단분자막을 형성시킨 후 일정한 표면압력을 가하면서 형성된 단분자막을 고체기판 위에 누적하는 기술로서, 널리 알려진 초박막제작 기술 중에서 가장 손쉽게 일정한 균일막을 제작할 수 있는 방법이다. 또한 다른 초박막 기술과 비교하여 분자 배향·배열 제어가 용이한 장점을 가지고 있으며 1개의 분자에 소수성 그룹과 친수성 그룹으로 구성되는 양친매성 분자에 의해 초박막 제작이 가능하다.

본 연구에서는 BAM(Brewster Angle Microscopy) [4] 이미지를 통해 층수변화에 따른 실시간 모폴로지 관찰을 하였고 Arachidic Acid의 분자 배향·배열 상태를 조사하였다. 한편 QCM(Quartz Crystal Microbalance) [5] 을 이용하여 LB박막의 누적층수 변화에 따른 공진주파수변화를 조사함으로써 초박막의 형성여부를 평가하였다. 또한 AFM(Atomic Force Microscopy) [6] 을 이용하여 LB박막의 표면이미지를 관찰 하였다.

#### 2. 실험

본 논문에서 사용된 Arachidic Acid(312.54[g/mol])는 포화 지방산으로  $C_{20}H_{40}O_2$  ( $CH_3(CH_2)_{18}COOH$ )의 분자구조를 가지며, 길이가 27.5 [Å]로  $CH_3(CH_2)_{18}$ 의 소수기와 COOH의 친수기를 갖는 양친매성 물질로 구성되어 있다. Chloroform을 용매로 하여 3 [mmol/l]의 농도를 전개 한 후,  $\pi$ -A 등온선을 통해 기체, 액체, 고체 상태를 관찰하였다.

LB박막 누적은 Two compartment trough Type 장치 (NIMA, Type 610, England)를 이용하여 수직부착법 Y-Type 으로 1층,

3층, 5층, 7층으로 누적하였다. Barrier speed는 30 [mm/min], 누적 속도는 하강시 10 [mm/min] 상승시 5 [mm/min]이었다.

Arachidic Acid분자의 배향·배열을 확인하기 위하여 수면위의 분자의 각 상태에서 BAM을 통하여 이미지를 관찰 하였다.

BAM에 의한 이미지로 공기-물 계면에서 단분자막의 시각적인 관찰에 따른 물질의 단분자막의 형상이 어떠한 상태로 형성되는지를 알 수 있었다.

한편, 누적층수 변화에 따른 LB박막의 누적상태를 확인하기 위하여 QCM을 이용하여 공진주파수의 변화를 측정하였다.

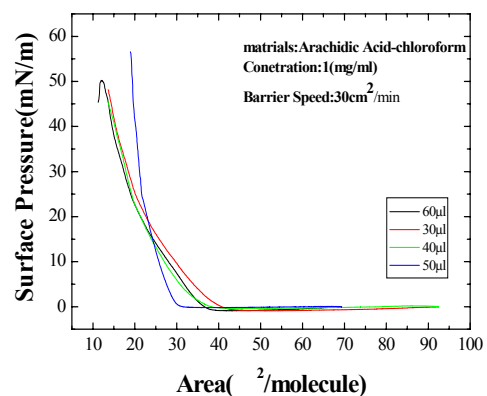
또한 LB박막의 모폴로지를 조사하기 위하여 AFM을 이용하여 LB막의 형성에 따른 이미지를 관찰하였다.

#### 3. 결과 및 검토

일정 온도에서 수조상의 단분자막에 Barrier를 이용해 단분자막의 면적을 변화시켜 표면압을 분자 면적의 함수로서 측정하는 것을 표면압-면적 등온선 또는  $\pi$ -A등온선이라 부른다 [7].

그림 1은 누적 최적 압력을 구하기 위해 측정된  $\pi$ -A등온선이다. 측정결과 극한 단면적은 약 28 [Å<sup>2</sup>/molecule]이었다. 또한 실험조건을 Arachidic Acid의 전개량·농도·온도를 달리하여 실험하였을 때도 극한단면적은 큰 변화가 없었다.

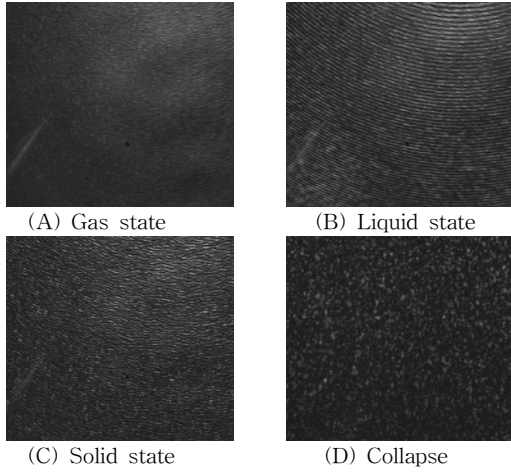
또한 분자당 단위면적이 줄어들어 따라 표면압이 단계적으로 증가하고 있으며 이를 통하여 분자들이 양호하게 배향·배열됨을 알 수 있었고, 누적 최적 압력인 고체상태의 표면압은 40 [mN/m]임을 확인하였다.



<그림 1> Arachidic Acid  $\pi$ -A등온선

BAM은 P-편광에 의해 특정각도 (Brewster Angle)에서 반사가 최소가 되며, 이 경우 얻은 영상의 contrast가 최대가 됨을 이용한 측정방법중의 하나이다.

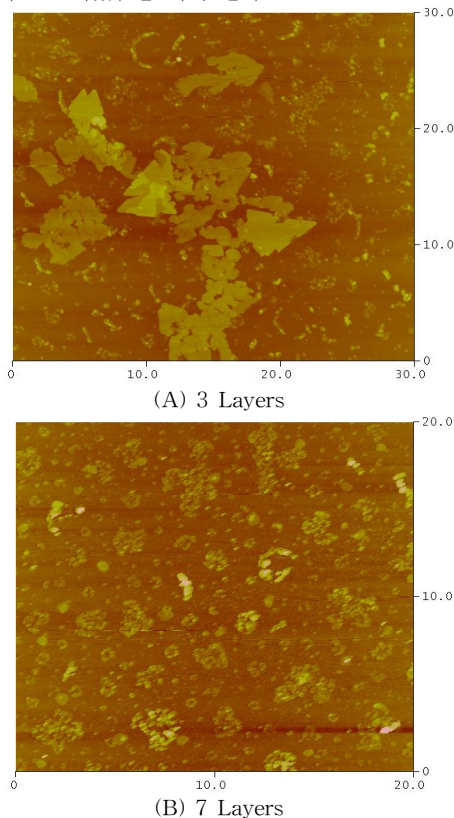
그림 2는 분자당 단위 면적의 관찰을 위한 편광각 이미지이다. 이를 통해 단위면적이 줄어들어 따라 표면압이 단계적으로 증가하고 있고, 분자들의 배향·배열을 알 수 있었다.



**<그림 2> Arachidic Acid 표면압변화 따른 편광각 이미지**

QCM은 quartz crystal의 양쪽에 금속전극을 붙이고 전압을 가하면 quartz crystal이 진동(vibrational motion)을 하게 되는데 이것을 역 압전효과(converse piezoelectric effect)라고 한다. 이렇게 진동하고 있는 quartz crystal의 전극 표면에 외부 물질이 붙으면 원래의 진동에서 벗어나게 되고, 이 차이를 측정하여 전극 표면의 물질 이동을 알 수 있다.

표1은 누적 층수에 따른 수정진동자의 주파수 변화를 나타내고 이를 통하여 누적 층수가 증가함에 따라 주파수의 변화폭을 알 수 있다. 주파수의 변화폭이 증가한다는 의미는 누적 층수에 따른 박막이 만들어졌음을 의미 한다.



**<그림 3. Arachidic Acid의 3층, 7층 AFM 이미지>**

AFM은 나노기술로 제조된 프로브를 사용하여 탐침의 끝을 샘플 표면에 근접시키면 끌어당기는 또는 밀어 내는 여러 가지 힘이 샘플표면의 원자와 탐침끝의 원자사이에 작용하는데 이 힘에 의해 캔티레버의 휨이 발생하고 이 힘이 일정하게 유지 되도록 하면서 귀환회로에 의해 정밀 제어 하면서 각 지점(x, y)에서 스캐너의 수직위치를 저장하여 샘플표면의 삼차원 영상을 얻을 수 있는 원리이다.

**<표 1> 유리 기판의 누적층수변화 따른 공진주파수변화**

층수 \ 주파수[Hz]	누적 전	누적 후	변화 폭
1	9.006256	9.006230	296
3	9.010507	9.010339	168
5	9.009209	9.008781	428
7	9.009810	9.009232	578

그림 3은 유리기판 위에 LB박막을 3층, 7층 누적하였을 때의 AFM 이미지를 관찰한 것이다. AFM 이미지를 통하여 유리 기판에 누적된 Arachidic Acid의 모폴로지를 확인할 수 있었다. 또한, Arachidic Acid의 분자 각각의 크기는 정확하게 알수는 없었으나 Arachidic Acid가 균일한 막을 구성하고 있다는 것을 어느 정도로 예상할 수 있었다.

**4. 결 론**

본 논문에서는 지방산계의 Arachidic Acid를 시료로 사용하여 광학용 유리기판에 LB막을 Y-type으로 누적하고 표면이미지를 관찰 하였다. 또한 배향·배열 제어된 초박막을 BAM과 원자 현미경(Atomic Force Microscopy)을 이용하여 표면 구조를 각각 측정 하였다. 한편, 수정진동자를 이용하여 LB막의 누적 층수에 따른 공진주파수의 변화를 알아봄으로써 누적 층수가 1층, 3층, 5층, 7층으로 증가함에 따라 공진주파수의 변화폭이 늘어남을 알 수 있었다. 따라서 LB박막이 양호하게 누적되었다는 것을 확인할 수 있었다 [8].

또한, 표면이미지를 조사한 결과 Arachidic Acid가 누적된 표면의 분자들이 회합체를 구성하여 막을 형성하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 이와 같이 배향·배열이 제어된 초박막을 제작하고, 주파수 특성과 표면이미지 분석등, 본 연구에서 얻어진 분자막에 대한 전기, 광학적인 각종 정보는 향후 분자전자소자(molecular electronic devices) 제작을 위한 기초기반 기술로써 응용 가능 할 것으로 생각된다.

**[참 고 문 헌]**

[1] 권영수, 전기전자재료학회논문지, 6, 4, 290, 1993  
 [2] W. S. Kim, K. I .Chung, C. Y. Kim, D. W. Park, and Y. K. Choi, J. Ind. Eng. Chem., 10, 614, 2004.  
 [3] D. Y. Takamoto, E. Aydil, J. A. Zasadzinski, A. T.Ivanova D. K. Schwartz, T. Yang, and P. S. Cremer Science 293,1292, 2001  
 [4] J. U. Kim, B. J. Lee, Y. S Kwon, Thin Solid Films, 486, 327, 1988  
 [5] Dong-Yun Lee, A. K. M. Kafi, Sang-Hyun Park, Young-Soo Kwon, J nanosciene and nanotechnology, 6, 57, 2006  
 [6] Nam-Suk Lee, Hoon-Kyu Shin, Young-Soo Kwon, Colloids and Surfaces A, 290, 77, 2006  
 [7] K. H Kang, J. M. Kim, D. K. Kim, S. B Jung, J. S. Chang, Y. S. Kwon, Sensors and Actuators B, 77, 293, 2001  
 [8] Chun-Wel Chen and Ta-Jo Liu, Journal of Colloid and Interface Science, 298, 298, 2006.