

BAM으로 관측한 PAAS L막의 특성 및 LB막의 광학적, 전기적 특성에 관한 연구

*이승엽, **김태완, *강도열

* 홍익대학교 공과대학 전자전기공학부

** 홍익대학교 물리학과

Optical and electrical properties of the PAAS L films and LB films observed by BAM

*Seung-Yop Lee^o, **Tae-Wan Kim, *Dou-Yol Kang

* School of Electronics & Electrical Engineering, Hong-Ik University

** Department of Physics, Hong-Ik University

ABSTRACT

Brewster angle microscopy(BAM) makes it possible to measure domains of Langmuir films. Especially, formation and phase transition of the PAAS Langmuir monolayers from a gas phase to a solid phase at the air-water interface were observed by the use of BAM. And also we observed the comparative images of films deposited at each phase. The UV/visible absorption spectra of this films showed molecular intensity and aggregation at each state. The electrical properties of this material were measured by current-voltage(I-V) characteristics.

1. 서론

산업이 발전함에 따라 전자 부품들의 초 소형화, 고 집적화가 요구되어지고 있지만 실리콘과 같은 무기물 소자의 극소 제작은 한계에 부딪히고 있다. 이를 극복하기 위해 유기물을 이용한 분자 전자 소자에 대한 연구가 여러 방향으로 활발히 진행되고 있다[1]. 유기물 박막 연구 제조 방법 중에서 두께가 가장 얇고 균일하며 쉽게 제작할 수 있는 Langmuir-Blodgett(LB)법이 유력한 방법으로 각광을 받고 있다[2]. LB 법이란 수면상에 적당한 표면압을 가하여 단분자층(Langmuir film ; L 막)을 형성하여 고체 기판위에 단분자막을 한 층씩 누적하는 방법이다. LB 법은 여타의 방법들에 비해 박막을 구성하는 분자들의 배향과 배열을 인위적으로 조절할 수가 있다는 장점을 가지고 있다. 이번 연구에 이용한 PAAS(Polyamic acid alkylamine salts)는 Polyimide의 전구체로서 열적, 화학적 안정성이 크고, 절연성 및 기계적 성질이 좋으며 유전 특성이 뛰어나 전자 산업에 광범위하게 이용되는 유전 재료이다[3][4]. 위의 특성을 이용하여 최근에는 초박막 MIM(metal-insulator-metal) tunnel junction 및 반도체 소자의 lithography, 고성능 축전지 등에 이용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있으며 이를 응용하려면 PAAS를 초박막으로 제작하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 좋은 특성의 PAAS LB 초박막 제작을 위해 π -A 등온선을 측정하며 BAM을 이용하여 수면상에서 분자들이

어떻게 상호 작용을 하는지를 관찰하고, 각 상태에 따른 막을 누적하여 UV/visible absorbance와 BAM을 이용하여 누적을 확인하였다. 또한 각 상태에 따른 막의 전류-전압 관계를 측정하여 비교하였다.

2. 실험 방법

1) 성막 분자

본 연구에서 사용된 물질인 PAAS는 친수성 물질인 polyamic acid에 소수기인 alkylamine salts를 반응시켜 PMDA(pyromellitic dianhydride)와 ODA(oxydianiline)로 구성된 구조를 가지는 유기물이다.

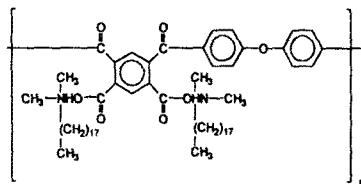


그림 1. 성막 분자의 구조.

2) 실험 장비 및 조건

PAAS LB막의 제작 및 π -A 등온선 측정을 위해 Moving wall형 누적 장치(NL-LB140S-MWC)를 이용하였고, subphase는 2차 증류수(18M Ω -cm)를 사용하였다. 용매는 DMAC(N-N Dimethylacetamide)와 benzene을 1:1(v/v)비로 사용하였고 BAM은 NL-EMM 633S를 이용하였다. UV/visible 흡광도 측정을 위한 기판은 친수 처리된 수정 기판(15x30x2mm)을 사용하였고 전기적 실험을 위한 기판은 친수 처리된 유리 기판(26x75x1mm)을 사용하였다. 흡광도는 HP 8452A UV/visible spectrophotometer를 이용하였고 전기적 실험은 Keithley 238 electrometer를 이용하여 수직 방향으로 흐르는 전류를 측정하였다.

3) BAM의 원리

모든 매질은 각자의 고유한 반사 계수를 가지고 있다. BAM은 이러한 반사율의 변화를 감지하여 계면상의 상태를 측정하는 장비이다[5]. 그림과 같이 수면위에 Brewster 각 θ_B 의 빛을 입사시키고 polarizer를 이용하여 p-편광을 시켜주면 반사는 일어나지 않는다[6]. 여기에 시료를 휘발성 용매에 용해시켜 분산시키면 시료 분자들의 밀도에 따라 반사율이 달라지게 된다. 이때 순수한 물에서와는 다르게 반사되는 빛을 CCD camera와 PC를 통해 image화 시킨다.

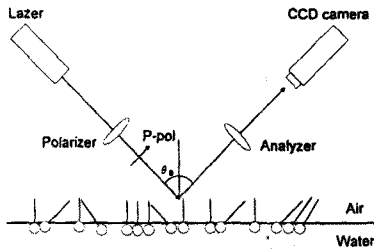


그림 2. BAM의 원리.

3. 실험 결과 및 고찰

1) π -A 등온선 및 막 두께 조건

분산량, 온도, 압축 속도 등의 여러 가지 조건에 따른 PAAS의 π -A 등온선 특성 실험의 결과를 토대로 한 가장 안정된 형태는 그림 3와 같다.

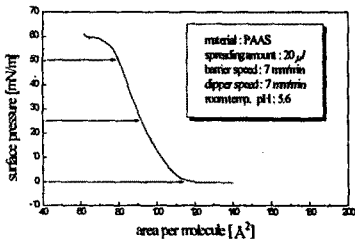


그림 3. PAAS의 π -A 등온선.

2) BAM image

π -A 등온선에서 표면압이 각각 0 mN/m, 25 mN/m, 50 mN/m 일 때의 수면상의 변화를 그림 3에 나타내었다.



(a) 0 mN/m



(b) 25 mN/m



(c) 50 mN/m

그림 4. 수면상에서 관찰한 PAAS L막의 BAM image.

또 이들의 각 압력에서 막을 누적하였고(Y형, 20층) 이를 그림 5에 나타내었다.



(a) 0 mN/m



(b) 25 mN/m



(c) 50 mN/m

그림 5. 기판상에서 관찰한 PAAS LB 막의 BAM image.

표면압이 0 mN/m 일때는 분자들간의 거리가 멀고 정렬 상태가 좋지 않아서 순수한 물에서와 큰 차이를 보이지 않지만(그림 4(a)), 표면압이 높아지면서 분자들의 밀도가 높아지고 배열과 배향이 일정해져 균일한 막이 형성되어 감을 알 수 있다(그림 4(b)(c)). 기판 위에 막을 누적한 경우에는 수면상에서와 같은 경향을 보이지만 밀도가 높아졌으므로(20 층) 전체적으로 밝게 나타남을 볼 수 있다.

3) UV/visible 흡광도 측정

그림 6에서 볼 수 있듯이 PAAS LB 막의 흡광도는 압력이 증가함에 따라 비례적으로 증가하게 되는데 이는 압력에 비례하여 분자들의 정렬이 잘 이루어지고 있음을 의미한다.

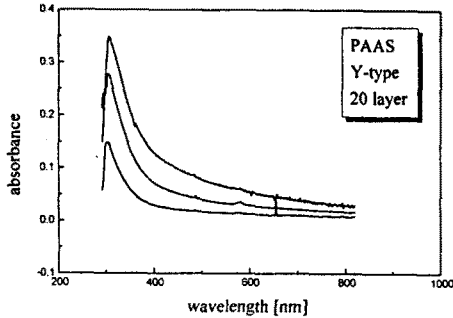


그림 6. 누적 압력에 따른 UV/visible 흡광도.

4) 전기적 특성 실험

그림 7은 PAAS LB 막의 수직 방향에서 측정한 전류-전압 곡선이다. 약 2 V 이하의 영역과 3-7 V 사이의 영역에서는 옴릭(Ohmic) 특성이 나타남을 알 수 있고, 7-11 V 사이의 영역에서는 메모리 효과에 의한 특성이 나타남을 볼 수 있다[7].

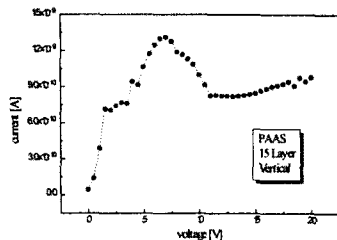


그림 7. 전류-전압 특성.

4. 결론

본 연구에서는 Polyimide LB 막의 전구체인 PAAS LB 막을 누적하여 BAM 을 이용하여 수면상에서와 기판에 누적된 상태를 압력에 따라 측정하였고, UV/visible 흡광도와 전류-전압 특성을 측정하여 이를 확인하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) BAM 을 통하여 얻은 image 를 토대로 분자들이 수면상에서 가장 균일하게 정렬되어 있는 상태는 표면압이 25 mN/m 일 때이고 이 압력에서 누적한 막의 상태가 가장 양호하다.
- 2) UV/visible 흡광도는 누적 압력이 높아짐에 따라 분자들의 밀도가 커짐과 막의 누적이 양호함을 나타낸다.
- 3) 우수한 절연체인 PAAS 는 저전압 구간에서는 옴릭 특성이 나타나고 고전압 구간에서는 메모리 스위칭 효과를 가진다.

REFERENCES

- [1] H. Rohrer, Limits and Possibilities of Miniaturization, *Jpn. J. Appl. Phys.*, vol. 32, pp. 1335-1341
- [2] A. Ulman, *An Introduction to Ultrathin Organic Films*, Academic Press, Boston, 1991
- [3] I. Bessonov *et al.*, ed., *Polyimide - Thermally Stable Polymers*, Plenum Publishing Corp., New York, 1987
- [4] R. Jensen & J. Lai, *In Polymers for Electronic Applications*, edited by J. Lai, CRC Press, 1989, pp. 33-61
- [5] S. Henon and J. Meunier, *Rev. Sci. Instrum.*, 62 (1991) 936
- [6] D. Honig and D. Mobius, *Thin Solid Films*, 210/211 (1992) 64-68
- [7] K. Sakai *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* Vol. 53, No. 14 (1988)