

# 액정박막에서의 2차원 상전이

## Two dimensional Phase Transition of Liquid Crystal Film

정 치 섭, J.-Z. Xue, 김 만 원

C. S. Jung, J.-Z. Xue, M. W. Kim

청주대 물리학과  
프린스턴대 물리학과  
엑슨연구소

Optical Engineering, Chongju University  
Dept. of Physics, Princeton University  
Exxon Research and Engineering Company

### (Abstract)

Two dimensional phase transition and three dimensional propagation of layer structures of liquid crystal film are investigated by using surface second harmonic generation method. We have found a distinctive first order phase transition between a monolayer phase and a stable 3-layer phase of 8CB liquid crystal film.

### 서 론

유기물질을 이용한 전기광학소자는 무기물소자에 비해 훨씬 큰 비선형 감수율과 훨씬 빠른 반응시간을 가지고있으며/1/, 또한 가공성및 소재개발 가능성이 좋아 최근 많은 관심의 대상이 되고있다. 그중에서도 특히 Langmuir-Blodgett박막소재는 막 두께가 분자크기의 dimension을 가지고, 분자의 배향이나 배열의 제어가 가능하여 분자전자공학, 비선형광학, 신소재, 생물공학 등 여러분야에서 큰 역할을 할 것으로 보인다. 따라서 LB 박막을 산업적으로 응용하기 위해서는 분자의 구조 해석이 필수적인데, 이러한 유기박막에 지금까지 일반

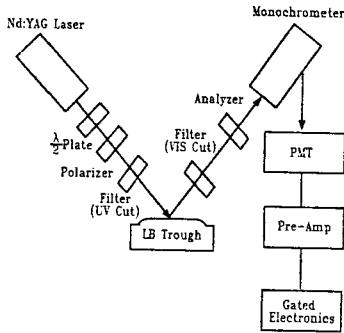
적으로 분자 scale에서의 구조해석에 사용된 X-ray나 전자 빔등을 사용하기에는 너무 파괴적이거나 분해능상에 문제점이 있어 새로운 측정방법의 필요성이 대두되어왔다. 이 연구에서는 광학적인 측정방법인 제 2고조파(Second Harmonic Generation: SHG)을 이용하여 이러한 문제점을 해결할수있는 방법을 모색하고자한다.

일반적으로 centrosymmetric한 물질에서는 쌍극자 근사를고려할때, 2차비선형 광학적 process는 허용되지못한다. 그러나 물질의 표면에서나 두 물질 사이의 경계에서는 대칭성이 파괴되어 전기 쌍극자항의 기여가 생기게된다. LB박막은 표면에 실제 전기쌍극자가 존재할수있으므로 SHG 방법에 의해 surface-specific한 특성이 직접적으로 반영이 가능하게되고/2/, 따라서 표면의 surface ordering에대한 정보를 알수있게된다. 이연구에서는 8CB 액정박막에서의 2차원상전이를 SHG 방법으로 분석하여 SHG 방법이 유기초박막의 구조해석에 유용한 tool로 사용될수있음을 보여졌다./3/

### 실 험

#### 1) 시료제작및 $\Pi$ -A 특성

4'-n-dctyl-4-cyanobiphenyl(8CB) 15gm을 10ml의 Haxane에 녹인후 주사기를 사용하여 35 $\mu$ l를 Langmuir trough에 뿌리고 moving barrier를 사용하여 단위분자당 차지면적 A를 조정하였다. 박막으로부터의 표면압은 Wilhelmy plate를 사용하여 측정하였으며 Trough의 온도는 0.2 $^{\circ}$ C내로 고정시켰다.



## 2) SHG측정

그림(1)은 액정시료로부터의 SHG세기를 측정하기 위한 장치도로서, 입사광원으로는 frequency doubled된 Nd-YAG laser (>200mW, 20pps, 0.532 $\mu$ m)를 사용하였고, 입사광과 산란광의 편광을 조절하기 위해  $\lambda/2$ plate와 polarizer 그리고 analyzer를 사용하였으며, input optics로부터는 SH를, 그리고 시료로부터는 입사광성분을 제거하기 위해 2개의 filter를 사용하였다. 산란된 SH광은 monochromator에 의해 한번더 filtering 된후 PM tube와 gated electronics에 의해 측정되었다.

## 결과및 논의

그림(2)는 액정박막에서 단위분자당 차지면적 A에 대한 표면압을 A의 함수로 나타낸 결과이다. 영역(1)에서는 A가 감소하여도 표면압이 증가되지 않았는데, 이는 분자사이의 상호작용이 무시되는 기체상의 표현으로, 이는 A가 감소하여 (2)영역으로 진입함에 따라 선형적으로 압력이 증가하는 액체상으로 전이를하게 된다. 우리는 이 전이과정에서 기체/액체 공존상의 존재를 예상할수는 있지만  $\Pi$ -A 결과로부터는 이에 대한 아무런 징후도

찾을수 없었다. 8CB 분자의 Phenyl ring 크기를 고려하여볼때 영역(3)이후의 구조는 균일한 단층막위의 상부 구조로 볼수있는데, 영역(3)의 평평한 표면압이나 영역(4)의 새로운 압력증가등  $\Pi$ -A 측정법만으로는 상부구조의 성장과정이나 성장형태를 알수없다

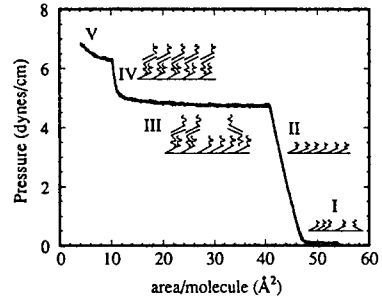


FIG. 2. Typical  $\Pi$ -A diagram for 8CB film on the air-water interface. LC molecular arrangements are also sketched in corresponding regions, with solid lines representing the polar group of the molecules.

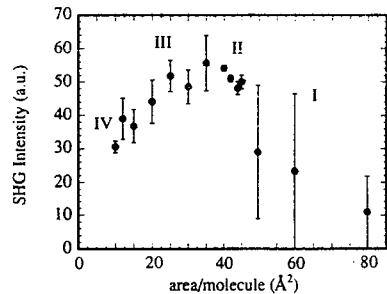


FIG. 3. SHG intensity as a function of area per molecule for 8CB at room temperature. The polarization combination is chosen to be 45 $^{\circ}$ -in/s-out for maximum signal-to-noise ratio. The vertical bars indicate the range of the fluctuating signal.

그림(3)은 동일한 실험조건하에서 구한 SHG세기를 A의 함수로 표현한 결과이다.

영역(1)에서 A가 적은영역에서는 예상과 부합되는 기체/액체 공존상이 SHG의 요동의 형태로 나타났는데 이는 laser beam이 island 형태의 액체 덩어리에 조사될때는 큰세기의 신호로, 물(기체)을 조사할때는 작은세기의 신호로 나타남에 기인한다. 영역(2)에서는 입사광, 산란광의 편광조합에 따라  $\chi_{zzz}$ 와  $\chi_{zyy}$ 을 나타내는 SH세기를 구하였고, 이로부터 분자의 배향을 구하였다. 측정결과를 분석하여 8CB분자는 경계면에 수직인 축에대해 62 $^{\circ}$  각도로 tilt되어있음을 알았다. 영역(3)에서의 SH세기는 요동과함께 감소함을 보이고있는데, 이는 균일 단층막위의 상부구조가 interdigitated bilayer 형태의 island모양 일것이라는 시사를 하고있으며 영역(4)에서

의 박막은 균일한 단층위에 짝한 interdigitated bilayer층이 얹혀진 3층박막의 형태를 취하고있음을 알 수있다..

## 결론

우리는 SHG 방법을 이용하여 LB 박막에서의 molecular orientation과 polarity를 측정할수있음을 보았고, 또 이방법을 이용하여 2차원 상전이와 3차원으로의 층전이를 관측할수있음을 보았다. 이 연구에서 처음으로 단일 층으로 부터 3층으로의 직접적인 층전이 현상을 보았다.

## 참고문헌

- 1) Nonlinear Optical Properties of Organic and Polymeric Materials  
David J. Williams, Eds American Chemical Society, 1983
- 2) P. Guyot-Sionnest, H. Hsiung, and Y. R. Shen  
Phy. Rev. Lett. 57, 2963, 1986
- 3) J. -Z. Xue, C. S. Jung, and M. W. Kim  
Phy. Rev. Lett 69, 474, 1992