

## 전반사를 이용한 유기물의 굴절률 측정

# Measurement of Refractive Index of Organic Material by Critical Angle Method

권문수, 김병주, 임환홍, 차명식\*

부산대학교 물리학과

mcha@pusan.ac.kr

유기물 매질 중에서 광유도 굴절률 변화는 다양한 mechanism 에 의해 일어나며 그 크기 및 반응속도는 광소자 응용에 있어서 매우 중요한 요소이다. 여기 상태에서 양성자 전이를 하는 분자(Excited-State Intramolecular Proton Transfer: ESIPT) 로 구성된 유기물에서 광유도 굴절률 변화를 볼 수 있다.

본 연구에서는 ESIPT 물질중 하나인 acetic acid 2-[4-(2-hydroxy-phenyl)-4,5-diphenylimidazol-1-yl]-phenyl-ethyl ester (HPI-Ac) 분자로 구성된 단결정<sup>(1)</sup>의 굴절률을 전반사를 이용하여 측정하였다. 전반사를 이용하여 굴절률을 측정하는 방법<sup>(2)</sup>은 다른 방법들보다 비교적 간단하며, 복잡한 calibration step을 요구하지 않는다. 그러나 프리즘과 단결정을 접촉 하였을 때 프리즘과 물질사이에 gap이 없이(공기층이 없이) 완전히 밀착되어야 정확한 굴절률 값을 측정할 수 있다. 하지만 물질과 프리즘사이에 빈 공간 없이 완전히 밀착하는 것은 어렵다. 모의실험을 통하여 gap이 굴절률 측정에 어느 정도 영향을 미치는지 계산하여 보았다. 그림 1에서 보는 바와 같이 gap이 300 nm 이상일 때는 임계각이 확실하지 않아 굴절률 값을 측정하기가 힘들다. 우리가 재고자 하는 유기물 매질은 평판형 매질이 아니기에 300 nm 이하로 gap을 줄이지 못하였다. 본 실험에서 우리는 그 단결정을 녹여서 프리즘에 붙이는 방법을 택하여 굴절률을 측정하였다.

굴절률이 1.977인 gadolinium gallium garnet (GGG) 프리즘을 사용하였고 광원으로는 파장 543.5 nm 의 He-Ne laser를 사용하였다. Rotation stage를 이용하여 프리즘을 한 step 당 0.003° 로 회전시켰다. 먼저 공기의 굴절률을 측정하였다. 그림 2는 공기의 굴절률을 측정한 데이터이다. 입사각 중 세기가 더 이상 변하지 않는 각을 정하고 임계각으로 변환하여 스넬의 법칙을 이용 굴절률 값 1.000 을 측정할 수가 있었다. 임계각 근처 0.07° 범위 내 에서는 굴절률 값이 10<sup>-3</sup> 자리까지 변하지 않으므로 굴절률의 정밀도 역시 10<sup>-3</sup> 까지 이다. 유기물 매질의 굴절률 역시 위와 같이 측정하였다. 그림 3은 유기물 매질의 굴절률을 측정한 데이터이다. 굴절률은 1.664 였고 임계각 근처 0.1° 범위 내 에서는 굴절률 값이 10<sup>-3</sup> 자리까지는 변하지 않았다.

위의 방법으로 유기물 표면에서 일어나는 광유도 굴절률 변화를 측정할 계획이다. 굴절률 변화 측정 실험에서는 프리즘에서의 전반사를 이용한 Pump Probe 실험을 한다.<sup>(3,4)</sup> 단결정의 여기를 위한 펄스광 으로 Mode-Locked Nd:YAG laser (Quantel YG:900; 35 ps, 10Hz) 의 3차 조화파인 355 nm 의 파장과 탐색광으로 532 nm 의 두 빔을 사용한다. 이 두 빔을 임계각 근처에 쏘게 되면 유기물 매질의 굴절률이 변하게 되고 따라서 임계각이 변하게 된다. 이 임계각의 변화를 이용하여 굴절률이 얼마큼 변하는지 그리고 변화의 동역학  $\Delta n(t)$

를 측정할 예정이다.

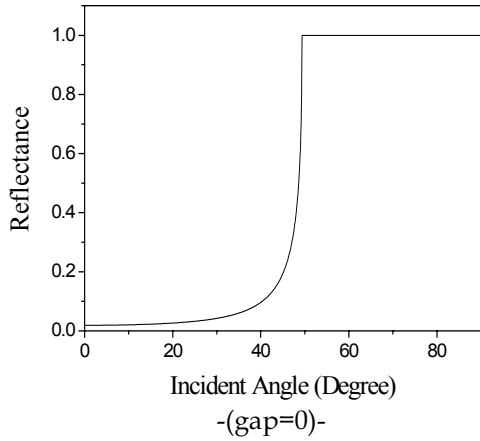
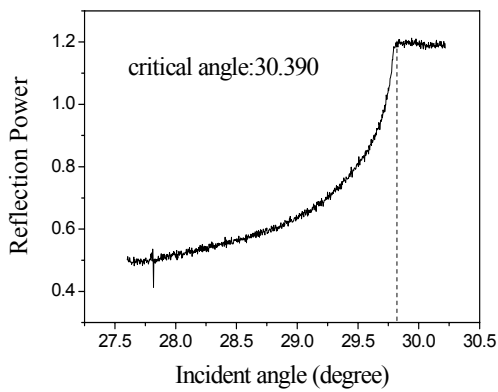
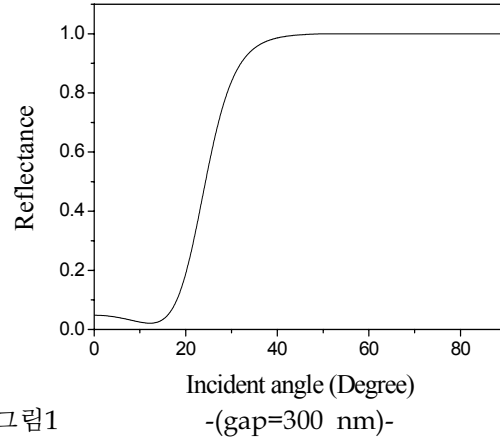
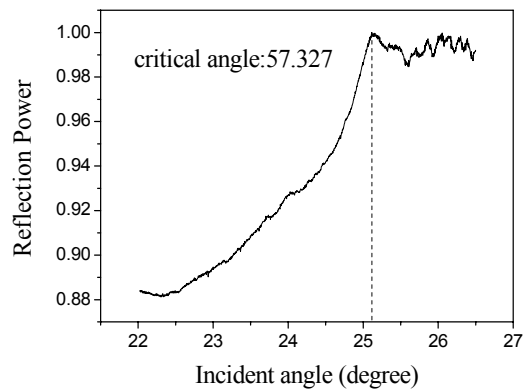


그림1



-그림2 공기의 굴절률(1.000)-



-그림3 ESIPT의 굴절률(1.664)-

참고문헌

[1] S. Park, O.-H. Kwon, S. Kim, S. Park, M.-G. Choi, M. Cha, S. Y. Park, D.-J. Jang, J. Am. Soc. Chem. **127**, 10070 (2005).  
 [2] Q. W. Song, C.-Y. Ku, C. Zhang, R. B. Gross, R. R. Birge, and R. Michalak J. Opt. Soc. Am. B **12**, 797 (1995)  
 [3] A. G. Valenzuela, G. E. S. Romero, and C. S. Perez. Appl. Opt. **43**, 4311 (2004)  
 [4] P. S. Huang, S. kiyono, and O. Kamada. Appl. Opt. **31**, 6047 (1992)