

분광타원법을 이용한 이방성 물질의 광학상수 결정

Determination of optical constants of anisotropic materials using variable angle spectroscopic ellipsometry

류장위, 김상열

아주대학교 분자과학기술학과

jangwisi@ajou.ac.kr

전통적으로 타원법은 균일한 등방성 물질에 대한 연구에 주로 적용되어 왔다. 이방성 물질은 텐서유 전함수의 해석에 따르는 어려움 등의 이유로 많이 다루어지지 않았으나 최근에 일반화된 타원법을 이용해서 이방성 물질의 광학 상수를 결정하는 방법이 보고되고 있다.[1,2] 일반화된 타원법에서는 Berreman의 4×4 행렬을 기초로 하여 균일한 이방성 물질의 Jones 반사, 투과 행렬을 계산한다. 본 연구에서는 일반화된 타원법을 TiO_2 단결정 및 전기배향된 극성고분자 박막 등에 적용하여 이방성 물질의 광학상수를 결정하는 방법을 제시하고자 한다.

본 연구에서는 이방성 물질에서 광축에 수직인 방향의 굴절율인 정상굴절율(ordinary refractive index)과 광축과 나란한 방향의 굴절율인 이상굴절율(extraordinary refractive index)의 변화에 따른 타원상수의 변화를 rutile 결정구조를 가지는 TiO_2 의 이방성 분산관계식을 사용하여 가시광선 영역에서 산시능해 보고 실험실에서 성장시킨 단결정 TiO_2 (Rutile)의 분광타원 데이터와 비교하여 보았다. 한편 등방성 물질인 NPP_4 고분자는 임계온도이상에서 전기장을 가해주면 고분자의 발색단이 전기장 방향으로 배향되어 이방성을 가지게 된다. 이때 이방성의 정도를 분석함으로써 고분자의 발색단이 배향된 정도를 정량적으로 나타낼 수 있는데 분광타원법을 사용하여 배향축인 광축에 수직인 성분과 수평인 성분의 유전함수를 결정하고 배향조건에 따른 이방성의 정도를 구하여 배향정도를 정량화하는 방법을 제시하고자 한다.

사용된 분광타원계는 위상변조형 분광타원계(Phase Modulated Spectroscopic Ellipsometer, Jobin-Yvon, UVISSEL)로 단축 이방성에 대한 정보를 얻어내기 위해 광축이 법선방향과 나란하게 되도록 c-축(rutile) 또는 배향축(PMMA)을 정렬하여 가변입사각 측정방법을 사용했으며, 측정대역은 0.74 ~ 4.5 eV 으로 하였다.

그림 1은 TiO_2 (rutile)의 타원상수를 광축에 수직인 성분과 수평한 성분에 따라 어떻게 바뀌는지 산시능한 결과이고, 그림 2에서 분광타원법을 이용하여 분석한 배향에 따른 NPP_4 의 복소굴절률 이방성을 보여준다. 또한 그림 2에서는 상온에서 전기장을 가하기 이전 즉, 발색단이 배향되기 전의 상태에서, 임계온도이상에서 전기장을 가한 후 발색단이 배향된 상태에서 그리고 상온으로 온도를 떨어뜨린 뒤 전기장을 제거한 후의 상태에서 각각의 분광타원 그래프들이 뚜렷한 차이를 보여주는 것도 확인할 수 있다.

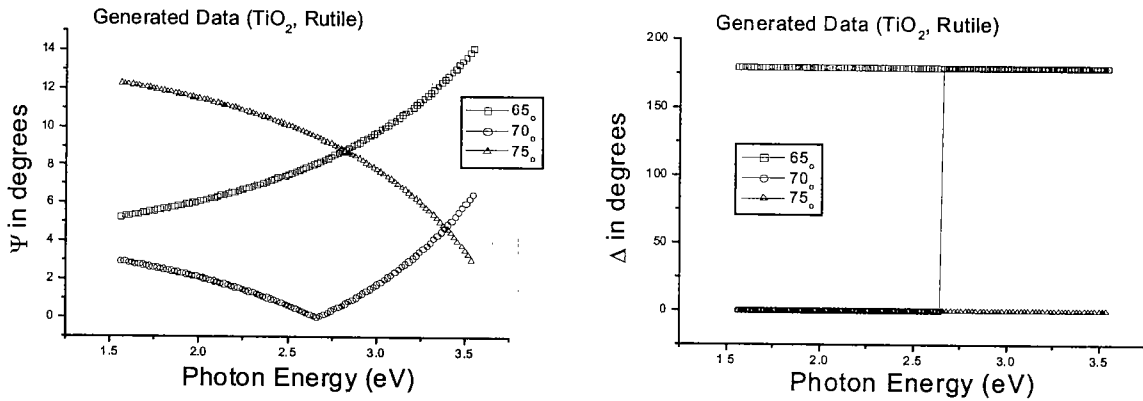


그림 1. TiO₂(rutile)의 분광타원 전산시뮬 결과

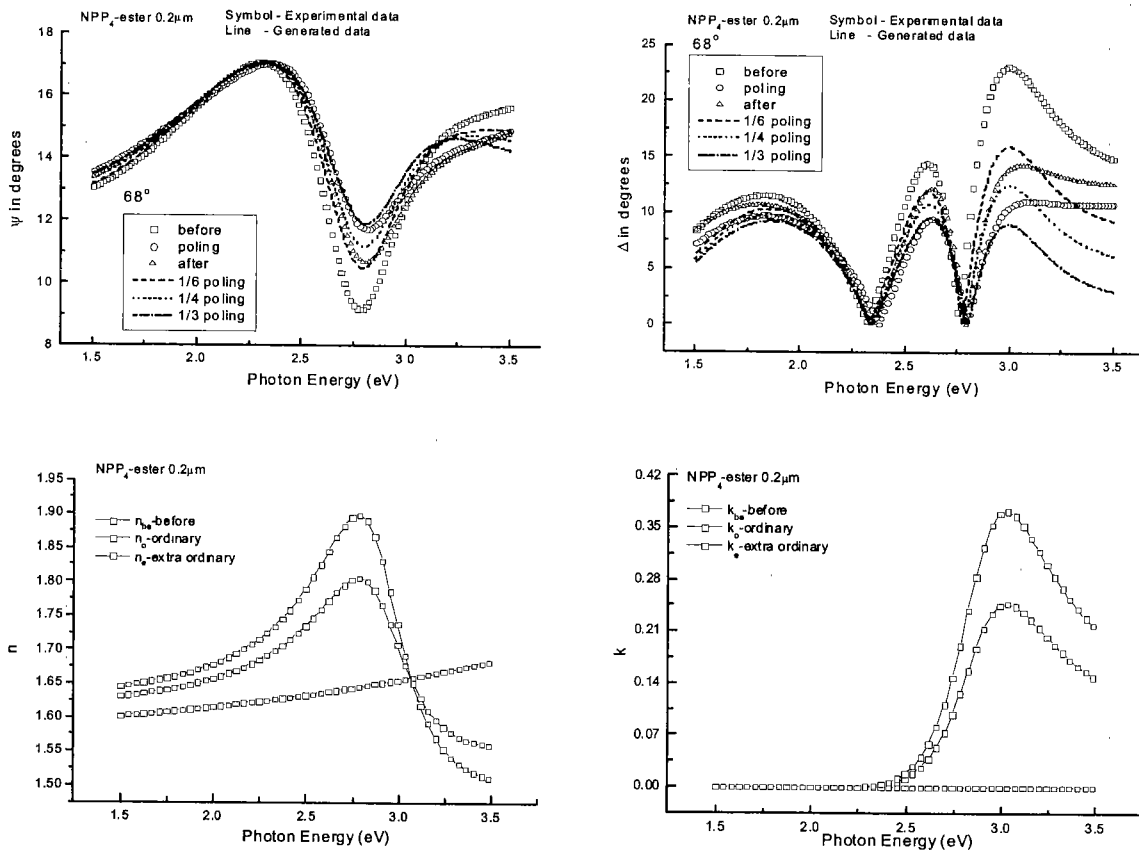


그림 2. NPP₄ 고분자 발색단의 배향된 정도에 따른 분광타원 결과와 복소굴절률 참고문헌

1. M. Schubert, Phys. Rev. B., **53**, 4265 (1996)
2. M. Schubert, Thin Solid Films **313-314**, 323 (1998)
3. 김상열, "타원법", 아주대학교 출판부, (2000)
4. R.M.A. Azzam, and N.M. Bashara, "Ellipsometry and Polarized Light", North Holland Press, (1987)