

## 단순 반사 방법을 이용한 NLO polymer의 전기광학 계수 측정

### Simple reflection technique for measuring the electro-optic coefficient of NLO polymer

지이권 · 이용산 조형준\* · 윤국로\*\* · 임종선\* · 박광서\*  
 대진대학교 물리학과, 서강대학교 물리학과\*, 화학과\*\*  
 yslee@road.daejin.ac.kr

유기 고분자는 기존 무기물질의 한계성을 감안해 볼 때, 전기 및 광학적 특성이 우수하여 이에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. 이 중에서 Azo 화합물은 특별한 물리적, 광학적 성질과 그 잠재적인 응용성 때문에 계속해서 지금도 많은 관심을 끌고 있다. 그래서 Azo 화합물은 액정과 함께 비선형 광학 성질을 가지는 물질에 응용될 수 있으며, 또한 광 유도현상의 이색성(dichroism) 및 복굴절(birefringence) 현상 같은 특성을 나타내고 있다.<sup>1)2)3)</sup>

선형 광학 실험중에서 단순 입사 방법<sup>4)</sup>을 이용하여 전기 광학 계수를 측정하였으며, 다시 확장 지수 함수(stretched exponential)모델<sup>5)</sup>로써 극화(poling)와 완화(relaxation)의 꼴을 보았다.

단순 반사 방법은 시료 준비가 매우 간단하고 waveguiding 이 필요 없다. 즉, 약간의 흡수가 있고, 광 손실이 너무나 커서 waveguide 소자를 구현하기 힘든 물질의 경우에 전기광학 특성을 조사할 수 있는 방법이다. 그림 1은 실험에 필요한 소자의 구조와 광학적 배치이다. 수 micron 정도의 고분자 박막이 40-150nm 두께의 투명전극을 입힌 유리기판 위에 스핀 증착이 되어 있고, 그 위에 두꺼운 알루미늄 전극이 입혀져 있다. 여기서 레이저 빛살은  $\theta$ 의 각도로 유리기판 뒷면으로 입사되어, 기판, ITO(indium tin oxide), 고분자 층을 지나 알루미늄 전극에 의해 반사되어 공기중으로 빠져 나오게 된다.

고분자 박막에 대해 전기광학 계수  $r_{33}$ 은 다음과 같이 간단하게 쓸 수 있다.

$$r_{33} = \left( \frac{3\lambda}{4\pi n^2} \right) \left( \frac{I_m}{I_c V_m} \right) \frac{(n^2 - \sin^2 \theta)^{1/2}}{\sin^2 \theta} \tag{1}$$

따라서, 측정된  $I_c$ 와  $I_m$ 값을 이용하여 시료의 전기광학 계수를 결정할 수 있다.

ITO glass 위에 스핀 증착, 그 혼합체 사이의 양전극에 DC전압을 인가하여 noncentrosymmetric 매질이 되도록 한 후, 낮은 주파수의 AC전압을 다시 인가하여 전기 광학 신호를 측정한다.

P(DR1MA-co-MI)와 CHCl<sub>3</sub>를 3.3%의 농도를 섞어서 사용하였다. 그러나 P(DR1MA-co -MI)를 스핀 증착 할 때 시료의 표면이 매우 불균질하게 되었다. 이러한 불균질성은 빛을 비추었을 때 산란을 일으켜 데이터에 영향을 주게된다.

이 고분자 물질은 그림 4와 같이 극화(poling)를 하는데 일반적인 고분자와 비슷한 형태로 나타난다. 그러나 온도에 따른 시편의 산란 정도가 다르기 때문에 온도에 따른 극화의 경향을 알 수 없었다. 그러나 산란정도가 비슷한 시편을 써서 실온 및 50°C에서 비교해 볼 때 높은 온도에서 극화가 더 잘되는 것을 알 수 있다. 따라서 일반적으로 고분자의 경향을 보면 T<sub>g</sub>(glass transition temperature) 이하에서는 높은 온도에서 극화현상이 커짐을 알 수 있다. 그러나 80°C와 100°C에서 정 반대로 나타난 것은 산란

정도가 80°C보다 100°C가 더 큰 것이 원인으로 볼 수 있다. 그림 4에서와 같이 이완현상(relaxation phenomena)을 보면 시료의 산란정도가 아니라 온도에 의한 것임을 알 수 있다. 그것은 확장 지수 함수 꼴이 극성 배향과 재배열을 나타내는 척도로 점성과 탄성은 산란이 아닌 온도에 의존한다는 것을 알 수 있다.

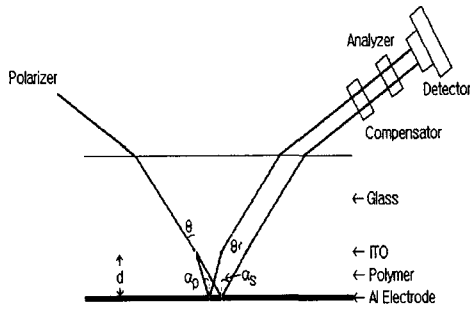


그림 1 단순반사법을 위한 광학적 배치

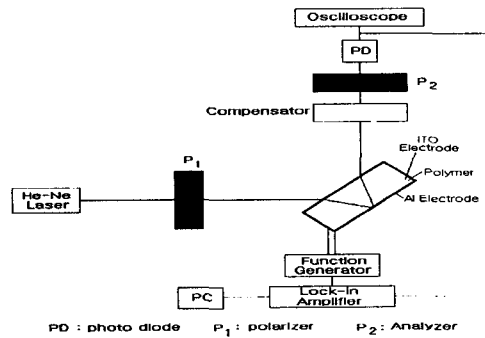


그림 2 전기광학 실험 장치도

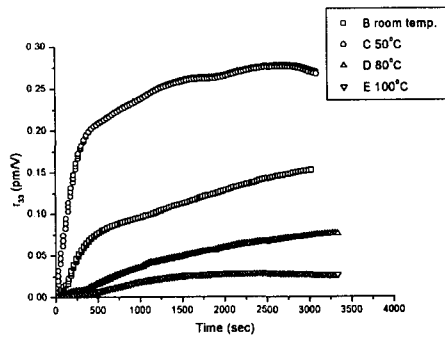


그림 3 Poling process

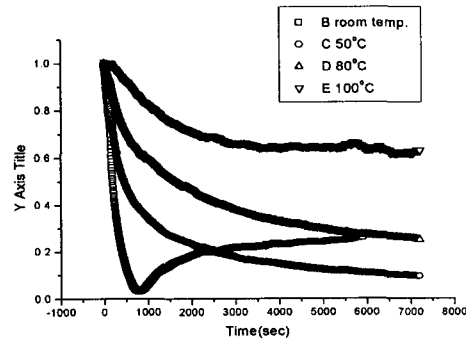


그림4 relaxation (frozen in at room temperature)

참고문헌

- 1) D.J.Williams, "Nonlinear Optical Properties of Organic Molecules and Polymeric Materials", ACS Symposium series No. 233, Washington DC(1983)
- 2)K.D.Singer,J.E.Sohn,and S.Lalama,Appl. Phys. Letts. 49 248(1986)
- 3) D.R.Robello,C.S.Willand,M.Scozzafava, A.Olm -an,and D.J.Williams, "Materials for Nonlinear Optics", ed. S. R. Marder, J.E. Sohn, and G. D. Stucky, ACS Symposium series 455 (1990)
- 4) C.C.Teng, and H.T.Man, Appl. Phys. Lett. 56, 1734(1990)
- 5) N. Bloembergen, "Nonlinear Optics", (Benjam -in, New York, 1965)
- 6) K. Singer and L. King, J. Appl. Phys. Lett. 70, 3251(1991)