

아조 폴리머 박막 표면 부조 격자의 전기 광학 효과

Electro-Optic Effect in Surface Relief Grating on Azo Polymer Thin Film

장혜정, 강보영, 최현희, 임종선, 박병주, 우정원
 이화여자대학교 물리학과
 971PHG03@ewha.ac.kr

아조벤젠 그룹의 trans-cis-trans isomerization에 의한 광배향 (photoinduced orientation) 성질을 이용하여 아조벤젠이 함유된 폴리머의 굴절률 회절격자 (refractive index grating)를 만드는 것은 널리 알려져 있다. 특히 최근 들어 Ar+레이저빔의 간섭을 이용해서 아조 폴리머에 직접적으로 Surface relief grating을 만드는 연구가 진행되어 왔으며, 보다 효율적인 회절격자의 제작을 위해서 간섭된 두 빔의 편광 방향을 바꾸거나, 회절 격자를 만든 후에 corona poling 등을 이용하는 연구도 많이 보고되어 왔다.⁽¹⁾⁽²⁾ 이렇게 제작된 surface relief grating은 폴리머 박막 상에 한 쪽 축 방향으로 주기적인 유전율의 배열 구조 (공기/폴리머 필름)를 만들어 준다. 이는 서로 다른 유전체가 규칙적으로 배열되어 있는 구조인 1차원 광결정 (photonic crystal)로 볼 수 있다.⁽³⁾ 따라서 본 연구에서는 Poly(DR1-MMA)이란 아조 폴리머 박막을 이용하여 surface relief grating을 제작함으로써 주기적인 유전율 배열 구조를 만들었다. Grating 제작에 사용한 광원은 원편광 된 514.5nm의 Ar+레이저였으며, Lloyd 간섭계를 (그림1) 사용하였다. 기록 빔의 세기는 $67.8\text{mW}/\text{cm}^2$ 였고, 기록시간은 15-25(min)였다. 굴절률 회절격자에 기능성을 부여하고 보다 구조화된 격자를 만들기 위해서 Tg 이상의 온도에서 30분간 corona poling을 하였다. 만들어진 회절격자는 atomic force microscopy (AFM) 을 이용하여 관찰하였다 (그림2). 만들어진 Surface relief pattern의 깊이는 26.9nm였으며, 주기는 $0.85\mu\text{m}$ 였다.

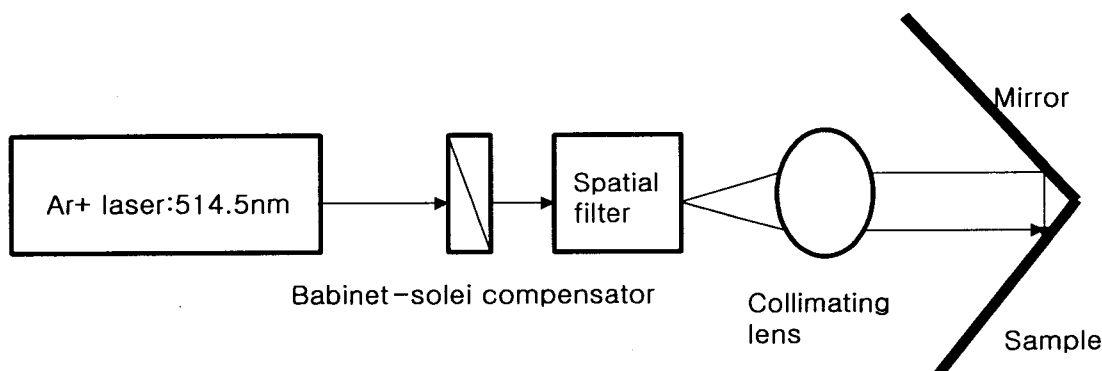


그림 1. Surface relief grating 제작에 이용한 실험 set-up

이렇게 만들어진 surface relief grating은 격자 자체가 azo 분자를 함유하고 있으며, corona poling에 의해서 극질서가 유도되기 때문에 2차 비선형 특성 중의 하나인 선형 전기 광학 효과를 나타낼 수 있

다. 전기광학효과에 의한 굴절률의 변조는 격자를 이루는 폴리머의 광학두께의 변조를 일으키고, 따라서 회절빔의 세기에 영향을 줄 것으로 여겨진다. 이에 본 연구에서는 투명 전극인 ITO로 cell을 만들어 surface relief grating에 AC 전기장을 걸어준 후 1차 회절 무늬에서 변조 신호를 측정했다. 측정에 사용한 광원은 632.8nm의 He:Ne 레이저였으며, 측정된 신호의 결과는 그림 3에 나타내었다.

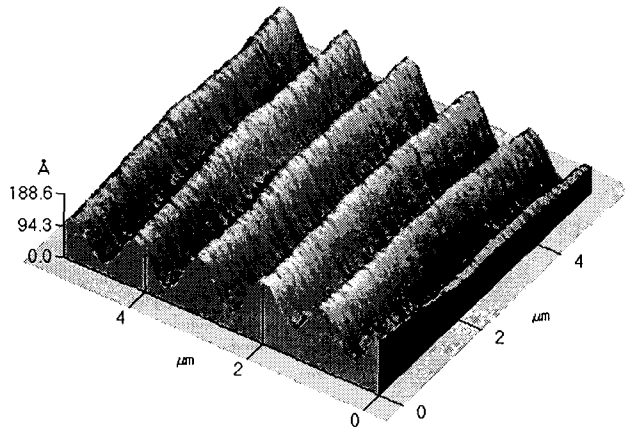


그림 2. Surface Relief Grating의 AFM 결과

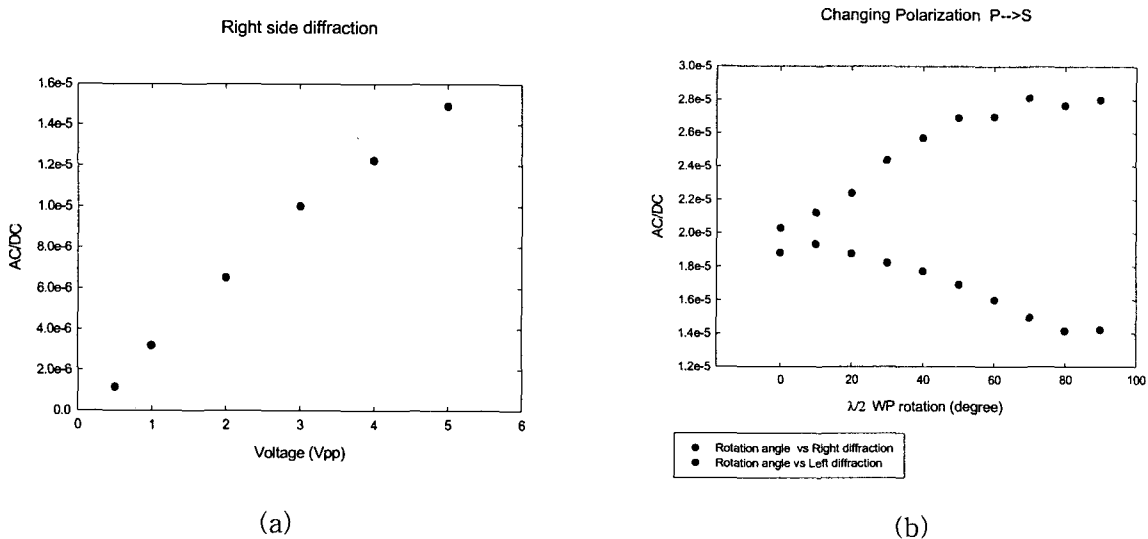


그림 3. Surface Relief Grating의 선형 전기 광학 효과 측정 결과 (a) 외부에서 걸어 준 전기장에 따른 변조 신호의 선형성 (b) 입사 편광을 바꾸어 주면서 측정된 ± 1차 회절무늬의 변조 신호

참고문헌

- (1) X. L. Jiang, L. Li, J. Kumar, D. Y. Kim, V. Shivshankar, and S. K. Tripathy Appl. Phys. Lett., **68**, 2618 (1996)
- (2) Katsuhiko Munakata, Kenji Harada, Masahide Itoh, Shinsuke Umegaki and Toyohiko Yatagai Opt. Commun., **191**, 15 (2001)
- (3) John. D. Joannopoulos, Robert D. Meade, and Joshua N. Winn, Photonic Crystals : Molding the Flow of Light, (Princeton University Press, Princeton, 1995)