

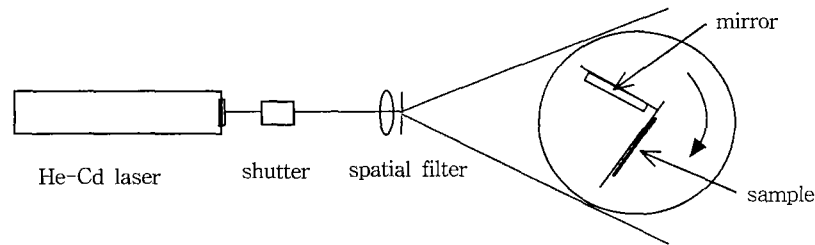
# 간섭 리소그래피로 제작된 나노전극에 의한 비선형광학 폴리머 배향박막의 표면구조

## Surface structures of poled NLO polymeric films using nano-electrodes fabricated by interference lithography

정일형\*, 권오필\*, 조두진, 이석현\*, 원영희  
아주대학교 물리학과, \*분자과학기술학과  
floyd10@ajou.ac.kr

비선형광학(NLO, nonlinear-optical) 폴리머는 기존의 반도체나 무기 재료에 비하여 가공 공정이 단순하고 가격이 저렴하며 빠른 응답시간, 넓은 광대역폭, 큰 감수율 등의 장점으로 인하여 많은 관심을 받고 있으며, 광변조기, 광파장 변환기, 광스위치 등의 첨단 광전자 소자에 응용되고 있다[1]. NLO 특성을 증대시키기 위하여 여러 가지 배향 방법이 연구되었으며, 배향의 시간에 따른 안정성을 높이기 위한 연구도 많이 이루어졌다. 전방향족 폴리에스테르 및 폴리아미드의 견고한 폴리머 사슬에 NLO기를 곁가지로 부착한 폴리머 박막을 코로나 배향시킬 때 나타나는 표면의 구역구조는 안정성 제고에 중요한 역할을 하며 비선형성 증대에도 중요하다.[2] 본 연구에서는 간섭 리소그래피로 제작한 회절격자 나노전극 위에 도포된 NLO 폴리머 박막을 코로나 배향할 때 발생하는 다양한 표면 구조를 조사하였다.

아래 그림과 같이 442 nm의 파장을 갖는 He-Cd 레이저를 사용하여 간섭 리소그래피 방법[3]으로 주기 1  $\mu\text{m}$ 의 홀로그래픽 회절격자를 제작하였다. Spatial filter로부터 발산되는 빛의 일부는 주어진 각도로 샘플로 입사하고 일부는 거울에 의해 반사된 다음 샘플로 입사하여 서로 간섭한다. 샘플과 거울은 회전 스테이지 위에 서로 직각으로 고정되어 있으므로, 간섭무늬는 거의 샘플에 수직하게 형성되며 진동의 영향을 받지 않는다. 회전 스테이지를 회전시켜 샘플에 대한 입사각을 변화시키면 간섭무늬의 주기를 쉽게 바꿀 수 있다.



실험 과정은 우선 Cr이 진공 증착된 glass를 HMDS로 처리하고 그 위에 thinner로 희석된 positive 포토레지스트를 250 nm로 얇게 스핀 코팅한 후 노광과정과 현상과정을 거쳐 포토레지스트 회절격자를 제작한다. 포토레지스트 회절격자를 장벽으로 하여 wet etching한 다음 포토레지스트를 제거하여 크롬으로 된 회절격자 나노전극을 만들게 된다. 처리 과정과 hard baking 조건에 따라 매우 다양한 표면 형태를 갖는 나노전극이 얻어진다. 다음으로 폴리머(NPP4-ester)를 스핀 코팅 방법으로 격자 전극 위에

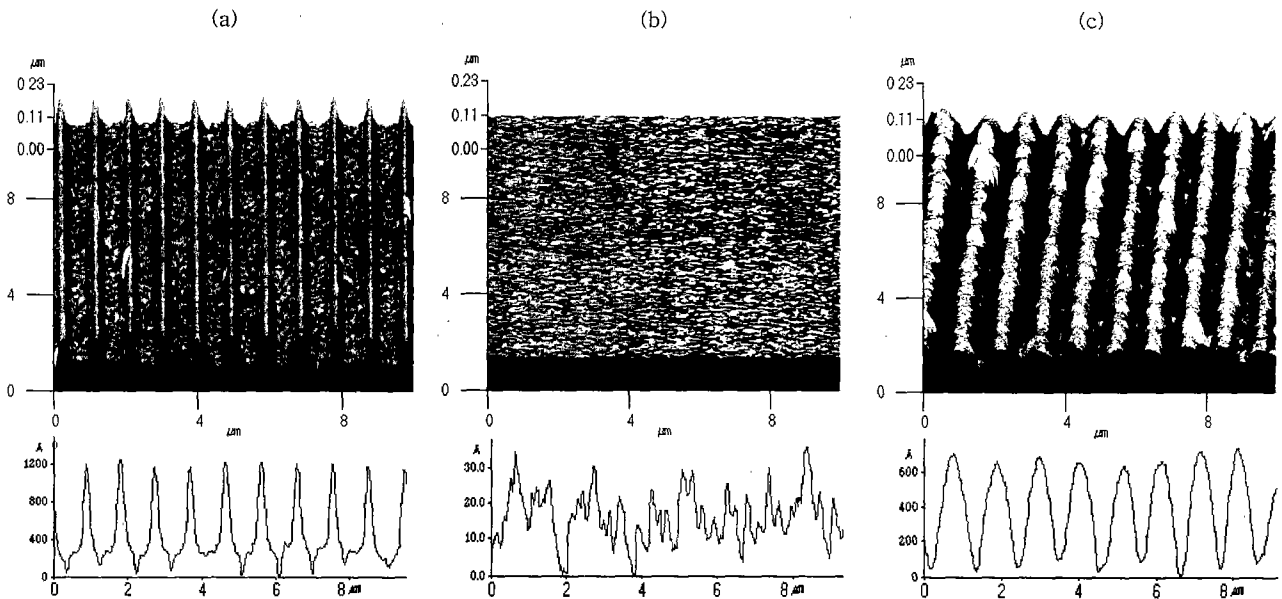


그림. (a) 주기 1 μm의 홀로그래픽 회절격자 나노전극; (b) 회절격자 나노전극 위에 폴리머를 스핀 코팅한 박막; (c) 코로나 배향에 의해 형성된 표면구조.

670nm 두께의 박막 형태로 도포하고 오븐으로 용매를 제거한다. 발색단(chromophore)을 배향시키기 위해 폴리머의  $T_g$  이상의 온도에서 5 kV의 (+) 전압으로 5 분간 코로나 배향을 한 후 상온에서 냉각하였다. 또한 박막 표면의 잔여 전하들을 제거하기 위하여 에탄올로 세척하였다.

위 그림은 회절격자 나노전극과 배향에 의해 형성된 표면 구역구조 및 이들의 단면 profile을 보여주는 AFM 사진들이다. 그림 (b)에서 보는 바와 같이 코로나 배향 전의 박막은 수십 Å 깊이의 굴곡을 보일 정도로 평평하고 뚜렷한 방향성을 나타내지 않은 반면, 배향 후의 박막은 그림 (c)와 같이 전극과 같은 주기를 보이는 500 Å 정도의 깊이를 갖는 표면 구조를 나타내었다. 평탄한 전극에서 볼 수 있는 무작위적인 표면 구조[2]에 비하여 상당히 균일한 구조를 보이는데, 그 이유는 전극의 뾰족한 부위의 전기장장이 매우 강하여 발색단들이 대부분 배향되었기 때문이라고 생각된다. 평탄한 전극의 경우는 스핀 코팅에 의하여 기판을 따라 방향성을 갖게 된 견고한 주사슬 때문에 배향 전기장에 의한 발색단의 방향 전환이 쉽지 않은 것으로 생각된다. 또한 전극형태에 따라 상당히 다양한 형태의 표면구조가 관찰되었다. 표면 구조와 관련된 비선형성 증대 및 안정성 제고는 photonic device에 응용할 수 있을 것으로 기대되며, 주기적 구조는 비선형 광도파로 등에 활용할 수 있을 것이다.

본 연구는 2000년 한국학술진흥재단(KRF-2000-015-DP0172)과 아주대학교 96년도 연구용기자재 지원에 의함.

#### 참고문헌

- [1] H. S. Nalwa and S. Miyata, eds., *Nonlinear Optics of Organic Molecules and Polymers* (CRC, 1997).
- [2] S. H. Lee, et. al., *Macromolecules* **32**, 342 (1999).
- [3] S. H. Zaidi and S. R. J. Brueck, *Appl. Opt.* **27**, 2999 (1988).