

STEREOREGULAR PMMA LB FILMS FOR NANOLITHOGRAPHY

정 상 돈, 김 장 주

한국전자통신연구소 기초기술연구부

일반적으로 100nm이하의 패턴(나노패턴)을 얻고자 하는 나노리소그래피 분야에서는 X-선, 이온빔 그리고 전자빔 리소그래피 등이 사용된다. 그중 전자빔 리소그래피는 마스크가 필요하지 않고 전자빔을 주사하기 때문에 원하는 형태의 패턴을 얻기가 용이한 반면에 분해능이 레지스트나 기판에 의한 전자의 산란에 큰 영향을 받는 단점을 지니고 있다. 레지스트에 의한 산란을 줄이는 방법중 하나는 두께가 매우 적은($<0.1\mu\text{m}$) 레지스트를 사용하는 것인데 기존의 스핀코팅된 박막의 경우 두께가 적어지면 미세구멍 밀도가 심각해진다. 반면에 LB막은 나노미터단위로 두께 조절이 가능하고 균일하며 미세구멍의 밀도가 적은 장점을 지니고 있기 때문에 산란에 의한 영향을 감소시킬 수 있다. 본 연구에서는 PMMA LB막을 레지스트로 사용하는 전자빔 리소그래피를 행하였다. 전자빔 레지스트로 가장 널리 사용되고 있는 PMMA는 입체규칙성에 따라 atactic(a-), isotactic(i-) 그리고 syndiotactic(s-) PMMA로 구분되는데 a-PMMA LB막을 전자빔 레지스트로 사용하는 연구는 기존에 수행되었다[1]. 본 연구의 주된 목적은 입체규칙성 PMMA LB 막을 전자빔 레지스트로 사용하여 입체규칙성이 패턴 형성에 미치는 영향을 살펴보는 것이다.

LB막 형성에 사용된 a-, i- 그리고 s-PMMA는 모두 Polyscience Inc.에서 구입한 것이며 추가 정제하지 않고 사용하였으며 분자량은 각각 185,000, 250,000 그리고 100,000 이었다. 기판으로는 실리콘 웨이퍼에 약 50nm 두께로 증착된 Cr을 사용하였다. 15층의 LB막을 입히고 미리굽기 한 후 전자빔 노출을 행하였는데 전자빔의 가속전압은 30kV, 빔의 직경은 약 75nm, 전류는 0.5-2.0nA 그리고 조사량은 $50\text{-}310\mu\text{C}/\text{cm}^2$ 이었다. 전자빔에 노출된 부분을 제거하기 위하여 현상을 하였는데 현상제로는 cellosolve를 메탄올에 1:3으로 희석한 용액을 사용하였다. 메탄올로 세척한 후 나중굽기를 하였다. 나중굽기된 시편을 Cyantek CR-7 식각용액에 담가서 레지스트의 패턴을 크롬층에 이전한 후, 즉 습식각을 행한 후 물로 세척하였다. 아세톤으로 전자빔에 노출되지 않은 PMMA 막을 제거한 후 광학현미경과 전자현미경으로 형성된 패턴을 관찰하였으며 공정에 관한 보다 자세한 내용은 참고 문헌[2]에 수록되어 있다.

전자빔 조사량 변화에 따른 패턴의 차이로부터 선폭과 입체규칙성에 따른 임계노출 조사량(threshold exposure dose)을 구할 수 있었다. 선폭이 가늘 수록 임계노출 조사량이 증가했으며 a-PMMA의 임계노출 조사량이 i-PMMA와 s-PMMA보다 큰 결과를 얻었다. 또한 입체규칙성에 따른 패턴 차이를 관찰할 수 있었는데 i-와 s-PMMA의 경우 충실도가 불량하였을 뿐만 아니라 노출된 부분에, 즉 선에 크롬이 잔류되었으며 선과 간격의 경계가 명확하지 않았다. 반면에 a-PMMA의 경우 선에

크롬이 잔류되지 않았으며 상대적으로 깨끗한 선이 얻어졌으며 충실도 또한 상대적으로 양호하였다. 이와 같이 충실도가 양호한 a-PMMA LB 막을 레지스트로 사용하여 100nm 이하의 패턴을 얻을 수 있으며 선폭이 50nm인 패턴의 대표적인 모습은 첨부한 사진과 같다.

이상과 같은 15층의 입체규칙성 PMMA LB 막을 전자빔 레지스트로 사용하는 나노리소그래피의 시도로 부터 PMMA의 입체규칙성에 따른 임계노출 조사량의 차이가 크다는 것과 a-PMMA가 전자빔 레지스트로서 가장 적합함을 알 수 있었다. 100nm 폭의 분명한 선과 50nm 폭의 선이 비록 선폭은 균일하지 않았지만 얻어졌는데, 50nm이하의 분명한 선을 얻기 위해서는 전자빔의 가속전압 그리고 초점 조절등의 전자빔 노출조건이 최적화가 필요하다.

참고문헌

- [1] S.W.J.Kuan et al., "Ultrathin poly(methylmethacrylate) resist films for microlithography", J. Vac. Sci. Technol. B 7 (6) 1989.
- [2] "50nm 미세 패턴 형성을 위한 Langmuir-Blodgett 막의 유용성 검증", 한국 전자통신연구소 기초과제 연구보고서, 1992.

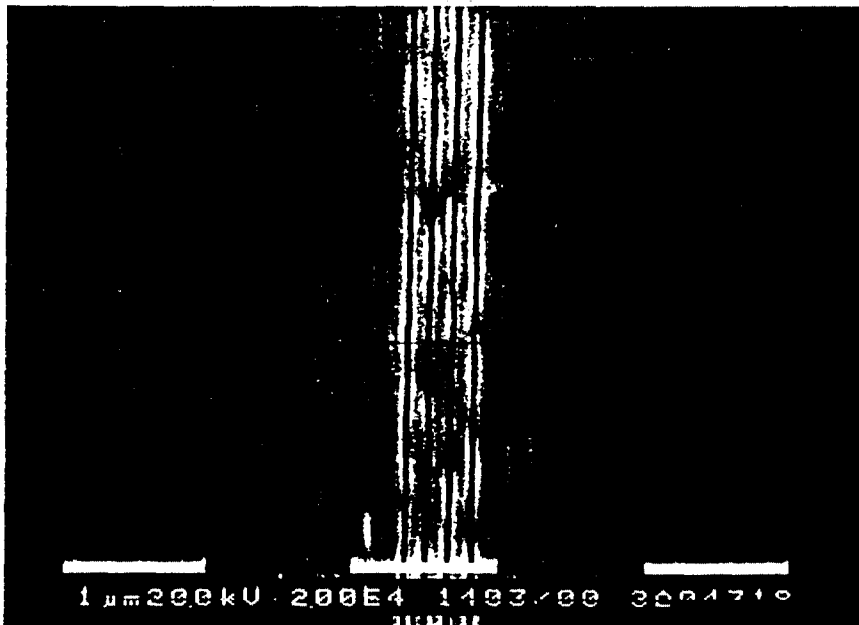


Fig. SEM of 50nmX100nm patterns using a-PMMA LB films as resist, exposed with a dose of $310\mu\text{C}/\text{cm}^2$.