

전산모사 및 포항가속기를 이용한 Cr-Al-O계
박막재료의 광전자 분광 분석
Photoemission Spectroscopic Analysis of Cr-Al-O Thin Film
by Computer Simulation and Pohang Light Source

한국화학연구원 최영민, 장현주, 이재도
*한국과학기술원 노광수
**포항가속기연구소 임규욱, 강태희, 김민규

광리소그래피에 사용되는 빛의 파장이 더욱 짧아지고 있는 추세에 따라 짧은 파장 영역에서 사용 가능한 mask의 개발이 중요해지고 있다. 위상변위마스크(phase-shifting mask, PSM)도 이러한 추세에 따라 개발된 것으로 적절한 투광도와 특정파장에서의 투광도 기울기 등의 광학적 특성을 만족할 때 최적의 마스크 성능을 나타낸다.¹⁾ PSM 재료는 많은 연구가 이루어지고 있으나 그중 Cr-Al계 산화물 또는 산질화물 박막의 활용 가능성이 매우 높은 것으로 알려져 있다.²⁾ Cr-Al계 막막이 PSM 재료로 활용되기 위해서는 노광파장 및 검사파장에서 적절한 투광도 기울기를 가져야 하는데 이러한 광학특성은 전자구조와 밀접한 관계가 있다.

박막의 결정학적 구조 분석에는 포항가속기 연구소의 3C1 EXAFS line을 이용하였으며 4B1 Photoemission line에서 absorption resonance를 이용하여 가전자대 근처의 전자구조를 실험적으로 규명하였다. 이들 실험적 측정 결과와 전산모사를 이용한 결정구조 및 전자구조를 비교 검증함으로써 Cr-Al계 박막의 결정구조 및 전자상태를 규명하였으며 이들로부터 PSM으로 이용하기 위하여 요구되는 투광도 기울기와의 관계를 설명하였다.

EXAFS 분석으로 측정된 Cr-Al계 박막의 원자간 결합거리는 결정구조일 때의 원자구조를 중심으로 일정한 분포를 갖는 비정질 구조로 이는 MD에 의한 계산 결과와 잘 일치하였으며 박막 내의 Cr 원자는 +3가로 존재함을 알 수 있었다. Photoemission 분석 결과 Cr_{2p_{3/2}}의 absorption edge인 574eV에서 resonance 현상이 관찰되었으며 이를 이용하여 가전자대 근처의 전자상태를 실험적으로 측정하였다. 결합에너지가 2eV이하인 영역에서의 전자구조는 주로 Cr3d와 N2p 전자계에 의한 것이며 이 계도내의 전자 여기가 투광도 기울기와 관계가 있음을 알 수 있었다.

References

1. Y-H. Kim, J-H. Park, J-H. Park, K-H. Lee, S-W. Choi, H-S. Yoon and J-M. Shon, "The evaluation of the attenuated PSM performance as the shifter transmittance and illumination system", in Photomask and X-Ray Mask Technology VI, H. Morimoto, ed., Proc. SPIE 3748, 1999, 332-339
2. E. Kim, S. Hong, S-C Lim, Y-B Kim, D-W. Kim and K. No, "Attenuated phase-shifting masks of chromium aluminum oxide", Applied Optics, Vol. 37, No. 19, 4252-4259 (1998)