

금 나노패턴을 이용한 서브파장구조를 가진 광대역 무반사 글래스의 제작 및 특성

임정우¹, 이수현¹, Xiang-Yu Guan¹, 김정태¹, 정관수^{1,2}, 유재수^{1,*}

¹경희대학교 전자전파공학과, ²동국대학교 양자기능반도체연구센터

글래스(glass), 폴리머 또는 퀴츠와 같은 투명기판은 렌즈, 디스플레이, 광검출기, 광센서, 발광다이오드 및 태양전지와 같은 광 및 광전소자 분야에서 널리 사용되고 있다. 이러한 소자들의 경우, 광추출 또는 광흡수 효율을 향상시키는 것이 매우 중요하다. 그러나 투명기판의 경우, 약 1.5의 굴절율로 인해 표면에서 4% 반사가 발생되는데, 이러한 광학적 손실은 소자의 성능을 저하시키는 원인이 된다. 따라서, 글래스와 공기 경계면에서 발생하는 광손실을 줄이기 위한 효율적인 무반사 코팅이 필요하다. 최근, 우수한 내구성 뿐만 아니라, 광대역 파장 및 다방향성에서 무반사 특성을 보이는 서브파장 주기를 갖는 나노구조(subwavelength structures)의 형성 및 제작 공정에 관한 연구가 보고되고 있다. 이러한 나노구조는 경사 굴절율 분포를 가지는 유효 매질을 형성하기 때문에 투명기판 표면에서의 Fresnel 반사로 인한 광손실을 줄일 수 있다. 또한, 무반사 서브파장구조를 형성하기 위한 패터닝 방법으로, 간단/저렴하고 대면적 제작이 용이한 열적 응집 공정을 이용한 자가정렬된 금속 나노입자 형성 기술이 널리 사용되고 있다. 따라서 본 실험에서는 열적 응집현상에 의해 형성된 비주기적 금 나노입자 식각 마스크 패턴 및 유도결합 플라즈마 장비를 이용하여 글래스 기판 위에 무반사 서브파장 나노구조를 제작하였다. 금 나노패턴 및 제작된 글래스 서브파장 나노구조의 식각 프로파일은 주사전자현미경을 사용하여 관찰하였으며, UV-Vis-NIR 스펙트로미터를 사용하여 빛의 투과율을 측정하였다. 또한, 제작된 샘플들에 대해서, 표면 접촉각 측정 장비를 이용하여 표면 wettability를 조사하였다.

Keywords: 서브파장 나노구조, 금 나노패턴, 무반사 코팅, 광학적 특성, 표면 특성

PBMS용 조리개형 공기 역학 렌즈의 수치해석적 연구

김명준¹, 김영석¹, 김동빈¹, 문지훈², 강상우³, 김태성^{1,2}

¹성균관대학교 기계공학부, ²성균관대학교 성균나노과학기술원, ³한국표준과학연구원, 진공센터

반도체 선폭이 20 nm급까지 감소함에 따라 기존에 수율에 문제를 끼치던 공정 외부 유입 입자뿐만 아니라, 공정 도중에 발생하는 수~수십 나노의 작은 입자도 수율에 악영향을 끼치게 되었다. 이에 따라 저압, 극정정 조건에서 진행되는 공정 중 발생하는 입자를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 장비에 대한 수요가 발생하고 있다. Particle beam mass spectrometer (PBMS)는 이러한 요구사항을 만족할 수 있는 장비로 100 mtorr의 공정 조건에서 5 nm 이상의 입자의 직경별 수농도를 측정할 수 있는 장비이다. PBMS로 입자의 수농도를 측정하기 위해서는 PBMS 전단에서 입자를 중앙으로 집속할 필요가 있다. 공기역학렌즈는 PBMS 전단에서 입자를 집속시키기 위해 일반적으로 널리 사용되고 있는 장비로 여러 개의 오리피스로 이루어져 있다. 공기역학렌즈를 지나는 수송 유체와 입자는 이러한 연속 오리피스를 거치면서 팽창과 수축을 반복하며, 관성력의 차이로 인해 입자가 중앙으로 집속된다. 그러나 기존 공기역학렌즈는 고정된 직경의 오리피스를 사용하기 때문에 설계된 공정조건 이외에는 입자의 집속효율이 감소한다는 단점을 지닌다. 따라서 공정조건이 바뀔 경우 공기역학렌즈를 교체해야 되며, 진공이라는 환경하에서 이러한 교체는 많은 시간과 노력을 요구로 한다. 본 연구에서는 이러한 공기역학렌즈의 문제점을 해결하기 위해 다양한 공정조건에서 교체 없이 사용할 수 있는 새로운 형태의 공기역학렌즈인 조기래형 공기역학렌즈를 제안하였다. 각각의 오리피스 가 중공의 직경을 변경할 수 있는 구조인 조리개의 형태로 설계되어 있어, 공정조건에 따라 중공의 직경을 변경함으로써 입자의 집속을 결정하는 요소인 Stokes number를 조절 할 수 있다. 이러한 조리개형 공기 역학 렌즈의 성능을 평가하기 위해 수치해석적인 방법을 이용하였다. 공기 역학 렌즈 전단의 압력을 0.1~10 torr까지 변화시켜가며 다양한 공정조건에서 오리피스의 직경만을 변경하여 입자 집속 가능 여부를 판단하였으며, 조리개 형태의 구조상 발생할 수 있는 leak로 인한 입자 집속 효율의 변화도 평가하였다.

Keywords: 입자 집속, 공기 역학 렌즈, PBMS