

유리기판의 광추출 효율 향상을 위한 마스크 제작 공정 없는 플라즈마 식각 연구

서동완, 권오형, 이우현, 김지원, 황기웅

서울대학교 전기컴퓨터공학부

유리기판으로 투과되는 빛들 중에는 내부 전반사나 wave-guided mode로 인하여 손실이 일어나 일반적으로 20%의 광추출 효율을 가진다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 연구에는 Photonic Crystal과 같은 주기적인 나노 구조물이 있는데 이러한 구조물을 제작하기 위한 마스크 공정 과정은 대부분 복잡하거나 비싼 단점이 있다. 이에 본 발표에서는 마스크 없이 비정질 소다라임 유리의 구조물 생성으로 광 추출 효율이 상승하는지 보고자 하였다. M-ICP (Magnetized-Induced Coupled Plasma)란 용량 결합형 플라즈마와 유도 결합형 플라즈마 두 가지 방식의 플라즈마를 이용한 것인데 용량 결합형 플라즈마를 이용해 이온이 sheath에 의해 가속되어 유리 표면에 부딪히고 그에 따라 유리가 식각되는 물리적 식각을 이용하였다. 또한 이온의 밀도를 조절하기 위해 유도결합형 플라즈마 방식을 이용하여 식각률을 높였다. 화학적 식각을 위해서는 CF₄와 O₂혼합 가스를 이용해 F가 Si와 결합하여 SiF₄가 되어 사라지고 탄소잔여물인 C는 O₂와 반응하여 제거하였다. 그 결과, 랜덤한 분포를 가지는 미세한 구조물(stochastic sub-wavelength structure)을 유리 표면에 형성할 수 있었고, 또한 다양한 가스 종류와 압력, source power와 bias power, 그리고 시간을 바꿔가며 미세 구조물들을 관찰하였다. 실험 결과, 가시광선 파장 이하의 높이를 갖고 수 마이크로미터의 너비를 갖는 구조물이 전반사되는 빛을 효율적으로 추출하는 것을 산란되는 빛의 정도인 diffusive transmittance 가 기존 0%에서 15% 정도로 증가하는 것으로 스펙트로포토미터 측정을 통해 확인하였다. 이러한 유리 기판 위 구조물 생성방법을 OLED에 적용한다면 적은 비용으로 소자의 효율을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 본 처리 과정의 장점은 기존의 방법에 필요한 스퍼터링이나 RTA 처리 과정이 필요 없어 공정 단가 절감과 제조 공정의 단순화로 높은 생산성을 얻을 수 있으며 대면적화에도 유리하다.

Keywords: Stochastic sub-wavelength structure, M-ICP