

TW-P012

광대역 및 전방향 높은 투과도를 갖는 사파이어 나노구조 제작 및 광학적 특성연구

김명섭¹, 임정우¹, 고영환¹, 정관수^{1,2}, 유재수¹

¹경희대학교 전자전파공학과, ²동국대학교 양자기능반도체연구센터

사파이어 (Al_2O_3)는 높은 밴드갭 에너지 (~ 19.5 eV)를 가진 물질로서 우수한 내마모성, 강도, 전기 절연성 및 안정한 화학적 특성을 갖고 발광다이오드 기판, 보석재료 등 각종 산업 및 기술적 분야에서 널리 사용되고 있다. 특히, 플립칩 발광다이오드 구조의 경우 광추출효율을 향상시키기 위해 높은 투과도를 갖는 사파이어 기판이 요구되어 왔으며, 지금까지 건식/습식 식각방법을 이용한 사파이어 표면에 마이크로 크기의 심한 거칠기 또는 요철이 형성된 나노 크기의 격자구조를 형성시키는 연구가 진행되어 오고 있다. 그 중, 나노 크기의 격자구조는 공기에서 반도체 기판까지 선형적인 유효굴절률 분포를 갖기 때문에 표면에서 생기는 Fresnel 반사 손실을 줄일 수 있다. 이러한 구조를 형성하기 위해서는 식각 마스크가 필요한데, 형성 방법으로 레이저 간섭 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 나노임프린트 리소그래피 등이 있으나, 비싼 가격과 복잡한 공정 절차 등의 단점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 식각 마스크 패턴을 위해, 보다 저렴하고 간단한 실리카 나노구 및 열적응집 금 나노 입자를 이용하였다. 양면 폴리싱 c-plane 사파이어 기판을 사용하였고, 단일 층의 주기적인 실리카 나노구를 기판 표면에 스피노딩에 의해 도포한 후 유도결합플라즈마 식각 장비를 이용하여 식각하여 주기적인 패턴을 갖는 렌즈모양의 격자구조를 형성하였다. 그리고 주기적으로 형성된 격자 위에 열 증착기를 이용하여 금 박막을 증착한 후 급속열적어닐링(rapid thermal annealing)을 이용하여 열처리함으로써 비주기적인 금 나노입자를 형성시켰다. 형성된 금 나노패턴을 이용하여 동일한 조건으로 식각함으로써 광대역 및 전방향성 높은 투과도를 갖는 원뿔 모양의 사파이어 나노구조를 제작하였다. 제작된 샘플의 패턴 및 식각 형상은 전자현미경을 사용하여 관찰하였으며, UV-vis-NIR 분광광도계 (spectrophotometer)를 사용하여 투과율을 측정하였다. 렌즈 모양 표면 위에 원뿔모양의 나노구조를 갖는 사파이어 기판은 일반적인 사파이어 기판보다 향상된 투과율 특성을 보였다.

Keywords: 사파이어(Al_2O_3), c-plane 사파이어 기판, 유도결합플라즈마 식각