

대면적 기판 위의 서브마이크로미터 주기와 크기를 갖는 홀 패턴 형성을 위한 포토리소그래피 공정 최적화

김도형, 배시영, 이동선

광주과학기술원 정보통신공학부

최근 광전자 분야에서는 미래 에너지 자원에 대한 관심과 함께 GaN 기반 발광다이오드 및 태양전지 연구가 활발히 진행되고 있다. GaN는 높은 전자 이동도와 높은 포화 속도 등의 광전자 소자에 유리한 특성을 가지고 있으나, 고 인듐 함유량과 막질의 우수한 특성을 동시에 구현하는 것은 매우 어렵다. 이를 극복하기 위한 방법으로써 선택 영역 박막 성장법(Selective Area Growth)은 마스크 패터닝을 통해 제한된 영역에서만 박막을 성장하는 방법으로써 GaN의 막질을 향상시킬 수 있는 방법으로 주목받고 있다. 본 논문에서는 대면적 기판에서 GaN의 막질 향상뿐만 아니라 고인듐 InGaN 박막 성장을 위하여 서브마이크로미터 주기와 크기를 갖는 홀 패턴을 포토리소그래피 공정 최적화를 통해 구현할 수 있는 방법에 대해 논의한다.

그림. 1은 사파이어 기판 위에 선택 영역 박막 성장법을 이용하여 성장한 n-GaN/활성층/p-GaN의 구조를 나타낸 그림이다. 이를 통하여 서브마이크로미터 스케일의 반극성 InGaN면 위에 높은 인듐 함유량을 가지면서도 우수한 특성을 갖는 박막을 얻을 수 있다. 본 실험을 위하여 사파이어 기판 위에 SiO₂를 증착한 후 포토레지스트(AZ5206)을 도포하고 포토리소그래피 공정을 진행하여 2 μ m 크기 및 간격을 갖는 패턴을 형성했다. 그림. 2는 AZ5206에 UV를 조사(5초)하고 현상(23초)한 패턴을 윗면(그림. 2(a))과 45° 기울인 면(그림. 2(b))에서 본 SEM(Scanning Electron Microscope) 사진이다. 이를 통해 약 2.2 μ m의 홀 패턴이 선명하게 형성 됨을 볼 수 있다. 그 후 수백나노 직경의 홀을 만들기 위해서 리플로우 공정을 수행한다. 그림. 3은 리플로우 온도에 따른 패턴의 홀 모양을 AFM(Atomic Force Microscope)을 이용하여 측정한 표면의 사진이다. 이를 통해 2차원 평면에서 리플로우 온도 및 시간에 따른 변화를 볼 수 있다. 그림.3의

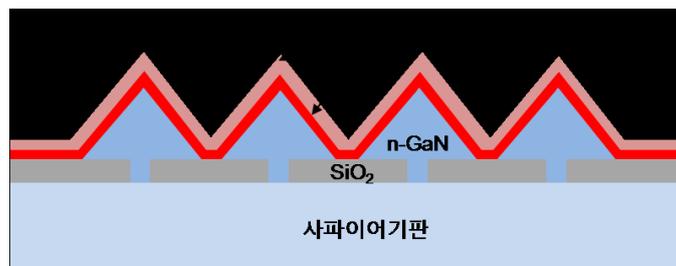


그림 1.

(a)는 리플로우 공정을 진행하기 전 패턴이고, (b)는 150°C에서 2분, (c)는 160°C에서 2분 (d)는 170°C에서 2분 동안 리플로우 공정을 진행한 패턴이다. 150°C와 160°C에서는 직경에 큰 변화가 없었고, 160°C에서는 시료별 현상 시간 오차에 따라 홀의 크기가 커지는 경향이 나타났다. 그러나 170°C에서 2분간 리플로우 한 시료 (그림. 3(d))의 경우는 홀의 직경이 ~970nm 정도로 줄어든 것을 볼 수 있다. 홀의 크기를 보다 명확히 표현하기 위해 그림.3에 대응시켜 단면을 스캔한 그래프가 그림.4에 나타나 있다. 그림.4의 (a) 및 (b)의 경우 포토레지스트의 높이 및 간격이 일정하므로, 리플로우에 의한 영향은 거의 없었다. 그림. 4(c)의 경우 포토레지스트의 높이가 그림. 4(a)에 비해 ~25nm 정도 낮은 것으로 볼 때, 과도 현상 및 약간의 리플로우가 나타났을 가능성이 크다. 그림. 4(d)에서는 ~970nm의 홀 크기가 나타나서 본 연구에서 목표로 하는 나노 홀 크기에 가장 가까워짐을 확인할 수 있었다. 따라서, 170°C 이상의 온도와 2분 이상의 리플로우 시간 조건에서 선택 영역 성장을 위한 나노 홀 마스크의 크기를 제어할 수 있음을 확인하였다.

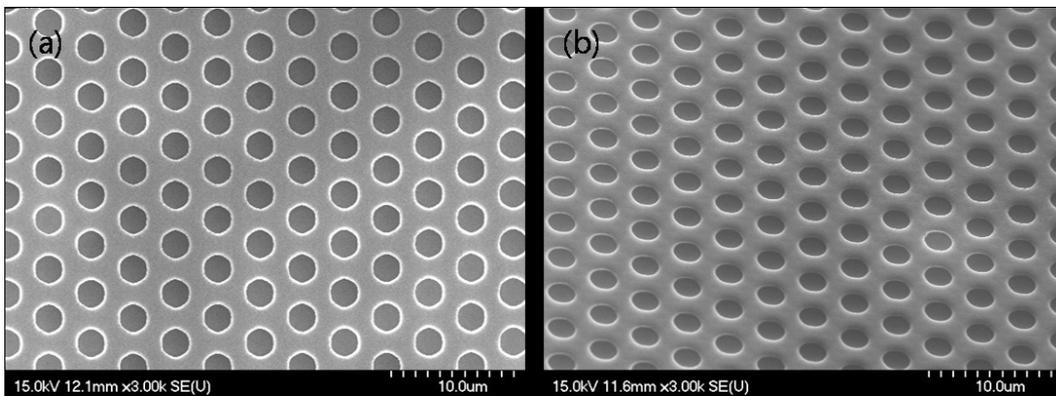


그림 2.

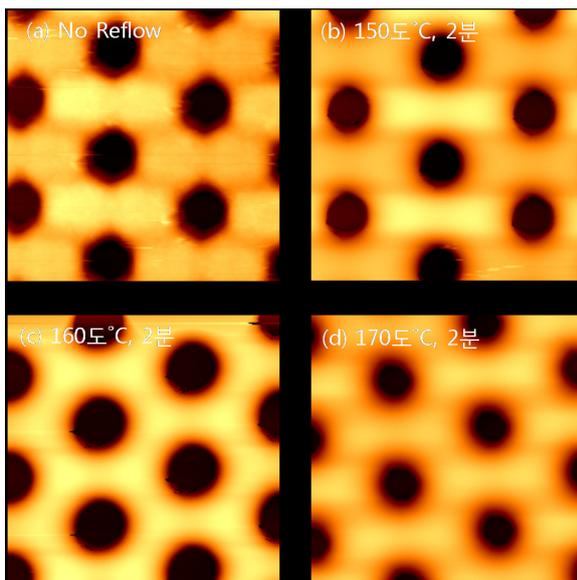


그림 3.

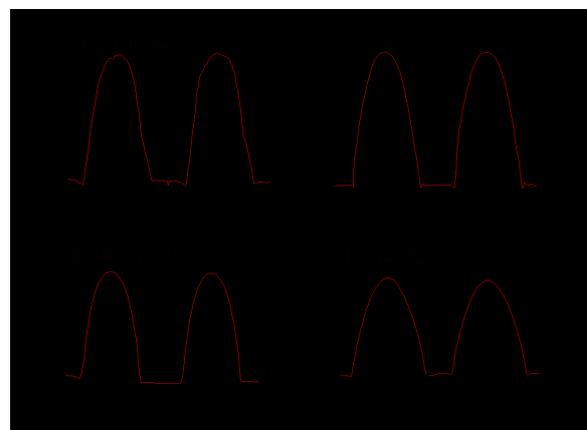


그림 4.