

Sapphire 기판위의 AlN 박막의 습식 산화

Wet oxidation of AlN thin film on Sapphire substrate

백종화, 하경호, 이용희
 한국과학기술원 물리학과
 baekjhing@cais.kaist.ac.kr

수직공진표면광 레이저(Vertical-Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)의 제작에 있어서 최근 이득매질에 흐르는 전류를 제한하기 위해 사용하던 양성자 주입방식이 전류 경로에 많은 결정결함을 발생시켜 비발광결함으로 전류가 소모되고 레이저 발진모드에 대한 도파관 역할을 할 수 없는 등의 단점을 보완한 산화막 구경을 사용한 레이저들이 제작되고 있다.

기존의 발진 파장의 산화막은 레이저 구조 중 AlAs층을 산화시켜 구경을 만든다. 청색 레이저를 수직공진표면광 레이저로 구현하려 할 경우는 이득매질이 AlGaIn, GaN등이 쓰여지므로 산화막 구경은 AlN로 제작되어야 한다.

새로이 제작된 습식산화장치를 사용하여 AlN를 습식 산화를 시켰다. AlAs층은 측면 산화가 되지만 AlN층은 산화가 어려운 관계로 사용된 시편은 Sapphire기판 위에 AlN층이 있는 것으로 위에서부터 산화가 되어 들어가게 된다. 그림 1은 제작된 폐관 습식 산화장치이다. 내부 quartz tube에 샘플이 놓여지게 되고 또한 DI-Water를 넣게 된다. 외부 quartz tube가 진공을 유지한다. 기존 습식 산화장치의 질소를 불어넣어 주는 과정이 없다. 이 상태로 전기로에 넣어 산화를 시킨다.

시간을 달리하여 습식 산화를 수행하였고 이에 따른 산화 깊이를 알기 위해 시편의 반사율을 측정하였다. 산화 온도는 700°C, 물의 온도는 80°C, 산화시간은 10, 20, 30, 40분, 1시간, 4시간 그리고 50시간과 116시간으로 하였다. 그림 2는 각 시간에 따라 산화를 한 시편의 반사율을 측정한 결과이고, 그림 3은 AlN 박막의 반사율을 시뮬레이션 한 결과이다. 시뮬레이션을 할 경우 각 물질들의 굴절률은 Sapphire의 굴절률을 1.76, AlN의 굴절률을 2.013, Al-Oxide의 굴절률을 1.651로 했다. AlN의 굴절률은 bulk일 경우 2.15이지만 박막의 경우는 bulk와는 다른 2.0058로 보고되었고⁽¹⁾ 실험에 사용된 시편을 ellipsometry로 측정한 결과는 2.013이었다. 그리고 50시간이상 습식 산화를 수행한 시편의 굴절률은 1.651로 측정되었다. 이 값들을 사용하여 2735Å 두께의 AlN의 반사율을 시뮬레이션 하였다. 그림 1.에서 습식 산화를 하지 않은 시편의 결과에서 산화를 10분, 20분 수행한 경우 단 파장 쪽으로 파형의 골이 이동함을 볼 수 있고, 그림 3.의 시뮬레이션 결과에서도 위에서부터 산화된 깊이가 조금씩 커지면 이와 동일한 형태를 볼 수 있다. ox50A는 위에서부터 50Å이 산화가 되었을 경우의 반사율을 시뮬레이션 한 것을 나타낸다. 이로부터 산화속도가 약 4Å/min임을 알 수 있다. 이 값은 실험에 사용된 시편은 약 12시간 정도가 되면 모두 산화가 되어야하고 이것은 그림 2.의 50시간과 116시간동안의 산화 시편의 반사율이 동일한 형태를 가지며 모두 산화된 경우의 시뮬레이션 결과와 동일함에서 알 수 있다. 모두 산화된 경우의 시뮬레이션은 두께를 2735Å로 하면 측정값과 다름을 알 수 있다. 50시간 이상 산화를 한 시편의 ellipsometry로 측정된 값인 두께 2964Å로 시뮬레이션을 했을 경우가 반사율 측정값과 동일한 형태를 가진다. AlAs를 산화하게 되면 전체두께가 변화하듯 AlN의 경우도 두께변화가 있었음을 알 수 있다.

AlN층의 산화가 수행됨으로써 청색 수직공진표면광 레이저의 산화막 구경을 AlN로 제작 가능 할

것이다.

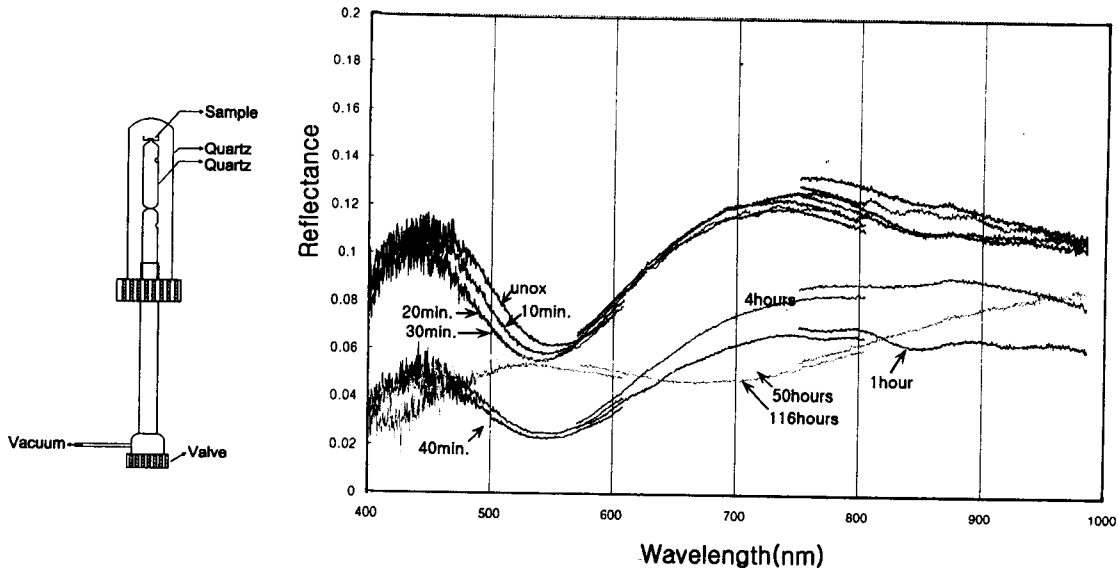


그림 1. 폐관 습식 산화장치

그림 2. 산화시간별 산화한 시편의 반사율 측정값

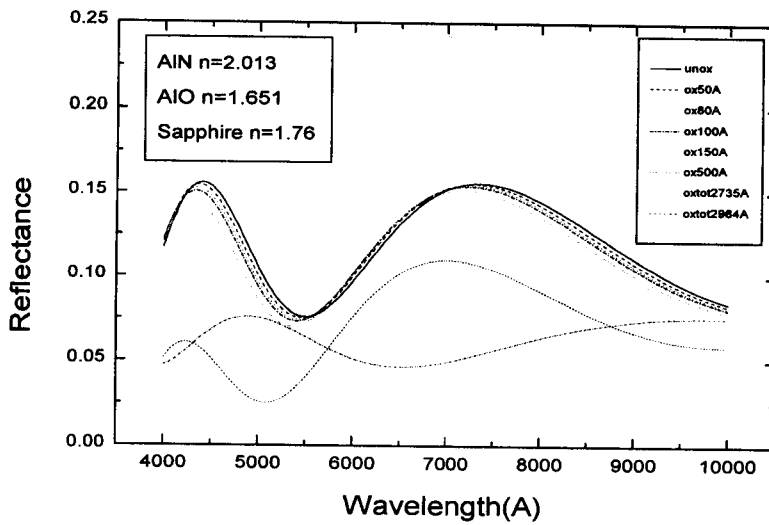


그림 3. 산화 깊이에 따른 반사율 시뮬레이션 결과

[참고문헌]

1. E. Dogheche and D. Remiens, A. Boudrioua and J. C. Loulergue, "Growth and optical characterization of aluminum nitride thin films deposited on silicon by radio-frequency sputtering", *Appl. Phys. Lett.* 74, 1209-1211 (1999).