

**AlAs/GaAs 거울층을 갖는 표면방출레이저 제작을 위한  
이온빔 식각의 최적화  
(Optimization of ion beam etching for fabrication of surface-  
emitting lasers with AlAs/GaAs mirror layers)**

박민수, 유병수\*, 추혜용\*, 박효훈\*, 안병태  
한국과학기술원 재료공학과, \*한국전자통신연구소

수직공진형 표면방출 레이저는 거울층을 활성층에 평행하게 성장하여 공진기를 활성층에 수직되도록 한 구조이다. 이는 원형의 빛을 얻을 수 있고, 레이저 소자들을 2차원 배열로 집적하기에 용이하기 때문에 광 병렬 처리, 광 통신 시스템등의 응용에 매우 유망하다. 굴절을 유도형 표면방출레이저는 3 - 5  $\mu\text{m}$ 의 깊이의 수직하고 매끄러운 공진기가 필요하기 때문에 이온빔을 이용한 RIBE(reactive ion beam etching)나 CAIBE(chemically assisted ion beam etching)를 사용하여 거울층과 활성층을 식각한다.

본 실험에서는 Cl 이온빔을 사용하는 RIBE와 Ar 이온에 Cl<sub>2</sub> 기체를 주입하는 CAIBE 방법을 사용하여 AlAs/GaAs 거울층을 갖는 표면방출 레이저 구조의 식각조건을 최적화하였다. 식각 마스크로는 Au(3000 Å)/Ni(1600 Å) 금속전극을 사용하였다. 이온빔 전류, 이온빔 전압, 가속전압, Cl<sub>2</sub> 유량을 식각변수로 택하여 식각속도, 마스크의 내구성, 종횡비 및 식각표면의 상태에 대한 최적 식각조건을 추출하였다.

RIBE 방법으로 식각한 경우에, 종횡비는 각 변수들에 대한 의존도가 낮아 대부분의 조건에서 높은 값을 얻을 수 있었다. 식각속도는 가속 전압에 가장 민감하게 변화하였다. 그러나 가속전압이 높으면 식각표면 상태가 거칠어지고 이온빔에 대한 Ni 마스크의 저항성이 낮아져 마스크의 가장자리가 깎여나가 매끄러운 식각면을 얻기 힘들었다.

CAIBE 방법으로 식각한 경우에 RIBE와 비슷한 결과를 나타내었지만, 이온빔 원소가 다름으로 인해 최적조건이 다소 달라졌다. CAIBE 식각에서는 이온빔에 의한 시편 가열의 영향이 보다 심하게 나타났다. 빔 전류가 크거나 이온 가속에너지가 클 경우에 시편의 온도가 높아지며 Cl<sub>2</sub>에 의한 측면 식각이 심해지는 경향을 보였다. 이러한 시편 가열의 영향은 식각중 기판을 냉각시켜줌으로서 효과적으로 줄일 수 있었다.

RIBE와 CAIBE 식각에서 식각면의 종횡비를 높게하기 위해서는 여러 가지 식각변수의 조정에서, 결과적으로, 식각속도가 빠르고 거울층 대 마스크의 식각속도비가 커지는 조건이 유리함을 알게되었다.