

InP계 Laser Diode 및 Waveguide의 투과전자현미경 분석

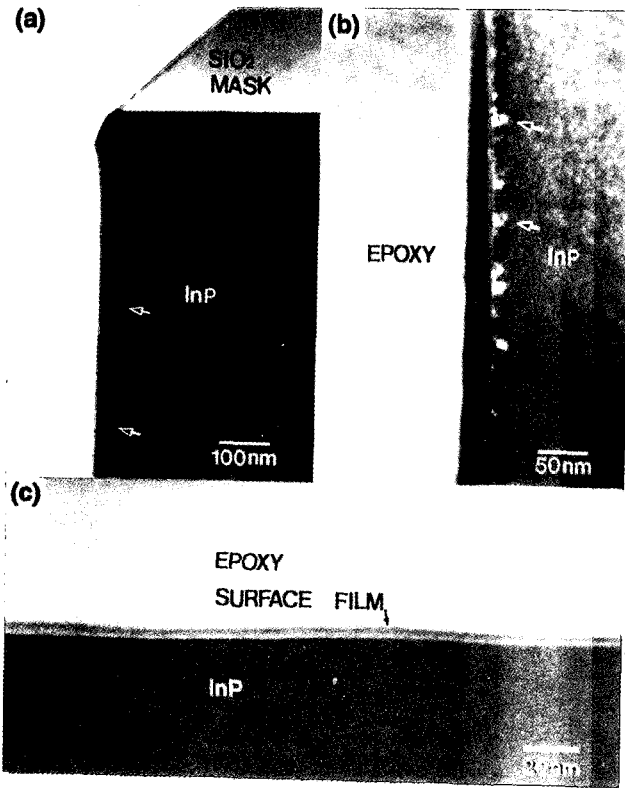
김동근 · 이병택 · *안주현

전남대학교 금속공학과, *한국전자통신연구소

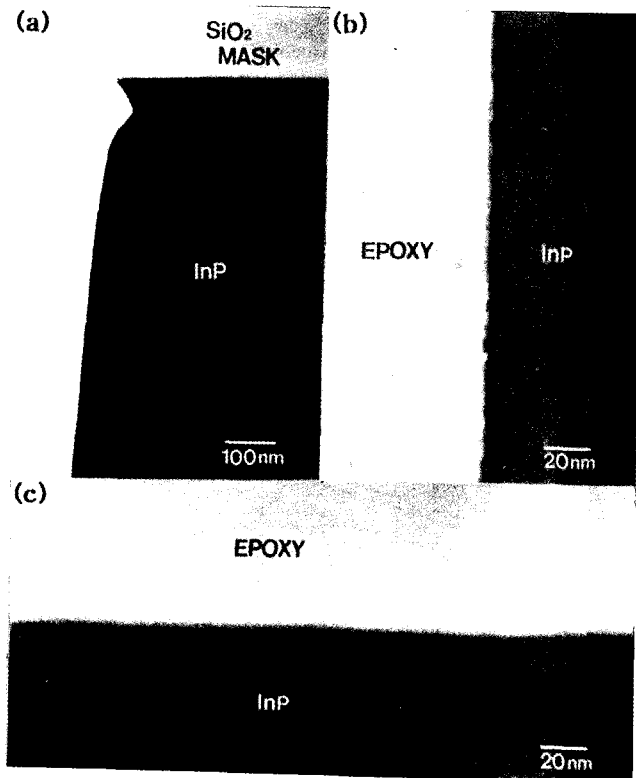
광통신용 소자로서 각광받고 있는 InGaAsP/InP Laser diode, waveguide를 CH_4/H_2 혼합기체를 사용한 반응성 이온 에칭 (RIE, reactive ion etching) 방법을 이용하여 제작하고 에칭 표면에서 관찰되는 손상 및 오염을 투과전자현미경을 이용하여 분석하였으며, 이를 제거시킬 수 있는 방안을 강구하였다.

반응성 이온 에칭된 InP 메사에서 측벽의 경우 약 20nm, 수평면의 경우 약 5nm 두께의 표면박막이 존재하였으며, InP 메사 측벽 상에서 전위 루프(dislocation loop)가 관찰되나 수평면의 경우 관찰되지 않았다. 투과전자현미경 EDXS (energy dispersive X-ray spectroscopy) 분석결과 표면박막은 In-Si-P 산화물이었으며, 반응성 이온 에칭한 후 O_2 ashing을 하지 않은 경우에는 전위 루프는 관찰되나 산화물 박막은 관찰되지 않는 것으로 보아 산화물 박막은 O_2 ashing 공정 시 산화된 것으로 사료되며, 이는 재성장, 세척 및 금속화 공정 등 추후 계속되는 소자제작 공정에 있어 심각한 장애 요인이 된다. 또한 전위 루프가 메사 측벽에서만 관찰되고 수평면에서는 관찰되지 않는 것은 이온 에칭 시 P의 선택적 증발에 의한 화학양론적 불균형에 의한 것으로 생각된다. 상기의 표면 산화물 박막이 존재한 시편 상에 저압 MOCVD (metal-organic chemical vapour deposition) 방법으로 InP 박막을 재성장한 결과 전위들이 에칭 표면으로 발생하여 재성장 박막으로 전파되는 것이 관찰되었으며 이는 표면에 이미 존재하고 있는 결함 및 이물질이 InP 박막의 성장을 저해하였기 때문에 에칭 후 다음공정 시작전에 충분한 세척이 요구됨을 알 수 있다.

InP 메사에 존재하는 표면박막, 손상층 및 전위 루프를 제거하기 위하여 반응성 이온 에칭 후 몇가지 산용액으로 세척한 결과 표면박막은 10% HF에서 수초간 세척처리에 의해 완전히 제거되었으며, 또한 10% HF 10초, H_2SO_4 5분 및 $\text{HBr}/\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ 30초간 세척에 의해 표면박막은 물론 메사 측벽의 전위 루프도 완전히 제거할 수 있었다.



Cross-sectional weak beam dark field TEM images of an as-RIE InP mesa, (a,b) sidewall and (c) nearby horizontal surface.



XTEM micrographs of an RIE mesa, cleaned in a diluted HF solution and then in the HBr/H₂O₂/H₂O solution, (a,b) sidewall and (c) nearby horizontal surface. (a,c) multi-beam BF image and (b) weak beam dark field image.