

기공성 실리콘의 제조 및 구조적, 광학적 특성 분석
 Preparation and characterization of the structural and optical properties of porous silicon

이정석, 조남희
 인하대학교 재료공학부

1. 서론

기공성 실리콘으로부터 가시 영역 발광현상이 보고된 이후, 기공성 실리콘의 발광 메카니즘과 구조적, 광학적 특성을 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이는 기공성 실리콘의 구조가 발광효율이 낮은 bulk silicon의 구조를 갖고 있고, silicon을 기초로 한 전자산업에 잘 부합될 수 있는 장점을 갖고 있기 때문에 중요한 연구과제가 되었다. 이 실험에서는 에칭 시간과 에칭 전류 밀도, 산화 상태에 따른 기공성 실리콘의 구조적, 광학적 특성에 대하여 조사하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 HF 용액안에서 전기화학 에칭방법에 의해 기공성 실리콘을 제조하였다. 기공성 막은 p-type (001) silicon wafer 위에 제조하였고, anodic 전류의 흐름을 원활히 하기 위해서 silicon 뒷면에 은전극을 도포하였다. 전해질용액은 HF(49%):C₂H₅OH:H₂O=1:2:1의 부피비로 조성되었고 40℃의 온도로 유지시켰다. 전기화학 에칭은 10, 30, 50, 100 mA/cm²의 전류밀도에서 2.5, 5, 10, 20, 30 분의 시간동안 시행되었고, 자세한 실험 조건은 아래 표에 명시되어있다.

3. 결과 및 고찰

제조된 기공성 실리콘은 약 9 nm 와 3.3 μm의 기공이 고르게 분포해 있다. 아래 그림은 100 mA/cm²에 서 10 분동안 에칭한 시편의 SEM 사진이다. as-prepared 상태에서는 청색 발광 현상을 보이지만 30 mA/cm²의 전류밀도에서 에칭된 시편을 일정 시간동안 공기중에서 aging시켰을 경우 청색-적색 발광 현상이 나타남을 알 수 있었다. FT-IR 측정결과 산소가 있음을 확인하였고, 이로부터 적색 발광 현상은 다 공성 실리콘 막의 자연산화와 연관이 있을 것으로 생각되어진다. HRXRD결과, 자연산화가 나노 기공성 실리콘 표면에 strain을 일으켰음을 확인할 수 있었고, 이 strain이 silicon의 전자구조에 영향을 주었을 것으로 생각한다. 반면 열처리 된 시편은 적색 발광 현상이 나타내지 않았는데, 이는 열처리가 다공성 실 리콘 막에 annealing 효과를 주어 strain이 사라졌을 것으로 생각되고, 이는 HRXRD결과로 확인하였다.

Table. Various experimental conditions for the preparation of the porous silicon.

| Etching parameter | | Experimental condition | |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|--|
| Current density (mA/cm ²) | | 30 | 100 |
| Etching time (min) | | 5, 7.5 | 10, 20, 30 |
| Oxidation condition | aging treatment | as-prepared 5 days 30 days | as-prepared 16 days |
| | thermal treatment | 600 °C in O ₂ | 400 °C in O ₂ 800 °C in O ₂ |

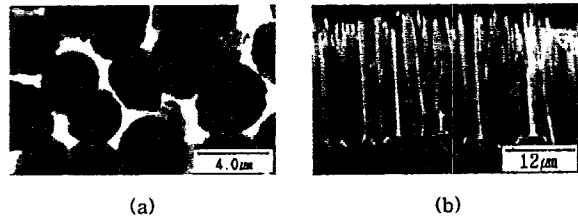


Fig. SEM images of (a) flat-on as well as (b) cross-section specimens of the porous silicon etched at 100 mA/cm² for 10 min.