

나노 기공성 실리콘의 구조적, 광학적 특성 Nanostructural and optical features of nanoporous silicon

이정석, 조남희
인하대학교 재료공학부

1. 서론

1956년 처음으로 nanoporous silicon(NPS)으로부터 visible luminescence가 보고되었다[1]. 이는 NPS의 구조가 발광효율이 낮은 bulk silicon의 구조를 갖고 있고, silicon을 기초로 한 전자산업에 잘 부합될 수 있는 장점을 갖고 있기 때문에 중요한 연구과제가 되었다. 이 발광현상은 양자제한효과와 이물질 표면결합과 연관이 있다고 알려져 있다[2]. NPS의 응용범위는 light emitting diodes, waveguides, photodetectors, solar cells, gas sensors 등이다. 이 실험에서는 나노구조적 특성과 광발광특성, 그리고 산화정도에 따른 구조와 광학적 특성의 관계에 대하여 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에서 NPS는 HF 용액안에서 전기화학적 anodic 에칭 방법에 의해 제조되었다. NPS 막은 p-type (001) silicon wafer 위에 제조하였고, anodic 전류의 흐름을 원활히 하기 위해서 silicon 뒷면에 은전극을 도포하였다. 전해질용액은 HF(49%):H₂O=1:3의 부피비로 조성되었고 40℃의 온도로 유지시켰다. Anodic 에칭은 30mA/cm²의 전류밀도에서 2.5분, 5분, 7.5분의 시간동안 시행되었다. 제조된 NPS는 anodic 에칭 후 자연산화를 막기 위해 바로 순수한 아세톤에 담갔으며, 다양한 시간 조건에서 aging하였고, 산소분위기 600℃에서 1시간동안 열처리하였다.

3. 실험결과

제조된 모든 NPS는 약 9 nm 크기의 기공이 고르게 분포해 있고, BET결과 에칭시간이 증가함에 따라 표면적이 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 이 결과는 Beale 모델의 설명과 일치한다[3]. As-prepared 시편은 청색 광발광 현상을 보이지만, 일정 시간동안 공기중에서 aging된 시편의 경우 청색-적색 광발광 현상이 나타남을 알 수 있었다. FT-IR 측정결과 산소가 있음을 확인하였고, 이로부터 적색 광발광 현상은 다공성 실리콘 막의 자연산화와 연관이 있을 것으로 생각되어진다. HRXRD와 TEM결과 자연산화가 나노 기공성 실리콘 표면에 strain을 일으켰음을 확인할 수 있었고, 이 strain이 silicon의 전자구조에 영향을 주었을 것으로 생각된다. 반면 열처리 된 시편은 적색 광발광 현상이 나타내지 않았는데, 이는 열처리가 다공성 실리콘 막에 annealing 효과를 주어 strain이 사라졌을 것으로 생각되고, 이는 HRXRD결과로 확인하였다.

4. 참고문헌

- [1] A. Uhlir, Bell System Tech J., **35**, 333 (1956).
- [2] S. M. Prokes, J. Mater. Res., **11** (2), 305 (1996).
- [3] M.I.J. Beale, J.D. Benjamin, M.J. Uren, N.G. Chew, and A.G. Cullis, J. Cryst. Growth, **73**, 622 (1985).