

고온 열처리에 따른 다결정 실리콘 박막의 특성 (The effect of high-temperature thermal annealing in polysilicon thin film properties)

한국항공대학교 최승진, 황완식, 이인규

1. 서론

다결정 실리콘 박막은 RAM, EEPROM, LCD(Liquid Crystal Display)등과 같은 미세 전자 구조물과 활성화 소자로 널리 이용되고 있다. 특히 다결정 실리콘 박막이 Active Matrix(AM) LCD등의 속도를 제어하는 역할로 사용될 때는 다결정 실리콘 박막의 표면 거칠기, 입자 크기, trap density가 중요한 역할을 한다. 이전의 연구를 보면 낮은 온도에서 증착된 비정질보다 높은 온도에서 증착시킨 결정질 박막이 더 안정하다고 보고되는 것이 지배적이다. 비정질 박막은 후속 열처리가 필요하기 때문에 결정질 박막보다 공정이 어렵다고 생각하고 있다. 본 연구에서는 실리콘을 비정질로 증착시키고, 열처리에 의해 박막의 우수한 결정성과 표면의 거칠기, 낮은 응력을 얻을 수 있다.

2. 실험방법

본 연구에서는 500nm thermal SiO₂가 증착된 4인치 실리콘 웨이퍼를 사용하였다. 560℃에서 620℃로 박막을 증착하여 결정성을 알아보았다. 또한 비정질로 증착된 박막을 900℃에서 1100℃로 RTA(Rapid thermal annealing)와 진공열처리를 하여 결정성과 박막의 물리적 성질을 분석하였다. 박막의 증착 조건은 5% SiH₄를 60sccm, 500mtorr로 증착하였다. 표면의 거칠기를 알아보기 위해서 AFM을 사용하였고, 결정구조와 방향성은 XRD를 이용하였다. Tencor사의 응력 측정기에 의해 박막의 응력을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

5% SiH₄ 사용한 다결정 실리콘의 성장 속도는 620℃에서 16.9Å/min 의 속도로 증착되었다. XRD 분석에 의해 다결정 실리콘을 성장시키는 한계온도는 580℃로 나타났으며, 그 이하의 온도에서는 비정질을 형성하였다. 580℃에서는 약한 결정질 방향을 얻었으며, 높은 온도에서는 거의 결정성을 이루었지만, 결정성을 가진 박막은 열처리에 의해 더욱 큰 결정성을 가지지는 않는다. 비정질로 증착된 박막을 여러 가지 열처리에 의한 변화를 비교 분석한 하였다. RTA에 의한 열처리로 결정성을 가질수 있으며, 응력이 완화됨을 알 수 있었다. 낮은 온도에서는 핵성장 방향이 일정한 방향을 갖지 않고 생성되지만, 그중에 <111>방향이 가장 크고 주로 성장하는 것 같다. 그러나 이런 경향은 580℃에서 약한 <311>에 밀리게 되고, 900℃ 열처리 후에는 다시 주 방향인 <111>방향을 얻는다. 그러나 결정질 박막을 열처리 할 경우 구조와 조성은 변하지 않고 입자크기만 조금 성장한다.

4. 결론

본 연구에서는 공정 압력을 고정시키고 온도에 의한 결정성을 알 수 있었으며, 비정질 박막은 적절한 열처리를 통해 표면의 거칠기를 향상시키고, 낮은 응력을 가진 안정한 결정질 박막을 형성할 수 있음을 알 수 있었다.