

비정질 실리콘박막의 고상결정화 우선방위에 대한 모델  
A Model of Solid-Phase Crystallized Texture of  
Amorphous Silicon Films

류명관, 황석민, 김기범  
서울대학교 재료공학부 금속공학과

민석홍  
강릉대학교 금속공학과

1. 개요

고상결정화 다결정실리콘(solid-phase crystallized poly-Si)박막은 박막트랜지스터의 활성층 및 3차원 집적회로등에 이용되는, 반도체산업에 있어 가장 중요한 재료중의 하나이다. 일반적으로 결정질박막내의 결정립계와 결함들은, 다결정실리콘으로 제작된 소자의 전하이동도의 감소 및 누설전류의 증가 등, 소자특성의 저하를 유발하므로, 다결정실리콘의 미세구조의 개선이 요구되며, 이를 위해서는 기본적으로 고상결정화실리콘의 형성과정에 대한 체계적인 연구가 필요하다. 우선방위(texture)는 박막의 미세구조의 형성과정을 반영하는 중요한 척도이다. 그러나, 고상결정화 다결정실리콘박막에 대해서는, 우선방위분석과 관련된 미세구조형성과정에 대한 연구가 아직 행해지지 않고 있다. 본 연구에서는, 비정질 실리콘으로부터 고상결정화된 다결정실리콘의 우선방위분석을 위한 간단한 모델을 세우고 이를 실제 실험결과와 비교분석하였다.

2. 우선방위모델 및 분석방법

우선방위는 박막표면에 평행한 배향에 대해서만 고려하였다. 가장 낮은 지수면 (001), (110), (111), (311), (331), (422)-배향을 갖는 결정립들이 동일한 밀도  $\rho^*$ 로 분포하고 이들이 열처리시간에 따라 성장하는 경우를 생각하였다. 박막내 결정립의 크기(수  $\mu\text{m}$ )가 박막두께( $\sim 0.1 \mu\text{m}$ )에 비해 충분히 큰 조건에 대해서 모델을 설정하였으며, 이때는 2차원 결정립성장방식이 적용된다. 박막내 결정립의 성장은 각 결정립내에 존재하는 미세쌍정을 따라 우선적으로 일어나므로, 결정립의 모양은 타원형형태로 생각하였다. 우선방위는 임의의 성장조건하에서 각각의 배향을 갖는 결정립들의 상대적인 비율을 산출하여 이를 (111)-배향에 대한 값으로 정규화하여 평가하였다.

3. 분석결과 및 고찰

결정립의 성장이 쌍정을 따라 우선적으로 빠르게 일어나므로, 결정립 형상은 각 (hkl)-배향을 갖는 결정립내에 쌍정이 어떻게 위치하는가에 따라 이심률이 다른 타원형형태가 되며, 쌍정이 박막표면과 이루는 각이 작을수록 결정립은 측면방향으로 보다 넓은 영역을 차지하게 되어 우선방위경향이 강해진다. (hkl)면들과 쌍정면간의 각도  $\theta$ 는  $19.47-90^\circ$  사이이다. 그러나, (111)-배향의 결정립들은 박막표면에 평행한 경우( $\theta=0^\circ$ )가 가능한데, 이때 결정립 형상은 등축정형태를 가질 수가 있으며, 이러한 결정립들이 측면방향으로의 성장이 가장 우세하여, 고상결정화실리콘에서 (111)-우선방위를 강하게 하는 이유가 됨을 알았다. 한편, 쌍정변형이 홀수번 일어나는경우는 (001)-배향의 결정립부피의 절반이 (422)-배향에 기여하기 때문에, (422)-배향이 (111)-배향보다 강하게 되는 경향을 보였다. 상기의 모델을 통해 얻어진 경향을, MBE, LPCVD법등으로 증착된 비정질 실리콘박막의 고상결정화후 XRD로 측정된 우선방위경향과 비교해본 결과, 모델이 실험결과와 비교적 잘 일치하고 있음을 알았다.