

## B 14

### 4° off-axis Si(100)와 on-axis Si(100) 기판위에서의 Ti 실리사이드상 형성 ( Phase Formation of Titanium Silicide on the 4° Off-axis and On-axis Si(100) substrates )

한양대학교 금속공학과 이석재, 전형탁  
한국표준과학연구원 미세조직 이확주, 류 현

#### 1. 서론

Ti-silicide는 낮은 비저항과 높은 열적 안정성으로 인하여 많은 연구가 이루어져왔다. Ti-silicide는 열처리 온도에 따라 형성되는 상이 달라지는데 대략 450°C 이하에서는 비정질상이 형성되며 450°C 이상에서 저심 사방정계인 C49상이, 650°C 이상에서는 면심 사방정계인 C54상이 생기는 것으로 알려져 있다. 지금까지 여러 조건에서 실리사이드 형성 및 특성등이 연구되어 왔으나 실리콘 기판의 step 등에 의한 Ti-silicide 형성 등에 관해서는 그리 많은 연구가 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 4°의 각도로 miscut한 4° off-axis Si(100) 기판과 0.5° 이하의 miscut을 갖는 on-axis Si(100) 기판위에 Ti을 증착하여 각각 열처리 온도에 의한 상형성과 계면 형상 및 표면 형상 등의 여러 특성들을 XRD, TEM, SEM, AES, AFM 등으로 분석 하였다.

#### 2. 실험방법

실험에 사용된 기판은 B-doped된 P-type의 비저항이 9~12 $\Omega$ cm인 Si(100)기판이었다. HF(1:50) 에서 1분간 세정하여 자연 산화막을 제거한후 e-beam gun이 장착된 evaporator에 넣은 후 turbo molecular pump로 진공도를 2 $\times 10^{-6}$  torr 이하로 유지시킨후에 e-beam으로 Ti 금속을 가열시켜 증착하였다. 증착 속도는 2~3Å/s 정도였고 증착막의 두께는 quartz crystal oscillator로 측정 하였다. 두 off-axis와 on-axis Si(100)기판위에 증착된 각각의 Ti 박막은 vacuum furnace에서 열처리 하였다. 열처리시 진공도는 6 $\times 10^{-6}$  torr이하로 유지하였다. 열처리는 크게 두 단계로 나누어서 하였는데 첫단계로는 비정질상이 형성되는 350, 400, 445°C로 각각 열처리 하였다. 두 번째 단계에는 C49상이 생성되는 온도인 500, 600°C와 C54상이 생성되는 700, 800°C로 각각 열처리 하였다. 이 시편들은 XRD로 생성상을 분석하였고 TEM으로 비정질상의 두께와 생성상의 형상을 관찰하였으며 SEM으로 표면 형상을, AES로 성분 분석 등을 하였다.

#### 3. 실험결과

HF 세정후 두 기판을 AFM으로 각각의 표면 거칠기를 측정 하였다. HF 세정후 표면 거칠기는 on-axis Si 기판이 off-axis 기판보다 더 거칠게 나타났으며 실제 계면의 형상을 관찰하기 위해 고배율 TEM으로 계면을 각각 관측 하였다. off-axis 기판의 경우 step 형상이 관측되었으며 on-axis 기판에서는 원자적 규모의 pit 형상을 관측하였다. 450°C 이하의 열처리 온도에서 비정질상이 형성되었으며 각각 두 기판에서의 비정질상의 두께 및 계면 형상이 TEM으로 관찰 되었다. 비정질상의 두께는 같은 열처리 온도에서 on-axis 기판에서의 비정질상의 두께가 off-axis기판에서의 비정질상보다 더 두꺼운 것이 관찰되었다. TiSi<sub>2</sub> 상이 형성되는 500, 600, 700, 800°C의 열처리 온도에서 계면 형상을 TEM으로 관찰 하였고 표면 형상은 SEM으로 관찰 하였다. 두 기판위에서 형성된 상의 같은 온도에서의 계면 형상 및 표면 형상은 큰 차이를 나타내지 않았다. AFM으로 평균 표면 거칠기를 조사했을 때 700°C의 C54상으로 상전이한 두기판에서 가장 큰 표면 거칠기 차이를 나타내었다.

#### 4. 참고문헌

- [1] J.Y. Cheng and L.J. Chen, Appl. Phys Lett., **56**, 457(1990)
- [2] S.F. Gong and H.T.G. Hentzell, J. Appl. Phys., **68**, 4542(1990)
- [3] R.W. Bene, J.Appl.Phys., **61**,1826(1987)