

# Ta층을 사용한 Ti-silicide의 응집화 방지에 관한 연구

## (A study on the prevention of Ti-silicide agglomeration using Ta layer)

한양대학교 재료공학과    강성권, 최진석, 황유상, 백수현  
 삼성반도체                정재경, 옥창혁, 김영남, 심태연, 이종길  
 산업기술정보원            조현준

### 1. 서론

Ti-silicide는 낮은 저항 값과 형성 온도가 낮은 특성 등 여러 장점 등으로 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나, Ti-silicide를 실제 소자에 적용시키는데 가장 큰 문제점으로 대두되는 것은 900°C 이상의 열처리 이후, 막의 표면 에너지를 낮추기 위한 Ti-silicide 막의 응집화<sup>(1-4)</sup> 현상이다. 이를 막기 위해 Ti 증착 전에 Ta을 먼저 얇게 증착시켜, Si과 같이 반응시킴으로써 Ti-silicide/Ta-silicide/poly-Si의 막구조를 얻는다. 이 구조는 950°C 이상의 온도에서는 Ti-silicide와 Ta-silicide이 상호 반응하여 (TiTa)Si<sub>2</sub>층<sup>(5)</sup>을 만들며, 1000°C에서도 연속적이고, 안정한 박막 구조를 유지할 수 있어 Ti-silicide 응집화에 대한 효과적인 해결 방안이라 생각할 수 있다.

### 2. 실험 방법

Si 웨이퍼 위에 실리콘 산화물을 100nm 성장시킨 후, 다결정 실리콘을 250nm 증착시켰다. P 이온을  $5 \times 10^{15}$  ions/cm<sup>2</sup> 이온 주입한 후, 표면 손상을 덜어주고, 불순물의 활성화를 위하여 900°C, 30분간 furnace annealing 하였다. 자연 산화물층 제거를 위하여 HF dipping한 후 Ta층을  $20 \pm 5$ nm 스퍼터링 방법으로 증착하고, 그 위에 Ti을 40nm 증착한 후, RTA로 800°C에서 20초간 열처리하여 silicide를 형성시켰다. 후속 열처리를 위해 850°C에서 1000°C 사이에 50°C 간격으로 온도를 구분하여 furnace annealing 하였다. 이와 같이 준비된 시편을 4-point probe, XTEM, XPS, XRD 등의 방법으로 Ti-silicide의 고온 거동을 관찰하였다.

### 3. 결과 및 고찰

다결정 실리콘 기판에 Ti/Ta bilayer를 증착시켜, RTA로 silicide를 형성시킨 후, 어닐링 온도에 따른 면저항 값을 살펴보면 950°C 이상 1000°C 온도에서  $5 \sim 6 \Omega/\square$ 으로서 normal process에서 어닐링한 경우, 수백  $\Omega/\square$ 의 면저항 값을 갖는 경우와 비교해볼 때, 매우 안정한 막 구조가 유지됨을 알 수 있다. 또한, XPS depth profile 결과에서 850°C에서는 Ti와 Ta peak이 개별적으로 존재하였으나, 900°C부터 상호 mixing이 일어나에 따라 peak이 겹치기 시작한다. 1000°C에서는 Ti와 Ta peak의 top 부근이 거의 일치하여 (TiTa)-silicide의 상이 형성되었음을 생각할 수 있다. Cross-sectional TEM 사진을 살펴보면, 850°C에서는 Ti-silicide/Ta-silicide/poly-Si의 계면을 확인할 수 있고, 1000°C인 경우, (TiTa)-silicide/poly-Si으로 박막 구조가 바뀌어 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론

- ① Ti/Ta/poly-Si 구조는 1000°C의 어닐링 온도에서도 5~6Ω/□의 낮은 면저항 값을 유지한다.
- ② 900°C부터 Ti-silicide와 Ta-silicide는 반응하기 시작하여 1000°C에서는 완전한 (TiTa)-silicide를 이룬다.
- ③ TEM micrograph 관찰 결과, 1000°C에서는 안정하고 평평한 계면과 표면을 나타내었다.

#### 5. 참고 문헌

- ① C.Y.Ting, F.M.d'Heurle, S.S.Iyer and P.M.Fryer, J.Electrochem.Soc. **133** 2621(1986)
- ② S.Ogawa, T.Yoshida and T.Kouzaki, Appl.Phys.Lett. **56(8)**, 725(1990)
- ③ S.Nygren, M.Östling, C.S.Petersson, H.Norström, K.H.Ryden, R.Buchta and C.Chatfield, Thin Solid Films **168**, 325(1989)
- ④ H.Norström, K.Maex and P.Vandenabeele, J.Vac.Sci.Technol. **B8(6)**, 1223 (1990)
- ⑤ R.Dahan, Pelleg and L.Zevin, J.Appl.Phys. **67(6)**, 2885(1990)

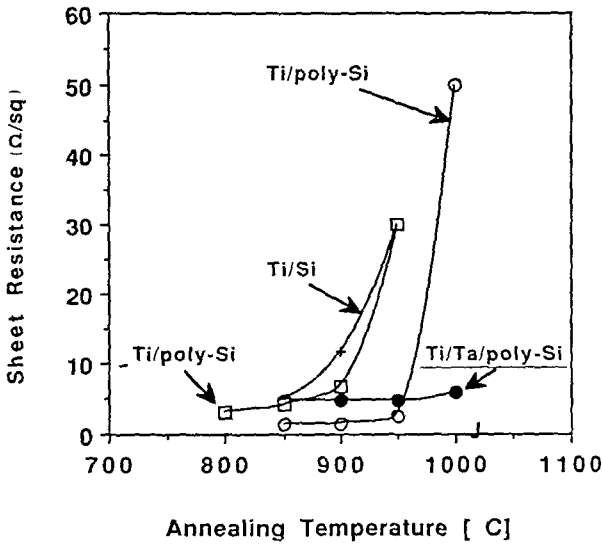


Fig. 1 Measured Sheet Resistance of Ti/Ta/poly-Si(●)

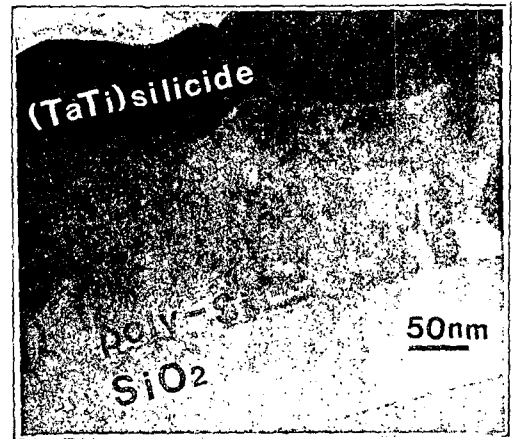


Fig. 2 Cross-sectional TEM Micrographs of Ti/Ta/poly-Si structure annealed at 1000°C