

TiSi₂ 박막의 응집기구와 sub-half micron Ti-polycide 배선의 전기저항
 (Agglomeration Mechanism of the TiSi₂ Thin Film and
 Electrical Resistivity of sub-half micron Ti-polycide Line)

삼성전자(주) 반도체부문 김영욱, 이내인, 고종우, 김일권, 안성태

1. 서론

반도체소자의 고집적화에 따라 transistor의 폴리실리콘 gate line의 저항증가에 따른 소자 동작속도의 저하가 문제가 되고있다. 이를 개선하기위한 한 방법으로서 폴리실리콘위에 저저항의 silicide를 적층시키는 polycide구조를 들수 있다. Ti-silicide (TiSi₂로 표기)는 silicide 재료중에서 가장 비저항이 낮아 polycide gate 용으로 기대되는 재료 중의 하나이다. 그러나, DRAM, SRAM등의 소자를 제조시 gate 형성 후 고온 공정에의해 TiSi₂막이 응집되는 열적 불안정이 큰 문제점으로 보고되고 있다. TiSi₂막의 응집은 gate line의 전기저항을 증가시켜 transistor의 동작특성과 신뢰도의 저하를 초래하므로 응집현상을 이해하고 이를 극복할 수 있는 방법을 개발하는 것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 TiSi₂막의 응집현상을 속도론적으로 해석하여 응집기구를 규명하고, 약 0.5 micron 내외의 폭을 갖는 Ti-polycide gate 배선의 고온 열처리후 전기저항을 보다 안정되게 유지할 수 있는 한 방법을 검토하고자 했다.

2. 실험방법

Si 웨이퍼 위에 LPCVD법으로 폴리실리콘을 증착하고 그위에 DC magnetron sputter법으로 30 nm의 Ti를 증착했다. 그후 급속가열로에서 고상반응에 의해 안정된 C54구조의 TiSi₂상을 형성시켰다. 그위에 CVD법으로 150 nm의 절연막을 증착하여 열처리온도와 시간을 달리하여 면저항의 변화를 조사했다. 절연막의 차이에 따른 응집거동을 고찰하기위해 각각의 막에 대해 막 stress의 평가와 SEM 조직관찰을 행했다.

3. 실험결과 및 고찰

열처리시간에 따른 TiSi₂막의 저항변화를 조사한 결과 각 열처리온도에서 직선적인 관계가 얻어졌다. 그 각각의 온도에서 얻어진 기울기 (α 값)으로 부터 온도의 역수에 대해 Fig. 1과 같이 Arrhenius plot를 하여 TiSi₂막의 응집에 필요한 활성화에너지 값 (E)을 얻을 수 있었다. 폴리실리콘의 막 상태에 따라 E값의 변화여부를 조사하기 위해 as-deposited 폴리실리콘을 850 - 950°C에서 anneal 한후 TiSi₂막을 형성시켜 본 결과, 얻어진 E값은 폴리실리콘의 anneal조건에 관계없이 약 3.80eV가 구해졌다. 이 값은 TiSi₂막 하부에 존재하는 Si에서 Si의 자기확산에 필요한 활성화에너지(3.89eV)와 잘 일치하였다. 이것은 TiSi₂막의 주된 응집기구는 TiSi₂막 하부에 존재하는 Si의 자기확산에 의한 것임을 의미한다고 사료된다.

본 연구에서 얻은 E값은 보고되고있는 Si의 자기확산에 필요한 활성화 에너지 3.89eV보다 약 0.09eV가 작았다. 이것은 tensile stress를 나타내는 상부 절연막 USG(SiO₂임) 막에 의해 TiSi₂막에 vacancy가 많이 형성되어 Si의 자기확산에

필요한 활성화 에너지를 감소시킨 때문인 것이 계산 결과 확인되었다. 이는 TiSi₂막에 vacancy생성을 적게 할수 있는 낮은 응력의 절연막을 TiSi₂막위에 형성 시킴으로서 TiSi₂의 응집을 억제 시킬수 있다는 것을 의미하는 것으로 사료된다. Fig. 2에 USG막보다 고온에서 stress가 낮은 plasma CVD Si질화막을 TiSi₂막위에 형성 시켰을 때 TiSi₂막의 면저항율의 변화량(ΔR_s)을 anneal시간의 함수로 나타내었다. PE-SiN막을 TiSi₂막 위에 증착함으로서 면저항의 변화가 USG막을 TiSi₂막 위에 증착한 경우보다 적음을 알수 있다. 이러한 경향은 배선의 폭이 작을 수록 더 현저해지며 sub-half micron 배선의 경우 Si의 자기확산에 필요한 활성화 에너지를 감소시키지 않는 상부 절연막의 적용이 매우 효과적 일 것으로 사료된다.

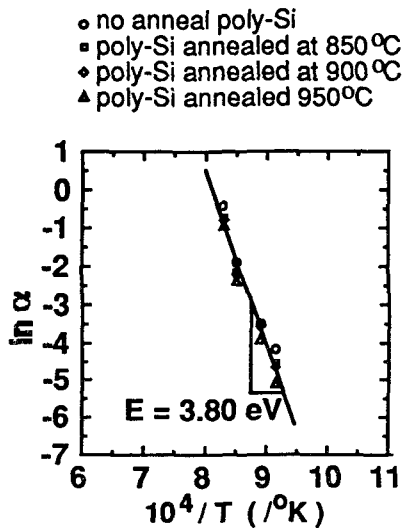


Fig. 1 $\ln \alpha$ versus $1/T$ for TiSi₂ films sandwiched between the USG film and the poly-Si film with or without anneal.

overcoat layer	PE-SiN	USG
width of TiSi ₂		
0.55 μ m	○—○—	●—●—
0.70 μ m	□—□—	■—■—

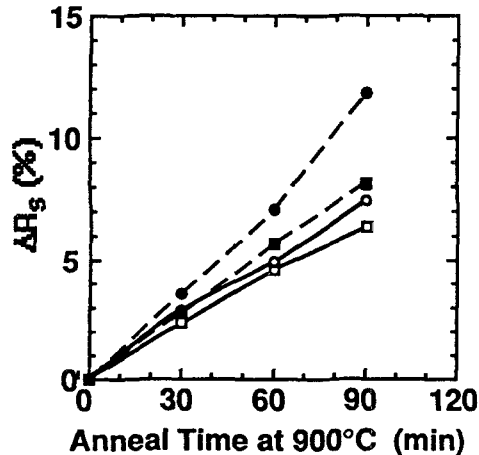


Fig. 2 The change of amount of ΔR_s with anneal time at 900°C in each line width of Ti-polycide gate for different overcoating films.

4. 결론

- (1) TiSi₂막의 응집현상을 속도론적으로 해석하여 응집기구를 규명한 결과 응집을 위한 활성화에너지값은 약 3.80 eV가 얻어졌다. 이 값은 TiSi₂막 하부에 존재하는 Si에서 Si의 자기확산에 필요한 활성화에너지 (3.89eV)와 잘 일치하였다. 따라서, TiSi₂막의 주된 응집기구는 TiSi₂막 하부에 존재하는 Si의 자기확산인 것임을 알수 있었다.
- (2) TiSi₂막 위에 stress가 작은 PE-SiN막을 증착함으로서 응집에 의한 면저항의 변화가 stress가 큰 USG막을 TiSi₂막 위에 증착한 경우보다 적게 할수 있었다. 이것으로부터 sub-half micron 배선의 경우 Si의 자기확산에 필요한 활성화 에너지를 감소시키지 않는 상부 절연막의 적용이 효과적임이 확인 되었다.