

Properties of Co-silicide prepared by rapid thermal annealing

염우용*, 장호정*, 장지근*, 홍성수**, 송진태**

*단국대학교 전자공학과, **한양대학교 재료공학과

Siltron사의 n-type (100) 웨이퍼($\rho=1\sim 10\Omega\cdot\text{cm}$)를 $\langle\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2=4:1\rangle$ 의 용액에 cleaning하고 50:1의 HF용액에 dip etching한 후 vacuum evaporation 장치에서 두께 150Å, 250Å, 300Å, 850Å의 Co 박막을 진공을 달리하여 성장시켰다(압력: 2×10^{-5} , 4×10^{-6} & 6×10^{-7} Torr, DC power: -3.5 kV/11(A), 증착률:0.5Å/sec, 기판온도:상온).

증착된 Co박막으로 부터 Co-silicide를 형성하기 위한 rapid thermal annealing 과정에서는 RTA 장치를 이용하여 열처리 온도 및 시간등을 변화시켜가며 실험하였고, 열처리시 정상온도까지를 computer programming에 의해 단단계 step 방식으로 승온시켰다.

열처리 후 반응되지 않은 Co를 $\langle\text{HCl}:\text{H}_2\text{O}_2 = 3:1\rangle$ 의 용액에 30초간 에칭하고 4전자 탐침법으로 면저항(R_s)을 측정한 결과, Co 박막 두께가 850Å일 경우 Co-silicide의 형성 및 면저항값은 증착시 초기진공도와 열처리 온도에 크게 의존하며, 열처리 시간에는 거의 무관한 것을 볼 수 있었다. 즉, 초기진공도가 비교적 낮은 경우(4×10^{-6} Torr) Co 박막내의 많은 불순물함유로 인해 700°C 이상의 온도에서만 Co-silicide가 형성되어지는 반면, 초기진공도가 6×10^{-7} Torr인 경우는 500°C의 낮은 온도에서도 Co-silicide가 형성됨을 볼 수 있었다. 형성된 Co-silicide의 면저항값은 $T=600^\circ\text{C}$ 이상에서 일정한 낮은 값($R_s\leq 0.6\Omega/\square$)을 보였다. 그러나 Co 박막 두께가 300Å 이하인 경우 Co 실리사이드의 면저항값은 Co 박막의 두께가 두꺼울 경우와 달리 오직 열처리 온도에만 민감하게 변화하였다. 면저항값이 $T=450^\circ\text{C}$ 부근에서 가장 크게 나타났고 각각 $T=500^\circ\text{C}$ 이상에서는 거의 일정한 낮은 값들(Co 두께 150Å $\rightarrow R_s\leq 3.5\Omega/\square$, Co 두께 200Å $\rightarrow R_s\leq 2.5\Omega/\square$, Co 두께 300Å $\rightarrow R_s\leq 1.5\Omega/\square$)을 보였다. 이는 $T\geq 500^\circ\text{C}$ 이상에서 안정된 CoSi_2 상이 형성된 결과라 할 수 있다.

또한, 시편을 N_2 분위기에서 500°C, 600°C, 700°C, 800°C의 온도로 20초간 열처리한 후 Co-silicide 박막의 결정구조와 상전이를 X선 회절(X-ray diffraction, XRD) 분석한 결과, 850Å의 Co 박막의 경우 500°C에서 20초간 열처리한 시편은 CoSi 상과 CoSi_2 상이 공존한 후 열처리 온도가 600°C 이상에서 안정상인 CoSi_2 상이 성장되었음을 볼 수 있었다. 반면 Co 박막의 두께가 300Å 이하인 경우 450°C에서 20초간 열처리한 시편은 Co-silicide의 초기상인 Co_2Si 상이 성장되기 시작하여 열처리 온도가 500°C 이상에서 바로 안정상인 CoSi_2 상이 성장되고 있다. 이는 Co 박막의 두께가 얇아 낮은 온도에서도 쉽게 안정상인 CoSi_2 상이 성장되는 결과라 할 수 있다.

as-deposited Co/Si 박막과 850°C의 온도로 20초간 열처리한 CoSi_2 표면의 SEM 사진을 본 결과 Co 박막의 두께에 관계없이 as-deposited Co/Si 시편은 매우 매끈한 표면 형상을 나타내었고, 온도가 증가됨에 따라 결정입계의 크기가 커지고 surface morphology가 rough한 특성을 나타내었다.

SEM 및 TEM 단면사진으로 부터 CoSi_2 두께는 Co 두께에 약 3.5배로 관찰되어졌고, 이로부터 CoSi_2 의 비저항 값을 계산한 결과 약 $18\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 의 비저항 값을 얻을 수 있었다. 이는 일반적으로 CoSi_2 에서 나타나는 $17\sim 18\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 의 비저항 값과 유사한 결과를 나타낸다.