

Al/Si 계에서 Tantalum 확산방지막 특성 연구

연세대학교 금속공학과 김재화 윤동수 백홍구

강원대학교 재료공학과 이성만

반도체 회로의 집적도가 증가됨에 따라, junction depth와 contact hole size가 감소하게 되고, 이에 따라 후속 열처리시, 배선재료인 Al과 Si 기판과의 상호확산이 누설전류와 접촉저항과 같은 문제점을 야기시키고 있다. 그러므로 Al 배선과 Si 기판 사이에 높은 열적 안정성을 가진 확산방지막이 필수적으로 요구된다. Al/Ta/Si 계는 Al/Ta 및 Ta/Si의 반응온도가 비교적 높아서 Ta이 Al/Si 계에서 확산방지막으로 사용될 것이 기대되고 있는 반면, 그 반응기구가 명확히 밝혀져 있지 않은 상태이다. 이에 본 연구에서는 Al/Si 계에서 Tantalum 확산방지막의 특성에 대해 알아보하고자 한다.

시편제작은 RF 마그네트론 스퍼터법을 사용하여 Si 기판위에 Ta과 Al을 차례로 증착하였고, Ta 확산방지막 형성시 기판 bias와 이온빔 조사의 효과를 알아보기 위해 Ta 스퍼터 증착시 기판 bias를 가하였으며, Ta 전자선 증발 증착시 이온빔을 조사하여 bias인 가나 이온빔 조사를 하지 않은 시편과 비교하였다. 그리고 Ta 확산방지막층에서 미세결정 산화물(Micro-crystalline oxide)의 스퍼팅 효과를 알아보기 위해 Ta 형성시 미세결정 산화물을 첨가한후 Al을 증착하였다. 또한, Si 기판위에 Ta을 증착하고 대기중에 노출시켰으며, 일부는 500℃에서 30분간 질소 분위기 열처리를 행한 후, Al을 증착하였다. 제작된 모든 시편은 450 ~ 650℃의 온도범위에서 30분간 진공 열처리를 행하였다.

확산방지막의 열적 안정성을 평가하기 위하여 four point probe로 면저항을 측정하였고, 각 원소의 상호확산 거동을 알아보기 위해서 RBS, AES 분석을 행하였으며, XRD, TEM 분석을 통하여 상확인 및 미세조직을 관찰하였다.

Ta 확산방지막 층을 질소 분위기 열처리한 시편을 제외한 모든 시편은 600℃에서 확산 방지막층이 파괴되었다. Al/Ta/Si 계에서는 Al/Ta 및 Ta/Si의 반응에 의해 확산방지막층이 파괴되었고, 미세결정 산화물을 첨가한 시편의 경우에는 Ta/Si의 반응은 비교적 억제되었으나, 미세결정 산화물 증착시 도입된 과잉산소에 의해, Al이 산화되어 600℃에서 면저항이 급격히 증가하였다. Ta층 증착후 질소분위기 열처리한 시편의 경우에는, 600℃까지 낮은 면저항을 보였는데, 이는 질소분위기 열처리시 분위기내에 함유된 불순 산소가 Ta층에 함입되어 Al/Ta 및 Ta/Si의 반응을 효과적으로 억제한 것으로 사료된다.