

RF Magnetron sputtering WS₂박막 형성에 미치는 Ti층의 역할

한성호 이계갑

국민대학교 공과대학 금속재료공학과

[서론] Tungsten silicide는 polycide(WS₂/poly-Si)구조로 고집적회로에서 Gate electrode 또는 Bit line 으로 널리 이용되고 있다. 이때 이용되는 증착방법은 (비교적 양호한 step-coverage를 얻을수 있는) LPCVD방법이 많이 사용되고 있다. 그러나 LPCVD방법을 이용할 경우 비교적 양호한 step-coverage를 얻을 수 있는 장점이 있으나, peeling을 방지하기 위하여 주의스런 cleaning과 함께 silicon rich한 Tungsten silicide박막을 증착시켜야 한다.

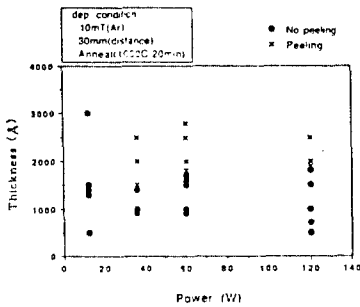
본 실험에서는 RF Magnetron sputtering을 이용하여 낮은 전도도의 접착력이 우수한 WS₂를 얻는 실험을 실시하였다. Power, Pressure를 실험변수로 취하여 실험하였으며 결과는 실리코겐의 함량이 높은 경우에 peeling에 대한 저항이 강했으며, 텅스텐의 함량이 높아지는 경우는 어느 임계 두께이상에서는 peeling이 일어난다는 특성을 보여주었다. 이 경우 중간층으로 Ti을 증착시켜 sandwich(WS₂/Ti/Si)구조를 형성시켜 열처리에 따른, peeling에 대한 저항변화를 관찰하였으며 이때 Ti층이 존재함으로써 변하는 실리사이드기구를 조사하였다.

[실험방법] 박막증착은 P-type, 10~20 μΩcm(100)Si wafer위에 RF-magnetron sputtering방법으로 공정 조건을 변화시키면서 WS₂박막을 증착하였고 WS₂/Ti/Si구조에 있어서는 DC-magnetron sputtering에 의해 Ti층을 100Å 증착시킨 다음 instu.로 RF-magnetron sputtering방법에 의해 WS₂박막을 증착하였다. 열처리 는 질소분위기에서 20분동안 온도를 600~1000℃까지 변화시켜 실리사이드를 형성시켰다. 증착된 박막의 두께는 α-step으로 측정하였고 열처리전후의 전기적 특성은 Four point probe로 측정하였다. 또한 결정화 정도와 상변화는 XRD에 의하여 하였고 실리사이드 반응전후의 stoichiometry 및 두께변화는 XPS와 SEM으로 관찰하였다.

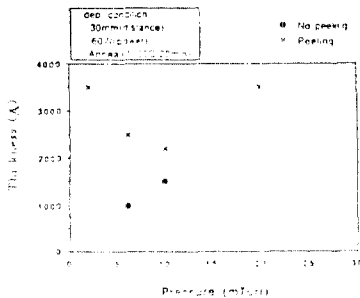
[실험결과]

1. 공정조건이 WS₂ peeling에 미치는 영향
WS₂/Si 구조

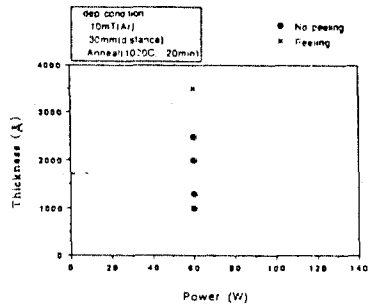
① Power 영향



② Pressure 영향



2. Interlayer로써 Ti층의 역할
⇒ peeling에 대한 임계두께 증가
WS₂/Ti/Si 구조



3. XPS분석에 따른 Stoichiometry변화

① Power영향(증착시)

Power	As dep.	
	12W	60W
stoichiometry변화	WS _{1.43}	→ WS _{1.96}

② 열처리에 따른 영향

WS₂/Si 구조

As dep.	1000℃ Anneal
	stoichiometry변화

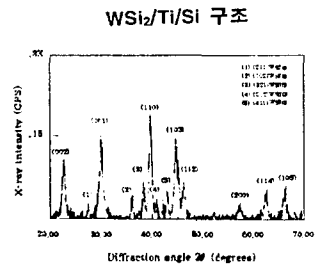
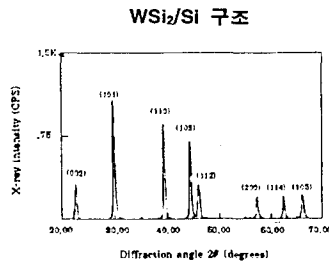
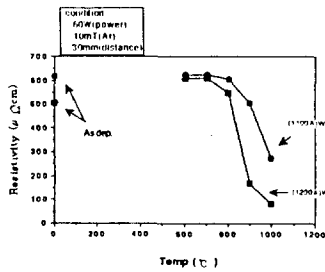
WS₂/Ti/Si 구조

As dep.	1000℃ Anneal
	stoichiometry변화

4. WSi_2/Si 구조와 $WSi_2/Ti/Si$ 구조 비교실험

① 열처리에 따른 비저항변화

② 열처리(1000℃)후 XRD결과



5. 실리사이드 형성기구 차이

WSi_2/Si 구조

$WSi_2/Ti/Si$ 구조



Ti층에 의하여 Si의 공급이 어려워 결정화 진행이 어려워지고 있다.

[결론]

1. WSi_2/Si 구조 :

Si 함량이 많은 tungsten silicide박막에서 peeling에 대한 저항이 강한 것으로 나타났으며 W함량이 많은 tungsten silicide에서는 두께에 의한 열팽창이 가장 크게 나타났고 그 두께는 약 1500Å 정도가 된다.

2. $WSi_2/Ti/Si$ 구조 :

중간에 Ti layer를 쓴 WSi_2 박막은 peeling에 대한 임계두께가 2500Å 이상의 증가를 가져왔다.

3. WSi_2/Si 와 $WSi_2/Ti/Si$ 구조 비교 실험 :

① WSi_2/Si 구조로 증착-열처리된 박막은 비저항이 $100\mu\Omega\text{cm}$ 정도로 나타났고, $WSi_2/Ti/Si$ 구조로 증착-열처리된 박막은 비저항값이 $250\mu\Omega\text{cm}$ 정도로 다소 높게 나타났다.

② $TiSi_2$ 형성에 의해서 일어나는 oxygen snow-plowing현상에 의하여 Si의 확산이 크게 억제되고 Si확산의 억제는 결정성장을 늦어지게 하는 것으로 예견된다.