

수소 및 암모니아 Remote Plasma MOCVD 증착에 의한 Tantalum Nitride 박막의 특성
 Film Properties of Tantalum Nitride deposited from Remote Plasma MOCVD using H₂ and
 NH₃

한창희, 백수현 (한양대학교 재료공학과)

노경봉, 오재용 (한양대학교 전자공학과)

박창수, 이상인, 최진석, 이종길 (삼성전자 메모리연구소)

초록

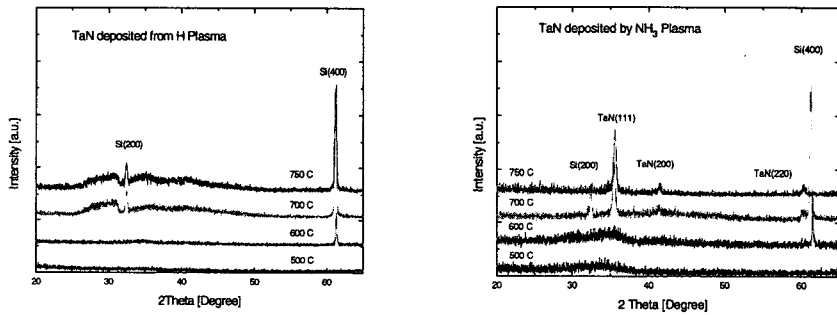
BST 등의 강유전박막을 사용한 capacitor 제작시 BST의 유전특성을 강화하기 위한 산화과정에서 기존에 널리 사용되는 Pt 전극의 경우에는 산소확산에 의한 oxidation 및 silicidation 현상이 관찰되며 hill lock 형성에 따른 leakage current 증가가 관찰된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 Pt 과 Si 사이에 barrier metal 을 사용하는 연구가 진행되고 있으며 대표적인 물질로서 Ta, W, TiW, Cr, TiN, TaN 등이 있다. 이러한 barrier metal 의 경우에 만족할 만한 특성을 보여주지 못하고 있는데 가장 큰 이유는 비록 이러한 물질들이 산소분위기 하에서 inert 할지라도 grain boundary 를 통하여 확산된 산소가 barrier metal 을 통하여 밑의 Si 과 반응하기 때문이다. 따라서 화학적으로 inert 할 뿐만 아니라 결정구조상으로 grain boundary 가 존재하지 않고 또한 매우 고온까지 그 특성을 유지할 수 있는 barrier metal 이 필요하다. 본 논문에서는 위의 특성을 갖는 barrier metal 을 remote plasma MOCVD 를 사용한 비정질 TaN 박막을 형성하여 얻고자 하였다.

TaN 박막을 down stream 형식의 remote plasma MOCVD system 을 사용하여 증착하였으며, reactant gas 로서 수소 혹은 암모니아 plasma 를 사용하였다. 사용된 metal organic source 는 source 내에 Ta 과 N bonding 을 갖고 있는 pentakis-dimethyl-amino-tantalum (PDMATa), [(CH₃)₂N]₅Ta, 을 사용하였다. 증착압력은 1 Torr, plasma power 는 100 W 를 유지하였으며, 증착온도는 500°C 에서 750°C 까지 변화시켰다. 증착된 박막을 XRD, four-point probe, SEM 등을 사용하여 결정성 및 전기적 특성을 측정하였다. 박막의 결정성 변화를 관찰하기 위하여 800 - 1000°C 사이에서 열처리하여 그 특성변화를 관찰하였다.

그림 1 (a) 와 (b) 에서 보여주는 바와 같이 수소 plasma 를 사용하여 증착한 시편의 경우에는 사용된 증착온도하에서 모든 비정질 박막형태의 XRD pattern 을 보여주고 있으나, 이와는 달리 암모니아 plasma 를 사용한 경우에는 700 °C 이하에서는 비정질 특성을 그 이상에서는 (111) polycrystalline TaN 이 형성됨을 알 수 있다. 이러한 점으로 미루어 보아 두가지 다른 reactant 를 사용함에 따라 그 반응 mechanism 이 다르다는 것을 알 수 있는데, 이러한 점은 각기 다른 증착온도에 따른 박막증착속도 즉 activation energy 값으로 부터 확인할 수 있었다. 암모니아를 사용한 경우에는 박막증착속도가 증착온도에 따라 변화하지 않는 반면에 수소 plasma 를 사용한 경우에는 0.562eV/K 정도의 activation energy 를 갖는다. 증착된 박막은 2000 - 7000 μΩ-cm 의 비저항을 보여주고 있으며 일반적으로 증착온도가 증가함에 따

라 증가하는 현상을 보여주고 있다. 그림 2 (a) 와 (b) 는 700 °C 에서 각각 수소 plasma 와 암모니아 plasma 를 사용하여 증착한 박막을 800 - 1000 °C 에서 열처리한 후 측정한 XRD 결과로서 H plasma 를 사용한 경우에는 약 1000 °C 에서 residual oxygen 에 의한 산화와 동시에 (111) TaN 로서 crystallize 되는 반면에, 암모니아 plasma 를 사용한 경우에는 850 °C 정도에서 산화가 급속도로 진행되는 것을 알 수 있다.

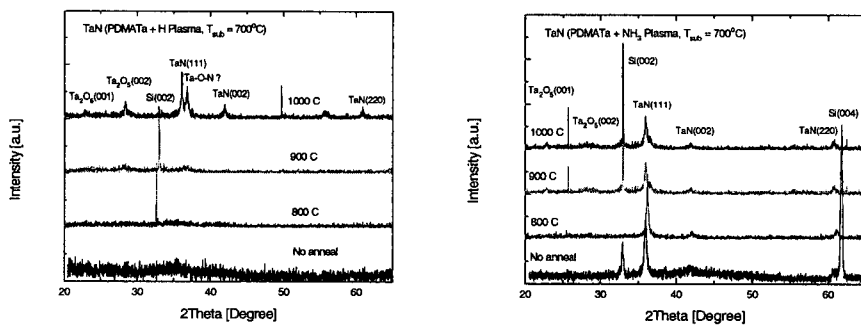
본 논문의 결과로서 H plasma 를 사용한 remote plasma MOCVD 로서 비정질 특성과 함께 산소분위기하에서 매우 높은 온도에서도 inert 한 박막을 얻을 수 있었으며, 이 박막의 특성을 더욱 개선함으로써 BST capacitor 의 전극용 barrier metal 로서 우수한 특성을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.



(a) TaN deposited from H Plasma

(b) TaN deposited from NH₃ Plasma

그림 1. 증착온도에 따른 TaN 박막의 XRD Spectra



(a) Annealing TaN deposited from H Plasma at 700 °C

(b) Annealing TaN deposited from NH₃ Plasma at 700 °C

그림 2. 700 °C에서 증착한 TaN 의 열처리에 따른 XRD Spectra