

고유전체 전극물질로서의 TaN 응용가능성 연구 Research on applicability of TaN as an electrode material for high-k dielectrics

김영순, 이태호, 안진호
한양대학교 재료공학과
(youngsoon@ihanyang.ac.kr)

1. 서론

CMOS device의 집적도가 100nm에 도달하기 위해서는 게이트 절연막(gate oxide)의 equivalent thickness oxide(EOT)가 8 ~ 12Å 요구되어지고 있다. 현재 게이트 절연막으로 사용되고 있는 SiO₂의 경우 EOT가 8 ~ 12Å에 도달하게 되면 물리적, 전기적 한계에 도달하게 되어진다. 이는 SiO₂의 경우 박막의 두께가 15Å 이하로 감소함에 따라 direct tunneling에 의해 누설전류가 급격히 증가함으로 인해 차세대 소자의 적용에 어려울 것으로 예상이 된다. 이런 이유로 인해 차세대 게이트 절연막으로 HfO₂, ZrO₂, La₂O₃와 이들의 silicate가 연구되어지고 있다. 또한 현재 gate electrode 사용되고 있는 Poly-Si process는 poly depletion effect와 boron penetration 등과 같은 문제점에 도달하게 되었다. 이를 해결하기 위해서 많은 종류의 metal electrode가 연구되어지고 있다. Pt, Al, TiN, TaN, Mo등 여러 종류의 metal electrode가 연구되어지고 있는데 각각의 metal electrode의 work function에 따라서 n-MOS,와 p-MOS에 적용시키기 위해서 연구되어지고 있다. 본 연구에서는 n-MOS에 적용시킬수 있는 약 4.15eV정도의 work function을 가지는 TaN을 reactive sputtering을 이용하여 열적으로 성장시킨 SiO₂와 atomic layer deposition(ALD)를 이용하여 성장시킨 HfO₂ 게이트 절연막을 이용하여 특성을 평가하였다.

2. 실험방법

SiO₂ 와 HfO₂ 박막의 전기적 특성을 평가하기 위해 TaN 상부전극을 정착하여 MIS(Metal-Insulator-Semiconductor) 구조를 형성시켰다. Ta-N film 증착시 공정변수로는 공정압력, 공정 Power, Nitrogen gas의 첨가함량을 이용하였다. 공정압력은 3, 5, 8mTorr를 이용하였으며, reactive sputtering 시 Nitrogen gas의 percent는 MFC에 의해서 Nitrogen gas의 유량을 증가시키면서 Nitrogen gas의 함량을 2, 5, 10%를 첨가 시켰다. 공정 Power는 50, 100, 200W를 이용하였다. 이렇게 증착된 Ta-N film의 두께는 α -step에 의해서 측정하였으며 면저항은 four point probe에 의해서 측정하였고 film의 microstructure는 XRD에 의해서 측정하였다. TaN electrode의 성분 분석을 하기 위하여 AES로 박막내부의 성분 분포를 확인하였다. 전기적 특성을 측정하기 위해서 SiO₂(60Å)와 HfO₂ 박막에 증착하였고, electrode pattern은 lift off를 이용하여 만들었다. pattern 형성후 C-V는 Keithley 82-win을 이용하여 측정하였고 I-V는 HP4155B를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과

Reactive sputtering으로 증착한 TaN film은 약 20정도의 면저항값을 가지고 있으며 XRD 결과로부터 cubic구조를 가지고 있다는것을 확인할수가 있었다. AES data로 부터 박막내부에 약 2%정도의 nitrogen성분이 포함되어 있는것을 확인할수가 있었다. TaN electrode를 HfO₂에 증착하여 1.682nm의 EOT를 가지고 있는것을 확인할수가 있었다.