

[IV-3]

W/TiN 금속 게이트 MOS소자의 물리·전기적 특성 분석

윤선필, 노관중, 노용한
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부

선펙이 초미세화됨에 따라 게이트 전극에서의 공핍 현상 및 불순물 확산의 문제를 갖는 poly-Si 게이트를 대체할 전극 물질로 텅스텐(W)이 많이 연구되어 왔다. 반도체 소자의 배선물질로 일찍부터 사용되어온 텅스텐은 내화성 금속의 일종으로, 용융점이 높고, 저항이 낮다. 그러나, 일반적으로 사용되고 있는 CVD에 의한 텅스텐의 증착은 반응가스(WF₆)로부터 오는 불소(F)의 게이트 산화막내로의 확산으로 인해 MOS 소자가 크게 열화될수 있다.

본 연구에서는 W/TiN 이중 게이트 전극 구조를 갖는 MOS 캐패시터를 제작하여 전기적 특성을 살펴 보았다. P-type (100) Si위에 RTP를 이용, 850°C에서 110Å의 열산화막을 성장 및 POA를 수행한 후, 반응성 스퍼터링법에 의해 상온, 6mTorr, N₂/Ar=1/6 sccm, 100W 조건에서 TiN 박막을 150, 300, 500Å의 3그룹으로 증착하였다. 그 위에 LPCVD 방법으로 350°C, 0.7Torr, WF₆/SiH₄/H₂=5/5~10/500sccm 조건에서 2000~3000Å의 텅스텐을 증착하였다. Photolithography 공정 및 습식 에칭을 통해 200μm×200μm 크기의 W/TiN 복층 게이트 MOSC를 제작하였다. W/TiN 복층 게이트 소자와 비교분석하기 위해 같은 조건의 산화막을 이용한 알루미늄(Al) 게이트, 텅스텐 게이트 MOSC를 제작하였다.

350°C에서 증착된 텅스텐 박막은 10~11Ω/□의 면저항을 가졌고 미소한 W(110) peak값을 나타내는 것으로 보아 비정질 상태에 가까웠다. TiN 박막의 경우 120~130 Ω/□의 면저항을 갖았고 TiN (200)의 peak 값이 크게 나타난 반면, TiN(111) peak가 미소하게 나타났다. TiN 박막의 두께와 WF₆/SiH₄의 가스비를 변화시켜가며 제작된 MOS 캐패시터를 HF 및 QS C-V, I-V 그리고 FNT를 통한 전자주입 방법을 이용하여 TiN 박막의 불소에 대한 확산 방지막 역할을 살펴 보았다. W/TiN 게이트 MOS 소자는 모두 순수 텅스텐 게이트보다 우수하였고, Al 게이트와 유사한 전기적 특성을 보여주었다. TiN 박막이 300Å, 500Å이고 WF₆/SiH₄의 가스비가 5:10인 경우 소자 특성이 우수하였으나, 5:5의 경우에는 FNT 전자주입 특성이 열화되기 시작하였다. 그리고, TiN 박막의 두께가 150Å으로 얇아질 경우에는 WF₆/SiH₄의 가스비가 5:10인 경우에서도 소자 특성이 열화되기 시작하였다.

W/TiN 복층 게이트 MOS 캐패시터를 제작하여 전기적인 특성 분석결과, 순수 텅스텐 게이트 소자의 큰 저전계 누설 전류 특성을 해결할 수 있었으며, 불소확산에 영향을 주는 조건이 WF₆/SiH₄의 가스비에 크게 의존됨을 알 수 있었다. TiN 박막의 증착 공정이 최적화될 경우, 0.1μm 이하의 초미세소자용 게이트 전극으로서 텅스텐의 사용이 가능할 것으로 보여진다.