

Chemical vapor deposition of TaC_xN_y films using tert-butylimido tris-diethylamido tantalum(TBTDET) : Reaction mechanism and film characteristics

Suk-Hoon Kim, Shi-Woo Rhee[†]

System on Chip Chemical Process Research Center, Department of Chemical Engineering, POSTECH
(srhee@postech.ac.kr[†])

Tantalum carbo-nitride(TaC_xN_y) films were deposited with chemical vapor deposition(CVD) using tert-butylimido tris-diethylamido tantalum (TBTDET, ^tBu-N=Ta-(NEt₂)₃, Et=C₂H₅, ^tBu=C(CH₃)₃) between 350°C and 600°C with argon as a carrier gas. Fourier transform infrared (FT-IR)spectroscopy was used to study the thermal decomposition behavior of TBTDET in the gas phase. When the temperature was increased, C-H and C-N bonding of TBTDET disappeared and the peaks of ethylene appeared above 450°C in the gas phase. The growth rate and film density of TaC_xN_y film were in the range of 0.1nm/min to 1.30nm/min and of 8.92g/cm³ to 10.6g/cm³ depending on the deposition temperature. TaC_xN_y films deposited below 400°C were amorphous and became polycrystalline above 500°C. It was confirmed that the TaC_xN_y film was a mixture of TaC, graphite, Ta₃N₅, TaN, and Ta₂O₅ phases and the oxide phase was formed from the post deposition oxygen uptake. With the increase of the deposition temperature, the TaN phase was increased over TaC and Ta₃N₅ and crystallinity, work function, conductivity and density of the film were increased. Also the oxygen uptake was decreased due to the increase of the film density. With the increase of the TaC phase in TaC_xN_y film, the work function was decreased to 4.25eV and with the increase of the TaN phase in TaC_xN_y film, it was increased to 4.48eV.

Keywords: TBTDET, chemical vapor deposition (CVD), gate metal, tantalum carbide, tantalum nitride

The Study of SiO₂, Si₃N₄ passivation layers grown by PECVD for the indium antimonide photodetector

이재열, 김정섭, 양창재, 박세훈, 윤의준[†]

서울대학교 재료공학부
(eyoon@snu.ac.kr[†])

Indium Antimonide(InSb)는 3~5 μm대 적외선 감지영역에서 기존 HgCdTe(MCT)를 대체할 물질로 각광받고 있다. 1970년대부터 군사적 용도로 미국, 이스라엘 등 일부 선진국에서 연구되기 시작했으며, 이온주입, MOCVD, MBE 등 다양한 공정을 통해 제작되어 왔다. InSb 적외선 감지소자는 3~5μm대에서 HgCdTe와 성능은 대등한데 반해, 기관의 대면적화와 저렴한 가격, 우주 공간 및 야전에서 소자 동작의 안정성 등으로 InSb 적외선 감지기는 냉각형 고성능 적외선 감지영역에서 HgCdTe를 대체해 가고 있다.

하지만 InSb는 77 K에서 0.225eV의 작은 밴드갭을 갖고 있기 때문에 누설전류로 인한 성능저하가 고질적인 문제로 대두되었고, 이를 해결하기 위한 고품질 절연막 연구가 InSb 적외선 수광 소자 연구의 주요 이슈 중 하나가 되어왔다. 그 동안 PECVD, photo-CVD, anodic oxidation 등의 공정을 이용하여 SiO₂, Si₃N₄, 양극산화막(anodic oxide) 등 다양한 절연막에 대한 연구가 진행되었고[1,2], 절연막과 반도체 사이 계면에서의 열확산을 억제하여 계면트랩밀도를 최소화하기 위한 공정개발이 이루어졌다[3]. 하지만 InSb 적외선 감지기술은 국방 및 우주개발의 핵심기술 중 하나로 그 기술의 이전이 엄격히 통제되고 있으며, 현재도 미국과 이스라엘, 일본, 영국 등 일부 선진국만이 기술을 확보하고 있고, 국내의 경우 연구가 매우 취약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 InSb 적외선 감지기의 암전류를 제어하기 위한 낮은 계면트랩밀도를 갖는 절연막 증착 공정을 찾고자 하였다.

본 연구에서는 n형 (100) InSb 기판 ($n = 0.2 \sim 0.85 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ @ 77K)에 PECVD를 이용하여 SiO₂, Si₃N₄ 등을 증착하고 절연막으로서 이들의 특성을 비교 분석하였다. SiO₂는 160, 200, 240 °C에서 Si₃N₄는 200, 300 °C에서 증착하였다. Atomic Force Microscopy(AFM) 사진으로 확인한 결과, 모든 샘플에서 표면 거칠기가 ~2 nm의 평탄한 박막을 얻을 수 있었다. Capacitance-Voltage 측정(77K)을 통해 절연막 특성을 평가하였다. SiO₂와 Si₃N₄ 모두에서 온도가 증가할수록 벌크 트랩 밀도가 감소하는 경향을 볼 수 있었는데, 이는 고온에서 증착할수록 박막 내의 결함이 감소했음을 의미한다. 반면 계면 트랩 밀도는 온도가 증가함에 따라, 1011 eV-1cm⁻² 대에서 10¹² eV⁻¹cm⁻² 대로 증가하였는데, 이는 고온에서 증착할수록 InSb 표면에서의 결함은 증가하였음을 의미한다. 암전류에 큰 영향을 주는 것은 계면 트랩 밀도이므로, SiO₂와 Si₃N₄ 모두 200 °C 이하의 저온에서 증착시켜야 함을 확인할 수 있었다.

Keywords: InSb, 적외선, 센서, 절연막