

Pt/ β -SiC 접촉의 열처리에 따른 특성변화

나훈주, 정재경, 엄명윤, 김형준
서울대학교 재료공학부

탄화규소는 그 전기적, 열적, 기계적 안정성 때문에 새로운 반도체 재료로서 주목받고 있는 물질이다. 탄화규소를 이용하여 전자소자를 제조하기 위해서는 ohmic 접촉과 Schottky 접촉을 형성하는 전극 물질의 개발이 선행되어야 하며, 고온, 고주파, 고출력용 반도체 소자를 제조하기 위해서는 전극의 고온 안정성 확보가 필수적이다. 따라서 탄화규소 소자의 응용범위는 전극에 의해서 제한된다고 할 수 있다.

일반적으로 전극을 증착한 후 원하는 접촉 특성을 얻기 위해서는 열처리 과정을 거쳐야 하며 접촉의 특성이 열처리에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 열처리가 금속/탄화규소 접촉의 특성에 미치는 영향을 알아보려고 하였으며, 이를 바탕으로 우수한 Schottky 다이오드의 제작 가능성을 타진해보고자 하였다.

유기실리콘 화합물 원료인 BTMSM(bis-trimethylsilylmethane)을 사용하여 실리콘 기판 위에 단결정 β -SiC 박막을 증착하였다. 기판의 영향을 줄이기 위하여 β -SiC 박막의 두께가 $1.5\mu\text{m}$ 이상인 시편을 사용하였다. 전극으로는 Pt를 사용하였으며, 전극 증착은 DC magnetron sputter를 이용하였다. 전기적인 특성을 분석하기 위하여 전류-전압, 커패시턴스-전압 특성을 분석하였고, XRD와 AES를 이용하여 계면에서의 반응을 알아보았다.

Hall 측정 결과 모든 β -SiC 박막은 약 $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ 정도의 도핑 농도를 갖는 n형 탄화규소임을 확인하였다. Pt/ β -SiC 접촉은 열처리 전에는 ohmic 접촉 특성을 보였으나 열처리 후에는 Schottky 접촉의 특성을 나타냈다. 전기적 특성 분석을 통하여 열처리 온도가 증가할수록 에너지 장벽의 높이가 증가하는 것을 알 수 있었다. 이상적인 Pt/ β -SiC 접촉의 경우 약 1.65eV의 에너지 장벽을 갖는 Schottky 접촉을 형성해야 하는데 열처리 전 ohmic 접촉의 특성을 보이는 것은 전극 증착시 sputtering에 의하여 계면에 발생한 결함이 도너의 역할을 하여 에너지 장벽의 두께를 감소시켜 tunneling을 촉진하기 때문인 것으로 판단된다. 열처리 후 접촉 특성이 변화하는 것은 이러한 결함들의 소멸 때문으로 생각된다. AES 분석을 통하여 열처리시 Pt가 β -SiC 내부로 확산하는 것을 알 수 있었으며, 이때 Pt가 β -SiC와 반응하여 계면에 실리사이드가 형성됨으로써 Pt/ β -SiC 계면이 보다 안정한 탄화규소 박막 내부로 이동하게 되고 계면의 결함 농도가 줄어드는 것이 접촉 특성 변화의 원인이라 할 수 있다. 열처리 온도가 증가함에 따라 계면이 점점 β -SiC 내부로 이동하여 결함농도가 낮아지기 때문에 tunneling 효과가 감소하여 에너지 장벽이 높아지게 된다.

Pt를 ohmic 접촉과 Schottky 접촉 전극 물질로 이용하여 제작한 Schottky 다이오드는 ohmic 접촉 형성시 Schottky 접촉에 발생하는 sputtering 손상에 의하여 좋은 정류특성을 얻지 못하였다. 따라서 ohmic 접촉 전에 Schottky 접촉의 passivation이 필요한 것으로 판단된다.