

【T-12】

수소 열처리를 이용한 고신뢰성 트렌치 게이트 MOSFET

김삼기, 노태문, 박일용, 양일석, 이대우, 구진근, 김종대
한국전자통신연구원 반도체원천기술연구소 집적회로연구부

소자 제조의 디자인 룰 감소에 따라 소자 격리 및 미세 패턴 형성을 위한 식각 기술의 중요성이 커지고 있다. 특히 20-60 V급의 전력 MOSFET의 경우 트렌치 공정을 이용하여 게이트를 형성한 트렌치 게이트 MOSFET에 관한 연구가 활발하다(1,2). 트렌치 게이트 MOSFET는 기존의 플라나 구조의 DMOS(Double-diffused MOS)에 비해서 셀 집적도를 높일 수 있으며, JFET 저항 성분을 제거하여 온-저항을 줄일 수 있는 장점이 있으나, 트렌치 게이트를 형성할 때 식각 프로파일을 조절하기가 어렵고, 식각된 트렌치 영역의 아래쪽 코너에서 전계가 집중되기 때문에 신뢰성을 확보하기가 힘들다.

본 연구에서는 트렌치 형성을 위한 식각 장치로 MERIE를 사용하였으며, 식각 가스로는 HBr을 주요 식각 가스로 하고 여기에 He-O₂, SiF₄, CF₄ 등을 첨가하여 사용했다. 탄소를 포함하는 플라즈마를 이용한 식각시에는 표면에 형성되는 C-F계 잔류물들이 소자 특성의 열화를 가져온다. 또한 식각 프로파일 등의 특성을 개선하기 위해 첨가 가스들로 O₂, H₂, Ar, He 등이 첨가되는데 이들은 식각 속도를 떨어뜨리는 등의 문제점이 있다. 이에 반해 탄소를 포함하지 않고 할로젠 원소와 수소 원자로 이루어진 브롬화 수소는 실리콘 표면에 흡착된 후 자발적으로 개개 원자로 분해되어 실리콘의 식각을 일으키는 것으로 알려져 있다. 트렌치 식각 공정은 chemistry 변화 및 각 가스의 유량을 변화시켜 식각 속도 및 식각 프로파일 개선, 잔류물 감소 동향을 관찰하였다. 또한 고신뢰성 트렌치 게이트 MOSFET을 제작하기 위해 트렌치 형성 후 트렌치 코너의 돌출된 부분을 수소 분위기에서 열처리하여 트렌치 코너를 둥글게 하였다. 그 결과 트렌치 내벽에 균일한 두께의 트렌치 게이트 산화막을 성장시킬 수 있었다. 특히 트렌치 게이트를 이용한 MOSFET는 트렌치 코너에 높은 전계가 걸리기 때문에 소자의 신뢰성을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 따라서 트렌치 코너를 둥글게 함으로서 트렌치 모퉁이에 집중되는 전계를 최소화 하였다. 수만개의 트렌치 게이트 MOSFET을 제작하여 전기적 특성을 분석한 결과 항복전압이 수소화 열처리를 하지 않았을 때는 항복전압이 약 29V이었으나 수소화 열처리를 했을 때는 약 36V로 약 25% 향상되었다. 그리고 I-V 특성에서는 게이트와 소스에 10V를 인가했을 때, 드레인 전류는 약 45A로 우수한 트렌치 게이트 MOSFET 특성을 얻었다.

[참고문헌]

[1] Krishna Shenai, IEEE Trans. On ED, 39, 6, p. 1435, (1992).

[2] 테크월드, "차세대 파워 디바이스 기술", 월간전자기술, pp. 36-42, July, (1999).