

반도체 세정액 내 용존 수소 가스가 웨이퍼 세정에 미치는 영향

길혁민, 강봉균, 이승호*, 박진구*†, 최은석**, 김인정**, 김봉우**

한양대학교 바이오나노공학과; *한양대학교 금속재료공학과; **실트론 기술연구소 (jgpark@hanyang.ac.kr†)

최근 반도체 세정에 있어서 지난 40년 동안 지속적으로 사용되고 있는 알칼라인 기반의 RCA 세정법은 많은 초순수 및 화학액 소모량과 세정시 불필요한 박막의 손실, 환경적인 문제로 인하여 이를 대체하고자 하는 새로운 세정액 및 세정 방법에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 특히 초순수에 가스를 혼합하여 메가소닉을 이용한 기능수 세정은 기존 RCA 세정액의 문제점들을 해결하기 위한 세정액으로 최근 반도체 제조 공정 뿐만 아니라 Photo mask, FPD 세정 공정에서 널리 이용되고 있다. 하지만 기능수에 대한 기초적인 특성 연구와 메가소닉에 의한 세정력 변화에 대한 연구는 부족한 상태이다.

본 연구에서는 고순도의 수소가스(99.999%)를 가스 접촉기, pHasor II (Entigris, USA) 와 순환 속도의 조절이 가능한 펌프, BPS-3 (Levitronix, USA) 를 이용하여 지속적으로 초순수와 수소가스를 혼합하는 방법으로 수소수를 제조하였으며, 용존 수소 농도계, DHDI-1 (TOA-DKK, Japan)으로 수소수의 농도를 확인하였다. 0.1 MPa 압력과, 3 LPM의 수소가스 유출속도에서 최대 2.0 ppm의 수소수를 얻을 수 있었으며, 수소수의 기초 특성을 평가하기 위하여 수소 농도 변화에 따른 pH, 표면 에너지를 측정하였다. 또한 압력 변화에 따른 반감기를 측정하여 bath형태의 세정기에서 적용 가능성을 평가하였다. 수소수의 세정력은 Si₃N₄ 입자가 임의로 오염된 실리콘 웨이퍼를 이용하여 bath 및 매엽식 세정기에서 수소수 농도와 메가소닉 형태 및 첨가제 변화에 따른 세정효율을 기존의 SC-1 세정액과 각각 비교 평가하였다.

기능수 발생장치에서 압력이 제거된 상태에서는 평균 20분의 반감기를 갖는 것이 관찰되었고, 압력이 유지된 상태에서는 수소수의 농도가 유지되는 것을 확인하였으며, pH의 경우 수소수의 농도가 점차 증가함에 따라 감소하여 2.0 ppm의 농도에서 pH 5.3정도의 값을 나타내었다. 표면 장력은 초순수와 비교했을 때 큰 변화가 없음을 확인할 수 있었다. Bath 형태의 세정기에서 메가소닉을 인가하여 수소수의 세정효율을 측정한 결과, 같은 조건에서 실험한 초순수와는 비슷하며, SC-1보다는 낮은 세정효율이 측정되었다. 반면 매엽식 세정기에서 동등한 조건의 실험을 실시한 결과, 수소수 세정에서 첨가제에 의한 영향으로 SC-1을 대체할 수 있는 높은 입자 제거효율을 가짐을 확인할 수 있었다.

Keywords: Dissolved Hydrogen Gas, Megasonic, Particle Removal

플라즈마를 이용한 GaAs 반응성 이온 식각

이성현, 노호섭, 최경훈*, 박주홍, 조판식, 이제원†

인제대학교 나노시스템 공학과; *인제대학교 정보통신시스템학과 (jwlee@inje.ac.kr†)

이 논문은 반응성 BCl₃ 플라즈마로 GaAs의 건식 식각을 진행한 후 그 결과에 대하여 연구 분석 한 것이다. 이 때 사용한 식각 공정 변수는 BCl₃ 플라즈마에서의 가스유량, 공정 압력과 RIE 척 파워의 변화이다. 먼저 공정 압력을 75 mTorr 고정시킨 후 BCl₃ 유량을 변화 (2.5~10 sccm)해서 실험하였다. 또한 BCl₃의 유량을 5 sccm으로 고정시킨 후 공정압력을 변화(47~180 mTorr)해서 식각 실험을 실시하였다. 마지막으로 47 mTorr와 100 mTorr의 각각의 공정압력에서 RF 척 파워를 변화시켜 (50~200 W) 실험하였다.

GaAs 플라즈마 식각이 끝난 후 표면단차 측정기 (Surface profiler)를 사용하여 표면의 단차와 거칠기를 분석하였다. 그 후 그 결과를 이용하여 식각율 (Etch rate), 식각 표면 거칠기 (RMS roughness), 식각 선택비 (Selectivity) 등의 식각 특성평가를 하였다. 또한 식각 공정 중에 샘플 척에 발생하는 자기 바이어스와 BCl₃ 플라즈마 가스를 광학 발광 분석기 (Optical Emission Spectroscopy)를 이용하여 플라즈마의 상태를 실시간으로 분석하였다.

이 실험 결과에 따르면 공정 압력의 증가는 샘플 척의 자기 바이어스의 값을 감소시켰다. BCl₃ 압력 변화에 의한 GaAs의 식각 결과를 정리하면 5 sccm의 BCl₃ 가스유량과 RF 척 파워를 100 W로 고정시켰을 때 식각율은 47 mTorr에서 가장 높았으며, 그 값은 0.42 μm/min 이었다. GaAs의 식각 속도는 공정압력이 증가할수록 감소하였으며 180 mTorr에서는 식각율이 0.03 μm/min로 거의 식각되지 않았다. 또한 공정압력을 75 mTorr, RF 척 파워를 100 W로 고정시키고, BCl₃ 가스유량을 2.5 sccm에서 10 sccm까지 변화시켰을 때, 10 sccm의 BCl₃ 가스유량에서 가장 높은 식각율인 0.87 μm/min이 측정되었다.

압력에 따른 GaAs의 식각 후 표면 거칠기는 최대 2 nm 정도로 비교적 매끈하였으며, 거의 식각되지 않은 180 mTorr의 조건에서는 약 1 nm로 낮아졌다. 본 실험 조건에서 GaAs의 감광제에 대한 식각 선택비는 최대 약 3:1 이내였다.

Keywords: GaAs, 건식식각, 반응성 이온 식각