

300 mm 웨이퍼용 장치에서 펄스 바이어스가 인가된 고밀도 유도결합 플라즈마의 수치 계산

Numerical modeling of high density inductively coupled plasma with pulse bias at system for 300 mm wafer

양원균*, 주정훈

*군산대학교 신소재공학과, 플라즈마소재 응용센터 (E-mail: wkyang@kunsan.ac.kr)

초 록: 300 mm 웨이퍼용 도핑장치에서 2 MHz 유도결합 플라즈마와 8 kHz의 기판 바이폴라 펄스 바이어스에 의한 플라즈마에 대해 수치 계산이 수행되었다. 한 주기에서 0, -500, +100 V의 Pulse duration 동안 기판 전체에 100, 500, 150 eV 부근의 이온 입사 에너지 분포를 보였으며, 이에 따라 기판 가장자리에서의 이온 입사 각도는 -30~+30° 사이에서 변화함으로써 도핑 불균일에 대한 원인을 확인하였다.

1. 서론

현재 반도체 웨이퍼의 불순물 도핑에 가장 많이 사용되고 있는 이온 주입 기술은 Beamline이다. 선별적인 이온주입이 가능하기 때문에 불순물 함유를 최소화할 수 있으며, 정확한 junction depth나 dose량을 제어할 수 있는 장점이 있지만, 소자의 소형화와 고집적화로 많은 문제점이 발생되었다. 따라서 최근에 플라즈마 이온 도핑 기술에 대한 연구 개발이 활발히 이루어지고 있다. 플라즈마 이온 도핑 장치는 주입되는 이온들이 시료의 표면에 수직으로 입사되므로 균일하게 이온을 주입할 수 있으며, 플라즈마와 고전압 펄스를 이용하므로 고분자나 세라믹과 같은 부도체의 이온 주입 시 야기되는 시료 표면의 charging 문제가 본질적으로 존재하지 않아 시료의 표면 손상을 줄일 수 있다. 유도결합 플라즈마와 펄스 바이어스를 이용하는 경우, 기판 표면 부근에서의 sheath내의 전기장 및 이온 분포가 매우 중요하게 된다.

2. 본론

본 연구에서 수치계산을 위해 300 mm 웨이퍼용 장치를 2차원으로 형상화하고, 3 turn의 유도결합 플라즈마 안테나를 챔버 외부에 두고 2MHz를 인가하였고, 기판에는 8 kHz의 바이폴라 펄스 바이어스를 인가하였다. 상용 유체역학 전산 모사 프로그램인 CFD-ACE+를 이용하였다. 포아손 방정식을 풀지 않고 쉬스 영역을 무시하는 ICP 모델이 아닌, CCP 모델을 통해 포아손 방정식으로 정전기장을 모두 풀고, 쉬스를 고려하였다. 플라즈마내 전위에 의한 기판에 이온에너지 분포와 이온 입사각 분포가 기판 표면에서 계산되었다. 또한, Stopping and Range of Ions in Matter (SRIM)을 통해 B⁺ 이온이 다양한 각도에서 특정 에너지로 입사될 때의 junction depth와 range를 계산하였다.

3. 결론

300 mm 웨이퍼용 도핑장치에서 유도결합 플라즈마와 기판에 바이폴라 펄스 바이어스에 의한 플라즈마 수치계산이 수행되었다. 2 MHz의 ICP와 8 kHz의 바이폴라 펄스 바이어스에서 -500V - +100V인 경우 initial delay 동안 플라즈마 전위는 0 ~ 150 V, pulse duration 동안엔 -500 ~ 150 V, reverse pulse duration 동안엔 100 ~ 250 V에서 진동했다. 이에 따라 기판 중심에서의 이온에너지는 각 50 ~ 100 eV, 480 ~ 530 eV, 100 ~ 150 eV에서 진동했으며, 기판 가장자리에서 이온 입사 각도는 -30 ~ +30°까지 변화했다. 입사각도에 따라 도핑 junction depth와 backscattering ion의 수가 변하게 되면서 불균형을 발생시키는데, B⁺가 500 eV에서 평균 junction depth와 backscattering ion 비율은 각각 0°에서 39Å, 9.3%, 30°에서 36Å, 12.9%, 60°에서 29Å으로 감소하고 28.2%까지 증가하게 된다.

감사의 글

본 논문은 지식경제부가 지원하는 국가 반도체 연구개발사업인 “나노반도체장비원천기술상용화사업”을 통해 개발된 결과임을 밝힙니다.

참고문헌

1. CFD-ACE+ User Manual. ESI Group. 2009.
2. Junghoon Joo, J. Kor. Inst. Surf. Eng. 43 (2010) 154.
3. Bon-Woong Koo et al., IEEE Transactions on plasma science 32 (2004) 456.