

레이저 유기 형광법을 이용한 자기장이 인가된 유도결합플라즈마의 전기장 특성 연구

송재현, 김혁, 정재철, 황기웅

서울대학교 전기컴퓨터 공학부

현재 반도체시장의 확장으로 인해서 기존의 300mm 웨이퍼에서 450mm의 웨이퍼를 사용하는 공정으로 변화하는 추세이다. 450mm 웨이퍼로 대면적 화되면서 기존 300mm 공정 때보다 훨씬 효율적인 플라즈마 소스 즉, 고밀도이고, 고균등화(high uniformity) 플라즈마 소스를 필요로 한다. 본 논문에서는 고밀도 플라즈마 소스인 유도 결합형 플라즈마(Inductively Coupled Plasma ; ICP)에 축 방향의 약한 자기장을 인가시킨 자화된 유도결합형 플라즈마(Magnetized Inductively Coupled Plasma : MICP)[1]를 제안하여 기존 ICP와의 차이점을 살펴보았다.

실험 방법으로 레이저 유기 형광법(Laser Induced Fluorescence : LIF)[2]을 이용하여 플라즈마 쉬스(Sheath) 내의 전기장을 외부 자기장의 변화에 따라 높이별로 측정하고 그 결과로부터 쉬스의 전기적 특성을 살펴보았다. 플라즈마의 특성상 탐침이나 전극에 전압을 인가하면 그 주위로 디바이 차폐(Debye Shielding)현상이 일어나서 플라즈마 왜곡이 일어난다. 그렇기에 플라즈마, 특히 플라즈마 쉬스의 특성을 파악하기 위해서 레이저라는 기술을 사용하였다. 레이저는 고가의 장비이고 그 사용에 많은 경험지식(know-how)을 필요로 하지만 플라즈마를 왜곡시키지 않고, 플라즈마의 밀도, 온도, 전기장 등 많은 상수(parameter)들을 얻어 낼 수 있다. 또한 3차원적으로 높은 분해능을 가지고 있는 장점이 있다. 강한 전기장이 있는 곳에서 입자들의 고에너지 준위가 전기장의 세기에 비례하여 분리되는 Stark effect[3] 이론을 이용하여 플라즈마 쉬스내의 전기장을 측정하였다.

실험은 헬륨가스 700mTorr 압력에서 이루어졌다. 기판의 파워를 50W에서 300W까지 변화시키면서 기판에 생기는 쉬스의 전기장의 변화를 살펴보았고, 자기장을 인가한 후 동일한 실험을 하여 자기장의 유무에 따른 플라즈마 쉬스의 전기장 변화를 살펴보았다.

실험결과 플라즈마 쉬스의 전기장의 변화는 기판의 파워와 플라즈마 밀도에 크게 의존함을 알았다. 기판의 파워가 커질수록 쉬스의 전기장은 커지고, 기판에 생기는 Self Bias Voltage역시 음의 방향으로 커짐을 확인 하였다. 또한 자기장을 걸어주었을 경우 쉬스의 두께가 얇아짐으로써 플라즈마의 밀도가 증가했음을 확인 할 수 있었다.

Reference

- [1] 이호준, 자화 유도 결합 플라즈마의 건식 식각 특성에 관한 연구(서울대학교 대학원 공학박사 학위논문, 1996).
- [2] M. D. Bowden, Y. W. Choi, K. Muraoka and M. Maeda, Appl. Phys. Lett. Vol. 66, No 9, pp. 1059 - 1061 (1995).
- [3] J. Stuart. Foster, Roy. Soc. Proc., Series A, Vol. 117, pp. 137 - 163 (1928).