

Development of Helicon Plasma Sources and Applications

장 홍 영

한국과학기술원 물리학과, 대전 305-701

RF의 inductive 또는 capacitive coupling에 의한 플라즈마 발생에 관한 것은 많이 알려져 있다. 단순히 진동하는 전장에 의한 전자가속 방법보다 공명 여기방 법(resonant excitation methods)이 더욱 효과적인 방법으로 연구되어 왔다.

Helicon waves는 1960년대 초, 고체상태에서 처음 발견되었고 다음에 가스 상태에서의 helicon plasma존재가능성이 제시되어 그것에 관한 이론적인 연구가 1960년대에 걸쳐 진행되었다. 1970년대 초에 Boswell은 간단하게 helicon wave를 발생시켜 높은 밀도의 플라즈마가 생성될 수 있음을 발견하였다. 1980년대에 들어서 플라즈마 공정분야에 응용하기 위한 helicon plasma에 관한 연구가 활발해졌다. Boswell등 몇몇의 연구자들은 거의 완전히 이온화된 10^{13}cm^{-3} 의 밀도의 플라즈마를 발생시켰다. 그리고 wave의 특성이 helicon wave의 특성과 일치하는 것을 보여주었다.

Helicon wave의 에너지가 플라즈마에로의 전달과정에 대하여, Chen은 정자기장(B_0)에 평행한 helicon wave의 전기장 성분(E_z)이 Landau damping에 의하여 helicon wave의 에너지가 전자에 전달된다고 제안하였다. 이것은 Landau damping에 의하여 wave의 에너지가 전자에 직접 전달되므로 에너지의 전달이 매우 효과적이라는 것을 나타낸다. 또한 가속되는 전자의 에너지를 제어할 수 있기 때문에 이온화효율을 극대화 할 수 있다.

Helicon plasma의 낮은 작동 압력에서 높은 밀도의 특성을 이용하여 낮은 공정압력 및 고밀도의 플라즈마가 요구되는 반도체 공정에의 응용연구가 활발히 진행중이다. 그리고 helicon plasma의 높은 이온화율에 의한 높은 ArII line을 이용한 Ar ion laser에의 응용에 관한 연구도 진행중이다. 또한 diamond coating 또는 diamond like carbon coating등에도 응용되고 있다.

Helicon wave를 이용하여 수 mTorr의 압력에서 약 10^{13}cm^{-3} 의 밀도의 플라즈마를 얻었으며 그것의 특성을 연구하였다. helicon plasma가 생성되기 위한 특정 조건이 존재한다. 즉, 임계 rf출력, 임계 자기장, 그리고 임계압력이 존재하며 helicon plasma는 각 임계치 이상에서만 생성되고 그 이하에서는 helicon이 아닌 저밀도의 플라즈마가 생성된다. helicon이 아닐 때에는 capacitive field가 inductive field보다 우세하여 플라즈마 전위가 rf주파수로 modulation되고 평균플라즈마 전위는 helicon mode일 때보다 높은 것을 관찰하였다. 그리고 rf modulation크기는 안테나로부터 멀어질수록 작아지는 것을 관찰하였다.

Helicon plasma를 저유전율의 SiOF박막 증착에 응용하였다. 박막증착은 SiF₄, O₂ 그리고 Ar가스를 사용하여 수행하였다. 그리고 박막의 특성은 FTIR, ESCA, SEM등을 이용하여 연구하였으며 박막의 유전율은 MIS구조를 이용하여 측정하였다.