

반도체 공정 플라즈마의 밀도 균일성 분석을 위한 공간 분해 발광 분광기

오창훈¹, 류훈철¹, 이형우¹, 김세연², 이현정², 한재원^{1*}

¹연세대학교 기계공학과, ²삼성전자(주) 반도체총괄 메모리사업부

플라즈마는 미세 전기 소자 제작에 있어 박막의 증착, 식각, 세정등 여러 가지 공정에서 널리 사용되고 있다. 미세 소자의 선폭의 감소와 높은 생산성을 위한 웨이퍼 면적의 대형화가 진행됨에 따라 플라즈마의 균일도는 공정 수율 향상의 관점에서 중요한 요소로 그것의 계측과 공정 중 실시간 감시에 필요성이 부각되고 있다.

플라즈마에 존재하는 라디칼의 밀도, 이온의 밀도, 전자 온도 등의 웨이퍼 상에서의 공간 분포와 공정 결과물과의 상관관계에 대한 연구는 현재까지 다양하게 진행 되었으며 특히, 라디칼의 공간 분포가 공정 결과물의 균일도와 큰 상관 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 라디칼의 농도 분포를 계측은 레이저 유도 형광법, 발광 분광법, 흡수 분광법 등을 통하여 이루어져 왔으며, 특히 발광 분광법의 경우 계측의 민감성, 편의성등을 이유로 가장 널리 사용되고 있다. 그러나 현재 까지 진행된 발광 분광법을 이용한 라디칼의 공간 분포 계측은 그 자체로 공간 분포를 계측하는 것이 아닌 플라즈마 밀도의 측 대칭성을 가정하여 Abel inversion을 적용하거나, 광 섬유를 플라즈마에 직접 삽입하는 방식을 사용하기 때문에 실제 반도체 제작공정을 비롯한 미세소자 공정 플라즈마의 라디칼 밀도 분포를 실시간, 비 접촉 방식으로 계측 하는데 한계가 있다.

본 연구에서는 반도체 공정 플라즈마의 밀도 균일성 분석을 위한 공간 분해 발광 분광기를 제안한다. 기존의 발광 분광법과 비교하여 공간 분해능 향상을 위하여 직렬로 설치된 다수의 렌즈, 개구, 그리고 핀홀을 이용하였다. 공간 분해 발광 분광기의 공간 분해능을 계산하였으며, 실험을 통하여 검증 하였다.

또, HDP CVD를 이용한 SiO₂ 박막 증착 공정에서 산소 라디칼의 농도와 증착된 박막의 두께 분포의 상관 관계를 계측 함으로써 공간 분해 발광 분광기의 플라즈마 공정 적용 가능성 입증 하였다.