

[VI-3]

Magnetron Sputter내 Plasma 분포 및 Target Erosion Profile 해석

김성구, 오재준, 신재광, 이규상, 허재석, 이형인, 이윤석*
삼성종합기술원 CSE Lab., *삼성전관 C/F제조그룹

현재 magnetron sputter는 반도체, LCD 등을 포함하는 microelectronics 산업에서 박막형성을 위한 주요 장비로 널리 쓰이고 있으며, 소자의 고집적화 및 대형화 추세에 따라 그 이용가치는 더욱 증대되고 있다. 본 연구에서는 TFT-LCD용 Color Filter제조시 ITO 박막 형성을 위해 사용하는 magnetron sputter내부의 플라즈마 분포 및 ion kinetic energy에 대한 해석을 실시 하였으며, ITO target의 erosion 형상의 원인을 실험결과와 비교하였다. Magnetron sputtering은 target에 가해지는 bias전압(DC 혹은 RF)에 의해 target과 shield 혹은 target과 substrate 사이에서 생성될 수 있는 플라즈마를 target 밑 부분에 붙어있는 영구자석을 이용하여 target 근처에 집중시키고, target 표면과 플라즈마 사이의 전위차에 의해 가속된 이온들이 target 표면과 충돌하여 이차 전자방출을 일으킴과 동시에 target표면에서 sputtering을 일으키고, 이들 sputtered된 중성의 atom들이 substrate로 날아가 박막을 형성하는 원리로 작동된다. 이때 target에서 방출되는 이차전자들은 영구자석에 의한 자기장효과에 의해 target 근처에 갇히게 되어 중성 기체분자들과 이온화반응을 통해 플라즈마를 유지하고 그 밀도를 높여주는 역할을 담당하게 된다. 즉 낮은 압력 및 bias전압에서도 플라즈마 밀도를 높일 수 있고 sputtering 공정이 가능한 장점을 가지고 있다. Magnetron sputtering 현상에 대한 시뮬레이션은 크게 magnetron discharge와 sputtering에 대한 해석 두가지로 나누어 볼 수 있는데, sputtering 현상 자체를 수치묘사할 수 있는 정량적인 모델은 아직까지 명확하게 정립되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 magnetron plasma 자체에 대한 수치해석에 주안점을 두고 아울러 bulk plasma영역에서 target으로 입사하는 이온들의 입사에너지 및 입사각도 등을 Monte Carlo 방법으로 추적하여 sputtering 현상을 유추해 보았다. Sputtering 현상을 살펴보기 위해 magnetron sputter내 플라즈마밀도, 전자온도, 특히 target 및 substrate를 충돌하는 이온의 입사에너지 및 입사각 분포 등을 계산하는데 hybrid 방법으로 시뮬레이션을 하였다. 즉ion과 bulk electron에 대해서는 fluid 방식으로 접근하고, 이차전자 운동과 그로 인한 반응관계 및 target으로 입사하는 이온의 에너지와 입사각 분포는 Monte-Carlo 방법으로 처리하였다. 정자기장해석의 경우 상용 S/W인 Vector Fields를 사용하였다. 이를 통해 sputter내 플라즈마 특성, target으로 입사하는 이온에너지 및 각 분포, 이들이 target erosion 형상에 미치는 영향을 살펴보았다. 또한 이들 결과로부터 간단한 sputtering 모델을 사용하여 target으로부터 sputter된 입자들이 substrate에 부착되는 현상을 Monte-Carlo 방법으로 추적하여 성막특성도 살펴보았다.