

저압 광 산란 입자측정센서의 신호 분석 알고리즘 연구

문지훈¹, 윤진욱², 정 혁², 권용택², 강상우³, 윤주영³, 신용현³, 김태성^{1,4}

¹성균관대학교 성균나노과학기술원, ²(주)에이치시티, ³한국표준과학연구원, ⁴성균관대학교 기계공학부

반도체 공정 및 디스플레이 공정에서 발생하는 오염입자는 공정 불량을 일으키는 가장 큰 원인 중의 하나이며, 수십 나노에서 수 백 나노의 크기를 갖는다. 최근 디스플레이 및 반도체 산업이 발전함에 따라 회로의 선폭이 점차 감소하고 있으며 오염입자의 임계 직경(critical diameter) 또한 작아지고 있다. 현재 반도체 및 디스플레이 산업에서 사용되는 측정방법은 레이저를 이용하여 공정 후 표면에 남아있는 오염입자를 측정하는 ex-situ 방법이 주를 이루고 있다. Ex-situ 방법을 이용한 오염입자의 제어는 웨이퍼 전체를 측정할 수 없을 뿐만 아니라 실시간 측정이 불가능하기 때문에 공정 모니터링 장비로 사용이 어려우며 오염입자와 공정 간의 상관관계 파악에도 많은 제약이 따르게 된다. 이에 따라 저압에서 in-situ 방법을 이용한 실시간 오염입자 측정 기술 개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 저압 환경에서 실시간으로 입자를 모니터링 할 수 있는 장비를 입자의 광 산란 원리를 이용하여 개발하였으며, 산란 신호를 입자 크기로 변환하는 신호 분석 알고리즘 연구를 수행하였다. 빛이 입자와 충돌하게 되면 산란 및 흡수 현상이 발생하게 되는데 이 때 발생하는 산란 및 흡수량과 입자 크기와의 연관성이 Gustav Mie에 의해서 밝혀졌으며, 현재까지 광을 이용한 입자 크기 분석 장치의 기본 원리로 사용되고 있다. 하지만, Mie 이론은 단일입자가 일정한 강도를 가진 광을 통과할 경우인 이상적인 조건에서 적용이 가능하고 실제 조건에서는 광이 가우시안 분포를 가지며 광 집속에 의해서 광 강도가 위치에 따라 변하기 때문에 이러한 조건을 가지는 광을 입자가 통과할 때 발생하는 산란량은 단순히 Mie 이론에 의해서 계산하는 것이 불가능 하다. 본 연구에서는 이러한 현상을 입자 측정의 불확정성 이라고 규정하고 입자가 특정한 위치를 통과할 확률을 이용하여 신호를 분석하는 알고리즘을 개발 및 연구를 수행하였다.

Keywords: 광 산란, 저압 측정, 실시간, 반도체 공정, 신호 분석 알고리즘