

저압 광산란 입자측정센서 개발 및 성능 평가

문지훈¹, 우대광², 김명준², 윤진욱³, 정혁³, 권용택³, 강상우⁴, 윤주영⁴, 신용현⁴, 김태성^{1,2}

¹성균관대학교 성균나노과학기술원, ²성균관대학교 기계공학부

³(주) 에이치시티, ⁴한국표준과학연구원

디스플레이 및 반도체 산업이 발전함에 따라 회로의 선폭이 점차 줄어들고 있으며, 이에 따라 대표적 오염원이 되는 오염입자의 임계 직경(critical diameter) 또한 작아지고 있다. 현재 반도체 및 디스플레이 산업에서 사용되는 측정방법은 레이저를 이용하여 공정 후 표면에 남아 있는 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 광산란 원리를 이용하여 개발하였다. 빛이 입자에 조사되면 크게 산란 및 흡수현상이 일어나게 되는데, 이 때 발생하는 산란광은 입자의 크기와 관계가 있으며 Mie 이론으로 널리 알려져 있다. 현재 이를 이용한 연구가 국내 및 국외에서 진행되고 있다. 수 백 nm 대의 입자를 측정하기 위해서는 빛의 강도가 일정 수준 이상 되어야 하며, 이를 측정할 수 있는 수신부의 감도 또한 중요하다. 본 연구에서는 빛의 직경을 100 μm 이하까지 집속할 수 있는 광학계를 상용 프로그램을 이용하여 설계하였으며, 강도가 약한 산란광 측정을 위하여 노이즈 제거 필터링 기술 등이 적용된 수신부 센서를 개발하여 전체 시스템에 적용하였다. 교정은 상압과 저압에서 수행 하였으며 약 5%의 측정효율로 최소 300 nm 이하의 입자까지 측정이 가능함을 확인 하였다. 또한, 타사의 실시간 입자 측정 센서와의 비교 실험을 통하여 성능평가를 수행하였다. 기존 광산란 방식 센서보다 높은 성능의 센서를 개발하기 위하여 추후 연구를 진행할 계획이며, 약 200 nm 이하의 입자까지 측정이 가능할 것으로 기대된다.