TW-P071

CO_2 클러스터 세정을 이용한 오염입자 제거에 관한 연구

최후미, 조유진[2], 이종우[3], 김태성[1,2,*]

[1]성균관대학교 나노과학기술협동학부, [2]성균관대학교 기계공학부, [3](주)제우스

반도체 소자의 미세화와 더불어 세정공정의 중요성이 차지하는 비중이 점점 커지고, 이에 따라 세정 기술 개발에 대한 요구가 증대되고 있다. 기존 세정 기술은 화학약품 위주의 습식 세정 방식으로 표면 손상, 화학 반응, 부산물, 세정 효율 등 여러 가지 어려움이 있다. 따라서 건식세정 방식이 활발하게 도입되고 있으며 대표적인 것이 에어로졸 세정이다. 에어로졸 세정은 기체상의 작동기체를 이용하여 에어로졸을 형성하고 표면 오염물질과 직접 물리적 충돌을 함으로써 세정한다. 하지만 이 또한 생성되는 에어로졸 내 발생 입자로 인해 패턴 손상이 발생하며 이러한 문제점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 가스클러스터 장치를 이용한 세정 특성 평가에 관한 연구를 수행하였다. 가스 클러스터란 작동기체의 분자가 수십에서 수백 개 뭉쳐 있는 형태를 뜻하며 이렇게 형성된 클러스터는 수 nm 크기를 형성하게 된다. 그리고 짧은 시간의 응축에 의해 수십 nm 크기까지 성장하게 된다. 에어로졸 세정과 다르게 클러스터가 성장할 환경과 시간을 형성하지 않음으로써 작은 클러스터를 형성하게 되며 이로 인해 패턴 손상을 최소화 하고 상대적으로 높은 효율로 오염입자를 제거하게 된다. 클러스터 세정 장비를 이용한 표면 처리는 충돌에 의한 제거에 기반한다. 따라서 생성 및 가속되는 클러스터로부터 대상으로 전달되는 운동량의 정도가 세정 특성에 영향을 미치며 이는 생성되는 클러스터의 크기에 종속적이다. 생성 클러스터의 크기 분포는 분사 거리, 유량, 분사 각도, 노즐 냉각 온도 등의 변수에 관한 함수이다. 따라서 본 연구에서는 CO_2 클러스터를 이용한 세정 특성을 평가하기 위하여 이러한 변수에 따라서 오염 입자의 종류, 크기에 따른 PRE (particle removal efficiency)를 평가하고 다양한 선폭의 패턴을 이용하여 손상 실험을 수행하였다. 제거 효율에 사용된 입자는 CeO_2와 SiO_2이며, 각각 30, 50, 100, 300 nm 크기를 정량적으로 오염시킨 쿠폰 웨이퍼를 제조하여 세정 효율을 평가하였다. 정량적 오염에는 SMPS (scanning mobility particle sizer)를 이용한 크기 분류와 정전기적 입자 부착 시스템이 사용되었다. 또한 패턴 붕괴 평가에는 35∼180 nm 선폭을 가지는 Poly-Si 패턴을 이용하였다. 실험 결과 클러스터 형성 조건에 따라 상대적으로 낮은 패턴 붕괴에서 95% 이상의 높은 오염입자 제거효율을 전반적으로 보이는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 이론적 계산에 기반하여 세정에 요구되는 클러스터 크기를 가정하고, 이를 통하여 세정에 적용할 경우 높은 기존 세정 방법의 단점을 보완하면서 높은 세정 효율을 가지는 대체 세정 방안으로 이용할 수 있음을 확인하였다.

Keywords: CO_2 클러스터세정, 건식세정