

## 반도체 세정 공정용 가스 클러스터 장비의 클러스터 발생 특성 분석

최후미<sup>1</sup>, 김호중<sup>1</sup>, 윤덕주<sup>2</sup>, 이종우<sup>2</sup>, 강봉균<sup>3</sup>, 김민수<sup>3</sup>, 박진구<sup>3</sup>, 김태성<sup>1,4\*</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 나노과학기술협동학부, <sup>2</sup>제우스(주), <sup>3</sup>한양대학교 재료공학과, <sup>4</sup>성균관대학교 기계공학부

반도체 생산의 주요 공정 중 하나인 세정 공정은 공정 중 발생하는 여러 가지 부산물에 의한 오염을 효과적으로 제거하여 수율 향상에 큰 영향을 미친다. 현재 주로 쓰이는 세정 공정은 습식 세정 공정으로 화학 약품을 이용하지만 패턴 손상 및 웨이퍼 대구경화에 따른 문제 등이 대두되어 이를 대체할 세정 공정의 도입이 요구되고 있다. 이에 따라 건식 세정에 대한 관심이 증가하고 있으며 에어로졸 세정이 대표적 공정으로 개발 되었으나 마이크로 단위의 발생 에어로졸 입경으로 인해 패턴 손상 문제를 해결하지 못하였다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 응축에 의해 형성되는 입자 크기를 줄이는 것에 관한 연구가 진행되어 왔고, 대응 방안으로 개발된 것이 가스 클러스터 세정이다. 가스 클러스터란 작동 기체의 분자가 수십, 수백 개 뭉쳐있는 형태 (cluster)를 뜻하며 이 때 형성된 클러스터는 수 nm 크기를 가진다. 그리고 짧은 시간의 응축에 의해 수십 nm 크기까지 성장하게 된다. 즉, 입자로 성장할 수 있는 시간과 환경을 형성하지 않음으로써 작은 크기의 클러스터에 의해 패턴 사이의 오염물질을 물리적으로 제거하고 다시 기체상 물질로 환원되어 부산물을 남기지 않는 공정이다. 이러한 작동 환경을 조성하기 위해서는 진공도와 노즐 출구 속도에 대한 설계 단계부터의 이론적 연구를 통한 입자 크기 예측과 세정 조건에 따라서 발생하는 클러스터의 크기 분포 특성을 측정하는 것이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 실시간 저압 환경에서의 측정이 가능하며, 다양한 크기의 입자를 실시간으로 측정할 수 있는 particle beam mass spectrometer (PBMS)를 이용하여 세정 공정 중 발생하는 클러스터의 크기 분포를 측정하는 연구를 수행하였다. 클러스터의 측정은 노즐에 유입되는 유량과 냉매 온도를 변수로 하여 수행하였다. 각각의 조건에 따라서 최빈값은 오차범위 내에서 일정한 것을 확인하였으며, 50 nm 이하의 값으로 가스 클러스터 공정이 패턴 손상 없이 오염입자를 제거할 수 있음을 실험적으로 확인할 수 있었다. 또한 유량의 증가에 따라 세정에 사용되는 클러스터의 입경이 증가하며, 냉매 온도가 낮아질수록 클러스터 입경이 증가하는 경향을 확인할 수 있었다. 클러스터 크기는 오염 입자와의 충돌에 의해 작용하는 힘으로 오염입자를 제거하는 메커니즘을 사용하는 가스 클러스터 세정 장치에 있어 중요성이 크다 할 수 있으며 추후 지속적 연구에 의한 세정 기술의 최적화가 기대된다.

**Keywords:** 가스클러스터, PBMS, 세정