3C2) 건식세정기술의 세정효율 평가방법구축에 대한 연구

Establishment of a Cleaning Efficiency Evaluation Method for Dry Cleaning Technologies

이명화 · 송재동 · 백지영 · 김상범 · 김경수
한국생산기술연구원 환경에너지본부

1. 서 론

우리나라에서 세정공정은 반도체 및 디스플레이 산업에서 전체공정의 10-20%를 차지하고 있다(배재흠, 2005). 또한 세정공정에는 습식세정공정과 건식세정공정이 주로 사용되고 있지만, 국제환경규제와 고집적화에 따른 회로의 미세화로 기존의 습식세정기술로는 효율적인 세정이 어려우므로 건식세정기술이 점차 부각되어지고 있다(한갑수 등, 2006). 건식세정기술은 크게 CO_2세정기술, 레이저세정기술, 플라즈마세정기술, UV-O_3세정기술로 나누어지는데, 이러한 각 세정기술의 세정효율에 대한 자료는 각 기업에서 그들만의 노하우로서 보유하고 있는 상황이다. 이로 인해 각 세정기술에 대하여 그 세정메카니즘 규명이나 세정효율의 평가와 같은 기초적인 내용도 정립되어 있지 않은 문제점을 가지고 있다. 본 연구에서는 레이저세정에 초점을 맞추어 세정효율의 평가방법을 도출하고자 하였다.

2. 실험 방법

세정대상 Substrate로는 반도체공정에서 일반적으로 사용되어지는 Wafer를 선정하였으며, 대상오염물질로는 비록 현실성이 없지만 발생의 용이성이라는 측면에서 NaCl입자를 이용하였다. 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이, Atomizer에서 발생되어진 다분산 NaCl입자는 Electrostatic Classifier(TSI Inc., Model 3080)에 의해 대전된 단분산 입자로 분리되어진다. 입자포집장치에 유입된 단분산 입자들은 형성된 전기장에 의해 Wafer표면에 균일하게 부착되게 된다. 준비된 샘플을 FE-SEM(JEOL LTD., Model JSM-6701F)으로 초기의 입자개수를 측정하고, 레이저세정을 실시한 후의 샘플에 대하여 동일하게 Wafer 표면을 관찰하여 입자개수를 측정하였다. 세정에 사용한 레이저로는 248nm의 파장과 20W의 에너지를 가지는 Excimer Laser(Lambda Physiks, Compex 205)를 사용하였다. 세정효율은 레이저세정 전후의 입자개수 데이타를 이용하여 평가를 하였다. 세정효율에 대한 평가방법이 구축되면, 단순히 오염물질의 종류만을 변화시킴으로서 그 세정효율을 쉽게 평가할 수 있도록 하였다.

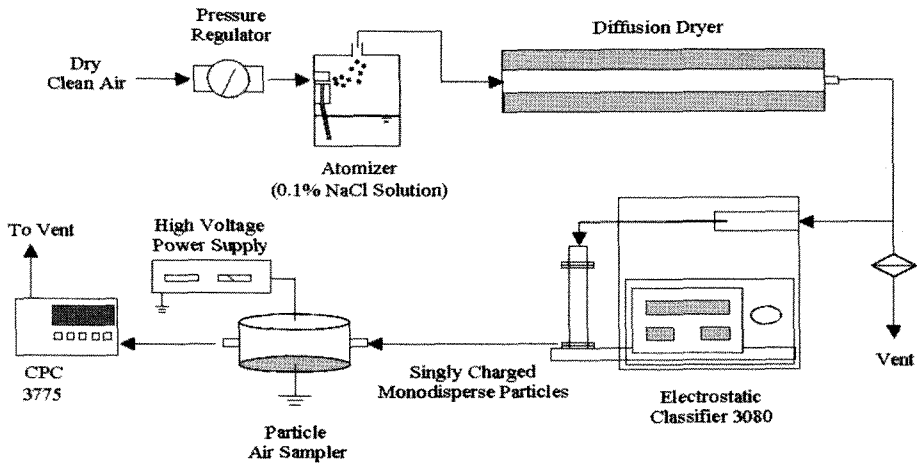


Fig. 1. Experimental setup to prepare a sample contaminated by monodisperse NaCl particles.

3. 결과 및 고찰

3.1 Excimer laser의 특성파악

사용한 Excimer Laser는 최대 650mJ의 펄스에너지를 발생시킬 수 있으며, 생성된 레이저는 24mm×10mm의 빔 사이즈로 방출된다. 그러나 시간의 경과에 따른 에너지의 감소로 현재는 그림 2와 같은 수준의 레이저가 발생되고 있다. 그림 2에는 Excimer laser에서 발생된 레이저의 강도를 주파수와 인가전압의 함수로서 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 Repetition rate가 10 Hz이상에서는 동일 인가전압에서 일정한 값을 가짐을 알 수 있다. 또한 인가전압이 높아짐에 따라 레이저의 강도가 높아짐을 알 수 있다.

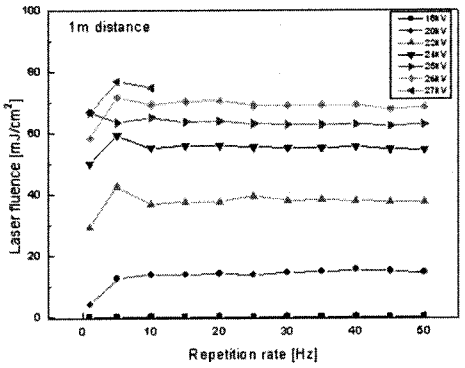
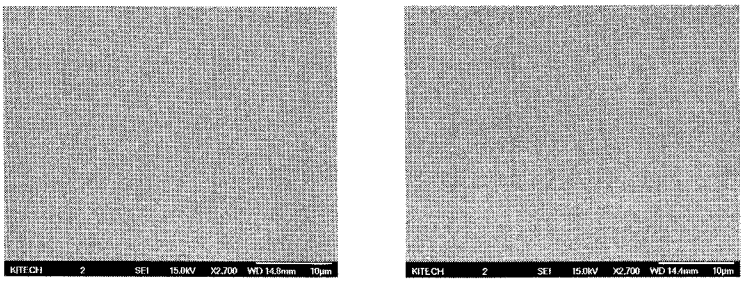


Fig. 2. The fluence of laser generated from the excimer laser as a function of discharge voltage.

3.2 Wafer세정결과

그림 3은 본 연구에서 사용한 입자포집장치에 의해 NaCl입자가 포집된 wafer와 세정후의 wafer의 표면사진을 보여준다. 그림 3(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 같은 전기이동도를 가진 입자들이 균일하게 분포되어 있다는 것을 알 수 있다. 이 세정대상 샘플을 대상으로 14mJ/cm^{2}의 Laser Fluence에서 5분 동안 레이저세정을 실시한 후의 표면사진을 그림 3(b)에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 레이저세정으로 상당수의 NaCl 입자들이 제거됨을 알 수 있다. 그러므로 세정 전, 후에 일정한 면적에 존재하는 입자의 개수를 측정함으로서 특정크기를 가지는 입자의 세정효율을 계산할 수 있다. 이 방법은 다양한 오염물질, 다양한 세정기술의 세정효율평가에 적용될 수 있다는 것을 알 수 있다.



(a) (b)

Fig. 3. SEM images of wafer surface contaminated by NaCl particles with 160nm in mobility diameter. (a) Before cleaning (b) After cleaning (cleaning conditions-repetition rate: 30Hz, discharge voltage : 20kV, cleaning duration: 5 min).

사 사

본 연구는 산업자원부에서 지원하는 청정생산이전확산사업(과제번호 : 2006-B034-00)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

배재홈 (2005) CFC 대체세정제와 대체세정기술, 공업화학 전망, 8(2), 25-40.

한갑수, 임종성, 유기풍 (2006) 초임계 이산화탄소를 이용한 웨이퍼 세정기술, 공업화학 전망, 9(1), 2-11.