

Experimental verification of prevention of debris deposition during laser cleaning using thermophoresis

김진호 김상수

(Department of Mechanical Engineering, Korea Advanced Institute of Science
Technology, 373-1 Guseong-dong, Yuseong-gu, 305-701, Daejeon,
jtkim77@kaist.ac.kr, 042-869-5021)

Abstract

The prevention of debris deposition to the substrate using thermophoresis was experimentally verified. The debris was generated by backside irradiation of ns-pulsed 3rd harmonic Nd:YAG laser to the PR coated glass wafer. With the temperature gradient of 13 K/cm, a relatively low value, significant debris deposition prevention effect was observed. And also the prevention performance was influenced by the relative position of laser irradiated area to the exit nozzle and the laser scan direction with the fixed gas flow condition.

1. Introduction

레이저 세정기술은 고에너지 펄스 레이저를 이용하여 반도체 웨이퍼나 각종 기판 및 다양한 재료의 표면 위의 나노입자, PR등과 같은 유기물질을 제거하는 세정기술이다. 레이저 세정은 기존의 습식 세정 공정에 대한 대안으로 개발되고 있는 새로운 건식 세정공정으로써, 기존의 습식 세정에 비해, 화학물질을 사용하지 않아 환경 친화적이고, 서브마이크론 크기의 패턴이 존재하는 기판이나, 일반적으로 제거가 힘든 미세 오염물의 제거도 가능하다는 장점을 가지고 있다. (S. Georgiou, 2004)

본 연구에서와 같이 유기물에 대한 레이저 세정의 경우 레이저 응발(ablation)을 과정을 통해 오염물이 제거되기 때문에, 많은 수의 미세 입자들이 세정 과정 중에서 발생하게 되고, 이러한 입자들의 기 세정된 영역으로의 재부착 위험성이 증가하게 된다. 이러한 데브리스(debris) 부착 현상은 유기물질에 대한 레이저 가공과정에서 일반적으로 발생하는 문제이기도 하다. (Gu *et al.*, 2001)

본 연구에서는 열영동을 이용하여 이러한 데브리스의 부착을 방지하는 방안의 유효성을 실험적으로 확인하였으며, 기판 내의 위치, 레이저 빔 스캔 방향과 유동 방향과의 상관성에 의한 부착방지 특성의 차이 등을 연구하였다.

2. Experimental

실험장치 구성은 Fig. 1과 같다. 상부 챔버로는 노를 이용하여 400도로 가열된 고온의 공기를 주입하였으며, 하부 챔버는 냉각수 순환장치와 열전소자로 구성된 냉각시스템을 이용하여 약 13 K/cm의 온도 기울기 조건을 가할 수 있었으며, 3시간 이상 실험을 수행하는 경우에도 온도 차이는 0.2도 내외였다.

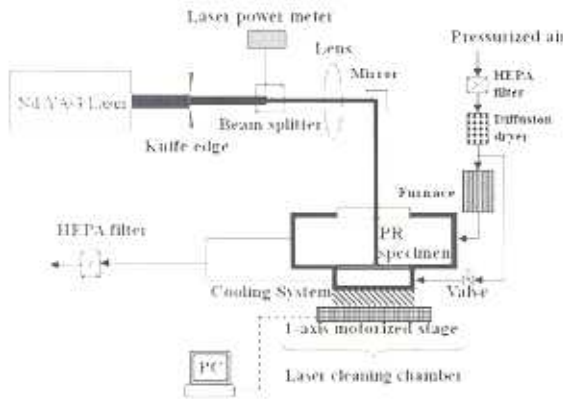


Figure 1. Experimental Setup



Figure 2. SEM image for re-deposited debris

3. Results

Figure 2에는 열영동 효과가 존재하지 않을 경우 기관으로 재부착된 데브리스트들을 보여주고 있다. 하지만 기관과 하부 챔버면 사이에 13K/cm의 온도차가 존재하는 Fig. 3의 경우에는 거의 데브리스트들이 부착되지 않는 특성을 보여주고 있다. 이러한 부착방지 특성은 온도이외에 다른 변수들에 의해서도 영향을 받는 것이 확인되었다. 발생한 데브리스트들이 챔버 내에서 일정시간 체류한 후 출구노즐을 통해 배출되는 형태이기 때문에, 출구노즐 주변 영역에 오염이 누적되는 현상이 관찰되었으며, 또한 레이저 스캔 방향과 기체 유동방향이 반대인 경우 즉, 데브리스트를 포함하고 있는 유동이 지세정된 영역 위를 지나가게 될 경우 마찬가지로 재부착이 증가하는 현상이 관찰되었다.



Figure 3. SEM images of laser cleaned zoned with thermophoresis condition

References

- (1) S. Georgiou (2004). Laser Cleaning Methodologies of polymer substrate. *Adv. Polym. Sci.*, 168, 1.
- (2) J. Gu, J. Low, P. Khim and Pean Lim (2001). Nd:YAG laser cleaning of ablation debris from eximer laser ablated polyimide. *Proc. Of SPIE*, 4595, 293-299.