

Laser 충격파를 이용한 실리콘웨이퍼 표면에서의 미세 오염입자 제거 (Laser-induced Shock Wave Cleaning of Particles on Silicon Wafer)

한양대학교, 금속재료공학과, 강영재, 이상호, 박진구
[주]아이엠티, 레이저응용그룹, 이종명

1. 서론

반도체 소자가 고집적화 될수록 미세 오염이 수율 감소에 미치는 영향 때문에 세정 공정의 중요성은 더욱더 부각되고 있다. 반도체 제조 공정에서 웨이퍼 세정 공정은 크게 습식과 건식의 두 가지로 나눌 수 있고, 이 두 가지 방법 중 습식 세정 공정은 1970년대 Kern에 의해 제안된 RCA 세정방법이 현재까지도 반도체 제조 공정에 적용되고 있다[1]. 이러한 습식 세정 방법은 세정액의 고순도화, 웨이퍼의 대직경화에 따른 세정액의 사용량 증가, 세정 공정후 발생하는 폐수로 인한 환경 오염 등이 문제점으로 인식되고 있다. 최근에는 습식 세정 공정 대신 CO₂ snow 또는 레이저를 이용한 건식 세정 공정에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 중 레이저 충격파 세정 공정은 비접촉식 세정 방법으로 습식 세정시 화학 액에 의한 접촉마모가 발생하지 않으며, 충격파에 의한 세정 면적이 넓어, 기존 레이저 세정 방법보다 빠른 속도의 세정이 가능하다는 장점이 있는 새로운 레이저 세정 기술이다[2]. 본 연구에서는 미세 오염 입자와 웨이퍼 표면간의 Adhesion Force값을 계산하고, 세정 실험 결과와 이론적 계산 결과를 비교 분석하였다.

2. 실험 방법

실험을 위해 p-type(100)의 6인치와 4인치 실리콘웨이퍼와, 0.05, 0.3, 1.0 μ m, Al₂O₃파티클을 사용하였다. Al₂O₃ 파티클을 웨이퍼에 오염시키기 위하여, 파티클을 IPA용액에 분산 시킨 후 파티클이 분산된 IPA 용액을 실리콘웨이퍼 표면에 air-spry 방법으로 분사시켰다. 이후 N₂ gas를 이용하여 웨이퍼 표면 위에 약하게 붙어 있는 파티클을 제거 시켰다. 오염된 웨이퍼를 세정하기 위해서 IMT에서 보유하고 있는 레이저 장비를 이용하였으며 KLA-Tencor Surfscan 5500 파티클 scanner를 이용하여 세정하기 전후의 파티클 개수를 비교 분석하여 세정 성능을 평가하였다. 세정 공정은 class 10 클린부스 내에서, 표면 파티클 분석은 class 100 클린룸 내에서 각각 수행되었다

3. 실험 결과

Laser 충격파 세정 방법에 의한 실리콘웨이퍼 표면의 Al₂O₃ 파티클 제거 효율은 평균 95% 이상이었으며, 파티클 크기가 증가할수록 제거 효율이 증가하는데 반하여 파티클의 크기가 작을수록 제거가 용이하지 않음을 알 수 있었다. 이는 파티클의 크기가 작을수록 파티클과 웨이퍼 사이의 단위 면적 당 접착력(adhesion Force)이 크기 때문이라고 사료된다.

4. 참고 문헌

- [1] M. Tabe, Appli.Lett., 45 (1984) 1073
[2] J. M. Lee and K. G. Watkins, J. Applied Physics 89 (11), PP.6496-6500 (2001)