한국대기환경학회 2008 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 46th Meeting of KOSAE(2008)
Korean Society for Atmospheric Environment

PE2) 엑시머레이저를 이용한 웨이퍼 표면의 PR제거

Removal of Photoresist Residue on a Wafer Surface Using an Excimer Laser

백지영[1,2] · 송재동[1] · 이명화[1] · 정 훈[1] · 김상범[1] · 김경수[1] · 김성현[2]
[1]한국생산기술연구원 환경에너지본부, [2]고려대학교 화공생명공학과

1. 서 론

ULSI 시대에 들어서게 됨에 따라 소자의 고집적도화 기술은 계속 발전하고 있다. 소자의 집적도가 높아진다는 것은 회로의 선폭이 좁아지며, 칩을 생산해 내는 공정이 더욱 복잡해진다는 것을 말한다. 이로 인해 웨이퍼 상의 반도체 소자를 제조하는 단계별 공정을 거치면서 표면의 오염물질은 기하급수적으로 늘어나게 되고, 이 오염물질에 의해 반도체 소자의 수율은 급격히 감소하게 된다. 이러한 오염물질에는 유·무기 오염물질, 금속오염물, 산화막 및 입자 등이 포함되어 있으며, 이들을 제거하기 위하여 습식세정공정이 널리 사용되고 있지만, 미세한 선폭의 회로에 대하여는 세정이 효과적이지 않으며 대량의 폐수를 발생시킨다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 극복할 수 있는 친환경 세정기술의 개발이 무엇보다 선행되어야 한다. 본 연구에서는 엑시머레이저를 이용하여 실리콘 웨이퍼 표면에 부착되어 있는 Photoresist(PR)의 세정효율을 평가하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 248nm의 파장을 가진 KrF Excimer Laser(Lambda Physik COMPex 205)를 사용하였으며, 세정대상기판으로는 실리콘웨이퍼를 사용하였다. 레이저 빔의 형태 및 에너지밀도를 변환하기 위하여 Excimer Laser 전방에 Homogenizer를 설치하였다. 발생되는 Laser Beam의 크기는 56 mm×0.6mm이며, 에너지밀도는 그림 1에 나타낸 바와 같이 27kV에서 최대 1.4J/cm^{2}의 값을 가짐을 알 수 있다.

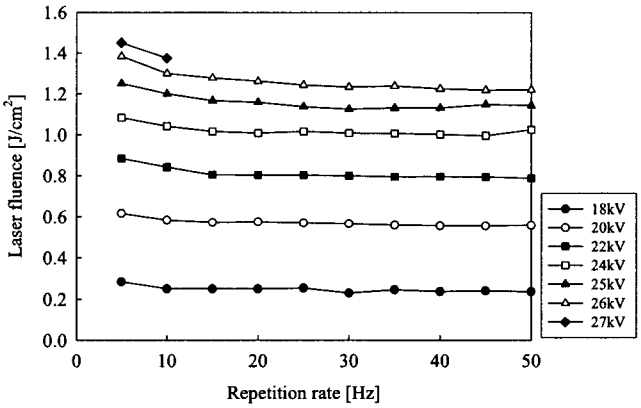


Fig. 1. Laser fluence generated from the excimer laser as a function of repetition rate.

본 실험에서는 Photoresist(동진세미켐, DPR-35K)로 코팅된 실리콘 웨이퍼를 사용하여 세정특성을 파악하였다. KrF Excimer Laser의 운전조건은 에너지밀도를 0.7J/cm^{2}로 고정하였으며, 레이저 빔의 조사 횟수에 따라 세정성을 평가하였다. 수십nm 단위의 PR코팅면을 형성하여 세정성을 평가하기에는 SEM을 이용하더라도 단면분석에 어려움이 있어, 약 5㎛의 PR 코팅층을 형성하여 실험을 수행하였다. 세정평가에는 FE-SEM(JEOL LTD., Model JSM-6701F)과 EDS를 이용하였다.

먼저 Pure 웨이퍼와 세정 전 PR코팅된 웨이퍼의 단면사진을 촬영하고, 표면을 EDS분석하여 원소함량을 측정하였다. 그리고 레이저 조사조건을 10회씩 100회까지 반복하여 Laser를 조사한 후 각각의 웨이퍼 표면을 EDS로 분석하여 PR성분과 실리콘웨이퍼 성분을 대표할 수 있는 C, O, Si의 원소함량을 분석하였다. 레이저 세정전, 후의 원소함량 결과를 비교분석함으로써 세정효율을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

유기 불순물은 C-H, -C=C-, -C-O, C-N, O-O, O-H 등의 화학 결합으로 이루어져 있고, 무기 불순물은 Si-O, Si-C, O-O 결합으로 이루어져 있다. 이러한 불순물들은 일정한 결합에너지를 가지고 있는데 이 결합력 보다 큰 에너지로 충격을 가해주면 원자간의 결합 고리가 끊어져 주위에 있는 산소나, 수소와 화학적 반응에 의해 분해되어 증발함으로써 세정이 이루어진다. 그림 2에 PR코팅된 실리콘 웨이퍼의 Laser 조사 횟수에 따라 웨이퍼를 코팅하고 있는 PR성분을 함량별로로 나타내었다. 레이저 조사시간에 따라 PR의 주성분인 탄소의 함량은 감소하였으며, 실리콘웨이퍼의 주성분인 규소의 함량은 증가하였다. 또한, 그림 3에 PR 코팅된 세정전 웨이퍼와 세정이 이루어진 후의 웨이퍼 단면을 나타내었다. 육안에 의한 정성적인 평가와 정량적인 평가를 통해 KrF Excimer Laser에 의해 PR이 효과적으로 제거됨을 알 수 있다. Excimer Laser를 이용하여 PR세정실험을 실시한 결과, PR코팅된 실리콘웨이퍼 세정 시 약 95% 이상의 효율을 보임을 알 수 있으며 잔여 PR성분들도 실험적 제어를 통해 세정이 효과적으로 이루어질 것으로 판단되어진다.

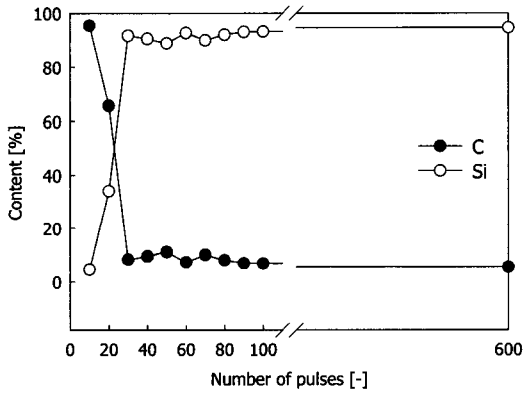
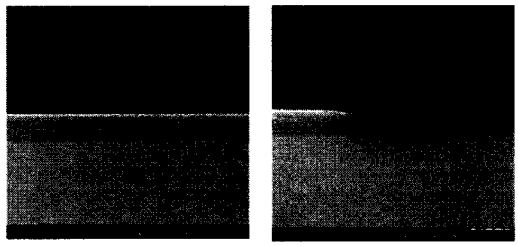


Fig. 2. Species content remained on a wafer surface at a different number of pulses.



(a) before laser cleaning (b) after 100 pulses irradiation

Fig. 3. Surface images before and after laser cleaning.

사 사

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

참 고 문 헌

이명화, 백지영, 송재동, 김상범, 김경수 (2007) 레이저 세정기술을 이용한 웨이퍼의 표면세정, 한국액체미립화학회지, 12(4), 185-190.

Kim, H.-J., D.-J. Kim, J.-K. Ryu, and S.-S. Pak (2004) Removal of the photoreist(PR) and metallic-polymer in the concave-typed storage node using the excimer laser, Applied Surface Science, 228, 100-109.