

스마트 시스템 연동 웨이퍼 파티클 검사 Particle Inspection of Wafers Linked with Smart System

*#김형태¹, 김승택¹, 김종석¹

*H. T. Kim¹(htkim@kitech.re.kr), #S. T. Kim², J. S. Kim¹

¹한국생산기술연구원 스마트시스템연구그룹

Key words : Particle Inspection, Wafer Defect, Laser Scanning, Image Reconstruction, Line Scan Camera

1. 서론

반도체 생산 공정에서 웨이퍼 자체 결함에 의한 불량 혹은 파티클 흡착에 의한 불량을 검사하고자 웨이퍼 표면 상태를 광학 이미지로 촬영하는 기술들이 연구되어 왔다. 일반적으로 포인트 레이저를 회전하고 있는 폴리곤 미러에 반사시켜 웨이퍼 표면에 가로 방향으로 라인을 형성한 후 세로 방향으로 웨이퍼를 이동시켜 스캔하는 방법을 사용한다.¹ 레이저 스캐닝 방법에 관한 문헌에 의하면 웨이퍼에 조사된 레이저 광이 파티클에서 산란되어 발생하는 광패턴을 CCD 카메라로 포착하는 방법이다.² 이 방법에 의하면 일반적인 레이저로 웨이퍼 전체를 신속하게 검사할 수 있으며, 100nm 이하의 파티클을 검출할 정도로 정밀도가 높은 것으로 알려져 있다.³ 또한, UV 등 단파장이 레이저를 사용할 경우 30nm 정도의 파티클도 검출이 가능하다고 보고되고 있다.⁴ 이미 KLA-Tencor 등에서는 관련 기술을 상용화한 제품을 시장에 공급하고 있다.

일반적으로 레이저 산란 패턴은 검출기를 중심으로 좁은 범위에서 형성되므로 포인트 레이저를 사용할 경우 검사 영역이 작아진다. 그러므로 본 연구에서는 마이크로급의 비교적 큰 파티클을 빠르게 검사하기 위하여 라인 레이저를 사용하여 검사 영역을 넓히고 검사 시간을 하는 구조를 제안하였다. 또한, 검사 결과를 DB 화하여 불량 원인을 분석하는 도구로 활용 가능한 개념을 제안하고자 한다.

2. 기본 원리

본 연구에서 제안한 파티클 검사 장치는 XYθ 3 방향 스테이지, 라인 카메라와 광학계,

라인레이저와 기구부 등으로 구성되어 있다. 웨이퍼를 진공으로 스테이지에 고정하고 라인 카메라는 웨이퍼를 수직으로 보도록, 라인 레이저는 웨이퍼에 비스듬하게 입사되도록 설치한다. 그리고, 라인 레이저의 방향과 카메라의 위치를 웨이퍼 상에 형성되는 레이저 라인과 일치하도록 조정한다. 3 축 스테이지를 카메라 라인 방향과 수직으로 이동하면서 카메라에 포착되는 라인 이미지를 연속적으로 메모리에 저장한다. 동시에 3 축 스테이지의 위치를 이미지에 대응되도록 기억한다. 스캐닝 후 이미지와 스테이지 위치를 매핑하면 웨이퍼 한장에 대한 정밀한 초벌 이미지가 얻어진다. 초벌이미지는 인간의 눈으로 보는 것과 차이가 있으므로 이미지를 XY 방향으로 적절하게 축소한다. Fig. 1 은 이와 같은 개념을 정리한 것이다.

이러한 스캐닝 이미지를 단순히 양/불량 판정에만 사용할 것이 아니라 원인 분석을 위한 도구로서 활용할 필요가 있다. 웨이퍼 생산 공정은 24 시간 자동으로 가동되므로 작업자가 일일이 감시하기 어렵다. 웨이퍼 검사 데이터 발생량과 저장 용량으로 미루어 보면 장비가 감당하기 어려운 수준이므로 별도의 전용 서버를 두어 관리하는 것이 필요하다. 즉, 검사 데이터 발생시 공정의 조건과 이미지를 전용 서버에 전송하고, 전용 서버에서는 데이터의 축적, 관리 및 분석을 수행한다. 이와 같은 시스템은 불량 원인 분석을 보다 쉽게 지원하게 되며 추후 MES 같은 생산 관리 플랫폼과 연결할 수 있는 링크를 제공하게 될 것이다. 이와 같은 개념은 Fig. 2 와 같이 정리할 수 있다.

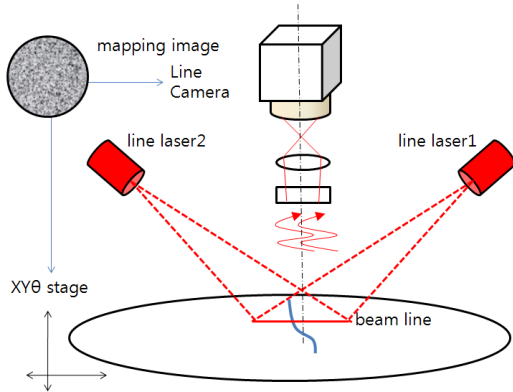


Fig. 1 Conceptual diagram for particle inspection using dual line lasers

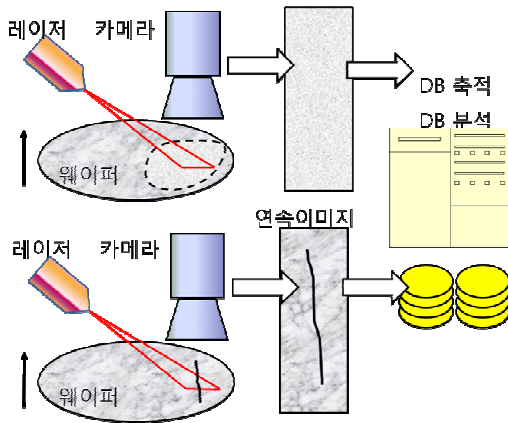


Fig. 2 Conceptual diagram of inspection DB for causal analysis

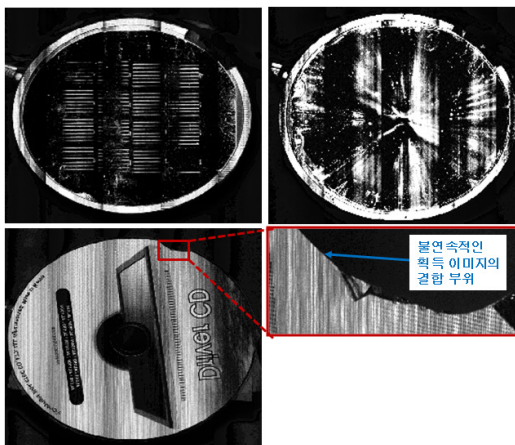


Fig. 3 Images scanned by the proposed method

3. 실험 및 결과

레이저의 출력을 약 200mW 로 조정하고 스캐닝 속도는 초당 80mm/s, 카메라 픽셀 크기는 2048, 분해능은 10bit 로 설정하였다. 대상 웨이퍼는 최소 5um 인공 결함 패턴 웨이퍼, 5um 파티클을 고착시킨 인공 파티클 웨이퍼로 하였으며, 이미지 재구성에 대한 연속성을 살펴보기 위하여 샘플 제품을 스캐닝 하였다. Fig. 3 에서 인공 결함이 선형으로 관측되며, 5um 보다 작은 파티클도 검출됨을 확인하였다. 또한 인공 파티클 웨이퍼의 패턴도 검출되고 있으며, 샘플 제품 이미지의 경우 취득된 이미지를 재구성할 때 불연속점이 잘 결합되어 자연스럽게 연결됨을 알 수 있다.

4. 결론

웨이퍼 파티클 및 결함 검출을 위하여 라인 레이저를 이용한 스캐닝 방법을 제안하였으며, 인공 결함 웨이퍼에 적용하여 검출 성능을 확인하였다. 그리고, 검사 결과를 축적, 분석이 가능한 DB 와 연결하여 스마트 시스템과 연동되는 개념도 제안하였다.

참고문헌

1. Oswald, D. R. and Munro, D. F., "A Laser Scan Technique for Electronic Materials Surface Evaluation," Journal of Electronic Materials, Vol. 3, No. 1, pp. 225-242, 1974
2. Tobin, K. W., "Inspection in Semiconductor Manufacturing," Webster's Encyclopedia of Electrical and Electronic Engineering, vol. 10, pp. 242-262, 1999.
3. Yoshioka, T., Miyoshi, T., and Takaya, Y., "Particle Detection for 100-nm Patterned Wafers by Evanescent Light Illumination," Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.18 No.6, pp. 705-708, 2006
4. Okamoto, A., Kuniyasu, H., and Hattori, T., "Detection of 30-40-nm Particles on Bulk-Silicon and SOI Wafers Using Deep UV Laser Scattering," IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol. 19, No. 4, pp. 372-380, 2006.