

반도체 bump 측정을 위한 고속 백색광 위상 간섭계 개발

Development of high speed white light interferometric Microscope for bump of semiconductor

*고국원¹, 심재환², 서상준³

*Kuk Won Ko¹, Jae Hawn Kim², Sang Jun Seo³,

^{1,2}선문대학교 정보통신공학과, ³NCB Networks

Key words : White Light Interferometer, Semi conduct Inspection

1. 서론

최근 전자부품, 반도체와 LCD산업이 급속도로 발전함에 따라, 미세 형상 부품 산업과 이에 따른 생산 및 검사 기술 산업 제품의 복잡성과 정밀도는 날로 높아져 가는 추세이다. 초정밀 형상의 가공 기술과 반도체 분야의 미세패턴 생성 기술인 식각, 증착 등과 같은 새로운 표면 가공 기술 등의 발전에 따라 미세 부품의 결함 및 불량을 검사할 수 있는 미세 형상 측정법에 대한 수요도 급격히 증가하고 있다.

이중 반도체 생산 공정에서 반도체 검사를 위한 방법은 백색광 주사 간섭계나 공초점 방식의 3 차원 측정 방법이 현재 일반적으로 널리 적용이 되고 있으며, 이 중 백색광 간섭계는 연구 분야에서는 in-line 검사에 적용하기 위해서 정밀도를 유지한 채 속도 개선 및 대해 관심이 높아지고 있다. 속도를 높이는 방법은 크게 FOV 를 넓게 하는 방법과 영상획득 시간을 줄이는 방법, 영상 획득 후 3 차원 계산을 빨리 하는 방법이 있다.

본 연구에서는 일반적으로 사용되고 있는 백색광 간섭계의 대영역 검사기를 하기 위하여 2.5X 배율과 고해상도(4M) 카메라를 사용한 백색광 간섭계를 개발에 관여 다루었다.

2. 고속 백색광 위상 간섭계 원리

백색광 주사 간섭계는 그림 1과 같이 측정 광과 기준 광으로 분리 이를 측정 면과 기준면에 조사하여 돌아오는 광에 대하여 같은 광 경로를 갖게 한다. 이때 발생한 간섭현상으로 인해 얻어진 정보로부터 3차원 Profile를 구하는 방법이다[1]. 백색광 간섭계의 측정기로서 처음 1972년에 P. A. Floumoy에 의해서 필름의 두께 측정에 이용되었으며, 1980년대 N. Balasubramanian에 의해 표면 측정기로서 개발되었다.

백색광 주사 간섭계는 높이를 측정하기 위해서 그림 1과

같이 피에조 액츄에이터(PZT)를 미소 단위(um 이하)로 단계 이동하면서 CCD 카메라를 이용하여 각 화소 단위로 간섭 무늬를 얻는다. 이때 간섭 무늬는 사인(sine) 곡선 형상의 밝기 값이 얻어진다. 이러한 간섭 무늬의 interferogram은 가우스 함수 형태의 모양을 띄고 있다. 이렇게 얻어진 간섭 무늬에서 측정 범위 구간의 최고 정점을 구하게 되면 대상물의 한 Point에 대하여 PZT와의 상대 거리를 구할 수 있으며, 이 값은 높이 변위로 변화되며, 전 영상 획득 구간에 걸쳐서 3차원 높이를 구한다

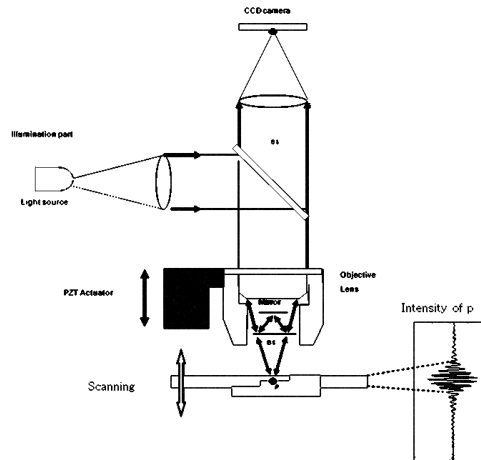


Fig. 1. Principle of WSI

3. 고속 백색광 간섭계의 구성

본 연구에서 개발된 백색광 간섭계는 그림 2에서 나타내었으며, 표 1에서의 상세 사양을 나타내었다.. 영상획득에는 200frame/sec가 가능한 Basler사의 4M 카메라를 사용하였으며, frame grabber는 silicon software사의 전용 모델을 사용하였다. 니콘의 2.5x의 Michelson type의 간섭계를 사용하였으며, Tube lens를

사용하고 P7 LED 를 조명으로 사용하였다. 고속 이동을 위한 PZT 로는 Mad city 사의 F150 를 사용하였다.

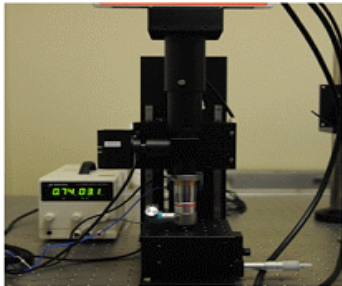


Fig.2 Development of White light

Table 1 Organization of experiment for equipment

항 목	사양
Camera	Basler
Frame Rate	200 frame/sec
Camera pixel	2320 * 1726(4M)
FOV	6.4x4.8 mm
PZT	Mad city
PZT Range	150um
Lens	2.5X
Light Source	P7 - LED

4. 고속 백색광 간섭계의 측정 결과

본 연구에서 개발한 백색광 간섭계의 성능을 보기 위하여 그림 3 에서 NIST 에서 제작한 표준 시편을 사용하여 획득한 모아레의 영상을 나타내고 있다. 측정 시편의 높이는 51.16um 이며 시편의 측정 높이는 51.15um 의 높이를 평균 높이를 가졌다. 그림 4 는 반도체 wafer 의 높이를 측정한 결과이다. 약 40um 의 높이를 가지고 있으며, 3 차원 형상 측정이 잘 됨을 알 수 있었다. 반복 정밀도를 측정 한 결과 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 의 반복도 를 가지며, 속도는 약 2.5x 전화면 검사에 영상 획득에서부터 약 4.5 초의 성능을 가짐을 알 수 있었다.

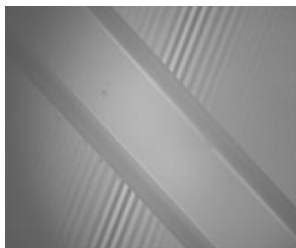


Fig.3 Moire of White light

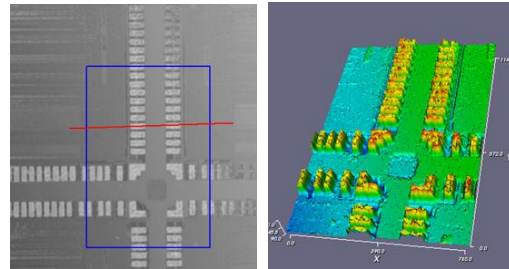


Fig.4 3D Result of Semi-conductor wafer

4. 결론

본 연구에서는 개발된 백색광 간섭계는 반도체 검사용으로 0.2um 의 반복 정밀도를 가지고 대영역 검사인 6.4x4.8 mm 의 FOV 를 얻을 수 있었다. 검사속도는 전 검사 영역에 영상획득에서 계산까지 4.5 초가 걸리나 실제 wafer bump 의 검사 영역이 전체 면적의 30%이하임을 고려하면 영상획득에 1~1.5 초 영상 처리에 1~2 초 , 합 3.5 초 이내에 검사가 가능하여 in-line 검사에 적용이 가능 하리라고 판단된다. 향후 multi-PC 를 사용하여 검사 영역을 분산 처리할 경우 검사 속도는 더 빨리 될 것으로 생각되어 in-line 검사에 적용이 가능하다.

후기

본 연구는 지식경제부가 지원하는 충남디스플레이 R&D 클러스터 사업단의 지원과 지식경제 기술혁신 사업인 부품소재 기술 개발 사업의 지원으로 진행되었으며 이에 감사합니다

참고문헌

1. 조수용, “반도체 검사를 위한 백색광 위상 간섭계의 고속화에 관한 연구”, 석사학위 논문, 선문대학교(2008)
2. Keith A. Nugent, "Interferogram analysis using an accurate fully automatic algorithm", Applied Optics, Vol. 24, No. 18, September 1985.
3. 강민구, “백색광 주사 간섭계를 이용한 표면 측정 알고리즘에 관한 연구,” 박사학위논문, 한국과학기술원 1999.
4. A. Hirabavashi, H. Ogawa, and K. Kitagawa “Fast surface profiler by white-light interferometry by use of a new algorithm base on sampling thory” APPLIED OPTICS, vol. 41, no. 23, August 2002..
5. 고국원, 고경철, 김민영, “반도체 검사를 위한 백색광 위상 간섭계의 고속화에 관한 연구,” Journal of KSDNET, vol. 6, no. 5 pp. 51-p59