

슬릿빔을 이용한 반도체의 칩 적층 높이 측정

신균섭* · 조태훈**

*한국기술교육대학교 메카트로닉스공학과

**한국기술교육대학교 정보기술공학부

Chip stack height measurement of semiconductor using slit beam

Gyun-Seob Shin* · Tai-Hoon Cho**

*Korea University of Technology and Education, Dept. of Mechatronics Eng.

**Korea University of Technology and Education, School of Information Technology Eng.

E-mail : gobai@kut.ac.kr, thcho@kut.ac.kr**

요 약

본 논문은 반도체 제조 장비 중 몰드 장비에서 슬릿빔을 이용하여 칩 적층 높이를 측정하는 방법을 연구하였다. 본 논문에서는 슬릿빔을 이용한 높이 측정 방법의 기본 원리를 응용하여 반도체 제조 장비 안에 적용하면서 칩의 적층높이 측정 성능을 높이기 위하여 두 가지 방법을 연구하였다. 첫째로, 카메라 노출 시간과 높이 측정 반복성의 관계이며, 둘째는 PCB(Printed Circuit Board) 휨 현상에 대한 측정 오류 최소화를 위하여 최소자승법을 응용하여 측정 성능을 향상 시킬 수 있었다.

ABSTRACT

In this paper, we studied methods that measure chip stack height using slit beam in mold equipment among semiconductor manufacture equipments. We studied two methods to improve chip stack height measurement performance. First, it is relation of camera exposure time and height measurement repeatability. Second we could improve measurement performance applying method of least mean square method for measurement error minimization about PCB(Printed Circuit Board) flexure phenomenon.

키워드

Slit Beam, Measure height, Mold equipment, Chip stack height

I. 서 론

반도체 제조 공정에서 몰딩 공정은 Bonding이 완료된 자재를 금형에 넣고 겔(gel)화 시킨 EMC(Epoxy Molding Compound)를 금형 틀 내로 주입·봉합하여 자재를 외부충격으로부터 회로를 보호하며 밀봉, 포장해주어 물리적인 기능과 형상을 갖도록 만드는 공정이다.[1] 최근 반도체 중 MCP(Multi Chip Package)는 핸드폰, PDA 등의 이동형 단말기에서 주로 사용되는 반도체로서 웨이퍼를 여러 단 쌓아 올려 반도체의 사이즈를 줄이고, 집적도(集積度)는 높일 수 있는 반도체 이

다. MCP반도체의 제조 공정 중 몰딩 공정에서는 MCP 반도체의 적층 높이에 따라서 EMC 투입량을 결정하는 것이 중요하다.

본 논문에서는 슬릿빔 비전 시스템을 응용하여 MCP 반도체의 적층 높이를 측정하는 모듈을 구현하여 반도체 제조 장비에 적용하기위해 연구한 내용을 다루고자 한다.

II. 반도체 적층 높이 획득을 위한 슬릿빔 주사법

슬릿빔 주사법은 광삼각법 원리를 기초한 측정 방법이다.[2] 그림 1처럼 레이저 다이오드의 출력단에 원통형 렌즈(cylindrical lens)를 부착하여 레이저광을 슬릿의 형태로 퍼서 측정 물체에 주사하고, 측정 물체 표면의 높이 변화에 따라 변형된 슬릿광의 영상을 결상 광학계를 통하여 카메라의 촬상면에 결상시킨다.[3]

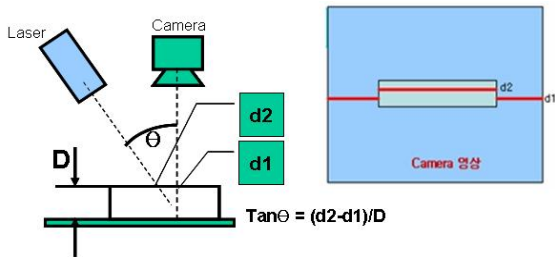


그림 1. 슬릿빔 주사법

카메라 영상에서 영상처리 기법을 이용하여 레이저 중심선을 구하고, 이미지의 XY좌표계에서 반도체 면의 Y좌표(d2)와 PCB면의 Y좌표(d1)간의 차이를 구한다. 실제 반도체의 적층높이 D는 이 이미지상의 Y좌표차이(d2-d1)와 레이저와 카메라간의 끼인각(theta)간의 삼각함수로 나타낼 수 있다.

III. 카메라 노출 시간과 높이 측정 반복성

슬릿빔을 이용한 높이 측정 방법을 기본원리로 비전 시스템을 모듈로 구현하여 그림 2와같이 반도체 제조 공정 장비 중 하나인 몰드 공정 장비에 장착하였다. 측정 시간을 줄이기 위해 등속 직선 이동하는 반도체를 정지하는 일 없이 연속 촬영하여 슬릿빔 이미지를 카메라로부터 획득하여 이미지 상의 Y좌표차이(d2-d1)를 계산할 수 있었다.

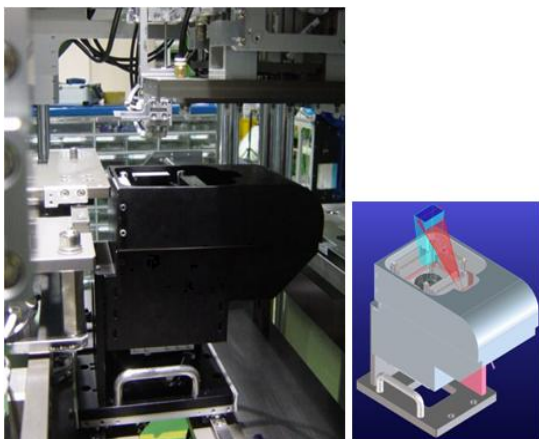


그림 2. 슬릿빔 비전 모듈

측정 시스템의 측정 결과가 일관성을 갖는 것

을 반복성(Repeatability)이라고 한다.[4] 그림 3처럼 동일한 반도체의 반복 측정 결과를 비교 분석해보니 카메라의 노출 시간과 관련성이 있음을 확인하였다.

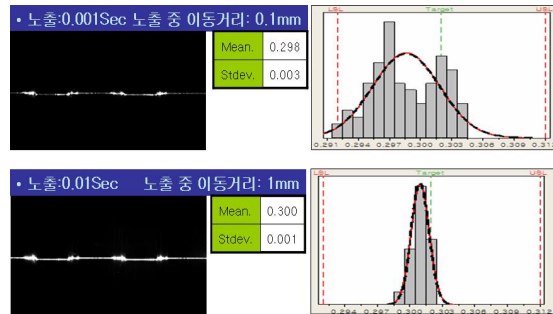


그림 3. 카메라 노출 시간과 측정 반복성

등속 직선 이동하는 반도체를 카메라로 촬영할 때, 노출 시간이 길어질수록 레이저가 더 선명히 카메라에 결상되기 때문이다. 이는 적층된 반도체의 모양이 직육면체이므로 카메라 노출 시간이 길어질수록 카메라의 일정한 곳에 레이저가 계속해서 결상되기 때문이다. 또한 카메라 노출 시간 동안 반도체면의 미세한 높이 변화에 따라 카메라에 결상되는 레이저의 Y축 좌표가 변할 것이고, 여기서 레이저의 중심선을 찾아 이미지 상의 Y축 좌표를 얻는 것은 결국 반도체면의 미세한 높이 변화에 대한 평균값을 취하게 되는 것이다. 이 또한 카메라 노출 시간이 커질수록 반도체 높이 측정값의 반복성이 향상되는 결과를 가져오게 된다.

IV. 측정 성능 개선을 위한 최소 자승법

반도체 제조 공정 장비 중 하나인 몰드 공정 장비에서 슬릿빔 비전 모듈이 반도체 적층 높이를 측정하기 위해서는 장비에서 반도체를 기구적으로 집어 올려 측정위치로 이동해야만 한다. 반도체는 PCB(Printed Circuit Board)에 올려져 있으며, 슬릿빔 비전 시스템은 반도체와 PCB간의 높이차를 측정한다. 장비에서 반도체가 올려진 PCB를 집어 올릴 때, 그림 4와같이 PCB가 휘는 경우가 발생하는데 이로 인해 PCB와 반도체간의 높이차를 측정하는데 오차를 가져오게 된다.



그림 4. PCB휨 현상

이 오차를 줄이기 위해서 최소 자승법을 응용하였다. PCB는 vacuum에 의해 평탄한 기구물에 밀착되어 슬릿빔 비전 모듈 위를 등속 직선 이동한다. 등속 직선 이동 간에 획득한 카메라 영상에서 영상처리를 통해 구한 PCB면의 Y좌표를 y , 카메라 영상을 획득한 순서를 x 로 하는 1차 방정식은 $y=ax+b$ 로 할 수 있다. 각각의 샘플에서 이 함수에 근접하는 Y좌표간의 거리는 에러(e_i)는 아래 식과 같다.

$$e_i = y_i - ax_i - b$$

최소 자승법은 에러(e_i)의 제곱합의 최소화를 시도할 때, 미지수 a , b 를 추정 할 수 있다.[5] 그림 5에서 영상처리를 통해 얻은 PCB면의 Y좌표를 사용한 방법보다 최소 자승법으로 추정된 PCB면의 Y좌표를 사용한 것이 PCB휨 현상에 영향을 받지 않아 측정 오차가 발생하지 않는 것을 알 수 있다.

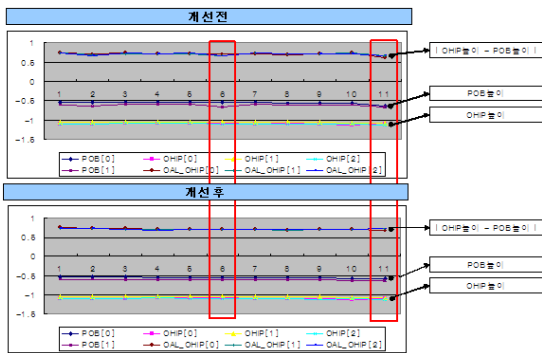


그림 5. 최소자승법에 의한 개선 효과

V. 결 론

본 논문에서는 슬릿빔을 이용한 비전 시스템을 응용하여 모듈로 구현 후, 장비에 최적화하기 위한 두 가지 노력을 정리하였다. 첫 번째로 카메라 노출 시간과 반복성간의 관계를 반복 실험을 통해 알 수 있었으며, 반도체 등속 직선 이동 속도에 적절한 카메라 노출 시간을 정할 수 있었다. 두 번째로 PCB휨 현상에 의한 측정 오차를 최소 자승법을 응용하여 줄일 수 있었다.

향후 과제로는 반도체 적층 높이 측정 정밀도를 향상하기 위한 광학적인 개선 노력과 알고리즘 개선의 노력이 필요하다.

참고문헌

- [1] 예병훈, "반도체 조립공정의 설비 Monitoring System 구축에 관한 연구: Mold 공정을 중심으로", pp. 18, 2005년.
- [2] 김동현, "CCD 카메라와 레이저 빔을 이용

한 물체의 3차원 정보 측정", pp. 1, 2004년.

[3] 이상운 & 임상근, "Machine Vision을 이용한 3차원 치수측정", 한국정밀공학회지, 제18권 제3호, pp. 18~22, 2001년 3월.

[4] 홍선학, "제어 계측 공학", 성안당, pp. 25, 2007년.

[5] 황재석, "액티브 스테레오 비전 시스템을 이용한 자율이동로봇의 목표물 추적에 관한 연구", pp. 18, 2003년.