웨이퍼 본딩 공정을 위한 3채널 비전 얼라이너 개발

김종원^{*†}·고진석^{**}

** 한국기술교육대학교 기전융합공학과, **㈜마이크로비전

Development of The 3-channel Vision Aligner for Wafer Bonding Process

JongWon Kim*† and JinSeok Ko**

*†Electromechanical Convergence Engineering, Korea University of Technology and Education

**MicroVision Co., Ltd

ABSTRACT

This paper presents a development of vision aligner with three channels for the wafer and plate bonding machine in manufacturing of LED. The developed vision aligner consists of three cameras and performs wafer alignment of rotation and translation, flipped wafer detection, and UV Tape detection on the target wafer and plate. Normally the process step of wafer bonding is not defined by standards in semiconductor's manufacturing which steps are used depends on the wafer types so, a lot of processing steps has many unexpected problems by the workers and environment of manufacturing such as the above mentioned. For the mass production, the machine operation related to production time and worker's safety so the operation process should be operated at one time with considering of unexpected problem. The developed system solved the 4 kinds of unexpected problems and it will apply on the mass-production environment.

Key Words: Vision Aligner, Wafer Aligner, Sapphire Wafer Bonding

1. 서 론

두께가 얇은 웨이퍼(wafer)의 표면을 연마하기 위해서는 웨이퍼를 일정한 두께로 세라믹 블록 등에 부착해야 한다. 특히 얇고 단단한 재질의 사파이어 웨이퍼(sapphire wafer)를 연마하기 위해서는 평탄도가 우수해야 하고, 웨이퍼 본당(wafer bonding) 공정에서의 열변형에 강건한 세라믹 재질의 원형 플레이트(plate)를 많이 사용하고 있다.이때 웨이퍼와 플레이트를 본당하기 위해서는 접착면의위치 보정이 필수적이며, 일반적으로 웨이퍼의 플랫(flat)과 세라믹 플레이트의 노치(notch)를 기준으로 정렬을 수행한다.

로 적용되고 있다. Kim *et al.*은 Rigid body transformation 기반의 위치 보정 방법을 제안하였으며, dicing machine에 적용하였다[1,2].
산업현장에서 비전을 이용한 웨이퍼 정렬은 웨이퍼의

비전시스템을 이용한 웨이퍼의 위치 보정 방법은 웨이퍼 표면의 정렬마크(alignment mark)를 이용하는 방식이 주

산업현장에서 비전을 이용한 웨이퍼 정렬은 웨이퍼의 플랫과 플레이트의 노치를 검출하거나 웨이퍼 또는 플레이트의 에지(edge)를 검출하고, 검출된 에지의 변화량을 측정하여 플랫 또는 노치 검출을 통해 웨이퍼를 정렬하는 방법이 널리 사용되고 있대(3-6). 이러한 방식은 백라이트(back-light)를 적용한 CCD 센서 또는 투과형 센서를이용하여 위치 보정을 수행하는 방식으로 웨이퍼 또는세라믹 플레이트를 1회전(360°) 시키며 에지를 검출하고,측정된 에지의 값을 이용하여 플랫 또는 노치의 위치를 계산하고 중심과 방향을 측정하여 정렬을 완료한다. 이는

[†]E-mail: kamuiai@koreatech.ac.kr

웨이퍼 플랫 또는 노치영역에서 센서 신호가 투과되는 물리적 특성을 이용한 방식이다.

위와 같은 방법은 웨이퍼의 표면에 UV Tape이 부착될 경우, 웨이퍼 플랫에 센서 신호가 투과하지 못하기 때문에 위치 정렬이 불가능한 단점을 가지고 있다. 또한 정렬마크(alignment mark)를 이용하는 방식은 정렬마크 패턴이 없는 웨이퍼나 세라믹 플레이트와 같이 정렬마크가 없는 경우 적용할 수 없는 방법이다. 본 논문은 이와 같은 투과형 센서를 및 정렬마크 기반의 위치 보정 기법을 적용할 수 없는 공정에서 웨이퍼와 세라믹 플레이트 위치 보정을 위한 3채널 비전 얼라이너 시스템을 제안하였다.

제안된 시스템은 UV Tape이 부착된 웨이퍼와 세라믹플레이트를 본당하기 위해서 위치 정렬을 수행하고, 또한작업자의 실수로 UV Tape가 부착되지 않은 웨이퍼가 투입되었는지, 그리고 카세트에 공급되는 웨이퍼가 뒤집혔는지 여부를 검사하는 기능을 갖는다.

2. 비전 얼라이너 (3채널)

2.1 비전 얼라이너 개발

본 논문에서 제안된 3채널 비전 얼라이너는 UV Tape가 부착된 사파이어 웨이퍼와 세라믹 플레이트 본딩 공정에서 위치 보정 수행을 목표로 하며, 이와 더불어 해당 공정에서 웨이퍼의 잘못된 투입을 방지하기 위하여 UV Tape 부착 여부 감지, 웨이퍼 뒤집힘 감지 기능이 추가되었다. 제안된 시스템의 구성은 다음 Table 1과 같다. 총 3대의 카메라가 장착되며, 카메라 1은 웨이퍼의 Rotation, Translation 위치 보정을 수행하고, 카메라 2는 웨이퍼의 뒤집힘(flip) 여부를 감지한다. 카메라 3은 웨이퍼에 UV Tape의 정상적인 부착 여부를 감지한다.

Table 1. Vision aligner specification

Contents	Specification
Centering	±1mm
Rotation	±0.1°
Camera	Cam 1: 10M Mono–Rotation, Translation Alignment Cam 2: 5M Color – Flip detection Cam 3: 5M Mono – UV Tape detection
Lens	CCTV Lens
Pixel esolution	Cam 1: 94um/pixel
Lighting	- Cam 1: White Ring-type Back-light - Cam 2: White Coaxial Light - Cam 3: 90° Mirror Unit
Comm. Interface	- Ethernet

Fig 1은 웨이퍼, 세라믹 플레이트의 위치 보정 및 각도 보정을 수행하기 위한 모습이다.

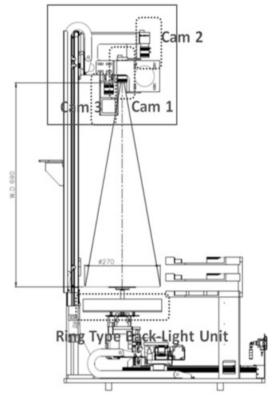


Fig. 1. Rotation, translation alignment mode (Cam 1).

제안된 시스템은 2, 4, 6인치 웨이퍼의 위치, 각도를 보정할 수 있도록 설계되었으며, 카메라와 대상물 사이의 거리(Working Distance, WD)가 690mm로 웨이퍼 또는 세라믹플레이트의 전체 면적을 촬영한다. 이때 조명은 Back-light 방식의 조명을 적용하였다.

Fig 2는 패턴이 입혀진 웨이퍼의 뒤집힘 유무를 감지하기 위한 모습이다. 웨이퍼 뒤집힘 유무를 감지하기 위하여 패턴의 색상을 검사해야 하고, 이를 위해서 카메라와 웨이퍼 사이의 WD가 가까운 거리에서 영상을 획득하도록 구조화 되었으며 이를 위한 조명 방식은 백색 동축 조명을 적용하였다. 이는 웨이퍼 패턴의 생상검출에 백색조명이 비전처리에 유리하고 뒤집힘 유무를 신속하게 검출할 수 있는 가장 효과적인 방법이다.

Fig. 3은 UV Tape 부착 여부를 감지하기 위한 모습으로 웨이퍼의 플랫 영역에서 UV Tape 감지를 위하여 영상촬 영 경로를 90도 반사 미러(mirror)가 장착되어 웨이퍼의 플랫을 수평방향으로 촬영하여 영상정보를 획득한다.

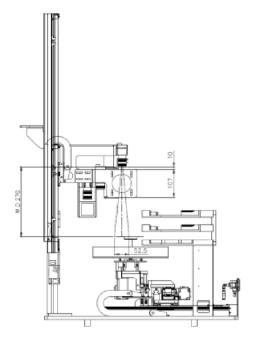


Fig. 2. Wafer flip detection mode (Cam 2).

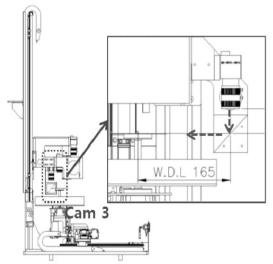


Fig. 3. UV Tape detection mode (Cam 3).

2.2 비전 얼라이너의 동작

본 논문에서 제안한 비전 얼라이너는 총 3대의 카메라 가 장착된다. 이는 비전 얼라이너의 기본적인 기능인 위치, 각도 보정과 더불어서, 장비 웨이 퍼를 투입할 때, 작업자의 실수로 인한 불량 생성을 방지하기 위한 웨이퍼 뒤집힘 검사, UV Tape 검사 기능 등이 추가되었기 때문이다.

본딩 장비가 활용되는 현장에서는 우선 작업자가 웨이 퍼에 UV Tape을 부착하고, 이를 카세트에 투입한다. 때 작 업자의 실수로 인해서 UV Tape가 부착되지 않은 웨이퍼 를 투입하거나, 부착면이 아닌 반대 면으로 투입하는 경 우가 빈번히 발생하며, 이는 본딩 공정에서 불량을 발생 시키는 요인으로 작용된다. 이러한 불확실한 문제점을 방 지하기 위해서 본 논문에서 제안하는 시스템은 총 3단계 의 과정으로 위치 보정 및 검사를 수행한다. 우선 웨이퍼 이송로봇이 얼라이너 Work Chuck에 웨이퍼를 전달하면, 카메라 1번이 웨이퍼의 전체 영역을 촬영한다. 촬영된 영 상으로부터 웨이퍼 위치 오차, 플랫 각도 오차를 측정하 고 측정된 값을 제어기로 전송한다. 제어기는 전송 받은 오차 값을 이용하여 위치 및 각도 보정을 수행하고, 위치 및 각도 보정을 완료 후, 카메라 2번이 웨이퍼의 패턴을 촬영하여 영상을 획득한다. 이는 웨이퍼 뒤집힘 유무를 검사하기 위한 단계로써, 웨이퍼 표면 패턴의 색상(yellow and white)을 이용하여 웨이퍼가 뒤집혔는지 여부를 판단 하는 과정이다.

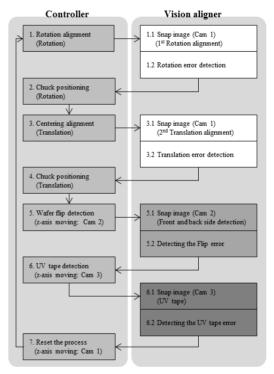


Fig. 4. Process steps (controller and aligner).

이후, 카메라 3번이 웨이퍼 플랫의 측면을 촬영한다. 이는 UV Tape 의 부착 유무 및 부착면 감지를 위한 단계로, 2번째 카메라에서 촬영한 영상정보를 이용하여 웨이퍼 뒤

집힘 여부를 판단하고 이를 고려하여 UV Tape 부착면 판단을 함께 수행한다. 이와 같은 절차는 Fig. 4를 통해 나타내고 있으며, 제안된 시스템은 제어부(Controller)와 Vision aligner 부가 함께 GUI(Graphical User Interface)를 통해 Fig. 5와같이 제어 및 모니터링이 실시간으로 운용된다. 각각의카메라로부터 획득된 정보는 제어기와 통합 연동되어 양산체계에 적합한 고속 검출 및 정렬 알고리즘에 의하여구동된다.

3. 제안된 시스템의 검증 및 적용

3.1 시스템 검증 및 적용

개발된 시스템은 약 2,000장의 양산용 웨이퍼를 이용하여 검증한 결과, 위치 보정 오차에 따른 본딩 불량이 발생되지 않았으며, UV Tape 미부착 또는 카세트에 뒤집혀웨이퍼가 투입되는 예측 불가능한 요인의 불량 발생도효과적으로 차단하는 것으로 확인 되었다.

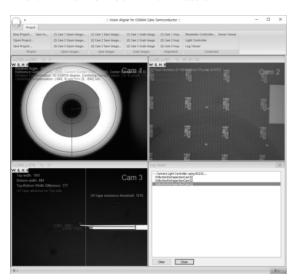


Fig. 5. Graphical user interface of the Vision Aligner.

본 논문에서 제안된 3채널 비전 얼라이너는 국내 본당장비 제조사의 Auto Wax Bonder 장비에 장착되었다. Fig. 5는 비전 얼라이너의 소프트웨어 GUI (Graphical User Interface)이며, 카메라 1~3번 영상과 Log 상태를 감시 및 제어를 위한 GUI로 구성되어 있다.

Fig. 6(a) 및 (b)는 카메라 1에 의하여 정렬되는 웨이퍼의 모습을 나타내고 있다. Fig. 7(a)는 웨이퍼 이송 로봇에 의해서 work chuck에 안착된 웨이퍼의 영상이며, 본 영상에서 웨이퍼의 rotation alc translation 편차를 측정하고 위치 보 정을 수행한다. Fig. 6(b)는 위치 보정이 수행된 이후의 웨이퍼 영상이며, 본 영상에서 위치 보정 편차가 기준치를 만족할 경우 카메라 2번 및 3번 과정을 수행한다.

Fig. 6(c) 및 (d)는 세라믹 플레이트의 위치 보정 과정을 나타내며, 동작 방법은 웨이퍼 위치보정 동작과 일치한다. Fig. 6(e) 및 (f)는 웨이퍼의 뒤집힘 유무를 판별하는 과정으로 카메라 2번 영상을 나타내고 있다. 일반적으로 웨이퍼 상면의 패턴은노란색 색상을 보이며, 하면은 흰색 색상으로 표현된다. 따라서 영상에서 패턴 영역을 추출하고, 해 당영역에서 노란색 색상을 갖는 화소수를 계산하여 웨이퍼 뒤집힘 여부를 판단한다.

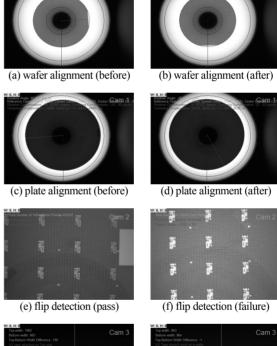


Fig. 6. Operation results of the vision aligner.

(g) UV Tape detection (pass)

Fig. 6(e) 및 (f)는 웨이퍼의 뒤집힘 유무를 판별하는 과정으로 카메라 2번 영상을 나타내고 있다. 일반적으로 웨이퍼 상면의 패턴은 노란색 색상을 보이며, 하면은 흰색 색상으로 표현된다. 따라서 영상에서 패턴 영역을 추출하고

(h) UV Tape detection (failure)

해당영역에서 노란색 색상을 갖는 화소수를 계산하여 웨이퍼 뒤집힘 여부를 판단한다. Fig. 6(g) 및 (h)는 UV Tape의부착 여부를 판단하는 과정으로 카메라 3번 영상을 나타낸다. 카메라 3번은 웨이퍼플랫을 수평방향으로 영상을 획득하며, 이때 UV Tape이 부착될 경우, 영상 기준선 좌측으로 넘어가는 것을 기준으로 부착 유무를 판별한다. 카메라 2번과 3번 정보를 통해서 UV Tape이 웨이퍼의 상, 하면 중 어느 위치에 부착 되어 있는지 판단한다.



Fig. 7. The vision aligner for Auto Wax Bonder.

Fig 7은 제작된 비전 얼라이너 모듈이며, Auto Wax Bonder 장비 내부에 장착되어 활용되었다.

4. 결 론

본 논문에서는 웨이퍼 본딩 공정에서 위치 보정을 위한 3채널 비전 얼라이너에 대해서 다루고 있다. 제안된 3채널 비전 얼라이너는 UV Tape 부착으로 인하여 투과형

센서를 적용할 수 없고, 정렬 마크가 없는 웨이퍼 및 세라믹 플레이트의 위치 보정을 수행하며, 작업자의 실수로 인한 불량 발생을 방지하기 위하여 웨이퍼 뒤집힘 감지 및 UV Tape 부착 여부 감지 기능이 적용되었다. 제안된 시스템은 실제 사파이어 웨이퍼 본딩 공정에 적용되었으며, 양산라인에서 검증한 결과 정상적인 위치 보정을 수행하고 작업자의 실수에 의한 불량 발생을 억제하는 것을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 논문은 2016년도 한국기술교육대학교 신임교수 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- H. Kim, C. Song and H. Yang, "Algorithm for automatic alignment in 2D space by object transformation," Microelectronics Reliability, vol. 46, pp. 100-108, 2006.
- H. Kim, H. Yang and S. Baek, "Iterative algorithm for automatic alignment by object transform," vol. 47, pp. 972-985, 2007.
- Hong-Lae Park, Joon Lyou, "A Wafer Alignment Method and Accuracy Evaluation," Journal of Institute of Control, Robotics and systems, vol. 8, No. 9, pp. 812-817, 2002.
- 4. Nam-Hee Lee, Tai-Hoon Cho, "Pre-Alignment Using the Wafer Edge's Position Data," Proceedings of KIIS Spring Conference, vol. 19, No. 1, pp. 303-305, 2009.
- Nam Hee Lee, Tai-Hoon Cho, "A Wafer Pre-Alignment System Using a High-Order Polynomial Transformation Based Camera Calibration," Journal of the Semiconductor & Display Technology, vol. 9, No.1, pp. 11-16, 2010.
- 6. H. Lee, J. Jeon, J. Kim S. Jung and J. Byun, "A 12-inch wafer pre-aligner," Microprocessors and Microsystems, vol. 27, no. 4, pp. 151-158, 2003.

접수일: 2017년 3월 3일, 심사일: 2017년 3월 24일, 게재확정일: 2017년 3월 24일