

## 웨이퍼 정렬법과 정밀도 평가

### A Wafer Alignment Method and Accuracy Evaluation

박 홍 래, 유 준

(Hong-Lae Park and Joon Lyou)

**Abstract :** This paper presents a development of high accuracy aligner and describes a method to find the orientation of a substantially circular disk shaped wafer with at least one flat region on an edge thereof. In the developed system, the wafer is spun one 360 degree turn on a chuck and the edge position is measured by a linear array to obtain a set of data points at various wafer orientation. The rotation axis may differ from wafer center by an unknown eccentricity. The flat angle is found by fitting a cosine curve to the actual data to obtain a deviation. The maximum deviation is then corrected for errors due to a finite number of data points and wafer eccentricity by calculating an adjustment angle from data points on the wafer flat. After determining the flat angle, the wafer is spun to the desired orientation. The wafer eccentricity can be calculated from four of the data points located away from the flat edge region, and the wafer is then centered.

**Keywords :** wafer aligner, alignment, eccentricity, flat, notch

#### I. 서론

반도체 생산 공정 중에는 웨이퍼(Wafer)의 플랫(Flat) 또는 노치(Notch)를 정렬할 필요가 있다. 특히 모든 공정을 웨이퍼 단위로 관리하게 되는 매엽식 공정이 주류를 이룰 것이라고 보는 300mm 웨이퍼 공정에는 이러한 정렬이 필수적인 것으로 예측된다. 이러한 웨이퍼의 편심(Eccentricity)을 구하여 보정하고, 플랫이나 노치를 원하는 방향으로 정렬하는 장치를 웨이퍼 정렬기(Aligner)라 한다[1].

기구를 이용한 기존의 웨이퍼 정렬기들은 정밀도가 낮고, 정렬 과정 중에 기구적인 마찰로 인한 파티클(Particle) 발생이 필수적인데 이를 제어하기가 어려웠다. 따라서, 선 폭이 점점 미세하여지는 공정에서 파티클의 발생은 치명적인 문제를 야기하므로 이러한 장비의 사용은 어려워지고 있다.

개발된 웨이퍼 정렬기는 고 분해능의 CCD (Charged Coupled Device)형 선형 이미지 센서(Line Image Sensor)를 사용하여 기구적인 접촉을 제거 함으로서, 파티클 오염을 발생하던 기존의 단점을 보완하였기 때문에 웨이퍼의 파티클 오염으로 인한 생산을 저하를 막을 수 있다.

개발된 정렬기는 웨이퍼 반송장비(Robot 등)가 웨이퍼를 회전 장치인 진공 척(Chuck)위에 올려 놓으면, 제어기는 웨이퍼를 360° 회전 하면서 웨이퍼 에지(Edge)에 대한 이미지 정보를 CCD 센서로부터 얻는다. 이 얻어진 데이터를 DSP (Digital Signal Processing) 기법을 이용하여 고속으로 처리 함으로서 빠른 시간 내에 편심과 플랫이나 노치의 위치를 계산할 수 있다. 그런 후 편심 보정 알고리즘을 통하여 웨이퍼의 중심과 척의 중심을 일치시키고, 또한 미리 지정된 각(Angle) 위치로 플랫이나 노치의 방향을 향하게 한 후 웨이퍼 반송장치에게 웨이퍼의 정렬이 끝났음을 알린다.

본 연구에서는 파티클 발생을 최소화 하기 위해 비접촉 방

법을 이용하였으며, 웨이퍼의 중심과 플랫이나 노치의 방향을 빠르게 계산하기 위한 알고리즘 개발과, 정확하게 편심을 정렬하는 보정 알고리즘을 개발하여 적용하였다. 특히 고정밀도, 고속의 CCD 센서를 사용하여 정확 하고 빠르게 웨이퍼 이미지 프로파일을 획득함으로써 기존의 정렬기에 비해 고속으로 수행하여 주 장비의 성능을 극대화 시킬 수 있다. 또한 웨이퍼 크기별로 CCD 센서를 사용함으로써 6", 8" 12"의 모든 웨이퍼를 자동인식은 물론 정렬이 가능하게 하였다.

#### II. 시스템 구성

##### 1. 기구적인 방법을 이용한 웨이퍼 정렬기

###### 1.1 구성

반도체 생산공정에서 웨이퍼를 정렬하는 가장 일반적인 방법은 기구적인 방법을 이용하여 웨이퍼 정렬한다. 이것은 4개 이상의 메카니컬 그립퍼(Mechanical Gripper), 척 그리고 레이저 센서로 구성된다. 웨이퍼 반송장치가 척 위에 웨이퍼를 올려놓으면 척 중심방향으로 메카니컬 그립퍼를 동시에 같은 거리 만큼 이동시키면 웨이퍼의 중심이 척 중심으로 미끄러지면서 이동하도록 설계 된다. 플랫을 정렬하기 위해서 웨이퍼의 편심을 보정한 후, 웨이퍼가 척 위에 놓인 상태에서 척을 1 회전 시킨다. 이때 마이크로 프로세서는 레이저 센서의 신호를 감지하여 플랫의 위치를 검출하여 지정된 각도로 웨이퍼의 플랫을 정렬한다. 그림 1은 기구적인 방법에 의한 웨이퍼 정렬기이다.

###### 1.2 특징

이와 같은 방법은 저속, 저 정밀도의 공정에서 주로 사용되어 왔지만 웨이퍼의 편심을 보정하는 과정에서 척과 웨이퍼 뒷면의 미끄러짐에 의한 파티클의 발생은 피할 수가 없었다. 이러한 마찰로 인한 파티클은 반도체 제조 공정상에서 중요한 문제점을 유발시킨다. 반도체의 집적도가 높아지고 이에 따른 보다 정교한 디자인룰(Design Rule)이 적용됨에 따라 이러한 방법의 웨이퍼 정렬기가 전체적인 생산공정상에

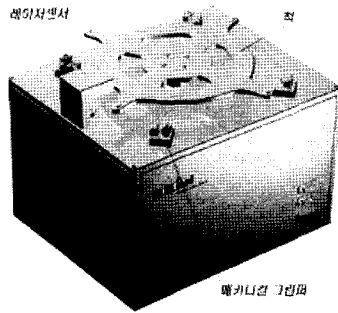


그림 1. 기구적인 방법을 이용한 웨이퍼 정렬기.  
Fig. 1. Wafer Pre-Aligner using the mechanical gripper.

서 많은 문제를 야기시켜 왔다. 또한, 성능면에서도 그림1에 의한 편심 보정 방법은 기구적인 한계에 의해 정밀도가 수백 마이크로 이상이 되고, 수행시간도 10 - 20초 가 소요되어 정밀한 웨이퍼 각도 정렬에는 적용하기가 어렵다.

2. CCD 센서를 이용한 웨이퍼 정렬기

그림 2는 CCD 센서를 이용한 웨이퍼 정렬기에 대한 시스템 구성도이다. 각 핵심 모듈의 구성 및 기능은 다음과 같다.

2.1 모터 구동회로

본 장치에서 사용된 모든 구동기는 마이크로 스텝으로 구동 되는 스텝핑 모터이다. 일반적으로 마이크로 스텝은 다음과 같은 세 가지 목적으로 사용되어진다. 첫 번째는 모터의 분해능을 높여 전체 시스템의 정밀도를 높이기 위해서 이고, 다른 하나는 스텝핑 모터의 구조적인 단점인 저속에서의 떨림 및 저속에서의 노이즈 문제를 극복하기 위해서이다. 그리고 마지막으로 공진 문제를 줄이기 위함이다. 일부 개발된 제어기들이 수 백분에 1 스텝까지 제어할 수 있다고는 하지만, 정지마찰과 선형성문제로 인한 백러쉬의 발생으로 인하여 실현이 불가능하다.

따라서, 각 위치 정밀도에 가장 많은 영향을 미치는 웨이퍼 회전 장치인 척에는 백러쉬가 없는 하모닉 기어 모터 (Harmonic Geared Motor)를 사용하였고, Z축과 X축에는 볼스크류(Ball-Screw)를 사용하여 정밀도를 향상 시켰다. 또한, 개발된 모터 제어 보드에 S-curve의 속도 프로파일을 구현 함으로써 가, 감속 구간에서의 속도 특성을 향상 시켰다.

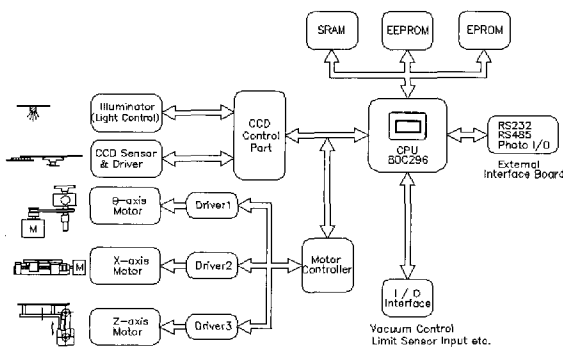


그림 2. 전체 시스템의 블록 다이어그램.  
Fig. 2. Configuration of controller.

2.2 조명장치

조명은 CCD 센서 위에 강한 국소 빔(Beam)을 생성하기 위해 사용한다. CCD 센서는 만약 웨이퍼가 조명에 노출되었다면 포화 된 신호를 내보낸다. 따라서 조명은 CCD 센서로부터 웨이퍼의 에지에 대한 이미지를 얻기 위한 기본 구성요소로서 직진성 및 균일한 휘도분포를 나타내도록 설계해야 한다. 개발된 정렬기에 사용된 조명은 적외선 파장대의LED로서 빛을 모아주는 몰딩부분을 특수 설계하여 제작하였고, 휘도의 균일성을 위해 LED의 배치도 방사상 형태로 설계 하였다.

만약 빛이 희미하다면 CCD 출력에 많은 노이즈가 포함되어 있어 정확 하고 깨끗한 이미지를 얻을 수가 없다. 따라서 이점을 개선하기 위해 LED 의 빛의 세기에 따라 CCD 내의 빛의 노출 시간을 조절하는 셔터(Shutter)를 제어하여 깨끗한 이미지를 얻는 것이 중요하다[2].

2.3 편심 보정 장치

이 장치는 CCD 센서에 의해 얻어진 데이터로부터 구한 편심을 편심보정 알고리즘에 의해 웨이퍼의 중심과 척 중심을 일치시키는 장치로서 X 축과 Z 축의 결합으로 구성 되어 있다. 이 동작을 하기 위해 척 위에 있는 웨이퍼를 Z 축을 이용하여 들고 다시 편심량 만큼을 X 축을 이용하여 이송 시켜야 한다. 이때 척에서 편심 보정 장치로의 웨이퍼 전달 시 웨이퍼의 미끄러짐의 방지를 위해 Z 축의 속도와 척 진공의 Off 타이밍이 매우 중요하다.

2.4 CCD 센서와 구동회로

CCD 형 선형 이미지 센서는 선형 배열된 화소에 들어오는 광량에 따라 출력을 내는 센서로 Linear Image Scaling Measurement 에 있어서 고 분해능, 고속의 장점을 갖는 센서이다[3].

CCD 출력 신호는 클럭신호에 동기되기 때문에 화소 하나 하나의 전하가 독립되어 출력되어 잡음에 강하며, 각 화소 크기 만큼의 고 분해능을 갖는다. 본 개발에서 사용된 CCD 는 크기가 12μm 인 2,048개의 화소를 가진 것을 사용하였다 [4].

2.5 웨이퍼 회전장치

웨이퍼가 놓여지는 곳으로, CCD 센서가 웨이퍼의 이미지를 획득하는 동안 웨이퍼를 고정하고 회전시키는 장치이다. 또한, 웨이퍼의 플랫이나 노치의 방향을 미리 정의된 방향으로 정렬하는 역할을 하기 때문에 정밀도에 많은 영향을 준다.

백러쉬의 영향을 최대한으로 줄이기 위해 고가의 하모닉 기어 모터를 사용하였고 양호한 진공상태를 얻기 위해 세라믹을 표면 처리하여 제작하였다.

2.6 인터페이스 (Interface)

외부장비와의 인터페이스 위해서 RS-232 와 RS-485 Serial 통신이 가능하다. 이러한 통신 Port 는 웨이퍼 반송 장치로부터 지령을 받거나, 플래쉬 메모리(Flash Memory)에 저장되어 있는 펌웨어(Firmware)의 Upgrade 를 위해서 이용될 수 있다.

III. 웨이퍼 정렬법

CCD 센서를 사용하여 웨이퍼의 에지 이미지를 얻기 위해 원판 형태인 웨이퍼의 가장자리와 센서를 수직으로 배치

하여 웨이퍼를 회전시키면 그림 2에 나타난 것과 같이 CCD 화소들은 웨이퍼의 그림자로 인해 어두운 부분과 LED 조명으로 밝은 부분으로 나뉘게 된다. 제어기는 이로부터 2진 화상 데이터를 얻어 웨이퍼 에지부분의 프로파일을 구할 수 있다. 웨이퍼의 플랫폼에서 가장 많은 광량이 들어 오므로 이 때의 위치를 검출하여 플랫폼의 위치를 얻게 되며, 전체 신호의 변화 크기를 측정함으로써 웨이퍼의 편심량을 계산할 수 있다.

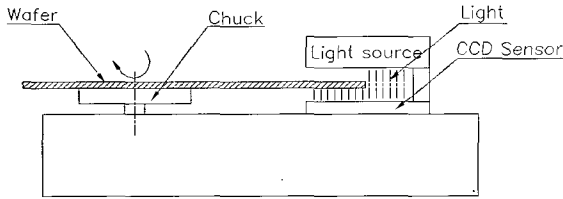


그림 3. 조명과 CCD 센서의 구성.  
Fig. 3. Method for gathering a position data of wafer edge.

일단 얻어진 웨이퍼 이미지 프로파일은 곡선 적합화 알고리즘을 이용하여, 편심량과 플랫폼의 위치를 알아낸다. 우선 알아낸 센터링 오차는 편심 보정 장치에 의해 웨이퍼의 중심과 척 중심을 일치시킨다. 그런 후에 미리 지정된 플랫폼의 위치로 척을 회전 시킴으로써 웨이퍼의 정렬은 이루어진다.

그림 4는 척 중심과 웨이퍼 중심 그리고 CCD 센서의 상관관계를 도시하였다.

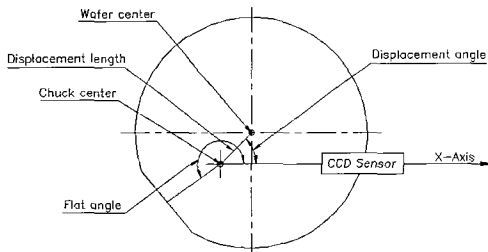


그림 4. 척 중심과 웨이퍼 중심과의 관계.  
Fig. 4. Wafer displacement.

웨이퍼를 회전시킴으로써 에지의 위치가 다양한 각도에 따라 얻어진다. 데이터들은 각  $\theta_i, i = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$  와 그에 대응하는 위치  $P_i$ 에 의해 표현된다. 여기서 위치 데이터  $P_i$ 는 웨이퍼를 각  $\theta_i$ 에 따라 회전시킬 때 척 센터  $O$ 에서부터 웨이퍼 에지까지의 거리가 CCD 센서 배열에 투영된 값이다. 여기서, 첫 데이터가  $(\theta_0, P_0)$  라면,  $\theta_0$ 는 처음 각이므로 0 일 것이다. 두 번째 데이터는 각  $\theta_1$ 에 의해 시계방향으로 회전한 후에 얻어진 데이터이므로  $(\theta_1, P_1)$ 으로 표현된다.  $\theta_2$ 에 대한 데이터를 얻기 위해  $\theta_2 - \theta_1$ 만큼을 회전시킨 후에 위치 데이터  $P_2$ 을 얻는다. 그러므로 세 번째 데이터는  $(\theta_2, P_2)$  같이 표현된다. 따라서, 웨이퍼를 1회전 (360°)하면

서  $N$  개 만큼의 데이터를 얻는다면 마지막 데이터는  $(\theta_{N-1}, P_{N-1})$  같이 표현된다. 이것을 일반화된 식으로 표현하면 다음과 같다[5].

$$\theta_i = \frac{2\pi}{N}i[\text{rad}] \quad (1)$$

여기서  $N$ 은 얻고자 하는 데이터의 개수로서, 많을수록 정확한 데이터를 얻을 수 있으나 전체 시스템의 성능을 저하시키므로 본 시스템에서는 기본적으로 1,000개의 데이터를 추출하였다.

웨이퍼 에지 위치와 각 위치와의 관계에 대해서 1 회전동안 얻어진 데이터는 그림 5와 같다. 각 점들은 코사인 커브의 형태를 취한다는 것을 보이기 위해 선으로 연결하여 표시하였다.

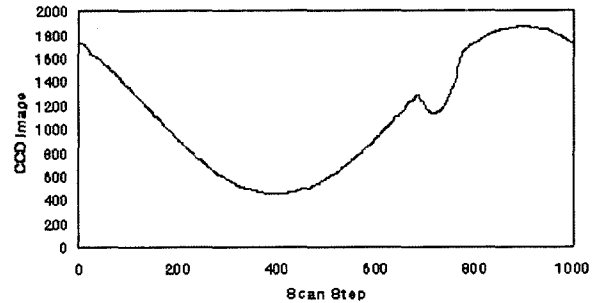


그림 5. 웨이퍼 에지의 이미지 프로파일.  
Fig. 5. CCD Image data.

일반적으로 진원이고 반경이  $r$ 인 원판을 회전시키면 에지에 대한 위치정보를 얻을 수 있다.

$$P_i = \sqrt{r - (e \sin(\theta_i - \phi))^2} + e \cos(\theta_i - \phi) \quad (2)$$

여기서,  $e$  : 척 중심과 웨이퍼 중심사이의 거리  
 $\phi$  : 기준점으로 부터의 각

실제로서 웨이퍼 중심과 척 중심사이의 거리는 매우 작으므로, 즉  $e$ 이 매우 작기 때문에 (2) 식은 (3) 식과 같이 간략화 될 수 있다.

$$\hat{P}_i = r + e \cos(\phi - \theta_i) \quad (3)$$

여기서,  $\hat{P}_i$ 는 각  $\theta_i$ 에 대응하는 위치 데이터이다. 식 (3)을 다시 쓰면 다음과 같다[6].

$$\hat{P}_i = r + (e \cos \phi) \cos \theta_i + (e \sin \phi) \sin \theta_i \quad (4)$$

(4)의  $\hat{P}_i$ , 즉 이상적인 웨이퍼 에지의 위치 데이터를 구하기 위해서는  $r, e \cos \phi, e \sin \phi$  등을 알아야 한다. 반지름  $r$ 은 모든 위치 데이터들의 평균으로부터 구할 수 있다.

$$r = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_i \quad (5)$$

역시,

$$e \cos \phi = \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_i \cos \theta_i \quad (6)$$

$$e \sin \phi = \frac{2}{N} \sum_{i=0}^{N-1} P_i \sin \theta_i \quad (7)$$

따라서, 반지름  $r$  로 부터 코사인 커브의 꼭지점까지가 편심량이 되고 이상적인 커브와 실제 데이터와의 차이가 가장 큰 부분이 플랫폼이나 노치의 중심이 된다. 또한, 플랫폼이나 노치의 방향을 원하는 위치로 향하게 하기 위해서는 척 센터와 플랫폼이나 노치 센터간의 좌표변환이 필요하다. 그림 6은 척 중심과 플랫폼이나 노치 사이의 좌표를 나타내었다.

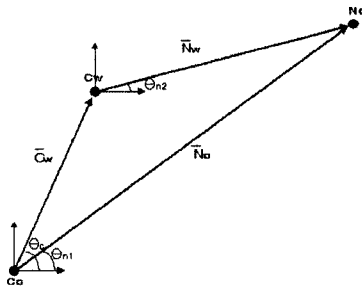


그림 6. 노치 중심과 척 중심사이의 좌표계.  
Fig. 6. Coordinates between the angle of notch and center of chuck.

여기서,  $C_c$  는 척 중심이고,  $C_w$  는 웨이퍼의 중심을 그리고  $N_c$  는 플랫폼이나 노치의 중심을 나타낸다.

$$\begin{aligned} \bar{C}_w &= [C_w \cos \theta_c \cdot C_w \sin \theta_c] \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \end{bmatrix} \\ &= \bar{x} C_w \cos \theta_c + \bar{y} C_w \sin \theta_c \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \bar{N}_c &= [N_c \cos \theta_{n1} \cdot N_c \sin \theta_{n1}] \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \end{bmatrix} \\ &= \bar{x} N_c \cos \theta_{n1} + \bar{y} N_c \sin \theta_{n1} \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \bar{N}_w &= [N_w \cos \theta_{n2} \cdot N_w \sin \theta_{n2}] \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{y} \end{bmatrix} \\ &= \bar{x} N_w \cos \theta_{n2} + \bar{y} N_w \sin \theta_{n2} \end{aligned} \quad (10)$$

$\bar{N}_w = \bar{N}_c - \bar{C}_w$  이므로,

$$\begin{aligned} \bar{x} N_w \cos \theta_{n2} + \bar{y} N_w \sin \theta_{n2} \\ = \bar{x} N_c \cos \theta_{n1} + \bar{y} N_c \sin \theta_{n1} \\ - (\bar{x} C_w \cos \theta_c + \bar{y} C_w \sin \theta_c) \end{aligned} \quad (11)$$

즉,

$$\begin{aligned} (N_w \cos \theta_{n2} + C_w \cos \theta_c - N_c \cos \theta_{n1}) \bar{x} + \\ (N_w \sin \theta_{n2} + C_w \sin \theta_c - N_c \sin \theta_{n1}) \bar{y} = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$N_w \cos \theta_{n2} = N_c \cos \theta_{n1} - C_w \cos \theta_c \quad (13)$$

$$N_w \sin \theta_{n2} = N_c \sin \theta_{n1} - C_w \sin \theta_c \quad (14)$$

이제,  $N_w^2 \cos^2 \theta_{n2} = A^2$ ,  $N_w^2 \sin^2 \theta_{n2} = B^2$ ,

$N_w^2 = A^2 + B^2$  라 놓으면,  $N_w, \theta_{n2}$  는 다음과 같이 구할 수 있다[8].

$$N_w = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (15)$$

$$\theta_{n2} = \sin^{-1} \left( \frac{B}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right) \quad (16)$$

여기서,

$$A = N_c \cos \theta_{n1} - C_w \cos \theta_c$$

$$B = N_c \sin \theta_{n1} - C_w \sin \theta_c$$

#### IV. 정밀도 평가

정렬기의 성능을 평가하는 두 가지 성능지표는 웨이퍼 중심이 척 중심으로부터 얼마나 편심 되었는가와 웨이퍼의 플랫폼이나 노치의 방향을 얼마나 정해진 방향으로 정확하게 향하게 하는가이다.

그림 7은 정밀도 평가에 사용된 CCD 센서를 이용한 웨이퍼 정렬기이다.

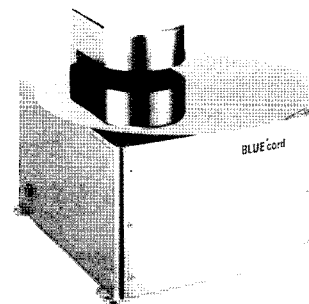


그림 7. CCD 센서를 이용한 웨이퍼 정렬기.  
Fig. 7. Wafer Pre-Aligner using a CCD sensor.

개발된 정렬기에 대한 위의 두 성능 평가는 비전 시스템 (Machine Vision System)을 이용하여 수행하였다. 측정방법은 정렬기의 척 위에 웨이퍼를 올려 놓으면 제어기에 의해서 척을 1회전하게 되며 이때 CCD 회로로부터 웨이퍼의 이미지 프로파일을 얻는다. 척 모터는 1회전한 후 정지하고, 이때 제어기는 CCD 회로로부터 웨이퍼의 이미지 데이터를 읽게 된다. 이 값들을 이용하여 웨이퍼의 편심량과 플랫폼이나 노치의 방향을 계산한다. 그런 후에 척과 웨이퍼의 중심을 일치시키는 편심보정 과정을 거친 후 플랫폼이나 노치의 방향을 정해진 방향으로 정렬시킨다. 그 결과를 카메라를 이용해 웨이퍼 위에 마킹해 놓은 비주얼 마킹(Visual Marking)의 위치를 해석하여 웨이퍼의 편심과 플랫폼이나 노치의 방향이 정확하게 정렬되었는가를 확인한다. 오차의 양은 최초의 정렬결과를 측정하여 이를 기준으로 하여 계산한다. 이와 같은 동작을 2,000 회 이상을 반복하여 반복 정밀도를 얻게 된다.

그림 8은 비주얼 마킹을 이용하여 웨이퍼의 편심과 플랫이나 노치의 방향을 계산하기 위한 각 좌표 시스템을 정의한 것이다.

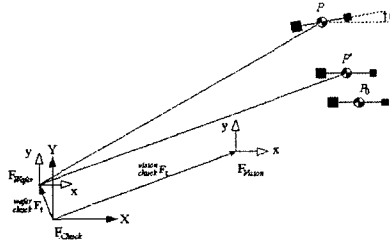


그림 8. 비전 시스템의 좌표계.  
Fig. 8. Machine Vision Coordinate.

여기서,

${}_{wafer}P'$  = Marked point on the wafer a alignment

${}_{wafer}P$  = Marked point on the wafer

${}_{chuck}P_0$  = Vision center after a calibration

$F_{wafer}$  = Coordinate of wafer

$F_{chuck}$  = Coordinate of chuck

$F_{vision}$  = Coordinate of vision

이를 이용해 다음과 같이 웨이퍼의 편심을 계산할 수 있다.

$${}_{chuck}F_t = {}_{chuck}P - T_R \cdot {}_{chuck}P_0$$

$${}_{wafer}F_t = ({}_{vision}P + {}_{chuck}F_t) - T_R \cdot {}_{chuck}P$$

우리는 개발된 정렬기에서 편심과 플랫이나 노치에 대한 반복 정밀도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 그림 9는 웨이퍼의 편심에 대한 X, Y 변화량이고 그림 10은 각도에 대한 오차 반복 정밀도에 대한 결과이다.

성능면에서도 제작된 CCD 회로를 통하여 오차가 1 회소 이내의 양호한 웨이퍼 이미지를 얻을 수 있었으며, 웨이퍼 반복성 실험결과 편심 오차 정밀도(3\*표준편차+평균오차)가 0.03mm 이내이고, 각도 정밀도(3\*표준편차)가 0.035°이내인 매우 우수한 성능을 나타내었다. 적외선 필터 및 렌즈를 적용하면 더 좋은 정밀도 향상을 가져 올 것이다.

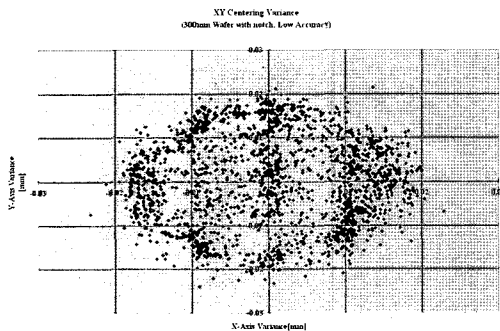


그림 9. Centering 오차.  
Fig. 9. Centering variance.

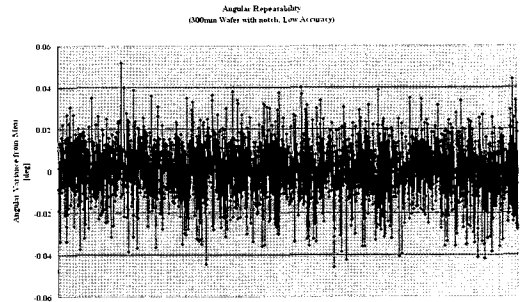


그림 10. 각도 정밀도.  
Fig. 10. Angle repeatability.

전체적인 수행시간은 플랫 웨이퍼가 4초 이내이고, 노치 웨이퍼는 약 5초 이내가 걸렸다.

### V. 결론

본 연구에서는 메카니칼 그림퍼를 이용한 정렬기의 단점인 그림퍼와 웨이퍼의 접촉으로 인한 파티클 발생을 없애고, 정밀도의 향상을 위해 CCD 센서를 이용한 웨이퍼 정렬기를 제안 하였다. 또한 이러한 고 정밀도 웨이퍼 정렬기의 개발 과정에서 적용된 웨이퍼 정렬법을 서술하고, 이의 유효성을 보이기 위해 실험적으로 정밀도 평가 결과를 제시하였다. 특히 곡선 적합화 알고리즘을 이용하여 웨이퍼의 편심 계산과 플랫이나 노치의 방향을 찾는 알고리즘을 개발하였으며, 이를 보정해주는 웨이퍼 편심 보정 알고리즘을 개발 적용하였다. 또한 개발된 정렬기의 정밀도를 평가하기 위해 비전 시스템을 이용하였으며, 그 측정 알고리즘을 제안하였다.

추후 과제로는, 클러스터 툴(Cluster Tool)에 주로 사용되는 진공용 정렬기의 개발과 에지 그립(Grip)형의 정렬기 개발이 필수적이다. 진공 챔버(Chamber)의 설계와 척 회전부의 대기와의 실링(Sealing)이 주요 관건이다. 또한 플랫과 노치의 정렬시간 차이를 극복하기 위한 알고리즘도 개발되어야 할 것이다. 노치는 플랫에 비해 상대적으로 그 영역이 작기 때문에 데이터의 개수가 적다. 따라서, 적은 개수를 이용한 정밀도의 향상 방향이 검증되어야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] F. R. Koenig "United states patent, No. 4, 752, 898", 1988.
- [2] 박종현, "반도체 웨이퍼를 위한 얼라이너 개발" 한국 과학재단 보고서 과제번호 931-1000-039-2, 1995.
- [3] 센서인터페이스, 기전 연구사. 1996.
- [4] CCD Data book, Toshiba. 1998.
- [5] N. H. Judell and R. C. Abbc, Dodiye, Roy Mallory "Wafer alignment station" United States Patent No. 4, pp. 457, 664, 1984.
- [6] V. W. R. Volovich "Semiconductor object pre-aligning method" United States Patent, No. 5, pp. 125,791, 1992.
- [7] P. E. Bacchi and F. Greenbrae "Universal specimen prealigner" United States Patent, No. 5, pp. 513, 948, 1996.
- [8] S. Kuo, "Computer applications of numerical methods", 1972.



**박홍래**

1966년 5월 13일생. 1988년 호서대학교 전기공학과 졸업(공학사). 1990년 건국대학교 전기공학과 졸업(공학석사). 1993년~Bluecord Technology 반도체 장비개발팀 팀장. 2001년~충남대학교 전자공학과 박사과정 재학중.



**유준**

1956년 3월 22일생. 1978년 서울대 전자공학과 졸업. 한국과학기술원 전기 및 전자공학 박사(1984). 1984년~현재 충남대학교 전자공학과 교수. 관심분야는 산업 공정예외 제어응용, 센서 신호처리, 식별 및 추정기법 등임.