



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0035320
(43) 공개일자 2020년04월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/66 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 22/00 (2013.01)
G03F 7/70483 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7008264
- (22) 출원일자(국제) 2018년08월23일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년03월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/047620
- (87) 국제공개번호 WO 2019/040679
국제공개일자 2019년02월28일
- (30) 우선권주장
62/549,775 2017년08월24일 미국(US)
15/803,091 2017년11월03일 미국(US)

- (71) 출원인
케이엘에이 코퍼레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 윈 테크
놀로지 드라이브
- (72) 발명자
지양 쉬구양
미국 캘리포니아주 94087 서니베일 아파트먼트 16
브람스 웨이 750
- 장 용
미국 캘리포니아주 95014 쿠퍼티노 체릴 드라이브
20781
- 당 이위
미국 캘리포니아주 94526 덴빌 파운틴 스포링스
서클 1639
- (74) 대리인
김태홍, 김진희

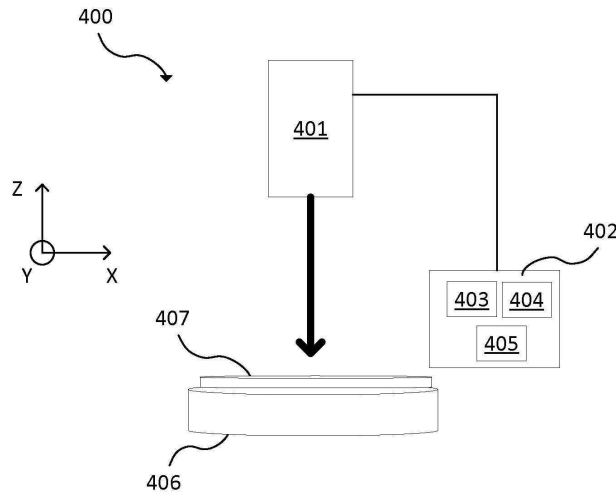
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 결함 검출

(57) 요약

투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 결함 검출은 동일한 다이로부터의 기준을 사용하여 다이에 대해 수행될 수 있다. 이동 평균과 같은 커널 사이즈에 기초하여 제1 계산된 값이 결정된다. 제1 차이는 픽셀 강도로부터 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해 결정된다. 임계치를 초과하는 제1 차이를 갖는 후보 픽셀이 분류된다. 국소적 중앙 값과 같은 커널 사이즈에 기초하여 제2 계산된 값이 결정된다. 제2 차이는 픽셀 강도로부터 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해 결정된다. 제2 차이가 임계치를 초과하는 경우 결함을 포함하는 픽셀이 분류된다.

대표도 - 도11



(52) CPC특허분류

H01L 22/12 (2013.01)

H01L 22/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

시스템으로서,

프로세서 및 상기 프로세서와 전자 통신하는 전자 데이터 스토리지 유닛을 포함하는 컨트롤러

를 포함하고, 상기 프로세서는 하나 이상의 소프트웨어 모듈을 실행하도록 구성되고, 상기 하나 이상의 소프트웨어 모듈은,

세 개의 다이에 대한 명시야(bright field) 이미지 - 상기 세 개의 다이는 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에 있고, 상기 명시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행(row) 및 복수의 이미지 열(column)을 포함함 - 를 수신하고;

상기 세 개의 다이에 대한 암시야(dark field) 이미지 - 상기 암시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함함 - 를 수신하고;

상기 명시야 이미지 및 상기 암시야 이미지의 상기 이미지 열의 각각에 대한 제1 계산된 값 - 상기 제1 계산된 값은 상기 이미지 열 중 적어도 하나를 따라 적용되는 커널 사이즈(kernel size)에 기초함 - 을 결정하고;

상기 이미지 열의 각각의 픽셀에서의 픽셀 강도로부터 상기 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제1 차이를 결정하고;

후보 픽셀 - 상기 후보 픽셀에 대한 상기 제1 차이는 임계치를 초과함 - 을 분류하고;

제2 계산된 값 - 상기 제2 계산된 값은 상기 커널 사이즈에 기초함 - 을 결정하고;

상기 픽셀 강도로부터 상기 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제2 차이를 결정하며;

결합을 포함하는 상기 픽셀 - 상기 제2 차이는 결합을 포함하는 상기 픽셀에 대한 상기 임계치를 초과함 - 을 분류하도록 구성된 것인, 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러와 전자 통신하는 명시야 이미징 시스템(imaging system)

을 더 포함하는, 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 컨트롤러와 전자 통신하는 암시야 이미징 시스템

을 더 포함하는, 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 계산된 값은 이동 평균(moving mean)인 것인, 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 국소적 중앙값(local median)인 것인, 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 상기 후보 픽셀의 각각의 것이고, 상기 제2 차이는 상기 후보 픽셀의 각각으로부터 유래된 것인, 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 세 개의 다이는 이웃하는 다이인 것인, 시스템.

청구항 8

방법으로서,

컨트롤러에서, 세 개의 다이에 대한 명시야 이미지 - 상기 세 개의 다이는 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에 있고, 상기 명시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함함 - 를 수신하는 단계;

상기 컨트롤러에서, 상기 세 개의 다이에 대한 암시야 이미지 - 상기 암시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함함 - 를 수신하는 단계;

상기 컨트롤러를 사용하여, 상기 명시야 이미지 및 상기 암시야 이미지의 상기 이미지 열의 각각에 대한 제1 계산된 값 - 상기 제1 계산된 값은 상기 이미지 열 중 적어도 하나를 따라 적용되는 커널 사이즈에 기초함 - 을 결정하는 단계;

상기 컨트롤러를 사용하여, 상기 이미지 열의 각각의 픽셀에서의 픽셀 강도로부터 상기 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제1 차이를 결정하는 단계;

상기 컨트롤러를 사용하여, 후보 픽셀 - 상기 후보 픽셀에 대한 상기 제1 차이는 임계치를 초과함 - 을 분류하는 단계;

상기 컨트롤러를 사용하여, 제2 계산된 값 - 상기 제2 계산된 값은 상기 커널 사이즈에 기초함 - 을 결정하는 단계;

상기 컨트롤러를 사용하여, 상기 픽셀 강도로부터 상기 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제2 차이를 결정하는 단계; 및

상기 컨트롤러를 사용하여, 결함을 포함하는 상기 픽셀 - 상기 제2 차이는 결함을 포함하는 상기 픽셀에 대한 상기 임계치를 초과함 - 을 분류하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 계산된 값은 이동 평균인 것인, 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 국소적 중앙값인 것인, 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 제1 계산된 값 및 상기 제2 계산된 값 중 하나는 저역 통과 필터를 사용한 고속 푸리에 변환(fast Fourier transform)인 것인, 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 제1 계산된 값 및 상기 제2 계산된 값 중 하나는 가우시안 커널(Gaussian kernel)과의 컨볼루션인 것인, 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 상기 후보 픽셀의 각각의 것이고, 상기 제2 차이는 상기 후보 픽셀의 각각으로부터 유래된 것인, 방법.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 픽셀 강도는 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 세 개의 이웃하는 픽셀의 평균이고, 상기 제2 계산된 값은 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 상기 후보 픽셀 및 두 개의 이웃하는 픽셀의 평균이며, 상기 제2 차이는 상기 후보 픽셀의 상기 평균에 기초한 것인, 방법.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 제1 계산된 값은 상기 명시야 이미지의 각각 및 상기 암시야 이미지의 각각에 대해 결정된 것인, 방법.

청구항 16

제8항에 있어서,

상기 제1 계산된 값 및 상기 제2 계산된 값은 상기 명시야 이미지의 각각 및 동일한 다이의 상기 암시야 이미지의 각각 중 대응하는 하나의 융합된 이미지에 기초하여 결정되고, 상기 명시야 이미지의 각각 및 상기 암시야 이미지의 각각 중 상기 대응하는 하나를 융합하여 상기 융합된 이미지를 형성하는 단계

를 더 포함하는, 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이고, 상기 제2 계산된 값 및 상기 제2 차이는 상기 명시야 이미지 및 상기 암시야 이미지 둘 모두에 기초하여 결정되며, 상기 임계치는 명시야 임계치 및 암시야 임계치를 포함한 것인, 방법.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이고, 상기 임계치는 상기 융합된 이미지에 대한 것이고, 상기 분류하는 단계는, 제1 값 및 제2 값의 곱의 제곱근을 취하여 제3 값을 형성하는 단계 및 상기 제3 값을 상기 임계치에 비교하는 단계를 포함하고, 상기 제1 값은 상기 명시야 이미지의 상기 국소적 중앙값을 뺀 상기 명시야 이미지의 상기 픽셀 강도이고, 상기 제2 값은 상기 암시야 이미지의 상기 국소적 중앙값을 뺀 상기 암시야 이미지의 상기 픽셀 강도인 것인, 방법.

청구항 19

제8항에 있어서,

상기 세 개의 다이는 이웃하는 다이인 것인, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 2017년 8월 24일자로 출원되고 미국 출원 번호 제62/549,775호를 할당받은 미국 특허 가출원에 대한 우선권을 주장하는데, 이 가출원의 개시는 참조에 의해 본원에 통합된다.

[0002] 본 개시는 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 결함 검출에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 반도체 제조 산업의 진화는, 수율 관리에 대해, 특히 계측(metrology) 및 검사 시스템에 대해 더욱 더 큰 요구를 하고 있다. 웨이퍼 사이즈가 증가하면서 임계 치수가 축소되고 있다. 경제적인 측면은, 높은 수율, 높은 가치의 생산을 달성하기 위한 시간을 단축시키도록 업계를 유도하고 있다. 따라서, 수율 문제점을 검출하는 것에서부터 그것을 해결까지의 총 시간을 최소화하는 것이, 반도체 제조자의 투자 수익률(return-on-investment)을 결정한다.

[0004] 투명 또는 반투명 웨이퍼의 경우, 소정의 결함 검출 시스템으로부터의 이미지는, 웨이퍼 및 웨이퍼 아래의 척(chuck)과 같은 톨 부분 둘 모두로부터의 기여를 포함할 수 있다. 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 결함 검출은 고유한 도전 과제를 제공한다. 예를 들면, 웨이퍼 아래의 척은 유리 웨이퍼의 결함 검출 동안 나타난다. 유리 웨이퍼는, 척 컴포넌트가 또한 이미지화되는 경우 결함 검출 동안 식별하기 어려울 수 있는 몇몇 구조체 또는 디바이스를 포함한다. 척이 유리 웨이퍼 이미지에서 나타나는 경우, 현존하는 결함 검출 톨 또는 알고리즘은 반도체 제조자에 대한 결함 검출 감도 또는 스루풋 목표를 충족시킬 수 없다.

[0005] 다른 예에서, 척 패턴은 명시야(bright field) 이미지에 나타나고, 한편 척 표면 거칠기는 암시야(dark field) 이미지에서 나타난다. 각각의 다이에서의 척 패턴은 상이하다. 따라서, 현존하는 결함 검출 알고리즘은 이들 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 만족스러운 결함 검출을 제공할 수 없다. 예를 들면, 알고리즘은 열화된 검사 감도(degraded inspection sensitivity)를 사용하여 최소 픽셀 사이즈(예를 들면, 10X 또는 0.65 μm)를 갖는 웨이퍼 상에서 큰 결함만을 검출할 수도 있다.

[0006] 예는 도 1 내지 도 3에서 나타내어진다. 도 1은 명시야 및 암시야 이미징 둘 모두를 갖는 유리 웨이퍼 상의 세 개의 예시적인 다이를 예시한다. 다이 0 및 다이 1의 명시야 이미지에서 알 수 있는 바와 같이, 척은 유리 웨이퍼를 통해 보인다. 암시야 이미지의 각각에서 표면 거칠기를 알 수 있다. 주목하는 결함(defects of interest; DOI)은 다이 0 및 다이 2의 명시야 이미지에서 원으로 표시된다. 도 2는 다이 2와 다이 0의 이미지 차감을 예시하고 다이 2와 다이 1의 이미지 차감을 또한 예시한다. 각각의 이미지에 노이즈가 존재하는데, 노이즈는 결함의 검출을 어렵게 만든다. 도 3은 명시야 이미지의 추가적인 이미지 분석을 도시한다. 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 몇몇 다이 이미지에서 하나 또는 두 개의 DOI가 원으로 표시된다. DOI는 척 컴포넌트에 의해 작아 보인다. 알고리즘은 도 3에서의 것과 같은 이미지의 불량한 결함 검출 성능을 제공할 것이다.

[0007] 따라서, 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에서의 결함 검출에 대한 향상이 필요로 된다.

발명의 내용

[0008] 제1 실시형태에서, 시스템이 제공된다. 시스템은 컨트롤러를 포함한다. 컨트롤러는 프로세서 및 프로세서와 전자 통신하는 전자 데이터 스토리지 유닛을 포함한다. 프로세서는 하나 이상의 소프트웨어 모듈을 실행하도록 구성된다. 하나 이상의 소프트웨어 모듈은 세 개의 다이에 대한 명시야 이미지를 수신하도록 구성된다. 세 개의 다이는 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에 있다. 명시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행(row) 및 복수의 이미지 열(column)을 포함한다. 하나 이상의 소프트웨어 모듈은 세 개의 다이에 대한 암시야 이미지를 수신하도록 구성된다. 암시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함한다. 하나 이상의 소프트웨어 모듈은 명시야 이미지 및 암시야 이미지의 이미지 열의 각각에 대한 제1 계산된 값을 결정하도록 구성된다. 제1 계산된 값은 이미지 열 중 적어도 하나를 따라 적용되는 커널 사이즈(kernel size)에 기초한다. 하나 이상의 소프트웨어 모듈은, 이미지 열의 각각의 픽셀에서의 픽셀 강도로부터 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제1 차이를 결정하도록; 후보 픽셀을 분류하도록; 제2 계산된 값을 결정하도록; 픽셀 강도로부터 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해 제2 차이를 결정하도록; 그리고 결함을 포함하는 픽셀을 분류하도록 구성된다. 후보 픽셀에 대한 제1 차이는 임계치를 초과한다. 제2 계산된 값은 커널 사이즈(kernel size)에 기초한다. 제2 차이는 결함을 포함하는 픽셀에 대한 임계치를 초과한다. 세 개의 다이는 이웃하는 다이일 수 있다.

[0009] 명시야 이미징 시스템(imaging system) 및/또는 암시야 이미징 시스템은 컨트롤러와 전자 통신할 수도 있다.

[0010] 제1 계산된 값은 이동 평균(moving mean)일 수도 있다. 제2 계산된 값은 국소적 중앙값(local median)일 수도

있다.

- [0011] 제2 계산된 값은 후보 픽셀의 각각의 것일 수도 있다. 제2 차이는 후보 픽셀의 각각으로부터 유래할 수도 있다.
- [0012] 제2 실시형태에서, 방법이 제공된다. 방법은, 컨트롤러에서, 세 개의 다이에 대한 명시야 이미지를 수신하는 것을 포함한다. 세 개의 다이는 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에 있다. 명시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함한다. 세 개의 다이에 대한 암시야 이미지가 컨트롤러에서 수신된다. 암시야 이미지의 각각은 복수의 이미지 행 및 복수의 이미지 열을 포함한다. 명시야 이미지 및 암시야 이미지의 각각의 이미지 열에 대해, 컨트롤러를 사용하여, 제1 계산된 값이 결정된다. 제1 계산된 값은 이미지 열 중 적어도 하나를 따라 적용되는 커널 사이즈에 기초한다. 컨트롤러를 사용하여, 이미지 열의 각각의 픽셀에서의 픽셀 강도로부터 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해, 제1 차이가 결정된다. 후보 픽셀은 컨트롤러를 사용하여 분류된다. 후보 픽셀에 대한 제1 차이는 임계치를 초과한다. 제2 계산된 값은 컨트롤러를 사용하여 결정된다. 제2 계산된 값은 커널 사이즈에 기초한다. 컨트롤러를 사용하여, 픽셀 강도로부터 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해, 제2 차이가 결정된다. 결함을 포함하는 픽셀은 컨트롤러를 사용하여 분류된다. 제2 차이는 결함을 포함하는 픽셀에 대한 임계치를 초과한다. 세 개의 다이는 이웃하는 다이일 수도 있다.
- [0013] 제1 계산된 값은 이동 평균일 수도 있다. 제2 계산된 값은 국소적 중앙값일 수도 있다.
- [0014] 제1 계산된 값 및 제2 계산된 값 중 하나는 저역 통과 필터를 사용한 고속 푸리에 변환(fast Fourier transform)일 수 있다. 제1 계산된 값 및 제2 계산된 값 중 하나는 가우시안 커널(Gaussian kernel)과의 컨볼루션일 수 있다.
- [0015] 제2 계산된 값은 후보 픽셀의 각각의 것일 수 있다. 제2 차이는 후보 픽셀의 각각으로부터 유래할 수도 있다.
- [0016] 한 경우에, 픽셀 강도는 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 세 개의 이웃하는 픽셀의 평균일 수 있다. 제2 계산된 값은 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 후보 픽셀 및 두 개의 이웃하는 픽셀의 평균일 수 있다. 제2 차이는 후보 픽셀의 평균에 기초할 수 있다.
- [0017] 제1 계산된 값은 명시야 이미지의 각각 및 암시야 이미지의 각각에 대해 결정될 수 있다.
- [0018] 제1 계산된 값 및 제2 계산된 값은, 명시야 이미지의 각각 및 동일한 다이의 암시야 이미지의 각각 중 대응하는 하나의 융합된 이미지(fused image)에 기초하여 결정될 수 있다. 명시야 이미지의 각각 및 암시야 이미지의 각각 중 대응하는 하나는 융합되어 융합된 이미지를 형성할 수 있다.
- [0019] 한 경우에, 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이다. 제2 계산된 값 및 제2 차이는, 명시야 이미지 및 암시야 이미지 둘 모두에 기초하여 결정될 수 있다. 임계치는 명시야 임계치 및 암시야 임계치를 포함할 수 있다.
- [0020] 다른 예에서, 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이다. 임계치는 융합된 이미지에 대한 것일 수 있다. 분류하는 것은, 제1 값 및 제2 값의 곱의 제곱근을 취하여 제3 값을 형성하는 것 및 제3 값을 임계치에 비교하는 것을 포함할 수 있다. 제1 값은 명시야 이미지의 국소적 중앙값을 뺀 명시야 이미지의 픽셀 강도일 수 있다. 제2 값은 암시야 이미지의 국소적 중앙값을 뺀 암시야 이미지의 픽셀 강도일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 본 개시의 본질 및 목적의 더 완전한 이해를 위해, 첨부 도면과 연계하여 취해지는 다음의 상세한 설명에 대한 참조가 이루어져야 하는데, 첨부 도면에서:
 - 도 1은 유리 웨이퍼의 명시야 및 암시야 이미징 둘 모두를 갖는 세 개의 예시적인 다이를 예시한다;
 - 도 2는 도 1의 다이를 사용한 이미지 감산을 예시한다;
 - 도 3은 유리 웨이퍼의 명시야 이미지의 추가적인 이미지 분석을 제공한다;
 - 도 4는 본 개시에 따른 방법의 실시형태의 플로우차트이다;
 - 도 5는 단일의 이미지 열에 대한 명시야 이미지를 예시한다;
 - 도 6은 본 개시에 따른 예시적인 명시야 이미지, 예시적인 중앙값 이미지(median image), 및 예시적인 차이 이미지를 예시한다;
 - 도 7은 본 개시에 따른 예시적인 암시야 이미지, 예시적인 중앙값 이미지, 및 예시적인 차이 이미지를

예시한다;

도 8은, 국소적 기준 알고리즘(local reference algorithm; LRA) 및 전통적인 검사 알고리즘의 평가의 파레토 (Pareto)를 예시한다;

도 9는 본 개시에 따른 방법의 다른 실시형태의 플로우차트를 예시한다;

도 10은 본 개시에 따른 방법의 여전히 다른 실시형태의 플로우차트를 예시한다;

도 11은 본 개시에 따른 시스템의 실시형태의 블록도이다;

도 12는 본 개시에 따른 원래의 이미지(original image)를 갖는 유저 인터페이스의 실시형태의 이미지이다;

도 13은 본 개시에 따른 필터링된 이미지를 갖는 유저 인터페이스의 실시형태의 이미지이다;

도 14는 본 개시에 따른 차이 이미지를 갖는 유저 인터페이스의 실시형태의 이미지이다;

도 15는 본 개시에 따라 레시피를 편집하기 위한 유저 인터페이스의 실시형태의 이미지이다; 그리고

도 16은 LRA에서 사용될 수 있는 결합 속성의 예시적인 테이블이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 청구된 주제가 소정의 실시형태의 관점에서 설명될 것이지만, 본원에서 기술되는 이점 및 피처의 모두를 제공하지는 않는 실시형태를 비롯한 다른 실시형태도 또한 본 개시의 범위 내에 있다. 본 개시의 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 구조적, 논리적, 프로세스 단계의, 그리고 전자적 변경이 이루어질 수도 있다. 따라서, 본 개시의 범위는 첨부된 청구범위를 참조하는 것에 의해서만 정의된다.

[0023] 본원에서 개시되는 검사 방법, 시스템, 및 알고리즘은, 유리 웨이퍼, 사파이어 웨이퍼, 또는 다른 재료로 만들어진 웨이퍼와 같은 투명하고 반투명한 웨이퍼 상에서의 결합 검출을 위해 사용될 수 있다. 이 검사 알고리즘은 동일한 다이로부터의 기준(reference)만을 사용하여 각각의 다이 상에서 결합을 검출한다. 따라서, 검사 알고리즘은 이웃 다이(neighbor die) 사이의 이미지에서의 차이에 의해 영향을 받지 않는다. 또한, 검사 알고리즘은 국소적 기준 픽셀을 사용하여 각각의 다이에서 칩 패턴을 제거할 수 있다. 따라서, 다이 이미지가 패턴을 포함하는 경우 검사 알고리즘이 사용될 수 있다. 검사 알고리즘은 검사 알고리즘 파라미터 평가를 위한 셋업 단계 및 웨이퍼 검사를 위한 검출 단계를 또한 포함할 수 있다.

[0024] 도 4는 방법(100)의 실시형태의 플로우차트이다. 방법(100)에서의 단계(101 내지 107)의 각각은 컨트롤러를 사용하여 수행될 수도 있다. 이 실시형태에서 알 수 있는 바와 같이, 단일의 다이로부터의 국소적 픽셀을 사용하여 기준이 계산될 수 있다. 방법(100)은 2 단계 검출 방법을 갖는다. 한 경우에, 방법(100)은, 비록 다른 기술도 가능하지만, 빠른 후보 선택을 위한 평균 및 정확한 결합 검출을 위한 중간값을 사용한다. 평균은 이동 평균일 수도 있다. 방법(100)은, 현존하는 기술에 비해, 고속에서 높은 감도를 갖는 결합 검출을 가능하게 한다. 방법(100)은 또한 투명 또는 반투명 웨이퍼에 대한 결과를 향상시킨다.

[0025] 세 개의 이웃 다이로부터의 명시야 및 암시야 채널 이미지가 방법(100)에서 사용될 수 있다. 방법(100)은 각각의 다이 및 각각의 채널에 대해 결합 검출을 독립적으로 수행할 수 있다. 기준으로서 이웃 다이를 사용하는 대신, 동일한 다이 상의 이웃 픽셀이 결합 검출을 위한 기준으로서 사용된다. 이미지 융합이 없는 경우, 밝은 채널과 어두운 채널에 대한 검출이 독립적으로 수행될 수도 있다. 채널 중 하나가 결합을 검출하면 결합이 분류된다.

[0026] 따라서, 명시야 및 암시야 이미지에서의 각각의 열에 대해, 이웃 픽셀을 사용하여 기준이 계산될 수 있다. 원본에서 기준을 감산하는 것에 의해 차이가 계산될 수 있다. 차이의 절대 값이 임계치보다 더 큰 경우, 결합이 검출될 수 있다. 이것은 두 단계로 발생할 수도 있다. 먼저, 모든 픽셀을 국소적 이웃 평균 또는 다른 값과 비교하는 후보 검출. 둘째, 후보 픽셀을 국소적 이웃 중간값 또는 다른 값과 비교하는 결합 검출.

[0027] 101에서, 세 개의 다이에 대한 명시야 및 암시야 이미지가 컨트롤러에서 수신된다. 세 개의 다이는, 유리 웨이퍼와 같은 투명 또는 반투명 웨이퍼 상에 있다. 명시야 이미지 및 암시야 이미지의 각각은 2차원이며, 복수의 이미지 행 및 이미지 열을 포함한다. 세 개의 다이가 예시되지만, 단일의 다이, 두 개의 다이, 또는 세 개보다 더 많은 다이가 또한 사용될 수 있다. 이 실시형태에서 언급되는 세 개의 다이와 같은 다이는 이웃하는 다이일 수 있다. 이웃하는 것에 의해, 다이는 웨이퍼 상에서 서로 인접한다는 것이 의미된다.

- [0028] 102에서, 명시야 이미지 및 암시야 이미지의 각각의 픽셀에 대해 제1 계산된 값이 결정된다. 제1 계산된 값은 이미지 열 중 적어도 하나를 따라 적용되는 커널 사이즈에 기초한다. 한 경우에, 커널 사이즈는 이미지 열의 각각을 따라 적용된다. 커널 사이즈는 변할 수 있다. 그 값은, 도 9에서 알 수 있는 바와 같이, 셋업 단계로부터 획득될 수도 있다. 예를 들면, 더 큰 결함을 검출하기 위해서는, 더 큰 커널 사이즈가 필요로 될 수도 있다.
- [0029] 103에서, 이미지 열의 각각의 픽셀에서의 픽셀 강도로부터 제1 계산된 값을 감산하는 것에 의해, 적어도 하나의 제1 차이가 결정된다. 제1 차이는 이미지 열에서의 각각의 픽셀에 대해 결정될 수도 있다.
- [0030] 104에서, 후보 픽셀이 분류된다. 임의의 후보 픽셀에 대한 제1 차이는 임계치를 초과한다. 따라서, 제1 차이가 임계치보다 더 큰 경우, 픽셀은 후보 픽셀로서 마킹된다. 임계치는 유저에 의해 또는 다른 기술을 사용하는 것에 의해 선택될 수 있다. 임계치는, 픽셀이 실제 결함인지 또는 노이즈인지의 여부를 결정하는 데 도움이 될 수 있다. 임계치는 튜닝될 수 있거나 또는 다르게는 조정될 수 있다.
- [0031] 105에서, 제2 계산된 값이 결정된다. 제2 계산된 값은 커널 사이즈에 기초한다. 제2 계산된 값은 이미지 열에서의 각각의 후보 픽셀에 대해 결정될 수도 있다.
- [0032] 106에서, 픽셀 강도로부터 제2 계산된 값을 감산하는 것에 의해, 제2 차이가 결정된다.
- [0033] 결함을 포함하는 픽셀은 107에서 분류된다. 제2 차이는 결함을 포함하는 픽셀에 대한 임계치를 초과한다. 따라서, 제2 차이가 임계치보다 더 큰 경우, 픽셀은 결함으로서 마킹된다. 결함이 있는 픽셀의 리포트 또는 요약이 생성될 수 있다.
- [0034] 경우에 있어서, 제1 계산된 값은 이동 평균이고 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이다. 평균은 빠르게 계산될 수도 있고 빠른 후보 선택을 제공할 수 있다. 국소적 중앙값은 평균보다 계산이 더 느릴 수도 있지만, 그러나 더욱 정확한 결함 검출을 제공할 수도 있다.
- [0035] 다른 경우에서, 제1 계산된 값 및 제2 계산된 값 중 하나는 지역 통과 필터를 사용한 고속 푸리에 변환이다.
- [0036] 여전히 다른 경우에서, 제1 계산된 값 및 제2 계산된 값 중 하나는 가우시안 커널과의 컨볼루션이다.
- [0037] 픽셀 강도는 각각의 픽셀의 것일 수 있다. 제2 계산된 값은 후보 픽셀의 각각의 것일 수 있다. 제2 차이는 후보 픽셀의 각각으로부터 유래할 수 있다.
- [0038] 다른 경우에서, 픽셀 강도는 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 세 개의 이웃하는 픽셀의 평균일 수 있다. 제2 계산된 값은 동일한 다이의 동일한 이미지 열에서의 후보 픽셀 및 그것의 두 개의 이웃하는 픽셀의 평균일 수 있다. 세 개의 대응하는 픽셀의 평균을 사용하는 것은, 방해물 이벤트(nuisance event)를 추가로 억제할 수 있다.
- [0039] 제1 계산된 값은 명시야 이미지의 각각 및 암시야 이미지의 각각에 대해 결정될 수 있다.
- [0040] 제1 및 제2 계산된 값은 또한, 명시야 이미지의 각각 및 동일한 다이의 암시야 이미지의 각각 중 대응하는 하나의 융합된 이미지에 기초하여 결정될 수 있다. 명시야 이미지의 각각 및 암시야 이미지의 각각 중 대응하는 하나는 융합되어 융합된 이미지를 형성할 수 있다.
- [0041] 경우에 있어서, 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이다. 제2 계산된 값 및 제2 차이는 명시야 이미지 및 암시야 이미지 둘 모두에 기초하여 결정된다. 임계치는 명시야 임계치 및 암시야 임계치를 포함한다. 명시야 중앙값을 뺀 명시야 픽셀 강도가 명시야 임계치보다 더 크고 암시야 중앙값을 뺀 암시야 픽셀 강도가 암시야 임계치보다 더 큰 경우, 픽셀은 결함이 있을 수도 있다.
- [0042] 다른 경우에서, 제2 계산된 값은 국소적 중앙값이다. 임계치는 융합된 이미지에 대한 것이다. 분류하는 것은, 제1 값 및 제2 값의 곱의 제곱근을 취하여 제3 값을 형성하는 것 및 제3 값을 임계치에 비교하는 것을 포함하는 데, 임계치는, 명시야 및 암시야 채널 이미지의 융합을 위한 임계치일 수도 있다. 제1 값은, 명시야 이미지의 국소적 중앙값을 뺀 명시야 이미지의 픽셀 강도이다. 제2 값은 암시야 이미지의 국소적 중앙값을 뺀 암시야 이미지의 픽셀 강도이다.
- [0043] 도 5는, 이미지 열 프로파일의 차트 및 원래의 강도, 평균, 및 중앙값을 갖는 DOI 주위의 확대된 섹션 둘 모두를 포함하는, 단일의 이미지 열에 대한 명시야 이미지를 예시한다. 도 5에서는 DOI가 마킹된다. 도 5의 우측 이미지 상에서 도시되는 바와 같이, DOI는 평균 또는 중앙 기준으로부터 명확하게 분리 가능하다. 따라서, 이웃 픽셀 평균 및 중앙값은 결함 검출을 위한 허용 가능한 기준일 수 있다.

- [0044] 도 6은 예시적인 명시야 이미지, 예시적인 중앙값 이미지, 및 예시적인 차이 이미지를 예시한다. 차이 이미지는, 예를 들면, 방법(100)을 사용하여 형성될 수 있다. 본원에서 개시되는 실시형태를 사용하여, DOI는 검출 가능하고 척 패턴은 억제된다. 차이 이미지에서 알 수 있는 바와 같이, 결합은 어두운 점으로서 나타날 수 있다.
- [0045] 도 7은 예시적인 암시야 이미지, 예시적인 중앙값 이미지, 및 예시적인 차이 이미지를 예시한다. 본원에서 개시되는 실시형태를 사용하여, DOI는 검출 가능하고 노이즈 패턴은 억제된다. 차이 이미지에서 알 수 있는 바와 같이, 결합은 밝은 점으로서 나타날 수 있다.
- [0046] 도 8은 커서 픽셀 사이즈(5X로 지칭됨)를 사용한 국소적 기준 알고리즘(LRA) 및 더 양호하고 더 미세한 픽셀 사이즈(10X로 지칭됨)를 사용한 이전 검사 기술의 평가의 파레토를 예시한다. 본원에서 개시되는 실시형태를 포함할 수 있는 LRA는 결합 검출을 위해 사용된다. 커서 픽셀 사이즈를 사용하여, LRA는 2.5 배 더 빠른 웨이퍼 스캔 속도를 가지고 수행된다. 총 결합 수는 동등하다. 결합의 62 %는 일반적인 결합이다. 본원에서 개시되는 기술을 사용하여 발견되는 거의 모든 새로운 결합은 실제 결합이다.
- [0047] 도 9 및 도 10은 방법의 다른 실시형태의 플로우차트를 예시한다. 셋업 방법으로 지칭될 수 있는 도 9에서 도시되는 방법(200)에서, 트레이닝 이미지는 201에서 수집된다. 초기 필터 사이즈(예를 들면, 커널 사이즈)는, 202에서, 예컨대 유저에 의해 유저 인터페이스에 입력된다. 이미지는 203에서, 예컨대 알고리즘에 의해, 컨트롤러 상에서 프로세싱된다. 프로세싱된 이미지와 차이 이미지 및 품질 메트릭은 204에 디스플레이된다. 그 다음, 205에서, 예컨대 유저에 의해, 파라미터를 수락할지의 여부의 결정이 이루어진다. 그렇다면, 파라미터는 207에서 레시피에 기록된다. 그렇지 않다면, 필터 사이즈는 206에서 조정되고 몇몇 단계가 반복된다. 이것은 필터 사이즈 또는 다른 파라미터가 튜닝되는 것을 가능하게 할 수 있다.
- [0048] 알고리즘 구현에서, 방법의 파라미터는 선택되는 필터 사이즈를 사용하여 셋업 단계 동안 평가될 수 있다. 유저는 톨 척 구조체 또는 억제될 필요가 있을 수도 있는 다른 부품 주위에서 이미지를 포착할 수 있다. 유저는 필터 사이즈를 입력할 수 있다. 알고리즘은 이미지를 프로세싱하고 기준 이미지 및 차이 이미지를 둘 모두를 출력할 수 있다. 유저는 최상의 결과를 제공하기 위해 필터 사이즈를 조정할 수 있다. 파라미터는, 예컨대 XML 파일에서, 레시피 안으로 채워질 수 있다. 유저는 다른 레시피 파라미터를 튜닝하여 향상된 결합 검출 결과를 제공할 수 있다. 도 12는 원래의 이미지를 갖는 유저 인터페이스의 예이고, 도 13은 필터링된 이미지를 갖는 유저 인터페이스의 예이며, 도 14는 차이 이미지를 갖는 유저 인터페이스의 예이다. 도 13에서의 이미지는 도 12에서의 이미지의 몇몇 컴포넌트, 스팟, 또는 마크를 제거한다. 도 15는, LRA를 도시하는, 레시피를 편집하기 위한 유저 인터페이스의 예이다. 레시피에서 필터 사이즈 및 다른 알고리즘 파라미터가 나타내어질 수 있다.
- [0049] 도 10에서의 방법(300)은 검사 단계로 지칭될 수 있다. 도 4에서의 방법(100)으로부터의 단계 중 일부 또는 모두는 방법(300)에서 수행될 수도 있다. 301에서, 이미지가 수신된다. 국소적 기준은, 302에서, 방법(200)으로부터의 것과 같은 레시피 파라미터를 사용하여 계산된다. 차이 이미지가 303에서 계산된다. 304에서 임계치를 사용하여 결합이 검출되고 305에서 검출 결과가 출력된다. 도 16은 LRA에서 사용될 수 있는 결합 속성의 예시적인 테이블이다. 도 16은 리뷰 유저 인터페이스의 일부일 수도 있다. 유저는 향상된 결합 검출 결과를 위해 LRA 속성에 기초하여 LRA 레시피 파라미터를 튜닝할 수 있다.
- [0050] 도 11은 시스템(400)의 실시형태의 블록도이다. 시스템(400)은 웨이퍼(407), 레티클, 또는 다른 워크피스를 유지하도록 구성되는 척(406)을 포함한다. 척(406)은 하나, 둘, 또는 세 개의 축에서 이동 또는 회전하도록 구성될 수도 있다. 척(406)은 또한, 예컨대 Z 축 주위에서, 회전하도록 구성될 수도 있다.
- [0051] 시스템(400)은 또한 웨이퍼(407), 레티클 또는 다른 워크피스의 표면을 측정하도록 구성되는 측정 시스템(401)을 포함한다. 측정 시스템(401)은, 광의 빔, 전자의 빔, 광대역 플라즈마를 생성할 수도 있거나, 또는 웨이퍼(407)의 표면을 측정하기 위해 다른 기술을 사용할 수도 있다. 하나의 예에서, 측정 시스템(401)은 레이저를 포함한다. 측정 시스템(401)은 웨이퍼(407) 상에 다이의 이미지를 제공할 수 있거나 또는 웨이퍼(407) 상에 다이의 이미지를 형성하기 위해 사용되는 정보를 제공할 수 있다.
- [0052] 경우에 있어서, 측정 시스템(401)은 광의 빔을 생성할 수 있고 명시야 채널 및 암시야 채널 둘 모두를 포함한다. 이것은 웨이퍼(407)의 명시야 이미지 및 암시야 이미지 둘 모두를 제공할 수 있다. 한 경우에, 측정 시스템(401)은 명시야 이미징 시스템 및 암시야 이미징 시스템을 포함한다.
- [0053] 시스템(400)은 컨트롤러(402)와 통신한다. 예를 들면, 컨트롤러(402)는 측정 시스템(401) 또는 시스템(400)의 다른 컴포넌트와 통신할 수 있다. 컨트롤러(402)는 프로세서(403), 프로세서(403)와 전자 통신하는 전자 데이터

스토리지 유닛(404), 및 프로세서(403)와 전자 통신하는 통신 포트(405)를 포함할 수 있다. 컨트롤러(402)는, 실제로, 하드웨어, 소프트웨어, 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수도 있다는 것이 인식되어야 한다. 또한, 본원에서 설명되는 바와 같은 그것의 기능은, 하나의 유닛에 의해 수행될 수도 있거나, 또는 상이한 컴포넌트 사이에서 나누어질 수도 있는데, 상이한 컴포넌트의 각각은, 결국에는, 하드웨어, 소프트웨어, 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 다양한 방법 및 기능을 구현하기 위한 컨트롤러(402)에 대한 프로그램 코드 또는 명령어는, 컨트롤러(402) 내의, 컨트롤러(402) 외부의, 또는 이들의 조합의 컨트롤러 판독 가능 저장 매체, 예컨대 전자 데이터 스토리지 유닛(404) 내의 메모리에 저장될 수도 있다.

[0054] 컨트롤러(402)는 하나 이상의 프로세서(403) 및 하나 이상의 전자 데이터 스토리지 유닛(404)을 포함할 수 있다. 각각의 프로세서(403)는 전자 데이터 스토리지 유닛(404) 중 하나 이상과 전자 통신할 수도 있다. 한 실시형태에서, 하나 이상의 프로세서(403)는 통신 가능하게 커플링된다. 이와 관련하여, 하나 이상의 프로세서(403)는 측정 시스템(401)에서 수신되는 판독치를 수신하여 판독치를 컨트롤러(402)의 전자 데이터 스토리지 유닛(404)에 저장할 수도 있다. 컨트롤러(402)는 시스템 그 자체의 일부일 수도 있거나 또는 시스템과는 별개일 수도 있다(예를 들면, 독립형 제어 유닛 또는 중앙 집중식 품질 제어 유닛).

[0055] 경우에 있어서, 프로세서는, 예를 들면, 방법(100), 방법(200), 또는 방법(300)의 단계 중 일부 또는 모두를 수행하도록 구성되는 소프트웨어 모듈을 포함한다.

[0056] 본원에서 설명되는 컨트롤러(402), 다른 시스템(들), 또는 다른 서브시스템(들)은, 퍼스널 컴퓨터 시스템, 이미지 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 네트워크 어플라이언스, 인터넷 어플라이언스, 또는 다른 디바이스를 비롯한, 다양한 형태를 취할 수도 있다. 일반적으로, 용어 "컨트롤러"는, 메모리 매체로부터의 명령어를 실행하는 하나 이상의 프로세서를 구비하는 임의의 디바이스를 포괄하도록 광의적으로 정의될 수도 있다. 컴퓨터 서브시스템(들) 또는 시스템(들)은 또한, 병렬 프로세서와 같은 기술 분야에서 공지되어 있는 임의의 적절한 프로세서를 포함할 수도 있다. 또한, 서브시스템(들) 또는 시스템(들)은, 고속 프로세싱 및 소프트웨어를, 독립형의 또는 네트워크화된 툴 중 하나로서 갖는 플랫폼을 포함할 수도 있다.

[0057] 컨트롤러(402)는, 컨트롤러(402)가 시스템(400)에 의해 생성되는 출력, 예컨대 측정 시스템(401)으로부터의 출력을 수신할 수 있도록, 임의의 적절한 방식으로(예를 들면, 유선 및/또는 무선 송신 매체를 포함할 수도 있는 하나 이상의 송신 매체를 통해) 시스템(400)의 컴포넌트에 커플링될 수도 있다. 컨트롤러(402)는 출력을 사용하여 다수의 기능을 수행하도록 구성될 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(402)는 웨이퍼(407) 상의 결함을 검출하도록 구성될 수도 있다. 다른 예에서, 컨트롤러(402)는, 출력의 리뷰 없이, 출력을 전자 데이터 스토리지 유닛(404) 또는 다른 저장 매체로 전송하도록 구성될 수도 있다. 컨트롤러(402)는 또한, 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수도 있다.

[0058] 시스템이 하나보다 더 많은 서브시스템을 포함하는 경우, 이미지, 데이터, 정보, 명령어, 등등이 서브시스템 사이에 전송될 수 있도록 상이한 서브시스템은 서로 커플링될 수도 있다. 예를 들면, 하나의 서브시스템은 임의의 적절한 송신 매체에 의해 추가적인 컴퓨터 서브시스템(들)에 커플링될 수도 있는데, 임의의 적절한 송신 매체는 기술 분야에서 공지되어 있는 임의의 적절한 유선 및/또는 무선 송신 매체를 포함할 수도 있다. 그러한 서브시스템 중 두 개 이상은 또한, 공유된 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(도시되지 않음)에 의해 효과적으로 커플링될 수도 있다.

[0059] 시스템(400)은 결함 리뷰 시스템, 검사 시스템, 계측 시스템, 또는 어떤 다른 타입의 시스템의 일부일 수도 있다. 따라서, 본원에서 개시되는 실시형태는, 상이한 애플리케이션에 대해 더욱 또는 덜 적절한 상이한 성능을 갖는 시스템에 대해 다수의 방식으로 재단될 수 있는 몇몇 구성을 설명한다.

[0060] 컨트롤러(402)는 측정 시스템(401) 또는 시스템(400)의 다른 컴포넌트와 전자 통신할 수도 있다. 컨트롤러(402)는 본원에서 설명되는 실시형태 중 임의의 것에 따라 구성될 수도 있다. 컨트롤러(402)는 또한 측정 시스템(401)의 출력을 사용하여 또는 다른 소스로부터의 이미지 또는 데이터를 사용하여, 다른 기능 또는 추가적인 단계를 수행하도록 구성될 수도 있다.

[0061] 추가적인 실시형태는, 본원에서 개시되는 바와 같이, 컴퓨터 구현 방법 디포커스 검출을 수행하기 위해 컨트롤러 상에서 실행 가능한 프로그램 명령어를 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체에 관한 것이다. 특히, 도 11에서 도시되는 바와 같이, 컨트롤러(402)는 전자 데이터 스토리지 유닛(404) 또는 컨트롤러(402) 상에서 실행 가능한 프로그램 명령어를 포함하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체를 갖는 다른 전자 데이터 저장 매체에서 메모리를 포함할 수 있다. 컴퓨터 구현 방법은, 본원에서 설명되는 임의의 방법(들)의 임의의 단계(들)를 포함

할 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(402)는 방법(100), 방법(200), 또는 방법(300)의 단계 중 일부 또는 모두를 수행하도록 프로그래밍될 수도 있다. 전자 데이터 스토리지 유닛(404) 또는 다른 전자 데이터 저장 매체 내의 메모리는, 자기 또는 광학 디스크, 자기 테이프, 또는 기술 분야에서 공지되어 있는 임의의 다른 적절한 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체와 같은 저장 매체일 수도 있다.

[0062] 프로그램 명령어는, 다른 것들 중에서도, 프로세서 기반의 기술, 컴포넌트 기반의 기술, 및/또는 객체 지향 기술을 비롯한 다양한 방식 중 임의의 것으로 구현될 수도 있다. 예를 들면, 프로그램 명령어는, 소망에 따라, 액티브X(ActiveX) 컨트롤, C++ 오브젝트, 자바빈(JavaBeans), 마이크로소프트 파운데이션 클래스(Microsoft Foundation Classes; MFC), SSE(Streaming SIMD Extension; 스트리밍 SIMD 확장), 또는 다른 기술 또는 방법론을 사용하여 구현될 수도 있다.

[0063] 다른 실시형태에서, 컨트롤러(402)는 기술 분야에서 공지되어 있는 임의의 방식으로 시스템(400)의 다양한 컴포넌트 또는 서브시스템 중 임의의 것에 통신 가능하게 커플링될 수도 있다. 또한, 컨트롤러(402)는, 유선부 및/또는 무선부를 포함할 수도 있는 송신 매체에 의해 다른 시스템으로부터 데이터 또는 정보(예를 들면, 리뷰 통과 같은 검사 시스템, 설계 데이터를 포함하는 원격 데이터베이스 및 등등으로부터의 검사 결과)를 수신 및/또는 획득하도록 구성될 수도 있다. 이러한 방식으로, 송신 매체는 컨트롤러(402)와 시스템(400)의 다른 서브시스템 또는 시스템(400) 외부의 시스템 사이의 데이터 링크로서 역할을 할 수도 있다.

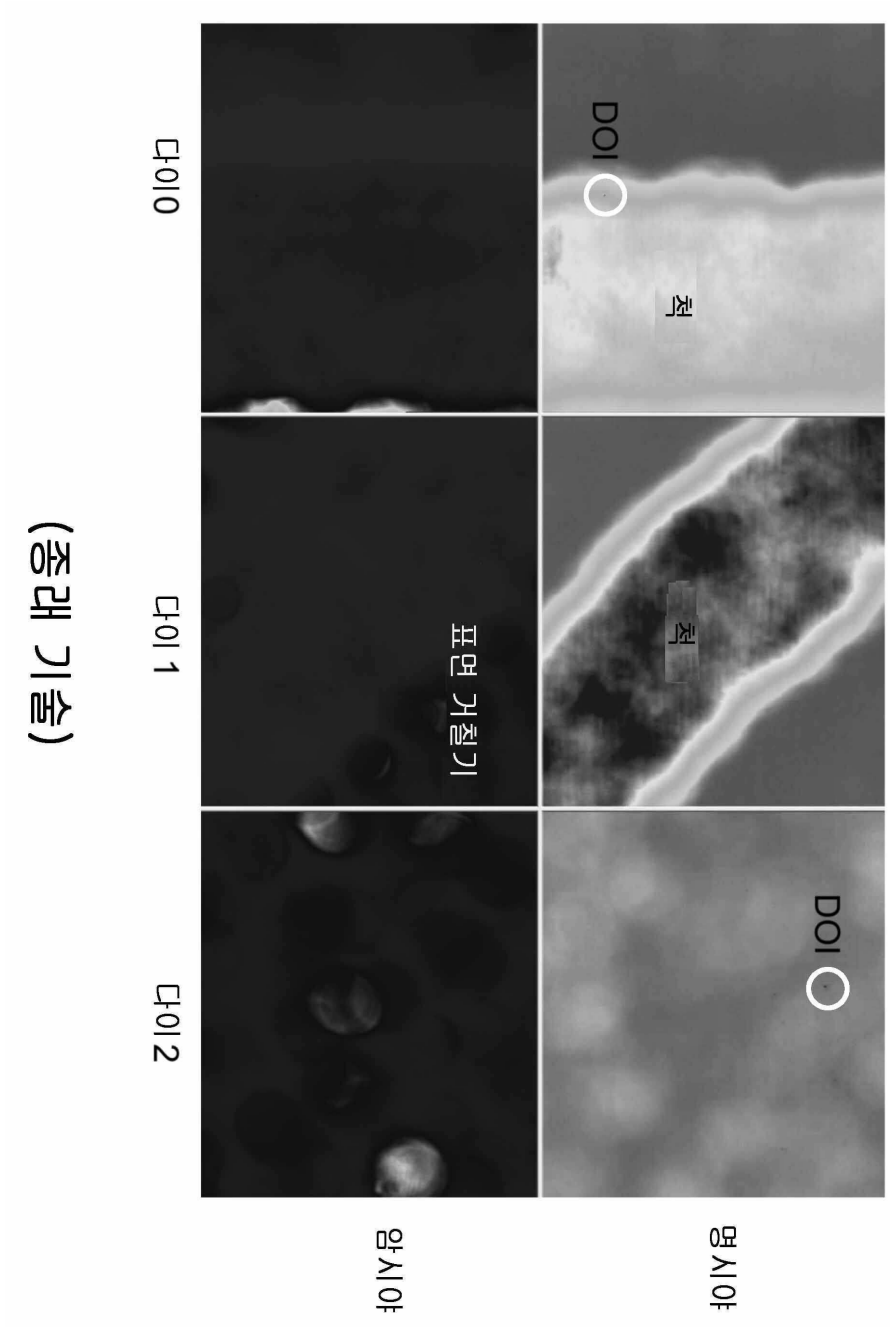
[0064] 몇몇 실시형태에서, 본원에서 개시되는 시스템(400) 및 방법의 다양한 단계, 기능, 및/또는 동작은 다음 중 하나 이상에 의해 실행된다: 전자 회로, 로직 게이트, 멀티플렉서, 프로그래밍 가능한 로직 디바이스, ASIC, 아날로그 또는 디지털 제어부/스위치, 마이크로컨트롤러, 또는 컴퓨팅 시스템. 본원에서 설명되는 것과 같은 방법을 구현하는 프로그램 명령어는 캐리어 매체를 통해 송신될 수도 있거나 또는 캐리어 매체 상에 저장될 수도 있다. 캐리어 매체는 리드 온리 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 자기 또는 광학 디스크, 불휘발성 메모리, 솔리드 스테이트 메모리, 자기 테이프 및 등등과 같은 저장 매체를 포함할 수도 있다. 캐리어 매체는, 유선, 케이블, 또는 무선 송신 링크와 같은 송신 매체를 포함할 수도 있다. 예를 들면, 본 개시 전체에 걸쳐 설명되는 다양한 단계는 단일의 컨트롤러(402)(또는 컴퓨터 시스템), 또는, 대안적으로, 다수의 컨트롤러(402)(또는 다수의 컴퓨터 시스템)에 의해 실행될 수도 있다. 또한, 시스템(400)의 상이한 서브시스템은 하나 이상의 컴퓨팅 또는 로직 시스템을 포함할 수도 있다. 따라서, 상기의 설명은 본 개시에 대한 제한으로서가 아니라 단지 예시로서 해석되어야 한다.

[0065] 컨트롤러(402)는 검출기의 출력을 사용하여 다수의 기능을 수행하도록 구성될 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(402)는 측정 시스템(401)의 출력을 사용하여 웨이퍼(407) 상의 결함을 검출하도록 구성될 수도 있다. 웨이퍼(407) 상의 결함을 검출하는 것은, 시스템(400)에 의해 생성되는 출력에 어떤 결함 검출 알고리즘 및/또는 방법을 적용하는 것에 의해, 컨트롤러(402)에 의해 수행될 수도 있다. 결함 검출 알고리즘 및/또는 방법은 본원에서 개시되는 것 또는 기술 분야에서 공지되어 있는 임의의 적절한 알고리즘 및/또는 방법을 포함할 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(402)는 검출기의 출력을 임계치에 비교할 수도 있다. 임계치를 초과하는 값을 갖는 임의의 출력은 잠재적 결함으로서 식별될 수도 있고, 한편, 임계치 미만의 값을 갖는 임의의 출력은 잠재적 결함으로서 식별되지 않을 수도 있다. 다른 예에서, 컨트롤러(402)는 출력에 대한 결함 검출을 수행하지 않고 시스템(400)의 출력을 저장 매체에 전송하도록 구성될 수도 있다. 시스템의 컨트롤러(402)는 또한, 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수도 있다.

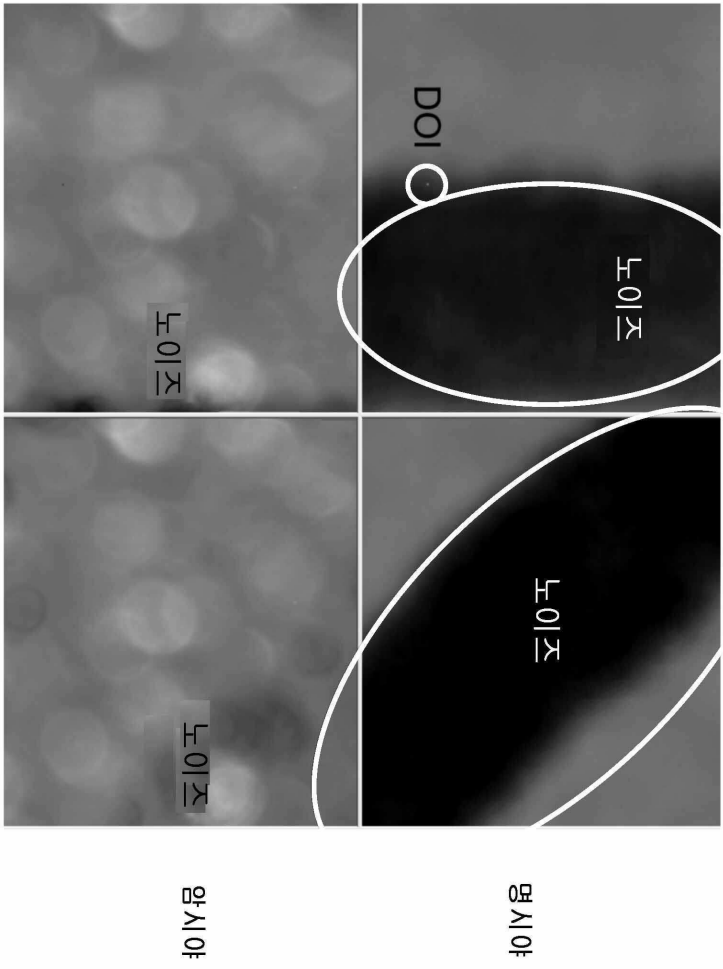
[0066] 방법의 단계의 각각은 본원에서 설명되는 바와 같이 수행될 수도 있다. 방법은 또한, 본원에서 설명되는 컴퓨터 서브시스템(들) 또는 시스템(들) 및/또는 컨트롤러에 의해 수행될 수 있는 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수도 있다. 단계는, 본원에서 설명되는 실시형태 중 임의의 것에 따라 구성될 수도 있는 하나 이상의 컴퓨터 시스템에 의해 수행될 수 있다. 또한, 상기에서 설명되는 방법은 본원에서 설명되는 시스템 실시형태 중 임의의 것에 의해 수행될 수도 있다.

[0067] 비록 본 개시가 하나 이상의 특정한 실시형태와 관련하여 설명되었지만, 본 개시의 범위를 벗어나지 않으면서 본 개시의 다른 실시형태가 이루어질 수도 있다는 것이 이해될 것이다. 그러므로, 본 개시는 첨부된 청구범위 및 그것의 합리적인 해석에 의해서만 제한되는 것으로 간주된다.

도면
도면1

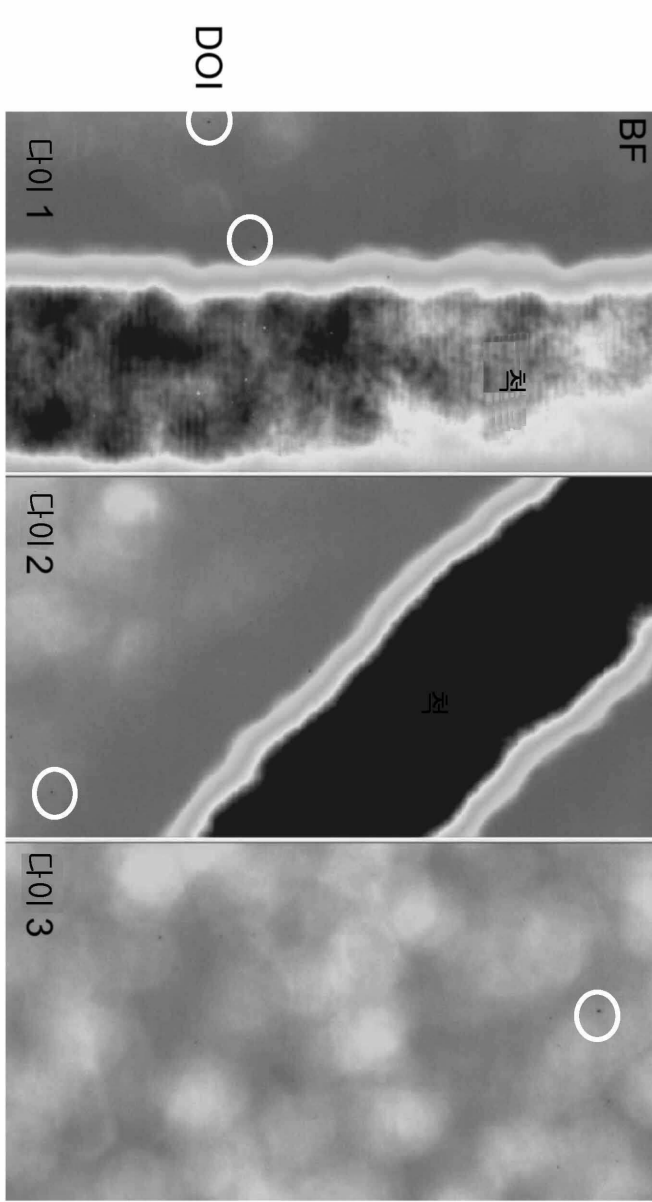


도면2



(종래 기술)

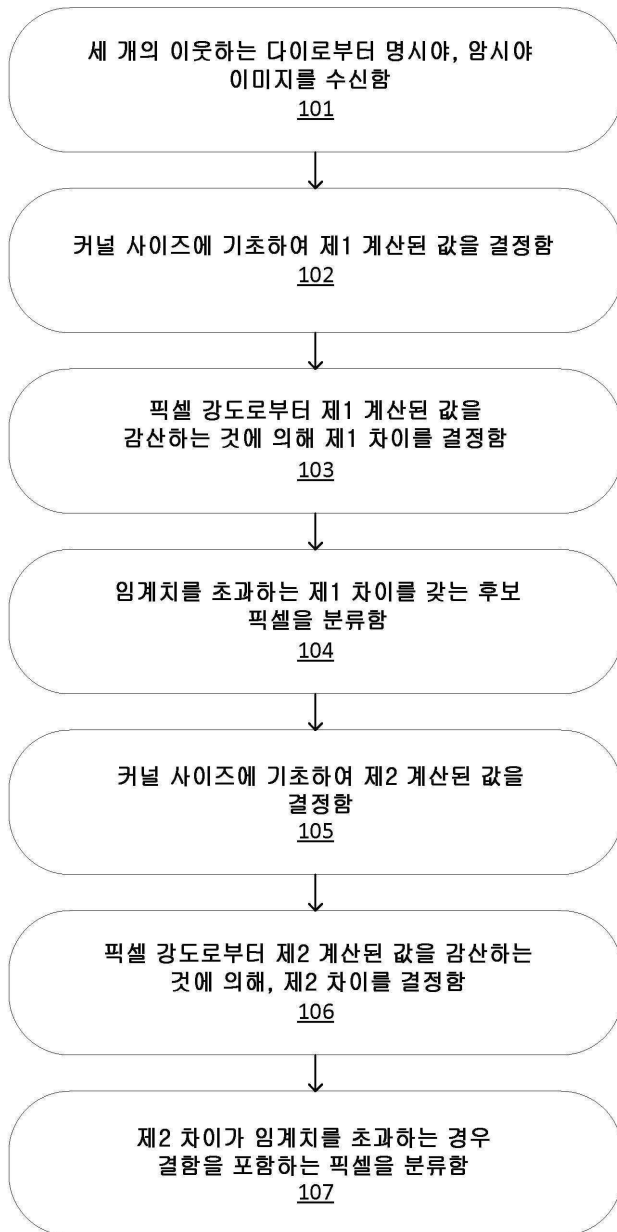
도면3



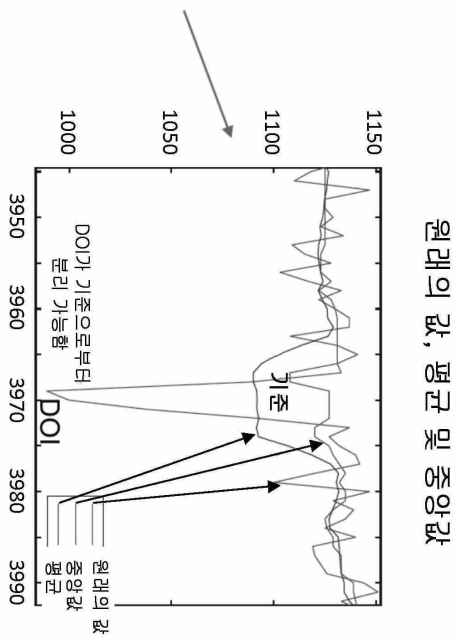
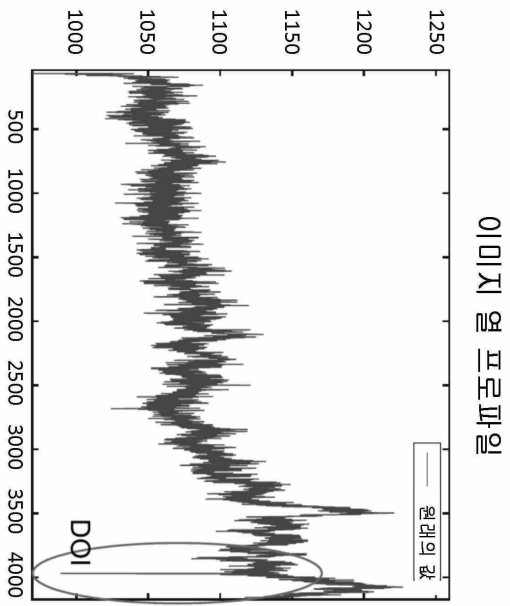
(종래 기술)

도면4

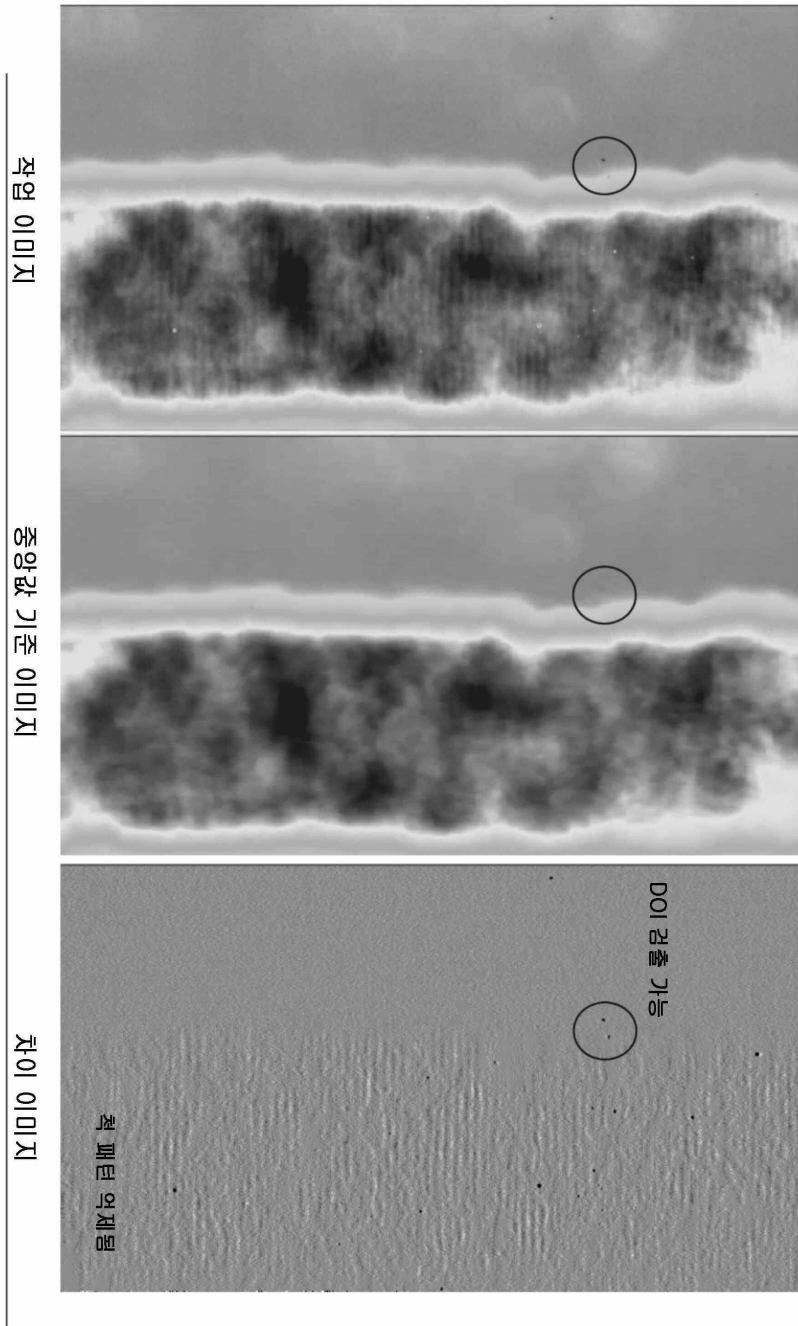
100



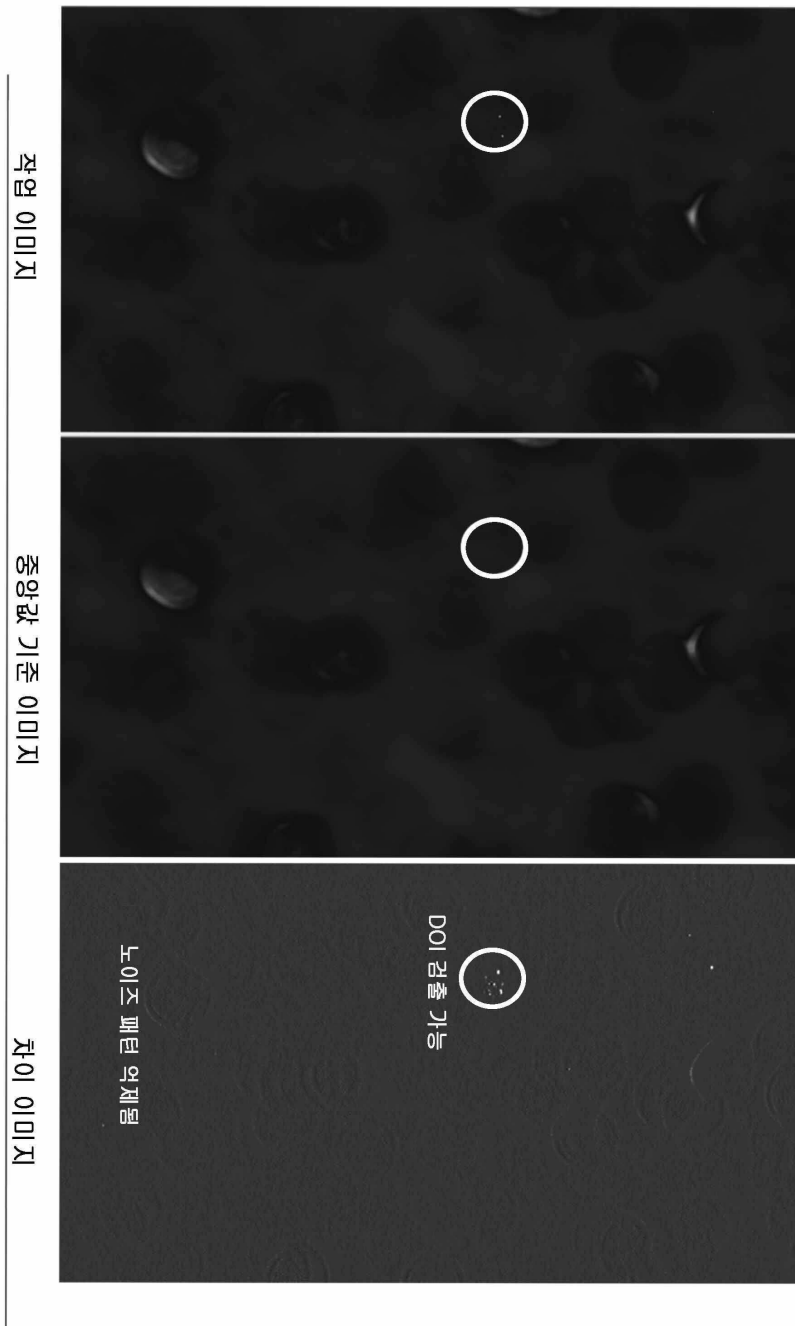
도면5



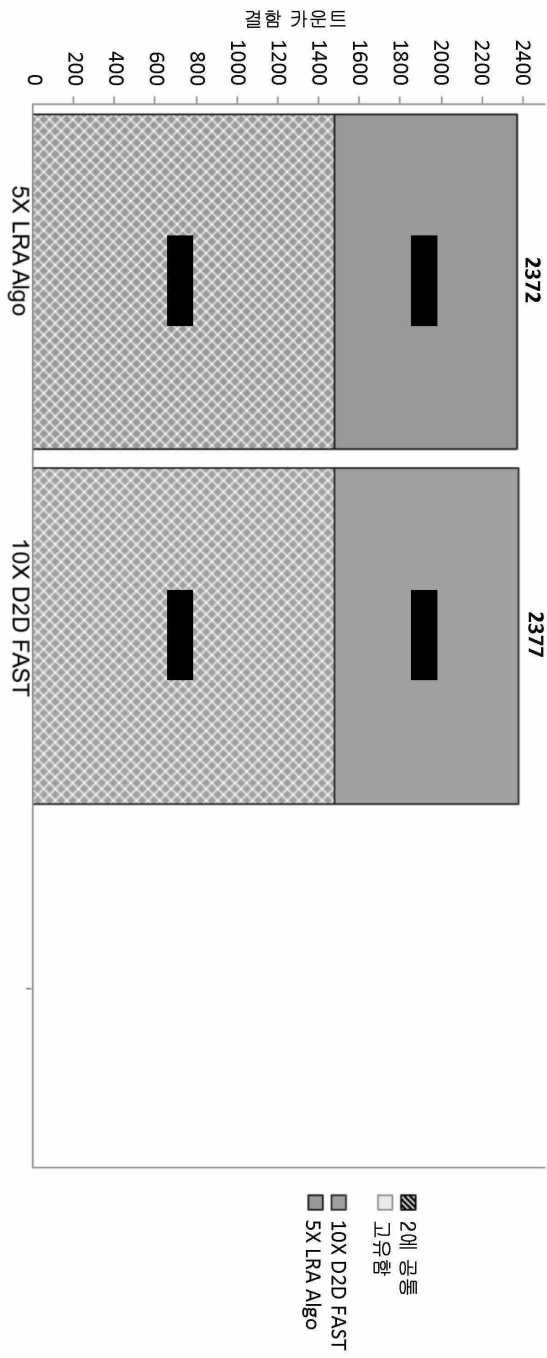
도면6



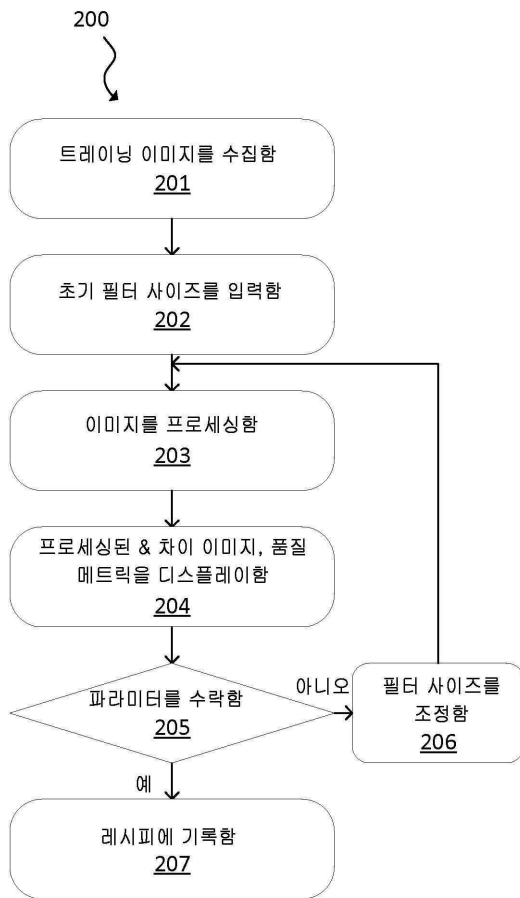
도면7



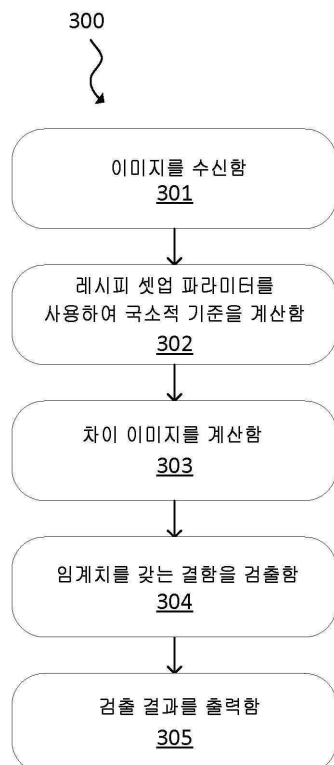
도면8



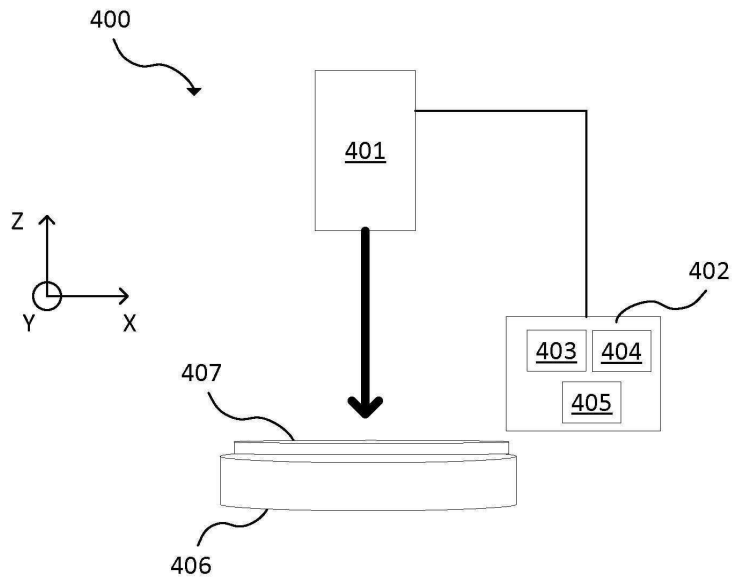
도면9



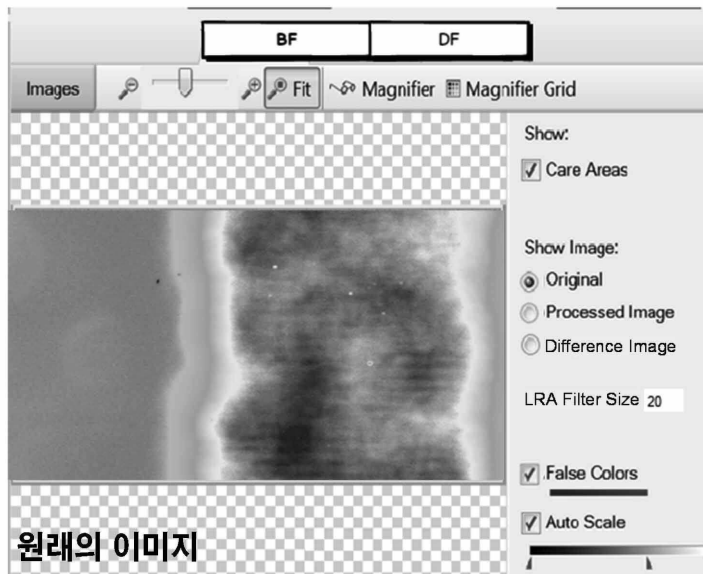
도면10



도면11



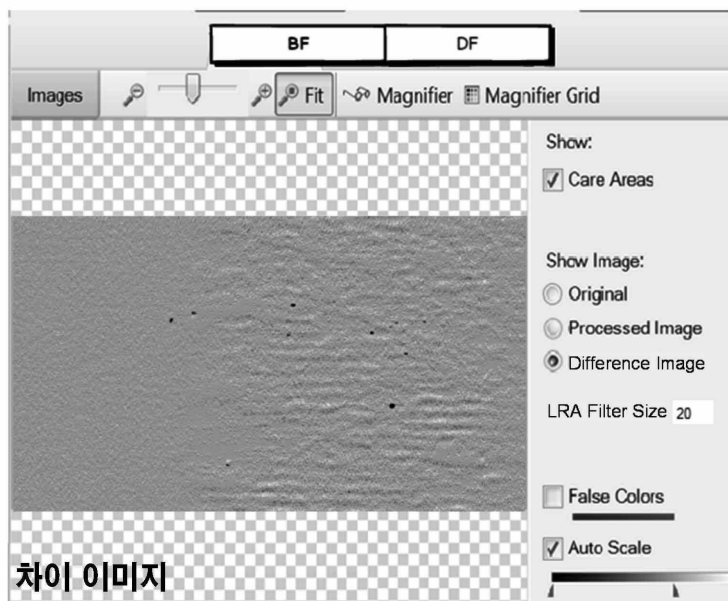
도면12



도면13



도면14



도면15

Die-To-Die
Macro

Enable Extended Attributes

Enable CF

BF
DF
CF

Region	Algorithm ▾	Primary	Secondary	Enable
RDL	FAST	4095	8	<input checked="" type="checkbox"/>
RDL_ROI	FAST	20	8	<input checked="" type="checkbox"/>
base	LRA	4095	8	<input checked="" type="checkbox"/>

도면16

Channel	Area	Region	DieMode	LRA	SDA	LNT	ALGO	Intensity
DF	169.85	BASE	Primary	21.80	0.00	0.00	LRA	116
DF	254.77	BASE	Primary	37.60	0.00	0.00	LRA	195
BF	42.46	BASE	Primary	14.61	0.00	0.00	LRA	597
DF	42.46	BASE	Primary	13.20	0.00	0.00	LRA	73
DF	169.85	BASE	Primary	27.60	0.00	0.00	LRA	145
DF	254.77	BASE	Primary	41.00	0.00	0.00	LRA	212
DF	169.85	BASE	Primary	15.40	0.00	0.00	LRA	83
DF	84.92	BASE	Primary	12.40	0.00	0.00	LRA	69