



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0058575  
(43) 공개일자 2020년05월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/66 (2006.01) G01N 21/88 (2006.01)  
G01N 21/94 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 22/12 (2013.01)  
G01N 21/8851 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7014020
- (22) 출원일자(국제) 2018년10월17일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년05월15일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2018/056209
- (87) 국제공개번호 WO 2019/079389  
국제공개일자 2019년04월25일
- (30) 우선권주장  
62/574,189 2017년10월18일 미국(US)  
16/158,774 2018년10월12일 미국(US)

- (71) 출원인  
케이엘에이 코퍼레이션  
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 윈 테크  
놀로지 드라이브
- (72) 발명자  
바자리아 히만슈  
미국 캘리포니아주 95035 밀피타스 산 안드레아스  
드라이브 372  
라우버 잔  
미국 캘리포니아주 94131 샌 프란시스코 게일우드  
씨클 208  
장 용  
미국 캘리포니아주 95014 쿠퍼티노 세릴 드라이브  
20781
- (74) 대리인  
김태홍, 김진희

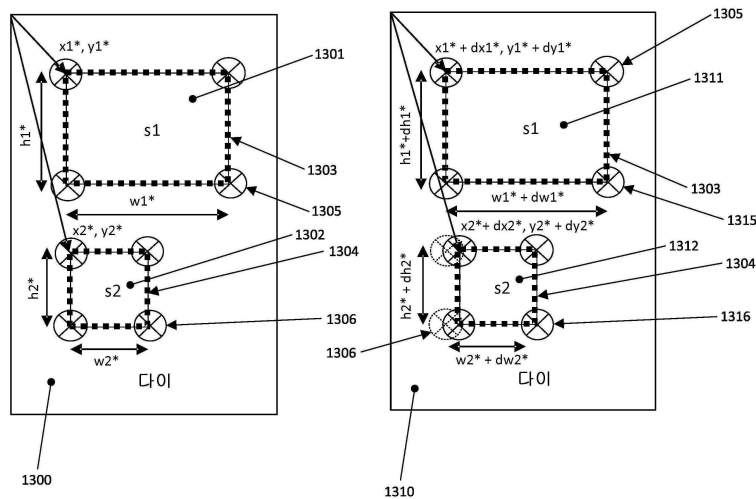
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 다이-다이 검사를 위한 적응형 케어 영역들

(57) 요약

본 개시는 적응형 케어 영역(ACA)들을 사용하여 다이 이미지의 결함 검사를 수행하기 위한 방법들, 시스템들 및 제조 물품들을 설명한다. ACA들의 사용은, 케어 영역들을 회전시키는 것을 요구하는 컴포넌트들의 회전들을 처리하는 것; 각각의 케어 영역이 자기 자신의 회전, 병진 또는 아핀 변환을 요구하는 상황을 처리하는 것; 및 크기 변형들에 의해 초래되는 강도 차이들로부터 결함들 또는 프로세스 변형에 의해 초래되는 강도 차이들을 디커플링시키는 상황을 처리하는 것의 문제를 해결한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*G01N 21/94* (2013.01)

*H01L 22/20* (2013.01)

*H01L 22/30* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

결함 검사를 수행하는 방법에 있어서,

적어도 하나의 적응형 케어 영역(adaptive care area)을 정의하는 단계로서, 상기 적응형 케어 영역은,

x-좌표;

y-좌표; 및

형상

을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들(properties)을 갖는 것인, 상기 정의하는 단계;

상기 적응형 케어 영역을 레시피에 저장하는 단계 - 상기 레시피는 전자 데이터 저장 유닛 내에 저장됨 - ;

입자 방출기 및 검출기를 포함하는 검사 도구를 사용하여 스테이지 상의 웨이퍼의 다이 이미지를 획득하는 단계; 및

프로세서에서, 상기 전자 데이터 저장 유닛으로부터 상기 레시피를 판독하고,

상기 적응형 케어 영역에 대응하는 상기 다이 이미지 상의 제1 위치를 결정하는 것;

상기 다이 이미지 상의 상기 제1 위치 상에 상기 적응형 케어 영역을 오버레이하는 것;

상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부(feature)로 조정하는 것; 및

상기 적응형 케어 영역 내에서 상기 다이 이미지의 결함 검사를 수행하는 것

에 의해 상기 레시피에 저장된 상기 적응형 케어 영역에 대해 상기 프로세서를 사용하는 단계

를 포함하는, 결함 검사를 수행하는 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입자 방출기는 광대역 플라즈마 소스, 전자 빔 소스, 램프 또는 레이저를 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 형상은 다각형 또는 타원형인 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 형상은 사용자-정의된 불규칙한 형상인 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복수의 미리 결정된 속성들은 적어도 하나의 특징부 속성을 더 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 특징부 속성은, 스케일링된 불변 특징부 변환, 가속된 견고한 특징부, 배향되고 회전된 브리프(brief), 배향된 그래디언트들의 히스토그램, 코너-검출기 또는 그래디언트-기반 디스크립터(descriptor)를 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부로 조정하는 것은, 병진, 회전, 스케일링, 아핀(affine) 변환, 관점 워핑(warping) 또는 투사 왜곡 중 하나 이상을 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

하나 이상의 조정 제한(adjustment limit)을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 내의 하나 이상의 대응하는 특징부로 조정하는 것은 상기 하나 이상의 조정 제한에 의해 제한되는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 9**

제1항에 있어서,

상기 형상은 다각형이고, 상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 상의 상기 하나 이상의 대응하는 특징부로 조정하는 것은 상기 다각형의 적어도 하나의 코너를 조정하는 것을 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

하나 이상의 조정 제한을 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 다각형의 코너를 조정하는 것은 상기 하나 이상의 조정 제한에 의해 제한되는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 다이 이미지를 획득하기 위해 상기 검사 도구를 사용하기 전에 상기 적응형 케어 영역에 예비적 조정(preliminary adjustment)을 수행하는 단계를 더 포함하고, 상기 적응형 케어 영역에 대한 상기 예비적 조정은, 기준 다이의 기준 다이 이미지를 획득하는 것 - 상기 기준 다이는 검증된 특징부들을 갖는 골든 다이, 이웃 다이들의 중앙값으로부터 계산된 합성 다이, 또는 설계 파일로부터 시뮬레이션된 설계 이미지임 - ; 및

상기 프로세서에서, 상기 전자 데이터 저장 유닛으로부터 상기 레시피를 판독하고,

상기 적응형 케어 영역에 대응하는 상기 기준 다이 이미지 상의 제2 위치를 결정하는 것,

상기 기준 다이 이미지 상의 상기 제2 위치 상에 상기 적응형 케어 영역을 오버레이하는 것, 및

상기 적응형 케어 영역을 상기 기준 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 요소로 예비적으로 조정하는 것

에 의해 상기 레시피에 세이브된 상기 적응형 케어 영역에 대해 상기 프로세서를 사용하는 것

을 포함하는 것인, 결함 검사를 수행하는 방법.

**청구항 12**

결함 검사 시스템에 있어서,

검사 도구;

전자 데이터 저장 유닛; 및  
 프로세서를 포함하고,  
 상기 검사 도구는,  
 입자 빔에서 입자들을 방출하도록 구성되는 입자 방출기,  
 상기 입자 방출기에 의해 방출된 상기 입자 빔의 경로에서 웨이퍼를 유지하도록 구성되는 스테이지, 및  
 상기 웨이퍼에 의해 반사된 입자들의 일부분을 검출하고 다이 이미지를 도출하도록 구성되는 검출기  
 를 포함하고,  
 상기 전자 데이터 저장 유닛은, 레시피를 저장하도록 구성되고, 상기 레시피는 적어도 하나의 적응형 케어 영역  
 을 포함하며, 상기 적응형 케어 영역은,  
 x-좌표,  
 y-좌표, 및  
 형상  
 을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 갖고;  
 상기 프로세서는, 상기 검사 도구 및 상기 전자 데이터 저장 유닛과 전자 통신하며,  
 상기 검사 도구로부터 상기 다이 이미지를 수신하고;  
 상기 전자 데이터 저장 유닛으로부터 상기 레시피를 판독하고, 상기 레시피에 세이브된 각각의 적응형 케어 영  
 역에 대해,  
 상기 적응형 케어 영역에 대응하는 상기 다이 이미지 상의 제1 위치를 결정하고,  
 상기 다이 이미지 상의 상기 제1 위치 상에 상기 적응형 케어 영역을 오버레이하고;  
 상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 요소로 조정하고;  
 상기 적응형 케어 영역 내에서 상기 다이 이미지의 결함 검사를 수행하도록  
 구성되는 것인, 결함 검사 시스템.

**청구항 13**

제12항에 있어서,  
 상기 프로세서는 또한, 상기 전자 데이터 저장 유닛으로부터 상기 레시피를 판독하고, 상기 레시피에 세이브된  
 상기 적응형 케어 영역에 대해,  
 상기 적응형 케어 영역에 대응하는 기준 다이 이미지의 제2 위치를 결정하고 - 상기 기준 다이 이미지는 검증된  
 특징부들을 갖는 골든 다이, 이웃 다이들의 중앙값으로부터 계산된 합성 다이, 또는 설계 파일로부터 시뮬레이  
 트된 설계 이미지로부터 획득됨 -;  
 상기 기준 다이 이미지 상의 상기 제2 위치 상에 상기 적응형 케어 영역을 오버레이하고;  
 상기 적응형 케어 영역을 상기 기준 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부로 예비적으로 조정하도록  
 구성되는 것인, 결함 검사 시스템.

**청구항 14**

제12항에 있어서,  
 상기 입자들은 광자들 또는 전자들인 것인, 결함 검사 시스템.

**청구항 15**

제12항에 있어서,  
상기 형상은 다각형 또는 타원형인 것인, 결합 검사 시스템.

**청구항 16**

제12항에 있어서,  
상기 형상은 사용자-정의된 불규칙한 형상인 것인, 결합 검사 시스템.

**청구항 17**

비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 있어서,  
하나 이상의 컴퓨팅 디바이스들 상에서,

적응형 케어 영역을 정의하는 단계 - 상기 적응형 케어 영역은, x-좌표; y-좌표; 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 가짐 -;

상기 적응형 케어 영역을 레시피에 세이브하는 단계;

입자 방출기 및 검출기를 포함하는 검사 도구로부터, 스테이지 상의 웨이퍼로부터 다이 이미지를 획득하는 단계; 및

상기 레시피를 판독하고, 상기 레시피에 세이브된 각각의 적응형 케어 영역에 대해,

상기 적응형 케어 영역에 대응하는 상기 다이 이미지 상의 위치를 결정하는 단계;

상기 다이 이미지 상의 상기 위치 상에 상기 적응형 케어 영역을 오버레이하는 단계;

상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부로 조정하는 단계; 및

상기 적응형 케어 영역 내에서 상기 다이 이미지의 결합 검사를 수행하도록 하는 명령들을 전송하는 단계를 실행하기 위한 하나 이상의 프로그램을 포함하는, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**청구항 18**

제17항에 있어서,  
상기 형상은 다각형 또는 타원형인 것인, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**청구항 19**

제17항에 있어서,  
상기 형상은 사용자-정의된 불규칙한 형상인 것인, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**청구항 20**

제17항에 있어서,  
하나 이상의 조정 제한이 결정되고, 상기 적응형 케어 영역을 상기 다이 이미지 내의 하나 이상의 대응하는 특징부로 조정하는 단계는 상기 하나 이상의 조정 제한에 의해 제한되는 것인, 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 2017년 10월 18일에 출원된 미국 가출원 제62/574,189호에 대해 우선권을 주장하며, 이로써 상기 출원의 내용은 본원에 참고로 통합된다.

[0002] 본 개시는 일반적으로 반도체 디바이스들에서 결합들을 식별하는 것과 관련된다.

**배경 기술**

- [0003] 반도체 제조 산업의 진화로 수율 관리, 특히 계측 및 검사 시스템들에 대한 요구가 더 높아지고 있다. 임계 치수들은 계속 축소되고 있지만 업계는 높은 수율, 고부가가치 생산을 달성하기 위해 시간을 감소시킬 필요가 있다. 수율 문제 검출부터 해결까지의 전체 시간을 최소화하는 것은 반도체 제조자에 대한 투자 수익률을 결정한다.
- [0004] 반도체 디바이스들, 예를 들어, 로직 및 메모리 디바이스들의 제조는 통상적으로, 반도체 디바이스들의 다양한 특징부들 및 다수의 레벨들을 형성하기 위해 많은 수의 제조 프로세스들을 사용하여 반도체 웨이퍼를 프로세싱하는 것을 포함한다. 예를 들어, 리소그래피는 레티클로부터의 패턴을 반도체 웨이퍼 상에 배열된 포토레지스트로 전사하는 것을 수반하는 반도체 제조 프로세스이다. 반도체 제조 프로세스들의 추가적인 예들은 화학 기계적 연마(CMP), 에칭, 증착 및 이온 주입을 포함하지만, 이에 제한되지 않는다. 다수의 반도체 디바이스들은 단일 반도체 웨이퍼 상의 배열에서 제조되고, 이어서 개별적인 반도체 디바이스들로 분리될 수 있다.
- [0005] 검사 프로세스들은 제조 프로세스에서 더 높은 수율 및 그에 따른 더 높은 수익을 증진시키기 위해 웨이퍼들 상에서 결함들을 검출하기 위해 반도체 제조 동안 다양한 단계들에서 사용된다. 검사는 항상 집적 회로들(IC들)과 같은 반도체 디바이스들을 제조하는 중요한 부분이었다. 그러나, 반도체 디바이스들의 치수들이 감소함에 따라, 더 작은 결함들이 디바이스들의 실패를 초래할 수 있기 때문에, 검사는 허용가능한 반도체 디바이스들의 성공적 제조에 훨씬 더 중요하게 된다. 예를 들어, 반도체 디바이스들의 치수들이 감소함에 따라, 비교적 훨씬 작은 결함들이 반도체 디바이스들에서 원치 않는 수차들을 초래할 수 있기 때문에 크기를 감소시키는 결함들의 검출이 필수적이 되어 왔다.
- [0006] 일부 반도체 검사 레시피들에서, 사용자들은 다이 코너와 같은 고정된 원점으로부터 폭, 높이 및 x 및 y 오프셋에 의해 정의된 직사각형들인 케어 영역들을 드로잉한다. 케어 영역들은 단일 웨이퍼를 사용하여 셋업 시간에 정의된다. 검사 동안, 이러한 케어 영역들은 이후 검사될 각각의 웨이퍼에 대한 다이 코너들에 대해 배치된다. 소정 조건들 하에서, 이러한 접근법은 검사를 위해 충분히 정확하다. 그러나, 이러한 접근법은 정확도가 부족하고 불충분한 몇몇 사용 사례들이 존재한다. 예를 들어, 다이들을 정렬시키고 케어 영역들을 시프트시키는 것은 정확도에 악영향을 미칠 수 있다.
- [0007] 단일 다이를 합성한 다수의 다이들(예를 들어, 재구성된 다이들)이 존재하면, 각각의 구성요소 다이는 다이 코너에 대한 배치에서 변할 것이다. 이는 케어 영역들이 공통 시프트에 의해 오프셋되는 것을 방지한다. 따라서, 각각의 케어 영역은 자기 자신의 조정을 가질 필요가 있고, 이는 시프트 및 회전을 포함할 수 있다.
- [0008] 이전의 접근법들은 기본적인 특징부의 크기에서의 변화들을 처리할 수 없다. 예를 들어, 현재 웨이퍼의 본드 패드들이 케어 영역들이 드로잉된 웨이퍼와 상이한 크기인 경우, 본드 패드의 부분들은 검사되지 않거나 귀찮은 결함들을 초래할 수 있다.
- [0009] 이전의 접근법들은 또한 다수의 층들이 가지적이고 각각의 층의 구조들 주위에 케어 영역들이 존재하는 경우를 처리할 수 없다. 개별적인 층들은 스텝퍼(stepper)로 인해 일부 시프트를 가질 수 있고, 따라서 전반적인 정렬은 케어 영역들을 적절히 시프트시킬 수 없을 것이다.
- [0010] 도 1 내지 도 4는 본 개시에 의해 해결되는 문제들의 예들 및 추가적인 설명을 제공한다.
- [0011] 도 1은 다이 이미지(100)의 예를 예시한다. 다이 이미지(100) 내에 정사각형 특징부들(101), 재분배 층(RDL)(102) 및 필라(pillar) 특징부들(103)이 있다. 다이 이미지(100)는 이상적인 정렬 및 이상적인 스케일에서 특징부들을 갖는 다이의 예이다. 이러한 이상적인 정렬 및 이상적인 스케일은 케어 영역이 다이 이미지 상에 오버레이된 경우 식별가능하다.
- [0012] 도 2는 다이 이미지(200) 상의 케어 영역들의 배치의 예를 예시한다. 오버레이된 정사각형 케어 영역 구역들을 갖는 정사각형 특징부들(201), 오버레이된 직사각형 케어 영역 구역들을 갖는 RDL 특징부들(202), 및 오버레이된 원형 케어 영역 구역들을 갖는 필라 특징부들(203)을 포함하는 특징부들 상에 복수의 케어 영역들이 오버레이되었다(점선들). 도 2에서, 도시된 케어 영역들은 다이 이미지(200) 상의 특징부들(201, 202, 및 203)과 정렬되고 그에 대해 적절히 스케일링된다.
- [0013] 도 3은 다이 이미지(300)의 예를 예시한다. 다이 이미지(300) 내에 정사각형 특징부들(301), RDL 특징부들(302), 및 필라 특징부들(303)이 있다. 다이 이미지(300)는 본 명세서에 논의된 사용 사례들 중 일부에 따라 비이상적인 정렬 또는 비이상적인 스케일의 특징부들을 갖는 다이의 예이다. 이러한 비이상적인 정렬 또는 비

이상적인 스케일링은 케어 영역이 다이 이미지 상에 오버레이된 경우 식별가능하다.

- [0014] 도 4는 다이 이미지(400) 상의 케어 영역들의 배치의 예를 예시한다. 오버레이된 정사각형 케어 영역 구역을 갖는 정사각형 특징부들(401), 오버레이된 직사각형 케어 영역 구역을 갖는 RDL 특징부들(402), 및 오버레이된 원형 케어 영역 구역을 갖는 필라 특징부들(403)을 포함하는 특징부들 상에 복수의 케어 영역들이 오버레이되었다(점선들). 도 4에서, 도시된 케어 영역들은 다이 이미지(400) 상의 특징부들(401, 402, 및 403)과 정렬되지 않고 그에 대해 부적절하게 스케일링된다.
- [0015] 요약하면, 이전의 방법들은 기본적인 구조의 공간적 시프트의 코어 문제를 처리하지 않는다.
- [0016] 따라서, 개선된 결함 식별 방법들 및 시스템들이 필요하다.

**발명의 내용**

- [0017] 본 개시의 일 실시예는 적어도 하나의 적응형 케어 영역을 정의하는 것을 포함하는 결함 검사를 수행하는 방법이다. 적응형 케어 영역은 x-좌표; y-좌표; 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 갖는다. 적응형 케어 영역은 전자 데이터 저장 유닛 내에 저장되는 레시피에 세이브된다. 입자 방출기 및 검출기를 포함하는 검사 도구를 사용하여 스테이지 상의 웨이퍼의 다이 이미지가 획득된다. 프로세서에서, 레시피는 전자 데이터 저장 유닛으로부터 판독된다. 프로세서는, 적응형 케어 영역에 대응하는 다이 이미지 상의 제1 위치를 결정하는 것; 다이 이미지 상의 제1 위치 상에 적응형 케어 영역을 오버레이하는 것; 적응형 케어 영역을 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 조정하는 것; 및 적응형 케어 영역 내에서 다이 이미지의 결함 검사를 수행하는 것에 의해 레시피에 세이브된 적응형 케어 영역에 대해 사용된다.
- [0018] 입자 방출기는 광대역 플라즈마 소스, 전자 빔 소스, 램프 또는 레이저를 포함할 수 있다. 입자 방출기는 전자들 또는 광자들을 방출할 수 있다. 일부 실시예들에서, 입자 방출기는 또한 적외선, 가시광, 자외선 또는 x-선 광일 수 있는 광을 방출할 수 있다.
- [0019] 형상은 다각형, 타원형 또는 사용자-정의된 불규칙한 형상일 수 있다. 복수의 미리 결정된 속성들은 스케일링된 불변 특징부 변환, 가속된 견고한 특징부, 배향되고 회전된 브리프(brief), 배향된 그래디언트들의 히스토그램, 코너-검출기 또는 그래디언트-기반 디스크립터일 수 있는 적어도 하나의 특징부 속성을 더 포함할 수 있다. 형상은 임의의 다각형일 수 있고, 적응형 케어 영역을 조정하는 것은 다각형의 적어도 하나의 코너를 조정하는 것을 포함할 수 있다. 다각형의 코너의 조정은 하나 이상의 조정 제한들에 의해 제한될 수 있다.
- [0020] 일 경우에, 적응형 케어 영역을 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 조정하는 단계는, 병진, 회전, 스케일링, 아핀(affine) 변환, 관점 워핑(warping) 또는 투사 왜곡 중 하나 이상일 수 있다. 적응형 케어 영역을 조정하는 것은 하나 이상의 조정 제한들을 결정하는 것 및 하나 이상의 조정 제한들에 의해 적응형 케어 영역의 조정을 제한하는 것을 추가로 수반할 수 있다.
- [0021] 본 개시의 일 실시예는 다이 이미지를 획득하기 위해 검사 도구를 사용하기 전에 적응형 케어 영역에 대한 예비적 조정을 수행하는 것을 수반한다. 적응형 케어 영역에 대한 예비적 조정은 기준 다이의 기준 다이 이미지를 획득하는 것, 및 프로세서에서 전자 데이터 저장 유닛으로부터 레시피를 판독하는 것을 포함할 수 있다. 프로세서는, 적응형 케어 영역에 대응하는 기준 다이 이미지 상의 제2 위치를 결정하는 것, 기준 다이 이미지 상의 제2 위치 상에 적응형 케어 영역을 오버레이하는 것, 및 적응형 케어 영역을 기준 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 요소들로 예비적으로 조정하는 것에 의해 레시피에 세이브된 적응형 케어 영역에 대해 사용될 수 있다. 기준 다이는 검증된 특징부들을 갖는 골든 다이, 이웃 다이들의 중앙값으로부터 계산된 합성 다이, 또는 설계 파일로부터 시뮬레이트된 설계 이미지일 수 있다.
- [0022] 본 개시의 다른 실시예에서, 결함 검사 시스템은 검사 도구, 전자 데이터 저장 매체, 및 검사 도구 및 전자 데이터 저장 유닛과 전자 통신하는 프로세서를 포함한다. 검사 도구는 입자 빔에서 입자들을 방출하도록 구성되는 입자 방출기, 입자 방출기에 의해 방출된 입자 빔의 경로에서 웨이퍼를 유지하도록 구성되는 스테이지, 및 웨이퍼에 의해 반사된 입자들의 일부분을 검출하고 다이 이미지를 도출하도록 구성되는 검출기를 더 포함한다. 전자 데이터 저장 매체는 적어도 하나의 적응형 케어 영역을 포함하는 레시피를 저장하도록 구성된다. 적응형 케어 영역은 x-좌표, y-좌표, 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 갖는다. 프로세서는, 검사 도구로부터 다이 이미지를 수신하고; 전자 데이터 저장 유닛으로부터 레시피를 판독하고, 레시피에 세이브된 각각의 적응형 케어 영역에 대해, 적응형 케어 영역에 대응하는 다이 이미지 상의 제1 위치를 결정하고, 다이 이미지 상의 제1 위치 상에 적응형 케어 영역을 오버레이하고; 적응형 케어 영역을 다이 이미지 상의 하나 이상의

대응하는 요소들로 조정하고; 적응형 케어 영역 내에서 다이 이미지의 결합 검사를 수행하도록 구성된다.

- [0023] 본 개시의 일 실시예에 따른 시스템의 프로세서는 전자 데이터 저장 유닛으로부터 레시피를 판독하도록 추가로 구성된다. 레시피에 세이브된 적응형 케어 영역에 대해, 프로세서는, 적응형 케어 영역에 대응하는 기준 다이 이미지 상의 제2 위치를 결정하고, 기준 다이 이미지 상의 제2 위치 상에 적응형 케어 영역을 오버레이하고, 적응형 케어 영역을 기준 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 예비적으로 조정할 수 있다. 기준 다이 이미지는 검증된 특징부들을 갖는 골든 다이, 이웃 다이들의 중앙값으로부터 계산된 합성 다이, 또는 설계 파일로부터 시뮬레이트된 설계 이미지로부터 획득될 수 있다.
- [0024] 입자 방출기로부터 방출된 입자들은 광자들 또는 전자들일 수 있다. 일부 실시예들에서, 입자 방출기는 또한 적외선, 가시광, 자외선 또는 x-선 광일 수 있는 광을 방출할 수 있다.
- [0025] 적응형 케어 영역의 미리 결정된 속성의 형상은 다각형, 타원형 또는 사용자-정의된 불규칙한 형상일 수 있다.
- [0026] 본 개시의 다른 실시예는 하나 이상의 프로그램들을 포함하는 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체일 수 있다. 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스들 상에서 하기 단계들을 실행할 수 있다. 적응형 케어 영역이 정의된다. 적응형 케어 영역은 x-좌표, y-좌표, 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 갖는다. 적응형 케어 영역이 레시피에 세이브된다. 입자 방출기 및 검출기를 포함하는 검사 도구로부터 스테이지 상의 웨이퍼의 다이 이미지가 획득된다. 레시피가 판독된다. 레시피에 세이브된 각각의 적응형 케어 영역에 대해, 적응형 케어 영역에 대응하는 다이 이미지 상의 위치가 결정된다. 적응형 케어 영역이 다이 이미지 상의 위치 상에 오버레이된다. 적응형 케어 영역이 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 조정된다. 적응형 케어 영역 내에서 다이 이미지의 결합 검사를 수행하도록 하는 명령들이 전송된다.
- [0027] 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 갖는 적응형 케어 영역을 정의하도록 추가로 구성되는 프로그램을 포함할 수 있고, 형상은 다각형, 타원형 또는 다른 사용자-정의된 불규칙한 형상이다.
- [0028] 비밀시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 결정된 하나 이상의 조정 제한들을 구현하도록 추가로 구성되는 프로그램을 포함할 수 있고, 적응형 케어 영역을 다이 이미지 내의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 조정하는 것은 하나 이상의 조정 제한들에 의해 제한된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 본 개시의 성질 및 목적들의 더 완전한 이해를 위해, 첨부된 도면들과 함께 취해진 하기 상세한 설명이 참조되어야 한다.
- 도 1은 복수의 특징부들이 이상적인 정렬 및 이상적인 스케일인 다이 이미지의 섹션을 예시한다.
- 도 2는 복수의 특징부들이 이상적인 정렬 및 이상적인 스케일인 다이 이미지 상에서 케어 영역들의 배치를 예시한다.
- 도 3은 복수의 특징부들이 비이상적인 정렬 또는 비이상적인 스케일인 다이 이미지의 섹션을 예시한다.
- 도 4는 복수의 특징부들이 비이상적인 정렬 또는 비이상적인 스케일인 다이 이미지 상에서 케어 영역들의 배치를 예시한다.
- 도 5는 본 개시에 따른 결합 검사를 수행하는 방법을 예시한다.
- 도 6은 다이 상에 드로잉되는 케어 영역들을 예시한다.
- 도 7은 검사될 다이에 피팅되는(fitted) 케어 영역들을 예시한다.
- 도 8은 본 개시에 따른 적응형 케어 영역에 대한 예비적 조정을 수행하는 방법을 예시한다.
- 도 9는 본 개시의 시스템 실시예를 예시한다.
- 도 10은 본 개시의 다른 시스템 실시예를 예시한다.
- 도 11은 케어 영역으로 인한 결합 보고와 본 개시의 일 실시예에서 적응형 케어 영역과의 비교를 예시한다.
- 도 12는 케어 영역이 오정렬되는 케어 영역 정렬을 예시한다.

도 13은 본 개시의 일 실시예에 따른 ACA 정렬을 예시한다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0030] 청구되는 주제는 소정 실시예들의 관점에서 설명될 것이지만, 본 명세서에 기술되는 이점들 및 특징들 모두를 제공하지는 않는 실시예들을 포함하는 다른 실시예들이 또한 본 개시의 범주 내에 있다. 본 개시의 범주로부터 벗어남이 없이 다양한 구조적, 논리적, 프로세스 단계 및 전자적 변화들이 이루어질 수 있다. 따라서, 본 개시의 범주는 오직 첨부된 청구항들을 참조하여 정의된다.
- [0031] 본 개시는 다이 이미지의 검사를 위한 적응형 케어 영역(이하, ACA)들을 정의하고 사용하는 새로운 방법을 설명한다. 본 명세서에 개시된 실시예들은 기본적인 이미지들을 정렬시키는 이전의 방법들에 비해, 케어 영역들을 동적으로 수정한다. 본 명세서에 개시된 실시예들은 다이 이미지의 결합 검사를 수행하기 위한 방법들, 시스템들, 및 소프트웨어를 포함하는 제조 물품들을 설명한다. 본 개시에서 설명되는 ACA들은 이전의 기술들의 문제점들을 해결한다. 따라서, 개시된 기술들은 케어 영역들을 회전시키는 것을 요구할 수 있는 컴포넌트들의 회전들을 처리할 수 있다. 개시된 기술들은 또한 각각의 케어 영역이 자기 자신의 회전, 병진 및 가능하게는 아핀 변환을 하는 상황을 처리할 수 있다. 이는 더 큰 정확도로 검사될 특징부를 피팅하는 ACA로 인한 크기 변동들에 의해 초래되는 강도 차이들로부터 결합들 또는 프로세스 변동에 의해 초래되는 강도 차이들을 디커플링시킬 수 있다. 전자의 방법들을 사용하면, 케어 영역들을 부정확하게 피팅하는 것으로부터의 강도 관독들로 인해 잘못된 결합 보고들이 발생하였다.
- [0032] 도 11은 본 개시의 일 실시예에서 ACA의 정확한 피팅에 비해 케어 영역을 부정확하게 피팅하는 것으로 인한 결합 보고에 대한 영향들을 예시한다. 예를 들어, 케어 영역(1103)은 다이(1101) 상의 특징부(1102)에 대해 정의되고 레시피에 저장된다. 이러한 레시피가 전자의 방법들을 사용한 다이(1104)의 검사에서 사용될 때, 특징부(1105)는 언더사이징되어(undersized) 케어 영역(1106)을 정렬시키지만, 케어 영역의 크기 및 형상이 변경되지 않기 때문에 부정확하게 피팅될 수 있다. 이러한 부정확한 피팅은, 특징부가 허용가능한 크기 변동 범위들 내에 있었다라도, 잘못된 결합을 보고하는 것을 초래할 수 있는 부정확한 강도 관독들을 초래할 수 있다. 그러나, 본 개시의 일 실시예에 따르면, 케어 영역은 ACA(1105)이고, 이는 다이(1007) 상의 언더사이징된 특징부(1108)에 적응(또는 "스냅(snap)")될 수 있다. 이는 적응이 발생했다는 사실의 보고를 허용하고, 이는, 결합들 또는 프로세스 변동들로 인해 초래되는 강도 차이들과 크기 변동들에 의해 초래되는 강도 차이들을 구별하기 위한 검사를 허용한다. 이러한 방식으로, 본 개시의 실시예들은 종래의 정렬 방법들보다 큰 정확도를 갖는다.
- [0033] 본 명세서에 개시된 방법들, 시스템들 및 제조 물품들은, 다이 상의 특징부 크기들이 상이한, 특징부들이 회전들을 겪는, 특징부들의 오프셋들이 임의적으로 큰, 및/또는 잡 프레임(job frame) 내의 상이한 구조들이 상이한 오프셋들을 겪는 상황들을 처리할 수 있다. 추가로, 본 개시는, 이전에는 모두 단일 에러로 묶음화되었던 배치 에러들, 크기 에러들 및 구조적 결합들을 디커플링시킬 수 있다.
- [0034] 본 개시의 실시예들은 종래의 이미지 정렬 방법들보다 빠르다. 추가적으로, 본 개시의 실시예들은 이전의 정렬 방법들보다 적은 계산 자원들을 활용한다. 예를 들어, 템플릿-기반 이미지 정렬과 같은 종래의 정렬 방법들에서는, 이미지 내의 모든 픽셀들이 고려되어,  $O(n^2)$ 의 계산 복잡도를 산출하고, 여기서  $n$ 은 픽셀들 내의 이미지 치수이다. 픽셀에 대한 탐색 윈도우가  $m$ 이면, 탐색은  $m$ 번 수행되어야 하며, 이는 매칭을 발견하기 위해  $m^2 * n^2$ 개의 동작들이 취해질 것을 의미한다. 본 개시의 일 실시예에 따른 ACA에 대해 핵심 포인트 정렬들이 수행되는 경우,  $k$ 개의 정렬들이 수행될 수 있어서, 매칭을 형성하기 위해  $m^2 * k$ 개의 동작들을 요구한다. 따라서, 본 개시의 일 실시예는  $m^2/k$ 배 더 적은 동작들을 요구하여, 특징부 매칭의 증가된 계산 효율을 도출할 수 있다.
- [0035] 본 개시의 실시예들은 문제를 감추기 위해 다이의 정렬에만 의존하기 보다는 특징부 오정렬의 문제점들을 직접 처리한다. 본 개시는 임의의 시프트들, 회전들 및 공간적 변형들을 처리할 수 있다. 이는, 직사각형들, 일반적인 다각형들, 원뿔들, 비-파라메트릭 형상들인 케어 영역들에서 사용될 수 있다. 이는 또한, 다이 이미지에서 상이한 시프트들을 갖는 다수의 층들이 존재하는 경우를 처리할 수 있다.
- [0036] 도 5는 다이 이미지 또는 다른 파일의 결합 검사를 수행하는 방법(500)에서 본 개시의 일 실시예를 도시한다. 방법(500)은 ACA를 정의하는 단계(501), ACA를 레시피에 세이브하는 단계(502), 웨이퍼의 다이를 획득하는 단계(503), ACA에 대응하는 다이 이미지 상에서 제1 위치를 결정하는 단계(504), 제1 위치 상에서 ACA를 오버레이하는 단계(505), ACA를 다이 이미지 상의 대응하는 특징부들로 조정하는 단계(506), 및 ACA 내에서 다이 이미지의 결합 검사를 수행하는 단계(507)를 포함한다. 결합 검사(507)는 ACA 내에서 결합들을 발견하는 것을 수반할 수

있다.

[0037] 제1 위치는 ACA로 정의된 핵심 포인트들에 기초하여 결정될 수 있다. 이러한 경우에, ACA 내의 핵심 포인트들 각각은 레시피에 저장된 위치 및 특징화된 디스크립터에 대응한다. 이어서, 제1 위치를 결정하기 위해, 각각의 핵심 포인트에 대해, 그 핵심 포인트의 반경의 모든 포인트들 내에서 특징부 디스크립터들이 추출된다. 이어서, 이들은 레시피 내의 특징부 디스크립터들에 매칭되고, 핵심 포인트의 새로운 위치는 최대값이 최대화되는 위치이다. 이어서, 일부 경우들에서, 제1 위치로 더 미세하게 정렬시키기 위해 서브-픽셀 위치 추정이 수행된다.

[0038] 이전의 방법들로부터 본 개시의 실시예들을 구별하기 위해, 본 개시의 실시예들이 설명된다. 일 경우에, 도 12에 예시된 바와 같이, 케어 영역들이 정의되고 오버레이될 수 있다. 일부 이전 방법들에 따르면, 티치(teach) 다이(1200) 상에서, 제1 케어 영역(1203)은 원점에 대해 고정된 높이(h1), 폭(w1) 및 위치(x1, y1)에 의해 특징부(1201)에 기초하여 정의될 수 있다. 또한, 티치 다이(1200) 상에서, 제2 케어 영역(1204)은 동일한 원점에 대해 고정된 높이(h2), 폭(w2) 및 위치(x2, y2)에 의해 특징부(1202)에 기초하여 정의될 수 있다. 제1 및 제2 ACA들이 레시피에 저장될 수 있다. 검사 동안, 이러한 레시피가 사용된다. 케어 영역들(1203 및 1204)은 각각 다이(1210) 상에서 특징부들(1211 및 1212) 상에 오버레이된다. 케어 영역들(1203 및 1204)의 위치들은 원점 시프트(dx, dy)에 의해 시프트될 수 있고; 각각의 케어 영역들의 위치를 조정하여 오직 전반적 시프트들만을 허용하기 위해 동일한 오프셋이 사용된다. 이는, 다이(1210)에 대해 예시된 바와 같이 개별적인 특징부들이 서로에 대해 오프셋되는 경우 문제가 되는데, 이는 구조들 중 일부 또는 전부에 차선의 시프트들이 적용되기 때문이다. 다이(1210)에 대해 예시된 바와 같이, 원점 시프트(dx, dy)는 특징부(1211)에 대한 케어 영역(1203)의 피팅을 도출하지만, 특징부(1212)에 대해서는 케어 영역(1204)의 차선의 오프셋을 초래하며, 이는 동일한 원점 시프트가 이러한 방법의 모든 케어 영역에 적용되어야 하기 때문이다.

[0039] 반대로, 본 개시의 일 실시예에 따르면, 도 13의 티치 다이(1300) 상에서, 제1 ACA(1303)는 높이(h1\*), 폭(w1\*) 및 위치(x1\*, y1\*)에 의해 그리고 핵심 포인트들(1305)을 갖는 특징부(1301)에 기초하여 정의될 수 있다. 또한, 티치 다이(1300) 상에서, 제2 ACA(1304)는 높이(h2\*), 폭(w2\*) 및 위치(x2\*, y2\*)에 의해 그리고 핵심 포인트들(1306)을 갖는 특징부(1302)에 기초하여 정의될 수 있다. 예를 들어, 1305 및 1306로 주어진 각각의 핵심 포인트들은 고유의 특징부 디스크립터, 예를 들어, 간단한 그래디언트들 또는 더 풍부한 가속 견고 특징부(SURF)-형 특징부들을 갖는다. 이러한 특징부들은 이진 특징부 검출기들, 예를 들어, 스케일링된 불변 특징부 변환(SIFT), SURF, 배향된 회전된 브리프(ORB), 및 배향된 그래디언트들의 히스토그램(HOG) 뿐만 아니라 코너-검출기들 및 그래디언트-기반 이미지 디스크립터들을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 제1 및 제2 ACA들은, 무엇보다도 이들의 관련 치수들, 좌표들 및 핵심 포인트들을 포함하는 이들 개개의 특징부 디스크립터들을 갖는 레시피에 저장될 수 있다. 검사 시간에, ACA들(1303 및 1304)은 다이(1310) 상에 오버레이된다. 레시피에 저장된 ACA(1303)에 대한 특징부 디스크립터에 기초하여 핵심 포인트들을 검출하기 위한 탐색이 수행된다. 탐색 결과들에 기초하여, ACA(1303)는 높이(h1\* + dh1\*), 폭(w1\* + dw1\*) 및 위치(x1\* + dx1\*, y1\* + dy1\*)를 갖도록 수정되어, 이제 현재 특징부(1311)에 적용된다. 각각의 핵심 포인트(1305)는 독립적으로 이동하도록 허용되어, ACA(1303)가 병진, 회전 및 일반적 투사 변환들을 갖도록 허용할 수 있고, 따라서 특징부(1311)의 실제 핵심 포인트들(1315)에 정확하게 피팅한다. 유사하게, 레시피에 저장된 ACA(1304)에 대한 특징부 디스크립터에 기초하여 핵심 포인트들을 검출하기 위한 탐색이 수행된다. 탐색 결과들에 기초하여, ACA(1304)는 높이(h2\* + dh2\*), 폭(w2\* + dw2\*) 및 위치(x2\* + dx2\*, y2\* + dy2\*)를 갖도록 수정되어, 이제 현재 특징부(1312)에 적용된다. 각각의 핵심 포인트(1306)는 독립적으로 이동하도록 허용되어, ACA(1304)가 병진, 회전 및 일반적 투사 변환들을 갖도록 허용할 수 있고, 따라서 특징부(1312)의 실제 핵심 포인트들(1316)에 정확하게 피팅한다. 이러한 방식으로, 각각의 ACA는 독립적인 위치 원점 시프트를 가질 수 있다. 이는, 실제 구조들이 독립적인 병진, 회전 또는 심지어 서로에 대한 임의의 투사 변환을 겪더라도 실제 구조에 적절히 피팅되도록 허용한다. 이는 견고한 결합 검출을 도출하고 크기/형상 차이들로부터 강도 차이들을 추가로 명확히 한다.

[0040] ACA를 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 조정하는 것은, 병진, 회전, 스케일링, 아핀 변환, 관점 워핑 또는 투사 왜곡 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0041] 도 5를 다시 참조하면, 본 개시의 일부 실시예들에서, 501에서 정의되고, 502에서 레시피에 세이브되고, 503 내지 507에서의 검사를 위해 피팅되고 사용되는 하나 이상의 ACA들이 존재할 수 있다.

[0042] 도 5를 참조하면, 본 개시의 일 실시예에서, 각각의 ACA는 형상 또는 형상들의 세트에 의해 정의된다. 런타임

시에, ACA들은 초기에 셋업 동안 정의된 위치들에 배치된다. 이어서, ARA들은 검사되는 웨이퍼 상의 특징부들에 매칭하도록 조정된다. 예를 들어, 각각의 코너, 중심 포인트 또는 굴절 포인트가 그 특징부 세트에 매칭하려 시도할 수 있다. 이는 ACA가 그 치수들 및 회전의 관점에서 유연하도록 허용한다.

- [0043] 검사 프로세스의 결함 보고 위상 동안, 회전, 병진, 스케일링 또는 다른 변환의 양은 구조 에러들로부터 배치 또는 사이징 에러들을 디커플링시키는 속성으로서 추가될 수 있다. 이는, ACA가 그 대응하는 특징부들로 조정된 후, 병진 및 회전의 크기를 캡처하는 적절한 속성들 뿐만 아니라 스케일링, 아핀 또는 투사 왜곡을 정량화할 수 있는 다른 파라미터들을 사용하여 조정의 정도를 보고하는 것을 포함할 수 있다. 이는 이전에 발견가능한 강도-기반 속성들을 넘어, 결함의 형상-변형 기반 속성들을 도출한다. 디커플링은 결함들의 더 양호한 분석을 제공할 수 있다.
- [0044] 각각의 코너, 중심 포인트 또는 굴절 포인트의 허용가능한 움직임은, 정의된 형상의 허용가능한 변형 양을 정의하는 변형 제한에 의해 제한될 수 있다. 변형 제한은 또한 허용가능한 유형들의 변환들에 대한 제한일 수 있다. 예를 들어, 변형은 병진, 회전, 스케일링, 아핀 및 투사 변환을 포함하는 목록으로부터의 하나의 또는 다수의 변환들로 제한될 수 있다. 변환은 또한 ACA가 변형될 수 있는 허용가능한 형상들로 제한될 수 있다.
- [0045] 본 개시의 일 실시예에서, 다이 이미지의 검사 동안, ACA 내의 구역들은 픽셀별 공제를 허용하기 위해 아핀 또는 관점 위평을 겪을 수 있다. 대안적으로, 구역들은 있는 그대로 컴퓨팅 통계로서 사용될 수 있다.
- [0046] 일 경우에, 검사 시간에, 특징부 매칭 목적 및 강도 결정 목적으로 변환이 다이 상의 특징부에 적용될 수 있다.
- [0047] 본 개시의 일 실시예에서, 하나 이상의 ACA들을 정의하는 것은 하나 이상의 케어 영역들을 ACA들로 전환하는 것을 포함한다.
- [0048] 본 개시의 일 실시예에서, ACA들은 다이 이미지 상에 케어 영역들을 드로잉하는 사용자에게 의해 정의된다. 이들은, 무엇보다도, 직사각형들, 원형들, 평행사변형들 또는 어떠한 임의의 다각형(볼록 및 비볼록)과 같은 형상들로서 드로잉될 수 있거나, 또는 임의의 자유롭게 드로잉된 형상일 수 있다. 사용자는 발견될 특징부들, 예를 들어, 코너들, 에지들 또는 원형들 또는 다른 특징부들을 선택할 수 있다. 사용자는 특징부들을 검출하기 위해 사용할 방법을 선택하고, 특징부 디스크립터를 선택할 수 있다. 사용자는 또한 허용된 변형들의 종류들 및 범위를 선택할 수 있다. 사용자가 선택할 수 있는 ACA 특징부들은 디폴트들로 초기화될 수 있지만, 사용자는 자동화된 선택들을 개선할 수 있다.
- [0049] ACA들을 정의하는 형상들 각각 또는 형상들의 세트는 다각형, 타원형, 원형, 또는 곡선 평활화를 이용하거나 이용하지 않는 임의의 다른 불규칙한 또는 자유롭게 드로잉된 형상으로 정의될 수 있다. 자유롭게 드로잉된 형상들은 자유롭게 드로잉된 형상들을 유지할 수 있거나, 핵심 포인트들이 추가되거나 다각형들로 전환될 수 있다. 형상들은 이들의 공간적 속성들 및 또한 이들의 핵심 포인트들 또는 에지들의 특징부들에 의해 인코딩될 수 있다. 공간적 속성들은, 예를 들어, 코너들, 초점-반경들, 측면 길이들 또는 다른 속성들을 포함할 수 있다. 형상들의 특징부들은 간단한 그래디언트들 또는 더 풍부한 SURF-형 특징부들일 수 있다. 이러한 특징부들은 이진 특징부 검출기들, 예를 들어, SIFT, SURF, ORB, 및 HOG 뿐만 아니라 코너-검출기들 및 그래디언트-기반 이미지 디스크립터들을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지 않는다. 유사하게, 에지 특징부들은 그래디언트들, 에지의 각각의 측면 상의 돌출부 합산들, 또는 에지, 곡선 또는 코너의 이웃에서 컴퓨팅된 다른 더 풍부한 특징부들일 수 있다.
- [0050] ACA들을 정의하는 형상들 각각 또는 형상들의 세트는 또한 2차원 프리미티브들보다는 3차원 형상들, 예를 들어, 무엇보다도, 평행육면체들, 프리즘들, 피라미드들 및 실린더들일 수 있다. 이러한 3차원 형상들은 사용자-정의된 파라미터들에 기초하여 2차원 프리미티브들로부터 자동으로 전환될 수 있다.
- [0051] 일부 실시예들에서, 핵심 포인트들은 ACA의 정의 또는 드로잉 시에 자동으로 검출된다.
- [0052] 본 개시의 일 실시예에서, ACA의 형상은 다이 상의  $x$  및  $y$  위치, 폭, 높이, 및 코너들과 에지들로부터 컴퓨팅된 특징부들에 의해 정의되는 직사각형이다. 이어서, 이러한 직사각형은 사용 사례에 의해 필요할 수 있는 바와 같이 무엇보다도, 임의의 사변형, 평행사변형, 사다리꼴 또는 직사각형로 변형될 수 있다. 이러한 변형은 ACA의 파라미터로서 사용자에게 의해 결정될 수 있는 변형 제한에 의해 제한될 수 있다.
- [0053] 본 개시의 일 실시예에서, ACA는 원래 비-파라메트릭으로 정의되고, 그의 이웃 내의 특징부들의 계산과 커플링된 그의 윤곽을 따른 핵심 포인트들을 컴퓨팅함으로써 파라미터화된다.
- [0054] 도 6 및 도 7은 본 개시에 따른 ACA들의 구현의 예를 예시하며, 케어 영역들은 다이 이미지(600)에 기초하여 정

의되고 다이 이미지(700)의 특징부들로 조정된다. 다이(600)는 특징부들(601, 602, 603, 및 604)을 포함한다. 다이 이미지(700)는 특징부들(701, 702, 703, 및 704)을 포함한다. 다이 이미지(600)를 사용하여 4개의 ACA들이 초기에 정의되고, 각각은 x-좌표, y-좌표 및 형상을 포함하는 복수의 속성들을 갖는다. 이러한 실시예에서, 4개의 케어 영역들 각각의 형상은 직사각형이다. 이러한 ACA들은 레시피에 세이브되고, 이어서 레시피는 다이 이미지(700)를 검사하기 위해 사용된다. 이미지(700)의 특징부들은 다음과 같이 이미지(600)의 특징부들과 상이하다. 특징부(701)는 특징부(601)에 비해, 오프셋, 회전 또는 스케일링되지 않는다. 특징부(702)는 특징부(602)에 비해, 회전된다. 특징부(703)는 특징부(603)에 비해 폭이 증가되었다. 특징부(704)는 특징부(604)에 비해 시프트를 겪었다. 다이 이미지(700) 내의 각각의 특징부에 대해, ACA는 관련 특징부로 조정되었다. 원래 특징부(601)에 대응하는 ACA는 특징부(701)로 조정되도록 어떠한 변환도 겪지 않았다. 원래 특징부(602)에 대응하는 ACA는 특징부(702)로 조정되도록 회전을 겪었다. 원래 특징부(603)에 대응하는 ACA는 특징부(703)로 조정되도록 스케일링을 겪었다. 원래 특징부(604)에 대응하는 ACA는 특징부(704)로 조정되도록 병진을 겪었다. 따라서, 다이 이미지(600)의 특징부들에 기초하여 원래 정의되었던 ACA들의 사용은 다이 이미지(700)의 특징부들의 적절한 검사를 허용하기 위해 다이 이미지(700)의 특징부들로 조정되었다. 이러한 조정은, 일 경우에, 각각의 코너를 핵심 포인트로서 검출하고, 각각의 코너에 대한 특징부들을 결정하고, 결정된 특징부들에 기초하여 ACA를 파라미터화하고, 각각의 핵심 포인트 주위에서 탐색 윈도우를 설정하고, ACA를 실제 특징부에 적용시키는 매칭을 발견함으로써 수행될 수 있다. 추가로, 이러한 적용된 ACA의 형상은 원래의 ACA에 대해 비교될 수 있다. 이러한 방식으로, ACA들의 조정 변형들은 다이 이미지(600)와 다이 이미지(700)의 특징부들 사이의 변화 유형 및 양으로서 정량화될 수 있다. 이러한 정량화된 조정 변형들은 프로세스 추적을 위한 결함 속성들로서 사용될 수 있다.

[0055] 본 개시의 일부 실시예들에서, 기준 다이는 레시피에 세이브되거나 레시피에 세이브된 후에, ACA에 대한 예비적 조정을 수행하기 위해 사용된다. 도 8은 ACA에 대한 이러한 예비적 조정을 수행하는 본 개시의 일부 실시예들에 따른 방법(800)을 예시한다. 방법(800)은 801에서 기준 다이 이미지를 획득하는 단계를 포함한다. 802에서, 기준 다이 이미지 상의 ACA에 대응하는 제2 위치가 결정된다. 803에서, ACA는 802에서 결정된 위치 상에 오버레이된다. 804에서, ACA는 기준 다이 이미지 상에서 자신의 대응하는 특징부들로 조정된다. 이러한 조정은 회전, 병진, 스케일링 또는 다른 변환들을 포함할 수 있다. 이어서, 804로부터 얻어지는 조정된 ACA는 레시피에 저장되고 테스트 웨이퍼들의 추가적인 검사들을 위해 사용된다.

[0056] 기준 다이 이미지는 기준 다이로부터 획득될 수 있고, 이는 레시피 셋업 동안 사용자에게 의해 선택된 검증된 특징부들을 갖는 골든 다이, 검사중인 다이에 대한 2개 이상의 이웃 다이들의 중앙값, 또는 설계 파일로부터 시뮬레이션된 설계 이미지일 수 있다. 물리적 다이로부터 획득되면, 기준 다이 이미지는 광학 현미경, 브로드-빔 플라즈마 도구 또는 스캐닝 전자 현미경을 사용하는 것과 같은 도구를 사용하여 획득될 수 있다.

[0057] 일부 실시예들에 따르면, 기준 다이 이미지 상의 제2 위치는 앞서 설명된 제1 위치와 동일한 방식으로 결정될 수 있다.

[0058] 본 개시의 일 실시예에서, 본 명세서에 설명된 방법들(500 또는 800)은 프로세서 상에서 구현된다.

[0059] 본 개시의 다른 실시예에서, 상기 방법들은 하나 이상의 컴퓨팅 디바이스들 상에서의 실행을 위해 하나 이상의 프로그램들로서 구현된다. 이러한 실시예에서, 하나 이상의 프로그램들은 비일시적 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 저장된다. 컴퓨터 구현 방법은 본 명세서에 설명된 임의의 방법(들)의 임의의 단계(들)를 포함할 수 있다.

[0060] 시스템(900)의 일 실시예가 도 9에 도시되어 있다. 시스템(900)은 광학 기반 서브시스템(901)을 포함한다. 일반적으로, 광학 기반 서브시스템(901)은 견본(902)으로 광을 지향시키고(또는 그 위에 광을 스캐닝하고) 그로부터의 광을 검출함으로써 견본(902)에 대한 광학 기반 출력을 생성하도록 구성된다. 일 실시예에서, 견본(902)은 웨이퍼를 포함한다. 웨이퍼는 당업계에 공지된 임의의 웨이퍼를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 견본은 레티클을 포함한다. 레티클은 당업계에 공지된 임의의 레티클을 포함할 수 있다.

[0061] 도 9에 도시된 시스템(900)의 실시예에서, 광학 기반 서브시스템(901)은 견본(902)으로 광을 지향시키도록 구성된 조명 서브시스템을 포함한다. 조명 서브시스템은 적어도 하나의 광원(예를 들어, 입자 방출기)을 포함한다. 예를 들어, 도 9에 도시된 바와 같이, 조명 서브시스템은 광원(903)을 포함한다. 일 실시예에서, 조명 서브시스템은 하나 이상의 입사각들에서 견본(902)으로 광을 지향시키도록 구성되고, 입사각들은 하나 이상의 비스듬한 각도들 및/또는 하나 이상의 직각들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 9에 도시된 바와 같이, 광원(903)으로부터의 광은 광학 요소(904) 및 이어서 렌즈(905)를 통해 비스듬한 입사각에서 견본(902)으로 지향된다. 비

스듬한 입사각은 임의의 적절한 비스듬한 입사각을 포함할 수 있고, 이는 예를 들어 견본(902)의 특성들에 따라 변할 수 있다.

- [0062] 광원(903) 또는 입자 방출기로부터 방출된 입자들은 광자들일 수 있다. 광원(903) 또는 입자 방출기는 또한 적외선, 가시광, 자외선 또는 x-선 광일 수 있는 광을 방출할 수 있다.
- [0063] 광학 기반 서브시스템(901)은 상이한 시간들에 상이한 입사각들에서 광을 견본(902)으로 지향시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 광학 기반 서브시스템(901)은, 광이 도 9에 도시된 것과 상이한 입사각에서 견본(902)으로 지향될 수 있도록 조명 서브시스템의 하나 이상의 요소들의 하나 이상의 특성들을 변경하도록 구성될 수 있다. 하나의 이러한 예에서, 광학 기반 서브시스템(901)은, 광이 상이한 비스듬한 입사각 또는 직각(또는 거의 직각) 입사각에서 견본(902)으로 지향되도록 광원(903), 광학 요소(904) 및 렌즈(905)를 이동시키도록 구성될 수 있다.
- [0064] 일부 경우들에서, 광학 기반 서브시스템(901)은 동일한 시간에 하나 초과의 입사각에서 광을 견본(902)으로 지향시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 조명 서브시스템은 하나 초과의 조명 채널을 포함할 수 있고, 조명 채널들 중 하나는 도 9에 도시된 바와 같이 광원(903), 광학 요소(904) 및 렌즈(905)를 포함할 수 있고, 조명 채널들 중 다른 하나(도시되지 않음)은 상이하게 또는 동일하게 구성될 수 있는 유사한 요소들을 포함할 수 있거나, 또는 적어도 광원 및 가능하게는 본 명세서에 추가로 설명된 것들과 같은 하나 이상의 다른 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 이러한 광이 다른 광과 동시에 견본으로 지향되면, 상이한 입사각들에서 견본(902)으로 지향된 광의 하나 이상의 특성들(예를 들어, 파장, 편광 등)은, 상이한 입사각들에서 견본(902)의 조명으로부터 얻어진 광이 검출기(들)에서 서로 구별될 수 있도록 상이할 수 있다.
- [0065] 다른 경우에, 조명 서브시스템은 오직 하나의 광원(예를 들어, 도 9에 도시된 광원(903))만을 포함할 수 있고, 광원으로부터의 광은 조명 서브시스템의 하나 이상의 광학 요소들(도시되지 않음)에 의해 (예를 들어, 파장, 편광 등에 기초하여) 상이한 광학 경로들로 분리될 수 있다. 이어서, 상이한 광학 경로들 각각의 광은 견본(902)으로 지향될 수 있다. 다수의 조명 채널들은 동일한 시간에 또는 상이한 시간들에(예를 들어, 견본을 순차적으로 조명하기 위해 상이한 조명 채널들이 사용될 때) 견본(902)으로 광을 지향시키도록 구성될 수 있다. 다른 경우에, 동일한 조명 채널은 상이한 시간들에 상이한 특성들을 갖는 견본(902)으로 광을 지향시키도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일부 경우들에서, 광학 요소(904)는 스펙트럼 필터로서 구성될 수 있고, 스펙트럼 필터의 속성들은, 광의 상이한 파장들이 상이한 시간들에 견본(902)으로 지향될 수 있도록 (예를 들어, 스펙트럼 필터를 스위핑 아웃(swapping out)함으로써) 다양한 상이한 방식들로 변경될 수 있다. 조명 서브시스템은 상이한 또는 동일한 특성들을 갖는 광을 상이하거나 동일한 입사각들에서 순차적으로 또는 동시에 견본(902)으로 지향시키기 위해 당업계에 공지된 임의의 다른 적절한 구성을 가질 수 있다.
- [0066] 일 실시예에서, 광원(903)은 광대역 플라즈마(BBP) 소스를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 광원(903)에 의해 생성되고 견본(902)으로 지향되는 광은 광대역 광을 포함할 수 있다. 그러나, 광원은 레이저 또는 램프와 같은 임의의 다른 적절한 광원을 포함할 수 있다. 레이저는 당업계에 공지된 임의의 적절한 레이저를 포함할 수 있고, 당업계에 공지된 임의의 적절한 파장 또는 파장들에서 광을 생성하도록 구성될 수 있다. 또한, 레이저는 단색(monochromatic) 또는 거의 단색인 광을 생성하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 레이저는 협대역 레이저일 수 있다. 광원(903)은 또한 다수의 이산적 파장들 또는 파대역(waveband)들에서 광을 생성하는 다색 광원을 포함할 수 있다.
- [0067] 광학 요소(904)로부터의 광은 렌즈(905)에 의해 견본(902) 상으로 포커싱될 수 있다. 렌즈(905)는 단일 굴절 광학 요소로서 도 9에 도시되지만, 실제로, 렌즈(905)는 광학 요소로부터의 광을 조합하여 견본으로 포커싱하는 다수의 굴절 및/또는 반사 광학 요소들을 포함할 수 있음을 이해해야 한다. 도 9에 도시되고 본 명세서에 설명되는 조명 서브시스템은 임의의 다른 적절한 광학 요소들(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 이러한 광학 요소들의 예들은 편광 컴포넌트(들), 스펙트럼 필터(들), 공간 필터(들), 반사 광학 요소(들), 아포다이저(apodizer)(들), 빔 스플리터(들)(예를 들어, 빔 스플리터(913)), 애퍼처(들) 등을 포함하지만 이에 제한되지 않으며, 이들은 당업계에 공지된 임의의 이러한 적절한 광학 요소들을 포함할 수 있다. 또한, 광학 기반 서브시스템(901)은 광학 기반 출력을 생성하기 위해 사용될 조명 유형에 기초하여 조명 서브시스템의 요소들 중 하나 이상을 변경하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 광학 기반 서브시스템(901)은 또한 광이 견본(902) 위에서 스캐닝되게 하도록 구성된 스캐닝 서브시스템을 포함할 수 있다. 예를 들어, 광학 기반 서브시스템(901)은 광학 기반 출력 생성 동안 견본(902)이 배치되는 스테이지(906)를 포함할 수 있다. 스캐닝 서브시스템은, 광이 견본(902) 위에서 스캐닝될 수 있도록 견본(902)을 이

동시키도록 구성될 수 있는 임의의 적절한 기계적 및/또는 로봇 조립체(스테이지(906)를 포함함)를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 광학 기반 서브시스템(901)은, 광학 기반 서브시스템(901)의 하나 이상의 광학 요소들이 견본(902) 위에서 광의 일부 스캐닝을 수행하도록 구성될 수 있다. 광은 임의의 적절한 방식으로, 예를 들어, 구불구불한 경로로 또는 나선형 경로로 견본(902) 위에서 스캐닝될 수 있다.

[0069] 광학 기반 서브시스템(901)은 하나 이상의 검출 채널들을 더 포함한다. 하나 이상의 검출 채널들 중 적어도 하나는 서브시스템에 의한 견본(902)의 조명에 의한 견본(902)으로부터의 광을 검출하고 검출된 광에 응답하여 출력을 생성하도록 구성된 검출기를 포함한다. 예를 들어, 도 9에 도시된 광학 기반 서브시스템(901)은 2개의 검출 채널들을 포함하며, 하나는 콜렉터(907), 요소(908) 및 검출기(909)에 의해 형성되고, 다른 하나는 콜렉터(910), 요소(911) 및 검출기(912)에 의해 형성된다. 도 9에 도시된 바와 같이, 2개의 검출 채널들은 상이한 수집 각도들에서 광을 수집 및 검출하도록 구성된다. 일부 경우들에서, 검출 채널들 둘 모두는 산란된 광을 검출하도록 구성되고, 검출 채널들은 견본(902)으로부터 상이한 각도들로 산란되는 광을 검출하도록 구성된다. 그러나, 검출 채널들 중 하나 이상은 견본(902)으로부터 임의의 유형의 광(예를 들어, 반사된 광)을 검출하도록 구성될 수 있다.

[0070] 도 9에 추가로 도시된 바와 같이, 검출 채널들 둘 모두는 페이지의 평면에 위치한 것으로 도시되고, 조명 서브시스템은 또한 페이지의 평면에 위치한 것으로 도시된다. 따라서, 이러한 실시예에서, 검출 채널들 둘 모두는 입사 평면에 위치된다(예를 들어, 중심을 둔다). 그러나, 검출 채널들 중 하나 이상은 입사 평면 밖에 위치될 수 있다. 예를 들어, 콜렉터(910), 요소(911) 및 검출기(912)에 의해 형성된 검출 채널은 입사 평면 밖으로 산란되는 광을 수집 및 검출하도록 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 검출 채널은 통상적으로 "측면" 채널로 지칭될 수 있고, 이러한 측면 채널은 입사 평면에 실질적으로 수직인 평면에 중심을 둘 수 있다.

[0071] 도 9는 2개의 검출 채널들을 포함하는 광학 기반 서브시스템(901)의 실시예를 도시하지만, 광학 기반 서브시스템(901)은 상이한 수의 검출 채널들(예를 들어, 오직 하나의 검출 채널 또는 2개 이상의 검출 채널들)을 포함할 수 있다. 하나의 이러한 경우에서, 콜렉터(910), 요소(911) 및 검출기(912)에 의해 형성된 검출 채널은 전술된 바와 같은 하나의 측면 채널을 형성할 수 있고, 광학 기반 서브시스템(901)은 입사 평면의 대향 측면 상에 위치한 다른 측면 채널로서 형성되는 추가적인 검출 채널(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 따라서, 광학 기반 서브시스템(901)은, 콜렉터(907), 요소(908) 및 검출기(909)를 포함하고 입사 평면에 중심을 두고 견본(902) 표면에 수직이거나 수직에 가까운 산란 각도(들)에서 광을 수집 및 검출하도록 구성되는 검출 채널을 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 검출 채널은 통상적으로 "최상부" 채널로 지칭될 수 있고, 광학 기반 서브시스템(901)은 또한 전술된 바와 같이 구성된 2개 이상의 측면 채널들을 포함할 수 있다. 이와 같이, 광학 기반 서브시스템(901)은 적어도 3개의 채널들(즉, 하나의 최상부 채널 및 2개의 측면 채널들)을 포함할 수 있고, 적어도 3개의 채널들 각각은 자기 자신의 콜렉터를 갖고, 콜렉터 각각은 다른 콜렉터들 각각과 상이한 산란 각도들에서 광을 수집하도록 구성된다.

[0072] 앞서 추가로 설명된 바와 같이, 광학 기반 서브시스템(901)에 포함된 검출 채널들 각각은 산란된 광을 검출하도록 구성될 수 있다. 따라서, 도 9에 도시된 광학 기반 서브시스템(901)은 견본(902)에 대한 어두운 필드(dark field; DF) 출력 생성을 위해 구성될 수 있다. 그러나, 광학 기반 서브시스템(901)은 추가적으로 또는 대안적으로 견본(902)에 대한 밝은 필드(bright field; BF) 출력 생성을 위해 구성되는 검출 채널(들)을 포함할 수 있다. 즉, 광학 기반 서브시스템(901)은 견본(902)으로부터 정반사되는 광을 검출하도록 구성되는 적어도 하나의 검출 채널을 포함할 수 있다. 따라서, 본 명세서에서 설명되는 광학 기반 서브시스템들(901)은 오직 DF, 오직 BF, 또는 DF 및 BF 이미징 둘 모두를 위해 구성될 수 있다. 콜렉터들 각각은 단일 굴절 광학 요소들로서 도 9에 도시되어 있지만, 콜렉터들 각각은 하나 이상의 굴절 광학 다이(들) 및/또는 하나 이상의 반사 광학 요소(들)를 포함할 수 있는 것을 이해해야 한다.

[0073] 하나 이상의 검출 채널들은 당업계에 공지된 임의의 적절한 검출기들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기들은 PMT(photo-multiplier tube)들, CCD(charge coupled device)들, TDI(time delay integration) 카메라들 및 당업계에 공지된 임의의 다른 적절한 검출기들을 포함할 수 있다. 검출기들은 또한 비-이미징 검출기들 또는 이미징 검출기들을 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 검출기들이 비-이미징 검출기들이면, 검출기들 각각은 강도와 같은 산란된 광의 특정 특성들을 검출하도록 구성될 수 있지만, 이러한 특성들을 이미징 평면 내의 위치의 함수로서 검출하도록 구성되지 않을 수 있다. 이와 같이, 광학 기반 서브시스템의 검출 채널들 각각에 포함된 검출기들 각각에 의해 생성되는 출력은 신호들 또는 데이터일 수 있지만, 이미지 신호들 또는 이미지 데이터가 아닐 수 있다. 이러한 경우들에서, 프로세서(914)와 같은 프로세서는 검출기들의 비-이미징 출력으로부터 견본(902)의 이미지들을 생성하도록 구성될 수 있다. 그러나, 다른 경우들에서, 검출기들은 이미징 신호들 또

는 이미지 데이터를 생성하도록 구성되는 이미징 검출기들로서 구성될 수 있다. 따라서, 광학 기반 서브시스템은 광학 이미지들 또는 본 명세서에 설명된 다른 광학 기반 출력을 다수의 방식들로 생성하도록 구성될 수 있다.

[0074] 도 9는 일반적으로 본 명세서에 설명된 시스템 실시예들에 포함될 수 있거나 또는 본 명세서에 설명된 시스템 실시예들에 의해 사용되는 광학 기반 출력을 생성할 수 있는 광학 기반 서브시스템(901)의 구성을 예시하기 위해 본 명세서에 제공됨에 유의한다. 본 명세서에 설명되는 광학 기반 서브시스템(901) 구성은 상업적 출력 포착 시스템을 설계할 때 통상적으로 수행되는 바와 같이 광학 기반 서브시스템(901)의 성능을 최적화하도록 변경될 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 시스템들은 기존의 시스템을 사용하여 (예를 들어, 본 명세서에 설명된 기능을 기존의 시스템에 추가함으로써) 구현될 수 있다. 일부 이러한 시스템들의 경우, 본 명세서에 설명된 방법들은 시스템의 선택적 기능성으로서 (예를 들어, 시스템의 다른 기능성에 추가로) 제공될 수 있다. 대안적으로, 본 명세서에 설명된 시스템은 완전히 새로운 시스템으로서 설계될 수 있다.

[0075] 도 10은 시스템(1000)의 일 실시예의 블록도이다. 시스템(1000)은 웨이퍼 또는 레티클을 포함할 수 있는 견본(1004)의 이미지들을 생성하도록 구성된 웨이퍼 검사 도구(전자 열(1001)을 포함함)를 포함한다.

[0076] 웨이퍼 검사 도구는 적어도 에너지 소스 및 검출기를 포함하는 출력 포착 서브시스템을 포함한다. 출력 포착 서브시스템은 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템일 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 견본(1004)으로 지향되는 에너지는 전자들을 포함하고, 견본(1004)으로부터 검출된 에너지는 전자들을 포함한다. 이러한 방식으로, 에너지 소스는 전자 빔 소스일 수 있다. 도 10에 도시된 하나의 이러한 실시예에서, 출력 포착 서브시스템은 컴퓨터 서브시스템(1002)에 커플링되는 전자 열(1001)을 포함한다. 스테이지(1010)는 견본(1004)을 홀딩할 수 있다.

[0077] 도 10에 또한 도시된 바와 같이, 전자 열(1001)은 하나 이상의 요소들(1005)에 의해 견본(1004)에 포커싱되는 전자들을 생성하도록 구성된 전자 빔 소스(1003)(예를 들어, 입자 방출기)를 포함한다. 전자 빔 소스(1003)는 예를 들어, 캐소드 소스 또는 방출기 팁을 포함할 수 있다. 하나 이상의 요소들(1005)은 예를 들어, 건 렌즈(gun lens), 애노드, 빔 제한 애퍼처, 게이트 밸브, 빔 전류 선택 애퍼처, 대물 렌즈, 및 스캐닝 서브시스템을 포함할 수 있고, 이들 모두는 당업계에 공지된 임의의 이러한 적절한 요소들을 포함할 수 있다.

[0078] 견본(1004)으로부터 리턴된 전자들(예를 들어, 2차 전자들)은 하나 이상의 요소들(1006)에 의해 검출기(1007)로 포커싱될 수 있다. 하나 이상의 요소들(1006)은 예를 들어, 요소(들)(1005)에 포함된 동일한 스캐닝 서브시스템일 수 있는 스캐닝 서브시스템을 포함할 수 있다.

[0079] 전자 열(1001)은 또한 당업계에 공지된 임의의 다른 적절한 요소들을 포함할 수 있다.

[0080] 전자 열(1001)은, 전자들이 비스듬한 입사각에서 견본(1004)으로 지향되고 다른 비스듬한 각도에서 견본(1004)으로부터 산란되도록 구성된 것으로 도 10에 도시되지만, 전자 빔은 임의의 적절한 각도들에서 견본(1004)으로 지향되고 그로부터 산란될 수 있다. 또한, 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템은 (예를 들어, 상이한 조명 각도들, 수집 각도들 등을 갖는) 견본(1004)의 이미지들을 생성하기 위해 다수의 모드들을 사용하도록 구성될 수 있다. 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템의 다수의 모드들은 출력 포착 서브시스템의 임의의 이미지 생성 파라미터들에서 상이할 수 있다.

[0081] 컴퓨터 서브시스템(1002)은 전술된 바와 같이 검출기(1007)에 커플링될 수 있다. 검출기(1007)는 견본(1004)의 표면으로부터 리턴된 전자들을 검출하여 견본(1004)의 전자 빔 이미지들을 형성할 수 있다. 전자 빔 이미지들은 임의의 적절한 전자 빔 이미지들을 포함할 수 있다. 컴퓨터 서브시스템(1002)은 검출기(1007)의 출력 및/또는 전자 빔 이미지들을 사용하여 본 명세서에 설명된 기능들 중 임의의 것을 수행하도록 구성될 수 있다. 컴퓨터 서브시스템(1002)은 본 명세서에 설명된 임의의 추가적인 단계(들)를 수행하도록 구성될 수 있다. 도 10에 도시된 출력 포착 서브시스템을 포함하는 시스템(1000)은 본 명세서에 설명된 바와 같이 추가로 구성될 수 있다.

[0082] 도 10은 일반적으로 본 명세서에 설명된 실시예들에서 사용될 수 있는 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템의 구성을 예시하기 위해 제공되는 것에 유의한다. 본 명세서에 설명되는 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템 구성은 상업적 출력 포착 시스템을 설계할 때 통상적으로 수행되는 바와 같이 출력 포착 서브시스템의 성능을 최적화하도록 변경될 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 시스템들은 기존의 시스템을 사용하여 (예를 들어, 본 명세서에 설명된 기능을 기존의 시스템에 추가함으로써) 구현될 수 있다. 일부 이러한 시스템들의 경우, 본 명세서에 설명된 방법들은 시스템의 선택적 기능성으로서 (예를 들어, 시스템의 다른 기능성에 추가로) 제공될 수

있다. 대안적으로, 본 명세서에 설명된 시스템은 완전히 새로운 시스템으로서 설계될 수 있다.

- [0083] 출력 포착 서브시스템은 전자 빔-기반 출력 포착 서브시스템인 것으로 앞서 설명되었지만, 출력 포착 서브시스템은 이온 빔-기반 출력 포착 서브시스템일 수 있다. 이러한 출력 포착 서브시스템은, 전자 빔 소스가 당업계에 공지된 임의의 적절한 이온 빔 소스로 대체될 수 있는 것을 제외하면 도 10에 도시된 바와 같이 구성될 수 있다. 또한, 출력 포착 서브시스템은 상업적으로 이용가능한 포커싱된 이온 빔(FIB) 시스템들, 헬륨 이온 현미경(HIM) 시스템들, 및 2차 이온 질량 분광기(secondary ion mass spectroscopy; SIMS) 시스템들에 포함된 것들과 같은 임의의 다른 적절한 이온 빔-기반 출력 포착 서브시스템일 수 있다.
- [0084] 컴퓨터 서브시스템(1002)은 프로세서(1008) 및 전자 데이터 저장 유닛(1009)을 포함한다. 프로세서(1008)는 마이크로프로세서, 마이크로제어기 또는 다른 디바이스들을 포함할 수 있다.
- [0085] 프로세서(914) 또는 컴퓨터 서브시스템(1002)은, 프로세서(914 또는 1008)가 각각 출력을 수신할 수 있도록, 임의의 적절한 방식으로 (예를 들어, 유선 및/또는 무선 송신 매체들을 포함할 수 있는 하나 이상의 송신 매체들을 통해) 시스템(900 또는 1000)의 컴포넌트들에 각각 커플링될 수 있다. 프로세서(914 또는 1008)는 출력을 사용하여 다수의 기능들을 수행하도록 구성될 수 있다. 시스템(900 또는 1000)은 프로세서(914 또는 1008)로부터 명령들 또는 다른 정보를 각각 수신할 수 있다. 프로세서(914 또는 1008) 및/또는 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009)은 각각 선택적으로, 추가적인 정보를 수신하거나 명령들을 전송하기 위해 다른 웨이퍼 검사 도구, 웨이퍼 계측 도구 또는 웨이퍼 검토 도구(예시되지 않음)와 전자 통신할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(914 또는 1008) 및/또는 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009)은 각각 스캐닝 전자 현미경과 전자 통신할 수 있다.
- [0086] 본 명세서에 설명된 프로세서(914 또는 1008) 또는 컴퓨터 서브시스템(1002), 다른 시스템(들) 또는 다른 서브시스템(들)은 개인 컴퓨터 시스템, 이미지 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 네트워크 기기, 인터넷 기기 또는 다른 디바이스를 포함하는 다양한 시스템들의 일부일 수 있다. 서브시스템(들) 또는 시스템(들)은 또한 병렬 프로세서와 같이 당업계에 공지된 임의의 적절한 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 서브시스템(들) 또는 시스템(들)은 독립형 또는 네트워크화된 도구로서 고속 프로세싱 및 소프트웨어를 갖는 플랫폼을 포함할 수 있다.
- [0087] 프로세서(914 또는 1008) 및 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009) 각각은 시스템(900 또는 1000) 각각 또는 다른 디바이스에 또는 그의 다른 부분에 배치될 수 있다. 일례에서, 프로세서(914 또는 1008) 및 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009)은 각각 독립형 제어 유닛의 일부일 수 있거나 또는 중앙집중형 품질 제어 유닛에 있을 수 있다. 다수의 프로세서들(914 또는 1008) 또는 전자 데이터 저장 유닛들(915 또는 1009)이 각각 사용될 수 있다.
- [0088] 프로세서(914 또는 1008)는 실제로 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 또한, 본 명세서에 설명된 바와 같은 그 기능들은 하나의 유닛에 의해 수행되거나 상이한 컴포넌트들 사이에서 분할될 수 있고, 이어서 그 각각은 하드웨어, 소프트웨어 및 펌웨어의 임의의 조합에 의해 구현될 수 있다. 프로세서(914 또는 1008)가 다양한 방법들 및 기능들을 구현하기 위한 프로그램 코드 또는 명령들은 각각 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009)의 메모리 또는 다른 메모리와 같은 판독가능 저장 매체들에 저장될 수 있다.
- [0089] 시스템(900 또는 1000)이 하나 초과인 프로세서(914) 또는 프로세서(1008) 또는 컴퓨터 서브시스템(1002)을 각각 포함하면, 이미지들, 데이터, 정보, 명령들 등이 서브시스템들 사이에서 전송될 수 있도록 상이한 서브시스템들이 서로 커플링될 수 있다. 예를 들어, 하나의 서브시스템은, 당업계에 공지된 임의의 적절한 유선 및/또는 무선 송신 매체들을 포함할 수 있는 임의의 적절한 송신 매체들에 의해 추가적인 서브시스템(들)에 커플링될 수 있다. 이러한 서브시스템들 중 2개 이상은 또한 공유된 컴퓨터 판독가능 저장 매체(도시되지 않음)에 의해 효과적으로 커플링될 수 있다.
- [0090] 프로세서(914 또는 1008)는 각각 시스템(900 또는 1000)의 출력 또는 다른 출력을 사용하여 다수의 기능들을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(914 또는 1008)는 각각 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009) 또는 다른 저장 매체에 출력을 전송하도록 구성될 수 있다. 프로세서(914 또는 1008)는 본 명세서에 설명된 바와 같이 추가로 구성될 수 있다.
- [0091] 프로세서(914), 프로세서(1008) 또는 컴퓨터 서브시스템(1002)은 결합 검토 시스템, 검사 시스템, 계측 시스템 또는 일부 다른 유형의 시스템의 일부일 수 있다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 상이한 애플리케이션들에 더 적합하거나 덜 적합한 상이한 능력들을 갖는 시스템들에 대한 다수의 방식으로 맞춤화될 수 있는 일

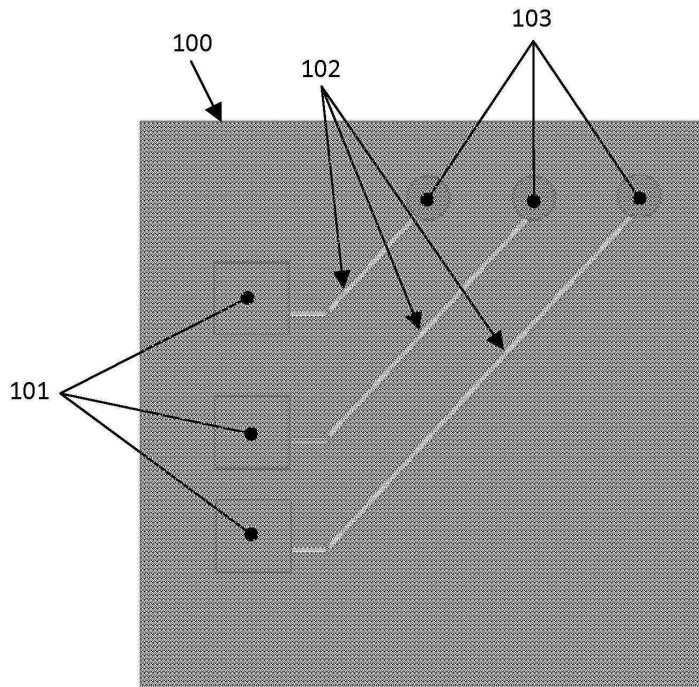
부 구성들을 설명한다.

- [0092] 시스템이 하나 초과로 서브시스템을 포함하면, 이미지들, 데이터, 정보, 명령들 등이 서브시스템들 사이에서 전송될 수 있도록 상이한 서브시스템들이 서로 커플링될 수 있다. 예를 들어, 하나의 서브시스템은, 당업계에 공지된 임의의 적절한 유선 및/또는 무선 송신 매체들을 포함할 수 있는 임의의 적절한 송신 매체들에 의해 추가적인 서브시스템(들)에 커플링될 수 있다. 이러한 서브시스템들 중 2개 이상은 또한 공유된 컴퓨터 관독가능 저장 매체(도시되지 않음)에 의해 효과적으로 커플링될 수 있다.
- [0093] 프로세서(914 또는 1008)는 본 명세서에 설명된 실시예들 중 임의의 것에 따라 구성될 수 있다. 프로세서(914 또는 1008)는 또한 각각 시스템(900 또는 1000)의 출력을 사용하여 또는 다른 소스들로부터의 이미지들 또는 데이터를 사용하여 다른 기능들 또는 추가적인 단계들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0094] 프로세서(914 또는 1008)는 당업계에 공지된 임의의 방식으로, 각각 시스템(900 또는 1000)의 다양한 컴포넌트들 또는 서브시스템들 중 임의의 것에 통신가능하게 커플링될 수 있다. 또한, 프로세서(914 또는 1008)는 유선 및/또는 무선 부분들을 포함할 수 있는 송신 매체에 의해 다른 시스템들(예를 들어, 검토 도구와 같은 검사 시스템, 설계 데이터를 포함하는 원격 데이터베이스 등으로부터의 검사 결과들)로부터 데이터 또는 정보를 수신 및/또는 포착하도록 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 송신 매체는 각각 시스템(900 또는 1000)의 프로세서(914 또는 1008)와 다른 서브시스템들 또는 각각 시스템(900 또는 1000) 외부의 시스템들 사이의 데이터 링크로서 기능할 수 있다.
- [0095] 프로세서(914 또는 1008)는 각각 검출기(909 또는 912) 또는 검출기(1007)와 같은 웨이퍼 검사 도구와 전자 통신한다. 프로세서(914 또는 1008)는 각각 검출기(909 또는 912) 또는 검출기(1007)로부터의 측정들을 사용하여 생성되는 이미지들을 프로세싱하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 프로세서(914 또는 1008)는 방법들(500 또는 800)의 실시예들을 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0096] 추가적인 실시예는 본 명세서에 개시된 바와 같이, 견본(902 또는 1004)의 이미지들을 프로세싱하기 위한 컴퓨터 구현 방법을 수행하기 위해 제어기 상에서 실행가능한 프로그램 명령들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 관독가능 매체와 관련된다. 특히, 도 9 또는 도 10에 도시된 바와 같이, 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009) 또는 다른 저장 매체는 각각 프로세서(914 또는 1008) 상에서 실행가능한 프로그램 명령들을 포함하는 비일시적 컴퓨터 관독가능 매체를 포함할 수 있다. 컴퓨터 구현 방법은 방법들(500 또는 800)을 포함하는 본 명세서에 설명된 임의의 방법(들)의 임의의 단계(들)를 포함할 수 있다.
- [0097] 본 명세서에 설명된 것들과 같은 방법들을 구현하는 프로그램 명령들은 전자 데이터 저장 유닛(915 또는 1009) 또는 다른 저장 매체와 같은 컴퓨터 관독가능 매체 상에 저장될 수 있다. 컴퓨터 관독가능 매체는 자기 또는 광학 디스크, 자기 테이프 또는 당업계에 공지된 임의의 다른 적절한 비일시적 컴퓨터 관독가능 매체와 같은 저장 매체일 수 있다.
- [0098] 프로그램 명령들은 무엇보다도, 절차 기반 기술들, 컴포넌트 기반 기술들 및/또는 객체 지향 기술들을 포함하는 다양한 방식들 중 임의의 것으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 명령들은 원하는 대로 ActiveX 제어들, C++ 객체들, JavaBeans, Microsoft Foundation Classes(MFC), Streaming SIMD Extension(SSE), 또는 다른 기술들 또는 방법론들을 사용하여 구현될 수 있다.
- [0099] 일 실시예에서, 프로세서(914) 또는 프로세서(1008)는, 검사 도구(900) 또는 검사 도구(1000)로부터 다이 이미지를 수신하고, ACA를 포함하는 레시피를 관독하고 - ACA는 x-좌표, y-좌표, 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 가짐 -; 각각의 ACA에 대해 ACA에 대응하는 다이 이미지 상의 제1 위치를 결정하고, ACA를 다이 이미지 상의 제1 위치 상에 오버레이하고; ACA를 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 요소들로 조정하고; ACA 내에서 다이 이미지의 결합 검사를 수행하도록 구성될 수 있다.
- [0100] 일 실시예에서, 프로세서(914) 또는 프로세서(1008)는, 검사 도구로부터 기준 다이 이미지를 수신하고; ACA를 포함하는 레시피를 관독하고 - ACA는 x-좌표, y-좌표, 및 형상을 포함하는 복수의 미리 결정된 속성들을 가짐 -; ACA에 대응하는 기준 다이 이미지 상의 제2 위치를 결정하고; 기준 다이 이미지 상의 제2 위치 상에 ACA를 오버레이하고, ACA를 기준 다이 이미지 상의 하나 이상의 대응하는 특징부들로 예비적으로 조정하도록 추가로 구성될 수 있다.
- [0101] 일 실시예에서, 프로세서(914) 또는 프로세서(1008)는 ACA를 관독하도록 추가로 구성될 수 있고, ACA는 다각형, 타원형 또는 사용자 정의된 불규칙한 형상인 형상을 포함한다.

- [0102] 본 명세서에 개시된 시스템(900) 또는 시스템(1000) 및 방법들의 다양한 단계들, 기능들 및/또는 동작들은, 전자 회로들, 로직 게이트들, 멀티플렉서들, 프로그래밍가능 로직 디바이스들, ASIC들, 아날로그 또는 디지털 제어들/스위치들, 마이크로제어기들, 또는 컴퓨팅 시스템들 중 하나 이상에 의해 수행된다. 본 명세서에 설명된 것들과 같은 방법들을 구현하는 프로그램 명령들은 캐리어 매체를 통해 전송되거나 그에 저장될 수 있다. 캐리어 매체는 판독 전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 자기 또는 광학 디스크, 비휘발성 메모리, 솔리드 스테이트 메모리, 자기 테이프 등과 같은 저장 매체를 포함할 수 있다. 캐리어 매체는 와이어, 케이블 또는 무선 송신 링크와 같은 송신 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본 개시 전반에 걸쳐 설명된 다양한 단계들은 단일 프로세서(914) 또는 단일 프로세서(1008)(또는 컴퓨터 서브시스템(1002)) 또는 대안적으로 다수의 프로세서들(914) 또는 다수의 프로세서들(1008)(또는 다수의 컴퓨터 서브시스템들(1002))에 의해 수행될 수 있다. 또한, 시스템(900) 또는 시스템(1000)의 상이한 서브시스템들은 하나 이상의 컴퓨팅 또는 로직 시스템들을 포함할 수 있다. 따라서, 상기 설명은 본 개시에 대한 제한으로서 해석되어서는 안 되며, 단지 예시이다.
- [0103] 일부 실시예들에서, 웨이퍼(503)의 다이 이미지를 획득할 때, 웨이퍼의 다이 이미지는 설계 파일로부터 획득된 시뮬레이션된 이미지이다. ACA들은 이러한 시뮬레이션된 이미지 상에 오버레이된다. 특징부 매칭이 본 명세서에 설명된 바와 같이 수행되고, ACA들이 적응되고, 검사가 수행된다.
- [0104] 일부 실시예들에서, 웨이퍼(503)의 다이 이미지를 획득할 때, 웨이퍼의 다이 이미지는 설계 파일이다. ACA들은 설계 파일 상에 오버레이된다. 특징부 매칭이 본 명세서에 설명된 바와 같이 수행되고, ACA들이 적응되고, 검사가 수행된다.
- [0105] 본 명세서에 개시된 다양한 실시예들 및 예들에서 설명되는 방법의 단계들은 본 발명의 방법들을 수행하기에 충분하다. 따라서, 일 실시예에서, 방법은 본질적으로 본 명세서에 개시된 방법들의 단계들의 조합으로 이루어진다. 다른 실시예에서, 방법은 이러한 단계들로 이루어진다.
- [0106] 본 개시는 하나 이상의 특정 실시예들 및/또는 예들에 대해 설명되었지만, 본 개시의 다른 실시예들 및/또는 예들은 본 개시의 범주로부터 벗어남이 없이 수행될 수 있음이 이해할 것이다.

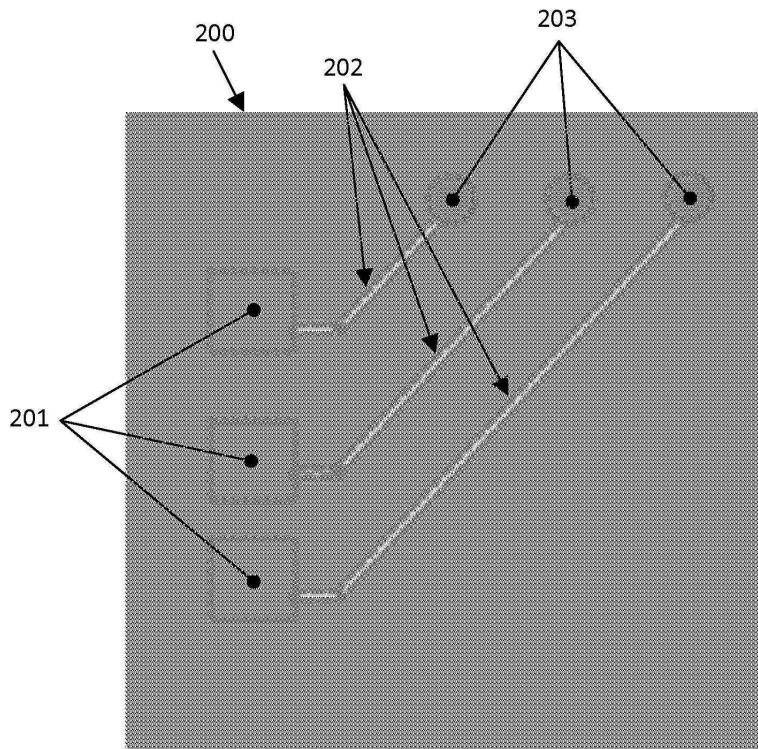
도면

도면1



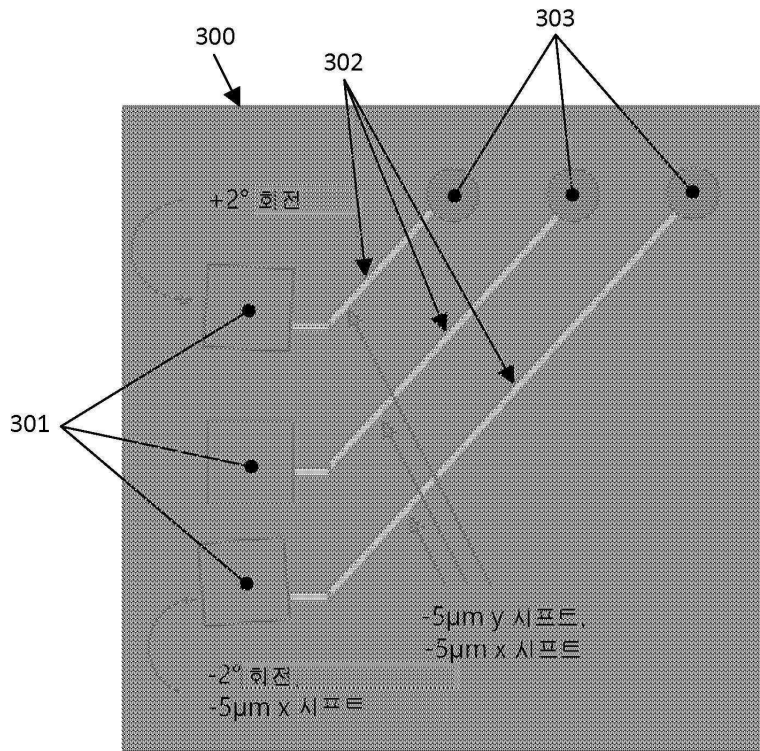
(종래 기술)

도면2



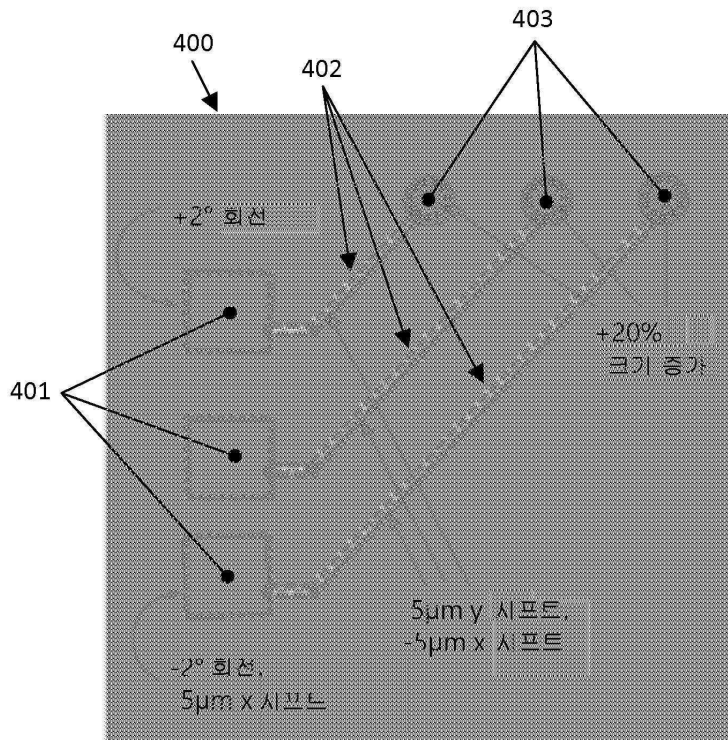
(종래 기술)

도면3



(종래 기술)

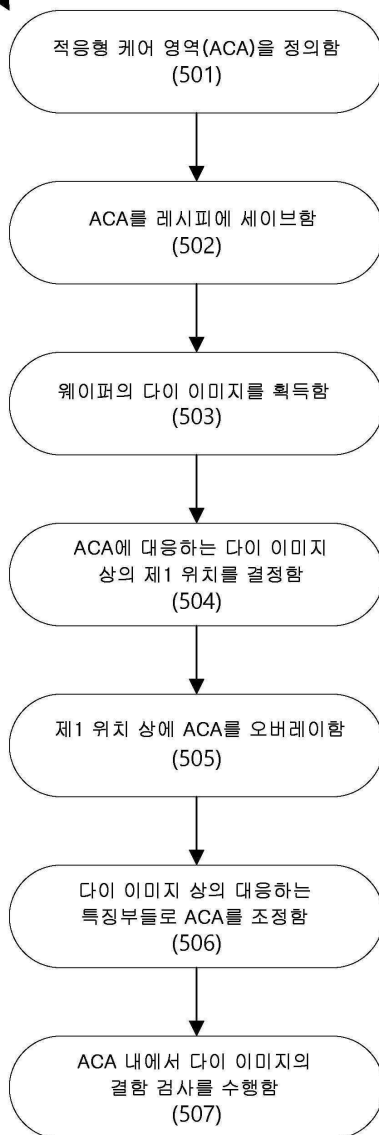
도면4



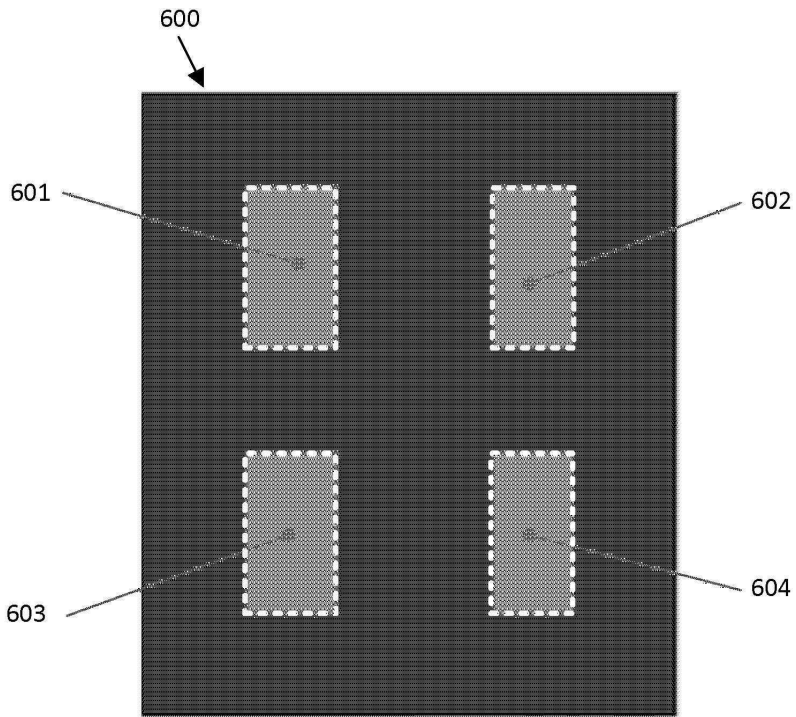
(종래 기술)

도면5

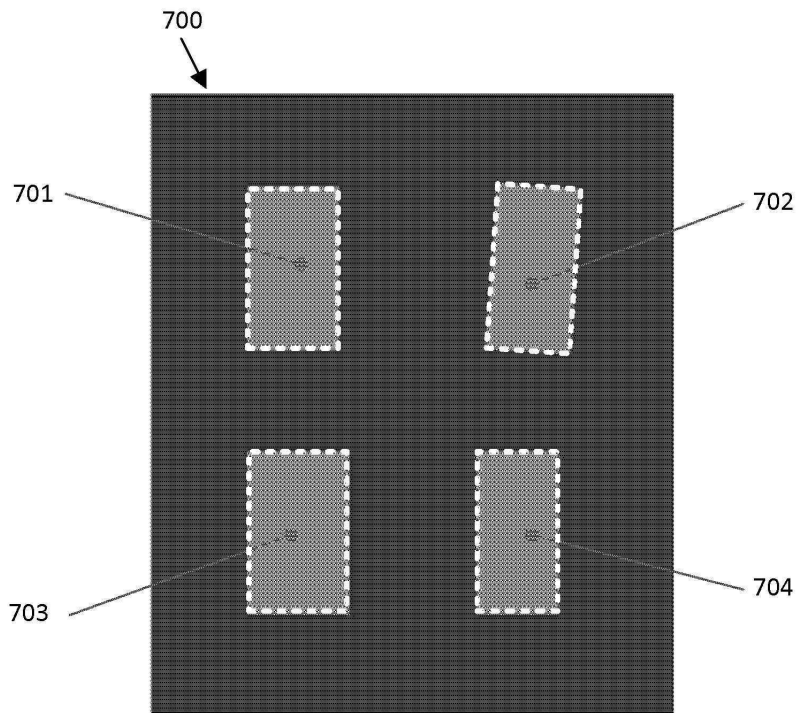
500



도면6

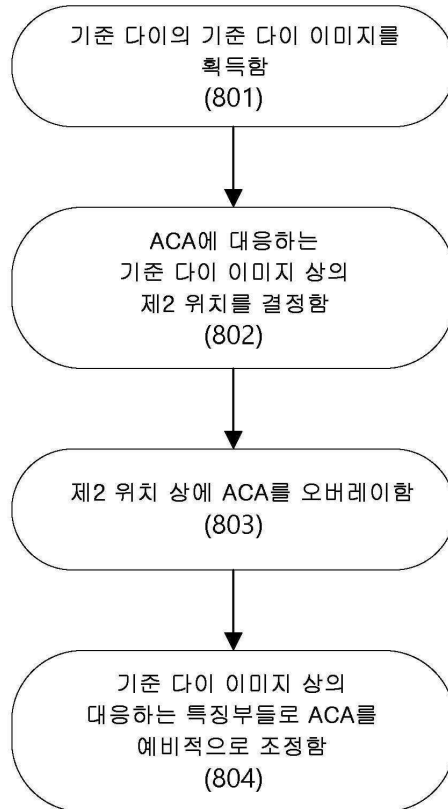


도면7

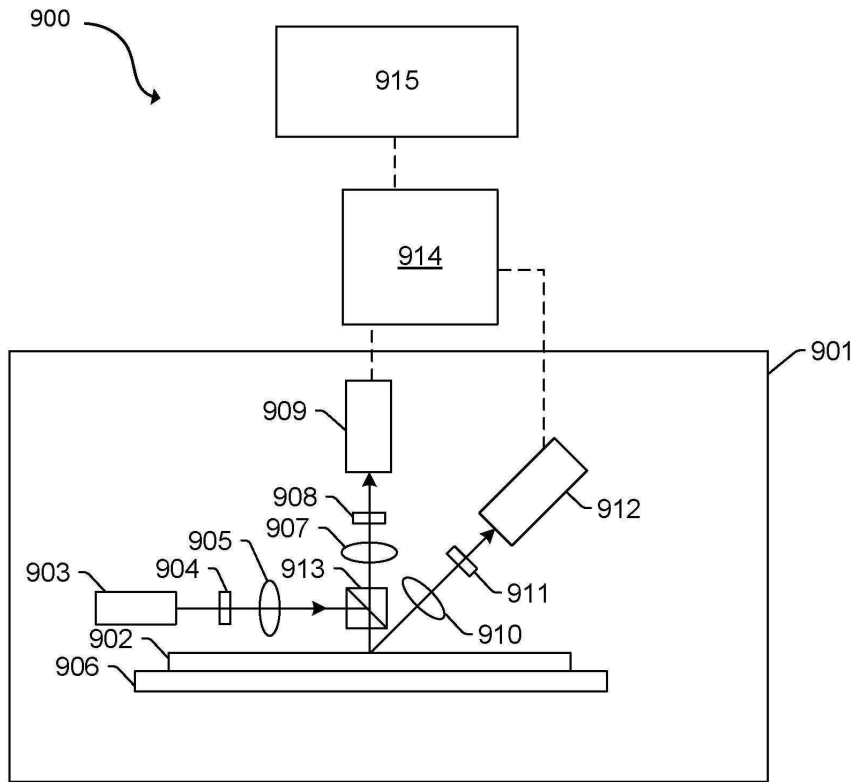


도면8

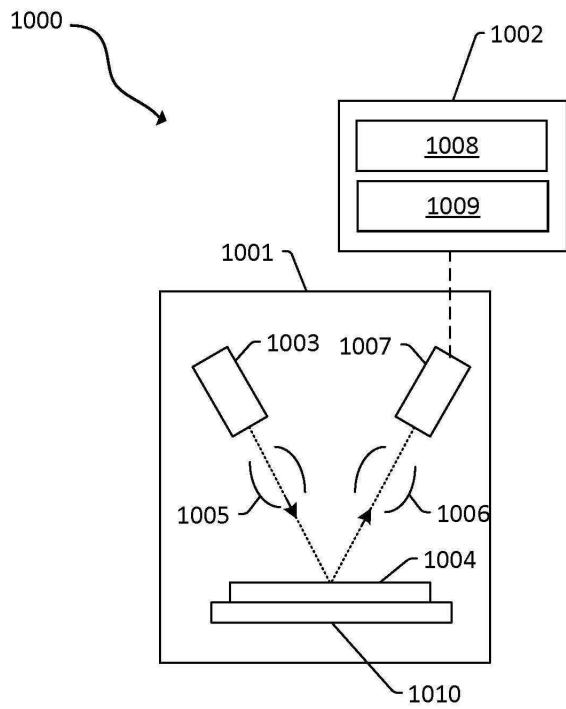
800



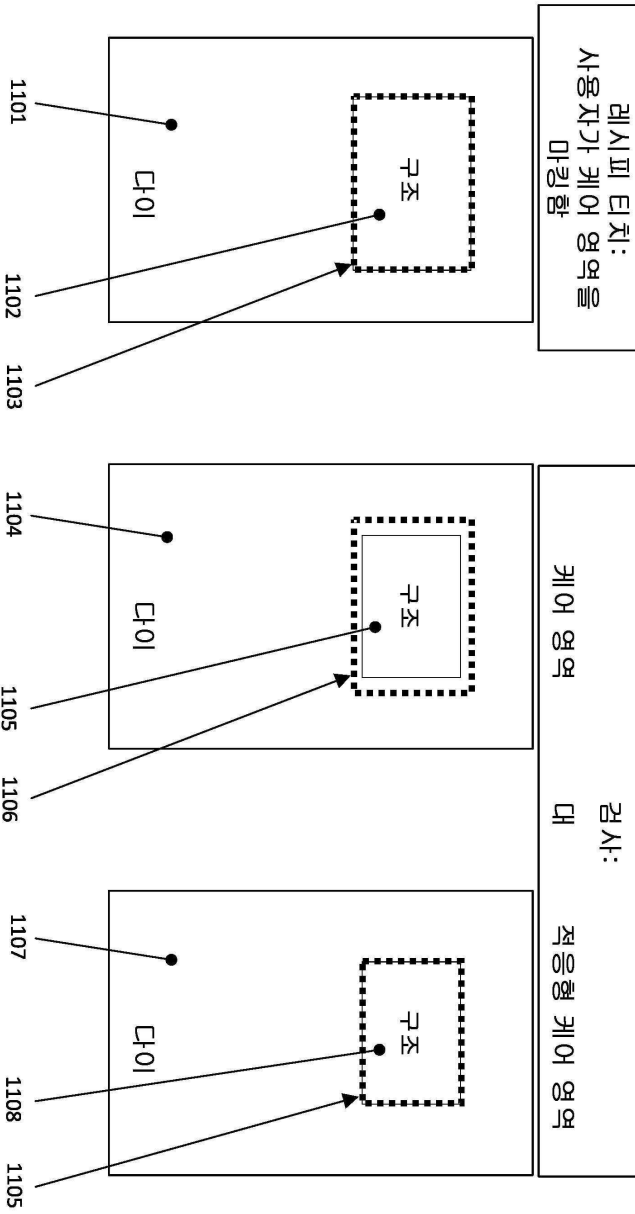
도면9



도면10

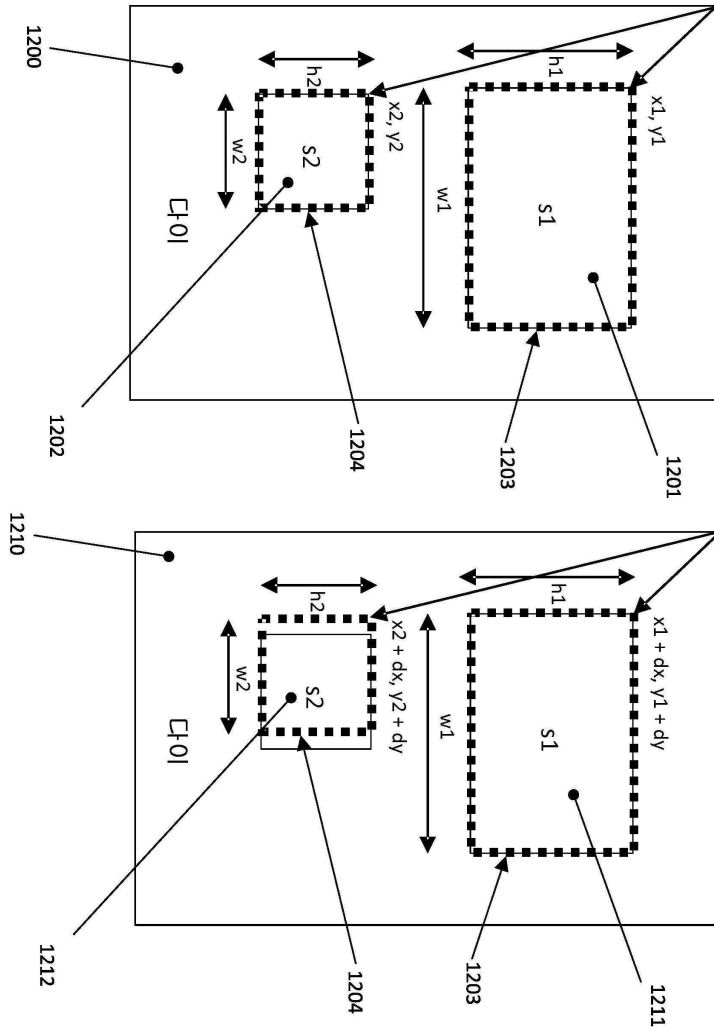


도면11



도면12

(종래 기술)



도면13

