



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0019863
(43) 공개일자 2023년02월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G01B 11/27 (2006.01)
G06T 7/00 (2017.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/70683 (2013.01)
G01B 11/272 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7045136
(22) 출원일자(국제) 2021년05월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년12월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/034658
(87) 국제공개번호 WO 2021/247384
국제공개일자 2021년12월09일
(30) 우선권주장
63/034,414 2020년06월04일 미국(US)
17/098,835 2020년11월16일 미국(US)

(71) 출원인
케이엘에이 코퍼레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크
놀로지 드라이브
(72) 발명자
펠러 요엘
이스라엘 3254107 하이파 하비바 레이치 39/12
기노브커 마크
이스라엘 20692 요크넨 일릿 아파트먼트 2 하차알
럼 스트리트 69
(74) 대리인
김태홍, 김진희

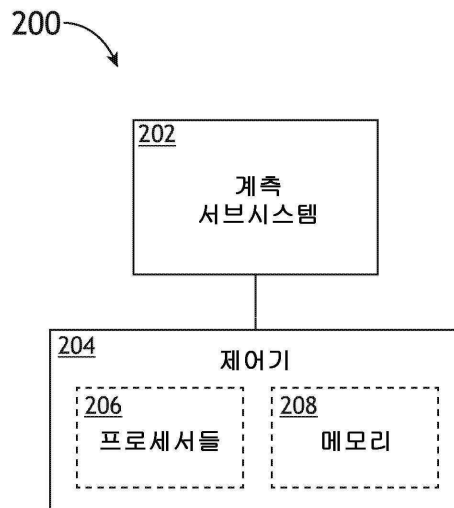
전체 청구항 수 : 총 41 항

(54) 발명의 명칭 주기적인 오정합의 1차원 측정을 위한 계측 타겟

(57) 요약

계측 타겟은 샘플의 제1 작업 구역 또는 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 하나 이상의 제1 타겟 구조물을 갖는 제1 타겟 구조물 세트를 포함한다. 계측 타겟은 제1 작업 구역 또는 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 하나 이상의 제2 타겟 구조물을 갖는 제2 타겟 구조물 세트를 포함한다. 샘플의 하나 이상의 층의 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 제1 작업 구역은 제2 작업 구역의 대칭 중심과 중첩하는 대칭 중심을 포함할 수 있다. 계측 타겟은 제3 타겟 구조물 세트, 제4 타겟 구조물 세트, 또는 제5 타겟 구조물 세트를 추가적으로 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G03F 7/70633 (2013.01)

G06T 7/0004 (2013.01)

G06T 2207/30148 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

계측 타겟으로서,

샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트 - 상기 제1 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함함 - ; 및

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트 - 상기 제2 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함함 -

를 포함하고,

상기 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 상기 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는, 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 상기 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타내는 것인, 계측 타겟.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 타겟.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 타겟.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제3 타겟 구조물 세트를 더 포함하고, 상기 제3 타겟 구조물 세트는, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제3 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제3 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제4 타겟 구조물 세트를 더 포함하고, 상기 제4 타겟 구조물 세트는, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제4 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제4 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제5 타겟 구조물 세트를 더 포함하고, 상기 제5 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제5 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제5 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 x 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 계측 타겟.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 y 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 계측 타겟.

청구항 9

시스템에 있어서,

하나 이상의 계측 서브시스템에 통신 가능하게 결합 가능한 제어기를 포함하고, 상기 제어기는 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서는 메모리 내에 유지되는 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성되고, 상기 프로그램 명령어들의 세트는, 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금,

상기 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터, 샘플의 계측 타겟으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호를 수신하게 하고 - 상기 샘플의 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트 및 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트를 포함하고, 상기 제1 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함하며, 상기 제2 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함하며, 상기 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 상기 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는, 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 상기 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타냄 - ;

상기 제1 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제1 오버레이 측정을 생성하게 하고;

상기 제2 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제2 오버레이 측정을 생성하게 하고; 그리고

상기 제1 오버레이 측정 및 상기 제2 오버레이 측정에 기초하여 상기 샘플의 오버레이 에러를 결정하게 하도록 구성되는 것인, 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 계측 측정은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 오버레이 계측 측정을 포함하는 것인, 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제2 계측 측정은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 오버레이 계측 측정을 포함하는 것인, 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제1 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제2 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 샘플의 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제3 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제3 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제3 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제3 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 샘플의 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제4 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제4 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제4 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제4 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 샘플의 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제5 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제5 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제5 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제5 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 17

제9항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 x 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 시스템.

청구항 18

제9항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 y 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일

부에 인접한 것인, 시스템.

청구항 19

제9항에 있어서,

상기 샘플은 반도체 웨이퍼를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 20

샘플의 오버레이를 측정하는 방법에 있어서,

계측 타겟을 갖는 샘플을 조명하는 단계 - 상기 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트 및 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트를 포함하고, 상기 제1 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함하며, 상기 제2 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함하며, 상기 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 상기 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 상기 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타냄 - ;

상기 샘플의 계측 타겟으로부터 발산되는 조명을 검출하는 단계;

상기 제1 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제1 오버레이 측정을 생성하는 단계;

상기 제2 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제2 오버레이 측정을 생성하는 단계; 및

상기 제1 오버레이 측정 및 상기 제2 오버레이 측정에 기초하여 상기 샘플의 오버레이 에러를 결정하는 단계를 포함하는, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 제1 계측 측정은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 오버레이 계측 측정을 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 22

제20항에 있어서,

상기 제2 계측 측정은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 오버레이 계측 측정을 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 23

제20항에 있어서,

상기 제1 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 24

제20항에 있어서,

상기 제2 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 25

제20항에 있어서,

상기 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제3 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제3 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제3 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제3 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 제3 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제3 오버레이 측정을 생성하는 단계; 및

상기 제1 오버레이 측정, 상기 제2 오버레이 측정, 또는 상기 제3 오버레이 측정, 중 적어도 2개에 기초하여 상기 샘플의 오버레이 에러를 결정하는 단계

를 더 포함하는, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 27

제25항에 있어서,

상기 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제4 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제4 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제4 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제4 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 제4 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제4 오버레이 측정을 생성하는 단계; 및

상기 제1 오버레이 측정, 상기 제2 오버레이 측정, 상기 제3 오버레이 측정, 또는 상기 제4 오버레이 측정, 중 적어도 2개에 기초하여 상기 샘플의 오버레이 에러를 결정하는 단계

를 더 포함하는, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 29

제27항에 있어서,

상기 계측 타겟은, 상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제5 타겟 구조물 세트를 더 포함하고,

상기 제5 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제5 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제5 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제5 패턴 요소를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 30

제29항에 있어서,

상기 제5 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제5 오버레이 측정을 생성하는 단계; 및

상기 제1 오버레이 측정, 상기 제2 오버레이 측정, 상기 제3 오버레이 측정, 상기 제4 오버레이 측정, 또는 상기 제5 오버레이 측정, 중 적어도 2개에 기초하여 상기 샘플의 오버레이 에러를 결정하는 단계

를 더 포함하는, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 31

제20항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 x 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 32

제20항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 y 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 33

제20항에 있어서,

상기 샘플은 반도체 웨이퍼를 포함하는 것인, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 34

계측 타겟을 형성하는 방법으로서,

샘플의 하나 이상의 층 상에 제1 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계 - 상기 제1 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함함 - ; 및

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 제2 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계 - 상기 제2 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함함 -

를 포함하고,

상기 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 상기 제1 작업 구역의 대칭 중심과 상기 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는, 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 상기 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타내는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 제1 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 36

제34항에 있어서,

상기 제2 타겟 구조물 세트는, 하나 이상의 1차원 주기적 타겟 구조물 또는 하나 이상의 2차원 주기적 타겟 구

조물, 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 37

제34항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제3 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 제3 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제3 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제3 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제4 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 제4 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제4 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제4 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제5 구조물 세트를 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 제5 타겟 구조물 세트는 상기 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제5 타겟 구조물을 포함하고, 상기 제5 타겟 구조물은 상기 제1 측정 방향 또는 상기 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제5 패턴 요소를 포함하는 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 40

제34항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 x 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 41

제34항에 있어서,

상기 계측 타겟의 제1 작업 구역의 적어도 일부는 y 방향을 따라 상기 계측 타겟의 제2 작업 구역의 적어도 일부에 인접한 것인, 계측 타겟을 형성하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [관련 출원의 상호 참조]

[0002] 본 출원은 요엘 펠러(Yoel Feler) 및 마크 기노브커(Mark Ghinovker)를 발명자로 명명하여, ADVANCED DESIGN OF ONE-DIMENSIONAL PERIODIC MISREGISTRATION MEASUREMENT MARKS의 명칭으로 2020년 6월 4일에 출원된 미국 가출원 일련 번호 63/034,414의 35 U.S.C. § 119(e) 하에서의 이익을 청구하며, 그 전문은 참조로서 본 명세서에 통합된다.

[0003] [기술분야]

[0004] 본 개시는, 일반적으로 오버레이 계측에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 주기적 오정합의 1차원 측정을 위한 계

측 타겟들을 사용하는 오버레이 계측에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 오버레이 계측 타겟들은 관심 있는 샘플 층들 상에 위치한 타겟 피쳐들을 갖는 오버레이 타겟을 특성화함으로써 샘플의 다수 층들의 정렬에 관한 진단 정보를 제공하도록 일반적으로 설계된다. 또한, 다수 층들의 오버레이 정렬은 샘플에 걸쳐 다양한 위치들에서 다수 오버레이 타겟들의 오버레이 측정들을 종합하여 일반적으로 결정된다. 그러나, 오버레이 계측 타겟의 오버레이 측정 정확도는 샘플 상의 특정 위치에 민감할 수 있다. 이와 관련하여, 오버레이 계측 샘플들의 크기가 계속 감소함에 따라, 오버레이 계측 샘플들 상에서 및/또는 내에서 적합하도록 구성된 오버레이 계측 타겟들을 사용할 필요가 있게 된다. 오버레이 계측의 현재 방법들은 2개의 측정 방향들에 따른 계측(예를 들어, 2차원 계측)을 종종 수반한다. 그러나, 2차원 계측은 더 큰 크기의 계측 타겟들을 자주 필요로 한다.

[0006] 따라서, 계측 타겟이 오버레이 계측 샘플의 더 작은 영역을 차지할 수 있는, 1차원 계측 방법들과 호환 가능한 계측 타겟을 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

발명의 내용

[0007] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟이 개시된다. 일 실시예에서, 계측 타겟은 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트 - 제1 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은, 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함함 - ; 및 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트 - 제2 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함함 - 를 포함하고, 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 제1 작업 구역의 대칭 중심과 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타낸다.

[0008] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 시스템은 하나 이상의 계측 서브시스템에 통신 가능하게 결합 가능한 제어기를 포함하고, 제어기는 하나 이상의 프로세서를 포함하고, 하나 이상의 프로세서는 메모리 내에 유지되는 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성되며, 프로그램 명령어들의 세트는 하나 이상의 프로세서로 하여금: 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터, 샘플의 계측 타겟으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호를 수신하게 하도록 - 샘플의 계측 타겟은: 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트; 및 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트를 포함하고, 제1 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함하고, 제2 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함하고, 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 제1 작업 구역의 대칭 중심과 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타냄 - ; 제1 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제1 오버레이 측정을 생성하게 하도록; 제2 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제2 오버레이 측정을 생성하게 하도록; 그리고 제1 오버레이 측정 및 제2 오버레이 측정에 기초하여 샘플의 오버레이 에러를 결정하게 하도록 구성된다.

[0009] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따라, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법이 개시된다. 샘플의 오버레이를 측정하는 방법은, 계측 타겟을 갖는 샘플을 조명하는 단계 - 계측 타겟은: 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트 및 샘플의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트를 포함하고, 제1 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의

제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함하고, 제2 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성되는 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함하고, 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 제1 작업 구역의 대칭 중심과 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타냄 - ; 샘플의 계측 타겟으로부터 발산되는 조명을 검출하는 단계; 제1 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제1 오버레이 측정을 생성하는 단계; 제2 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 적어도 제2 오버레이 측정을 생성하는 단계; 및 제1 오버레이 측정 및 제2 오버레이 측정에 기초하여 샘플의 오버레이 에러를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010]

본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟을 형성하는 방법이 개시된다. 계측 타겟을 형성하는 방법은, 샘플의 하나 이상의 층 상에 제1 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계 - 제1 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함함 - ; 및 샘플의 하나 이상의 층 상에 제2 타겟 구조물 세트를 형성하는 단계 - 제2 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 상기 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하고, 각각의 제2 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함함 - 를 포함할 수 있고, 샘플의 하나 이상의 층 사이에 오버레이 에러가 존재하지 않는 경우, 계측 타겟의 제1 작업 구역의 대칭 중심과 계측 타겟의 제2 작업 구역의 대칭 중심이 중첩하고, 제1 작업 구역의 대칭 중심과 제2 작업 구역의 대칭 중심의 중첩에 관한 차이는 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따르는 계측 타겟의 층들 사이의 하나 이상의 오버레이 에러를 나타낸다.

도면의 간단한 설명

[0011]

본 개시의 많은 이점들이 첨부된 도면들을 참조하여 통상의 기술자에게 더 잘 이해될 수 있을 것이다.

도 1a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1d는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1e는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1f는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 1g는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟의 평면도이다.

도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 시스템의 개념도이다.

도 3a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 서브시스템의 개념도를 예시한다.

도 3b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 서브시스템의 개념도를 예시한다.

도 4는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따라 샘플의 오버레이를 측정하는 방법의 단계들을 도시하는 프로세스 흐름도이다.

도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따라 계측 타겟을 형성하는 방법의 단계들을 도시하는 프로세스 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

반도체 디바이스는 기판 상에 패터닝된 재료의 다수의 인쇄된 층들로 형성될 수 있다. 각각의 인쇄된 층은, 이에 제한되지는 않지만, 하나 이상의 재료 퇴적 단계, 하나 이상의 리소그래피 단계, 또는 하나 이상의 에칭 단

계와 같은 일련의 프로세스 단계들을 통해 제조될 수 있다. 일부 제조 프로세스들에서, 인쇄된 층들은 하나 이상의 포토레지스트 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 포토레지스트 재료가 기판 상에 퇴적될 수 있다. 그 다음, 포토레지스트 재료는 조명에 노출될 수 있으며, 조명은 포토레지스트 재료 상에 잠재 타겟 패턴을 만들어 낸다. 그 다음, 잠재 타겟 패턴 (또는 잠재 타겟 패턴으로부터 형성된 현상된 타겟 패턴)은, 오버레이 및/또는 계측 애플리케이션들에서의 사용을 위해 기판 상에 최종 타겟 패턴을 형성하도록 구성된 하나 이상의 리소그래피 및/또는 하나 이상의 에칭 단계를 위한 패턴으로서 사용될 수 있다. 다른 제조 프로세스들에서, 포토레지스트 재료는 포토레지스트 재료 상에 잠재 타겟 패턴을 만들어 내기 위해 조명에 노출되고, 잠재 타겟 패턴(또는 잠재 타겟 패턴으로부터 형성된 현상된 타겟 패턴)은 오버레이 및/또는 계측 애플리케이션들에서 사용된다.

[0013] 제조 동안, 각각의 인쇄된 층은 일반적으로 최종 디바이스를 적절하게 구성하기 위해 선택된 공차 내에서 제조되어야 한다. 예를 들어, 각 층에서 인쇄된 요소들의 상대적 배치(예를 들어, 오버레이 또는 오버레이 파라미터들)는 이전에 제작된 층들과 관련하여 적절히 특성화되고 제어되어야 한다. 따라서, 계측 타겟들은 층들의 오버레이의 효율적인 특성화를 가능하게 하기 위해 하나 이상의 인쇄된 층 상에 제조될 수 있다. 따라서, 인쇄된 층 상의 오버레이 타겟 피처들의 편차들은 그 층 상의 인쇄된 디바이스 피처들의 인쇄된 특성들의 편차들을 표시할 수 있다. 또한, 하나의 제조 단계(예를 들어, 하나 이상의 샘플 층의 제조 후)에서 측정된 오버레이는, 후속 제조 단계에서의 추가 샘플 층의 제조를 위해 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구 등)를 정확하게 정렬하기 위한 정정 가능 항목들을 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0014] 계측 타겟들은 하나 이상의 인쇄 특성의 정확한 표시를 제공하도록 설계된, 적절히 정의된 인쇄된 요소들을 일반적으로 포함할 수 있다. 이와 관련하여, (예를 들어, 계측 도구에 의해) 계측 타겟의 인쇄된 요소들의 측정된 특성들은 제조되는 디바이스와 연관된 인쇄된 디바이스 요소들을 표시할 수 있다. 또한, 계측 타겟들은 하나 이상의 측정 셀을 갖는 것으로 일반적으로 특성화되며, 각각의 셀은 샘플 상의 하나 이상의 층 내의 인쇄된 요소들을 포함한다. 그 다음, 계측 측정이, 단일 셀 내의 또는 다수의 셀들 사이의 인쇄된 요소들의 크기, 배향 또는 위치(예를 들어, 패턴 배치)의 측정들의 임의의 조합을 기초로 할 수 있다. 예를 들어, 오버레이 계측 타겟의 하나 이상의 셀은, 각 층의 요소들의 상대 위치들이 특정 층 내의 오프셋 에러들(예를 들어, 패턴 배치 에러들(PPE)) 또는 샘플 층들 사이의 등록 에러들과 연관된 오버레이 에러들을 나타낼 수 있도록 배열된 2개 이상의 샘플 층들 상의 인쇄된 요소들을 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 프로세스에 민감한 계측 타겟들은, 단일 샘플 층 상의 인쇄된 요소들을 포함할 수 있으며, 인쇄된 요소들의 하나 이상의 특성(예를 들어, 폭 또는 임계 치수(CD), 측벽 각도, 위치 등)은, 제한 없이, 리소그래피 단계 동안의 조명의 선량 또는 리소그래피 단계 동안의 리소그래피 도구에서의 샘플의 초점 위치를 포함하는, 하나 이상의 프로세스 메트릭을 나타낸다.

[0015] 오버레이 계측은 샘플에 걸쳐 하나 이상의 오버레이 타겟을 제조함으로써 일반적으로 수행되며, 각각의 오버레이 타겟은, 제조되는 디바이스 또는 구성요소와 연관된 피처들과 동시에 제조되는, 관심 있는 샘플 층들의 피처들을 포함한다. 이와 관련하여, 오버레이 타겟의 위치에서 측정된 오버레이 에러들은 디바이스 피처들의 오버레이 에러들을 표시할 수 있다. 따라서, 오버레이 측정들은, 특정된 공차들에 따른 디바이스들의 생산량을 유지하기 위해, 임의의 수의 제조 도구들을 모니터링 및/또는 제어하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나의 샘플 상의 이전 층에 대한 현재 층의 오버레이 측정들은 로트(lot) 내의 추가 샘플들 상의 현재 층의 제조 편차들을 모니터링 및/또는 완화하기 위한 피드백 데이터로서 활용될 수 있다. 다른 예시로서, 하나의 샘플 상의 이전 층에 대한 현재 층의 오버레이 측정들은, 기존 층 정렬들을 고려하는 방식으로 동일한 샘플 상에 후속 층을 제조하기 위한 피드포워드 데이터로서 활용될 수 있다.

[0016] 오버레이 타겟들은 관심 있는 샘플 층들 사이의 오버레이 에러들에 민감하도록 특별히 설계된 피처들을 일반적으로 포함한다. 그 다음, 오버레이 계측 도구를 사용하여 오버레이 타겟을 특성화하고 알고리즘을 적용하여 계측 도구의 출력에 기초한 샘플 상의 오버레이 에러들을 결정함으로써 오버레이 측정이 수행될 수 있다.

[0017] 오버레이 측정 기술에 관계없이, 오버레이 계측 도구는 오버레이 신호를 생성하는 데 활용되는 측정 파라미터들의 세트를 포함하는 레시피에 따라 일반적으로 구성 가능하다. 예를 들어, 오버레이 계측 도구의 레시피는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 조명 파장, 샘플로부터 발산되는 방사선의 검출된 파장, 샘플 상의 조명의 스폿 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 오버레이 타겟 상의 입사 조명 빔의 위치, 오버레이 계측 도구의 초점 볼륨 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다. 따라서, 오버레이 레시피는, 2개 이상의 샘플 층들의 오버레이를 결정하기에 적합한 오버레이 신호를 생성하기 위한 측정 파라미터들의 세트를 포함할 수 있다.

[0018] 오버레이 계측 도구들은 샘플 층들의 오버레이를 결정하기 위해 다양한 기술들을 활용할 수 있다. 예를 들어,

이미지 기반 오버레이 계측 도구들은 오버레이 타겟(예를 들어, 진보된 이미징 계측(AIM) 타겟, 박스-인-박스 계측 타겟 등)을 조명하고 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지를 포함하는 오버레이 신호를 캡처할 수 있다. 따라서, 오버레이는, 오버레이 타겟 피쳐들의 상대적인 위치들을 측정함으로써 결정될 수 있다. 다른 예시로서, 산란 계측 기반 오버레이 계측 도구들은 오버레이 타겟(예를 들어, 격자 위 격자 계측 타겟 등)을 조명하고, 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사와 연관된 오버레이 타겟으로부터 발산되는 방사선의 각도 분포를 포함하는 오버레이 신호를 캡처할 수 있다. 따라서, 조명 빔의 오버레이 타겟과의 상호작용 모델들에 기초하여 오버레이가 결정될 수 있다.

[0019]

오버레이를 측정하기 위해 다양한 오버레이 계측 도구들이 사용될 수 있다는 것이 본 명세서에서 인식된다. 예를 들어, 광학 계측 도구들(예를 들어, 조명 및/또는 검출을 위해 전자기 방사선을 사용하는 광 기반 계측 도구들)은, 이에 제한되는 것은 아니지만, 이미지 내의 다수의 층들 상의 공간적으로 분리된 피쳐들의 상대 위치들을 결정하는 것, 다수의 층들 상의 PPE를 직접 측정하는 것, 또는 다수의 층들 상의 회절 격자들로부터 산란 및/또는 회절되는 광에 기초하여 오버레이가 결정되는 산란 계측과 같은, 다양한 기술들을 사용하여 높은 처리량의 오버레이 측정들을 제공할 수 있다. 본 개시의 목적들을 위해, "광학 계측 도구들", "광학 계측 기술들" 등의 용어는, 이에 제한되는 것은 아니지만, x선 파장들, 극자외선(EUV) 파장들, 진공 자외선(VUV) 파장들, 심자외선(DUV) 파장들, 자외선(UV) 파장들, 가시광선 파장들 또는 적외선(IR) 파장들과 같은 임의의 파장의 전자기 방사선을 사용하는 계측 도구들 및 기술들을 나타낸다. 오버레이 측정과 관련된 시스템들, 방법들 및 장치들은, "Overlay marks, methods of overlay mark design and methods of overlay measurements"라는 명칭으로 2012년 12월 11일에 등록된 미국 특허 번호 제 8,330,281 호, "Periodic patterns and technique to control misalignment between two layers"라는 명칭으로 2016년 10월 25일에 등록된 미국 특허 번호 제 9,476,698호, "Apparatus and methods for determining overlay of structures having rotational or mirror symmetry"라는 명칭으로 2009년 6월 2일에 등록된 미국 특허 번호 제 7,541,201호, "Method and system for providing a quality metric for improved process control"라는 명칭으로 2013년 2월 7일에 공개된 미국 특허 공개 번호 제2013/0035888호, "System and method of SEM overlay metrology"라는 명칭으로 2015년 12월 15일에 등록된 미국 특허 번호 제9,214,317호, "COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS"라는 명칭으로 2020년 1월 7일자로 등록된 미국 특허 번호 제 10,527,951호, "METROLOGY IMAGING TARGETS HAVING REFLECTION-SYMMETRIC PAIRS OF REFLECTION-ASYMMETRIC STRUCTURES"라는 명칭으로 2019년 1월 29일자로 등록된 미국 특허 번호 제 10,190,979호, 및 "APPARATUS AND METHOD FOR THE MEASUREMENT OF PATTERN PLACEMENT AND SIZE OF PATTERN AND COMPUTER PROGRAM THEREFOR"라는 명칭으로 2016년 6월 27일에 출원된 PCT 출원 번호 PCT/US2016/039531에 설명되어 있으며, 이들 모두는 전체가 참조로서 본 명세서에 통합된다.

[0020]

본 개시 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같이, "샘플"이라는 용어는 반도체 또는 비반도체 재료(예를 들어, 웨이퍼 등)로 형성된 기판을 일반적으로 지칭한다. 예를 들어, 반도체 또는 비반도체 재료는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 단결정 실리콘, 갈륨 비소 및 인듐 인화물을 포함할 수 있다. 샘플은 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 층들은, 이에 제한되는 것은 아니지만, 레지스트(포토리지스트를 포함함), 유전체 재료, 전도성 재료 및 반도체 재료를 포함할 수 있다. 많은 상이한 유형의 이러한 층들이 당업계에 공지되어 있고, 본 명세서에서 사용되는 샘플이라는 용어는, 그 위에 모든 유형의 이러한 층들이 형성될 수 있는 샘플을 망라하는 것으로 의도된다. 샘플 상에 형성된 하나 이상의 층은 패터닝되거나 패터닝되지 않을 수 있다. 예를 들어, 샘플은, 반복 가능한 패터닝된 피쳐들을 각각 갖는 복수의 다이들을 포함할 수 있다. 이러한 재료 층들의 형성 및 프로세싱은 완성된 디바이스에 최종적으로 이르게 할 수 있다. 많은 상이한 유형의 디바이스들이 샘플 상에 형성될 수 있고, 본 명세서에서 사용되는 샘플이라는 용어는, 그 위에, 당업계에 공지된 임의의 유형의 디바이스가 제조되는 샘플을 망라하는 것으로 의도된다. 또한, 본 개시의 목적들을 위해, 샘플 및 웨이퍼라는 용어는 상호 교환 가능한 것으로 해석되어야 한다. 또한, 본 개시의 목적들을 위해, 패터닝 디바이스, 마스크 및 레티클이라는 용어들은 상호 교환 가능한 것으로 해석되어야 한다.

[0021]

도 1a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟(100)의 평면도이다. 계측 타겟(100)은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성된 제1 타겟 구조물 세트를 포함할 수 있다. 제1 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 제1 타겟 구조물(102a, 102b)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제1 타겟 구조물(102a, 102b)은 계측 타겟(100)의 제1 작업 구역(106) 또는 계측 타겟(100)의 제2 작업 구역(108) 중 적어도 하나 내에 형성될 수 있다. 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108) 각각은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 내에 위치될 수 있다. 하나 이상의 제1 타겟 구조물(102a, 102b)은 제1 측정 방향(예를 들어, x 방향) 또는 제2 측정 방향(예를 들어, y 방향) 중 적어도 하나를 따르는 측정을 위해 구성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 제1 패턴 요소는 본 개시에 의해 고려되는 목적들에 적합할 당업계에 공지된 임의의 계측 모드와 호

환 가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 제1 패턴 요소는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 제1 패턴 요소는, SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적인 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔의 회절, 산란 및/또는 반사에 적합할 당업계에 공지된 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 제1 패턴 요소는, 제한 없이, 진보된 이미징 계측 모드(예를 들어, AIM, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM), 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM), 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid), 박스-인-박스 계측, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지)를 캡처하는 데에 적합할 당업계의 공지된 임의의 다른 계측 모드)를 포함하는, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 하나 이상의 제1 패턴 요소는, 제한 없이, 하나 이상의 리소그래피 단계, 하나 이상의 직접 에칭 단계 등을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 형성된, 임의의 1차원 또는 2차원 주기적 구조와 같은 임의의 1차원 또는 2차원 구조를 포함할 수 있음에 주목한다. 제1 타겟 구조물 세트 및/또는 제1 타겟 구조물들(102a, 102b)은, 제한 없이, 정사각형 형상, 둥근 형상, 마름모와 유사한 형상 또는 별과 유사한 형상을 포함하는, 임의의 형상으로 형성될 수 있다.

[0022] 계측 타겟(100)은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성된 제2 타겟 구조물 세트를 포함할 수 있다. 제2 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 제2 타겟 구조물(104a, 104b)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제1 제2 구조물(104a, 104b)은 계측 타겟(100)의 제1 작업 구역(106) 또는 계측 타겟(100)의 제2 작업 구역(108) 중 적어도 하나 내에 형성될 수 있다. 하나 이상의 제2 타겟 구조물(104a, 104b)은 제1 측정 방향(예를 들어, x 방향) 또는 제2 측정 방향(예를 들어, y 방향) 중 적어도 하나를 따른 측정을 위해 구성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 제2 패턴 요소는 본 개시에 의해 고려되는 목적들에 적합할 당업계에 공지된 임의의 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 제2 패턴 요소는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 제2 패턴 요소는 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적인 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사에 적합할 당업계의 공지된 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 제2 패턴 요소는, 제한 없이, 진보된 이미징 계측 모드(예를 들어, AIM, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM), 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM), 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid), 박스-인-박스 계측, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지)를 캡처하기에 적합할 당업계의 공지된 임의의 다른 계측 모드)를 포함하는, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 하나 이상의 제2 패턴 요소는, 제한 없이, 하나 이상의 리소그래피 단계, 하나 이상의 직접 에칭 단계 등을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 형성되는, 임의의 1차원 또는 2차원 주기적 구조와 같은, 임의의 1차원 또는 2차원 구조를 포함할 수 있음에 주목한다. 제2 타겟 구조물 세트 및/또는 제2 타겟 구조물들(104a, 104b)은, 제한 없이, 정사각형 형상, 둥근 형상, 마름모와 유사한 형상 또는 별과 유사한 형상을 포함하는, 임의의 형상으로 형성될 수 있다.

[0023] 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)은, 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)이 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)의 하나 이상의 요소의 회전 대칭의 이용(exploitation)에 기초하여 하나 이상의 오버레이 측정을 가능하게 할 수 있는 방식으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 제1 작업 구역(106)은, 제1 작업 구역(106)의 요소들(예를 들어, 하나 이상의 제1 타겟 구조물(102a, 102b) 및/또는 하나 이상의 제2 타겟 구조물(104a, 104b))이 대칭 중심을 갖도록 형성될 수 있고, 제2 작업 구역(108)은, 제2 작업 구역(108)의 요소들(예를 들어, 하나 이상의 제1 타겟 구조물(102a 및 102b) 및 /또는 하나 이상의 제2 타겟 구조물(104a 및 104b))이 대칭 중심을 갖도록 형성될 수 있으며, 전술한 대칭 중심들 각각은 계측 타겟(100)의 대칭 중심(110)에서 중첩한다. 이러한 방식으로, 각각의 대칭 중심들의 중첩에 관한 임의의 차이는 계측 타겟(100)의 층들 사이의 오버레이 에러에 기인하거나 이를 나타낼 수 있다. 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)은 2회(two-fold) 회전 대칭일 수 있지만, 본 개시의 실시예들은 2회 회전 대칭을 갖는 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)에 제한되지 않는 것을 고려한다. 예를 들어, 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)은 4회 회전 대칭일 수 있다. 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)의 회전 대칭은, 제한 없이, 측정 중에 발생할 수 있는 웨이퍼 각도 오배치 에러를 포함하는, 하나 이상의 계측 서브시스템과 관련하여 발생하는 특정 문제들을 완화할 수 있다는 것에 주목한다.

[0024] 일부 실시예들에서, 제1 작업 구역(106)은 제2 작업 구역(108)에 인접한 위치(예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같이 x 방향을 따라 인접함)에 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 도 1b에 도시된 바와 같이, 제1 작업 구역(106)은 y 방향을 따라 제2 작업 구역(108)에 인접한 위치에 형성될 수 있다. 설계 크기 또는 계측 동작 요구 사항들을 준수하도록 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)의 상대적인 위치들이 선택될 수 있음에 주목한다.

다. 예를 들어, 계측 타겟(100)은 제1 작업 구역(106)과 제2 작업 구역(108)의 상대적 배치에 기초하여 계측 샘플 상에서 더 적은 공간을 차지하도록 구성될 수 있다.

[0025] 임의의 타겟 구조물 세트(예를 들어, 제1 타겟 구조물 세트 및/또는 제2 타겟 구조물 세트)의 하나 이상의 부분 또는 임의의 타겟 구조물(예를 들어, 제1 타겟 구조물들(102a, 102b), 및 /또는 제2 타겟 구조물들(104a, 104b))은 계측 타겟의 상이한 층들 상에 또는 각각의 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108) 내에 형성될 수 있다는 것에 주목한다. 예를 들어, 도 1c 및 도 1d에 도시된 바와 같이, 제2 타겟 구조물(104)의 제1 부분은 제1 작업 구역(106) 내에 형성될 수 있고, 제2 타겟 구조물(104)의 제2 부분은 제2 작업 구역(108) 내에 형성될 수 있다.

[0026] 본 개시의 실시예들은 계측 타겟(100)의 단일 영역을 차지하는 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)으로 제한되지 않는다는 것에 또한 주목한다. 예를 들어, 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108) 각각은 계측 타겟(100) 상의 복수의 영역들에 형성될 수 있다.

[0027] 다른 실시예에서, 도 1e에 도시된 바와 같이, 계측 타겟(100)은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성된 제3 타겟 구조물 세트를 포함할 수 있다. 제3 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 제3 타겟 구조물(112a, 112b)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제3 제2 구조물(112a, 112b)은 계측 타겟(100)의 제1 작업 구역(106) 또는 계측 타겟(100)의 제2 작업 구역(108) 중 적어도 하나 내에 형성될 수 있다. 하나 이상의 제3 타겟 구조물(112a, 112b)은 제1 측정 방향(예를 들어, x 방향) 또는 제2 측정 방향(예를 들어, y 방향) 중 적어도 하나를 따른 측정을 위해 구성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 제3 패턴 요소는 본 개시에 의해 고려되는 목적들에 적합할 당업계에 공지된 임의의 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 제3 패턴 요소는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 제3 패턴 요소는 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적인 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사에 적합할 당업계에 공지된 임의의 구조)를 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 제3 패턴 요소는, 제한 없이, 진보된 이미징 계측 모드(예를 들어, AIM, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM), 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM), 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid), 박스-인-박스 계측, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지)를 캡처하는 데 적합할 당업계의 공지된 임의의 다른 계측 모드)를 포함하는, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 하나 이상의 제3 패턴 요소는, 제한 없이, 하나 이상의 리소그래피 단계, 하나 이상의 직접 에칭 단계 등을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 형성된, 임의의 1차원 또는 2차원 주기적 구조와 같은, 임의의 1차원 또는 2차원 구조를 포함할 수 있음에 주목한다. 제3 타겟 구조물 세트 및/또는 제3 타겟 구조물들(112a, 112b)은, 제한 없이, 정사각형 형상, 둥근 형상, 마름모와 유사한 형상, 또는 별과 유사한 형상을 포함하는, 임의의 형상으로 형성될 수 있다.

[0028] 다른 실시예에서, 도 1f에 도시된 바와 같이, 계측 타겟(100)은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성된 제4 타겟 구조물 세트를 포함할 수 있다. 제4 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 제4 타겟 구조물(114a, 114b)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제4 제2 구조물(114a, 114b)은 계측 타겟(100)의 제1 작업 구역(106) 또는 계측 타겟(100)의 제2 작업 구역(108) 중 적어도 하나 내에 형성될 수 있다. 하나 이상의 제4 타겟 구조물(114a, 114b)은 제1 측정 방향(예를 들어, x 방향) 또는 제2 측정 방향(예를 들어, y 방향) 중 적어도 하나를 따른 측정을 위해 구성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 제4 패턴 요소는 본 개시에 의해 고려되는 목적들에 적합할 당업계에 공지된 임의의 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 제4 패턴 요소는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 제4 패턴 요소는, SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적인 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사에 적합할 당업계의 공지된 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 제4 패턴 요소는, 제한 없이, 진보된 이미징 계측 모드(예를 들어, AIM, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM), 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM), 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid), 박스-인-박스 계측, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지)의 캡처에 적합할 당업계의 공지된 임의의 다른 계측 모드)를 포함하는, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 하나 이상의 제4 패턴 요소는, 제한 없이, 하나 이상의 리소그래피 단계, 하나 이상의 직접 에칭 단계 등을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 형성된, 임의의 1차원 또는 2차원 주기적 구조와 같은 임의의 1차원 또는 2차원 구조를 포함할 수 있음에 주목한다. 제4 타겟 구조물 세트 및/또는 제4 타겟 구조물들(114a, 114b)은, 제한 없이, 정사각형 형상, 둥근 형상, 마름모와 유사한 형상 또는 별과 유사한 형상을 포함하는, 임의의 형상으로 형성될 수 있다.

- [0029] 다른 실시예에서, 도 1g에 도시된 바와 같이, 계측 타겟(100)은 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성된 제5 타겟 구조물 세트를 포함할 수 있다. 제5 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 제5 타겟 구조물(116a, 116b)을 포함할 수 있다. 하나 이상의 제5 제2 구조물(116a, 116b)은 계측 타겟(100)의 제1 작업 구역(106) 또는 계측 타겟(100)의 제2 작업 구역(108) 중 적어도 하나 내에 형성될 수 있다. 하나 이상의 제5 타겟 구조물(116a, 116b)은 제1 측정 방향(예를 들어, x 방향) 또는 제2 측정 방향(예를 들어, y 방향) 중 적어도 하나를 따르는 측정을 위해 구성된 하나 이상의 제5 패턴 요소를 포함할 수 있다. 하나 이상의 제5 패턴 요소는 본 개시에 의해 고려되는 목적들에 적합할 당업계에 공지된 임의의 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 제5 패턴 요소는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환될 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 제5 패턴 요소는 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적인 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사에 적합할 당업계의 공지된 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 제5 패턴 요소는, 제한 없이, 진보된 이미징 계측 모드(예를 들어, AIM, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM), 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM), 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid), 박스-인-박스 계측, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치한 오버레이 타겟 피쳐들의 이미지)를 캡처하는 데 적합할 당업계의 공지된 임의의 다른 계측 모드)를 포함하는, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환 가능할 수 있다. 하나 이상의 제5 패턴 요소는, 제한 없이, 하나 이상의 리소그래피 단계, 하나 이상의 직접 에칭 단계 등을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 수단에 의해 형성된, 임의의 1차원 또는 2차원 주기적 구조와 같은 임의의 1차원 또는 2차원 구조를 포함할 수 있음에 주목한다. 제5 타겟 구조물 세트 및/또는 제5 타겟 구조물들(116a, 116b)은, 제한 없이, 정사각형 형상, 둥근 형상, 마름모와 유사한 형상 또는 별과 유사한 형상을 포함하는 임의의 형상으로 형성될 수 있다.
- [0030] 본 명세서에서, 본 개시의 실시예들은 균일한 형상을 갖는 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108)으로 제한되지 않는다는 것에 주목한다. 예를 들어, 도 1g에 도시된 바와 같이, 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108) 각각은, 제한 없이, 임의의 다각형 형상을 포함하는 임의의 형상일 수 있다. 임의의 타겟 구조물 세트(예를 들어, 제1 타겟 구조물 세트, 제2 타겟 구조물 세트, 제3 타겟 구조물 세트, 제4 타겟 구조물 세트, 및/또는 제5 타겟 구조물 세트)의 하나 이상의 부분, 및/또는 임의의 타겟 구조물(예를 들어, 제1 타겟 구조물(102a, 102b), 제2 타겟 구조물(104, 104a, 104b), 제3 타겟 구조물(112a, 112b), 제4 타겟 구조물(114a, 114b) 및/또는 제5 타겟 구조물(116a, 116b))의 하나 이상의 부분이, 계측 타겟의 상이한 층들 상에, 또는 제1 작업 구역(106) 및 제2 작업 구역(108) 각각 내에 형성될 수 있다는 것에 또한 주목한다. 예를 들어, 도 1g에 도시된 바와 같이, 제2 타겟 구조물(104)의 제1 부분은 제1 작업 구역(106) 내에 형성될 수 있고, 제2 타겟 구조물(104)의 제2 부분은 제2 작업 구역(108) 내에 형성될 수 있다.
- [0031] 도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 시스템(200)의 단순화된 블록도를 예시한다. 일 실시예에서, 계측 시스템(200)은 하나 이상의 계측 서브시스템(202)을 포함한다. 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 이미징 모드 또는 비이미징 모드 중 하나에서 동작하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 이미징 모드에서, 개별 오버레이 타겟 요소들은 샘플의 조명된 스폿 내에서(예를 들어, 명시야 이미지, 암시야 이미지, 위상차 이미지 등의 일부로) 분해 가능할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 샘플로부터의 방사선이 동공 평면에서 분석되어 샘플로부터의 방사선의 각도 분포(예를 들어, 샘플에 의한 방사선의 산란 및/또는 회절과 관련됨)를 특성화하는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 도구로서 동작할 수 있다.
- [0032] 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 조명을 샘플로 지향시킬 수 있고, 또한 2개 이상의 샘플 층들의 오버레이의 결정에 적합한 오버레이 신호를 생성하기 위해 샘플로부터 발산되는 방사선을 수집할 수 있다. 하나 이상의 계측 서브시스템은, 제한 없이, 임의의 광학 계측 도구(예를 들어, 진보된 이미징 계측(AIM) 도구, 진보된 이미징 계측 인-다이(AIMid) 도구, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM) 도구, 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM) 도구 등), 임의의 입자 기반 계측 도구(예를 들어, 전자 빔 계측 도구), 또는 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 도구를 포함하는, 샘플 상의 오버레이 타겟들과 연관된 오버레이를 결정하는 데에 적합한 오버레이 신호들을 생성하는 데 적합한 당업계에 공지된 임의의 유형의 오버레이 계측 도구를 포함할 수 있다. 본 개시의 실시예들은 오직 하나의 계측 서브시스템(202)을 갖는 계측 시스템(200)으로 제한되지 않으며, 계측 시스템(200)은 적어도 2개의 계측 서브시스템들을 포함할 수 있다는 점에 주목한다. 예를 들어, 계측 시스템(200)은 광학 계측 도구 및 산란 계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 도구를 포함할 수 있다.
- [0033] 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 오버레이 타겟의 오버레이를 결정하기에 적합한 오버레이 신호를 획득하기 위한 측정 파라미터들을 정의하는 임의의 수의 레시피들에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)의 레시피는, 이에 제한되지는 않지만, 조명 파장, 샘플로

부터 발산되는 방사선의 검출된 파장, 샘플 상의 조명의 스폿 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 입사 빔의 파동 평면, 오버레이 타겟 상의 입사 조명 빔의 위치, 오버레이 계측 도구의 초점 볼륨 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다.

[0034] 다른 실시예에서, 오버레이 계측 시스템(200)은 하나 이상의 계측 서브시스템(202)에 통신 가능하게 결합된 제어기(204)를 포함한다. 제어기(204)는 하나 이상의 선택된 레시피에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하도록 하나 이상의 계측 서브시스템(202)을 지향시키도록 구성될 수 있다. 제어기(204)는 또한, 이에 제한되지는 않지만, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터 오버레이 신호들을 포함하는 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 획득된 오버레이 신호들에 기초하여 오버레이 타겟과 연관된 오버레이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0035] 다른 실시예에서, 제어기(204)는 하나 이상의 프로세서(206)를 포함한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(206)는 메모리 매체(208) 또는 메모리에 유지되는 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성될 수 있다. 제어기(204)는 샘플의 하나 이상의 오버레이 측정에 기초하여 하나 이상의 계측 타겟(100)을 갖는 샘플의 오버레이 에러를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서, 계측 서브시스템(202)은 하나 이상의 계측 타겟(100)을 갖는 샘플로 조명을 지향시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 계측 서브시스템(202)은, 2개 이상의 샘플 층들의 오버레이의 결정에 적합한 하나 이상의 오버레이 측정(또는 하나 이상의 오버레이 측정을 나타내는 하나 이상의 신호)을 생성하기 위해 샘플로부터 발산되는 방사선을 또한 수집하도록 구성될 수 있다. 계측 서브시스템(202)은 오버레이 타겟의 오버레이를 결정하기에 적합한 오버레이 신호를 획득하기 위한 측정 파라미터들을 정의하는 임의의 수의 레시피들에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하도록 구성 가능할 수 있다. 예를 들어, 계측 서브시스템(202)의 레시피는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 조명 파장, 샘플로부터 발산되는 방사선의 검출된 파장, 샘플 상의 조명의 스폿 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 오버레이 타겟 상의 입사 조명의 빔의 위치, 오버레이 계측 도구의 초점 볼륨 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다.

[0036] 제어기(204)는 샘플의 하나 이상의 오버레이 측정에 기초하여 하나 이상의 계측 타겟(100)을 갖는 샘플의 오버레이 에러를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 샘플(320)의 하나 이상의 부분(예를 들어, 제1 타겟 구조물 세트, 제2 타겟 구조물 세트, 제3 타겟 구조물 세트, 제4 타겟 구조물 세트, 및/또는 제5 타겟 구조물 세트)으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플의 하나 이상의 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다. 샘플(320)의 하나 이상의 오버레이 측정은 샘플(320)의 하나 이상의 층의 오버레이 위치에 대응할 수 있다.

[0037] 제어기(204)의 하나 이상의 프로세서(206)는 당업계에 공지된 임의의 프로세서 또는 프로세싱 요소를 포함할 수 있다. 본 개시의 목적들을 위해, 용어 "프로세서" 또는 "프로세싱 요소"는 하나 이상의 프로세싱 또는 논리 요소(예를 들어, 하나 이상의 마이크로프로세서 디바이스, 하나 이상의 애플리케이션 특정 집적 회로(ASIC) 디바이스, 하나 이상의 필드 프로그램가능 게이트 어레이(FPGA), 또는 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(DSP))를 망라하도록 넓게 정의될 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 프로세서(206)는 알고리즘들 및/또는 명령어들(예를 들어, 메모리에 저장된 프로그램 명령어들)을 실행하도록 구성된 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(206)는, 데스크탑 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 이미지 컴퓨터, 병렬 프로세서, 네트워크 컴퓨터, 또는 본 개시 전반에 걸쳐 설명된 바와 같이, 계측 시스템(200)과 함께 동작 또는 동작하도록 구성된 프로그램을 실행하도록 구성된 임의의 다른 컴퓨터 시스템으로서 구현될 수 있다. 또한, 본 개시 전반에 걸쳐 설명된 단계들은, 단일 제어기(204), 또는 대안적으로, 다수의 제어기들에 의해 수행될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 공통 하우징 내에 또는 다수의 하우징들 내부에 수용된 하나 이상의 제어기를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 임의의 제어기 또는 제어기들의 조합은 계측 시스템(200)으로의 통합에 적합한 모듈로서 개별적으로 패키징될 수 있다. 또한, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터 수신된 데이터를 분석할 수 있고 계측 시스템(200) 내부의 또는 계측 시스템(200) 외부의 추가적인 구성요소들에 데이터를 공급할 수 있다.

[0038] 메모리 매체(208)는 연관된 하나 이상의 프로세서(206)에 의해 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하기에 적합한 당업계에 공지된 임의의 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 매체(208)는 비일시적 메모리 매체를 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 메모리 매체(208)는, 이에 제한되는 것은 아니나, ROM(read-only memory), RAM(random-access memory), 자기 또는 광학 메모리 디바이스(예를 들어, 디스크), 자기 테이프, 솔리드 스테이트 드라이브 등을 포함할 수 있다. 메모리 매체(208)는 하나 이상의 프로세서(206)와 함께 공통 제어기 하우징에 수용될 수 있다는 것이 추가로 주목된다. 일 실시예에서, 메모리 매체(208)는 하나 이상의 프로세서(206) 및 제어기(204)의 물리적 위치에 대하여 원격에 위치될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)의 하나 이

상의 프로세서(206)는 네트워크(예를 들어, 인터넷, 인트라넷 등)를 통해 액세스 가능한, 원격 메모리(예를 들어, 서버)에 액세스할 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 사용자 인터페이스(미도시)는 제어기(204)에 통신 가능하게 결합된다. 사용자 인터페이스는, 이에 제한되는 것은 아니나, 하나 이상의 데스크탑, 랩탑, 태블릿 등을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 사용자 인터페이스는 계측 시스템(200)의 데이터를 사용자에게 디스플레이하는 데에 사용되는 디스플레이를 포함한다. 사용자 인터페이스의 디스플레이는 당업계에 공지된 임의의 디스플레이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이는, 이에 제한되는 것은 아니나, 액정 디스플레이(LCD), 유기 발광 다이오드(OLED) 기반 디스플레이, 또는 CRT 디스플레이를 포함할 수 있다. 통상의 기술자는 사용자 인터페이스와 통합될 수 있는 임의의 디스플레이 디바이스가 본 개시의 구현에 적합하다는 것을 인식해야 한다. 다른 실시예에서, 사용자는 사용자 인터페이스의 사용자 입력 디바이스를 통해 사용자에게 디스플레이된 데이터에 응답하여 선택들 및/또는 명령어들을 입력할 수 있다.

[0040] 다른 실시예에서, 제어기(204)는 계측 시스템(200)의 하나 이상의 요소에 통신 가능하게 결합된다. 이와 관련하여, 제어기(204)는 계측 시스템(200)의 임의의 구성요소로부터 데이터를 송신 및/또는 수신할 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 검출기(320, 322)로부터 하나 이상의 이미지를 수신하기 위해 검출기(320, 322)에 통신 가능하게 결합될 수 있다. 또한, 제어기(204)는 연관된 구성요소들에 대한 하나 이상의 제어 신호를 생성함으로써 계측 시스템(200)의 임의의 구성요소를 지향시키거나 또는 그렇지 않으면 제어할 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 도 3a에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은, 광학 계측 도구를 포함하는 계측 서브시스템과 같은, 광학 계측 서브시스템(202a)을 포함할 수 있다. 광학 계측 서브시스템(202a)은, 제한 없이, x선, 자외선(UV), 적외선(IR) 또는 가시광선 파장들을 갖는 광학 조명 빔을 생성 및/또는 검출하도록 구성된 광학 계측 도구를 포함하는, 샘플의 계측 데이터를 생성하기에 적합한 당업계에 공지된 임의의 유형의 광학 계측 도구를 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202a)은 진보된 이미징 계측(AIM) 도구, 진보된 이미징 계측 도구 인-다이(AIMid) 도구, 3배 진보된 이미징 계측(TAIM) 도구, 또는 강력한 진보된 이미징 계측(rAIM) 도구를 포함할 수 있다.

[0042] 일 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202a)은 광학 조명 빔(304)을 생성하도록 구성된 광학 조명 소스(302)를 포함할 수 있다. 광학 조명 빔(304)은, 이에 제한되는 것은 아니지만, x선, 자외선(UV) 광, 가시광선 또는 적외선(IR) 광을 포함하는, 방사선의 하나 이상의 선택된 파장을 포함할 수 있다.

[0043] 광학 조명 소스(302)은 광학 조명 빔(304)을 제공하기에 적합한 임의의 유형의 조명 소스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 광학 조명 소스(302)는 레이저 소스이다. 예를 들어, 광학 조명 소스(302)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 하나 이상의 협대역 레이저 소스, 광대역 레이저 소스, 초연속 레이저 소스, 백색광 레이저 소스 등을 포함할 수 있다. 이와 관련하여 광학 조명 소스(302)는 높은 간섭성(예를 들어, 높은 공간적 간섭성 및/또는 시간적 간섭성)을 갖는 광학 조명 빔(304)을 제공할 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(302)는 LSP(laser-sustained plasma) 소스를 포함한다. 예를 들어, 광학 조명 소스(302)는, 이에 제한되는 것은 아니나, LSP 램프, LSP 전구, 또는 레이저 소스에 의해 플라즈마 상태로 여기될 때 광대역 조명을 방출할 수 있는 하나 이상의 요소를 포함하는 데 적합한 LSP 챔버를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(302)는 램프 소스를 포함한다. 예를 들어, 광학 조명 소스(302)은, 이에 제한되는 것은 아니나, 아크 램프, 방전 램프, 무전극 램프 등을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 광학 조명 소스(302)는 낮은 간섭성(예를 들어, 낮은 공간적 간섭성 및/또는 시간적 간섭성)을 갖는 광학 조명 빔(304)을 제공할 수 있다.

[0044] 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(302)는 조명 경로(310)를 통해 광학 조명 빔(304)을 샘플(320)로 지향시킨다. 조명 경로(310)는 광학 조명 빔(304)을 수정 및/또는 컨디셔닝하는 데 적합한 하나 이상의 조명 경로 렌즈(308) 또는 추가적인 광학 구성요소(306)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 광학 구성요소(306)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 빔 스플리터, 하나 이상의 디퓨저, 하나 이상의 균질기, 하나 이상의 아포다이저, 또는 하나 이상의 빔 셰이퍼를 포함할 수 있다. 조명 경로(310)는 광 조명 빔(304)을 샘플(320)로 지향시키도록 구성된 대물 렌즈(316)를 더 포함할 수 있다.

[0045] 다른 실시예에서, 샘플(320)은 샘플 스테이지(322) 상에 배치된다. 샘플 스테이지(322)는 하나 이상의 계측 서브시스템(202a) 내에서 샘플(320)을 위치시키고/위치시키거나 스캐닝하기에 적합한 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 샘플 스테이지(322)는 선형 병진 스테이지들, 회전 스테이지들, 틸/틸트 스테이지들 등의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

- [0046] 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202a)은 수집 경로(314)를 통해 샘플(320)로부터 발산되는 광을 캡처하도록 구성된 하나 이상의 검출기(324)를 포함한다. 수집 경로(314)는, 이에 제한되지 않지만, 샘플(320)로부터 광을 수집하기 위한 하나 이상의 수집 경로 렌즈(312, 318)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 검출기(324)는 하나 이상의 수집 경로 렌즈(312, 318)를 통해 샘플(320)로부터 (예를 들어, 정반사, 난반사 등을 통해) 반사되거나 산란된 광을 수신할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 검출기(324)는 샘플(320)에 의해 생성된 광(예를 들어, 광학 조명 빔(304)의 흡수와 연관된 발광 등)을 수신할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 검출기(324)는 샘플(320)로부터 하나 이상의 회절된 광 차수(예를 들어, 0차 회절, ± 1 차 회절, ± 2 차 회절 등)를 수신할 수 있다.
- [0047] 하나 이상의 검출기(324)는 샘플(320)로부터 수신된 조명을 측정하기에 적합한 당업계에 공지된 임의의 유형의 검출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(324)는, 이에 제한되는 것은 아니나, CCD 검출기, TDI 검출기, 광전자 증배관(PMT), 어발란체 포토다이오드(APD), 상보형 금속 산화물 반도체(CMOS) 센서 등을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 검출기(324)는, 샘플(320)로부터 발산되는 광의 파장들을 식별하기에 적합한 분광 검출기를 포함할 수 있다.
- [0048] 일 실시예에서, 하나 이상의 검출기(324)는 샘플(320)의 표면에 대략 수직으로 위치된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202a)은, 대물 렌즈(316)가 광학 조명 빔(304)을 샘플(320)로 지향시키고 동시에 샘플(320)로부터 발산되는 광을 수집할 수 있도록 배향된 빔 스플리터를 포함한다. 또한, 조명 경로(310)와 수집 경로(314)는 하나 이상의 추가 요소(예를 들어, 대물 렌즈(316), 애퍼처들, 필터들 등)를 공유할 수 있다.
- [0049] 일 실시예에서, 도 3b에 도시된 바와 같이, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은, 전자빔 계측 도구(예를 들어, SEM, CD-SEM 등)를 포함하는 계측 서브시스템과 같은, 입자 기반 계측 서브시스템(202b)을 포함할 수 있다.
- [0050] 일 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)은 입자 빔(326)(예를 들어, 전자 빔, 입자 빔 등)을 생성하기 위해 입자 소스(325)(예를 들어, 전자 빔 소스, 이온 빔 소스 등)를 포함할 수 있다. 입자 소스(325)는 입자 빔(326)을 생성하기에 적합한 당업계에 공지된 임의의 입자 소스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 입자 소스(325)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 전자총 또는 이온총을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 입자 소스(325)는 조정 가능한 에너지를 갖는 입자 빔을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 입자 소스(325)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 0.1kV 내지 30kV 범위에 있는 가속 전압을 제공하도록 구성된 전자 소스를 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 이온 소스를 포함하는 입자 소스(325)는, 반드시 요구되는 것은 아니나, 1 내지 50keV 범위에 있는 에너지를 갖는 이온 빔을 제공할 수 있다.
- [0051] 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)은 하나 이상의 입자 집속 요소(328)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 입자 집속 요소(328)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 단일 입자 집속 요소 또는 복합 시스템을 형성하는 하나 이상의 입자 집속 요소를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 입자 집속 요소(328)는 입자 빔(326)을 샘플 스테이지(322) 상에 위치한 샘플(320)로 지향시키도록 구성된 입자 대물 렌즈(330)를 포함한다. 또한, 입자 소스(325)는, 이에 제한되는 것은 아니나, 정전기, 자기, 단일 전위 또는 이중 전위 렌즈들을 포함하는, 당업계에 공지된 임의의 유형의 전자 렌즈들을 포함할 수 있다.
- [0052] 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)은 샘플(320)로부터 발산되는 입자들을 이미징하거나 또는 그렇지 않으면 검출하기 위해 적어도 하나의 입자 검출기(332)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 입자 검출기(332)는 전자 컬렉터(예를 들어, 2차 전자 컬렉터, 후방 산란된 전자 검출기 등)를 포함한다. 다른 실시예에서, 입자 검출기(332)는, 샘플 표면으로부터 전자들 및/또는 광자들을 검출하기 위한 광자 검출기(예를 들어, 광검출기, x선 검출기, 광전자 증배관(PMT) 검출기에 결합된 섬광 요소 등)를 포함한다. 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)이 복수(예를 들어, 적어도 2개)의 입자 검출기들(332)을 포함할 수 있다는 것이 구체적으로 고려된다. 본 명세서에서, 특정 유형들의 입자 검출기들(332)(예를 들어, 광전자 증배관 검출기들)이 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)의 민감도를 증가시킬 수 있다는 것을 주목한다.
- [0053] 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같은, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)의 설명과, 연관된 위의 설명들은, 예시적인 목적들로만 제공되며 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다는 것이 이해되어야 한다. 예를 들어, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 샘플(320)을 동시에 인터로게이트(interrogate)하기에 적합한 다중 빔 및/또는 다중 컬럼 시스템을 포함할 수 있다. 추가 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 샘플(320)의 하나 이상의 위치에 하나 이상의 전압을 인가하도록 구성된 하나 이상의 구성요소(예를 들어, 하나 이상의 전극)를 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 전압 콘트라스트 이미징 데이터를 생성

할 수 있다.

- [0054] 본 명세서에서, 샘플(320)에서 입자 빔(326)의 침투 깊이는, 더 높은 에너지 빔이 일반적으로 샘플 내로 더 깊이 침투하도록 입자 에너지에 의존할 수 있다는 것이 인식된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)은 샘플(320)로의 입자 빔(326)의 침투 깊이에 기초하여 디바이스의 상이한 층들을 인터로케이팅하기 위해 상이한 입자 에너지들을 활용할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 계측 서브시스템(202b)은, 이전에 제조된 층을 특성화하기 위해, 상대적으로 낮은 에너지 전자 빔(예를 들어, 대략 1keV 이하)을 활용할 수 있고 더 높은 에너지 빔(예를 들어, 대략 10keV 이상)을 활용할 수 있다. 본 명세서에서, 특정 층에 대한 입자 에너지의 선택이 상이한 재료들에 대해 변화할 수 있도록, 침투 깊이가 입자 에너지의 함수로서 상이한 재료들에 대해 변화할 수 있음이 인식된다.
- [0055] 진술한 바와 같이, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 하나 이상의 계측 서브시스템(202)에 통신 가능하게 결합된 제어기(204)를 포함할 수 있다. 제어기(204)는 하나 이상의 선택된 레시피에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하기 위해, 하나 이상의 계측 서브시스템(204)을 지향시키도록 구성될 수 있다. 제어기(204)는 또한, 이에 제한되는 것은 아니나, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터 오버레이 신호들을 포함하는 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 획득된 오버레이 신호들에 기초하여 오버레이 타겟과 연관된 오버레이를 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0056] 도 4는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따라 샘플의 오버레이를 측정하는 방법(400)의 단계들을 묘사하는 프로세스 흐름도를 예시한다.
- [0057] 단계 402에서, 하나 이상의 계측 타겟(100)을 포함하는 샘플이 조명된다. 예를 들어, 계측 시스템(200)은 조명 빔을 샘플(320) 상으로 지향시킬 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "조명 빔"이라는 용어는, 제한 없이, 광학 조명 빔(304) 및/또는 입자 빔(326)을 포함하는, 임의의 방사 빔을 지칭할 수 있다.
- [0058] 단계 404에서, 하나 이상의 계측 타겟(100)으로부터 발산되는 조명이 검출된다. 예를 들어, 광학 조명 빔(304) 및/또는 입자 빔(326)이 검출될 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 하나 이상의 계측 타겟(100)의 하나 이상의 부분(예를 들어, 제1 타겟 구조물 세트, 제2 타겟 구조물 세트, 제3 타겟 구조물 세트, 제4 타겟 구조물 세트, 및/또는 제5 타겟 구조물 세트)으로부터 발산되는 조명을 수신하도록 구성될 수 있다.
- [0059] 단계 406에서, 하나 이상의 제1 오버레이 측정이 생성된다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 타겟(100)의 제1 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(320)의 하나 이상의 제1 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0060] 단계 408에서, 하나 이상의 제2 오버레이 측정이 생성된다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 타겟(100)의 제2 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(320)의 하나 이상의 제2 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0061] 일부 실시예들에서, 방법(400)은 하나 이상의 제3 오버레이 측정이 생성되는 단계 410을 포함한다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 타겟(100)의 제3 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(320)의 하나 이상의 제3 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0062] 일부 실시예들에서, 방법(400)은 하나 이상의 제4 오버레이 측정이 생성되는 단계 412를 포함한다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 타겟(100)의 제4 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(320)의 하나 이상의 제4 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 일부 실시예들에서, 방법(400)은 하나 이상의 제5 오버레이 측정이 생성되는 단계 414를 포함한다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 타겟(100)의 제5 타겟 구조물 세트의 하나 이상의 부분으로부터 발산되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(320)의 하나 이상의 제5 오버레이 측정을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0064] 단계 416에서, 하나 이상의 제1 오버레이 측정, 하나 이상의 제2 오버레이 측정, 하나 이상의 제3 오버레이 측정, 하나 이상의 제4 오버레이 측정, 또는 제5 오버레이 측정, 중 적어도 2개에 기초하여 오버레이 에러가 결정된다.

- [0065] 일부 실시예들에서, 방법(400)은 적어도 단계 416에서 결정된 하나 이상의 오버레이 값에 기초하여 하나 이상의 오버레이 정정 가능 항목이 제공되는 하나 이상의 추가 단계(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 추가 단계는, 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)의 하나 이상의 파라미터(예를 들어, 제조 설정들, 구성 등)을 조정하기 위한 하나 이상의 제어 신호(또는 제어 신호들에 대한 정정들)를 생성하는 제어기(204)를 포함할 수 있다. 제어 신호들(또는 제어 신호들에 대한 정정들)은 피드백 및/또는 피드백 제어 루프의 일부로서 제어기(204)에 의해 제공될 수 있다. 제어기(204)는 하나 이상의 프로세스 도구로 하여금 하나 이상의 제어 신호(또는 제어 신호들에 대한 정정들)에 기초하여 하나 이상의 프로세스 도구의 하나 이상의 파라미터에 대한 하나 이상의 조정을 실행하게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기(204)는 하나 이상의 조정을 하도록 사용자에게 경고할 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 제어 신호는 하나 이상의 프로세스 도구의 하나 이상의 제조 프로세스의 에러들을 보상할 수 있으며, 따라서 동일 또는 상이한 로트들에서 하나 이상의 프로세스 도구가 후속 샘플들에 대한 다중 노출들에 걸쳐 선택된 허용 오차들 내에서 오버레이를 유지할 수 있게 할 수 있다.
- [0066] 도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따라 계측 타겟(100)을 형성하는 방법(500)의 단계들을 예시하는 프로세스 흐름도를 예시한다.
- [0067] 단계 502에서, 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 제1 타겟 구조물 세트가 형성되고, 제1 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제1 타겟 구조물을 포함하며, 각각의 제1 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제1 패턴 요소를 포함한다. 제1 타겟 구조물 세트는, 이에 제한되지는 않지만, 하나 이상의 퇴적, 리소그래피 또는 에칭 단계들과 같은, 하나 이상의 프로세스 단계를 통해 제조될 수 있다. 제1 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0068] 단계 504에서, 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 제2 타겟 구조물 세트가 형성되고, 제2 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제2 타겟 구조물을 포함하며, 각각의 제2 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제2 패턴 요소를 포함하고, 계측 타겟의 제1 작업 구역 및 계측 타겟의 제2 작업 구역은 2회 회전 대칭이다. 제2 타겟 구조물 세트는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 하나 이상의 퇴적, 리소그래피 또는 에칭 단계들과 같은, 하나 이상의 프로세스 단계를 통해 제조될 수 있다. 제2 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0069] 일부 실시예들에서, 방법(500)은 단계 506을 포함하고, 제3 타겟 구조물 세트는 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성되고, 제3 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제3 타겟 구조물을 포함하며, 제3 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제3 패턴 요소를 포함한다. 제3 타겟 구조물 세트는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 하나 이상의 퇴적, 리소그래피, 또는 에칭 단계들과 같은, 하나 이상의 프로세스 단계를 통해 제조될 수 있다. 제3 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0070] 일부 실시예들에서, 방법(500)은 단계 508을 포함하고, 제4 타겟 구조물 세트는 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성되고, 제4 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제4 타겟 구조물을 포함하고, 제4 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제4 패턴 요소를 포함한다. 제4 타겟 구조물 세트는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 하나 이상의 퇴적, 리소그래피 또는 에칭 단계들과 같은, 하나 이상의 프로세스 단계를 통해 제조될 수 있다. 제4 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)를 사용하여 형성될 수 있다.
- [0071] 일부 실시예들에서, 방법(500)은 단계 510을 포함하고, 제5 타겟 구조물 세트는 계측 타겟(100)의 하나 이상의 층 상에 형성되고, 제5 타겟 구조물 세트는 계측 타겟의 제1 작업 구역 또는 계측 타겟의 제2 작업 구역 중 적어도 하나 내에 형성된 적어도 하나의 제5 타겟 구조물을 포함하고, 제5 타겟 구조물은 제1 측정 방향 또는 제2 측정 방향 중 적어도 하나를 따라 형성된 하나 이상의 제5 패턴 요소를 포함한다. 제5 타겟 구조물 세트는, 이에 제한되는 것은 아니지만, 하나 이상의 퇴적, 리소그래피 또는 에칭 단계들과 같은, 하나 이상의 프로세스 단계를 통해 제조될 수 있다. 제5 타겟 구조물 세트는 하나 이상의 프로세스 도구(예를 들어, 리소그래피 도구들)를 사용하여 형성될 수 있다.

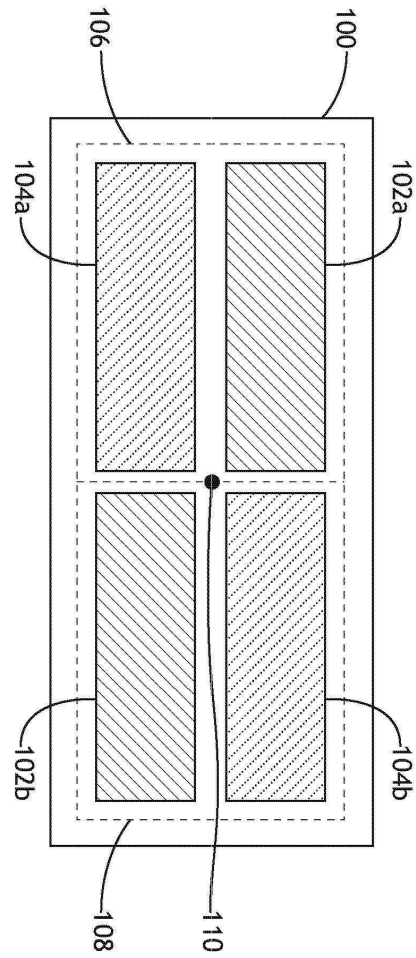
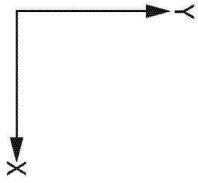
- [0072] 본 명세서에 설명된 모든 방법은 방법 실시예들의 하나 이상의 단계의 결과들을 메모리에 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 결과들은 본 명세서에 설명된 임의의 결과들을 포함할 수 있고 당업계에 공지된 임의의 방식으로 저장될 수 있다. 메모리는 본 명세서에 설명된 임의의 메모리 또는 당업계에 공지된 임의의 다른 적합한 저장매체를 포함할 수 있다. 결과들이 저장된 후, 결과들은 메모리에서 액세스될 수 있고 본 명세서에 설명된 임의의 방법 또는 시스템 실시예들에 의해 사용될 수 있고, 사용자에게 디스플레이하기 위해 포맷이 만들어질 수 있고, 다른 소프트웨어 모듈, 방법 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다. 또한 결과들은 "영구적으로", "반영구적으로", "임시적으로" 또는 일정 기간 동안 저장될 수 있다. 예를 들어, 메모리는 RAM(Random Access Memory)일 수 있으며 결과들이 반드시 메모리 내에서 무기한으로 지속되지는 않을 수 있다.
- [0073] 위에서 설명된 방법의 실시예들 각각은 본 명세서에 설명된 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)을 포함할 수 있다는 것이 추가로 고려된다. 또한, 위에서 설명된 방법의 실시예들 각각은 본 명세서에 설명된 임의의 시스템들에 의해 수행될 수 있다.
- [0074] 통상의 기술자는 본 명세서에 설명된 구성요소 동작들, 디바이스들, 객체들 및 이들에 수반되는 논의가, 개념적 명확성을 위해 예시들로서 사용되며 다양한 구성 수정들이 고려된다는 것을 인식할 것이다. 결과적으로, 본 명세서에서 사용된 것과 같은, 제시된 특정한 예시들 및 수반되는 논의는 그들의 보다 더 일반적인 부류들을 표시하도록 의도된다. 일반적으로, 임의의 특정 예시의 사용은 그 부류를 표시하도록 의도되었으며, 특정 구성요소들, 동작들, 디바이스들 및 객체들을 포함하지 않는 것이 제한하는 것으로 여겨져서는 안 된다.
- [0075] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "상단", "바닥", "위", "아래", "상부", "위로", "하부", "아래" 및 "아래로"와 같은 방향성 용어들은, 설명의 목적들을 위해 상대적인 위치들을 제공하도록 의도되었으며, 참조의 절대적인 프레임을 지칭하도록 의도된 것은 아니다. 설명된 실시예들에 대한 다양한 수정들이 통상의 기술자에게 자명할 것이며, 본 명세서에서 정의된 일반적인 원리들은 다른 실시예들에 적용될 수 있다.
- [0076] 본 명세서에서 실질적으로 임의의 복수 및/또는 단수 용어들의 사용과 관련하여, 통상의 기술자는 문맥 및/또는 적용에 적절하도록 복수에서 단수로 및/또는 단수에서 복수로 바꿀 수 있다. 다양한 단수/복수 치환들이 명확성을 위해 본 명세서에 명시적으로 제시되지 않는다.
- [0077] 본 명세서에 설명된 주제는, 다른 구성요소들 내에 포함되거나 다른 구성요소들과 연결된 상이한 구성요소들을 때때로 예시한다. 그러한 묘사된 아키텍처들은 단지 예시일 뿐이며, 사실 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 아키텍처들이 구현될 수 있음이 이해되어야 한다. 개념적인 의미로, 동일한 기능을 달성하기 위한 구성요소들의 임의의 배열은 원하는 기능이 달성되도록 효과적으로 "연관"된다. 따라서, 본 명세서에서 특정 기능을 달성하기 위해 결합된 임의의 두 개의 구성요소들은, 아키텍처들 또는 중간 구성요소들에 관계없이, 원하는 기능이 달성되도록 서로 "연관된" 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로, 이와 같이 연관된 임의의 두 개의 구성요소들은 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "연결" 또는 "결합"되는 것으로도 볼 수 있으며, 그렇게 연관될 수 있는 임의의 두 개의 구성요소들은 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "결합 가능한" 것으로도 볼 수 있다. 결합 가능한 것의 특정 예시들은, 이에 제한되는 것은 아니지만, 물리적으로 메이팅 가능하고/하거나 물리적으로 상호작용하는 구성요소들 및/또는 무선으로 상호작용 가능하고/하거나 무선으로 상호작용하는 구성요소들 및/또는 논리적으로 상호작용하고/하거나 논리적으로 상호작용 가능한 구성요소들을 포함한다.
- [0078] 또한, 발명은 첨부된 청구항들에 의해 정의된다는 것이 이해되어야 한다. 일반적으로, 본 명세서, 특히 첨부된 청구항들(예를 들어, 첨부된 청구항들의 본문)에서 사용된 용어들은 일반적으로 "개방된" 용어들로 의도된다는 것(예를 들어, "포함하는"이라는 용어는 "포함하지만 이에 한정되지 않는"으로 해석되어야 하고, "갖는"이라는 용어는 "적어도 갖는"으로 해석되어야 하며, "포함한다"는 "포함하지만 이에 한정되지 않는다"로 해석되어야 하는 등)를 통상의 기술자는 이해할 것이다. 또한, 도입된 청구항 서술의 특정 개수가 의도된 경우, 이러한 의도는 청구항에 명시적으로 서술될 것이며, 그러한 서술이 없는 경우 그러한 의도가 존재하지 않는다는 것이 통상의 기술자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위해, 아래 첨부된 청구항들은 청구항 서술들을 도입하기 위해 "적어도 하나" 및 "하나 이상"이라는 도입 문구들의 사용을 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 문구들의 사용은, 부정관사들 "a" 또는 "an"에 의한 청구항 서술의 도입이, 그러한 도입된 청구항 서술을 포함하는 임의의 특정 청구항을, 그러한 서술을 오직 하나만 포함하는 발명으로 제한하는 것을 의미하는 것으로 해석되어서는 안 되고, 동일한 청구항이 "하나 이상" 또는 "적어도 하나"라는 도입 구문들과 "a" 또는 "an"과 같은 부정관사들을 포함하는 경우에도 그러하며(예를 들어, "a" 및/또는 "an"은 일반적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상"을 의미하는 것으로 해석되어야 한다); 청구항 서술들을 도입하기 위해 사용되는 정관사들의 사용에 대해서도 마찬가지이다. 또한, 도입된 청구항 서술의 특정 개수가 명시적으로 서술되더라도, 통상의 기술자는 그러한

서술이 일반적으로 적어도 서술된 개수를 의미하는 것으로 해석되어야 함을 인식할 것이다(예를 들어, 다른 수식어들 없이, 있는 그대로의 서술인 "2개의 서술들"은, 일반적으로 적어도 2개의 서술들, 또는 2개 이상의 서술들을 의미한다). 또한, "A, B, 및 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 관례가 사용되는 경우들에서, 일반적으로 이러한 구성은 통상의 기술자가 관례를 이해할 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은, 이에 제한되는 것은 아니지만, A를 단독으로, B를 단독으로, C를 단독으로, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B, 및 C를 함께 등을 갖는 시스템들을 포함할 것이다). "A, B, 또는 C 등 중 적어도 하나"와 유사한 관례가 사용되는 경우들에서, 일반적으로 이러한 구성은 통상의 기술자가 관습을 이해할 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B, 또는 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템"은, 이에 제한되는 것은 아니지만, A를 단독으로, B를 단독으로, C를 단독으로, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B, 및 C를 함께 등을 갖는 시스템들을 포함할 것이다). 또한, 2개 이상의 대안적인 용어들을 제시하는 사실상 임의의 택일적 단어 및/또는 문구는, 명세서에, 청구항들에, 또는 도면들에 있든 간에, 용어들 중 하나, 용어들 중 어느 하나, 또는 두 용어들을 포함하는 가능성들을 고려하는 것으로 이해되어야 한다는 것이 통상의 기술자에게 이해될 것이다. 예를 들어, "A 또는 B"라는 문구는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성들을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

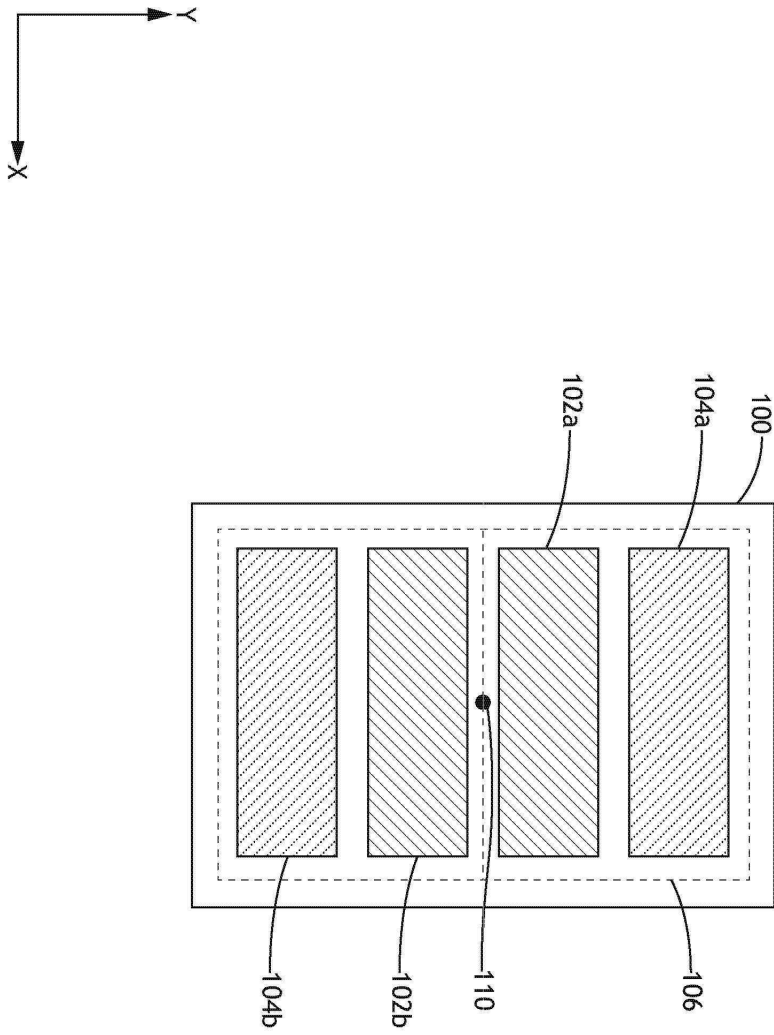
[0079] 본 개시 및 그에 수반되는 많은 이점들은 전술한 설명에 의해 이해될 것으로 여겨지며, 개시된 주제를 벗어나지 않고 또는 그 재료 이점들 전부를 희생시키지 않고 구성요소들의 형태, 구성 및 배열에 다양한 변경들이 이루어질 수 있음이 명백할 것이다. 설명된 형태는 단지 설명을 위한 것이며, 그러한 변경들을 포함하고 망라하는 것이 아래 청구항들의 의도이다. 또한, 본 발명은 첨부된 청구항들에 의해 정의된다는 것이 이해되어야 한다.

도면

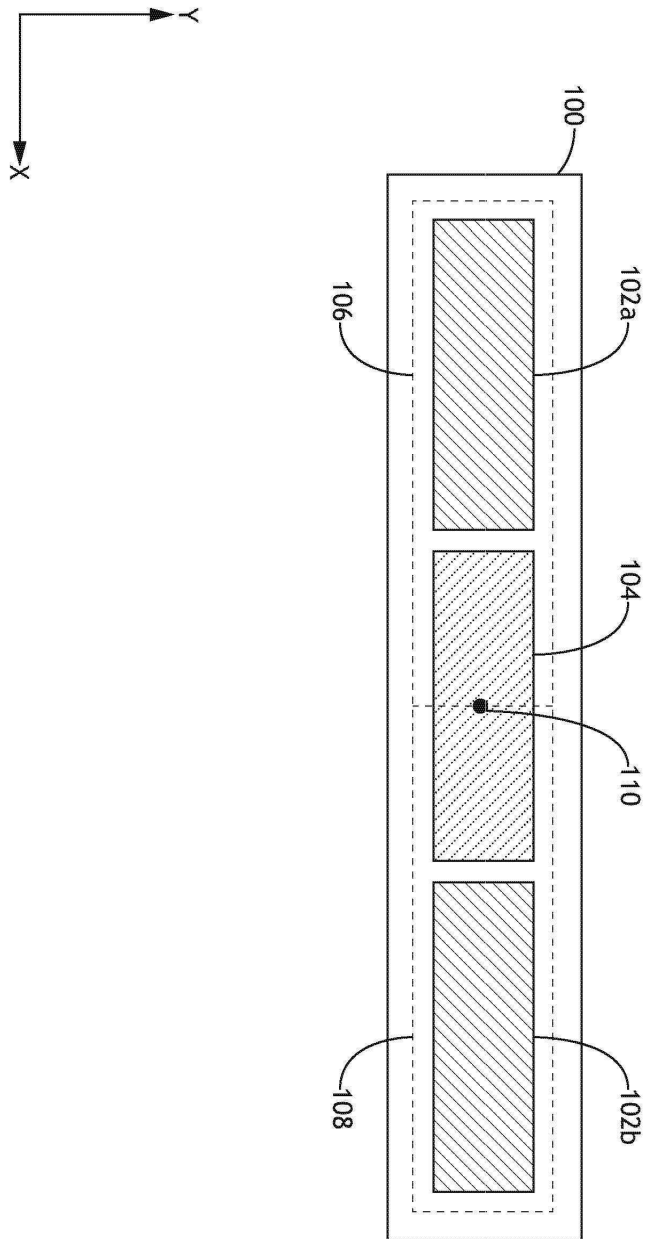
도면1a



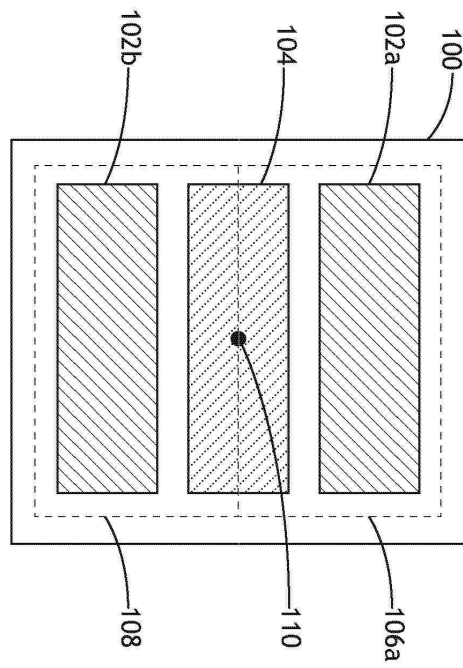
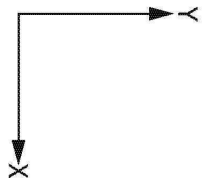
도면1b



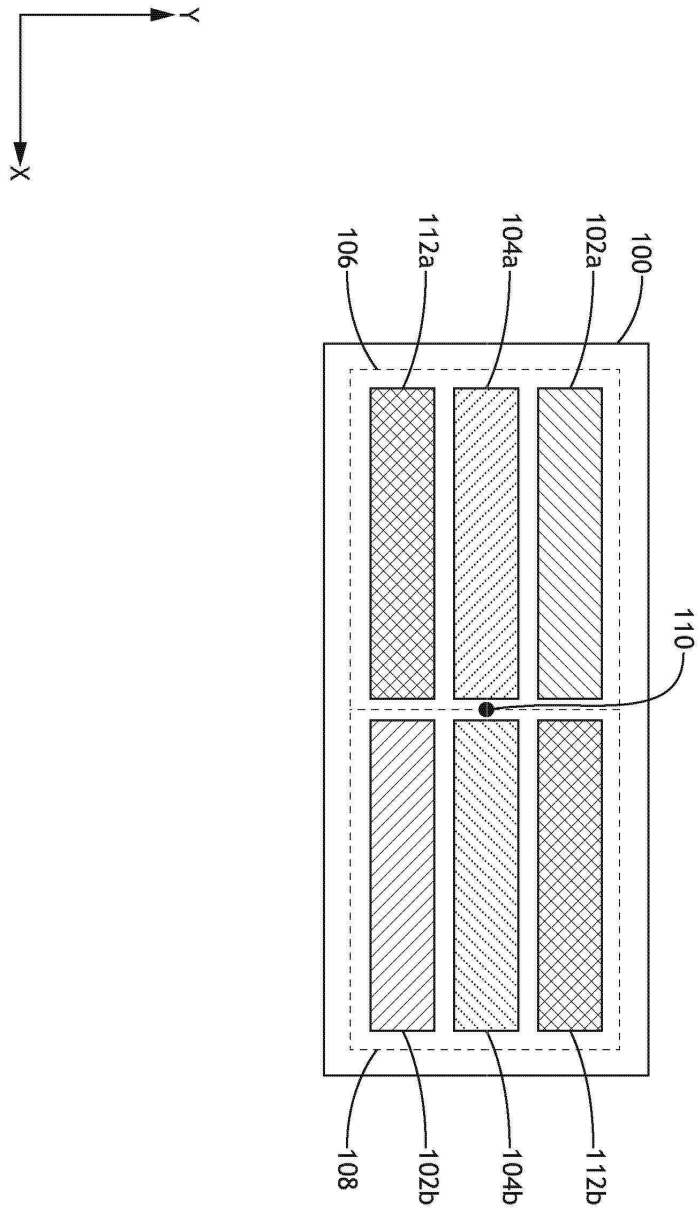
도면1c



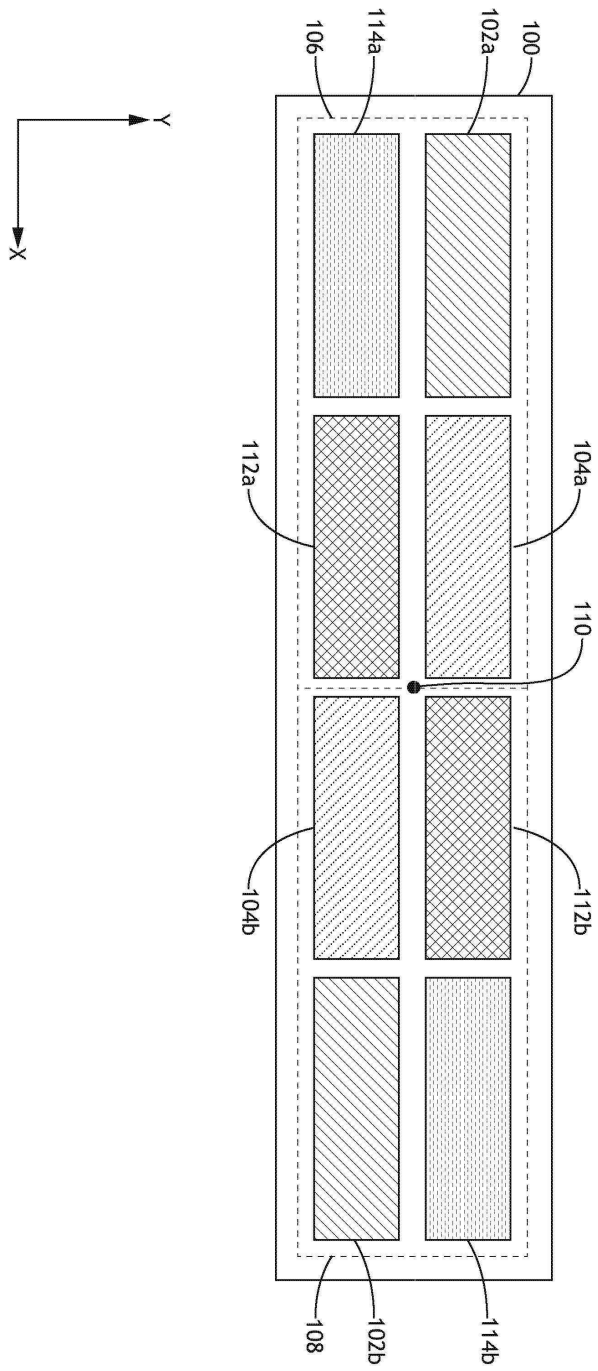
도면1d



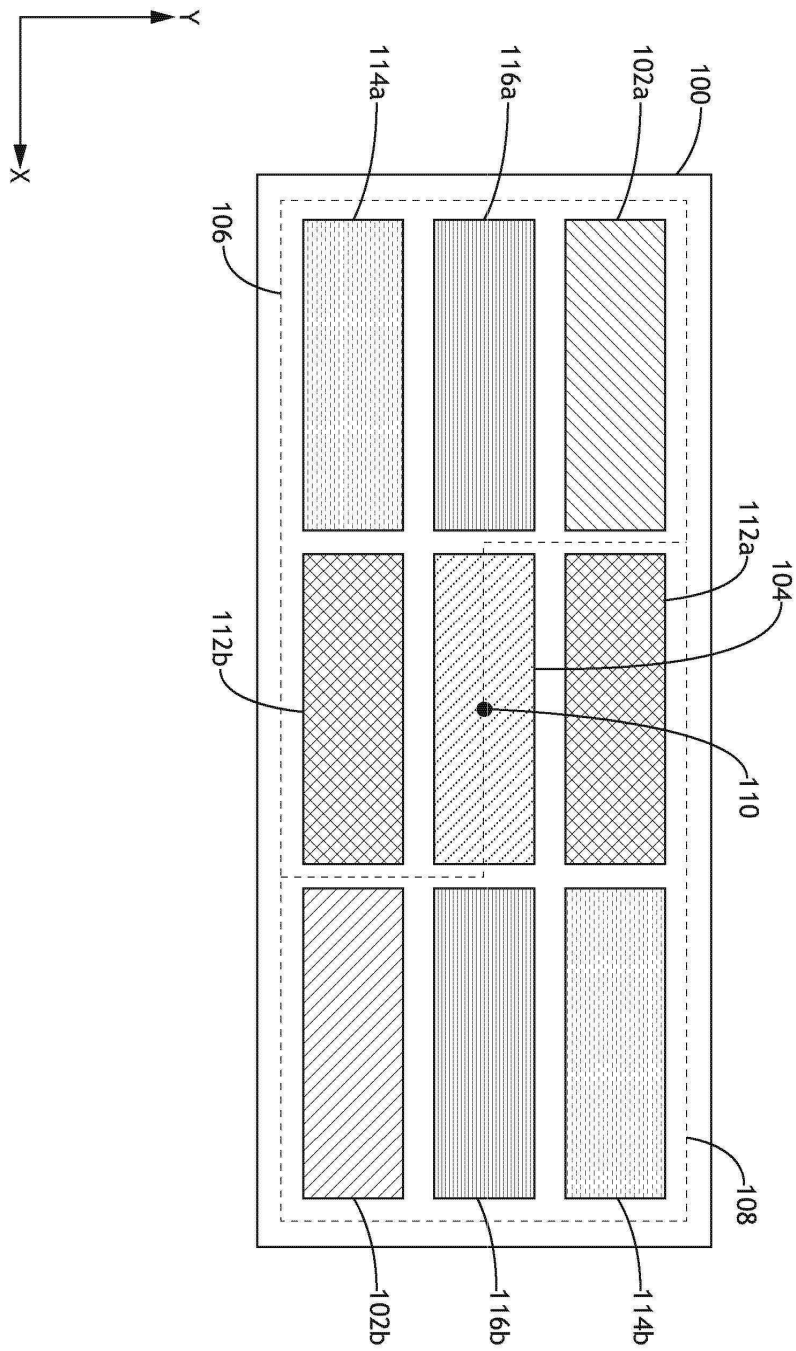
도면1e



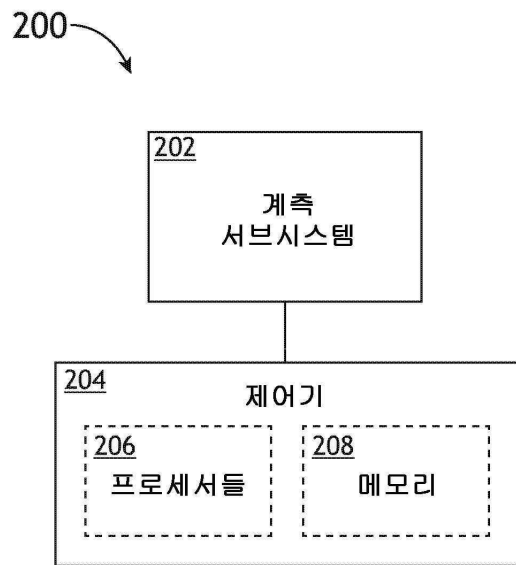
도면1f



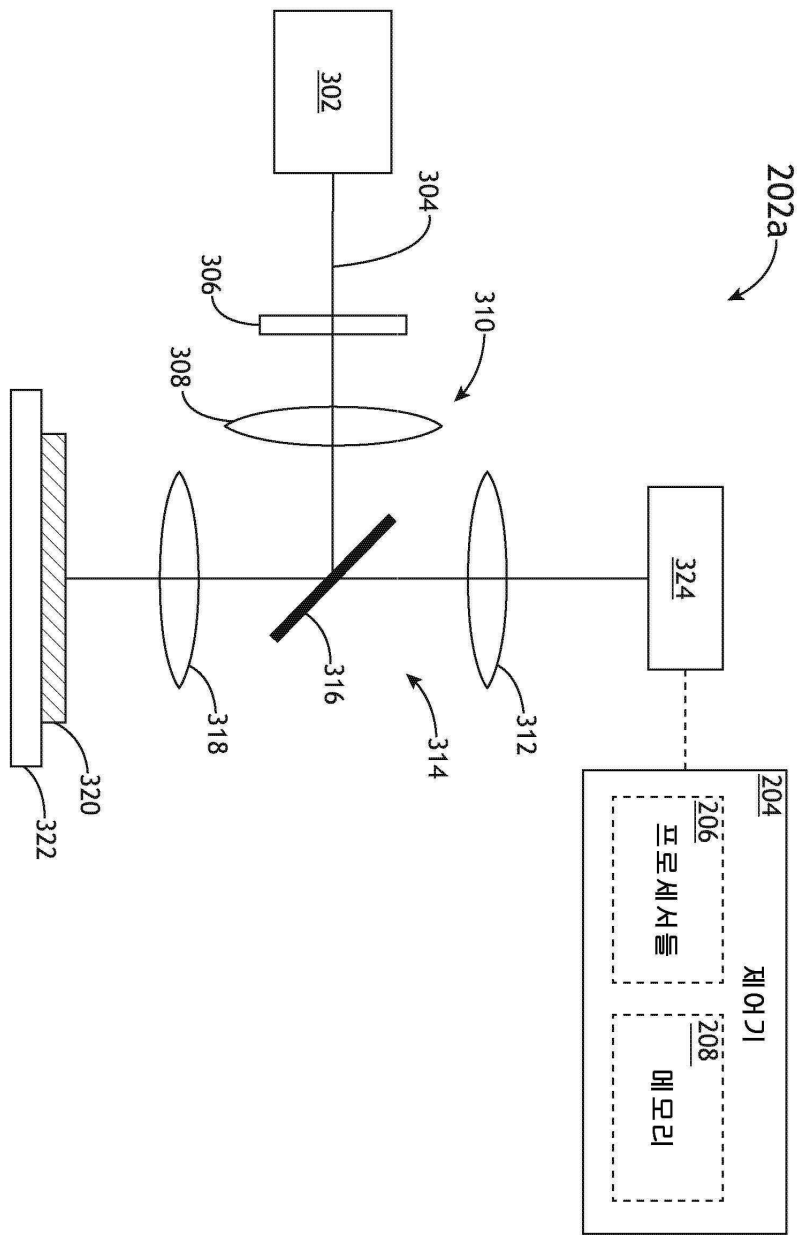
도면1g



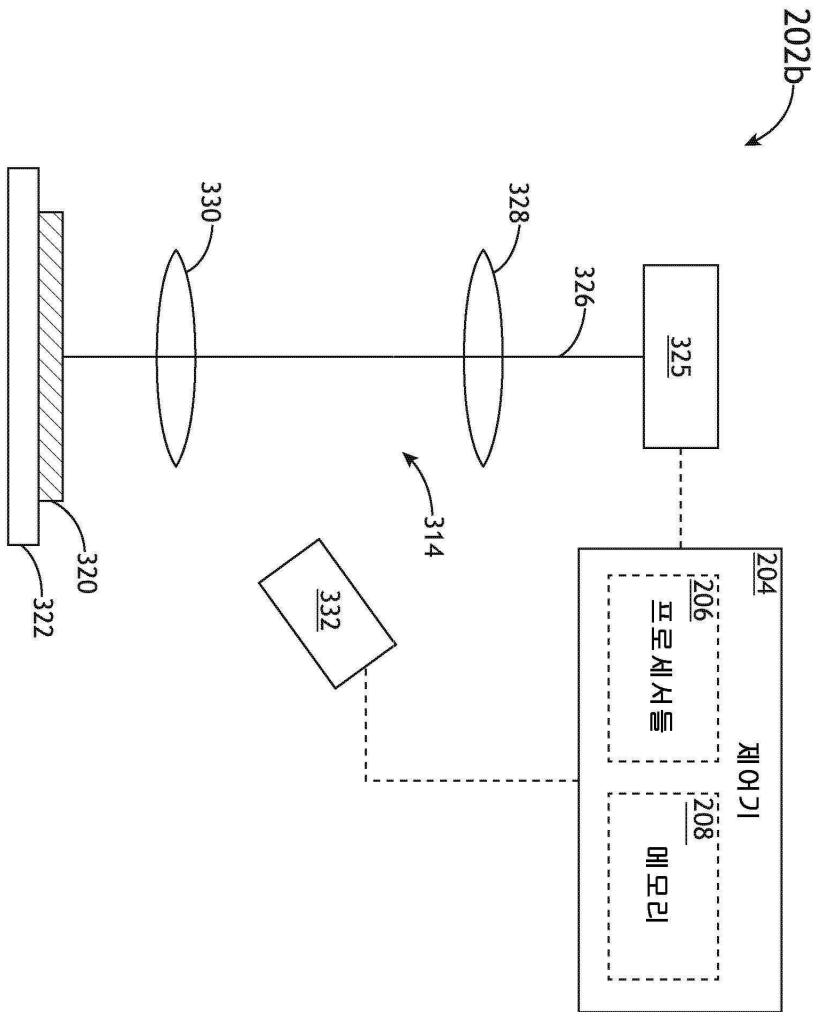
도면2



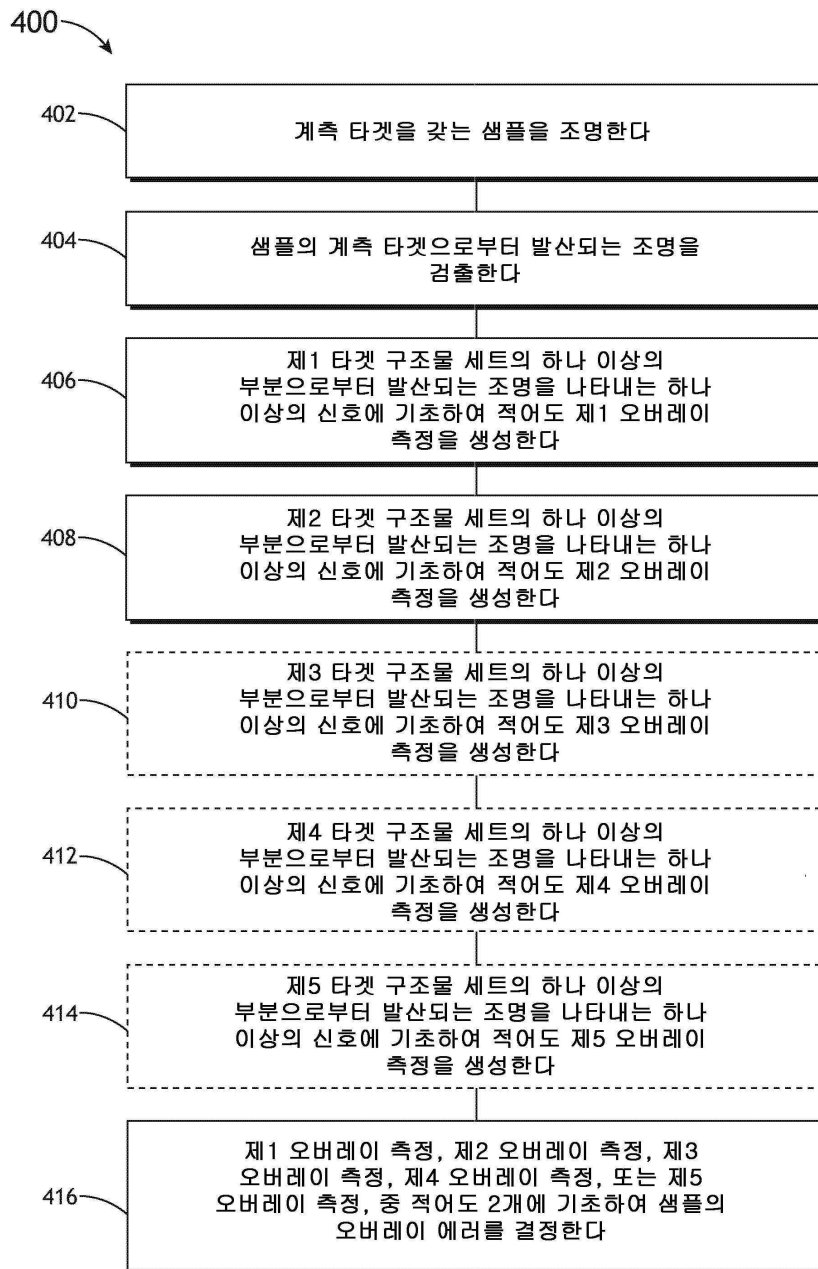
도면3a



도면3b



도면4



도면5

