(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월23일
(11) 등록번호 10-2812583
(24) 등록일자 2025년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/27 (2006.01) *G01N 21/47* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/272 (2013.01)
G01N 21/47 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7021572
(22) 출원일자(국제) 2021년11월30일
심사청구일자 2024년08월29일
(85) 번역문제출일자 2023년06월26일
(65) 공개번호 10-2023-0116841
(43) 공개일자 2023년08월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/061296
(87) 국제공개번호 WO 2022/125340
국제공개일자 2022년06월16일
(30) 우선권주장
17/119,536 2020년12월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160055967 A*
KR1020170003951 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
케이엘에이 코포레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크놀로지 드라이브
(72) 발명자
파스코버 유리
이스라엘 3056017 빈야미나 서라 스트리트 32에이
지도르 이타이
이스라엘 4287000 할레비 바이트 할레비 317
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김태홍, 김진희

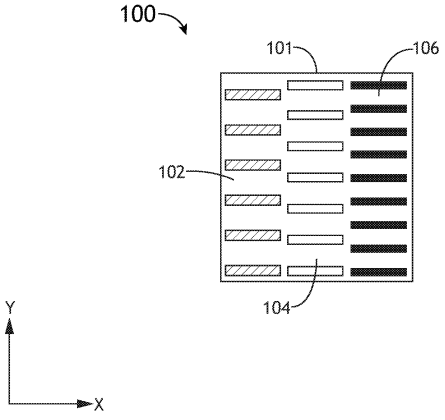
전체 청구항 수 : 총 24 항 심사관 : 한동기

(54) 발명의 명칭 **온 더 플라이 산란계측 오버레이 계측 타겟**

(57) 요 약

본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟이 개시된다. 계측 타겟은 제1 피치를 갖는 제1 세트의 패턴 엘리먼트들을 포함하며, 여기서 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다. 계측 타겟은 제2 피치를 갖는 제2 세트의 패턴 엘리먼트들을 포함하며, 여기서 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다. 계측 타겟은 제3 피치를 갖는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들을 포함하며, 여기서 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다.

대 표 도 - 도1a



(52) CPC특허분류
G03F 7/70633 (2023.05)
G03F 7/70683 (2023.05)
(72) 발명자
루바쉐프스키 유발
이스라엘 3436606 하이파 스몰렌스킨 스트리트 22
레빈스키 블라디미르
이스라엘 23100 미그달 하에멕 헤르몬 9
볼프만 알렉산더
이스라엘 23024 미그달 하에멕 하네시임 스트리트 12/10
유지엘 요람
이스라엘 20180 요드팟 하마갈 스트리트 17

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 셀을 포함하는 계측 타겟에 있어서, 상기 제1 셀은,

제1 샘플층에서 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -;

제2 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 및

상기 제1 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -

을 포함하며, 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된 것인 계측 타겟.

청구항 2

제1항에 있어서,

제2 셀

을 더 포함하고,

상기 제2 셀은,

상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -;

상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제2 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -; 및

상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -

을 포함하며, 상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들 상에 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된 것인 계측 타겟.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 계측 타겟은 산란계측 기반 오버레이(scatterometry-based overlay; SCOL) 계측 모드와 호환가능한 것인 계측 타겟.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 계측 타겟은 하나 이상의 온 더 플라이(on-the-fly) 계측 모드와 호환가능한 것인 계측 타겟.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 계측 타겟.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 샘플은 반도체 웨이퍼를 포함하는 것인 계측 타겟.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 계측 타겟.

청구항 8

시스템에 있어서,

하나 이상의 계측 서브시스템에 통신가능하게 커플링된 하나 이상의 프로세서를 갖는 하나 이상의 제어기

를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로세서는 메모리에서 유지된 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성되고, 상기 프로그램 명령어들의 세트는 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금:

하나 이상의 검출기로부터, 상기 하나 이상의 계측 서브시스템의 하나 이상의 동공 평면에서, 샘플 상의 하나 이상의 계측 타겟 상으로의 조명 빔의 회절 차수들과 연관된 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 신호를 수신하고 - 상기 샘플의 상기 하나 이상의 계측 타겟은 제1 셀을 포함하고, 상기 제1 셀은,

제1 샘플층에서 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 - ;

제2 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 - ; 및

상기 제1 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -

을 포함함 -;

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의한 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나와 연관된, 상기 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터 수신된 상기 신호에 기초하여 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이 오차 측정치를 생성하게 하도록 구성된 것인 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 샘플의 상기 하나 이상의 계측 타겟은 제2 셀을 더 포함하고,

상기 제2 셀은,

상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -;

상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제2 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -; 및

상기 제1 샘플층에서의 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분

을 포함하고, 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제2 측정 방향을 따라 형성되고, 상기 프로그램 명령어들의 세트는 또한, 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금:

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들에 의한 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나와 연관된, 상기 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터 수신된 상기 신호에 기초하여 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이 오차 측정치를 생성하게 하도록 구성된 것인 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 시스템.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 서브시스템은,

상기 조명 빔을 생성하도록 구성된 조명 소스;

상기 조명 소스로부터의 상기 조명 빔을 상기 샘플 상으로 지향시키도록 구성된 하나 이상의 조명 엘리먼트;

상기 신호의 생성을 위해 상기 샘플로부터 방출되는 조명을 수집하고 상기 조명을 상기 하나 이상의 검출기로 지향시키도록 구성된 하나 이상의 투사 엘리먼트

를 포함한 것인 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 서브시스템은 하나 이상의 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 서브시스템을 포함하는 것인 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

제1 오버레이 측정치, 제2 오버레이 측정치, 및 제3 오버레이 측정치가 온 더 플라이 방식으로 취득되는 것인 시스템.

청구항 14

제8항에 있어서,

상기 샘플은 반도체 웨이퍼를 포함하는 것인 시스템.

청구항 15

제8항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 시스템.

청구항 16

오버레이를 측정하는 방법에 있어서,

하나 이상의 계측 타겟을 갖는 샘플을 조명하는 단계;

샘플 상의 하나 이상의 계측 타겟 상으로의 조명 빔의 회절 차수들과 연관된 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나를 표시하는 하나 이상의 신호를 검출하는 단계 - 상기 샘플의 상기 하나 이상의 계측 타겟은 제1 셀을 포함하고, 상기 제1 셀은,

제1 샘플층에서 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 - ;

제2 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 - ; 및

상기 제1 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -

을 포함함 -; 및

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의한 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나와 연관된, 상기 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터 수신된 상기 신호에 기초하여 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이 오차 측정치를 생성하는 단계

를 포함하는 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 샘플의 상기 하나 이상의 계측 타겟은 제2 셀을 더 포함하고,

상기 제2 셀은,

상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -;

상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제2 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -; 및

상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 제3 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -

을 포함하며,

상기 방법은,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들에 의한 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나와 연관된, 상기 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터 수신된 상기 신호에 기초하여 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이 오차 측정치를 생성하는 단계

를 더 포함한 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 타겟은 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드와 호환가능한 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

제1 오버레이 측정치, 제2 오버레이 측정치, 및 제3 오버레이 측정치가 온 더 플라이 방식으로 취득되는 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 샘플은 반도체 웨이퍼를 포함하는 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된, 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는,

+1 회절 차수들 및 -1 회절 차수들

중 적어도 하나를 포함한 것인 오버레이를 측정하는 방법.

청구항 23

계측 타겟을 형성하는 방법에 있어서,

제1 셀을 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 제1 셀은,

제1 샘플층에서 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제1 세트

의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -;

제2 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 및

상기 제1 샘플층에서 상기 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분

을 포함하고, 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함하며, 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분들에 의해 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는 상기 제1 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된 것인 계측 타겟을 형성하는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

제2 셀을 형성하는 단계

를 더 포함하고,

상기 제2 셀은,

상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -;

상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분 - 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제2 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성됨 -; 및

상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분

을 포함하고, 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분은 상기 제1 샘플층에서 상기 제2 측정 방향을 따라 형성되고, 상기 샘플이 움직이는 중일 때 상기 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 상기 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 상기 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분들 상에 입사된 조명 빔의 회절 차수들의 세기 및 위상 변동들 중, 적어도 하나는 상기 제2 측정 방향을 따른 상기 제1 샘플층과 상기 제2 샘플층 사이의 오버레이와 상관된 것인 계측 타겟을 형성하는 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 일반적으로 오버레이 계측에 관한 것이며, 더 구체적으로는, 온 더 플라이(on-the-fly) 산란계측 오버레이 계측에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 오버레이 계측 타겟들은 일반적으로, 관심 샘플 층들 상에 위치된 타겟 피처들을 갖는 오버레이 타겟을 특성화(characterizing)함으로써 샘플의 다중 층들의 정렬에 관한 진단 정보를 제공하도록 설계된다. 또한, 다중 층들의 오버레이 정렬은 일반적으로 샘플에 걸친 다양한 위치들에서 다중 오버레이 타겟들의 오버레이 측정치들을 집계함으로써 결정된다. 일부 오버레이 계측 타겟들(예를 들어, 산란계측 오버레이(scatterometry overlay; SCOL) 계측 타겟들)은 계측 측정들을 결정하기 위해 분석될 수 있는 회절 패턴들을 생성하도록 구성된 주기적 구조들을 포함한다. 회절 패턴들은 주기적 구조들을 이들의 측정 방향을 따라(예를 들어, 격자의 엘리먼트들에 수직으로) 조명함으로써 생성된다. 전형적인 SCOL 계측 타겟들은 복수의 셀들 내에 포함된 주기적 구조들을 포함하며, 여기서, 주기적 구조들은 적어도 두 개의 측정 방향들을 따른 조명을 위해 구성된다. 그러나, 복수의 셀들을 포함하는 전형적인 SCOL 계측 타겟들은 샘플의 더 큰 표면적을 점유하고, 이러한 타겟들을 사용하는 계측 측정들은 단일 측정 방향을 따른 계측 측정을 위해 구성된 셀들을 갖는 SCOL 계측 타겟들과 비교할 때 더 많은 시간을 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 따라서, 단일 측정 방향을 따른 계측 측정을 위해 구성된 셀들을 갖는 SCOL 계측 타겟을 갖는 것이 유익할 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟이 개시된다. 일 실시예에서, 계측 타겟은 제1 셀을 포함한다. 다른 실시예에서, 제1 셀은 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분을 포함하고, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다. 다른 실시예에서, 계측 타겟은 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분을 포함하고, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다. 다른 실시예에서, 계측 타겟은 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분을 포함하고, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함한다.

[0005] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 시스템은 하나 이상의 계측 서브시스템에 통신가능하게 커플링된 하나 이상의 프로세서를 갖는 하나 이상의 제어기를 포함하며, 하나 이상의 프로세서는 메모리에서 유지되는 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성되며, 프로그램 명령어들의 세트는 하나 이상의 프로세서로 하여금, 하나 이상의 계측 서브시스템으로부터, 샘플의 하나 이상의 계측 타겟의 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호를 수신하고 - 샘플의 하나 이상의 계측 타겟은 제1 셀을 포함하고, 제1 셀은, 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 및 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -을 포함함 -; 제1 세트의 패턴 엘리먼트들에 기초하여 제1 오버레이 측정치를 취득하고; 제2 세트의 패턴 엘리먼트들에 기초하여 제2 오버레이 측정치를 취득하고; 제3 세트의 패턴 엘리먼트들에 기초하여 제3 오버레이 측정치를 취득하고; 제1 오버레이 측정치, 제2 오버레이 측정치, 또는 제3 오버레이 측정치 중, 적어도 두 개에 기초하여 오버레이 오차를 결정하게 하도록 구성된다.

[0006] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 오버레이를 측정하는 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 방법은 하나 이상의 계측 타겟을 갖는 샘플을 조명하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은, 샘플의 하나 이상의 계측 타겟의 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호를 검출하는 단계를 포함하고, 샘플의 하나 이상의 계측 타겟은 제1 셀을 포함하고, 제1 셀은, 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 및 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -을 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 제1 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제1 오버레이 측정치를 취득하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 제2 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제2 오버레이 측정치를 취득하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 제3 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제3 오버레이 측정치를 취득하는 단계를 포함한다. 다른 실시예에서, 방법은 제1 오버레이 측정치, 제2 오버레이 측정치, 또는 제3 오버레이 측정치 중, 적어도 하나에 기초하여 오버레이 오차를 결정하는 단계를 포함한다.

[0007] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 계측 타겟을 형성하는 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 방법은 제1 셀을 형성하는 단계를 포함하며, 제1 셀은, 제1 측정 방향을 따라 형성된 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제1 세트의 패턴 엘리먼트들은 제1 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 제1 측정 방향을 따라 형성된 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제2 세트의 패턴 엘리먼트들은 제2 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -; 및 제1 측정 방향을 따라 형성된 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분 - 제3 세트의 패턴 엘리먼트들은 제3 피치를 갖는 세그먼트화된 패턴 엘리먼트들을 포함함 -을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0008] 본 개시의 수많은 장점들은 첨부 도면들을 참조함으로써 본 발명분야의 당업자에 의해 보다 잘 이해될 수 있다:

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 측면도이다.

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

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

도 4는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법의 단계들을 도시하는 공정 흐름도이다.

도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 계측 타겟을 형성하는 방법의 단계들을 도시하는 공정 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 반도체 디바이스는 기판 상에 패터닝된 물질의 다중 피인쇄(printed) 층들로서 형성될 수 있다. 각각의 피인쇄 층은, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 물질 성막 단계, 하나 이상의 리소그래피 단계, 또는 하나 이상의 에칭 단계와 같은 일련의 공정 단계를 통해 제조될 수 있다. 일부 제조 공정들에서, 피인쇄 층들은 하나 이상의 포토레지스트 물질을 사용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 포토레지스트 물질이 기판 상에 성막될 수 있다. 이어서, 포토레지스트 물질이 조명에 노출될 수 있고, 조명은 포토레지스트 물질 상에 잠재적 타겟 패턴을 생성한다. 이어서, 잠재적 타겟 패턴(또는 잠재적 타겟 패턴으로부터 형성되는 현상된 타겟 패턴)은 오버레이 및/또는 계측 응용들에서 사용하기 위해 기판 상에 최종 타겟 패턴을 형성하도록 구성된 하나 이상의 리소그래피 및/또는 하나 이상의 에칭 단계를 위한 패턴으로서 사용될 수 있다. 다른 제조 공정들에서, 포토레지스트 물질은 포토레지스트 물질 상에 잠재적 타겟 패턴을 생성하기 위해 조명에 노출되고, 오버레이 및/또는 계측 응용들에서 잠재적 타겟 패턴(또는 잠재적 타겟 패턴으로부터 형성되는 현상된 타겟 패턴)이 사용된다.

[0010] 제조 동안, 각각의 피인쇄 층은 일반적으로 최종 디바이스를 적절히 구성하기 위해 선택된 허용오차 내에서 제조되어야 한다. 예를 들어, 각 층에서의 피인쇄 엘리먼트들의 상대적 배치(예를 들어, 오버레이 또는 오버레이 파라미터들)는 이전에 제조된 층들에 대해 잘 특성화되고 제어되어야 한다. 따라서, 층들의 오버레이의 효율적인 특성화를 가능하게 하기 위해, 계측 타겟들이 하나 이상의 피인쇄 층들 상에 제조될 수 있다. 따라서, 피인쇄 층 상의 오버레이 타겟 피처들의 편차는 해당 층 상의 피인쇄 디바이스 피처들의 피인쇄 특성들의 편차를 나타낼 수 있다. 또한, 하나의 제조 단계(예컨대, 하나 이상의 샘플 층의 제조 후)에서 측정된 오버레이는 후속 제조 단계에서의 추가 샘플 층의 제조를 위한 공정 툴(예컨대, 리소그래피 툴 등)을 정밀하게 정렬하기 위한 정정가능자(correctable)들을 생성하기 위해 사용될 수 있다.

[0011] 계측 타겟들은 일반적으로 하나 이상의 인쇄 특성들의 정확한 표현을 제공하도록 설계된 잘 정의된 피인쇄 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, (예를 들어, 계측 툴에 의해) 계측 타겟의 피인쇄 엘리먼트들의 측정된 특성들은 제조 중에 있는 디바이스와 연관된 피인쇄 디바이스 엘리먼트들을 나타낼 수 있다. 또한, 계측 타겟들은 일반적으로 하나 이상의 측정 셀을 갖는 것으로서 특성화되며, 각각의 셀은 샘플 상의 하나 이상의 층에서의 피인쇄 엘리먼트들을 포함한다. 이어서, 계측 측정은 단일 셀 내의 또는 다중 셀들 사이의 피인쇄 엘리먼트들의 크기, 배향, 또는 위치(예컨대, 패턴 배치)의 측정들의 임의의 조합에 기초할 수 있다. 예를 들어, 오버레이 계측 타겟의 하나 이상의 셀은, 각각의 층의 엘리먼트들의 상대적 위치들이 특정 층에서의 오프셋 오차(예를 들어, 패턴 배치 오차(pattern placement error; PPE))들 또는 샘플 층들 사이의 레지스트레이션(registration) 오차와 연관된 오버레이 오차를 나타낼 수 있도록 배열된 두 개 이상의 샘플 층들 상의 피인쇄 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 공정 감응적 계측 타겟들은 단일 샘플 층 상의 피인쇄 엘리먼트들을 포함할 수 있으며, 여기서 피인쇄 엘리먼트들의 하나 이상의 특성(예컨대, 폭 또는 임계 치수(critical dimension; CD), 측벽 각도, 위치, 등)은, 비제한적인 예시로서, 리소그래피 단계 동안의 조명의 선량 또는 리소그래피 단계 동안의 리소그래피 툴에서의 샘플의 초점 위치를 포함하는 하나 이상의 공정 메트릭(metric)을

나타낸다.

[0012] 오버레이 계측은 일반적으로 샘플에 걸쳐 하나 이상의 오버레이 타겟을 제조함으로써 수행되며, 각각의 오버레이 타겟은 제조 중에 있는 디바이스 또는 컴포넌트와 연관된 피처들과 동시에 제조되는, 관심 샘플 층들 내의 피처들을 포함한다. 이와 관련하여, 오버레이 타겟의 위치에서 측정된 오버레이 오차들은 디바이스 피처들의 오버레이 오차들을 나타낼 수 있다. 따라서, 오버레이 측정치는 명시된 허용오차에 따라 디바이스들의 생산을 유지하기 위해 임의의 수의 제조 툴을 모니터링 및/또는 제어하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 하나의 샘플 상의 이전 층에 대한 현재 층의 오버레이 측정치는 로트(lot) 내의 추가 샘플들 상의 현재 층의 제조의 편차를 모니터링 및/또는 완화하기 위한 피드백 데이터로서 활용될 수 있다. 다른 예시로서, 하나의 샘플 상의 이전 층에 대한 현재 층의 오버레이 측정치는 기존 층 정렬을 고려하는 방식으로 동일한 샘플 상의 후속 층을 제조하기 위한 피드포워드 데이터로서 활용될 수 있다.

[0013] 오버레이 타겟들은 일반적으로 관심 샘플 층들 사이의 오버레이 오차에 감응하도록 특별히 설계된 피처들을 포함한다. 이어서, 오버레이 계측 툴을 사용하여 오버레이 타겟을 특성화하고 계측 툴의 출력에 기초하여 샘플 상에서의 오버레이 오차를 결정하기 위한 알고리즘을 적용함으로써 오버레이 측정이 수행될 수 있다.

[0014] 오버레이 측정 기법에 관계없이, 오버레이 계측 툴은 일반적으로 오버레이 신호를 생성하는 데 활용되는 측정 파라미터들의 세트를 포함하는 레시피(recipe)에 따라 구성가능하다. 예를 들어, 오버레이 계측 툴의 레시피는, 비제한적인 예시로서, 조명 파장, 샘플로부터 방출되는 복사선의 검출된 파장, 샘플 상의 조명의 스폿(spot) 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 오버레이 타겟 상의 입사 조명 빔의 위치, 오버레이 계측 툴의 초점 볼륨(focal volume) 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다. 따라서, 오버레이 레시피는 둘 이상의 샘플 층들의 오버레이를 결정하는 데 적절한 오버레이 신호를 생성하기 위한 측정 파라미터들의 세트를 포함할 수 있다.

[0015] 오버레이 계측 툴들은 샘플 층들의 오버레이를 결정하기 위해 다양한 기술들을 활용할 수 있다. 예를 들어, 이미지 기반 오버레이 계측 툴들은 오버레이 타겟(예를 들어, 고급 이미징 계측(advanced imaging metrology; AIM) 타겟, 박스 내 박스(box-in-box) 계측 타겟 등)을 조명하고, 상이한 샘플 층들 상에 위치된 오버레이 타겟 피처들의 이미지를 포함하는 오버레이 신호를 캡처할 수 있다. 따라서, 오버레이는 오버레이 타겟 피처들의 상대적 위치들을 측정함으로써 결정될 수 있다. 다른 예시로서, 산란계측 기반 오버레이 계측 툴들은 오버레이 타겟(예컨대, 격자 위 격자(grating-over-grating) 계측 타겟 등)을 조명하고, 조명 빔의 회절, 산란, 및/또는 반사와 연관된, 오버레이 타겟으로부터 방출되는 복사선의 각도 분포를 포함하는 오버레이 신호를 캡처할 수 있다. 따라서, 오버레이는 오버레이 타겟과의 조명 빔의 상호작용의 모델들에 기초하여 결정될 수 있다.

[0016] 오버레이를 측정하기 위해 다양한 오버레이 계측 툴들이 사용될 수 있다는 것이 본원에서 인식된다. 예를 들어, 광학 계측 툴(예를 들어, 조명 및/또는 검출을 위해 전자기 복사선을 사용하는 광 기반 계측 툴)은, 비제한적인 예시로서, 이미지 내의 다중 층들 상에서의 공간적으로 분리된 피처들의 상대적 위치를 결정하는 것, 다중 층들 상의 PPE를 직접 측정하는 것, 또는 다중 층들 상의 회절 격자들로부터 산란되고 및/또는 회절되는 광에 기초하여 오버레이가 결정되는 산란계측과 같은 다수의 기술들을 사용하여 고처리량 오버레이 측정들을 제공할 수 있다. 본 개시의 목적을 위해, 용어 "광학 계측 툴", "광학 계측 기술" 등은, 비제한적인 예시로서, x선 파장, 극자외선(extreme ultraviolet; EUV) 파장, 진공 자외선(vacuum ultraviolet; VUV) 파장, 딥 자외선(deep ultraviolet; DUV) 파장, 자외선(ultraviolet; UV) 파장, 가시 파장, 또는 적외선(infrared; IR) 파장과 같은 임의의 파장의 전자기 복사선을 사용하는 계측 툴 및 기술을 나타낸다. 오버레이 측정과 관련된 시스템, 방법, 및 장치는 일반적으로, "OVERLAY MARKS, METHODS OF OVERLAY MARK DESIGN AND METHODS OF OVERLAY MEASUREMENTS"이라는 발명의 명칭으로 2012년 12월 11일에 등록공고된 미국 특허 제8,330,281호, "PERIODIC PATTERNS AND TECHNIQUE TO CONTROL MISALIGNMENT BETWEEN TWO LAYERS"이라는 발명의 명칭으로 2016년 10월 25일에 등록공고된 미국 특허 제9,476,698호, "APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY OF STRUCTURES HAVING ROTATIONAL OR MIRROR SYMMETRY"이라는 발명의 명칭으로 2009년 6월 2일에 등록공고된 미국 특허 제7,541,201호, "METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL"이라는 발명의 명칭으로 2013년 2월 7일에 특허공개된 미국 특허 공개 제2013/0035888호, "SYSTEM AND METHOD OF SEM OVERLAY METROLOGY"이라는 발명의 명칭으로 2015년 12월 25일에 등록공고된 미국 특허 제9,214,317호, "COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS"이라는 발명의 명칭으로 2020년 1월 7일에 등록공고된 미국 특허 제10,527,951 B2호, "METROLOGY IMAGING TARGETS HAVING REFLECTION-SYMMETRIC PAIRS OF REFLECTION-ASYMMETRIC STRUCTURES"이라는 발명의 명칭으로 2019년 1월 29일에 등록공고된 미국 특허 제10,190,979 B2호, "APPARATUS AND METHOD FOR THE MEASUREMENT OF PATTERN PLACEMENT AND SIZE OF PATTERN AND COMPUTER PROGRAM THEREFO

R"이라는 발명의 명칭으로 2016년 6월 27일에 출원된 PCT 출원 제PCT/US2016/039531호에서 설명되어 있으며, 이들 문헌들 모두의 전문은 참조로서 여기에 병합된다.

[0017] 본 개시 전반에 걸쳐 사용되는 바와 같이, 용어 "샘플"은 일반적으로 반도체 또는 비반도체 물질(예를 들어, 웨이퍼 등)로 형성된 기판을 지칭한다. 예를 들어, 반도체 또는 비반도체 물질은, 비제한적인 예시로서, 단결정 실리콘, 갈륨 비소, 및 인듐 인을 포함할 수 있다. 샘플은 하나 이상의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 층들은, 비제한적인 예시로서, 레지스트(포토레지스트를 포함), 유전체 물질, 도전성 물질, 및 반도체 물질를 포함할 수 있다. 이러한 층들의 많은 상이한 유형들이 당업계에 알려져 있으며, 여기서 사용되는 샘플이라는 용어는 이러한 층들의 모든 유형들이 형성될 수 있는 샘플을 망라하는 것으로 의도된다. 샘플 상에 형성된 하나 이상의 층은 패터닝되거나 또는 패터닝되지 않을 수 있다. 예를 들어, 샘플은 복수의 다이들을 포함할 수 있고, 다이들은 각각은 반복가능한 패터닝된 피처들을 갖는다. 이러한 물질의 층들의 형성 및 처리는 궁극적으로 완성된 디바이스들을 초래시킬 수 있다. 많은 상이한 유형들의 디바이스들이 샘플 상에 형성될 수 있고, 여기서 사용되는 샘플이라는 용어는 당업계에 알려진 임의의 유형의 디바이스가 제조되고 있는 샘플을 망라하는 것으로 의도된다. 또한, 본 개시의 목적을 위해, 샘플 및 웨이퍼라는 용어는 상호교환가능한 것으로 해석되어야 한다. 또한, 본 개시의 목적을 위해, 디바이스, 마스크, 및 레티클을 패터닝한다라는 용어들은 상호교환가능한 것으로 해석되어야 한다.

[0018] 도 1a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟(100)의 평면도이다. 계측 타겟(100)은 제1 셀(101)을 포함할 수 있다. 제1 셀(101)은 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제1 부분(102a)을 포함할 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은, 비제한적인 예시로서, 임의의 산란계측 기반 오버레이(scatterometry-based overlay; SCOL) 계측 모드를 포함하여, 당업계에 알려진 임의의 계측 모드와 호환될 수 있다. 이와 관련하여, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔을 회절, 산란, 및/또는 반사시키기에 적합한 것으로 당업계에서 알려져 있는 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은 제1 피치(예컨대, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 반복되는 참조 피처들 사이의 주기적 거리)를 가질 수 있다. 다른 예시로서, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은, 비제한적인 예시로서, 고급 이미징 계측(AIM) 모드, 박스 내 박스 계측 모드, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치된 오버레이 타겟 피처들의 이미지)를 캡처하는 데 적합한 것으로 당업계에서 알려진 임의의 다른 계측 모드를 포함하여, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환될 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제1 부분(102a)은 제1 측정 방향을 따른 계측을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제1 부분(102a)은 y 방향을 따른 측정을 위해 구성될 수 있다.

[0019] 제1 셀(101)은 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 제1 부분(104a)을 포함할 수 있다. 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은, 비제한적인 예시로서, 임의의 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드를 포함하여, 당업계에 알려진 임의의 계측 모드와, 제1 측정 방향을 따라, 호환될 수 있다. 이와 관련하여, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔을 회절, 산란, 및/또는 반사시키기에 적합한 것으로 당업계에서 알려져 있는 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은 제2 피치(예컨대, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 반복되는 참조 피처들 사이의 주기적 거리)를 가질 수 있다. 다른 예시로서, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은, 비제한적인 예시로서, 고급 이미징 계측(AIM) 모드, 박스 내 박스 계측 모드, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치된 오버레이 타겟 피처들의 이미지)를 캡처하는 데 적합한 것으로 당업계에서 알려진 임의의 다른 계측 모드를 포함하여, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환될 수 있다. 일부 실시예들에서, 제2 피치는 제1 피치와 동등하지 않을 수 있다는 것을 특별히 유의한다.

[0020] 제1 셀(101)은 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 제1 부분(106a)을 포함할 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은, 비제한적인 예시로서, 임의의 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 모드를 포함하여, 당업계에 알려진 임의의 계측 모드와, 제1 측정 방향을 따라, 호환될 수 있다. 이와 관련하여, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은 SCOL 기반 계측 방법들을 사용하는 계측을 위한 주기적 및/또는 세그먼트화된 구조들(예를 들어, 격자 위 격자 구조들, 또는 조명 빔을 회절, 산란, 및/또는 반사시키기에 적합한 것으로 당업계에서 알려져 있는 임의의 구조)을 포함하도록 구성될 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은 제3 피치(예컨대, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 반복되는 참조 피처들 사이의 주기적 거리)를 가질 수 있다. 다른 예시로서, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은, 비제한적인 예시로서, 고급 이미징 계측(AIM) 모드, 박스 내 박스 계측 모드, 또는 오버레이 신호(예를 들어, 상이한 샘플 층들 상에 위치된 오버레이 타겟 피처들의 이미지)를 캡처하는 데 적합

한 것으로 당업계에서 알려진 임의의 다른 계측 모드를 포함하여, 임의의 이미지 기반 오버레이 계측 모드와 호환될 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은 제3 피치를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 제3 피치는 제1 피치 또는 제2 피치 중 어느 하나와 동등하지 않을 수 있다는 것을 특별히 유의한다.

[0021] 도 1b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 타겟(100)의 평면도이다. 계측 타겟(100)은 제2 셀(103)을 포함할 수 있다. 제2 셀(103)은 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제2 부분(102b)을 포함할 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제2 부분(102b)은 제2 측정 방향을 따른 계측을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제2 부분(102b)은 x방향을 따른 측정을 위해 구성될 수 있다. 제2 셀(103)은 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 제2 부분(104b)을 포함할 수 있다. 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 제2 부분(104b)은 제2 측정 방향을 따른 계측을 위해 구성될 수 있다. 제2 셀(103)은 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 제2 부분(106b)을 포함할 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 제2 부분(106b)은 제2 측정 방향을 따른 계측을 위해 구성될 수 있다.

[0022] 제1 셀(101)과 제2 셀(103)이 서로 인접하도록 제1 셀(101)과 제2 셀(103)은 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 1b에서 도시된 바와 같이, 제2 셀(103)은 제1 셀(101)의 측부에 형성될 수 있다. 제1 셀(101)과 제2 셀(103) 각각은 제1 측정 방향과 제2 측정 방향 각각이 서로 수직하도록 구성될 수 있다는 것을 유의한다. 이와 관련하여, 제1 셀(101)과 제2 셀(103)은 4중(four-fold) 회전 대칭일 수 있다. 다른 실시예에서, 제1 셀(101)과 제2 셀(103)은 2중(two-fold) 회전 대칭일 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 셀(101) 및/또는 제2 셀(103)의 크기는 계측 타겟(100)이 샘플의 작은 영역들에서 사용될 수 있게 할 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 계측 타겟(100)은 샘플에 대한 공간 고려사항들을 준수하기 위해 제1 셀(101)만을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 계측 타겟(100)은 샘플에 대한 공간 고려사항들을 준수하기 위해 제2 셀(103)만을 포함하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 계측 타겟(100)은 샘플에 대한 공간 고려사항들을 준수하기 위해 제1 셀(101)과 제2 셀(103) 둘 다를 포함하도록 구성될 수 있다.

[0023] 일부 실시예들에서, 도 1c 및 도 1d에서 도시된 바와 같이, 계측 타겟(100)은 샘플 상의 더 작은 양의 표면적을 점유하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 계측 타겟(100)은 제1 셀(101) 및 제2 셀(103)이 "격자 위 격자" 구조를 형성하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 제1 셀(101)은 계측 타겟(100)의 제1 층 내에 형성될 수 있고, 제2 셀(103)은 계측 타겟(100)의 제2 층 내에 형성될 수 있다. 이와 관련하여, 제2 셀(103)은 제1 셀(101)의 (예를 들어, z 방향을 따른) 최상부 상에 형성될 수 있으며, 이로써 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(102a), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(104a), 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(106a) 각각은 샘플 상의 더 작은 표면적을 점유하는 "격자 위 격자" 구조를 형성할 수 있다.

[0024] 제1 셀 패턴 엘리먼트들(108) 및/또는 제2 셀 패턴 엘리먼트들(112)의 하나 이상의 부분으로 지향된 입사 복사선이 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 하나 이상의 부분에 의해 회절될 수 있고, 회절된 복사선 및/또는 회절된 복사선을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 하나 이상의 오버레이 측정치를 결정하기 위해 회절된 복사선이 (예컨대, 하나 이상의 계측 서브시스템에 의해) 검출되고 분석될 수 있도록 계측 타겟(100)의 패턴 엘리먼트들(예컨대, 제1 셀(101) 및/또는 제2 셀(103))이 구성될 수 있다는 것을 유의한다.

[0025] 비제한적인 예시로서, 계측 타겟(100)의 컴포넌트들(예를 들어, 제1 셀(101), 제2 셀(103), 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106))을 포함하여, 본 개시의 실시예들은 오버레이 측정을 수행하는 데 필요한 시간량을 감소시키도록 구성될 수 있다는 것을 유의한다. 예를 들어, 제1 셀(101)의 구성은, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(102a), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(104a), 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분(106a) 각각이 제1 측정 방향을 따른 측정을 위해 구성된다는 점에서, 계측 서브시스템의 하나 이상의 부분이 제1 셀(101)의 패턴 엘리먼트들 각각으로부터 신호를 캡처하는데 필요한 시간을 감소시킬 수 있다. 이와 관련하여, 제1 측정 방향을 따라 제1 셀(101)의 패턴 엘리먼트들의 부분들 각각을 형성함으로써, 계측 서브시스템은 측정 방향과 관련된 하나 이상의 측정 파라미터를 조정하지 않고서 이러한 패턴 엘리먼트들로부터 신호들을 캡처할 수 있다 (즉, 계측 서브시스템은 주어진 셀에 대한 하나의 측정 방향만을 따라 계측 타겟(100)으로부터 신호를 수신할 수 있다).

[0026] 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 어느 하나에서 동작하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 이미징 모드에서, 개별 오버레이 타겟 엘리먼트들은 샘플 상의 조명된 스폿 내에서 (예를 들어, 명시야 이미지, 암시야

이미지, 위상 콘트라스트 이미지 등의 일부로서) 해상가능할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 (예를 들어, 샘플에 의한 복사선의 산란 및/또는 회절과 연관된) 샘플로부터의 복사선의 각도 분포를 특성화하기 위해 샘플로부터의 복사선이 동공 평면에서 분석되는 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 툴로서 동작할 수 있다.

[0027] 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 조명을 샘플로 지향시킬 수 있고, 샘플로부터 방출되는 복사선을 추가로 수집하여 둘 이상의 샘플 층들의 오버레이의 결정에 적합한 오버레이 신호를 생성할 수 있다. 하나 이상의 계측 서브시스템은 비제한적인 예시로서, 임의의 광학 계측 툴(예를 들어, 고급 이미징 계측(advanced imaging metrology; AIM) 툴), 고급 이미징 계측 인다이(advanced imaging metrology in-die; AIMid) 툴, 트리플 고급 이미징 계측(triple advanced imaging metrology; Triple AIM) 툴 등), 임의의 입자 기반 계측 툴(예를 들어, 전자 빔 계측 툴), 또는 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 툴을 포함하여, 샘플 상의 오버레이 타겟들과 연관된 오버레이를 결정하는 데 적합한 오버레이 신호들을 생성하는 데 적합한, 당업계에서 알려진 임의의 유형의 오버레이 계측 툴을 포함할 수 있다. 본 개시의 실시예들은 하나의 계측 서브시스템(202)만을 갖는 계측 시스템(200)으로 제한되지 않으며, 계측 시스템(200)은 적어도 두 개의 계측 서브시스템들을 포함할 수 있다는 것을 유의한다. 예를 들어, 계측 시스템(200)은 광학 계측 툴 및 산란계측 기반 오버레이(SCOL) 계측 툴을 포함할 수 있다.

[0028] 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 오버레이 타겟의 오버레이를 결정하기에 적합한 오버레이 신호를 취득하기 위한 측정 파라미터들을 정의하는 임의의 수의 레시피들에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하도록 구성가능할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)의 레시피는, 비제한적인 예시로서, 조명 파장, 샘플로부터 방출되는 복사선의 피검출 파장, 샘플 상의 조명의 스폿 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 입사 빔의 파동 플랜(wave plan), 오버레이 타겟 상의 입사 조명의 빔의 위치, 오버레이 계측 툴의 초점 볼륨 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다.

[0029] 다른 실시예에서, 오버레이 계측 시스템(200)은 하나 이상의 계측 서브시스템(202)에 통신가능하게 커플링된 제어기(204)를 포함한다. 제어기(204)는 하나 이상의 선택된 레시피에 기초하여 오버레이 신호를 생성할 것을 하나 이상의 계측 서브시스템(202)에게 지시하도록 구성될 수 있다. 제어기(204)는 또한, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터의 오버레이 신호를 포함하는 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 취득된 오버레이 신호들에 기초하여 오버레이 타겟과 연관된 오버레이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0030] 다른 실시예에서, 제어기(204)는 하나 이상의 프로세서(206)를 포함한다. 예를 들어, 하나 이상의 프로세서(206)는 메모리 디바이스(208) 또는 메모리에서 유지되는 프로그램 명령어들의 세트를 실행하도록 구성될 수 있다. 제어기(204)의 하나 이상의 프로세서(206)는 당업계에서 알려져 있는 임의의 처리 엘리먼트를 포함할 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 프로세서(206)는 알고리즘들 및/또는 명령어들을 실행하도록 구성된 임의의 마이크로프로세서 유형 디바이스를 포함할 수 있다. 또한, 메모리 디바이스(208)는 연관된 하나 이상의 프로세서(206)에 의해 실행가능한 프로그램 명령어들을 저장하기에 적합한 당업계에서 알려진 임의의 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 디바이스(208)는 비일시적 메모리 매체를 포함할 수 있다. 추가적인 예시로서, 메모리 디바이스(208)는, 비제한적인 예시로서, 판독 전용 메모리, 랜덤 액세스 메모리, 자기 또는 광학 메모리 디바이스(예컨대, 디스크), 자기 테이프, 솔리드 스테이트 드라이브 등을 포함할 수 있다. 메모리 디바이스(208)는 하나 이상의 프로세서(206)와 함께 공통 제어기 하우징 내에 하우징될 수 있다는 것을 또한 유의한다.

[0031] 일 실시예에서, 계측 서브시스템(202)은 조명을 샘플로 지향시킬 수 있고, 샘플로부터 방출되는 복사선을 추가로 수집하여 둘 이상의 샘플 층들의 오버레이의 결정에 적합한 오버레이 신호를 생성할 수 있다. 계측 서브시스템(202)은 오버레이 타겟의 오버레이를 결정하기에 적합한 오버레이 신호를 취득하기 위한 측정 파라미터들을 정의하는 임의의 수의 레시피들에 기초하여 오버레이 신호들을 생성하도록 구성가능할 수 있다. 예를 들어, 계측 서브시스템(202)의 레시피는, 비제한적인 예시로서, 조명 파장, 샘플로부터 방출되는 복사선의 검출된 파장, 샘플 상의 조명의 스폿(spot) 크기, 입사 조명의 각도, 입사 조명의 편광, 오버레이 타겟 상의 입사 조명 빔의 위치, 오버레이 계측 툴의 초점 볼륨(focal volume) 내의 오버레이 타겟의 위치 등을 포함할 수 있다.

[0032] 일 실시예에서, 도 3에서 도시된 바와 같이, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 광학 계측 툴을 포함하는 계측 서브시스템과 같은, 광학 계측 서브시스템(202)을 포함할 수 있다. 광학 계측 서브시스템(202)은, 비제한적인 예시로서, x선, 자외선(UV), 적외선(IR), 또는 가시광 파장들을 갖는 광학 조명 빔을 생성 및/또는 검출하도

록 구성된 광학 계측 툴을 포함하여, 샘플의 계측 데이터를 생성하기에 적합한, 당업계에서 알려진 임의의 유형의 광학 계측 툴을 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 고급 이미징 계측(AIM) 툴, 고급 이미징 계측 인다이(AIMid) 툴, 또는 트리플 고급 이미징 계측(Triple AIM) 툴을 포함할 수 있다.

[0033] 일 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 광학 조명 빔(326)을 생성하도록 구성된 광학 조명 소스(324)를 포함할 수 있다. 광학 조명 빔(326)은 비제한적인 예시로서, x선, 자외선(UV) 광, 가시광, 또는 적외선(IR) 광을 포함하여, 하나 이상의 선택된 파장의 복사선을 포함할 수 있다.

[0034] 광학 조명 소스(324)는 광학 조명 빔(326)을 제공하는 데 적합한 임의의 유형의 조명 소스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 광학 조명 소스(324)는 레이저 소스이다. 예를 들어, 광학 조명 소스(324)는, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 협대역 레이저 소스, 광대역 레이저 소스, 초연속체(supercontinuum) 레이저 소스, 백색 광 레이저 소스 등을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 광학 조명 소스(324)는 높은 코히어런스(coherence)(예컨대, 높은 공간적 코히어런스 및/또는 시간적 코히어런스)를 갖는 광학 조명 빔(326)을 제공할 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(324)는 레이저 유지 플라즈마(laser-sustained plasma; LSP) 소스를 포함한다. 예를 들어, 광학 조명 소스(324)는, 비제한적인 예시로서, 레이저 소스에 의해 플라즈마 상태로 여기될 때, 광대역 조명을 방출할 수 있는 하나 이상의 엘리먼트를 포함하는 데 적합한 LSP 램프, LSP 전구, 또는 LSP 챔버를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(324)는 램프 소스를 포함한다. 예를 들어, 광학 조명 소스(324)는 비제한적인 예시로서, 아크 램프, 방전 램프, 무전극 램프 등을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 광학 조명 소스(324)는 낮은 코히어런스(예컨대, 낮은 공간적 코히어런스 및/또는 시간적 코히어런스)를 갖는 광학 조명 빔(326)을 제공할 수 있다.

[0035] 다른 실시예에서, 광학 조명 소스(324)는 광학 조명 빔(326)을 조명 경로(328)를 통해 샘플(316)로 지향시킨다. 조명 경로(328)는 광학 조명 빔(326)을 수정 및/또는 조절하기에 적합한 하나 이상의 조명 경로 렌즈(334) 또는 추가적인 광학 컴포넌트(332)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 광학 컴포넌트(332)는, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 빔 스플리터, 하나 이상의 확산기, 하나 이상의 균질화기, 하나 이상의 아포다이저(apodizer), 또는 하나 이상의 빔 셰이퍼(beam shaper)를 포함할 수 있다. 조명 경로(326)는 광학 조명 빔(326)을 샘플(316)로 지향시키도록 구성된 대물 렌즈(338)를 더 포함할 수 있다.

[0036] 다른 실시예에서, 샘플(316)은 샘플 스테이지(318) 상에 배치된다. 샘플 스테이지(318)는 하나 이상의 계측 서브시스템(202b) 내에 샘플(318)을 위치시키고 및/또는 스캐닝하는 데 적합한 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 샘플 스테이지(316)는 선형 병진 스테이지, 회전 스테이지, 팁/틸트 스테이지 등의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0037] 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 수집 경로(330)를 통해 샘플(316)로부터 방출되는 광을 캡처하도록 구성된 하나 이상의 검출기(322)를 포함한다. 수집 경로(330)는, 비제한적인 예시로서, 샘플(316)으로부터 광을 수집하기 위한 하나 이상의 수집 경로 렌즈(326, 340)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 검출기(322)는 하나 이상의 수집 경로 렌즈(326, 340)를 통해 샘플(316)으로부터 반사되거나 산란된 광을 (예를 들어, 정반사, 확산 반사 등을 통해) 수신할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 검출기(322)는 샘플(316)에 의해 생성된 광(예를 들어, 광학 조명 빔(326)의 흡수와 연관된 발광(luminescence) 등)을 수신할 수 있다. 다른 예시로서, 하나 이상의 검출기(322)는 샘플(316)으로부터 하나 이상의 회절 차수(예를 들어, 0차 회절, ±1차 회절, ±2차 회절 등)의 광을 수신할 수 있다.

[0038] 하나 이상의 검출기(322)는 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)과 같은, 샘플(316)의 복수의 부분들로부터 방출되는 광을 동시에 캡처하도록 구성될 수 있다는 것을 유의한다. 이러한 방식으로, 계측 시스템(200)은, 계측 시스템(200)의 동작이 "온 더 플라이" 방식으로 수행될 수 있고 각각의 개별 오버레이 측정 사이에서 동작을 불연속시킬 필요가 없다는 점에서 오버레이 오차를 결정하는 데 필요한 시간의 양이 감소되도록 구성될 수 있다.

[0039] 하나 이상의 검출기(322)는 샘플(316)로부터 수신된 조명을 측정하기에 적절한 당업계에서 알려진 임의의 유형의 검출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(322)는, 비제한적인 예시로서, CCD 검출기, TDI 검출기, 광전자증배기 튜브(photomultiplier tube; PMT), 애벌랜치 포토다이오드(avalanche photodiode; APD), 상보형 금속 산화물 반도체(complementary metal-oxide-semiconductor; CMOS) 센서 등을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 검출기(322)는 샘플(316)로부터 방출되는 광의 파장을 식별하는 데 적합한 분광 검출기를 포함할 수 있다.

[0040] 일 실시예에서, 하나 이상의 검출기(322)는 샘플(316)의 표면에 거의 수직으로 위치된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은, 대물 렌즈(338)가 광학 조명 빔(326)을 샘플(316)에 동시에 지향시키고 샘플(316)로부터 방출되는 광을 수집할 수 있도록 배향된 빔스플리터를 포함한다. 또한, 조명 경로(326) 및 수집 경로(330)는 하나 이상의 추가 엘리먼트(예를 들어, 대물 렌즈(338), 어퍼처(aperture), 필터 등)를 공유할 수 있다.

[0041] 이전에 설명된 바와 같이, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)은 하나 이상의 계측 서브시스템(202)에 통신가능하게 커플링된 제어기(204)를 포함할 수 있다. 제어기(204)는 하나 이상의 선택된 레시피에 기초하여 오버레이 신호를 생성할 것을 하나 이상의 계측 서브시스템(204)에게 지시하도록 구성될 수 있다. 제어기(204)는 또한, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터의 오버레이 신호를 포함하는 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 취득된 오버레이 신호들에 기초하여 오버레이 타겟과 연관된 오버레이를 결정하도록 구성될 수 있다.

[0042] 제어기(204)는 샘플의 하나 이상의 오버레이 측정치에 기초하여 샘플(316)의 오버레이 값을 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 샘플(316)의 하나 이상의 부분(예를 들어, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106))으로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(316)의 하나 이상의 오버레이 측정치를 생성하도록 구성될 수 있다. 샘플(202)의 하나 이상의 오버레이 측정치는 샘플(316)의 하나 이상의 층의 오버레이 위치에 대응할 수 있다.

[0043] 샘플(316)의 하나 이상의 오버레이 측정치는 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명의 세기의 하나 이상의 측정치를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 하나 이상의 검출기(322)(및/또는 입자 검출기(320))에 의해 수집된 조명의 세기를 결정하도록 구성될 수 있다. 다른 예시로서, 제어기(204)는 수학식 1에 따라, 샘플(316)이 (예컨대, 스테이지(318)의 병진이동을 통해서와 같이) 속도(v)로 이동할 때, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)(피치(P_1)를 가짐), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)(피치(P_2)를 가짐), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)(피치(P_3)를 가짐)로부터 방출되는 조명의 세기를 결정하도록 구성될 수 있다.

수학식 1

[0044] $$I_{\pm 1} = \left| A_1 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_1+vt)}{P_1}+i\Phi_1} + A_2 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_2+vt)}{P_2}+i\Phi_2} + A_3 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_3+vt)}{P_3}+i\Phi_3} \right|^2$$

[0045] 수학식 1을 사용하여 제어기(204)에 의해 결정되는 세기가 +1 회절 차수를 갖는 조명의 상황에서 도시된 것임을 유의한다. 본 개시의 실시예들은 그러한 상황으로 제한되지 않으며, 제어기(204)는 다양한 회절 차수들(예컨대, -1 회절 차수)을 갖고 샘플(316)으로부터 방출되는 조명의 세기를 결정하도록 구성될 수 있다는 것이 명시적으로 고려된다.

[0046] 제어기(204)는 샘플(316)의 다양한 부분들로부터 방출되는 조명의 세기의 상대적 변화(예를 들어, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 및 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명 사이의 세기의 차이)를 추가로 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 수학식 2에 따라 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명 사이의 세기 변화를 결정할 수 있다.

수학식 2

[0047] $$\tilde{I}_{+1} = A_1A_2e^{i\left\{(\Phi_1-\Phi_2)\pm 2\pi\left[\left(\frac{x_1}{P_1}-\frac{x_2}{P_2}\right)+vt\left(\frac{1}{P_1}-\frac{1}{P_2}\right)\right]\right\}} + A_2A_3e^{i\left\{(\Phi_2-\Phi_3)\pm 2\pi\left[\left(\frac{x_2}{P_2}-\frac{x_3}{P_3}\right)+vt\left(\frac{1}{P_2}-\frac{1}{P_3}\right)\right]\right\}} + A_1A_3e^{i\left\{(\Phi_1-\Phi_3)\pm 2\pi\left[\left(\frac{x_1}{P_1}-\frac{x_3}{P_3}\right)+vt\left(\frac{1}{P_2}-\frac{1}{P_3}\right)\right]\right\}}$$

[0048] 수학식 2를 사용하여 제어기(204)에 의해 결정되는 세기가 +1 회절 차수를 갖는 조명의 상황에서 도시된 것임을 유의한다. 본 개시의 실시예들은 그러한 상황으로 제한되지 않으며, 제어기(104)는 다양한 회절 차수들(예컨대, -1 회절 차수)을 갖고 샘플(316)으로부터 방출되는 조명의 세기를 결정하도록 구성될 수 있다는

것이 명시적으로 고려된다.

[0049] 제어기(204)는 또한, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 및 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및/또는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명에 대한 위상차를 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(104)는 수학식 3에 따라, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)과 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)로부터 방출되는 조명 사이의 위상차(이러한 위상차는 δ_{12}로 표시됨), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)과 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명 사이의 위상차(이러한 위상차는 δ_{23}로 표시됨), 및/또는 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)과 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명 사이의 위상차(이러한 위상차는 δ_{13}로 표시됨)를 결정할 수 있다.

수학식 3

[0050] $$\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_2}{P_2} = \delta_{12}$$

[0051] $$\frac{x_2}{P_2} - \frac{x_3}{P_3} = \delta_{23}$$

[0052] $$\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_3}{P_3} = \delta_{13}$$

[0053] 제어기(104)는 또한, 수학식 3에 따라 계산된 위상차들에 기초하여 샘플(316)의 두 개의 층들 사이의 오버레이 값(예를 들어, 오버레이 오차)을 결정하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)는 수학식 4에 따라, 샘플(316)의 제1 층과 샘플(316)의 제2 층 사이의 오버레이 오차(예를 들어, OVL_{1-2})를 결정하도록 구성될 수 있다.

수학식 4

[0054] $$OVL_{1-2} = x_1 - x_2 = P_2 \frac{\delta_{12} - \frac{P_3}{P_1}\frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_2}\delta_{23}}{1 + \frac{P_3}{P_1}\frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_2}}$$

[0055] 제어기(204)의 하나 이상의 프로세서(206)는 당업계에서 알려진 임의의 프로세서 또는 처리 엘리먼트를 포함할 수 있다. 본 개시의 목적을 위해, "프로세서" 또는 "처리 엘리먼트"라는 용어는 하나 이상의 처리 또는 논리 엘리먼트를 갖는 임의의 디바이스(예컨대, 하나 이상의 마이크로프로세서 디바이스, 하나 이상의 주문형 집적 회로(application specific integrated circuit; ASIC) 디바이스, 하나 이상의 필드 프로그래밍가능 게이트 어레이(field programmable gate array; FPGA), 하나 이상의 디지털 신호 프로세서(digital signal processor; DSP))를 폭넓게 망라하도록 정의될 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 프로세서(206)는 알고리즘 및/또는 명령어(예컨대, 메모리에 저장된 프로그램 명령어들)를 실행하도록 구성된 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(206)는 본 개시 전반에 걸쳐 설명된 바와 같이, 데스크탑 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 이미지 컴퓨터, 병렬 프로세서, 네트워크화된 컴퓨터, 또는 계측 시스템(200)과 함께 동작하도록 구성된 프로그램을 실행하도록 구성된 임의의 다른 컴퓨터 시스템으로서 구현될 수 있다. 또한, 본 개시 전반에 걸쳐 설명되는 단계들은 단일 제어기(204)에 의해 수행될 수 있거나, 또는 이와 달리, 다중 프로세서들에 의해 수행될 수 있다. 추가적으로, 제어기(204)는 공통 하우징 내 또는 다중 하우징들 내에 수용된 하나 이상의 제어기를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 임의의 제어기 또는 제어기들의 조합은 계측 시스템(200) 내로의 통합에 적절한 모듈로서 개별적으로 패키징될 수 있다. 또한, 제어기(204)는 하나 이상의 계측 서브시스템(202)으로부터 수신된 데이터를 분석하고 이 데이터를 계측 시스템(200) 내의 또는 계측 시스템(200) 외부의 추가 컴포넌트들에 공급할 수 있다.

[0056] 메모리 매체(208)는 연관된 하나 이상의 프로세서(204)에 의해 실행가능한 프로그램 명령어들을 저장하기에 적

절한 당업계에서 알려진 임의의 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 매체(208)는 비일시적 메모리 매체를 포함할 수 있다. 다른 예시로서, 메모리 매체(208)는, 비제한적인 예시로서, 판독 전용 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 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 하우징 내에 하우징될 수 있다는 것을 추가로 유의한다. 일 실시예에서, 메모리 매체(208)는 하나 이상의 프로세서(206) 및 제어기(204)의 물리적 위치에 대해 원격으로 위치될 수 있다. 예를 들어, 제어기(204)의 하나 이상의 프로세서(206)는 네트워크(예를 들어, 인터넷, 인트라넷 등)를 통해 액세스가능한, 원격 메모리(예를 들어, 서버)에 액세스할 수 있다.

[0057] 일 실시예에서, 사용자 인터페이스(도시되지 않음)가 제어기(204)에 통신가능하게 커플링된다. 사용자 인터페이스는, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 데스크탑, 랩탑, 태블릿 등을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 사용자 인터페이스는 계측 시스템(200)의 데이터를 사용자에게 디스플레이하기 위해 사용되는 디스플레이를 포함한다. 사용자 인터페이스의 디스플레이는 당업계에서 알려진 임의의 디스플레이를 포함할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이는, 비제한적인 예시로서, 액정 디스플레이(liquid crystal display; LCD), 유기 발광 다이오드(organic light-emitting diode; OLED) 기반 디스플레이, 또는 CRT 디스플레이를 포함할 수 있다. 당업자는 사용자 인터페이스와 통합될 수 있는 디스플레이 디바이스라면 어떠한 것도 본 개시에서의 구현에 적절하다는 것을 인식해야 한다. 다른 실시예에서, 사용자는 사용자 인터페이스의 사용자 입력 디바이스를 통해 사용자에게 디스플레이되는 데이터에 응답하여 선택들 및/또는 명령어들을 입력할 수 있다.

[0058] 다른 실시예에서, 제어기(204)는 계측 시스템(200)의 하나 이상의 엘리먼트에 통신가능하게 커플링된다. 이와 관련하여, 제어기(204)는 계측 시스템(200)의 임의의 컴포넌트로부터의 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 통신가능하게 커플링될 수 있다. 또한, 제어기(204)는 연관된 컴포넌트들에 대한 하나 이상의 제어 신호를 생성함으로써 계측 시스템(200)의 임의의 컴포넌트를 지시하거나 또는 달리 제어할 수 있다.

[0059] 도 4는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 샘플의 오버레이를 측정하는 방법(400)의 단계들을 도시하는 공정 흐름도를 예시한다.

[0060] 단계(402)에서, 하나 이상의 계측 타겟(100)을 포함하는 샘플이 조명된다. 예를 들어, 계측 시스템(200)은 조명 빔을 샘플(316) 상에 지향시킬 수 있다. 본원에서 사용되는 바와 같이, "조명 빔"이라는 용어는 비제한적인 예시로서, 광학 조명 빔(326)을 포함하는 임의의 복사 빔을 지칭할 수 있다.

[0061] 단계(404)에서, 계측 타겟(100)의 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102), 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104), 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)로부터 방출되는 조명이 검출된다. 예를 들어, 광학 조명 빔(326)이 검출될 수 있다.

[0062] 단계(406)에서, 하나 이상의 제1 오버레이 측정치가 생성된다. 예를 들어, 제어기(204)는 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 하나 이상의 부분으로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(316)의 하나 이상의 제1 오버레이 측정치를 생성하도록 구성될 수 있다. 샘플(316)의 하나 이상의 제1 오버레이 측정치는 하나 이상의 세기 측정치를 포함할 수 있다(예를 들어, 제어기(204)는 수학식 1~3에 따라 하나 이상의 세기 및/또는 위상차를 결정할 수 있다).

[0063] 단계(408)에서, 하나 이상의 제2 오버레이 측정치가 생성된다. 예를 들어, 제어기(204)는 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 하나 이상의 부분으로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(316)의 하나 이상의 제2 오버레이 측정치를 생성하도록 구성될 수 있다. 샘플(316)의 하나 이상의 제2 오버레이 측정치는 하나 이상의 세기 측정치를 포함할 수 있다(예를 들어, 제어기(204)는 수학식 1~3에 따라 하나 이상의 세기 및/또는 위상차를 결정할 수 있다).

[0064] 단계(410)에서, 하나 이상의 제3 오버레이 측정치가 생성된다. 예를 들어, 제어기(204)는 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 하나 이상의 부분으로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 샘플(316)의 하나 이상의 제3 오버레이 측정치를 생성하도록 구성될 수 있다. 샘플(316)의 하나 이상의 제3 오버레이 측정치는 하나 이상의 세기 측정치를 포함할 수 있다(예를 들어, 제어기(204)는 수학식 1~3에 따라 하나 이상의 세기 및/또는 위상차를 결정할 수 있다).

[0065] 단계(412)에서, 오버레이 오차가 하나 이상의 제1 오버레이 측정치, 하나 이상의 제2 오버레이 측정치, 및/또는 하나 이상의 제3 오버레이 측정치에 기초하여 결정된다. 예를 들어, 제어기(204)는 수학식 4를 사용하여 샘플

(316)의 제1 층과 샘플(316)의 제2 층 사이의 오버레이 오차를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0066] 일부 실시예들에서, 방법(400)은 하나 이상의 추가적인 단계(예를 들어, 선택적 단계(414))를 포함할 수 있으며, 여기서는, 적어도 단계(412)에서 결정된 하나 이상의 오버레이 값에 기초하여 하나 이상의 오버레이 정정가능자가 제공된다. 예를 들어, 하나 이상의 추가적인 단계는 제어기(204)가 하나 이상의 공정 툴(예컨대, 리소그래피 툴)의 하나 이상의 파라미터(예컨대, 제조 설정, 구성 등)를 조정하기 위한 하나 이상의 제어 신호(또는 제어 신호에 대한 정정)를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 제어 신호(또는 제어 신호에 대한 정정)는 피드백 및/또는 피드포워드 제어 루프의 일부로서 제어기(204)에 의해 제공될 수 있다. 제어기(204)는 하나 이상의 공정 툴이 하나 이상의 제어 신호(또는 제어 신호에 대한 정정)에 기초하여 하나 이상의 공정 툴의 하나 이상의 파라미터에 대한 하나 이상의 조정을 실행하게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제어기(204)는 사용자에게 하나 이상의 조정을 행하도록 경고할 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 제어 신호는 하나 이상의 공정 툴의 하나 이상의 제조 공정의 오류를 보상할 수 있고, 따라서, 하나 이상의 공정 툴이 동일한 또는 상이한 로트들에서 후속 샘플들에 대한 다중 노출들에 걸쳐 선택된 허용오차 내에서 오버레이를 유지할 수 있게 할 수 있다.

[0067] 도 5는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 계측 타겟(100)을 형성하는 방법(500)의 단계들을 예시하는 공정 흐름도를 예시한다.

[0068] 단계(502)에서, 샘플의 제1 셀(101) 및 제2 셀(103) 내에서 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)이 형성된다. 예를 들어, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제1 부분이 제1 셀(101) 내에 형성될 수 있고, 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)의 제2 부분이 제2 셀(103) 내에 형성될 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 성막, 리소그래피, 또는 에칭 단계와 같은 하나 이상의 공정 단계를 통해 제조될 수 있다. 제1 세트의 패턴 엘리먼트들(102)은 하나 이상의 공정 툴(예컨대, 리소그래피 툴)을 사용하여 형성될 수 있다.

[0069] 단계(504)에서, 샘플의 제1 셀(101) 및 제2 셀(103) 내에서 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)이 형성된다. 예를 들어, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 제1 부분이 제1 셀(101) 내에 형성될 수 있고, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)의 제2 부분이 제2 셀(103) 내에 형성될 수 있다. 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 성막, 리소그래피, 또는 에칭 단계와 같은 하나 이상의 공정 단계를 통해 제조될 수 있다. 제2 세트의 패턴 엘리먼트들(104)은 하나 이상의 공정 툴(예컨대, 리소그래피 툴)을 사용하여 형성될 수 있다.

[0070] 단계(506)에서, 샘플의 제1 셀(101) 및 제2 셀(103) 내에서 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)이 형성된다. 예를 들어, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 제1 부분이 제1 셀(101) 내에 형성될 수 있고, 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)의 제2 부분이 제2 셀(103) 내에 형성될 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은, 비제한적인 예시로서, 하나 이상의 성막, 리소그래피, 또는 에칭 단계와 같은 하나 이상의 공정 단계를 통해 제조될 수 있다. 제3 세트의 패턴 엘리먼트들(106)은 하나 이상의 공정 툴(예컨대, 리소그래피 툴)을 사용하여 형성될 수 있다.

[0071] 본 명세서에서 설명한 모든 방법들은 메모리에서 방법 실시예들의 하나 이상의 단계의 결과들을 저장하는 것을 포함할 수 있다. 결과들은 본 명세서에서 설명한 결과들 중 임의의 결과를 포함할 수 있고 당업계에서 알려진 임의의 방법으로 저장될 수 있다. 메모리는 본 명세서에서 설명한 임의의 메모리 또는 당업계에서 알려진 임의의 다른 적절한 저장 매체를 포함할 수 있다. 결과들이 저장된 후, 결과들은 메모리에서 액세스되고 본 명세서에서 설명된 방법 또는 시스템 실시예들 중 임의의 것에 의해 사용될 수 있고, 사용자로의 디스플레이를 위해 포맷팅되고, 다른 소프트웨어 모듈, 방법, 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다. 또한, 결과들은 "영구적으로", "반영구적으로", "일시적으로", 또는 일정 기간 동안 저장될 수 있다. 예를 들어, 메모리는 랜덤 액세스 메모리(random access memory; RAM)일 수 있으며, 결과들은 반드시 메모리에 무한정 존속하는 것은 아닐 수 있다.

[0072] 상술한 방법의 실시예들 각각은 본 명세서에서 설명된 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)을 포함할 수 있다는 것이 추가로 구상가능하다. 게다가, 상술한 방법의 실시예들 각각은 본 명세서에서 설명된 시스템들 중 임의의 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[0073] 당업자는 본 명세서에서 설명된 컴포넌트들, 동작들, 디바이스들, 객체들, 및 이들을 수반하는 논의는 개념적 명확성을 위해 예시들로서 사용된 것이라는 것과, 다양한 구성적 수정들이 구상가능하다는 것을 인식할 것이다.

결과적으로, 본 명세서에서 사용된, 진술된 특정 예시들 및 첨부된 논의는 보다 일반적인 클래스들을 대표하는 것으로 의도된다. 일반적으로, 임의의 특정 예시의 사용은 그 클래스의 대표인 것이라고 의도되며, 특정 컴포넌트들, 동작들, 디바이스들, 및 개체들의 비포함은 제한적인 의미로서 해석되어서는 안된다.

[0074] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "상부", "하부", "위", "아래", "위쪽", "윗방향", "아래쪽", "아래" 및 "아래방향"과 같은 방향성 용어들은 설명을 목적으로 상대적인 위치를 제공하고자 의도된 것들이며, 절대적인 기준 프레임을 지정하고자 의도된 것은 아니다. 설명된 실시예들에 대한 다양한 수정들이 당업자에게는 명백할 것이며, 여기서 정의된 일반 원리들은 다른 실시예들에 적용될 수 있다.

[0075] 본 명세서에서 실질적으로 임의의 복수 및/또는 단수의 용어를 사용하는 것과 관련하여, 당업자는, 콘텍스트 및/또는 애플리케이션에 적절하게 복수로부터 단수로 및/또는 단수로부터 복수로 변형할 수 있다. 명확함을 위해 다양한 단수/복수의 치환들이 본 명세서에서 명시적으로 기재될 수도 있다.

[0076] 본 명세서에 기재된 발명내용은 때때로 다른 컴포넌트들 내에 포함되거나 또는 다른 컴포넌트들과 연결된 상이한 컴포넌트들을 나타낸다. 이러한 도시된 아키텍처는 단지 예시일 뿐이며, 동일한 기능을 달성하는 사실상 많은 다른 아키텍처들이 구현될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 개념적인 의미에서, 원하는 기능이 달성되도록, 동일한 기능을 달성하기 위한 컴포넌트들의 임의의 배열은 효과적으로 "연관"된다. 그러므로, 아키텍처 또는 중간 컴포넌트에 관계없이, 원하는 기능이 달성되도록, 특정 기능을 달성하기 위해 조합된 본 명세서에서의 임의의 2 개의 컴포넌트들은 서로 "연관"된 것으로 보여질 수도 있다. 마찬가지로, 그렇게 연관된 임의의 두 개의 컴포넌트들은 또한 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "연결되거나" 또는 "결합되는" 것으로서 보여질 수도 있고, 그렇게 연관될 수 있는 임의의 두 개의 컴포넌트들은 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "결합가능한" 것으로서 보여질 수도 있다. 결합가능한 구체적인 예는, 물리적으로 짝이 될 수 있고/있거나 물리적으로 상호작용하는 컴포넌트들 및/또는 무선으로 상호작용할 수 있고/있거나 무선으로 상호작용하는 컴포넌트들 및/또는 논리적으로 상호작용하고/하거나 논리적으로 상호작용할 수 있는 컴포넌트들을 포함하지만 이것으로 한정되지 않는다.

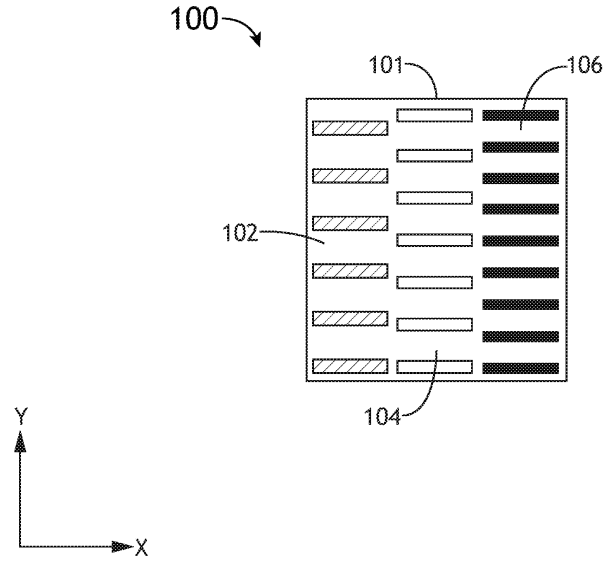
[0077] 또한, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 것으로 이해되어야 한다. 일반적으로, 본 명세서에서 그리고 특히 첨부된 청구항들 (예를 들어, 첨부된 청구항들의 본문) 에서 사용되는 용어는 일반적으로 "개방적인" 용어들 (예를 들어, "포함하는" 이라는 용어는 "포함하지만 한정되지 않는" 으로 해석되어야 하고, "갖는" 이라는 용어는 "적어도 갖는" 으로 해석되어야 하고, "포함한다" 라는 용어는 "포함하지만 한정되지 않는다" 로 해석되어야 한다) 로서 의도된다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 또한, 도입된 청구항 기재의 구체적 숫자가 의도되는 경우, 이러한 의도는 청구항에 명시적으로 기재될 것이며, 이러한 기재의 부재 시에는 그러한 의도가 없다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위하여, 다음의 첨부된 청구항들은 청구항 기재를 도입하기 위해 "적어도 하나" 및 "하나 이상" 의 서두 어구의 사용을 포함할 수도 있다. 그러나, 이러한 어구의 사용은, 동일 청구항이 서두 어구 "하나 이상" 또는 "적어도 하나" 및 "a" 또는 "an" 과 같은 부정관사 (예를 들어, "a" 및/또는 "an" 은 일반적으로 "적어도 하나" 또는 "하나 이상" 을 의미하도록 해석되어야 한다) 를 포함할 때에도, 부정관사 "a" 또는 "an" 에 의한 청구항 기재의 도입이 이렇게 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항을 하나의 이러한 기재만을 포함하는 방법들로 한정한다는 것을 내포하는 것으로 해석되어서는 안되며; 청구항 기재를 도입하는 데 사용되는 정관사의 사용에 대해서도 동일하게 유효하다. 또한, 도입되는 청구항 기재의 구체적 수가 명시적으로 기재되는 경우에도, 당업자는 이러한 기재가 통상적으로 적어도 기재된 수 (예를 들어, 다른 수식어 없이, "2 개의 기재" 에 대한 그대로의 기재는, 적어도 2 개의 기재들 또는 2 개 이상의 기재들을 의미한다) 를 의미하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 인식할 것이다. 또한, "A, B 및 C 중 적어도 하나 등" 과 유사한 관례가 사용되는 경우에서, 일반적으로 이러한 구성은 당업자가 그 관례를 이해할 것이라는 의미로 의도되며, 예를 들어, "A, B 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템" 은 A 만을, B 만을, C 만을, A 와 B 를 함께, A 와 C 를 함께, B 와 C 를 함께, 및/또는 A, B 및 C 를 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만 이에 한정되지 않을 것이다. "A, B, 및 C 중 적어도 하나 등" 과 유사한 관례가 사용되는 경우에서, 일반적으로 이러한 구성은 당업자가 그 관례를 이해할 것이라는 의미로 의도되며, 예를 들어, "A, B, 및 C 중 적어도 하나를 갖는 시스템" 은 A만을, B만을, C만을, A 와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B, 및 C를 함께 등을 갖는 시스템을 포함하지만 이에 한정되지 않을 것이다. 또한, 상세한 설명, 청구항들 또는 도면들에서, 2 개 이상의 택일적 용어를 제시하는 사실상 임의의 이접 단어 및/또는 어구는 용어들 중 하나, 용어들 중 어느 한쪽 또는 양 용어 모두를 포함할 가능성들을 고려하도록 이해되어야 한다는 것이 당업자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, 어구 "A 또는 B" 는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B" 의 가능성을 포함하도록 이해될 것이다.

[0078] 본 개시 및 본 개시의 수 많은 부수적인 장점들이 전술한 설명에 의해 이해될 것으로 믿어지며, 다양한 변경들

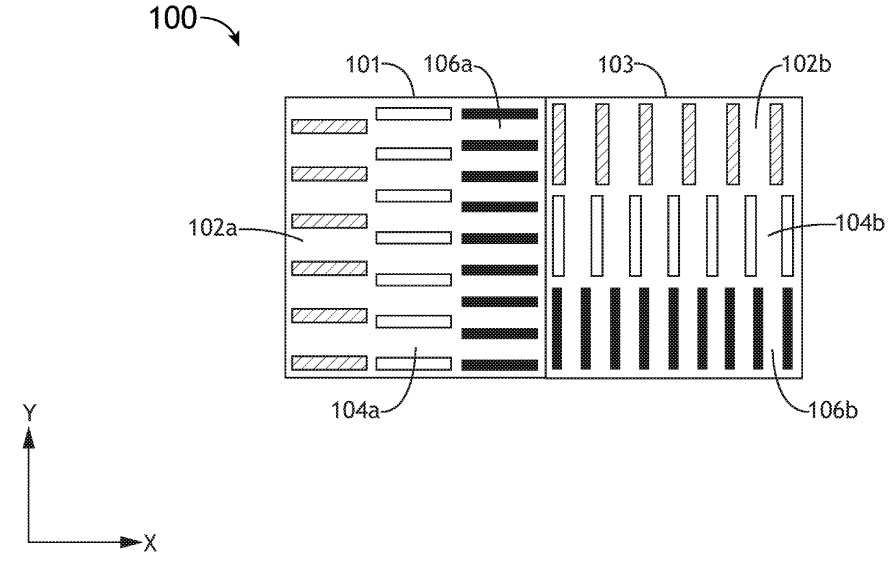
이 개시된 발명내용으로부터 벗어나지 않거나 또는 발명내용의 모든 물질 장점들을 희생시키지 않는 컴포넌트들의 형태, 구성, 및 배열로 행해질 수 있다는 것은 자명할 것이다. 설명된 형태는 단지 예시에 불과하며, 아래의 청구항들은 이와 같은 변경들을 망라하고 포함하는 것으로 의도되었다. 또한, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 것으로 이해되어야 한다.

도면

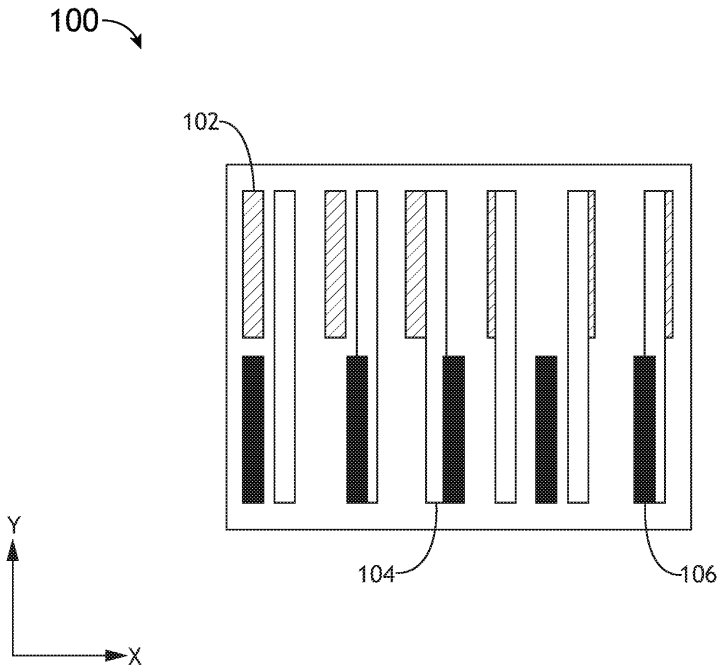
도면1a



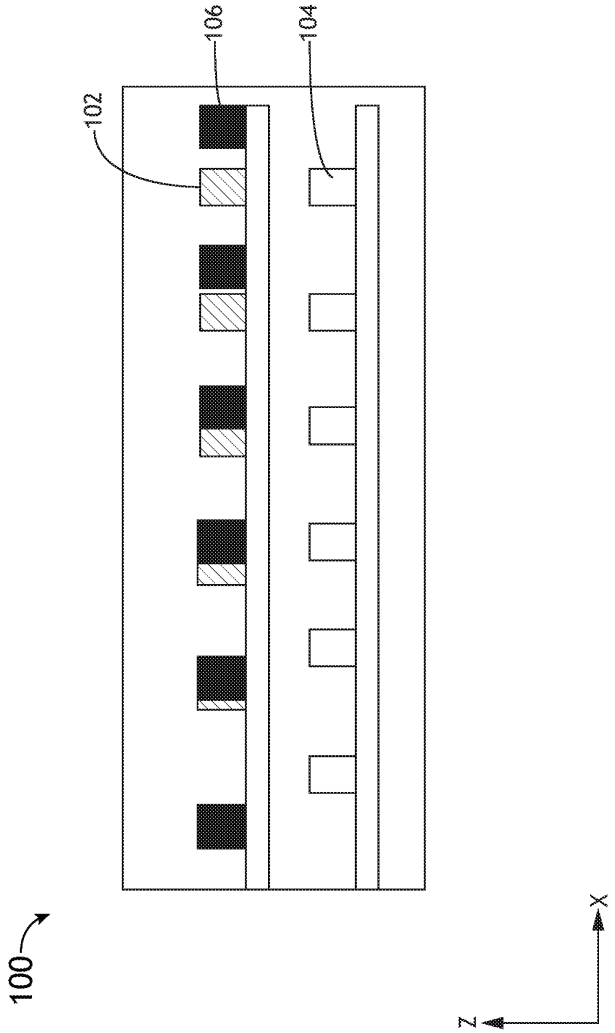
도면1b



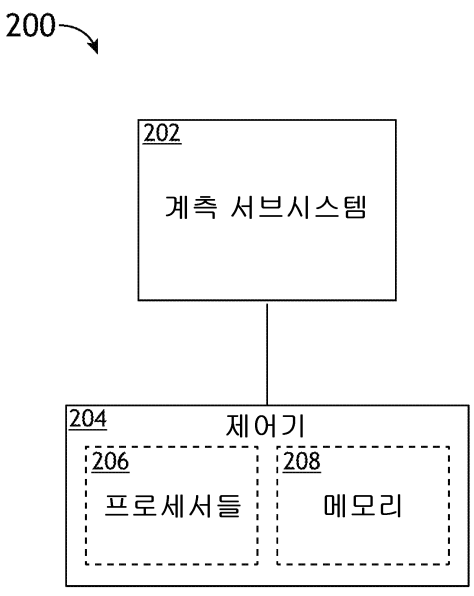
도면1c



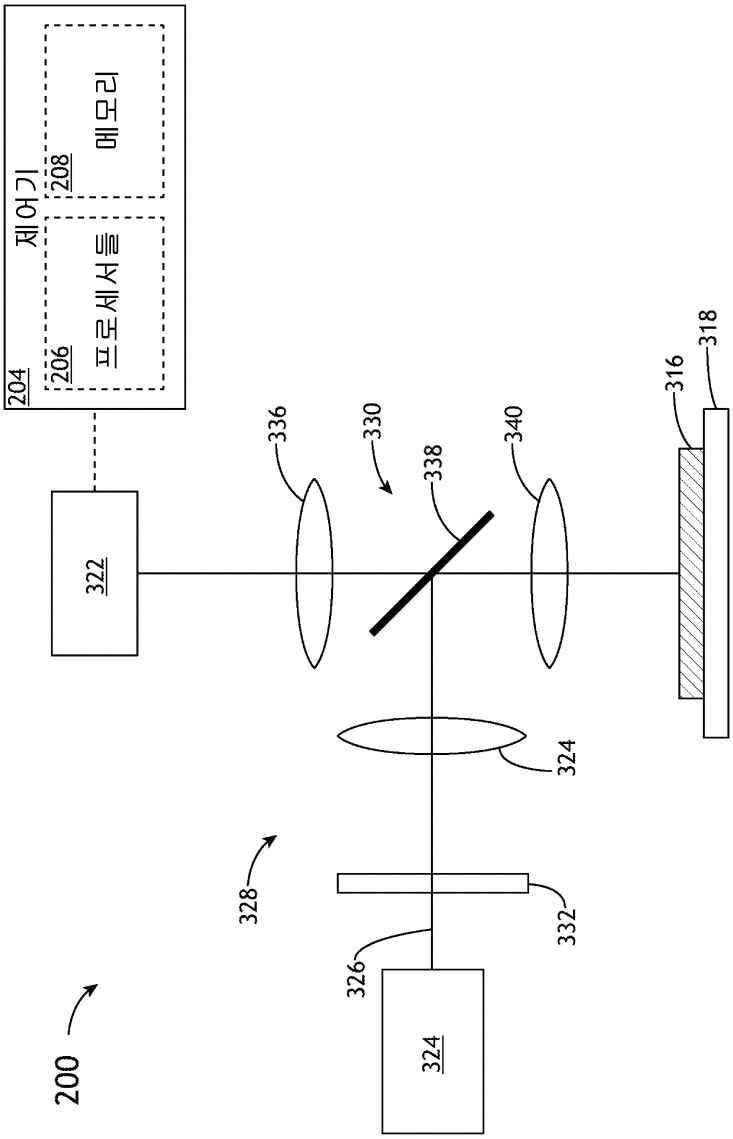
도면1d



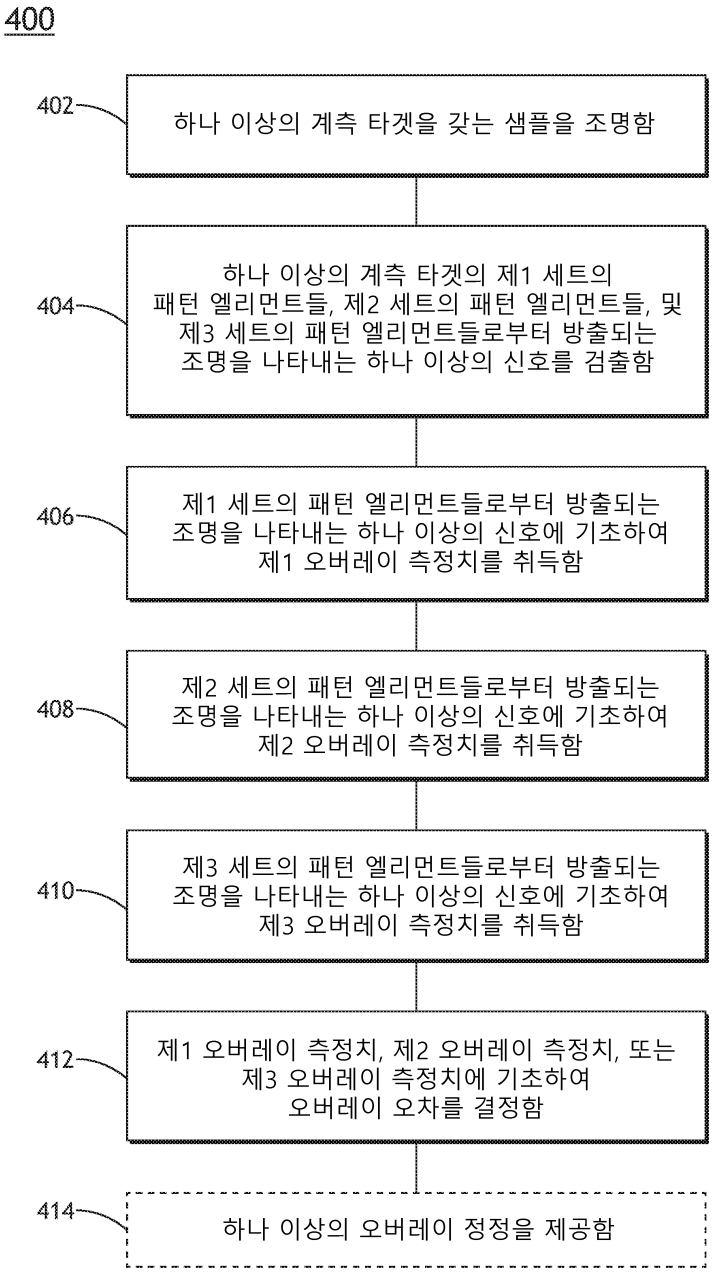
도면2



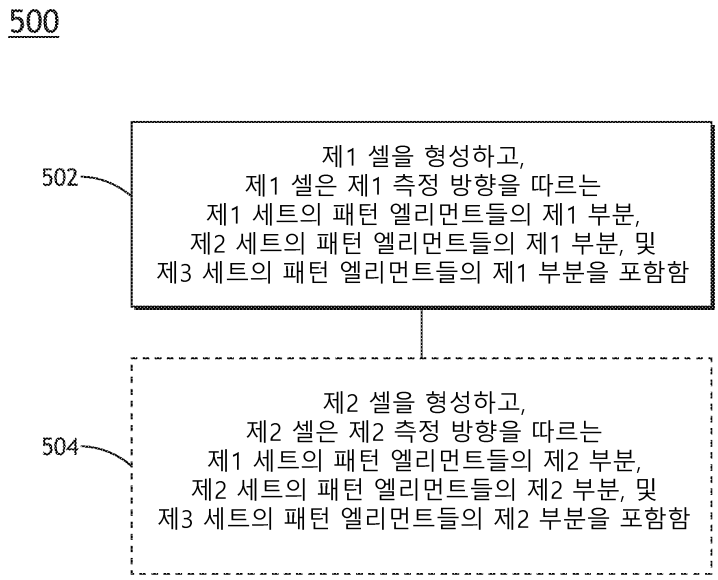
도면3


제어기
204
206
프로세서들
208
메모리
322
336
330
338
340
316
318
324
328
332
326
324
200

도면4


400
402
하나 이상의 계측 타겟을 갖는 샘플을 조명함
404
하나 이상의 계측 타겟의 제1 세트의 패턴 엘리먼트들, 제2 세트의 패턴 엘리먼트들, 및 제3 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호를 검출함
406
제1 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제1 오버레이 측정치를 취득함
408
제2 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제2 오버레이 측정치를 취득함
410
제3 세트의 패턴 엘리먼트들로부터 방출되는 조명을 나타내는 하나 이상의 신호에 기초하여 제3 오버레이 측정치를 취득함
412
제1 오버레이 측정치, 제2 오버레이 측정치, 또는 제3 오버레이 측정치에 기초하여 오버레이 오차를 결정함
414
하나 이상의 오버레이 정정을 제공함

도면5


500
502
제1 셀을 형성하고,
제1 셀은 제1 측정 방향을 따르는
제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분,
제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분, 및
제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제1 부분을 포함함
504
제2 셀을 형성하고,
제2 셀은 제2 측정 방향을 따르는
제1 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분,
제2 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분, 및
제3 세트의 패턴 엘리먼트들의 제2 부분을 포함함