



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년08월12일

(11) 등록번호 10-2694696

(24) 등록일자 2024년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/20 (2006.01) G01N 21/95 (2006.01)(52) CPC특허분류
G03F 7/70616 (2023.05)
G01N 21/9501 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-7019789

(22) 출원일자(국제) 2020년11월15일

심사청구일자 2023년09월25일

(85) 번역문제출일자 2022년06월10일

(65) 공개번호 10-2022-0100641

(43) 공개일자 2022년07월15일

(86) 국제출원번호 PCT/US2020/059898

(87) 국제공개번호 WO 2021/096896

국제공개일자 2021년05월20일

(30) 우선권주장

62/935,310 2019년11월14일 미국(US)

17/087,417 2020년11월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

EP03457212 A1

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 45 항

심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템 및 방법

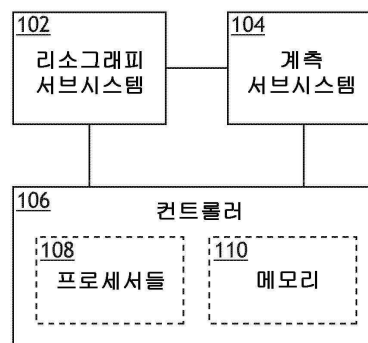
(57) 요약

계측 시스템은 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러를 포함한다. 다른 실시예에서, 컨트롤러는 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함하고 상기 프로그램 명령은 상기 하나 이상의 프로세서가, 상기 하나 이상의 계측 툴로부터 상기 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1a

100



오버레이 계측 측정값(overlay metrology measurements)을 수신하고; 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하고; 그리고 상기 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자(correctables)를 결정하게 하고, 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다. 프로그램 명령은 또한 상기 하나 이상의 프로세서가 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하게 한다.

(52) CPC특허분류

G03F 7/70633 (2023.05)

(72) 발명자

레비 아디

미국 캘리포니아주 95125 산 호세 글렌 아이리 애비뉴 1323

페이 진첸

중국 상하이 201203 푸둥 디스트릭트 즈 총 지 로드 레인 887 빌딩 71-72호

송 진안

미국 캘리포니아주 95035 밀피타스 원 테크놀로지 드라이브

마나쎈 암논

이스라엘 34892 하이파 골다 메이어 스트리트 10

(56) 선행기술조사문헌

US20180364591 A1

US20180173099 A1

US20180253017 A1

US20120330592 A1*

US20130162996 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트(tilt) 계산을 위한 시스템으로서,

계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러로서, 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 컨트롤러

를 포함하고,

상기 프로그램 명령은, 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금,

상기 하나 이상의 계측 툴로부터 상기 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값(overlay metrology measurements)을 수신하고 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(after develop inspection, ADI) 프로세스에 이어 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하고;

적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하고; 그리고

상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자(correctables)를 결정 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도(inaccuracy)를 감소시키도록 구성됨 - 하게 하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 툴에 제공되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N+1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 툴에 제공되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 에처(etcher)를 포함하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 전자빔(electron-beam) 계측 툴 및 광학 계측 툴 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 9

계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템으로서,

계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴; 및

상기 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러로서, 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 컨트롤러를 포함하고,

상기 프로그램 명령은 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금,

상기 하나 이상의 계측 툴로부터 상기 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하고 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(ADI) 프로세스에 이어 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하고;

적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하고; 그리고

상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성됨 - 하게 하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 툴에 제공되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N+1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 틀에 제공되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 틀은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 틀은 에처를 포함하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 틀은 전자빔 계측 틀 및 광학 계측 틀 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 17

방법으로서,

하나 이상의 계측 틀로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하는 단계 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(ADI) 프로세스에 이어 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하는 단계;

적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 틀 및 상기 하나 이상의 계측 틀 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하는 단계 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성됨 - 를 포함하는, 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 틀에 제공되는 것인, 방법.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 틀은 상기 샘플에 대한 N+1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 방법.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 틀은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 방법.

청구항 21

제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 툴에 제공되는 것인, 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 방법.

청구항 23

제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 에처를 포함하는 것인, 방법.

청구항 24

제17항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 전자빔 계측 툴 및 광학 계측 툴 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 방법.

청구항 25

오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템으로서,

계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러로서, 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 컨트롤러

를 포함하고,

상기 프로그램 명령은, 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금,

상기 하나 이상의 계측 툴로부터 상기 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하고 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 에칭 후 검사(after etch inspection, AEI) 프로세스 동안 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 에칭 유도 틸트 시그니처(etch-induced tilt signature)를 결정하고 - 상기 에칭 유도 틸트 시그니처는, S-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도(contrast precision) 측정값 및 P-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도 측정값에 기반함 -; 그리고

상기 결정된 에칭 유도 틸트 시그니처를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성됨 - 하게 하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 툴에 제공되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위

한 시스템.

청구항 28

제25항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 툴에 제공되는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 오버레이 계측 측정에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 30

제25항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 에처를 포함하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 31

제25항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 전자빔 계측 툴 및 광학 계측 툴 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템.

청구항 32

계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템으로서,

계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴; 및

상기 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러로서, 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함하는 컨트롤러

를 포함하고,

상기 프로그램 명령은, 상기 하나 이상의 프로세서로 하여금,

상기 하나 이상의 계측 툴로부터 상기 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하고 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 에칭 후 검사(AEI) 프로세스 동안 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 에칭 유도 틸트 시그니처를 결정하고 - 상기 에칭 유도 틸트 시그니처는, S-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도 측정값 및 P-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도 측정값에 기반함 -; 그리고

상기 결정된 에칭 유도 틸트 시그니처를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성됨 - 하게 하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 툴에 제공되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 34

제33항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 35

제32항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 툴에 제공되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 36

제35항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 37

제32항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 에처를 포함하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 38

제32항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 전자빔 계측 툴 및 광학 계측 툴 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템.

청구항 39

방법으로서,

하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하는 단계 - 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 에칭 후 검사(AEI) 프로세스 동안 취해짐 -;

상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 에칭 유도 틸트 시그니처를 결정하고 - 상기 에칭 유도 틸트 시그니처는, S-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도 측정값 및 P-편광 측정으로부터 획득된 콘트라스트 정밀도 측정값에 기반함 -; 및

상기 결정된 에칭 유도 틸트 시그니처를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 상기 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하는 단계 - 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 상기 샘플의 틸트 양 또는 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성됨 - 를 포함하는, 방법.

청구항 40

제39항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 리소그래피 툴에 제공되는 것인, 방법.

청구항 41

제40항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 상기 샘플에 대한 N-1 단계에 의해 유발되는 상기 틸트 양을 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 방법.

청구항 42

제39항에 있어서,

상기 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 상기 하나 이상의 계측 툴에 제공되는 것인, 방법.

청구항 43

제42항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 상기 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 상기 오버레이 부정확도를 감소시키기 위해 상기 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정되는 것인, 방법.

청구항 44

제39항에 있어서,

상기 하나 이상의 리소그래피 툴은 에처를 포함하는 것인, 방법.

청구항 45

제39항에 있어서,

상기 하나 이상의 계측 툴은 전자빔 계측 툴 및 광학 계측 툴 중 적어도 하나를 포함하는 것인, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 발명의 명칭이 "TILT CALCULATION BASED ON OPTICAL OVERLAY METROLOGY MEASUREMENTS AND NOVEL USE CASES"이고, 발명자가 Roie Volkovich, Paul MacDonald, Ady Levy, Jason Pei, Jinyan Song, 및 Amnon Manassen인, 2019년 11월 14일에 출원된 미국 임시 특허출원 No. 62/935,310에 대해 35 U.S.C. § 119(e)하의 이익을 주장하며, 이 출원의 전체 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 전반적으로 계측 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 오버레이(overlay) 측정값에 기반한 틸트(tilt) 계산을 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 계측 시스템은 일반적으로 관심 있는 샘플 층들 상에 위치한 타겟 피처들(features)을 갖는 계측 타겟들을 특성화(characterizing)함으로써 샘플의 다수 층들의 정렬(alignment)을 측정한다. 현재의 시스템들은 에칭 프로세스가 수행된 후 샘플의 현재 층과 이전 층 사이에 단일 계측 타겟에 대해 생성된 값들을 사용하여, 단일 계측 타겟에 대해 에칭 프로세스에 의해 유도된 틸트를 측정하거나 결정하기 위한 전용 틸트 툴(tilt tools)을 포함한다. 현재의 시스템들은 프로세스 변동, 리소그래피 프로세스 및 계측 프로세스와 같은 오류 소스들로부터 발생하는 다양한 오류에 민감할 수 있다. 에칭된 웨이퍼들은 OOS(out of specification) 틸트가 관찰되는 경우 재작업될(re-worked) 수 없을 수 있으며, 이는 증가된 스루풋(throughput) 시간을 초래할 수 있으며 오류가 생성되기 전에 오류 소스의 타입 및/또는 수를 줄이기 위해 추가적인 캘리브레이션(calibration)이 필요할 수 있다.

[0006] 따라서, 위에서 식별된 이전의 접근방식의 결점을 치유하기 위한 시스템 및 방법을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0007] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 틸트 계산을 위한 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 상기 시스템은 계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴(metrology tools)에 통신가능하게 결합된 컨트롤러를 포함한다. 다른 실시예에서, 컨트롤러는 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 다른

실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값(overlay metrology measurements)을 수신하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(after develop inspection, ADI) 프로세스에 이어(following) 취해진다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터(simulator)로 틸트를 예측하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대해 하나 이상의 정정가능 인자(correctables)를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 상기 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도(inaccuracy)를 감소시키도록 구성된다.

[0008] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 측정값(metrology measurements)의 오류 감소를 위한 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 시스템은 계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴을 포함한다. 다른 실시예에서, 시스템은 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러를 포함한다. 다른 실시예에서, 컨트롤러는 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(ADI) 프로세스에 이어 취해진다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 및 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다.

[0009] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 상기 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 현상 후 검사(ADI) 프로세스에 이어 취해진다. 다른 실시예에서, 상기 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 상기 예측된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다.

[0010] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 시스템은 계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러를 포함한다. 다른 실시예에서, 컨트롤러는 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서를 포함한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 에칭 후 검사(after etch inspection, AEI) 프로세스 동안 취해진다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 상기 결정된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다.

[0011] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 계측 측정값의 오류 감소를 위한 시스템이 개시된다. 일 실시예에서, 시스템은 계측 샘플을 유지하도록 구성된 하나 이상의 계측 툴을 포함한다. 다른 실시예에서, 시스템은 하나 이상의 계측 툴에 통신가능하게 결합된 컨트롤러를 포함한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값이 에칭 후 검사(AEI) 프로세스 동안 취해진다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상

의 프로세서가 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하게 한다. 다른 실시예에서, 프로그램 명령은 하나 이상의 프로세서가 결정된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하게 한다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다.

[0012] 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 방법이 개시된다. 일 실시예에서, 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 계측 툴로부터 계측 샘플의 하나 이상의 계측 타겟에 대한 하나 이상의 오버레이 계측 측정값을 수신하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값은 에칭 후 검사(AEI) 프로세스 동안 취해진다. 다른 실시예에서, 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 오버레이 계측 측정값으로부터 틸트를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 적어도 상기 결정된 틸트에 기반하여 시뮬레이터로 틸트를 예측하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 방법은 이에 한정되는 것은 아니지만, 상기 결정된 틸트를 조정하기 위해 하나 이상의 리소그래피 툴 및 하나 이상의 계측 툴 중 적어도 하나에 대한 하나 이상의 정정가능 인자를 결정하는 단계를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 샘플의 틸트 양 또는 하나 이상의 오버레이 계측 측정값의 오버레이 부정확도를 감소시키도록 구성된다.

[0013] 진술한 개괄적인 설명 및 다음의 상세한 설명 모두는 단지 예시적이고 설명적인 것이며, 청구된 바와 같은 본 발명을 필연적으로 제한하는 것은 아님을 이해해야 한다. 명세서에 포함되고 그 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 실시예를 예시하고 전반적인 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 개시의 다수 이점들이 다음과 같은 첨부 도면을 참조하여 이 분야의 기술자들에게 더 잘 이해될 수 있다.

도 1a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 제조 시스템을 예시하는 단순화된 도면이다.

도 1b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1a의 제조 시스템의 리소그래피 서브시스템을 예시하는 단순화된 도면이다.

도 1c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 도 1a의 제조 시스템의 계측 서브시스템의 단순화된 도면이다.

도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 에처(etcher)에 의해 유도된 틸트 시그니처(tilt signature)를 예시한다.

도 3a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 현상 후 검사(ADI) 단계 동안 측정된 오버레이 시그니처(overlay signature)를 도시한다.

도 3b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, ADI 단계 동안 웨이퍼의 단면의 단순화된 개략도를 도시한다.

도 4a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼에 걸친 오버레이 시그니처 측정 및 편광에 대한 오버레이 감도를 예시하는 대응하는 데이터 테이블을 예시한다.

도 4b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼에 걸친 오버레이 시그니처 측정 및 편광에 대한 오버레이 감도를 예시하는 대응하는 데이터 테이블을 도시한다.

도 4c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 웨이퍼에 걸친 오버레이 시그니처 측정 및 편광에 대한 오버레이 감도를 예시하는 대응하는 데이터 테이블을 예시한다.

도 5a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 오버레이 부정확도(overlay inaccuracy)를 오버레이 타겟 바(overlay target bar) 크기에 비교하는 그래프를 예시한다.

도 5b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 높이 대 폭을 비교하는 그래프를 예시한다.

도 6은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 에칭 틸트(etch tilt)를 예측하고 조정하기 위한 방법에서 수행되는 단계들을 예시하는 흐름도이다.

도 7은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 에칭 틸트를 추출하고 조정하기 위한 방법에서 수행되는 단계들을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 개시는 특정 실시예들 및 이들의 구체적인 특징들과 관련하여 특히 도시되고 설명되었다. 본 명세서에 기재된 실시예들은 제한하고자 하는 것이 아니라 예시적인 것으로 간주된다. 본 개시의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 형태 및 세부사항에서 다양한 변경 및 수정이 이루어질 수 있다는 것이 이 분야의 통상의 기술자에게 명백해야 한다.
- [0016] 이제 첨부 도면들에 도시된 개시된 주제에 대해 상세히 참조할 것이다.
- [0017] 계측 시스템은 일반적으로 관심 있는 샘플 층들 상에 위치한 타겟 피쳐들을 갖는 계측 타겟들을 특성화함으로써 샘플의 다수 층들의 정렬을 측정한다. 현재의 시스템들은 에칭 프로세스가 수행된 후 에칭 프로세스에 의해 유도된 틸트를 측정하거나 결정하기 위한 전용 틸트 툴을 포함한다. 현재의 시스템들은 프로세스 변동, 리소그래피 프로세스 및 계측 프로세스와 같은 오류 소스들로부터 발생하는 다양한 오류에 민감할 수 있다. 에칭된 웨이퍼들은 OOS(out of specification) 틸트가 관찰되는 경우 재작업될 수 없을 수 있으며, 이는 증가된 스루풋(throughput) 측정 시간을 초래할 수 있으며 오류가 생성되기 전에 오류 소스의 타입 및/또는 수를 줄이기 위해 추가적인 캘리브레이션이 필요할 수 있다.
- [0018] 오버레이(OVL) 계측 툴은 샘플의 현재 층과 이전 층 사이에 단일 계측 타겟에 대해 생성된 값을 사용하여 단일 계측 타겟에 대한 샘플 층들의 오버레이를 결정하기 위해 다양한 오버레이 계측 기술을 이용할 수 있다. 예를 들어, 오버레이 계측 기술들은 이들에 한정되는 것은 아니지만, 이미징(imaging), 산란계측(scatterometry), 또는 오버레이 계측 기술들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0019] 틸트를 줄이거나 최소화하고/하거나 웨이퍼의 재작업(re-work)을 허용하기 위해 오버레이 계측 툴이 전용 틸트 툴을 대체할 수 있다. 이러한 대체는 다음 단계를 위해 에칭 프로세스에 의해 유도된 틸트의 예측 또는 계산을 허용할 수 있으며, 틸트의 예측 또는 계산은 현상 후 검사(ADI) 프로세스 및/또는 에칭 후 검사(AEI) 프로세스 동안 발생한다.
- [0020] 따라서, 본 개시의 실시예들은 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시의 실시예들은 틸트 시그니처를 예측 및/또는 조정하기 위한 방법, 및 틸트 시그니처를 예측 및/또는 조정하도록 구성된 대응하는 시스템에 관한 것이다.
- [0021] 본 개시의 이점들은 오버레이 AEI 데이터를 사용하여 에칭 프로세스에 의해 유도된 틸트를 결정하는 것을 포함한다. 본 개시의 이점들은 또한 오버레이 ADI 데이터를 사용하여 이전 층에 대한 에칭 틸트를 계산하는 것을 포함한다. 본 개시의 이점들은 또한 오버레이 ADI 데이터를 사용하여 N+1 에칭 단계에 대한 틸트를 예측하는 것을 포함한다. 본 개시의 이점들은 또한 더 양호한 오버레이 정확도를 위해 이전 층에 대한 틸트 정보에 기반하여 ADI 프로세스에서 오버레이 측정을 조정하는 것(correcting)을 포함한다.
- [0022] 도 1a 내지 도 7은 전반적으로 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템 및 방법을 도시한다.
- [0023] 도 1a 내지 도 1c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 시스템(100)을 전반적으로 도시한다.
- [0024] 적어도 도 1a에 도시된 바와 같이, 일 실시예에서, 시스템(100)은 샘플 상의 패턴 마스크의 하나 이상의 패턴 요소(예를 들어, 디바이스 패턴 요소, 계측 타겟 패턴 요소 등)를 리소그래피적으로(lithographically) 이미징하기 위한 하나 이상의 리소그래피 서브시스템(102)을 포함한다. 본 개시의 목적을 위해, 리소그래피 서브시스템(102)은 리소그래피 툴로서 지칭될 수 있다는 것이 여기서 언급된다. 예를 들어, 리소그래피 서브시스템(102)은 이에 한정되는 것은 아니지만, 에처(etcher), 스캐너(scanner), 스테퍼(stepper), 클리너(cleaner) 등을 포함하는 이 기술분야에 알려진 임의의 리소그래피 툴을 포함할 수 있다. 제조 프로세스는 샘플(예를 들어, 반도체 웨이퍼 등)의 표면에 걸쳐 분포되는 다수의 다이들(dies)을 제조하는 단계를 포함할 수 있으며, 여기서 각 다이는 디바이스 구성요소를 형성하는 재료의 다수의 패턴화된 층들을 포함한다. 각각의 패턴화된 층은 관심 패턴을 생성하기 위한 재료 퇴적, 리소그래피, 에칭, 및/또는 하나 이상의 노광 단계(예를 들어, 스캐너, 스테퍼 등에 의해 수행됨)를 포함하는 일련의 단계들을 통해 리소그래피 툴들에 의해 형성될 수 있다. 본 개시의 목적을 위해, 리소그래피 서브시스템(102)은 단일 리소그래피 툴일 수 있거나 리소그래피 툴들의 그룹을 나타낼 수 있다는 것이 여기서 언급된다.
- [0025] 다른 실시예에서, 시스템(100)은 샘플 상의 하나 이상의 피쳐(features)를 특성화하기 위한 하나 이상의 계측 서브시스템(104)을 포함한다. 시스템(100)은 특정 샘플 상의 및/또는 다수의 샘플들에 걸친 피쳐들의 제조를 모

니터링 및 제어하기 위해 제조 프로세스 동안 하나 이상의 지점(points)에서 계측 측정을 포함할 수 있다. 본 개시의 목적을 위해, 계측 서브시스템(104)은 계측 툴로서 지칭될 수 있다는 것이 여기서 언급된다. 예를 들어, 계측 서브시스템(104)은 샘플의 피쳐들의 상대적인 위치를 측정하는 데 적합한 오버레이 계측 툴을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 계측 서브시스템(104)은 샘플에 대한 하나 이상의 이미지 생성에 기반하여 계측 데이터를 측정하기 위한 이미지 기반 계측 툴을 포함한다. 다른 실시예에서, 계측 서브시스템(104)은 전자빔(electron beam) 기반 계측 시스템을 포함한다. 예를 들어, 계측 서브시스템(104)은 샘플로부터 나오는 빛의 산란(반사, 회절, 확산 산란(diffuse scattering) 등)에 기반하여 계측 데이터를 측정하기 위한 산란계측 기반 계측 시스템(예를 들어, 산란계측 오버레이(scatterometry overlay, SCOL) 계측 시스템)을 포함할 수 있다. 본 개시의 목적을 위해, 계측 서브시스템(104)은 단일 계측 툴일 수 있거나 계측 툴들의 그룹을 나타낼 수 있다는 것이 여기서 언급된다.

[0026] 여기에서 샘플의 특성화에 기반한 시스템(100)에 대한 조정은, 이에 한정되는 것은 아니지만, 프로세스 변동, 리소그래피 프로세스 및 계측 프로세스를 포함하는 하나 이상의 오류 소스에서 비롯되는 노이즈를 감소시킬 수 있다는 것이 여기서 언급된다. 예를 들어, 하나 이상의 오류 소스는 리소그래피 흐름에서 비롯될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니지만, 마스크 인쇄적성(mask printability) 오류, 리소그래피 툴 오류, 프로세스 툴 오류(예를 들어, 에처, 클리너 등) 및 계측 툴 오류를 포함할 수 있다.

[0027] 다른 실시예에서, 시스템(100)은 컨트롤러(106)를 포함한다. 컨트롤러(106)는 메모리 매체(110) 상에 유지되는 프로그램 명령을 실행하도록 구성된 하나 이상의 프로세서(108)를 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 컨트롤러(106)의 하나 이상의 프로세서(108)는 본 개시 전체에 걸쳐 설명되는 다양한 프로세스 단계들 중 임의의 것을 실행할 수 있다.

[0028] 컨트롤러(106)의 하나 이상의 프로세서(108)는 이 기술분야에 공지된 임의의 프로세싱 요소를 포함할 수 있다. 이러한 의미에서, 하나 이상의 프로세서(108)는 알고리즘 및/또는 명령을 실행하도록 구성된 임의의 마이크로프로세서 타입 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 알고리즘 및/또는 명령은 이에 한정되는 것은 아니지만, 상이한 가중 평균(weighted averages)을 사용한 계산(예를 들어, 가중치(weighting)가 계측 타겟 품질을 사용하여 생성될 수 있음), 머신러닝 알고리즘, 및/또는 기타 알고리즘 기반 방법론을 포함할 수 있다. 본 개시 전체에 걸쳐 기술된 바와 같이, 일 실시예에서, 하나 이상의 프로세서(108)는 시스템(100)을 작동시키도록 구성된 프로그램을 실행하도록 구성된 데스크탑 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 이미지 컴퓨터, 병렬 프로세서, 또는 임의의 다른 컴퓨터 시스템(예를 들어, 네트워크로 연결된 컴퓨터)으로 구성될 수 있다. 또한, 용어 "프로세서"는 비일시적 메모리 매체(110)로부터 프로그램 명령을 실행하는 하나 이상의 프로세싱 요소를 구비하는 임의의 디바이스를 포함하도록 광범위하게 정의될 수 있음을 알 수 있다. 또한, 본 개시 전체에 걸쳐 설명된 단계들은 단일 컨트롤러(106) 또는, 대안적으로 다수의 컨트롤러들에 의해 수행될 수 있다. 또한, 컨트롤러(106)는 공통 하우징 또는 다수의 하우징들 내에 수용된 하나 이상의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 임의의 컨트롤러 또는 컨트롤러들의 조합은 시스템(100)으로의 통합에 적합한 모듈로서 개별적으로 패키징될 수 있다. 또한, 컨트롤러(106)는 검출기로부터 수신된 데이터를 분석하고 상기 데이터를 시스템(100) 내의 추가적인 구성요소들(예를 들어, 리소그래피 서브시스템(102)) 또는 시스템(100) 외부에 공급할 수 있다.

[0029] 메모리 매체(110)는 연관된 하나 이상의 프로세서(108)에 의해 실행가능한 프로그램 명령을 저장하기에 적합한 이 기술분야에 알려진 임의의 저장 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리 매체(110)는 비일시적 메모리 매체를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 메모리 매체(110)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 읽기전용 메모리, 랜덤-액세스 메모리, 자기 또는 광학 메모리 디바이스(예를 들어, 디스크), 자기 테이프, 솔리드-스테이트 드라이브(solid-state drive) 등을 포함할 수 있다. 또한, 메모리 매체(110)는 하나 이상의 프로세서(108)와 함께 공통 컨트롤러 하우징에 수용될 수 있다는 것이 또한 언급된다. 일 실시예에서, 메모리 매체(110)는 하나 이상의 프로세서(108) 및 컨트롤러(106)의 물리적 위치에 대해 원격으로 위치될 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(106)의 하나 이상의 프로세서(108)는 네트워크(예를 들어, 인터넷, 인트라넷 등)를 통해 액세스 가능한 원격 메모리(예를 들어, 서버)에 액세스할 수 있다. 따라서, 위의 설명은 본 발명에 대한 제한으로 해석되어서는 안 되며 예시에 불과하다.

[0030] 적어도 도 1b에 도시된 바와 같이, 일 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 조명 빔(114)을 생성하도록 구성된 리소그래피 조명 소스(112)를 포함한다. 하나 이상의 조명 빔(114)은 이에 한정되는 것은 아니지만, 자외선(UV) 방사선, 가시광선 방사선 또는 적외선(IR) 방사선을 포함하는 빛의 하나 이상의 선택된 파장을 포함할 수 있다.

- [0031] 리소그래피 조명 소스(112)로부터의 조명은 임의의 공간 분포(예를 들어, 조명 패턴)를 가질 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 조명 소스(112)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 단극(single-pole) 조명 소스, 쌍극(dipole) 조명 소스, C-쿼드(C-Quad) 조명 소스, 퀘이사(Quasar) 조명 소스, 또는 자유형(free-form) 조명 소스를 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 리소그래피 조명 소스(112)는 조명이 광축(optical axis)(116)을 따라(또는 평행하게) 전파하는 온-축(on-axis) 조명 빔(114) 및/또는 조명이 광축(116)에 대해 비스듬히(at an angle) 전파하는 임의의 수의 오프-축(off-axis) 조명 빔(114)을 생성할 수 있다.
- [0032] 본 개시의 목적을 위해, 리소그래피 조명 소스(112)의 조명 극(illumination pole)은 특정 위치로부터의 조명을 나타낼 수 있다는 것이 여기에서 언급된다. 이와 관련하여, (예를 들어, 광축(116)에 대한) 리소그래피 조명 소스(112)의 각각의 공간적 위치(spatial location)는 조명 극으로 간주될 수 있다. 또한, 조명 극은 이 기술분야에 알려진 임의의 형상 또는 크기를 가질 수 있다. 또한, 리소그래피 조명 소스(112)는 조명 극들의 분포에 대응하는 조명 프로파일(illumination profile)을 갖는 것으로 간주될 수 있다.
- [0033] 또한, 리소그래피 조명 소스(112)는 이 기술분야에 알려진 임의의 방법에 의해 조명 빔(114)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 조명 빔(114)은 리소그래피 조명 소스(112)의 조명 극(예를 들어, 리소그래피 조명 소스(112)의 조명 프로파일의 일부 등)으로부터 조명으로서 형성될 수 있다. 다른 예로서, 리소그래피 조명 소스(112)는 다수의 조명 빔(114)의 생성을 위한 다수의 조명 소스들을 포함할 수 있다.
- [0034] 다른 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 마스크 지지 디바이스(118)를 포함한다. 마스크 지지 디바이스(118)는 패턴 마스크(120)를 고정하도록 구성된다. 다른 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 패턴 마스크(120)의 이미지에 대응하는 인쇄된 패턴 요소들을 생성하기 위해, 하나 이상의 조명 빔(114)에 의해 조명된 패턴 마스크(120)의 이미지를 샘플 스테이지(126) 상에 배치된 샘플(124) 상으로 투영하도록 구성된 투영 광학장치(projection optics)(122) 세트를 포함한다. 다른 실시예에서, 마스크 지지 디바이스(118)는 패턴 마스크(120)를 움직이게 하거나(actuate) 위치설정(position)하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 마스크 지지 디바이스(118)는 시스템(100)의 투영 광학장치(122)에 대해 선택된 위치로 패턴 마스크(120)를 움직이게 할 수 있다.
- [0035] 샘플(124)은 패턴 마스크(120)의 이미지를 수용하기에 적합한 임의의 수의 감광성(photosensitive) 재료 및/또는 재료 층들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 샘플(124)은 레지스트층(resist layer)(128)을 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 투영 광학장치(122) 세트는 패턴 마스크(120)의 이미지를 레지스트층(128) 상에 투영하여 레지스트층(128)을 노광시킬 수 있고, 후속 에칭 단계는 샘플(124) 상에 인쇄된 피쳐들을 제공하기 위해 상기 노광된 재료(예를 들어, 포지티브(positive) 에칭) 또는 노광되지 않은 재료(예를 들어, 네거티브(negative) 에칭)를 제거할 수 있다. 또한, 패턴 마스크(120)는 이 기술분야에 알려진 임의의 이미징 구성에서 이용될 수 있다. 예를 들어, 패턴 마스크(120)는 패턴 요소들이 인쇄된 패턴 요소들로서 포지티브 이미징되는 포지티브 마스크(예를 들어, 명시야(bright-field) 마스크)일 수 있다. 다른 예로서, 패턴 마스크(120)는 패턴 마스크(120)의 패턴 요소들이 네거티브 인쇄된 패턴 요소들(예를 들어, 갭(gaps), 공간(spaces) 등)을 형성하는 네거티브 마스크(예를 들어, 암시야(dark-field) 마스크)일 수 있다.
- [0036] 샘플(124)은 하나 이상의 필드(fields)를 포함할 수 있다. 상기 하나 이상의 필드 중 각 필드는 하나 이상의 오버레이 계측 타겟을 포함한다. 본 개시의 목적을 위해, 오버레이 계측 타겟들은 계측 타겟 또는 오버레이 타겟으로 지칭될 수 있다는 것이 여기에서 언급된다. 예를 들어, 샘플(124)은 산란계측 기술을 위한 4개의 계측 타겟들을 포함할 수 있다. 상이한 계측 타겟들은 상이한 타겟 설계를 가지도록 하나 이상의 계측 타겟들은 상이한 타입일 수 있다. 4개의 계측 타겟들은 샘플(124)에서 서로 가까이 배치될 수 있지만, 임계 치수(critical dimension, CD), 피치(pitch) 및/또는 세그먼트(segmentation) 크기 중 하나 이상에서 상이할 수 있다. 4개의 계측 타겟들은 샘플(124)의 각 필드에서 필드당 여러 위치에 위치될 수 있으므로, 계측 타겟들의 위치들의 총 수는 최대 수천 개 위치일 수 있다.
- [0037] 컨트롤러(106)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 패턴 마스크(120) 상의 패턴 요소들의 샘플(124)로의 전사를 지시하기 위해 마스크 지지 디바이스(118) 및/또는 샘플 스테이지(126)와, 조명 빔(114)의 하나 이상의 특성을 제어하기 위해 리소그래피 조명 소스(112)를 포함하는 리소그래피 서브시스템(102)의 임의의 요소 또는 요소들의 조합에 통신가능하게 결합될 수 있다.
- [0038] 도 1c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 계측 서브시스템(104)의 블록도이다. 시스템(100)은 이 기술분야에 알려진 임의의 방법을 사용하여 적어도 하나의 검출기(132) 상에 샘플(124)로부터 나오는 빛(예를 들어, 샘플 광(130))과 연관된 하나 이상의 이미지를 생성할 수 있다. 일 실시예에서, 검출기(132)는 샘플(124) 상의 하나 이상의 피쳐의 이미지를 생성하기 위해 필드 평면(field plane)에 위치된다. 이 점에서, 시스템(100)은 이미

지 기반 오버레이 계측 톨로서 동작할 수 있다. 다른 실시예에서, 검출기(132)는 샘플(124)로부터 나오는 빛의 각도에 기반하여(예를 들어, 반사, 회절, 산란 등에 기반하여) 이미지를 생성하기 위해 동공 평면(pupil plane)에 위치된다. 이 점에서, 시스템(100)은 산란계측 기반 계측 톨로서 동작할 수 있다.

[0039] 일 실시예에서, 계측 서브시스템(104)은 계측 조명 빔(136)을 생성하기 위한 계측 조명 소스(134)를 포함한다. 계측 조명 소스(134)는 리소그래피 조명 소스(112)와 동일할 수 있거나 별개의 계측 조명 빔(136)을 생성하도록 구성된 별개의 조명 소스일 수 있다. 계측 조명 빔(136)은 이에 한정되는 것은 아니지만, 진공 자외선(vacuum ultraviolet, VUV) 방사선, 심자외선(deep ultraviolet, DUV) 방사선, 자외선(UV) 방사선, 가시광선 방사선 또는 적외선(infrared, IR) 방사선을 포함하는 빛의 하나 이상의 선택된 파장을 포함할 수 있다. 계측 조명 소스(134)는 또한 임의의 범위의 선택된 파장들을 포함하는 계측 조명 빔(136)을 생성할 수 있다. 다른 실시예에서, 계측 조명 소스(134)는 조정가능한 스펙트럼을 갖는 계측 조명 빔(136)을 생성하기 위해 스펙트럼적으로 조정가능한(spectrally-tunable) 조명 소스를 포함할 수 있다.

[0040] 계측 조명 소스(134)는 또한 임의의 시간 프로파일(temporal profile)을 갖는 계측 조명 빔(136)을 생성할 수 있다. 예를 들어, 계측 조명 소스(134)는 연속(continuous) 계측 조명 빔(136), 펄스(pulsed) 계측 조명 빔(136), 또는 변조된 계측 조명 빔(136)을 생성할 수 있다. 또한, 계측 조명 빔(136)은 자유공간 전파 또는 유도된 광(guided light)(예를 들어, 광섬유, 광 파이프 등)을 통해 계측 조명 소스(134)로부터 전달될 수 있다.

[0041] 다른 실시예에서, 계측 조명 소스(134)는 조명 경로(138)를 통해 계측 조명 빔(136)을 샘플(124)로 지향시킨다. 조명 경로(138)는 계측 조명 빔(136)을 수정 및/또는 컨디셔닝(condition)하기에 적합한 하나 이상의 렌즈(140) 또는 추가적인 조명 광학 구성요소들(142)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 조명 광학 구성요소(142)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 편광기, 하나 이상의 필터, 하나 이상의 빔 스플리터(beam splitters), 하나 이상의 디퓨저(diffusers), 하나 이상의 호모제나이저(homogenizers), 하나 이상의 아포다이저(apodizers), 하나 이상의 빔 셰이퍼(beam shapers), 또는 하나 이상의 셔터(shutters)(예를 들어, 기계적 셔터, 전기-광학 셔터, 음향-광학(acousto-optical) 셔터 등)를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 하나 이상의 조명 광학 구성요소(142)는 샘플(124) 상의 조명 각도를 제어하기 위한 애퍼처 스톱(aperture stops) 및/또는 샘플(124) 상의 조명의 공간적 범위(spatial extent)를 제어하기 위한 필드 스톱(field stops)을 포함할 수 있다. 일 예에서, 조명 경로(138)는 샘플의 텔레센트릭(telecentric) 조명을 제공하기 위해 대물 렌즈(144)의 후방 초점 평면(back focal plane)에 공액인(conjugate) 평면에 위치되는 애퍼처 스톱을 포함한다. 다른 실시예에서, 시스템(100)은 샘플(124) 상으로 계측 조명 빔(136)을 집속하기 위한 대물 렌즈(144)를 포함한다.

[0042] 다른 실시예에서, 샘플(124)은 샘플 스테이지(146) 상에 배치된다. 샘플 스테이지(146)는 시스템(100) 내에 샘플(124)을 위치시키기에 적합한 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 샘플 스테이지(146)는 선형 병진 스테이지들, 회전 스테이지들, 틸/틸트(tip/tilt) 스테이지들 등의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0043] 본 개시의 목적을 위해, 일부 실시예에서 샘플(124)은 계측 샘플(metrology sample)(124)로 간주될 수 있다.

[0044] 다른 실시예에서, 검출기(132)는 수집 경로(148)를 통해 샘플(124)에서 나오는 방사선(예를 들어, 샘플 광(130))을 포획하도록 구성된다. 예를 들어, 수집 경로(148)는 이들을 포함해야 하는 것은 아니지만, 수집 렌즈(예를 들어, 도 1c에 도시된 대물 렌즈(144)) 또는 하나 이상의 추가적인 수집 경로 렌즈(150)를 포함할 수 있다. 이와 관련하여, 검출기(132)는 (예를 들어, 정반사(specular reflection), 확산 반사(diffuse reflection) 등을 통해) 샘플(124)로부터 반사되거나 산란된 또는, (예를 들어, 계측 조명 빔(136)의 흡수와 관련된 발광(luminescence) 등) 샘플(124)에 의해 생성된 방사선을 수신할 수 있다.

[0045] 수집 경로(148)는 또한, 이에 한정되는 것은 아니지만, 하나 이상의 수집 경로 렌즈(150), 하나 이상의 필터, 하나 이상의 편광기, 또는 하나 이상의 빔 블록(beam blocks)을 포함하여, 대물 렌즈(144)에 의해 수집된 조명을 지향 및/또는 수정하기 위해 임의의 수의 수집 광학 구성요소(152)를 포함할 수 있다. 또한, 수집 경로(148)는 검출기(132) 상으로 이미징되는 샘플의 공간적 범위를 제어하기 위한 필드 스톱 또는 검출기(132) 상에 이미지를 생성하는 데 사용되는 샘플로부터의 조명의 각도 범위(angular extent)를 제어하기 위한 애퍼처 스톱을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 수집 경로(148)는 샘플의 텔레센트릭 이미징을 제공하기 위해 대물 렌즈(144) 광학 요소의 후방 초점 평면에 공액인 평면에 위치된 애퍼처 스톱을 포함한다.

[0046] 검출기(132)는 샘플(124)로부터 수신된 조명을 측정하기에 적합한 이 기술분야에 알려진 임의의 타입의 광학 검출기를 포함할 수 있다. 예를 들어, 검출기(132)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 전하 결합 소자(CCD), 상보형 금속 산화물 반도체(complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS) 센서, 광전자 증배관(photomultiplier

tube, PMT) 어레이, 또는 애벌런치 포토다이오드(avalanche photodiode) 어레이와 같은, 정적(static) 샘플(124)(예를 들어, 정적 작동 모드에서)의 하나 이상의 이미지를 생성하기에 적합한 센서를 포함할 수 있다. 다른 예로서, 검출기(132)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 라인 센서(line sensor) 또는 시간 지연 및 적분(time delay and integration, TDI) 센서를 포함하여, 움직이는 샘플(124)(예를 들어, 스캐닝 작동 모드)의 하나 이상의 이미지를 생성하는 데 적합한 센서를 포함할 수 있다.

[0047] 다른 실시예에서, 검출기(132)는 샘플(124)로부터 나오는 방사선의 파장을 식별하기에 적합한 분광 검출기(spectroscopic detector)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 시스템(100)은 시스템(100)에 의한 다수의 계측 측정을 용이하게 하기 위해 (예를 들어, 하나 이상의 빔 스플리터에 의해 생성된 다수의 빔 경로들과 연관된) 다수의 검출기들(132)을 포함할 수 있다.

[0048] 일 실시예에서, 시스템(100)은 대물 렌즈(144)가 동시에 계측 조명 빔(136)을 샘플(124)로 지향시키고 샘플(124)로부터 나오는 방사선을 수집할 수 있도록 배향된 빔 스플리터(154)를 포함한다. 이와 관련하여, 시스템(100)은 에피-조명(epi-illumination) 모드로 구성될 수 있다.

[0049] 다른 실시예에서, 도 1a 내지 도 1c에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(106)는 시스템(100)의 하나 이상의 요소에 통신가능하게 결합된다. 이와 관련하여, 컨트롤러(106)는 시스템(100)의 임의의 구성요소로부터 데이터를 수신 및/또는 송신할 수 있다. 예를 들어, 컨트롤러(106)는 이에 한정되는 것은 아니지만, 샘플(124)의 검출기(132)로부터 하나 이상의 이미지를 포함하는 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다.

[0050] 일 실시예에서, 샘플(124)은 본 개시 전체에 걸쳐 설명되는 오버레이 계측 측정값에 기반한 틸트 계산을 위한 시스템 및 방법에 사용되도록 설계 및/또는 제조될 수 있다.

[0051] 도 2는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 리소그래피 서브시스템(102)에 의해 유도된 틸트 시그니처(tilt signature)를 예시하는 시그니처 그래프(200)이다. 일 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 에처(etcher)이고, 시그니처 그래프(200)는 에처에 의해 유도된 틸트 시그니처를 포함한다. 다른 실시예에서, 도 2의 시그니처 그래프(200)에 예시된 틸트-유도 에칭(tilt-induced etch)은 에처 작동 방식으로 인한 고유한 방사상의(radial) 시그니처를 갖는다. 에처(또는 에칭 프로세스)에 의해 유도된 틸트는, 제품 수율 손실의 한 요인이며 높은 틸트(예를 들어, OOS 틸트)를 갖는 임의의 웨이퍼의 재작업을 방해한다는 것이 여기서 언급된다.

[0052] 도 3a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, ADI 단계에서 측정된 오버레이 시그니처(overlay signature)를 포함하는 시그니처 그래프(300)를 예시한다. 일 실시예에서, 시그니처 그래프(300)는 에처에 의해 유도된 틸트 시그니처를 포함한다. 다른 실시예에서, 도 3a의 시그니처 그래프(300)에 예시된 틸트-유도 에칭은 ADI 단계 동안 측정된 오버레이에 영향을 미친다. 다른 실시예에서, 도 3a의 시그니처 그래프(300)에 예시된 틸트-유도 에칭은 오버레이 성능과 정확도에 영향을 미친다. 도 3b는 본 개시의 하나 이상의 실시예들에 따른, 시그니처 그래프(300)에 대응하는 ADI 샘플(310)의 예시적인 단면을 도시한다. 일 실시예에서, ADI 샘플(310)은 하나 이상의 층으로 제조된다. 예를 들어, ADI 샘플(310)은 실리콘층(312)을 포함한다. 다른 예로서, ADI 샘플(310)은 AEI N-1 층(314), 또는 이전의(예를 들어, N-1) AEI 단계에서 제조된 층을 포함한다. 다른 예로서, ADI 샘플(310)은 폴리머층(316)을 포함한다. 다른 예로서, ADI 샘플(310)은 하드 마스크층(318)을 포함한다. 다른 예로서, ADI 샘플(310)은 바닥 반사방지 코팅(bottom anti-reflective coating, BARC) 또는 층(320)을 포함한다. 다른 예로서, ADI 샘플(310)은 포토레지스트층(322)을 포함한다.

[0053] 도 4a 내지 도 4c는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 시그니처 그래프들 및 대응하는 데이터 테이블을 전반적으로 예시한다. 일 실시예에서, 방사상 시그니처를 갖는 에처에 의해 유도된 틸트는 교차 편광(cross-polarization)에 민감하다. 예를 들어, 도 4a는 편광되지 않은 광(Un-Pol) 하의 웨이퍼에 대한 시그니처 그래프(400), 및 Un-Pol 하에서 X-방향 및 Y-방향 모두로 오버레이 평균(OVL mean) + 3시그마(σ), 및 오버레이 범위에 대한 정보를 포함하는 대응하는 데이터 테이블(402)을 도시한다. 다른 예로서, 도 4b는 P-편광된 광(P-Pol) 하의 웨이퍼에 대한 시그니처 그래프(410), 및 P-Pol 하에서 X-방향 및 Y-방향 모두로 오버레이 평균 + 3σ , 및 오버레이 범위에 대한 정보를 포함하는 대응하는 데이터 테이블(412)을 도시한다. 다른 예로서, 도 4c는 S-편광된 광(S-Pol) 하의 웨이퍼에 대한 시그니처 그래프(420), 및 S-Pol 하에서 X-방향 및 Y-방향 모두로 오버레이 평균 + 3σ , 및 오버레이 범위에 대한 정보를 포함하는 대응하는 데이터 테이블(422)을 도시한다. 도 4a 내지 도 4c에 도시된 바와 같이, 오버레이는 편광에 민감하며, 이는 오버레이 평균(또는 오버레이 평균 + 3σ) 및/또는 오버레이 변동(variation) 범위에 영향을 미칠 수 있다.

[0054] 도 5a는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 편광에 의해 영향을 받는 오버레이 부정확도를 비교하는 그래프

(500)를 예시한다. 일 실시예에서, 편광은 오버레이 측정의 정확도에 영향을 미친다. 예를 들어, 그래프(500)는 편광되지 않은 광(예를 들어, 라인(502)) 하에서, P-편광된 광(예를 들어, 라인(504)) 하에서, 및 S-편광된 광(예를 들어, 라인(506)) 하에서, 웨이퍼에 대한 오버레이 측정 부정확도(나노미터 또는 nm 단위)를 바(bar) 크기(nm 단위)와 비교한다. 도 5b는 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 그래프(500)에 대응하는 패턴 재료 스택 샘플(510)의 예시적인 단면을 도시한다.

[0055] 일 실시예에서, 오버레이 계측 정보는 AEI N-1 단계에 대해 웨이퍼에서 에칭-유도(etch-induced) 틸트 시그니처를 검출하는 데 사용된다. 예를 들어, 에칭-유도 틸트 시그니처는 이미징 계측 타겟(예를 들어, AIM(Advanced Imaging Metrology) 타겟, BiB(box-in-box) 계측 타겟, ProAIM™ 타겟 등)을 사용하여 ADI 프로세스에서 이전 층을 측정함으로써 검출될 수 있다. 다른 예로서, 에칭-유도 틸트 시그니처는 교차 편광을 이용하여 ADI 프로세스에서 이전 층을 측정함으로써 검출될 수 있다. 다른 예로서, 에칭-유도 틸트 시그니처는 이전(예를 들어, N-1) 층으로부터의 정보를 추출함으로써 ADI 프로세스에서 이전 층을 측정함으로써 검출될 수 있다.

[0056] 설명을 위한 예시적인 일 실시예에서, 틸트 시그니처(tilt signature)를 추출하는 것은 식 (1)에 나타낸 바와 같이, S-편광 측정으로부터 취한 콘트라스트 정밀도(contrast precision, CP)와 P-편광 측정으로부터 취한 콘트라스트 정밀도(CP) 사이의 비율을 계산하는 것을 포함할 수 있다:

$$Tilt\ signature = \sum_{k=0}^n \frac{CP_P^k}{CP_S^k} \quad (1)$$

[0058] 식 (1)에서, CP는 서로 상이한 편광(예를 들어, S-편광의 경우 CP_S , P-편광의 경우 CP_P)에서 이전 층으로부터의 콘트라스트 정밀도 측정값이고, k 는 웨이퍼에 있는 모든 타겟들에서 실행되는 인덱스이고, n 은 인덱스 k 에 대한 상한이다.

[0059] 교차 편광 측정으로부터, 식 (2)에 나타낸 바와 같이 회전 항(rotation term) 또는 시그니처를 추출하기 위해 모듈이 계산될 수 있다:

$$Tilt_x = \sum_{n=0}^{N_{loc}} \sum_{m=0}^{N_{loc}} a_{nm} X_{loc}^n Y_{loc}^m + \sum_{n=0}^{N_{pos}} \sum_{m=0}^{N_{pos}} b_{nm} X_{pos}^n Y_{pos}^m \quad (2)$$

[0061] 식 (2)에서, a_{nm} 는 계수, X_{loc}^n 은 X 방향의 오버레이 값, Y_{loc}^m 은 Y 방향의 오버레이 값, n 과 m 은 웨이퍼에 위치된 모든 타겟들에서 실행되는 인덱스, N_{loc} 은 인덱스 n 과 m 에 대한 상한이다. 또한 식 (2)에서, b_{nm} 는 웨이퍼 상의 위치이고, X_{pos}^n 은 X 방향의 오버레이 값, Y_{pos}^m 은 Y 방향의 오버레이 값, n 과 m 은 웨이퍼에 위치된 모든 타겟들에서 실행되는 인덱스, N_{pos} 은 인덱스 n 과 m 에 대한 상한이다. 계수 $-a_{01}$ 은 회전 항 또는 시그니처와 관련되어 있음이 여기서 언급된다.

[0062] 설명을 위한 예시적인 다른 실시예에서, 틸트는 이전 층(예를 들어, N-1)에 대해 스루 포커스(through focus, TF) 측정을 수행하고 AEI N-1 프로파일을 특성화함으로써 계산될 수 있다. TF 및/또는 CP에 대한 캘리브레이션이 OCD(Optical Critical Dimension) 라이브러리를 사용하여 ADI 측정 이전에 완료되어 초점과 CP 간에 웨이퍼의 스택 기하학적 구조에 상관시킬 수 있다.

[0063] 이 예시적인 실시예는 또한 식 (3)에 나타낸 바와 같이, 정확도 매트릭스(accuracy matrix)(예를 들어, Q_{merit} 함수, Kernel 변동(variation), 스루 포커스 등)와 같은 오버레이 측정으로부터 취해진 추가적인 정보로 수행될 수 있음이 여기서 언급된다:

$$Tilt\ signature = N_1 \sum_{k=0}^n \frac{CP_P^k}{CP_S^k} + N_2 \sum_{k=0}^n \frac{TF_P^k}{TF_S^k} + N_1 \sum_{k=0}^n \frac{Q_{merit_P}^k}{Q_{merit_S}^k} \quad (3)$$

- [0065] 식 (3)에서, CP 는 서로 상이한 편광(예를 들어, S-편광의 경우 CP_S , P-편광의 경우 CP_P)에서 이전 층으로부터의 콘트라스트 정밀도 측정값이고, TF 는 서로 상이한 편광(예를 들어, S-편광의 경우 TF_S , P-편광의 경우 TF_P)에서 이전 층으로부터의 스루 포커스 측정값이고, Q_{merit} 는 서로 상이한 편광(예를 들어, S-편광의 경우 Q_{merit_S} , P-편광의 경우 Q_{merit_P})에서 이전 층으로부터의 Q_{merit} 함수 측정값이고, k 는 웨이퍼에 위치된 모든 타겟들에서 실행되는 인덱스이고, n 은 인덱스 k 에 대한 상한이고, N 은 메리트 품질(merit quality) 당 정규화되는 계수이다 (예를 들어, $N_1 + N_2 + N_3 = 1$).
- [0066] 일 실시예에서, N+1 단계에 대한 에칭 틸트를 예측하기 위해 틸트 시그니처가 취해지고 에칭 시뮬레이터(simulator)와 함께 사용될 수 있다. 도 6은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른, 에칭 틸트를 예측하고 조정하기 위한 방법 또는 프로세스(600)를 예시한다.
- [0067] 단계(602)에서, 웨이퍼에 대한 오버레이가 측정된다. 일 실시예에서, 오버레이는 ADI 단계 동안 샘플(124)의 이전 레이어(예를 들어, N-1)에 대해 계측 서브시스템(104)으로 측정된다.
- [0068] 단계(604)에서, 측정된 오버레이 내의 틸트가 결정된다. 일 실시예에서, 이전 층에 대한 에칭-유도 틸트 시그니처가 오버레이 ADI 측정값을 사용하여 컨트롤러(106)에 의해 계산된다.
- [0069] 단계(606)에서, 틸트가 시뮬레이터로 예측된다. 일 실시예에서, 틸트는 컨트롤러(106)에 의해 상기 오버레이 ADI 측정값 및 상기 에칭-유도 틸트 시그니처를 사용하여 N+1 에칭 단계에 대해 예측된다.
- [0070] 단계(608)에서, 예측된 틸트에 기반하여 리소그래피 서브시스템 또는 계측 서브시스템에 대해 하나 이상의 정정가능 인자(correctables)가 결정된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 대해 컨트롤러(106)에 의해 결정된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 제공된다. 예를 들어, 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 의한 하나 이상의 정정가능 인자의 활용은 샘플(124)의 틸트를 감소시키거나 최소화할 수 있다.
- [0071] 단계(610)에서, 리소그래피 서브시스템이 다음 층(예를 들어, N+1 단계)에 대해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 일 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 에처이다. 예를 들어, 에칭-유도 틸트에 대한 시그니처는 집적 회로(IC) 프로세스에 사용되는 전용 에처들에서 비롯되므로, 확고하고(robust) 안정적인 것이다. 다른 실시예에서, 에처의 하나 이상의 동작 파라미터가 샘플(124)의 N+1 층에서 예측되는 틸트를 오프셋(offset)하기 위해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다.
- [0072] 단계(612)에서, 리소그래피 서브시스템이 웨이퍼의 이전 층(예를 들어, N-1 단계)에 대해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 일 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)의 하나 이상의 동작 파라미터는 샘플(124)의 N-1 층을 재작업(re-work)하기 위해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 그러나, 리소그래피 서브시스템(102)의 동작 파라미터는 측정된 샘플(124)을 재작업하는 대신에, 상기 조정으로 제2의 샘플(124)의 N-1 층을 제조하기 위해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정될 수 있음이 여기서 언급된다.
- [0073] ADI 단계 동안 에칭-유도 틸트에 대한 정보를 갖는 것은, ADI 단계에서 이미 틸트 편위(excursion)가 있는 웨이퍼에 대해 재작업의 수행을 허용함으로써, 웨이퍼 로트의 수율을 개선하고 폐기되는(scraped) 웨이퍼를 감소 또는 최소화할 수 있음이 여기서 언급된다. 또한, 에칭-유도 틸트에 대한 정보를 갖는 것은 에처의 동작 파라미터들(예를 들어, 에칭 시간의 길이, 에칭 재료의 양 등)을 증가시키거나 최적화할 수 있다.
- [0074] 단계(614)에서, 계측 서브시스템이 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 일 실시예에서, 계측 서브시스템(104)은 오버레이 측정(예를 들어, 단계(602)에서 취해지는 측정)의 정확도를 개선하도록 조정된다.
- [0075] 본 개시의 실시예들은 ADI 단계 동안 예측되는 에칭-유도 틸트에 관한 것이지만, AEI 단계에 대해 유사한 접근 방식이 취해질 수 있음이 여기서 언급된다. 도 7은 본 개시의 하나 이상의 실시예에 따른 에칭 틸트를 추출하고 조정하기 위한 방법 또는 프로세스(700)를 나타낸다.
- [0076] 단계(702)에서, 웨이퍼에 대한 오버레이가 측정된다. 일 실시예에서, 오버레이는 AEI 단계 동안 계측 서브시스템(104)으로 샘플(124)에 대해 측정된다. 예를 들어, (예를 들어, 방법 또는 프로세스(600)에 대해 논의된 바와 같이) ADI 단계에서 사용된 동일한 이미징 계측 타겟들이 AEI 단계 동안 측정될 수 있다.

- [0077] 단계(704)에서, 측정된 오버레이 내의 틸트가 결정된다. 일 실시예에서, 현재 층에 대한 예칭-유도 틸트 시그니처는 오버레이 AEI 측정값으로부터 컨트롤러(106)에 의해 추출된다.
- [0078] 단계(706)에서, 결정된 틸트에 기반하여 리소그래피 서브시스템 또는 계측 서브시스템에 대해 하나 이상의 정정가능 인자가 결정된다. 일 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 대해 컨트롤러(106)에 의해 결정된다. 다른 실시예에서, 하나 이상의 정정가능 인자는 하나 이상의 제어 신호로서 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 제공된다. 예를 들어, 리소그래피 서브시스템(102) 및/또는 계측 서브시스템(104)에 의한 하나 이상의 정정가능 인자의 활용은 샘플(124)의 틸트를 감소시키거나 최소화할 수 있다.
- [0079] 단계(708)에서, 리소그래피 서브시스템이 웨이퍼의 이전 층(예를 들어, N-1 단계)에 대해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 일 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)은 에치이다. 예를 들어, 예칭-유도 틸트에 대한 시그니처는 집적 회로(IC) 프로세스에 사용되는 전용 에치들에서 비롯되므로, 확고하고 안정적인 것이다. 다른 실시예에서, 리소그래피 서브시스템(102)의 하나 이상의 동작 파라미터는 상기 측정된 웨이퍼를 재작업하는 대신에, 상기 조정으로 제2의 웨이퍼의 N-1 층을 제조하기 위해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 그러나, 리소그래피 서브시스템(102)의 하나 이상의 동작 파라미터는 상기 웨이퍼의 N-1 층을 재작업하기 위해 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정될 수 있음이 여기서 언급된다.
- [0080] AEI 단계 동안 예칭-유도 틸트에 대한 정보를 갖는 것은 오버레이 계측 툴들의 활용을 증가시킴으로써, 필요한 전용 틸트 계측 툴들의 수를 감소시킬 수 있다는 점이 여기서 언급된다.
- [0081] 단계(710)에서, 계측 서브시스템이 하나 이상의 정정가능 인자에 기반하여 조정된다. 일 실시예에서, 계측 서브시스템(104)은 오버레이 측정(예를 들어, 단계(702)에서 취해지는 측정)의 정확도를 개선하도록 조정된다.
- [0082] 본 개시의 실시예들은 예칭-유도 틸트에 대한 시그니처를 결정하는 것에 관한 것이지만, 시그니처는 다른 리소그래피 프로세스 또는 서브시스템들에 의해 유도된 틸트에 대해 결정될 수 있다는 점이 여기서 언급된다. 따라서, 위의 설명은 본 개시에 대한 제한으로 해석되어서는 안 되며 예시에 불과하다.
- [0083] 컨트롤러(106)의 하나 이상의 프로세서(108)는 위에서 설명된 바와 같은 방법들 또는 프로세스들(600, 700)의 하나 이상의 단계를 수행하도록 구성될 수 있음이 여기서 언급된다.
- [0084] 또한, 방법들 또는 프로세스들(600, 700)의 단계들은 시스템(100) 및/또는 시스템(100)의 구성요소들에 의해 전부 또는 부분적으로 구현될 수 있음이 여기서 언급된다. 그러나, 추가적인 또는 대안적인 시스템 레벨 실시예들이 상기 방법들 또는 프로세스들(600, 700)의 전부 또는 일부를 수행할 수 있다는 점에서, 상기 방법들 또는 프로세스들(600, 700)은 시스템(100) 및/또는 시스템(100)의 구성요소들로 한정되지 않는다는 것이 또한 인식될 수 있다.
- [0085] 또한, 상기 방법들 또는 프로세스들(600, 700)은 제공된 단계들 및/또는 하위 단계들로 한정되지 않는다는 점이 여기서 언급된다. 상기 방법 또는 프로세스들(600, 700)은 더 많거나 더 적은 단계들 및/또는 하위 단계들을 포함할 수 있다. 상기 방법들 또는 프로세스들(600, 700)은 단계들 및/또는 하위 단계들을 동시에 수행할 수 있다. 예를 들어, 단계들(610, 612, 614)은 동시에 수행될 수 있다. 상기 방법들 또는 프로세스들(600, 700)은 제공된 순서 또는 제공된 것과 다른 순서를 포함하여, 상기 단계들 및/또는 하위 단계들을 순차적으로 수행할 수 있다. 예를 들어, 단계들(610, 612, 614)은 특정 순서 또는 순서의 서브세트로 수행될 수 있다. 따라서, 위의 설명은 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 되며 예시에 불과하다.
- [0086] 본 명세서에서 설명된 모든 방법들 또는 프로세스들은 방법 또는 프로세스 실시예들의 하나 이상 단계의 결과를 메모리에 저장하는 것을 포함할 수 있다. 상기 결과는 본 명세서에 설명된 임의의 결과를 포함할 수 있으며 이 분야에 알려진 임의의 방식으로 저장될 수 있다. 메모리는 여기에 설명된 임의의 메모리 또는 이 분야에 알려진 임의의 기타 적절한 저장 매체를 포함할 수 있다. 결과가 저장된 후, 상기 결과는 메모리에서 액세스되고 본 명세서에서 설명된 임의의 방법 또는 시스템 실시예들에 의해 사용될 수 있고, 사용자에게 디스플레이하기 위해 포맷되고, 다른 소프트웨어 모듈, 방법 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다. 또한, 상기 결과는 "영구적으로", "반영구적으로", "일시적으로" 또는 일정 기간 동안 저장될 수 있다. 예를 들어, 상기 메모리는 랜덤 액세스 메모리(RAM)일 수 있으며 결과가 반드시 메모리에 무기한 유지되는 것은 아니다.
- [0087] 본 개시에서 설명된 특정 실시예에 대한 임의의 표현(language)은 본 개시에서 설명된 다른 실시예에 적용될 수 있으므로, 본 개시에 설명된 다양한 실시예들이 독립된 또는 별도의 실시예들로 간주되어서는 안 된다. 예를 들

어, 본 개시는 샘플(124)에 대해 본 개시 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 임의의 수의 하나 이상의 계측 타겟, 하나 이상의 층, 하나 이상의 셀, 하나 이상의 타겟 설계, 및/또는 하나 이상의 피치 또는 타겟 설계의 기타 파라미터들 또는 메트릭들을 결합할 수 있는 것으로 읽힐 수 있다. 다른 예로서, 본 개시는 본 개시 전체에 걸쳐 설명된 바와 같이, 임의의 수의 계측 샘플 또는 타겟 설계 프로세스, 제조 프로세스 및/또는 측정 프로세스를 결합할 수 있는 것으로 읽힐 수 있다. 따라서, 위의 설명은 본 개시에 대한 제한으로 해석되어서는 안 되며 예시에 불과하다.

[0088] 이와 관련하여, 본 개시의 실시예들은 오버레이 AEI 데이터를 사용하여 에칭 프로세스에 의해 유도된 틸트를 결정하기 위한 새로운 방법들 및 시스템들을 예시한다. 또한, 상기 새로운 방법들과 시스템들은 오버레이 ADI 데이터를 사용하여 이전 층에 대한 에칭 틸트를 계산할 수 있다. 또한, 상기 새로운 방법들 및 시스템들은 오버레이 ADI 데이터를 사용하여 N+1 에칭 단계에 대한 틸트를 예측할 수 있다. 또한, 상기 새로운 방법들 및 시스템들은 더 양호한 오버레이 정확도를 위해 이전 층에 대한 틸트 정보를 기반으로 ADI 프로세스에서 오버레이 측정값을 계산할 수 있다.

[0089] 이 분야의 기술자는 본 명세서에 설명된 구성요소(예를 들어, 작업), 장치, 물건, 및 그에 수반되는 설명이 개념적 명확성을 위해 예로서 사용되었고 다양한 구성 수정이 고려된다는 것을 인식할 것이다. 따라서, 본 명세서에 사용된, 제시된 특정 예시들과 수반되는 설명은 그들의 더 일반적인 클래스들을 대표하도록 의도된다. 일반적으로 특정 예시의 사용은 해당 클래스를 대표하도록 의도되며, 특정 구성요소(예를 들어, 작업), 장치 및 물건의 불포함이 제한으로 간주되어서는 안 된다.

[0090] 이 분야의 기술자는 본 명세서에 설명된 프로세스들 및/또는 시스템들 및/또는 기타 기술들이 수행될 수 있는 다양한 수단들(예를 들어, 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어)이 있고, 선호되는 수단이 프로세스들 및/또는 시스템들 및/또는 기타 기술들이 사용되는 상황에 따라 변경되는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 구현자가 속도와 정확성이 가장 중요하다고 결정하면 구현자는 주로 하드웨어 및/또는 펌웨어 수단을 선택할 수 있고; 대안적으로, 유연성이 가장 중요하면, 구현자는 주로 소프트웨어 구현을 선택할 수 있고; 또는, 또 다른 대안으로, 구현자는 하드웨어, 소프트웨어 및/또는 펌웨어의 일부 조합을 선택할 수 있다. 따라서 본 명세서에 설명된 프로세스들 및/또는 장치들 및/또는 다른 기술들이 수행될 수 있는 여러 가능한 수단들이 있고, 어떤 수단이 사용될 것인지는 상기 수단이 사용될 상황과 구현자의 특정 관심사(예를 들어, 속도, 유연성 또는 예측 가능성)에 따른 선택이라는 점에서, 이들 중 어떠한 것도 다른 것보다 본질적으로 우월한 것이 아니며, 그 중 어느 것이든 달라질 수 있다.

[0091] 앞의 설명은 이 분야의 통상의 기술자가 특정 응용 및 그 필요조건의 맥락에서 제공된 본 발명을 제조하고 사용할 수 있게 하기 위해 제공된다. 본 명세서에 사용된, "상단", "하단", "위에", "아래에", "상부의", "위쪽으로", "하부의", "아래로" 및 "아래쪽으로"와 같은 방향 용어는 설명을 위해 상대적인 위치를 제공하며 절대적인 기준틀을 지정하고자 하는 것이 아니다. 설명된 실시예들에 대해 다양한 수정이 이 분야의 기술자에게 명백할 것이고, 본 명세서에 정의된 전반적인 원리들은 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 도시되고 설명된 특정 실시예들로 한정되도록 의도되지 않고, 본 명세서에 개시된 원리 및 신규한 특징과 일치하는 가장 넓은 범위가 부여되어야 한다.

[0092] 본 명세서에서 실질적으로 임의의 복수형 및/또는 단수형 용어의 사용과 관련하여, 이 분야의 기술자는 문맥 및/또는 응용에 적절하게 복수형에서 단수형으로 및/또는 단수형에서 복수형으로 바꿀 수 있을 것이다. 다양한 단수형/복수형 변형은 명확성을 위해 본 명세서에서 명시적으로 설명되지 않는다.

[0093] 본 명세서에서 설명된 모든 방법들은 방법 실시예들의 하나 이상 단계의 결과를 메모리에 저장하는 것을 포함할 수 있다. 상기 결과는 본 명세서에 설명된 임의의 결과를 포함할 수 있으며 이 분야에 알려진 임의의 방식으로 저장될 수 있다. 메모리는 여기에 설명된 임의의 메모리 또는 이 분야에 알려진 임의의 기타 적절한 저장 매체를 포함할 수 있다. 결과가 저장된 후, 상기 결과는 메모리에서 액세스되고 본 명세서에서 설명된 임의의 방법 또는 시스템 실시예들에 의해 사용될 수 있고, 사용자에게 디스플레이하기 위해 포맷되고, 다른 소프트웨어 모듈, 방법 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다. 또한, 상기 결과는 "영구적으로", "반영구적으로", "일시적으로" 또는 일정 기간 동안 저장될 수 있다. 예를 들어, 상기 메모리는 랜덤 액세스 메모리(RAM)일 수 있으며 결과가 반드시 메모리에 무기한 유지되는 것은 아니다.

[0094] 위에서 설명된 방법의 각각의 실시예들은 본 명세서에 설명된 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있음이 또한 고려된다. 더욱이, 위에서 설명된 방법의 각각의 실시예들은 본 명세서에 설명된 시스템들 중 임의의 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[0095] 본 명세서에 설명된 발명은 때때로 다른 구성요소 내에 포함되거나 다른 구성요소와 연결되는 다양한 구성요소들을 나타낸다. 그렇게 설명된 아키텍처들은 단지 예시일 뿐이며 실제로 동일한 기능을 달성하는 많은 다른 아키텍처가 구현될 수 있음이 이해될 것이다. 개념적 의미에서, 동일한 기능을 달성하기 위한 구성요소의 임의의 배열은 효과적으로 "연관되어(associated)" 바람직한 기능이 달성될 수 있다. 따라서, 여기서 특정 기능을 달성하기 위해 결합된 임의의 두 구성요소는 아키텍처 또는 중간 구성요소에 관계없이 원하는 기능이 달성되도록 서로 "연관되어진(associated with)" 것으로 볼 수 있다. 마찬가지로, 이와 같이 연관된 두 구성요소는 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "연결된(connected)" 또는 "결합된(coupled)" 것으로 볼 수 있으며, 그렇게 연관될 수 있는 두 구성요소는 원하는 기능을 달성하기 위해 서로 "결합될 수 있는(couplable)" 것으로 볼 수도 있다. 결합될 수 있는(couplable) 특정 예는 물리적으로 결합할 수(mateable) 있고/있거나 물리적으로 상호작용하는 구성요소, 및/또는 무선으로 상호작용할 수 있고/있거나 무선으로 상호작용하는 구성요소, 및/또는 논리적으로 상호작용하고/하거나 논리적으로 상호작용할 수 있는 구성요소들을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다.

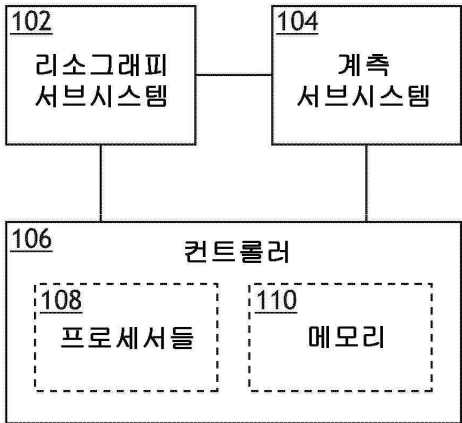
[0096] 더욱이, 본 발명은 첨부된 청구 범위에 의해 정의된다는 것을 이해해야 한다. 이 분야의 기술자는 일반적으로 본 명세서, 특히 첨부된 청구범위(예를 들어, 첨부된 청구범위의 본문)에서 사용된 용어는 일반적으로 "개방된(open)" 용어로 의도된다(예를 들어, 용어 "포함하는(including)"은 "포함하지만 이에 한정되지 않는" 으로 해석될 수 있으며, 용어 "구비하는(having)"은 "적어도 구비하는"으로 해석되어야 하며, 용어 "포함한다(includes)"는 "포함하지만 이에 한정되지 않는" 등으로 해석되어야 한다)는 것을 이해할 것이다. 도입되는 청구항 기재(an introduced claim recitation)의 특정 수가 의도되는 경우, 그러한 의도는 상기 청구항에 명시적으로 기재될 것이며, 그러한 기재가 없는 경우 그러한 의도가 존재하지 않는다는 것을 이 분야의 기술자는 또한 이해할 수 있을 것이다. 예를 들어, 이해를 돕기 위해, 다음의 첨부된 청구범위는 클레임 기재(claim recitations)를 도입하기 위해 "적어도 하나의(at least one)" 및 "하나 이상의(one or more)" 라는 도입 문구의 사용을 포함할 수 있다. 그러나 이러한 문구의 사용은, 부정관사 "하나의(a)" 또는 "하나의(an)"에 의한 청구항 기재의 도입이 그와 같이 도입된 청구항 기재를 포함하는 임의의 특정 청구항을 단지 하나의 그러한 기재를 포함하는 발명들로 한정하는 것을 의미한다고 해석되어서는 안된다. 동일한 청구항이 도입 문구 "하나 이상의" 또는 "적어도 하나의" 및 "하나의(a)" 또는 "하나의(an)"와 같은 부정관사를 포함하는 경우에도 그러하다(예를 들어, "하나의(a)" 및/또는 "하나의(an)"는 일반적으로 "적어도 하나의(at least one)" 또는 "하나 이상의(one or more)"을 의미하는 것으로 해석되어야 함); 청구항 기재를 도입하는데 사용되는 정관사의 사용에 대해서도 마찬가지이다. 또한, 도입된 청구항 기재의 특정 수가 명시적으로 기재되는 경우라도, 이 분야의 기술자는 그러한 기재가 일반적으로 적어도 상기 기재된 수를 의미하는 것으로 해석되어야 한다는 것을 인식할 것이다(예를 들어, 다른 한정어가 없이 "두 개의 기재(two recitations)"라는 기재(bare recitation)는 일반적으로 적어도 두 개의 기재(at least two recitations) 또는 두 개 이상의 기재(two or more recitations)를 의미함). 또한, "A, B 및 C 중 적어도 하나 등"과 유사한 컨벤션(convention)이 사용되는 경우 일반적으로 그러한 구성은 당업자가 상기 컨벤션을 이해하는 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B 및 C 중 적어도 하나를 구비하는 시스템"은, A 단독, B 단독, C 단독, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B 및 C를 함께 등으로 가지는 시스템을 포함하지만, 이에 한정되지는 않는다). "A, B 또는 C 중 적어도 하나 등"에 유사한 컨벤션이 사용되는 경우, 일반적으로 그러한 구성은 이 분야의 기술자가 상기 컨벤션을 이해하는 의미로 의도된다(예를 들어, "A, B 또는 C 중 적어도 하나를 구비하는 시스템"은 A 단독, B 단독, C 단독, A와 B를 함께, A와 C를 함께, B와 C를 함께, 및/또는 A, B 및 C를 함께 등으로 구비하는 시스템을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다). 또한, 설명, 청구범위 또는 도면에서 두 개 이상의 대체가능한(alternative) 용어를 나타내는 분리성(disjunctive) 단어 및/또는 구는 그 용어들 중 하나(one of the terms), 용어들 중 하나(either of the terms), 또는 두 용어 모두(both terms)를 포함할 수 있는 가능성을 고려하는 것으로 이해되어야 한다는 것이 이 분야의 기술자에 의해 이해될 것이다. 예를 들어, "A 또는 B" 라는 문구는 "A" 또는 "B" 또는 "A 및 B"의 가능성을 포함하는 것으로 이해될 것이다.

[0097] 본 개시 및 그에 수반되는 많은 이점이 전술한 설명에 의해 이해될 것이며, 개시된 주제를 벗어나지 않거나 이의 모든 실질적인 이점들을 희생하지 않고서, 구성요소의 형태, 구성 및 배열에 다양한 변경이 이루어질 수 있다는 것이 명백할 것이다. 설명된 형태는 단지 예시적인 것이며, 다음의 청구범위는 그러한 변경을 포괄하고 포함하는 것을 의도한다. 따라서, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의된다는 것이 이해되어야 한다.

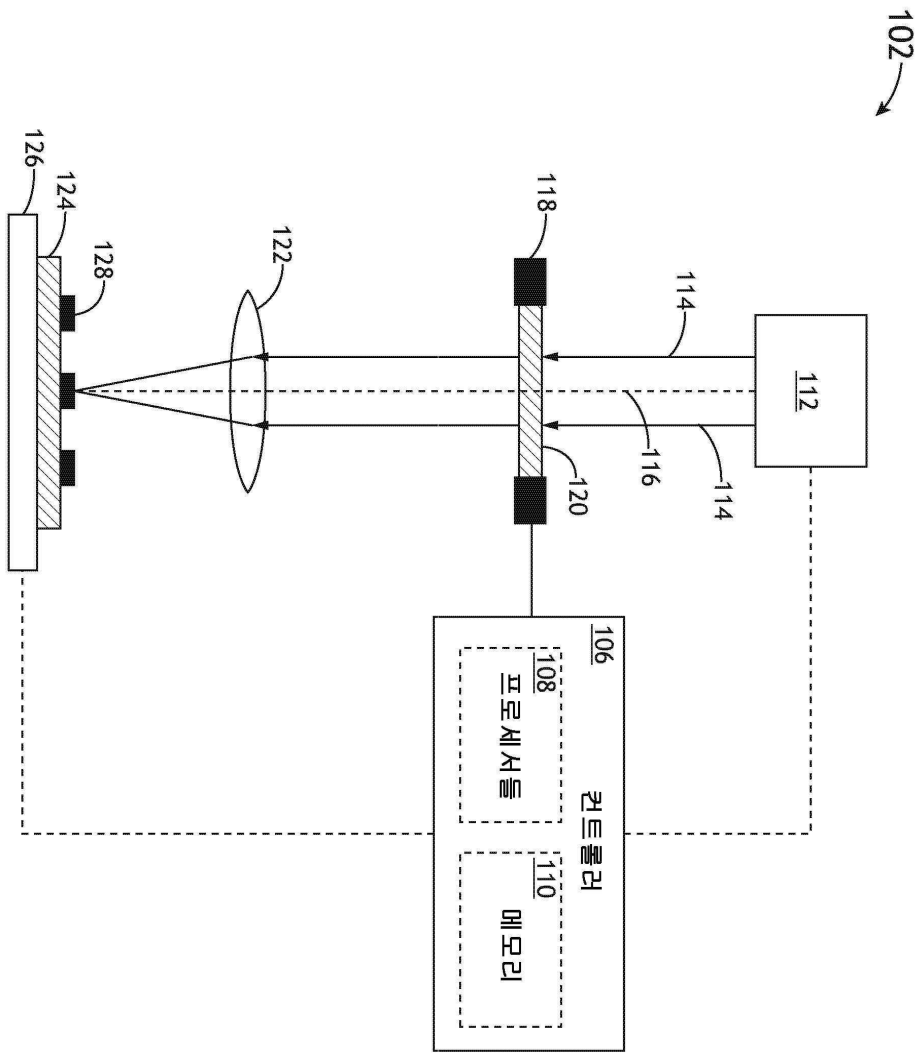
도면

도면1a

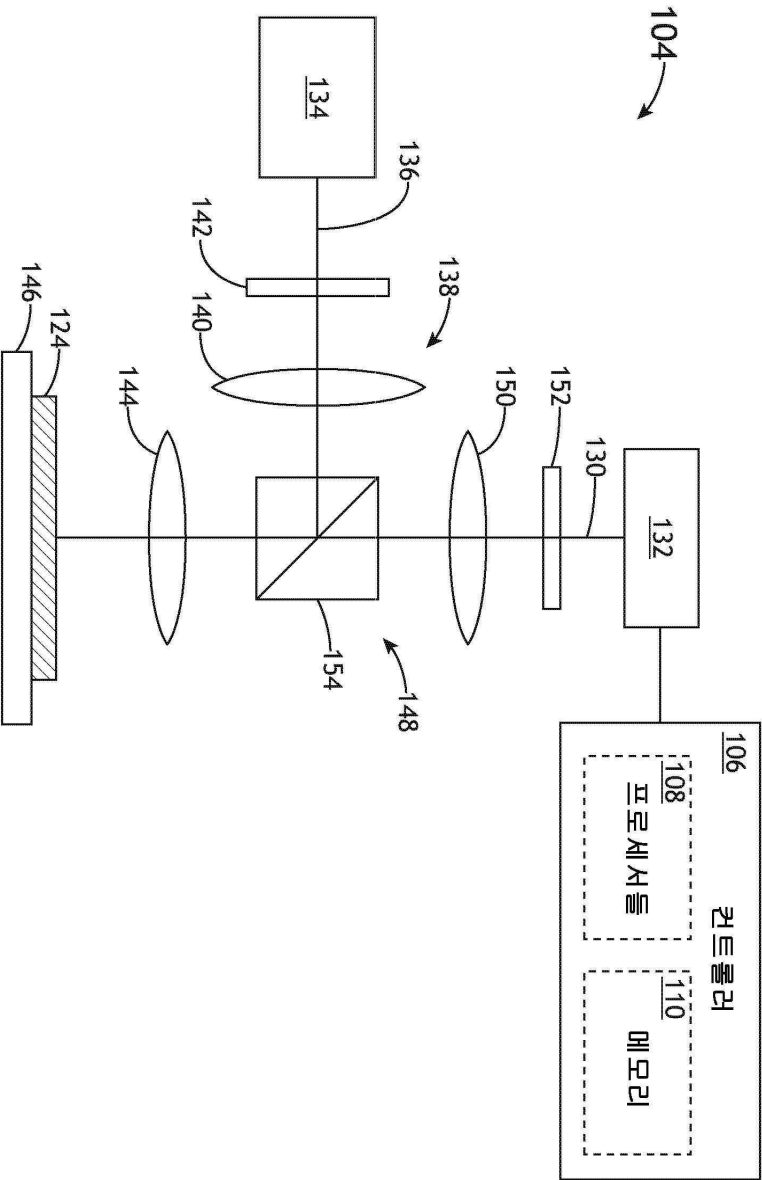
100



도면1b

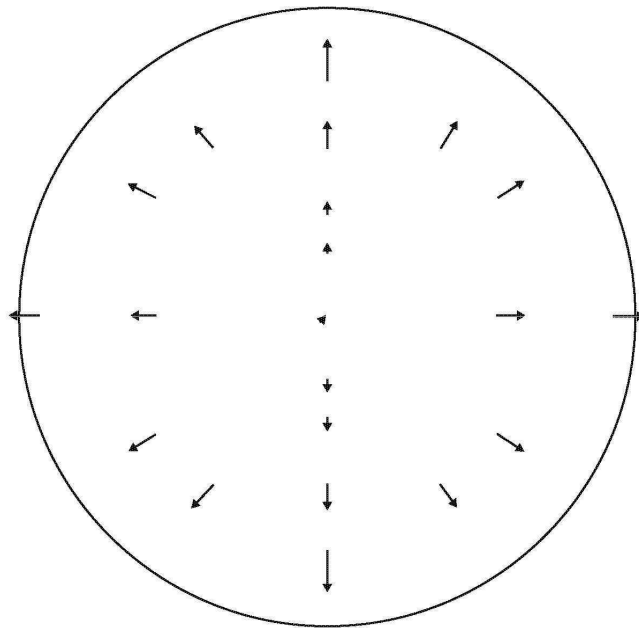


도면1c



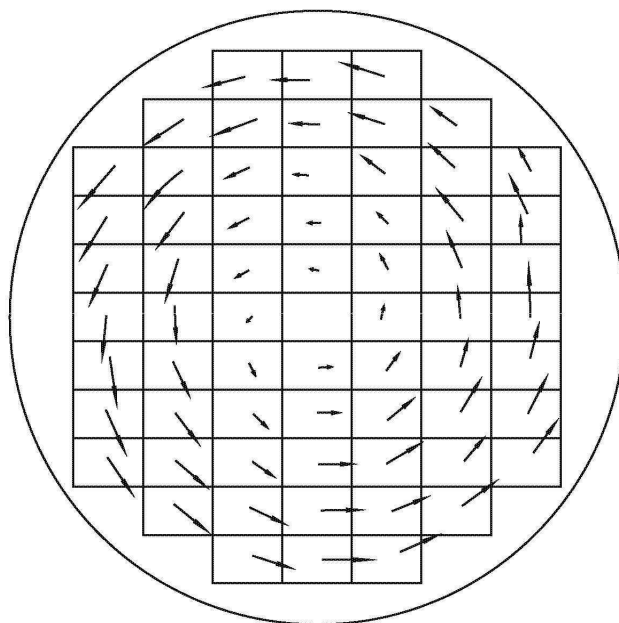
도면2

200



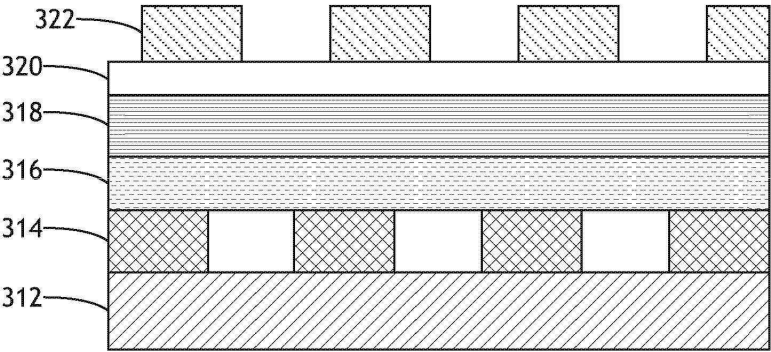
도면3a

300



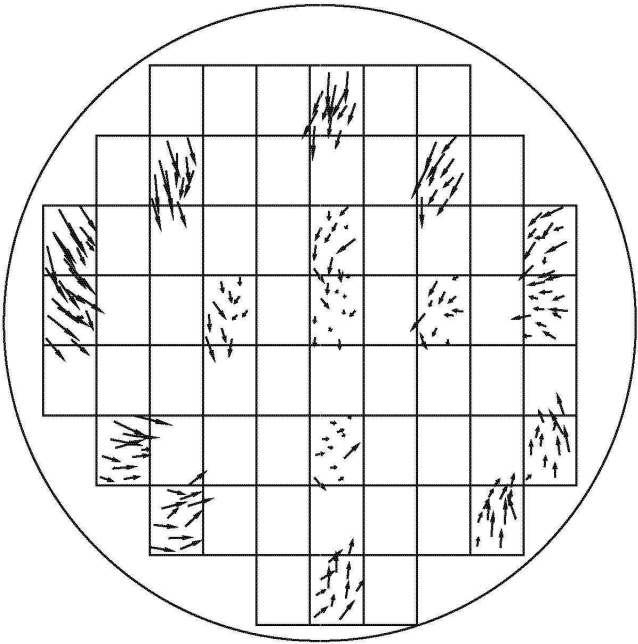
도면3b

310



도면4a

400

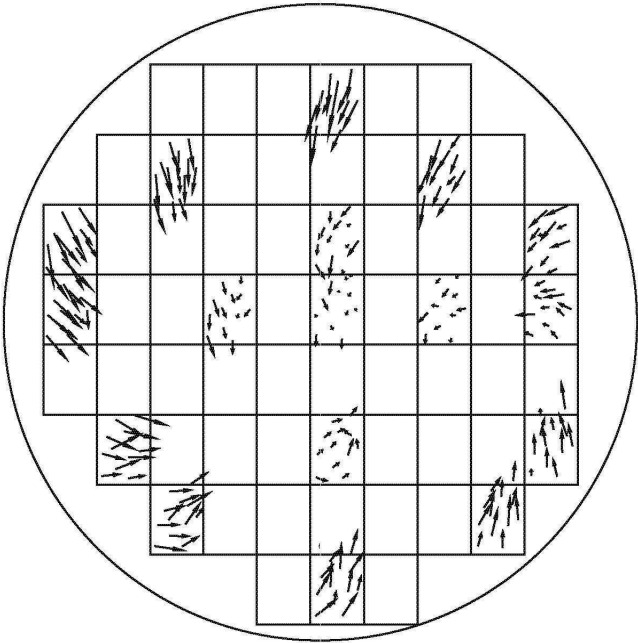


402

	Un-Pol	
	X	Y
OVL 평균 + 3 시그마	8.66	11.73
OVL 범위	13.20	16.13

도면4b

410 →

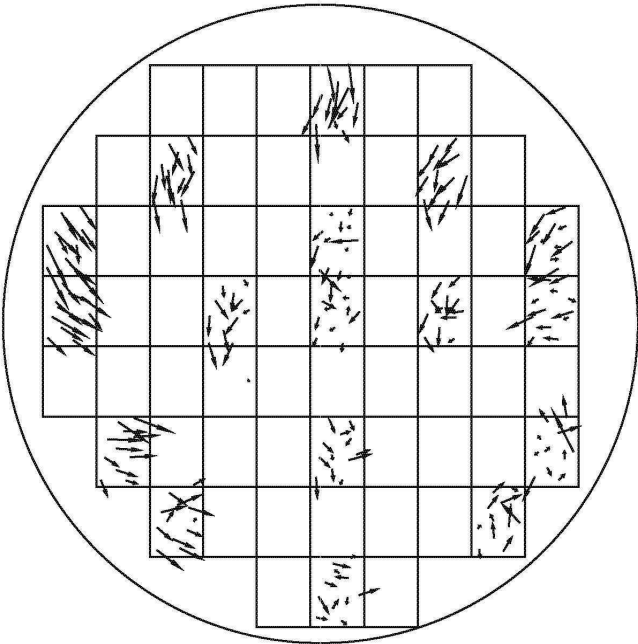


412 →

	P-Pol	
	X	Y
OVL 평균 + 3 시그마	9.22	13.73
OVL 범위	13.54	18.2

도면4c

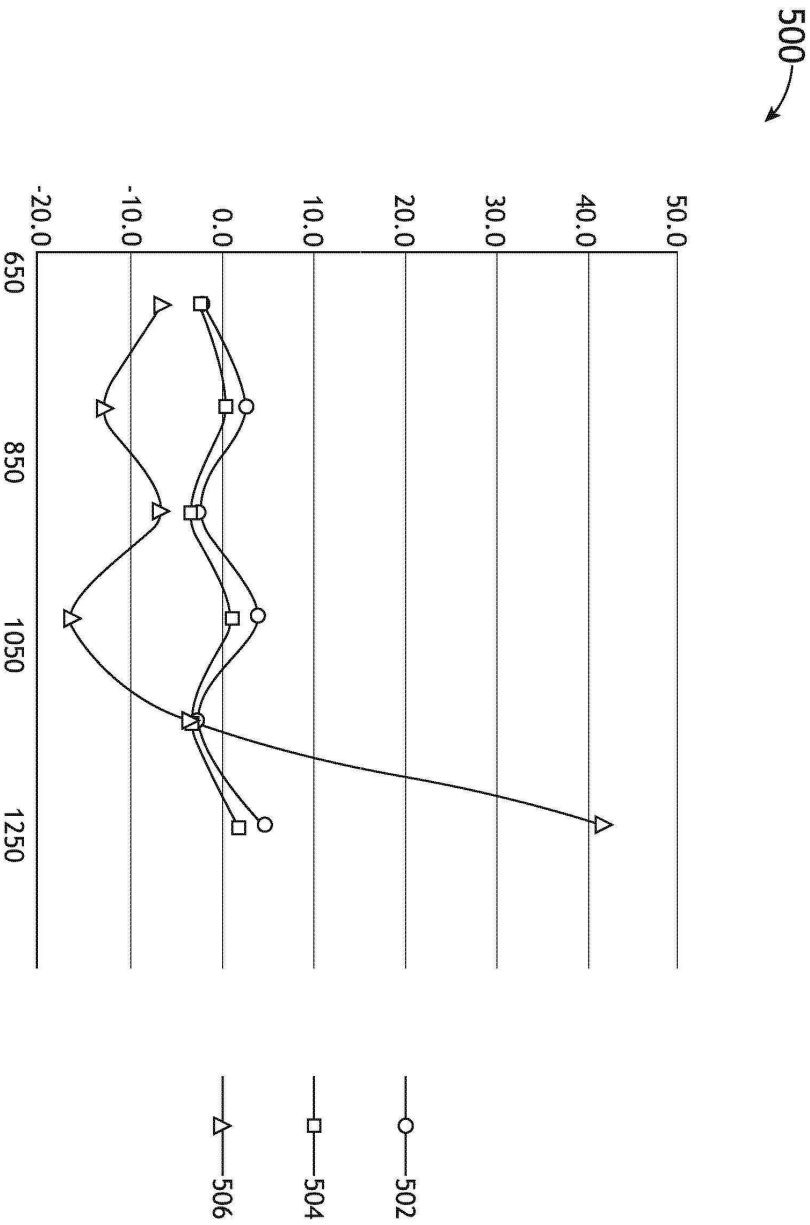
420



422

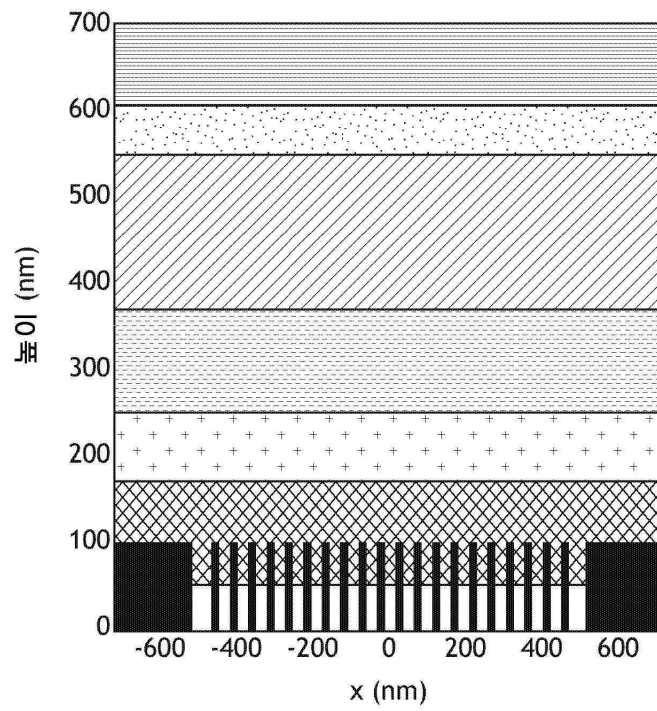
	S-Pol	
	X	Y
OVL 평균 + 3 시그마	8.21	8.85
OVL 범위	13.23	12.91

도면5a

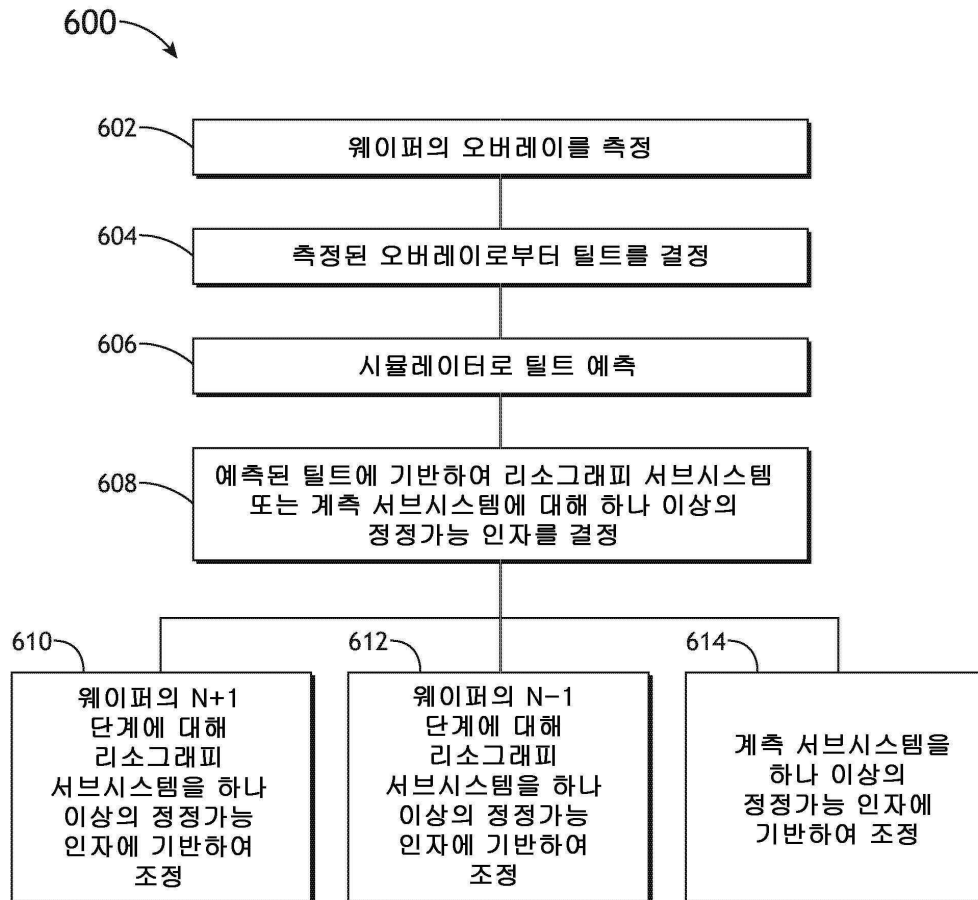


도면5b

510



도면6



도면7

