



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년11월11일

(11) 등록번호 10-2177677

(24) 등록일자 2020년11월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/93 (2006.01) **G01B 11/06** (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01) **G03F 7/20** (2006.01)

(52) CPC특허분류
G01N 21/93 (2013.01)
G01B 11/0675 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7014947
 (22) 출원일자(국제) 2014년11월05일
 심사청구일자 2019년11월05일

(85) 번역문제출일자 2016년06월03일
 (65) 공개번호 10-2016-0084423
 (43) 공개일자 2016년07월13일
 (86) 국제출원번호 PCT/US2014/064103
 (87) 국제공개번호 WO 2015/069751
 국제공개일자 2015년05월14일

(30) 우선권주장
 61/900,869 2013년11월06일 미국(US)
 14/517,751 2014년10월17일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
 US07502121 B1
 US05789124 A
 US06781688 B2
 KR1020110048528 A

(73) 특허권자
케이엘에이 코퍼레이션
 미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크
 놀로지 드라이브

(72) 발명자
파크 알렌
 미국 캘리포니아주 95120 산 호세 토링턴 코트
 1433
맥노튼 크레이그
 미국 캘리포니아주 95032 로스 가토스 코르셀 코
 트 16768
창 엘리스
 미국 캘리포니아주 95070 사라토가 파웰 애버뉴
 19795

(74) 대리인
김태홍, 김진희

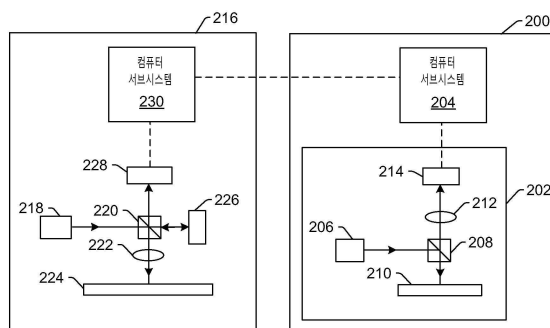
전체 청구항 수 : 총 37 항

심사관 : 권준형

(54) 발명의 명칭 계측 최적화 검사

(57) 요약

웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 방법들 및 시스템들이 제공된다. 하나의 방법은 웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2

(52) CPC특허분류

G01N 21/9501 (2013.01)

G03F 7/705 (2013.01)

G03F 7/70616 (2013.01)

G01B 2210/56 (2013.01)

G01N 2201/061 (2013.01)

G01N 2201/105 (2013.01)

G01N 2201/11 (2013.01)

G01N 2201/125 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는(computer-implemented) 방법에 있어서,

웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 웨이퍼 계측 시스템은 상기 웨이퍼에 측정들을 수행하고 이에 의해 상기 계측 데이터를 생성하며, 상기 계측 데이터를 획득하는 단계는, 상기 계측 데이터가 상기 웨이퍼 계측 시스템에 의해 저장된 저장 매체로부터 상기 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함하는 것인, 상기 계측 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 포함하고, 상기 계측 데이터를 획득하는 단계 및 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는 컴퓨터 시스템에 의해 수행되고, 상기 컴퓨터 시스템은 하나 이상의 프로세서를 포함하며 메모리 매체로부터의 명령어들을 실행하고, 상기 웨이퍼 검사 프로세스는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 수행되며, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는,

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역 내의 임계 치수 변화(critical dimension variation)의 확률(probability)을 결정하는 단계;

상기 확률이 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 높은, 상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역을 결정하는 단계; 및

상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역이, 상기 웨이퍼 검사 프로세스를 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 중대하게(heavily) 수행하는 웨이퍼 검사 시스템에 의해 샘플링되도록, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 포함하는 것인, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼의 워프(warp)에 대한 정보를 포함하는 것인, 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼의 보우(bow)에 대한 정보를 포함하는 것인, 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼 상에 형성되는 막의 두께를 포함하는 것인, 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼 상에 형성되는 패턴닝된 구조물의 임계 치수를 포함하는 것인, 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역에 대해 결정되는 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다른 영역에 대해 결정되는 상기 하나 이상의 파라미터와는 상이한 것인, 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 검출의 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역에 대해 수행되는 결함 검출의 감도(sensitivity)를 적어도 부분적으로 결정하는 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 샘플링의 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 상기 웨이퍼 검사 시스템에 의해 출력이 생성되는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역의 선택을 포함하는 것인, 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는,

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다이(die)를 선택하는 단계;

상기 하나 이상의 선택된 다이에 대해 상기 웨이퍼 검사 시스템에 의해 생성되는 출력을 획득하는 단계; 및

상기 하나 이상의 선택된 다이에 대해 상기 웨이퍼 검사 시스템에 의해 생성된 출력으로부터 참조 다이(reference die)를 생성하는 단계로서, 상기 참조 다이는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 상기 웨이퍼 검사 프로세스에서 사용되는 것인, 상기 참조 다이를 생성하는 단계를 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는,

상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 1 파라미터 및 상기 계측 데이터에 기반하여, 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 영역이 상기 웨이퍼 검사 프로세스에서 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 것인지, 그리고 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 부가 영역이 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 것인지를 결정하는 단계; 및

상기 다른 영역들 및 상기 하나 이상의 부가 영역보다 많은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 영역에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 2 파라미터를 결정하는 단계를 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 하나 이상의 제 2 파라미터는 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터를 포함하고, 상기 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터는 상기 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 부가 영역 내의 무작위 결함들을 우선적으로 선택하기 위해 결정되는 것인, 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서, 상기 하나 이상의 제 2 파라미터는 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터를 포함하고, 상기 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터는 상기 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 영역 내의 시스템적 결함들을 우선적으로 선택하기 위해 결정되는 것인, 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서, 레티클에 대한 계측 또는 검사 데이터를 획득하는 단계를 더 포함하고, 상기 레티클은 상기 웨이퍼 상의 패터닝된 피처들을 프린트하기 위해 사용되며, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터

를 결정하는 단계는, 상기 레티클에 대한 상기 계측 또는 검사 데이터와 조합한 상기 웨이퍼에 대한 상기 계측 데이터에 기반하여 수행되는 것인, 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 다이들 내에 수행되는 필드 대 필드 검사(field-to-field inspection)를 위해 사용되는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 부가 영역에 기초하여 결정되는 것인, 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼에 대한 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 더 포함하고, 상기 웨이퍼 검사 프로세스는 또한, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼에 상기 제조 프로세스가 수행된 후 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 수행되며, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는, 상기 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터와 조합한 상기 웨이퍼에 대한 상기 계측 데이터에 기반하여 수행되는 것인, 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는, 상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 상기 웨이퍼 검사 시스템에 의해 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 부가 영역에 대해 생성된 출력에서의 노이즈의 하나 이상의 특성을 결정하는 단계, 및 상기 노이즈의 하나 이상의 결정된 특성에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 출력 노이즈 감소의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 더 포함하는 것인, 방법.

청구항 19

웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 시스템 상에서 실행 가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체에 있어서, 상기 컴퓨터로 구현되는 방법은,

웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하는 단계로서, 상기 웨이퍼 계측 시스템은 상기 웨이퍼에 측정들을 수행하고 이에 의해 상기 계측 데이터를 생성하며, 상기 계측 데이터를 획득하는 단계는, 상기 계측 데이터가 상기 웨이퍼 계측 시스템에 의해 저장된 저장 매체로부터 상기 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함하는 것인, 상기 계측 데이터를 획득하는 단계; 및

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 포함하고, 상기 컴퓨터 시스템은, 하나 이상의 프로세서를 포함하며 상기 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체로부터의 상기 프로그램 명령어들을 실행하고, 상기 웨이퍼 검사 프로세스는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 수행되며, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계는,

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역 내의 임계 치수 변화의 확률을 결정하는 단계;

상기 확률이 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 높은, 상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역을 결정하는 단계; 및

상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역이, 상기 웨이퍼 검사 프로세스를 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 중대하게 수행하는 웨이퍼 검사 시스템에 의해 샘플링되도록, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 단계를 포함하는 것인, 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체.

청구항 20

웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하도록 구성된 시스템에 있어서,

광으로 웨이퍼를 스캐닝하고 상기 스캐닝 동안 상기 웨이퍼로부터의 광을 검출함으로써 상기 웨이퍼에 대한 출력을 생성하도록 구성된 검사 서브시스템으로서, 상기 검사 서브시스템은 적어도 광원 및 검출기를 포함하고, 상기 검사 서브시스템은 상기 광원으로부터의 광을 상기 웨이퍼에 스캐닝하며, 상기 검출기는 상기 스캐닝 동안

상기 웨이퍼로부터의 광을 검출하는 것인, 상기 검사 서브시스템; 및
컴퓨터 서브시스템을 포함하고, 상기 컴퓨터 서브시스템은,

웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는 상기 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하도록 - 상기 웨이퍼 계측 시스템은 상기 웨이퍼에 측정들을 수행하고 이에 의해 상기 계측 데이터를 생성하며, 상기 계측 데이터를 획득하는 것은, 상기 계측 데이터가 상기 웨이퍼 계측 시스템에 의해 저장된 저장 매체로부터 상기 계측 데이터를 획득하는 것을 포함함 - ; 그리고

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하도록 구성되며, 상기 컴퓨터 서브시스템은 하나 이상의 프로세서를 포함하고 메모리 매체로부터의 명령어들을 실행하며, 상기 웨이퍼 검사 프로세스는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 상기 검사 서브시스템 및 상기 하나 이상의 결정된 파라미터로 수행되고, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은,

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역 내의 임계 치수 변화의 확률을 결정하는 것;

상기 확률이 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 높은, 상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역을 결정하는 것; 및

상기 하나 이상의 영역 중 적어도 하나의 영역이, 상기 웨이퍼 검사 프로세스를 상기 하나 이상의 영역 중 다른 영역보다 중대하게 수행하는 상기 검사 서브시스템에 의해 샘플링되도록, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것을 포함하는 것인, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하도록 구성된 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼의 워프에 대한 정보를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 22

제 20 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼의 보우에 대한 정보를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 23

제 20 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼 상에 형성되는 막의 두께를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 24

제 20 항에 있어서, 상기 계측 데이터는, 상기 웨이퍼 상에 형성되는 패터닝된 구조물의 임계 치수를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 25

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역에 대해 결정되는 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다른 영역에 대해 결정되는 상기 하나 이상의 파라미터와는 상이한 것인, 시스템.

청구항 26

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 검출의 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 27

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역에 대해 수행되는 결함 검출의 감도를 적어도 부분적으로 결정하는 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 28

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 샘플링의 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 시스템.

청구항 29

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 상기 검사 서브시스템에 의해 출력이 생성되는, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역의 선택을 포함하는 것인, 시스템.

청구항 30

제 20 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은,

상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다이를 선택하는 것;

상기 하나 이상의 선택된 다이에 대해 상기 검사 서브시스템에 의해 생성되는 출력을 획득하는 것; 및

상기 하나 이상의 선택된 다이에 대해 상기 검사 서브시스템에 의해 생성된 출력으로부터 참조 다이 - 상기 참조 다이는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 상기 웨이퍼 검사 프로세스에서 사용됨 - 를 생성하는 것을 더 포함하는 것인, 시스템.

청구항 31

제 20 항에 있어서, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은,

상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 1 파라미터 및 상기 계측 데이터에 기반하여, 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 영역이 상기 웨이퍼 검사 프로세스에서 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 것인지, 그리고 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 부가 영역이 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 것인지를 결정하는 것; 및

상기 다른 영역들 및 상기 하나 이상의 부가 영역보다 많은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 영역에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 2 파라미터를 결정하는 것을 더 포함하는 것인, 시스템.

청구항 32

제 31 항에 있어서, 상기 하나 이상의 제 2 파라미터는 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터를 포함하고, 상기 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터는 상기 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 부가 영역 내의 무작위 결함들을 우선적으로 선택하기 위해 결정되는 것인, 시스템.

청구항 33

제 31 항에 있어서, 상기 하나 이상의 제 2 파라미터는 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터를 포함하고, 상기 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터는 상기 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 상기 하나 이상의 영역 내의 시스템적 결함들을 우선적으로 선택하기 위해 결정되는 것인, 시스템.

청구항 34

제 20 항에 있어서, 상기 컴퓨터 서브시스템은 또한, 레티클에 대한 계측 또는 검사 데이터를 획득하도록 구성되고, 상기 레티클은 상기 웨이퍼 상의 패터닝된 피쳐들을 프린트하기 위해 사용되며, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은, 상기 레티클에 대한 상기 계측 또는 검사 데이터와 조합한 상기 웨이퍼에 대한 상기 계측 데이터에 기반하여 수행되는 것인, 시스템.

청구항 35

제 20 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터는, 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 다어들 내에 수행되는 필드 대 필드 검사를 위해 사용되는 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 부가 영역에 기초하여 결정되는 것인, 시스템.

청구항 36

제 20 항에 있어서, 상기 컴퓨터 서브시스템은 또한, 상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼에 대한 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하도록 구성되고, 상기 웨이퍼 검사 프로세스는 또한, 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼에 상기 제조 프로세스가 수행된 후 상기 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 수행되며, 상기 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은, 상기 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터와 조합한 상기 웨이퍼에 대한 상기 계측 데이터에 기반하여 수행되는 것인, 시스템.

청구항 37

제 20 항에 있어서, 상기 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것은, 상기 계측 데이터에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 상기 검사 서브시스템에 의해 상기 웨이퍼 또는 상기 다른 웨이퍼의 하나 이상의 부가 영역에 대해 생성된 출력에서의 노이즈의 하나 이상의 특성을 결정하는 것, 및 상기 노이즈의 하나 이상의 결정된 특성에 기반하여 상기 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 출력 노이즈 감소의 하나 이상의 파라미터를 결정하는 것을 더 포함하는 것인, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로, 웨이퍼에 대한 계측 데이터가 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 변경하는데 사용되는, 계측 최적화 검사에 대한 방법들 및 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 다음의 설명 및 예시들은 이 섹션에서의 이들의 포함에 의해 종래 기술로 인정되는 것은 아니다.

[0003] 논리 및 메모리 디바이스와 같은 반도체 디바이스들을 제조하는 것은 일반적으로, 반도체 디바이스들의 다양한 피처들 및 다수의 층들을 형성하도록 다수의 반도체 제조 프로세스들을 사용하여 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 프로세싱하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 리소그래피는, 레티클로부터의 패턴을 반도체 웨이퍼 상에 배열된 레지스트에 전사하는(transferring) 단계를 포함하는 반도체 제조 프로세스이다. 반도체 제조 프로세스들의 추가적인 예시들은 화학적 기계적 폴리싱(chemical-mechanical polishing), 에칭, 퇴적, 및 이온 주입을 포함하지만, 이들에 제한되지 않는다. 다수의 반도체 디바이스들은 단일 반도체 웨이퍼 상의 배열로 제조되고 이어서 개별적인 반도체 디바이스들로 분리될 수 있다.

[0004] 검사 프로세스들은 웨이퍼들 상의 결함들을 검출하도록 반도체 제조 프로세스 동안 다양한 단계들에서 사용된다. 검사 프로세스들은 항상 집적 회로들과 같은 반도체 디바이스들을 제조하는 단계들 중 중요한 부분이었다. 그러나, 반도체 디바이스들의 치수들이 감소함에 따라, 검사 프로세스들은 허용가능한 반도체 디바이스들의 성공적인 제조를 위해 점점 더 중요해지고 있다. 예를 들어, 반도체 디바이스들의 치수들이 감소함에 따라, 상대적으로 매우 작은 결함들이 반도체 디바이스들 내의 원치않는 이상(aberration)들을 유발할 수 있기 때문에, 감소한 사이즈의 결함들의 검출이 필수적으로 되고 있다.

[0005] 많은 상이한 유형들의 검사 시스템들은, 상이한 파라미터들이 상이한 결함들을 검출하거나 또는 원치않는[방해(nuisance)] 이벤트들의 소스들을 회피하는데 사용될 수 있도록, 조정가능한 출력을 획득하고(예를 들어, 데이터, 신호, 및/또는 이미지 획득) 감도(sensitivity)(또는 결함 검출) 파라미터들을 갖는다. 조정가능한 출력을 획득하고 감도 파라미터들을 갖는 검사 시스템이 반도체 디바이스 제조자에게 상당한 이점들을 제시하지만, 이들 검사 시스템들은, 올바르게 않은 출력 획득 및 감도 파라미터들이 검사 프로세스를 위해 사용되면 본질적으로 실용성 없다. 올바른 출력 획득 및 감도 파라미터들을 사용하는 것이 검사의 결과들에 극적인(dramatic) 효과를 미치겠지만, 현재 많은 검사 프로세스들이 올바르게 않은 또는 최적화되지 않은 출력 획득 및 감도 파라미터들로 수행되고 있는 점이 고려될 수 있다.

[0006] 웨이퍼 검사 프로세스 셋업을 위해 현재 사용되는 방법들에 있어서, 결함 엔지니어는 몇몇 제한들을 갖고 웨이퍼 검사 레시피를 셋업할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 이용가능한 제한된 수의 웨이퍼들 및 웨이퍼들 상의 선택된 영역(area)들에만 기반하여 검사 감도를 셋업할 수 있다. 사용자는 또한 제조 프로세스 가변성으로 인한 웨이퍼별(wafer-to-wafer) 변화(variation)를 수용하려는 노력으로, 감도를 셋업하기 위해 다수의 웨이퍼들을 사용하는 것을 선택할 수 있다. 다른 응용예들에서, 사용자는 참조 다이를 셋업하는 목적을 위해 참조[공칭(nominal)] 이미지들을 정의하도록 하나 이상의 다이로부터 데이터를 선택할 수 있다. 그러한 응용예들에서, 사용자는 데이터를 수집하기 위한 최적의 장소를 추측할 수 있지만, 그 장소는 실제 공칭 상태들을 나타내지 못

할 수 있다. 다른 응용예에서, 사용자는 샘플링을 검토하기 위해 다양한 결함들을 선택할 수 있지만, 샘플링 개체군(population)은 종종 노이즈 레벨이 알려지지 않은 다이 또는 위치들에 기반한다.

[0007] 검사 최적화의 영역에서, 노이즈가 있는(noisy) 영역들이 어느 곳인지 알지 못하는 것은, 노이즈가 있는 구역(region)들에만 또는 안정적인(quiet) 구역들에만 기반하여 감도를 셋업하는 것을 초래할 수 있고, 이는 웨이퍼 전역의 변화들을 실제적으로 반영하지 못할 수 있다. 다이 행 선택이 안정적인 구역 상에서 행해졌으면, 추가적인 웨이퍼들이 스캐닝될 때 추가적인 방해 결함들이 발생할 수 있다. 다이 선택이 노이즈가 있는 구역 내에서 행해졌으면, 문턱값들이 너무 높게 세팅되어 있는 것으로 인해, 생산 웨이퍼 스캐닝 동안 실제 결함들을 놓칠 수 있다. 공칭 다이 선택에 관하여, 평균 두께, 임계 치수(critical dimension; CD) 등이 존재하는, 실제 공칭 상태에 있는 다이들을 선택하는 것이 도전과제이다. 이러한 데이터를 세팅하지 않는 것은 공칭 특징(signature)을 나타내지 못하는 다이들을 선택하는 것을 야기할 수 있다. 결함 샘플링과 관련하여, 노이즈가 있는 구역 내에서 샘플링되는 결함들은, 안정적인 구역들로부터의 최적화된 샘플링이 보다 실제적인 결함들을 양산할 수 있는 반면, 낮은 신호 대 노이즈비(signal-to-noise)를 생성할 수 있다.

[0008] 따라서, 위에서 설명된 단점들 중 하나 이상을 갖지 않는 시스템들 및/또는 방법들을 개발하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0009] 다양한 실시예들의 다음의 설명은 첨부된 특허청구범위의 발명내용을 임의의 방식으로 제한하는 것으로서 해석되어서는 안된다.

[0010] 일 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법에 관한 것이다. 방법은 웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는, 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함한다. 방법은 또한 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다. 단계들을 획득하고 결정하는 것은 컴퓨터 시스템에 의해 수행된다.

[0011] 위에서 설명된 방법은 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 수행될 수 있다. 또한, 위에서 설명된 방법은 본원에서 설명되는 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 방법은 본원에서 설명되는 임의의 시스템들에 의해 수행될 수 있다.

[0012] 다른 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 시스템 상에서 실행가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 비일시적인 컴퓨터로 판독가능한 매체에 관한 것이다. 컴퓨터로 구현되는 방법은 위에서 설명된 방법의 단계들을 포함한다. 컴퓨터로 판독가능한 매체는 또한 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수 있다. 컴퓨터로 구현되는 방법의 단계들은 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 수행될 수 있다. 또한, 프로그램 명령어들이 실행가능한 컴퓨터로 구현되는 방법은 본원에서 설명되는 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있다.

[0013] 추가적인 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하도록 구성되는 시스템에 관한 것이다. 시스템은 웨이퍼에 대한 출력을 생성하도록 구성되는 검사 서브시스템을 포함한다. 시스템은 또한 위에서 설명된 방법의 단계들을 획득하고 결정하는 단계를 수행하기 위해 구성되는 컴퓨터 서브시스템을 포함한다. 시스템은 또한 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명의 다른 객체들 및 이점들은, 다음의 상세한 설명을 읽고 첨부된 도면들을 참조함으로써 명백해질 것이다.

도 1은 본원에서 설명되는 컴퓨터로 구현되는 방법들 중 하나 이상을 수행하기 위한 컴퓨터 시스템 상에서 실행가능한 프로그램 명령어들을 포함하는 비일시적인 컴퓨터로 판독가능한 매체의 일 실시예를 도시하는 블록도이다.

도 2는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하도록 구성되는 시스템의 일 실시예의 측면도를 도시하는 개략도이다.

본 발명은 다양한 변형들 및 대안적 형태들에 대한 여지가 있지만, 그 특정 실시예들이 도면들에 예시로서 도시되어 있고 본원에서 상세히 설명될 것이다. 그러나, 그 도면들 및 그에 대한 상세한 설명은 개시된 특정 형태

에 본 발명을 제한하도록 의도된 것은 아니고, 대조적으로, 그 의도는 첨부된 특허청구범위에 의해 규정된 바와 같은 본 발명의 사상 및 범위 내에 있는 모든 변형들, 등가물들 및 대안들을 커버하는 것이라는 점이 이해되어야 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 이제 도면들로 돌아가며, 도면들이 축척대로 도시되지 않은 점에 유념한다. 특히, 도면들의 엘리먼트들 중 몇몇의 축척은 엘리먼트들의 특성을 강조하기 위해 크게 과장된다. 또한, 도면들이 동일한 축척으로 도시되지 않은 점에 유념한다. 유사하게 구성될 수 있는, 하나보다 많은 도면 내에 도시된 엘리먼트들은 동일한 참조 번호들을 사용하여 표시되어 있다. 본원에서 달리 언급되지 않는 한, 설명되고 도시된 임의의 엘리먼트들은 임의의 적절한 상업적으로 이용가능한 엘리먼트들을 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법에 관한 것이다. 방법은 웨이퍼 계측 시스템에 의해 생성되는, 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함한다. 계측 데이터를 획득하는 단계는 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수 있는 웨이퍼 계측 툴을 사용하여 본원에서 또한 설명되는 임의의 측정들과 같은 웨이퍼 상의 측정들을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이러한 방식으로, 계측 데이터를 획득하는 단계는 웨이퍼를 측정하는 단계를 포함할 수 있다. 그러나, 계측 데이터를 획득하는 단계는 웨이퍼의 측정들을 수행하는 단계를 필수적으로 포함하지는 않는다. 예를 들어, 계측 데이터를 획득하는 단계는 (예를 들어, 계측 시스템에 의해) 계측 데이터가 저장되는 저장 매체로부터 계측 데이터를 획득하는 단계를 포함할 수 있다. 저장 매체로부터 계측 데이터를 획득하는 단계는 임의의 적절한 방식으로 수행될 수 있고, 계측 데이터가 획득되는 저장 매체는 본원에서 설명되는 임의의 저장 매체들을 포함할 수 있다.
- [0017] 일 실시예에서, 계측 데이터는 웨이퍼의 워프(warp)에 대한 정보를 포함한다. 다른 실시예에서, 계측 데이터는 웨이퍼의 보우(bow)에 대한 정보를 포함한다. 추가적인 실시예에서, 계측 데이터는 웨이퍼 상에 형성되는 막의 두께를 포함한다. 다른 실시예에서, 계측 데이터는 웨이퍼 상에 형성되는 패터닝된 구조물의 임계 치수(critical dimension; CD)를 포함한다. 몇몇 실시예들에서, 계측 데이터는 웨이퍼 전역에서 생성되는 2백만개보다 많은 계측 데이터 포인트들을 포함한다. 예를 들어, 상대적으로 높은 해상도(resolution) 계측 포인트들(즉, 웨이퍼 전역에서 획득되는 수백만개의 계측 데이터 포인트들)은 레시피 셋업을 위해 검사 노이즈의 잠재적인 소스들을 식별하는데 사용될 수 있다. 위에서 설명된 계측 데이터는 임의의 적절한 방식으로 임의의 적절한 계측 툴에 의해 생성될 수 있다.
- [0018] 현저히 감소된 프로세스 윈도우들 및 상대적으로 큰 웨이퍼 직경들로 인해, 웨이퍼 보우 및 워프에 있어서의 상대적으로 작은 변형이 막 두께 및 CD 변화에 상당한 영향을 미칠 수 있다. 검사에 있어서, 종종 결함 데이터는 그러한 변화들로 인해 방해 결함들로 범람할 수 있지만 전혀 보상되지 않아 왔다. 본원에서 설명되는 계측 인식(metrology-aware) 검사에 의해, 검사 감도 및/또는 다이 샘플링과 같은 웨이퍼 검사의 파라미터(들)가 또한 본원에서 설명되는 바와 같이 최적화될 수 있다.
- [0019] 방법은 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 데이터(예를 들어, 마스크 계측, 웨이퍼 막 두께, 웨이퍼 CD 계측)는 본원에서 설명되는 바와 같이 검사와 연관될 수 있다. 이러한 방식으로, 계측 데이터는 검사에 피드 포워드될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 툴들 중 하나와 같은 계측 툴은, 웨이퍼에 대한 계측 데이터를 검사 시스템에 바로 전송하도록 구성될 수 있다. 검사 시스템은 이어서, 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 수행될 수 있는 레시피 셋업 및/또는 결함 샘플링과 같은 본원에서 설명되는 방법들의 하나 이상의 단계들을 수행하도록 계측 데이터를 사용할 수 있다.
- [0020] 이러한 방식으로, 계측 데이터는 검사 및 결함 샘플링을 미세 조정하도록 검사에 통합될 수 있다. 그러한 일 예시에서, 데이터는 계측 시스템으로부터, 검사가 계측 데이터에 있어서의 차이에 기반하여 영역들을 분류하고/하거나 그룹화하도록 데이터를 사용하는 검사로 전송될 수 있다. 노이즈가 있는 및 안정적인 영역들이 식별되면, 그에 따라 검사 전략이 세팅될 수 있다. 그와 같이, 본원에서 설명되는 실시예들은 계측 최적화 검사(예를 들어, 계측 데이터에 기반한 향상된 검출 감도 및 향상된 결함 분석을 갖는 검사)를 위해 구성된다. 이러한 방식으로, 웨이퍼 보우, 워프, 및 두께 데이터와 같은 계측 데이터는 검사를 향상시키는데 사용될 수 있다. 웨이퍼 계측 및 검사의 상호작용은 잠재적인 실제 결함들의 우선순위를 매기면서 생산에 바람직한 검사 프로세스들을 셋업하는 것을 도울 수 있다.

- [0021] 일 실시예에서, 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역들에 대해 결정되는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다른 영역들에 대해 결정되는 하나 이상의 파라미터들과 상이하다. 예를 들어, 웨이퍼 전역의 계측 데이터에 있어서의 변화들에 기반하여(즉, 웨이퍼 상의 위치 또는 구역의 함수로서), 웨이퍼 검사 프로세스의 파라미터(들)는 웨이퍼 전역에 대해 변화하도록 세팅될 수 있다. 그러한 일 예시에서, 웨이퍼의 예지 구역에 대한 계측 데이터에 기반하여, 예지 양산 검사 전략이 규정될 수 있다. 또한, 계측 데이터는 웨이퍼의 예지에 근접한 웨이퍼의 상이한 구역들이 상이한 문제들을 가질 수 있음을 나타낼 수 있다. 따라서, 계측 데이터에 기반하여 결정될 수 있는 상이한 예지 구역들 내에 존재할 수 있는 잠재적인 양산 문제들에 기반하여 상이한 예지 구역들에 대해 상이한 검사 전략들이 구현될 수 있다. 웨이퍼 전역의 계측 데이터에 있어서의 변화들은 또한 유사한 계측 데이터를 갖는 웨이퍼 상의 상이한 구역들을 결정하는데 사용될 수 있다. 유사한 계측 데이터를 갖는 구역들(예를 들어, 노이즈가 있는 구역들 또는 안정적인 구역들)은 이어서 함께 그룹화되거나 또는 동일한 분류로 지정될 수 있다. 동일한 그룹 내의 또는 동일한 지정된 분류를 갖는 구역들은 이어서 동일한 검사 프로세스 파라미터(들)로 지정될 수 있다. 이러한 방식으로, 웨이퍼 검사 프로세스는 계측 데이터에 있어서의 변화들에 기반하여 최적화될 수 있다.
- [0022] 몇몇 실시예들에서, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 검출의 하나 이상의 파라미터들을 포함한다. 이러한 방식으로, 본원에서 설명되는 실시예들은 웨이퍼 측정으로부터의 계측 데이터를 통합함으로써 결함 검출을 향상시키는데 사용될 수 있다. 결함 검출의 하나 이상의 파라미터들은 검사 시스템 출력 프로세싱의 임의의 파라미터들(즉, 신호, 이미지, 또는 데이터 프로세싱) 및 임의의 결함 검출 알고리즘(들) 및/또는 웨이퍼 상의 결함들을 검출하도록 수행되는 방법(들)의 임의의 파라미터(들)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 본원에서 또한 설명되는 바와 같이, 하나 이상의 파라미터들은 검사 또는 결함 검출의 감도를 포함할 수 있다. 그러나, 결함 검출의 임의의 다른 파라미터(들)는 결함 검출 알고리즘 및/또는 방법에 있어서의 전체적인 변경을 포함하여 유사한 방식으로 변경될 수 있다.
- [0023] 다른 실시예에서, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역들에 대해 수행되는 결함 검출의 감도를 적어도 부분적으로 결정하는 하나 이상의 파라미터들을 포함한다. 이러한 방식으로, 계측 데이터는 레시피 감도에 대한 검사에 연관될 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼 기하학 및 계측은 향상된 데이터 분석을 위해 검사 감도를 최적화하고 노이즈가 있는/안정적인 구역들의 위치를 찾는 데 사용될 수 있다. 계측과 검사 기술들을 연관시킴으로써, 본원에서 설명되는 실시예들은 가장 민감한 검사들을 제공하는 데 있어서 특유한 솔루션을 제시할 수 있다. 또한, 본원에서 설명되는 실시예들은 상대적으로 큰 양의 방해 결함들이 언제 존재하는지 설명하는 것을 도울 수 있고 이것을 다루는 방법을 사용자가 결정할 수 있도록 할 수 있다. 이러한 방식으로, 본원에서 설명되는 계측 및 검사의 긴밀한 연결이 가장 진보된 검사를 제공하도록 활용될 수 있다. 본원에서 설명되는 실시예들은 또한 추가적인 사용 사례, 따라서 계측 툴들에 대한 추가적인 값을 제공한다.
- [0024] 추가적인 실시예에서, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 결함 샘플링의 하나 이상의 파라미터들을 포함한다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 인식 검사는 실제 결함들이 결함 검토[예를 들어, 주사형 전자 현미경(scanning electron microscope; SEM) 검토]를 위해 선택될 가능성이 있도록 샘플링을 조정하기 위한 단서들을 제공할 수 있다. 또한, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 방해 결함들이 발생할 수 있는 곳을 예측하고 그에 따라 검토 샘플링을 조절하고 노이즈를 예측하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 계측 데이터는 샘플 비닝(binning)을 검토하기 위한 검사에 연관될 수 있다. 그와 같이, 본원에서 설명되는 실시예들은 웨이퍼 측정으로부터의 계측 데이터를 통합함으로써 결함 샘플링을 향상시키는데 사용될 수 있다.
- [0025] 일 실시예에서, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 검사 프로세스 동안 웨이퍼 검사 시스템에 의해 출력이 생성되는 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 영역들의 선택을 포함한다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 레시피 최적화 및 검토 샘플링을 위한 다이 선택을 자동으로 결정하도록 검사와 연관될 수 있다. 또한, 매우 다양한 안정적인 및 노이즈가 있는 영역들이 생산 품질 레시피를 최적화하도록 선택될 수 있다. 또한, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 웨이퍼 상의 관심있는 결함(defect of interest; DOI)들에 대해 신호가 보다 높은 곳에서 검사가 수행되도록 중요한 검사 및 계측 구역들을 분리하는데 사용될 수 있다.
- [0026] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는, 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역들에 있어서의 CD 변화의 확률을 결정하는 단계, 하나 이상의 영역들 중 다른 영역보다 확률이 높은, 하나 이상의 영역들 중 적어도 하나의 영역을 결정하는 단계, 및 하나 이상의 영역들 중 적어도

하나의 영역이, 웨이퍼 검사 프로세스를 하나 이상의 영역들 중 다른 영역보다 중대하게 수행하는 웨이퍼 검사 시스템에 의해 샘플링되도록, 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다. 웨이퍼의 상이한 영역들에 있어서의 CD 변화의 확률은 임의의 적절한 방식으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼 내에 보우 또는 워프가 존재하면, 웨이퍼의 일부 부분들이 웨이퍼 상에 수행되는 리소그래피 단계에서 포커스가 맞지 않을 수 있으므로 설계된 CD들에 대해 변화한 CD들을 가질 수 있다. 따라서, 계측 데이터로부터 결정된 웨이퍼에 관한 정보에 기반하여, 상대적으로 높은 CD 변화를 가질 수 있는 웨이퍼의 영역들이 결정될 수 있고 이어서 높은 CD 변화들을 가질 가능성이 거의 없는 영역들보다 중대하게 샘플링된다. 이러한 방식으로, 본원에서 설명되는 바와 같은 계측 데이터는 가능한 CD 변화를 찾기 위해 검사 샘플링을 조정하는데 사용될 수 있다. 그와 같이, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 변화들이 높을 수 있는 웨이퍼 상의 영역들이 측정되도록 중요한 검사 및 계측 구역들을 분리하는데 사용될 수 있다.

[0027] 다른 실시예에서, 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는, 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 하나 이상의 다이를 선택하는 단계, 하나 이상의 선택된 다이에 대한 웨이퍼 검사 시스템에 의해 생성되는 출력을 획득하는 단계, 및 하나 이상의 다이에 대한 웨이퍼 검사 시스템에 의해 생성되는 출력으로부터의 참조 다이를 생성하는 단계를 포함한다. 참조 다이는 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 결함들을 검출하기 위해 웨이퍼 검사 프로세스에서 사용된다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 웨이퍼 상의 공칭 상태 영역을 식별하는데 사용될 수 있고, 이어서 참조 다이의 세트(즉, 하나 이상의 참조 다이들)가 그 영역으로부터 선택될 수 있다. 웨이퍼의 안정적인 구역 내의 다이(들)를 선택함으로써, 공칭 이미지의 품질이 향상될 수 있다. 또한, 막 두께 및 CD 계측 데이터는 공칭 상태들을 나타내는 다이들의 세트를 식별하는데 사용될 수 있다. 그와 같이, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 참조를 위한 다이(die-to-reference) 이미지 검사를 향상시키도록 참조 이미지 선택을 위해 공칭 이미지(들)의 위치(들)를 식별하는데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 계측 데이터는 참조 다이 선택을 위해 검사와 연관될 수 있다.

[0028] 다른 실시예에서, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 1 파라미터들 및 계측 데이터에 기반하여, 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 영역들이 웨이퍼 검사 프로세스에서 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 것인지, 또한 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 어떤 하나 이상의 추가적인 영역들이 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상의 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 것인지 결정하는 단계 및 하나 이상의 영역들 및 하나 이상의 추가적인 영역들에 기반하여 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 제 2 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다. 예를 들어, 웨이퍼 워프 또는 보우 데이터 컬렉션과 같은 계측 데이터는 검사 레시피가 최적화된 웨이퍼 상의 위치들을 결정하는데 사용될 수 있다. 수백만개의 데이터 포인트들을 이용하고 노이즈가 있는 대(versus) 안정적인 구역들을 식별함으로써, 레시피 감도 세팅 및 결함 샘플링과 같은 웨이퍼 검사 파라미터(들)가 구역의 품질의 사전지식에 기반하여 최적화될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 변화를 예상하고 그에 따라 검사 감도를 세팅하도록 웨이퍼 내의 변화의 양을 이해하는 것을 도울 수 있다. 그러한 일 실시예에서, 계측 데이터는 노이즈가 있는 및 공칭 영역들을 분리하고 상이한 영역들에 대해 독립적으로 검사 감도를 세팅하는데 사용될 수 있다. 또한, 계측 데이터는 방해 데이터 우선순위화 및 필터링에 대한 노이즈가 있는 검사 영역(들)을 식별하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 바와 같은 계측 데이터로부터 결정될 수 있는, 공칭 또는 노이즈가 거의 없는 구역보다 상당히 많은 방해 결함들은 웨이퍼 상의 높은 노이즈 구역 내에서 일반적으로 검출될 것이다. 반면에, 상대적으로 낮은 노이즈 구역들에서 실제 결함들을 검출할 보다 높은 확률이 존재한다. 따라서, 방해 필터링의 하나 이상의 파라미터들이 웨이퍼의 상이한 구역들 내의 예상되는 노이즈에 기반하여 결정될 수 있다.

[0029] 그러한 일 실시예에서, 하나 이상의 제 2 파라미터들은 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터들을 포함하고, 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터들은 다른 영역들보다 적은 노이즈를 생성할 하나 이상의 추가적인 영역들 내의 무작위 결함들을 우선적으로 선택하도록 결정된다. 예를 들어, 웨이퍼 상의 상대적으로 안정적인 구역들로부터의 결함들을 샘플링함으로써, 결함들의 샘플링이 보다 무작위 결함들을 보여줄 수 있다. 이러한 방식으로, 안정적인 구역들은 무작위 결함 발견을 위해 선택될 수 있다. 또한, 감도 샘플링은 실제 결함들을 선택할 기회를 증가시키도록 웨이퍼 상의 안정적인 구역들에 편중될 수 있다.

[0030] 그러한 다른 실시예에서, 하나 이상의 제 2 파라미터들은 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터들을 포함하고, 하나 이상의 결함 샘플링 파라미터들은 다른 영역들보다 많은 노이즈를 생성할 하나 이상의 영역들 내의 시스템적(systematic) 결함들을 우선적으로 선택하도록 결정된다. 예를 들어, 노이즈가 있는 구역들은 잠재적인 시스템적 결함들을 샘플링하기 위한 우수한 대용물(proxy)일 수 있다.

- [0031] 위에서 설명된 실시예들 둘 다에서, 웨이퍼 검사 프로세스에서 검출되는 결함들은, 결함들이 검출되는 높은/낮은 변화 구역을 식별하는 ID로 지정될 수 있다. 환언하면, 계측 데이터에 있어서의 높은 변화를 갖는 구역들 내에서 검출되는 결함들은 하나의 ID로 지정될 수 있고, 계측 데이터에 있어서의 낮은 변화를 갖는 구역들 내에서 검출되는 결함들은 상이한 ID로 지정될 수 있다. 이러한 방식으로, 결함들은, 결함들이 검출되는 구역들에 의해 샘플링되고 분류될 수 있다. 웨이퍼 검사 프로세스의 결함 검출 결과들은 임의의 다른 적절한 방식으로 계측 데이터와 상관될 수 있다. 예를 들어, 검사에 의해 생성되는 결함 맵은 계측 맵과 상관될 수 있다.
- [0032] 일 실시예에서, 방법은, 레티클 - 상기 레티클은 웨이퍼 상의 패터닝된 피쳐들을 프린트하는데 사용됨 - 에 대한 계측 또는 검사 데이터를 획득하는 단계를 포함하고, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는, 레티클에 대한 계측 또는 검사 데이터와 조합하여 웨이퍼에 대한 계측 데이터에 기반하여 수행된다. 이러한 방식으로, 마스크 계측 데이터는 검사 노이즈에 기여할 수 있는 레티클 변칙(anomaly)들을 식별하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 레티클 계측 및/또는 검사에 의해 레티클 상에서 검출되는 결함들 또는 잠재적인 결함들에 관한 정보는, 그 레티클에 의해 웨이퍼 상에 프린트될 결함들 또는 잠재적인 결함들에 관한 정보를 결정하는데 사용될 수 있다. 몇몇 그러한 예들에서, 레티클 검사 및/또는 계측에 의해 허용가능한 것으로 결정되는 레티클 상의 결함들에 관한 정보는, 그 허용가능한 결함들이 위치될 웨이퍼 상의 위치들을 식별하는데 사용될 수 있다. 그 위치들은 결함들이 실제로 허용가능함을 보장하도록 웨이퍼 검사에 있어서의 결함들에 대해 스캐닝되고 체크될 수 있다. 대안적으로, 그 위치들은 웨이퍼 결함들이 그 위치에서 검출되지 않으면 필시 그 이후로 더이상 검사되지 않을 수 있고, 그 웨이퍼 결함들은 허용가능한 레티클 결함들의 결과로서 허용가능해질 것이다. 따라서, 레티클에 대한 계측 또는 검사 데이터에 적어도 부분적으로 기반하여 결정되는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 상의 검사할 곳, 검사의 유형들, 웨이퍼의 어떤 영역들 내에서 검출된 결함들에 지정될 분류들 등을 포함할 수 있다. 레티클 검사 및/또는 계측 데이터는, 레티클 검사 및/또는 계측 데이터 및 웨이퍼 계측 데이터의 상이한 조합들에 대한 적절한 웨이퍼 검사 파라미터(들)를 규정하는 규칙들의 세트를 통해서와 같이, 다양한 상이한 방식으로 웨이퍼 검사 파라미터(들)를 결정하기 위해 웨이퍼 계측 데이터와 조합하여 사용될 수 있다. 또한, 웨이퍼 검사 파라미터(들)는, 본원에 완전히 제시된 것처럼 참조로서 통합되는, 2005년 1월 6일에 공개된 마렐라 외(Marella et al.)에 의한 미국 특허 출원 공개 제 2005/0004774 호에 설명된 바와 같이 레티클 검사 및/또는 계측 데이터에 기반하여 규정될 수 있다. 본원에서 설명되는 실시예들은 또한 이 특허 출원에서 설명된 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0033] 유사한 방식으로, 설계 데이터 내의 "결함들"에 관한 정보는 웨이퍼 계측 데이터(또한 가능하다면 레티클 검사 및/또는 계측 데이터)와 조합하여 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는데 사용될 수 있다. 설계 데이터 내의 "결함들"에 관한 정보는, 본원에 완전히 제시된 것처럼 참조로서 통합되는, 2010년 1월 12일에 사이딘 외(Saidin et al.)가 발표한 미국 특허 제 7,646,906 호에 설명된 것들과 같은 방법들 및 시스템들을 사용하여 획득될 수 있다. 본원에서 설명되는 실시예들은 또한 이 특허에 설명된 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0034] 몇몇 실시예들에서, 하나 이상의 파라미터들은 웨이퍼 검사 프로세스 동안 다이들 내에서 수행되는 필드별(field-to-field) 검사를 위해 사용되는 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역에 기초하여 세팅될 수 있다. 이러한 방식으로, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 다이 내의 필드별 검사를 위해 적절한 웨이퍼 상의 영역들을 규정하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 계측 데이터는 필드별 검사가 수행되어야 할 웨이퍼 상의 하나 이상의 높은 노이즈 구역들을 규정하는데 사용될 수 있다. 특히, 상대적으로 높은 노이즈 구역들에서, 다이별(die-to-die)로부터의 노이즈 변화는 필드별로부터의 노이즈 변화보다 훨씬 클 수 있다. 따라서, 상대적으로 높은 노이즈 구역들에서, 다이별 검출은 필드별 검출보다 상당히 많은 방해 결함들의 검출을 초래할 수 있다. 그와 같이, 웨이퍼 검사 프로세스의 파라미터(들)는, 수행되는 검출의 유형(예를 들어, 다이별 또는 필드별)이 웨이퍼의 상이한 구역들 내에서 예상되는 노이즈에 따라 변화되도록 세팅될 수 있다.
- [0035] 다른 실시예에서, 방법은, 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼에 대한 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함하고, 웨이퍼 검사 프로세스는 제조 프로세스가 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상에 수행된 후 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상에 수행되며, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는 제조 프로세스의 하나 이상의 파라미터들과 조합하여 웨이퍼에 대한 계측 데이터에 기반하여 수행된다. 몇몇 그러한 실시예들에서, 제조 프로세스는 에칭 프로세스일 수 있다. 그러나, 제조 프로세스는 웨이퍼 상에 수행될 수 있는 임의의 다른 제조 프로세스일 수 있다. 또한, 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼 상에 수행되는 제조 프로세스는 하나 이상의 제조 프로세스 단계(예를 들어, 가능하다면 하나 이상의 다른 프로세스 단계들을 갖는 에칭 프로세스 단계)들을 포함할 수 있다. 그러한 일 예시에서, 웨이퍼 필드 변화 데이터 내에서도와 같

은 본원에서 설명되는 계측 데이터는, 웨이퍼의 검사를 최적화하도록 하나 이상의 에칭 상태들을 최적화하고 조합된 데이터를 사용하는데 사용될 수 있다.

[0036] 추가적인 실시예들에서, 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계는, 계측 데이터에 기반하여 웨이퍼 검사 프로세스 동안 웨이퍼 검사 시스템에 의해 웨이퍼 또는 다른 웨이퍼의 하나 이상의 영역들에 대해 생성되는 출력에 있어서의 노이즈의 하나 이상의 특성들을 결정하는 단계 및 노이즈의 하나 이상의 결정된 특성들에 기반하여 웨이퍼 검사 프로세스 동안 수행되는 출력 노이즈 감소의 하나 이상의 파라미터들을 결정하는 단계를 포함한다. 따라서, 본원에서 설명되는 실시예들은 검사를 위한 동적 노이즈 검출을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 설명되는 계측 데이터는 고 및 저 주파수 노이즈를 결정하기 위해 사용될 수 있고, 이어서 적절한 노이즈 감소 기술들을 결정하는데 사용될 수 있다.

[0037] 본원에서 설명되는 단계들을 획득하고 결정하는 것은 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 구성될 수 있는 컴퓨터 시스템에 의해 수행된다.

[0038] 본원에서 제공되는 실시예들의 설명으로부터 명백해질 바와 같이, 본 발명의 실시예들은 웨이퍼 검사 레시피들을 셋업하기 위한 현재의 방법들 및 시스템들에 걸쳐 다수의 장점들을 갖는다. 예를 들어, 계측 데이터를 수동으로 조사하는 것은 사용자가 검사를 위한 웨이퍼 상의 구역들을 선택하는 것을 도울 수 있지만, 이는 시간 소모적이고 비효율적일 것이다. 현재, 계측과 검사 사이의 직접적인 연결들이 없고, 따라서, 마스크 계측, 막 두께, 및 CD 계측과 같은 외적인 데이터 소스들의 사용은 실행하기 어려울뿐만 아니라 오류의 여지를 남길 것이다. 레시피를 자동으로 조정하고 샘플링을 검토하기 위해 계측 데이터를 검사 레시피와 연관시키는 것은 이러한 플로우를 효과적이고 생산에 바람직하게 할 수 있다.

[0039] 위에서 설명된 방법의 실시예들 각각은 본원에서 설명되는 임의의 다른 방법(들)의 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있다. 또한, 위에서 설명된 방법의 실시예들 각각은 본원에서 설명되는 임의의 시스템들에 의해 수행될 수 있다.

[0040] 본원에서 설명되는 방법들 모두는 컴퓨터로 판독가능한 저장 매체에 있어서의 방법 실시예들의 하나 이상의 단계들의 결과들을 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 결과들은 본원에서 설명되는 임의의 결과들을 포함할 수 있고, 본 기술분야에 알려진 임의의 방식으로 저장될 수 있다. 저장 매체는 본원에서 설명되는 임의의 저장 매체 또는 본 기술분야에 알려진 임의의 다른 적절한 저장 매체를 포함할 수 있다. 결과들이 저장된 후, 결과들은, 저장 매체 내에서 액세스되고, 본원에서 설명되는 임의의 방법 또는 시스템 실시예들에 의해 사용되며, 사용자에게 디스플레이하기 위해 포맷팅되고, 다른 소프트웨어 모듈, 방법, 또는 시스템 등에 의해 사용될 수 있다.

[0041] 추가적인 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 컴퓨터로 구현되는 방법을 수행하기 위한 컴퓨터 시스템 상에서 실행가능한 프로그램 명령어들을 저장하는 비일시적인 컴퓨터로 판독가능한 매체에 관한 것이다. 그러한 일 실시예가 도 1에 도시된다. 특히, 도 1에 도시된 바와 같이, 컴퓨터로 판독가능한 매체(100)는 컴퓨터 시스템(104) 상에서 실행가능한 프로그램 명령어들(102)을 포함한다. 컴퓨터로 구현되는 방법은 위에서 설명된 방법의 단계들을 포함한다. 프로그램 명령어들이 실행가능한, 컴퓨터로 구현되는 방법은 본원에서 설명되는 임의의 다른 단계(들)를 포함할 수 있다.

[0042] 본원에서 설명되는 방법들과 같은 방법들을 구현하는 프로그램 명령어들(102)은 컴퓨터로 판독가능한 매체(100) 상에 저장될 수 있다. 컴퓨터로 판독가능한 매체는 본 기술분야에 알려진 자기 또는 광학 디스크, 또는 자기 테이프 또는 임의의 다른 적절한 비일시적인 컴퓨터로 판독가능한 매체와 같은 저장 매체일 수 있다.

[0043] 프로그램 명령어들은 다른 것들 중에서도, 프로시저 기반 기술들, 컴포넌트 기반 기술들, 및/또는 객체 지향 기술들을 포함하는 임의의 다양한 방식으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 프로그램 명령어들은 원하는대로, 액티브엑스 컨트롤(ActiveX control), C++ 오브젝트(C++ object), 자바빈스(JavaBeans), 마이크로소프트 파운데이션 클래스(Microsoft Foundation Class; "MFC") 또는 다른 기술들 또는 방법들을 사용하여 구현될 수 있다.

[0044] 컴퓨터 시스템은 개인용 컴퓨터 시스템, 이미지 컴퓨터, 메인프레임 컴퓨터 시스템, 워크스테이션, 네트워크 기기(appliance), 인터넷 기기, 또는 다른 디바이스를 포함하여, 다양한 형태를 취할 수 있다. 일반적으로, 용어 "컴퓨터 시스템"은 메모리 매체로부터의 명령어들을 실행하는, 하나 이상의 프로세서들을 갖는 임의의 디바이스를 포괄하도록 넓게 정의될 수 있다. 컴퓨터 시스템은 또한 병렬 프로세서와 같은 본 기술분야에 알려진 임의의 적절한 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터 시스템은 독립형(standalone) 또는 네트워크형 톨로서,

고속 프로세싱 및 소프트웨어를 갖는 컴퓨터 플랫폼을 포함할 수 있다.

- [0045] 추가적인 실시예는 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하도록 구성되는 시스템에 관한 것이다. 그러한 시스템의 일 실시예가 도 2에 도시된다. 시스템(200)은 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 본 실시예에서 구성되는, 웨이퍼에 대한 출력을 생성하도록 구성되는 검사 서브시스템(202)을 포함한다. 시스템은 또한 본원에서 설명되는 단계들을 획득하고 결정하는 것을 수행하기 위해 구성되는 컴퓨터 서브시스템(204)을 포함한다. 컴퓨터 서브시스템은 본원에서 설명되는 임의의 실시예들에 따라 이들 단계들을 수행하도록 구성될 수 있다. 컴퓨터 서브시스템 및 시스템은 본원에서 설명되는 임의의 다른 단계(들)를 수행하도록 구성될 수 있고 또한 본원에서 설명되는 바와 같이 구성될 수 있다.
- [0046] 검사 서브시스템은 광으로 웨이퍼를 스캐닝하고 스캐닝 동안 웨이퍼로부터 광을 검출함으로써 웨이퍼에 대한 출력을 생성하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이, 검사 서브시스템은 본 기술분야에 알려진 임의의 적절한 광 소스를 포함할 수 있는 광 소스(206)를 포함한다. 광 소스로부터의 광은, 광을 광 소스로부터 웨이퍼(210)로 지향시키도록 구성될 수 있는, 빔 스플리터(208)로 지향될 수 있다. 광 소스는 하나 이상의 콘텐싱 렌즈들, 콜리메이팅 렌즈들, 릴레이 렌즈들, 오브젝티브 렌즈들, 어퍼처들, 스펙트럴 필터들, 폴라라이징 컴포넌트들 등과 같은 임의의 다른 적절한 엘리먼트들(도시 생략)에 커플링될 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, 광은 법선(normal) 입사각(angle of incidence)에서 웨이퍼로 지향될 수 있다. 그러나, 광은 법선에 가까운 및 비스듬한(oblique) 입사를 포함하는 임의의 적절한 입사각에서 웨이퍼로 지향될 수 있다. 또한, 광 또는 다수의 광 빔들은 순차적으로 또는 동시에 하나보다 많은 입사각에서 웨이퍼로 지향될 수 있다. 검사 서브시스템은 임의의 적절한 방식으로 웨이퍼에 걸쳐 광을 스캐닝하도록 구성될 수 있다.
- [0047] 웨이퍼(210)로부터의 광은 스캐닝 동안 검사 서브시스템의 하나 이상의 채널들에 의해 수집되고 검출될 수 있다. 예를 들어, 상대적으로 법선에 가까운 각도들에서 웨이퍼(210)로부터 반사되는 광(즉, 입사가 법선일 때 정반사되는 광)은 빔 스플리터(208)를 통해 렌즈(212)로 통과할 수 있다. 렌즈(212)는 도 2에 도시된 바와 같이 굴절 광학 엘리먼트를 포함할 수 있다. 또한, 렌즈(212)는 하나 이상의 굴절 광학 엘리먼트들 및/또는 하나 이상의 반사 광학 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 렌즈(212)에 의해 수집되는 광은 검출기(214)에 포커싱될 수 있다. 검출기(214)는 전하 결합 디바이스(charge coupled device; CCD) 또는 다른 유형의 이미징 검출기와 같은 본 기술분야에 알려진 임의의 적절한 검출기를 포함할 수 있다. 검출기(214)는 렌즈(212)에 의해 수집되는 반사된 광에 응답하는 출력을 생성하도록 구성된다. 따라서, 렌즈(212) 및 검출기(214)는 검사 서브시스템의 하나의 채널을 형성한다. 검사 서브시스템의 이 채널은 본 기술분야에 알려진 임의의 다른 적절한 광학 컴포넌트들(도시 생략)을 포함할 수 있다.
- [0048] 도 2에 도시된 검사 서브시스템이 웨이퍼로부터 정반사되는 광을 검출하도록 구성되기 때문에, 검사 서브시스템은 명시야(bright field; BF) 검사 서브시스템으로서 구성된다. 그러나, 그러한 검사 서브시스템은 또한 다른 유형들의 웨이퍼 검사를 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 검사 서브시스템은 또한 하나 이상의 다른 채널들(도시 생략)을 포함할 수 있다. 다른 채널(들)은 산란광(scattered light) 채널로서 구성되는, 렌즈 및 검출기와 같은 본원에서 설명되는 임의의 광학 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 렌즈 및 검출기는 본원에서 또한 설명되는 바와 같이 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 검사 서브시스템은 또한 암시야(dark field; DF) 검사를 위해 구성될 수 있다.
- [0049] 컴퓨터 서브시스템(204)은, 스캐닝 동안 검출기(들)에 의해 생성되는 출력이 컴퓨터 서브시스템(204)에 제공될 수 있도록 검사 서브시스템에 커플링된다. 예를 들어, 컴퓨터 서브시스템은, 컴퓨터 서브시스템이 검출기에 의해 생성되는 출력을 수신할 수 있도록 (본 기술분야에 알려진 임의의 적절한 전송 매체들을 포함할 수 있는, 도 2에 점선으로 도시된 하나 이상의 전송 매체들에 의해) 검출기(214)에 커플링될 수 있다.
- [0050] 컴퓨터 시스템은 본원에서 설명되는 임의의 단계(들)를 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 서브시스템(204)은 본원에서 설명되는 단계들을 획득하고 결정하는 것을 수행하기 위해 구성될 수 있다. 또한, 컴퓨터 서브시스템(204)은 본원에서 설명되는 임의의 다른 단계들을 수행하도록 구성될 수 있다. 컴퓨터 서브시스템은 또한 본원에서 설명되는 하나 이상의 파라미터들에 기반하여 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 단계들을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 서브시스템에 의해 수행되는 임의의 결합 검출, 결합 샘플링 등은, 본원에서 설명되는 실시예들에 의해 결정되는 임의의 파라미터(들)에 따라 수행될 수 있다.
- [0051] 몇몇 실시예들에서, 본원에서 설명되는 시스템들은 계측 시스템을 포함할 수 있거나, 또는 단순히 계측 시스템에 커플링될 수 있다. 예를 들어, 본원에서 또한 설명될 바와 같이, 위에서 설명된 것과 같은 검사 시스템의 컴퓨터 서브시스템은, 검사 시스템의 컴퓨터 서브시스템이 계측 시스템의 컴퓨터 서브시스템으로부터 계측 데이

터를 수신할 수 있도록, 계측 시스템의 컴퓨터 서브시스템에 커플링될 수 있다.

[0052] 본원에서 설명되는 계측 데이터를 생성할 수 있는 계측 시스템의 일 실시예가 도 2에 도시된다. 이 실시예에서, 계측 시스템(216)은 광 소스로부터 빔 스플리터(220)로 지향되는 광을 생성하도록 구성되는 광 소스(218)를 포함한다. 빔 스플리터는 광 소스로부터의 광의 일 부분을, 웨이퍼(224)에 광의 그 부분을 포커싱하는 굴절 광학 엘리먼트(222)에 반사시키도록 구성된다. 빔 스플리터는 또한 광 소스로부터의 광의 다른 부분을 계측 시스템 내에서 참조부로서 역할하는 반사 광학 엘리먼트(226)에 전송하도록 구성된다. 굴절 광학 엘리먼트를 통과하는 웨이퍼로부터 반사된 광 및 반사 광학 엘리먼트로부터 반사되는 광은 빔 스플리터에 의해 조합되고 검출기(228)로 지향될 수 있다. 이러한 방식으로, 2개의 반사된 빔들(웨이퍼로부터의 하나 및 참조로부터의 다른 하나)은 서로 간섭할 수 있고, 결과적인 간섭은 검출기에 의해 검출될 수 있다. 그와 같이, 도 2에 도시된 계측 시스템은 간섭계(interferometer)로서 구성된다. 컴퓨터 서브시스템(230)은, 컴퓨터 서브시스템이 검출기에 의해 생성되는 출력을 수신하고, 수신된 출력으로부터 웨이퍼의 하나 이상의 특성들(즉, 계측 데이터)을 결정할 수 있도록, 본원에서 설명되는 바와 같이 검출기에 커플링될 수 있다. 이러한 방식으로 결정되는 계측 데이터는 본원에서 설명되는 임의의 계측 데이터를 포함할 수 있고, 본 기술분야에 알려진 임의의 적절한 방식으로 결정될 수 있다.

[0053] 계측 시스템이 도 2에 간섭계로서 도시되었지만, 본원에서 설명되는 시스템들 내에 포함되거나 또는 시스템들에 커플링되는 임의의 계측 시스템은 본 기술분야에 알려진 임의의 다른 적절한 구성을 가질 수 있다. 예를 들어, 계측 시스템은 또한 또는 대안적으로, 산란계(scatterometer), 반사계(reflectometer), 타원계(ellipsometer), 회절계(diffractionmeter), 또는 이들의 몇몇 조합 또는 변형으로서 구성될 수 있다. 계측 시스템은 또한, 본원에 완전히 제시된 것처럼 참조로서 통합되는, 2010년 5월 4일에 박 외(Park et al.)가 발표한 미국 특허 제 7,711,514 호, 2013년 10월 15일에 장 외(Chang et al.)가 발표한 미국 특허 제 8,559,001 호 및 2014년 7월 22일에 물러 외(Muller et al.)가 발표한 미국 특허 제 8,786,842 호, 및 2013년 11월 21일에 공개된 맥노튼 외(MacNaughton et al.)에 의한 미국 특허 출원 공개 제 2013/0310966 호에 설명된 바와 같이 또한 구성될 수 있다. 본원에서 설명되는 실시예들은 또한 이들 특허들 및 특허 출원에 설명된 바와 같이 구성될 수 있다.

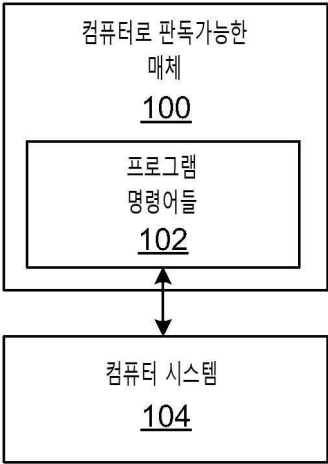
[0054] 컴퓨터 서브시스템들(204 및 230)은 도 2의 컴퓨터 서브시스템들 사이에 점선에 의해 도시된 하나 이상의 전송 매체들에 의해 커플링될 수 있다. 이러한 방식으로, 2개의 컴퓨터 서브시스템들은 서로 정보를 주고받을 수 있다. 그와 같이, 계측 데이터는 계측 시스템에 의해 검사 시스템에 피드 포워드될 수 있다. 그러나, 계측 데이터는 또한, 계측 시스템에 의해 본원에 또한 설명되고 도시된 것과 같은 저장 매체 내에 저장될 수 있고, 이어서 검사 시스템의 컴퓨터 서브시스템은 그 저장 매체로부터 계측 데이터를 수신할 수 있다.

[0055] 도 2가 본원에서 설명되는 시스템 실시예들 내에 포함될 수 있는 검사 시스템 및 계측 시스템의 구성을 일반적으로 예시하기 위해 본원에 제공된 점에 유념한다. 명백하게, 본원에서 설명되는 검사 및 계측 시스템 구성들은 상업적인 검사 및 계측 시스템들을 설계할 때 통상적인 바와 같이 검사 시스템 및 계측 시스템의 성능을 최적화하기 위해 변경될 수 있다. 또한, 본원에서 설명되는 시스템들은 케이엘에이 텐코(KLA-Tencor), 밀피타스(Milpitas), 칼리프(Calif)로부터 상업적으로 이용가능한 웨이퍼 검사 툴들 및 웨이퍼사이트(WaferSight) PWG 계측 툴들의 29xx/28xx 시리즈와 같은 현존하는 검사 시스템 및/또는 현존하는 계측 시스템을 사용하여 (예를 들어, 본원에서 설명되는 기능을 현존하는 검사 또는 계측 시스템에 추가함으로써) 구현될 수 있다. 몇몇 그러한 시스템들에 대해, 본원에서 설명되는 방법들은 (예를 들어, 시스템의 다른 기능에 추가하여) 시스템의 선택적 기능으로서 제공될 수 있다. 대안적으로, 본원에서 설명되는 시스템은 완전히 신규한 시스템을 제공하기 위해 "맨 처음부터(from scratch)" 설계될 수 있다.

[0056] 본 발명의 다양한 양태들의 추가적인 변형예들 및 대안적인 실시예들은 본 설명을 고려하면 당업자에게 명백해질 것이다. 예를 들어, 웨이퍼 검사 프로세스의 하나 이상의 파라미터들을 결정하기 위한 방법들 및 시스템들이 제공된다. 따라서, 본 설명은 예시적으로만 해석되어야 하고, 본 발명을 실행하는 일반적인 방식을 당업자에게 교시하는 목적을 위한 것이다. 본원에서 도시되고 설명되는 본 발명의 형태들이 현시점의 바람직한 실시예들로서 받아들여져야 한다는 점이 이해될 것이다. 모두가 본 발명의 이러한 설명의 이점을 파악한 후 당업자에게 명백해질 바와 같이, 엘리먼트들 및 재료들은 본원에서 도시되고 설명되는 것들로 대체될 수 있고, 일부들 및 프로세스들이 반전될 수 있으며, 본 발명의 어떤 피쳐들은 독립적으로 이용될 수 있다. 다음의 특허청구 범위 내에서 설명되는 바와 같은 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고, 본원에서 설명되는 엘리먼트들 내에서 변경들이 이루어질 수 있다.

도면

도면1



도면2

