



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월03일
(11) 등록번호 10-1281301
(24) 등록일자 2013년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7013856
(22) 출원일자(국제) 2010년01월04일
심사청구일자 2011년06월16일
(85) 번역문제출일자 2011년06월16일
(65) 공개번호 10-2011-0095363
(43) 공개일자 2011년08월24일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/020046
(87) 국제공개번호 WO 2010/080732
국제공개일자 2010년07월15일
(30) 우선권주장
12/350,826 2009년01월08일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US07346878 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
케이엘에이-덴코 코퍼레이션
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 윈 테크
놀로지 드라이브
(72) 발명자
아델 마이클 이
이스라엘 30900 지크론 야콥 이갈 알론 스트리트 14
마나센 암논
이스라엘 34982 하이파 골다 메이어 스트리트 10
칸텔 다니엘
이스라엘 76858 아세렛 할론 스트리트 2
(74) 대리인
신정건, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 25 항

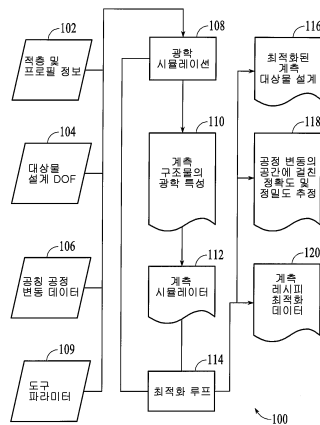
심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 산란 측정 계측 대상물 설계 최적화

(57) 요약

계측 대상물 설계 정보, 기관 정보, 공정 정보, 및 계측 시스템 정보를 포함하는 입력을 사용하여 계측 대상물 설계가 최적화될 수 있다. 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생하기 위해 상기 입력을 사용해 계측 시스템에서 계측 신호의 획득이 모델링될 수 있다. 계측 시스템에서 행해진 계측 대상물의 특성의 예측된 정확도 및 정밀도를 결정하기 위해 계측 알고리즘이 상기 특성에 적용될 수 있다. 계측 대상물 설계에 관한 정보의 일부가 수정될 수 있고, 하나 이상의 측정의 정확도 및 정밀도를 최적화하기 위해 신호 모델링 및 계측 알고리즘이 반복될 수 있다. 정확도 및 정밀도가 최적화된 후에 계측 대상물 설계가 디스플레이되거나 저장될 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

계측 대상물 설계(metrology target design)를 최적화하는 방법에 있어서,

- a) 계측 대상물 설계에 관한 정보, 상기 대상물이 형성되어야 하는 기관에 관한 정보, 상기 계측 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관한 정보, 또는 상기 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템(metrology system)에 관한 정보를 포함하는 입력을 수신하는 단계,
- b) 상기 입력을 사용해 상기 계측 시스템에 의해 계측 신호(metrology signal)의 획득을 모델링하여 상기 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생시키는 단계,
- c) 상기 하나 이상의 광학 특성에 계측 알고리즘(metrology algorithm)을 적용하여 상기 기관 상의 상기 계측 대상물을 사용하여 상기 계측 시스템으로 행해지는 하나 이상의 측정의 예측되는 정확도(accuracy) 또는 정밀도(precision)를 결정하는 단계,
- d) 상기 계측 대상물 설계에 관한 정보의 적어도 일부분을 수정하는 단계, 및
- e) 상기 정확도 또는 정밀도가 최적화된 후에 상기 계측 대상물 설계를 나타내는 정보를 디스플레이하거나 저장하는 단계를 포함하고,

상기 단계 b)는 상기 계측 신호가 오버레이(overlay)에 대해 강한 감도(sensitivity)를 가지는 계측 특성 공간(metrology characteristic space)에서의 하나 이상의 영역(domain)을 결정하는 단계 및 상기 영역 내의 특성을 더 많이 가중하기 위해 계측 레시피를 수정하는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 계측 대상물은 오버레이 대상물(overlay target)인 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 계측 대상물은 차분 산란 측정 오버레이 대상물(differential scatterometry overlay target)인 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 계측 대상물은 다중-셀 차분 산란 측정 오버레이 대상물(multi-cell differential scatterometry overlay target)인 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 단계 b)는 유한한 수의 계수를 가지는 수학적 표현식으로 상기 계측 신호의 획득을 모델링하는 단계, 및 고차 계수의 크기가 무시할 정도인 계측 특성의 하나 이상의 값으로부터의 계측 기여분(metrology contribution)에 적용되는 가중치를 증가시키거나, 고차 계수의 크기가 무시할 정도가 아닌 계측 특성의 하나 이상의 값으로부터의 계측 기여분의 가중치를 감소시키는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 단계 c)는 상기 계측 대상물의 특성으로부터 계측 신호 감도(metrology signal sensitivity)를 결정하는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 하나 이상의 측정의 정확도 또는 정밀도를 최적화하기 위해, 상기 단계 d)와 상기 단계 e) 사이에, 상기 단계 b), c) 및 d)를 반복하는 단계를 더 포함하는, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 단계 b), c) 및 d)를 반복하는 단계는 집적 회로 설계에 대한 표준 형식으로 상기 계측 대상물을 나타내는 정보를 저장하는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 계측 대상물 설계에 관한 상기 정보는 상기 대상물 설계의 하나 이상의 설계 파라미터를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 계측 대상물 설계에 관한 상기 정보는 하나 이상의 대상물 설계 자유도를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 대상물이 형성되어야 하는 기관에 관한 상기 정보는 상기 기관 상의 하나 이상의 물질층에 관련된 적층 및 프로파일 정보를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 계측 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관한 상기 정보는 상기 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관련된 공정 변동 데이터를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템에 관한 상기 정보는 계측 도구에 의해 사용되는 광학계, 계측 도구에 의해 사용되는 프로브 방식, 또는 계측 도구에 의해 사용되는 검출기를 특징짓는 하나 이상의 파라미터를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 광학 특성은 상기 계측 대상물에 의해 산란되는 방식의 시뮬레이트된 스펙트럼을 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 단계 c)는 상기 시뮬레이트된 스펙트럼의 하나 이상의 특징을, 상기 광학 특성으로부터 도구를 사용하여 상기 계측 대상물에 대해 행해진 계측 측정치(metrology measurement)를 추출하는 데 사용되는 프로세스에 관련된 파라미터들과 비교하는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 방법.

청구항 17

계측 대상물 설계를 최적화하는 장치에 있어서,

a) 계측 대상물 설계에 관한 정보, 상기 대상물이 형성되어야 하는 기관에 관한 정보, 상기 계측 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관한 정보, 또는 상기 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템에 관한 정보를 포함하는 입력을 수신하도록 구성된 광학 시뮬레이터로서, 상기 입력을 사용해 상기 계측 시스템으로 계측 신호의 획득을 모델링하여 상기 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생시키도록 또한 구성된, 상기 광학 시뮬레이터,

b) 상기 광학 특성에 계측 알고리즘을 적용하여 상기 기관 상의 상기 계측 대상물을 사용하여 상기 계측 시스템으로 행해지는 측정의 예측되는 정확도 또는 정밀도를 결정하도록 구성된 계측 시뮬레이터, 및

c) 상기 계측 대상물 설계를 최적화하여 최적화된 계측 대상물 설계를 생성하기 위해 상기 계측 대상물 설계에

관한 상기 정보의 적어도 일부분을 수정하도록 구성된 최적화 루프를 포함하는, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 최적화된 계측 대상물 설계를 나타내는 정보를 디스플레이하도록 구성된 디스플레이를 더 포함하는, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 최적화된 계측 대상물 설계를 나타내는 정보를 저장하도록 구성된 데이터 저장 장치를 더 포함하는, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 최적화 루프는 계측 레시피 최적화 데이터를 생성하도록 구성되어 있는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 21

제20항에 있어서, 상기 계측 레시피 최적화 데이터는 하나 이상의 대응하는 계측 특성으로부터의 계측 기여분에 적용될 가중치의 하나 이상의 값을 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 22

제17항에 있어서, 상기 최적화 루프는 계측 레시피 최적화 데이터를 생성하도록 구성되어 있는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 계측 레시피 최적화 데이터는 하나 이상의 가중 함수에 대한 상기 계측 신호의 하나 이상의 의존도를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 24

제17항에 있어서, 상기 최적화 루프는 공정 변동의 공간에 걸쳐 상기 계측 시스템으로 행해진 측정의 정확도 또는 정밀도의 추정치를 생성하도록 구성되어 있는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 25

계측 대상물 설계를 최적화하는 장치에 있어서,

프로세서,

메모리, 및

상기 프로세서에 의해 실행되도록 상기 메모리에 구현되어 있는 명령어를 포함하고,

상기 명령어는 상기 프로세서에 의해 실행될 때 계측 대상물을 최적화하는 방법을 구현하도록 구성되어 있으며,

상기 방법은

- a) 계측 대상물 설계에 관한 정보, 상기 대상물이 형성되어야 하는 기관에 관한 정보, 상기 계측 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관한 정보, 및 상기 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템에 관한 정보를 포함하는 입력을 수신하는 단계,
- b) 상기 입력을 사용해 상기 계측 시스템으로 계측 신호의 획득을 모델링하여 상기 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생시키는 단계,
- c) 상기 하나 이상의 광학 특성에 계측 알고리즘을 적용하여 상기 기관 상의 상기 계측 대상물을 사용하여 상기 계측 시스템으로 행해지는 하나 이상의 측정의 예측되는 정확도 또는 정밀도를 결정하는 단계,
- d) 상기 하나 이상의 측정의 정확도 또는 정밀도를 최적화하기 위해, 상기 계측 대상물 설계에 관한 상기 정보

의 적어도 일부분을 수정하고 상기 단계 b), c) 및 d)를 반복하는 단계, 및

e) 상기 정확도 또는 정밀도가 최적화된 후에 상기 계측 대상물 설계에 관한 상기 계측 대상물을 나타내는 정보를 디스플레이하거나 저장하는 단계를 포함하는 것이고,

상기 단계 b)는 상기 계측 신호가 오버레이에 대해 강한 감도를 가지는 계측 특성 공간에서의 하나 이상의 영역을 결정하는 단계 및 상기 영역 내의 특성을 더 많이 가중하기 위해 계측 레시피를 수정하는 단계를 포함하는 것인, 계측 대상물 설계를 최적화하는 장치.

청구항 26

컴퓨터 판독가능 명령어가 구현되어 있는 컴퓨터 판독가능 기록매체에 있어서,

상기 명령어는 프로세서에 의해 실행될 때 계측 대상물을 최적화하는 방법을 구현하도록 구성되어 있으며,

상기 방법은

a) 계측 대상물 설계에 관한 정보, 상기 대상물이 형성되어야 하는 기관에 관한 정보, 상기 계측 대상물을 형성하는 데 사용되는 공정에 관한 정보, 및 상기 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템에 관한 정보를 포함하는 입력을 수신하는 단계,

b) 상기 입력을 사용해 상기 계측 시스템으로 계측 신호의 획득을 모델링하여 상기 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생시키는 단계,

c) 상기 하나 이상의 광학 특성에 계측 알고리즘을 적용하여 상기 기관 상의 상기 계측 대상물을 사용하여 상기 계측 시스템으로 행해지는 하나 이상의 측정의 예측되는 정확도 또는 정밀도를 결정하는 단계,

d) 상기 계측 대상물 설계에 관한 정보의 적어도 일부분을 수정하는 단계, 및

e) 상기 정확도 또는 정밀도가 최적화된 후에 상기 계측 대상물 설계를 나타내는 정보를 디스플레이하거나 저장하는 단계를 포함하고,

상기 단계 b)는 상기 계측 신호가 오버레이에 대해 강한 감도를 가지는 계측 특성 공간에서의 하나 이상의 영역을 결정하는 단계 및 상기 영역 내의 특성을 더 많이 가중하기 위해 계측 레시피를 수정하는 단계를 포함하는 것인, 컴퓨터 판독가능 기록매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 반도체 제조에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 반도체 기관의 형상 및 두께 변동을 측정하는 데 간섭 측정(interferometry)을 사용하는 것에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체 장치의 구성요소가 점점 더 작은 크기로 축소되어, 이제 나노미터 정도가 됨에 따라, 계측 성능, 생산성 및 장치 상관을 향상시키는 능력이 아주 중요하게 된다. 한 층에 형성된 특징부(feature)의 이전 또는 차후의 층에 형성되는 특징부에 대한 정렬을 결정하기 위해, 이들 층 중 하나 이상의 층에 계측 대상물(metrology target)이 종종 형성된다. 계측 대상물은 CD(critical dimension) SEM(scanning electron microscope) 또는 산란 측정기(scatterometer)와 같은 계측 도구를 사용하여 특징부 및 특징부들 간의 정렬(예를 들어, 오버레이)의 치수의 측정을 용이하게 해준다. 과거에, 계측 대상물 최적화는 시행 착오를 거쳐 실험적으로 그리고 이전의 경험에 기초하여 "경험칙(rule of thumb)으로" 수행되었다. 현재, 계측 엔지니어는, 최선의 노력을 다하여 계측 구조물이 리소그래피 설계 규칙, 공정 제약조건 및 계측 성능 고려사항과 부합하게 만들기 위해, 기지의 경험칙에 기초하여 일반 대상물 설계를 수정하는 데 GDS 계측 대상물 라이브러리를 사용하여 작업하거나 레이아웃 엔지니어와 공동 작업을 한다.

[0003] 안타깝게도, 시행착오법에서, 각각의 시행은 대상물의 성능을 테스트하기 위해 새로운 십자선(reticle) 및 새로운 십자선에 의한 일련의 실험을 나타낸다. 이것은 종종 시간이 많이 걸리는 방식이다. 이는 설계가 만족스럽

게 될 때까지 때때로 2번 또는 3번의 마스크 설계 반복을 필요로 할 수 있다. 결과적으로, 시행착오 기반 설계는 느리고 비용이 많이 드는 경향이 있다. 그에 부가하여, "경험칙"은 종종 지적 재산으로 간주되고, 따라서 경험칙 자체를 널리 유포하는 것이 가능하지 않을지도 모른다. 게다가, 종래의 방식은 계측 엔지니어를 항상 지원할 수는 없는 다수의 상이한 분야 전문가로부터의 기술적 입력을 필요로 한다. 게다가, 이러한 방식으로 인해 대상물 설계가 리소그래피 호환성, 공정 호환성 또는 계측 호환성의 영역에서 차선적일 수 있다. 그 결과, 새로운 대상물 채택 및/또는 차선적 대상물의 기여는 종종 이 방법의 결과이다.

[0004] 이와 관련하여, 본 발명의 실시예가 이루어졌다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 산란 측정 계측 대상물 설계 최적화를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 계측 대상물 설계 정보, 기관 정보, 공정 정보, 및 계측 시스템 정보를 포함하는 입력을 사용하여 계측 대상물 설계가 최적화될 수 있다. 계측 대상물의 하나 이상의 광학 특성을 발생하기 위해 상기 입력을 사용해 계측 시스템에서 계측 신호의 획득이 모델링될 수 있다. 계측 시스템에서 행해진 계측 대상물의 특징의 예측된 정확도 및 정밀도를 결정하기 위해 계측 알고리즘이 상기 특성에 적용될 수 있다. 계측 대상물 설계에 관한 정보의 일부가 수정될 수 있고, 하나 이상의 측정의 정확도 및 정밀도를 최적화하기 위해 신호 모델링 및 계측 알고리즘이 반복될 수 있다. 정확도 및 정밀도가 최적화된 후에 계측 대상물 설계가 디스플레이되거나 저장될 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명에 따라 산란 측정 계측 대상물 설계 최적화를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 첨부 도면을 참조하면서 이하의 상세한 설명을 읽어보면 본 발명의 다른 목적 및 이점이 명백하게 될 것이다.

도 1a는 종래 기술에 따른 산란 측정 계측 대상물(scatterometry metrology target)의 측면도.

도 1b는 도 1a의 산란 측정 계측 대상물의 평면도.

도 1c는 잔류 토포그래피(residual topography)를 나타내지 않는 상부층(overlying layer)을 가지는 산란 측정 계측 대상물의 측면도.

도 1d는 잔류 토포그래피를 나타내는 상부층을 가지는 산란 측정 계측 대상물의 측면도.

도 1e는 종래 기술에 따른 계측 시스템의 개략도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 계측 대상물을 최적화하는 데 있어서의 정보 흐름을 나타내는 블록도.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른, 계측 대상물을 최적화하는 방법의 흐름도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 이하의 상세한 설명이 설명을 위한 많은 구체적인 상세를 포함하고 있지만, 당업자라면 이하의 상세에 대한 많은 변동 및 변경이 본 발명의 범위 내에 속한다는 것을 잘 알 것이다. 그에 따라, 청구된 발명에 대한 일반성을 상실하지 않고 청구된 발명을 제한하지 않으면서, 이하에서 기술되는 본 발명의 예시적인 실시예가 기술된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 표준 형식으로 출력될 수 있는 계측 대상물 구조를 최적화하기 위해 하나의 소프트웨어(또는 2개 이상의 상호작용하는 소프트웨어)가 사용될 수 있다. 제한이 아닌 일례로서, 표준 형식은 집적 회로 또는 IC 레이아웃 아트워크의 데이터 교환을 위한 산업 표준인 데이터베이스 파일 형식인 GDS II 스트림 형식(흔히 두문자어 GDSII에 의해 언급됨)일 수 있다. GDSII는 평면 기하 형상, 텍스트 라벨, 및 레이아웃에 관한 기타 정보를 계층적 형태로 표현하는 이전 파일 형식이다. 이 데이터는 상이한 도구들 간에 레이아웃을 공유하거나, 아트워크를 전송하거나, 또는 포토마스크를 생성하는 데 사용될 아트워크의 전부 또는 일부를

재구성하는 데 사용될 수 있다.

- [0011] 계측 대상물 구조는 기관 상에 장치를 제조하는 동안 하나 이상의 물질층 상에 형성될 계측 대상물의 패턴을 나타낸다. 제한이 아닌 일례로서, 계측 대상물이, 예를 들어, 십자선을 사용한 포토리소그래피에 의해, 하나 이상의 층에 형성될 수 있다. 다른 대안으로서, 마스크 계측 대상물이 마스크리스(maskless) 기법(예를 들어, 전자 빔 리소그래피)을 사용하여 하나 이상의 층에 형성될 수 있다. 이 공정의 부가적인 결과가, 계측 성능 시뮬레이션 데이터 대신에, 최적화된 계측 레시피(metrology recipe)일 수 있다. 또한, 계측 신호의 광학 특성에 대한 의존성이 제공될 수 있다. 이들 의존성은 계측군 매칭(metrology fleet matching)을 달성하기 위한 "손잡이"로서 사용될 수 있다.
- [0012] 특정의 일례로서, 산란 측정 오버레이(scatterometry overlay)의 대상물을 최적화하는 경우에 대해 이하에서 기술한다. 그렇지만, 이것이 계측 대상물이 어떻게 최적화될 수 있는지의 일례를 의미하는 것은 아니며, 본 발명의 임의의 실시예에 대한 제한으로서 의도된 것이 아니다.
- [0013] 도 1a 및 도 1b는 차분 산란 측정 오버레이(differential scatterometry overlay)에 대해 사용될 수 있는 계측 대상물(1)의 일례를 나타낸 것이다. 제한이 아닌 일례로서, 대상물(1)은 샘플(14) 상에 형성되거나 오버레이되어 있는 하나 이상의 박막 물질층(12, 13)에 형성된 복수의 일정 간격으로 떨어져 있는 라인(2, 4)을 포함할 수 있다. 대상물이 상이한 층에 형성된 라인을 포함할 수 있는데, 그 이유는 구조물이 박막 장치 제조 공정(증착 공정 또는 에칭 공정 등) 동안에 그 층들에 형성되기 때문이다. 상이한 층(12, 13)에 형성된 라인(2, 4)은 엇갈리게 배치되어(interlaced) 서로에 대해 측방으로 오프셋될 수 있다. 각각의 라인 세트(2, 4)는 다수의 설계 파라미터로 특징지어질 수 있다. 이들 파라미터는, 예를 들어, 라인 세트가 형성되는 층, 세트 내의 라인의 수, 라인 길이 L, 라인 폭 w, 라인 간격 s, 피치 p, 오프셋 x, 및 라인 두께 t를 포함할 수 있다. 2개의 라인 세트(2, 4) 사이의 오버레이 오차는 2개의 라인 세트로부터 산란되는 광을 분석함으로써 결정될 수 있다.
- [0014] 계측 대상물은 종종 셀로 구성되어 있는 도 1a 및 도 1b에 도시된 유형의 라인 세트를 2개 이상 포함한다. 상이한 셀은 상이한, 예를 들어, 상호 수직인 방향으로 뻗어 있는 라인을 가질 수 있다.
- [0015] 어떤 경우에, 계측 대상물 또는 그의 일부분이 라인 세트들 중 하나 이상의 라인 세트 상부에 형성된 물질층을 가질 수 있다. 이러한 물질층은 잔류 토포그래피를 나타내거나 나타내지 않을 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 잔류 토포그래피는 층의 아래에 있는 구조물로 인한 구조물을 덮고 있는 층에서 관찰가능한 토포그래피로부터 결정되는 파라미터를 말한다. 일례로서, 도 1c는 물질층(13)이 라인 세트(4) 상부에 형성되어 있는 대상물(1C)을 나타낸 것이다. 이 층은 평탄화되고 차후의 층(15)로 덮인다. 층(13) 및 층(15) 중 어느 하나 또는 둘다가 불투명한 경우, 라인(4)의 하부 구조물이 관찰가능하지 않다. 도 1d에서, 이와 달리, 대상물(1D)의 층(13)이 평탄화되어 있지 않으며, 그 결과, 층(13, 15)은 라인(4)으로 인한 잔류 토포그래피를 나타낸다. 층(13) 및 층(15) 중 어느 하나 또는 둘다가 불투명할지라도, 이러한 잔류 토포그래피가 관찰될 수 있다. 라인(4)의 구조물의 파라미터, 예를 들어, 피치, 높이, 간격, 폭, 길이, 오프셋 등은 잔류 토포그래피의 관찰로부터 결정될 수 있다.
- [0016] 도 1a 및 도 1b에 도시된 유형의 대상물에서 산란 측정 오버레이 계측(scatterometry overlay metrology)에 사용될 수 있는 장치(10)의 일례가 도 1e에 도시되어 있다. 이 장치에 대한 전체적인 설명은 미국 특허 제 6,995,842호에서 찾아볼 수 있으며, 이 미국 특허는 참조 문헌으로서 그 전체 내용이 본 명세서에 포함된다. 장치(10)는 박막층(12)과 같은 샘플(14)의 표면에서의 특성 및/또는 임계 치수(critical dimension)와 같은 구조적 특징을 평가하도록 설계될 수 있다.
- [0017] 장치(10)는 프로브 방사 빔(probe beam of radiation)(22)을 발생하는 광원(20)을 포함할 수 있다. 하나의 적당한 광원은 안정적이고 알려져 있으며 비교적 좁은 대역폭을 가지는 선형 편광된 빔(linearly polarized beam)을 방출하는 고상 레이저 다이오드(solid state laser diode)이다. 프로브 빔(22)은 50/50 빔 분할기(bean splitter)(24)에 의해 샘플(14) 쪽으로 방향 전환된다. 프로브 빔은 대물 렌즈(26)에 의해 샘플의 표면에 집속된다. 제한이 아닌 일례로서, 대물 렌즈(26)는, 예를 들어, 0.90 NA의 높은 개구수(numerical aperture)를 갖는 구형의 현미경 대물 렌즈일 수 있다. 높은 개구수는 샘플 표면에 대해 입사각의 큰 분산(spread)을 야기하는 기능을 한다. 스폿 크기는 20 마이크로미터 이하 정도이고, 바람직하게는 직경이 5 마이크로미터 이하이다.
- [0018] 주목할 점은, 이 예시된 일례에서, 렌즈(26)에 의해 집속되기 전에, 빔이 실질적으로 샘플의 표면에 수직으로 향해간다는 것이다. 이 구성은 샘플 상의 스폿 크기를 최소화하는 데 도움을 준다. 미국 특허 제 5,166,752호에 나타낸 바와 같이 빔을 수직이 아닌 입사각으로 샘플로 향하게 하는 것이 본 발명의 범위 내에 속하며, 이

미국 특허는 참조 문헌으로서 본 명세서에 포함된다. 축을 벗어난 빔(ff-axis beam)을 사용하면 샘플 상의 스폿 크기가 증가되지만, 낮은 개구수 렌즈로 높은 입사각이 생성될 수 있다.

- [0019] 다시 도 1e을 참조하면, 프로브 빔 전력(probe beam power)의 일부가 또한 분할기(24)를 통과하고 입사 전력 검출기(incident power detector)(30)에 도달한다. 당업자라면 잘 알고 있는 바와 같이, 프로브 빔 광원의 출력 전력의 변동을 모니터링하기 위해 입사 전력 검출기(30)가 제공된다. 참조 문헌으로서 본 명세서에 포함되는 미국 특허 제5,181,080호에서 논의된 바와 같이, 빔의 비대칭으로 인해 일어나는 측정 오차를 최소화하기 위해 입사 전력 검출기가 수정될 수 있다.
- [0020] 샘플(14)의 하나 이상의 층 상에 형성된 대상물(1)로부터 반사된 광은 위쪽으로 분할기(24)를 통과하여 광 검출기(40) 쪽으로 간다. 검출기(40)의 출력은 평가를 위해 프로세서(50)에 제공될 수 있다. 검출기(40)에 도달하기 전에, 빔(22)은 빔의 편광 상태들 중 하나의 편광 상태의 위상을 90도만큼 지연시키기 위해 1/4파 플레이트(quarter-wave plate)(42)를 통과한다. 주목할 점은, 시스템이 원형 편광된 광에 의해 동작하도록, 1/4파 플레이트(42)가 다른 대안으로서 프로브 빔이 샘플에 도달하기 전의 빔 경로에 위치될 수 있다는 것이다. 후자의 방식은 렌즈(26)에 의해 야기되는 수차를 감소시키는 데 몇가지 이점을 가질 수 있다. 그에 부가하여, 90도의 위상 지연이 원하는 신호를 최대화할 것이지만, 다른 중간 레벨의 지연이 일어나게 될지도 모른다.
- [0021] 검출기(40)는 2쌍의 상호 직교 축을 따라 있는 영역으로부터 독립적인 신호를 발생하도록 구성되어 있을 수 있다. 일례로서, 이 목표는 복수의 일정 간격으로 떨어져 있는 감광 요소(light sensitive element)를 가지는 광 검출기(예를 들어, 포토다이오드, 포토레지스터, 또는 광 기전력 장치)를 사용함으로써 달성될 수 있으며, 각각의 감광 요소는 그에 입사하는 방사에 응답하여 개별 신호를 생성한다. 일례로서, 감광 요소는 원이 다수의(예를 들어, 8개의) 썰기 형상의 세그먼트(wedge shaped segment)로 나누어져 있는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 경우에, 각각의 세그먼트가 프로브 빔의 같은 부분과 교차하도록 프로브 빔(22)이 바람직하게는 검출기(40)에 집중된다. 또한, 프로브 빔이 검출기(40)를 언더필(fill)하는 것이 바람직할 수 있다. 각각의 세그먼트는 그 세그먼트와 부딪치는 프로브 빔의 전력의 크기에 비례하는 출력 신호를 발생할 수 있다. 이 신호는 샘플 표면에 대해 상이한 입사각을 가지는 모든 광선의 세기의 적분을 나타낸다. 이 적분 방식에서는 개개의 광선을 분석하는 것에 비해 일부 정보 내용의 손실이 있지만, 복합 방식은 향상된 신호대 잡음 성능을 통해 상당히 더 큰 감도를 제공할 수 있다.
- [0022] 세그먼트의 출력은 평가를 위해 프로세서(50)에 제공된다. 종래 기술에서와 같이, 반사된 빔의 전체 전력의 척도를 제공하기 위해 모든 세그먼트의 출력이 합산될 수 있다. 미국 특허 제6,695,842호에 기술된 바와 같이, 이 전체 전력 측정치는 샘플의 특성을 결정하기 위해 회귀 분석에의 입력으로서 사용될 수 있다. 프로세서(50)는 또한 종래 기술의 방식과 비교하여 부가의 타원 계측 정보(ellipsometric information)가 도출될 수 있게 해주는 측정치를 발생할 수 있다. 일례로서, 프로세서(50)는 계측 대상물(1)에서의 2개의 라인 세트(2, 4) 사이의 오버레이 오차(overlay error)를 결정하기 위해 검출기의 출력을 분석할 수 있다.
- [0023] 다수의 파장을 측정하기 위해 이 개념을 확장하고자 하는 경우, 광원(20)은 다색 프로브 빔(polychromatic probe beam)을 발생하게 될 백색 광원일 수 있다. 이러한 광원이 사용되는 경우, 파장 선택성 필터(60)(도 1e에 점선으로 도시됨)가 광원(20)과 검출기(40) 사이의 광 경로의 어딘가에 배치될 수 있다. 일례로서, 필터(60)는 빔의 경로 내로 선택적으로 이동될 수 있는 하나 이상의 간단한 대역 통과(컬러) 필터의 형태를 취할 수 있다. 다른 대안으로서, 좁은 파장 영역을 순차적으로 선택하기 위해 단색화 장치(monochromator)가 사용될 수 있다. 물론, 상이한 파장을 가지는 파장 가변 레이저(tunable laser) 또는 다수의 레이저가 또한 사용될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 대상물이 제조되기 전에 계측 대상물(1)을 특징지우는 설계 파라미터가 체계적으로 최적화될 수 있다. 도 2는 계측 대상물 설계를 최적화하기 위해 장치(100)에서 사용되는 정보 흐름의 일례를 나타낸 것이다. 이 정보 흐름은, 예를 들어, 최적화 프로세스를 구현하도록 프로그램된 범용 컴퓨터에 의해 구현될 수 있다. 다른 대안으로서, 전용 하드웨어가 최적화 프로세스를 구현하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 계측 대상물 설계는 대상물(1)이 형성되어야 하는 층 또는 층들(12, 13), 그 층에 구조물을 형성하는 데 사용되는 공정, 및 계측 대상물 자체에 관련된 다수의 입력을 이용한다. 이들 입력은 층(12, 13)에 관련된 적층 및 프로필 정보(102), 대상물(1)에 관련된 대상물 설계 자유도(degree of freedom)(104), 그리고 구조물 및 대상물(1)을 형성하는 데 사용되는 공정에 관련된 공칭 공정 변동 데이터(106)를 포함할 수 있지만, 이들로 제한되지 않는다.

- [0026] 일례로서, 적층 및 프로파일 정보(102)는 층(12, 13)을 이루고 있는 물질의 유형 및/또는 광학 특성과 이들 층 각각의 두께를 포함할 수 있지만, 이들로 제한되지 않는다. 이러한 적층 및 프로파일 정보의 일례는 막 두께, 파장의존적 굴절률(wavelength dependent refractive index) $n(\lambda)$, 유전 상수(dielectric constant) $k(\lambda)$ 및 잔류 토포그래피를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다.
- [0027] 제한이 아닌 일례로서, 대상물 설계 자유도(104)는 라인(2, 4)의 수, 각각의 라인(2, 4)의 길이 L, 폭 w, 및 두께 t, 인접한 라인 사이의 간격 s, 라인을 이루고 있는 물질의 특성, 및 2개의 라인 세트(2, 4) 사이의 오프셋과 같은 대상물 설계 파라미터의 값을 포함할 수 있다. 이들 파라미터의 대상물 설계 자유도 공칭 값은 물론 이들 값에 대한 임의의 상한 및 하한(값이 이들 한계 사이에서 변할 수 있는 경우). 다른 가능한 자유도는 대상물의 셀의 크기 또는 대상물에서의 셀의 레이아웃이다.
- [0028] 비제한적인 일례로서, 공칭 공정 변동 데이터(nominal process variation data)(106)는 대상물을 이루고 있는 구조물, 예를 들어, 대상물(1)에서의 라인(2, 4)을 형성하는 데 사용되는 공정으로 인한 대상물 설계 파라미터의 변동에 관한 정보를 포함할 수 있다. 이러한 정보는 대상물 파라미터의 공칭 설계값(예를 들어, 길이, 폭, 높이, 간격)과 특정의 공정을 사용하여 대상물이 제조될 때의 그 파라미터의 실제 값을 비교하는 실험 데이터로부터 결정될 수 있다. 공칭 공정 변동 데이터의 일례는 물질의 $n(\lambda)$ 및 $k(\lambda)$, 레지스트 또는 하드 마스크 물질의 높이, 잔류 토포그래피의 범위, 및 오버레이에 대한 신호 불감성(signal insensitivity)을 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다.
- [0029] 입력이 계측 신호에 의해 계측 신호의 획득을 모델링하는 광학 시뮬레이터(optical simulator)(108)에 제공된다. 일례로서, 광학 시뮬레이터(108)는 전술한 입력에 기초할 수 있는 물리적 원리(예를 들어, Maxwell의 방정식 및 경계 조건)에 기초한 모델을 사용하여 전자기 방사(1) 및 계측 도구(10) 사이의 상호작용을 계산적으로 시뮬레이션할 수 있다. 광학 시뮬레이션(optical simulation)은 하나 이상의 계측 도구 파라미터(109)에 관련된 정보를 입력으로서 이용할 수 있다. 이러한 파라미터의 일례는 광원(20)으로부터의 프로브 방사(probe radiation)(22)를 대상물(1)에 결합시키고 대상물(1)로부터의 방사를 검출기(40)에 결합시키는 도구(10)에서의 광학계를 특징지우는 파라미터를 포함한다. 이러한 파라미터는 초점 거리(focal length), 개구수, 투과율, 반사율, 및 수차 계수(aberration coefficient)를 포함할 수 있다. 계측 도구 파라미터(109)는 또한 프로브 방사(예를 들어, 파장, 편광 및 세기, 프로브 방사(22)가 대상물(1)에 부딪치는 입사각 또는 입사각의 범위)를 특징지울 수 있다. 계측 도구 파라미터(109)는 또한 검출기(40)에서의 감광 요소의 구성을 고려할 수 있다. 그에 부가하여, 광학 시뮬레이션(108)은, 대상물을 형성하는 공정에서의 변동으로 인해 대상물 구조가 변함에 따라, 대상물 설계의 광학 거동의 변동을 시뮬레이트하기 위해 공칭 공정 변동 데이터(106)를 고려할 수 있다. 광학 시뮬레이션(108)은 계측 구조물(metrology structure)(1)의 하나 이상의 계측 특성(metrology characteristic)(110)을 출력으로서 발생한다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 계측 특성(110)이라는 용어는 일반적으로 계측 대상 구조물과 계측 도구 간의 상호작용의 결과로서 계측 도구에 의해 검출될 신호(예를 들어, 광학 신호)에 관련된 정보를 말한다. 제한이 아닌 일례로서, 도 1a 및 도 1b에 도시된 유형의 격자 대상물(grating target)(1)의 경우에, 계측 특성(110)은 스펙트럼, 예를 들어, 파장 또는 각도 반사 스펙트럼을 포함할 수 있다. 그에 부가하여, 광학 시뮬레이터(108)는 계측 특성에 대한 계측 신호 감도를 출력할 수 있다. 제한이 아닌 일례로서, 산란 측정 도구(scatterometry tool)의 경우에, 계측 특성은 산란된 파장, 방위각, 고도각 또는 회절 차수(diffraction order)를 포함할 수 있다.
- [0030] 이어서, 대상물(1)의 광학 특성(110)은 계측 시뮬레이터(metrology simulator)(112)에의 입력으로서 사용될 수 있으며, 이 계측 시뮬레이터(112)는 대상물(1)을 사용하는 계측 도구[예를 들어, 계측 도구(10)]의 동작을 계산적으로 시뮬레이션한다. 제한이 아닌 일례로서, 계측 시뮬레이터(112)는 대상물(1)의 광학 특성(110)을 비롯한 입력 가정 및 대상물을 측정하는 데 사용된 계측 레시피에 기초하여 검출기(40)에 의해 측정되는 추정된 신호를 계산할 수 있다. 계측 레시피는 광학 특성(110)으로부터 도구(10)를 사용하여 대상물(1)에 대해 행해진 계측 측정치(metrology measurement)를 추출하는 데 사용되는 프로세스에 관련된 파라미터를 포함할 수 있다.
- [0031] 제한이 아닌 일례로서, 계측 시뮬레이터(112)는 광학 시뮬레이터에 의해 발생된 각도 또는 파장 스펙트럼을 분석하고 스펙트럼에서의 오버레이에 대한 최대 감도의 범위에 대응하는 각도 또는 파장 및 그 피크의 상대 세기를 결정할 수 있다. 계측 특성 공간에서의, 예를 들어, 파장 및 각도(방위각 및/또는 고도각) 공간에서의 영역(domain)을 결정하기 위해, 시뮬레이션의 결과가 이어서 검토될 수 있으며, 여기서 신호는 오버레이에 대한 강한 감도를 가진다. 이어서, 그 영역 내의 파장 및/또는 각도를 더 많이 가중하기 위해 계측 레시피가 수정될 수 있다. 신호가 오버레이에 대해 특히 민감한 파장 및/또는 각도에 대해 계측 레시피를 가중함으로써, 높은

정밀도 및 감도를 위해 레시피가 최적화될 수 있다.

- [0032] 주목할 점은, 비제한적인 방식으로, 차분 신호가 적은 수의 계수를 갖는 수학적 표현식(예를 들어, 사인 및 코사인 전개식)으로 정확하게 모델링되는 제약된 동적 범위(dynamic range) 내에서만 다중-셀 차분 산란 측정 오버레이가 정확한 것으로 알려져 있다는 것이다. 계수의 수는 일반적으로 계측 대상물 내의 셀의 수에 관련되어 있으며, 셀의 수는 유한하다. 제한이 아닌 일례로서, 수학적 표현식은, 예를 들어, 1개 내지 6개의 계수를 가질 수 있다. 이들 계수는, 고차 계수의 크기가 무시할 정도라고 가정하고, 산란 측정 특성(예를 들어, 산란 각도 또는 파장)의 각각의 값에 대해 독립적으로 모델링될 수 있다. 이론상, 수학적 표현식은 각각이 그 자신의 계수를 갖는 많은 수의 항을 가질 수 있다. 계산을 용이하게 해주기 위해, 계측 도구에 의해 사용되는 계측 레시피가 무시할 정도의, 예를 들어, 어떤 임계값 미만의 계수를 가지는 항을 무시한다. 따라서, 계측 시뮬레이터(112)는 고차 파라미터가 무시할 정도인 특성[예를 들어, 파장 및/또는 각도(방위각 또는 고도각)]의 값을 선택함으로써 특성의 대상물 설계에 대한 산란 측정 오버레이 측정치의 정확도를 향상시킬 수 있다. 이것은 고차 계수의 크기가 무시할 정도인 계측 특성의 각각의 값으로부터의 계측 기여분에 적용되는 가중치를 증가시킴으로써 및/또는 고차 계수의 크기가 무시할 정도가 아닌 계측 특성의 각각의 값으로부터의 계측 기여분의 가중치를 감소시킴으로써 달성될 수 있다.
- [0033] 시뮬레이팅된 계측 레시피의 결과는 계측 시뮬레이션의 결과가 대상물에 관한 입력 가정과 비교되는 최적화 루프(114)를 구동할 수 있고, 대상물 설계를 최적화하기 위해 입력 대상물 설계 파라미터(104)가 변화될 수 있다. 제한이 아닌 일례로서, 계측 시뮬레이터(112)는, 대상물(1)에서의 2개의 라인 세트(2, 4)로부터의 시뮬레이팅된 회절에 기초하여, 2개의 라인 세트 간의 추정된 오프셋을 계산할 수 있다. 추정된 오프셋이 오프셋의 입력 값과 비교되어, 측정치의 정확도를 결정할 수 있다. 정확도가 최적에 미치지 못하는 경우, 최적화 루프(114)는 대상물(1)에 대한 입력 설계를 변화시키고 변화된 설계를 다시 광학 시뮬레이션(108)에 피드시켜 새로운 광학 특성(110)을 생성할 수 있으며, 이 새로운 광학 특성(110)이 계측 시뮬레이터(112)에 피드백된다. 이 프로세스는 대상물(1)의 설계가 최적화될 때까지 반복될 수 있다.
- [0034] 대상물 설계가 최적화되면, 최적화 루프(114)는 다수의 출력을 생성한다. 이들은 전술한 계측 대상물 파라미터의 최적화된 값을 포함할 수 있는 최적화된 계측 대상물 설계(116)를 포함할 수 있다. 최적화된 대상물 설계(116)는 GDS II 스트림 형식과 같은 적당한 표준 형식에 따라 저장 및/또는 디스플레이를 위해 형식 설정될 수 있다. 최적화 루프는 또한 공정 변동의 공간에 걸쳐 정확도 및 정밀도 추정(118)을 생성할 수 있다. 게다가, 최적화 루프(114)[또는 계측 시뮬레이터(112)]는, 전술한 바와 같이, 상이한 계측 특성으로부터의 계측 기여분에 적용될 가중치의 최적화된 값을 포함할 수 있는 계측 레시피 최적화 데이터(120)를 생성할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예에 따른, 계측 대상물 설계를 구현하는 한가지 가능한 방법(200)이 도 3에 도시된 흐름도에 예시되어 있다. 이 방법은 컴퓨터 소프트웨어에 의해 구현될 수 있다. 방법(200)을 구현하는 컴퓨터 판독가능 명령어는 컴퓨터 메모리, 예를 들어, RAM, SRAM, DRAM 또는 ROM과 같은 컴퓨터 판독가능 매체에 또는 데이터 저장 매체, 예를 들어, 디스크, 테이프, CD-ROM 등에 구현될 수 있다. 광학 및 계측 시뮬레이터를 위한 데이터는 사용자에 의해 입력될 수 있거나, 하나 이상의 데이터 저장 장치로부터 로드될 수 있다. 이 데이터는 계측 시스템의 광학 특성(202), 대상물 설계 자유도(204), 적층 및 프로파일 정보(206), 그리고 공칭 공정 변동 범위(208)를 포함할 수 있다. 210에 나타난 바와 같이, 이 정보는 광학 시뮬레이션을 수행하는 데 사용될 수 있다. 광학 시뮬레이션은 특성의 계측 도구에 의한 계측 신호의 획득을 모델링한다. 212에 나타난 바와 같이, 광학 시뮬레이션(210)은 계측 구조물의 하나 이상의 광학 특성을 발생한다. 예를 들어, 도 1a 및 도 1b에 도시된 유형의 격자 대상물의 경우에, 광학 특성은 파장 또는 각도 반사 스펙트럼일 수 있다. 그에 부가하여, 214에 나타난 바와 같이, 광학 시뮬레이션(210)은 광학 특성에 대한 계측 신호 감도를 출력할 수 있다.
- [0036] 216에 나타난 바와 같이, 광학 특성 및 (선택적으로) 신호 감도가 계측 알고리즘에 적용될 수 있다. 이어서, 218에 나타난 바와 같이, 계측 알고리즘은 특성의 계측 대상물/도구/적층 조합에 대한 추정된 정확도 및 정밀도 예측을 출력한다. 일례로서, 계측 알고리즘은 파장 또는 각도 반사 스펙트럼으로부터 결정되는 오프셋을 예측할 수 있다. 오프셋 예측의 정확도는 예측된 오프셋을 대상물 설계 정보에서의 입력 값과 비교함으로써 결정될 수 있다. 공정 변동 범위에 걸쳐 예측된 오프셋의 변동을 결정함으로써 이 예측의 정밀도가 비교될 수 있다.
- [0037] 220에서, 대상물 설계가 최적화되어 있는지의 결정이 행해질 수 있다. 계측 대상물/도구/적층 조합에 대한 정확도 및 정밀도가 원하는 정확도 및 정밀도와 비교될 수 있다. 설계가 최적화되어 있지 않은 경우, 222에 나타난 바와 같이, 대상물 설계 파라미터가 변화될 수 있고, 새로운 정확도 및 정밀도를 생성하기 위해 새로운 설계 파라미터를 사용하여 광학 시뮬레이션(210) 및 계측 대상물 알고리즘(216)이 반복될 수 있다. 이 프로세스는

대상물 설계가 최적화될 때까지 반복될 수 있다.

[0038] 대상물 설계가 최적화되면, 다수의 출력이 발생될 수 있다. 이 출력은 최적화된 계측 대상물 설계(224), 최적화된 계측 레시피(226), 예를 들어, 파장 또는 각도에 대한 가중 함수, 및 계측 신호의 가중 함수에 대한 의존성(228)을 포함할 수 있다.

[0039] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 설계 최적화 장치(440)를 나타낸 것이다. 장치(440)는 CPU(central processor unit)(441) 및 메모리(442)(예를 들어, RAM, DRAM, ROM 등)를 포함한다. CPU(441)는 프로그램(443)을 실행할 수 있으며, 프로그램의 일부는 메모리(442)에 저장되어 있을 수 있다. 메모리(442)는 프로그램(443)에 의해 사용되거나 발생하는 데이터(444)를 포함할 수 있다. 일례로서, 프로그램(443)은 방법(200)을 구현하도록 구성될 수 있다. 구체적으로는, 프로그램(443)은, 실행될 때, 진술한 유형의 방법을 구현하는 명령어를 포함할 수 있다. 구체적으로는, 명령어는, 실행될 때, 프로세서 유닛(441)으로 하여금 a) 계측 대상물 설계, 대상물이 형성되어야 하는 기관, 및 계측 대상물을 측정하는 데 사용될 계측 시스템에 관한 정보를 포함하는 입력을 수신하고, b) 계측 대상물 정보를 사용해 계측 시스템에서 계측 신호의 획득을 모델링하여 계측 대상물의 하나 이상의 특성을 발생하며, c) 계측 대상물의 특성에 계측 알고리즘을 적용하여 기관 상의 계측 대상물을 사용하여 계측 시스템에서 행해지는 측정의 예측된 정확도 및 정밀도를 결정하고, d) 대상물을 최적화하기 위해 계측 대상물 설계에 관련된 정보의 적어도 일부분을 수정하고 b) 및 c)를 반복하며, e) 최적화된 계측 대상물 설계를 나타내는 정보를 디스플레이하거나 저장하게 할 수 있다.

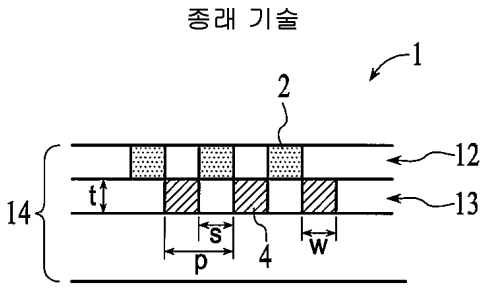
[0040] 일례로서, 데이터(444)는 계측 대상물 설계 데이터, 계측 시스템의 광학 특성에 관한 데이터, 공정의 적층 및 프로필 정보, 및 공칭 공정 변동 범위와 같은 프로그램(443)에 대한 입력을 포함할 수 있다. 데이터(444)는 또한 최적화된 계측 대상물 설계, 최적화된 계측 대상물 레시피(예를 들어, 파장 또는 각도에 대한 가중 함수), 및 계측 신호의 가중 함수에 대한 의존성과 같은 프로그램(443)으로부터의 출력을 포함할 수 있다. 제어기(440)는 선택적으로 프로그램 및/또는 데이터를 저장하기 위해 디스크 드라이브, CD-ROM 드라이브, 테이프 드라이브 등과 같은 대용량 저장 장치(446)를 포함할 수 있다. 일례로서, 대용량 저장 장치는 프로그램(443)에 의해 생성되는 최적화된 계측 대상물 설계(447)를 저장하는 데 사용될 수 있다. 최적화된 대상물 설계(447)는 GDSII와 같은 저장 및/또는 디스플레이에 적당한 형식에 따라 형식 설정될 수 있다. 제어기(440)는 또한 입/출력(I/O) 회로(451), 전원 공급 장치(P/S)(452), 클럭(CLK)(453) 및 캐시(454)와 같은 공지의 지원 회로(450)를 포함할 수 있다. 제어기(440)는 또한 선택적으로 제어기(440)와 사용자 간의 상호작용을 용이하게 해주기 위해 사용자 인터페이스 유닛(448) 및 디스플레이 유닛(449)을 포함할 수 있다. 디스플레이 유닛(449)은 텍스트, 숫자 또는 그래픽 심볼을 디스플레이하는 CRT(cathode ray tube) 또는 평판 패널 스크린의 형태일 수 있다. 사용자 인터페이스(448)는 키보드, 마우스, 조이스틱, 라이트 펜(light pen), 또는 기타 장치를 포함할 수 있다. 이전의 구성요소들은 내부 버스(460)를 통해 신호를 서로 교환할 수 있다. 제어기(440)는 본 명세서에 기술된 바와 같이 본 발명의 실시예를 구현하는 코드를 실행할 때 특수 목적의 컴퓨터가 되는 범용 컴퓨터일 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시예는 최적의 계측 대상물 설계에 도달하는 사이클 시간을 감소시킬 수 있고, 또한 정확도 및 동적 범위의 면에서 피크 대상물 성능을 향상시킬 수 있다.

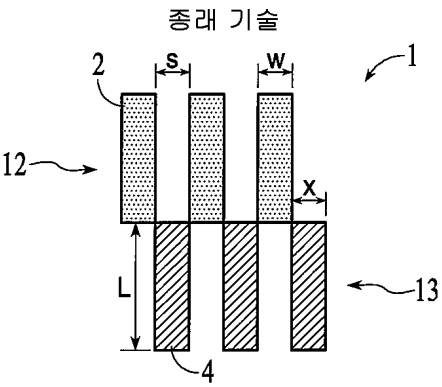
[0042] 이상의 내용이 본 발명의 바람직한 실시예에 대한 전체적인 설명이지만, 다양한 대안, 수정 및 등가물을 사용하는 것이 가능하다. 따라서, 상기한 설명을 참조하지 않고 본 발명의 범위가 결정되어야 하며, 그 대신에, 첨부된 특허청구범위를, 그의 등가물의 전체 범위와 함께, 참조하여 결정되어야 한다. 바람직하거나 그렇지 않은 임의의 특징이 바람직하거나 그렇지 않은 임의의 다른 특징과 결합될 수 있다. 이하의 특허청구범위에서, 수식어 "한" 또는 "일"은, 명확히 달리 언급되는 경우를 제외하고는, 그 수식어 다음에 오는 하나 이상의 항목의 양을 말한다. 이하의 특허청구범위에서, "또는"이라는 단어는 포괄적 "또는"으로서 해석되어야 하며, 예를 들어, A 또는 B는 A 또는 B 중 어느 하나가 개별적으로 존재하는 경우에 만족되고, 다른 대안으로서, A와 B 둘다 존재하는 경우 만족된다. 첨부된 특허청구범위는 수단 및 기능(means-plus-function) 제한이 주어진 청구항에서 "~하는 수단"이라는 문구를 사용하여 명확히 언급되지 않는 한, 이러한 제한을 포함하는 것으로 해석되어서는 안된다.

도면

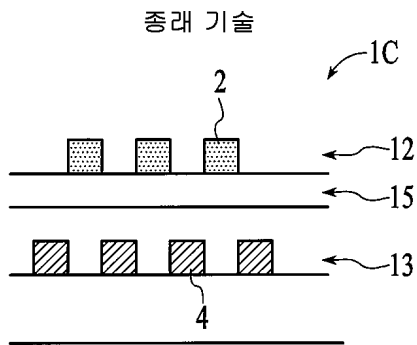
도면1a



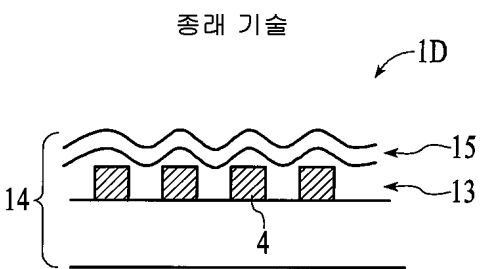
도면1b



도면1c

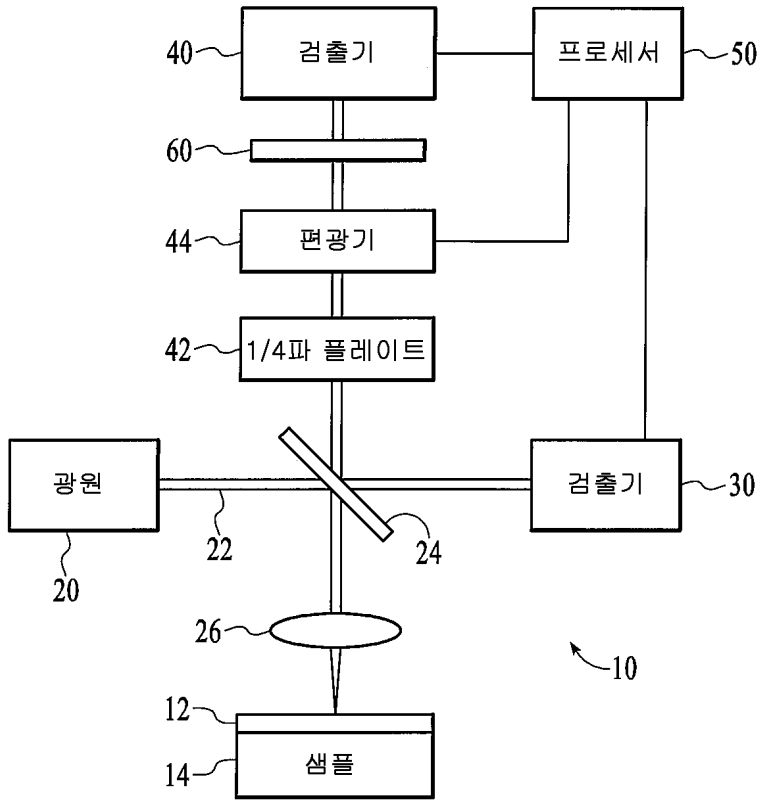


도면1d

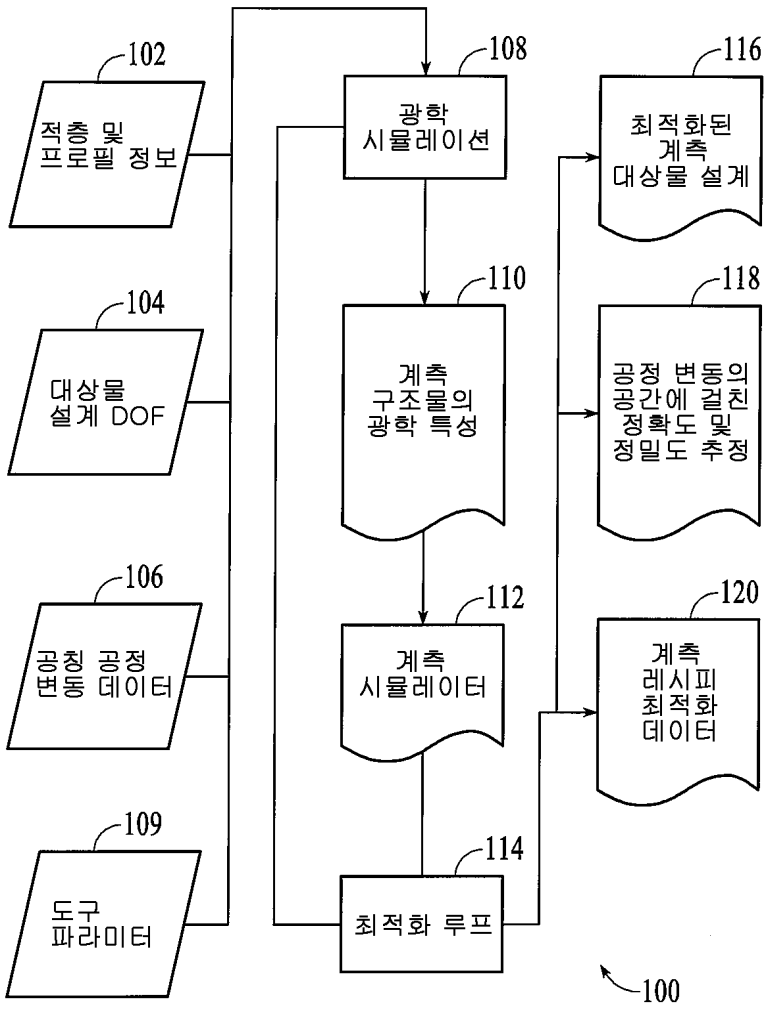


도면1e

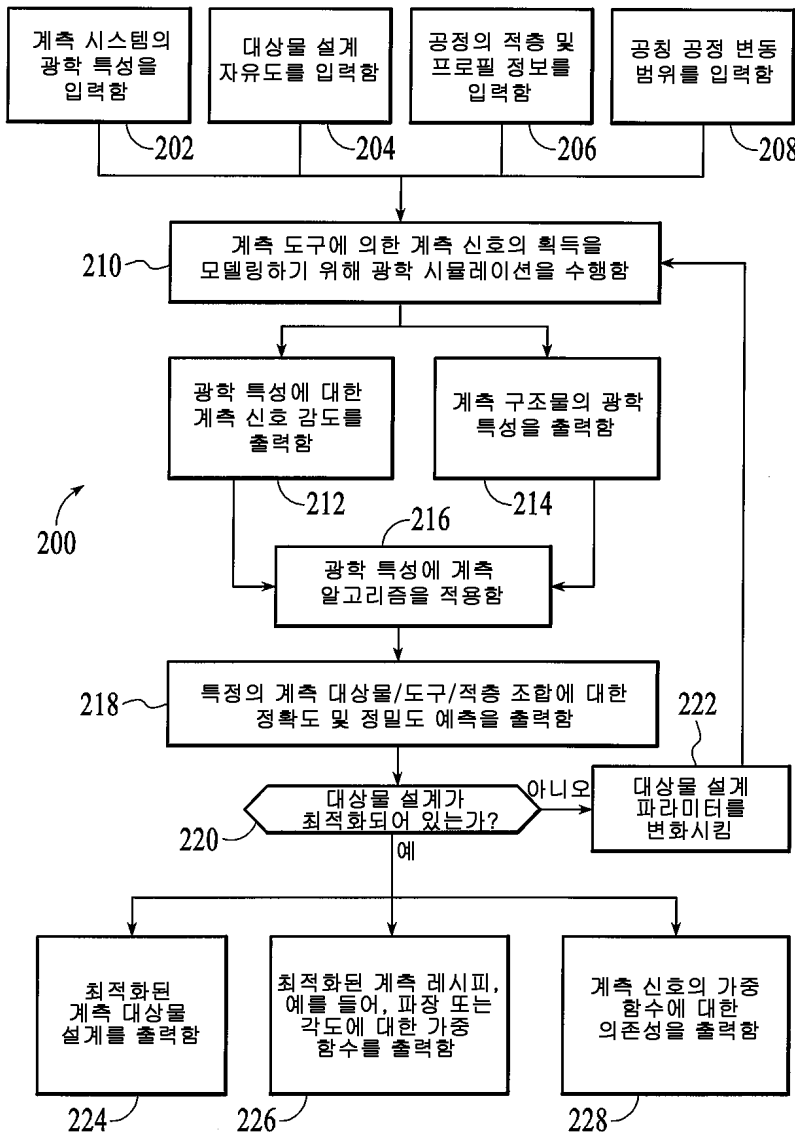
종래 기술



도면2



도면3



도면4

