



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년05월18일

(11) 등록번호 10-2252341

(24) 등록일자 2021년05월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G01N 21/956** (2006.01) **G01N 21/88** (2006.01)  
**G01N 21/95** (2006.01) **H01L 21/66** (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
**G01N 21/956** (2013.01)  
**G01N 21/9501** (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2016-7001849  
(22) 출원일자(국제) 2014년06월26일  
심사청구일자 2019년06월25일  
(85) 번역문제출일자 2016년01월21일  
(65) 공개번호 10-2016-0027017  
(43) 공개일자 2016년03월09일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/044440  
(87) 국제공개번호 WO 2014/210381  
국제공개일자 2014년12월31일  
(30) 우선권주장  
61/840,339 2013년06월27일 미국(US)  
61/916,018 2013년12월13일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2007096292 A\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
**케이엘에이 코퍼레이션**  
미합중국, 캘리포니아 95035, 밀피타스, 원 테크  
놀로지 드라이브  
(72) 발명자  
**아밋 에란**  
이스라엘 37061 하이파 파데스 한나-카커 계바  
3/6  
**로에브스키 배리**  
이스라엘 20692 요크남 일렛 해치림 73/4  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
**김태홍, 김진희**

전체 청구항 수 : 총 30 항

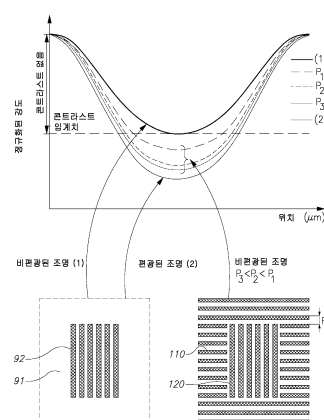
심사관 : 권준형

(54) 발명의 명칭 **계측 타겟의 편광 측정 및 대응 타겟 설계**

## (57) 요약

편광광 내에서는 타겟 구조체의 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 콘트라스트를 가지면서 비편광광 내에서는 그 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 콘트라스트를 갖도록 타겟 구조체를 설계하는 단계를 포함하는 타겟, 타겟 요소 및 타겟 설계 방법이 제공된다. 타겟은 디바이스 특징부 스케일에서 세부를 가질 수도 있고, 편광된 조명으로 측정될 때 광학 콘트라스트를 여전히 유지하는 디바이스 설계 규칙과 호환성이 있을 수도 있고, 따라서 계측 타겟으로서 효과적으로 사용될 수도 있다. 설계 변형에 및 각각의 측정 광학계가 마찬가지로 제공된다.

**대표도** - 도4c



(52) CPC특허분류

**H01L 22/30** (2013.01)

**G01B 2210/56** (2013.01)

**G01B 2290/70** (2013.01)

**G01N 2021/8848** (2013.01)

(72) 발명자

**힐 앤드류**

미국 캘리포니아주 94087 서니베일 더블유. 엘 카  
미노 힐 #5311 250

**마나센 암논**

이스라엘 34892 하이파 골다 메이어 10

**아미르 누리엘**

이스라엘 요크남 2068101 스트리트 야르덴 스트리  
트 34

**레빈스키 블라디미르**

이스라엘 23100 미그달 애먹 헤르몬 9

**볼코비치 로이에**

이스라엘 3824969 해더라 쉬더룻 알렉산더 10/10

(56) 선행기술조사문헌

JP2009539109 A\*

US06023338 A

US20100330469 A1

JP2006518942 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

계측 타겟 요소를 형성하는 방법에 있어서,

제1 분할 방향(segmented direction)을 가진 분할된 배경 영역을 형성하는 단계와,

상기 제1 분할 방향에 수직인 제2 분할 방향을 가진 분할된 타겟 구조체—상기 분할된 타겟 구조체는 측벽을 가지며, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이의 거리를 결정하는 상기 측벽의 각도는 설계에 의해 상기 분할된 배경 영역의 연장 방향을 따라 변화함—를 형성하는 단계

를 포함하고,

상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역은 단일층 내에 형성되고,

상기 분할된 타겟 구조체의 구역과 상기 분할된 배경 영역의 구역이 결합하여 오버레이 계측 타겟 요소의 구역을 실질적으로 충전(filling)하며,

상기 분할된 타겟 구조체 또는 상기 분할된 배경 영역 중 적어도 하나는, 편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 제 1 콘트라스트를 제공하고, 비편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 제 2 콘트라스트를 제공하는 것인, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 2

계측 타겟에 있어서,

제1 분할 방향을 가진 분할된 타겟 구조체와,

상기 제1 분할 방향에 수직인 제2 분할 방향을 가진 분할된 배경 영역

를 포함하고,

상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역은 단일층 내에 형성되고,

상기 분할된 타겟 구조체의 구역과 상기 분할된 배경 영역의 구역이 결합하여 오버레이 계측 타겟 요소의 구역을 실질적으로 충전하고,

상기 분할된 타겟 구조체 또는 상기 분할된 배경 영역 중 적어도 하나는, 편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 제 1 콘트라스트를 제공하고, 비편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 제 2 콘트라스트를 제공하며,

상기 분할된 타겟 구조체는 측벽을 갖고, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이의 거리를 결정하는 상기 측벽의 각도는 설계에 의해 상기 분할된 배경 영역의 연장 방향을 따라 변화하는 것인, 계측 타겟.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부는, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 사이의 차이가, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 상기 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 상기 분할된 타겟 구조체 내에 형성되는, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 선택된 거리만큼 상기 분할된 타겟 구조체로부터 이격되는, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 분할된 배경 영역에 대해 상기 분할된 타겟 구조체의 콘트라스트를 유지하거나 향상시키기 위해 상기 분할된 타겟 구조체의 영역 내에 하나 이상의 추가 층을 형성하는 단계를 더 포함하는, 계측 타겟 요소를 형성하는 방법.

#### 청구항 8

제2항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부는, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 사이의 차이가, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 상기 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟.

#### 청구항 10

제9항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부 또는 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 중 적어도 하나는,

분할 피치, 세그먼트의 임계 치수, 분할 방향 또는 분할 패턴 중 적어도 하나를 포함하는, 계측 타겟.

#### 청구항 11

제2항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 상기 분할된 타겟 구조체 내에 형성되는, 계측 타겟.

#### 청구항 12

제2항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 선택된 거리만큼 상기 분할된 타겟 구조체로부터 이격되는, 계측 타겟.

#### 청구항 13

제2항에 있어서,

상기 분할된 배경 영역에 대해 상기 분할된 타겟 구조체의 콘트라스트를 유지하거나 향상시키기 위해 상기 분할된 타겟 구조체의 영역 내에 하나 이상의 추가 층을 더 포함하는, 계측 타겟.

#### 청구항 14

계측 타겟 요소를 측정하는 방법에 있어서,

선택된 편광의 조명으로 계측 타겟 요소를 조명하는 단계와,

상기 계측 타겟 요소로부터 반사된 조명을 측정하는 단계

를 포함하고,

상기 계측 타겟 요소는, 제1 분할 방향을 가진 분할된 타겟 구조체와, 상기 제1 분할 방향에 수직인 제2 분할 방향을 가진 분할된 배경 영역과, 측벽을 포함하고, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이의 거리를 결정하는 상기 측벽의 각도는 설계에 의해 상기 분할된 배경 영역의 연장 방향을 따라 변화하며, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역은 단일층 내에 형성되고, 상기 분할된 타겟 구조체의 구역과 상기 분할된 배경 영역의 구역이 결합하여 상기 계측 타겟 요소의 구역을 실질적으로 충전하며, 상기 분할된 타겟 구조체 또는 상기 분할된 배경 영역 중 적어도 하나는, 편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 제 1 콘트라스트를 제공하고, 비편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 제 2 콘트라스트를 제공하고,

상기 측정된 조명은 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 편광광 또는 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 비편광광 중 적어도 하나인 것인, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부는, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 사이의 차이가, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 상기 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부 또는 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 중 적어도 하나는,

분할 피치, 세그먼트의 임계 치수, 분할 방향 또는 분할 패턴 중 적어도 하나를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 18

제15항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 상기 분할된 타겟 구조체 내에 형성되는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 19

제15항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 선택된 거리만큼 상기 분할된 타겟 구조체로부터 이격되는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 20

제15항에 있어서, 상기 선택된 편광의 조명으로 계측 타겟 요소를 조명하는 단계는,

선편광, 원편광, s편광 또는 p편광 중 적어도 하나의 조명으로 상기 계측 타겟 요소를 조명하는 단계를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 21

제15항에 있어서, 상기 선택된 편광의 조명으로 계측 타겟 요소를 조명하는 단계는,

변조된 편광을 가진 조명으로 상기 계측 타겟 요소를 조명하는 단계를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

#### 청구항 22

제15항에 있어서, 상기 계측 타겟 요소로부터 반사된 조명을 측정하는 단계는,

상기 반사된 조명으로부터 하나 이상의 0차 회절 패턴을 제거한 다음 상기 반사된 조명으로부터 하나 이상의 1차 회절 패턴을 측정하는 단계를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 방법.

### 청구항 23

계측 타겟 요소를 측정하는 장치에 있어서,

조명을 생성하는 광원과,

상기 광원으로부터의 조명을 변형하여 선택된 편광의 조명을 형성하도록 구성된 광학 요소의 세트와,

계측 타겟 요소로부터 반사된 조명을 측정하는 검출기

를 포함하고,

상기 광학 요소의 세트는 상기 선택된 편광의 조명을 계측 타겟 요소로 지향시키도록 구성되며, 상기 광학 요소의 세트는 상기 계측 타겟 요소로부터 반사된 조명을 집광하도록 구성되고,

상기 계측 타겟 요소는, 제1 분할 방향을 가진 분할된 타겟 구조체와, 상기 제1 분할 방향에 수직인 제2 분할 방향을 가진 분할된 배경 영역을 포함하고, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역은 단일층 내에 형성되고, 상기 분할된 타겟 구조체의 구역과 상기 분할된 배경 영역의 구역이 결합하여 상기 계측 타겟 요소의 구역을 실질적으로 충전하고,

상기 분할된 타겟 구조체 또는 상기 분할된 배경 영역 중 적어도 하나는, 편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 제 1 콘트라스트를 제공하고, 비편광광 내에서는 상기 분할된 배경 영역에 대한 상기 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 제 2 콘트라스트를 제공하며,

상기 분할된 타겟 구조체는 측벽을 갖고, 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이의 거리를 결정하는 상기 측벽의 각도는 설계에 의해 상기 분할된 배경 영역의 연장 방향을 따라 변화하는 것인, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

### 청구항 24

제23항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부는, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

### 청구항 25

제24항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부와 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 사이의 차이가, 선택된 편광광으로 조명될 때에 상기 분할된 타겟 구조체와 상기 분할된 배경 영역 사이에 상기 선택된 콘트라스트 레벨을 제공하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

### 청구항 26

제25항에 있어서, 상기 분할된 타겟 구조체의 하나 이상의 분할 특징부 또는 상기 분할된 배경 영역의 하나 이상의 분할 특징부 중 적어도 하나는,

분할 피치, 세그먼트의 임계 치수, 분할 방향 또는 분할 패턴 중 적어도 하나를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

### 청구항 27

제23항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 상기 분할된 타겟 구조체 내에 형성되는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

### 청구항 28

제23항에 있어서, 상기 분할된 배경 영역은 선택된 거리만큼 상기 분할된 타겟 구조체로부터 이격되는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

## 청구항 29

제23항에 있어서, 상기 선택된 편광은,  
선편광, 원편광, s편광 또는 p편광 중 적어도 하나를 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

## 청구항 30

제23항에 있어서, 상기 선택된 편광은,  
변조된 편광을 포함하는, 계측 타겟 요소를 측정하는 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 본 명세서에 그 전체가 참조로서 포함되어 있는 2013년 6월 27일 출원된 미국 가특허 출원 제 61/840,339호 및 2013년 12월 13일 출원된 제61/916,018호의 이익을 청구한다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 발명은 계측(metrology) 분야에 관한 것으로서, 더 구체적으로는 계측 타겟(metrology target)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0005] 계측 타겟은 웨이퍼 제조 단계의 품질을 나타내고 웨이퍼 상의 구조체의 설계와 구현 사이의 대응성을 정량화하는 파라미터의 측정을 가능하게 하도록 설계된다. 특정 구조체로서의 계측 타겟은 디바이스 유사성을 위한 그리고 광학 측정 가능성을 위한 요건을 최적화한다. 반도체 제조 설계 규칙에 대한 타겟의 순응성(compliance)은 타겟의 정확한 제조에 기여하지만, 타겟의 광학 측정 가능성을 감소시킬 수도 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

#### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 양태는, 편광광 내에서는 타겟 구조체의 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 콘트라스트를 가지면서 비편광광 내에서는 그 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 콘트라스트를 갖도록 타겟 구조체를 설계하는 단계를 포함하는 방법을 제공한다.

[0007] 본 발명의 이들 양태, 추가 그리고/또는 다른 양태 및/또는 장점은 이어지는 상세한 설명에서 설명되고, 가능하게는 상세한 설명으로부터 추론 가능하고 그리고/또는 본 발명의 실시예에 의해 학습 가능하다.

#### 도면의 간단한 설명

[0008] 본 발명의 실시예의 더 양호한 이해를 위해 그리고 본 발명의 실시예가 어떻게 실행될 수도 있는지를 나타내기 위해, 이제, 유사한 도면 부호가 전체에 걸쳐 대응 요소 또는 섹션을 가리키고 있는 첨부 도면을 단지 예로서 참조할 것이다.

첨부 도면에서,

도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따른 타겟 요소의 고레벨 개략도이다.

도 2는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 계측 타겟 요소의 부분인, 타겟 구조체 및 그것의 배경의 고레벨 개략도이다.

도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 편광된 조명 내에서 콘트라스트를 갖도록 설계된 타겟의 고

레벨 개략도이다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 타겟 내의 분할 수정예의 고레벨 개략도이다.

도 4c는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광광 및 비편광광 내의 연속적인 그리고 분할된 배경에 대한 분할된 타겟 구조체의 측정의 시뮬레이션 결과의 개략도로서, 전자의 훨씬 더 양호한 콘트라스트를 도시하고 있다.

도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광광에 의한 측정을 이용함으로써 콘트라스트를 유지하는 프로세스 호환성 타겟 설계의 고레벨 개략도이다.

도 6a 내지 도 6m는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 광학 조명 및 측정 시스템의 고레벨 개략도이다.

도 7은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 방법을 도시하고 있는 고레벨 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 상세한 설명을 진행하기 전에, 이하에 사용될 특정 용어의 정의를 설명하는 것이 도움이 될 수도 있다.
- [0010] 용어 "계측 타겟" 또는 "타겟"은 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 계측 목적으로 사용되는 웨이퍼 상에 설계되거나 생성된 구조체로서 정의된다. 계측 타겟에 대한 비한정적인 예로서는 AIM(Advanced Imaging Metrology), BiB(Box-in-Box), AIMid 및 BLOSSOM과 이들의 대응 변형예 및 대안예와 같은 이미징 타겟; 및 SCOL(Scatterometry Overlay) 및 이들의 대응 변형예 및 대안예와 같은 산란광학 타겟이 있다. 용어 "타겟 요소"는 개시된 원리에 따라 설계되는 전체 타겟의 부분을 칭하기 위해 본 출원에서 명세서에 사용된다. 따라서, 임의의 타겟 요소가 전체 타겟을 설계하는 데 바로 사용될 수도 있고, 따라서 타겟은 이들의 타겟 요소 설계의 견지에서 그리고 그와 상호교환 가능하게 본 출원에서 칭해진다.
- [0011] 용어 "타겟 구조체(target structure)"는 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 개별 타겟 영역 또는 박스, 격자 바아 등과 같은 계측 타겟 내의 특징부로서 정의된다. 타겟 구조체는 층만 상태이거나 비어 있을 수도 있고(간극), 또한 분할되어 있을 수도 있는 데, 즉 타겟 구조체를 누적 구성하는 다수의 소형의 특징부를 포함할 수도 있다. 타겟 및/또는 주기적 구조체는 타겟 구조체를 포함하는 것으로서 칭해지고, 각각의 "타겟 구조체"는 그 배경으로부터 구별될 타겟의 특징부이고, "배경"은 동일한 또는 상이한 층 상의(타겟 구조체 위 또는 아래) 타겟 구조체에 근접한 웨이퍼 영역이다. 용어 "층"은 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 그 단계들 중 임의의 하나에서 포토리소그래피 프로세스에 사용되는 임의의 층으로서 정의된다. 용어 "연속적인 구조체", "비어 있는 영역" 또는 "충만한 바아(full bar)"는 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 통상적인 디바이스 특징부와 관련하여 큰 치수를 갖는 비어 있는 영역 또는 충만한 바아와 같은 연속적인 타겟 구조체로서 정의된다. 설명의 대부분은 충만한 것들보다는 비어 있는 배경 영역들을 참조하지만, 유사한 설계 원리가 충만한 배경에 적용 가능하고 각각의 설계된 타겟은 마찬가지로 개시된 발명의 부분이라는 것이 명시적으로 주지된다.
- [0012] 용어 "계측 측정" 또는 "측정"은 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 계측 타겟으로부터 정보를 추출하는 데 사용되는 임의의 계측 측정 절차로서 정의된다. 예를 들어, 계측 측정은 타겟의 이미징 또는 타겟의 산란광학 측정일 수도 있다. 계측 측정의 비한정적인 예로서는 오버레이 측정(이미징 또는 산란광학), 임계 치수(critical dimension: CD) 측정, 포커스(focus) 및 도즈(dose) 측정 등을 포함한다. 용어 "오버레이"는 본 출원에서 명세서에 사용될 때, 제조 부정확성을 유발할 수도 있고 따라서 계측 측정의 목표인 비의도적 구성요소(예를 들어, 프로세스 부정확성에서 기인함)를 포함하는 층들 사이의 시프트(shift)로서 정의된다. 용어 "측정 방향"은 본 출원에서 사용될 때, 타겟 구조체가 측정되는 방향, 예를 들어 그를 따라 주기적 구조체가 주기적이게 되는 방향을 칭한다. 예를 들어, 주기적 구조체로서 그리드의 측정 방향은 그리드를 구성하는 타겟 요소(예를 들어, 바아 또는 분할된 바아)에 수직이다.
- [0013] 이제, 도면을 구체적으로 참조하면, 도시되어 있는 상세들은 예시이고, 단지 본 발명의 바람직한 실시예의 예시적인 설명을 위한 것이며, 본 발명의 원리 및 개념적인 양태의 가장 유용하고 즉시 이해되는 설명인 것으로 고려되는 것을 제공하기 위해 제시되어 있다는 것을 강조한다. 이와 관련하여, 본 발명의 기본적인 이해를 위해 필수적인 것보다 더 상세하게 본 발명의 구조적인 세부를 도시하려는 어떠한 시도도 이루어지지 않았고, 도면을 참조한 설명은 본 발명의 여러 형태가 실제로 구체화될 수 있는 방식을 해당 기술 분야의 숙련자들에게 명백하게 한다.
- [0014] 본 발명의 적어도 하나의 실시예를 상세히 설명하기 전에, 본 발명은 이하의 상세한 설명에 설명되어 있거나 또는 도면에 도시되어 있는 구성요소의 구성 및 배열의 상세에 그 용례가 한정되는 것은 아니라는 것이 이해되어



야 한다. 본 발명은 다른 실시예에 적용 가능하고, 또는 다양한 방식으로 실시되거나 수행된다. 또한, 본 명세서에 이용된 구문 및 용어는 설명의 목적이고, 한정으로서 간주되어서는 안된다는 것이 이해되어야 한다.

[0015] 편광광 내에서는 타겟 구조체의 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 콘트라스트를 가지면서 비편광광 내에서는 그 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 콘트라스트를 갖도록 타겟 구조체를 설계하는 단계들을 포함하는 타겟, 타겟 요소 및 타겟 설계 방법이 제공된다. 타겟은 디바이스 특징부 스케일에서 세부(detail)를 가질 수도 있고, 편광된 조명으로 측정될 때 광학 콘트라스트를 여전히 유지하는 디바이스 설계 규칙과 호환성이 있을 수도 있고, 따라서 계측 타겟으로서 효과적으로 사용될 수도 있다. 설계 변형에 및 각각의 측정 광학계가 마찬가지로 제공된다. 현재 광학 오버레이 타겟은 디바이스보다 훨씬 더 큰 특징부를 포함하고 그 결과 더 많은 프로세스 손상을 겪게 되지만, 개시된 타겟은 편광 특성으로부터 콘트라스트를 제공하고, 더욱 프로세스 호환적이며, 따라서 디바이스 오버레이를 더 정확하게 표현한다. 콘트라스트를 향상시키기 위한 부가 기술이 이하에 또한 설명된다.

[0016] 도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따른 타겟 요소(90)의 고레벨 개략도이다. 현재 사용되는 타겟 구조체(92)는 연속적이고, 층만하거나(도 1a) 또는 비어 있으며(도 1b), 이미징 계측(예를 들어, 오버레이 측정)을 가능하게 하기 위해 이들의 배경(91)에 대해 간섭성(coherent)(또는 비간섭성) 조명 내에서 광학 콘트라스트를 나타낸다. 예를 들어, 도 1a는 타겟 요소(92)와 배경(91) 둘 다가 연속적인, 이전층 내의 배경(91) 위의 현재층 내의 타겟 구조체(92)를 개략적으로 도시하고 있다. 타겟 구조체(92)는 대부분 하나의 재료로 제조된 영역일 수도 있고, 반면에 배경(91)은 대부분 상이한 재료로 제조된 영역일 수도 있다. 다른 예에서, 도 1b는 분할되어 있는 배경(91)과 동일한 층 내의 간극으로서 타겟 구조체(92)를 개략적으로 도시하고 있다. 배경 분할["더미화(dummification)"라 칭함]이 타겟 요소(90)를 더욱 프로세스 호환적이게 하도록 적용되고, 분할은 일반적으로 비분해 방식(unresolved manner)으로, 즉 소 피치(small pitch)(예컨대, 50 nm의 크기 정도)를 이용하여 수행된다. 현재 사용되는 연속적인 타겟 구조체(92)에 대한 통상적인 치수는 1  $\mu\text{m}$ 이기 때문에, 에칭 및 연마와 같은 제조 프로세스는 프로세스에 매우 민감하게 되는 프로세스 관련 제조 부정확성을 도입하는 경향이 있다. 부가적으로, 이미징 타겟은 디바이스를 정확하게 표현하지 않을 수도 있고(예를 들어, 측정된 오버레이가 실제 오버레이와 상이할 수도 있음), 심지어 산란광학 타겟은 실제 디바이스 특징부에 대해 너무 큰(예를 들어, 수백 nm 대 수십 nm 각각) 타겟 구조체를 가질 수도 있다. 이미징시에, 요구된 콘트라스트는 타겟 구조체(92)와 이들의 배경(91) 사이의 반사차인, 상이한 영역의 "충전률(filling factor)"의 차이로부터 발생한다. 따라서, 타겟 구조체(92)가 프로세스 관련 부정확성을 극복하도록 분할되면, 이들의 배경(91)에 대한 이들의 콘트라스트는 페이드하고(fades) 이들 타겟 구조체는 타겟으로서 유용하지 않다.

[0017] 도 2는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 계측 타겟 요소(100)의 부분인 타겟 구조체(110) 및 그 배경(120)의 고레벨 개략도이다. 종래 기술의 타겟 요소(90)와는 대조적으로, 개시된 계측 타겟 요소(100)는 분할된 타겟 구조체(110) 뿐만 아니라 분할된 배경(120)을 포함하고, 이들을 구별하기 위해 편광된 조명을 사용하여, 이에 의해 분할의 도입시에 콘트라스트 페이드의 문제점을 극복한다. 유리하게는, 개시된 발명은 반사 특성의 차이보다는 상이한 영역의 편광 활성도의 차이를 사용한다. 개시된 설계 원리는 임의의 설계 계측 타겟에서 임의의 주기적 또는 비주기적 타겟 요소(100)에 적용될 수도 있다.

[0018] 개시된 계측 타겟은 편광광 내에서는 그 배경(110)에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 콘트라스트를 가지면서 비편광광 내에서는 그 배경(110)에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 콘트라스트를 갖도록 배열된 적어도 타겟 구조체(120)를 포함한다. 특정 콘트라스트 임계치는 사용된 광학 장비에 의해 제공되거나 또는 광학 장비를 타겟 사양으로 조정함으로써 구성될 수도 있다. 예를 들어, 도 2에 도시되어 있는 예에서, 타겟 요소(100)는 타겟 구조체(120)의 분할 라인에 평행한 편광(130)을 갖는 선편광광으로 조명될 수도 있다. 타겟 구조체(120)와 배경(110) 사이의 반사차는 측정된 신호에 대한 각각의 방향의 영향과 분할 특징부와 편광된 조명의 상호작용으로부터 발생한다. 예를 들어, 분할 피치, 세그먼트의 임계 치수, 분할 방향 및 분할 패턴은 타겟 구조체(120)와 배경(110) 사이에서 다양할 수도 있다.

[0019] 특정 실시예에서, 타겟 구조체(120)는 타겟 요소(100)의 배경 특징부에 수직인 특징부를 포함한다. 다른 각도가 타겟 구조체(120) 및 배경(110)의 분할 특징부들 사이에 설정될 수도 있다. 예를 들어, 요소 및/또는 배경 중 임의의 것의 분할일 수도 있다. 특정 실시예에서, 상이한 편광 변경 패턴이 타겟 구조체(120)에 그리고 배경(110)에 적용될 수도 있다. 조명 편광은 선형일 필요는 없고 또한 임의의 다른 지정된 특성(예를 들어, 원형, 변조형 등)을 가질 수도 있고, 분할 특징부는 배경(110)으로부터 타겟 구조체(120)를 구별하는 것을 가능하게 하는 방식으로 조명 편광을 변화하는 데 있어서 차이를 산출하도록 각각 적용될 수도 있다.

- [0020] 특정 실시예에서, 개시된 발명은 디바이스 특징부와 유사하도록 선택될 수도 있는 미세 피치로 타겟 구조체(120) 및 배경(110)의 모두를 분할하는 것을 허용한다. 이러한 타겟(100)은 종래 기술의 타겟보다 더 양호한 디바이스 특징부를 표현하여, 따라서 더 정확한 측정을 제공하고, 편광된 조명을 사용하여 여전히 양호하게 측정 가능하고, 따라서 종래 기술의 타겟이 그러했던 것처럼 정확도 및 콘트라스트를 손상시키지 않는다.
- [0021] 특정 실시예에서, 타겟 구조체(120)와 이들의 각각의 배경(110) 사이의 경계 영역에서 분할 라인의 중점은 편광된 조명 내에서 타겟 구조체(120)와 배경(110) 사이의 콘트라스트를 제어하고 향상시키도록 생성된다. 특정 실시예에서, 타겟 구조체(120)는 그 배경 특징부로부터 지정된 정도로 이격될 수도 있다(예를 들어, 이하의 도 4b 참조).
- [0022] 특정 실시예에서, 편광광 내에서 그 배경(110)에 대한 타겟 구조체(120)의 콘트라스트를 유지하거나 향상시키기 위해, 타겟 구조체(100)의 영역에 추가 층을 더 포함하는 타겟(100)이 개시된다.
- [0023] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광된 조명 내에 콘트라스트를 갖도록 설계된 타겟(100)의 고레벨 개략도이다. 층(140, 150)(각각 이전층 및 현재층, 도 3a 참조) 내의 바아와 같은 타겟 구조체로부터 시작하여, 타겟 구조체(120) 및 이들의 배경(110)은 예를 들어 수직으로 분할되어, 편광된 조명 내에서 조명될 때 콘트라스트를 산출한다. 도 3b는 타겟 구조체(120) 및 이들의 배경(110)이 이전층(140) 내에서는 분할되고 반면에 현재층(150) 내의 배경(110)은 비분할된 상태로 유지되는[현재층 내의 타겟 구조체(120)는 분할되어 있음] 예를 개략적으로 도시하고 있다. 도 3c는 타겟 구조체(120) 및 이들의 배경(110)이 이전층(140) 및 현재층(150) 양 층에서 분할되어 있는 예를 개략적으로 도시하고 있다. 도 3c에서, 이전층(140) 및 현재층(150)은 층(140, 150)이 중첩되어 있는 타겟 요소(100)에 추가하여 개별적으로 도시되어 있다. 이전층(140)에서의 타겟 구조체(120)의 세그먼트(142) 및 이전층(150)에서의 타겟 구조체(120)의 세그먼트(152)는 동일한 또는 상이한 치수 및 특성(피치, 단부 구성 등)을 가질 수도 있다. 이전층(140)에서의 배경(110)의 세그먼트(141) 및 이전층(150)에서의 배경(110)의 세그먼트(152)는 동일한 또는 상이한 치수 및 특성(피치, 단부 구성 등)을 가질 수도 있다. 더욱이, 상이한 측정 방향(예를 들어, x 및 y)에서의 분할은 상이한 특성을 가질 수도 있다.
- [0024] 특정 실시예에서, 타겟(100)의 1차(또는 더 고차) 회절 패턴이 타겟 구조체(120)와 이들의 배경(110) 사이의 콘트라스트를 향상시키도록 측정될 수도 있다. 1차 SCOL(동공 평면에서) 또는 1차 이미지(필드 평면에서)를 측정하는 것은 편광된 조명으로부터 도출되는 정보를 강화시킬 수도 있다. 0차 회절 패턴은 간섭에 의해 차단되거나 제거되어 콘트라스트를 더 향상시킬 수도 있다.
- [0025] 도 4a 및 도 4b는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 타겟(100) 내의 분할 변형예의 고레벨 개략도이다. 도 4b는, 세그먼트들이 상호접속되어 있는 도 4a에 대해서, 배경(110)의 분할로부터의 타겟 구조체(120)의 이격 분할을 개략적으로 도시하고 있다. 공간(160)을 도입하는 것은 편광광을 갖는 조명 하에서 이들 사이의 콘트라스트를 향상시킬 수도 있다. 공간(160)과 라인 중점의 정확한 구성은 시뮬레이션 또는 실험 세팅을 사용하여, 콘트라스트를 더욱 향상시키도록 수행될 수도 있다. 타겟 구조체(120) 및 배경(110)의 분할 피치( $p_1$ ,  $p_2$ )는 동일하거나 상이할 수도 있고, X 및 Y 방향으로의 분할 피치는 동일하거나 상이할 수도 있다.
- [0026] 특정 실시예에서, 공간(160)은 편광된 조명의 사용에 의해 또는 사용 없이 측정가능하도록 배열될 수도 있다. 예를 들어, 공간(160)은 100 nm 폭의 크기의 정도일 수도 있다. 공간(160)은 편광된 조명 측정에 대한 콘트라스트를 더욱 향상시키도록 구성될 수도 있다.
- [0027] 특정 실시예에서, 편광광 측정을 사용하는 것은 타겟 구조체(120) 및/또는 배경(110)을 분할하는 것을 가능하게 하고, 따라서 이들을 더욱 프로세스 호환적이게 하고, 반면에 측정에 대해 비편광된 조명 대신에 편광광을 사용하는 것은 비분할된 타겟 구조체(120) 및/또는 배경(110)에 대해 타겟 구조체(120)와 배경(110) 사이의 콘트라스트를 유지하거나 또는 심지어 향상시킨다.
- [0028] 예를 들어, 도 4c는 편광광 및 비편광광 내에서의 연속적인 배경(91)(상기 도 1b에 상응함) 상의 분할된 타겟 구조체(92)의 측정의 시뮬레이션 결과(AIM형 타겟)의 개략도로서, 전자의 훨씬 더 양호한 콘트라스트를 도시하고 있다. 도 4c는 비편광된 조명 하에서는 콘트라스트를 전혀 생성하지 않는, 분할된 배경(110)(도 2에 상응함) 상의 분할된 타겟 구조체(120)의 편광된 조명에 의한 측정을 또한 도시하고 있다. 편광광 측정은 타겟 구조체(92)에 대한 것보다 타겟 구조체(120)에 대해 더 적은 콘트라스트를 산출하지만, 이들 편광광 측정은 비분할된 배경(91) 상의 타겟 구조체(92)의 측정보다 여전히 더 높은 콘트라스트를 산출하고, 후자보다 더 프로세스 호환성이 있는 상당한 장점을 갖는다. 더욱이, 분할 피치의 조성은 3개의 배경 피치( $p$ ,  $p_3 < p_2 < p_1$ )(도시되어 있는 경우에, 피치가 작을수록, 편광된 조명 하에서 콘트라스트가 더 높음)에 대해 다양한 콘트라스트에 의해 도시되어

있는 바와 같이, 측정 조건에 대한 콘트라스트의 조정을 가능하게 한다. 더욱이, 콘트라스트 임계치가 비편광된 조명에 의해 달성된 값 이하인 경우에, 임의의 편광광 측정치는 임계치 미만이고, 따라서 측정에 대한 충분한 콘트라스트를 제공한다.

[0029] 특정 실시예에서, 타겟(100)의 계측 측정은, 예를 들어 상이한 편광 방향[예를 들어, 방향(130)에 대해 직교 편광에 대한 결과를 감소시킴], 스펙트럼 편차(컬러), 포커스 편차, 상이한 개구수(numerical aperture: NA) 사이즈 등 중 임의의 하나를 사용하여, 다수의 취득 기술에 의해 상이한 측정 조건 하에서 수행될 수도 있다. 편광된 조명에 의한 여러회 측정은 합성 이미지 내의 타겟 구조체의 콘트라스트를 향상시키도록 조합될 수도 있다. 예를 들어, 측정들 사이의 포커스를 변경하는 것 또는 측정들 사이의 파장을 변경하는 것은 편광광 측정 하에서 콘트라스트를 향상시키는 다른 정보를 제공할 수도 있다.

[0030] 도 5a 내지 도 5f는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광광에 의한 측정을 이용함으로써 콘트라스트를 유지하는 프로세스 호환적인 타겟 설계(100)의 고레벨 개략도이다. 타겟(100) 내의 상이한 영역의 편광 활성도(polarization activity)의 차이는 반사 특성의 차이 대신에 또는 그에 추가하여 계측 측정을 도출하는 데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 선편광광은 재료의 편광 활성도 및 분할 피치에 따라, 수직 라인을 갖는 영역으로부터 수평 라인을 갖는 영역을 구별하는 데 사용될 수도 있다. 편광광을 사용하는 것은 따라서 측정된 타겟 오버레이 및 디바이스 오버레이의 대응성을 향상시키기 위해 디바이스 특징부 및 공간의 차수 또는 크기의 치수를 갖는 특징부 및 중간 공간을 갖는 타겟을 설계하는 것을 가능하게 할 수도 있다.

[0031] 도 5a 내지 도 5e는 이전층(140), 현재층(150) 및 최종 합성 타겟(100)을 도시함으로써, 본 발명에 따라 수정된 통상의 타겟 설계를 개략적으로 도시하고 있다. 어느 하나의 층 내의 타겟 구조체는 도면 부호 120에 의해 나타내고, 반면에 분할된 배경은 상기와 같이 도면 부호 110으로 나타낸다. 예는 특정 요구에 따라 수정되고 적용될 수도 있는 분할 세부(segmentation detail)에 대해 비한정적이고, 또한 정확한 타겟 설계에 대해 한정적이지 않지만, 통상의 타겟 설계에 대한 개시된 설계 원리의 구현예를 예시하는 역할을 한다.

[0032] 도 5a 내지 도 5c는 2차원 오버레이 측정을 가능하게 하는 AIMID형 타겟을 위한 대안적인 설계를 개략적으로 도시하고 있다. 유사한 원리가 BiB 및 Blossom 타겟과 같은 다른 타겟 설계에 적용될 수도 있다. 비한정적인 방식으로, 전체 3개의 설계는 이전층(140)에서 동일한 배경 분할(110) 및 타겟 분할(120)을 갖지만, 이들은 누락되어 있고(도 5b), 이전층(140) 내의 타겟(120)의 분할에 평행하고(도 5a) 또는 수직일 수도 있는(도 5c) 현재층(150) 내의 타겟(120)의 분할에서 상이하다. 명백하게, 임의의 요소의 임의의 분할 특징부는 요구에 따라 수정될 수도 있고, 어느 하나의 방향에서 그리고 어느 하나의 구조체 내의 피치는 다양할 수도 있다. 적절한 측정 조건(예를 들어, 편광 상세, 파장)이 타겟 구조체(120)와 이들의 배경(110) 사이에 콘트라스트를 산출하도록 적용될 수도 있다. 특정 실시예에서, 오버레이가 타겟(100)의 산란광학 측정뿐만 아니라 그 이미징 측정을 가능하게 하기 위해 층(140, 150)의 요소[예를 들어, 도 5c의 타겟(100) 내의 타겟 구조체(120) 참조] 사이에 유도될 수도 있다.

[0033] 도 5d는 2개의 1차원 오버레이 측정을 가능하게 하는 AIM형 타겟을 위한 분할형 설계를 개략적으로 도시하고 있다. 도 5e는 산란광학 측정을 가능하게 하는 산란광학 타겟을 위한 분할형 설계를 개략적으로 도시하고 있다. 도 5f는 상기 설계들 중 임의의 하나에 적용가능할 수도 있는 확대된 특징부를 갖는 분할형 설계를 개략적으로 도시하고 있다. 도 5d 및 도 5e는 이러한 각각의 타겟으로의 개시된 설계 원리의 적용을 위한 단지 단일의 예를 표현하고 있고, 상기에 개시된 가이드라인에 따른 전체 다양한 가능한 설계는 본 명세서에 개시되기로 한다. 도시되는 경우에, 현재층(140) 내의 배경(110) 및 타겟 구조체(120)는 수직으로 분할되고, 반면에 현재층(150) 내의 타겟 구조체는 연속적이다(즉, 층만한 또는 간극 바아). 분할은 이전층(140) 내의 배경(110) 및 타겟 구조체(120)의 분할에 대해 상이한 방위(orientation)로, 현재층(150) 내의 배경 및 타겟 구조체 중 하나 또는 모두에 적용될 수도 있다. 현재층(140) 내의 상대 분할 방위 배경(110) 및 타겟 구조체(120)가 또한 수정될 수도 있고, 측정 조건(예를 들어, 편광 상세, 파장)이 이에 따라 조정될 수도 있다.

[0034] 도 5f를 참조하면, 배경(110) 및 타겟 구조체(120)의 분할 특징부들 사이의 거리(d)는 지정된 특성(편광의 파장, 유형 및 방향 등)을 갖는 편광광을 사용하여 타겟 구조체(120)와 연관된 측정을 최적화하도록 선택될 수도 있다.

[0035] 상이한 방위를 갖는 타겟 구조체(120)와 배경(110) 사이의 경계의 반사는 라인 중점, 라인 에지 거칠기 및 라인들 사이의 거리의 품질 및 특성에 강력하게 의존할 수도 있다. 도 5f에 도시되는 것과 유사한 타겟(100)이 이들 파라미터를 정량화하고 모니터링하는 데 사용될 수도 있다. 예를 들어, 측벽각(side wall angle: SWA)은 타겟 구조체(120)와 배경 영역(110) 사이의 거리(d)를 규정하는 측벽의 각도일 수도 있는데, 예를 들어 동일한 SWA는



모든 라인에 대해 동일한 거리(d)를 나타낼 수도 있고, 반면에 라인 SWA의 차이는 라인 종점 및 에지 품질 내의 패턴 배치 에러 또는 큰 편차에 대한 표시(indication)로서 사용될 수도 있다. 특정 실시예에서, 거리(d)는 수 나노미터의 작은 범위 내에서, 평행 라인들 사이에서 변동될 수도 있다(설계에 의해). 이러한 작은 변화 하에서, 측벽각은 거리(d)의 변화에 비례해야 하고, 이러한 비례 거동으로부터의 임의의 편차는 리소그래피 프로세스의 품질을 나타내는데 사용될 수도 있고, 패턴닝은 디바이스의 스케일을 공격하기 때문에, 의존성 SWA(d)는 디바이스 품질에 대한 직접 표시로서 사용될 수도 있다. 특정 실시예에서, 거리(d)의 의도적인 편차는 모니터링 및 제어 목적을 위해 스캐너 포커스 및 도즈 편차에 대한 타겟 감도를 향상시키기 위해 광학 CD 타겟에 사용될 수도 있다. 특정 실시예에서, 편광 파라미터는 상이한 편광 파라미터에 대한 상이한 타겟 응답으로부터 추가 정보를 추출하도록 변경될 수도 있다.

[0036] 도 6a 내지 도 6m은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 광학 조명 및 측정 시스템(200)의 고레벨 개략도이다. 모든 도면에서, 비편광 광원(70)이 대물렌즈(77)를 거쳐 웨이퍼(75) 상에 타겟(100)의 편광된 조명을 제공하도록 수정되어 있다. 렌즈(79)를 거쳐 검출기(80)(CCD 카메라와 같은)로 유도된 집속된 조명은 그 조명과 유사하게 또는 상이하게 편광될 수도 있다.

[0037] 예를 들어, 도 6a는 각각의 아암 내의 두 가지 유형의 편광(예를 들어, s- 및 p-편광)을 취급하기 위한 셔터(220, 230) 및 미러(225, 235)를 각각 갖는 편광빔 스플리터(Polarizing Beam Splitter: PBS)를 사용하는 것을 개략적으로 도시하고 있다. 최종 조명빔은 2개의 아암으로부터 빔 스플리터(240)를 통해 합성되고 빔 스플리터(78)를 거쳐 광학 측정축으로 안내된다. 이 구성에서, 조명빔의 편광은 셔터(220, 230)에 의해 제어된다. 다른 예에서, 도 6b는 조명빔 편광을 수정하는 데 사용된 액추에이터(250)와 연관된 회전 또는 병진 플레이트(255) 내에 매립될 수도 있는 편광기(220, 230)를 제어함으로써 조명 편광을 구현하는 것을 도시하고 있다.

[0038] 도 6c 및 도 6d는 조명빔 편광을 제어하고 측정으로부터 0차 패턴을 제거하기 위해 간섭계(260)를 사용하는 광학계(200)의 고레벨 개략도이다. 조명은 광원(70)으로부터 렌즈(72)를 거쳐 그리고 빔 스플리터(78)를 통해 간섭계(260)로 제공되고, 이 간섭계는 0차 요소 성분의 상쇄 간섭을 산출하는 데 사용되는 포커싱 또는 비포커싱 광학 요소(도 6c, 도 6d에서 각각 262, 263) 및 미러(261)[미러(261)는 주기적 구조체가 결합되어 있고 따라서 단지 0차 조명만을 반사하기 때문에]를 포함할 수도 있다. 조명빔은 부가적으로 예를 들어, 도 6a, 도 6b 또는 다른 것에 따라, 편광될 수도 있다.

[0039] 도 6e는 미국 특허 제7,528,941호에 교시된 원리에 따라 설계된 물리적 0차 차단기(zeroth order blocker)(270)를 개략적으로 도시하고 있다. 이 광학 구성에 있어서, 타겟(100)은 주기적이어야 하며, 조명 파장 및 타겟 피치는 동공 평면(275)에서 반사된 차수들 사이에 공간 분리를 생성하도록 선택된다[렌즈(274)에 의한 포커싱 후에]. 0차 차수는 이어서 기하학적으로 차단된다[측정빔의 중앙 섹션이 동공 평면(275) 후에 차단되고 - 화살표는 차단된 영역에 그려진 것임을 주목해야 한다]. 조명빔은 부가적으로, 예를 들어 도 6a, 도 6b 또는 다른 것에 따라, 편광될 수도 있다.

[0040] 도 6f 내지 도 6j는 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광광을 사용하여 타겟(100)을 측정하기 위한 가변 지연 편광기(variable retarder polarizer)(280)를 갖는 광학계의 고레벨 개략도이다. 도 6f 내지 도 6h는 반사된(집속) 빔이 가변 지연 편광기(280)에 의해 편광되는 실시예를 개략적으로 도시하고 있고, 반면에 도 6i 내지 도 6j는 입사빔이 가변 지연 편광기(280)에 의해 편광되는 실시예를 개략적으로 도시하고 있다. 구성요소 및 광학 요소[광원(70), 렌즈(72), 빔 스플리터(78), 대물렌즈(77), 웨이퍼(75), 렌즈(79) 및 검출기(80)]의 표기는 도 6a 내지 도 6e에서의 표기와 유사하고, 도면 부호 79A는 동공 평면에서의 개구를 나타낸다. 도 6f는 이미징 측정을 위해 사용될 수도 있는 광학계를 도시하고 있고, 반면에 도 6g 내지 도 6h는 산란광학 측정을 위해 사용될 수도 있는 광학계를 도시하고 있다. 도 6i 및 도 6j는 이미징 및 산란광학 측정을 위해 각각 사용될 수도 있는 광학계를 도시하고 있다.

[0041] 도 6k 내지 도 6m은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른, 편광광을 사용하여 타겟(100)을 측정하기 위한, 가변 지연 편광기(280)를 갖는 광학계의 고레벨 개략도이다. 도 6k 및 도 6l은 두 가지 유형의 편광광, 예를 들어 s-편광 및 p-편광광(70A, 70B) 각각을 생성하는, 편광된 조명에 대한 광원을 개략적으로 도시하고 있다. 도 6k는 셔터(220, 230)(도 6a에서와 같이)를 갖는 편광빔 스플리터(PBS)(210)의 사용을 도시하고 있고, 도 6l은 셔터(220, 230) 대신에 가변 지연 편광기(280)의 사용을 도시하고 있고, 양 경우에 상이하게 편광된 광이 각각의 커플러 및 파이버(70A, 70B)를 거쳐 도 6m에 개략적으로 도시되어 있는 측정부로 전달된다. 도 6m은 각각의 광원(70A, 70B)으로부터 s- 및 p-편광된 빔이 각각의 렌즈(72A, 72B), s- 및 p-어포다이저(apodizer)(73A, 73B), 각각의 미러(225, 235)를 거쳐 PBS(240A, 240B)로 전달되고, 이 PBS는 빔 스플리터(78) 내로 그리고 타겟(100) 상에

편광된 빔을 도입하고 각각의 s- 및 p-검출기(80A, 80B)에 반사된 빔을 전달하는 측정부를 개략적으로 도시하고 있다.

[0042] 바람직하게는, 콘트라스트가 상이한 재료의 충전물의 차이보다는 또는 그에 추가하여 상이한 편광 특성으로부터 유래하는 개시된 광학 계측 타겟은 완전히 프로세스 호환적이도록 설계되고 디바이스 파라미터에 따라(예를 들어, 임계 치수 및 피치와 관련하여) 설계될 수도 있다. 상이한 구성에서 조명 및/또는 집속빔의 편광은 개시된 타겟의 콘트라스트를 향상시키는 데 사용될 수도 있다. 타겟 및 편광광에 의한 측정은 더욱이 광학 오버레이 계측을 사용하는 디바이스형 특징부의 라인 종점의 균일성 및 라인 에지 거칠기의 측정을 용이하게 할 수도 있다. 더욱이, 방위 라인 공간의 각각의 그룹 또는 상이한 방위 라인의 조합이 예를 들어, 스캐너 포커스 및 도즈의 모니터 및 제어를 위해 OCD 용례를 위한 타겟으로서 사용될 수도 있다.

[0043] 도 7은 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 방법(300)을 도시하고 있는 고레벨 흐름도이다. 방법(300)은 이들의 순서에 무관하게, 임의의 이하의 단계들과 같은 타겟(100)을 설계하고, 제조하고 그리고/또는 측정하기 위한 단계들을 포함할 수도 있다. 방법(300)의 단계들은 적어도 하나의 컴퓨터 프로세서에 의해 적어도 부분적으로 수행될 수도 있다(단계 370). 특정 실시예는 컴퓨터 판독가능 프로그램이 포함되어 있는 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함하는 컴퓨터 프로그램 제품을 포함한다. 컴퓨터 판독가능 프로그램은 적어도 부분적으로, 방법(300)의 단계들 중 임의의 것을 수행하도록 구성될 수도 있다. 개시된 발명은 방법(300)의 단계들에 따라 설계되고 생성된 타겟 설계 파일 및 타겟, 뿐만 아니라 임의의 개시된 계측 타겟의 계측 측정을 포함한다.

[0044] 방법(300)은 편광광 내에서는 타겟 구조체의 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 높은 콘트라스트를 가지면서 비편광광 내에서는 그 배경에 대한 특정 콘트라스트 임계치보다 낮은 콘트라스트를 갖도록 타겟 구조체를 설계하는 단계를 포함한다(단계 310). 방법(300)은 그 배경 특징부에 수직인 특징부를 갖도록 타겟 구조체를 구성하는 단계를 더 포함할 수도 있다(단계 320). 방법(300)은 그 제조 프로세스에 대해 완전히 프로세스 호환성이 있도록 하고 따라서 편광된 조명을 사용하여 콘트라스트를 유지하면서 프로세스 호환성을 달성하도록 타겟 구조체를 설계하는 단계를 포함한다(단계 325).

[0045] 특정 실시예에서, 방법(300)은 편광광 내에서 그 배경에 대한 타겟 구조체의 콘트라스트를 유지하고(단계 330) 또는 향상시키기 위해(단계 340) 타겟 구조체의 영역 내에 추가 층을 설계하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 특정 실시예에서, 방법(300)은 콘트라스트를 향상시키기 위해 분할 피치를 선택하는 단계를 더 포함한다(단계 345). 방법(300)은 그 배경 특징부로부터 지정된 정도로 타겟 구조체를 이격시키는 단계를 더 포함할 수도 있다(단계 350). 특정 실시예에서, 방법(300)은 콘트라스트를 향상시키고 측정의 비교로부터 추가 정보를 도출하기 위해 가능하게는 상이한 조명 특성(편광, 파장, 포커스 등)을 갖는 2개 이상의 측정을 사용하는 단계를 더 포함한다(단계 355). 타겟(100)의 및/또는 방법(300)에 따른 각각의 계측 측정은 마찬가지로 본 발명의 부분이다. 방법(300)은 다양한 조명 조건 하에서 반복적으로 타겟 구조체를 측정하는 단계 및 복수회 측정으로부터 추가 측정 데이터를 도출하는 단계를 포함할 수도 있고, 계측 측정은 다양한 조명 조건 하에서 각각의 복수회 측정 및 유도된 추가 측정 데이터를 포함할 수도 있다.

[0046] 방법(300)은 설계된 타겟 구조체(단계 375) 및 각각의 타겟 설계 파일을 생성하는 단계를 더 포함할 수도 있다. 이러한 설계 파일은 마찬가지로 본 발명의 부분이다. 방법(300)은 프로세스 호환적이며 편광된 조명 하에서 콘트라스트를 나타내도록 임의의 타겟 유형을 적응시키는 단계를 더 포함할 수도 있다(단계 365).

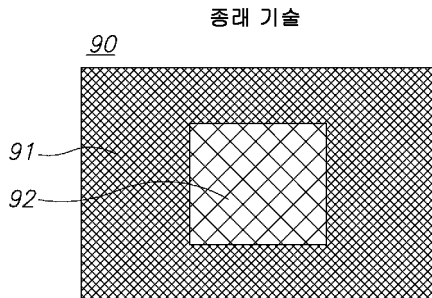
[0047] 특정 실시예에서, 방법(300)은 그 배경으로부터 타겟 구조체를 구별하기 위해 편광광 내의 타겟 구조체를 측정하는 단계(단계 380) 및 타겟 구조체 콘트라스트와 그 배경 사이의 콘트라스트를 향상시키기 위해 각각의 층에 대한 측정 조건을 가능하게 조정하는 단계(단계 360)를 더 포함할 수도 있다. 측정(380)은 결합된 편광기, 측정의 광학 경로 내의 교번적인 편광기, 간섭계, 가변 지연 편광기(조명 및/또는 집속빔에 적용됨), 동공 평면에서의 0차 차단기 및/또는 편광된 광원 또는 이들의 조합 중 임의의 하나를 사용하여 수행될 수도 있다(단계 390).

[0048] 바람직하게는, 개시된 발명은 콘트라스트가 상이한 재료의 충전물의 차이보다는(또는 그에 추가하여) 상이한 편광 특성으로부터 유래하는 광학 계측 타겟(100)을 제공한다. 각각의 방법(300)은 이러한 타겟의 설계 원리에 대한 가이드라인을 제공한다. 광학 계측 타겟은 디바이스 파라미터에 따라(예를 들어, 임계 치수 및 피치에 대해) 완전히 설계됨으로써 완전히 프로세스 호환성이 있도록 설계될 수도 있다. 개시된 발명은 또한 편광 및/또는 0차 차단 및/또는 0차 상쇄 간섭을 사용하여 이러한 타겟을 측정하는 것이 가능한 광학계를 제공한다. 조명 및/또는 집속빔의 편광은 이들의 배경(120)에 대한 타겟 구조체(110)의 콘트라스트를 향상시키기 위해 상이한 구성으로 구현될 수도 있다.

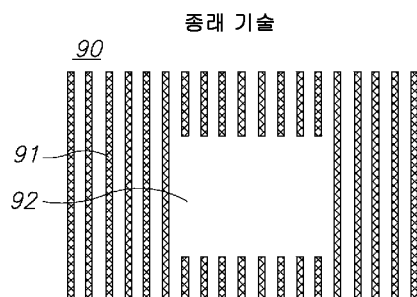
- [0049] 상기 설명에서, 실시예는 본 발명의 예 또는 구현예이다. "일 실시예", "실시예", "특정 실시예" 또는 "몇몇 실시예"의 다양한 출현은 반드시 모두 동일한 실시예를 칭하는 것은 아니다.
- [0050] 본 발명의 다양한 특징이 단일의 실시예와 관련하여 설명될 수도 있지만, 특징은 또한 개별적으로 또는 임의의 적합한 조합으로 제공될 수도 있다. 역으로, 본 발명이 명료화를 위해 개별 실시예와 관련하여 본 명세서에 설명될 수도 있지만, 본 발명은 단일의 실시예에서 또한 구현될 수도 있다.
- [0051] 본 발명의 특정 실시예는 상기 개시된 상이한 실시예로부터의 특징들을 포함할 수도 있고, 특정 실시예는 상기 개시된 다른 실시예로부터의 요소를 구비할 수도 있다. 특정 실시예와 관련하여 본 발명의 요소의 개시내용은 특정 실시예에만 사용되는 것에 한정으로서 취해져서는 안된다.
- [0052] 더욱이, 본 발명이 다양한 방식으로 수행 또는 실시될 수 있는 것과 본 발명이 이상의 설명에서 서술한 것 이외의 소정의 실시예로 구현될 수 있는 것은 물론이다.
- [0053] 본 발명은 도면 또는 대응하는 설명에 한정되지 않는다. 예를 들어, 플로우가 각각의 도시하는 박스 또는 상태를 통과하거나 도시하고 설명한 바와 같은 똑같은 순서로 행해질 필요는 없다.
- [0054] 본 명세서에서 사용한 기술 및 과학적 용어의 의미는 다르게 정의되지 않는 한, 본 발명이 속하는 기술분야에 종사하는 사람들이 일반적으로 이해하는 것이다.
- [0055] 제한된 수의 실시예에 대해서 본 발명을 설명하였지만, 이들 실시예는 본 발명의 범주에 대한 제한으로서 해석되는 것이 아니라 양호한 실시예들 중 일부의 예증으로서 해석되어야 한다. 다른 가능한 변형, 변경 및 적용도 본 발명의 범주 내에 있다. 따라서, 본 발명의 범주는 지금까지 설명한 것에 의해 제한되는 것이 아니라, 첨부하는 청구범위 및 그것의 법적 균등물에 의해 제한되어야 한다.

## 도면

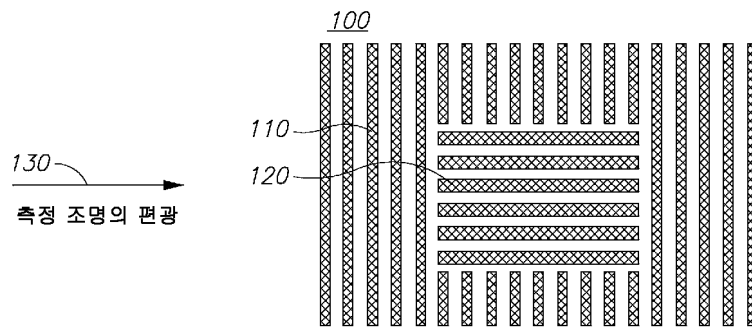
### 도면1a



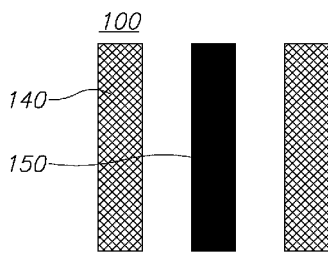
### 도면1b



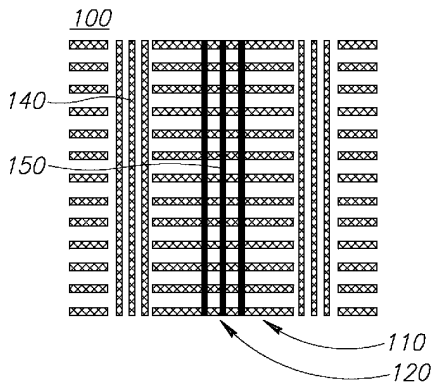
도면2



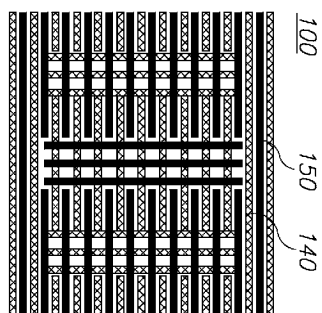
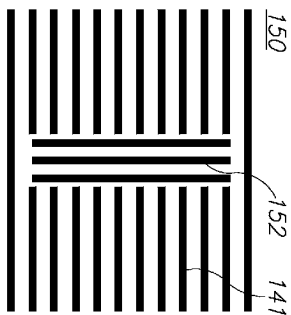
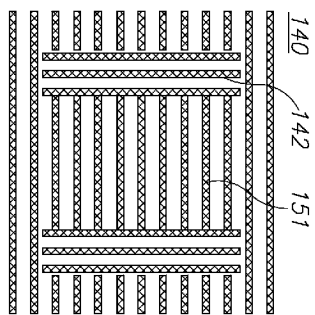
도면3a



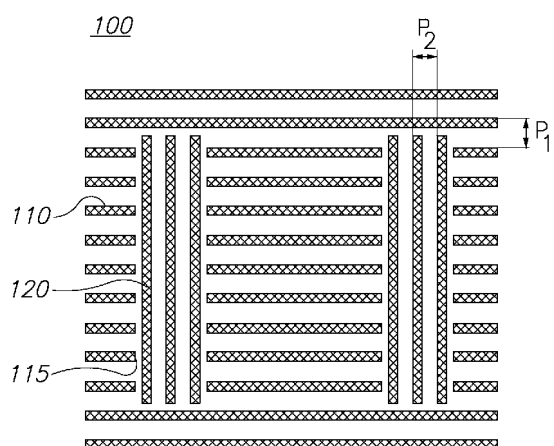
도면3b



도면3c

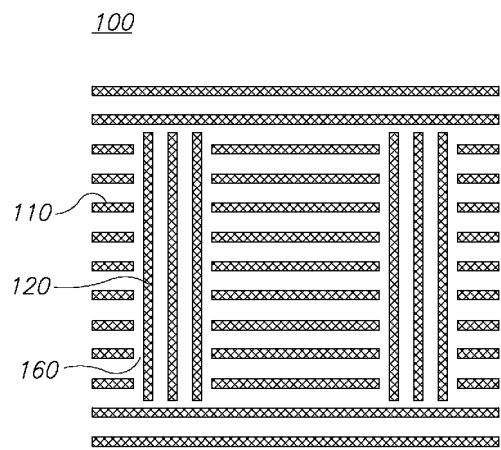


도면4a

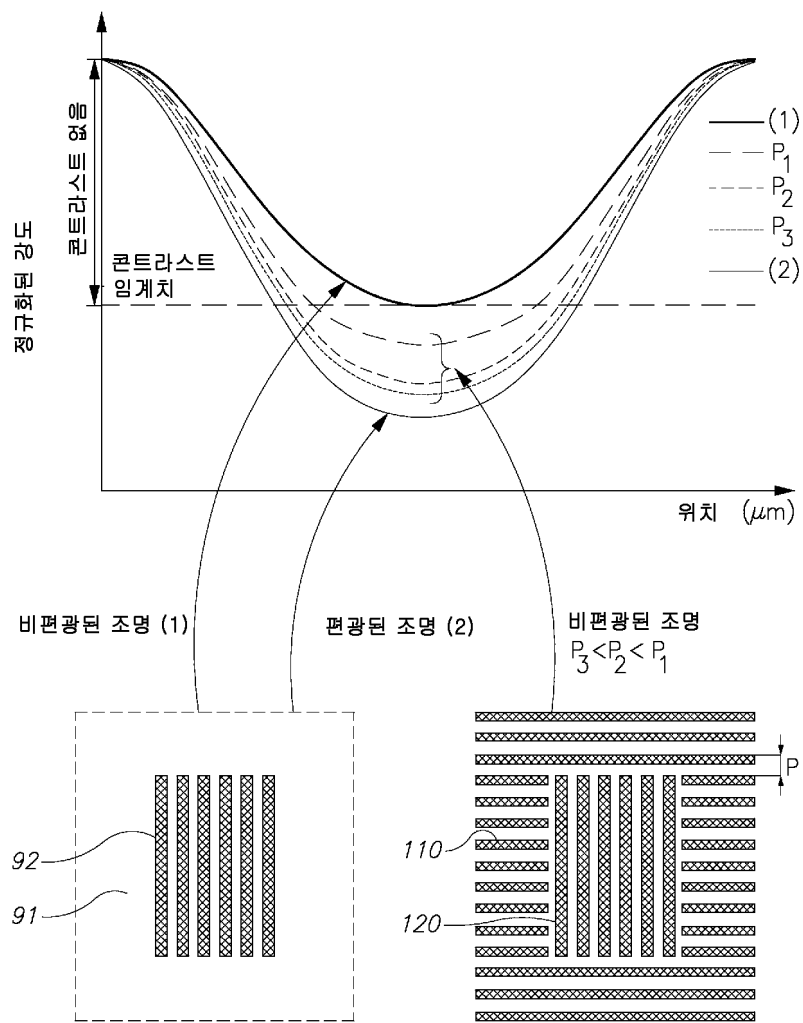




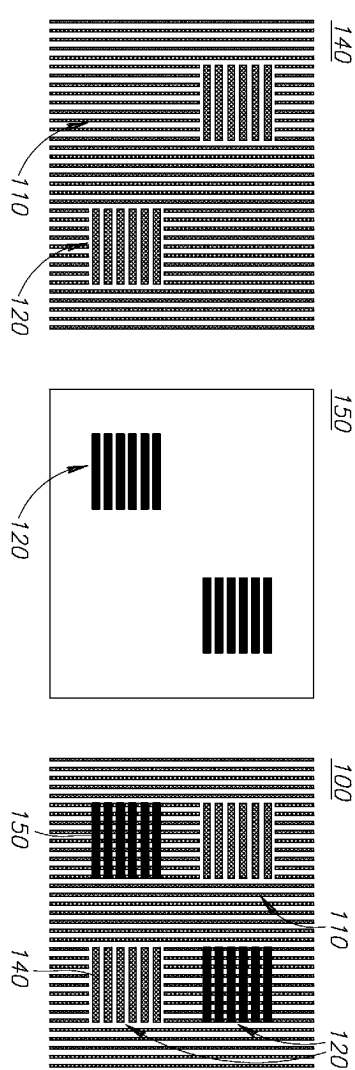
도면4b



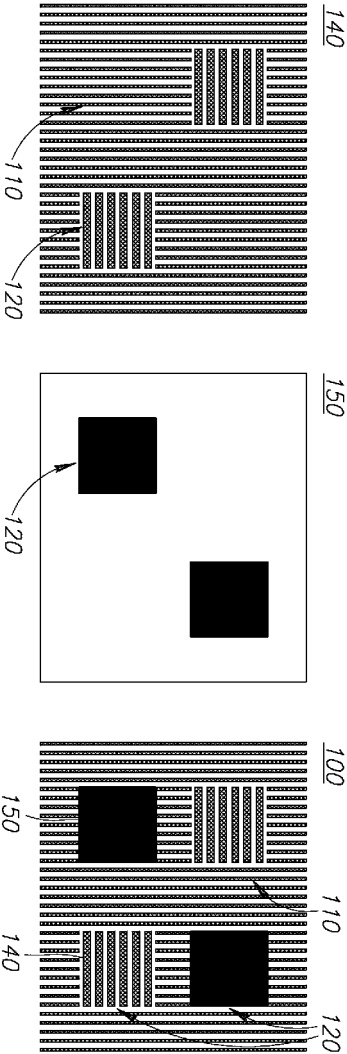
도면4c



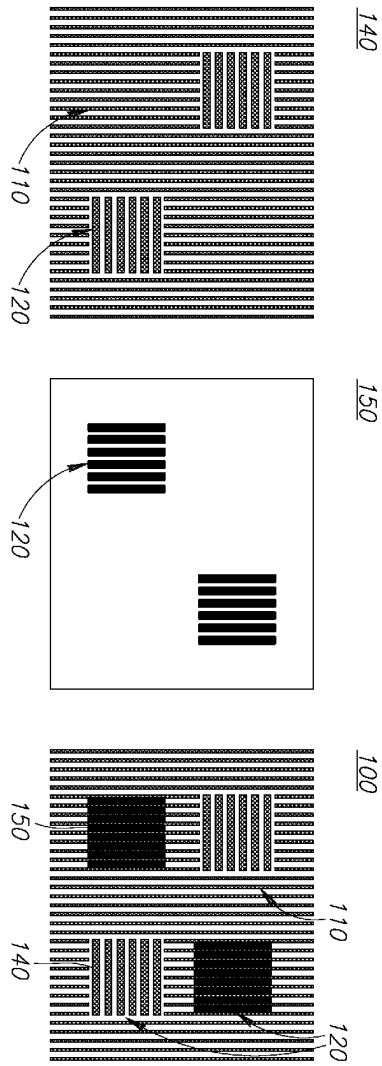
도면5a



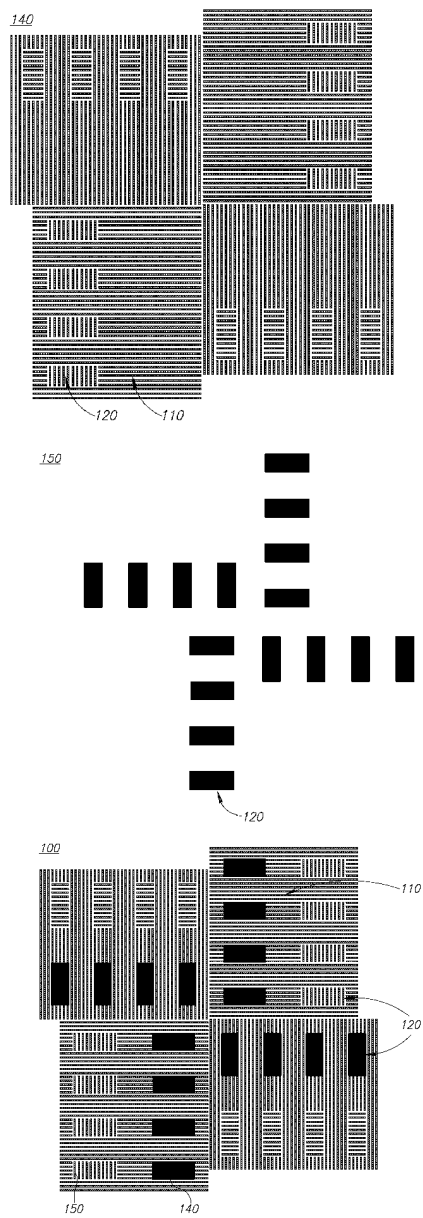
도면5b



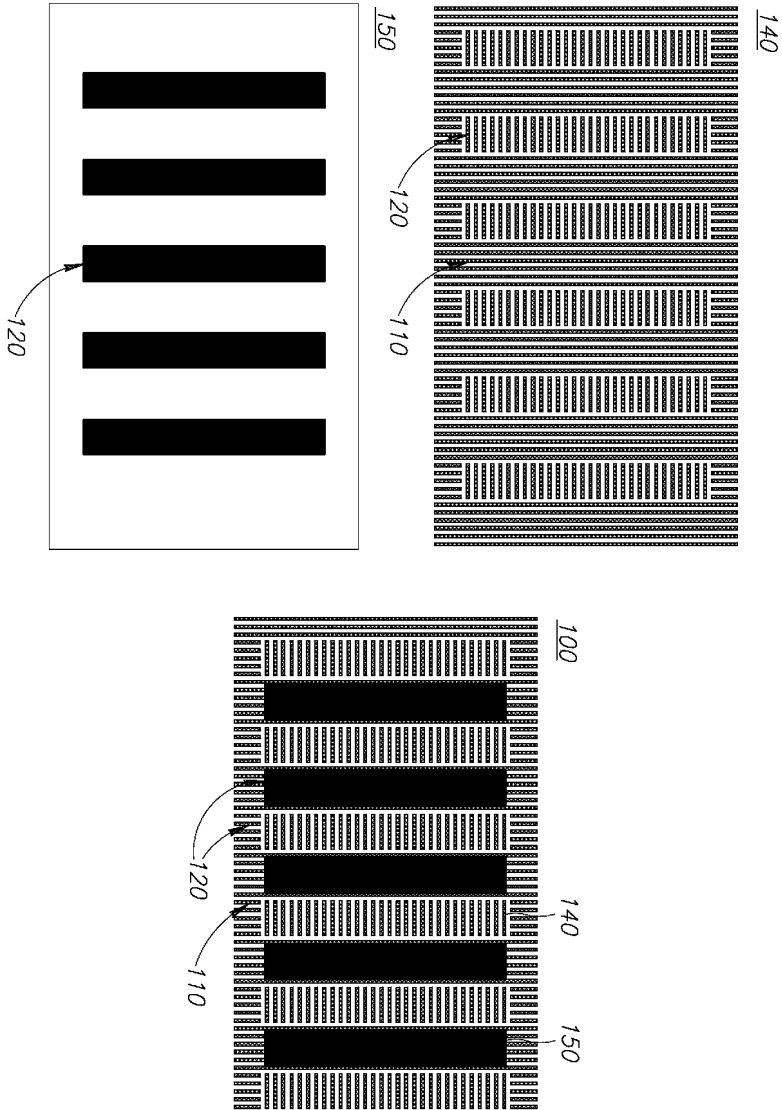
도면5c



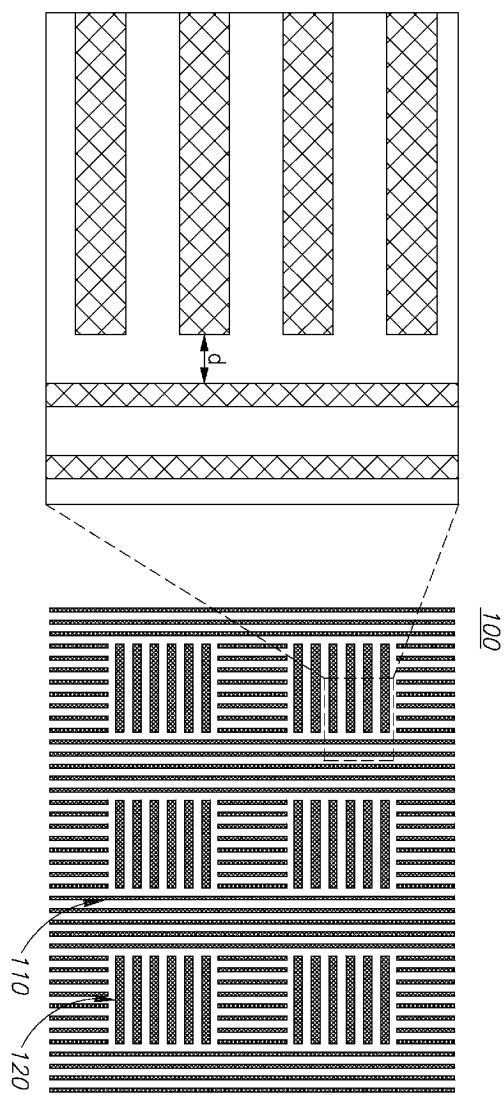
도면5d



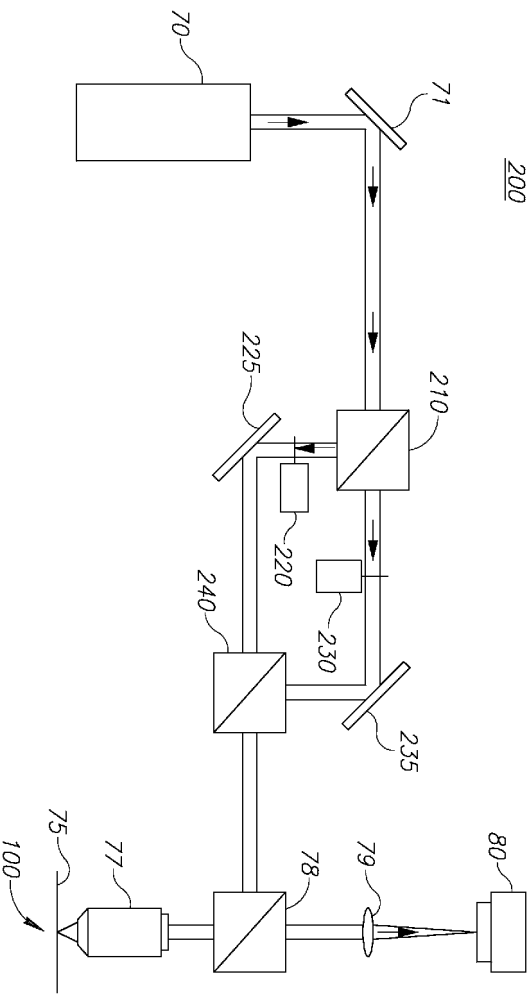
도면5e



도면5f

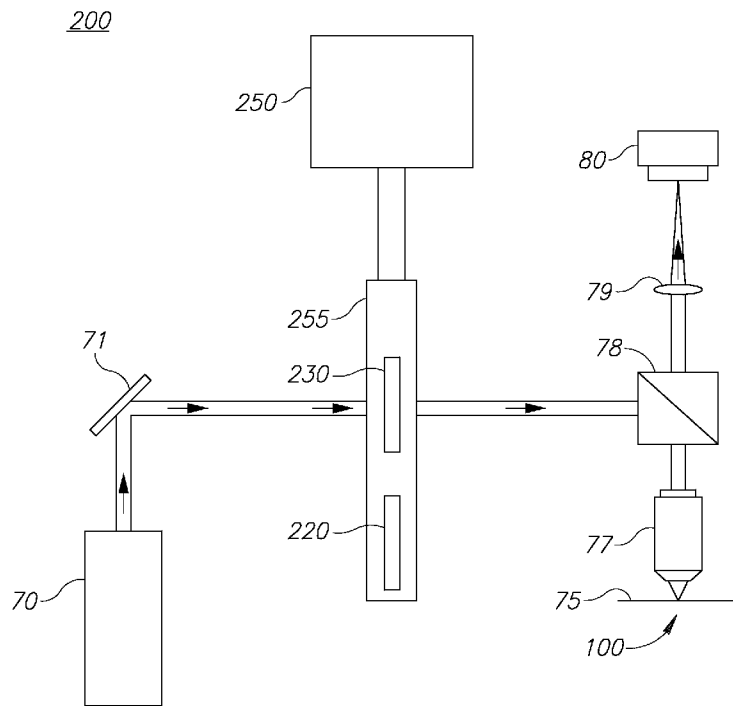


도면6a

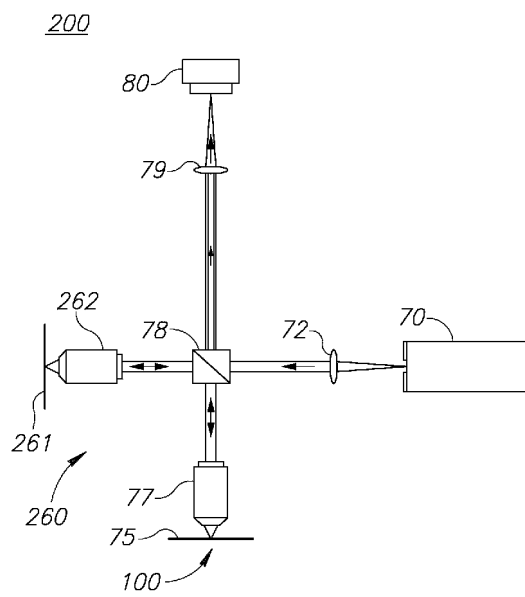




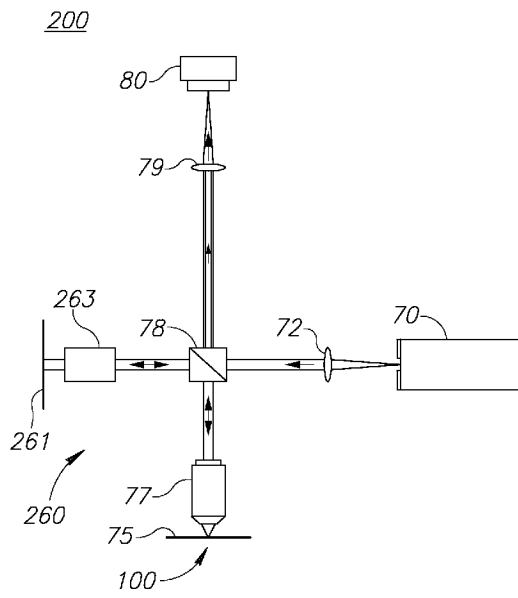
도면6b



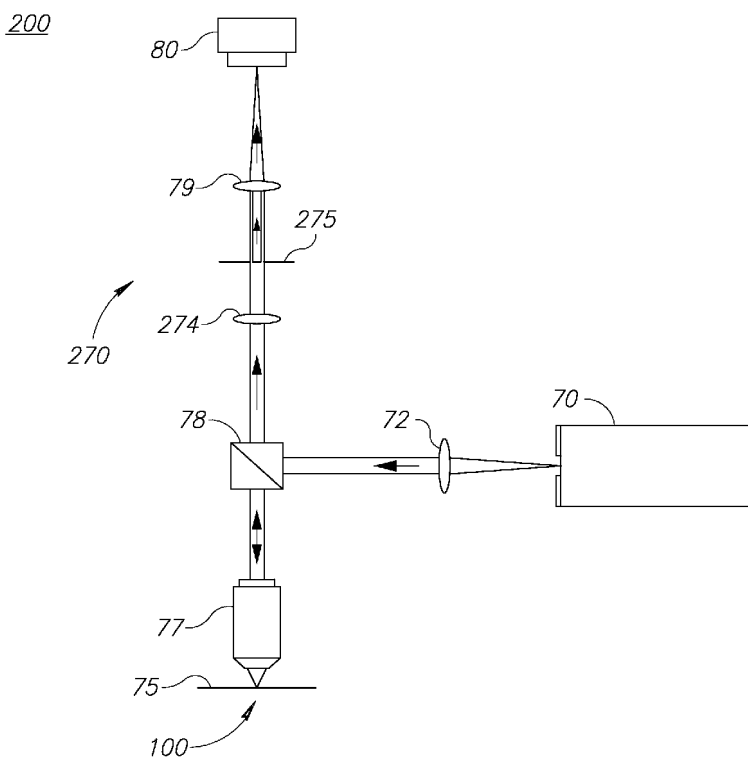
도면6c



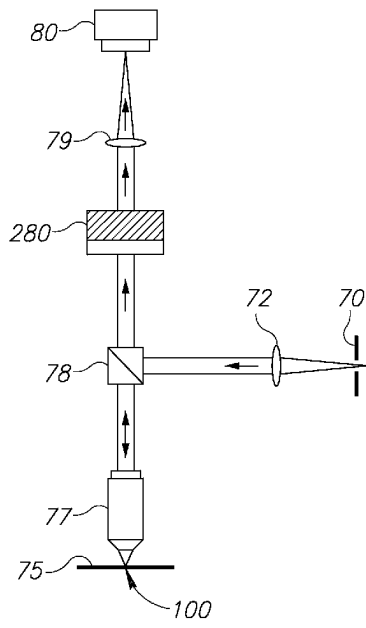
도면6d



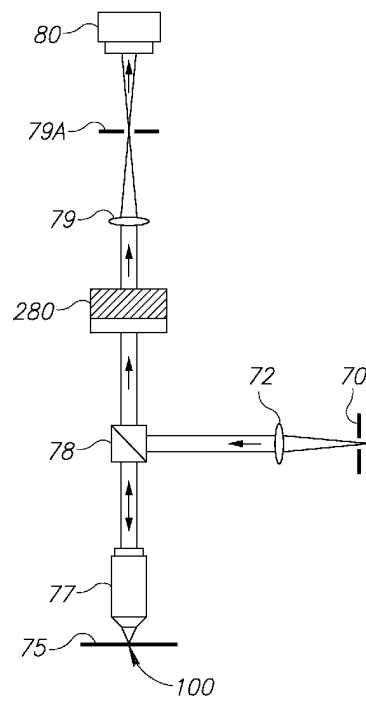
도면6e



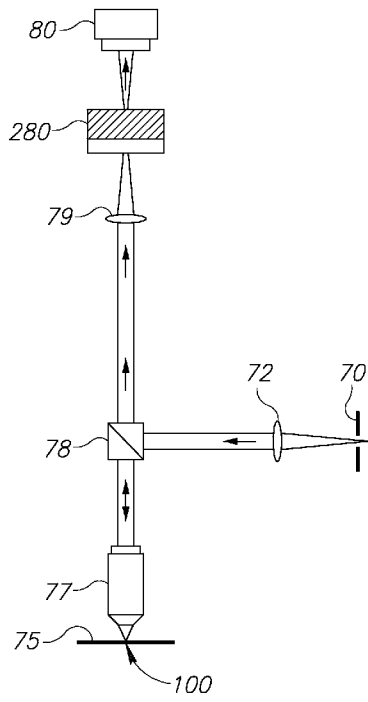
도면6f



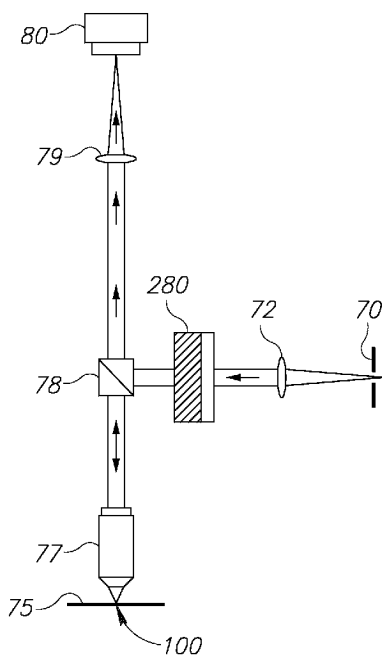
도면6g



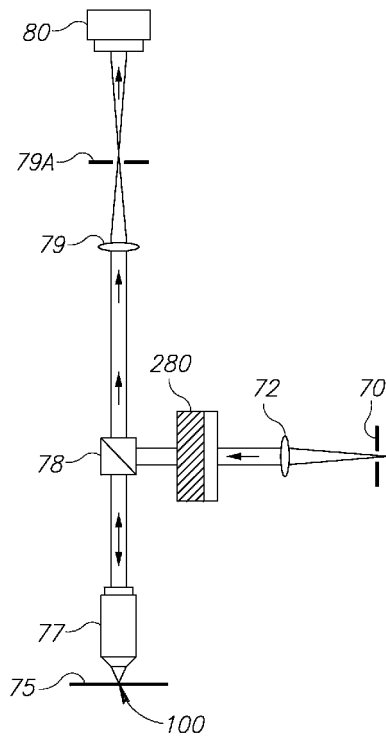
도면6h



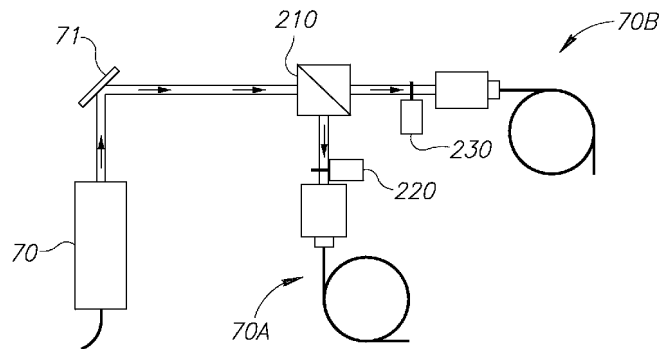
도면6i



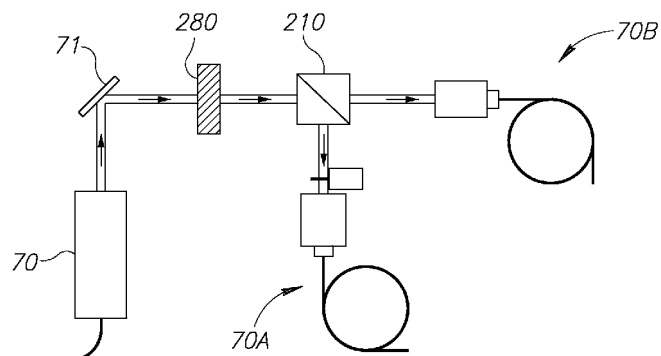
도면6j



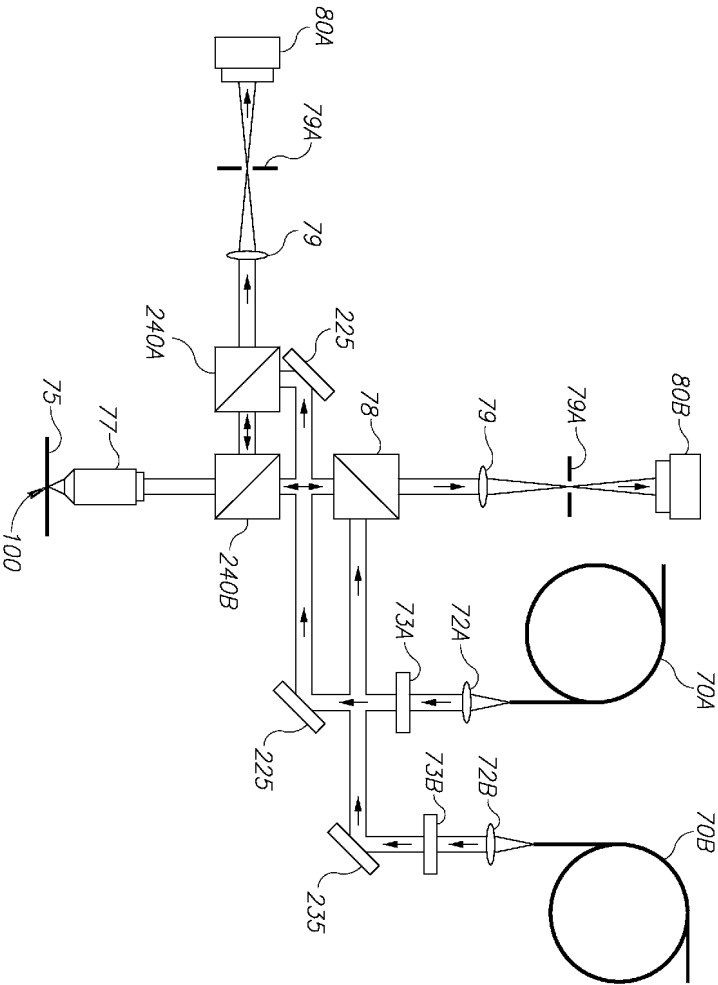
도면6k



도면6l

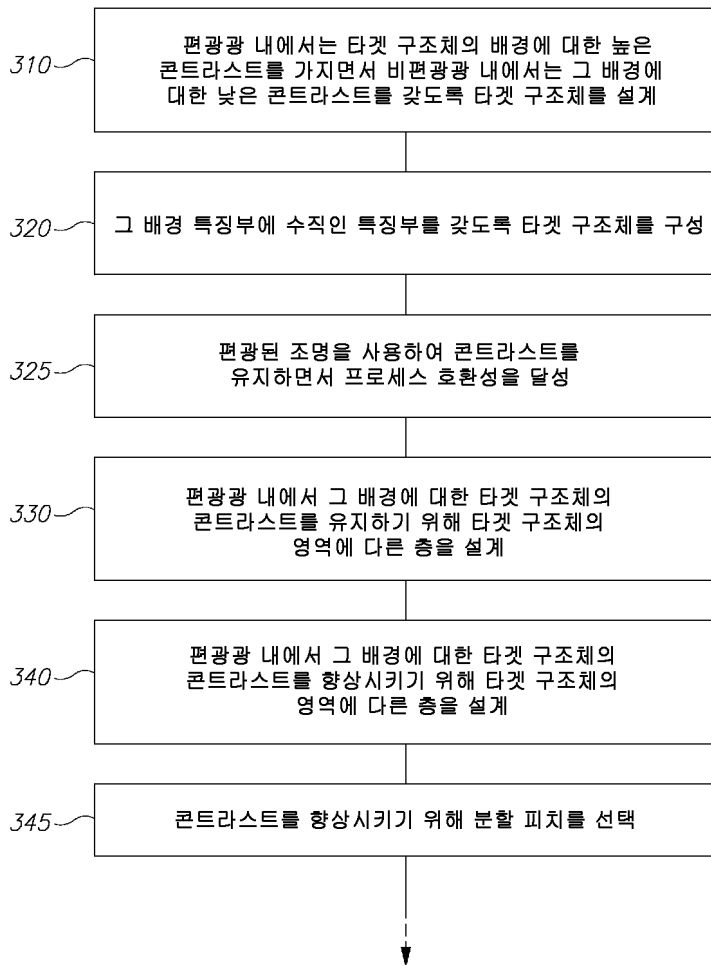


도면6m

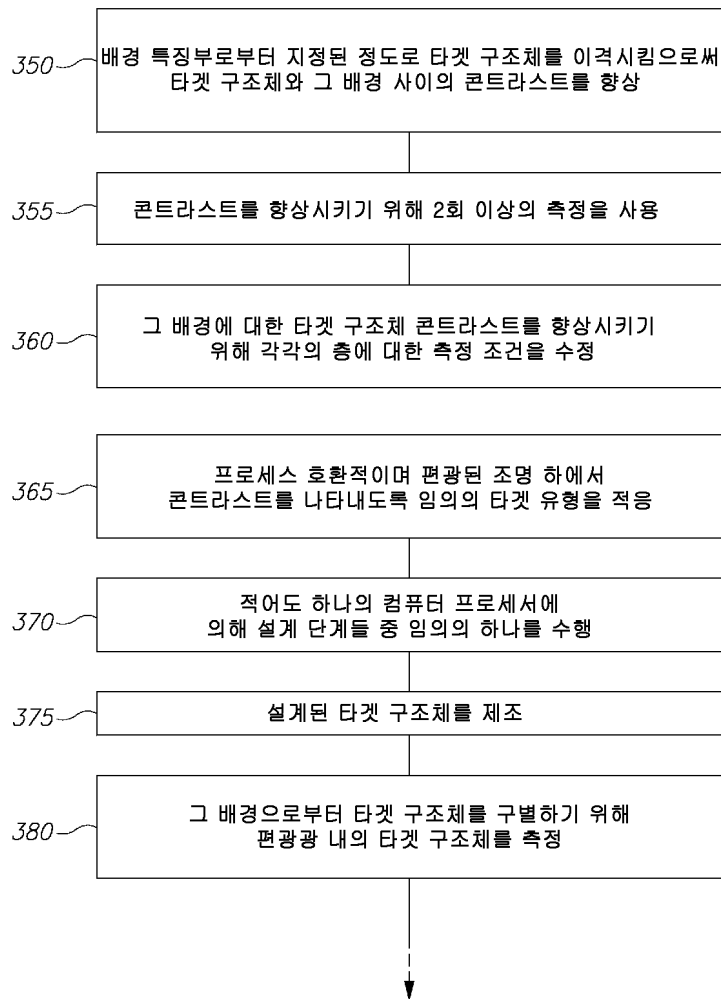


도면7

300



도면7a



도면7b

