



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0005288  
(43) 공개일자 2011년01월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/302 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7026139

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년04월16일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년11월22일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/002782

(87) 국제공개번호 WO 2009/129960

국제공개일자 2009년10월29일

(30) 우선권주장

61/071,345 2008년04월23일 미국(US)

(71) 출원인

에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.

네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501

(72) 발명자

스카카바로찌, 루이지

네덜란드 엔엘-5554 케데 발켄스바르트 데 피레 39

이바노프, 블라디미르 비탈에비치

러시아 119421 모스크바 노바토로프 스트리트 36-3-336

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

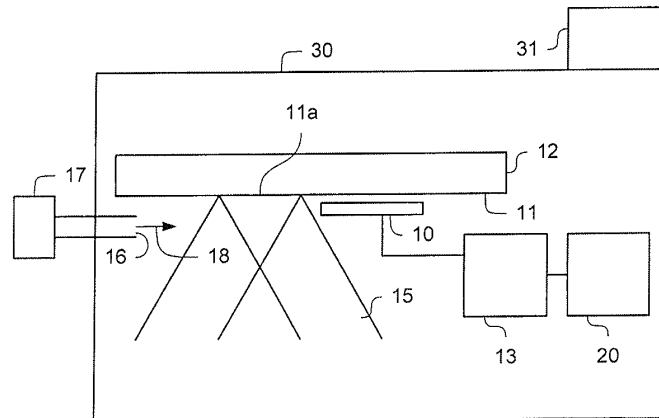
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 리소그래피 장치, 디바이스 제조 방법, 세정 시스템 및 패터닝 디바이스 세정 방법

(57) 요약

리소그래피 장치는 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템, 및 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체를 포함한다. 상기 패터닝 디바이스는 상기 방사선 빔에 패턴을 부여하도록 구성된다. 상기 장치는 상기 패터닝 디바이스 상에 존재하고 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전되는 오염 입자들에 정전기력을 제공하여, 상기 패터닝 디바이스로부터 상기 오염 입자들을 제거하도록 구성된 패터닝 디바이스 세정 시스템을 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**코셀레프, 콘스탄틴 니콜라에비치**

러시아 142190 트로이츠크 모스크바 리전 슈콜나야 스트리트 4

**무어스, 요한네스 후베르투스 요제피나**

네덜란드 엔엘-5709 엠테 헬몬트 디어동크란 56

**스티븐스, 루카스 헨리쿠스 요한네스**

네덜란드 엔엘-5658 에에 아인트호벤 그라시스에 15

**안치페로프, 파벨 스타니슬라보비치**

러시아 142190 트로이츠크 모스크바 리전 유빌레이 나야 4 에이피피 6

**크리브트선, 블라디미르 미하일로비치**

러시아 142190 트로이츠크 모스크바 리전 오키야브 르스키 피알. 23-85

**도로킨, 레오니드 알렉산드로비치**

러시아 142190 트로이츠크 모스크바 리전 센트랄 스트리트 22 에이피피. 140

**반 캄펜, 마르텐**

네덜란드 엔엘-5612 데체트 아인트호벤 벤베르크세 몰렌 179

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

리소그래피 장치에 있어서,

방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템;

패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체 - 상기 패터닝 디바이스는 상기 방사선 빔에 패턴을 부여하도록 구성됨 - ; 및

상기 패터닝 디바이스 상에 존재하고 상기 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전(charge)되는 오염 입자들에 정전기력을 제공하여, 상기 패터닝 디바이스로부터 상기 오염 입자들을 제거하도록 구성된 패터닝 디바이스 세정 시스템을 포함하는 리소그래피 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 오염 입자들은 상기 방사선 빔에 의해 유도된 광전기 효과에 의해 전기적으로 하전되는 리소그래피 장치.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

플라즈마를 생성하기 위해 상기 패터닝 디바이스에 인접하여 가스를 통해 상기 방사선 빔을 통과시키도록 구성되며, 상기 오염 입자들은 상기 플라즈마의 형성 동안에 방출된 전자들에 의해 전기적으로 하전되는 리소그래피 장치.

### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝 디바이스 세정 시스템은 상기 패터닝 디바이스가 상기 지지 구조체에 의해 지지될 때에 상기 패터닝 디바이스에 연결되고, 상기 패터닝 디바이스에 전하를 제공하도록 구성된 전압 공급원을 포함하여, 상기 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전된 오염 입자들이 상기 패터닝 디바이스로부터 정전기적으로 밀려나가는 리소그래피 장치.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에 상기 패터닝 디바이스와 접지 사이에 펄스화된 전압차를 제공하도록 구성되고, 상기 전압차의 펄스들은 상기 패터닝 디바이스 상에 입사하는 상기 방사선 빔의 펄스들과 동기화되는 리소그래피 장치.

### 청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에 상기 패터닝 디바이스와 접지 사이에 일정한 전압차를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 패터닝 디바이스와 접지 사이에 양 및/또는 음 전압차를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 리소그래피 장치의 작동 조건에 기초하여, 상기 패터닝 디바이스와 접지 사이에 양 또는 음 전압차를 제공하기 위해 상기 전압 공급원을 제어하도록 구성된 전압 공급원 제어를 더 포함하는 리소그래피 장치.

## 청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝 디바이스 세정 시스템은 세정 전극 및 상기 세정 전극에 연결된 전압 공급원을 포함하고, 상기 전압 공급원은 상기 세정 전극에 전하를 제공하도록 구성되어, 상기 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전된 오염 입자들이 정전기적으로 상기 세정 전극으로 당겨지는 리소그래피 장치.

## 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 세정 전극은, 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에, 상기 방사선 빔이 상기 패터닝 디바이스 상에 입사하는 영역에 바로 인접한 위치에서 상기 세정 전극이 상기 패터닝 디바이스에 인접하도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 리소그래피 장치의 작동 동안에, 상기 패터닝 디바이스가 상기 방사선 빔에 대해 이동되어, 상기 방사선 빔이 상기 패터닝 디바이스의 상이한 영역들 상에 입사하도록 구성되며, 상기 세정 전극은 상기 방사선 빔에 대한 상기 패터닝 디바이스의 이동 동안에 상기 세정 전극이 상기 방사선 빔에 대해 실질적으로 정지해 있어, 상기 방사선 빔이 입사하는 영역에 바로 인접하게 유지되도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 12

제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세정 전극은 적어도 부분적으로 접촉제로 코팅되고, 상기 접촉제는 상기 세정 전극으로 당겨진 오염 입자들이 상기 접촉제에 붙도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에 상기 세정 전극과 상기 패터닝 디바이스 및/또는 접지 사이의 펄스화된 전압차를 제공하도록 구성되며, 상기 전압차의 펄스들은 상기 패터닝 디바이스 상에 입사하는 상기 방사선 빔의 펄스들과 동기화되는 리소그래피 장치.

## 청구항 14

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에 상기 세정 전극과 상기 패터닝 디바이스 및/또는 접지 사이에 일정한 전압차를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 세정 전극 및 상기 패터닝 디바이스 및/또는 접지 사이에 양 및/또는 음 전압차를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

## 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 리소그래피 장치의 작동 조건에 기초하여, 상기 세정 전극 및 상기 패터닝 디바이스 및/또는 접지 사이에 양 또는 음 전압차를 제공하기 위해 상기 전압 공급원을 제어하도록 구성된 전압 공급원 제어기를 더 포함하는 리소그래피 장치.

#### 청구항 17

제 9 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

또 다른 세정 전극 - 상기 리소그래피 장치의 작동 동안에, 상기 또 다른 세정 전극은 상기 방사선 빔이 상기 패터닝 디바이스 상에 입사하는 영역에 바로 인접한 위치에서 상기 패터닝 디바이스에 인접하도록 구성됨 - 을 더 포함하고,

상기 전압 공급원은 상기 패터닝 디바이스와 상기 또 다른 세정 전극 사이에 전압차를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 상기 세정 전극들 중 하나에 양 전하를 제공하고, 상기 세정 전극들 중 다른 하나에 음 전하를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 전압 공급원은 각각의 전극들에 상기 전하들을 동시에 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 20

제 9 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝 디바이스 및 상기 세정 전극을 포함하도록 구성된 챔버, 및 상기 챔버 내의 가스의 압력을 상기 리소그래피 장치를 둘러싼 환경의 압력 이하로 감소시키도록 구성된 가스 제어 시스템을 더 포함하는 리소그래피 장치.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 가스 제어 시스템은 상기 챔버 내의 가스의 압력을 약  $3 \text{ N/m}^2$ 로 감소시키도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 가스 제어 시스템은 상기 챔버에 불활성 가스를 제공하도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 23

제 1 항 내지 제 22 항 중 어느 한 항에 있어서,

가스 공급원에 연결되고 상기 패터닝 디바이스에 가스의 유동을 제공하여, 상기 패터닝 디바이스 세정 시스템에 의해 상기 패터닝 디바이스로부터 제거된 패터닝 디바이스 오염 입자들을 멀리 이동시키도록 구성된 가스 유출구를 더 포함하는 리소그래피 장치.

#### 청구항 24

제 1 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된 상기 방사선 빔을 기관 상으로 투영하도록 구성된 투영 시스템을 더 포

합하는 리소그래피 장치.

#### 청구항 25

제 1 항 내지 제 24 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 리소그래피 장치는 상기 기관 상으로 EUV 방사선 빔을 패터닝하고 투영하도록 구성되는 리소그래피 장치.

#### 청구항 26

디바이스 제조 방법에 있어서,

패터닝 디바이스를 사용하여 방사선 빔을 패터닝하는 단계; 및

상기 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전된 오염 입자들에 정전기력을 인가함으로써 상기 패터닝 디바이스로부터 상기 오염 입자들을 제거하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법.

#### 청구항 27

방사선 빔에 패턴을 부여하도록 구성된 패터닝 디바이스용 세정 시스템에 있어서,

상기 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체;

상기 지지 구조체에 의해 지지된 상기 패터닝 디바이스에 인접하게 위치되도록 구성된 세정 전극; 및

패터닝 디바이스 상의 오염 입자들이 상기 패터닝 디바이스로부터 정전기적으로 밀려지고 및/또는 상기 세정 전극으로 정전기적으로 당겨지도록 상기 세정 전극과 상기 지지 구조체에 의해 지지된 상기 패터닝 디바이스 사이에 전압차를 조성하도록 구성된 전압 공급원을 포함하고,

상기 세정 전극은 상기 세정 전극을 가격(strike)한 오염 입자들에 붙도록 구성된 접촉제로 적어도 부분적으로 코팅되는 세정 시스템.

#### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 전압 공급원에 의해 조성된 전압차는 펄스화되는 세정 시스템.

#### 청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 펄스들은 약 1  $\mu$ s와 약 100 s 사이의 주기를 갖는 세정 시스템.

#### 청구항 30

제 27 항 내지 제 29 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전압 공급원에 의해 조성된 전압차는 약 0.5 kV와 약 15 kV 사이인 세정 시스템.

#### 청구항 31

제 27 항 내지 제 30 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 세정 전극은, 상기 전압 공급원이 상기 세정 전극과 상기 패터닝 디바이스 사이에 상기 전압차를 조성할 때, 상기 패터닝 디바이스의 표면으로부터 약 0.01  $\mu$ m와 약 1 mm 사이에 위치되는 세정 시스템.

#### 청구항 32

제 27 항 내지 제 31 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 전압 공급원에 의해 조성된 전압차는 적어도 약  $10^4$  V/cm의 상기 패터닝 디바이스에 인접한 전기장을 제공하는 세정 시스템.

### 청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 전압차는 약  $2 \times 10^6$  V/cm보다 더 큰 세정 시스템.

### 청구항 34

방사선 빔에 패턴을 부여하도록 구성된 패턴링 디바이스를 세정하는 방법에 있어서,

상기 패턴링 디바이스에 인접하게 세정 전극을 배치시키는 단계; 및

상기 패턴링 디바이스 상의 오염 입자들이 상기 패턴링 디바이스로부터 정전기적으로 밀려지고 및/또는 상기 세정 전극으로 정전기적으로 당겨지도록 상기 세정 전극과 상기 패턴링 디바이스 사이에 전압차를 조성하는 단계를 포함하고,

상기 세정 전극은 상기 세정 전극을 가격한 오염 입자들에 붙도록 구성된 접촉제로 적어도 부분적으로 코팅되는 패턴링 디바이스 세정 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2008년 4월 23일에 출원된 미국 가출원 61/071,345호의 이익을 주장하며, 이는 본 명세서에서 전문이 인용 참조된다.

[0002] 본 발명은 리소그래피 장치, 디바이스 제조 방법, 세정 시스템, 및 패턴링 디바이스 세정 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 리소그래피 장치는 기판 상에, 통상적으로는 기판의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(IC)의 제조시에 사용될 수 있다. 그 경우, 대안적으로 마스크 또는 레티클이라 칭하는 패턴링 디바이스가 IC의 개별층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 이 패턴은 기판(예컨대, 실리콘 웨이퍼) 상의 (예를 들어, 한 개 또는 수 개의 다이의 부분을 포함하는) 타겟부 상으로 전사(transfer)될 수 있다. 패턴의 전사는 통상적으로 기판 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트)층 상으로의 이미징(imaging)을 통해 수행된다. 일반적으로, 단일 기판은 연속하여 패턴링되는 인접한 타겟부들의 네트워크를 포함할 것이다. 알려진 리소그래피 장치는, 한번에 타겟부 상으로 전체 패턴을 노광함으로써 각각의 타겟부가 조사(irradiate)되는 소위 스테퍼, 및 방사선 빔을 통해 주어진 방향("스캐닝"-방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향(같은 방향으로 평행한 방향) 또는 역-평행 방향(반대 방향으로 평행한 방향)으로 기판을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 소위 스캐너를 포함한다. 또한, 기판 상에 패턴을 임프린트(imprint)함으로써 패턴링 디바이스로부터 기판으로 패턴을 전사할 수도 있다.

[0004] 리소그래피 장치 내에서와 이 주변에서는, 형성되는 패턴들의 품질을 감소시킬 수 있는 여하한 오염을 제거하는 것이 바람직하다. 특히, 예를 들어 기판 상으로 투영되는 방사선 빔을 패턴링하는데 사용되는 패턴링 디바이스가 가능한 범주에서 기판 상으로 투영되는 이미지에 영향을 줄 수 있는 오염 입자들로부터 자유로운 것을 보장하는 것이 바람직할 수 있다. 패턴링 디바이스를 펠리클(패턴이 제공된 표면 위에 배치되는 투명한 커버)로 덮는 것이 이전에 알려져 있다. 이는 패턴링된 표면을 손상시키지 않고 패턴링 디바이스의 세정을 용이하게 할 수 있다. 또한, 펠리클 표면 상에 남아 있는 여하한 오염 입자들이 패턴링 표면의 평면 내에 놓이지 않는다. 따라서, 이러한 입자들은 초점 시 기판 상으로 이미징되지 않으며, 입자들의 영향이 감소된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 패턴링 디바이스에 펠리클을 제공하는 것이 항상 가능한 것은 아니다. 예를 들어, EUV 방사선을 사용하는 리소그래피에서는, 리소그래피 장치의 광학 구성요소들에 의해 EUV 방사선의 흡수를 최소화하는 것이 바람직하다. 따라서, EUV 방사선을 흡수하는 펠리클과 같은 투과성 광학 요소들의 사용을 회피하는 것이 바람직하다. 결과적으로, 펠리클이 사용되지 않을 수 있으며, EUV 방사선 빔을 패턴링하는 패턴링 디바이스의 패턴링된 표면을

세정하는 시스템을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 이는 주요한 도전과제들에 당면할 수 있는데, 이는 제거되어야 할 입자들이 매우 작을 수 있고, 예를 들어 30 nm 정도로 작은 입자들이 제거되어야 할 필요가 있을 수 있으며, 표면에 입자들을 부착시킨 힘들이 비교적 클 수 있기 때문이다. 따라서, 입자들을 제거하기 위해서는 상당한 노력이 요구될 수 있다. 하지만, 입자들을 제거하는 공정에서 패터닝된 표면이 그 자체로 손상되지 않는 것을 보장하기 위해서는 극히 세심한 주의가 요구되어야 한다. 마지막으로, 리소그래피 장치는 상업적 환경에서 작동한다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 패터닝 디바이스를 세정하는 시스템은 상기 시스템의 자본 비용(capital cost) 또는 상기 시스템의 운전 비용(running cost) 중 어느 하나와 관련하여 리소그래피 시스템의 비용을 크게 증가시키지 않는 것이 바람직하다. 후자는 패터닝 디바이스를 세정하기 위해 상당한 양의 시간이 사용되는 경우에 크게 증가될 수 있다.

[0006] 리소그래피 장치에서 패터닝 디바이스를 세정하는데 사용하기에 적합한 개선된 세정 시스템을 제공하는 것이 바람직하다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예의 일 실시형태에 따르면, 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템, 및 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체를 포함하는 리소그래피 장치가 제공된다. 상기 패터닝 디바이스는 상기 방사선 빔에 패터를 부여하도록 구성된다. 상기 장치는 상기 패터닝 디바이스 상에 존재하고 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전되는 오염 입자들에 정전기력을 제공하여, 상기 패터닝 디바이스로부터 상기 오염 입자들을 제거하도록 구성된 패터닝 디바이스 세정 시스템을 포함한다.

[0008] 본 발명의 일 실시예의 일 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스를 사용하여 방사선 빔을 패터닝하는 단계, 및 상기 방사선 빔에 의해 전기적으로 하전된 오염 입자들에 정전기력을 인가함으로써 상기 패터닝 디바이스로부터 상기 오염 입자들을 제거하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0009] 본 발명의 일 실시예의 일 실시형태에 따르면, 방사선 빔에 패터를 부여하도록 구성된 패터닝 디바이스용 세정 시스템이 제공된다. 상기 세정 시스템은 상기 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체, 및 상기 지지 구조체에 의해 지지된 상기 패터닝 디바이스에 인접하게 위치되도록 구성된 세정 전극을 포함한다. 상기 세정 시스템은 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들이 상기 패터닝 디바이스로부터 정전기적으로 밀려나가고 및/또는 상기 세정 전극에 정전기적으로 당겨지도록 상기 세정 전극과 상기 지지 구조체에 의해 지지된 상기 패터닝 디바이스 사이에 전압차를 조성하도록 구성된 전압 공급원을 포함한다. 상기 세정 전극은 상기 세정 전극을 가격(strike)한 오염 입자들에 불도록 구성된 집착체로 적어도 부분적으로 코팅된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예의 일 실시형태에 따르면, 방사선 빔에 패터를 부여하도록 구성된 패터닝 디바이스를 세정하는 방법이 제공된다. 상기 방법은 상기 패터닝 디바이스에 인접하게 세정 전극을 배치시키는 단계, 및 상기 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들이 상기 패터닝 디바이스로부터 정전기적으로 밀려나가고 및/또는 상기 세정 전극에 정전기적으로 당겨지도록 상기 세정 전극과 상기 패터닝 디바이스 사이에 전압차를 조성하는 단계를 포함한다. 상기 세정 전극은 상기 세정 전극을 가격한 오염 입자들에 불도록 구성된 집착체로 적어도 부분적으로 코팅된다.

### 도면의 간단한 설명

[0011] 이하 대응하는 참조 부호들이 대응하는 부분들을 나타내는 첨부된 개략적인 도면들을 참조하여, 단지 예시의 방식으로만 본 발명의 실시예들을 설명할 것이다:

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 도시한 도면;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 세정 시스템을 도시한 도면;

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 세정 시스템을 도시한 도면; 및

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 세정 시스템을 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는: 방사선 빔(B)(예를 들어, UV 방사선 또는 EUV 방사선)을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템(일루미네이터)(IL); 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키



도록 구성된 제 1 위치설정기(PM)에 연결된 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT); 기관(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 기관을 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정기(PW)에 연결된 기관 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT); 및 기관(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이들 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(B)에 부여된 패턴을 투영하도록 구성된 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PS)을 포함한다.

[0013] 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형, 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 여하한 그 조합과 같은 다양한 타입들의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0014] 지지 구조체는 패터닝 디바이스를 지지, 즉 패터닝 디바이스의 무게를 견딘다. 이는 패터닝 디바이스의 방위, 리소그래피 장치의 디자인, 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경에서 유지되는지의 여부와 같은 다른 조건들에 의존하는 방식으로 패터닝 디바이스를 유지한다. 지지 구조체는 패터닝 디바이스를 유지하기 위해 기계적, 진공, 정전기, 또는 다른 클램핑 기술들을 이용할 수 있다. 지지 구조체는, 예를 들어 필요에 따라 고정되거나 이동가능할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 지지 구조체는, 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있을 것을 보장할 수 있다. 본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0015] 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는, 기관의 타겟부에 패턴을 생성하기 위해서, 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는데 사용될 수 있는 여하한 디바이스를 언급하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 상기 패턴이 위상-시프팅 피쳐(phase-shifting feature)들 또는 소위 어시스트 피쳐(assist feature)들을 포함하는 경우, 기관의 타겟부 내의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수도 있다는 것을 유의하여야 한다. 일반적으로, 방사선 빔에 부여된 패턴은 집적 회로와 같이 타겟부에 생성될 디바이스 내의 특정 기능 층에 해당할 것이다.

[0016] 패터닝 디바이스는 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예로는 마스크, 프로그램가능한 거울 어레이 및 프로그램가능한 LCD 패널들을 포함한다. 마스크는 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 바이너리(binary)형, 교번 위상-시프팅형 및 감쇠 위상-시프팅형과 같은 마스크 타입뿐만 아니라, 다양한 하이브리드(hybrid) 마스크 타입들을 포함한다. 프로그램가능한 거울 어레이의 일 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 기울어질 수 있다. 기울어진 거울들은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.

[0017] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 여하한 그 조합을 포함하는 여하한 타입의 투영 시스템을 포괄하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0018] 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 반사 마스크를 채택하는) 반사형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 채택하는) 투과형으로 구성될 수 있다.

[0019] 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블(및/또는 2 이상의 마스크 테이블)을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 1 이상의 테이블이 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0020] 또한, 리소그래피 장치는 투영 시스템과 기관 사이의 공간을 채우기 위해서, 기관의 전체 또는 일부분이 비교적 높은 굴절률을 갖는 액체, 예컨대 물로 덮일 수 있는 형태로 구성될 수 있다. 또한, 침지 액체는 리소그래피 장치 내의 다른 공간들, 예를 들어 마스크와 투영 시스템 사이에도 적용될 수 있다. 침지 기술은 투영 시스템의 개구수를 증가시키는 기술로 당업계에 잘 알려져 있다. 본 명세서에서 사용되는 "침지"라는 용어는 기관과 같은 구조체가 액체 내에 담겨져야 함을 의미하는 것이라기보다는, 노광 시 액체가 예를 들어 투영 시스템과 기관 사이에 놓이기만 하면 된다는 것을 의미한다.

[0021] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(S0)로부터 방사선 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저(excimer laser)인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부분을 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(beam expander)를 포함하는 빔 전달 시스템의 도움으로, 소스(S0)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우들에서, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그

래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(SO) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.

[0022] 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 필드 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- $\sigma$  및 내측- $\sigma$ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인티그레이터 및 콘덴서와 같이, 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 갖기 위해, 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다.

[0023] 상기 방사선 빔(B)은 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패턴링 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 입사되며, 패턴링 디바이스에 의해 패턴링된다. 마스크(MA)를 가로질렀으면, 상기 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PS)을 통과하여 기관(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 제 2 위치설정기(PW) 및 위치 센서(IF2)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 리니어 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기관 테이블(WT)은 예를 들어 방사선 빔(B)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)들을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치설정기(PM) 및 또 다른 위치 센서(IF1)는, 예를 들어 마스크 라이브러리(mask library)로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔(B)의 경로에 대해 마스크(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 마스크 테이블(MT)의 이동은 장-행정 모듈(long-stroke module: 개략 위치설정) 및 단-행정 모듈(short-stroke module: 미세 위치설정)의 도움으로 실현될 수 있으며, 이는 제 1 위치설정기(PM)의 일부분을 형성한다. 이와 유사하게, 기관 테이블(WT)의 이동은 장-행정 모듈 및 단-행정 모듈을 이용하여 실현될 수 있으며, 이는 제 2 위치설정기(PW)의 일부분을 형성한다. (스캐너와는 대조적으로) 스테퍼의 경우, 마스크 테이블(MT)은 단-행정 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 마스크(MA) 및 기관(W)은 마스크 정렬 마크들(M1 및 M2) 및 기관 정렬 마크들(P1 및 P2)을 이용하여 정렬될 수 있다. 비록, 예시된 기관 정렬 마크들이 지정된 타겟부들을 차지하고 있지만, 그들은 타겟부들 사이의 공간들 내에 위치될 수도 있다[이들은 스크라이브-레인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)들로 알려져 있다]. 이와 유사하게, 마스크(MA) 상에 1 이상의 다이가 제공되는 상황들에서, 마스크 정렬 마크들은 다이들 사이에 위치될 수 있다.

[0024] 도시된 장치는 다음 모드들 중 적어도 1 이상에서 사용될 수 있다:

[0025] 1. 스텝 모드에서, 마스크 테이블(MT) 및 기관 테이블(WT)은 기본적으로 정지 상태로 유지되는 한편, 방사선 빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다[즉, 단일 정적 노광(single static exposure)]. 그 후, 기관 테이블(WT)은 상이한 타겟부(C)가 노광될 수 있도록 X 및/또는 Y 방향으로 시프트된다. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

[0026] 2. 스캔 모드에서, 마스크 테이블(MT) 및 기관 테이블(WT)은 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다[즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)]. 마스크 테이블(MT)에 대한 기관 테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 동적 노광시 타겟부의 (스캐닝 되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.

[0027] 3. 또 다른 모드에서, 마스크 테이블(MT)은 프로그램가능한 패턴링 디바이스를 유지하여 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안 기관 테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되며, 프로그램가능한 패턴링 디바이스는 기관 테이블(WT)이 각각 이동한 후, 또는 스캔 중에 계속되는 방사선 펄스 사이사이에 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 앞서 언급된 바와 같은 타입의 프로그램가능한 거울 어레이와 같은 프로그램가능한 패턴링 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0028] 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

[0029] 리소그래피 장치에서 패턴링 디바이스들을 세정하는 여러 가지 새로운 세정 시스템들이 고려되었다. 예를 들어, 패턴링 디바이스로부터 입자들을 씻어 내기 위해 세정 유체들을 사용하는 것이 고려되었다. 하지만, 이러한 세정 시스템들은 더 작은 입자들을 제거하는데 있어서 충분히 효율적이지 않을 수 있다. 또한, 이러한 세정 시스템들은 세정 공정이 완료된 후에 건조 효과들과 관련하여 문제점들을 갖는 것으로 밝혀졌으며, 마지막으로 이러한 세정 시스템들은 비교적 느릴 수 있다.

[0030] 고려된 새로운 세정 시스템은 패턴링 디바이스로부터 입자들을 제거하기 위해 초음파 진동을 사용하는 것이다.

초음파 진동은 전체 패터닝 디바이스를 진동시키거나 표면 탄성파(surface acoustic wave)를 생성함으로써 제공될 수 있다. 후자의 선택은 더 높은 속력을 생성할 수 있어, 표면으로부터 입자들을 제거하는 것이 더 쉬워진다.

- [0031] 새로운 세정 시스템은 본 발명의 실시예들에 의해 제안되며, 패터닝 디바이스의 표면으로부터 입자들을 제거하기 위해 정전기력을 사용한다. 도 4에 도시된 특정한 구성에서, 세정 전극(40)은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 더 가깝게 되어 있으며, 높은 음 전압 펄스가 세정 전극(40)과 패터닝 디바이스(12) 사이에 조성된다.
- [0032] 세정 전극(40)과 패터닝 디바이스(12) 사이에 전압차를 조성하기 위해, 도 4에 도시된 바와 같이 전압 공급원(41)이 두 구성요소들에 연결될 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 패터닝 디바이스(12)가 접지될 수 있으며, 전압 공급원(41)이 세정 전극(40)과 접지 사이에 전압차를 제공할 수 있다.
- [0033] 전압 공급원(41)은 세정 전극(40)과 패터닝 디바이스(12) 사이에 일정한 전압차를 조성할 수 있다. 하지만, 특정한 구성에서는, 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들에 전하를 제공하고, 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)으로부터 오염 입자들을 밀어내고 뺏/또는 세정 전극(40)으로 오염 입자들을 당기는 정전기력을 생성하기 위해 전압차의 펄스들이 사용될 수 있다.
- [0034] 예를 들어, 약 0.5 kV와 약 15 kV 사이, 또는 약 5 kV와 약 15 kV 사이, 예를 들어 약 10 kV의 펄스가 약 1  $\mu$ s와 약 100 s 사이, 또는 특히 약 1  $\mu$ s와 10  $\mu$ s 사이의 주기를 갖는 펄스에 적용될 수 있다. 이러한 구성에서, 상기 전극은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 인접하게, 예를 들어 상기 표면으로부터 약 0.01  $\mu$ m와 약 1 mm 사이에 배치될 수 있다. 특정한 구성에서, 이는 상기 표면으로부터 약 1  $\mu$ m와 200  $\mu$ m 사이, 예를 들어 약 100  $\mu$ m 사이일 수 있다. 이러한 구성에서는, 높은 전압 펄스가 기관 상의 입자들을 하전시키며, 패터닝 디바이스(12)의 표면으로부터 전극을 향해 오염 입자들을 끌어당기는, 예를 들어 약  $10^4$  V/cm와 약  $2 \times 10^6$  V/cm 사이, 또는 상기 표면에서 약  $10^6$  V/cm의 강한 전기장을 생성한다. 또한, 더 큰 전기장이 사용될 수도 있다. 일반적으로, 세정될 표면과 전극 사이의 간격의 크기는 제어될 입자들의 크기에 의해 제한될 수 있다. 가능한 구성에서, 초기에는 비교적 큰 입자들을 제거하기 위해 비교적 넓은 간격에서 세정이 수행될 수 있으며, 이후 더 작은 입자들을 제거하기 위해 비교적 좁은 간격에서 세정이 수행될 수 있다. 이러한 타입의 세정 시스템은 표면으로부터 작은 입자들을 추출할 수 있다는 것이 밝혀졌다. 예를 들어, 이는 크기가 100 nm 치수인 입자들을 추출할 수 있다.
- [0035] 도 4에 도시된 바와 같이, 세정 전극(40)은 적어도 부분적으로 접촉 층(43) 또는 리소그래피 장치에서 사용하기에 적합한 또 다른 코팅으로 코팅될 수 있다. 접촉 층(43)은 전극을 가격한 오염 입자들이 세정 전극(40)에 붙도록 구성될 수 있다. 따라서, 이러한 오염 입자들은 세정 전극에 인가된 전극의 변화에 관계없이 세정 전극(40) 상에 순차적으로 유지된다. 또한, 상기 코팅 층은 패터닝 디바이스(12)의 손상을 유도할 수 있는 세정 전극(40)과 패터닝 디바이스(12) 사이의 아크(arc)를 방지할 수 있다. 예를 들어, 유전 코팅 층이 전극의 금속보다 더 큰 일함수(work function)를 가질 수 있다. 또한, 코팅 층은 더 매끈한 표면을 가질 수 있으며, 상기 전극 상에서 국부적인 전기장들의 감소를 유도한다. 상기 코팅 층은 얇고 조밀한 층으로서 형성될 수 있다. 이는 높은 절연 강도를 위해 선택된 재료로 형성될 수 있다. 예를 들어, 이는 폴리알데히드 수지계일 수 있다.
- [0036] 도 4에 도시된 바와 같이, 세정 전극(40)은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 인접하게 또한 평행하게 배치될 수 있는 평탄한 표면(42)을 포함할 수 있다. 하지만, 다른ジオ메트리들이 사용될 수도 있다. 예를 들어, 세정 전극(40)은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 가깝게 배치된 선단 또는 블레이드 에지를 갖도록 형성될 수 있다. 이는 패터닝 디바이스 부근에 최대 전기장을 제공하는데 도움을 줄 수 있다. 블레이드 에지의 곡률 반경은, 예를 들어 전극과 패터닝된 표면 사이의 거리의 약 1 배 또는 2 배가 되도록 선택될 수 있다. 또 다른 대안적인 구성에서, 세정 전극은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 인접한 메시(mesh) 또는 그리드로서 형성될 수 있다.
- [0037] 도 4에 도시된 세정 시스템은 별도의 세정 챔버 내에 제공될 수도 있다. 이 경우, 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11) 전체에 걸쳐 스캔하여, 전체 표면으로부터 오염 입자들을 제거하기 위해, 세정 전극(40)이 패터닝 디바이스(12)에 대해 이동할 수 있도록 액추에이터 시스템이 제공될 수 있다.
- [0038] 일 실시예에서, 세정 시스템은 리소그래피 장치의 일부분으로서 통합될 수 있다. 이 경우, 리소그래피 진행 중에 패터닝 디바이스를 지지하는데 사용되는 지지 구조체(MT) 상에 패터닝 디바이스(12)가 지지되는 동안에, 패

터닝 디바이스(12)가 세정될 수 있다. 또한, 상기 전극(40)은 패터닝 디바이스(12)가 리소그래피 공정 동안에 방사선 빔을 패터닝하는데 사용됨과 동시에 패터닝 디바이스의 세정이 행해질 수 있도록 배치될 수 있다. 세정 시스템이 리소그래피 장치 내에 제공되는 구성에서는, 패터닝 디바이스(12)에 대해 전극(40)을 이동시키기 위해 별도의 액추에이터 시스템을 제공하는 것이 바람직하지 않을 수도 있다. 이 대신에, 리소그래피 공정 동안에 패터닝될 방사선 빔에 대해 패터닝 디바이스(12)를 이동시키도록 제공된 액추에이터 시스템을 이용하여 요구되는 상대 동작을 제공하는 것이 가능할 수 있다.

[0039] 세정 시스템은 본 발명의 일 실시예에 의해 제공되며, 앞서 설명된 정전기 세정 시스템에 대한 개선이 존재할 수 있다. 이러한 세정 시스템의 구성은 도 2에 도시된다.

[0040] 본 발명의 일 실시예의 세정 시스템에서는, 정전기력에 의해 세정 디바이스의 표면의 입자들을 추출하기 위해, 제거될 입자들에 전하를 인가하는 것이 바람직하다. 앞서 설명된 것과 같은 구성에서, 입자들 및 패터닝 디바이스가 자체적으로 충분히 전기 전도성인 경우에, 제거될 입자들에서만 전하가 유도될 수 있다. 따라서, 몇몇 패터닝 디바이스들 및 몇몇 오염 입자들, 또는 이의 조합들에 대해서는, 앞서 언급된 정전기 세정 시스템이 충분히 효율적이지 않을 수도 있다. 또한, 전극에 인가될 고전압은 리소그래피 장치의 다른 부분들의 방전을 회피하기 위해 리소그래피 장치의 잔여부로부터 떨어져서 세정 공정이 수행되어야 함을 의미할 수 있다. 따라서, 세정 시스템은 패터닝 디바이스용 핸들링 장치의 일부분에서 완전히 별도의 장치 내에 제공될 수 있거나, 리소그래피 장치 내의 별도의 챔버 내에 제공될 수 있다. 따라서, 이는 리소그래피 시스템의 자본 비용을 현저히 증가시킬 수 있으며, 패터닝 디바이스를 세정 시스템의 위치로 옮기고 세정 공정을 수행하는데 걸리는 시간으로 인해 운전 비용을 증가시킬 수 있다.

[0041] 본 발명의 실시예들에서는, 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들을 하전시키는 대안적인 공정이 적용가능할 수 있다. 특히, 패터닝되고 리소그래피 장치에 의해 기관 상으로 투영될 방사선 빔이 오염 입자들을 하전하는데 사용된다. 이는 EUV 방사선 빔들을 사용하는 리소그래피 장치에서 사용하기에 특히 적절할 수 있다. EUV 방사선 빔과 같은 방사선 빔은 적어도 3 개의 메커니즘들에 의해 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들을 하전시킬 수 있다. 제 1 메커니즘은 광전기 효과이며, 이에 의해 방사선 빔의 고-에너지 광자들이 오염 입자들의 물질로부터 전자들을 방출한다. 이 결과로, 오염 입자들은 양으로 하전된다. 제 2 메커니즘은 플라즈마의 형성에 기인한다. 특히, EUV 방사선을 사용하는 장치와 같은 리소그래피 장치에서, 패터닝 디바이스가 방사선 빔에 의해 조명되는 챔버가 방사선 빔의 흡수를 감소시키기 위해 비교적 많이 배기될 수 있다. 하지만, 비교적 낮은 압력의 가스가 보유될 수 있어, 상기 챔버를 통과하는 방사선 빔이 플라즈마를 형성한다. 이는 오염 입자들에 의해 흡수될 수 있는 전자들의 방출을 유도하여, 이러한 입자들이 음으로 하전되게 한다. 제 3 메커니즘 또한 광전기 효과에 기인한다. 구체적으로, 광전기 효과는 전자들이 패터닝 디바이스로부터 방출되게 하고, 이러한 전자들은 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들에 의해 흡수될 수 있어, 입자들이 음으로 하전되게 한다.

[0042] 그러므로, 하나의 메커니즘이 양으로 하전되는 입자들을 유도할 수 있는 한편, 또 다른 메커니즘은 음으로 하전되는 입자들을 유도할 수 있음을 이해하여야 한다. 이러한 오염 입자 하전 메커니즘들의 밸런스(이는 전반적으로 양으로 또는 음으로 하전되는 입자들을 유도함)는 리소그래피 장치의 정확한 작동 조건들에 의존할 수 있다. 예를 들어, 이러한 밸런스는 상기 챔버 내 가스의 압력 및 조성, 사용되는 방사선 빔의 파장 및 세기, 오염 입자들 자체의 조성, 패터닝 디바이스 상의 오염 입자들의 위치(즉, 이들이 접촉해 있는 패터닝 디바이스의 일부분이 전기 전도성인지의 여부), 패터닝 디바이스의 조성, 패터닝 디바이스에 인가되는 여하한 바이어스, 및 방사선 빔의 듀티 사이클에 의해 영향을 받을 수 있다. 특히, 방사선 빔이 펄스화될 수 있으며, 상기 챔버 내에서 비-정지 상태의 플라즈마를 유도할 수 있다.

[0043] 앞서 설명된 오염 입자 하전 메커니즘들은 특히 전자기 방사선 빔의 사용에 관한 것임을 이해할 것이다. 하지만, 본 발명의 일 실시예는 방사선의 하전된 입자 빔들을 이용하여 리소그래피 장치에 적용가능할 수도 있다. 이러한 구성에서는, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝될 방사선의 하전된 입자 빔이 오염 입자들에 전하를 직접적으로 제공할 것이며, 이후 패터닝 디바이스로부터 오염 입자들을 제거하는데 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0044] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 세정 시스템은 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)에 인접하게 제공되고 전압 공급원(13)에 연결된 세정 전극(10)을 포함할 수 있다. 상기 세정 전극(10)은 패터닝될 방사선 빔(15)이 입사되는 패터닝 디바이스(12)의 표면(11)의 일 영역(11a)에 바로 인접하도록 구성된다. 그러므로, 세정 전극(10)은 상기 영역(11a)에 가까우며, 상기 영역에서 방사선 빔은 오염 입자들 상에 전하를 생성한다. 따라서, 전압 공급원(13)이 세정 전극(10)에서 적절한 전하를 조성할 때, 오염 입자들은 정전기력에 의해 세정 전극(10)으로 당겨진다. 상기 전압 공급원(13)은 세정 전극(10)과 패터닝 디바이스(12) 사이



에 전압차[이는 세정 전극(10)을 향해 오염 입자들 상에 순(net) 정전기력을 유도함]을 조성할 수 있다. 패터닝 디바이스(12)가 접지될 수 있으며, 이 경우 전압 공급원(13)은 세정 전극(10)과 접지 사이에 전압차를 조성함을 이해할 것이다.

[0045] 대안적으로, 상기 전압 공급원은 패터닝 디바이스(12)와 접지 사이에 전압차를 조성할 수 있으며, 패터닝 디바이스(12)에서 전하를 조성할 수 있다. 패터닝 디바이스(12)와 접지 사이의 전압차의 적절한 선택에 의해, 패터닝 디바이스(12)에 의해 패터닝되는 방사선 빔에 의해 하전된 오염 입자들이 정전기력에 의해 패터닝 디바이스(12)로부터 밀려나갈 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예의 변형에서는 세정 전극(10)이 생략될 수 있으며, 패터닝 디바이스는 상기 패터닝 디바이스(12)의 패터닝된 표면(11)으로부터 순수하게 오염 입자들의 정전기 척력에 의해 세정될 수 있다. 세정 시스템은 오염 입자들이 패터닝 디바이스(12)로부터 밀려나가고 세정 전극(10)으로 당겨지도록 구성될 수 있음을 이해할 것이다.

[0046] 상기 장치는 전압 공급원(13)을 제어하는 전압 공급원 제어기(20)를 포함할 수 있다. 특히, 전압 공급원 제어기는 세정 전극(10)과 패터닝 디바이스(12) 사이, 및/또는 세정 전극(10)과 접지 사이, 그리고 패터닝 디바이스(12)와 접지 사이에서 전압 공급원(13)에 의해 조성된 전압차를 제어할 수 있다. 상기 전압 공급원 제어기(20)는 앞서 설명된 오염 입자들을 하전시키는 2 개의 메커니즘들 간의 밸런스를 고려하기 위해 리소그래피 장치의 작동 조건들에 적절한 전압을 제공하도록 구성될 수 있다.

[0047] 예를 들어, 리소그래피 장치는 주어진 작동 모드에 따라, 및/또는 약간의 변형을 가지고 작동하도록 구성될 수 있어, 앞서 설명된 오염 입자 하전 메커니즘들 중 하나 또는 나머지가 우세할지가 결정된다. 이 경우, 전압 공급원 제어기(20)는 적절하다면, 세정 전극(10)과 패터닝 디바이스(12) 사이, 및/또는 세정 전극(10)과 접지 사이, 그리고 패터닝 디바이스(12)와 접지 사이의 양 또는 음 전압차가 제공되도록 구성될 수 있다.

[0048] 대안적으로, 리소그래피 장치는 어떤 메커니즘도 고려된 모든 작동 조건들 하에서 우세하지 않은 충분히 변동하는 작동 조건들 하에서 작동하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 전압 공급원 제어기(20)는 세정 전극(10)과 패터닝 디바이스(12) 사이, 및/또는 세정 전극(10)과 접지 사이, 그리고 패터닝 디바이스(12)와 접지 사이의 양 또는 음 전압이 리소그래피 장치의 작동 조건들에 대해 적절한 것인지를 결정하고, 세정 시스템이 이러한 작동 조건들 하에서 효과적이도록 바람직한 전압차를 제공함에 따라 전압 공급원(13)을 제어하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 전압 공급원 제어기에는 상기 전압 공급원 제어기(20)가 주어진 세트의 작동 조건들에 대해 적절한 전압 설정들을 결정할 수 있게 하는 룩-업 테이블(look-up table)들이 제공될 수 있다.

[0049] 도 4에 도시되고 앞서 설명된 구성과 마찬가지로, 세정 전극(10)은 적어도 부분적으로 접촉제로 코팅될 수 있어, 패터닝 디바이스(12)로부터 제거되고 상기 전극(10)을 가격한 오염 입자들이 상기 전극(10) 상에 유지됨에 따라 패터닝 디바이스로 되돌아 오는 것을 방지한다.

[0050] 알 수 있는 바와 같이, 이 방식으로 배치된 세정 시스템의 잠재적으로 두드러지는 장점은, 세정을 위해 방사선 시스템의 제공을 특별히 요구한다기보다는 세정 시스템이 리소그래피 장치의 작동을 위해 이미 제공된 방사선 시스템을 사용할 수 있다는 점이다. 또한, 세정 공정은 리소그래피 장치의 작동과 동시에, 즉 방사선 빔이 패터닝 디바이스(12)에 의해 패터닝되고 디바이스를 형성하기 위해 기관 상으로 투영됨과 동시에 수행될 수 있다. 따라서, 패터닝 디바이스(12)의 연속적인 세정이 제공될 수 있으며, 패터닝 디바이스를 세정하기 위해 독자적으로 별도로 제공하는 것을 회피할 수 있다.

[0051] 또 다른 잠재적인 장점은 노광 공정 동안에 생성된 오염 입자들이 세정 전극(10)으로 바로 당겨질 수 있으며, 다시 말해 패터닝 디바이스에 도달하는 것이 방지될 수 있다는 점이다. 따라서, 패터닝 디바이스(12)의 세정에 관한 요구가 감소될 수 있다. 또한, 세정 시스템을 제공하는데 요구되는 추가적인 자본 비용이 최소화될 수 있다.

[0052] 또 다른 장점은 하나의 노광 동안에 패터닝 디바이스(12)의 일부분 상에 침착된 오염 입자가 패터닝 디바이스(12)의 일부분을 사용하는 다음 노광 동안에 패터닝 디바이스(12)로부터 제거될 수 있다는 점이다. 따라서, 패터닝 디바이스(12) 상에 오염 입자의 존재의 결과로서 생길 수 있는 기관 상에 형성된 패턴의 결함은 패턴이 노광된 기관의 일부분 상에서만 발생하고, 패터닝 디바이스의 패턴의 상기 부분이 노광된 기관의 모든 부분들 상에서는 발생하지 않는다. 따라서, 단일 기관 상에 형성될 수 있는 다수의 디바이스들 중 하나만이 패터닝 디바이스(12) 상의 오염 입자의 일시적인 존재에 영향을 받을 수 있다. 따라서, 리소그래피 시스템의 수율이 전반적으로 개선될 수 있다.

[0053] 리소그래피 장치에서, 패터닝 디바이스(12)는 패터닝 디바이스 상에 입사하는 방사선 빔(15)에 대해 이동하도록

배치될 수 있다. 따라서, 패터닝 디바이스(12) 상의 패턴의 조명이 스캐닝될 수 있으며, 단일 조명 필드에 의해 조명될 수 있는 것보다 더 큰 패턴 영역이 기관으로 전사될 수 있다. 이러한 리소그래피 장치에서는, 방사선 빔이 패터닝 디바이스(12)의 표면을 가로질러 스캐닝함에 따라, 방사선 빔이 오염 입자들을 하전시키는 영역 또한 이동한다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 세정 시스템은, 세정 전극(10)이 방사선 빔(15)에 대해 실질적으로 정지한 상태로 유지되어, 세정 전극(10)이 방사선 빔(15)에 의해 조명되는 패터닝 디바이스(12) 표면 상의 영역(11a)에 바로 인접하게 유지되도록 구성될 수 있다. 그러므로, 세정 전극(10)은 패터닝 디바이스(12)에 의해 패터닝되는 방사선 빔을 간섭하지 않으면서, 하전된 오염 입자들을 당길 수 있도록 충분히 가깝게 유지된다.

[0054] 도 2에 도시된 바와 같이, 단일 세정 전극(10)이 제공될 수 있다. 하지만, 세정 전극들(10)의 다양한 구성들이 제공될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 세정 전극은 고리 형상일 수 있거나, 그렇지 않으면 패터닝 디바이스(12)에 의해 패터닝되는 방사선 빔(15)을 간섭하지 않으면서 방사선 빔이 입사하는 패터닝 디바이스(12) 표면 상의 영역(11a)을 둘러싸도록 구성될 수 있다.

[0055] 대안적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 2 이상의 세정 전극들(25, 26)이 제공될 수도 있다. 이러한 구성에서, 전압 공급원(13)은 두 세정 전극들(25, 26)에 동일한 전압을 제공할 수 있다. 대안적으로, 예를 들어 전압 공급원(13)은 세정 전극들(25, 26) 각각에 상이한 전압을 제공하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 전압 공급원(13)은 전극들 중 하나에 양 전압을 제공하고 상기 전극들 중 다른 하나에 음 전압을 제공할 수 있어, 오염 입자들에 인가된 순 전하(net charge)와 관계없이, 오염 입자들이 세정 전극들(25, 26) 중 하나 또는 다른 하나로 당겨질 수 있다.

[0056] 도 3에 도시된 바와 같이, 2 이상의 세정 전극들(25, 26)이 방사선 빔(15)이 입사하는 영역(11a)의 대향 측면들 상에 놓일 수 있지만, 반드시 이와 같은 필요는 없음을 이해할 것이다. 하지만, 양 전압이 하나의 전극에 인가되어야 함과 동시에 음 전압이 또 다른 전극에 인가되어야 하는 경우, 상기 전극들은 이들 사이에 전기 방전이 존재하지 않도록 충분히 이격되어야 한다. 또한, 방사선 빔이 입사하는 패터닝 디바이스(12) 표면 상의 영역(11a)을 완전히 둘러싸는 전극을 갖거나, 상기 영역(11a)의 대향 측면들 상에 별도의 전극들을 제공하는 것이 바람직할 수 있는데, 이는 리소그래피 장치의 작동 동안에 방사선 빔에 대한 패터닝 디바이스(12)의 상대 이동이 방향을 변화시킬 것이기 때문이다. 예를 들어, 패터닝 디바이스의 스캐닝이 소위 "사행 경로(meander path)"를 따를 수 있는데, 이는 방사선 빔에 대해 앞뒤로 이동한 결과이다. 따라서, 방사선 빔(15)의 상이한 측면들 상에 전극들을 배치시킴으로써, 요구에 따라 세정 전극이 진행 측면 또는 후퇴 측면에 항상 위치되도록 배치될 수 있다.

[0057] 1 이상의 세정 전극들(10, 25, 26)에 인가된 전압들은 세정 공정 동안에 일정할 수 있다. 예를 들어, 인가된 전압들은 리소그래피 장치의 작동 전반에 걸쳐 일정할 수 있다. 하지만, 전압은 시간에 따라 변동할 수 있다. 이러한 구성은, 예를 들어 리소그래피 장치에서 패터닝되는 방사선 빔이 펄스화되는 경우에 특히 적절할 수 있다. 이 경우, 적어도 하나의 세정 전극(10, 25, 26)에 인가된 전압은 펄스화된 방사선 빔과 동기적으로 펄스화될 수 있다.

[0058] 예를 들어, 전압은 방사선 빔의 펄스들과 동시에 인가될 수 있거나, 방사선 빔의 펄스들 사이에 인가될 수 있다. 특히, 방사선 빔의 펄스 후에 전압이 짧게 인가될 수 있어, 하전된 오염 입자들이 방사선 빔(15)에 의해 조명된 패터닝 디바이스(12) 표면 상의 영역(11a)으로부터 세정 전극(10)에 인접한 영역으로 이동할 것이다. 대안적인 구성에서는, 세정 전극(10)이 방사선 빔의 펄스 동안에 양으로 바이어싱될 수 있어, 방사선 빔의 펄스 동안에 광전기 효과의 결과로서 오염 입자들로부터 전자들의 방출을 촉진시킬 수 있다. 하지만, 후속하여, 광전기 효과에 의해 하전된 입자들을 상기 전극으로 당기기 위해 세정 전극에 음의 바이어스를 제공하고, 앞서 설명된 대안적인 메커니즘에 의해 오염 입자들의 하전을 촉진하는 것이 바람직할 수 있다. 후속하여, 음으로 하전된 오염 입자들을 상기 전극(10)으로 당기기 위해 세정 전극(10)에 바이어스를 다시 전환하는 것이 바람직할 수 있다. 대응하는 고려사항들이 패터닝 디바이스(12)에 인가된 바이어스에 주어질 수 있음을 이해할 것이다.

[0059] 따라서, 단일 세정 전극을 갖는 구성에서, 전압 공급원(13)은 방사선 빔의 듀티 사이클 동안에 일 지점에서 양 전압을 제공할 수 있고 상기 듀티 사이클의 또 다른 부분에 음 전압을 제공할 수 있다. 예를 들어, 오염 입자들에 전하를 생성하기 위한 하나의 메커니즘 또는 다른 메커니즘이 듀티 사이클 내의 상이한 시간들에서 우세하는 경우, 방사선 빔의 펄스들 동안에 또는 방사선 빔의 펄스들 사이의 주기 동안에 양 전압이 제공될 수 있으며, 듀티 사이클의 나머지 동안에 음 전압이 제공될 수 있다. 1 이상의 세정 전극(25, 26)을 갖는 세정 시스템에서 유사한 구성이 사용될 수 있다.

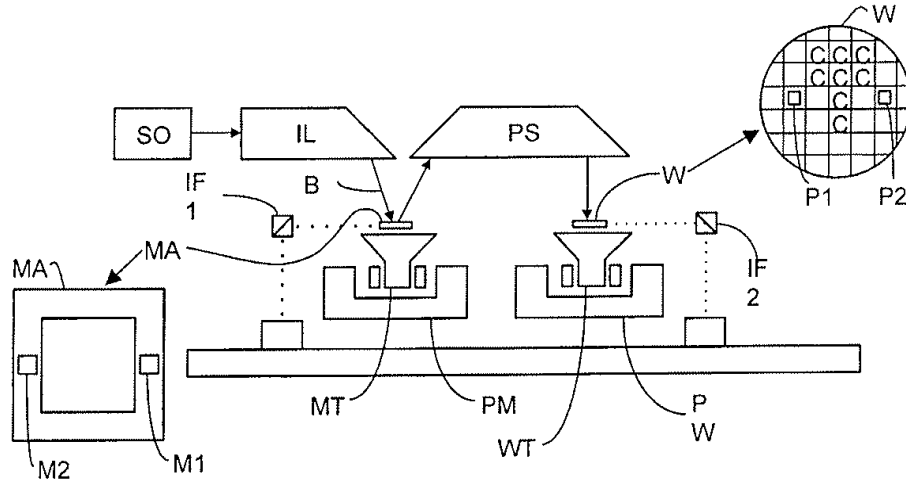
- [0060] 패터닝 디바이스 및/또는 세정 전극에 인가된 전압이 방사선 빔의 듀티 사이클 동안에 전환되는 경우, 오염 입자들이 패터닝 디바이스로부터 제거되는 대신에 패터닝 디바이스 쪽으로 구동될 수 있는 잠재된 위험이 존재함을 이해할 것이다. 따라서, 앞서 설명된 바와 같이, 세정 전극(10)은 오염 입자들을 보유하기 위해 접촉제로 코팅될 수 있다.
- [0061] 예를 들어 도 2에 도시된 바와 같이, 본 명세서에 개시된 세정 시스템들은 패터닝 디바이스(12)에 가스(18)의 유동을 제공하기 위해 가스 공급원(17)에 연결될 수 있는 가스 유출구(16)를 포함한다. 상기 가스(18) 유동은 세정 시스템에 의해 패터닝 디바이스(12)로부터 제거된 패터닝 디바이스(12) 오염 입자들을 멀리 이동시키는데 사용될 수 있다. 대안적으로, 흡입 파이프(도시되지 않음)가 세정 영역으로부터 멀리 지향되는 가스 유동을 생성할 수 있다. 따라서, 오염 입자들이 패터닝 디바이스로 되돌아 오는 위험성이 감소될 수 있다.
- [0062] 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 패터닝 디바이스(12)를 사용하는 방사선 빔(15)의 패터닝, 및 이에 따라 적어도 하나의 세정 전극(10, 25, 26)을 이용하는 세정 공정의 성능은, 방사선 빔(15)의 흡수를 감소시키기 위해, 배기될 수 있거나 적어도 리소그래피 장치를 둘러싼 환경보다 훨씬 낮은 압력으로 감소될 수 있는 적어도 하나의 챔버(30) 내에서 수행될 수 있다. 따라서, 리소그래피 장치는 상기 챔버(30) 내의 가스의 압력을 제어하도록 배치된 가스 제어 시스템(31)을 포함할 수 있다.
- [0063] 또한, 가스 제어 시스템(31)은 상기 챔버(30) 내에 남아있는 가스의 조성을 제어할 수 있다. 예를 들어, 가스 제어 시스템은 챔버(30) 내의 가스의 압력을 약 3 N/m<sup>2</sup>로 감소시킬 수 있다. 또한, 가스 제어 시스템(31)은 챔버(30) 내에 남아있는 가스가 실질적으로 불활성 가스를 포함하도록 구성될 수 있다.
- [0064] 가스 제어 시스템(31)은 챔버(30) 내의 가스 압력 및 상기 챔버(30) 내의 가스의 조성과 같은 리소그래피 장치의 작동 조건들에 관한 정보를 전압 공급원 제어기(30)에 제공하도록 구성될 수 있어, 상기 전압 공급원 제어기(20)가 앞서 설명된 바와 같은 세정 공정 동안에 적절한 전압차를 제공하도록 전압 공급원(13)을 제어할 수 있다.
- [0065] 본 명세서에서는, IC 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급되지만, 본 명세서에 서술된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이(flat-panel display), 액정 디스플레이(LCD)를 포함한 평판 디스플레이, 박막 자기 헤드 등의 제조와 같이 다른 적용예들을 가질 수도 있음을 이해하여야 한다. 이러한 대안적인 적용예와 관련하여, 본 명세서의 "웨이퍼" 또는 "다이"라는 용어의 어떠한 사용도 각각 "기판" 또는 "타겟부"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수도 있음을 이해하여야 한다. 본 명세서에서 언급되는 기판은 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기판에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 틀), 메트롤로지 틀 및/또는 검사 틀에서 처리될 수 있다. 적용가능하다면, 이러한 기판 처리 틀과 다른 기판 처리 틀에 본 명세서의 기재 내용이 적용될 수 있다. 또한, 예를 들어 다층 IC를 생성하기 위하여 기판이 한번 이상 처리될 수 있으므로, 본 명세서에 사용되는 기판이라는 용어는 이미 여러번 처리된 층들을 포함한 기판을 칭할 수도 있다.
- [0066] 이상, 광학 리소그래피와 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예를 들어 임프린트 리소그래피에 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서, 패터닝 디바이스 내의 토포그래피(topography)는 기판 상에 생성된 패턴을 정의한다. 패터닝 디바이스의 토포그래피는 전자기 방사선, 열, 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 레지스트가 경화되는 기판에 공급된 레지스트 층으로 가압될 수 있다. 패터닝 디바이스는 레지스트가 경화된 후에 그 안에 패턴을 남기는 레지스트로부터 이동된다.
- [0067] 본 명세서에서 사용된 "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 (예를 들어, 365, 355 248, 193, 157 또는 126 nm, 또는 그 정도의 파장을 갖는) 자외(UV) 방사선 및 (예를 들어, 5 내지 20 nm 범위 내의 파장을 갖는) 극자외(EUV) 방사선뿐만 아니라, 이온 빔 또는 전자 빔과 같은 입자 빔을 포함하는 모든 형태의 전자기 방사선을 포괄한다.
- [0068] 본 명세서가 허용하는 "렌즈"라는 용어는, 굴절, 반사, 자기, 전자기 및 정전기 광학 구성요소들을 포함하는 다양한 형태의 광학 구성요소들 중 어느 하나 또는 이의 조합으로 언급될 수 있다.
- [0069] 이상, 본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만 본 발명의 실시예들은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 본 발명의 일 실시예는 앞서 개시된 바와 같은 방법을 구현하는 기계-관독가능한 명령어의 1 이상의 시퀀스를 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되어 있는 데이터 저장 매체(예를 들어, 반도체 메모리, 자기 또는 광학 디스크)의 형태를 취할 수 있다.

[0070]

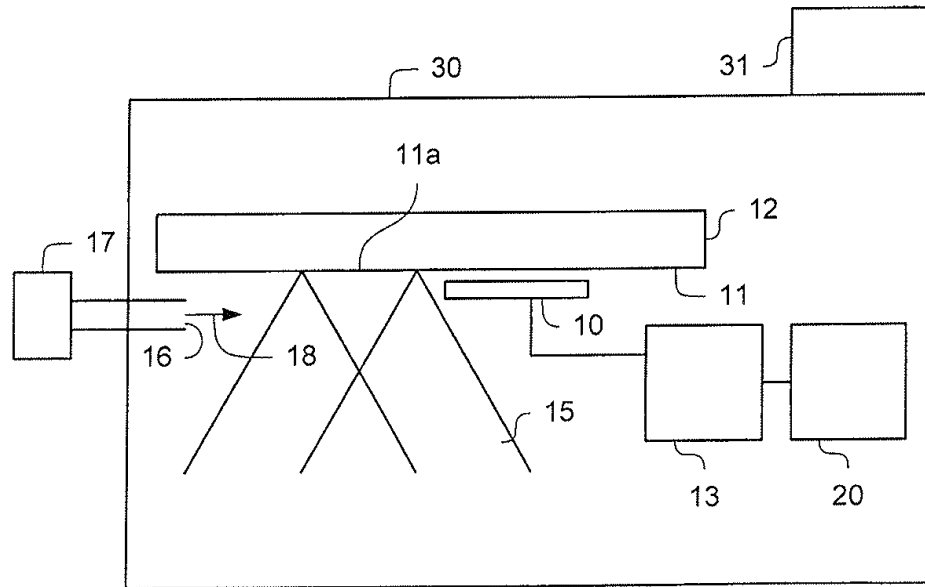
상기 서술내용은 예시를 위한 것이지, 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 당업자라면 아래에 설명되는 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 서술된 본 발명에 대한 변형예가 행해질 수도 있음을 이해할 것이다.

## 도면

### 도면1

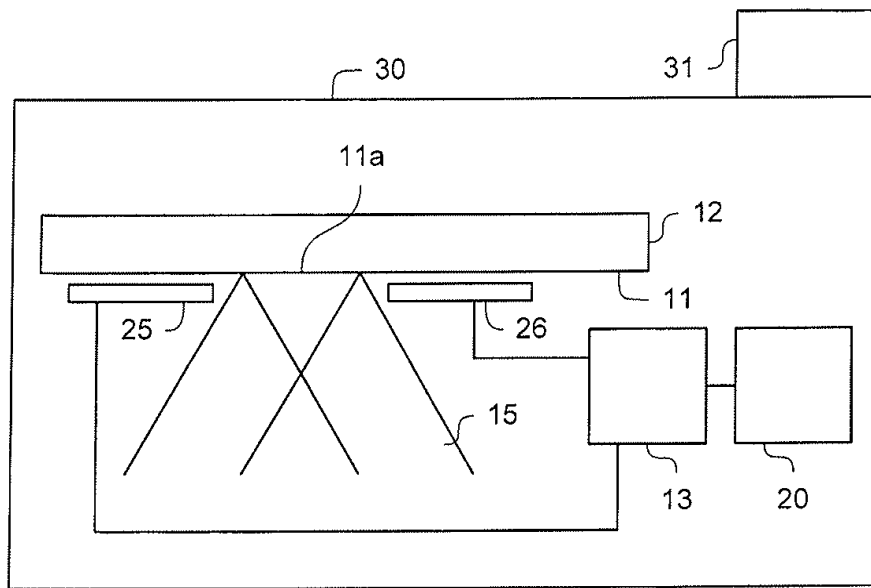


### 도면2





도면3



도면4

