



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년05월03일  
(11) 등록번호 10-1140755  
(24) 등록일자 2012년04월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/027* (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7017418(분할)  
(22) 출원일자(국제) 2006년02월06일  
심사청구일자 2011년07월25일

(85) 번역문제출일자 2011년07월25일  
(65) 공개번호 10-2011-0099140  
(43) 공개일자 2011년09월06일  
(62) 원출원 특허 10-2009-7016738  
원출원일자(국제) 2006년02월06일  
심사청구일자 2011년01월06일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2006/001005  
(87) 국제공개번호 WO 2006/084641  
국제공개일자 2006년08월17일

(30) 우선권주장  
11/071,044 2005년03월03일 미국(US)  
60/651,513 2005년02월10일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌  
JP2005005713 A\*  
KR1020040098563 A\*  
WO2004081666 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 10 항

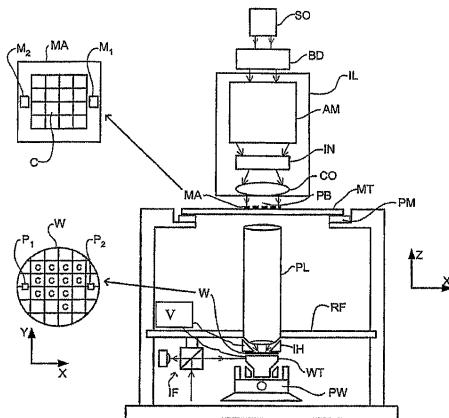
심사관 : 설관식

(54) 발명의 명칭 침지 액체, 노광 장치, 및 노광 프로세스

**(57) 요 약**

비교적 높은 증기압을 갖는 이온-형성 성분, 예를 들어 산 또는 염기를 포함하는 침지 액체가 제공된다. 또한, 침지 액체를 사용하여 리소그래피 프로세스들 및 리소그래피 시스템들이 제공된다.

**대 표 도** - 도1



(72) 발명자

베르스파이, 야코부스 요한누스 레오나르두스 헨리  
쿠

네덜란드 엔엘-6017 베체트 토른 르터부르터베크  
32

얀센, 플란시스쿠스 요한네스 요제프

네덜란드 엔엘-5622 게파우 아인트호벤 크롬호우트  
스트라트 25

쿠이예페, 안토니

네덜란드 엔엘-5694 엘브이 브루겔 추이더크루이스  
란 32

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

침지 리소그래피 시스템으로서,

(i) 투영 시스템을 통한 방사선에 감광성 기판을 노광시키기 위한 침지 리소그래피 노광 장치 - 상기 침지 리소그래피 노광 장치는, 투영 시스템, 상기 기판을 지지하기 위한 기판 테이블 및 상기 투영 시스템의 최종 요소를 둘러싸는 침지 후드를 포함함 - ;

(ii) 카본 다이옥사이드를 포함하며, 물(water)을 포함하는 수성 액체(aqueous liquid)로 구성되는 침지 액체를 포함하여 이루어지고, 상기 침지 액체는 상기 침지 후드에 의하여 상기 투영 시스템의 최종 요소와 상기 기판 사이의 공간에 한정되고, 상기 침지 후드는 시일 부재를 포함하고, 상기 시일 부재가 상기 최종 요소와 상기 기판 사이에 상기 공간을 형성하는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 침지 리소그래피 노광 장치는 센서를 갖는 기판 테이블을 포함하는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 센서는 크롬 및 티타늄 니트라이드 중 적어도 하나 이상을 포함하여 이루어지는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 4

제 2 항 또는 제 3 항에 있어서,

상기 센서는 이미지 센서, 도즈 센서 및 수차 이미지 센서 중 적어도 어느 하나인 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 침지 리소그래피 노광 장치는 제 2 테이블을 포함하여 이루어지는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 침지 후드는 상기 기판에 대한 무접촉 시일을 형성하는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 침지 후드는 상기 무접촉 시일을 형성하기 위한 가스 시일을 포함하여 이루어지는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 침지 액체는 (25 °C에서 결정되는 것으로서) 1.3 - 100  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위 내에서 도전성을 갖는 침지 리소그래피 시스템.

피 시스템.

### 청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 침지 액체는 6.0 미만의 pH를 갖는 침지 리소그래피 시스템.

### 청구항 11

디바이스 제조 공정으로서,

- (i) 카본 다이옥사이드를 포함하고 0.1 kPa보다 큰 증기압을 갖는 요소를 액체 - 상기 액체는 물(water)을 포함하는 수성 액체(aqueous liquid)로 구성됨 - 에 부가하는 단계; 및
- (ii) 투영 시스템을 통한 방사선에 감광성 기판을 노광시키는 단계 - 상기 방사선은 상기 감광성 기판에 도달하기 전에 상기 요소를 포함하는 상기 액체를 통과함 - 를 포함하여 이루어지고, 상기 액체는 최종 요소를 둘러싸는 침지 후드에 의하여 상기 투영 시스템의 최종 요소와 상기 기판 사이의 공간에 한정되고, 상기 침지 후드는 시일 부재를 포함하고, 상기 시일 부재가 상기 최종 요소와 상기 기판 사이에 상기 공간을 형성하는 디바이스 제조 공정.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

관련 출원들에 대한 원용

[0002]

본 출원은 2005년 2월 10일에 출원된 미국 가출원 60/651,513의 혜택을 주장하는 2005년 3월 3일에 출원된 미국 특허출원 11/071,044에 대한 우선권을 청구한다. 두 우선 출원 모두는 본 명세서에서 인용 참조된다.

[0003]

본 발명은 침지 액체들, 노광 장치, 및 노광 프로세스들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0004]

침지 리소그래피는 그것이 제공하는 임계 치수들 및/또는 초점 깊이의 향상들로 인해 관심을 얻고 있다. 하지만, 이 기술은 또한 몇몇 몇가지 관련문제(concern)들에 직면해 있다. 예를 들어, 한편으로는 건조 영역들이 액체에 의하여 젖는 경우 얼룩(stain)의 존재를 최소화하기 위해서는 초순수(ultra-pure) 침지 액체가 유리할 수 있으나, 다른 한편으로는 바람직한 특성들에 영향을 미치거나 바람직한 특성들을 발생시키기 위해서는 침지 액체 내에 침가제들을 포함시키는 것이 바람직할 수도 있다. 예전대, 소위 T-토핑(T-topping) 또는 다른 바람직하지 않은 효과들을 회피하거나 또는 최소화시키기 위하여 침지 액체 내에 산성 성분들을 포함시키는 것이 바람직할 수 있다. T-토핑은, 예를 들어 방사선에 노광될 기판 상의 레지스트 층이 침지 액체와 접촉하게 되거나 레지스트[예를 들어, 포토-애시드 제너레이터(photo-acid generator)들] 내의 성분들이 침지 액체 내로 확산 또는 용해될 때 발생될 수 있다. 또한, EP 1 482 372 A1을 참조하라.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005]

따라서, 본 발명의 목적은 1 이상의 침가제를 포함하는 침지 액체를 제공하지만 저감된 얼룩 관련문제들을 갖도록 하는 것을 포함하여 이루어진다.

[0006]

또한, 본 발명의 목적은 (보다 상세히 후술되는) 침지 액체의 유동에 의하여 아기되는 유동 전위 효과(streaming potential effect)들을 회피하거나 또는 최소화시키는 것을 포함하여 이루어진다.

#### 과제의 해결 수단

[0007]

본 발명은 침지 액체들, 노광 장치, 및 노광 프로세스들을 제공한다.

[0008]

일 실시예에서, 본 발명은 액체[예를 들어, 수성(aqueous) 액체]에 이온-형성(ion-forming) 성분의 부가를 포함

하는 방법에 의하여 형성된 침지 액체를 제공하며, 상기 이온-형성 성분은 0.1 kPa보다 큰, 예를 들어 물 보다 큰 증기압을 갖는다.

[0009] 일 실시예에서, 본 발명은 7 미만의 pH를 갖는 침지 액체를 제공하며, 상기 7 미만의 pH는 0.1 kPa보다 큰, 예를 들어 물 보다 큰 증기압을 갖는 성분에 의하여 적어도 부분적으로 야기된다.

[0010] 일 실시예에서, 본 발명은 7 보다 큰 pH를 갖는 침지 액체를 제공하며, 상기 7 보다 큰 pH는 0.1 kPa보다 큰, 예를 들어 물 보다 큰 증기압을 갖는 성분에 의하여 적어도 부분적으로 야기된다.

[0011] 일 실시예에서, 본 발명은 25°C에서 0.1  $\mu\text{s}/\text{cm}$  이상, 예를 들어 1.3  $\mu\text{s}/\text{cm}$  이상의 도전성을 갖는 침지 액체를 제공한다. 일 실시예에서, 본 발명은 25°C에서 0.1 - 100  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위, 예를 들어 25°C에서 1.3 - 100  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위 내의 도전성을 갖는 침지 액체를 제공한다. 일 실시예에서, 상기 도전성은 0.1 kPa보다 큰, 예를 들어 물 보다 큰 증기압을 갖는 성분에 의하여 적어도 부분적으로 야기된다.

[0012] 또한, 본 발명은 프로세스, 예를 들어 침지 액체들을 사용하는 침지 프로세스를 제공한다. 일 실시예에서, 본 발명은 감광성(photosensitive) 기판을 방사선에 대해 노광시키는 단계를 포함하는 디바이스 제조 프로세스를 제공하며, 상기 방사선은 상기 기판에 도달하기 이전에 침지 액체를 통과한다.

[0013] 또한, 본 발명은 침지 리소그래피 장치 및 1 이상의 침지 액체를 포함하는 침지 리소그래피 시스템들을 제공한다.

[0014] 일 실시예에서, 본 발명은:

[0015] (i) 0.1 kPa보다 큰, 예를 들어 물 보다 큰 증기압을 갖는 성분을 액체에 부가하는 단계; 및

[0016] (ii) 감광성 기판을 방사선에 노광시키는 단계를 포함하는 프로세스를 제공하며,

[0017] 상기 방사선은 상기 감광성 기판에 도달하기 이전에 상기 성분을 포함하는 수성 액체를 통과하고,

[0018] 상기 성분을 부가하는 단계는 상기 액체 내의 이온의 농도를 증가시킨다.

[0019] 일 실시예에서, 본 발명은:

[0020] (i) 0.1 kPa 이상, 예를 들어 5 kPa 이상의 증기압을 갖는 산(acid)을 액체에 부가하는 단계; 및

[0021] (ii) 감광성 기판을 방사선에 노광시키는 단계를 포함하는 프로세스를 제공하며,

[0022] 상기 방사선은 상기 감광성 기판에 도달하기 이전에 상기 성분을 포함하는 상기 액체를 통과한다.

[0023] 일 실시예에서, 본 발명은:

[0024] (i) 방사선 빔을 패터닝하는 단계;

[0025] (ii) 상기 패터닝된 방사선 빔을 액체(예를 들어, 수성 액체)에 통과시키는 단계를 포함하는 프로세스를 제공하며, 상기 액체는 0.1 kPa 보다 큰 증기압을 갖는 성분에 의해 형성되는 이온들을 포함하고, 상기 액체의 도전성은 0.25  $\mu\text{s}/\text{cm}$  이상이고,

[0026] (iii) 감광성 기판을 상기 패터닝된 방사선 빔에 노광시키는 단계를 포함하는 상기 프로세스를 제공한다.

[0027] 일 실시예에서, 본 발명은:

[0028] (i) 침지 리소그래피 노광 장치; 및

[0029] (ii) 침지 액체, 예를 들어 25 °C에서 0.1 - 100  $\mu\text{s}/\text{cm}$  범위 내의 도전성을 갖는 침지 액체 또는 카본 다이옥사이드 부유화(carbon dioxide enriched) 침지 액체를 포함하는 침지 리소그래피 시스템을 제공한다.

[0030] 일 실시예에서, 본 발명은 리소그래피 장치의 제 1 부분, 예를 들어 기판테이블과 리소그래피 장치의 제 2 부분, 예를 들어 침지 리소그래피 장치의 침지 후드(hood) 사이에 전압 차를 인가할 수 있는 전압 발생기를 갖는 리소그래피 장치를 제공한다. 일 실시예에서, 본 발명은 리소그래피 장치의 제 1 부분, 예를 들어 기판테이블과 리소그래피 장치의 제 2 부분, 예를 들어 침지 리소그래피 장치의 침지 후드 사이에 전압 차를 인가하는 단계를 포함하는 프로세스를 제공한다.

[0031] 본 발명의 추가적인 목적들, 장점들 및 특징들이 본 명세서에 나열되고, 부분적으로는 후속부의 검토시 당업자

들에게 명백해지거나 또는 본 발명의 실행을 통해 확인될 수도 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 침지 리소그래피 시스템을 나타낸 도;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 침지 리소그래피 시스템의 침지 후드의 일 실시예를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 우선, 다양한 예들에서 이 적용은 성분들의 증기압들을 언급하며, 이와 관련하여, 성분의 증기압은 20 °C에서 순수한 형태(따라서, 혼합물 또는 용액이 아닌 형태)의 성분의 증기압을 지칭한다.

[0034] 일 실시예에서, 본 발명은 침지 액체를 제공한다. 또한, 본 발명은 침지 액체, 예를 들어 침지 리소그래피 프로세스를 이용하는 프로세스를 제공한다.

[0035] 침지 액체

[0036] 일 실시예에서, 침지 액체는 액체, 예를 들어 수성 액체, 가령 상기 액체의 총 무게에 대해, 75 wt% 이상의 물, 90 wt% 이상의 물, 95 wt% 이상의 물, 99 wt% 이상의 물, 99.5 wt% 이상의 물, 또는 99.99 wt% 이상의 물과 같은 50 wt% 이상의 물을 포함하는 액체에 1 이상의 성분을 부가하는 단계를 포함하는 프로세스에 의해 마련된다. 일 실시예에서, 1 이상의 성분을 부가하기 이전의 액체는 (25 °C에서 결정되는 바와 같이) 0.1  $\mu$ s/cm 보다 작은 도전성을 갖는다. 일 실시예에서, 상기 액체는 1 이상의 성분을 부가하기 이전에 디-개싱된다(de-gassed). 일 실시예에서, 상기 액체는 1 이상의 성분을 부가하기 이전에 정화된다. 일 실시예에서, 상기 액체는 초-순수(ultra-pure)의 디-개싱된 물이다.

[0037] 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 상대적으로 높은 증기압을 갖는다. 높은 증기압은, 예를 들어 기관으로부터 침지 액체가 제거되는(예를 들어, 증발되는) 경우 기관 상의 열룩들을 회피하는 것을 돋는다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 액체의 부가되어질 액체의 증기압을 초과하는 증기압을 갖는다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 0.1 kPa 이상의 증기압, 예를 들어, 0.25 kPa 이상, 0.5 kPa 이상, 0.75 kPa 이상, 1 kPa 이상, 1.3 kPa 이상, 1.5 kPa 이상, 1.8 kPa 이상, 2.1 kPa 이상 또는 물의 증기압을 초과하는(즉, 2.34 kPa을 초과하는) 증기압을 갖는다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 3.5 kPa 이상의 증기압, 예컨대 5 kPa 이상, 10 kPa 이상, 20 kPa 이상, 30 kPa 이상 또는 50 kPa 이상의 증기압을 갖는다. 일 실시예에서, 부가되는 성분은 포름산 또는 아세트산이다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 20 °C 및 1 대기압에서 그것의 순수한 형태는 가스이다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 카본 다이옥사이드이다. 일 실시예에서, 침지 액체는 침지 액체의 총 무게에 대하여, 2.0 kPa 미만의 증기압(예를 들어, 1.5 kPa 아래, 1 kPa 아래, 0.5 kPa 아래, 0.25 kPa 아래, 0.1 kPa 아래 또는 0 kPa의 증기압)을 갖는 성분들의 5 wt% 보다 적은, 예를 들어 3 wt% 보다 적은, 1 wt% 보다 적은, 0.5 wt% 보다 적은, 0.25 wt% 보다 적은, 0.1 wt% 보다 적은, 0.05 wt% 보다 적은, 0.025 wt% 보다 적은, 0.01 wt% 보다 적은, 또는 0.005 wt% 보다 적은 액체를 포함한다. 일 실시예에서, 비교적 높은 증기압을 갖는 성분을 포함하는 침지 액체는, 2.0 kPa 미만의 증기압, 예를 들어 1.5 kPa 아래, 1 kPa 아래, 0.5 kPa 아래, 0.25 kPa 아래, 0.1 kPa 아래 또는 0 kPa의 증기압을 갖는 성분들이 기본적으로 부재한, 침지 액체의 주 구성 물질(ingredient)(예를 들어 주 구성 물질로서 물을 갖는 침지 액체에 있어서의 물)을 고려하지 않는다.

[0038] 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은, 예를 들어 이온 형성을 촉진함으로써 액체의 도전성을 촉진한다. 침지 액체의 증가된 도전성은 유동 전위 관련문제들(streaming potential concerns)을 저감 또는 회피하는 것을 도울 수 있다. 유동 전위는, 예를 들어 J. Phys. D: Appl. Phys., 18(1985), p.211-220의 Varga 및 Dunne에 의한 참고자료 "Streaming Potential Cells For The Study of Erosion-Corrosion Caused By Liquid Flow"에 개시되어 있다. 유동 전위는, 예를 들어 침지 액체의 유동과 접촉하게 되는 코팅들, 센서들 및/또는 (정렬) 마커들(특히, 예를 들어 코팅들, 센서들, 및/또는 마커들의 실질적으로 도전성인 구성요소들)의 부식(corrosion) 또는 침식(erosion)을 통해 수명을 단축시킬 수도 있다. 일 실시예에서, 상기 성분을 포함하는 액체의 도전성은, 25 °C에서 0.1  $\mu$ s/cm 이상, 예를 들어 0.25  $\mu$ s/cm 이상, 0.5  $\mu$ s/cm 이상, 0.75  $\mu$ s/cm 이상, 1  $\mu$ s/cm 이상, 1.3  $\mu$ s/cm 이상, 1.5  $\mu$ s/cm 이상, 1.75  $\mu$ s/cm 이상, 2  $\mu$ s/cm 이상, 3  $\mu$ s/cm 이상, 5  $\mu$ s/cm 이상, 10  $\mu$ s/cm 이상, 25

$\mu\text{s}/\text{cm}$  이상 또는  $50 \mu\text{s}/\text{cm}$  이상이다. 상술되고 후술되는 도전성들은  $25^\circ\text{C}$ 에서 결정되나, 침지 액체가 사용되는 온도는 상이할 수 있다. 하지만, 언급된 값들은  $25^\circ\text{C}$ 에서 결정된 바와 같은 도전성들을 유지한다.

[0039] 증가된 도전성은 유동 전위의 효과를 저감 또는 제거하는 것을 도울 수 있으나, 침지 액체에 부가될 필요가 있는 성분(들)의 양을 증가시키킬 수도 있으며, 이는 열룩 또는 베블 관련문제들을 야기할 수 있다. 일 실시예에서, 상기 성분을 포함하는 액체의 도전성은  $25^\circ\text{C}$ 에서  $50 \text{ mS}/\text{cm}$ 보다 작은데, 예를 들어,  $25 \text{ mS}/\text{cm}$  보다 작거나,  $10 \text{ mS}/\text{cm}$  보다 작거나,  $5 \text{ mS}/\text{cm}$  보다 작거나,  $1 \text{ mS}/\text{cm}$  보다 작거나,  $500 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $250 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $150 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $75 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $50 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $25 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $15 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $10 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $7 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나,  $4 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작거나, 또는  $2 \mu\text{s}/\text{cm}$  보다 작다. 일 실시예에서, 액체의 도전성은  $25^\circ\text{C}$ 에서  $0.1 - 100 \mu\text{s}/\text{cm}$ 의 범위 내, 예를 들어  $0.25-25 \mu\text{s}/\text{cm}$ ,  $0.4-10 \mu\text{s}/\text{cm}$ , 또는  $0.6-6 \mu\text{s}/\text{cm}$  내에 있다. 일 실시예에서, 액체, 예를 들어 수성 액체, 가령 초순수의 도전성은 염들 또는 산들을 상기 액체에 부가함으로써 증가된다. 일 실시예에서, 액체는 아세트산, 포름산,  $\text{CO}_2(\text{CO}_2)$ 는 물에서/물과 함께 이온들  $\text{H}^+$  및  $\text{HCO}_3^-$ 를 형성할 수도 있음),  $\text{NH}_3(\text{NH}_3)$ 는 물에서/물과 함께 이온들  $\text{NH}_4^+$  및  $\text{OH}^-$ 을 형성할 수도 있음)으로 부유화된다(enriched).

[0040] 또한, 유동 전위는 물 유동의 속도 및/또는 난류에 의하여 저감 또는 회피될 수 있다. 또한, 유동 전위 자체를 반드시 회피하여야 하는 것은 아니나, 유동 전위에 의한 영향을 받는 영역(예를 들어, 기관 테이블, 가령 센서 또는 기관테이블 상의 센서 플레이트)과 또 다른 영역 간의 전압 차는 유동 전위에 의하여 야기되는 바람직하지 않은 효과들을 제한 또는 무효화한다. 일 실시예에서, 본 발명은 리소그래피 장치의 제 1 부분, 예를 들어 기관 테이블과 리소그래피 장치의 제 2 부분, 예를 들어 침지 리소그래피 장치의 침지 후드 사이에 전압 차를 인가하는 단계를 포함하는 프로세스를 제공한다. 일 실시예에서, 전압 차는  $0.1 \text{ V}$  이상, 예를 들어  $0.25 \text{ V}$  이상,  $0.5 \text{ V}$  이상,  $1 \text{ V}$  이상,  $2 \text{ V}$  이상,  $3 \text{ V}$  이상,  $4 \text{ V}$  이상, 또는  $5 \text{ V}$  이상이다. 일 실시예에서, 전압 차는  $50 \text{ V}$  보다 작다.

[0041] 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 산 성분, 예를 들어 아세트산, 포름산 또는 카본 다이옥사이드이다. 침지 액체의 산도(acidity)는, 예를 들어 레지스트 내에 존재할 수 있는 포토-애시드 제너레이터들의 침지 액체 내로의 확산 또는 용해를 늦추는 것/저감시키는 것을 도움으로써 침지 액체와 접촉하게 될 레지스트의 유효성을 유지하는 것을 도울 수 있다. 일 실시예에서, 상기 성분을 포함하는 액체는,  $7 \text{ 미만의 pH}$ , 예를 들어,  $6.5$  아래,  $6.0$  아래,  $5.5$  아래,  $5.0$  아래,  $4.5$  아래, 또는  $4.0$  미만의 pH를 갖는다. 일 실시예에서, pH는  $2.0$  이상, 예컨대  $2.5$  이상,  $3.0$  이상,  $3.5$  이상,  $3.75$  이상,  $4.0$  이상,  $4.5$  이상,  $5.0$  이상 또는  $5.5$  이상이다. 일 실시예에서, 액체에 부가되는 성분은 염기(base), 예를 들어 암모니아( $\text{NH}_3$ )이다. 침지 액체의 알칼리도는 레지스트가 침지 액체 내로 누출될 수 있는 산 성분들 보다는 알칼리 성분들(염기들)를 포함하도록 하여 침지 액체와 접촉하게 될 레지스트의 유효성을 유지하는 것을 도울 수 있다. 일 실시예에서, 상기 성분을 포함하는 액체는  $9$  위의 pH, 예를 들어  $7.5$  위,  $8$  위,  $8.5$  위,  $9$  위,  $9.5$  위 또는  $10$  위의 pH를 갖는다. 일 실시예에서, pH는  $14$  아래이다.

[0042] 액체에 상기 (1 이상의) 성분(들)을 부가하는 방식은, 예를 들어 부가되는 성분의 타입(예를 들어, 가스, 고체 또는 액체로서 이용가능한지의 여부)과 관련한 정도(extent)에 따르며 변화될 수도 있다. 일 실시예에서, 상기 성분은 멤브레인(membrane)을 통한 확산에 의해 부가된다. 예를 들어, 액체는 멤브레인의 일 측 상 및 멤브레인의 다른 측상의 성분 상으로 유동하며, 이에 의해 상기 멤브레인은 상기 액체에 대해서는 불침투성이지만, 상기 성분에 대해서는 침투성이어서, 상기 성분이 액체 내로 확산될 수 있도록 한다. 일 실시예에서, 이에 따라 부가되는 성분은 가스, 예를 들어  $\text{CO}_2$ 이다. 일 실시예에서, 상기 성분은  $1$  이상의 불활성 가스, 예를 들어  $\text{N}_2$ 와 함께 부가된다. 따라서, 일 실시예에서, 액체(예를 들어, 수성 액체, 가령 초순수)는 멤브레인의 일 측 상에서 유동하고,  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  혼합물은 상기 멤브레인의 다른 측 상에서 유동하여,  $\text{CO}_2$  및  $\text{N}_2$ 가 액체 내로 확산되도록 한다. 적합한 멤브레인 기구의 상업적 예시로는, 예를 들어 MEMBRANA로부터의 LIQUI-CEL 멤브레인 콘택터들이 포함된다. 일 실시예에서, 상기 성분은 성기 성분을 액체 내로 유동시킴으로써[떨어뜨림(drip)]으로써(또는 상기 액체 내로 비교적 농축된 성분/액체 용액을 유동시킴으로써) 상기 액체 내에 부가된다(상기 성분이 암모니아고 상기 액체가 물인 경우, 상기 암모니아는 비교적 농축된 수성 암모니아 용액을 상기 물 내로 유동시킴으로써 부가될 수 있다). 상기 (1 이상의) 성분(들)의 부가는 상기 장치로부터 떨어져 이행되거나(침지 액체는 "사전-준비(pre-prepared)"될 수 있음), 상기 부가는 상기 장치 내로 링크되는 별도의 유닛에서 이행되거나(예를 들어 상기 장치의 정수 유닛은  $1$  이상의 성분을 부가하도록 이루어질 수 있음), 또는 상기 부가는 상기 장치내로 통합

(integrate)될 수도 있다.

[0043] 프로세스

[0044] 본 발명은 상술된 침지 액체들을 이용하는 프로세스, 예를 들어 기판이 방사선에 대해 노광되고 상기 방사선이 기판에 도달하기 이전에 침지 액체를 통과하는 프로세스를 제공한다.

[0045] 일 실시예에서는, 방사선에 대해 기판을 노광시키는 단계를 포함하는 프로세스가 제공되며, 상기 방사선은 위의 문장에서 설명된 바와 같이 침지 액체를 통과한다. 일 실시예에서, 프로세스는 (레티클 또는 개별적으로 프로그래밍 가능한 요소들의 어레이의 도움으로) 방사선 빔을 패터닝하는 단계, 상기 패터닝된 빔을 투영시스템(예를 들어, 렌즈들의 어레이)을 통해 통과시키는 단계, 상기 패터닝된 빔을 침지 액체를 통해 통과시키는 단계 및 상기 기판의 일 부분을 상기 패터닝된 빔으로 노광시키는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 기판은 반도체 기판, 예를 들어 반도체 웨이퍼이다. 일 실시예에서, 반도체 기판 재료는 Si, SiGe, SiGeC, SiC, Ge, GaAs, InP 및 InAs로 이루어진 그룹으로부터 선택된다. 일 실시예에서, 반도체 기판은 III/V 반도체 복합물(compound)이다. 일 실시예에서, 반도체 기판은 실리콘 기판이다. 일 실시예에서, 기판은 유리 기판이다. 일 실시예에서, 기판은 세라믹 기판이다. 일 실시예에서, 기판은 유기 기판, 예를 들어 플라스틱 기판이다. 일 실시예에서, 기판은 예를 들어 기판을 레지스트 층을 코팅한 감광성 기판이다.

[0046] 일 실시예에서는,

[0047] (i) 방사선 빔을 패터닝하는 단계;

[0048] (ii) 상기 패터닝된 방사선 빔을 수성 액체를 통해 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 수성 액체는 0.1 kPa 보다 큰 증기압을 갖는 성분에 의하여 형성되는 이온들을 포함하고,

[0049] (iii) 감광성 기판을 상기 패터닝된 방사선 빔에 대해 노광시키는 단계를 포함하는 디바이스 제조 프로세스가 제공된다.

[0050] 또한, 일 실시예에서는,

[0051] (i) 방사선 빔을 패터닝하는 단계;

[0052] (ii) 상기 패터닝된 방사선 빔을 산 또는 염기를 포함하는 액체를 통해 통과시키는 단계를 포함하며, 상기 산 또는 염기는 상기 액체의 증기압을 초과하는 증기압을 가지고,

[0053] (iii) 감광성 기판을 방사선에 대해 노광시키는 단계를 포함하는 프로세스가 제공되며,

[0054] 상기 방사선은 상기 감광성 기판에 도달하기 이전에 상기 성분을 포함하는 상기 수성 액체를 통과한다.

[0055] 일 실시예에서, 상기 프로세스는, 리소그래피 프로세스, 예컨대 침지 리소그래피 프로세스이다. 침지 리소그래피 프로세스를 수행하는 장치의 일 예시는 도 1에 도시되어 있다. 도 1에 도시된 장치는:

[0056] 방사선 빔(PB)(예를 들어, UV 또는 DUV 방사선)을 콘디셔닝하도록 구성된 조명시스템(일루미네이터)(IL);

[0057] 패터닝 디바이스(MA)를 지지하고, 특정 파라미터들에 따라 상기 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성되는 제1위치설정수단(PM)에 연결되도록 이루어지는 지지구조체(예를 들어, 마스크테이블)(MT)을 포함한다. 상기 지지구조체는, 패터닝 디바이스의 무게를 지지, 즉 지탱한다. 지지구조체는, 패터닝 디바이스의 방위, 리소그래피 장치의 디자인 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경내에서 유지되는지의 여부와 같은 여타 조건들에 종속적인 방식으로 패터닝 디바이스를 유지시킨다. 지지구조체는 패터닝 디바이스를 유지시키기 위하여 기계적, 진공, 정전기 또는 여타의 클램핑 기술을 사용할 수 있다. 지지구조체는 필요에 따라 고정되거나 이동할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 상기 지지구조체는, 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영시스템에 대해 원하는 위치에 있을 수 있도록 한다. 여기서 사용되는 "패터닝 디바이스(patterning device)"라는 용어는 기판의 타겟부에 패턴을 생성하기 위해서, 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는데 사용될 수 있는 장치를 의미하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 예를 들어, 패턴이 위상-시프팅 피처 또는 소위 어시스트 피처들을 포함하는 경우 방사선 빔에 부여된 패턴은 기판의 타겟부내의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수도 있다는 것에 유의해야 한다. 일반적으로, 투영빔에 부여된 패턴은 접적회로와 같이 타겟부에 생성될 디바이스내의 특정기능층에 해당할 것이다. 패터닝 디바이스는 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예로는 마스크 및 개별적으

로 프로그래밍 가능한 요소들의 어레이(예를 들어, 프로그래밍 가능한 거울 어레이 또는 프로그래밍 가능한 LCD 패널)을 포함한다. 마스크는 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 바이너리형, 교변 위상-시프트형 및 감쇠 위상-시프트형 마스크와 다양한 하이브리드 마스크형식도 포함한다. 프로그래밍 가능한 거울 어레이의 일례는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 기울여질 수 있다. 기울여진 거울은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.

[0058] 기판테이블(예를 들어, 웨이퍼테이블)(WT)은 기판(W)(예를 들어, 레지스트코팅된 웨이퍼)을 잡아주고, 특정 파라미터들에 따라 기판을 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정수단(PW)에 연결되도록 구성된다. 일 실시예에서, 웨이퍼테이블은 1 이상의 센서(도시 안됨), 예를 들어 이미지 센서(예컨대, 투과 이미지 센서), 도즈(dose) 센서, 및/또는 수차(aberration) 센서를 포함한다. 일 실시예에서, 1 이상의 센서는 1 이상의 금속, 예를 들어, 크롬을 포함한다. 일 실시예에서, 1 이상의 센서는, 예를 들어 티타늄 니트라이드(titanium nitride)로 코팅된다.

[0059] 투영시스템(PL)(예를 들어, 굴절형 투영렌즈 시스템)은 패터닝 디바이스(MA)에 의하여 방사선 빔(PB)에 부여된 패턴을 기판(W)의 타겟부(C)(예를 들어, 하나 이상의 다이를 포함함)상에 투영하도록 구성된다.

[0060] 조명시스템은 방사선을 지향, 성형 또는 제어시키기 위하여 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 및 여타 유형의 광학 구성요소와 같은 다양한 종류의 광학 구성요소를 포함할 수도 있다. 본 명세서에서 사용되는 "투영시스템"이라는 용어는, 예를 들어 사용되는 노광방사선에 대하여, 또는 침지 유체(immersion fluid)의 사용 또는 전공의 사용과 같은 여타의 인자에 대하여 적절하다면, 굴절광학시스템, 반사광학시스템, 카타디옵트릭시스템, 자기시스템, 전자기시스템 및 정전기 광학시스템 또는 그들의 조합을 포함하는 소정 형태의 투영시스템을 내포하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 일 실시예에서, 투영시스템은 렌즈들의 어레이를 포함한다. 일 실시예에서, 투영시스템은 렌즈들의 어레이르 포함한다. 일 실시예에서, 상기 장치는, 예를 들어 스루풋을 증가시키기 위하여 투영시스템들의 어레이를 포함한다.

[0061] 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과형 마스크를 채용한) 투과형이다. 대안적으로는, 상기 장치는 (예를 들어, 상술된 바와 같이 소정 형태의 프로그래밍 가능한 거울 어레이를 채용한 또는 반사 마스크를 채용한) 반사형일 수도 있다.

[0062] 리소그래피 장치는 2 개(듀얼스테이지) 이상의 기판테이블(및/또는 2 이상의 마스크테이블)을 갖는 형태로 구성될 수도 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있으며, 1 이상의 테이블이 노광에서 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0063] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선소스(S0)로부터 방사선의 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피장치의 부분을 형성하는 것으로 간주되지는 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어, 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스펜더를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로, 상기 소스(S0)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 여타의 경우, 예를 들어 상기 방사선 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 일 실시예에서, 방사선 소스(S0)에 의하여 제공되는 방사선은 50 nm 이상의 파장, 예를 들어, 100 nm 이상, 150 nm 이상, 175 nm 이상, 200 nm 이상, 225 nm 이상, 275 nm 이상, 325 nm 이상, 350 nm 이상 또는 360 nm 이상의 파장을 갖는다. 일 실시예에서, 방사선 소스(S0)에 의하여 제공되는 방사선은 최대 450 nm의 파장, 예를 들어 최대 425 nm, 최대 375 nm, 최대 360 nm, 최대 325 nm, 최대 275 nm, 최대 250 nm, 최대 225 nm, 최대 200 nm, 또는 최대 175 nm의 파장을 갖는다. 일 실시예에서, 방사선은 365 nm, 355 nm, 248nm, 또는 193 nm의 파장을 갖는다.

[0064] 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도세기분포를 조정하는 조정기구(AD)를 포함할 수도 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 퓨필평면내의 세기분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- $\sigma$  및 내측- $\sigma$ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인터그레이터(IN) 및 콘텐서(CO)와 같은 다양한 다른 구성 요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터(IL)는 그 단면에 원하는 균일성과 세기 분포를 갖도록 방사선 빔을 콘디셔닝하는데 사용될 수도 있다.

[0065] 상기 방사선 빔(PB)은 지지구조체(MT)에 의하여 유지되는 패터닝 디바이스(MA) 상에 입사되며, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 상기 방사선 빔(PB)은, 마스크(MA)를 가로질러 투영시스템(PL)을 통과하여 기판(W)의 타겟부(C)상에 상기 빔을 포커스한다. 보다 상세히 후술되는 침지 후드(IH)는 투영시스템(PL)의 최종요소와 기판(W) 사이의 공간으로 침지 액체를 공급한다. 일 실시예에서, 기판테이블(WT) 및 침지 후드(IH)는 기판테이블(WT)과

침지 후드(IH) 사이에(예를 들어, 기판테이블(WT)의 센서 플레이트와 침지 후드(IH) 사이에) 전압 차를 제공할 수 있다.

[0066] 제 2 위치설정장치(PW) 및 위치센서(IF2)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 선형 인코더(linear encoder) 또는 캐퍼서티 센서(capacitive sensor))의 도움으로, 기판테이블(WT)은, 방사선 빔(PB)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)를 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치설정장치(PM) 및 또 다른 위치센서(도 1에 명확히 도시되지는 않음)는, 예를 들어 마스크 라이브러리로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔(PB)의 경로에 대하여 패터닝 디바이스(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 지지구조체(MT)의 이동은, 긴 행정 모듈(long stroke module)(개략 위치설정) 및 짧은 행정 모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 실현될 것이며, 이는 제 1 위치설정장치(PM)의 일부를 형성한다. 이와 유사하게, 기판테이블(WT)의 이동은 제 2 위치설정장치(PW)의 일부를 형성하는 긴 행정 모듈 및 짧은 행정 모듈을 사용하여 실현될 수도 있다. (스캐너와는 대조적으로) 스템페의 경우, 상기 지지구조체(MT)는 단지 짧은 행정액추에이터에만 연결되거나, 또는 고정될 수도 있다. 패터닝 디바이스(MA) 및 기판(W)은 마스크 정렬마크(M1, M2) 및 기판 정렬마크(P1, P2)를 이용하여 정렬될 수도 있다. 예시된 바와 같이 기판 정렬 마크들이 할당된 타겟부를 점유하기는 하나, 그들은 타겟부들 사이의 공간들에 배치될 수도 있다(이들은 스크라이브-레인(scribe-lane) 정렬 마크로 알려져 있음).

[0067] 이와 유사하게, 패터닝 디바이스(MA)에 의해 1이상의 다이가 제공되는 상황에서는, 다이들 사이에 정렬 마크들이 배치될 수도 있다.

[0068] 상술된 장치는 다음의 바람직한 모드들 중 1 이상에서 사용될 수 있다.

[0069] 1. 스템 모드에서는, 지지구조체(MT) 및 기판테이블(WT)은 기본적으로 정지상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다(즉, 단일 정적 노광(single static exposure)). 그런 후, 기판테이블(WT)은 X 및/또는 Y 방향으로 시프트되어 다른 타겟부(C)가 노광될 수 있다. 스템 모드에서, 노광필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 묘사되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

[0070] 2. 스캔 모드에서는, 지지구조체(MT)와 기판테이블(WT)은 방사선 빔에 부여되는 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다(즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)). 지지구조체(MT)에 대한 기판테이블(WT)의 속도 및 방향은 확대(축소) 및 투영시스템(PS)의 이미지 반전 특성에 의하여 판정된다. 스캔 모드에서, 노광필드의 최대크기는 단일 동적노광시 타겟부의 (스캐닝되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.

[0071] 3. 또 다른 모드에서는, 지지구조체(MT)는 프로그래밍가능한 패터닝 디바이스를 유지하여 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여되는 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안, 기판테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채용되며, 프로그래밍가능한 패터닝 디바이스는 기판테이블(WT)이 각각 이동한 후, 또는 스캔중에 계속되는 방사선펄스 사이에서 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 상기 언급된 바와 같은 종류의 프로그래밍가능한 거울 어레이와 같은 프로그래밍가능한 패터닝 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0072] 또한, 상술된 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 상이한 사용 모드들이 채용될 수도 있다.

[0073] 도 2는 침지 후드(IH)의 일 실시예를 예시하고 있다. 침지 후드(10)는 기판 표면과 투영시스템의 최종 요소 사이의 공간을 채우기 위하여 침지 액체(11)가 한정되도록 투영시스템의 이미지 필드 주위의 기판에 대해 무접촉 시일(contactless seal)을 형성한다. 저장소는 투영시스템(PL)의 최종요소 아래와 그를 둘러싸 위치되는 시일부재(12)에 의해 형성된다. 침지 액체(11)는 투영시스템 아래의 공간과 시일 부재 내로 흡여진다. 시일 부재는 투영시스템의 최종요소 위에서 약간 연장되고, 액체의 베퍼가 제공되도록 액체의 레벨은 최종요소 위로 상승한다. 시일 부재는, 일 실시예의 상단부에서 투영시스템 또는 그것의 최종요소의 형상과 밀접하게 순응하고, 예를 들어 라운드질 수도 있는 내주부(inner periphery)를 갖는다. 바닥에서, 내주부는, 반드시 그러해야 하는 것은 아니지만 이미지 필드의 형상, 예를 들어 직사각형과 밀접하게 순응한다.

[0074] 침지 액체(11)는 시일 부재의 바닥과 기판(W)의 표면 사이에서 가스 시일(16)에 의해 침지 후드 내에 한정된다. 가스 시일은 가스, 예를 들어 공기 또는 합성 공기에 의해 형성되지만, 일 실시예에서는 압력하에서 유입부(15)를 통해 시일 부재(12)와 기판 사이의 캡으로 제공되고, 제 1 유출부(14)를 통해 추출되는 N<sub>2</sub> 또는 불활성 가스에 의해 형성된다. 유입부(15) 상의 과도압력, 제 1 유출부(14) 상의 진공 레벨 및 캡의 기하학적 형상은, 액

체를 한정하는 안쪽으로의 고속 가스유동이 존재하도록 구성된다.

[0075]

프로젝트들

[0076]

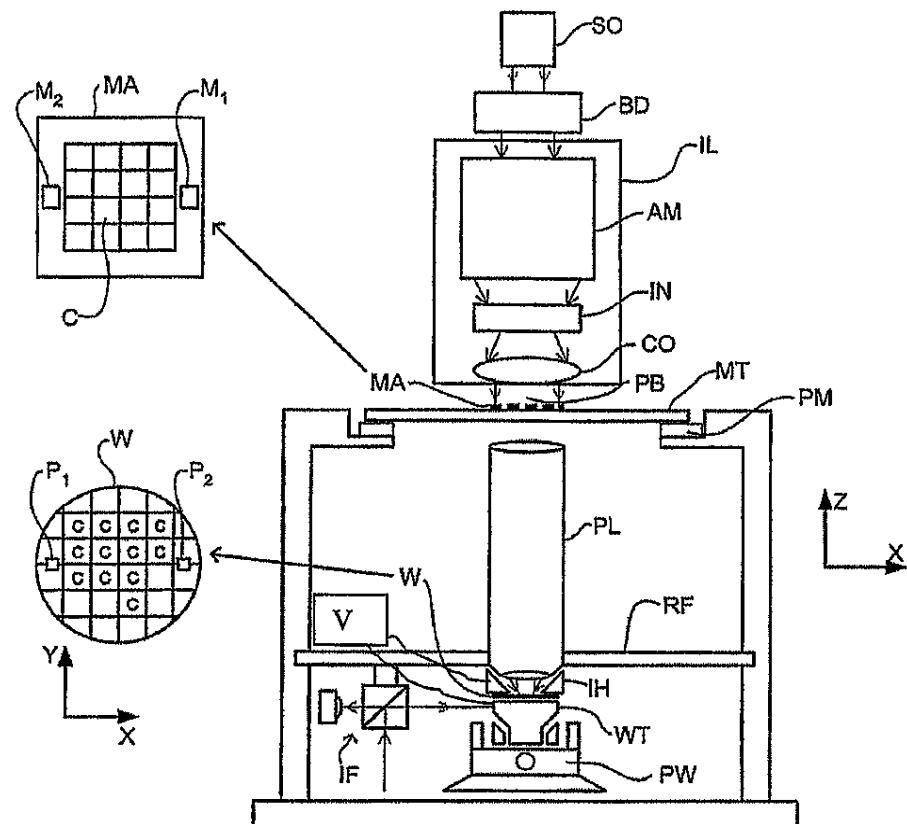
본 프로세스 및 시스템에 의해 제조될 수 있는 디바이스의 몇몇 예시에는, 마이크로 전자기계 시스템들 ("MEMS"), 박막 헤드들, 집적 패시브 구성요소들(integrated passive components), 이미지 센서들, 가열 파워 IC들, 아날로그 IC들 및 개별 IC들을 포함하는 집적 회로들("ICs"), 및 액정 디스플레이가 포함된다.

[0077]

본 발명의 특정 실시예들에 대하여 상술하였으나, 당업자들에게는 본 발명의 많은 수정례들이 생겨나거나 제안될 수 있다는 것을 이해해야 하며, 따라서 본 발명은 후속 청구항들의 기술적 사상 및 범위에 의해서만 제한되도록 되어 있다.

## 도면

### 도면1



### 도면2

