



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년04월29일
 (11) 등록번호 10-1616761
 (24) 등록일자 2016년04월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7003816
- (22) 출원일자(국제) 2014년07월20일
 심사청구일자 2014년02월13일
- (85) 번역문제출일자 2014년02월13일
- (65) 공개번호 10-2014-0036028
- (43) 공개일자 2014년03월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2012/064270
- (87) 국제공개번호 WO 2013/023874
 국제공개일자 2013년02월21일
- (30) 우선권주장
 61/524,190 2011년08월16일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP02034916 A*
 KR1020100075887 A*
 KR1020110025904 A*
 KR1020070038437 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 에이에스엠엘 네델란드 비.브이.
 네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
- (72) 발명자
 드 야거 피터
 네덜란드 엔엘-5091 티엠 미들비어스 힐러보그 20
 바니너 바딤
 네덜란드 엔엘-5751 에스비 되르네 엔트라흐트 21
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 7 항

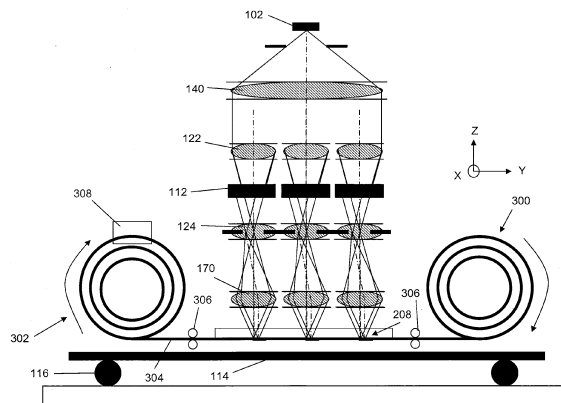
심사관 : 심병로

(54) 발명의 명칭 리소그래피 장치, 프로그램가능한 패터닝 디바이스 및 리소그래피 방법

(57) 요약

일 실시예에서, 복수의 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 변조기 및 변조된 빔이 충돌하는 도너 구조체를 포함하는 리소그래피 장치가 개시된다. 도너 구조체는 충돌하는 변조된 빔이 도너 재료가 도너 구조체로부터 기관으로 전사되게 하도록 구성된다.

대표도 - 도27



(72) 발명자

블리커 아르노

네덜란드 엔엘-5563 씨이 웨스터호벤 스테노벤스
67

반 더 슈트 하르멘

네덜란드 엔엘-5262 알케이 붓 클라인 브라반트 20

스티븐스 루카스

네덜란드 엔엘-5658 이이 아인트호벤 그라시에 15

베르플렌 요하네스

네덜란드 엔엘-5708 지제이 헬몬드 드 플레이츠 16

부이스터 샌더

네덜란드 엔엘-5627 씨더블유 아인트호벤 벨포르스
프 17

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피 장치로서,

기관을 홀딩하도록 구성된 기관 홀더;

원하는 패턴에 따라서 방사선 빔을 변조하도록 구성된 변조기;

변조된 빔을 수광하고 상기 기관을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템; 및

도너 구조체를 변조기와 상기 기관 사이의 위치에서 이동시키는 도너 구조체 이송 시스템으로서, 상기 도너 구조체는 상기 도너 구조체로부터 상기 기관 상으로 전사될 수 있는 도너 재료층을 가지고, 사용 시에, 상기 변조된 빔은 상기 도너 구조체에 충돌하는, 도너 구조체 이송 시스템을 포함하고,

상기 도너 구조체는 정전기 또는 전자기 클램핑 몸체를 포함하고, 상기 도너 구조체의 도너 재료는 정전기 또는 전자기적 클램핑가능 재료를 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 도너 구조체는 상기 이송 시스템에 의하여 이동되는 복수 개의 도너 구조체를 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 이송 시스템은 복수 개의 이송 메커니즘을 포함하고, 각각의 메커니즘은 상기 장치의 광 엔진과 연관되는, 리소그래피 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

도너 재료를 상기 도너 구조체에 도포하기 위한 재생 모듈(regeneration module)을 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 재생 모듈은 도너 재료를 상기 도너 구조체로부터 스트립하기 위한 구획(compartment) 및 도너 재료를 상기 도너 구조체 상에 제공하기 위한 구획을 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 도너 재료는 용매를 포함하고,

상기 용매가 가열된 기관에 의하여 기화되도록 상기 기관을 가열하는 히터를 더 포함하는, 리소그래피 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 도너 구조체와 상기 기관 홀더 사이에 위치되는 개구부를 가지는 구조체를 더 포함하고,

상기 도너 재료는 상기 도너 구조체로부터 상기 개구부를 통하여 상기 기관으로 지나가는, 리소그래피 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에의 상호-참조

[0002] 이 출원서는 2011년 8월 16일 화요일자로 출원된 미국 가출원 제 61/524,190호를 우선권 주장한다. 이 가출원은 그 전체로서 본 명세서에 원용에 의하여 통합된다.

[0003] 분야

[0004] 본 발명은 리소그래피 장치, 프로그램가능한 패터닝 디바이스, 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 리소그래피 장치는 원하는 패턴을 기판 또는 기판의 부분 상에 도포하는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(ICs), 평판 패널 디스플레이 및 미세 피처를 가지는 다른 디바이스 또는 구조체의 제조에 사용될 수 있다. 기존의 리소그래피 장치에서는, 마스크 또는 레티클로 지칭될 수 있는 패턴링 디바이스가 IC, 평판 패널 디스플레이, 또는 다른 디바이스의 개별 층에 대응하는 회로 패턴을 생성하기 위해 이용될 수 있다. 이 패턴은 예컨대 기판 상에 제공된 방사선 감응성 재료(레지스트)의 층 상에의 이미지를 통해 기판(예컨대 실리콘 웨이퍼 또는 유리 플레이트)(또는 기판의 일부분)에 전사될 수 있다.
- [0006] 회로 패턴 대신에, 패턴링 디바이스는 다른 패턴, 예를 들어 컬러 필터 패턴, 또는 도트의 매트릭스를 생성하는데 사용될 수 있다. 기존 마스크 대신에, 패턴링 디바이스는 회로 또는 다른 도포가능한 패턴을 생성하는 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이를 포함하는 패턴링 어레이를 포함할 수 있다. 기존 마스크 기반 시스템에 비하여 이러한 "마스크 없는" 시스템의 장점은, 패턴이 보다 신속하고 적은 비용으로 제공 및/또는 변화될 수 있다는 점이다.
- [0007] 따라서, 마스크 없는 시스템은 프로그램가능한 패턴링 디바이스(예를 들어, 공간 광 변조기, 콘트라스트 디바이스 등)를 포함한다. 이러한 프로그램가능한 패턴링 디바이스는, 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이를 이용하여 요구되는 패턴링된 빔을 형성하도록 프로그램(예를 들어, 전자적으로 또는 광학적으로)된다. 프로그램 가능한 패턴링 디바이스의 유형은, 마이크로 미러 어레이, 액정 디스플레이(LCD) 어레이, 격자 광 밸브 어레이, 등을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 예컨대 프로그래밍 가능한 패턴링 디바이스를 포함하는 저비용의 가요성 리소그래피 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

과제의 해결 수단

- [0009] 일 실시예에서, 기판의 노광 영역을 원하는 패턴에 따라서 변조된 복수의 빔에 노광시키도록 구성되는 변조기 및 변조된 빔을 기판 상에 투영하도록 구성되는 투영 시스템을 포함하는 리소그래피 장치가 개시된다. 변조기는 빔을 노광 영역에 대하여 이동시킬 수 있다. 리소그래피 장치는 복수 개의 빔을 수광하는 렌즈의 어레이를 가질 수 있는데, 렌즈의 어레이는 노광 영역에 대하여 이동가능하다.
- [0010] 실시예에서, 리소그래피 장치는, 예컨대 기판의 타겟 부분 상으로 패턴을 생성할 수 있는 광 컬럼(optical column)이 제공될 수 있다. 이러한 광 컬럼에는, 빔을 방출하도록 구성되는 자기 발광 콘트라스트 디바이스, 및 타겟부 상에 적어도 복수의 빔의 일부를 투영하도록 구성되는 투영 시스템이 구비될 수 있다. 이 장치에는 빔을 타겟 부분에 대하여 이동시키는 편향기가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 본 명세서에 통합되며 명세서의 일부를 구성하는 첨부 도면은 본 발명의 실시예를 도시하며, 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용과 함께 본 발명의 이론을 설명하고 당업자가 본 발명을 생산하고 사용하도록 하는데 더욱 기여한다.
 - 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도를 묘사한다.
 - 도 2 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다.
 - 도 3 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다.
 - 도 4 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다.
 - 도 5 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도를 묘사한다.
 - 도 6 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도를 묘사한다.
 - 도 7 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도를 묘사한다.

- 도 8 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 9 는 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 10a 는 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 10b 는 본 명의 실시예에 따른 빔 편향기의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 10c 는 도 10b 의 빔 편향기의 다른 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 11 은 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 일차원 어레이의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 12 는 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 일차원 어레이의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 13 은 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 이차원 어레이의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 14 는 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 15 는 본 발명의 실시예에 따른 빔 편향기의 개략 측면도를 묘사한다.
- 도 16 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 편향기의 노광 방안(exposure strategy) 및 이에 연관된 전압-시간 프로파일의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 17 은 본 발명의 실시예에 따른 노광 방안의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 18 은 본 발명의 실시예에 따른 노광 방안의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 19 는 도 18 의 노광 방안을 구현하는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다.
- 도 20 은 재료 증착 장치 및 프로세스의 측면도를 묘사한다.
- 도 21 은 재료 증착 장치 및 프로세스의 측면도를 묘사하는데, 이것은 도 20 에 묘사된 재료 증착 장치 및 프로세스의 클로즈업 도면이다.
- 도 22 는 알루미늄의 열용량(thermal heat capacity) 대 온도의 그래프이다.
- 도 23 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 24 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 25 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 26 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도이다.
- 도 27 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 28 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 29 는 본 발명의 실시예에 따른 재생 모듈의 개략 상세도이다.
- 도 30 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 측면도이다.
- 도 31 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도이다.
- 도 32 는 본 발명의 실시예에 따른 도너 구조체의 패터닝된 재료의 개략 평면도이다.
- 도 33 의 (A) 내지 (C) 는 도너 재료를 도 32 에 따르는 도너 구조체 상에 제공하는 것의 개략도이다.
- 도 34 의 (A) 내지 (I) 는 본 발명의 실시예에 따른 도너 구조체 및 도너 구조체의 제조 방법의 개략도이다.
- 도 35 의 (A) 내지 (C) 는 본 발명의 실시예에 따른 기관 패터닝 방법의 개략 측면도이다.
- 도 36 은 본 발명의 실시예에 따른 기관 패터닝 방법의 개략 측면도이다.
- 도 37 은 본 발명의 실시예에 따른 개별적으로 어드레스가능한 요소의 파워/순방향 전류 그래프를 묘사한다.
- 도 38 은 본 발명의 실시예를 사용한, 패턴을 기관에 전사하는 모드를 묘사한다.
- 도 39 는 광 엔진의 개략 구성을 묘사한다.

도 40a 내지 도 40d 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 부분의 개략 평면도 및 측면도를 묘사한다.

도 41 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 평면도 레이아웃을 묘사한다.

도 42 는 도 41 의 리소그래피 장치의 부분의 개략 삼차원 도면을 묘사한다.

도 43 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 3 개의 상이한 회전 위치를 보여준다.

도 44 는 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 3 개의 상이한 회전 위치를 보여준다.

도 45는 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 5 개의 상이한 회전 위치를 보여준다.

도 46 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사한다.

도 47 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 5 개의 상이한 회전 위치를 보여준다.

도 48 은 도 47 의 단일 이동가능 광 요소(250)에 의하여 동시에 기록되는 8 개의 라인들의 구성을 개략적으로 묘사한다.

도 49 는 도 47 의 구성에서의 이동하는 루프탑(rooftop)으로 초점을 제어하기 위한 개략 구성을 묘사한다.

본 발명의 하나 이상의 실시예가 이제 첨부된 도면을 참조하여 설명될 것이다. 도면에서, 유사한 부재 번호는 동일하거나 기능적으로 유사한 요소를 표시할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 마스크 없는 리소그래피 장치, 마스크 없는 리소그래피 방법, 프로그램가능한 패터닝 디바이스 및 다른 장치, 제조물 및 방법에 대한 하나 이상의 실시예가 본원에서 기술된다. 일 실시예에서, 저비용 및/또는 가요성 마스크 없는 리소그래피 장치가 제공된다. 마스크 없는 유형이므로, 예를 들어 IC 또는 평판 디스플레이를 노광하기 위해 어떠한 기존 마스크도 필요치 않다. 유사하게도, 패키징 응용을 위해 하나 이상의 링이 필요하지 않다; 프로그램가능한 패터닝 디바이스는 에지 투어를 피하기 위해 패키징 응용에 대해 디지털 에지 처리 "링"을 제공할 수 있다. 마스크 없는 유형(디지털 패터닝)은 가요성 기관과 함께 이용될 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 초-비-임계(super-non-critical) 응용이 가능하다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 $\geq 0.1 \mu\text{m}$ 분해능, 예를 들어 $\geq 0.5 \mu\text{m}$ 분해능 또는 $\geq 1 \mu\text{m}$ 분해능일 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 $\leq 20 \mu\text{m}$ 분해능, 예를 들어 $\leq 10 \mu\text{m}$ 분해능, 또는 $\leq 5 \mu\text{m}$ 분해능일 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 $\sim 0.1 - 10 \mu\text{m}$ 분해능일 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 $\geq 50 \text{ nm}$ 오버레이, 예를 들어 $\geq 100 \text{ nm}$ 오버레이, $\geq 200 \text{ nm}$ 오버레이, 또는 $\geq 300 \text{ nm}$ 오버레이일 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 $\leq 500 \text{ nm}$ 오버레이, 예를 들어 $\leq 400 \text{ nm}$ 오버레이, $\leq 300 \text{ nm}$ 오버레이, 또는 $\leq 200 \text{ nm}$ 오버레이일 수 있다. 이러한 오버레이 및 분해능 값은 기관 크기 및 재료와 무관할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 가요성이 크다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 상이한 크기, 유형 및 특성의 기관으로 척도변환가능(scalable)하다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 실질적으로 무제한의 필드 크기를 갖는다. 그러므로, 리소그래피 장치는, 하나의 리소그래피 장치로 또는 대부분에 공통되는 리소그래피 장치 플랫폼을 이용하는 복수의 리소그래피 장치를 이용하여 복수의 애플리케이션(예를 들어, IC, 평판 디스플레이, 패키징 등)을 가능하게 할 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 유연성이 있는 제조를 제공하기 위해서 자동화된 작업 생성을 허용한다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 3D 집적을 제공한다.
- [0015] 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 저비용이다. 일 실시예에서, 오직 공통의 규격품 컴포넌트들이 사용된다(예

컨대, 방사선 발광 다이오드(radiation emitting diode), 단순한 이동가능한 기관 홀더, 및 렌즈 어레이). 일 실시예에서, 단순한 투영 광학을 가능하게 하기 위해 픽셀-그리드 이미징이 이용된다. 일 실시예에서, 비용 및/또는 복잡성을 줄이기 위해 하나의 스캔 방향을 갖는 기관 홀더가 이용된다.

[0016] 도 1 은 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치(100)를 개략적으로 묘사한다. 장치(100)는 패터닝 디바이스(104), 오브젝트 홀더(106)(예를 들어, 기관 테이블과 같은 오브젝트 테이블), 및 투영 시스템(108)을 포함한다.

[0017] 일 실시예에서, 패터닝 디바이스(104)는 방사선을 변조하여 빔(110)에 패턴을 인가하기 위한 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 포함한다. 일 실시예에서, 상기 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 위치는 투영 시스템(108)에 관련하여 고정될 수 있다. 그러나, 대안의 구성에서는, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 특정한 파라미터에 따라(예를 들어, 투영 시스템(108)에 대하여) 이들 제어가능한 요소 중의 하나 이상을 정확하게 위치시키기 위해 위치 설정기(도시되지 않음)에 연결될 수 있다.

[0018] 일 실시예에서, 패터닝 디바이스(104)는 자기 발광 콘트라스트 디바이스(self-emissive contrast device)이다. 이러한 패터닝 디바이스(104)는 방사 시스템에 대한 요구를 제거하여, 예를 들어 리소그래피 장치의 비용 및 크기를 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각은 발광 다이오드(LED), 유기 LED(OLED), 폴리머 LED(PLED), 또는 레이저 다이오드(예를 들어, 고체상 레이저 다이오드)와 같은 방사선 발광 다이오드이다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각은 레이저 다이오드이다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각은 청자색 레이저 다이오드(예를 들어, Sanyo 모델 번호 DL-3146-151)이다. 이러한 다이오드는 Sanyo, Nichia, Osram, 및 Nitride와 같은 회사에 의해 공급된다. 일 실시예에서, 다이오드는 약 365 nm 또는 약 405 nm의 파장을 갖는 방사선을 방출한다. 일 실시예에서, 다이오드는 0.5 - 100 mW 범위에서 선택된 출력 파워를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 레이저 다이오드(순수한(naked) 다이)의 크기는 250 - 600 마이크로미터의 범위에서 선택된다. 일 실시예에서, 레이저 다이오드는 1 - 5 마이크로미터에서 선택된 발광 면적을 갖는다. 일 실시예에서, 레이저 다이오드는 7 - 44도의 범위에서 선택된 발산각을 갖는다. 일 실시예에서, 다이오드는 100 MHz로 변조될 수 있다.

[0019] 일 실시예에서, 자기 발광 콘트라스트 디바이스는 또 다른 개별적으로 제어 가능한 요소(102)가 작동하지 못하거나 또는 적절하게 작동하지 못하는 경우에 "여분의(redundant)" 개별적으로 제어 가능한 요소(102)가 사용될 수 있도록 하기 위해 요구된 것보다 많은 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)를 포함한다.

[0020] 일 실시예에서, 자기 발광 콘트라스트 디바이스의 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예를 들어, 레이저 다이오드)의 파워/순방향 전류 곡선의 급격한 부분(steep part)으로 작동된다. 이것은 더욱 효율적이 되게 하고, 전력 소모/열을 더 적게 할 수 있다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소 당의 광출력은, 사용 시에, 적어도 1 mW, 예를 들어 적어도 10 mW, 적어도 25 mW, 적어도 50 mW, 적어도 100 mW, 또는 적어도 200 mW이다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소 당의 광출력은, 사용 시에, 300 mW 미만, 250 mW 미만, 200 mW 미만, 150 mW 미만, 100 mW 미만, 50 mW 미만, 25 mW 미만, 또는 10 mW 미만이다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소를 작동하기 위한, 사용 시의, 프로그램 가능한 패터닝 디바이스 당의 전력 소모는 10 kW 미만, 예를 들어 5 kW 미만, 1 kW 미만, 또는 0.5 kW 미만이다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소를 작동하기 위한, 사용 시의, 프로그램 가능한 패터닝 디바이스 당의 전력 소모는 적어도 100 W, 예를 들어 적어도 300 W, 적어도 500 W, 또는 적어도 1 kW이다.

[0021] 리소그래피 투영 장치(100)는 오브젝트 홀더(106)를 포함한다. 이 실시예에서, 오브젝트 홀더는 기관(114)(예를 들어, 레지스트-코팅된 실리콘 웨이퍼 또는 글래스 기관)을 홀딩하기 위해 오브젝트 테이블(106)을 포함한다. 오브젝트 테이블(106)은 이동 가능하게 될 수 있으며, 특정 파라미터에 따라 기관(114)을 정확하게 위치시키기 위해 위치 설정기(116)에 연결될 수 있다. 예를 들어, 위치 설정기(116)는 기관(114)을 투영 시스템(108) 및/또는 패터닝 디바이스(104)에 대하여 정확하게 위치시킬 수 있다. 일 실시예에서, 오브젝트 테이블(106)의 이동은, 도 1 에 명확하게 도시되어 있지 않은 룽-스트로크 모듈(개략적 위치 설정) 및 필요한 경우의 숏-스트로크 모듈(미세 위치 설정)을 포함하는 위치 설정기(116)로 실현될 수 있다. 실시예에서, 리소그래피 장치는 오브젝트 테이블(106)을 이동시키는 숏 스트로크 모듈이 적어도 존재하지 않는다. 예를 들어, 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 오브젝트 테이블(106)의 스캐닝 방향과 실질적으로 평행한 방향으로 스캔하도록 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 위치시키기 위해 유사한 시스템이 사용될 수 있다. 이와 달리 또는 이에 부가하여, 빔(110)이 이동 가능하게 되고, 오브젝트 테이블(106) 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 고정된 위치를 가져 요구된 상대 이동을 제공할 수 있다. 이러한 구성은 장치의 크기를 제한하는데 도움이 될 수

있다. 예를 들어 평판 디스플레이의 제조에 적용가능한 일 실시예에서, 오브젝트 테이블(106)은 고정적일 수 있고, 위치 설정기(116)가 기관(114)을 오브젝트 테이블(106)에 관련하여(예를 들어, 그 위에서) 이동시키도록 구성된다. 예를 들어, 오브젝트 테이블(106)에는 실질적으로 일정한 속도로 기관(114)을 스캔하기 위한 시스템이 제공될 수 있다. 이것이 수행되는 경우, 오브젝트 테이블(106)에는 평탄한 최상부 표면 상에 복수의 개구부가 구비될 수 있고, 가스가 이러한 개구부를 통해 공급되어 기관(114)을 지지할 수 있는 가스 쿠션을 제공할 수 있다. 이는 통상 가스 베어링 구성이라 지칭된다. 기관(114)은, 빔(110)의 경로에 대해서 기관(114)을 정확히 위치시킬 수 있는 하나 이상의 액추에이터(미도시)를 이용하여 오브젝트 테이블(106) 위에서 이동된다. 대안적으로 기관(114)은, 개구부를 통한 가스의 통과를 선택적으로 개시하고 중지시킴으로서 오브젝트 테이블(106)에 대하여 이동될 수 있다. 일 실시예에서, 오브젝트 홀더(106)는 기관이 그 위에서 롤링하는 롤 시스템일 수 있고 위치 설정기(116)는, 오브젝트 테이블(106) 상으로 기관을 제공하도록 이러한 롤 시스템을 회전시키기 위한 모터일 수 있다.

[0022] 투영 시스템(108)(예컨대, 수정 및/또는 CaF₂ 렌즈 시스템, 또는 그러한 재료들로 이루어진 렌즈 요소들을 포함하는 반사굴절 시스템, 또는 미러 시스템)은 기관(114)의 타겟부(120)(예컨대, 하나 이상의 다이들) 상으로 개별적으로 제어가능한 요소들(102)에 의해 변조된 패턴닝된 빔을 투영하는 데 사용될 수 있다. 투영 시스템(108)은, 패턴이 기관(114) 상에 간섭성으로(coherently) 형성되도록 복수의 개별적으로 제어가능한 요소들(102)에 의해 제공된 패턴의 이미지를 투영할 수 있다. 대안적으로 투영 시스템(108)은, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 요소들이 서터로서 동작하는 2차 소스의 이미지를 투영할 수 있다.

[0023] 이러한 점에서, 투영 시스템은 예컨대 2차 소스를 형성하고 기관(114) 상에 스팟을 이미징하기 위해 포커싱 요소, 또는 복수의 포커싱 요소(본원에서는 일반적으로 렌즈 어레이라 지칭함), 예를 들면 마이크로-렌즈 어레이(MLA(micro-lens array) 또는 프레넬 렌즈 어레이로 알려짐)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이(예를 들어, MLA)는 적어도 10개의 포커싱 요소, 예를 들면 적어도 100개의 포커싱 요소, 적어도 1,000개의 포커싱 요소, 적어도 10,000개의 포커싱 요소, 적어도 100,000개의 포커싱 요소, 또는 적어도 1,000,000개의 포커싱 요소를 포함한다. 일 실시예에서, 패턴닝 디바이스에서의 개별적으로 제어가능한 요소의 수는 렌즈 어레이에서의 포커싱 요소의 수보다 크거나 같다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이는 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에서 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소, 예를 들어 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에서 단 하나의 개별적으로 제어가능한 요소, 또는 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에서 둘 이상의 개별적으로 제어가능한 요소, 예컨대 3개 이상, 5개 이상, 10개 이상, 20개 이상, 25개 이상, 35개 이상, 또는 50개 이상의 개별적으로 제어가능한 요소와 광학적으로 연관되는 포커싱 요소를 포함한다; 일 실시예에서, 이러한 포커싱 요소는 5,000개 미만의 개별적으로 제어가능한 요소, 예를 들어 2,500개 미만, 1,000개 미만, 500개 미만, 또는 100개 미만의 개별적으로 제어가능한 요소와 광학적으로 연관된다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이는 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에서 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소와 광학적으로 연관되는 둘 이상의 포커싱 요소(예를 들어, 1,000개 이상, 대다수, 또는 거의 모두)를 포함한다.

[0024] 일 실시예에서 렌즈 어레이는, 예를 들어 하나 이상의 액추에이터를 이용하여, 적어도 기관 쪽으로 그리고 기관으로부터 멀어지는 방향으로 이동가능하다. 기관 쪽으로 그리고 기관으로부터 멀어지도록 렌즈 어레이를 이동시킬 수 있게 되면, 기관을 이동시킬 필요 없이 예를 들어 초점 조정이 가능해진다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이의 개별적인 렌즈 요소, 예를 들어 렌즈 어레이의 각각의 개별 렌즈 요소는 적어도 기관 쪽으로 그리고 기관으로부터 멀어지는 방향으로 이동가능하다(예를 들어, 평탄하지 않은 기관 상에서 국소적인 초점 조정을 위해 또는 각 광 컬럼을 동일한 초점 거리에 있게 하기 위해).

[0025] 일 실시예에서, 렌즈 어레이는 플라스틱 포커싱 요소(제조, 예를 들어 사출 성형이 용이하고/하거나 감당할 수 있는 비용이 드는)를 포함하고, 여기에서 예를 들어 방사의 파장은 약 400nm 이상(예를 들어, 405nm)이다. 일 실시예에서, 방사의 파장은 약 400nm 내지 500nm 범위에서 선택된다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이는 수정(quartz) 포커싱 요소를 포함한다. 일 실시예에서, 각각의 포커싱 요소 또는 복수의 포커싱 요소는 비대칭 렌즈일 수 있다. 이러한 비대칭성은 복수의 포커싱 요소 각각에 대해 동일할 수 있거나, 복수의 포커싱 요소 중 하나 이상의 포커싱 요소에 대해 복수의 포커싱 요소 중 하나 이상의 다른 포커싱 요소와는 상이할 수 있다. 비대칭 렌즈는 타원 방사선 출력을 원형 투영된 스팟으로 변환하거나 역으로 변환하는 것을 용이하게 할 수 있다.

[0026] 일 실시예에서, 포커싱 요소는 시스템에 대해 낮은 개구수(NA)를 얻기 위해 초점으로부터 기관 상으로 방사선을 투영하도록 구성된 높은 개구수(NA)를 갖는다. 더 높은 NA 렌즈는 이용가능한 낮은 NA 렌즈보다 더

경제적이고, 일반적이며/이거나 더 양호한 품질일 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 NA는 0.3 이하이고, 다른 실시예에서 0.18, 0.15 이하이다. 따라서, 더 높은 NA 렌즈는 시스템에 대한 설계 NA보다 큰 NA, 예를 들어 0.3보다 크거나, 0.18보다 크거나, 또는 0.15보다 큰 NA를 갖는다.

[0027] 일 실시예에서, 투영 시스템(108)은 패터닝 디바이스(104)와 분리되어 있지만, 반드시 그럴 필요는 없다. 투영 시스템(108)은 패터닝 디바이스(104)와 통합될 수 있다. 예를 들어, 렌즈 어레이 블록 또는 플레이트는 패터닝 디바이스(104)에 부착(이와 통합)될 수 있다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이는 공간적으로 분리된 개별 소형 렌즈(lenslet)의 형태로 될 수 있으며, 각각의 소형 렌즈가 아래에 더욱 상세하게 설명되는 바와 같이, 패터닝 디바이스(104)의 개별적으로 어드레스가능한 요소에 부착(통합)된다.

[0028] 선택적으로, 리소그래피 장치는 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 방사선(예를 들어, 자외(UV) 방사선)을 공급하기 위한 방사 시스템을 포함할 수 있다. 패터닝 디바이스가 그 자체로 방사원, 예를 들면 레이저 다이오드 어레이 또는 LED 어레이인 경우, 리소그래피 장치는 방사 시스템 없이, 즉 패터닝 디바이스 이외의 방사원, 또는 적어도 단순화된 방사 시스템 없이, 설계될 수 있다.

[0029] 방사 시스템은 방사원으로부터 방사선을 수광하도록 구성된 조명 시스템(조명기)을 포함한다. 조명 시스템은 이하의 요소들 중의 하나 이상을 포함한다: 방사선 전달 시스템(예를 들어, 적합한 지향 미러), 방사선 컨디셔닝 디바이스(예를 들어, 빔 확장기), 방사선의 각도 세기 분포(angular intensity distribution)를 설정하기 위한 조정 디바이스(일반적으로, 조명기의 퓨필 평면에서의 세기 분포의 적어도 외측 및/또는 내측 반경 범위(흔히 각각 외측- σ 와 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있음), 집속기(integrator), 및/또는 컨덴서(condenser). 조명 시스템은 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 제공될 방사선을 그 단면에서 원하는 균일성 및 세기 분포를 갖도록 컨디셔닝하기 위해 이용될 수 있다. 조명 시스템은 방사선을 복수의 서브-빔으로 분할하도록 구성될 수 있고, 이러한 각각의 서브-빔은 예를 들어 복수의 개별적으로 제어가능한 요소 중 하나 이상과 연관될 수 있다. 2차원 회절 격자가 예를 들어 방사선을 서브-빔으로 분할하는데 이용될 수 있다. 본 명세서에서, "방사선의 빔" 및 "방사선 빔"이라는 표현은, 빔이 방사선의 이러한 복수의 서브빔으로 구성되는 상황을 포함하지만, 이러한 것으로 한정되지는 않는다.

[0030] 방사 시스템은 또한, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로의 공급 또는 이에 의한 공급을 위해 방사선을 생성하는 방사원(예를 들어, 엑시머 레이저)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 방사원이 엑시머 레이저인 경우, 방사원 및 리소그래피 장치(100)는 별도의 구성요소일 수 있다. 이러한 경우, 방사원은 리소그래피 장치(100)의 일부를 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 방사선은 방사원으로부터 조명기로 전달된다. 다른 경우에, 예컨대 방사원이 수은 램프인 경우에, 이러한 방사원은 리소그래피 장치(100)에 통합된 부품일 수 있다. 이들 시나리오 둘 모두는 본 발명의 보호범위 내에 있는 것이다.

[0031] 일 실시예에서, 일 실시예에서 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)일 수 있는 방사원은, 적어도 5 nm, 예를 들어 적어도 10 nm, 적어도 50 nm, 적어도 100 nm, 적어도 150 nm, 적어도 175 nm, 적어도 200 nm, 적어도 250 nm, 적어도 275 nm, 적어도 300 nm, 적어도 325 nm, 적어도 350 nm, 또는 적어도 360 nm의 파장을 갖는 방사선을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 방사선은 많아야 450 nm, 예를 들어 많아야 425 nm, 많아야 375 nm, 많아야 360 nm, 많아야 325 nm, 많아야 275 nm, 많아야 250 nm, 많아야 225 nm, 많아야 200 nm, 또는 많아야 175 nm의 파장을 갖는다. 일 실시예에서, 방사선은 436 nm, 405 nm, 365 nm, 355 nm, 248 nm, 193 nm, 157 nm, 126 nm, 및/또는 13.5 nm를 포함하는 파장을 갖는다. 일 실시예에서, 방사선은 약 365 nm 또는 약 355 nm의 파장을 포함한다. 일 실시예에서, 방사선은 넓은 대역의 파장을 포함하고, 예를 들어 365 nm, 405 nm 및 436 nm를 포함한다. 355 nm 레이저 소스가 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 방사선은 약 405 nm의 파장을 갖는다.

[0032] 일 실시예에서, 방사선은 조명 시스템으로부터 패터닝 디바이스(104)에 0°C와 90°C사이, 예를 들어 5°C와 85°C사이, 15°C와 75°C사이, 25°C와 65°C사이, 또는 35°C와 55°C사이의 각도로 지향된다. 조명 시스템으로부터의 방사선은 패터닝 디바이스(104)로 직접 제공될 수 있다. 대안의 실시예에서, 방사선은 방사선이 처음에는 빔 스플리터(도시되지 않음)에 의해 반사되고 패터닝 디바이스(104)에 지향되도록 구성된 빔 스플리터를 통해 조명 시스템으로부터 패터닝 디바이스(104)에 지향될 수 있다. 패터닝 디바이스(104)는 빔을 변조하여 다시 빔 스플리터로 반사시키고, 빔 스플리터는 변조된 빔을 기관(114)을 향해 전송한다. 그러나, 방사선을 패터닝 디바이스(104)에 지향시키고 후속하여 기관(114)에 지향시키기 위해 다른 구성이 이용될 수 있다. 특히, 투과형 패터닝 디바이스(104)(예를 들어, LCD 어레이)가 이용되거나 패터닝 디바이스(104)가 자기-발광형(예를 들어 복수의 다이오드)인 경우, 조명기 시스템 구성은 요구되지 않을 수 있다.

- [0033] 리소그래피 장치(100)의 동작에 있어서, 패터닝 디바이스(104)가 방사선을 방출하지 않는 경우(예를 들어, LED를 포함), 방사선은 방사 시스템(조명 시스템 및/또는 방사원)으로부터 패터닝 디바이스(104)(예를 들어, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소) 상에 입사되고 패터닝 디바이스(104)에 의해 변조된다. 패터닝된 빔(11)은 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 의해 생성된 후 투영 시스템(108)을 통과하고, 투영 시스템(108)은 기관(114)의 타겟부(120) 상으로 빔(110)을 포커싱한다.
- [0034] 위치 설정기(116)(및 선택적으로, 베이스(136) 상의 위치 센서(134)(예를 들어, 간접계 빔(138)을 수광하는 간접계 측정 디바이스, 선형 인코더 또는 용량성 센서))를 이용하여, 예를 들어 빔(110)의 경로에 상이한 타겟부(120)를 위치시키도록 기관(114)은 정확히 이동될 수 있다. 사용되는 경우에는, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 위한 위치 설정기는 예를 들어 스캔하는 동안 빔(110)의 경로에 대하여 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 위치를 정확하게 수정하기 위해 이용될 수 있다.
- [0035] 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치(100)가 본 명세서에서는 기관 상의 레지스트를 노광하기 위한 것으로서 설명되지만, 리소그래피 장치(100)는 레지스트 없는 리소그래피에 사용하기 위해 패터닝된 빔(110)을 투영하는데 사용될 수 있다.
- [0036] 리소그래피 장치(100)는 반사성 타입(예를 들어, 반사성의 개별적으로 제어가능한 요소를 채용함)의 것이어도 된다. 이와 달리, 리소그래피 장치는 투과성 타입(예를 들어, 투과성의 개별적으로 제어가능한 요소를 채용함)의 것이어도 된다.
- [0037] 도시된 장치(100)는 예를 들면 다음과 같은 하나 이상의 모드로 이용될 수 있다:
- [0038] 모드 1. 스텝 모드에서는, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및 기관(114)을 기본적으로 정지 상태로 유지한 채로 패터닝된 방사선 빔(110) 전체를 한 번에 타겟부(120) 상에 투영한다(즉, 단일 정적 노광). 그리고 나서, 상이한 타겟부(120)가 패터닝된 방사선 빔(110)에 노광될 수 있도록 기관(114)을 X-방향 및/또는 Y-방향으로 천이한다. 스텝 모드에서는, 노광 필드의 최대 크기에 의해, 단일 정적 노광 시에 이미징되는 타겟부(120)의 크기가 한정된다.
- [0039] 모드 2. 스캔 모드에서는, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및 기관(114)을 동기적으로 스캐닝하면서, 패터닝된 방사선 빔(110)을 타겟부(120) 상으로 투영한다(즉, 단일 동적 노광). 개별적으로 제어가능한 요소에 관련된 기관의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대율(축소율) 및 상 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서는, 노광 필드의 최대 크기에 의해, 단일 동적 노광 시의 타겟부의 폭(스캐닝되지 않는 방향에서의 폭)이 한정되는 한편, 스캐닝 동작의 길이에 의해 타겟부의 높이(스캐닝 방향에서의 높이)가 결정된다.
- [0040] 모드 3. 펄스 모드에서는, 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 기본적으로 정지 상태로 유지되고, 펄스(예를 들어, 펄스형 방사원에 의해 제공되거나 개별적으로 제어가능한 요소를 펄스함으로써 제공된 펄스)를 이용하여 전체 패턴이 기관(114)의 타겟부(120) 상에 투영된다. 패터닝된 빔(110)이 기관(114)을 가로지르는 라인을 스캔하도록 기관(114)은 기본적으로 일정한 속도로 이동된다. 개별적으로 제어가능한 요소에 의해 제공되는 패턴은 필요한 경우 펄스들 사이에서 업데이트되며, 펄스는 연속적인 타겟부(120)가 기관(114) 상의 요구된 위치에서 노광되도록 타이밍이 맞추어진다. 그 결과, 패터닝된 빔(110)은 기관(114)의 스트립을 위한 완전한 패턴을 노광하기 위해 기관(114)을 가로질러 스캔할 수 있다. 이 프로세스는 완전한 기관(114)이 한 라인씩 노광될 때까지 반복된다.
- [0041] 모드 4. 연속적 스캔 모드에서는, 기관(114)이 변조된 방사선 빔(B)에 대해 실질적으로 일정한 속도로 스캐닝되고, 패터닝된 빔(110)이 기관(114)을 통해 스캔하고 이를 노광할 때 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이 상의 패턴이 업데이트된다는 점만 제외하고는 펄스 모드와 기본적으로 동일하다. 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이 상의 패턴의 업데이트와 동기화된, 실질적으로 일정한 방사원 또는 펄스 방사원이 이용될 수 있다.
- [0042] 또한, 전술한 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 전혀 다른 사용 모드들이 채용될 수 있다.
- [0043] 도 2는 웨이퍼(예를 들어, 300 mm 웨이퍼)와 함께 사용하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략적인 평면도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 리소그래피 장치(100)는 웨이퍼(114)를 홀딩하기 위한 기관 테이블(106)을 포함한다. 기관 테이블(106)을 적어도 X 방향으로 이동시키기 위한 위치 설정기(116)가 기관 테이블(106)과 연관된다. 선택적으로, 위치 설정기(116)는 기관 테이블(106)을 Y 방향 및/또는 Z 방향으로 이동시킬 수 있다. 위치 설정기(116)는 또한 X 방향, Y 방향, 및/또는 Z 방향을 주위에서 기관 테이블(106)을 회전시킬 수 있다. 따라서, 위치 설정기(116)는 6 이하의 자유도로 이동을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 기

관 테이블(106)은 X 방향으로만 이동을 제공하고, 이는 비용이 절감되고 덜 복잡해진다는 장점이 있다. 일 실시예에서, 기관 테이블(106)은 릴레이 광학장치(relay optics)를 포함한다.

[0044] 리소그래피 장치(100)는 프레임(160) 상에 배열된 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 더 포함한다. 프레임(160)은 기관 테이블(106) 및 위치 설정기(116)로부터 기계적으로 격리될 수 있다. 기계적 격리는 예를 들어, 기관 테이블(106) 및/또는 위치 설정기(116)에 대해 프레임과는 별도로 그라운드 또는 견고한 베이스에 프레임(160)을 연결함으로써 제공될 수 있다. 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 프레임(160)과 이 프레임에 연결되는 구조체 사이에 댐퍼가 제공될 수 있으며, 이 경우에는 이 구조체가 그라운드, 견고한 베이스, 또는 기관 테이블(106) 및/또는 기관 테이블의 위치 설정기(116)를 지지하는 프레임이어도 상관없다.

[0045] 이 실시예에서, 각각의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 방사선 발광 다이오드, 예를 들어 청자색 레이저 다이오드이다. 도 2 에 도시된 바와 같이, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 Y 방향을 따라 연장되는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 적어도 3개의 별개 어레이로 배열될 수 있다. 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 어레이는 X-방향에서 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 인접한 어레이와 엇갈린 형태로 된다. 리소그래피 장치(100), 특히 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 본 명세서에서 더욱 상세하게 설명되는 바와 같이 픽셀-그리드 이미징(pixel-grid imaging)을 제공하도록 배치될 수 있다. 그러나, 일 실시예에서, 리소그래피 장치(100)는 픽셀-그리드 이미징을 제공할 필요가 없다. 그 보다는, 리소그래피 장치(100)는 기관 상으로의 투영을 위한 개별 픽셀을 형성하지 않고 기관 상으로의 투영을 위한 실질적으로 연속적인 이미지를 형성하는 방식으로 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 방사선을 기관 상으로 투영할 수 있다.

[0046] 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 각각의 어레이는, 용이한 리플리케이션(easy replication)을 위한 단위로서 제조될 수 있는, 개별 광 엔진 부품의 부분이어도 된다. 더욱이, 프레임(160)은 어떠한 개수의 이러한 광 엔진 부품도 용이하게 채택하도록 확장 및 구성 가능하게 되도록 구성될 수 있다. 광 엔진 부품은 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 어레이와 렌즈 어레이(170)의 조합을 포함할 수 있다. 예컨대, 도 2 에는, 3개의 광 엔진 부품(개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 각각의 어레이 아래에 연관된 렌즈 어레이(170)를 갖는)이 도시되어 있다. 따라서, 일 실시예에서, 각각의 광 엔진이 컬럼을 형성하는 멀티-컬럼 광 구성이 제공될 수 있다.

[0047] 또한, 리소그래피 장치(100)는 정렬 센서(150)를 포함한다. 정렬 센서는 기관(114)의 노광 전 및/또는 노광 동안에 기관(114)과 예를 들어 개별적으로 어드레스가능한 요소(102) 간의 정렬을 결정하기 위해 이용된다. 정렬 센서(150)의 결과는 기관 테이블(106)을 정렬을 향상시키도록 위치시키기 위해 예를 들어 위치 설정기(116)를 제어하기 위하여 리소그래피 장치(100)의 컨트롤러에 의해 이용될 수 있다. 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 컨트롤러는, 정렬을 향상시키도록 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 하나 이상을 위치시키기 위해 및/또는 정렬을 향상시키도록 하나 이상의 빔을 위치시키기 위해 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 연관된 편향기(112)를 제어하기 위해 예를 들어 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 연관된 위치 설정기를 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 정렬 센서(150)는 정렬을 수행하기 위한 패턴 인식 기능/소프트웨어를 포함할 수 있다.

[0048] 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 리소그래피 장치(100)는 레벨 센서(150)를 포함한다. 레벨 센서(150)는 기관(106)이 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터 패턴의 투영에 대해 수평(level)인지 여부를 결정하는데 이용된다. 레벨 센서(150)는 기관(114)의 노광 전 및/또는 노광 동안에 레벨을 판정할 수 있다. 레벨 센서(150)의 결과는 레벨 조정(leveling)을 향상시키도록 기관 테이블(106)을 위치시키기 위해 예를 들어 위치 설정기(116)를 제어하기 위해 리소그래피 장치(100)의 컨트롤러에 의해 이용될 수 있다. 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 컨트롤러는 레벨 조정을 향상시키도록 투영 시스템(108)(예를 들어, 렌즈 어레이)의 요소를 위치시키기 위해 투영 시스템(108)(예를 들어, 렌즈 어레이)에 연관된 예를 들어 위치 설정기를 제어할 수 있다. 일 실시예에서, 레벨 센서는 기관(106)에서 초음파 빔을 투사함으로써 작동하고 및/또는 기관(106)에서 전자기 방사선 빔을 투사함으로써 작동할 수 있다.

[0049] 일 실시예에서, 정렬 센서 및/또는 레벨 센서의 결과는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 의해 제공되는 패턴을 변경하는데 사용될 수 있다. 패턴은 예를 들어 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)와 기관(114) 사이의 광학 장치(존재하는 경우의)로부터 발생할 수 있는 왜곡, 기관(114)의 위치설정에서의 불규칙성, 기관(114)의 불균일(unevenness) 등을 정정하도록 변경될 수 있다. 그러므로, 정렬 센서 및/또는 레벨 센서로부터의 결과는 비선형적 왜곡 정정을 행하도록 투영된 패턴을 변경하기 위해 이용될 수 있다. 비선형 왜곡 수정은 예를 들어 일관된 선형 또는 비선형 왜곡을 갖지 않을 수 있는 가요성 디스플레이를 위해 유용할 수 있다.

- [0050] 리소그래피 장치(100)의 동작에 있어서, 기관(114)은 예를 들어 로봇 핸들러(미도시)를 이용하여 기관 테이블(106) 상에 로딩된다. 그 다음에 기관(114)은 프레임(160) 및 개별적으로 어드레스가능한 요소(102) 아래에서 X 방향으로 변위된다. 기관(114)은 레벨 센서 및/또는 정렬 센서(150)에 의해 측정된 후 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 이용하여 패턴에 노광된다. 예를 들어, 기관(114)은 투영 시스템(108)의 초점 평면(이미지 평면)을 통해 스캐닝되는 한편, 서브-빔 및 그에 따라 이미지 스팟(S)(예를 들어 도 12 를 참조)이 패턴링 디바이스(104)에 의해 적어도 부분적으로 ON 또는 전체적으로 ON 또는 OFF로 스위칭된다. 패턴링 디바이스(104)의 패턴에 대응하는 피처(feature)가 기관(114) 상에 형성된다. 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 예를 들어 본원에서 기술되는 것과 같이 픽셀-그리드 이미징을 제공하도록 동작할 수 있다.
- [0051] 일 실시예에서, 기관(114)은 양의 X-방향으로의 스캐닝이 완료되고나서 음의 X-방향으로의 스캐닝이 완료된다. 이러한 실시예에서, 음의 X-방향 스캔을 위해서는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 반대측 상의 추가의 레벨 센서 및/또는 정렬 센서(150)가 요구될 수 있다.
- [0052] 도 3 은 예컨대 평판 디스플레이(예를 들어, LCD, OLED 디스플레이 등)의 제조 시에 기관을 노광하기 위한 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다. 도 2 에 도시된 리소그래피 장치(100)와 마찬가지로, 리소그래피 장치(100)는 평판 패널 디스플레이 기관(114)을 홀딩하기 위한 기관 테이블(106), 기관 테이블(106)을 6 자유도로까지 이동시키기 위한 위치 설정기(116), 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)와 기관(114) 간의 정렬을 판정하기 위한 정렬 센서(150), 및 기관(114)이 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터의 패턴의 투영에 대하여 수평인지를 판정하기 위한 레벨 센서(150)를 포함한다.
- [0053] 리소그래피 장치(100)는 프레임(160) 상에 배열된 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 더 포함한다. 이 실시예에서, 각각의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 예를 들어 청자색 레이저 다이오드와 같은 방사선 발광 다이오드이다. 도 3 에 도시된 바와 같이, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 Y-방향을 따라서 연장하는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 다수 개(예를 들어, 적어도 8 개)의 고정된 별개 어레이로 배열된다. 일 실시예에서, 어레이는 실질적으로 고정되어 있고, 즉 투영 중에 실질적으로 이동하지 않는다. 더 나아가, 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 다수 개의 어레이는 교번하는 형식으로 X-방향에서 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 인접한 어레이와 엇갈린 형태로 된다. 리소그래피 장치(100), 특히 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 픽셀-그리드 이미징을 제공하도록 구성될 수 있다.
- [0054] 리소그래피 장치(100)의 동작에 있어서, 패널 디스플레이 기관(114)은 예를 들어 로봇 핸들러(미도시)를 이용하여 기관 테이블(106) 상에 로딩된다. 그 다음에 기관(114)은 프레임(160) 및 개별적으로 어드레스가능한 요소(102) 아래에서 X 방향으로 변위된다. 기관(114)은 레벨 센서 및/또는 정렬 센서(150)에 의해 측정된 후 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 이용하여 패턴에 노광된다. 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 예를 들어 본원에서 기술되는 것과 같이 픽셀-그리드 이미징을 제공하도록 동작할 수 있다.
- [0055] 도 4 는 롤-투-롤 가요성 디스플레이/전자장치(electronic)와 함께 사용하기 위한 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도를 묘사한다. 도 3 에 도시된 리소그래피 장치(100)와 유사하게, 리소그래피 장치(100)는 프레임(160) 상에 배열된 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 포함한다. 이 실시예에서, 각각의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 예를 들어 청자색 레이저 다이오드와 같은 방사선 발광 다이오드이다. 또한, 리소그래피 장치는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)와 기관(114) 사이의 정렬을 결정하기 위한 정렬 센서(150), 및 기관(114)이 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터 패턴의 투영에 대해 수평인지 여부를 결정하기 위한 레벨 센서(150)를 포함한다.
- [0056] 리소그래피 장치는 또한, 그 위에서 기관(114)이 이동되는 오브젝트 테이블(106)을 갖는 오브젝트 홀더를 포함할 수 있다. 기관(114)은 가요성이며, 롤을 회전시키기 위한 모터일 수 있는 위치 설정기(116)에 연결된 롤 상에 롤링된다. 부가적으로 또는 대안적으로, 일 실시예에서 기관(114)은 위치 설정기(116)에 연결되는 롤로부터 롤링될 수 있고, 이러한 위치 설정기(116)는 롤을 회전시키는 모터일 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 2개의 롤이 제공되고, 하나의 롤로부터 기관이 롤링되고 다른 하나의 롤 상으로 기관이 롤링된다. 일 실시예에서, 예를 들어 기관(114)이 롤들 사이에서 충분히 팽팽(stiff)하다면, 오브젝트 테이블(106)이 제공될 필요가 없다. 이러한 경우, 여전히 오브젝트 홀더, 예를 들어 하나 이상의 롤이 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 기관 캐리어-레스(substrate carrier-less)(예를 들어, 캐리어-레스-포일(carrier-less-foil, CLF)) 및/또는 롤 투 롤 제조(roll to roll manufacturing)를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 시트-투-시트(sheet-to-sheet) 제조를 제공할 수 있다.
- [0057] 리소그래피 장치(100)의 동작에 있어서, 가요성 기관(114)은 프레임(160) 및 개별적으로 어드레스가능한 요소

(102) 아래에서 X 방향으로, 물 상으로 그리고/또는 물로부터 물링된다. 기관(114)은 레벨 센서 및/또는 정렬 센서(150)에 의해 측정된 후 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 이용하여 패턴에 노광된다. 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 예를 들어 본원에서 기술되는 것과 같이 픽셀-그리드 이미지를 제공하도록 동작될 수 있다.

[0058] 도 5 는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략적인 측면도를 묘사한다. 도 5 에 도시된 바와 같이, 리소그래피 장치(100)는 패턴링 디바이스(104) 및 투영 시스템(108)을 포함한다. 패턴링 디바이스(104)는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)(본 명세서에 설명된 바와 같이 다이오드와 같은) 및 편향기(112)를 포함한다. 편향기(112)는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)로부터 빔을 수광하고, 빔(110)을 빔(110)의 변위된 세트의 광선으로 나타낸 바와 같이 X-방향 및/또는 Y-방향으로 측방으로 변위되게 한다. 일 실시예에서, 패턴링 디바이스(104)는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)로부터의 방사선 빔(110)을 편향기(112)에 이미징하기 위해 렌즈를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 연관된 편향기(112)를 갖는다.

[0059] 편향기(112)로부터의 편광된 빔은 투영 시스템(108)에 의해 수광된다. 투영 시스템(108)은 2개의 렌즈(124, 170)를 포함한다. 제 1 렌즈(124), 즉 필드 렌즈는 패턴링 디바이스(104)로부터 변조된 방사선 빔(110)을 수광하도록 배치된다. 일 실시예에서, 렌즈(124)는 개구부 스톱(126)에 위치된다. 방사선 빔(110)은 필드 렌즈(124)로부터 발산하고(diverge), 제 2 렌즈(170)인 이미징 렌즈에 의해 수광된다. 렌즈(170)는 빔(110)을 기관(114) 상에 집속한다. 일 실시예에서, 제 1 초점 거리(128)에서의 렌즈(124)의 초점면은 제 2 초점 거리(130)에서의 렌즈(170)의 후초점면(back focal plane)과 실질적으로 광학적으로 켈레를 이룬다(conjugate). 일 실시예에서, 렌즈(170)는 0.15 또는 0.18의 NA를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 렌즈(124) 및/또는 렌즈(170)는 액추에이터를 이용하여 6의 자유도로(예를 들어, X-Y-Z 방향으로) 이동될 수 있다.

[0060] 일 실시예에서, 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 연관된 편향기(112) 및 연관된 렌즈(170)를 갖는다. 따라서, 도 7 을 참조하면, 어레이로 배열된 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 실시예에서, 편향기(112)의 어레이 및 렌즈의 어레이(170)가 있을 수 있다. 패턴링 디바이스(104)에서 개별적으로 제어가능한 요소의 하나 이상에 대응하는 변조된 방사선 빔(110)의 상이한 부분은, 각각의 상이한 편향기(112)를 경유하여 렌즈의 어레이(170)의 각각의 상이한 렌즈를 통과한다. 각각의 렌즈는 변조된 방사선 빔(110)의 각각의 부분을 기관(114) 상에 놓여있는 점에 집속한다. 이와 같은 방법으로, 방사 스팟(예를 들어, 대략 1.6 μm 스팟 크기의)의 어레이가 기관(114) 상에 노광된다. 패턴링 디바이스(104)의 개별적으로 어드레스 가능한 요소는, 기관(114)에서 연관된 피치의 이미징 스팟을 발생할 수 있는 피치로 배열될 수 있다. 편향기 및/또는 렌즈의 어레이는 수백 개 또는 수천 개의 편향기 및/또는 렌즈를 포함할 수 있다(이것은 패턴링 디바이스(104)로서 이용되는 개별적으로 제어가능한 요소에 대해서도 동일하다). 명백한 바와 같이, 또한 복수의 렌즈(122, 124)가 있을 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터의 빔렛 (beamlet)(110)이 하나의 편향기(112)에 의해 편향된다.

[0061] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102) 및 편향기(112)와 같은 다양한 요소들 간에는 갯수 대응 관계가 없어도 된다. 예를 들어, 도 8 을 참조하면, 복수의 편향기(112)에 대하여 하나의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)가 있어도 된다. 이러한 실시예에서, 복수의 편향기(112)에 복수의 렌즈(170)가 연관되어도 된다. 또한, 복수의 연관된 렌즈(122, 124)가 있어도 된다. 렌즈(140)가 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터의 빔을 복수의 편향기(112)(및 필요한 경우 편향기(112) 앞의 복수의 렌즈(122))에 커플링하기 위해 제공될 수 있다.

[0062] 도 5 에 도시된 바와 같이, 기관(114)과 렌즈(170) 사이에는 자유 작동 거리(free working distance)(128)가 제공된다. 이 거리는 기관(114) 및/또는 렌즈(170)를 예를 들어 초점 정정을 허용하도록 이동될 수 있게 한다. 일 실시예에서, 자유 작동 거리는 1 내지 3 mm의 범위, 예를 들어 약 1.4 mm이다.

[0063] 일 실시예에서, 투영 시스템(108)은 기관(114) 상의 이미지 스팟의 어레이 간격이 패턴링 디바이스(104)의 픽셀의 어레이 간격과 동일하다는 점에서 1:1 투영 시스템일 수 있다. 향상된 분해능을 제공하기 위해, 이미지 스팟은 패턴링 디바이스(104)의 픽셀보다 훨씬 작게 될 수 있다.

[0064] 도 6 을 참조하면, 예를 들어 도 2 내지 도 5 중의 임의의 것의 구성으로 구현된 바와 같은 도 5 에 묘사된 리소그래피 장치의 측면도가 묘사된다. 도시된 바와 같이, 리소그래피 장치(100)는, 기관(114)을 유지하기 위한 기관 테이블(106), 기관 테이블(106)을 6까지의 자유도로 이동시키기 위한 위치 설정기(116), 및 프레임(160) 상에 배치된 패턴링 디바이스(104) 및 투영 시스템(108)을 포함한다. 이 실시예에서, 기관(114)이 위치 설정기

(116)에 의해 X-방향으로 스캔된다. 또한, 화살표로 나타낸 바와 같이, 패터닝 디바이스(104)에 의해 변조되고 투영 시스템(108)에 의해 투영된 빔(110)은 패터닝 디바이스(104)의 편향기(112)에 의해 Y-방향(및 필요한 경우에는 X-방향으로도)으로 측방으로 변위된다.

[0065] 위에서 설명한 바와 같이, 편향기(112)는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터의 방사선 빔을 X-방향 및/또는 Y-방향으로의 편향을 용이하게 한다. 달리 말하면, 이러한 유형의 편향기는 빔(110)을 스캔하거나 빔(110)을 기관(114) 상의 특정한 지점을 향해 포인팅할 수 있다. 일 실시예에서, 편향기(112)는 방사선을 단지 Y-방향으로만 편향시키거나 또는 단지 X-방향으로만 편향시킬 수 있다. 일 실시예에서, 편향기(112)는 방사선을 X-방향과 Y-방향 모두로 편향시킬 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 편향기가 방사선을 서로 다른 하나의 방향으로만 편향시킬 수 있는 순차적 편향기(112)가, 방사선을 X- 및 Y-방향 모두로 편향시킬 수 있다. 예컨대, 동일한 유형의 편향기 중의 2개가 서로 직각으로 겹쳐서 탑재되어, X- 및 Y-방향 모두에서의 편향을 발생시킬 수 있다. 방사선을 X-방향과 Y-방향으로 편향시키는 이러한 편향기(112)의 예가 도 10b 및 도 10c에 묘사된다.

[0066] 일 실시예에서, 편향기(112)는 기계식(즉, 갈바노미터(galvanometer) 타입) 편향기, 전기 광학 편향기, 및/또는 음향 광학식 편향기이어도 된다. 기계식 편향기는 최대 개수의 분해 가능한(resolvable) 방사 스팟(즉, 분해 가능한 스팟은 빔이 자신의 퍼짐각(angular spread)과 동일한 각도로 편향된다는 것을 의미함)을 제공하지만, 스팟 스캔 속도의 면에서는 가장 느리게 되는 경향이 있다. 전기 광학 편향기는 스팟 스캔 속도의 면에서는 가장 빠르지만, 최저 개수의 분해 가능한 방사 스팟을 갖는 경향이 있다.

[0067] 일 실시예에서, 편향기(112)는 전기 광학 편향기이다. 전기 광학 편향기는 수 나노초까지의 스위칭 속도를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 전기 광학 편향기는 +/- 15도의 편향각(deflection angle)을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 이것은 0.05도의 입력 빔 발산도(input beam divergence)에 대해 약 600개의 방사 스팟을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 전기 광학 편향기를 사용하는 것은 방사선 편향을 위해 고속 이동 기계부를 갖는 것을 방지할 수 있다. 일 실시예에서, 방사원(102)과 기관(114) 사이에는 이동하는 광 요소가 없게 될 수 있다.

[0068] 전기 광학 편향기는 광학적으로 투과성을 나타내는(transparent) 피에조 재료(piezo material)를 포함할 수 있다. 그러므로, 일 실시예에서, 방사선 빔은 피에조 재료에 걸쳐 인가된 전위차에 의해 조종(steer)된다. 예를 들어, 이러한 광학적으로 투명한 재료에 걸쳐 전위차가 인가될 때, 재료의 굴절률이 변경되어, 빔 전파의 방향을 변경시킨다(즉, 방사선 빔이 편향될 수 있다). 일 실시예에서, 피에조 재료는 이하로부터 선택된다: LiNbO_3 , LiTaO_3 , KH_2PO_4 (KDP), 또는 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP). LiTaO_3 는 405 nm 파장에서는 투과성을 나타낸다.

[0069] 도 9를 참조하면, 일 실시예에서, 전기 광학 편향기(112)는 전기 광학 재료의 프리즘(142)을 포함한다. 일 실시예에서, 프리즘은 플레이트이다. 도 9에 도시된 바와 같이, 프리즘(142)은 빔(110)에 대하여 직각이 아니게(즉, 각을 이루며) 위치된다. 프리즘(142)의 상이한 표면들 간에 컨트롤러(144)에 의해 전위차가 인가되면, 재료의 굴절률이 변경되어, 빔(110)을 도 9의 화살표들 사이의 변위에 의해 나타낸 바와 같이 측방으로 천이되게 한다.

[0070] 전기 광 요소(112)가 빔(110)에 대하여 각도를 이루며 위치되는 실시예에서, 그레이징 입사(grazing incidence) 하에서의 편향으로 인해 방사선 손실이 있을 수 있다. 그러므로, 도 10a를 참조하면, 전기 광 요소(112)에는, 프리즘(142)의 하나 이상의 측면 상에 프리즘(146)이 끼워질 수 있는데, 프리즘(146)은 프리즘(142)과 실질적으로 동일한 굴절률을 갖는다. 일 실시예에서, 프리즘(142)의 굴절률과 실질적으로 동일한 굴절률이라는 것은, 프리즘(142)의 최고 또는 최저 굴절률의 1% 이내, 2% 이내, 3% 이내, 4% 이내, 5% 이내, 또는 10% 이내에 있는 굴절률을 의미한다. 도 10a에서는, 프리즘(142)의 반대쪽 면에 프리즘(146)이 제공된다. 그러므로, 이 실시예에서, 입사하는 빔(110)은 프리즘(142)의 입사면 상의 프리즘(146) 내로 커플링하고, 그리고 나서 프리즘(142)의 입사면 내로 통과하며, 프리즘(142) 내에서 인가된 전위차에 의해 편향된다. 빔(110)은 프리즘(142)의 출사면으로부터 프리즘(146) 내로 출사하게 되며, 이 프리즘(146)에서 빔이 기관(114) 쪽으로 통과하게 된다. 프리즘(142)의 입사면 상의 프리즘(146) 또는 프리즘(142)의 출사면 상의 프리즘(146)은 생략될 수 있다. 프리즘(146)의 이러한 배치는 불필요한 파워의 손실을 방지하고, 전기 광 요소(112) 내로의 향상된 방사선 커플링을 제공하여야 한다.

[0071] 일 실시예에서, 편향기(112)는 방사선을 X-방향과 Y-방향 모두로 편향시킬 수 있다. 도 10b 및 도 10c를 참조하면, 제 1 세트(220)의 편향기(112) 및 제 2 세트(222)의 편향기(112)가 도시되어 있으며, 각각의 세트는 방사선을 서로 상이한 하나의 방향으로만 편향시킬 수 있다. 예컨대, 동일한 유형의 편향기 중의 2개가 서로 직각

으로 겹쳐서 탑재되어, X-방향과 Y-방향으로의 편향을 발생시킬 수 있다. 도 10b 및 도 10c 에 도시된 실시예에서, 편향기(112)의 이차원 어레이가 제공되며, 이차원 어레이로 배열된 제 1 세트(220)의 편향기(112)가 이차원 어레이로 배열된 제 2 세트(222)의 편향기(112) 위에 있다. 일 실시예에서, 도 10b 를 참조하면, 제 2 세트(222)의 편향기(112)는 X축으로 뒤집혀서(flipped over)(90)도로 회전된다는 것을 제외하고는 제 1 세트(220)의 편향기와 실질적으로 동일하다. 도 10b 및 도 10c 는 제 1 세트(220)와 제 2 세트(222)의 각각의 측면도를 나타낸다. 이 실시예에서, 각각의 편향기(112)는 프리즘(142)과 프리즘(146)(예를 들어, 수정과 같은 투명한 글래스)의 조합을 포함한다. 일 실시예에서, 프리즘(146)이 없을 수 있다. 또한, 도 10b 및 도 10c 가 4X4 어레이의 편향기를 도시하고 있지만, 어레이는 상이한 치수일 수 있다. 예를 들어, 어레이는 예를 들어 120 mm 노광 폭을 커버하기 위해 15X20 어레이의 편향기일 수 있다.

[0072] 전기 광학 편향기(112)에 의한 편향은 제한적일 수 있다. 따라서, 이에 대한 개선책이 이용될 수 있다. 이것은 도 5 에 필드 렌즈(124)와 이미징 렌즈(170)의 조합으로 예시되어 있다. 예컨대, 측방으로의 천이(즉, 편향)가 예컨대 400 마이크로미터의 이미지 필드에 대해서는 이러한 렌즈에 의해 기관에서 약 10x 배로 확대될 수 있으며, 여기서 확대율 $M=f_2/f_1$ 이며, f_2 는 초점 거리(128)이고, f_1 은 초점 거리(130)이다.

[0073] 편향각(및 그에 따라 분해 가능한 점의 개수)을 증가시키기 위한 추가의 또는 대안의 방법은, 복수의 프리즘을 순차적으로 이용하고 및/또는 내부 전반사 효과를 활용하는 것이다. 도 11 을 참조하면, 복수의 편향기(112)가 측면도로 묘사된다. 각각의 편향기(112)는 순차적으로 배열된 복수의 프리즘(180, 182)을 포함하며, 각각의 교번하는 프리즘(180, 182)은 서로 반대의 도메인을 갖는다. 달리 말하면, 프리즘(180)의 도메인은 프리즘(182)의 도메인의 반대로 되어 있다. 즉, 프리즘(180)에 대한 굴절률 변화가 프리즘(182)에 대한 굴절률 변화와는 반대 부호를 가질 것이다. 이러한 편향기(112) 양단의 전위차의 인가를 통해, 빔(110)은 편향기(112)를 통과할수록 근본적으로 "휨(bending)"을 유지하여, 편향각을 증가시킨다. 도 11 에 도시된 편향기(112)의 평면도가 도 12 에 도시되어 있으며, 이 도면에는 전위차의 인가를 위한 접속부(184)가 도시되어 있다. 도 13 은 도 12 에 도시된 편향기(112)의 이차원 어레이의 복수 개를 컨트롤러(144)에 대한 연관된 접속부(184)를 갖는 이차원 어레이로 배열한 평면도이다. 그러므로, 이차원 레이아웃에서의 복수의 빔렛이 편향될 수 있다. 일 실시예에서, 각각의 편향기(112)는 편향기(112)를 가로지르는 빔렛의 맞춤형 편향(customized deflection)을 제공하기 위해 별도로 제어될 수 있다(즉, 별도의 전위차가 인가됨).

[0074] 도 14 를 참조하면, 편향각은 편향기(112)를 형성하는 2개의 상이한 재료(186, 188)의 경계에 대하여 그레이징 입사각으로 편향기(112)에 진입하는 빔을 가짐으로써 증가된다.

[0075] 일 실시예에서, 도 15 를 참조하면, 편향기(112)는 전위차의 인가 시에 굴절률 경사를 갖는 전기 광학 재료를 포함한다. 달리 말하면, 전위차의 인가 시에 전체 재료에 걸쳐 실질적으로 균일한 굴절률 변화를 갖지 않고, 전위차의 인가 시에 재료에 걸쳐 바뀌는 굴절률 변화가 제공된다. 인가된 전위차의 방향에서의 굴절률 변화가 바깥으로 인해, 빔(110)은 그 재료를 통과할 때에 상이한 굴절률을 '경험'하게 되어, 빔(110)의 휨을 발생한다. 일 실시예에서, 이 재료는 포타슘 탄탈레이트 니오베이트($KTa_{1-x}Nb_xO_3$, KTN)를 포함한다.

[0076] 일 실시예에서, 굴절률 변화는 하나의 전극 184(예를 들어, 애노드)에서 가장 크고, 다른 하나의 전극 184(예를 들어, 캐소드)에서 가장 작다. 전위차를 반대로 하는 것은 또한 편향의 방향을 반대로 한다(예컨대, +x로부터 -x로). 또한, 편향은 원리적으로는 2개의 전위차가 인가되면 2개의 상이한 방향으로 가능하다(예컨대, Z-방향으로 전파하는 빔에 대한 X-방향과 Y-방향으로의 편향). 그러므로, 컴팩트한 이차원 편향기가 실현될 수 있다.

[0077] 예를 들어 KTN을 이용하면, 더 소형의 편향기(112)가 실현될 수 있으므로, 빔 전파 경로를 따른 편향기(112)의 길이로 인해 빔 프로파일의 왜곡의 기회가 감소된다. 예를 들어, 5x5x0.5 mm의 편향기(112)가 제공될 수 있다. 또한, 일례로 150 mrad @ 250 V와 같은 높은 편향각이 획득될 수 있다. 이러한 편향기(112)는 또한 MHz 주파수로 변조될 수 있으며, 예를 들어 532 nm, ~800 nm 및 1064 nm에서 높은 투명성을 가지며, 예를 들어 >500 MW/cm² @1064 nm의 높은 손상 임계치를 갖는다.

[0078] 다시 도 5 를 참조하면, 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로서의 다이오드의 이차원 어레이가 제공된다. 또한, 편향기(112)의 이차원 어레이가 제공된다. 일 실시예에서, 각각의 다이오드(102)는 편향기(112)에 연관된다. 일 실시예에서, 다이오드의 어레이는 실질적으로 동일한 클록 주파수 및 듀티 사이클로 변조되는 한편, 각각의 다이오드의 세기가 개별적으로 변경될 수 있다. 그러므로, 다이오드의 어레이는 편향기(112)의 어레이에 의해 편향되는 빔렛(110)의 어레이를 발생한다. 회절 광 요소(DOE)(124)가 빔렛(110)의 적절한 공간적 분포를 제공하도록 제공될 수 있다. 빔렛(110)은 하나의 편향기(112)의 다수의 분해 가능한 스팟에 노광 그리드를 곱한 것과 동일한 스팟들 간의 거리를 갖는 이차원 어레이의 빔렛(110)으로 렌즈(170)에 의해 포

커싱된다.

- [0079] 전술한 바와 같이 그리고 예컨대 도 3 을 참조하면, 복수의 어레이의 다이오드(102)가 엇갈린 구성(도 3 에 도시된 바와 같이) 또는 광 컬럼으로서 서로 인접하게 배열될 수 있다. 또한, 각각의 광 컬럼은 연관된 어레이의 편향기(112) 및 연관된 투영 시스템(108) 광학장치를 갖는다. 일 실시예에서, 각각의 광 컬럼의 노광 영역은 이들이 스티치(stitch)되도록(즉, 이들이 중첩하도록) 배열된다. 이 구성에서, 다이오드(102) 변조를 위해 동일한 클록 주파수가 이용될 수 있고, 편향기(112) 구동을 위해 동일한 전압 발생기가 이용될 수 있다.
- [0080] 도 16 을 참조하면, 노광 방안의 실시예가 평면도로 예시되어 있다. 도 16 에서는, 간략성을 위해, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 3x3 어레이가 도시되어 있지만, 훨씬 더 많은 수의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 제공될 것이다. 일 실시예에서, 어레이는 개별적으로 변조된 다이오드(102)를 포함할 것이다. 전체 노광 모드(full exposure mode)인 제 1 모드에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 개별적으로 변조되는데, 즉, 방사선 세기가 턴 "온" 및 턴 "오프"되는 것처럼 변조된다. 그리고 나서, 개별적으로 변조된 어드레스 가능한 요소(102)의 빔렛(110)이 이미지 필드(148)를 가로지르는 편향기(112)의 어레이의 각각의 편향기(112)에 의해 Y-방향으로 평행하게 편향된다. 편향기(112)의 인가된 전위차의 변조의 일례의 프로파일이 전압-시간 차트로 묘사된다. 각각의 빔렛(110)은 광 요소(124)를 가로지르며, 기관(114)이 화살표에 의해 나타낸 바와 같이 X-방향으로 스캐닝될 때에 빔렛(110)이 자신의 스트라이프(stripe)를 노광하도록 렌즈(170)에 의해 포커싱된다. 스트라이프는 서로 인접하며, 적정하게 스티치된다. 모든 다이오드가 1.1 - 3.3로 번호가 매겨진 직사각 영역에서의 할당된 영역을 노광한다.
- [0081] 일 실시예에서, 노광 방안은 다이오드(102)가 기관(114) 상의 스팟의 이차원 어레이를 투영한다는 점에서 전술한 노광 방안과 다르다. 노광 순서는 예컨대 제 1 직사각 영역 1.1을 다이오드(102)에 의해 완전하게 노광하고, 그리고 나서 직사각 영역 2.2를 노광하고, 그리고 나서 직사각 영역 3.3을 노광하고, 그리고 나서 직사각 영역 1.2, 직사각 영역 2.2 등등으로 노광할 것이다. 편향된 빔(110)의 품질을 향상시키기 위해, 편향기(112)는 다이오드 필드들 사이에서만 램프 업(ramp up)된다. 이 유형의 노광 방안은 "스테퍼 타임"으로 지칭될 수 있다.
- [0082] 일 실시예에서, 공칭의(nominal) 1x1 m 크기의 기관이, 약 10 μ s의 소인 시간(sweep time), 10 ns의 다이오드 펄스 듀레이션, 1 μ m의 노광 그리드 및 스팟 크기, 약 1000개의 편향기(112)의 다수의 분해 가능한 포인트, 및 0.1 m/s의 기관(114) 스캐닝 속도로 1000개의 다이오드(102)를 이용하여 약 10초 동안 노광될 수 있다. 일 실시예에서, 0.4 mm의 이미지 필드(도 17 에서 양방향 화살표로 나타낸)는 38 m/s의 스팟 스캐닝 속도가 가능하다. 일 실시예에서, 기관 상의 120 mm를 노광하기 위해 300개의 레이저 다이오드가 제공된다(여기에서는 빔렛의 개수가 렌즈(170)의 이미지 필드에 직접 관련된다). 일 실시예에서, 레이저 다이오드 당의 출력 파워는 약 38 mW이다. 일 실시예에서, 21ns(48MHz)의 펄스 시간이 제공된다. 일 실시예에서, 콘트라스트는 다이오드(102)의 출력 파워를 조정함으로써 생성된다.
- [0083] 그러므로, 일 실시예에서, 전체 노광 모드는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 의한 변조를 수반한다. 달리 말하면, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 제한된 시간에만 "온"이 된다. 편향기(112)는, 빔렛(110)의 세기가 변조되고, 기관(114)이 X-방향으로 이동되는 때에, 패턴의 노광을 야기하기 위해 빔렛(110)을 신속하게 편향시킨다. 일 실시예에서, 편향기(112)는 Y-방향으로의 편향이 야기되도록 하지만 X-방향으로의 편향은 야기되지 않도록 한다. 그러므로, 도 16 에 도시된 직사각 영역 1.1 - 3.3 중의 하나를 도시하는 도 17 을 참조하면, 기관(114)은 빔렛(110)이 이미지 필드(148)에 걸쳐 Y-방향으로 스캔할 때에 화살표에 의해 나타낸 바와 같이 X-방향으로 이동된다. 그러므로, 편향기(112)는 도 17 에서의 시간 그래프 상의 Y에서의 전압(Vy)에 의해 나타낸 바와 같이 Y-방향에서의 편향을 야기하기 위해 전위차 변조가 제공된다. 전위차 변조는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 의해 변조가 제공되면 매우 규칙적일 것이다. 그러나, 편향기(112)는 도 17 에서의 시간 그래프 상의 X에서의 블랭크 전압(Vx)에 의해 나타낸 바와 같이 X-방향에서의 편향을 야기하기 위해 전위차 변조가 제공되지 않는다.
- [0084] 그러나, 몇몇 디바이스 및 구조체는 단지 제한된 패턴 밀도만을 가지며, 그러므로 예를 들어 영역의 15% 미만만 제조 동안 노광되어야 한다. 예컨대, 패턴 밀도는 표면의 4%일 것이다(예컨대, 능동 매트릭스 평판 디스플레이는 80 마이크론 서브픽셀 폭에 대해 3 마이크론 라인을 가질 수 있다). 그러므로, 4%의 패턴 밀도로는, 기관 상의 각각의 픽셀이 마스크 없는 시스템에 의해 어드레스되는 구성에서는 방사선의 최대 96%가 이용되지 않을 수 있다(예컨대, 기관 상의 모든 픽셀이 어드레스되고, 각각의 픽셀에 대해 방사선 세기가 패턴을 생성하도록 조정됨). 달리 말하면, 방사선의 과용량(overcapacity)이 존재한다.

- [0085] 따라서, 효율적 노광 모드인 제 2 모드에서는, 노광되어야 하는 기관 상의 픽셀만이 어드레스되어, 낭비될 수 있는 방사선의 양을 감소시킨다. 그러므로, 방사선 파워가 감소되고, 비용이 감소된다. 또한, 이러한 노광 모드는 데이터 경로의 복잡도를 감소시킬 수 있고, 시스템에서의 열 부하를 감소시킬 수 있다.
- [0086] 노광될 필요가 있는 기관 상의 픽셀만을 어드레스하기 위해, 빔 또는 빔렛을 원하는 위치로 지향시키는 콘트라스트 디바이스가 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 빔 또는 빔렛은 노광이 요구되는 기관 상의 스팟에만 편향기(112)에 의해 지향된다. 일 실시예에서, 편향기(112)는 노광될 필요가 있는 기관 상의 픽셀에만 스팟을 위치시키기 위해 빔렛을 X-방향과 Y-방향 모두로 편향시키도록 구성된다. 빔렛이 요구되지 않을 때, 빔렛은 빔 덤프(beam dump) 쪽으로 편향될 수 있다. 예컨대, 빔 덤프는 필드 렌즈(124)에 위치될 수 있고, 개구부 스톱(126) 이어도 된다. 효율적 노광 모드에서, 각각의 빔렛을 위해 개별 방사원(레이저 다이오드와 같은)이 제공될 수 있고, 또는 복수의 빔렛을 형성하기 위해 하나의 방사원이 이용될 수 있다.
- [0087] 그러므로, 일 실시예에서, 효율적 노광 모드는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 의한 변조를 반드시 수반하지는 않는다. 달리 말하면, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 "항상 온"이어도 된다, 즉, 개별적으로 어드레스가능한 요소는 노광 동안 자신의 세기가 감소되지 않아도 된다. 편향기(112)는 패턴의 노광(및 그에 따라 변조)을 야기하기 위해 빔렛(110)을 신속하게 편향시키며, 기관(114)이 X-방향으로 이동된다. 일 실시예에서, 편향기(112)는 X-방향과 Y-방향에서의 편향을 야기한다(기관이 여전히 X-방향으로 이동하고 있는 동안). 그러므로, 도 16 에 도시된 직사각 영역 1.1 - 3.3 중의 하나를 도시하는 도 18 을 참조하면, 빔렛(110)이 이미지 필드(148)에서 적정한 바와 같이 X-방향 및/또는 Y-방향으로 편향되는 때에, 기관(114)은 화살표로 나타낸 바와 같이 X-방향으로 이동된다. 그러므로, 편향기(112)에는, 도 18 의 시간 그래프 상의 X에서의 전압(V_x)에 의해 나타낸 바와 같이 X-방향으로의 편향을 야기하기 위한 전위차 변조와, 도 18 의 시간 그래프 상의 Y에서의 전압(V_y)에 의해 나타낸 바와 같이 Y-방향으로의 편향을 야기하기 위한 전위차 변조가 제공된다. X- 및 Y-방향으로의 전위차 변조는 패턴의 본질(nature)에 따라 그리고 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 의해 제공된 변조가 있는지의 여부에 따라 매우 불규칙할 수 있다.
- [0088] 도 19 를 참조하면, 예를 들어 도 3 에 묘사된 장치에서 구현되는 효율적 노광 모드의 실시예가 도시되어 있다. 그러므로, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 어레이는 기관(114)을 패턴닝하기 위해 각각의 이미지 필드(148)에서의 빔의 편향을 제공할 수 있다. 기관(114)의 완전한 폭-방향의 커버리지를 제공하기 위해 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 복수의 어레이가 제공될 수 있다.
- [0089] 일 실시예에서, 효율적 노광 모드 장치는 복수의 방사원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 6% 패턴 밀도에 대해 레이저 다이오드 당 2.3 mW의 출력 파워를 갖는 복수의 레이저 다이오드가 있을 수 있다. 일 실시예에서, 효율적 노광 모드 장치는 하나의 방사원을 포함할 수 있다. 예를 들어, 120 mm 노광 폭에 걸쳐 300개의 스팟을 발생하기 위해 690 mW의 하나의 방사원이 있을 수 있다.
- [0090] 또한, 본 명세서에서의 설명이 주로 기관의 방사선-감응 표면을 노광하는 것에 초점을 두고 있지만, 이에 추가하여 또는 이와 달리, 본 명세서에서 설명되는 장치, 시스템 및 방법은 기관 상에 재료를 증착하거나, 기관의 (예를 들어, 기관 상의 또는 기관을 구성하는) 재료를 제거하거나, 또는 재료의 증착 및 제거 둘 모두에 적용될 수 있다. 예를 들어, 본 명세서에 설명된 빔은 기관 상의 금속 증착 및/또는 기관의 삭마(ablation)를 야기하기 위해 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 장치는 방사선-감응 표면을 이용하는 리소그래피(본 명세서에서는 포토리소그래피로 지칭됨)와 본 명세서에서 설명된 빔을 이용한 재료 증착의 조합을 제공한다. 일 실시예에서, 장치는 본 명세서에서 설명된 빔을 이용한 재료의 증착 및 제거의 조합을 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 장치는 본 명세서에서 설명된 빔을 이용한 포토리소그래피, 재료 증착 및 재료 제거를 제공할 수 있다.
- [0091] 본 명세서에서 설명된 장치, 방법 및 시스템은 디바이스 또는 기타 구조체의 전부는 아니더라도 많은 처리를 제공하기 위한 하나의 툴을 제공할 수 있어서 이로울 것이다. 이러한 툴에 의해 생산이 더욱 유연하게 될 것이다. 특정한 처리를 제공하기 위해 별도의 툴을 이용하는 것이 감소됨에 의해 자본 비용(capital expense)이 감소될 수 있다(예컨대, 금속 증착 및 삭마가 각각의 프로세스를 위한 특별한 툴을 갖지 않고 하나의 툴에서 조합될 수 있다).
- [0092] 또한, 적절한 환경에서, 하나 이상의 생산 단계를 제거하거나 하나 이상의 생산 단계를 하나 이상의 다른 생산 단계로 대체하여 더 신속하고 및/또는 더욱 효율적인 생산 프로세스가 되게 하는 등을 위해 새로운 프로세스가 채택될 수 있다. 일례로서, 평판 디스플레이의 생산은 통상적으로 포토리소그래피, 증착 및 에칭을 이용한 다수의 층의 생산을 수반한다. 보다 구체적인 예에서, 평판 디스플레이를 위한 백플레인(backplane)의 생산은 각각의 층의 생성이 포토리소그래피, 증착 및 에칭을 수반하는 5개 층의 생성을 수반할 수 있다. 이러한 생산은

금속 패턴을 규정하기 위해 5개의 프로세스 단계 및 5개의 툴을 수반할 수 있다. 이러한 단계는 금속 시트 증착, 포토 레지스트 코팅, 포토리소그래피 및 레지스트의 현상, 현상된 레지스트를 이용한 금속의 에칭, 및 에칭 후의 레지스트의 스트리핑을 포함한다. 그러므로, 상당한 양의 자본(예컨대, 툴 형태의)이 있어야 할뿐만 아니라, 상당한 양의 비효율적인 재료 사용이 있다. 예컨대, 능동 매트릭스 평판 디스플레이를 규정함에 있어서, 3m×3m 글래스 플레이트를 덮기 위해 포토레지스트가 이용될 수 있으며, 이 포토레지스트는 추후에 완전하게 씻겨지게 된다. 마찬가지로, 전체 글래스 플레이트 상에 구리 및/또는 기타 금속이 증착되며, 추후에 그들의 최대 95%가 씻겨지게 된다. 또한, 상기한 재료를 에칭하거나 스트리핑하기 위해 화학 약품이 사용된다.

[0093] 그러므로, 하나 이상의 감소적 단계(reductive step)를 첨가적 단계(additive step)에 통합함으로써 이러한 생산의 기술적 혼란(technical disruption)이 야기될 수 있다. 그러므로, 포토리소그래피, 증착 및 에칭 단계의 조합이 아니라, 통상적으로 재료를 제거함으로써 생성될 구조체를 첨가적으로 생성하기 위해 재료 증착 단계가 이용될 수 있다. 직접적인 재료 증착은 평판 디스플레이 제조에 통상적으로 사용되는 여러 개의 감소적 프로세스 단계를 제거할 수 있다. 이에 추가하여 또는 이와 달리, 예컨대 레지스트 코팅 및 현상을 위한 필요성 없이 재료를 제거하기 위해 삭마가 이용될 수 있다. 그 결과, 이러한 레이저 유도 처리 - 재료 증착 및/또는 제거 - 는 재료에 영향을 주기 위해 빔 에너지가 이용되므로 포토리소그래피의 자연적인 연장이 된다.

[0094] 일 실시예에서, 예컨대, 평판 디스플레이 생산의 전부는 아니더라도 대부분의 층을 위해 하나의 장치가 이용될 수 있다. 예컨대, 장치는 디스플레이 패널을 생산하기 위해 마스크 없는 포토리소그래피(필요한 경우), 레이저 빔 유도 증착(예컨대, 액정(예컨대, 능동 매트릭스) 디스플레이의 금속 패턴의), 및 레이저 빔 삭마(예컨대, 인듐 주석 산화물(ITO) 도전층의)을 수행할 수 있다.

[0095] 먼저, 재료 증착에 대한 설명이 제공되며, 그리고 나서 재료 제거에 대한 설명이 이루어진다. 일 실시예에서, 재료 증착은 기관 상으로의 재료(예컨대, 금속)의 LIFT(laser induced forward transfer)를 수반하며, 이것은 재료를 포토리소그래피 없이 기관 상에 직접 증착하는 방법이다. 일 실시예에서, 재료는 알루미늄, 크롬, 몰리브덴, 구리 또는 이들의 임의의 조합이어도 된다.

[0096] 이러한 증착을 위한 장치, 프로세스 및 시스템은 리소그래피 툴 또는 프로세스와 매우 유사하며, 포토리소그래피 툴 또는 프로세스와의 주요한 차이점은 빔을 기관 상에 직접 가하지 않고 재료 도너 플레이트(material donor plate) 상에 가한다는 것이다.

[0097] 도 20 및 도 21 을 참조하면, 레이저 유도 재료 전사의 기계적 물리적 메커니즘이 묘사된다. 일 실시예에서, 방사선 빔(200)은 재료(202)의 플라즈마 브레이크다운 아래의 세기에서 실질적으로 투과성을 나타내는 재료(202)(예컨대, 글래스 또는 플라스틱)를 통해 포커싱된다. 재료(202) 위에 있는 도너 재료층(204)(예컨대, 금속막) 상에서 표면 열 흡수가 발생한다. 열 흡수는 도너 재료(204)의 용융을 야기한다. 또한, 발열은 전방 방향으로의 유도 압력 구배를 야기하여, 도너 재료층(204)으로부터 및 그에 따라 도너 구조체(예컨대, 플레이트)(208)로부터의 도너 재료 드롭플릿(dropplet)(206)의 순방향 가속을 야기한다. 그러므로, 도너 재료 드롭플릿(dropplet)(206)은 도너 재료층(204)으로부터 해방되고, 기관(114)을 향하여 기관 상으로 이동된다(중력의 도움으로 또는 중력의 도움 없이). 일 실시예에서, 기관(114)은 압력 구배의 크기 때문에 도너 재료층(204)의 수직 아래에 있을 필요가 없다. 예를 들어, 기관(114) 및 도너 재료층(204)은 모두 수직으로 배열될 수 있고 따라서 전사가 수평으로 발생하거나, 기관(114)이 도너 재료층(204) 상에 위치될 수 있다. 빔(200)을 도너 플레이트(208) 상의 적정 위치에 포인팅함으로써, 도너 재료 패턴이 기관(114) 상에 증착될 수 있다. 일 실시예에서, 빔은 도너 재료층(204) 상에 집속된다.

[0098] 일 실시예에서, 도너 재료의 전사를 야기하기 위해 하나 이상의 짧은 펄스가 이용된다. 일 실시예에서, 펄스는 준 일차원 전방 가열(quasi one dimensional forward heat) 및 용융된 재료의 물질 이동(mass transfer)을 획득하기 위해 수 피코초(ps) 또는 펨토초의 길이로 될 수 있다. 이러한 짧은 펄스는 재료층(204)에서의 측방향의 열 흐름을 거의 없거나 전혀 없게 하고, 그러므로 도너 구조체(208) 상에 열부하를 거의 없게 하거나 전혀 없게 한다. 짧은 펄스는 재료의 급속한 용융 및 전방 가속을 가능하게 한다(예컨대, 금속과 같은 기화된 재료가 자신의 전방 지향성을 상실하여 스플래터링 증착(splattering deposition)이 초래된다). 짧은 펄스는 가열 온도 위와 기화 온도 아래까지의 재료의 가열을 가능하게 한다. 예컨대, 알루미늄에 대하여, 불연속성의 지점에서의 용융으로부터 기화까지의 알루미늄에 대한 상 변화(phase change)를 나타내는 도 22 를 참조하면, 약 900°C 내지 1000°C의 온도가 바람직하다.

[0099] 일 실시예에서, 레이저 펄스의 사용을 통해, 일정한 양의 재료(예컨대, 금속)가 100-1000 nm 드롭플릿의 형태로 도너 구조체(208)로부터 기관(114)으로 전사된다. 일 실시예에서, 도너 재료는 금속을 포함하거나 근본적으로

금속으로 구성된다. 일 실시예에서, 이 금속은 알루미늄이다. 일 실시예에서, 도너 재료는 금속(또는 다른 패터닝 재료) 및 도너 재료가 오직 금속(또는 패터닝 재료)만을 가지는 경우와 비교하여 혼합물의 표면 장력을 변경시키기 위한 재료의 혼합물을 포함할 수 있다. 표면 장력을 변경시키기 위한 이러한 재료는 현존 도너 재료층(204)의 홀을 증진하고 및/또는 현존 도너 재료층(204)의 홀의 부드러운 증진을 제공하기 위한 도너 재료의 능력을 개선할 것이다. 예를 들어, 표면 장력을 변경시키기 위한 재료는 페인트일 수 있고, 도너 재료 자체가 페인트일 수 있다. 일 실시예에서, 표면 장력을 변경시키기 위한 재료는 비이온성 계면활성제(surfactant), 예컨대 옥틸페놀 에톡실레이트, (플루오로)지방족 폴리옥시에틸렌, 및/또는 폴리(디메틸)실록산 - 폴리에틸렌 글리콜, 및/또는 이온성 계면활성제, 예컨대 암모늄 라우릴 설페이트(ammonium lauryl sulfate)(양이온성), 벤잘코늄클로라이드(benzalkonium chloride)(음이온성) 및/또는 3-(3-콜아미도프로필(Cholamidopropyl))디메틸암모니오(dimethylammonio)]-1-프로판술포네이트(propanesulfonate)(양극성)를 포함할 수 있다.

[0100] 일 실시예에서, 금속층(204)은 막의 형태이다. 예를 들어, 재료층(204)은 적어도 0.05 mm, 적어도 0.1 mm, 적어도 0.2 mm, 적어도 0.5 mm, 적어도 1 mm, 또는 적어도 2 mm, 적어도 3 mm 또는 적어도 5 mm일 수 있다. 막은 20 mm 이하, 10 mm 이하, 또는 5 mm 이하일 수 있다. 일 실시예에서, 막은 또 다른 몸체 또는 층에 부착된다. 전술한 바와 같이, 몸체 또는 층은 글래스 또는 플라스틱이어도 된다. 예를 들어, 몸체 또는 층은 수정 또는 불화 칼슘일 수 있다. 몸체 또는 층은 막의 형태일 수 있다. 예를 들어, 몸체 또는 층은 적어도 0.5 mm, 적어도 1 mm, 적어도 2 mm, 적어도 5 mm, 적어도 1 cm, 또는 적어도 5 cm일 수 있다. 막은 20 cm 이하, 10 cm 이하, 또는 5 cm 이하일 수 있다. 따라서, 일 실시예에서 도너 구조체(208)는 그 위에 도너 재료, 예컨대 알루미늄의 박막 층이 제공되는 플라스틱(또는 다른 재료)의 박막을 포함할 수 있다. 또는, 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 단지 금속막일 수 있다. 재료층(204)이 다른 몸체 또는 층에 부착되는 경우, 빔은 홀이 몸체 또는 층 내에 형성되도록 하지 않고 홀이 재료층(204) 내에 형성되도록 할 수 있다. 일 실시예에서, 빔은 홀이 몸체 또는 층 내에 그리고 또한 재료층 내에 형성되도록 할 수 있다(따라서 도너 구조체(208) 전체를 관통하는 홀이 형성된다). 일 실시예에서, 도너 구조체(208)가 오직 금속막인 경우, 빔은 홀이 도너 구조체(208) 전체를 관통하여 형성되도록 할 수 있다.

[0101] 아래에서 설명되는 바와 같이, 도너 재료는 아래에서 설명되는 정전기 또는 전자기 실시예에서 분말 또는 입자의 형태일 수 있다. 따라서, 분말 또는 입자는 특정 전하를 유지하거나 특정 극성을 가질 수 있을 것이다. 그 위에 도너 재료 분말 또는 입자가 유지되는 몸체 또는 층도 마찬가지로, 특정 분말 또는 입자를 보유하기 위하여 특정 전하를 유지하거나 특정 극성을 가질 수 있을 수 있다.

[0102] 재료 증착을 제공하기 위한 장치의 실시예가 도 23 에 묘사된다. 도 23 의 장치는 도 8 에 도시되고 도 8 을 참조하여 설명된 것과 대부분의 측면에서 유사하며, 즉 빔이 복수의 빔렛(110)으로 나누어진다; 일 실시예에서 도 7 의 장치 또는 본 명세서에 설명된 임의의 다른 장치가 그 대신에 사용될 수 있다. 가장 커다란 차이는, 이 실시예에서, 실질적으로 투과성을 나타내는 재료(202) 및 그 위에 있는 도너 재료층(204)을 갖는 도너 구조체(208)의 존재이다. 도 23 을 참조하면, 복수의 빔렛(110)이 동시에 투영된다. 처리량을 향상시키기 위해 복수의 빔렛(110)이 이용될 수 있으며, 각각의 빔렛(110)이 기관(114) 상의 도너 재료(206)의 독립적인 패턴을 생성할 수 있다. 빔렛(110)은 예컨대 2차원으로 편향시키는 전기 광학 편향기와 같은 편향기(112)로 도너 구조체(208) 상의 적절한 위치 상으로 편향될 수 있다. 이에 따라, 빔렛(110)의 편향을 통해, 도너 재료 드롭플릿(206)이 기관(114) 상에 공간적으로 배열될 수 있다. 예컨대 본 명세서에서 설명된 전체 노광 모드 및/또는 효율적 노광 모드를 포함한 노광 방안이 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)와 기관(114) 간의 거리는 1 내지 9 마이크로미터 사이이다. 일 실시예에서, 100nm의 알루미늄 드롭플릿이 약 60초로 본 명세서에서 설명된 바와 같은 효율적 노광 모드를 이용하여 6% 패턴 밀도를 갖는 패턴으로 증착될 수 있다. 이러한 실시예는 각각 0.4mm의 이미지 필드를 갖는 300개의 빔렛을 이용한 노광 동안 75 mm/s로 이동하는 기관의 120mm 노광 폭을 제공하기 위해 하나의 방사원(102)을 이용한다. 방사원은 15 ps 펄스 듀레이션을 갖는 간섭성 8W Talisker 레이저일 수 있다.

[0103] 전술한 바와 같이, 리소그래피 장치는 포토리소그래피, 재료 증착 및/또는 재료 제거의 조합을 제공하도록 구성될 수 있다. 컨트롤러(218)는 포토리소그래피의 모드와 재료 증착 사이, 재료 증착과 재료 제거 사이 등등에서의 스위칭을 제어할 수 있다. 예컨대, 포토리소그래피와 재료 증착 사이에서 스위칭하기 위해, 컨트롤러(218)는, 장치를 포토리소그래피와 재료 증착 사이의 적절한 광학 및 빔 설정을 변경하고(예컨대, 재료 증착을 위해 파워를 증가시키고 및/또는 펄스 길이를 단축시키고), 특정 환경에서는 도너 구조체(208)가 빔 경로에 삽입되고 및/또는 빔 경로에서 이동되도록, 장치를 제어할 수 있다. 예컨대, 재료 제거와 재료 증착 사이에서 스위칭하기 위해, 컨트롤러(218)는, 재료 제거와 재료 증착 사이에 적절한 광학 및 빔 설정을 변경하고(예컨대, 빔 파워

를 증가시키고), 특정한 환경에서 도너 구조체(208)가 빔 경로에 삽입되고 및/또는 이동되도록, 장치를 제어할 수 있다.

[0104] 도 24 를 참조하면, 포토리소그래피 및/또는 레이저 삭마와 조합하여 재료 증착을 제공하는 장치의 실시예가 묘사된다. 도 24 의 좌측면에 나타낸 장치의 제 1 구성에서, 장치는 본 명세서에서 설명된 바와 같이 포토리소그래피를 수행하도록 구성되며, 이에 추가하여 또는 이와 달리 빔을 이용하여 레이저 삭마를 수행하도록 구성된다. 도 24 의 우측면에 나타낸 동일 장치의 제 2 구성에서, 장치는 본 명세서에 설명된 바와 같이 재료 증착을 수행하도록 구성된다. 재료 증착을 수행하기 위해, 도너 구조체(208)가 이미징 렌즈(170)와 기관(114) 사이에 도입된다. 이를 달성하기 위해, 기관(114)은 도너 구조체(208)가 도입됨에 따라 수 밀리미터 낮아지게 된다. 이와 달리 또는 이에 추가하여, 이미징 렌즈(170) 또는 기관(114) 위의 요소들의 임의의 적절한 조합은 도너 구조체(208)의 도입을 용이하게 하기 위해 상승될 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도입을 위해 충분한 공간이 있는 경우에는 이러한 이동이 필요 없을 수 있다. 컨트롤러(218)는 재료 증착과 재료 제거 사이, 포토리소그래피와 재료 증착 사이 등등을 스위칭하기 위해 다양한 구성 변화를 제어할 수 있다.

[0105] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 동일한 크기(예컨대, 직경, 폭, 길이, 폭과 길이 등)를 갖고 필요한 경우 기관(114)과 동일한 형상을 가지며, 그러므로 기관 핸들러(예컨대, 로봇)를 이용하여 도입될 수 있다. 도너 구조체(208)는 예컨대 자신의 저장 유닛에 저장되거나, 또는 기관(114)의 저장 유닛이 사용되고 있지 않을 때, 예컨대 장치가 포토리소그래피 및/또는 삭마 모드로 이용되고 있을 때에는, 기관의 저장 유닛에 저장될 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 3 미터의 폭을 갖는다.

[0106] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 기관(114), 기관 테이블(106), 위치 설정기(116), 또는 자신의 위치 설정기(예컨대, 액추에이터) 상에 지지될 수 있다. 예컨대, 도 26 을 참조하면, 기관 테이블(106)은 하나 이상의 도너 구조 지지체(226)가 제공될 수 있다. 도너 구조체(208)는 기관 및/또는 기관 테이블의 이동에 의해 및/또는 위치 설정기(예컨대, 지지체(226)에 있거나 지지체의 일부인)에 의한 작동에 의해 6까지의 자유도로 이동될 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 적어도 X-방향으로 이동 가능하다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 노광 동안 기관(114)과 함께 이동한다.

[0107] 일 실시예에서, 도 25 를 참조하면, 도너 구조체(208)는 이에 추가하여 또는 이와 달리 프레임(210)(일 실시예에서 프레임(160)과 동일한 프레임이거나 또는 프레임(160)에 연결된 프레임일 수 있음) 상에 부분적으로 또는 전체적으로 지지될 수 있다. 일 실시예에서, 프레임(210)은 도너 구조체(208)를 6까지의 자유도로 이동시키기 위해 위치 설정기(예컨대, 액추에이터)(224)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 적어도 X-방향으로 이동 가능하다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 기관(114)과 함께 이동한다. 도너 구조체(208)가 프레임에 의해 부분적으로 지지되는 경우, 도너 구조체(208)는 다른 부분이 기관(114), 기관 테이블(106), 위치 설정기(116), 또는 자신의 위치 설정기(예컨대, 액추에이터)에 의해 지지되거나 이들에 연결될 수 있다. 이러한 경우, 도너 구조체(208)는 기관 및/또는 기관 테이블의 이동에 의해 및/또는 위치 설정기에 의한 작동에 의해 6까지의 자유도로 이동될 수 있다.

[0108] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 적어도 부분적으로 프레임(210)에 의하여 위로부터 지지된다. 도너 구조체(208)의 이동을 용이하게 하기 위해, 도너 구조체(208)는, 일 실시예에서, 프레임(210)의 프리-스트레스드 가스(pre-stressed gas)(예컨대, 공기) 베어링(212)에 의해 지지된다. 이 베어링(212)에서, 저압(214)(예컨대, 진공 흡인) 및 과압(216)(예컨대, 가압 가스)의 조합이 가해진다. 일 실시예에서, 저압(214)과 과압(216)은 각각의 입구 및 출구의 체커보드 패턴(checkerboard pattern)으로 배열된다. 저압(214)은 중력을 보상하고 도너 구조체(208)를 제 자리에 홀딩하기 위해 이용될 수 있다; 과압(216)은 도너 구조체(208)가 프레임(210)에 달라붙는 것을 방지하고 그에 따라 도너 구조체(208)가 이동하도록 하는 것을 돕기 위해 이용된다. 도 26 을 참조하면, 가스 베어링(212)의 구성은 위에서부터 도너 구조체(208)(도시를 명료하게 하기 위해 도시하지 않음)을 적어도 부분적으로 지지하기 위해 프레임(160) 상에 배열된 것으로 묘사된다. 압력 값과 공간적 위치에 있어서의 저압(214) 및/또는 과압(216)의 압력의 적절한 제어를 통해, 도너 구조체(208)는 레벨링되거나 또는 X-방향 및/또는 Y-방향 주위에서 Z-방향으로 이동될 수 있다. 이러한 양상으로, 기관과의 원하지 않은 접촉이 방지될 수 있다. 또한, 도너 구조체(208)의 휨 또는 기타 뒤틀림이 유사하게 보상될 수 있다. 도 26 의 실시예가 기관 테이블(106) 상의 도너 구조체 지지체(226)를 도시하고 있지만, 이러한 지지체(226)는 일 실시예에서는 제공되지 않아도 된다.

[0109] 비록 위에서(그리고 아래에) 설명된 특정 실시예에서 도너 구조체(208)가 기관(114)의 스캐닝 병진 방향에 실질적으로 평행한 방향으로 변위되는 것으로 도시되었지만, 반드시 그러하지 않아도 된다. 예를 들어, 이에 더하

여 또는 이를 대체하여, 도너 구조체(208)는 스캐닝 방향에 실질적으로 수직으로(도 27 및 도 28 에 도시된 바와 같이) 변위될 수 있다.

[0110] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 연속된 재료 증착을 가능하게 하도록 리프레시된다. 일 실시예에서, 특정한 패턴을 갖는 기관의 생산 후, 도너 구조체(208)가 리프레시된다. 이것은 도너 재료가 도너 구조체(208)로부터 기관(114)으로 전사된 이후에 도너 구조체(208)가 기관(114) 상에 증착된 패턴의 음화(negative)이기 때문이다. 그러므로, 도너 구조체(208)로부터 다시 동일 패턴을 전사하는 것은 도너 재료의 새로운 실질적으로 균일한 층을 제공하기 위한 리프레시 없이는 실현 가능하지 않을 수 있다. 일 실시예에서, 장치는 예컨대 도너 구조체(208)와 기관(114) 간의 상대적인 변위를 야기하여 도너 구조체(208)의 미사용 영역 상에 빔렛의 투영이 가능하도록 함으로써 도너 구조체(208)의 이용을 증가시키거나 최대화하도록 구성된 컨트롤러(218)를 포함할 수 있다. 유사하게, 컨트롤러(218)는 빔렛이 상이한 패턴으로 투영되도록 하여 도너 구조체(208)를 리프레시 없이 추가로 이용할 수 있도록 할 수 있다.

[0111] 일 실시예에서, 도너 구조체(208) 리프레시는 노광 동안 사용된 도너 구조체(208)를 새로운 도너 구조체(208)로 대체하는 것을 포함한다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208) 리프레시는 도너 구조체(208) 상의 도너 재료를 재생하는 것을 포함한다(도너 재료층(204)의 수 %(예를 들어, 약 6% 까지)만이 기관으로 전사되므로). 도너 구조체(208) 상의 도너 재료층(204)의 재생은 비용을 절감할 수 있다.

[0112] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 리프레시는 여러 가지의 예시적인 방식으로 달성될 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 "신규(fresh)" 도너 구조체로 교체될 수 있고, 도너 재료의 새로운 층이 오프 라인 상태에서 사용된 도너 구조체(208)에 도포된다. 예컨대, 도너 구조체(208)는 새로운 기관(114)의 적재-양하와 함께 교환될 수 있다. 도너 구조체(208)는 기관과 유사한 크기 및 필요한 경우 기관과 유사한 형상을 가질 수 있으며, 이로써 기관을 적재-양하하기 위해 사용된 동일한 핸들러로 핸들링될 수 있다. 일 실시예에서, "사용된" 도너 구조체(208)는 처분될 수 있다.

[0113] 일 실시예에서, 도 27 을 참조하면, 도너 구조체(208)는, 예를 들어 롤링될 수 있는 가요성 멤브레인의 형태일 수 있다. 드라이브 롤러(300)가 도너 구조체(208)를, 예를 들어 수집 롤러(302) 또는 다른 드라이브 롤러(300)로부터 견인하도록 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 드라이브 롤러(300)는 도너 구조체(208)를, 예를 들어 수집 롤러(302) 또는 다른 드라이브 롤러(300)로 밀어낼 수 있다. 그러므로, 도너 구조체(208)는 개념적으로 구형 타자기의 잉크테이프와 유사한 가요성 테이프이어도 된다. 도 27 의 도너 구조체(208)가 기관(114)의 스캐닝 방향(X-방향)에 실질적으로 수직으로 변위되는 것으로 도시되지만, 도너 구조체(208)는 그 대신에 또는 이에 더하여 기관(114)의 스캐닝 방향에 실질적으로 평행한 방향으로 변위될 수 있다.

[0114] 기관(114)을 패터닝하기 위해 "새로운" 도너 구조체(208)가 요구될 때마다, 예컨대 롤로부터의 막의 "신규" 부분이 이용된다. 그러므로, 일 실시예에서, 장치는 2개의 롤, 즉 "신규" 도너 구조체(208)를 갖는 롤과 "사용된" 도너 구조체(208)를 갖는 롤을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는, 예를 들어 도너 구조체(208)의 외부 에지(들) 상에, 드라이브 롤러 및/또는 수집 롤러와 결속되어 도너 구조체(208)의 도너 재료와의 접촉을 방지하고 및/또는 충분한 콘택(예를 들어, 거칠기)을 롤러와 도너 구조체(208) 사이에 제공하기 위하여 하나 이상의 경로(304)를 가질 수 있다. 더 나아가, 경로들에 대응하는 하나 이상의 트랙(306)은 드라이브 롤러와 수집 롤러 사이에서 연장하여 도너 구조체(208)의 이송을 용이하게 하고 및/또는 안정성을 제공할 수 있다.

[0115] "신규" 도너 구조체(208)의 전부 또는 대부분이 사용되었거나 또는 가끔씩, "사용된" 도너 구조체(208)(및 적용 가능하다면, 잔여 "신규" 도너 구조체(208))는 제거되고 "신규" 도너 구조체(208)(예를 들어, "신규" 도너 구조체(208)의 새로운 롤 또는 새 도너 재료로써 재생된 동일한 도너 구조체(208))로 대체될 수 있다. 일 실시예에서, "사용된" 도너 구조체(208)는 다시 컨디셔닝되어 재사용될 수 있도록 도너 재료를 그 위에 도포할 수 있다. 예를 들어, 멤브레인은 멤브레인이 "사용된" 도너 구조체 롤 상에 적재될 때 리프레시 모듈(308)에 의하여 인-시츄로 재생될 수 있다. 멤브레인의 "사용된" 부분이 "사용된" 도너 구조체 롤 상에 롤링되기 직전에 멤브레인을 재생하기 위해 특정한 위치에 재생 모듈(308)이 위치될 수 있다. 리프레시 모듈(308)의 구성 및 기능성의 예가 아래에서 더 상세하게 설명된다. 일 실시예에서, 단일 도너 구조체(208) 루프가 광 엔진 마다 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 루프는 기관 길이의 적어도 10 배의 길이를 가짐으로써 10x 증착을 설명한다.

[0116] 일 실시예에서, 도 28 을 참조하면, 도너 구조체(208)는 회로에서(화살표에 의하여 표시되는 것과 같이) 이동하도록 구성되는 가요성 멤브레인의 형태일 수 있다. 도너 구조체(208)는 도너 구조체(208)를 장치 내의 회로를 통하여 나아가게 하는 하나 이상의 트랙(310)을 우회하거나 이를 통하여 라우팅될 수 있다. 기관(114)을 패터

닝하기 위해 "새로운" 도너 구조체(208)가 요구될 때마다, 멤브레인의 "신규" 부분이 전진된다. 도 28 은 개략적으로 회로를 묘사한다. 회로는 기관(114) 위가 아니라 기관(114) 아래로 진행할 수 있다. 회로는 기관(114)에 대해 측면으로 진행할 수 있다. 도 28 의 도너 구조체(208)가 기관(114)의 스캐닝 방향(X-방향)에 실질적으로 수직으로 변위되는 것으로 도시되지만, 도너 구조체(208)는 그 대신에 또는 이에 더하여 기관(114)의 스캐닝 방향에 실질적으로 평행한 방향으로 변위될 수 있다.

[0117] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 재료의 일원화된(unitary) 루프이다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 그들이 회로 트랙을 통하여 이동할 때 서로로부터 분리될 수 있는 복수 개의 도너 구조체(208) 멤브레인을 포함한다. 복수 개의 도너 구조체(208) 멤브레인의 장점은, 증착을 위하여 사용되는 복수 개의 도너 구조체(208) 멤브레인 중 다른 것에 아예 영향을 주지 않거나 적어도 거의 영향을 주지 않으면서 리프레시(예를 들어, 교체 및/또는 재생)가 복수 개의 도너 구조체(208) 멤브레인의 하나 상에 개별적으로 수행될 수 있다는 것이다.

[0118] 일 실시예에서, 도너 재료는 용매를 포함할 수 있다. 이러한 경우, 기관(114)은 히터(330)에 의하여, 용매가 거의 증기 또는 매우 신속하게 기화하도록 하는 온도, 예를 들어, 약 섭씨 250 도 이상으로 가열될 수 있다. 따라서, 도너 재료의 기관 상의 접촉 시에, 용매는 기화하여 패터닝 도너 재료를 기관 상에 남겨둔다. 도너 재료가 기관을 향해 지나가도록 하는 하나 이상의 개구부를 가지는 실드(331)가 제공되어 도너 구조체(208)를 기관(114)의 열로부터 차폐하고 및/또는 도너 구조체(208)를 기화하는 용매로부터 차폐할 수 있다.

[0119] 일 실시예에서, 도너 구조체(208) 멤브레인이 사용된 경우, 도너 구조체(208) 멤브레인은 제거되고 다른 "새" 멤브레인이 삽입될 수 있다. 예를 들어, 일원화된 도너 구조체(208) 멤브레인 루프가 대체될 수 있으며, 또는 복수 개의 도너 구조체(208) 멤브레인 중 하나가 대체될 수 있다. 일 실시예에서, 이러한 천이는, 예를 들어, "새" 멤브레인을 "구" 멤브레인이 완료되거나 완료될 때 사용 경로 내로 천이시킴으로써 중지 시간이 없거나 거의 없게 발생할 수 있다. 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 도너 구조체(208) 멤브레인은 기관을 변경하기 위하여 필요한 시간을 사용하기 위하여, 패터닝될 모든 새 기관마다 또는 패터닝될 특정 개수의 기관마다 대체될 수 있다. "사용된" 도너 구조체(208) 멤브레인은 다시 컨디셔닝되어 재사용될 수 있도록 도너 재료를 그 위에도포할 수 있다.

[0120] 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 도너 구조체(208) 멤브레인은 멤브레인이 장치 내에서 순환될 때 인-시츄로 재생될 수 있다. 예를 들어, 일원화된 도너 구조체(208) 멤브레인 루프의 "사용된" 부분은 일원화된 도너 구조체(208) 멤브레인 루프의 다른 부분이 증착을 위하여 사용될 때 재생될 수 있다. 또는, 예를 들어, 복수의 도너 구조체(208) 멤브레인의 "사용된" 부분은 복수의 도너 구조체(208) 멤브레인의 다른 부분이 증착을 위하여 사용될 때 재생될 수 있다. 리프레시 모듈(308)은 멤브레인의 "사용된" 부분이 렌즈 어레이(170)와 기관(114)의 사이에서 증착 영역으로부터 이동된 이후 그리고 이것이 증착 영역으로 복귀되기 이전에 멤브레인을 재생하기 위하여 특정 위치에 위치될 수 있다. 리프레시 모듈(308)은 스트리핑 및 재생을 수행하기 위한 별개의 구획(312, 314)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제 1 구획(312)은 스트리핑을 수행할 수 있고 제 2 구획(314)은 재생을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 및 제 2 구획은 도너 구조체(208)가 이를 통과하도록 개방될 수 있다. 일 실시예에서, 제 1 및/또는 제 2 구획은 구획의 내부를 구획 또는 모듈의 외부의 환경으로부터 실질적으로 분리되게 유지하기 위한 시일 구조체(316)를 가진다. 일 실시예에서, 시일 구조체(316)는 기계적 시일, 예컨대 하나 이상의 브러시, 고무화된 표면, 등을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 시일 구조체는 가스 또는 다른 재료가 구획의 내부에 침투하고 및/또는 빠져나가는 것을 실질적으로 방지하기 위한 가스 제거 출구를 포함할 수 있다. 일 실시예에서는, 시일 구조체는 가스를 구획 내로의 도너 구조체(208)의 입구에 인접한 영역으로 공급하기 위한 가스 공급 입구 또는 구획으로부터의 도너 구조체(208)의 출구를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 시일 구조체는 가스 제거 출구가 한 쪽에서 바로 인접하는 가스 공급 입구를 포함할 수 있다.

[0121] 일 실시예에서, 단일 도너 구조체(208) 회로(단일 또는 복수 개의 멤브레인을 가진다)가 광 엔진마다 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 단일 일원화된 도너 구조체(208) 멤브레인 루프가 광 엔진마다 제공될 수 있다. 일 실시예에서는, 루프의 형태인 도너 구조체(208) 멤브레인은 기관 길이의 적어도 10 배의 길이를 가짐으로써 10x 증착을 설명한다.

[0122] 좀 더 일반적으로는, 이러한 장치는 "신규한" 도너 구조체(208)를 증착 영역으로 이송하고 이제 "사용된" 도너 구조체(208)를 재생 모듈(308)로 이송하기 위한 컨베이어 시스템을 가질 수 있다. 그러면, 재생된 도너 구조체(208)는 증착 영역으로 이송된다. 따라서, 변형물에서는, 장치는, 예를 들어, 단일 도너 구조체(208) 또는 복수 개의 도너 구조체(208)를 증착 영역의 제 1 면으로부터 증착 영역으로 그리고 증착 영역으로부터 증착 영역의 제 2 면 상의 재생 모듈(308)로 이동시키기 위한 컨베이어 시스템(예를 들어, 컨베이어 벨트/또는 트랙이 있

는 드라이버를 포함할 수 있다. 그러면, 컨베이어 시스템은 방향을 반전시켜 재생된 도너 구조체(들)(208)를 증착 영역으로 그리고 이제 증착 영역으로부터 다른 재생 모듈(308)이 위치될 수 있는 제 1 면으로 이송할 수 있으며, 또는 컨베이어 시스템은 "사용된" 도너 구조체(들)(208)를 다시 제 2 면에서 재생 모듈(308)로 이송할 수 있다. 따라서, 이러한 실시예는, 예를 들어 하나 이상의 롤러 및/또는 가요성 멤브레인을 가지지 않는 도 27의 롤러 실시예와 유사할 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 도너 구조체(208)가 다른 도너 구조체(208)가 증착을 위하여 사용되는 동안 재생될 수 있도록 복수 개의 도너 구조체(208)가 제공된다. 더 나아가, 복수 개의 도너 구조체(208)가 있으면, 복수의 도너 구조체(208) 중 하나 이상이 수선, 교체, 등을 위하여 제거될 수 있는 동안에 생산은 계속될 수 있다.

[0123] 일 실시예에서, 도 30을 참조하면, 도너 구조체(208)(예를 들어, 디스크 또는 플레이트의 형태임)는 렌즈 어레이(170) 및 기관(114) 사이의 증착 영역에서 자신의 축(316) 주위에 화살표로 표시된 바와 같이 X-Y 평면에서, 예를 들어, 수평 평면에서 회전될 수 있다. 기관(114)을 패터닝하기 위해 "새로운" 도너 구조체(208)가 요구될 때마다, 도너 구조체(208)의 "신규한" 부분이 증착이 발생될 위치의 경로 내에서 회전된다.

[0124] 일 실시예에서, 회전가능한 도너 구조체(208)는 재료의 일원화된 디스크 또는 플레이트이다. 일 실시예에서, 회전가능 도너 구조체(208)는 그들이 회전될 때 서로로부터 분리될 수 있는 복수 개의 도너 구조체(208) 부분을 포함한다. 복수 개의 도너 구조체(208) 부분의 장점은, 증착을 위하여 사용되는 복수 개의 도너 구조체(208) 부분 중 다른 것에 아예 영향을 주지 않거나 적어도 거의 영향을 주지 않으면서 리프्रेस(예를 들어, 교체 및/또는 재생)가 복수 개의 도너 구조체(208) 부분의 하나 상에 개별적으로 수행될 수 있다는 것이다.

[0125] 일 실시예에서, 회전가능 도너 구조체(208)가 사용된 경우, 도너 구조체(208)는 제거되고 다른 "새로운" 도너 구조체(208)가 삽입될 수 있다. 예를 들어, 도너 구조체(208)는 기관을 변경하기 위하여 필요한 시간을 사용하기 위하여, 패터닝될 모든 새 기관마다 또는 패터닝될 특정 개수의 기관마다 대체될 수 있다. "사용된" 도너 구조체(208)는 다시 컨디셔닝되어 재사용될 수 있도록 도너 재료를 그 위에 도포할 수 있다.

[0126] 이에 더하여 또는 이를 대체하여, "사용된" 회전가능한 도너 구조체(208)는(일원화된 디스크이거나 또는 플레이트 또는 복수 개의 도너 구조체(208) 부분이거나) 도너 구조체(208)가 장치 내에서 회전될 때 인-시츄로 재생될 수 있다. 리프्रेस 모듈(308)은 도너 구조체(208)의 "사용된" 부분이 렌즈 어레이(170)와 기관(114)의 사이에서 증착 영역으로부터 이동된 이후 그리고 이것이 증착 영역으로 복귀되기 이전에 도너 구조체(208)를 재생하기 위하여 특정 위치에 위치될 수 있다.

[0127] 위에서 언급된 바와 같이, 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 장치 내에서 인-시츄로 재생될 수 있다. 예컨대, 도 31을 참조하면, 기관 테이블(106)이 반대로 기관 핸들러 쪽으로 이동하는 동안, 즉 기관(114)의 패터닝 후에 기관 테이블(106)이 기관(114)의 제거를 위해 반대로 적재-양하 위치로 가는 동안 작동하는 리프्रेस 모듈(308)이 기관 테이블(106) 상에 제공될 수 있다. 기관 테이블(106)의 이러한 이동 또는 기타 이동 동안, 도너 구조체(208)는 기관 테이블(106)이 도너 구조체(208) 아래를 스캔할 때에 정지 상태를 유지하여, 기관 테이블(106)과 함께 이동하는 모듈을 이용한 재생 성능을 제공할 수 있다. 그러므로, 도너 구조체(208)의 도너 재료에서의 홀의 보수가 인-시츄로 이루어질 수 있다. 모듈이 이러한 홀을 검지하기 위한 센서를 가질 수 있거나, 및/또는 기관 테이블(106) 위치설정이 노광 동안 도너 재료가 제거되는 방법에 관한 정보에 따라 이동 도중에 제어될 수 있다. 리프्रेस 모듈(308)은 기관 테이블(106) 상에 위치되지 않아도 된다. 예를 들어, 도 31을 참조하면, 리프्रेस 모듈(308)은 이에 더하여 또는 이를 대체하여 개별적으로 제공되고 이동가능할 수 있다. 일 실시예에서, 모듈(308)은 정지 상태로 될 수 있고, 도너 구조체(208)가 모듈(308)에 대하여 이동된다.

[0128] 일 실시예에서, 도너 구조체(208), 및 따라서 리프्रेस 모듈(308)의 리프्रेस는 도너 구조체(208)의 도너 재료의 스트리핑 및/또는 재생을 포함할 수 있다. 도너 구조체(208)의 리프्रेस는 도너 재료를 도너 구조체(208)로부터 완전히 스트리핑하는 것 및 도너 재료의 새 층(이러한 새 층은 도너 구조체(208)로부터 스트리핑된 재활용된 도너 재료일 수 있다)을 도포하는 것을 수반할 수 있다. 이를 대체하여, 리프्रेस는 도너 구조체(208) 상의 도너 재료 내의 홀을, 예를 들어, 재료를 직접적으로 홀로 추가하거나, 재료를 리플로우하여 홀을 충전하는 것 등에 의하여 "보수"하는 것을 수반할 수 있다. 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 본 명세서에서 더 설명되는 수 개의 예시적인 방법으로 달성될 수 있다. 새 층의 스트리핑 및 증착과 관련하여 설명된 기법은 적합한 경우 홀을 "보수"하는 것에 적용될 수 있으며, 또는 그 반대의 경우도 마찬가지이다. 더 나아가, 재생 및 스트리핑과 관련하여 설명된 다양한 기법이 애초에 도너 구조체(208)를 형성하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치에는 도너 재료가 없는 도너 구조체(208)의 부분이 제공될 수 있으며, 장치는(장치 내에 또는 이에 접속된 도너 재료의 스토어로부터) 애초에 그 부분에 도너 재료를 도포한다(그리고 선택적으로 다시 도너 구조체

(208)를 재생한다). 이에 더하여, 예를 들어, 일부 도너 구조체(208)는 도너 재료의 도포 이전에 그 상부의 코팅으로부터 스트립될 수 있다.

[0129] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)를 스트립하는 것은 임의의 개수의 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 스트립하는 것은 도너 구조체(208)를 특정 온도까지 가열하여 도너 재료를 용융시키는 것을 수반할 수 있다. 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 화학약품 또는 플라즈마가 도포되어 도너 재료(208)를 화학적으로 또는 기계적으로 제거할 수 있다. 일 실시예에서, 도너 재료를 도너 구조체(208)로부터 제거하기 위하여 용매가 사용되며, 이것은 도너 재료를 아래에서 설명되는 바와 같이 도너 구조체(208) 상에 도포하기 위하여 사용되는 것과 동일한 용매일 수 있다. 브러시, 블레이드, 가스 스트림, 등이 도너 재료를 도너 구조체(208)로부터 제거하는 것을 보조하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 리프्रेस리 모듈은 스트리핑 및 재생 모두를 수행할 수 있는 단일 구획을 포함할 수 있다. 또는, 도 28 을 참조하면, 리프्रेस리 모듈(308)은 스트리핑 및 재생을 수행하기 위한 별개의 구획(314, 316)을 포함할 수 있다. In an embodiment,

[0130] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 구조체(208) 상의 페이스트(paste) 또는 액체를 부드럽게 하거나 이를 도포함으로써 달성될 수 있다. 페이스트 또는 액체는 레이저 유도 전사 동안에 생성된 홀을 충전하거나 새 층을 스트립된 도너 구조체(208) 상에 형성한다. 페이스트 또는 액체는, 예를 들어 닥터 블레이드로써 도너 구조체(208) 위에 기계식으로 분산될 수 있다. 일 실시예에서, 페이스트 또는 액체는 기화되어 실질적으로 고체 층을 남기는 용매를 포함한다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)가 회전되고 액체가 회전 축 근처에서 회전되어 이것이 도너 구조체(208)를 넘어 밖으로 흐르도록 할 수 있다. 일 실시예에서, 액체는 도 30 에 대하여 묘사되고 설명된 이러한 방식으로 회전가능한 도너 구조체(208)로 도포될 수 있다. 일 실시예에서, 액체는 리프्रेस리 모듈(308)을 사용하여 도 30 에 도시된 회전가능한 도너 구조체(208)에 인-시츄(in-situ)로 도포될 수 있으며, 즉, 이것은 회전가능한 도너 구조체가 렌즈(170)와 기관(114) 사이의 위치에 있을 때에 도포될 수 있다. 예를 들어, 액체는 도 30 에 도시된 도너 구조체(208)의 하단에 도포될 수 있으며, 이 액체는 회전 동안에 액체가 밖으로 흐르고 도너 구조체(208) 상에 유지되도록 도너 구조체(208)에 양호하게 부착한다.

[0131] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 구조체(208)를 리프्रेस리 모듈(308)의 베셀(vessel) 내로 또는 이를 통하여 전달하고 도너 재료의 층을 도너 구조체(208) 상에 증착하는 것에 의하여 달성될 수 있다. 베셀 내의 도너 재료는 레이저 유도 전사 동안에 생성된 홀을 충전하거나 새 층을 스트립된 도너 구조체(208) 상에 형성한다. 일 실시예에서, 베셀은 액체 재료, 예를 들어 용융된 도너 재료를 포함하며, 액체 재료는 "사용된" 도너 구조체(208)와 접촉된다(예를 들어, 적어도 일측에 침습된다). 표면 장력에 의해, 도너 재료의 유한한 자기 제한 층(finite self limiting layer)이 도너 구조체(208) 상에 증착되어야 한다. 일 실시예에서는, 베셀을 사용하는 재생은 도너 재료를 도너 구조체(208) 상에 전기도금하는 것 또는 전해 전착(electrolytic deposition)하는 것을 수반할 수 있다. 일 실시예에서, 액체 재료는 도너 재료 및 용매의 혼합물을 포함할 수 있다. 혼합물을 도너 구조체(208) 상에 도포한 이후, 용매는 기화되어 도너 구조체(208) 상에 남아 있는 도너 재료를 남긴다. 일 실시예에서, 액체는 구리 설페이트(CuSO₄)를 포함할 수 있다.

[0132] 일 실시예에서, 리프्रेस리 모듈의 베셀은 도너 재료를 가지는 가스를 가질 수 있고 도너 구조체(208)는 도너 재료의 층이 거기에 도포되도록 하기 위하여 베셀 내의 가스와 접촉한다(예를 들어, 적어도 일측에 스며들게 됨). 일 실시예에서, 베셀은 도너 재료를 그 위에 증착시키기 위하여 플라즈마를 도너 구조체(208) 상에 생성하거나 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 리프्रेस리 모듈은 화학 기상 증착 및/또는 스퍼터링을 사용하여 도너 재료를 도너 구조체(208)에 도포한다.

[0133] 베셀이 액체 또는 가스를 가지는 경우, 베셀은 리프्रेस리 모듈 주위의 외부 환경에 대해 실질적으로 폐쇄될 수 있다. 위에서 논의된 바와 같은 적정 시일(316)이 이러한 폐쇄(closure)를 용이화하기 위하여 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 베셀은 베셀 내의 액체 및/또는 가스의 조성물의 변동을 감소시키기 위하여 큰 크기이다. 예를 들어, 베셀은 1 리터 이상의, 2 리터 이상의, 3 리터 이상의, 5 리터 이상의 체적을 가질 수 있다. 일 실시예에서, 베셀은 100 리터 이하의, 70 리터 이하의, 50 리터 이하의, 25 리터 이하의, 또는 10 리터 이하의 체적을 가진다.

[0134] 도 29 를 참조하면 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 재료의 도너 구조체(208)의 부분으로의 선택적 첨가에 의하여 달성될 수 있다. 예를 들어, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 재료를 노광 및 증착 이후에 도너 재료층(204) 내의 홀에 선택적으로 제공함으로써 달성될 수 있다. 이러한 관점에서, 예를 들어 재생 모듈은 도너 재료를 도너 재료층(204) 내의 하나 이상의 홀(320)의 위치에 선택적으로 도

포하기 위한 잉크젯(또는 다른) 장치(318)를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 선택적으로 도포된 도너 재료(예를 들어, 액적)는 도너 재료층(204) 내의 하나 이상의 홀보다 더 낮은 분해능을 가질 수 있고 선택적으로 도포된 도너 재료의 그리고 현존 도너 재료층(204)의 표면 장력 또는 다른 성질은 선택적으로 도포된 도너 재료가 홀을 충전하도록 한다.

[0135] 관련된 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 재료를 도너 구조체(208)로 선택적으로 제공함으로써 도너 재료의 증착된 패턴을 기관(114) 상에 형성하기 위하여 도너 구조체(208)에 도포될 노광 패턴에 정확하게 또는 대략적으로 대응하는 패턴닝된 도너 재료층(204)을 형성함에 의하여 달성될 수 있다. 따라서, 도너 재료층(204)은 도너 구조체(208)를 전부 덮지 않고(blanket) 오히려 오직 빔이 충돌할 영역에 대응하는 도너 구조체(208)의 부분만을 커버한다. 일 실시예에서, 이러한 패턴닝된 도너 재료층(204)은 도너 구조체(208)의 초기 사용 시에 제공되고 및/또는 후속하여(예를 들어, 블랭킷 도너 재료층(204)으로써의 도너 구조체의 후속 노광에 후속하여) 제공될 수 있다. 패턴닝된 도너 재료층(204)의 장점은 도너 재료를 잠재적으로 더 적게 사용한다는 것 및/또는 재생할 속도가 잠재적으로 증가된다는 것이다.

[0136] 예를 들어, 위에서 논의된 바와 유사하게, 재생 모듈은 도너 재료를 도너 구조체(208)에 선택적으로 도포하여 적정 패턴닝된 도너 재료층(204)을 형성하는 잉크젯(또는 다른) 장치(318)를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 선택적으로 도포된 도너 재료(예를 들어, 액적)는 증착을 위하여 필요한 도너 재료보다 더 낮은 분해능을 가짐으로써, 패턴닝된 도너 재료층(204)이 기관(114) 상에 도너 재료의 증착된 패턴을 형성하기 위하여 도너 구조체(208)로 도포될 노광 패턴에 대응하는 근사화에 지나지 않도록 할 수 있다. 일 실시예에서, 재생 모듈은 이전에 패턴닝된 도너 재료층(204)을 이러한 패턴닝된 도너 재료층(204) 내의 홀을 충전함으로써 "고정"시킬 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 노광에 후속하여 임의의 잔여 도너 재료로부터 스트립될 수 있고 새 패턴닝된 도너 재료층(204)이 도포된다.

[0137] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 홀을 충전하기 위한 도너 재료층(204)의 리플로우에 의하여 달성되고 이에 옵션으로 노광 동안에 도너 재료층(204)으로부터 전사된 재료를 보상하기 위한 여분의 재료 증착을 수반할 수 있다. 여분의 재료가 추가되는 경우, 이러한 여분의 재료는 일반적으로 도너 재료층(204)에 추가될 수 있거나 여분의 재료가 필요한 영역을 향해 타게팅될 수 있다. 예를 들어, 위에서 유사하게 설명된 바와 같이, 잉크젯(또는 다른) 장치(318)는 여분의 도너 재료를 도너 재료층(204) 내의 하나 이상의 홀의 위치에 선택적으로 도포할 수 있다. 일 실시예에서, 선택적으로 도포된 여분의 도너 재료(예를 들어, 액적)는 도너 재료층(204) 내의 하나 이상의 홀보다 더 낮은 분해능을 가질 수 있고 리플로우가 선택적으로 도포된 여분의 도너 재료를 사용하여 그 홀을 부드럽게 하고 충전하는 것을 돕는다.

[0138] 예를 들어, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 리플로우에 의한 재생은 홀을 충전하기 위한 도너 재료층(204)의 열적 리플로우에 의하여 달성되고 이에 옵션으로 노광 동안에 도너 재료층(204)으로부터 전사된 재료를 보상하기 위한 여분의 재료의 증착을 수반할 수 있다. 도너 구조체(208) 및/또는 도너 재료층(204)이 히터(322)를 사용하여 가열되어 층을 평활하게 할 수 있고, 홀이 채워진다. 도너 재료층(204)이 리플로우 후에 충분히 두껍게 되지 않는다면, 도너 재료층(204)의 요구된 두께를 발생하기 위해 추가의 도너 재료가 증착될 수 있다.

[0139] 일 실시예에서, 도너 구조체(208)의 도너 재료의 재생은 도너 구조체(208)의 부분의 선택적 성장 및 이에 후속하는 도너 재료층(204)의 리플로우 및 이에 옵션으로 여분의 도너 재료의 증착에 의해 달성될 수 있다. 이 방법은 예컨대, 도너 재료층(204)이 릴리스(release) 또는 기타 층(예컨대, 투명 재료(202)) 위에 있는 상황에서 이용될 수 있다. 그러므로, 릴리스 또는 기타 층은 생성되고 도너 재료층(204)의 재생이 후속한다. 예컨대, 릴리스 또는 기타 층은 릴리스 또는 기타 층의 보수가 이루어지게 하는 화학적으로 특정한 증착 재료를 그 위에 증착시킬 수 있다. 도너 재료층(204)은 전술한 바와 같이 리플로우될 수 있고, 필요한 경우 여분의 재료가 그 위에 증착된다. 일 실시예에서, 도너 재료층(204)은 본 명세서 또는 그 이외의 곳에서 설명된 다른 방법 중의 어떠한 방법을 이용하여서도 재생될 수 있다.

[0140] 일 실시예에서는, 도너 구조체(208)는 알루미늄 호일일 수 있다. 만일 알루미늄 호일이 그 위에 예를 들어 비-금속층과 같은 층을 가진다면, 빔은 이러한 층을 기화시키고 따라서 도너 구조체(208)를 관통하여 홀을 남길 수 있다. 일 실시예에서, 만일 알루미늄 호일이 그 위에 예를 들어 비-금속층과 같은 층을 가진다면, 빔은 이러한 층을 기화시키지 않음으로써 홀을 도너 재료 내에만 남길 수 있다. 도너 구조체(208), 예를 들어, 도너 구조체(208)의 비사용 부분은 본 명세서에서 설명된 바와 같이 리프레시될 수 있다. 예를 들어, 이것은 폐기될 수 있고, 용융되어 새 도너 구조체를 형성할 수 있으며, 기관 상에 형성될 패턴에 비교할 때 다소 더 낮은 분해능으로 새 도너 재료가 필요한 위치에서 재생하는 도너 재료 상에 분사(jetting)함으로써 재생될 수 있고,

등등이다.

- [0141] 일 실시예에서, 위에서 논의된 바와 같이, 도너 구조체(208)는 그 위에 도너 재료층(204)이 정전기적 또는 전자기적으로 클램프되는 홀더 재료(202)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 홀더 재료(202)에 정전기적 또는 전자기적으로 클램프되는 도너 재료층(204)은 분말 또는 재료의 입자, 예컨대 금속 분말 또는 입자를 포함한다. 이러한 도너 구조체(208)의 재생(이것이 재료(204)가 이로부터 기관(114)으로 증착되도록 한 이후의)은, 예를 들어 도너 구조체(208)의 전하 또는 극성을 반전하거나 단절(disengaging)하여 도너 재료층(204)을 스트립함으로써 달성될 수 있다. 결과로서, 잔여 도너 재료(204)는 떨어져서 없어지거나(예를 들어, 브러시, 가스 스트림 또는 다른 메커니즘)에 의하여 그로부터 물리적으로 제거될 수 있다. 새 도너 재료층(204)은 도너 구조체(208)의 전하 또는 극성을 후속하여 반전 또는 단절함으로써 홀더 재료(202)에 도포될 수 있다. 특정 전하 또는 극성이 홀더 재료(202)에게 및/또는 도너 재료(204)에게 능동적으로 제공되어 정전기 또는 전자기 클램핑을 용이화할 수 있다. 예를 들어, 리프레시 모듈(308)은 홀더 재료(202) 및/또는 도너 재료(204)의 관련된 전하 또는 극성을 용이화하기 위한 적정 전기적 및/또는 자기적 구조체를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 사용 도중에 증착 영역 및/또는 장치의 다른 영역 내의 전하 소스 또는 자성(magnetism)에 연결되어 도너 재료층(204)을 홀더 재료(202) 상에 유지시키는 것을 용이화할 수 있다.
- [0142] 이에 추가하여 또는 이와 달리, 전술한 바와 같이, 빔은 기관(114)의 재료를 삭마하기 위해 이용될 수 있다. 구체적으로, 빔은 상 전사(phase transfer)를 도입하기 위해 이용될 수 있다. 컨트롤러(218)는 재료 증착 및/또는 포토리소그래피를 위해 이용된 것에 비해 증가된 파워의 빔을 제공하도록 방사원을 구성하기 위해 이용될 수 있다.
- [0143] 이에 더하여 또는 이를 대체하여, 포토리소그래피 레지스트 프로세스와 유사하게, 빔은 기관(114) 상의 재료의 성질의 국지적 변화를 야기하기 위하여 사용될 수 있고, 변화되지 않은 재료의 제거가 후속된다. 예를 들어, 기관(114)은 빔의 방사선으로의 노광 시에 자신의 상태를 확고하게 하거나 변화시키는 재료로 덮일 수 있다. 일 예로서, 기관(114)은 분말, 예컨대 금속 분말(예를 들어, 위에서 논의된 바와 같이 정전기적 또는 전자기적으로 부착됨)로 덮일 수 있다. 그러면, 빔은 분말의 국부화된 부분이 액체 상태로 변화되어 이것이 인접한 분말과 응고(congeal)되고 이제 젤 또는 고체로 변화하도록 할 수 있다. 예를 들어, 기관 상의 재료는 침전(sinter)될 수 있다. 잔여 비변화 분말은 분말 형태로 남으며 이제(예를 들어, 분말을 가지는 기관(114)의 전하 또는 극성을 반전하거나 단절함으로써) 제거되어 노출된 분말로부터 형성된 패턴을 남길 수 있다. 다른 처리 단계, 예컨대 냉각, 방사선으로의 추가 노광, 등이 노출된 분말을 패턴에 대응하는 고체 형태로 변환하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0144] 관련된 처리에서, 도 35 를 참조하면, 기관(114)은 그 위에 원하는 패턴을 형성하는 제 2 재료(326)가 제공되는 제 1 재료(324)로써 덮일 수 있다. 도 35 의 (A) 를 참조하면, 제 1 재료(324) 및 제 2 재료(326)가있는 기관(114)은 이제 방사선 빔에 노광된다. 이 경우에, 도 35 의 (B) 를 참조하면, 하재(下在) 제 1 재료(324)의 성질은 노광 시에 변경되어 상재 제 2 재료(326)가 기관(114) 상에 증착되도록 한다. 도 35 의 (C) 를 참조하면, 제 1 재료(324)의 성질이 변경되지 않은 제 1 및 제 2 재료의 부분은 이제 후속하여 제거될 수 있다. 예를 들어, 그 위에 금속(326)(또는 다른 적정 패턴 형성 재료)의 층이 제공되는 플라스틱(324)(또는 다른 적정 재료)의 층이 기관(114)에 제공될 수 있다. 그러면, 빔은 플라스틱 층(324)의 상태의 국지적 변화를 일으킬 수 있고, 예를 들어, 플라스틱 층을 용융할 수 있으며, 그러면 이것이 상재 금속층(326)이 기관 상에(114) 전사되도록 한다.
- [0145] 일 실시예에서, 도 36 을 참조하면, 패턴링 재료를 직접적으로 기관(114)에 제공하기 위하여 잉크젯 또는 다른 유사한 장치(328)가 사용될 수 있다. 예를 들어, 잉크젯 장치(328)는 액체 금속(202)을 기관(114) 상에 분사하여 원하는 패턴을 제공할 수 있다. 관련된 처리에서, 잉크젯 장치는 용매 및 패턴링 재료의 혼합물을 수용하거나 형성할 수 있다. 잉크젯 장치는 혼합물을 기관(114) 상에 분사할 수 있는데, 기관(114)은 히터(330)에 의하여, 혼합물 내의 용매가 거의 즉시 또는 매우 신속하게 기화하도록 하는 온도, 예를 들어, 약 섭씨 250 도 이상으로 가열된다. 따라서, 분사된 혼합물의 기관 상의 접촉 시에, 용매는 기화하여 패턴링 재료를 기관 상에 남겨둔다. 도너 재료가 기관을 향해 지나가도록 하는 하나 이상의 개구부를 가지는 실드(331)가 제공되어 잉크젯 장치를 기관(114)의 옆로부터 차폐하고 및/또는 잉크젯 장치를 기화하는 용매로부터 차폐할 수 있다.
- [0146] 일 실시예에서는, 도 32 를 참조하면, 도너 구조체(208)는 그 위에 도너 재료층(204)이 도포되는 패턴링된 재료(202)를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 패턴링된 재료(202)는 하나 이상의 낮은 표면 장력 영역(334) 사이에 산재된(interspersed) 하나 이상의 높은 표면 장력 영역(332)을 포함한다. 일 실시예에서, 하나 이상의 높은

표면 장력 영역(332)은 낮은 표면 장력 재료(334)에 의하여 둘러싸인다. 일 실시예에서, 하나의 이상의 높은 표면 장력 영역(332)은 낮은 표면 장력 재료 내의 하나 이상의 홀을 포함한다. 패터닝된 재료(202)는 두 개 이상의 재료층을 포함할 수 있는데, 예를 들어, 하나의 층은 높은 표면 장력 재료이고 다른 층은 낮은 표면 장력 재료이다.

[0147] 일 실시예에서, 패터닝된 재료(202)는 높은 표면 장력 재료(332)(예를 들어, 수정)의 기저 층 및 상재하는 낮은 표면 장력 재료층(334)을 포함한다. 예를 들어, 포토레지스트 노광 및 에칭 처리를 통하여, 하나 이상의 개구부가 낮은 표면 장력 재료층 내에 형성되어 높은 표면 장력 재료를 드러낼 수 있다. 일 실시예에서, 높은 표면 장력 재료는 낮은 표면 장력 영역을 형성하도록 처리될 수 있다. 하나 이상의 높은 표면 장력 영역 및 하나 이상의 낮은 표면 장력 영역의 산재된 배치를 형성하기 위하여 다른 처리가 사용될 수 있다. 패터닝된 재료(202)를 형성하기 위한 레티클 기반 포토리소그래피 기법에 추가적으로 또는 이의 대체예로서, 콘택 리소그래피, 호일 마스크 리소그래피, 임프린트 리소그래피 또는 마스크 없는 리소그래피가 낮은 표면 장력 재료를 식각하여 없애기 위하여 사용되는 마스크를 생성하기 위하여 사용될 수 있다.

[0148] 일 실시예에서, 높은 표면 장력 영역(332)은 수정, 사파이어(Al_2O_3) 및/또는 YAG(yttrium aluminum garnet, $Y_3Al_5O_{12}$)을 포함한다. 일 실시예에서, 높은 표면 장력 영역(332)은 투명 산화물을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 표면 장력 영역(334)은 유기(예를 들어, 폴리테트라플루오로에틸렌, 또는 불화 자기 조립(self assembled) 단일층(self assembled monolayer; SAM)) 또는 무기질(예를 들어, 질화 붕소) 재료를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 낮은 표면 장력 영역(334)은 폴리머, 예를 들어, 불화 폴리머 또는 폴리디메틸실록산을 포함할 수 있다. 분자의 예는(1H, 1H, 2H, 2H-퍼플루오로옥틸)트리클로로실란 및/또는(알킬)트리클로로실란이다(알킬 사슬은 C6보다 더 길다(핵심 및 이보다 더 길)). 예를 들어, 폴리테트라플루오로에틸렌 및/또는 질화 붕소의 경우에, 층은 하나의 단일층보다 실질적으로 더 두꺼운데(예를 들어, 2 나노미터), 이것이 삭마될 도너 재료(204)를 보유하는 것을 도울 수 있다.

[0149] 도 33 의 (A) 를 참조하면, 도너 재료층(204)이 패터닝된 재료(202) 상에 도포되는 경우, 재료(204)의 점성이 충분히 낮다면 도너 재료(204)는 높은 표면 장력 영역으로 철수한다(withdraw). 결과로서, 도너 재료(204)를 포함하는 그리고 및 실질적으로 도너 재료(204)를 포함하지 않는 별개의 영역이 형성된다. 따라서, 일 실시예에서, 도 33 의 (B) 및 (C) 를 참조하면, 도너 재료(204)의 독립된(free standing) "섬"이 패터닝된 재료(202) 상에 형성될 수 있다. 그러면 도너 재료(204)의 개별 영역이 LIFT 또는 다른 처리에서 사용될 수 있다. 예를 들어, 빔(200)은 "섬"으로 표적화될 수 있다. 높은 표면 장력 "섬" 은 빔이 도너 재료(204)를 충격할 때 빔(200)의 대략 단면의 크기로 또는 이것보다 다소 더 크게 크기결정될 수 있다.

[0150] 도너 재료의 연속 시트를 사용하는 LIFT 처리는 도너 재료 전사 처리 동안에 작은 입자의 형태인 잔해(debris)가 생기게 할 수 있다. 따라서, 이러한 패터닝된 재료(202) 배치의 장점은 도너 재료(204)가 연속하지 않으며, 따라서 도너 재료 전사 처리 동안에 잔해 형성에 덜 취약할 수 있다는 것이다. 예를 들어, 어떤 "섬"에 인접한 재료가 존재하지 않을 것이기 때문에, "섬"의 크기를 넘어서 연장하지만 다른 "섬"에 충격하기 이전의 빔(200)은 오직 그 "섬"으로부터의 재료 전사를 야기할 것이다. 더 나아가, 어떤 "섬"은 연속 층과 비교하여 이산 재료 전사를 야기할 수 있는데, 이것은 연속 층에서 어떤 부분이 그 층으로부터 "찢겨지고(torn)" 따라서 잠재적으로 인접한 재료가 입자들로서 축출(dislodge)되도록 하기 때문이다.

[0151] 예컨대, 도 32 를 참조하면, 도너 구조체(208)에는 하나 이상의 개구부(336)가 제공될 수 있다. 예를 들어, 하나 이상의 개구부(336)는 하나 이상의 높은 표면 장력 영역에 대응할 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 도너 구조체(208)는 복수 개의 개구부를 가지는 불투명층(338)을 포함할 수 있다. 이러한 구성의 장점은 빔 배치 내의 리턴던시 및/또는 추가적 리소그래피 단계가 없는 다중 도트 조명을 허용한다는 것이다. 일 실시예에서, 불투명층(338)은 실질적으로 도너 재료층 상부에 있을 수 있다. 이러한 배치의 장점은 빔이 실질적으로 높은 표면 장력 영역만에 충격을 줄 수 있는 반면에, 낮은 표면 장력 영역은 실질적으로 차폐된다는 것이다. 이것은, 예를 들어, 빔 스팟이 더 커지거나 또는 약간 비-구형이 되게 하고(개구부의 불투명층이 일부 빔을 차단하기 때문에), 기다란(elongated) 빔 스팟으로써의 다중 도트 노광, 및 이들이 상당히 조명되지 않을 것이기 때문에 생기는 낮은 표면 장력 영역 상의 재료의 약간의 리턴던시를 허용한다.

[0152] 도 34 를 참조하면, 하나 이상의 개구부가 있는 도너 구조체(208)를 생성하기 위한 처리 흐름이 묘사된다. 도 34 의 (A) 를 참조하면, 기저 재료(202)가 제공된다. 일 실시예에서, 기저 재료(202)는 투명 재료, 예를 들어, 수정을 포함한다. 그러면, 도 34 의 (B) 를 참조하면, 기저 재료는 불투명 재료(338)로써 코팅된다. 일 실시예에서, 불투명 재료는 크롬일 수 있다. 도 34 의 (C) 를 참조하면, 불투명층은 하나 이상의 개구부(336)를 형

성하도록 구성된다. 불투명층은, 예를 들어 표준 리소그래피 기법(예를 들어, 레지스트를 불투명층 상에 코팅하고, 레지스트를 노광하며, 노출된 레지스트를 현상하여 하나 이상의 개구부를 드러내고, 불투명층을 잔존 레지스트의 개구부를 통하여 에칭하며, 그리고 잔여 레지스트를 스트립하는 것)을 사용하여 구성될 수 있다. 도 34의 (D)를 참조하면, 투명층(332)이 구성된 불투명 재료 상에 도포된다. 일 실시예에서, 투명 층은 높은 표면 장력 재료(예를 들어, 수정)를 포함한다. 도 34의 (E)를 참조하면, 낮은 표면 장력 재료(334)의 층이 구성된 불투명층(338)에 상재하는 투명 재료(332) 상에 제공된다. 그러면, 예를 들어, 포지티브형 레지스트(340)의 층이 낮은 표면 장력 재료층 상에 제공된다. 도 34의 (F)를 참조하면, 자기-정렬된 방사선 노광(342)이 불투명층의 개구부를 통하여 그리고 낮은 표면 장력 재료층을 통하여 도포되어 포지티브형 레지스트를 노광시켜 노광된 레지스트(344)를 생산한다. 도 34의 (G)를 참조하면, 이제 레지스트는 현상되어 불투명층 내의 개구부에 실질적으로 대응하는 레지스트 내의 개구부를 생산한다. 그러면, 낮은 표면 장력 재료층(334)은 도 34의 (H)에서 패터닝된 및 현상된 레지스트를 사용하여 에칭되어 낮은 표면 장력 재료층 내에 개구부를 제공하며, 따라서 높은 표면 장력 재료층(332)을 복수 개의 높은 표면 장력 영역으로서 노광시킨다. 도 34의 (I)를 참조하면, 에칭 이후에, 잔여 레지스트(340)가 스트립되어 낮은 표면 장력 영역 내에 산재된 높은 표면 장력 영역을 가지는 패터닝된 재료(202)를 생산한다.

[0153] 도 33을 참조하면, 도너 구조체(208)의 패터닝된 재료(202) 상의 도너 재료층(204)의 리프레이시의 일 실시예(초기 도포를 포함함)가 묘사된다. 도 33의 (A)를 참조하면, 도너 재료 입자(204)의 현탁액(suspension)이 패터닝된 재료(202)의 낮은 표면 장력(334) 및 높은 표면 장력(332) 영역에 도포된다. 일 실시예에서, 현탁액은 도너 재료(예를 들어, 금속) 입자(204)의 수성(또는 극성 용매) 현탁액이다. 일 실시예에서, 현탁액은 낮은 표면 장력 및 높은 표면 장력 영역의 표면 상에 스핀-코팅될 수 있다.

[0154] 도 33의 (B)를 참조하면, 현탁액 필름이 낮은 표면 장력 영역(334)으로부터 철수할 것이며 따라서 현탁액(및 따라서 도너 재료 입자(204))을 높은 표면 장력 영역(332)(예를 들어, 홀)으로 몰아갈 것이다. 결과로서, 도너 재료(204)를 포함하는 및 실질적으로 도너 재료(204)를 포함하지 않는 별개의 영역이 형성된다. 현탁액이 건조된 이후에, 도 33의 (C)를 참조하면, 도너 재료(204)는 낮은 표면 장력 영역(334) 내에 산재된 높은 표면 장력 영역(332)을 커버(또는 충전)한다.

[0155] 일 실시예로서, 400 개의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 600 내지 1200개의 작동하는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)에 필요한 경우 예비물(reserve)로서 및/또는 정정 노광(예컨대, 전술한 바와 같이)을 위해 추가의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 제공될 수 있다. 작동하는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 개수는 예컨대 패터닝을 위한 방사선의 특정한 도즈량(dosage)을 요구하는 레지스트에 좌우될 수 있다.

[0156] 개별적으로 어드레스가능한 요소가 다이오드인 경우, 이들은 예컨대 도 37에 도시된 바와 같이 광출력 파워 대 순방향 전류 곡선(240 mA v. 35 mA)의 급경사 부분에서 작동될 수 있어서, 높은 다이오드당의 출력 파워(250mW v. 0.33 mW)를 산출하지만, 복수의 개별적으로 어드레스가능한 요소에 대해서는 낮은 전기 전력(133 W v. 15 kW)을 산출한다. 따라서, 이러한 다이오드는 보다 효율적으로 이용될 수 있고, 전력 소모 및/또는 열 발생이 감소하게 된다. 따라서, 일 실시예에서, 다이오드는 전력/순방향 전류 곡선의 가파른 부분에서 동작한다. 전력/순방향 전류 곡선의 가파르지 않은 부분에서 동작하게 되면, 방사선의 비간섭성을 유발할 수 있다. 일 실시예에서, 다이오드는 5 mW 보다 크지만 20 mW 이하, 또는 30 mW 이하, 또는 40 mW 이하의 광 전력으로 동작한다. 일 실시예에서, 다이오드는 300 mW 보다 큰 광 전력으로 동작하지 않는다. 일 실시예에서, 다이오드는 다중-모드보다는 단일-모드로 동작한다.

[0157] 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 개수는, 그 중에서도 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 커버하도록 의도된 노광 영역의 길이, 노광 동안 만약 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)가 이동한다면 이 개별적으로 어드레스가능한 요소가 이동되는 속도, 편향기에 의한 편향의 속도 및 양, 스팟 크기(즉, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)로부터 기관 상에 투영되는 스팟의 예컨대 폭/직경과 같은 단면 치수), 각각의 개별적으로 어드레스가능한 요소가 제공하여야 하는 요구된 세기(예컨대, 기관 또는 기관 상의 레지스트에 대한 손상을 방지하기 위해 하나보다 많은 개별적으로 어드레스가능한 요소에 걸쳐 기관 상의 스팟을 위한 의도된 도즈(intended dose)를 분산시키도록 요구되는지의 여부), 기관의 요구된 스캔 속도, 비용 고려, 개별적으로 어드레스가능한 요소가 턴"온" 또는 턴"오프"될 수 있는 주파수, 및 여분의(redundant) 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)(앞에서 설명한 바와 같이, 예컨대 하나 이상의 개별적으로 어드레스가능한 요소가 브레이크 다운되는 경우, 예컨대 정정 노광을 위한 또는 예비물로서의)에 대한 요구에 좌우될 수 있으며, 그 반대(및 위에서 언급한 정도에 관해서도)도 가능하다. 일 실시예에서, 광 컬럼을 위해 적어도 100개의 개별적으로 어드레스 가능한

요소(102), 예컨대 적어도 200개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 적어도 400개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 적어도 600개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 적어도 1000개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 적어도 1500개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 적어도 2500개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 또는 적어도 5000개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 존재한다. 일 실시예에서, 광 컬럼을 위해 50000개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102), 예컨대 25000개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 15000개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 10000개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 7500개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 5000개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 2500개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 1200개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 600개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소, 또는 300개 미만의 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 존재한다.

[0158] 일 실시예에서, 광 컬럼은 10cm 길이의 노광 영역마다(즉, 광 컬럼 내의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 수를 10cm 길이의 노광 영역으로 정규화), 적어도 100개의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102), 예를 들어 적어도 200개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 적어도 400개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 적어도 600개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 적어도 1,000개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 적어도 1,500개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 적어도 2,500개의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 또는 적어도 5,000개의 개별적으로 어드레스가능한 요소를 포함한다. 일 실시예에서, 광 컬럼은 10cm 길이의 노광 영역마다(즉, 광 컬럼 내의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)의 수를 10cm 길이의 노광 영역으로 정규화), 50,000개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102), 예컨대 25,000개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 15,000개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 10,000개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 7,500개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 5,000개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 2,500개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 1,200개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 600개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소, 또는 300개 미만의 개별적으로 어드레스가능한 요소를 포함한다.

[0159] 일 실시예에서, 광 컬럼은 75% 미만의 여분의 개별적으로 어드레스가능한 요소(102), 예컨대 67% 이하, 50% 이하, 약 33% 이하, 25% 이하, 20% 이하, 10% 이하, 또는 5% 이하의 여분의 개별적으로 어드레스가능한 요소를 포함한다. 일 실시예에서, 광 컬럼은 적어도 5%의 여분의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102), 예컨대 적어도 10%, 적어도 25%, 적어도 33%, 적어도 50%, 또는 적어도 65%의 여분의 개별적으로 어드레스 가능한 요소를 포함한다. 일 실시예에서, 광 컬럼은 약 67%의 여분의 개별적으로 어드레스 가능한 요소를 포함한다.

[0160] 일 실시예에서, 기관 상의 개별적인 어드레스가능한 요소의 스팟 크기는, 10 마이크로 이하, 5 마이크로 이하, 예컨대 3 마이크로 이하, 2 마이크로 이하, 1 마이크로 이하, 0.5 마이크로 이하, 0.3 마이크로 이하, 또는 약 0.1 마이크로 이하이다. 일 실시예에서, 기관 상의 개별적인 어드레스가능한 요소의 스팟 크기는, 0.1 마이크로 이상, 0.2 마이크로 이상, 0.3 마이크로 이상, 0.5 마이크로 이상, 0.7 마이크로 이상, 1 마이크로 이상, 1.5 마이크로 이상, 2 마이크로 이상, 또는 5 마이크로 이상이다. 일 실시예에서, 스팟 크기는 약 0.1 마이크로이다. 일 실시예에서, 스팟 크기는 약 0.5 마이크로이다. 일 실시예에서, 스팟 크기는 약 1 마이크로이다.

[0161] 도 38 은 기관(114) 상에 패턴이 생성될 수 있는 방법을 개략적으로 도시한다. 안이 채워진 원은 투영 시스템(108)에서의 렌즈(170)의 어레이에 의해 기관(114) 상으로 투영되는 스팟 S의 어레이를 나타낸다. 기관(114)은 일련의 익스포저가 기관 상에 노광될 때에 투영 시스템(108)에 관련하여 X-방향으로 이동된다. 안이 채워지지 않은 원은 기관 상에 이전에 노광되었던 스팟 익스포저(spot exposures; SE)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 투영 시스템(108) 내의 렌즈(170)의 어레이에 의해 기관(114) 상에 투영된 각각의 스팟은 기관(114) 상의 R 행(row)의 스팟 익스포저를 노광한다. 기관(114)을 위한 완전한 패턴은 각각의 스팟 S에 의해 노광된 R 행의 스팟 익스포저 SE의 전부의 합에 의해 생성된다. 이러한 구성은 흔히 "픽셀 그리드 이미징"으로 지칭된다. 도 38 이 개략도이고, 실제로는 스팟 S가 중첩할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0162] 방사선 스팟 S의 어레이는 기관 스캐닝 방향에 관련하여 각도 α 로 배열된다는 것을 알 수 있다(기관(114)의 에지가 X-방향과 Y-방향에 평행하게 놓여 있다). 이것은, 기관(114)이 스캐닝 방향(X-방향)으로 이동될 때, 각각의 방사선 스팟이 기관의 상이한 영역 위를 통과할 것이며, 이에 의해 방사선 스팟 S의 어레이에 의해 전체 기관이 커버될 수 있도록 이루어진다. 일 실시예에서, 각도 α 는 많아야 20°, 10°, 예컨대 많아야 5°, 많아야 3°, 많아야 1°, 많아야 0.5°, 많아야 0.25°, 많아야 0.10°, 많아야 0.05°, 많아야 0.01°이다. 일 실시예에서, 각도 α 는 적어도 0.0001°, 예컨대 적어도 0.001°이다. 스캐닝 방향에서의 어레이의 폭과 경사각 α 는, 기관(114)의 전체 표면 영역이 어드레스되도록 보장하기 위해, 스캐닝 방향에 수직인 방향에서의 어레이 간격 및 이미지 스팟 크기에 따라 결정된다.

- [0163] 도 39 는 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)를 각각 포함하는 복수의 광 엔진(optical engine)을 이용함으로써 전체 기관(114)이 단일 스캔에서 노광될 수 있는 방법을 개략적으로 도시하고 있다. 방사선 스팟 S(도시하지 않음)의 8개의 어레이 SA는, 방사선 스팟 S의 하나의 어레이의 에지가 방사선 스팟 S의 인접한 어레이의 에지와 약간 중첩하도록 "체스판" 또는 엇갈린 구성의 2개의 행(R1, R2)으로 배열된 8개의 광 엔진에 의해 생성된다. 일 실시예에서, 광 엔진은 적어도 3개의 행, 예컨대 4개의 행 또는 5개의 행으로 배열된다. 이러한 방식으로, 한 무리의 방사선이 기관(W)의 폭을 가로질러 연장하여, 전체 기관의 노광이 하나의 스캔으로 수행될 수 있도록 한다. 이러한 "전체 폭(full width)" 단일 통과 노광은 2개 이상의 통과를 연결할 때의 가능한 스위칭 문제를 방지하는데 도움을 주며, 또한 기관이 기관 통과 방향에 가로지르는 방향으로 이동될 필요가 없으므로 기기 점유공간을 감소시킬 수 있다. 어떠한 적합한 개수의 광 엔진도 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 실시예에서, 광 엔진의 개수는 적어도 1개, 예컨대 적어도 2 개, 적어도 4 개, 적어도 8 개, 적어도 10 개, 적어도 12 개, 적어도 14 개, 또는 적어도 17 개이다. 일 실시예에서, 광 엔진의 개수는 40 개 미만, 예컨대 30 개 미만, 또는 20 개 미만이다. 각각의 광 엔진은 별도의 패터닝 디바이스(104) 및 필요한 경우 별도의 투영 시스템(108) 및/또는 전술한 바와 같은 방사선 시스템을 포함할 수 있다. 그러나, 2개 이상의 광 엔진이 방사선 시스템, 패터닝 디바이스(104) 및/또는 투영 시스템(108) 중의 하나 이상의 적어도 일부를 공유할 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0164] 본 명세서에 설명된 실시예에서, 컨트롤러는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 및/또는 패터닝 디바이스(104)를 제어하기 위해 제공된다. 예컨대, 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 방사선 방출 디바이스인 예에서, 컨트롤러는 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 턴온되거나 턴오프되는 때를 제어할 수 있고, 개별적으로 어드레스 가능한 요소의 높은 주파수 변조를 가능하게 할 수 있다. 컨트롤러는 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소에 의해 방출된 방사선의 파워를 제어할 수 있다. 컨트롤러는 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소에 의해 방출된 방사선의 세기를 변조할 수 있다. 컨트롤러는 개별적으로 어드레스 가능한 요소의 어레이의 전부 또는 일부에 걸쳐 세기 균일성을 제어/조정할 수 있다. 컨트롤러는 예컨대 에텐듀(etendue) 및 광수차(예컨대, 코마(coma), 비점수차(astigmatism) 등)과 같은 이미징 에러를 정정하기 위해 개별적으로 어드레스 가능한 요소의 방사선 출력을 조정할 수 있다. 패터닝 디바이스(104)의 편향기(112)에 의해 유사한 제어가 제공될 수 있다.
- [0165] 포토리소그래피에서, 요구된 특징부가 예컨대 레지스트의 층을 패터닝된 방사선에 노광시킴으로써 기관 상의 레지스트의 층을 방사선에 선택적으로 노광시킴으로써 기관 상에 생성될 수 있다. 특정한 최소 방사선 도즈("도즈 임계치")를 받게 되는 레지스트의 영역은 화학 반응이 진행되는 한편, 다른 영역은 변화되지 않고 유지된다. 그에 따라 생성된 레지스트층에서의 화학적 차이는 레지스트의 현상, 즉 적어도 최소 도즈를 받게 되는 영역 또는 최소 도즈를 받지 않은 영역 중의 하나를 선택적으로 제거하는 것을 가능하게 한다. 그 결과, 기관의 일부는 여전히 레지스트에 의해 보호되는 반면, 레지스트가 제거된 기관의 영역은 노출되어, 예컨대 기관의 선택적 에칭, 선택적 금속 증착 등과 같은 추가의 처리 단계를 가능하게 함으로써 요구된 특징부를 생성한다. 방사선을 패터닝하는 것은, 요구된 특징부 내의 기관 상의 레지스트층의 영역에 투과되는 방사선이 충분히 높은 세기로 되어, 그 영역이 노광 동안 도즈 임계치 위의 방사선의 도즈를 받게 되는 반면, 기관 상의 다른 영역은 제로(0) 또는 현저하게 더 낮은 방사선 세기를 제공함으로써 도즈 임계치 아래의 방사선 도즈를 받도록, 패터닝 디바이스(104)를 제어함으로써 이루어질 수 있다.
- [0166] 실제로, 요구된 특징부의 에지에서의 방사선 도즈는, 특징부 경계의 일측에 최대 방사선 세기를 제공하고, 타측에 최소 방사선 세기를 제공하도록 설정되면, 주어진 최대 도즈로부터 제로 도즈로 급격하게 변화되지 않을 수 있다. 그 대신, 회절 작용에 의해, 방사선 도즈의 레벨이 천이 지역에 걸쳐 떨어질 수 있다. 레지스트를 현상한 후에 최종적으로 형성된 요구된 특징부의 경계의 위치는 이제 수광된 도즈가 방사선 도즈 임계치 아래로 떨어지는 위치에 의해 결정된다. 천이 지역에 걸친 방사선 도즈의 드롭-오프(drop-off)의 프로파일 및 그에 따라 특징부 경계의 정확한 위치는, 특징부 경계 상에 있거나 또는 그에 인접해 있는 기관 상의 점에 방사선을 최대 또는 최소 세기 레벨뿐만 아니라 최대 세기 레벨과 최소 세기 레벨 사이의 세기 레벨로도 제공함으로써 더욱 정밀하게 제어될 수 있다. 이것은 흔히 "그레이스케일링" 또는 "그레이레벨링"으로 지칭된다.
- [0167] 그레이스케일링은, 특징부 경계의 위치에 대한 제어를, 기관에 제공된 방사선 세기가 단지 2개의 값(즉, 최대값과 최소값)으로만 설정될 수 있는 리소그래피 시스템에서 가능한 것보다 더 크게 제공할 수 있다. 일 실시예에서, 적어도 3개의 상이한 방사선 세기 값이 투영될 수 있으며, 예컨대 적어도 4 개의 방사선 세기값, 적어도 8 개의 방사선 세기값, 적어도 16 개의 방사선 세기값, 적어도 32 개의 방사선 세기값, 적어도 64 개의 방사선 세기값, 적어도 100 개의 방사선 세기값, 적어도 128 개의 방사선 세기값, 또는 적어도 256 개의 방사선 세기값이

투영될 수 있다. 패터닝 디바이스가 방사원 자체(예컨대, 발광 다이오드의 어레이 또는 레이저 다이오드)이면, 그레이스케일링은 예컨대 투과되고 있는 방사선의 세기 레벨을 제어함으로써 이루어질 수 있다. 패터닝 디바이스가 편향기(112)를 포함하면, 그레이스케일링은 예컨대 편향기(112)의 틸탕 각도를 제어함으로써 이루어질 수 있다. 또한, 그레이스케일링은, 복수의 프로그래밍 가능한 요소 및/또는 편향기를 그룹화하고, 주어진 시간에 서 온 또는 오프로 스위칭되는 그룹 내의 요소 및/또는 편향기의 수를 제어함으로써 이루어질 수 있다.

[0168] 일례에서, 패터닝 디바이스는 일련의 상태를 포함할 수 있으며, 이러한 상태에는, (a) 제공된 방사선이 대응하는 픽셀의 세기 분포에 최소로 기여하거나 또는 심지어는 전혀 기여하지 않는 블랙 상태(black state), (b) 제공된 방사선이 최대로 기여하는 최대 화이트 상태(whitest state), (c) 제공된 방사선이 그 사이에서는 중간으로 기여하는 복수의 상태가 포함된다. 이들 상태들은, 정상적인 빔 패터닝/프린팅을 위해 이용되는 정상 세트와, 결합성 요소의 작용을 보상하기 위해 사용되는 보상 세트로 분할된다. 정상 세트는, 블랙 상태와, 중간 상태의 제 1 그룹을 포함한다. 이러한 제 1 그룹은 그레이 상태(gray state)라고 기술될 것이고, 최소 암 상태값으로부터 특정한 통상적인 최댓값에 이르기까지, 대응하는 픽셀 세기에 대해 점점 더 증가하는 기여를 제공하도록 선택될 수 있다. 보상 세트는 가장 화이트인 상태와 함께 중간 상태의 나머지 제 2 그룹을 포함한다. 중간 상태의 이러한 제 2 그룹은 화이트 상태로서 기술될 것이며, 이들은 정규의 최댓치(normal maximum)보다 크고 점진적으로는 최대 화이트 상태에 대응하는 진정한 최댓치(true maximum)까지 증가하는 기여를 제공하도록 선택할 수 있다. 중간 상태의 제 2 그룹이 화이트 상태로서 기술되었지만, 이것은 단지 정상 노광 단계와 보상적 노광 단계 간의 구별을 용이하게 하기 위한 것이라는 것을 이해할 것이다. 복수의 상태 전체가 이와 달리, 그레이스케일 프린팅을 가능하게 하기 위해 선택할 수 있는, 블랙과 화이트 사이의, 일련의 그레이 상태로서 기술될 수 있다.

[0169] 그레이스케일링은 위에서 설명한 것에 추가된 용도 또는 위에서 설명한 것과는 다른 용도로 이용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예컨대, 노광 후의 기관의 처리는 수광된 방사선 도즈 레벨에 따라서는 기관의 영역의 2개보다 많은 가능한 응답이 있도록 튜닝될 수 있다. 예컨대, 제 1 임계치 아래의 방사선 도즈를 수광하는 기관의 부분은 제 1 방식으로 응답하고, 제 1 임계치보다 높지만 제 2 임계치 아래의 방사선 도즈를 수광하는 기관의 부분은 제 2 방식으로 응답하며, 제 2 임계치 위의 방사선 도즈를 수광하는 기관의 부분은 제 3 방식으로 응답한다. 이에 따라, 그레이스케일링은 2개보다 많은 요구된 도즈 레벨을 갖는 기관에 걸쳐 방사선 도즈 프로파일을 제공하기 위해 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 방사선 도즈 프로파일은 적어도 2개의 요구된 도즈 레벨, 예컨대 적어도 3개의 요구된 도즈 레벨, 적어도 4개의 요구된 도즈 레벨, 적어도 6개의 요구된 방사선 도즈 레벨, 또는 적어도 8개의 요구된 방사선 도즈 레벨을 갖는다.

[0170] 방사선 도즈 프로파일은 전술한 바와 같이 단지 각각의 점에서 수광된 방사선의 세기를 제어하는 것에 의해서가 아닌 방법에 의해 제어될 수 있다는 것이 더욱 이해되어야 한다. 예컨대, 각각의 점에서 수광된 방사선 도즈는 이와 달리 또는 이에 추가하여 상기 점의 노광의 듀레이션을 제어함으로써 제어될 수 있다. 추가의 예로서, 각각의 점은 복수의 연속적인 노광에서 방사선을 가능하게(potentially) 수광할 수 있다. 따라서, 각각의 점에 의해 수광된 방사선 도즈는 상기한 복수의 연속적인 노광의 선택된 서브세트를 이용하여 상기 점을 노광함으로써 부가적으로 또는 대안으로 제어될 수 있다.

[0171] 또한, 그레이 스케일링에 관한 위의 설명이 포토리소그래피에 초점을 두고 있지만, 유사한 개념이 본 명세서에서 설명된 재료 증착 및 재료 제거에도 적용될 수 있다. 예컨대, 식마는 그레이 스케일링을 제공하기 위해 상이한 도즈 레벨로 제어될 수 있다. 유사하게, 도즈 레벨은 재료 증착에 연관된 그레이 스케일링을 제공하도록 제어될 수 있다.

[0172] 기관 상의 패턴을 형성하기 위해, 패터닝 디바이스를 노광 프로세스 동안 각각의 스테이지에 필수적 상태(requisite state)로 설정하는 것이 필요하다. 따라서, 필수적 상태를 나타내는 제어 신호가 패터닝 디바이스에 전송되어야 한다. 리소그래피 장치는 제어 신호를 생성하는 컨트롤러를 포함하는 것이 바람직하다. 기관 상에 형성될 패턴은 예컨대 GDSII와 같은 벡터-정의 포맷(vector-defined format)으로 리소그래피 장치에 제공될 수 있다. 설계 정보를 제어 신호로 변환하기 위해, 컨트롤러는 하나 이상의 데이터 조작 디바이스를 포함하며, 각각의 디바이스는 패턴을 표현하는 데이터 스트림에 대한 처리 단계를 수행하도록 구성된다. 데이터 조작 디바이스는 통칭하여 "데이터경로(datapath)"로서 지칭될 수 있다.

[0173] 데이터경로의 데이터 조작 디바이스는 이하의 기능들 중의 하나 이상을 수행하도록 구성될 수 있다: 벡터-기반 설계 정보를 비트맵 패턴 데이터로 변환하는 기능, 비트맵 패턴 데이터를 요구된 방사선 도즈 맵(즉, 기관에 걸친 요구된 방사선 도즈 프로파일)으로 변환하는 기능, 요구된 방사선 도즈 맵을 각각의 개별적으로 제어가능한

요소에 대한 요구된 방사선 세기값으로 변환하는 기능, 및 각각의 개별적으로 제어가능한 요소에 대한 요구된 방사선 세기값을 대응하는 제어 신호로 변환하는 기능.

- [0174] 일 실시예에서, 제어 신호는 유선 통신 또는 무선 통신에 의해 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)에 공급될 수 있다. 또한, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)로부터의 신호는 컨트롤러에 통신될 수 있다. 제어 신호와 유사한 방식으로, 파워가 유선 수단 또는 무선 수단에 의해 개별적으로 제어가능한 요소(102) 또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)에 공급될 수 있다. 예컨대, 유선 실시예에서, 파워는 신호를 반송하는 것이 동일한지 아니면 상이한지의 여부에 상관없이 하나 이상의 라인에 의해 공급될 수 있다. 파워를 전송하기 위해 슬라이딩 컨택 구성(sliding contact arrangement)이 제공될 수 있다. 무선 실시예에서는, 파워가 RF 커플링에 의해 전달될 수 있다.
- [0175] 전술한 설명이 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)에 공급되는 제어 신호에 초점을 두었지만, 이러한 설명은 이에 추가하여 또는 이와 달리, 적절한 구성을 통해, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)로부터의 신호를 컨트롤러에 전송하는 것을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 그러므로, 통신은 단방향(오직 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)로의 또는 이로부터의 방향) 또는 양방향(개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 하나 이상의 기타 디바이스(예컨대, 편향기 및/또는 센서)로부터의 그리고 이로의 방향)으로 이루어질 수 있다.
- [0176] 일 실시예에서, 패턴을 제공하기 위한 제어 신호는 기관 상의 패턴의 적절한 공급 및/또는 실현에 영향을 줄 수 있는 요인을 고려하도록 변경될 수 있다. 예컨대, 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소(102), 렌즈 등의 발열을 고려하기 위해 제어 신호에 보정이 적용될 수 있다. 이러한 발열은 개별적으로 제어가능한 요소(102), 렌즈 등의 포인팅 방향의 변화, 방사선의 균일성의 변화 등을 야기할 수 있다. 일 실시예에서, 예컨대 센서로부터의 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 기타 요소에 연관된 측정된 온도 및/또는 팽창/수축이, 그렇지 않을 경우 패턴을 형성하기 위해 제공될 제어 신호를 변경하기 위해 이용될 수 있다. 그러므로, 예컨대, 노광 동안, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 온도가 바뀌게 되어, 이러한 변동이 하나의 일정 온도에서 제공될 투영된 패턴의 변화를 야기할 수 있다. 이에 따라, 제어 신호가 이러한 변동을 고려하도록 변경될 수 있다. 유사하게, 일 실시예에서, 정렬 센서 및/또는 레벨 센서(150)로부터의 결과가 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 의해 제공된 패턴을 변경하도록 이용될 수 있다. 패턴은 예컨대 개별적으로 제어가능한 요소(102)와 기관(114) 사이의 광학장치(존재하는 경우)로부터 발생할 수 있는 왜곡, 기관(114)의 위치설정에 있어서의 불규칙성, 기관(114)의 고르지 않음 등을 보정하도록 변경될 수 있다.
- [0177] 일 실시예에서, 제어 신호에서의 변화는 측정된 파라미터(예컨대, 측정된 온도, 레벨 센서에 의해 측정된 거리 등)로부터 발생하는 요구된 패턴에 대한 물리적/광학적 결과의 이론에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 제어 신호에서의 변화는 측정된 파라미터로부터 대두되는 원하는 패턴에 대한 물리적/광학적 결과의 실험적이거나 경험적인 모델에 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시예에서, 제어 신호의 변화는 피드포워드 및/또는 피드백 방식으로 적용될 수 있다.
- [0178] 일 실시예에서, 리소그래피 장치는 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 의해 기관 쪽으로 전송되거나 전송될 방사선의 특성을 측정하기 위해 센서(118)를 포함할 수 있다. 이러한 센서는 스팟 센서 또는 전송 이미지 센서이어도 된다. 센서는 예컨대 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 세기, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 균일성, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 스팟의 단면 크기 또는 면적, 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 스팟의 위치(X-Y 평면에서의)를 결정하기 위해 이용될 수 있다.
- [0179] 도 2 는 센서(118)의 몇몇 예의 위치를 보여주는 본 발명의 실시예에 따른 리소그래피 장치의 개략 평면도이다. 일 실시예에서, 하나 이상의 센서(118)가 기관(114)을 유지하기 위한 기관 테이블(106)에 또는 기관 테이블 상에 제공된다. 예컨대, 센서(118)는 기관 테이블(106)의 선두 예지 및/또는 기관 테이블(106)의 후미 예지에 제공될 수 있다. 이 예에서, 3개의 센서(118), 즉 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각의 어레이에 대해 하나씩 묘사된다. 바람직하게는, 센서는 기관(116)에 의해 덮여지지 않을 위치에 위치된다. 대안의 또는 추가의 예에서, 센서는 기관 테이블(106)의 측면 예지, 바람직하게는 기관(116)에 의해 덮여지지 않을 위치에 제공될 수 있다. 기관 테이블(106)의 선두 예지에 있는 센서(118)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 노광전(pre-exposure) 검출을 위해 이용될 수 있다. 기관 테이블(106)의 후미 예지에 있는 센서(118)는 개별적으로 제어가

능한 요소(102)의 노광후 검출을 위해 이용될 수 있다. 기관 테이블(106)의 측면 에지에 있는 센서(118)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 노광 동안의 검출("즉석(on-the-fly)" 검출)을 위해 이용될 수 있다.

[0180] 일 실시예에서, 센서(118)는 프레임(160) 상에 제공될 수 있으며, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 빔 경로에 있는 빔 리디렉팅 구조체(예컨대, 반사성 미러 장치)를 통해 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터 방사선을 수광한다. 예컨대, 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 X-Y 평면으로 이동하고, 그러므로 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 빔 리디렉팅 구조체에 방사선을 제공하도록 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 센서(118)는 프레임(160) 상에 제공될 수 있으며, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 후면측, 즉 노광 방사선이 제공되는 반대쪽의 측면으로부터의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선을 수광한다. 유사하게, 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 X-Y 평면으로 이동하며, 그러므로 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 센서(118)에 방사선을 제공하도록 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 프레임(160) 상의 센서(118)는 고정된 위치에 있거나 또는 연관된 액추에이터를 통해 이동 가능하게 될 수 있다. 프레임(160) 상의 센서(118)는 노광전 및/또는 노광후 감지에 추가하여 또는 이에 대한 대안으로 "즉석" 감지를 제공하기 위해 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 센서(118)는 액추에이터에 의해 이동 가능할 수 있으며, 기관 테이블이 이동하는 경로의 아래에 위치되거나(도 3에 도시된 바와 같이), 그 경로의 측면에 위치되거나, 또는 기관 테이블(106) 위에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 센서(118)는 기관 테이블(106)이 그곳에 없다면 도 3에 기관 테이블(106)의 센서(118)가 도시되어 있는 위치로 액추에이터에 의해 이동될 수 있으며, 이러한 이동은 X-방향, Y-방향 및/또는 Z-방향으로 이루어질 수 있다. 센서(118)는 프레임(160)에 부착되고, 액추에이터를 이용하여 프레임(160)에 대해 변위할 수 있다.

[0181] 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 의해 기관 쪽으로 전송되거나 전송될 방사선의 특성을 측정하기 위해 동작에서, 센서(118)는 센서(118)를 이동시킴으로써 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 방사선 빔을 이동시킴으로써 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선 경로에 위치된다. 그러므로, 일례로서, 기관 테이블(106)은 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 경로에 센서(118)를 위치시키도록 이동될 수 있다. 이 경우, 센서(118)는 노광 영역(234)에 있는 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 경로에 위치된다. 일 실시예에서, 센서(118)는 노광 영역(234)의 외측에 있는 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 경로에 위치될 수 있다. 방사선의 경로에 위치된 후, 센서(118)는 방사선을 검출하고, 방사선의 특성을 측정할 수 있다. 감지를 용이하게 하기 위해, 센서(118)가 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 이동할 수 있거나, 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)(및/또는 빔)가 센서(118)에 대하여 이동될 수 있다.

[0182] 추가의 예로서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선이 빔 리디렉팅 구조체 상에 충돌하도록 하는 위치로 이동될 수 있다. 빔 리디렉팅 구조체는 빔을 프레임(160) 상의 센서(118)로 지향시킨다. 감지를 용이하게 하기 위해, 센서(118)가 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 이동할 수 있거나, 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)(및/또는 빔)가 센서(118)에 대하여 이동될 수 있다.

[0183] 일 실시예에서, 센서(118)는 고정될 수 있고 이동할 수 있다. 고정되는 경우, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 빔은 감지를 용이하게 하기 위해 고정된 센서(118)에 대하여 이동 가능한 것이 바람직하다. 예컨대, 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 센서(118)에 의한 감지를 용이하게 하기 위해 센서(118)(예컨대, 프레임(160) 상의 센서(118))에 대하여 이동(예컨대, 회전 또는 병진 이동)될 수 있다. 센서(118)가 이동 가능하다면(예컨대, 기관 테이블(106) 상의 센서(118)), 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 빔은 여전히 감지를 위해 유지될 수 있거나, 또는 예컨대 감지의 속도를 올리기 위해 이동될 수 있다.

[0184] 센서(118)는 편향기(112) 및/또는 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소(102)와 같은 패터닝 디바이스(104)를 교정하기 위해 이용될 수 있다. 예컨대, 패터닝 디바이스로부터의 스팟의 위치가 노광 전에 센서(118)에 의해 검출될 수 있고, 시스템이 그에 따라 교정된다. 그 후, 노광이 스팟의 이러한 예상된 위치에 기초하여 조정될 수 있다(예컨대, 기관(114)의 위치가 제어되거나, 개별적으로 제어가능한 요소(102) 및/또는 빔의 위치가 제어되거나, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 턴온 또는 턴오프가 제어되는 등). 또한, 교정은 순차적으로 발생할 수 있다. 예컨대, 교정은 예컨대 기관 테이블(106)의 후미 에지 상의 센서(118)를 이용하여 추가의 노광이 이루어지기 전에 노광 직후에 발생할 수 있다. 교정은 각각의 노광 전에, 특정한 개수의 노광 후에 등에서 발생할 수 있다. 또한, 스팟의 위치가 센서(118)를 이용하여 "즉석에서" 검출될 수 있으며, 노광이 그에 따라 조정된다. 편향기(112) 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소(102)와 같은 패터닝 디바이스(104)는 "즉석" 감지에 기초하여 교정될 수 있을 것이다.

[0185] 일 실시예에서, 위치 센서는 개별적으로 제어가능한 요소(102), 편향기(112), 렌즈 등 중의 하나 이상의 위치를

6까지의 자유도로 결정하도록 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 센서는 간섭계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 센서는 하나 이상의 1차원 인코더 격자 및/또는 하나 이상의 2차원 인코더 격자를 검출하기 위해 이용될 수 있는 인코더를 포함할 수 있다.

- [0186] 일 실시예에서, 기관에 전송된 방사선의 특성을 결정하기 위해 센서가 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 센서는 기관에 의해 리디렉팅된 방사선을 캡처한다. 일례의 사용 시에, 센서에 의해 캡처된 리디렉팅된 방사선은 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 스팟의 위치의 결정(예컨대, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 방사선의 스팟의 잘못된 정렬)을 용이하게 하기 위해 이용될 수 있다. 특히, 센서는 기관의 방금 노광된 부분, 즉 잠상으로부터 리디렉팅된 방사선을 캡처할 수 있다. 이러한 테일 리디렉팅된 방사선(tail redirected radiation)의 세기의 측정은 스팟이 적절하게 정렬되었는지에 대한 표시를 제공할 수 있다. 예컨대, 이 테일의 반복된 측정은 반복 신호(repetitive signal)를 제공할 것이며, 그로부터의 편차가 스팟의 잘못된 정렬을 나타낼 것이다(예컨대, 이상 신호(out of phase signal)가 잘못된 정렬을 나타낼 수 있다). 예컨대, 3개의 검출 영역이 제공될 수 있으며, 이 영역의 결과가 잘못된 정렬의 인지를 용이하게 하기 위해 비교되고 및/또는 조합될 수 있다. 단지 하나의 검출 영역만이 이용될 필요가 있을 수 있다.
- [0187] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 중의 하나 이상이 이동 가능하다. 예컨대, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 중의 하나 이상이 X-방향, Y-방향 및/또는 Z-방향으로 이동될 수 있다. 이에 부가하여 또는 이에 대한 대안으로, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 중의 하나 이상이 X-방향, Y-방향 및/또는 Z-방향에 대해 회전 가능하게 될 수 있다(즉, Rx, Ry 및/또는 Rz 움직임).
- [0188] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 중의 하나 이상이, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 빔(110)의 전부 또는 일부를 투영하기 위해 이용되는 노광 영역과, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 빔(110)의 어떠한 것도 투영하지 않는 노광 영역 외측의 위치 사이에서 이동 가능하게 될 수 있다. 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는, 노광 영역(234)(도 40a 내지 도 40c 에서의 음영 영역)에서는 턴온 되거나 적어도 부분적으로 온이 되고, 즉 방사선을 방출하고, 또한 노광 영역(234)의 외측에 위치될 때에는 턴오프되는, 즉 방사선을 방출하지 않는, 방사선 방출 디바이스이다.
- [0189] 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 노광 영역(234) 내에서와 노광 영역(234)의 외측에서 턴온될 수 있는 방사선 방출 디바이스이다. 이러한 환경에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는, 예컨대 방사선이 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 의해 노광 영역(234)에서 적절하게 투영되지 않은 경우, 보상 노광을 제공하기 위해 노광 영역(234)의 외측에서 턴온될 수 있다.
- [0190] 일 실시예에서, 노광 영역(234)은 기다란 라인이다. 일 실시예에서, 노광 영역(234)은 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 일차원 어레이이다. 일 실시예에서, 노광 영역(234)은 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 이차원 어레이이다. 일 실시예에서, 노광 영역(234)은 길게 기다란(elongate) 형태이다.
- [0191] 일 실시예에서, 각각의 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 별도로 이동될 수 있고, 단체(unit)로서 함께 이동할 필요는 없다.
- [0192] 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 이동 가능하며, 사용 시에 적어도 빔(110)의 투영 동안 빔(110)의 전파의 방향에 가로지르는 방향으로 이동한다. 예컨대, 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 빔(110)의 투영 동안 빔(110)의 전파의 방향에 실질적으로 수직 한 방향으로 이동하는 방사선 방출 디바이스이다.
- [0193] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 하나 이상의 어레이(230)는 도 40 에 도시된 바와 같이 플레이트(들)를 따라 배열된 공간적으로 분리된 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 복수 개를 갖는 측 방향으로 변위 가능하고 및/또는 회전 가능한 플레이트(들)이다. 예컨대, 사용 시에, 각각의 플레이트는 238 방향을 따라 병진 이동한다. 사용 시에, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 움직임은 빔(110)의 전부 또는 일부를 투영하기 위해 노광 영역(234)(도 40a 내지 도 40c 에 음영 영역으로서 나타냄)에 위치되도록 적절하게 타이밍 조정된다. 예컨대, 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 방사선 방출 디바이스이며, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 턴온 또는 턴오프는 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)가 노광 영역(234)에 있을 때에는 이들이 턴온되도록 타이밍 조정된다. 예컨대, 도 40a 에서, 방사선 방출 다이오드(230)의 복수의 2차원 어레이가 238 방향으로 병진 이동되어, 2개의 어레이가 양의 238 방

향으로 병진 이동되고, 이 2개의 어레이 사이의 중간 어레이가 음의 238 방향으로 병진 이동된다. 방사선 방출 다이오드(102)의 턴온 또는 턴오프는 각각의 어레이(230)의 특정한 방사선 방출 다이오드(102)가 이들이 노광 영역(234)에 있을 때에 턴온되도록 타이밍이 조정된다. 물론, 어레이(230)는 예컨대 자신의 행정의 끝에 도달할 때에는 반대 방향으로 이동할 수 있으며, 즉, 2개의 어레이가 음의 238 방향으로 이동하고, 이 2개의 어레이 사이의 중간 어레이는, 예를 들어 이 어레이(230)가 그들의 이동의 끝에 도달하면 양의 238 방향으로 이동할 수 있다. 다른 실시예에서, 도 40b 에서, 방사선 방출 다이오드(230)의 복수 개의 인터리빙된 1차원 어레이가 238 방향으로, 즉 양의 238 방향과 음의 238 방향으로 교번하여, 병진 이동된다. 방사선 방출 다이오드(102)의 턴온 또는 턴오프는 각각의 어레이(230)의 특정한 방사선 방출 다이오드(102)가 이들이 노광 영역(234)에 있을 때에 턴온되도록 타이밍이 조정된다. 물론, 어레이(230)는 반대 방향으로 이동할 수 있다. 다른 실시예에서, 도 40c 에서, 방사선 방출 다이오드의 하나의 어레이(230)(1차원으로 나타내어져 있지만, 반드시 그러할 필요는 없음)가 238 방향으로 병진 이동된다. 방사선 방출 다이오드(102)의 턴온 또는 턴오프는 각각의 어레이(230)의 특정한 방사선 방출 다이오드(102)가 이들이 노광 영역(234)에 있을 때에 턴온되도록 타이밍이 조정된다.

[0194] 일 실시예에서, 각각의 어레이(230)는 플레이트 주위에 배열된 복수의 공간적으로 분리된 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)를 갖는 회전 가능한 플레이트이다. 사용 시에, 각각의 플레이트는 자신의 축(236) 주위에서 회전한다. 어레이(230)는 시계 방향과 반시계 방향으로 교번적으로 회전할 수 있다. 이와 달리, 각각의 어레이(230)는 시계 방향으로 회전하거나 또는 반시계 방향으로 회전할 수 있다. 일 실시예에서, 어레이(230)는 완전하게 한 바퀴를 회전할 수 있다. 일 실시예에서, 어레이(230)는 완전하게 한 바퀴보다는 작게 호(arc)로 회전할 수 있다. 일 실시예에서, 어레이(230)는 예컨대 기관이 Z-방향으로 스캔하면 X-방향 또는 Y-방향으로 연장하는 축 주위에서 회전할 수 있다.

[0195] 일 실시예에서, 회전 가능한 플레이트는 도 40d 에 나타낸 바와 같은 구성을 가질 수 있다. 예컨대, 도 40d 에는 회전 가능한 플레이트의 개략 평면도가 묘사된다. 회전 가능한 플레이트는 플레이트 주위에 배치된 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 하나 이상의 서브어레이(240)를 갖는 어레이(230)를 가질 수 있다(도 40d 에는, 복수의 서브어레이(240)가 도시되어 있지만, 하나의 어레이(230, 240)만을 가질 수 있다). 도 40d 에서, 서브어레이(240)는 하나의 서브어레이(240)의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)가 다른 서브어레이(240)의 2개의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 사이에 있도록 서로에 대해 엇갈린 상태로 묘사된다. 그러나, 서브어레이(240)의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 서로에 대해 정렬될 수 있다. 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 이 예에서는 모터(242)를 통해 도 40d 에서의 Z-방향으로 연장하는 축(236) 주위에서 모터(242)를 통해 개별적으로 또는 함께 회전될 수 있다. 모터(242)는 회전 가능한 플레이트에 부착되고, 예컨대 프레임(160)과 같은 프레임에 연결되거나 또는 예컨대 프레임(160)과 같은 프레임에 부착되고, 회전 가능한 플레이트에 연결될 수 있다. 일 실시예에서, 모터(242)(또는, 예컨대 그 밖의 곳에 위치한 몇몇 모터)는, 개별적으로 또는 함께, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 기타 이동을 야기할 수 있다. 예컨대, 모터(242)는 X-방향, Y-방향 및/또는 Z-방향으로의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 하나 이상의 병진 이동을 야기할 수 있다. 이에 부가하여 또는 이에 대한 대안으로, 모터(242)는 X-방향 및/또는 Y-방향의 주위에서 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 하나 이상의 회전을 야기할 수 있다(즉, Rx 및/또는 Ry 움직임).

[0196] 사용 시에, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 움직임은 빔(110)의 전부 또는 일부를 투영하기 위해 노광 영역(234)에 위치되도록 적절하게 타이밍이 조정된다. 예컨대, 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 방사선 방출 디바이스이며, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 턴온 또는 턴오프는, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)가 이들이 노광 영역(234)에 있을 때에는 턴온되고, 이들이 노광 영역(234) 외측에 있을 때에는 턴오프되도록 타이밍이 조정된다. 그러므로, 일 실시예에서, 방사선 방출 디바이스(102)는 움직임 동안 모두 온으로 유지될 수 있고, 그리고 나서 방사선 방출 디바이스(102) 중의 특정한 디바이스가 노광 영역(234)에서 오프로 변조된다. 방사선 방출 디바이스(102)와 기관 사이 그리고 노광 영역(234)의 외측에 있는 적합한 실드는, 노광 영역(234)을 노광 영역(234) 외측에서 방사선 방출 디바이스(102)를 턴온시키는 것로부터 보호하기 위해 요구될 수 있다. 방사선 방출 디바이스(102)를 지속적으로 온으로 하는 것은 사용 동안 방사선 방출 디바이스(102)를 실질적으로 균일한 온도에 있도록 하는 것을 용이하게 할 수 있다. 일 실시예에서, 방사선 방출 디바이스(102)는 대부분의 시간 동안 오프로 유지될 수 있으며, 방사선 방출 디바이스(102) 중의 하나 이상이 노광 영역(234)에 있을 때에 턴온된다.

[0197] 일 실시예에서는, 이론적으로 요구되는(예컨대, 회전 가능한 플레이트 상에서의) 것보다 많은 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 제공될 수 있다. 이 구성의 가능한 장점은, 하나 이상의 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 작동을 멈추거나 고장난 경우, 다른 하나 이상의 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소

가 그 대신에 이용될 수 있다는 것이다. 이에 부가하여 또는 이에 대한 대안으로, 더 많은 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 있을수록, 노광 영역(234)의 외측에 있는 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소가 냉각될 기회가 더 많기 때문에, 여분의 이동 가능한 개별적으로 어드레스 가능한 요소는 개별적으로 어드레스 가능한 요소 상의 열부하를 제어하는 이점을 가질 수 있다.

[0198] 일 실시예에서, 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소는 온도 제어 장치를 포함할 수 있다. 예컨대, 어레이(230)는 어레이를 냉각시키기 위해 어레이(230) 상에, 어레이 부근에 또는 어레이를 통해 냉각액을 운송하기 위해 유체(예컨대, 액체) 도통 채널을 가질 수 있다. 이 채널은 채널을 통해 유체를 순환시키기 위해 적절한 열교환기 및 펌프에 연결될 수 있다. 센서는 어레이(230)의 파라미터를 측정하기 위해 어레이에, 어레이 상에 또는 어레이에 근접하여 제공될 수 있으며, 그 측정치가 예컨대 열교환기 및 펌프에 의해 제공된 유체 흐름의 온도를 제어하기 위해 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 센서는 어레이(230) 몸체의 팽창 및/또는 수축을 측정할 수 있으며, 그 측정치가 열교환기 및 펌프에 의해 제공된 유체 흐름의 온도를 제어하기 위해 이용될 수 있다. 이러한 팽창 및/또는 수축은 온도에 대한 대용물(proxy)일 수 있다. 일 실시예에서, 센서는 어레이(230)와 통합될 수 있고 및/또는 어레이(230)로부터 분리될 수 있다. 어레이(230)와 분리된 센서는 광센서이어도 된다.

[0199] 일 실시예에서, 어레이(230)는 방열을 위해 표면적을 증가시키도록 하나 이상의 핀(fin)을 가질 수 있다. 핀(들)은 예컨대 어레이(230)의 상면 상에 있고 및/또는 어레이(230)의 측면 상에 있을 수 있다. 선택적으로, 방열을 용이하게 하기 위해 어레이(230) 상의 핀과 협동하도록 하나 이상의 추가의 핀이 제공될 수 있다. 예컨대, 추가의 핀(들)은 어레이(230) 상의 핀으로부터 열을 흡수할 수 있으며, 유체(예컨대, 액체) 도통 채널 및 이와 연관된 열교환기/펌프를 포함할 수 있다.

[0200] 일 실시예에서, 어레이(230)는 유체를 통해 방열을 용이하게 하기 위해 어레이(230) 몸체와 접촉하는 상태로 유체를 유지하도록 구성된 유체 제한 구조체(fluid confinement structure)에 위치되거나 또는 그 가까이에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 유체(238)는 예컨대 물과 같은 액체이어도 된다. 일 실시예에서, 유체 제한 구조체는 자신과 어레이(230) 몸체 사이에 시일을 제공한다. 일 실시예에서, 시일은 예컨대 가스의 흐름 또는 모세관력을 통해 제공된 비접촉식 시일이어도 된다. 일 실시예에서, 유체는 방열을 촉진하기 위해 유체 도통 채널에 대해 설명한 것과 유사하게 순환된다. 유체는 유체 공급 디바이스에 의해 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 어레이(230)는 유체를 통한 방열을 용이하게 하기 위해 유체를 어레이(230) 몸체를 향해 보내도록 구성된 유체 공급 디바이스에 위치되거나 또는 그 가까이에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 유체는 예컨대 깨끗한 건조 공기, N₂, 불활성 가스 등과 같은 가스이다.

[0201] 일 실시예에서, 어레이(230) 몸체는 예컨대 유체 도통 채널을 위한 캐비티를 갖는 실질적으로 속이 채워진 구조체(solid structure)이다. 일 실시예에서, 어레이(230) 몸체는 대부분이 개방되어 있고 예컨대 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102), 유체 도통 채널 등과 같은 다양한 부품이 부착되는 실질적으로 프레임형 구조체이다. 이 개방형 구조체는 가스 흐름을 용이하게 하고 및/또는 표면적을 증가시킨다. 일 실시예에서, 어레이(230) 몸체는 가스 흐름을 용이하게 하고 및/또는 표면적을 증가시키기 위해 몸체 내로 이어지거나 또는 몸체를 통과하는 복수의 캐비티를 갖는 실질적으로 속이 채워진 구조체이다.

[0202] 위에서는 냉각을 제공하기 위한 실시예를 설명하였지만, 일 실시예는 이와 달리 또는 이에 추가하여 가열을 제공할 수 있다.

[0203] 일 실시예에서, 어레이(230)는 노광 사용 동안 실질적으로 일정한 정상 상태 온도로 유지되는 것이 바람직하다. 그러므로, 예컨대, 어레이(230)의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 전부 또는 다수가 요구된 정상 상태 온도 또는 그 부근에 도달하기 위해 노광 전에 파워온될 수 있으며, 노광 동안에는 정상 상태 온도를 유지하도록 어레이(230)를 냉각 및/또는 가열하기 위해 임의의 하나 이상의 온도 제어 장치가 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 임의의 하나 이상의 온도 제어 장치는 요구된 정상 상태 온도 또는 그 부근에 도달하도록 노광 전에 어레이(230)를 가열하기 위해 이용될 수 있다. 이제, 노광 동안, 임의의 하나 이상의 온도 제어 장치가 정상 상태 온도를 유지하기 위해 어레이(230)를 냉각 및/또는 가열하기 위해 이용될 수 있다. 정상 상태 온도를 유지하기 위해 전술한 센서로부터의 측정치가 피드포워드 및/또는 피드백 방식으로 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 복수의 어레이(230)의 각각이 동일한 정상 상태 온도를 가질 수 있고, 또는 복수의 어레이(230)의 하나 이상의 어레이(230)가 복수의 어레이(230)의 하나 이상의 다른 어레이(230)와는 상이한 정상 상태 온도를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 어레이(230)는 요구된 정상 상태 온도보다 높은 온도로 가열되며, 그리고 나서, 임의의 하나 이상의 온도 제어 장치에 의해 가해진 냉각 때문에, 및/또는 개별적으로 어드레스 가능한 요소

(102)의 사용량이 온도를 요구된 정상 상태 온도보다 높게 유지하기에 충분하지 않기 때문에, 노광 동안에 떨어지게 된다.

[0204] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 이동, 온도 제어 등에 대한 기술한 설명은 렌즈(들)(122), 편향기(들)(112), 렌즈(들)(124), 렌즈(들)(140) 및/또는 렌즈(들)(170)로부터 선택된 하나 이상의 요소와 같은 다른 요소에도 적용될 수 있다. 또한, 각종 요소 중의 하나 이상이 다른 요소 중의 하나 이상에 대해 이동 가능하게 되고 및/또는 동일한 요소의 하나 이상에 대해 이동 가능하게 될 수 있다. 예컨대, 렌즈(들)(140) 및/또는 렌즈(들)(170)는 하나 이상의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대하여 이동 가능하게 될 수 있으며, 예컨대 렌즈(140) 및/또는 렌즈(170) 중의 하나 이상이 다른 렌즈(140) 및/또는 렌즈(170) 중의 하나 이상에 대해 이동 가능하게 될 수 있다.

[0205] 일 실시예에서, 본 명세서에 설명된 바와 같은 렌즈 어레이는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(들)에 연관되거나 통합된다. 예컨대, 렌즈(122)의 어레이가 각각의 어레이(230)에 부착될 수 있고, 그러므로 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 함께 이동(예컨대, 회전) 가능하게 될 수 있다. 렌즈는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대하여 변위 가능하게 될 수 있다(예컨대, Z-방향으로). 일 실시예에서, 복수의 렌즈 어레이가 어레이(230)를 위해 제공될 수 있으며, 이때 각각의 렌즈 어레이 플레이트가 복수의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 상이한 서브세트에 연관된다.

[0206] 일 실시예에서, 하나의 별도의 렌즈(122)가 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 앞에 부착되고, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 함께 이동 가능하게 될 수 있다(예컨대, 회전 가능하게). 또한, 렌즈(122)는 액추에이터의 사용을 통해 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대하여 변위 가능하게 될 수 있다(예컨대, Z-방향으로). 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 렌즈(122)는 액추에이터에 의해 어레이(230)의 몸체에 관련하여 함께 변위될 수 있다. 일 실시예에서, 액추에이터는 단지 렌즈(122)를 Z-방향으로 변위시키도록(즉, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대하여 또는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 함께) 구성된다. 일 실시예에서, 액추에이터는 렌즈(122)를 3까지의 자유도(Z-방향, X-방향에 대한 회전, 및/또는 Y-방향에 대한 회전)로 변위시키도록 구성된다. 일 실시예에서, 액추에이터는 렌즈(122)를 6까지의 자유도로 변위시키도록 구성된다. 렌즈(122)가 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대하여 이동 가능한 경우, 렌즈(122)는 기관에 대한 렌즈(122)의 초점의 위치를 변경시키기 위해 액추에이터에 의해 이동될 수 있다. 렌즈(122)가 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 함께 이동 가능한 경우, 렌즈(122)의 초점 위치는 실질적으로 일정하지만, 기관에 대하여 변위된다. 일 실시예에서, 렌즈(122)의 이동은 어레이(230)의 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 연관된 각각의 렌즈(122)를 위해 개별적으로 제어된다. 일 실시예에서, 복수의 렌즈(122)의 서브세트는 복수의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)의 연관된 서브세트에 대하여 함께 이동할 수 있거나 또는 연관된 서브세트와 함께 이동할 수 있다. 이 후자의 상황에서, 초점 제어의 섬세도(fineness)는 더 낮은 데이터 오버헤드 및/또는 더 빠른 응답을 위해 요구될 수 있다. 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 의해 제공된 스팟의 크기는 디포커스(defocus)에 의해 제어될 수 있으며, 즉 더 많이 디포커싱될 수록, 스팟 크기가 더 커지게 된다.

[0207] 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)는 예컨대 레이저 다이오드와 같은 방사선 방출 디바이스 이어도 된다. 이러한 방사선 방출 디바이스는 높은 공간적 가간섭성을 가질 수 있으며, 이에 따라 스펙클 문제(speckle problem)를 나타낼 수 있다. 이러한 스펙클 문제를 방지하기 위해, 방사선 방출 디바이스에 의해 방출된 방사선은 또 다른 빔 부분에 대하여 빔 부분의 위상을 천이함으로써 스크램블되어야 한다. 일 실시예에서, 플레이트는 예컨대 프레임(160) 상에 위치될 수 있으며, 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 플레이트(250) 간의 상대적인 이동이 있을 수 있다. 플레이트는 기관을 향해 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 방출된 방사선의 공간적 가간섭성의 혼란을 초래한다. 일 실시예에서, 플레이트는 렌즈(122)와 이에 연관된 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 사이에 위치된다. 일 실시예에서, 플레이트는 렌즈(122)와 기관 사이에 위치될 수 있다.

[0208] 일 실시예에서, 공간적 가간섭성 혼란 디바이스는 기관과 적어도 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 사이에 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 공간적 가간섭성 혼란 디바이스는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 기관 사이의 빔 경로에 위치되거나 위치될 수 있다. 일 실시예에서, 공간적 가간섭성 혼란 디바이스는 위상 변조기, 진동판, 또는 회전판이다. 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)가 방사선을 기관을 향해 투영할 때, 공간적 가간섭성 혼란 디바이스는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 의해 방출된 방사선의 공간적 가간섭성의 혼란을 야기한다.

- [0209] 일 실시예에서, 렌즈(122) 어레이(함께 단체를 이루고 있는지 아니면 개별 렌즈로 존재하는지에 상관없이)는 렌즈 어레이로부터의 열을 냉각이 더욱 이롭게 제공될 수 있는 어레이(230)에 전도하는 것을 용이하게 하기 위해 바람직하게는 높은 열전도성 재료를 통해 어레이(230)에 부착된다.
- [0210] 일 실시예에서, 하나 이상의 포커스 센서 또는 레벨 센서가 제공될 수 있다. 예컨대, 센서는 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대한 또는 복수의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대한 초점을 측정하도록 구성될 수 있다. 이에 따라, 아웃 포커스 상태(out of focus condition)가 검출되면, 초점은 각각의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대해 또는 복수의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)에 대해 정정될 수 있다. 초점은 예컨대 렌즈(122)를 Z-방향으로(및/또는 X-축에 대해 및/또는 Y-축에 대해) 이동시킴으로써 정정될 수 있다.
- [0211] 일 실시예에서, 센서는 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 통합된다(또는 복수의 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102)와 통합될 수 있다). 예컨대, 초점 검출 빔은 기관 표면으로부터 리디렉팅(예컨대, 반사)되고, 렌즈(122)를 통과하며, 렌즈(122)와 개별적으로 어드레스 가능한 요소(102) 사이의 하프-실버드 미러(half-silvered mirror)에 의해 검출기 쪽으로 지향될 수 있다. 일 실시예에서, 초점 검출 빔은 기관으로부터 리디렉팅되는 것이 발생하는 노광을 위해 이용되는 방사선이어도 된다. 일 실시예에서, 초점 검출 빔은 기관으로 지향되며 기관에 의하여 리디렉팅되면 빔이 되는 전용 빔이어도 된다. 나이프 에지(knife edge)(개구부일 수 있음)는 빔이 검출기 상에 충돌하기 전에 빔의 경로에 제공될 수 있다. 이 예에서, 검출기는 적어도 2개의 방사선 감응부(예컨대, 영역 또는 검출기)를 포함한다. 기관이 초점 안에 있을 때, 에지에서는 날카로운 이미지가 형성되고, 그러므로 검출기의 방사선 감응부가 동일한 양의 방사선을 수광한다. 기관이 초점에서 벗어나 있는 때에는, 빔은 천이하고, 이미지가 에지의 앞 또는 뒤에 형성될 것이다. 그러므로, 에지는 빔의 특정한 파트를 인터셉트할 것이며, 검출기의 하나의 방사선 감응부가 검출기의 다른 방사선 감응부보다 작은 양의 방사선을 수광할 것이다. 검출기의 방사선 감응부로부터의 출력 신호들의 비교는 빔이 리디렉팅되는 기관의 평면이 요구된 위치로부터 어느 정도의 양으로 상이한지와 어느 방향으로 상이한지를 판정할 수 있게 한다. 이 신호들은 예컨대 렌즈(122)를 조정할 수 있는 제어 신호를 제공하도록 전자적으로 처리될 수 있다. 미러, 에지 및 검출기는 어레이(230)에 탑재될 수 있다. 일 실시예에서, 검출기는 쿼드 셀(quad cell)이어도 된다.
- [0212] 일 실시예에서, 렌즈 어레이(170) 이외에는, 패터닝 디바이스(104)와 기관(114) 사이에 광학장치가 없다. 그러므로, 리소그래피 장치(100)는 패터닝 디바이스(104)와 투영 시스템(108)을 포함할 수 있다. 이 경우, 투영 시스템(108)만이 변조된 방사선 빔(110)을 수광하도록 배열된 렌즈의 어레이(170)를 포함한다. 패터닝 디바이스(104)에서의 하나 이상의 개별적으로 제어가능한 요소에 대응하는, 변조된 방사선 빔(110)의 상이한 부분이 렌즈의 어레이(170)에서의 각각의 상이한 렌즈를 통과한다. 각각의 렌즈는 변조된 방사선 빔(110)의 각각의 부분을 기관(114) 상에 놓여있는 점에 집중한다. 이러한 방식으로, 방사선 스팟 S(도 38 을 참조)의 어레이가 기관(114) 상으로 노광된다. 기관(114)과 렌즈 어레이(170) 사이에는 자유 작동 거리가 제공된다. 이 거리는 기관(114) 및/또는 렌즈 어레이(170)가 예컨대 초점 정정을 허용하도록 이동될 수 있게 한다. 일 실시예에서, 렌즈 어레이(170)는 0.15의 NA를 제공할 수 있다.
- [0213] 도 41 은 본 발명의 실시예에 따라 X-Y 평면에서 실질적으로 고정 상태인 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예컨대, 레이저 다이오드)와 이 요소에 대하여 이동할 수 있는 광 요소(250)(예컨대, 렌즈 124 및/또는 렌즈 170)를 갖는 리소그래피 장치의 부분에 대한 개략 평면 레이아웃을 도시하고 있다. 이 실시예에서, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 프레임에 부착되고, X-Y 평면에서 실질적으로 고정되며, 복수의 광 요소(250)는 이들 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 실질적으로 X-Y 평면으로(도 41 에서 예컨대 254 회전 방향과 같은 화살표 254의 표시에 의해 나타낸 바와 같이) 이동하며, 기관은 252 방향으로 이동한다. 일 실시예에서, 광 요소(250)는 축의 주위에서 회전함으로써 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 이동한다. 일 실시예에서, 광 요소(250)는 축의 주위에서 회전하는(예컨대, 도 41 에 나타낸 방향으로) 구조체 상에 탑재되고, 순환 방식으로 배열된다(예컨대, 도 41 에 부분적으로 나타낸 바와 같이).
- [0214] 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각은 빔을 예컨대 편향기(112)를 통해 이동 광 요소(250)에 제공한다. 일 실시예에서, 개별적으로 어드레스가능한 요소(102)는 시준된 빔을 광 요소(250)에 제공하기 위해 하나 이상의 시준 렌즈에 연관된다. 일 실시예에서, 시준 렌즈(들)는 X-Y 평면에서 실질적으로 고정 상태이고, 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 부착된 프레임에 부착된다.
- [0215] 이 실시예에서, 시준된 빔의 단면 폭은 광 요소(250)의 단면폭보다 작다. 그러므로, 예컨대, 시준된 빔이 광 요소(250)의 광학적으로 투과성의 부분 내에 완전하게 떨어지자마자, 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예컨대,

다이오드 레이저)가 온으로 스위칭될 수 있다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예컨대, 다이오드 레이저)는 빔이 광 요소(250)의 광학적으로 투과성의 부분의 외측에 떨어질 때에는 오프로 스위칭될 수 있다. 일 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔은 하나의 광 요소(250)를 임의의 시점에 통과한다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔에 대한 광 요소(250)의 그 결과의 횡단(traversal)은 턴온되는 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터 기관 상에 연관된 이미징된 라인(256)을 생성한다. 도 41 에서, 도 41 에서의 3개의 예의 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 각각에 관련하여 3개의 이미지 라인(256)이 도시되어 있지만, 도 41 에서의 다른 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 기관 상의 연관된 이미징된 라인(256)을 발생할 수 있다.

[0216] 도 41 의 레이아웃에서, 광 요소(250)의 피치는 1.5 mm이어도 되며, 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔의 단면 폭(예컨대, 직경)은 0.5 mm보다 작다. 이 구성을 이용하여, 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로 약 1 mm 길이의 라인을 기록하는 것이 가능하다. 그러므로, 0.5 mm의 빔 직경 및 1.5 mm의 광 요소(250) 직경의 이러한 구성에서, 듀티 사이클은 높아야 67%일 수 있다. 광 요소(250)에 대한 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 적정한 위치설정으로, 기관의 폭에 걸친 전체 커버리지가 가능하다. 그러므로, 예컨대, 표준 5.6 mm 직경 레이저 다이오드가 이용되면, 레이저 다이오드의 도 41 에 도시된 바와 같은 여러 개의 행이 기관의 폭에 걸친 전체 커버리지를 얻기 위해 이용될 수 있다. 그러므로, 이 실시예에서는, 단지 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 고정된 어레이 또는 본 명세서에서 설명된 이동하는 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 이용하는 것보다 더 적은 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예컨대, 레이저 다이오드)를 이용하는 것이 가능할 수 있다.

[0217] 일 실시예에서, 각각의 광 요소(250)는 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 이동하는 광 요소(250) 전부에 의해 이미징될 수 있기 때문에 동일하여야 한다. 이 실시예에서, 예컨대 0.3보다 크거나, 0.18보다 크거나, 또는 0.15보다 큰 더 높은 NA 렌즈가 요구되기는 하지만, 광 요소(250) 모두가 필드를 이미징할 필요는 없다. 이 단일 요소 광학장치로, 회절 제한된 이미징(diffraction limited imaging)이 가능하다.

[0218] 기관 상의 빔의 초점은 빔이 어디에서 광 요소에 진입하는지에 상관없이 광 요소(250)의 광축에 대해 고정된다(예컨대, 도 41 의 리소그래피 장치의 일부분에 대한 개략 3차원 도면인 도 42 를 참조). 이 구성의 단점은, 기관을 향하는 광 요소(250)로부터의 빔이 텔레센트릭(telecentric)이 아니고, 그 결과 초점 오차가 발생하여 오버레이 오차를 초래할 수 있다는 점이다.

[0219] 이 실시예에서, X-Y 평면으로 이동하지 않는 요소(예컨대, 개별적으로 제어가능한 요소(102))를 이용함으로써 초점을 조정하는 것은 비네팅(vignetting)을 야기하기 쉬운 것이다. 이에 따라, 초점의 요구된 조정은 이동하는 광 요소(250)에서 발생하여야 한다. 그에 따라, 이것은 이동하는 광 요소(250)보다 높은 주파수의 액추에이터를 요구할 수 있다.

[0220] 도 43 은 본 발명의 실시예에 따른 X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태의 개별적으로 제어가능한 요소와 이 요소에 대하여 이동할 수 있는 광 요소를 갖고, 개별적으로 제어가능한 요소를 위한 광 요소(250) 세트의 3개의 상이한 회전 위치를 나타내고 있는 리소그래피 장치의 일부분에 대한 개략 측면도 레이아웃을 묘사한다. 이 실시예에서, 도 41 및 도 42 의 리소그래피 장치는 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터 시준된 빔을 수광하기 위해 2개의 렌즈(260, 262)를 포함하는 광 요소(250)를 갖는 것에 의해 확장된다. 도 41 에서와 같이, 광 요소(250)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 관련하여 X-Y 평면으로 이동한다(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치되는 곳에서는 축의 주위에서 회전한다). 이 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔은 광 요소(250)에 도달하기 전에 렌즈(264)에 의해 시준되지만, 이 실시예에서는 이러한 렌즈가 제공될 필요가 없다. 렌즈(264)는 X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태이다. 기관은 X-방향으로 이동한다.

[0221] 기관을 향하는 빔을 텔레센트릭으로 하기 위해 개별적으로 제어가능한 요소(102)에서부터 기관까지의 시준된 빔의 광 경로에 2개의 렌즈(260, 262)가 배치된다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)와 렌즈(262) 사이의 렌즈(260)는 실질적으로 동일한 초점 거리를 갖는 2개의 렌즈(260A, 260B)를 포함한다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 시준된 빔은 렌즈(260B)가 빔을 이미징 렌즈(262) 쪽으로 시준하도록 2개의 렌즈(260A, 260B) 사이에 포커싱된다. 이미징 렌즈(262)는 빔을 기관 상으로 이미징한다.

[0222] 이 실시예에서, 렌즈(260)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 X-Y 평면으로 특정한 속도(예컨대, 특정한 분당 회전수(RPM))로 이동한다. 그러므로, 이 실시예에서, 렌즈(260)로부터 밖으로 나가는 시준된 빔은, 이동하는 이미징 렌즈(262)가 렌즈(260)와 동일한 속도로 이동할 때에는 X-Y 평면에서의 속도의 2배를 가질 것

이다. 그러므로, 이 실시예에서, 이미징 렌즈(264)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 대하여 렌즈(260)의 속도와는 상이한 속도로 이동한다. 구체적으로, 이미징 렌즈(262)는 빔이 기관 상에 텔레센트릭으로 포커싱되도록 렌즈(260)의 2배의 속도(예컨대, 렌즈(260)의 RPM의 두 배)로 X-Y 평면으로 이동된다. 렌즈(260)로부터 이미징 렌즈(262)로의 밖으로 나가는 시준된 빔의 이러한 정렬은 도 43 에 3개의 상이한 위치에 개략적으로 도시된다. 또한, 기관 상의 실제 투영이 도 41 의 예에 비교된 속도의 2배로 행해질 것이기 때문에, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 파워가 2배로 되어야 한다.

[0223] 이 실시예에서, X-Y 평면으로 이동하지 않는 요소(예컨대, 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 있는)를 이용함으로써 초점을 조정하는 것은 텔레센트리시티(telecentricity)의 손실을 야기할 것이고, 비네팅을 초래할 것이다. 이에 따라, 초점의 요구된 조정은 이동하는 광 요소(250)에서 발생하여야 한다.

[0224] 또한, 이 실시예에서, 광 요소(250) 모두가 필드를 이미징할 필요는 없다. 이 단일 요소 광학장치로, 회절 제한된 이미징(diffraction limited imaging)이 가능하다. 약 65%의 듀티 사이클이 가능하다. 일 실시예에서, 렌즈(264, 260A, 260B, 262)는 2개의 비구면 렌즈와 2개의 구면 렌즈를 포함할 수 있다.

[0225] 도 44 는 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 3 개의 상이한 회전 위치를 보여준다. 이 실시예에서, 도 43 에 대하여 설명한 바와 같이 렌즈를 상이한 속도에서 이동시키는 것을 방지하기 위해, 이동하는 광 요소(250)를 소위 4f 텔레센트릭인/텔레센트릭 아웃 이미징 시스템이 도 44 에 도시된 바와 같이 이용될 수 있다. 이동하는 광 요소(250)는 X-Y 평면으로 실질적으로 동일한 속도로 이동되는(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치되는 곳에서 축의 주위에서 회전되는) 2개의 이미징 렌즈(266, 268)를 포함하고, 기관에 대한 입력 및 출력으로서의 텔레센트릭 빔과 텔레센트릭 이미징 빔을 수광한다. 1의 확대율을 갖는 이 구성에서, 기관 상의 이미지는 이동하는 광 요소(250)보다 2배 빠르게 이동한다. 기관은 X-방향으로 이동한다. 이 구성에서, 광학장치는 비교적 큰 NA, 예컨대 0.3보다 크거나, 0.18보다 크거나, 또는 0.15보다 큰 NA로 필드를 이미징하는 것이 필요할 것이다. 이 구성은 2개의 단일 요소 광학장치로 가능하지 않을 수 있다. 회절 제한된 이미지를 얻기 위해 매우 정확한 정렬 허용오차를 갖는 6개 이상의 요소가 요구될 수 있다. 약 65%의 듀티 사이클이 가능하다. 이 실시예에서, 이동가능한 광 요소(250)를 따라 또는 이동가능한 광 요소와 함께 이동하지 않는 요소으로써 국소적으로 포커싱하는 것은 비교적 용이하다.

[0226] 도 45 는 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 5 개의 상이한 회전 위치를 보여준다. 이 실시예에서, 도 43 에 대하여 언급된 바와 같이 렌즈를 상이한 속도로 이동시키는 것을 방지하기 위해 그리고 도 44 에 대하여 언급된 바와 같이 필드를 이미징하지 않고 광학장치를 갖기 위해, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태에 있는 렌즈의 조합이 이동하고 있는 광 요소(250)와 조합된다. 도 45 를 참조하면, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태인 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 제공된다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔을 시준하기 위해 그리고 시준된 빔(예컨대, 0.5 mm의 단면 폭(예컨대, 직경)을 갖는)을 렌즈(270)에 제공하기 위해, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태인 옵션의 시준 렌즈(264)가 제공된다.

[0227] 렌즈(270) 또한 X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태이고, 시준된 빔을 이동하는 광 요소(250)의 필드 렌즈(272)(예컨대, 1.5 mm의 단면 폭(예컨대, 직경)을 갖는)에 포커싱한다. 렌즈(272)는 비교적 큰 초점 길이(예컨대, f=20 mm)를 갖는다.

[0228] 이동가능한 광 요소(250)의 필드 렌즈(272)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 관련하여 이동한다(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치된 곳에서 축의 주위에서 회전한다). 필드 렌즈(272)는 빔을 이동가능한 광 요소(250)의 이미징 렌즈(276) 쪽으로 지향시킨다. 필드 렌즈(272)와 마찬가지로, 이미징 렌즈(276)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 관련하여 이동한다(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치된 곳에서 축의 주위에서 회전한다). 이 실시예에서, 필드 렌즈(272)는 이미징 렌즈(276)와 실질적으로 동일한 속도로 이동한다. 필드 렌즈(272)와 이미징 렌즈(276)의 쌍이 서로에 대하여 정렬된다. 기관은 X-방향으로 이동한다.

[0229] 렌즈(274)는 필드 렌즈(272)와 이미징 렌즈(276) 사이에 위치되어 있다. 렌즈(274)는 X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태이고, 필드 렌즈(272)로부터의 빔을 이미징 렌즈(276)에 시준한다. 렌즈(274)는 비교적 큰 초점 거리(예컨대, f=20 mm)를 갖는다.

- [0230] 이 실시예에서, 필드 렌즈(272)의 광축은 대응하는 이미징 렌즈(274)의 광축과 일치하여야 한다. 필드 렌즈(272)는 렌즈(274)에 의해 시준되는 빔의 주광선(chief ray)이 이미징 렌즈(276)의 광축과 일치하도록 빔이 감싸여지도록(folded) 설계된다. 이러한 방식으로, 기관 쪽으로의 빔이 텔레센트릭이 된다.
- [0231] 렌즈(270, 274)는 커다란 f-수로 인해 단순한 구면 렌즈이어도 된다. 필드 렌즈(272)는 이미지 품질에 영향을 주지 않아야 하고, 또한 구면 요소이어도 된다. 이 실시예에서, 시준 렌즈(806) 및 이미징 렌즈(276)는 필드를 이미징할 필요가 없는 렌즈이다. 이 단일 요소 광학장치로, 회절 제한된 이미징이 가능하다. 약 65%의 듀티 사이클이 가능하다.
- [0232] 도 46 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략적인 측면도 레이아웃을 묘사한다. 이 실시예에서, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태인 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 이동하는 광 요소(250)에 커플링하기 위해 광디로테이터(optical derotator)가 이용된다.
- [0233] 이 실시예에서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)는, 옵션의 시준 렌즈와 함께, 링(ring)으로 배열된다. 2개의 포물선형 미러(parabola mirror)(278, 280)가 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 시준된 빔의 링을 디로테이터(282)를 위한 수용 가능한 직경으로 감소시킨다. 도 46 에서는 디로테이터(282)로서 폐찬 프리즘(pechan prism)이 이용된다. 디로테이터가 광 요소(250)의 속도에 비해 절반의 속도로 회전하면, 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 자신의 각각의 광 요소(250)에 대하여 실질적으로 정지 상태로 보이게 된다. 2개의 추가의 포물선형 미러(284, 286)가 디로테이터(282)로부터의 디로테이팅된 빔의 링을 이동하는 광 요소(250)에 대한 수용 가능한 직경으로 확장시킨다. 기관은 X-방향으로 이동한다.
- [0234] 이 실시예에서, 각각의 개별적으로 제어가능한 요소(102)는 광 요소(250)와 쌍을 이루게 된다. 따라서, 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 동심의 링 상에 탑재하는 것이 가능하지 않을 수 있으며, 그러므로 기관의 폭에 걸친 전체 커버리지가 획득되지 않을 수 있다. 약 33%의 듀티 사이클이 가능하다. 이 실시예에서, 광 요소(250)는 필드를 이미징할 필요가 없는 렌즈이다.
- [0235] 도 47 은 본 발명의 일 실시예에 따라, X-Y 평면에 실질적으로 고정되어 있는 개별적으로 제어가능한 요소 및 이에 대하여 이동가능한 광 요소를 갖는 리소그래피 장치 중 부분의 개략 측면도 레이아웃을 묘사하며 개별적으로 제어가능한 요소에 대하여 설정된 광 요소(250)의 5 개의 상이한 회전 위치를 보여준다.
- [0236] 도 47 을 참조하면, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태인 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 제공된다. 이동가능한 광 요소(250)는 복수의 세트의 렌즈를 포함하며, 각각의 세트의 렌즈가 필드 렌즈(272) 및 이미징 렌즈(276)를 포함한다. 기관은 X-방향으로 이동한다.
- [0237] 이동가능한 요소(250)의 필드 렌즈(272)(예컨대, 구면 렌즈)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 관련하여 288 방향으로 이동한다(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치되는 곳에서 축의 주위에서 회전한다). 필드 렌즈(272)는 빔을 이동가능한 광 요소(250)의 이미징 렌즈(276)(예컨대, 이중 비구면 표면 렌즈와 같은 비구면 렌즈) 쪽으로 지향시킨다. 필드 렌즈(272)와 마찬가지로, 이미징 렌즈(276)는 개별적으로 제어가능한 요소(102)에 관련하여 이동한다(예컨대, 광 요소(250)가 적어도 부분적으로 순회 방식으로 배치된 곳에서 축의 주위에서 회전한다). 이 실시예에서, 필드 렌즈(272)는 이미징 렌즈(276)와 실질적으로 동일한 속도로 이동한다.
- [0238] 필드 렌즈(272)의 초점면은, 290 위치에서, 텔레센트릭인/텔레센트릭 아웃 시스템을 제공하는 이미징 렌즈(276)의 후초점면(back focal plane)과 일치한다. 도 45 의 구성과 반대로, 이미징 렌즈(276)는 특정한 필드를 이미징한다. 필드 렌즈(272)의 초점 길이는 이미징 렌즈(276)에 대한 필드 크기가 2 내지 3도의 반각(half angle)보다 작게 되는 길이이다. 이 경우, 하나의 단일 요소 광학장치(예컨대, 이중 비구면 표면 단일 요소)로 회절 제한된 이미징을 얻는 것이 여전히 가능하다. 필드 렌즈(272)는 개별 필드 렌즈(272)들 사이에 간격 없이 탑재되도록 배치된다. 이 경우, 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 듀티 사이클은 약 95%가 될 수 있다.
- [0239] 이미징 렌즈(276)의 초점 거리는, 기관에서의 0.2의 NA로, 이들 렌즈가 필드 렌즈(272)의 직경보다 크게 되지 않도록 된다. 필드 렌즈(272)의 직경과 동일한 이미징 렌즈(276)의 초점 거리는, 이미징 렌즈(276)를 탑재하기 위한 충분한 공간을 남겨주는 이미징 렌즈(276)의 직경을 제공할 것이다.
- [0240] 필드 각도로 인해, 필드 렌즈(272)의 피치보다 다소 큰 라인이 기록될 수 있다. 이것은, 이미징 렌즈(276)의 초점 거리에 따라서는, 기관 상의 인접한 개별적으로 제어가능한 요소(102)들의 이미징된 라인들 간의 중첩을

제공한다. 이에 따라, 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 예컨대 하나의 링 상의 광 요소(250)와 동일한 피치로 탑재될 수 있다.

[0241] 비교적 작은 이중 비구면 이미징 렌즈(276)를 방지하고, 이동가능한 광 요소(250)의 광학장치의 양의 감소시킴, 개별적으로 제어가능한 요소(102)로서 표준 레이저 다이오드를 사용하기 위해, 이 실시예에서는, 복수의 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 이동가능한 광 요소(250)의 단일 렌즈 세트에 이미징할 가능성이 있다. 개별적으로 제어가능한 요소(102)가 각각의 이동가능한 광 요소(250)의 필드 렌즈(272) 상에 텔레센트릭으로 이미징되는 한, 대응하는 이미징 렌즈(276)가 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 빔을 기관 상에 텔레센트릭으로 리이미징(re-image)할 것이다. 예컨대, 8개의 라인이 동시에 기록되면, 필드 렌즈(272) 직경 및 이미징 렌즈(276)의 초점 거리는 동일한 처리량으로 인수 8 만큼 증가될 수 있는 한편, 이동가능한 광 요소(250)의 양이 인수 8 만큼 감소될 수 있다. 또한, X-Y 평면에서 실질적으로 정지 상태인 광학장치는 개별적으로 제어가능한 요소(102)를 필드 렌즈(272) 상에 이미징하기 위해 요구된 광학장치의 부분이 공통적인 것이 될 수 있기 때문에 감소될 수 있다. 8개의 라인이 하나의 이동가능한 광 요소(250) 세트에 의해 동시에 기록되는 이러한 구성은, 예컨대 광 요소(250) 세트의 회전축(292) 및 광축(292)으로부터의 광 요소(250) 세트의 반경(294)과 함께, 도 48 에 개략적으로 묘사된다. 1.5 mm의 피치가 12 mm로 되는 것은(8개의 라인이 하나의 이동가능한 광 요소(250) 세트에 의해 동시에 기록될 때) 개별적으로 제어가능한 요소(102)로서의 표준 레이저 다이오드를 탑재하기 위한 충분한 공간이 남도록 한다. 일 실시예에서, 224개의 개별적으로 제어가능한 요소(102)(예컨대, 표준 레이저 다이오드)가 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 120개의 광 요소(250) 세트가 이용될 수 있다. 일 실시예에서, 224개의 개별적으로 제어가능한 요소(102)와 함께 28개의 이미징 렌즈(242) 세트가 이용될 수 있다.

[0242] 이 실시예에서, 이동가능한 광 요소(250)를 따라 또는 이동가능한 광 요소와 함께 이동하지 않는 요소로써 국소적으로 포커싱하는 것이 비교적 용이하다. 필드 렌즈(272) 상의 개별적으로 제어가능한 요소(102)의 텔레센트릭 이미지가 광축을 따라 이동되고, 텔레센트릭을 유지하는 한, 기관 상의 이미지의 초점이 유일하게 변경될 것이고, 이미지는 텔레센트릭을 유지할 것이다. 도 49 는 도 47 의 구성에서의 이동하는 루프탑으로 초점을 제어하기 위한 개략적인 구성을 도시하고 있다. 루프탑(예컨대, 프리즘 또는 미러 세트)(298)을 갖는 2개의 폴딩 미러(296)가 필드 렌즈(272) 전의 개별적으로 제어가능한 요소(102)로부터의 텔레센트릭 빔에 위치된다. 루프탑(298)을 폴딩 미러(296)로부터 멀어지거나 폴딩 미러를 향하도록 도면부호 300 방향으로 이동시킴으로써, 이미지가 광축을 따라 그리고 그에 따라 기관에 대하여 천이된다. 축방향 초점 변화는 F/값의 제곱 비율과 같으므로 광축을 따라 확대율이 크기 때문에, F/2.5 빔으로 기관에서의 25 μ m 디포커스는 5.625mm(37.5/2.5)² 의 f/37.5 빔으로 필드 렌즈(272)에서 초점 천이를 제공할 것이다. 이것은 루프탑(298)이 그것의 절반을 이동하여야 한다는 것을 의미한다.

[0243] 실시예들은 또한 아래의 번호가 매겨진 절에서 제공된다:

[0244] 1. 리소그래피 장치로서,

[0245] 기관을 홀딩하고 이동시키도록 구성된 기관 홀더;

[0246] 원하는 패턴에 따라서 복수의 빔을 변조하도록 구성된 변조기로서, 상기 변조기는 전기 광학 편향기의 어레이를 포함하고, 상기 어레이는 상기 장치의 광축에 실질적으로 수직으로 연장하는, 변조기; 및

[0247] 변조된 빔을 수광하고 상기 이동가능 기관을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템을 포함하는 리소그래피 장치.

[0248] 2. 절 1 의 리소그래피 장치로서, 사용 시에 상기 변조기와 상기 기관 사이에 위치되고, 사용 시에 상기 변조된 빔이 그 위에 충돌하는 도너 구조체를 더 포함하며, 상기 도너 구조체는 상기 도너 구조체로부터 상기 기관 상으로 전사가 가능한 도너 재료층을 가지는, 리소그래피 장치.

[0249] 3. 절 2 의 리소그래피 장치에서, 도너 재료는 금속인, 리소그래피 장치.

[0250] 4. 절 1 내지 절 3 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 변조된 빔은, 사용 시에, 기관에 충돌하고, 기관의 재료가 삭마되도록 하는, 리소그래피 장치.

[0251] 5. 절 1 내지 절 4 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 복수의 전기 광학 편향기 중의 하나의 전기 광학 편향기는 전기 광학 재료의 프리즘을 포함하고, 상기 프리즘은 상기 프리즘의 입사면 상의 입사 빔에 대해 수직을 이루지 않게 위치되는, 리소그래피 장치.

- [0252] 6. 절 1 내지 절 5 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 전기 광학 편향기는, 빔을 제 1 방향으로만 편향시키기 위한 제 1 세트의 전기 광학 편향기와, 빔을 상이한 제 2 방향으로만 편향시키기 위한 제 2 세트의 전기 광학 편향기를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0253] 7. 절 1 내지 절 6 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 복수의 전기 광학 편향기 중의 하나의 전기 광학 편향기는 빔 경로를 따라 순차적으로 배열된 복수의 프리즘을 포함하고, 각각의 교번하는 프리즘이 반대의 도메인 (opposite domain)을 가지는, 리소그래피 장치.
- [0254] 8. 절 1 내지 절 7 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 복수의 전기 광학 편향기 중의 전기 광학 편향기는 다음: LiNbO_3 , LiTaO_3 , KH_2PO_4 (KDP), 또는 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (ADP)으로부터 선택된 적어도 하나를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0255] 9. 절 1 내지 절 8 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 복수의 전기 광학 편향기 중의 하나의 전기 광학 편향기는 굴절률 구배 재료(refractive index gradient material)를 가지는, 리소그래피 장치.
- [0256] 10. 리소그래피 장치로서,
- [0257] 기판을 홀딩하도록 구성된 기판 홀더;
- [0258] 원하는 패턴에 따라서 빔을 변조하도록 구성된 변조기로서, 상기 변조기는 굴절률 구배 재료를 가지는 전기 광학 편향기를 포함하는, 변조기; 및
- [0259] 변조된 빔을 수광하고 상기 기판을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템을 포함하는 리소그래피 장치.
- [0260] 11. 절 9 또는 절 10 의 리소그래피 장치로서, 굴절률 구배 재료는 포타슘 탄탈라이트 니오베이트(potassium tantalite niobate)를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0261] 12. 절 1 내지 절 11 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 전기 광학 편향기의 입사면, 또는 출사면, 또는 입사면과 출사면 둘 모두에 위치한 전기 광학 편향기와 실질적으로 동일한 굴절률의 프리즘을 더 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0262] 13. 리소그래피 장치로서:
- [0263] 기판을 홀딩하도록 구성된 기판 홀더;
- [0264] 원하는 패턴에 따라 방사선 빔을 변조하도록 구성된 변조기;
- [0265] 변조된 빔을 수광하고 상기 기판을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템; 및
- [0266] 상기 변조된 빔을 사용하기 위하여 상기 장치의 동작을 변환함으로써 다음: 포토리소그래피, 재료 증착 또는 재료 제거 중 적어도 두 개를 수행하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0267] 14. 절 13 의 리소그래피 장치로서, 상기 컨트롤러는 작동을 재료 증착과 재료 제거 간에 전환하도록 구성되는 리소그래피 장치.
- [0268] 15. 절 14 의 리소그래피 장치로서, 상기 컨트롤러는 작동을 포토리소그래피, 재료 증착 및 재료 제거 간에 전환하도록 구성되는, 리소그래피 장치.
- [0269] 16. 절 13 내지 절 15 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 컨트롤러는 작동을 재료 증착으로 전환하도록 구성되며, 상기 리소그래피 장치는, 사용 시에, 상기 변조기와 상기 기판 사이에 위치되는 도너 구조체를 더 포함하며, 상기 도너 구조체가 상기 도너 구조체로부터 상기 기판으로 전사될 수 있는 도너 재료층을 가지는, 리소그래피 장치.
- [0270] 17. 리소그래피 장치로서,
- [0271] 기판을 홀딩하도록 구성된 기판 홀더;
- [0272] 원하는 패턴에 따라서 방사선 빔을 변조하도록 구성된 변조기;
- [0273] 변조된 빔을 수광하고 상기 기판을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템; 및
- [0274] 도너 구조체를 변조기와 기판 사이의 위치에서 이동가능하도록 지지하기 위한 도너 구조체 지지체로서, 상기 도너 구조체는 상기 도너 구조체로부터 상기 기판 상으로 전사될 수 있는 도너 재료층을 가지고, 사용 시에, 상기

변조된 빔은 상기 도너 구조체에 충돌하는, 도너 구조체 지지체를 포함하는, 리소그래피 장치.

- [0275] 18. 절 17 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체 지지체는 상기 투영 시스템에 대하여 이동할 수 있는, 리소그래피 장치.
- [0276] 19. 절 18 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체 지지체는 상기 기관 홀더 상에 위치되는, 리소그래피 장치.
- [0277] 20. 절 17 내지 절 19 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 기관은 이동가능하며, 상기 도너 구조체 지지체는 상기 기관과 함께 상기 도너 구조체를 이동시키도록 구성되는, 리소그래피 장치.
- [0278] 21. 절 17 내지 절 20 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체 지지체는 상기 기관 홀더 위의 프레임 상에 위치되는, 리소그래피 장치.
- [0279] 22. 절 21 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체 지지체는, 상기 지지체와 상기 도너 구조체 사이에 가스를 공급하기 위한 입구와 상기 지지체와 상기 도너 구조체 사이로부터 가스를 제거하기 위한 출구를 포함하는 가스 베어링을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0280] 23. 절 16 내지 절 22 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 재료는 금속인, 리소그래피 장치.
- [0281] 24. 절 13 내지 절 23 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 변조기는 전기 광학 편향기를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0282] 25. 절 10 내지 절 24 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 변조기는 복수의 빔을 요구된 패턴에 따라 변조하도록 구성되며, 상기 변조기는 전기 광학 편향기의 어레이를 포함하고, 상기 어레이가 상기 리소그래피 장치의 광축에 실질적으로 수직으로 연장하고, 상기 투영 시스템이 변조된 빔을 수광하고 상기 기관을 향해 투영하도록 구성되는, 리소그래피 장치.
- [0283] 26. 절 1 내지 절 25 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 빔을 이용한 노광 동안에 상기 기관을 이동시키면서 상기 변조기가 X-방향과 Y-방향으로의 빔의 편향을 야기하는 곳에서 효율적인 노광 모드에 따라 빔을 이동시키도록 구성된 컨트롤러를 더 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0284] 27. 절 1 내지 절 26 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 투영 시스템은 복수의 빔을 수광하기 위해 렌즈의 어레이를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0285] 28. 절 27 의 리소그래피 장치로서, 각각의 렌즈는 상기 변조기로부터의 복수의 빔 중의 적어도 하나의 빔의 빔 경로를 따라 기관을 향해 배치된 적어도 2개의 렌즈를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0286] 29. 절 28 의 리소그래피 장치로서, 상기 2개 이상의 렌즈의 제 1 렌즈는 필드 렌즈를 포함하고, 상기 2개 이상의 렌즈의 제 2 렌즈는 이미징 렌즈를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0287] 30. 절 29 의 리소그래피 장치로서, 상기 필드 렌즈의 초점면은 상기 이미징 렌즈의 후초점면과 일치하는, 리소그래피 장치.
- [0288] 31. 절 28 또는 절 29 의 리소그래피 장치로서, 복수의 빔이 상기 필드 렌즈와 상기 이미징 렌즈의 단일 조합으로써 이미징되는, 리소그래피 장치.
- [0289] 32. 절 29 내지 절 31 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 복수의 빔 중의 적어도 하나를 상기 제 1 렌즈 쪽으로 집속하기 위한 렌즈를 더 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0290] 33. 절 1 내지 절 32 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 렌즈의 어레이는 상기 변조기에 대하여 이동 가능한, 리소그래피 장치.
- [0291] 34. 절 1 내지 절 33 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 변조기는 방사원을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0292] 35. 절 34 의 리소그래피 장치로서, 상기 변조기는 전자기 방사선을 방출하기 위한 복수의 개별적으로 제어 가능한 방사원을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0293] 36. 빔 편향 시스템으로서, 굴절률 구배 재료를 가지는 전기 광학 편향기 및 상기 편향기의 입사면, 또는 출사면, 또는 입사면과 출사면 둘 모두에서 상기 편향기와 실질적으로 동일한 굴절률을 갖는 프리즘을 포함하는, 빔 편향 시스템.

- [0294] 37. 절 36 의 빔 편향 시스템으로서, 상기 굴절률 구매 재료는 포타슘 탄탈라이트 니오베이트를 포함하는, 빔 편향 시스템.
- [0295] 38. 절 36 또는 절 37 의 빔 편향 시스템으로서,
- [0296] 기관을 홀딩하도록 구성된 기관 홀더;
- [0297] 원하는 패턴에 따라서 빔을 변조하도록 구성된 변조기로서, 상기 변조기는 전기 광학 편향기를 포함하는, 변조기; 및
- [0298] 변조된 빔을 수광하고 상기 기관을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템을 더 포함하는, 빔 편향 시스템.
- [0299] 39. 디바이스 제조 방법으로서,
- [0300] 전기 광학적 편향기의 어레이를 사용하여 원하는 패턴에 따라서 변조된 복수의 빔을 제공하는 단계로서, 상기 어레이는 상기 빔의 빔 경로에 걸쳐 연장되는, 단계;
- [0301] 상기 복수의 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계; 및
- [0302] 상기 빔을 투영하는 동안 상기 기관을 이동시키는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.
- [0303] 40. 디바이스 제조 방법으로서,
- [0304] 방사선 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계;
- [0305] 상기 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계; 및
- [0306] 상기 변조된 빔의 사용을 변환하여 다음: 포토리소그래피, 재료 증착 또는 재료 제거 중 적어도 두 개를 수행하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.
- [0307] 41. 디바이스 제조 방법으로서,
- [0308] 방사선 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계;
- [0309] 상기 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계; 및
- [0310] 상기 빔이 충돌하는 도너 구조체를 이동가능하게 지지하는 단계로서, 상기 도너 구조체는 상기 도너 구조체로부터 상기 기관 상에 전사가능한 도너 재료층을 가지는, 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.
- [0311] 42. 디바이스 제조 방법으로서,
- [0312] 방사선 빔을 굴절률 구매 재료를 가지는 전기 광학적 편향기를 사용하여 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계; 및
- [0313] 상기 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.
- [0314] 43. 리소그래피 장치로서,
- [0315] 기관을 홀딩하도록 구성된 기관 홀더;
- [0316] 원하는 패턴에 따라서 방사선 빔을 변조하도록 구성된 변조기;
- [0317] 변조된 빔을 수광하고 상기 기관을 향하여 투영하도록 구성된 투영 시스템; 및
- [0318] 도너 구조체를 변조기와 기관 사이의 위치에서 이동시키는 도너 구조체 이송 시스템으로서, 상기 도너 구조체는 상기 도너 구조체로부터 상기 기관 상으로 전사될 수 있는 도너 재료층을 가지고, 사용 시에, 상기 변조된 빔은 상기 도너 구조체에 충돌하는, 도너 구조체 이송 시스템을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0319] 44. 절 43 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체는 상기 변조기 및 상기 기관 사이에서 수직으로 이동되는, 리소그래피 장치.
- [0320] 45. 절 43 또는 절 44 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체는 가요성이고 상기 도너 구조체 이송 시스템은 상기 가요성 도너 구조체를 밀거나 당기기 위한 롤러를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0321] 46. 절 43 내지 절 45 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 이송 시스템은 상기 도너 구조체를 상기 장치 내에서 순회시키기 위한 루프를 형성하는, 리소그래피 장치.

- [0322] 47. 절 43 내지 절 48 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 이송 시스템은 상기 도너 구조체를 위치로 또는 그로부터 회전시키는, 리소그래피 장치.
- [0323] 48. 절 43 내지 절 48 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 구조체는 상기 이송 시스템에 의하여 이동되는 복수 개의 도너 구조체를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0324] 49. 절 48 의 리소그래피 장치로서, 상기 이송 시스템은 복수 개의 이송 메커니즘을 포함하고, 각각의 메커니즘은 상기 장치의 광 엔진과 연관되는, 리소그래피 장치.
- [0325] 50. 절 43 내지 절 49 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 도너 재료를 상기 도너 구조체에 도포하기 위한 재생 모듈을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0326] 51. 절 50 의 리소그래피 장치로서, 상기 재생 모듈은 상기 도너 구조체가 상기 도너 구조체 이송 시스템 내에 있는 동안 상기 도너 재료를 상기 도너 구조체에 도포하도록 구성되는, 리소그래피 장치.
- [0327] 52. 절 50 또는 절 51 의 리소그래피 장치로서, 상기 재생 모듈은 도너 재료를 상기 도너 구조체로부터 스트립하기 위한 구획(compartment) 및 도너 재료를 상기 도너 구조체 상에 제공하기 위한 구획을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0328] 53. 절 52 의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 재료를 스트립하기 위한 구획은 상기 도너 재료를 제공하기 위한 구획으로부터 분리되는, 리소그래피 장치.
- [0329] 54. 절 50 내지 절 53 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 재생 모듈은 상기 도너 재료를 상기 도너 구조체에 도포하기 위한 잉크젯 또는 유사 장치를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0330] 55. 절 50 내지 절 53 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 재생 모듈은 상기 도너 구조체를 상기 도너 재료를 포함하는 액체 또는 가스로 노출시키기 위한 베슬을 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0331] 56. 절 50 내지 절 53 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 재생 모듈은 상기 도너 재료의 플라즈마 증착 또는 전해 전착(electrolytical deposition)을 사용하도록 구성되는, 리소그래피 장치.
- [0332] 57. 절 43 내지 절 56 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 상기 도너 재료는 용매를 포함하고, 상기 용매가 가열된 기관에 의하여 기화되도록 상기 기관을 가열하는 히터를 더 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0333] 58. 절 57 의 리소그래피 장치로서,
- [0334] 상기 도너 구조체와 상기 기관 홀더 사이에 위치되는 개구부를 가지는 구조체를 더 포함하고,
- [0335] 상기 도너 재료는 상기 도너 구조체로부터 상기 개구부를 통하여 상기 기관으로 지나가는, 리소그래피 장치.
- [0336] 59. 절 43 내지 절 54 중 어느 하나의 리소그래피 장치로서, 정전기 또는 전자기 클램핑 몸체 및 상기 도너 재료를 포함하는 상기 도너 구조체는 정전기 또는 전자기적 클램핑가능 재료를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0337] 60. 절 59 의 리소그래피 장치로서, 상기 정전기 또는 전자기적 클램핑가능 재료는 도너 재료의 입자를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0338] 61. 빔이 도너 구조체에 충돌할 때 상기 도너 구조체로부터 기관 상에 전사가능한 도너 재료층을 가지는 상기 도너 구조체를 재생하는 방법으로서,
- [0339] 도너 재료를 도너 구조체에 패턴에 따라서 선택적으로 도포하는 단계를 포함하는, 방법.
- [0340] 62. 절 61 의 방법으로서, 상기 패턴은 상기 도너 구조체 상의 상기 도너 재료층 내의 홀의 패턴에 대응하는, 방법.
- [0341] 63. 절 61 또는 절 62 의 방법으로서, 상기 도너 구조체를 가열하여 상기 도너 재료를 상기 도너 구조체 상에 리플로우시키는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0342] 64. 절 61 의 방법으로서, 도너 재료의 상기 도너 구조체를 선택적으로 도포된 도너 재료의 도포 이전에 스트립하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0343] 65. 절 64 의 방법으로서, 상기 패턴은 상기 기관 상에 증착될 원하는 패턴에 대응하는, 방법.
- [0344] 66. 디바이스 제조 방법으로서,

- [0345] 방사선 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계; 및
- [0346] 상기 빔을 도너 재료층에 정전기적 또는 전자기적으로 부착된 도너 재료층을 가지는 도너 구조체를 향하여 투영하는 단계로서, 상기 빔은 상기 도너 구조체 상에 충돌 시에 상기 도너 재료의 부분이 상기 도너 구조체로부터 상기 기관 상에 전사하도록 하는, 단계를 포함하는, 방법.
- [0347] 67. 절 66 의 방법으로서, 상기 도너 재료는 입자를 포함하는, 방법.
- [0348] 68. 절 66 또는 절 67 의 방법으로서, 상기 투영하는 단계 이후에, 잔여 도너 재료층의 상기 도너 구조체를 스트립하고 새 정전기적 또는 전자기적으로 부착된 도너 재료층을 상기 도너 구조체에 도포하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0349] 69. 절 66 내지 절 68 중 어느 하나의 방법으로서, 상기 도너 재료층은 상기 원하는 패턴에 일반적으로 대응하는 패턴 형태인, 방법.
- [0350] 70. 빔이 도너 구조체 상에 충돌할 때 도너 재료층을 기관 상에 전사시키는 도너 구조체로서, 상기 도너 구조체는 높은 표면 장력 영역 및 낮은 표면 장력 영역을 가지는 패터닝된 재료를 포함하는, 도너 구조체.
- [0351] 71. 절 70 의 도너 구조체로서, 도너 재료를 더 포함하고, 상기 도너 재료는 상기 높은 표면 장력 영역에 부착하는, 도너 구조체.
- [0352] 72. 절 71 의 도너 구조체로서, 상기 도너 재료는 내부에 도너 재료의 입자를 가지는 액체를 포함하고, 상기 액체는 기화하여 상기 입자를 상기 높은 표면 장력 영역 상에 남기는, 도너 구조체.
- [0353] 73. 절 70 내지 절 72 중 어느 하나의 도너 구조체로서, 상기 패터닝된 재료는 상기 도너 재료가 부착하는 제 1 측면 및 제 2 측면을 가지고, 상기 제 1 측면과 제 2 측면 사이에 개구부를 가지는 구조체를 포함하는, 도너 구조체.
- [0354] 74. 절 70 내지 절 73 중 어느 하나의 도너 구조체로서, 상기 패터닝된 재료는 높은 표면 장력 재료의 투명 재료를 포함하는, 도너 구조체.
- [0355] 75. 절 70 내지 절 74 중 어느 하나의 도너 구조체로서, 상기 패터닝된 재료는 내부에 개구부를 가지는 낮은 표면 장력 재료의 층을 포함하는, 도너 구조체.
- [0356] 76. 리소그래피 장치로서,
- [0357] 기관을 홀딩하도록 구성되는 기관 홀더;
- [0358] 액체 금속 재료원; 및
- [0359] 액체 금속 재료를 패턴에서 상기 기관 상에 분사하는 잉크젯 장치를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0360] 77. 절 76 항의 리소그래피 장치로서, 상기 기관을 가열하는 히터를 더 포함하고, 상기 액체 금속 재료는 가열된 기관에 의하여 기화되는 용매를 포함하는, 리소그래피 장치.
- [0361] 78. 절 76 또는 절 77 의 리소그래피 장치로서, 상기 잉크젯 장치와 상기 기관 홀더 사이에 위치되는 개구부를 포함하는 구조체를 더 포함하고, 분사된 액체 재료는 상기 개구부를 통하여 상기 기관으로 지나가는, 리소그래피 장치.
- [0362] 79. 디바이스 제조 방법으로서,
- [0363] 방사선 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계;
- [0364] 상기 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계로서, 상기 기관은 그 위에 재료층을 가지는, 단계; 및
- [0365] 상기 빔을 상기 기관의 층의 부분 상에 충돌시키는 단계로서, 상기 빔이 상기 층의 부분이 상태를 고체로부터 액체로 또는 액체로부터 고체로 변화시켜 상기 부분을 포함하는 패턴을 형성하도록 하는, 단계를 포함하는, 방법.
- [0366] 80. 절 79 의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 부분은 고체로부터 액체로 변화되고 후속하여 고체 또는 젤 형태로 변화되는, 방법.
- [0367] 81. 절 80 의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 층은 금속 분말을 포함하는, 방법.

- [0368] 82. 절 79 내지 절 81 중 어느 하나의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 빔에 의하여 충돌되지 않는 층의 부분을 제거하여 상기 층의 부분을 포함하는 패터닝된 구조체를 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0369] 83. 디바이스 제조 방법으로서,
 [0370] 방사선 빔을 원하는 패턴에 따라서 변조하는 단계;
 [0371] 상기 빔을 기관을 향하여 투영하는 단계로서, 상기 기관은 제 1 층 및 상기 제 1 층 상단에 제 2 층을 가지는, 단계; 및
 [0372] 상기 빔을 상기 제 2 층의 부분 상에 충돌시키는 단계로서, 상기 빔은 상기 부분 아래의 상기 제 1 층의 성질이 상기 제 2 층의 상재 부분이 상기 기관 상에 증착하도록 허용하게 변화하도록 하는, 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.
- [0373] 84. 절 83 의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 성질은 상기 제 1 층의 상태를 변화시키는 것을 포함하는, 방법.
- [0374] 85. 절 83 또는 절 84 의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 제 1 층은 플라스틱을 포함하는, 방법.
- [0375] 86. 절 85 의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 제 2 층은 금속을 포함하는, 방법.
- [0376] 87. 절 83 내지 절 86 중 어느 하나의 디바이스 제조 방법으로서, 상기 빔에 의하여 충돌되지 않는 상기 제 1 층 및 제 2 층의 부분을 제거하여 상기 기관 상에 증착된 상기 제 2 층의 부분을 포함하는 패터닝된 구조체를 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.
- [0377] 88. 평판 디스플레이의 제조에서의 본 발명의 실시예 중의 하나 이상의 실시예의 용도.
- [0378] 89. 집적회로 패키징에서의 본 발명의 실시예 중의 하나 이상의 실시예의 용도.
- [0379] 90. 본 발명의 실시예 중의 어느 하나의 실시예에 따르거나 또는 어느 하나의 실시예를 이용하여 제조된 평판 디스플레이.
- [0380] 91. 본 발명의 실시예 중의 어느 하나의 실시예에 따르거나 또는 어느 하나의 실시예를 이용하여 제조된 집적 회로 디바이스.
- [0381] 본 명세서에서 특정 디바이스 또는 구조(예를 들면, 집적 회로 또는 평판 디스플레이)의 제조에 리소그래피 장치를 이용하는 것에 관해 특별히 언급할 수 있지만, 본원에서 기술된 리소그래피 장치 및 리소그래피 방법은 다른 응용예를 가질 수 있음이 이해되어야 한다. 이러한 응용예는 집적 회로, 집적 광 시스템, 자기 도메인 메모리 용 유도 및 검출 패턴, 평판 디스플레이, LCD, OLED 디스플레이, 박막 자기 헤드, 미소 기전 시스템(MEMS), 미소 광 기전 시스템(MOEMS), DNA 칩, 패키징(예를 들면, 플립 칩, 재배선, 등), 가요성 디스플레이 또는 전자기기(종이처럼 권취가능하고(rollable) 휘 수 있으며(bendable), 결함이 없고, 정합성 있으며, 튼튼하고, 얇으며/얇거나 경량인 디스플레이 또는 전자기기, 예컨대 가요성 플라스틱 디스플레이) 등의 제조를 포함하나 이들로 한정되지 않는다. 당업자는, 이러한 다른 응용예의 문맥에서, 본 명세서에서 사용된 "웨이퍼" 또는 "다이"와 같은 어떠한 용어의 사용도 각각 "기관" 또는 "타겟부"와 같은 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있음을 이해할 것이다. 본 명세서에서 언급되는 기관은, 노광 전후에, 예컨대 트랙(예를 들어, 통상적으로 기관에 레지스트층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 툴), 또는 계측 장비, 또는 검사 장치에서 처리될 수 있다. 적용 가능한 범위에서, 본 명세서에서의 개시물은 이러한 기관 처리 툴 및 다른 기관 처리 툴에 적용될 수 있다. 또한, 예컨대 다층 집적회로를 생성하기 위하여 기관이 복수 회 처리될 수 있으므로, 본 명세서에 사용되는 기관이라는 용어는 이미 여러 번 처리된 층들을 포함한 기관을 지칭할 수 있다.
- [0382] 평판 디스플레이 기관은 형상이 직사각형으로 될 수 있다. 이러한 유형의 기관을 노광하도록 설계된 리소그래피 장치는 직사각형 기관의 전체 폭을 커버하거나 폭 중 일부(예를 들어, 폭의 1/2)를 커버하는 노광 영역을 제공할 수 있다. 기관은 패터닝 디바이스가 패터닝된 빔을 동기적으로 제공하는 동안 노광 영역 아래에서 스캔될 수 있다. 이러한 방식으로, 원하는 패턴의 전부 또는 일부가 기관에 전사된다. 노광 영역이 기관의 전체 폭을 커버하면, 노광은 단일 스캔으로 완료될 수 있다. 노광 영역이 예컨대 기관의 폭의 절반을 커버하면, 기관은 최초의 스캔 후에 가로로(transversely) 이동될 수 있으며, 기관의 나머지를 노광하기 위해 추가의 스캔이 통상적으로 수행된다.
- [0383] 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는, 기관(의 일부)에 패턴을 생성하는 것과 같이, 방사선

빔의 단면을 변조하기 위해 사용될 수 있는 어떠한 장치도 지칭하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예컨대 그 패턴이 위상 천이 피쳐(phase shifting feature) 또는 소위 어시스트 피쳐(assist feature)를 포함하는 경우, 기관의 타겟부에서의 요구된 패턴과 정확히 일치하지 않을 수 있다는 것에 유의하여야 한다. 유사하게, 기관 상에 실제로 생성된 패턴은 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에 의해 임의의 한 순간에 형성된 패턴에 대응하지 않을 수 있다. 이것은, 기관의 각각의 부분 상에 형성된 최종적인 패턴이 주어진 시간 기간 또는 주어진 횟수의 노광에 걸쳐 구축되지만, 그 동안에 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에 의해 제공된 패턴 및/또는 기관의 상대적 위치가 변화되는 구성의 경우에 그러할 수 있다. 일반적으로, 기관의 타겟부 상에 생성되는 패턴은 타겟부에 생성되는 디바이스, 예를 들면 집적 회로 또는 평판 디스플레이의 특정 기능층(예를 들어, 평판 디스플레이의 컬러 필터 층 또는 평판 디스플레이의 박막 트랜지스터 층)에 대응할 것이다. 이러한 패턴링 디바이스의 예는, 예컨대 레티클, 프로그램가능한 미러 어레이, 레이저 다이오드 어레이, 발광 다이오드 어레이, 격자 광 밸브, 및 LCD 어레이를 포함한다. 전자 디바이스(예컨대, 컴퓨터)의 도움으로 패턴을 프로그래밍할 수 있는 패턴링 디바이스, 예컨대 방사선 빔의 일부분의 위상을 방사선 빔의 인접한 부분에 관하여 변조시킴으로써 방사선 빔에 패턴을 부여하는 복수의 프로그래밍 가능한 요소를 갖는 전자 방식으로 프로그래밍 가능한 패턴링 디바이스를 포함한, 방사선 빔의 일부분의 세기를 각각 변조할 수 있는 복수의 프로그래밍 가능한 요소를 포함하는 패턴링 디바이스(예컨대, 레티클을 제외한 전술한 모든 디바이스)는 본 명세서에서는 통칭하여 "콘트라스트 디바이스"로 지칭된다. 일 실시예에서, 패턴링 디바이스는 적어도 10개의 프로그램가능한 요소, 예컨대 적어도 100개, 적어도 1,000개, 적어도 10,000개, 적어도 100,000개, 적어도 1,000,000개, 또는 적어도 10,000,000개의 프로그램가능한 요소를 포함한다. 이러한 디바이스 중 몇몇에 대한 실시예가 이하 보다 상세하게 논의된다.

[0384] - 프로그램가능한 미러 어레이. 프로그래밍 가능한 미러 어레이는 점탄성 제어층(viscoelastic control layer)을 갖는 매트릭스-어드레스가능한(matrix-addressable) 표면 및 반사적 표면을 포함할 수 있다. 이러한 장치 배후의 기본 원리는 예컨대 반사성 표면의 어드레스된 영역이 입사 방사선을 회절된 방사선으로서 반사하는 반면, 어드레스되지 않은 영역이 입사 방사선을 회절되지 않은 방사선으로서 반사한다는 것이다. 적절한 공간 필터를 이용하여, 회절되지 않은 방사선이 반사된 빔으로부터 필터링되어, 회절된 방사선만이 기관에 도달하게 될 수 있다. 이러한 방식으로, 빔은 매트릭스-어드레스 가능한 표면의 어드레싱 패턴에 따라 패턴링된다. 이와 달리, 필터는 회절된 방사선을 필터링하여, 회절되지 않은 방사선이 기관에 도달하게 될 수 있도록 할 수 있다. 회절성 광학 MEMS 디바이스의 어레이 또한 대응하는 방식으로 이용될 수 있다. 회절성 광학 MEMS 디바이스는 복수의 반사성 리본을 포함할 수 있고, 이러한 복수의 반사성 리본은 입사되는 방사선을 회절된 방사선으로서 반사시키는 격자를 형성하도록 서로에 대해 변형될 수 있다. 프로그래머블 미러 어레이의 다른 실시예는 매트릭스 구성의 소형 미러를 채용하며, 각각의 미러가 적합한 국부적 전계의 인가에 의해 또는 압전 작동 수단을 채용함에 의해 축의 주위에서 개별적으로 틸팅될 수 있다. 틸트의 정도는 각 미러의 상태를 규정한다. 이러한 미러는, 요소가 결합이 없는 경우, 콘트롤러로부터의 적절한 제어 신호에 의해 제어가능하다. 각각의 비결합성 요소는 투영된 방사선 패턴에서의 대응하는 픽셀의 세기를 조정하기 위해 일련의 상태 중의 임의의 상태를 채택하도록 제어가능하다. 다시 한번, 미러는 매트릭스-어드레스가능하여, 어드레스된 미러는 어드레스되지 않은 미러와는 상이한 방향으로, 입사된 방사선 빔을 반사시키게 된다; 이런 식으로, 반사된 빔은 매트릭스-어드레스 가능한 미러의 어드레싱 패턴에 따라 패턴링될 수 있다. 요구된 매트릭스 어드레싱은 적합한 전자 수단을 이용하여 수행될 수 있다. 본 명세서에서 언급된 바와 같은 미러 어레이에 대한 더 많은 정보가 예컨대 미국 특허 제 5,296,891호 및 제 5,523,193호와 PCT 특허 출원 공개 번호 WO 98/38597 및 WO 98/33096에 개시되어 있으며, 이들 특허 및 공개 특허의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 원용된다.

[0385] - 프로그램가능한 LCD 어레이. 이러한 구성의 예는 미국 특허 제 5,229,872호에 제공되어 있으며, 이 특허의 전체 내용은 참조에 의해 본 명세서에 원용된다.

[0386] 리소그래피 장치는 하나 이상의 패턴링 디바이스, 예를 들어 하나 이상의 콘트라스트 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이러한 장치는 서로에 대해 독립적으로 제어되는 개별적으로 제어가능한 요소의 복수의 어레이를 가질 수 있다. 이러한 구성에서, 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이 중 몇몇 또는 모두는 공통의 조명 시스템(또는 조명 시스템의 일부), 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이에 대한 공통의 지지 구조 및/또는 공통의 투영 시스템(또는 투영 시스템의 일부) 중 적어도 하나를 가질 수 있다.

[0387] 마찬가지로, 기관 상에 실제로 생성된 패턴은 개별적으로 제어가능하다하다 요소의 어레이 상에 어떠한 한 순간에 형성된 패턴에 일치하지 않을 수 있다. 유사하게, 기관 상에 최종적으로 생성되는 패턴은, 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이 상에 어느 일 순간에 형성된 패턴에도 대응하지 않을 수 있다. 기관의 각 부분에 형성된

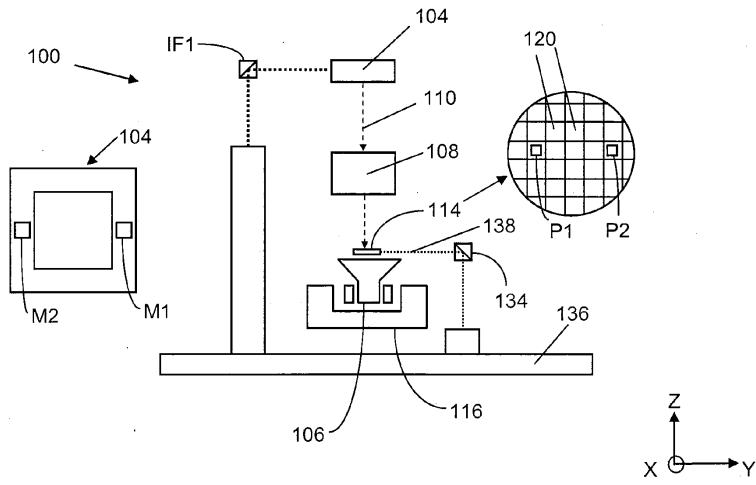
최종 패턴이 주어진 기간 또는 주어진 횟수의 노광에 걸쳐 형성되는 구성에서 그러할 수 있고, 이러한 주어진 기간 또는 주어진 횟수의 노광 중에 개별적으로 제어가능한 요소의 어레이 상의 패턴 및/또는 기관의 상대적인 위치가 변화하게 된다.

- [0388] 투영 시스템 및/또는 조명 시스템은, 방사선 빔을 지향하거나 형태를 형성하거나 제어하기 위해 다양한 유형의 광 컴포넌트들, 예컨대 굴절형, 반사형, 자기형, 전자기형, 정전형, 또는 다른 유형의 광 컴포넌트들, 또는 그들의 조합을 포함할 수 있다.
- [0389] 리소그래피 장치는 2개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블(및/또는 2개 이상의 패턴링 디바이스 테이블)을 갖는 유형의 것일 수 있다. 그러한 "다중 스테이지" 기계에서, 부가적인 테이블(들)은 평행하게 사용될 수 있으며, 또한 하나 이상의 다른 테이블들이 노광을 위해 사용되고 있는 동안 준비 단계들이 하나 이상의 테이블 상에 수행될 수 있다.
- [0390] 리소그래피 장치는 또한, 투영 시스템과 기관 사이의 공간을 채우기 위해 기관의 적어도 일부분이 상대적으로 높은 굴절률을 가진 "액침액(immersion liquid)", 예컨대 물에 의해 덮힐 수 있는 유형일 수 있다. 액침액은 또한 예컨대 패턴링 디바이스와 투영 시스템 사이와 같은 리소그래피 장치 내의 다른 공간에도 가해질 수 있다. 액침 기술은 투영 시스템의 개구수(NA)를 증가시키기 위해 이용된다. 본 명세서에 사용된 바와 같은 "액침"이라는 용어는, 기관과 같은 구조체가 액체에 잠겨져야 하는 것을 의미하지 않고, 그보다는 노광 동안에 투영 시스템과 기관 사이에 액체가 위치된다는 것을 의미한다.
- [0391] 또한, 리소그래피 장치는 유체와 기관의 조사된(irradiated) 부분간의 상호작용을 허용하기 위해(예컨대, 기관에 화학약품을 선택적으로 부착하기 위해 또는 기관의 표면 구조체를 선택적으로 개질시키기 위해) 유체 처리 셀(fluid processing cell)이 제공될 수 있다.
- [0392] 일 실시예에서, 기관은 실질적으로 원형의 형상을 가지며, 필요한 경우 그 둘레의 일부를 따라 노치 및/또는 평탄화된 에지를 갖는다. 일 실시예에서, 기관은 예컨대 직사각형의 형상과 같은 다각형의 형상을 갖는다. 일 실시예에서, 기관이 실질적으로 다각형의 형상을 갖는 실시예는, 기관의 직경이 적어도 25mm, 예컨대 적어도 50mm, 적어도 75mm, 적어도 100mm, 적어도 125mm, 적어도 150mm, 적어도 175mm, 적어도 200mm, 적어도 250mm, 또는 적어도 300mm인 실시예를 포함한다. 일 실시예에서, 기관은 기껏해야 500mm, 기껏해야 400mm, 기껏해야 350mm, 기껏해야 300mm, 기껏해야 250mm, 기껏해야 200mm, 기껏해야 150mm, 기껏해야 100mm, 또는 기껏해야 75mm의 직경을 갖는다. 기관이 예컨대 직사각형과 같은 다각형인 실시예는, 기관의 하나 이상의 측면, 예컨대 적어도 2개의 측면 또는 적어도 3개의 측면이 적어도 5cm, 예컨대 적어도 25cm, 적어도 50cm, 적어도 100cm, 적어도 150cm, 적어도 200cm, 또는 적어도 250cm의 길이를 갖는 실시예를 포함한다. 일 실시예에서, 기관의 하나 이상의 측면은 기껏해야 1000cm, 예컨대 기껏해야 750cm, 기껏해야 500cm, 기껏해야 350cm, 기껏해야 250cm, 기껏해야 150cm, 또는 기껏해야 75cm의 길이를 갖는다. 일 실시예에서, 기관은 약 250 - 350cm의 길이와 약 250 - 300cm의 폭을 갖는 직사각형 기관이다. 기관의 두께는 바뀔 수 있으며, 어느 정도까지든 예컨대 기관 재료 및/또는 기관 치수에 좌우될 수 있다. 일 실시예에서, 두께는 적어도 50 μ m, 예컨대 적어도 100 μ m, 적어도 200 μ m, 적어도 300 μ m, 적어도 400 μ m, 적어도 500 μ m, 또는 적어도 600 μ m이다. 일 실시예에서, 기관의 두께는 기껏해야 5000 μ m, 예컨대 기껏해야 3500 μ m, 기껏해야 2500 μ m, 기껏해야 1750 μ m, 기껏해야 1250 μ m, 기껏해야 1000 μ m, 기껏해야 800 μ m, 기껏해야 600 μ m, 기껏해야 500 μ m, 기껏해야 400 μ m, 또는 기껏해야 300 μ m이다. 본 명세서에서 언급되는 기관은 노광 전후에 예컨대 트랙(전통적으로 기관에 레지스트층을 도포하고, 노광된 레지스트를 현상하는 장치)에서 처리될 수 있다. 기관의 특성은 예컨대 계측 장치 및/또는 검사 장치에서 노광 전에 또는 노광 후에 측정될 수 있다.
- [0393] 일 실시예에서, 레지스트층이 기관 상에 제공된다. 일 실시예에서, 기관은 웨이퍼, 예를 들어 반도체 웨이퍼이다. 일 실시예에서, 웨이퍼 재료는 Si, SiGe, SiGeC, SiC, Ge, GaAs, InP 및 InAs로 이루어진 그룹에서 선택된다. 일 실시예에서, 웨이퍼는 III/V족 화합물 반도체 웨이퍼이다. 일 실시예에서, 웨이퍼는 실리콘 웨이퍼이다. 일 실시예에서, 기관은 세라믹 기관이다. 일 실시예에서, 기관은 유리 기관이다. 유리 기관은, 예를 들어 평판 디스플레이 및 액정 디스플레이 패널의 제조에 유용할 수 있다. 일 실시예에서, 기관은 플라스틱 기관이다. 일 실시예에서, 기관은 투명하다(사람의 육안에 대하여). 일 실시예에서, 기관은 유색이다(colored). 일 실시예에서, 기관은 색상을 갖지 않는다.
- [0394] 일 실시예에서, 패턴링 디바이스(104)가 기관(114) 위에 있는 것으로 설명되고 및/또는 도시되어 있지만, 그 대신 또는 그에 추가하여 기관이 기관(114) 아래에 위치될 수 있다.

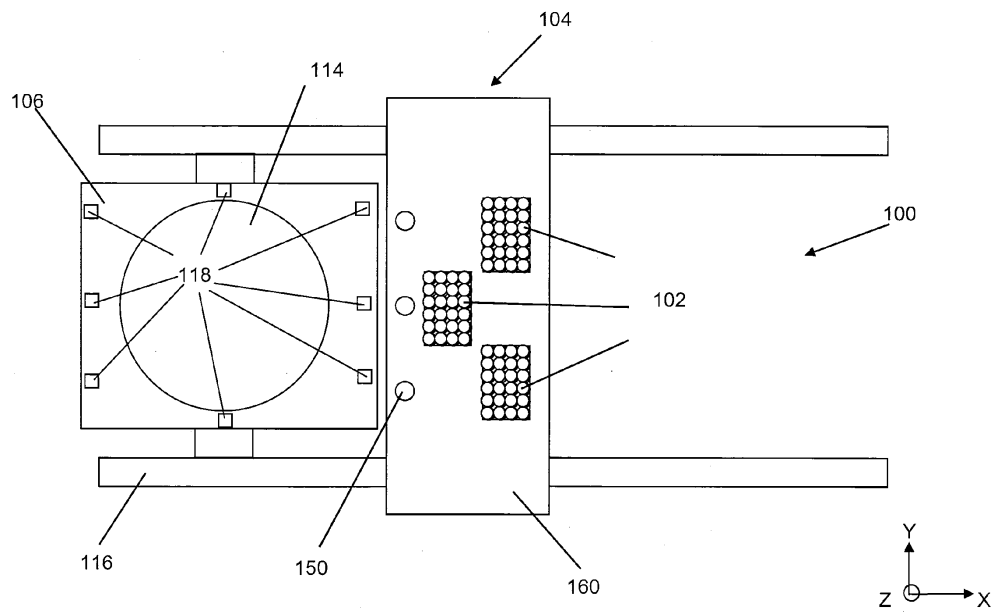
- [0395] 114. 또한 일 실시예에서, 패터닝 디바이스(104) 및 기관(114)은 나란히 위치할 수 있고, 예를 들어 패터닝 디바이스(104) 및 기관(114)은 수직으로 연장되고, 패턴은 수평으로 투영된다. 일 실시예에서, 패터닝 디바이스(104)는 기관(114)의 2개 이상의 반대 측면을 노광하도록 제공된다.
- [0396] 예컨대, 적어도 기관(114)의 각각의 반대 측면 상에 이들 측면을 노광하기 위해 2개 이상의 패터닝 디바이스(104)가 제공될 수 있다. 일 실시예에서, 기관(114)의 하나의 측면을 투영하기 위한 하나의 패터닝 디바이스(104)와 하나의 패터닝 디바이스(104)로부터의 패턴을 기관(114)의 또 다른 측면 상으로 투영하기 위한 적합한 광학장치(예컨대, 빔 지향 미러)가 있어도 된다.
- [0397] 본 명세서에서의 설명에 있어서, "렌즈"라는 용어는 일반적으로 언급되는 렌즈와 동일한 기능을 제공하는 굴절식, 반사식, 및/또는 회절식 광 요소들을 포함하는 것으로서 이해되어야 한다. 예컨대, 이미징 렌즈는 광 파워를 갖는 종래의 굴절식 렌즈의 형태, 광 파워를 갖는 슈바르츠실트 반사식 시스템(Schwarzschild reflective system)의 형태, 및/또는 광 파워를 갖는 존 플레이트(zone plate)의 형태로 구현될 수 있다. 더욱이, 이미징 렌즈는 수렴된 빔을 발생하는 작용을 갖는 non-이미징(non-imaging) 광학장치를 포함할 수 있다.
- [0398] 비록 본 발명의 특정한 실시예가 위에서 설명되었지만, 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예컨대, 본 발명의 실시예는 위에서 개시된 바와 같은 방법을 기술하는 기계 관독 가능한 명령어들의 하나 이상의 시퀀스들을 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되는 데이터 저장 매체(예컨대, 반도체 메모리, 자기 디스크 또는 광디스크)의 형태를 취할 수 있다.
- [0399] 나아가, 본 발명은 특정 실시예 및 예시의 문맥에서 개시되었지만, 통상의 기술자라면, 본 발명은 특정하게 개시된 실시예를 넘어 다른 대안적인 실시예 및/또는 본 발명의 용도 및 명백한 수정에 및 균등물까지 확장된다는 점을 이해할 것이다. 부가적으로, 본 발명의 수많은 변형예가 상세히 도시 및 기술되었지만, 본 개시내용에 기초하여 본 발명의 범위 내에 있는 다른 수정예가 통상의 당업자에게 자명할 것이다. 예컨대, 실시예의 특정한 특징부 및 양태의 다양한 조합 또는 부분 조합이 이루어질 수 있고, 이 또한 본 발명의 범위 내에 있다는 것이 고찰된다. 이에 따라, 개시된 실시예의 다양한 특징부 및 양태가 개시된 발명의 다양한 모드를 형성하기 위해 서로 조합되거나 대체될 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 예컨대, 일 실시예에서, 예컨대 백업 시스템을 제공하거나 갖기 위해, 이동가능한 개별적으로 제어가능한 요소가, 개별적으로 제어가능한 요소의 이동가능하지 않은 어레이와 조합될 수 있다. 일 실시예에서, PCT 특허 출원 공개 번호 WO 2010/032224 A2, 미국 특허 출원 공개 번호 2011-0188016, 미국 특허 출원 번호 61/473636, 및 미국 특허 출원 번호 61/524190에 개시된 특징부 및 양태 중의 하나 이상이 본 명세서에 개시된 특징부 또는 양태의 하나 이상과 조합되거나 대체될 수 있으며, 이들 공개 특허 및 특허 출원은 그 전체 내용이 참조에 의해 본 명세서에 원용된다.
- [0400] 그러므로, 비록 본 발명의 실시예가 위에서 설명되었지만, 이들은 단지 예로서 제공된 것으로 본 발명을 한정하는 것이 아니라는 것이 이해되어야 한다. 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고서도 형태 및 세부 구성에 있어서의 다양한 변경이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 그러므로, 본 발명의 근본 요지 및 범위는 전술한 예시 실시예의 어떠한 것에 의해서도 한정되어서는 안 되며, 후속하는 특허청구범위 및 그 균등물에 따라서만 정해져야 한다.

도면

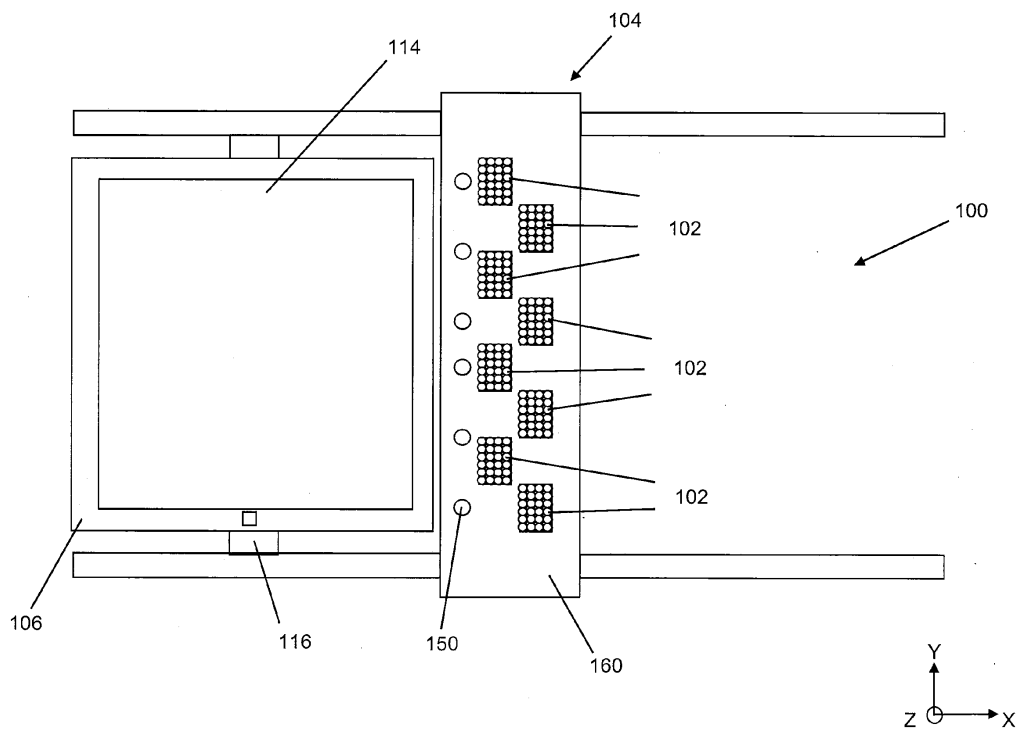
도면1



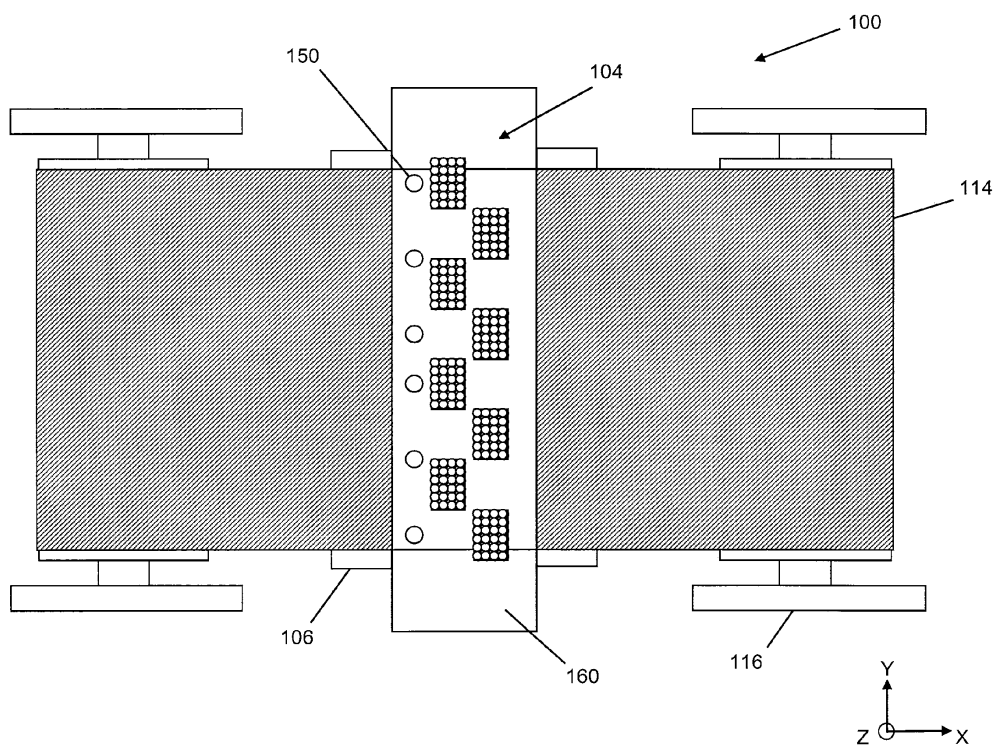
도면2



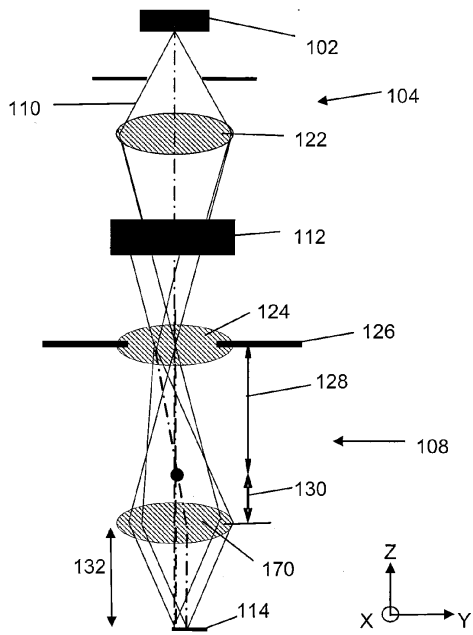
도면3



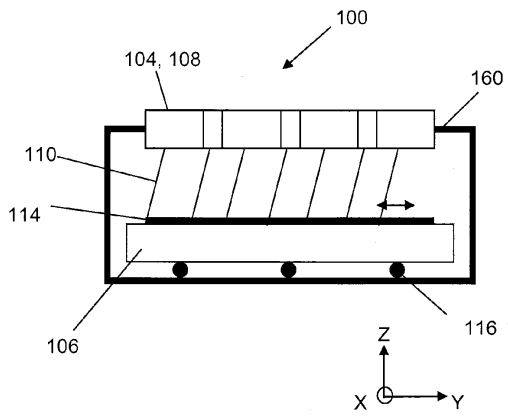
도면4



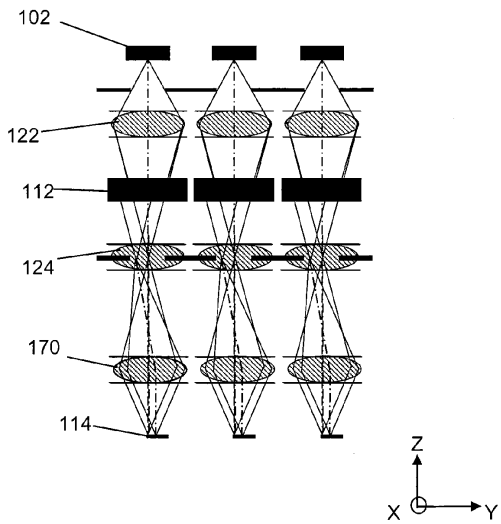
도면5



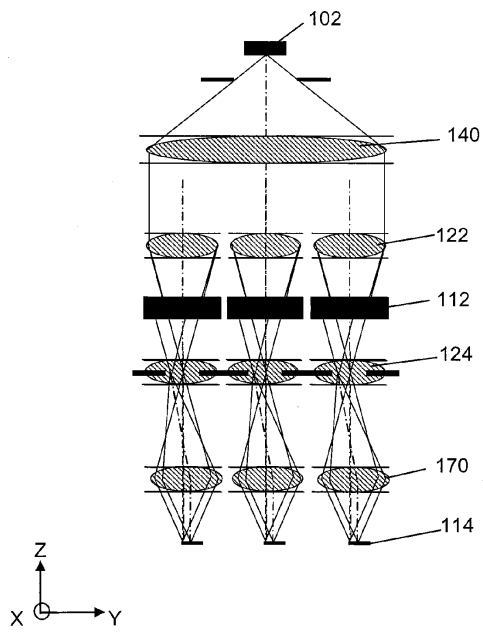
도면6



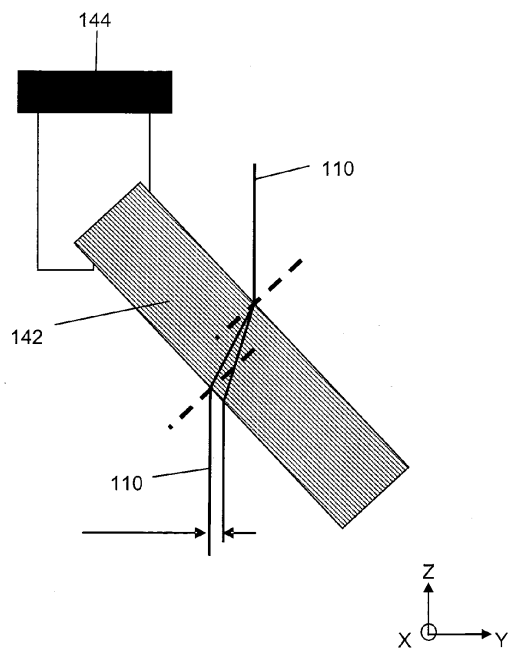
도면7



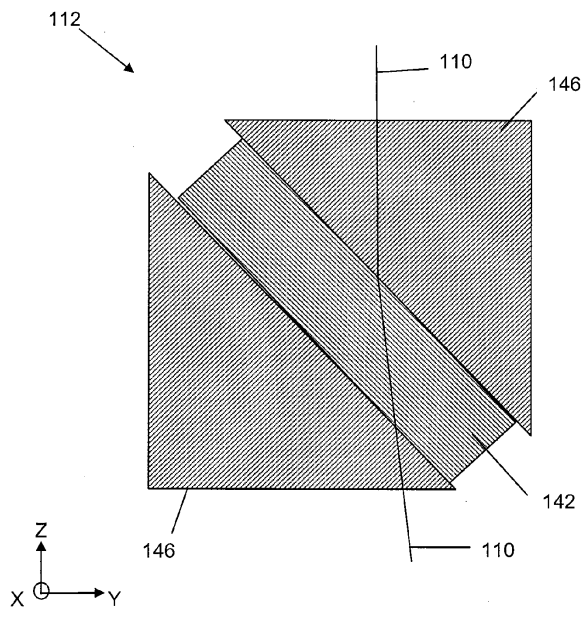
도면8



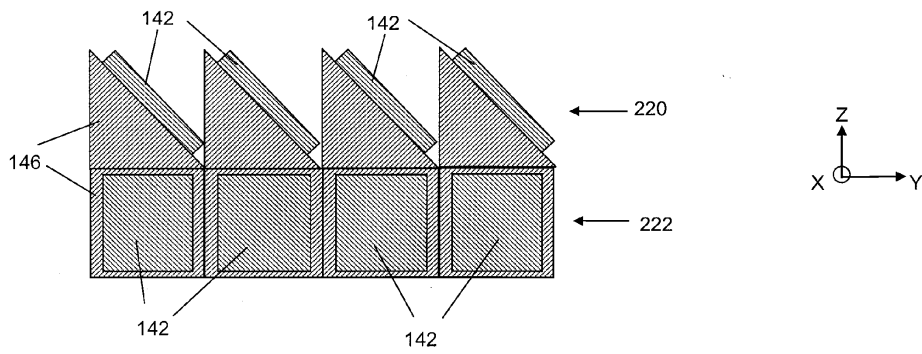
도면9



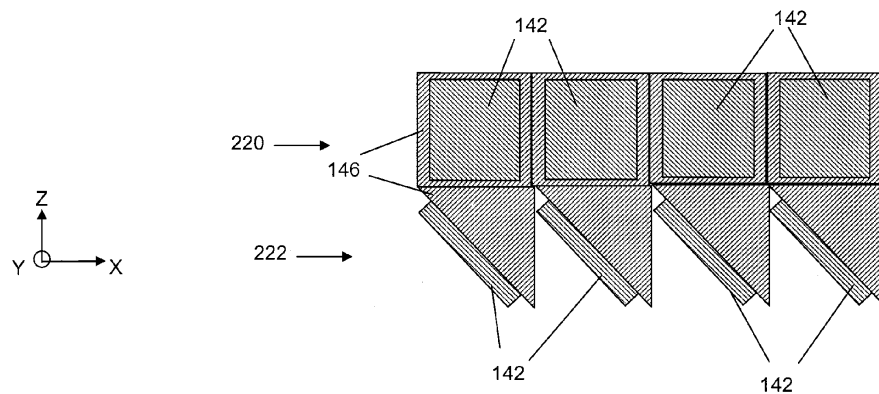
도면10a



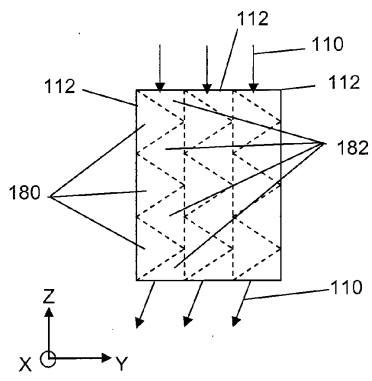
도면10b



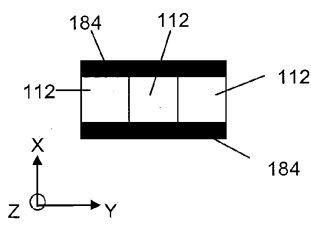
도면10c



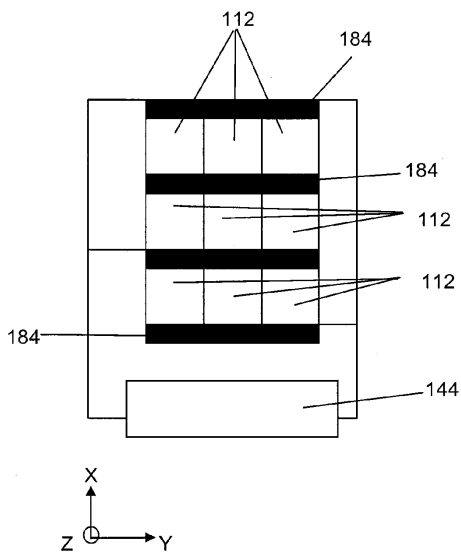
도면11



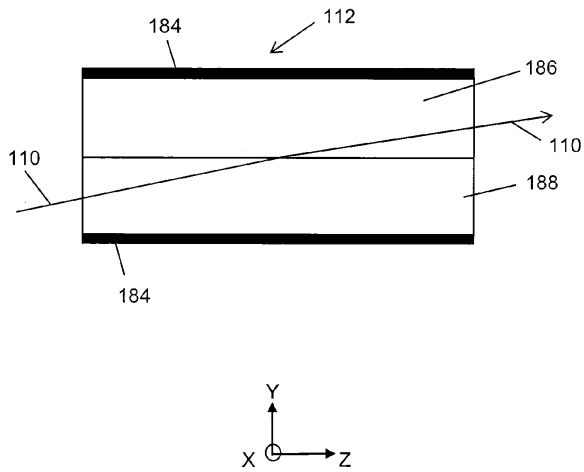
도면12



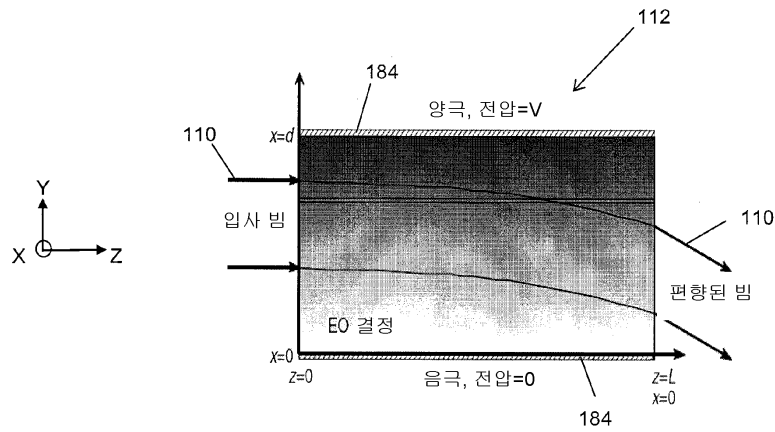
도면13



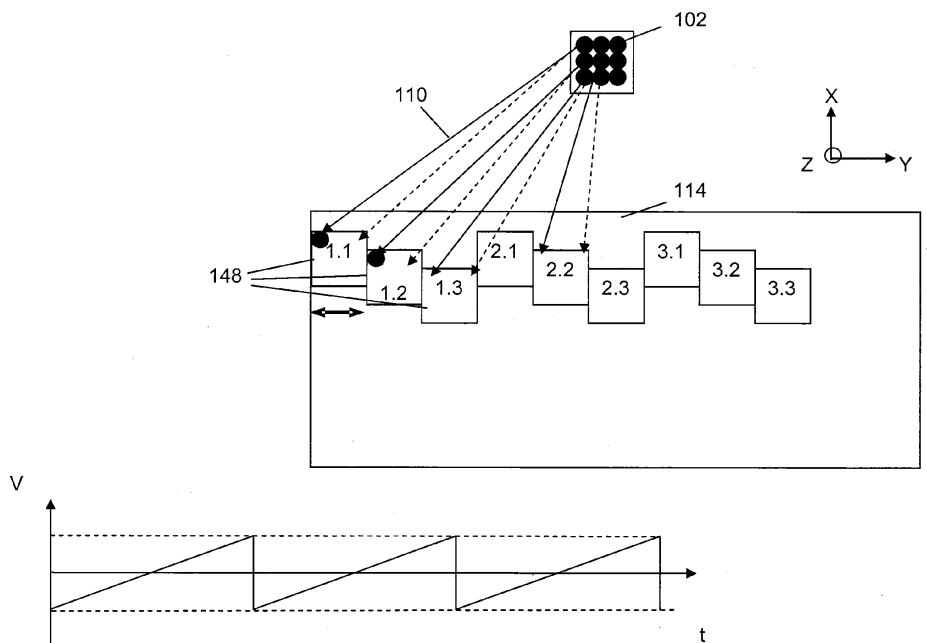
도면14



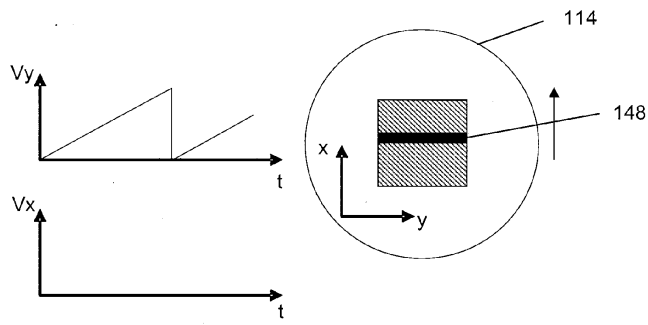
도면15



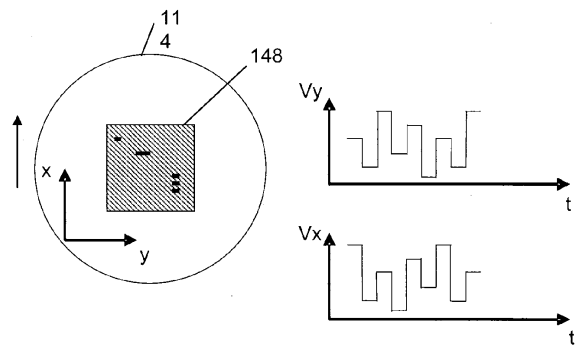
도면16



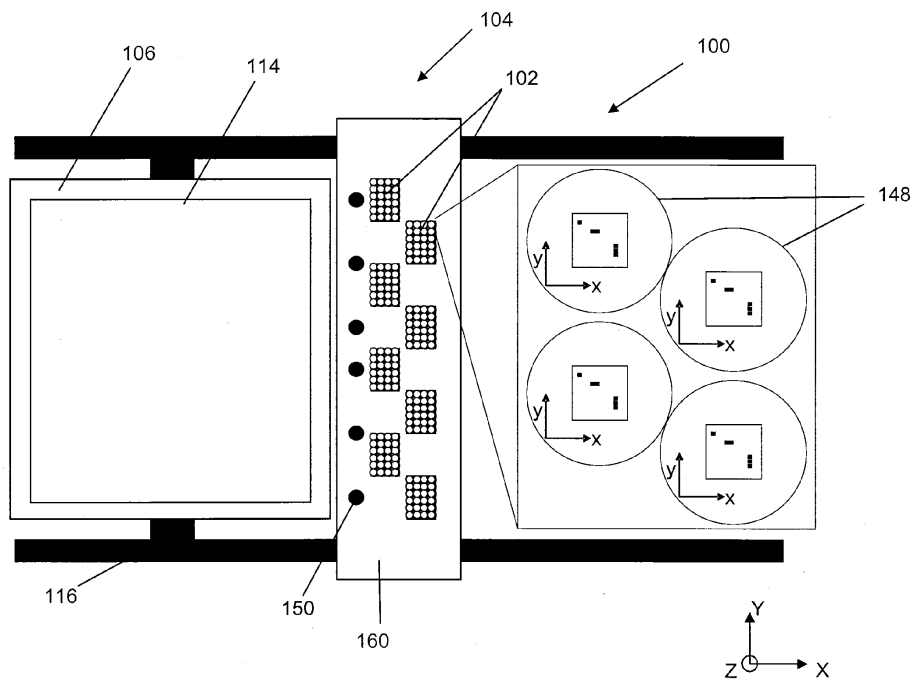
도면17



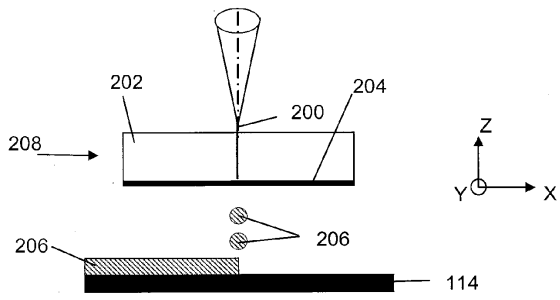
도면18



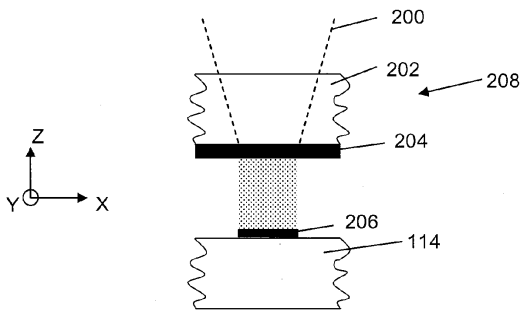
도면19



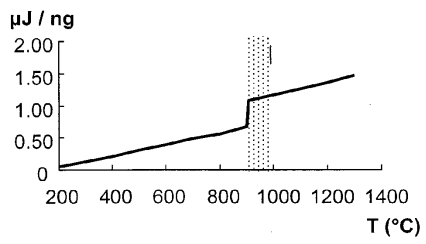
도면20



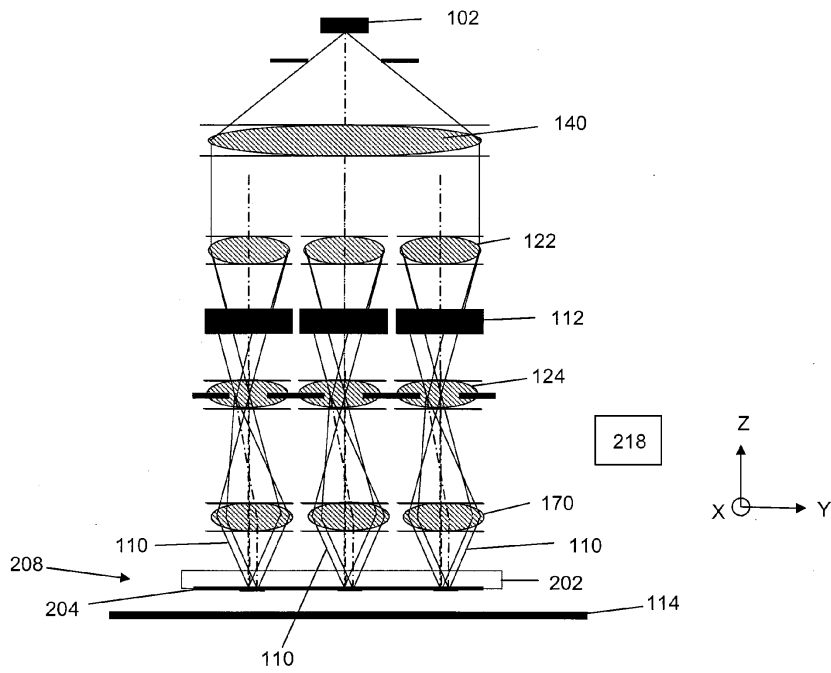
도면21



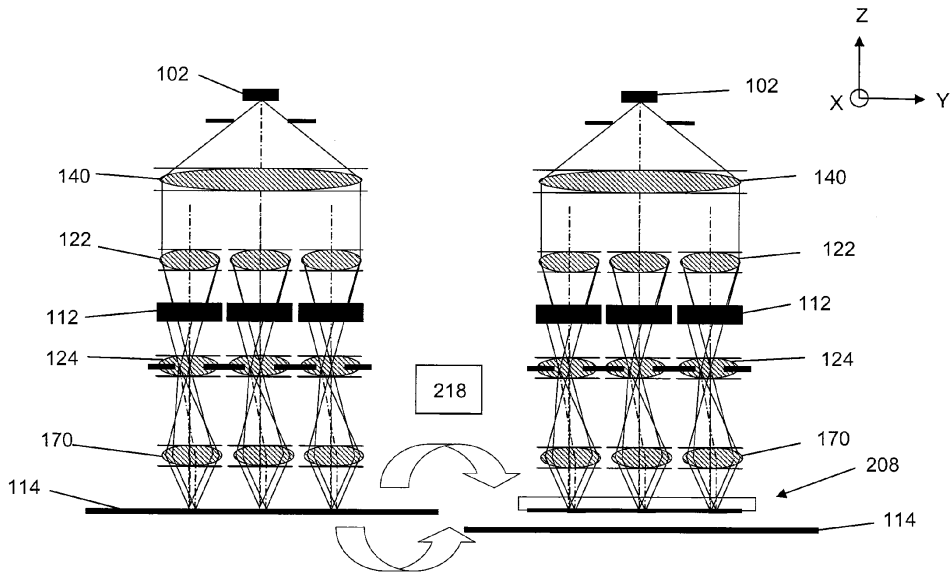
도면22



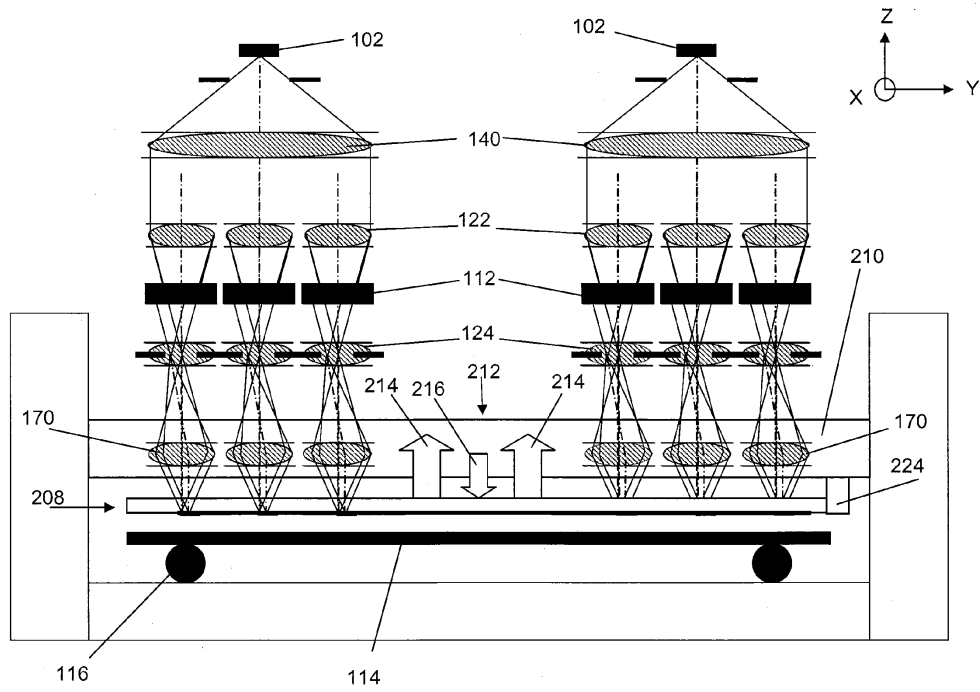
도면23



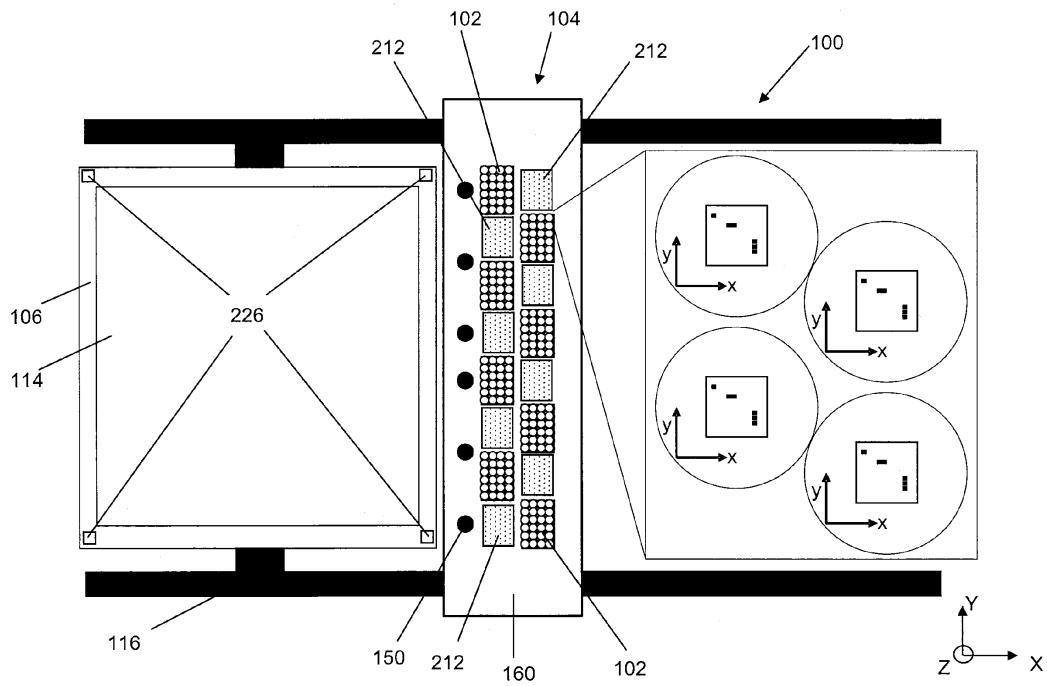
도면24



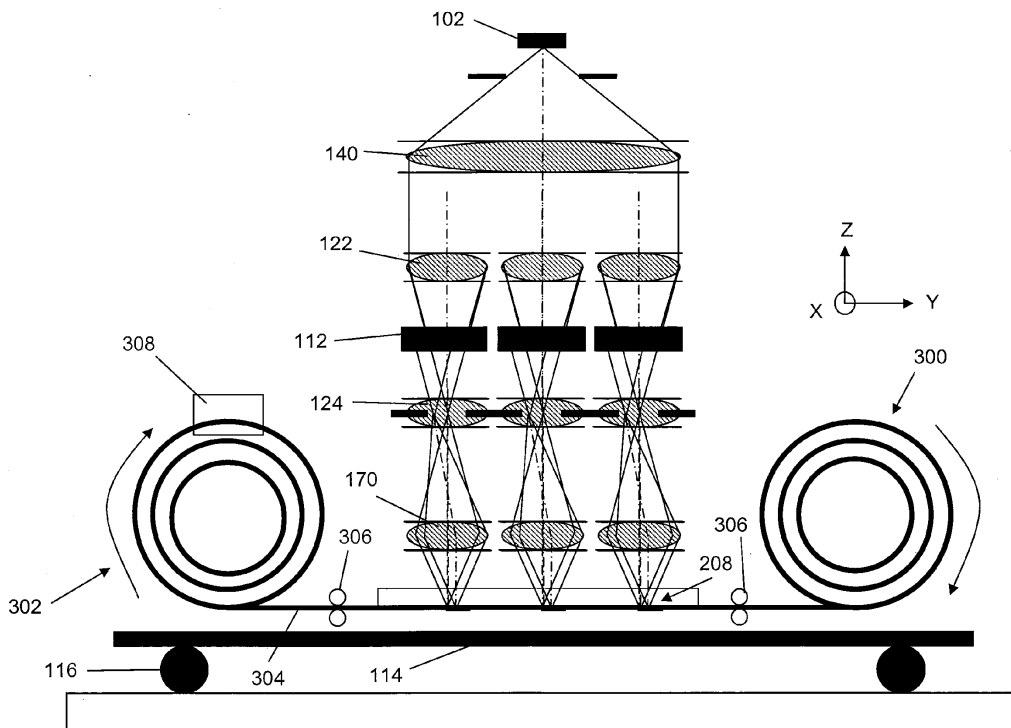
도면25



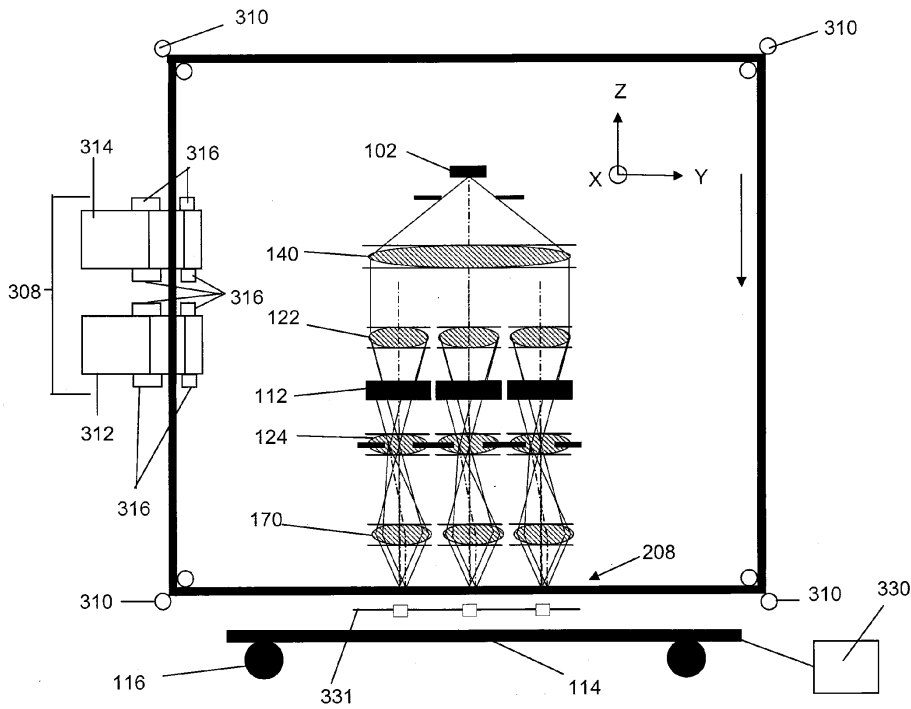
도면26



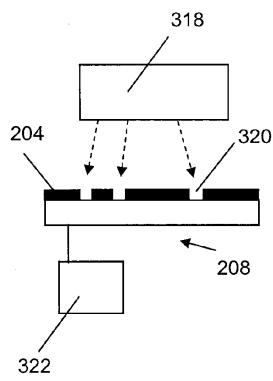
도면27



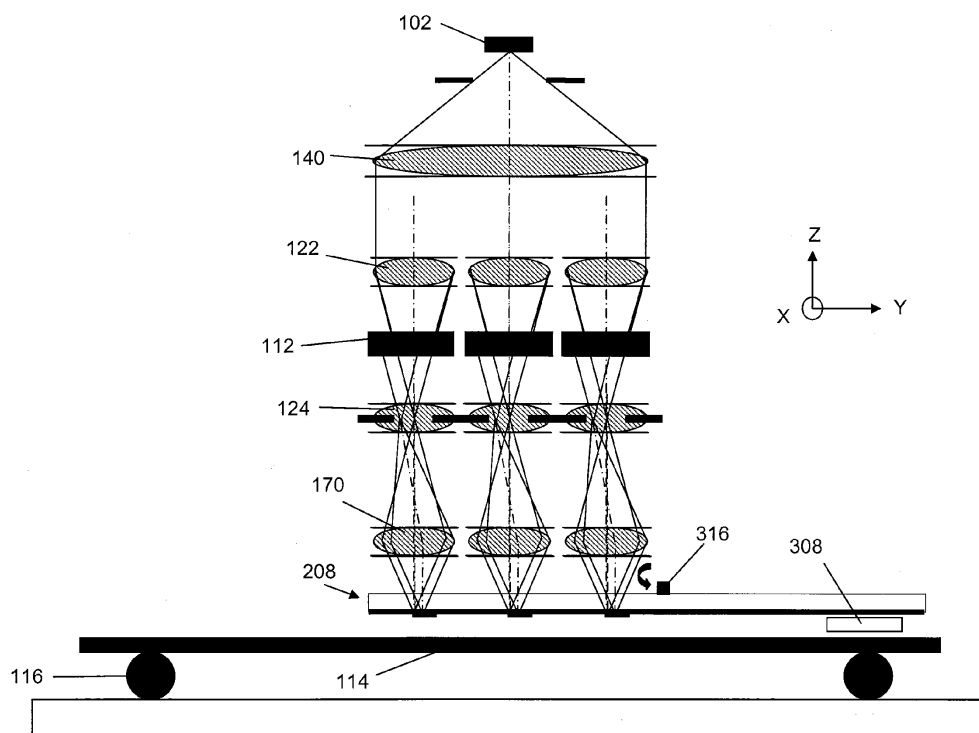
도면28



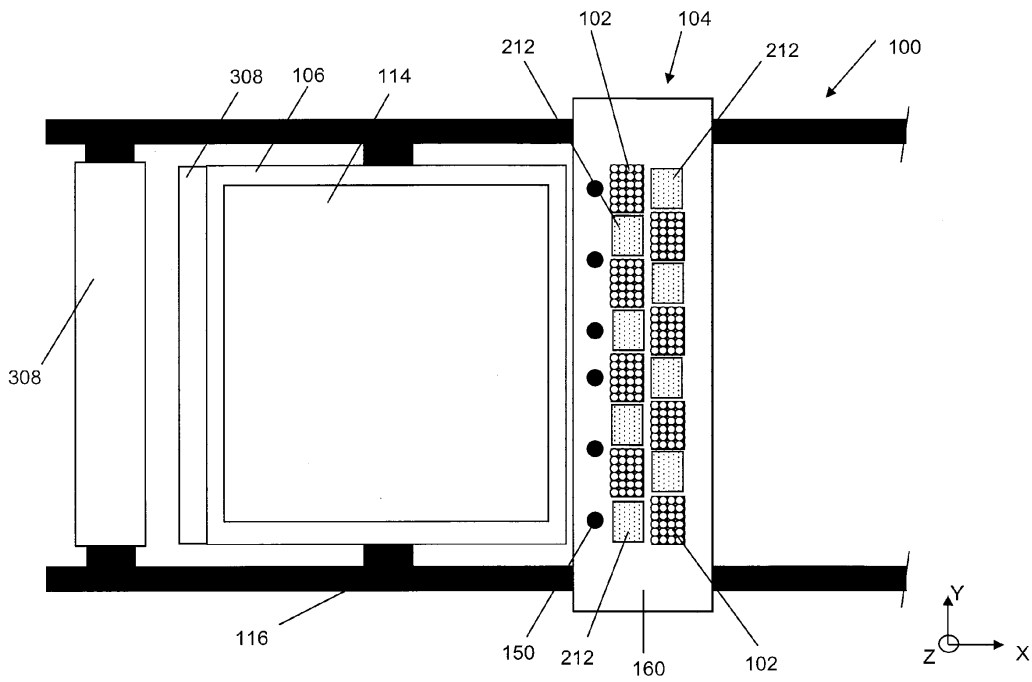
도면29



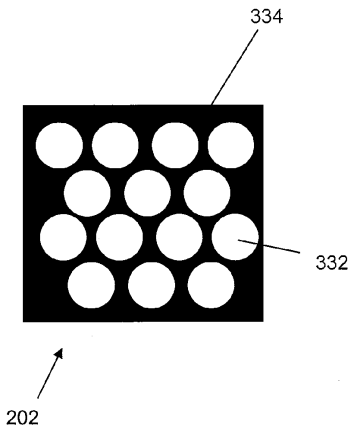
도면30



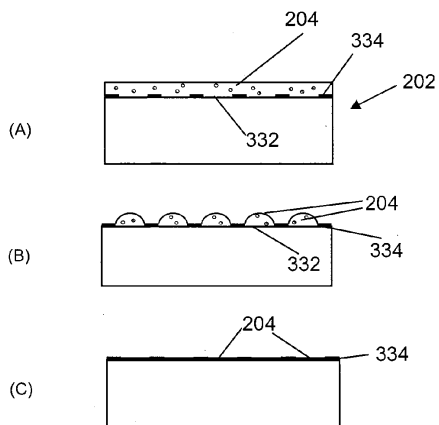
도면31



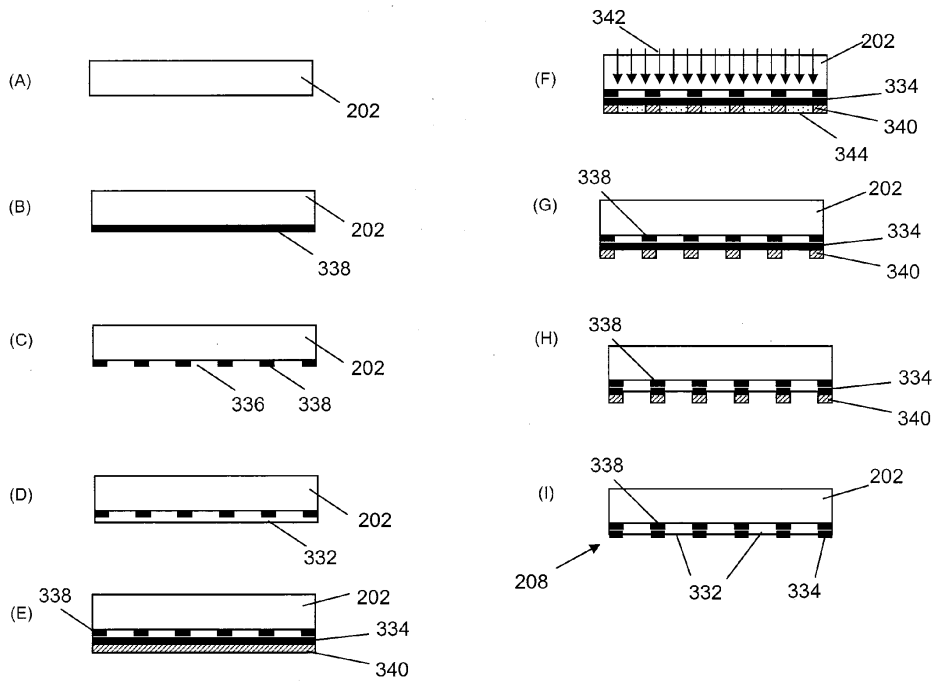
도면32



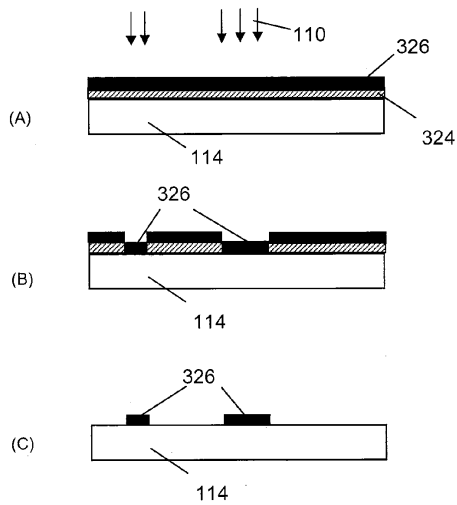
도면33



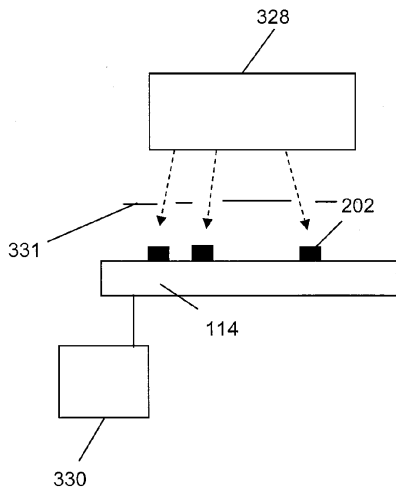
도면34



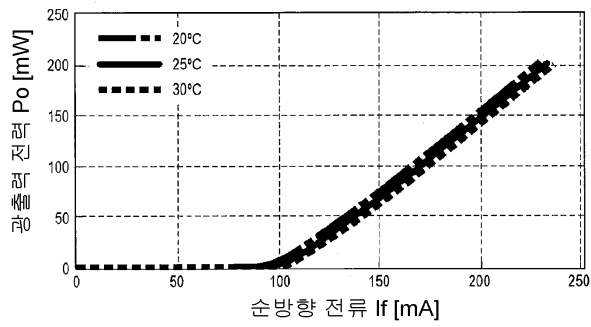
도면35



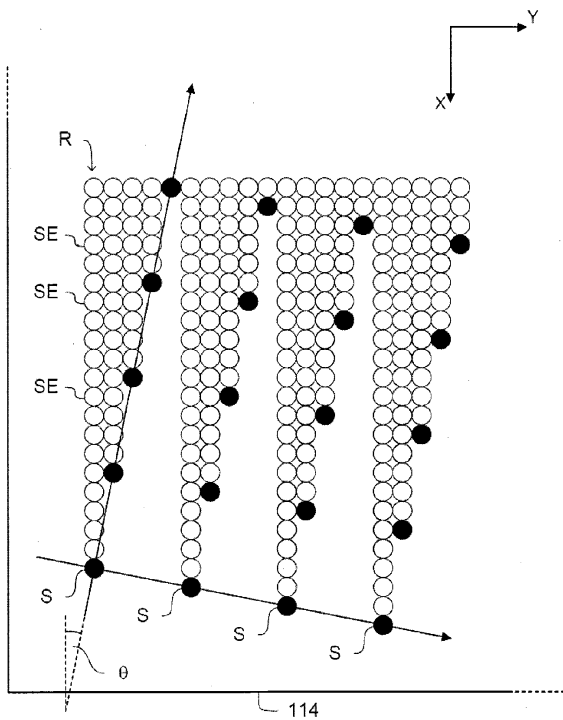
도면36



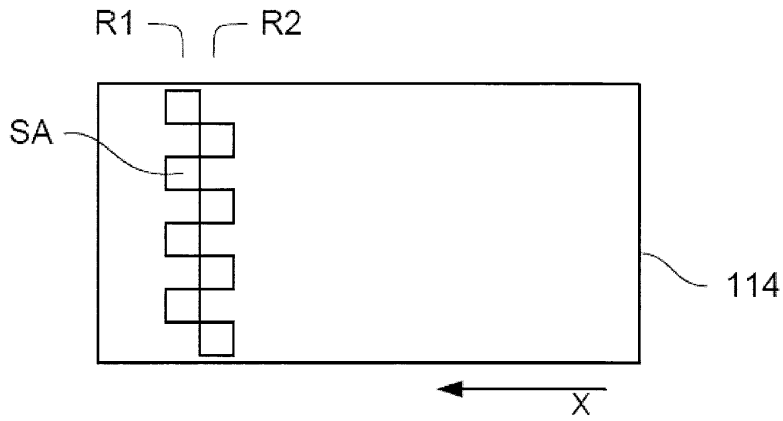
도면37



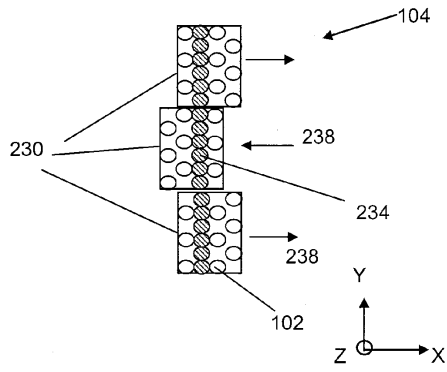
도면38



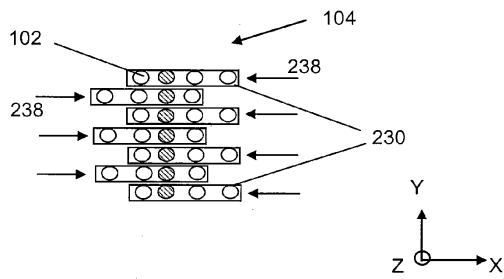
도면39



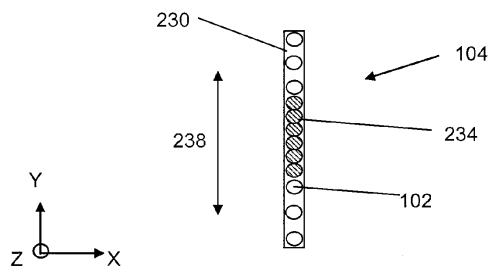
도면40a



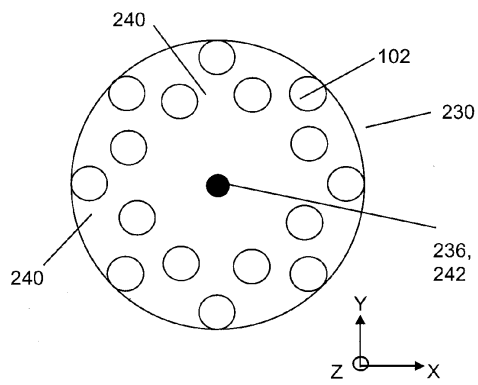
도면40b



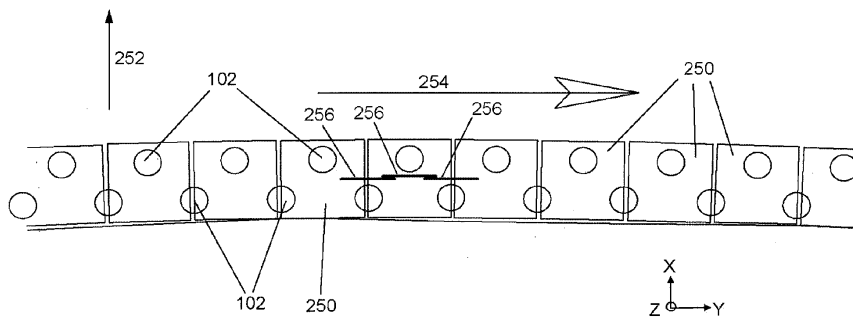
도면40c



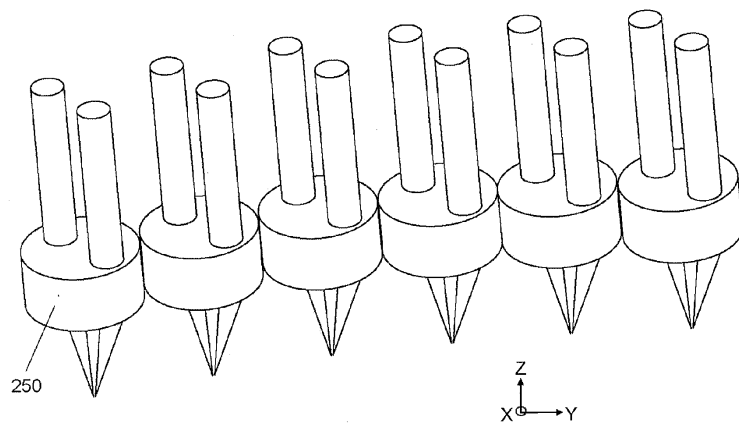
도면40d



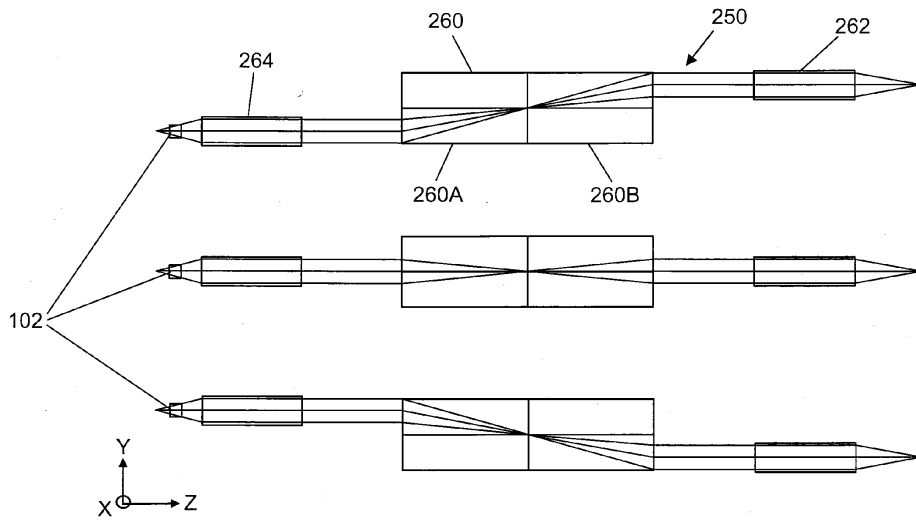
도면41



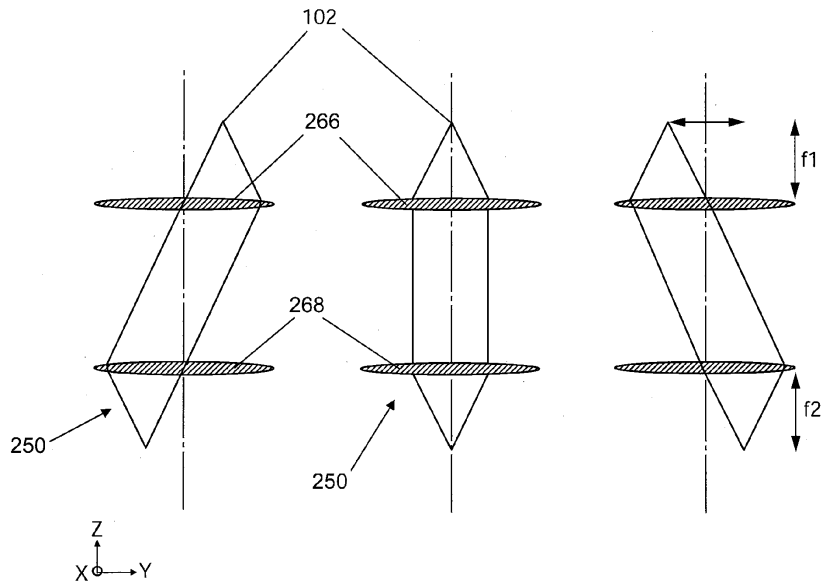
도면42



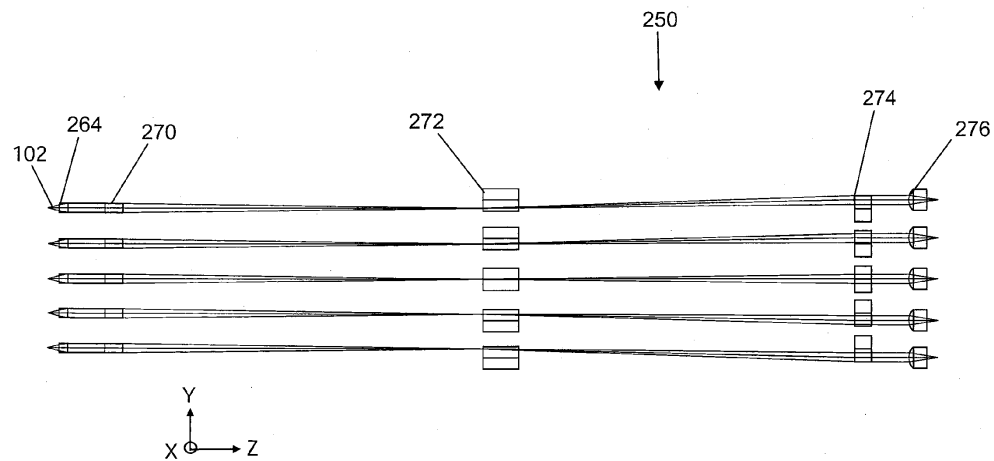
도면43



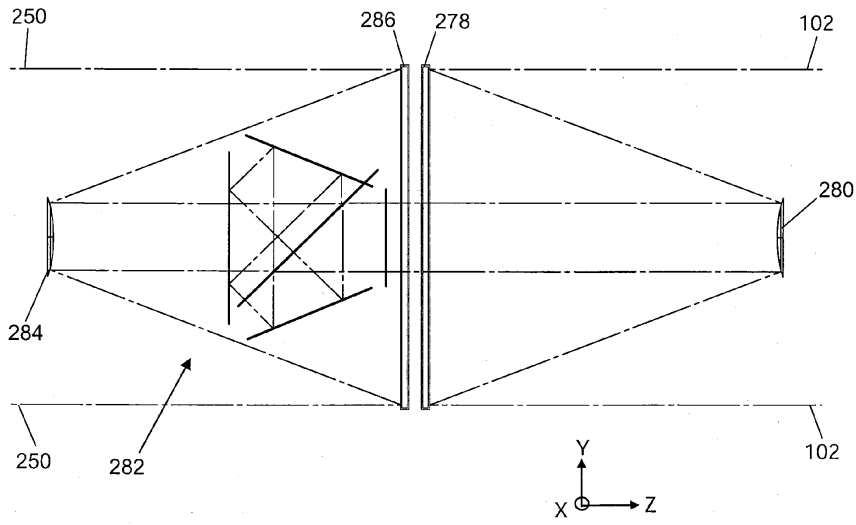
도면44



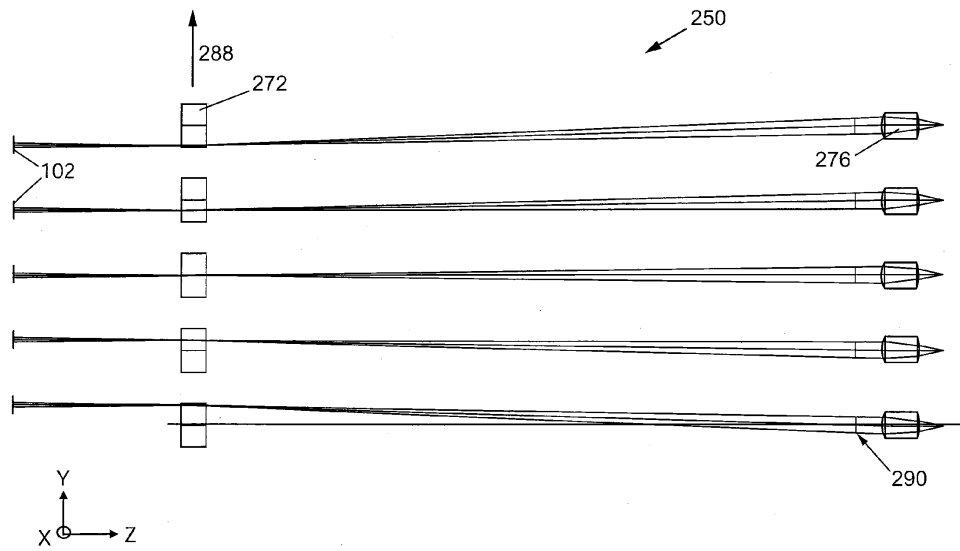
도면45



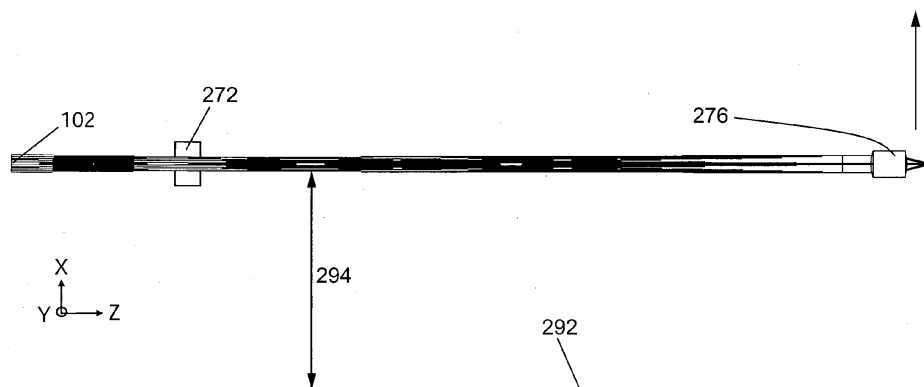
도면46



도면47



도면48



도면49

