



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2007-0101813
 (43) 공개일자 2007년10월17일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027(2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0036391

(22) 출원일자 2007년04월13일

심사청구일자 2007년04월13일

(30) 우선권주장

11/403,194 2006년04월13일 미국(US)

(71) 출원인

에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.

네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501

(72) 발명자

비세르, 후이베르트

네덜란드 엔엘-2761 익스요트 첸베후이첸 하제벨트 16

바젤만스 요한네스 야코부스 마테우스

네덜란드 엔엘-5688 게게 오이르쇼트 데 크루이크 1

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

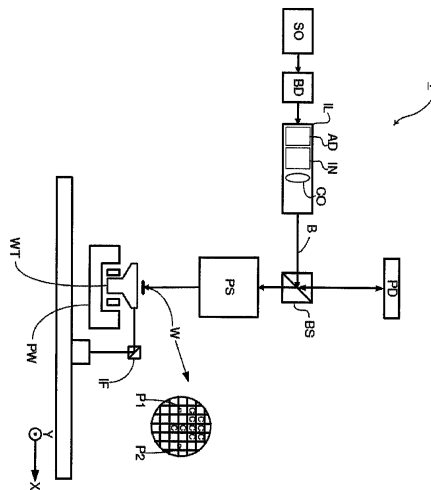
전체 청구항 수 : 총 43 항

(54) 간섭 패턴들을 감소시키기 위해 회절 광학기에 대해 빔을이동시키는 방법

(57) 요약

간섭 또는 스펙클 패턴들이 실질적으로 제거되도록, 적어도 부분 간섭성 빔으로부터 가간섭성 빔들을 형성하기 위한 시스템 및 방법이 사용된다. 회전 광학 요소는 부분 간섭성 빔을 지향시켜 각도 분포 변화 요소로부터 반사 시킴으로써 가간섭성 빔을 형성한다. 상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소의 회전을 통해 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향될 수 있다. 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

데 야거, 피에터 빌렘 헤어만

네덜란드 엔엘-3063 테베 로테르담 부이텐마싱베크
142

빈크, 헨리 요한네스 페트루스

네덜란드 엔엘-2548 베게 덴 하크 고트란드 22

특허청구의 범위

청구항 1

적어도 부분 간섭성 빔을 생성하는 방사선 소스;

각도 분포 변화 요소; 및

(a) 상기 방사선 소스로부터 상기 부분 간섭성 빔을 수용하고, (b) 상기 수용된 부분 간섭성 빔을 지향시켜 상기 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성하도록 구성된 회전 광학 요소를 포함하고, 상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소의 회전 속력에 기초하여 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향되며, 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는, 확산기(diffuser), 또는 확산기 및 반사 디바이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 확산기는 습식 에칭된 또는 홀로그래피 확산기(holographic diffuser)를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는, 회절 광학 요소, 또는 회절 광학 요소 및 반사 디바이스를 포함하는 것으로 하는 시스템.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는, 굴절 광학 요소, 굴절 광학 요소 및 렌즈, 또는 굴절 광학 요소 및 반사 디바이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는, 존 렌즈(zone lens), 프레넬 존 렌즈(Fresnel zone lens), 존 플레이트(zone plate), 또는 프레넬 존 플레이트 또는 반사 디바이스 및 존 렌즈, 프레넬 존 렌즈, 존 플레이트, 또는 프레넬 존 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 회전 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 회전 거울은 회전 다각형 거울을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
상기 회전 광학 요소는 압전 테이블(piezoelectric table)을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
상기 회전 광학 요소는 광-전기 변조기(opto-electric modulator)를 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
상기 각도 분포 변화 요소는 방사선의 상기 빔의 각도 분포를 증가시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 각도 분포 변화 요소는 광 출력(optical power)을 갖는 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 13

제 1 항에 있어서,
상기 회전 광학 요소는 광 출력을 갖는 반사 표면들을 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,
일루미네이터를 더 포함하고, 상기 회절 광학 요소는 상기 가간섭성 빔을 상기 일루미네이터로 지향시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 15

제 1 항에 있어서,
상기 회전 광학 요소는 상기 각도 분포 변화 요소로부터 일루미네이터, 광학 시스템 또는 패터닝 디바이스 상으로 상기 가간섭성 빔을 반사시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 16

리소그래피 시스템에 있어서,
방사선의 조명 빔을 생성하는 조명 시스템을 포함하고, 상기 조명 시스템은:

방사선 소스,

회전 광학 요소, 및

각도 분포 변화 요소를 포함하며;

상기 방사선의 조명 빔을 패터닝하는 패터닝 디바이스; 및

상기 패터닝된 빔을 기관의 타겟부 상으로 투영하는 투영 시스템을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 (a) 상기 방사선 소스로부터 상기 부분 간섭성 빔을 수용하고, (b) 상기 수용된 부분 간섭성 빔을 지향시켜 상기 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성하도록 구성되며;

상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소의 회전 속력에 기초하여 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향되며, 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 상기 각도 분포 변화 요소로부터 상기 가간섭성 빔을 수용하도록 더 구성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 조명 시스템은:

일루미네이터를 더 포함하고, 상기 회전 광학 요소는 상기 가간섭성 빔을 상기 일루미네이터 상으로 지향시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 확산기, 습식 에칭된 확산기, 홀로그래피 확산기, 회절 광학 요소, 굴절 광학 요소, 존 렌즈, 프레넬 존 렌즈, 존 플레이트, 또는 프레넬 존 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 렌즈 또는 반사 디바이스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 회전 거울, 회전 다각형 거울, 압전 테이블 또는 광-전기 디바이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 23

제 16 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소 또는 상기 회전 광학 요소 중 1 이상은 광 출력을 갖는 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 시스템.

청구항 24

디바이스 제조 방법에 있어서,

(a) 회전 광학 요소를 사용하여, 적어도 부분 간섭성 빔을 지향시켜 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성하는 단계;

(b) 상기 가간섭성 빔으로부터 조명 빔을 형성하는 단계;

(c) 상기 조명 빔을 패터닝하는 단계; 및

(d) 상기 패터닝된 조명 빔을 기관의 타겟부 상으로 투영하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제

조 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

단계 (b)는 상기 가간섭성 빔을 다시 상기 회전 광학 요소 상으로 지향시켜 상기 조명 빔을 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 상기 가간섭성 빔을 일루미네이터 또는 광학 시스템 상으로 지향시켜 상기 조명 빔을 생성하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 27

제 24 항에 있어서,

상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소에 의해 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소들 상으로 지향되며, 상기 각도들을 시간의 함수로서 변동되는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 28

제 24 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소로서, 확산기, 습식 에칭된 확산기, 홀로그래피 확산기, 회절 광학 요소, 굴절 광학 요소, 존 렌즈, 프레넬 존 렌즈, 존 플레이트, 또는 프레넬 존 플레이트를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 29

제 28 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소 내에 반사 디바이스 또는 렌즈를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 30

제 24 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소로서, 회전 거울, 회전 다각형 거울, 압전 테이블 또는 광-전기 디바이스를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 31

제 24 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소 또는 상기 회전 광학 요소 중 1 이상에 광 출력을 갖는 반사 표면을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 32

가간섭성 출력 빔을 출력하는 레이저에 있어서,

적어도 부분 간섭성 빔을 생성하는 방사선 소스;

각도 분포 변화 요소; 및

(a) 상기 방사선 소스로부터 상기 부분 간섭성 빔을 수용하고, (b) 상기 수용된 부분 간섭성 빔을 지향시켜 상기 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 출력 빔을 형성하도록 구성된 회전 광학 요소를 포함하고,

상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소의 회전 속력에 기초하여 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향되며, 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동되는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 상기 각도 분포 변화 요소로부터 상기 가간섭성 빔을 수용하도록 더 구성되는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 확산기, 습식 에칭된 확산기, 홀로그래피 확산기, 회절 광학 요소, 굴절 광학 요소, 존 렌즈, 프레넬 존 렌즈, 존 플레이트, 또는 프레넬 존 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 35

제 34 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 렌즈 또는 반사 디바이스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 36

제 32 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 회전 거울, 회전 다각형 거울, 압전 테이블 또는 광-전기 디바이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 37

제 32 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소 또는 상기 회전 광학 요소 중 1 이상은 광 출력을 갖는 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 38

가간섭성 조명 빔을 출력하는 일루미네이터에 있어서,

적어도 부분 간섭성 빔을 생성하는 방사선 소스;

각도 분포 변화 요소; 및

(a) 상기 방사선 소스로부터 상기 부분 간섭성 빔을 수용하고, (b) 상기 수용된 부분 간섭성 빔을 지향시켜 상기 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 조명 빔을 형성하도록 구성된 회전 광학 요소를 포함하고,

상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소의 회전 속력에 기초하여 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향되며, 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동되는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 회전 광학 요소는 상기 각도 분포 변화 요소로부터 상기 가간섭성 빔을 수용하도록 더 구성되는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

청구항 40

제 38 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 확산기, 습식 예칭된 확산기, 홀로그래피 확산기, 회절 광학 요소, 굴절 광학 요소, 존 렌즈, 프레넬 존 렌즈, 존 플레이트, 또는 프레넬 존 플레이트를 포함하는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

청구항 41

제 40 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소는 렌즈 또는 반사 디바이스를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

청구항 42

제 38 항에 있어서,

상기 회절 광학 요소는 회절 거울, 회절 다각형 거울, 압전 테이블 또는 광-전기 디바이스를 포함하는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

청구항 43

제 38 항에 있어서,

상기 각도 분포 변화 요소 또는 상기 회절 광학 요소 중 1 이상은 광 출력을 갖는 반사 표면을 포함하는 것을 특징으로 하는 일루미네이터.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 방사선 시스템들에 관한 것이다.
- <13> 리소그래피 장치는 기판 또는 기판의 일부분 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 평판 디스플레이(flat panel display), 집적 회로(IC) 및 미세 구조를 수반하는 다른 디바이스 제조시에 사용될 수 있다. 종래의 장치에서 마스크 또는 레티클이라고도 칭해질 수 있는 패턴링 디바이스는 평판 디스플레이(또는 다른 디바이스)의 개별 층에 대응하는 회로 패턴을 생성하는데 사용될 수 있다. 이 패턴은 기판 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트) 층 상으로의 이미징(imaging)에 의해 기판(예컨대, 유리판)의 전체 또는 일부분 상으로 전사될 수 있다.
- <14> 회로 패턴 대신에, 다른 패턴, 예를 들어 컬러 필터 패턴(color filter pattern) 또는 도트(dot)들의 매트릭스를 생성하기 위해 패턴링 디바이스가 사용될 수 있다. 마스크 대신에, 패턴링 디바이스는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이를 포함하는 패턴링 어레이를 포함할 수 있다. 이러한 시스템에서는 마스크 기반 시스템에 비해 더 빠르고 더 적은 비용으로 패턴이 변화될 수 있다.
- <15> 평판 디스플레이 기판은 통상적으로 직사각형 형상이다. 이러한 타입의 기판을 노광하도록 설계된 리소그래피 장치는 직사각형 기판의 전체 폭을 덮거나 그 폭의 일부분(예를 들어, 폭의 절반)을 덮는 노광 영역을 제공할 수 있다. 마스크 또는 레티클이 빔을 통해 동기적으로 스캐닝되면서, 노광 영역 밑에서 기판이 스캐닝될 수 있다. 이러한 방식으로, 패턴이 기판으로 전사된다. 노광 영역이 기판의 전체 폭을 덮는 경우, 노광은 단일 스캔으로 완료될 수 있다. 노광 영역이 예를 들어 기판 폭의 절반을 덮는 경우, 기판은 제 1 스캔 이후에 횡방향으로(transversely) 이동될 수 있으며, 기판의 잔여부를 노광하기 위해 통상적으로 또 다른 스캔이 수행된다.
- <16> 통상적으로, 리소그래피 시스템들은 조명 빔, 예를 들어 간섭성(coherent) 조명 빔 또는 부분 간섭성 조명 빔을 생성하기 위해 방사선 소스들로서 레이저들을 사용한다. 리소그래피 시스템을 통한 그 행정(travel) 시, 간섭성 조명 빔은 리소그래피 시스템 내의 구성요소들로부터 반사될 수 있으며, 이는 산란 광을 형성할 수 있다. 상기 산란 광은 간섭성 조명 빔과 간섭하여 이미지 내에, 예를 들어 스펙클 패턴(speckle pattern)을 유발할 수

있다. 간섭 패턴들은 통상적으로 먼 필드(예컨대, 퓨필 평면)에서 관측된다. 스펙클 패턴들은 기관상에 형성된 패턴에 오차들을 유발할 수 있으므로 바람직하지 않다. 스펙클 패턴들은 미세한 일시적 및 공간적 변동들을 겪게 하는 부분 간섭성 빔들의 상호 간섭에 의해 유발될 수 있다. 스펙클 패턴들은 때로는 간섭성 조명 빔의 잡음형 특성들이라고도 칭해진다. 또한, 각도 분포를 증가시키는 요소가 사용되는 경우에는 간섭성 빔의 다중 복사빔(multiple copy)들이 만들어지기 때문에 스펙클 패턴들이 유발될 수 있다. 간섭성 빔들의 (예를 들어, 횡방향 및 일시적) 간섭성 길이에 비해 간섭성 빔들 간의(예를 들어, 빔들의 생성과 빔들의 검출 간의) 광학 경로 차이가 작은 경우, 상기 간섭성 빔의 다중 복사빔들은 서로 간섭할 수 있다.

<17> 종래에는, 간섭 또는 스펙클 패턴들은 간섭성 빔으로부터 가간섭성 빔(incoherent beam)을 형성하는데 사용되는 레이저 다음에 위치된 회절 또는 굴절 광학 요소의 사용을 통해 보상되었다. 이러한 요소들은 때때로 "간섭성 소멸 요소(coherence busting element)"라고 칭해진다. 상기에 서술된 바와 같이, 가간섭성 빔은 간섭성 빔의 다중 복사빔들을 포함한다.

<18> 간섭성 빔의 가간섭성은 간섭성 조명 빔에 대한 광학 요소의 이동을 통해 더욱 향상될 수 있다. 광학 요소의 이동은 간섭성 빔의 각각의 복사빔들에 대한 위상 분포를 변화시키며, 이는 간섭성 빔의 각각의 복사빔들에 대한 회절 패턴을 변화시킨다. 모든 회절 패턴들의 통합(integrating)(예를 들어, 합산)을 통해, 균일한 광이 생성된다. 하지만, 광학 요소의 상당한 이동은 간섭 또는 스펙클 패턴들을 실질적으로 제거하도록 요구된다. 또한, 통상적으로 상당한 이동은 짧은 시간 주기, 예컨대 노광 시간 내에 행해져야 한다. 1000 Hz로부터 30 개의 펄스들이 사용되는 예시에서, 노광 시간은 약 30 μ s일 수 있다. 이 짧은 시간 주기의 상당한 이동은 높은 가속 또는 저크(jerk)들을 포함하여 리소그래피 시스템 내에서 큰 오실레이션(oscillation)을 초래할 수 있다. 높은 가속 및 저크들은 리소그래피 시스템에서 여러 가지 문제들을 유발할 것이다. 또한, 통상적으로 제한된 통합 시간, 예컨대 펄스 당 약 50 ns으로 인해, 빔에 대해 광학 요소를 충분히 이동시켜 간섭 또는 스펙클 패턴들을 실질적으로 제어하는 것이 거의 불가능할 수 있다.

<19> 간섭 또는 스펙클 패턴들을 보상하는 또 다른 방법은 각각의 노광 사이클 동안에 다수의 펄스들, 예컨대 60 개의 레이저 펄스들을 사용하는 것이다. 상이한 스펙클 패턴은 각각의 레이저 펄스로 인해 유도될 수 있다. 따라서, 다수의 펄스들의 사용을 통해, 스펙클 패턴들은 시간이 지남에 따라 평균화될 수 있다. 하지만, 최근의 리소그래피 시스템들은 레이저 펄스들의 수를 감소시켰고, 및/또는 각각의 노광 사이클 동안에 각각의 레이저 펄스의 지속기간을 감소시켰다. 공교롭게도, 각각의 노광 사이클 동안에 레이저 펄스들의 수를 감소시키는 것은 평균화 효과(averaging effect)가 생기는 것을 허용하지 않을 수 있다. 또한, 스펙클 패턴들의 보상을 허용하기 위해서, 감소된 레이저 펄스 지속기간 동안에 광학 요소를 허용가능한 양만큼 이동시키는 것은 어려울 수 있다.

<20> 그러므로, 더 적은 수의 레이저 펄스들 및/또는 감소된 지속기간의 레이저 펄스들이 각각의 노광 사이클 동안에 사용되는 경우에, 리소그래피 시스템에 영향을 주지 않으면서 간섭 또는 스펙클 패턴들을 실질적으로 제거하는 시스템 또는 방법이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21> 본 발명의 일 실시예에서, 방사선 소스, 각도 분포 변화 요소 및 회전 광학 요소를 포함하는 시스템이 제공된다. 상기 방사선 소스는 적어도 부분 간섭성 빔을 생성한다. 상기 회전 광학 요소는 (a) 상기 방사선 소스로부터 상기 부분 간섭성 빔을 수용하고, (b) 상기 수용된 부분 간섭성 빔을 지향시켜 상기 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성하도록 구성된다. 상기 부분 간섭성 빔은 상기 회전 광학 요소에 의해, 상기 회전 광학 요소의 회전 속력에 기초하여 각도들 또는 위치들을 변동시킴으로써 상기 각도 분포 변화 요소 상으로 지향되며, 상기 각도들은 시간의 함수로서 변화된다.

<22> 추가적으로 또는 대안적으로, 상기 시스템은 레이저일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 상기 시스템은 일루미네이터일 수 있다.

<23> 추가적으로, 또는 대안적으로, 상기 시스템은 패턴링 디바이스 및 투영 시스템을 포함하는 리소그래피 시스템 내에 위치될 수 있다. 이 예시에서, 조명 빔은 가간섭성 빔으로 형성될 수 있다. 상기 조명 빔은 패턴링 디바이스에 의해 패턴링되도록 지향되며, 투영 시스템은 패턴링된 빔을 기관 상으로 투영시킨다.

<24> 또 다른 실시예에서는 디바이스 제조 방법이 제공된다. 적어도 부분 간섭성 빔은 각도 분포 변화 요소로부터 반사시켜 가간섭성 빔을 형성하도록 회전 광학 요소에 의해 지향된다. 조명 빔은 가간섭성 빔으로 형성된다. 상기 조명 빔이 패턴링된다. 상기 패턴링된 빔은 기관의 타겟부 상으로 투영된다.

<25> 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 또 다른 실시예들, 특징들 및 장점들뿐만 아니라, 본 발명의 다양한 실시예들의 작동원리 및 구조를 상세하게 설명한다.

발명의 구성 및 작용

<26> 1 이상의 실시예들에서는 스페클 패턴들이 실질적으로 제거되도록 간섭성 빔으로부터 가간섭성 빔들을 형성하는 데 시스템 및 방법이 사용된다. 회전 광학 요소는 간섭성 빔을 지향시켜 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성한다. 상기 코히런트 빔은 회전 광학 요소의 회전을 통해 각도들을 변화시킴으로써 각도 분포 변화 요소 상으로 지향될 수 있다. 상기 각도들은 시간의 함수로서 변동될 수 있다.

<27> 명세서(specification)를 통해, 간섭성 레이저 빔들의 처리는 다중 모드들(예컨대, 횡방향 및 임시적)을 포함하는 빔들과 같은 부분 간섭성 빔들의 처리에도 동일하게 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명의 다양한 실시예들의 범위는 다양한 타입의 빔들을 포괄하는 것으로 이해되어야 한다.

<28> 특정 구성들 및 배치들이 설명되지만, 이는 단지 예시의 목적을 위해 행해진다는 것을 이해하여야 한다. 당업자라면, 본 발명의 기술적 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다른 구성들 및 배치들이 사용될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 또한, 당업자라면 본 발명이 다양한 다른 적용예들에서 채택될 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다.

<29> 도 1은 본 발명의 일 실시예의 리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는 조명 시스템(IL), 패턴닝 디바이스(PD), 기관 테이블(WT) 및 투영 시스템(PS)을 포함한다. 조명 시스템(일루미네이터)(IL)은 방사선 빔(B)(예를 들어, UV 방사선)을 컨디셔닝(condition)하도록 구성된다.

<30> 패턴닝 디바이스(PD)(예를 들어, 레티클 또는 마스크 또는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이)는 빔을 변조시킨다. 일반적으로, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이의 위치는 투영 시스템(PS)에 대해 고정될 것이다. 하지만, 그 대신에 소정 파라미터들에 따라 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이를 정확히 위치시키도록 구성된 위치설정기에 연결될 수 있다.

<31> 기관 테이블(WT)은 기관(예를 들어, 레지스트-코팅된 기관)(W)을 지지하도록 구성되며, 소정 파라미터들에 따라 기관을 정확히 위치시키도록 구성된 위치설정기(PW)에 연결된다.

<32> 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PS)은 기관(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이에 의해 변조된 방사선 빔을 투영하도록 구성된다.

<33> 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 여하한 그 조합과 같은 다양한 타입의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.

<34> 본 명세서에서 사용된 "패턴닝 디바이스" 또는 "콘트라스트 디바이스(contrast device)"라는 용어는 기관의 타겟부에 패턴을 생성하도록 방사선 빔의 단면을 변조시키는데 사용될 수 있는 여하한 디바이스를 칭하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 상기 디바이스는 정적(static) 패턴닝 디바이스(예를 들어, 마스크 또는 레티클) 또는 동적(dynamic) 패턴닝 디바이스(예를 들어, 프로그램가능한 요소들의 어레이)일 수 있다. 간결함을 위해, 대부분의 설명은 동적 패턴닝 디바이스에 관해 할 것이지만, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 정적 패턴닝 디바이스가 사용될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.

<35> 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 상기 패턴이 위상-시프팅 피쳐(phase-shifting feature) 또는 소위 어시스트 피쳐(assist feature)를 포함하는 경우, 기관의 타겟부 내의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수도 있다는 것을 유의하여야 한다. 이와 유사하게, 기관 상에 최종적으로 생성된 패턴은 어느 한 순간에 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 상에 형성된 패턴과 일치하지 않을 수도 있다. 이는 기관의 각 부분 상에 형성된 최종 패턴이 기관의 상대 위치 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이의 패턴이 변화하는 주어진 시간 주기 또는 주어진 수의 노광에 걸쳐 형성되는 구성인 경우일 수 있다.

<36> 일반적으로, 기관의 타겟부 상에 생성된 패턴은 집적 회로 또는 평판 디스플레이와 같이 타겟부에 생성될 디바이스 내의 특정 기능층(예를 들어, 평판 디스플레이 내의 컬러 필터 층 또는 평판 디스플레이 내의 박막 트랜지스터(thin film transistor) 층)에 대응할 것이다. 이러한 패턴닝 디바이스의 예로는, 예를 들어 레티클, 프로그램가능한 거울 어레이, 레이저 다이오드 어레이, 발광 다이오드 어레이(light emitting diode array), 격자 광 밸브(grating light valve) 및 LCD 어레이를 포함한다.

<37> 복수의 프로그램가능한 요소들을 포함하는 패턴닝 디바이스와 같이 전자 수단(예를 들어, 컴퓨터)에 의해 패턴

이 프로그램될 수 있는 패터닝 디바이스(예를 들어, 레티클을 제외하고 이전 문장에 언급된 모든 디바이스)는 본 명세서에서 집합적으로 "콘트라스트 디바이스"라고 언급된다. 일 예시에서, 패터닝 디바이스는 10 이상의 프로그램가능한 요소들, 예를 들어 100 이상, 1000 이상, 10000 이상, 100000 이상, 1000000 이상 또는 10000000 이상의 프로그램가능한 요소들을 포함한다.

- <38> 프로그램가능한 거울 어레이는 점탄성(viscoelastic) 제어 층 및 반사 표면을 갖는 매트릭스-어드레서블 표면(matrix-addressable surface)을 포함할 수 있다. 이러한 장치의 기본 원리는, 예를 들어 반사 표면의 어드레싱된 영역들에서는 입사 광을 회절 광(diffracted light)으로서 반사시키는 반면, 어드레싱되지 않은 영역들에서는 입사 광을 비회절 광(undiffracted light)으로서 반사시키는 것이다. 적절한 공간 필터를 사용하면, 반사된 빔 중에서 비회절 광이 필터링될 수 있으므로, 회절 광만이 기관에 도달하도록 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로 매트릭스-어드레서블 표면의 어드레싱 패턴에 따라 빔이 패터닝된다.
- <39> 일 대안예로서, 상기 필터는 회절 광을 필터링하여 비회절 광이 기관에 도달하도록 남게 할 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- <40> 또한, 회절 광학 MEMS 디바이스(마이크로-전기기계 시스템 디바이스(micro-electro-mechanical system device))들의 어레이가 대응하는 방식으로 사용될 수 있다. 일 예시에서, 회절 광학 MEMS 디바이스는 입사 광을 회절 광으로서 반사시키는 격자를 형성하도록 서로에 대해 변형될 수 있는 복수의 반사 리본(reflective ribbon)들로 구성된다.
- <41> 프로그램가능한 거울 어레이의 또 다른 대안적인 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 적절한 국부화된 전기장을 인가하거나 압전 작동 수단(piezoelectric actuation means)을 채택함으로써 일 축선에 대하여 개별적으로 기울어질 수 있다. 다시 한번, 상기 거울들은 매트릭스-어드레서블이며, 어드레싱된 거울들은 입사하는 방사선 빔을 어드레싱되지 않은 거울들과는 다른 방향으로 반사시킨다; 이러한 방식으로, 매트릭스-어드레서블 거울들의 어드레싱 패턴에 따라 반사된 빔이 패터닝될 수 있다. 요구되는 매트릭스 어드레싱은 적절한 전자 수단들을 사용하여 수행될 수 있다.
- <42> 또 다른 예시(PD)는 프로그램가능한 LCD 어레이이다.
- <43> 리소그래피 장치는 1 이상의 콘트라스트 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이는 개별적으로 제어가능한 요소들의 복수의 어레이를 가질 수 있으며, 그 각각은 서로 독립적으로 제어된다. 이러한 구성에서, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이의 몇몇 또는 모두는 공통의 조명 시스템(또는 조명 시스템의 일부분), 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이에 대한 공통의 지지 구조체 및/또는 공통의 투영 시스템(또는 투영 시스템의 일부분) 중 1 이상을 가질 수 있다.
- <44> 도 1에 도시된 실시예와 같은 일 예시에서 기관(W)은 실질적으로 원형이며, 선택적으로는 그 주변의 일부분을 따라 노치(notch) 및/또는 평탄화된 에지(flattened edge)를 갖는다. 일 예시에서, 기관은 다각형, 예를 들어 직사각형이다.
- <45> 기관이 실질적으로 원형인 예시는 기관이 25 mm 이상, 예를 들어 50 mm 이상, 75 mm 이상, 100 mm 이상, 125 mm 이상, 150 mm 이상, 175 mm 이상, 200 mm 이상, 250 mm 이상 또는 300 mm 이상의 직경을 갖는 예시들을 포함한다. 일 실시예에서, 기관은 최대 500 mm, 최대 400 mm, 최대 350 mm, 최대 300 mm, 최대 250 mm, 최대 200 mm, 최대 150 mm, 최대 100 mm 또는 최대 75 mm의 직경을 갖는다.
- <46> 기관이 다각형, 예를 들어 직사각형인 예시들은 기관의 1 변 이상, 예를 들어 2 변 이상 또는 3 변 이상이 5 cm 이상, 예를 들어 25 cm 이상, 50 cm 이상, 100 cm 이상, 150 cm 이상, 200 cm 이상 또는 250 cm 이상의 길이를 갖는 예시들을 포함한다.
- <47> 일 예시에서, 기관의 1 변 이상은 최대 1000 cm, 예를 들어 최대 750 cm, 최대 500 cm, 최대 350 cm, 최대 250 cm, 최대 150 cm 또는 최대 75 cm의 길이를 갖는다.
- <48> 일 예시에서, 기관(W)은 웨이퍼, 예를 들어 반도체 웨이퍼이다. 일 예시에서, 웨이퍼 물질은 Si, SiGe, SiGeC, SiC, Ge, GaAs, InP 및 InAs로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 상기 웨이퍼는: III/V 화합물 반도체 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 세라믹 기관, 유리 기관 또는 플라스틱 기관일 수 있다. 상기 기관은 (육안으로) 투명하고, 유채색이며, 무채색일 수 있다.
- <49> 기관의 두께는 변동될 수 있으며, 예를 들어 기관 물질 및/또는 기관 치수에 따라 어느 정도 달라질 수 있다. 일 예시에서, 상기 두께는 50 μm 이상, 예를 들어 100 μm 이상, 200 μm 이상, 300 μm 이상, 400 μm 이상, 500

μm 이상 또는 $600 \mu\text{m}$ 이상이다. 상기 기관의 두께는 최대 $5000 \mu\text{m}$, 예를 들어 최대 $3500 \mu\text{m}$, 최대 $2500 \mu\text{m}$, 최대 $1750 \mu\text{m}$, 최대 $1250 \mu\text{m}$, 최대 $1000 \mu\text{m}$, 최대 $800 \mu\text{m}$, 최대 $600 \mu\text{m}$, 최대 $500 \mu\text{m}$, 최대 $400 \mu\text{m}$ 또는 최대 $300 \mu\text{m}$ 이다.

- <50> 본 명세서에 언급된 기관은, 예를 들어 트랙(통상적으로, 기관에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 툴), 메트롤로지 툴 및/또는 검사 툴에서 노광 전후에 처리될 수 있다. 일 예시에서, 레지스트 층이 기관 상에 제공된다.
- <51> 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같이 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템들, 또는 여하한 그 조합을 포함하는 여하한 타입의 투영 시스템을 포괄하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- <52> 투영 시스템은 패턴이 기관 상에 간섭적으로(coherently) 형성되도록 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 상에 패턴을 이미징할 수 있다. 대안적으로, 투영 시스템은 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이의 요소들이 셔터(shutter)로서 기능하는 2차 소스(secondary source)를 이미징할 수 있다. 이러한 점에서 투영 시스템은, 예를 들어 2차 소스들을 형성하고 기관 상에 스폿(spot)들을 이미징하기 위해 마이크로 렌즈 어레이(MLA라고도 함) 또는 프레넬 렌즈 어레이(Fresnel lens array)와 같은 포커싱 요소들의 어레이를 포함할 수 있다. 일 예시에서, 포커싱 요소들의 어레이(예를 들어, MLA)는 10 이상의 포커스 요소, 예를 들어 100 이상의 포커스 요소, 1000 이상의 포커스 요소, 10000 이상의 포커스 요소, 100000 이상의 포커스 요소 또는 1000000 이상의 포커스 요소를 포함한다. 일 예시에서, 패턴닝 디바이스 내의 개별적으로 제어가능한 요소들의 개수는 포커싱 요소들의 어레이 내의 포커싱 요소들의 개수와 같거나 그보다 크다. 일 예시에서, 포커싱 요소들의 어레이 내의 1 이상의 (예를 들어, 1000 이상의, 그 대부분의 또는 그 각각에 대한) 포커싱 요소들은 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 내의 1 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들과, 예를 들어 3 이상, 5 이상, 10 이상, 20 이상, 25 이상, 35 이상 또는 50 이상과 같이 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 내의 2 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들과 광학적으로 연계될 수 있다. 일 예시에서, MLA는, 예를 들어 1 이상의 액추에이터를 사용하여, 적어도 기관을 향하는 방향으로 또한 기관으로부터 멀어지는 방향으로 (예를 들어, 액추에이터들을 사용하여) 이동될 수 있다. 기관을 향해 또한 기관으로부터 멀리 MLA를 이동시킬 수 있으므로, 기관을 이동시키지 않고도, 예를 들어 포커스 조정이 허용된다.
- <53> 본 명세서의 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 개별적으로 제어가능한 요소들의 반사 어레이를 채택하는) 반사형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 개별적으로 제어가능한 요소들의 투과 어레이를 채택하는) 투과형으로 구성될 수 있다.
- <54> 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 1 이상의 테이블이 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.
- <55> 또한, 리소그래피 장치는 투영 시스템과 기관 사이의 공간을 채우기 위해서, 기관의 전체 또는 일부분이 비교적 높은 굴절률을 갖는 "침지 액체", 예컨대 물로 덮일 수 있는 형태로도 구성될 수 있다. 또한, 침지 액체는 리소그래피 장치 내의 다른 공간들, 예를 들어 패턴닝 디바이스와 투영 시스템 사이에도 적용될 수 있다. 침지 기술은 투영 시스템의 개구수(numerical aperture)를 증가시키는 기술로 당업계에 잘 알려져 있다. 본 명세서에서 사용되는 "침지"라는 용어는 기관과 같은 구조체가 액체 내에 담겨야 한다는 것을 의미하는 것이라기보다는, 노광시 액체가 투영 시스템과 기관 사이에 놓이기만 하면 된다는 것을 의미한다.
- <56> 도 1을 다시 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 일 예시에서, 방사선 소스는 5 nm 이상, 예를 들어 10 nm 이상, 11 nm 내지 13 nm 이상, 50 nm 이상, 100 nm 이상, 150 nm 이상, 175 nm 이상, 200 nm 이상, 250 nm 이상, 275 nm 이상, 300 nm 이상, 325 nm 이상, 350 nm 또는 360 nm 이상의 파장을 갖는 방사선을 제공한다. 일 예시에서, 방사선 소스(SO)에 의해 제공된 방사선은 최대 450 nm , 예를 들어 최대 425 nm , 최대 375 nm , 최대 360 nm , 최대 325 nm , 최대 275 nm , 최대 250 nm , 최대 225 nm , 최대 200 nm 또는 최대 175 nm 의 파장을 갖는다. 일 예시에서, 방사선은 436 nm , 405 nm , 365 nm , 355 nm , 248 nm , 193 nm , 157 nm 및/또는 126 nm 를 포함하는 파장을 갖는다. 일 예시에서, 방사선은 약 365 nm 또는 약 355 nm 의 파장을 포함한다. 일 예시에서, 방사선은, 예를 들어 365 , 405 및 436 nm 를 포괄하는 광대역의 파장을 포함한다. 355 nm 레이저 소스가 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저(excimer laser)인 경우, 상기 소스

및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부분을 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(beam expander)를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로, 소스(SO)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(SO) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템(BD)과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.

<57> 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 퓨필 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- σ 및 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인티그레이터(IN) 및 콘덴서(CO)와 같이 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 갖기 위해 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL) 또는 그와 연계된 추가 구성요소는 방사선 빔을, 예를 들어 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이의 하나 또는 복수의 개별적으로 제어가능한 요소들과 각각 연계될 수 있는 복수의 서브-빔(sub-beam)으로 분할하도록 배치될 수도 있다. 방사선 빔을 서브-빔으로 분할하기 위해, 예를 들어 2-차원 회절 격자가 사용될 수 있다. 본 서술내용에서 "방사선의 빔" 및 "방사선 빔"이라는 용어는 제한하는 것은 아니지만, 빔이 이러한 복수의 방사선의 서브-빔으로 구성되는 상황을 포함한다.

<58> 상기 방사선 빔(B)은 패터닝 디바이스(PD)(예를 들어, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이) 상에 입사되며, 패터닝 디바이스에 의해 변조된다. 상기 패터닝 디바이스(PD)에 의해 반사되었으면, 상기 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PS)을 통과하여 기관(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 위치설정기(PW) 및 위치 센서(IF2)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 리니어 인코더, 용량성 센서 등)의 도움으로, 기관 테이블(WT)은 예를 들어 방사선 빔(B)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)들을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 사용된다면, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이용 위치설정 수단은, 예를 들어 스캔하는 동안에 빔(B)의 경로에 대해 패터닝 디바이스(PD)의 위치를 정확히 보정하는데 사용될 수 있다.

<59> 일 예시에서, 기관 테이블(WT)의 이동은, 장-행정 모듈(long-stroke module: 개략 위치설정) 및 단-행정 모듈(short-stroke module: 미세 위치설정)의 도움을 받아 실현될 것이며, 이는 도 1에 명확하게 도시되지는 않는다. 또 다른 예시에서는 단 행정 스테이지가 존재하지 않을 수도 있다. 또한, 유사한 시스템이 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이를 위치시키는데 사용될 수 있다. 대물 테이블 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이가 요구되는 상대 이동을 제공하도록 고정된 위치를 가질 수 있는 한편, 빔(B)이 대안적으로/추가적으로 이동가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 구성은 상기 장치의 크기를 제한하는데 도움을 수 있다. 예를 들어, 평판 디스플레이의 제조시에 적용가능할 수 있는 또 다른 대안예로서, 기관 테이블(WT) 및 투영 시스템(PS)의 위치는 고정될 수 있으며, 기관(W)은 기관 테이블(WT)에 대해 이동되도록 배치될 수 있다. 예를 들어, 기관 테이블(WT)에는 실질적으로 일정한 속도로 기관(W)을 가로질러 스캐닝하는 시스템이 제공될 수 있다.

<60> 도 1에 도시된 바와 같이, 방사선이 초기에 빔 스플리터에 의해 반사되고 패터닝 디바이스(PD)로 지향되도록 구성된 빔 스플리터(BS)에 의해, 방사선의 빔(B)이 패터닝 디바이스(PD)로 지향될 수 있다. 또한, 방사선의 빔(B)은 빔 스플리터를 사용하지 않고도 패터닝 디바이스에서 지향될 수 있다는 것이 실현되어야 한다. 일 예시에서, 상기 방사선의 빔은 0 내지 90°, 예를 들어 5 내지 85°, 15 내지 75°, 25 내지 65°, 또는 35 내지 55°의 각도로 패터닝 디바이스에서 지향된다(도 1에 도시된 실시예는 90°의 각도에서이다). 상기 패터닝 디바이스(PD)는 방사선의 빔(B)을 변조시키고, 변조된 빔을 투영 시스템(PS)으로 전달하는 빔 스플리터(BS)로 상기 빔을 다시 반사시킨다. 하지만, 방사선의 빔(B)을 패터닝 디바이스(PD)로 지향시키고 후속하여 투영 시스템(PS)으로 지향시키기 위해 대안적인 구성들이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 특히, 투과성 패터닝 디바이스가 사용되는 경우, 도 1에 도시된 바와 같은 구성이 요구되지 않을 수 있다.

<61> 도시된 장치는 몇몇 모드에서 사용될 수 있다:

<62> 1. 스텝 모드에서는, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 및 기관이 기본적으로 정지 상태로 유지되는 한편, 방사선 빔에 부여된 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다(즉, 단일 정적 노광(single static exposure)). 그 후, 기관 테이블(WT)은 상이한 타겟부(C)가 노광될 수 있도록 X 및/또는 Y 방향으로 시프트된다. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

<63> 2. 스캔 모드에서는, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 개별적으로 제어가능한 요소

들의 어레이 및 기관이 동기적으로 스캐닝된다(즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)). 개별적으로 제어 가능한 요소들의 어레이에 대한 기관의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 동적 노광시 타겟부의 (스캐닝 되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.

<64> 3. 펄스 모드에서는, 개별적으로 제어 가능한 요소들의 어레이가 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 펄스화된 방사선 소스를 사용하여 전체 패턴이 기관(W)의 타겟부(C) 상에 투영된다. 기관 테이블(WT)은 빔(B)이 기관(W)을 가로질러 라인을 스캐닝하도록 유도하기 위해 기본적으로 일정한 속력으로 이동된다. 개별적으로 제어 가능한 요소들의 어레이 상의 패턴은 방사선 시스템의 펄스 사이에 필요에 따라 업데이트되며, 연속한 타겟부(C)들이 기관(W) 상의 요구된 위치에서 노광되도록 상기 펄스의 시간이 조절된다. 결과적으로, 빔(B)은 기관의 스트립(strip)에 전체 패턴(complete pattern)을 노광하도록 기관(W)을 가로질러 스캐닝할 수 있다. 상기 공정은 전체 기관(W)이 한 라인씩 노광될 때까지 반복된다.

<65> 4. 연속 스캔 모드에서는, 기관(W)이 실질적으로 일정한 속력으로 변조된 방사선 빔(B)에 대해 스캐닝되고 상기 빔(B)이 기관(W)을 가로질러 스캐닝하고 그것을 노광함에 따라 개별적으로 제어 가능한 요소들의 어레이 상의 패턴이 업데이트된다는 것을 제외하고는 기본적으로 펄스 모드와 동일하다. 개별적으로 제어 가능한 요소들의 어레이 상의 패턴의 업데이트와 동기화된 실질적으로 일정한 방사선 소스 또는 펄스화된 방사선 소스가 사용될 수 있다.

<66> 5. 도 2의 리소그래피 장치를 사용하여 수행될 수 있는 픽셀 그리드 이미징 모드(pixel grid imaging mode)에서는, 패턴링 디바이스(PD) 상으로 지향되는 스폿 발생기(spot generator)에 의해 형성된 스폿의 후속 노광에 의해 기관(W)상에 형성된 패턴이 실현된다. 상기 노광된 스폿들은 실질적으로 동일한 형상을 갖는다. 기관(W) 상에서 상기 스폿들은 실질적으로 그리드(grid) 내에 프린트된다. 일 예시에서, 상기 스폿 크기는 프린트된 픽셀 그리드의 피치(pitch)보다는 크지만, 노광 스폿 그리드보다는 훨씬 더 작다. 프린트된 상기 스폿의 세기를 변화 시킴으로써 패턴이 실현된다. 노광 플래시(exposure flash)들 사이에서 스폿에 걸친 상기 세기 분포가 변동된다.

<67> 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

<68> 리소그래피에서 기관 상의 레지스트 층 상에 패턴이 노광된다. 그 후, 레지스트가 현상된다. 후속하여 기관 상에 추가 공정 단계들이 수행된다. 기관의 각 부분 상에서의 이 후속 공정 단계들의 효과는 레지스트의 노광에 의존한다. 특히, 상기 공정들은 주어진 도즈 임계(dose threshold) 이상의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 부분들이 상기 도즈 임계 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 부분들에 상이하게 응답하도록 조정된다. 예를 들어, 에칭 공정에서 임계 이상의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 영역들은 현상된 레지스트 층에 의한 에칭으로부터 보호된다. 하지만, 노광 후 현상(post-exposure development)에서, 임계 이하의 방사선 도즈를 수용하는 레지스트의 부분들이 제거되므로, 이 영역들은 에칭으로부터 보호되지 않는다. 따라서, 원하는 패턴이 에칭될 수 있다. 특히, 패턴링 디바이스 내의 개별적으로 제어 가능한 요소들은, 패턴 피치 내에서 기관 상의 영역으로 전달되는 방사선이 충분히 높은 세기로 있게 하여 노광시 상기 영역이 도즈 임계 이상의 방사선 도즈를 수용하도록 설정된다. 기관 상의 나머지 영역들은 대응하는 개별적으로 제어 가능한 요소들을 설정하여 0 또는 상당히 낮은 방사선 세기를 제공하도록 도즈 임계 이하의 방사선 도즈를 수용한다.

<69> 실제로는, 개별적으로 제어 가능한 요소들이 피치 경계의 한쪽에 최대 방사선 세기를 제공하고 다른 한쪽에는 최소 방사선 세기를 제공하도록 설정되더라도, 패턴 피치의 에지에서의 방사선 도즈는 주어진 최대 도즈에서 0 도즈로 급작스럽게 변화하지는 않는다. 그 대신 회절 효과들로 인해, 방사선 도즈의 레벨이 전이 지대(transition zone)에 걸쳐 드롭 오프(drop off)된다. 현상된 레지스트에 의해 최종적으로 형성된 패턴 피치의 경계의 위치는 수용된 도즈가 방사선 도즈 임계 이하로 떨어지는 위치에 의해 결정된다. 전이 지대에 걸친 방사선 도즈의 드롭-오프의 프로파일 및 이에 따른 패턴 피치 경계의 정밀한 위치는 패턴 피치 경계 상에 또는 그 근처에 있는 기관 상의 지점들에 방사선을 제공하는 개별적으로 제어 가능한 요소들을 설정함으로써 더 정밀하게 제어될 수 있다. 이는 최대 또는 최소 세기 레벨뿐만 아니라 최대 및 최소 세기 레벨들 사이의 세기 레벨들도 존재할 수 있다. 이는 통상적으로 "그레이스케일링(gravscaling)"이라고 언급된다.

<70> 그레이스케일링은 주어진 개별적으로 제어 가능한 요소에 의해 기관에 제공된 방사선 세기가 2 개의 값으로만(즉, 최대값 및 최소값으로만) 설정될 수 있는 리소그래피 시스템에서 가능한 것보다 패턴 피치 경계들의 위치의 더 양호한 제어를 제공한다. 일 실시예에서, 3 이상의 상이한 방사선 세기 값, 예를 들어 4 이상의 방사선 세기 값, 8 이상의 방사선 세기 값, 16 이상의 방사선 세기 값, 32 이상의 방사선 세기 값, 64 이상의 방사선

세기 값, 128 이상의 방사선 세기 값 또는 256 이상의 방사선 세기 값이 기관 상에 투영될 수 있다.

<71> 그레이스케일링은 상술된 것에 대해 추가적인 또는 대안적인 목적으로 사용될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 노광 이후의 기관의 처리는 수용된 방사선 도즈 레벨에 의존하여 기관의 영역들의 2 이상의 잠재 응답(potential response)이 존재하도록 조정될 수 있다. 예를 들어, 제 1 임계 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 일부는 제 1 방식으로 응답하고; 상기 제 1 임계 이상이지만 제 2 임계 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 일부는 제 2 방식으로 응답하며; 상기 제 2 임계 이상의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 일부는 제 3 방식으로 응답한다. 따라서, 그레이스케일링은 2 이상의 원하는 도즈 레벨을 갖는 기관에 걸쳐 방사선 도즈 프로파일을 제공하는데 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 방사선 도즈 프로파일은 2 이상의 원하는 도즈 레벨, 예를 들어 3 이상의 원하는 방사선 도즈 레벨, 4 이상의 원하는 방사선 도즈 레벨, 6 이상의 원하는 방사선 도즈 레벨 또는 8 이상의 원하는 방사선 도즈 레벨을 갖는다.

<72> 또한, 상술된 바와 같이 단지 기관 상의 각 지점에 수용된 방사선의 세기만을 제어하는 것 이외의 방법들에 의해 방사선 도즈 프로파일의 제어될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 기관 상의 각 지점에 의해 수용된 방사선 도즈는 그 지점의 노광의 지속시간(duration)을 제어함으로써 대안적으로 또는 추가적으로 제어될 수 있다. 또 다른 예시로서, 기관 상의 각 지점은 복수의 연속하는 노광에서 방사선을 잠재적으로 수용할 수 있다. 그러므로, 각 지점에 의해 수용된 방사선 도즈는 복수의 연속하는 노광의 선택된 서브세트(subset)를 이용하여 그 지점을 노광함으로써 대안적으로 또는 추가적으로 제어될 수 있다.

<73> 기관 상에 요구된 패턴을 형성하기 위해, 노광 공정 동안에 패턴닝 디바이스 내의 각각의 개별적으로 제어가능한 요소들을 각각의 스테이지에 필요한 상태로 설정할 필요가 있다. 그러므로, 필요한 상태를 나타내는 제어 신호들이 각각의 개별적으로 제어가능한 요소들로 전송되어야만 한다. 일 예시에서, 리소그래피 장치는 제어 신호들을 발생시키는 제어기를 포함한다. 기관 상에 형성될 패턴은 GDSII와 같은 벡터-정의된 포맷(vector-defined format)으로 리소그래피 장치에 제공될 수 있다. 설계 정보를 각각의 개별적으로 제어가능한 요소에 대한 제어 신호들로 변환하기 위해, 제어기는 패턴을 나타내는 데이터 스트림의 처리 단계를 수행하도록 각각 구성된 1 이상의 데이터 조작 디바이스들을 포함한다. 상기 데이터 조작 디바이스들은 집합적으로 "데이터경로"라고도 칭해질 수 있다.

<74> 데이터경로의 데이터 조작 디바이스들은 다음의 기능들: 벡터-기반(vector-based) 설계 정보를 비트맵 패턴 데이터로 변환하는 기능; 비트맵 패턴 데이터를 요구되는 방사선 도즈 맵(즉, 기관에 걸쳐 요구되는 방사선 도즈 프로파일)으로 변환하는 기능; 요구되는 방사선 도즈 맵을 각각의 개별적으로 제어가능한 요소에 대한 요구되는 방사선 세기 값으로 변환하는 기능; 및 각각의 개별적으로 제어가능한 요소에 대한 요구되는 방사선 세기 값을 대응하는 제어 신호들로 변환하는 기능 중 1 이상을 수행하도록 구성될 수 있다.

<75> 도 2는 예를 들어 평판 디스플레이의 제조시에 사용될 수 있는 본 발명에 따른 장치의 구성을 도시한다. 도 1에 도시된 것들에 대응하는 구성요소들은 동일한 참조 번호들로 도시된다. 또한, 다양한 실시예들, 예를 들어 기관의 다양한 구성들, 콘트라스트 디바이스, MLA, 방사선 빔 등에 관한 상기 서술내용이 유효하게 적용될 수 있다.

<76> 도 2에 도시된 바와 같이, 투영 시스템(PS)은 2 개의 렌즈(L1 및 L2)를 포함하는 빔 익스팬더를 포함한다. 제 1 렌즈(L1)는 변조된 방사선 빔(B)을 수용하고 어퍼처 스톱(aperture stop: AS) 내의 어퍼처를 통해 상기 빔을 포커스하도록 배치된다. 상기 어퍼처 내에 또 다른 렌즈(AL)가 위치될 수 있다. 그 후, 방사선 빔(B)은 발산(diverge)하며, 제 2 렌즈(L2)(예를 들어, 필드 렌즈)에 의해 포커스된다.

<77> 또한, 투영 시스템(PS)은 확대된(expanded) 변조된 방사선(B)을 수용하도록 배치된 렌즈들의 어레이(MLA)를 포함한다. 패턴닝 디바이스(PD) 내의 1 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들에 대응하는 변조된 방사선 빔(B)의 상이한 부분들은 렌즈들의 어레이(MLA) 내의 각각의 상이한 렌즈들을 통과한다. 각각의 렌즈는 변조된 방사선 빔(B)의 각 부분을 기관(W) 상에 놓인 지점으로 포커스한다. 이러한 방식으로 방사선 스폿(S)의 어레이가 기관(W) 상에 노광된다. 예시된 렌즈들(14)의 어레이 중 8 개의 렌즈만이 도시되었지만, 렌즈들의 어레이는 수 천개의 렌즈들을 포함할 수 있다(패턴닝 디바이스(PD)로서 사용된 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이에도 동일하게 적용된다)는 것을 이해할 것이다.

<78> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 2의 시스템을 이용하여 기관(W) 상에 패턴이 생성될 수 있는 방식을 개략적으로 예시한다. 검은 원들은 투영 시스템(PS) 내의 렌즈들의 어레이(MLA)에 의해 기관(W) 상으로 투영된 스폿(S)들의 어레이를 나타낸다. 일련의 노광들이 기관(W) 상에 노광될 때, 기관(W)은 Y 방향으로 투영 시스템(PS)에 대해 이동된다. 흰 원은 이전에 기관(W) 상에 노광된 스폿 노광들(SE)을 나타낸다. 도시된 바와 같이,

투영 시스템(PS) 내의 렌즈들의 어레이에 의해 기관 상으로 투영된 각각의 스폿은 기관(W) 상의 스폿 노광들의 로우(row: R)를 노광한다. 기관에 대한 전체 패턴은 각각의 스폿들(S)에 의해 노광된 스폿 노광들(SE)의 모든 로우들(R)의 합에 의해 생성된다. 통상적으로 이러한 구성을 상술된 "픽셀 그리드 이미징(pixel grid imaging)"이라고 칭한다.

<79> 방사선 스폿들(S)의 어레이는 기관(W)에 대해 각도(θ)로 배치된다(기관의 에지들은 X 및 Y 방향으로 평행하게 놓인다)는 것을 알 수 있다. 이는, 기관이 스캐닝 방향(Y-방향)으로 이동되는 경우, 각각의 방사선 스폿이 기관의 상이한 영역 위를 지나감에 따라, 전체 기관이 방사선 스폿들(S)의 어레이에 의해 덮이도록 하기 위해 행해진다. 일 예시에서, 상기 각도(θ)는 최대 20°, 최대 10°, 예를 들어 최대 5°, 최대 3°, 최대 1°, 최대 0.5°, 최대 0.25°, 최대 0.10°, 최대 0.05° 또는 최대 0.01° 이다. 일 예시에서, 상기 각도(θ)는 0.001° 이상이다.

<80> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 전체 평판 디스플레이 기관(W)이 복수의 광학 엔진을 사용하여 단일 스캔으로 노광될 수 있는 방식을 개략적으로 도시한다. 도시된 예시에서는 방사선 스폿들(S)의 일 어레이의 에지가 방사선 스폿들의 인접한 어레이의 에지와 (스캐닝 방향(Y)으로) 약간 오버랩되도록, "바둑판(chess board)" 구성으로 2 개의 로우들(R1 및 R2)에 배치된 8 개의 광학 엔진들(도시되지 않음)에 의해 방사선 스폿들(S)의 8 개의 어레이(SA)가 생성된다. 일 예시에서, 광학 엔진들은 3 이상의 로우, 예를 들어 4 이상의 로우 또는 5 이상의 로우에 배치된다. 이러한 방식으로, 방사선의 대역이 기관(W)의 폭을 가로질러 연장되므로, 전체 기관의 노광은 단일 스캔으로 수행되도록 허용한다. 여하한 적절한 개수의 광학 엔진들이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 예시에서, 광학 엔진들의 개수는 1 이상, 예를 들어 2 이상, 4 이상, 8 이상, 10 이상, 12 이상, 14 이상 또는 17 이상이다. 일 예시에서, 광학 엔진들의 개수는 40 이하, 예를 들어 30 이하 또는 20 이하이다.

<81> 각각의 광학 엔진은 상술된 바와 같이 별도의 조명 시스템(IL), 패터닝 디바이스(PD) 및 투영 시스템(PS)을 포함할 수 있다. 하지만, 2 이상의 광학 엔진들이 조명 시스템, 패터닝 디바이스 및 투영 시스템 중 1 이상의 적어도 일부분을 공유할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

<82> 예시적인 방사선 시스템들

<83> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 시스템(500)을 도시한다. 방사선 시스템(500)은 방사선 소스(S0), 회전 광학 요소(502) 및 각도 분포 변화 요소(504)를 포함한다. 도시된 예시에서, 방사선 시스템(500)은 일루미네이터(IL)로부터 떨어져 위치된다. 예를 들어, 방사선 시스템(500)은 방사선 소스(S0)(예를 들어 레이저 등으로 기능) 대신에 사용될 수 있으며, 및/또는 방사선 시스템(500)은 도 1 및 도 2에서 일루미네이터(IL) 앞에 있는 방사선 소스(S0)와 빔 전달 시스템(BD) 대신에 사용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서만 방사선 소스(S0)가 일루미네이터(IL)로부터 떨어져 있기 때문에, 일루미네이터(IL)는 도 5 및 도 10 내지 도 12에서 점선들의 사용을 통해 선택적으로 도시되어 있다. 별도의 일루미네이터가 존재하지 않는 예시들에서는, 도 1 및 도 2에 대해 상술된 바와 같이 방사선 소스(S0)가 일루미네이터(IL)의 일부이기도 하도록 일루미네이터(IL) 내에 위치될 수 있다. 후자의 경우, 일 예시에서 광 방출 방사선 시스템(500)이 광학 시스템(도시되지 않음, 도 1 및 도 2 참조) 또는 패터닝 디바이스(도시되지 않음, 도 1 및 도 2 참조) 상으로 지향될 수 있다. 모든 구성들이 본 발명의 범위 내에서 고려된다.

<84> 대안적으로 또는 추가적으로, 방사선 시스템(500)은 본 발명의 범위를 벗어나지 않고, 리소그래피 장치의 다른 조명 시스템들, 즉 정렬 조명 시스템과 같은 노광 조명 시스템 이외의 시스템들에 사용될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 방사선 시스템(500)은 실질적으로 간섭 또는 스펙클 패턴들을 제거하기 위해 더 균일한 광 빔들 및/또는 가간섭성 광 빔들의 형성을 필요로 하는 여하한 조명 시스템에 사용될 수 있다.

<85> 회전 광학 요소(502)의 "회전" 형태 및 회전 광학 요소(502)의 "회전 속도"는 상기 디바이스가 정지한 상태로 유지되거나 비-회전 방식으로 이동되는 동안에, 가령, 디바이스가 회전한다와 같이 상기 디바이스의 물리적인 작동을 언급하거나, 가령, 디바이스가 디바이스와 상호작용하는 광을 회전시킨다와 같이 상기 디바이스의 가간섭성 작동을 언급할 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 회전 광학 요소들의 모든 변형들은 본 발명의 범위 내에서 고려되며, 여기서는 몇 개가 아래에 설명된다. 또한, 아래의 상이한 회전 광학 요소들의 설명은 예시적일 뿐 절대적이 아니라는 것을 이해하여야 한다.

<86> 다음의 설명은 방사선 시스템(500)이 조명 시스템(IL) 앞에 위치한 일 실시예에 대한 것이다. 일 예시에서, 방사선 소스(S0)는 간섭성 빔(506)을 생성하는 레이저이다. 간섭성 빔(506)은 회전 광학 요소(502)로부터 반사되어 제 2 간섭성 빔(508)을 형성한다. 간섭성 빔(508)은 각도 분포 변화 요소(504)로부터 반사되어 가간섭성 빔

(510)을 형성한다. 가간섭성 빔(510)은 회전 광학 요소(502)로부터 반사되어 제 2 가간섭성 빔(512)을 형성한다. 가간섭성 빔(512)은 일루미네이터(IL)에 의해 수용된다. 앞서 설명된 바와 같이, 이 설명 전반에 걸쳐 간섭성 빔의 사용에 관해 설명이 행해지고 있으나, 본 발명의 범위 내에서는 부분 간섭성 빔들도 고려된다.

<87> 이 구성을 통해, 회전 광학 요소(502)는 간섭성 빔(508)의 반사의 다양한 각도들을 통해 각도 분포 변화 요소(504)에 대해 간섭성 빔(508)을 이동 또는 스캔한다. 간섭성 빔(508)의 반사의 각도들은 회전 광학 요소(502)의 회전 속력 및/또는 간섭성 빔(506)의 주파수에 기초하여 시간의 함수로서 변동된다. 반사의 각도들을 변동시키는 동안에, 가간섭성 빔(510)의 증가된 각도 분포는 일정하게 유지되나, 각도들에 걸친 위상 분포는 변화한다. 조명 빔(예를 들어, 도 1의 빔(B))을 형성하도록 일루미네이터(IL)에 의해 가간섭성 빔(512)이 사용되는 경우, 가간섭성 빔(510(및 512))에서의 상기 위상 분포 변화는 간섭 또는 스펙클 패턴들이 실질적으로 제거되도록 유도한다.

<88> 추가적으로 또는 대안적으로, 회전 광학 요소(502)와 각도 분포 변화 요소(504) 사이의 거리는 반사의 각도들의 범위의 크기에 영향을 줄 수 있다. 일 예시에서, 회전 광학 요소(502)는 간섭성 빔(508)의 반사의 각도들의 상당한 범위를 허용하도록 각도 분포 변화 요소(504)로부터 약 3 m의 거리에 위치된다.

<89> 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 소스(S0), 회전 광학 요소(502), 각도 분포 변화 요소(504) 및 일루미네이터(IL) 사이로 광을 지향시키고 적절히 처리하기 위해, 방사선 시스템(500)에 다른 광학 요소들(예를 들어, 렌즈들, 거울들 등)이 추가되어야 할 필요가 있을 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 아래의 도 10, 도 11 및 도 12를 참조하여 예시적인 광학 요소 구성들이 설명된다.

<90> 도 6, 도 14 및 도 15는 각각 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 다양한 회전 광학 요소들(602, 1402 및 1502)을 도시한다. 도 6에 도시된 실시예에서, 회전 광학 요소(602)는 6 개의 반사 표면들(614)(예를 들어, 패킷(facet)들)을 갖는 회전 다각형 거울을 포함한다. 대안적으로, 회전 거울들의 다른 형상들이 사용될 수도 있다. 도 14에 도시된 실시예에서, 각도 분포 변화 디바이스(504)(도시되지 않음)에 대해 간섭성 빔(508)을 이동(스캔)시키기 위해 압전 테이블(1402)이 사용될 수 있다. 도 15에 도시된 실시예에서, 광-전기 디바이스(opto-electric device: 1502)(예를 들어, 광-전기 모듈레이터)는 상기 광-전기 디바이스(1502)에 걸친 전력장에서 스위칭 ON 및 OFF를 통해 간섭성 빔(506)을 편향시켜 간섭성 빔(508)을 생성하기 위해 투과 모드에서 사용될 수 있다. 상기 스위칭의 결과로, 빔(506)이 편향되도록 광-전기 디바이스(1502) 내의 굴절률의 구배(gradient)가 변화된다. 광-전기 디바이스(1502)는 제한하는 것은 아니지만 KDP, 결정 석영 등과 같은 크리스탈일 수 있다.

<91> 다시 도 5를 참조하고 계속해서 도 6을 참조하면, 시스템(500)이 "이중 반사" 방식을 이동하도록 구성되므로, 안정한 가간섭성 빔(512)이 생성된다. 이중 반사 방식에서는 회전 광학 요소(502/602)로부터 빔이 두 번 반사된다. 예를 들어, 제 1 반사는 간섭성 빔(506)이 회전 광학 요소(502/602)로부터 반사되어 간섭성 빔(508)을 형성하는 때에 발생하고, 제 2 반사는 가간섭성 빔(510)이 회전 광학 요소(502/602)로부터 반사되어 가간섭성 빔(512)을 형성하는 때에 발생한다. 이는 제 1 반사로 인해 불안정할 수도 있는 간섭성 빔(508)이 제 2 반사 이후에 안정한 가간섭성 빔(512)이 되게 할 수 있다. 또한, 회전 다각형 거울(602)로부터 하나의 반사만이 존재한다면, 회전 다각형 거울(602)의 반사 표면들(614)의 위치설정, 회전 다각형 거울(602)의 회전 속력, 및 방사선 소스(S0)의 주파수, 예컨대 방사선 소스(S0)의 레이저 펄스화 사이에 매우 엄격한 동기화 공차가 요구될 것이다. 예를 들어, 방사선 소스(S0)와 회전 다각형 거울(602) 간의 관계는 다음과 같이 특성화될 수 있다:

<92> 회전 광학 요소의 초당 회전 광학 요소 x 사이클의 패킷들(반사 표면들)의 개수 = 레이저 펄스율(Laser Pulse Rate)

<93> 6 kHz 레이저 방사선 소스(S0)가 사용되고 회전 다각형 거울(602)이 6 개의 반사 표면들(패킷들)(614)을 포함하는 경우, 회전 다각형 거울(602)의 1 kHz 회전 속력이 요구될 것이다. 또 다른 예시에서, 시스템(500)의 특성들은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t},$$

$$v = \frac{\alpha}{F},$$

$$\omega = \alpha = \frac{v}{N},$$

$$\Rightarrow$$

$$\Delta x = \frac{\Delta t \cdot v}{F \cdot N}$$

<94>

<95> 여기서:

<96> ω : 회전 속도[Hz=s⁻¹]

<97> N : 회전 다각형 거울의 패킷들의 개수[-]

<98> α : 회전 각도의 변화[rad/s = Hz]

<99> v : 레이저 반복률[Hz=s⁻¹]

<100> F : 계산에 1/F가 사용되도록,

<101> 회전 다각형 거울과 각도 분포 변화 요소 간의 렌즈 초점 길이[m⁻¹]

<102> v : 빔이 각도 분포 변화 요소에 대해 이동하는 속도[m/s]

<103> Δt : 적분 시간(integration time)/펄스 길이[s]

<104> Δx : 적분 길이(integration length)/펄스 이동(pulse movement)[m]

<105> 따라서, 적분 시간이 50 ns이고, 레이저 반복률이 6 kHz이며, 초점 길이가 3 m이고, 회전 다각형 거울(602) 상에 6 개의 패킷들이 존재하는 예시에서, 펄스 이동 당 적분 길이는 다음과 같다:

<106>
$$\Delta x = 2 * 50 \text{ ns} * 6 \text{ kHz} / (3 \text{ m}^{-1}) = 1.8 \text{ mm}$$

<107> 회전 다각형 거울(602)의 회전 속도 및/또는 방사선 소스(S0)의 펄스율의 여하한의 변동은 각각의 펄스 동안에 반사 표면(614)으로부터 간섭성 빔(506)의 반사 각도가 약간 변동되게 할 수 있으며, 이는 간섭성 빔(508)의 불안정성을 유발할 수 있다. 하지만, 이중 반사 방식의 사용을 통해, 반사 각도 오차는 제 1 및 제 2 반사들에 대해서는 동일하지만, 반대 부호(opposite)를 갖는다. 따라서, 제 2 반사는 제 1 반사에 의해 도입된 여하한의 오차를 보상하므로, 제 2 반사 후에는 가간섭성 빔(512)이 안정하다. 추가적으로 또는 대안적으로, 이중 반사 방식을 이용하면, 동기화가 중요하기는 하나, 동기화가 더 이상 결정적(critical)이지는 않다.

<108> 도 7, 도 8 및 도 9는 각각 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 예시적인 각도 분포 변화 요소들(704, 804 및 904)을 도시한다. 예를 들어, 요소들(704, 804 및 904)은 간섭성 빔(508)의 각도 분포를 증가시키기 위해 사용될 수 있다.

<109> 도 7의 예시적인 각도 분포 변화 요소(704)는 회절 격자 등과 같은 회절 요소를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 회절 격자 대신에 확산기(diffuser), 예를 들어 습식 에칭된 또는 홀로그래피(holographic) 확산기가 사용될 수도 있다. 도 8에 도시된 예시적인 요소(804)는 렌즈들의 어레이 등과 같은 굴절 광학 요소(804)를 포함한다. 도 9에 도시된 예시적인 요소(904)는 존 렌즈(zone lens) 또는 프레넬 존 렌즈(Fresnel zone lens: 904)를 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 존 렌즈 또는 프레넬 존 렌즈 대신에 존 플레이트(zone plate) 또는 프레넬 존 플레이트가 사용될 수도 있다.

<110> 도 10, 도 11 및 도 12는 각각 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 예시적인 방사선 시스템들(1000, 1100 및 1200)을 도시한다.

<111> 도 10에 도시된 실시예에서, 시스템(1000)은 방사선 소스(S0), 회전 다각형 거울(602), 각도 분포 변화 요소

(1004) 및 일루미네이터(IL)를 포함한다. 각도 분포 변화 요소(1004)는 반사 디바이스(1004A) 및 렌즈(1004B)를 포함한다. 반사 디바이스(1004A)는 간섭성 빔(508)의 각도 분포를 변화시키는데 사용되는 미세 구조체(도시되지 않음)를 포함한다. 대안적으로 또는 추가적으로, 반사 디바이스(1004A)의 미세 구조체는 도 7, 도 8 및/또는 도 9에 대해 상술된 1 이상의 각도 분포 변화 요소들로서 구성될 수 있다. 작동 시, 간섭성 빔(508)은 렌즈(1004B)에 의해 지향되어 반사 디바이스(1004A)로부터 반사됨에 따라 가간섭성 빔(510)을 형성한다. 가간섭성 빔(510)은 렌즈(1004A)에 의해 회전 다각형 거울(602) 상으로 다시 지향된다.

<112> 도 11에 도시된 실시예에서, 시스템(1100)은 방사전 소스(S0), 회전 다각형 거울(602), 각도 분포 변화 요소(1104) 및 일루미네이터(IL)를 포함한다. 이 실시예는 미세 구조체(도시되지 않음)를 갖는 반사 디바이스(1104A)를 포함하는 각도 분포 변화 요소(1104)로부터 렌즈(1004B)가 제거되었고, 회전 다각형 거울(602)과 반사 디바이스(1104A) 사이에 렌즈(1116)가 위치되었다는 것을 제외하고는 도 10에 도시된 것과 유사하다. 대안적으로 또는 추가적으로, 반사 디바이스(1104A)의 미세 구조체는 도 7, 도 8 및/또는 도 9에 대해 상술된 1 이상의 각도 분포 변화 요소들로서 구성될 수 있다. 작동 시, 렌즈(1116)는 반사 디바이스(1104A) 상으로 간섭성 빔(508)을 포커스하여 가간섭성 빔(510)을 형성한다. 가간섭성 빔(510)은 렌즈(1116)에 의해 회전 다각형 거울(602) 상으로 지향된다.

<113> 도 12에 도시된 실시예에서, 시스템(1200)은 방사전 소스(S0), 회전 다각형 거울(602), 각도 분포 변화 요소(1204), 제 1 렌즈(1216A) 및 제 2 렌즈(1216B)를 포함하는 렌즈 시스템(1216) 및 일루미네이터(IL)를 포함한다. 이 실시예에서, 각도 분포 변화 요소(1204)는 투과 요소(1204A) 및 반사 요소(1204B)를 포함한다. 반사 요소(1204B)는 축선(1222)을 중심으로 대칭인 코너 반사기(corner reflector)일 수 있다. 투과 요소(1204A)는 축선(1222)을 따라 세로방향으로 연장될 수 있고, 미세 구조체(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 상기 미세 구조체는 투과 요소(1204A)를 통해 투과되어 가간섭성 빔(510)을 형성함에 따라 간섭성 빔(508)의 각도 분포를 변화시킨다. 대안적으로 또는 추가적으로, 투과 디바이스(1204A)의 미세 구조체는 도 7, 도 8 및/또는 도 9에 대해 상술된 1 이상의 각도 분포 변화 요소들로서 구성될 수 있다. 작동 시, 간섭성 빔(508)은 렌즈(1216A)에 의해 지향되어 반사 요소(1204B)의 제 1 내부면(1218)으로부터 반사된다. 반사 후, 간섭성 빔(508)은 투과 요소(1204A)를 통해 투과하여 가간섭성 빔(510)을 형성한다. 그 후, 가간섭성 빔(510)은 렌즈(1216B)에 의해 회전 다각형 거울(602) 상으로 지향되기 이전에 반사 요소(1204B)의 제 2 내부면(1220)으로부터 반사된다.

<114> 각도 분포 변화 요소(504)에 대해 다른 요소들 및 요소들의 구성들이 사용될 수 있으므로, 상술된 실시예들 및/또는 예시들은 단지 예시일 뿐 절대적이 아니라는 것을 이해하여야 할 것이다.

<115> 대안적으로 또는 추가적으로, 회전 다각형 거울(602)의 1 이상의 반사 표면들(614)은 시스템(500)에서 광을 지향시키거나 처리하는데 요구되는 1 이상의 렌즈들 또는 거울들의 제거를 허용할 수 있는 광 출력(optical power)을 가질 수 있다. 또한, 대안적으로 또는 추가적으로, 각도 분포 변화 요소들(504, 704, 804, 904, 1004, 1104 및/또는 1204) 중 1 이상은 시스템(500)에서 광을 지향시키거나 처리하는데 요구되는 1 이상의 렌즈들 또는 거울들의 제거를 허용할 수 있는 광 출력을 가질 수 있다.

<116> 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 방법(1300)을 도시하는 흐름도를 예시한다. 단계(1302)에서는, 회전 광학 요소를 이용하여, 적어도 부분 간섭성 빔이 지향되어, 각도 분포 변화 요소로부터 반사시킴으로써 가간섭성 빔을 형성한다. 단계(1304)에서는, 상기 가간섭성 빔으로부터 조명 빔이 형성된다. 단계(1306)에서는, 상기 조명 빔이 패터닝된다. 단계(1308)에서는, 패터닝된 조명 빔이 기관의 타겟부 상으로 투영된다.

<117> 본 명세서에서는, 특정 디바이스(예를 들어, 집적 회로 또는 평판 디스플레이)의 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급되지만, 본 명세서에서 서술된 리소그래피 장치는 여타의 적용예들을 가질 수도 있음을 이해하여야 한다. 적용예들은 제한하는 것은 아니지만, 집적 회로, 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드, 마이크로-전기기계 디바이스(MEMS), 발광 다이오드(LED) 등의 제조를 포함한다. 또한, 예를 들어 평판 디스플레이에서 본 발명은 다양한 층들, 예를 들어 박막 트랜지스터 층 및/또는 컬러 필터 층의 생성을 돕기 위해 사용될 수 있다.

<118> 이상, 광학 리소그래피에 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예컨대 임프린트 리소그래피(imprint lithography)에서도 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면, 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서, 패터닝 디바이스내의 토포그래피(topography)는 기관 상에 생성되는 패턴을 정의한다. 패터닝 디바이스의 토포그래피는 기관에 공급된 레지스트 층 안으로 가압될 수 있으며, 전자기 방사선, 열, 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 레지스트가 경화(cure)된다. 패터닝 디바이스는 레지스트가 경화된 후에 그 안에 패턴을 남기는 레지스트로부터 이동된다.

- <119> 결론
- <120> 이상, 본 발명의 다양한 실시예들이 설명되었지만, 이는 단지 예시의 방식으로만 제시되었을 뿐 제한하려는 것이 아님을 이해하여야 한다. 당업자라면, 본 발명의 범위와 기술적 사상을 벗어나지 않고 본 명세서의 형태 및 세부사항의 다양한 변화들이 행해질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위와 한계는 상술된 어느 예시적인 실시예들에 의해 제한되는 것이 아니라, 다음의 청구항 및 그 균등론에 따라서만 한정되어야 한다.

- <121> 발명이 이루고자 하는 기술적 과제 및 요약 부분이 아닌, 발명의 구성 부분은 청구항을 해석하는데 사용되도록 의도된다. 발명이 이루고자 하는 기술적 과제 및 요약 부분은 발명자(들)에 의해 의도된 본 발명의 모든 예시적인 실시예가 아닌 1 이상의 예시적인 실시예를 설명할 수 있으며, 따라서 어떠한 방식으로든 본 발명과 첨부된 청구항을 제한하려는 것이 아니다.

발명의 효과

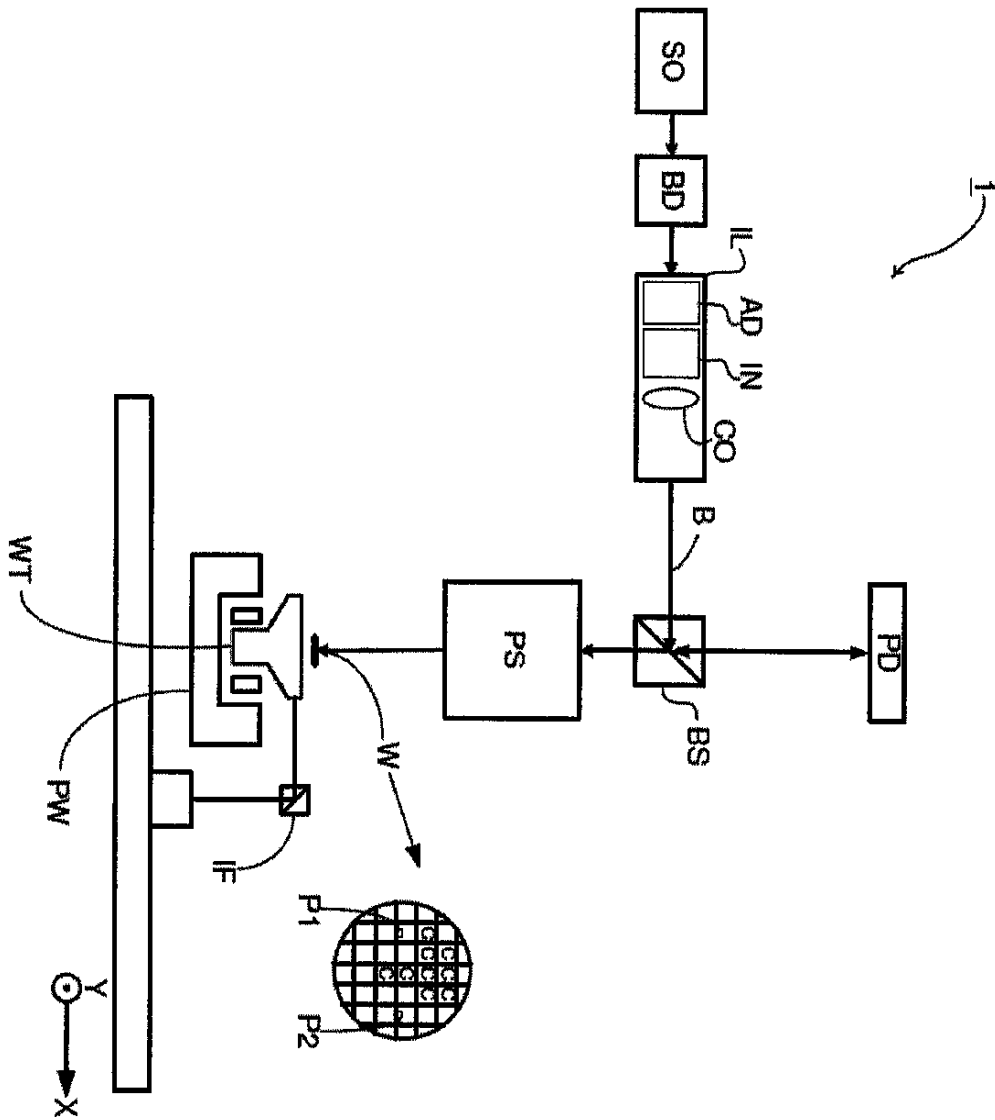
- <122> 본 발명에 따르면, 간섭 또는 스펙클 패턴들이 실질적으로 제거되도록 적어도 부분 간섭성 빔으로부터 가간섭성 빔들을 형성하는 시스템 및 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

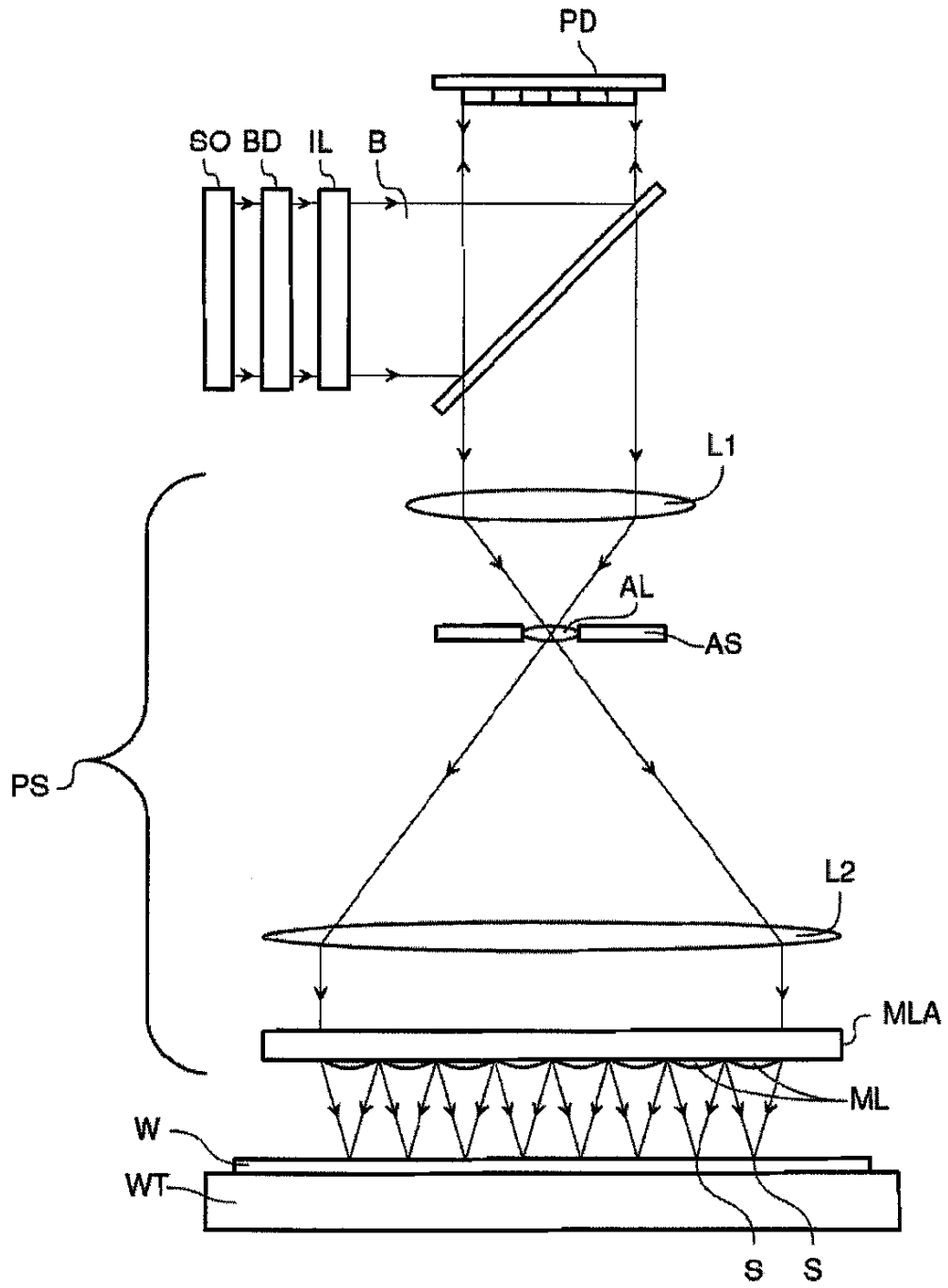
- <1> 본 명세서에 통합되며 그 일부분을 형성하는 첨부된 도면들은 본 발명의 1 이상의 실시예를 예시하며, 또한 설명과 함께 본 발명의 원리들을 설명하고 당업자가 본 발명을 시행하고 사용할 수 있게 하는 역할을 한다.
- <2> 도 1 및 도 2는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 리소그래피 장치를 도시하는 도면;
- <3> 도 3은 도 2에 도시된 본 발명의 일 실시예에 따른, 기관으로 패턴을 전사하는 모드를 도시하는 도면;
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 엔진(optical engine)들의 구성을 도시하는 도면;
- <5> 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 시스템을 도시하는 도면;
- <6> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 광학 요소를 도시하는 도면;
- <7> 도 7, 도 8 및 도 9는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 예시적인 각도 분포 변화 요소들을 도시하는 도면;
- <8> 도 10, 도 11 및 도 12는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 다양한 방사선 시스템들을 도시하는 도면;
- <9> 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 방법을 도시한 흐름도; 및
- <10> 도 14 및 도 15는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 다양한 회전 광학 요소들을 도시하는 도면이다.
- <11> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 1 이상의 실시예들을 설명한다. 도면들에서, 동일한 참조번호들은 동일하거나 기능적으로 유사한 요소들을 나타낼 수 있다. 또한, 참조번호의 맨 앞자리 수(들)는 참조번호가 맨 처음 나타난 도면과 동일할 수 있다.

도면

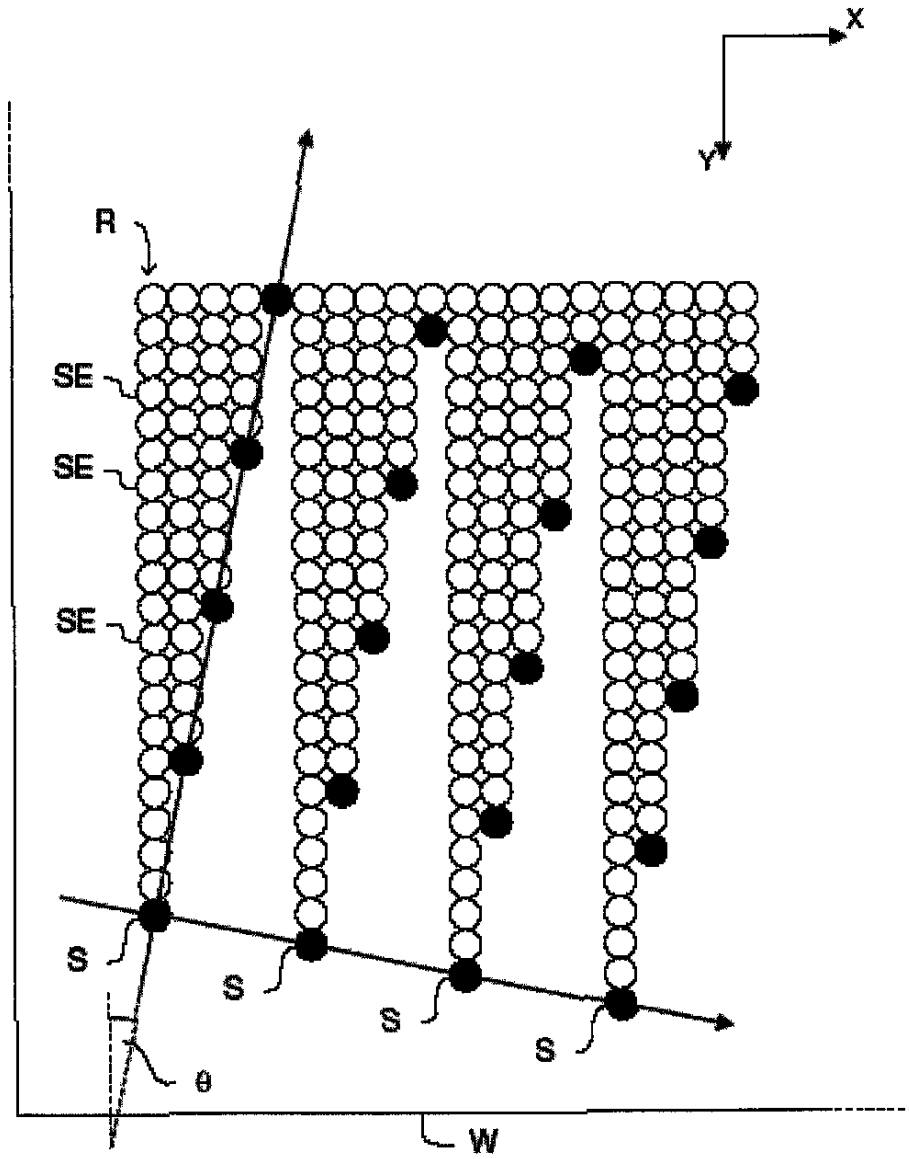
도면1



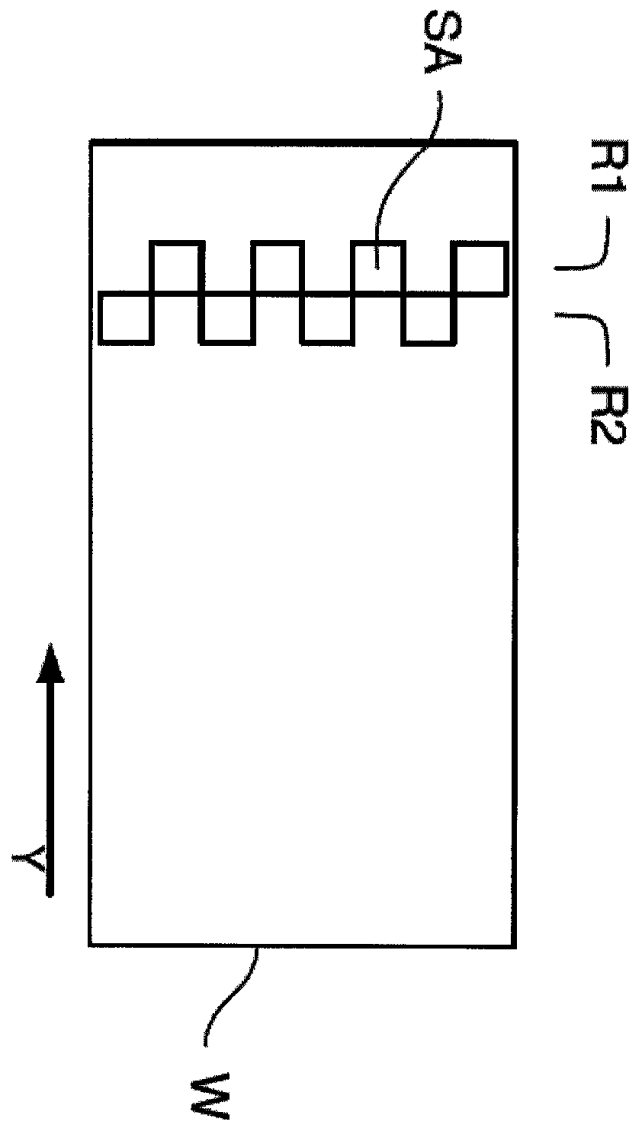
도면2



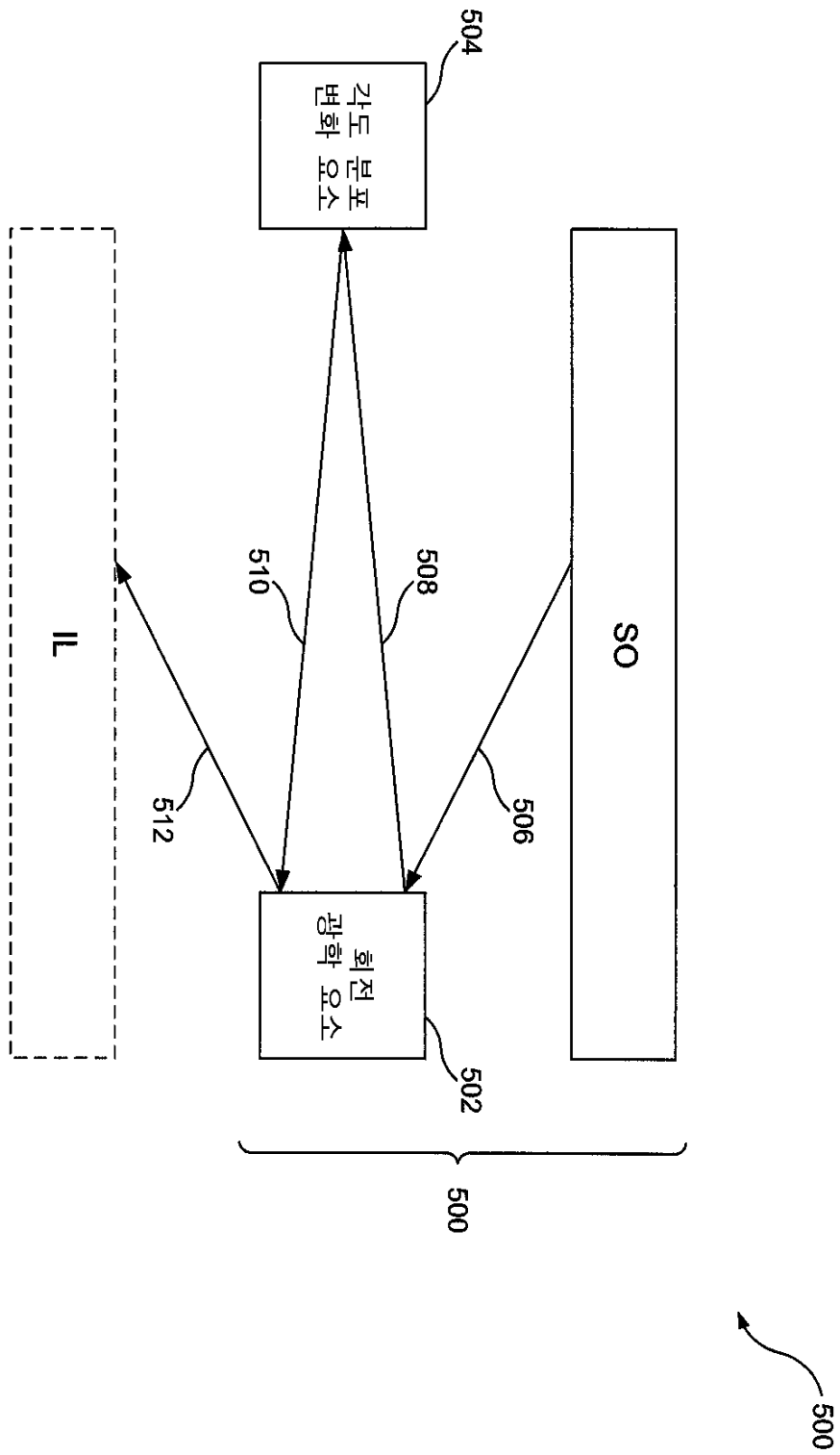
도면3



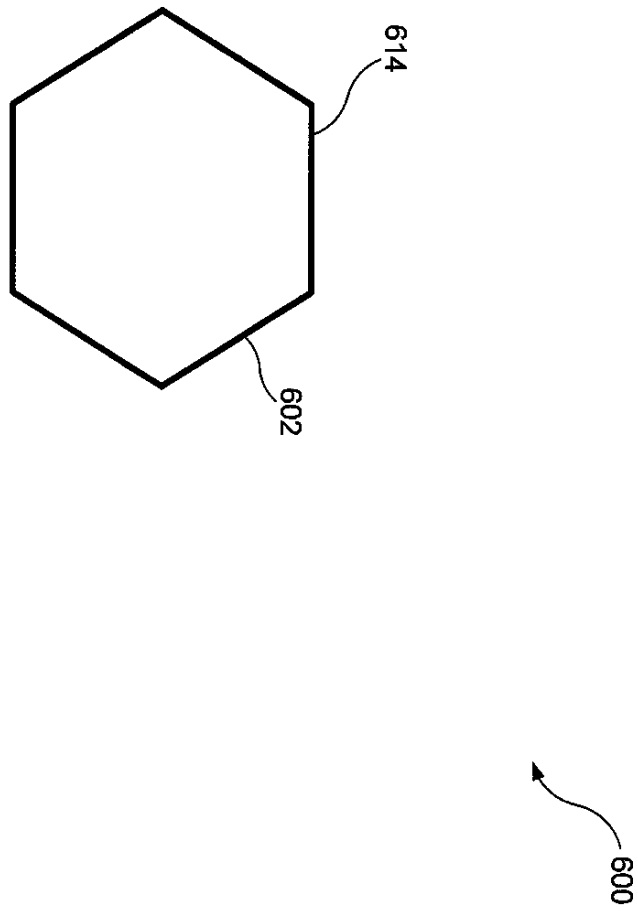
도면4



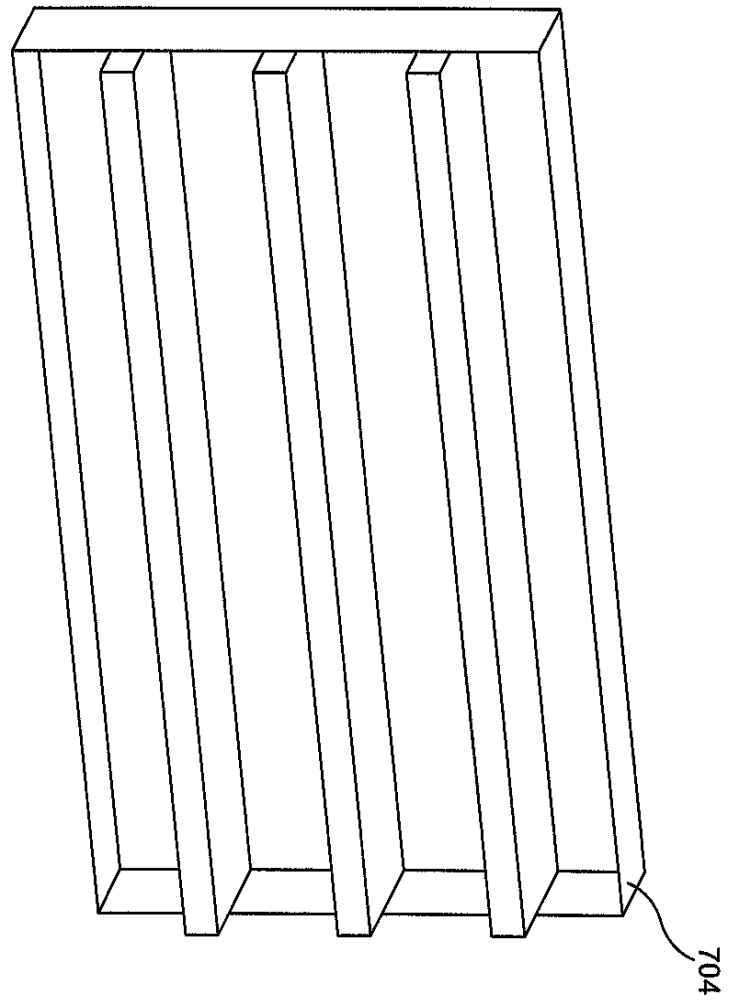
도면5



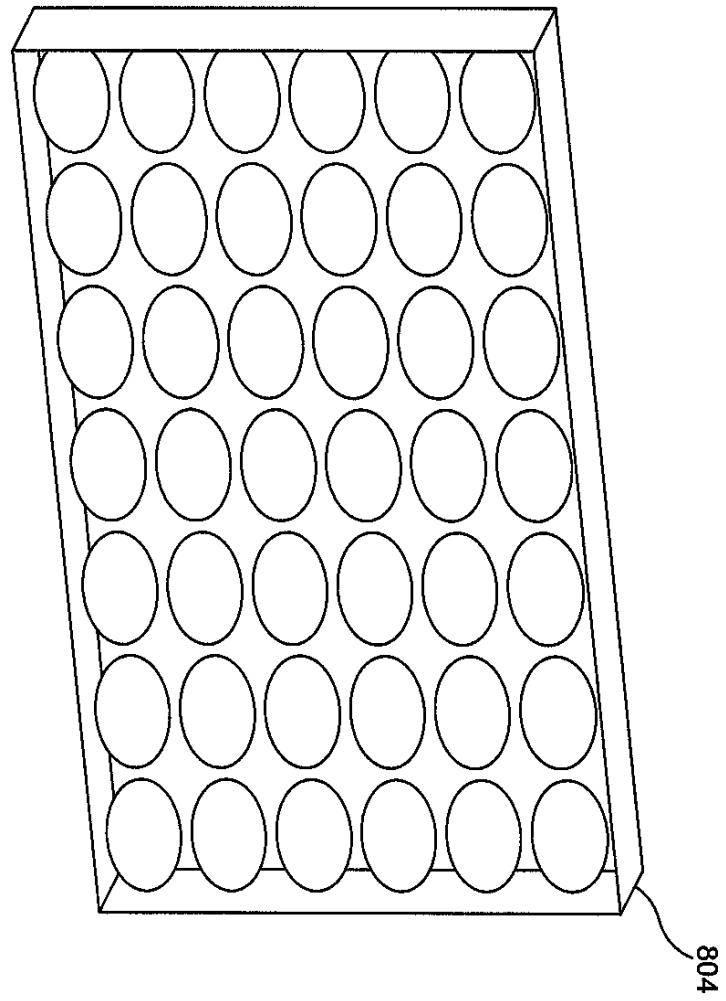
도면6



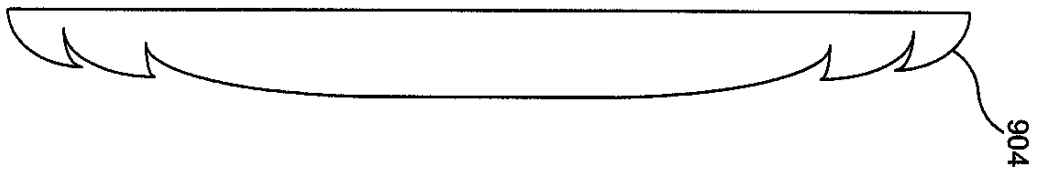
도면7



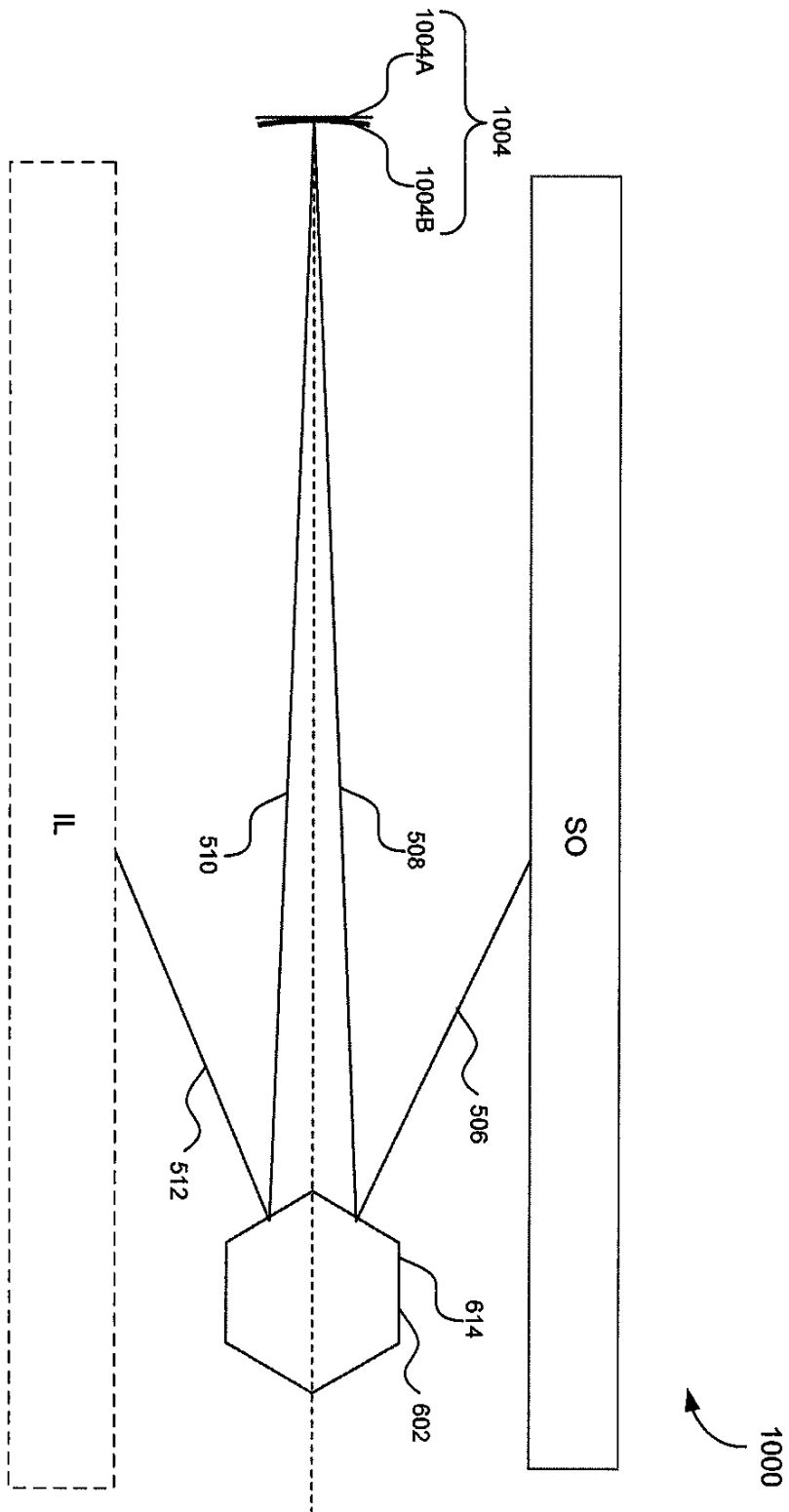
도면8



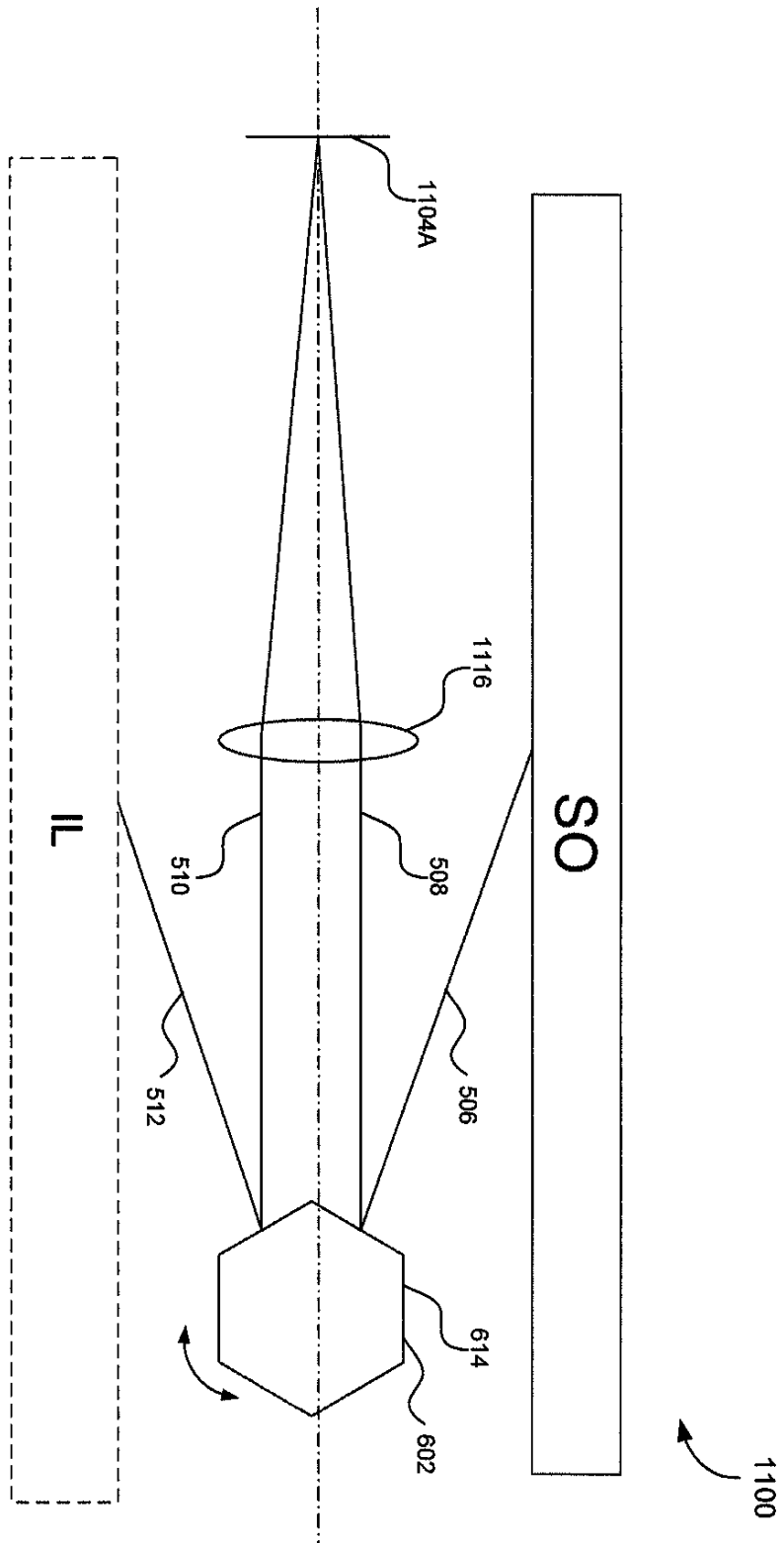
도면9



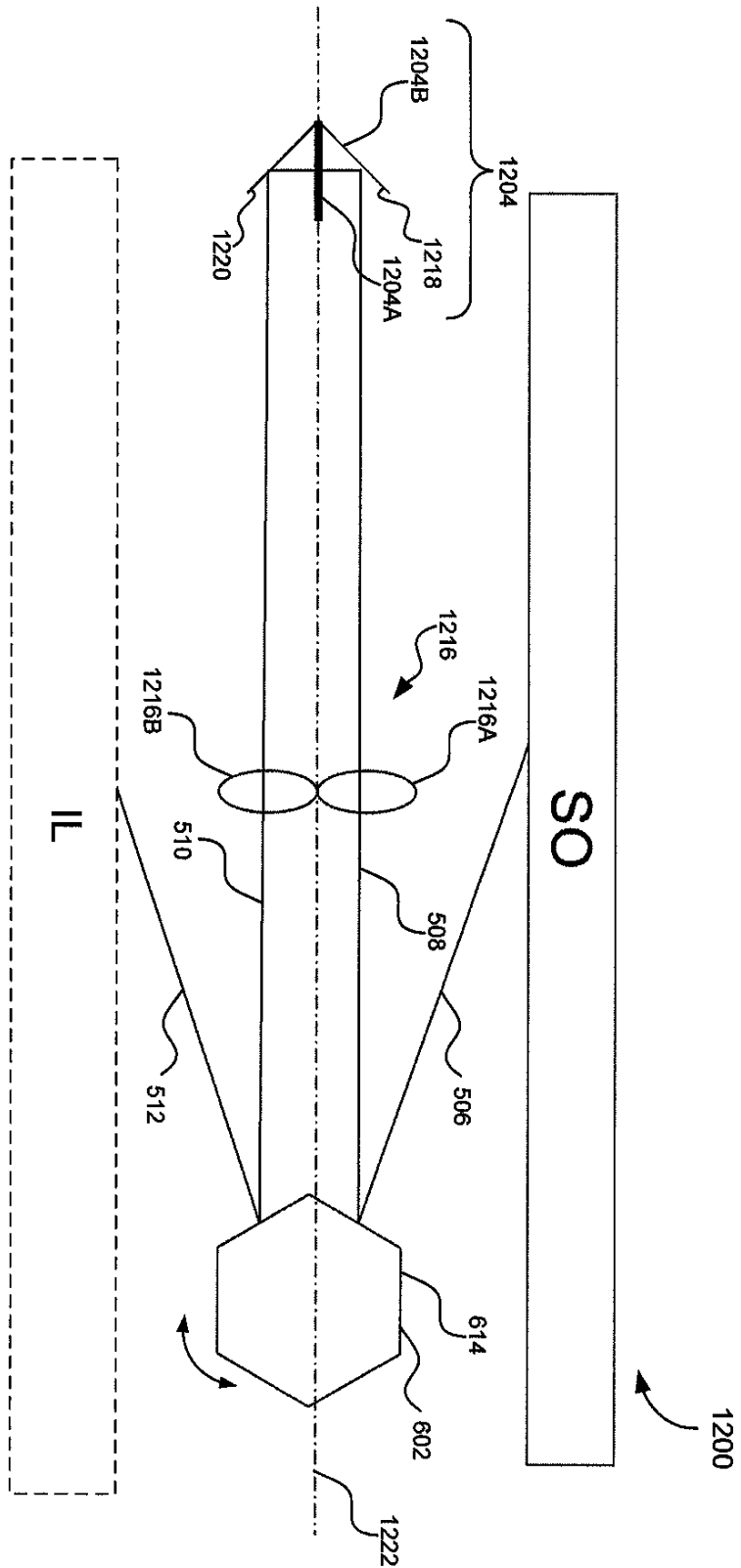
도면10



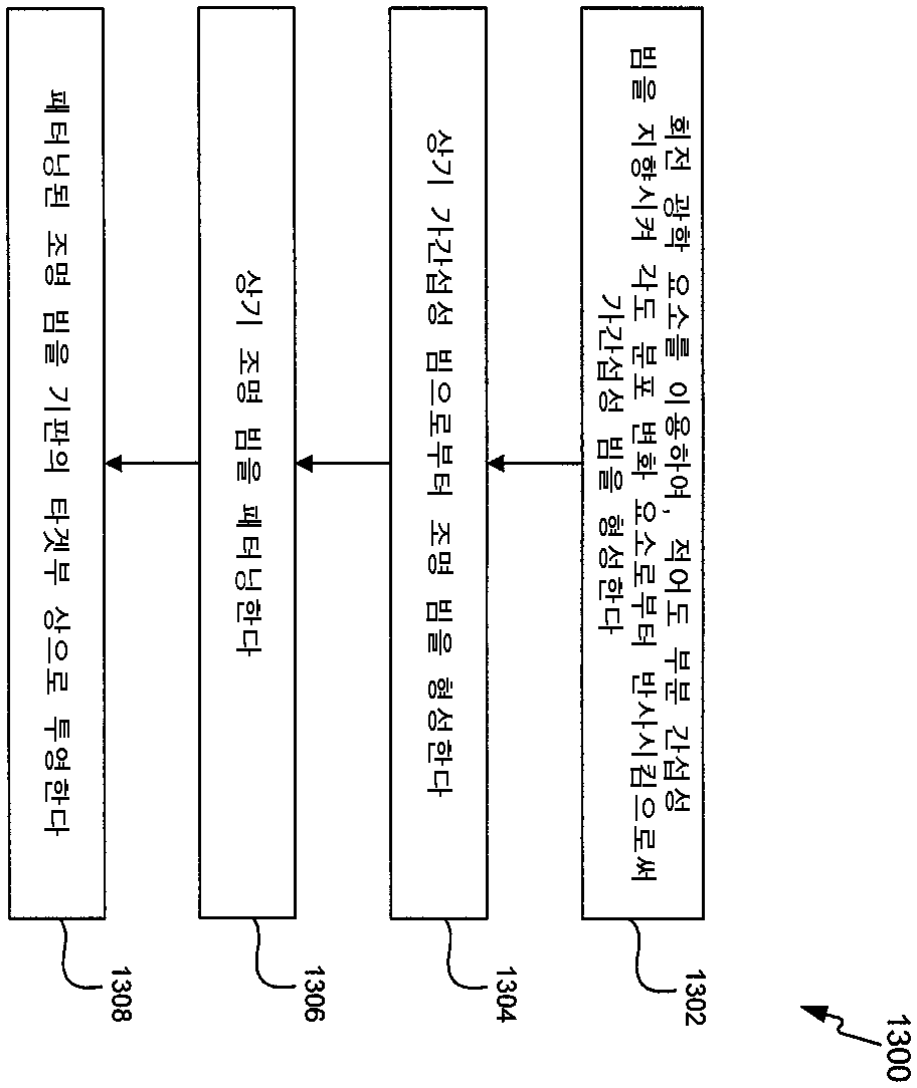
도면11



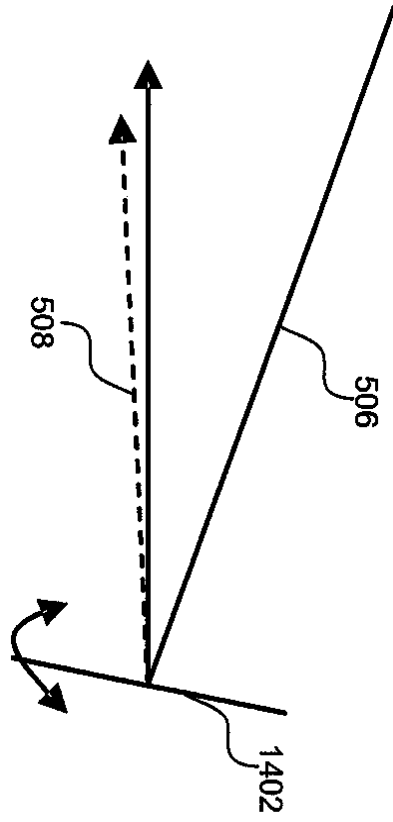
도면12



도면13



도면14



도면15

