



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년10월28일
 (11) 등록번호 10-0923930
 (24) 등록일자 2009년10월21일

(51) Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2007-0061643
 (22) 출원일자 2007년06월22일
 심사청구일자 2007년06월22일
 (65) 공개번호 10-2007-0122164
 (43) 공개일자 2007년12월28일
 (30) 우선권주장
 11/473,326 2006년06월23일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2005277209 A
 JP05034615 A
 KR1020000022951 A
 JP05034614 A

(73) 특허권자
에이에스엠엘 홀딩 엔.브이.
 네덜란드 엔엘-5504 데이에르 벨드호벤 데 룬
 6501
 (72) 발명자
델 푸에르토, 산티아고 이.
 미국 뉴욕 12547 밀턴 릴리 라인 14
 (74) 대리인
특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 18 항

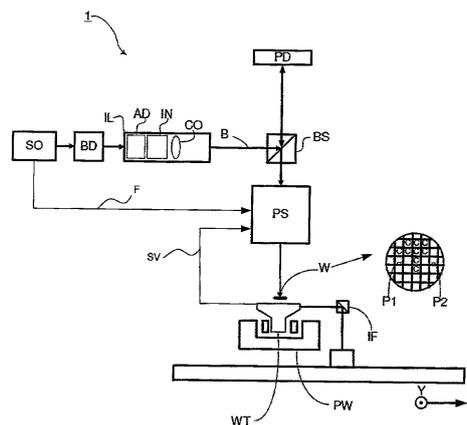
심사관 : 양희용

(54) 공진 스캐닝 거울

(57) 요약

시스템 및 방법은 더 효과적인 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 고려한다. 리소그래피 장치는 조명 시스템, 패터닝 디바이스, 기판 테이블 및 투영 시스템을 포함한다. 조명 시스템은 제 1 주파수로 작동하는 방사선 소스로부터 수용된 방사선 빔을 컨디셔닝한다. 패터닝 디바이스는 상기 빔을 패터닝한다. 기판 테이블은 기판을 지지하고 스캐닝 속도로 스캐닝한다. 투영 시스템은 반사 디바이스 및 복수의 플렉서를 포함한 스캐닝 디바이스를 포함한다. 복수의 플렉서는 반사 디바이스가 회전 축선을 중심으로 공진하게 하도록 구성된다. 스캐닝 디바이스는 기판의 타겟 영역 상에 패터닝된 빔을 스캐닝하도록 구성된다. 스캐닝 디바이스의 공진 주파수는 제 1 주파수와 실질적으로 동일하고 스캐닝 속도와 동기화된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

리소그래피 장치에 있어서:

제 1 주파수로 작동하는 방사선 소스로부터 수용된 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하는 조명 시스템;

상기 빔을 패터닝하는 패터닝 디바이스;

기판을 지지하고 스캐닝 속도로 스캐닝하는 기판 테이블; 및

반사 디바이스 및 복수의 플렉서(flexure)를 포함한 스캐닝 디바이스를 포함하는 투영 시스템을 포함하여 이루어지고, 복수의 플렉서는 상기 반사 디바이스가 회전 축선에 대해 공진(resonate)하게 하도록 구성되며, 상기 스캐닝 디바이스는 상기 기판의 타겟 영역 상에 상기 패터닝된 빔을 스캐닝하도록 구성되고, 및

상기 스캐닝 디바이스의 공진 주파수(resonant frequency)는 상기 제 1 주파수와 실질적으로 동일하고, 상기 스캐닝 속도와 동기화되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 플렉서는, 각 플렉서의 중심면을 통해 진행되는 축선이 상기 스캐닝 디바이스의 회전 축선에 교차하도록 정렬되고, 상기 회전 축선은 상기 스캐닝 디바이스의 반사 표면에 위치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 플렉서는 강철, 강철 합금, 베릴륨(beryllium), 베릴륨 합금, 티탄(titanium) 또는 티탄 합금으로 구성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 방사선 빔은 30 도 내지 60 도의 반사 디바이스에 대한 각도로 입사하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 반사 디바이스는 기다란(elongated) 반사 표면을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 스캐닝 디바이스는:

상기 반사 디바이스가 상기 회전 축선에 대해 제 2 주파수로 공진하게 하도록 구성되는 구동 시스템(driving system)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 구동 시스템은:

상기 반사 디바이스의 반대 끝에 커플링(couple)된 제 1 및 제 2 자석; 및

교류 신호(alternating current signal)를 수용하는 보완적으로 위치된 제 1 및 제 2 코일을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 플렉서는 복수의 곡선형(curvilinear) 또는 아치형(arcuate) 플렉서를 포함하여 이루어지고, 상기 복수의 플렉서 각각의 중심면을 통과하는 축선은 실질적으로 상기 반사 디바이스의 회전 축선에 교차하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 스캐닝 디바이스는, 각각의 회전 축선을 갖고 서로 반대로 지향되는 제 1 및 제 2 반사 디바이스를 가져서, 상기 반사 디바이스들 중 선택된 하나가 상기 투영 시스템에 포함된 광학 시스템 상에 상기 패터닝된 빔을 스캐닝하는데 사용되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 스캐닝 디바이스는:

전자석의 제 1 및 제 2 쌍들을 갖는 구동 시스템을 더 포함하여 이루어지고, 상기 전자석의 제 1 및 제 2 쌍들 중 교번하는 것들은 각각의 회전 축선을 중심으로 상기 제 1 및 제 2 반사 디바이스의 공진을 고려하도록 에너지화되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 스캐닝 디바이스는, 상기 스캐닝 디바이스의 공진에 의해 야기된 진동이 실질적으로 제거되도록 격리 매스(isolation mass)-플렉서 구성을 통해 상기 투영 시스템에 커플링되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 스캐닝 디바이스는, 상기 반사 디바이스에 구동력이 직접 적용되지 않아서 실질적으로 왜곡을 제거하도록, 한쪽 끝이 상기 격리 매스에 커플링되고 다른쪽 끝이 상기 투영 시스템에 액추에이터(actuator)에 의해 간접적으로 공진하게 하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 반사 디바이스 및 상기 복수의 플렉서는 단일체 구조(monolithic structure)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 투영 시스템은 광학 시스템을 더 포함하여 이루어지고;

상기 스캐닝 디바이스는 상기 광학 시스템 상에 상기 패터닝된 빔을 스캐닝하도록 구성되며; 및

상기 광학 시스템은 상기 기관의 타겟 영역 상에 상기 패터닝된 빔을 투영하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 장치.

청구항 15

디바이스 제조 방법에 있어서:

- (a) 방사선의 빔을 제 1 주파수로 생성하는 단계;
- (b) 기관 스테이지를 이용하여 스캐닝 속도로 기관을 스캐닝하는 단계;
- (c) 상기 방사선의 빔을 패터닝하는 단계;
- (d) 반사 디바이스에 커플링된 플렉서들을 이용하여 회전 축선에 대해 실질적으로 상기 제 1 주파수로 스캐닝 거울의 상기 반사 디바이스를 공진시키는 단계; 및
- (e) 상기 패터닝된 빔이 상기 기관의 타겟부 상으로 지향되도록, 상기 제 1 주파수 및 상기 스캐닝 속도에 상기 스캐닝 거울의 스캐닝을 동기화시키는 단계를 포함하여 이루어지는 디바이스 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 단계 (d)는 상기 회전 축선에서 가로지르는 상기 플렉서들의 중심면을 통과하는 축선을 갖는 선형 플렉서들을 이용하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 단계 (d)는 상기 회전 축선에서 가로지르는 상기 플렉서들의 중심면을 통과하는 축선을 갖는 곡선형 또는 아치형 플렉서들을 이용하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 단계 (e) 이전에 상기 방사선의 패터닝된 빔은, 투영 광학기가 상기 기관의 타겟부 상으로 상기 패터닝된 빔을 투영하는데 이용되도록 상기 스캐닝 거울을 이용하여 상기 투영 광학기 상에 스캐닝되는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 리소그래피 장치 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.
- <16> 리소그래피 장치는 기관 또는 기관의 일부분 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 평판 디스플레이(flat panel display), 집적 회로(IC) 및 미세 구조체를 수반하는 다른 디바이스 제조 시에 사용될 수 있다. 종래의 장치에서, 마스크 또는 레티클이라 칭할 수 있는 패터닝 디바이스는 평판 디스플레이(또는 다른 디바이스)의 개별 층에 대응하는 회로 패턴을 생성하는데 사용될 수 있다. 이 패턴은, 기관 상에 제공된 방사선-감응재(예컨대, 레지스트)층 상에 이미징(imaging)함으로써, 기관(예컨대, 유리판)의 전체 또는 일부분 상으로 전사될 수 있다.
- <17> 회로 패턴 대신에, 다른 패턴, 예를 들어 컬러 필터 패턴(color filter pattern) 또는 도트(dot)들의 매트릭스를 생성하기 위해 패터닝 디바이스가 사용될 수 있다. 마스크 대신에, 패터닝 디바이스는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이를 포함하는 패터닝 어레이일 수 있다. 이러한 시스템에서 상기 패턴은 마스크 기반 시스템에 비해 더 빠르고 더 적은 비용으로 변화될 수 있다.
- <18> 평판 디스플레이 기관은 전형적으로 직사각형이다. 이 형태의 기관을 노광하도록 디자인된 리소그래피 장치는,

직사각형 기관의 전체 폭을 덮거나 상기 폭의 일부분(예를 들어, 폭의 절반)을 덮는 노광 영역을 제공할 수 있다. 노광 영역 밑에서 상기 기관이 스캐닝될 수 있는 한편, 마스크 또는 레티클이 빔을 통해 동기적으로 스캐닝된다. 이러한 방식으로 패턴이 기관으로 전사된다. 노광 영역이 기관의 전체 폭을 덮는 경우, 노광은 단일 스캔으로 완료될 수 있다. 노광 영역이 예를 들어 기관의 폭의 절반을 덮는 경우, 기관은 제 1 스캔 이후에 가로질러 이동될 수 있으며, 기관의 잔여부를 노광하기 위해 전형적으로 또 다른 스캔이 수행된다.

- <19> 전형적으로, 방사선의 소스가 지터(jitter)인 경우, 원하는 순간 이전에 또는 이후에 펄스화된 빔(pulsed beam)이 발생할 수 있다. 이는 원하는 타겟 위치의 앞 또는 뒤에서 기관을 패턴링하기 위해, 패턴링 디바이스와 상호작용하는 펄스화된 빔으로부터 형성된 패턴링된 광빔을 야기할 수 있다. 전형적으로, 이러한 지터를 보상하기 위해 펄스화된 빔의 주파수 및 기관의 스캐닝 속도에 동기화되는 동기식 스캐닝 거울(synchronous scanning mirror: SSM)이 사용되어 왔다. 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 이용하여, 패턴링된 빔이 스캐닝 기관 테이블에 의해 지지된 스캐닝 기관 상으로 원하는 타겟 위치에 지향될 수 있다. 하지만, 마스크없는 리소그래피에 대해서는 동기식 스캐닝 거울(SSM)이 고주파(예를 들어, 6 kHz)로 스캐닝되어야 하며, 스캐닝 동작은 순수 회전(pure rotation)(작은 진폭, +/- 1.2 mrad)이어야 하고, 회전 축선은 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 활동 표면(active surface) 상에 가로놓여(lie) 있어야 한다. 또한, 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 뛰어난 광학 품질(즉, 약 0.5 nm 평탄도의 오더로 매우 평탄함)로 이루어져야 하며, 이는 그것이 상당한 무게를 가지도록 요구하여 큰 질량(mass)을 유도한다.
- <20> 종래의 동기식 스캐닝 거울(SSM)들은, 전형적으로 낮은 거울 왜곡을 갖는 순수 회전 스캐닝 동작을 생성할 수 없다. 동력학적으로, 낮은 고유 주파수(eigenfrequency)(예를 들어, 특정한 시스템이 진동하는 주파수들 중 하나)를 갖는 바람직하지 않은 모드들의 불가피한 존재는 왜곡 없는 순수 회전을 달성할 수 없게 한다. 유용한 제 1 모드보다 단지 2 배(2x) 더 높은 고유 주파수를 갖는 제 2 모드는 평면외 병진(out-of-plane translation) 및 거울 왜곡을 생성한다. 또한 제조가능성(manufacturability) 관점으로부터, 회전 축선이 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 반사 표면 상에 놓이는 요건은, 반사 표면이 별도의 부분이 아니라면 폴리싱(polishing)을 위해 반사 표면에 액세스하는 것을 어렵게 한다. 별도의 반사 표면을 이용하면, 왜곡을 도입하지 않고 또한 매우 높은 스캐닝 주파수보다 낮은 모드들을 도입하지 않고 반사 표면을 장착하는 것은 해결할 수 없는 타협점으로 존재할 수 있다.
- <21> 그러므로, 더 효과적인 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 고려하는 시스템 및 방법이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <22> 본 발명의 일 실시예에서, 조명 시스템, 패턴링 디바이스, 기관 테이블 및 투영 시스템을 포함한 리소그래피 장치가 제공된다. 조명 시스템은 제 1 주파수로 작동하는 방사선 소스로부터의 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)한다. 패턴링 디바이스는 상기 빔을 패턴링한다. 기관 테이블은 기관을 지지하고 스캐닝 속도로 스캐닝한다. 투영 시스템은 반사 디바이스 및 복수의 플렉서(flexure)를 포함한 스캐닝 디바이스를 포함한다. 복수의 플렉서는 반사 디바이스가 회전 축선에 대해 공진(resonate)하게 하도록 구성된다. 스캐닝 디바이스는 기관의 타겟 영역 상에 패턴링된 빔을 스캐닝하도록 구성된다. 스캐닝 디바이스의 공진 주파수(resonant frequency)는 제 1 주파수와 실질적으로 동일하고, 스캐닝 속도와 동기화된다.
- <23> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 다음의 단계들을 포함하는 방법이 제공된다. 방사선의 빔은 제 1 주파수로 생성된다. 기관은 기관 스테이지를 이용하여 스캐닝 속도로 스캐닝된다. 방사선의 빔은 패턴링된다. 스캐닝 거울의 반사 디바이스는 반사 디바이스에 커플링(couple)된 플렉서들을 이용하여 회전 축선에 대해 실질적으로 제 1 주파수로 공진된다. 스캐닝 거울의 스캐닝은, 패턴링된 빔이 기관의 타겟부 상으로 지향되도록 제 1 주파수 및 스캐닝 속도에 동기화된다.
- <24> 첨부된 도면들을 참조하여, 본 발명의 또 다른 실시예, 특징 및 장점뿐만 아니라, 본 발명의 다양한 실시예들의 구조 및 작동이 아래에서 상세히 설명된다.

발명의 구성 및 작용

- <25> 본 명세서는 본 발명의 특징들을 통합하는 1 이상의 실시예를 개시한다. 개시된 실시예(들)는 단지 본 발명을 예시한다. 본 발명의 범위는 개시된 실시예(들)에 제한되지 않는다. 본 발명은 본 명세서에 첨부된 청구항들에 의해 정의된다.
- <26> 본 명세서에서 "하나의 실시예", "일 실시예", "예시적인 실시예" 등으로 설명된 실시예(들) 및 용어는, 설명된

실시예(들)가 특정한 특징, 구조 또는 특성을 포함할 수 있지만, 모든 실시예가 특정한 특징, 구조 또는 특성을 반드시 포함하는 것은 아님을 나타낸다. 또한, 이러한 어구들이 반드시 동일한 실시예를 칭하는 것은 아니다. 또한, 특정한 특징, 구조 또는 특성이 일 실시예와 관련하여 설명되는 경우, 다른 실시예들과 관련하여 이러한 특징, 구조 또는 특성에 영향을 주는 것은 명확하게 설명되든지 그렇지 않든지 당업자의 지식 내에 있음을 이해한다.

- <27> 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어 또는 여하한 그 조합으로 구현될 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예들은 기계-판독가능한 매체 상에 저장된 명령어들로서 구현될 수 있으며, 이는 1 이상의 프로세서에 의해 판독되고 실행될 수 있다. 기계-판독가능한 매체는 기계(예를 들어, 연산 디바이스(computing device))에 의해 판독가능한 형태로 정보를 저장하거나 전송하는 여하한의 메카니즘을 포함할 수 있다. 예를 들어, 기계-판독가능한 매체는 ROM(read only memory); RAM(random access memory); 자기 디스크 스토리지 매체; 광학 스토리지 매체; 플래시 메모리 디바이스들; 전기, 광학, 음향 또는 다른 형태의 전송 신호(propagated signal)(예를 들어, 반송파(carrier wave), 적외선 신호, 디지털 신호 등) 등을 포함할 수 있다. 또한, 펌웨어, 소프트웨어, 루틴(routine), 명령어들은 본 명세서에서 소정 동작을 수행하는 것으로서 설명될 수 있다. 하지만, 이러한 설명들은 단지 편의를 위한 것이며, 이러한 동작은 사실상 연산 디바이스, 프로세서, 제어기, 또는 펌웨어, 소프트웨어, 루틴, 명령어 등을 실행하는 다른 디바이스로부터 일어난다는 것을 이해하여야 한다.
- <28> 도 1은 본 발명의 일 실시예의 리소그래피 장치(1)를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는 조명 시스템(IL), 패터닝 디바이스(PD), 기관 테이블(WT) 및 투영 시스템(PS)을 포함한다. 조명 시스템(일루미네이터)(IL)은 방사선 빔(B)(예를 들어, UV 방사선)을 컨디셔닝하도록 구성된다.
- <29> 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.
- <30> 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. 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템들, 또는 여하한의 그 조합을 포함하는 여하한의 형태의 투영 시스템을 포괄하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- <31> 투영 시스템(PS)은 아래 설명된 동기식 스캐닝 거울(SSM)과 같은 동적 요소들을 포함할 수 있다. 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 기능하기 위해, 즉 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 공진 주파수를 제어하기 위해 방사선 소스(SO)로부터의 주파수 신호(F) 및 기관 테이블(WT)로부터의 스캐닝 속도 신호(SV)를 필요로 한다.
- <32> 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 여하한의 그 조합과 같은 다양한 타입의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.
- <33> 패터닝 디바이스(PD)(예를 들어, 레티클 또는 마스크 또는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이)는 상기 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.
- <34> 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스" 또는 "콘트라스트 디바이스(contrast device)"라는 용어는, 기관의 타겟부에 패턴을 생성하도록 방사선 빔의 단면을 변조시키는데 사용될 수 있는 여하한의 디바이스를 언급하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 상기 디바이스는 정적(static) 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크 또는 레티클) 또는 동적(dynamic) 패터닝 디바이스(예를 들어, 프로그램가능한 요소들의 어레이) 중 하나일 수 있다. 간결함을 위해, 대부분의 설명은 동적 패터닝 디바이스에 관하여 할 것이지만, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 정적 패터닝 디바이스가 사용될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.
- <35> 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 상기 패턴이 위상-시프팅 피처(phase-shifting feature)들 또는 소위 어시스트 피처(assist feature)들을 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 수 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 필터층 또는 평판 디스플레이 내의 박막 트랜지스터층)에 해당할 것이다. 이러한 패턴링 디바이스의 예로는 레티클, 프로그램가능한 거울 어레이, 레이저 다이오드 어레이(laser diode array), 발광 다이오드 어레이(light emitting diode array), 격자 광 밸브(grating light valve) 및 LCD 어레이를 포함한다.
- <37> 복수의 프로그램가능한 요소들을 포함하는 패턴링 디바이스와 같이 전자 수단(예를 들어, 컴퓨터)의 도움으로 그 패턴이 프로그램가능한 패턴링 디바이스들(예를 들어, 레티클을 제외하고 이전 문장에 언급된 모든 디바이스)은, 본 명세서에서 집합적으로 "콘트라스트 디바이스들"로 언급된다. 패턴링 디바이스는 10 이상, 100 이상, 1,000 이상, 10,000 이상, 100,000 이상, 1,000,000 이상 또는 10,000,000 이상의 프로그램가능한 요소들을 포함한다.
- <38> 프로그램가능한 거울 어레이는 점탄성(viscoelastic) 제어층 및 반사 표면을 갖는 매트릭스-어드레서블 표면(matrix-addressable surface)을 포함할 수 있다. 이러한 장치의 기본 원리는, 반사 표면의 어드레싱된 영역들은 입사 광을 회절 광(diffracted light)으로서 반사시키는 반면, 어드레싱되지 않은 영역들은 입사 광을 비회절 광으로서 반사시킨다는 것이다. 적절한 공간 필터를 사용하여, 반사된 빔 중에서 상기 비회절 광을 필터링하고, 회절 광만이 기관에 도달하도록 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로 매트릭스-어드레서블 표면의 어드레싱 패턴에 따라 상기 빔이 패턴링된다.
- <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-electromechanical system device))들의 어레이가 대응하는 방식으로 사용될 수도 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 수단들(piezoelectric actuation means)을 채택함으로써 축선에 대하여 개별적으로 기울어질 수 있다. 다시 말하면, 상기 거울들은 매트릭스-어드레서블로 어드레싱된 거울들은 입사하는 방사전 빔을 어드레싱되지 않은 거울들과 다른 방향으로 반사시킨다; 이러한 방식으로 매트릭스-어드레서블 거울들의 어드레싱 패턴에 따라 반사된 빔이 패턴링될 수 있다. 요구되는 매트릭스 어드레싱은 적절한 전자 수단들을 사용하여 수행될 수 있다.
- <42> 또 다른 예시 PD는 프로그램가능한 LCD 어레이이다.
- <43> 리소그래피 장치는 1 이상의 콘트라스트 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 이는 서로 독립적으로 각각 제어되는 개별적으로 제어가능한 요소들의 복수의 어레이를 가질 수 있다. 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 평탄한 에지(flattened edge)를 갖는다. 또 다른 예시에서 기관은 다각형, 예를 들어 직사각형이다.
- <45> 기관이 실질적으로 원형인 예시는, 기관이 25 mm 이상, 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. 대안적으로, 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, 2 변 이상 또는 3 변 이상이 5 cm 이상, 25 cm 이상, 50 cm 이상, 100 cm 이상, 150 cm 이상, 200 cm 이상 또는 250 cm 이상의 길이를 갖는 예시들을 포함한다.
- <47> 기관의 1 변 이상은 최대 1000 cm, 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. 웨이퍼 재료는 Si, SiGe, SiGeC, SiC, Ge, GaAs, InP 및 InAs로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 웨이퍼는: III/V 화합물 반도체 웨이퍼, 실리콘 웨이퍼, 세라믹 기관, 유리 기관 또는 플라스틱 기관일 수 있다. 기관은 (육안으로) 투명하거나, 유채색 또는 무채색일 수 있다.
- <49> 기관의 두께는 변동될 수 있으며, 기관 재료 및/또는 기관 치수(dimension)에 따라 어느 정도 달라질 수 있다. 상기 두께는 50 μm 이상, 100 μm 이상, 200 μm 이상, 300 μm 이상, 400 μm 이상, 500 μm 이상 또는 600 μm 이상일 수 있다. 대안적으로, 기관의 두께는 최대 5000 μm , 최대 3500 μm , 최대 2500 μm , 최대 1750 μm , 최대 1250 μm , 최대 1000 μm , 최대 800 μm , 최대 600 μm , 최대 500 μm , 최대 400 μm 또는 최대 300 μm 일 수 있다.
- <50> 본 명세서에 언급된 기관은, 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기관에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 톨), 메트롤로지 톨 및/또는 검사 톨에서 처리될 수 있다. 일 예시에서 레지스트층은 기관 상에 제공된다.
- <51> 투영 시스템은, 패턴이 기관 상에 일관되게(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 2차 소스들을 형성하고 기관 상에 스폿(spot)들을 이미징하도록 마이크로 렌즈 어레이(MLA라고도 함) 또는 프레넬 렌즈 어레이(Fresnel lens array)와 같은 포커싱 요소들의 어레이를 포함할 수 있다. 포커싱 요소들의 어레이(예를 들어, MLA)는 10 이상의 포커스 요소, 100 이상의 포커스 요소, 1,000 이상의 포커스 요소, 10,000 이상의 포커스 요소, 100,000 이상의 포커스 요소 또는 1,000,000 이상의 포커스 요소를 포함한다.
- <52> 패턴링 디바이스 내의 개별적으로 제어가능한 요소들의 개수는, 포커싱 요소들의 어레이 내의 포커싱 요소들의 개수와 같거나 그보다 크다. 포커싱 요소들의 어레이 내의 1 이상(예를 들어, 1000 이상, 대부분 또는 그 각각)의 포커싱 요소들은, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 내의 1 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 내의 2 이상, 3 이상, 5 이상, 10 이상, 20 이상, 25 이상, 35 이상 또는 50 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들과 광학적으로 연계(associate)될 수 있다.
- <53> MLA는 (예를 들어, 1 이상의 액추에이터(actuator)를 사용하여) 적어도 기관을 향하는 방향으로, 또한 기관으로부터 멀어지는 방향으로 이동가능할 수 있다. MLA를 기관 쪽으로, 또한 기관으로부터 멀리 이동시킬 수 있다는 것은, 예를 들어 기관을 이동시킬 필요없이 포커스 조정을 허용한다.
- <54> 본 명세서에서 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.
- <55> 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블들을 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.
- <56> 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 패턴링 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 담그어져야 함을 의미하는 것이라기보다는, 노광 시 액체가 투영 시스템과 기관 사이에 놓이기만 하면 된다는 것을 의미한다.
- <57> 도 1을 다시 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 방사선 소스는 5 nm 이상, 10 nm 이상, 11 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. 대안적으로, 방사선 소스(SO)에 의해 제공된 방사선은 최대 450 nm, 최대 425 nm, 최대 375 nm, 최대 360 nm, 최대 325 nm, 최대 275 nm, 최대 250 nm, 최대 225 nm, 최대 200 nm 또는 최대 175 nm의 파장을 갖는다. 상기 방사선은 436 nm, 405 nm, 365 nm, 355 nm, 248 nm, 193 nm, 157 nm 및/또는 126 nm를 포함하는 파장을 가질 수 있다.

- <58> 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 거울들 및/또는 빔 익스팬더(beam expander)를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로 소스(S0)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(S0) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템(BD)과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.
- <59> 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 필드 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 1 또는 복수의 개별적으로 제어가능한 요소들과 각각 연계될 수 있는 복수의 서브-빔(sub-beam)으로 분할하도록 배치될 수도 있다. 예를 들어, 방사선 빔을 서브-빔으로 분할하기 위해 2 차원 회절 격자가 사용될 수 있다. 본 명세서에서 "방사선의 빔" 및 "방사선 빔"이라는 용어는 빔이 이러한 방사선의 복수의 서브-빔으로 구성되는 상황을 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다.
- <60> 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 동안 방사선 빔(B)의 경로에 대해 패터닝 디바이스(PD)의 위치를 정확히 보정하는데 사용될 수 있다.
- <61> 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 도움으로 실현되며, 이는 도 1에 명확하게 도시되지는 않는다. 또 다른 예시에서는, 단 행정 스테이지가 존재하지 않을 수 있다. 또한, 유사한 시스템이 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이를 위치시키는데 사용될 수도 있다. 대상물 테이블 및/또는 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이가 요구되는 상대 이동을 제공하도록 고정된 위치를 가질 수 있는 한편, 투영 빔(B)은 대안적으로/추가적으로 이동가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 이러한 구성은 상기 장치의 크기를 제한하는데 도움이 될 수 있다. 예를 들어, 평판 디스플레이의 제조시에 적용가능할 수 있는 또 다른 대안으로서, 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.
- <62> 도 1에 나타난 바와 같이, 방사선이 초기에 빔 스플리터에 의해 반사되고 패터닝 디바이스(PD)로 지향되도록 구성되는 빔 스플리터(BS)에 의해, 방사선의 빔(B)이 패터닝 디바이스(PD)로 지향될 수 있다. 또한, 방사선의 빔(B)은 빔 스플리터를 사용하지 않고 패터닝 디바이스에 지향될 수 있다는 것이 실현되어야 한다. 상기 방사선의 빔은 0 내지 90°, 5 내지 85°, 15 내지 75°, 25 내지 65°, 또는 35 내지 55°의 각도로 패터닝 디바이스에 지향될 수 있다(도 1에 나타난 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 지향하고, 후속하여 투영 시스템(PS)으로 지향하기 위해, 대안적인 구성들이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 특히, 투과 패터닝 디바이스가 사용되는 경우, 도 1에 나타난 바와 같은 구성은 요구되지 않을 수 있다.
- <63> 도시된 장치는 몇몇 모드에서 사용될 수 있다:
- <64> 1. 스텝 모드에서, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 및 기관은 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.
- <65> 2. 스캔 모드에서, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 및 기관은, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C)

상에 투영되는 동안에 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.

<66> 3. 펄스 모드에서, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이는 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 펄스화된 방사선 소스를 사용하여 전체 패턴이 기관(W)의 타겟부(C) 상에 투영된다. 기관 테이블(WT)은, 상기 빔(B)이 기관(W)을 가로질러 라인을 스캐닝하도록 유도하기 위해, 기본적으로 일정한 속력으로 이동된다. 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 상의 패턴은, 방사선 시스템의 펄스 사이사이에 필요에 따라 업데이트되며, 연속한 타겟부(C)들이 기관(W) 상의 요구된 위치에 노광되도록 상기 펄스의 시간이 조절된다(time). 결과적으로, 상기 빔(B)은 기관의 스트립(strip)에 완전한 패턴을 노광하도록 기관(W)을 가로질러 스캐닝할 수 있다. 상기 공정은, 한 라인씩 전체 기관(W)이 노광될 때까지 반복된다.

<67> 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 제어가능한 요소들의 어레이 상의 패턴이 업데이트된다는 것을 제외하고는, 기본적으로 펄스 모드와 동일하다. 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 상의 패턴의 업데이트와 동기화된, 실질적으로 일정한 방사선 소스 또는 펄스화된 방사선 소스가 사용될 수 있다.

<68> 5. 도 2의 리소그래피 장치를 사용하여 수행될 수 있는 픽셀 그리드 이미징 모드(pixel grid imaging mode)에서, 기관(W)상에 형성된 패턴은 패턴링 디바이스(PD) 상으로 지향되는 스폿 발생기(spot generator)에 의해 형성된 스폿의 후속 노광에 의해 실현된다. 상기 노광된 스폿들은 실질적으로 동일한 형상을 갖는다. 기관(W) 상에서, 상기 스폿들은 실질적으로 그리드 내에 프린트된다. 일 예시에서, 상기 스폿 크기는 프린트된 픽셀 그리드의 피치(pitch)보다 크지만, 노광 스폿 그리드보다는 훨씬 작다. 프린트된 스폿의 세기를 변화시킴으로써 패턴이 실현된다. 노광 플래시(exposure flash)들 사이에서, 스폿에 걸친 세기 분포가 변화된다.

<69> 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

<70> 리소그래피에서 기관 상의 레지스트층 상에 패턴이 노광된다. 그 후, 상기 레지스트는 현상된다. 후속하여 기관 상에서 추가 처리 단계들이 수행된다. 기관의 각 부분 상에서의 이 후속 처리 단계들의 효과는 레지스트의 노광에 의존한다. 특히 상기 공정들은, 주어진 도즈 임계치(dose threshold) 이상의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 부분들이 상기 도즈 임계치 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 부분들과 상이하게 응답하도록 조절(tune)된다. 예를 들어, 에칭 공정에서 상기 임계치 이상의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 영역들은, 현상된 레지스트층에 의한 에칭으로부터 보호된다. 하지만, 노광 후 현상(post-exposure development)시 임계치 이하의 방사선 도즈를 수용하는 레지스트의 부분들은 제거되며, 그러므로 이 영역들은 에칭으로부터 보호되지 않는다. 따라서, 원하는 패턴이 에칭될 수 있다. 특히 패턴링 디바이스 내의 개별적으로 제어가능한 요소들은, 패턴 피치 내에서 기관 상의 영역으로 전달되는 방사선이 충분히 높은 세기로 있게 하여, 노광시 상기 영역이 도즈 임계치 이상의 방사선 도즈를 수용하도록 설정된다. 기관 상의 나머지 영역들은, 대응하는 개별적으로 제어가능한 요소들을 설정함으로써 0 또는 상당히 낮은 방사선 세기를 제공하도록 도즈 임계치 이하의 방사선 도즈를 수용한다.

<71> 실제로는, 개별적으로 제어가능한 요소들이 피치 경계의 한쪽에 최대 방사선 세기를 제공하고, 다른 한쪽에는 최소 방사선 세기를 제공하도록 설정되더라도, 패턴 피치의 에지들에서의 방사선 도즈는 주어진 최대 도즈에서 0 도즈까지 급작스럽게 변화하지 않는다. 그 대신 회절 효과로 인해, 방사선 도즈의 레벨이 전이 지대(transition zone)에 걸쳐 감소(drop off)된다. 현상된 레지스트에 의해 최종적으로 형성된 패턴 피치의 경계의 위치는, 수용된 도즈가 방사선 도즈 임계치 이하로 떨어지는 위치에 의해 결정된다. 전이 지대에 걸친 방사선 도즈의 감소에 대한 프로파일, 및 이에 따른 패턴 피치 경계의 정밀한 위치는 패턴 피치 경계 상에 또는 그 부근에 있는 기관 상의 지점들에 방사선을 제공하는 개별적으로 제어가능한 요소들을 설정함으로써 더 정밀하게 제어될 수 있다. 이는 최대 또는 최소 세기 레벨에서만 아니라 최대 및 최소 세기 레벨들 사이의 세기 레벨들에서도 가능하다. 이는, 통상적으로 "그레이스케일링(grayscaling)"이라고 언급된다.

<72> 그레이스케일링은, 주어진 개별적으로 제어가능한 요소에 의해 기관에 제공된 방사선 세기가 2 개의 값으로만(즉, 최대값 및 최소값으로만) 설정될 수 있는 리소그래피 시스템에서 가능한 것보다 더 뛰어난 패턴 피치 경계들의 위치 제어를 제공한다. 3 이상, 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 상이한 방사선 세기 값이 기관 상에 투영될 수 있다.

- <73> 그레이스케일링은 앞서 설명된 것에 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 응답 가능성(potential response)이 존재하도록 조절될 수 있다. 예를 들어, 제 1 임계치 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 일부는 제 1 방식으로 응답하며; 상기 제 1 임계치 이상이지만 제 2 임계치 이하의 방사선 도즈를 수용하는 기관의 일부는 제 2 방식으로 응답하고; 상기 제 2 임계치 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. 방사선 도즈 프로파일은 2 이상의 원하는 도즈 레벨, 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 가질 수 있다.
- <74> 또한, 앞서 설명된 바와 같이 단지 기관 상의 각 지점에 수용된 방사선의 세기만을 제어하는 것 이외의 방법들에 의해 방사선 도즈 프로파일이 제어될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 기관 상의 각 지점에 의해 수용된 방사선 도즈는 상기 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 수용된 방사선 도즈는 복수의 연속하는 노광의 선택된 서브세트(subset)를 이용하여 상기 지점을 노광함으로써 대안적으로 또는 추가적으로 제어될 수 있다.
- <75> 기관 상에 요구된 패턴을 형성하기 위해, 노광 공정 동안에 패터닝 디바이스 내의 각각의 개별적으로 제어가능한 요소들을, 각 스테이지에 필요한 상태(requisite state)로 설정하는 것이 필수적이다. 그러므로, 상기 필요한 상태를 나타내는 제어 신호들이 각각의 개별적으로 제어가능한 요소들로 전송되어야 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. 디자인 정보를 개별적으로 제어가능한 요소 각각에 대한 제어 신호들로 변환(convert)하기 위해, 제어기는 패턴을 나타내는 데이터 스트림의 처리 단계를 수행하도록 각각 구성된 1 이상의 데이터 조작 디바이스(manipulation device)를 포함한다. 데이터 조작 디바이스들은 집합적으로 "데이터경로(datapath)"라고 언급될 수 있다.
- <76> 데이터경로의 데이터 조작 디바이스들은 다음의 기능들: 벡터-기반(vector-based) 디자인 정보를 비트맵 패턴 데이터로 변환하는 기능; 비트맵 패턴 데이터를 요구된 방사선 도즈 맵(즉, 기관에 걸쳐 요구된 방사선 도즈 프로파일)으로 변환하는 기능; 요구된 방사선 도즈 맵을 각각의 개별적으로 제어가능한 요소에 대한 요구된 방사선 세기 값으로 변환하는 기능; 및 개별적으로 제어가능한 요소 각각에 대한 요구된 방사선 세기 값을 대응하는 제어 신호들로 변환하는 기능 중 1 이상을 수행하도록 구성될 수 있다.
- <77> 도 2는, 예를 들어 평판 디스플레이의 제조시에 사용될 수 있는 본 발명에 따른 장치의 구성을 도시한다. 도 1에 나타난 것에 대응하는 구성요소들은 동일한 참조 번호들로 도시된다. 또한, 다양한 실시예들의 앞선 서술내용, 예를 들어 기관, 콘트라스트 디바이스, MLA, 방사선 빔 등의 다양한 구성들이 유효하게 적용될 수 있다.
- <78> 도 2에 나타난 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. 또 다른 렌즈(AL)는 상기 어퍼처 내에 위치될 수 있다. 그 후, 방사선 빔(B)은 발산하며 제 2 렌즈(L2)(예를 들어, 필드 렌즈)에 의해 포커스된다.
- <79> 또한, 투영 시스템(PS)은 확대되고 변조된 방사선(B)을 수용하도록 배치된 렌즈들의 어레이(MLA)를 포함한다. 패터닝 디바이스(PD) 내의 1 이상의 개별적으로 제어가능한 요소들에 대응하는, 변조된 방사선 빔(B)의 상이한 부분들은 렌즈들의 어레이(MLA) 내의 상이한 렌즈(ML)들 각각을 통과한다. 각각의 렌즈는 변조된 방사선 빔(B)의 각 부분을 기관(W) 상에 놓인 지점으로 포커스한다. 이러한 방식으로 방사선 스폿(S)들의 어레이가 기관(W) 상에 노광된다. 예시된 렌즈(ML)들의 어레이 중 8 개의 렌즈만이 도시되었지만, 렌즈들의 어레이는 수 천개의 렌즈들을 포함할 수 있다(동일하게는, 패터닝 디바이스(PD)로서 사용된 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이에서도 그러하다)는 것을 이해할 것이다.
- <80> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 2의 시스템을 이용하여, 기관(W) 상의 패턴이 생성될 수 있는 방식을 개략적으로 예시한다. 검은 원들은, 투영 시스템(PS) 내의 렌즈들의 어레이(MLA)에 의해 기관(W) 상에 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 노광(SE)들을 나타낸다. 나타난 바와 같이, 투영 시스템(PS) 내의 렌즈들의 어레이에 의해 기관 상에 투영된 스폿 각각은, 기관(W) 상의 스폿 노광들의 로우(row: R)를 노광한다. 기관에 대한 전체 패턴은, 각각의 스폿(S)에 의해 노광된 스폿 노광(SE)들의 모든 로우

(R)들의 합에 의해 생성된다. 통상적으로, 이러한 구성은 앞서 설명된 "픽셀 그리드 이미징"이라고 언급된다.

- <81> 방사선 스폿(S)들의 어레이는 기관(W)에 대해 각도 θ 로 배치된다(기관의 에지들은 X 및 Y 방향으로 평행하게 놓여 있다)는 것을 알 수 있다. 이는, 기관이 스캐닝 방향(Y-방향)으로 이동되는 경우에, 각각의 방사선 스폿이 기관의 상이한 영역 위를 지나감에 따라, 전체 기관이 방사선 스폿(S)들의 어레이에 의해 덮이도록 하기 위해 행해진다. 각도 θ 는 최대 20°, 최대 10°, 최대 5°, 최대 3°, 최대 1°, 최대 0.5°, 최대 0.25°, 최대 0.10°, 최대 0.05° 또는 최대 0.01° 일 수 있다. 대안적으로, 각도 θ 는 0.001° 이상이다.
- <82> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른, 전체 평판 디스플레이 기관(W)이 복수의 광학 엔진을 사용하여 단일 스캔으로 노광될 수 있는 방식을 개략적으로 나타낸다. 본 예시에서는, 방사선 스폿들(예를 들어, 도 3에서 스폿(S)들)의 일 어레이의 에지가 방사선 스폿들의 인접한 어레이의 에지와 (스캐닝 방향(Y)으로) 약간 오버랩되도록, "바둑판(chess board)" 구성으로 2 개의 로우(R1 및 R2)로 배치된 8 개의 광학 엔진들(도시되지 않음)에 의해 방사선 스폿(S)들의 8 개의 어레이(SA)가 생성된다. 일 예시에서, 광학 엔진들은 3 이상의 로우, 예를 들어 4 이상의 로우 또는 5 이상의 로우로 배치된다. 이러한 방식으로 방사선의 대역이 기관(W)의 폭을 가로질러 연장되므로, 전체 기관의 노광이 단일 스캔으로 수행될 수 있게 한다. 여하한 적절한 개수의 광학 엔진들이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 일 예시에서, 광학 엔진들의 개수는 1 이상, 2 이상, 4 이상, 8 이상, 10 이상, 12 이상, 14 이상 또는 17 이상이다. 대안적으로, 광학 엔진들의 개수는 40 이하, 30 이하 또는 20 이하이다.
- <83> 광학 엔진 각각은, 앞서 설명된 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 전체 또는 일부분을 공유할 수 있다는 것을 이해하여야 한다.
- <84> **예시적인 노광 시스템**
- <85> 도 5는 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 갖는 투영 시스템(PS)으로 패터닝된 빔(PB)을 지향하는 반사 패터닝 디바이스(PD)를 나타낸다. 이와 유사하게, 도 6은 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 갖는 투영 시스템(PS)으로 패터닝된 빔(PB)을 지향하는 투과 패터닝 디바이스(PD)를 나타낸다. 두 실시예에서, 투영 시스템(PS)은 동기식 스캐닝 거울(SSM), 선택적인 난시 보정 광학 요소(astigmatism correcting optical element: AR) 및 1 이상의 투영 광학기(PO)를 갖는다. 작동시 특정 순간의 스캐닝 각도에 따라, 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 이용하여 난시 보정 광학 요소(AR)의 상이한 위치들 상에 패터닝된 빔(PB)이 스캐닝된다(점선으로 나타냄). 난시 보정 광학 요소(AR) 상의 이 입사 위치는, 투영 광학기(PO) 상에서 패터닝된 빔(PB)이 지향되는 위치 및 패터닝된 빔(PB)이 투영 시스템(PS)을 나가는 위치를 제어한다(점선으로 나타냄). 다시, 패터닝된 빔(PB)이 투영 시스템(PS)을 나가는 위치는 전체적으로 또는 부분적으로 스캐닝 방향(D)으로 (또는 반대 방향으로) 스캐닝하는 기관(W)의 스캐닝 위치(예를 들어, 스캐닝 속도(SV))를 아는 것에 기초한다. 이러한 방식으로, 패터닝된 빔(PB)이 원하는 타겟 위치(C)에서 기관(W)과 상호작용할 수 있다.
- <86> 명확하게 나타내지는 않았지만, 아래에 설명된 바와 같이 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 투영 시스템(PS) 하우징(housing)에 커플링되거나, 그렇지 않으면 그에 장착된다.
- <87> 도 5 및 도 6에 나타난 시스템에서, 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 공진하는 거울이다. 방사선의 소스(SO)에 의해 방출된 짧은 펄스들에 의해 입사되는 순간 동안 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 순간 각속도(instantaneous angular velocity)는, 고정된 기준 프레임으로부터 측정된 투영 이미지의 속도가 동일한 고정된 기준 프레임으로부터 측정된 기관 테이블(WT)의 속도와 매칭(match)하도록 선택된다. 다시 말하면, 순간 각속도는 이동하는 기관(W)에 대한 투영 이미지의 속도가 0이 되도록 선택된다. 공진 동기식 스캐닝 거울(SSM)에 대해, 거울의 각도 편향(angular deflection)은 정현파적으로(sinusoidally) 변화하며, 편향이 0인 경우에 동기식 스캐닝 거울(SSM) 상으로 (지터를 무시한) 공칭 방사선 펄스(nominal radiation pulse)들이 입사하도록 위상이 제어된다. 0 편향에서, 각속도는 최대에 있으며, 발진 진폭과 각도 주파수의 곱과 동일하다. 따라서, 발진의 진폭을 제어하고 방사선의 소스(SO)의 펄스 주파수(pulsing frequency)에 대해 2π 로 나누어진 각도 주파수에 매칭함으로써, 지터가 발진의 주기에 비해 작은 경우(예를 들어, 6 kHz에서 약 50 nsec인 지터와 함께, 주기는 약 166 마이크로초)이므로 이 조건이 성립함) 방출된 방사선이 기관(W) 상의 올바른 위치에 입사하도록 수행될 수 있다.
- <88> 앞서 설명된 바와 같이, 방사선의 소스(SO)가 지터를 갖는 경우, 원하는 순간 이전 또는 이후에 펄스화된 빔이 발생할 수 있다. 이는 (패터닝 디바이스(PD)와 상호작용하는 펄스화된 빔(B)으로부터 형성된) 패터닝된 광빔(PB)이 타겟(C)의 원하는 위치 앞 또는 뒤에서 기관(W)에 도달하게 할 수 있다. 하지만, 본 발명의 실시예들에

따른 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 이용하면, 방사선 소스(SO)에서 지터가 발생하는 경우에도 패터닝된 빔(PB)이 스캐닝 기관 테이블(WT)에 의해 지지된 스캐닝 기관(W) 상의 원하는 위치에 지향될 것이다. 이는 동기식 스캐닝 거울(SSM)과 방사선 소스(SO) 간에, 그리고 동기식 스캐닝 거울(SSM)과 기관 테이블(WT) 간에 동기화를 유지하는 것에 기초하여 성취되며, 이는 아래에서 더 상세히 설명된다. 또한, 본 명세서에서 설명된 바와 같이 동기화는 투영 시스템(PS)에 혼란을 야기하지 않고 얻어질 수 있다.

<89> 추가적으로, 고차 수차(high order aberration)들이 기관 스테이지(WT)의 부정확한 이동을 통해 결정되는 경우, 이 수차들은 예를 들어 스캐닝 속도 신호(SV)로 동기식 스캐닝 거울(SSM)에 피드포워드(feed forward)될 수 있다. 기관 스테이지(WT)의 실제 이동과 동기화하여, 동기식 스캐닝 거울(SSM)이 이 부정확성들을 보상하거나 보정할 수 있고 패터닝된 빔(PB) 상의 원하는 타겟 위치(C)에 프린트되게 할 수 있다.

<90> 도 5는 패터닝된 빔(PB)을 형성하기 위해, 약 30 도일 수 있는 각도 α 로 방사선(B)의 입사각 및 반사각을 갖는 반사 패터닝 디바이스(PD)를 나타낸다. 패터닝된 빔(PB)은 약 30 도일 수 있는 각도 β 로, 투영 시스템(PS) 내의 동기식 스캐닝 거울(SSM)로부터의 입사각 및 반사각으로 지향된다. 일 예시에서, 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 패터닝된 빔(PB)이 투영 시스템(PS) 내의 투영 광학기(PO) 상으로 수용되기 이전에, 패터닝된 빔(PB)을 약 30 도일 수 있는 각도 γ 로, 난시 보정 광학 요소(AR)로부터의 입사각 및 반사각으로 지향한다.

<91> 도 6은 패터닝된 빔(PB)을 형성하도록 방사선의 빔(B)을 수정하는 투과 패터닝 디바이스(PD)를 나타낸다. 예를 들어, 방사선의 빔은 일반적으로 패터닝 디바이스(PD)의 패터닝 표면에 수용될 수 있다. 패터닝된 빔(PB)은 약 30 도일 수 있는 각도 β 로, 투영 시스템(PS) 내의 동기식 스캐닝 거울(SSM)로부터의 입사각 및 반사각으로 지향된다. 일 예시에서, 동기식 스캐닝 거울(SSM)은 패터닝된 빔(PB)이 투영 시스템(PS) 내의 투영 광학기(PO) 상으로 수용되기 이전에, 패터닝된 빔(PB)을 약 30 도일 수 있는 각도 γ 로, 난시 보정 광학 요소(AR)로부터의 입사각 및 반사각으로 지향한다.

<92> 도 5 및 도 6의 시스템에서 동일하지 않은 반사각들이 사용될 수 있고, 및/또는 다른 입사각 및 반사각이 사용될 수도 있으며, 이 대안예들은 모두 본 발명의 범위 내에서 의도된다는 것을 이해하여야 한다.

<93> **예시적인 동기식 스캐닝 거울(SSM)**

<94> **제 1 예시**

<95> 도 7, 도 8, 도 9 및 도 10은 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 사시도, 측면도, 평면도 및 작동 사시도를 나타낸다. 동기식 스캐닝 거울(SSM7)은 반사 디바이스(702)(예를 들어, 거울 표면(mirrored surface)), 베이스(704) 및 복수의 플렉서들(706-1 내지 706-n)(예를 들어, 리니어 또는 블레이드형상 플렉서)(n은 1 보다 큰 정수이고, 아래에서 설명된 예시들에서 n은 9임)를 포함한다. 이 구성에서, 플렉서들(706-1 내지 706-n)의 세로 축선(longitudinal axis)들(708-1 내지 708-n)의 교차점은, 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 회전 축선(X)에 있으며, 이는 반사 디바이스(702)의 표면(720) 상이다. 다시 말하면, 플렉서들(706)은 반사 디바이스(702)의 회전 축선(X)에 대응하는 공통 라인에서 플렉서들(706)의 중심면 각각이 교차하도록 배치된다. 반사 디바이스(702)는 길거나(elongate) 타원형으로서 나타내었지만, 패터닝된 빔(PB)(도시되지 않음)의 형상 또는 당업자라면 알 수 있는 다른 파라미터들에 기초하여 다양한 형상이 사용될 수 있다.

<96> 플렉서들(706-1 내지 706-n)은 알려진 강성도를 갖지만, 명칭이 내포하는 바와 같이 유연함이 고려될 수 있다. 플렉서들(706) 및 반사 디바이스(702)는 동일한 재료, 예를 들어 강철, 강철 합금, 티탄(titanium), 베릴륨(beryllium) 등으로 구성될 수 있으며, 또는 상이한 재료들로 구성될 수 있다. 플렉서들(706)을 구성하는 재료는 작은 밀도를 갖는 높은 강성도 인자, 및 긴 피로 수명(fatigue life)을 갖는 것이 바람직하다. 강성도는 플렉서들(706)의 두께의 3 제곱에 반비례하여 변하는 것으로 알려져 있다. 플렉서들(706)은 모두 동일한 두께 및 길이를 가질 수 있지만, 필수적인 것은 아니다. 개별적인 플렉서(706) 각각의 두께 및 길이에 있어서 공차의 변화는 사용되는 플렉서들(706)의 개수에 반비례한다. 반사 디바이스(702)의 관성 모멘트(moment of inertia)와 관련하여, 조합된 모든 플렉서(706)의 축적된 강성도는 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 공진 주파수를 결정한다. 따라서, 개별적인 플렉서(706)는 다양한 두께를 가질 수 있다. 9 개의 플렉서(706)가 도시되었지만, 여하한의 개수가 사용될 수 있으며, 2 이상 사용하는 것이 바람직하다. 아래에서 설명된 바와 같이, 더 높은 공진 모드들은 중요하지 않게 되도록 더 큰 개수의 플렉서(706)를 사용하는 것이 바람직할 수 있다.

<97> 도 11 및 12는 격리 매스(1110) 및 구동 시스템(1212)에 커플링된 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 사시도 및 측면도를 각각 나타낸다. 다양한 예시들에서, 베이스(704)는 격리 매스(1110)의 최상면(1113)에 의해 형성될 수 있으며, 또는 격리 매스(1110)의 최상면(1113)에 커플링될 수 있다. 격리 매스(1110)는 플렉서(1116)를 통해 투영

시스템(PS)의 표면(1114)에 커플링된다.

- <98> 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 균형이 맞지 않는 경우, 격리 매스(1110)는, 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 공진에 의해 투영 시스템(PS)에 혼란을 야기할 수 있는 반작용력(예를 들어, 진동)들을 둔화시키거나 제거하도록 사용될 수 있다. 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 스캐닝에 의해 야기된 반작용력들 및/또는 진동들이 실질적으로 제거되지 않는 경우, 그것들은 투영 시스템(PS) 내에서 광학 요소들의 바람직하지 않은 이동을 초래할 수 있다. 플렉서(1116)를 통한 격리 매스(1110)의 공진 주파수는 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 공진 주파수보다 낮은 매그니튜드의 오더(order)일 수 있다. 이 경우, 격리 매스(1110)는 기계적인 저주파 필터(low pass filter)를 형성한다. 예를 들어, 격리 매스(1110)가 100 Hz에서 공진하고 동기식 스캐닝 거울(SSM7)은 6 kHz에서 공진하는 경우, 격리 매스(1110)는 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 공진을 둔화시킨다. 따라서, 투영 시스템(PS)은 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 공진으로부터 훨씬 감소된 양의 진동 또는 반작용력을 수용한다. 대안적으로, 투영 시스템(PS)에 전달된 진동들의 추가 감소는 도 11 내지 도 14의 격리 매스에 포스 액추에이터(force actuator) 및 가속도계(accelerometer)를 커플링함으로써 성취될 수 있다. 이는, 액추에이터들이 격리 매스의 감지된 진동과 위상이 일치하지 않는 힘들을 적용하는 능동적인 격리 시스템을 형성하도록 수행될 수 있다.
- <99> 도 12를 참조하면, 구동 시스템(1212)은 액추에이터의 제 1 세트(1214A 및 1214B) 및 액추에이터의 제 2 세트(1216A 및 1216B)를 포함한 액추에이팅 시스템(actuating system)을 포함할 수 있다. 구동 시스템(1212)은 코일 및 자석, 리니어, 또는 당업자라면 알 수 있는 다른 형태일 수 있지만, 그에 제한되지는 않는다. 액추에이션 힘은 액추에이팅 요소들(1216A 및 1216B) 중 교번하는 하나가 액추에이팅 요소들(1214A 및 1214B)에 의해 이끌리거나(당겨지거나) 거부되게(밀리게) 한다. 이는 차례로 회전 축선(X)을 중심으로 동기식 스캐닝 거울(SSM7)을 이동시킨다. 예를 들어, 이는 방사선 소스(SO)(도시되지 않음; 도 1 및 도 2 참조)의 펄스 주파수에 매칭하도록 1 초에 6000 번, 또는 6 kHz로 일어날 수 있다.
- <100> 예를 들어, 코일 및 자석 시스템에서 구동 코일(drive coil: 1214)(1214A 및 1214B)은 격리 매스(1110)에서 구현되거나 그에 커플링될 수 있고, 구동 자석(1216)(1216A 및 1216B)은 동기식 스캐닝 거울(SSM7)에서 구현되거나 그에 커플링될 수 있으며, 또는 그 역일 수 있다.
- <101> 대안적으로, (코일 1214 및 자석 1216 대신에) 베이스(1114)에 커플링된 코일들이 매스(1110)에 커플링된 자석과 상호작용할 수 있다. 코일들은 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 공진 주파수로 구동될 수 있으며, 매스(1110)의 작은 진폭 발진 동작(small amplitude oscillatory motion)을 생성한다. 이 동작은 훨씬 클 진폭으로 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 공진을 일으킬 것이다. 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 구동하는 이러한 간접적인 방법은 거울 표면 부근 어디에도 힘을 인가할 필요가 없도록 하므로, 실질적으로 거울 왜곡의 원인을 제거한다. 간접적으로 구동된 시스템의 맥락에서, 매스(1110)는 (격리 매스보다는) 반작용 매스라고 언급될 수 있다.
- <102> 대안적으로, 본 발명의 범위를 벗어나지 않고 압전 구동 시스템(piezoelectric drive system), 마그네토리스트릭티브 구동 시스템(magnetostrictive drive system) 또는 다른 구성의 구동 시스템들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 플렉서들(706)은 피에조(piezo) 재료로 형성될 수 있으며, 이는 그것들이 원하는 주파수로 공진하도록 팽창하고 수축하게 한다.
- <103> 반사 디바이스(702)의 완전히 뒤에 있는 플렉서(706)의 구성은 단일체 구성(monolithic construction)에 관계없이 폴리싱을 위해 반사 디바이스(702)의 앞에 액세스되도록 할 수 있다.
- <104> 얇은 플렉서(706) 다수의 사용은 (예를 들어, 모드들이 구동 주파수에 덜 응답하도록 바람직하지 않은 모드들의 고유 주파수들은 더 높아지게 하기 위해) 더 높은 고유 모드로부터 원하는 고유 모드를 기능적으로 분리할 것을 가능하게 할 수 있다. 더 높은 바람직하지 않은 모드들의 응답은, 구동 주파수에 대한 더 높은 모드들의 고유 주파수 비율의 각각 10 배의 증가에 대해 100 배 감소시킨다. 시스템은 바람직하지 않은 더 높은 제 1 모드가 구동 주파수보다 3 배 이상 높은 고유 주파수를 가지도록 설계될 수 있다. 이 플렉서 구성을 이용하면, 원하는 고유 모드는 기본적인(가장 낮은 주파수) 고유 모드이다. 다음 고유 모드는 비교적 손실없는 평면내 회전(relatively harmless in-plane rotation)이며, 그 주파수는 기본 주파수의 약 3 배이다. 평면 밖에서, 스캐닝 축선(X)에 직교인 축선을 중심으로 한 회전은 기본 주파수의 약 4 배인 고유 주파수를 갖는 훨씬 더 높은 모드이다. 동기식 스캐닝 거울(SSM7)이 기본 주파수(6 kHz)에서 또는 그 부근에서 정현파적인 토크(sinusoidal torque) 또는 힘입력(force input)에 의해 구동되는 경우, 훨씬 더 높은 고유 주파수들로 인해 원하는 스캐닝 모드의 큰 증폭(amplification) 및 다른 모든 모드의 큰 감쇠가 존재한다. 이는 매우 근사하게 스캐닝 축선(X)을 중심으로 원하는 순수 회전 동작을 생성한다.

- <105> 몇몇의 두꺼운 플렉서 대신에 다수의 얇은 플렉서(706)를 이용하여, 원하는 스캐닝 모드에서, 양단부에 견고히 억제된(rigidly constrained) 빔에 유사하게 플렉서(706)가 현저하게 구부러지게 할 수 있다. 이러한 빔과 같은 동작에 대해, 벤딩 강성도(bending stiffness)는 플렉서의 두께의 3 제곱에 비례하여 증가한다고 알려져 있다. 직교의 매우 바람직하지 않은 평면의 모드에서, 플렉서(706)는 사이클을 통해 교번하여 플렉서(706)의 한쪽은 기다란 한편 다른 쪽은 수축하여, 축선 인장-압축 부재(axial tension-compression member)로서 우수하게 기능한다. 이 동작에 대해, 축선 강성도는 플렉서(706)의 두께와 선형적으로 증가한다고 알려져 있다. 예를 들어, 플렉서(706) 각각의 두께를 2 배만큼 감소시키고, 플렉서(706)의 개수를 8 배만큼 증가시킴으로써, (빔과 같은 플렉서 동작에 의해 좌우되는) 기본 모드의 고유 주파수가 동일하게 유지된다. (축선 인장-압축 플렉서 동작에 의해 좌우되는) 바람직하지 않은 더 높은 모드의 고유 주파수는 4 배만큼 증가된다.
- <106> 다수의 플렉서(706)를 이용하는 또 다른 이유는, 공진에서 거울 상에 적용된 동적힘(dynamic force)의 총량은 플렉서(706)가 얼마나 사용되는지에 관계없이 동일하지만, 각각의 플렉서(706)에 의해 적용된 힘의 양은 대략 총 동적힘을 플렉서(706)의 개수로 나눈 것이라는 것이다. 그러므로 다수의 플렉서(706)가 사용되는 경우, 각각의 플렉서(706)에 의해 적용된 힘은 매우 작고 총 힘은 매우 균등하게 분배되며, 이는 거울의 왜곡을 매우 감소시키는 경향이 있다.
- <107> 도 13 및 도 14는 추가 격리 매스(1318)를 포함하는 일 실시예에서 도 11 및 도 12에 나타난 바와 유사한 동기식 스캐닝 거울(SSM7)의 사시도 및 측면도를 각각 나타낸다. 투영 시스템(PS)(도시되지 않음)의 반작용력 또는 진동들을 더 감소시키거나 제거하기 위해 (또는, 공진에서 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 동작의 주어진 진폭을 자극하도록 요구되는 그라운드 동작의 진폭을 감소시키기 위해) 추가 격리 매스(또는 시스템이 어떻게 구동되느냐에 따라 반작용 매스)(1318)가 사용될 수 있다.
- <108> 일 예시에서, 베이스 플레이트(704), 플렉서(706) 및 반사 디바이스(702)는 금속의 단일 블록으로 구성될 수 있다. 이 예시에서, 두꺼운 반사 디바이스(702)를 이용하더라도, 이 플렉서 디자인의 강성도는 6 kHz 또는 필요에 따라 훨씬 더 높은 공진 작동을 허용한다. 예를 들어, 와이어-EDM(wire-Electrical Discharge Machining) 공정을 이용함으로써 금속의 단일 블록으로부터 제조하는 것은 적당한 비용으로 요구되는 엄격한 공차를 산출할 수 있다. 또한, 단일체가 됨으로써 내부 댐핑이 최소화되며, 이는 동기식 스캐닝 거울(SSM7)을 구동하는데 요구되는 파워를 최소화한다. 또한, 유사하지 않은 재료들을 부착(예를 들어, 금속 베이스 플레이트(704)에 유리 거울(702))하는 문제가 회피된다. 유사하지 않은 재료들 간의 열 팽창의 차이로 인해, 부착 방법은 거울을 왜곡시키지 않기 위해 부분들 사이에 상당한 컴플라이언스(compliance)를 필요로 한다.
- <109> **제 2 예시**
- <110> 도 15 및 도 16은 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 또 다른 실시예의 평면도 및 사시도를 각각 나타낸다. 도 17은 도 15 및 도 16의 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 작동을 나타낸다. 동기식 스캐닝 거울(SSM15)은, 각각 플렉서(1506-1 내지 1506-n)(아치형(arcuate) 또는 곡선형(curvilinear) 플렉서)에 의해 함께 커플링되는 반사 표면(1520A 및 1520B)(도 16 참조)을 각각 갖는 제 1 및 제 2 반사 디바이스(1502A 및 1502B)를 포함한다. 실질적으로 선형인 플렉서(706)와는 달리, 플렉서 1506은 곡선형 플렉서이다. 다시, 앞선 동기식 스캐닝 거울(SSM7)과 유사하게, 동기식 스캐닝 거울 SSM15는 플렉서(1506)의 끝이 활동 표면(1520A 및 1520B)의 평면 내에 놓이는 각 거울(1502A 및 1502B)의 회전 축선(X)을 가리키도록 디자인된다.
- <111> 동기식 스캐닝 거울(SSM15)은 보어(bore: 1522A 및 1522B)(예를 들어, 원통형(cylindrical) 보어)를 통해 연장된 기계 커플링 디바이스(도시되지 않음; 도 18 참조)를 통해 투영 시스템(PS)(도시되지 않음)에 커플링된다. 도 17에서 알 수 있는 바와 같이, 보어들(1522A 및 1522B)은 노드 축선(3 및 4)을 통해 연장되며, 이는 아래에 설명되는 바와 같이 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 스캐닝 모드인 기본 모드에서 이동이 없음을 나타내는 축선이다. 이 예시에서는, 아래에 설명된 바와 같이 입사하는 패터닝된 빔을 스캐닝하기 위해 반사 디바이스들(1502) 중 하나만이 사용되는 한편, 다른 반사 디바이스(1502)는 균형을 맞추기 위해 사용될 것이다. 이 카운터밸런싱(counterbalancing)의 사용을 통해, 이 예시에서는 격리 매스가 요구되지 않을 수 있다.
- <112> 도 18은 동기식 스캐닝 거울(SSM15)에 대한 구동 시스템(1812(1812A 내지 1812D)) 및 원통형 및 평탄한 공기 베어링 조립체(각각, 1824 및 1826)를 나타낸다. 원통형 공기 베어링 조립체(1824A 및 1824B)는 각각의 보어(1522A 및 1522B)를 통해 평탄한 공기 베어링 또는 플레이트(1826A 및 1826B)에 커플링된다. 2 개의 평평한 공기 베어링(1826A 및 1826B) 및 2 개의 원통형 공기 조립체(1824A 및 1824B)의 이러한 구성은, 큰 강체 동작(rigid-body motion)들을 억제하고 기본 모드를 제외한 진동 모드들을 둔화시키는데 사용될 수 있다.

- <113> 구동 시스템(1812)에서, 4 개의 전자기 액추에이터(1812A 내지 1812D)의 대각선 쌍들은, 아래에서 설명된 바와 같이 교번되는 방식으로(in an alternating fashion) 동기식 스캐닝 거울, 또는 대안적으로 거기에 부착된 요소(도시되지 않음)를 잡아당기는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 액추에이터들의 제 1 쌍(1812A 및 1812C)이 잡아당긴 후, 제 1 쌍과 180 도 다른 위상으로 액추에이터(1812B 및 1812D)의 제 2 쌍이 잡아당길 수 있다. 이는 동기식 스캐닝 거울(SSM15)이 각각의 반사 디바이스(1502A 및 1502B)의 표면(1520A 및 1520B) 상에서 각각의 회전 축선(X)을 중심으로 공진하도록 자극한다. 당업자라면, 본 명세서를 읽으면서 잡아당기는 대신에 밀어내는 액추에이터를 이용하여 동일하게 수행되고, 힘들이 두 배가 되는 경우에는 반대 액추에이터들의 한 쌍만으로 충분하다는 것을 즉시 이해할 것이다. 본 발명의 범위 내에서 이러한 모든 대안예들이 의도된다.
- <114> 일 예시에서, 반사 디바이스(1502A)의 반사 표면(1520A)은 입사하는 패터닝된 빔(PB)(도시되지 않음)을 스캐닝 하는데 사용될 수 있는 한편, 카운터밸런싱 반사 디바이스(1502B)의 반사 표면(1520B)은 공진 디바이스의 위치 및 위상을 측정하는 센서들(예를 들어, 용량 게이지(capacitance gauge))의 타겟으로서 사용될 수 있다.
- <115> 앞서 설명된 바와 같이, 본 명세서를 읽고 이해하는 당업자라면 알 수 있는 다른 구동 시스템들이 사용될 수도 있다는 것을 이해하여야 한다.
- <116> 일 예시에서, 기본(가장 낮은) 공진 모드에서의 균형잡힌 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 동적 동작은, 동기식 스캐닝 거울(SSM15)이 강철로 이루어지는 것을 가정하여 기본 모드의 고유 주파수가 6 kHz보다 단지 살짝 높게 한다. 하지만, 앞서 설명된 바와 같이 다른 재료들이 사용될 수도 있다. 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 편향은, 이 모드에서 완전히 평면 내에 있다. 예를 들어, 이는 도 17에 도시된다. 도 17에 나타난 동기식 스캐닝 거울(SSM15)은 완전히 자유로우며(억제되지 않으며), 그것은 5 개의 노드 축선(각 지점의 변위가 자연적으로 0인 라인들)을 나타낸다. 노드 축선 1 및 2는 각각의 표면(1520A 및 1520B)의 원하는 회전 축선(X)과 일치한다. 노드 축선 5는 질량 중심을 통해 진행하며, 이는 동기식 스캐닝 거울(SSM15)이 동적으로 균형이 맞다는 조건을 만족시킨다. 노드 3 및 4는 보어(1522A 및 1522B)의 중심선과 각각 일치한다. 동기식 스캐닝 거울(SSM15)이 질량 중심을 지나가는 수평 및 수직 중심면에 대해 대칭인 경우, 노드 1 및 2는 수평 중심면 상에 놓이고 노드 3 및 4는 수직 중심면 상에 놓인다.
- <117> 추가적으로, 대칭을 유지하면서 플렉서(1506) 각각의 곡률(curvature)을 조정하는 것은, 수직 중심면으로부터 노드 축선 1 및 2의 거리가 거울 표면(1520A 및 1520B) 상에 이 노드 축선들이 각각 놓일 때까지 조정되게 할 수 있다.
- <118> 또한, 대칭을 유지하면서 수평 중심면에 대한 보어(1522A 및 1522B)의 거리를 조정함을 통해, 노드 축선 3 및 4가 각각 보어(1522A 및 1522B)의 중심선과 일치하도록 구성될 수 있다.
- <119> 내부 플렉서(1506-2 내지 1506-8)는 다른 모드들의 고유 주파수들을 올려서 평면의 강성도에 기여하는데 사용될 수 있다. 또한, 내부 플렉서(1506-2 내지 1506-8)는 동적 하중(dynamic load)들을 더 균등히 분배함으로써 반사 디바이스(1502A 및 1502B)의 뒤쪽에 대한 응력을 낮게 유지하여, 반사 디바이스(1502A 및 1502B)의 평탄도를 개선하는데 기여할 수 있다.
- <120> 일 예시에서, 각각의 평평한 공기 베어링(1826A 및 1826B) 사이에 고압력의 공기가 도입되는 경우, 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 각각의 평탄한 측면 상에 얇은 공기막이 발생된다. 공기 베어링 조립체(1826A 및 1826B)의 사용은 a) 더 높은 효과적인 강성도 및 b) 효과적인 수단들을 제공하는 것이 원하지 않는 모드들을 둔화시키게 할 수 있다. 공기 베어링 조립체(1826A 및 1826B)에서 발생하는 댐핑 현상(damping phenomenon)은, 통상적으로 "스퀴즈-필름 댐핑(squeeze-film damping)"이라 불리며, 이는 공기 필름 두께의 3 제곱 반비례하여 변화할 수 있다.
- <121> 각각의 원통형 공기 베어링 조립체(1824A 및 1824B)는, 조립체(1824A 및 1824B)가 보어(1522A 및 1522B)에 평행하도록 양끝에서 각각의 플레이트(1826A 및 1826B)에 커플링될 수 있다. 이는 바로 에폭싱(epoxy)하거나 플렉서(도시되지 않음)를 이용하여 플레이트 상에 모멘트가 경감된 샤프트 장착 표면(moment relieved shaft mounting surface)들을 제공함으로써 성취될 수 있다.
- <122> 공기 베어링 조립체(1824A 및 1824B)(도시되지 않음) 내의 작은 홀(hole)들은, 원통형의 유체역학적(hydrostatic) 공기 베어링을 형성하도록 조립체(1824A 및 1824B)와 각각의 보어(1522A 및 1522B) 사이에 얇은 공기막을 생성하여 고압력의 공기를 도입하는데 사용될 수 있다.
- <123> 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 기본 모드를 일으키기 위해, 대각선으로 반대인 전자기 액추에이터(1812)의 2 세

트(예를 들어, 액추에이터 쌍들 1812A/1812C 및 1812B/1812D)가 사용될 수 있다. 각각의 세트는 동일한 위상으로 구동되는 2 개의 액추에이터를 포함한다. 동기식 스캐닝 거울(SSM15)이 자기 재료 예를 들어 강철로 이루어지는 경우, 액추에이터(1812)는 예를 들어 릴럭턴스 액추에이터(reluctance actuator), 전자석 등일 수 있으며, 이는 외측 플렉서(1506-1 및 1506-n) 상에 당기는 힘을 가한다. 대각선으로 반대인 세트들은 서로에 대해 180도 다른 위상으로 구동된다. 동기식 스캐닝 거울(SSM15)을 자극하는데 사용되는 힘들의 동일한 세트 및 반대인 세트는 상쇄되어서, 지지 구조체로 공급되는 순(net) 반작용력이 존재하지 않을 수 있다(즉, 투영 시스템(PS)으로 전달되는 기계적 진동이 없음)는 것을 유의하여야 한다.

<124> 금속의 단일체 블록으로부터 구성되고 공기에 의해 마찰없이 지지될 수 있는 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 높은 Q(예를 들어, 댐핑 인자)로 인해, 거울 표면(1520A 및 1520B)의 작은 각도 편향(1.2 miliradian)을 성취하기에 비교적 작은 구동력으로 충분하다. 일 예시에서, 동기식 스캐닝 거울(SSM15)은 와이어-EDM 공정을 이용하여 금속의 단일체 블록으로부터 제조될 수 있으며, 이는 적당한 비용으로 요구되는 엄격한 공차들을 산출한다. 또한, 단일체가 됨으로써 내부 댐핑이 최소화되고, 이는 동기식 스캐닝 거울(SSM15)을 구동하는데 필요한 파워를 최소화한다.

<125> 거울(1502A 및 1502B)의 완전히 뒤에 있는 플렉서(1506)의 구성은 폴리싱을 위해 거울(1502A 및 1502B)의 앞에 액세스하는 것을 가능하게 한다.

<126> 추가적으로, 동기식 스캐닝 거울(SSM15)의 동적 밸런스 및 투영 시스템(PS)에 전달되는 결과적인 제로순(zero net) 구동력은, 이것을 동기식 스캐닝 거울(SSM)에 대한 바람직한 구성으로 만든다.

<127> **예시적인 작동**

<128> 도 19는 방법(1900)을 도시하는 흐름도를 나타낸다. 예를 들어, 방법(1900)은 도 1 내지 도 18을 참조하여 앞서 설명된 시스템들 중 하나를 이용하여 수행될 수 있다. 단계 1902에서, 방사선 빔이 제 1 주파수로 생성된다. 단계 1904에서, 기관은 기관 스테이지를 이용하여 스캐닝 속도로 스캐닝된다. 단계 1906에서, 방사선 빔이 패터닝된다. 단계 1908에서, 스캐닝 거울의 반사 디바이스는 반사 디바이스에 커플링된 플렉서를 이용하여, 회전 축선에 대해 실질적으로 제 1 주파수로 공진된다. 선택적인 단계 1910에서, 방사선의 패터닝된 빔은 스캐닝 거울을 이용하여 투영 광학기 상에 스캐닝된다. 단계 1912에서, 스캐닝 거울의 스캐닝은 패터닝된 빔이 기관의 타겟부상으로 지향되도록 제 1 주파수 및 스캐닝 속도에 동기화된다.

<129> 본 명세서에서는, 특정 디바이스(예를 들어, 집적 회로 또는 평판 디스플레이)의 제조시 리소그래피 장치의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 명세서에 설명된 리소그래피 장치는 다른 적용예들을 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 적용예들은 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 포함하며, 그에 제한되지는 않는다. 또한, 예를 들어 평판 디스플레이에서 본 장치는 다양한 층 예를 들어 박막 트랜지스터층 및/또는 컬러 필터층의 생성에 도움이 되도록 사용될 수 있다.

<130> 이상, 광학 리소그래피와 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예를 들어 임프린트 리소그래피(imprint lithography)에 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서 패터닝 디바이스 내의 토포그래피(topography)는 기관 상에 생성된 패턴을 정의한다. 패터닝 디바이스의 토포그래피는 기관에 공급된 레지스트 층 안으로 가압(press)될 수 있으며, 레지스트는 전자기 방사선, 열(heat), 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 경화(cure)된다. 상기 패터닝 디바이스는 레지스트가 경화된 이후에 그 안에 패턴을 남긴 레지스트로부터 이동된다.

<131> **결론**

<132> 이상, 본 발명의 다양한 실시예들이 설명되었지만, 예시의 방식으로만 제시되었으며 제한하려는 것이 아님을 이해하여야 한다. 당업자라면, 본 발명의 범위와 기술사상을 벗어나지 않고 본 명세서의 형태 및 세부사항의 다양한 변화들이 행해질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위와 폭은 상술된 예시적인 실시예들 중 어느 것에 의해서도 제한되지 않아야 하며, 다음의 청구항 및 그 균등물에 따라서만 정의되어야 한다.

<133> 본 명세서의 요약 및 초록 부분(Summary and Abstract sections)이 아닌, 발명의 상세한 설명 부분(Detailed Description section)이 청구항을 해석하는데 사용되도록 의도된다는 것을 이해하여야 한다. 요약 및 초록 부분은 1 이상을 설명할 수 있지만, 발명자(들)에 의해 의도(contemplate)된 본 발명의 모든 예시적인 실시예를 설

명하지는 않으므로, 어떠한 방식으로든 본 발명 및 첨부된 청구항을 제한하지는 않는다.

발명의 효과

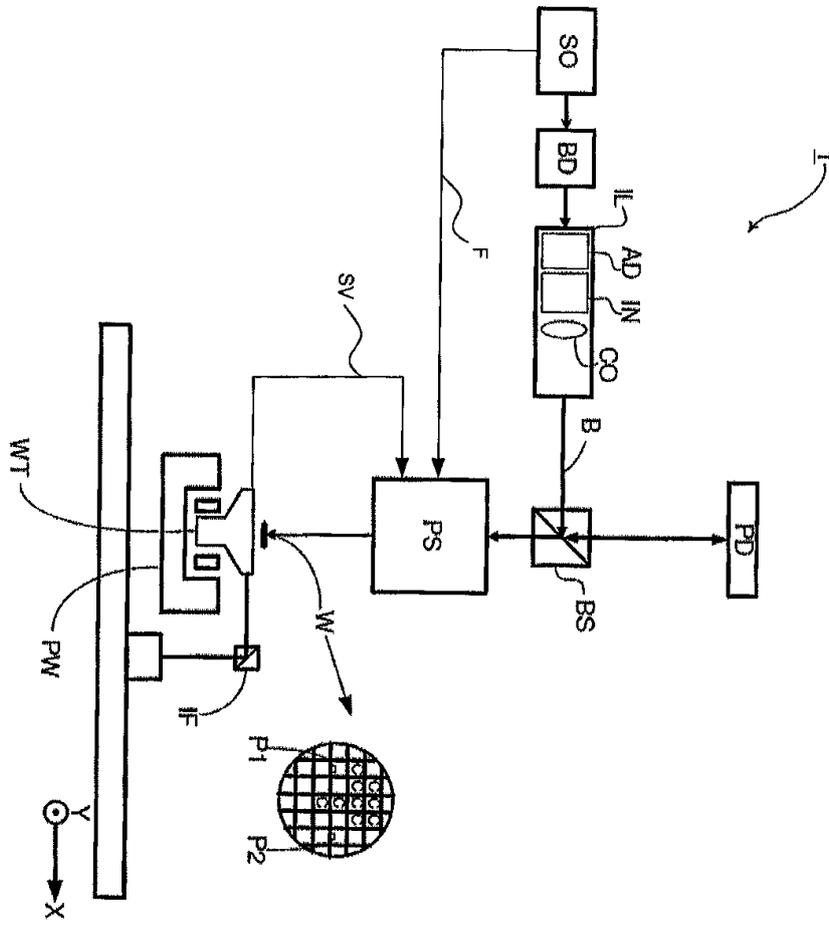
<134> 본 발명에 따르면, 왜곡 없는 순수 회전을 위해 진동을 제거하도록 동기식 스캐닝 거울을 이용하는 리소그래피 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

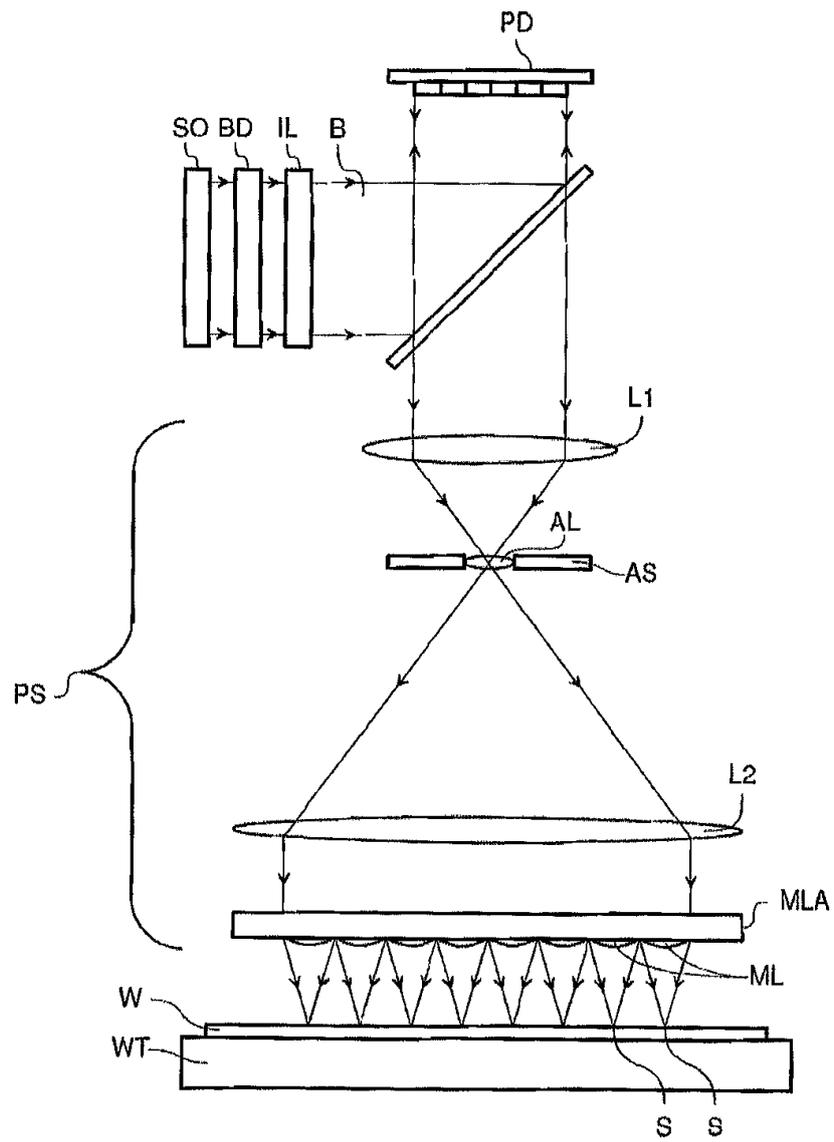
- <1> 본 명세서에 통합되며 명세서의 일부분을 형성하는 첨부된 도면들은, 본 발명의 1 이상의 실시예를 예시하며, 또한 설명과 함께 본 발명의 원리들을 설명하고 당업자가 본 발명을 수행하고 사용할 수 있게 하는 역할을 한다:
- <2> 도 1 및 도 2는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 리소그래피 장치를 도시하는 도면;
- <3> 도 3은 도 2에 나타난 본 발명의 일 실시예에 따른, 기관에 패턴을 전사하는 모드를 도시하는 도면;
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광학 엔진(optical engine)들의 일 구성을 도시하는 도면;
- <5> 도 5는 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 갖는 투영 시스템 상에 패턴닝된 빔을 지향하는 반사 패턴닝 디바이스를 나타내는 도면;
- <6> 도 6은 동기식 스캐닝 거울(SSM)을 갖는 투영 시스템 상에 패턴닝된 빔을 지향하는 투과 패턴닝 디바이스를 나타내는 도면;
- <7> 도 7, 도 8, 도 9 및 도 10은 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 사시도, 측면도, 평면도 및 작동 사시도;
- <8> 도 11 및 도 12는 각각 격리 매스(isolation mass) 및 구동 시스템(driving system)에 커플링된 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 사시도 및 측면도;
- <9> 도 13 및 도 14는 각각 추가 격리 매스를 포함한 도 11 및 도 12의 동기식 스캐닝 거울(SSM) 구성의 사시도 및 측면도;
- <10> 도 15 및 도 16은 각각 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 또 다른 실시예의 평면도 및 사시도;
- <11> 도 17은 도 15 및 도 16에서의 동기식 스캐닝 거울(SSM)의 작동을 나타내는 도면;
- <12> 도 18은 도 15, 도 16 및 도 17의 동기식 스캐닝 거울(SSM)에 대한 조립체(assembly) 및 구동 시스템을 나타내는 도면; 및
- <13> 도 19는 본 발명에 따른 방법을 도시한 흐름도이다.
- <14> 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 1 이상의 실시예를 설명할 것이다. 도면들에서 동일한 참조 번호들은 동일하거나 기능적으로 유사한 요소들을 나타낼 수 있다. 또한, 참조 번호의 맨 앞자리 수는 참조 번호가 처음 나타난 도면을 식별할 수 있다.

도면

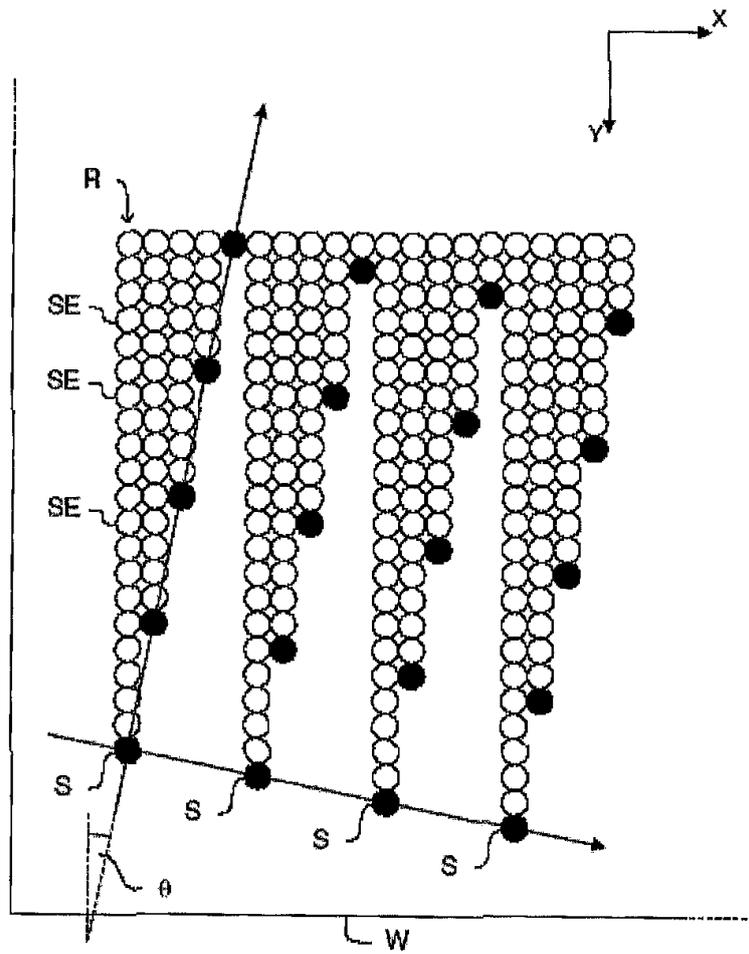
도면1



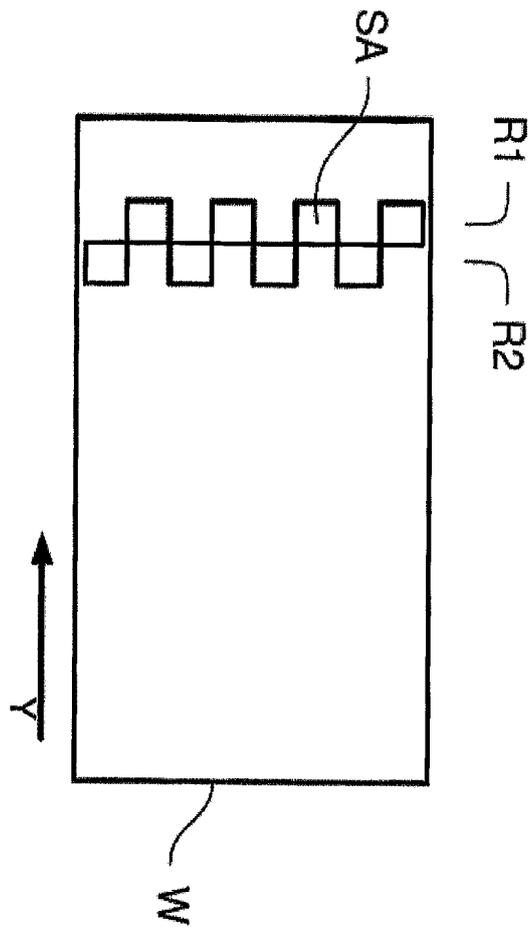
도면2



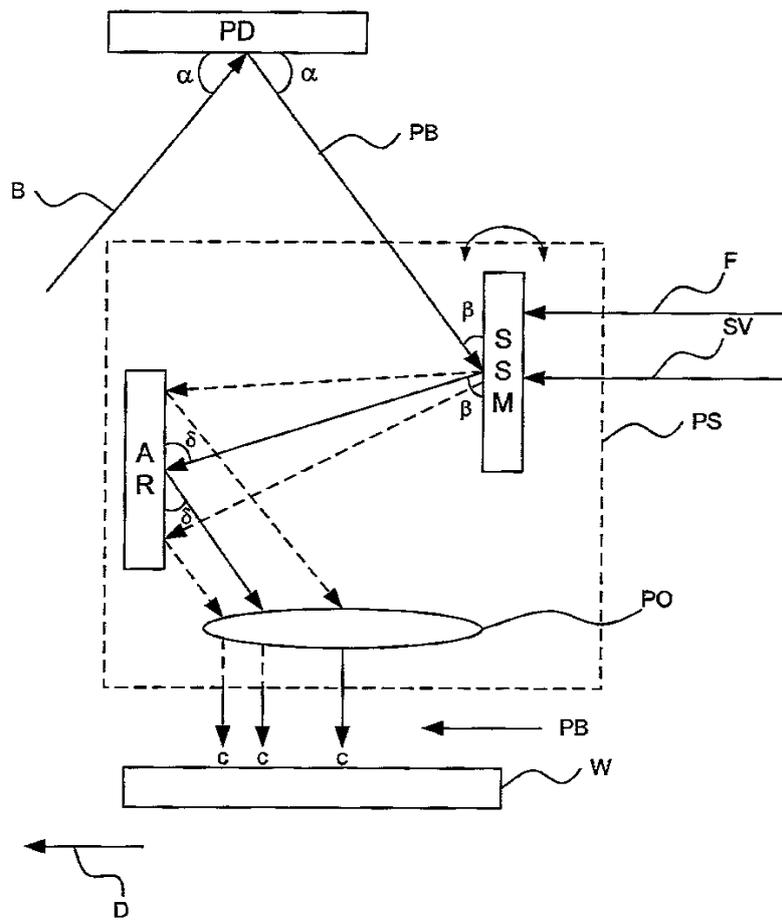
도면3



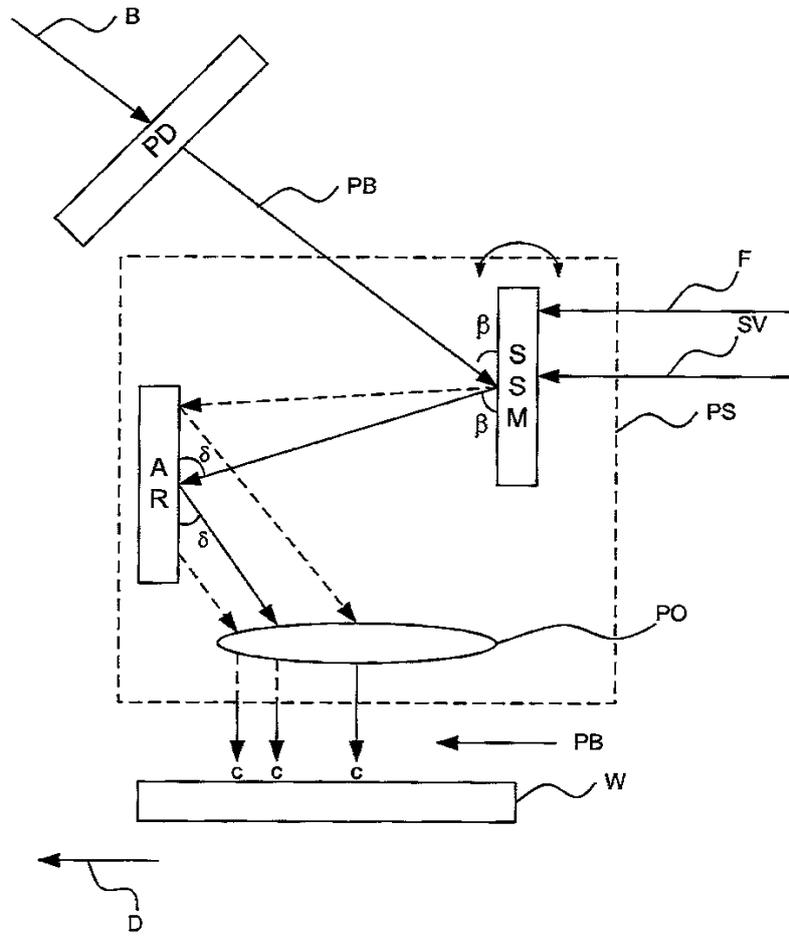
도면4



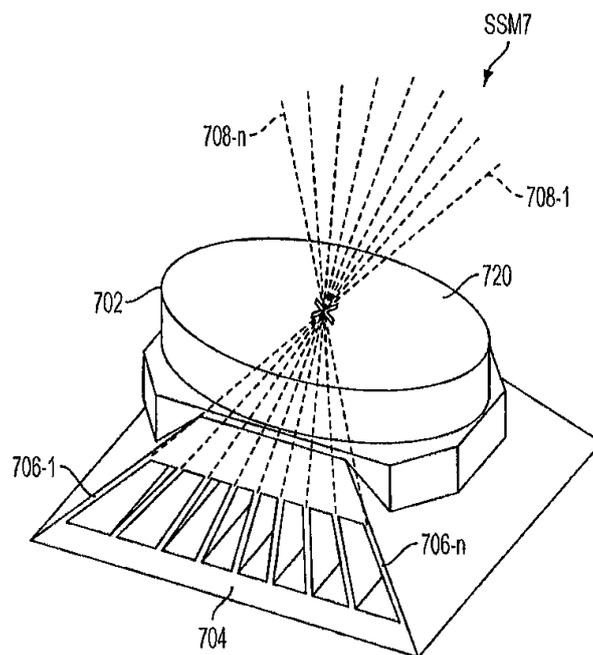
도면5



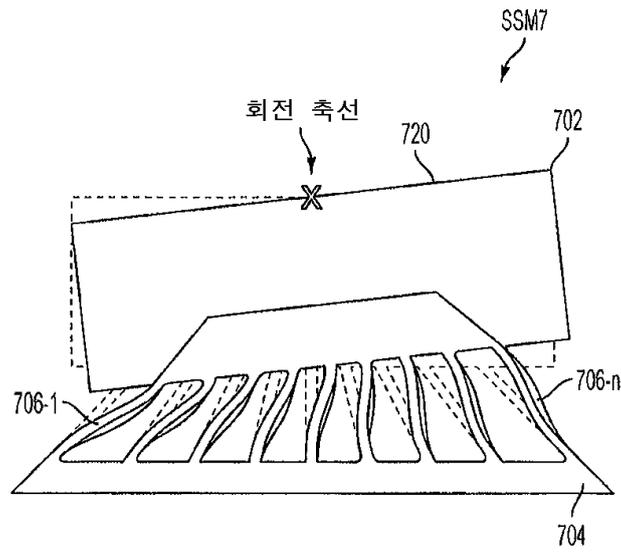
도면6



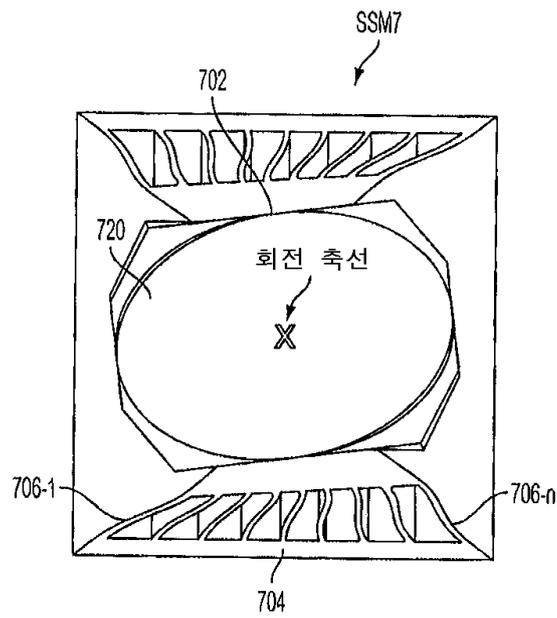
도면7



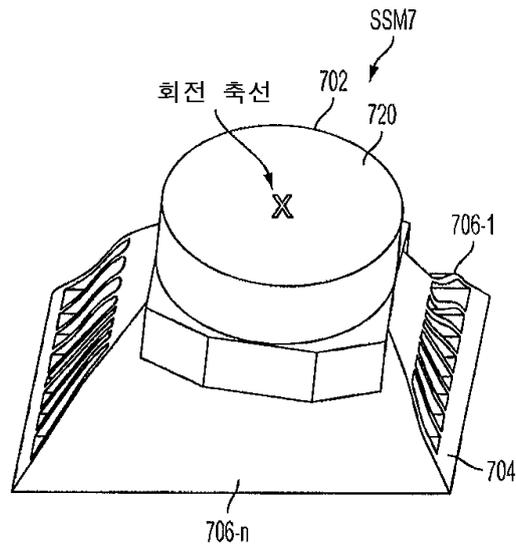
도면8



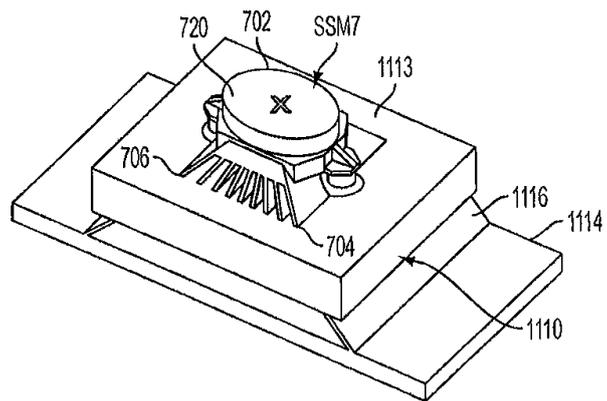
도면9



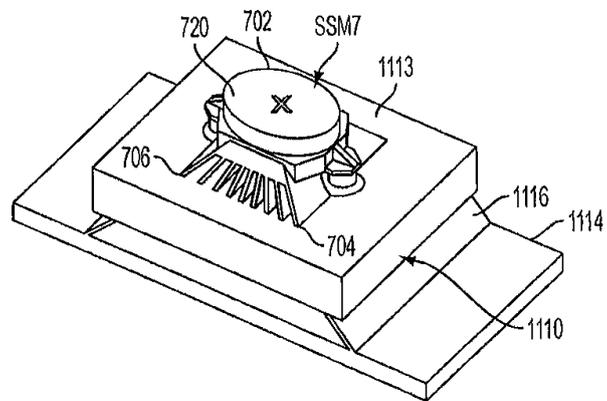
도면10



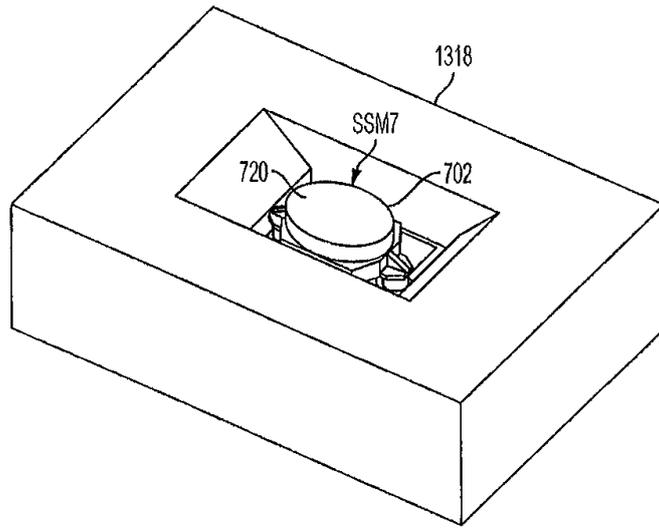
도면11



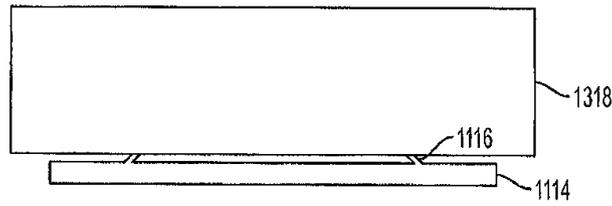
도면12



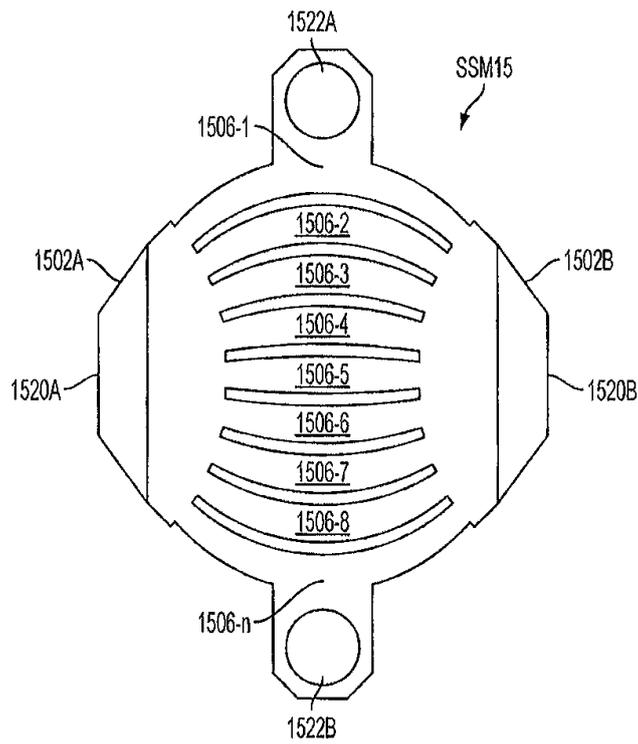
도면13



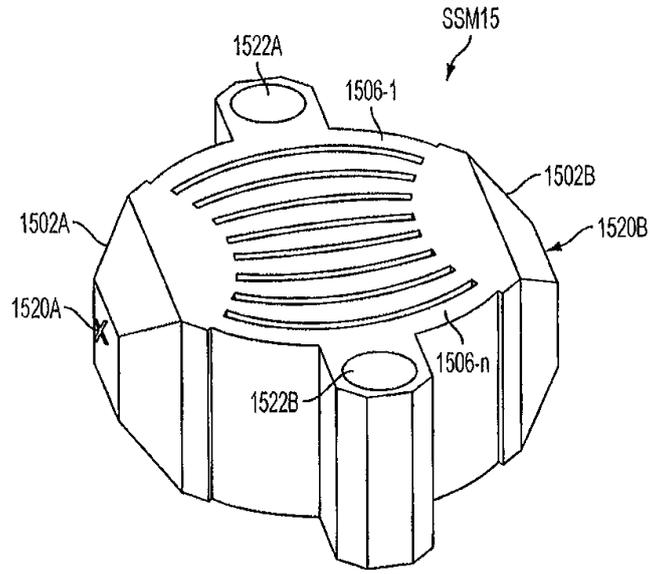
도면14



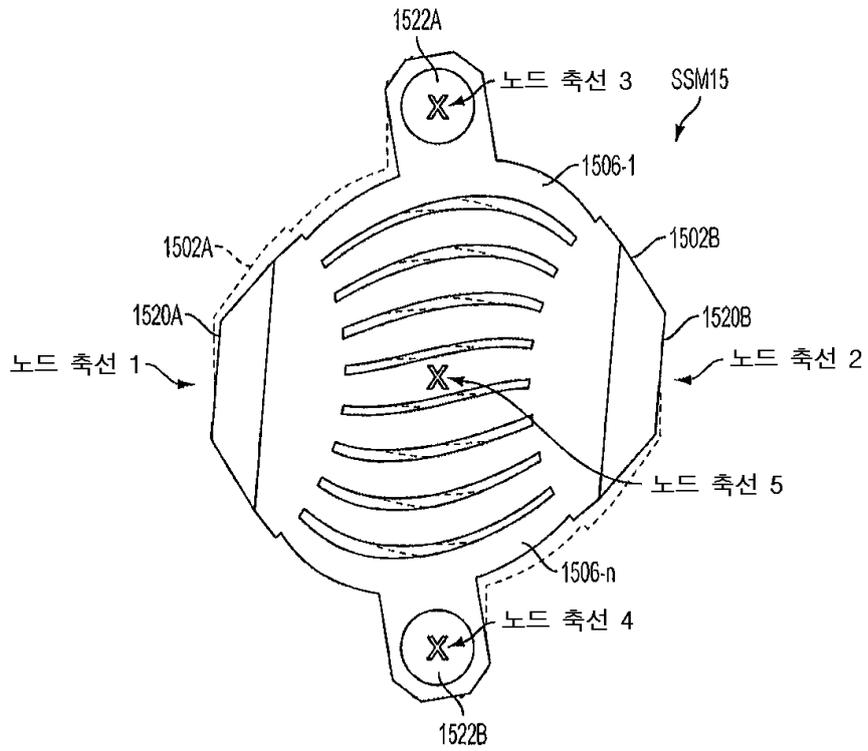
도면15



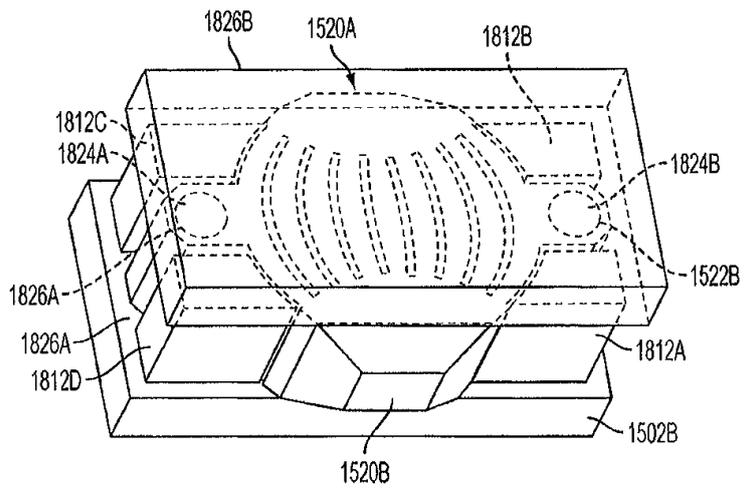
도면16



도면17



도면18



도면19

