(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월31일
(11) 등록번호 10-2072074
(24) 등록일자 2020년01월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/027 (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/0274 (2013.01)
G02F 1/1303 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7030215(분할)
(22) 출원일자(국제) 2011년09월05일
심사청구일자 2018년10월18일
(85) 번역문제출일자 2018년10월18일
(65) 공개번호 10-2018-0117221
(43) 공개일자 2018년10월26일
(62) 원출원 특허 10-2013-7008686
원출원일자(국제) 2011년09월05일
심사청구일자 2016년09월05일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/070667
(87) 국제공개번호 WO 2012/033212
국제공개일자 2012년03월15일
(30) 우선권주장
61/380,433 2010년09월07일 미국(US)
13/223,970 2011년09월01일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070082866 A*
KR1020100042587 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고
(72) 발명자
아오키 야스오
일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2쵸메 15반 3고 가부시키가이샤 니콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 17 항 심사관 : 이석주

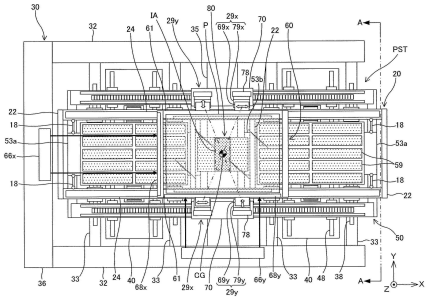
(54) 발명의 명칭 **이동체 장치, 물체 처리 디바이스, 노광 장치, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법, 및 디바이스 제조 방법**

(57) 요 약

Y 스텝 정반 (20) 상에서 주사 방향으로 미리결정된 스트로크들로 이동하는 기판 지지 부재 (60) 에 의해, 기판 지지 부재 (60) 에 의해 유지된 기판 (P) 은 에어 부상 장치 (59) 에 의해 아래로부터 지지되는 상태로 미리결정된 스트로크들로 주사 방향으로 이동한다. 또한, 에어 부상 장치 (59) 를 갖는 Y 스텝 가이드 (50) 가 기판

(뒷면에 계속)

대 표 도



지지 부재 (60) 와 함께 크로스 주사방향으로 이동하기 때문에, 기판 (P) 이 주사 방향, 및/또는 크로스 주사 방향으로의 선택적으로 이동될 수 있다. 이 때, Y 스텝 정반 (20) 은 기판 지지 부재 (60) 및 Y 스텝 가이드 (50) 와 함께 크로스 주사 방향으로 이동하기 때문에, 기판 지지 부재 (60) 는 항시 Y 스텝 정반 (20) 에 의해 지지된다.

(52) CPC특허분류
G03F 7/70716 (2013.01)
G03F 7/709 (2013.01)
H01L 21/67138 (2013.01)
H01L 21/67155 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

물체를 부상 지지하는 제 1 지지부와,

부상 지지된 상기 물체를 유지하는 유지부와,

상기 물체를 유지하는 유지부를 지지하면서 제 1 방향으로 이동 가능한 제 2 지지부와,

상기 제 2 지지부를 지지하는 제 1 베이스와,

상기 유지부를 상기 제 2 지지부 상에서 상기 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향으로 이동시키고, 상기 물체를 상기 제 1 지지부에 대해 상대 이동시키는 구동부와,

상기 제 1 베이스와는 상이한 위치에 설치되고, 상기 구동부를 지지하는 제 2 베이스를 구비하는 이동체 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 방향에 관하여 상기 제 1 지지부에 나란히 형성되고, 상기 물체를 비접촉 지지하는 제 3 지지부를 구비하고,

상기 구동부는, 상기 제 1 지지부와 상기 제 3 지지부의 일방의 지지부에 지지된 상기 물체가 타방의 지지부에 지지되도록, 상기 유지부를 상기 제 2 방향으로 이동시키는 이동체 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 지지부는, 상기 제 1 및 제 2 방향에 교차하는 제 3 방향에 관하여, 상기 제 3 지지부에 지지된 상기 물체의 위치를 조정하는 이동체 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 지지부와 상기 제 2 지지부를 연결하는 연결부를 구비하고,

상기 제 1 지지부와 상기 유지부를 지지하며 상기 연결부를 통해서 연결된 상기 제 2 지지부는, 상기 제 3 지지부에 대해 상기 제 1 베이스 상을 상기 제 1 방향으로 상대 이동 가능한 이동체 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 제 3 지지부는, 상기 제 3 지지부의 물체 지지면과 상기 물체의 사이에 공기를 공급하는 공급 구멍과, 상기 물체 지지면과 상기 물체 사이의 공기를 흡인하는 흡인 구멍을 갖는 이동체 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 지지부는, 상기 제 1 지지부의 물체 지지면과 상기 물체의 사이에 공기를 공급하는 공기 공급 구멍을 갖는 이동체 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유지부에 형성되고, 상기 제 1 및 제 2 방향에 관한 상기 유지부의 위치를 계측할 수 있는 계측부를 추가로 구비하고,

상기 유지부는, 상기 계측부의 출력에 기초하여 상기 제 1 및 제 2 방향의 위치가 제어되는 이동체 장치.

청구항 8

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 2 베이스는, 상기 유지부를 비접촉 지지하는 이동체 장치.

청구항 9

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 기재된 이동체 장치와,

상기 유지부에 유지되며 상기 제 2 방향으로 이동 중인 상기 물체에 대해 노광광을 조사하는 조명계를 구비하는 노광 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 물체는, 플랫 패널 디스플레이에 사용되는 기판인 노광 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 기판은, 적어도 한 변의 길이 또는 대각 길이가 500 ㎜ 이상인 노광 장치.

청구항 12

제 1 지지부에 부상 지지된 물체를 유지부에 유지시키는 것과,

제 1 베이스에 지지된 제 2 지지부를, 상기 물체를 유지하는 유지부를 지지하면서 제 1 방향으로 이동시키는 것과,

상기 제 1 베이스와는 상이한 위치에 설치된 제 2 베이스에 지지된 구동부에 의해, 상기 물체를 상기 제 1 지지부에 대해 상대 이동시키도록, 상기 유지부를 상기 제 2 지지부 상에서 상기 제 1 방향에 교차하는 제 2 방향으로 상대 이동시키는 것을 포함하는 이동체 구동 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 상대 이동시키는 것에서는, 상기 제 1 지지부와, 상기 제 2 방향에 관해서 상기 제 1 지지부에 나란히 형성되고 상기 물체를 비접촉 지지하는 제 3 지지부의 일방의 지지부에 지지된 상기 물체가 타방의 지지부에 지지되도록, 상기 유지부를 상기 제 2 방향으로 이동시키는 이동체 구동 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 지지부와, 상기 유지부를 지지하며 연결부를 통해서 상기 제 1 지지부에 연결된 상기 제 2 지지부를, 상기 제 3 지지부에 대해 상기 제 1 베이스 상을 상기 제 1 방향으로 상대 이동시키는 이동체 구동 방법.

청구항 15

제 12 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 기재된 이동체 구동 방법에 의해, 상기 유지부에 유지되며 상기 제 2 방향으로 이동 중인 상기 물체에 대해 노광광을 조사하는 것을 포함하는 노광 방법.

청구항 16

제 15 항에 기재된 노광 방법에 의해 상기 물체를 노광하는 것과,

노광된 상기 물체를 현상하는 것을 포함하는 플랫 패널 디스플레이의 제조 방법.

청구항 17

제 15 항에 기재된 노광 방법에 의해 상기 물체를 노광하는 것과,

노광된 상기 물체를 현상하는 것을 포함하는 디바이스 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 이동체 장치, 물체 처리 장치, 노광 장치, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법, 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이고, 특히 미리결정된 2차원 평면을 따라 물체를 이동시키는 이동체 장치, 이동체 장치에 유지된 물체에 미리결정된 처리를 수행하는 물체 처리 디바이스, 이동체 장치에 의해 유지된 물체에 미리결정된 패턴을 형성하는 노광 장치, 노광 장치를 사용하는 플랫 패널 디스플레이 제조 방법, 및 노광 장치를 사용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래에, 액정 디스플레이 디바이스와 같은 전자 디바이스 (마이크로디바이스) 및 (집적 회로와 같은) 반도체 디바이스를 제조하기 위한 리소그래피 프로세스에서는, 스텝-앤드-리피트 방법에 의한 투영 노광 장치 (소위 스텝퍼), 또는 스텝-앤드-스캔 방법에 의한 투영 노광 장치 (소위 스캐닝 스텝퍼(스캐너라고도 불림)) 와 같은 노광 장치들이 주로 사용된다.

[0003] 이러한 유형의 노광 장치에서, 노광의 대상이 되는 물체 (유리판, 또는 웨이퍼 (이하, 일반적으로 "기판" 으로 지칭됨)) 는 기판 스테이지 디바이스 상에 탑재된다. 마스크 (또는 레티클) 상에 형성된 회로 패턴은 투영 렌즈 (예를 들어, PTL1 으로 지칭됨) 와 같은 광학계를 통해 노광광의 조사에 의해 기판 상으로 전사된다.

[0004] 이제, 최근에는, 노광 장치의 노광의 대상이 되는 기판들, 특히 액정 디스플레이들에 사용되는 직사각형 형상 유리판은 예를 들어 한 변이 3 미터 이상과 같이 크기에 있어서 증가하는 경향이 있으며, 이것은 중량 뿐아니라 기판 스테이지 디바이스의 크기가 증가하게 한다. 따라서, 고정밀도로 고속으로 노광 물체 (기판) 의 위치를 제어할 수 있는 소형 경량 스테이지 디바이스의 개발이 요구되었다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 미국 특허출원공개 제 2010/0018950 호

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 이동체 장치로서, 수평 평면에 평행인 미리결정된 2차원 평면을 따라 배치된 물체의 가장자리를 유지하고, 2차원 평면 내에서 적어도 제 1 방향으로 미리결정된 스트로크들로 이동가능한 제 1 이동체; 제 1 이동체의 제 1 방향에서의 이동가능한 범위 내에서 아래로부터 물체를 지지하는 물체 지지 부재를 포함하고, 제 1 이동체와 함께 2차원 평면 내에서 제 1 방향에 직교하는 제 2 방향으로 이동가능한 제 2 이동체; 및 적어도 제 1 방향으로 물체 지지 부재로부터 진동적으로 분리되고, 제 1 방향에서의 제 1 이동체의 이동가능한 범위 내에서 아래로부터 제 1 이동체를 지지하며, 제 2 방향으로 제 2 이동체와 함께 이동가능한 제

3 이동체를 포함하는, 이동체 장치가 제공된다.

[0007] 그 장치에 따르면, 제 3 이동체 상에서 제 1 방향으로 미리결정된 스트로크들로 이동하는 제 1 이동체에 의해, 제 1 이동체에 의해 유지된 물체는, 물체가 물체 지지 부재에 의해 아래로부터 지지되는 상태로 미리결정된 스트로크들로 제 1 방향으로 이동한다. 또한, 물체 지지 부재를 갖는 제 2 이동체는 제 1 이동체와 함께 제 2 방향으로 이동하기 때문에, 물체는 제 1 방향 및/또는 제 2 방향으로 선택적으로 구동될 수 있다. 그렇게 함으로써, 제 3 이동체가 제 1 및 제 2 이동체와 함께 제 2 방향으로 이동하기 때문에, 제 1 이동체는 제 3 이동체에 의해 항시 지지된다. 또한, 물체는 그것의 이동 범위 내에서 물체 지지 부재에 의해 아래로부터 항시 지지되기 때문에, 그의 자중으로 인한 휘어짐이 억제된다. 이에 따라, 물체가 물체와 대략 동일한 면적을 갖는 유지 부재 상에 탑재되고 유지 부재가 구동되는 경우에 비해, 디바이스의 중량 및 크기를 감소시키는 것이 가능해진다. 또한, 제 2 이동체 및 제 3 이동체가 적어도 제 1 방향에서 진동적으로 분리되기 때문에, 예를 들어, 제 1 이동체가 제 1 방향으로 이동하는 경우에, 제 1 방향에서 생성되는 진동, 반력 등이 제 2 및 제 3 이동체 사이에서 이동하는 것이 방지될 수 있다.

[0008] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 물체 처리 디바이스로서, 본 발명의 이동체 장치; 및 물체에 미리결정된 처리를 수행하기 위해, 유지 디바이스의 반대측으로부터 물체의 유지 디바이스에 의해 유지된 부분까지 미리결정된 동작을 실행하는 실행 디바이스를 포함하는, 물체 처리 디바이스가 제공된다.

[0009] 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 제 1 노광 장치로서, 본 발명의 이동체 장치; 및 물체를 에너지 빔으로 노광하여 물체에 미리결정된 패턴을 형성하는 패턴 형성 장치를 포함하는, 제 1 노광 장치가 제공된다.

[0010] 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법으로서, 본 발명의 노광 장치를 사용하여 기판을 노광하는 단계; 및 노광된 기판을 현상하는 단계를 포함하는, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법이 제공된다.

[0011] 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 디바이스 제조 방법으로서, 본 발명의 노광 장치를 사용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0012] 본 발명의 제 6 양태에 따르면, 물체를 에너지 빔으로 노광하여 물체에 패턴을 형성하는 제 2 장치로서, 수평 평면에 평행인 미리결정된 2차원 평면을 따라 배치된 물체의 가장자리를 유지하고, 2차원 평면 내에서 적어도 제 1 방향으로 미리결정된 스트로크들로 이동가능한 제 1 이동체; 제 1 이동체의 제 1 방향에서의 이동가능한 범위 내에서 아래로부터 물체를 지지하는 물체 지지 부재를 포함하고, 제 1 이동체와 함께 2차원 평면 내에서 제 1 방향에 직교하는 제 2 방향으로 이동가능한 제 2 이동체; 및 적어도 제 1 방향으로 물체 지지 부재로부터 진동적으로 분리되고, 제 1 방향에서의 제 1 이동체의 이동가능한 범위 내에서 아래로부터 제 1 이동체를 지지하며, 제 2 방향으로 제 2 이동체와 함께 이동가능한 제 3 이동체를 포함하는, 제 2 장치가 제공된다.

[0013] 본 발명의 제 7 양태에 따르면, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법으로서, 상술된 제 2 노광 장치를 사용하여 기판을 노광하는 단계; 및 노광된 기판을 현상하는 단계를 포함하는, 플랫 패널 디스플레이 제조 방법이 제공된다.

[0014] 본 발명의 제 8 양태에 따르면, 디바이스 제조 방법으로서, 상술된 제 2 노광 장치를 사용하여 물체를 노광하는 단계; 및 노광된 물체를 현상하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0015] 도 1 은 제 1 실시형태의 액정 노광 장치의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.

도 2 는 도 1 의 액정 노광 장치가 갖는 기판 스테이지 디바이스의 평면도이다.

도 3 은 도 2 의 기판 스테이지 디바이스가 갖는 Y 스텝 정반의 평면도이다.

도 4 는 도 3 의 라인 B-B 의 단면도이다.

도 5 는 도 2 의 기판 스테이지 디바이스가 갖는 베이스 정반 및 Y 스텝 정반의 평면도이다.

도 6 은 도 5 의 라인 C-C 의 단면도이다.

도 7(a) 는 도 2 의 기판 스테이지 디바이스가 갖는 기판 지지 부재의 평면도이고, 도 7(b) 는 도 7(a) 의 라인 D-D 의 단면도이다.

도 8 은 도 2 의 기판 스테이지 디바이스가 갖는 고정 포인트 스테이지의 단면도이다.

도 9(a) 및 도 9(b) 는 노광 처리 시에 기판 스테이지 디바이스의 동작을 설명하는데 사용되는 도면들 (번호 1 및 2) 이다.

도 10(a) 및 도 10(b) 는 노광 처리 시에 기판 스테이지 디바이스의 동작을 설명하는데 사용되는 도면들 (번호 3 및 4) 이다.

도 11 은 제 2 실시형태와 관련된 기판 스테이지 디바이스의 평면도이다.

도 12 는 도 11 의 라인 E-E 의 단면도이다.

도 13 은 제 3 실시형태와 관련된 기판 스테이지 디바이스의 평면도이다.

도 14 는 도 13 의 라인 F-F 의 단면도이다.

도 15 는 제 4 실시형태와 관련된 기판 스테이지 디바이스의 평면도이다.

도 16 는 도 14 의 라인 G-G 의 단면도이다.

도 17 은 제 5 실시형태와 관련된 기판 스테이지 디바이스의 평면도이다.

도 18 은 도 17 의 라인 H-H 의 단면도이다.

도 19(a) 및 도 19(b) 는 기판 지지 부재의 변형된 예 (번호 1 및 2) 를 도시하는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0016] - 제 1 실시형태

[0017] 제 1 실시형태는 도 1 내지 도 10(b) 를 참조하여 이하에 설명될 것이다.

[0018] 도 1 은 제 1 실시형태와 관련된 노광 장치 (10) 의 구성 (configuration) 을 개략적으로 도시한다. 액정 노광 장치 (10) 는 액정 디스플레이 디바이스 (플랫 패널 디스플레이) 에서 사용되는 직사각형 유리 기판 (P) (이하, 간단히 기판 (P) 으로 지칭함) 이 노광 대상물로서 작용하는 스텝-앤드-스캔 방법, 또는 소위 스캐너에 의한 투영 노광 장치이다.

[0019] 도 1 에 도시된 바와 같이, 액정 노광 장치 (10) 는 조명계 (IOP), 마스크 (M) 를 유지하는 마스크 스테이지 (MST), 투영광학계 (PL), 마스크 스테이지 (MST), 투영광학계 (PL) 등을 지지하는 장치 본체 (30), 기판 (P) 을 유지하는 기판 스테이지 디바이스 (PST), 및 이들의 제어계 등이 구비되어 있다. 이하의 상세한 설명에서는, 마스크 (M) 및 기판 (P) 이 노광 시에 각각 투영광학계 (PL) 에 대해 스캐닝되는 방향이 X 축 방향이고, 수평 평면 내에서 X 축 방향에 직교하는 방향이 Y 축 방향이며, X 축 방향 및 Y 축 방향에 직교하는 방향이 Z 축 방향이고, X 축, Y 축 및 Z 축 주위의 회전 (틸트) 방향이 각각 θx, θy 및 θz 방향이라는 가정하에 설명이 주어진다. 또한, X 축, Y 축 및 Z 축 방향에서의 위치들은 각각 X 위치, Y 위치 및 Z 위치로서 기술될 것이다.

[0020] 조명계 (IOP) 는 예를 들어 미국 특허 제 6,552,775 호 등에 개시된 조명계와 유사하게 구성된다. 더욱 상세히 설명하면, 조명계 (IOP) 는 도시되지 않은 반사 미러, 이색성 미러, 셔터, 파장 선택 필터, 여러 유형의 렌즈 등을 통해, 노광을 위한 조명광 (조명광) (IL) 으로서, 도시되지 않은 광원 (예를 들어, 수은 램프) 으로부터 방출된 광으로 마스크 (M) 를 조사한다. 조명광 (IL) 으로서는, 예를 들어, i-선 (파장 365 nm), g-선 (파장 436 nm), 또는 h-선 (파장 405 nm) 과 같은 광 (또는 상술된 i-선, g-선 및 h-선의 합성광) 이 사용된다. 또한, 조명광 (IL) 의 파장은 요구되는 레졸루션에 따라 예를 들어 파장 선택 필터에 의해 적절히 스위칭될 수 있다.

[0021] 마스크 스테이지 (MST) 에는, 회로 패턴 등이 형성되어 있는 패턴 표면 (도 1 에서의 하부 표면) 을 갖는 마스크 (M) 가 예를 들어 진공 흡착에 의해 고정된다. 마스크 스테이지 (MST) 는 장치 본체 (30) 의 부분인 경통 정반 (31) 에 고정된 한 쌍의 마스크 스테이지 가이드 (39) 에 비접촉식으로 탑재되고, 예를 들어 미리결정된 스트로크들로 주사 방향 (X 축 방향) 으로 선형 모터를 포함하는 마스크 스테이지 구동계 (도시하지 않음) 에 의해 구동되며, Y 축 방향 및 θz 방향으로 적절히 미세 구동된다. 마스크 스테이지 (MST) 의 XY 평면에서의 (θz 방향으로의 회전 정보를 포함하는) 위치 정보는 도시되지 않은 레이저 간섭계를 포함하는 마스크 간섭계 시스템에 의해 계측된다.

[0022] 투영광학계 (PL) 는 장치 본체 (30) 의 부분인 경통 정반 (31) 에 의해 도 1 의 마스크 스테이지 (MST) 아래에

서 지지된다. 실시형태의 투영광학계 (PL) 는 예를 들어, 미국 특허 제 6,552,775 호에 개시된 투영광학계와 유사한 구성을 갖는다. 더욱 상세히 설명하면, 투영광학계 (PL) 는 마스크 (M) 의 패턴 이미지가 투영되는 투영 영역들이 지그재그 형상으로 배치되는 복수의 투영 광학계 (멀티 렌즈 투영광학계) 를 포함하고, 길이 방향이 Y 축 방향에 있는 직사각형 형상을 갖는 단일 이미지 필드를 갖는 투영광학계와 등가적으로 기능한다. 실시형태에서, 복수의 투영광학계 각각으로서는, 예를 들어, 정립 노멀 이미지를 형성하는 양측 텔레센트릭 등배계인 투영광학계가 사용된다. 아래의 설명에서, 투영광학계 (PL) 의 지그재그 형상으로 배치된 복수의 투영 영역들은 전체로서 노광 영역 (IA) (도 2 참조) 으로서 지칭된다.

[0023] 따라서, 마스크 (M) 상의 조명 영역이 조명계 (IOP) 로부터의 조명광 (IL) 으로 조명되는 경우, 마스크 (M) 를 통과한 조명광 (IL) 에 의해, 조명 영역 내의 마스크 (M) 의 회로 패턴의 투영된 이미지 (부분 정립상) 가, 투영광학계 (PL) 를 통해, 표면이 레지스트 (감응제) 로 코팅되어 있는 기판 (P) 상의, 조명 영역과 짝을 이루는, 조명광 (IL) 의 조사 영역 (노광 영역 (IA)) 에 형성된다. 그 후, 주사 방향 (X 축 방향) 으로 조명 영역 (조명광 (IL)) 에 대해 마스크 (M) 를 이동시키고, 또한 마스크 스테이지 (MST) 및 기판 스테이지 (PST) 의 동기 구동에 의해 주사 방향 (X 축 방향) 으로 노광 영역 (IA) (조명광 (IL)) 에 대해 기판 (P) 을 이동시킴으로써, 기판 (P) 상의 하나의 쇼트 영역 (분할된 영역) 의 주사 노광이 수행되고, 마스크 (M) 의 패턴 (마스크 패턴) 이 그 쇼트 영역 상으로 전사된다. 더욱 상세히 설명하면, 실시형태에 있어서, 마스크 (M) 의 패턴이 조명계 (IOP) 및 투영광학계 (PL) 에 의해 기판 (P) 상에 생성되고, 조명광 (IL) 으로 기판 (P) 상의 감응층 (레지스트층) 을 노광함으로써 기판 (P) 상에 패턴이 형성된다.

[0024] 장치 본체 (30) 는 상술된 경통 플랫폼 (31), +Y 측 및 -Y 측의 경통 플랫폼 (31) 의 단부들의 근처 각각을 아래로부터 지지하는 한 쌍의 사이드 칼럼들 (32), 서로 대향하는 한 쌍의 사이드 칼럼들 (32) 의 한 쌍의 대향 표면 사이에서 연장되는 복수의 하부 칼럼들 (33), 및 이하에 기술될 고정 포인트 스테이지 (80) 를 지지하는 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) (도 1 에는 도시하지 않음, 도 2 참조) 을 포함한다. 사이드 칼럼들 (32) 의 쌍 각각은 클린룸의 플로어 (11) 상에 설치된 방진 장치 (vibration isolator) (34) 상에 탑재된다. 이것은 장치 본체 (30) 에 의해 지지되는 상술된 마스크 스테이지 (MST) 및 투영광학계 (PL) 를 플로어 (11) 에 대해 진동적으로 분리한다. 또, 도 2, 도 3, 및 도 9(a) 내지 도 10(b) 에서, 장치 본체 (30) 는 명확성을 위해 경통 플랫폼 (31) 이 제거된 채로 도시된다.

[0025] 도 3 및 도 4 에 도시된 바와 같이, 하부 칼럼 (33) 은 미리결정된 두께를 갖는 Y 축 방향으로 기다란 판 형상 부재로 이루어지고, YZ 평면에 평행하게 배치되며, 예를 들어, 4 개의 칼럼들이 미리결정된 거리로 X 축 방향으로 제공된다. 하부 칼럼 (33) 의 상부 표면에는, Y 축에 평행하게 연장되는 Y 리니어 가이드 (38) 가 고정된다. 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 은 하부 칼럼 (33) 보다 더 두꺼운 (X 축 방향에서의 치수 (길이) 가 더 길다), Y 축 방향으로 기다랗고 YZ 평면에 평행한 판 형상 부재로 이루어지고, 서로 대향하는 사이드 칼럼들 (32) 의 쌍의 대향 표면들 사이에서 연장되어 설치된다. 이에 따라, 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 은 사이드 칼럼들 (32) 의 쌍을 통해, 방진 장치 (34) 에 의해 플로어 (11) 에 대해 진동적으로 분리된다. 상술된 4 개의 하부 칼럼들 (33) 중에서, 예를 들어, 2 개가 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 의 +X 측에 배치되고, 다른 2 개는 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 의 -X 측에 배치된다.

[0026] 도 2 에 도시된 바와 같은 기판 스테이지 디바이스 (PST) 는 Y 스텝 정반 (20), 한 쌍의 베이스 정반들 (40), Y 스텝 가이드 (50), 기판 지지 부재 (60), 고정 포인트 스테이지 (80) 등이 구비되어 있다. 또, 도 1 에 도시된 액정 노광 장치 (10) 의 개관에서의 기판 스테이지 디바이스 (PST) 는 도 2 의 라인 A-A 의 단면도와 등가이지만, +X 측의 최외각에 (+X 측으로부터 볼 때 가장 가까이에) 위치된 하부 칼럼 (33) (및 하부 칼럼 (33) 의 상부 표면에 고정된 Y 리니어 가이드들 (38)) 은 기판 스테이지 디바이스 (PST) 의 구성의 명확성을 위해 생략된다.

[0027] 도 3 에 도시된 바와 같이, Y 스텝 정반 (20) 은 한 쌍의 X 빔들 (21), 복수의, 예를 들어 4 개의 연결 부재들 (22) 등을 포함한다. X 빔들 (21) 의 쌍 각각은 X 축 방향으로 연장되는, YZ 형상이 직사각형인 부재로 이루어지고 (도 4 참조), 서로 평행하게 배치된다. X 빔들 (21) 의 쌍 사이의 거리는 Y 축 방향으로 기판 (P) 의 길이 (치수) 와 실질적으로 동일한 치수로 설정되고, X 축 방향으로의 X 빔들 (21) 의 길이 (치수) 는 X 축 방향으로의 기판 (P) 의 이동 범위를 커버하도록 설정된다. 예를 들어, 4 개의 연결 부재들 (22) 은 X 빔들 (21) 의 쌍을 두 곳에서 서로 기계적으로 연결한다; X 빔들 (21) 의 쌍의 길이방향에서의 양 단부들 근처, 및 길이방향에서의 중간 섹션. 4 개의 연결 부재들 (22) 각각은 Y 축 방향으로 연장되는 판 형상 부재로 이루어진다.

[0028] X 빔들 (21) 의 쌍 각각의 하부 표면에는, 복수의 Y 슬라이더들 (28) 이 도 4 에 도시된 스페이서 (28a) 를 통해 고정된다. 도 3 에 도시된 바와 같이, 하나의 X 빔 (21) 에 대해, 예를 들어, 4 개의 스페이서 (28a) 가 상술된 복수의 Y 리니어 가이드들 (38) 에 대응하여 제공된다. Y 슬라이더 (28) 는 XZ 단면이 역전된 U 자 형상인 부재로 이루어지고, 도시되지 않은 복수의 볼들을 포함하며, Y 리니어 가이드들 (38) 과 낮은 마찰로 슬라이딩 가능하게 맞물린다. 도 4 에 도시된 바와 같이, 하나의 스페이서 (28a) 에 대해, 예를 들어, 2 개의 Y 슬라이더들 (28) 이 Y 축 방향으로 이격되어 제공된다. 상술한 바와 같이, Y 스텝 정반 (20) 은 예를 들어 4 개의 하부 칼럼들 (33) 상에서 Y 축 방향으로 미리결정된 스트로크들에서 이동가능하게 탑재된다.

[0029] X 빔들 (21) 의 쌍의 상부 표면들 각각에는, X 가이드 (24) 가 도 3 에 도시된 바와 같이 고정된다. 도 4 에 도시된 X 가이드 (24) 는 X 축 방향으로 연장되는, YZ 단면 형상이 직사각형인 부재로 이루어지고, 예를 들어 석재 (또는 세라믹스) 에 의해 형성되며, 그의 상부 표면이 매우 높은 평탄도를 갖도록 마무리된다.

[0030] 도 2 로 되돌아 가서, 베이스 정반들 (40) 의 쌍 중 일방은 (하부 칼럼 (33) 과 비접촉 상태로) 미리결정된 클리어런스를 통해 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 의 +X 측 상에 배치된 하부 칼럼들 (33) 의 쌍 사이에 삽입되고, 타방은 (하부 칼럼 (33) 과 비접촉 상태로) 미리결정된 클리어런스를 통해, 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 의 -X 측 상에 배치된 하부 칼럼들 (33) 의 쌍 사이에 삽입된다. 상술된 장치 본체 (30) 및 베이스 정반들 (40) 의 쌍 양자 모두가 플로어 (11) 상에 설치되지만, 장치 본체 (30) 는 플로어 (11) 에 대해 방진 장치 (34) 에 의해 진동적으로 분리되기 때문에, 장치 본체 (30) 및 베이스 정반들 (40) 의 쌍은 서로로부터 진동적으로 분리된다. 베이스 정반들 (40) 의 쌍 각각은 배치가 상이한 것을 제외하고는 실질적으로 동일하게 구성되기 때문에, 이하, 단지 +X 측 상의 베이스 정반 (40) 만이 기술될 것이다.

[0031] 도 5 및 도 6 에서 알 수 있는 바와 같이, 베이스 정반 (40) 은 길이방향이 평면 뷰 (planar view) 에서 Y 축 방향에 있는 직육면체 부재로 이루어지고, 마운팅 (42) (도 5 에는 도시되지 않음, 도 6 참조) 을 통해 플로어 (11) 상에 설치된다. 베이스 정반 (40) 의 상부 표면 상의 +X 측 및 -X 측 상의 가장자리 근처에는, Y 축 방향으로 연장되는 Y 리니어 가이드들 (44) 이 도 5 에 도시된 바와 같이 서로에 평행하게 고정된다. 또한, 베이스 정반 (40) 의 상부 표면 상의 중심에는, Y 고정자 (48) 가 고정된다. 이 경우, Y 고정자 (48) 는 Y 축 방향으로 미리결정된 거리로 배열된 복수의 자석들을 포함하는 자석 유닛을 갖는다. 또, 베이스 정반들 (40) 의 쌍 및/또는 마운팅 (42) 이 장치 본체 (30) 와 접촉하지 않는 한, 이들은 서로 연결될 수 있다. 또한, 마운팅 (42) 은 도시되지 않은 방진 장치를 통해 플로어 (11) 상에 배치될 수 있다.

[0032] 도 6 에 도시된 바와 같이, Y 스텝 가이드 (50) 는 베이스 정반들 (40) 의 쌍 상에 탑재된다. 도 5 에 도시된 바와 같이, Y 스텝 가이드 (50) 는 한 쌍의 X 빔들 (51), 복수의, 예를 들어 4 개의 연결 부재들 (52), 한 쌍의 에어 부상 장치 베이스들 (53), 복수의 에어 부상 장치들 (59), 한 쌍의 X 캐리지 (70) 등을 포함한다.

[0033] X 빔들 (51) 의 쌍 각각은 X 축 방향으로 연장되는, YZ 단면 형상이 직사각형인 중공 부재 (도 6 참조) 로 이루어진다. 4 개의 연결 부재들 (52) 은 X 빔들 (51) 의 쌍을 두 곳에서 서로 기계적으로 연결한다; X 빔들 (51) 의 쌍의 길이방향에서의 양 단부 근처, 및 길이방향에서의 중간 섹션. 4 개의 연결 부재들 (52) 각각은 Y 축 방향으로 연장되는 판 형상 부재로 이루어지고, +Y 측 상의 가장자리 근처의 상부 표면 상에는, X 빔 (51) 의 +Y 측이 탑재되는 반면, -Y 측 상의 가장자리 근처의 상부 표면 상에는, X 빔 (51) 의 -Y 측이 도 1 에 도시된 바와 같이 탑재된다. 또한, 도 1 에 도시된 바와 같이, 복수의 연결 부재들 (52) 각각의 하부 표면의 Z 위치는 하부 칼럼 (33) 의 상부 표면의 Z 위치보다 더 높고 (+Z 측), Y 스텝 가이드 (50) 및 장치 본체 (30) 는 비접촉이다 (Y 스텝 가이드 (50) 는 하부 칼럼 (33) 위에서 통과한다).

[0034] X 빔들 (51) 의 쌍 각각의 하부 표면에는, 복수의 Y 슬라이더들 (54) 이 도 6 에 도시된 바와 같이 스페이서 (54a) 를 통해 고정된다. 도 5 에 도시된 바와 같이, 하나의 X 빔 (51) 에 대해, 예를 들어, 4 개의 스페이서들 (54a) 이 상술된 복수의 Y 리니어 가이드들 (44) 에 대응하여 제공된다. Y 슬라이더 (54) 는 XZ 단면이 역전된 U 자 형상인 부재로 이루어지고, 도시되지 않은 복수의 볼들을 포함하며, Y 리니어 가이드들 (44) 과 낮은 마찰로 슬라이딩 가능하게 맞물린다. 도 6 에 도시된 바와 같이, 하나의 스페이서 (54a) 에 대해, 예를 들어, 2 개의 Y 슬라이더들 (54) 이 Y 축 방향으로 이격되어 제공된다. 상술된 바와 같이, Y 스텝 가이드 (50) 는 베이스 정반들 (40) 의 쌍 상에 Y 축 방향으로 미리결정된 스트로크들로 이동가능하게 탑재된다.

[0035] 도 5 에 도시된 바와 같이, X 빔들 (51) 의 쌍 각각의 상부 표면들에는, X 축 방향으로 연장되는 X 리니어 가이드들 (56) 의 쌍이 서로 평행하게 고정된다. 또한, X 리니어 가이드들 (56) 의 쌍 사이의 영역에서의 X 빔

들 (51) 의 쌍 각각의 상부 표면에는, X 고정자 (57) 가 고정된다. X 고정자 (57) 는 X 축 바향으로 미리결정된 거리로 배열된 복수의 자석들을 포함하는 자석 유닛을 갖는다.

[0036] 에어 부상 장치 베이스들 (53) 의 쌍 각각은 길이방향이 평면 뷰에서 X 방향에 있는 직육면체 형상 (박스 형상) 부재로 이루어지고, 기판 스테이지 (PST) 가 조립된 도 2 에 도시된 상태에서, 고정 포인트 스테이지 (80) 의 +X 측 및 -Y 측 상에 배치된다. 도 5 를 다시 참조하면, +X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 +X 측 상의 측면에 그리고 -X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 -X 측 상의 측면에, 각각 직육면체 형상 (박스 형상) 부재로 이루어지는 연결 부재 (53a) 가 연결된다. 또한, +X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 -X 측 상의 측면에 그리고 -X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 +X 측 상의 측면에, 각각 XY 평면에 평행한 테이블형상 부재로 이루어지는 연결 부재 (53b) 가 연결된다. 4 개의 연결 부재들 (52) 중, 예를 들어, +X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 는, +X 측 상의 2 개의 연결 부재들 (52) 상에 연결 부재 (53a) 및 연결 부재 (53b) 를 통해 탑재된다. 유사하게, 4 개의 연결 부재들 (52) 중, 예를 들어, -X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 는, -X 측 상의 2 개의 연결 부재들 (52) 상에 연결 부재 (53a) 및 연결 부재 (53b) 를 통해 탑재된다.

[0037] 도 6 에 도시된 바와 같이, 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 하부 표면의 +Y 측 및 -Y 측 각각 상의 가장자리 근처에는, Y 슬라이더 (55) 가 스페이서 (55a) 를 통해 고정된다. Y 슬라이더 (55) 는, XZ 단면이 역전된 U 형상인 부재로 이루어지고, 도시되지 않은 복수의 볼들을 포함하며, Y 리니어 가이드들 (44) 과 낮은 마찰로 슬라이딩 가능하게 맞물린다. 도 5 에 도시되어 있지는 않지만, 슬라이더들이 지면의 깊이로 중첩하기 때문에, 예를 들어, Y 리니어 가이드 (44) 에 대응하는 에어 부상 장치 베이스들 (53) 의 한 쌍의 하부 표면들 각각의 +Y 측 및 -Y측 상의 가장자리 근처에 2 개의 Y 슬라이더들 (55) 이 제공된다.

[0038] 또한, 에어 부상 장치 베이스들 (53) 의 한 쌍의 하부 표면들 각각에는, 미리결정된 클리어런스 (공간/갭) 를 통해 Y 고정자 (48) 와 대향하는 Y 가동자 (58) 가 고정된다 (-X 측 상의 에어 부상 장치 베이스 (53) 에 고정된 Y 가동자 (58) 는 도시되지 않음). Y 가동자 (58) 는 도시되지 않은 코일을 포함하는 코일 유닛을 가지며, Y 축 방향으로 상술된 Y 고정자 (48) 와 함께 미리결정된 스트로크들로 Y 스텝 가이드 (50) 를 드라이브하는 Y 리니어 모터를 구성한다. 또한, 도시되지는 않았지만, Y 축 방향을 주기방향으로 하는 Y 리니어 스케일이 베이스 정반 (40) 에 고정되고, Y 스텝 가이드 (50) 에는, Y 리니어 스케일을 갖는 Y 스텝 가이드 (50) 의 Y 위치 정보를 획득하는 Y 리니어 인코더 시스템을 구성하는 Y 인코더 헤드가 고정된다. 또, Y 가동자 (58) 는 에어 부상 장치 베이스 (53) 대신에 X 빔 (51) 에 부착될 수 있다.

[0039] 이제, 도 2 에 도시된 Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 가 결합된 상태로, Y 스텝 정반 (20) 의 +Y 측 상의 X 빔 (21) 은 Y 스텝 가이드 (50) 의 +Y 측 상의 X 빔 (51) 과 에어 부상 장치 베이스 (53) 사이에 삽입되고, Y 스텝 정반 (20) 의 -Y 측 상의 X 빔 (21) 은 Y 스텝 가이드 (50) 의 -Y 측 상의 X 빔 (51) 과 에어 부상 장치 베이스 (53) 사이에 삽입된다 (도 1 참조).

[0040] 또한, 도 2 에 도시된 Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 가 결합된 상태로, 상술된 Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔들 (21) 의 쌍의 길이방향에서의 중간 섹션에 배치된 2 개의 연결 부재들 (22) 은 연결 부재 (53b) 위에 배치된다. 또한, Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 은 Y 스텝 가이드 (50) 의 복수의 연결 부재들 (52) 위에 배치된다 (도 1 참조). 이에 따라, Y 스텝 정반 (20) (및 Y 스텝 정반 (20) 을 지지하는 장치 본체 (30)) 및 Y 스텝 가이드 (50) (및 Y 스텝 가이드 (50) 를 지지하는 베이스 정반 (40) 의 쌍) 는 이하에 설명될 복수의 플렉셔 장치들 (flexure devices) (18) 에 의해 연결된 부분을 제외하고 이격된다.

[0041] 도 2 에 도시된 바와 같이, Y 스텝 정반 (20) 및 Y 스텝 가이드 (50) 는 예를 들어 복수의, 예를 들어 4 개의 플렉셔 장치들 (18) 에 의해 서로 기계적으로 연결된다. 예를 들어, 4 개의 플렉셔 장치들 (18) 중, 2 개는 Y 스텝 정반 (20) 의 +Y 측 상의 X 빔 (21) 과 Y 스텝 가이드 (50) 의 연결 부재 (53a) 사이에 가로질러 놓인다. 또한, 예를 들어, 4 개의 플렉셔 장치들 (18) 중, 다른 2 개는 Y 스텝 정반 (20) 의 -Y 측 상의 X 빔 (21) 과 Y 스텝 가이드 (50) 의 연결 부재 (53a) 사이에 가로질러 놓인다. 또, 플렉셔 장치들 (18) 의 수 및 그들의 배열은 상술된 것들에 제한되지 않고, 적절히 변경될 수 있다.

[0042] 예를 들어, 4 개의 플렉셔 장치들 (18) 의 구성 (configuration) 은 실질적으로 동일하다. 각 플렉셔 장치 (18) 는 XY 평면에 평행하게 배치된 얇은 강판 (예를 들어, 판 스프링) 을 포함하고, X 빔 (21) 과 연결 부재 (53a) 를 볼 조인트들과 같은 마찰 없는 조인트 디바이스를 통해 연결한다. 플렉셔 장치 (18) 는 Y 축 방향에서의 강판의 강성에 의해 고 강성으로 Y 축 방향에 관하여 Y 스텝 정반 (20) 및 Y 스텝 가이드 (50) 를 연결한다. 이에 따라, Y 스텝 정반 (20) 은 Y 스텝 가이드 (50) 에 의해 견인되는 것에 의해, Y 스텝 가이드

(50) 와 일체적으로 Y 축 방향으로 이동한다. 대조적으로, 플렉셔 장치 (18) 는 강판의 유연성 (또는 가요성), 및 마찰없는 조인트 디바이스의 작용에 의해, Y 축 방향을 제외하는 5 자유도 방향 (X 축, Z 축, θx, θy, θz 의 각 방향) 에 관하여 Y 스텝 정반 (20) 을 Y 스텝 가이드 (50) 에 구속하지 않기 때문에, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 사이에 상기 5 자유도 방향으로 진동이 거의 전달되지 않는다. 또, 플렉셔 장치 (18)로서는, Y 축 방향의 강성을 확보할 수 있고, 또한 주로 Z 축 방향으로 유연성을 갖고 있는 한, 상기 강판 대신에, 와이어 로프, 강성 수지제의 로프 등을 사용할 수 있다. 강판을 사용한 플렉셔 장치 (18) 의 구성에 대하여는, 예를 들어 미국 특허출원공개 제 2010/0018950 호에 개시되어 있다.

[0043] 도 5 로 다시 돌아가서, 한 쌍의 에어 부상 장치 베이스들 (53) 각각의 상부 표면 상에는, 복수의, 예를 들어, 10 대의 에어 부상 장치들 (59) 이 탑재된다. 예를 들어, 10 대의 에어 부상 장치들 각각은, 그들의 배치가 상이한 점을 제외하고는 실질적으로 동일하다. 예를 들어, 10 대의 에어 부상 장치들 (59) 의 상부 표면들은, 길이 방향이 X 축 방향에 있는 평면 뷰에서의 직사각형인 수평 평면에 실질적으로 평행한 기판 지지 표면을 형성한다. 기판 지지 표면의 X 축 방향의 길이 (치수) 및 Y 축 방향의 길이 (치수) 는 도 2 에 도시된 바와 같이 기판 (P) 의 X 축 방향의 길이 (치수) 및 Y 축 방향의 길이 (치수) 보다 약간 더 짧게 설정되지만, 그 치수들은 기판 (P) 의 전체 하부 표면이 아래로부터 지지될 수 있도록 설정된다.

[0044] 도 5 에 도시된 바와 같이, 에어 부상 장치 (59) 는 길이 방향이 X 축 방향에 있는 직육면체 부재로 이루어진다. 에어 부상 장치 (59) 는 상부 표면 (기판 (P) 의 하부 표면과 대향하는 표면) 상에 다공질 부재를 갖고, 그 다공질 부재가 갖는 복수의 미세 구멍들로부터 기판 (P) 의 하부 표면으로 가압 가스 (예를 들어, 공기) 를 분출함으로써, 기판 (P) 이 부상되게 된다. 가압 가스는 외부로부터 에어 부상 장치 (59) 로 공급될 수 있거나, 송풍 장치 등이 에어 부상 장치 (59) 에 (또는 에어 부상 장치 베이스 (53) 에) 내장될 수 있다. 또한, 가압 가스를 분출하기 위한 구멍들은 기계적 처리에 의해 형성될 수 있다. 복수의 에어 부상 장치 (59) 에 의한 기판 (P) 의 부상량 (에어 부상 장치 (59) 와 기판 (P) 의 하부 표면 사이의 거리) 은 대략 수십 마이크로미터 내지 수천 마이크로미터로 설정된다.

[0045] 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 중, 하나는 +Y 측 상의 X 빔 (51) 상에 탑재되고, 다른 것은 -Y 측 상의 X 빔 (51) 상에 탑재된다. 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 각각은 XY 평면에 평행으로 배치된 X 축 방향을 길이 방향으로 하는 평면 뷰에서 직사각형 형상을 갖는 판 형상 부재로 이루어지고, 도 6 에 도시된 바와 같이, 그 하면의 4 개의 코너 근방에는, X 슬라이더 (76) 가 고정되어 있다 (4 개의 슬라이더 (76) 중, 2 개는 다른 2 개 뒤에 지면의 깊이 측에 숨겨져 있다). X 슬라이더 (76) 는 YZ 단면이 역전된 U 자 형상인 부재로 이루어지고, 도시되지 않은 복수의 볼들을 포함하며, X 리니어 가이드들 (56) 과 낮은 마찰로 슬라이딩 가능하게 맞물린다.

[0046] 또한, 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 의 각각의 하부 표면에는, 미리결정된 클리어런스 (공간/갭) 을 통해 X 고정자 (57) 와 대향하는 X 가동자 (77) 가 고정된다. X 가동자 (77) 는 도시되지 않은 코일 유닛을 포함하고, X 축 방향으로 X 고정자 (57) 와 함께 미리결정된 스트로크들에서 X 캐리지 (70) 를 구동하는 X 리니어 모터를 구성한다. 또, 도시되지는 않았지만, X 축 방향을 주기 방향으로 하는 X 리니어 스케일이 한 쌍의 X 빔들 (51) 각각에 고정되고, 상기 X 리니어 스케일과 함께 X 캐리지 (70) 의 X 위치 정보를 획득하기 위해 X 리니어 인코더 시스템을 구성하는 X 인코더 헤드가 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 각각에 고정된다. 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 은 각각 X 리니어 인코더 시스템의 계측값들에 기초하여 도시되지 않은 주제어장치에 의해 X 리니어 모터들을 통해 동기적으로 구동된다.

[0047] 도 7(a) 에 도시된 바와 같이, 기판 지지 부재 (60) 는 평면 뷰에서 직사각형인 프레임 형상 부재로 이루어진다. 기판 지지 부재 (60) 는 한 쌍의 지지 부재들 (61), 및 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 을 일체적으로 연결하는 한 쌍의 연결 부재들 (62) 을 포함한다. 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 각각은 YZ 단면 형상이 X 축 방향으로 연장되는 직사각형인 바 형상 부재로 이루어지고 (도 7(b) 참조), 그 부재들은 Y 축 방향으로 미리결정된 거리 (Y 축 방향에서의 기판 (P) 의 치수보다 다소 더 짧은 거리) 로 서로 평행하게 배치된다. 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 각각의 길이방향의 치수는 X 축 방향에서의 기판 (P) 의 치수보다 약간 더 길게 설정된다. 기판 (P) 은 +Y 측 및 -Y 측 상의 가장자리 근방에서, 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 에 의해 아래로부터 지지된다.

[0048] 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 각각은 그 상부 표면상에 흡착 패드 (63) 를 갖는다. 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 은 흡착 패드 (63) 를 사용하여, 예를 들어 진공 흡착에 의해 아래로부터 기판 (P) 의 Y 축 방향에서의 양단부들의 근방을 흡착유지한다. 한 쌍의 연결 부재들 (62) 은 각각 XZ 단면 형상이 직사각형이고 길이 방향이 Y 축 방향에 있는 바 형상 부재로 이루어진다. 한 쌍의 연결 부재들 (62) 중 일방은 한 쌍의 X 지지 부

재들 (61) 의 +X 측 상의 가장자리의 근방에서 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 의 상부 표면에 탑재되고, 타방은 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 의 -X 측 상의 가장자리의 근방에서 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 의 상부 표면에 탑재된다. -Y 측 상에 있는 지지 부재 (61) 의 상부 표면에는, Y 축에 직교하는 반사면을 갖는 Y 이동경 (68y) (바 미러) 이 부착된다. 또한, -X 측 상에 있는 연결 부재 (62) 의 상부 표면에는, X 축에 직교하는 반사면을 갖는 X 이동경 (68x) (바 미러) 이 부착된다.

[0049] 도 2 에 도시된 바와 같이, Y 축 방향에서의 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 사이의 거리는 Y 스텝 정반 (20) 의 한 쌍의 X 가이드들 (24) 의 거리에 대응한다. 한 쌍의 X 지지 부재들 (61) 각각의 하부 표면에는, 베어링 표면들이 X 가이드들 (24) 의 상부 표면과 대향하는 에어 베어링들 (64) 이 도 7(b) 에 도시된 바와 같이 부착된다 (도 4 참조). 기판 지지 부재 (60) 는 에어 베어링 (64) 의 작동에 의해 한 쌍의 X 가이드들 (24) 상에 부상 지지되고 (도 1 참조), Y 스텝 정반 (20) 은 기판 지지 부재 (60) 가 X 축 방향으로 이동할 때 정반으로서 기능한다.

[0050] 도 2 에 도시된 바와 같이, 기판 지지 부재 (60) 는 2 개의 X 보이스 코일 모터들 (29x) 및 2 개의 Y 보이스 코일 모터들 (29y) 에 의해 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 에 대해 X 축, Y 축, 및 θz 방향으로 구동된다. 2 개의 X 보이스 코일 모터들 (29x) 중 일방 및 2 개의 Y 보이스 코일 모터들 (29y) 중 일방은 기판 지지 부재 (60) 의 -Y 측 상에 배치되고, 2 개의 X 보이스 코일 모터들 (29x) 의 타방 및 2 개의 Y 보이스 코일 모터들 (29y) 의 타방은 기판 지지 부재 (60) 의 +Y 측 상에 배치된다. 일방 및 타방의 X 보이스 코일 모터들 (29x) 은 기판 지지 부재 (60) 및 기판 (P) 을 결합하는 시스템의 중력 중심 (CG) 에 대해 서로 대칭인 위치들에 배치되고, 일방 및 타방의 Y 보이스 코일 모터들 (29y) 은 상기 중력 중심 (CG) 에 대해 서로 대칭인 위치들에 배치된다.

[0051] 도 2 에 도시된 바와 같이, X 보이스 코일 모터 (29x) 는 지지 부재 (78) 를 통해 X 캐리지 (70) 의 상부 표면에 고정된 X 고정자 (79x) (도 5 및 도 6 참조), 및 X 지지 부재 (61) 의 측면 상의 X 가동자 (69x) (도 7(a) 및 도 7(b) 참조) 를 포함한다. 또한, Y 보이스 코일 모터 (29y) 는 지지 부재 (78) 를 통해 X 캐리지 (70) 의 상부 표면에 고정된 Y 고정자 (79y) (도 5 및 도 6 참조), 및 X 지지 부재 (61) 의 측면 상의 Y 가동자 (69y) (도 7(a) 및 도 7(b) 참조) 를 포함한다. X 고정자 (79x) 및 Y 고정자 (79y) 각각은 예를 들어 코일을 포함하는 코일 유닛을 가지며, X 가동자 (69x) 및 Y 가동자 (69y) 각각은 예를 들어 영구자석을 포함하는 자석 유닛을 갖는다.

[0052] 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 각각이 X 축 방향으로 미리결정된 스트로크들로 구동되는 경우, 기판 지지 부재 (60) 는 2 개의 X 보이스 코일 모터들 (29x) 에 의해 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 에 대해 동기 구동 (한 쌍의 X 캐리지들 (70) 과 동일한 방향 및 동일한 속도로 구동) 된다. 이것은 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 및 기판 지지 부재 (60) 가 X 축 방향으로 일체적으로 이동하는 것을 허용한다. 또한, Y 스텝 가이드 (50) 가 Y 축 방향으로 미리결정된 스크로크들로 구동되는 경우, 기판 지지 부재 (60) 는 2 개의 Y 보이스 코일 모터들 (29y) 에 의해 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 에 대해 동기 구동 (한 쌍의 X 캐리지들 (70) 과 동일한 방향 및 동일한 속도로 구동) 된다. 이것은 Y 스텝 가이드 (50) (및 Y 스텝 정반 (20)) 및 기판 지지 부재 (60) 가 Y 축 방향으로 일체적으로 이동하는 것을 허용한다. 또한, 기판 지지 부재 (60) 가 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 과 함께 X 축 방향으로 롱 (long) 스트로크들로 이동하는 경우, 기판 지지 부재 (60) 는 2 개의 X 보이스 코일 모터들 (29x) (또는 2 개의 Y 보이스 코일 모터들 (29y)) 의 추력차에 의해, 중력 중심 (CG) 을 통과하는 Z 축에 평행한 축 주위의 방향으로 적절하게 미세 구동된다.

[0053] 기판 지지 부재 (60) 의 XY 평면에서의 위치 정보는, 도 2 에 도시된 바와 같이, X 간섭계 (66x) 및 Y 간섭계 (66y) 를 포함하는 기판 간섭계 시스템에 의해 획득된다. X 간섭계 (66x) 는 간섭계 지지 부재 (36) 을 통해 한 쌍의 사이드 칼럼들 (32) 에 고정된다. Y 간섭계 (66y) 는 -Y 측 상의 사이드 칼럼 (32) 에 고정된다. X 간섭계 (66x) 는 도시하지 않은 광원으로부터의 광을 도시하지 않은 빔 스플리터로 분할하고, 그 분할광을 한 쌍의 X 축에 평행한 X 계측빔들로서 X 이동경 (68x) 에 조사하고, 또한 투영광학계 (PL) (또는 투영광학계 (PL) 와 일체로 간주될 수 있는 부재) 에 부착된 고정경 (도시하지 않음) 에 참조빔으로서 각각 조사하고, 상기 계측빔의 X 이동경 (68x) 으로부터의 반사광, 및 참조빔의 고정경으로부터의 반사광을 다시 중첩시켜, 도시하지 않은 수광 소자에 입사시키고, 그 빔들의 간섭에 기초하여 고정경의 반사면의 위치를 기준으로 하는 X 이동경 (68x) 의 반사면의 위치를 획득한다.

[0054] Y 간섭계 (66y) 는 유사하게 Y 이동경 (68y) 상에 Y 축에 평행한 한 쌍의 Y 계측 빔들을 조사할 뿐아니라, 도시하지 않은 고정경상에 참조빔을 조사하고, 반사광들에 기초하여 Y 축 방향으로의 기판 지지 부재 (60) 의 이동량을 획득한다. 이러한 경우, 한 쌍의 Y 계측빔들 사이의 거리는, Y 간섭계 (66y) 로부터 조사된 Y 계측빔

들 중 적어도 하나가 X 축 방향에서의 기판 지지 부재 (60) 의 이동가능한 범위 내에서 Y 이동경 (68y) 상에 항시 조사되도록 설정된다 (도 9(a) 내지 도 10(b) 참조). 또한, 한 쌍의 X 계측빔들 사이의 거리는, X 간섭계 (66x) 로부터 조사된 X 계측빔들 중 적어도 하나가 Y 축 방향에서의 기판 지지 부재 (60) 의 이동가능한 범위 내에서 X 이동경 (68x) 상에 항시 조사되도록 설정되고, 기판 지지 부재 (60) 의 위치 정보, 즉 θz 방향에서의 기판 (P) 의 위치 정보가 X 간섭계 (66x) 에 의해 획득된다.

[0055] 고정 포인트 스테이지 (80) 는 도 3 에 도시된 바와 같이 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 상에 탑재되고, Y 스텝 정반 (20) 및 Y 스텝 가이드 (50) 가 도 2 에 도시된 바와 같이 결합된 상태에서, 고정 포인트 스테이지 (80) 는 한 쌍의 에어 부상 장치 베이스 (53) 사이에 배치된다. 또, 도 4 에서, 도면들의 복잡성을 피하는 관점에서, 도 4 에서는, 고정 포인트 스테이지 (80) 의 도시가 생략된다. 도 8 에 도시된 바와 같이, 고정 포인트 스테이지 (80) 는 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 에 탑재된 중량 캔슬 장치 (81), 중량 캔슬 장치 (81) 에 의해 아래로부터 지지되는 에어 척 장치 (88), θx, θy, 및 Z 축 방향의 3 자유도의 방향에서 에어 척 장치 (88) 를 구동하는 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 등을 구비한다.

[0056] 이러한 경우, Y 스텝 정반 (50) (도 2 참조) 이 미리결정된 스트로크들로 Y 축 방향으로 이동하는 경우, 한 쌍의 X 빔들 (51) 사이의 치수 (및/또는 중량 캔슬 장치 (81) 의 외부 치수) 는 한 쌍의 X 빔들 (51) 및 고정 포인트 스테이지 (80) 가 접촉하지 않도록 설정된다.

[0057] 중량 캔슬 장치 (81) 는 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 에 고정된 하우징 (82), Z 축 방향으로 신축가능한 하우징 (82) 내에 하우징된 압축 코일 스프링 (83), 압축 코일 스프링 (83) 상에 탑재된 Z 슬라이더 (84) 등을 구비한다. 하우징 (82) 은 +Z 측 상에서 개방된 바닥을 갖는 원통형 부재로 이루어진다. Z 슬라이더 (84) 는 Z 축으로 연장되는 원통형 부재로 이루어지고, XY 평면에 평행하고 Z 축 방향으로 이격되어 배치된 한 쌍의 판 스프링들을 포함하는 평행판 스프링 장치 (85) 를 통해 하우징 (82) 의 내벽면에 접속된다. 평행판 스프링 장치 (85) 는 Z 슬라이더 (84) 의 +X 측, -X 측, +Y 측 및 -Y 측 상에 배치된다 (+Y 측 및 -Y 측 상의 평행판 스프링 장치 (85) 는 도시되지 않음). XY 평면에 평행한 방향으로의 하우징 (82) 에 대한 Z 슬라이더 (84) 의 상대 이동이 평행판 스프링 장치 (85) 가 갖는 판 스프링들의 강성 (인장 강성) 에 의해 제한되지만, Z 슬라이더 (84) 는 판 스프링의 가요성에 기인하여 미세한 스트로크들로 Z 방향으로 하우징 (82) 에 대해 상대 이동가능하다. Z 슬라이더 (84) 의 상부 단부 (+Z 측 상의 단부) 는 하우징 (82) 의 +Z 측 상의 단부로부터 상방으로 돌출하고, 아래로부터 에어 척 장치 (88) 를 지지한다. 또한, Z 슬라이더 (84) 의 상부 단부면에는, 반구형 오목부 (84a) 가 형성된다.

[0058] 중량 캔슬 장치 (81) 는 기판 (P), Z 슬라이더 (84), 에어 척 장치 (88) 등의 중량 (중력 방향이 하향 (-Z 방향) 인 힘) 을 압축 코일 스프링 (83) 의 탄성력 (중력 방향이 상향 (+Z 방향) 인 힘) 으로 무효화하며, 이것은 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 의 부하를 감소시킨다. 또, 압축 코일 스프링 (83) 대신에, 예를 들면 미국 특허출원공개 제 2010/0018950 호에 개시된 중량 캔슬 장치와 같은 에어 스프링에서와 같이 하중이 제어될 수 있는 부재를 사용하여 에어 척 장치 (88) 등의 중량이 또한 캔슬될 수 있다. 또한, 평행판 스프링 장치 (85) 는 수직 방향으로 한 세트 이상이면 임의의 수일 수 있다.

[0059] 에어 척 장치 (88) 는 중량 캔슬 장치 (81) 위 (+Z 측) 에 위치된다. 에어 척 장치 (88) 는 베이스 부재 (89), 베이스 부재 (89) 상에 고정된 진공 프리로드 에어 베어링 (90), 및 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 +X 측 및 -X 측 각각에 배치된 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 을 갖는다.

[0060] 베이스 부재 (89) 는 XY 평면에 평행하게 배치되는 판 형상 부재로 이루어진다. 베이스 부재 (89) 의 하부 표면의 중심에는, 반구 형상의 베어링 표면을 갖는 구면 에어 베어링 (92) 이 고정된다. 구면 에어 베어링 (92) 은 Z 슬라이더 (84) 내에 형성된 오목부 (84a) 내로 삽입된다. 이것은 에어 척 장치 (88) 가 XY 평면에 대해 Z 슬라이더 (84) 에 의해 요동가능하게 (θx 및 θy 방향으로 자유롭게 회전가능하게) 지지되게 한다. 또, XY 평면에 대해 에어 척 장치 (88) 를 요동가능하게 지지하는 장치로서는, 예를 들면 미국 특허출원공개 제 2010/0018950 호에 개시된 바와 같은 복수의 에어 베어링을 사용한 의사 구면 베어링 장치일 수 있고, 탄성 힌지 장치가 사용될 수 있다.

[0061] 도 3 에 도시된 바와 같이, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 길이 방향이 Y 축 방향인 평면 뷰에서 직사각형 판 형상 부재로 이루어지고, 그것의 면적은 노광 영역 (IA) 보다 약간 크게 설정된다. 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 상부 표면 상에 가스 분출공 및 가스 흡인공을 가지며, 가스 분출공으로부터 기판 (P) 의 하부 표면으로 가압 가스 (예를 들어, 공기) 주입하고 (도 2 참조), 가스 흡인공으로부터 상부 표면과 기판 (P) 사이의 가스를 흡인한다. 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 기판 (P) 의 하부 표면으로 분출하는 가스의 압력

과, 그의 상부 표면과 기판 (P) 의 하부 표면 사이의 부압을 밸런싱함으로써, 그 상부 표면과 기판 (P) 의 하부 표면 사이에 강성이 높은 가스 막을 형성하고, 기판 (P)을 거의 일정한 클리어런스 (공간/갭) 을 통해 비접촉으로 흡착 유지한다. 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 상부 표면 (기판 유지면) 과 기판 (P) 의 하부 표면 사이의 거리가, 예를 들면 수 마이크로미터로부터 수십 마이크로미터 정도로 되도록, 분출되는 가스의 유량 또는 압력, 및 흡인되는 기체의 유량 또는 압력이 설정된다.

[0062] 이제, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 투영광학계 (PL) 바로 아래 (-Z 측) 에 배치되고 (도 1 참조), 투영광학계 (PL) 바로 아래에 위치된 기판 (P) 의 노광 영역 (IA) 에 대응하는 영역을 흡착 유지한다. 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 기판 (P) 에 소위 프리로드를 인가하기 때문에, 기판 (P) 과의 사이에 형성된 가스 막의 강성이 증가될 수 있고, 기판 (P) 이 왜곡 또는 구부러질 지라도, 투영광학계 바로 아래에 위치되는 노광될 기판 (P) 의 영역의 형상은 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 상부 표면을 따라 실패 없이 교정될 수 있다. 또한, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 은 XY 평면에서의 기판 (P) 의 위치를 제한하지 않기 때문에, 기판 (P) 의 노광 대상 영역이 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 에 의해 흡착 유지되는 상태에서도, 기판 (P) 은 XY 평면을 따라 조명광 (IL) 에 대해 상대 이동을 수행할 수 있다 (도 1 참조). 그러한 비접촉 타입 에어 척 장치들 (진공 프리로드 에어 베어링) 의 상세는 예를 들어, 미국 특허 제 7,607,647 호 등에 개시되어 있다. 또, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 으로부터 분출된 가압 가스는 외부로부터 공급될 수 있거나, 송풍기 등이 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 에 내장될 수 있다. 또한, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 상부 표면과 기판 (P) 의 하부 표면 사이로 가스를 흡인하는 흡인 장치 (진공 장치) 는 유사하게 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 외부에 제공될 수 있고, 또는 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 에 내장될 수 있다. 또한, 가스 분출공 및 가스 흡인공은 기계적 처리에 의해 형성될 수 있고, 또는 다공질 재료가 사용될 수 있다. 또한, 진공 프리로드의 방법으로서는, 가스 흡인을 수행하지 않고 단지 정압 가스만을 사용하여 (예를 들어, 베르누이 척 장치에서와 같이) 부압이 생성될 수 있다.

[0063] 에어 부상 장치 (59) 와 유사하게, 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 각각은 상부 표면으로부터 기판 (P) 의 하부 표면으로 가압 기체 (예를 들어, 공기) 를 분출한다 (도 2 참조). 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 의 상부 표면의 Z 위치는 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 상부 표면의 Z 위치와 실질적으로 동일하게 설정된다. 또한, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 및 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 의 상부 표면의 Z 위치는, 복수의 에어 부상 장치들 (59) 의 상부 표면의 Z 위치보다 약간 높은 위치로 설정된다. 따라서, 복수의 에어 부상 장치들 (59) 로서는, 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 과 비교할 때 기판 (P) 을 더 높이 부상시킬 수 있는 고부상 타입의 장치가 사용된다. 또, 기판 (P) 을 향해 가압 가스를 분출하는 것 이외에, 한 쌍의 에어 부상 장치들 (91) 은 또한 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 과 유사하게 그 상부 표면과 기판 (P) 사이의 공기를 흡인할 수 있다. 이 경우, 부하가 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 에 의한 프리로드보다 더 약하게 되도록 흡인력을 설정하는 것이 바람직하다.

[0064] 도 8 에 도시된 바와 같은, 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 은 바닥 (11) 에 설치된 베이스 프레임 (98) 에 고정된 Z 고정자 (95a), 및 베이스 부재 (89) 에 고정되는 Z 가동자 (95b) 를 포함한다. Z 보이스 코일 모터들 (95) 은 예를 들어 중량 캔슬 장치 (81) 의 +X 측, -X 측, +Y 측, 및 -Y 측 상에 배치되고 (+Y 측 -Y 측 상의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 은 도시되지 않는다), θx, θy, 및 Z 축인 3 자유도의 방향들에서 에어 척 장치 (88) 를 미세 구동할 수 있다. 또, 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 은 적어도 3 개의 동일 직선 상에 없는 위치들에 배치되어야 한다.

[0065] 베이스 프레임 (98) 은 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 에 형성된 복수의 관통공들 (35a) 각각을 통해 삽입된 복수의 (예를 들어, Z 보이스 코일 모터들 (95) 에 대응하여, 4 개의) 레그부들 (leg sections) (98a) 및 복수의 레그부들 (98a) 에 의해 아래로부터 지지되는 본체부 (98b) 를 포함한다. 본체부 (98b) 는 평면 뷰에서 고리 형상을 갖는 판 형상 부재로 이루어지고, 중앙부에 형성된 개구 (98c) 내로, 중량 캔슬 장치 (81) 가 삽입된다. 복수의 레그부들 (98a) 은 각각 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 과 비접촉 상태에 있고, 진동적으로 분리된다. 이에 따라, 에어 척 장치 (88) 가 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 을 사용하여 구동될 때 발생하는 반력은 중량 캔슬 장치 (81) 에 도달하지 않는다.

[0066] 3 자유도의 방향들에서 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 을 사용하여 구동되는 에어 척 장치 (88) 의 위치 정보는, 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 에 고정된, 복수의, 본 실시형태에서는 예를 들어 4 개의 Z 센서들 (96) 을 사용하여 획득된다. Z 센서들 (96) 은 중량 캔슬 장치 (81) 의 +X 측, -X 측, +Y 측, -Y 측 각각에, 1 개씩 설치되어 있다 (+Y 측 및 -Y 측의 Z 센서들은 도시하지 않음). Z 센서 (96) 는 에어 척 장치 (88) 의 베이스 부재 (89) 의 하부 표면에 고정된 타겟 (97) 을 사용하여 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 과

베이스 부재 (89) 와의 Z 축 방향의 거리의 변화를 획득한다. 도시되지 않은 주제어장치는 4 개의 Z 센서들 (96) 의 출력에 기초하여 Z 축, θx, 및 θy 방향에서의 에어 척 장치 (88) 의 위치 정보를 항시 획득하고, 그 계측 값들에 기초하여, 4 개의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 을 적절히 제어하여 에어 척 장치 (88) 의 위치를 제어한다. 복수의 Z 센서들 (96) 및 타겟 (97) 이 복수의 Z 보이스 코일 모터들 (95) 의 근방에 배치되기 때문에, 고속으로 고응답의 제어가 가능하게 된다. 또, Z 센서들 (96) 및 타겟 (97) 의 배치는 역전될 수 있다.

[0067] 이제, 에어 척 장치 (88) 의 최종적인 위치는, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 위를 통과하는 기판 (P) 의 상부 표면이 투영광학계 (PL) 의 초점 심도 내에 항시 위치되도록 제어된다. 도시되지 않은 주제어장치는, 도시되지 않은 면위치 계측계 (오토포커스 센서) 에 의해, 기판 (P) 의 상부 표면의 위치 (면위치) 를 모니터하면서, 기판 (P) 의 상부 표면이 투영광학계 (PL) 의 초점 심도 내에 항시 위치하도록 (투영광학계 (PL) 가 항시 기판 (P) 상부 표면에 초점을 맞추도록), 에어 척 장치 (88) 를 구동 제어 (오토포커스 제어) 한다. 또, Z 축, θx, 및 θy 방향에서의 에어 척 장치 (88) 의 위치 정보를 획득하는데 Z 센서들 (96) 이 필요하기 때문에, 예를 들어, 그 센서들이 3 개의 동일 직선상에 없는 위치들에 제공되는 경우, 3 개의 센서들은 수용가능하다.

[0068] 상기와 같이 구성되는 액정 노광 장치 (10) (도 1 참조) 에서는, 도시되지 않은 마스크 로더에 의한 마스크 스테이지 (MST) 상의 마스크의 로딩, 및 도시되지 않은 기판 로더에 의한 기판 지지 부재 (60) 상으로의 기판 (P) 의 로딩은 도시되지 않은 주제어장치의 제어하에서 수행된다. 그 후, 주제어장치는 도시되지 않은 얼라인먼트 검출계를 사용하여 얼라인먼트 계측을 실행하고, 얼라인먼트 계측이 종료된 후 스텝-앤드-스캔 방법에 의한 노광 동작이 수행된다.

[0069] 이제, 상기 노광 동작 시의 기판 스테이지 장치 (PST) 의 이동의 예가 도 9(a) 내지 도 10(b) 에 기초하여 설명될 것이다. 또, 이하의 설명에서는, 4 개의 쇼트 영역이 하나의 기판 상에 설정되는 경우 (4 개의 다이들이 취해지는 경우) 가 설명되지만, 쇼트 영역들의 수 및 하나의 기판 (P) 상에 설정된 배치는 절적하게 변경될 수 있다.

[0070] 일 예로서, 도 9(a) 에 도시된 바와 같이, 노광 처리는 다음의 순서로 수행된다: 기판 (P) 의 -Y 측 및 -X 측 상에 설정된 제 1 쇼트 영역 (S1); 기판 (P) 의 +Y 측 및 -X 측 상에 설정된 제 2 쇼트 영역 (S2); 기판 (P) 의 +Y 측 및 +X 측 상에 설정된 제 3 쇼트 영역 (S3); 및 기판 (P) 의 -Y 측 및 +X 측 상에 설정된 제 4 쇼트 영역 (S4). 기판 스테이지 장치 (PST) 에서는, 도 9(a) 에 도시된 바와 같이, 제 1 쇼트 영역 (S1) 이 노광 영역 (IA) 의 +X 측 상에 위치되도록, XY 평면에서의 기판 지지 부재 (60) 의 위치가 X 간섭계 (66x) 및 Y 간섭계 (66y) 의 출력에 기초하여 제어된다.

[0071] 그 후, 도 9(b) 에 도시된 바와 같이, 기판 지지 부재 (60) 는 한 쌍의 X 간섭계 (66x) 의 출력에 기초하여 미리결정된 일정한 속도로 -X 방향으로 조명광 (IL) (도 1 참조) 에 대해 구동되고 (도 9(b) 의 화살표 참조), 이러한 동작에 의해, 마스크 패턴이 기판 (P) 상의 제 1 쇼트 영역 (S1) 상에 전사된다. 제 1 쇼트 영역 (S1) 에 대한 노광 처리가 종료되면, 도 10(a) 에 도시된 바와 같이, 기판 스테이지 장치 (PST) 는, 제 2 쇼트 영역 (S2) 의 +X 측 상의 가장자리가 노광 영역 (IA) (도 10(a) 에서는 도시되지 않음, 도 2 참조) 의 -X 측 상에 약간 위치되도록, Y 간섭계 (66y) 의 출력에 기초하여 XY 평면에서의 기판 지지 부재 (60) 의 위치를 제어한다 (도 10(a) 의 화살표 참조).

[0072] 후속하여, 도 10(b) 에 도시된 바와 같이, 기판 지지 부재 (60) 는 X 간섭계 (66x) 의 출력에 기초하여 미리결정된 일정한 속도로 +X 방향으로 조명광 (IL) (도 1 참조) 에 대해 구동되며 (도 10(b) 의 화살표 참조), 이러한 동작에 의해, 마스크 패턴이 기판 (P) 상의 제 2 쇼트 영역 (S2) 상에 전사된다. 그 후, 도시되지는 않았지만, 제 3 쇼트 영역 (S3) (도 9(a) 참조) 의 -X 측의 가장자리가 노광 영역 (IA) 보다 약간 +X 측에 위치하도록, X 간섭계 (66x) 의 출력에 기초하여 기판 지지 부재 (60) 의 XY 평면 내의 위치가 제어되고, 그 후 조명광 (IL) (도 1 참조) 에 대해 기판 지지 부재 (60) 가 X 간섭계 (66x) 의 출력에 기초하여 -X 방향으로 미리결정된 일정속도로 구동되며, 이러한 동작에 의해 기판 (P) 상의 제 3 쇼트 영역 (S3) 에 마스크 패턴이 전사된다. 다음으로, 제 4 쇼트 영역 (S4) (도 9(a) 참조) 의 +X 측의 가장자리가 노광 영역 (IA) 보다 약간 -X 측에 위치하도록, Y 간섭계 (66y) 의 출력에 기초하여 기판 지지 부재 (60) 의 XY 평면 내의 위치가 제어되고, 그 후 조명광 (IL) (도 1 참조) 에 대해 기판 지지 부재 (60) 가 X 간섭계 (66x) 의 출력에 기초하여 +X 방향으로 미리결정된 일정 속도로 구동되며, 이러한 동작에 의해, 기판 (P) 상의 제 4 쇼트 영역 (S4) 에 마스크 패턴이 전사된다.

[0073] 상기 스텝-앤드-스캔 방법에 의한 노광 동작이 수행되는 동안, 주제어장치는 기판 (P) 표면의 노광 대상 영역의

면위치 정보를 계측한다. 그 후, 그 계측 값들에 기초하여 에어 척 장치 (88) 가 갖는 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 의 Z 축, θx, 및 θy 방향들 각각에서의 위치 (면위치) 를 제어함으로써, 주제어장치는, 투영광학계 (PL) 바로 아래에 위치된 노광 대상 영역의 면위치가 투영광학계 (PL) 의 초점 심도 내에 위치되도록, 기판 (P) 표면을 위치시킨다. 이것은 예를 들어 기판 (P) 의 표면이 물결모양이고, 또는 기판 (P) 에 두께의 오차가 있었다 하더라도, 확실히 노광 대상 영역의 면위치를 투영광학계 (PL) 의 초점 심도 내에 위치시키는 것이 가능하고, 노광 정밀도를 향상시키는 것이 가능하다. 또한, 기판 (P) 중, 노광 영역 (IA) 에 대응하는 영역 이외의 대부분이 복수의 에어 부상 장치 (59) 에 의해 부상 지지된다. 이에 따라, 기판 (P) 의 자중에 의한 휨이 억제될 수 있다.

[0074] 상술된 바와 같이, 제 1 실시형태에 관련된 액정 노광 장치 (10) 가 갖는 기판 스테이지 장치 (PST) 가 기판 표면 상의 노광 영역에 대응하는 위치의 면위치의 핀포인트 제어를 수행하기 때문에, 예를 들면 미국 특허출원공개 제 2010/0018950 호에 개시되어 있는 스테이지 장치와 같이, 기판 (P) 과 같은 정도의 면적을 갖는 기판 홀더 (즉, 기판 (P) 의 전체) 를 Z 축 방향, 및 틸트 방향으로 각각 구동하는 경우에 비, 스테이지 장치의 중량을 대폭 저감하는 것이 가능하다.

[0075] 또한, 기판 지지 부재 (60) 는 기판 (P) 의 가장자리들만을 유지하도록 구성되기 때문에, 기판 지지 부재 (60) 를 구동하는 X 리니어 모터는 작은 출력만을 필요로 하며, 이것은 기판 (P) 의 사이즈가 증가하더라도 운영 비용을 감소시킬 수 있다. 또한, 전원 설비 등의 인프라를 개선하는 것이 용이하다. 또한, X 리니어 모터는 작은 출력만을 필요로 하기 때문에, 초기 비용이 감소될 수 있다. 또한, X 리니어 모터의 출력 (추력) 이 작기 때문에, 전체 시스템에 대해 구동 반력이 주는 영향 (진동에 기인한 노광 정밀도에 대한 영향) 도 또한 작다. 조립, 조정, 유지 보수 등이 상술된 종래의 기판 스테이지 장치에 비해 용이하다. 또한, 부재들의 수가 적고, 부재들 각각이 경량이기 때문에, 수송도 용이하다. 또, Y 스텝 가이드 (50) 는 복수의 에어 부상 장치들 (59) 를 포함하고, 기판 지지 부재 (60) 에 비해 대형이지만, 기판 (P) 의 Z 축 방향의 위치 결정은 고정 포인트 스테이지 (80) 에 의해 수행되고, 에어 부상 장치들 (59) 자체는 기판 (P) 을 부상시키기만 하기 때문에, 강성이 요구되지 않고, 이것은 Y 스텝 가이드 (50) 가 경량인 것을 허용한다.

[0076] 또한, 기판 지지 부재 (60) 가 X 축 방향으로 이동할 때의 정반 (가이드 부재) 로서 기능하는 Y 스텝 정반 (20) 과, 기판 지지 부재 (60) 를 X 축 방향으로 유도하기 위한 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 을 포함하는 Y 스텝 가이드 (50) 가 플렉셔 장치 (18) 를 통해 Y 축 방향 이외의 5 자유도 방향으로 진동적으로 분리되어 있기 때문에, X 리니어 모터를 사용하여 한 쌍의 X 캐리지 (70) 각각을 구동할 때에 Y 스텝 가이드 (50) 에 작용하는 X 축 방향의 구동 반력, 및 그 구동에 수반하는 진동 등이 Y 스텝 정반 (20) 에 전달되지 않는다. 이에 따라, 기판 지지 부재 (60) 는 X 축 방향으로 고 정밀도로 위치될 수 있다.

[0077] 또한, 복수의 에어 부상 장치 (59) 에 의한 기판 (P) 의 부상량이, 대략 수십 마이크로미터로부터 수천 마이크로미터 정도로 (즉 고정 포인트 스테이지 (80) 보다 부상량이 크다) 설정되어 있기 때문에, 비록 기판 (P) 에 휨이 발생한다든지, 에어 부상 장치 (59) 의 설치 위치가 어긋나더라도 기판 (P) 과 에어 부상 장치 (59) 사이의 접촉이 방지될 수 있다. 또한, 복수의 에어 부상 장치 (59) 로부터 분출되는 가압 가스의 강성이 비교적 낮기 때문에, 고정 포인트 스테이지 (80) 를 사용하여 기판 (P) 의 면위치 제어를 행할 때의 Z 보이스 코일 모터 (95) 의 부하가 작다.

[0078] 기판 (P) 을 지지하는 기판 지지 부재 (60) 의 구성이 간단하기 때문에, 중량이 감소될 수 있다. 기판 지지 부재 (60) 를 구동할 때의 반력은 Y 스텝 가이드 (50) 에 도달하지만, Y 스텝 가이드 (50) 와 장치 본체 (30) (도 1 참조) 는 플렉셔 장치 (18) 에 의하는 것 이외에는 연결되지 않기 때문에, 구동 반력에 의한 장치 진동 (장치 본체 (30) 의 요동, 또는 진동 여기에 의한 공진 현상 등) 이 발생하여도, 노광 장치에 영향을 미치는 위험은 작다.

[0079] Y 스텝 가이드 (50) 의 중량은 기판 지지 부재 (60) 보다 더 무겁기 때문에, 구동 반력은 기판 지지 부재 (60) 가 구동되는 경우보다 더 크지만, Y 스텝 가이드 (50) 및 장치 본체 (30) (도 1 참조) 는 플렉셔 장치 (18) 에 의해는 것 이외에는 연결되지 않기 때문에, 노광 장치에 영향을 미치는 구동 반력에 의해 발생되는 상기 장치 진동의 위험은 작다.

[0080] 또한, Y 스텝 정반 (20) 및 Y 스텝 가이드 (50) 를 Y 축 방향 이외의 방향에서 강성이 낮은 플렉셔 장치 (18) 에 의해 연결 (서로를 Y 축 방향 이외에는 구속하지 않는 상태로 연결) 한 것이므로, 비록 Y 스텝 정반 (20) 을 Y 축 방향으로 안내하는 Y 리니어 가이드 (38) 와, Y 스텝 가이드 (50) 를 Y 축 방향으로 안내하는 Y 리니어 가이드 (44) 사이의 평행도가 저하하여도, 그 평행도의 저하에 기인하여 Y 스텝 정반 (20) 또는 Y 스텝 가이드

(50) 에 작용하는 부하를 릴리즈하는 것이 가능하다.

[0081] - 제 2 실시형태

[0082] 다음에, 제 2 실시형태에 관련된 기판 스테이지 장치 (PSTa) 가 도 11 및 도 12 에 기초하여 설명된다. 제 2 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTa) 는 Y 스텝 정반 (20) 의 구동 방법에 있어서 상기 제 1 실시형태와 상이하다. 또, 제 2 실시형태 (및 후술되는 다른 실시형태들) 에서는, 제 1 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PST) (도 2 참조) 와 동일한 구성 및 동일한 기능을 갖는 부재들에 대해, 제 1 실시형태에서와 동일한 참조 부호들이 사용될 것이며, 그들에 대한 설명은 생략될 것이다.

[0083] 상기 제 1 실시형태에서는, Y 스텝 정반 (20) 이 복수의 플렉셔 장치 (18) (도 2 참조) 를 통해 Y 스텝 가이드 (50) 에 의해 견인되지만, 제 2 실시형태에서는, Y 스텝 정반 (20) 은 Y 스텝 가이드 (50) 에 고정된 복수의 푸셔 장치들 (pusher devices) (118) 을 통해 Y 스텝 가이드 (50) 로 푸시되는 것에 의해 Y 스텝 가이드 (50) 와 함께 Y 축 방향으로 이동한다.

[0084] 푸셔 장치 (118) 는 도 11 에 도시된 바와 같이, 각각, +Y 측 표면 및 -Y 측 표면 상에 복수의 에어 부상 장치 베이스들 (53) 각각에 고정된다. 푸셔 장치 (118) 는 강철 볼 (또는 세라믹스로 형성된 볼과 같이 높은 경도를 갖는 부재) 을 포함하고, 도 12 에 도시된 바와 같이, 강철 볼은 미리결정된 클리어런스 (공간/갭) 를 통해 Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 의 내면 (+X 측 상의 X 빔 (21) 의 -X 측상의 표면, 및 -X 측 상의 X 빔 (21) 의 +X 측상의 표면) 과 대향한다. 또, 푸셔 장치 (118) 의 수 및 그들이 배치는 상술한 것들에 제한되지 않으며, 적절히 변경될 수 있다.

[0085] 기판 스테이지 장치 (PSTa) 에서는, Y 스텝 가이드 (50) 가 Y 리니어 모터에의해 한 쌍의 베이스 정반 (40) 상에서 Y 축 방향 (+Y 방향, 또는 -Y 방향) 으로 구동되는 경우, 에어 부상 장치 베이스 (53) 의 측면 (+Y 측 상의 측면, 또는 -Y 측 상의 측면) 에 고정된 푸셔 장치 (118) 가 Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 과 접촉한다. 그 후, Y 스텝 정반 (20) 은 푸셔 장치 (118) 를 통해 Y 스텝 가이드 (50) 로 압압되는 것에 의해, Y 스텝 가이드 (50) 와 일체적으로 Y 축방향으로 이동한다. 또한, Y 스텝 정반 (20) 을 Y 축 방향에 관하여, 소망의 위치로 이동시킨 후, Y 스텝 가이드 (50) 는 푸셔 장치 (118) 가 Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 으로부터 이간하도록, 상기 위치결정시의 구동방향과는 역방향으로 미소 구동된다.

[0086] 이 상태에서, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 가 완전히 분리되기 때문에, 예를 들어 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 을 구동하는 경우 발생하는 반력에의해 발생되는 진동 등이 Y 스텝 정반 (20) 으로 이동하는 것이 방지될 수 있다. 이에 따라, 노광 동작 중에 기판 지지 부재 (60) 를 X 축 방향으로 롱 스트로크들로 구동하면서, 한 쌍의 Y 보이스 코일 모터 (29y) 를 사용하여 기판 지지 부재 (60) 를 Y 축 방향 (또는, θz 방향) 으로 구동할 때에, Y 스텝 가이드 (50) 에 작용하는 그 반력에 기인하여 발생하는 진동 등이 Y 스텝 정반 (20) 으로 이동하지 않는다. 또, 푸셔 장치 (118) 에 강철 볼을 Y 축방향으로 미소 이동시키는 Y 액츄에이터가 제공될 수 있고, 상기 Y 스텝 정반 (20) 의 이동 후, 강철 볼만을 Y 스텝 정반 (20) 으로부터 분리되게 할 수 있다. 이 경우, Y 스텝 가이드 (50) 전체를 이동시키는 것이 필요하지 않다.

[0087] - 제 3 실시형태

[0088] 다음에, 제 2 실시형태에 관련된 기판 스테이지 장치 (PSTa) 가 도 13 및 도 14 에 기초하여 설명된다. 제 3 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTb) 는 Y 스텝 정반 (20) 의 구동 방법에 있어서 상기 제 1 실시형태와 상이하다. 제 3 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTb) 에서는, Y 스텝 정반 (20) 은 Y 스텝 가이드 (50) 에 부착된 복수의 에어 베어링들 (218a) 에 의해 형성된 가스 막을 통해 Y 스텝 가이드 (50) 로 푸시되는 것에 의해 Y 스텝 가이드 (50) 와 함께 Y 축 방향으로 이동한다.

[0089] 도 13 에 도시된 바와 같이, 에어 베어링 (218a) 는 각각 한 쌍의 연결 장치들 (53a) 의 +Y 측 상의 측면 및 -Y 측 상의 측면에 부착된다. 에어 베어링 (218a) 은 베어링 표면으로부터 가압 기체 (예를 들어, 공기) 를 분출하는 패드 부재, 및 패드 부재 등을 요동가능하게 (θx 방향 및 θz 방향으로 미세 회전가능하게) 지지하는 볼 조인트들 등을 포함한다. Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 의 내측면에는, XZ 평면에 평행한 판 형상 부재로 이루어지고 미리결정된 클리어런스 (공간/갭) 을 통해 패드 부재의 베어링 표면과 대향하는 대향 부재 (218b) 가 고정된다. 또, 에어 베어링 (218a) 및 대향 부재 (218b) 의 수 및 배치는 상술한 것들에 제한되지 않고, 예를 들어, 에어 베어링 (218a) 이 Y 스텝 정반 (20) 에 부착되고, 대향 부재 (218b) 가 Y 스텝 가이드 (50) 에 부착되는 것과 같이 적절히 변경될 수 있다.

[0090] 기판 스테이지 장치 (PSTb) 에서는, Y 스텝 가이드 (50) 가 Y 리니어 모터에 의해 한 쌍의 베이스 정반 (40) 상

에서 Y 축 방향으로 구동되는 경우, Y 스텝 정반 (20) 은 정압 (에어 베어링 (218a) 의 베어링 표면과 대향 부재 (218b) 사이에 형성된 가스 막의 강성) 에 의해 비접촉 상태로 Y 스텝 가이드 (50) 로 푸시되며, Y 축 방향으로 Y 스텝 가이드 (50) 와 일체적으로 이동한다. 이에 따라, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 는 Y 축 방향을 제외하고 5 자유도 방향들에서 진동적으로 분리되고, 예를 들어 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 을 구동하는 경우 발생하는 반력에 의해 발생되는 진동 등이 제 1 실시형태와 유사하게 Y 스텝 정반 (20) 으로 이동하는 것이 방지될 수 있다. 또한, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 는 제 1 실시형태와 달리 비접촉이기 때문에, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 는 Y 축 방향을 제외하고 5 자유도 방향들에서 확실히 진동적으로 분리될 수 있다. 또한, 부재 중 어느 것도 제 2 실시형태에서와 같이 접촉 및 분리를 반복하지 않기 때문에, 충격 발생 또는 먼지 발생이 억제될 수 있다.

[0091] - 제 4 실시형태

[0092] 다음에, 제 4 실시형태에 관련된 기판 스테이지 장치 (PSTc) 가 도 15 및 도 16 에 기초하여 설명된다. 제 4 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTc) 는 Y 스텝 정반 (20) 의 구동 방법에 있어서 상기 제 1 실시형태와 상이하다. 제 4 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTc) 에서는, Y 스텝 정반 (20) 은 스페이서 (318a) 를 통해 X 빔 (21) 의 하부 표면에 고정된 Y 가동자 (318b) (도 15 에는 도시하지 않음, 도 16 참조), 및 베이스 정반 (40) 에 고정된 Y 고정자 (48) 로 이루어지는 Y 리니어 모터에 의해 Y 스텝 가이드 (50) 와는 독립적으로 Y 축 방향으로 구동된다 (그러나, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 는 실제로 Y 축 방향으로 동기 구동된다). 또, 도 16 에 도시된 기판 스테이지 장치 (PSTc) 는 도 15 의 라인 G-G 의 단면도와 등가이지만, +X 측 상의 가장 바깥쪽에 (+X 측에에서 볼때 가장 가까이에) 위치된 하부 칼럼 (33) (및 하부 칼럼 (33) 의 상부 표면에 고정된 Y 리니어 가이드들 (38)) 은 기판 스테이지 장치 (PSTc) 의 구성의 명확성을 위해 생략된다.

[0093] Y 가동자 (318b) 는 도시되지 않은 코일을 포함하는 코일 유닛을 가지며, 하나의 X 빔 (21) 에 대해, 2 개의 Y 가동자 (318b) 가 X 축 방향으로 이격되어 제공된다 (도 15 참조). Y 스텝 정반 (20) 의 위치 정보는, 베이스 정반 (40) 에 고정된 Y 스케일 (Y 스텝 가이드 (50) 의 위치 정보를 구하기 위한 Y 리니어 인코더 시스템을 구성하는 Y 스케일과 공통) 과, Y 스텝 정반 (20) 에 고정된 Y 인코더 헤드 (Y 스케일, 및 Y 인코더 헤드는 각각 도시하지 않음) 을 포함하는 Y 리니어 인코더 시스템에 의해 구해지며, 그 Y 리니어 인코더 시스템의 계측치에 기초하여 Y 스텝 정반 (20) 의 Y 위치가 제어된다. 또, 기판 스테이지 장치 (PSTc) 에서는, Y 스텝 정반 (20) 을 Y 축 방향으로 구동하기 위해, Y 리니어 모터를 구성하는 Y 고정자 (48) 가 상기 제 1 내지 제 3 실시형태에 비해 Y 축 방향의 치수가 길게 설정되어 있지만, 편의상 동일 참조 부호를 사용하고 있다.

[0094] 기판 스테이지 장치 (PSTc) 에서는, 상기 제 2 실시형태와 유사하게, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 는 완전히 분리되기 때문에, 예를 들어 한 쌍의 X 캐리지들 (70) 을 구동하는 경우 발생하는 반력에 의해 발생되는 진동 등이 Y 스텝 정반 (20) 으로 이동하는 것이 방지될 수 있다. 이에 따라, 기판 지지 부재 (60) 가 노광 동작 중에 X 축 방향으로 롱 스트로크들로 구동되면서 한 쌍의 Y 보이스 코일 모터 (29y) 를 사용하여 Y 축 방향 (또는 θz 방향) 으로 구동되는 경우, 그 구동 시에 Y 스텝 가이드 (50) 에 작용하는 반력에 기인하여 발생하는 진동 등은 Y 스텝 정반 (20) 으로 이동하지 않는다. 또, Y 고정자 (48) 가 베이스 정반 (40) 에 고정된 반면, Y 스텝 정반 (20) 이 장치 본체 (30) 에 탑재되기 때문에, Y 고정자 (48) 와 Y 가동자 (318b) 사이의 거리는 변할 수도 있고, 따라서, Y 스텝 정반 (20) 을 구동하는 Y 리니어 모터로서 코어리스 리니어 모터를 사용하는 것이 바람직하다.

[0095] - 제 5 실시형태

[0096] 다음에, 제 5 실시형태에 관련된 기판 스테이지 장치 (PSTd) 가 도 17 및 도 18 에 기초하여 설명된다. 제 5 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTd) 는 Y 스텝 정반 (20) 의 구동 방법에서 있어서 상기 제 1 실시형태와 상이하다. 제 5 실시형태의 기판 스테이지 장치 (PSTd) 에서는, Y 스텝 가이드 (50) 에 부착된 복수의 영구 자석들 (418a) 과 Y 스텝 정반 (20) 에 부착된 복수의 영구 자석들 (418b) 사이에 발생하는 척력 (반발력) 에 의해 어떠한 기계적 접촉을 갖지 않는 상태 (비접촉) 에서 Y 스텝 가이드 (50) 에 의해 압압되는 것에 의해, Y 스텝 정반 (20) 이 Y 스텝 가이드 (50) 와 함께 Y 축 방향으로 이동한다.

[0097] 영구 자석들 (418a) 은 도 17 에 도시된 바와 같이 각각 +Y 측 표면 및 -Y 측 표면 상에 한 쌍의 에어 부상 장치 베이스들 (53) 각각에 고정된다. 또한, 영구 자석들 (418b) 은 복수의 영구 자석들 (418a) 에 대응하여, Y 스텝 정반 (20) 의 X 빔 (21) 의 내면에 고정된다. 그리고, 영구 자석들 (418a) 및 영구 자석들 (418b) 은 서로 대향하는 대향 면들의 극성이 동일하도록 (S 극은 S 극과 대향하고, 또는 N 극은 N 극과 대향하도록) 배치된다. 또, 영구 자석들 (418a) 및 영구 자석들 (418b) 의 수 및 그들의 배열은 상술된 것들에 제한되지

않고, 적절히 변경될 수 있다.

[0098] 기판 스테이지 장치 (PSTd) 에서는, Y 스텝 가이드 (50) 가 Y 리니어 모터에 의해 한 쌍의 베이스 정반 (40) 상에서 Y 축 방향으로 구동되는 경우, 서로 대향하는 영구 자석들 (418a) 과 영구 자석들 (418b) 사이에 발생하는 자기적인 반발력에 의해, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 사이에 소정의 클리어런스 (공간/갭) 이 형성된 상태에서 (기계적으로 접촉하지 않고), Y 스텝 정반 (20) 이 Y 스텝 가이드 (50) 에 푸시되고, 그 Y 스텝 기이드 (50) 과 일체적으로 Y 축 방향으로 이동한다. 제 5 실시형태에 관한 기판 스테이지 장치 (PSTd) 에서는, 상기 제 3 실시형태에서 획득되는 것과 유사한 효과에 더하여, 가압 가스, 또는 전기 등의 에너지를 공급하지 않고, Y 스텝 정반 (20) 과 Y 스텝 가이드 (50) 사이에 미리결정된 클리어런스 (공간/갭) 를 형성하는 것이 가능하며, 장치 구성을 간단하게 하는 것이 가능하다. 또한, 먼지 발생, 진동 이동의 가능성이 없다.

[0099] 또, 기판 스테이지 장치를 포함하는 액정 노광 장치의 구성은 상기 실시형태들에서 기술된 것들에 제한되지 않고, 절절히 변경될 수 있다. 예를 들어, 도 19(a) 에 도시된 바와 같이, 기판 지지 부재 (60b) 는 X 지지 부재 (61b) 에 대해 Z 축 방향으로 미세 이동가능한 유지 부재 (161b) 를 사용하여 흡착에 의해 기판 (P) 을 유지할 수 있다. 유지 부재 (161b) 는 X 축 방향으로 연장되는 바 형상 부재로 이루어지고, 그 상부 표면에 도시되지 않은 흡착 패드들을 갖는다 (진공 흡인을 위한 배관은 도시하지 않음). 유지 부재 (161b) 의 하부 표면에 있어서 길이 방향 양 단부 근방에는, 아래로 (-Z 방향측으로) 돌출하는 핀 (162b) 이 부착된다. 핀 (162b) 은 X 지지 부재 (61b) 의 상부 표면 상에 형성된 오목부로 삽입되고, 그 오목부에 하우징된 압축 코일 스프링에 의해 아래로부터 지지된다. 이것은 유지 부재 (161b) (즉, 기판 (P)) 이 X 지지 부재 (61b) 에 대해 Z 축 방향 (수직 방향) 으로 이동하는 것을 허용한다. 상술된 바와 같이, 상기 제 1 내지 제 5 실시형태에서는, 고정 포인트 스테이지 (80) 가 도 2 에 도시된 장치 본체 (30) 의 일부인 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 상에 탑재되고, Y 스텝 가이드 (50) 는 한 쌍의 마운팅들 (42) 을 통해 베이스 정반 (40) 상에 탑재되기 때문에, 기판 지지 부재 (60b) 의 Z 위치 (기판 지지 부재 (60b) 가 XY 평면에 평행하게 이동하는 경우의 이동 평면의 Z 위치) 및 에어 부상 장치 (59) 의 Z 위치가, 예를 들어 방진 장치 (34) 의 동작에 기인하여 변할 수도 있지만, 도 19(a) 에 도시된 기판 지지 부재 (60b) 는, 기판 (P) 을 Z 축 방향에 관하여 구속하지 않기 때문에, 비록 기판 지지 부재 (60b) 의 Z 위치 및 고정 포인트 스테이지 (80) 의 Z 위치가 어긋나더라도, 기판 (P) 은 에어 부상 장치 (59) 의 Z 위치에 대응하여 X 지지 부재 (61b) 에 대해 Z 축 방향으로 (수직으로) 이동하며, 이것은 기판 (P) 에 대한 Z 축 방향에서의 부하를 억제한다. 또, 도 19(b) 에 도시된 기판 지지 부재 (60c) 에서와 같이, 복수의 평행판 스프링 장치들 (162c) 을 사용하여, 도시되지 않은 흡착 패드들을 갖는 유지 부재 (161c) 가 X 지지 부재 (61) 에 대해 Z 축 방향으로 미세 이동가능한 구성이 또한 사용될 수 있다.

[0100] 또한, 기판 지지 부재 (60) 는 기판 (P) 이 아래로부터 흡착에 의해 유지되도록 구성되었지만, 이것 이외에, 기판이, 예를 들어 기판 (P) 의 가장자리를 Y 축 방향으로 (X 지지 부재 (61) 의 일측으로부터 X 지지 부재 (61) 의 타측으로) 압압하는 압압 장치에 의해, 유지될 수 있다. 이 경우, 노광 처리는 실질적으로 기판 (P) 의 전체 표면상에 수행될 수 있다.

[0101] 또한, Y 스텝 정반 (20), Y 스텝 가이드 (50), 또는 X 캐리지 (70) 를 직선으로 안내하는 단일 축 가이드는, 예를 들어 석재, 세라믹스 등으로 이루어진 가이드 부재, 및 복수의 가스 정압 베어링들 (에어 베어링들) 을 포함하는 비접촉형 단일 축 가이드일 수 있다.

[0102] 또한, Y 스텝 정반 (20), Y 스텝 가이드 (50), 또는 X 캐리지 (70) 를 구동하는데 사용되는 구동 장치는 볼 스크류와 회전 모터를 조합한 피드 스크류 장치, 벨트 (또는 로프) 와 회전 모터를 조합시킨 벨트 구동 장치 등일 수 있다.

[0103] 또한, 기판 지지 부재 (60) 는, 에어 베어링 (64) 으로부터 분출하는 가압 가스의 정압에 의해 Y 스텝 정반 (20) 상에 부상하고 있지만, 그것에 제한되지 않고, 예를 들면, 에어 베이링 (64) 에 가스 흡인 기능을 가지게 하여, 기판 지지 부재 (60) 와 X 가이드 (24) 사이의 가스를 흡인하여 기판 지지 부재 (60) 에 프리로드를 인가하고, 기판 지지 부재 (60) 와 X 가이드 (24) 사이의 클리어런스 (공간/갭) 을 좁게 하여, 기판 지지 부재 (60) 와 X 가이드 (24) 사이의 가스의 강성을 증가시킬 수 있다.

[0104] 또한, 기판 지지 부재 (60) 의 위치 정보는 리니어 인코더 시스템을 사용하여 획득될 수 있다. 또한, 기판 지지 부재 (60) 가 갖는 한 쌍의 X 지지 부재 (61) 각각의 위치 정보는 리니어 인코더 시스템을 사용하여 독립적으로 획득될 수 있으며, 이 경우, 한 상의 X 지지 부재 (61) 는 기계적으로 연결될 필요가 없다 (연결 부재 (62) 가 필요하지 않다).

[0105] 또한, 고정 포인트 스테이지 (80) (도 8 참조) 에 있어서, 에어 척 장치 (88) 를 구동하는 Z 보이스 코일 모터 (95) 의 고정자 (95a) 의 구동 반력이, 장치 본체 (30) 에 대한 영향이 무시될 수 있도록 충분히 작은 경우, 고정자 (95a) 는 고정 포인트 스테이지 마운팅 (35) 에 고정될 수 있다.

[0106] 또한, 고정 포인트 스테이지 (80) 에서, 에어 척 장치 (88) 는 X 축 방향으로 이동가능하게 구성될 수 있고, 주사 노광 동작이 시작되기 전에, 진공 프리로드 에어 베어링 (90) 을 기판 (P) 의 이동 방향의 상류측 (예를 들면, 도 9(a) 에 도시된 제 1 쇼트 영역 (S1) 의 노광 전에는, 노광 영역 (IA) 의 +X 측) 에 위치시키고, 그 위치에서 미리 기판 (P) 의 상부 표면의 면위치 조정을 행하고, 기판 (P) 이 주사 방향으로 이동하는 것과 함께, 에어 척 장치 (88) 를 기판 (P) (기판 지지 부재 (60)) 과 동기하여 이동시킬 수 있다 (에어 척 장치 (88) 는 노광 중에는, 노광 영역 (IA) 의 바로 아래에서 정지되어야 한다).

[0107] 또한, Y 스텝 가이드 (50) 에 의해 Y 스텝 정반 (20) 을 이동시키는 방법으로서는, 제 1 내지 제 3 실시형태 및 제 5 실시형태에서의 구동 방법이 조합될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 실시형태에서와 같이, 플렉셔 장치 (18) (도 2 참조) 및 푸셔 장치 (118) (도 11 참조) 가 함께 사용되거나, 푸셔 장치 (118) 와 한 쌍의 영구자석들 (418a 및 418b) (도 17) 이 함께 사용되어 Y 스텝 가이드 (50) 에 의해 Y 스텝 정반 (20) 을 이동시킬 수 있다.

[0108] 또한, 카운터 매스를 제공하여, 한 쌍의 X 캐리지 (70), 또는 Y 스텝 가이드 (50) (및 제 4 실시형태에 있어서의 Y 스텝 정반 (20)) 등의 가동 부재를 리니어 모터를 사용하여 구동하는 경우에 그 구동 반력을 저감할 수 있다.

[0109] 또한, 조명광은 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193 nm), 또는 KrF 엑시머 레이저광 (파장 248 nm) 과 같은 자외광이나, F2 레이저광 (파장 157 nm) 과 같은 진공 자외광일 수 있다. 또한, 조명광으로서는, 예를 들면 DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저에 의해 방출되는 적외역, 또는 가시역의 단일 파장 레이저광을 예를 들어 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방) 이 도핑된 파이버 증폭기로 증폭하고, 비선형 광학 결정을 사용하여 자외광에 파장 변환한 고조파를 사용할 수 있다. 또, 고체 레이저 (파장 355 nm, 266 nm) 등을 사용할 수 있다.

[0110] 또한, 상기 실시형태들 각각에서는, 투영광학계 (PL)가 복수의 투영 광학 유닛들을 구비한 멀티-렌즈 방법에 의한 투영 광학계인 경우가 설명되었지만, 투영 광학 유닛들의 수는 이것에 제한되지 않지만, 하나 이상의 투영 광학 유닛들이 존재하여야 한다. 또한, 투영광학계는 멀티-렌즈 방법에 의한 투영광학계에 제한되지 않고, 예를 들어 오프너형의 대형 미러를 사용하는 투영광학계 등일 수 있다.

[0111] 또한, 상기 실시형태에서는 투영광학계 (PL) 로서, 투영 배율이 등배인 것을 사용하는 경우에 대해 설명했지만, 이것에 제한되지 않고 투영광학계는 축소계 및 확대계 중 어느 하나일 수 있다.

[0112] 또, 상기 각 실시형태에 있어서는, 광투과성의 마스크 기판 상에 소정의 차광 패턴 (또는 위상 패턴 또는 감광 패턴) 을 형성한 광투과형 마스크를 사용되었다. 그러나, 이러한 마스크 대신에, 예를 들면, 미국 특허 제 6,778,257 호에 개시된 바와 같이, 노광해야할 패턴의 전자 데이터에 기초하여 투광 패턴 및 반사 패턴, 또는 발광 패턴을 형성하는 전자 마스크 (가변 성형 마스크), 예를 들어, 비발광형 화상 표시 소자 (공간 광변조기라고도 불림)의 일종인 DMD (Digital Micro-mirror Device) 를 사용하는 가변 성형 마스크를 사용할 수 있다.

[0113] 또, 노광 장치로서는, 사이즈 (외경, 대각선, 일변의 적어도 하나를 포함) 가 500 mm 이상의 기판, 예를 들어 액정 표시 디스플레이 등의 플랫 패널 디스플레이 (FPD) 용의 대형 기판을 노광하는 노광 장치에 대해 적용하는 것이 특히 유효하다.

[0114] 또, 노광 장치로서는, 스텝-앤드-리피트 방식의 노광 장치, 및 스텝-앤드-스티치 방식의 노광 장치에도 적용하는 것이 가능하다.

[0115] 또, 노광 장치의 용도로서는, 직사각형의 유리판에 액정 표시 소자 패턴을 전사하는 액정 표시 소자용의 노광장치에 한정되는 것이 아니고, 예를 들어 반도체 제조용의 노광 장치, 박막 자기 헤드, 마이크로머신 및 DNA 칩 등을 제조하기 위한 노광 장치에도 널리 적용가능하다. 또, 상기 각 실시형태들은 반도체 소자 등의 마이크로 디바이스를 제조하기 위한 노광 장치 뿐아니라, 광노광 장치, EUV 노광 장치, X 선 노광 장치, 전자빔 노광 장치 등에 사용되는 마스크 또는 레티클을 제조하기 위해 유리판 또는 실리콘 웨이퍼 상에 회로 패턴을 전사하는 노광 장치에도 적용될 수 있다. 또, 노광 대상이 되는 물체는 유리판에 제한되지 않고, 예를 들어, 웨이퍼, 세라믹 기판, 필름 부재 또는 마스크 블랭크 등의 다른 물체일 수 있다. 또한, 노광 대상이 플랫 패널

디스플레이용 기판인 경우, 기판의 두께는 특히 제한되지 않고, 예를 들어, 필름형 부재 (가용성을 갖는 시트형 부재) 가 포함된다.

[0116] 또한, 미리결정된 2차원 평면을 따라 물체를 이동시키는 이동체 장치 (스테이지 장치) 는 노광 장치에 제한되지 않고, 물체의 검사에 사용되는 물체 검사 장비에서와 같이, 물체상에 미리결정된 처리를 수행하는 물체 처리 장치 등에도 적용될 수 있다.

[0117] 또, 노광 장치들 등에 관련된 상세한 설명에 인용된 미국 특허출원공개 및 미국 특허들의 개시는 각각 참조로 여기에 포함된다.

[0118] - 디바이스 제조 방법

[0119] 리소그래피 공정에서 상기 실시형태들의 각각에 관련된 노광 장치를 사용하는 마이크로디바이스의 제조 방법이 이하에 기술된다

[0120] 상기 각 실시형태에 관한 노광 장치에 있어서, 마이크로 디바이스로서의 액정 디스플레이는 판 (유리 기판) 상에 미리결정된 패턴 (회로 패턴, 전극 패턴) 을 형성하는 것에 의해 획득될 수 있다.

[0121] - 패턴 형성 공정

[0122] 무엇보다도, 패턴 이미지가 (레지스트가 코팅된 유리 기판과 같은) 감광성 기판 상에 형성되는 소위 광학 리소그래피 공정이 상술된 실시형태들의 각각에 관련된 노광 장치를 사용하여 실행된다. 이러한 광학 리소그래피 공정에서, 많은 전극 등을 포함하는 미리결정된 패턴이 감광성 기판 상에 형성된다. 그 후, 노광된 기판은 현상 공정, 에칭 공정 및 레지스트 제거 공정과 같은 각 공정들을 겪고, 이것에 의해 미리결정된 패턴이 기판상에 형성된다.

[0123] - 컬러 필터 형성 공정

[0124] 다음에, R (적색), G (녹색) 및 B (청색) 에 대응하는 3 가지 도트들의 다수의 세트들이 매트릭스 형상으로 배치된 컬러 필터, 또는 R, G 및 B 의 3 가지 스트라이프들의 필터들의 복수의 세트들이 수평 주사선 방향으로 배치된 컬러 필터가 형성된다.

[0125] - 셀 조립 공정

[0126] 다음에, 패턴 형성 공정에서 얻어진 소정 패턴을 갖는 기판, 및 컬러 필터 형성 공정에서 얻어진 컬러 필터 등을 사용하여 액정 패널 (액정셀) 을 조립한다. 예를 들어, 패턴 형성 공정에서 얻어진 소정 패턴을 갖는 기판과 컬러 필터 형성 공정에서 얻어진 컬러 필터 사이에 액정을 주입하여, 액정 패널 (액정 셀) 을 제조한다.

[0127] - 모듈 조립 공정

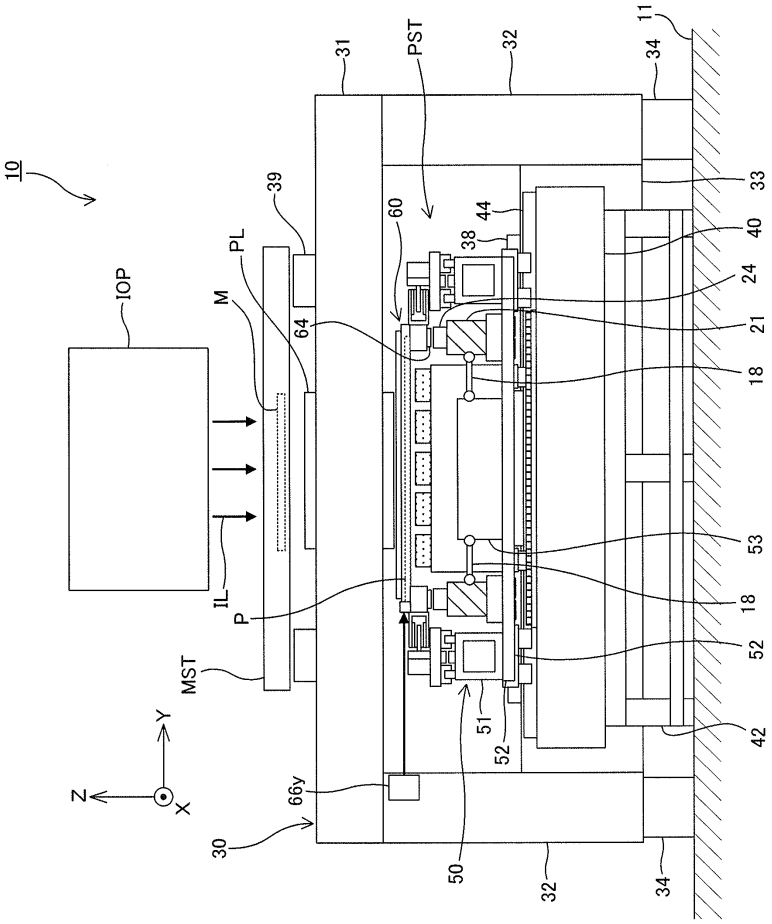
[0128] 그 후, 액정 표시 소자는 조립된 액정 패널 (액정셀) 의 표시 동작이 수행되게 하는 전기 회로, 및 백라이트와 같은 각각의 컴포넌트들을 부착함으로써 완성된다. 이 경우, 기판의 노광은 패턴 형성 공정에서 상기 실시형태들의 각각에 관련된 노광 장치를 사용하여 높은 스루풋 및 고정밀도로 수행되기 때문에, 액정 표시 소자들의 생산성이 결과적으로 개선될 수 있다.

[0129] **산업상 이용가능성**

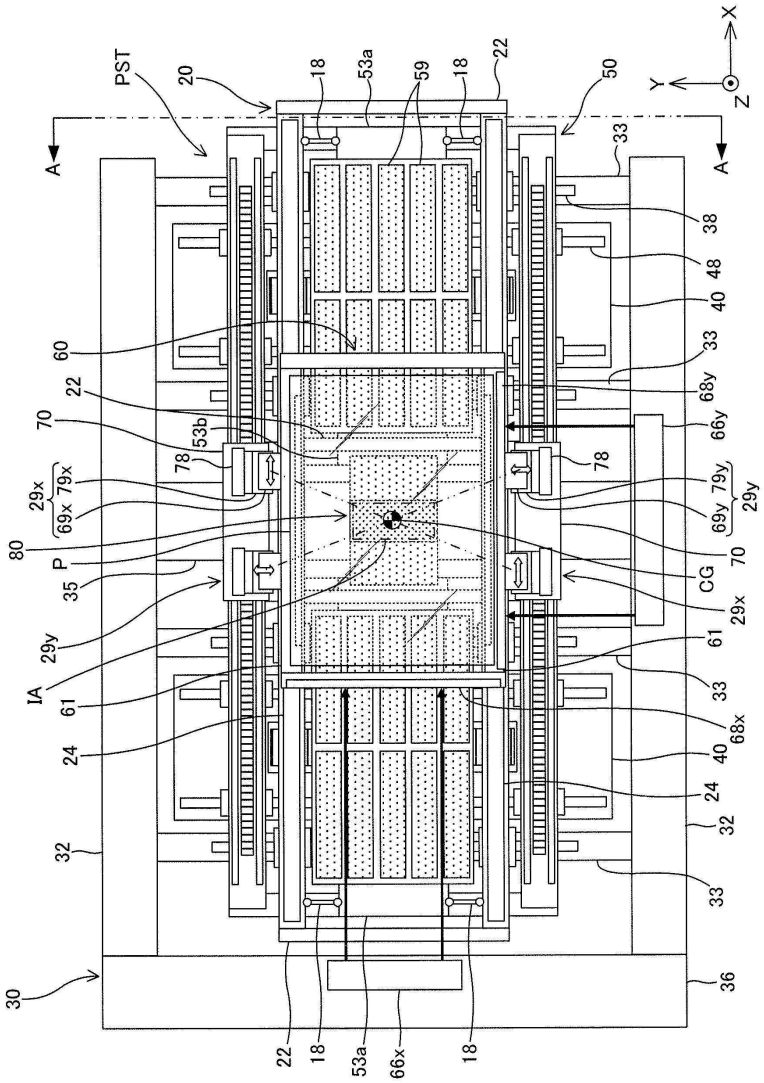
[0130] 상술한 바와 같이, 본 발명의 이동체 장치는 미리결정된 2 차원 평면을 따라 물체를 구동하는데 적합하다. 또한, 본 발명의 물체 처리 장치는 물체 상에 미리결정된 처리를 수행하는데 적합하다. 또한, 본 발명의 노광 장치는 물체 상에 미리결정된 패턴을 형성하는데 적합하다. 또한, 본 발명의 플랫 패널 디스플레이 제조 방법은 플랫 패널 디스플레이들을 제조하는데 적합하다. 또한, 본 발명의 디바이스 제조 방법은 마이크로디바이스들의 생산에 적합하다.

도면

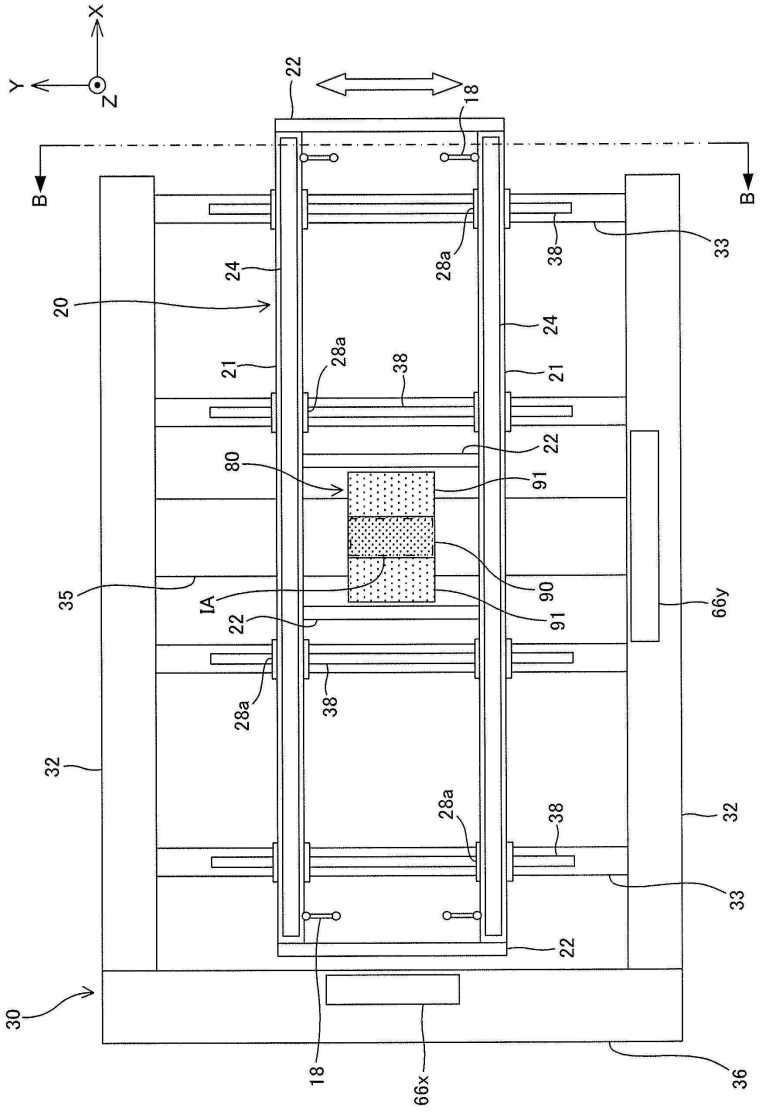
도면1


10
IOP
M
PL
IL
P
MST
39
64
60
PST
31
32
34
11
33
40
24
21
18
53
52
42
44
38
51
50
66y
30
Z
Y
X

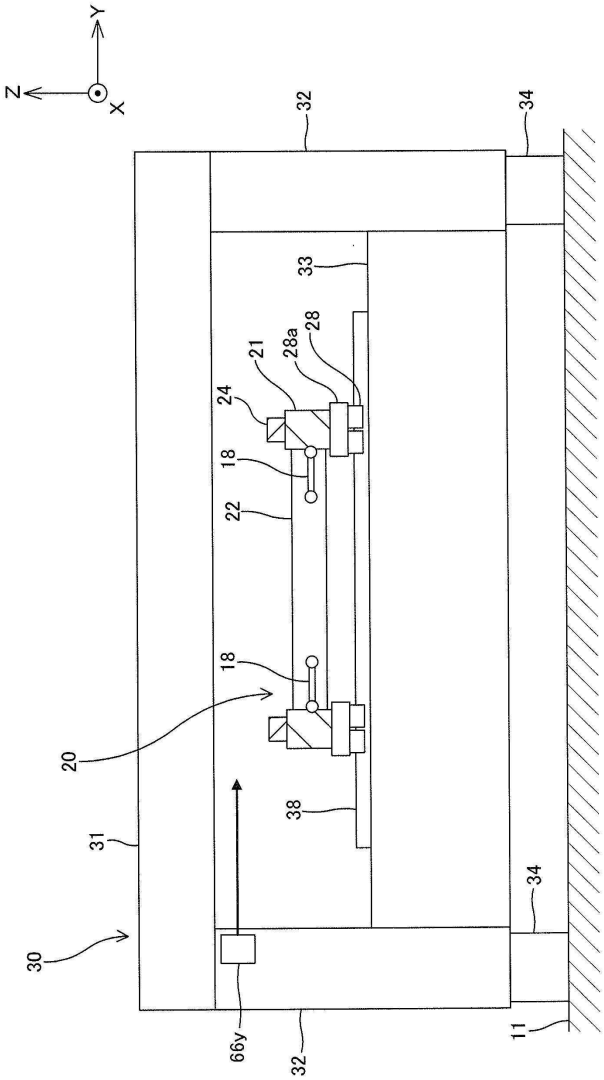
도면2


PST
20
18
53a
59
18
22
50
X
Y
Z
A
A
33
38
48
40
33
68y
66y
78
79y
29y
69y
70
CG
29x
61
33
68x
40
24
32
33
36
22
18
53a
66x
18
30
32
24
61
IA
29y
35
P
80
69x
29x
79x
78
70
53b
22
60

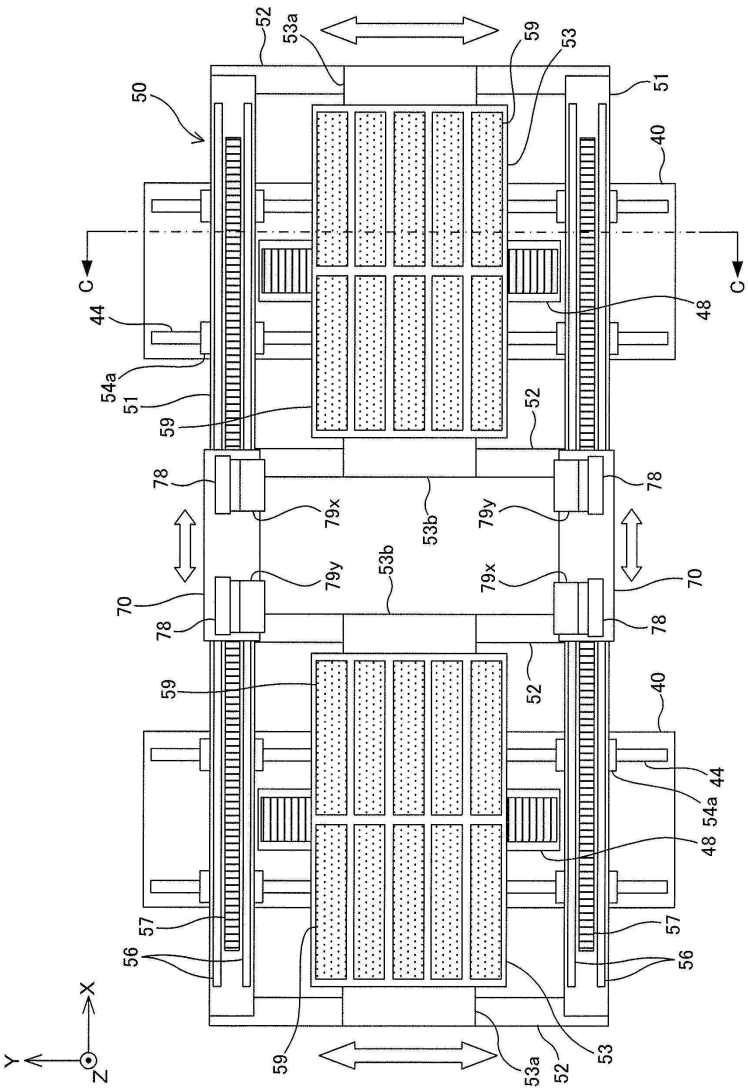
도면3



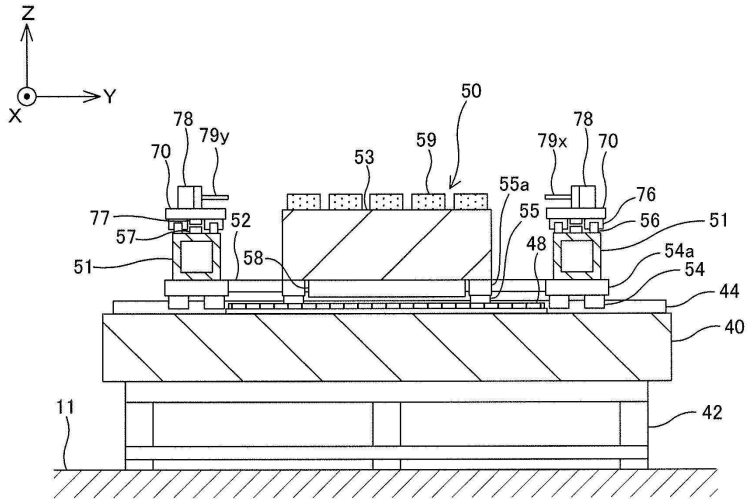
도면4



도면5

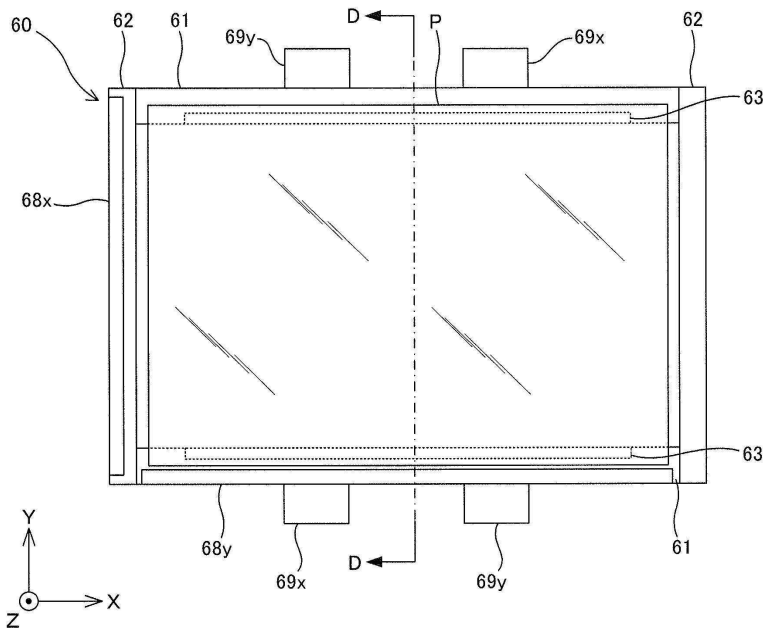

52
53a
59
53
50
51
40
C
C
44
48
54a
51
59
52
78
79x
53b
79y
78
79y
53b
79x
70
70
78
78
59
52
40
44
54a
48
57
57
56
56
X
Y
Z
59
53a
52
53

도면6

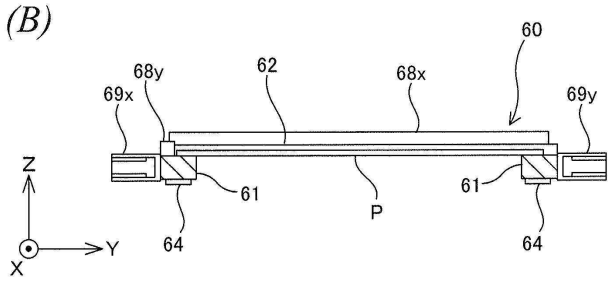

Z
Y
X
78
79y
70
50
59
53
78
79x
70
55a
76
77
52
55
56
51
57
48
54a
51
58
54
44
40
11
42

도면7

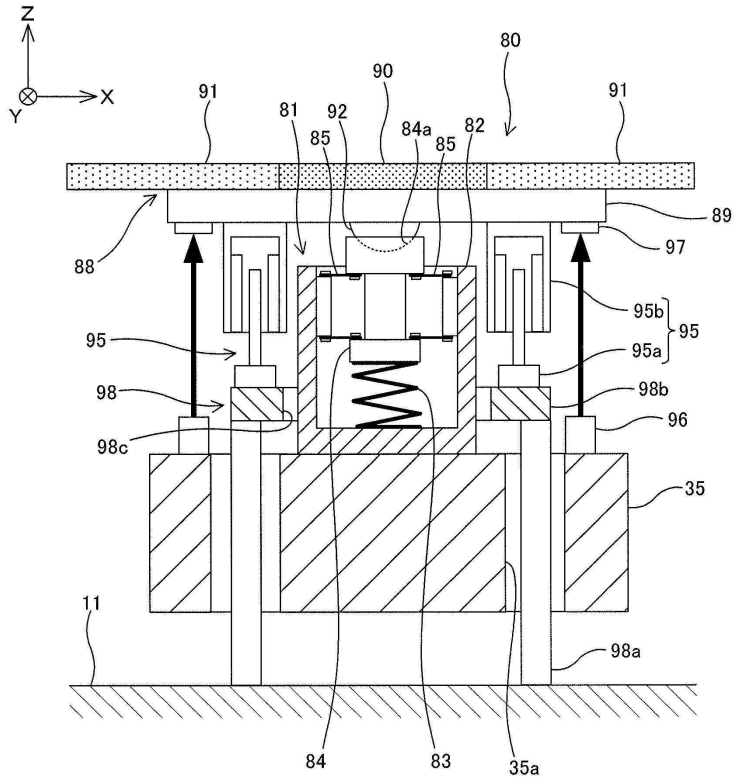
(A)


60
62
61
69y
D
P
69x
62
63
68x
63
68y
69x
D
69y
61
Y
X
Z

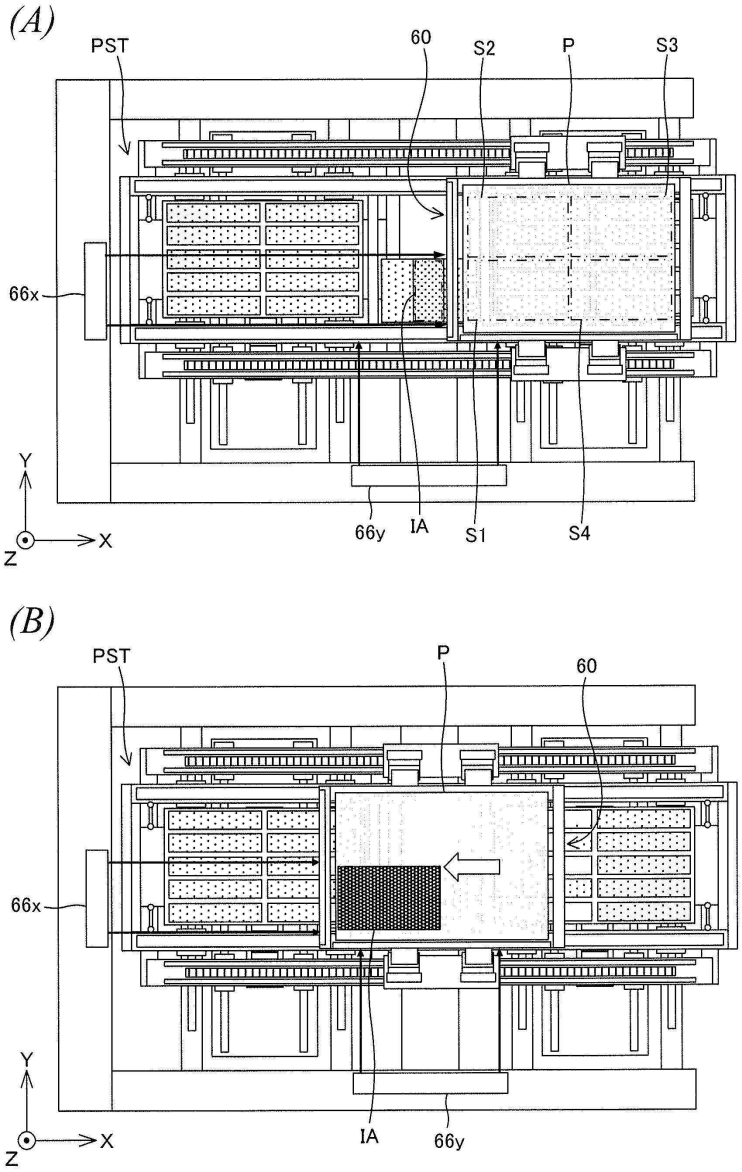
(B)


60
68y
62
68x
69x
69y
Z
61
61
P
Y
64
64
X

도면8

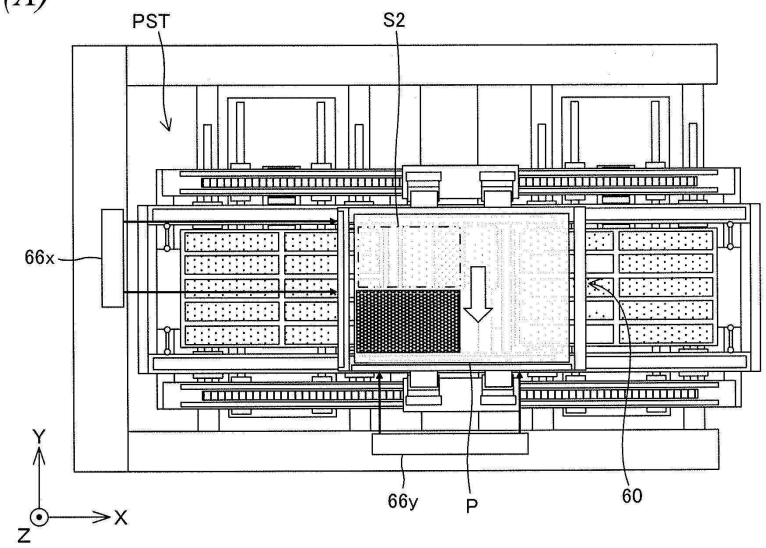

Z
X
Y
80
90
91
91
81
92
85
84a
85
82
89
88
97
95b
95
95
95a
98
98b
98c
96
35
11
98a
84
83
35a

도면9

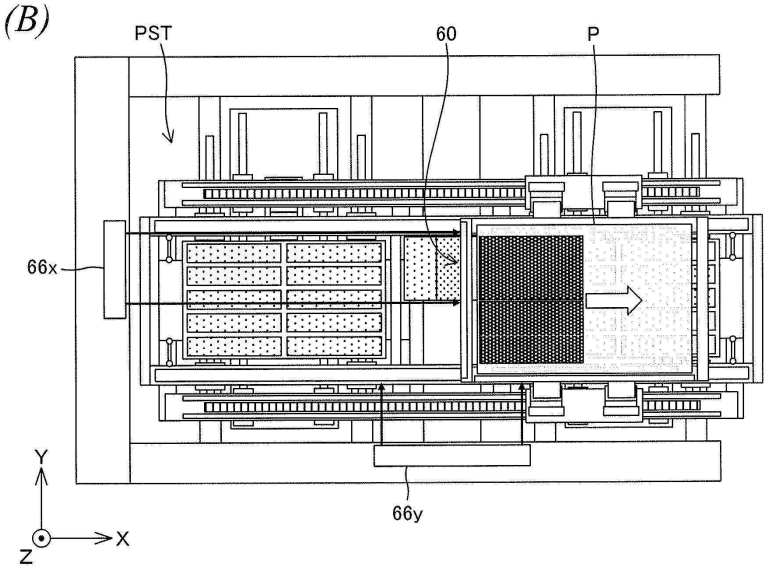


도면10

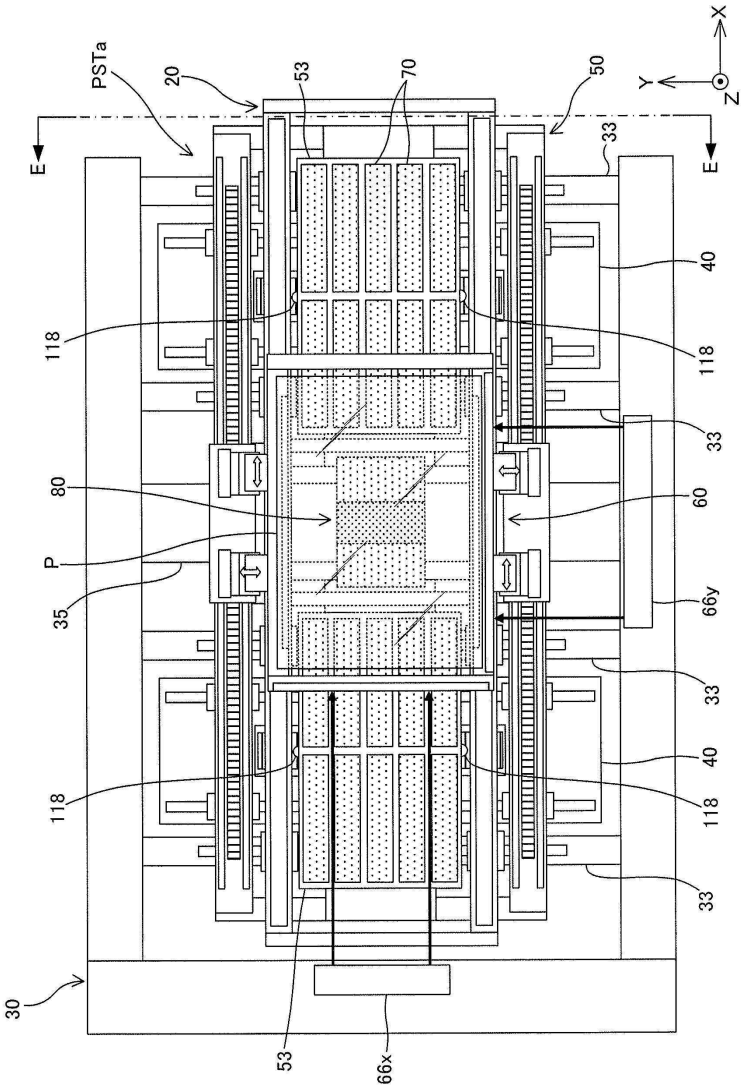
(A)



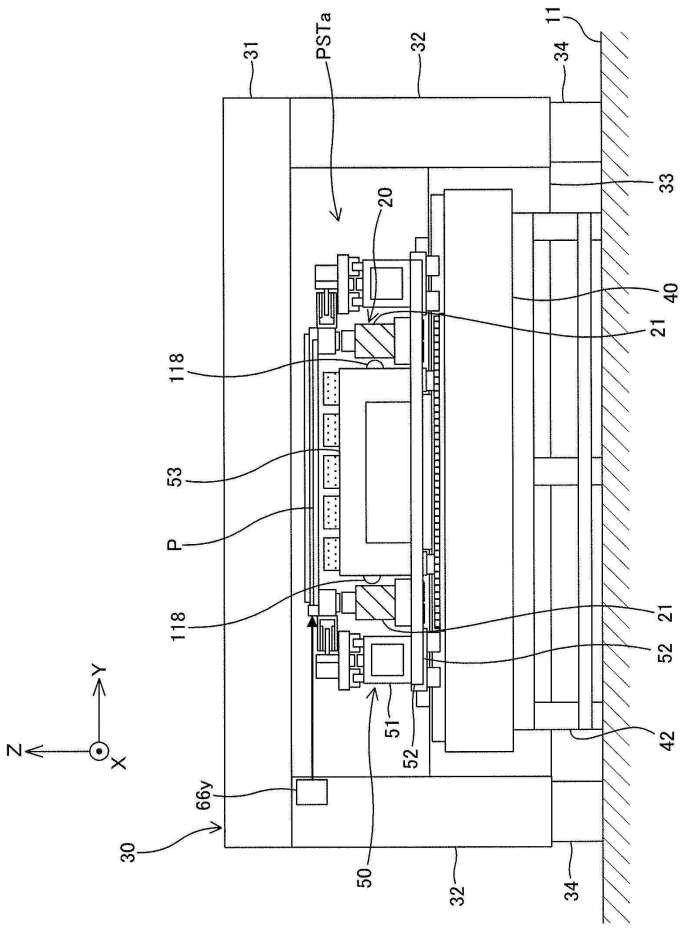
(B)



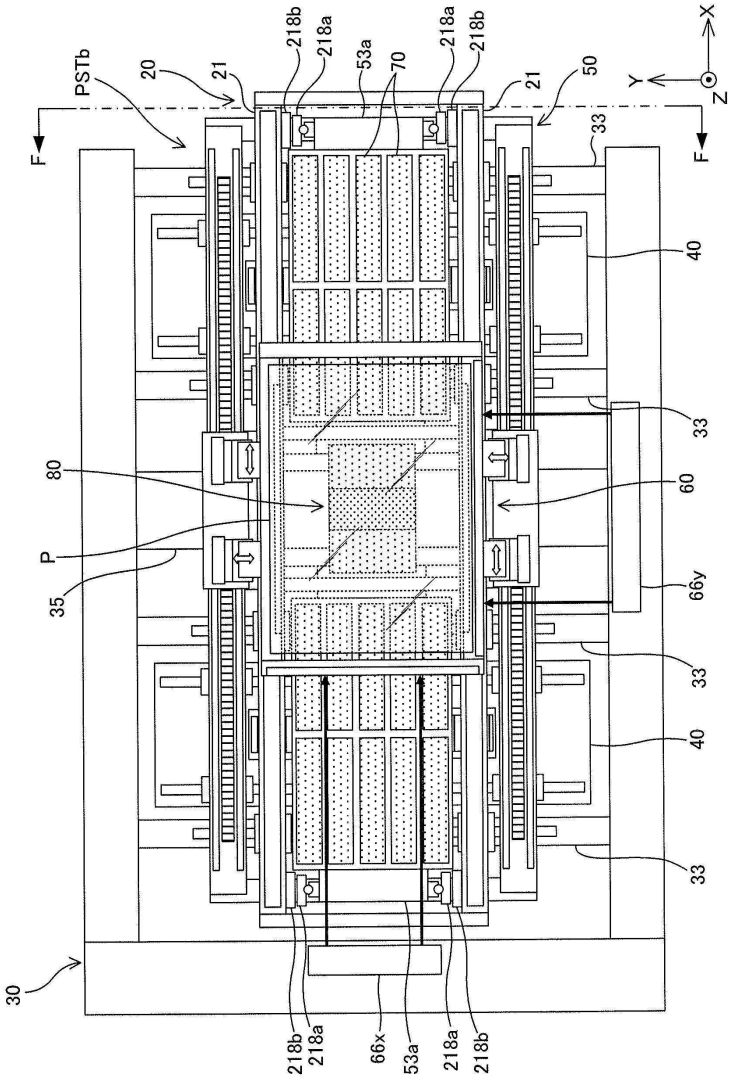
도면11


PSTa
20
53
70
50
X
Y
Z
E
E
33
118
40
118
33
80
60
P
35
66y
33
118
40
118
33
30
53
66x

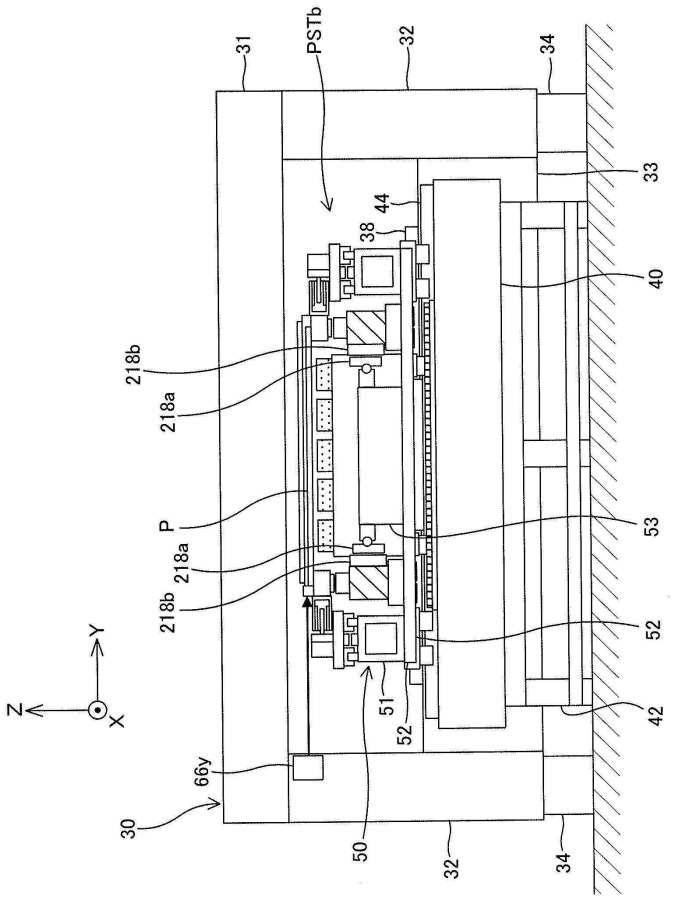
도면12


31
PSTa
32
11
34
33
20
40
21
118
53
P
118
21
52
51
52
42
66y
30
50
32
34
Z
Y
X

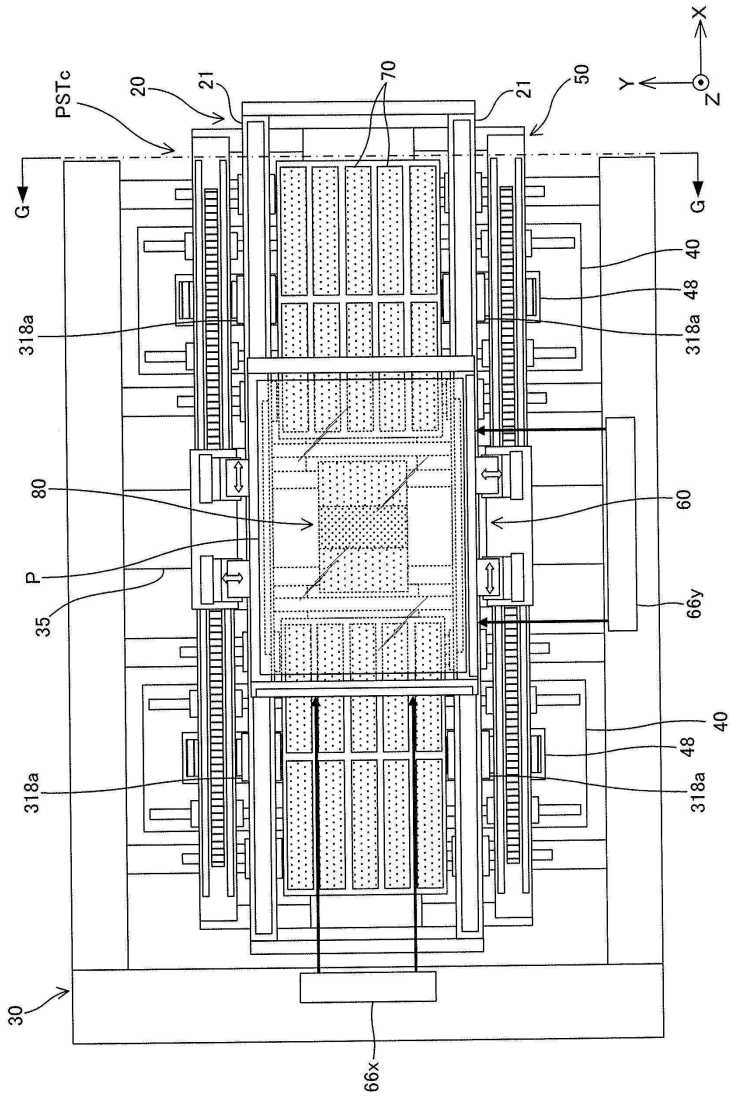
도면13


PSTb
20
21
218b
218a
53a
70
218a
218b
21
50
X
Y
Z
F
F
33
40
33
80
60
P
35
66y
33
40
33
30
218b
218a
66x
53a
218a
218b

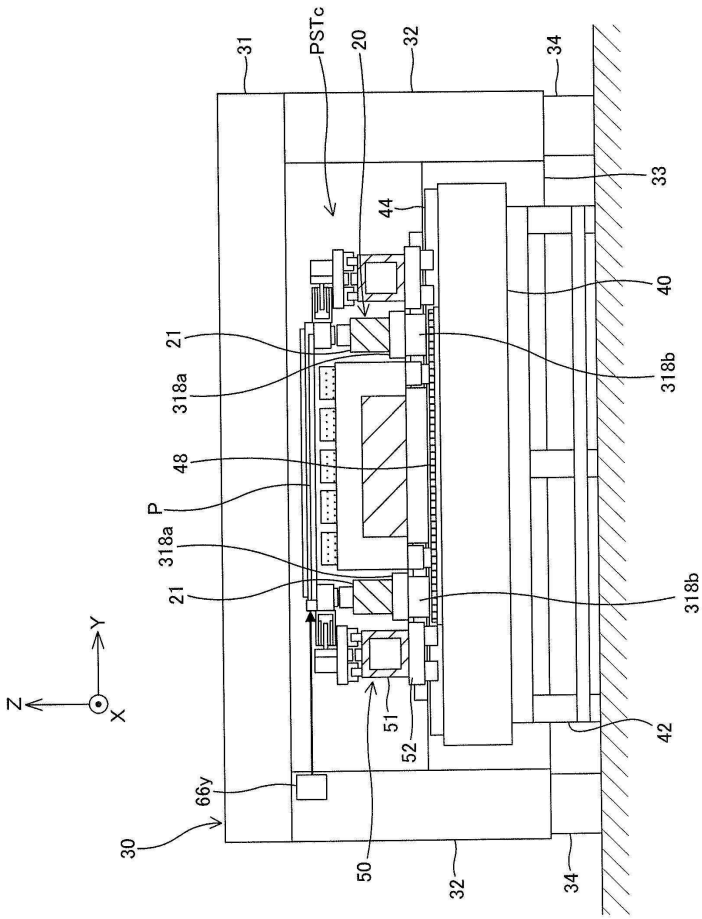
도면14


31
PSTb
32
34
33
44
38
40
218b
218a
P
53
218a
218b
52
Y
Z
X
51
52
42
66y
30
50
32
34

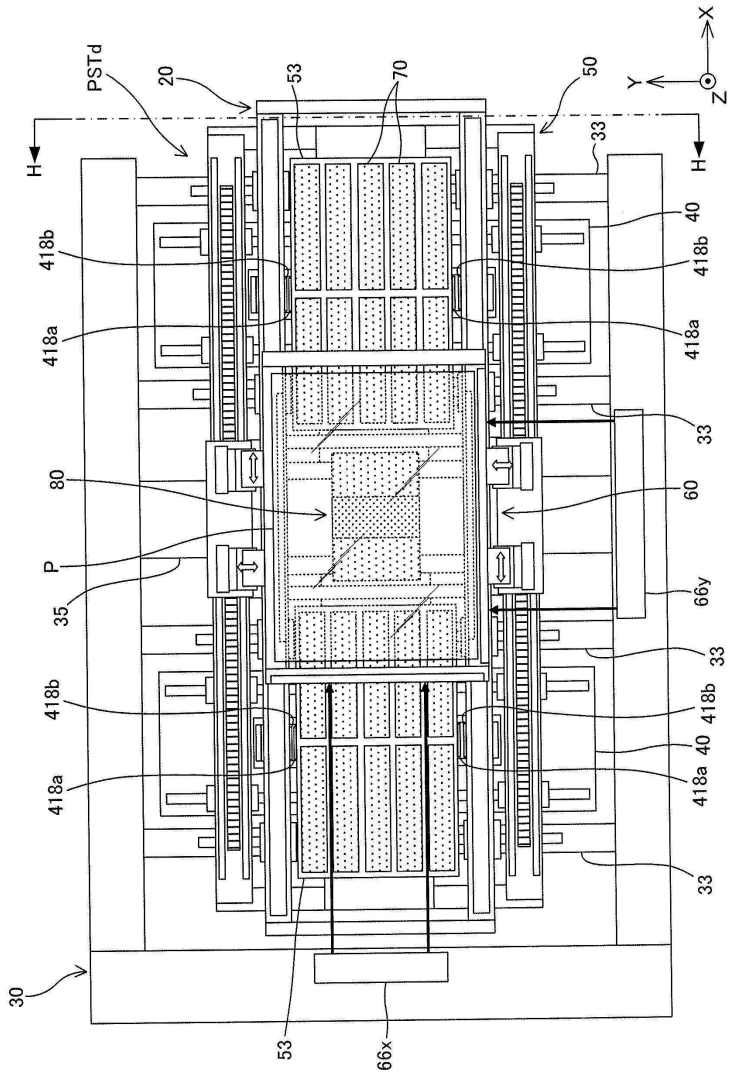
도면15


PSTc
20
21
70
21
50
X
Y
Z
G
G
318a
80
P
35
318a
30
66x
40
48
318a
60
66y
40
48
318a

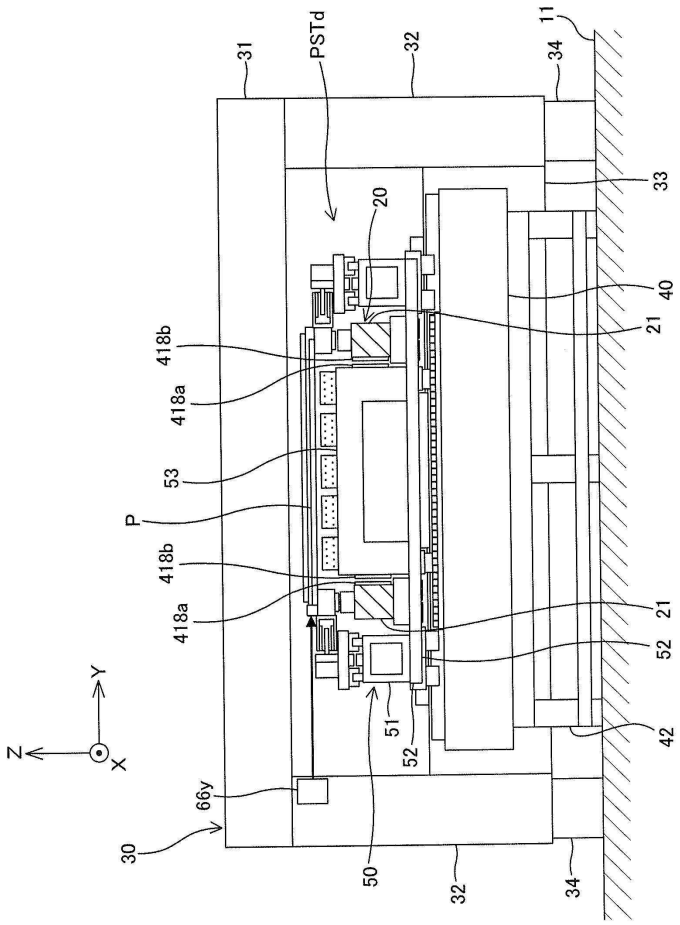
도면16


31
PSTc
20
32
34
33
44
40
21
318a
318b
48
P
318a
21
318b
Y
Z
X
51
52
42
66y
30
50
32
34

도면17

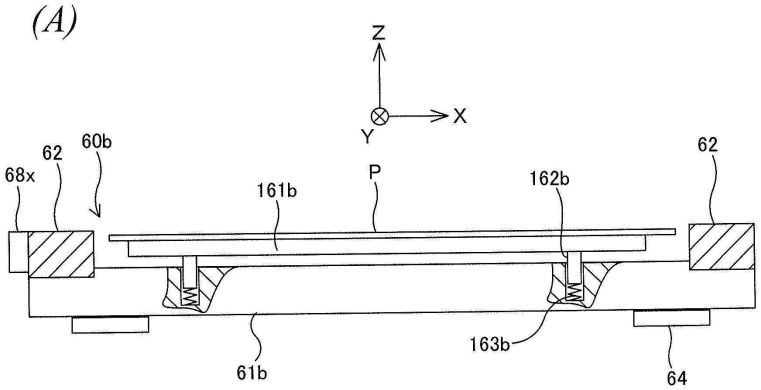

PSTd
20
53
70
50
X
Y
Z
H
H
33
40
418b
418a
418b
418a
33
80
60
P
35
66y
33
418b
418a
418b
40
418a
33
30
53
66x

도면18

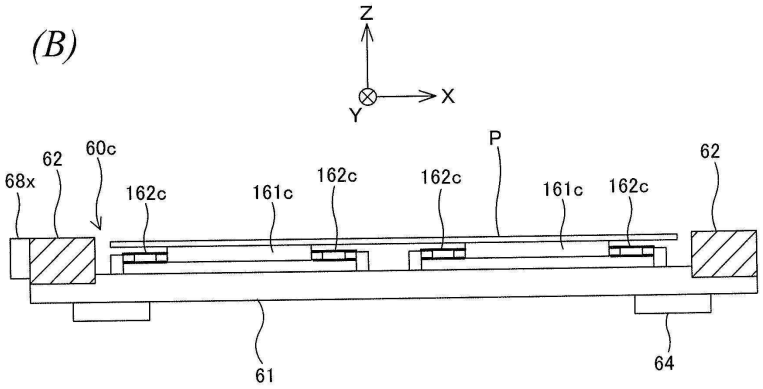

31
PSTd
32
11
34
33
20
40
21
418b
418a
53
P
418b
418a
21
52
51
52
42
Y
Z
X
66y
30
50
32
34

도면19

(A)


Z
X
Y
62
60b
68x
161b
P
162b
62
61b
163b
64

(B)


Z
X
Y
62
60c
68x
162c
161c
162c
162c
P
161c
162c
62
61
64