



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월11일
(11) 등록번호 10-0873407
(24) 등록일자 2008년12월04일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0091892
(22) 출원일자 2007년09월11일
심사청구일자 2007년09월11일
(65) 공개번호 10-2008-0024979
(43) 공개일자 2008년03월19일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00249957 2006년09월14일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR100396860 B1

KR100473230 B1

KR1020010078975 A

전체 청구항 수 : 총 10 항

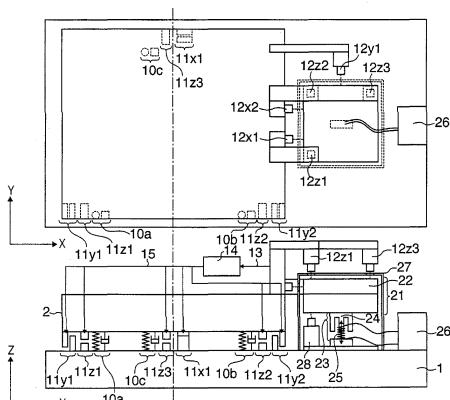
심사관 : 설관식

(54) 제진장치, 노광장치 및 디바이스 제조방법

(57) 요약

제진장치는, 대상물체, 기준물체, 기준물체에 대한 대상물체의 위치를 계측하는 계측기, 계측기에 의한 계측결과에 의거하여 대상물체를 구동하기 위한 구동기구, 기준물체를 지지하는 액추에이터, 및 로렌즈 힘 액추에이터에 일정한 전류를 공급하는 전원장치를 구비한다. 기준물체를 지지하는 액추에이터는, 로렌즈 힘 액추에이터 또는 기준물체를 기체의 압력으로 지지하는 액추에이터를 사용한다.

대 표 도



(72) 발명자

이토 히로시

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2
고 캐논가부시끼가이샤 나이

미즈노 마코토

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2
고 캐논가부시끼가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

대상물체와,
기준물체와,
상기 기준물체에 대한 상기 대상물체의 위치를 계측하는 계측기와,
상기 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 대상물체를 구동하기 위한 구동기구와,
상기 기준물체를 지지하는 로렌츠 힘 액추에이터와,
상기 로렌츠 힘 액추에이터에 일정 전류를 공급하는 전원장치를 구비한 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 기준물체의 속도변화를 계측하는 제2 계측기를 더 구비하고,
상기 로렌츠 힘 액추에이터는, 상기 제2 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 기준물체를 지지하는 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 3

대상물체와,
기준물체와,
상기 기준물체에 대한 상기 대상물체의 위치를 계측하는 계측기와,
상기 계측기가 취득한 계측결과에 의거하여 상기 대상물체를 구동하기 위한 구동기구와,
상기 기준물체를 기체의 압력으로 지지하는 액추에이터를 구비하고,
상기 액추에이터는, 상기 기준물체를 일정 압력으로 지지하도록 제어되는 것 특징으로 하는 제진장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
상기 액추에이터는, 기체의 압력을 계측하는 압력센서와, 기체의 유량을 조정하는 서보 밸브와, 상기 압력센서가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 서보 밸브에 입력되는 지령 값을 연산하는 컨트롤러를 포함한 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 기준물체의 적어도 1축이 에어 가이드 및 전자기 가이드 중 하나에 의해 구속되어 있는 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,
상기 기준물체의 위치를 계측하는 제3 계측기를 더 구비하고,
상기 제3 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 기준물체의 위치를 보정하는 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 7

제 3 항에 있어서,

상기 기준물체의 적어도 1축이 에어 가이드 및 전자기 가이드 중 하나에 의해 구속되어 있는 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 기준물체의 위치를 계측하는 제3 계측기를 더 구비하고,

상기 제3 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 기준물체의 위치를 보정하는 것을 특징으로 하는 제진장치.

청구항 9

원판 스테이지, 기판 스테이지, 및 투영 광학계의 경통을 구비한 노광장치로서,

청구항 1 내지 8 중 어느 한 항에 기재된 제진장치를 구비하고,

상기 제진장치는, 상기 원판 스테이지, 상기 기판 스테이지, 및 상기 투영 광학계의 경통 중 하나를 상기 대상물체로 지지하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 10

청구항 9에 기재된 노광장치를 사용해서 기판을 노광하는 공정과,

상기 기판을 현상하는 공정을 포함한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은, 제진장치, 노광장치 및 디바이스 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 종래부터, LSI나 VLSI 등의 극미세 패턴으로 형성된 반도체 소자의 제조공정에 있어서, 레티클 등의 원판에 형성된 패턴을 감광재가 도포된 기판 위에 축소 투영해서 전사하는 축소 투영 노광장치가 사용되고 있다. 반도체 소자의 집적도의 향상에 따라, 패턴을 더한층 미세화하는 것이 필요하다. 레지스트 프로세스의 발전과 함께 노광장치에 관해서도 미세화에의 대응이 이루어져 왔다.

<3> 노광장치의 해상력을 향상시키는 방법으로서는, 노광 광의 광장을 단파장으로 하는 방법과, 투영 광학계의 개구수(NA)를 증가시키는 방법이 있다. 일반적으로 해상력은 노광 광의 광장에 비례하고, NA에 반비례하는 것으로 알려져 있다.

<4> 또한, 이러한 미세화에의 대응을 꾀하는 한편, 반도체 소자의 제조 비용의 관점에서, 노광장치의 스루풋을 한층 더 향상시키는 것이 시도되고 있다. 예를 들면, 노광 광원의 출력을 증가시켜서, 1샷(shot)당의 노광 시간을 단축하는 방법과, 노광 면적을 확대해서, 1샷당의 소자 수를 증가시키는 방법 등을 들 수 있다.

<5> 그렇지만, 극미세 패턴의 노광을 목적으로 하는 노광장치에 있어서는, 장치가 설치된 바닥으로부터 전해지는 진동이, 오버레이 정밀도나 노광 상의 정밀도를 열화시키는 원인이 된다. 또한, 이러한 진동이 진정된 후에 노광을 행하면, 스루풋을 저하시켜 버리게 된다. 이 문제를 방지하기 위해서 종래의 노광장치는, 바닥 진동의 영향을 경감시키기 위해 제진장치에 의해 본체 부분을 지지하는 방법을 채택하고 있다.

<6> 종래의 제진장치에서는, 제진면과 바닥과의 사이에 삽입된 기체 스프링을 사용한다. 게다가, 제진장치의 감쇠성을 높이기 위해서, 제진면에 설치된 가속도 센서와, 제진면과 바닥과의 사이에 삽입된 액추에이터를 사용하여, 속도 피드백 제어계를 구축하고 있다. 그러나, 제진장치의 고유 주파수는, 기체 스프링의 고유 주파수로 결정된다. 이 이유 때문에, 속도 피드백 제어계를 구축해서 제진장치의 감쇠성을 높여도, 제진장치의 고유 주

파수는 낮아도 3~5Hz 정도의 고유 주파수를 갖는다. 또한, 저주파까지 제진하기 위해서는, 제진장치의 고유 주파수를 한층 더 하강시킬 필요가 있다.

<7> 기체 스프링보다도 낮은 고유 주파수를 갖는 지지 스프링으로 지지된 기준물체에 대하여 제진면의 위치를 피드백 제어함으로써, 제진장치의 고유 주파수를 기체 스프링보다도 낮게 한 제진장치가, 일본국 공개특허공보 특개 2005-294790호에 기재되어 있다.

<8> 일본국 공개특허공보 특개2005-294790호에 나타낸 제진장치는, 지지 스프링으로 지지된 기준물체에 대하여 제진면의 위치를 피드백 제어하고 있다. 이것에 의해, 제진장치의 고유 주파수를 지지 스프링의 고유 주파수(0.5Hz 정도) 이하로 하강시키는 것은 불가능하다. 금후의 반도체 소자의 한층 더한 미세화의 요구에 충족하기 위해서는, 노광 성능에 악영향을 끼치는 바닥 진동 성분 중, 특히 상 어긋남을 야기하는 저주파 성분을 제거할 필요가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<9> 본 발명의 목적은, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파 성분의 제진 성능을 향상시킨 제진장치를 제공하는 것에 있다.

과제 해결수단

<10> 본 발명의 하나의 측면에 의하면, 제진장치는, 대상물체와, 기준물체와, 상기 기준물체에 대한 상기 대상물체의 위치를 계측하는 계측기와, 상기 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 대상물체를 구동하기 위한 구동기구와, 상기 기준물체를 지지하는 로렌츠 힘 액추에이터와, 상기 로렌츠 힘 액추에이터에 일정 전류를 공급하는 전원장치를 구비한다.

<11> 본 발명의 다른 측면에 의하면, 제진장치는, 대상물체와, 기준물체와, 상기 기준물체에 대한 상기 대상물체의 위치를 계측하는 계측기와, 상기 계측기가 취득한 계측 결과에 의거하여 상기 대상물체를 구동하기 위한 구동기구와, 상기 기준물체를 기체의 압력으로 지지하는 액추에이터를 구비하고, 상기 액추에이터는 상기 기준물체를 일정 기압으로 지지하도록 제어된다.

효과

<12> 본 발명에 의하면, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파 성분의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<13> 본 발명의 다른 특징들은 첨부된 도면을 참조하여 이하의 예시적인 실시 예의 설명으로부터 분명해질 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<14> 이하에, 본 발명의 실시 예를 첨부도면을 참조하여 설명한다.

<15> [제1 실시 예]

<16> 제1 실시 예에서는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)를 사용해서 기준물체(21)를 일정한 힘으로 지지한다. 그리고, 일정한 힘으로 지지된 기준물체(21)에 대하여 정반(2)의 위치를 피드백 제어한다. 이것에 의해, 저주파 성분의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공한다. 이 실시 예에서는 대상 물체가 정반(2)이다.

<17> 우선, 제진대에 관하여 설명한다. 제진대는, 정반(2)을 예를 들면 기체 스프링으로 이루어지는 패시브 댐퍼 10a~10c에 의해, 바닥(1)으로부터 지지함으로써 구성되어 있다. 도 1은, 패시브 댐퍼 10a~10c의 Z축 방향으로의 스프링 및 대시 포트(dashpot)만을 나타낸다. 그렇지만, 패시브 댐퍼 10a~10c는, X축, Y축 방향으로의 강성 및 감쇠율도 갖는다.

<18> 정반(2)과 바닥(1)과의 사이에는, Z 액추에이터 11z1~11z3, X 액추에이터 11x1, 및 Y 액추에이터 11y1, 11y2가 삽입된다. Z 액추에이터 11z1~11z3는 Z축 방향으로 구동력을 발생한다. X 액추에이터 11x1은 X축 방향으로 구동력을 발생한다. Y 액추에이터 11y1, 11y2는 각각 Y축 방향으로 구동력을 발생한다. 여기에서는, 액추에이터(11)로서 리니어 모터를 사용한다. 이상 6개의 액추에이터(11)에 의해, 정반(2)을 6축 방향으로 구동할 수 있다.

- <19> 기준물체(21)는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 출력하는 일정한 힘에 의해 지지되어 있다. 이 로렌츠 힘 액추에이터로서, 리니어 모터나 보이스 코일 모터 등을 사용할 수 있다.
- <20> 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 로렌츠 힘 액추에이터(23)는, 요크(24)와 중공 코일(25)로 이루어진다. 요크(24)는 자석을 포함한다. 요크(24)의 자장을 통과하는 중공 코일(25)에 전류를 흘려보내는 것에 의해, 로렌츠 힘이 발생한다. 중공 코일(25)에 일정한 전류를 흘려 보내는 것에 의해, 로렌츠 힘 액추에이터(23)는 일정한 힘을 발생한다. 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 발생하는 일정한 힘과, 기준물체(21)에 작용하는 중력과의 균형이 잡힌다. 이 동작에 의해, 기준물체(21)는, 공중에 완전하게 부상하여, 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 받지 않게 된다.
- <21> 중공 코일(25)은 전원장치(26)에 접속되어 있다. 전원장치(26)의 내부에는, 중공 코일(25)에 일정한 전류를 공급하기 위한 전류 마이너 루프가 내장되어 있다. 전류 마이너 루프의 계인을 조정함으로써, 로렌츠 힘 액추에이터(23)에 의해 발생하는 역기전력을 조정할 수 있다. 역기전력을 크게 함으로써, 기준물체(21)에 작용하는 진동을 감쇠하는 효과가 커진다. 그러나, 역기전력을 지나치게 크게 하면, 바닥(1)에 속도가 생겼을 경우, 기준물체(21)가 바닥(1)의 속도의 영향을 받기 쉬워진다.
- <22> 또한, 기준물체의 외란 특성을 향상시키기 위해서는, 전류 마이너 루프 내부에 적분기를 삽입하면 된다.
- <23> 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 기준물체(21)에는, 계측 미러(22)가 부착되어 있다. 정반(2)에 부착된 비접촉 계측기(12)에 의해, 기준물체(21) 위의 계측 미러(22)를 계측함으로써 정반(2)과 기준물체(21)와의 상대 변위를 계측할 수 있다. 여기에서는 비접촉 계측기(12)로서 레이저 간섭계를 사용한다.
- <24> 비접촉 계측기 12x1, 12x2에 의해, 정반(2)과 기준물체(21)의 X축 방향의 상대 변위와, Z축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다. 비접촉 계측기 12y1에 의해, 정반(2)과 기준물체(21)의 Y축 방향의 상대 변위를 계측할 수 있다. 비접촉 계측기 12z1, 12z2, 12z3에 의해, 정반(2)과 기준물체(21)의 Z축 방향의 상대 변위와, X축 주변 및 Y축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다. 이상 6개의 비접촉 계측기(12)에 의해, 기준물체(21)와 정반(2)의 6축 방향의 상대 위치를 계측할 수 있다.
- <25> 비접촉 계측기(12)가 취득한 계측 정보(13)는, 보상기(14)에 의해 액추에이터(11)에 입력되는 지령 값으로 변환된다. 보상기(14)는, 비간섭화 매트릭스, PID 보상기, 출력 분배 매트릭스 등을 포함한다.
- <26> 상술한 바와 같이, 기준물체(21)에 대하여 정반(2)의 위치를 피드백 제어할 수 있다. 기준물체(21)는, 공중에 완전히 부상해, 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 받지 않기 때문에, 기준물체(21)에 대하여 위치 피드백 제어되는 정반(2)도, 바닥(1)의 진동에 의한 변위의 영향을 받지 않게 된다. 또한, 정반(2)의 속도를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어해도 된다.
- <27> 도 10은 종래의 제진장치와 본 발명의 제진장치와의 성능의 차를 나타낸다. 도 10은, 바닥으로부터 정반으로의 전달 특성을 나타낸다. 도 10에 있어서, 종래기술에서는 2Hz정도까지 밖에 제진되어 있지 않다. 더욱, 기준물체를 지지하고 있는 지지 스프링의 고유 주파수(0.5Hz 전후)에서 제진장치가 공진하고 있다.
- <28> 한편, 본 발명의 제진 장치에서는 2Hz 이하의 저주파 성분까지 제진하고 있다. 또한, 종래기술과 달리 기준물체를 지지하는 지지 스프링을 사용하기 때문에, 제진장치가 고유 주파수에서 공진하는 일도 없다.
- <29> 기준물체(21)는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)로부터 중력과 균형이 잡힌 일정의 힘을 받아 공중에 부상한다. 이 때문에, 기준물체(21)에 기압의 변동이 더해지면, 기준물체(21)의 위치가 이동해 벼린다. 또한, 로렌츠 힘 액추에이터(23)에 자장이 작용하면, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 발생하는 힘이, 기준물체(21)의 중력과 더 이상 균형이 잡히지 않게 된다. 그 결과, 기준물체(21)의 위치가 이동해 벼린다. 이러한 문제를 막기 위해서, 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 셀 부재(27)를 사용하여, 기준물체(21) 및 로렌츠 힘 액추에이터(23)를 덮어도 된다.
- <30> 로렌츠 힘 액추에이터(23)가, 기준물체(21)의 중력과 균형이 잡히는 힘을 발생하여, 기준물체(21)가 공중에 완전하게 부상하면, 기준물체(21)는, 코리올리(Coriolis) 힘의 영향을 받아, 지구의 자전과 반대 방향으로 변위된다. 기준물체(21)는, 코리올리 힘 이외에도, 어떠한 외면적인 요인에 의해 힘을 받아, 이동할 가능성이 있다. 따라서, 정기적 혹은 비정기적으로, 기준물체(21)의 위치를 보정할 필요가 있다. 도 1에 나타나 있는 바와 같이, 위치 보정을 행하기 위한 센서(28)(기준물체의 위치를 계측하는 제3 계측기)를 별도 설치해도 된다.
- <31> [제2 실시 예]
- <32> 제1 및 제2 실시 예의 차이점은, 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 바닥(1)에 부착되

어 있는지, 또는 정반(2)에 부착되어 있는지 여부이다. 본 발명의 특징은, 기준물체(21)를 로렌츠 힘 액추에이터(23)에 의해 일정의 힘으로 지지하는 점이다. 따라서, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 바닥(1), 정반(2), 또는 기타의 부재에 부착되어 있어도 된다. 제2 실시 예에서는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 기판 스테이지 위의 정반(2) 위에 설치된다.

<33> 제1 실시 예와 마찬가지로, 기준물체(21)의 위치를 비접촉 계측기(12)로 계측하는 것에 의해, 기준물체(21)에 대한 정반(2)의 상대 변위를 계측할 수 있다. 계측된 상대 변위에 근거해 정반(2)의 위치를 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다. 또한, 정반(2)의 속도를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어해도 된다. 제2 실시 예에 있어서도, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<34> [제3 실시 예]

<35> 제3 실시 예에서는, 6개의 로렌츠 힘 액추에이터를 사용하여, 기준물체(21)를 지지하고 있다. 로렌츠 힘 액추에이터 23x1, 23x2는, 기준물체(21)를 X축 방향 및 Z축 주변으로 구동하는 힘을 발생한다. 로렌츠 힘 액추에이터 23y1은, 기준물체(21)를 Y축 방향으로 구동하는 힘을 발생한다. 로렌츠 힘 액추에이터 23z1, 23z2, 23z3은, 기준물체(21)를 Z축 방향으로 구동하는 힘을 발생한다.

<36> 로렌츠 힘 액추에이터에는, 구동하고 싶은 방향 이외의 방향으로 힘을 발생하는 성질이 있다. 이 점에서, 도 3에 나타나 있는 바와 같이, 기준물체(21)를 6축 방향으로 구동하도록 로렌츠 힘 액추에이터를 배치한다. 이 구성에 의해, 각각의 로렌츠 힘 액추에이터가, 다른 로렌츠 힘 액추에이터가 발생하는 구동하고 싶은 방향 이외의 방향의 힘을 상쇄할 수 있다. 그 결과, 기준물체(21)에 중력과 균형이 잡히는 힘만을 인가할 수 있다. 로렌츠 힘 액추에이터 23x1, 23x2, 23y1, 23z1~23z3은, 기준물체(21)를 위치에 의존하지 않는 일정한 힘으로 지지할 수 있다.

<37> 기준물체(21)를 비접촉 계측기(12)로 계측함으로써, 기준물체(21)에 대한 정반(2)의 상대 변위를 산출할 수 있다. 계측된 상대 변위에 의거하여 정반(2)의 위치를 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다. 또한, 기준물체(21)에 대하여 정반(2)의 속도를 피드백 제어해도 된다.

<38> 따라서, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다. 제3 실시 예에서는, 6개의 로렌츠 힘 액추에이터를 이용하고 있지만, 로렌츠 힘 액추에이터의 수는 6개에 한정되지 않는다.

<39> [제4 실시 예]

<40> 제4 실시 예에서는, 제3 실시 예의 로렌츠 힘 액추에이터 23x1, 23x2, 23y1을 생략한다. 그 대신에, X축 방향, Y축 방향, 및 Z축 주변으로 기준물체 21a의 운동을 구속하기 위한 가이드 30x1, 30x2, 30y1, 30y2을 설치한다.

<41> 기준물체 21a는, Z축 방향, X축 주변, Y축 주변에 관해서는, 로렌츠 힘 액추에이터 23z1, 23z2, 23z3에 의해, 위치에 의존하지 않는 일정한 힘으로 지지되어 있다. 따라서, 기준물체 21a를 정반(2)의 위치 피드백 제어계의 계측 기준으로서 사용할 수 있다.

<42> 그렇지만, 가이드 30x1, 30x2, 30y1, 30y2를 사용함으로써 기준물체 21a는, X축 방향, Y축 방향 및 Z축 주변에 관해서 스프링성을 갖는다. 그 때문에, X축 방향, Y축 방향 및 Z축 주변에 관해서는, 기준물체 21a를 정반(2)의 위치 피드백 제어계의 계측 기준으로서 사용할 수 없다. 이 점에서, 도 4에 나타나 있는 바와 같이, X축 방향, Y축 방향 및 Z축 주변에 관해서 정반(2)의 위치를 피드백 제어하기 위한 계측 기준으로서, 기준물체 21b를 사용한다.

<43> 도 5에 나타나 있는 바와 같이, 에어 가이드 또는 전자기 가이드 등의 가이드(41)에 의해 Z축 방향, X축 주변 및 Y축 주변의 기준물체 21b의 운동이 구속되어 있다. 그렇지만, X축 방향, Y축 방향, Z축 주변에 관해서는, 기준물체 21b는 위치에 의존하는 힘을 일체 받지 않는다.

<44> 따라서, Z축 방향, X축 주변, 및 Y축 주변에 관해서는, 기준물체 21a를 계측 기준으로서 사용할 수 있다. X축 방향, Y축 방향, 및 Z축 주변에 관해서는, 기준물체 21b를 계측 기준으로서 사용함으로써 6축 방향에 관해서 위치에 의존하는 힘을 일체 받지 않는 계측 기준을 제공할 수 있다.

<45> 비접촉 계측기 12z1, 12z2, 12z3을 사용하여, 기준물체 21a를 계측함으로써, 정반(2)의 기준물체 21a에 대한 Z축 방향의 상대변위와, X축 주변 및 Y축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다. 또한, 비접촉 계측기 12x1, 12x2,

12y1을 사용하여, 기준물체 21b을 계측한다. 그것에 의하여, 정반(2)의 기준물체 21b에 대한 X축 방향 및 Y축 방향의 상대 변위 및 Z축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다.

<46> 계측된 상대 변위 및 상대 각도에 근거해 정반(2)의 위치를 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다. 또한, 정반(2)의 속도를, 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어해도 된다.

<47> 상술한 바와 같이, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<48> [제5 실시 예]

<49> 제5 실시 예에서는, 도 6에 나타나 있는 바와 같이, 제4 실시 예의 기준물체 21a의 X축 방향, Y축 방향, Z축 주변의 운동을 가이드를 이용해 구속하는 대신에, 비접촉 계측기(50)와 액추에이터(51)를 사용하여, 위치 피드백 제어하고 있다. 기준물체 21a의 위치 피드백 제어계에 대해서는 다음에 서술한다.

<50> 비접촉 계측기 50x1, 50x2는, 기준물체 21a의 X축 방향으로의 변위 및 Z축 주변의 회전각도를 계측할 수 있고, 비접촉 계측기 51y1은, 기준물체 21a의 Y축 방향으로의 변위를 계측할 수 있다. 액추에이터 51x1, 51x2은, 기준물체 21a를 X축 방향 및 Z축 주변으로 구동할 수 있고, 액추에이터 51y1은, 기준물체 21a를 Y축 방향으로 구동할 수 있다. 비접촉 계측기 50x1, 50x2, 50y1가 취득한 계측 정보에 근거해, 액추에이터 51x1, 51x2, 51y1을 구동한다. 그것에 의해, X축 방향, Y축 방향 및 Z축 주변에 관해서 기준물체 21a의 위치를 피드백 제어할 수 있다.

<51> 기준물체 21a는, Z축 방향, X축 주변, Y축 주변에 관해서는, 로렌츠 힘 액추에이터 23z1, 23z2, 23z3에 의해, 위치에 의존하지 않는 일정한 힘으로 지지되어 있다. 따라서, 기준물체 21a를 정반(2)의 위치 피드백 제어계의 계측 기준으로서 사용할 수 있다.

<52> 그렇지만, 기준물체 21a의 위치가, 비접촉 계측기(50) 및 액추에이터(51)에 의해 피드백 제어되어 있다. 그 때문에, X축 방향, Y축 방향 및 Z축 주변에 관해서는, 정반(2)의 위치 피드백 제어계의 계측 기준으로서 기준물체 21a를 사용할 수 없다.

<53> 제4 실시 예와 마찬가지로, 제2의 기준물체로서, 기준물체 21b를 사용하면 된다. 즉, Z축 방향, X축 주변, Y축 주변에 관해서는, 기준물체 21a를 계측 기준으로서 사용하고, X축 방향, Y축 방향, Z축 주변에 관해서는, 기준물체 21b를 계측 기준으로서 사용한다. 그렇게 함으로써 6축 방향에 관해서 위치에 의존하는 힘을 일체 받지 않는 계측 기준을 제공할 수 있다.

<54> 비접촉 계측기 12z1, 12z2, 12z3을 사용하여 기준물체 21a를 계측함으로써, 정반(2)의 기준물체 21a에 대한 Z축 방향의 상대 변위와, X축 주변, Y축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다. 또한, 비접촉 계측기 12x1, 12x2, 12y1을 사용하여, 기준물체 21b를 계측한다. 이것에 의해, 정반(2)의 기준물체 21b에 대한 X축 방향, Y축 방향의 상대 변위 및 Z축 주변의 상대 각도를 계측할 수 있다.

<55> 계측된 상대 변위 및 상대 각도에 근거해, 정반(2)의 위치를 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다. 또한, 정반(2)의 속도를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어해도 된다.

<56> 상술한 바와 같이, 제5 실시 예에 있어서도, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<57> [제6 실시 예]

<58> 도 7에 나타낸 제6 실시 예에서는, 기준물체(21)에 작용하는 중력과 균형이 잡히는 힘을 기준물체(21)에 주도록, 기체의 압력을 일정하게 유지하고 있다. 이에 따라, 기준물체(21)를 위치에 의존하지 않는 일정한 힘으로 지지할 수 있다.

<59> 기준물체를 기체의 압력으로 지지하는 액추에이터(20)는, 기체의 압력을 측정하는 압력 센서(61), 압력 센서(61)가 취득한 계측 정보에 근거해 서보 밸브(63)의 개방 정도를 조정하는 컨트롤러(62), 및 기체를 공급하는 압력원(64)으로 구성된다. 압력센서(61)가 취득한 계측 정보에 근거해 서보 밸브(63)의 개방 정도를 조정함으로써, 기준물체(21)에 중력과 균형이 잡히는 일정 압력의 기체를 공급할 수 있다.

<60> 게다가, 비접촉 계측기(12)를 사용하여, 기준물체(21)의 위치를 계측함으로써, 일정한 힘으로 지지된 기준물체

(21)에 대한 정반(2)의 상대 변위 및 상대각도를 산출할 수 있다. 계측된 상대 변위 및 상대 각도에 근거해 정반(2)의 위치를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다. 또한, 정반(2)의 속도를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어해도 된다.

<61> 제6 실시 예에 있어서도, 원리적으로는 고유 주파수가 존재하지 않는, 저주파의 제진 성능이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<62> [제7 실시 예]

<63> 제7 실시 예에서는, 기준물체(21)의 속도 변화가 발생했을 경우에, 이 속도 변화를 억제하기 위한 속도 피드백 제어계를 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 구비하고 있다. 다음에 기준물체(21)의 속도 피드백 제어계에 관하여 설명한다.

<64> 도 8에 나타나 있는 바와 같이, 기준물체(21)의 속도변화를 계측하기 위한 비접촉 계측기(29; 제2 계측기)가 설치되어 있다. 보상기(14)는, 비접촉 계측기(29)의 계측 결과에 근거해 로렌츠 힘 액추에이터(23)에의 출력을 연산한다. 상술한 바와 같이, 기준물체(21)에 속도변화가 발생했을 경우, 로렌츠 힘 액추에이터(23)가, 기준물체(21)의 속도변화를 감소시키는 힘을 발생하므로, 기준물체(21)의 속도 안정성을 증가시킬 수 있다.

<65> 게다가, 비접촉 계측기(12)를 사용하여, 기준물체(21)의 위치를 계측함으로써, 속도 안정성을 증대시킨 기준물체(21)에 대한 정반(2)의 상대 변위 및 상대 각도를 산출할 수 있다. 계측된 상대 변위 및 상대 각도에 근거해 정반(2)의 위치를 기준물체(21)에 대하여 피드백 제어함으로써, 정반(2)이 바닥의 진동에 의한 속도의 영향을 받기 어려워진다. 따라서, 속도 안정성이 우수한 제진장치를 제공할 수 있다.

<66> [제8 실시 예]

<67> 제8 실시 예는, 도 9에 나타나 있는 바와 같이, 본 발명의 제진장치를 노광장치의 경통 지지부재에 적용한 경우를 나타내고 있다. 이 실시 예에서는, 경통 지지부재가 대상물체다. 노광장치(100)는, 스텝 앤드 스캔 방식에 의해 기판의 노광(패턴 전사)을 실행하는 투영 노광장치이다. 노광장치(100)는, 원판으로서의 레티클 R로부터의 노광 광을 기판으로서의 웨이퍼 W 위에 수직으로 투사하는 투영 광학계 PO를 구비한다. 이 노광 광에는, 레티클 R 위에 형성된 패턴 정보가 포함된다.

<68> 이하의 설명에서는, 투영 광학계 PO로부터 웨이퍼 W로의 노광 광의 투사 방향을 투영 광학계 PO의 광축 방향으로 한다. 이 광축 방향을 Z축 방향으로 한다. Z축 방향에 직교하는 면 내에서 도 9의 지면 내의 방향을 Y축 방향으로 한다. 지면에 직교하는 방향을 X축 방향으로 한다.

<69> 노광장치(100)는, 레티클 R에 묘화된 디바이스 패턴의 일부를 투영 광학계 PO을 거쳐서 웨이퍼 W 위에 투영하면서, 투영 광학계 PO에 대하여 1차원 방향 (여기에서는 Y축 방향)으로 레티클 R과 웨이퍼 W를 주사한다. 이 동작에 의해, 레티클 R의 디바이스 패턴의 전체가 웨이퍼 W 위의 복수의 샷 영역에 스텝 앤드 스캔 방식으로 전사된다.

<70> 정반(2)은 투영 광학계 PO를 지지하고 있다. 정반(2)은, 패시브 램프(10)를 거쳐서 바닥(1)으로부터 지지되어 있다. 정반(2)과 바닥(1)과의 사이에는, 액추에이터(11)가 삽입되어 있다. 여기에서는, 리니어 모터가 액추에이터(11)로서 사용된다.

<71> 기준물체(21)는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)를 거쳐서 바닥으로부터 지지되어 있다. 로렌츠 힘 액추에이터(23)에 일정 전류를 공급함으로써, 로렌츠 힘 액추에이터는 일정한 힘을 출력한다. 로렌츠 힘 액추에이터(23)가 출력하는 일정한 힘과, 기준물체(21)에 작용하는 중력과의 균형이 완전하게 잡힌다. 이 동작에 의해, 기준물체(21)는 공중에 완전하게 부상하여, 바닥의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다.

<72> 비접촉 계측기(12)를 사용하여 기준물체(21)를 계측함으로써, 일정한 힘으로 지지된 기준물체(21)에 대한 정반(2)의 상대 변위를 계측할 수 있다.

<73> 비접촉 계측기(12)가 취득한 계측 정보(13)는, 보상기(14)에 의해, 액추에이터(11)에 입력되는 지령 값으로 변환된다. 보상기(14)는, 비간섭화 매트릭스, PID 보상기, 출력 분배 매트릭스 등을 포함한다.

<74> 상술한 바와 같이, 기준물체(21)에 대하여 정반(2)을 6축 방향으로 위치 결정하도록 제어할 수 있다. 기준물체(21)는, 공중에 완전하게 부상하여, 바닥(1)의 진동에 의한 변위의 영향을 받지 않기 때문에, 기준물체(21)에 대하여 위치 피드백 제어되는 정반(2)도, 바닥(1)의 진동에 의한 변위의 영향을 일체 받지 않게 된다.

<75> 기준물체(21)는, 로렌츠 힘 액추에이터(23)로부터 중력과 균형이 잡히는 힘을 받아, 공중에 완전하게 부상하고 있으므로, 코리올리 힘의 영향을 받아, 지구의 자전과 반대 방향으로의 변위를 발생한다. 기준물체(21)는, 코리올리 힘 이외에도, 어떤 외면적인 요인에 의해서 힘을 받아, 변위를 일으킬 가능성이 있다. 따라서, 정기적 또는 비정기적으로, 기준물체(21)의 위치를 보정할 필요가 있다. 기준물체(21)의 위치 보정은, 노광장치(100)가 스텝 앤드 스캔 방식으로, 레티클 R 위의 패턴을 웨이퍼 W 위에 전사하고 있지 않을 때에 행해질 필요가 있다.

<76> [디바이스 제조의 실시 예]

<77> 다음에, 도 11 및 도 12를 참조하여, 상기의 노광장치를 이용한 디바이스 제조 방법의 실시 예를 설명한다. 도 11은, 디바이스(IC이나 LSI 등의 반도체 칩, LCD, CCD 등)의 제조를 설명하기 위한 플로차트다. 여기에서는, 반도체 칩의 제조 방법을 예로 들어 설명한다.

<78> 스텝 S1(회로 설계)에서는, 반도체 디바이스의 회로를 설계한다. 스텝 S2(마스크 제작)에서는, 설계한 회로 패턴에 의거하여 마스크를 제작한다. 스텝 S3(웨이퍼 제조)에서는, 실리콘 등의 재료를 사용해서 웨이퍼(기판)를 제조한다. 전공정이라고 불리는 스텝 S4(웨이퍼 프로세스)에서는, 마스크와 웨이퍼를 사용하여, 상기의 노광장치는 리소그래피 기술에 의해 웨이퍼 위에 실제의 회로를 형성한다. 후공정이라고 불리는 스텝 S5(조립)에서는, 스텝 S4에서 제작된 웨이퍼를 사용해서 반도체 칩을 제조한다. 이 공정은 어셈블리 공정(다이싱, 본딩) 및 패키징 공정(칩 봉입) 등을 포함한다. 스텝 S6(검사)에서는, 스텝 S5에서 제작된 반도체 디바이스의 동작 확인 테스트, 내구성 테스트 등의 검사를 행한다. 이러한 공정 후에, 반도체 디바이스가 완성되고, 스텝 S7에서 출하된다.

<79> 도 12는, 스텝 S4의 웨이퍼 프로세스의 상세한 플로차트다. 스텝 S11(산화)에서는, 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝 S12(CVD)에서는, 웨이퍼의 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 S13(전극형성)에서는, 웨이퍼 위에 전극을 증착에 의해 형성한다. 스텝 S14(이온주입)에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 S15(레지스트 처리)에서는, 웨이퍼에 감광재를 도포한다. 스텝 S16(노광)에서는, 노광장치에 의해 마스크의 회로 패턴을 웨이퍼에 노광한다. 스텝 S17(현상)에서는, 노광한 웨이퍼를 현상한다. 스텝 S18(에칭)에서는, 현상한 레지스트 상 이외의 부분을 에칭한다. 스텝 S19(레지스트 박리)에서는, 에칭 후에 남은 불필요한 레지스트를 제거한다. 이들의 스텝을 반복해서 회로 패턴을 웨이퍼 위에 다중으로 형성한다.

<80> 상기 예시적인 실시 예를 참조하면서 본 발명을 설명했지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시 예에 한정되는 것이 아니라는 것이 이해될 것이다. 이하의 특허청구범위는 그러한 모든 변형, 균등구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석될 것이다.

도면의 간단한 설명

<81> 도 1은 로렌츠 힘 액추에이터에 의해 기준물체를 바닥으로부터 지지하는 실시 예를 도시한다.

<82> 도 2는 로렌츠 힘 액추에이터에 의해 기준물체를 정반으로부터 지지하는 실시 예를 나타낸다.

<83> 도 3은 6개의 로렌츠 힘 액추에이터에 의해 기준물체를 지지하는 실시 예를 도시한다.

<84> 도 4는 가이드를 사용하여 기준물체의 X축, Y축, Z축 주변의 자유도를 구속하는 실시 예를 도시한다.

<85> 도 5는 가이드를 사용하여 Z축, X축, Y축 주변의 자유도를 구속하는 기준물체를 도시한다.

<86> 도 6은 위치 피드백 제어계를 사용하여 기준물체의 X축, Y축, Z축 주변의 자유도를 구속하는 실시 예를 도시한다.

<87> 도 7은 기체의 압력으로 기준물체를 지지하는 실시 예를 도시한다.

<88> 도 8은 로렌츠 힘 액추에이터에 속도 피드백 제어계를 사용한 실시 예를 도시한다.

<89> 도 9는 대상물체가 노광장치의 경통 지지부재인 실시 예를 도시한다.

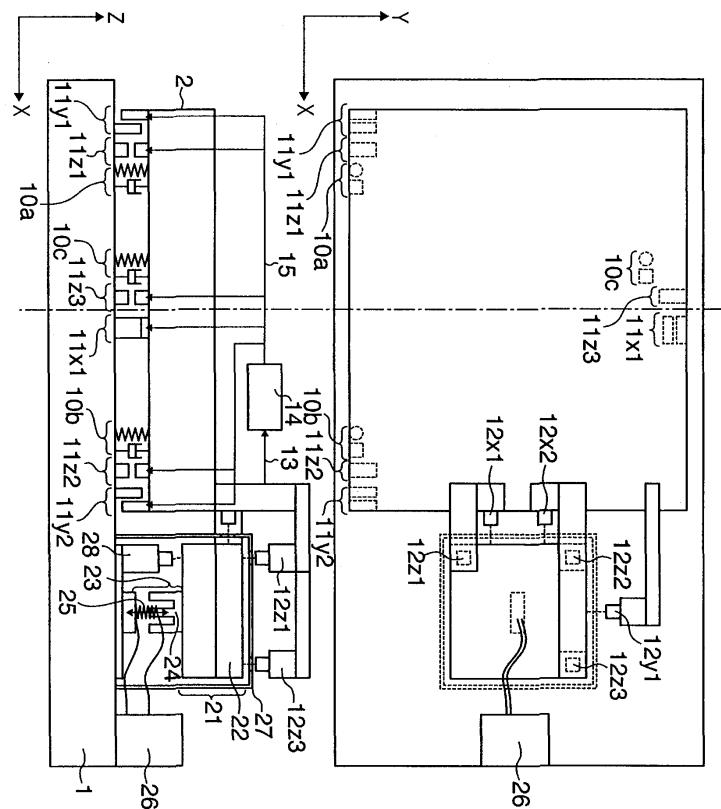
<90> 도 10은 종래의 제진장치와 본 발명의 제진장치와의 성능의 차를 도시한다.

<91> 도 11은 노광장치를 사용한 디바이스의 제조를 설명하기 위한 플로차트다.

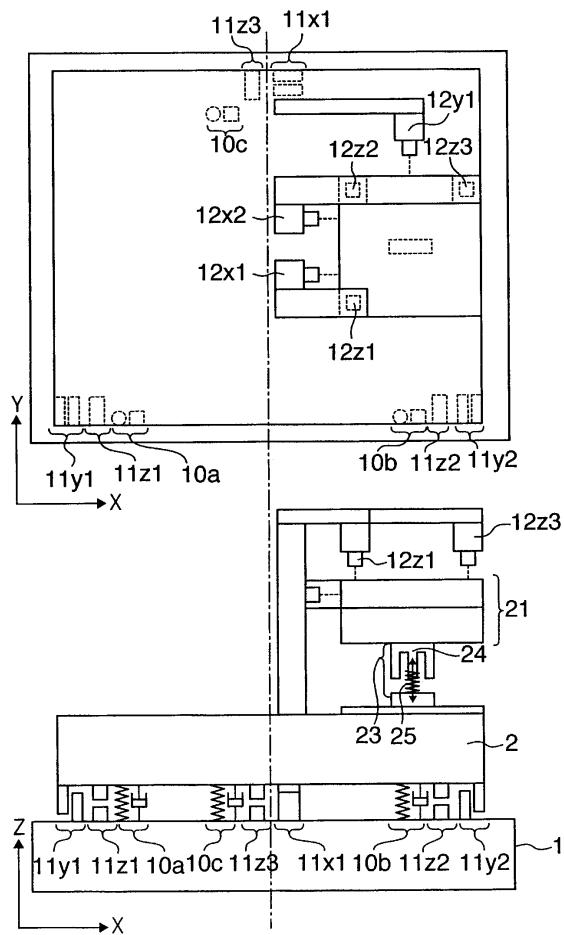
<92> 도 12는 도 11에 나타낸 플로차트의 스텝 S4의 웨이퍼 프로세스의 상세한 플로차트다.

도면

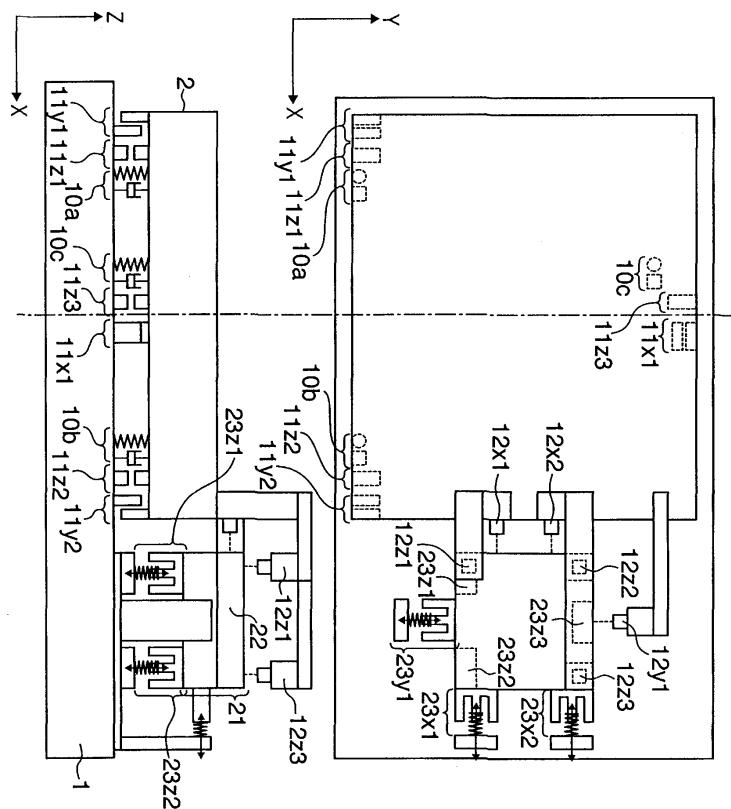
도면1



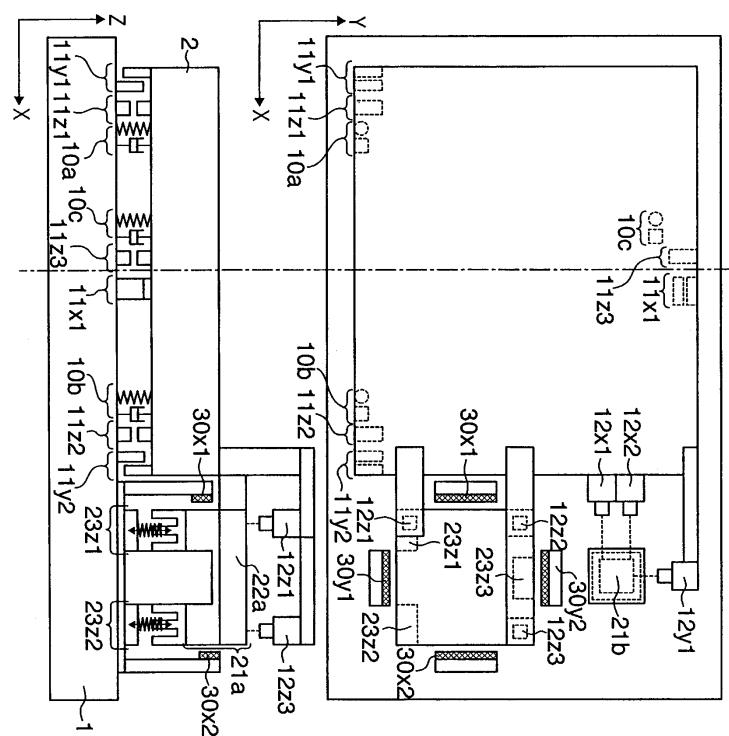
도면2



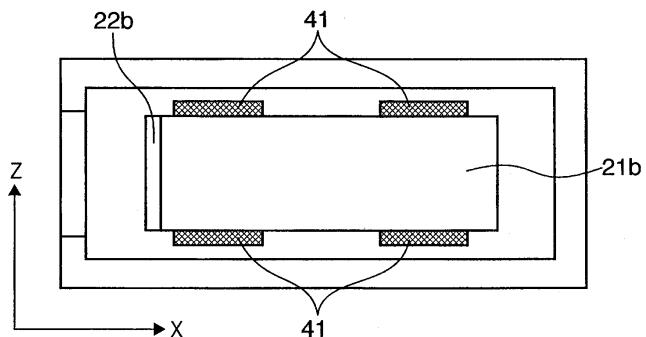
도면3



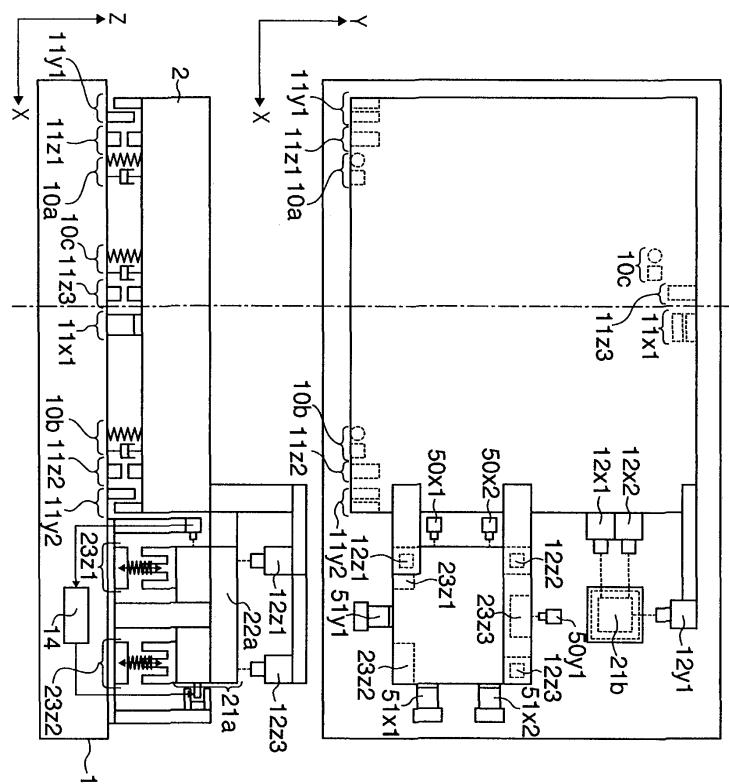
도면4



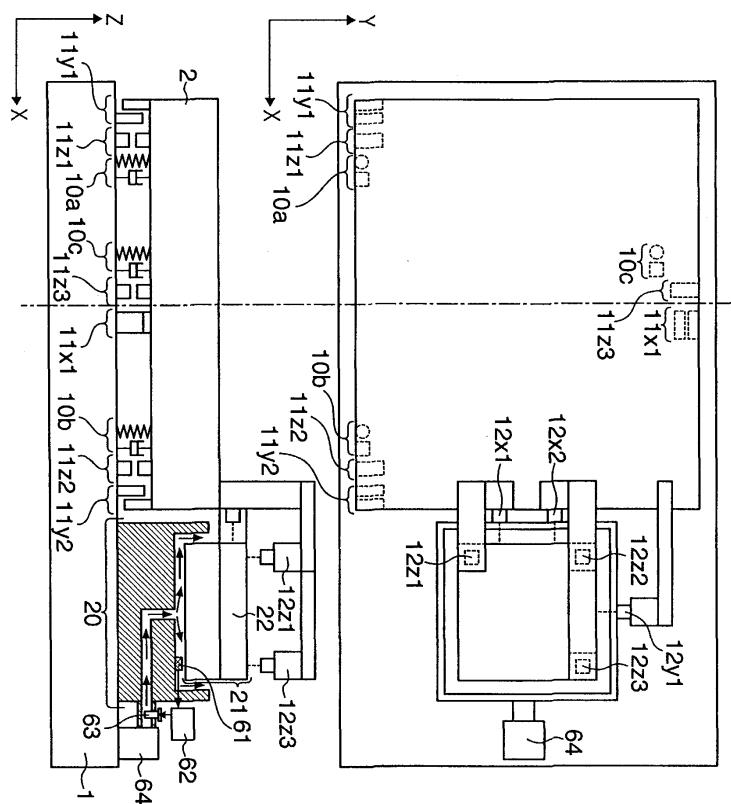
도면5



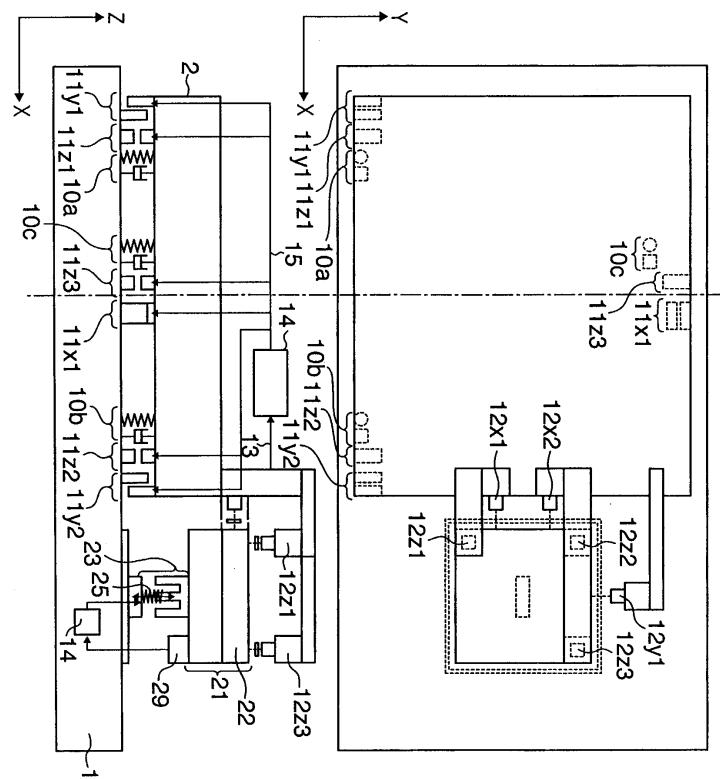
도면6



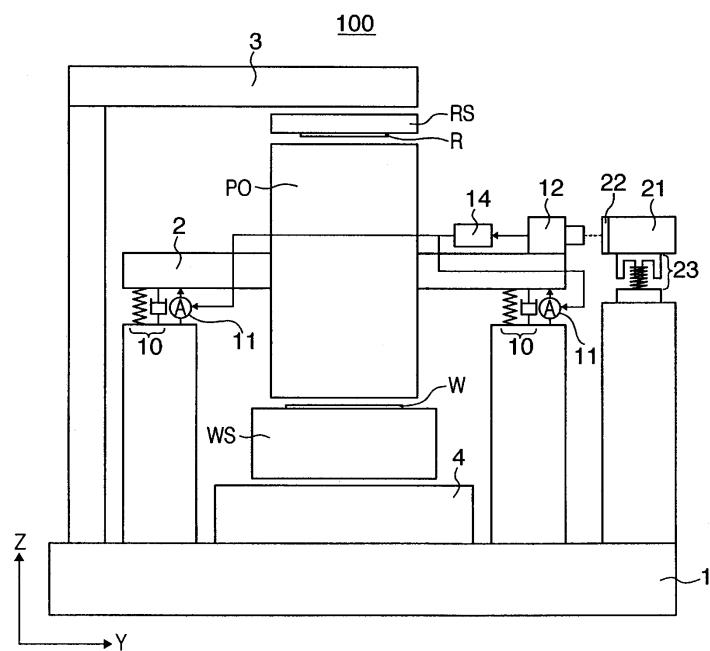
도면7



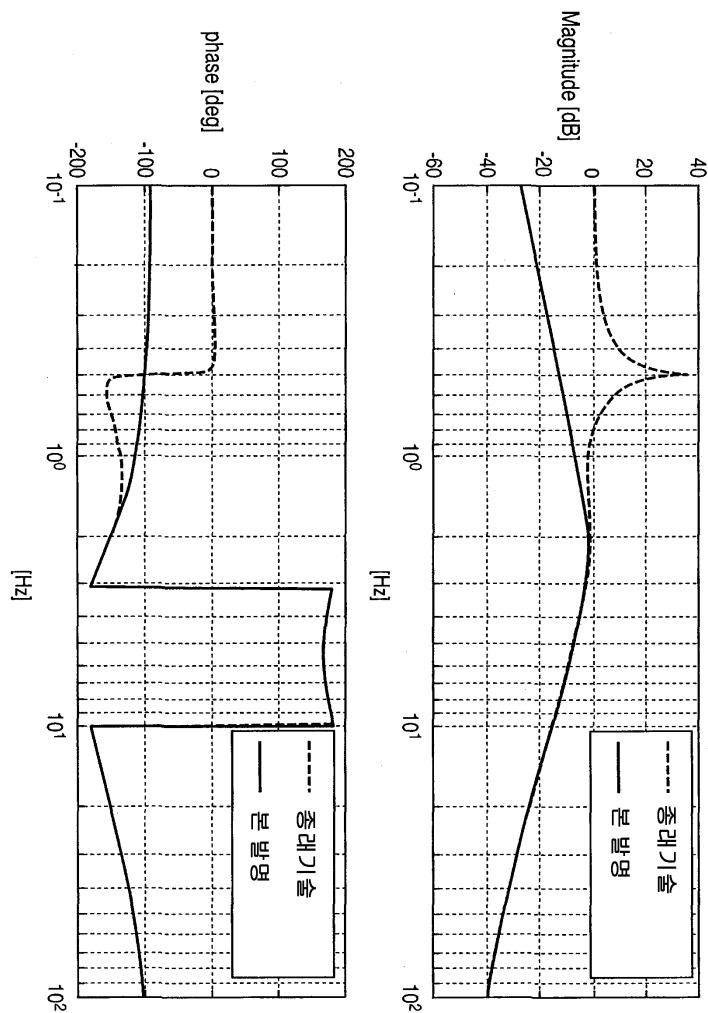
도면8



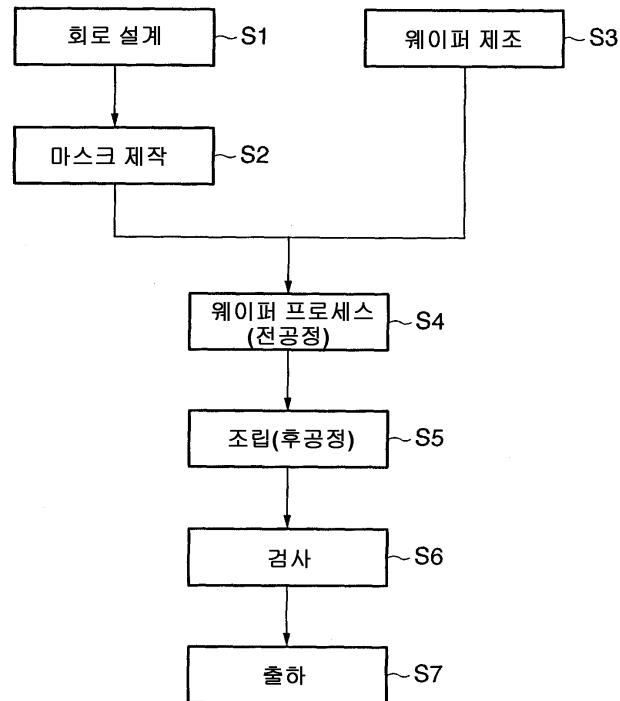
도면9



도면10



도면11



도면12

