



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년02월17일
(11) 등록번호 10-0942617
(24) 등록일자 2010년02월08일

(51) Int. Cl.

H01L 41/083 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0015170

(22) 출원일자 2008년02월20일

심사청구일자 2008년02월20일

(65) 공개번호 10-2008-0077578

(43) 공개일자 2008년08월25일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-00040005 2007년02월20일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020060054053 A

W020006120927 A1

JP13343575 A

KR1019970012977 A

전체 청구항 수 : 총 9 항

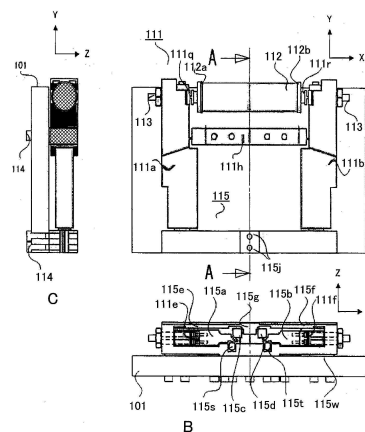
심사관 : 김주승

(54) 구동기구 및 광학요소구동장치

(57) 요약

본 발명의 광학요소구동기구는 광학요소를 구동하고, 제 1 방향으로 구동하는 리니어액츄에이터와 제 1 방향과 직교하는 방향으로 변위를 변환하는 링크기구를 포함한 1축 구동기구를 구비한다. 상기 리니어액츄에이터는 상기 링크기구와 광축방향에 있어서 같은 높이에 배치된다. 상기 1축 구동기구는 광학요소의 광축으로부터 볼 때, 반경방향으로 상기 링크기구와 상기 리니어액츄에이터의 순으로 배치되어 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

광학요소를 구동하기 위한 광학요소구동기구로서,

제 1 방향으로 구동하는 리니어액츄에이터와 제 1 방향과 직교하는 방향으로 변위를 변환하는 링크기구를 포함 한 1축 구동기구를 구비하고,

상기 리니어액츄에이터는 상기 링크기구와 광축방향에 대해서 같은 높이에 배치되고,

상기 1축 구동기구는, 광학요소의 광축으로부터 볼 때, 반경 방향으로 상기 링크기구와 상기 리니어액츄에이터 의 순으로 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

3개의 상기 1축 구동기구는 광축 주위에 120도의 간격으로 배치되고, 각 1축 구동기구의 출력부는 상기 광학요 소 또는 상기 광학요소의 지지부재와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 링크기구는 탄성힌지를 회전 대우로서 사용한 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 광학요소 또는 상기 광학요소의 지지 부재의 위치를 각각 계측하는 복수의 계측수단을 부가하여 구비한 것 을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 계측수단의 값에 의거하여 정확한 결상관계를 형성하는 위치에 상기 광학요소를 위치결정하기 위한 제어수단을 부가하여 구비한 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 방향은 상기 광학요소의 접선방향인 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1방향은 상기 광학요소의 반경방향인 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

2개의 상기 1축 구동기구가 광축 주위에 180도의 간격으로 배치되고, 각 상기 1축 구동기구의 출력부가 상기 광 학요소 또는 상기 광학요소의 지지부재와 결합되어 있고, 상기 2개의 구동기구와 각각 90도 위상이 어긋난 2개 의 위치에서 상기 광학요소 또는 상기 광학요소의 지지부재가 경통에 고정되어 있는 것을 특징으로 하는 광학요 소구동기구.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 1축 구동기구의 기하학적 배율은 0.7과 2 사이인 것을 특징으로 하는 광학요소구동기구.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 적층 피에조액츄에이터 등의 구동수단을 사용해서 피구동 대상을 정밀하게 구동하기 위한 구동기구에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 반도체 노광장치에 있어서, 레티클(마스크)의 상을 기관(실리콘 웨이퍼)에 투영 노광할 때, 보다 정확한 결상관계를 얻기 위해서 렌즈 및 미러 등의 광학요소를 소망한 방향으로 구동하거나 변형시키기 위해 사용되는 광학요소구동장치에 관한 것이다. 본 실시예에 있어서 설명되는 광학요소란, 렌즈, 평행 평판유리, 프리즘, 미러, 및 바이너리 옵틱스 등의 회절광학소자를 포함한다.

배경 기술

[0002] 반도체소자 및 마이크로 디바이스의 제조에 있어서의 리소그래피 공정에 사용되는 반도체 노광장치는 여러가지 다른 종류의 패턴을 가지는 원판을 기관에 전사하는 장치이다. 반도체소자의 집적도는 해마다 증가되고: 이 고 집적도의 회로패턴을 작성하기 위해서는, 투영광학계의 수차 및 디스토션(distortion)의 저감이 필요하다.

[0003] 투영광학계의 수차나 디스토션을 저감시키는 방법으로서, 첫째로, 투영광학계 내의 광학요소를 광축방향으로 변위시키거나 광학요소를 틸트시키는 광학요소 구동방법이 있다. 이 방법은 광학요소구동장치를 투영광학계 내에 적어도 5개 배치하여, 주위의 환경의 변화(압력 및 온도 변동)나, 경시 변화, 및 노광열에 기인하는 광학오차성분, 구면수차, 코마수차, 배율오차, 상면만곡, 및 디스토션을 조정한다. 두번째로, 그것들을 저감시키기 위한 다른 방법으로서, 광학요소의 면형상을 변형(보정)시키는 광학요소 변형방법이 있다. 이 경우, 광학요소 구동장치는 광학요소를 지지 또는 유지할 때에 발생하는 광학요소면의 자중 변형을 조정하거나 어느 특정의 조명 모드에 의해서 발생하는 노광 수차를 경감하도록 움직인다.

[0004] 종래기술에는 반도체 노광장치용의 다음의 광학요소의 구동기구(또는 상기 광학요소 구동방법)가 개시되어 있다.

[0005] 일본국 특개 2001-343578호 공보의 도 2에는 경통에 상당하는 외측링과 가동링 프레임에 상당하는 내측링의 구조가 도시되어 있다. 그 도면에 있어서는, 렌즈구동기구에 상당하는 3개의 광학요소 유지장치가 외측링 상의 120도의 각도로 배치되고, 해당 구동기구의 변위출력부인 연결암이 상기 내측링에 결합되어 있다. 3개의 구동기구의 출력 변위를 소망한 값으로 제어함으로써, 상기 가동렌즈를 광축방향으로 시프트 하고, 광축과 직교하는 2축 주위에 가동렌즈를 틸트할 수 있다. 도 12 및 도 13에는 상기 구동기구의 상세 구조와 동작원리도가 개시되어 있다. 이들 도면에 있어서는, 구동원인 압전소자, 및 강체 링크와 탄성힌지를 포함하고 변위확대 및 안내기능을 가진 탄성힌지기구를 사용하고, 상기 가동렌즈와 결합된 연결암부를 렌즈의 광축 방향으로 구동하는 기구가 도시되어 있다.

[0006] 종래기술에는 광학요소의 면형상을 제어하는 이하의 장치(또는 광학요소 변형방법)가 개시되어 있다.

[0007] 일본국 특개 2000-195788호 공보에는, 반경방향으로 배치된 복수의 액츄에이터 쌍과 이 액츄에이터의 파워를 광축방향의 변위로 변환하는 전동장치를 포함한 광학요소 면형상 제어장치가 동일 문헌 도1에 도시된 바와 같이 개시되어 있다. 그 도면에서, 4개의 액츄에이터 및 전동장치는 광축 주위에 등간격으로 배치되어 서로 대면하는 구동부가 서로 밀어내거나, 또는 끌어들이 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 그러나, 상술의 종래 기술에는, 이하와 같은 결점이 있다.

[0009] 일본국 특개 2001-343575호 공보에 있어서 개시된 구동기구는 액츄에이터와 탄성힌지기구가 렌즈의 광축방향으로 병렬 배치되기 때문에, 경통에 상당하는 외측링의 광축방향의 두께가 두꺼워서, 광축방향으로 얇은 렌즈유닛에 기구를 수납하는 것은 곤란하다. 상기 기구를 탑재하는 렌즈유닛은 광축방향으로 두꺼운 유닛으로 한정되기

때문에, 투영광학계 전체의 수차저감 최적화의 자유도가 제한된다.

- [0010] 입력원의 작은 발생 변위를 증폭해서 큰 렌즈의 구동범위를 얻기 위한 때에는, 시스템의 고유진동수가 저하하고, 경통에 주어진 외부진동이 렌즈에 전달되기 쉽다고 하는 문제가 있다. 이 때문에, 높은 상(像) 성능을 얻기 위해서, 민감도가 높은 렌즈나, 고속 구동을 요구하는 렌즈에 사용하기 어렵다.
- [0011] 게다가 구동원에 의한 파위가 경통을 변형시켜서 가동부의 위치를 계측하는 센서부착 부분이 변위한다. 그 결과, 소망한 위치 정밀도를 얻을 수 없는 문제가 있다.
- [0012] 일본국 특개 2000-195788호 공보에는, 반경방향으로 배치된 복수의 액츄에이터의 장력 및/또는 압축력이 광축방향으로 힘-변위 변환하는 전동장치의 개략도만이 나타나 있고 구체적인 구성은 개시되어 있지 않다. 만일 이 구조가 장치화할 수 있는 경우에는, 광축 방향뿐만 아니라 피봇을 중심으로 한 회전동작이 형성된다. 예를 들면, 도 2의 우단부(12)를 중심으로 한 회전동작 때문에, 내측링(2)은 의도하지 않는 변형을 받기 쉬워 정확한 광학 성능의 조정이 어렵게 된다.
- [0013] 본 발명은 구동수단의 메인テナンス성을 향상시킨 박형 구동기구를 제공한다.

과제 해결수단

- [0014] 본원 발명의 1 측면에 의한 광학요소 구동기구는, 광학요소를 구동하고, 제 1 방향으로 구동하는 리니어액츄에이터, 및 제 1 방향과 직교하는 방향으로 변위를 변환하는 링크기구를 포함한 1축 구동기구를 구비한다. 상기 리니어액츄에이터는 상기 링크기구와 광축방향에 대해서 같은 높이에 배치된다. 상기 1축 구동기구는 광학요소의 광축으로부터 볼 때, 반경방향으로 상기 링크기구와 상기 리니어액츄에이터의 순으로 배치되어 있다.
- [0015] 본 발명의 다른 목적과 기타 특징은 첨부도면을 참조해서 이하에 설명한 바람직한 실시예에 의해 명백해질 것이다.

효과

- [0016] 본 발명에 의하면, 각 실시예에 의하면, 구동축방향으로 두껍지 않고, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있는 박형의 구동기구를 구성할 수 있어서, 높은 상(像) 성능을 가지는 광학계를 실현될 수 있다. 또 구동원인 액츄에이터를, 경통의 외부에 배치가 가능해지므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 고장이나 어긋남 등의 변동을 일으켰을 경우에, 교체 및 조정 등의 메인テナンス가 용이하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하에 실시예 1 내지 실시예 10의 설명을 한다.
- [0018] [실시예 1]
- [0019] 실시예 1 내지 실시예 5는 광학요소를 광축방향으로 변위시키거나 광축방향에 대해서 기울이기 위한 장치에 구동기구를 적용한 예에 관한 것이다.
- [0020] 도 1A 내지 도 5C는 본 발명의 실시예 1에 관련된 도면이다.
- [0021] 도 2는 본 발명이 적용되는 반도체 노광장치의 개략 구성의 일례를 나타내는 도면이다. 상기 장치는, 슬릿 조명하에서 레티클을 스캔 구동하고, 이에 동기 해서 반도체 웨이퍼를 스캔 구동하면서 노광 동작을 행하는, 스캐너식 노광장치이다. 도 2에 있어서, (1)은 본 발명의 구동기구를 설치한 투영광학계이고, 렌즈, 렌즈의 구동기구, 및 이들을 수납하는 렌즈경통을 각각 포함한 복수의 렌즈유닛을포함하고 있다.
- [0022] 마루의 설치진동이 투영광학계(1), 또는 투영광학계(1)의 각 렌즈에 전달되지 않도록, 경통지지부(2)가 베이스프레임(3)에 제진기구를 개재하여 체결된다. (4)는 조명유닛으로, 원판인 레티클(5)을 여러 가지의 조명 모드에서 조명하는 구성으로 되어 있다. (6)은 상기 레티클을 스캔 구동하는 레티클스테이지이다.
- [0023] (8)은 감광제가 도포된 반도체 웨이퍼(웨이퍼)이며, (9)는 상기 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼스테이지이다. 상기 웨이퍼스테이지(9)는 웨이퍼(8)의 광축방향의 위치를 조정하고, 상기 레티클스테이지(6)의 스캔 동작에 동기해서 웨이퍼를 스캔 제어한다. (10)은 렌즈제어수단으로, 소정의 제어 플로우에 의한 본 발명의 광학요소 구동기구를 제어한다. 보다 구체적으로는, 기압 센서 등의 각종 센서 정보에 의거해서 계산된 결과, 및 미리 기억된 프로그램에 의거해서, 소정의 렌즈를 조정하고 구동함으로써, 투영광학계(1)의 광학성능을 최적화한다. 자세한

설명은 도 7 및 도 8을 참조하면서 설명한다.

- [0024] 도 3A 내지 도 3C는 본 발명에 의한 복수의 구동기구와 상기 구동기구를 포함하고, 렌즈를 소망한 방향으로 구동가능한 광학요소구동장치를 나타낸 도면이다. 도 3A는 렌즈 및 렌즈프레임(지지부재)을 제거한 평면도이다. 도 3B는 렌즈 및 렌즈프레임을 탑재한 평면도이다. 도 3C는 A-A단면도이다. 도 3A 및 도 3C에 있어서, (101)은 경통이며, 후술하는 구동기구 및 센서를 고정하는 평탄부, 및 상부와 하부에 인접하는 다른 렌즈유닛과 결합할 수 있는 측벽 원통부를 가진다. (110)은 본 발명의 구동기구이며, 동일한 구동기구 3조가 경통(101)의 저면 평탄부에 탑재된다. (102)는 후술하는 렌즈프레임의 광축방향 변위 및 광축과 직교하는 반경방향 변위를 검출하는 센서이며, 반도체 레이저를 이용한 간섭형측장기, 정전용량센서, 리니어엔코더, 차동트랜스 변위계, 및 와전류 변위계를 요구정밀도에 따라 바람직하게 사용하여도 된다.
- [0025] 도 3B는 렌즈와 렌즈프레임을 탑재한 상태를 나타낸 도면이다. 렌즈프레임(104)은 렌즈(103)를 수납하고, 6개의 노치가 있다. 3개의 구동기구(110)의 변위 출력부가 복수의 노치 중의 3개의 노치의 내측의 부분에 렌즈프레임 부착나사 (105)에 의해 체결된다. 스페이서(도시하지 않음)를 구동기구와 렌즈프레임 사이에 설치해서 이들 3개의 구동기구의 높이를 서로 동일하게 함으로써, 렌즈에 불필요한 변형을 전달하는 것을 방지한다. 다른 3개의 노치는 렌즈프레임 변위 검출용의 타겟으로서 사용된다. 도 3C는 이 상태를 도시한다. 도 3C는 센서(102)로서 레이저 간섭형의 변위센서를 사용했을 경우의 실례를 도시한다. 렌즈(103)의 광축 방향으로 검출용 레이저 빔을 투사하고, 그 반사광의 간섭정보로부터 렌즈프레임(104)의 3개의 광축방향(Z방향)의 변위를 검출한다. 이상의 구성에 있어서, 3조의 구동기구(110)를 동일한 양만큼 구동하면, 렌즈(103)를 광축방향, 즉 도 3C에 도시된 Z축 방향으로 병진 구동할 수 있다. 또 3조의 변위량에 소정의 차이를 형성하면, 도 3B에 도시된 θ_x 및 θ_y 방향의 틸트구동이 가능하다. 이 경우에, 상기 센서(102)의 광축 방향의 출력을 피드백하면, 렌즈(103)의 병진이동 및 틸트변위를 정확하게 제어할 수 있다. 또, 상기 센서(102)의 반경 방향의 출력을 모니터링함으로써, 렌즈(103)의 광축에 직교한 평면 내에서의 편심에 수반하는 상(像)의 시프트량을 계산할 수 있다. 상기 계산결과를 도2에 나타난 웨이퍼 스테이지의 변위량에 가산함으로써, 렌즈편심에 수반하는 레티클 상(像)의 얼라인먼트 오차를 상쇄한다. 본 실시예의 광학요소 구동기구에서는 광학요소로서 렌즈를 사용해서 설명하지만, 오목미러 및 평면미러 등의 다른 광학요소를 사용할 수도 있다.
- [0026] 상술한 복수(예를 들면, 3개)의 센서(102)는 반경방향의 변위측정이 가능하도록 배치되고, 렌즈(103)의 X, Y방향의 변위계측에 사용되어도 된다. 3축방향으로만 구동가능한 기구의 이 X 및 Y변위는 일반적으로 광학 성능에 있어서 유해하다. 그 때문에, 변위를 계측해서, 다른 광학 소자의 구동으로 변위를 보정하거나 웨이퍼 및 레티클의 구동에 의해 보정함으로써 한층 더 상 성능의 향상을 기대하는 것도 가능하다. 도 3A 내지 도 3C에서는 Z방향과 반경방향의 양 방향의 변위를 계측하도록 센서(102)를 배치한다. 3개의 Z방향 센서 및 3개의 반경방향 센서에 의해, 직교하는 3축 내 및 주위의 렌즈위치를 계측가능하다.
- [0027] 도 4A 및 도 4B는 경통(101)을 관통한 구동기구(110)의 밀봉방법을 나타낸다. 도 4A는 사시도이고, 도 4B는 단면 사시도이다. 반도체 노광장치의 투영광학계의 경우, 오염 및 다양한 부위로부터 발생되는 가스로부터 광학소자를 보호하기 위해서, 경통 내부를 흔히 질소 등의 가스로 퍼지해서 외부 공기와 차단한다. 구동기구(110)가 경통(101)을 관통한 본 실시예의 경우, 경통(101)의 측면에 개구가 있기 때문에 밀봉이 곤란하다. 따라서, 유체 밀봉수단(120)을 경통(101)과 구동기구(110) 사이에 배치해서 유체를 차단한다. 또한 유체밀봉수단(120)은 아웃가스가 없거나 적은 고무 등의 유연한 부재를 사용하여 구동기구(110)의 동작을 유지시키는 것이 바람직하다. 도 4A 및 도 4B에서는, 구동기구(110)는 경통(101)에 유체밀봉수단 (120)을 접착함으로써 경통(101)에 고정되어 있지만, 금속부품(플랜지)으로 고정해도 된다.
- [0028] 경통을 밀봉하기 위한 다른 수단으로서는, 경통(101)을 관통한 부분을 가리는 커버를 구동기구(110)에 부착하는 것도 생각할 수 있다. 경통 주위의 공간에 여유가 있는 경우에는 이 방법이 이용가능하다.
- [0029] 도 1A 내지 도 5C 및 도 6은 본 발명의 실시예 1와 관계되는 도면이다.
- [0030] 도 1A 내지 도 1C는 본 발명에 의한 구동기구의 상세도이며, 도 3에 나타난 구동기구(110)의 상세 구조를 나타낸 것이다. 도 1A는 렌즈를 광축 방향의 상방으로부터 본 경우의 평면도이고, X축 및 Y축을 정의한다. 도 1B는 렌즈 중심에서 본 경우의 측면도이고, X축 및 Z축을 정의한다. 도 1C는 도 1A의 선(A-A)을 따라서 절단한 단면도이다.
- [0031] 이상의 도면에 있어서, (101)은 도3에 나타난 경통의 평탄부를 나타낸다. (111)은 구동기구 본체를 나타내고, 단일의 금속블록으로부터 와이어 방전 가공 및 절삭 가공에 의해 형성된 링크기구를 구성한다. (112)는 적층형

피에조액츄에이터로, 전왜소자(電歪素子)와 전극이 교대로 적층된 신축 가능한 구동원이 밀폐형 원통 용기 내에 밀봉된다. X축방향의 액츄에이터(112)의 전체 길이가 인가전압에 대략 비례해서 증가한다. (113)은 액츄에이터(112)의 치수 오차를 보정하고, 또한 액츄에이터(112)를 프리로드하는 조정나사이다. 상기 조정나사(113)는 상기 구동기구본체(111)와 상기 액츄에이터(112)의 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정할 수 있다. (114)는 구동기구 부착나사이며, 상기 경통(101)에 대해서 구동기구본체(111)에 나사체결된다. 도 1C에 도시된 바와 같이, 방향변환부재(115)는 그 하부면의 3지점(115W)에서 경통(101)에 장착되어 있다. 이 구성은 액츄에이터에 의한 구동력이 경통에 전달되어, 경통이 경미하게 변형해서, 센서(102)의 부착면의 변형이 발생되고, 그 결과, 위치검출의 오차발생을 방지하기 위해 의도된 것이다. 경통(101)의 평탄부가 두껍거나 다른 이유로 인해 경통(101)의 강성이 충분히 높은 경우에, 센서에의 영향(예를 들면, 위치검출 오차)이 낮아진다. 그래서, 방향변환부재(115)의 하부면 전체에서 경통(101)과 접촉하도록 방향변환부재(115)가 고정되어도 된다. 구동기구 본체(111)와 경통의 결합에 대해서는 후술한다.

[0032] 도 5A 내지 도 5C는 구동기구 본체(111), 방향변환부재(115), 피에조액츄에이터(112), 조정나사(113), 변환부재 결합나사(116)의 전개도이며, 도 5A는 평면도, 도 5B는 측면도, 도 5C는 사시도이다. 도 5A 내지 도 5C를 참조하면서 구동기구본체(111)와 방향변환부재(115)의 제작방법을 설명한다.

[0033] 구동기구본체(111)는 모재가 되는 소정 두께의 판 형상의 금속 블록으로부터, 도5A에 나타난 링크기구의 외형부를 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성한다. 다음에 보링기(borer)를 사용해서, 고정링크(111h)의 나사가공 원형구멍을 가공한 후, 양측의 압부 측면에서 부착나사구멍의 하부구멍 및 이탈나사구멍을 가공한다. 최후에, 조정나사(113)를 장전하기 위한 조정 나사구멍(111m)을 형성하고, 가공이 완료된다.

[0034] 방향변환부재(115)는 모재가 되는 소정 두께의 판 형상의 금속블록으로부터 도 5B에 나타난 링크기구의 외형부 및 슬릿부를 와이어 방전가공, 및 밀링가공에 의해 형성한다. 다음에 보링기를 사용해서, 도 5A의 중앙에 나타난 렌즈프레임 부착나사구멍(115j)의 하부구멍을 가공한 후, 양측 측면에서 부착나사구멍의 하부구멍 및 나사의 이탈구멍을 가공한다. 마지막에 렌즈프레임 부착 나사구멍(115j)과 수평링크(115a) 및 (115b)를 형성해서, 가공이 완료한다.

[0035] 다음에 도 1A 내지 도 1C 및 도 5A 내지 도 5C를 참조하면서 실시예 1의 구동기구의 조립순서를 설명한다. 우선, 도 5C의 사시도에 있어서, 방향변환부재 (115)의 한 쌍의 창에 구동기구본체(111)의 양측 압부를 삽입해서, 양자를 변환부재 결합나사(116)에 의해 결합한다. 다음에 구동기구본체(111)에 피에조수용링크(111q) 및 (111r)을 개재하여 피에조액츄에이터(112)를 장착한다. 다음에 피에조조정나사구멍(111m)의 외측으로부터 피에조조정나사구멍(111m)으로 한 쌍의 조정나사(113)를 밀어넣고, 피에조액츄에이터(112)의 단부(112a) 및 (112b)를 양측에서 눌러서, 피에조액츄에이터를 피에조수용링크(111q) 및 (111r)에 압접시킨다. 각 조정나사(113)에 의한 관통량은 피에조액츄에이터의 예압량과 대체로 비례하고, 렌즈프레임 구동링크(115g)의 Z축방향 상승량을 다이얼 게이지 등의 높이 측정기로 소망한 양이 되도록 조정하면 된다. 도 3A 내지 도 3C에 도시된 바와 같이 3개의 구동기구를 결합하는 경우에, 그들 간의 특성의 편차를 경감할 수 있다. 너트를 피에조조정나사가 느슨해지지 않도록 사용하는 것이 바람직하다. 이에 의해 피에조액츄에이터(112)의 장착이 완료한다. 피에조수용링크(111q) 및 (111r) 중의 한쪽에 하나의 조정나사(113)만으로도 조정은 충분히 가능하다. 운동의 정밀도를 위해서는, 구동기구본체(111)에 있는 좌우 각조 3개의 탄성힌지 H101-H102-H103, 및 H104-H105-H106이 Y축에 정렬되는 것이 바람직하다. 따라서, 용이하게 조정하기 위해서 한 쌍의 조정나사(113)가 피에조액츄에이터의 양측에 사용되는 것이 바람직하다. 최후에, 구동기구 부착나사(114)를 사용하여 상기 링크기구를 경통(101)에 나사 고정해서, 조립이 완료한다.

[0036] 도 6A 및 도 6B는 구동기구본체(111)의 링크동작을 설명하기 위한 도면이며, 구동기구본체(111)는 도 5A의 평면도를 모식화한 것이며, 방향변환부재(115)는 도 5B의 측면도를 모식화한 것이다. 이하에, 도5A 내지 도6B를 참조하면서 실시예 1의 구동기구의 동작 원리에 대해 설명한다.

[0037] 피에조액츄에이터(112)의 2개의 전극단자(도시하지 않음)에 소정 전압을 인가하면, 피에조액츄에이터(112)의 전체 길이 L은 X축방향으로 dL만큼 신장된다. 그러면, 도 6A에 도시된 바와 같이, 피에조 수용링크(111q)는 좌측 방향으로 $dX1 = dL/2$ 만큼, 다른 쪽의 피에조수용 링크(111r)는 우측으로 $dX2 = dL/2$ 만큼 변위한다. 그러면, 탄성힌지(H102) 및 (H105)를 중심으로 회전 가능하게 구성되어 Y축방향으로 연신한 변위추출링크(111a) 및 (111b)는 Z축 주위에 소정의 미세 각도만큼 회전한다. 따라서, 연결링크(111e)는 $dX3$ 만큼 변위하고, 연결링크(111f)는 $dX4$ 만큼 변위한다. 도6A에 도시된 바와 같이, 링크(111a) 및 (111b)의 길이를 정의하는 경우, 연결링크(111e) 및 (111f)의 X축방향 변위량은 피에조액츄에이터(112)에 의해 피에조접수링크(111q) 및 (111r)의 변위

량($dX1$) 및 ($dX2$)의 각각 대략 b/a 배로 확대되게 된다. 이 배율을 구동기구본체(111)의 기하 배율이라고 부르고, α 로 정의한다. 변위추출링크(111a) 및 (111b)의 휨 변형이나 탄성힌지의 신장 등에 의해 기하 배율(α)이 저하해서, 구동손실을 발생시킨다. 그 때문에, 링크의 형상 설계에는 충분히 주의할 필요가 있다.

[0038] 상기 연결링크(111e) 및 (111f)의 X축방향의 변위는, 도 6B에 나타난 바와 같이, 방향변환부재(115)의 수평링크(115a) 및 (115b)에 전달된다. X축에 대해서 θ 의 각도로 배치된 방향변환링크(115c) 및 (115d)가 회전해서, 렌즈프레임 구동링크(115g)를 Z축방향으로 $dZ5$ 만큼 상승시킨다. Z축방향 변위($dZ5$)는 수평링크(115a) 및 (115b)의 변위의 평균치의 대략 $\cot \theta$ 배가 된다. 이 배율을 방향변환부재(115)의 기하배율이라고 부르고, β 로 정의한다.

[0039] 구동기구본체(111)와 방향변환부재(115)를 서로 조합한 상기 기구 전체의 기하배율(γ)은 양 기구의 기하 배율의 곱, 즉 $\gamma = \alpha \times \beta$ 로 나타낼 수 있다. 피에조액츄에이터(112)의 약간의 변위 dL 로부터 큰 변위를 추출해서, 광범위한 광학요소의 변위량을 실현하려면, α 및/또는 β 를 크게 취하는 것이 바람직하다. α 를 크게 유지하려면, 변위추출링크(111a), (111b)의 형상 파라미터 " a "를 작게 하고, 그들의 형상파라미터 " b "를 크게 할 필요가 있다. β 를 크게 유지하려면, 변위추출링크(111a), (111b)의 θ 를 작게 할 필요가 있다. " b "를 크게 하면 경통(101)의 직경이 크게 되어서, 설계상 제약을 발생시킨다. 한편, 확대율을 크게 하면 구동기구(110)의 고유진동수가 저하되어, 배려가 필요하다. 예를 들면 경통 외부로부터의 진동을 렌즈(103)에 전달해서, 상 성능을 열화시키고, 구동속도를 저하시키기 때문에, 배려가 필요하다. 광학요소인 렌즈를 구동하는 목적의 본 기구의 진동 특성에 대해서, γ 는 0.7 이상 2 이하로 설정하는 것이 바람직하다. Z축방향의 공간으로부터, 방향변환부재(115)의 방향변환링크(115c) 및 (115d)와 X축이 이루는 각도(θ)는 30도와 60도 사이에 설정하는 것이 바람직하다. 이 경우에, 기하 배율(β)은 대략 0.57과 1.72 사이에서 설정하게 된다.

[0040] 이와 같이, 피에조액츄에이터(112)가 신축함에 따라서 렌즈프레임 구동링크(115g)가 Z방향으로 변위하고, 상기 링크는 Z축방향으로만 변위하고, X방향 및 Y방향으로는 변위하지 않는 것이 바람직하다. 이 특성을 위해서, 이하와 같은 보조링크가 설치된다. 우선, 렌즈프레임 구동링크(115g)의 X축 방향의 이동을 규제하기 위해, 그 좌우 양측에 서포트 링크(115e) 및 (115f)가 연결된다. 이들 서포트링크에 의해 렌즈프레임 구동링크(115g)는 Z축 방향의 변위자유도는 가지지만, X축방향의 자유도는 규제된다. 또한, 렌즈프레임 구동링크(115g)의 Y축 방향의 이동을 규제하기 위해, 다른 서포트 링크(115s) 및 (115t)가 설치된다. 이들 서포트링크는 수평링크(115a) 및 (115b)의 중앙의 부근에 배치되고, 수평링크의 X축방향의 자유도를 유지하고, Y축방향의 자유도를 규제한다. 따라서, 수평링크(115a) 및 (115b)의 Y축방향의 규제 효과는 방향변환링크(115c) 및 (115d)을 개재해서 렌즈프레임 구동링크(115g)에 전달된다. 이 구성에 의해 렌즈프레임 구동링크(115g)의 나사구멍(115j)의 영역은 Z축방향으로만 변위하고, X방향 및 Y방향에의 자유도가 규제된다. 따라서, 렌즈프레임(104)을 Z축방향으로 정확하게 구동할 수 있다.

[0041] 본 실시예의 기구의 구동기구본체(111)는 탄성힌지(H102) 및 (H105)를 중심으로 회전하는 변위추출링크(111a) 및 (111b)를 가지고 있다. 그 때문에, 방향변환부재의 수평링크(115a), (115b)가 엄밀하게는 다소 Y축방향으로 변위하기 쉽고, 렌즈프레임 구동링크(115g)도 Y축방향으로 변위하기 쉽다. 상술의 보조링크에 의해 이 움직임은 경감되고 있지만, 요구되는 구동 정밀도에 따라서는 충분하지 않은 경우가 있다. 이러한 Z축방향 이외의 변위는 렌즈프레임(104) 및 렌즈의 변형을 발생시켜서, 광학 성능의 악화로 연결되는 유해한 성분이 될 가능성이 있다. 따라서, 렌즈프레임 구동링크(115g)의 Y축방향의 움직임을 가능한 한 작게 억제하는 것이 바람직하다.

[0042] 이 때문에, 고정링크(111h)에 도 9A 내지 도 9C에 나타내는 추가의 보조링크를 설치하는 것이 유효하다. 경통(101)과의 결합은 고정링크(111h)의 하부가 아니라, 새로운 고정부(111u) 및 (111v)의 하부에서 결합된다. 고정부(111u) 및 (111v)는 고정링크(111h) 위의 좌측부분 및 우측부분의 각각으로부터 중심부분을 향해서 확장된 판스프링부(111s) 및 (111t)를 개재하여 고정링크(111h)와 연결되어 있다. 탄성힌지(H102) 및 (H105)는 고정링크(111h)의 중심으로부터 다소 Y축방향으로 어긋나 있다. 이 추가의 보조링크에 의해, 고정링크(111h)는 변형하고, (즉, Y축방향으로 휘고), Y축방향으로 병진이동해서, 연결링크(111e) 및 (111f)가 Y축방향으로 변위하는 것이 경감된다. 렌즈프레임 구동링크(115g)의 Y축방향의 움직임을 최소화하기 위해서는, 각각의 탄성힌지(H102) 및 (H105)의 고정링크(111h)의 중심으로부터의 어긋남량, 판스프링(111s) 및 (111t)의 형상 파라미터의 최적화에 의해 가능해진다.

[0043] 도 10은 구동기구 본체(111)의 연결링크(111e) 주위의 부분 확대도이다. 렌즈프레임 구동링크(115g)에 의해 탄성힌지(H103)(도시하지 않은 반대측의 탄성힌지(H106))와 대체됨)를 연결링크(111e)의 중심으로부터 다소 Y축방향으로 이동시킴으로써 Y축방향으로 변위시킬 수 있다. 탄성힌지(H106)도 마찬가지로 배치해야 한다. 연결링크

크(111e)는 도 10에서는 도시하지 않는 변환부재 결합나사의 구멍이 있어서, 시프트량이 제한된다.

- [0044] 피에조액츄에이터(112)는 굽힘모멘트를 받으면 손상되기 쉽다. 본 실시예에서 설명하는 기구에 의하면, Z축주위의 모멘트를 탄성힌지(H101) 및 (H104)에 의해 경감시킨다. 도 11A 및 도 11B는 피에조수용링크(111q) 및 (111r)과 조정나사(113)의 상세를 나타내고 있다. 상기 조정나사(113)는 첨단에 피에조수용링크에 형성한 구멍(111x)에 삽입되어 위치결정하는 원통형상의 돌기가 있다. Y축 주위의 모멘트를 경감하기 위해서, 조정나사(113)의 피에조수용링크(111q) 및 (111r)가 원통형상(111y)으로 가공되어 있다. 그 때문에, 양쪽 부분품은 이상적으로는 선형상으로 접촉하게 되어, Y축 주위의 모멘트를 경감하는 목적을 달성한다.
- [0045] 도 7은 도 2에 나타난 반도체 노광장치의 노광 동작이나 렌즈구동 동작을 제어하기 위한 제어 블록도이다. (21)은 노광장치 전체의 동작을 제어하는 본체 CPU를 나타낸다. (31)은 베이스 프레임(3)의 제진(除振)동작을 제어하는 마운트 제어 수단이다. (41)은 조명유닛의 조명모드 및 광량을 제어하는 조명제어수단을 나타낸다. (61)은 레티클스테이지의 구동제어를 행하는 레티클스테이지 제어수단을 나타낸다. (91)은 웨이퍼 스테이지(9)의 구동제어를 행하는 웨이퍼 스테이지 제어수단을 나타낸다.
- [0046] (10)은 렌즈제어수단이며, 복수의 렌즈 CPU(11)를 가진다. 각 렌즈 CPU(11)는 도3에 나타난 1개의 렌즈의 구동제어를 행한다. 각 렌즈 CPU(11)에는 3개의 피에조드라이버(12)가 접속되고, 각 피에조드라이버는 도 3에 도시된 3조의 구동기구에 설치된 각 피에조액츄에이터(112)를 구동한다.
- [0047] 각 렌즈 CPU(11)에는 3개 또는 6개의 센서(102)가 접속된다. 각 센서(102)는 도3에 나타난 것에 대응한다. 상기 6개의 센서 중에, 3개의 센서(102)는 렌즈프레임(104)의 광축 방향, 또는 Z축방향의 변위를 검출하고, 필요에 따라서 나머지 3개의 센서(102)는 렌즈프레임(104)의 반경방향의 위치를 검출한다. 나머지 각 렌즈 CPU(11)도 피에조드라이버와 상기 센서에 접속된다.
- [0048] 도 8은 상술의 각 렌즈 CPU(11)에 의한 제어흐름도이다. 스텝 S101에서는, 본체 CPU(21)와의 통신에 의해, 렌즈구동 루틴의 실행을 개시한다.
- [0049] 스텝 S103에서는, 본체 CPU(21)에 의해, 구동대상이 되는 렌즈의 구동과형에 관한 특업테이블을 판독한다. 상기 테이블에는 조명모드에 적합한 렌즈구동위치의 보정량, 레티클 스캔구동에 따라서 발생하는 레티클 상(像)의 각종 수차를 실시간으로 보정하기 위한 구동과형, 조명광이 렌즈에 흡수되어 발열하는 것에 의한 렌즈의 광학특성 변화를 보정하기 위한 보정량 등의 각종 보정 파라미터가 포함된다.
- [0050] 스텝 S105에서는, 도시하지 않은 기압센서의 출력을 사용해서 렌즈 주위의 환경 기체의 기압을 검출해서, 그 굴절률 변동에 의한 렌즈위치 보정량을 산출한다.
- [0051] 스텝 S107에서는, 상기 스텝 S103 및 스텝 S105에서 취득한 정보로부터, 도3에 나타난 렌즈(103)의 Z축방향의 병진구동과형, 및 θa 및 θb 방향의 틸트구동과형을 생성한다.
- [0052] 스텝 S109에서는, 상기 스텝 S107에서 생성한 3종류의 렌즈구동과형을, 도3에 나타난 3조의 구동기구(110)의 Z방향 구동과형(Za), (Zb), 및 (Zc)으로 변환한다.
- [0053] 스텝 S111에서는, 본체 CPU(21)와 통신해서, 렌즈구동 개시지령을 기다린다. 상기 개시지령이 수신될 때까지는, 상기 처리는 스텝 S111에서 대기하고, 상기 지령을 수신하면 스텝 S113으로 이동한다.
- [0054] 스텝 S113에서는 3조의 구동기구(110)를 상기 스텝 S109에서 생성된 구동과형에 의해 구동제어할 수 있도록, 센서(102)의 출력을 모니터하고, 피에조드라이버(12)를 구동제어한다. 스텝 S115에서 1회의 렌즈구동이 종료하고, 복귀한다.
- [0055] 이상의 플로우를 실행함으로써, 도3에 도시된 렌즈(103)를 소망한 과형으로 구동제어하지만, 마찬가지로의 제어를 다른 렌즈에서도 사용하며, 도2에 도시된 투영광학계(1) 전체의 결상성능을 최적화해서, 레티클(5)의 상(像)을 웨이퍼(8) 상에 정확하게 투영할 수 있다.
- [0056] 본 실시예에서는 적층 피에조액츄에이터를 구동수단으로서 사용했지만, 모터와 볼나사를 조합한 다른 직동기구를 사용해도 된다.
- [0057] 따라서, 실시예 1에 의하면, 다음의 효과를 제공한다:
- [0058] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주

위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.

[0059] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.

[0060] 또, 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.

[0061] 또, 구동기구의 최종변위 출력부의 양측에 인접한 링크가 X축방향의 자유도를 제한해서, 최종변위 출력부의 X축방향의 불필요한 변위를 최소화할 수 있어, 상기 방향의 강성을 높게 유지할 수 있다.

[0062] 변위추출링크에 설치된 3개소의 탄성힌지 위치의 설정 자유도가 높기 때문에, 피에조액츄에이터의 변위 확대율을 소망한 값으로 용이하게 설정할 수 있다.

[0063] 또한, 액츄에이터의 출력변위 추출부재와 추출된 변위의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작한다. 그 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 대략 동일한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해, 최종출력변위를 따르는 거리를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다고 하는 효과도 얻을 수 있다.

[0064] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.

[0065] [실시예 2]

[0066] 상기 실시예 1에서는, 피에조액츄에이터(112)는 경통(101)의 접선 방향으로 구동된다. 한편, 이하의 실시예 2에서는 피에조액츄에이터를 렌즈(103)의 반경방향(Y축방향)으로 배치한다.

[0067] 도 12A는 본 발명의 실시예 2에 의한 구동기구 본체의 평면도이다. 도 12B는 단면도이다. 도 12C는 사시도이다. 도 12A에서, (101)은 경통의 평탄부를 나타낸다. (211)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터 와이어방전가공 및 밀링가공에 의해 이루어진 링크기구를 형성한다. (212)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로 전왜소자와 전극이 교대로 적층된 신축가능한 구동원이 밀폐형 원통용기 내에 밀봉된다. Y축방향의 피에조액츄에이터(112)의 전체 길이가 인가 전압에 대략 비례해서 증가한다. (213)은 상기 액츄에이터(212)의 치수 오차를 보정하고, 또한 이 액츄에이터(212)에 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더 엔드(218)와 상기 액츄에이터(212) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다.

[0068] 구동기구 본체(211)는 경통(101)의 이면으로부터 구동기구 부착나사에 의해렌즈프레임 부착나사(215)의 하부에 있는 경통(101)에 체결된다. 이 체결에 의해, 피에조 액츄에이터홀더(217)는 캔티레버로 기능한다. 이 구성에 의해, 불필요한 낮은 차수의 진동모드를 가지는 경우(예를 들면, 구동기구의 스트로크를 크게 취하기 위해서 비교적 긴 피에조액츄에이터를 사용하는 경우)가 있으므로, 홀더(218)와 스프링에 의해 추가의 고정을 하는 것이 바람직하다.

[0069] 도 12B를 참조하면서, 구동기구 본체(211)의 제작방법을 설명한다.

[0070] 구동기구(211)는 모재인 소정 두께의 판 형상의 금속블록으로부터, 도 12B에 나타낸 링크기구의 외형부를 와이어방전가공 및 밀링가공에 의해 형성한다. 다음에 피에조수용링크(211r)에 결합되는 연결링크(211e)는 방전가공에 의해 구동기구 본체(211)로부터 분리된다. 최후에, 보링가공기를 사용하여 원형의 나사구멍을 가공하고, 부착용 나사구멍의 하부구멍 및 나사이탈구멍을 가공하면, 가공이 완료된다.

[0071] 다음에 구동기구의 조립방법을 설명한다. 우선, 2개의 피에조 액츄에이터홀더(217)와 홀더 엔드(218)를 홀더 결합나사(219)에 의해 체결한다. 다음에, 피에조액츄에이터(212)의 중앙 공간에 2개의 피에조접수링크(211r) 및 (211q)에 의해 유지된 피에조액츄에이터(212)를 장착한다. 다음에 홀더엔드(218)의 외부로부터 한 쌍의 조정나사(213)를 밀어넣고, 피에조액츄에이터(212)의 저부(212b)를 좌측방향으로 가압해서, 피에조액츄에이터(212)의 출력단부(212a)를 연결링크(211e)의 우측단부에 압접시킨다. 각 조정나사(213)에 의한 나사부 관통량은 피에조액츄에이터의 예압량과 대체로 비례하지만, 렌즈프레임 구동링크(215g)의 Z축방향 상승량을 다이얼 게이지 등의 높이 측정기에 의해 소망한 양이 되도록 조정해도 된다. 도 3A 내지 도 3C에 도시된 바와 같이 3개의 구동기구

를 결합하였을 때에, 이들의 특성의 불균일을 경감할 수 있다. 너트에 의해 피에조 조정나사가 헐거워지지 않도록 고정시키는 것이 바람직하다. 이에 의해, 피에조액츄에이터(212)의 장착이 완료한다.

- [0072] 다음에 도 13을 참조하면서 링크기구의 동작을 설명한다. 피에조액츄에이터 (212)에 설치된 2개의 전극 단자(도시하지 않음)에 소정 전압을 인가하면, 피에조액츄에이터(212)의 전체 길이 L은 Y축방향으로 dL만큼 신장한다. 구동기구 본체(211)는 피에조액츄에이터(212)로부터 dL의 변위가 주어지면, 반경방향의 변위가 탄성힌지(H201) 내지 (H208)에 의해, Z축방향의 변위로 변환된다. 방향변환 시의 확대(축소) 배율은 4개의 링크(H201-H202, H203-H204, H205-H206, 및 H207-H208)가 이루는 각도에 의해 정해진다.
- [0073] 도 13은 H205-H206의 링크부의 수평 방향에 대한 각도 θ 를 명시하고 있다. 다른 3개의 링크부가 이루는 각도가 θ 와 동일하면, 방향변환배율은 $2 \times \cot \theta$ 로 나타낼 수 있다. 출력링크(215g)가 Y축방향으로 변위하면, 출력링크에 연결되는 렌즈프레임(104) 및 렌즈(103)가 XY면 내에서 변위하고, 렌즈가 변형하기 때문에 광학성능이 열화된다. 이 문제점을 경감하기 위해서, 4개의 방향변환링크가 이루는 각도를 다소 변경하여 조절하는 것도 가능하다.
- [0074] 본 실시예의 방향변환의 방식에 의하면, 이상적으로는 피에조액츄에이터(212)가 수평의 자세를 유지하면서 Z축 방향으로 운동하는 것이 바람직하다. 그러나, 이 구성에 의해, 홀더엔드(218)가 경통(101)과 분리되고, 구동기구 본체(211) 측을 캔틸레버로서 기능하도록 요구되어서, 고유진동수가 저하해서, 정밀한 위치결정을 달성하는 것이 곤란해진다. 따라서, 상술한 바와 같이, 홀더엔드(218)를 사용하여 경통(101)에 체결하는 구성으로 했다. 피에조액츄에이터(212)는 홀더엔드(218) 상에 지점(支點)으로서의 탄성힌지(H215) 주위에 상하운동을 할 수 있다.
- [0075] 피에조액츄에이터(212)에 의해 발생된 변위 dL은 구동기구 본체(211) 뿐만이 아니라, 홀더엔드(218)에도 발생한다. 피에조액츄에이터(212)의 경미한 변위를 효율적으로 렌즈프레임(104)의 구동에 전달하기 위해서, 특히 피에조액츄에이터홀더(217)의 강성을 높게 유지하는 것이 중요하다.
- [0076] 탄성힌지(H209) 및 (H210)는 렌즈프레임 구동링크(215g)를 가능한 한 수평인 방향으로 운동시키는 안내부이다.
- [0077] (H211-H212)는 연결링크(211e)를 대략 수평으로 운동시키는 안내부이다.
- [0078] 피에조액츄에이터(212)는 굽힘 모멘트를 받으면 손상되기 쉽다. 본 실시예의 기구에서는, (H213) 및 (H214)에 의해 굽힘모멘트의 영향을 경감할 수 있게 되어 있다. X축 주위, Z축 주위 각각의 모멘트에 대응하기 위해서, 두 개의 탄성힌지는 Y축방향에서 보았을 때 직각으로 배치되어 있다.
- [0079] 또, 실시예 2의 구동기구(211)를 도 3A 내지 도 3B에 도시된 구동기구(110)로 교체하고, 도7 및 도8을 참조하면서 설명한 제어블록과 제어 플로우를 사용함으로써, 실시예 1과 마찬가지로 작용을 얻을 수 있다.
- [0080] 실시예 2의 경우에서도, 경통을 밀봉할 때, 유체밀봉수단(120)(도시하지 않음)을 경통(101)과 구동기구(211)의 사이에 배치하여도 되고, 경통(101)으로부터 관통된 부분 전체를 가리는 커버를 부착해도 된다.
- [0081] 이와 같이, 실시예 2에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0082] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0083] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0084] 또, 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0085] 경통 측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있으므로, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0086] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로,

액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.

[0087] [실시예 3]

[0088] 실시예 2에서는, 피에조액츄에이터를 반경 방향으로 배치하고, 구동기구 본체에 의해 수평면 내의 입력변위를 광축방향의 변위로 변환한다. 이 기구의 경우, 접선 방향, 즉 도 11의 X축방향의 강성이 비교적 낮다. 또, 3개의 구동기구 본체를 조합해서 광학요소 구동기구를 구성했을 경우에는, 수평면 내의 고유진동수가 충분히 높지 않고, 외란진동 등에 의해 광학요소를 진동시켜서, 광학성능을 낮출 수 수도 있다. 본 실시예에서는, 이 문제점을 감안하여 보조링크를 배치한 예이다.

[0089] 도 14A는 본 발명의 실시예 3에 의한 사시도이며, 제2의 실시예에 도시된 기구에 접선 방향(X축방향)의 강성을 보강하는 보조링크기구(315)가 추가되어 있다. 경통은 생략한다. 구동기구 본체(311)는 제2의 실시예와 마찬가지로, 따라서 보조링크(315)에 대해서만 설명한다.

[0090] 도 14B는 보조링크기구(315)의 동작을 나타내는 도면이다. 렌즈프레임 구동 링크(315g)의 X축방향의 이동을 규제하기 위해, 그 좌우 양측으로 서포트링크(315e) 및 (315f)가 연결된다. 상기 서포트 링크(315e) 및 (315f)에 의해, 렌즈프레임 구동 링크(315g)는 Z축방향의 변위 자유도는 가지지만, X축방향의 자유도는 규제된다. 한편, Y축방향에 대해서도, 보조링크의 Y축방향의 강성이 증가되기 때문에, 자유도는 규제된다. 이상의 구성에 의해, 렌즈프레임 부착링크(315g) 상의 나사가공구멍(315j)의 영역은 Z축방향으로만 변위해서, X방향 및 Y방향의 자유도가 규제되기 때문에, 렌즈프레임(104)을 Z축방향으로 정확하게 구동할 수 있다.

[0091] 실시예 3의 구동기구(211)를 도 3A 내지 도 3B에 도시된 구동기구(110)로 교체하고, 도7 및 도8을 참조하면서 설명한 제어블록과 제어 플로우를 사용함으로써, 실시예 1과 마찬가지로의 작용을 얻을 수 있다.

[0092] 실시예 3의 경우에서도, 경통을 밀봉할 때, 유체밀봉수단(120)(도시하지 않음)을 경통(101)과 구동기구(311)의 사이에 배치하여도 되고, 경통(101)으로부터 관통된 부분 전체를 가리는 커버를 부착해도 된다.

[0093] 이와 같이, 실시예 3에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,

[0094] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.

[0095] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.

[0096] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.

[0097] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.

[0098] 경통 측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.

[0099] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.

[0100] [실시예 4]

[0101] 도 15A는 본 발명 실시예 4에 의한 구동기구 본체의 평면도이다. 도 15B는 측면도이다. 도 15C는 단면도이다. 경통(101)은 도시하고 있지 않다. (411)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성된 링크기구를 이루고 있다. (412)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로, 전왜소자와 전극이 교대로 적층된 신축 가능한 구동원이 밀폐형 원통용기 내에 밀봉되고,

Y축방향의 전체 길이가 인가전압에 대략 비례해서 증가한다. (413)은 상기 액츄에이터(412)의 치수오차를 보정하고, 이 액츄에이터(412)에 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더엔드(418)와 피에조수용링크(411q) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다. 홀더엔드(418)를 피에조홀더(417)를 개재해서 구동기구 본체(411)에 연결되어 있다. 홀더엔드(418)의 다른 쪽 단부는 경통(101)에 고정되지만, 그 일부에 탄성힌지를 설치해서, 형상 파라미터의 적절한 선택에 의해, 구동기구의 렌즈프레임부착 나사구멍(415j)의 영역이, Y축방향으로 약간 변위하는 양을 상쇄시켜도 된다.

[0102] 도 16A 내지 도 16c는 본 실시예의 기구의 분해도를 나타낸다. 도 16A는 평면 분해도, 도 16B는 측면 분해도이다. 도 16C는 사시 분해도이다.

[0103] 도 16A를 참조하면서 구동기구 본체(411), 및 방향변환부재(415)의 제작방법을 설명한다. 우선, 구동기구 본체(411)는, 모재인 소정 두께의 판 형상의 금속블록으로부터, 도 16A에 나타난 링크기구의 외형부를 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성한다. 다음에 보링가공기를 사용해서 고정링크(411h)의 원형 나사구멍을 가공한 후, 양측의 암부 측면으로부터 부착나사구멍의 하부구멍 및 나사의 이탈구멍을 가공해서, 가공이 완료된다.

[0104] 방향변환부재(415)는 모재인 소정 두께의 판 형상 금속블록으로부터 형성하고, 도 16B에 도시된 링크기구의 외형부 및 슬릿부를 와이어 방전가공, 및 밀링가공에 의해 형성한다. 다음에 보링가공기를 사용해서, 도 16A의 중앙에 도시된 렌즈프레임 부착나사구멍(415j)의 하부 구멍을 가공한 후, 양 측면으로부터의 부착나사 가공구멍의 하부구멍 및 나사의 이탈구멍을 가공한다. 최후에 렌즈프레임 부착나사가공구멍(415j)과 수평링크(115a) 및 (115b)의 하부구멍을 나사가공해서, 가공이 완료된다.

[0105] 도 16C의 사시도에 있어서, 방향변환부재(415)의 한 쌍의 창부에 구동기구 본체(411)의 양측암부를 삽입해서, 양자를 변환부재 결합나사(116)와 결합한다. 다음에, 구동기구 본체(411)에 피에조홀더(417)를 체결한다. 피에조액츄에이터(412)는 그 출력 양단부에 피에조수용링크(411q) 및 (411r)을 고정한다. 한쪽 단부는 구동기구 본체(411)에, 다른쪽 단부는 조정나사(413)를 가진 홀더엔드(418)에 고정한다. 홀더엔드(418)는 피에조홀더(417)에 나사체결한다. 최후에, 렌즈프레임 구동 링크(415g)의 Z축방향의 상승량을 다이얼 게이지 등의 높이 측정기에 의해 계측함으로써, 조정나사(413)의 이송량을 조정하고, 너트에 의해 고정한다.

[0106] 도 17을 참조하면서 링크기구의 동작을 설명한다. 구동기구 본체(411)에 피에조액츄에이터(412)로부터 dL의 변위가 주어지면, 그 반경 방향(또는, Y축방향)의 변위가 연결링크(411e) 및 (411f)에 의해 접선방향(또는, X축방향)의 변위로 변환된다. 해당 고정링크(411h) 및 (411h)와 연동하는 보조링크(411c) 및 (411d)를 배치하였으므로, 수평링크(411a) 및 (411b)가 X축방향으로 평행 운동하도록 할 수 있다.

[0107] 구동기구 본체(411)의 수평링크(411a) 및 (411b)의 변위는 방향변환부재(415)의 수평링크(415a) 및 (415b)에 각각 전달된다. 이 X축방향의 변위는 방향변환 링크(415c) 및 (415d)의 회전운동에 의해 Z축방향의 변위로 변환된다. 피에조액츄에이터(412)의 발생변위 dL은 2단의 방향 변환에 의해 렌즈프레임 구동링크(415g)에 전달할 수 있고, 그 변환비율은 대략 합계 $\cos \alpha \times \cos \beta$ 배로 나타낼 수 있다. 따라서, 요구되는 스트로크에 의해 적절하게 파라미터를 선택하면 된다.

[0108] 이와 같이, 피에조액츄에이터(412)가 신축함에 따라서 렌즈프레임 구동링크 (415g)가 Z방향으로 변위하고, 상기 링크는 Z축방향으로만 변위하고, X방향 또는 Y방향으로는 변위하지 않는 것이 바람직하다. 이러한 특성을 위해서, 이하와 같은 보조링크가 설치된다. 우선, 렌즈프레임 구동링크(415g)의 X축방향의 이동을 규제하기 위해, 그 좌우양측에 서포트 링크(415e) 및 (415f)가 연결된다. 이들 서포트 링크에 의해, 렌즈프레임 구동링크(415g)는 Z축방향의 변위자유도는 가지지만, X축방향의 자유도는 규제된다. 또한, 다른 서포트링크(415s) 및 (415t)는 렌즈프레임 구동링크(415g)의 Y축방향의 이동을 규제한다. 이들 서포트링크(415s) 및 (415t)는 수평링크(415a) 및 (415b)의 중앙 부근에 배치되고, 수평링크의 X축방향의 자유도를 유지하고, Y축방향의 자유도를 규제한다. 따라서, 수평링크(415a) 및 (415b)의 Y축방향의 규제 효과는 방향변환링크(415c) 및 (415d)을 개재하여 렌즈프레임 구동링크(415g)에 전달된다. 이상의 구성에 의해, 렌즈프레임 부착링크(415g)의 나사구멍(415j)의 영역은 Z축방향으로만 변위하고, X방향 및 Y방향의 이동의 자유도가 규제된다. 그 때문에, 렌즈프레임(104)을 Z축방향으로 정확하게 구동할 수 있다.

[0109] 실시예 4의 구동기구(411)를 도 3A 내지 도 3C에 도시된 구동기구(110)로 교체하고 도7 및 도8을 참조하면서 설명한 제어블록과 제어 플로우를 사용함으로써, 실시예 1과 마찬가지로의 작용을 얻을 수 있다.

[0110] 실시예 4의 경우에서도, 경통을 밀봉할 때, 유체밀봉수단(120)(도시하지 않음)을 경통(101)과 구동기구(411)의 사이에 배치하여도 되고, 경통(101)으로부터 관통된 부분 전체를 가리는 커버를 부착해도 된다.

- [0111] 이와 같이, 실시예 4에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0112] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0113] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0114] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0115] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0116] 경통 측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0117] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.
- [0118] [실시예 5]
- [0119] 도 18A는 본 발명 실시예 5의 구동기구 본체의 평면도이다. 도 18B는 측면도이다. 도 18C는 단면도이다. 도 19A 내지 도 19C는 분해도이다. 경통(101)은 도시하고 있지 않다.
- [0120] 본 실시예 5는 구동기구 본체(511)만이 실시예 4와 다르다. 따라서, 이 차이만을 다음에 설명한다.
- [0121] 다음에 도 20A 및 도 20B를 참조하면서 링크기구의 동작을 설명한다.
- [0122] 실시예 4에서 설명한 구동기구본체(411)와 마찬가지로, 본 실시예의 구동기구 본체(511)에서는, 피에조액츄에이터(512)에 의한 변위를 연결링크(511e) 및 (511f)를 사용하여 X축방향의 변위로 변환한다. 해당 고정링크(511h) 및 (511i)와 연동하는 보조링크(511c) 및 (511d)를 배치하였으므로, 수평링크(511a) 및 (511b)가 X축방향으로 평행 운동하도록 할 수 있다. 수평링크(511a) 및 (511b)의 X축방향 변위는 변위확대 링크(511i) 및 (511j)의 도시된 형상 파라미터에 의해, b/a 배로 확대되어 방향변환부재에 전달된다. 이 방향변환 부재에 주어진 X축방향의 변위는, 방향변환링크(515c) 및 (515d)에 의해, Z축방향의 변위로 변환되고, 최후에, 렌즈프레임 구동링크(515g)의 변위로 된다. 피에조액츄에이터(512)의 발생변위(dL)는 2단의 방향변환 및 3단의 배율변환에 의해 렌즈프레임 구동링크(515g)에 전달된다. 변환 배율은, $\cot \alpha \times (b/a) \times \cot \beta$ 배로 나타낼 수 있다. 따라서, 요구하는 스트로크에 따라 적절하게 파라미터를 선택하면 된다.
- [0123] 따라서, 피에조액츄에이터(512)가 신축함에 따라서 렌즈프레임 구동링크 (515g)가 Z방향으로 변위하고, 상기 링크는 Z축방향으로만 변위하고, X방향 또는 Y방향으로는 변위하지 않는 것이 바람직하다. 이러한 특성을 위해서, 이하와 같은 보조링크가 설치된다. 우선, 렌즈프레임 구동링크(515g)의 X축방향의 이동을 규제하기 위해, 그 좌우양측에 서포트 링크(515e) 및 (515f)가 연결된다. 이들 서포트 링크에 의해, 렌즈프레임 구동링크(515g)는 Z축방향의 변위자유도는 가지지만, X축방향의 자유도는 규제된다. 또한, 다른 서포트링크(515s) 및 (515t)는 렌즈프레임 구동링크(515g)의 Y축방향의 이동을 규제한다. 이들 서포트링크(515s) 및 (515t)는 수평링크(515a) 및 (515b)의 중앙 부근에 배치되고, 수평링크의 X축방향의 자유도를 유지하고, Y축방향의 자유도를 규제한다. 따라서, 수평링크(515a) 및 (515b)의 Y축방향의 규제 효과는 방향변환링크(515c) 및 (515d)을 개재하여 렌즈프레임 구동링크(515g)에 전달된다. 이상의 구성에 의해, 렌즈프레임 부착링크(515g) 상의 나사구멍(515j)의 영역은 Z축방향으로만 변위하고, X방향 및 Y방향의 자유도가 규제된다. 그 때문에, 렌즈프레임(104)을 Z축방향으로 정확하게 구동할 수 있다.
- [0124] 실시예 5의 구동기구(511)를 도 3A 내지 도 3B에 도시된 구동기구(110)로 교체하고 도7 및 도8을 참조하면서 설명한 제어블록과 제어 플로우를 사용함으로써, 실시예 1과 마찬가지로의 작용을 얻을 수 있다.

- [0125] 실시예 5의 경우에서도, 경통을 밀봉할 때, 유체밀봉수단(120)(도시하지 않음)을 경통(101)과 구동기구(411)의 사이에 배치하여도 되고, 경통(101)으로부터 관통된 부분 전체를 가리는 커버를 부착해도 된다.
- [0126] 이와 같이, 실시예 5에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0127] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0128] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0129] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0130] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0131] 경통측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0132] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.
- [0133] [실시예 6]
- [0134] 실시예 6 내지 실시예 10은 광학요소의 면형상을 변형시키기 위한 장치에 구동기구를 적용한 예를 나타낸다.
- [0135] 도 21A 내지 도 21C는 실시예 1에서 설명한 구동기구를 광학요소, 특히 렌즈의 면을 변형시키는 장치에 적용한 예이다.
- [0136] 도 21A 내지 도 21C에서는 2개의 구동기구(110)가 광축 주위에 대략 180도의 등간격으로 경통(101)에 장착되어 있다. 렌즈(103)를 지지하는 렌즈프레임(104)은 구동기구(110)에 대해 광축 주위에 90도만큼 회전한 위치에 있고, 광학요소 내부링 고정나사(121)에 의해 경통(101)에 체결되어 있다.(도 21C 참조). 두 개의 구동기구(110)의 출력부가 대략 광축에 따른 방향으로 동일한 양만큼 변위하면, 상기 렌즈(103)는 Y축을 중심으로 휘어지도록 변형한다. 이 결과, 2 θ 성분의 수차보정이 가능해진다.
- [0137] 구동기구(110)의 광축방향의 변위는, 구동기구(110)와 마찬가지로, 광축 주위에 배치한 복수(도 21에서는 2개)의 센서(102)에 의해 계측을 행한다. 센서(102)는 구동기구(110)의 위치에 배치하는 것이 바람직하지만, (상부 및 하부의) 경통(광학요소)에 인접한 배치에 의해 간섭을 발생시킬 수도 있다. 따라서, 도 21A 내지 도 21C에 도시된 바와 같이 구동기구(110)로부터 일정한 각도만큼 광축 주위에 어긋난 위치에 배치하여도 된다.
- [0138] 렌즈검출수단으로서 사용하는 센서(102)는, 실시예 1 내지 실시예 5에서 설명된 수단과 마찬가지로, 반도체레이저를 사용한 간섭형측장기, 정전용량 센서, 리니어 엔코더, 차동트랜스 변위센서, 와전류 변위센서 등이 요구되는 정밀도에 따라 매우 적합하게 사용된다.
- [0139] 센서(102)의 계측결과에 의거해서, 렌즈(103)의 면변형량이 소망한 값이 되도록 제어수단에 의해 제어한다.
- [0140] 렌즈(103)의 면을 보다 고차의 변형 형상으로 제어하기 위해서, 구동기구(110)를 렌즈프레임(104)의 주위에 더 많이 배치하여도 된다. 예를 들면, 구동기구(3)를 광축 주위에 등간격으로 배치하면, 이른바 3 θ 성분의 형상제어가 가능해진다. 도 22는 구동기구(110)를 광축 주위에 등간격으로 4개 배치한 예(대략 90도 간격)이며, 서로 마주보는 한 쌍의 구동기구를 대략 동일한 양만큼 광축 방향으로 변위시켜 사용해도 된다.
- [0141] 이상과 같이, 피에조액츄에이터(112)의 신장에 따라서 렌즈프레임(104)을 Z방향으로 변위시켜, 광학성능의 향상을 위해서 렌즈(103)를 소망한 형상으로 변형시킬 수 있다.

- [0142] 이와 같이, 실시예 6에 의하면 다음의 효과를 제공한다.
- [0143] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다. 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0144] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0145] X축방향의 자유도를 규제하는 링크가 구동기구의 최종출력 변위부의 양측에 인접해 있다. 그 때문에, 최종출력 변위부의 X축방향의 불필요한 변위를 최소화할 수 있어, 해당 방향의 강성을 매우 높게 할 수 있다.
- [0146] 또한, 변위추출링크에 설치된 3개소의 탄성힌지 위치의 설정 자유도가 높기 때문에, 피에조액츄에이터의 변위 확대율을 소망한 값으로 용이하게 설정할 수 있다. 또한, 액츄에이터의 출력변위 추출부재와 추출된 변위의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작해서, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해, 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0147] 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.
- [0148] [실시예 7]
- [0149] 도 23A 및 도 23B는 실시예 2의 구동기구(211)를 광학요소, 특히 렌즈면을 변형시키는 장치에 적용한 예이다.
- [0150] 구동기구(711)에는, 실시예 2에서 설명한 기구(211)를 사용해도 된다. 그러나, 렌즈를 변형시키는데 필요한 변위량은 실시예 2(광학요소의 자세를 변화시키는 기구)보다 작게 되어서, 입력원인 피에조액츄에이터(712)는 실시예 2의 경우보다 짧은 타입을 사용할 수 있다. 그 결과, 홀더엔드(718)에는, 실시예 2의 기구에서 필요한 부가스프링(H215) 및 경통과의 결합이 불필요하다. 기구의 강성이 낮아, 외란진동에 대해서 광학요소가 공진하는 경우에는, 부가스프링이나, 경통과의 결합은 필요하다. 본 구동기구(711)의 동작 원리를 도 28A에 나타낸다.
- [0151] 도 23B는 본 발명 실시예 7에 의한 구동기구 본체(711)의 사시도이다. (711)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터 와이어방전기공 및 밀링가공에 의해 형성된 링크기구를 이루고 있다. (712)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로, 전왜소자와 전극이 교대로 적층된 신장 가능한 구동원이 밀폐형 원통 용기 내에 밀봉되고, Y축방향의 전체 길이가 인가 전압에 대략 비례해서 증가한다. (713)은 액츄에이터(712)의 치수오차를 보정하고, 이 액츄에이터(712)의 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더엔드(718)와 상기 액츄에이터(712) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다. 도 23A 및 도 23B에 도시된 바와 같이, 구동기구(711)의 하부면의 일부만으로 경통(101)에 장착하기 때문에, 액츄에이터의 구동력이 경통에 전달되어서, 불필요한 변형과 센서(102)의 오출력을 경감한다.
- [0152] 피에조액츄에이터와 구동기구와의 결합은, 제2의 실시예의 경우는, 탄성힌지를 가진 피에조수용링크(211q) 및 (211r)을 개재해서 결합함으로써, 피에조액츄에이터와 유해한 모멘트가 걸리는 것을 경감하고 있었다. 본 실시예에서는 피에조액츄에이터(712)의 한쪽 단부에 강구(綱球)(720)를 개재해서 구동기구(711)와 결합된다. 실시예 2와 마찬가지로 피에조접수링크(211q) 및 (211r)을 개재해서 피에조액츄에이터(712)와 구동기구(711)를 결합해도 된다.
- [0153] 도 23A는 구동기구(711)를 2 θ 성분 보정을 위한 광학요소 면변형장치에 적용한 예이다. 2개의 구동기구(711)가 광축 주위에 대략 180도 등간격으로 경통(101)에 배치되고 그 출력부는 렌즈(103)를 지지하는 렌즈프레임(104)에 체결되어 있다. 렌즈프레임(104)은 구동기구(711)에 대해 광축주위에 90도 회전한 위치, 또는 2개소에 있는 광학요소내부링 고정나사(121)에 의해 경통(101)에 체결되어 있다. 두 개의 구동기구(711)의 출력부가 대략 광축에 따른 방향으로 동일한 양만큼 변위하면, 렌즈(103)는 Y축을 중심으로 휘어지거나 변형한다.
- [0154] 3 θ 성분 및 4 θ 성분 등의 보다 고차의 수차를 보정하는 경우에는, 실시예 6에서 설명한 바와 같이, 구동기구

(711)를 탑재하는 개수를 자유도와 함께 증가시켜도 된다. 도면으로 설명하는 것은 생략한다.

- [0155] 도 28A는 구동기구의 변형예의 개략도이며, 구동기구(711)의 (H711) 및 (H712)을 (H811) 및 (H812)로 교체한다.
- [0156] 도 24A는 구동기구(711)와 센서(102)의 평면 상세도(일부 단면도)이며, 도 24B는 단면도이다.
- [0157] 도시된 바와 같이, 구동기구(711)는 렌즈(103)의 광축에 대해서 대략 반경 방향으로 연신하도록 배치되어 있다. 경통(101)을 가능한 한 컴팩트하고, 경량화 하기 위해서, 또한 구동기구의 액츄에이터의 메인티넌스성(피에조액츄에이터가 손상되었을 경우나, 어긋났을 경우의 교체 및 조정 등)을 향상시키기 위해서, 경통의 일부를 관통하도록 배치되어 있다.
- [0158] 구동기구(711)의 변위량을 계측해서, 소망한 광학요소의 면변형을 실현하기 위해서, 구동기구(711)에 의한 변위량을 계측하는 센서(102)가 구동기구(711)의 근방에 배치되어 있다. 상기 센서(102)는 렌즈프레임의 광축방향의 변위를 검출하는 수단이며, 반도체레이저를 사용한 간섭형측장기, 정전용량센서, 리니어 엔코더, 차동트랜스 변위센서, 와전류 변위센서 등이 적절하게 선택된다.
- [0159] 따라서, 실시예 7에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0160] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인티넌스가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0161] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0162] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0163] 경통측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0164] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인티넌스를 용이하게 할 수 있다.
- [0165] [실시예 8]
- [0166] 도 25A 및 도 25B는 실시예 3의 구동기구(311)를 광학요소, 특히 렌즈면을 변형시키는 장치에 적용한 예이다.
- [0167] 구동기구(911)에는, 실시예 3에서 설명한 기구(311)를 사용해도 된다. 그러나, 렌즈를 변형시키는데 필요한 변위량은 실시예 3(광학요소의 자세를 변화시키는 기구)보다 작게 되어서, 입력원인 피에조액츄에이터(912)는 실시예 3의 경우보다 짧은 타입을 사용할 수 있다. 그 결과, 홀더엔드(918)에는, 실시예 3의 기구에서 필요한 부가스프링 및 경통과의 결합이 불필요하다. 기구의 강성이 낮아, 외란진동에 대해서 광학요소가 공진하는 경우에는, 부가스프링이나, 경통과의 결합은 필요하다.
- [0168] 도 25B는 본 발명 실시예 8에 의한 구동기구 본체(911)의 사시도이다. (911)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성된 링크기구를 이루고 있다. (912)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로, 전왜소자와 전극이 교대로 적층된 신장 가능한 구동원이 밀폐형 원통 용기 내에 밀봉되고 Y축방향의 전체 길이가 인가 전압에 대략 비례해서 증가한다. (913)은 액츄에이터(912)의 치수오차를 보정하고, 이 액츄에이터에 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더엔드(918)와 상기 액츄에이터(912) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다. 도 25A 및 도 25B에 도시된 바와 같이, 구동기구(911)의 하부면의 일부만으로 경통(101)에 장착하기 때문에, 액츄에이터의 구동력이 경통에 전달되어서, 불필요한 변형과 센서(102)의 오출력을 경감한다.
- [0169] 피에조액츄에이터와 구동기구와의 결합은, 실시예 3의 경우는, 탄성힌지를 가진 피에조수용링크(311q) 및 (311r)을 개재해서 결합함으로써, 피에조액츄에이터에 유해한 모멘트가 걸리는 것을 경감하고 있었다. 본 실시

예에서는 피에조액츄에이터(912)의 한쪽 단부는 강구(綱球)(도시하지 않음)를 개재해서 구동기구(911)에 결합된다. 실시예 3과 마찬가지로 피에조접수링크(311q) 및 (311r)을 개재해서 구동기구(911)를 결합해도 된다.

[0170] 도 25A는 구동기구(911)를 2 θ 성분 보정을 위한 광학요소 면변형장치에 적용한 예이다. 2개의 구동기구(911)가 광축 주위에 대략 180도 등간격으로 경통(101)에 배치되고, 그 출력부는 렌즈(103)를 지지하는 렌즈프레임(104)에 체결되어 있다. 렌즈프레임(104)은 구동기구(911)에 대해 광축 주위에 90도 회전한 위치, 또는 2개소에 있는 광학요소내부링 고정나사(121)에 의해 경통(101)에 체결되어 있다. 두 개의 구동기구(911)의 출력부가 대략 광축에 따른 방향으로 동일한 양만큼 변위하면, 렌즈(103)는 Y축을 중심으로 휘어지거나 변형한다.

[0171] 3 θ 성분 및 4 θ 성분 등의 보다 고차의 수차를 보정하기 위해서는, 실시예 6에서 설명한 바와 같이, 구동기구(911)를 탑재하는 개수를 자유도와 함께 증가시켜도 된다. 도면으로 설명하는 것은 생략한다.

[0172] 구동기구(911)의 변위량을 계측해서, 소망한 광학요소의 면변형을 실현하기 위해서, 구동기구(911)에 의해 변위량을 계측하는 센서(102)가 구동기구(911)의 근방에 배치되어 있다. 상기 센서(102)는 렌즈프레임의 광축방향의 변위를 검출하는 수단이며, 반도체레이저를 사용한 간섭형측장기, 정전용량센서, 리니어 엔코더, 차동트랜스 변위센서, 와전류 변위센서 등이 적절하게 선택된다.

[0173] 따라서, 실시예 8에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,

[0174] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.

[0175] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.

[0176] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 형성하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.

[0177] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.

[0178] 경통측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.

[0179] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.

[0180] [실시예 9]

[0181] 도 26A 및 도 26B는 실시예 4의 구동기구(411)를 광학요소, 특히 렌즈면을 변형시키는 장치에 적용한 예이다.

[0182] 구동기구(1011)에는, 실시예 4에서 설명한 기구(411)를 사용해도 된다. 그러나, 렌즈를 변형시키는데 필요한 변위량은 실시예 4(광학요소의 자세를 변화시키는 기구)보다 작게 되어서, 입력원인 피에조액츄에이터(1012)는 실시예 4의 경우보다 짧은 타입을 사용할 수 있다. 그 결과, 홀더엔드(918)에는, 실시예 4의 기구에서 필요한 부가스프링 및 경통과의 결합이 불필요하다. 기구의 강성이 낮아, 외란진동에 대해서 광학요소가 공진하는 경우에는, 부가스프링이나, 경통과의 결합은 필요하다.

[0183] 도 26B는 본 발명 실시예 9에 의한 구동기구 본체(1011)의 사시도이다. (1011)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성된 링크기구를 이루고 있다. (1012)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로, 전소자과 전극이 교대로 신장 가능한 적층된 구동원이 밀폐형 원통 용기 내에 밀봉되고, 액츄에이터(1012)의 Y축방향의 전체 길이가 인가 전압에 대략 비례해서 증가한다. (1013)은 액츄에이터(1012)의 치수오차를 보정하고, 이 액츄에이터(1012)에 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더엔드(918)와 상기 액츄에이터(1012) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다. 도 26A 및 도 26B에 도시된 바와 같이, 구동기구(1011)의 하부면의 일부만으로 경통(101)에 장착하기 때문에,

액츄에이터의 구동력이 경통에 전달되어서, 불필요한 변형과 센서(102)의 오출력을 경감한다.

- [0184] 피에조액츄에이터와 구동기구와의 결합은, 실시예 4의 경우는, 탄성힌지를 가진 피에조수용링크(411q) 및 (411r)을 개재해서 결합함으로써, 피에조액츄에이터에 유해한 모멘트가 걸리는 것을 경감하고 있었다. 본 실시예에서는 피에조액츄에이터(912)의 한쪽 단부에 강구(綱球)(도시하지 않음)를 개재해서 구동기구(1011)와 결합된다. 실시예 4와 마찬가지로 피에조접수링크(411q) 및 (411r)을 개재해서 구동기구(1011)를 결합해도 된다.
- [0185] 도 26A는 구동기구(1011)를 2 θ 성분 보정을 위한 광학요소 면변형장치에 적용한 예이다. 2개의 구동기구(1011)가 광축 주위에 대략 180도의 등간격으로 경통(101)에 배치되고, 그 출력부는 렌즈(103)를 지지하는 렌즈프레임(104)에 체결되어 있다. 렌즈프레임(104)은 구동기구(1011)에 대해 광축 주위에 90도 회전한 위치, 또는 2개소에 있는 광학요소내부링 고정나사(121)에 의해 경통(101)에 체결되어있다. 두 개의 구동기구(911)의 출력부가 대략 광축에 따른 방향으로 동일한 양만큼 변위하면, 렌즈(103)는 Y축을 중심으로 휘어지거나 변형한다.
- [0186] 3 θ 성분 및 4 θ 성분 등의 보다 고차의 수차를 보정하는 경우에는, 실시예 6에서 설명한 바와 같이, 구동기구(911)를 탑재하는 개수를 자유도와 함께 증가시켜도 된다. 도면으로 설명하는 것은 생략한다.
- [0187] 구동기구(1011)의 변위량을 계측해서, 소망한 광학요소의 면변형을 실현하기 위해서, 구동기구(1011)에 의한 변위량을 계측하는 센서(102)가 구동기구(911)의 근방에 배치되어 있다. 상기 센서(102)는 렌즈프레임의 광축방향의 변위를 검출하는 수단이며, 반도체레이저를 사용한 간섭형측장기, 정전용량센서, 리니어 엔코더, 차동트랜스 변위센서, 와전류 변위센서 등이 적절하게 선택된다.
- [0188] 따라서, 실시예 9에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0189] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0190] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0191] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0192] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0193] 경통측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0194] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다
- [0195] [실시예 10]
- [0196] 도 27A 및 도 27B는 실시예 5의 구동기구(511)를 광학요소, 특히 렌즈면을 변형시키는 장치에 적용한 예이다.
- [0197] 구동기구(1111)에는, 실시예 5에서 설명한 기구(511)를 사용해도 된다. 그러나, 렌즈를 변형시키는데 필요한 변위량은 실시예 5(광학요소의 자세를 변화시키는 기구)보다 작게 되어서, 입력원인 피에조액츄에이터(1112)는 실시예 5의 경우보다 짧은 타입을 사용할 수 있다. 그 결과, 홀더엔드(918)에는, 실시예 5의 기구에서 필요한 부가스프링 및 경통과의 결합이 불필요하다. 기구의 강성이 낮아, 외란진동에 대해서 광학요소가 공진하는 경우에는, 부가스프링이나, 경통과의 결합은 필요하다.
- [0198] 도 27B는 본 발명 실시예 10에 의한 구동기구 본체(1111)의 사시도이다. (1111)은 구동기구 본체이며, 금속블록으로부터, 와이어 방전가공 및 밀링가공에 의해 형성된 링크기구를 이루고 있다. (1112)는 적층형 피에조액츄에이터이며, 실시예 1의 피에조액츄에이터(112)와 마찬가지로, 전왜소자와 전극이 교대로 적층된 신장 가능한 구

동원이 밀폐형 원통 용기 내에 밀봉되고, Y축방향의 전체 길이가 인가 전압에 대략 비례해서 증가한다. (1113)은 액츄에이터(1112)의 치수오차를 보정하고, 이 액츄에이터(1112)에 예압을 주기 위한 조정나사이며, 홀더엔드(918)와 상기 액츄에이터(1112) 사이에 삽입된다. 이 조정나사는 너트에 의해 고정된다. 도 27A 및 도 27B에 도시된 바와 같이, 구동기구(1111)의 하부면의 일부만으로 경통(101)에 장착하기 때문에, 액츄에이터의 구동력이 경통에 전달되어서, 불필요한 변형과 센서(102)의 오출력을 경감한다.

- [0199] 피에조액츄에이터와 구동기구와의 결합은, 실시예 5의 경우는, 탄성힌지를 가진 피에조수용링크(511q) 및 (511r)을 개재해서 결합함으로써, 피에조액츄에이터에 유해한 모멘트가 걸리는 것을 경감하고 있었다. 본 실시예에서는 피에조액츄에이터(1112)의 한쪽 단부에 강구(鋼球)(도시하지 않음)를 개재해서 구동기구(1111)와 결합된다. 실시예 5와 마찬가지로 피에조접수링크(511q) 및 (511r)을 개재해서 구동기구(1111)를 결합해도 된다.
- [0200] 도 27A는 구동기구(1111)를 2 θ 성분 보정을 위한 광학요소 면변형장치에 적용한 예이다. 2개의 구동기구(1011)가 광축 주위에 대략 180도의 등간격으로 경통(101)에 배치되고, 그 출력부는 렌즈(103)를 지지하는 렌즈프레임(104)에 체결되어 있다. 렌즈프레임(104)은 구동기구(1111)에 대해 광축 주위에 90도 회전한 위치, 또는 2개소에 있는 광학요소내부링 고정나사(121)에 의해 경통(101)에 체결되어 있다. 두 개의 구동기구(1111)의 출력부가 대략 광축을 따른 방향으로 동일한 양만큼 변위하면, 렌즈(103)는 Y축을 중심으로 휘어지거나 변형한다.
- [0201] 3 θ 성분 및 4 θ 성분 등의 보다 고차의 수차를 보정하는 경우에는, 실시예 6에서 설명한 바와 같이, 구동기구(1111)를 탑재하는 개수를 자유도와 함께 증가시켜도 된다. 도면으로 설명하는 것은 생략한다.
- [0202] 구동기구(1111)의 변위량을 계측해서, 소망한 광학요소의 면변형을 실현하기 위해서, 구동기구(1111)에 의한 변위량을 계측하는 센서(102)가 구동기구(1111)의 근방에 배치되어 있다. 상기 센서(102)는 렌즈프레임의 광축방향의 변위를 검출하는 수단이며, 반도체레이저를 사용한 간섭형측장기, 정전용량센서, 리니어 엔코더, 차동트랜스 변위센서, 와전류 변위센서 등이 적절하게 선택된다.
- [0203] 따라서, 실시예 10에 의하면, 다음의 효과를 제공한다,
- [0204] 적층 피에조액츄에이터 등의 리니어액츄에이터는 변위의 방향을 변경시키는 링크기구의 최종 출력부로부터 떨어져 있거나, 또는 경통 외부로부터 접근하기 쉬운 위치에 배치된다. 이에 의해, 상기 구동기구를 광학요소의 주위에 복수 배치하는 광학요소 구동기구에 있어서, 리니어 액츄에이터를 경통 최외부 근방에 배치한다. 이 구성에 의해, 교체 등의 메인テナンス가 용이하고, 또한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0205] 또한, 링크기구의 형상이 대략 대칭이기 때문에, 최종 변위출력부의 의도한 방향 이외의 변위를 최소화할 수 있다.
- [0206] 액츄에이터와 접촉하는 변위추출링크는 병진운동만을 발생하고 회전변위는 발생하지 않기 때문에, 액츄에이터에 휨방향의 변형응력이 발생하지 않아, 액츄에이터의 손상을 회피할 수 있다.
- [0207] 또, 액츄에이터의 출력변위추출부재와 추출된 방향의 방향변환부재를 별도의 부재로서 제작했기 때문에, 링크기구의 가장 두꺼운 부분의 치수를 액츄에이터의 높이와 동등한 정도로 얇게 하는 것이 가능하다. 이 구성에 의해 최종출력 변위방향의 치수를 단축한 박형의 구동기구를 제공할 수 있다.
- [0208] 경통측면에 형성하는, 외부로부터 액세스용의 구멍을 1개소로 할 수 있기 때문에, 경통의 강성을 가능한 한 높게 유지할 수 있다고 하는 효과를 얻을 수 있다.
- [0209] 따라서, 구동축방향으로 큰 두께가 아닌 박형의 구동기구에 의해, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있어서 높은 상 성능을 가지는 광학계를 실현할 수 있다. 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 설치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 파손이나 어긋남에 의해 변동을 일으켰을 경우에도, 교체 및 조정 등의 메인テナンス를 용이하게 할 수 있다.
- [0210] 상기의 실시예는 그 전체 길이가 변화하는 적층형 피에조액츄에이터를 예로 설명했지만, 모터와 볼나사를 조합한 정밀 직동기구, 및 유체밀봉수단(예를 들면, 유압 또는 공압실린더, 및 벨로우즈) 등의 그 외의 구동수단을 사용해도 된다.
- [0211] 각 실시예에 의하면, 구동축방향으로 두껍지 않고, 보다 많은 구동기구 유닛을 설치할 수 있는 박형의 구동기구를 구성할 수 있어서, 높은 상(像) 성능을 가지는 광학계를 실현될 수 있다. 또 구동원인 액츄에이터를 경통의 외부에 배치할 수 있으므로, 액츄에이터가 뜻하지 않은 고장이나 어긋남 등의 변동을 일으켰을 경우에, 교체 및 조정 등의 메인テナンス가 용이하다.

도면의 간단한 설명

- [0212] 도 1A 내지 도 1C는 본 발명의 실시예 1에 의한 구동기구의 구조도;

[0213] 도 2는 본 발명에 의한 구동기구를 탑재하는 반도체 노광장치의 전체도;

[0214] 도 3A 내지 도 3C는 본 발명의 구동기구를 렌즈 구동장치에 응용한 도면;

[0215] 도 4A 및 도 4B는 본 발명에 의한 구동기구의 밀봉 방법을 나타낸 도면;

[0216] 도 5A 내지 도 5C는 본 발명의 실시예 1에 의한 구동기구의 구조 상세도;

[0217] 도 6A 및 도 6B는 본 발명의 실시예 1에 의한 구동기구의 동작 설명도;

[0218] 도 7은 본 발명에 의한 광학요소 구동장치의 제어 블록도;

[0219] 도 8은 본 발명에 의한 광학요소 구동장치의 제어 흐름도;

[0220] 도 9A 내지 도 9C는 본 발명의 실시예 1에 의한 구동기구의 구조 상세도;

[0221] 도 10은 본 발명의 실시예 1의 부분 확대도;

[0222] 도 11A 및 도 11B는 본 발명의 실시예 1에 의한 피에조리시버의 상세도;

[0223] 도 12A 내지 도 12C는 본 발명의 실시예 2에 의한 구동기구의 구조도;

[0224] 도 13은 본 발명의 실시예 2에 의한 구동기구의 동작 설명도;

[0225] 도 14A 및 도 14B는 본 발명의 실시예 3에 의한 구동기구의 구조도와 동작설명도;

[0226] 도 15A 및 도 15B는 본 발명의 실시예 4에 의한 구동기구의 구조도;

[0227] 도 16A 내지 도 16C는 본 발명의 실시예 4에 의한 구동기구의 구조 상세도;

[0228] 도 17A 및 도 17B는 본 발명의 실시예 4에 의한 구동기구의 동작 설명도;

[0229] 도 18A 내지 도 18C는 본 발명의 실시예 5에 의한 구동기구의 구조도;

[0230] 도 19A 내지 도 19C는 본 발명의 실시예 5에 의한 구동기구의 구조 상세도;

[0231] 도 20A 및 도 20B는 본 발명의 실시예 5에 의한 동작 설명도;

[0232] 도 21A 내지 도 21C는 본 발명의 실시예 6의 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 예를 나타낸 도면;

[0233] 도 22는 본 발명의 실시예 6에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 다른 예를 나타낸 도면;

[0234] 도 23A 및 도 23B는 본 발명의 실시예 7에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 예시적인 구조도;

[0235] 도 24A 및 도 24B는 본 발명의 실시예 7에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용했을 때의 부분 확대도;

[0236] 도 25A 및 도 25B는 본 발명의 실시예 8에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 예시적인 구조도;

[0237] 도 26A 및 도 26B는 본 발명의 실시예 9에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 예시적인 구조도;

[0238] 도 27A 및 도 27B는 본 발명의 실시예 10에 의한 구동기구를 광학요소 변형기구에 응용한 예시적인 구조도;

[0239] 도 28A 및 도 28B는 본 발명의 실시예 7에 의한 구동기구의 다른 예의 동작을 설명한 도면.

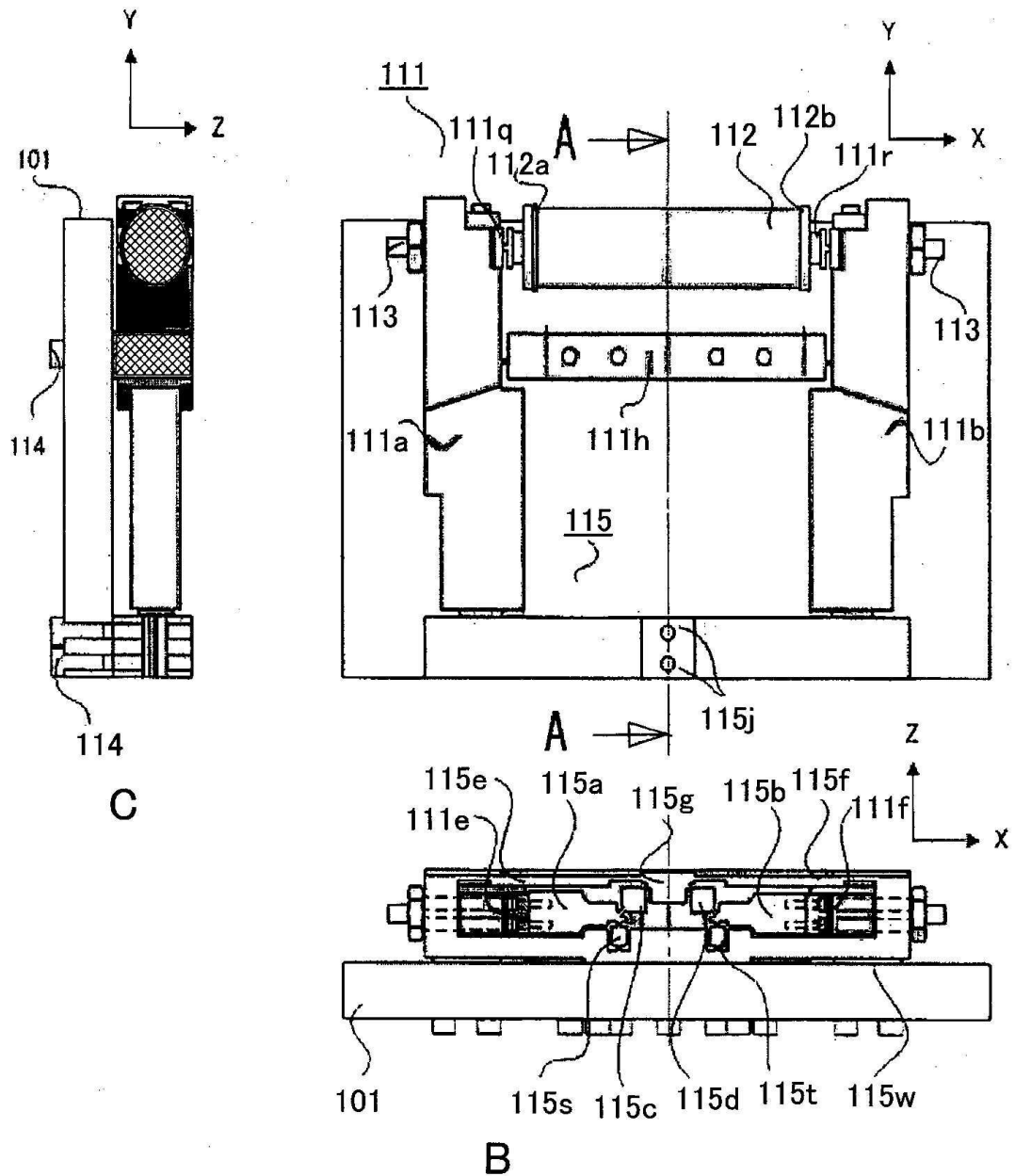
[0240] [도면의 주요부분에 대한 부호의 설명]

[0241] 1: 투영광학계	2: 경통지지부
[0242] 3: 베이스프레임	4: 조명유닛
[0243] 5: 레티클	6: 레티클스테이지
[0244] 8: 반도체 웨이퍼	9: 웨이퍼스테이지
[0245] 10: 렌즈제어수단	101: 경통

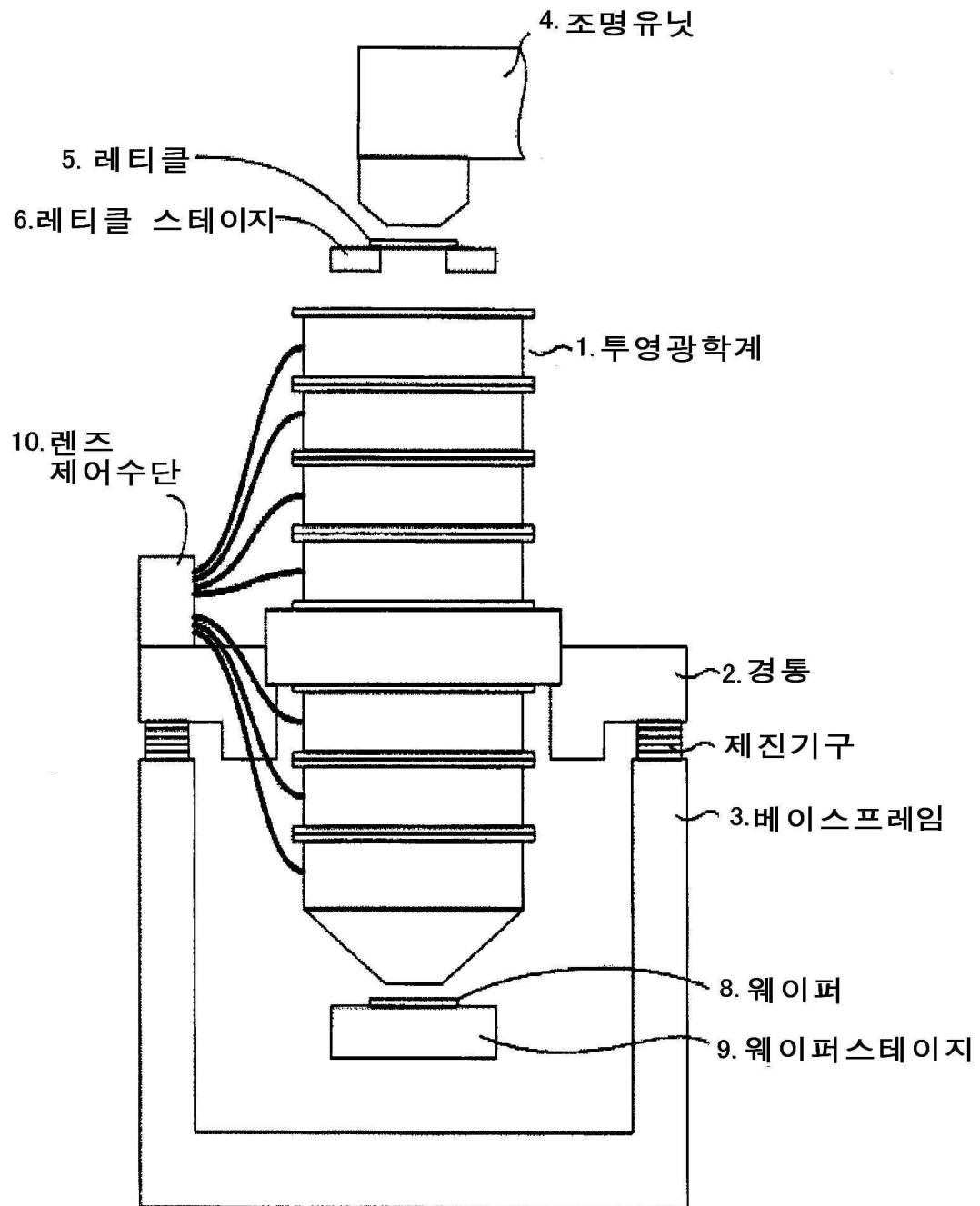
[0246]	102: 센서	111: 구동기구본체
[0247]	112: 액츄에이터	113: 조정나사
[0248]	114: 구동기구 부착나사	115: 방향변환부재

도면

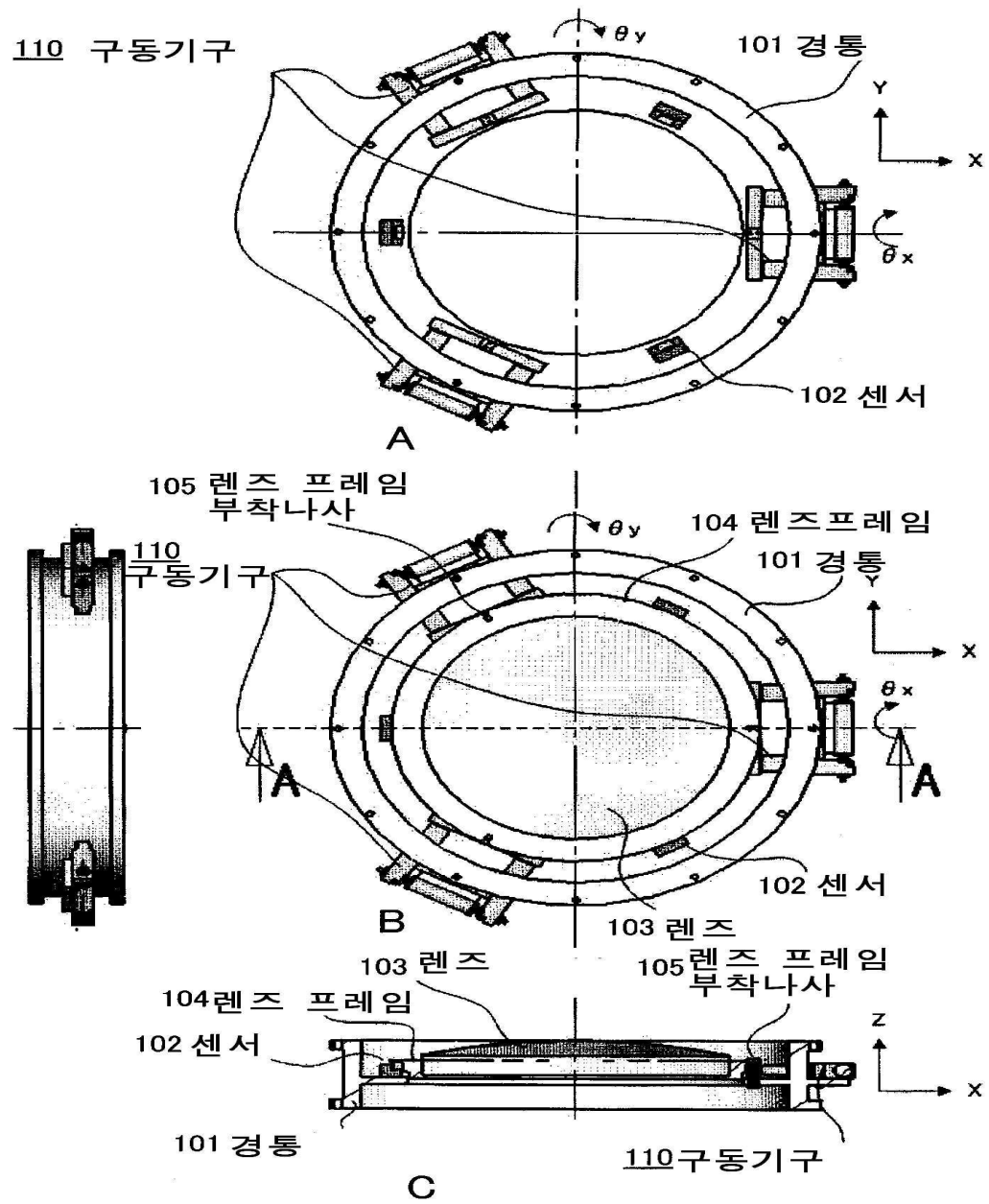
도면1



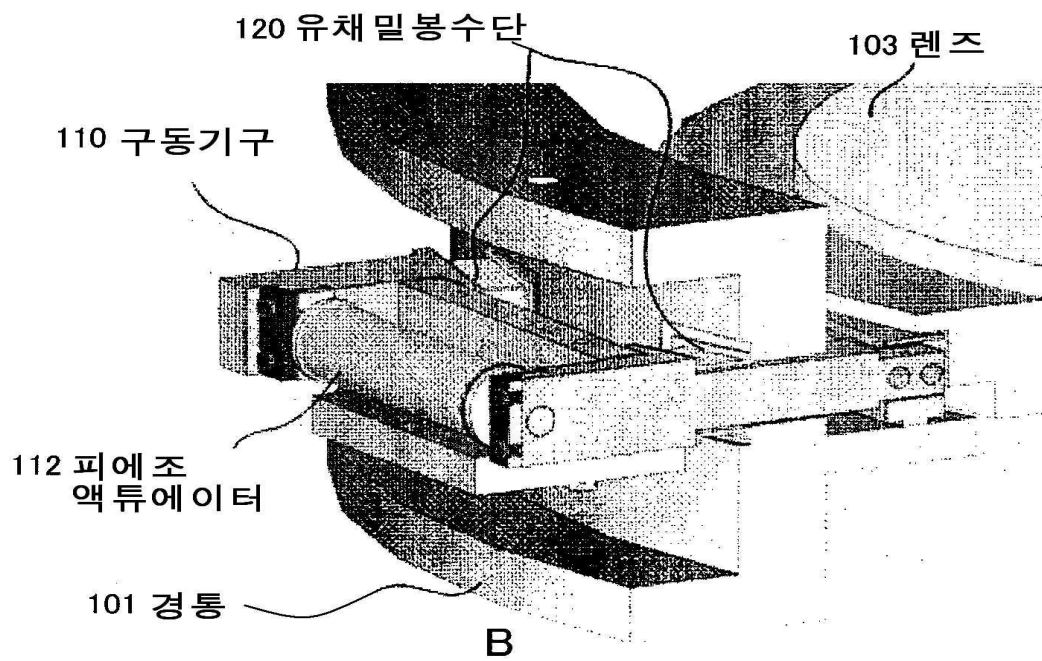
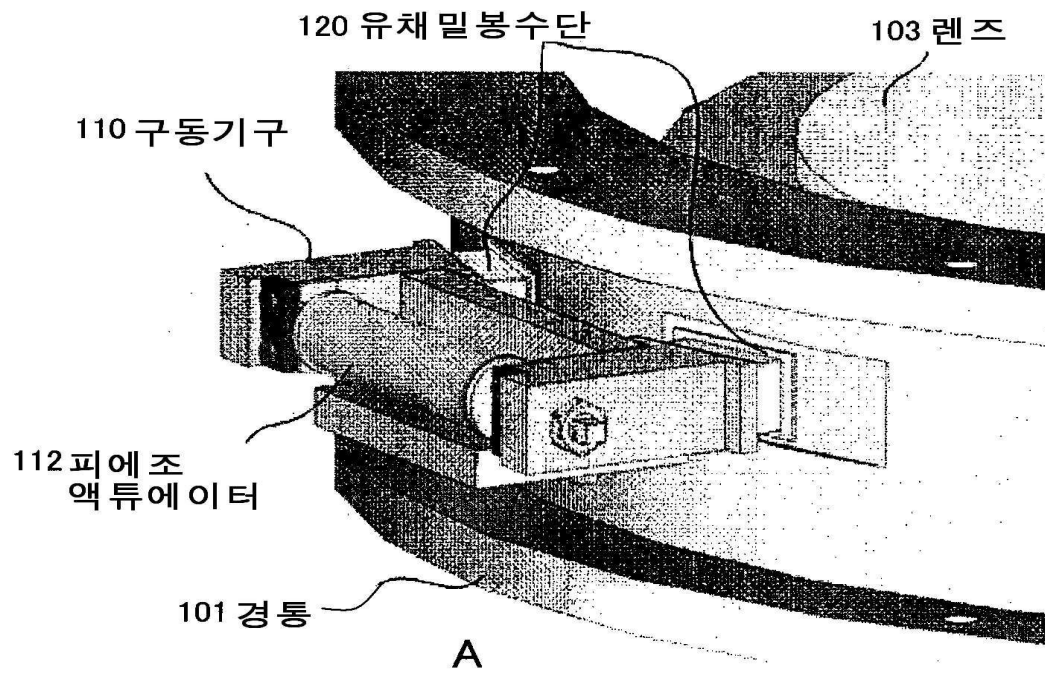
도면2



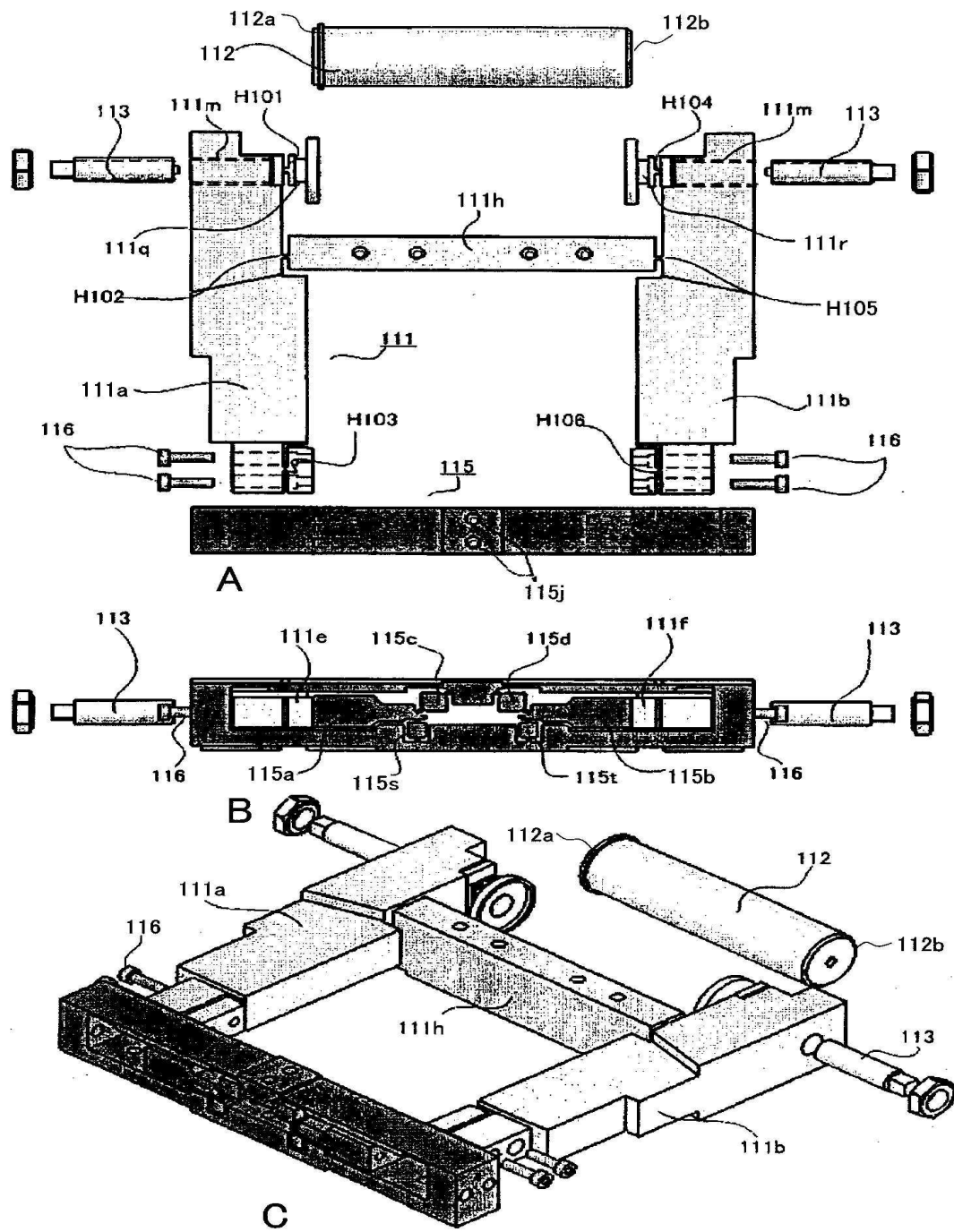
도면3



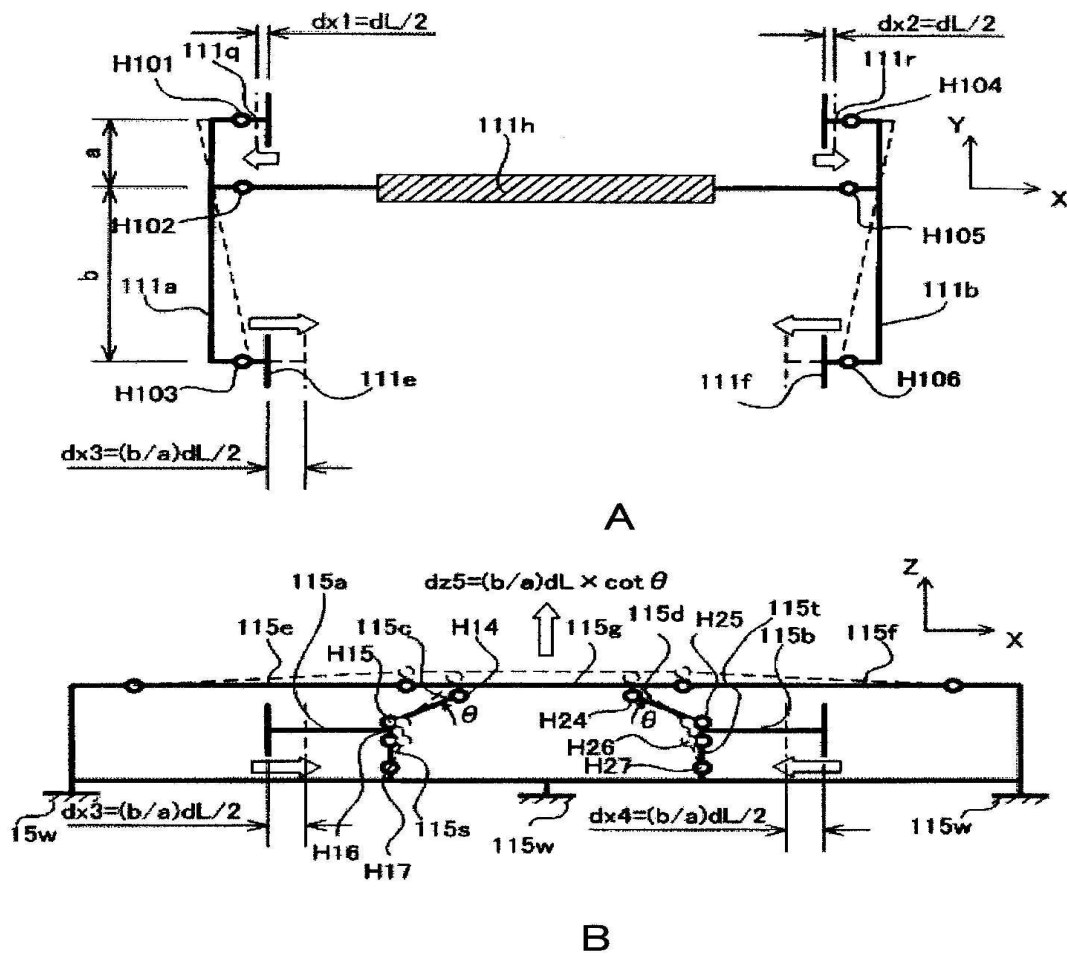
도면4



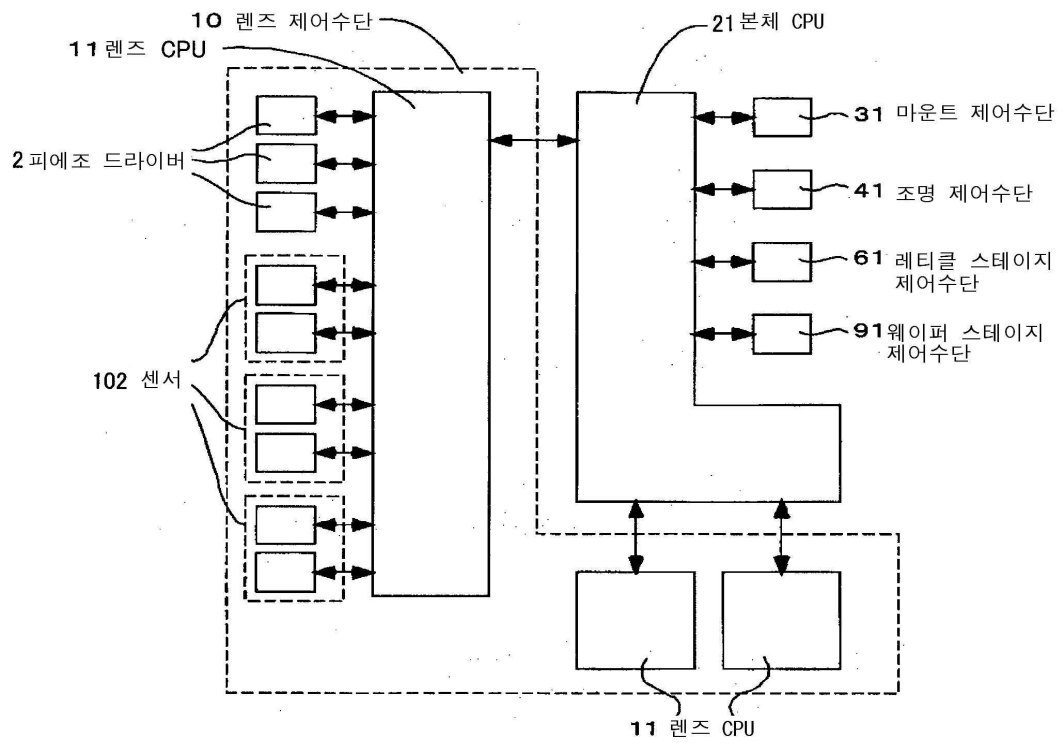
도면5



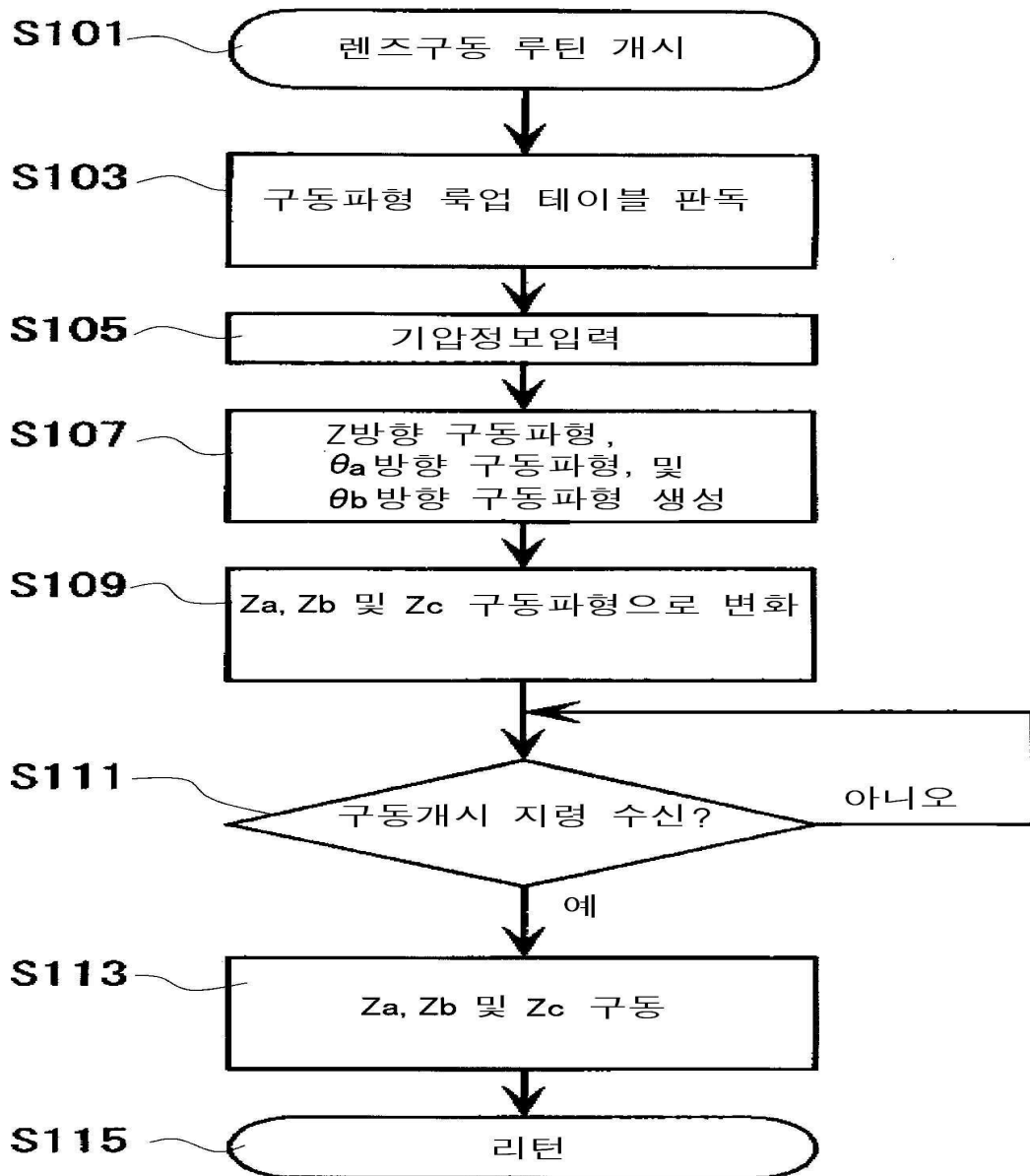
도면6



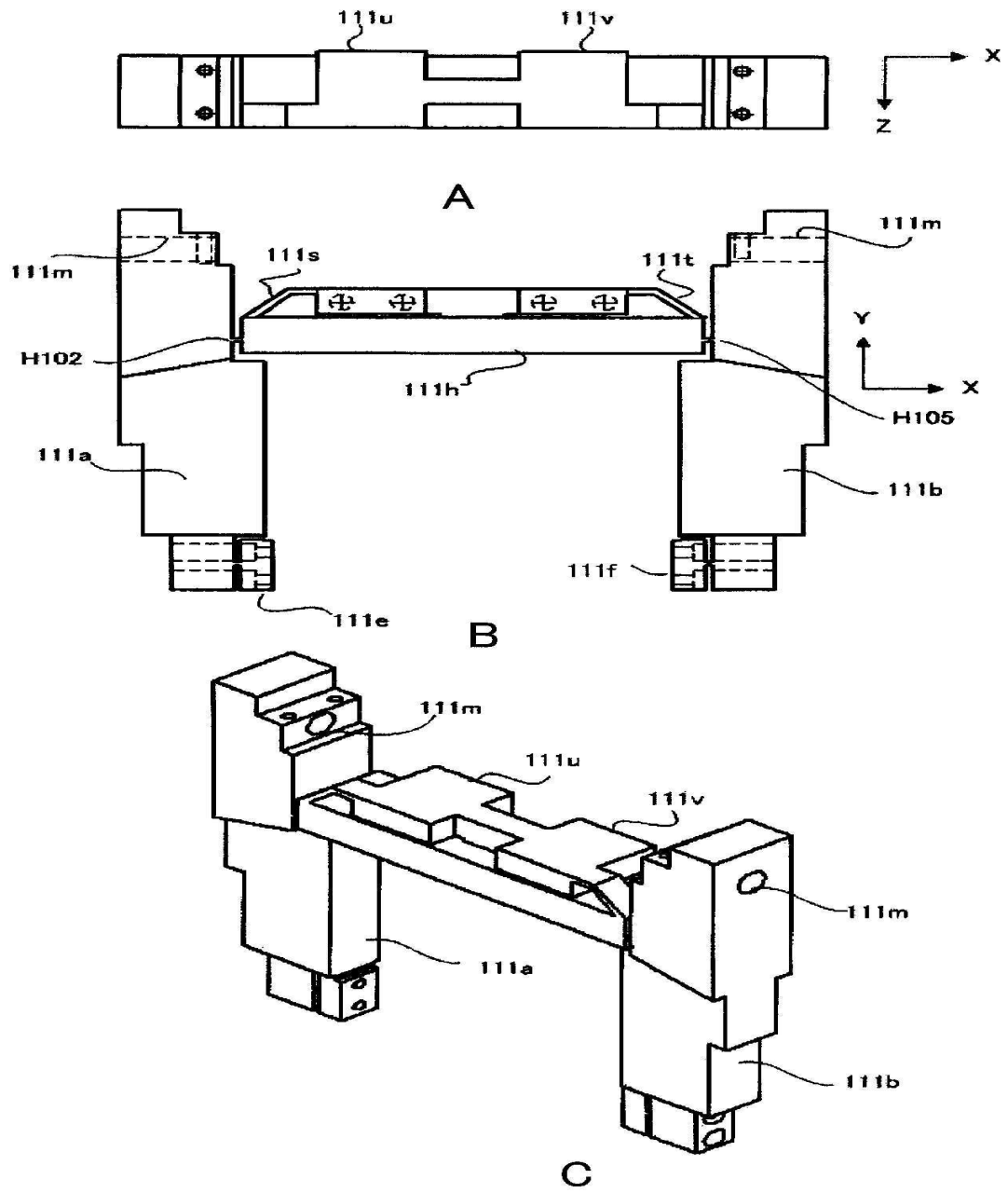
도면7



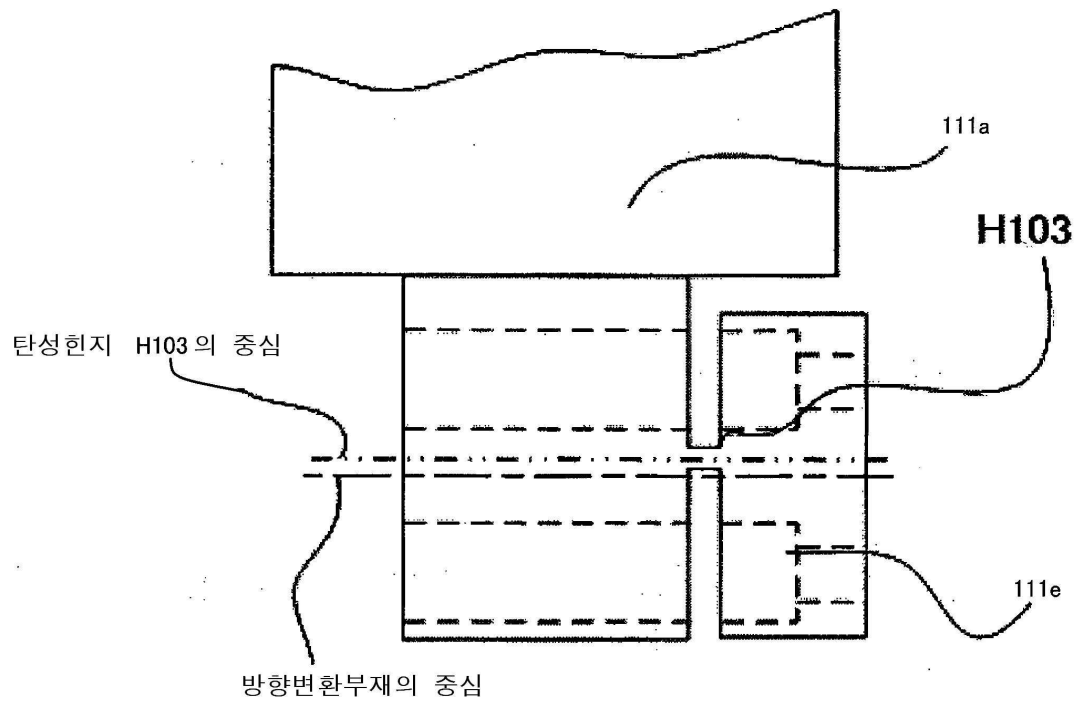
도면8



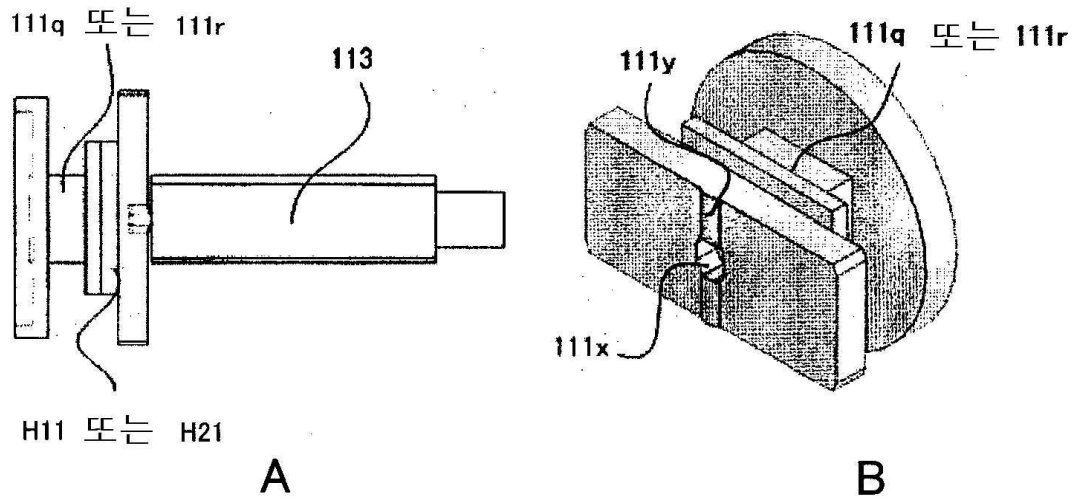
도면9



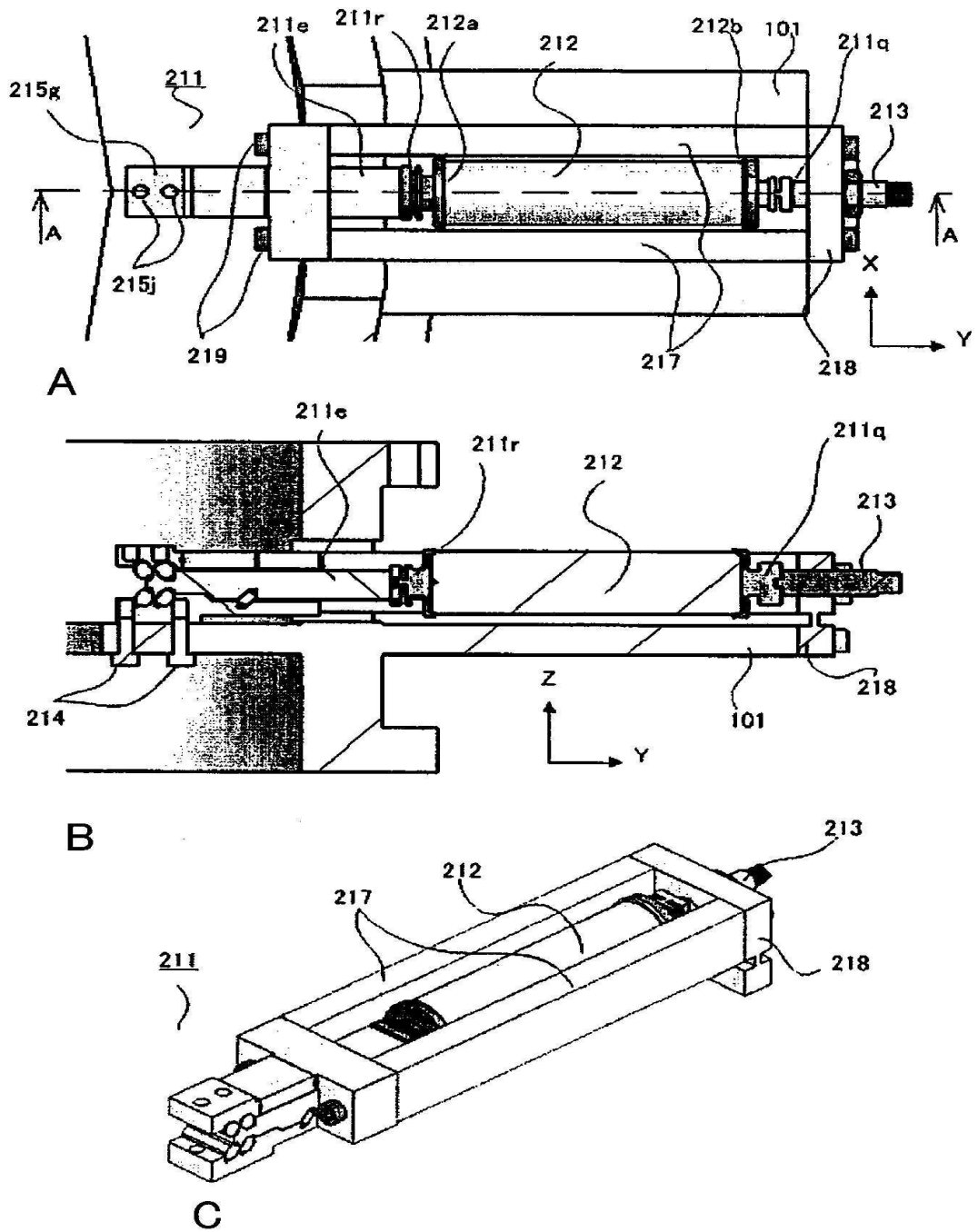
도면10



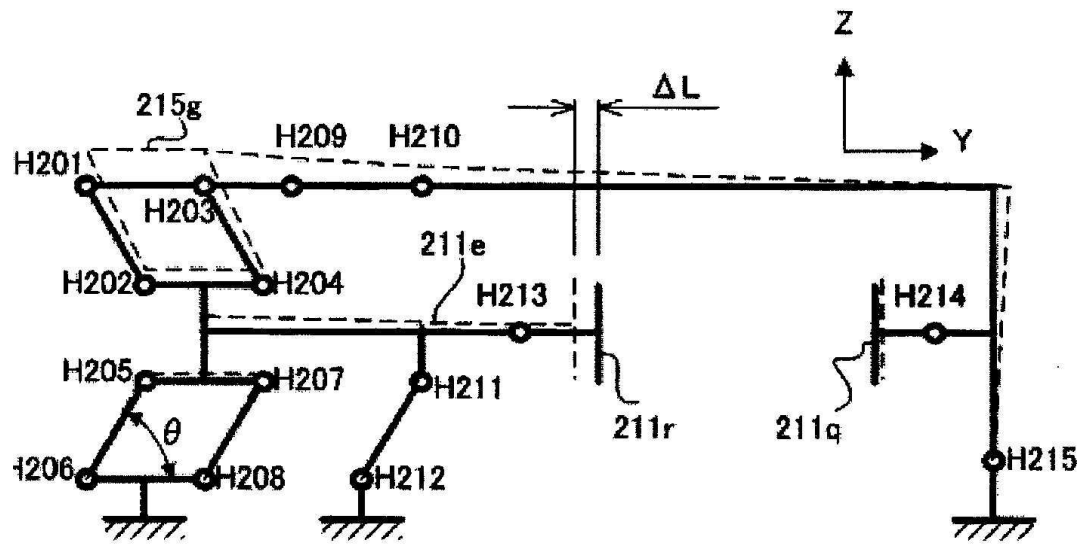
도면11



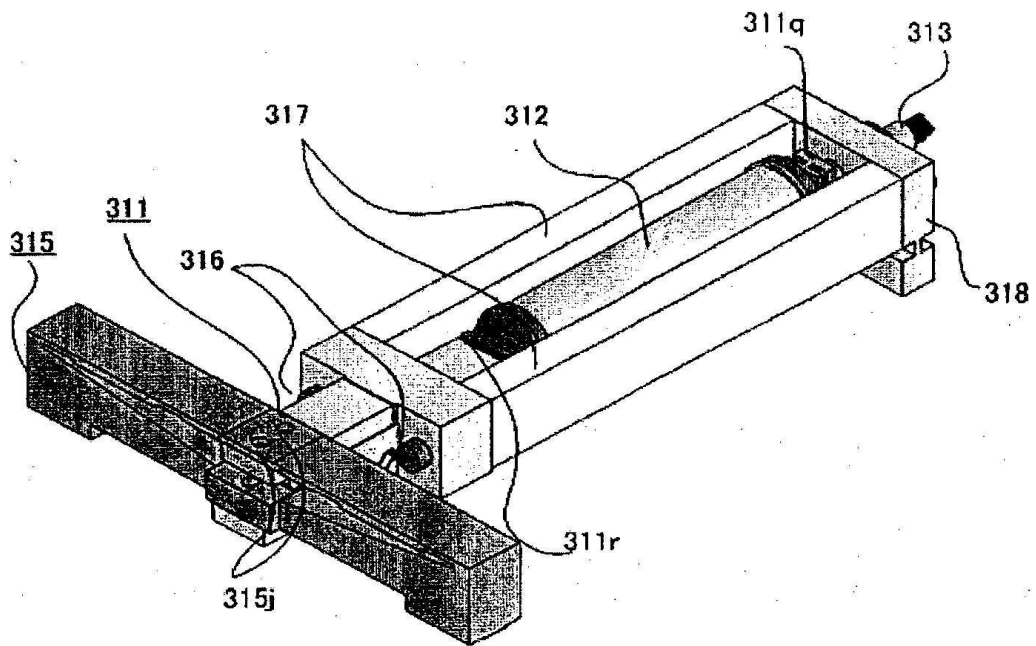
도면12



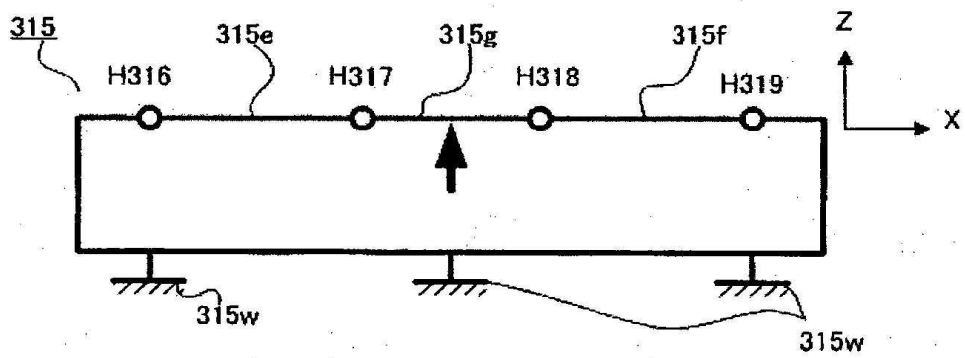
도면13



도면14

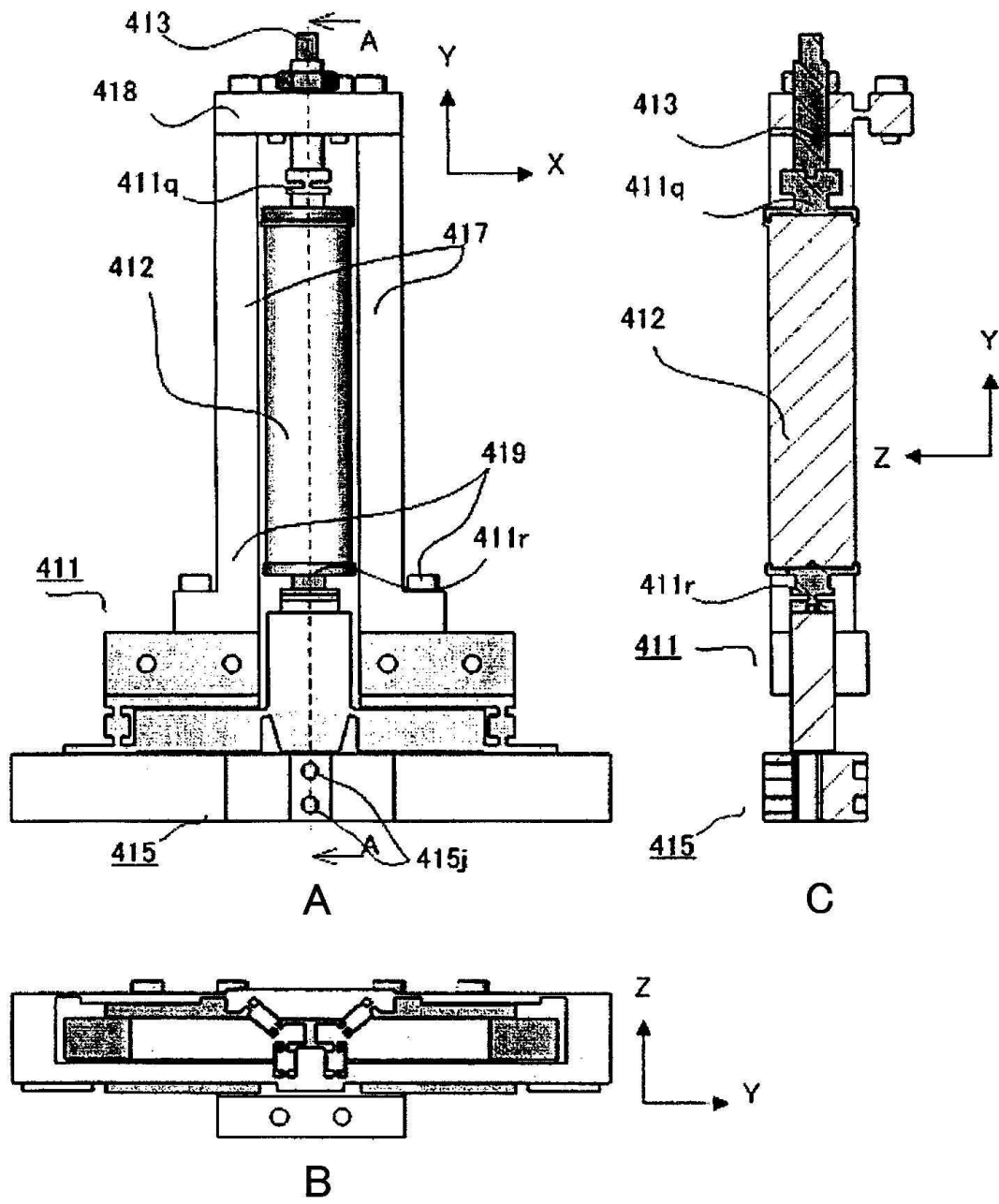


A

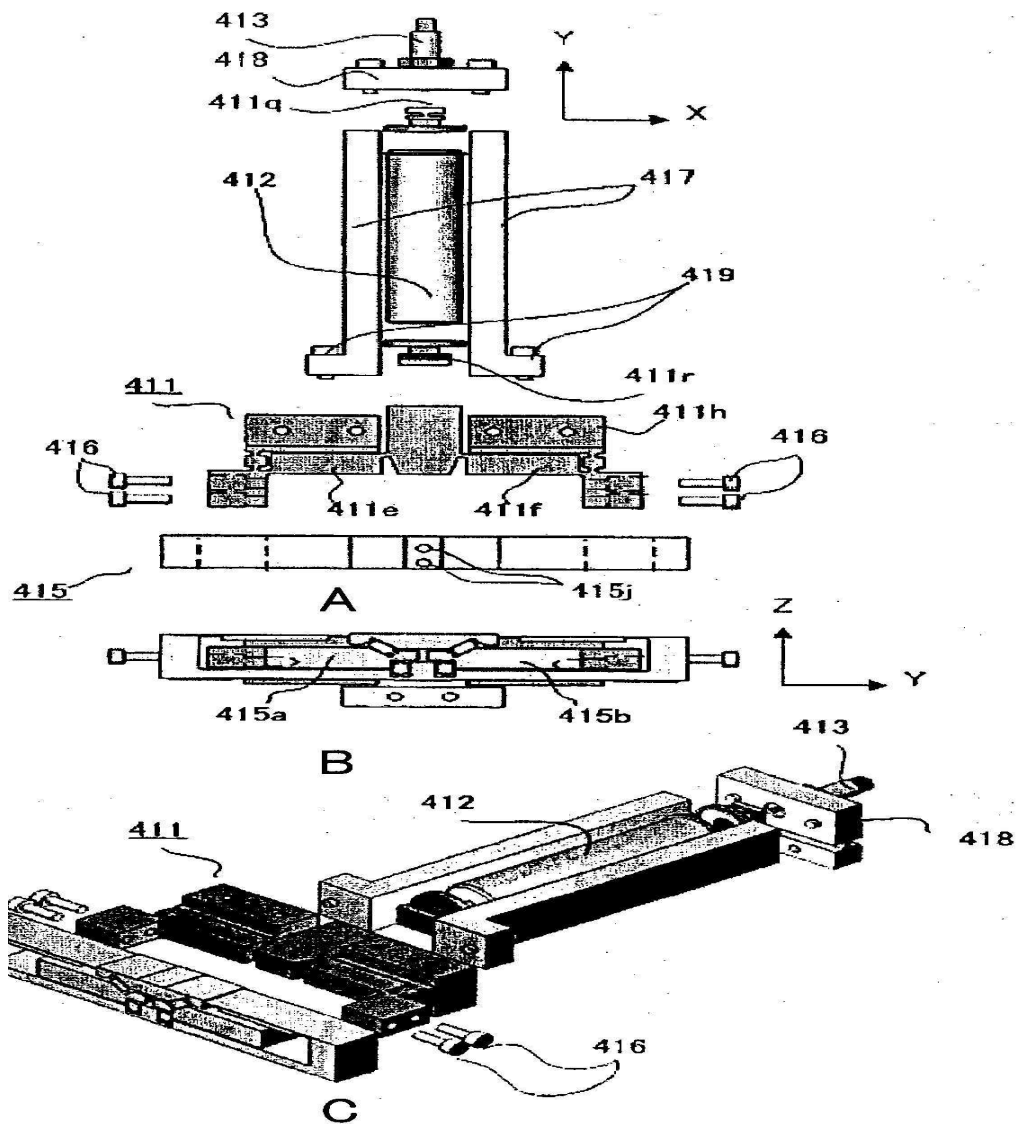


B

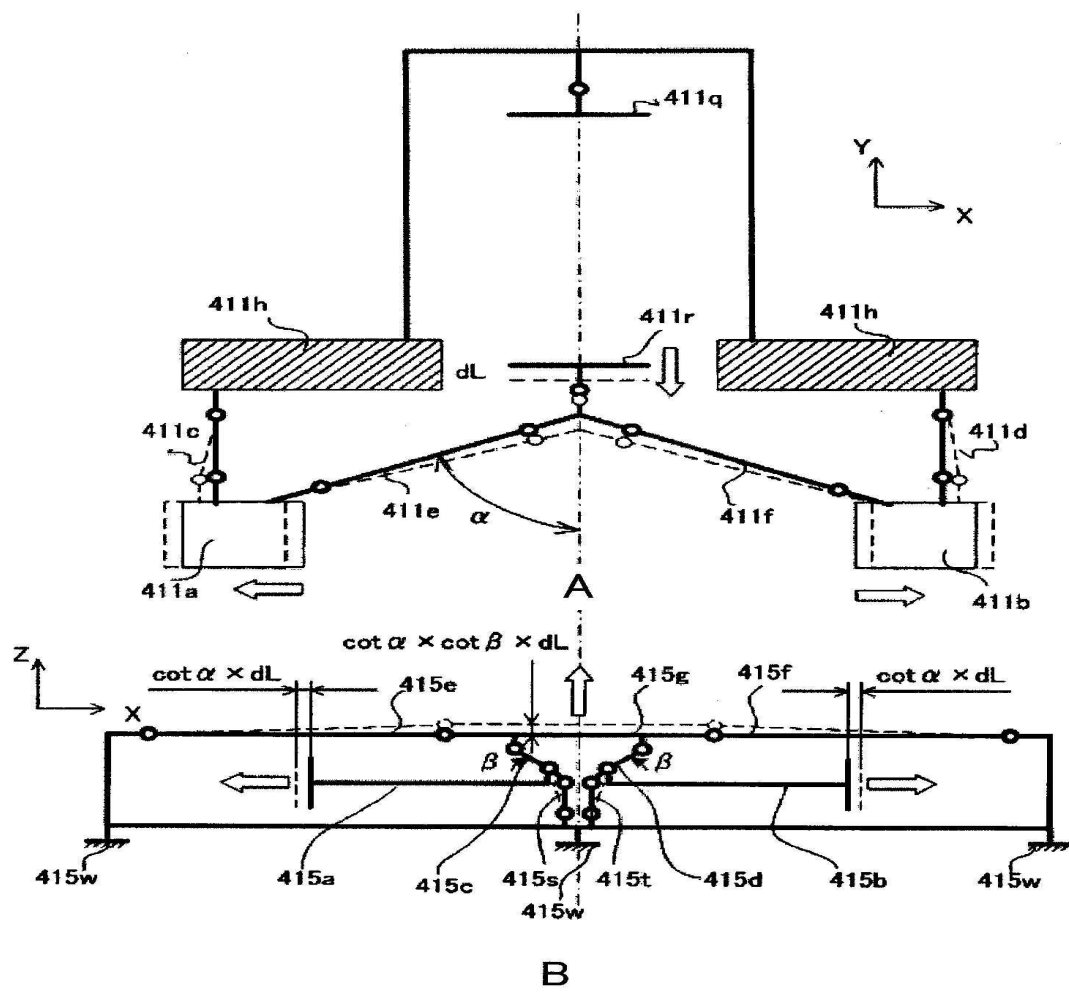
도면15



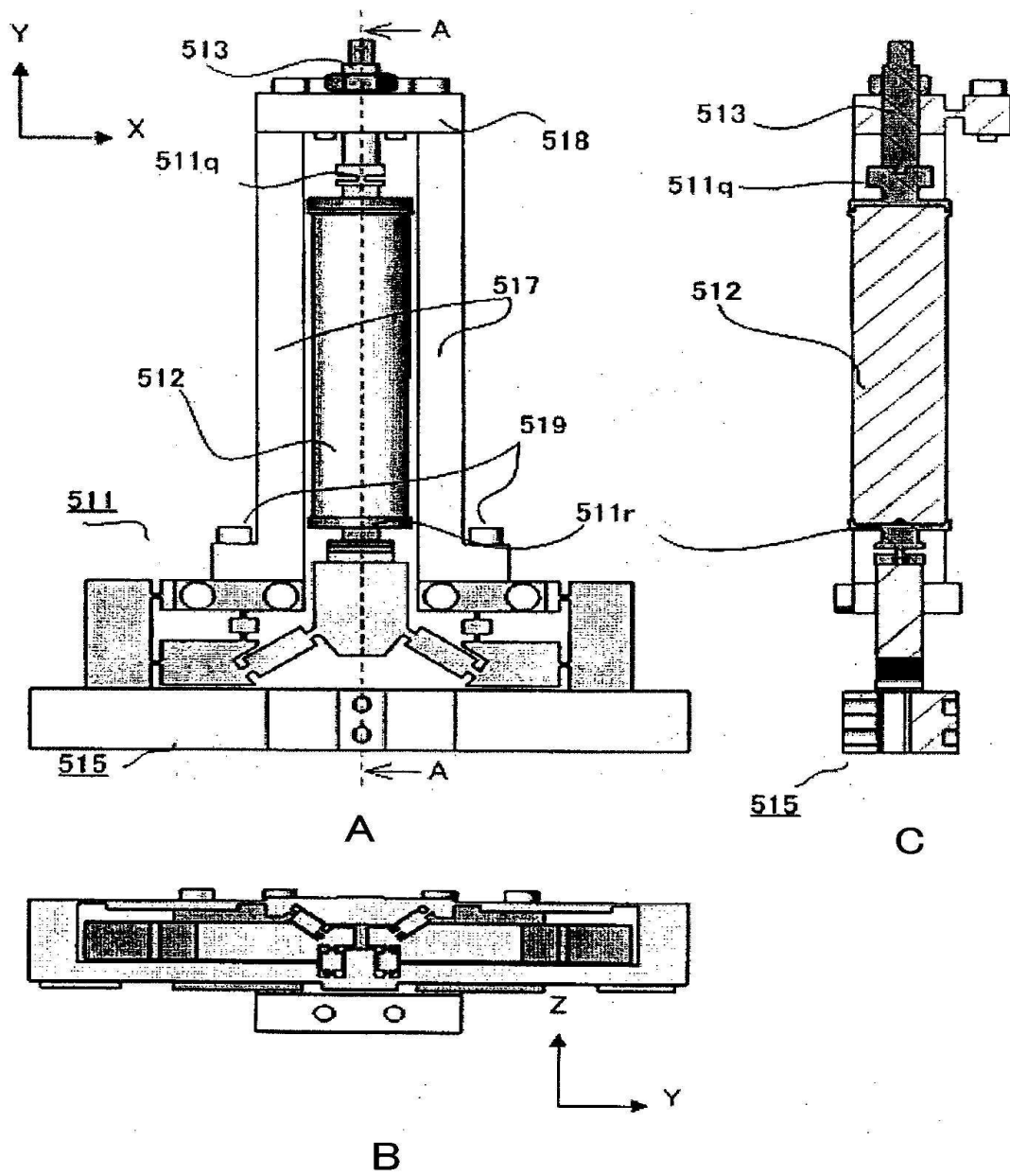
도면16



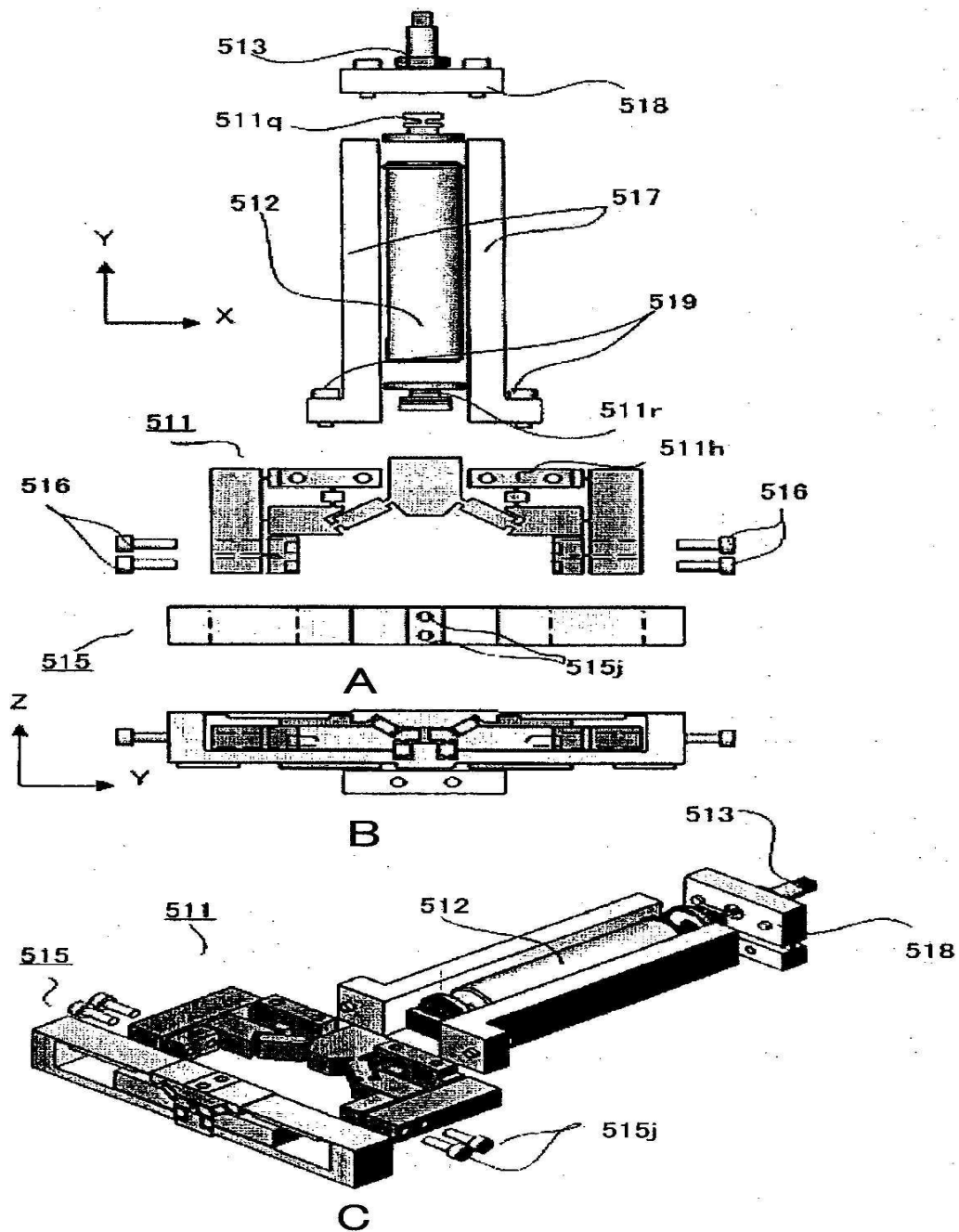
도면17



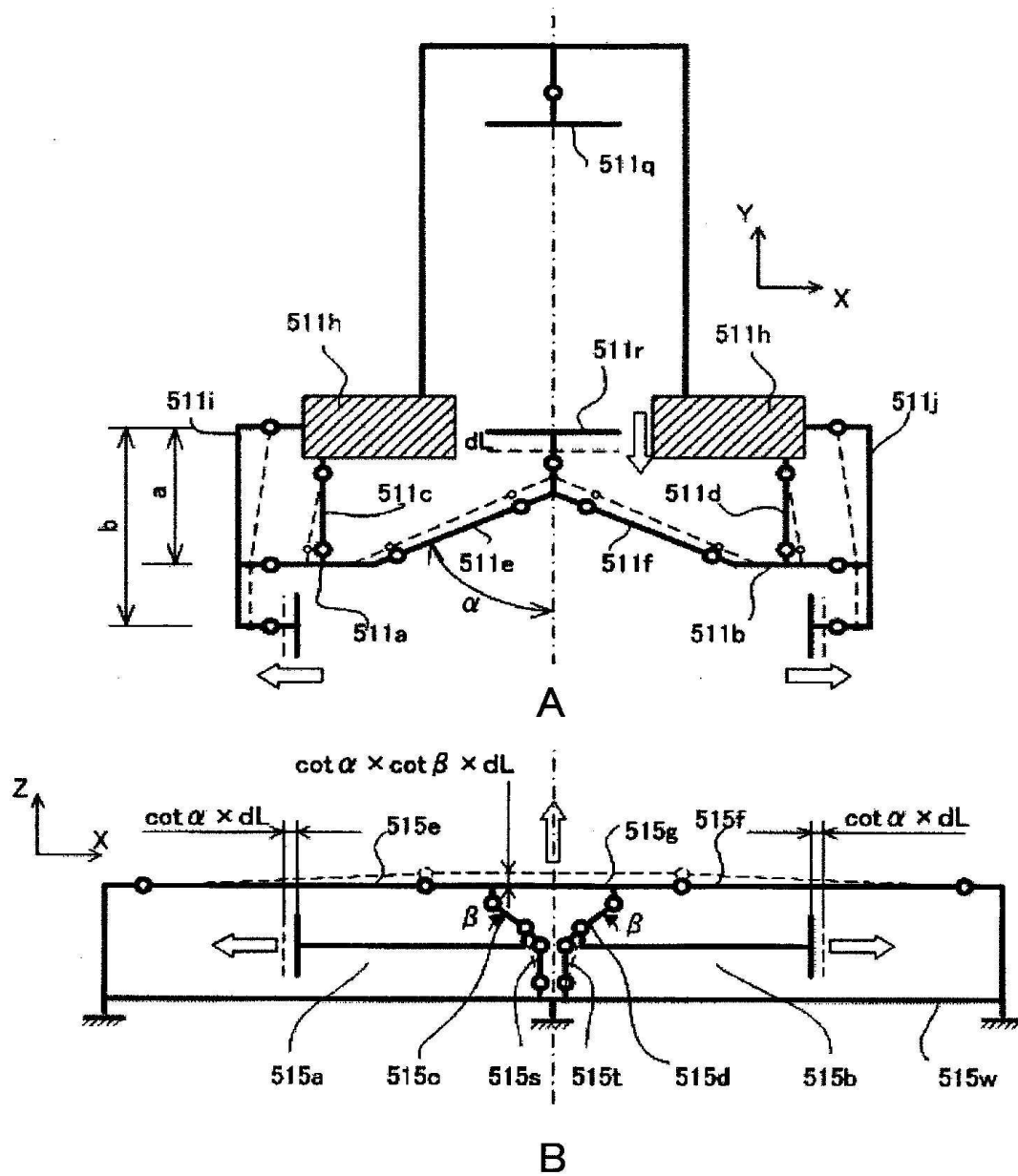
도면18



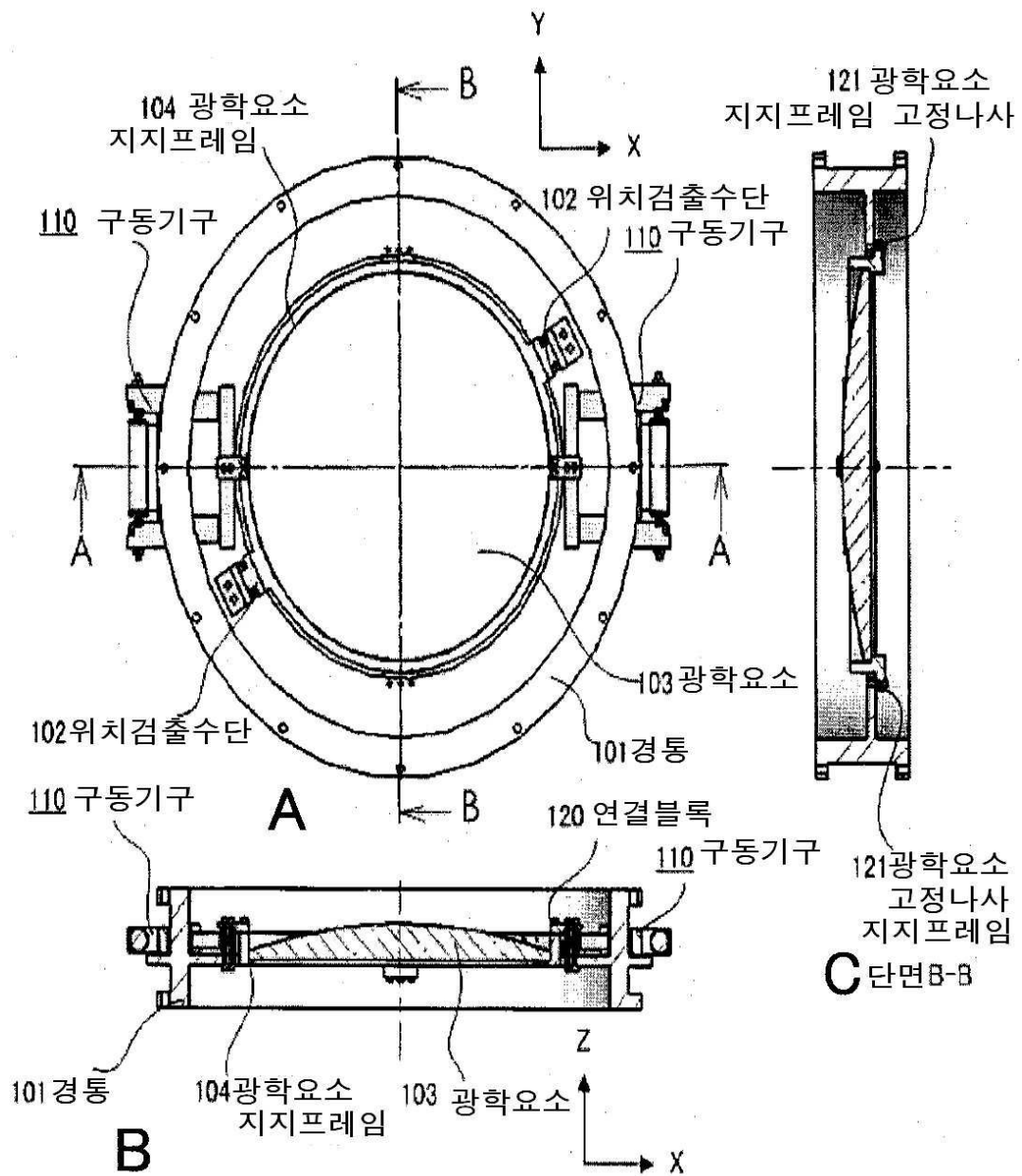
도면19



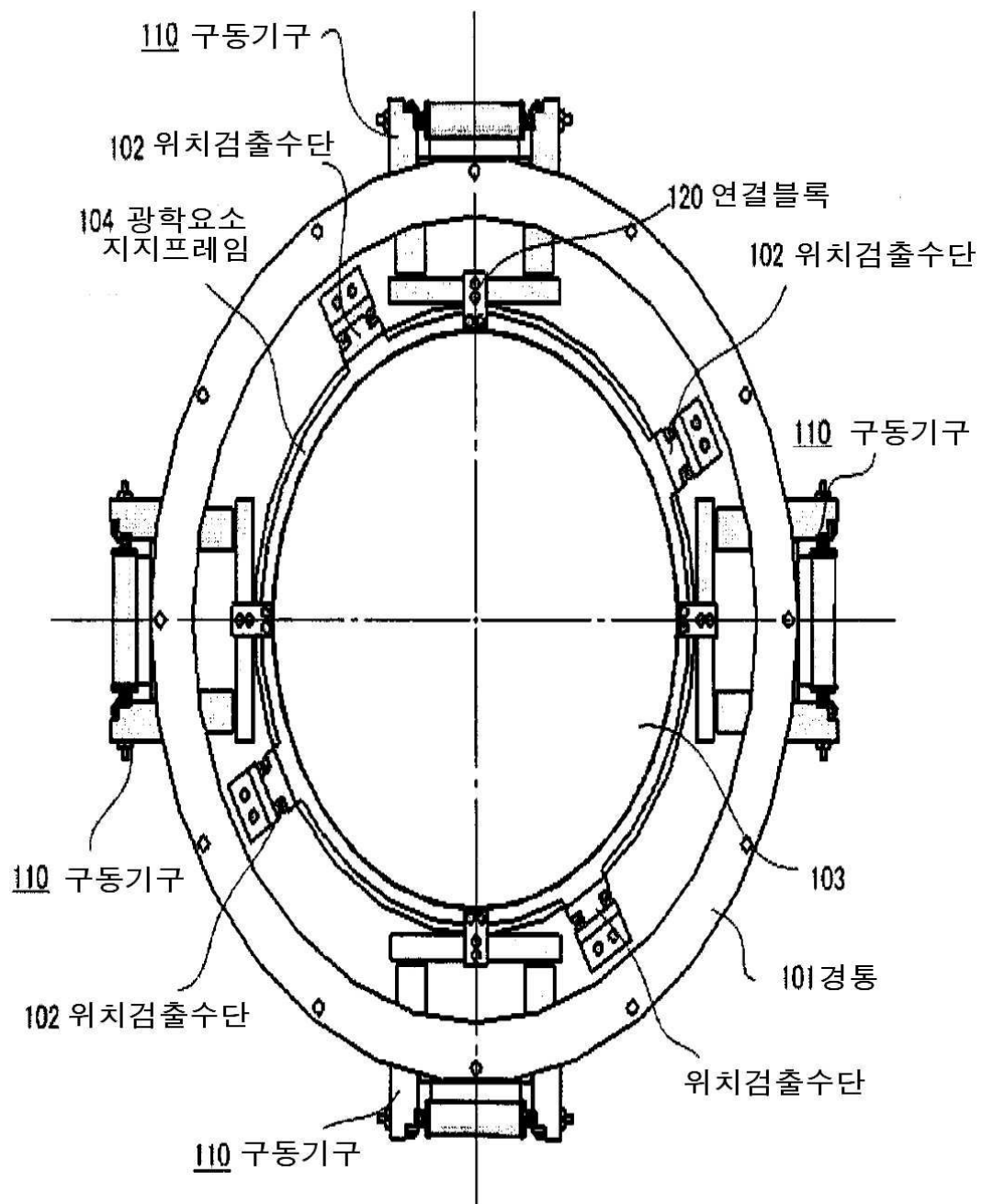
도면20



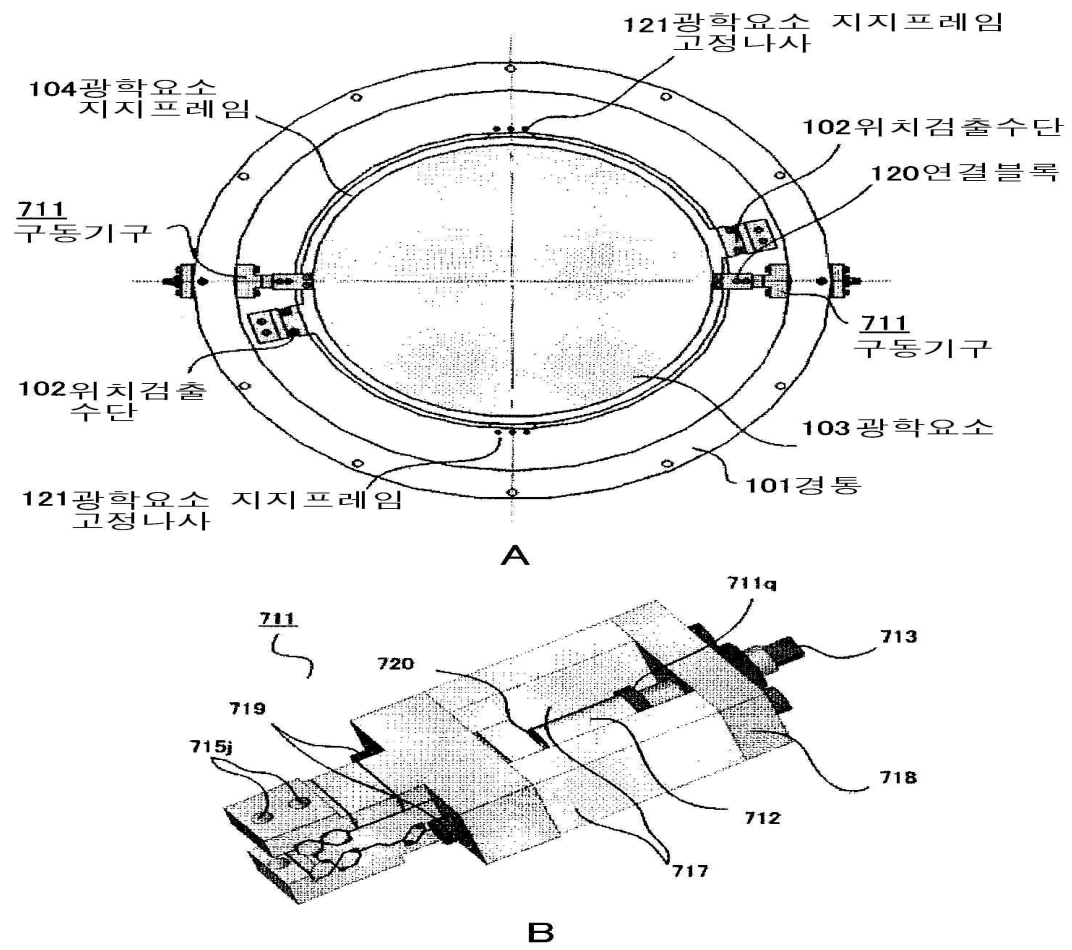
도면21



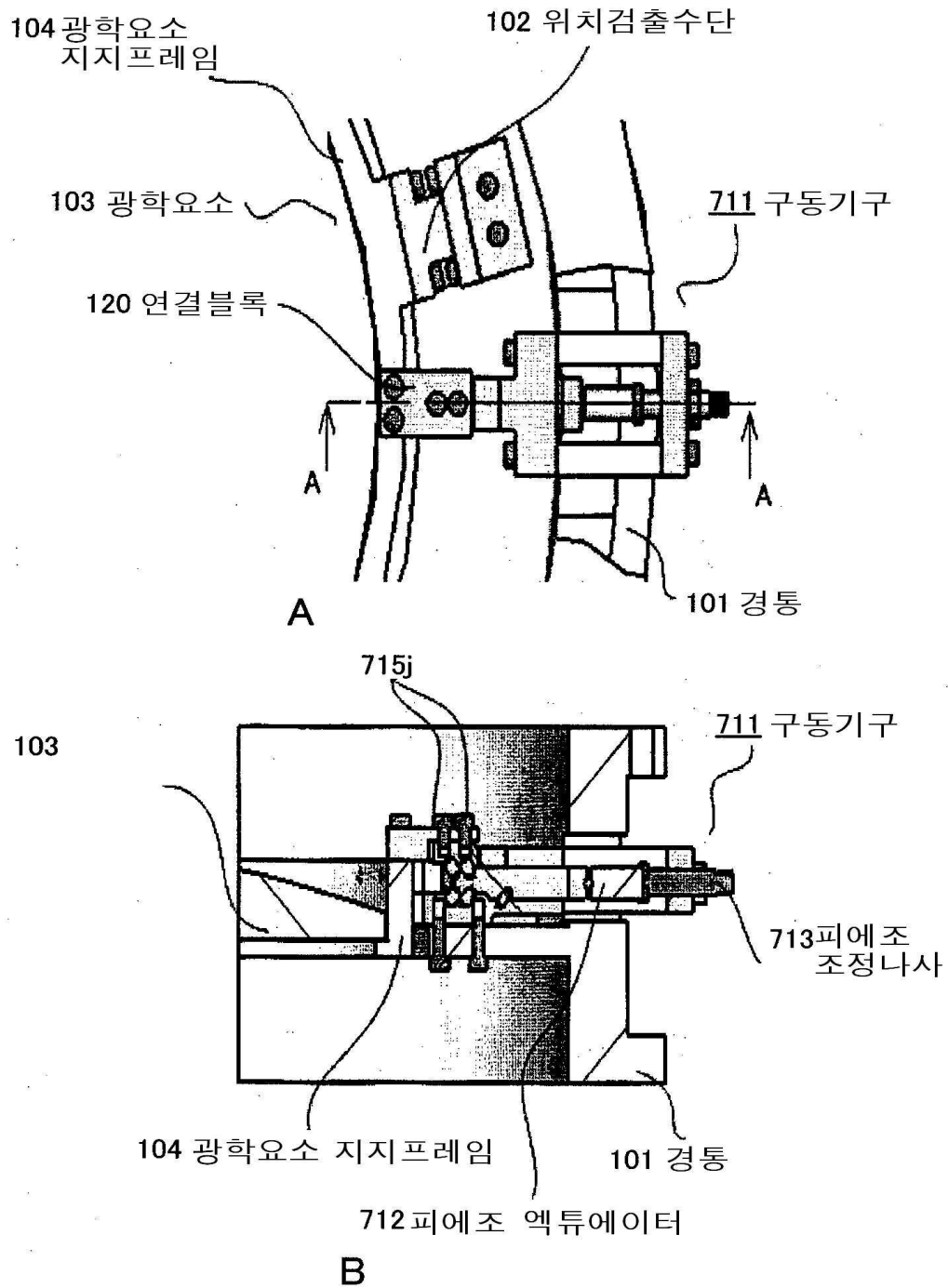
도면22



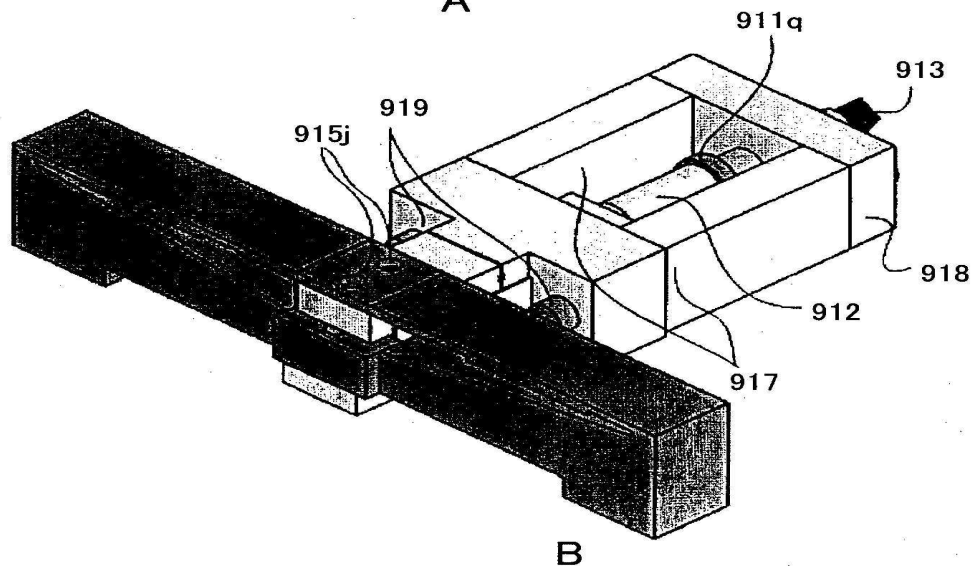
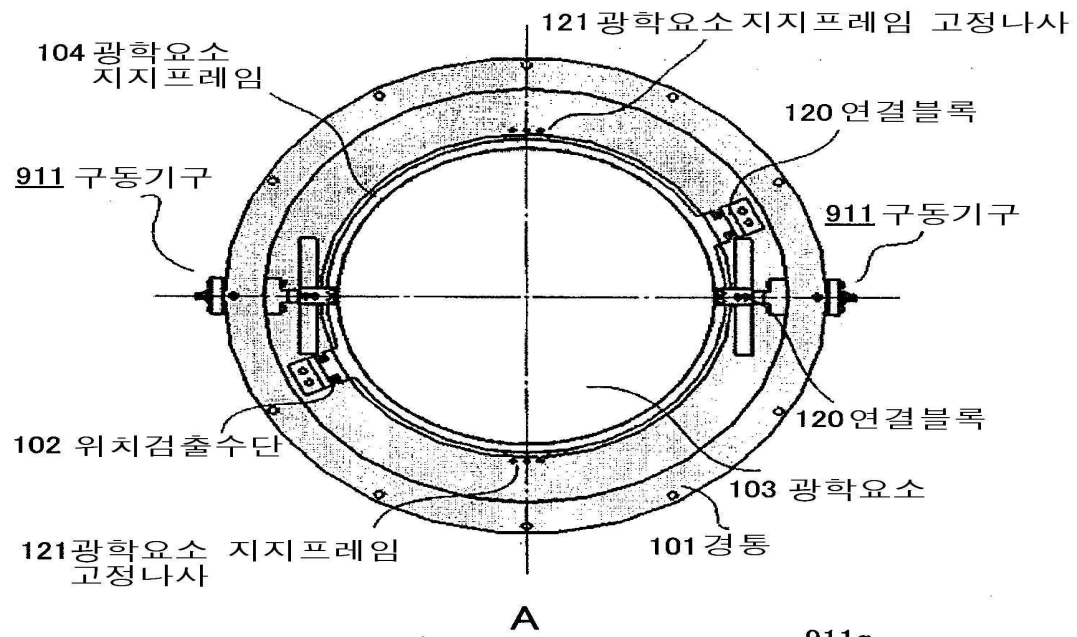
도면23



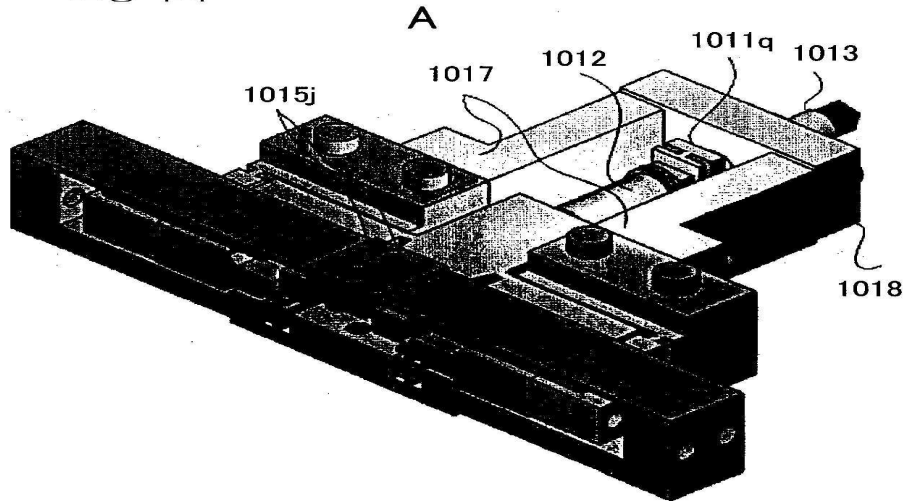
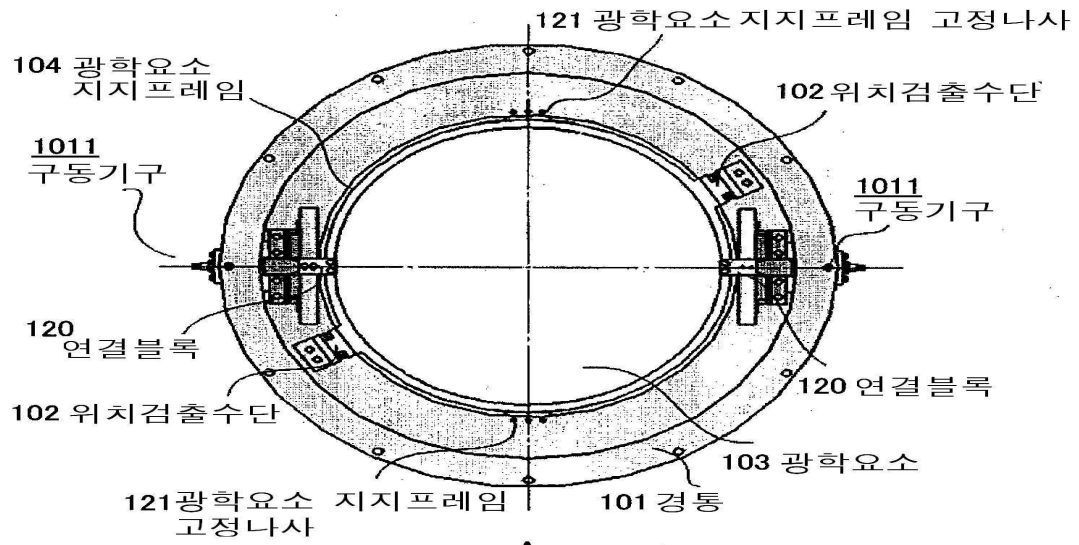
도면24



도면25

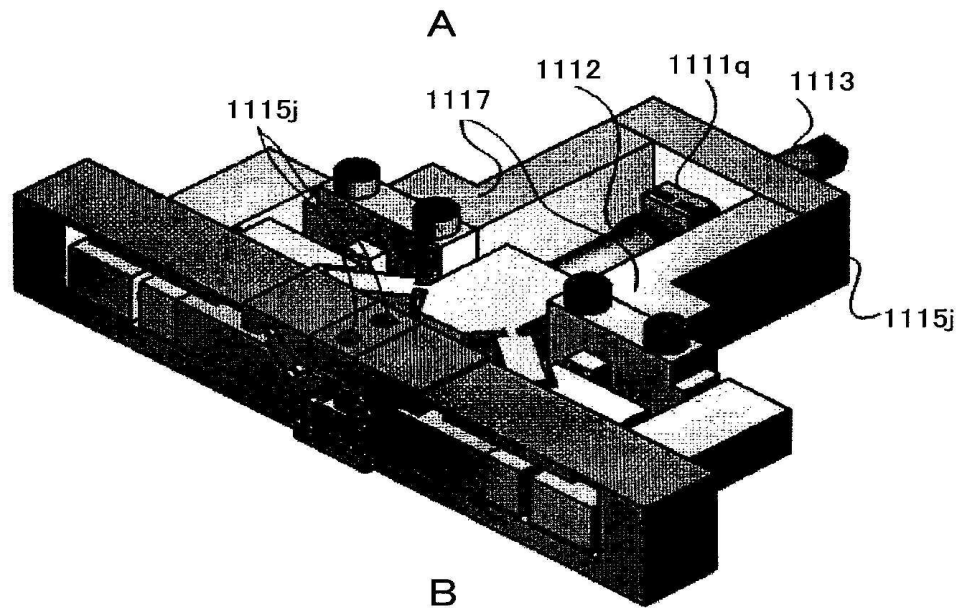
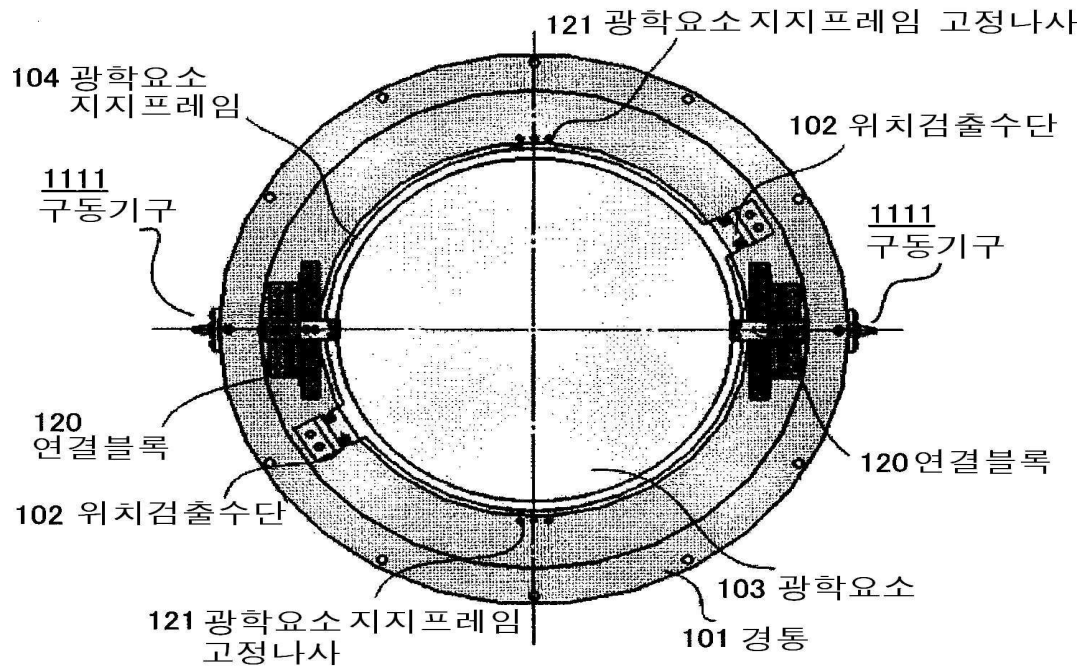


도면26

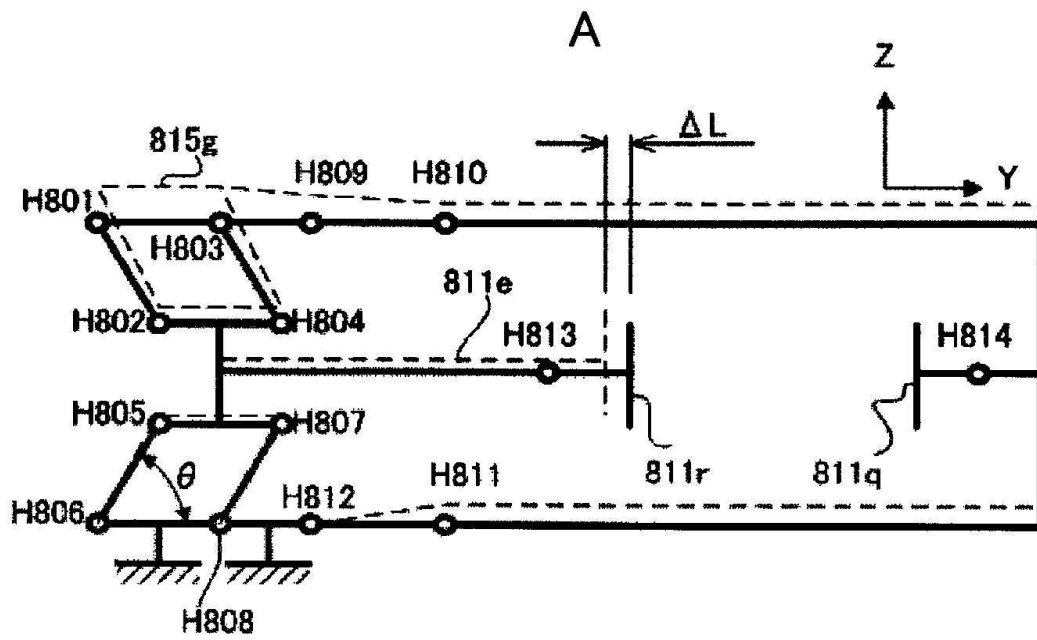
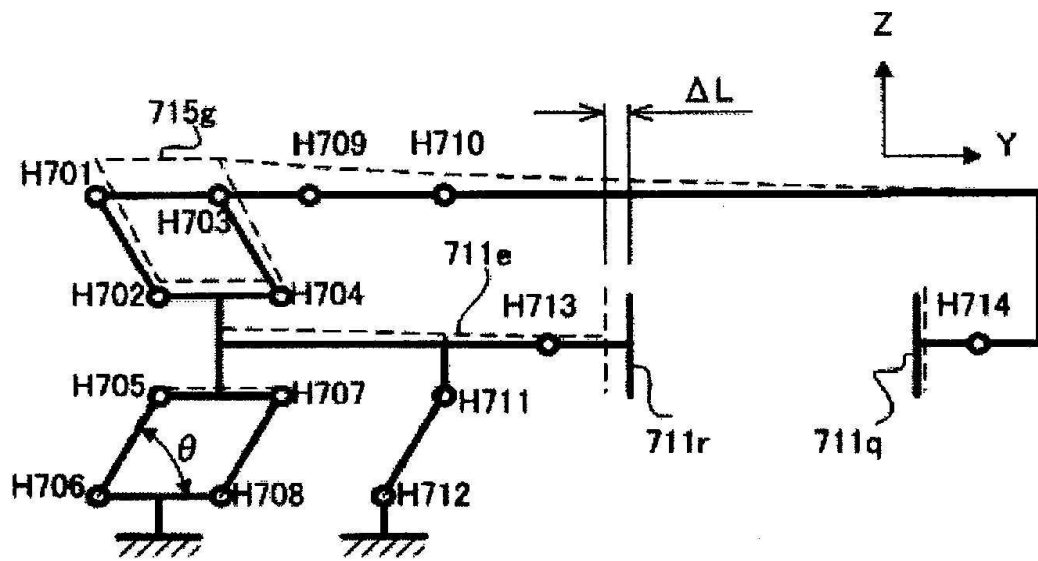


B

도면27



도면28



B