



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098399  
(43) 공개일자 2008년11월07일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/68 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7021153

(22) 출원일자 2008년08월28일

심사청구일자 없음

번역문제출일자 2008년08월28일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2007/051377

국제출원일자 2007년01월29일

(87) 국제공개번호 WO 2007/086557

국제공개일자 2007년08월02일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00020576 2006년01월30일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 니콘

일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3초메 2방 3고

(72) 발명자

니시카와 진

일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3초메 2방 3고

가부시키가이샤 니콘 내

(74) 대리인

김창세

전체 청구항 수 : 총 25 항

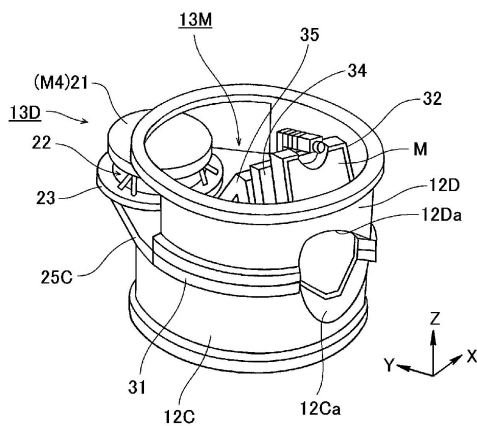
(54) 광학 부재 보지 장치, 광학 부재의 위치 조정 방법 및 노광장치

(57) 요약

다른 두 개의 광학계의 광학 부재가 공통의 경통 내에 혼재하는 경우에도, 복수의 광학 부재를 그들의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있도록 보지할 수 있는 광학 부재 보지 장치이다. 투영 광학계 내의 미러(M4)와 조명 광학계 내의 미러(M)를 보지하는 광학 부재 보지 장치로서, 경통 유닛(12C)과, 미러(M4)를 보지하는 이너링(21)과, 미러(M)를 보지하는 보지 부재(32)와, 경통 유닛(12C)에 설치된 지지판(25C, 31)과, 지지판(25C, 31)에 설치되고, 미러(M4)와 미러(M)의 상대 위치를

조정하는 보지 조정 기구(13D, 13M)를 갖는다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 광학 부재를 경통(鏡筒) 내에 유지(保持)하는 광학 부재 유지 장치에 있어서,  
 상기 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재를 유지하는 제 1 유지부와,  
 상기 복수의 광학 부재 중 제 2 광학 부재를 유지하는 제 2 유지부와,  
 상기 경통에 설치되고, 상기 제 1 유지부 및 상기 제 2 유지부를 지지하는 지지대와,  
 상기 지지대에 설치되고, 상기 제 1 유지부와 상기 제 2 유지부의 상대 위치를 조정하는 조정 기구를 구비한 것을 특징으로 하는  
 광학 부재 유지 장치.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 조정 기구는, 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 유지부의 상대 위치를 조정하는 제 1 조정 기구와, 상기 지지대에 대하여 상기 제 2 유지부의 상대 위치를 조정하는 제 2 조정 기구를 갖는 것을 특징으로 하는  
 광학 부재 유지 장치.

### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
 상기 제 2 광학 부재의 광학 표면은 입사한 광을 반사하는 반사면을 갖고,  
 상기 경통은 상기 반사면에 대향하는 부분에 개구가 마련된 것을 특징으로 하는  
 광학 부재 유지 장치.

### 청구항 4

제 2 항에 있어서,  
 상기 제 2 조정 기구는, 상기 제 2 유지부를 상기 경통의 중심에 대하여 반경 방향으로 이동시키는 제 1 조정부와, 상기 제 2 유지부를 상기 제 2 광학 부재의 반사면에 평행한 축의 주위에 회전시키는 제 2 조정부와, 상기 제 2 유지부를 상기 제 2 광학 부재의 광축의 주위에 회전시키는 제 3 조정부를 갖는 것을 특징으로 하는  
 광학 부재 유지 장치.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
 상기 제 1 조정부, 상기 제 2 조정부 및 상기 제 3 조정부에 의한 상기 제 2 유지부의 변위를 검출하는 복수의 센서를 구비한 것을 특징으로 하는  
 광학 부재 유지 장치.

### 청구항 6

제 2 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 제 1 조정 기구는, 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 광학 부재를 당해 광학 부재의 광축 방향으로 이동시키는 동시에, 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 광학 부재를 당해 광학 부재의 광축에 대하여 경사지게 하는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 7

제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 기구는, 상기 지지대에 대한 상기 제 1 광학 부재의 상대 위치를 조정했을 때, 상기 제 1 광학 부재의 위치에 따라 상기 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 광학 부재는 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 하나이고,

상기 제 2 광학 부재는 상기 제 1 광학계와는 상이한 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 하나인 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 광학계는 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계를 포함하고,

상기 제 2 광학계는 상기 패턴을 기관 위에 형성하는 투영 광학계를 포함하는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 10

광학 부재 보지 장치에 있어서,

제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중, 제 1 광학 부재를 보지하는 제 1 보지부와,

상기 제 1 광학계와는 상이한 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중, 제 2 광학 부재를 보지하는 제 2 보지부와,

상기 제 1 보지부를 거쳐 상기 제 1 광학 부재를 수용하는 동시에, 상기 제 2 보지부를 거쳐 상기 제 2 광학 부재를 수용하는 경통과,

상기 제 1 보지부와 상기 제 2 보지부의 상대 위치를 조정하는 조정 기구를 구비한 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 경통은 상기 제 1 보지부 및 상기 제 2 보지부를 지지하는 지지대를 갖고,

상기 조정 기구는 상기 지지대에 설치되는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 조정 기구는, 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 보지부의 상대 위치를 조정하는 제 1 조정 기구와, 상기 지지대에 대하여 상기 제 2 보지부의 상대 위치를 조정하는 제 2 조정 기구를 갖는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 2 조정 기구는, 상기 제 2 보지부를 상기 경통의 중심에 대하여 반경 방향으로 이동시키는 제 1 조정부와, 상기 제 2 보지부를 상기 제 2 광학 부재의 반사면에 평행한 축의 주위에 회전시키는 제 2 조정부와, 상기 제 2 보지부를 상기 제 2 광학 부재의 광축의 주위에 회전시키는 제 3 조정부를 갖는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 조정부, 상기 제 2 조정부 및 상기 제 3 조정부에 의한 상기 제 2 보지부의 변위를 검출하는 복수의 센서를 구비한 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

### 청구항 15

제 11 항 내지 제 14 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 조정 기구는 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 광학 부재를 당해 광학 부재의 광축 방향으로 이동시키는 동시에, 상기 지지대에 대하여 상기 제 1 광학 부재를 당해 광학 부재의 광축에 대하여 경사지게 하는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

### 청구항 16

제 10 항 내지 제 15 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 기구는, 상기 경통에 대한 상기 제 1 광학 부재의 상대 위치를 조정했을 때, 상기 제 1 광학 부재의 위치에 따라 상기 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는

광학 부재 보지 장치.

### 청구항 17

복수의 광학 부재 중, 제 1 광학 부재 및 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 조정 방법에 있어서,

상기 제 1 광학 부재 및 상기 제 2 광학 부재는 경통에 설치된 지지대에 대하여 상대 위치가 조정가능하게 마련되고,

상기 지지대에 대한 상기 제 1 광학 부재의 위치에 따라, 상기 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는

광학 부재의 위치 조정 방법.

### 청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 제 1 광학 부재는 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 하나이고,

상기 제 2 광학 부재는 상기 제 1 광학계와는 상이한 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 하나인 것을 특징으로 하는

광학 부재의 위치 조정 방법.

### 청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 광학계는 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계를 포함하고,  
상기 제 2 광학계는 상기 패턴을 기관 위에 형성하는 투영 광학계를 포함하는 것을 특징으로 하는  
광학 부재의 위치 조정 방법.

#### 청구항 20

광학 부재의 위치를 조정하는 조정 방법에 있어서,  
제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재와, 상기 제 1 광학계와는 상이한 제 2 광학계를  
구성하는 복수의 광학 부재 중 제 2 광학 부재를 경통에 수용하고,  
상기 제 1 광학 부재의 위치를 조정한 후, 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것을 특징으로 하는  
광학 부재의 위치 조정 방법.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,  
상기 제 1 광학계는 패턴이 형성된 마스크를 조명하는 조명 광학계를 포함하고,  
상기 제 2 광학계는 상기 패턴을 기관 위에 형성하는 투영 광학계를 포함하는 것을 특징으로 하는  
광학 부재의 위치 조정 방법.

#### 청구항 22

노광 비임으로 광학 부재를 거쳐 마스크를 조명하고, 상기 노광 비임으로 상기 마스크 및 투영 광학계를 거쳐  
물체를 노광하는 노광 장치에 있어서,  
상기 광학 부재와 상기 투영 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재와 제 2 광학 부재를, 제 1  
항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 기재된 광학 부재 보지 장치로 보지하는 것을 특징으로 하는  
노광 장치.

#### 청구항 23

제 22 항에 있어서,  
상기 마스크로서 반사형 마스크가 이용되고,  
상기 마스크를 조명하기 위한 광학 부재 및 상기 투영 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재는 모두 미러이며,  
상기 각 미러의 반사면에는 극단 자외광을 반사시키기 위한 다층 막이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는  
노광 장치.

#### 청구항 24

노광 비임으로 제 1 광학계를 거쳐 마스크를 조명하고, 상기 노광 비임으로 상기 마스크 및 제 2 광학계를 거쳐  
물체를 노광하는 노광 장치에 있어서,  
상기 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재와, 상기 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광  
학 부재 중 제 2 광학 부재를, 제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 기재된 광학 부재 보지 장치로 보지하는  
것을 특징으로 하는  
노광 장치.

#### 청구항 25

리소그래피 공정을 이용하여 디바이스를 제조하는 방법에 있어서,  
상기 리소그래피 공정에서 제 22 항 또는 제 24 항에 기재된 노광 장치를 이용하는 것을 특징으로 하는

디바이스 제조 방법.

## 명세서

### 기술분야

- <1> 본 발명은 복수의 광학 부재를 보지(保持)하는 광학 부재 보지 장치, 복수의 광학 부재의 위치를 조정하는 위치 조정 방법, 그 광학 부재 보지 장치로 조명 광학계 및 투영 광학계 내의 복수의 광학 부재를 보지하는 노광 장치, 및 노광 장치를 이용한 디바이스의 제조 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- <2> 종래부터 반도체 소자, 액정 표시 소자 등을 제조하기 위한 리소그래피 공정에서는, 마스크로서의 레티클에 형성된 패턴을, 투영 광학계를 거쳐 레지스트 등이 도포된 웨이퍼 또는 유리 플레이트 등의 기판 위에 전사하는 노광 장치가 이용되고 있다. 이러한 종류의 노광 장치로서는, 최근에는 스테퍼 등의 일괄 노광 방식 및 스캐닝 스테퍼 등의 주사 노광형의 투영 노광 장치가 주로 이용되고 있다.
- <3> 노광 장치에서는 종래에 노광 비임(노광용의 조명광)으로서 수은 램프로부터의 휘선(예를 들면 i선)이나 KrF 엑시머 레이저 광(파장 248nm)과 같은 자외광이 사용되고 있었다. 최근에는 보다 높은 해상도를 얻기 위하여, 노광 비임으로서 ArF 엑시머 레이저 광(파장 193nm) 등의 원자외광이나 F<sub>2</sub> 레이저 광(파장 157nm)과 같은 진공 자외광을 사용하는 노광 장치의 개발도 행해지고 있다.
- <4> 또한, 보다 미세한 반도체 소자 등을 제조하기 위하여, 최근에는 노광 비임으로서 파장이 100nm 정도 이하의 연(軟) X선 영역의 광, 즉 극단 자외광[이하, EUV(Extreme Ultraviolet) 광이라 함]을 사용하는 EUV 노광 장치의 개발도 행해지고 있다. 이 EUV 노광 장치에서는 EUV 광이 투과하는 광학 재료가 현 시점에서는 존재하지 않기 때문에, 조명 광학계 및 투영 광학계는 모두 반사 광학 소자(미러)에 의해서 구성되고, 레티클도 또한 반사형 레티클이 사용된다.
- <5> 투영 광학계로서 굴절계, 반사 굴절계 및 반사계 중 어느 것을 이용하는 경우이더라도, 레티클 패턴의 상을 고 해상도로 웨이퍼 위에 전사하기 위해서는 투영 광학계의 결상 특성(여러 수차)을 조정하는 것이 필요하며, 그것을 위한 수단으로서, 투영 광학계를 구성하는 적어도 일부의 광학 부재의 위치·자세를 조정하는 조정 기구가 일반적으로 채용된다. 이 위치·자세의 조정 기구로서는 레버와, 이 레버의 움직임을 기계적으로 축소하는 기구를 이용하는 기구가 알려져 있다(예를 들면, 특허문헌 1 참조). 그 외의 위치·자세의 조정 기구로서, 패러렐 링크 기구를 채용한 패러렐 링크식 조정 기구도 알려져 있다.
- <6> 특허문헌 1 : 일본 공개 특허 공보 제 2002-131605 호

### 발명의 상세한 설명

- <7> 종래와 같이 자외광, 원자외광 또는 진공 자외광을 노광 비임으로 이용하는 경우에는, 레티클은 투과 조명이 가능해서 조명 광학계와 투영 광학계는 완전히 분리할 수 있다. 그 때문에, 한쪽의 광학계의 광학 부재의 보지 기구를 설계할 때에, 다른 쪽의 광학계를 고려할 필요는 없었다. 그러나, EUV 노광 장치에 있어서는, 레티클도 포함하여 광학 부재 전부가 반사부재이기 때문에, 한쪽의 광학계(예를 들면, 투영 광학계)의 경통 내에, 다른 쪽의 광학계(예를 들면, 조명 광학계)를 구성하는 일부의 광학 부재(미러)를 배치할 필요가 있다. 예를 들면, 일부의 광학 부재로서는 조명 광학계를 구성하는 복수의 미러 중, 가장 레티클 측에 배치되는 미러가 있다. 이와 같이 한쪽의 광학계의 경통 내에, 다른 쪽의 광학계를 구성하는 일부의 광학 부재를 배치할 때, 각 광학계의 광학 부재가 노광 비임으로서의 EUV 광을 차광하지 않도록, 또한 복수의 광학 부재 간의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있도록 보지 기구를 설계할 필요가 있다.
- <8> 본 발명은 이러한 점을 감안하여, 다른 두 개의 광학계의 광학 부재가 공통의 경통 내에 혼재하는 경우에도, 복수의 광학 부재를 그들의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있도록 보지할 수 있는 광학 부재 보지 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다. 또한, 본 발명은 그와 같은 광학 부재 보지 기술을 이용한 노광 기술을 제공하는 것도 목적으로 한다.
- <9> 본 발명에 의한 제 1 광학 부재 보지 장치는, 복수의 광학 부재(M4, M)를 경통(12C, 12D) 내에 보지하는 광학 부재 보지 장치로서, 그 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M)를 보지하는 제 1 보지부(32)와, 그 복수의 광

학 부재 중 제 2 광학 부재(M4)를 지지하는 제 2 보지부(21)와, 그 경통에 설치되고 그 제 1 보지부 및 그 제 2 보지부를 지지하는 지지대(25C, 31)와, 그 지지대에 설치되고 그 제 1 보지부와 그 제 2 보지부와와의 상대 위치를 조정하는 조정 기구(13D, 13M)를 구비한 것이다.

- <10> 본 발명에 의한 제 2 광학 부재 지지 장치는, 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M)를 지지하는 제 1 보지부(32)와, 그 제 1 광학계와는 상이한 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 2 광학 부재(M4)를 지지하는 제 2 보지부(21)와, 그 제 1 보지부를 거쳐 그 제 1 광학 부재를 수용하는 동시에 그 제 2 보지부를 거쳐 그 제 2 광학 부재를 수용하는 경통(12C, 12D)과, 그 제 1 보지부와 그 제 2 보지부의 상대 위치를 조정하는 조정 기구(13D, 13M)를 구비한 것이다.
- <11> 이러한 본 발명에 의하면, 그 제 1 및 제 2 광학 부재가 상이한 광학계에 속하는 경우에도, 그 두 개의 광학 부재를 공통의 경통 내에 배치하여, 또한 그 조정기구에 의해서 그들의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있다.
- <12> 또, 본 발명에 의한 제 1 광학 부재의 위치 조정 방법은, 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M) 및 제 2 광학 부재(M4)의 위치를 조정하는 조정 방법으로서, 그 제 1 광학 부재 및 그 제 2 광학 부재는 경통(12C, 12D)에 설치된 지지대(25C, 31)에 대하여 상대 위치가 조정가능하게 마련되고, 그 지지대에 대한 그 제 1 광학 부재의 위치에 따라서 그 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것이다.
- <13> 본 발명에 의한 제 2 광학 부재의 위치 조정 방법은, 광학 부재의 위치를 조정하는 조정 방법으로서, 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M)와, 그 제 1 광학계와는 다른 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 2 광학 부재(M4)를 경통(12C, 12D)에 수용하고, 그 제 1 광학 부재의 위치를 조정한 후 제 2 광학 부재의 위치를 조정하는 것이다.
- <14> 본 발명에 의하면, 그 제 1 및 제 2 광학 부재가 상이한 광학계에 속하는 경우에도, 그 두 개의 광학 부재를 공통의 경통 내에 배치하며, 또한 그들의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있다.
- <15> 또, 본 발명에 의한 제 1 노광 장치는, 노광 비임으로 광학 부재(M)를 거쳐 마스크(R)를 조명하고, 그 노광 비임으로 그 마스크 및 투영 광학계(PO)를 거쳐 물체(W)를 노광하는 노광 장치로서, 그 광학 부재와 그 투영 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M)와 제 2 광학 부재(M4)를 본 발명의 광학 부재 지지 장치에 의해 지지하는 것이다.
- <16> 본 발명에 의한 제 2 노광 장치는, 노광 비임으로 제 1 광학계를 거쳐 마스크(R)를 조명하고, 그 노광 비임으로 그 마스크 및 제 2 광학계(PO)를 거쳐 물체(W)를 노광하는 노광 장치로서, 그 제 1 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 1 광학 부재(M)와, 그 제 2 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 제 2 광학 부재(M4)를 본 발명의 광학 부재 지지 장치에 의해 지지하는 것이다.
- <17> 또한, 이상의 본 발명의 소정 요소에 괄호로 붙인 부호는, 본 발명의 일 실시형태를 도시한 도면 내의 부재에 대응하고 있으나, 각 부호는 본 발명을 이해하기 쉽게 하기 위하여 본 발명의 요소를 예시한 것에 불과하며, 본 발명을 그 실시형태의 구성으로 한정하는 것은 아니다.
- <18> 본 발명에 의하면, 제 1 및 제 2 광학 부재가 다른 광학계에 속하는 경우에도, 그들의 광학 부재를 공통의 경통 내에 배치하고, 또한 그들의 상대 위치를 용이하게 조정할 수 있다. 특히, 본 발명을 EUV 노광 장치에 적용했을 경우에는, 예를 들면 동일한 경통 내에 조명 광학계의 광학 부재와 투영 광학계의 광학 부재를 용이하게 상대 위치를 조정할 수 있는 상태에서 배치할 수 있다.

## 실시예

- <35> 이하에서, 본 발명의 실시형태의 일 예에 대하여 도면을 참조하여 설명한다. 본 예는 노광 비임으로서 극단 자외광, 즉 EUV(Extreme Ultraviolet) 광을 사용하는 EUV 노광 장치에 본 발명을 적용한 것이다.
- <36> 도 1에는 본 예의 노광 장치(10)의 전체 구성이 개략적으로 도시되어 있다. 이 노광 장치(10)에서는, 후술하는 바와 같이, 투영 광학계(PO)가 사용되고 있으므로, 이하에서는 투영 광학계(PO)의 광축에 평행하게 Z축을 잡고, Z축에 수직인 평면 내에서 도 1에 있어서의 지면 내 좌우 방향으로 Y축을 잡고, 지면에 직교하는 방향으로 X축을 잡아서 설명한다. 노광 장치(10)는 마스크로서의 레티클(R)에 형성된 회로 패턴의 일부의 상을 투영 광학계(PO)를 거쳐 물체로서의 웨이퍼(W) 위에 투영하면서, 레티클(R)과 웨이퍼(W)를 투영 광학계(PO)에 대하여 1차원 방향(여기서는 Y 방향)으로 상대 주사한다. 이 상대 주사에 의해서, 레티클(R)의 회로 패턴의 전체를 웨이퍼(W) 위의 복수의 쇼트 영역의 각각에 스텝 앤드 스캔 방식으로 전사하는 것이다.



- <37> 노광 장치(10)는 연 X선 영역의 광, 즉 파장(100nm) 정도 이하의 극단 자외광(EUV 광)을 노광용의 조명광(EL) (노광 비임)으로서 사출하는 광원 장치(1), 이 광원 장치(1)로부터의 조명광(EL)을 반사하여 소정의 입사각, 예를 들면 약 50mrad로 레티클(R)의 패턴면(하면)에 입사시키는 광로 절곡용 미러(M)를 포함하는 조명 광학계, 레티클(R)을 지지하는 레티클 스테이지(RST), 레티클(R)의 패턴면에서 반사된 조명광(EL)을 웨이퍼(W)의 피 노광면(상면)에 대하여 수직으로 투사하는 투영 광학계(PO), 및 웨이퍼(W)를 지지하는 웨이퍼 스테이지(WST) 등을 구비하고 있다. 또한, 미러(M)는 평면 미러로 형성되고, 투영 광학계(PO)의 경통(2)의 내부에 배치되어 있으나, 실제로는 조명 광학계를 구성하는 복수의 광학 부재 중 하나이다. 광원 장치(1)로는, 일 예로서 레이저 여기 플라즈마 광원이 이용되고 있다. 또, 조명광(EL)으로는, 일 예로서 주로 파장 5 내지 20nm, 예를 들면 파장 11nm의 EUV 광이 이용된다. EUV 광은, 공기 중을 통과할 수 없기(공기중에서는 EUV 광의 에너지가 감쇠되어 버리기) 때문에, 노광 장치(10)는 도시하지 않은 진공 챔버 내에 수용되어 있다.
- <38> 상기 조명 광학계는, 복수의 광학 부재, 즉 조명용 미러, 파장 선택창 등(모두 도시 생략) 및 미러(M) 등을 포함하여 구성되어 있다. 또, 광원 장치(1) 내에는 집광 미러로서의 포물면 거울이 배치되어 있고, 이 포물면 거울도 조명 광학계를 구성하는 일부의 광학 부재로 해도 된다. 미러(M)는 조명 광학계를 복수의 조명용 미러 중 가장 레티클(R) 측에 배치된다. 이 미러(M)는 광원 장치(1)로부터 사출되고, 또한 조명 광학계 내의 조명 미러를 거친 조명광(EL)을 레티클(R)을 향하여 반사하고, 레티클(R)의 패턴의 일부의 영역을 원호 슬릿 형상으로 조명한다.
- <39> 상기 레티클 스테이지(RST)는, XY 평면을 따라서 배치된 레티클 베이스(3) 위에 배치되고, 구동 장치(4)를 구성하는 예를 들면 자기부상형 2차원 리니어 액추에이터가 발생하는 자기부상력에 의해서 레티클 베이스(3) 위에 비접촉 상태로 지지되어 있다. 레티클 스테이지(RST)는 구동 장치(4)가 발생하는 구동력에 의해서 Y 방향으로 소정 스트로크로 구동되는 동시에, X 방향 및  $\Theta_z$  방향(Z축 회전의 회전 방향)으로도 미소량 구동된다. 또, 레티클 스테이지(RST)는, 구동 장치(4)가 복수 개소에서 발생하는 자기부상력의 조정에 의해서 Z 방향, X축 회전의 회전 방향( $\Theta_x$  방향) 및 Y축 회전의 회전 방향( $\Theta_y$  방향)으로도 미소량만 구동가능하다.
- <40> 레티클 스테이지(RST)의 하면측에 도시하지 않은 정전 척 방식(또는 기계적 척 방식)의 레티클 홀더가 마련되고, 이 레티클 홀더에 의해서 레티클(R)이 흡인에 의해서 지지되어 있다. 이 레티클(R)로는 조명광(EL)이 EUV 광이기 때문에 반사형 레티클이 이용되고 있다. 레티클(R)은 실리콘 웨이퍼, 석영, 저팽창 유리 등의 얇은 판형상의 부재로 이루어지고, 그 패턴면에는, EUV 광을 반사하는 반사막이 형성되어 있다. 이 반사막은 몰리브덴(Mo)과 베릴륨(Be)의 막이 번갈아 약 5.5nm 주기로, 약 50쌍 적층된 다층 막이다. 이 다층 막은 파장 11nm의 EUV 광에 대하여 약 70%의 반사율을 갖는다. 또한, 미러(M), 그 외의 조명 광학계 및 투영 광학계(PO) 내의 각 미러의 반사면에도 동일한 구성의 다층 막이 형성되어 있다. 레티클(R)의 패턴면에 형성된 다층 막 위에는, 흡수층으로서 예를 들면 니켈(Ni) 또는 알루미늄(Al)이 한 면에 도포되고, 그 흡수층에 패턴닝이 실시되어 반사부로서의 회로 패턴이 형성되어 있다. 그 회로 패턴에서 반사된 EUV 광[조명광(EL)]이 투영 광학계(PO)로 향한다.
- <41> 레티클 스테이지(RST)[레티클(R)]의 XY면 내의 위치(X, Y,  $\Theta_z$ )는, 레티클 스테이지(RST)에 마련된(또는 형성된) 반사면에 레이저 비임을 투사하는 레이저 간섭계(이하, 「레티클 간섭계」라 함)(5R)에 의해서, 예를 들면 0.5 내지 1nm 정도의 분해능으로 항상 검출된다. 또, 레티클(R)의 Z 방향의 위치 및 XY면에 대한 경사각( $\Theta_x$ ,  $\Theta_y$ )은, 그 패턴면에 대하여 비스듬한 방향으로부터 검출 비임을 조사하는 송광계(6Ra)와, 그 패턴면에서 반사된 검출 비임을 수광하는 수광계(6Rb)로 구성되는 포커스 센서에 의해서 측정되어 있다. 이 포커스 센서로는, 예를 들면 일본 공개 특허 공보 제 1994-283403 호(대응 미국 특허 제 5,448,332 호) 등에 개시된 다점 초점 위치 검출계가 이용되고 있다. 레티클 간섭계(5R) 및 포커스 센서(6Ra, 6Rb)의 측정값은 주 제어 장치(도시하지 않음)에 공급되고, 이 주 제어 장치가 그 측정값에 의거하여 구동부(4)를 거쳐 레티클 스테이지(RST)[레티클(R)]을 6 자유도로 구동한다.
- <42> 투영 광학계(PO)는, 개구수(NA)가 예를 들면 0.1이고, 반사 광학 소자(미러)만으로 이루어지는 반사 광학계가 사용되고 있고, 본 예의 투영배율은 1/4배이다. 투영 광학계(PO)의 경통(2)에는 미러(M)에 입사하는 조명광(EL) 및 레티클(R)에 입사하여 반사되는 조명광(EL)을 각각 통과시키기 위한 개구(2a 및 2b)가 형성되고, 투영 광학계(PO)로부터 웨이퍼(W)에 입사하는 조명광(EL)을 통과시키기 위한 개구(도시하지 않음)도 형성되어 있다. 레티클(R)에 의해서 반사된 조명광(EL)은 투영 광학계(PO)를 거쳐 웨이퍼(W) 위에 투사되고, 이에 의하여 레티클(R) 위의 패턴은 1/4로 축소되어 웨이퍼(W)에 전사된다.
- <43> 상기 웨이퍼 스테이지(WST)는, XY 평면을 따라서 배치된 웨이퍼 베이스(7) 위에 배치되고, 예를 들면 자기부상



형 2차원 리니어 액추에이터로 이루어지는 구동 장치(8)에 의해서 웨이퍼 베이스(7) 위에 비접촉 상태로 지지되어 있다. 이 웨이퍼 스테이지(WST)는, 구동 장치(8)에 의해서 X 방향 및 Y 방향으로, 예를 들면 300 내지 400mm의 소정 스트로크로 구동되어,  $\theta_z$  방향으로도 미소량 구동된다. 또, 웨이퍼 스테이지(WST)는 구동 장치(8)에 의해서 Z 방향 및 XY면에 대한 경사 방향으로도 미소량만큼 구동가능하다.

<44> 웨이퍼 스테이지(WST)의 상면에는 정전 척 방식의 도시하지 않은 웨이퍼 홀더가 올려 놓아지고, 이 웨이퍼 홀더에 의해서 웨이퍼(W)가 흡인에 의해서 보지되어 있다. 웨이퍼 스테이지(WST)의 X 방향, Y 방향의 위치 및 X축, Y축, Z축 주위의 회전각( $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$ )은 외부에 배치된 레이저 간섭계(이하, 「웨이퍼 간섭계」라 함)(5W)에 의하여, 예를 들면 0.5 내지 1nm 정도의 분해능으로 항상 검출되고 있다. 또, 투영 광학계(PO)의 경통(2)을 기준으로 하는 웨이퍼(W)의 Z 방향의 위치 및 XY면에 대한 경사각( $\theta_x$ ,  $\theta_y$ )은, 그 피 노광면에 대하여 비스듬한 방향으로부터 검출 비임을 조사하는 송광계(6Wa)와, 그 피 노광면에서 반사된 검출 비임을 수광하는 수광계(6Wb)로 구성되는 포커스 센서에 의해서 계측되고 있다. 이 포커스 센서는 레티클(R)용의 포커스 센서(6Ra, 6Rb)와 동일한 다점 초점 위치 검출계이다. 웨이퍼 간섭계(5W) 및 포커스 센서(6Wa, 6Wb)의 계측값은 도시하지 않은 주 제어 장치에 공급되고, 주 제어 장치는 그 계측값 및 레티클 스테이지(RST)의 위치의 계측값에 의거하여, 구동 장치(8)를 거쳐 웨이퍼 스테이지(WST)[웨이퍼(W)]를 6 자유도로 구동한다.

<45> 또한, 본 실시형태에서는, 도 1에 도시된 바와 같이, 투영 광학계(PO)의 경통(2)에 웨이퍼(W) 위의 얼라이먼트 마크의 위치를 계측하기 위한 얼라이먼트계 ALG가 고정되어 있다. 이 얼라이먼트계 ALG로는, 소위 FIA(Field Image Alignment) 방식과 같은 화상 처리 방식의 센서나 AFM(원자간력 현미경)과 같은 주사형 프로브 현미경 등을 이용할 수 있다. 웨이퍼 스테이지(WST) 상면의 일단부에는, 레티클(R)에 형성된 패턴의 투영상의 위치와 얼라이먼트계 ALG의 상대 위치 관계의 계측(소위, 베이스 라인 계측) 등을 행하기 위한 공간상 계측부(FM)가 마련되어 있다.

<46> 다음으로, 투영 광학계(PO) 및 조명 광학계 내의 광로 절곡용의 미러(M)에 대하여 상세하게 설명한다. 도 2는 투영 광학계(PO)를 구성하는 복수의 광학 부재로서의 6매의 미러(M1 내지 M6) 및 미러(M)의 배치를 도시하며, 이 도 2에 있어서, 레티클(R)로부터 웨이퍼(W)를 향하고 반사면을 아래쪽(-Z 방향)으로 향한 미러(M2), 반사면을 아래쪽으로 향한 미러(M4), 반사면을 위쪽(+Z 방향)으로 향한 미러(M3), 반사면을 위쪽으로 향한 미러(M1), 반사면을 아래쪽으로 향한 미러(M6), 및 반사면을 위쪽으로 향한 미러(M5)가 배치되고, 조명 광학계의 일부인 미러(M)는 대략 미러(M3 및 M4)의 반사면을 연장한 두 개의 면(Ca 및 Cb)의 사이에 배치되어 있다. 미러(M1 내지 M6)의 반사면은 각각 구면 또는 비구면을 갖는다. 또한, 미러(M1 내지 M6)의 반사면을 연장한 면은 회전 대칭인 면이며, 그 회전 대칭 축이 투영 광학계(PO)의 광축(AX)에 대략 일치하도록 위치 조정되어 있다. 또, 미러(M1, M2, M4, M6)는 오목면 거울이며, 다른 미러(M3, M5)는 볼록면 거울이다. 미러(M1 내지 M6) 각각의 반사면은 설계값에 대하여 노광 파장의 약 50분의 1 내지 60분의 1 이하의 요철이 되는 가공 정밀도로 가공되고, RMS 값(표준편차)으로 0.2nm 내지 0.3nm 이하의 평탄도 오차만이 잔존하고 있다. 각 미러의 반사면의 형상은 계측과 가공을 번갈아 반복하면서 형성되어 있다.

<47> 도 2의 구성에 있어서, 미러(M)에서 위쪽으로 반사된 조명광(EL)은 레티클(R)에서 아래쪽으로 반사된 후에 미러(M1)에서 위쪽으로 반사되고, 계속해서 미러(M2)에서 아래쪽으로 반사된 후 미러(M3)에서 위쪽으로 반사되며, 미러(M4)에서 아래쪽으로 반사된다. 그리고, 미러(M5)에서 위쪽으로 반사된 조명광(EL)은 미러(M6)에서 아래쪽으로 반사되어, 웨이퍼(W) 위에 레티클(R)의 패턴의 상을 형성한다.

<48> 도 3의 (A)는 그 6매의 미러(M1 내지 M6)를 비스듬하게 위쪽에서 본 사시도를 도시하고, 도 3의 (B)는 그 6매의 미러(M1 내지 M6)를 비스듬하게 아래쪽에서 본 사시도를 도시하고 있다. 또한, 도 3의 (A), 도 3의 (B)에서는 각 미러의 반사면에 빗금이 쳐져 있다. 이들 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 미러(M1 내지 M6)는 각각 조명광(EL)을 차광하지 않는 형상으로 가공되어 있다.

<49> 도 4는 투영 광학계(PO)의 경통 및 미러(M1 내지 M6, M)의 보지 조정 기구를 도시한다. 투영 광학계(PO)는 미러(M1 내지 M6)를 보지하는 경통을 갖고, 이 경통은 각 미러(M1, M2, M3, M4, M5, M6)를 보지하는 원통 형상의 복수의 경통 유닛(12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F)을 갖는다. 이 도 4에 있어서, 미러(M1, M2, M3, M4, M5, M6)는 각각 대략 경통 유닛(12A, 12B, 12C, 12D, 12E, 12F) 내에 보지 조정 기구(13A, 13B, 13C, 13D, 13E, 13F)에 의해서, 도시하지 않은 킬립 등에 대하여 X 방향, Y 방향, Z 방향의 위치, 및 X축, Y축, Z축 주위의 회전각의 6 자유도로 이동(구동)가능하게 보지되어 있다. 또한, 경통 유닛(12D)만은 미러(M4)를 배치하기 위하여 +Y 방향의 측면이 절결되어 있고, 그 -Y 방향의 내부에 조명 광학계의 미러(M)가 배치되어 있다. 또, 경통 유닛(12A, 12B, 12E, 12F) 내에 각각 링 형상의 지지판(25A, 25B, 25E, 25F)이 고정되고, 보지 조정 기구(13A,

13B, 13F)는 각각 지지판(25A, 25B, 25F) 위에 고정되어, 보지 조정 기구(13E)는 지지판(25E)의 저면에 고정되어 있다.

<50> 도 5는 도 4 내의 경통 유닛(12C 및 12D)(경통)을 도시하며, 이 도 5에 있어서, 경통 유닛(12C)의 상면의 -Y 방향 측 및 +Y 방향 측에 각각 조명광(EL)을 통과시키는 개구가 형성된 반원판 형상의 지지판(31 및 25C)(지지대)이 고정되고, 지지판(25C) 위에 보지 조정 기구(13D)(제 2 조정 기구)를 거쳐 미러(M4)(제 2 광학 부재)를 보지하는 이너 링(21)(제 2 보지부)이 지지되며, 지지판(31) 위에 보지 조정 기구(13M)(제 1 조정 기구)를 거쳐 보지 부재(32)(제 1 보지부) 내에 수납된 미러(M)(제 1 광학 부재)가 지지되어 있다. 보지 조정 기구(13D 및 13M)는 전체적으로 미러(M4)와 미러(M)의 상대 위치를 조정하는 조정 기구로서 사용된다. 경통 유닛(12C 및 12D)의 -Y 방향의 측면, 즉 미러(M)의 반사면에 대향하는 부분에는 조명광(EL)을 통과시키기 위한 개구(12Ca 및 12Da)가 형성되어 있다. 개구(12Ca 및 12Da)를 통과하게 하여 보지 조정 기구(13M)의 조정을 행하는 것도 가능하다.

<51> 도 4로 되돌아와서, 지지판(25C)의 저면에 보지 조정 기구(13C)가 고정되어 있다. 또, 도시하지 않은 컬럼에 대형의 링 형상의 플랜지(11)가 고정되고, 플랜지(11)의 저면에 와셔(14A)를 거쳐 볼트(15)에 의해서 경통 유닛(12A)이 고정되며, 경통 유닛(12A)의 저면에 와셔(14F)를 거쳐 볼트(16) 및 너트(17)에 의해서 경통 유닛(12F)이 고정되고, 경통 유닛(12F)의 저면에 와셔(14E)를 거쳐 볼트(도시하지 않음)에 의해서 경통 유닛(12E)이 고정되어 있다. 또한, 경통 유닛(12E)의 하면에는, 경통 유닛(12E) 내의 미러(M5)를 덮도록 조명광을 통과시키는 개구가 형성된 경통 유닛(12H)이 고정되어 있다.

<52> 또, 플랜지(11)의 상면에 와셔(14C)를 거쳐 볼트(도시하지 않음)에 의해서 경통 유닛(12C)이 고정되고, 경통 유닛(12C)의 상면에 볼트(도시하지 않음)에 의해서 경통 유닛(12D)이 고정되며, 경통 유닛(12D)의 상면에 와셔(14B)를 거쳐 볼트 및 너트(도시하지 않음)에 의해서 경통 유닛(12B)이 고정되어 있다. 경통 유닛(12B)의 상면에는, 경통 유닛(12B) 내의 미러(M2)를 덮도록 조명광을 통과시키는 개구가 형성된 경통 유닛(12G)이 고정되어 있다. 본 예에서는, 플랜지(11), 경통 유닛(12A 내지 12H), 와셔(14A 내지 14F), 및 이들을 고정하기 위한 볼트나 너트 등으로 도 1의 투영 광학계(PO)의 경통(2)이 구성되어 있다. 경통 유닛(12A 내지 12H) 및 플랜지(11)는 스테인리스 등의 탈(脫) 가스가 적은 재료로 형성되어 있다.

<53> 상기의 보지 조정 기구(13A 내지 13F) 중 보지 조정 기구(13A 내지 13E)의 구성은 크기는 다르지만 기본적으로 동일하기 때문에, 그 중 보지 조정 기구(13A)의 구성에 대하여 설명한다. 즉, 플랜지(11)의 저면에 와셔(14A)를 거쳐 경통 유닛(12A)이 고정되고, 경통 유닛(12A) 내의 지지판(25A) 위에 보지 조정 기구(13A)를 거쳐 미러(M1)가 보지되어 있다. 보지 조정 기구(13A)는 미러(M1)를 보지하는 이너 링(21)(보지부)과, 이것에 대하여 Z 방향으로 떨어져서 배치된 아우터 링(23)과, 아우터 링(23)에 대하여 이너 링(21)의 X 방향, Y 방향, Z 방향의 위치, 및 X축, Y축, Z축 주위의 각도로 이루어지는 6 자유도의 상대 위치를 액티브하게 미조정하는 패러렐 링크 기구(22)와, 지지판(25A)에 대하여 아우터 링(23)의 X 방향, Y 방향, Z 방향의 위치, 및 X축, Y축, Z축 주위의 각도로 이루어지는 6 자유도의 상대 위치를 조정하는 반고정식의 레버 방식 조정 기구(24)를 구비하고 있다. 패러렐 링크 기구(22)는, 예를 들면 피에조 소자와 같은 구동소자에 의해서 독립적으로 신축량이 제어가능한 6 개의 로드 형상의 링크(47A, 47B, 47C, 47D, 47E, 47F)를 구비하고, 레버 방식 조정 기구(24)는 예를 들면 일 본 공개 특허 공보 제 2002-131605 호에 개시되어 있는 바와 같이, 각각 보지 대상의 광학 부재의 광축 방향 및 원주 방향의 2 자유도의 변위를 제어할 수 있는 3개의 지레의 원리를 이용한 구동부(41A, 41B, 41C)를 구비하고 있다.

<54> 또, 와셔(14A)의 두께를 조정함으로써 도시하지 않은 컬럼에 대한 경통 유닛(12A), 나아가서는 미러(M1)를 보지하는 이너 링(21)의 Z 방향[미러(M1)의 광축 방향]의 위치를 제어할 수 있다. 또, 볼트(15)의 직경에 비하여 경통 유닛(12A)에 마련된 볼트용 구멍의 직경이 어느 정도 큰 것을 이용하여, 도시하지 않은 조정 지그를 이용하여, 도시하지 않은 컬럼에 대한 경통 유닛(12A)의 X 방향, Y 방향의 위치를 조정하는 것도 가능하다. 이것은 미러(M4)의 보지 조정 기구(13D)를 포함한 다른 보지 조정 기구(13B 내지 13E)에 있어서도 마찬가지이다. 다만, 보지 조정 기구(13C 및 13D)에 있어서는 와셔(14C)는 검용되어 있다.

<55> 이에 대하여, 보지 조정 기구(13F)는 미러(M6)를 보지하는 원통 형상의 보지 부재(21F)와, 지지판(25F)에 대하여 보지 부재(21F)[미러(M6)]를 구동하는 레버 방식 조정 기구(24)로 구성되어 있다. 즉, 보지 조정 기구(13F)에 있어서는, 보지 조정 기구(13A)와 비교하여 패러렐 링크 기구(22)가 생략되어 있다. 또한, 미러(M6)에 대해서도, 보지 조정 기구(13A)와 마찬가지로 두 종류의 조정 기구를 마련해도 된다는 것은 말할 필요도 없다. 또, 미러(M1 내지 M6) 중 적어도 1매의 미러에 대해서는 보지 조정 기구(13A)와 동일한 보지 조정 기구로 보지

하고, 다른 미러에 대해서는 보지 조정 기구(13F)와 동일한 보지 조정 기구로 보지해도 된다.

- <56> 다음으로, 도 5 내의 미러(M)용의 보지 조정 기구(13M)의 구성에 대하여 도 6 내지 도 8을 참조하여 상세하게 설명한다.
- <57> 도 6은, 도 5의 구성으로부터 위쪽의 경통 유닛(12D) 및 지지판(25C)을 떼어낸 상태를 도시하는 사시도, 도 7은 도 6을 조명 광학계 측(-Y 방향)에서 본 측면도이다. 도 6에 도시한 바와 같이, 경통 유닛(12C)의 상면에는 지지판(31)이 고정되어 있고, 이 지지판(31)의 상면은 대략 XY 평면에 평행하다. 지지판(31)의 상면에는, X 방향의 양 측면이 삼각형의 프레임 형상으로 형성된 슬라이드 부재(35)가 가이드 부재(36)(도 8 참조)를 따라서 Y 방향으로 이동가능하게 올려 놓아져 있다. 슬라이드 부재(35)의 -Y 방향의 사면에 소정의 가변 간격을 사이에 두고 평판 형상의 구동판(34)이 배치되고, 구동판(34)의 -Y 방향의 상면에 미러(M)를 수납한 보지 부재(32)가 X 방향의 2개소의 고정부(33A, 33B)(도 7 참조) 및 -Z 방향의 고정부(도시하지 않음)에 의해 고정되어 있다.
- <58> 또한, 본 예의 미러(M)의 상부에는, 레티클에서 반사된 조명광(EL)을 아래쪽의 미러(M1) 측(도 2 참조)에 통과시키기 위한 반원 형상의 절결부(Ma)가 형성되고, 구동판(34), 슬라이드 부재(35) 및 지지판(31)에도 각각 그 조명광(EL)을 통과시키는 개구가 형성되어 있다.
- <59> 도 6에 있어서, 구동판(34)은 위쪽의 1개소의 구동 기구(40A)와, 아래쪽에 있어서 X 방향으로 소정 간격으로 2개소에 배치된 구동 기구(40B 및 40C)(도 7 참조)에 있어서 각각 슬라이드 부재(35)의 그 경사면에 대하여 법선 방향으로 구동된다. 이 경우, 아래쪽의 2개소의 구동 기구(40B, 40C)(제 2 조정부)의 구동량을 다르게 함으로써, 보지 부재(32)[미러(M)]를 이 미러(M)의 반사면(광학 표면)에 평행하고 YZ 평면 내에 있는 제 1 축 주위로 각도  $\Theta_{YZ}$ 만큼 경사지게 할 수 있다. 또, 구동 기구(40A 내지 40C)(제 3 조정부)를 이용하여, 아래쪽의 2개소의 구동 기구(40B, 40C)의 구동량을 같게 하고, 또한 이 구동량에 대하여 위쪽의 1개소의 구동 기구(40A)의 구동량을 다르게 함으로써, 보지 부재(32)[미러(M)]를 이 미러(M)의 반사면에 평행하고 X축에 평행한 제 2 축(상기의 제 1 축에 직교하는 축) 주위로 각도  $\Theta_X$ 만큼 경사지게 할 수 있다.
- <60> 또, 도 7에 도시한 바와 같이, 슬라이드 부재(35), 나아가서는 보지 부재(32)[미러(M)]는 지지판(31) 위에 X 방향으로 소정 간격으로 마련된 2개소의 Y축 구동 기구(36A 및 36B)(제 1 조정부)에 의해서 Y 방향, 즉 경통 유닛(12C)의 중심으로부터 반경 방향을 따라서 구동된다. 또한, 3개소의 구동 기구(40A 내지 40C)의 구동량을 같게 하여, 이 때의 보지 부재(32)[미러(M)]의 Y 방향으로의 변위를 상쇄하도록 Y축 구동 기구(36A, 36B)로 슬라이드 부재(35), 나아가서는 보지 부재(32)[미러(M)]를 Y 방향으로 구동함으로써, 미러(M)를 Z 방향으로만 구동할 수도 있다. 이와 같이 슬라이드 부재(35), 구동판(34), Y축 구동 기구(36A, 36B) 및 구동 기구(40A 내지 40C)를 포함하여, 보지 부재(32) 및 미러(M)의 Y 방향, Z 방향의 위치와, 각도  $\Theta_{YZ}$  및  $\Theta_X$ 를 조정하기 위한 보지 조정 기구(13M)가 구성되어 있다. 또한, 미러(M)의 반사면에 평행한 면 내에서의 미러(M)의 변위, 즉 미러(M)의 X 방향 및 그 반사면의 법선 주위의 회전 방향의 변위는, 그 반사면에서 반사되는 조명광(EL)의 광로에 영향을 주지 않는다. 그래서, 본 예에서는 미러(M)를 X 방향 및 그 반사면의 법선 주위의 회전 방향으로 구동하는 기구는 구비하고 있지 않다.
- <61> 이 구성에서는, 2개소의 Y축 구동 기구(36A, 36B)를 떼어내어, 슬라이드 부재(35)를 -Y 방향으로 이동시킴으로써, 보지 조정 기구(13M)와 보지 부재(32)[미러(M)]를 일체적으로 경통 유닛(12C)으로부터 용이하게 떼어내는 것이 가능하다. 또, 반대의 동작을 행함으로써, 외부에서 조립한 보지 조정 기구(13M)와 보지 부재(32)[미러(M)]를 일체적으로 용이하게 경통 유닛(12C)의 지지판(31) 위에 편성하는 것이 가능하다. 이 때에, 경통 유닛(12C)에는 개구(12Ca)가 마련되어 있기 때문에, 보지 부재(32)와 경통 유닛(12C)이 기계적으로 간섭하는 일이 없다.
- <62> 본 예의 두 개의 Y축 구동 기구(36A, 36B)의 구성은 동일하고, 세 개의 구동 기구(40A 내지 40C)의 구성은 동일하기 때문에, 한쪽의 Y축 구동 기구(36A) 및 한 개의 구동 기구(40A)의 구성에 대하여 도 8을 참조하여 설명한다.
- <63> 도 8은 도 6의 슬라이드 부재(35) 및 구동판(34)을 -X 방향에서 본 측면도이며, 이 도 8에 있어서, Y축 구동 기구(36A)는 지지판(31) 위에 고정된 고정 부재(37)와, 이 고정 부재(37)의 관통구멍을 통과하게 하여 Y축을 따라서 슬라이드 부재(35)의 단부에 마련된 나사부(35a)에 나사결합하는 볼트(38)와, 이 볼트(38)를 고정 부재(37)에 대하여 상대적으로 고정하기 위한 한 쌍의 E 링(39A, 39B)으로 구성되어 있다. E 링(39A, 39B)은 고정 부재(37)를 끼우도록 볼트(38)의 축에 마련된 홈에 설치되어 있다. 이 구성에서 볼트(38)를 회전함으로써, 고정 부재(37)에 대하여 슬라이드 부재(35) 및 보지 부재(32)[미러(M)]를 +Y 방향 또는 -Y 방향으로 구동할 수 있다.

또한, 볼트(38)는 작업자가 메뉴얼로 조작해도 되고, 모터로 자동적으로 조작해도 된다.

<64> 한편, 구동 기구(40A)는 구동관(34)의 위쪽의 단부에 고정된 고정 부재(42)와, 이 고정 부재(42)의 관통구멍을 통과하게 하여 배치된 볼트(43)와, 이 볼트(43)를 고정 부재(42)에 대하여 상대적으로 고정하기 위한 한 쌍의 E 링(45A, 45B)과, 슬라이드 부재(35)의 상부에 고정된 설치 부재(46)와, 이 설치부재(46)의 고정 부재(42)에 대항하는 면에 고정되는 동시에 볼트(43)에 나사결합하는 나사부(44c)가 형성된 플렉서 부재(44)(탄성부재)로 구성되어 있다. E 링(45A, 45B)은 고정 부재(42)의 선단부를 끼우도록 볼트(43)의 축에 마련된 홈에 설치되어 있다. 또, 플렉서 부재(44)에는 서로 직교하는 방향으로 두 개소의 홈부(44a 및 44b)가 형성되어 있기 때문에, 구동 기구(40A)를 구동할 때에 구동관(34)에 불필요한 응력이 작용하지 않는다. 이 구성으로 볼트(43)를 조작함으로써, 슬라이드 부재(35)에 대하여 고정 부재(42)를 거쳐 구동관(34)[나아가서는 미러(M)]을 슬라이드 부재(35)의 사면에 수직인 방향으로 구동할 수 있다. 다른 아래쪽의 구동 기구(40B, 40C)도 구동 기구(40A)와 동일하게 구성되어 있으나, 구동 기구(40B, 40C)의 플렉서 부재(44)는 슬라이드 부재(35)의 사면에 마련된 오목부에 마련되어 있는 점이 다르다. 또한, 볼트(43)는, 볼트(38)과 마찬가지로, 작업자가 메뉴얼로 조작해도 되고, 모터로 자동적으로 조작하도록 해도 된다. 이 때에, 본 예의 Y축 구동 기구(36A, 36B)의 볼트(38) 및 구동 기구(40A 내지 40C)의 볼트(43)의 회전부는 경통 유닛(12C)의 반경 방향의 외측을 향하고 있기 때문에, 개구(12Ca) 등을 통과하게 하여 외부로부터 용이하게 조정하는 것이 가능하다.

<65> 또, 미러(M)의 구동량을 검출하는 정전 용량형의 센서가 마련되어 있다. 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, 정전 용량 센서는, 구동관(34)에 고정된 피 검출부(49A, 49B, 49C, 49D, 49E)와, 이 피 검출부의 각각에 대하여 배치되는 검출부(48A, 48B, 48C, 48D, 48E)를 구비한다. 검출부(48A 내지 48E)는 일 예로서 도 5의 위쪽의 경통 유닛(12D)에 고정되지만, 투영 광학계(PO)의 조립 조정 중에는 도시하지 않은 조정용의 컬럼 등에 고정해도 된다. 그리고, 도 7의 좌측에 배치된 한 쌍의 센서(48A, 48B)의 검출 결과의 차분(差分)으로부터 도 6의 미러(M)의 각도( $\theta_X$ )가 구해지고, 도 7의 X축을 따라서 배열된 한 쌍의 센서(48A, 48C)의 검출 결과의 차분으로부터 도 6의 미러(M)의 각도( $\theta_{YZ}$ )가 구해지며, 도 7의 구동관(34)의 상단에 X축을 따라서 배열된 한 쌍의 센서(48D, 48E)의 검출 결과로부터 미러(M)의 Z 방향의 구동량과 Y축 주위의 회전각이 구해진다. 또한, 예를 들면 세 개의 센서(48A 내지 48C)의 검출 결과의 평균값으로부터 미러(M)의 Y 방향의 구동량이 구해진다. 또한, 미러(M)의 구동량이란, 도 5의 미러(M4)에 대한 미러(M)의 상대 위치의 변화량이라고 간주하는 것도 가능하다. 또, 미러(M)의 구동량은 정전 용량형의 센서 외에 자기식이나 광학식 등의 센서도 사용해도 된다.

<66> 도 5로 되돌아와서, 본 예의 투영 광학계(PO)의 미러(M4) 및 미러(M)의 위치의 조정시에는, 일 예로서 먼저 보지 조정 기구(13M)를 이용하여 조명 광학계의 일부인 미러(M)의 위치 및 각도를 도 1의 레티클(R), 또는 조명 광학계(1)의 다른 미러 등의 목표 위치 및 목표 각도에 대하여 조정한다. 예를 들면, 조명 광학계를 구성하는 다른 미러의 광축에 대하여, 미러(M)의 광축을 조정한다. 본 예의 조명 광학계 및 투영 광학계(PO)는 반사계이기 때문에, 조정시에는 가시광 등을 사용하는 것도 가능하다. 다음으로, 투영 광학계(PO) 내의 광학 부재인 미러(M4)의 위치 조정을 행할 때에, 도 4의 와셔(14C)의 두께 등을 조정하여 경통 유닛(12C)의 위치 그 자체를 조정하는 일이 있다. 이 경우에는 조명 광학계의 일부인 미러(M)의 위치나 각도가 목표 위치나 목표 각도로부터 어긋나 버린다. 그래서, 경통 유닛(12C)의 위치의 조정량에 의거하는 미러(M)의 어긋남 양을 상쇄하도록, 보지 조정 기구(13M)로 미러(M)의 위치 및 각도를 조정한다. 즉, 미러(M4)에 대한 미러(M)의 상대 위치를 조정함으로써, 미러(M)의 위치 및 각도를 미러(M)의 위치를 바꾸지 않고, 목표위치 및 목표각도가 되도록 재조정한다. 그 후, 필요하면, 보지 조정 기구(13D)로 미러(M4)의 위치 및 각도의 미조정을 행함으로써, 미러(M4) 및 미러(M)를 각각 목표 위치로 용이하고 신속하게 조정할 수 있다.

<67> 그 후, 도 1의 노광 장치(10)를 이용한 노광 개시 전 또는 정기적으로, 오퍼레이터에 의해서 테스트 프린트 등에 의해서 투영 광학계(PO)의 결상 특성이 계측되고, 그 결상 특성의 계측 결과에 의거하여 도시하지 않은 미러 제어 장치에 의하여 도 4의 보지 조정 기구(13A 내지 13E) 내의 패러렐 링크 기구(22)를 구동하여, 투영 광학계(PO)의 파면 수차, 또는 소정의 결상 특성[예를 들면, 상면 만곡, 비점(非点) 수차, 코마 수차, 구면 수차 및 왜곡 수차 등]을 보정할 수도 있다. 이에 의해서, 항상 고정밀도로 노광을 행할 수 있다.

<68> 이 때에, 노광 장치(10)에서는, 매우 파장이 짧은 EUV 광을 조명광(EL)으로 이용하고, 색 수차가 없는 반사계의 투영 광학계(PO)를 거쳐 레티클(R)의 패턴이 웨이퍼(W) 위에 전사되므로, 레티클(R) 위의 미세 패턴을 웨이퍼(W) 위의 각 쇼트 영역에 고정밀도로 전사할 수 있다. 구체적으로는 최소 선폭 70nm 정도 이하의 미세 패턴의 고정밀도의 전사가 가능하다.

<69> 또한, 상기 실시 형태에서는, 도 5의 경통 유닛(12C)의 지지판(25C, 31) 위에는 투영 광학계(PO) 내의 미러(M



4)와 조명 광학계 내의 미러(M)가 배치되어 있으나, 지지판(25C, 31) 위에 투영 광학계(P0) 내의 복수의 미러와 조명 광학계 내의 복수의 미러가 배치되어 있는 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다. 또, 상기 실시형태에서는 미러(M4)와 미러(M)를 지지판(25C, 31) 위에 배치하는 구성에 대하여 설명하였으나, 각각 따로따로 배치되는 구성에 대해서도 본 발명을 적용할 수 있다. 그 조명 광학계 내의 복수의 미러는 복수의 경통 유닛에 걸쳐서 배치되어 있어도 된다. 또한, 본 예의 투영 광학계(P0)는 경통 유닛 방식이나, 경통 유닛 방식이 아닌 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다.

<70> 또한, 상기의 실시형태의 노광 장치를 이용하여 반도체 디바이스를 제조하는 경우, 이 반도체 디바이스는 디바이스의 기능·성능 설계를 행하는 단계, 이 단계에 의거하여 레티클을 제조하는 단계, 실리콘 재료로부터 웨이퍼를 형성하는 단계, 상기의 실시형태의 노광 장치에 의하여 얼라이먼트를 행하여 레티클의 패턴을 웨이퍼에 노광하는 단계, 에칭 등의 회로 패턴을 형성하는 단계, 디바이스 조립 단계(다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함) 및 검사 단계 등을 거쳐서 제조된다.

<71> 또, 상기 실시형태에서는 광학 부재가 미러인 경우에 대하여 설명하였으나, 본 발명이 이것에 한정되는 것은 아니고, 광학 부재가 렌즈여도 된다. 또, 상기 실시형태에서는 노광 비임으로서 EUV 광을 이용하고, 6매의 미러만으로 이루어지는 전반사의 투영 광학계를 이용하는 경우에 대하여 설명하였으나, 이것은 일 예이며, 본 발명이 이것에 한정되지 않음은 물론이다. 즉, 예를 들면 일본 공개 특허 공보 제 1999-345761 호에 개시된 바와 같은 4매의 미러만으로 이루어지는 투영 광학계를 구비한 노광 장치는 물론, 광원에 파장 100 내지 160nm의 VUV 광원, 예를 들면 Ar<sub>2</sub> 레이저(파장 126nm)를 이용하고, 4 내지 8매의 미러를 갖는 투영 광학계 등에도 적절하게 적용할 수 있다. 또, 렌즈만으로 이루어지는 굴절계의 투영 광학계, 렌즈를 일부에 포함하는 반사 굴절계의 투영 광학계의 어느 것에나 본 발명은 적절하게 적용할 수 있다.

<72> 또한, 상기 실시형태에서는 노광 광으로서 파장 11nm의 EUV 광을 이용하는 경우에 대하여 설명하였으나, 이것에 한정하지 않고, 노광 광으로서 파장 13nm의 EUV 광을 이용해도 된다. 이 경우에는 파장 13nm의 EUV 광에 대하여 약 70%의 반사율을 확보하기 위하여, 각 미러의 반사막으로서 몰리브덴(Mo)과 규소(Si)를 번갈아 적층한 다층 막을 이용할 필요가 있다. 또, 상기 실시형태에서는 노광 광원으로서 레이저 여기 플라즈마 광원을 이용하는 것으로 하였으나, 이것에 한정하지 않고, SOR(Synchrotron Orbital Radiation) 링, 베타트론 광원, 디스차지드 광원, X선 레이저 등의 어느 것을 이용해도 된다.

<73> 이와 같이, 본 발명은 상술한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러 가지 구성을 취할 수 있다. 또, 명세서, 특허청구의 범위, 도면 및 요약을 포함한 2006년 1월 30일자 제출의 일본 특허 출원 제 2006-020576 호의 모든 개시 내용은 모두 그대로 인용하여 본원에 들어가 있다.

<74> 또한, 법령에서 허용되는 한에 있어서, 노광 장치 등에 관한 모든 인용예의 개시를 인용하여 본문 기재의 일부로 한다.

### 산업상 이용 가능성

<75> 본 발명을 EUV 노광 장치에 적용한 경우에는, 예를 들면 동일한 경통 내에 조명 광학계의 광학 부재와 투영 광학계의 광학 부재를 용이하게 상대 위치를 조정할 수 있는 상태에서 배치할 수 있기 때문에, EUV 노광 장치의 조립 조정이 용이해진다.

### 도면의 간단한 설명

<19> 도 1은 본 발명의 실시형태의 일 예의 노광 장치의 개략적인 구성을 도시한 일부를 절결한 도면,

<20> 도 2는 도 1의 투영 광학계(P0) 내의 조명광의 광로를 도시한 단면도,

<21> 도 3의 (A)는 투영 광학계(P0)를 구성하는 복수의 미러를 비스듬히 위쪽에서 본 사시도이고, 도 3의 (B)는 그 복수의 미러를 비스듬히 아래쪽에서 본 사시도,

<22> 도 4는 도 1의 투영 광학계(P0)의 경통 및 미러의 배치 조정 기구를 도시한 단면도,

<23> 도 5는 도 4 내의 경통 유닛(12C 및 12D)을 도시한 사시도,

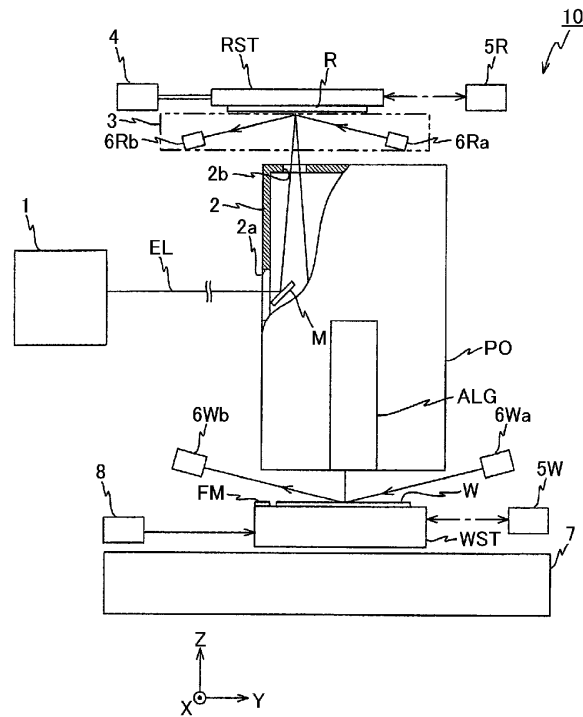
<24> 도 6은 도 5의 구성으로부터 위쪽의 경통 유닛(12D) 및 지지판(25C)을 떼어낸 상태를 도시한 사시도,

<25> 도 7은 도 6을 조명 광학계 측(-Y 방향)에서 본 측면도,

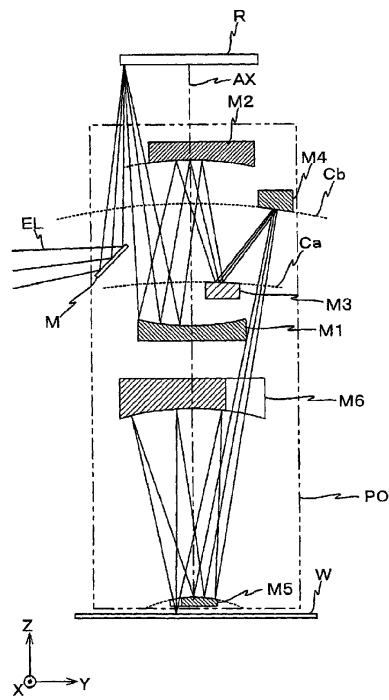
- <26> 도 8은 도 6의 슬라이드 부재(35) 및 구동판(34)을 -X 방향에서 본 측면도.
- <27> 부호의 설명
- <28> 10 : 노광 장치 R : 레티클(마스크)
- <29> PO : 투영 광학계 M4 : 미러
- <30> M : 미러 W : 웨이퍼(물체)
- <31> 11 : 플랜지 12A 내지 12E : 경통 유닛
- <32> 13D : 보지 조정 기구 13M : 보지 조정 기구
- <33> 35 : 슬라이드 부재 36A, 36B : Y축 구동 기구
- <34> 40A 내지 40C : 구동 기구 48A 내지 48E : 센서

## 도면

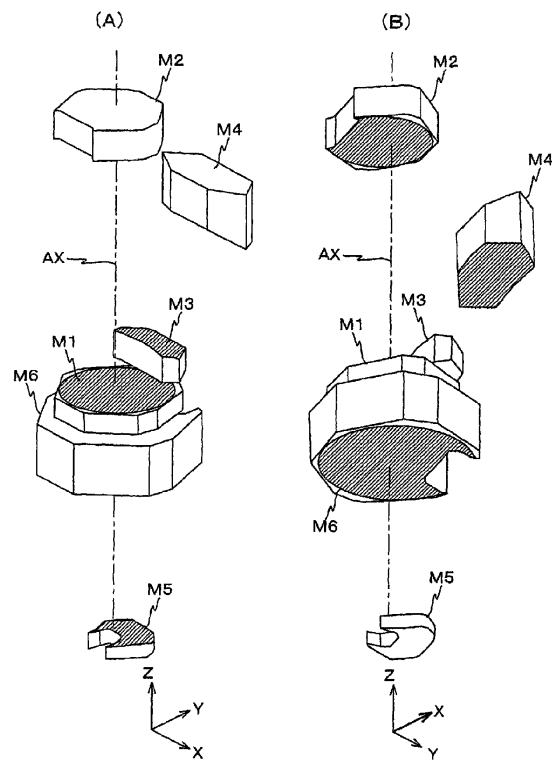
### 도면1



도면2

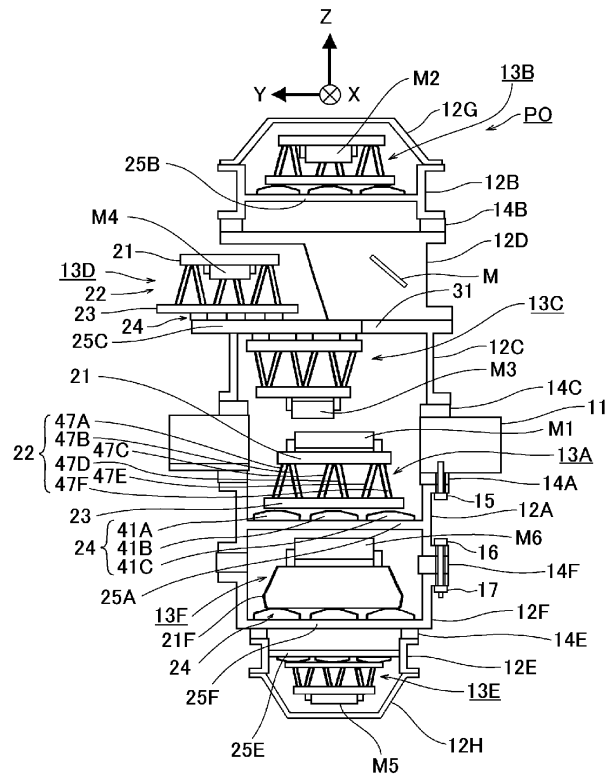


도면3

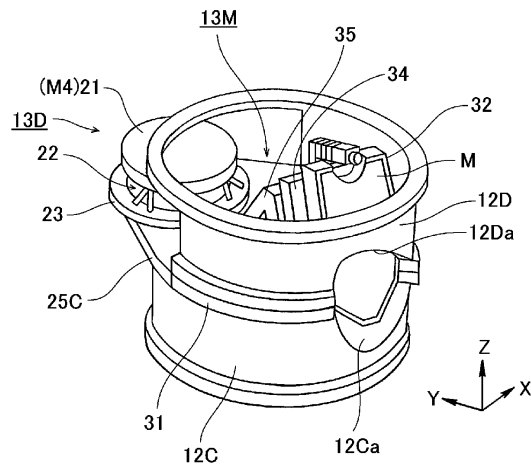




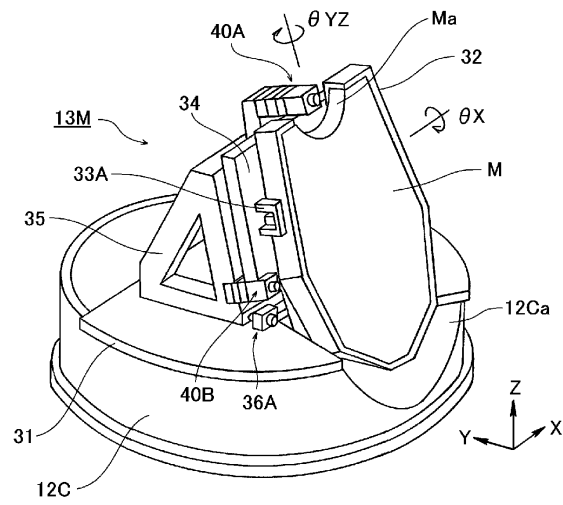
도면4



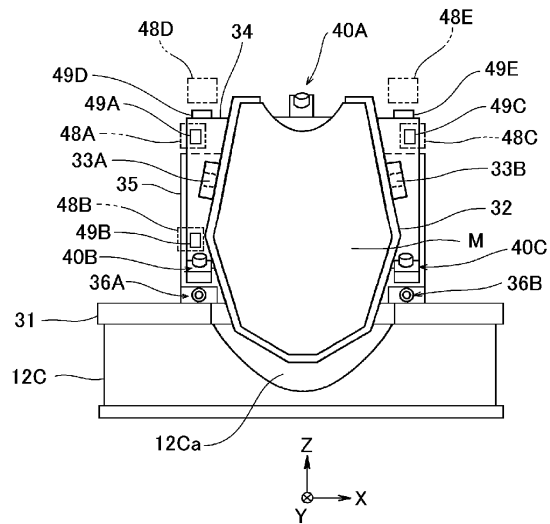
도면5



도면6



도면7



도면8

