



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년07월15일  
(11) 등록번호 10-0846337  
(24) 등록일자 2008년07월09일

(51) Int. Cl.

*H01L 21/027* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2000-0057268  
(22) 출원일자 2000년09월29일  
심사청구일자 2005년09월29일  
(65) 공개번호 10-2001-0039943  
(43) 공개일자 2001년05월15일

(30) 우선권주장

99-282114 1999년10월01일 일본(JP)  
2000-269288 2000년09월05일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR100416327B1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

가부시키가이샤 니콘

일본 도쿄도 지요다구 마루노우찌 3쵸메 2방 3고

(72) 발명자

쓰찌야마꼬또

일본도쿄도지요다구마루노우찌3-2-3가부시키가이  
샤니콘나이

나라케이

일본도쿄도지요다구마루노우찌3-2-3가부시키가이  
샤니콘나이

(74) 대리인

특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 양희용

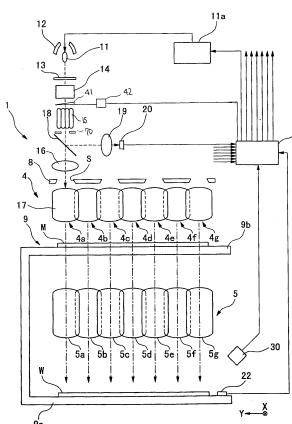
## (54) 노광방법 및 노광장치

## (57) 요약

(과제) 복수의 투영광학계를 통해 마스크에 형성된 패턴 이미지를 기판상에 전사함에 있어서, 기판상에 형성되는 패턴의 치수가 각 투영영역에서 균일화될 수 있는 노광방법 및 노광장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

(해결수단) 노광장치 (1)는 복수의 조명광학계 (4)에 대응하여 배치된 복수의 투영광학계 (5)와, 기판 (W)에 형성된 패턴의 치수를 계측하는 치수계측계 (30)와, 치수계측계 (30)의 계측결과에 근거하여 조명광학계 (4)의 노광광의 조사량, 조명광학계 (4)의 광학특성, 투영광학계 (5)의 광학특성 중 적어도 하나를, 투영영역의 각각을 결정하는 광학계 (4, 5)마다 각각 개별적으로 변경하는 제어계 (7)를 구비하고 있기 때문에, 각 투영영역마다의 패턴의 치수를 각각의 광학계 (4, 5)의 특성의 차이의 영향을 받지 않고 균일하게 한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 조명광학계로부터 마스크에 노광광을 조명하고, 상기 조명광학계의 각각에 대응하여 배치된 복수의 투영광학계를 통해 상기 마스크의 패턴 이미지를 기판상에 전사하는 노광방법에 있어서,

미리, 상기 기판상에서의 상기 투영광학계의 각각에 대응하는 투영영역의 노광광의 조사량을 소정량으로 설정하여 노광처리를 행하며,

상기 노광처리에 의해 상기 기판상에 형성된 각 투영영역에 대응하는 패턴 이미지의 각각의 치수를 계측하고, 이 계측결과에 근거하여 상기 각 치수가 목표치가 되도록,

조명광학계의 광학특성과 투영광학계의 광학특성 중 적어도 하나를, 상기 투영영역마다 각각 개별적으로 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 노광광의 조사량 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 상기 관계에 근거하여 상기 조명광학계의 노광광의 조사량을 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 투영광학계의 광학특성으로서 각각의 초점위치를 변경할 때,

초점위치의 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 상기 관계에 근거하여 상기 투영광학계의 초점위치를 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 조명광학계의 광로상의 소정 위치에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 설치하고,

개구의 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 상기 관계에 근거하여 상기 광학부재의 개구를 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 투영광학계의 광학특성으로서 각각의 개구수를 변경할 때,

개구수의 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 상기 관계에 근거하여 상기 투영광학계의 개구수를 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 조명광학계의 광학특성으로서 상기 조명광학계의 각각에 의한 노광광의 파장을 변경할 때,

파장의 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 이 관계에 근거하여 상기 조명광학계에 의한 노광광의 파장을 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

### 청구항 7

광원으로부터의 노광광을 마스크에 조명하는 복수의 조명광학계와,

상기 조명광학계의 각각에 대응하여 배치되고, 상기 노광광에 의해 조명되는 상기 마스크의 패턴 이미지를 기판

상에 전사하는 복수의 투영광학계를 갖춘 노광장치에 있어서,

상기 기판상에 형성된 상기 투영광학계의 각각의 투영영역에 대응하는 패턴 이미지의 치수를 계측하는 치수계측계와,

상기 치수계측계의 계측결과에 근거하여, 조명광학계의 광학특성과 투영광학계의 광학특성 중 적어도 하나를, 상기 투영영역마다 각각 개별적으로 변경하는 제어계를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기판상에서의 상기 투영광학계의 각각에 대응하는 투영영역의 노광광의 조사량을 계측하는 조사량계측계를 갖추고,

상기 제어계는, 상기 조사량계측계의 계측결과에 근거하여 상기 조명광학계 각각의 노광광의 조사량이 변경가능한 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 투영광학계의 각각의 초점위치가 변경가능한 초점위치조정장치를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 10

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 조명광학계의 광로상의 소정 위치에 설치되고, 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 투영광학계의 각각의 개구수가 변경가능한 개구수조정장치를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 12

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 조명광학계의 각각에 의한 노광광의 파장이 변경가능한 파장조정장치를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 13

제 3 항에 있어서,

상기 조명광학계의 광로상의 소정의 위치에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 설치하고,

개구의 변화량과 패턴의 이미지의 치수 변화량의 관계를 미리 구하고, 상기 관계에 근거하여 상기 광학부재의 개구를 변경하는 것을 특징으로 하는 노광방법.

#### 청구항 14

제 9 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 조명광학계의 광로상의 소정의 위치에 설정되고, 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

#### 청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 투영광학계의 각각의 개구수가 변경가능한 개구수조정장치를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 16

제 9 항에 있어서,

상기 제어계는, 상기 조명광학계의 각각에 의한 노광광의 파장이 변경가능한 파장조정장치를 갖춘 것을 특징으로 하는 노광장치.

### 청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 개구수조정장치는, 윤대조리개 또는 변형조리개를 이용하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<27> 본 발명은, 복수의 조명광학계로부터 마스크에 노광광을 조명하고, 상기 각 조명광학계에 대응하여 배치된 복수의 투영광학계를 통해 상기 마스크의 패턴 이미지를 기판상에 전사하는 노광방법 및 노광장치에 관한 것이다.

<28> 최근, 퍼스널컴퓨터 및 텔레비전 수상기의 표시소자로서 액정표시기판이 많이 사용되게 되었다. 이 액정표시기판은, 유리기판상에 투명박막전극을 포토리소그래피 수법에 의해 원하는 형상으로 패터닝하여 만들어진다. 이 리소그래피를 위한 장치로는, 마스크상에 형성된 원화(原畫)패턴을 투영광학계를 통해 유리기판상의 포토레지스트층에 노광하는 투영노광장치가 사용되고 있다.

<29> 그런데, 최근에는 액정표시기판의 대면적화가 요구되어지면서, 이에 수반하여 투영노광장치에서도 노광영역 (쇼트영역)의 확대가 요망되고 있다. 이 쇼트영역의 확대 수단으로, 복수의 투영광학계를 갖는 주사형 노광장치를 들 수 있다. 이 주사형 노광장치는, 광원에서 출사된 광속(光束)의 광량을 균일화하는 플라이아이렌즈 등을 포함하는 조명광학계와, 이 조명광학계에 의해 광량이 균일화된 광속을 원하는 형상으로 정형하여 마스크의 패턴 영역을 조명하는 시야조리개를 복수개 갖추고 있다.

<30> 그리고, 마스크는, 복수 배치된 조명광학계의 각각에서 사출되는 광속에 의해 상이한 영역 (조명영역) 이 각각 조명된다. 마스크를 투과한 광속은, 각각 각 조명광학계에 대응하여 설치된 투영광학계를 통해 유리기판상의 상이한 투영영역에 마스크의 패턴 이미지를 결상한다. 그리고, 마스크와 유리기판을 동기시키면서 투영광학계에 대해 주사함으로써, 마스크상의 패턴 영역의 전면이 유리기판상에 전사된다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<31> 상술한 구성의 주사형 노광장치에서는, 마스크에 형성된 패턴 이미지는 복수의 투영광학계에 의해 분할되어 유리기판상에 투영된다. 이 경우, 분할된 패턴 이미지는 간극없이 또는 소정량만큼 오버랩하도록 유리기판상에 투영된다.

<32> 이러한 복수의 투영광학계를 갖춘 노광장치에 있어서, 기판상의 각 투영영역 (각 투영광학계로부터의 노광광에 의해 조사되는 기판상의 각 영역)에 형성되는 패턴의 선폭은 균일화되는 것이 바람직하다. 그러나, 각각의 투영광학계의 특성 (결상특성 등)에 차가 있으면, 복수의 조명광학계의 각각의 조사량을 균일하게 하여도 기판에 형성되는 패턴의 선폭이 투영영역마다 상이하다는 문제가 있었다.

<33> 본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 복수의 조명광학계로부터 마스크에 노광광을 조명하고, 각 조명광학계에 대응하여 배치된 복수의 투영광학계를 통해 마스크에 형성된 패턴 이미지를 기판상에 전사함에 있어서, 기판상에 형성되는 패턴의 선폭이 각 투영영역에서 균일화가능한 노광방법 및 노광장치를 제공하는 것을

목적으로 한다.

### 발명의 구성 및 작용

- <34> 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명은, 실시형태에서 나타낸 도 1 ~ 도 9에 대응시킨 이하의 구성을 채용하고 있다.
- <35> 청구항 1 항에 기재된 노광방법은, 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g)로부터 마스크 (M)에 노광광을 조명하고, 조명광학계 (4a ~ 4g) 각각에 대응하여 배치된 복수의 투영광학계 (5a ~ 5g)를 통해 마스크 (M)에 형성된 패턴 이미지를 기판 (W) 상에 전사하는 노광방법에 있어서, 미리 기판 (W) 상에서의 투영광학계 (5a ~ 5g) 각각에 대응하는 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조사량을 소정량으로 설정하여 노광처리를 행하고, 이 노광처리에 의해 기판 (W) 상에 형성된 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 대한 패턴 이미지의 각각의 치수를 계측하며, 이 계측결과에 근거하여 각 치수가 목표치가 되도록 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 광학특성, 투영광학계 (5a ~ 5g)의 광학특성 중 적어도 하나를, 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각을 결정하는 광학계 (4a ~ 4g, 5a ~ 5g)마다 각각 개별적으로 변경하는 것을 특징으로 한다.
- <36> 본 발명에 의하면, 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 패턴의 치수의 각각의 계측결과에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 광학특성, 투영광학계 (5a ~ 5g)의 광학특성 중 적어도 하나를 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각을 결정하는 광학계 (4a ~ 4g, 5a ~ 5g)마다 각각 개별적으로 변경함으로써, 각 광학계 (4a ~ 4g, 5a ~ 5g)의 특성에 차이 등이 있는 경우에도 이들의 영향을 받지 않고 기판 (W) 상의 복수의 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성되는 패턴의 치수를 확실하게 일치시킬 수 있다.
- <37> 이 때, 미리 기판 (W) 상의 각 투영광학계 (5a ~ 5g)에 대응하는 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조사량을 예를 들면 균일하게 하는 등 소정량으로 설정하여 노광처리를 행함으로써, 형성되는 패턴의 치수는 어느 정도 일치된다. 그리고, 이 패턴의 치수를 계측함으로써, 예를 들면 짧은 처리시간의 실현가능 등, 계측이 고효율로 행해진다.
- <38> 또, 치수는, 패턴의 선폭이나 간격, 패턴의 위치 등, 기판 (W)의 판면에 따르는 방향의 치수값을 가리킨다. 이 경우, 홀 형상 패턴의 직경도 포함된다.
- <39> 또, 투영영역은, 각 투영광학계로부터의 노광광에 의해 조사되는 기판상의 각 영역을 가리킨다.
- <40> 이 때, 청구항 2 항에 기재된 바와 같이, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각의 노광광의 조사량을 변경할 때, 노광광의 조사량 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량과의 관계를 미리 구하고, 이 관계에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량을 변경함으로써, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 최적의 노광광의 조사량이 고효율로 구해진다.
- <41> 청구항 7 항에 기재된 노광장치는, 광원 (11)으로부터의 노광광을 마스크 (M)에 조명하는 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g)와, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각에 대응하여 배치되고, 노광광에 의해 조명되는 마스크 (M)의 패턴 이미지를 기판 (W) 상에 전사하는 복수의 투영광학계 (5a ~ 5g)를 구비한 노광장치에 있어서, 기판 (W) 상에 형성된 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 투영영역 (Pa ~ Pg)에 대응하는 패턴 이미지의 치수를 계측하는 치수계측계 (30)와, 치수계측계 (30)의 계측결과에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 광학특성, 투영광학계 (5a ~ 5g)의 광학특성 중 적어도 하나를, 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각을 결정하는 광학계 (4a ~ 4g, 5a ~ 5g)마다 각각 개별적으로 변경하는 제어계 (7)를 갖춘 것을 특징으로 한다.
- <42> 본 발명에 의하면, 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 패턴의 치수는 치수계측계 (30)에 의해 계측되고, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 광학특성, 투영광학계 (5a ~ 5g)의 광학특성 중 적어도 하나가 이 치수계측계 (30)의 계측결과에 의해 각각 변경된다. 이렇게, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 광학특성, 각 투영광학계 (5a ~ 5g)의 광학특성은, 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 각각의 패턴 치수의 계측결과에 근거하여 조정되기 때문에, 예를 들면 각각의 광학계 (4a ~ 4g, 5a ~ 5g)의 특성 등이 상이한 경우에도 이들의 영향을 받지 않고, 기판 (W) 상에 형성되는 투영영역 (Pa ~ Pg)마다의 패턴의 치수가 균일화된다.
- <43> 이 때, 청구항 8 항에 기재된 바와 같이, 기판 (W) 상에서의 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각에 대응하는 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조사량을 계측하는 조사량계측계 (22)를 설치함과 동시에, 제어계 (7)는 조사량계측계 (22)의 계측결과에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각의 노광광의 조사량을 변경가능하게

함으로써, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 노광광의 조사량의 조정은, 예를 들면 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에서의 노광광의 조사량을 조사량계측계 (22) 에 의해 계측하고, 이 때의 각 조사량이 균일하게 되도록 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 조사량을 조정한 다음, 치수계측계 (30) 의 계측결과에 근거하여 행해진다.

<44> 청구항 3 항에 기재된 노광방법 및 청구항 9 항에 기재된 노광장치와 같이, 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 광학특성으로서 각각의 초점위치를 초점위치조정장치 (58, 58a, 61, 61a, LC) 를 사용하여 변경함으로써 투영광학계의 해상력이 변화하여 패턴 이미지의 외관상 치수가 변화하기 때문에, 기판 (W) 상의 복수의 투영영역 (Pa ~ Pg) 에 형성되는 각각의 패턴의 치수를 조정할 수 있다.

<45> 또, 청구항 4 항에 기재된 노광방법 및 청구항 10 항에 기재된 노광장치와 같이, 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 광로 상의 소정 위치에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재 (70) 를 설치하고, 이 광학부재 (70) 의 개구를 변경하는 것에 의해서도 해상력이 변화하기 때문에, 패턴의 치수를 조정할 수 있다.

<46> 또는, 청구항 5 항에 기재된 노광방법 및 청구항 11 항에 기재된 노광장치와 같이, 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 광학특성으로서 각각의 개구수를 개구수 조정장치 (80) 를 사용하여 변경하는 것에 의해서도 패턴 이미지의 외관상 치수가 변화하기 때문에, 형성되는 패턴의 치수를 조정할 수 있다.

<47> 또, 청구항 6 항에 기재된 노광방법 및 청구항 12 항에 기재된 노광장치와 같이, 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 광학특성으로서 이 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 각각에 의한 노광광의 파장을 파장조정장치 (13) 를 사용하여 변경하는 것에 의해서도 패턴의 치수를 조정할 수 있다.

<48> (발명의 실시형태)

#### 제 1 실시형태

<50> 다음에서, 본 발명의 노광방법 및 노광장치의 제 1 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1 은 본 발명의 노광장치의 개략구성도이고, 도 2 는 도 1 중 마스크 (M) 및 기판 (W) 을 지지한 캐리지 (9) 를 설명하기 위한 사시도이다.

<51> 도 1, 도 2 에 있어서, 노광장치 (1) 는, 광원 (11) 으로부터의 광속 (노광광) 을 마스크 (M) 에 조명하는 복수의 조명광학계 (4: 4a ~ 4g) 와, 이 조명광학계 (4) 내에 배치되고, 광속을 통과시키는 개구 (S) 의 면적을 조정하여 이 광속에 의한 마스크 (M) 의 조명범위를 규정하는 시야조리개 (8) 와, 이들 각 조명광학계 (4) 에 대응하여 배치되고, 노광광에 의해 조명되는 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기판 (W) 상에 전사하는 복수의 투영광학계 (5: 5a ~ 5g) 와, 이 각 조명광학계 (4) 의 노광광의 조사량을 조정하는 제어부 (제어계: 7) 를 갖추고 있다.

<52> 또, 이 노광장치 (1) 에는, 기판 (W) 상에 형성된 각 투영광학계 (5) 에 대응하는 위치 (투영영역) 의 패턴 이미지의 형상 중 치수를 계측하는 치수계측계 (30) 가 구비되어 있고, 제어부 (7) 는 치수계측계 (30) 의 계측결과에 근거하여 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 노광광의 조사량을 독립하여 조정가능하게 되어 있다. 또, 기판 (W) 은 캐리지 (9) 중 하단측에 설치되어 있는 기판스테이지 (9a) 에 지지되어 있으며, 한편 마스크 (M) 는 캐리지 (9) 의 상단측에 설치되어 있는 마스크스테이지 (9b) 에 지지되어 있다. 그리고, 이들 기판 (W) 및 마스크 (M) 는 캐리지 (9) 에 의해 일체적으로 지지되어 있다.

<53> 조명광학계 (4) 는, 초고압 수온램프 등으로 이루어지는 광원 (11) 과, 이 광원 (11) 을 구동하기 위한 광원구동부 (전원: 11a) 와, 광원 (11) 에서 사출된 광속을 집광하는 타원경 (12) 과, 이 타원경 (12) 에 의해 집광된 광속 중 노광에 필요한 파장만을 통과시키는 파장필터 (파장조정장치: 13) 와, 이 파장필터 (13) 를 통과시킨 광속을 균일한 조도분포의 광속로 조정하는 플라이아이 렌즈 (15), 및 렌즈계 (14, 16, 17) 를 갖추고 있다.

이 때, 시야조리개 (8) 는 플라이아이렌즈 (15) 로부터의 광속이 입사되는 렌즈계 (16) 와 렌즈계 (17) 의 사이에 배치되어 있다.

<54> 조명광학계 (4) 는 복수 (본 실시형태에서는 4a ~ 4g 의 7 개) 배치되어 있고 (단, 도 1 에서는 편의상 렌즈계 (17) 에 대응하는 것만을 표시하고 있다), 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 각각에서 사출된 노광광은 마스크 (M) 상의 상이한 소량역 (少量域) (조명영역) 을 각각 조명한다.

<55> 시야조리개 (8) 는, 예를 들면 평면 L 자 형상으로 굴곡하는 한쌍의 날개를 광속의 광축과 직교시킨 상태에서 조합하여 직사각형상의 개구 (S) 를 발생시키는 것으로, 이들 날개는 도시하지 않는 구동기구에 의해 광축과 직교하는 면내에서 이동가능하게 되어 있다. 즉, 시야조리개 (8) 는, 이들 날개의 위치 변화에 따라 개구 (S) 의 크기가 변화가능하게 되어 있고, 플라이아이 렌즈 (15) 로부터 입사되는 광속 중 개구 (S) 를 통과한 광속

(노광광) 만을 렌즈계 (17) 측에 보내도록 되어 있다. 이 시야조리개 (8) 는, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 에 대응하도록 복수개 설치되어 있다.

<56> 마스크스테이지 (9b) 에 지지되어 있는 마스크 (M) 에는, 기판 (W) 에 전사될 패턴이 형성되어 있다. 그리고, 각 시야조리개 (8) 에 의해 각 조명영역이 규정되어 각 렌즈계 (17) 를 투과한 각 노광광에 의해, 마스크 (M) 는 상이한 영역 (조명영역) 이 각각 조명되도록 되어 있다.

<57> 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 각 광로 중, 플라이아이 렌즈 (15) 와 렌즈계 (16) 사이에는 하프미러 (18) 가 설치되어 있다. 이 하프미러 (18) 는 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 각각의 광속의 일부를 렌즈계 (19) 를 통해 디텍터 (20) 에 입사시키도록 되어 있다. 이 디텍터 (20) 는, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 에 대응하여 복수개 (이 경우 7 개) 설치되어 있고, 항상 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 각각의 광속의 강도를 독립하여 검출함과 동시에, 각 검출신호를 제어부 (7) 에 송출하도록 되어 있다. 즉, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 노광광의 조사량 (각 조명광학계 (4a ~ 4g) 에 각각 설치되어 있는 각 광원 (11) 의 조사량) 은 각 디텍터 (20) 에 의해 독립적으로 검출가능하게 설치되어 있으며, 각각의 검출신호는 제어부 (7) 에 송출되도록 되어 있다.

<58> 렌즈계 (14) 의 광로 하류측에는 필터 (41) 가 형성되어 있다. 이 필터 (41) 는 도 3 에 나타낸 바와 같이 유리판 (41a) 상에 Cr 등에 의해 발(簾)형상으로 패턴된 것으로, 투과율이 Y 방향으로 따라 어떤 범위에서 선형으로 점차 변화하도록 형성되어 있다. 그리고, 이 필터 (41) 에 접속한 필터구동부 (42) 는 제어부 (7) 의 지시에 기초하여 필터 (41) 를 Y 방향으로 이동시키는 것이다. 제어부 (7) 는, 디텍터 (20) 의 검출결과에 근거하여 필터구동부 (42) 를 구동하여 필터 (41) 를 이동하여, 각 광로마다의 광량을 조정하도록 되어 있다.

<59> 투영광학계 (5: 5a ~ 5g) 는, 개구 (S) 에 의해 규정된 마스크 (M) 의 조명범위에 존재하는 패턴 이미지를 기판 (W) 에 결상시키고, 기판 (W) 의 특정영역에 패턴 이미지를 노광하기 위한 것으로, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 에 대응하여 배치되어 있다. 이 때, 투영광학계 (5a, 5c, 5e, 5g) 와 투영광학계 (5b, 5d, 5f) 가 2 열로 갈짓자 형상으로 배열되어 있고, 이들 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 조명광학계 (4a ~ 4g) 로부터 사출되어 마스크 (M) 를 투과한 복수의 노광광을 투과시키고, 기판스테이지 (9a) 에 지지되어 있는 기판 (W) 에 마스크 (M) 에 형성된 패턴 이미지를 투영하도록 되어 있다. 즉 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 를 투과한 노광광은, 기판 (W) 상의 상이한 투영영역에 마스크 (M) 의 조명영역에 대응한 패턴 이미지를 결상한다.

<60> 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 도 4 에 나타낸 바와 같이, 마스크 (M) 를 투과한 노광광이 입사하는 이미지수프트 기구 (53) 와, 2 조의 반사굴절형 광학계 (54, 55) 와, 시야조리개 (56) 및 배율조정기구 (57) 를 갖추고 있다.

<61> 이미지수프트 기구 (53) 는, 예를 들면 2 장의 평행평판 유리가 각각 Y 축 주위 또는 Z 축 주위로 회전함으로써, 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 X 방향 또는 Y 방향으로 수프트시키는 것이다. 이미지수프트 기구 (53) 를 투과한 노광광은 첫번째조의 반사굴절형 광학계 (54) 에 입사된다.

<62> 반사굴절형 광학계 (54) 는 마스크 (M) 패턴의 중간이미지를 형성하는 것으로, 직각프리즘 (58) 과 렌즈 (59) 및 오목면경 (60) 을 갖추고 있다. 직각프리즘 (58) 에는 프리즘이동장치 (58a) 가 접속되어 있고, 이 프리즘이동장치 (58a) 에 의해, 직각프리즘 (58) 이 Z 축 주위로 회전하여 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 회전시키도록 되어 있다. 또한, 직각프리즘 (58) 은, 프리즘이동장치 (58a) 에 의해 도면 중 광로에 대하여 출입방향 (X 방향) 으로 이동가능하게 되어 있다.

<63> 마스크 (M) 의 패턴의 중간이미지 위치에는 시야조리개 (56) 가 배치되어 있다. 시야조리개 (56) 는, 기판 (W) 상에서의 투영영역 (Pa ~ Pg: 도 5 참조) 을 설정하는 것이다. 시야조리개 (56) 를 통과한 노광광은, 두번째조의 반사굴절형 광학계 (55) 에 입사된다. 반사굴절형 광학계 (55) 는, 반사굴절형 광학계 (54) 와 마찬가지로 직각프리즘 (61) 과 렌즈 (62) 및 오목면경 (63) 을 갖추고 있다. 또, 직각프리즘 (61) 에도 프리즘이동장치 (61a) 가 접속되어 있고, Z 축 주위로 회전이 자유롭게 되어 있으며, 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 회전시키도록 되어 있다. 또한, 직각프리즘 (61) 은, 프리즘이동장치 (61a) 에 의해, 도면 중에서 광로에 대해 출입방향 (X 방향) 으로 이동이 가능하게 되어 있다.

<64> 반사굴절형 광학계 (55) 로부터 출사된 노광광은, 기판 (W) 상에 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 정립등배(正立等倍)로 결상한다. 반사굴절형 광학계 (55) 에는 배율조정기구 (57) 가 렌즈 (62) 를 통해 직각 프리즘 (61) 에 도달하는 광로중에 설치되어 있다. 배율조정기구 (57) 는, 예를 들면, 평볼록렌즈, 양볼록렌즈, 평볼록렌즈의 3 장의 렌즈로 구성되고, 평볼록렌즈와 평오목렌즈와의 사이에 위치하는 양볼록렌즈를 Z 축 방향으

로 이동시킴으로써 마스크 (M) 의 패턴 이미지의 배율을 변화시키도록 되어 있다. 또한, 배율조정기구 (57) 는 오목면경 (63) 에서 반사되어 렌즈 (62) 에 도달한 광로중에 설치되도록 하여도 된다. 또한, 반사굴절형 광학계 (55) 와 기판 (W) 사이에 배율조정기구 (57) 를 설치하여도 된다.

<65> 마스크 (M) 및 기판 (W) 을 일체적으로 지지하는 캐리지 (9) 는 도면 중에서 X 방향으로 이동가능하게 설치되어 있다. 이 경우, 도 2 에 나타내는 바와 같이, 캐리지 (9) 는 도시하지 않는 구동원에 의해 X 가이드축 (23) 을 따라 이동가능하게 설치되어 있다. 즉, 캐리지 (9) 를 X 가이드축 (23) 을 따라 이동시킴으로써, 캐리지 (9) 는 조명광학계 (4) 및 투영광학계 (5) 에 대해 상대 이동하도록 설치되어 있다. 이 때, 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 와 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 도시하지 않은 고정지지부에 의해 고정되어 있다.

<66> 갈짓자 형상으로 배치되어 있는 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 서로 이웃하는 투영광학계끼리 (예를 들면 투영광학계 5a 와 5b, 5b 와 5c) 를 X 방향으로 소정량 변위시키도록 배치되어 있다. 따라서, 도 5 에 나타낸 바와 같이, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 를 투과하는 노광광에 의해 형성된 기판 (W) 상의 투영영역 (Pa ~ Pg) 중, 서로 이웃하는 영역끼리 (예를 들면 Pa 와 Pb, Pb 와 Pc) 는 도의 X 방향으로 소정량 변위되도록 투영된다. 이 때, 서로 이웃하는 투영영역의 단부끼리를 도 5 의 Y 방향으로 소정량 (예를 들면 5 mm) 중복시키도록 배치되어 있다. 즉, 상기 복수의 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 배치에 대응하도록 X 방향으로 소정량 변위함과 동시에 Y 방향으로 중복하여 배치되어 있다. 또, 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 배치는, 마스크 (M) 상의 조명영역이 상기 투영영역 (Pa ~ Pg) 과 동일한 배치가 되도록, 즉 투영광학계 (5a ~ 5g) 에 대응하도록 배치된다. 또, 이 경우, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 는 모두 등배 정립계로 되어 있다.

<67> 그리고, 마스크 (M) 및 기판 (W) 을 일체로 지지하는 캐리지 (9) 가 X 가이드축 (23) 을 따라 이동됨에 따라, 즉 조명광학계 (4) 및 투영광학계 (5) 에 대해 X 방향으로 주사됨으로써 마스크 (M) 에 형성된 패턴 이미지의 전면이 기판 (W) 상의 쇼트영역 (EA) 에 전사된다.

<68> 캐리지 (9) 중, 기판 (W) 을 지지하는 측인 기판스테이지 (9a) 의 일부에는, 이 기판 (W) 상의 각 투영광학계 (4a ~ 4g) 에 대응하는 위치의 노광광의 조사량을 계측하는 조도센서 (조사량계측계: 22) 가 설치되어 있다. 이 조도센서 (22) 는 캐리지 (9) 상에 Y 방향으로 가이드축 (24) 을 가지고 있으며, 기판 (W) 과 동일평면의 높이가 되도록 배치되어 있다. 즉, 조도센서 (22) 는, 조도센서구동부 (21) 에 의해 캐리지 (9: 기판스테이지 (9a)) 의 이동방향 (X 방향) 과 직교하는 방향 (Y 방향) 으로 이동가능하게 설치되어 있다.

<69> 이 조도센서 (22) 는, 1 회 또는 복수회의 노광에 앞서, 캐리지 (9) 의 X 방향의 이동과 조도센서 구동부 (21) 의 Y 방향의 이동에 의해 투영광학계 (5a ~ 5g) 에 대응하는 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 밑에서 주사된다. 따라서, 기판 (W) 의 노광면상의 조명광 강도 (조도) 는 조도센서 (22) 에 의해 2 차원적으로 검출되도록 되어 있다. 그리고, 이 조도센서 (22) 에 의해 검출된 조도데이터는 제어부 (7) 에 송출된다.

<70> 선폭계측기 (치수계측계: 30) 는, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 에 대응하는 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에 형성된 패턴의 치수를 계측하기 위한 것이다. 이 경우 선폭계측기 (30) 는 기판 (W) 상에 형성된 패턴의 선폭을 계측하는 것으로, 예를 들면 광파간섭식 측정기 및 측장 (測長) SEM 등의 광학식, 혹은 전자빔식 등의 측정기를 사용할 수 있다.

<71> 또, 여기서 말하는 치수는, 패턴의 선폭이나 간격, 패턴 위치 등, 기판 (W) 의 판면을 따르는 방향의 치수값을 가리킨다. 이 경우, 홀 형상의 패턴의 직경도 포함된다.

<72> 이 선폭계측기 (30) 는, 마스크 (M) 의 패턴 이미지가 투영되고 현상처리를 마친 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 패턴의 선폭을 계측하기 위한 것으로, 현상처리가 실시된 기판스테이지 (9a) 에 지지된 기판 (W) 의 패턴 선폭의 계측을 행하기 위해 캐리지 (9) 근방에 설치되어 있다. 그리고, 이 선폭계측기 (30) 에 의해 검출된 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 패턴의 선폭데이터 (치수데이터) 는 제어부 (7) 에 송출되도록 되어 있다.

<73> 이러한 구성을 갖는 노광장치 (1) 에 의해 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기판 (W) 상에 전사하는 동작에 대해서 설명한다.

<74> 노광에 앞서, 조도센서 (22) 가 조도센서 구동부 (21) 에 의해 Y 방향으로 구동됨과 동시에, 캐리지 (9) 가 X 방향으로 구동된다. 이로 인해 조도센서 (22) 는 투영광학계 (5a ~ 5g) 에 대응한 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 밑에서 주사된다. 이 때 기판 (W) 의 노광면상의 조도는 주사하는 조도센서 (22) 에 의해 계측된다.

- <75> 조도센서 (22)에 의해 검출된, 기판 (W) 상에서의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 조도의 검출신호는 제어부 (7)에 송출된다. 제어부 (7)는 이 조도센서 (22)의 검출신호에 근거하여, 각 투영광학계 (5a ~ 5g)에 대응하는 투영영역 (Pa ~ Pg)의 조도를 균일하게 하도록 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량을 각 디텍터 (20)에 의해 검출하면서 조정한다.
- <76> 즉, 노광처리를 행하기 전에, 조도센서 (22)를 사용하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조도가 균일하게 되도록 설정한다.
- <77> 이어서, 마스크 (M) 및 기판 (W)이 도시하지 않은 로더에 의해 각각 마스크스테이지 (9b) 및 기판스테이지 (9a)에 공급된다. 각 스테이지 (9a 및 9b)에 공급된 기판 (W) 및 마스크 (M)는 조명광학계 (4) 및 투영광학계 (5)에 대해 도시하지 않은 열라이먼트계에 의해 열라이먼트가 실시된다.
- <78> 마스크 (M) 및 기판 (W)의 열라이먼트 종료 후, 캐리지 (9)가 X 가이드축 (23)을 따라 구동된다. 마스크 (M) 및 기판 (W)은 캐리지 (9)에 지지된 상태에서 일체적으로 주사된다. 한편, 조명광학계 (4a ~ 4g)로부터는 마스크 (M)를 향하여 노광광이 사출된다. 이들 노광광은 주사하는 마스크 (M)를 투과하고, 각각 각 조명광학계 (4a ~ 4g)에 대응하여 설치된 투영광학계 (5a ~ 5g)를 통해, 마스크 (M)와 함께 주사하는 기판 (W)상의 상이한 투영영역 (Pa ~ Pg)에 마스크 (M)의 패턴 이미지를 결상한다. 이렇게 해서 마스크 (M)에 형성된 패턴 이미지는 기판 (W)에 전사된다.
- <79> 상기와 같이, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 조도가 균일하게 되도록 제어된 상태에서 기판 (W)에 대한 1 회의 노광이 실시된다.
- <80> 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 조도가 균일화된 상태에서 노광처리된 기판 (W)에 대해 현상처리가 실시된다. 현상처리를 마친 기판 (W)는, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 패턴의 선폭을 선폭계측기 (30)에 의해 계측할 수 있다. 선폭계측기 (30)는 계측한 선폭데이터를 제어부 (7)에 송출한다. 제어부 (7)는 선폭계측기 (30)의 계측결과에 근거하여, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량을 조정한다.
- <81> 제어부 (7)는, 미리 기판 (W)상에 각 투영광학계 (5a ~ 5g)에 대응하여 형성된 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 패턴의 치수를 선폭계측기 (30)에 계측시키고, 이 계측결과에 근거하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 패턴의 선폭이 목표치가 되도록 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량을 조정한다.
- <82> 이 때 제어부 (7)는, 미리 구해둔 노광광의 조사량 변화량과 패턴 이미지의 선폭 변화량 (치수 변화량)의 관계에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량의 조정을 행한다.
- <83> 이 경우, 노광광의 조사량을 임의로 변화시켰을 때의, 기판 (W)상의 패턴 이미지의 선폭 변화량의 데이터를 미리 복수개 구하고, 이 복수의 데이터 (데이터 테이블)에 근거하여 선폭계측기 (30)의 계측결과와 목표치 (목표의 선폭)가 일치되도록 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량이 조정된다.
- <84> 즉, 조명광학계 (4)의 조사량 변화량과 기판 (W)의 패턴 이미지의 선폭 변화량의 관계는, 조명광학계 (4)의 조사량 변화량에 대한 기판 (W)의 패턴 이미지의 선폭 변화량의 실험적인 동정 (同定) 결과에 근거하여 미리 설정할 수 있다.
- <85> 또는, 상술한 데이터 테이블에 근거하여, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량 변화량과 이에 대한 기판 (W)의 패턴 이미지의 선폭 변화량의 관계를 관계식으로 구하고, 이 관계식에 근거하여 선폭계측기 (30)의 계측결과로부터 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량을 조정할 수도 있다. 즉, 조사량 변화량과 선폭 변화량의 관계의 복수조건에서의 데이터를 구하고, 이 데이터에 대하여 피팅을 행함으로써 관계식이 구해진다.
- <86> 상술한 데이터 테이블 또는 관계식에 근거하여, 제어부 (7)는 기판 (W)상의 패턴 이미지의 선폭을 목표의 선폭으로 하도록 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량의 조정을 행한다. 즉, 선폭계측기 (30)에 의한 패턴 이미지의 선폭의 계측결과와 상기 데이터 테이블 또는 관계식에 근거하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 패턴의 선폭이 목표치가 되도록, 구체적으로는 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 패턴의 선폭이 균일하게 되도록 조명광학계 (4a ~ 4g)에 부설된 디텍터 (20)로 노광광의 조사량을 검출하면서, 제어부 (7)에 의해 각 조명광학계 (4a ~ 4g) (즉, 광원 (11)의 전원 (11a))의 출력이 조정된다.
- <87> 그리고, 노광광의 조사량의 조정이 종료되면, 다시 기판 (W)에 대한 노광처리가 실시된다.
- <88> 이렇게, 기판 (W)상에 형성된 패턴의 선폭 (치수)을 계측하고 이 계측결과에 근거하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 선폭이 균일하게 되도록 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 조사량이 독립하여 조정되기 때문에, 기

판 (W) 상에 형성되는 복수의 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 패턴의 선폭은 확실하게 균일화된다.

<89> 즉, 예를 들면 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 노광광의 조사량이 균일하게 설정되어 있어도, 투영광학계 (5) 를 비롯하여 각 렌즈계의 특성의 차이 등에 의해 기판 (W) 상에 형성되는 선폭은 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에 의해 편차가 생기는 경우가 있다.

<90> 그러나, 노광 및 현상처리에 의해 기판 (W) 에 형성된 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 패턴의 선폭을 직접적으로 계측하고, 이 계측결과에 근거하여 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 조사량을 각각 독립적으로 조정함으로써, 투영광학계 (5) 를 비롯한 각 렌즈계 및 각 기기의 특성의 편차, 또는 레지스트 감도 등에 편차가 있어도 기판 (W) 의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 선폭은 확실하게 균일화된다. 따라서, 제조되는 기판 (W) 의 생산성이 향상된다.

<91> 그리고 조명광학계 (4) 의 노광광의 조사량 변화량과 기판 (W) 상에 형성된 패턴 이미지의 선폭 변화량의 관계를 관계식으로 또는 데이터 테이블로서 미리 구하고, 이 관계에 근거하여 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 노광광의 조사량의 조정을 행함으로써 조명광학계 (4a ~ 4g) 는 최적인 노광량으로 효율적으로 설정된다.

<92> 또, 관계식은, 전술한 바와 같이 조사량 변화량에 따른 선폭 변화량의 복수의 데이터에 근거하여 피팅에 의해 구해지지만, 이 경우의 일례로서 하기식 (1) 을 들 수 있다.

$$\Delta D = (a (E / E_0) + b) \Delta E \quad \dots (1)$$

<94> 여기서,

<95> E : 조사량

<96>  $\Delta E$  : 조사량 변화량

<97> D : 선폭 ( $\mu\text{m}$ )

<98>  $\Delta D$  : 선폭 변화량 ( $\mu\text{m}$ )

<99>  $E_0$  : 최적조사량 (라인 · 앤드 · 스페이스가 일치하는 조사량)

<100> a : 피팅에 의해 구해지는 파라미터

<101> b : 피팅에 의해 구해지는 파라미터

<102> 이다.

<103> 예를 들면, a = -3, b = 5 에 있어서 E =  $E_0$  인 경우, 조사량 변화량 ( $\Delta E$ ) 10 % 에 대해 선폭 변화량 ( $\Delta D$ ) 은 0.2  $\mu\text{m}$  가 된다. 이 (1) 식과 같은 관계식을 미리 구하고, 목표로 하는 선폭 변화량 ( $\Delta D$ ) 에 대해 조사량을 변화시킴으로써, 용이하게 고효율로 각 조명광학계 (4a ~ 4g) 의 최적의 조사량을 구할 수 있다.

<104> 선폭계측기 (30) 에 의해 기판 (W) 의 패턴의 선폭을 계측할 때에 있어서, 미리 기판 (W) 의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에 대한 노광광의 조사량을 조도센서 (22) 에 의해 계측하고 이것에 근거하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 조도를 균일화해줌으로써, 선폭계측기 (30) 에 의한 선폭계측 (치수계측) 은 균일한 조도에 의해 노광된 기판 (W) 에 대해 행해진다. 따라서, 선폭계측은 고효율로 행해진다.

<105> 즉, 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에서의 노광광의 조사량을 균일화된 상태로 해 둠으로써, 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 패턴의 선폭은 어느 정도 일치된다. 따라서, 선폭계측기 (30) 에서의 기판 (W) 상의 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 선폭의 계측은, 예를 들면 짧은 처리시간의 실현가능 등, 고효율로 행해진다.

<106> 또, 노광장치 (1) 에 선폭계측기 (30) 의 신호선을 접속하도록 설명했으나, 오퍼레이터가 노광장치 (1) 와는 별도의 선폭계측장치에서의 패턴의 치수를 계측하고, 노광장치 (1) 에 그 패턴의 치수값을 입력하도록 할 수도 있다.

<107> 또, 구해진 패턴의 치수로부터 최적의 조사량을 제어부 (7) 에 지시하도록 할 수도 있다.

<108> 또, 기판 (W) 상에 형성된 패턴의 형상은 선폭을 갖는 것에 한정되지 않는다. 예를 들면, 이 노광장치 (1) 는 콘택트홀의 제조에 적용할 수 있다. 액정표시소자 패턴용 기판에 형성된 콘택트홀은 기판 (W) 상에 균일한 크기로 형성될 필요가 있으나, 본 실시형태의 노광방법 및 노광장치에 의해 제조함으로써, 패턴의 형상이 홀

형상인 것이라도 복수의 투영영역의 각각의 패턴의 형상을 균일하게 형성할 수 있다.

제 2 실시형태

<110> 다음으로, 본 발명의 노광방법 및 노광장치의 제 2 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 여기서, 전술한 제 1 실시형태와 동일 또는 동등한 구성부분에 대해서는 동일 부호를 사용함과 동시에 그 설명을 간략 또는 생략하기로 한다.

<111> 제 1 실시형태에서는, 기판 (W) 상에 형성된 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 대응하는 패턴의 각각의 치수를 계측하고, 이 계측결과에 근거하여 각 치수가 목표치가 되도록 각 조명광학계의 노광광의 조사량의 변경을 행하지만, 제 2 실시형태에서는, 기판 (W)에 형성되는 패턴의 치수를 목표치로 하기 위해 투영광학계 (5)의 광학특성 중 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치의 변경을 행한다.

<112> 이 투영광학계 (5: 5a ~ 5g)의 초점위치를 변경가능한 초점위치조정장치는, 도 4에 나타낸 투영광학계 (5) 중, 직각프리즘 (58 또는 61)을 도면 중 X 방향으로 이동가능한 프리즘이동장치 (58a 또는 61a)에 의해 구성되어 있다. 그리고, 프리즘이동장치 (58a)에 의해 직각프리즘 (58)을 X 방향으로 소정량만큼 이동시킴으로써 투영광학계 (5)의 초점위치가 변화한다. 직각프리즘 (58)과 이 직각프리즘 (58)을 이동가능한 프리즘이동장치 (58a)를 갖춘 초점위치조정장치에 의해 투영광학계 (5)의 초점위치를 변경함으로써, 투영광학계 (5)의 초점위치와 기판 (W)의 노광처리면은 일치하지 않게 되고, 투영광학계 (5)를 투과한 노광광은 기판 (W)의 노광처리면에서 디포커스 상태로 된다. 따라서, 기판 (W)상에 형성되는 패턴 이미지의 선폭은 외관상 굵어진다. 그리고, 이 디포커스 상태에서 노광처리를 행함으로써, 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭은, 기판 (W)의 노광처리면과 투영광학계 (5)의 초점위치를 일치시킨 상태에서 노광처리를 행한 경우보다 굵게 형성된다.

<113> 이상에서 설명한 구성을 갖춘 노광장치 (1)에 의해 마스크 (M)에 형성된 패턴 이미지를 기판 (W)상에 전사하는 동작에 대해서 설명한다.

<114> 우선, 제 1 실시형태와 마찬가지로, 노광처리를 행하기 전에 조도센서 (22)를 사용하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조도가 균일하게 되도록 설정한다. 이어서, 마스크 (M) 및 기판 (W)을 마스크스테이지 (9b) 및 기판스테이지 (9a)에 각각 로드한 다음, 기판 (W)에 대한 1 회째의 노광처리를 행한다.

<115> 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 조도를 균일화한 상태에서 노광처리된 기판 (W)에 대해 현상처리를 행한다. 이어서, 선폭계측기 (30)가 현상처리를 실시한 기판 (W)의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 패턴의 선폭을 계측하고, 계측한 선폭데이터를 제어부 (7)에 출력한다. 제어부 (7)는 선폭계측기 (30)의 계측결과에 근거하여 각 투영광학계 (5a ~ 5g)의 프리즘이동장치 (58a 또는 61a)를 각각 개별적으로 구동한다. 이 프리즘이동장치 (58a 또는 61a)의 구동에 의해 직각프리즘 (58 또는 61)이 각각 X 방향으로 이동함으로써, 각 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치가 개별적으로 변경된다.

<116> 이 때, 제어부 (7)는, 미리 구해둔 투영광학계 (5)의 초점위치의 변화량과 그 때에 형성되는 패턴 이미지의 선폭 변화량 (치수 변화량)의 관계 (데이터 테이블, 관계식)에 근거하여, 기판 (W)상에서의 패턴 이미지의 선폭이 목표치가 되도록 프리즘 구동장치 (58a)를 구동하여 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치의 조정을 행한다. 구체적으로는, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 패턴의 선폭이 균일하게 되도록 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치를 조정한다. 예를 들면 임의의 투영영역에서의 패턴의 선폭을 굵게 하고 싶은 경우에는, 기판 (W)의 노광처리면에 대해 초점위치를 크게 어긋나도록 한다.

<117> 그리고, 각 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치의 조정이 완료되면, 다시 기판 (W)에 대한 노광처리를 행한다.

<118> 이렇게, 기판 (W)에 형성된 패턴의 선폭 (치수)을 계측하고, 이 계측결과에 근거하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 선폭이 균일하게 되도록 각 투영광학계 (5a ~ 5g)의 초점위치를 각각 독립하여 변경함으로써, 기판 (W)상에 형성되는 복수의 투영영역 (Pa ~ Pg)의 패턴의 선폭이 확실하게 균일화된다. 이 때, 예를 들면 선폭계측기 (30)에 의해 임의의 투영영역의 기판 (W)상의 패턴의 선폭이 다른 투영영역의 패턴의 선폭보다 좁다고 계측되면, 이 투영영역에 대응하는 투영광학계 (5)의 초점위치와 기판 (W)의 노광처리면을 어긋나게 하여 외관상의 패턴 이미지의 선폭을 굵게 함으로써, 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭을 굵게 할 수 있다.

<119> 또, 본 실시형태에서는, 투영광학계 (5)의 초점위치를 변경하는 초점위치조정장치는 투영광학계 (5)를 구성하는 직각프리즘 (58)을 이동하는 프리즘이동장치 (58a)에 의해 구성되어 있고, 예를 들면 도 6에 나타낸 바와

같이, 투영광학계 (5)의 광로상의 소정 위치에 배치된 렌즈콘트롤러 (LC)에 의해 구성할 수 있다. 이 렌즈콘트롤러 (LC)는 도 6에 나타낸 바와 같이, 직각프리즘 (61)의 광로 하류측에 설치된 노광광을 투과가능한 상자체에 의해 구성되어 있고, 이 상자체에 의해 형성된 밀폐공간의 가스 종류 및 압력, 혹은 온도를 변화시켜 굴절율을 조정함으로써, 투영광학계 (5)의 초점위치를 원하는 위치로 변경가능하게 하는 것이다. 이 때, 직각프리즘 (58 또는 61)은 X 방향으로 이동하지 않는다.

<120> 또는, 렌즈콘트롤러 (LC)를 상자체에 의해 구성하지 않고, 예를 들면 도 7에 나타낸 바와 같이, 복수 (2개)의 프리즘 (LC1, LC2)을 조합한 구성으로 할 수도 있다. 그리고, 이들 프리즘 (LC1, LC2)을 노광광의 광로에 대하여 수직방향으로 각각 이동시킴으로써 투영광학계 (5)의 초점위치가 변경된다.

<121> 또한, 초점위치조정장치를, 상이한 광학특성 (굴절율)을 갖는 복수의 광학부재 (광학장치)와, 이 광학부재의 각각을 투영광학계의 광로상의 소정 위치에 대해 출입 가능하게 지지하는 지지기구에 의해 구성하고, 복수개 준비된 광학부재 중 소정 광학부재를 광로상에 배치시킴으로써 투영광학계의 초점위치를 변경할 수 있다.

### 제 3 실시형태

<123> 다음에서, 본 발명의 노광방법 및 노광장치의 제 3 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 여기서, 전술한 제 1, 제 2 실시형태와 동일 또는 동등한 구성부분에 대해서는 동일 부호를 사용함과 동시에 그 설명을 간략 또는 생략하는 것으로 한다.

<124> 제 1 실시형태에서는, 기판 (W) 상에서의 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 대응하는 패턴의 치수를 계측하고, 이 계측결과에 근거하여 각 치수가 목표치가 되도록 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각의 노광광의 조사량을 변경하는 구성이고, 제 2 실시형태에서는 투영광학계 (5a ~ 5g)의 각각의 초점위치를 변경하는 구성이지만, 제 3 실시형태에서는, 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각의 광로상의 소정 위치에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 설치하고, 이 개구의 크기를 변경함으로써 기판 (W) 상에서의 패턴 이미지의 선폭을 조정하는 것이다.

<125> 본 실시형태에서는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 조명광학계 (4a 또는 4b ~ 4g) 중 플라이아이렌즈 (15)의 광로 하류측에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 가변조리개 (광학부재: 70)를 설치하고, 이 개구의 크기를 조정하는 것에 의해 기판 (W) 상에 형성되는 패턴의 선폭을 조정한다. 이 가변조리개 (70)는, 플라이아이렌즈 (15)로부터 본 동공면에 배치되어 있다. 그리고, 이 개구의 크기가 변화함으로써 광학계의 해상력이 변화하도록 되어 있으며, 이 해상력의 변화에 수반하여 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭 (치수)이 변화하도록 되어 있다.

<126> 즉, 가변조리개 (70)의 개구를 작게 하면 해상력이 낮아지기 때문에 기판 (W) 상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭이 굽어지고, 한편 개구를 크게 하면 해상력이 높아지기 때문에 기판 (W) 상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭은 좁아진다.

<127> 이상에서 설명한 구성을 갖는 노광장치 (1)에 의해 노광처리를 행하는 경우에는, 상기 제 1, 제 2 실시형태와 마찬가지로, 우선 노광처리를 행하기 전에 조도센서 (22)를 사용하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조도가 균일하게 되도록 설정한다. 그리고, 마스크 (M) 및 기판 (W)을 마스크스테이지 (9b) 및 기판스테이지 (9a)에 각각 로드한 다음, 기판 (W)에 대한 1회째의 노광처리를 행한다. 그리고, 이 기판 (W)에 대해 현상처리를 행하고, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 패턴의 선폭을 선폭계측기 (30)에 의해 계측한다. 제어부 (7)는 선폭계측기 (30)의 계측결과에 근거하여 각 조명광학계 (4a ~ 4g)에 각각 설치된 가변조리개 (70)의 개구의 크기를 각각 개별적으로 변경한다.

<128> 이 때, 제어부 (7)는, 미리 구해둔 가변조리개 (70)의 개구의 크기의 변화량과 이 때 형성되는 패턴 이미지의 선폭 변화량 (치수 변화량)의 관계 (데이터 테이블, 관계식)에 근거하여 기판 (W)의 패턴 이미지의 선폭이 목표의 선폭이 되도록 가변조리개 (70) 각각의 개구의 조정을 개별적으로 행한다. 구체적으로는, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 패턴의 선폭이 균일하게 되도록, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)에 각각 설치된 가변조리개 (70)의 개구의 크기를 각각 조정한다. 예를 들면, 어느 투영영역에서의 패턴의 선폭을 굽게 하고 싶은 경우에는 가변조리개 (70)의 개구를 작게 한다.

<129> 그리고, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각에 배치된 가변조리개 (70)의 개구의 크기의 조정이 종료되면, 다시 기판 (W)에 대한 노광처리를 행한다.

<130> 이상에서 설명한 바와 같이, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각의 광로상의 소정 위치에 설치된 가변조리개

(70) 의 개구의 크기를 각각 개별적으로 조정하는 것에 의해서도 기판 (W) 에 형성된 패턴의 선폭을 조정할 수 있다. 이 때, 예를 들면, 선폭계측기 (30) 에 의해 임의의 투영영역의 기판 (W) 상의 패턴의 선폭이 다른 투영영역의 패턴의 선폭보다 좁다고 계측되면, 이 투영영역에 대응하는 조명광학계 (4) 의 가변조리개 (70) 의 개구를 작게 하여 외관상의 패턴 이미지의 선폭을 굵게 함으로써 기판 (W) 에 형성되는 패턴의 선폭을 굵게 할 수 있다. 한편, 패턴의 선폭을 좁게 하고 싶은 경우에는 개구를 크게 한다.

<131> 또, 가변조리개 (70) 의 개구를 작게 함으로써 기판 (W) 상에서의 노광광의 조도가 저하되기 때문에, 개구의 크기를 변화시키기 전과 동일한 조도를 얻을 수 있도록 디텍터 (20) 의 검출결과에 근거하여 광원구동부 (11a) 의 출력을 상승시키거나, 필터 (41) 를 필터구동부 (42) 에 의해 구동하거나 하여 조도를 상승시키도록 한다.

<132> 또, 본 실시형태에 있어서도, 개구가 가변인 가변조리개 (70) 를 설치하는 것외에, 각각 상이한 크기의 개구를 갖는 조리개를 복수 준비하고, 소정의 선폭을 얻고자 할 때에, 소정의 개구를 갖는 조리개를 조명광학계 내에 배치하는 구성으로 하는 것도 가능하다. 또, 가변조리개 (70) 의 개구를 윤대(輪帶)조리개나 변형조리개를 사용함으로써 투영광학계의 해상력을 변화시키도록 할 수도 있다.

#### 제 4 실시형태

<134> 다음에서, 본 발명의 노광방법 및 노광장치의 제 4 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 여기서, 전술한 제 1 ~ 제 3 실시형태와 동일 또는 동등한 구성부분에 대해서는 동일 부호를 사용함과 동시에 그 설명을 간략 또는 생략하기로 한다.

<135> 제 4 실시형태에서는, 기판 (W) 에 형성되는 패턴의 치수를 목표치로 하기 위해, 투영광학계 (5) 의 광학특성 중 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 각각의 개구수의 변경을 행한다. 투영광학계 (5) 의 개구수를 변경하기 위해서는, 도 8 에 나타내는 것처럼, 투영광학계 (5a 또는 5b ~ 5g) 중 반사굴절형 광학계 (54) 의 직각프리즘 (58) 과 오목면경 (60) 의 사이에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 가변조리개 (개구수조정장치: 80) 를 설치하고, 이 개구의 크기를 조정함으로써 개구수의 변경을 행한다. 이 가변조리개 (80) 는 투영광학계 (5) 의 이미지면에서 본 동공면의 위치에 설치된 것으로, 개구를 변화시킴으로써 투영광학계 (5) 의 개구수가 변화한다.

<136> 투영광학계 (5) 의 개구수가 변화함으로써 해상력이 변화하도록 되어 있고, 이 해상력의 변화에 수반하여 기판 (W) 에 형성되는 패턴의 선폭 (치수) 이 변화하도록 되어 있다. 즉, 가변조리개 (80) 의 개구를 작게 하면 해상력이 낮아지기 때문에, 기판 (W) 상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭은 굵어지고, 한편 개구를 크게 하면 해상력이 높아지기 때문에, 기판 (W) 상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭은 좁아진다.

<137> 이상에 설명한 구성을 갖는 노광장치 (1) 에 의해 마스크 (M) 의 패턴 이미지를 기판 (W) 에 전사하는 경우에는, 상기 제 1 ~ 제 3 실시형태와 마찬가지로, 우선 노광처리를 행하기 전에 조도센서 (22) 를 사용하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 노광광의 조도가 균일하게 되도록 설정한다. 그리고, 마스크 (M) 및 기판 (W) 을 마스크스테이지 (9b) 및 기판스테이지 (9a) 의 각각에 로드한 다음, 기판 (W) 에 대한 1 회째의 노광처리를 행한다. 그리고, 이 기판 (W) 에 대해 현상처리를 행하고, 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 에 형성된 패턴의 선폭을 선폭계측기 (30) 에 의해 계측한다. 제어부 (7) 는 선폭계측기 (30) 의 계측결과에 근거하여, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 가변조리개 (80) 의 개구의 크기를 각각 개별적으로 변경한다.

<138> 이 때, 제어부 (7) 는, 미리 구해둔 가변조리개 (80) 의 개구의 크기 변화량과 그 때에 형성되는 패턴 이미지의 선폭 변화량 (치수 변화량) 의 관계 (데이터 테이블, 관계식) 에 근거하여, 기판 (W) 의 패턴 이미지의 선폭이 목표의 선폭이 되도록 가변조리개 (80) 의 각각의 개구의 조정을 개별적으로 행한다. 구체적으로는, 각 투영영역 (Pa ~ Pg) 의 각각의 패턴의 선폭이 균일하게 되도록, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 에 각각 설치된 가변조리개 (80) 의 개구의 크기를 각각 조정한다. 예를 들면, 임의의 투영영역에서의 패턴의 선폭을 굵게 하고 싶은 경우에는 가변조리개 (80) 의 개구를 작게 한다.

<139> 그리고, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 각각에 배치된 가변조리개 (80) 의 개구의 크기 조정이 완료되면, 다시 기판 (W) 에 대한 노광처리를 행한다.

<140> 이상에서 설명한 바와 같이, 각 투영광학계 (5a ~ 5g) 의 각각의 광로상의 소정 위치에 설치된 가변조리개 (80) 의 개구의 크기를 각각 개별적으로 조정하는 것에 의해서도 기판 (W) 에 형성되는 패턴의 선폭을 조정할 수 있다. 이 때, 예를 들면 선폭계측기 (30) 에 의해 임의의 투영영역의 기판 (W) 상의 패턴의 선폭이 다른 투영영역의 패턴의 선폭보다 좁다고 계측되면, 이 투영영역에 대응하는 투영광학계 (5) 의 가변조리개 (80) 의 개구를 작게 하여 외관상의 패턴 이미지의 선폭을 굵게 함으로써 기판 (W) 에 형성되는 패턴의 선폭을 굵게 할

수 있다. 한편, 패턴의 선폭을 좁게 하고 싶은 경우에는 개구를 크게 한다.

<141> 또, 본 실시형태에 있어서도, 가변조리개 (80)의 개구를 작게 하는 것에 의해 기판 (W) 상에서의 노광광의 조도가 저하되기 때문에, 개구의 크기를 변화시키기 전과 동일한 조도를 얻을 수 있도록, 디텍터 (20)의 검출결과에 근거하여 광원구동부 (11a)의 출력을 상승시키거나, 필터 (41)를 필터구동부 (42)에 의해 구동하거나 하여 조도를 상승시키도록 한다.

<142> 또, 본 실시형태에서도, 개구가 가변인 가변조리개 (80)를 설치하는 것외에, 각각 상이한 크기의 개구를 갖는 조리개를 복수개 준비하고, 소정의 선폭을 얻고자 하는 경우에는, 소정의 개구를 갖는 조리개를 투영광학계 내에 배치하는 구성으로 하는 것도 가능하다.

<143> 본 실시형태에서는, 가변조리개 (80)는 반사굴절형 광학계 (54)에 설치된 구성이지만, 가변조리개 (80)는 투영광학계 (5)의 이미지면 측에서 본 동공면에 설치되는 것으로, 반사굴절형 광학계 (55)의 직각프리즘 (61)과 오목면경 (63)의 사이에 설치할 수도 있다.

#### 제 5 실시형태

<145> 다음으로, 본 발명의 노광방법 및 노광장치의 제 5 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 여기서, 전술한 제 1 ~ 제 4 실시형태와 동일 또는 동등한 구성 부분에 대해서는 동일 부호를 사용함과 동시에 그 설명을 간략 또는 생략하는 것으로 한다.

<146> 본 실시형태에서는, 기판 (W)에 형성되는 패턴의 치수를 목표치로 하기 위해 노광광의 파장의 변경을 행한다. 노광광의 파장의 변경을 행하기 위해서는, 도 1에 나타낸 바와 같이, 조명광학계 (4a 또는 4b ~ 4g)에 설치된 파장필터 (파장조정장치: 13)를 조정함으로써 노광광의 파장의 변경을 행한다.

<147> 노광광의 파장이 변화함으로써 해상력이 변화하고, 이 해상력의 변화에 수반하여 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭 (치수)이 변화한다. 즉, 노광광의 파장이 길어지면 해상력이 낮아져 기판 (W)상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭이 굽어지고, 한편 파장을 좁게 하면 해상력이 높아져 기판 (W)상의 패턴 이미지의 외관상의 선폭이 좁아진다.

<148> 이상 설명한 것과 같은 구성을 갖는 노광장치 (1)에 의해 노광처리를 행하는 경우에는, 상기 제 1 ~ 제 4 실시형태와 동일하게, 우선 노광처리를 행하기 전에 조도센서 (22)를 사용하여 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 노광광의 조도가 균일하게 되도록 설정한다. 그리고, 마스크 (M) 및 기판 (W)을 마스크스테이지 (9b) 및 기판스테이지 (9a)의 각각에 로드한 다음, 기판 (W)에 대한 1 회째의 노광처리를 행한다. 그리고, 이 기판 (W)에 대해 현상처리를 행하고, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에 형성된 패턴의 선폭을 선폭계측기 (30)에 의해 계측한다. 제어부 (7)는 선폭계측기 (30)의 계측결과에 근거하여, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 파장필터 (13)를 각각 조정하고, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 노광광의 파장을 각각 개별적으로 변경한다.

<149> 이 때, 제어부 (7)는, 미리 구해둔 노광광의 파장의 변화량과 이 때에 형성되는 패턴 이미지의 선폭 변화량 (치수 변화량)과의 관계 (데이터 테이블, 관계식)에 근거하여, 기판 (W)의 패턴 이미지의 선폭이 목표의 선폭이 되도록 파장필터 (13)의 조정을 행한다. 구체적으로는, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)의 각각의 패턴의 선폭이 균일하게 되도록, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)에 각각 설치된 파장필터 (13)를 각각 조정하고, 원하는 파장을 갖는 노광광이 각 조명광학계 (4a ~ 4g)로부터 각각 사출되도록 한다. 예를 들면, 노광광이 g 선, h 선, i 선으로 구성되어 있는 경우에 있어서, 임의의 투영영역에서의 패턴의 선폭을 굽게 하고 싶은 경우에는 가장 장파장인 g 선 성분을 늘림 (혹은 가장 단파장인 i 선 성분을 줄이거나, 커트한다)으로써 패턴의 선폭을 굽게 할 수 있다.

<150> 그리고, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각에 배치된 파장필터 (13)의 조정이 완료되면, 다시 기판 (W)에 대한 노광처리를 행한다.

<151> 이상에서 설명한 바와 같이, 각 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각에 설치된 파장필터 (13)를 각각 개별적으로 조정하고, 각각의 조명광학계 (4a ~ 4g)로부터 사출되는 노광광의 파장을 변경함으로써, 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭을 조정할 수 있다. 이 때, 예를 들면 선폭계측기 (30)에 의해 임의의 투영영역의 기판 (W)상의 패턴의 선폭이 다른 투영영역의 패턴의 선폭보다 좁다고 계측되면, 노광광의 장파장성분을 늘려 외관상의 패턴 이미지의 선폭을 굽게 함으로써 기판 (W)에 형성되는 패턴의 선폭을 굽게 할 수 있다. 한편, 패턴의 선폭을 좁게 하고 싶은 경우에는 노광광의 단파장 성분을 늘린다.

<152> 한편, 본 실시형태에 있어서도, 노광광의 장파장 성분을 늘림으로써 기판 (W)상에서의 노광광의 조도가 저하되

기 때문에, 노광광의 파장을 변화시키기 전과 동일한 조도를 얻을 수 있도록, 디텍터 (20)의 검출결과에 근거하여 광원구동부 (11a)의 출력을 상승시키거나, 필터 (41)를 필터구동부 (42)에 의해 구동하거나 해서 조도를 상승시키도록 한다.

<153> 또, 상기 제 1 ~ 제 5 실시형태에서는, 노광처리를 행한 후에 현상처리를 행함으로써 기판 (W)에 실제로 패턴을 형성하고, 이 패턴의 치수를 계측하며, 이 계측결과에 근거하여 패턴의 선폭이 균일하게 되도록 노광광의 조사량의 조정 및 광학계의 광학특성의 변경을 행하는 구성이지만, 실제로 형성된 패턴의 선폭 (치수)을 계측하지 않아도, 예를 들면 CCD 등의 검출장치에 의해 투영영역의 패턴 이미지를 검출하고, 이 검출결과에 근거하여 광학계의 광학특성을 변경하는 것도 가능하다. 이 경우, 현상처리를 행하여 실제로 패턴을 형성하고 치수계측을 하지 않고, 이 패턴 이미지의 상태 (해상력의 변화상태)를 검출할 수 있기 때문에, 패턴 이미지의 상태 (해상력의 변화상태)를 임의의 시간간격이나 소정의 타이밍으로 검출할 수 있다. 그리고, 이 검출결과에 근거하여 패턴 이미지의 상태의 조정을 그 때마다 행할 수 있다.

<154> 본 실시형태의 노광장치로서, 마스크 (M)와 기판 (W)를 정지한 상태에서 마스크 (M)의 패턴을 노광하고, 기판 (W)을 순차적으로 스텝이동시키는 스텝·앤드·리피트 형의 노광장치에도 적용할 수 있다.

<155> 또, 도 1에서는 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g)에 대해 한쌍의 관계가 되도록 나타내고 있으나, 광원 (11)의 광속을 광화이버 (fiber) 등으로 나누어 복수의 조명광학계 (4a ~ 4g)의 각각에 분배하도록 할 수도 있다.

또, 광원 (11)은 복수개 설치하여 광속을 혼합하고 분배할 수도 있다. 이 때, 조사되는 노광광의 조사량은, ND 필터 등과 같은 투과하는 광량을 변경하는 필터를 광로중에 삽입함으로써 원하는 조사량이 되도록 조정하고, 각 투영영역 (Pa ~ Pg)에서의 노광광의 조사량을 제어하도록 할 수도 있다.

<156> 또, 본 실시형태의 노광장치로서, 투영광학계를 사용하지 않고 마스크와 기판을 밀접시켜 마스크의 패턴을 노광하는 프록시미티 노광장치에도 적용할 수 있다.

<157> 노광장치의 용도로는, 각(角)형의 유리플레이트에 액정표시소자 패턴을 노광하는 액정용 노광장치에 한정되지 않고, 예를 들면 반도체 웨이퍼에 회로 패턴을 노광하는 반도체 제조용 노광장치 및, 박막자기헤드를 제조하기 위한 노광장치에도 널리 적용할 수 있다.

<158> 본 실시형태의 노광장치의 광원은, g 선 (436 nm), h 선 (405 nm), i 선 (365 nm), KrF 액시머레이저 (248 nm), ArF 액시머레이저 (193 nm), F2 레이저 (157 nm) 뿐만 아니라, X 선 및 전자선 등의 하전입자선을 사용할 수 있다. 예를 들면 전자선을 사용하는 경우에는, 전자총으로서 열전자방사형의 랜덤헥사보라이트 (LaB6), 탄탈 (Ta)을 사용할 수 있다. 또한, 전자선을 사용하는 경우는, 마스크를 사용하는 구성으로 할 수도 있고, 마스크를 사용하지 않고 직접 기판상에 패턴을 형성하는 구성으로 할 수도 있다.

<159> 투영광학계의 배율은 등배계뿐만 아니라 축소계 및 확대계 중 어느 것도 상관없다.

<160> 투영광학계로는, 액시머레이저 등의 원자외선을 사용하는 경우에는 초재(硝材)로서 석영 및 형석 등 원자외선을 투과하는 재료를 사용하고, F2 레이저 및 X 선을 사용하는 경우는 반사굴절계 또는 굴절계의 광학계로 하여 (레티클도 반사형 탑입의 것을 사용한다), 또 전자선을 사용하는 경우에는 광학계로서 전자렌즈 및 편향기로 이루어지는 전자광학계를 사용하면 된다. 또, 전자선이 통과하는 광로를 진공상태로 하는 것은 물론이다.

<161> 기판스테이지 (9a) 및 마스크스테이지 (9b)에 리니어모터를 사용하는 경우는, 에어베어링을 사용한 에어부상형 및 로렌츠력 또는 리액션스력을 사용한 자기부상형 중 임의의 것을 사용할 수 있다. 또, 스테이지는, 가이드를 따라 이동하는 탑입일 수도 있고, 가이드를 설치하지 않은 가이드리스 탑입일 수도 있다.

<162> 스테이지의 구동장치로서 평면 모터를 사용하는 경우, 자석유닛 (영구자석)과 전기자유닛 중 어느 한쪽을 스테이지에 접속하고, 자석유닛과 전기자유닛의 탑측을 스테이지의 이동면측 (베이스)에 설치하면 된다.

<163> 기판스테이지 (9a)의 이동에 의해 발생하는 반력은, 일본 공개특허공보 평 8-166475 호에 기재되어 있는 바와 같이 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지)으로 방출할 수도 있다. 본 발명은, 이러한 구조를 갖춘 노광장치에서도 적용가능하다.

<164> 마스크스테이지 (9b)의 이동에 의해 발생하는 반력은, 일본 공개특허공보 평 8-330224 호에 기재되어 있는 바와 같이, 프레임 부재를 사용하여 기계적으로 바닥 (대지)으로 방출할 수도 있다. 본 발명은, 이러한 구조를 갖춘 노광장치에서도 적용가능하다.

<165> 이상과 같이, 본 실시형태의 노광장치는, 본원 특허청구범위에 기재된 각 구성요소를 포함하는 각종 서브시스템

을, 소정의 기계적 정밀도, 전기적 정밀도, 광학적 정밀도를 유지하도록 조립함으로써 제조할 수 있다. 이들 각종 정밀도를 확보하기 위해서는, 이 조립의 전후에 각종 광학계에 대해서는 광학적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 기계계에 대해서는 기계적 정밀도를 달성하기 위한 조정, 각종 전기계에 대해서는 전기적 정밀도를 달성하기 위한 조정이 행해진다. 각종 서브시스템에서 노광장치로의 조립공정은, 각종 서브시스템 상호의, 기계적 접속, 전기회로의 배선접속, 기압회로의 배관접속 등이 포함된다. 이 각종 서브시스템에서 노광장치로의 조립공정전에, 각 서브시스템 개개의 조립공정이 있는 것은 물론이다. 각종 서브시스템의 노광장치로의 조립공정이 종료되면, 종합조정이 행해져, 노광장치 전체로서의 각종 정밀도가 확보된다. 또, 노광장치의 제조는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸에서 행하는 것이 바람직하다.

<166> 반도체 디바이스는, 도 9에 나타낸 바와 같이, 디바이스의 기능·성능설계를 행하는 스텝 (201), 이 설계스텝에 근거한 마스크 (레티클)를 제작하는 스텝 (202), 디바이스의 기재가 되는 기판 (웨이퍼, 유리플레이트)을 제조하는 스텝 (203), 전술한 실시형태의 노광장치에 의해 마스크의 패턴을 기판에 노광하는 기판처리스텝 (204), 디바이스조립 스텝 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정을 포함한다: 205), 검사스텝 (206) 등을 거쳐 제조된다.

### 발명의 효과

<167> 본 발명의 노광방법 및 노광장치는 다음과 같은 효과를 갖는 것이다.

<168> 청구항 1 항에 기재된 노광방법 및 청구항 7 항에 기재된 노광장치에 의하면, 기판상의 각 투영영역의 패턴의 치수는 치수계측계에 의해 계측되고, 각 조명광학계의 각각의 노광광의 조사량 및 광학계의 광학특성은 이 치수계측계의 계측결과에 의해 각각 조정된다. 이렇게, 각 조명광학계 각각의 노광광의 조사량 및 각 광학계의 광학특성은 기판상의 각 투영영역에 형성된 각각의 패턴의 치수의 계측결과에 근거하여 조정되기 때문에, 예를 들면 광학계 각각의 특성에 차이 등이 있는 경우라도 이들을 보정하여 기판상의 복수의 투영영역에 형성되는 패턴의 치수를 일치시킬 수 있다. 따라서, 제조되는 기판의 생산성이 향상된다.

<169> 청구항 2 항에 기재된 노광방법에 의하면, 노광광의 조사량 변화량과 패턴 이미지의 치수 변화량과의 관계를 미리 구하고, 이 관계에 근거하여 조명광학계의 노광광의 조사량의 조정을 행함으로써 조명광학계의 최적인 노광량이 고효율로 구해짐과 동시에, 기판상의 복수의 투영영역에 형성되는 패턴의 치수가 고효율로 일치된다.

<170> 청구항 8 항에 기재된 노광장치에 의하면, 기판상의 각 투영광학계에 대응하는 위치의 노광광의 조사량을 계측하는 조사량계측계를 설치함과 동시에, 이 조사량계측계의 계측결과에 근거하여 제어계는 각 조명광학계의 노광광의 조사량을 조정가능하게 함으로써, 각 조명광학계의 노광광의 조사량의 조정은, 예를 들면, 기판상의 각 투영영역에서의 노광광의 조사량을 조사량계측계에 의해 계측하고, 이 때의 각 조사량이 균일하게 되도록 각 조명광학계의 조사량을 조정한 다음, 치수계측계의 계측결과에 근거하여 행할 수 있다. 따라서, 기판상의 각 투영영역의 패턴의 형상이 고효율로 균일화된다.

<171> 청구항 3 항에 기재된 노광방법 및 청구항 9 항에 기재된 노광장치에 의하면, 투영광학계의 광학특성으로 각각의 초점위치를 변경함으로써 투영광학계의 해상력이 변화하여 패턴 이미지의 외관상 치수가 변화하기 때문에, 기판상의 복수의 투영영역에 형성되는 패턴의 치수를 균일하게 할 수 있다.

<172> 청구항 4 항에 기재된 노광방법 및 청구항 10 항에 기재된 노광장치에 의하면, 조명광학계의 광로상의 소정 위치에 노광광이 통과가능한 가변의 개구를 갖는 광학부재를 설치하고, 이 광학부재의 개구를 변경함으로써 투영광학계의 해상력이 변화하여 패턴 이미지의 외관상의 치수가 변화하기 때문에, 기판상의 복수 투영영역에 형성되는 패턴의 치수를 균일하게 할 수 있다.

<173> 청구항 5 항에 기재된 노광방법 및 청구항 11 항에 기재된 노광장치에 의하면, 투영광학계의 광학특성으로서 각각의 개구수를 변경함으로써 투영광학계의 해상력이 변화하여 패턴 이미지의 외관상의 치수가 변화하기 때문에, 형성되는 패턴의 치수를 균일하게 할 수 있다.

<174> 청구항 6 항에 기재된 노광방법 및 청구항 12 항에 기재된 노광장치에 의하면, 조명광학계의 광학특성으로서 이 조명광학계의 각각에 의한 노광광의 파장을 변경함으로써 투영광학계의 해상력이 변화하여 패턴 이미지의 외관상의 치수가 변화하기 때문에, 형성되는 패턴의 치수를 균일하게 할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 노광장치의 일 실시형태를 나타내는 구성도이다.

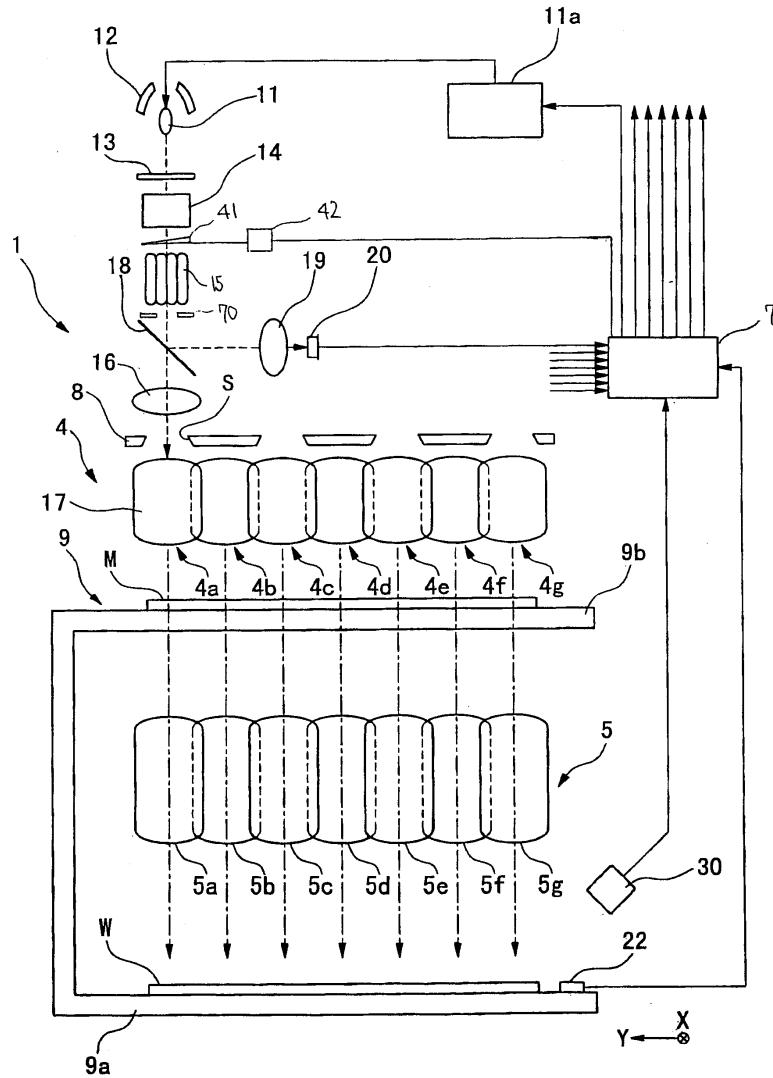
- <2> 도 2 는 본 발명의 노광장치의 일 실시형태를 나타내는 사시도이다.
- <3> 도 3 은 필터를 설명하기 위한 평면도이다.
- <4> 도 4 는 투영광학계를 설명하기 위한 개략구성도이다.
- <5> 도 5 는 기판상의 투영영역을 설명하기 위한 도이다.
- <6> 도 6 은 본 발명의 노광장치의 제 2 실시형태 중 초점위치조정장치를 설명하기 위한 도이다.
- <7> 도 7 은 초점위치조정장치의 다른 실시형태를 설명하기 위한 도이다.
- <8> 도 8 은 본 발명의 노광장치의 제 3 실시형태 중 개구수조정장치를 설명하기 위한 도이다.
- <9> 도 9 는 반도체 디바이스의 제조공정의 일례를 나타내는 플로우챠트도이다.

<10> \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

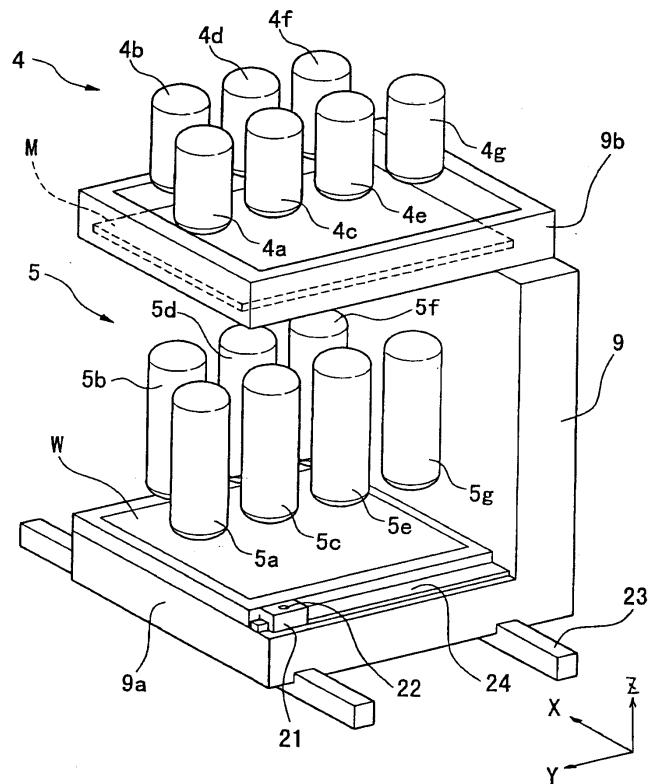
- <11> 1 …노광장치
- <12> 4 (4a ~ 4g) …조명광학계
- <13> 5 (5a ~ 5g) …투영광학계
- <14> 7 …제어부 (제어계)
- <15> 11 …광원
- <16> 13 …파장필터 (파장조정장치)
- <17> 22 …조도센서 (조사량계측계)
- <18> 30 …선풍계측기 (치수계측계)
- <19> 58, 61 …직각프리즘 (초점위치조정장치)
- <20> 58a, 61a …프리즘이동장치 (초점위치조정장치)
- <21> LC …렌즈콘트롤러 (초점위치조정장치)
- <22> 70 …가변조리개 (광학부재)
- <23> 80 …가변조리개 (개구수조정장치)
- <24> Pa ~ Pg …투영영역
- <25> M …마스크
- <26> W …기판

## 도면

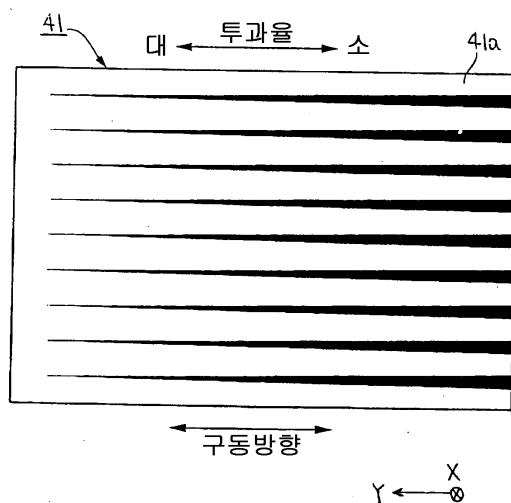
## 도면1



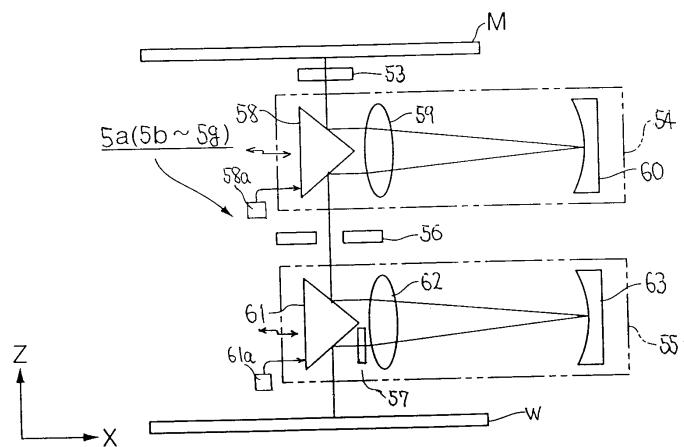
## 도면2



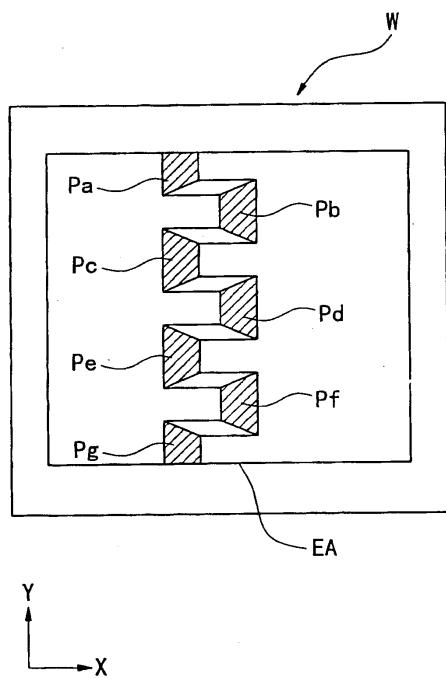
## 도면3



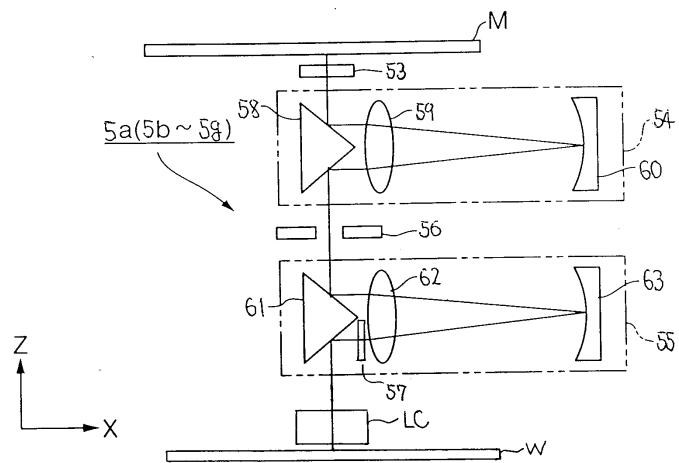
도면4



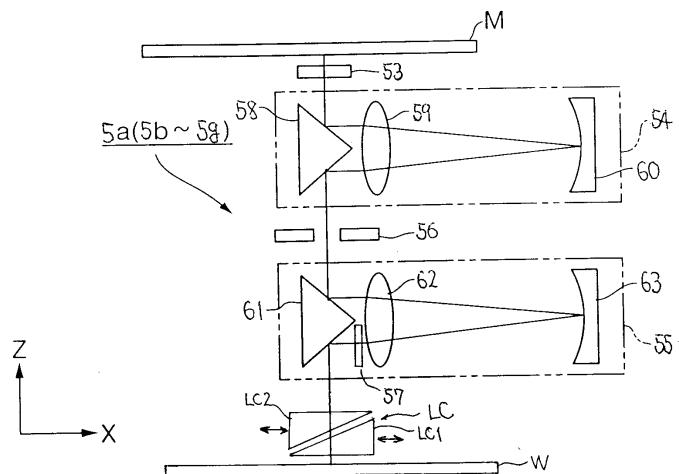
도면5



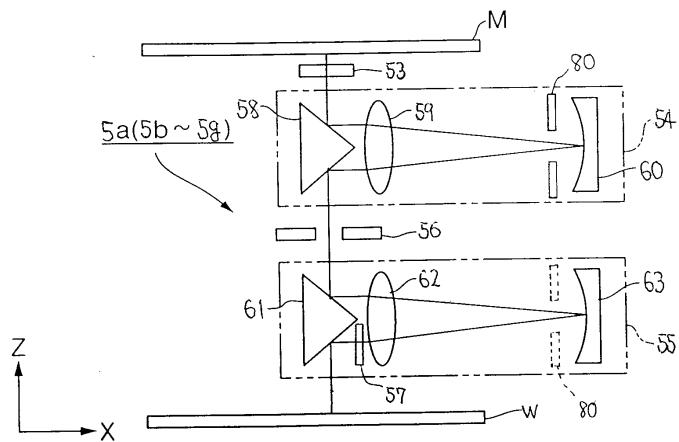
도면6



도면7



도면8



## 도면9

