



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년12월20일
 (11) 등록번호 10-1096478
 (24) 등록일자 2011년12월14일

(51) Int. Cl.
H01L 21/027 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-7021093(분할)
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2004년01월23일
 심사청구일자 2010년09월20일
 (85) 번역문제출일자 2010년09월20일
 (65) 공개번호 10-2010-0120219
 (43) 공개일자 2010년11월12일
 (62) 원출원 특허 10-2005-7013382
 원출원일자(국제출원일자) 2004년01월23일
 심사청구일자 2008년11월04일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2004/000570
 (87) 국제공개번호 WO 2004/066371
 국제공개일자 2004년08월05일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2003-014457 2003년01월23일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2001102277 A*
 WO2000068738 A1*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 니콘
 일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠초 1초메 12방 1고
 (72) 발명자
 스와 교이치
 일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3초메 2방 3고
 가부시키가이샤 니콘 지테크자이산본부 나이
 (74) 대리인
 특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 8 항

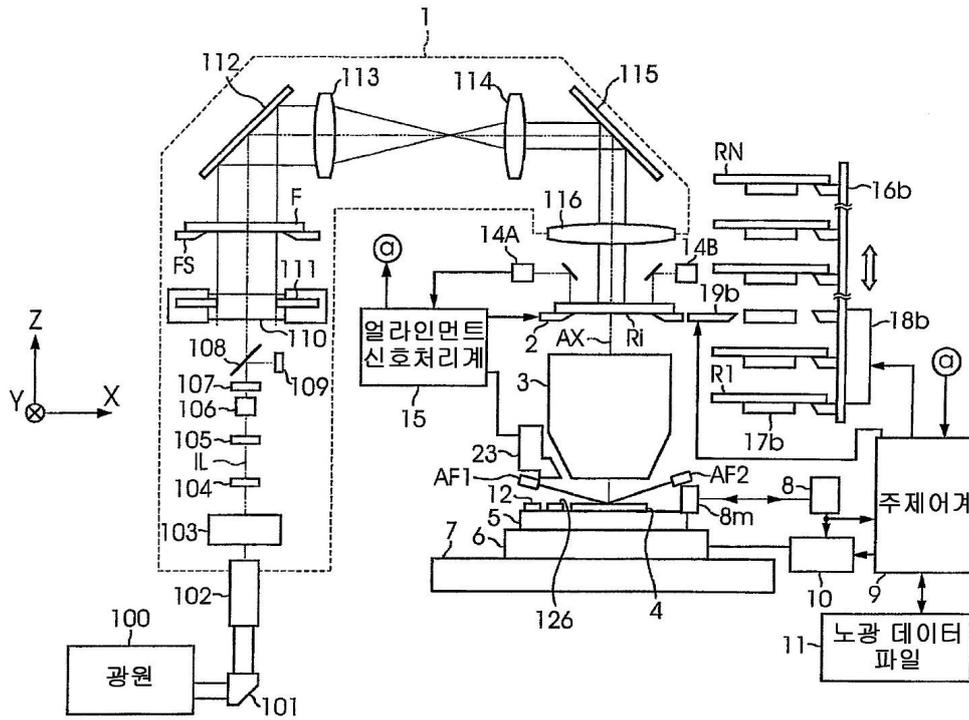
심사관 : 설관식

(54) 노광 장치

(57) 요약

기관 (4) 상에서 쇼트 영역의 주변부를 부분적으로 겹친 상태에서 노광하는 스티칭 노광을 행하는 노광 장치에 있어서, 상기 주변부에 대응하는 부분에서 노광광의 조도 분포를 서서히 감소하도록 설정하는 감광부를 갖는 농도 필터 (F) 와 마스크 (Ri) 사이에 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 로 이루어지는 축소 광학계를 구비하여 구성된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

감응 물체 상에 설정된 구획 영역에 전사해야 할 패턴이 형성된 마스크를 통해 노광하는 노광 장치로서,

상기 구획 영역에 전사해야 할 패턴이 복수의 부분 패턴으로 분할되어 형성된 마스크를 적어도 3개의 지지 위치에서 수평하게 지지하는 지지 장치와, 상기 지지 장치에 지지된 상기 마스크에 형성된 상기 부분 패턴의 어느 하나와, 상기 감응 물체에 설정된 상기 구획 영역을 분할한 부분 구획 영역의 어느 하나와의 상대적인 위치를 조정하는 조정 장치를 구비한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 지지 장치는 상기 구획 영역에 전사해야 할 패턴을 복수의 가늘고 긴 직사각형 형상의 영역으로 분할하여, 그 가늘고 긴 직사각형 형상의 영역을 그 길이 방향을 나타내는 제 1 방향에 직교하는 제 2 방향으로 배열적으로 형성한 마스크를 지지하고, 상기 조정 장치는 상기 가늘고 긴 직사각형 형상의 영역을 상기 부분 패턴으로 하여 위치 조정을 행하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 지지 장치는 상기 적어도 3 개의 지지 위치 중 상기 마스크의 일방의 변을 따라 배치된 2 개의 지지 위치를 지나는 제 3 방향과 상기 제 1 방향이 평행해지도록 상기 마스크를 지지한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 지지 장치는 상기 지지 위치의 2개를 지나는 제 3 방향에 대한 상기 마스크의 힘량 및 그 제 3 방향에 수평면 내에서 직교하는 제 4 방향에 대한 상기 마스크의 힘량 중 그 힘량이 큰 것에 관한 방향과 상기 제 2 방향이 평행해지도록 상기 마스크를 지지한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부분 패턴의 이미지를 상기 감응 물체 상에 투영하는 투영계를 더 구비하고, 상기 조정 장치는 상기 투영계의 이미지면과 상기 감응 물체를 상대 이동하는 포커스 조정 기구 및 레벨링 조정 기구의 적어도 일방을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 마스크의 지지에 수반되는 힘량을 상기 부분 패턴의 위치와의 관계로 미리 구하여 기억된 기억 장치와, 상기 기억 장치에 기억된 힘량에 기초하여, 상기 포커스 조정 기구 및 상기 레벨링 조정 기구의 적어도 일방을 제어하는 제어 장치를 더 구비한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 15

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 조정 장치는 상기 부분 패턴의 일부와 이것에 인접하는 부분 패턴의 일부가 중첩되도록 위치 조정을 행하는 것을 특징으로 하는 노광 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 부분 패턴이 중첩되는 중첩부를 노광하는 노광광의 에너지 분포를 서서히 작아지도록 경사적으로 설정하는 감광(減光) 장치를 더 구비한 것을 특징으로 하는 노광 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 집적 회로, 액정 표시 소자, 박막 자기 헤드, 그 밖의 마이크로 디바이스를 리소그래피 기술을 이용하여 제조할 때에 사용되는 노광 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 마이크로 디바이스의 제조 공정의 하나로서 통상 형성되는 포토리소그래피 공정에서는, 노광 대상으로서의 기판(포토리지스트가 도포된 반도체 웨이퍼나 유리 플레이트)에 포토마스크 또는 레티클(이하, 이들을 총칭할 때에는 마스크라고 함)의 패턴 이미지를 투영 노광하는 노광 장치가 사용된다. 최근, 반도체 집적 회로를 비롯한 마이크로 디바이스의 제조 일반에 있어서는 매우 미세한 패턴을 설계한 대로 충실하게 형성하는 것이 요구되고 있다.

[0003] 또한, 최근에는 마이크로 디바이스에 고기능화가 요구되고 있기 때문에 대규모화되는 경향이 있다. 예컨대, 반도체 집적 회로를 예로 들면, 1개의 반도체 집적 회로 내에 CPU(중앙 처리 장치), RAM(Random Access Memory) 등의 기능을 포함시켜 시스템화하는 것도 행해지고 있다. 이러한 미세한 패턴을 갖는 대규모의 반도체 집적 회로를 제조하는 경우에는 기판의 피노광 영역을 복수의 구획 영역(이하, 쇼트 또는 쇼트 영역이라 하는 경우가 있음)으로 분할하여, 각 쇼트에 대하여 대응하는 패턴의 이미지를 순차 투영 노광하도록 한 스티칭 노광을 행하는 경우가 있다.

[0004] 이러한 노광 방법을 이용할 때에는 각 쇼트의 이음매 부분에 부정합이 생기는 경우가 있기 때문에, 하나의 쇼트

에 대한 패턴 이미지의 일부와 이것에 인접하는 다른 쇼트에 대한 패턴 이미지의 일부를 중첩하고, 또한 각 쇼트의 중첩부가 되는 부분의 노광량 분포를 그 외측으로 감에 따라서 작아지도록 경사지게 설정하여, 그 중첩부의 노광량이 2회의 노광에 의해서 전체적으로, 그 중첩부 이외의 부분의 노광량과 동등해지도록 하여 중첩부에서의 선폭 변화를 방지하도록 하고 있다. 이러한 스티칭 노광을 행하면, 이음매에 있어서의 위치 오차로 인한 선폭 오차가 생기지 않고, 또한 높은 스루풋으로 반도체 집적 회로 등의 마이크로 디바이스를 제조할 수 있다.

[0005] 그런데, 최근 특히 반도체 집적 회로는 미세화가 요구되고 있지만, 이 요구에 응답하기 위해서는 포토리소그래피 공정에 있어서 형성할 수 있는 선폭 자체를 미세화함과 함께, 그 선폭을 균일하게 할 필요가 있다. 균일한 선폭의 패턴을 형성하기 위해서는 마스크를 조명하는 노광광의 조도 분포를 균일하게 하는 것이 필수적이다. 또한, 선폭 자체의 미세화는 노광 장치의 해상도를 향상시킴으로써 실현할 수 있다. 해상도 향상을 위해, 노광 장치에 형성되는 광원의 단과장화 및 투영 광학계의 고 NA (개구수: Numerical Aperture) 화가 피해지고 있다.

[0006] 그러나, 상기 기술한 스티칭 노광을 행하는 노광 장치에서는 중첩부에서의 경사적인 노광량 분포를 얻기 위해서, 마스크 상에서의 중첩부에 대응하는 부분에서 경사적인 조도 분포를 형성하기 위한 농도 필터가 형성된다. 이 농도 필터는 마스크와 거의 광학적으로 공액인 위치에 배치되기 때문에, 농도 필터에 진애 등의 이물질이 부착되어 있으면, 이들의 영향에 의해서 필요한 노광량 분포가 국소적으로 얻어지게 된다. 따라서, 최종적으로 기관 상에서의 노광량이 국소적으로 변화하는 개소가 생기고, 이 개소에서 선폭 변화가 생긴다는 문제가 있다.

[0007] 또한, 해상도를 향상시키기 위해서 투영 광학계의 고 NA 화를 피하면, 구면 수차, 왜곡 수차, 그 밖의 각종 수차의 영향이 커지기 때문에, 잔존 수차의 영향이 저감된 투영 광학계의 설계가 어려워짐과 함께, 제조시에 있어서의 조정도 어려워져, 투영 광학계의 제조 비용, 나아가서는 노광 장치의 비용이 상승된다는 문제가 생긴다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은 농도 필터에 부착되는 이물질의 영향을 저감하여 균일한 선폭의 미세한 패턴을 충실하게 형성할 수 있고, 나아가서는 설계 및 조립에 요하는 투영 광학계의 제조 비용의 상승을 최대한 억제할 수 있는 노광 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 제 1 관점에 의하면, 감응 물체 상에서 주변부가 부분적으로 겹치는 복수의 영역에 각각 마스크에 형성된 패턴을 전사하기 위해서, 노광광의 조도 분포를 상기 주변부에 대응하는 부분에서 서서히 감소하도록 설정하는 감광부를 갖는 농도 필터를 통해 상기 각 영역을 노광하는 노광 장치에 있어서, 상기 농도 필터와 상기 마스크 사이에 축소 광학계를 배치한 노광 장치가 제공된다.

[0010] 농도 필터와 마스크 사이에 축소 광학계를 배치하여 농도 필터를 통과한 광을 축소시켜 마스크에 조사하고 있기 때문에, 농도 필터에 진애 등의 이물질이 부착되어 있더라도, 그 이물질의 영향 (예를 들어, 마스크를 조명하는 광의 조도 분포의 국소적인 변화) 을 저감할 수 있다. 그 결과로, 감응 물체 상에서의 조도 분포를 균일하게 할 수 있기 때문에, 균일한 선폭의 미세한 패턴을 충실하게 형성할 수 있게 된다 (즉, 높은 충실도로 미세한 패턴을 형성할 수 있다).

[0011] 본 발명의 제 1 관점에 관한 노광 장치에 있어서, 상기 축소 광학계의 축소 배율을 1/1.5~1/1.6 으로 설정하면 된다. 축소 광학계의 축소 배율을 이 정도로 설정하면, 장치의 극단적인 대형화를 초래하지 않고 농도 필터에 부착된 이물질의 영향을 저감할 수 있기 때문이다.

[0012] 본 발명의 제 1 관점에 관한 노광 장치에 있어서, 상기 영역의 노광에 의한 상기 패턴의 전사는 상기 농도 필터, 상기 마스크 및 상기 감응 물체를 정지시킨 상태에서, 일괄적으로 행해지거나, 또는 상기 노광광에 대하여 상기 농도 필터, 상기 마스크 및 상기 감응 물체를 동기 이동시키면서 순차적으로 행해진다.

[0013] 농도 필터, 마스크, 및 감응 물체를 정지시킨 상태에서, 일괄적으로 패턴을 전사하는 경우에는, 높은 중첩 정밀도를 확보할 수 있어, 노광광에 대하여 농도 필터, 마스크, 및 감응 물체를 동기 이동시키면서, 순차적으로 패

턴을 전사하는 경우에는 스루풋의 향상을 피할 수 있다.

- [0014] 본 발명의 제 1 관점에 관한 노광 장치에 있어서, 상기 마스크에 형성되어 있는 패턴은 복수의 영역으로 분할된 복수의 부분 패턴으로 이루어지고, 당해 부분 패턴의 각각이 상기 패턴으로서 상기 복수의 영역의 적어도 하나에 전사되도록 할 수 있다.
- [0015] 이 경우에 있어서, 상기 농도 필터 및 상기 축소 광학계를 포함하여 구성된 조명 광학계를 구비하고, 상기 마스크 상에서의 상기 조명 광학계의 조명 영역은 적어도 상기 부분 패턴의 어느 하나를 조명할 수 있는 크기로 설정되는 것이 바람직하다. 이 구성으로 함으로써, 조명 광학계의 조명 영역이 부분 패턴의 어느 하나를 조명할 수 있는 정도의 크기이면 되기 때문에, 상기 축소 광학계에 의해 축소된 광으로 마스크를 조명하기에 적합하다. 또, 마스크와 감응 물체를 정지시킨 상태에서 패턴을 전사하는 경우에는 상기 조명 영역이 1회의 노광 동작으로 감응 물체 상에 전사해야 할 적어도 1개의 부분 패턴의 전체를 포함하는 크기로 설정되고, 마스크와 감응 물체를 동기 이동하여 패턴을 전사하는 경우에는, 상기 조명 영역이 마스크가 이동되는 주사 방향과 직교하는 방향(비주사 방향)에 관하여, 1회의 노광 동작으로 감응 물체 상에 전사해야 할 적어도 1개의 부분 패턴과 같은 정도 이상의 크기로 설정되어 있으면 된다.
- [0016] 본 발명의 제 1 관점에 관한 노광 장치에 있어서, 상기 마스크에 형성된 패턴을 상기 감응 물체 상에 투영하는 투영 광학계를 추가로 구비하고, 당해 투영 광학계의 노광 영역은 적어도 상기 부분 패턴을 상기 감응 물체 상에 투영할 수 있는 크기, 또는 부분 패턴의 일부를 상기 감응 물체 상에 투영할 수 있는 크기로 설정할 수 있다.
- [0017] 투영 광학계의 노광 영역을, 부분 패턴을 감응 물체 상에 투영할 수 있는 정도의 크기, 또는 부분 패턴의 일부를 감응 물체 상에 투영할 수 있는 정도의 크기로 설정함으로써, 잔존 수차가 최대한 저감된 고 NA의 투영 광학계의 설계가 용이해짐과 함께, 제조시에 있어서의 조정이 용이해져, 투영 광학계를 제조하는 비용의 상승을 억제할 수 있고, 나아가서는 노광 장치의 비용 상승을 억제할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 제 1 관점에 관한 노광 장치에 있어서, 상기 패턴을 전사해야 할 영역의 상기 감응 물체 상에서의 위치에 따라, 상기 농도 필터의 감광부의 일부를 차광하는 차광 부재를 구비할 수 있다.
- [0019] 또, 「감응 물체 상에서 주변부가 부분적으로 겹치는 영역」이란 1개의 마스크에 형성된 패턴이 모두 전사되는 영역(쇼트 영역)과, 마스크에 형성된 복수의 부분 패턴의 일부(예를 들어 1개)가 전사되는 영역(부분 쇼트 영역)을 포함하는 의미이다. 또한, 감응 물체 상에서 주변부가 부분적으로 겹치는 복수의 영역에 전사해야 할 패턴이 모두 동일한 마스크에 형성되어 있지 않아도 되고, 상이한 복수의 마스크에 나누어 형성되어 있어도 된다.
- [0020] 본 발명의 제 2 관점에 의하면, 에너지빔의 강도 분포를 소정 분포로 규정하는 농도 필터, 및 감응 물체 상에 전사해야 할 패턴이 형성된 마스크를 통해, 그 감응 물체를 그 에너지빔으로 조사하는 노광 장치에 있어서, 상기 농도 필터와 상기 마스크 사이에 축소 광학계를 배치한 노광 장치가 제공된다.
- [0021] 본 발명의 제 2 관점에 관한 발명에 의하면, 제 1 관점과 같이 주변부가 부분적으로 겹치는 복수의 영역을 노광하는 경우 뿐만 아니라, 에너지빔을 원하는 강도 분포로 설정하기 위해서 농도 필터를 사용하는 경우에 있어서, 그 농도 필터에 부착된 이물질의 영향을 저감하여, 원하는 강도 분포로 마스크를 조명하고, 나아가서는 원하는 에너지 분포로 감응 물체를 노광할 수 있기 때문에, 균일한 선폭의 미세한 패턴을 충실하게 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본 발명의 실시형태에 관련되는 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 2a는 농도 필터의 구성의 일례를 나타내는 상면도이다.
- 도 2b는 농도 필터에 형성되는 마크의 일례를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 실시형태의 노광 장치에서 사용되는 레티클의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 4a 및 도 4b는 조도 분포 검출 센서의 구성을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 레티클을 사용하여 반도체 집적 회로 등의 마이크로 디바이스를 제조할 때의 제조 공정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6 은 쇼트 영역에 최초의 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다.

도 7 은 쇼트 영역에 2번째의 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다.

도 8 은 쇼트 영역에 3번째의 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다.

도 9 는 레티클의 얼라인먼트 기구를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 도 1 은 본 발명의 실시형태에 관련되는 노광 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이고, 이 노광 장치는 스텝 앤드 리피트 방식의 스티칭형 투영 노광 장치이다.
- [0024] 또, 이하의 설명에서는 도 1 중에 나타난 XYZ 직교 좌표계를 설정하여, 이 XYZ 직교 좌표계를 참조하면서 각 부재의 위치 관계에 관해서 설명한다. XYZ 직교 좌표계는 X축 및 Z축이 지면에 대하여 평행해지도록 설정되고, Y축이 지면에 대하여 수직이 되는 방향에 설정되어 있다. 도면 중의 XYZ 좌표계는 실제로는 XY 평면이 수평면에 평행한 면에 설정되고, Z축이 연직 상방향에 설정된다.
- [0025] 도 1 에 있어서, 광원 (100) 으로부터의 광 (여기서는 ArF 엑시머 레이저라고 함) 으로서의 자외 펄스광 (IL; 이하, 노광광 (IL) 이라 칭함) 은 조명 광학계 (1) 와의 사이에서 광로를 위치적으로 매칭시키기 위한 가동 미러 등을 포함하는 빔 매칭 유닛 (BMU; 101) 을 지나서, 파이프 (102) 를 통해 광감쇠기로서의 가변 감광기 (103) 에 입사한다.
- [0026] 주제어계 (9) 는 감응 물체로서의 기관 (4) 상의 레지스트에 대한 노광량을 제어하기 위해서, 광원 (100) 과의 사이에서 통신함으로써, 발광의 개시 및 정지의 제어, 발진 주파수 및 펄스 에너지로 정해지는 출력을 제어함과 함께, 가변 감광기 (103) 에 있어서의 노광광 (IL) 에 대한 감광률을 단계적 또는 연속적으로 조정한다.
- [0027] 가변 감광기 (103) 를 통과한 노광광 (IL) 은 소정 광축을 따라 배치되는 렌즈계 (104, 105) 로 이루어지는 빔 정형 광학계를 거쳐서 유틸리티 인테그레이터 (호모지나이저; 106) 에 입사한다. 여기서, 본 실시형태에서는 유틸리티 인테그레이터 (106) 로서 플라이 아이 렌즈를 사용하므로, 이하에서는 플라이 아이 렌즈 (106) 라고도 부른다. 또한, 플라이 아이 렌즈 (106) 를 사용하는 대신에, 로드 인테그레이터 (내면 반사형 인테그레이터) 또는 회절 광학 소자 등을 채용해도 된다. 또, 유틸리티 인테그레이터 (106) 는 조도 분포 균일성을 더욱 높이기 위해서, 광학계를 사이에 두고 직렬로 2단 배치해도 된다.
- [0028] 플라이 아이 렌즈 (106) 의 사출면에는 개구 조리개계 (107) 가 배치되어 있다. 개구 조리개계 (107) 에는, 통상 조명용의 원형 개구 조리개, 복수의 편심된 소개구로 이루어지는 변형 조명용 개구 조리개, 윤대 조명용 개구 조리개 등이 전환 자유롭게 배치되어 있다. 또, 개구 조리개계 (107) 대신에, 광원 (100; 특히 가변 감광기 (103)) 과 플라이 아이 렌즈 (106) 사이에 배치되어, 조명 광학계의 동공면 상에서 노광광 (IL) 이 분포하는 영역을 상이하게 하는 복수의 회절 광학 소자, 및 줌 렌즈계 등을 포함하는 광학 유닛 (성형 광학계) 을 사용해도 된다. 플라이 아이 렌즈 (106) 로부터 사출되어 개구 조리개계 (107) 의 소정 개구 조리개를 통과한 노광광 (IL) 은 투과율이 높고 반사율이 낮은 빔 스플리터 (108) 에 입사한다. 빔 스플리터 (108) 에 의해 반사된 광은 광진 검출기로 이루어지는 인테그레이터 센서 (109) 에 입사하고, 인테그레이터 센서 (109) 의 검출 신호는 도시하지 않은 통신 회선을 통해 주제어계 (9) 에 공급된다.
- [0029] 빔 스플리터 (108) 의 투과율 및 반사율은 미리 고정밀도로 측정되어, 주제어계 (9) 내의 메모리에 기억되어 있고, 주제어계 (9) 는 인테그레이터 센서 (109) 의 검출 신호로부터 간접적으로 투영 광학계 (3) 에 대한 노광광 (IL) 의 입사광량 (및/또는 기관 (4) 상에서의 노광광 (IL) 의 광량 또는 조도) 을 모니터할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0030] 빔 스플리터 (108) 를 통과한 노광광 (IL) 은 레티클 블라인드 기구 (110) 에 입사한다. 레티클 블라인드 기구 (110) 는 4장의 가동식 (可動式) 의 블라인드 (차광판; 111; A~D) 및 그 구동 기구를 구비하여 구성되어 있다. 이들 4장의 블라인드 (111) 를 각각 적당한 위치에 설정함으로써, 투영 광학계 (3) 의 시야 내에 직사각형 형상의 조명 영역이 형성된다. 또한, 블라인드 (111) 는 후술하는 농도 필터 (F) 에 형성된 감광부의 일부를 차광하기 위해서도 사용된다.
- [0031] 레티클 블라인드 기구 (110) 의 블라인드 (111) 에 의해 직사각형 형상으로 정형된 노광광 (IL) 은 필터 스테이지 (FS) 상에 탑재된 농도 필터 (F) 에 입사한다. 농도 필터 (F) 는 기본적으로 도 2a 에 나타나 있는 바와 같은 구성이다. 도 2a 는 농도 필터 (F) 의 구성의 일례를 나타내는 상면도이다. 이 농도 필터 (F) 는

예를 들어 석영 유리, 또는 불소가 도핑된 석영 유리 등과 같은 광투과성 기관 상에, 크롬 등의 차광성 재료를 증착한 차광부 (121) 와, 그 차광성 재료를 증착하지 않은 투광부 (122) 와, 그 차광성 재료를 그 존재 확률을 변화시키면서 증착한 감광부 (감쇠부; 123) 를 갖고 있다.

[0032] 투광부 (122) 의 형상 및 감광부 (123) 의 외형 형상은 직사각형 형상으로 형성되어 있다. 그 이유는 이하와 같다. 종래의 노광 장치에서는 레티클에 형성된 패턴을 일괄해서 기관 (4) 에 설정된 쇼트에 전사하기 때문에, 투광부는 패턴이 형성되어 있는 영역의 외형 형상과 거의 유사한 형상 (대략 정사각형) 으로 설정되어 있었다. 이에 비하여, 상세한 것은 후술하겠지만, 이 노광 장치에서는 쇼트에 전사하는 패턴을 복수로 분할한 부분 패턴이 형성된 레티클 (Ri) 을 사용하고, 이들의 부분 패턴을 쇼트의 일부의 영역에 순차 전사함으로써, 하나의 쇼트에 대하여 패턴을 전사한다. 이하, 하나의 쇼트 내에서, 부분 패턴이 전사되는 각 영역을 부분 쇼트 영역이라고 한다. 이 때문에, 투광부 (122) 의 형상 및 감광부 (123) 의 외형 형상은 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴에 거의 유사한 가늘고 긴 직사각형 형상 (장방형 형상) 으로 설정되어 있다.

[0033] 감광부 (123) 는 도트 형상으로 차광성 재료를 증착한 것으로, 도트 사이즈는 농도 필터 (F) 를 도 1 에 나타낸 위치에 설치하고 있는 상태에서, 본 예에서는 농도 필터 (F) 와 레티클 (Ri) 사이에 배치되는 복수의 광학 소자 (112~116) 를 갖는 광학계의 해상 한계 이하가 되는 것이다. 그 도트는 내측 (투광부 (122) 측) 에서 외측 (차광부 (121) 측) 으로 감에 따라서 경사 직선적으로 감광률이 높아지도록 그 존재 확률을 증대시켜 형성되어 있다. 단, 그 도트는 내측에서 외측으로 감에 따라서 곡선적으로 감광률이 높아지도록 그 존재 확률을 증대시켜 형성되어 있어도 된다.

[0034] 또, 도트 배치 방법은 동일 투과율부에서 도트를 동일 피치 (P) 로 배치하는 것보다, P 에 대하여, 가우스 분포를 갖는 난수 (R) 를 각 도트마다 발생시킨 것을 더한 P+R 로 배치하는 것이 좋다. 그 이유는 도트 배치에 의해서 회절광이 발생하고, 경우에 따라서는 조명계의 개구수 (NA) 를 넘어 감광 기관까지 광이 도달하지 않는 현상이 일어나, 설계 투과율로부터의 오차가 커지기 때문이다.

[0035] 또한, 도트 사이즈는 모두 동일 사이즈가 바람직하다. 그 이유는 복수종의 도트 사이즈를 사용하면, 전술한 회절에 의한 설계 투과율로부터의 오차가 발생한 경우에, 그 오차가 복잡, 즉 투과율 보정이 복잡해지기 때문이다. 그런데, 농도 필터의 묘화는 도트 형상 오차를 작게 하기 때문에 고가속 EB 묘화기로 묘화하는 것이 바람직하고, 또한 도트 형상은 프로세스에 의한 형상 오차가 측정되기 쉬운 직사각형 (정사각형) 이 바람직하다. 형상 오차가 있는 경우에는 그 오차량을 측정할 수 있으면 투과율을 보정하기 쉬운 이점이 있다.

[0036] 차광부 (121) 에는 복수의 얼라인먼트용 마크 (124A, 124B, 124C, 124D) 가 형성되어 있다. 이들 마크 (124A, 124B, 124C, 124D) 는 도 2a 에 나타나 있는 바와 같이, 농도 필터 (F) 의 차광부 (121) 의 일부를 제거하여, 직사각형 형상 또는 그 밖의 형상의 개구 (광투과부; 124A, 124B, 124C, 124D) 를 형성하여 그 마크로 할 수 있다.

[0037] 또한, 도 2b 에 나타낸 마크를 사용할 수도 있다. 도 2b 는 농도 필터 (F) 에 형성되는 마크의 일례를 나타내는 상면도이다. 도 2b 에서는 복수의 슬릿 형상의 개구로 이루어지는 슬릿 마크 (125) 를 채용하고 있다. 이 슬릿 마크 (125) 는 X 방향 및 Y 방향의 위치를 측정하기 위해서, Y 방향으로 형성된 슬릿을 X 방향으로 배열한 마크 요소와, X 방향으로 형성된 슬릿을 Y 방향으로 배열한 마크 요소를 조합한 것이다.

[0038] 농도 필터 (F) 의 Z 방향의 위치, Z 방향의 틸트량, 및 투영 배율은 마크 (124A, 124B, 124C, 124D) 의 위치 정보를 측정한 결과에 기초하여 조정된다. 이 측정에는 예를 들어, 시료대 (5) 에 적어도 일부가 형성되고, 농도 필터 (F) 의 마크를 촬상 소자로 검출하는 장치 등을 사용할 수 있다. 이 경우, 농도 필터 (F) 를 광축 방향으로 이동하여 복수 Z 위치에서 마크 (124A, 124B, 124C, 124D) 또는 마크 (125) 를 측정하여 신호 강도 또는 신호 콘트라스트가 최대가 되는 Z 위치를 구하고, 이것을 베스트 포커스 위치로 하여, 이 베스트 포커스 위치 (투영 광학계 (3) 의 물체면 또는 이미지면과 공액인 위치) 또는 이 베스트 포커스 위치로부터 일정량 디포커스된 위치에 농도 필터 (F) 를 배치한다. 본 예에서는 농도 필터 (F) 는 그 베스트 포커스 위치로부터 어느 일정량 디포커스된 위치에 설치되어 있다.

[0039] 또, 농도 필터에 형성하는 마크의 수는 4개에 한정되지 않고, 농도 필터의 설정 정밀도 등에 따라 적어도 1개를 형성해 두면 된다. 또한, 본 예에서는 조명 광학계의 광축과 중심이 거의 일치하도록 농도 필터가 배치되고, 그 중심 (광축) 에 관해서 대칭으로 4개의 마크를 형성하는 것으로 하였지만, 농도 필터에 복수의 마크를 형성할 때에는 그 중심에 관해서 점대칭이 되지 않도록 그 복수의 마크를 배치하거나 또는 그 복수의 마크는 점대칭으로 배치하고, 별도로 인식 패턴을 형성하는 것이 바람직하다. 그 이유는, 조명 광학계 내에 농

도 필터를 배치하여 에너지 분포를 측정한 후에 그 농도 필터를 빼내어 그 수정을 가하여 재설정할 때, 결과적으로 조명 광학계의 광학 특성 (디스토션 등) 을 고려하여 농도 필터가 수정되기 때문에, 그 농도 필터가 회전하여 재설정되면, 그 수정이 의미를 잃게 되기 때문이며, 원래의 상태로 농도 필터를 재설정할 수 있게 하기 위해서이다.

[0040] 도 2a 에 나타난 농도 필터 (F) 는 투광부 (122) 의 주위 (4번) 에 감광부 (123) 가 형성되어 있지만, 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴을 전사할 때에, 감광부 (123) 전체를 항상 사용하고 있는 것은 아니다. 요컨대, 기관 (4) 상에서의 부분 패턴을 전사해야 할 부분 쇼트 영역의 위치에 따라, 차광부로서의 블라인드 (111) 를 제어하여 감광부 (123) 의 일부를 차광하거나, 또는 감광부 (123) 전체를 사용하고 있다. 그 이유는, 스티칭 노광시에는 인접하는 쇼트 (부분 쇼트 영역) 의 중첩부에서의 노광량을 일정하게 하기 위해서 중첩부의 노광량을 경사적으로 설정하고 있고, 인접하는 쇼트 (부분 쇼트 영역) 가 없는 경우에는 그 부위에 있어서 경사적인 노광량 분포로 할 필요가 없기 때문이다. 도 2a 에 나타난 가늘고 긴 직사각형 형상으로 설정된 투광부 (122) 의 주위에 감광부 (123) 가 형성되어 있는 농도 필터 (F) 를 사용하는 경우로서, 블라인드 (111) 에 의해서 감광부 (123) 를 차광할 때에는 4번 중의 1번, 2번 또는 3번이 차광된 상태로 부분 패턴의 전사가 이루어진다.

[0041] 또한, 농도 필터 (F) 로서는 상기 기술한 바와 같은 유리 기관 상에 크롬 등의 차광성 재료로 감광부나 차광부를 형성한 것 뿐만 아니라, 액정 소자 등을 사용하여 차광부나 감광부의 위치, 감광부의 감광 특성을 필요에 따라 변경할 수 있도록 한 것을 사용할 수도 있다. 이 경우에는 블라인드 (111) 의 제어가 불필요해짐과 함께, 제조하는 마이크로 디바이스의 사양 상의 각종 요청에 유연하게 대응할 수 있어 고효율적이다.

[0042] 필터 스테이지 (FS) 는 유지하고 있는 농도 필터 (F) 를 XY 평면 내에서 회전 방향 및 병진 방향으로 미동 (微動) 또는 이동한다. 도시하지 않은 레이저 간섭계에 의해서, 필터 스테이지 (FS) 의 X좌표, Y좌표, 및 회전 각이 측정되고, 이 측정치, 및 주제어계 (9) 로부터의 제어 정보에 의해서 필터 스테이지 (FS) 의 동작이 제어된다.

[0043] 농도 필터 (F) 를 통과한 노광광 (IL) 은 반사 미러 (112) 를 통해 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 로 입사한다. 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 는 본 발명에서 말하는 축소 광학계에 상당하는 광학계이고, 축소 배율이 1/1.5~1/1.6 으로 설정되어 있다.

[0044] 여기서, 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 로 이루어지는 광학계를 축소 광학계에 설정하는 것은 전술한 농도 필터 (F) 에 부착된 진애 등의 이물질의 영향을 저감하기 위해서이다. 요컨대, 농도 필터 (F) 는 투영 광학계 (3) 의 물체면 또는 이미지면 (레티클 (Ri) 의 패턴 형성면이 배치되어 있는 면) 과 광학적으로 공액인 위치 또는 이 위치로부터 어느 일정량 디포커스된 위치에 배치되어 있기 때문에, 농도 필터 (F) 에 이물질이 부착되어 있으면, 레티클 (Ri) 상에 있어서 균일한 조명 분포가 국소적으로 무너지고, 나아가서는 기관 (4) 상에서의 노광량이 국소적으로 변화되어, 균일한 선폭의 미세한 패턴을 형성하는 데에 있어서 지장을 초래하기 때문이다.

[0045] 또한, 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 의 축소 배율을 1/1.5~1/1.6 으로 설정하는 이유는 농도 필터 (F) 에 부착된 이물질의 영향을 저감할 수 있는 배율을 확보하는 것은 물론, 조명 광학계 (1) 의 대형화 (특히, 농도 필터 (F) 와 레티클 (Ri) 사이에 배치되는 광학계 (112~116) 의 대형화) 를 그다지 초래하지 않고 필요한 크기의 조명 영역을 레티클 (Ri) 상에 형성하기 위해서이다.

[0046] 결상용 렌즈계 (114) 를 거친 노광광 (IL) 은 반사 미러 (115) 및 주콘덴서 렌즈계 (116) 를 통해, 레티클 (Ri) 의 회로 패턴 영역 상에서 블라인드 (111) 의 직사각형 형상의 개구부와 유사한 조명 영역 (레티클 (Ri) 에 노광광 (IL) 이 조사되는 영역) 을 소정 강도 분포로 조사한다. 즉, 블라인드 (111) 의 개구부의 배치면은 콘덴서 렌즈계 (113), 결상용 렌즈계 (114), 및 주콘덴서 렌즈계 (116) 와의 합성계에 의해서 레티클 (Ri) 의 패턴 형성면과 거의 공액으로 되어 있다. 또, 블라인드 (111) 를 레티클 (Ri) 의 패턴 형성면과의 공액면에서 떨어뜨려 배치하는, 예를 들어 농도 필터 (F) 와 거의 공액으로 배치해도 된다. 또, 본 실시형태에서는 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 를 축소계로 하였지만, 농도 필터 (F) 와 레티클 (Ri) 사이에 배치되는 모든 광학 소자로 이루어지는 광학계 (113, 114, 116) 로 본 발명의 축소 광학계를 구성해도 된다. 또한, 본 실시형태에서는 레티클 (Ri) 상에 설정되는 조명 영역은 부분 패턴의 외형 형상에 따라 가늘고 긴 직사각형 형상 (장방형 형상) 으로 설정되고, 부분 패턴의 1개 전체를 조명할 수 있는 크기로 설정되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는 레티클 (Ri) 상에서의 조명 영역이 농도 필터 (F) 와 블라인드 (111) 에 의해 제한되므로, 레티클 패턴에 따라 농도 필터 (F) 를, 투광부 (122) 의 크기나 형상 등이 상이한 다른 농도 필터와 교환

할 수 있게 구성해도 된다.

[0047] 조명 광학계 (1)로부터 사출된 노광광 (IL)에 의해, 레티클 스테이지 (2)에 유지된 레티클 (Ri)이 조명된다. 레티클 스테이지 (2)에는 i 번째 (i=1~N)의 레티클 (Ri)이 유지되어 있다. 본 실시형태의 노광 장치에서 사용되는 레티클 (Ri)에는 기관 (4)에 설정된 쇼트에 전사하는 패턴을 복수의 가늘고 긴 직사각형 형상 (장방형 형상)의 영역으로 분할된 복수의 부분 패턴이 형성되어 있다.

[0048] 도 3은 이 노광 장치에서 사용되는 레티클 (Ri)의 구성을 나타내는 도면이다. 도 3에 있어서, 부호 200, 201, 202를 붙여 나타낸 개소는 레티클 (Ri)을 레티클 스테이지 (2)상에 지지하였을 때에, 레티클 (Ri)이 지지되는 지지면 (지지 위치)을 나타내고 있다. 본 실시형태에서는 레티클 (Ri)의 각각 서로 대향하는 2쌍의 변 중, X 방향으로 연장되는 1쌍의 변 (150, 151)을 따르도록, X 방향으로 연장되는 형상의 지지면 (200, 201, 202)이 설정되어 있고, 일방의 변 (150)을 따라 2개의 지지면 (200, 201)이 배치되고, 타방의 변 (151)을 따라 1개의 지지면 (202)이 배치되어 있다. 이 레티클 (Ri)에는 X 방향으로 길이 방향이 설정된 가늘고 긴 직사각형 형상의 복수의 부분 패턴 (도 3에서는 3개의 부분 패턴 (161, 162, 163))이 Y 방향으로 배열되어 형성되어 있다. 또, 레티클 (Ri)이 레티클 스테이지 (2)상에 유지되면, 레티클 (Ri)은 그 자중에 의해 휘어지는데, 본 예에서는 도 3에 나타낸 3개의 지지면 (200~202)의 배치로 인해서, X 방향보다 Y 방향을 따라 크게 휘어지게 된다. 그래서, 각 부분 패턴의 전사시에 그 휨에 기인하여 발생하는 기관 (4)상에서의 결상 오차 (특히 포커스 오차)를 억제하기 위해서, 레티클 (Ri)에서는 복수의 부분 패턴 (161~163)이 그 배열 방향을 Y 방향으로 하여 형성되어 있다. 즉, 복수의 부분 패턴의 배열 방향이 X, Y 방향 중 전술한 자중에 의한 휨이 커지는 방향 (본 예에서는 Y 방향)과 일치하도록 레티클 (Ri)이 레티클 스테이지 (2)상에서 유지된다. 이 때, 레티클 (Ri)에 형성되는 부분 패턴의 수나 각 부분 패턴의 Y 방향의 폭은 Y 방향에 관한, 레티클 (Ri)의 휨량이나 레티클 (Ri)상에서의 형성 위치 등에 따라 설정하면 된다. 예를 들어, 투영 광학계 (3)의 결상면과 기관 (4)의 상대 위치 관계를 조정하는 장치 (후술하는 결상 조정 장치)에 의해서, 부분 패턴마다 그 투영 영역 (노광 영역)의 전체 영역에서 투영 광학계 (3)의 결상면과 기관 (4)의 표면을 실질적으로 합치시킬 (즉, 투영 광학계 (3)의 초점 심도 내에 기관 (4)의 표면을 설정할) 수 있게 되는 허용치 이하로, 각 부분 패턴에서의 휨량이 억제되도록 부분 패턴의 수나 그 폭을 결정하면 된다. 또한, 복수의 부분 패턴은 그 크기 (특히 Y 방향의 폭), 형상, X 방향의 위치 등이 상이해도 되고, 요컨대 레티클 (Ri)상에서 Y 방향에 관해서 상이한 위치에 형성되어 있으면 된다.

[0049] 후술하는 바와 같이, 본 실시형태에서는 부분 패턴 (161, 162, 163)을 기관 (4)의 부분 쇼트 영역에 전사할 때에, 스티칭 노광에 의해 단부가 겹치도록 전사한다. 이 때문에, 부분 패턴 (161, 162, 163)은 기관 (4)의 쇼트에 전사하는 패턴을 단순히 3등분한 것이 아니라, 부분 패턴 (161)의 단부 (주변부; 161b)와 부분 패턴 (162)의 이에 대응하는 단부 (주변부; 162a)에는 동일한 패턴이 형성되고, 부분 패턴 (162)의 단부 (162b)와 부분 패턴 (163)의 이에 대응하는 단부 (163a)에는 동일한 패턴이 형성되어 있다. 따라서, 부분 패턴 (161, 162, 163)의 Y 방향의 길이를 각각 Y1, Y2, Y3으로 하면, 이들의 합은 종래의 스티칭형 투영 노광 장치에서 사용되었던 레티클에 형성된 분할되지 않은 패턴의 Y 방향의 길이보다 길어진다. 도면 중 164, 165는 레티클 (Ri)의 위치 정렬을 위한 레티클 얼라인먼트 마크 (21B, 21A)가 각각 형성되는 얼라인먼트 마크 형성 영역이다.

[0050] 다시, 도 1을 참조한다. 레티클 스테이지 (2)의 측방에 선반 형상의 레티클 라이브러리 (16b)가 배치되고, 이 레티클 라이브러리 (16b)는 Z 방향으로 순차 배열된 N (N은 자연수)개의 지지판 (17b)을 갖고, 지지판 (17b)에 레티클 (R1, ..., RN)이 탑재되어 있다. 이들 레티클 (R1, ..., RN)의 패턴은 각각 도 3에 나타낸 바와 같이 복수의 부분 패턴을 포함하는 것으로 되어 있다.

[0051] 레티클 라이브러리 (16b)는 슬라이드 장치 (18b)에 의해서 Z 방향으로 이동 자유롭게 지지되어 있고, 레티클 스테이지 (2)와 레티클 라이브러리 (16b)사이에, 회전 자유롭게 Z 방향으로 소정 범위에서 이동할 수 있는 아암을 구비한 로더 (19b)가 배치되어 있다. 주제어계 (9)가 슬라이드 장치 (18b)를 통해 레티클 라이브러리 (16b)의 Z 방향의 위치를 조정한 후, 로더 (19b)의 동작을 제어하여, 레티클 라이브러리 (16b)중의 원하는 지지판 (17b)과 레티클 스테이지 (2)사이에서, 원하는 레티클 (R1~RN)을 수수할 수 있도록 구성되어 있다. 또, 도 1의 노광 장치에서는 예를 들어 밀폐형 카세트 (SMIF 포트 등)와 레티클 라이브러리 (16b)사이에서 레티클 (R1~RN)을 이송하는 도시하지 않은 반송계도 형성되고, 로트 내의 모든 웨이퍼, 또는 소정 개수의 웨이퍼의 노광에 필요한 종류 (개수)의 레티클이 미리 밀폐형 카세트에 의해서 노광 장치에 반입되어 레티클 라이브러리 (16b)에 탑재되도록 되어 있다. 이 때문에, 복수개의 레티클을 사용할 필요가 있는 웨이

피어더라도, 레티클의 교환 시간을 단축시켜 스루풋의 향상 (처리 시간의 단축) 을 꾀할 수 있다.

[0052] 레티클 (Ri) 의 조명 영역 내의 패턴 이미지는 투영 광학계 (3) 를 통해 축소 배율 ($1/a$; a 는 예를 들어 5, 또는 4 등) 로, 기관 (4) 의 표면 (즉, 기관 (4) 상에서 노광광 (IL) 이 조사되는 투영 광학계 (3) 에 관해서 조명 영역과 공액인 노광 영역) 에 투영된다. 여기서, 투영 광학계 (3) 의 노광 영역은 기관 (4) 상에 설정된 부분 쇼트 영역과 거의 같은 크기, 요컨대 부분 패턴을 기관 (4) 상에 투영할 수 있는 크기로 설정되어 있다. 이와 같이 본 실시형태에서는 레티클 (Ri) 의 패턴을 복수의 부분 패턴으로 하고, 부분 패턴을 기관 (4) 상에 투영할 수 있는 크기로 투영 광학계 (3) 의 노광 영역을 설정하고 있다. 이와 같이, 투영 광학계 (3) 의 노광 영역을 최대한 작게 설정함으로써, 잔존 수차가 최대한 저감된 고 NA 의 투영 광학계 (3) 의 설계가 용이해짐과 함께, 제조시에 있어서의 조정이 용이해져, 투영 광학계 (3) 를 제조하는 비용의 상승을 억제할 수 있고, 나아가서는 노광 장치의 비용 상승을 억제할 수 있다.

[0053] 레티클 스테이지 (2) 는 유지하고 있는 레티클 (Ri) 을 XY 평면 내에서 회전 방향 및 병진 방향으로 이동한다. 또한, 본 실시형태에서는 레티클 (Ri) 에 형성된 복수의 부분 패턴을 순차적으로 기관 (4) 상에 전사할 필요가 있기 때문에, 레티클 스테이지 (2) 는 적어도 Y 방향으로 레티클 (Ri) 의 폭 정도의 거리만큼 이동할 수 있게 구성되어 있다.

[0054] 레티클 스테이지 (2) 에는 도시하지 않은 레이저 간섭계가 형성되어 있고, 이 레이저 간섭계에 의해서, 레티클 스테이지 (2) 의 X좌표, Y좌표, 및 회전각이 계측되고, 이 계측치, 및 주제어계 (9) 로부터의 제어 정보에 의해서 레티클 스테이지 (2) 의 동작이 제어된다. 레티클 스테이지 (2) 는 투영 광학계 (3) 의 광축 (AX) 방향으로 이동할 수 있게 구성됨과 함께, 광축 (AX) 에 대한 각도를 변경할 수 있게 구성되어 있다. 그럼으로써, 레티클 (Ri) 의 Z 방향의 위치 및 자세를 각각 조정할 수 있다. 이들은 주제어계 (9) 로부터의 제어 정보에 의해서 제어된다.

[0055] 한편, 기관 (본 실시형태에서는 웨이퍼; 4) 은 진공 흡착 등에 의해서, 예를 들어 핀 척 홀더 등의 기관 홀더 (도시하지 않음) 상에 유지되고, 이 기관 홀더는 시료대 (기관 테이블; 5) 상에 고정되고, 시료대 (5) 는 도시하지 않은 구동 기구를 통해 기관 스테이지 (6) 상에 설치되어 있다. 이 구동 기구는 시료대 (5) 를, 투영 광학계 (3) 의 광축과 평행한 Z 방향으로 미동 가능하고 또한 XY 평면에 대하여 경사 가능하게 하는 것이며, 본 예에서는 각각 독립적으로 가동인 3개의 액추에이터 (보이스 코일 모터 또는 EI 코어 등) 로 이루어진다. 또, 기관 (4) 은 3개의 핀으로 구성되는 홀더 상에 무흡착 또는 소프트 흡착하기만 해도 된다.

[0056] 또한, 투영 광학계 (3) 의 광축 방향 (Z 방향) 에 관한 기관 (4) 의 위치를 검출하는 송광계 (AF1) 및 수광계 (AF2) 를 갖는 경사 입사 방식의 다점 초점 위치 검출계 (이하, 포커스 센서 (AF) 라고 부른다) 가 형성되어 있다. 이 포커스 센서 (AF) 는 투영 광학계 (3) 의 시야 내에서 부분 패턴의 축소 이미지가 투영되는 노광 영역 (부분 쇼트 영역에 대응) 내의 복수의 계측점에 각각 광빔을 조사함과 함께, 기관 (4) 에서 반사된 광을 각각 독립적으로 수광하여, 각 계측점에서의 기관 (4) 의 Z 방향의 위치 (본 예에서는 소정 기준면, 예를 들어 투영 광학계 (3) 의 이미지면에 대한 기관 (4) 표면의 위치 어긋남량) 를 검출하는 것이다. 이 포커스 센서 (AF) 의 계측치는 주제어계 (9) 에 출력되고, 주제어계 (9) 는 그 계측치에 기초하여 전술한 구동 기구를 통해 시료대 (5) 를 구동하고, 기관 (4) 의 포커스 위치 (광축 (AX) 방향의 위치), 및 경사각의 제어 (포커스 및 레벨링 조정) 를 행한다. 그럼으로써, 투영 광학계 (3) 의 노광 영역 내에서 투영 광학계 (3) 의 이미지면과 기관 (4) 상의 각 부분 쇼트 영역의 표면이 거의 합치되는, 즉 노광 영역 내에서 부분 쇼트 영역의 전체면이 투영 광학계 (3) 의 초점 심도 내로 설정되게 된다. 또, 본 예에 있어서의 기관 (4) 상에서의 패턴 이미지의 결상 상태를 조정하는 장치 (결상 조정 장치) 는 포커스 및 레벨링 조정에 사용되는 포커스 센서 (AF) 및 전술한 구동 기구 뿐만 아니라, 투영 광학계 (3) 의 복수의 광학 소자를 각각 독립적으로 구동하는 액추에이터 (피에조 소자 등), 및 광원 (100) 으로부터 발진되는 노광광 (IL) 의 파장을 가변으로 하는 파장 제어 장치 (모두 도시하지 않음) 등도 포함하여, 투영 광학계 (3) 의 설치 환경이나 열 축적 등에 기인하여 발생하는 결상 오차를 거의 영 (0) 또는 허용치 이하로 하도록 되어 있다.

[0057] 이 시료대 (5) 상에는 위치 결정용 기준 마크 부재 (12) 및 기관 (4) 상에 조도 분포를 검출하는 조도 분포 검출 센서 (이른바 조도 불균일 센서; 126) 가 고정되어 있다. 또한, 기관 스테이지 (6) 는 베이스 (7) 상에서 예를 들어 리니어 모터에 의해 X방향, Y 방향으로 시료대 (5; 기관 (4)) 를 이동하여 위치 결정한다.

[0058] 또한, 시료대 (5) 의 상부에는 이동 거울 (8m) 이 고정되어 있고, 이 이동 거울 (8m) 에는 레이저 간섭계 (8) 가 대향하여 배치되어 있다. 또, 도 1 에 있어서의 도시를 간략화하고 있지만, 이동 거울 (8m) 은 시료대 (5) 상에 있어서 X 방향으로 연장된 이동 거울과 Y 방향으로 연장된 이동 거울이 형성되어 있고, 각각의 이동

거울에 대향하여 레이저 간섭계가 형성되어 있다. 또, 상기 이동 거울 대신에, 예를 들어 시료대 (5) 의 단면 (측면) 을 경면 가공하여 형성되는 반사면을 사용해도 된다.

[0059] 레이저 간섭계 (8) 에 의해서 시료대 (5) 의 X좌표, Y좌표, 및 회전각이 측정되고, 이 측정치가 스테이지 제어계 (10) 및 주제어계 (9) 에 공급되고 있다. 스테이지 제어계 (10) 는 그 측정치 및 주제어계 (9) 로부터의 제어 정보에 기초하여, 기관 스테이지 (6) 의 리니어 모터 등의 동작을 제어한다. 또한, 도 1 에 있어서는 도시를 생략하고 있지만, 레티클 스테이지 (2) 에 형성된 레이저 간섭계로부터의 측정 결과가 주제어계 (9) 에 공급되고 있고, 이 측정 결과에 따라 주제어계 (9) 는 레티클 스테이지 (2) 의 X좌표, Y좌표, 및 회전각, Z좌표, 및 광축 (AX) 에 대한 각도를 제어한다.

[0060] 다음으로, 조도 분포 검출 센서 (126) 에 관해 상세히 설명한다. 도 4a 및 도 4b 는 조도 분포 검출 센서 (126) 의 구성을 나타내는 도면이다. 이 조도 분포 검출 센서 (126) 는 노광광 (IL) 이 투영 광학계 (3) 를 통해 조명되고 있는 상태에서 기관 스테이지 (6) 를 기관 (4) 에 수평인 면내에서 이동시키므로써 노광광 (IL) 의 공간 분포, 즉 노광광의 강도 분포 (조도 분포) 를 측정하기 위한 것이다.

[0061] 도 4a 에 나타내는 바와 같이, 조도 분포 검출 센서 (126) 는 직사각형 (본 실시형태에서는 정사각형) 형상의 개구 (또는 핀 홀; 54) 를 갖는 차광판 (55) 의 하측에 광전 센서 (56) 를 형성하여 구성되고, 광전 센서 (56) 에 의한 검출 신호는 주제어계 (9) 에 출력된다. 또, 개구 (54) 의 하측에 광전 센서 (56) 를 형성하지 않고, 라이트 가이드 등에 의해 광을 안내하여 다른 부분에서 광전 센서 등에 의해 수광량을 검출하도록 해도 된다.

[0062] 차광판 (55) 은 통상 석영 등의 기관에 크롬 (Cr) 등의 금속을 증착함으로써 형성되지만, 크롬 등의 금속을 증착하면, 차광판 (55) 상에 노광된 노광광의 반사율이 높고 노광광의 반사량이 많다. 그 결과, 차광판 (55) 에 의한 반사광이 투영 광학계나 레티클로 반사됨으로써 플레어 현상이 발생한다. 이 조도 분포 검출 센서 (126) 는 기관 (4) 이 노광될 때의 노광광의 조도 분포를 측정하기 위해서 형성되는 것이고, 실제의 노광시에 있어서의 노광광의 조도 분포를 측정하는 것이 가장 바람직하다. 그러나, 노광광의 조도 분포를 측정할 때에, 실제 노광시의 상황과 상이한 상황, 요컨대 노광광의 반사량이 많아지는 상황이 있으면, 실제 노광시에 있어서의 노광광의 조도 분포를 정확히 측정할 수 없다.

[0063] 그래서, 본 실시형태에 있어서는 노광시에 있어서의 실제 노광광의 조도 분포에 가급적 가까운 측정을 하기 위해서, 차광판 (55) 상면의 반사율을, 기관 (4) 의 반사율과 거의 같은 정도로 하여 반사광에 의한 영향을 저감하고 있다. 차광판 (55) 의 상면에는 노광광의 파장 영역에서 기관 (4) 의 반사율과 같은 정도의 반사율을 갖는 막이 형성되어 있다. 이 막을 실현하기 위해서는 예를 들어, 도 4b 에 나타내는 바와 같이, 석영의 투명 기관 (57) 상에 크롬 (58) 을 증착하고, 또한 크롬 (58) 상에 산화크롬의 박막 (59) 을 형성하고, 그 위에 기관 (4) 에 도포되는 포토레지스트와 같은 포토레지스트 (60) 를 같은 막두께로 도포해도 된다. 이러한 차광판 (55) 상면의 반사율은 그 표면에 형성되는 막의 재질 뿐만 아니라, 막두께나 구성 (적층수, 각 층두께, 각 층의 재질 등) 을 적절히 선택함으로써 조정할 수 있다. 기관 (4) 에 반사 방지막 등이 형성되어 있는 경우에는 그와 같은 조건을 모두 고려하여 그 차광판 (55) 상면의 반사율을 설정한다.

[0064] 이러한 조도 분포 검출 센서 (126) 를 사용하여, 차광판 (55) 에 형성된 개구 (54) 를 통과하여 온 노광광을, 기관 스테이지 (6) 를 기관 (4) 표면에 수평인 면내에서 이동시키면서 측정함으로써, 실제 노광시에 있어서의 노광광의 조도 분포와 거의 같은 조도 분포를 측정할 수 있다.

[0065] 또한, 주제어계 (9) 에는 자기 디스크 장치 등의 기억 장치 (11) 가 접속되고, 기억 장치 (11) 에 노광 데이터 파일이 저장되어 있다. 노광 데이터 파일에는 레티클 (R1~RN) 의 설계 정보, 레티클 (R1~RN) 의 상호 위치 관계, 레티클 (R1~RN) 에 형성된 부분 패턴마다 제어해야 할 블라인드 (111) 에 관한 정보, 얼라인먼트 정보, 투영 광학계 (3) 의 광학 특성을 나타내는 정보, 및 레티클 (Ri) 의 휨에 관한 정보 등이 기록되어 있다.

[0066] 투영 광학계 (3) 의 광학 특성을 나타내는 정보는 예를 들어, 이미지면의 경사 및 이미지면 만곡 등의 수차 등이다. 이 정보는 투영 광학계 (3) 의 설계치로부터 얻어지는 정보 또는 투영 광학계 (3) 의 광학 특성의 실측치이다. 또, 설치 환경 (온도, 기압 등) 의 변화나 노광광 (IL) 의 조사에 의한 투영 광학계 (3) 에서의 열 축적 등에 의해 투영 광학계 (3) 의 광학 특성은 변화한다. 이 때문에, 진술한 결상 조정 장치에 의해 투영 광학계 (3) 에 형성하고, 이 기구에 의해 투영 광학계 (3) 의 광학 특성을 조정하였을 때에는 기억 장치 (11) 내의 노광 데이터 파일에 기억되어 있는 투영 광학계 (3) 의 광학 특성을 나타내는 정보를 갱신하도록 하는 것이 바람직하다. 또한, 레티클 (Ri) 의 휨에 관한 정보는 레티클 스테이지 (2) 로 레티클 (Ri) 을 유지

하였을 때의, 적어도 Y 방향에 관한 레티클마다의 각 부분 패턴에서의 횡량이고, 본 예에서는 이 횡량이 시물레이션 등으로부터 얻어지는 계산치이다. 또, 이 횡량은 예를 들어 전술한 포커스 센서 (AF) 와 같은 구성의 센서를 레티클측에도 형성함으로써, 부분 패턴마다 적어도 Y 방향으로 떨어진 복수점에서의 Z 방향의 위치 정보를 검출하여 얻어지는 실측치라도 상관없다. 또한, 복수의 레티클로 그 구성 (부분 패턴의 크기나 위치 등) 이 실질적으로 동일할 때에는 그 복수의 레티클에 공통의 1 세트의 횡량을 기억시켜 두기만 해도 된다.

[0067] 본 실시형태의 노광 장치는 1개의 레티클에 형성된 복수의 부분 패턴을 겹치기이음 노광하면서 1개의 쇼트를 노광하고, 또한 복수의 레티클을 사용하여 쇼트 사이의 겹치기이음 노광을 행하는 것이다. 여기서, 레티클 (Ri) 과 이 노광 장치를 사용하여 반도체 집적 회로 등의 마이크로 디바이스를 제조하는 방법에 관해 개략적으로 설명한다.

[0068] 도 5 는 레티클 (Ri) 을 사용하여 반도체 집적 회로 등의 마이크로 디바이스를 제조할 때의 제조 공정을 설명하기 위한 도면이다. 도 5 중에 나타낸 웨이퍼 (W; 기관 (4)) 가 최종적으로 제조되는 마이크로 디바이스이다. 도 5 에 있어서, 우선 최종적으로 제조되는 반도체 집적 회로가 있는 레이어의 회로 패턴 (27) 이 설계된다. 회로 패턴 (27) 은 직교하는 변의 폭이 dX, dY 인 직사각형의 영역 내에 여러 가지의 라인 앤드 스페이스 패턴 (또는 고립 패턴) 등을 형성한 것이다.

[0069] 다음으로, 회로 패턴 (27) 을 a 배 (a 는 1 보다 큰 정수, 또는 반정수 등이고, 일례로서 4, 5, 또는 6 등) 하여, 직교하는 변의 폭이 a · dX, a · dY 인 직사각형의 영역으로 이루어지는 패턴트 패턴 (36) 을 화상 데이터 상에서 작성하고, 그 패턴트 패턴 (36) 을 중첩으로 각각 a 개로 분할하여, a × a 개의 패턴트 패턴 (P1, P2, P3, . . . , PN (N=a²)) 을 화상 데이터 상에서 작성한다. 도 5 에서는 a=5 의 경우가 나타나 있다. 또, 배율 a 는 반도체 집적 회로 등의 마이크로 디바이스의 제조에 사용되는 투영 노광 장치의 투영 배율 (본 예에서는 도 1 중의 투영 광학계 (3) 의 배율) 의 역수이다. 또한, 이 패턴트 패턴 (36) 의 분할수는 중첩으로 같은 개수로 하지 않아도 되고, 반드시 회로 패턴 (27) 에서 패턴트 패턴 (36) 으로의 배율 a 에 합치시킬 필요도 없다.

[0070] 그 후, 이들 패턴트 패턴 Pi (i=1~N) 에 관해서, 각각 전자 빔 묘화 장치 (또는 레이저 빔 묘화 장치 등도 사용할 수 있다) 용 묘화 데이터를 생성하여, 그 패턴트 패턴 (Pi) 을 각각 등배 (等倍) 로 레티클 (Ri) 상에 전사한다.

[0071] 예를 들어, 1개째의 레티클 (R1) 을 제조할 때에는 석영 유리 등의 광투과성의 기관 상에 크롬, 또는 규화 몰리브덴 등의 마스크 재료의 박막을 형성하고, 이 위에 전자선 레지스트를 도포한 후, 전자 빔 묘화 장치를 사용하여 그 전자선 레지스트 상에 1번째의 패턴트 패턴 (P1) 의 등배의 잠상을 묘화한다. 이 때, 패턴트 패턴 (P1) 은 복수 (여기서는 3개) 로 분할되어 묘화된다.

[0072] 분할된 부분 패턴 (161, 162, 163) 의 주변부 (단부) 는 인접하는 부분 패턴 (161, 162, 163) 및 다른 패턴트 마스크의 패턴과의 중첩을 위해, 단순히 분할하는 것은 아니고, 각각 그 중첩부의 분만큼 넓은 영역으로 되어 있는 것은 상기 기술한 바와 같다. 그 후, 전자선 레지스트를 현상하고 나서, 에칭, 및 레지스트 박리 등을 실시함으로써, 레티클 (R1) 상의 패턴 영역 (20) 에 패턴트 패턴 (P1) 이 형성된다.

[0073] 또한, 레티클 (R1) 상에는 패턴트 패턴 (P1) 에 대하여 소정 위치 관계로 2차원 마크로 이루어지는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 를 형성해 둔다. 이 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 는 도 3 에 나타낸 얼라인먼트 마크 형성 영역 (164, 165) 내에 형성되어 있고, 이 실시형태에서는 부분 패턴 (161, 162, 163) 각각에 대응하여 형성되어 있다. 마찬가지로 다른 레티클 (Ri) 에도, 전자 빔 묘화 장치 등을 사용하여 각각 패턴트 패턴 (Pi) 및 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 가 형성된다. 이 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 는 기관 또는 농도 필터 (F) 에 대한 위치 정렬에 사용된다.

[0074] 이렇게 하여 제조된 N 개의 레티클 (Ri) 을 사용하여, 레티클 (Ri) 의 패턴트 패턴 (Pi) 의 1/a 배의 축소 이미지를 포토레지스트가 도포된 웨이퍼 (W) 상의 쇼트 영역 (48) 내에서 화면 이음을 행하면서 전사함으로써, 각 쇼트 영역 (48) 에 소정 회로 패턴 (35) 이 형성된다. 여기서, 웨이퍼 (W) 에 설정된 쇼트 영역 (48) 각각을 노광하는 경우에는 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴 (161, 162, 163) 의 일부를 중첩하면서 노광을 행한다. 또한, 그 쇼트에 인접하여 이미 노광이 종료되어 있는 쇼트가 있는 경우에는 그 쇼트와 부분 패턴의 1/a 배의 축소 이미지를 일부 중첩하면서 전사한다.

[0075] 레티클 (Ri) 을 사용한 노광 동작의 상세는 이하와 같다. 또, 이하의 설명에서는 간단하게 하기 위해, 패턴트 패턴 (36) 을 중첩으로 각각 2개로 분할하고, 이 분할된 패턴트 패턴이 각각 형성되는 4개의 레티클을 사용

하여 기관 (4) (웨이퍼 (W)) 상의 4개의 쇼트 영역 (SH1~SH4) 에서 겹치기이음 노광을 행하는 것으로 한다.

- [0076] 우선, 레티클 라이브러리 (16b) 로부터 레티클 (R1) 이 로더 (19b) 를 통해 레티클 스테이지 (2) 에 반입·유지된다. 다음으로, 주제어계 (9) 는 레티클 스테이지 (2) 를 이동시켜, 노광광 (IL) 이 조사되는 위치 (조명 영역) 에 부분 패턴 (161) 을 배치하여, 부분 패턴 (161) 에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 를 사용하여 얼라인먼트를 행한다.
- [0077] 또, 이 얼라인먼트를 행할 때에는 미리 부분 패턴 (161, 162, 163) 각각에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 의 정확한 위치 관계를 계측해 두고, 레티클 (R1) 이 레티클 스테이지 (2) 상에 탑재된 시점에서 기준이 되는 얼라인먼트 마크 (예를 들어, 부분 패턴 (162) 에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B)) 를 사용한 얼라인먼트가 이미 이루어진 상태로 해 두는 것이 바람직하다. 이러한 상태로 함으로써, 부분 패턴 (161) 에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크를 사용하여 얼라인먼트를 행하는 시간을 단축할 수 있음 과 함께, 고정밀도로 얼라인먼트를 행할 수 있다.
- [0078] 또한, 레티클 (R1) 의 얼라인먼트와 병행하여 농도 필터 (F) 의 얼라인먼트도 행해지고, 또한 노광해야 할 부분 쇼트 영역의 기관 (4) 상에서의 위치에 따라, 농도 필터 (F) 의 감광부 (123) 의 일부를 블라인드 (111) 로 차광하는 처리도 행해진다.
- [0079] 이상의 얼라인먼트 등이 종료되면, 기관 스테이지 (6) 의 단계 이동에 의해서 기관 (4) 상의 제 1 번째의 쇼트 영역 중, 최초로 부분 패턴이 전사되는 부위가 투영 광학계 (3) 의 노광 영역 (투영 영역) 으로 이동된다. 도 6 은 1개의 쇼트 영역에 대하여 최초로 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다. 또, 도 6 에 있어서는 레티클 (R1), 투영 광학계 (3) 및 기관 (4) 의 상대적인 위치 관계 및 기관 (4) 의 상면을 모식적으로 나타내고 있다.
- [0080] 도 6 에 있어서, 부호 EA 로 나타낸 개소는 투영 광학계 (3) 의 노광 영역을 나타내고 있고, 부호 SH1~SH4 를 붙인 직사각형 형상의 영역은 기관 (4) 상에 설정된 쇼트 영역을 나타내고 있다. 또, 쇼트 영역 (SH1) 은 1 번째의 쇼트 영역을 나타내고, 쇼트 영역 (SH2) 은 2 번째의 쇼트 영역을 나타내고 있다. 또한, 쇼트 영역 (SH1) 내의 부호 PH1 을 붙인 영역은 최초로 부분 패턴이 전사되는 부분 쇼트 영역을 나타내고 있다. 도 6 에 나타낸 바와 같이, 레티클 (R1) 의 얼라인먼트 및 기관 스테이지 (6) 의 단계 이동이 완료되면, 부분 쇼트 영역 (PH1) 이 투영 광학계 (3) 의 노광 영역 (EA) 에 위치 정렬되어, 부분 패턴 (161) 과 부분 쇼트 영역 (PH1) 의 상대적인 위치가 정렬된다. 요컨대, 레티클 (R1) 에 형성된 부분 패턴 (161) 및 기관 (4) 에 설정된 부분 쇼트 영역 (PH1) 이 투영 광학계 (3) 의 광축 (AX) 상에 배치된 상태가 된다. 또한, 포커스 센서 (AF) 를 사용하여 Z 방향으로 관한 부분 쇼트 영역 (PH1) 의 복수점에서의 위치 정보를 검출하고, 주제어계 (9) 는 그 검출된 위치 정보와, 노광 데이터 파일로부터 읽어낸 부분 패턴 (161) 의 휨 정보에 기초하여, 투영 광학계 (3) 의 결상면과 부분 쇼트 영역 (PH1) 의 표면 (근사면) 과의 Z 방향의 위치 어긋남량과 경사량을 산출한다. 그리고, 이 산출 결과에 따라서, 전술한 결상 조정 장치를 통해 시료대 (5) 를 구동하고, 노광 영역 (EA) 의 전체면에서 투영 광학계 (3) 의 결상면과 부분 쇼트 영역 (PH1) 의 표면을 실질적으로 합치시킨다. 그럼으로써, 레티클 (Ri) 의 자중에 의한 휨에 기인하여 발생하는 결상 오차 (포커스 오차) 의 발생을 방지할 수 있다.
- [0081] 이 상태에 있어서, 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 로 이루어지는 축소 광학계를 통해 노광광 (IL) 을 부분 패턴 (161) 에 조사하면, 부분 패턴 (161) 의 축소 이미지가 부분 쇼트 영역 (PH1) 에 전사된다. 또, 도 6 에서는 도시를 생략하고 있지만, 부분 쇼트 영역 (PH1) 의 2 변 (변 L10, L11) 의 단부는 그 외측으로 감에 따라서 노광량이 서서히 감소하는 광량 분포를 갖고 노광되고 있다.
- [0082] 레티클 (R1) 에 형성된 부분 패턴 (161) 의 축소 이미지의 전사가 종료되면, 부분 패턴 (161) 에 대한 노광광 (IL) 의 조사가 정지되고, 주제어계 (9) 는 레티클 스테이지 (2) 를 이동시켜, 노광광 (IL) 이 조사되는 위치에 부분 패턴 (162) 을 배치하고, 부분 패턴 (162) 에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크를 사용하여 얼라인먼트를 행한다. 이 얼라인먼트와 병행하여 블라인드 (111) 로 농도 필터 (F2) 의 얼라인먼트도 행해지고, 블라인드 (111) 로 농도 필터 (F) 의 감광부 (123) 를 차광하는 부위의 변경도 행해진다. 또한, 이와 병행하여, 주제어계 (9) 는 기관 스테이지 (6) 를 단계 이동시켜, 쇼트 영역 (SH1) 내의 다음으로 부분 패턴이 전사되는 부분 쇼트 영역을 투영 광학계 (3) 의 노광 영역 (투영 영역) 으로 이동시킨다.
- [0083] 도 7 은 1개의 쇼트 영역에 2 번째의 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다. 또, 도 7 에 있어서도, 레티클 (R1), 투영 광학계 (3), 및 기관 (4) 의 상대적인 위치 관계 및 기관 (4) 의 상면을 모식적으로 나

타내고 있다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 기관 스테이지 (6)의 단계 이동에 의해 2번째의 부분 패턴 (162)이 전사되는 부분 쇼트 영역 (PH2)은 이미 노광을 끝낸 부분 쇼트 영역 (PH1)의 일부를 포함하여 설정된다.

그 이유는, 부분 쇼트 영역 (PH1)과 부분 쇼트 영역 (PH2)의 이음매 부분의 부정합을 방지하기 위해서이다. 다음으로, 포커스 센서 (AF)에서 얻어지는 부분 쇼트 영역 (PH2)의 위치 정보와, 노광 데이터 파일로부터 읽어낸 부분 패턴 (162)의 휨 정보를 사용하여 시료대 (5)를 구동하여, 투영 광학계 (3)의 결상면과 부분 쇼트 영역 (PH2)의 표면을 실질적으로 합치시킨다.

[0084] 이상과 같이 기관 (4)의 위치를 설정하고, 레티클 (R1)에 형성된 부분 패턴 (162)과 기관 (4)에 설정된 부분 쇼트 영역 (PH2)이 투영 광학계 (3)의 광축 (AX)상에 배치된 상태에서 콘텐서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114)로 이루어지는 축소 광학계를 통해 노광광 (IL)을 부분 패턴 (162)에 조사하면, 부분 패턴 (162)의 축소 이미지가 부분 쇼트 영역 (PH2)에 전사된다. 이 때, 도 7에 있어서는 도시를 생략하고 있지만, 부분 쇼트 영역 (PH2)의 3번 (변 L20, L21, L22)의 단부는 그 외측으로 감에 따라서 노광량이 서서히 감소하는 광량 분포를 갖고 노광되고 있다.

[0085] 레티클 (R1)에 형성된 부분 패턴 (162)의 축소 이미지의 전사가 종료되면, 다음으로 3번째의 부분 패턴을 전사하는 공정이 행해진다. 본 실시형태에서는 3번째의 부분 패턴을 전사하면 쇼트 영역 (SH1)의 노광이 종료되게 되지만, 도 6 및 도 7에 나타내는 바와 같이, 쇼트 영역 (SH1)에 대하여 쇼트 영역 (SH2)이 인접하여 배치되어 있고, 부분 패턴을 전사하는 경우 뿐만 아니라 쇼트 영역 사이에서도 중첩 노광하는 경우를 상정하고 있기 때문에, 블라인드 (111)로 농도 필터 (F)의 감광부 (123)를 차광하는 개소의 변경은 행해지지 않는다

[0086] 이 때문에, 부분 패턴 (162)의 전사가 종료되어, 부분 패턴 (162)에 대한 노광광 (IL)의 조사가 정지되면, 주제어계 (9)는 레티클 스테이지 (2)를 이동시켜, 노광광 (IL)이 조사되는 위치에 부분 패턴 (163)을 배치하고, 부분 패턴 (163)에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크를 사용하여 얼라인먼트를 행한다. 또한, 이에 병행하여, 주제어계 (9)는 기관 스테이지 (6)를 단계 이동시켜, 쇼트 영역 (SH1)내의 다음으로 부분 패턴이 전사되는 부분 쇼트 영역을 투영 광학계 (3)의 노광 영역 (투영영역)으로 이동시킨다.

[0087] 도 8은 1개의 쇼트 영역에 3번째의 부분 패턴을 전사하는 상황을 나타내는 도면이다. 또, 도 8에 있어서도, 레티클 (R1), 투영 광학계 (3), 및 기관 (4)의 상대적인 위치 관계 및 기관 (4)의 상면을 모식적으로 나타내고 있다. 3번째의 부분 패턴을 전사하는 경우에도, 도 8에 나타낸 바와 같이, 기관 스테이지 (6)의 단계 이동에 의해 3번째의 부분 패턴 (162)이 전사되는 부분 쇼트 영역 (PH3)이, 이미 노광을 끝낸 부분 쇼트 영역 (PH2)의 일부를 포함하여 설정된다. 다음으로, 포커스 센서 (AF)로부터 얻어지는 부분 쇼트 영역 (PH3)의 위치 정보와, 노광 데이터 파일로부터 읽어낸 부분 패턴 (163)의 휨 정보를 사용하여 시료대 (5)를 구동하여, 투영 광학계 (3)의 결상면과 부분 쇼트 영역 (PH3)의 표면을 실질적으로 합치시킨다.

[0088] 이상과 같이 기관 (4)의 위치를 설정하고, 레티클 (R1)에 형성된 부분 패턴 (163)과 기관 (4)에 설정된 부분 쇼트 영역 (PH3)이 투영 광학계 (3)의 광축 (AX)상에 배치된 상태에서, 노광광 (IL)을 부분 패턴 (163)에 조사하면, 부분 패턴 (163)의 축소 이미지가 부분 쇼트 영역 (PH3)에 전사된다. 도 8에서는 도시를 생략하고 있지만, 부분 패턴 (163)을 전사할 때에는 부분 쇼트 영역 (PH3)의 3번 (변 L30, L31, L32)의 단부는 그 외측으로 감에 따라서 노광량이 서서히 감소하는 광량 분포를 갖고 노광되고 있다. 또, 도 6~도 8에서는 설명을 이해하기 쉽게 하기 위해서 기관 (4)상에서 쇼트 영역 (SH1~SH4)을 과장하여 나타내고 있다.

[0089] 이상에 의해, 1개의 쇼트 영역 (SH1)의 노광이 종료된다. 다른 쇼트 (SH2~SH4)를 노광할 때에는 레티클 스테이지 (2)상의 레티클을 교환하여, 인접하는 쇼트 영역의 유무 및 부분 패턴 (161, 162, 163)중 어느 것을 전사하는지에 따라 블라인드 (111)에 의해 차광하는 농도 필터 (F)의 감광부 (123)의 개소를 변경하면서, 스텝 앤드 리피트 방식으로 부분 패턴 (161, 162, 163)의 축소 이미지를 대응하는 부분 쇼트 영역에 전사한다.

[0090] 그런데, 이와 같이 레티클 (R1~RN)의 축소 이미지를 기관 (4)상에 투영 노광할 때에는 인접하는 축소 이미지 사이의 화면 이음 (이음연결)을 고정밀도로 실시할 필요가 있다. 특히, 본 실시형태에서는 패턴을 복수로 분할한 부분 패턴을 레티클 (R1~RN)각각에 형성하고, 각각의 부분 패턴을 기관 (4)상의 부분 쇼트 영역에 순차적으로 전사하도록 하고 있기 때문에, 각 레티클 (Ri) (i=1~N)과, 기관 (4)상의 대응하는 쇼트 영역과의 얼라인먼트를 고정밀도로 실시할 필요가 있다. 이 얼라인먼트를 위해, 본 실시형태의 투영 노광 장치에는 레티클 및 기관용 얼라인먼트 기구가 구비되어 있다.

[0091] 도 9는 레티클의 얼라인먼트 기구를 나타내고, 이 도 9에 있어서, 시료대 (5)상에서 기관 (4)의 근방에 기준 마크 부재 (12)가 고정되고, 기준 마크 부재 (12)상에 X 방향으로 소정 간격으로 예를 들어 십자형의 1 쌍

의 기준 마크 (13A, 13B) 가 형성되어 있다. 레티클 (Ri) 의 얼라인먼트시에는 도 1 의 기관 스테이지 (6) 를 구동함으로써, 도 9 에 나타내는 바와 같이, 기준 마크 부재 (12) 상의 기준 마크 (13A, 13B) 의 중심이 거의 투영 광학계 (3) 의 광축 (AX) 에 합치하도록 기준 마크 (13A, 13B) 가 위치 결정된다.

[0092] 또한, 레티클 (Ri) 의 패턴면 (하면) 의 패턴 영역 (20) 을 X 방향으로 사이에 두도록, 일례로서 십자형의 2개 의 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 가 형성되어 있다. 또, 본 실시형태에서는 도 9 에 나타내는 바와 같이 패턴 영역 (20) 이 복수로 분할되어 있고, 각각의 패턴 영역에 대응하여 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 가 형성되어 있고, 도 9 에서는 부분 패턴 (162) 이 형성되어 있는 패턴 영역 (20) 에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 를 사용하여 얼라인먼트를 행하는 상황을 도시하고 있다.

[0093] 기준 마크 (13A, 13B) 의 간격은 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 의 투영 광학계 (3) 에 의한 축소 이미지의 간격과 거의 동등하게 설정되어 있고, 상기한 바와 같이 기준 마크 (13A, 13B) 의 중심을 대략 광축 (AX) 에 합치시킨 상태에서, 얼라인먼트 센서 (14A, 14B) 는 각각 미러 (22A, 22B) 를 통해 노광광 (IL) 과 거의 동일 과장의 조명광 (본 예에서는 조명 광학계 (1) 의 도중에서 분기 (또는 광로 변경) 된 노광광 (IL)) 으로 레티클 (Ri) 의 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 와 기준 마크 (13A, 13B) 를 조명한다.

[0094] 이 얼라인먼트 센서 (14A, 14B) 는 TTR (스루 더 레티클) 방식으로, 각각 조명계와, 결상계와, CCD 카메라 등의 2차원의 촬상 소자를 구비하고, 그 촬상 소자가 얼라인먼트 마크 (21A, 21B), 및 대응하는 기준 마크 (13A, 13B) 의 이미지를 촬상하는 화상 처리 방식이고, 그 촬상 신호가 도 1 의 얼라인먼트 신호 처리계 (15) 에 공급되고 있다.

[0095] 얼라인먼트 신호 처리계 (15) 는 그 촬상 신호를 화상 처리하여, 기준 마크 (13A, 13B) 와 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 의 X방향, Y방향, 및 회전 방향의 위치 어긋남량을 구하고, 이들 위치 어긋남량을 주제어계 (9) 에 공급한다. 주제어계 (9) 는 이들 위치 어긋남량이 영 또는 소정 범위 내에 들어있도록 레티클 스테이지 (2) 를 위치 결정한다. 그럼으로써, 기준 마크 (13A, 13B) 에 대하여, 얼라인먼트 마크 (21A, 21B), 나아가서는 레티클 (Ri) 의 패턴 영역 (20) 의 하나에 형성된 부분 패턴 (162) 이 위치 결정된다.

[0096] 바꿔 말하면, 레티클 (Ri) 의 부분 패턴 (162) 의 투영 광학계 (3) 에 의한 축소 이미지의 중심 (노광 중심) 은 실질적으로 기준 마크 (13A, 13B) 의 중심 (대략 광축 (AX)) 에 위치 결정되고, 부분 패턴 (162) 의 윤곽 (부분 패턴 (162) 이 형성되어 있는 패턴 영역 (20) 의 윤곽) 의 직교하는 변은 각각 X축, 및 Y축에 평행하게 설정된다. 이 상태에서 도 1 의 주제어계 (9) 는 레이저 간섭계 (8) 에 의해서 측정되는 시료대 (5) 의 X 방향, Y 방향의 좌표 (XF₀, YF₀) 를 기억함으로써, 레티클 (Ri) 의 얼라인먼트가 종료한다. 이 때, 도시하지 않은 레이저 간섭계로부터 얻어지는 레티클 (Ri) 의 좌표를 부분 패턴 (162) 에 대응하게 하여 기억시켜 둔다. 그 다음에는 패턴면 패턴 (Pi) 의 노광 중심으로 시료대 (5) 상의 임의의 점을 이동시킬 수 있다. 또, 부분 패턴 (161, 163) 에 관해서도, 각각에 대응하여 형성되어 있는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 를 사용하여 마찬가지로 얼라인먼트가 행해진다. 또, 본 실시형태에서는 부분 패턴마다 레티클 얼라인먼트를 실시하는 것으로 하였지만, 예를 들어 1개의 부분 패턴만으로 그것에 대응하는 얼라인먼트 마크를 사용하여 레티클 얼라인먼트를 실시하고, 나머지 부분 패턴에서는 그 1개의 부분 패턴과의 거리 (설계치, 또는 얼라인먼트 마크 (21A, 21B) 를 검출하여 얻어지는 실측치 등) 에 따라 레티클 스테이지 (2) 를 이동시키기만 해도 된다. 또한, 레티클 (Ri) 을 최초로 레티클 스테이지 (2) 에 탑재할 때에만, 부분 패턴마다 레티클 얼라인먼트를 실시함과 함께, 레티클 (Ri) 상의 모든 얼라인먼트 마크의 상대 위치 관계를 구하여 기억시켜 두도록 하고, 레티클 (Ri) 을 2회째 이후에 레티클 스테이지 (2) 에 탑재할 때에는 레티클 (Ri) 상의 얼라인먼트 마크의 일부만 (예를 들어, 1개 또는 2개) 으로 레티클 얼라인먼트를 실시하고, 그 결과 (마크 좌표) 와 먼저 기억한 상대 위치 관계를 이용하여 레티클 스테이지 (2) 를 이동시켜도 된다. 이 경우, 레티클 얼라인먼트의 시간 단축을 꾀할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는 레티클 (Ri) 의 얼라인먼트시에 레티클 스테이지 (2) 를 구동하는 것으로 하였지만, 레티클 스테이지 (2) 를 구동하지 않고 전술한 위치 어긋남량과 레티클 스테이지 (2) 및 기관 스테이지 (6) (시료대 (5)) 의 좌표를 기억시켜 두기만 해도 된다.

[0097] 또한, 도 1 에 나타나 있는 바와 같이, 투영 광학계 (3) 의 측부에는 기관 (4) 상의 마크를 위치 검출하기 위해서, 오프 액시스 방식으로, 화상 처리 방식의 얼라인먼트 센서 (23) 가 구비되어 있다. 얼라인먼트 센서 (23) 는 포토레지스트에 대하여 비감광성으로 광대역의 조명광으로 피검출 마크를 조명하고, 피검출 마크의 이미지를 CCD 카메라 등의 2차원의 촬상 소자로 촬상하여, 촬상 신호를 얼라인먼트 신호 처리계 (15) 에 공급한다. 또, 얼라인먼트 센서 (23) 의 검출 중심과 레티클 (Ri) 의 패턴의 투영 이미지의 중심 (노광 중심) 과의 간격 (베이스 라인량) 은 기준 마크 부재 (12) 상의 소정 기준 마크를 사용하여 미리 구해져, 주제어

계 (9) 내에 기억되어 있다.

[0098] 그리고, 기관 (4) 상의 제 1 층 (퍼스트 레이어) 에 레티클 (Ri) 의 각 부분 패턴을 전사할 때에는 전술한 레티클 얼라인먼트시에 기억한 부분 패턴마다의 레티클 (Ri) 의 좌표에 기초하여, 레티클 스테이지 (2) 를 구동하여 레티클 (R1) 의 부분 패턴 (161) 을 위치 결정한다. 그럼으로써, 부분 패턴 (161) 은 그 중심이 투영 광학계 (3) 의 광축 (AX) 과 거의 일치하고, 또한 그 직교하는 2변이 각각 X축, Y축과 평행하게 설정된다, 즉 부분 패턴 (161) 이 농도 필터 (F) 와 블라인드 (111) 에 의하여 규정되는 레티클 (R1) 상의 조명 영역과 정확하게 위치 정렬된다. 또한, 기관 (4) 상에서 화면 이음이 행해지는 복수 (본 예에서는 4개) 의 쇼트 영역 (SH1~SH4) 을 1개로 간주한 확대 쇼트 영역 내에서의, 레티클 (R1) 의 부분 패턴 (161) 이 전사되는 부분 패턴 영역 (PH1) 의 위치에 따라 블라인드 (111) 를 구동하여 농도 필터 (F) 의 감광부 (123) 의 일부를 차광한다.

[0099] 또한, 주제어계 (9) 는 노광데이터 파일로부터 읽어낸, 기관 (4) 상에 설정되는 복수의 쇼트 영역의 배열 정보 (쇼트 맵 데이터) 에 기초하여, 기관 스테이지 (6) 를 구동하여 기관 (4) 의 위치를 결정한 후, 부분 패턴 (161) 을 기관 (4) 상에 전사한다. 이하, 레티클 스테이지 (2) 와 기관 스테이지 (6) 를 각각 스테핑시키면서, 레티클 (R1) 의 부분 패턴 (162, 163) 을 각각 기관 (4) 상에 전사한다. 그럼으로써, 3개의 부분 패턴 (161~163) 이 화면이음에 의해 기관 (4) 상의 1번째의 쇼트 영역 (SH1) 에 형성되고, 이 쇼트 영역 (SH1) 의 스티칭 노광이 종료된다. 이 때, 부분 패턴 (162) 의 전사에 앞서, 블라인드 (111) 를 구동하여 농도 필터 (F) 의 감광부 (123) 중 차광해야 할 영역을 변경한다. 또한, 부분 패턴 (162) 과 부분 패턴 (163) 에서는 감광부 (123) 중 차광해야 할 영역이 동일하므로, 블라인드 (111) 는 구동되지 않는다.

[0100] 또, 쇼트 영역 (SH1) 의 노광 종료 후, 레티클을 교환하여 레티클 스테이지 (2) 상에 별도의 레티클을 탑재하고, 쇼트 영역 (SH1) 과 완전히 같은 동작으로, 전술한 확대 쇼트 영역 내에서 별도의 쇼트 영역을 스티칭 노광해도 되고, 레티클을 교환하지 않고 레티클 (R1) 을 그대로 사용하여 기관 (4) 상에서 별도의 확대 쇼트 영역 내의 쇼트 영역을 스티칭 노광해도 된다. 특히 후자에서는 레티클 (R1) 의 부분 패턴 (161) 으로부터 그 전사를 개시해도 되지만, 쇼트 영역 (SH1) 의 노광 종료 시점에서 부분 패턴 (163) 이 조명 영역에 위치 결정되어 있으므로, 쇼트 영역 (SH1) 과는 반대의 순서로, 부분 패턴 (163) 으로부터 그 전사를 개시해도 된다. 단, 레티클 스테이지 (2) 를 구동하여 부분 패턴 (161) 의 조명 영역으로의 위치 결정이 완료되기까지의 시간이, 기관 스테이지 (6) 를 구동하여 다음의 쇼트 영역 (부분 쇼트 영역) 의 노광 영역으로의 위치 결정이 완료되기까지의 시간과 동등 이하이면, 부분 패턴 (161) 으로부터 그 전사를 개시하더라도 상관없다.

[0101] 또한, 레티클 (Ri) 의 각 부분 패턴을 기관 (4) 상의 제 1 층에 전사하기 전에, 예를 들어 도 9 에 나타내는 십자형의 2개의 얼라인먼트 마크 (24A, 24B) 가 이미 기관 (4) 상에 형성되어 있을 때에는 얼라인먼트 센서 (23) 를 사용하여 얼라인먼트 마크 (24A, 24B) 를 검출하여 얻어지는 각 마크의 좌표와, 전술한 베이스 라인량 및 쇼트 맵 데이터에 기초하여, 기관 스테이지 (6) 를 구동하여 기관 (4) 의 위치를 결정하도록 해도 된다.

[0102] 또한, 기관 (4) 상에 이미 형성된 패턴에 레티클 (Ri) 의 패턴을 중첩하여 전사할 때는 전술한 부분 쇼트 영역, 쇼트 영역, 및 확대 쇼트 영역의 어느 하나 하나를 기본 쇼트로 하고, 얼라인먼트 센서 (23) 를 사용하여 기관 (4) 상에서 적어도 3개의 기본 쇼트에 각각 부설되는 얼라인먼트 마크를 검출하여 얻어지는 좌표를 통계 연산함으로써, 기관 (4) 상에서 중첩 노광해야 할 모든 기본 쇼트의 좌표를 산출한다. 그리고, 이 산출한 좌표에 기초하여 기관 스테이지 (6) 의 이동을 제어하면서, 레티클 (Ri) 마다 그 각 부분 패턴을 기관 (4) 상에 전사한다. 이 때, 레티클 스테이지 (2) 는 전술한 제 1 층으로의 패턴 전사시와 마찬가지로 그 이동이 제어된다. 그럼으로써, 레티클 (Ri) 마다 그 각 부분 패턴을 기관 (4) 상의 대응하는 패턴에 정확히 중첩하면서 쇼트 영역마다 스티칭 노광을 실시할 수 있다.

[0103] 이상 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 의 위치 정렬에 관해서 설명하였지만, 레티클 (Ri) 과 농도 필터 (F) 의 상대적인 위치 정렬도 마크 (124A, 124B, 124C, 124D) 나 슬릿 마크 (125) 의 위치 정보를 계측한 결과에 기초하여 행해진다. 또한, 기관 스테이지 (6) 의 특성상, 요잉 오차 등의 오차에 의해서 기관 (4) 에 미소한 회전을 일으키는 경우가 있고, 이 때문에 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 의 상대 자세에 미소한 어긋남이 발생된다. 이러한 오차는 미리 계측되거나, 또는 실처리 중에 계측되어, 이것이 상쇄되도록, 레티클 스테이지 (2) 또는 기관 스테이지 (6) 가 제어되어, 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 의 자세가 정합하도록 보정되게 되어 있다. 또, 레티클 (Ri) 의 각 부분 패턴과 기관 (4) 상의 부분 쇼트 영역의 얼라인먼트에 의해서, 레티클 스테이지 (2) 의 소정 위치로부터의 변위량 (회전량도 포함) 이 허용치를 초과할 때에는 레티클 스테이지 (2) 의 변위량을 허용치 이하로 억제하면서, 레티클 스테이지 (2) 에 추가하여 기관 스테이지 (6) 및/또는 시료대 (5) 를 미동시키거나, 또는 레티클 스테이지 (2) 의 변위량에 따라 농도 필터 (F) 를 미동시키도록 해도 된다. 그럼으로써, 레티

클 (Ri) 의 각 부분 패턴과 전술한 조명 영역의 얼라인먼트 오차를 항상 작게 억제할 수 있고, 기관 (4) 상의 각 쇼트 영역 내에서의 노광량 분포를 거의 균일하게 할 수 있게 된다. 또한, 본 실시형태에서는 레티클 스테이지 (2) 를 회전시키는 대신에, 또는 그것과 조합하고, 시료대 (5) 를 미소회전시켜도 된다.

[0104] 이렇게 하여, 도 1 의 N 개의 레티클 (R1~RN) 의 패턴 패턴 P1~PN (부분 패턴) 의 축소 이미지를 겹치기 이음을 실시하면서 순차 기관 (4) 상의 대응하는 쇼트 영역 (부분 쇼트 영역) 에 노광 전사함으로써, 각 패턴 패턴 (P1~PN) 의 축소 이미지는 각각 인접하는 패턴 패턴의 축소 이미지와 화면이음을 실시하면서 노광 전사된 것으로 된다. 그럼으로써, 기관 (4) 상에 도 1 의 패턴 패턴 (36) 을 1/α배로 축소한 투영 이미지가 노광 전사된다.

[0105] 그 후, 기관 (4) 상의 포토레지스트를 현상하여, 에칭 및 남아 있는 레지스트 패턴의 박리 등을 실시함으로써, 기관 (4) 상의 투영 이미지는 도 5 에 나타내는 바와 같은 회로 패턴 (35) 이 되어, 반도체 집적 회로가 있는 레이어의 형성이 종료된다. 이하, 다른 레이어에 관해서도 이상 설명한 노광 동작을 반복 행함으로써, 최종적으로 마이크로 디바이스로서의 반도체 집적 회로가 제조된다.

[0106] 상기 기술한 실시형태에 있어서는 복수의 부분 패턴 (161, 162, 163) 이 형성된 레티클 (Ri) 을 사용하여, 각 부분 패턴 (161, 162, 163) 을 대응하는 부분 쇼트 영역에 전사하는 경우에 관해서 설명하였다. 그러나, 본 발명은 복수의 부분 패턴이 형성된 레티클 (Ri) 을 사용하는 경우에 제한되는 것은 아니고, 분할되어 있지 않은 패턴이 형성되어 있는 레티클, 즉 종래부터 일반적으로 사용되고 있는 레티클을 사용하는 경우에도 적용할 수 있다.

[0107] 이 레티클을 사용하는 경우에는 패턴 전체를 조명할 수 있는 조명 영역을 확보하기 위해서, 농도 필터 (F) 및 레티클 블라인드 기구 (110) 의 대형화를 피함과 함께, 레티클 블라인드 기구 (110) 에 입사하는 노광광 (IL) 의 단면 형상도 확대시킬 필요가 있다. 예를 들어, 콘덴서 렌즈계 (113) 및 결상 렌즈계 (114) 로 이루어지는 광학계의 축소 배율을 β 로 하면, 조명 광학계 (1) 의 조명 영역을 X 방향으로 Mx배, Y 방향으로 My배만큼 확대시키기 위해서는 농도 필터 (F) 를 투과한 직후의 노광광 (IL) 의 X 방향의 단면 형상을 Mx/β배하고, Y 방향의 단면 형상을 My/β배할 필요가 있다.

[0108] 또한, 상기 실시형태에서는 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴을 기관 (4) 상에 투영할 수 있는 크기로 투영 광학계 (3) 의 노광 영역이 설정되어 있지만, 분할되어 있지 않은 패턴이 형성되어 있는 레티클을 사용하는 경우에는 투영 광학계 (3) 의 노광 영역을 레티클에 형성된 패턴 전체를 기관 (4) 상에 투영할 수 있는 크기로 설정할 필요도 있다.

[0109] 이상의 변경을 가한 노광 장치를 사용하여 노광하는 경우에는 레티클에 형성되어 있는 패턴 전체가 기관 (4) 상의 하나의 쇼트 영역에 일괄해서 전사된다. 이 경우에 있어서, 쇼트 영역의 주변부가 다른 쇼트 영역의 주변부와 겹치도록 배치되어 있고, 쇼트 사이의 주변부가 겹친 상태에서 스티칭 노광이 행해진다.

[0110] 상기 기술한 실시형태에 있어서의 투영 노광 장치는 각 부분 쇼트 영역 (또는 각 쇼트 영역) 에 관해서 일괄 노광을 순차 반복하도록 한 일괄 노광형이지만, 각 부분 쇼트 영역 (또는 각 쇼트 영역) 에 관해서 주사 노광을 순차 반복하도록 한 주사 노광형에도 적용할 수 있다. 이 경우에 있어서는 농도 필터 (F) 가 XY 면내에서 이동 가능하게 구성되어, 가늘고 긴 직사각형 형상의 슬릿 (개구) 을 갖는 도시하지 않은 고정 슬릿판 (고정 블라인드) 을 농도 필터 (F) 와 반사 미러 (112) 사이의 광로 상에 배치하여 조명 광학계 (1) 의 조명 영역이 슬릿 형상으로 설정된다. 이러한 구성으로 함으로써 조명 광학계 (1) 의 조명 영역은 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴의 일부 또는 레티클에 형성된 패턴의 일부를 조명할 수 있는 상태로 설정된다. 이 때, 조명 영역은 그 크기가 주사 노광시에 레티클이 이동되는 주사 방향에 관해서 부분 패턴 또는 패턴보다 작게 설정되고, 또한 주사 방향과 직교하는 방향 (비주사 방향) 에 관해서 부분 패턴 또는 패턴과 같은 정도 이상으로 설정된다.

[0111] 또한, 투영 광학계 (3) 의 노광 영역은 조명 영역 내의 부분 패턴의 일부 또는 레티클에 형성된 패턴의 일부를 기관 (4) 에 투영할 수 있는 크기로 설정된다. 요컨대, 투영 광학계 (3) 는 그 투영 시야 (이미지 필드) 의 크기가 물체면측에서 조명 영역을 포함하고, 또한 이미지면측에서 노광 영역을 포함하도록 설정된다.

[0112] 이상의 변경을 부가한 노광 장치를 사용하여 노광하는 경우에는 슬릿 형상으로 정형된 노광광 (IL) 이 레티클 (Ri) 에 형성된 부분 패턴의 일부 또는 레티클에 형성된 패턴의 일부를 조명하고 있는 상태에서, 노광광 (IL) 에 대하여 레티클과 기관 (4) 을 동기 이동시키는, 즉 조명 영역에 대하여 레티클을 상대 이동시키는 데 동기하여 노광 영역에 대하여 웨이퍼를 상대 이동시키면서 순차적으로 부분 패턴을 부분 쇼트 영역에 전사하거나, 또

는 패턴을 쇼트 영역에 전사한다. 이 때에, 레티클 및 기관 (4) 의 이동에 동기하여 농도 필터 (F) 를 노광 광 (IL) 에 대하여 상대적으로 이동시켜, 예를 들어 노광광 (IL) 이 쇼트 영역의 주변부를 조사할 때에 농도 필터 (F) 의 감광부 (123) 가 노광광 (IL) 을 감광하도록 제어한다.

[0113] 또한, 각 부분 쇼트 영역을 주사 노광하는 경우, 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 을 각각 부분 패턴 또는 부분 쇼트 영역의 배열 방향 (짧은 길이 방향이 되는 Y 방향) 으로 이동해도 되고, 또는 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 을 각각 그 배열 방향과 직교하는 방향 (부분 패턴 또는 부분 쇼트 영역의 길이 방향이 되는 X 방향) 으로 이동해도 된다. 특히 후자에서는 각 부분 쇼트 영역의 주사 노광 사이에서 레티클 (Ri) 과 기관 (4) 을 각각 X 방향으로 스테핑시키게 되지만, 전자의 주사 노광 방식에 비해 투영 광학계 (3) 의 시야 (이미지 필드) 가 작아도 되므로, 투영 광학계 (3) 의 제조 비용을 대폭 저감할 수 있다.

[0114] 이상과 같이, 본 발명은 일괄 노광형의 투영 노광 장치 및 주사 노광형의 투영 노광 장치의 어느 것에나 적용할 수 있지만, 높은 중첩 정밀도가 요구되는 경우에는 일괄 노광형의 투영 노광 장치를 채용하고, 중첩 정밀도보다 스루풋, 즉 단위 시간당 기관의 처리량의 향상이 우선되는 경우에는 주사 노광형 투영 노광 장치를 채용하는 것이 바람직하다.

[0115] 또한, 상기 실시형태에서는 기관 (4) 상에 설정된 쇼트 영역 또는 부분 쇼트 영역의 주변부의 노광량을 경사적인 노광량 분포로 하기 위해서 농도 필터 (F) 를 사용하고 있었다. 그러나, 이 이외에, 예를 들어 레티클 (R) 에 조사되는 노광광 (IL) 의 조도 분포를 원하는 분포 (예를 들어, 균일한 조도 분포) 로 하기 위해서 농도 필터를 사용하는 경우에도 본 발명을 적용할 수 있다. 요컨대, 본 발명은 레티클의 노광광 (IL) 의 입사측의 광로 상에 농도 필터가 배치되는 모든 구성에 대해서 적용할 수 있다.

[0116] 또, 상기 실시형태에서 이미 설명한 바와 같이, 레티클 (Ri) 을 레티클 스테이지 (2) 상에 배치하였을 때에, 레티클에 휨이 발생하는 경우가 있다. 레티클 (Ri) 에 휨이 있으면, 레티클 (Ri) 의 패턴 형성면이 투영 광학계 (3) 의 이미지면과 일치하지 않기 때문에, 이 이미지면에 대한 패턴의 어긋남량이 투영 광학계 (3) 의 이미지면측에 있어서 포커스 오차로서 나타나게 된다. 상기 노광 장치에 있어서, 레티클 (Ri) 의 휨에 기인하여 발생하는 투영 광학계 (3) 의 이미지면측의 포커스 오차를 보정하기 위해서는 레티클 (Ri) 의 휨량에 따라 기관 (4) 의 Z 방향의 위치 및 자세 (광축 (AX) 에 대한 기관 (4) 표면의 기울기) 를 보정하면 된다.

[0117] 예를 들어, 레티클 (Ri) 이 도 3 에 나타낸 지지면 (200, 201, 202) 에 의해 유지되는 경우에는 Y 방향을 따라 레티클 (Ri) 의 휨이 발생된다. 이 휨이 발생되면, 레티클 (Ri) 의 중앙부에 형성된 부분 패턴 (162) 의 휨량은 작지만, 레티클 (Ri) 의 주변부에 가까운 위치에 형성된 부분 패턴 (161, 163) 은 투영 광학계 (3) 의 이미지면에 대하여 경사진 상태로 배치되게 된다. 따라서, 부분 패턴 (162) 을 전사하는 경우에는 기관 (4) 의 Z 방향의 위치를 조정하고, 부분 패턴 (161, 163) 을 전사하는 경우에는 기관 (4) 의 Z 방향의 위치를 조정함과 함께, 기관 (4) 의 자세를 제어하여 레티클 (Ri) 의 휨에 기인하여 발생하는 디포커스 오차를 보정하는 것이 바람직하다.

[0118] 또, 이 디포커스 오차를 보정하는 경우에는 레티클 (Ri) 의 Z 방향의 위치 및 자세를 제어함으로써 보정해도 된다. 이 때에는 투영 광학계 (3) 의 축소 배율을 1/4 로 하면, 그 보정량은 기관 (4) 의 Z 방향의 위치 및 자세를 제어하여 보정하는 경우의 16배가 된다. 또한, 예를 들어 투영 광학계 (3) 의 적어도 1개의 광학 소자를 이동시키거나 또는 광원 (100) 으로부터 사출되는 노광광 (IL) 의 파장을 변화시키는 것 등에 의해, 투영 광학계 (3) 의 광학 특성 (결상 특성) 을 조정함으로써, 투영 광학계 (3) 의 노광 영역 내에서 그 이미지면의 적어도 일부를 이동시켜 전술한 포커스 오차를 보정해도 된다. 따라서, 상기 실시형태에서는 포커스 오차를 보정하기 위해서, 기관 (4) 의 이동, 레티클 (Ri) 의 이동, 및 투영 광학계 (3) 의 광학 특성의 조정 중 적어도 하나를 실시하면 된다.

[0119] 또한, 레티클 (Ri) 의 휨에 따른 디포커스량을 보정할 때에는 미리 측정된 레티클 스테이지 (2) 상의 레티클 (R1~RN) 의 휨량을 기억 장치 (11) 내의 노광 데이터 파일에 기억시키고, 레티클 스테이지 (2) 상에 배치된 레티클 (Ri) 에 따른 휨량을 읽어내어, 그 휨량을 보정하도록 해도 되고, 또는 레티클 스테이지 (2) 상에 유지된 레티클 (Ri) 의 휨량을 실측하는 측정 장치 (예를 들어, 전술한 포커스 센서 (AF) 와 같은 구성의 광학 센서 등) 를 형성하고, 이 측정 결과에 따라 레티클 (Ri) 의 휨에 기인하여 발생하는 포커스 오차를 보정하도록 해도 된다.

[0120] 또, 선풍의 균일성을 더욱 향상시키기 위해서는 포커스 제어의 오차를 더욱 저감시키면 된다. 이를 위해서는 기관 (4) 의 오토 포커스 (레벨링 포함) 를 실현하기 위한 오토 포커스 기구 (포커스 센서 (AF), 시료대 (5)

를 구동하는 액추에이터 등 포함)의 정밀도 자체를 향상시킴과 함께, 노광광(IL)을 저조도화하여 노광 시간을 길게 함으로써, 고정밀도의 오토 포커스를 실현하면서 부분 패턴을 전사하면 된다.

[0121] 상기 기술한 실시형태에 있어서, 투영 광학계(3)의 이미지면의 경사 및 이미지면 만곡이 발생되어 있거나, 기관(4)의 표면이 평탄하지 않을 때에는 주제어계(9)는 기억 장치(11)에 기억되어 있는 투영 광학계(3)의 광학 특성 또는 기관(4)의 평탄성에 관한 정보를 읽어 내어, 이들을 보정하기 위한 보정치를 전술한 포커스 오차의 보정치에 더하여 보정하면 된다.

[0122] 또, 레티클(Ri)의 패턴트 패턴은 복수의 패턴으로 구성되는 경우가 많으므로, 패턴트 패턴을 그 패턴 단위로 분할하여 각각 부분 패턴을 형성함으로써, 기관(4)상의 각 쇼트 영역 내에서 부분 쇼트 영역의 이음매를 없애도록 해도 된다. 따라서, 레티클(Ri)상의 각 부분 패턴 또는 그 형성 영역은 직사각형이 아닐 수도 있다. 예를 들어 그 일부가 요철을 갖고 있어도 된다.

[0123] 또한, 특히 반도체 집적 회로의 제조에 사용되는 레티클에서는 동일 구성의 회로 패턴이 복수 형성되는 경우가 있으므로, 예를 들어 복수의 회로 패턴을 회로 패턴 단위로 나누어 전술한 부분 패턴으로 해도 된다. 이때, 각 부분 패턴에 포함되는 회로 패턴은 하나씩, 또는 같은 개수가 아니어도 되고, 복수개씩, 또는 상이한 개수이어도 된다. 또한, 상기 실시형태에서는 복수의 부분 패턴의 배열 방향(도 3에서는 부분 패턴의 짧은 길이 방향에 대응하는 Y 방향)에 관한 각 부분 패턴 또는 그 형성 영역의 폭이 같은 것으로 하였지만, 예를 들어 패턴트 패턴의 구성 등에 따라서는 그 폭을 상이하게 하여 복수의 부분 패턴을 형성해도 된다. 즉, 상기 실시형태에서는 레티클(Ri)을 레티클 스테이지(2)에 탑재하였을 때, X 및 Y 방향 중, 레티클(Ri)의 휨량이 큰 방향(본 예에서는 Y 방향)에 관해서, 레티클(Ri)에 형성해야 할 패턴을 복수의 부분 패턴으로 나누면 되고, 각 부분 패턴 또는 그 형성영역의 형상이나 크기(폭) 등은 임의적일 수 있다.

[0124] 또한, 상기 실시형태에서는 도 3에 나타낸 바와 같이, 레티클(Ri)의 대향하는 2쌍의 변 중, Y 방향으로 연장되는 1쌍의 변(150, 151)을 따르도록, Y 방향으로 연장되는 형상의 지지면(지지 위치; 200, 201, 202)이 설정되어 있고, 레티클(Ri)의 Y 방향에 있어서의 휨량이 큰 경우를 예로 하였다. 따라서, 도 3에 나타낸 바와 같이, 패턴(패턴트 패턴)을 분할하여 X 방향으로 연장되는 부분 패턴(160, 161, 162)으로 하고, 이들을 Y 방향으로 배열한 것을 레티클(R1~RN)에 형성하였다. 그러나, 부분 패턴의 형상 및 배열 방법은 이에 한정되지 않고, 레티클(Ri)의 휨 방법에 따라 임의로 설정할 수 있다. 예를 들어, 레티클(Ri)의 Y 방향의 휨 뿐만 아니라, X 방향의 휨도 고려한다면, 추가로 패턴(패턴트 패턴)을 X 방향으로 분할하여, 이 부분 패턴을 격자 형상으로 배열하도록 해도 된다. 단, 분할수를 너무 많게 하면 제어가 복잡해지는 데다가, 스루풋이 저하되기 때문에, 분할수는 스루풋과 기관(4)에 형성되는 패턴의 정밀도를 고려하여 설정하는 것이 바람직하다. 또, 상기 실시형태에서는 레티클(Ri)의 각 부분 패턴은 하나의 패턴을 복수로 분할하여 얻어지는 분할 패턴인 것으로 하였지만, 서로 상이한 복수의 패턴을 동일한 레티클(Ri)에 형성해도 된다.

[0125] 또한, 상기 실시형태에서는 레티클(Ri)에 형성된 부분 패턴(161, 162, 163)의 축소 이미지를 대응하는 부분 쇼트 영역(PH1, PH2, PH3)의 각각에 전사할 때에, 레티클(Ri)을 Y 방향으로 이동시켜 레티클(Ri)의 조명 영역에 배치되는 부분 패턴을 전환하도록 하였지만, 레티클(Ri)은 이동시키지 않고 조명 영역을 이동시킴으로써, 조명 영역에 배치되는 부분 패턴을 전환하도록 해도 된다. 이 때에는 레티클 블라인드 기구(110)의 4장의 블라인드(111) 각각을 제어함과 함께, 부분 패턴(161, 162, 163)의 위치에 따라 농도 필터(F)를 이동시키도록 하면 된다.

[0126] 또한, 전술한 실시형태에서는 미소 개구(54)를 갖는 조도 분포 검출 센서(126)를 사용하여 노광광(IL)의 강도 분포를 검출하는 것으로 하였지만, 예를 들어 라인 센서, 또는 일차원 또는 이차원의 CCD 등을 사용하여 노광광(IL)을 검출하여 강도 분포의 계측 시간을 단축시키도록 해도 된다. 또, 옵티컬 인테그레이터(106)로서 로드 인테그레이터(내면 반사형 인테그레이터)를 사용하는 경우, 예를 들어 레티클의 패턴 형성면과 거의 공액으로 배치되는 로드 인테그레이터의 사출면에 근접하여 농도 필터를 배치해도 된다. 또한, 레티클 블라인드 기구(110)는 조명 광학계 이외에 형성해도 된다. 또, 레티클 블라인드 기구(110)는 4장의 블라인드(111)를 갖는 것으로 하였지만, 예를 들어 2장의 L자 모양의 차광판을 사용해도 되고, 그 구성은 임의적일 수 있다.

[0127] 또, 상기 기술한 실시형태에서는 쇼트 영역 및 부분 쇼트 영역의 형상은 직사각형 형상으로 하고 있지만, 반드시 직사각형 형상일 필요는 없고, 예를 들어, 5각형, 6각형, 그 밖의 다각형으로 할 수 있다. 또한, 각 쇼트 영역 및 부분 쇼트 영역이 동일 형상일 필요도 없고, 다른 형상이나 크기로 할 수 있다. 또한, 화면이음 이 행해지는 부분의 형상도, 직사각형일 필요는 없고, 지그재그 띠 형상, 사행(蛇行) 띠 형상, 그 밖의 형상으

로 할 수 있다. 또한, 본원 명세서 중의 「화면이음」이란, 패턴끼리를 이음연결하는 것 뿐만 아니라, 패턴과 패턴을 원하는 위치 관계로 배치하는 것도 포함하는 의미이다. 또한, 복수의 쇼트 영역 또는 부분 쇼트 영역 사이의 중첩부(다중 노광되는 주변부)에 패턴 또는 부분 패턴이 전사되지 않아도 된다.

[0128] 또한, 예를 들어 밀집 패턴과 고립 패턴으로 나뉘 레티클에 형성하고, 기판 (4) 상에서의 패턴끼리의 이음부를 없애거나, 또는 줄이도록 해도 된다. 이 경우, 기판 (4) (웨이퍼 등)에 형성해야 할 디바이스 패턴에 따라서는 1개의 레티클의 패턴을 기판 (4) 상의 복수의 영역에 각각 전사할 수도 있으므로, 디바이스 제조에 사용하는 레티클의 개수를 줄일 수 있다. 또는 그 확대한 패턴 (진술한 패턴트 패턴 (36))을 기능 블록 단위로 나누는, 예를 들어 CPU, DRAM, SRAM, A/D 컨버터, D/A 컨버터를 각각 1단위로 하여, 적어도 1개의 기능 블록을, 복수의 레티클에 각각 형성하도록 해도 된다. 또, 상기 기술한 실시형태에서는 복수개의 레티클을 사용하여 스티칭 방식으로 노광 (겹치기이음 노광) 하는 것으로 하였지만, 복수의 부분 패턴이 형성되는 1장의 레티클을 사용하기만 해도 된다. 또한, 기판 상에서 주변부가 부분적으로 겹치는 복수의 쇼트 영역 또는 부분 쇼트 영역에 각각 전사하는 패턴 또는 부분 패턴은 그 모두가 상이할 필요는 없고, 예를 들어 적어도 2개의 쇼트 영역 또는 부분 쇼트 영역에 전사하는 패턴 또는 부분 패턴이 동일해도 된다. 또, 상기 기술한 실시형태에 의하면, 기판 상에서 주변부가 부분적으로 겹치는 복수의 쇼트 영역 또는 부분 쇼트 영역의 전체면에서, 균일한 선폭의 미세한 패턴을 형성할 수 있음과 함께, 선폭이 상이한 패턴이 혼재하고 있더라도, 패턴마다 정확한 선폭으로 형성할 수 있게, 즉 높은 충실도로 그 혼재 패턴을 기판 상에 형성할 수 있게 되어 있다. 또한, 상기 실시형태에서는 레티클 스테이지 (2)가 1장의 레티클을 탑재하는 것으로 하였지만, 예를 들어 복수개의 레티클을 탑재할 수 있는 레티클 스테이지를 사용해도 되고, 이 경우에는 레티클의 교환 시간을 단축할 수 있다. 이 때, 각 레티클을 미동 기구를 통해 레티클 스테이지에 탑재함으로써, 레티클마다 고정밀도로 얼라인먼트할 수 있게 된다. 또한, 상기 실시형태에서는 농도 필터 (F)를 구동하는 필터 스테이지 (FS)나 그 위치를 측정하는 간섭계를 형성하는 것으로 하였지만, 이들을 반드시 형성해야 하는 것은 아니다. 또한, 상기 실시형태에서는 레티클 (Ri)의 자중에 힘을 고려하여 포커스 레벨링 조정을 행하는 것으로 하였지만, 특히 힘량이 큰 방향 (Y 방향)을 따라 복수의 패턴이 배열되는 레티클에서는 패턴마다의 힘량이 작아지므로, 그 힘량을 가미한 포커스 레벨링 조정을 행하지 않아도 되고, 복수의 패턴의 일부 (예를 들어 양단의 패턴)만으로 힘량을 가미한 포커스 레벨링 조정을 행하기만 해도 된다.

[0129] 상기 기술한 실시형태에서는 노광용 조명광으로서 ArF 엑시머 레이저광 (파장 193nm)을 사용하고 있지만, g 선 (파장 436nm), i 선 (파장 365nm), KrF 엑시머 레이저광 (파장 248nm), F₂ 레이저광 (파장 157nm), 또는 Ar₂ 레이저광 (파장 126nm) 등을 사용할 수 있다. F₂ 레이저를 광원으로 하는 노광 장치에서는 예를 들어 투영 광학계로서 반사 굴절 광학계가 채용됨과 함께, 조명 광학계나 투영 광학계에 사용되는 굴절 광학 부재 (렌즈 엘리먼트)는 모두 형식으로 되고, 또한 레이저 광원, 조명 광학계, 및 투영 광학계 내의 공기는 예를 들어 헬륨 가스로 치환됨과 함께, 조명 광학계와 투영 광학계 사이, 및 투영 광학계와 기판 사이 등도 헬륨가스로 채워진다.

[0130] F₂ 레이저를 사용하는 노광 장치에서는 레티클이나 농도 필터는 형석, 불소가 도핑된 합성 석영, 불화마그네슘, LiF, LaF₃, 리튬·칼슘·알루미늄·플로라이드 (라이카프 결정) 또는 수정 등으로 제조된 것이 사용된다.

[0131] 엑시머 레이저 대신에, 예를 들어 파장 248nm, 193nm, 157nm 중 어느 하나에 발진 스펙트럼을 갖는 YAG 레이저 등의 고체 레이저의 고조파를 사용하도록 해도 된다.

[0132] 또한, DFB 반도체 레이저 또는 파이버 레이저로부터 발진되는 적외 영역, 또는 가시 영역의 단일 파장 레이저를, 예를 들어 에르븀 (또는 에르븀과 이테르븀의 양방)이 도핑된 파이버 증폭기로 증폭하여, 비선형 광학 결정을 사용하여 자외광으로 파장 변환한 고조파를 사용해도 된다.

[0133] 예를 들어, 단일 파장 레이저의 발진 파장을 1.51~1.59 μ m의 범위 내로 하면, 발생 파장이 189~199nm의 범위 내인 8배 고조파, 또는 발생 파장이 151~159nm의 범위 내인 10배 고조파가 출력된다. 특히 발진 파장을 1.544~1.553 μ m의 범위 내로 하면, 193~194nm의 범위 내의 8배 고조파, 즉 ArF 엑시머 레이저와 거의 동일 파장이 되는 자외광이 얻어지고, 발진 파장을 1.57~1.58 μ m의 범위 내로 하면, 157~158nm의 범위 내의 10배 고조파, 즉 F₂ 레이저와 거의 동일 파장이 되는 자외광이 얻어진다.

[0134] 발진 파장을 1.03~1.12 μ m의 범위 내로 하면, 발생 파장이 147~160nm의 범위 내인 7배 고조파가 출력되고, 특히 발진 파장을 1.099~1.106 μ m의 범위 내로 하면, 발생 파장이 157~158nm의 범위 내의 7배 고조파, 즉 F₂

레이저와 거의 동일파장이 되는 자외광이 얻어진다. 또, 단일 파장 발진 레이저로서는 이테르븀 도프 파이버 레이저를 사용한다. 또한, 레이저 플라즈마 광원, 또는 SOR 에서 발생하는 연 X선 영역, 예를 들어 파장 13.4nm, 또는 11.5nm 의 EUV (Extreme Ultra Violet) 광을 사용하도록 해도 된다. 또한, 전자선 또는 이온빔 등의 하전 입자선을 사용해도 된다.

[0135] 또한, 투영 광학계는 축소계 뿐만 아니라 등배계, 또는 확대계 (예를 들어, 액정 디스플레이 또는 플라즈마 디스플레이 제조용 노광 장치 등) 를 사용해도 된다. 또한, 투영 광학계는 반사 광학계, 굴절 광학계, 및 반사 굴절 광학계 중 어느 하나를 사용해도 된다. 또, 프록시미티 방식의 노광 장치, 미러 프로젝션 얼라이너, 및 예를 들어 국제 공개 W099/49504 등에 개시되는 투영 광학계 (PL) 와 웨이퍼 사이에 액체가 채워지는 액침형 노광 장치 등에도 본 발명을 적용해도 된다. 또, 액침형 노광 장치는 반사 굴절형의 투영 광학계를 사용하는 주사 노광 방식이어서 되고, 또는 투영 배율이 1/8 인 투영 광학계를 사용하는 정지 노광 방식이어서도 된다. 후자의 액침형 노광 장치에서는 기관 상에 큰 패턴을 형성하기 위해서, 상기 실시형태에서 설명한 스텝 앤드 스티치 방식을 채용하는 것이 바람직하다.

[0136] 또한, 각각 독립적으로 가동인 2개의 웨이퍼 스테이지를 갖는 노광 장치에 본 발명을 적용해도 된다. 이 트윈 웨이퍼 스테이지 방식의 노광 장치는 예를 들어 일본 공개특허공보 평10-214783호 및 대응하는 미국 특허 제 6,341,007호, 또는 국제 공개 W098/40791호 및 대응하는 미국 특허 제6,262,796호 등에 개시되어 있고, 본 국제출원에서 지정한 지정국 또는 선택한 선택국의 국내 법령이 허용하는 한, 그 미국 특허에 개시된 내용을 인용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

[0137] 또한, 반도체 소자의 제조에 사용되는 노광 장치 뿐만 아니라, 액정 표시 소자 등을 포함하는 디스플레이의 제조에 사용되는, 디바이스 패턴을 유리 플레이트 상에 전사하는 노광 장치, 박막 자기 헤드의 제조에 사용되는 디바이스 패턴을 세라믹 웨이퍼 상에 전사하는 노광 장치, 촬상 소자 (CCD 등), 마이크로 머신 및 DNA 칩 등의 제조에 사용되는 노광 장치 등에도 본 발명을 적용할 수 있다.

[0138] 이러한 노광 장치에서는 디바이스 패턴이 전사되는 피노광 기관 (디바이스 기관) 이 진공 흡착 또는 정전 흡착 등에 의해서 기관 스테이지 (6) 상에 유지된다. 그런데, EUV 광을 사용하는 노광 장치에서는 반사형 마스크가 사용되고, 프록시미티 방식의 X 선 노광 장치, 또는 전자선 노광 장치 등에서는 투과형 마스크 (스텐실 마스크, 멤브레인 마스크) 가 사용되므로, 마스크의 원판으로서 는 규소 웨이퍼 등이 사용된다.

[0139] 복수의 렌즈로 구성되는 조명 광학계, 투영 광학계를 노광 장치 본체에 내장하여 광학 조정을 함과 함께, 다수의 기계 부품으로 이루어지는 레티클 스테이지나 기관 스테이지를 노광 장치 본체에 장착하여 배선이나 배관을 접속하고, 나아가 종합 조정 (전기 조정, 동작 확인 등) 을 행함으로써 본 실시형태의 노광 장치를 제조할 수 있다. 또, 노광 장치는 온도 및 클린도 등이 관리된 클린룸 내에서 제조하는 것이 바람직하다.

[0140] 반도체 집적 회로는 디바이스의 기능·성능을 설계하는 단계, 이 설계 단계에 기초하여 레티클을 제조하는 단계, 규소 재료로부터 웨이퍼를 제조하는 단계, 상기 기술한 실시형태의 노광 장치 등에 의해 레티클의 패턴을 웨이퍼에 노광 전사하는 단계, 디바이스 조립 단계 (다이싱 공정, 본딩 공정, 패키지 공정 포함), 검사 단계 등을 거쳐서 제조된다.

[0141] 또, 본 발명은 상기 기술한 각 실시형태에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 범위 내에서 다양하게 개변할 수 있는 것은 말할 필요도 없다.

[0142] 본 발명에 의하면, 농도 필터에 진에 등의 이물질이 부착되어 있더라도, 그 이물질의 영향을 저감할 수 있고, 결과적으로, 감응 물체 상에 있어서의 에너지 분포를 균일하게 할 수 있기 때문에, 균일한 선폭의 미세한 패턴을 충실하게 형성할 수 있다는 효과가 있다.

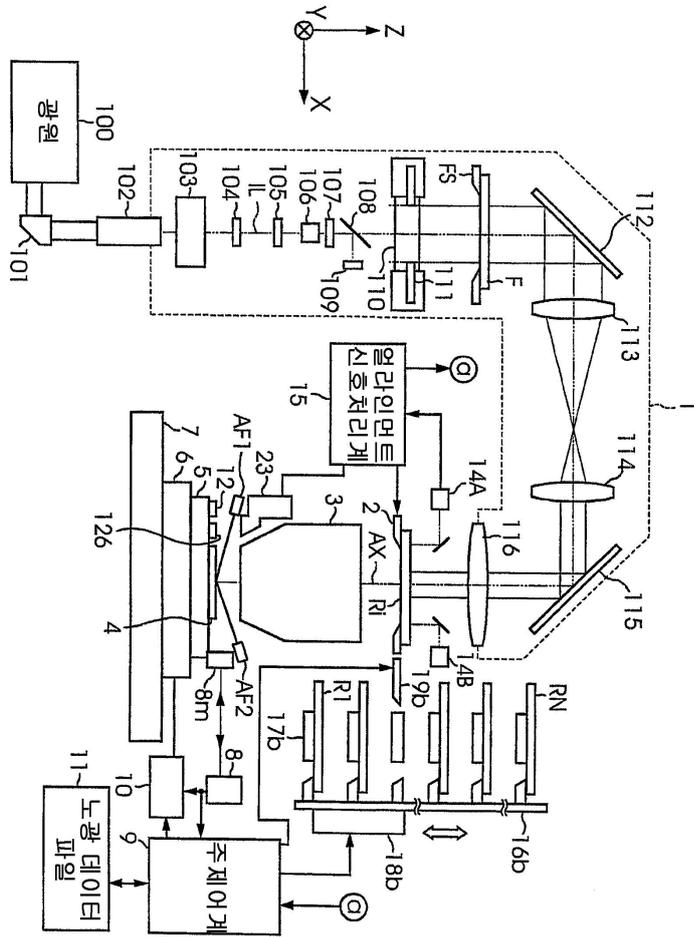
[0143] 또한, 본 발명에 의하면, 잔존 수차가 최대한 저감된 고 NA 의 투영 광학계의 설계가 용이해짐과 함께, 제조시에 있어서의 조정도 용이해져, 투영 광학계를 제조하는 데에 있어서의 비용 상승을 억제할 수 있고, 나아가서는 노광 장치의 비용 상승을 억제할 수 있다는 효과도 있다.

[0144] 또, 본 발명은 상기 기술한 실시형태에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 범위 내에서 다양하게 개변할 수 있는 것은 말할 필요도 없다. 또한, 본 국제출원에서 지정한 지정국 또는 선택한 선택국의 국내 법령이 허용하는 한, 전술한 모든 공보에 개시된 내용을 인용하여 본 명세서의 기재의 일부로 한다.

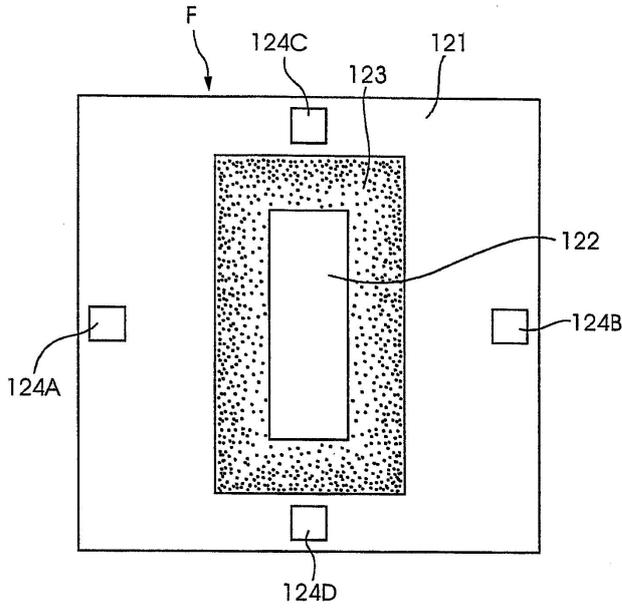
[0145] 본 출원에 개시된 내용은 2003년 1월 23일에 제출된 일본 특허 출원 제2003-14457호에 포함된 주제에 관련된 것으로, 그 개시된 내용 모두는 여기에 참조 사항으로서 명백히 편입된다.

도면

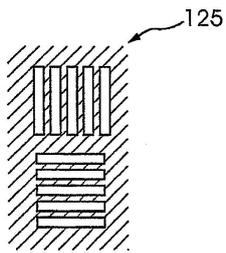
도면1



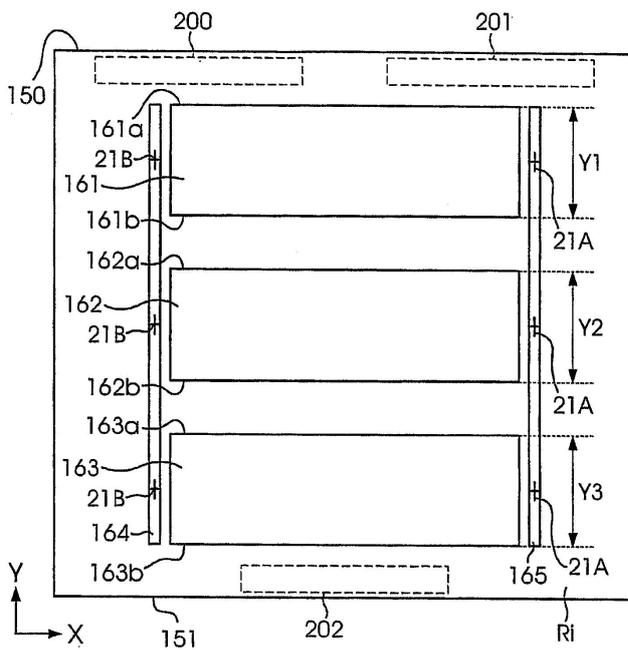
도면2a



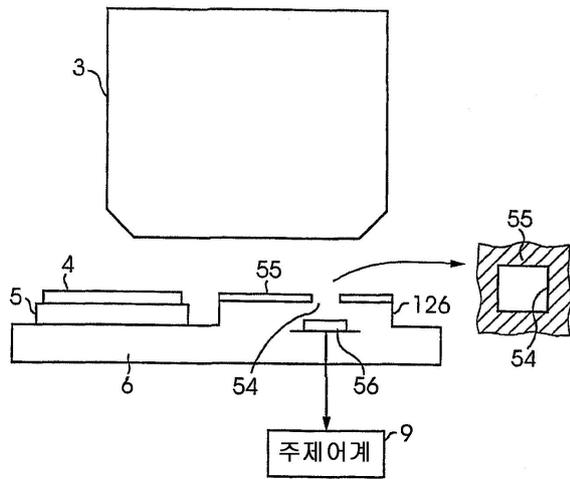
도면2b



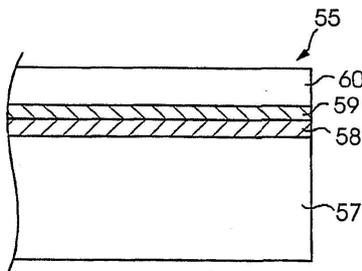
도면3



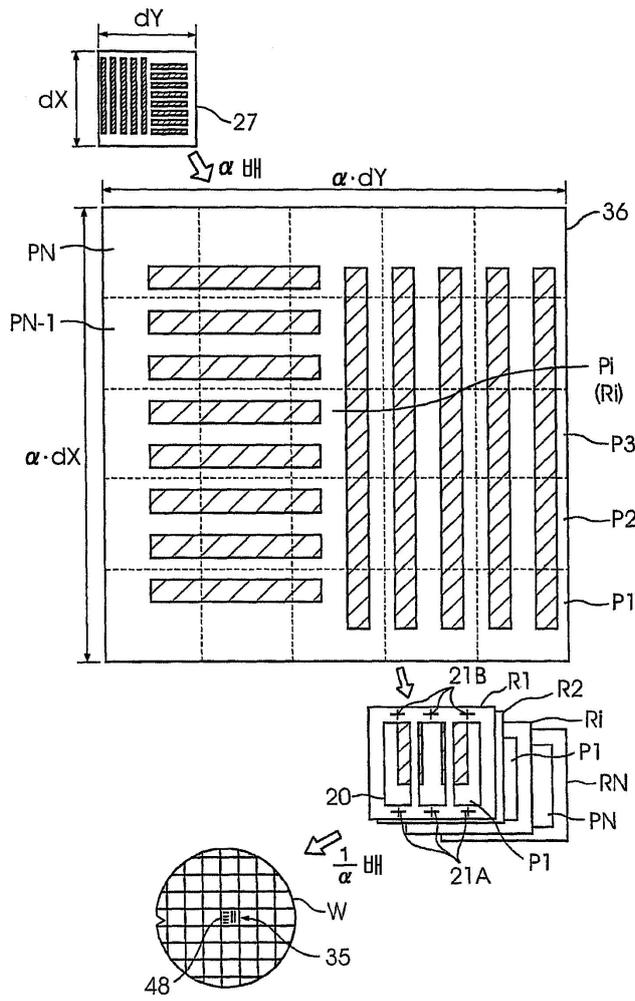
도면4a



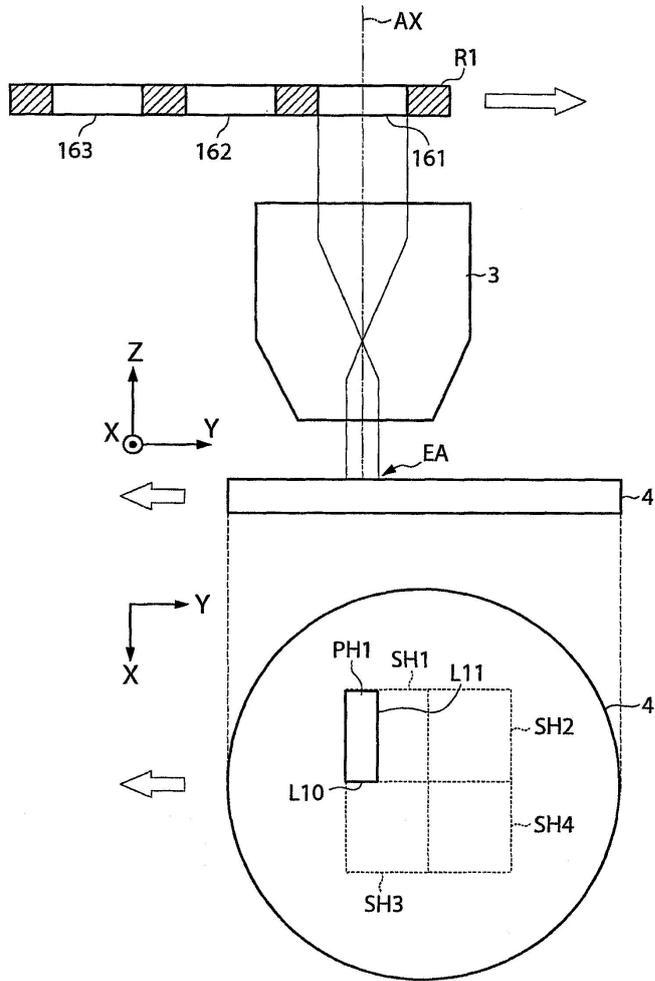
도면4b



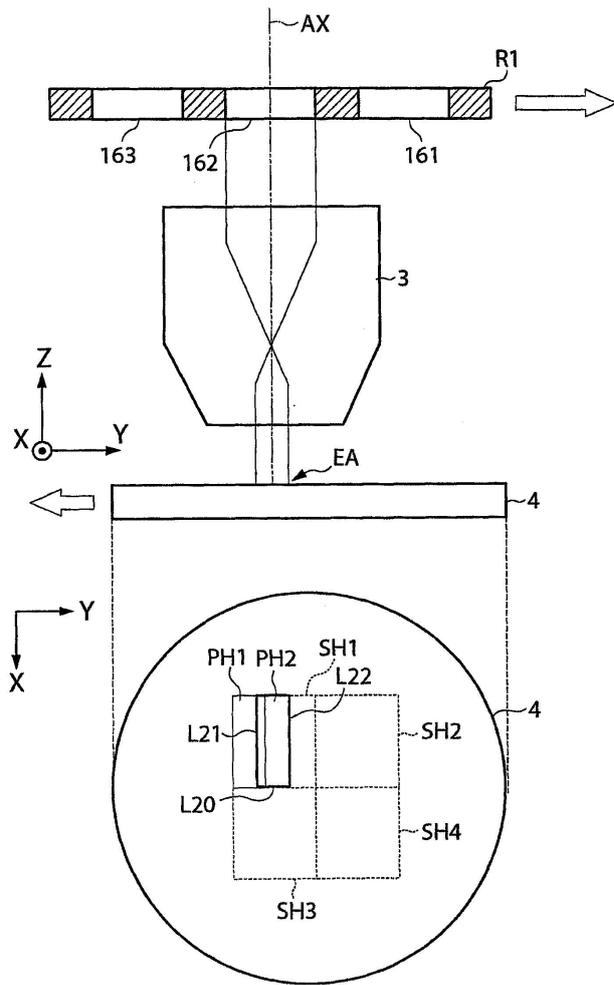
도면5



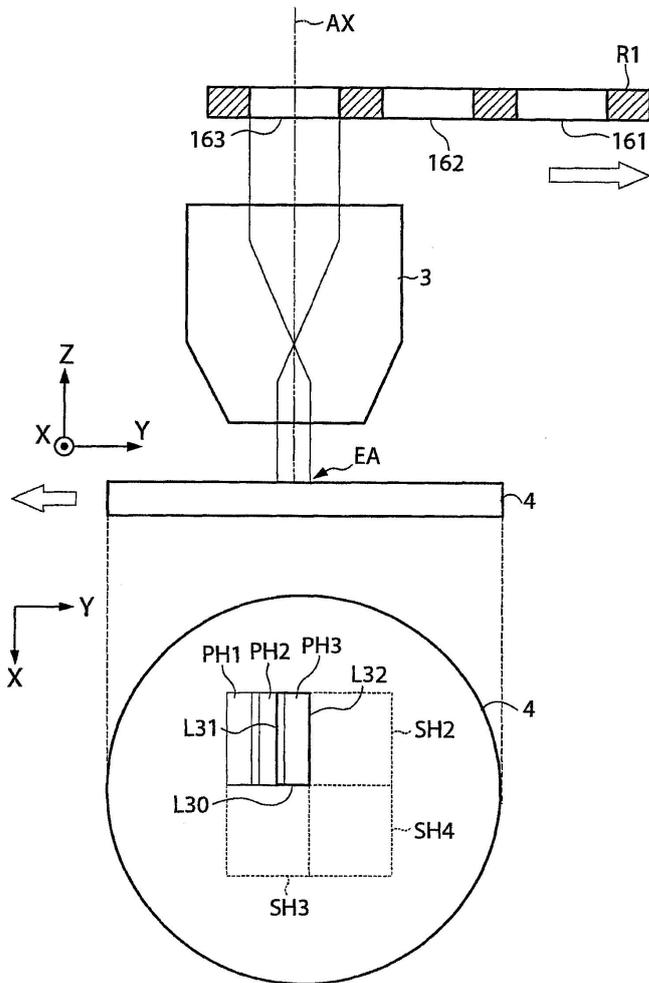
도면6



도면7



도면8



도면9

