



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0046727
(43) 공개일자 2009년05월11일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0109328

(22) 출원일자 2008년11월05일

심사청구일자 2008년11월05일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-00287849 2007년11월05일 일본(JP)

(71) 출원인

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고

(72) 발명자

다케시마 분스게

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고

캐논 가부시끼가이샤 내

(74) 대리인

장수길, 성재동

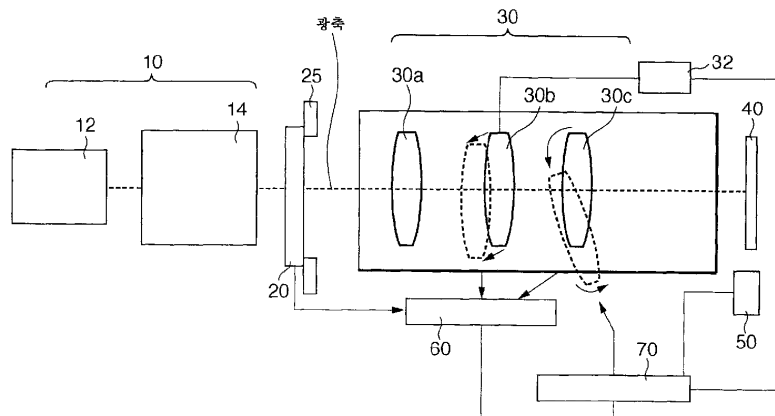
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 노광 장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 회로 기판 상의 레티클 패턴을 투영하기 위하여 구성된 투영 광학 시스템, 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정하기 위하여 투영 광학 시스템을 형성하는 복수의 광학 소자들을 구동하기 위해 구성된 구동 장치, 상기 구동 장치가 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자를 구동하는 경우 발생하는 구동 오차를 검출하기 위하여 구성된 검출 장치, 그리고 상기 구동 오차로 인해 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태 변화를 저감하도록, 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동하기 위해 구동 장치를 제어하기 위하여 형성된 제어 장치를 구비한 노광 장치를 제공한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

노광 장치이며,

레티클의 패턴을 회로 기판에 투영하도록 구성된 투영 광학 시스템과,

상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정하기 위하여 상기 투영 광학 시스템을 구성하는 복수의 광학 소자를 구동하도록 구성된 구동 장치와,

상기 구동 장치가 상기 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자를 구동했을 때의 구동 오차를 검출하는 검출 장치와, 그리고

상기 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감하도록 상기 복수의 광학 소자들 중 상기 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동하기 위하여 상기 구동 장치를 제어하는 제어 장치를 구비하도록 구성된 노광 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 구동 장치는 제1 광학 소자와 상기 제2 광학 소자를 상이한 방법들로 구동하는 노광 장치.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 구동 장치에 의한 상기 제1 광학 소자 및 상기 제2 광학 소자의 구동은 상기 투영 광학 시스템의 광축에 수직한 평면에 대해 경사지는 것과, 상기 투영 광학 시스템의 광축 방향으로 구동하는 것과, 그리고 변형되는 것을 포함하는 노광 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화량과, 이 변화량을 저감시키는데 필요한 상기 제2 광학 소자의 구동량과의 관계를 나타내는 정보를 갖고,

상기 제어 장치는 상기 검출 장치에 의해 검출된 구동 오차와, 상기 정보를 기초로 하여 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 구동 오차와, 그 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감시키는데 필요한 상기 제2 광학 소자의 구동량과의 관계를 나타내는 정보를 갖고,

상기 제어 장치는 검출 장치에 의해 검출된 구동 오차와 상기 정보를 기초로 하여 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제어 장치는 제1 광학 소자의 구동 중의 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태 변화를 저감하도록, 복수의 광학 소자들 중 상기 제1 광학 소자와 제2 광학 소자를 구동시키기 위해 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 7

노광 장치이며,

회로 기판 상의 레티클 패턴을 투영하도록 구성된 투영 광학 시스템과,

상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정하기 위하여 상기 투영 광학 시스템을 구성하는 복

수의 광학 소자를 구동하도록 구성된 구동 장치와,

상기 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자의 구동 중의 구동 오차로 인한, 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감시키도록, 상기 복수의 광학 소자 중 상기 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동하기 위해 상기 구동 장치를 제어하도록 구성된 제어 장치를 포함하는 노광 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 구동 장치는 상기 제1 광학 소자 및 상기 제2 광학 소자를 서로 상이한 방법으로 구동시키는 노광 장치.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 구동 장치에 의한 상기 제1 광학 소자 및 상기 제2 광학 소자의 구동은, 상기 투영 광학 시스템의 광축에 수직한 평면에 대해 경사지는 것과, 상기 투영 광학 시스템의 광축 방향으로 구동하는 것과, 그리고 변형되는 것을 포함하는 노광 장치.

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제어 장치는, 상기 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화량과, 이 변화량을 저감시키는데 필요한 상기 제2 광학 소자의 구동량의 관계를 나타내는 정보를 갖고,

상기 제어 장치는 상기 검출 장치에 의해 검출된 구동 오차와 상기 정보를 기초로 하여 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 구동 오차와, 그 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감하는 데 필요한 상기 제2 광학 소자의 구동량과의 관계를 나타내는 정보를 갖고,

상기 제어 장치는 상기 검출 장치에 의해 검출된 구동 오차와 상기 정보를 기초로 하여 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 제1 광학 소자의 구동량과, 상기 제1 광학 소자의 구동량에 의하여 제1 광학 소자 구동시의 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감시키는데 필요한 제2 광학 소자의 구동량 사이의 관계를 나타내는 정보를 갖고,

상기 제어 장치는 상기 제1 광학 소자의 구동량과 상기 정보를 기초로 하여 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 13

제7항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 제1 광학 소자의 구동 중의 구동 오차로 인한 상기 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태의 변화를 저감하기 위해 상기 복수의 광학 소자들 중 상기 제1 광학 소자 및 상기 제2 광학 소자를 구동시키기 위해 상기 구동 장치를 제어하는 노광 장치.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 노광 장치를 사용하여 회로 기판을 노광시키는 단계와,

노광된 상기 회로 기판을 위한 현상 절차를 수행하는 단계를 포함하는 장치 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 노광 장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 투영 노광 장치는 포토리소그래피 기술을 사용해서 반도체 메모리, 논리회로 또는 액정 장치 등의 미세한 반도체 장치를 제조하는 데 종래에 사용되어 왔다. 투영 노광 장치는, 투영 광학 장치를 통해, 웨이퍼와 같은 회로 기판 상의 레티클(마스크)에 형성된 (복수의 다른 종류의 패턴들을 포함하는) 패턴을 투영시켜 전사한다.
- <3> 최근에 반도체 장치들의 고밀도 집적화가 증대하고 있어, 고밀도로 패킹된 패턴을 고정밀도로 회로 기판에 전사하기 위해 투영 광학 시스템의 수차 및 일그러짐을 저감시키는 것이 절대적으로 필요하게 되었다. 투영 광학 시스템의 수차는 설계값에 있어서의 수차뿐만 아니라, 예를 들어, 제조 단계에서의 제조 오차 등에 의해 변화되는 수차나, 노광 장치가 배치된 환경(주위의 기압 및 온도), 시간에 따른 변화 및 노출된 열에 의해 변화되는 수차를 포함한다는 것을 알아야 한다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <4> 이러한 사실들로 인해, 일본 특허 공개 공보 제2000-357651호, 제2004-347821호 및 제2006-113414호는 투영 광학 시스템에서의 수차 및 일그러짐을 저감(보정)시키기 위한 기술은 제안하였다. 예를 들어, 일본 특허 공개 공보 제2000-357651호는 투영 광학 시스템을 구성하는 광학 소자 또는 레티클을 투영 광학 시스템의 광축 방향으로 구동하여 예로써, 배울 수차, 3차원 일그러짐, 구면 수차, 상면 만곡을 보정하는 기술을 개시하고 있다. 일본 특허 공개 공보 제2004-347821호는 투영 광학 시스템을 구성하는 광학 소자 또는 레티클을 투영 광학 시스템의 광축에 수직한 평면에 대해 경사지게 하여 예로써, 편심 일그러짐, 축상 팬이 수차, 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차를 보정하는 기술을 개시하고 있다. 일본 특허 공개 공보 제2006-113414호는 투영 광학 시스템을 구성하는 광학 소자의 형상을 변형하여 투영 광학 시스템의 결상 성능을 보정하는 기술을 개시하고 있다.
- <5> 불행히도, 종래 기술에서는 광학 소자 또는 레티클이 구동될 때의 의도하지 않은 수차들이 구동 오차로 인해 종종 발생하였다. 이러한 점은 투영 광학 시스템의 수차와 일그러짐을 충분히 저감(보정)하는 것을 불가능하게 하였다.
- <6> 예를 들어, 광학 소자(또는 레티클)가 투영 광학 시스템의 광축 방향으로 구동될 경우, 도3a에 도시한 바와 같이, 구동 오차가 없으면, 배울 수차, 3차원 일그러짐, 구면 수차 및 상면 만곡과 같은 광축에 대해 대칭한 수차들만 변화될 것이다. 그러나 실제로는, 광학 소자를 정확하게 광축 방향으로 구동시키는 것이 어려워 도3b에 도시한 바와 같이, 광학 소자는 광축에 대하여 종종 비스듬하게 구동된다. 이러한 경우, 사용자의 의사에도 불구하고, 편심 일그러짐, 축상 팬이 수차 및 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차와 같은 광축에 대한 비대칭 수차가 변하게 된다.
- <7> 또한, 광학 소자(또는 레티클)가 투영 광학 시스템의 광축에 수직한 평면에 대해 경사지게 될 때 구동 오차가 없으면 도4a에 도시한 바와 같이, 편심 일그러짐, 축상 팬이 수차, 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차와 같은 광축에 대한 비대칭 수차가 목표값으로 보정될 수 있다. 그러나, 실제 광학 소자는 도4b에 도시한 바와 같이, 광축에 수직한 방향으로 다소 평행하게 구동되어 목표값으로부터 광축에 대한 비대칭 수차가 목표값으로부터 어긋나버린다.

과제 해결수단

- <8> 본 발명의 제1 양태에 따르면, 회로 기판 상에 있는 레티클의 패턴을 투영하기 위하여 구성된 투영 광학 시스템을 포함하는 노광 장치, 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정하기 위해 투영 광학 시스템을 구성하는 복수의 광학 소자들을 구동하여 형성된 구동 장치, 구동 장치가 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자를 구동할 때 구동 오차를 검출하기 위해 형성된 검출 장치, 그리고 구동 오차로 인해 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태에 대한 변화를 줄이기 위해 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동하는 구동 장치를 제어하기 위해 형성된 제어 장치가 제공된다.

- <9> 본 발명의 제2 양태에 따르면, 회로 기판 상에 존재하는 레티클의 패턴을 투영하기 위해 형성된 투영 광학 시스템을 구성하는 노광 장치, 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정하기 위해 투영 광학 시스템을 형성하는 복수의 광학 소자들을 구동하기 위해 형성된 구동 장치, 그리고 구동 오차로 인해 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태에 대한 변화를 줄이기 위해 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동하는 구동 장치를 제어하기 위해 형성된 제어 장치가 제공된다.
- <10> 본 발명의 세 번째 양태에 따르면, 상기 노광 장치를 사용하여 회로 기판을 노광시키는 단계들로 구성되고, 노광된 회로 기판을 현상하는 단계를 수행하는 장비 제작 방법이 제공된다.
- <11> 본 발명의 또 다른 양태들은 뒤에 오는 첨부 도면들을 참조하여 모범적인 실시예들의 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

효 과

- <12> 본 발명은 투영 광학 시스템을 통과하는 광의 이미지 상태(예를 들어, 수차들)를 고정밀도로 조정해서 우수한 이미지 특성을 실현하는 노광 장치를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <13> 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 양호한 실시 형태에 대해서 설명한다. 도면에서, 동일한 참조 번호는 동일한 부재들을 나타내고, 중복 설명은 생략한다.
- <14> 도1은 본 발명의 일 양태에 따른 노광 장치(1)의 배열을 도시하는 개략적인 블록 다이어그램이다. 본 실시예는, 노광 장치(1)가 스텝 앤드 스캔 방식(step & scan scheme)에 의해 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 전사하는 투영 노광 장치이다. 그러나, 노광 장치(1)는 스텝 앤드 리피트 방식(step & repeat scheme) 또는 다른 노광 방식도 적용할 수 있다.
- <15> 노광 장치(1)는 조명 장치(10), 레티클(20) 적재용 레티클 스테이지(25), 투영 광학 시스템(30), 웨이퍼(40) 적재용 웨이퍼 스테이지(도시 생략), 측정 장치(50), 검출 장치(60) 및 제어 장치(70)를 구비한다.
- <16> 조명 장치(10)는 전사되는 패턴이 형성된 레티클(20)을 조명하고, 광원(12) 및 조명 광학 시스템(14)을 포함한다.
- <17> 상기 광원(12)은 예를 들어, 약 193nm의 파장을 가지는 ArF 엑시머 레이저 또는 약 248nm의 파장을 가지는 KrF 엑시머 레이저이다. 그러나, 광원(12)은 특별히 엑시머 레이저에 한정되는 것이 아니고, 예를 들어, F₂ 레이저 또는 초고압 수은 램프도 가능할 것이고, 광원(12)의 개수도 또한 특별히 한정되지 않는다.
- <18> 상기 조명 광학 시스템(14)은 광원(12)로부터의 광을 사용하여 레티클(20)을 소정의 조명 조건 하에 균일한 조도 분포로 조명하며, 예를 들어, 렌즈, 미러, 광학 집합기, 조리개를 포함한다.
- <19> 레티클(20)은 전사용 패턴을 갖고, 레티클 스테이지(25)에 의해 지지 및 구동된다. 레티클(20)에 의해 발생된 회절광은 투영 광학 시스템(30)을 거쳐 웨이퍼(40)에 투영된다. 레티클(20) 및 웨이퍼(40)는 광학적으로 쌍의 관계를 갖도록 배치된다. 노광 장치(1)는 스텝 앤드 스캔 방식이므로, 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 전사한다.
- <20> 레티클 스테이지(25)는 레티클(20)을 지지하고, 예를 들어, 선형 모터를 이용해서 레티클(20)을 구동한다. 더 구체적으로는, 레티클 스테이지(25)는 레티클(20)을 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향, 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직한 방향, 그리고 광축에 대한 회전 방향으로 구동한다. 레티클 스테이지(25)는 투영 광학 시스템(30)을 통과한 광의 이미지 상태(예를 들면, 편심 일그러짐, 축상 팽이 수차, 그리고 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차)를 조정하기 위하여 제어 장치(70)의 제어 하에서 레티클(20)을 구동할 수도 있다. 더 구체적으로는, 레티클 스테이지(25)는 레티클(20)을 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직한 평면에 대해 경사지게 하거나 또는 레티클(20)을 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동한다. 이에 의해, 투영 광학 시스템(30)을 통과하는 광의 이미지 상태가 조정되고, 따라서 투영 광학 시스템(30)은 원하는 이미지 특성을 실현할 수 있다.
- <21> 투영 광학 시스템(30)은 복수의 광학 소자(30a 내지 30c)를 포함하고, 웨이퍼(40)에 레티클(20)의 패턴을 투영한다. 또한, 투영 광학 시스템(30)은 복수의 광학 소자(30a 내지 30c)를 구동하는 구동 장치(32)를 구비하고 있다. 비록 본 실시예에서는 복수의 광학 소자(30a 내지 30c)가 렌즈들이지만, 그것들은 예를 들어, 거울일 수

있다.

- <22> 구동 장치(32)는 제어 장치(70)의 제어 하에서 광학 소자(30b, 30a)를 구동한다. 더 구체적으로는, 구동 장치(32)는 광학 소자(30b)를 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동하고, 그것에 의해서 배울 수차, 3차원 일그러짐, 구면 수차 및 상면 만곡과 같은 광축에 대하여 대칭한 수차를 조정한다. 또한, 구동 장치(32)는 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 광학 소자(30c)를 경사지게 하여 편심 일그러짐, 축상 팬이 수차, 그리고 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차와 같은 광축에 대한 비대칭 수차를 조정한다. 이러한 방법으로, 구동 장치(32)는 투영 광학 시스템(30)을 구성하는 광학 소자(30b, 30c)를 구동하여 투영 광학 시스템(30)을 통과한 광의 이미지 상태를 조정할 수 있다.
- <23> 본 실시예에서는, 구동 장치(32)는 광학 소자(30b)를 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동하고, 광학 소자(30c)를 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 경사지게 한다. 그러나, 구동 장치(32)의 작동은 특별히 상기 구동으로 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 구동 장치(32)는 광학 소자(30a)를 구동하거나 또는 광학 소자(30b, 30c)를 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동할 수 있고 동시에 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 경사지게 할 수 있다.
- <24> 웨이퍼(40)는 레티클(20)의 패턴이 투영(전사)되는 회로 기판이고, 웨이퍼 스테이지(도시 생략)에 의해 지지되고 구동된다. 그러나, 웨이퍼(40) 대신에 유리 플레이트 또는 다른 회로 기판을 사용할 수도 있다. 웨이퍼(40)는 레지스트로 코팅된다.
- <25> 상기 측정 장치(50)는 투영 광학 시스템(30)의 이미지 특성으로서 투영 광학 시스템(30)의 수차(배울 수차, 3차원 일그러짐, 구면 수차 및 상면 만곡과 같은 광축에 대한 대칭 수차, 편심 일그러짐, 축상 팬이 수차, 국부적으로 초점이 맞지 않는 비점 수차와 같은 광축에 대한 비대칭 수차)를 측정한다. 측정 장치(50)는 예를 들어, 점 회절 간섭계(PDI), 선 회절 간섭계(LDI) 또는 전단 간섭계를 사용하여 투영 광학 시스템(30)의 수차를 측정한다. 측정 장치(50)는 측정 결과(즉, 투영 광학 시스템(30)의 수차들)를 제어 장치(70)로 보낸다.
- <26> 검출 장치(60)는 레티클 스테이지(25)가 레티클(20)을 구동할 때 또는 구동 장치(32)가 광학 소자(30b, 30c)를 구동할 때의 구동 오차를 검출한다. 검출 장치(60)는 검출 결과(즉, 구동 오차 또는 오차들)를 제어 장치(70)에 보낸다.
- <27> 레티클 스테이지(25)가 레티클(20)을 구동할 때, 구동 오차는 레티클(20)이 구동되어 배열되는 의도된 위치와 실제로 구동된 위치 사이의 변위라는 점을 알아야 한다. 예를 들어, 레티클(20)이 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동할 때 종종 광축에 대하여 비스듬히 구동된다. 이런 경우와 같이 의도하지 않은 비스듬한 구동량이 구동 오차가 된다. 마찬가지로, 레티클(20)이 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 경사진 때 종종 광축에 수직인 방향으로 평행하게 구동된다. 이러한 경우와 같이 의도하지 않은 평행 구동량이 구동 오차가 된다.
- <28> 또한, 구동 장치(32)가 광학 소자(30b, 30c)를 구동할 때, 구동 오차들은 광학 소자(30b, 30c)가 구동되어 배열되는 의도된 위치와 실제로 구동된 위치 사이의 변위이다. 예를 들어, 광학 소자(30b)가 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동될 때, 종종 광축에 대하여 비스듬히 구동된다. 이러한 경우와 같이 의도하지 않은 비스듬한 구동량이 구동 오차가 된다. 이러한 비스듬한 구동량은 광학 소자(30b)가 광축 방향으로만 이동될 수 있는 경우, 비스듬한 구동량은 광학 소자(30b) 자체를 이용하여 보정될 수 없다. 마찬가지로, 광학 소자(30c)가 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 경사진 때, 종종 광축에 수직인 방향으로 평행하게 구동된다. 이러한 경우에서와 같은 의도하지 않은 평행 구동량이 구동 오차가 된다. 광학 소자(30c)가 경사질 수만 있는 경우 평행 구동량은 광학 소자(30c) 자체를 이용해서 보정될 수 없다.
- <29> 본 실시예에 따른 노광 장치(1)는 제1 광학 소자와는 상이한 제2 광학 소자를 구동함으로써 투영 광학 시스템(30)을 구성하는 복수의 광학 소자들 중 제1 광학 소자의 구동 오차로 인해 투영 광학 시스템(30)의 수차를 저감하고 있다.
- <30> 검출 장치(60)는 측정으로 인한 오차 예를 들어, 레티클 스테이지(25)에 의해 구동된 레티클(20)의 위치 또는 구동 장치(32)에 의해 구동된 광학 소자(30b, 30c)의 위치를 측정함으로써 구동 오차 또는 오차들을 직접 검출할 수 있다. 또한, 레티클(20)의 위치 또는 광학 소자(30b, 30c)의 위치를 측정하는 장치는 당업계에서 주지된 임의의 구성을 취할 수 있다.
- <31> 또한, 검출 장치(60)는 레티클(20) 또는 광학 소자(30b, 30c)의 구동량과 구동 오차 또는 오차들 사이의 관계를 나타내는 정보를 미리 가질 수 있고 레티클(20) 또는 광학 소자(30b, 30c)의 구동량을 측정함으로써 구동 오차

또는 오차들을 검출할 수 있다.

- <32> 상기 제어 장치(70)는 CPU 및 메모리를 구비하고, 노광 장치(1)의 동작을 제어한다. 본 실시예에서, 제어 장치(70)는 측정 장치(50)의 측정 결과를 기초로 하여, 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 보정하거나 목표값으로 조정하기 위해 레티클(20) 또는 광학 소자(30b, 30c)의 구동량을 산출한다. 또한, 제어 장치(70)는 레티클(20) 또는 광학 소자(30b, 30c)를 구동했을 때의 구동 오차 또는 오차들로 인한 투영 광학 시스템(30)을 통과하는 광의 이미지 상태 변화를 저감시키기 위하여, 레티클 스테이지(25)이나 구동 장치(32)를 제어한다. 제어 장치(70)의 구체적인 동작에 대해서는 노광 장치(1)의 동작 서술과 함께 설명한다.
- <33> 이하, 도2를 참조하여 노광 장치(1)의 동작에 대해서 설명한다. 도2는 노광 장치(1)의 동작을 설명하기 위한 순서도이다. 본 실시예는 투영 광학 시스템(30)을 통과하는 광의 이미지 상태를 조정(보정)하는 데 투영 광학 시스템(30)을 구성하는 광학 소자(30b, 30c)만을 구동하는 경우의 일 예이다. 그러나, 투영 광학 시스템(30)을 통과한 광의 이미지 상태는 레티클(20)을 구동함으로써 조정(보정)될 수 있다. 이와 달리 투영 광학 시스템(30)을 통과한 광의 이미지 상태는 레티클(20)의 구동과 광학 소자(30b, 30c)의 구동을 조합시킴으로써 조정(보정)될 수 있다.
- <34> 우선, 측정 장치(50)는 투영 광학 시스템(30)의 수차를 이미지 특성으로서 측정하고(단계 S1002), 그 측정 결과를 제어 장치(70)로 보낸다.
- <35> 다음으로, 제어 장치(70)는 측정 장치(50)로부터의 측정 결과를 기초로 하여, 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 보정하거나 또는 목표값으로 조정하는데 필요한 광학 소자(30b, 30c)의 구동량을 산출한다(단계 S1004). 더 구체적으로, 제어 장치(70)는 측정 장치(50)에 의해 측정된 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 투영 광학 시스템(30)의 광축에 대해 대칭한 수차들과 투영 광학 시스템(30)의 광축에 대해 비대칭한 수차들로 분리한다. 그 후에, 제어 장치(70)는 투영 광학 시스템(30)의 광축에 대해 대칭한 수차들을 보정하거나 또는 목표값으로 조정하는데 필요한 광학 소자(30b)의 구동량[광학 소자(30b)가 투영 광학 시스템(30)의 광축 방향으로 구동된 구동량]을 산출한다. 제어 장치(70)는 투영 광학 시스템(30)의 광축에 비대칭한 수차들을 보정하거나 또는 목표값으로 조정하는데 필요한 광학 소자(30c)의 구동량[광학 소자(30c)가 투영 광학 시스템(30)의 광축에 수직인 평면에 대해 경사진 경사량]을 산출한다. 제어 장치(70)는 투영 광학 시스템(30)의 수차들과 이러한 수차들을 보정하거나 또는 목표값으로 조정하는데 필요한 광학 소자(30b, 30c)의 구동량과의 관계를 나타내는 정보를 미리 메모리 등에 가질 수 있다. 이러한 경우, 상기 정보와 측정 장치(50)에 의해 측정된 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 비교하여, 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 보정하거나 또는 목표값으로 조정하는데 필요한 광학 소자(30b, 30c)의 구동량을 얻을 수 있다.
- <36> 제어 장치(70)는 단계 S1004에서 산출된 구동량을 기초로 광학 소자(30b, 30c)를 구동하기 위하여 구동 장치(32)를 제어한다(단계 S1006).
- <37> 단계 S1002 내지 S1006의 실행은 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 보정하거나 또는 목표값이 되도록 조정하게 할 것이다. 그러나, 상술한 바와 같이, 광학 소자(30b, 30c)를 실제로 구동하면, 구동 오차가 종종 발생하여 투영 광학 시스템(30)의 수차들이 불충분하게 보정되거나 또는 투영 광학 시스템(30)의 수차들이 목표값으로부터 어긋나버리는 것을 초래한다.
- <38> 이러한 상황을 피하기 위해서, 검출 장치(60)이 광학 소자(30b, 30c)를 구동했을 때의 구동 오차를 검출하여(단계 S1008), 검출 결과를 제어 장치(70)에 보낸다.
- <39> 상기 제어 장치(70)는 검출 장치(60)로부터의 검출 결과를 기초로 하여 구동 오차가 발생되었는지 여부를 판정한다(단계 S1010).
- <40> 구동 오차가 발생되지 않는 경우, 제어 장치(70)는 웨이퍼(40) 상에 레티클(20)의 패턴을 노광시켜 전사하기 위하여 노광 장치(1)의 각 부분을 제어한다(단계 S1022).
- <41> 구동 오차가 발생되는 경우, 제어 장치(70)는 검출 장치(60)에 의해 검출된 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화량을 산출한다(단계 S1012). 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화량은 광학 소자(30b, 30c)를 구동한 후의 투영 광학 시스템(30)의 수차와 그 목표값 사이의 차임을 알아야 한다.
- <42> 제어 장치(70)는 단계 S1012에서 산출된 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화량을 저감(소거)하는 데 필요한 광학 소자(30c)의 구동량을 산출한다(단계 S1014). 예를 들어, 제어 장치(70)는 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화량과 그 변화량을 저감(소거)하는데 필요한 광학 소자(30c)의 구동

량과의 관계를 나타내는 정보를 미리 메모리 등에 갖고 있다. 그 후에, 제어 장치(70)는 상기 정보, 구동 오차 및 구동 오차들로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화량을 비교하여, 광학 소자(30c)의 구동량을 산출한다. 이와 달리 제어 장치(70)는 상기 구동 오차량으로 인한 투영 광학 시스템(30)의 수차의 변화를 소거시키는데 필요한 광학 소자(30c)의 구동량과 검출 장치(60)에 의해 검출된 광학 소자(30b, 30c)의 구동 오차량 사이의 관계를 나타내는 정보를 미리 메모리 등에 가질 수 있다. 이후, 제어 장치(70)는 상기 정보와 광학 소자(30c)의 구동 오차를 비교하여 광학 소자(30c)의 구동량을 산출한다. 또한, 본 실시예에서, 구동 오차로 인해 변화하는 수차는 투영 광학 시스템(30)의 광축에 대해 비대칭한 수차들뿐이라고 가정하여 광학 소자(30c)의 구동량만을 산출한다는 것을 알아야 한다. 그러나, 투영 광학 시스템(30)의 광축에 대칭한 수차들도 구동 오차로 인해 변화하는 때에는 광학 소자(30b)의 구동량도 산출된다. 광학 소자(30c)가 복수개인 경우[광학 소자(30c1, 30c2)], 광학 소자(30c1)의 구동 오차는 광학 소자(30c2) 또는 광학 소자들(30c1, 30c2)에 의하여 보정될 수 있다.

- <43> 상기 제어 장치(70)는 단계 S1014에서 산출된 구동량을 기초로 광학 소자(30c)를 구동하도록 구동 장치(32)을 제어한다 (단계 S1016).
- <44> 측정 장치(50)는 투영 광학 시스템(30)의 수차들을 측정해(단계 S1018), 측정 결과를 제어 장치(70)에 보낸다.
- <45> 제어 장치(70)는 투영 광학 시스템(30)의 수차들이 허용 범위 내인지 여부를 판정한다(단계 S1020).
- <46> 투영 광학 시스템(30)의 수차가 허용 범위 밖일 경우에는 단계 S1016에서 광학 소자(30c)가 구동될 때에도 구동 오차가 발생되어 프로세스가 단계 S1008으로 복귀된다.
- <47> 투영 광학 시스템(30)의 수차가 허용 범위 내일 경우, 제어 장치(70)는 노광에 의하여 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40)에 전사시키기 위하여 노광 장치(1)의 각 부분을 제어한다(단계 S1022). 노광에 있어서, 광원(12)로부터의 광은 조명 광학 시스템(14)을 통하여 레티클(20)을 조명한다. 레티클(20)의 패턴 정보를 담고 있는 광은 투영 광학 시스템(30)에 의해 웨이퍼(40)에 이미지를 형성한다. 상술한 바와 같이, 노광 장치(1)에 사용되는 투영 광학 시스템(30)을 통과한 광의 이미지 상태(수차 및 일그러짐)는 고정밀도로 조정(수정)된다. 바꾸어 말하면, 투영 광학 시스템(30)은 우수한 이미지 성능을 달성한다. 따라서, 노광 장치(1)는 높은 처리량과 훌륭한 경제적 효율성을 가지는 고품질 장치들(예를 들어, 반도체 장치와 액정 장치)을 제공할 수 있다. 또한, 이러한 장치들은, 노광 장치(1)를 사용하여 포토레지스트(감광제)가 도포된 회로 기판(예를 들어, 웨이퍼 또는 유리 플레이트)을 노출시키는 단계, 노광된 회로 기판이 현상되는 단계와 그 외의 알려진 단계들에 의하여 생산된다.
- <48> 본 실시예에 따르면, 노광 장치(1)는, 그 생산 또는 사용 절차에 있어서 변화하는, 투영 광학 시스템(30)의 이미지 특성들뿐만 아니라, 광학 소자(30b, 30c)를 구동했을 때의 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템(30)의 이미지 특성의 변화들도 보정할 수 있다.
- <49> 본 발명은 본보기가 되는 실시예들을 참조하여 설명되지만, 본 발명이 첨부되어 있는 실시예들로 제한되지는 않을 것이다. 아래 청구 범위들은 모든 변형되거나 동일한 구조들과 기능들을 포함하기 위하여 가장 광범위한 해석과 일치될 것이다.

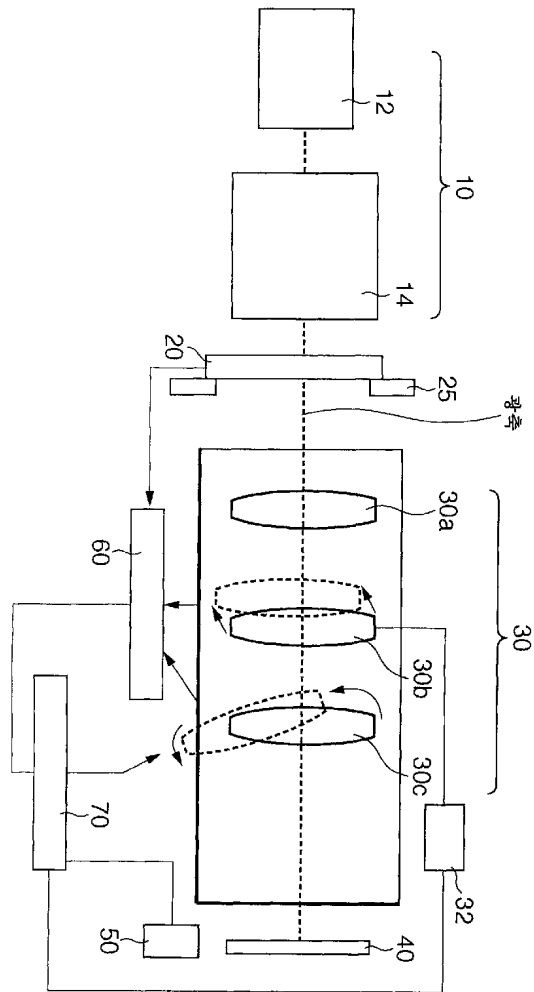
도면의 간단한 설명

- <50> 도1은 본 발명의 하나의 양태에 따라 노광 장치를 나타내는 개략적인 블록 다이어그램이다.
- <51> 도2는 도1에 나타난 노광 장치의 작동을 설명하기 위한 순서도이다.
- <52> 도3a와 도3b는 광학 소자(또는 레티클)이 투영 광학 시스템의 광축 방향으로 구동될 때의 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템의 수차에 대한 변화를 설명하기 위한 다이어그램들이다.
- <53> 도4a와 도4b는 광학 소자(또는 레티클)가 투영 광학 시스템의 광축에 수직인 평면에 대해 경사지게 될 때의 구동 오차로 인한 투영 광학 시스템의 수차에 대한 변화를 설명하기 위한 다이어그램들이다.
- <54> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <55> 1 : 노광 장치
- <56> 14 : 조명 광학 시스템

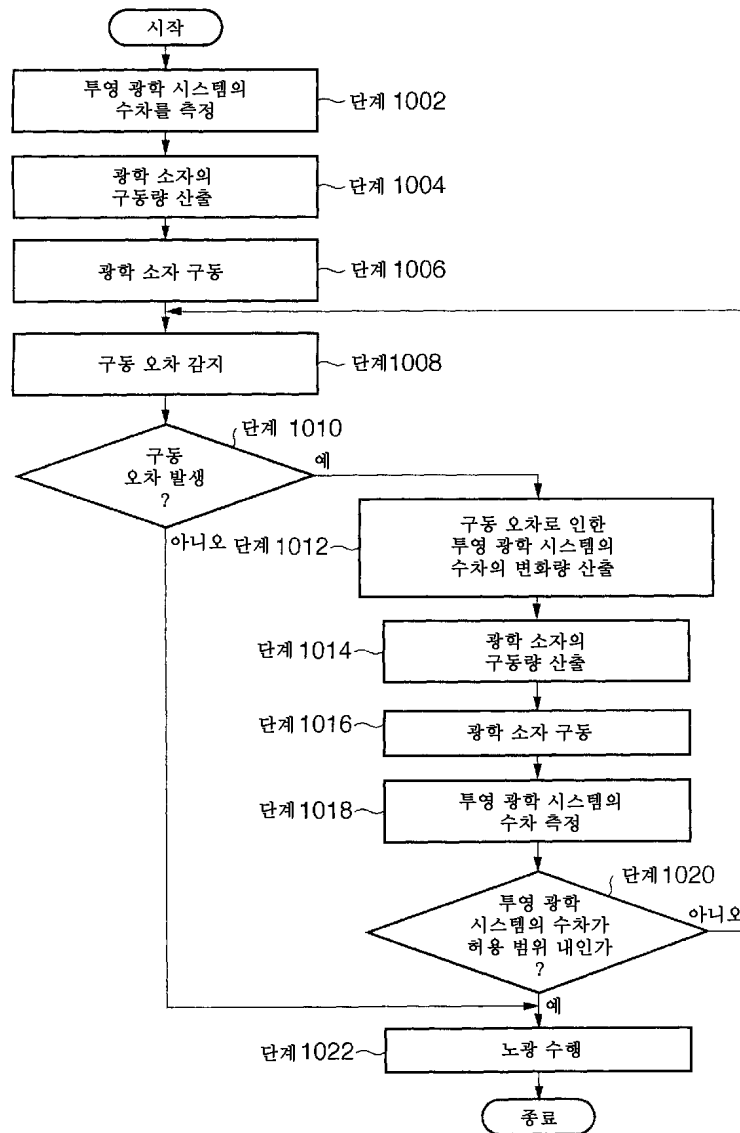
- <57> 20 : 레티클
- <58> 25 : 레티클 스테이지
- <59> 30 : 투영 광학 시스템
- <60> 40 : 웨이퍼

도면

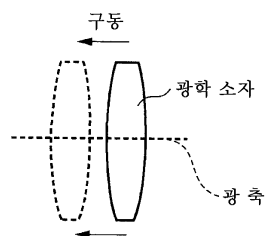
도면1



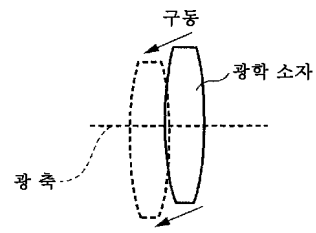
도면2



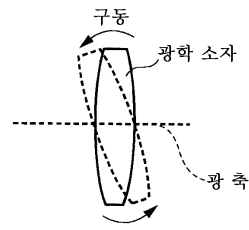
도면3a



도면3b



도면4a



도면4b

