



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년04월29일
 (11) 등록번호 10-1390624
 (24) 등록일자 2014년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G03F 9/00 (2006.01) G01B 11/00 (2006.01)
 H01L 21/027 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0066081
 (22) 출원일자 2012년06월20일
 심사청구일자 2013년06월20일
 (65) 공개번호 10-2012-0140622
 (43) 공개일자 2012년12월31일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2011-137820 2011년06월21일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090103845 A
 KR1020100047182 A
 KR1020100124245 A

(73) 특허권자
 캐논 가부시끼가이샤
 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
 (72) 발명자
 미노다 겐
 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
 캐논 가부시끼가이샤 내
 시오데 요시히로
 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
 캐논 가부시끼가이샤 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 장수길, 박충범

전체 청구항 수 : 총 15 항

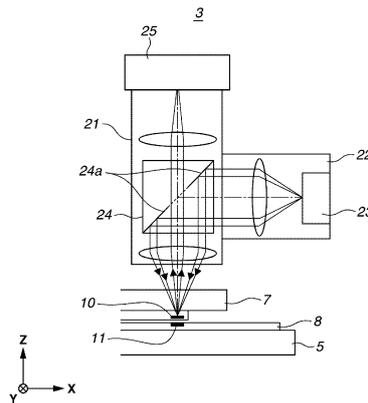
심사관 : 이원재

(54) 발명의 명칭 위치 검출 장치, 임프린트 장치 및 위치 검출 방법

(57) 요약

위치 검출 장치는, 제1 방향과, 상기 제1 방향과 다른 제2 방향의 각각에서 주기를 갖는 제1 회절 격자와, 상기 제1 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하는 조명 광학계, 및 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광을 검출하는 검출 광학계를 포함하고, 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 상대 위치가 검출된 회절광에 기초하여 검출되고, 상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 상기 검출 광학계의 광축 상을 제외하고 제1 방향으로의 복수의 광 강도 분포를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

미시마 가즈히코

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고
캐논 가부시끼가이샤 내

마에다 히로노리

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3쵸메 30방 2고
캐논 가부시끼가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

제1 방향과, 상기 제1 방향과 다른 제2 방향의 각각에서 주기를 갖는 제1 회절 격자와, 상기 제1 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하도록 구성된 조명 광학계; 및

상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광을 검출하도록 구성된 검출 광학계를 포함하고,

상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 제2 방향으로의 상대 위치가 검출된 회절광에 기초하여 검출되고, 상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 제1 방향으로 복수의 폴을 포함하는, 위치 검출 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 회절 격자의 제1 방향으로의 주기가 P1이고, 상기 동공면 상의 상기 검출 광학계의 개구수가 NAo이고, 상기 동공면 상의 광축으로부터의 상기 조명 광학계의 폴의 거리가 NAi11이고, 상기 폴의 크기가 NAp1이고, 상기 조명 광학계로부터 조명되는 광의 파장이 λ인 경우에, $|NAi11 - \lambda / P1| < NAo + NAp1 / 2$ 가 만족되는, 위치 검출 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조명 광학계는 제1 물체에 형성된 상기 제1 회절 격자와, 제1 방향과 제2 방향의 각각에서 주기 구조를 갖는 제3 회절 격자를 조명하도록 구성되고,

상기 조명 광학계는 제2 물체에 형성된 상기 제2 회절 격자와, 상기 제3 회절 격자의 제1 방향으로의 주기와 다른 주기를 갖는 주기 구조를 제1 방향으로 갖는 제4 회절 격자를 조명하도록 구성되고,

상기 조명 광학계는 그 동공면 상의, 제2 방향으로 복수의 폴을 포함하는 광을 조명하고,

상기 검출 광학계는 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광과, 상기 제3 회절 격자와 상기 제4 회절 격자로부터의 회절광을 검출하도록 구성되고,

상기 검출 광학계는 검출된 결과에 기초해서, 상기 제1 물체와 상기 제2 물체의 제1 방향 및 제2 방향으로의 상대 위치를 검출하도록 구성되는, 위치 검출 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제3 회절 격자의 제2 방향으로의 주기가 P2이고, 상기 동공면 상의 상기 검출 광학계의 개구수가 NAo이고, 상기 동공면 상의 광축으로부터 상기 조명 광학계의 폴의 거리가 NAi12이고, 상기 동공면 상의 폴의 크기가 NAp2이고, 상기 조명 광학계로부터 조명되는 광의 파장이 λ인 경우에, $|NAi12 - \lambda / P2| < NAo + NAp2 / 2$ 이 만족되는, 위치 검출 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 방향과 상기 제2 방향은 서로 수직인, 위치 검출 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 회절 격자와 상기 제3 회절 격자의 제1 방향으로의 주기와, 상기 제1 회절 격자와 상기 제3 회절 격자의 제2 방향으로의 주기 중 하나 이상은 동일한, 위치 검출 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 회절 격자와 상기 제3 회절 격자는 동일한 주기 구조를 갖는, 위치 검출 장치.

청구항 8

제2 방향과, 제2 방향과 다른 제3 방향의 각각에서 주기를 갖는 제5 회절 격자와, 상기 제5 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하고, 제3 방향과, 제2 방향 및 제3 방향과 다른 제1 방향의 각각에서 주기를 갖는 제6 회절 격자와, 상기 제6 회절 격자의 제1 방향으로의 주기와 다른 주기를 제1 방향으로 갖는 제1 회절 격자를 경사 입사로 조명하도록 구성된 조명 광학계; 및

상기 제5 회절 격자와 상기 제6 회절 격자로부터의 회절광과, 상기 제2 회절 격자와 상기 제1 회절 격자로부터의 회절광을 검출하도록 구성된 검출 광학계

를 포함하고,

검출된 회절광에 기초하여, 상기 제5 회절 격자와 상기 제6 회절 격자가 형성된 제1 물체와, 상기 제2 회절 격자와 상기 제1 회절 격자가 형성된 상기 제2 물체의 제1 방향 및 제2 방향으로의 상대 위치를 검출하도록 구성되고,

상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 제3 방향으로 복수의 폴을 포함하는, 위치 검출 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 조명 광학계와 상기 검출 광학계의 광축은 일부가 공통인, 위치 검출 장치.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 검출 광학계의 개구수와 동공면 상의 상기 조명 광학계의 광 강도 분포와 조명광의 파장 중 하나 이상은 가변인, 위치 검출 장치.

청구항 11

제3항에 있어서,

상기 제1 물체에 형성된 회절 격자는 체커보드 형상의 회절 격자인, 위치 검출 장치.

청구항 12

패턴을 이용하여, 기관에 공급된 임프린트 재료에 몰드에 형성된 패턴을 전사하는 임프린트 장치이며,

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 따른 위치 검출 장치를 이용하여 상기 몰드와 상기 기관의 상대 위치가 검출되는, 임프린트 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 임프린트 재료를 경화시키기 위한 광을 조사하도록 구성된 조사 유닛; 및

상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 화상을 상기 몰드의 상부에 투영하도록 구성된 투영 광학계를 포함하고,

상기 투영 광학계를 통해 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 상대 위치가 검출되는, 임프린트 장치.

청구항 14

디바이스 제조 방법이며,

임프린트 장치를 이용하여 기판 상에 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 패턴이 형성되는 기판을 가공하는 단계

를 포함하고,

상기 임프린트 장치는 상기 패턴을 이용하여, 상기 기판에 공급된 임프린트 재료에 몰드에 형성된 패턴을 전사하고, 상기 몰드와 상기 기판의 상대 위치는 위치 검출 장치를 이용하여 검출되고,

상기 위치 검출 장치는,

제1 방향과, 상기 제1 방향과 다른 제2 방향의 각각에서 주기를 갖는 제1 회절 격자와, 상기 제1 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하도록 구성된 조명 광학계; 및

상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광을 검출하도록 구성된 검출 광학계

를 포함하고,

상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 제2 방향으로의 상대 위치가 검출된 회절광에 기초하여 검출되고,

상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 제1 방향으로 복수의 폴을 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 15

위치 검출 방법이며,

조명 광학계에 의해, 제1 방향과, 제1 방향과 다른 제2 방향의 각각에서 주기를 갖는 제1 회절 격자와, 상기 제1 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하는 단계;

검출 광학계에 의해, 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광을 검출하는 단계; 및

검출된 회절광에 기초하여, 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 제2 방향으로의 상대 위치를 검출하는 단계

를 포함하고,

상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 제1 방향으로 복수의 폴을 포함하는 광을 조명하는, 위치 검출 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 2개의 다른 물체간의 상대 위치를 검출하는 위치 검출 장치, 임프린트 장치 및 위치 검출 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 임프린트 기술은, 패턴을 갖는 몰드를 이용해서 기판 상에 미세한 패턴을 형성하기 위한 기술이다. 예를 들면, 이러한 임프린트 기술은 광경화법(photo-curing method)을 포함한다. 광경화법을 이용한 임프린트 기술에서, 우선, 임프린트 재료로서의 역할을 하는 수지(임프린트 수지, 광경화성 수지)가 기판(웨이퍼) 상의 임프린트 영역으로서의 역할을 하는 샷(shot)에 공급된다. 수지를 몰드의 패턴과 접촉시키고(임프린팅), 수지와 패턴이 서로 접촉된 상태에서 광을 조사함으로써 수지가 경화된다. 수지 패턴은 경화된 수지로부터 몰드를 이형(separating)시킴으로써 기판 상에 형성된다.

[0003] 기판 상의 수지와 몰드가 임프린트될 때, 기판과 몰드를 정확하게 위치 정렬할 필요가 한다. 임프린트 장치의

기판과 몰드를 위치 정렬하기 위하여, 몰드에 형성된 마크와 각각의 샷의 기판에 형성된 마크를 검출함으로써 위치 정렬이 행해지는 다이 바이 다이(die by die)가 잘 알려져 있다.

[0004] 미국 특허 제7,292,326호는, 위치 정렬에 이용되는 마크를 검출하기 위한 위치 정렬 마크 검출 기구를 포함하는 임프린트 장치를 설명하고 있다. 위치 정렬에 이용되는 마크로서, 회절 격자가 몰드와 기판 각각에 배치된다. 몰드측의 회절 격자는 측정 방향으로 주기를 갖는 회절 격자이며, 기판측의 회절 격자는 측정 방향과 측정 방향에 수직하는 방향(비측정 방향) 각각으로 주기를 갖는 체커보드 형상의 회절 격자이다. 회절 격자를 조명하기 위한 조명 광학계와, 회절 격자로부터의 회절광을 검출하기 위한 검출 광학계 모두는 몰드와 기판에 수직한 방향으로부터 비측정 방향을 향하여 기울어져 배치되어 있다. 즉, 조명 광학계는 회절 격자를 비측정 방향으로부터 경사 입사하게 조명하도록 구성된다. 회절 격자에 경사 입사로 입사된 광은 기판에 배치된 체커보드 형상의 회절 격자에 의해 비측정 방향으로 회절되어, 검출 광학계는 비측정 방향에 대해서 0차(zero-order) 회절광 이외의 단일 회절광만을 검출하도록 배치된다.

[0005] 즉, 미국 특허 제7,292,326호는, 단일 회절광만이 검출되는 방법을 설명하고 있다. 따라서, 회절 격자로부터의 회절광의 양이 적고, 위치 정렬에 이용되는 마크를 검출하기 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 위치 정렬에 이용되는 마크로부터의 회절광의 양을 많게 해서 마크가 용이하게 검출될 수 있게 하는 것에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양태에 따르면, 위치 검출 장치는, 제1 방향과, 상기 제1 방향과 다른 제2 방향의 각각에서 주기를 갖는 제1 회절 격자와, 상기 제1 회절 격자의 제2 방향으로의 주기와 다른 주기를 제2 방향으로 갖는 제2 회절 격자를 경사 입사로 조명하는 조명 광학계, 및 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자로부터의 회절광을 검출하는 검출 광학계를 포함한다. 상기 제1 회절 격자와 상기 제2 회절 격자의 상대 위치가 검출된 회절광에 기초하여 검출된다. 상기 조명 광학계는 그 동공면 상에서, 상기 검출 광학계의 광축 상을 제외하고 제1 방향으로 복수의 광 강도 분포를 포함한다.

[0008] 본 발명의 추가적인 특징 및 양태는 첨부 도면을 참조하여 실시예의 후술하는 상세한 설명으로부터 명백해질 것이다.

[0009] 본 명세서에 통합되고 일부를 이루는 첨부 도면은 설명과 함께 본 발명의 실시예 특징 및 양태들을 예시하며, 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 임프린트 장치를 나타내는 도면.
- 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 위치 검출 장치를 나타내는 도면.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 위치 검출 장치를 나타내는 도면.
- 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 위치 검출 장치의 조명 동공 분포를 나타내는 도면.
- 도 5의 (a) 내지 (d)는 무아르 줄무늬 패턴을 발생시키는 얼라인먼트 마크를 나타내는 도면.
- 도 6의 (a) 및 (b)는 본 발명의 제1 실시예에 따른 X 방향의 얼라인먼트 마크를 나타내는 도면.
- 도 7a 및 7b는 본 발명의 제1 실시예에 따른 얼라인먼트 마크의 회절광을 나타내는 도면.
- 도 8의 (a) 및 (b)는 본 발명의 제1 실시예의 Y 방향의 얼라인먼트 마크를 나타내는 도면.
- 도 9는 본 발명의 제1 실시예에 따른 위치 검출 장치가 X 방향과 Y 방향의 얼라인먼트 마크를 검출하는 것을 나타내는 도면.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 위치 검출 장치의 조명 동공 분포를 나타내는 도면.

도 11의 (a) 및 (b)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 X 방향의 얼라인먼트 마크를 나타내는 도면.

도 12a 및 12b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 얼라인먼트 마크의 회절광을 나타내는 도면.

도 13의 (a) 및 (b)는 본 발명의 제2 실시예의 Y 방향의 얼라인먼트 마크를 나타내는 도면.

도 14는 본 발명의 제3 실시예에 따른 임프린트 장치를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예, 특징 및 양태들에 대해 상세하게 설명한다.
- [0012] 도 1을 참조하여 제1 실시예에 따른 임프린트 장치에 대해 설명한다.
- [0013] 도 1은 제1 실시예에 따른 임프린트 장치의 구성을 나타내는 개략도이다. 임프린트 장치는, 피처리체인 기관에 공급된 임프린트 재료(수지)를 몰드로 몰딩하여 기관 상에 패턴을 전사하기 위한 장치이다. 예를 들면, 임프린트 장치는 반도체 디바이스와 같은 디바이스를 제조하는 데 사용된다. 이하의 도면에서, 기관 및 몰드에 평행한 면 상에서, 서로 수직하는 X축 및 Y축이 설정되고, X축과 Y축에 수직한 방향으로 Z축이 설정된다.
- [0014] 임프린트 장치(1)는, 조사 유닛(2), 검출 유닛(3), 몰드 유지 유닛(4), 기관 스테이지(5) 및 도포 기구(6)를 포함한다.
- [0015] 조사 유닛(2)은, 평탄하지 않은 패턴(7a)을 갖는 몰드(7)와 기관(8)에 공급된 수지(9)가 서로 접촉된 상태에서, 수지(9)를 경화시키기 위해 광을 조사하는 조사 장치이다. 조사 유닛(2)은 광원(도시 생략)을 포함한다. 조사 유닛(2)은 광원으로부터 방출되는 광을 피조사면인 패턴(7a)의 영역에 대하여 소정의 형상으로 균일하게 조사하기 위한 복수의 광학 소자를 포함할 수 있다. 광의 조사 영역(조사 범위)은 패턴(7a)의 영역의 면적에 대응할 수 있거나, 그 면적보다 약간 더 클 수 있다. 이는, 조사 영역을 최소화함으로써, 조사에 수반되는 열에 기인해서 몰드(7) 또는 기관(8)이 팽창하는 것이 억제될 수 있고, 수지(9)에 전사되는 패턴이 위치적으로 어긋나거나 왜곡되는 것이 방지될 수 있기 때문이다. 또한, 이는, 도포 기구(6)에 도달하는 기관(8) 상에서 반사된 광이 도포 기구(6)의 토출구에 잔류된 수지를 경화시키는 것에 의해, 도포 기구의 동작이 이후에 비정상적으로 되는 것이 억제되기 때문이다.
- [0016] 광원은, 예를 들면, 고압 수은 램프, 엑시머 램프, 엑시머 레이저, 발광 다이오드 등일 수 있다. 여기에서는, 수지(9)로서 UV 광으로 경화될 수 있는 광경화성 수지가 이용되므로, UV 광이 광원으로부터 조사된다. 그러나, 광원으로부터 조사되는 광의 파장은 이용되는 수지에 따라 적절히 결정될 수 있다. 또한, 본 발명은 광원의 유형, 수 또는 파장에 한정되지 않는다.
- [0017] 검출 유닛(3)(위치 검출 장치)은 상대적으로 서로 대응하는 몰드(7)와 기관(8)을 위치 정렬하기 위해 마크를 검출한다. 구체적으로, 몰드(7)에 형성된 얼라인먼트 마크(10)와 기관(8)에 형성된 얼라인먼트 마크(11)를 광학적으로 검출함으로써, 몰드(7)와 기관(8)의 상대 위치가 측정될 수 있다. 검출 유닛(3)의 광축은 몰드 또는 기관에 대하여 수직이 되게 배치된다. 검출 유닛(3)은 얼라인먼트 마크(10, 11)의 위치에 따라 X 방향 및 Y 방향으로 이동 가능하게 배치된다. 또한, 검출 유닛(3)은 얼라인먼트 마크의 위치에 광학계의 초점을 조정하기 위해 Z 방향으로 이동 가능하다. 얼라인먼트 마크가 검출된 후, 측정된 몰드(7)와 기관(8) 사이의 상대 위치에 대한 정보에 기초해서 기관 스테이지(5)나 후술하는 배율 보정 기구가 제어된다.
- [0018] 몰드 유지 유닛(4)은 진공 흡착력이나 정전력에 의해 몰드(7)를 잡아당겨서 몰드(7)를 유지하기 위한 몰드 척킹 기구(mold chucking mechanism)를 포함한다. 또한, 몰드 유지 유닛(4)은 기관(8)에 공급된 수지(9)에 몰드(7)를 압박하기 위한 몰드 구동 기구(도시 생략)를 포함한다. 몰드 구동 기구는 몰드(7)를 Z 방향으로 이동시킬 수 있다. 또한, 몰드 유지 유닛(4)은 몰드(7)를 X 방향 및 Y 방향으로 변형시켜 패턴의 왜곡을 보정하기 위한 몰드 배율 보정 기구(도시 생략)를 포함한다.
- [0019] 기관 스테이지(5)는 진공 흡착력이나 정전력으로 기관(8)을 잡아당겨 기관(8)을 유지하기 위한 기관 척킹 기구를 포함한다. 기관 스테이지(5)는 기관(8)을 유지하면서 XY 평면 상에서 기관(8)을 이동할 수 있게 하는 기관 유지 유닛이다.
- [0020] 임프린트 장치(1)의 임프린트 및 이형 동작이 몰드 유지 유닛(4)(몰드(7))을 Z 방향으로 이동시킴으로써 실현될 수 있거나, 기관 스테이지(5)(기관(8))가 Z 방향으로 이동될 수도 있다. 또한, 몰드(7)와 기관(8) 모두가 이동될 수도 있다.

- [0021] 도포 기구(6)는 기판(8)에 수지(9)를 공급하기 위한 공급 장치이다. 도포 기구(6)는 수지(9)를 공급하기 위한 노즐을 포함한다. 도포 기구(6)는 임프린트 장치(1)의 내부에 배치되지 않을 수 있으며, 즉 임프린트 장치(1)의 외부에 배치될 수도 있다. 예를 들면, 외부의 도포 기구에 의해 미리 수지가 공급된 기판(8)이 임프린트 장치(1) 내로 도입될 수 있다. 이 구성에 따르면, 임프린트 장치(1) 내부에서 도포 프로세스가 제거되므로, 임프린트 장치(1)의 처리 시간이 단축될 수 있다. 또한, 도포 기구(6)가 불필요하게 되므로, 임프린트 장치(1) 전체의 제조 비용이 감소될 수 있다.
- [0022] 몰드 유지 유닛(4)은, 평탄하지 않은 패턴(7a)을 갖는 몰드(7)의 표면이 기판(8)에 대향하도록 몰드(7)를 유지한다. 기판(8)에 대향하는 몰드(7)의 표면 상에 소정의 평탄하지 않은 패턴(7a)이 형성된다. 몰드(7)는 소정의 패턴(예를 들면, 회로 패턴 등)이 3차원 형상으로 형성된 몰드이다. 몰드(7)를 통해 광을 수지(9)에 조사하기 위해, 몰드(7)는 투광성 재료로 이루어진다. 그 재료는 예를 들면, 석영 등일 수 있다.
- [0023] 기판(8)은, 예를 들면, 단결정 실리콘으로 이루어지는 반도체 웨이퍼, 글래스 기판 등과 같은 피처리체이다. 수지(9)(임프린트 재료)가 기판(8)의 표면(피처리면)에 공급된다.
- [0024] 본 실시예에서는, 수지(9)로서 UV 광을 수광하면서 경화되는 성질을 갖는 광경화성 수지가 이용된다. 수지(9)의 재료는 제조되는 반도체 디바이스의 유형에 따라 적절히 선택된다.
- [0025] 다음으로, 임프린트 장치(1)에 의한 임프린트 처리에 대해 설명한다. 우선, (도시되지 않은) 기판 반송 유닛에 의해 기판(8)이 기판 스테이지(5)로 반송되고, 기판(8)이 기판 스테이지(5) 상에 재치된다. 기판 스테이지(5)에 의해 유지된 기판(8)은 도포 기구(6)를 이용해서 기판(8)의 표면에 수지(9)를 도포하기 위해서 도포 위치로 이동된다. 그 후, 도포 프로세스에서, 도포 기구(6)는 기판(8)의 소정의 샷(임프린트 영역)에 수지(9)를 공급한다. 다음으로, 수지(9)가 공급된 샷이 몰드(7)의 바로 아래에 위치되도록, 기판 스테이지(5)가 이동된다. 다음으로, 몰드 구동 기구를 구동시킴으로써, 몰드(7)에 형성된 패턴(7a)이 기판(8)에 공급된 수지(9)에 임프린팅된다(임프린팅 프로세스).
- [0026] 그 후, 수지(9)는 몰드(7)의 임프린팅 프로세스에 의해 패턴(7a)에 따라 유동한다. 보다 구체적으로, 수지(9)가 패턴(7a)의 오목부에 충전된다. 이 상태에서, 기판(8) 및 몰드(7)에 형성된 얼라인먼트 마크(10, 11)가 검출 유닛(3)에 의해 검출된다. 기판 스테이지(5)가 이동되면, 몰드(7)의 패턴면과 기판(8)의 도포면이 위치 정렬되고, 배울 보정 기구에 의해 몰드(7)의 배울이 보정된다. 수지(9)의 패턴(7a)으로의 충전과, 몰드(7)와 기판(8)과의 위치 정렬, 및 몰드(7)의 배울 보정이 충분히 행해진 단계에서, 조사 유닛(2)은 몰드(7)를 통해 광을 조사하고, 몰드(7)를 투과한 광에 의해 수지(9)가 경화된다(경화 프로세스). 이 때, 검출 유닛(3)은, 조사 유닛(2)으로부터 조사된 광의 광로를 차단하지 않도록 회피된다. 수지(9)가 경화된 후, 몰드(7)와 기판(8)이 서로 이형되어(이형 프로세스), 기판(8) 상에 몰드(7)의 패턴(7a)이 전사된다.
- [0027] 그 후에, 몰드(7)에 형성된 얼라인먼트 마크(10)와, 기판(8)에 형성된 얼라인먼트 마크(11)를 검출하는 방법에 대해 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 2는 본 실시예에 따른 검출 유닛(3)의 구성의 일례를 나타내는 개략도이다. 검출 유닛(3)은 검출 광학계(21)와 조명 광학계(22)를 포함하는 구성을 갖는다. 도 2는 검출 광학계의 광축과 조명 광학계의 광축일 일부 공통되는 것을 나타낸다.
- [0029] 조명 광학계(22)는 광원(23)으로부터의 광을 프리즘(24) 등과 같은 광학 부재를 이용해서 검출 광학계(21)의 광축과 같은 광축 상에 유도하여 얼라인먼트 마크(10, 11)를 조명한다.
- [0030] 예를 들면, 할로겐 램프, LED 등이 광원(23)으로서 이용될 수 있다. 광원(23)으로부터 조사되는 광은 상술한 조사 유닛(2)으로부터 조사되는 광의 파장과는 다른 파장을 가질 수 있다. 예를 들면, UV 광이 조사 유닛(2)으로부터 조사되는 광으로서 이용되고, 가시광이나 적외광이 광원(23)으로부터 조사되는 광으로서 이용된다.
- [0031] 검출 광학계(21)와 조명 광학계(22)는 이들을 구성하는 광학 부재의 일부를 공유하고, 프리즘(24)은 검출 광학계(21)와 조명 광학계(22)의 동공면 상 또는 그 근방에 배치된다. 각각의 얼라인먼트 마크(10, 11)는 회절 격자로 구성된다. 검출 광학계(21)는 조명 광학계(22)에 의해 조명된 얼라인먼트 마크(10)로부터의 회절광과, 얼라인먼트 마크(11)로부터의 회절광에 의해 생성된 패턴(무아르 줄무늬 패턴)의 화상을 화상 센서(25) 상에 형성한다. 화상 센서(25)는 CCD, CMOS 등을 채용할 수 있다.
- [0032] 프리즘(24)은 그 접합면 상에 조명 광학계(22)의 동공면 주변의 광을 반사하기 위한 반사막(24a)을 갖는다. 반사막(24a)은 조명 광학계(22)의 동공 강도의 분포 형상을 규정하기 위한 개구 조리개로서의 역할을 한다.

또한, 반사막(24a)은 검출 광학계(21)의 동공의 크기를 규정하기 위한 개구 조리개로서의 역할을 한다. 또한, 반사막(24a)은 검출 NA(NAo)를 규정한다.

- [0033] 프리즘(24)은 그 접합면 상에 반투막을 갖는 하프 프리즘일 수 있거나, 하프 프리즘에 한정되지 않고 그 표면에 형성된 반사막을 갖는 판 형상의 광학 소자일 수도 있다. 또한, 조명 광학계(22) 또는 검출 광학계(21)의 동공의 형상을 변화시키기 위해서, 프리즘(24)은 (도시되지 않은) 터렛(turret), 슬라이드 기구 등과 같은 변경 기구에 의해 다른 개구의 형상을 갖는 프리즘으로 교환될 수 있다. 프리즘(24)의 위치는 검출 광학계(21)와 조명 광학계(22)의 동공면 상 또는 그 근방에 배치되지 않을 수 있다.
- [0034] 또한, 동공 강도의 분포 형상을 규정하는 개구 조리개는 프리즘(24)에 배치되지 않을 수 있다. 예를 들면, 도 3에 나타낸 바와 같이, 검출 광학계(21)의 동공면 상에 개구 조리개(26)가 배치되고, 조명 광학계(22)의 동공면 상에 개구 조리개(27)가 배치된다. 개구 조리개(26)는 검출 광학계(21)의 동공의 크기를 규정하고, 개구 조리개(27)는 조명 광학계(22)의 동공 강도의 분포를 규정한다. 이 경우에, 프리즘(24)으로서 그 접합면 상에 반투막을 갖는 하프 프리즘이 이용된다. 개구 조리개(26) 및 개구 조리개(27)는 (도시되지 않은) 터렛 등과 같은 변경 기구에 의해, 다른 개구의 형상을 갖는 개구 조리개로 변경될 수 있다.
- [0035] 도 4는 검출 유닛(3)의 조명 동공의 분포와 검출 NA(NAo) 사이의 관계를 나타낸다. 도 4는 동공의 크기를 조명 광학계의 동공면 상의 개구수(NA)로 나타낸다. 본 실시예에 따른 조명 광학계(22)의 조명 동공의 분포는 IL1 내지 IL4의 4개의 광 강도 분포(폴(pole))를 포함한다. 상술한 바와 같이, 조명 광학계(22)의 동공면 상에 개구 조리개(27)가 배치되므로, 1개의 광원(23)으로부터 복수의 폴이 형성될 수 있다. 복수의 피크를 갖는 광 강도 분포 때문에, 복수의 광원이 필요하지 않으므로, 검출 유닛(3)이 단순화 또는 소형화될 수 있다.
- [0036] 각각의 폴 IL1 내지 IL4는 직경 NAp를 갖는 원형을 갖는다. 여기에서는, X축과 Y축의 교점이 광학계의 광축으로서 취해지고, 검출 광학계의 광축과 조명 광학계의 광축이 공통이다.
- [0037] 폴 IL1과 IL2는 동공면의 Y축 상의 광축으로부터 각각 양의 방향과 음의 방향으로 NAi1(NAi1)만큼 이격된 위치에 배치된다. 이런 방식으로, 광축 상을 제외하고 Y축 방향에 평행한 축 상의 광축에 대하여 폴 IL1과 IL2가 서로 대칭이 되게 배치될 수 있다. 폴의 크기는 Nap(NAp1)이다.
- [0038] 폴 IL3과 IL4는 동공면의 X축 상의 광축으로부터 각각 양의 방향과 음의 방향으로 NAi1(NAi1)만큼 이격된 위치에 배치된다. 이러한 방식으로, 광축 상을 제외하고 X축 방향에 평행한 축 상의 광축에 대하여 폴 IL3과 IL4가 서로 대칭이 되게 배치될 수 있다. 폴의 크기는 Nap(NAp2)이다.
- [0039] 즉, 조명 광학계(22)는 얼라인먼트 마크(10, 11)를 동시에 경사 입사로 조명하기 위하여 조명 동공의 분포를 형성한다. 얼라인먼트 마크(10, 11)에 대한 입사각 θ 는 아래와 같다.
- [0040] $\theta = \sin^{-1}(NA_{i1})$ 식 (1)
- [0041] 또한, NAO, NAp 및 NAi1은 이하의 식 (2)를 만족한다.
- [0042] $NAO < NA_{i1} - NAp / 2$ 식 (2)
- [0043] 즉, 얼라인먼트 마크(10, 11)로부터의 정반사광(0차 회절광)이 검출되지 않도록 암시야(dark field)가 구성된다.
- [0044] 다음으로, 도 5의 (a) 내지 (d)를 참조하여, 얼라인먼트 마크(10, 11)로부터의 회절광에 의해 생성된 패턴(무아르 줄무늬 패턴)의 생성 원리와 무아르 줄무늬 패턴을 이용한 그 상대 위치 검출에 대해 설명한다.
- [0045] 몰드와 기관에 형성된 회절 격자의 측정 방향에서의 주기는 서로 약간 상이하다. 상이한 주기를 갖는 회절 격자가 서로 중첩하면, 2개의 회절 격자로부터의 회절광 사이의 간섭으로 인해, 회절 격자 사이의 주기차를 반영한 주기를 갖는 패턴(소위, 무아르 줄무늬 패턴)이 나타난다. 이 경우에, 회절 격자의 상대 위치에 따라 무아르 줄무늬 패턴의 위상이 변하므로, 무아르 줄무늬 패턴을 관찰함으로써 기관과 몰드의 상대 얼라인먼트가 실현될 수 있다.
- [0046] 도 5의 (a)와 도 5의 (b)에 나타낸 바와 같이, 서로 약간 다른 주기를 갖는 회절 격자(31)와 회절 격자(32)가 서로 중첩하는 경우에, 회절 격자로부터의 회절광이 서로 중첩하여, 주기 차를 반영한 주기를 갖는 도 5의 (c)의 패턴(무아르 줄무늬 패턴)이 생성된다. 무아르 줄무늬 패턴에서, 2개의 회절 격자(31, 32)의 상대 위치에 따라 명암의 위치(줄무늬 패턴의 위상)가 변한다. 예를 들면, 하나의 회절 격자가 X 방향으로 어느 정도 시프

트되면, 도 5의 (c)의 무아르 줄무늬 패턴이 도 5의 (d)와 같이 변한다. 무아르 줄무늬 패턴의 위상은 2개의 회절 격자의 실제로 변환 상대 위치의 크기보다도 큰 주기로 변하므로, 검출 광학계(21)의 해상도가 낮은 경우에도, 2개의 물체의 상대 위치가 높은 정밀도로 측정될 수 있다.

[0047] 여기에서, 무아르 줄무늬 패턴을 검출하기 위해서 도 5의 (a)와 도 5의 (b)의 회절 격자가 명시야(bright field)로부터 검출되어야 하면(수직 방향으로부터 조명되어야 하고, 수직 방향으로부터 회절광이 검출되어야 하면), 회절 격자로부터의 0차 회절광도 검출된다. 0차 회절광은 무아르 줄무늬 패턴의 콘트라스트를 낮추므로, 본 실시예에 따른 검출 유닛(3)은 상술한 바와 같이 0차 회절광을 검출하지 않는 암시야의 구성을 갖는다. 따라서, 경사 입사로 조명하는 암시야의 구성에서도 무아르 줄무늬 패턴이 검출될 수 있도록, 몰드에 형성된 회절 격자와 기관에 형성된 회절 격자의 어느 하나는 도 6의 (a)에 나타난 바와 같은 체커보드 형상의 회절 격자이다. 몰드측의 회절 격자와 기관측의 회절 격자 중 어느 하나에 체커보드 형상의 회절 격자가 적용되어도 결과는 동일하지만, 몰드측의 회절 격자를 체커보드 형상의 격자로 취했을 경우를 예로 들어 설명한다.

[0048] 이러한 무아르 줄무늬 패턴을 이용해서 상대 위치를 검출하는 방법에서는, 낮은 해상도를 갖는 검출 광학계가 이용되어도, 높은 정밀도로 얼라인먼트가 유리하게 수행될 수 있다.

[0049] 도 6의 (a)와 도 6의 (b)는 몰드와 기관의 X 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한 몰드측의 얼라인먼트 마크(10)(제1 마크)의 회절 격자(10a)와, 기관측의 얼라인먼트 마크(11)(제2 마크)의 회절 격자(11a)를 각각 나타낸다. 몰드측의 얼라인먼트 마크(10)는 X 방향(제2 방향)과 Y 방향(제1 방향)으로의 각각에 주기 Pm(P1)의 주기 구조를 갖는 체커보드 형상의 회절 격자(10a)이다. 또한, 기관측의 얼라인먼트 마크(11)는 X 방향으로 주기 Pm과 다른 주기 Pw의 주기 구조를 갖는 회절 격자(11a)이다.

[0050] 2개의 회절 격자(10a(제1 회절 격자), 11a(제2 회절 격자))가 서로 중첩된 상태에서 검출 유닛(3)을 이용하여 무아르 줄무늬 패턴을 검출하는 원리에 대해 도 7a 및 7b를 참조하여 설명한다. 여기에서, 회절 격자(10a)의 X 방향과 Y 방향으로의 주기는 동일한 것으로 상정되지만, 반드시 동일할 필요는 없고, 회절 격자(10a)의 X 방향과 Y 방향으로의 주기는 상이할 수도 있다. 여기에서는 설명의 편의를 위해 회절 격자(10a)의 X 방향과 Y 방향으로의 주기가 동일한 경우에 대해서 설명하지만, X 방향과 Y 방향으로의 주기가 상이해도 기본적인 설명은 동일하다.

[0051] 도 7a와 도 7b는 회절 격자(10a)와 회절 격자(11a)를 각각 X축에 따른 방향과 Y축에 따른 방향으로부터 본 도면이다. X 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한 무아르 줄무늬 패턴은 도 4에 나타난 조명 동공면에서 Y축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL1 및 IL2에 의해 생성된다.

[0052] 여기에서, 회절 격자에 따른 회절각 ϕ 는 이하의 식으로 표현되며, 여기에서, d는 회절 격자의 주기이고, λ 는 광의 파장이고, n은 회절 차수이다.

[0053]
$$\sin\phi = n\lambda/d \quad \text{식 (3)}$$

[0054] 따라서, 회절 격자(10a, 11a)에 따른 회절각은 각각 ϕ_m 및 ϕ_w 인 것으로 상정되며, 이하의 식이 도출될 수 있다.

[0055]
$$\sin\phi_m = n\lambda/P_m \quad \text{식 (4)}$$

[0056]
$$\sin\phi_w = n\lambda/P_w \quad \text{식 (5)}$$

[0057] 도 7a를 참조해서 Y 방향(비측정 방향)으로의 회절광에 대해서 설명한다. 우선, 조명 동공면에서 비측정 방향인 Y축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL1 및 IL2에 의해, 회절 격자(10a) 및 회절 격자(11a)가 Y축 방향으로부터 동시에 경사 입사로 조명된다. 회절 격자(10a, 11a)에 의해 정반사된 광(0차 회절광) D1 및 D1'은, 검출 유닛(3)이 식 (2)를 만족하므로 검출 광학계(21)에 입사하지 않는다. 한편, Y 방향으로 Pm의 주기를 갖는 몰드측의 회절 격자(10a)에 의해 각도 ϕ_m 만큼 회절된 광 D2 및 D2'는 검출 광학계(21)에 의해 검출된다. 본 실시예에서는, 0차 회절광을 제외한 회절광 중에서 가장 높은 회절 강도를 갖는 ± 1 차 회절광이 검출될 수 있도록, Pm, NAO, NAil 및 NAp가 이하의 조건을 만족한다.

[0058]
$$|NA_{il} - |\sin\phi_m|| = |NA_{il} - \lambda/P_m| < NA_o + N_{Ap}/2 \quad \text{식 (6)}$$

[0059] 즉, Y 방향으로의 회절광이 식 (6)을 만족하는 범위의 파장 λ 로 검출될 수 있다.

[0060] 여기에서, D2가 Y축에 수직인 경우에 1차 회절광이 가장 효율적으로 검출될 수 있으므로, 광원으로부터 출력되는 조명광의 중심 파장을 λ_c 라 상정하면, 조명 조건과 몰드층의 회절 격자는 아래와 같이 조정되는 것이 바람직하다.

[0061]
$$NA_{il} - \lambda_c / P_m = 0 \quad \text{식 (7)}$$

[0062] 상술한 바와 같이, Y 방향으로, 몰드층의 회절 격자(10a)가 경사 입사로 조명되고, 회절 격자(10a)에 의해 Y 방향으로 광이 회절되고, 검출 광학계(21)에 의해 회절광이 검출된다.

[0063] 다음으로, X 방향(측정 방향)으로의 회절광에 대해 도 7b를 참조해서 설명한다.

[0064] 조명 동공면 상의 Y축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL1 및 IL2는 X축에 수직인 방향으로 회절 격자(10a, 11a)에 입사한다. Y 방향의 경우와 마찬가지로, +/- 1차의 회절광을 고려하면, 몰드층의 회절 격자(10a)로 +/- 1차로 회절되고, 기관층의 회절 격자(11a)로 +/- 1차로 회절된 회절광 D4는, P_m 과 P_w 가 서로 가까우므로 X축에 대하여 작은 각도로 검출 광학계(21)에 입사한다. 이 경우에, 회절각 ϕ_Δ 는 이하의 식으로 표현된다.

[0065]
$$\sin\phi_\Delta = \lambda \times |P_w - P_m| / P_m P_w \quad \text{식 (8)}$$

[0066] 식 (8)에서 $|P_w - P_m| / P_m P_w = P_\Delta$ 이면, 이하의 식이 도출될 수 있다.

[0067]
$$\sin\phi_\Delta = \lambda / P_\Delta \quad \text{식 (9)}$$

[0068] 이것은 회절광 D4에 의해 P_Δ 의 주기를 갖는 패턴이 생성된다는 것을 의미한다. 이 패턴이 무아르 줄무늬 패턴이며, 그 주기는 몰드층의 회절 격자와 기관층의 회절 격자의 주기의 차에 의존한다. 하지만, 본 실시예에서는 몰드층의 회절 격자가 체커보드 형상을 가지므로, 생성된 무아르 줄무늬 패턴의 주기는 $P_\Delta/2$ 가 된다. 이 경우에, 몰드와 기관의 상대 위치의 변화는 무아르 줄무늬 패턴의 명암의 위치 어긋남으로 확대되므로, 낮은 해상도를 갖는 검출 광학계가 이용되어도, 높은 정밀도로 얼라인먼트가 수행될 수 있다.

[0069] 다음으로, 몰드층의 회절 격자(10a) 또는 기관층의 회절 격자(11a) 중 어느 하나에서 1회 회절된 광은 각도 ϕ_m 또는 ϕ_w 로 방출된다(도 7b의 D3). D3은 무아르 줄무늬 패턴을 생성시키지 않고 노이즈가 되므로, D3은 검출 광학계(21)에 의해 검출되지 않는 것이 바람직하다. 따라서, 본 실시예에서는, 이하의 식 (10) 및 (11)을 만족하도록 회절 격자의 주기와 검출 유닛(3)이 조정된다.

[0070]
$$NA_o + NA_p / 2 < |\sin\phi_m| = \lambda / P_m \quad \text{식 (10)}$$

[0071]
$$NA_o + NA_p / 2 < |\sin\phi_w| = \lambda / P_w \quad \text{식 (11)}$$

[0072] 몰드층의 회절 격자(10a)와 기관층의 회절 격자(11a) 중 어느 하나에서 X축 방향으로 회절되지 않은 광(0차 회절광, 도 7b의 D5)은 몰드 및 기관 상에서 정반사되어 검출 광학계(21)에 입사한다. 기관층의 회절 격자에서 회절되지 않지만 기관 상에서 반사된 전후에 몰드층의 회절 격자에서 X축 방향으로 +/- n차 및 +/- n차로 회절된(전체 0차의) 회절광도 검출 광학계(21)에 입사한다. 이 광은 무아르 줄무늬 패턴을 생성시키지 않고 무아르 줄무늬 패턴의 콘트라스트를 낮추지만, 본 실시예에서는 몰드층의 회절 격자(10a)가 체커보드 형상을 가지므로, 인접하는 격자로부터의 회절광의 위상이 π 만큼 서로 상이하고, 회절광이 오프셋되게 한다. 따라서, D5의 강도가 억제되어, 높은 콘트라스트를 갖는 무아르 줄무늬 패턴을 측정할 수 있게 한다.

[0073] 몰드와 기관의 X 방향으로의 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴의 검출에 대해서 설명했지만, Y 방향으로의 그 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴의 검출도, 얼라인먼트 마크와 경사 입사 조명의 방향이 X 방향과 Y 방향 사이에서 변경되는 것을 제외하고는 기본적으로 동일하다.

[0074] 도 8의 (a)와 도 8의 (b)는 몰드와 기관의 Y 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한 몰드층의 얼라인먼트 마크(10)의 회절 격자(10b)와, 기관층의 얼라인먼트 마크(11)의 회절 격자(11b)를 각각 나타낸다. 몰드층의 얼라인먼트 마크(10)(제3 마크)는 X 방향과 Y 방향 각각으로 주기 $P_m(P_2)$ 의 주기 구조를 갖는 체커보드 형상의 회절 격자(10b)(제3 회절 격자)이다. 또한, 기관층의 얼라인먼트 마크(11)(제4 마크)는 Y 방향으로 주기 P_m 과 상이한 주기 P_w 의 주기 구조를 갖는 회절 격자(11b)(제4 회절 격자)이다.

[0075] Y 방향으로의 몰드 및 기관의 상대 위치를 검출하기 위한 무아르 줄무늬 패턴은, 회절 격자(10b)와 회절 격자(11b)를 조명 광학계로부터 조사된 광으로 동시에 조명함으로써 생성된다. 즉, 도 4에 나타난 조명 동공면에서

X축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL3과 IL4에 의해 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다.

- [0076] 여기에서, 본 실시예에서는, 도 4에 나타난 조명 동공면에서 Y축 방향에 평행한 축 상에 배열된 폴 IL1과 IL2에 의해, X 방향으로의 몰드 및 기관의 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다. 즉, 조명 동공면에서 비측정 방향에 따른 방향으로 배열된 광 강도 분포에 의해 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다.
- [0077] 한편, 얼라인먼트 마크(10)와 얼라인먼트 마크(11)의 주기가 조정되면, 도 4에 나타난 조명 동공면에서 X축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL3과 IL4에 의해, X 방향으로의 몰드 및 기관의 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴이 생성될 수도 있다. 즉, 조명 동공면에서 측정 방향에 수직인 방향에 따라 배열된 광 강도 분포에 의해 무아르 줄무늬 패턴도 생성될 수 있다.
- [0078] 그러나, 이 경우, IL3과 IL4를 회절시킴으로써 얻어진 +1차 회절광 및 -1차 회절광의 회절 격자(11a)에 대한 입사각이 서로 크게 차이나게 되므로, +1차 회절광과 -1차 회절광 중 하나만이 검출될 수 있다. 이들을 무리하게 검출하고자 하면, 검출 광학계의 NA가 매우 커질 필요가 있다.
- [0079] 반대로, 조명 동공면에서 측정 방향에 따른 방향으로 배열된 폴에 의해 무아르 줄무늬 패턴이 생성되는 경우에는, 비교적 작은 검출 NA를 유지하면서, 회절 격자(10a)에 의해 측정 방향으로 회절된 조명광의 +1차 회절광과 -1차 회절광 모두가 검출될 수 있다. 즉, 2배의 회절광이 검출될 수 있으므로, 2배의 광량에 의해 무아르 줄무늬 패턴이 유리하게 검출될 수 있다.
- [0080] 미국 특허 제7,292,326호는, 기관 상에 형성된 회절 격자에 의해 회절된 광이 몰드 또는 웨이퍼에 수직이 아닌 방향으로부터 검출되는 위치 검출 방법을 설명한다. 따라서, 1개의 검출 유닛으로 복수의 방향에 관한 상대 위치 정보가 취득될 수 없다. 기관과 몰드의 얼라인먼트를 행하기 위해서 적어도 두 방향(예를 들면, X 방향과 Y 방향)에 관한 상대 위치 정보를 취득할 필요가 있으므로, 적어도 2개의 검출 유닛이 필요하다. 또한, 몰드와 기관의 샷 형상이나 배율을 보정하기 위해서, 예를 들면 샷의 4개 위치에서 상대 위치에 대한 정보가 취득되어야 한다면, 8개의 검출 유닛이 필요하다. 따라서, 많은 검출 유닛이 필요하므로, 장치 비용이 증가하고, 광학계의 배치가 복잡해지고, 광학계를 배치하기 위한 공간을 확보하는 것이 어렵게 된다.
- [0081] 따라서, 도 9와 같이 회절 격자(10a, 10b)를 회절 격자(11a, 11b)와 각각 중첩시킴으로써 얻어진 마크가 도 4과 같은 조명 동공 분포와 검출 NA(NA_o)를 갖는 검출 유닛(3)을 이용해서 검출된다. 도 9에 나타난 바와 같이, 검출 유닛(3)의 시야(40)에 X 방향의 얼라인먼트 마크와 Y 방향의 얼라인먼트 마크가 동시에 배치되어, X 방향과 Y 방향으로의 얼라인먼트를 위한 무아르 줄무늬 패턴이 동시에 관찰될 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른 위치 검출계에서는, 하나의 검출 유닛(3)(검출 광학계(21)와 조명 광학계(22))에 의해 두 방향의 상대 위치에 대한 정보가 동시에 취득될 수 있다.
- [0082] 종래에는, 한 방향의 마크에 대하여 1개의 검출 유닛이 필요했지만, 본 실시예에 따르면, 종래 기술에 비해 검출 유닛의 수가 감소될 수 있다. 따라서, 저렴하고 단순화된 상대 위치 검출계가 제공될 수 있다.
- [0083] 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)의 주기가 동일하고, 회절 격자(11a)와 회절 격자(11b)의 주기가 동일한 경우에 대해서 설명했지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 구체적으로, 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)의 주기가 서로 상이할 수 있고, 회절 격자(11a)와 회절 격자(11b)의 주기가 서로 상이할 수 있다. 또한, 검출 유닛(3)의 광축으로부터 폴 IL1 및 IL2까지의 거리와, 광축으로부터 폴 IL3 및 IL4까지의 거리는 서로 상이할 수 있다.
- [0084] 한편, 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)가 각각 X 방향과 Y 방향에서 동일한 주기의 주기 구조를 갖는 회절 격자이면, 몰드에 형성된 얼라인먼트 마크(10)는 하나의 유형일 수 있다. 구체적으로, X 방향으로의 얼라인먼트를 위한 회절 격자(10a)와 Y 방향으로의 얼라인먼트를 위한 회절 격자(10b)가 공통 얼라인먼트 마크에 대응할 수 있고, 얼라인먼트 마크의 디자인이 단순화될 수 있다.
- [0085] 또한, 이러한 방식으로, 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)가 동일한 주기의 주기 구조를 갖는 회절 격자일 수 있으므로, 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)가 단일의 공통 회절 격자일 수 있다. 구체적으로, 회절 격자(10a)와 회절 격자(10b)가 회절 격자(11a)와 회절 격자(11b)에 동시에 중첩하는 충분한 면적을 갖는 하나의 회절 격자가 될 수 있다. 따라서, 얼라인먼트 마크의 디자인이 단순화될 수 있다.
- [0086] 상술한 바와 같이 본 실시예에 따른 위치 검출계에서 식 (6)을 만족하는 범위의 파장 λ 로 회절광이 검출될 수 있지만, 이 파장 범위는 가능한 한 넓은 것이 바람직하다.
- [0087] 기관(8)에 형성된 얼라인먼트 마크(11)는 기관(8)의 표면에 거의 노출되지 않고, 수층 내지 수십층의 층들이 적

층되는 프로세스의 내부에 대부분 형성된다. 얼라인먼트 마크(11) 상에 투명한 물질로 이루어지는 층이 형성되는 경우, 박막 간섭에 의해, 조명광의 파장에 따라 마크로부터 반사되는 광의 강도가 때때로 약해진다. 이 경우에, 조명광의 파장 λ 가 변경되면, 조명광이 박막 간섭 조건으로부터 벗어나고, 마크(11)를 볼 수 있게 한다.

[0088] 따라서, 검출 유닛(3)에 의해 얼라인먼트 마크가 검출되는 경우에도 조명광의 파장 λ 가 넓은 범위에서 변하는 것이 유용하고, 기관(8)을 준비하는 프로세스에 따라 최상의 검출 조건이 설정될 수 있다. 최상의 검출 조건은, 예를 들면, 무아르 줄무늬 패턴 신호 강도 또는 콘트라스트가 최대가 되는 조건을 말한다. 조명광의 파장 λ 는 광원(23)으로서 할로겐 램프와 같은 광대역 파장을 갖는 광원으로부터 밴드패스 필터 등으로 원하는 파장 대역을 절단하거나, LED와 같은 단색 광원으로서 상이한 중심 파장을 갖는 복수의 광원을 제공하여 이들 사이에서 변경시킴으로써 제공될 수 있다.

[0089] 조명광의 파장 λ 가 선택되면, 식 (3)의 회절 조건이 변하므로, 무아르 줄무늬의 신호 강도나 콘트라스트가 변하고, 측정 정밀도가 때때로 저하된다. 또한, 식 (6)을 만족하지 않는 파장이 때때로 선택된다. 이 경우에, 검출 광학계의 NA, 동공면 상의 조명 광학계의 광 강도 분포, 및 얼라인먼트 마크(10, 11)의 회절 격자의 주기도 변하여, 무아르 줄무늬 패턴의 강도, 콘트라스트 등을 향상시킬 수 있다.

[0090] 즉, 조명광의 파장 λ , 검출 광학계의 NA, 조명 광학계의 동공 분포 형상, 및 얼라인먼트 마크(10, 11)의 회절 격자의 주기는 기관(8)을 준비하는 프로세스에 따라서 무아르 줄무늬 패턴에 대한 최상의 검출 조건을 실현하도록 적절히 선택된다. 상술한 바와 같이, 검출 광학계의 NA 및 조명 광학계의 동공 강도 분포의 변경은 검출 유닛(3) 내에 배치된 프리즘(24) 및 개구 조리개(26, 27)를 변경함으로써 실현된다. 본 실시예에서는, 도 4에서와 같이, 조명 광학계의 동공면의 광 강도 분포와 같이 X 방향 및 Y 방향으로 각각 2개의 폴로 형성된 4중 폴(quadrupole)에 대해 설명하였다. X 방향 또는 Y 방향으로 2개의 폴로 형성된 이중 폴 조명이 광 강도 분포의 형상으로서 이용될 수 있다. 여기에서, 주변보다 더 높은 광 강도를 갖는 동공면의 영역이 폴이라 칭해진다. 따라서, 광은 폴들 사이에 존재할 수 있다. 또한, 광 강도 분포의 형상은 환상(annular shape)(환상 조명)일 수 있다. 이 경우에, 각각의 2개 광 강도 피크(폴)가 X 방향 및 Y 방향으로 형성된다. 그 결과, 환상 조명이 이용되어도, 조명 광학계가 비측정 방향으로 복수의 폴을 갖는 광을 조사할 수 있다.

[0091] 이러한 방식으로, 본 실시예에 따른 검출 유닛(3)은, 얼라인먼트 마크를 두 방향으로부터 동시에 경사지게 조명해서 수직으로 1개의 무아르 줄무늬 패턴을 검출하므로, 조명이 한 방향으로부터 경사지게 수행되는, 경사 방향으로부터의 검출을 위한 종래의 측정 광학계와 비교하여, 2배의 광량이 확보될 수 있다. 따라서, 높은 정밀도로 2개 물체의 상대 위치가 검출될 수 있다.

[0092] 본 실시예에서는 제1 마크와 제3 마크를 갖는 제1 물체가 몰드이고, 제2 마크와 제4 마크를 갖는 제2 물체가 기관인 경우에 대해서 설명했다. 그러나, 제1 마크와 제3 마크가 기관에 형성될 수도 있고, 제2 마크와 제4 마크가 몰드에 형성될 수도 있다. 하지만, 2 물체 중, 서로 중첩되게 배치된 2개 물체의 상대 위치를 검출하기 위해서, 광원측 상에 배치된 2개 물체 중 하나는 투광성일 필요가 있다. 제1 실시예에서는, 투광성을 갖는 물체인 몰드가 위치 검출 장치의 광축에 따라 광원측 상에 배치되어 있다.

[0093] 제2 실시예에 따른 위치 검출 장치에 대해서 설명한다.

[0094] 본 실시예에 따른 위치 검출 장치는, 검출 유닛(3)의 조명 동공 분포와 얼라인먼트 마크(10, 11)의 구성이 상이한 것을 제외하고는, 제1 실시예에 따른 위치 검출 장치의 구성과 동일한 기본 구성을 갖는다. 또한, 본 실시예에 따른 위치 검출 장치(검출 유닛(3))를 포함하는 임프린트 장치는 제1 실시예와 동일한 기본 구성을 가지며 그 임프린트 처리 방법도 제1 실시예와 동일하다.

[0095] 도 10은 본 실시예에 따른 검출 유닛(3)(위치 검출 장치)의 조명 동공 분포와 검출 NA(NA_o) 사이의 관계를 나타낸다. 도 4와 마찬가지로, 도 10은 동공의 크기를 조명계의 동공면 상의 개구수 NA로서 나타낸다. 본 실시예에 따른 검출 유닛(3)의 조명 동공 분포는 2개의 폴 IL11과 IL12를 포함한다. IL11 및 IL12는 각각 직경 NA_p 의 원형 폴이다. 여기에서, XY 평면 상에 X축 및 Y축과 다른 W축이 새롭게 정의된다. W축은, 예를 들면, X축 및 Y축의 각각과 45도를 형성하는 방향으로서 정의된다. IL11 및 IL12는 동공면의 W축 상의 광축으로부터 각각 양의 방향과 음의 방향으로 $NA_i l$ 만큼 이격된 위치에 배치되어 있다.

[0096] 따라서, 본 실시예에 따르면, 얼라인먼트 마크(10, 11)가 경사 입사로 조명된다. NA_o , NA_p 및 $NA_i l$ 은 상술한 식 (2)를 만족하고, 얼라인먼트 마크(10, 11)로부터의 정반사광(0차 회절광)이 검출되지 않는 암시야 구성으로 되어 있다.

[0097] 도 11의 (a)와 도 11의 (b)는 각각 몰드(7)와 기관(8)의 X 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한, 몰드에 형성

된 얼라인먼트 마크(10)와 기관에 형성된 얼라인먼트 마크(11)를 나타낸다. 몰드측의 얼라인먼트 마크(10)(제5 마크)는 X 방향과 W 방향(제3 방향)의 각각으로 주기 P_m의 주기 구조를 갖는 체커보드 형상의 회절 격자(10c)(제5 회절 격자)이다. 또한, 기관측의 얼라인먼트 마크(11)(제2 마크)는 X 방향으로 P_m과 다른 주기 P_w의 주기 구조를 갖는 회절 격자(11c)(제2 회절 격자)이다. 여기에서, 회절 격자(10c)의 X 방향 및 W 방향으로의 주기는 동일하지만, 동일하지 않을 수도 있다. 구체적으로, 회절 격자(10c)의 X 방향 및 W 방향으로의 주기는 상이할 수 있다.

[0098] 2개의 회절 격자(10c, 11c)가 서로 중첩된 상태에서 검출 유닛(3)에 의해 무아르 줄무늬 패턴을 검출하는 원리에 대해서 도 12a 및 12b를 참조하여 설명한다. 그 원리는 기본적으로 제1 실시예에서 설명한 원리와 같다. 도 12a 및 도 12b는 각각 WZ 평면 및 XZ 평면에서 본 회절 격자(10c)와 회절 격자(11c)를 나타낸다. X 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한 무아르 줄무늬 패턴은 회절 격자(10c)와 회절 격자(11c)를 조명 광학계로부터 조사된 광으로 조명함으로써 생성된다. 도 10에 나타낸 조명 동공면에서 W축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL11과 IL12에 의해 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다.

[0099] 도 12a를 참조해서 W 방향(비측정 방향)으로의 회절광에 대해서 설명한다. 우선, 조명 동공면에서 비측정 방향인 W축에 따른 방향으로 배열된 폴 IL11과 IL12에 의해, 회절 격자(10c) 및 회절 격자(11c)가 W 방향으로부터 경사 입사로 조명된다. 제1 실시예와 마찬가지로, 회절 격자(10c, 11c)에 따른 회절각 ϕ_m 및 ϕ_w 는 식 (4) 및 (5)로 표현된다.

[0100] 회절 격자(10c, 11c) 상에 정반사된 광(0차 회절광) D11 및 D11'은, 검출 유닛(3)이 식 (2)를 만족하므로 검출 광학계(21)에 입사하지 않는다. 한편, W축 방향으로 p_m의 주기를 갖는 회절 격자(10c)에 의해, 각도 ϕ_m 만큼 회절된 회절광 D12 및 D12'는 검출 광학계(21)에 의해 검출된다. 여기에서, 제1 실시예와 마찬가지로, P_m, N_{AO}, N_{AI1} 및 N_{AP}는 식 (6)을 만족하므로, 식 (6)을 만족하는 범위 내의 파장 λ 에서 Y축 방향으로의 회절광이 검출될 수 있다.

[0101] 또한, D12가 Y축에 수직인 경우에 가장 효율적으로 1차 회절광이 검출될 수 있으므로, 제1 실시예에서와 같이, 조명 조건과 몰드측의 회절 격자의 주기가 조정되는 것이 유용하다.

[0102] 상술한 바와 같이, W 방향으로, 몰드측의 회절 격자(10c)가 경사지게 조명되어, 회절광이 회절 격자(10c)에 의해 W 방향으로 회절되고, 검출 광학계(21)에 의해 검출된다.

[0103] 다음으로, 도 12b를 참조하여, X 방향(측정 방향)으로의 회절광에 대해 설명한다. 여기에서, IL11 및 IL12는 원래에는 용지면에 대하여 비틀어진 방향으로부터 도입되지만, 실제로 검출 광학계(21)에 의해 검출되는 광은 상술한 바와 같이 회절 격자(10c)에 의해 W 방향으로 ϕ_m 만큼 회절된 회절광 D12이다. 회절광 D12는 XY 평면에 대하여 수직인 방향으로 회절되므로, 회절광 D12가 또한 X 방향으로 회절되는 것을 고려하는 것은, XY 평면에 대하여 수직으로 도입된 입사광 IL11' 및 IL12'를 가상적으로 고려하는 것에 대응한다. 따라서, 여기에서는, 설명의 편의를 위해, IL11 및 IL12를 W축 방향으로 XY 평면에 수직하게 회절시킴으로써 얻어진 회절광 D12와 동등한 입사광 IL11' 및 IL12'를 이용하여 설명한다.

[0104] IL11' 및 IL12'는 X축에 수직인 방향으로부터 회절 격자(10c, 11c)에 입사한다. W 방향의 경우와 같이, +/- 1차의 회절광을 고려하면, 회절 격자(10c)에서 +/- 1차로 회절된 회절광 D14와, 회절 격자(11c)에서 -/+ 1차로 회절된 회절광 D14는 식 (8)로 표현되는 각도 ϕ_{Δ} 로 검출 광학계(21)에 입사한다. 따라서, 회절광 D14에 의해 주기 P Δ /2를 갖는 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다.

[0105] 다음으로, 회절 격자(10c) 및 회절 격자(11c) 중 어느 하나에서 1회 회절된 광은 각도 ϕ_m 또는 ϕ_w 로 방출된다(도 12b의 D13). D13은 무아르 줄무늬 패턴을 생성하지 않고 노이즈가 되므로, D13이 검출 광학계(21)에 의해 검출될 수 없도록, 회절 격자의 주기와 검출 유닛(3)은 식 (11)을 만족하도록 조정된다.

[0106] 회절 격자(10c)와 회절 격자(11c)의 어느 하나에서 X 방향으로 회절되지 않은 광(0차 회절광, 도 12b의 D15)은 몰드 및 기관 상에서 정반사되어 검출 광학계(21)에 입사한다. 또한, 기관에 형성된 회절 격자에서 회절되지 않고, 기관 상에서의 반사 전후에서 몰드에 형성된 회절 격자에서 각각 X 방향으로 +/- n차 및 -/+ n차 회절된 회절광(전체 0차)도 검출 광학계(21)에 입사한다. 이 광은 무아르 줄무늬 패턴을 생성하지 않고 무아르 줄무늬 패턴의 콘트라스트를 낮추지만, 회절 격자(10c)가 체커보드 형상이므로, 인접하는 격자로부터의 회절광의 위상이 π 만큼 서로 벗어나서 회절광이 서로 상쇄되게 한다. 따라서 D15의 강도가 억제되어, 우수한 콘트라스트를 갖는 무아르 줄무늬 패턴이 측정될 수 있다.

[0107] 몰드와 기관의 X 방향으로의 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴의 검출에 대해서 설명했지만, Y 방향으

로의 그 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴의 검출은 회절 격자(10c, 11c)의 X 방향과 Y 방향이 단순히 변경되는 것을 제외하고는 기본적으로 동일하다.

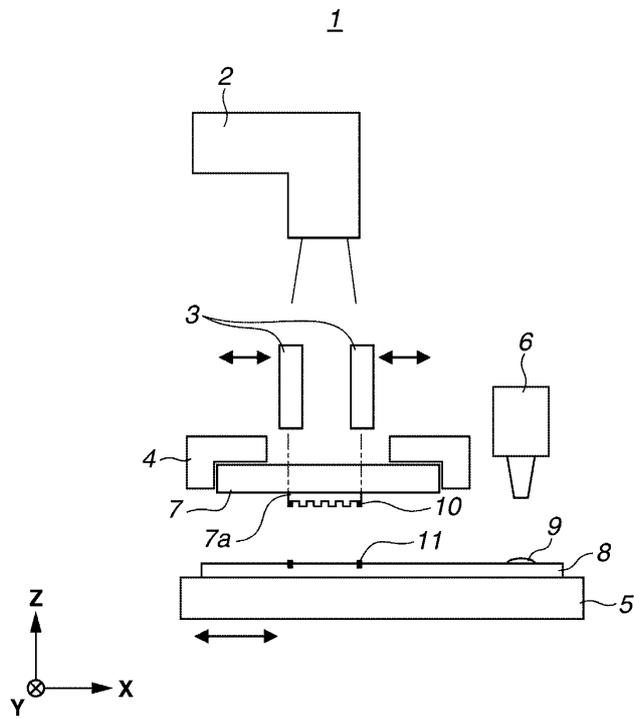
- [0108] 도 13의 (a)와 도 13의 (b)는 각각 몰드와 기관의 Y 방향으로의 상대 위치를 검출하기 위한, 몰드측의 얼라인먼트 마크(10)의 회절 격자(10d)와 기관측의 얼라인먼트 마크(11)의 회절 격자(11d)를 나타낸다.
- [0109] 몰드측의 얼라인먼트 마크(10)(제6 마크)는 X 방향과 Y 방향 각각으로의 주기 P_m의 주기 구조를 갖는 체커보드 형상의 회절 격자(10d)(제6 회절 격자)이다. 기관측의 얼라인먼트 마크(11)(제1 마크)는 Y 방향으로 주기 P_m과 다른 주기 P_w의 주기 구조를 갖는 회절 격자(11d)(제1 회절 격자)이다. 이들의 회절 격자를 중첩시키고, 폴 IL11과 IL12로 광을 조명함으로써, Y 방향으로의 몰드와 기관의 상대 위치 측정을 위한 무아르 줄무늬 패턴이 생성된다.
- [0110] 따라서, 도 9와 같이 회절 격자(10c, 10d)를 회절 격자(11c, 11d)와 각각 중첩시킴으로써 얻어진 마크가, 도 10과 같은 조명 동공 분포와 검출 NA(N_{AO})를 갖는 검출 유닛(3)을 이용해서 검출된다. 도 9에 나타낸 바와 같이, 검출 유닛(3)의 시야(40)에 X 방향으로의 얼라인먼트 마크와 Y 방향으로의 얼라인먼트 마크가 동시에 배치되므로, X 방향과 Y 방향으로의 얼라인먼트를 위한 무아르 줄무늬 패턴이 동시에 관찰될 수 있다. 즉, 본 실시예에 따른 위치 검출계에서는, 하나의 검출 유닛(3)(검출 광학계(21)와 조명 광학계(22))에 의해 두 방향으로의 상대 위치에 대한 정보가 동시에 취득될 수 있다.
- [0111] 또한, 본 실시예에 따른 위치 검출 장치는, X 방향과 Y 방향으로의 무아르 줄무늬 패턴을 공통인 조명 동공 분포로 생성할 수 있다. 이것이 조명 동공면 상에 배치되는 광 강도 분포의 수를 감소시킬 수 있으므로, 예를 들면, 미광(stray light)의 발생 등에 의해 무아르 줄무늬 패턴의 콘트라스트가 저하되는 것이 억제될 수 있다. 따라서, 높은 정밀도로 몰드와 기관의 얼라인먼트가 수행될 수 있다.
- [0112] 본 실시예에서는 W축이 X축 및 Y축의 각각에 대하여 45도를 형성하는 방향으로 정의되었지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 예를 들면, X축과 40도나 30도를 형성하는 방향으로 정의될 수도 있다. 하지만, X축 및 Y축에 대한 W축의 각도가 상이하게 되면, 회절 격자(10c)와 회절 격자(10d)의 기본 격자 형상도 상이하게 된다. 그 결과, 회절 격자(10c)와 회절 격자(10d)의 회절 효율이 상이하게 되므로, 검출되는 무아르 줄무늬 패턴의 강도나 콘트라스트의 차가 발생된다. 따라서, X 방향과 Y 방향의 얼라인먼트 정밀도 사이에 차를 유발할 가능성이 있다. W축은 2개의 측정 방향(X축 및 Y축)의 각각에 대하여 동일한 각도(45도)를 형성하는 방향으로 정의되는 것이 유용하다.
- [0113] 또한, 회절 격자(10c)와 회절 격자(10d)의 주기가 동일하고, 회절 격자(11c)와 회절 격자(11d)의 주기가 동일한 경우에 대해서 설명했지만, 본 실시예는 이에 한정되지 않는다. 구체적으로, 제1 실시예와 마찬가지로, 회절 격자(10c)와 회절 격자(10d)의 주기는 서로 상이할 수 있으며, 회절 격자(11c)와 회절 격자(11d)의 주기는 서로 상이할 수 있다.
- [0114] 제3 실시예에 따른 임프린트 장치에 대해서 설명한다.
- [0115] 도 14는 본 실시예에 따른 임프린트 장치의 구성을 나타내는 개략도이다. 본 실시예에 따른 임프린트 장치(50)는 투영 광학계(12)를 포함한다. 장치 및 임프린트 처리 방법의 다른 구성은 제1 실시예에서 설명한 임프린트 장치(1)와 기본적으로 동일하다.
- [0116] 투영 광학계(12)는 몰드(7)의 바로 위쪽에 배치되고, 몰드(7)에 형성된 얼라인먼트 마크(10)와 기관(8)에 형성된 얼라인먼트 마크(11)의 화상이 투영 광학계(12)의 투영면(13) 상에 투영된다.
- [0117] 또한, 투영 광학계(12)는 그 내부에 빔 스플리터(14)를 포함한다. 빔 스플리터(14)는 광의 파장에 따라 선택적으로 광을 반사 또는 투과시키기 위한 광학 부재이며, 예를 들면, 수지(9)를 경화시키는 UV 광이 반사될 수 있고, 얼라인먼트 마크(10, 11)를 조명하는 가시광선 또는 적외선은 투과될 수 있도록 설계될 수 있다. 빔 스플리터(24)는, 예를 들면, 다이크로익(dichroic) 미러나 다이크로익 프리즘을 채용할 수 있다. 도 14는 다이크로익 미러를 채용한 빔 스플리터(14)의 경우를 나타낸다.
- [0118] 조사 유닛(2)은 기관(8) 상에 도포된 수지(9)를 경화시키기 위해서 본 실시예에서는 UV 광을 조사한다. 조사 유닛(2)은 투영 광학계(12)의 측방으로부터 빔 스플리터(14)에 광을 조사하고, 빔 스플리터(14) 상에서 반사된 광이 투영 광학계(12)의 일부를 투과해서 패턴(7a)에 소정의 형상으로 조사된다.
- [0119] 검출 유닛(3)(위치 검출 장치)은 투영 광학계(12)(및 빔 스플리터(14))를 통해 얼라인먼트 마크(10, 11)를 조명한다. 투영 광학계(12)의 투영면(13) 상에 투영된 무아르 줄무늬 패턴의 화상을 검출함으로써, 몰드와 기관의

상대 위치가 검출된다. 검출 유닛(3)은 제1 실시예에서 설명한 검출 유닛일 수 있거나, 제2 실시예에서 설명한 검출 유닛일 수 있다.

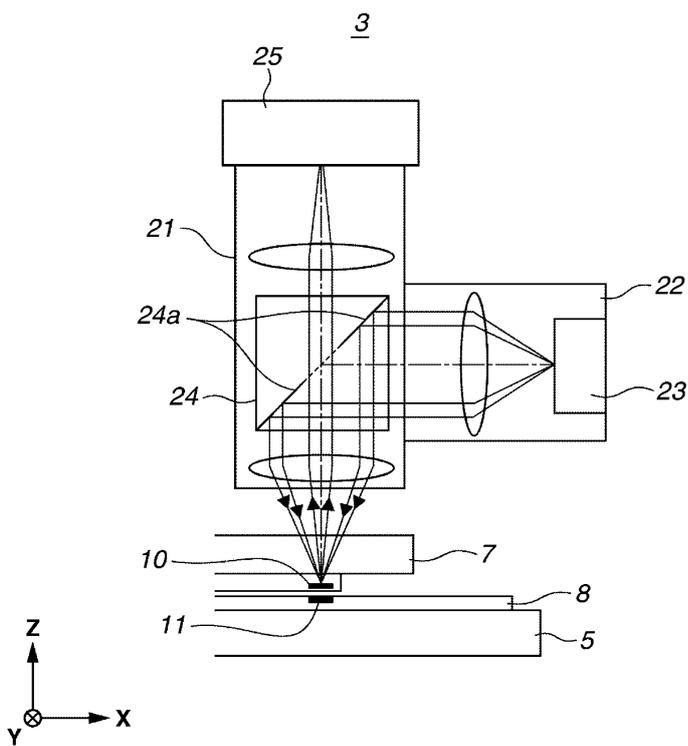
- [0120] 빔 스플리터(14)는 UV 광을 투과시키고 가시광선 또는 적외선을 반사하도록 구성될 수 있다. 이 경우, 검출 유닛(3)은 얼라인먼트 마크로부터의 회절광을 투영 광학계(12)의 빔 스플리터(14)로 절곡(bending)시킴으로써 얻어진 광을 검출한다. 즉, 조사 유닛(2)은 투영 광학계(12) 위에 배치되어, 검출 유닛(3)과 조사 유닛(2)의 위치가 도 14와 반대이다.
- [0121] 이러한 방식으로 장치를 구성함으로써, 몰드 및 기관에 대하여 그 광축이 수직이 되도록 배치된 검출 유닛(3)이 이용되어도, UV 광이 조사될 때 검출 유닛(3)을 퇴피시킬 필요가 없다. 검출 유닛(3)에 의해 얼라인먼트 마크가 검출된 후에, 검출 유닛(3)의 퇴피를 위한 시간은 불필요하게 된다. 따라서, 임프린트 장치의 생산성이 향상될 수 있다.
- [0122] 또한, 본 실시예에 따른 임프린트 장치(50)에서는, 투영 광학계(12)의 투영면(13)의 근방에 폴딩 미러(15)가 배치될 수 있다. 폴딩 미러(15)에 의해, 검출 유닛(3)으로부터 조명되는 조명광과 얼라인먼트 마크(10, 11)로부터의 회절광은 그 광속 직경이 작은 위치에서 XY 평면에 평행한 방향으로 절곡된다. 따라서, 검출 파장 범위를 확대시키거나 조명광량을 증가시키기 위해 검출 광학계(21)나 조명 광학계(22)의 NA를 확대해서 검출 유닛(3)의 직경이 커져도, 배치의 자유도가 높아지고, 검출 유닛(3)이 공간적으로 이용가능한 위치에 배치될 수 있다. 또한, 검출 유닛(3)의 배치의 자유도가 높아져서, 몰드(7)와 기관(8)에 형성된 얼라인먼트 마크(10, 11)의 배치의 자유도도 높아질 수 있다.
- [0123] 본 실시예에 따른 투영 광학계(12)가 존재하지 않는 경우, 검출 유닛(3)은 몰드 유지 유닛(4)에 구성된 몰드 구동 기구나 몰드 배율 보정 기구와의 간섭을 회피할 필요가 있다. 따라서, 검출 유닛(3)은 몰드(7)로부터 어느 정도 이격된 위치에 배치될 필요가 있거나, 그 직경이 가능한 한 작게 될 필요가 있다. 검출 유닛(3)이 몰드(7)로부터 이격된 위치에 배치되면, 그 광속 직경을 넓히도록 검출 유닛(3)이 커지고, 검출 유닛(3)이 배치되는 장소에도 제한이 생겨, 얼라인먼트 마크의 배치의 자유도가 낮아진다.
- [0124] 또한, 그 직경이 작도록 검출 유닛(3)이 배치되어야 하면, 검출 광학계(21) 및 조명 광학계(22)의 NA가 작아지므로, 얼라인먼트 마크를 조명하는 광량이 감소되고, 검출된 파장의 대역폭이 좁아진다. 그 결과, 몰드와 기관 사이의 상대 얼라인먼트의 정밀도가 낮아질 수 있다.
- [0125] 본 실시예에 따른 투영 광학계(12)를 구성함으로써, 몰드 구동 기구나 몰드 배율 보정 기구와의 간섭이나, 얼라인먼트 마크(10, 11)의 배치의 제한을 걱정하지 않고도, 검출 유닛(3)의 검출 광학계(21)나 조명 광학계(22)의 NA가 확대될 수 있다. 그 결과, 검출 유닛(3)의 검출된 파장 범위가 확대될 수 있고, 조명광량이 증가될 수 있다. 또한, 높은 정밀도로 몰드와 기관의 상대 얼라인먼트가 수행될 수 있다.
- [0126] 또한, 본 발명의 검출 유닛(위치 검출 장치)은 임프린트 장치에 한정되지 않고, 2개의 물체의 상대 위치를 측정해서 얼라인먼트를 수행하기 위한 장치에서 이용될 수 있다. 2개의 물체의 상대 위치가 검출될 수만 있다면, 2개의 물체는 몰드와 기관에 한정되지 않는다. 이 경우, 2개의 물체 중 하나에 얼라인먼트 마크(10)가 형성되고, 다른 물체에 얼라인먼트 마크(11)가 형성된다. 검출 유닛은 얼라인먼트 마크를 동시에 검출하도록 배치될 필요가 있다.
- [0127] 디바이스(반도체 집적 회로 디바이스, 액정 표시 디바이스 등) 제조 방법은, 상술한 임프린트 장치를 이용해서 기관(웨이퍼, 글래스 플레이트 및 필름 기관) 상에 패턴을 형성하는 프로세스를 포함한다. 또한, 디바이스 제조 방법은, 패턴이 형성되는 기관을 에칭하는 프로세스를 포함한다. 또한, 패턴화된 매체(기록 매체)나 광학 디바이스와 같은 다른 물품을 제조하는 방법은, 에칭 대신에 패턴이 형성된 기관을 가공하는 다른 처리를 포함할 수 있다. 본 실시예에 따른 물품 제조 방법은 종래 기술에 따른 방법에 비해, 물품의 성능, 품질, 생산성 및 제조 비용 중 적어도 하나에 있어서 유리하다.
- [0128] 본 발명의 실시예에 대해서 설명했지만, 본 발명은, 이들에 한정되지 않으며, 본 발명의 사상을 벗어나지 않고도 변경 및 변형될 수 있다.
- [0129] 실시예를 참조하여 본 발명이 설명되었지만, 본 발명이 개시된 실시예에 한정되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 이하의 청구항의 범위는 모든 변형, 동등한 구성 및 기능을 포함하도록 최광의의 해석에 따라야 한다.

도면

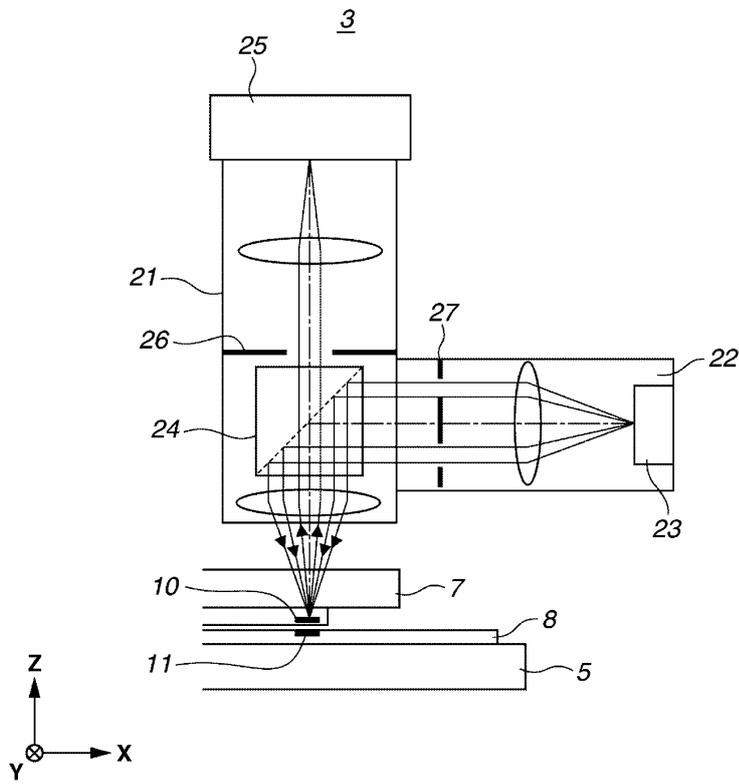
도면1



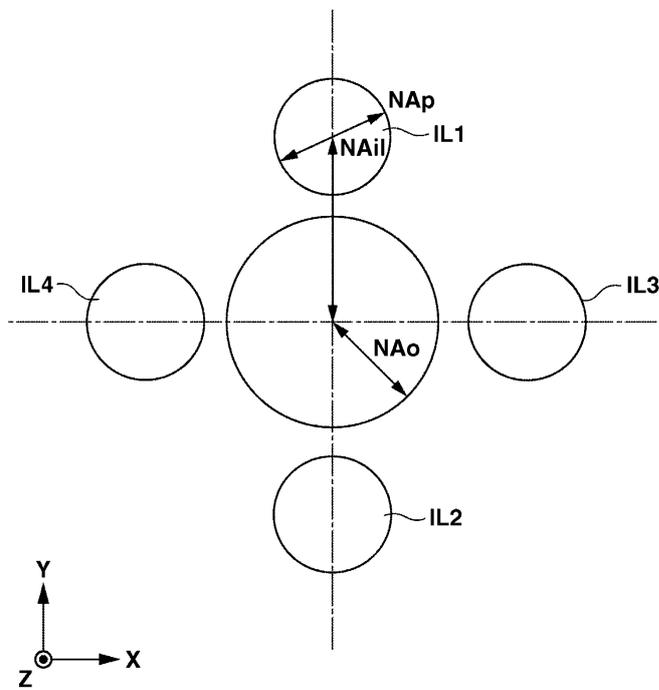
도면2



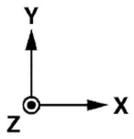
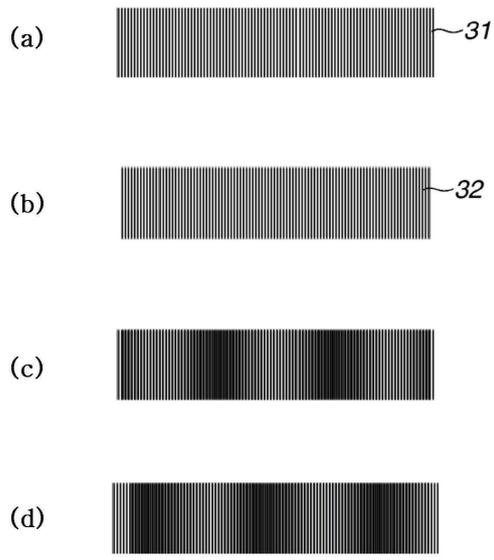
도면3



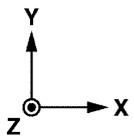
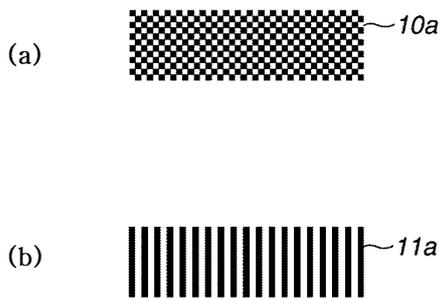
도면4



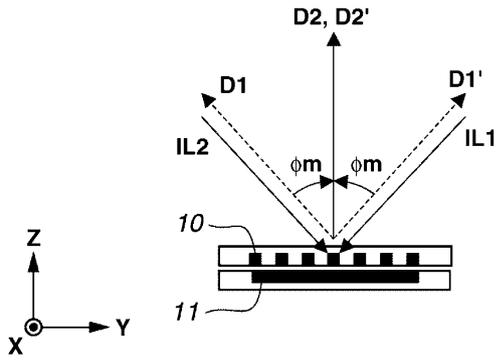
도면5



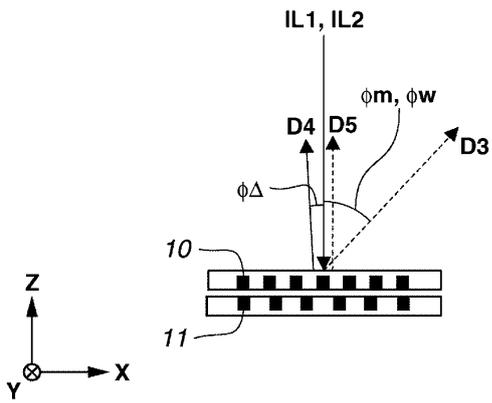
도면6



도면7a



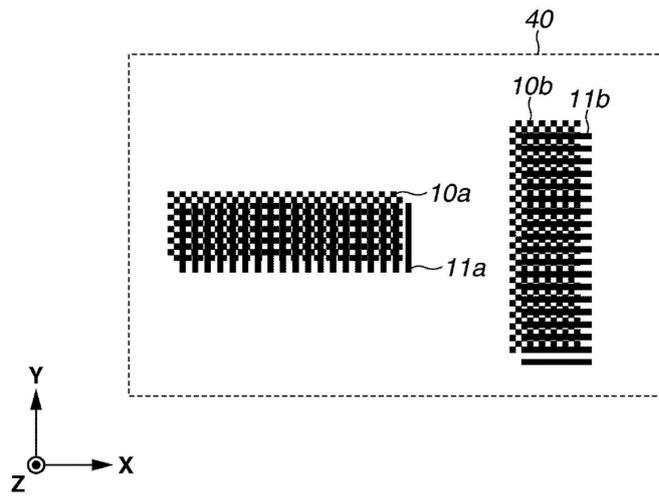
도면7b



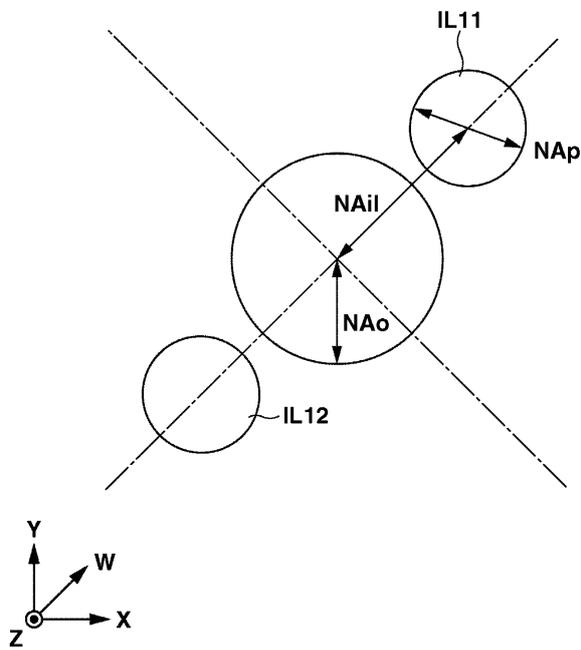
도면8



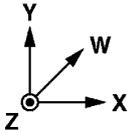
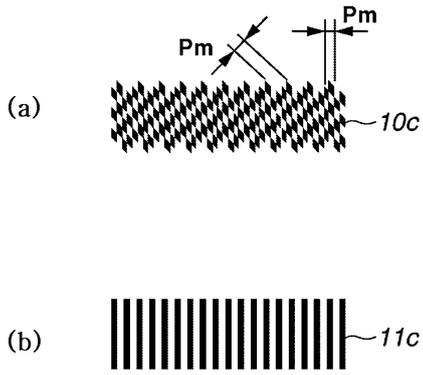
도면9



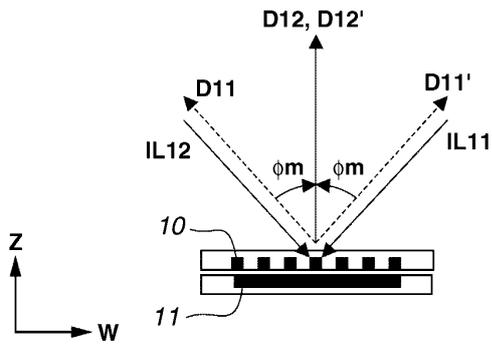
도면10



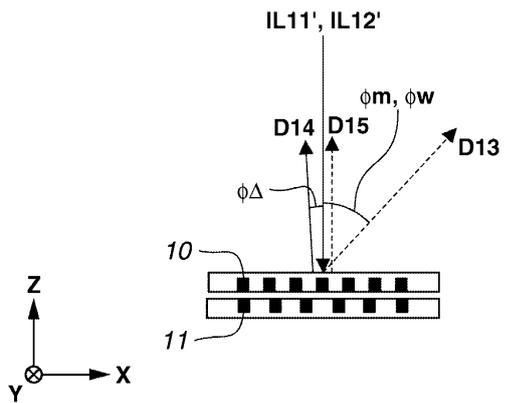
도면11



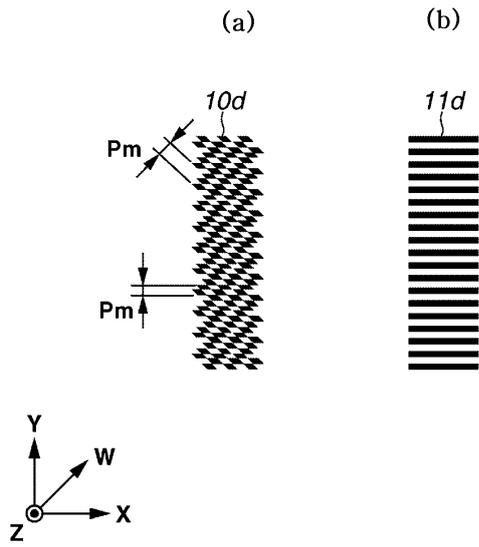
도면12a



도면12b



도면13



도면14

