



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년05월30일
(11) 등록번호 10-1741611
(24) 등록일자 2017년05월24일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 59/02 (2006.01) *B29C 33/12* (2006.01)
B29C 37/00 (2006.01) *G03F 7/00* (2006.01)
B82Y 10/00 (2017.01) *B82Y 40/00* (2017.01)
- (21) 출원번호 10-2014-0062848
(22) 출원일자 2014년05월26일
심사청구일자 2015년05월26일
(65) 공개번호 10-2014-0139428
(43) 공개일자 2014년12월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-111351 2013년05월27일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2007230229 A*
KR1020030079909 A*
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

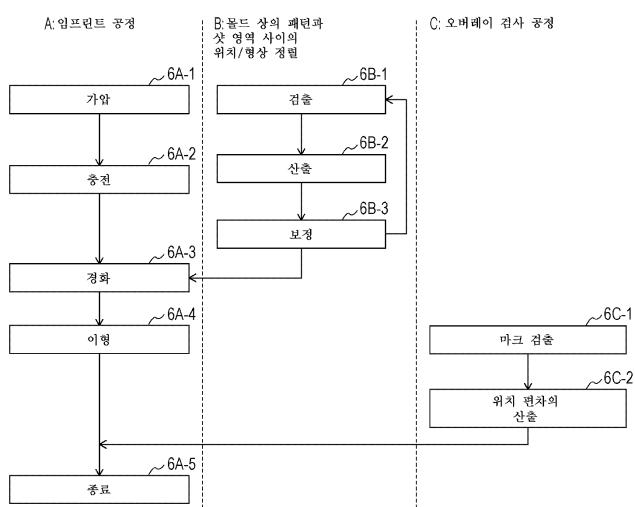
- (73) 특허권자
캐논 가부시끼가이사
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고
(72) 발명자
사토 히로시
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고
캐논 가부시끼가이사 내
히우라 미츠루
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고
캐논 가부시끼가이사 내
- (74) 대리인
장수길, 이중희

전체 청구항 수 : 총 19 항

심사관 : 김동훈

(54) 발명의 명칭 **임프린트 방법, 임프린트 장치 및 디바이스 제조 방법****(57) 요 약**

본 발명의 임프린트 방법은, 그 상에 형성되는 기판 상의 마크를 포함하는 패턴을 갖는 기판 상에 임프린트 재료를 공급하는 단계, 임프린트 재료와 몰드 상의 마크를 포함하는 패턴을 갖는 몰드를 접촉시키는 단계, 몰드가 그와 접촉된 상태에서 임프린트 재료를 경화시키는 단계 그리고 임프린트 재료 상에 마크를 포함하는 패턴을 형성하는 단계를 포함하고, 임프린트 재료 상의 마크의 상 그리고 기판 상의 마크의 상을 형성하도록 구성되는 광학 시스템을 사용하여, 몰드 상의 마크가 광학 시스템의 초점 심도로부터 벗어나 위치될 때까지 기판과 몰드 사이의 공간이 증가된 후에 임프린트 재료 상의 마크 그리고 기판 상의 마크를 겹출하고, 그에 의해 기판 상의 패턴 그리고 임프린트 재료 상의 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻는 것을 특징으로 한다.

대 표 도

명세서

청구범위

청구항 1

임프린트 장치용 임프린트 방법이며,

샷 영역과, 기판 마크를 갖는 상기 샷 영역 내의 패턴을 포함하는 기판 상에 임프린트 재료를 공급하는 단계와,

패턴 영역 및 몰드 마크를 갖는 몰드와 상기 임프린트 재료를 접촉시키는 단계와,

상기 몰드와 상기 임프린트 재료가 접촉된 상태에서 상기 임프린트 재료를 경화시키는 단계와,

상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시킴으로써, 상기 기판 상에, 상기 임프린트 재료에 패턴을 형성하고, 상기 임프린트 재료에 전사 마크를 형성하는 단계와,

상기 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻는 단계를 포함하고,

상기 몰드 마크가 광학 시스템의 초점 심도로부터 벗어나 위치할 때까지 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간이 증가된 후에, 상기 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차가, 상기 광학 시스템을 사용하여 상기 전사 마크로부터의 광 및 상기 기판 마크로부터의 광을 검출함으로써 얻어지는, 임프린트 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

복수의 샷 영역이 상기 기판 상에 배치되고,

상기 임프린트 재료를 경화시키는 단계 및 상기 패턴을 형성하는 단계가 상기 샷 영역의 각각에 대해 상기 몰드를 상기 임프린트 재료와 접촉시키는 단계에서 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬이 행해진 후에 실행되고,

상기 기판의 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻음으로써, 상기 복수의 샷 영역 내에 패턴을 순차적으로 형성할 때, 이전의 샷 영역 내에서 얻어진 상기 기판의 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차가, 후속의 샷 영역 내에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬에 사용되는, 임프린트 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 기판의 샷 영역 내의 패턴과 이전의 샷 영역 내에서 얻어진 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차가 허용 가능한 범위 내에 있지 않을 때, 상기 후속의 샷 영역 내에서의 패턴의 형성이 중단되는, 임프린트 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 몰드를 상기 임프린트 재료와 접촉시키는 단계에서 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬을 실행하고, 상기 임프린트 재료를 경화시키는 단계 및 상기 패턴을 형성하는 단계를 실행하고, 그 다음에 상기 기판의 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻음으로써, 복수의 기판 상에 패턴을 순차적으로 형성할 때, 상기 기판의 샷 영역 내의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차가 후속의 기판 내에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬에 사용되는, 임프린트 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 몰드는 상기 패턴 영역이 형성된 패턴면을 포함하고,

상기 몰드는 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간이 증가된 후에 상기 패턴면에 평행한 방향으로 이동되고, 그 다음에 상기 전사 마크 및 상기 기판 마크가 겹출되는, 임프린트 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판 마크가 상기 광학 시스템의 초점 심도 내에 위치하는 상태에서 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시키는 동작이 행해지는, 임프린트 방법.

청구항 7

몰드의 몰드 마크를 포함하는 패턴을 갖는 몰드를 기판 상에 공급되는 임프린트 재료와 접촉시키고, 상기 몰드가 상기 임프린트 재료와 접촉된 상태에서 상기 임프린트 재료를 경화시키고, 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시켜 전사된 몰드 마크에 의해 형성된 상기 임프린트 재료 상의 전사 마크를 포함하는 패턴을 상기 임프린트 재료에 형성하도록 구성되는 임프린트 장치로서, 상기 기판은 상기 기판 상에 형성된 상기 기판 상의 기판 마크를 포함하는 패턴을 갖는 샷 영역을 포함하는 임프린트 장치이며,

상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 변경하도록 구성된 구동 유닛과,

상기 전사 마크 및 상기 기판 마크를 겹출하도록 구성된 겹출 유닛과,

상기 구동 유닛 및 상기 겹출 유닛의 동작을 제어하고, 상기 겹출 유닛의 겹출 결과로부터 상기 기판 상에 형성된 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻도록 구성된 제어 유닛을 포함하고,

상기 겹출 유닛은, 센서 및, 상기 몰드를 통과하는 광에 의해 상기 전사 마크의 상(image) 및 상기 기판 마크의 상을 상기 센서 상에 형성하도록 구성된 광학 시스템을 포함하고,

상기 임프린트 재료가 경화된 후에, 상기 제어 유닛은, 상기 구동 유닛으로 하여금 상기 기판 마크가 상기 광학 시스템의 초점 심도로부터 벗어나 위치될 때까지 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시키게 하고, 그 다음에 상기 겹출 유닛이 상기 전사 마크 및 상기 기판 마크를 겹출하게 하는, 임프린트 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 겹출 유닛은 상기 몰드 마크를 겹출하는 기능을 더 포함하고,

상기 제어 유닛은 상기 몰드를 상기 임프린트 재료와 접촉시킬 때 상기 겹출 유닛이 상기 몰드 마크 및 상기 기판 마크를 겹출하게 하고, 겹출 결과로부터 상기 몰드 상에 형성된 패턴과 상기 기판 상에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻는, 임프린트 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어 유닛은 상기 기판 마크가 상기 광학 시스템의 초점 심도 내에 위치된 상태에서 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시키는 동작을 행하는, 임프린트 장치.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 임프린트 장치를 사용하여 기판 상의 임프린트 재료에 패턴을 형성하는 단계와,

상기 임프린트 재료에 형성된 패턴을 사용하여 상기 기판을 가공하는 단계를 포함하는, 디바이스 제조 방법.

청구항 11

샷 영역과, 기판 마크를 갖는 상기 샷 영역 내의 패턴을 포함하는 기판 상에 임프린트 재료를 공급하도록 구성된 공급 유닛과,

몰드의 몰드 마크를 포함하는 패턴을 갖는 상기 몰드와 상기 임프린트 재료를 접촉시키도록 구성된 구동 유닛과,

상기 몰드와 상기 임프린트 재료가 접촉된 상태에서 상기 임프린트 재료를 경화시키도록 구성된 경화 유닛과,

상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻도록 구성된 검출 유닛을 포함하고,

상기 구동 유닛은, 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시킴으로써, 상기 임프린트 재료에 전사 마크를 포함하는 패턴을 형성하도록 구성되고, 상기 전사 마크는 상기 임프린트 재료에 전사되는 상기 몰드 마크에 의해서 형성되고,

상기 몰드 마크가 광학 시스템의 초점 심도로부터 벗어나 위치할 때까지, 상기 구동 유닛에 의해 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간이 증가된 후에, 상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성되는 패턴 사이의 상대 위치 편차가 상기 검출 유닛에 의해 (i) 상기 광학 시스템으로부터 상기 몰드를 통해서 광을 통과시켜 상기 전사 마크의 상 및 상기 기판 마크의 상을 형성하고, (ii) 센서를 사용하여 상기 전사 마크의 상 및 상기 기판 마크의 상을 검출함으로써 얻어지는, 임프린트 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

복수의 샷 영역이 상기 기판 상에 배치되고,

상기 임프린트 재료의 경화 및 상기 패턴의 형성이 상기 샷 영역의 각각에 대해 상기 몰드를 상기 임프린트 재료와 접촉시킬 때에 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬이 행해진 후에 실행되고,

상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻음으로써, 상기 복수의 샷 영역 내에 패턴을 순차적으로 형성할 때, 이전의 샷 영역 내에서 얻어진 상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차가, 후속의 샷 영역 내에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬에 사용되는, 임프린트 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

이전의 샷 영역에서 얻어진 상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차가 허용가능한 범위 내에 있지 않은 경우, 후속하는 샷 영역 내의 상기 패턴의 형성이 중단되는, 임프린트 장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 몰드와 상기 임프린트 재료를 접촉시킬 때에 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬을 실행하고, 상기 임프린트 재료의 경화 및 상기 패턴의 형성을 실행하고, 그 다음에 상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻음으로써, 복수의 기판 상에 순차적으로 패턴을 형성할 때에, 상기 기판의 패턴과 상기 임프린트 재료에 형성된 패턴 사이의 상대 위치 편차가 후속하는 기판 내의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 정렬에 사용되는, 임프린트 장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 몰드는 상기 패턴이 형성된 패턴면을 포함하고,

상기 몰드는 상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간이 증가된 후에 상기 패턴면에 평행한 방향으로 이동되고, 그 다음에 상기 전사 마크 및 상기 기판 마크가 검출되는, 임프린트 장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 기판과 상기 몰드 사이의 공간을 증가시키는 동작이, 상기 기판 마크가 상기 광학 시스템의 초점 심도 내에 위치된 상태에서 행해지는, 임프린트 장치.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 몰드 마크 내의 임프린트 재료의 굴절률은, 상기 몰드 마크가, 상기 몰드와 상기 임프린트 재료가 서로 접촉하고 있는 동안에 상기 광학 시스템에 의해 검출될 수 없는 것인, 임프린트 방법.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 전사 마크는 상기 기판의 샷 영역 내의 패턴의 오목부에 형성되는 투영인, 임프린트 방법.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 전사 마크는 상기 임프린트 재료에 전사되는 상기 몰드 마크에 의해서 형성되는, 임프린트 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임프린트에 의해 형성되는 패턴과 기판 상의 샷 영역(shot area) 내의 패턴 사이의 정렬을 검사하는 정렬 마크를 검출하도록 구성되는 임프린트 방법, 임프린트 장치 및 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 임프린트 기술은 기판 상의 임프린트 재료 상에 몰드(mold) 상에 형성되는 패턴을 형성하는 기술이고, 반도체 디바이스 또는 자기 저장 매체를 제조하는 리소그래피 기술들 중 하나로서 제안된다(일본 특허 공개 제2007-281072호). 임프린트 장치는 임프린트 재료(예컨대, 광 경화 수지)와 그 상에 형성되는 패턴을 갖는 패턴면을 포함하는 몰드를 접촉시키고 임프린트 재료가 접촉 상태에서 경화되도록 구성된다. 경화된 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간이 증가되고, 몰드가 임프린트 재료로부터 이형되고, 그에 의해 패턴이 기판 상의 임프린트 재료 상에 형성된다.

[0003] 상술된 바와 같이 구성된 임프린트 장치로서, 다이-바이-다이 정렬 시스템(die-by-die alignment system)이 일반적으로 몰드와 기판 사이의 정렬 방법으로서 사용된다. 다이-바이-다이 정렬 시스템은 샷 영역마다 기판 상에 형성되는 복수의 샷 영역 내에 형성되는 복수의 정렬 마크 그리고 몰드 상에 형성되는 복수의 정렬 마크를 검출하도록 구성된다. 정렬 마크의 검출의 스코프(scope)는 마크의 상을 검출하도록 구성되는 센서 그리고 센서 상에 마크의 상을 형성하도록 구성된 광학 시스템을 구비하는 구성을 포함한다.

[0004] 임프린트 기술에서, 다이-바이-다이 정렬 시스템을 기초로 하여 샷 영역 그리고 몰드의 패턴면 내의 패턴들 사이의 정렬을 수행하고 몰드를 가압하고 임프린트 재료를 경화시키더라도, 경화 후에 샷 영역 내의 패턴과 전사된 패턴 사이에서 상대 위치 편차가 발생된다. 그러므로, 몰드의 패턴이 임프린트 재료로 전사된 후에 샷 영역 내의 패턴과 전사된 패턴 사이의 상대 위치 편차를 검사[오버레이 검사(overlay inspection)]하여야 한다.

[0005] 따라서, 일본 특허 공개 제2009-88264호에서, 기판 상의 기부 패턴 상에 미리 형성된 마크와 기판에 도포되는 수지에 전사되는 마크 사이의 상대 위치 편차의 크기가 임프린트 장치 내에 제공되는 정렬 센서에 의해 측정되는 구성이 기재되어 있다.

[0006] 센서 및, 센서 상에 마크 상을 형성하도록 구성된 광학 시스템을 구비한 스코프를 사용하여 오버레이 검사를 수행할 때에, 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간이 증가된 후에 마크를 검출하려는 시도가 수행되면, 몰드 상에 형성된 정렬 마크는 스코프의 시야 내에 위치된다. 그러므로, 오버레이 검사에 요구되는 각각의 샷 영역 내에 미리 형성된 마크 그리고 임프린트 재료 상에 형성된 마크를 검출하는 검출 정밀도에 영향을 미친다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명은 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간이 증가된 후의 오버레이 검사의 정밀도를 향상시킬 수 있는 임프린트 방법을 제공한다.
- [0008] 본원에 개시되는 임프린트 방법은 그 상에 형성되는 기판 상의 마크를 갖는 패턴을 포함하는 샷 영역을 갖는 기판 상에 임프린트 재료를 공급하도록 구성되는 공급 공정, 임프린트 재료와 몰드의 마크를 포함하는 패턴을 갖는 몰드를 접촉시키도록 구성되는 접촉 공정, 몰드가 그와 접촉된 상태에서 임프린트 재료를 경화시키도록 구성되는 경화 공정 그리고 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간을 증가시킴으로써 그에 전사된 몰드 상의 마크에 의해 형성된 임프린트 재료 상의 마크를 포함하는 패턴을 형성하도록 구성되는 형성 공정을 포함하고, 센서, 그리고 몰드를 통과하는 광에 의해 센서 상에 임프린트 재료 상의 마크의 상 그리고 기판 상의 마크의 상을 형성하도록 구성되는 광학 시스템을 사용하여, 몰드 상의 마크가 광학 시스템의 초점 심도로부터 벗어나 위치될 때까지 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간이 증가된 후에 센서에 의해 임프린트 재료 상의 마크 그리고 기판 상의 마크를 검출하고, 그에 의해 기판 상의 패턴 그리고 임프린트 재료 상의 패턴 사이의 상대 위치 편차를 얻는다.
- [0009] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부 도면을 참조하여 이하의 예시적인 실시예의 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 임프린트 장치를 도시하는 도면.
- 도 2는 임프린트 장치의 보정 기구를 도시하는 도면.
- 도 3a 및 도 3b는 몰드 상의 마크 그리고 기판 상에 형성되는 마크의 배치를 도시하는 도면.
- 도 4a 내지 도 4e는 기판 상의 패턴과 몰드 상의 패턴 사이의 상대 위치 편차를 도시하는 도면.
- 도 5a 내지 도 5c는 본 발명의 임프린트 공정을 도시하는 도면.
- 도 6은 본 발명의 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정의 흐름을 도시하는 도면.
- 도 7은 본 발명의 임프린트 동작의 흐름을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이제 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예가 상세하게 설명될 것이다. 각각의 도면에서, 동일한 구성 요소가 동일한 도면 부호에 의해 표시되고, 중복된 설명이 생략될 것이다.
- [0012] 도 1은 하나의 실시예의 임프린트 장치(1)를 도시하는 도면이다. 임프린트 장치(1)는 반도체 디바이스 등을 제조하는 공정에서 사용되는 리소그래피 장치이다. 임프린트 장치(1)는 몰드(11)(원판, 몰드)를 보유 지지하도록 구성되는 몰드 보유 지지 유닛(12), 기판(13)을 보유 지지하도록 구성되는 기판 보유 지지 유닛(14), 검출 유닛(15), 보정 기구(16) 및 제어 유닛(17)을 포함한다. 임프린트 장치(1)는 몰드 보유 지지 유닛(12)을 이동시키도록 구성되는 몰드 스테이지(22)(몰드 구동 유닛) 그리고 기판 보유 지지 유닛(14)을 이동시키도록 구성되는 기판 스테이지(23)(기판 구동 유닛)를 추가로 포함한다. 임프린트 장치(1)는, 도시가 생략되어 있지만, 기판(13) 상에 임프린트 재료(미경화 수지)를 공급하도록 구성되는 공급 유닛(분배기), 몰드 스테이지(22)를 보유 지지하는 브릿지 플래튼(bridge platen) 그리고 기판 스테이지(23)를 보유 지지하도록 구성되는 기부 플래튼(base platen)을 또한 포함한다.
- [0013] 여기에서 개시된 실시예에서, 임프린트 재료로서 자외선의 조사에 의해 경화되는 UV-경화 수지를 사용함으로써 몰드(11) 상에 형성되는 패턴을 전사하는 광 경화 방법을 기초로 하는 임프린트가 설명될 것이다. 임프린트 장치(1)는 기판(13) 상으로 공급된 임프린트 재료 그리고 그 상에 형성되는 패턴을 갖는 몰드(11)가 서로 접촉(가압)된 상태에서 도시되지 않은 광원으로부터의 자외선을 임프린트 재료에 조사함으로써 임프린트 재료를 경화시킨다. 임프린트 장치(1)는 경화된 임프린트 재료와 몰드(11) 사이의 공간을 증가시킴(이형함)으로써 임프린트 재료 상에 패턴을 형성(전사)하는 임프린트 공정을 수행한다.
- [0014] 몰드(11)는 임프린트 재료로 전사될 패턴이 3-차원 형상으로 형성되는 패턴면(11a)을 갖는다. 몰드(11)는 기판(13) 상의 임프린트 재료에 조사되는 자외선이 통과하게 하는 재료(예컨대, 석영)로 형성된다. 몰드측 마크(18)(제1 정렬 마크)가 패턴면(11a) 상에 형성된다.

- [0015] 몰드 보유 지지 유닛(12)은 몰드(11)를 보유 지지하도록 구성되는 보유 지지 기구이고, 진공 접촉 또는 정전 접촉에 의해 몰드(11)를 흡착하도록 구성되는 몰드 척(mold chuck)을 포함한다. 몰드 스테이지(22)는 적어도 Z-축 방향[기판(13) 상의 임프린트 재료 그리고 몰드(11)가 접촉될 때에 가해지는 압력의 방향](가압 방향) 그리고 임프린트 재료와 몰드(11) 사이의 공간을 증가시키는 방향(이형 방향)으로 몰드 보유 지지 유닛(12)[몰드(11)]을 구동시킨다. 몰드 보유 지지 유닛(12)은 Z-축 방향 그리고 또한 X-축 방향, Y-축 방향 그리고 Θ (Z-축에 대한 회전) 방향으로 몰드(11)를 구동시키는 기능을 가질 수 있다.
- [0016] 기판(13)은 패턴면(11a) 상에 형성된 패턴이 전사되어 형성되는 기판이고, 예컨대 단결정 실리콘 웨이퍼 및 실리콘 온 인슐레이터(SOI: Silicon on Insulator) 웨이퍼를 포함한다. 임프린트 재료는 공급 유닛으로부터 기판(13)에 공급(도포)된다. 기판측 마크(19)(제2 정렬 마크)가 패턴이 전사될 기판(13)의 샷 영역 내에 형성된다. 복수의 샷 영역이 기판(13) 상에 배치될 때에, 기판측 마크(19)는 각각의 샷 영역 내에 형성된다. 수지와 몰드 상에 형성된 패턴을 접촉시킬 때에, 몰드와 기판 사이의 정렬이 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 사용함으로써 수행된다.
- [0017] 기판 보유 지지 유닛(14)은 기판(13)을 보유 지지하도록 구성되는 보유 지지 기구이고, 진공 접촉 또는 정전 접촉에 의해 기판(13)을 흡착하도록 구성되는 기판 척을 포함한다. 기판 스테이지(23)는 X-축 방향 및 Y-축 방향 [몰드(11)의 가압 방향 및 이형 방향에 직각인 방향]으로 기판 보유 지지 유닛(14)[기판(13)]을 구동시킨다. 기판 스테이지(23)는 X-축 방향 및 Y-축 방향에 추가하여 X-축 방향 및 Θ (Z-축에 대한 회전) 방향으로 기판(13)을 구동시키는 기능을 가질 수 있다. 이러한 실시예에서, 몰드(11)는 기판(13)으로 몰드(11)를 이동시킴으로써 임프린트 재료로 이동된다. 그러나, 이것은 몰드(11)를 향해 기판(13)을 이동시킴으로써 또는 서로를 향해 몰드(11) 및 기판(13)을 이동시킴으로써 성취될 수 있다.
- [0018] 도 1에서, 검출 유닛(15) 중 2개가 제공된다. 그러나, 다음의 설명에서, 검출 유닛(15) 중 하나가 설명의 간략화를 위해 대표로서 설명될 것이다. 검출 유닛(15)은 몰드(11)를 통과하는 검출 광을 사용함으로써 몰드(11) 상에 형성된 몰드측 마크(18) 그리고 기판(13) 상의 샷 영역 내에 형성된 기판측 마크(19)를 광학적으로 검출(관찰)하도록 구성되는 스코프로 구성된다. 기본적으로는, 검출 유닛(15)이 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출하고, 그에 의해 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차가 검출 결과로부터 얻어진다. 그러므로, 검출 유닛(15)은, 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)의 상을 동시에 광학하는 상-광학 유닛(센서), 또는 상-광학 유닛이 마크의 상을 형성하게 하는 광학 시스템을 구비한 스코프로 구성될 수 있다. 이러한 방식으로, 검출 유닛(15)으로 마크를 검출하는 것은, 광학 시스템의 초점이 마크와 정렬된 상태에서 센서로 광학 시스템에 의해 형성되는 마크의 상을 광학하는 것을 의미한다. 추가로, 검출 유닛(15)은 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)에 의해 발생되는 무아레 신호(moire signal) 등의 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치를 반영하는 간섭 신호를 검출하도록 구성되는 스코프로 구성될 수 있다.
- [0019] 검출 유닛(15)은 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 동시에 검출하지 않아도 된다. 예컨대, 검출 유닛(15)은 검출 유닛 내부측에 배치된 기준 위치에 대해 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출하고 각각의 위치를 얻음으로써 몰드측 마크(18)와 기판측 마크(19) 사이의 상대 위치 편차를 얻을 수 있다. 검출 유닛(15)은 광원으로부터의 자외선의 광 경로를 차단하지 않도록 경사형 방식으로 배치되지만, 본 발명은 그에 제한되지 않는다. 예컨대, 검출 유닛(15)은 자외선이 미러를 통과하게 하고 가시광을 반사하게 하여 미러로부터 반사되는 광을 검출하는 특성을 갖도록 미러가 구성되면 경사지지 않은 상태로 배치될 수 있다.
- [0020] 도 2에 도시된 바와 같이, 임프린트 장치(1)는 보정 기구(16)(변형 유닛)를 구비할 수 있다. 예컨대, 보정 기구(16)(변형 유닛)는 패턴면(XY 표면)에 평행한 방향으로 패턴면(11a)(패턴 형상)을 변형시키도록 패턴면(11a)에 평행한 방향으로 몰드(11)의 측면 표면 상에 힘을 가한다. 이러한 경우에, 보정 기구(16)는 몰드(11)의 측면 표면과 접촉되는 접촉 부분(16a) 그리고 몰드(11)의 측면 표면을 향한 방향(가압 방향) 그리고 그로부터 멀어지는 방향(당김 방향)으로 접촉 부분(16a)을 구동시키도록 구성되는 액추에이터(16b)를 포함한다. 그러나, 보정 기구(16)는 가열 유닛을 구비할 수 있고, 몰드(11)에 열을 제공하고 몰드(11)의 온도를 제어함으로써 패턴면에 평행한 방향으로 패턴면(11a)을 변형시킬 수 있다.
- [0021] 제어 유닛(17)은, 임프린트 장치(1)의 동작을 제어하는 프로그램이 저장되는 메모리(MRY), 메모리(MRY) 내에 저장된 프로그램을 실행하도록 구성되는 프로세서(PCR) 그리고 검출 유닛(15)의 검출 결과를 사용하여 몰드 및 기판의 상대 위치를 연산하도록 구성되는 연산 유닛(CAL)을 포함한다. 임프린트 장치(1)를 구성하는 각각의 유닛을 제어하는 신호가 실행된 프로그램에 따라 출력된다. 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차는 검출 유닛(15)에 의해 검출된 몰드측 마크(18)와 기판측 마크(19) 사이의 검출 결과를 기초로 하여 제어 유닛(17)의 연

산 유닛(CAL)에 의해 얻어진다. 제어 유닛(17)은 입력값으로서 연산 유닛(CAL)에 의한 연산 결과에 따라 몰드 스테이지(22) 또는 기판 스테이지(23)를 구동시키는 신호를 출력한다. 제어 유닛(17)으로부터 출력된 신호를 기초로 하여, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치가 몰드 스테이지(22) 또는 기판 스테이지(23)의 이동에 의해 변화되고, 그에 의해 몰드(11)와 기판(13) 사이의 정렬이 성취된다. 몰드 스테이지(22) 및 기판 스테이지(23)의 양쪽 모두가 동시에 또는 순차적으로 구동될 수 있다. 추가로, 제어 유닛(17)은 임프린트 장치(1)에 의해 패턴을 형성할 때에 보정 기구(16)에 의해 몰드(11)의 패턴면(11a)의 변형량을 제어한다.

[0022] 이제부터 도 3a 및 도 3b를 참조하여, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 정렬에 사용되는 정렬 마크가 설명될 것이다. 도 3a는 몰드(11)의 패턴면(11a) 상에 형성된 몰드측 마크(18)를 도시하고 있다. 도 3b는 기판(13) 상의 샷 영역 상에 형성된 기판측 마크(19)를 도시하고 있다. 이러한 실시예에서, 6개의 칩 영역이 1개의 샷 영역 내에 배치된다는 것이 가정된다.

[0023] 도 3a에 도시된 바와 같이, 몰드측 마크(18a 내지 18h)가 몰드(11)의 패턴면(11a) 상에 형성된다. X-축 방향으로 길이 방향을 갖는 몰드측 마크(18a, 18b, 18e, 18f)는 X-축 방향으로 측정 방향을 갖는 마크이다. 동일한 방식으로, Y-축 방향으로 길이 방향을 갖는 몰드측 마크(18c, 18d, 18g, 18h)는 Y-축 방향으로 측정 방향을 갖는 마크이다. 도 3a에서, 점선에 의해 둘러싸인 영역은 6개의 칩 영역(4)을 표시하고, 전사될 패턴이 칩 영역(4)의 각각 내에 형성된다. 이러한 실시예에서, 6개의 칩 영역(4)이 형성되는 영역 그리고 몰드측 마크(18)가 형성되는 영역[패턴면(11a)]은 집합적으로 샷 영역(5)으로서 정의된다.

[0024] 도 3b에 도시된 바와 같이, 회로 패턴 및 기판측 마크(19a 내지 19h)가 기판(13) 상의 각각의 샷 영역(5)에 형성된다. X-축 방향으로 길이 방향을 갖는 기판측 마크(19a, 19b, 19e, 19f)는 X-축 방향으로 측정 방향을 갖는 마크이다. 기판측 마크(19a, 19b, 19e, 19f)는 도 3a에 도시된 몰드측 마크(18a, 18b, 18e, 18f)에 대응한다. 대응하는 몰드측 마크 및 기판측 마크는 몰드와 기판 사이의 X 방향으로의 상대 위치 편차를 얻는 데 사용된다. Y-축 방향으로 길이 방향을 갖는 기판측 마크(19c, 19d, 19g, 19h)는 Y-축 방향으로 측정 방향을 갖는 마크이다. 기판측 마크(19c, 19d, 19g, 19h)는 도 3a에 도시된 몰드측 마크(18c, 18d, 18g, 18h)에 각각 대응한다. 몰드와 기판 사이의 Y 방향으로의 상대 위치 편차는 이를 대응하는 몰드측 마크 및 기판측 마크를 사용함으로써 얻어진다. 도 3b에서, 샷 영역(5) 내부측에서 실선에 의해 둘러싸인 영역은 6개의 칩 영역(4)을 나타낸다.

[0025] 임프린트 장치(1)에 의해 기판(13) 상에 패턴을 형성할 때, 즉 몰드(11)가 기판(13) 상의 임프린트 재료와 접촉될 때에, 몰드측 마크(18a 내지 18h) 그리고 그에 대응하는 기판측 마크(19a 내지 19h)는 서로에 근접하게 위치된다. 그러므로, 몰드(11)의 패턴면(11a)과 기판(13)의 샷 영역(5) 사이의 상대 위치 편차가 검출 유닛(15)에 의해 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출함으로써 얻어질 수 있다. 몰드(11)의 패턴면(11a)과 기판(13) 상의 샷 영역(5) 사이의 상대 위치 편차가 발생될 때에, 패턴의 불량 전사(불량 제품)가 초래될 수 있다.

[0026] 이제부터 도 4a 내지 도 4e를 참조하여, 임프린트에서의 몰드(11)의 패턴면(11a)과 기판(13)의 샷 영역(5) 사이의 상대 위치 편차가 설명될 것이다. 여기에서, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차는 몰드(11)의 패턴면(11a)과 기판(13)의 샷 영역(5) 사이의 위치(시프트) 또는 형상(배율)의 편차(오차)의 발생을 의미한다. 검출 유닛(15)은 복수의 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 각각 검출하고, 검출 결과를 기초로 하여, 연산 유닛(CAL)은 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차를 얻는다. 도 4a 내지 도 4e는 몰드(11)의 패턴면(11a)과 기판(13) 상의 샷 영역(5) 사이에서 발생된 상대 위치 편차[이후, "몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차"로도 지칭됨]를 도시하는 도면이다. 몰드(11)(의 패턴)와 샷 영역(5)(의 패턴) 사이의 편차는 시프트, 배율 편차 및 회전을 포함한다. 기판측 마크(19)에 대한 몰드측 마크(18)의 상대 위치 편차(위치 편차의 크기)를 얻음으로써, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차 성분을 알게 된다.

[0027] 도 4a는 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 시프트인 경우를 도시하고 있다. 검출 유닛(15)에 의해 검출된 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)가 하나의 방향으로 각각 시프트될 때에, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차는 시프트인 것으로 추정된다.

[0028] 도 4b는 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 배율 편차인 경우를 도시하고 있다. 검출 유닛(15)에 의해 검출된 각각의 몰드측 마크(18)가 기판측 마크(19) 그리고 샷 영역(5)의 중심에 대해 외향으로 또는 내향으로 균일하게 이탈될 때에, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차는 배율 편차인 것으로 추정될 수 있다.

[0029] 도 4c는 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 사다리꼴 편차인 경우를 도시하고 있다. 검출 유닛(15)에 의해 검출된 각각의 몰드측 마크(18)는 기판측 마크(19) 그리고 샷 영역(5)의 중심에 대해 외향으로 또는 내향으로

이탈된다. 편차 방향이 샷 영역(5)의 위와 아래 사이에서 또는 좌측과 우측 사이에서 상이할 때에, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차는 사다리꼴 편차인 것으로 추정될 수 있다.

[0030] 도 4d는 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 트위스팅(twisting)인 경우를 도시하고 있다. 기판측 마크(19)에 대해 검출 유닛(15)에 의해 검출된 몰드측 마크(18)의 편차 방향이 샷 영역(5)의 위와 아래 사이에서 또는 좌측과 우측 사이에서 상이할 때에, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차는 트위스팅인 것으로 추정된다.

[0031] 도 4e는 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 회전인 경우를 도시하고 있다. 기판측 마크(19)에 대해 검출 유닛(15)에 의해 검출된 몰드측 마크(18)의 편차 방향이 샷 영역(5)의 위, 아래, 좌측 및 우측 사이에서 상이하고 편차가 샷 영역(5) 내의 어떤 지점에 대해 원을 그릴 때에, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차는 회전인 것으로 추정된다.

[0032] 도 4a에 도시된 바와 같이, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 시프트일 때에, 제어 유닛(17)은 몰드 스테이지(22)를 이동시킨다. 구체적으로, 검출 유닛(15)은 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출하고, 제어 유닛(17)의 연산 유닛(CAL)은 검출 결과를 기초로 하여 몰드(11)에 대한 상대 위치 편차를 얻는다. 제어 유닛(17)은 기판(13) 상의 샷 영역(5)과 패턴면(11a)을 중첩시키도록 얻어진 상대 위치 편차로부터 몰드 스테이지(22)의 구동량을 제어한다. 몰드 스테이지(22)에 추가하여, 기판 스테이지(23)가 몰드 스테이지(22)의 구동과 동시에 또는 순차적으로 이동될 수 있다. 시프트의 위치 편차는 몰드 스테이지(22) 및 기판 스테이지(23) 중 적어도 하나를 구동시킴으로써 보정된다.

[0033] 도 4b 내지 도 4d에 도시된 바와 같이, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 편차가 배율 편차, 사다리꼴 편차 또는 트위스팅일 때에, 제어 유닛(17)은 보정 기구(16)에 의해 몰드(11)의 패턴면(11a)의 형상을 변형시킨다. 구체적으로, 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)는 검출 유닛(15)에 의해 검출되고, 제어 유닛(17)의 연산 유닛(CAL)은 검출 결과를 기초로 하여 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차를 얻는다. 제어 유닛(17)은 패턴면(11a)의 형상이 얻어진 상대 위치 편차로부터 기판(13) 상의 샷 영역(5)의 형상으로 되도록 보정 기구(16)에 의해 패턴면(11a)의 변형량을 제어한다. 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이의 정렬이 보정 기구(16)에 의해 패턴면(11a)을 변형시키고 기판 스테이지(23)에 의해 기판(13)(샷 영역)을 이동시킴으로써 성취된다. 액추에이터(16b)의 구동량[즉, 몰드(11)에 가해지는 힘]과 패턴면(11a)의 변형량 사이의 대응 관계를 표시하는 데이터를 미리 획득하고 제어 유닛(17)의 메모리(MRY) 내에 이것을 저장하는 것이 또한 가능하다. 제어 유닛(17)은 메모리(MRY) 내에 저장된 데이터를 기초로 하여 패턴면(11a)의 변형량에 대응하는 액추에이터(16b)의 구동량을 얻고 액추에이터(16b)를 구동시키도록 구성된다.

[0034] 또한, 도 4e에 도시된 바와 같이, 몰드(11)와 샷 영역(5) 사이에 회전 차이가 있을 때에, 제어 유닛(17)은 몰드 보유 지지 유닛(12) 및 기판 스테이지(23) 중 하나 또는 양쪽 모두를 회전시킴으로써 회전 차이를 보정할 수 있다.

[0035] 이제까지 설명된 것과 같이, 몰드(11) 및 샷 영역(5)의 정렬 그리고 패턴면(11a)의 형상의 보정이 수행되고, 그 다음에 몰드(11) 상에 형성된 패턴이 기판(13) 상의 임프린트 재료로 전사된다.

[0036] 도 5는 기판(13) 상의 임프린트 재료(20)로 몰드(11)의 패턴면(11a) 상에 형성된 패턴을 전사하는 임프린트 공정을 도시하고 있다. 도 5a 내지 도 5c는 단면으로부터 관찰되는 기판(13) 및 몰드(11)의 상태를 각각 도시하고 있다.

[0037] 도 5a에 도시된 바와 같이, 임프린트 재료(20)는 기판(13) 상의 샷 영역(5)에 공급된다. 임프린트 재료(20)는 일반적으로 고-휘발성 수지이므로, 임프린트 재료(20)가 임프린트 공정 직전에 기판(13) 상으로 공급된다. 임프린트 재료가 저-휘발성 재료이면, 임프린트 재료가 스피n 코트(Spin Coat) 등에 의해 기판의 전체 표면(그 상에 배치된 복수의 샷 영역) 상에 미리 공급될 수 있다. 상술된 바와 같이, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 상대 위치 편차는 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출함으로써 얻어지고, 기판의 시프트의 이동 또는 몰드의 형상의 보정에 의해 정렬을 수행한다.

[0038] 도 5b에 도시된 바와 같이, 몰드(11)는 임프린트 재료(20)와 접촉되고, 몰드(11) 상에 형성된 패턴(요철 구조물)에는 임프린트 재료(20)가 충전된다. 이 때에, 검출 유닛(15)으로부터 조사되는 검출 광속이 몰드(11) 및 임프린트 재료(20)를 통과하고, 그에 따라 기판측 마크(19)가 검출 유닛(15)에 의해 검출될 수 있다. 그러나, 몰드(11) 및 임프린트 재료(20)가 서로 접촉되고 패턴의 오목부에 수지가 충전되고 그에 따라 몰드측 마크(18)가 측정될 수 없는 경우가 있다. 굴절률의 차이는 공기가 몰드(11)와 임프린트 재료(20) 사이의 접촉 전에 몰드(11)의 몰드측 마크(18)의 오목부와 접촉되기 때문에 높다. 그러나, 굴절률의 차이가 패턴의 오목부 내에

충전된 수지에 의해 감소되므로, 몰드측 마크(18)가 검출될 수 없다. 그러므로, 몰드(11)의 재료와 상이한 굴절률 및 투과율을 갖는 물질을 몰드측 마크(18) 상에 도포하고 이온의 조사에 의해 마크 부분의 굴절률을 변화시키는 방법이 제안되었다. 이를 방법을 사용함으로써, 몰드측 마크(18)가 도 5b의 상태에서도 검출될 수 있다. 검출 유닛(15)이 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출하고, 패턴면(11a) 그리고 기판(13) 상의 샷 영역(5)이 상술된 바와 같이 몰드 스테이지(22)의 구동 그리고 보정 기구(16)를 사용함으로써 정렬되고, 그 다음에 임프린트 재료(20)가 경화된다.

[0039] 도 5c는 임프린트 재료(20)가 경화된 상태를 도시하고 있고, 그 다음에 경화된 임프린트 재료(20)와 몰드(11) 사이의 공간은 몰드(11) 및 기판을 분리(이형)하도록 증가된다. 여기에서, 패턴면(11a) 상에 형성되는 패턴이 임프린트 재료(20) 상에 형성되고, 동시에, 몰드측 마크(18)가 또한 임프린트 재료(20)로 전사되고, 전사 마크(21)(제3 정렬 마크)가 기판(13) 상에 형성된다. 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)가 이형 공정 후에 검출되고, 그에 의해 기판 상의 샷 영역(내의 패턴)과 임프린트 재료 상에 형성된 패턴 사이의 상태 위치 편차가 측정될 수 있고, 즉 소위 오버레이 검사가 수행될 수 있다. 이형 공정 후에 오버레이 검사를 수행하기 위해, 검출 유닛(15)은 몰드(11)가 여전히 임프린트 재료 상에 형성된 전사 마크(21) 상에 있는 상태에서 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)를 검출한다.

[0040] 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)가 몰드(11)와 임프린트 재료(20) 사이의 접촉 시에 검출 유닛(15)에 의해 검출되므로, 시야 내에 존재하는 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)가 이형 후에도 검출 유닛(15)에 의해 검출될 수 있다. 이러한 방식으로, 패턴의 전사 직후의 기판(13)의 상부 층 상의 패턴 그리고 하부 층 상의 패턴의 오버레이 검사가 정렬을 위해 검출 유닛(15)을 사용함으로써 임프린트 장치에 의해 수행될 수 있다.

[0041] 검출 유닛(15)(스코프)은 기판(13)을 포커싱함으로써 접촉(가압) 시에 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)를 검출한다. 구체적으로, 검출 유닛(15) 내에 포함된 광학 시스템은 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)의 상을 형성한다. 그러므로, 기판으로부터의 몰드의 이형 직후에 기판측 마크(19) 및 전사 마크(21)를 검출하려는 시도가 수행될 때에, 몰드측 마크(18)가 검출 유닛(15)의 각각의 초점 심도 내에 위치되고, 그에 따라 오버레이 검사가 영향을 받을 수 있다. 따라서, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 공간을 충분히 증가시키고 검출 유닛(15)의 각각의 초점 심도로부터 벗어나게 몰드(11)[의 마크(18)]를 배치함으로써, 기판측 마크(19) 및 전사 마크(21)만이 관찰될 수 있다.

[0042] 예컨대, 600 nm의 파장을 갖는 검출 광속(가시광)을 사용함으로써 0.1의 검출 NA를 갖는 스코프를 각각 갖는 검출 유닛(15)으로 마크(19, 21)를 검출했을 때, 스코프의 초점 심도는 $\pm 30 \mu\text{m}$ 이다. 그러므로, 스코프의 초점 위치가 기판(13)의 표면 상에 있을 때에, 몰드측 마크(18)는 30 μm 초과의 공간까지 몰드와 기판 사이의 공간을 증가시킴으로써 검출 유닛(15)에 의해 검출되지 않는다.

[0043] 여기에서, 검출 유닛(15)이 기판(13)[기판측 마크(19)] 상에 반드시 포커싱되지 않아도 되고, 기판측 마크(19)가 검출 유닛(15)의 초점 심도 내에 위치되지만 하면 된다. 기판측 마크(19)는 적어도 몰드(11)[의 마크(18)]이 검출 유닛(15)의 초점 심도로부터 벗어나 위치된 후에 검출 유닛(15)의 초점 심도 내에 위치되기만 하면 된다. 대안적으로, 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간은 기판측 마크(19)가 검출 유닛(15)의 초점 심도 내에 위치된 상태에서 증가될 수 있다.

[0044] 이제까지 설명된 것과 같이, 검출 유닛(15)은 몰드(11)가 전사 마크(21) 상에 존재하는 상태에서 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)로부터 몰드(11)를 통과하는 광을 검출한다. 위치 편차를 얻는 유닛[연산 유닛(CAL)]이 검출 유닛(15)의 검출 결과를 사용함으로써 이형 후의 전사 마크(21)와 기판측 마크(19) 사이의 상태 위치, 즉 오버레이 정밀도(오버레이 검사)를 측정한다.

[0045] 도 6은 이러한 실시예의 임프린트 공정의 흐름을 도시하고 있다. 이러한 실시예를 설명하는 흐름은 A: 임프린트 공정, B: 몰드의 패턴과 샷 영역 사이의 위치/형상 정렬 그리고 C: 오버레이 검사 공정을 포함한다.

[0046] A: 임프린트 공정은 도 5에 도시된 바와 같이 그 상에 형성되는 패턴을 갖는 몰드를 사용함으로써 기판 상의 임프린트 재료에 패턴을 형성(전사)하는 공정이다.

[0047] B: 몰드의 패턴과 샷 영역 사이의 위치/형상 정렬은 몰드측 마크 및 기판측 마크를 검출하고 상대 위치를 측정하고 그에 의해 몰드의 패턴과 기판 상의 샷 영역 사이의 상대 위치 및 형상의 차이를 얻고 차이를 보정하는 공정이다.

[0048] C: 오버레이 검사 공정은 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)를 검출하고 그에 의해 임프린트 재료 상에 형성된

패턴과 기판 상의 샷 영역 사이의 상대 위치 편차를 측정하고 오버레이 검사를 수행하는 공정이다.

[0049] 우선, 몰드 및 임프린트 재료가 서로 접촉되고(6A-1: 가압 공정), 몰드 상에 형성된 패턴(요철 패턴)에 수지가 충전된다(6A-2: 충전 공정). 가압 공정 및 충전 공정과 동시에, 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)의 검출이 검출 유닛에서 가능해지면, 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)의 검출이 시작된다(6B-1: 검출 공정). 2개의 마크의 검출 결과를 기초로 하여, 몰드의 패턴과 샷 영역 사이의 상대 위치의 산출이 시작된다. 2개의 마크를 동시에 검출하기 위해, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 공간이 충분히 감소된 후에만 측정이 시작될 수 있다. 그러나, 예컨대, 몰드측 마크(18)가 검출 유닛에 의해 미리 검출되고, 검출 유닛의 기준부(예컨대, 스코프의 수광 표면)에 대한 몰드측 마크(18)의 위치가 측정 및 기억된다. 기판측 마크(19)가 검출 유닛에 의해 검출되고, 검출 유닛의 기준부에 대한 기판측 마크(19)의 위치가 측정된다. 2개의 마크의 상대 위치가 이러한 방식으로 검출 유닛에 의해 검출된 몰드측 마크(18) 및 기판측 마크(19)로부터 얻어질 수 있다.

[0050] 복수의 몰드측 마크(18) 그리고 기판(13) 상의 샷 영역 내에 형성된 복수의 기판측 마크(19)를 검출함으로써 검출 유닛(15)에 의해 얻어진 검출 결과를 기초로 하여, 도 4에 도시된 몰드(의 패턴)와 기판(의 패턴) 사이의 상대 위치 또는 형상 차이가 산출된다(6B-2: 산출 공정). 몰드 및 기판 중 적어도 하나의 위치 및 형상이 상대 위치 및 형상의 산출된 차이(차이 크기)에 따라 보정된다(6B-3: 보정 공정). 정렬 마크를 검출하는 방법 그리고 몰드를 보정하는 방법은 도 2 및 도 4와 연계하여 설명에서 기재된 방법에 의해 수행될 수 있다.

[0051] 절차는 보정 공정(6B-3)에서의 보정이 충분한지를 확인하기 위해 검출 공정(6B-1)으로 재차 복귀될 수 있다. 검출 공정, 산출 공정 및 보정 공정은 복수회 만큼 수행되고, 충분한 보정이 요구된 정밀도에 대해 수행된 사실이 확인될 때에, 임프린트 재료에는 임프린트 재료를 경화시키도록 자외선이 조사된다(6A-3: 경화 공정).

[0052] 임프린트 재료가 경화되었을 때, 경화된 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간이 몰드로부터 임프린트 재료를 분리하도록 증가된다(6A-4: 이형 공정). 경화된 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간은 경화된 임프린트 재료 및 몰드가 서로 접촉된 상태로부터 몰드 스테이지(22)(몰드 구동 유닛) 또는 기판 스테이지(23)(기판 구동 유닛)를 구동시킴으로써 증가된다. 임프린트 재료와 몰드 사이의 공간은 몰드 스테이지(22) 및 기판 스테이지(23)를 동시에 또는 순차적으로 구동시킴으로써 증가될 수 있다.

[0053] 이 때에, 공간이 몰드와 기판 사이의 공간이 검출 유닛의 광학 시스템의 초점 심도보다 커지도록 증가된다. 기판측 마크(19)와 검출 유닛(15)의 광학 시스템의 초점을 정렬할 때에 임프린트 재료로부터 몰드를 분리함으로써, 몰드측 마크(18)가 검출 유닛(15)의 광학 시스템의 초점 심도로부터 이탈되고, 그에 따라 관찰 불가능해진다. 또는 몰드측 마크(18)가 관련되는 간접 신호 등의 기판측 마크(19)에 대한 상대 위치를 반영하는 신호가 발생되지 않는다. 이러한 구성에서, 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)가 검출 유닛(15)에 의해 검출된다(6C-1: 마크 검출 공정). 검출 유닛(15)에 의해 검출된 검출 결과가 제어 유닛(17)의 연산 유닛(CAL)(상대 위치 편차를 얻는 유닛)으로 보내진다. 검출 유닛(15)에 의해 검출된 검출 결과를 기초로 하여, 연산 유닛(CAL)이 상대 위치 편차를 산출할 수 있다(오버레이 검사)(6C-2: 위치 편차 산출 공정).

[0054] 마크 검출 공정(6C-1)에서, 몰드(11)와 기판(13) 사이의 공간이 검출 유닛(15)의 광학 시스템의 초점 심도에 대해 증가될 수 없으면, 몰드(11)는 몰드측 마크(18)가 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)와 중첩되지 않는 위치로 이형 방향에 적각인 방향으로 이동(시프트)된다. 정렬에 통상적으로 사용되는 정렬 마크의 크기는 100 μm 의 정도이다. 몰드(11)는 정렬 마크의 크기보다 작지 않은 공간만큼 패턴면(11a)에 평행한 방향으로 이동되기만 하면 된다. 정렬 마크의 크기와 정합되도록 몰드(11)를 이동시킴으로써, 2개의 마크가 검출 유닛(15)의 검출 시야 내에 포함된 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)에 의해 검출될 수 있고, 그에 의해 상대 위치 편차가 산출될 수 있다. 몰드(11)가 패턴면(11a)에 평행한 방향으로 이동되는 것으로 설명되었지만, 기판(13)이 이동될 수 있다. 이러한 경우에, 기판(13)은 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)가 검출 유닛(15)의 검출 시야로부터 이탈되지 않도록 이동된다. 상술된 바와 같이, 몰드(11)가 이동될 때에도, 검출 유닛(15)은 몰드(11)가 전사 마크(21) 상에 있는 상태에서 몰드(11)를 거쳐 전사 마크(21) 및 기판측 마크(19)를 검출한다.

[0055] 검출 공정(6B-1)의 검출 방법 그리고 산출 공정(6B-2)의 산출 방법은 마크 검출 공정(6C-1)에서의 검출 방법 그리고 위치 편차 산출 공정(6C-2)에서의 측정 방법에 적용될 수 있다.

[0056] 이러한 실시예에서, 기판 상의 샷 영역과 샷 영역의 각각 내의 전사된 패턴 사이의 상대 위치 편차가 이형 공정 직후에 얻어질 수 있으므로, 오버레이 검사는 생산성을 저하시키지 않으면서 패턴이 전사되는 샷 영역에 수행될 수 있다. 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정의 종료(6A-5) 후에, 기판 상의 샷 영역 내에서의 패턴의 형성이 완료되었는지가 판정된다. 패턴 형성이 완료되지 않았으면, 기판(13)이 패턴의 전사를 위해 다음의 샷 영

역으로 이동된다. 이러한 방식으로, 오버레이 검사는 패턴이 이미 전사된 샷 영역과 상이한 샷 영역으로 패턴을 전사하는 공정을 시작하기 전에 수행된다.

[0057] 도 6에서의 공정 B에서, 임프린트가 몰드의 패턴과 샷 영역의 패턴 사이의 위치 및 형상의 정렬에 의한 몰드와 기판 사이의 상대 위치/형상의 충분한 보정 후에 수행되므로(6B-1 내지 3), 오차가 작아야 한다. 그러나, 도 6에서의 공정 C에서, 공정 C: 오버레이 검사 공정(6C-1 내지 2)에서의 검출 결과로부터 오버레이 정밀도가 낮은(편차가 큼) 경우가 있다. 고려 가능한 이유는, 임프린트 공정에서 임프린트 재료가 경화되기 전의 정렬의 측정 순간과 임프린트 재료가 경화된 후의 정렬의 측정 순간 사이에 상대 위치 편차가 발생되기 때문이다.

[0058] 수지가 경화될 때에 일어나는 상대 위치 편차의 원인들 중 하나는 수지의 수축이다. 수지는 수지의 경화의 시작으로부터 수지가 충분히 경화될 때까지 수지의 경화에 따라 수축되므로, 응력이 수지의 수축과 관련하여 몰드에 가해진다. 기판과 몰드 사이의 상대 위치 편차는 몰드에 가해진 응력 때문에 동일한 방향으로 각각의 샷 영역 내에서 일어난다는 것이 밝혀졌다. 몰드가 이형 시에 경화된 수지로부터 분리될 수 있으면 문제가 없다. 그러나, 몰드가 기판의 표면에 직각인 방향에 대해 소정 각도로 이형되면 힘이 XY 방향으로 패턴에 가해지고 그에 따라 위치 편차가 초래된다는 것이 또한 밝혀졌다.

[0059] 그러므로, 위치 편차 산출 공정(6C-2)에서 얻어진 측정 결과가 오프셋으로서 다음의 기판 이후로부터 다음의 샷 영역 내에 또는 산출 공정(6B-2)에서 추가될 수 있다. 패턴이 관련된 기술에서 모든 샷 영역 내에 전사된 후에 오버레이 검사가 수행되는 경우에서보다 짧은 사이클로의 피드백이 가능해지고, 그에 의해 오버레이 검사의 정밀도의 향상이 예측된다.

[0060] 추가로, 오버레이 검사의 결과(데이터)가 샷 영역의 각각 내에서의 또는 칩 영역 내에서의 오버레이 정밀도를 파악하는 데 사용될 수 있으므로, 제품으로서의 수용의 판정이 수행될 수 있다. 상술된 측정 결과를 기초로 하여 더욱 상세한 측정을 위해 샷 영역 또는 칩 영역을 특정하고 더 높은 정밀도를 갖는 오버레이 검사 장치로써 측정하는 것이 가능하다. 임프린트 장치에서 간단한 검사를 수행하고 검사 결과를 기초로 하여 오버레이 검사 장치를 사용함으로써 상세한 검사를 수행하는 것이 또한 가능하다. 검사가 미리 선택된 샷 영역에만 수행되므로, 검사 장치에 의해 수행되는 오버레이 검사에 요구되는 시간은 검사가 모든 샷 영역에 수행되는 경우보다 단축될 수 있다.

[0061] 임프린트 재료 상에 형성된 패턴과 기판 상의 샷 영역 사이의 상대 위치 편차가 임프린트 장치에서 수행될 오버레이 검사의 결과로서 허용 가능한 범위 내에 속할 때에, 임프린트가 오버레이 산출 공정에서 얻어진 측정 결과를 사용함으로써 다른 샷 영역에 수행된다. 대조적으로, 임프린트 재료 상에 형성된 패턴과 기판 상의 샷 영역 사이의 상대 위치 편차가 허용 가능한 범위로부터 벗어날 때에, 상대 위치 편차는 더욱 정확한 오버레이 검사를 성취하기 위해 임프린트 장치 외부의 오버레이 검사 장치를 사용함으로써 측정된다. 상대 위치 편차가 허용 가능한 범위로부터 벗어날 때에, 그 이후로부터의 샷 영역 내에서의 패턴의 형성이 정지될 수 있다.

[0062] 도 7은 이러한 실시예의 임프린트 장치(1)를 사용함으로써 기판 상에 패턴을 형성하는 임프린트 동작의 일련의 흐름을 도시하는 흐름도이다. 도 7에 도시된 임프린트 동작은 도 1에 도시된 제어 유닛(17) 내에 제공된 메모리(MRY) 내에 저장되는 프로그램을 실행함으로써 수행된다. 제어 유닛(17) 내에 제공되는 프로세서(PPC)가 메모리(MRY) 내에 저장된 프로그램을 처리한다. 이러한 방식으로, 상술된 본 발명의 임프린트 동작은 제어 유닛의 메모리(MRY) 내에 저장된 프로그램에 따라 실행된다.

[0063] 임프린트 공정이 시작될 때에, 기판(W)이 임프린트 장치(1) 내에 반입된다(S71). 도시되지 않은 기판 반송 유닛이 임프린트 장치(1)의 외부측으로부터 기판 보유 지지 유닛(14) 상에 기판(13)을 위치시킨다.

[0064] 기판이 반입되었을 때, 기판(13) 상에 배치된 복수의 샷 영역의 배치가 측정된다(S72). 여기에서, 검출 유닛(15)이 기판 상에 형성된 정렬 마크를 검출하고, 기판 상의 샷 영역의 배열(위치)을 얻는다. 검출 유닛(15) 대신에, 몰드(11)의 개재 없이 정렬 마크를 검출하도록 구성되는 축-이탈 정렬 스코프(off-axis alignment scope)가 사용될 수 있다.

[0065] 샷 영역의 배치의 측정 후에, 기판 스테이지(23)는 패턴이 전사될 샷 영역에 수지를 공급하도록 이동된다(S73). 기판 스테이지(23)의 이동에 의해, 수지가 도포될 샷 영역이 공급 유닛 아래에 위치된다.

[0066] 기판(13)이 이동되었을 때, 상술된 실시예의 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정이 수행된다(S74). 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정에서, 도 6에서 설명된 각각의 공정이 실행될 것이다.

[0067] 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정 후에, 기판 상의 샷 영역 내에서의 패턴의 형성이 완료되었는 지가 판정

된다(S75). 패턴 형성이 완료되지 않았을 때에, 절차는 S73으로 복귀되고, 기판 스테이지는 패턴이 형성될 다음의 샷 영역 내에 수지를 도포하도록 이동되고, S74에서의 임프린트 공정 및 오버레이 검사 공정이 반복된다.

[0068] 패턴의 형성이 완료되었을 때, 기판(W)이 임프린트 장치(1)로부터 배출된다(S76). 도시되지 않은 기판 반송 유닛이 기판 보유 지지 유닛(14)으로부터 임프린트 장치(1)의 외부측으로 기판(13)을 배출할 때에, 일련의 임프린트 동작이 종료된다.

[0069] 이러한 실시예에서, 오버레이 검사는 다이-바이-다이 정렬로 몰드와 기판 사이의 정렬에 사용된 정렬 마크를 사용함으로써 수행된다. 그러나, 본 발명은 그에 제한되지 않는다. 예컨대, 기판측 마크(19)는 샷 영역의 각각의 4개의 코너에 형성된다. 그러나, 복수의 칩 영역을 갖는 샷 영역의 경우에, 정렬 마크는 칩 영역들 사이 등 원하는 위치에 형성될 수 있다. 이러한 실시예에서, 마크(19)는 칩 영역들 사이 또는 샷 영역들 사이의 스크라이브 라인(scribe line) 내에 배치된다.

[0070] 도 6과 연계하여 설명된 공정 B에서의 보정이 종료된 후에 그리고 공정 C의 오버레이 검사가 시작되기 전에 스코프를 구동시키고 원하는 정렬 마크(공정 B에서 사용된 마크와 상이한 마크)를 측정하는 것이 또한 가능하다.

[0071] 검출 유닛(15)과 상이한 스코프가 오버레이 검사를 위해 임프린트 장치 내에 준비될 수 있다. 그러나, 이러한 경우에서의 스코프가 이형 공정 직후에 오버레이 검사를 위한 마크의 검출을 수행하므로, 스코프가 검출 유닛(15)과 동일한 방식으로 몰드 스테이지(22) 내에 배치되고, 그에 의해 마크 검출이 몰드(11)를 거쳐 성취된다. 스코프는 또한 수지를 경화시키는 광이 통과하는 통로를 차단하지 않는 위치에 배치되어야 한다. 임프린트 재료(20)로 전사된 몰드측 마크(18)인 전사 마크(21)가 오버레이 검사에서 사용되는 경우에, 오버레이 검사를 위한 스코프는 검출 유닛(15)에 인접하게 배치된다.

[0072] 통상적으로, 정렬을 위한 스코프는 생산성을 향상시키도록 짧은 시간 내에 마크(위치)를 검출할 것이 요구된다. 많은 스코프가 장치 내에 배치되고 마크의 위치에 더 근접해야 하므로, 스코프의 크기의 감소(단순화)가 요구된다. 그러므로, 마크를 검출하는 데 요구되는 시간의 감소(충전 시간) 그리고 스코프의 시야의 감소(협소화)가 요구된다. 오버레이 검사가 상술된 바와 같이 정렬을 위한 스코프를 사용함으로써 수행될 때에, 시야가 좁으므로, 마크를 검출하는 데 요구되는 시간이 짧다. 그러므로, 오버레이 검사에 요구되는 신호가 마크로부터 얻어지지 못하는 경우가 있다. 임프린트 장치 내로의 오버레이 검사를 위한 스코프의 제공으로써, 구속 요건이 예컨대 마크를 검출하는 시간을 증가시킴으로써 위치 설정을 위한 스코프에 비해 완화될 수 있다. 그러므로, 더 많은 마크가 검출될 수 있고, 더 많은 마크의 검출을 기초로 하는 오버레이 검사가 성취된다.

[0073] 본 발명에서 사용될 마크는 기판 상의 제한된 공간 내에 형성되어야 한다. 그러므로, 정렬에 사용된 마크가 오버레이 검사의 마크로서 또한 사용될 수 있는 것이 바람직하다. 그러나, 오버레이 검사를 위한 광학 마크는 오버레이 검사의 정밀도가 요구되는 경우와 같이 요구에 따라 별개로 형성될 수 있다. 이러한 경우에, 정렬 마크 및 오버레이 검사 마크가 검출 유닛(15)의 시야 내에 형성될 수 있으면, 이러한 실시예의 실시가 어렵지 않다. 오버레이 검사 마크가 검출 유닛(15)의 시야로부터 벗어난 위치에 있을 때에, 기판 스테이지(23) 또는 검출 유닛(15)이 이형 후에 구동되고, 그에 의해 검출 유닛(15)이 오버레이 검사 마크를 검출할 수 있다.

[0074] 이러한 실시예에서, 다이-바이-다이 정렬로의 몰드와 기판 사이의 정렬이 설명되었다. 그러나, 본 발명의 임프린트 방법은 다이-바이-다이 정렬에 제한되지 않는다. 예컨대, 기판 상에 배치되는 복수의 샷 영역 내에 형성된 마크를 검출하고 검출된 결과로부터 복수의 샷 영역의 배열 좌표를 얻고 얻어진 배열 좌표를 기초로 하여 몰드와 기판 사이의 정렬을 수행하도록 구성되는 전체 정렬 시스템이 또한 적용 가능하다. 몰드와 기판 사이의 정렬이 전체 정렬 시스템에 의해 수행되고 몰드 상에 형성된 패턴이 기판 상의 샷 영역 내의 임프린트 재료 상에 형성된 후에, 기판 상의 패턴과 임프린트 재료의 패턴 사이의 상대 위치 편차가 상술된 방법에서 얻어진다. 전체 정렬 시스템의 경우에, 그 편차가 얻어진 기판과 상이한 기판 상의 복수의 샷 영역의 배열 좌표를 얻을 때에, 얻어진 상대 위치 편차의 결과가 사용된다. 복수의 샷 영역 내에 형성된 마크의 검출 결과에 추가하여 상대 위치 편차의 결과를 사용함으로써, 임프린트 재료가 경화된 후의 기판 상의 패턴과 전사된 패턴 사이의 상대 위치 편차가 감소될 수 있다.

[0075] 이러한 실시예에서, 임프린트 재료에 자외선이 조사됨으로써 경화되는 광-경화 임프린트가 설명되었다. 기판 상으로 공급될 임프린트 재료는 조사될 광의 파장에 따라 요구에 따라 결정될 수 있다. 본 발명은 광-경화 임프린트에 제한되지 않고, 임프린트 재료가 열을 사용함으로써 경화되는 열-경화 임프린트에 적용될 수 있다.

[0076] 디바이스 제조 방법

[0077] 디바이스(반도체 집적 회로 디바이스, 액정 디스플레이 디바이스 등)를 제조하는 방법은 상술된 임프린트 장치

를 사용함으로써 기판(웨이퍼, 유리 판, 필름-타입 기판) 상에 패턴을 형성하는 공정을 포함한다. 추가로, 이러한 제조 방법은 그 상에 형성되는 패턴을 포함하는 기판을 에칭하는 공정을 포함할 수 있다. 패턴 매체(기록 매체) 또는 광학 요소 등의 다른 제품을 제조할 때에, 이러한 제조 방법은 에칭 대신에 패턴이 형성되는 기판을 가공하는 것과 같은 다른 공정을 포함할 수 있다. 본 발명의 물품을 제조하는 방법은 관련된 기술의 방법에 비해 제품 성능, 품질, 생산성 및 제조 비용 중 적어도 하나에서 유리하다.

[0078]

본 발명은 예시적인 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 개시된 예시 실시예에 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 다음의 특허청구범위의 범주는 모든 이러한 변형 그리고 등가의 구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓은 해석과 일치되어야 한다.

부호의 설명

[0079]

1: 임프린트 장치

11: 몰드

11a: 패턴면

12: 몰드 보유 지지 유닛

13: 기판

14: 기판 보유 지지 유닛

15: 검출 유닛

16: 보정 기구

17: 제어 유닛

18: 몰드측 마크

19: 기판측 마크

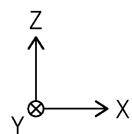
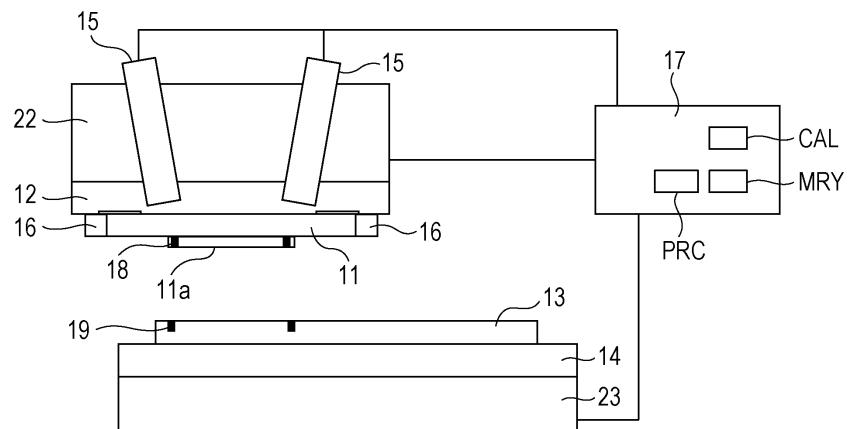
22: 몰드 스테이지

23: 기판 스테이지

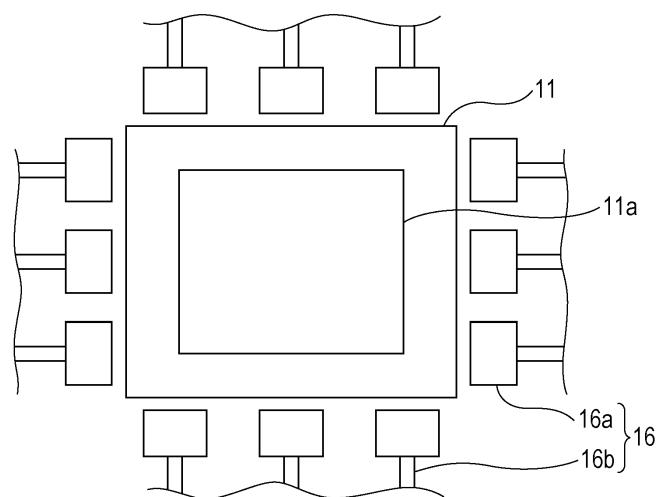
도면

도면1

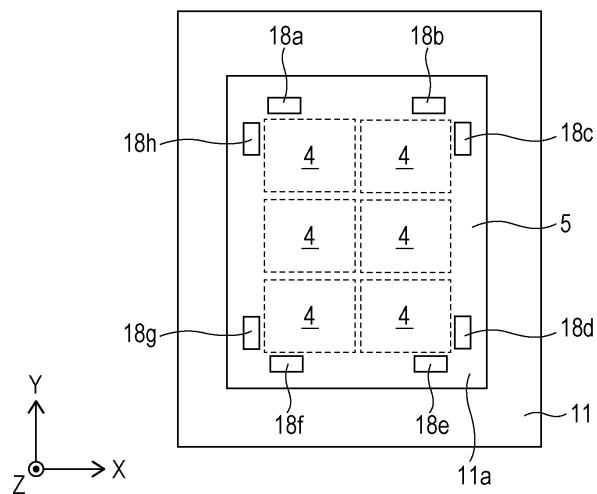
1



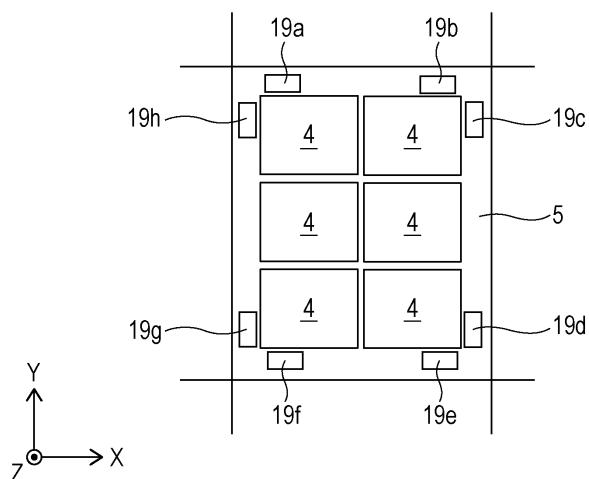
도면2



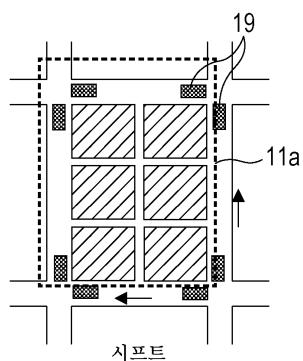
도면3a



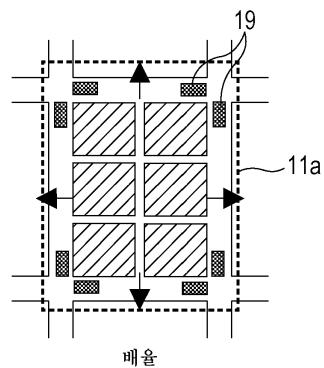
도면3b



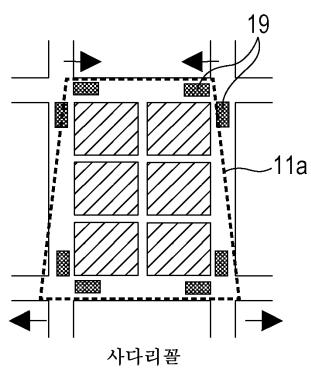
도면4a



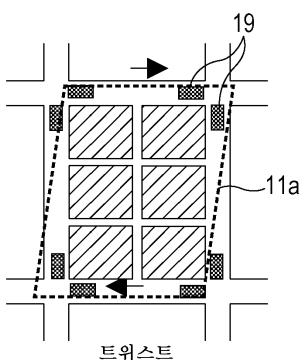
도면4b



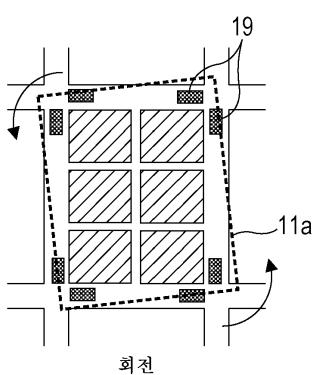
도면4c



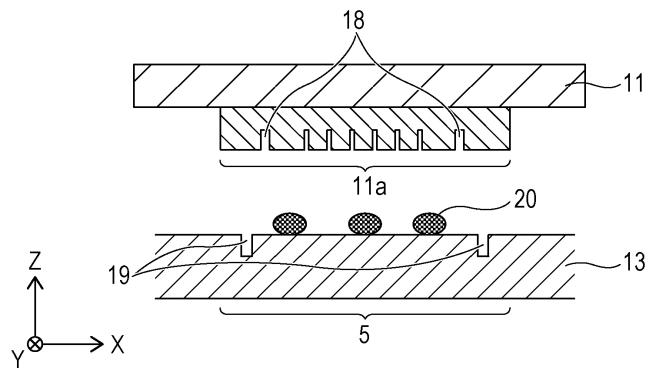
도면4d



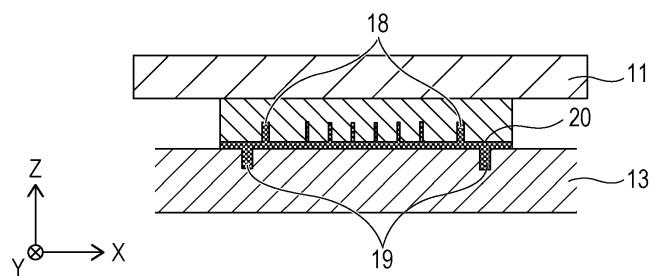
도면4e



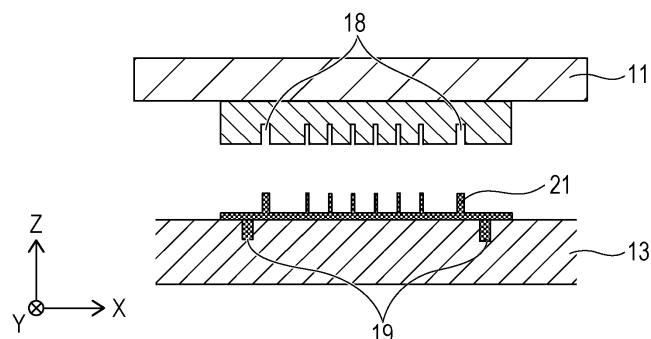
도면5a



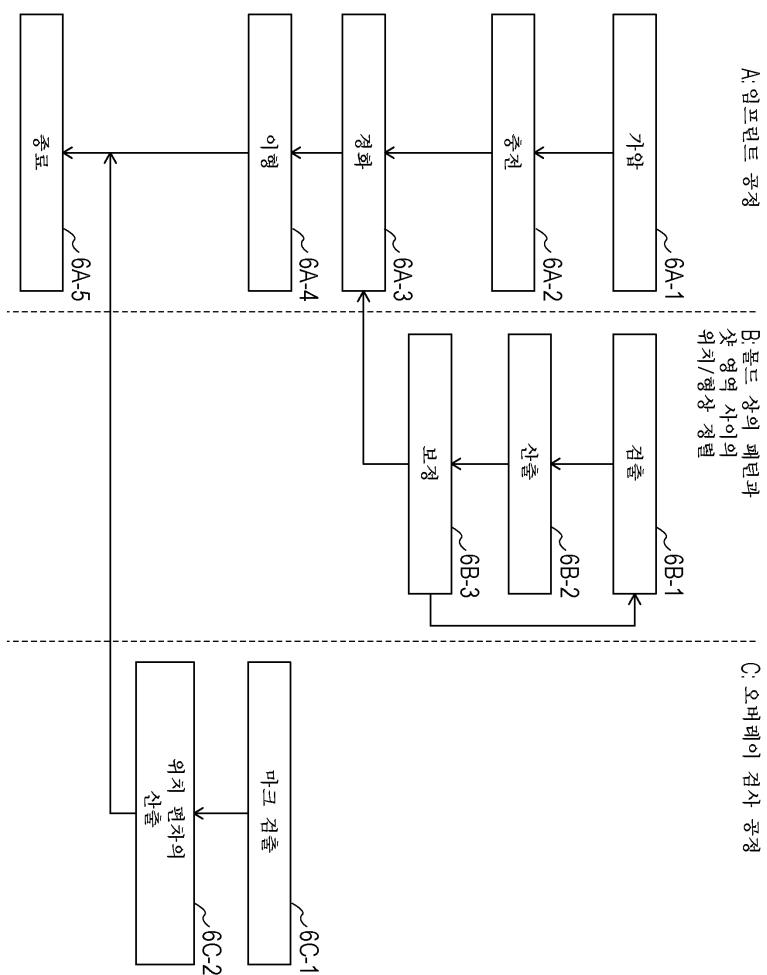
도면5b



도면5c



도면6



도면7

