



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년02월19일
(11) 등록번호 10-1950068
(24) 등록일자 2019년02월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/00 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G03F 9/00 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G03F 7/0002 (2013.01)
G03F 7/201 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0038163
- (22) 출원일자 2016년03월30일
 심사청구일자 2017년09월27일
- (65) 공개번호 10-2016-0117324
- (43) 공개일자 2016년10월10일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2015-074494 2015년03월31일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 US20050064054 A1*
 US8562323 B2
 US20130161869 A1
 US20110159189 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 5 항

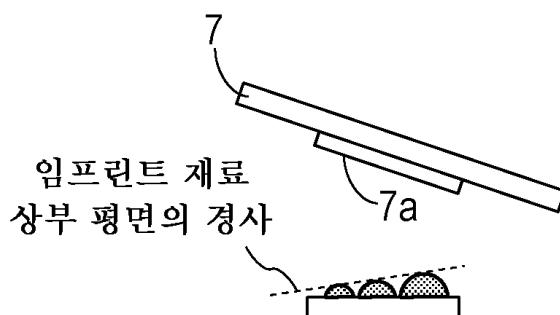
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **임프린트 장치, 임프린트 방법 및 물품 제조 방법**

(57) 요약

몰드 및 임프린트 재료를 이용하여 기판의 복수의 영역 상에 순차적으로 패턴을 형성하는 임프린트 장치가 제공된다. 상기 장치는 상기 기판을 보유한 상태에서 수평면을 따라 이동하도록 구성된 이동 유닛과, 상기 기판에 대한 상기 몰드의 경사를 조정하도록 구성된 조정 유닛을 포함한다. 상기 조정 유닛은 상기 기판 상에 제공된 임프린트 재료의 상태에 관한 정보 및 패턴 형성 순서에 관한 정보를 기초로 상기 기판에 대한 상기 몰드의 경사를 조정한다. 상기 기판 상의 임프린트 재료의 상태에 관한 정보는 상기 이동 유닛의 이동에 따라 변경될 수 있다.

대 표 도 - 도13c



(52) CPC특허분류

G03F 7/70775 (2013.01)

G03F 9/7042 (2013.01)

H01L 21/027 (2013.01)

(72) 발명자

후지모토 마사요시

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고

캐논 가부시끼가이샤 내

야마구치 히로미츠

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루꼬 3조메 30방 2고
캐논 가부시끼가이샤 내

명세서

청구범위

청구항 1

몰드의 패턴을 기판의 복수의 샷 영역의 개별 샷 영역 상의 임프린트 재료와 접촉시킴으로써 상기 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴을 형성하는 임프린트 장치이며,

상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여 상기 몰드와 상기 기판 간의 상대적인 각도를 조정하는 스테이지를 포함하고,

상기 기판 상의 제1 방향으로 순서대로 제1 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴이 형성되는 경우, 상기 스테이지는 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 몰드의 패턴과 임프린트 재료가 접촉한 상태에서, 상기 제1 방향의 하류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극이 상기 제1 방향의 상류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극보다 작도록 상기 상대적인 각도를 조정하고,

상기 기판 상의 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 순서대로 제2 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴이 형성되는 경우, 상기 스테이지는 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 제2 방향의 하류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극이 상기 제2 방향의 상류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극보다 작도록 상기 상대적인 각도를 조정하는, 임프린트 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기판을 이동시키는 이동 유닛, 및

상기 기판 상에 상기 임프린트 재료를 공급하는 공급 유닛을 더 포함하고,

상기 스테이지는 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 공급 유닛에 대면하는 위치로부터 상기 몰드에 대면하는 위치로의 상기 이동 유닛의 이동 방향에 기초해서 상기 상대적인 각도를 조정하는, 임프린트 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 기판을 이동시키는 이동 유닛을 더 포함하고,

상기 스테이지는 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 이동 유닛의 속도에 관한 정보에 기초해서 상기 상대적인 각도를 조정하는, 임프린트 장치.

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

몰드의 패턴을 기판의 복수의 샷 영역의 개별 샷 영역 상의 임프린트 재료와 접촉시킴으로써 상기 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴을 형성하는 임프린트 방법이며,

상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여 상기 몰드와 상기 기판 간의 상대적인 각도를 조정하는 단계를 포함하고,

상기 상대적인 각도를 조정하는 단계는,

상기 기판의 제1 방향으로 순서대로 제1 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴이 형성되는 경우, 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 몰드의 패턴과 임프린트 재료가 접촉한 상태에서, 상기 제1 방향의 하류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극이 상기 제1 방향의 상류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극보다 작도록 상기 상대적인 각도를 조정하고,

상기 기판의 제1 방향에 반대인 제2 방향으로 순서대로 제2 복수의 샷 영역 상에 임프린트 재료의 패턴이 형성되는 경우, 상기 몰드 및 상기 기판 중 적어도 하나를 경사지게 하여, 상기 제2 방향의 하류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극이 상기 제2 방향의 상류부에서의 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간극보다 작도록 상기 상대적인 각도를 조정하는, 임프린트 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

물품 제조 방법이며,

제13항에 따른 임프린트 방법에 의해 기판 상에 패턴을 형성하는 단계와,

상기 패턴을 갖는 상기 기판에 대하여 에칭 및 이온 주입 중 하나를 수행하는 단계를 포함하는, 물품 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임프린트 장치, 임프린트 방법 및 제품 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 임프린트 방법은 반도체 디바이스 등을 제조하기 위해 기판 상에 미세 패턴을 형성하는 방법으로 알려져 있다. 이 임프린트 방법에서, 임프린트 재료(예컨대, 광-경화성 수지)는 요철 패턴(relief pattern)을 갖는 몰드를 이

용함으로써 기판 상에 형성되는 패턴으로 캐스트 가공된다. 상기 패턴을 보유하는 기판이 상기 패턴의 저부에 형성된 잔막이 상당히 불균일한 두께를 갖는 상태(잔막 두께의 불균일성이 상당한 상태)에서 추가 처리되는 경우, 최종 제품은 원하는 성능을 나타내지 못할 수 있다.

[0003] 미국 특허 공개 번호 2007/0228593에는 잔막 두께의 불균일성을 감소시키는 방법이 기술되어 있다. 구체적으로는, 기판 상에 공급되는 임프린트 재료의 분포에 관한 새로운 데이터가 임프린트 재료로 형성된 패턴의 복수 영역 내의 잔막을 측정함으로써 취득된 잔막 두께의 불균일성에 따라 작성된다. 예컨대, 잔막이 다른 영역에 비해 얇을 것으로 예상되는 영역에 다량의 임프린트 재료가 공급되는 재료 분포에 관한 데이터를 작성하는 방법이 기술되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명자들은, 경화되지 않은 임프린트 재료를 보유하는 기판이 수평면을 따라 이동하는 상태에서 변화 가능한 임프린트 재료의 상태에 의해 잔막 두께의 균일성이 영향을 받는다는 것을 발견하였다. 이 양태는 미국 특허 공개 번호 2007/0228593에 기술되어 있지 않다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명은 잔막 두께의 불균일성이 감소되는 임프린트 장치 및 임프린트 방법을 제공한다.

[0006] 본 발명의 일 양태에 따르면, 몰드 및 임프린트 재료를 이용함으로써 복수의 기판 영역 상에 순차적으로 패턴을 형성하는 임프린트 장치가 제공된다. 상기 장치는 기판을 보유하는 상태에서 수평면을 따라 이동하도록 구성된 이동 유닛과, 기판에 대해 몰드의 경사를 조정하도록 구성된 조정 유닛을 포함한다. 조정 유닛은 패턴 형성 순서에 관한 정보 및 기판상에 제공되는 임프린트 재료의 상태에 관한 정보를 기초로 기판에 대한 몰드의 경사를 조정한다. 기판 상의 임프린트 재료의 상태에 관한 정보는 이동 유닛의 이동에 따라 변경된다.

[0007] 본 발명의 다른 특징은 첨부된 도면을 참조하여 예시적 실시예의 후속하는 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 임프린트 장치를 도시한다.

도 2는 분배기를 도시한다.

도 3a 및 도 3b는 임프린트 순서를 각각 도시한다.

도 4는 지시된 위치로부터의 기판 스테이지의 위치 편차를 도시하는 그래프이다.

도 5의 (a) 내지 (f)는 기판 스테이지의 이동 방향과 기판 스테이지의 경사 사이의 관계를 도시한다.

도 6의 (a) 내지 (d)는 임프린트의 결과로서 형성되는 잔막을 각각 도시한다.

도 7은 제1 실시예에 따른 임프린트 공정을 도시하는 흐름도이다.

도 8은 몰드의 경사가 조정된 상태를 도시한다.

도 9는 기판 스테이지를 제어하기 위한 전류를 도시하는 그래프이다.

도 10a 및 도 10b는 기판의 평탄도에 의해 영향을 받는 인자를 도시한다.

도 11a 및 도 11b는 몰드의 임프린트 표면의 경사에 의해 유발되는 차이를 도시한다.

도 12는 잔막의 두께와 임프린트 순서 사이의 관계를 도시한다.

도 13a 내지 도 13d는 각각 패턴 형성 상태를 도시한다.

도 14는 액적 패턴을 작성하는 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 15a 내지 도 15c는 예시적 액적 패턴을 도시한다.

도 16은 본 발명의 제5 실시예에 따른 임프린트 공정을 도시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 제1 실시예
- [0010] (장치의 구성)
- [0011] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 임프린트 장치(1)를 도시한다. 도 1을 참조하면, 기판 스테이지(9)는 웨이퍼와 같은 기판(3)을 보유하고 수평면을 따라 이동한다. 용어 "수평면"은 중력의 방향에 직교하는 평면을 의미한다. 어구 "수평면을 따라 이동"은, 기판 스테이지(9)가 구동될 때 발생할 수 있는 제어 오차의 범위 내에 있는 작은 각도만큼 수평면에 대해 경사진 상태로 기판 스테이지(9)가 이동하는 경우를 포함한다. 제1 실시예에서, 용어 "임프린트 재료의 상태에 관한 정보"는 기판 스테이지(9)의 이동 방향으로부터 추산된 임프린트 재료로 형성된 패턴 내에 포함되는 잔막(2b)(도 6의 (a) 내지 (d) 참조) 두께의 불균일성 경향을 의미한다(상기 정보는 이하에서 "잔막 경향 정보"로 지칭된다). 잔막 경향 정보는 후술될 것이다.
- [0012] 임프린트 장치(1)는 몰드(7) 및 자외광(4)을 이용하여 자외-경화성 수지(임프린트 재료)(2)의 요철 패턴을 형성한다. 광원(5)은 할로겐 램프 또는 발광 다이오드(LED)와 같은 디바이스이며, 기판(3)을 향해 자외광(4)을 방출한다. 광원(5)은 몰드 스테이지(6)의 위에(+Z 축 상에) 수직으로 제공되고 자외광(4)을 몰드(7)를 통해 기판(3) 상의 임프린트 재료(2)에 공급한다.
- [0013] 기판(3)과 대면하는 측(-Z 축) 상에 몰드(7)를 보유하는 몰드 스테이지(6)는 몰드(7)를 보유한 상태에서 몰드(7)를 위치 설정한다. 몰드(7)는 중심 부분에 요철 패턴을 갖는다. 요철 패턴의 돌출부의 상부를 연결함으로써 형성되는 가상면은 패턴 표면(7a)(몰드의 패턴 표면, 도 8 참조)으로 지칭된다. 제1 실시예는 몰드(7)가 하나의 샷 영역(20)에 대한 요철 패턴을 갖는 경우(도 3a 및 도 3b 참조)에 관한 것이지만, 몰드(7)는 복수의 샷 영역(20)에 대한 요철 패턴을 가질 수도 있다.
- [0014] 그에 도포된(공급된) 임프린트 재료(2)를 갖는 기판(3)을 보유하는 상태에서 이동 가능한 기판 스테이지(이동 유닛)(9)는 수평면이 연장하는 방향을 포함하는 3축 방향으로 기판(3)을 위치 설정할 수 있다. 기판 스테이지(9)는 척(chuck)(도시 생략)을 포함하는데, 상기 척은 기판(3), 척이 장착되는 상부 판(도시 생략), 및 스테이지 제어 유닛(8)으로부터 공급되는 제어 전류에 응답하여 상부 판을 이동시키는 모터를 포함하는 구동 기구(도시 생략)를 보유한다.
- [0015] 몰드 스테이지(조정 유닛)(6)는 몰드(7)의 위치를 거시적으로 조절하는 조동 스테이지(10), 조동 스테이지(10)가 조절하는 것보다 더 작은 길이 단위만큼 몰드(7)의 위치를 미시적으로 조절하는 미동 스테이지(11) 및 몰드(7)를 유지하는 유지 부분(12)을 포함하는데, 이들은 상부로부터 순서대로 적층된다. 몰드(7)는 조동 스테이지(10) 및 미동 스테이지(11)에 의해 6축 방향으로 위치 설정될 수 있다. 구체적으로, 미동 스테이지(11)는 제어 유닛(17)으로부터 제공되는 지시에 따라 몰드(7)의 경사를 조정하는 기능을 갖는다.
- [0016] 조동 스테이지(10)는 그 중심부에 개방부(10a)를 갖는다. 미동 스테이지(11)는 그 중심부에 개방부(11a)를 갖는다. 몰드(7)는 자외광(4)을 투과시키는 재료(예컨대, 석영)으로 이루어진다. 따라서, 광원(5)으로부터 방출된 자외광(4)은 몰드(7)를 통해 투과되고 기판(3)상의 임프린트 재료(2) 상으로 낙하한다. 특히, 자외광(4)을 투과시키는 판 부재(도시 생략)가 미동 스테이지(11)와 유지 부분(12) 사이에 제공된다.
- [0017] 보유 부분(12)은 진공 흡입력 또는 전자기력을 이용하여 몰드(7)를 유지할 수 있다. 보유 부분(12)은 요철 패턴의 주연 부분만을 보유하는 방식으로 그 중심 부분에 개방부를 갖는다. 개방부는 몰드(7)와 판 부재 사이에 제공되어 공간(13)이 제공된다.
- [0018] 압력-조정 유닛(14)은 공간(13)과 소통한다. 압력-조정 유닛(14)은 진공 펌프(도시 생략)를 포함하고, 공간(13) 내의 압력을 조정한다. 임프린트 재료(2) 및 몰드(7)가 서로 접촉할 때, 공간(13) 내의 압력이 증가되어, 몰드(7)는 수직 방향으로 돌출되거나 함몰되는 방식으로 성형된다. 이후, 압력이 점진적으로 감소되어, 몰드(7) 내의 리세스는 임프린트 재료(2)로 용이하게 충진된다.
- [0019] 이하의 기술에서, 기판(3) 및 몰드(7) 상의 임프린트 재료(2)를 서로 접촉시키고 요철 패턴을 갖는 몰드(7)를 임프린트 재료(2)로 충진하기 위해(이 공정은 이하에서 "임프린트"로 지칭됨), 몰드 스테이지(6)는 Z축 방향으로 이동된다. 대안적으로, 임프린트가 수행 가능하다면, 몰드 스테이지(6) 및 기판 스테이지(9) 중 적어도 하나는 Z축 방향으로 이동될 수 있다.
- [0020] 분배기(공급 유닛)(15)은 경화되지 않은 임프린트 재료(2)를 저장하는 탱크(16)로부터 임프린트 재료(2)의 공급

을 수용하면서 액적 패턴에 따라 형성되는 기판(3)의 사전에 결정된 위치로 임프린트 재료(2)를 공급한다. 도 2는 분배기(15)의 저면도이다. 분배기(15)는 임프린트 재료(2)가 배출되는 토출 포트(15A)의 라인을 갖는다. 토출 포트(15A)의 각각은 임프린트 재료(2)를 사전에 결정된 양의 단위만큼 기판(3)을 향해 토출한다(상기 단위는 이하에서 "액적"으로 지칭된다). 액적 당 토출량은 서브 피코리터 내지 수 피코리터의 범위를 갖는다.

[0021] 분배기(15)는 수 마이크로미터로부터 수십 마이크로미터의 간격에 위치된 선들을 따라 기판(3) 상의 영역에 임프린트 재료(2)를 공급한다. 분배기(15)는 기판(3)이 분배기(15) 아래에서 이동하는 상태에서 단일 샷 영역(20) 상에 단일 임프린트 동작에 필요한 임프린트 재료(2)의 양을 토출한다. 따라서, 경화되지 않은 임프린트 재료(2)는 단일 샷 영역(20)에 공급된다. 용어 "액적 패턴"("재료 분포에 관한 데이터", "공급 맵(application map)" 또는 "드롭 레시피"로도 지칭됨)은 작성 유닛(25)에 의해 작성되는 임프린트 재료(2)의 양 및 액적 레이아웃을 나타내는 데이터를 의미한다. 액적 패턴은 몰드(7)의 종류, 분배기(15) 등에 관한 정보들로부터 작성된다.

[0022] 제어 유닛(17)은 중앙 처리 유닛(CPU), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 하드 디스크 드라이브(HDD) 등을 포함한다. 제어 유닛(17)은 일반적으로 임프린트 재료(2)로 이루어진 요철 패턴을 형성하기 위해 수행되는 일련의 작업(이하에서 "임프린트 공정"으로 지칭됨)을 제어한다. 예컨대, 제어 유닛(17)은 수평 방향에서의 몰드 스테이지(6)의 목표 위치, 몰드 스테이지(6)의 목표 경사 및 기판 스테이지(9)의 목표 위치를 통지하고 사전에 결정된 타이밍에 기판(3)을 향해 자외광(4)을 방출하도록 광원(5)에 지시하고, 상이한 액적 패턴을 저장하는 저장 유닛(19)으로부터 원하는 액적 패턴을 판독하고, 분배기(15)로 그 액적 패턴을 전송하고, 임프린트 공정 도중 발생되는 목표 압력을 압력-조정 유닛(14)에게 통지한다.

[0023] 측정 디바이스(18)는 임프린트 장치(1) 내로 운반되는 기판(3)의 표면의 불균일성을 측정하는 포커스 측정 기구이다.

[0024] 저장 유닛(19)은 몰드(7)의 요철 패턴, 분배기(15) 상에 설정되는 액적 패턴, 임프린트 분위기에 관한 정보 및 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보를 저장한다. 임프린트 분위기에 관한 정보는 주변 온도, 기류 및 임프린트가 수행되는 위치 주위의 산소 농도, 임프린트 재료(2)의 종류, 임프린트 재료(2)의 휘발성 등에 관한 정보들의 세트이다.

[0025] 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보는 임프린트 재료(2)가 공급된 기판(3)이 분배기(15)와 대면하는 위치(공급 유닛과 대면하는 위치)로부터, 임프린트가 수행되는 몰드(7)와 대면하는 위치(이하, "임프린트 위치"로 지칭됨)로 이동하는 방향을 나타낸다.

[0026] 제1 실시예에 따른 저장 유닛(19)은 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보와 상호관련된 잔막 경향 정보를 추가로 저장한다. 잔막 경향 정보는 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보로부터 추산되는 잔막(2b) 두께의 불균일성 경향을 나타낸다. 저장 유닛(19)은 기판(3)의 샷 영역(20)의 전부 상에 임프린트 공정을 수행하기 위한, 도 7의 흐름도로 요약된 프로그램을 저장한다.

[0027] 이제, 기판 스테이지(9)가 이동하는 방법이 도 3a, 도 3b, 도 4, 도 5의 (a) 내지 (f) 및 도 6의 (a) 내지 (d)를 참조하여 기술될 것이다. 도 3a 및 도 3b 각각은 임프린트 순서(패턴 형성 순서에 관한 정보)를 도시한다. 직사각형 형상을 각각 갖는 복수의 샷 영역(20)은 임프린트 공정에서의 패턴 형성 대상이다. 개별 샷 영역(20) 내에 제공된 팔호내 숫자는 임프린트 순서를 나타낸다. 구체적으로, 도 3a에 도시된 경우에, 패턴은 +X 방향으로 순차적으로 제1 열 내의 샷 영역(20) 상에 형성되도록 시작된 후, +X 방향으로 순차적으로 제2 열 내의 샷 영역(20) 상에 형성된다.

[0028] 도 3b에 도시된 경우에, 패턴은 +X 방향으로 순차적으로 제1 열 내의 샷 영역(20) 상에 형성되도록 시작된 후, -X 방향으로 순차적으로 제2 열 내의 샷 영역(20) 상에 형성된다. 모든 임프린트 동작의 완료 후에, 기판 스테이지(9)는 몰드(7)와 대면하는 위치로부터 분배기(15)와 대면하는 위치로 이동한다.

[0029] 기판 스테이지(9)는 제어 명령(시간에 대한 목표 위치를 나타내는 명령)에 응답하여 지연을 수반하여 위치 설정된다. 도 4에 도시된 그래프에서, 수평축은 시간을 나타내며, 수직축은 실선으로 기판 스테이지(9)의 지시된 위치를 그리고 점선으로 지시된 위치로부터의 기판 스테이지(9)의 위치 편차(지시된 위치에 대한 기판 스테이지(9)의 위치 오차)를 나타낸다. 예컨대, 상기 그래프는, 기판 스테이지(9)가 시간(t1)에 이동 개시하고 시간(t2)에 정지하도록 지시된 경우에도, 기판 스테이지(9)가 시간(t2)에 안정화되지 않으며 기판 스테이지(9)의 위치 편차가 시간(t3)에서 편차의 허용 가능한 범위 내에 있다는 것을 도시한다.

[0030] 도 5의 (a) 내지 (f)는 기판 스테이지(9)의 경사 및 기판 스테이지(9)의 이동 방향을 도시한다. 도 5의 (a) 및

(d)는 시간(t1)으로부터 시간(t2)까지의 기간 동안 기판 스테이지(9)의 상태를 각각 도시한다. 도 5의 (b) 및 (e)는 시간(t2)로부터 시간(t3)까지의 기간 동안 기판 스테이지(9)의 상태를 각각 도시한다. 도 5의 (c) 및 (f)는 시간(t3) 이후의 기판 스테이지(9)의 상태를 각각 도시한다. 도 5의 (b) 및 (e)에 도시된 바와 같이, +X 방향으로 이동하는 기판 스테이지(9)는 기판 스테이지의 +X 측이 기판 스테이지의 다른 측보다 낮게 위치되도록 약간 기울어지는 경향이 있으며, -X 방향으로 이동하는 기판 스테이지(9)는 기판 스테이지의 -X 측이 기판 스테이지의 다른 측보다 낮게 위치되도록 약간 기울어지는 경향이 있다.

[0031] 제1 실시예에서, 제어 유닛(17)은, 임프린트가 시간(t2)으로부터 시간(t3)까지의 기간 중에 수행되도록 스루풋 (throughput)에 우선권을 두고 몰드 스테이지(6)를 제어한다. 임프린트 재료(2) 및 몰드(7)는 기판(3)이 이동 방향 측 상에서 하향 경사진 상태에서 서로 접촉된다(도 6의 (a) 또는 (b) 참조). 그 결과, 두께가 상당히 불균일한 잔막(2b)이 패턴화된 임프린트 재료(2a)(이하에서 "임프린트-재료 패턴(2a)"으로 지칭됨; 도 6의 (c) 또는 (d) 참조)의 저부에 형성된다. 잔막(2b)은 임프린트 공정에서 임프린트-재료 패턴(2a)의 저부(리세스)에 형성된 임프린트 재료(2)의 층을 지칭한다. 즉, 잔막(2b)은 최종 임프린트-재료 패턴(2a)의 리세스의 베이스와 기판(3) 사이에 형성되는 층을 의미한다.

[0032] 제1 실시예에서 사용되는 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보는 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 임프린트가 수행되는 위치로 기판 스테이지(9)가 이동하는 방향을 나타낸다. 즉, 임프린트 장치(1)의 경우에, 기판 스테이지(9)의 이동 방향은 +X 방향이다. 제1 실시예에 따른 잔막 경향 정보는 잔막(2b)이 단일 샷 영역(20)에서 이동방향 측의 반대편인 이동방향의 반대측(-X 측)보다 이동방향 측(+X 측)에서 더 두꺼울 수 있다(도 5의 (a) 내지 (f) 및 도 6의 (a) 내지 (d) 참조). 이동방향의 반대측은 이동방향 측의 반대편이다.

[0033] (임프린트 공정의 흐름)

[0034] 제1 실시예에 따른 임프린트 공정의 흐름이 이제 도 7 및 도 8을 참조하여 기술될 것이다. 도 7은 임프린트 공정의 프로그램을 나타내는 흐름도이다. 제어 유닛(17)이 도 7에 도시된 프로그램을 작동할 때, 임프린트 공정이 수행된다. 제1 실시예는 위치 설정된 상태에서 기판 스테이지(9)가 경사를 형성하기 때문에 주로 발생할 수 있는 잔막(2b)의 두께의 변화, 즉 불균일성을 감소시킬 것이다. 제1 실시예에서, 임프린트 재료(2)의 액적의 상부를 연결하는 가상면(이하 "임프린트 재료(2) 상부의 평면"으로 지칭됨)의 경사가 기판(3)의 경사와 동일하게 이루어진다.

[0035] 우선, 단계(S100)에서, 제어 유닛(17)은 몰드 스테이지(6) 상에 장착된 몰드(7)의 패턴을 인지하고 분배기(15) 상에 저장 유닛(19) 내에 저장된 적절한 액적 패턴을 설정한다.

[0036] 단계(S200)에서, 제어 유닛(17)은 임프린트 위치를 향해 이동하고 임프린트 재료(2)를 보유하는 기판(3)의 이동 방향에 관한 정보를 기초로 임프린트 실행 시간에 기판(3)의 경사 방향을 취득한다. 제1 실시예에 따른 임프린트 장치(1)에서, 기판 스테이지(9)는 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 임프린트 위치로, 즉 +X 방향으로 이동한다. 따라서, 기판 스테이지(9)는 이동방향 측이 낮아지도록 경사진다. 기판 스테이지(9)의 그러한 경사로, 임프린트 재료(2)의 상부의 평면 역시 +X 측(이동방향 측)이 낮아지도록 경사진다.

[0037] 단계(S300)에서, 상기 정보를 기초로, 몰드 스테이지(6)는 기판(3)의 경사 방향 및 패턴 표면(7a)의 경사 방향이 동일하여 가능한 서로 평행하게 되도록 몰드(7)의 경사를 조정한다. 몰드(7)는 임프린트 재료(2)의 상부의 평면과 패턴 표면(7a) 사이에 형성된 각도가 감소되도록, 즉 몰드(7)의 패턴 표면(7a)의 +X 측이 낮아지도록 경사진다.

[0038] 단계(S400)에서, 분배기(15)는 기판(3) 상으로 경화되지 않은 임프린트 재료(2)를 공급한다. 기판(3)이 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 임프린트 위치로 이동되었을 때, 공정은 단계(S500)로 진행하는데, 이 단계에서는 몰드(7)가 단계(S300)에서 조정된 각도로 경사진 상태에서 임프린트가 사전에 결정된 타이밍에 수행된다. 사전에 결정된 타이밍은 기판 스테이지(9)의 위치 편차가 허용 가능한 범위 내에 들어오기 전의 (시간(t2)과 시간(t3) 사이의) 시점이다. 몰드(7)의 리스세가 임프린트 재료(2)로 충진된 후에, 공정은 단계(S600)로 진행하는데, 이 단계에서는 광원(5)이 사전에 결정된 기간 동안 임프린트 재료(2)에 자외광(4)을 공급하여, 경화되지 않았던 임프린트 재료(2)가 경화된다. 단계(S700)에서, 몰드 스테이지(6)는 몰드(7)를 해제한다.

[0039] 따라서, 임프린트-재료 패턴(2a)은 기판(3) 상에 형성된다. 단계(S800)에서, 제어 유닛(17)은 기판(3)의 샷 영역(20) 모두가 개별 패턴을 구비하였는지를 체크한다. 만약 그렇다면("예"), 공정은 단계(S1000)로 진행하는데, 이 단계에서 제어 유닛(17)은 기판(3)이 반출되는 것을 허용한다.

[0040] 패턴을 구비하지 않은 임의의 샷 영역(20)이 존재하는 경우("아니오"), 공정은 단계(S900)로 진행하며, 이 단계

에서 제어 유닛(17)은 그러한 샷 영역(20) 중 하나를 선택하고 몰드(7)의 경사가 그 샷 영역(20) 상에서 임프린트를 수행함에 있어 변경될 필요가 있는지를 체크한다.

[0041] 예컨대, 다음에 임프린트가 수행될 샷 영역(20) 내에서의 기판 스테이지(9)의 이동 방향이 마지막으로 임프린트가 수행된 다른 샷 영역(20) 내에서의 기판 스테이지(9)의 이동 방향과 상이하면, 몰드(7)의 경사는 변경될 필요가 있다. 경사가 변경될 필요가 있다면, 단계(S200) 내지 단계(S900)이 다시 수행된다. 경사가 변경될 필요가 없다면, 단계(S300) 내지 단계(S900)는 몰드(7)의 패턴 표면(7a)의 경사가 단계(S200)에서 취득된 경사와 동일하도록 조정되도록 다시 수행된다. 다음 기판(3)에 관하여 그리고 다음 로트에 포함된 기판(3)에 관해서도, 제어 유닛(17)은 몰드(7)의 경사 방향을 취득하여 몰드 스테이지(6)가 필요에 따라 몰드(7)의 경사를 조정하게 한다.

[0042] 상기 경사는 임프린트 장치(1)의 외부 또는 내부로부터 공급되는 불규칙-패턴 검출에 관한 임의의 정보 또는 임의의 결함-패턴 검사에 관한 정보를 취득함으로써, 단일 기판(3)의 모든 처리 후에 또는 사전에 결정된 수의 샷 영역(20) 상에서의 모든 패턴 형성 후에 새롭게 설정될 수 있다. 결함-패턴 정보는 임프린트 재료(2)에 대한 패턴의 전사 정밀도의 임의의 측정 결과를 의미하며 검사 디바이스(도시 생략)에 의해 취득된다. 불규칙-패턴 검출에 관한 정보는 몰드(7)를 가압 또는 해제하는 힘의 임의의 불규칙성, 임프린트 공정 도중 취해진 임의의 불순물의 존재, 몰드(7)의 사전에 결정된 사용 회수의 초과 등을 나타내는 정보들을 포함한다.

[0043] 상술된 바와 같이, 제1 실시예에서, 몰드 스테이지(6)는 기판 스테이지(9)의 이동 방향을 기초로 몰드(7)의 경사를 조정한다. 몰드(7)의 경사 방향은, 최종 패턴에 포함되는 잔막(2b) 두께의 불균일성이 감소되도록, 즉 임프린트-재료 패턴(2a)의 상부의 평면과 패턴 표면(7a) 사이에 형성된 각도가 감소되도록 조정된다. 따라서, 임프린트-재료 패턴(2a) 내에 포함된 잔막(2b)의 두께의 불균일성은 제1 실시예가 적용되지 않은 경우에서보다 더 낮아질 수 있다(잔막(2b)의 두께 불균일성이 더 높게 될 수 있다).

[0044] 패턴 표면(7a)의 경사는 공간(13) 내의 압력이 대기압과 실질적으로 동일한 상태에서의 패턴 표면(7a)의 경사(패턴 표면(7a)의 중심에 접선을 이루는 평면의 경사를 포함함)를 의미한다. 기판 스테이지(9)가 이동 방향을 변경하는 경우, 몰드(7)의 경사는 기판 스테이지(9)의 새로운 이동 방향에 따라 조정되는데, 이는 임프린트 재료(2)의 상부의 평면이 기판 스테이지(9)의 이동방향 즉 상에서 하향 경사지기 때문이다.

[0045] 기판 스테이지(9)의 경사는, 임프린트가 기판(3)의 애지 부근의 샷 영역(20) 상에서 수행될 때 관찰되는 것과 임프린트가 기판(3)의 중심 부근의 샷 영역(20) 상에서 수행될 때 관찰되는 것 간의 차이일 수 있다. 따라서, 기판 스테이지(9)와 기판(3) 사이에 형성되는 각도는 기판(3)의 애지 부근의 샷 영역(20) 내의 것과 상기 중심 부근의 샷 영역(20) 내에서의 것 간의 차이일 수 있다. 이러한 경우에, 몰드(7)의 경사는 기판(3) 상의 관심 샷 영역(20)의 위치를 기초로 조정될 수 있는데, 이는 잔막 경향 정보가 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 임프린트 위치로의 기판 스테이지(9)의 이동 길이와 상호 연관되기 때문이다.

[0046] 임프린트 재료(2)를 가지며 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 멀어지는 방향으로 이동하는 기판(3)이 가장 짧은 루트를 취하지 않고 임프린트 위치로 이동하는 경우, 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보는 기판 스테이지(9)가 마지막 정지 위치로부터 임프린트 위치로 이동하는 방향을 나타낼 수 있다.

제2 실시예

[0048] 본 발명의 제2 실시예에서, 기판 스테이지(9)의 경사도는 기판 스테이지(9)의 모터를 제어하기 위한 전류(이하에서 "스테이지 제어 전류"로도 지칭됨)로부터 취득된다. 스테이지 제어 전류는 또한 기판 스테이지(9)를 이동시키기 위한 힘의 수준 및 기판 스테이지(9)의 이동 방향과 상호 연관된다. 제2 실시예에 따른 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사 방향은 예컨대, 제1 실시예에서와 같이 기판 스테이지(9)의 경사 방향에 대응한다.

[0049] 도 9는 기판 스테이지(9)를 제어하기 위한 전류와, 기판 스테이지(9)의 위치 편차 사이의 관계를 도시하는 그래프이다. 수평축은 시간을 나타내며, 수직축은 기판 스테이지(9)의 지시된 위치(실선), 시간에 대한 지시된 위치로부터의 기판 스테이지(9)의 위치 편차(접선) 및 시간에 대한 기판 스테이지(9)를 제어하기 위한 전류(파선)을 나타낸다. 도 9의 그래프에서와 같이, 기판 스테이지(9)의 위치 편차 및 스테이지 제어 전류는 유사한 진폭을 갖지만 그 사이에 특정한 시간 지연을 갖도록 변경되는 경향이 있다. 따라서, 스테이지 제어 유닛(8)은 실시간으로 스테이지 제어 전류를 취득하는 상태에서, 제어 유닛(17)은 취득된 스테이지 제어 전류로부터 기판 스테이지(9)의 위치 편차를 산출하고, 그로 인해 기판 스테이지(9)의 경사가 기판 스테이지(9)의 산출된 위치 편차로부터 추정될 수 있다. 따라서, 몰드 스테이지(6)는 몰드(7)의 경사를 조정할 수 있다.

[0050] 제2 실시예에서, 경사가 스테이지 제어 전류를 이용함으로써 취득되는 기판 스테이지(9)의 실제 측정에 기초하

여 실시간으로 조정되기 때문에, 몰드(7)의 패턴 표면(7a) 및 임프린트 재료(2)의 상부의 평면은 높은 정밀도로 가능한 서로 평행하게 될 수 있다. 임프린트가 조정된 경사와 함께 수행되기 때문에, 잔막(2b)의 두께의 불균일성이 감소된다.

[0051] 제3 실시예

본 발명의 제3 실시예에서, 잔막 경향 정보는 기판 스테이지(9)의 이동 방향 및 기판(3)의 표면 요철(평탄도)에 관한 정보(불규칙성 정보)를 기초로 취득된다. 기판(3)이 도 10a에 도시된 바와 같이 평탄하지 않다면, 임프린트 재료(2)의 상부의 평면은 기판(3)의 형상에 맞춰 평탄하게 되지 않는다. 따라서, 제어 유닛(17)은 측정 디바이스(18)가 측정 디바이스(18)에 대한 기판(3)의 표면 위치를 측정하게 하여, 기판(3)의 표면 요철에 관한 정보를 취득한다.

[0053] 도 10b는 예시적 제어 방법을 도시한다. 기판 스테이지(9)가 수평면에 대해 각도(Θ_s)를 이루고 기판(3)의 관심 샷 영역(20)이 기판 스테이지(9)에 대해 각도($-\Theta_w$)를 이루는 경우, 몰드(7)는 각도($\Theta_h = \Theta_s + (-\Theta_w)$)만큼 수평면에 대해 경사진다. 따라서, 몰드(7)의 패턴 표면(7a) 및 임프린트 재료(2)의 상부의 평면은 가능한 서로 평행하게 되고 잔막(2b)의 두께 불균일성이 감소된다.

[0054] (도 11a에 도시된 바와 같이) 패턴 표면(7a)이 몰드(7)에 대해 경사지는 경우, 몰드(7)의 경사는 임프린트 재료(2)의 상부의 평면과 패턴 표면(7a) 사이에 형성된 각도가 패턴 표면(7a)의 그러한 경사를 고려하여 (도 11b에 도시된 바와 같이) 감소되도록 조정될 수 있다.

[0055] 상술된 바와 같이 제3 실시예에서, 기판(3)에 대한 몰드(7)의 경사는 몰드(7)의 패턴 표면(7a)의 이동방향 측 부분이 패턴 표면(7a)의 이동방향 반대측 부분보다 기판 스테이지(9)에 더 근접하게 위치되도록 조정된다.

[0056] 제4 실시예

본 발명의 제4 실시예에서, 임프린트 재료(2)의 상태에 관한 정보는 잔막 경향 정보에 대응하거나 또는 기판 스테이지(9)가 이동하고 있는 상태에서 임프린트 재료(2)의 상태에 관한 정보일 수 있다. 기판 스테이지(9)가 이동하고 있는 상태에서의 임프린트 재료(2)의 상태에 관한 정보는 잔막 경향 정보와 상호 연관된다. 임프린트 재료(2)의 상태는 예컨대, 기판(3) 상에서 임프린트 재료(2)의 상부의 평면(성형되는 임프린트 재료(2)의 표면)의 경사 또는 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사 방향을 의미한다.

[0058] 제4 실시예에 따른 패턴 형성 순서에 관한 정보는 임프린트 순서, 즉 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이 샷 영역(20)의 각각이 몇 번째로 패턴 형성이 수행되는지를 나타내는 정보에 대응한다.

[0059] 제4 실시예에 따른 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사는 이하와 같이 형성된다. X 방향으로 동일한 위치에 있는 복수의 액적의 기판 스테이지(9)로부터의 높이 평균은 다른 X 방향 위치 각각에 대해 산출된다. 이후, 상기 X 방향으로 정렬된 복수의 액적의 평균 높이에 있는 점들이 가상선에 의해 연결된다. 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사는 이 가상선의 경사이다. 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사의 경향 방향은 예컨대 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측과 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 사이의 수준 차이에 대응한다.

[0060] 제4 실시예에 따른 임프린트 장치(1)에서, 몰드 스테이지(6)는 임프린트 순서와 상호 연관되는 잔막 경향 정보 및 임프린트 순서를 기초로 몰드(7)의 경사를 조정한다. 분배기(15)와 대면하는 위치로부터 임프린트 위치로의 기판 스테이지(9)의 이동 방향이 일정한 경우에도, 잔막(2b)의 상태는 임프린트 순서와 상관없이 일정하지 않을 수 있는데, 이는 잔막(2b)의 상태가 임프린트 장치(1) 내의 기류 또는 기판 스테이지(9)의 이동에 따라 발생하는 기류와 같은 인자에 의해 영향을 받을 수 있기 때문이다. 제4 실시에는 이러한 경우에 유리하다. 도 12는 임프린트-재료 패턴(2a)이 도 3b에 도시된 임프린트 순서로 형성되는 경우에 잔막 경향 정보와 임프린트 순서 사이의 관계를 도시한다. 복수의 샷 영역(20) 각각에 도시된 원의 크기는 잔막(2b)의 두께에 대응한다. 구체적으로, 이러한 원이 클 수록, 잔막(2b)이 두껍다.

[0061] 도 13a 및 도 13b는 패턴 형성의 상태와 임프린트 순서 사이의 관계를 각각 도시한다. 샷 영역(23)(제1 영역)은 임프린트 재료(2)를 갖지만 아직 패턴이 형성되지 않았다. 한편, 샷 영역(24)(제2 영역) 각각은 임프린트-재료 패턴(2a)을 갖는다. 도 13a 및 도 13b에서, 샷 영역(23) 상의 임프린트 재료(2)의 액적의 상태는 기판 스테이지(9)가 이동하고 있었던 상태에서 발생된 휘발성으로 인해 변경되었다.

[0062] 도 12를 참조하면, 제1 열에서 패턴이 이동방향 측(+X 측)을 향해 순차적으로 형성된다. 즉, 도 13a에 도시된 바와 같이, 기판 스테이지(9)는 샷 영역(23)이 샷 영역(24)에 대해 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 상에 있는

상태에서 이동한다.

[0063] 임프린트 위치에서의 임프린트 재료(2)의 액적은 휘발성 등으로 인해 상이한 높이를 갖는다. 구체적으로, 임프린트 재료(2)의 상부의 평면은, 샷 영역(24)에 더 근접한 측상의 액적이 샷 영역(24)으로부터 더 먼 측상의 액적보다 낮은 경향을 갖도록 경사진다. 이러한 경우, 잔막 경향 정보는, 잔막(2b)이 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측(목적 위치로부터 더 먼 측) 상에서보다 기판 스테이지(9)의 이동방향 측(목적 위치에 더 근접한 측) 상에서 더 두꺼운 경향을 갖는다는 것을 나타낸다.

[0064] 도 12를 참조하면, 제2 열에서, 패턴은 이동방향 반대측(-X 측)을 향해 순차적으로 형성된다. 즉, 도 13b에 도시된 바와 같이, 기판 스테이지(9)는 샷 영역(24)이 샷 영역(23)에 대해 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 상에 있는 상태에서 이동한다.

[0065] 임프린트 위치에서의 임프린트 재료(2)의 액적은 상이한 높이를 갖는다. 구체적으로, 임프린트 재료(2)의 상부의 평면은 샷 영역(24)에 더 근접한 측 상의 액적이 샷 영역(24)로부터 더 먼 측상의 액적보다 낮은 경향을 갖도록 경사진다. 이러한 경우, 잔막 경향 정보는, 잔막(2b)이 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측 상에서보다 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 상에서 더 얕은 경향을 갖는다는 것을 나타낸다.

[0066] 몰드 스테이지(6)는 (이동 유닛의 이동에 따라 변경될 수 있는 임프린트 재료(2)의 상태에 관한 정보를 기초로) 잔막 경향 정보와 상호 연관된 임프린트 순서 및 잔막 경향 정보에 기초하여 몰드(7)의 경사를 조정한다. 몰드 스테이지(6)는, 패턴 표면(7a)이 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사 방향의 반대 방향으로 경사지도록 몰드(7)를 경사지게 한다. 즉, 도 13a에 도시된 경우에, 몰드(7)는, 기판 스테이지(9)와 패턴 표면(7a)의 이동방향 측 부분 사이의 간극이 기판 스테이지(9)와 패턴 표면(7a)의 이동방향 반대측 부분 사이의 간극보다 작게 되도록 경사진다.

[0067] 기판 스테이지(9)가, 샷 영역(23)이 샷 영역(24)에 대한 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 상에 있는 도 13a에 도시된 상태에서 이동하는 경우, 몰드(7)는 패턴 표면(7a)의 이동 방향 측이 (도 13c에 도시된 바와 같이) 패턴 표면(7a)의 이동방향 반대측보다 낮게 되도록 경사진다.

[0068] 기판 스테이지(9)가, 샷 영역(23)이 샷 영역(24)에 대한 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측 상에 있는 도 13b에 도시된 상태에서 이동되는 경우, 몰드(7)는 패턴 표면(7a)의 이동방향 측이 (도 13d에 도시된 바와 같이) 패턴 표면(7a)의 이동방향 반대측보다 높게 되도록 경사진다.

[0069] 상술된 바와 같이, 몰드 스테이지(6)는 (이동 유닛의 이동에 따라 변경될 수 있는 임프린트 재료(2)의 상태에 관한 정보에 기초하여) 잔막 경향 정보와 상호 연관된 임프린트 순서 및 잔막 경향 정보를 기초로 몰드(7)의 경사를 조정한다.

[0070] 따라서, 임프린트-재료 패턴(2a)에 포함된 잔막(2b)의 두께의 불균일성은 제4 실시예가 적용되지 않은 경우보다 낮게 될 수 있다. 제4 실시예에서, (일본 특허 공개 번호 2005-10201에 개시된 바와 같이) 단순히 기판(3)의 경사에 따라 몰드(7)의 경사를 조정하는 방법으로는 완전히 감소될 수 없는 잔막(2b)의 두께 불균일성도 감소될 수 있다. 또한, 기판 스테이지(9)가 일정한 방향으로 이동함에도, 잔막(2b)의 상태가 일정하지 않거나 임프린트 재료(2)의 상부의 평면의 경사가 기판(3)의 경사에 대해 일정하지 않은 경우에도, 임프린트-재료 패턴(2a)에 포함된 잔막(2b)의 두께의 불균일성은 감소될 수 있다.

[0071] 종종, 임프린트 재료(2)가 분배기(15)에 의해 공급된 기판(3)은 가장 얕은 루트를 취하지 않고 임프린트 위치로 이동할 수 있다. 이러한 경우, 임프린트 위치까지의 이동 방향 및 길이도 고려하여, 임프린트 재료(2)의 상부의 평면이 변경되는 방법 또는 잔막 경향 정보가 변경되는 방법이 산출될 수 있다.

[0072] 패턴 형성 순서에 관한 정보는 샷 영역(23)과 샷 영역(24) 사이의 위치 관계를 명확히 하는 정보이기만 하면 된다. 즉, 임프린트 순서에 관한 정보가 아닌 다른 임의의 정보도 취해질 수 있다.

[0073] 예컨대, 패턴이 n 번째 순서로 형성된 샷 영역(20)의 위치와 패턴이 n+1 번째 순서로 형성될 샷 영역(20)의 위치를 비교하면, 패턴이 n 번째 순서로 형성된 샷 영역(20)으로부터 패턴이 n+1 번째 순서로 형성될 샷 영역(20)을 향한 방향이 기판 스테이지(9)의 이동 방향과 동일한지를 나타내는 정보(연속적으로 형성되는 패턴들 사이의 위치적 관계에 관한 정보)가 취해질 수 있다. 대안적으로, 샷 영역(24)이 샷 영역(23)에 대한 기판 스테이지(9)의 이동방향 측 상에 존재하는지 여부를 나타내는 정보(제1 영역에 대한 이동방향 측 상의 제2 영역의 존재를 나타내는 정보)가 취해질 수 있다. 대안적으로, XY 평면 내에서 샷 영역(24)이 존재하는 위치를 나타내는 정보(제2 영역의 위치에 관한 정보)가 취해질 수 있다. 또한, 주변 공기를 멀리 보내기 위해 임프린트 위치 주

위 영역에 불활성 가스를 공급하는 부재(도시 생략)가 제공되는 경우에, 이 부재의 위치에 관한 정보도 취해질 수 있다.

[0074] 제5 실시예

본 발명의 제5 실시예에서, 잔막(2b)의 두께의 불균일성은 임프린트 순서에 기초하여 작성된 액적 패턴을 이용하는 임프린트 재료(2)의 공급양의 조절 및 제4 실시예에 따른 몰드(7)의 경사의 조절을 조합함으로써 감소된다. 제5 실시예는 잔막(2b)의 두께의 불균일성이 몰드(7)의 경사가 조정된 경우에도 무시할 수 없는 수준일 경우 적합하다.

[0076] 저장 유닛(19)은 이후 언급되는 도 16에 도시된 흐름도로 요약되는 프로그램을 저장한다. 작성 유닛(25)이 상기 프로그램을 작동할 때, 액적 패턴이 작성된다.

[0077] 도 14는 임프린트 공정이 수행되기 전에 작성된 액적 패턴을 작성 유닛(25)이 작성하는 공정(50)을 도시하는 흐름도이다. 단계(S101)에서, 작성 유닛(25)은 액적 패턴을 작성하는데 필요한 정보들, 즉 몰드 정보, 분배기 정보, 임프린트-분위기 정보 등을 취득한다. 단계(S102)에서, 작성 유닛(25)은 임프린트 재료(2)의 분포에 관한 정보를 작성하는데, 이 정보는 단계(S101)에서 취득된 정보들을 기초로 단일 샷 영역(20)의 섹션 각각에 대한 요구되는 임프린트 재료(2)의 양의 추정치이다.

[0078] 단계(S103)에서, 작성 유닛(25)은 분배기(15)로부터 토출된 각 액적의 크기를 나타내는 정보로부터 단일 임프린트 동작에 요구되는 임프린트 재료(2)의 액적 수를 산출한다. 단계(S104)에서, 산출된 액적 수는 대략적으로 샷 영역(20)의 섹션들 사이에 할당되고, 그로 인해 예비 액적 패턴이 작성된다. 예비 액적 패턴의 일 예가 도 15a에 도시된다. 도 15a에 도시된 영역은 단일 샷 영역(20)에 대응한다. 빈 직사각형 섹션(21)은 임프린트 재료(2)가 공급되지 않은 섹션에 대응한다. 검은 직사각형 섹션(22)은 임프린트 재료(2)가 공급된 섹션에 대응한다.

[0079] 도 14를 참조하면, 단계(S105)에서, 작성 유닛(25)은 저장 유닛(19)으로부터 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보에 대응하는 잔막 경향 정보 및 기판 스테이지(9)의 이동 방향에 관한 정보를 취득한다. 단계(S106)에서, 작성 유닛(25)은 단계(S104) 및 단계(S105)에서 취득되었던 예비 액적 패턴 및 잔막 경향 정보로부터 분배기(15) 상에 설정되는 액적 패턴을 작성한다. 단계(S106)에서 작성된 액적 패턴은 예비 액적 패턴과 동일한 수의 임프린트 재료(2)의 액적으로 구성되지만, 액적들은 상이한 방식으로 분포된다. 단계(S106)은 제4 실시예에 따른 몰드(7)의 경사의 조정이 수행된 후에도 여전히 관찰되는 잔막(2b)의 두께 불균일성을 감소시키기 위한 단계이다.

[0080] 이제, 단계(S106)이 더욱 상세하게 기술될 것이다. 패턴이 도 13a에 도시된 바와 같이 +X 방향으로 순차적으로 형성되는 경우, 잔막(2b)은 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측 상에서보다 기판 스테이지(9)의 이동방향 측상에서 더 두꺼운 경향을 갖는다. 따라서, 작성 유닛(25)은 도 15b에 도시된 액적 패턴을 작성한다. 이 액적 패턴에 있어서, 잔막(2b)가 두꺼운 경향을 갖는 이동방향 측상에 공급되는 샷 영역(23)에서는 임프린트 재료(2)의 액적의 밀도(또는 임프린트 재료(2)의 양의 밀도)(이하에서 "공급 밀도"로도 지칭됨)는, 잔막(2b)이 얇은 경향을 갖는 이동방향 반대측 상에 공급되는 임프린트 재료(2)의 액적의 밀도보다 낮게 형성된다.

[0081] 패턴이 도 13b에 도시된 바와 같이 -X 방향으로 순차적으로 형성되는 경우, 잔막(2b)은 기판 스테이지(9)의 이동방향 반대측 상에서보다 기판 스테이지(9)의 이동방향 측상에서 더 얇은 경향을 갖는다. 따라서, 작성 유닛(25)은 도 15c에 도시된 액적 패턴을 작성한다. 이 액적 패턴에 있어서, 샷 영역(23)에서 잔막(2b)이 얇은 경향을 갖는 이동방향 측상에 공급되는 임프린트 재료(2)의 액적의 밀도는 잔막(2b)이 두꺼운 경향을 갖는 이동방향 반대측 상에 공급되는 임프린트 재료(2)의 액적의 밀도보다 높게 형성된다.

[0082] 작성 유닛(25)은 한 종류의 몰드 정보에 대해 복수의 액적 패턴을 작성하는데, 이는 상이한 액적 패턴이 상이한 종류의 잔막 경향 정보에 대해 작성될 필요가 있기 때문이다. 또한, 임프린트 공정에서 몰드(7)의 요철 패턴의 부분은 종종 기판(3)으로부터 들출될 수 있다. 따라서, 임프린트 재료(2)가 요철 패턴의 그러한 들출 부분을 향해 토출되는 것이 방지되는 액적 패턴도 작성될 필요가 있다.

[0083] 도 16은 임프린트 순서를 기초로 작성된 액적 패턴을 이용하는 임프린트 재료(2)의 공급 양의 조절 및 제4 실시예에 다른 몰드(7)의 경사의 조정을 조합한 임프린트 공정의 프로그램을 도시하는 흐름도이다. 제어 유닛(17)은 도 16에 도시된 프로그램을 구동한다.

[0084] 단계(S20)에서, 몰드(7)는 몰드 스테이지(6) 상에 장착되고, 제어 유닛(17)은 임프린트 순서에 관한 정보 및 몰

드(7)의 패턴에 관한 정보를 취득한다. 단계(S120)에서, 샷 영역(20) 각각에서 형성되기 쉬운 잔막(2b)의 경향을 나타내는 잔막 경향 정보가 임프린트 순서에 기초하여 산출된다. 단계(S220)에서, 작성 유닛(25)은, 몰드 스테이지(6)에 의해 몰드(7)의 경사의 조정 결과로서 실현되었던 잔막(2b)의 두께 불균일성의 감소를 고려하여, 상술된 공정(50)에 따라 액적 패턴을 작성한다. 단계(S220)에서 작성된 액적 패턴에서, 이동방향 측 상에서의 공급 밀도와 이동방향 반대측 상에서의 공급 밀도 사이에 공급 밀도 차이가 존재한다.

[0085] 단계(S320)에서, 제어 유닛(17)은 분배기(15) 상에 관심 샷 영역(20)에 적합한 액적 패턴을 설정한다. 또한, 몰드(7)의 경사는 관심 샷 영역(20)에 적합한 방향, 즉 잔막(2b)의 두께 불균일성이 감소되는 방향에서 조정된다. 단계(S520) 내지 단계(S920)는 도 7에 도시된 단계(S400) 내지 단계(S800)와 동일하고, 단계(S1120)는 도 7에 도시된 단계(S1000)와 동일하다. 따라서, 이러한 단계에 대한 설명은 생략된다.

[0086] 단계(S920)에서, 단일 샷 영역(20) 상에 패턴을 형성한 후에, 샷 영역(20) 전체에 임프린트 공정이 수행되지는 않았다고 제어 유닛(17)이 결정하면, 공정은 단계(S1020)으로 진행하는데, 이 단계에서 제어 유닛(17)은 다음의 관심 샷 영역(20)에서 잔막 경향 정보가 변경될 것으로 예상되는지를 체크한다. 잔막 경향 정보가 변경될 예정인 것으로 결정되면("예"), 공정은 단계(S320)으로 복귀하는데, 이 단계에서 다른 액적 패턴이 설정된다. 이후, 단계(S420)에서 몰드 스테이지(6)는 새로운 잔막 경향 정보에 따라 몰드(7)의 경사를 조정한다. 잔막 경향 정보가 변경될 것으로 예측되지 않는다면, 공정은 단계(S420)로 진행하는데, 이 단계에서 임프린트 공정이 몰드(7)의 동일한 경사도 및 동일한 액적 패턴으로 계속된다.

[0087] 제5 실시예에 따른 임프린트 공정의 흐름이 상술되었다. 제5 실시예에서, 잔막(2b)의 두께 불균일성은 몰드(7)의 경사 조절 및 임프린트 순서를 기초로 작성된 액적 패턴을 이용하는 임프린트 재료(2)의 공급 양 조절을 조합하여 감소된다. 따라서, 몰드(7)의 경사가 조절된 후에도 무시할 수 없는 잔막(2b)의 두께 불균일성이 감소될 수 있다. 또한, 임프린트가 몰드(7)가 경사진 상태에서 수행되는 경우에도 잔막(2b)이 관심 샷 영역(23) 내에서 국소적으로 두꺼운 부분을 갖는 경우, 액적 패턴의 공급 밀도를 변경함으로써 잔막(2b)의 두께 불균일성이 감소될 수 있어, 잔막(2b)의 두께가 균일하게 된다.

[0088] 제6 실시예

[0089] 본 발명의 제6 실시예에서, 몰드 스테이지(6)는 또한 수평면을 따르는 기판 스테이지(9)의 이동 속도에 관한 정보를 기초로 몰드(7)의 경사를 조정한다. 기판 스테이지(9)의 속도에 관한 정보는 기판 스테이지(9)의 속도의 수준 또는 가속율 등을 나타내는 정보이다.

[0090] 제6 실시예를 제1 실시예에 적용하면, 잔막(2b)의 두께 불균일성은, 임프린트 위치에서의 기판 스테이지(9)의 경사가 기판 스테이지(9)의 속도와 함께 변경되는 경우에도 원하는 수준으로 감소될 수 있다.

[0091] 또한, 제6 실시예를 제4 실시예에 적용하면, 잔막(2b)의 두께 불균일성은, 임프린트 순서에 따라 발생할 수 있는 잔막(2b)의 두께 불균형이 기판 스테이지(9)의 속도와 함께 변경되는 경우에도 원하는 수준으로 감소될 수 있다.

[0092] 기타 실시예

[0093] 본 발명의 기타 실시예가 이제 기술될 것이다. 제1 내지 제6 실시예는 임의의 방식으로 조합될 수 있다. 본 발명의 실시예 중 임의의 실시예에 따른 임프린트 장치(1)는 복수의 분배기(15)를 포함할 수 있다. 이 경우, 임프린트 재료(2)를 관심 샷 영역(20)에 토출한 분배기(15) 중 임의의 분배기와 대면하는 위치로부터 임프린트 위치를 향하는 방향이 기판 스테이지(9)의 이동 방향으로 간주된다.

[0094] 상기 실시예 각각은 몰드(7)의 경사가 조정되는 경우에 관한 것이지만, 조정 유닛은 기판에 대한 몰드의 경사를 조정할 수 있기만 하면 된다. 즉, 몰드(7) 및 기판(3) 중 적어도 하나의 경사가 조정되기만 하면 된다.

[0095] 상이한 분배기(15)가 기판(3)의 샷 영역(23)의 상이한 위치에 사용되는 경우, 잔막 경향 정보들의 수가 증가한다. 이러한 경우에도, 단일 샷 영역(20) 내의 잔막(2b)의 두께 불균일성 및 복수의 샷 영역(20) 사이의 잔막(2b)의 두께 불균일성 모두가 감소될 수 있다.

[0096] 기판 스테이지(9)의 이동 방향은 기판(3) 상의 관심 샷 영역(20)의 위치, 분배기(15)의 위치 및 임프린트 위치에 의해 결정된다. 임프린트 순서는 도 3a 및 도 3b에 도시된 것에 제한되지 않는다. 임프린트는 무작위 순서, 지그재그 순서 등으로 수행될 수 있다. 제어 유닛(17) 및 저장 유닛(19)은 유닛(17, 19)이 상술된 각각의 기능을 수행하는 한 단일 제어 보드 또는 개별 제어 보드 상에 제공될 수 있다.

[0097] 제1 내지 제6 실시예 각각은 광으로 경화될 수 있는 임프린트 재료(2)가 자외광(4)의 공급으로 경화되는 광 임프린트 방법에 관한 것이지만, 본 발명은 그러한 임프린트 방법에 제한되지 않는다. 임프린트 재료(2)는 광을 포함하는 임의 유형의 전자기 방사선에 의해 경화될 수 있는 재료 또는 열로 경화될 수 있는 재료일 수 있다.

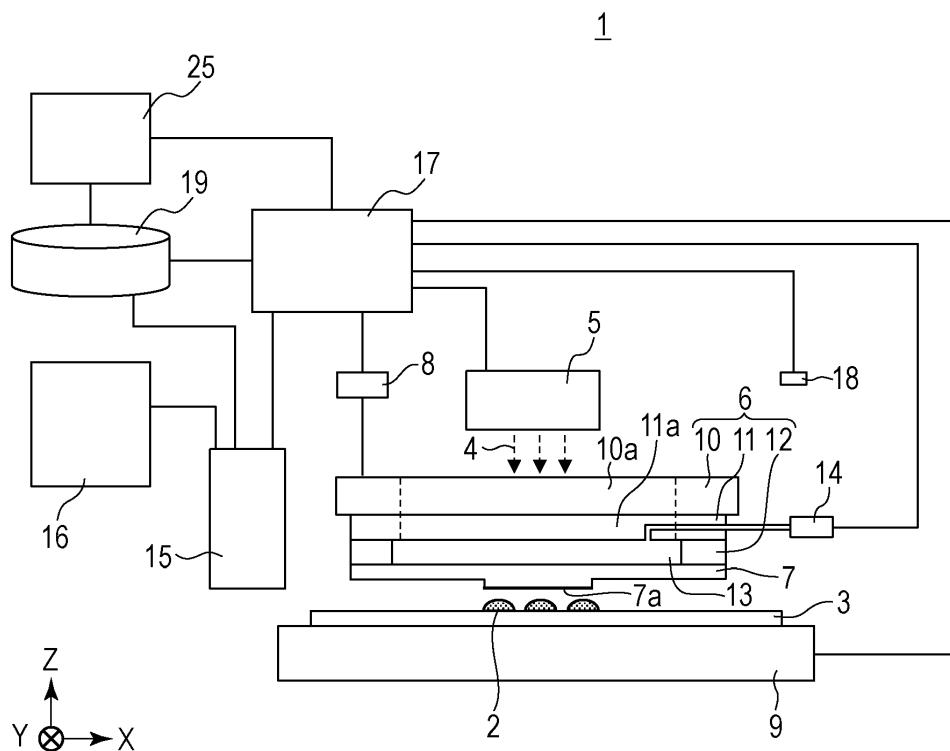
[0098] 물품 제조 방법

[0099] 본 발명의 일 실시예에 따라 물품(반도체 집적 회로 디바이스, 액정 디스플레이 디바이스, 활상 디바이스, 자기 헤드, CD-RW(compact disc rewritable), 광학 디바이스, 포토마스크 등)을 제조하는 방법은 임프린트 장치(1) 사용에 의한 기판(3)(단결정 실리콘 웨이퍼, SOI(silicon on insulator), 유리 플레이트 등) 상에 패턴을 형성하는 단계와, 패턴을 갖는 기판(3) 상에 이온 주입(ion implantation) 및 에칭 중 적어도 하나를 수행하는 단계를 포함한다. 상기 방법은 임의의 공지된 처리 단계(산화, 필름 형성, 퇴적, 평탄화, 레지스트 스트립핑, 다이싱, 본딩, 패키징 등)를 포함한다.

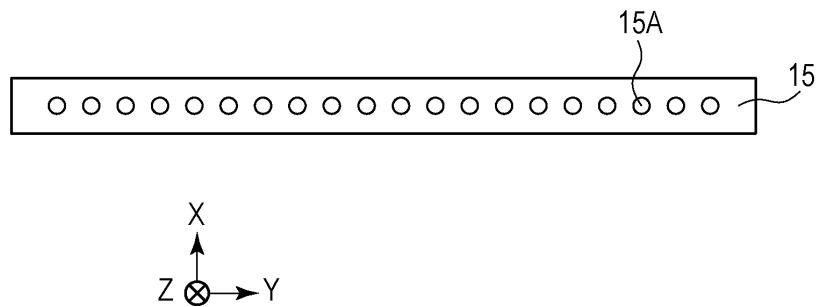
[0100] 본 발명은 예시적 실시예를 참조하여 기술되었지만, 본 발명은 기술된 예시적 실시예에 제한되지 않는다는 것이 이해되어야 한다. 후속하는 청구항의 범주는 모든 그러한 변형 및 균등한 구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓은 의미의 해석에 따라야 한다.

도면

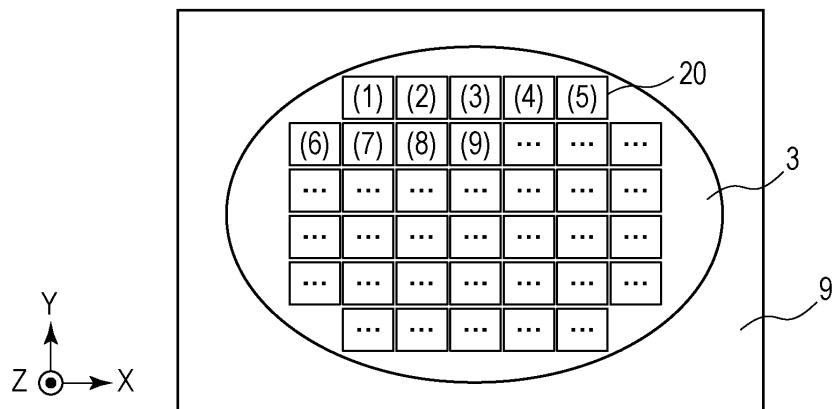
도면1



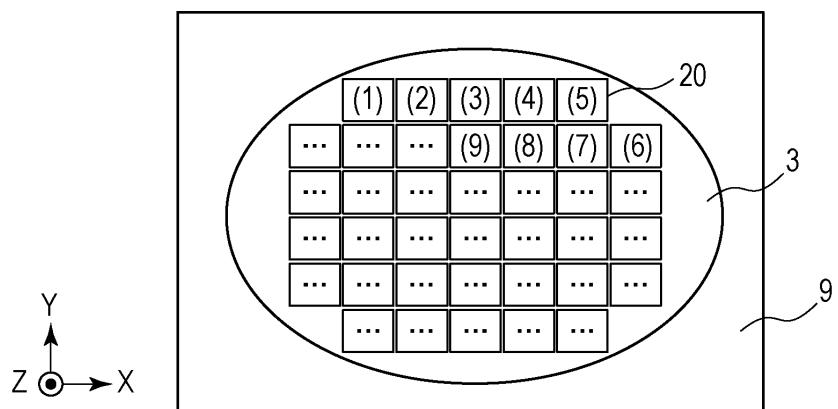
도면2



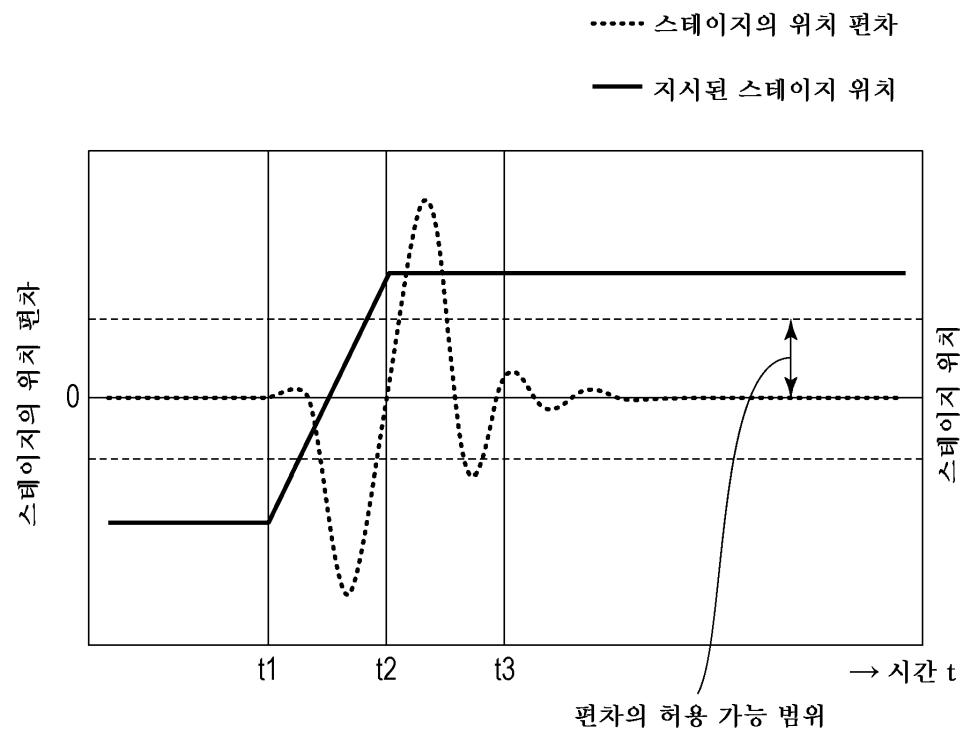
도면3a



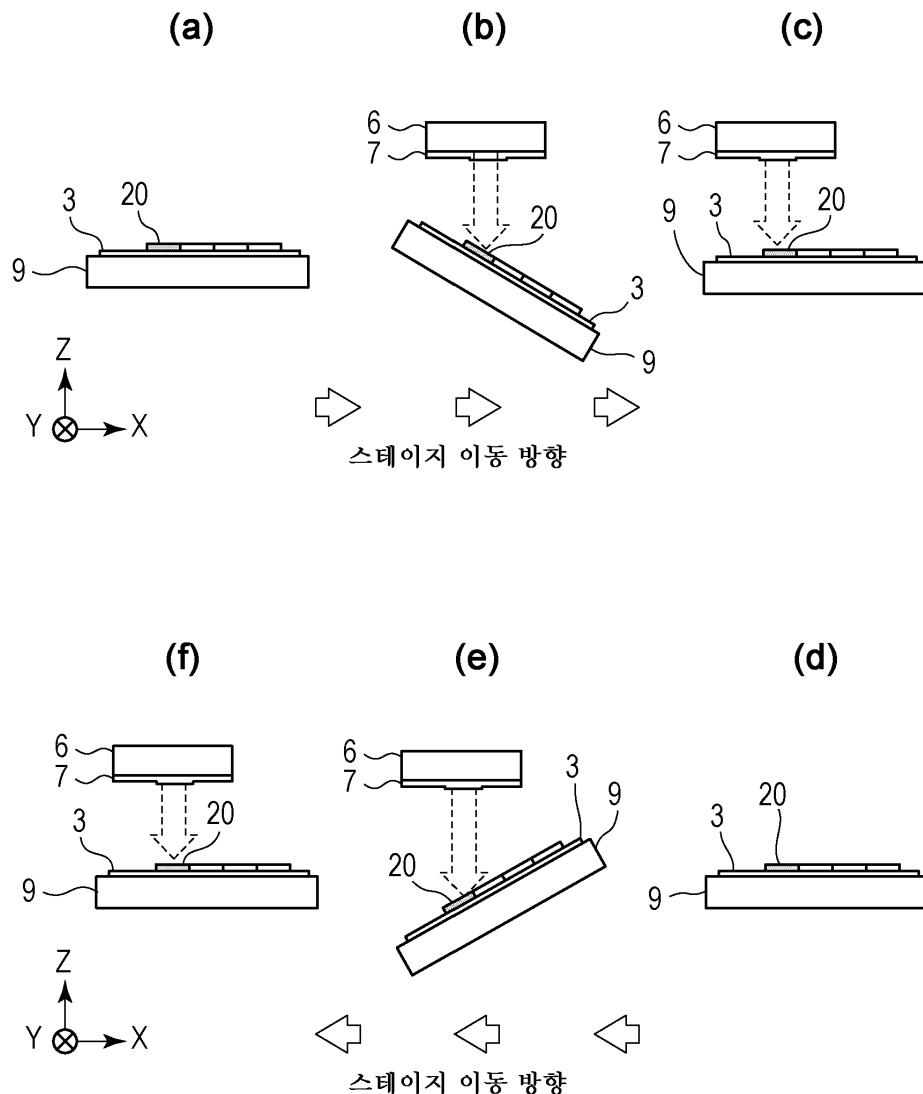
도면3b



도면4

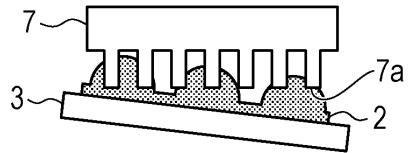


도면5

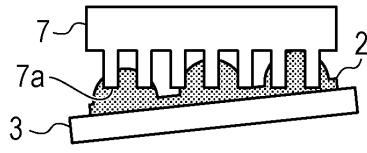


도면6

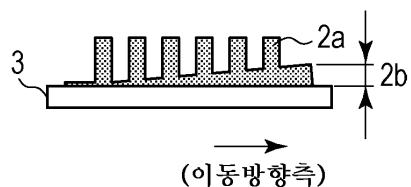
(a)



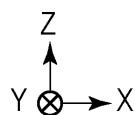
(b)



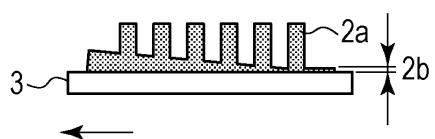
(c)



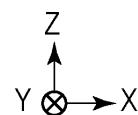
(이동방향축)



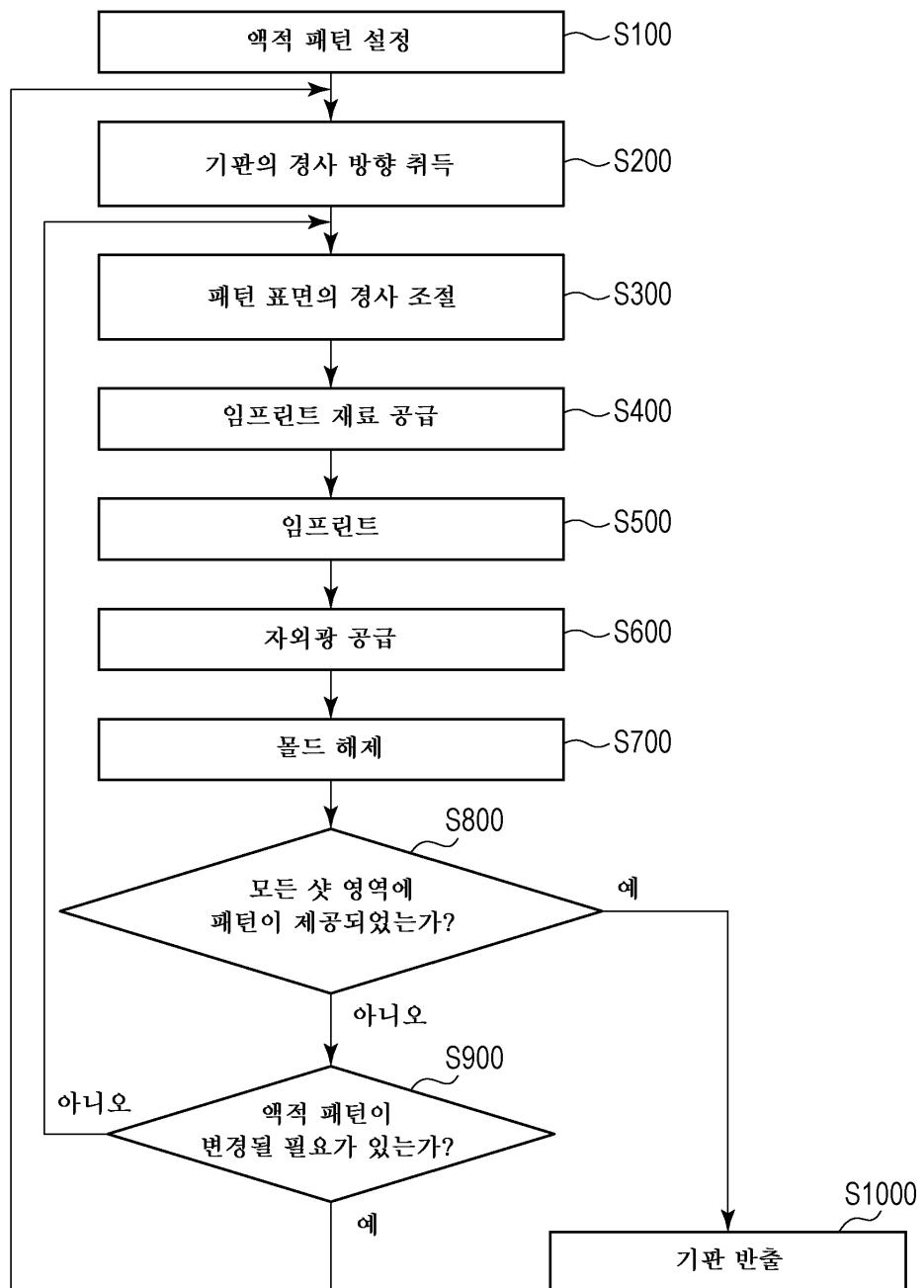
(d)



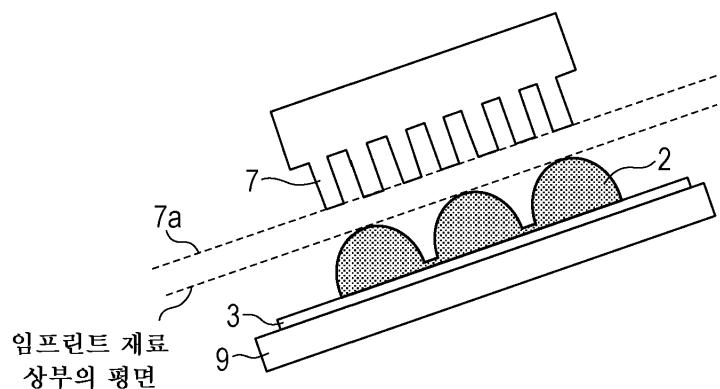
(이동방향축)



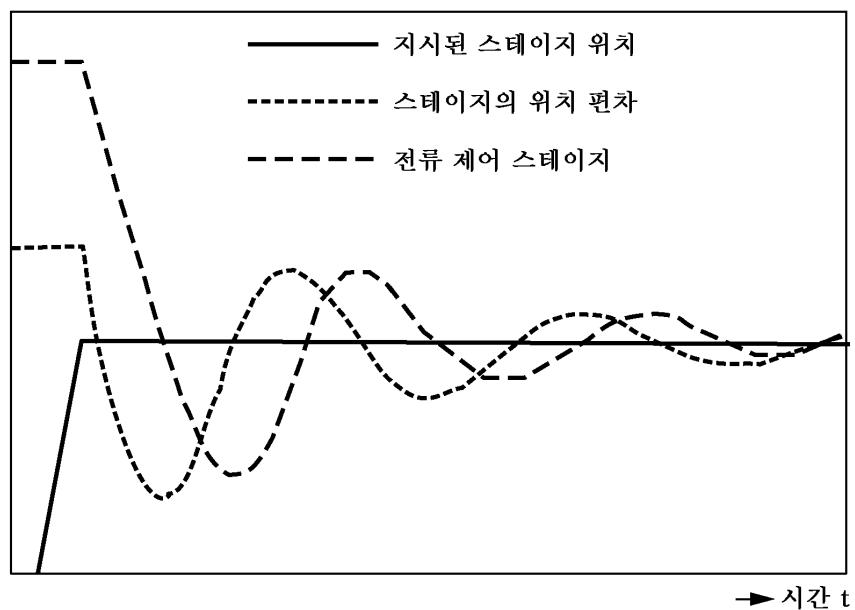
도면7



도면8



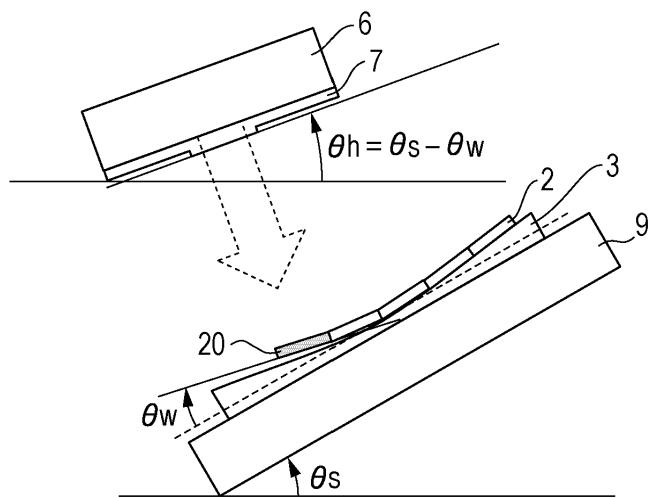
도면9



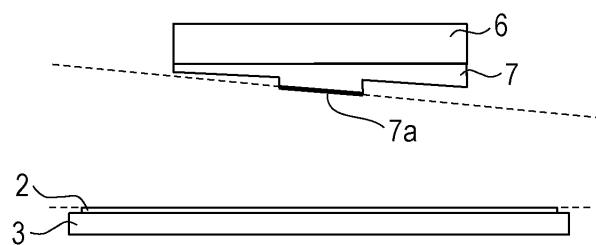
도면10a



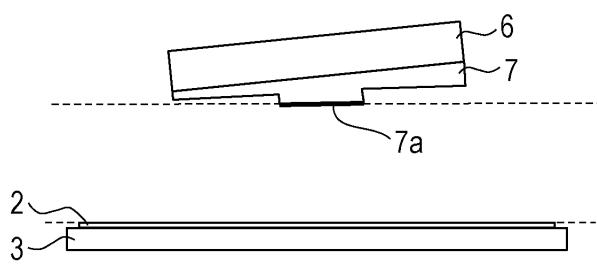
도면10b



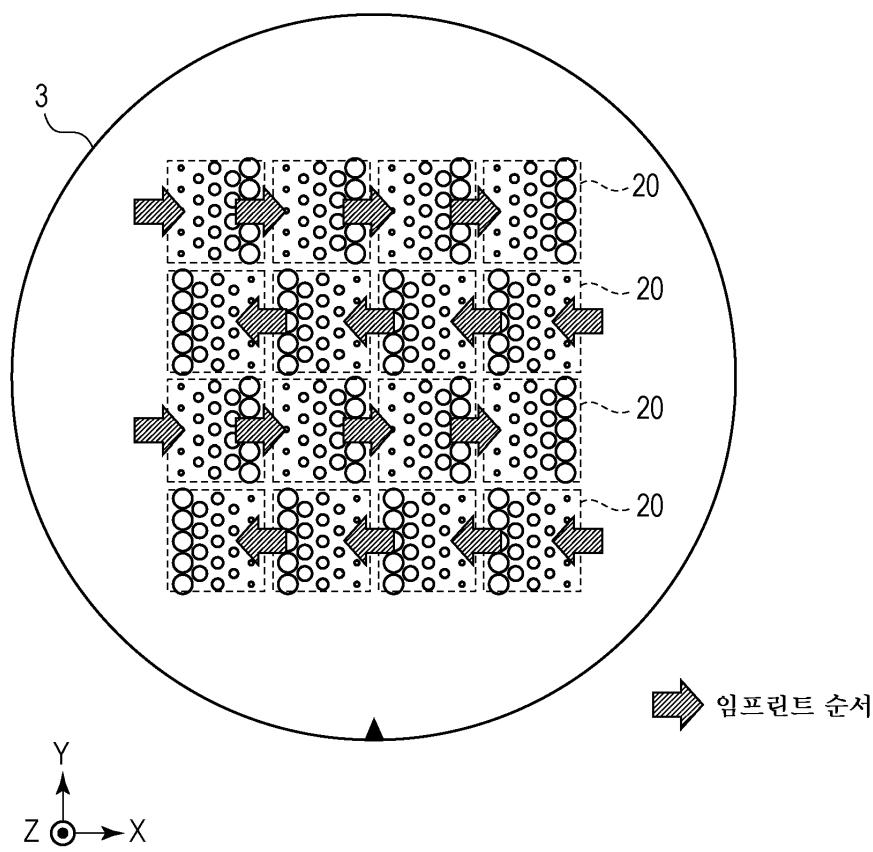
도면11a



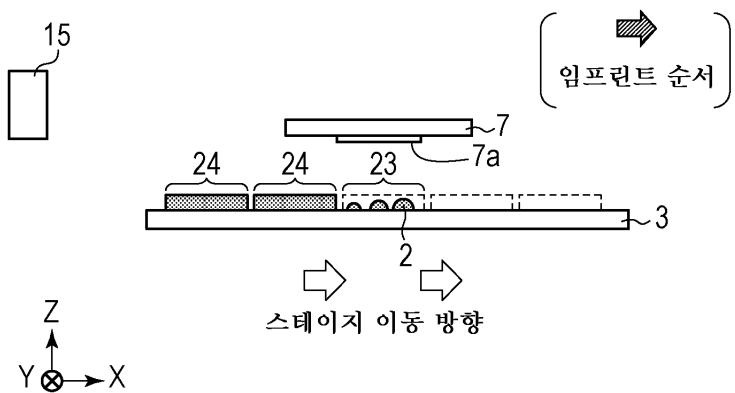
도면11b



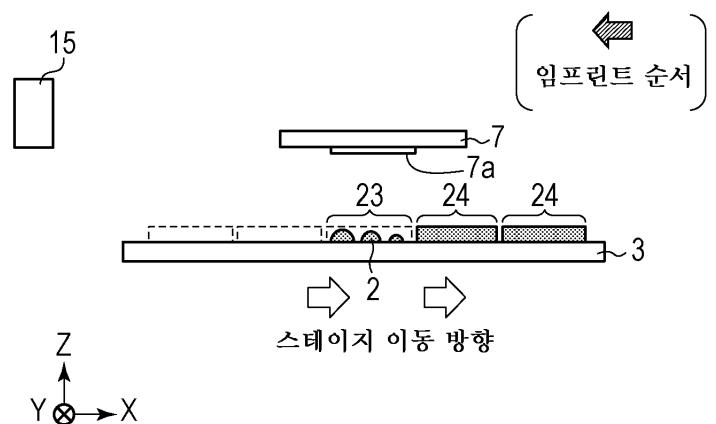
도면12



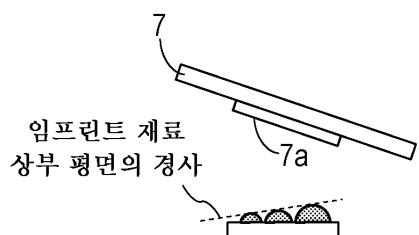
도면13a



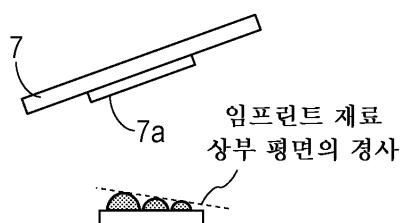
도면13b



도면13c

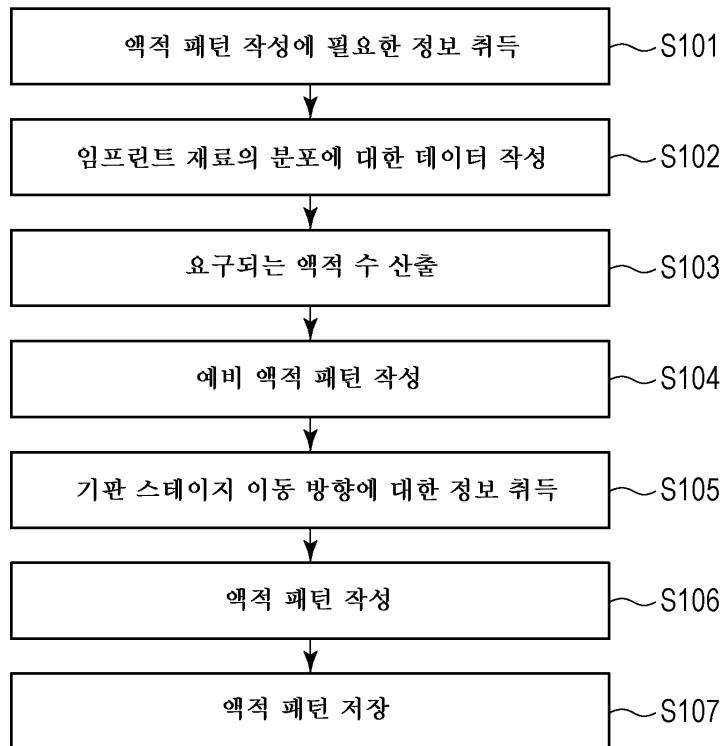


도면13d

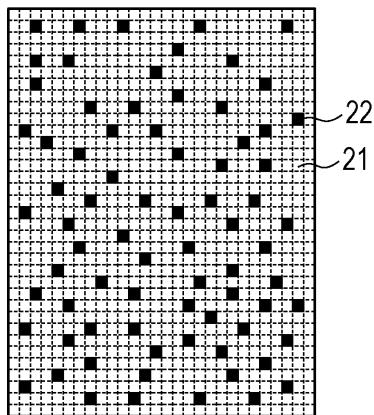


도면14

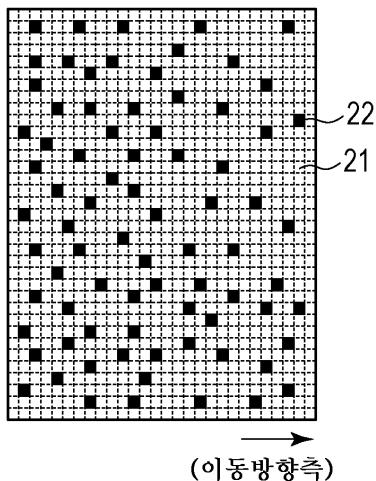
50



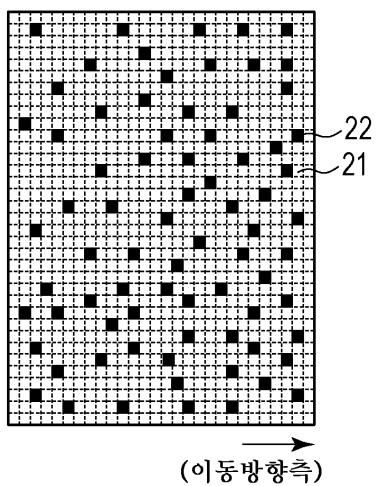
도면15a



도면15b



도면15c



도면16

