



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0068314
(43) 공개일자 2023년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 9/00 (2006.01) G03F 7/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 9/7042 (2013.01)
G03F 7/0002 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0144296
(22) 출원일자 2022년11월02일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2021-183520 2021년11월10일 일본(JP)

(71) 출원인
캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
(72) 발명자
마루야마 나오키
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고
캐논 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 이중희

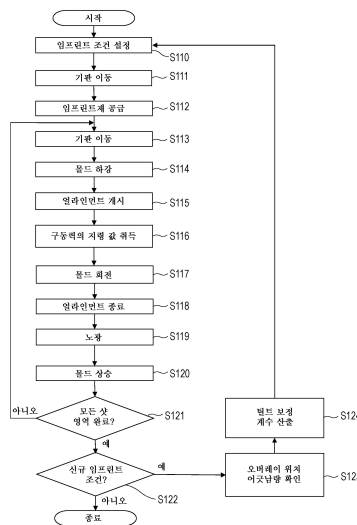
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **임프린트 장치 및 물품 제조 방법**

(57) 요약

본 발명에 따른 임프린트 장치는, 몰드와 기관 표면 상의 임프린트재가 서로 접촉하도록, 몰드 구동 유닛 및 기관 구동 유닛 중 적어도 하나에 의해 몰드 보유지지 유닛 및 기관 보유지지 유닛 중 적어도 하나를 이동시키는 접촉 단계, 접촉 단계를 행한 후 기관 구동 유닛에 의한 기관 보유지지 유닛에 대한 기관 표면에 평행한 제1 방향에서의 구동력을 취득하는 취득 단계, 및 취득 단계에서 취득된 구동력의 크기에 기초하여 몰드 구동 유닛에 의해 몰드 보유지지 유닛을 기관 표면 내에서 제1 방향에 수직인 제2 방향을 중심으로 회전시키는 기울기 보정 단계를 행하도록 구성되는 제어부를 포함한다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

몰드를 사용해서 기관의 기관 표면 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 임프린트 장치이며,

상기 몰드를 보유지지하도록 구성되는 몰드 보유지지 유닛;

상기 몰드 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 몰드 구동 유닛;

상기 기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 보유지지 유닛;

상기 기관 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 기관 구동 유닛; 및

상기 몰드 구동 유닛 및 상기 기관 구동 유닛을 제어하도록 구성되는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 몰드와 상기 기관 표면 상의 임프린트재가 서로 접촉하도록, 상기 몰드 구동 유닛 및 상기 기관 구동 유닛 중 적어도 하나에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛 및 상기 기관 보유지지 유닛 중 적어도 하나를 이동시키는 접촉 단계;

상기 접촉 단계를 행한 후, 상기 기관 구동 유닛에 의한 상기 기관 보유지지 유닛에 대한 상기 기관 표면에 평행한 제1 방향에서의 구동력을 취득하는 취득 단계; 및

상기 취득 단계에서 취득된 상기 구동력의 크기에 기초하여, 상기 몰드 구동 유닛에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛을 상기 기관 표면 내에서 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향을 중심으로 회전시키는 기울기 보정 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몰드에 형성되어 있는 제1 마크 및 상기 기관에 형성되어 있는 제2 마크 각각의 상기 기관 표면에 평행한 평면 내에서의 위치를 측정하도록 구성되는 위치 측정 유닛을 더 포함하고,

상기 제어부는, 상기 접촉 단계를 행한 후, 상기 위치 측정 유닛이 상기 제1 마크와 상기 제2 마크 사이의 상대 위치를 측정하게 하고, 측정된 상기 상대 위치에 기초하여 상기 기관 구동 유닛이 상기 기관 보유지지 유닛을 상기 평면 내에서 이동시키게 하는 위치 보정 단계를 행하도록 구성되며,

상기 제어부는 상기 위치 보정 단계를 행한 후 상기 취득 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

$T=C \times F$ 의 식에서, T가 상기 기울기 보정 단계에서 상기 몰드 보유지지 유닛이 회전되는 각도의 크기를 나타내고, F가 상기 취득 단계에서 취득되는 상기 구동력의 크기를 나타내며, C가 비례 계수를 나타낼 때, 상기 제어부는 미리결정된 파라미터에 기초하여 상기 비례 계수를 결정하는 결정 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 미리결정된 파라미터는, 상기 임프린트재의 재료, 상기 기관 표면 상에서의 상기 임프린트재의 두께, 상기 임프린트재의 패턴이 형성되는 상기 기관 표면 상의 샷 영역의 크기, 상기 기관 표면 상에서의 상기 샷 영역의 레이아웃, 및 상기 기관 표면 상에서 상기 임프린트재의 패턴이 형성되는 상기 샷 영역의 순서, 중 적어도 하나

를 포함하는, 임프린트 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 미리결정된 파라미터가 동일한, 이전에 행해진 상기 임프린트재의 패턴을 형성하는 처리의 결과에 기초하여, 상기 결정 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 제어부는 상기 미리결정된 파라미터를 사용한 시뮬레이션의 결과에 기초하여 상기 결정 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 취득 단계를 종료시킨 후 상기 기울기 보정 단계를 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 몰드와 상기 기관 사이의 상대 위치 어긋남이 미리결정된 임계치 이하로 되고 상기 몰드와 상기 기관 사이의 상대 기울기가 미리결정된 임계치 이하로 될 때까지, 상기 취득 단계 및 상기 기울기 보정 단계를 반복적으로 행하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 9

가공된 기관으로부터 물품을 제조하는 물품 제조 방법이며,

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 임프린트 장치를 사용하여, 몰드를 사용해서 기관 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 패턴이 형성된 상기 기관을 가공하는 단계를 포함하는, 물품 제조 방법.

청구항 10

몰드를 보유지지하도록 구성되는 몰드 보유지지 유닛, 상기 몰드 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 몰드 구동 유닛, 기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 보유지지 유닛, 및 상기 기관 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 기관 구동 유닛을 포함하는 임프린트 장치에서, 상기 몰드를 사용해서 상기 기관의 기관 표면 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 방법이며,

상기 몰드와 상기 기관 표면 상의 임프린트재가 서로 접촉하도록, 상기 몰드 구동 유닛 및 상기 기관 구동 유닛 중 적어도 하나에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛 및 상기 기관 보유지지 유닛 중 적어도 하나를 이동시키는 접촉 단계;

상기 접촉 단계를 행한 후, 상기 기관 구동 유닛에 의한 상기 기관 보유지지 유닛에 대한 상기 기관 표면에 평행한 제1 방향에서의 구동력을 취득하는 취득 단계; 및

상기 취득 단계에서 취득된 상기 구동력의 크기에 기초하여, 상기 몰드 구동 유닛에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛을 상기 기관 표면 내에서 상기 제1 방향에 수직인 제2 방향을 중심으로 회전시키는 기울기 보정 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 임프린트 장치는, 상기 몰드에 형성되어 있는 제1 마크 및 상기 기관에 형성되어 있는 제2 마크 각각의 상

기 기관 표면에 평행한 평면 내에서의 위치를 계측하도록 구성되는 위치 계측 유닛을 포함하고,

상기 방법은, 상기 접촉 단계를 행한 후, 상기 위치 계측 유닛이 상기 제1 마크와 상기 제2 마크 사이의 상대 위치를 계측하게 하고, 계측된 상기 상대 위치에 기초하여 상기 기관 구동 유닛이 상기 기관 보유지지 유닛을 상기 평면 내에서 이동시키게 하는 위치 보정 단계를 포함하며,

상기 취득 단계는 상기 위치 보정 단계를 행한 후에 행해지는, 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

$T=C \times F$ 의 식에서, T가 상기 기울기 보정 단계에서 상기 몰드 보유지지 유닛이 회전되는 각도의 크기를 나타내고, F가 상기 취득 단계에서 취득되는 상기 구동력의 크기를 나타내며, C가 비례 계수를 나타낼 때, 미리 결정된 파라미터에 기초하여 상기 비례 계수를 결정하는 결정 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 미리결정된 파라미터는, 상기 임프린트재의 재료, 상기 기관 표면 상에서의 상기 임프린트재의 두께, 상기 임프린트재의 패턴이 형성되는 상기 기관 표면 상의 샷 영역의 크기, 상기 기관 표면 상에서의 상기 샷 영역의 레이아웃, 및 상기 기관 표면 상에서 상기 임프린트재의 패턴이 형성되는 상기 샷 영역의 순서, 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 결정 단계는, 상기 미리결정된 파라미터가 동일한, 이전에 행해진 상기 임프린트재의 패턴을 형성하는 처리의 결과에 기초하여 행해지는, 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 결정 단계는 상기 미리결정된 파라미터를 사용한 시뮬레이션의 결과에 기초하여 행해지는, 방법.

청구항 16

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기울기 보정 단계는 상기 취득 단계를 종료한 후에 행해지는, 방법.

청구항 17

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 취득 단계 및 상기 기울기 보정 단계는, 상기 몰드와 상기 기관 사이의 상대 위치 어긋남이 미리결정된 임계치 이하로 되고 상기 몰드와 상기 기관 사이의 상대 기울기가 미리결정된 임계치 이하로 될 때까지 반복적으로 행해지는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 임프린트 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 임프린트 장치에서는 임프린트재의 패턴을 형성할 때의 몰드와 기관 사이의 상대 기울기에 기인하는 왜곡을 저감함으로써, 오버레이 정밀도를 향상시키는 것이 요구되고 있다.

[0003] 일본 특허 출원 공개 공보 제2017-157639호는, 몰드와 기관 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 때에 기관을 보유 지지하고 있는 기관 보유지지 유닛의 기울기에 의한 몰드와 기관 사이의 상대 기울기를 저감하기 위해서, 기관의 표면 방향에서의 몰드의 접촉 위치에 기초하여, 몰드의 기울기를 변화시키는 임프린트 장치를 개시하고 있다.

[0004] 상술한 바와 같이, 기관 보유지지 유닛의 기울기에 기인하는 몰드와 기관 사이의 상대 기울기를 저감하는 데는, 일본 특허 공개 공보 제2017-157639호에 개시되어 있는 방법이 효과적이다.

[0005] 그러나, 임프린트 장치에서는, 상술한 것뿐만 아니라, 예를 들어 기관 상의 임프린트재의 두께 또는 몰드를 기관 상의 임프린트재에 접촉시킬 때의 몰드의 가압력에 의해서도 몰드와 기관 사이의 상대 기울기가 변화하는 것이 알려져 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은, 임프린트재의 패턴을 형성할 때의 몰드와 기관 사이의 상대 기울기를 효과적으로 저감할 수 있는 임프린트 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 임프린트 장치는 몰드를 사용해서 기관의 기관 표면 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 임프린트 장치이며, 상기 임프린트 장치는 상기 몰드를 보유지지하도록 구성되는 몰드 보유지지 유닛, 상기 몰드 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 몰드 구동 유닛, 상기 기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 보유지지 유닛, 상기 기관 보유지지 유닛을 이동시키도록 구성되는 기관 구동 유닛, 및 상기 몰드 구동 유닛 및 상기 기관 구동 유닛을 제어하도록 구성되는 제어부를 포함한다. 상기 제어부는 상기 몰드와 상기 기관 표면 상의 상기 임프린트재가 서로 접촉하도록, 상기 몰드 구동 유닛 및 상기 기관 구동 유닛 중 적어도 하나에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛 및 상기 기관 보유지지 유닛 중 적어도 하나를 이동시키는 접촉 단계, 상기 접촉 단계를 행한 후, 상기 기관 구동 유닛에 의한 상기 기관 보유지지 유닛에 대한 상기 기관 표면에 평행한 제1 방향에서의 구동력을 취득하는 취득 단계, 및 상기 취득 단계에서 취득된 상기 구동력의 크기에 기초하여, 상기 몰드 구동 유닛에 의해 상기 몰드 보유지지 유닛을 상기 기관 표면 내에서 상기 제1 방향에 수직한 제2 방향을 중심으로 회전시키는 기울기 보정 단계를 행하도록 구성된다.

[0008] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부된 도면을 참고한 예시적인 실시형태에 대한 다음의 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치의 개략적인 단면도이다.
 도 2a는 몰드와 기관이 서로 접촉하고 있을 때의 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치의 부분 확대 단면도이다.
 도 2b는 몰드와 기관이 서로 접촉하고 있을 때의 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치의 부분 확대 단면도이다.
 도 3은 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치에서의 임프린트 처리를 나타내는 흐름도이다.
 도 4는 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치에 의해 행해지는 임프린트 처리의 일부 단계에서의 액추에이터의 구동력 및 몰드 보유지지 유닛의 틸트 변동량 각각의 시간 의존성의 예를 나타내는 그래프이다.
 도 5는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 임프린트 장치에서의 임프린트 처리를 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하에, 본 발명에 따른 임프린트 장치를 첨부 도면에 기초하여 상세하게 설명한다. 이하에 설명되는 도면은 본 발명의 이해를 용이하게 하기 위해서 실제 축척과는 다른 축척으로 그려질 수 있다.

[0011] [제1 실시형태]

[0012] 최근의 반도체 디바이스, 마이크로 전기 기계 시스템(MEMS) 등에서의 추가적인 미세화의 요구에 따라, 종래의 포토리소그래피 기술 이외에도, 기관 상에 수 나노미터 오더의 미세한 패턴(구조체)을 형성할 수 있는 임프린트

기술이 주목받고 있다.

- [0013] 구체적으로, 임프린트 기술은, 기판 상에 미경화 임프린트재를 공급(도포)하고, 임프린트재를 몰드에 접촉시키며, 임프린트재를 경화시킴으로써 몰드에 형성되어 있는 미세한 오목-볼록 패턴에 대응하는 임프린트재의 패턴을 기판 상에 형성하는 미세가공 기술이다.
- [0014] 임프린트 기술에서의 임프린트재를 경화시키기 위한 하나 방법으로서 광경화법이 있다.
- [0015] 광경화법은, 기판 상의 샷 영역에 공급된 임프린트재와 몰드의 패턴 영역을 서로 접촉시킨 상태에서 자외선 같은 광을 임프린트재에 조사해서 임프린트재를 경화시킴으로써, 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 방법이다.
- [0016] 또한, 몰드의 패턴 영역을 기판을 향해서 돌출하도록 볼록 형상으로 변형시키고 몰드와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킴으로써, 몰드의 패턴 영역에서의 기포의 잔존을 억제하는 방법이 알려져 있다.
- [0017] 일반적으로, 몰드와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 때는, 몰드와 기판 사이의 상대 기울기가 0이 되도록, 즉 몰드의 패턴이 형성되어 있는 표면과 기판 표면이 서로 평행해지도록, 몰드 및 기판 중 적어도 하나가 제어된다.
- [0018] 그러나, 상술한 바와 같이 몰드의 패턴 영역을 볼록 형상으로 변형시킨 상태에서 몰드와 기판을 서로 접촉시킬 경우에는, 기판의 휨, 기판 보유지지 유닛의 강성에 따른 변형, 및 샷 영역의 위치를 포함하는 임프린트 조건으로 인해 몰드와 기판 사이의 상대 기울기를 0으로 하는 것은 어렵다.
- [0019] 따라서, 몰드와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 때에 발생하는, 몰드와 기판 사이의 상대 기울기를 변동시키는 모멘트를 저감하기 위한 기술이 제안되어 있다.
- [0020] 구체적으로, 상술한 기술에서는, 사전에 테스트 기판에 대하여 임프린트 처리를 행하고, 몰드를 기판 상의 임프린트재에 접촉시키는 압인 기간 또는 몰드의 패턴 영역에 임프린트재가 충전되는 충전 기간 같은 각각의 기간에서 모멘트를 구한다. 또한, 당해 모멘트가 허용 범위 내에 들어가는 상대 기울기의 목표값이 결정된다.
- [0021] 후속 기판에 대한 임프린트 처리에서는, 결정된 목표값이 되도록 몰드와 기판 사이의 상대 기울기를 설정한 후, 몰드와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킴으로써 당해 모멘트를 저감할 수 있다.
- [0022] 상술한 기술에서와 같이 사전에 임프린트 처리를 행함으로써 취득된 결과를 사용해서 보정을 행하는 방법은 유용하지만, 애당초 당해 모멘트를 야기하는 요인이 정확하게는 발견되지 않기 때문에 로버스트성은 작다.
- [0023] 즉, 사전에 행하여진 임프린트 처리에서의 임프린트 조건과 조금이라도 다른 임프린트 조건에서 임프린트 처리를 행하면, 당해 차이가 몰드와 기판 사이의 상대 기울기에 영향을 미치고, 따라서 모멘트의 저감은 어려워진다.
- [0024] 본 출원의 발명자는, 집중적인 검토 결과, 몰드와 기판을 서로 접촉시킨 후의 기판 보유지지 유닛의 이동이 모멘트를 발생시키는 요인 중 하나라는 사실에 착안했다.
- [0025] 따라서, 본 발명의 목적은, 기판 보유지지 유닛의 이동에서 기판 스테이지에 인가되는 구동력에 기초하여 몰드와 기판 사이의 상대 기울기를 효과적으로 저감할 수 있는 임프린트 장치를 제공하는 것이다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)의 개략적인 단면도를 나타낸다.
- [0027] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는 물품으로서의 반도체 디바이스 같은 디바이스를 제조하기 위해 사용된다. 구체적으로는, 임프린트 장치(1)는 몰드(19)를 사용해서 기판(29) 상에 임프린트재(30)의 패턴을 형성하는 임프린트 처리를 행하는 리소그래피 장치이다.
- [0028] 구체적으로, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 기판(29) 상에 공급된 임프린트재(30)와 몰드(19)를 서로 접촉시킨 후, 임프린트재(30)에 경화용의 에너지를 부여한다. 이에 의해, 몰드(19)의 오목-볼록 패턴이 전사된 경화물의 패턴을 형성할 수 있다.
- [0029] 도 1에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 조명 유닛(2), 몰드 보유지지 기구(3), 기판 스테이지(4), 공급 유닛(5), 몰드 제어부(7)(제어부), 얼라인먼트 계측 유닛(8)(위치 계측 유닛) 및 기판 제어부(10)(제어부)를 포함한다.
- [0030] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서 사용되는 임프린트재(30)로서는, 경화용의 에너지가 부여됨으로써 경

화되는 경화성 조성물(미경화 수지라고도 불림)이 사용된다.

- [0031] 경화용의 에너지로서는, 전자기파, 열 등이 사용된다. 전자기파로서는, 예를 들어 10 nm 내지 1 mm의 범위로부터 선택되는 파장을 갖는 적외선, 가시광선 또는 자외선 같은 광이 사용된다.
- [0032] 즉, 경화성 조성물은 광의 조사 또는 가열에 의해 경화되는 조성물이다.
- [0033] 특히, 광의 조사에 의해 경화되는 광경화성 조성물은, 중합성 화합물 및 광중합 개시제를 적어도 함유하고, 필요에 따라 비중합성 화합물이나 용제를 함유할 수 있다.
- [0034] 본 명세서에서의 "비중합성 화합물"이라는 용어는 증감제, 수소 공여체, 내침형 이형제, 계면활성제, 산화방지제 및 폴리머 성분을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 하나의 화합물을 지칭한다.
- [0035] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 임프린트재(30)는 공급 유닛(5)을 형성하는 스핀 코터나 슬릿 코터에 의해 기관(29) 상으로 막 형태로 도포될 수 있다.
- [0036] 대안적으로, 임프린트재(30)는, 공급 유닛(5)을 형성하는 액체 분사 헤드에 의해 액적, 복수의 액적이 연결되어서 형성되는 섬, 또는 막의 형태로 기관(29) 상으로 도포될 수 있다.
- [0037] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서 사용되는 임프린트재(30)의 점도(25℃에서의)는, 예를 들어 1 mPa·s 이상 100 mPa·s 이하이다.
- [0038] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 기관(29)의 재료로서 유리, 세라믹, 금속, 반도체 또는 수지 등이 사용될 수 있으며, 필요에 따라 기관(29)의 표면에 기관(29)과는 다른 재료로 이루어지는 부재가 형성될 수 있다.
- [0039] 구체적으로, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서 사용되는 기관(29)은 실리콘 웨이퍼, 화합물 반도체 웨이퍼 및 석영 유리를 포함한다.
- [0040] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는 임프린트재(30)를 경화시키기 위한 방법으로서 광경화법을 채용한다.
- [0041] 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 경화 광(12)을 조사하는 조명 유닛(2)의 광축에 평행한 방향(기관 표면에 수직인 방향)을 Z축으로서 규정하며, Z축에 수직인 평면 내(기관 표면 내)에서 서로 직교하는 2개의 방향을 X축 및 Y축(제1 방향 및 제2 방향)으로서 규정한다.
- [0042] 도 1에 나타내는 바와 같이, 몰드 보유지지 기구(3)는 몰드(19)를 보유지지하는 몰드 보유지지 유닛(20), 몰드 보유지지 유닛(20)을 보유지지하는 몰드 베이스, 및 몰드 베이스에 대해 몰드 보유지지 유닛(20)을 이동시키는 몰드 구동 유닛(31)을 포함한다.
- [0043] 몰드 보유지지 유닛(20)은, 경화 광(12)이 입사하는 몰드(19)의 표면의 외주 영역을 진공 흡인이나 정전기력에 의해 끌어 당김으로써 몰드(19)를 흡착해서 보유지지한다.
- [0044] 예를 들어, 몰드 보유지지 유닛(20)이 진공 흡착력에 의해 몰드(19)를 보유지지할 경우에는, 몰드 보유지지 유닛(20)은 외부에 제공되어 있는 진공 펌프(도시되지 않음)에 연결되고, 진공 펌프를 온/오프시키는 것에 의해 몰드(19)의 착탈(보유지지 및 해제)을 전환할 수 있다.
- [0045] 몰드 구동 유닛(31)은, 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 대한 몰드(19)의 가압(압인 처리) 및 기관(29) 상의 임프린트재(30)로부터의 몰드(19)의 분리(이형 처리)를 선택적으로 행하도록, 몰드(19)를 보유지지하는 몰드 보유지지 유닛(20)을 Z 방향으로 이동시킨다.
- [0046] 몰드 구동 유닛(31)에 적용가능한 액추에이터는, 예를 들어 리니어 모터 및 에어 실린더를 포함한다.
- [0047] 몰드 구동 유닛(31)은, 몰드(19)를 고정밀도로 위치결정하기 위해서, 조동 구동 시스템, 미동 구동 시스템 등을 포함하는 복수의 구동 시스템에 의해 형성될 수 있다.
- [0048] 몰드 구동 유닛(31)은 몰드(19)를 Z 방향 이외에도 X 방향 및 Y 방향으로 이동시킬 수 있도록 구성된다.
- [0049] 또한, 몰드 구동 유닛(31)은, 몰드(19)의 θ_z 방향(Z축 주위의 회전 방향)에서의 위치 및 몰드(19)의 기울기에 대응하는 몰드(19)의 θ_x 방향 및 θ_y 방향(X축 주위의 회전 방향 및 Y축 주위의 회전 방향)에서의 위치를 조정하기 위한 틸트 기능을 갖도록 구성된다.
- [0050] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서의 압인 처리 및 이형 처리는 몰드(19)를 Z축 방향으로 이동시킴으로

써 행해지지만, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 압인 처리 및 이형 처리는 기관(29)(즉, 기관 스테이지(4))을 Z 축 방향으로 이동시킴으로써 행해질 수 있다는 것에 유의한다.

- [0051] 대안적으로, 압인 처리 및 이형 처리는 몰드(19) 및 기관(29)의 양쪽을 Z축 방향으로 상대적으로 이동시킴으로써 행해질 수 있다.
- [0052] 몰드 보유지지 기구(3)를 형성하는 몰드 보유지지 유닛(20), 몰드 베이스 및 몰드 구동 유닛(31) 각각에서는, 조명 유닛(2)으로부터의 경화 광(12)이 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 조사되도록 중심부를 포함하는 내부에 개구가 형성된다.
- [0053] 개구에는 개구의 일부와 몰드(19)에 의해 둘러싸이는 공간을 밀봉하기 위한 광투과 부재가 배치되고, 밀봉 공간 내의 압력은 진공 펌프 등을 포함하는 압력 조정 장치(도시되지 않음)에 의해 조정된다.
- [0054] 예를 들어, 기관(29) 상의 임프린트재(30)와 몰드(19)가 서로 접촉될 때, 압력 조정 장치는 밀봉 공간 내의 압력을 외부의 압력보다 높게 함으로써 몰드(19)의 패턴 영역(19a)을 기관(29)을 향해서 볼록 형상으로 편향(변형)시킬 수 있다.
- [0055] 따라서, 몰드(19)는 몰드(19)의 패턴 영역(19a)의 중심부로부터 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 접촉될 수 있다.
- [0056] 이에 의해, 접촉 중에 몰드(19)의 패턴 영역(19a)과 임프린트재(30) 사이에 공기가 잔류하는 것을 억제할 수 있고, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)의 모든 구석까지 임프린트재(30)를 충전시킬 수 있다.
- [0057] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는 상술한 바와 같이 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 몰드(19)의 패턴을 형성할 수 있다.
- [0058] 기관 스테이지(4)는, 기관(29)을 보유지지하면서 이동함으로써, 기관(29) 위에 임프린트재(30)의 패턴을 형성할 때 몰드(19)에 대한 기관(29)의 얼라인먼트를 행할 수 있다.
- [0059] 도 1에 나타내는 바와 같이, 기관 스테이지(4)는 기관(29)을 흡착해서 보유지지하고 적어도 Y 방향으로 이동가능한 Y 스테이지(23)(기관 보유지지 유닛) 및 Y 스테이지(23)를 기계적으로 보유지지하고 적어도 X 방향으로 이동가능한 X 스테이지(24)(기관 보유지지 유닛)를 포함한다.
- [0060] 또한, 기관 스테이지(4)는 인코더 시스템(25), Y 액추에이터(41)(기관 구동 유닛), 및 X 액추에이터(42)(기관 구동 유닛)을 포함한다.
- [0061] Y 스테이지(23)는 Y 가동 유닛(41a) 및 Y 고정 유닛(41b)을 포함하는 Y 액추에이터(41)를 구동함으로써 이동될 수 있고, X 스테이지(24)는 X 가동 유닛(42a) 및 X 고정 유닛(42b)을 포함하는 X 액추에이터(42)를 구동함으로써 이동될 수 있다.
- [0062] 예를 들어, Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)로서는 리니어 모터나 평면 모터를 사용할 수 있다.
- [0063] Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24) 각각은 기관(29)을 고정밀도로 위치결정하기 위해서 조동 스테이지, 미동 스테이지 등을 포함하는 복수의 스테이지에 의해 형성될 수 있다는 것에 유의한다.
- [0064] X 스테이지(24)는 Z 방향으로 기관(29)을 이동시킬 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0065] 또한, X 스테이지(24)는, 기관(29)의 θ_z 방향에서의 위치 및 기관(29)의 기울기에 대응하는 기관(29)의 θ_x 방향 및 θ_y 방향에서의 위치를 조정하기 위한 틸트 기능을 갖도록 구성될 수 있다.
- [0066] Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 측면에는, X 방향, Y 방향 및 Z 방향에 대응하는 인코더 시스템(25)이 배치된다.
- [0067] 인코더 시스템(25)은 인코더 헤드(27)로부터 인코더 스케일(26)에 빔을 조사함으로써 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 각각의 위치를 실시간으로 계측한다.
- [0068] 그리고, 기관 제어부(10)는 인코더 시스템(25)의 계측값에 기초하여 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24) 각각의 위치결정을 행한다.
- [0069] 얼라인먼트 계측 유닛(8)은, 몰드(19)에 대한 기관(29)의 위치결정을 행할 때에, 몰드(19) 및 기관(29)에 얼라인먼트 광(32)을 조사하고, 몰드(19) 및 기관(29)에 의해 반사된 얼라인먼트 광(32)을 검출한다.

- [0070] 이에 의해, 몰드(19)에 형성되어 있는 얼라인먼트 마크(제1 마크)의 기관 표면 내에서의 위치 및 기관(29)에 형성되어 있는 얼라인먼트 마크(제2 마크)의 기관 표면 내에서의 위치를 계측함으로써, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남량을 계측할 수 있다.
- [0071] 여기에서 계측된 상대 위치 어긋남량은, 몰드 구동 유닛(31)이 몰드 보유지지 유닛(20)을 이동시키거나 또는 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)가 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)를 이동시킴으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감할 때에 사용된다.
- [0072] 또한, 형상 보정 유닛(도시되지 않음)에 의해 몰드(19)의 패턴 영역(19a)의 형상 또는 기관(29) 상의 샷 영역의 형상을 변형시킴으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감시킬 수도 있다.
- [0073] 공급 유닛(5)은, 바로 아래에 이동된 기관(29)의 기관 표면 상에 임프린트재(30)를 공급(도포)한다. 공급 유닛(5)은, 임프린트재(30)를 기관(29)의 전체 기관 표면에 일괄해서 공급할 수 있거나, 또는 임프린트재(30)를 일렬로 배치된 각각의 샷 영역에 또는 임프린트 처리가 행해지는 각각의 샷 영역에 공급할 수 있다.
- [0074] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에 기관(29)이 반입되기 전에 미리 기관(29)의 전체 기관 표면에 임프린트재(30)를 공급하는 경우에는, 공급 유닛(5)은 제공되지 않을 수 있다.
- [0075] 몰드 제어부(7) 및 기관 제어부(10)를 포함하는 제어부는, CPU, 메모리 등을 포함하는 컴퓨터에 의해 형성되고, 메모리에 저장된 프로그램에 따라서 임프린트 장치(1)의 각각의 유닛을 제어한다.
- [0076] 구체적으로, 몰드 제어부(7)는, 임프린트 장치(1)의 각각의 유닛의 동작, 조정 등을 제어함으로써 기관(29) 상에 임프린트재(30)의 패턴을 형성하는 임프린트 처리를 제어한다.
- [0077] 기관 제어부(10)는, 기관 스테이지(4)를 제어하여, 임프린트재(30)를 기관(29)에 공급하기 위한 공급 유닛(5)의 공급 영역 또는 몰드(19)에 기관(29)을 접촉시키기 위한 위치로 기관 스테이지(4)를 이동시킨다.
- [0078] 또한, 기관 제어부(10)는, 몰드(19)와 기관(29)을 서로 접촉시킨 후, 몰드(19)에 대하여 기관(29)을 X 방향 및 Y 방향으로 이동시킴으로써 위치결정을 행하기 위해서, Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 대하여 지령을 발행한다.
- [0079] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 도 1에 나타내는 바와 같이, 기관 스테이지(4)가 적재되는 스테이지 정반, 몰드 보유지지 기구(3)를 고정하는 브리지 정반, 및 스테이지 정반에 의해 지지되며 브리지 정반을 지지하는 지주를 포함한다.
- [0080] 또한, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는 바닥에 의해 지지된 정반 상에 진동 격리 유닛이 배치되며, 진동 격리 유닛은 스테이지 정반을 지지하여 바닥면으로부터 스테이지 정반으로 전파되는 진동을 저감한다.
- [0081] 또한, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 몰드(19)를 외부로부터 몰드 보유지지 기구(3)에 반송하는 몰드 반송 유닛(도시되지 않음), 기관(29)을 외부로부터 기관 스테이지(4)에 반송하는 기관 반송 유닛(도시되지 않음) 등을 포함한다.
- [0082] 이어서, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에 의해 행해지는 임프린트 처리에서 몰드(19)와 기관(29) 상의 임프린트재(30)를 서로 접촉시킨 후에 행하여지는 동작에 대해서 설명한다.
- [0083] 도 2a 및 도 2b는, 몰드(19)와 기관(29) 상의 임프린트재(30)가 서로 접촉하고 있을 때의 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)의 부분 확대 단면도를 도시한다.
- [0084] 구체적으로는, 예를 들어, 도 2a에 도시되는 바와 같이, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)과 기관(29) 상의 임프린트재(30)가 서로 접촉한 후 X 스테이지(24)가 -X 방향으로 이동하여, 얼라인먼트 계측 유닛(8)에 의해 계측된 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감한다.
- [0085] X 스테이지(24)를 -X 방향으로 이동시킴으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 얼라인먼트가 행하여지면, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에 전단 방향(여기서는, X 방향)을 따른 힘이 인가된다.
- [0086] 그 결과, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)은, 도 2a에 나타내고 있는 바와 같이, Y축 주위로 회전하는데, 즉 θ_Y 방향에서 미리결정된 기울기를 갖는다.
- [0087] 이때, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 도 2b에 나타내는 바와 같이, 몰드 구동 유닛(31)이 몰드 보유지지 유닛(20)의 틸트 구동을 행하는데, 즉 몰드 구동 유닛은 몰드 보유지지 유닛(20)을 Y축 주위로 회전시

킴으로써, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에서의 이러한 기울기를 보정한다.

- [0088] 이에 의해, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)과 기관(29) 사이의 상대 기울기를 저감할 수 있다.
- [0089] 여기서, 상술한 바와 같이 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감할 때의 기관 스테이지(4)의 위치 변동량은, 기관 스테이지(4)에서 위치 계측을 행하는 위치와 기관(29) 사이에 제공되는 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 변형에 의한 영향도 포함한다.
- [0090] 또한, 기관 스테이지(4)의 이동에 의해 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에 인가되는 전단력, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)과 기관(29) 사이의 상대 기울기, 및 몰드 보유지지 유닛(20)에 요구되는 틸트 구동량은 기관 스테이지(4)의 이동에서의 이동 거리 및 이동 속도에도 의존한다.
- [0091] 따라서, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 기관 스테이지(4)의 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)에 인가되는 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력을 몰드 구동 유닛(31)에 피드백함으로써, 몰드 구동 유닛(31)에 의한 몰드 보유지지 유닛(20)의 틸트 구동을 행한다.
- [0092] 도 3은 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서의 임프린트 처리를 나타내는 흐름도를 도시한다.
- [0093] 먼저, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서 임프린트 처리가 개시되면, 임프린트 조건이 설정된다(단계 S110).
- [0094] 여기에서의 임프린트 조건(파라미터)은, 예를 들어 임프린트재(30)의 재료, 기관 표면 상에서의 임프린트재(30)의 두께, 샷 영역의 크기, 샷 영역의 레이아웃, 임프린트 처리가 행하여지는 샷 영역의 순서 등을 포함한다.
- [0095] 단계 S110에서는, 설정된 임프린트 조건부터 이하에 상세하게 설명되는 틸트 보정 계수가 결정된다.
- [0096] 구체적으로, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 단계 S110에서, 동일한 임프린트 조건 하에서 이전에 행하여진 임프린트 처리의 결과를 사용해서 틸트 보정 계수를 결정할 수 있다.
- [0097] 따라서, 다른 임프린트 조건 하에서 처음으로 임프린트 처리를 실시할 때에는, 사전에 테스트 기관 등에 대하여 다른 임프린트 조건 하에서 임프린트 처리를 행함으로써 결과를 확인하는 것이 바람직하다.
- [0098] 단계 S110에서는, 설정된 임프린트 조건에 기초하여 시뮬레이션을 행함으로써 틸트 보정 계수가 결정될 수 있다.
- [0099] 이어서, 임프린트 처리에 의해 패턴이 형성되는 기관(29) 상의 샷 영역에 대하여 공급 유닛(5)이 임프린트재(30)를 공급하는 위치(공급 영역)로 기관 스테이지(4)를 구동함으로써 기관(29)을 이동시킨다(단계 S111).
- [0100] 단계 S111에서 기관 스테이지(4)가 당해 위치로 이동된 후, 기관(29)을 이동시키면서 공급 유닛(5)에 의해 당해 샷 영역 상으로 임프린트재(30)를 공급한다(단계 S112).
- [0101] 이어서, 단계 S112에서 임프린트재(30)가 공급된 샷 영역 중 미리결정된 샷 영역이 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에 대향하는 위치에 배치되도록 기관 스테이지(4)를 구동함으로써 기관(29)을 이동시킨다(단계 S113).
- [0102] 그리고, 미리결정된 샷 영역 상의 임프린트재(30)와 몰드(19)의 패턴 영역(19a)이 서로 접촉하도록, 몰드 구동 유닛(31)을 구동함으로써 몰드(19)를 하강시킨다(단계 S114, 접촉 단계).
- [0103] 이어서, 얼라인먼트 계측 유닛(8)에 의해 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남량을 계측하고, 계측된 상대 위치 어긋남량을 저감하도록 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)를 이동시킴으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 얼라인먼트를 개시한다(단계 S115, 위치 보정 공정의 개시). 즉, 단계 S115에서는, 얼라인먼트 계측 유닛(8)에 의한 몰드(19) 및 기관(29)에 형성되어 있는 얼라인먼트 마크의 위치 계측 결과에 기초하여, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 얼라인먼트를 개시한다.
- [0104] 그리고, 단계 S115에서 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)를 이동시킬 때의 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42) 각각의 구동력 값, 즉 기관 제어부(10)로부터의 당해 구동력의 지령 값을 취득한다(단계 S116, 취득 단계).
- [0105] 그리고, 단계 S115에서의 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동에 의해 발생하는 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에서의 기울기를 보정하기 위해서, 몰드 구동 유닛(31)에 의해 몰드 보유지지 유닛(20)을 회전시킨다(단계 S117, 기울기 보정 단계).
- [0106] 단계 S117에서의 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전량, 즉 몰드(19)의 틸트 변동량의 산출에 대해서는 상세하게 후

술한다.

- [0107] 그 후, Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동에 의한 몰드(19)와 기관(29) 사이의 얼라인먼트를 종료시킨다(단계 S118, 위치 보정 공정의 종료).
- [0108] 이어서, 조명 유닛(2)을 사용하여 기관(29)의 미리결정된 샷 영역 상의 임프린트재(30)에 경화 광(12)을 조사함으로써 노광을 행한다(단계 S119).
- [0109] 단계 S119에서 노광을 행한 후, 기관(29)의 미리결정된 샷 영역 상의 임프린트재(30)로부터 몰드(19)가 분리되도록 몰드 구동 유닛(31)을 구동시킴으로써 몰드(19)를 상승시킨다(단계 S120). 이에 의해, 기관(29)의 미리결정된 샷 영역 상에는 경화된 임프린트재(30)의 패턴이 형성된다.
- [0110] 이어서, 패턴이 형성되는 기관(29)의 모든 샷 영역에 대하여 단계 S113 내지 S120의 노광 처리가 행하여졌는지 여부를 판단한다(단계 S121).
- [0111] 만약 당해 노광 처리가 행하여지지 않은 샷 영역이 있는 경우에는(단계 S121에서 아니오), 공정은 단계 S113으로 되돌아가고, 당해 샷 영역에 대하여 노광 처리를 행한다.
- [0112] 한편, 기관(29)의 모든 샷 영역에 대하여 노광 처리가 행해진 경우에는(단계 S121의 예), 공정은 단계 S122으로 진행된다.
- [0113] 단계 S122에서는, 단계 S110에서 설정된 임프린트 조건, 즉 임프린트재(30)의 재료, 임프린트재(30)의 두께, 샷 영역의 크기, 샷 영역의 레이아웃, 임프린트 처리가 행하여지는 샷 영역의 순서 등이 신규 조건인지 여부를 판정한다.
- [0114] 만약 임프린트 조건이 신규 조건이 아닌 경우에는(단계 S122에서 아니오), 기관(29)에 대한 임프린트 처리를 종료한다.
- [0115] 한편, 임프린트 조건이 신규 조건일 경우에는(단계 S122에서 예), 공정은 단계 S123으로 진행된다.
- [0116] 단계 S123에서는, 신규 임프린트 조건 하에서의 틸트 보정 계수를 산출하기 위해서, 임프린트재(30)의 패턴이 형성된 기관(29)에서의 오버레이 위치 어긋남량을 확인한다.
- [0117] 구체적으로는, 임프린트 장치(1) 내에 제공되어 있는 고배율 스코프(도시되지 않음)를 사용하여, 임프린트재(30)의 패턴이 형성된 기관(29)의 샷 영역 내에 형성되어 있는 각각의 마크의 위치 어긋남량을 계측한다.
- [0118] 단계 S123에서는, 임프린트재(30)의 패턴이 형성된 기관(29)을 임프린트 장치(1)로부터 반출한 후, 임프린트 장치(1)의 외부에 제공되어 있는 계측 장치를 사용하여, 당해 기관(29)의 샷 영역 내에 형성되어 있는 각각의 마크의 위치 어긋남량을 계측할 수 있다.
- [0119] 단계 S123에서 계측되는 오버레이 위치 어긋남량은 시프트 성분, 크기 성분, 비틀림 성분, 회전 성분 및 기울기 성분 같은 몇몇 성분을 포함한다.
- [0120] 여기에서는, 이러한 성분 중 샷 영역 내의 왜곡에 영향을 미치는 기관 표면 내에서의 기울기 성분을 추출한다.
- [0121] 그 이유는, 미리결정된 임프린트 조건 하에서, 예를 들어 몰드(19)의 틸트 변동량이 1 마이크로라디안일 때에 샷 영역 내의 왜곡량이 0.5 나노미터만큼 변화하기 때문인데, 즉 샷 영역 내의 왜곡 변동량은 몰드(19)의 틸트 변동량에 의존한다는 것을 알고 있다.
- [0122] 따라서, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 샷 영역 내에서의 왜곡의 크기로부터 몰드(19)의 틸트 변동량을 산출한다.
- [0123] 임프린트 조건에서 임프린트재(30)의 재료가 신규일 경우에는, 예를 들어 복수의 기관(29)의 각각에 대하여 몰드(19)의 틸트 변동량을 서로 다르게 하면서 노광 처리를 행함으로써, 왜곡과 틸트 변동량 사이의 관계를 확인하는 것이 더 좋다.
- [0124] 상술한 바와 같이, 단계 S123에서는, 계측된 기관(29)에서의 오버레이 위치 어긋남량으로부터 샷 영역 내의 왜곡이 추출되며, 추출된 샷 영역 내의 왜곡으로부터 몰드(19)의 틸트 변동량이 산출된다.
- [0125] 그리고, 단계 S116에서 취득된 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)의 구동력과 산출된 몰드(19)의 틸트 변동량을 서로 비교한다.

- [0126] 구체적으로는, X 액추에이터(42)에 의한 X 방향에서의 구동력, 및 구동력에 대응하는 몰드(19)의 틸트 변동량, 즉 X 방향에 대하여 형성되는 몰드(19)의 각도(Y축 주위의 회전 방향에서의 각도)를 각각 F_X 및 T_X 로 나타낸다.
- [0127] 마찬가지로, Y 액추에이터(41)에 의한 Y 방향에서의 구동력, 및 구동력에 대응하는 몰드(19)의 틸트 변동량, 즉 Y 방향에 대하여 형성되는 몰드(19)의 각도(X축 주위의 회전 방향에서의 각도)를 각각 F_Y 및 T_Y 로 나타낸다.
- [0128] 이때, 이들 값을 이하의 식 (1) 및 (2)에 대입함으로써, 비례 계수, 즉 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 산출한다(단계 S124, 결정 단계).
- [0129] $T_X = C_X \times F_X \dots(1)$
- [0130] $T_Y = C_Y \times F_Y \dots(2)$
- [0131] 여기서, 몰드(19)의 틸트 변동량(T_X 및 T_Y)은 몰드 구동 유닛(31)에 제공되어 있는 복수의 액추에이터에 인가되는 구동력으로서 산출될 수 있다.
- [0132] 또한, X 액추에이터(42) 및 Y 액추에이터(41)의 구동력(F_X 및 F_Y)은 기관 제어부(10)로부터의 지령 값으로서 산출될 수 있다.
- [0133] 여기서, 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)는 다른 축으로부터의 영향을 받지 않는 상수이다.
- [0134] 상기 설명에서는 각각의 샷 영역마다 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 산출하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.
- [0135] 예를 들어, 기관(29)의 임프린트 처리가 행하여진 모든 샷 영역에 대하여 총괄적으로 최소 제곱법을 행함으로써, 오차를 저감하도록 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 결정할 수 있다.
- [0136] 또한, 샷 영역 중 임프린트 처리가 행하여진 영역에 따라서 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 결정할 수 있다.
- [0137] 즉, 예를 들어, 전체 영역에 대하여 임프린트 처리가 행하여진 샷 영역 사이의 오차를 최소화하도록 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 결정할 수 있다.
- [0138] 또한, 미리결정된 부분 영역에 대하여 임프린트 처리가 행하여진 샷 영역 사이의 오차를 최소화하도록 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)를 결정할 수 있다.
- [0139] 일 예로서, 미리결정된 임프린트 조건 하에서 X 방향에서의 구동력(F_X)이 3 N이고 그때의 틸트 변동량(T_X)이 1.5 마이크로라디안일 때, 이들을 식 (1)에 대입함으로써 C_X 이 0.5 마이크로라디안/N으로서 산출된다.
- [0140] 그리고, 단계 S124에서 산출된 몰드(19)에서의 틸트 보정을 위한 틸트 보정 계수(C_X 및 C_Y)가 단계 S110에서 설정되는 임프린트 조건에 반영된다.
- [0141] 도 4는, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에 의한 임프린트 처리의 단계 S115 내지 S118에서 X 스테이지(24)를 이동시킬 때의 X 액추에이터(42)의 구동력(F) 및 몰드 보유지지 유닛(20)의 기울기(T) 각각의 시간 의존성의 예를 나타내고 있다.
- [0142] 여기에서 나타내는 시간 의존성은 Y 스테이지(23)를 이동시킬 때의 Y 액추에이터(41)의 구동력에 대하여도 동일하다.
- [0143] 도 4에 나타내는 바와 같이, 단계 S114에서 몰드(19)를 하강시킬 때에는, 기관 스테이지(4)를 몰드(19)의 바로 아래에서 정지시키기 위해서 X 액추에이터(42)에 의해 미리결정된 구동력(F_1)이 생성된다.
- [0144] 단계 S114에서는, 몰드 보유지지 유닛(20)의 기울기(T)는 T_1 인 것으로 상정한다.
- [0145] 이어서, 몰드(19)와 기관(29)이 서로 접촉된 후 X 스테이지(24)의 이동을 개시하는 단계 S115에서, X 스테이지(24)에서 전단 방향(X 방향)으로 전단력이 발생하며, 따라서 X 액추에이터(42)의 구동력(F)이 시간 변화하기 시작한다.

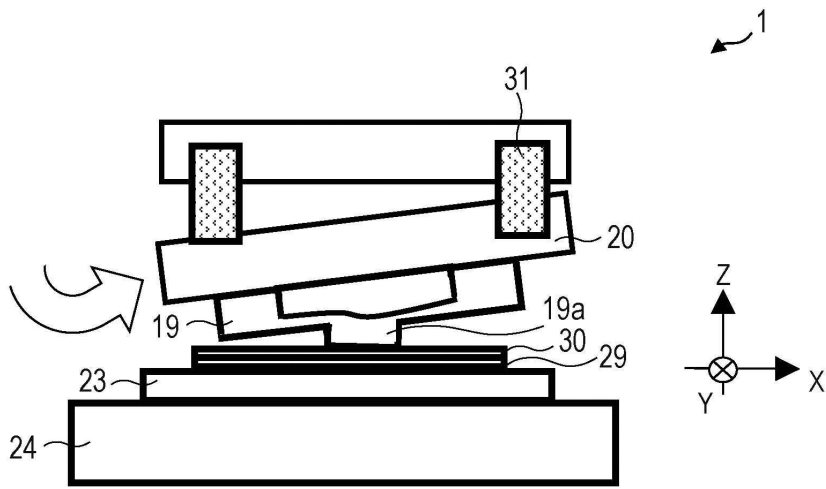
- [0146] 그리고, X 스테이지(24)의 이동을 종료시키는 단계 S118의 직전 시각(t_a)에서는, X 액추에이터(42)에 의해 미리 결정된 구동력(F_2)이 생성된다.
- [0147] 단계 S116에서 취득된 구동력(F_2)의 정보는 기관 제어부(10)로부터 몰드 제어부(7)에 보내지고, 몰드 제어부(7)는 수신된 정보에 기초하여 몰드 구동 유닛(31)을 사용해서 상술한 식 (1)로부터 산출된 틸트 변동량(T_x)만큼 몰드 보유지지 유닛(20)을 회전시킨다.
- [0148] 이에 의해, 몰드 보유지지 유닛(20)의 기울기(T)는 T_1 으로부터 T_2 까지 변화한다. 몰드 구동 유닛(31)에 의해 몰드 보유지지 유닛(20)을 회전시키는 타이밍은, 시각 t_a 에서의 X 액추에이터(42)에 의한 구동력(F)의 계측과 단계 S119에서의 노광의 개시 사이의 임의의 타이밍일 수 있다는 것에 유의한다.
- [0149] 이와 같이, 노광을 개시하기 전에 몰드 보유지지 유닛(20)의 틸트를 변화시킴으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기를 보정하는 것으로, 상대 기울기에 의한 영향, 즉 기관(29) 상에 형성되는 임프린트재(30)의 패턴에서의 왜곡을 저감할 수 있다.
- [0150] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서의 임프린트 처리에서는, 단계 S115 및 S116에서의 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력(F_x 및 F_y)과 임프린트 조건으로부터 결정되는 틸트 보정 계수(C_x 및 C_y)로부터 몰드(19)의 틸트 변동량(T_x 및 T_y)이 결정된다.
- [0151] 그리고, 단계 S117에서 결정된 틸트 변동량(T_x 및 T_y)만큼 몰드(19)를 회전시킨 후, 노광 처리를 행함으로써 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기에 기인하는 왜곡을 저감함으로써 오버레이 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0152] 단계 S124에서의 틸트 보정 계수의 산출은 실측값을 사용한 상술한 방법에 한하지 않고, 시뮬레이션 결과에 기초해서 행해질 수 있다.
- [0153] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는 임프린트 조건이 신규일 경우에 단계 S124에서 틸트 보정 계수를 산출하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.
- [0154] 즉, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 동일한 임프린트 조건 하에서 틸트 보정 계수의 정밀도를 증가시키기 위해 단계 S124를 행할 수 있다.
- [0155] 또한, 상기 설명에서는, 식 (1) 및 (2)에 나타내는 바와 같이, 몰드(19)의 틸트 변동량(T_x 및 T_y)을 Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력(F_x 및 F_y)으로부터 결정하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다.
- [0156] 즉, 임프린트재(30)의 재료를 적절하게 변경함으로써 또는 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 위치를 기관(29)에 가까운 위치에서 계측함으로써 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 변형의 영향을 받는 양을 충분히 저감한다.
- [0157] 이 경우에는, Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력(F_x 및 F_y) 대신에 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 위치 변동량, 즉 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 구동량으로부터 몰드(19)의 틸트 변동량(T_x 및 T_y)을 결정하여, 몰드 구동 유닛(31)에 피드백할 수 있다.
- [0158] 위에서는, 단계 S115에서 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남량을 저감하도록 기관 스테이지(4)를 구동시킬 때 발생하는 몰드(19)의 틸트 변동을 저감하는 제어에 대해서 설명하였다.
- [0159] 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 예를 들어 몰드(19)와 기관(29) 상의 임프린트재(30)를 서로 접촉시킴으로써 기관(29)에 인가되는 전단 방향(X 방향 및 Y 방향)에서의 전단력으로부터 몰드(19)의 틸트 변동량을 산출해서 보정하는 경우에도 적용될 수 있다.
- [0160] 즉, 몰드(19)가 기관(29)에 대하여 상대 기울기를 갖고 있는 상태에서 몰드(19)의 패턴 영역(19a)이 기관(29) 상의 임프린트재(30)에 접촉하면, 기관 스테이지(4)를 정지시키기 위한 구동력 이외에도, 당해 접촉으로 인한 전단 방향(X 방향 및 Y 방향)에서의 전단력이 기관(29)에 인가될 수 있다.
- [0161] 이 경우에는, 상술한 논의에 기초하여, 인가되고 있는 전단력으로부터 몰드(19)의 기관(29)에 대한 상대 기울기, 즉 몰드(19)의 틸트 변동량을 산출할 수 있다.

- [0162] 산출된 틸트 변동량을 보정하도록 몰드(19)를 회전시킴으로써, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기를 저감할 수 있다.
- [0163] 환언하면, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서는, 몰드(19)의 패턴 영역(19a)과 기관(29) 상의 임프린트 재(30)를 서로 접촉시킨 후, Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력을 취득한다.
- [0164] 그리고, 취득된 구동력의 크기로부터 몰드(19)의 틸트 변동량을 산출하여 당해 산출된 틸트 변동량을 보정하도록 몰드(19)를 회전시킴으로써, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기를 저감할 수 있다.
- [0165] 상기 설명에서는, Y 액추에이터(41) 및 X 액추에이터(42)에 의한 구동력(F_x 및 F_y)을 기관 제어부(10)로부터의 지령 값으로서 산출하고 있지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 기관(29) 또는 기관(29)을 보유 지지하는 Y 스테이지(23)에 스트레인 게이지를 제공함으로써 이들을 계측할 수 있다.
- [0166] [제2 실시형태]
- [0167] 도 5는 본 발명의 제2 실시형태에 따른 임프린트 장치에서의 임프린트 처리를 나타내는 흐름도이다.
- [0168] 본 실시형태에 따른 임프린트 장치는 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)와 동일한 구성을 갖기 때문에, 동일한 부재는 동일한 참조 번호로 나타내고, 그에 대한 설명은 생략한다.
- [0169] 도 5에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치에서의 임프린트 처리는, 단계 S115 내지 S117 대신에 단계 S215를 행하고 있는 것 이외에는, 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서의 임프린트 처리와 동일하다.
- [0170] 따라서, 이하에서는 단계 S110 내지 S114 및 단계 S118 내지 단계 S124의 설명은 생략하고 단계 S215에 대해서만 설명한다.
- [0171] 단계 S215에서는, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감시키기 위한 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동, 및 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에서의 기울기를 보정하기 위한 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전을 서로 동기시켜서 행한다.
- [0172] 즉, 단계 S215에서는, Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동을 행한 후, 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전을 행한다.
- [0173] 그리고, 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전에 의해 다시 발생하는 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남을 저감시키기 위해서 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동을 행한 후, Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동에 의해 다시 야기되는 몰드(19)의 패턴 영역(19a)에서의 기울기를 보정하기 위해서 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전을 행한다.
- [0174] 이러한 반복 동작을 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남이 미리결정된 임계치 이하로 될 때까지 그리고 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기가 미리결정된 임계치 이하로 될 때까지 행한다.
- [0175] 본 발명은 이에 한정되지 않고, 반복 동작은 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남의 시간 변동량이 미리결정된 임계치 이하로 되고 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기의 시간 변동량이 미리결정된 임계치 이하로 될 때까지 행할 수 있다.
- [0176] 여기서, 단계 S215에서는, 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전 동작을 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동의 개시로부터 종료까지의 전체 기간에 걸쳐 행할 수 있다.
- [0177] 또한, 단계 S215에서는, 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전 동작을 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동의 개시와 종료 사이에서 단속적으로, 예를 들어 0.1초마다 행할 수 있다.
- [0178] 단계 S215에서 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동의 종료 직전에 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전 동작을 한 번만 행하도록 이동과 회전을 서로 동기시키는 경우는 제1 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)에서의 임프린트 처리의 위치 보정 공정에 대응한다는 것에 유의한다.
- [0179] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치에 의해 행해지는 임프린트 처리에서는, 단계 S215에서 Y 스테이지(23) 및 X 스테이지(24)의 이동과 몰드 보유지지 유닛(20)의 회전을 동기시키면서 몰드(19)의 틸트 변동량(T_x 및 T_y)을 결정한다.
- [0180] 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 위치 어긋남이 미리결정된 임계치 이하로 되고 몰드(19)와 기관(29) 사이의

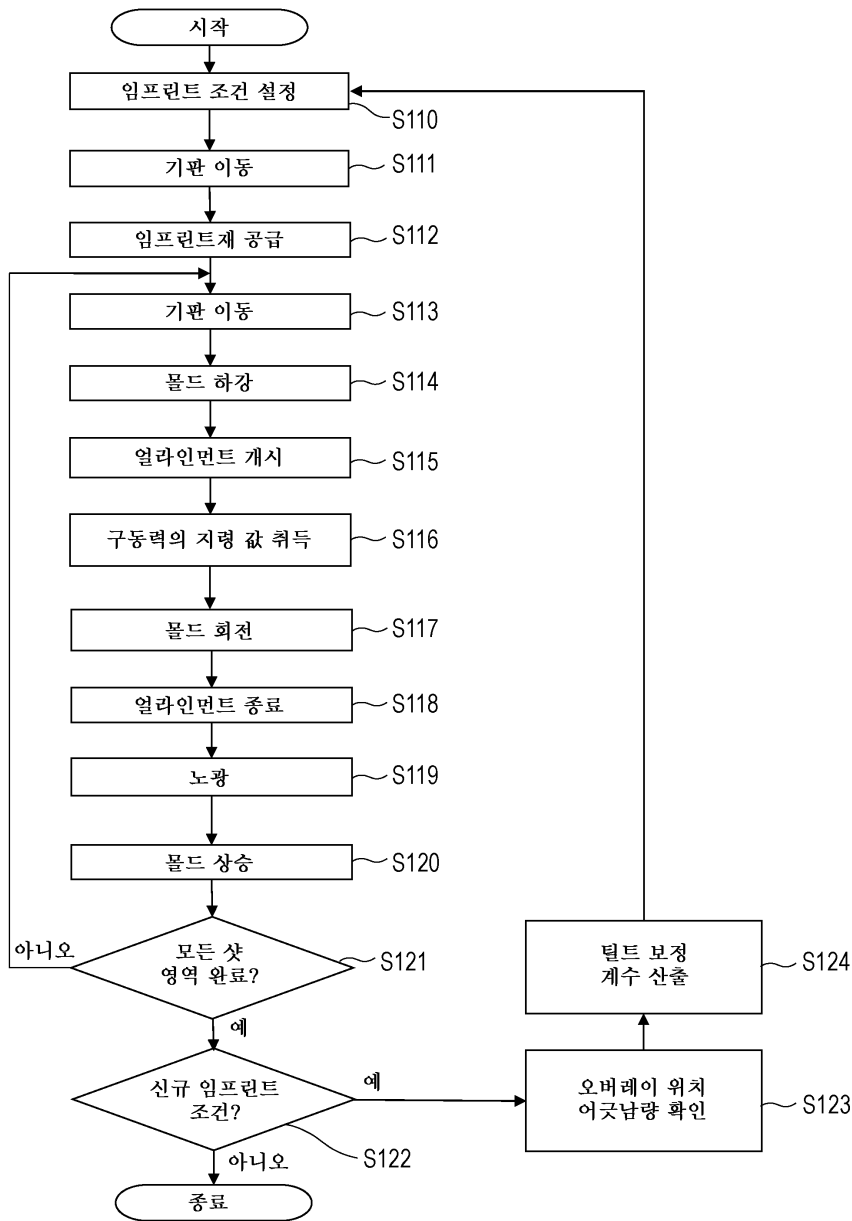
상대 기울기가 미리결정된 임계치 이하로 된 후 노광 처리를 행함으로써, 몰드(19)와 기관(29) 사이의 상대 기울기에 기인하는 왜곡을 저감함으로써 오버레이 정밀도를 향상시킬 수 있다.

- [0181] 본 발명에 따르면, 임프린트재의 패턴을 형성할 때의 몰드와 기관 사이의 상대 기울기를 효과적으로 저감할 수 있는 임프린트 장치를 제공할 수 있다.
- [0182] [물품 제조 방법]
- [0183] 본 발명에 따른 임프린트 장치를 사용해서 형성한 경화물의 패턴은, 각종 물품의 적어도 일부에서 영구적으로 또는 각종 물품을 제조할 때에 일시적으로 사용된다.
- [0184] 물품의 예는 전기 회로 소자, 광학 소자, MEMS, 기록 소자, 센서 및 몰드를 포함한다.
- [0185] 또한, 전기 회로 소자의 예는 동적 랜덤 액세스 메모리(DRAM), 정적 랜덤 액세스 메모리(SRAM), 플래시 메모리, 및 자기저항 랜덤 액세스 메모리(MRAM) 같은 휘발성 또는 비휘발성 반도체 메모리와, 대규모 집적 회로(LSI), 전하 결합 디바이스(CCD), 이미지 센서, 및 필드 프로그래머블 게이트 어레이(FPGA) 같은 반도체 소자를 포함한다.
- [0186] 또한, 몰드의 예는 임프린트용 몰드를 포함한다.
- [0187] 본 발명에 따른 임프린트 장치를 사용해서 형성되는 경화물의 패턴은 상술한 물품의 적어도 일부이 구성 부재로서 그대로 사용된다.
- [0188] 대안적으로, 경화물의 패턴은 레지스트 마스크로서 일시적으로 사용되고, 레지스트 마스크는 기관을 가공하는 단계에서 에칭, 이온 주입 등이 행하여진 후 제거된다.
- [0189] 위에서 바람직한 실시형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 이러한 실시형태에 한정되지 않고, 본 발명의 요지 내에서 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다.
- [0190] 본 발명을 예시적인 실시형태를 참고하여 설명하였지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시형태로 한정되지 않음을 이해해야 한다. 이하의 청구항의 범위는 이러한 모든 변형과 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 최광의로 해석되어야 한다.

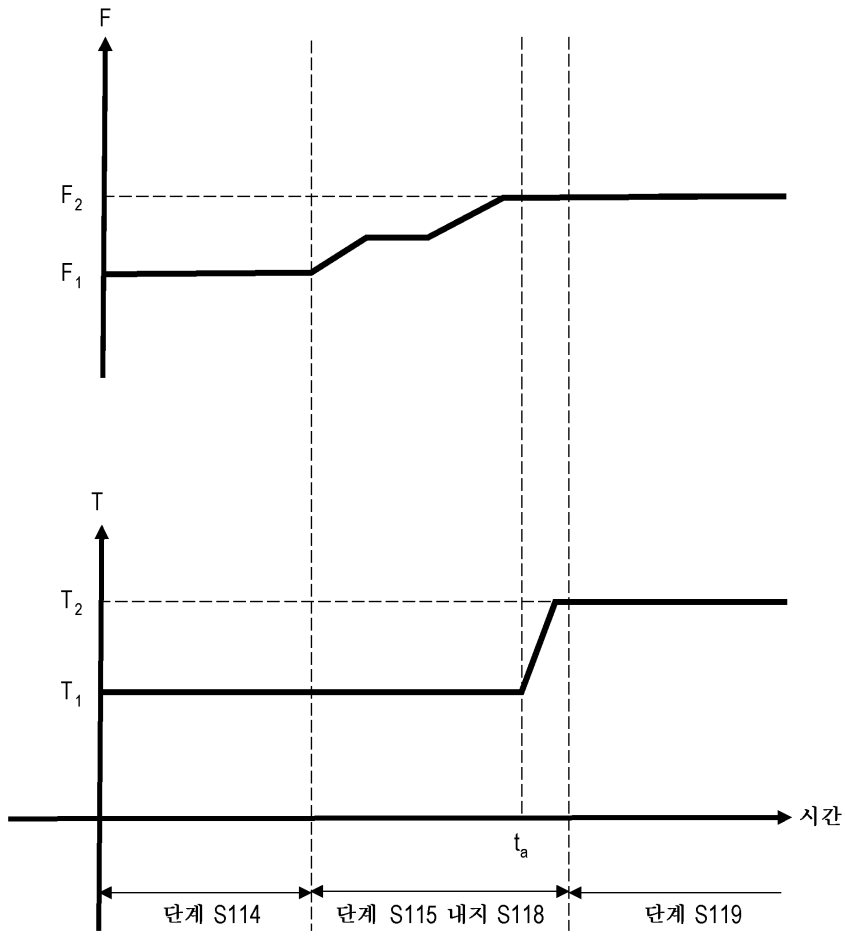
도면2b



도면3



도면4



도면5

