



등록특허 10-2602905



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년11월16일  
(11) 등록번호 10-2602905  
(24) 등록일자 2023년11월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G03F 7/00* (2006.01) *B29C 43/02* (2006.01)  
*B29C 43/32* (2006.01) *B29C 43/36* (2006.01)  
*B29C 43/56* (2006.01) *B29C 43/58* (2006.01)  
*G03F 7/20* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G03F 7/0002* (2013.01)  
*B29C 43/021* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0124375  
(22) 출원일자 2019년10월08일  
심사청구일자 2021년04월08일
- (65) 공개번호 10-2020-0040679  
(43) 공개일자 2020년04월20일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2018-191272 2018년10월09일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2017103399 A\*

(뒷면에 계속)

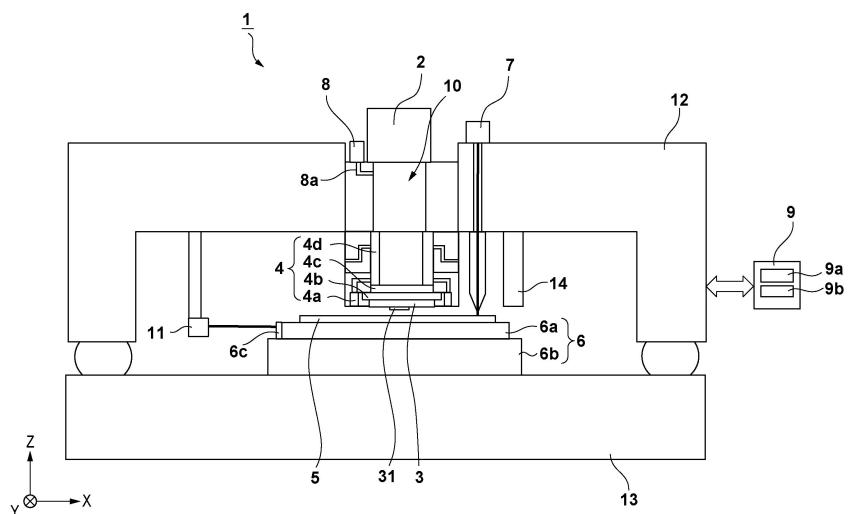
전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 계원호

## (54) 발명의 명칭 성형 장치 및 물품 제조 방법

**(57) 요약**

본 발명은 기판 상의 조성물에 접촉되는 접촉 영역을 포함하는 몰드를 사용하여 조성물을 성형하는 성형 장치로서, 접촉 영역을 변형시키도록 구성된 변형 유닛; 및 기판 상의 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역의 각각에 대해, 접촉 영역의 변형을 제어하면서 접촉 영역과 기판 상의 조성물을 서로 접촉시키는 처리를 행하도록 구성된 제어부를 포함하고, 처리 동안 몰드가 기판에 대면하는 면적은 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 상이하고, 제어부는, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서, 접촉 영역과 조성물을 서로 접촉시키는 처리 조건을 변경하도록 구성되는, 성형 장치를 제공한다.

**대 표 도**

(52) CPC특허분류

*B29C 43/36* (2013.01)  
*B29C 43/56* (2013.01)  
*B29C 43/58* (2013.01)  
*G03F 7/002* (2013.01)  
*G03F 7/2012* (2013.01)  
*B29C 2043/3205* (2022.08)

(56) 선행기술조사문헌

JP2010274635 A\*  
KR1020160121433 A  
KR1020180064990 A  
KR1020160007377 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판 상의 조성물에 접촉되는 접촉 영역을 포함하는 몰드를 사용하여 상기 기판 상의 조성물을 성형하는 성형 장치로, 상기 접촉 영역은 상기 몰드의 일부인 성형 장치이며,

상기 몰드에 힘을 가함으로써 상기 접촉 영역을 상기 기판을 향해 휘도록 변형시키게 구성된 변형 유닛; 및

상기 변형 유닛에 의한 상기 접촉 영역의 변형을 제어하면서 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간격을 감소시킴으로써 상기 접촉 영역과 상기 기판 상의 조성물을 서로 접촉시키는 접촉 처리를, 상기 기판 상의 복수의 샷 영역의 각각에 대해서 행하도록 구성된 제어부를 포함하고,

상기 복수의 샷 영역은 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역을 포함하고 이들 샷 영역 각각은 상기 접촉 영역의 전체와 접촉하는 완전 샷 영역이고, 상기 접촉 처리 동안 상기 몰드가 상기 기판에 대면하는 면적을 나타내는 대면 면적이 상기 제1 샷 영역에 대한 접촉 처리와 상기 제2 샷 영역에 대한 접촉 처리 사이에서 상이하여, 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역에서 상기 몰드의 하방 공간의 기압이 상이하고,

상기 제어부는, 상기 접촉 처리 동안 상기 몰드와 상기 기판 사이의 간격의 시간적인 변화가 상기 대면 면적에 따라 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역 사이에서 상이하도록, 상기 시간적인 변화를 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

제1 상대 속도로 상기 몰드와 상기 기판을 서로 접근시켜 상기 간격을 감소시키고, 상기 간격이 미리 결정된 간격에 도달하면 상기 제1 상대 속도를 상기 제1 상대 속도보다 낮은 제2 상대 속도로 전환시킨 후, 상기 제2 상대 속도로 상기 몰드와 상기 기판을 서로 접근시켜 상기 간격을 감소시키도록 상기 접촉 처리를 제어하며,

상기 접촉 처리 동안 상기 간격의 시간적인 변화로서, 상기 미리 결정된 간격, 상기 제1 상대 속도 및 상기 제2 상대 속도 중 하나 이상을 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적이 작을수록, 상기 미리 결정된 간격을 감소시키도록 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 접촉 처리 동안 상기 간격의 상기 시간적인 변화로서, 상기 간격을 감소시키기 위해 상기 몰드와 상기 기판을 상대적으로 구동하는 상대 속도를 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적이 작을수록 상기 상대 속도를 증가시키도록 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 6

제2항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적이 작을수록, 상기 제1 상대 속도와 상기 제2 상대 속도 중 하나 이상을 증가시 키도록 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적에 따라 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역 사이에서, 상기 변형 유닛에 의해 상기 몰드에 가해지는 힘이 상이하도록, 상기 힘을 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적이 작을수록, 상기 변형 유닛에 의해 상기 몰드에 가해지는 상기 힘을 증가시키도록 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적에 따라 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역 사이에서, 상기 접촉 영역을 상기 기판 상의 임프린트재에 가압하기 위한 가압력이 상이하도록, 상기 가압력을 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 대면 면적이 작을수록, 상기 가압력을 감소시키도록 상기 가압력을 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 제1 샷 영역에 대한 접촉 처리 동안의 접촉 영역과 상기 제2 샷 영역에 대한 접촉 처리 동안의 접촉 영역 사이의 형상차를 감소시키도록, 상기 접촉 처리 동안의 상기 간격의 상기 시간적인 변화를 제어하도록 구성되는, 성형 장치.

#### 청구항 12

제1항에 있어서,

상기 대면 면적은, 몰드와 기판을 위에서 보았을 때 몰드와 기판이 중첩되는 면적인, 성형 장치.

#### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 접촉 영역은 상기 기판 상의 조성물에 전사될 패턴을 포함하며,

상기 성형 장치는 상기 몰드의 상기 접촉 영역을 상기 기판 상의 조성물에 접촉시킴으로써 상기 기판 상에 조성 물의 패턴을 형성하는, 성형 장치.

#### 청구항 14

제1항에 있어서,

상기 접촉 영역은 평면이며,

상기 성형 장치는 상기 몰드의 상기 접촉 영역을 상기 기판 상의 조성물에 접촉시킴으로서 상기 조성물을 평탄화하는, 성형 장치.

## 청구항 15

물품 제조 방법이며,

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 성형 장치를 사용하여 기판 상의 조성물을 성형하는 단계; 및  
상기 조성물이 성형된 상기 기판을 가공하여 상기 물품을 제조하는 단계를 포함하는, 물품 제조 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

본 발명은 성형 장치 및 물품 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002]

요철 패턴이 형성된 패턴 영역을 포함하는 몰드를 사용하여 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 임프린트 장치가, 반도체 디바이스 등의 제조 공정에서 기판 상의 조성물을 성형하는 성형 장치의 하나로서 주목받고 있다. 임프린트 장치에서는, 몰드와 기판 상의 임프린트재를 접촉시켰을 때에 몰드와 기판 사이에 기포가 잔존하고 있으면, 기판 상에 형성된 임프린트재의 패턴에 결손이 발생할 수 있다. US-2007-0114686는, 몰드(패턴 영역)를 기판을 향해서 흰 형상으로 변형시키고, 몰드의 변형을 제어하면서 몰드와 기판 상의 임프린트재를 접촉시키는 방법을 개시하고 있다. 이 방법에 의하면, 몰드의 중앙부로부터 외측을 향해서 몰드와 임프린트재를 서로 서서히 접촉시켜, 몰드와 기판 사이의 기체를 외측으로 압출할 수 있기 때문에, 몰드와 기판의 사이에 잔존하는 기포를 저감할 수 있다.

[0003]

기판에서의 복수의 샷 영역 중, 몰드와 임프린트재의 접촉 처리 동안의 몰드와 기판 사이의 대면 면적이 서로 상이한 샷 영역 사이에서는, 몰드의 하방 공간의 기압에 기인하여 접촉 처리 동안에 몰드에 가해진 압력이 변화할 수 있다. 그 결과, 접촉 처리 동안의 몰드의 형상이 샷 영역 사이에서 상이하기 때문에, 몰드와 기판의 사이에서의 기포의 잔존 경향이 변하고, 일부 샷 영역에서는 잔존하는 기포를 저감하는 것이 곤란해질 수 있다.

#### 발명의 내용

##### 해결하려는 과제

[0004]

본 발명은 예를 들어 몰드와 기판의 사이에 잔존하는 기포를 저감하는데 유리한 임프린트 장치를 제공한다.

##### 과제의 해결 수단

[0005]

본 발명의 일 양태에 따르면, 기판 상의 조성물에 접촉되는 접촉 영역을 포함하는 몰드를 사용하여 상기 조성물을 성형하는 성형 장치로서, 상기 몰드에 힘을 가함으로써 상기 접촉 영역을 상기 기판을 향해 휘도록 변형시키게 구성된 변형 유닛; 및 상기 변형 유닛에 의한 상기 접촉 영역의 변형을 제어하면서 상기 접촉 영역과 상기 기판 상의 조성물을 서로 접촉시키는 처리를, 상기 기판 상의 복수의 샷 영역의 각각에 대해서 행하도록 구성된 제어부를 포함하고, 상기 복수의 샷 영역은 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역을 포함하고, 이를 샷 영역 각각에 상기 접촉 영역의 전체가 접촉하고, 상기 처리 동안 상기 몰드가 상기 기판에 대면하는 면적이 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역 사이에서 상이하며, 상기 제어부는, 상기 제1 샷 영역과 상기 제2 샷 영역 사이에서, 상기 접촉 영역과 상기 기판 상의 조성물을 서로 접촉시키기 위한 처리 조건을 변경하도록 구성되는 성형 장치가 제공된다.

[0006]

본 발명의 추가적인 특징은 첨부된 도면을 참고한 예시적인 실시형태에 대한 이하의 설명으로부터 명확해질 것이다.

#### 도면의 간단한 설명

[0007]

도 1은 임프린트 장치의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다.

도 2a 내지 도 2c는 접촉 처리 동안의 몰드와 기판 사이의 위치 관계를 도시하는 도면이다.

도 3a 내지 도 3d는 시간에 걸쳐 접촉 처리를 나타내는 개념도이다.

도 4a 내지 도 4c는 접촉 처리 동안의 몰드 및 기판을 도시하는 도면이다.

도 5a 내지 도 5c는 접촉 처리 동안의 몰드와 기판 사이의 위치 관계 및 거리(r)와 간격(h) 사이의 관계를 도시하는 도면이다.

도 6a 및 도 6b는 거리(r)와 제1 상대 속도(v1) 사이의 관계를 각각 도시하는 그래프이다.

도 7은 거리(r)와 힘(q) 사이의 관계를 도시하는 그래프이다.

도 8은 가압력(F)의 시간 변화를 도시하는 그래프이다.

도 9a 내지 도 9f는 물품의 제조 방법을 도시하는 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008]

본 발명의 예시적인 실시형태를 첨부의 도면을 참고하여 이하에서 설명한다. 동일한 참조 번호는 도면 전체에 걸쳐 동일한 부재를 나타내며, 그에 대한 반복적인 설명은 주어지지 않는다는 것에 유의한다.

[0009]

<제1 실시형태>

[0010]

본 발명에 따른 본 실시형태의 임프린트 장치(1)에 대해서 설명한다. 일반적으로, 임프린트 장치는 기판 상에 공급된 임프린트재와 몰드를 접촉시키고, 임프린트재에 경화 에너지를 부여함으로써, 몰드의 요철 패턴이 전사된 경화물의 패턴을 형성한다. 본 실시형태의 임프린트 장치(1)는, 반도체 디바이스 등의 제조에 사용되고, 요철 패턴이 형성된 몰드(3)를 사용하여, 기판(5)의 얇 영역 위로 공급된 임프린트재에 당해 패턴을 전사하는 임프린트 처리를 행한다. 예를 들어, 임프린트 장치(1)는, 패턴이 형성된 몰드(3)를 기판 상의 임프린트재에 접촉시킨 상태에서 당해 임프린트재를 경화시킨다. 그리고, 임프린트 장치(1)는, 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격을 증가시키고, 경화된 임프린트재로부터 몰드(3)를 분리함으로써, 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성할 수 있다.

[0011]

임프린트재로서는, 경화 에너지가 부여되는 것에 의해 경화되는 경화성 조성물(미경화 상태의 수지라 칭할 수도 있음)이 사용된다. 경화용의 에너지의 예는 전자기파, 열 등이다. 전자기파는, 예를 들어 10 nm(포함) 내지 1 mm(포함)의 파장 범위로부터 선택되는 광이다. 전자기파의 예는 적외선, 가시광선, 및 자외선이다.

[0012]

경화성 조성물은 광 조사 또는 가열에 의해 경화되는 조성물이다. 이들 조성물 중, 광에 의해 경화되는 광경화성 조성물은 적어도 중합성 화합물과 광중합 개시제를 함유하고, 필요에 따라 비중합성 화합물 또는 용제를 함유할 수 있다. 비중합성 화합물은 증감제, 수소 공여체, 내첨형 이형제, 계면활성제, 산화방지제, 및 폴리머 성분을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다.

[0013]

임프린트재는 스픬 코터 또는 슬릿 코터에 의해 기판 상에 막 형상으로 부여된다. 대안적으로, 임프린트재는 액체 분사 헤드를 사용하여 액적 형상으로 또는 복수의 액적이 연결되어 형성되는 섬 또는 막 형상으로 기판 상에 부여될 수 있다. 임프린트재의 점도(25°C에서의 점도)는 예를 들어 1 mPa · s(포함) 내지 100 mPa · s(포함)이다.

[0014]

기판(5)으로서는, 유리, 세라믹, 금속, 반도체, 수지 등이 사용된다. 기판의 재료와 상이한 재료로 이루어지는 부재가 기판의 표면에 형성될 수 있다. 더 구체적으로는, 기판(5)은 실리콘 웨이퍼, 반도체 화합물 웨이퍼, 실리카 유리 등이다. 또한, 임프린트재의 공급 전에, 필요에 따라, 임프린트재와 기판 사이의 부착성을 향상시키기 위해서 부착층이 제공될 수 있다.

[0015]

임프린트 장치의 구성

[0016]

도 1은 본 실시형태의 임프린트 장치(1)의 구성을 개략적으로 도시하는 도면이다. 본 실시형태에서, 임프린트 장치(1)는 광(자외선)의 조사에 의해 임프린트재를 경화시키는 광경화법을 채용하지만, 이것에 한정되지 않으며, 열의 부여에 의해 임프린트재를 경화시키는 열경화법을 채용할 수 있다. 이하의 도면 각각에서, 몰드(3)에 대한 광(자외선)의 조사 축선과 평행한 방향에서 XYZ 좌표계에서의 Z 축을 취하고, Z 축에 수직한 평면 내에서 서로 직교하는 방향에서 X 축 및 Y 축을 취한다는 것에 유의한다.

[0017]

임프린트 장치(1)는, 예를 들어 조명 유닛(2), 몰드(3)를 보유지지하는 임프린트 헤드(4), 기판(5)을 보유지지하면서 이동할 수 있는 기판 스테이지(6), 임프린트재를 기판 상에 공급하는 디스펜서(7)(공급 유닛), 변형 유닛(8), 및 제어 유닛(9)(제어부)을 포함할 수 있다. 조명 유닛(2), 임프린트 헤드(4) 및 디스펜서(7)는 구조체(12)에 의해 지지된다. 제어 유닛(9)은, 예를 들어 CPU(9a), 메모리(9b) 등을 포함하고, 임프린트 장치(1)의

각 유닛을 통괄적으로 제어한다(임프린트 처리를 제어한다).

[0018] 조명 유닛(2)은, 임프린트 처리 동안에, 구조체(12) 및 임프린트 헤드에 형성된 개구(10)를 통해서 몰드(3) 및 기판 상의 임프린트재에 자외선을 조사한다. 조명 유닛(2)은, 예를 들어 광원과, 광원으로부터 사출된 자외선을 임프린트 처리에 최적인 광으로 조정하기 위한 조명 광학계를 포함할 수 있다. 조명 광학계는, 렌즈 등의 광학 소자, 애퍼처(개구), 조사와 차광을 전환하는 셔터 등을 포함할 수 있다.

[0019] 임프린트 헤드(4)는, 형상 보정 기구(4a)(배율 보정 기구), 몰드 척(4b), 수평 구동 기구(4c), 및 연직 구동 기구(4d)를 포함하고, 몰드(3)를 보유지지하면서 이동할 수 있는 몰드 보유지지 유닛으로서 기능할 수 있다. 형상 보정 기구(4a)는, 몰드(3)의 외주 측면의 영역에 대향하도록 각각 배치된 복수의 링거를 포함하고, 이를 링거를 구동하여 몰드(3)에 압축력을 가함으로써 몰드(3)의 패턴 영역(31)의 형상을 목표 형상으로 보정한다. 여기서, 형상 보정 기구(4a)의 구성은, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어 몰드(3)에 대하여 인장력을 가하도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 몰드 척(4b) 자체를 구동시킴으로써 몰드(3)와 몰드 척(4b) 사이의 접촉면에 전단력을 부여할 수 있다.

[0020] 몰드 척(4b)은, 진공 흡착력, 정전 흡착력 등에 의해 몰드(3)를 끌어당겨서 보유지지한다. 수평 구동 기구(4c)는, 몰드 척(4b)(즉, 몰드(3))을 X 및 Y 방향으로 구동하는 구동계이며, 연직 구동 기구(4d)는 몰드 척(4b)(즉, 몰드(3))을 Z 방향으로 구동하는 구동계이다. 수평 구동 기구(4c) 및 연직 구동 기구(4d)의 각각은 리니어 모터 또는 에어 실린더 등의 액추에이터를 채용할 수 있다. 연직 구동 기구(4d)는, Θ 방향(Z축 둘레의 회전 방향)에서의 몰드(3)의 위치를 조정하는 조정 기능, 몰드(3)의 기울기를 조정하는 틸트 기능 등을 갖도록 구성될 수 있다.

[0021] 임프린트 헤드(4)(몰드 척(4b))에 의해 보유지지되는 몰드(3)는, 예를 들어 실질적으로 직사각형 외형을 가지며, 통상 석영 등 자외선을 투과할 수 있는 재료로 형성된다. 몰드(3)의 기판 측의 면(패턴면)은, 예를 들어 약 몇십  $\mu m$ 의 단차를 갖는 메사 형상으로 형성되며, 기판 상의 임프린트재에 접촉되는 접촉 영역이 제공된다. 본 실시형태의 임프린트 장치(1)에서 사용되는 몰드(3)에서는, 당해 접촉 영역은, 디바이스 패턴(회로 패턴)으로서 기판 상의 임프린트재에 전사해야 할 요철 패턴이 형성된 패턴 영역(31)이다. 한편, 평탄화 장치에 사용되는 몰드에서는, 당해 접촉 영역은 요철 패턴이 형성되어 있지 않은 평면일 수 있다. 또한, 몰드(3)에는, 패턴 영역(31)의 변형을 용이하게 하기 위해서, 패턴 영역(31)과 그 주변의 두께를 감소시키기 위해서 패턴면의 반대 측의 면에 캐비티(32)(오목부)가 형성된다. 캐비티(32)는, 임프린트 헤드(4)에 의해 몰드(3)가 보유지지될 때, 실질적으로 밀폐된 공간이 된다. 캐비티(32)는, 배관(8a)을 통해서 변형 유닛(8)에 연결되어 있다.

[0022] 변형 유닛(8)은, 몰드(3)에 힘을 가함으로써, 몰드(3)의 패턴 영역(31)을 기판(5)을 향해서 휘게 변형시킨다. 더 구체적으로는, 변형 유닛(8)은, 임프린트 헤드(4)에 의해 보유지지된 몰드(3)의 캐비티(32)의 내부 압력을 변경함으로써, 몰드(3)의 패턴 영역(31)을, 그 중심부가 기판(5)을 향해서 돌출되게 흰 볼록 형상으로 변형시킨다. 예를 들어, 변형 유닛(8)은, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시켜서 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 때, 배관(8a)을 통해서 캐비티(32)의 내부에 압축 공기를 공급함으로써, 캐비티(32)의 내부 압력을 외부의 압력보다 높게 한다. 이에 의해, 몰드(3)의 패턴 영역(31)을 볼록 형상으로 변형시킬 수 있고, 몰드(3)를 중심부로부터 외측을 향해서 임프린트재에 서서히 접촉시킬 수 있다. 그 결과, 몰드(3)와 기판(5) 사이에 잔존하는 기포를 저감시킬 수 있고, 임프린트 처리에 의해 임프린트재에 형성된 패턴의 결손을 저감시킬 수 있다.

[0023] 기판 스테이지(6)는, 예를 들어 기판 척(6a)과 기판 구동 유닛(6b)을 포함하고, 기판(5)을 보유지지하면서 이동 가능하게 구성된다. 기판 척(6a)은, 예를 들어 진공 흡착력, 정전 흡착력 등에 의해 기판(5)을 끌어당겨서 보유지지한다. 기판 구동 유닛(6b)은, 정반(13) 상으로 기판 척(6a)(즉, 기판(5))을 X 및 Y 방향으로 구동하는 구동계이다. 기판 구동 유닛(6b)은, Z 방향이나 Θ 방향(Z축 둘레의 회전 방향)에서의 기판(5)의 위치를 조정하는 조정 기능, 기판(5)의 기울기를 조정하는 틸트 기능 등을 갖도록 구성될 수 있다.

[0024] 기판 스테이지(6)의 X 및 Y 방향의 위치는 계측 유닛(11)에 의해 계측된다. 계측 유닛(11)은, 예를 들어 구조체(12)에 의해 지지된 간접계를 포함하고, 기판 척(6a)의 단부에 제공된 미러(6c)를 통해서 계측광을 조사하고, 당해 미러(6c)에 의해 반사된 계측광을 검출함으로써 기판 스테이지(6)의 위치를 계측할 수 있다. 도 1에서는 계측 유닛(11)이 1개만 도시되어 있지만, 예를 들어 복수의 계측 유닛(11)이 기판 스테이지(6)의 X 및 Y 방향의 위치, 회전량 및 틸트량을 계측하도록 제공될 수 있다.

[0025] 여기서, 임프린트 장치(1)는, 열라인먼트 광학계(도시하지 않음)에 의해, 기판(5)(또는 기판 척(6a))에 형성된

얼라인먼트 마크를 몰드(3)를 통해서 관찰함으로써, 몰드(3)와 기판(5) 사이의 오정렬에 대한 정보를 취득할 수 있다. 또한, 임프린트 장치(1)는, 높이 계측 유닛(14)에 의해, 기판(5)의 상면까지의 거리를 계측할 수 있다. 몰드(3)의 패턴면과 높이 계측 유닛(14) 사이의 상대 높이에 관한 정보는 사전에 취득되기 때문에, 높이 계측 유닛(14)에 의한 계측 결과 및 당해 정보에 기초하여 몰드(3)의 패턴면과 기판(5)의 상면 사이의 거리를 계산할 수 있다.

[0026] 이렇게 구성된 임프린트 장치(1)는 기판(5)에서의 복수의 샷 영역의 각각에 대하여 임프린트 처리를 행한다. 임프린트 처리에서는, 복수의 샷 영역 중에서 처리 대상 샷 영역(대상 샷 영역) 위에 디스펜서(7)에 의해 임프린트재를 공급한 후, 몰드(3)와 대상 샷 영역 상의 임프린트재를 서로 접촉시키는 접촉 처리를 행한다. 접촉 처리는, 대상 샷 영역 상의 임프린트재에 몰드(3)를 가압하는 가압 처리라고 칭할 수도 있다.

[0027] 접촉 처리에서는, 제어 유닛(9)은, 먼저, 변형 유닛(8)이 몰드(3)의 패턴 영역(31)을 기판(5)을 향해서 휘게 볼록 형상으로 변형시키게 한다. 그리고, 변형 유닛(8)에 의한 패턴 영역(31)의 변형을 제어하면서, 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격을 감소시키도록 임프린트 헤드(4)에 의해 몰드(3)를 구동한다. 이때, 제어 유닛(9)은, 패턴 영역(31)의 전체가 임프린트재에 접촉했을 때에 패턴 영역(31)(패턴면)이 평면 형상으로 되도록, 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(즉, 몰드(3)의 캐비티(32)에 가해지는 힘)을 제어한다. 이 동작에 의해, 몰드(3)의 패턴 영역(31)을 패턴 영역(31)의 중심부로부터 임프린트재에 서서히 접촉시키고, 몰드(3)와 기판(5) 사이에 잔존하는 기포를 감소시킬 수 있다.

[0028] 여기서, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(1)는, 고정된 기판(5)에 대하여, 임프린트 헤드(4)에 의해 몰드(3)를 Z 방향으로 구동하여, 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시키도록 구성된다. 그러나, 반대 구성이 가능할 수 있다. 즉, 고정된 몰드(3)에 대하여, 기판 스테이지(6)에 의해 기판(5)을 Z 방향으로 구동하여, 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 수 있다. 대안적으로, 임프린트 헤드(4) 및 기판 스테이지(6)에 의해 몰드(3)와 기판(5)을 각각 상대적으로 Z 방향으로 구동하여, 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재를 서로 접촉시킬 수 있다. 즉, 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격을 상대적으로 변화시키는 한은 어떠한 구성도 채용될 수 있다.

[0029] 기포의 잔존

[0030] 기판(5)에서의 복수의 샷 영역 중, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 상이한 샷 영역 사이에서는, 몰드(3)의 하방 공간의 기압에 기인하여 접촉 처리 동안에 몰드(3)에 가해지는 압력이 변할 수 있다. 그 결과, 접촉 처리 동안의 몰드의 형상도 샷 영역 사이에서 상이하기 때문에, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향이 변하고, 일부 샷 영역에서는 잔존하는 기포를 저감하는 것이 곤란할 수 있다. 그 이유에 대해서 이하에 설명한다.

[0031] 도 2a는, 기판(5)을 상방으로부터 본 도면이며, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 위치 관계를 나타낸다. 도 2a에서는, 기판(5)에서의 3개의 샷 영역(5A 내지 5C)이 나타나고 있고, 샷 영역(5A 내지 5C)에서의 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 위치가 패턴(3A 내지 3C)에 의해 각각 나타나 있다. 여기서, 도 2a에 나타내는 3개의 샷 영역(5A 내지 5C)의 각각은, 몰드(3)의 패턴 영역(31)의 전체 패턴이 전사되는 샷 영역(완전 샷 영역이라고도 지칭됨)이다. 접촉 처리 동안 몰드(3)가 기판(5)에 대면하는 면적(이하, 대면 면적이라고도 칭함)은 3개의 샷 영역(5A 내지 5C) 사이에서 상이하다. 대면 면적은, 상방으로부터 본 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5)이 중첩되는 면적이다. 다른 관점에서는, 위에서 봤을 때 접촉 처리 동안 기판(5)의 외측에 배치되는 몰드(3)의 면적은 3개의 샷 영역(5A 내지 5C) 사이에서 상이하다고 말할 수 있다.

[0032] 샷 영역(5A)은, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 전체가 기판(5)에 대면하도록, 기판(5)의 중앙부에 배치된 샷 영역이다. 한편, 샷 영역(5B)은, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 위치하고, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 샷 영역(5A)보다 작은 샷 영역이다. 샷 영역(5C)은, 샷 영역(5B)과 비교하여, 접촉 처리 동안에 기판(5)의 외측에 배치되는 몰드(3)의 일부가 더 큰, 즉 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 샷 영역(5B)보다 작은 샷 영역이다.

[0033] 도 2b 및 도 2c 각각은 접촉 처리 동안의 몰드(3) 및 기판(5)을 가로 방향으로부터 본 것을 도시하는 도면이다. 도 2b는 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 위치 관계를 나타내고, 도 2c는 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 위치 관계를 나타낸다. 도 2b 및 도 2c의 각각은 몰드(3)의 패턴 영역(31)이 볼록 형상으로 변형된 상태를 나타내고, 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격은 양 도면에서 동일하다.

- [0034] 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리에서는, 도 2b에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)의 전체를 기판(5)에 대면(대향)시킬 수 있다. 한편, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리에서는, 도 2c에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측으로 돌출되고, 기판(5) 외측의 구조물(15)(예를 들어, 기판 스테이지(6))에 대면하고 있다. 일반적으로, 기판(5)의 외측에 위치되는 구조물(15)은, 접촉 처리에서 몰드(3)와의 간섭을 피하기 위해서, 기판(5)의 상면(몰드 측의 면)보다 몰드(3)로부터 더 멀리 있다. 그러므로, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리(도 2c)에서는, 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리(도 2b)에 비해, 사선으로 나타내는 체적만큼 몰드(3)의 하방 공간이 커진다.
- [0035] 여기서, 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리(도 2b)와 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리(도 2c)에서 처리 조건을 동일하게 설정하는 경우를 생각한다. 처리 조건은, 예를 들어 접촉 처리 동안에 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킬 때의 상대 속도, 및 몰드(3)를 임프린트재(R)에 가압할 때의 가압력을 포함할 수 있다. 이 경우, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리(도 2c)에서는 몰드(3)의 하방 공간이 더 크기 때문에, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 근접시킬 때의 몰드(3)의 하방 공간의 기압은 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리(도 2b)에서보다 낮다.
- [0036] 샷 영역(5B)과 샷 영역(5C) 사이의 비교에도 마찬가지 경향이 적용된다. 즉, 도 2a에 도시하는 바와 같이, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적은 샷 영역(5B)에 비해 샷 영역(5C)에서 작다(즉, 기판(5)의 외측의 구조물(15)에 대면하는 몰드(3)의 일부 면적이 더 크다). 따라서, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리에서는, 샷 영역(5B)에 대한 접촉 처리에 비해 몰드(3)의 하방 공간이 커진다. 따라서, 접촉 처리의 처리 조건을 동일하게 하면, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리에서 몰드(3)의 하방 공간이 크기 때문에, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킬 때의 당해 하방 공간의 기압이 샷 영역(5B)에 대한 접촉 처리보다 작아진다.
- [0037] 이어서, 접촉 처리 동안 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 임프린트재(R)가 확산되는 방식을 도 3a 내지 도 3d를 참조하여 설명한다. 도 3a 내지 도 3d는 접촉 처리 동안 임프린트재(R)가 확산되는 방식을 나타내는 개념도이며, 도 3a 및 도 3b는 가로 방향에서 봤을 때의 몰드(3)의 패턴 영역(31), 기판(5) 및 임프린트재(R)를 도시하는 확대도이다. 도 3a는 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리를 나타내며, 도 3b는 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리를 나타낸다. 도 3a 및 도 3b는 상술한 처리 조건을 동일하게 설정했을 경우의 접촉 처리를 나타내며, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 발생한 기포(16)도 나타내고 있다.
- [0038] 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리에서는, 도 3a에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)는 변형 유닛(8)에 의해 볼록 형상으로 변형된 상태에서 임프린트재(R)와의 접촉이 개시되고, 그후 몰드(3)는 임프린트재(R)를 외측으로 압출하면서 서서히 평면 형상으로 되돌아간다. 이 과정에서, 몰드(3)의 하방 공간의 기압은, 몰드(3)가 평면 형상으로 되돌아가는 것을 방해하도록 몰드(3)에 작용하기 때문에, 몰드(3)의 볼록 형상을 유지시키면서 몰드(3)를 임프린트재(R)에 접촉시킬 수 있다. 따라서, 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리에서는, 도 3a 및 도 3c에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)와 기판(5) 사이에 발생한 기포(16)는 샷 영역(5A)의 4개의 코너로 압출될 수 있다. 도 3c는 접촉 처리 후의 샷 영역(5A)를 상방에서 보았을 때의 도면을 도시한다.
- [0039] 한편, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리에서는, 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리에 비해 몰드(3)의 하방 공간의 기압이 낮기 때문에, 도 3b에 도시하는 바와 같이 몰드(3)가 평면 형상으로 되돌아가는 것을 방해하는 힘이 약하다. 그 결과, 몰드(3)와 기판(5) 사이에 발생한 기포(16)가 샷 영역(5C)의 4개의 코너로 압출되기 전에 몰드(3)가 평면 형상으로 되돌아가기 쉽고, 도 3d에 도시하는 바와 같이 샷 영역(5C)의 내측에 기포(16)가 잔존할 수 있다. 이 경우, 임프린트재(R)에 형성된 패턴에 결손이 발생할 수 있다. 도 3d는 상방에서 본 접촉 처리 후의 샷 영역(5C)을 도시하는 도면이다.
- [0040] 상술한 바와 같이, 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 하방 공간의 기압이 샷 영역 간에 상이하면, 접촉 처리 동안에 몰드(3)에 가해지는 압력이 변화하고, 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 형상도 변화할 수 있다. 그 결과, 도 3a 내지 도 3d에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포(16)의 잔존 경향이 샷 영역 간에 변화한다.
- [0041] 따라서, 본 실시형태의 임프린트 장치(1)(제어 유닛(9))는, 몰드(3)의 패턴 영역(31)의 패턴 전체가 전사되고, 기판(5)에 대해 상이한 대면 면적을 갖는 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 접촉 처리의 처리 조건을 변경한다. 처리 조건은, 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상의 차이가 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 감소되도록(예를 들어, 형상의 차이가 허용 범위 내에 들어가도록) 변경될 수 있다. 본 실시형태는, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키는 상대 속도를 접촉 처리 동안에 전환하는 제어를 행하고, 상대 속도를 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격이 처리 조건으로서 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 변경되는 경우를 예시할 것이다. 여기서, 도 2a 내지 도 3d에 나타내는 예에서는, 제1 샷 영역은 샷 영역(5A 내지 5C) 중 1개이며,

제2 샷 영역은 샷 영역(5A 내지 5C) 중 다른 1개이다.

[0042] 접촉 처리

본 실시형태에서의 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재(R) 사이의 접촉 처리에 대해서 도 4a 내지 도 4c를 참조하면서 설명한다. 도 4a 내지 도 4c는 가로 방향으로부터 본 접촉 처리 동안의 몰드(3) 및 기판(5)을 도시하는 도면이다. 본 실시형태의 접촉 처리에서는, 먼저, 제어 유닛(9)은, 도 4a에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재(R)가 접촉하지 않는 상태에서 변형 유닛(8)이 몰드(3)(패턴 영역(31))를 볼록 형상으로 변형시키게 한다. 그리고, 임프린트 헤드(4)에 의해 몰드(3)를 하강시키고, 제1 상대 속도(v1)에서 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킨다. 제어 유닛(9)은, 도 4b에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)와 기판(5)이 미리결정된 간격(h)이 되었을 때, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키는 상대 속도를 제1 상대 속도(v1)로부터 제2 상대 속도(v2)로 전환하고, 제2 상대 속도(v2)에서 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킨다. 그 후, 도 4c에 도시하는 바와 같이, 몰드(3)를 기판 상의 임프린트재(R)에 접촉시킨다(즉, 몰드(3)를 임프린트재(R)에 가압한다).

[0044] 여기서, 이하의 설명에서는, 제1 상대 속도(v1)로 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키는 처리를 "제1 처리"라 칭할 수 있고, 그후에 제2 상대 속도(v2)에서 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키는 처리를 "제2 처리"라 칭할 수 있다. 또한, 제1 상대 속도(v1)를 제2 상대 속도(v2)로 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격(거리)을 "간격(h)"이라 칭할 수 있다. 또한, 몰드(3)가 기판(5)에 충돌하는 것을 회피하기 위해서, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키기 위한 상대 속도는 제1 상대 속도(v1)보다 제2 상대 속도(v2)가 느려지도록 설정된다.

[0045] 접촉 처리에서는, 몰드(3)의 하방 공간에는 공기 또는 헬륨 등의 기체가 존재하고, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킴에 따라, 당해 하방 공간의 기체는 압축되어서 기압(압력)이 상승한다. 제2 처리에 적용되는 제2 상대 속도(v2)는 제1 처리에 적용되는 제1 상대 속도(v1)보다 낮다. 따라서, 제2 처리에서의 몰드(3)의 하방 공간에서의 기압의 변화는 작고, 따라서 몰드(3)가 기판 상의 임프린트재(R)와 접촉하기 직전의 당해 하방 공간의 기압은 제1 처리에서의 기압 변화(기압 상승)에 의존하게 된다. 따라서, 제1 상대 속도(v1)를 제2 상대 속도(v2)로 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격(h)이 작아질수록, 몰드(3)의 하방 공간의 기체가 더 압축되어서 기압이 높아질 수 있다.

[0046] 도 5a는, 기판(5)을 상방으로부터 본 도면이며, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 위치 관계를 나타낸다. 도 5a에서는, 도 2a와 마찬가지로, 3개의 샷 영역(5A 내지 5C)이 도시된다. 몰드(3)의 패턴 영역(31)의 패턴 전체가 샷 영역(5A 내지 5C)의 각각에 전사되고, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 샷 영역(5A 내지 5C) 사이에서 상이하다. 도 5a에서는, 샷 영역(5A 내지 5C)에 대한 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 위치를 각각 파선(3A 내지 3C)에 의해 나타낸다. 여기서, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적은 기판 상에서의 샷 영역의 위치로부터 결정될 수 있다. 도 5a에서는, 기판 상에서의 샷 영역의 위치(즉, 대면 면적)를, 기판(5)의 중심(무게 중심)으로부터 샷 영역의 도심까지의 거리(r)로 나타낸다.

[0047] 도 5b는 거리(r)(즉, 대면 면적)와 상대 속도를 전환하기 위한 간격(h) 사이의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 5c는, 거리(r)(즉, 대면 면적)와 몰드(3)가 기판 상의 임프린트재(R)와 접촉하기 직전의 몰드(3)의 하방 공간의 기압(p) 사이의 관계를 도시하는 그래프이다. 도 5b 및 도 5c에 나타내는 참조 부호 "5A 내지 5C"는 도 5a에 나타내는 샷 영역(5A 내지 5C)에 각각 대응한다.

[0048] 도 5b에서 파선으로 나타낸 바와 같이 간격(h)이 일정한 경우, 도 5c에 파선으로 나타낸 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 전체가 기판(5)에 대면하는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5A))에서는, 압력(p)이 실질적으로 일정해질 수 있다. 한편, 역시 도 5c에서 파선으로 나타낸 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5B 또는 5C))에서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 압력(p)이 작아진다. 따라서, 도 5c에서 실선으로 나타낸 바와 같이 거리(r)(즉, 대면 면적)가 변화해도 압력(p)을 일정하게 하기 위해서는, 상대 속도를 전환하기 위한 간격(h)을 처리 조건으로서 거리(r)에 따라서 변경하면 된다. 더 구체적으로는, 도 5b에서 실선에 의해 나타낸 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역에서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 상대 속도를 전환하기 위한 간격(h)을 작게 한다.

[0049] 도 5b에서 실선으로 나타내지는 거리(r)와 간격(h) 사이의 관계는 실험이나 시뮬레이션 등에 의해 취득될 수 있다. 제어 유닛(9)은, 당해 관계를 나타내는 정보에 기초하여, 대상 샷 영역의 기판 상의 위치(거리(r) 또는 대면 면적)로부터 간격(h)을 구하고, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5)이 간격(h)이 되었을 때에 제1 처리(제1

상대 속도(v1))를 제2 처리(제2 상대 속도(v2))로 전환한다. 이 동작에 의해, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 하방 공간의 기압을 유사하게 할 수 있고, 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있다. 즉, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 기포를 압출하는 효과를 유사하게 할 수 있으며, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다.

[0050] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 상이한 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역에 대해서, 제1 처리로부터 제2 처리로 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격(h)을 처리 조건으로서 변경한다. 이 동작에 의해, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있고, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다. 여기서, 본 실시형태는 몰드(3)의 패턴 영역(31)이 메사 형상을 갖는 것으로 예상되었지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 패턴 영역(31)이 메사 형상 없이 형성되는 경우에도, 유사한 효과를 얻을 수 있다.

[0051] <제2 실시형태>

[0052] 본 발명에 따른 제2 실시형태의 임프린트 장치에 대해서 설명한다. 제1 실시형태는, 제1 처리로부터 제2 처리로 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격(h)을 처리 조건으로서 사용하고, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 변경하는 경우를 예상하였다. 제2 실시형태는, 제1 처리에서 적용되는 제1 상대 속도(v1)를 처리 조건으로서 사용하고, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 변경하는 경우를 예상할 것이다. 이하의 설명에서 특별히 언급되지 않은 부분은 제1 실시형태와 마찬가지라는 것에 유의한다.

[0053] 도 6a는 거리(r)(즉, 대면 면적)와 제1 처리에서 적용되는 제1 상대 속도(v1) 사이의 관계를 도시하는 그래프이다. 도 6b는, 도 5c와 마찬가지로, 거리(r)(즉, 대면 면적)과, 몰드(3)가 기판 상의 임프린트재(R)에 접촉하기 직전의 몰드(3)의 하방 공간의 기압(p) 사이의 관계를 도시하는 그래프이다. 도 6a 및 도 6b에 나타내는 참조 번호 "5A 내지 5C"는 도 5a에 나타내는 샷 영역(5A 내지 5C)에 각각 대응한다.

[0054] 도 6a에서 파선으로 나타내는 바와 같이 간격(h)이 일정한 경우, 접촉 처리 동안에 몰드(3) 전체가 기판(5)에 대면하는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5A))에 대해서는, 도 6b에서 파선으로 나타내는 바와 같이 거리(r)가 변화해도 압력(p)을 실질적으로 일정하게 할 수 있다. 한편, 역시 도 6b에서 파선으로 나타내는 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5B 또는 5C))에 대해서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 압력(p)이 작아진다. 따라서, 도 6b에서 실선으로 나타낸 바와 같이 거리(r)(즉, 대면 면적)이 변경되어도 압력(p)을 일정하게 하기 위해서는, 제1 처리에 적용되는 제1 상대 속도(v1)를 처리 조건으로서 거리(r)에 따라서 변경하면 된다. 더 구체적으로는, 도 6b에서 실선으로 나타낸 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역에 대해서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 제1 상대 속도(v1)가 증가한다.

[0055] 도 6a에서 실선으로 나타내는 거리(r)와 제1 상대 속도(v1) 사이의 관계는 실험이나 시뮬레이션 등에 의해 취득될 수 있다. 제어 유닛(9)은, 당해 관계를 나타내는 정보에 기초하여, 대상 샷 영역의 기판 상의 위치(거리(r) 또는 대면 면적)로부터 제1 상대 속도(v1)를 구하고, 접촉 처리의 제1 처리에서 제1 상대 속도(v1)로 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시킨다. 이 동작에 의해, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안의 몰드(3)의 하방 공간의 기압을 유사하게 할 수 있으며, 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있다. 즉, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 기포를 압출하는 효과를 유사하게 할 수 있으며, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다.

[0056] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 상이한 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역에 대해서, 몰드(3)와 기판(5)을 서로 접근시키기 위한 상대 속도(제1 상대 속도(v1))를 처리 조건으로서 변경한다. 이 동작에 의해, 제1 실시형태와 마찬가지로, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있고, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다.

[0057] 여기서, 본 실시형태에서는, 제1 처리(제1 상대 속도(v1))를 제2 처리(제2 상대 속도(v2))로 전환하기 위한 몰드(3)와 기판(5) 사이의 간격(h)을 일정하게 하고, 제1 처리에 적용되는 제1 상대 속도(v1)를 대상 샷 영역의 거리(r)에 따라서 변경할 수 있다. 그러나, 본 실시형태는 이것에 한정되는 것이 아니라, 제1 실시형태를 조합해도 된다. 더 구체적으로는, 제1 상대 속도(v1)에 추가하여, 간격(h)은 대상 샷 영역의 거리(r)에 따라서 변경해도 된다. 또한, 본 실시형태에서는, 대상 샷 영역의 거리(r)에 따라서 제1 상대 속도(v1)만을 변경하지만, 제2 처리에 적용되는 제2 상대 속도(v2)도 당해 거리(r)에 따라서 변경해도 된다.

[0058] <제3 실시형태>

본 발명에 따른 제3 실시형태의 임프린트 장치에 대해서 설명한다. 본 실시형태는, 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(q)을 처리 조건으로서 사용하고, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 변경하는 경우를 예시 할 것이다. 더 구체적으로는, 힘(q)은, 몰드(3)가 기판 상의 임프린트재(R)와 접촉되기 시작하기 전에, 몰드(3)의 패턴 영역(31)을 볼록 형상으로 변형시키기 위해서 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)의 캐비티(32)에 가해지는 압력이다. 이하의 설명에서 특별히 언급되지 않은 부분은 제1 실시형태와 마찬가지라는 것에 유의한다.

도 7은, 거리(r)(즉, 대면 면적)와 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(q) 사이의 관계를 도시하는 그 래프이다. 도 7에 나타내는 참조 번호 "5A 내지 5C"는 도 5a에 나타내는 샷 영역(5A 내지 5C)에 각각 대응한다. 본 실시형태에서는, 도 7에서 실선으로 나타낸 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3) 전체가 기판(5)에 대면하는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5A))에서는, 거리(r)가 변경되어도 힘(q)이 일정하다. 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역(예를 들어, 샷 영역(5B 또는 5C))에서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 힘(q)을 증가시킨다.

[0061] 제1 실시형태에서 설명한 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판의 외측에 배치되는 샷 영역에서는, 몰드(3)의 전체가 기판(5)에 대면하는 샷 영역에 비해, 몰드(3)의 하방 공간의 기압이 작고, 따라서 몰드(3)가 평면 형상으로 되돌아가기 쉽다. 따라서, 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(q)을 증가시키면, 힘(q)의 증가분이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)가 볼록 형상으로부터 평면 형상으로 되돌아가는 것을 막는 저항력으로서 작용하여, 몰드(3)가 평면 형상으로 되돌아가기 어렵게 할 수 있다.

[0062] 도 7에서 실선으로 나타내지는 거리(r)와 힘(q) 사이의 관계는 실험이나 시뮬레이션 등에 의해 취득될 수 있다. 제어 유닛(9)은, 당해 관계를 나타내는 정보에 기초하여, 대상 샷 영역의 기판 상의 위치(거리(r) 또는 대면 면적)로부터 힘(q)을 구하고, 구한 힘(q)을 몰드(3)에 적용하여 패턴 영역(31)을 볼록 형상으로 변형하도록 변형 유닛(8)을 제어한다. 이 동작에 의해, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 기포를 압출하는 효과를 유사하게 할 수 있으며, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다.

[0063] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 상이한 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역에 대해서, 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(q)을 처리 조건으로서 변경한다. 이 동작에 의해, 제1 실시형태와 마찬가지로, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있고, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다. 여기서, 제1 및 제2 실시형태 중 적어도 하나를 제3 실시형태와 조합할 수 있다. 더 구체적으로는, 변형 유닛(8)에 의해 몰드(3)에 가해지는 힘(q)에 추가하여, 간격(h) 및 상대 속도(예를 들어, 제1 상대 속도(v1)) 중 적어도 하나를 대상 샷 영역의 거리(r)에 따라서 변경해도 된다.

[0064] <제4 실시형태>

[0065] 본 발명에 따른 제4 실시형태의 임프린트 장치에 대해서 설명한다. 본 실시형태는 접촉 처리 동안에 몰드(3)(패턴 영역(31))를 기판 상의 임프린트재(R)에 가압하기 위한 가압력을 처리 조건으로서 사용하고 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 변경하는 경우를 예시할 것이다. 이하의 설명에서 특별히 언급되지 않은 부분은 제1 실시형태와 마찬가지라는 것에 유의한다.

[0066] 도 8은, 접촉 처리 동안에 패턴 영역(31)을 기판 상의 임프린트재(R)에 가압하기 위한 가압력(F)의 시간 변화를 나타내는 그래프이다. 도 8에서는, 횡축은 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재(R) 사이의 접촉의 개시로부터의 경과 시간(t)을 나타내며, 종축은 임프린트 헤드(4)에 의해 발생되는 가압력(F)을 나타낸다. 또한, 도 8은, 도 5a에 나타내는 샷 영역(5A 내지 5C)의 각각에 대해서, 몰드(3)와 기판 상의 임프린트재(R) 사이의 접촉이 개시되고 나서의 가압력(F)의 시간 변화를 나타낸다.

[0067] 본 실시형태에서는, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 가압력(F)이 작아진다. 도 8에 나타내는 예에서는, 거리(r)가 클수록, 경과 시간(t)에 대한 가압력(F)의 변화율이 작아진다. 더 구체적으로는, 샷 영역(5B)에 대한 접촉 처리 동안에는, 샷 영역(5A)에 대한 접촉 처리 동안보다 가압력(F)의 변화율이 작다. 또한, 샷 영역(5C)에 대한 접촉 처리 동안에는, 샷 영역(5B)에 대한 접촉 처리 동안보다 가압력(F)의 변화율이 작다.

[0068] 제1 실시형태에서 설명한 바와 같이, 접촉 처리 동안에 몰드(3)의 일부가 기판(5)의 외측에 배치되는 샷 영역에서는, 몰드(3)의 전체가 기판(5)에 대면하는 샷 영역에 비해, 몰드(3)의 하방 공간의 기압이 작고, 따라서 몰드

(3)가 평면 형상으로 되돌아가기 쉽다. 따라서, 몰드(3)와 기판(5) 사이에 발생한 기포가 외측으로 압출되기 전에 몰드(3)가 평면 형상에 되돌아가고, 따라서 몰드(3)와 기판(5) 사이에 기포가 잔존하기 쉽다. 따라서, 거리(r)가 클수록(즉, 대면 면적이 작을수록), 경과 시간(t)에 대한 가압력(F)의 변화율을 작게 함으로써, 몰드(3)가 볼록 형상으로부터 평면 형상으로 되돌아가는 것을 지연시킬 수 있다. 여기서, 도 8에서는, 경과 시간(t)에 대하여 가압력(F)이 선형적으로 변화하지만, 이것은 일례이며, 가압력이 경과 시간(t)에 대해서 단조롭게 증가하는 한 가압력(F)은 선형적으로 변하지 않을 수 있다.

[0069] 도 8에 도시된 경과 시간(t)과 가압력(F) 사이의 관계는, 실험이나 시뮬레이션 등에 의해, 기판(5) 상의 복수의 샷 영역의 각각에 대해서 취득될 수 있다. 제어 유닛(9)은, 대상 샷 영역에 대한 경과 시간(t)과 가압력(F) 사이의 관계를 나타내는 정보를 선택하고, 선택된 정보에 따라서 임프린트 헤드(4)를 제어한다. 이 동작에 의해, 복수의 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안에 몰드(3)와 기판(5) 사이에서 기포를 압출하는 효과를 유사하게 할 수 있으며, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다.

[0070] 상술한 바와 같이, 본 실시형태에서는, 접촉 처리 동안의 몰드(3)와 기판(5) 사이의 대면 면적이 상이한 제1 샷 영역 및 제2 샷 영역에 대해서, 접촉 처리 동안의 가압력(F)을 처리 조건으로서 변경한다. 이 동작에 의해, 제1 실시형태와 마찬가지로, 제1 샷 영역과 제2 샷 영역 사이에서 접촉 처리 동안의 패턴 영역(31)의 형상차를 저감할 수 있고, 몰드(3)와 기판(5) 사이에서의 기포의 잔존 경향을 유사하게 할 수 있다. 여기서, 제1 내지 제3 실시형태 중 적어도 하나를 제4 실시형태와 조합할 수 있다. 더 구체적으로는, 가압력(F) 이외에, 간격(h), 상대 속도(예를 들어, 제1 상대 속도(v1)), 및 힘(q) 중 적어도 하나를 대상 샷 영역의 거리(r)에 따라서 변경해도 된다.

[0071] 몰드(다이)를 사용하여 기판 상에 임프린트재를 형성(성형)함으로써 기판에 대해 패턴 형성을 행하는 임프린트 장치를 성형 장치의 일례로서 설명하였지만, 본 발명은 임프린트 장치로 한정되지 않는다. 다이로서 요철 패턴이 없는 평면부를 갖는 몰드(블랭크 템플릿)를 사용하여 기판 상의 조성물을 평탄화하게 성형하는 평탄화 처리(성형 처리)를 행하는 평탄화 장치가 성형 장치의 일례로서 사용될 수 있다.

#### <물품 제조 방법의 실시형태>

[0073] 본 발명의 실시형태에 따른 물품 제조 방법은 물품, 예를 들어 미세구조를 갖는 반도체 디바이스 또는 소자 같은 마이크로디바이스를 제조하는데 적합하다. 본 실시형태에 따른 물품 제조 방법은 상술한 임프린트 장치(임프린트 방법)를 사용하여 기판 상에 공급(분배)된 임프린트재에 패턴을 형성하는 단계, 및 이전 단계에서 패턴이 형성된 기판을 처리하는 단계를 포함한다. 이 제조 방법은 다른 주지의 단계(산화, 퇴적, 증착, 도핑, 평탄화, 에칭, 레지스트 분리, 다이싱, 본딩, 패키징 등)을 더 포함한다. 본 실시형태에 따른 물품 제조 방법은 종래의 방법에 비해 물품의 성능, 품질, 생산성, 및 생산 비용 중 적어도 하나에서 유리하다.

[0074] 임프린트 장치를 사용하여 형성된 경화물의 패턴은 다양한 종류의 물품의 적어도 일부에 대해 영구적으로 또는 다양한 종류의 물품을 제조할 때 일시적으로 사용된다. 물품은 전기 회로 소자, 광학 소자, MEMS, 기록 소자, 센서, 몰드 등이다. 전기 회로 소자의 예는 DRAM, SRAM, 플래시 메모리, 및 MRAM 같은 휘발성 및 불휘발성 반도체 메모리와 LSI, CCD, 이미지 센서, 및 FPGA 같은 반도체 소자이다. 몰드의 예는 임프린트용 몰드이다.

[0075] 경화물의 패턴은 상술한 물품의 적어도 일부의 구성 부재로서 직접 사용되거나 레지스트 마스크로서 일시적으로 사용된다. 기판 처리 단계에서 에칭 또는 이온 주입이 행해진 후에, 레지스트 마스크는 제거된다.

[0076] 이어서 물품 제조 방법의 상세를 설명한다. 도 9a에 도시된 바와 같이, 표면에 절연체 등의 피가공재(2z)가 형성된 실리콘 웨이퍼 등의 기판(1z)을 준비한다. 이어서, 잉크젯법 등에 의해 피처리재(2z)의 표면에 임프린트 재(3z)를 도포한다. 여기서는 임프린트재(3z)가 복수의 액적으로서 기판 상에 도포된 상태를 나타낸다.

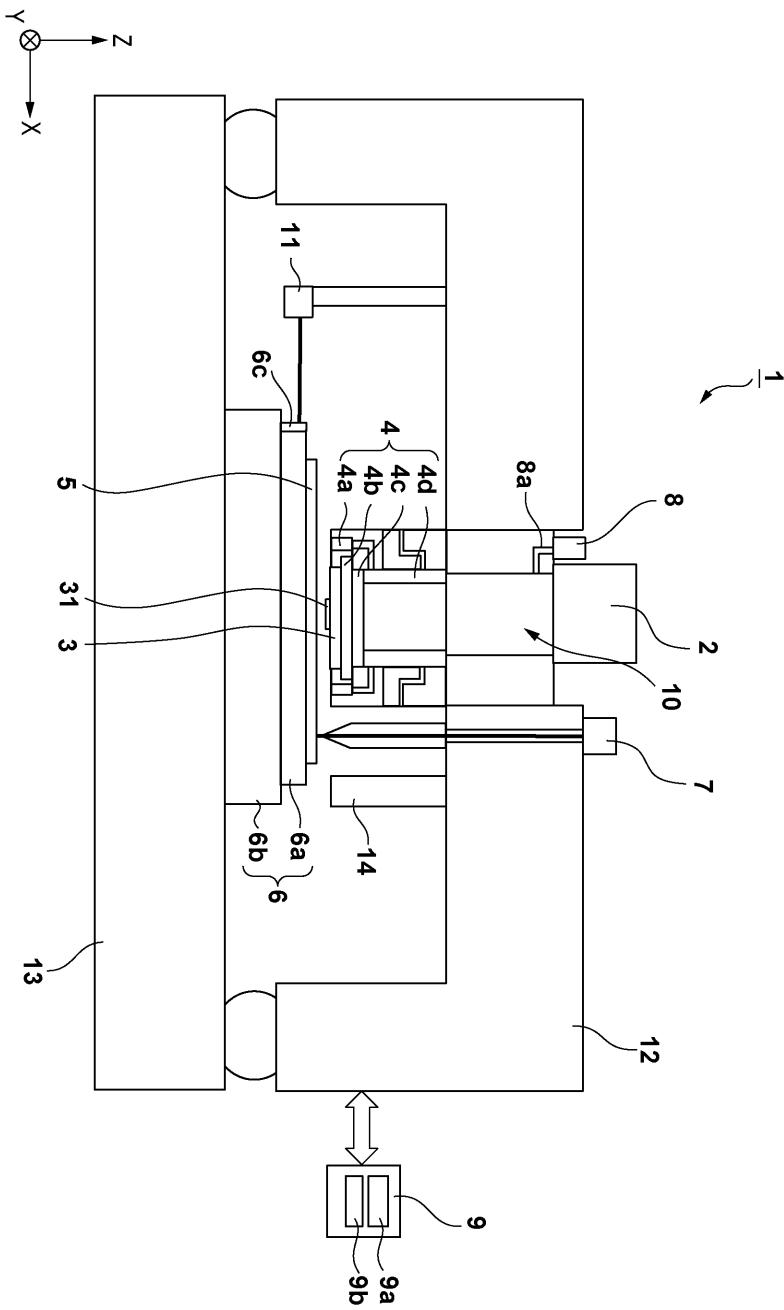
[0077] 도 9b에 도시된 바와 같이, 요철 패턴을 갖는 임프린트용 몰드(4z)의 측면을 기판 상의 임프린트재(3z)에 지향시켜 대면하게 한다. 도 9c에 도시된 바와 같이, 임프린트재(3z)가 도포된 기판(1z)을 몰드(4z)에 접촉시키고, 압력을 가한다. 몰드(4z)와 피처리재(2z) 사이의 간극을 임프린트재(3z)로 충전한다. 이 상태에서, 임프린트 재(3z)에 몰드(4z)를 통해 경화용 에너지를 조사하면, 임프린트재(3z)가 경화된다.

[0078] 도 9d에 도시된 바와 같이, 임프린트재(3z)가 경화된 후에, 몰드(4z)는 기판(1z)으로부터 분리된다. 그후, 임프린트재(3z)의 경화물의 패턴이 기판(1z) 상에 형성된다. 경화물의 패턴에서, 몰드의 오목부는 경화물의 볼록부에 대응하며, 몰드의 볼록부는 경화물의 오목부에 대응한다. 즉, 몰드(4z)의 요철 패턴이 임프린트재(3z)에 전사된다.

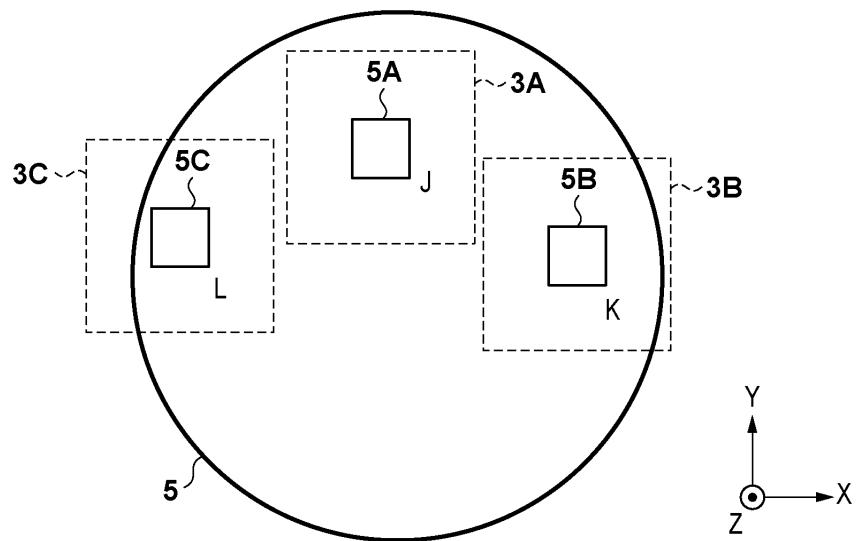
- [0079] 도 9e에 도시된 바와 같이, 경화물의 패턴을 내에 칭 마스크로서 사용하여 에칭을 행하면, 경화물이 존재하지 않거나 얇게 존재하는 피처리재(2z)의 표면의 일부가 흠(5z)으로부터 제거된다. 도 9f에 도시된 바와 같이, 경화물의 패턴을 제거하면, 피처리재(2z)의 표면에 흠(5z)이 형성된 물품을 얻을 수 있다. 여기서, 경화물의 패턴을 제거한다. 그러나, 경화물의 패턴을 처리하거나 제거하는 대신에, 이것을 예를 들어 반도체 소자에 포함되는 충간 절연막, 즉 물품의 구성 부재로서 사용할 수 있다.
- [0080] <다른 실시형태>
- [0081] 본 발명의 실시형태(들)는, 전술한 실시형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 저장 매체(보다 완전하게는 '비일시적 컴퓨터 관독가능 저장 매체'라 칭할수도 있음)에 기록된 컴퓨터 실행가능 명령어(예를 들어, 하나 이상의 프로그램)를 관독 및 실행하고 그리고/또는 전술한 실시형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하는 하나 이상의 회로(예를 들어, 주문형 집적 회로(ASIC))를 포함하는 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해, 그리고 예를 들어 전술한 실시형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 저장 매체로부터 컴퓨터 실행가능 명령어를 관독 및 실행함으로써 그리고/또는 전술한 실시형태(들) 중 하나 이상의 기능을 실행하기 위해 하나 이상의 회로를 제어함으로써 상기 시스템 또는 장치의 컴퓨터에 의해 실행되는 방법에 의해 실현될 수도 있다. 컴퓨터는 하나 이상의 프로세서(예를 들어, 중앙 처리 유닛(CPU), 마이크로 처리 유닛(MPU))를 포함할 수 있고 컴퓨터 실행가능 명령어를 관독 및 실행하기 위한 별도의 컴퓨터 또는 별도의 프로세서의 네트워크를 포함할 수 있다. 컴퓨터 실행가능 명령어는 예를 들어 네트워크 또는 저장 매체로부터 컴퓨터에 제공될 수 있다. 저장 매체는, 예를 들어 하드 디스크, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 리드 온리 메모리(ROM), 분산형 컴퓨팅 시스템의 스토리지, 광디스크(예를 들어, 콤팩트 디스크(CD), 디지털 다기능 디스크(DVD) 또는 블루레이 디스크(BD)<sup>TM</sup>), 플래시 메모리 디바이스, 메모리 카드 등 중 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0082] (기타의 실시형태)
- [0083] 본 발명은, 상기의 실시형태의 1개 이상의 기능을 실현하는 프로그램을, 네트워크 또는 기억 매체를 개입하여 시스템 혹은 장치에 공급하고, 그 시스템 혹은 장치의 컴퓨터에 있어서 1개 이상의 프로세서가 프로그램을 읽어 실행하는 처리에서도 실현가능하다.
- [0084] 또한, 1개 이상의 기능을 실현하는 회로(예를 들어, ASIC)에 의해서도 실행가능하다.
- [0085] 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.

도면

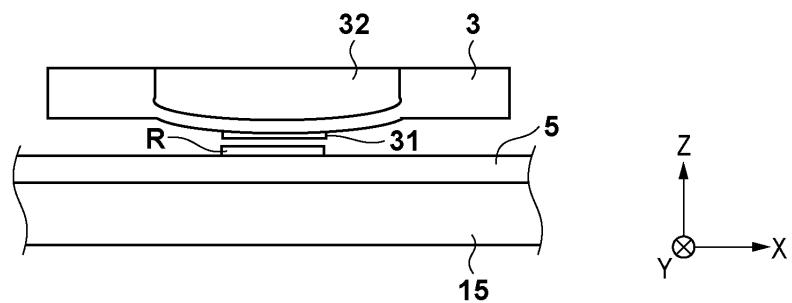
도면1



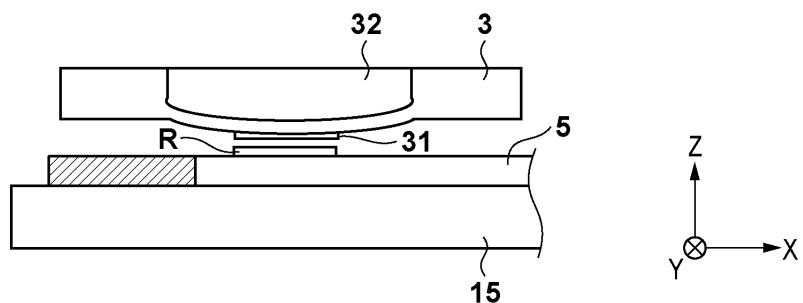
도면2a



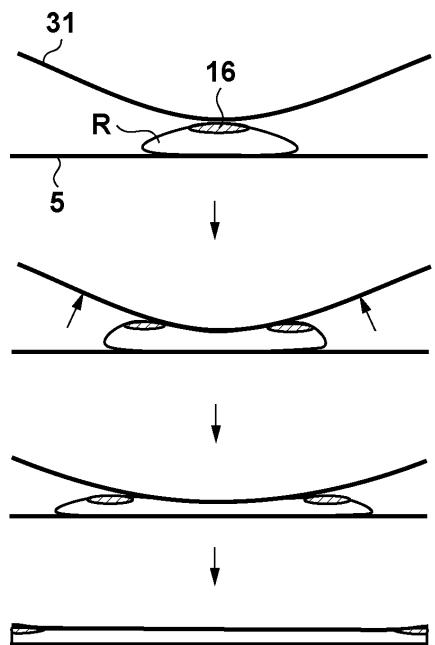
도면2b



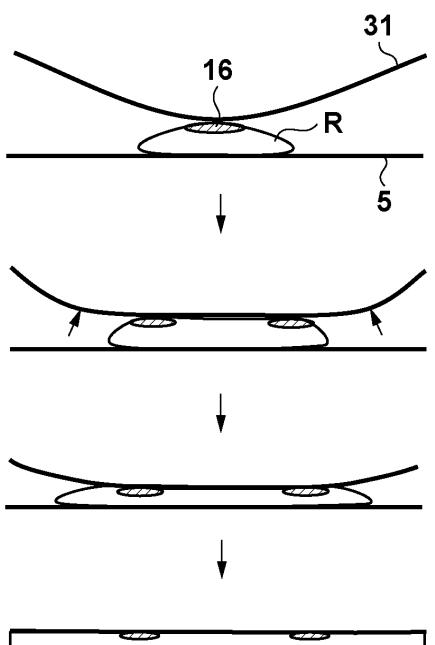
도면2c



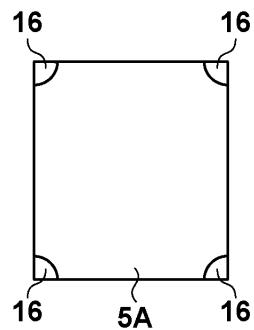
도면3a



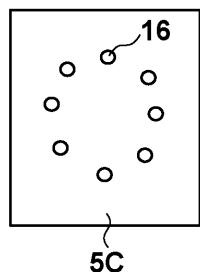
도면3b



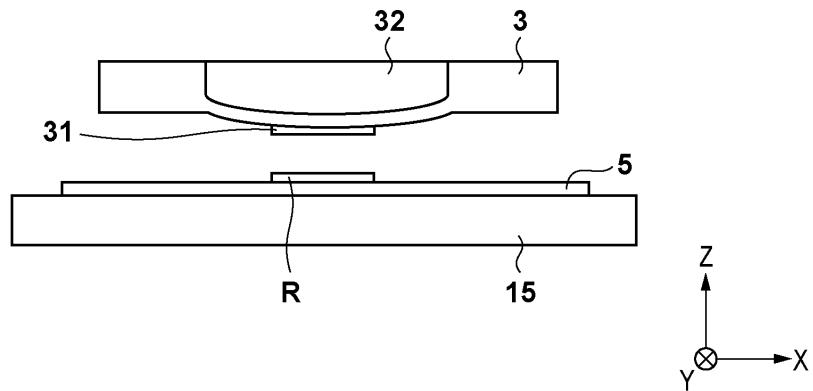
도면3c



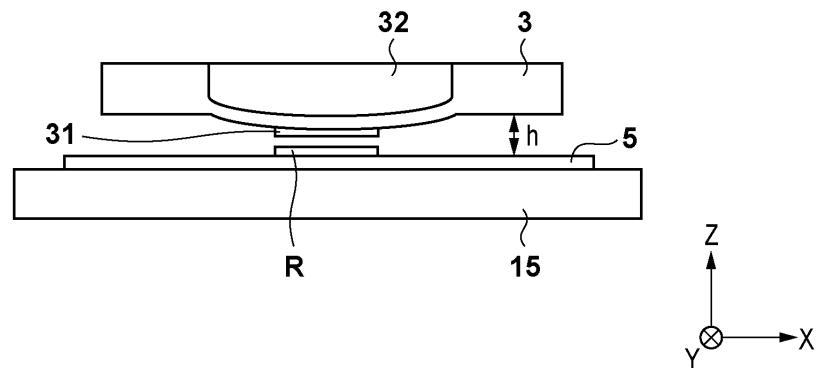
도면3d



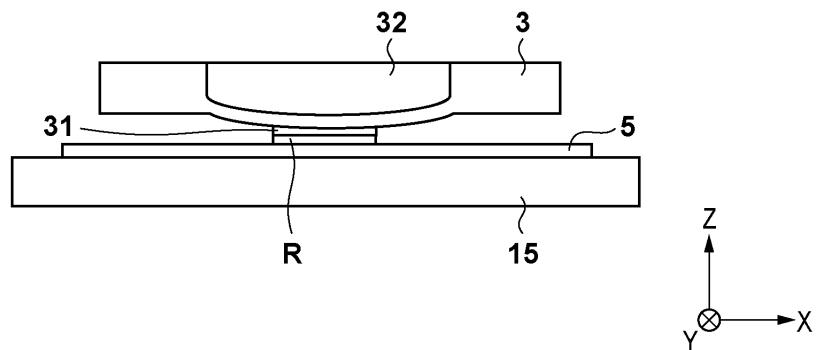
도면4a



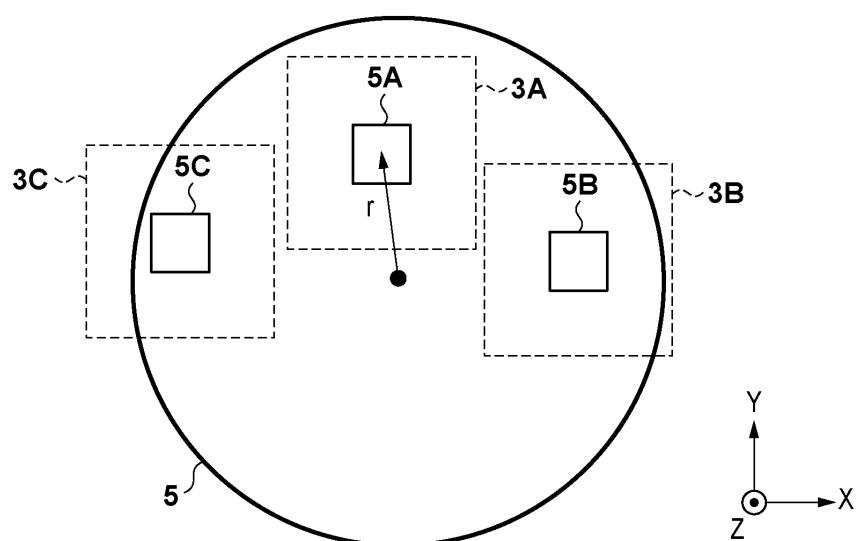
도면4b



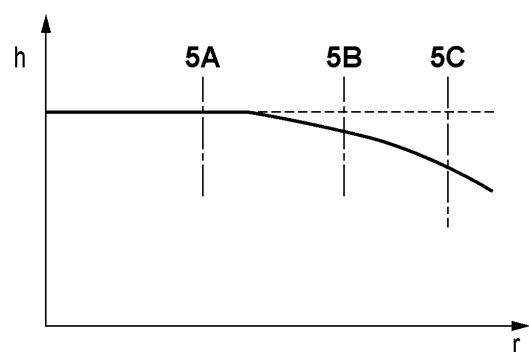
도면4c



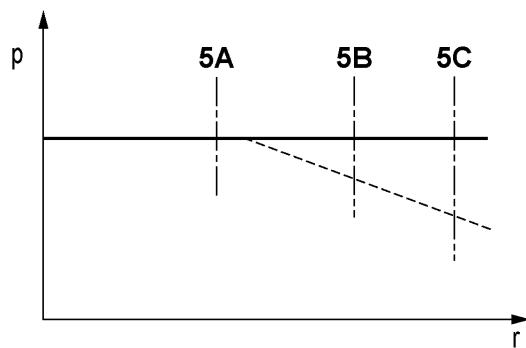
도면5a



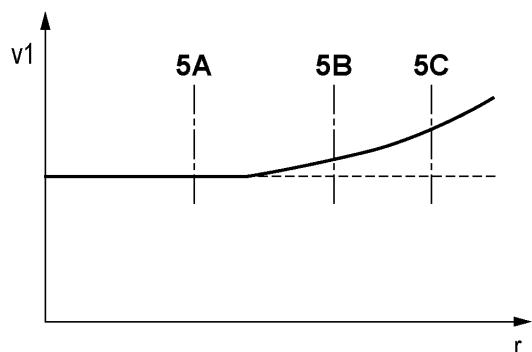
도면5b



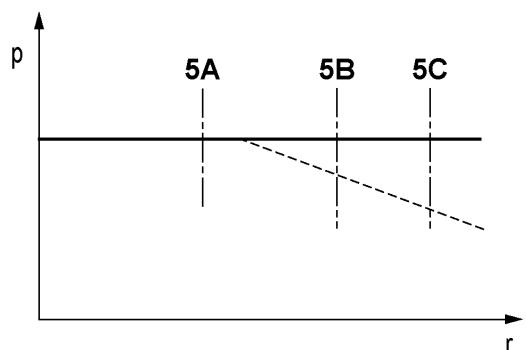
도면5c



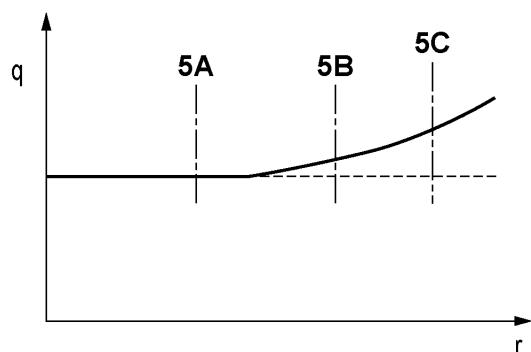
도면6a



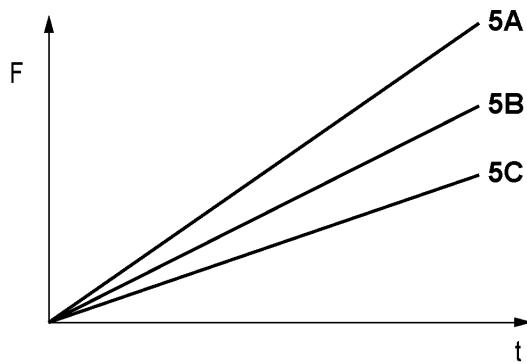
도면6b



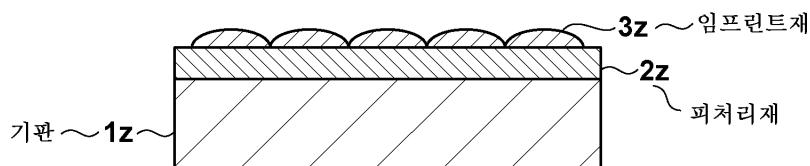
도면7



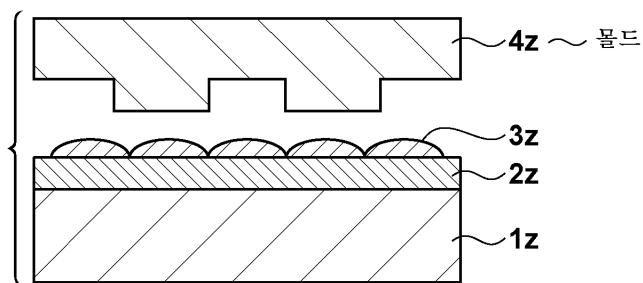
도면8



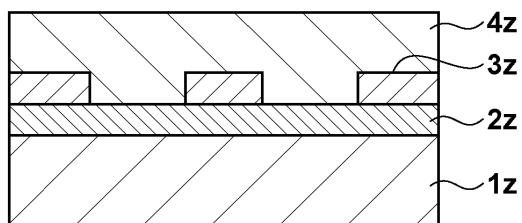
도면9a



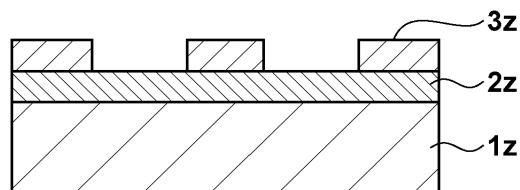
도면9b



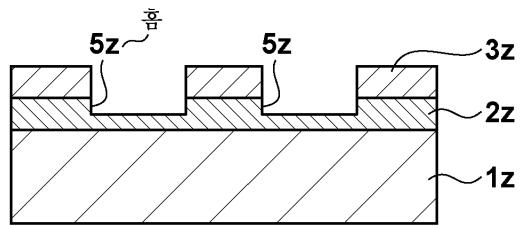
도면9c



도면9d



도면9e



도면9f

