



- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- 김지우, 이용훈, 장수길, 이중희

심사관 : 신상훈

(54) 발명의 명칭 성형 장치 및 물품 제조 방법

성형 장치는, 기관의 하면을 흡착하는 복수의 흡착 영역을 갖고 상기 복수의 흡착 영역에 의해 상기 기관을 흡착함으로써 상기 기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 보유지지부, 및 성형 처리의 실행을 제어하며 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 독립적으로 제어하도록 구성되는 제어부를 포함한다. 제어부는, 이형 단계에서, 몰드가 조성물로부터 마지막으로 분리되는 최종 이형점이 몰드의 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 제어한다.

Fig. 1 is a schematic diagram of a laser processing apparatus 100. The apparatus includes a laser source 103, a workpiece 101, a processing head 105, a lens 106, a nozzle 107, a gas supply 108, a gas inlet 109, a gas outlet 110, a gas inlet 111, a gas outlet 112, a gas inlet 113, and a gas outlet 114. A coordinate system (X, Y, Z) is shown at the bottom left.

(52) CPC특허분류

B29C 59/022 (2013.01)

B29C 59/026 (2013.01)

H01L 21/30 (2013.01)

B29L 2031/3425 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상의 조성물을 몰드에 접촉시키는 접촉 단계, 상기 조성물이 상기 몰드와 접촉하는 상태에서 상기 조성물을 경화시키는 경화 단계, 및 경화된 상기 조성물을 상기 몰드로부터 분리시키는 이형 단계를 포함하는 성형 처리를 행하는 성형 장치이며,

상기 기관의 하면을 흡착하는 복수의 흡착 영역을 갖고, 상기 복수의 흡착 영역에 의해 상기 기관을 흡착함으로써 상기 기관을 보유지하도록 구성되는 기관 보유지지부; 및

상기 성형 처리의 실행을 제어하며, 상기 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 독립적으로 제어하도록 구성되는 제어부를 포함하며,

상기 제어부는, 상기 이형 단계에서, 상기 몰드가 상기 조성물로부터 마지막으로 분리되는 최종 이형점이 상기 몰드의 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 상기 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 제어하도록 구성되고,

상기 제어부는, 이형 시에 상기 패턴면과 대향하는 상기 기관의 샷 영역이 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역일 경우, 상기 샷 영역이 상기 패턴면에 대하여 볼록 형상으로 변형되는 것을 허용하도록, 상기 샷 영역 아래의 흡착 영역 중, 상기 기관의 외주측에 가장 가까이 위치되는 흡착 영역 이외의 흡착 영역의 흡착력을 약화시키는 제1 흡착 조건 하에서 상기 이형 단계를 개시하도록 구성되며, 상기 이형 단계의 도중에, 상기 제1 흡착 조건으로부터, 상기 샷 영역 아래의 흡착 영역들 사이의 흡착력의 차이를 제거하는 제2 흡착 조건으로 변경하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 조성물과 상기 패턴면 사이의 접촉 영역의 화상을 촬상하도록 구성되는 촬상 장치를 더 포함하며,

상기 제어부는, 상기 이형 단계에서 상기 촬상 장치에 의해 얻어진 상기 접촉 영역의 화상에 기초하여, 상기 제1 흡착 조건으로부터 상기 제2 흡착 조건으로 변경되는 타이밍을 결정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 화상이 기준 영역으로 들어가는 타이밍을, 상기 제1 흡착 조건으로부터 상기 제2 흡착 조건으로 변경되는 타이밍으로서 결정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 화상에 기초하여, 형성된 상기 조성물의 패턴에서 이형에 의해 유발되는 결함의 발생을 방지하고, 상기 최종 이형점이 상기 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 상기 기준 영역을 설정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

경화된 상기 조성물을 상기 몰드로부터 분리하기 위해 필요한 힘으로서의 이형력을 예측하도록 구성되는 예측기를 더 포함하며,

상기 제어부는, 상기 계측기에 의해 계측된 이형력이 기준 이형력과 동일해지는 타이밍을, 상기 제1 흡착 조건으로부터 상기 제2 흡착 조건으로 변경되는 타이밍으로서 결정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 화상에 기초하여, 형성된 상기 조성물의 패턴에서 이형에 의해 유발되는 결함의 발생을 방지하고, 상기 최종 이형점이 상기 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 상기 기준 이형력을 설정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 8

제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 이형 단계의 개시로부터 기준 시간이 경과한 타이밍을, 상기 제1 흡착 조건으로부터 상기 제2 흡착 조건으로 변경되는 타이밍으로서 결정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 화상에 기초하여, 형성된 상기 조성물의 패턴에서 이형에 의해 유발되는 결함의 발생을 방지하고, 상기 최종 이형점이 상기 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 상기 기준 시간을 설정하도록 구성되는, 성형 장치.

청구항 10

제1항, 제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형 장치는, 상기 기관 상의 상기 조성물로서의 임프린트재를 상기 몰드에 접촉시킴으로써, 상기 몰드의 패턴을 상기 임프린트재에 전사하도록 구성되는 임프린트 장치인, 성형 장치.

청구항 11

제1항, 제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형 장치는, 상기 기관 상의 상기 조성물을 상기 몰드의 평탄면에 접촉시킴으로써 상기 기관 상의 상기 조성물로 이루어지는 평탄막을 형성하도록 구성되는 평탄화 장치인, 성형 장치.

청구항 12

물품 제조 방법이며,

제10항에서 규정된 성형 장치로서의 상기 임프린트 장치를 사용하여 기관 상에 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 형성하는 단계에서 상기 패턴이 형성된 상기 기관을 처리하는 단계를 포함하며,

상기 처리하는 단계에서 처리된 상기 기관으로부터 물품이 제조되는, 물품 제조 방법.

청구항 13

물품 제조 방법이며,

제11항에서 규정된 성형 장치로서의 상기 평탄화 장치를 사용하여 기관 상에 조성물로 이루어지는 막을 형성하는 단계; 및

상기 형성하는 단계에서 형성된 상기 막을 처리하는 단계를 포함하며,

상기 처리하는 단계에서 처리된 상기 기관으로부터 물품이 제조되는, 물품 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 성형 장치 및 물품 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기관 상에 배치된 경화성 조성물을 성형 처리에 의해 성형하는 성형 장치가 있다. 성형 처리는, 기관 상의 조성물을 몰드에 접촉시키는 접촉 단계, 몰드에 접촉하고 있는 조성물을 경화시키는 경화 단계, 및 몰드로부터 경화된 조성물을 분리하는 분리 단계를 포함할 수 있다.

[0003] 성형 장치의 전형적인 예로서, 반도체 디바이스 등의 물품의 제조에 사용되는 임프린트 장치가 많이 주목받고 있다. 예를 들어, 광경화법을 사용한 임프린트 장치는, 먼저, 기관 상의 임프린트 영역인 샷 영역에 광경화성 조성물인 임프린트재를 공급한다. 이어서, 장치는 몰드의 패턴부와 샷 영역을 정렬하면서, 몰드를 기관 상에 공급된 임프린트재에 접촉시키고, 임프린트재를 몰드에 충전시킨다. 장치는 광을 조사함으로써 임프린트재를 경화시키고, 그 후 몰드를 임프린트재로부터 분리한다(이형). 이러한 방식으로, 기관 상의 각 샷 영역 상에 임프린트재의 패턴이 형성된다.

[0004] 임프린트 장치는, 이형이 적절한 제어 하에서 행해지지 않는 한, 몰드가 몰드 보유지지부로부터 탈락하거나 또는 형성된 패턴이 파괴되는 문제가 있다. 일본 특허 제4648408호는, 형성된 패턴이 파괴되는 것을 방지하기 위해서, 기관을 보유지지하는 복수의 흡착 영역의 기관 흡착력을 제어함으로써, 경화된 임프린트재로부터 몰드를 분리하는 데 필요한 이형력을 저감시키는 기술을 개시하고 있다. 일본 특허 제6004738호는, 이형 시에 임프린트재, 몰드, 및 접촉 영역의 도심을 샷 영역(패턴 형성 영역)의 중심을 향해 이동시키도록 구동부를 제어하는 기술을 개시하고 있다.

[0005] 그러나, 일본 특허 제4648408호에 개시된 복수의 흡착 영역, 패턴부의 크기, 및 임프린트되는 기관 상의 그들 사이의 위치 관계에 따라, 최종 이형점이 이형 전의 임프린트재, 몰드, 및 접촉 영역의 도심으로부터 어긋나서 편심되는 경우가 있다. 편심은 몰드에 큰 응력을 발생시킬 수 있고, 따라서 몰드의 파괴의 원인일 수 있다. 몰드가 파괴되면, 몰드는 그 수명을 맞게 된다.

[0006] 일본 특허 제6004738호에 개시된 방법에서는, 라인/스페이스 패턴 같은 평면 방향의 패턴 변위에 민감한 패턴은 패턴 붕괴 등의 패턴 결함이 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 예를 들어 패턴 결함의 저감과 몰드의 수명의 증가를 동시에 달성하는데 유리한 기술적 장점을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 그 일 양태에서 기관 상의 조성물을 몰드에 접촉시키는 접촉 단계, 상기 조성물이 상기 몰드와 접촉하는 상태에서 상기 조성물을 경화시키는 경화 단계, 및 상기 경화된 조성물을 상기 몰드로부터 분리시키는 이형 단계를 포함하는 성형 처리를 행하는 성형 장치를 제공한다. 상기 장치는, 상기 기관의 하면을 흡착하는 복수의 흡착 영역을 갖고, 상기 복수의 흡착 영역에 의해 상기 기관을 흡착함으로써 상기 기관을 보유지지하도록 구성되는 기관 보유지지부; 및 상기 성형 처리의 실행을 제어하며, 상기 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 독립적으로 제어하도록 구성되는 제어부를 포함하며, 상기 제어부는, 상기 이형 단계에서, 상기 몰드가 상기 조성물로부터 마지막으로 분리되는 점인 이형점이 상기 몰드의 패턴면의 중심과 일치되게 하도록, 상기 복수의 흡착 영역 각각의 흡착력을 제어한다.

[0009] 본 발명의 추가적인 특징은 (첨부된 도면을 참고한) 예시적인 실시형태에 대한 이하의 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 실시형태에 따른 임프린트 장치의 구성을 도시하는 도면이다.

도 2a 및 도 2b는 실시형태에 따른 기관 보유지지부의 구성을 도시하는 도면이다.

도 3은 흡착 영역 상에 겹쳐진 기관의 샷 레이아웃을 도시하는 도면이다.

도 4는 이형 시에 발생할 수 있는 패턴 파괴를 설명하는 도면이다.

도 5는 이형 시에 기관이 어떻게 변형되는지를 설명하는 도면이다.

도 6은 최종 이형점이 어떻게 편심되는지를 설명하는 도면이다.

도 7은 최종 이형점이 어떻게 편심되는지를 설명하는 도면이다.

도 8은 최종 이형점이 편심되는 것을 방지하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 9의 (a) 내지 (d)는 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건의 변경 패턴의 예를 각각 나타내는 그래프이다.

도 10은 최종 이형점이 편심되는 것을 방지하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 11은 임프린트 처리의 흐름도이다.

도 12는 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 그들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법의 흐름도이다.

도 13은 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 그들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 14는 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 그들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법의 흐름도이다.

도 15의 (a) 내지 (c)는 기준 이형력을 결정하는 방법을 설명하는 그래프이다.

도 16은 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 그들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법의 흐름도이다.

도 17은 임프린트 처리의 흐름도이다.

도 18a 및 도 18b는 실시형태에 따른 기관 보유지지부의 구성을 도시하는 도면이다.

도 19는 실시형태에 따른 물품을 제조하는 방법을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 첨부 도면을 참조하여 실시형태를 상세하게 설명한다. 이하의 실시형태는 청구된 발명의 범위를 한정하는 것이 아니라는 것에 유의한다. 실시형태에서는 다수의 특징이 설명되지만, 이러한 모든 특징이 필요한 발명으로 한정되지 않으며, 이러한 다수의 특징은 적절히 조합될 수 있다. 또한, 첨부 도면에서는, 동일하거나 또는 마찬가지로의 구성에 동일한 참조 번호를 부여하고, 그에 대한 중복하는 설명은 생략한다.
- [0012] <제1 실시형태>
- [0013] 본 발명은, 기관 상에 경화성 조성물(이하, 간단히 "조성물"이라 칭함)을 성형하는 성형 처리를 행하는 성형 장치에 관한 것이다. 성형 처리는, 기관 상에 조성물의 액적을 이산적으로 공급하는 공급 단계, 및 기관 상에 공급된 조성물을 몰드로서의 부재(원판 또는 템플릿)에 접촉시키는 접촉 단계를 포함할 수 있다. 성형 처리는 또한 몰드에 접촉하고 있는 조성물을 경화시키는 경화 단계 및 몰드로부터 경화된 조성물을 분리하는 이형 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 본 실시형태는 성형 장치의 구체예인 임프린트 장치를 예시한다. 임프린트 장치는, 기관 상에 공급된 임프린트재를 몰드와 접촉시키고, 임프린트재에 경화 에너지를 부여하며, 몰드의 오목-볼록 패턴이 전사된 경화물의 패턴을 형성하는 장치이다.
- [0015] 임프린트재로서는, 경화 에너지가 부여되는 것에 의해 경화되는 경화성 조성물(미경화 수지라고도 칭함)이 사용된다. 경화 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 자외선일 수 있다. 경화성 조성물은 광의 조사 또는 가열에 의해 경화되는 조성물일 수 있다. 이들 조성물 중, 광의 조사에 의해 경화되는 광경화성 조성물은, 적어도 중합성 화합물과 광중합 개시제를 함유하고, 필요에 따라 비중합성 화합물 또는 용제를 더 함유할 수 있다. 비중합성 화합물은, 증감제, 수소 공여체, 내침형 이형제, 계면활성제, 산화방지제, 및 폴리머 성분을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 재료이다. 임프린트재는, 공급부에 의해, 액적의 형태로 또는 복수의 액적이 연결되는 연어지는 섬 또는 막의 형태로 기관 상에 배치될 수 있다. 임프린트재의 점도(25℃에서의 점도)는, 예를 들어 1mPa·s(포함) 내지 100mPa·s(포함)이다. 기관 재료의 예는 유리, 세라믹,

금속, 반도체, 수지 등일 수 있다. 필요에 따라, 기관의 표면에, 기관과는 상이한 재료로 형성되는 부재가 형성될 수 있다. 기관의 예는 실리콘 웨이퍼, 화합물 반도체 웨이퍼, 및 실리카 유리이다.

[0016] 본 명세서 및 첨부 도면에서는, 기관의 표면에 평행한 방향이 X-Y 평면에 포함되는 XYZ 좌표계에서 방향을 나타낸다. XYZ 좌표계의 X축, Y축, 및 Z축에 평행한 방향을 각각 X 방향, Y 방향, 및 Z 방향으로 한다. X축, Y축, 및 Z축에 관한 제어 또는 구동은, X축에 평행한 방향, Y축에 평행한 방향, 및 Z축에 평행한 방향에 관한 제어 또는 구동을 의미한다.

[0017] 도 1은, 실시형태에 따른 임프린트 장치(100)의 구성을 도시하는 도면이다. 임프린트 장치(100)는, 스테이지(101), 몰드 구동부(109), 조사부(111), 공급부(105), 화상 취득부(114), 흡착력 제어부(103), 및 제어부(113)를 포함한다. 제어부(113)는, 예를 들어 CPU 및 메모리를 포함하는 컴퓨터에 의해 구성된다. 제어부(113)는 임프린트 장치(100)의 각 유닛을 제어하며, 특히 본 실시형태에서는 임프린트 처리를 제어한다. 흡착력 제어부(103) 및 제어부(113)는, 성형 처리의 실행을 제어하며 또한 복수의 흡착 영역 각각에서의 흡착력을 독립적으로 제어하는 1개의 제어부로 형성될 수 있다는 것에 유의한다. 몰드(107)는, 패턴이 형성되어 있는 패턴부(115) (메사부라고도 칭함)를 포함한다. 임프린트 처리는, 접촉 단계에서, 패턴부(115)(패턴면)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키기 시작하고, 패턴부(115)와 임프린트재(106) 사이의 접촉 영역을 서서히 확장시키는 처리(액체 접촉)를 포함할 수 있다. 임프린트 처리는 또한 경화 단계에서 임프린트재(106)를 경화시킨 후 이형 단계에서 몰드(107)를 임프린트재(106)로부터 분리하는 처리를 포함할 수 있다.

[0018] 스테이지(101)는, 예를 들어 기관 보유지지부(102)를 포함하고, 기관(104)을 보유지지하면서 이동할 수 있다. 기관 보유지지부(102)는, 예를 들어 진공 흡착력 또는 정전기력에 의해 기관(104)을 보유지지한다. 스테이지(101)는, 기관 보유지지부(102)를 기계적으로 보유지지하며, 기관 보유지지부(102)(즉, 기관(104))을 X 및 Y 방향으로 구동한다. 스테이지(101)는, 기관(104)의 Z 방향 위치, 기관(104)의 X-Y 평면에 대한 기울기, 및 X-Y 평면의 회전을 변경할 수 있도록 구성될 수 있다. 기관(104)은, 실리콘 웨이퍼, 실리카 유리 등으로 형성될 수 있으며, 임프린트재의 공급 전에, 필요에 따라, 임프린트재와 기관 사이의 부착성을 향상시키기 위한 부착층이 제공될 수 있다.

[0019] 몰드 구동부(109)는, 예를 들어 진공 흡착력 또는 정전기력에 의해 몰드(107)를 보유지지하는 몰드 보유지지부(108), 및 몰드(107)의 Z 방향의 위치 및 기울기를 변경할 수 있도록 구성된다. 또한, 몰드 구동부(109)는 몰드(107)의 X 방향 및 Y 방향의 위치를 조정할 수 있도록 구성될 수 있다.

[0020] 아래에서, 몰드 구동부(109)의 구성에 대해서 설명한다. 몰드 구동부(109)는, 예를 들어 복수의 액추에이터를 포함한다. 복수의 액추에이터의 각각을 제어함으로써, 몰드(107)와 기관(104) 사이의 상대적인 위치 및/또는 기울기를 변경할 수 있다. 복수의 액추에이터에는 변위 센서 및 힘 센서가 제공될 수 있다. 변위 센서는, 각각의 액추에이터의 2개의 단부 사이의 변위량(각각의 액추에이터가 몰드를 변위시키는 양)을 감지한다. 힘 센서는 각각의 액추에이터에 의해 발생된 힘을 감지한다. 힘 액추에이터는 이형 시에 액추에이터에 의해 발생되는 이형력도 측정할 수 있다.

[0021] 본 실시형태에서는, 몰드 구동부(109)는, 몰드(107)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키도록 구동하는 구동부로서 기능한다. 그러나, 이는 한정적인 것은 아니다. 예를 들어, 스테이지(101)는 구동부로서 기능할 수 있거나, 또는 몰드 구동부(109) 및 스테이지(101)의 양쪽 모두가 구동부로 기능할 수 있다.

[0022] 몰드 구동부(109)에 의해 보유지지되는 몰드(107)는, 통상 석영 등의 자외선을 투과할 수 있는 재료에 의해 제작된다. 몰드(107)의 기관측 면(패턴면)에는, 디바이스 패턴으로서 기관(104)에 전사해야 할 오목-볼록 패턴이 형성된 패턴부(115)가 제공된다. 패턴부(115)는, 예를 들어 약 몇십 μm 의 단차부로 형성되는 메사 형상을 갖는다. 패턴부(115)의 크기는, 기관 상에 전사해야 할 디바이스 패턴에 따라 상이하지만, 일반적으로 $33\text{mm} \times 26\text{mm}$ 이다. 패턴부(115)를 변형되기 쉽게 하기 위해서, 패턴부(115)와 그 주변부의 두께를 감소시키도록, 패턴면과 반대 측에 위치하는 몰드(107)의 면에 캐비티(오목부)가 형성된다. 이 캐비티는, 몰드 구동부(109)(몰드 보유지지부(108))가 몰드(107)를 보유지지하게 함으로써 거의 밀봉된 공간(C)으로 형성된다. 캐비티는 배관을 통해서 공압계에 연결된다.

[0023] 조사부(111)는, 기관(104) 상의 임프린트재(106)를 경화시키는 처리에서, 임프린트재(106)를 경화시키는 광(자외선)을 몰드(107)를 통해서 기관(104)에 조사한다. 본 실시형태에서는, 조사부(111)로부터 사출된 광이, 빔 스플리터(112)(밴드 필터)에 의해 반사되어, 릴레이 광학계(110) 및 몰드(107)를 통해서 기관(104)에 조사된다. 공급부(105)는, 기관 상에 임프린트재(106)를 공급(도포)한다. 상술한 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린

트 장치(100)는, 광(예를 들어, 자외선)의 조사에 의해 경화되는 성질을 갖는 광경화성 조성물을 임프린트재(106)로서 사용할 수 있다.

[0024] 화상 취득부(114)는, 빔 스플리터(112) 및 릴레이 광학계(110)를 통해서 몰드(107)의 패턴부(115)의 화상을 촬상하는 촬상 장치이다. 예를 들어, 화상 취득부(114)는, 이형 단계에서, 몰드(107)의 패턴부(115)와 기관(104) 상의 임프린트재(106) 사이의 접촉 영역의 화상을 복수의 타이밍 각각에서 촬상할 수 있다. 접촉 단계에서는, 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 각 화상에는 몰드(107)와 기관(104) 사이의 접촉에 의해 발생하는 간섭 줄무늬가 형성되기 때문에, 패턴부(115)와 임프린트재(106) 사이의 접촉 영역의 확장 방식을 관찰할 수 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 화상 취득부(114)는, 이형 단계에서도, 몰드(107)의 패턴부(115)와 샷 영역 상의 임프린트재(106) 사이의 접촉 영역의 화상을 복수의 타이밍 각각에서 촬상한다. 몰드(107)와 기관(104)에 형성된 얼라인먼트 마크를 검지하기 위해서, 이 장치는 얼라인먼트 스크프(검지부)를 포함할 수 있다는 것에 유의한다.

[0025] 이어서 본 실시형태에 따른 기관 보유지지부(102)에 대해서 도 2a 및 도 2b를 참조하여 설명한다. 도 2a는, 몰드(107) 측으로부터 본 기관 보유지지부(102)의 평면도이다. 도 2b는 A-A' 선을 따라 취한 기관 보유지지부(102)의 단면도이다. 기관 보유지지부(102)의, 기관(104)의 하면에 접촉하는 면에는, 제1 흡착 영역(1021), 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 제4 흡착 영역(1024), 및 제5 흡착 영역(1025)을 포함하는 복수의 흡착 영역이 동심원적으로 형성된다. 흡착 영역의 수는 5개로 한정되지 않고, 이것보다도 적거나 많을 수 있다는 것에 유의한다. 복수의 흡착 영역 각각은 배관을 통해서 흡착력 제어부(103)에 연결되어 있다. 흡착력 제어부(103)는, 예를 들어 각 흡착 영역의 내부를 압력 조정 장치(도시되지 않음)에 의해 부압으로 조정함으로써 각각의 흡착 영역 상의 기관을 흡착 및 고정한다. 본 실시형태에서는, 각 흡착 영역마다 압력 조정 장치가 제공되고, 흡착력 제어부(103)는 각 압력 조정 장치를 독립적으로 제어할 수 있다.

[0026] 도 18a 및 도 18b는 기관 보유지지부(102)의 다른 구성예를 도시한다. 도 18a는 몰드(107) 측으로부터 보았을 때의 기관 보유지지부(102)의 평면도이다. 도 18b는 A-A' 선을 따라 취한 기관 보유지지부(102)의 단면도이다. 기관 보유지지부(102)의, 기관(104)의 하면에 접촉하는 면에는, 복수의 흡착 영역이 행렬 패턴으로 형성된다. 복수의 흡착 영역 각각은 흡착력 제어부(103)에 연결된다. 이에 의해 각 흡착 영역의 흡착력이 독립적으로 제어할 수 있다. 이하의 설명은 도 2a 및 도 2b에 도시된 구성에 기초한다.

[0027] 도 3은 기관(104) 상의 복수의 샷 영역의 레이아웃인 샷 레이아웃(200)의 일례를 나타내며, 샷 레이아웃은 도 2a에 나타난 기관 보유지지부(102) 상의 복수의 흡착 영역 위에 겹쳐져 있다. 샷 레이아웃(200)의 각각의 직사각형은 1개의 샷 영역을 나타낸다. 1개의 샷 영역은 몰드(107)를 사용해서 1회의 임프린트 처리가 행하여지는 영역이며, 예를 들어 1개의 반도체 칩에 대응한다. 도 3으로부터 알 수 있는 바와 같이, 복수의 샷 영역은, 1개의 흡착 영역만으로 기관 보유지지부(102)에 의해 흡착되는 샷 영역(201), 및 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있으며 복수의 흡착 영역으로 기관 보유지지부(102)에 의해 흡착되는 샷 영역(202)을 포함한다.

[0028] 이하에서는, 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)에서의 이형 시의 문제를 밝힐 것이다.

[0029] 도 4는, 이형 시에 임프린트재(106)에서 발생할 수 있는 패턴 파괴를 예시적으로 도시한다. 상술한 바와 같이, 패턴면과 반대 측에 위치되는 몰드(107)의 면에는 캐비티(오목부)가 형성된다. 따라서, 기관(104)이 기관 보유지지부(102)에 평행하게 보유지지되는 한, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역은 이형의 진행에 따라 패턴부(115)의 단부로부터 동심원적으로 작아진다. 그러나, 이 경우, 이형의 진행에 따라서, 기관(104) 상의 경화된 임프린트재(106)와 임프린트재(106)의 패턴부(115) 사이의 접촉점이 X-Y 방향으로 어긋난다. 이러한 X-Y 방향의 어긋남은 형성되는 패턴의 높이 및 임프린트재(106)의 성분에 따라 패턴 붕괴 등의 패턴 결함이 될 수 있다.

[0030] 이와 대조적으로, 도 5에 도시된 바와 같이, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역에서의 기관(104)의 흡착력을 주변부의 흡착력에 비해 감소시킴으로써, 이형력에 따라서 접촉 영역에서의 기관(104)을 들뜨게 해서 기관을 Z 방향으로 변형시킨다. 이에 의해 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉점의 X-Y 방향으로의 어긋남을 저감할 수 있다. 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역과 그 주변 영역 사이에 흡착력의 차를 생기게 하는 기술은, 패턴 파괴를 방지하기 위한 종래의 기술이다.

[0031] 이어서, 도 6을 참조하여 본 경우의 문제에 대해서 설명한다.

[0032] 상태 6a에서, 샷 영역(201)(도 3 참조)은 제1 흡착 영역(1021)의 내부에 위치된다. 샷 영역(201)에 대하여, 흡착력 제어부(103)는, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역인 제1 흡착 영역(1021)의 흡착력에 비해서, 제1 흡착 영역(1021)의 주변 영역인 제2 흡착 영역(1022) 내지 제5 흡착 영역(1025) 중 임의의 것에서의 흡

착력을 증가시킨다. 이는 이형 시에 기관(104)을 Z 방향으로 변형시킬 수 있다.

- [0033] 상태 6b는, 그러한 기관(104)의 Z 방향의 변형을 유발하는 흡착 조건 하에서의 이형의 개시 시의, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역을 나타내고 있다. 화상 취득부(114)는 이러한 접촉 영역의 화상을 촬영할 수 있다. 상태 6b에서는, 패턴부(115)의 중심은 접촉 영역의 도심과 일치한다. 상태 6c는, 이형 완료 직전의 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역, 즉 몰드가 임프린트재로부터 마지막으로 분리되는 점(최종 이형점)을 나타낸다. 상태 6b에서와 마찬가지로, 패턴부(115)의 중심은 접촉 영역의 도심과 일치한다.
- [0034] 상태 6d에서, 샷 영역(202)(도 3 참조)은, 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 제4 흡착 영역(1024), 및 제5 흡착 영역(1025)에 걸쳐 있는 장소에 위치된다. 흡착력 제어부(103)는 샷 영역(202)에 대하여 다음의 제어를 행한다. 먼저, 기관(104)의 단부가 들뜨는 것을 방지하고 기관(104)이 기관 보유지지부(102)로부터 분리되는 것을 방지하기 위해서, 제5 흡착 영역(1025)의 흡착력은 적어도 접촉 영역의 흡착력보다 큰 흡착력으로 설정된다. 또한, 샷 영역(202)과 겹치지 않는 제1 흡착 영역(1021)의 흡착력은 적어도 접촉 영역의 흡착력보다 큰 흡착력으로 설정된다. 한편, 샷 영역(202)과 겹치는 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 및 제4 흡착 영역(1024)의 흡착력은, 제1 흡착 영역(1021) 및 제5 흡착 영역(1025)의 흡착력보다 작은 흡착력으로 설정되어야 한다. 단, 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 및 제4 흡착 영역(1024)의 흡착력을 서로 동일할 필요가 없다는 것에 유의한다. 예를 들어, 면적이 접촉 영역의 면적을 지배적으로 차지하는 흡착 영역만의 흡착력이 약화될 수 있거나, 또는 패턴부(115)의 평면 좌표의 중심부에 가장 가까운 흡착 영역의 흡착력이 약화될 수 있다.
- [0035] 상태 6d는, 기관(104)의 Z 방향의 변형을 유발하는 흡착 조건 하에서 이형을 개시할 때의 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역을 나타낸다. 접촉 영역 내의 제5 흡착 영역(1025)의 흡착력은 제2 흡착 영역(1022) 내지 제4 흡착 영역(1024)의 흡착력보다 크기 때문에, 기관(104)의 Z 방향으로의 변형 정도는 불균형되고, 패턴부(115)의 중심은 접촉 영역의 도심과 일치하지 않는다. 상태 6f는, 이형 완료 직전에서의 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역(최종 이형점)을 나타낸다. 상태 6f의 접촉 영역은 상태 6e의 접촉 영역보다 더 불균형된다. 즉, 패턴부(115)의 중심과 접촉 영역의 도심 사이의 거리는 더 증가한다.
- [0036] 도 7은, 스테이지(101)의 구동 방향(X-Y 평면과 평행한 방향)으로부터 보았을 때의 도 6의 상태 6f를 나타낸다. 접촉 영역 내에 있는 흡착 영역의 흡착력은 서로 상이하기 때문에, 패턴부(115)의 최종 이형점은 패턴부(115)의 중심으로부터 어긋나 있다. 이때의 몰드(107)의 왜곡된 형상은 기관(104)의 중심을 향해 불균형적으로 크게 만곡되어 있다. 이는, 몰드(107)에 응력이 발생하는 영역(116)에서는, 샷 영역(201)과 같은 흡착 영역에 걸쳐 있지 않은 통상의 샷 영역에서보다 큰 응력을 발생시킨다. 이때에 발생한 응력은 몰드(107), 특히 패턴부(115)의 파괴를 야기할 경우가 있다.
- [0037] 상기 문제는 기존의 기술에서 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)에서 발생한다.
- [0038] 도 8은, 도 7에서 몰드(107)에 가해지는 응력이 최소화되는 경우의 몰드(107)의 변형의 예 및 이러한 변형을 가능하게 하는 기관(104)의 변형의 예를 나타낸다. 도 8을 참조하면, 기관(104)은 기관 보유지지부(102)에 합치하는 형상을 갖는다. 이는, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역에서의 제2 흡착 영역(1022) 내지 제5 흡착 영역(1025) 간의 흡착력의 차를 제거함으로써 실현된다. 이에 의해, 몰드(107)가 패턴부(115)의 중심에 대하여 대칭적으로 변형됨으로써, 몰드(107), 특히 패턴부(115)의 파괴가 방지된다.
- [0039] 이상, 임프린트재(106)와 패턴부(115)에 의해 형성된 패턴의 파괴의 원인, 및 기존 기술에 기초한 대책을 설명하였으며, 또한 그 대책에 의해 이형 시에 발생하는 응력에 의해 유발되는 몰드(107)의 파괴의 원인을 설명하였다. 본 발명은, 이러한 패턴 파괴 및 몰드 파괴의 양자 모두를 방지하는 기술이다.
- [0040] 이하의 설명에서는, 이형 단계 개시 시의 기관 보유지지부(102)의 복수의 흡착 영역에 대한 흡착력 조건을 제1 흡착 조건이라 지칭할 것이며, 이형 단계의 도중에 제1 흡착 조건이 전환되는 복수의 흡착 영역에 대한 흡착력 조건을 제2 흡착 조건이라 칭할 것이다. 본 실시형태에서, 제1 흡착 조건은, 패턴 파괴를 방지하기 위해서, 패턴부(115)에 대항하는 기관(104)의 대상 샷 영역이 패턴부(115)에 대하여 볼록 형상으로 변형되는 것을 허용하도록 설정된다. 제2 흡착 조건은, 몰드 파괴를 방지하기 위해서, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심에 일치되도록, 대상 샷 영역 아래의 각 흡착 영역 간의 흡착력의 차를 제거하도록 설정된다.
- [0041] 도 9의 (a) 내지 (d)는 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건의 변경 패턴의 예를 각각 나타낸다. 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건은, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역 내의 적어도 하나의 흡착 영역의 흡착력과, 주변 영역에서의 흡착 영역 중 적어도 하나의 흡착력을 각각 포함한다.

- [0042] 도 9의 (a)를 참조하면, 제1 흡착 조건에서는, 패턴 파괴를 방지하기 위해서 기관(104)의 변형을 촉진하도록, 접촉 영역 내의 적어도 일부의 흡착력은 주변 영역의 적어도 일부의 흡착력보다 작게 설정된다. 제2 흡착 조건에서는, 제1 흡착 조건에 따라 작게 유지된 접촉 영역의 적어도 일부에서의 흡착력은 주변 영역의 적어도 일부의 흡착력에 접근된다.
- [0043] 도 9의 (b)를 참조하면, 제2 흡착 조건과 제1 흡착 조건 사이의 크기 관계가 역전된다.
- [0044] 도 9의 (c)를 참조하면, 제2 흡착 조건은 상기 2개의 부분의 흡착력이 서로 접근하게 한다.
- [0045] 도 9의 (d)를 참조하면, 주변 영역의 적어도 일부의 흡착력은 접촉 영역의 적어도 일부의 흡착력보다 작게 유지되며, 제2 흡착 조건은 접촉 영역의 적어도 일부의 흡착력이 제1 흡착 조건에 따른 흡착 조건보다 커지게 한다.
- [0046] 도 10은, 도 9의 (a) 내지 (d)에 도시된 바와 같이 이형 시에 흡착 조건 제어가 행해지는 흡착 영역의 추이의 예를 나타낸다. 도 10을 참조하면, 상태 10a는, 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 제4 흡착 영역(1024), 및 제5 흡착 영역(1025)에 걸쳐 있는 장소에 위치되는 샷 영역(202)을 나타낸다. 이 상태는 도 6의 상태와 동일하다. 제어부(113)는, 이형 시에 패턴면에 대항하는 대상 샷 영역이 패턴부(115)(패턴면)에 대하여 볼록 형상으로 변형되는 것을 허용하는 흡착 조건을 제1 흡착 조건으로서 설정한다. 더 구체적으로는, 이러한 흡착 조건은, 대상 샷 영역 아래의 흡착 영역 중, 기관의 외주 측에 가장 가깝게 위치되는 흡착 영역 이외의 흡착 영역의 흡착력을 약화시키는 흡착 조건이다. 상태 10b는, 제1 흡착 조건, 즉 이형 시에 기관(104)의 대상 샷 영역이 패턴부(115)에 대하여 볼록 형상으로 변형되는 것을 허용하는 흡착 조건하에서 이형을 개시한 후의, 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역을 나타낸다. 이 시점에서는, 도 6의 상태 6e에서와 마찬가지로, 기관(104)의 변형 정도가 불균형되고, 패턴부(115)의 중심이 접촉 영역의 도심에 일치하지 않을 수 있다. 이와 대조적으로, 본 실시형태에서는, 이형 단계의 도중에 제1 흡착 조건은 제2 흡착 조건으로 변경된다. 이에 의해, 상태 10c에서는, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치하게 된다.
- [0047] 도 11은, 본 실시형태에서의, 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건을 사용한 이형을 포함하는 임프린트 처리의 흐름도이다. 단계 S301에서, 제어부(113)는, 샷 레이아웃에 기초하여, 각 샷 영역의 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건, 및 그들 사이의 전환 타이밍을 설정한다. 단계 S302에서, 제어부(113)는, 공급부(105)를 제어해서 기관 상에 임프린트재를 공급하고, 몰드 구동부(109)를 제어해서 몰드(107)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키며, 조사부(111)를 제어해서 임프린트재를 경화시킨다.
- [0048] 단계 S303에서, 제어부(113)는, 몰드 구동부(109)를 제어해서 제1 흡착 조건하에서 이형을 개시한다. 단계 S304에서, 제어부(113)는, 이형의 도중에 전환 타이밍이 되는 것을 검지한다. 단계 S305에서, 제어부(113)는, 흡착력을 제2 흡착 조건으로 전환하고 이형을 진행시킨다. 단계 S306에서, 이형이 완료된다. 단계 S307에서, 제어부(113)는 처리해야 할 다음 샷 영역이 있는지를 판정한다. 다음 샷 영역이 있는 경우, 처리는 단계 S302로 복귀하여 다음 샷 영역에 대해 임프린트 처리를 실행한다. 다음 샷 영역이 없을 경우에는, 본 처리는 종료된다.
- [0049] 본 흐름도에 따르면, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍의 적정값이 미리 결정되며, 대응하는 설정이 사전에(예를 들어, 단계 S301에서) 각 샷 영역에 할당된다.
- [0050] 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)뿐만 아니라, 흡착 영역에 걸쳐 있지 않는 샷 영역(201)에 대해서도, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정될 수 있다는 것에 유의한다.
- [0051] <제2 실시형태>
- [0052] 아래에서는, 도 11의 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 구체적인 방법을 설명한다. 도 12는, 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 제1 흡착 조건으로부터 제2 흡착 조건으로 변경하는 타이밍(이하, "전환 타이밍"이라 지칭함)을 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.
- [0053] 단계 S501에서, 제어부(113)는, 기관(104)의 샷 레이아웃으로부터, 각 샷 영역에, 기관 보유지지부(102)의 제1 흡착 영역(1021) 내지 제5 흡착 영역(1025) 중 어느 흡착 영역이 존재하는지를 확인한다. 그리고, 제어부(113)는, 각 흡착 영역이 차지하는 샷 영역의 면적 또는 패턴부(115)의 중심에 가장 가까운 특정 흡착 영역에 기초하여, 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건을 결정한다. 전환 타이밍이 너무 빠른 경우, 이형 단계의 초기에 기관의 Z 방향의 이동이 제한되어, 패턴 파괴의 위험을 증가시킨다. 이와 대조적으로, 전환 타이밍이 너무 늦는 경우, 최종 이형점은 이형의 완료 전에 늦지 않게 패턴부(115)의 중심에 정확하게 접근할 수 없다. 따라서, 이하

의 처리에서, 전환 타이밍은 패턴 파괴가 일어나지 않는 범위 내에서 가능한 한 빠른 타이밍이 되도록 결정될 수 있다.

[0054] 단계 S502에서, 제어부(113)는, 각 샷 영역에서의, 패턴부(115)의 중심 좌표를 구하고, 최종 이형점이 되어야 할 좌표를 설정한다. 도 13은, 이형 중에 샷 영역 상의 임프린트재와 몰드(107)의 패턴부(115) 사이의 접촉 상태를 나타낸다. 도 13을 참조하면, 상태 13a는, 패턴부(115)의, 제1 패턴 영역(601)과 제2 패턴 영역(602)으로의 구분의 일례를 나타낸다. 본 실시형태에서는, 이형의 개시 시에는 접촉 영역이 패턴부(115)의 외주부를 포함하는 영역으로서 시작되고, 이형의 종료 시에는 패턴부(115)의 중심에서 사라지는 것을 목표로 한다. 따라서, 제1 패턴 영역(601)의 도심이 패턴부(115)의 중심과 일치되게 하도록 기준 영역이 정의된다. 단계 S503에서, 제어부(113)는, 제1 흡착 조건과 제2 흡착 조건 사이를 전환할 것인지를 판단하기 위해서, 패턴부(115)에서 제1 패턴 영역(601)과 제2 패턴 영역(602)을 결정한다. 예를 들어, 제1 패턴 영역(601)(기준 영역)으로서, 패턴면의 중심을 포함하며 패턴면보다 작은 영역이 결정된다. 제2 패턴 영역(602)은, 패턴면 중 제1 패턴 영역(601)을 제외한 영역이다.

[0055] 단계 S504에서, 제어부(113)는, 공급부(105)를 제어해서 기판 상에 임프린트재를 공급하고, 몰드 구동부(109)를 제어해서 몰드(107)를 기판(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키며, 조사부(111)를 제어해서 임프린트재를 경화시킨다. 단계 S505에서, 제어부(113)는, 몰드 구동부(109)를 제어하여, 단계 S501에서 결정된 제1 흡착 조건 하에서 이형을 개시한다. 단계 S506에서, 제어부(113)는, 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상이, 단계 S503에서 결정된 제1 패턴 영역(601)으로 들어간 것을 검지한다. 도 13에서의 상태 13b는, 단계 S506에서 접촉 영역의 외연의 적어도 일부가 제1 패턴 영역(601)으로 들어간 것을 검지했을 때의 화상의 일례를 나타낸다. 단계 S506에서 접촉 영역의 외연의 적어도 일부가 제1 패턴 영역(601)으로 들어간 것이 검지된 타이밍이 전환 타이밍으로서 결정된다.

[0056] 단계 S507에서, 제어부(113)는, 흡착력을 단계 S501에서 결정된 제2 흡착 조건으로 전환하여 이형을 진행시킨다. 단계 S508에서 이형이 완료된다. 단계 S505 내지 S508 동안 이형은 계속되지만, 단계 S505, S506, S507, 및 S508 각각에서 이형은 일시적으로 정지될 수 있다. 단계 S509에서, 제어부(113)는, 이형 완료 직전에 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상에 기초하여, 최종 이형점이 단계 S502에서 결정된 좌표, 즉 패턴부(115)의 중심과 일치하는지를 판정한다. 단계 S509에서 "예"이면, 샷 영역에 대해 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정된다. 단계 S509에서 아니오이면, 처리는 단계 S510으로 진행되고, 여기서 제어부(113)는 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상 또는 외부 계측기를 사용하여, 형성된 패턴의 파괴(이형 결함)이 이형에 의해 유발되었는지를 확인한다. 패턴 파괴가 발생한 경우에는, 단계 S512에서, 제1 흡착 조건은, 패턴 파괴를 방지하기 위해서 이형 중의 기판의 변형량을 증가시키도록 접촉 영역과 주변 영역 사이의 흡착력의 차를 증가시키는 흡착 조건으로 변경된다. 그 후, 처리는 단계 S504로 되돌아간다. 패턴 파괴가 발생하지 않은 경우, 처리는 단계 S511로 진행된다. 이 상황에서, 패턴 파괴는 발생하지 않았지만, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심으로부터 어긋나고(단계 S509에서 아니오), 따라서 몰드 파괴의 위험이 높다. 이런 이유로, 단계 S511에서는, 제1 패턴 영역(601)의 면적을 확대시키고, 처리는 다시 단계 S504로 되돌아간다. 제1 패턴 영역(601)의 면적의 확대는, 제1 흡착 조건으로부터 제2 흡착 조건으로의 전환 타이밍(단계 S507의 실행 타이밍)을 빠르게 할 수 있다. 이에 의해, 최종 이형점을 패턴부(115)의 중심에 접근시킬 수 있다. 도 13에서의 상태 13c는, 상기 처리를 통해서, 단계 S509에서 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치할 때의 화상의 일례를 나타낸다.

[0057] 상술한 바와 같이, 제어부(113)는, 이형의 완료 직전에 화상 취득부(114)에 의해 촬상된 화상에 기초하여, 형성된 패턴의 결함의 발생을 방지하고, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치되도록, 제1 패턴 영역(기준 영역)을 설정한다.

[0058] 단계 S301에서는, 상기 절차에 의해, 각 샷 영역에 대해 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 적절하게 결정될 수 있다. 도 12에 도시된 결정 절차는 그대로 임프린트 처리에 대해 사용될 수 있다는 것에 유의한다. 도 6의 상태 6d와 마찬가지로, 도 13의 상태 13d는 제2 흡착 영역(1022), 제3 흡착 영역(1023), 제4 흡착 영역(1024), 및 제5 흡착 영역(1025)에 걸쳐 있는 장소에 위치되는 샷 영역(202)을 나타낸다. 도 13의 상태 13e는, 도 12에 도시된 절차에 따라 결정된 제1 흡착 조건 하에서 이형을 개시한 후의 임프린트재(106)와 패턴부(115) 사이의 접촉 영역을 나타낸다. 이 시점에서는, 도 6의 상태 6e와 마찬가지로, 기판(104)의 변형의 정도는 불균형된다. 이는, 패턴부(115)의 중심이 접촉 영역의 도심과 일치하지 않게 할 수 있다. 도 13의 상태 13f에서는, 도 12에 도시된 절차에 따라 적절하게 설정된 타이밍에서 제1 흡착 조건이 제2 흡착

조건으로 전환되기 때문에, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치한다.

- [0059] 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)뿐만 아니라, 흡착 영역에 걸쳐 있지 않는 샷 영역(201)에 대해서도, 동일한 개념의 결과로, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정될 수 있다는 것에 유의한다.
- [0060] <제3 실시형태>
- [0061] 아래에서는, 도 11의 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법의 다른 예를 설명한다.
- [0062] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시형태에 따른 임프린트 장치(100)는 몰드 보유지지부(108) 부근에 배치된 계측기(150)를 포함한다. 계측기(150)는, 이형 단계에서, 경화된 임프린트재(106)를 몰드(107)로부터 분리하는데 필요한 힘인 이형력에 관한 물리량을 계측한다. 계측기(150)는, 예를 들어 힘에 비례해서 변형되는 변형체와 변형체의 변형량을 계측하는 변형 게이지를 포함하는 로드셀일 수 있다.
- [0063] 도 14는, 본 실시형태에 따른, 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.
- [0064] 단계 S701에서, 제어부(113)는, 기관(104)의 샷 레이아웃으로부터, 각 샷 영역 내에, 기관 보유지지부(102)의 제1 흡착 영역(1021) 내지 제5 흡착 영역(1025) 중 어느 흡착 영역이 존재하는지를 확인한다. 제어부(113)는, 각 흡착 영역에 의해 차지되는 샷 영역의 면적 또는 패턴부(115)의 중심에 가장 가까운 특정 흡착 영역에 기초하여 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건을 결정한다.
- [0065] 단계 S702에서, 제어부(113)는, 각 샷 영역에서의, 패턴부(115)의 중심 좌표를 구하고, 최종 이형점이 되어야 할 좌표를 설정한다. 단계 S703에서, 제어부(113)는, 계측기(150)를 사용해서 제1 흡착 조건과 제2 흡착 조건 사이의 전환을 판단하기 위해서, 이형 시에 발생하는 최대 이형력에 대한 기준 이형력을 결정한다. 이 기준 이형력은, 절대값, 또는 최대 이형력에 대한 상대 변화량 또는 상대 비율일 수 있다. 도 15의 (a)는, 이형력이 이형의 개시로부터 커지고 최초로 작아지는 점이 최대 이형력으로서 설정될 때 기준 이형력을 결정하는 일례를 나타낸다. 본 실시형태에서는, 이형력은 한번만 피크에 도달한다. 그러나, 몰드 구동부(109)에 의한 제어에 따라서, 이형력은 복수의 피크를 갖는 경우도 있다. 이 경우, 예를 들어 피크 사이의 관계에 기초하여 기준 이형력이 결정될 수 있다.
- [0066] 단계 S704에서, 제어부(113)는, 공급부(105)를 제어해서 기관 상에 임프린트재를 공급하고, 몰드 구동부(109)를 제어해서 몰드(107)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키며, 조사부(111)를 제어해서 임프린트재를 경화시킨다. 단계 S705에서, 제어부(113)는, 몰드 구동부(109)를 제어해서, 단계 S701에서 결정된 제1 흡착 조건 하에서 이형을 개시한다. 단계 S706에서, 제어부(113)는, 계측기(150)에 의해 계측된 이형력이 기준 이형력에 도달한 것을 감지한다. 이 감지된 타이밍이 전환 타이밍으로서 결정된다.
- [0067] 단계 S707에서, 제어부(113)는, 흡착력을 단계 S701에서 결정된 제2 흡착 조건으로 전환해서 이형을 진행시킨다. 단계 S708에서 이형이 완료된다. 도 15의 (b) 및 (c)는, 단계 S705 내지 S708 동안에서의, 접촉 영역의 적어도 일부의 흡착력과 주변 영역의 적어도 일부의 흡착력 사이의 전환의 일례를 각각 나타낸다. 단계 S705 내지 S708 동안 이형은 계속되지만, 단계 S705, S706, S707, 및 S708 각각에서 이형은 일시적으로 정지될 수 있다. 단계 S709에서, 제어부(113)는, 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상에 기초하여, 최종 이형점이 단계 S702에서 결정된 좌표, 즉 패턴부(115)의 중심과 일치하는지를 판정한다. 단계 S709에서 예이면, 샷 영역에 대해 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정된다. 단계 S709에서 아니오이면, 처리는 단계 S710으로 진행되고, 여기서 제어부(113)는, 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상 또는 외부 계측기를 사용하여, 형성된 패턴이 파괴되지 않았는지를 확인한다. 단계 S710에서 예이면, 처리는 단계 S712로 진행되어 제1 흡착 조건하에서 접촉 영역과 주변 영역 사이의 흡착력의 차를 증가시키고, 단계 S704로 되돌아간다. 단계 S710에서 아니오이면, 처리는 단계 S711로 진행되어 기준 이형력을 증가시키고, 단계 S704로 되돌아간다.
- [0068] 상술한 바와 같이, 제어부(113)는, 이형의 완료 직전에 화상 취득부(114)에 의해 촬영된 화상에 기초하여, 형성된 패턴의 결함의 발생을 방지하고, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치하도록, 기준 이형력을 설정한다.
- [0069] 단계 S301에서는, 상기 절차에 의해 각 샷 영역에 대해 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건, 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정할 수 있다. 도 14에 도시된 결정 절차는 그대로 임프린트 처리에 사용될 수 있다는 것에 유의한다.

- [0070] 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)뿐만 아니라, 흡착 영역에 걸쳐 있지 않는 샷 영역(201)에 대해서도, 동일한 개념의 결과로, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정될 수 있다는 것에 유의한다.
- [0071] <제4 실시형태>
- [0072] 아래에서는, 도 11의 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 방법의 또 다른 예에 대해서 설명한다. 도 16은, 본 실시형태에 따른, 단계 S301에서의, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정하는 구체적인 방법의 흐름도이다.
- [0073] 단계 S901에서, 제어부(113)는, 기관(104)의 샷 레이아웃으로부터, 각 샷 영역 내에 기관 보유지지부(102)의 제1 흡착 영역(1021) 내지 제5 흡착 영역(1025) 중 어느 것이 존재하는지를 확인한다. 제어부(113)는, 각 흡착 영역에 의해 차지되는 샷 영역의 면적 또는 패턴부(115)의 중심에 가장 가까운 특정 흡착 영역에 기초하여 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건을 결정한다.
- [0074] 단계 S902에서, 제어부(113)는, 각 샷 영역에서의, 패턴부(115)의 중심 좌표를 구하고, 최종 이형점이 되어야 할 좌표를 설정한다. 단계 S903에서, 제어부(113)는, 제1 흡착 조건이 제2 흡착 조건으로 전환되는, 이형의 개시로부터의 기준 시간을 결정한다.
- [0075] 단계 S904에서, 제어부(113)는, 공급부(105)를 제어해서 기관 상에 임프린트재를 공급하고, 몰드 구동부(109)를 제어해서 몰드(107)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키며, 조사부(111)를 제어해서 임프린트재를 경화시킨다. 단계 S905에서, 제어부(113)는, 몰드 구동부(109)를 제어하여, 단계 S901에서 결정된 제1 흡착 조건 하에서 이형 단계를 개시한다. 단계 S906에서, 제어부(113)는, 이형 단계의 개시로부터 기준 시간이 경과했는지의 여부를 결정한다. 이 검지된 타이밍이 전환 타이밍으로서 결정된다.
- [0076] 단계 S907에서, 제어부(113)는, 흡착력을 단계 S901에서 결정된 제2 흡착 조건으로 전환해서 이형을 진행시킨다. 단계 S908에서 이형이 완료된다. 단계 S905 내지 S908 동안 이형은 계속되지만, 단계 S905, S906, S907, S908 각각에서 이형은 일시적으로 정지될 수 있다. 단계 S909에서, 제어부(113)는, 화상 취득부(114)에 의해 얻어진 화상에 기초하여, 최종 이형점이 단계 S902에서 결정된 좌표, 즉 패턴부(115)의 중심과 일치하는지를 판정한다. 단계 S909에서 예이면, 샷 영역에 대해서 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정된다. 단계 S909에서 아니오이면, 처리는 단계 S910로 진행되고, 여기서 제어부(113)는, 화상 취득부(114)에 의해 취득된 화상 또는 외부 계측기를 사용하여, 형성된 패턴이 파괴되었는지를 확인한다. 단계 S910에서 예이면, 처리는 단계 S912로 진행되어 제1 흡착 조건하에서 접촉 영역과 주변 영역 사이의 흡착력의 차를 증가시키고, 단계 S904로 되돌아간다. 단계 S910에서 아니오이면, 처리는 단계 S911로 진행되어 기준 시간을 단축시키고, 단계 S904로 되돌아간다.
- [0077] 상술한 바와 같이, 제어부(113)는, 이형의 완료 직전에 화상 취득부(114)에 의해 촬상된 화상에 기초하여, 형성된 패턴의 결함의 발생을 방지하고, 최종 이형점이 패턴부(115)의 중심과 일치하도록, 기준 시간을 설정한다.
- [0078] 단계 S301에서는, 상기 절차에 의해 각 샷 영역에 대해 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건, 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정할 수 있다. 도 16에 도시된 결정 절차를 그대로 임프린트 처리에 사용할 수 있다는 것에 유의한다.
- [0079] 복수의 흡착 영역에 걸쳐 있는 샷 영역(202)뿐만 아니라, 흡착 영역에 걸쳐 있지 않는 샷 영역(201)에 대해서도, 동일한 개념의 결과로, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍이 결정될 수 있다는 것에 유의한다.
- [0080] <제5 실시형태>
- [0081] 본 실시형태는, 제1 실시형태에 따른 도 11의 임프린트 처리의 변형예에 관한 것이다. 도 17은 제5 실시형태에 따른 임프린트 처리의 흐름도이다.
- [0082] 단계 S1001에서, 제어부(113)는, 기관(104)의 샷 레이아웃으로부터, 각 샷 영역 내에 기관 보유지지부(102)의 제1 흡착 영역(1021) 내지 제5 흡착 영역(1025) 중 어느 것이 존재하는지를 확인한다. 제어부(113)는, 각 흡착 영역에 의해 차지되는 샷 영역의 면적 또는 패턴부(115)의 중심에 가장 가까운 특정 흡착 영역에 기초하여 제1 흡착 조건 및 제2 흡착 조건을 결정한다.
- [0083] 단계 S1002에서, 제어부(113)는, 단계 S1001에서 결정된 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타

이밍이 적절한지를 계산 또는 시뮬레이션에서 판단하고, 보정을 행한다. 또한, 이 판단은 예를 들어 과거의 성능 정보에 기초한 학습 기능을 포함할 수 있다. 단계 S1003에서, 제어부(113)는, 제1 흡착 조건, 제2 흡착 조건 및 이들 사이의 전환 타이밍을 결정한다.

[0084] 단계 S1004에서, 제어부(113)는, 공급부(105)를 제어해서 기관 상에 임프린트재를 공급하고, 몰드 구동부(109)를 제어해서 몰드(107)를 기관(104) 상의 임프린트재(106)에 접촉시키며, 조사부(111)를 제어해서 임프린트재를 경화시킨다. 단계 S1005에서, 제어부(113)는, 몰드 구동부(109)를 제어해서 단계 S1003에서 결정된 제1 흡착 조건하에서 이형을 개시한다.

[0085] 단계 S1006에서, 제어부(113)는, 단계 S1003에서 결정된 타이밍이 되었는지를 검지한다. 단계 S1007에서, 제어부(113)는, 흡착력을 단계 S1003에서 결정된 제2 흡착 조건으로 전환해서 이형을 진행시킨다. 단계 S1008에서 이형이 완료된다. 단계 S1005 내지 S1008 동안 이형은 계속되지만, 단계 S1005, S1006, S1007, 및 S1008 각각에서 이형은 일시적으로 정지될 수 있다. 단계 S1009에서, 제어부(113)는 처리해야 할 다음 샷 영역이 있는지를 판정한다. 다음 샷 영역이 있는 경우, 처리는 단계 S1004로 되돌아가서 다음 샷 영역에 대해 임프린트 처리를 실행한다. 다음 샷 영역이 없을 경우에는, 본 처리는 종료된다.

[0086] <제6 실시형태>

[0087] 상술한 각 실시형태는, 성형 장치의 일 양태로서, 임프린트재를 몰드에 접촉시킴으로써 상기 몰드의 패턴을 상기 임프린트재에 전사하는 임프린트 장치를 예시하였다. 그러나, 본 발명은, 성형 장치의 다른 양태로서, 기관 상의 조성물을 평탄면을 갖는 부재(몰드)에 접촉시킴으로써 기관 상에 조성물로 이루어진 평탄막을 형성하는 평탄화 장치에 적용될 수 있다.

[0088] 기관 상의 기초 패턴은 이전 단계에서 형성된 패턴에 기인하는 오목-볼록 프로파일을 갖는다. 더 구체적으로는, 처리 기관은 근년의 메모리 소자의 다층 구조화에 따라 약 100 nm의 단차를 가질 수 있다. 전체 기관의 완전한 파상에 기인하는 단계는 포토 공정에서 사용되는 스캔 노광 장치의 포커스 추종 기능에 의해 보정될 수 있다. 그러나, 노광 장치의 노광 슬릿 면적 내에 들어올 만큼 충분히 작은 피치를 갖는 미세한 오목-볼록부는 노광 장치의 DOF(Depth Of Focus)로부터 벗어날 수 있다. 기관의 기초 패턴을 평탄화하는 종래의 방법으로서, SOC(Spin On Carbon) 또는 CMP(Chemical Mechanical Polishing)와 같은 평탄화층을 형성하는 방법이 사용된다. 그러나, 문제로는, 종래의 기술은 충분한 평탄화 성능을 얻을 수 없고, 다층 형성에 의해 유발되는 하층의 오목-볼록 차가 증가하는 경향이 있다.

[0089] 이러한 문제를 해결하기 위해서, 상기 임프린트 기술을 사용하여 기관을 평탄화하는 평탄화 장치에 대해 연구가 실행되었다. 평탄화 장치는, 기관에 미리 공급된 미경화 조성물(평탄화 재료)에, 부재의 평탄면 또는 패턴이 형성되어 있지 않은 부재(평평한 템플릿)를 접촉시켜서 기관 면 내에 국소적으로 평탄화를 행한다. 그 후, 조성물이 평평한 템플릿에 접촉하는 상태에서 조성물을 경화시키고, 경화된 조성물로부터 평평한 템플릿을 분리시킨다. 이에 의해 기관 상에 평탄화층이 형성된다. 임프린트 기술을 사용한 평탄화 장치는, 기관의 단차부에 대응하는 양의 액적으로 조성물을 적하하며, 따라서 기존의 방법에 비해 평탄화의 정밀도를 향상시키는 것이 기대된다.

[0090] <물품 제조 방법의 실시형태>

[0091] 임프린트 장치를 사용해서 형성된 경화물의 패턴은, 각종 물품의 적어도 일부에 영구적으로 또는 각종 물품을 제조할 때에 일시적으로 사용된다. 물품은 전기 회로 소자, 광학 소자, MEMS, 기록 소자, 센서, 몰드 등이다. 전기 회로 소자의 예는, DRAM, SRAM, 플래시 메모리, 및 MRAM과 같은 휘발성 및 비휘발성 반도체 메모리와, LSI, CCD, 이미지 센서, 및 FPGA와 같은 반도체 소자이다. 몰드의 예는 임프린트용 몰드이다.

[0092] 경화물의 패턴은, 상술한 물품의 적어도 일부의 구성 부재로서 그대로 사용되거나 또는 레지스트 마스크로서 일시적으로 사용된다. 기관 가공 단계에서 에칭 또는 이온 주입이 행하여진 후, 레지스트 마스크는 제거된다.

[0093] 이어서, 물품 제조 방법에 대해서 설명한다. 도 19의 단계 SA에 도시된 바와 같이, 절연체 등의 피가공체(2z)가 표면에 형성된 실리콘 웨이퍼 등의 기관(1z)을 준비한다. 계속해서, 잉크젯법 등에 의해 피가공체(2z)의 표면에 임프린트재(3z)를 부여한다. 여기에서는 복수의 액적으로서 기관 상에 임프린트재(3z)가 부여된 상태가 도시되어 있다.

[0094] 도 19의 단계 SB에 도시된 바와 같이, 임프린트용의 몰드(4z)를, 그 요철 패턴을 갖는 측을 기관 상의 임프린트재(3z)를 향해 대향시킨다. 도 19의 단계 SC에 도시된 바와 같이, 임프린트재(3z)가 부여된 기관(1z)을 몰드

(4z)에 접촉시키고, 압력을 가한다. 임프린트재(3z)는 몰드(4z)와 피가공재(2z) 사이의 간극에 충전된다. 이 상태에서, 경화용의 에너지를 몰드(4z)를 통해서 임프린트재(3z)에 조사하면, 임프린트재(3z)는 경화된다.

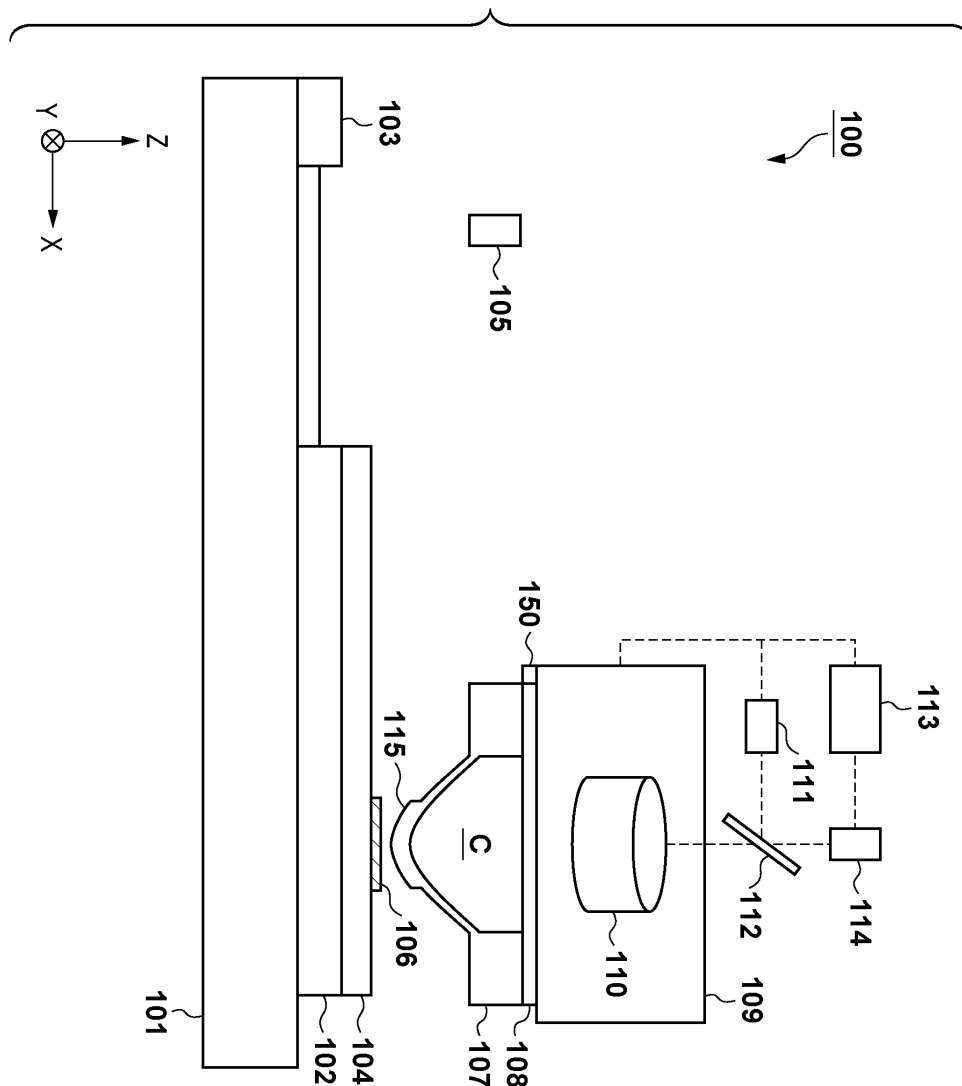
[0095] 도 19의 단계 SD에 도시된 바와 같이, 임프린트재(3z)가 경화된 후, 몰드(4z)는 기관(1z)으로부터 분리된다. 그리고, 기관(1z) 위에 임프린트재(3z)의 경화물의 패턴이 형성된다. 이 경화물의 패턴에서, 몰드의 오목부는 경화물의 볼록부에 대응하며, 몰드의 볼록부는 경화물의 오목부에 대응한다. 즉, 몰드(4z)의 요철 패턴이 임프린트재(3z)에 전사된다.

[0096] 도 19의 단계 SE에 도시된 바와 같이, 경화물의 패턴을 내에칭 마스크로서 사용하여 에칭을 행하면, 피가공재(2z)의 표면 중, 경화물이 존재하지 않거나 얇게 잔류하는 부분이 제거되어 홈(5z)을 형성한다. 도 19의 단계 SF에 도시된 바와 같이, 경화물의 패턴을 제거하면, 피가공재(2z)의 표면에 홈(5z)이 형성된 물품을 얻을 수 있다. 여기서, 경화물의 패턴이 제거된다. 그러나, 경화물의 패턴을 가공 또는 제거하는 대신에, 이를 예를 들어 반도체 소자 등에 포함되는 층간 절연막, 즉 물품의 구성 부재로서 이용할 수 있다.

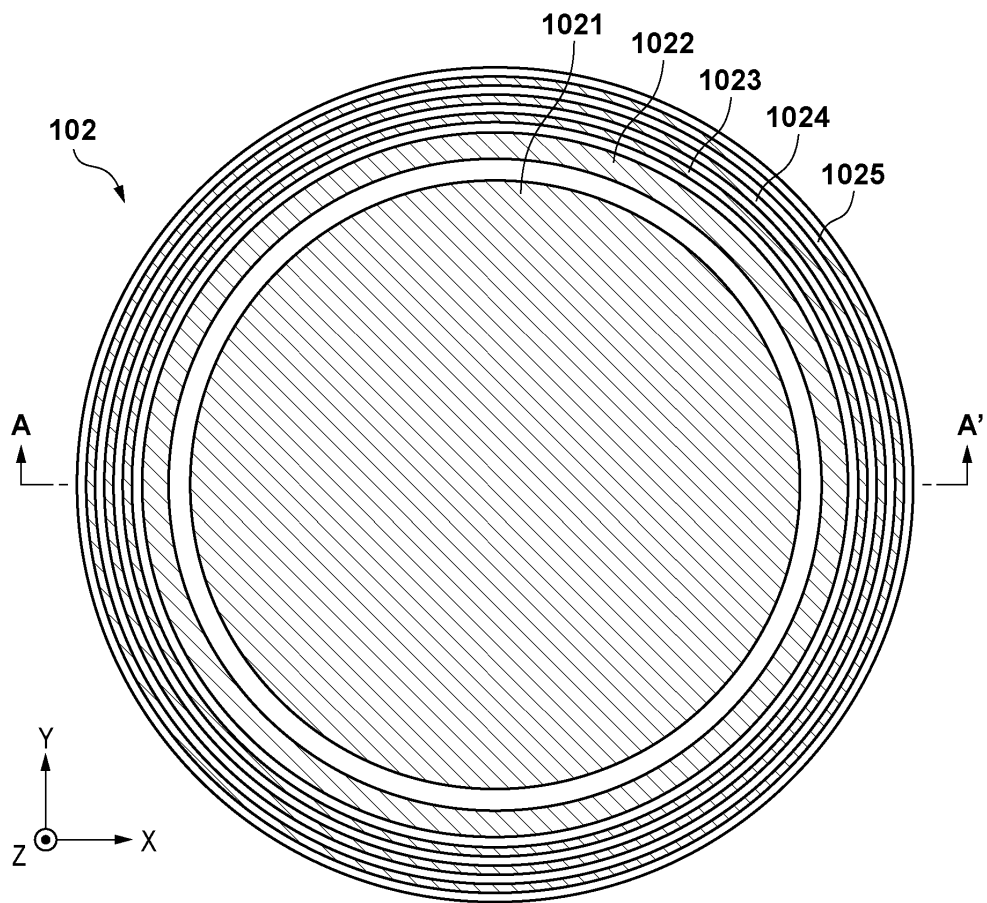
[0097] 본 발명을 예시적인 실시형태를 참고하여 설명하였지만, 본 발명은 개시된 예시적인 실시형태로 한정되지 않음을 이해해야 한다. 이하의 청구항의 범위는 이러한 모든 변형과 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 최광의로 해석되어야 한다.

도면

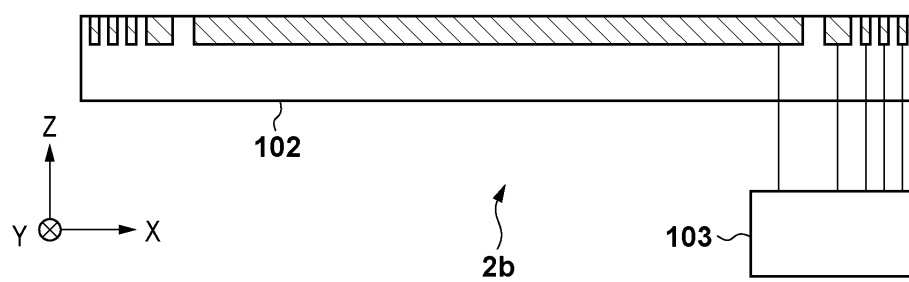
도면1



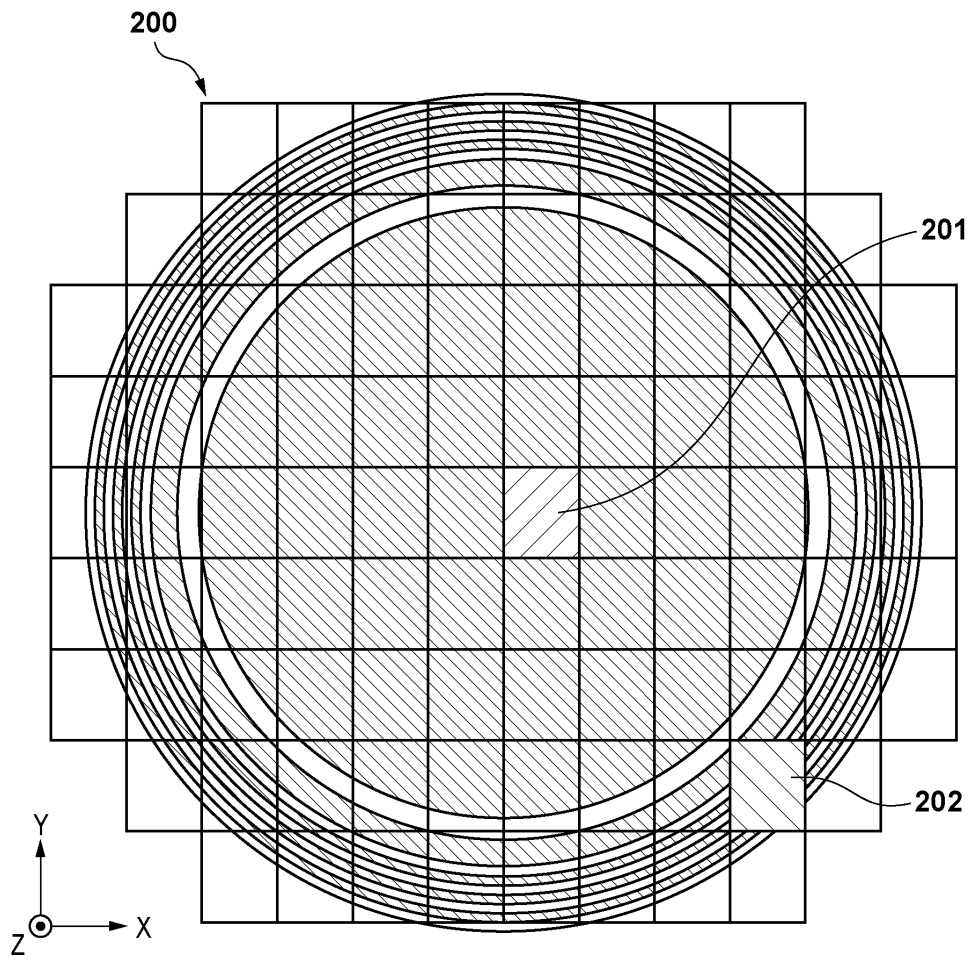
도면2a



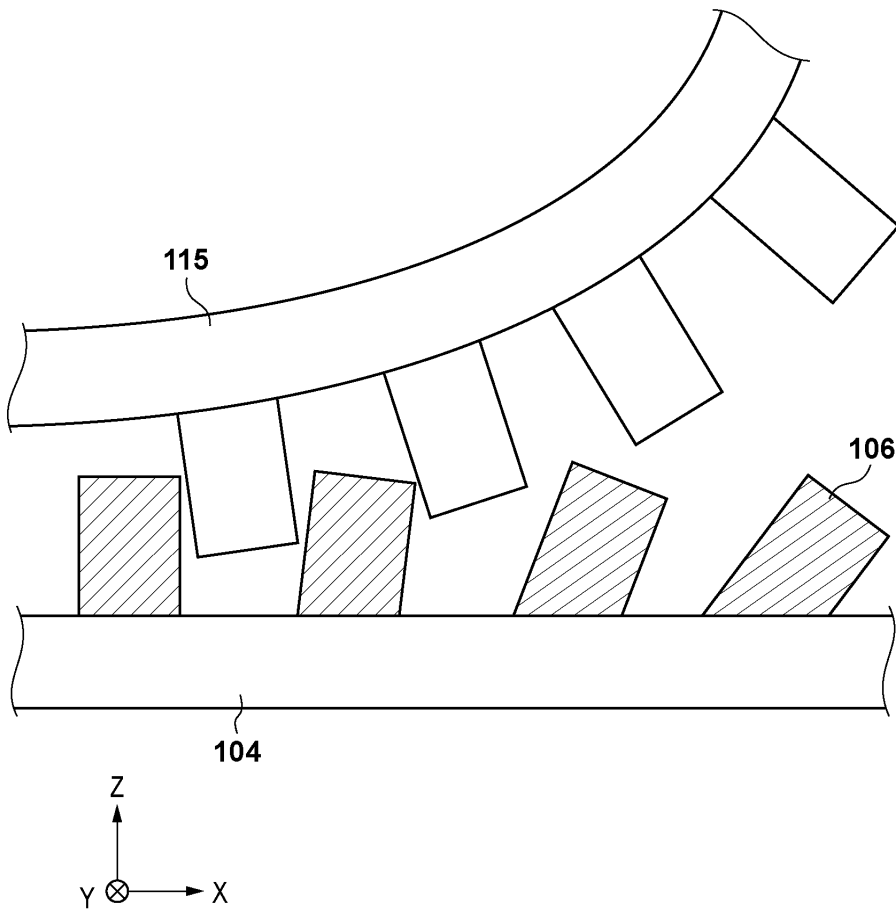
도면2b



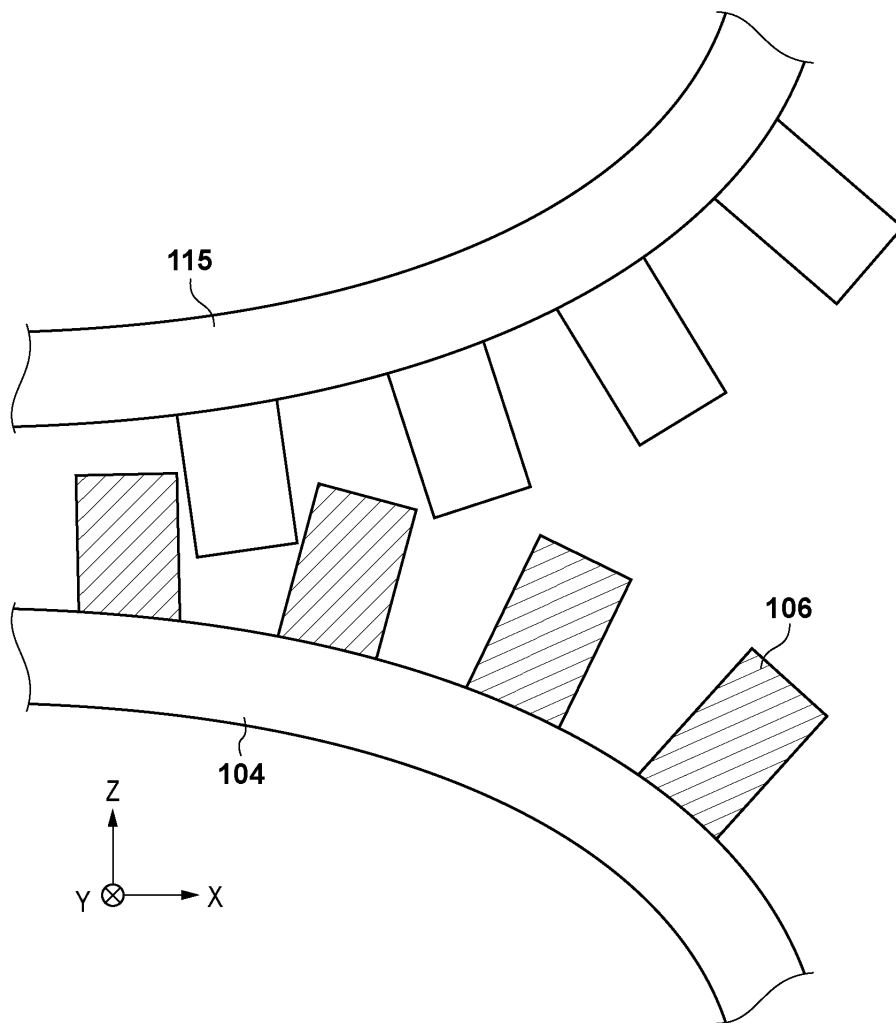
도면3



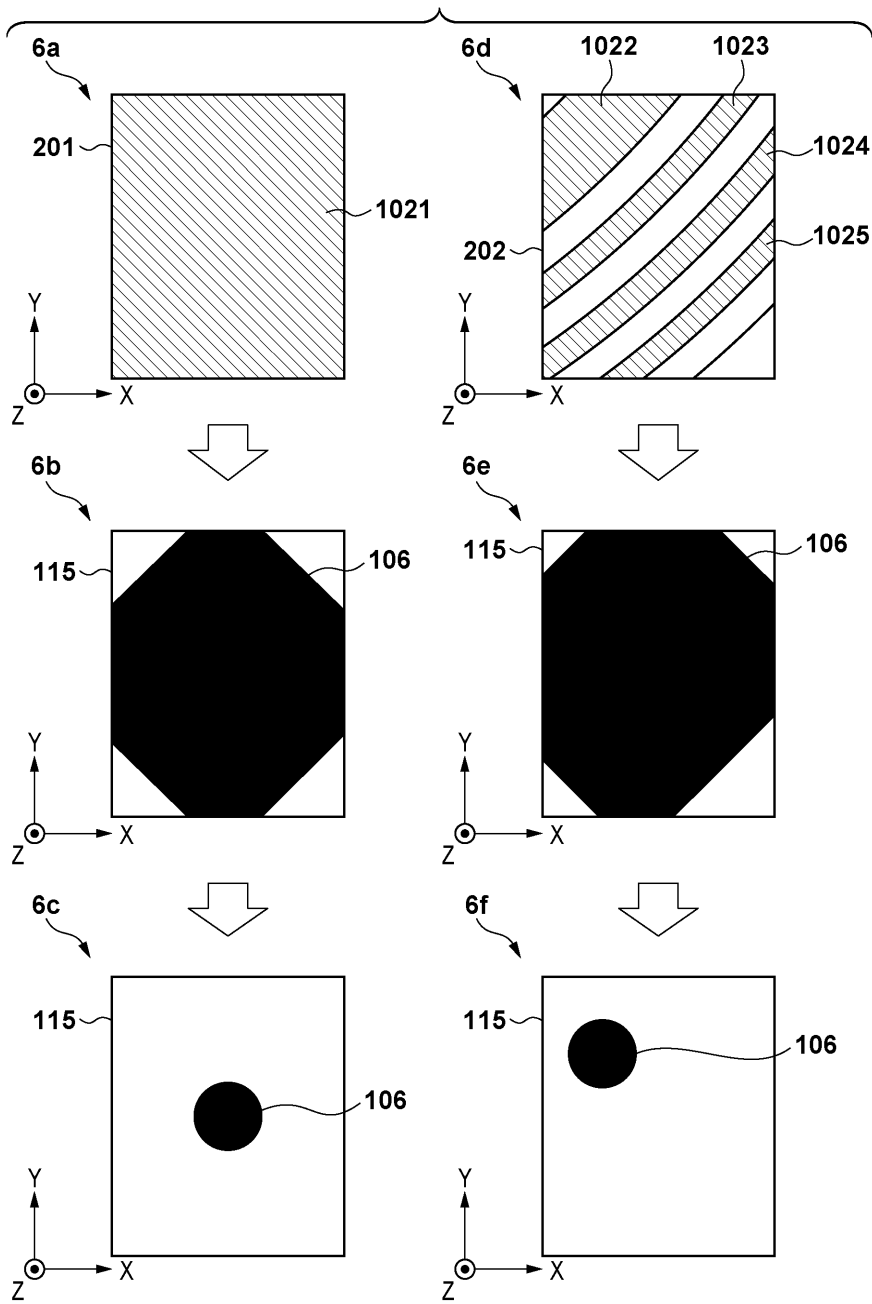
도면4



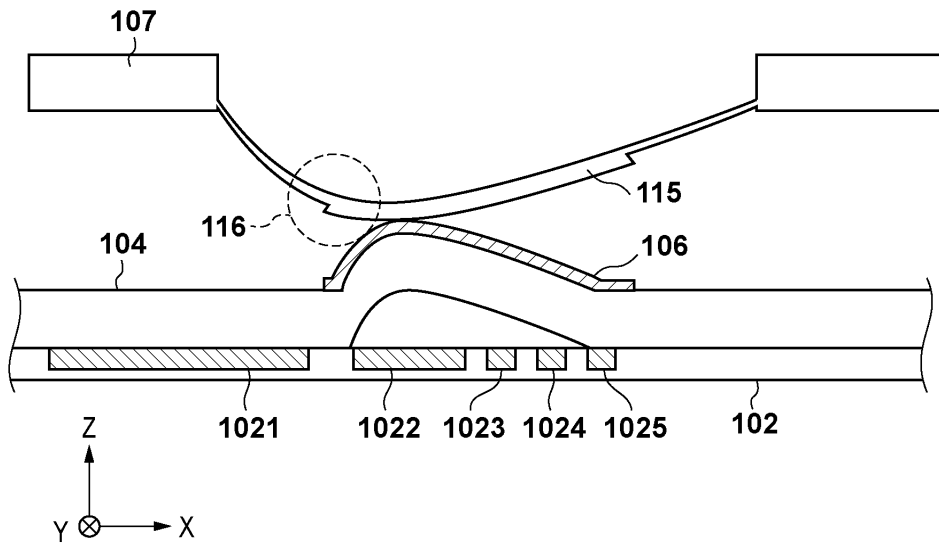
도면5



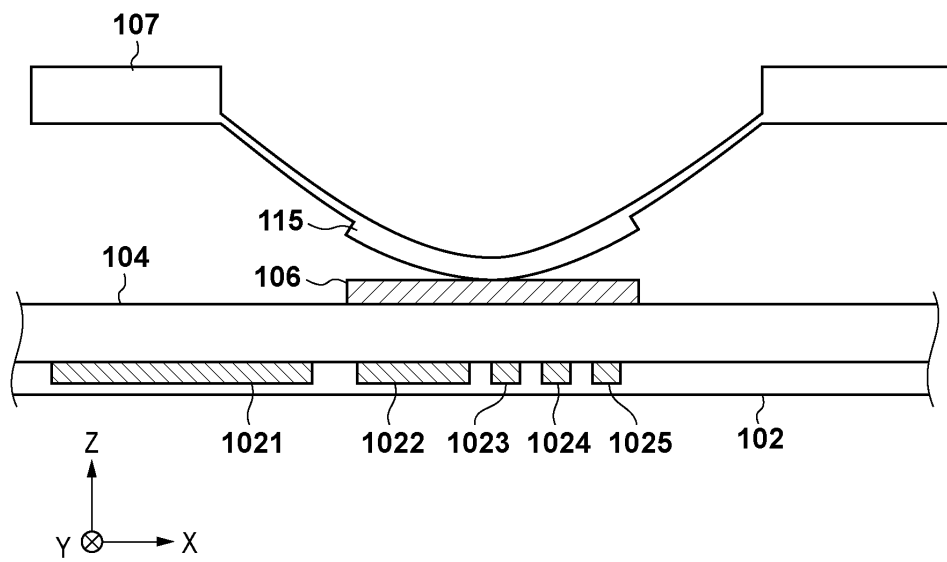
도면6



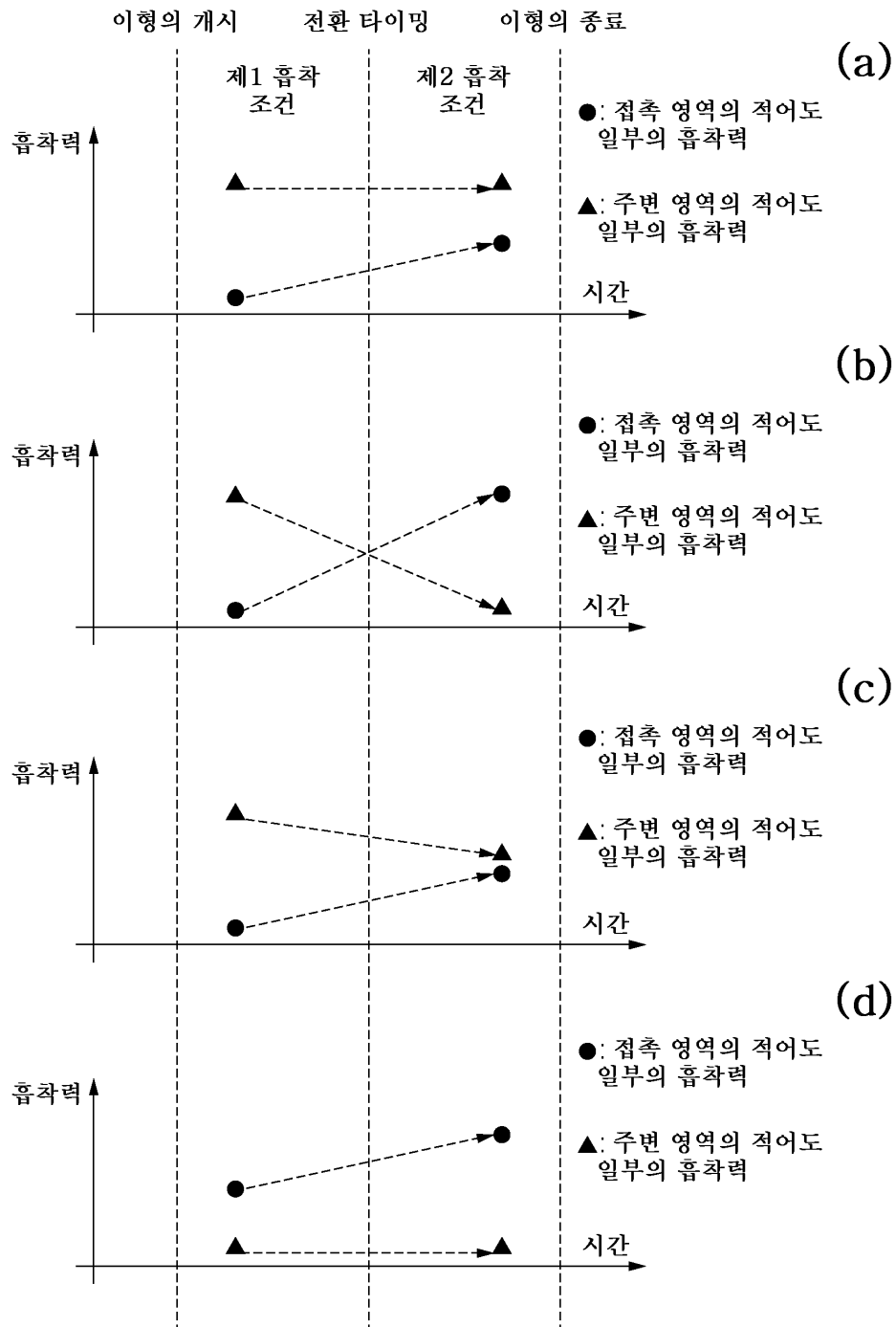
도면7



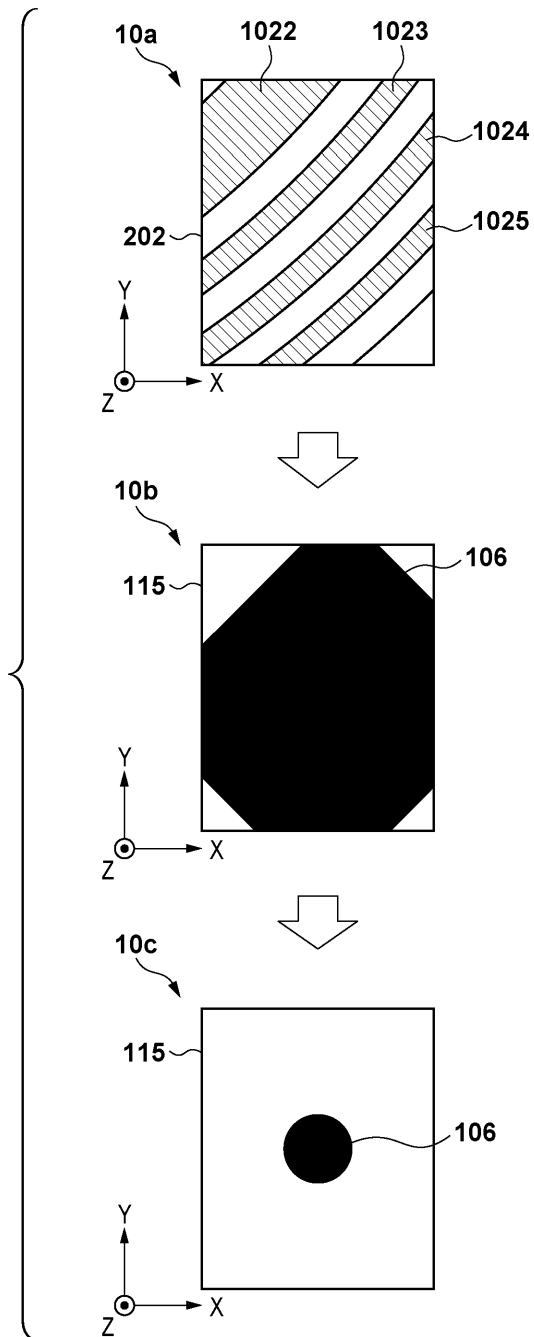
도면8



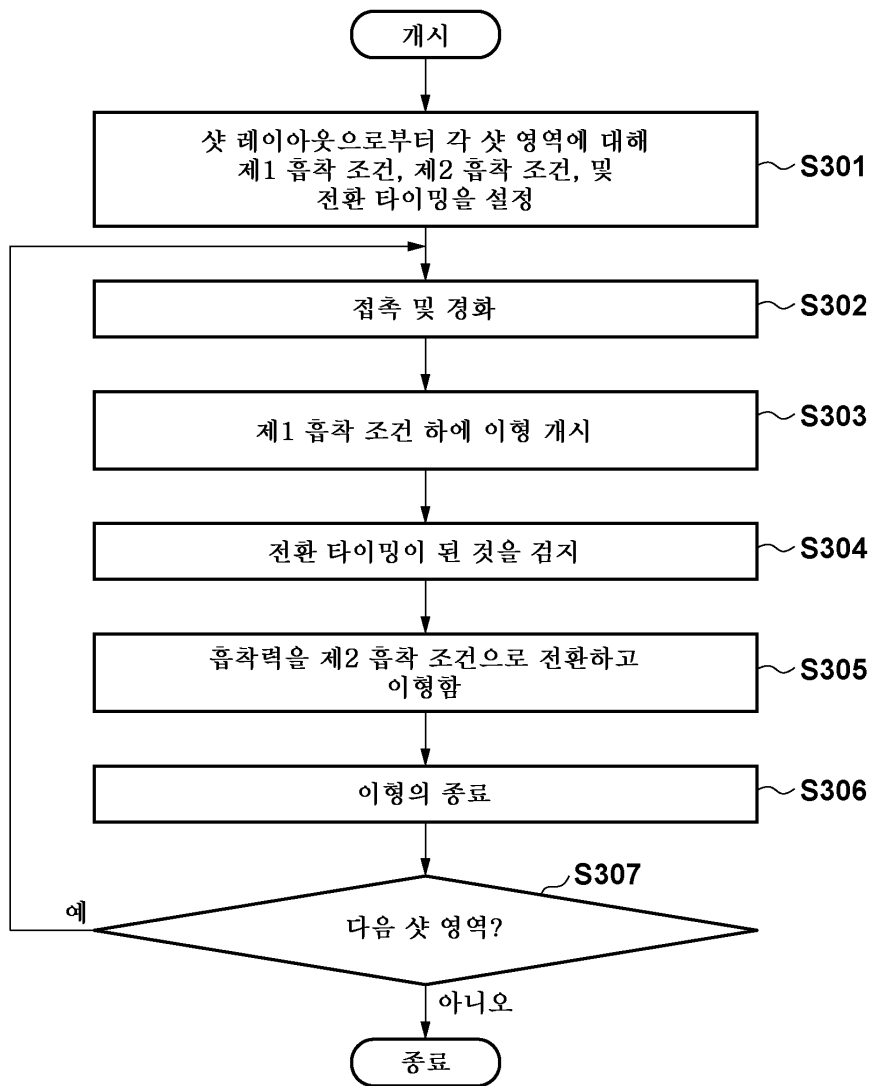
도면9



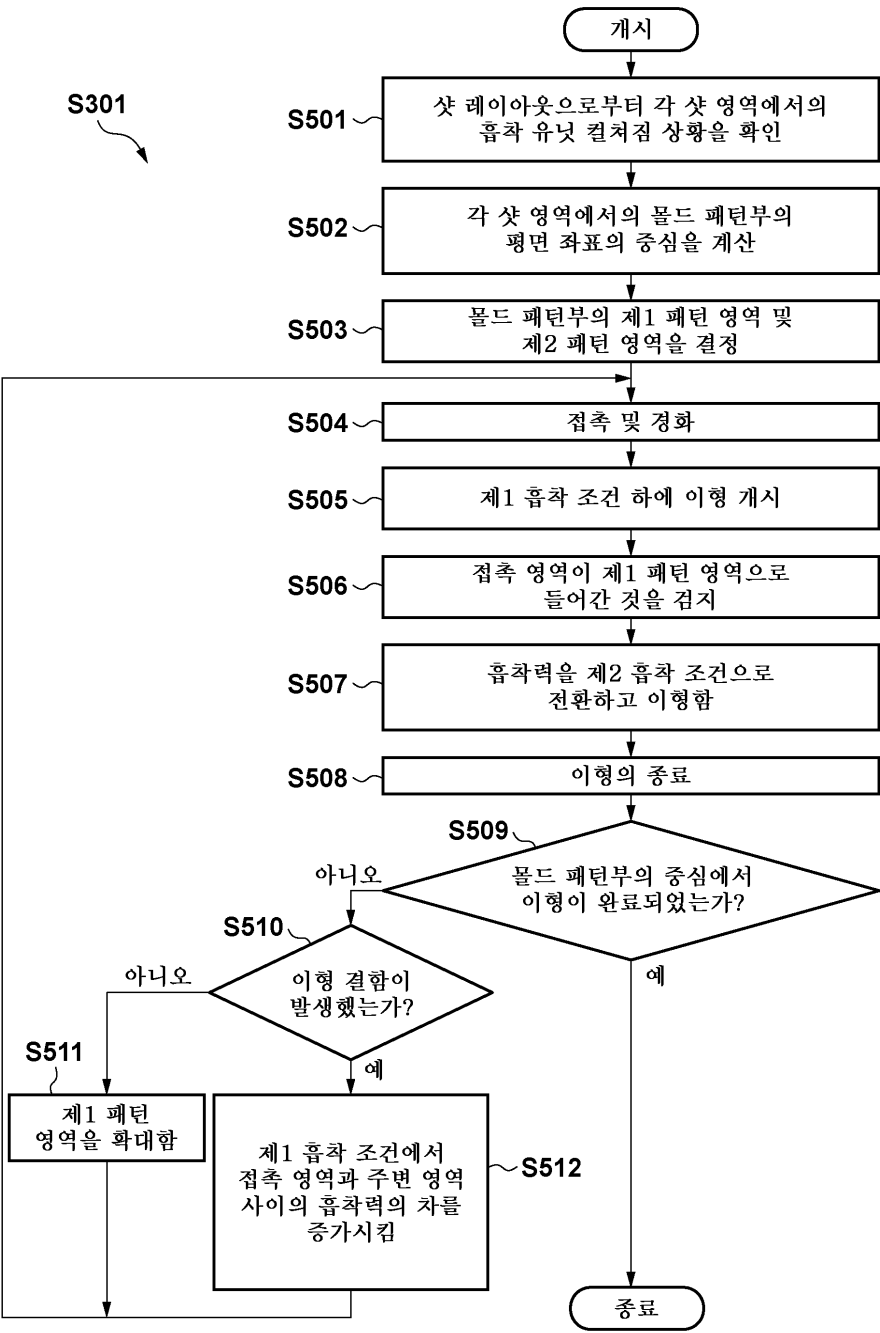
도면10



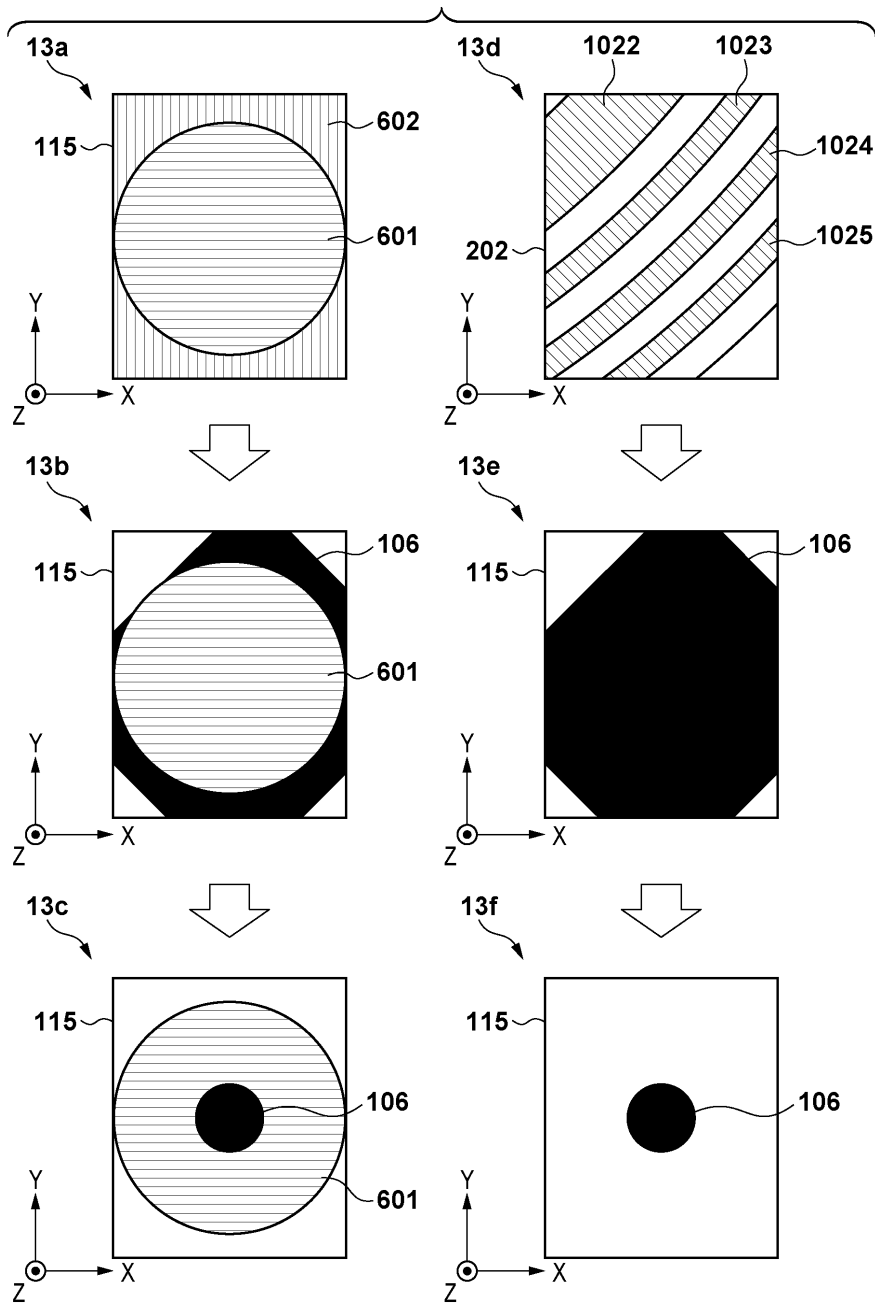
도면11



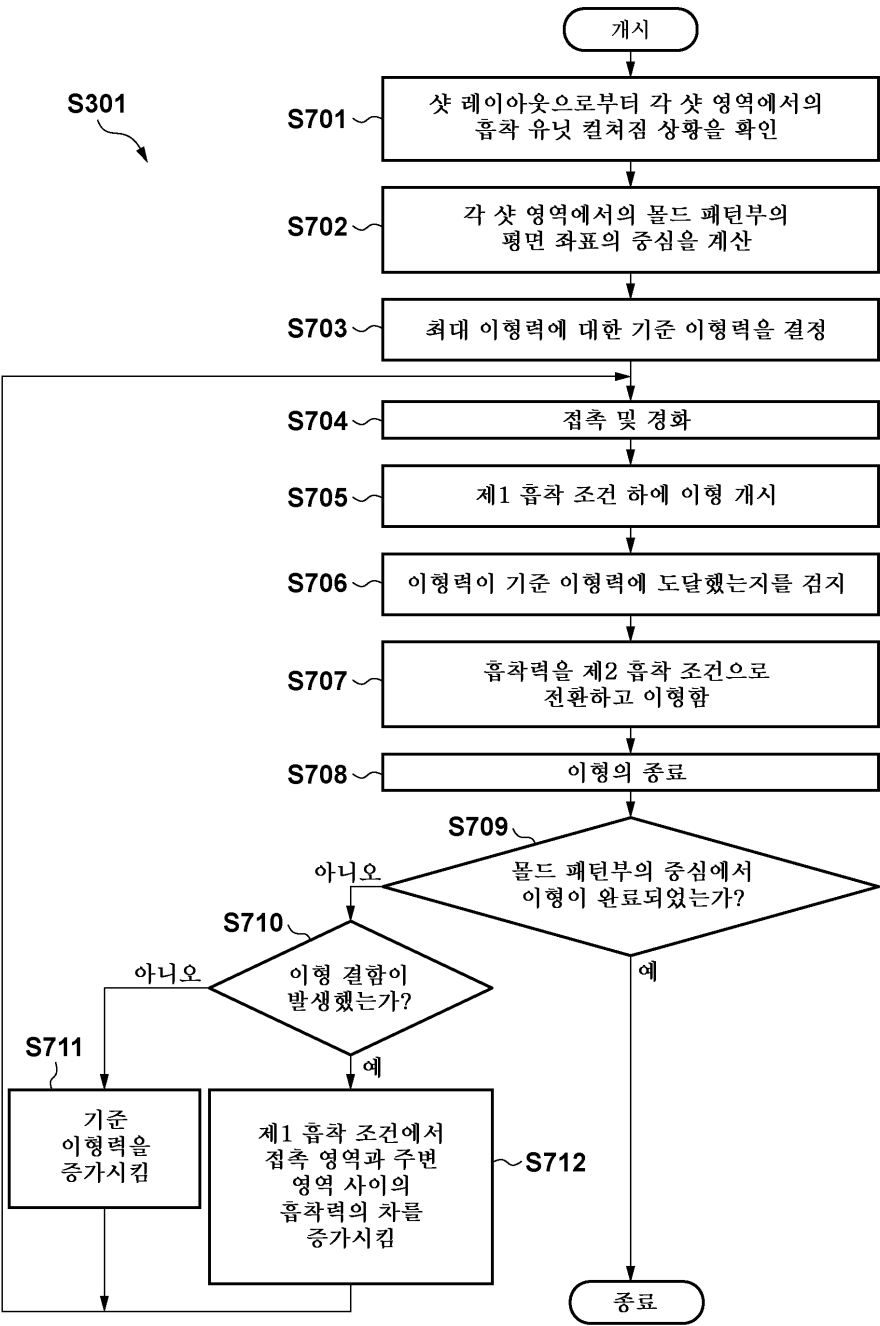
도면12



도면13

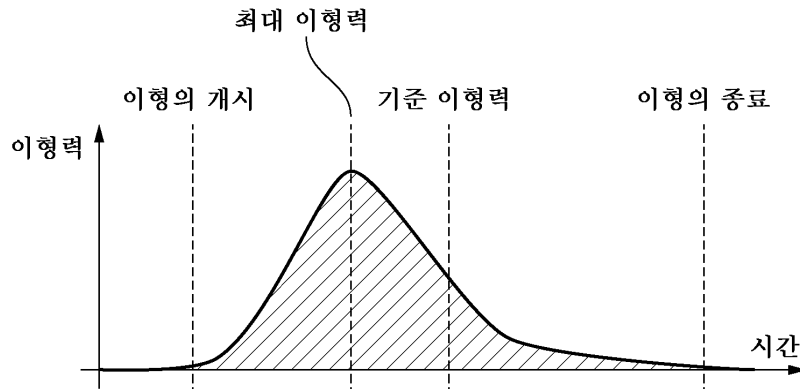


도면14

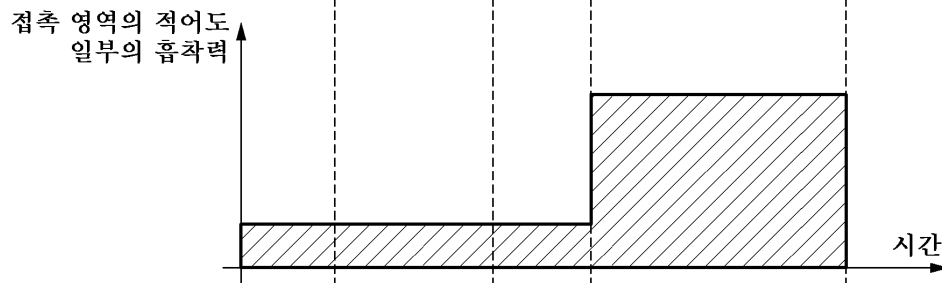


도면15

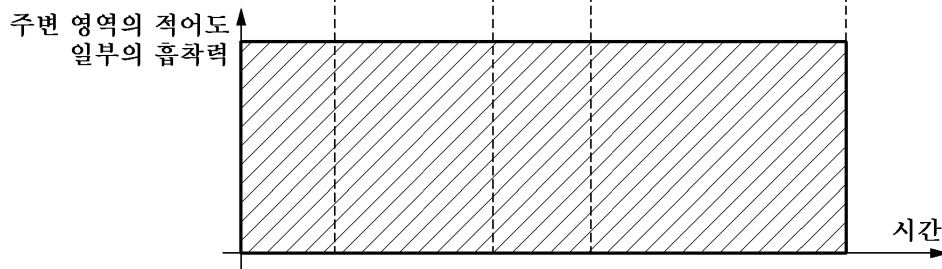
(a)



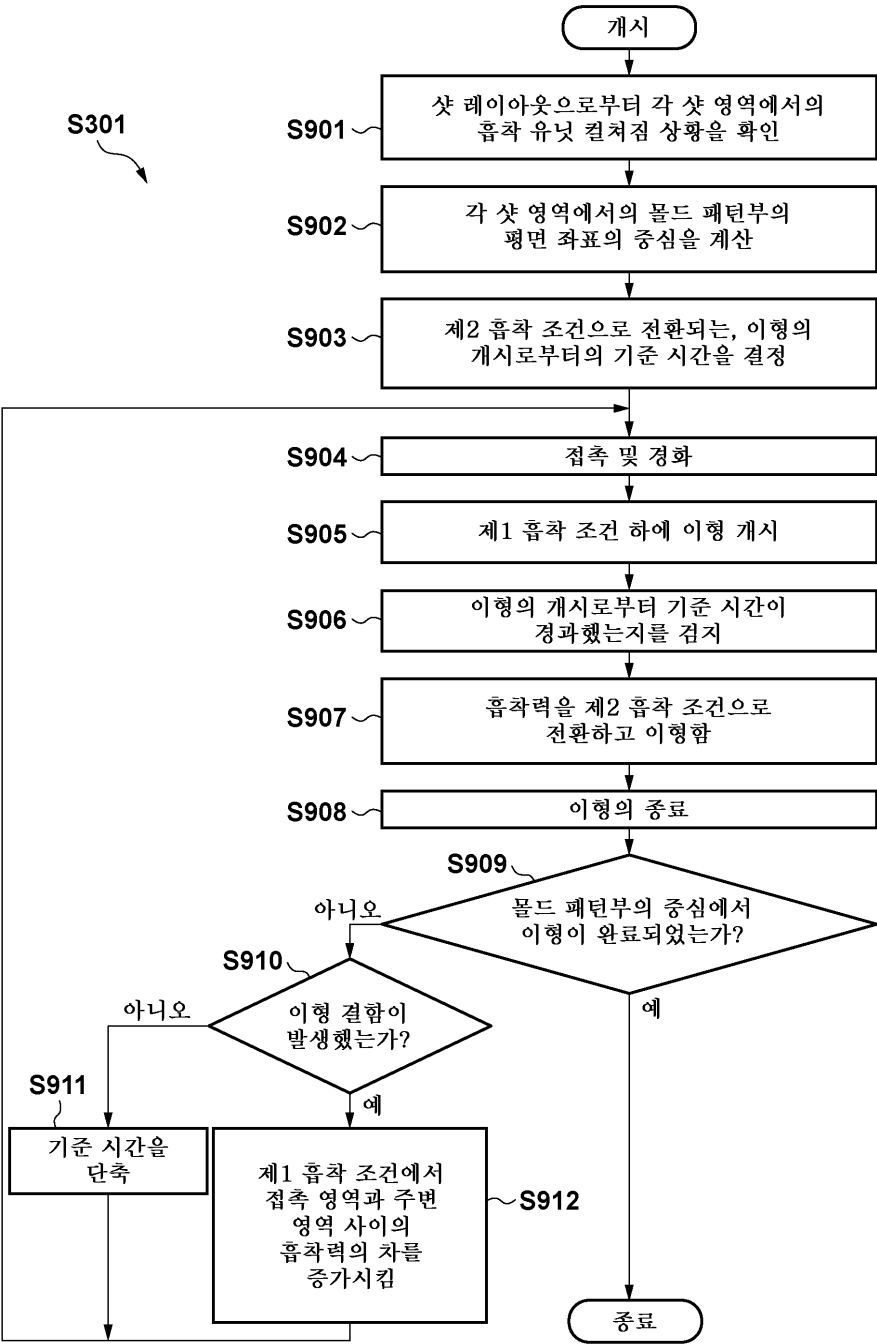
(b)



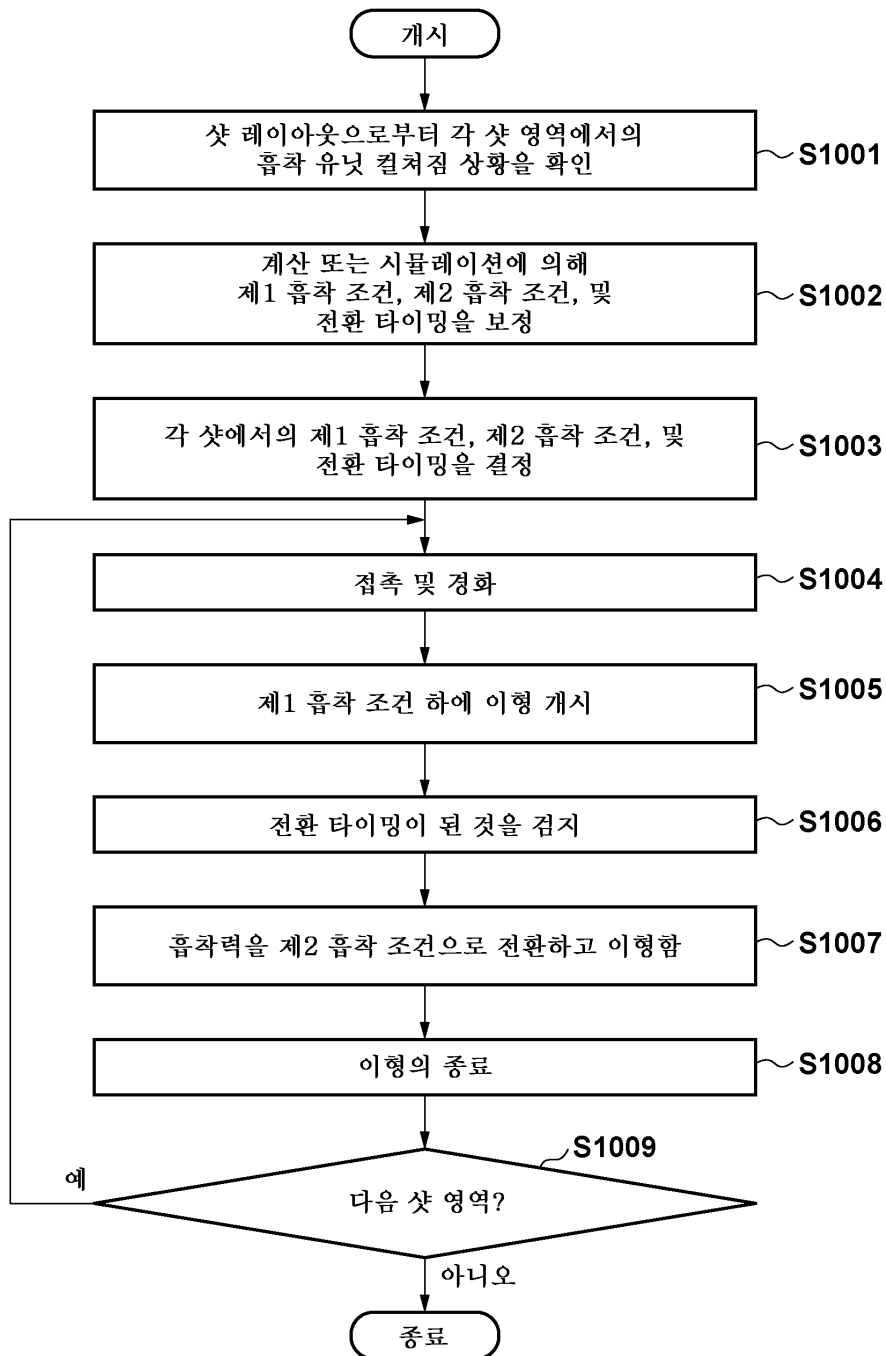
(c)



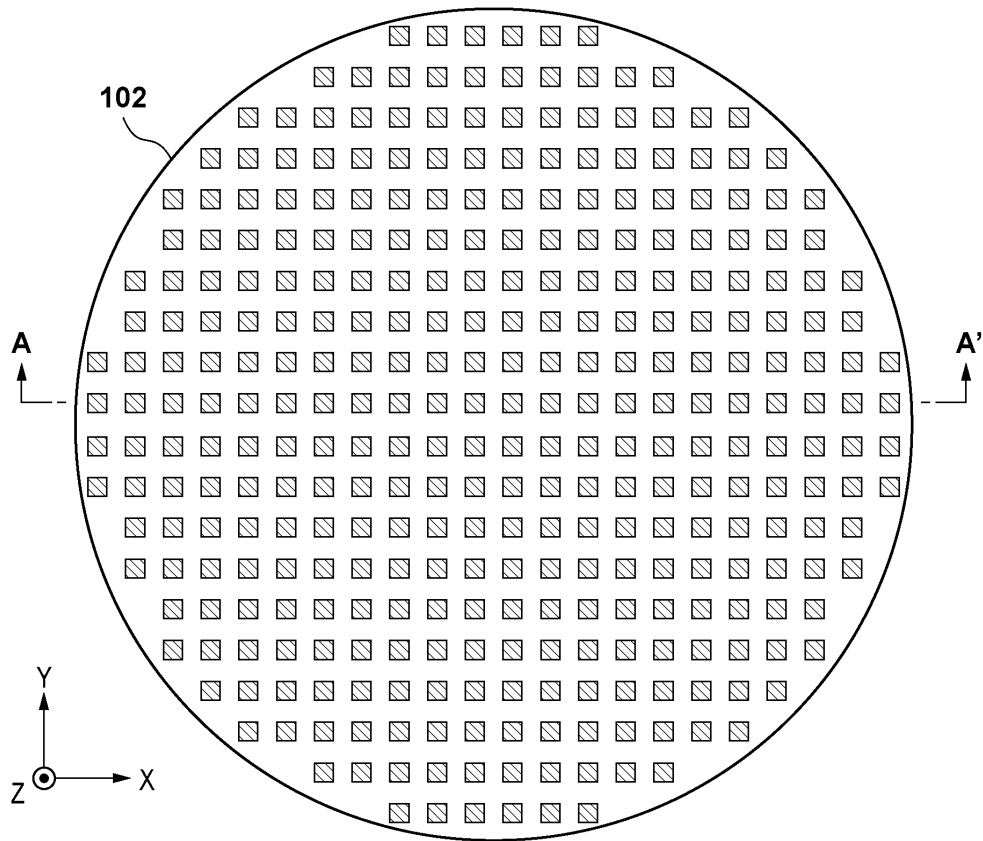
도면16



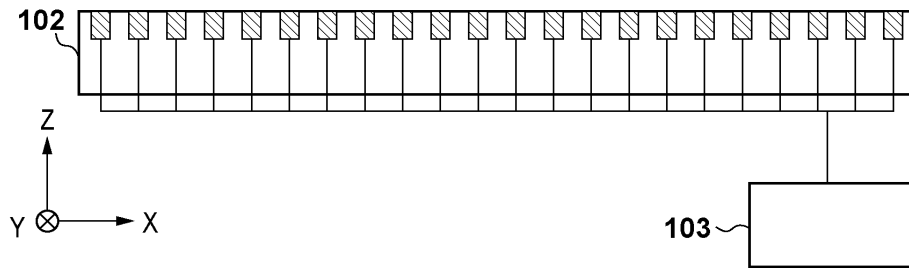
도면17



도면18a



도면18b



도면19

