



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년05월20일

(11) 등록번호 10-1980497

(24) 등록일자 2019년05월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/00 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G03F 7/0002 (2013.01)

G03F 7/70483 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7008576

(22) 출원일자(국제) 2016년08월03일

심사청구일자 2018년03월27일

(85) 번역문제출일자 2018년03월27일

(65) 공개번호 10-2018-0044391

(43) 공개일자 2018년05월02일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2016/003579

(87) 국제공개번호 WO 2017/038007

국제공개일자 2017년03월09일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-174407 2015년09월04일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2010149469 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 11 항

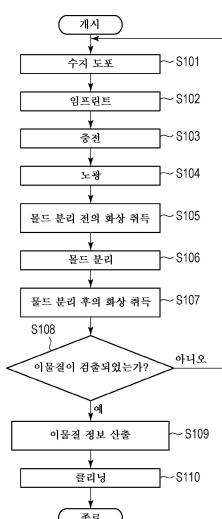
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 임프린트 장치, 임프린트 방법 및 물품의 제조 방법

(57) 요약

이물질 검출과 연관된 스루풋의 저하를 억제한다. 본 발명은 몰드(102)를 사용하여 기판(103) 상에 임프린트재(114)의 패턴을 형성하도록 구성된 임프린트 장치(100)에 관한 것이다. 임프린트 장치(100)는, 임프린트재(114)를 활상하도록 구성된 활상 유닛(119), 및 기판(103)이 탑재된 탑재 유닛(106)과 기판(103) 사이에 존재하는 이물질(503a)을 검출하도록 구성된 검출 유닛(120)을 포함한다. 상기 검출 유닛(120)은, 몰드(102)가 접촉된 임프린트재(114)로부터 몰드(102)가 분리되기 전에 활상 유닛(119)에 의해 활상된 제1 활상 결과, 및 몰드(102)가 접촉된 임프린트재(114)로부터 몰드(102)가 분리된 후에 활상 유닛(119)에 의해 활상된 제2 활상 결과에 기초하여 이물질(503a)을 검출하도록 구성된다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G03F 7/70925 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성10070069 A

JP2009212382 A

US20150076724 A1

KR1020140053771 A

명세서

청구범위

청구항 1

몰드를 사용해서 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하도록 구성된 임프린트 장치이며,

상기 임프린트재를 활상하도록 구성된 활상 유닛; 및

상기 기판이 탑재된 탑재 유닛과 상기 기판 사이에 존재하는 이물질을 검출하도록 구성된 검출 유닛을 포함하며,

상기 검출 유닛은, 상기 몰드가 접촉된 상기 임프린트재로부터 상기 몰드가 분리되기 전에 상기 활상 유닛에 의해 활상된 제1 활상 결과, 및 상기 몰드가 접촉된 상기 임프린트재로부터 상기 몰드가 분리된 후에 상기 활상 유닛에 의해 활상된 제2 활상 결과에 기초하여 상기 이물질을 검출하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 활상 유닛은 상기 몰드를 투과한 광을 사용하여 상기 임프린트재를 활상하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 검출 유닛은, 상기 제1 활상 결과인 화상의 화소 정보와 상기 제2 활상 결과인 화상의 화소 정보 사이의 차이에 기초하여 상기 이물질을 검출하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제2 활상 결과를 사용하여 상기 검출 유닛에 의해 검출된 이물질의 위치 및 크기 중 하나 이상의 정보를 산출하도록 구성된 산출 유닛을 더 포함하는, 임프린트 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 산출 유닛은, 활상 시야에 대한 상기 몰드의 패턴 형성부의 위치에 기초하여 상기 탑재 유닛이 탑재된 상태로 이동하는 이동체에 대한 상기 이물질의 위치를 취득하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 탑재 유닛을 클리닝하도록 구성된 클리닝 유닛을 더 포함하며,

상기 클리닝 유닛은 상기 검출 유닛이 상기 이물질을 검출한 경우에 상기 탑재 유닛을 클리닝하도록 구성되는, 임프린트 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 활상 결과는 상기 임프린트재 및 상기 몰드가 서로 접촉한 후에 그리고 상기 임프린트재로부터 상기 몰드를 분리하는 동작이 개시되기 전에 활상되며, 상기 제2 활상 결과는 상기 임프린트재로부터 상기 몰드를 분리하는 동작이 완료된 후에 활상되는, 임프린트 장치.

청구항 8

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 활상 결과는 상기 임프린트재가 경화된 후에 그리고 상기 임프린트재로부터 상기 몰드를 분리하는 동작이 개시되기 전에 활상되는, 임프린트 장치.

청구항 9

몰드를 사용하여 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 임프린트 방법이며,

상기 임프린트재와 상기 몰드를 서로 접촉시키는 단계;

상기 접촉시키는 단계 후에 상기 임프린트재로부터 상기 몰드를 분리하는 단계; 및

상기 접촉시키는 단계 후 및 상기 분리하는 단계 전에 활상된 상기 임프린트재의 제1 활상 결과, 및 상기 분리하는 단계 후에 활상된 상기 임프린트재의 제2 활상 결과에 기초하여, 상기 기판이 탑재된 탑재 유닛과 상기 기판 사이에 존재하는 이물질을 검출하는 단계를 포함하는, 임프린트 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 검출하는 단계에서 상기 이물질이 검출된 경우에 상기 탑재 유닛과 상기 기판 중 하나 이상을 클리닝하는 단계가 포함되는, 임프린트 방법.

청구항 11

물품의 제조 방법이며,

제1항 또는 제2항에 따른 임프린트 장치를 사용하여 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 형성하는 단계에서 상기 패턴이 형성된 기판을 가공하는 단계를 포함하는, 물품의 제조 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001]

본 발명은, 임프린트 장치, 임프린트 방법 및 물품의 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

반도체 디바이스 등의 제조를 위해서 기판 상에 미세한 패턴을 형성하는 방법으로서 임프린트 기술이 알려져 있다. 임프린트 기술에서는, 오목 및 볼록 패턴이 형성된 부분(이하, 패턴부라고 한다)을 갖는 몰드를 임프린트 재와 접촉시켜, 기판 상에 몰드의 전사 패턴을 형성한다.

[0003]

기판이 탑재되는 탑재 유닛과 기판 사이에 이물질이 배치되면, 기판이 국소적으로 돌출한다. 이러한 상태에서 패턴을 형성하면, 패턴 결함이 발생할 수 있거나, 패턴부가 손상될 수 있다.

[0004]

특허문헌 1은, 기판이 탑재 유닛에 탑재되기 전에 탑재 유닛 상의 이물질을 검출할 수 있는 검출 장치를 포함하는 리소그래피 장치를 기재하고 있다. 검출 장치는, 탑재 유닛에 접촉되는 옵티컬 플랫과, 당해 옵티컬 플랫 및 탑재 유닛에 레이저 광을 조사하는 레이저 광원과, 모니터 및 화상 처리 장치를 갖는다. 검출 장치는, 화상 처리 장치를 사용해서 옵티컬 플랫 상에서 활상되는 간접 줄무늬의 활상 결과를 해석함으로써 탑재 유닛 상의 이물질을 검출한다.

선행기술문헌**특허문헌**

[0005]

(특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평10-70069호

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0006] 특허문헌 1에 기재된 이물질 검출 장치는 기판이 탑재 유닛에 탑재되기 전에 이물질 검출을 행한다. 그로 인해, 옵티컬 플랫과 기판을 서로 접촉시키는 단계는 별도로 실행되고, 검사 단계 및 검사된 기판에 대해 실행되는 처리 단계를 포함하는 이물질 검출을 수반하는 처리의 스루풋이 저하될 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 양태는 이물질 검출과 연관된 스루풋의 저하를 억제할 수 있는 임프린트 장치 및 임프린트 방법을 제공한다. 본 발명의 일 양태에 따른 예시적인 실시형태는 몰드를 사용하여 기판 상에 임프린트재의 패턴을 형성하도록 구성된 임프린트 장치를 제공한다. 임프린트 장치는 임프린트재를 활상하도록 구성된 활상 유닛, 및 기판이 탑재되는 탑재 유닛과 기판 사이에 존재하는 이물질을 검출하도록 구성된 검출 유닛을 포함한다. 검출 유닛은, 몰드가 접촉되어 있는 임프린트재로부터 몰드가 분리되기 전에 활상 유닛에 의해 활상되는 제1 활상 결과, 및 몰드가 접촉되어 있는 임프린트재로부터 몰드가 분리된 후에 활상 유닛에 의해 활상된 제2 활상 결과에 기초하여 이물질을 검출하도록 구성된다.

[0007] 본 발명의 추가적인 특징은 첨부된 도면을 참고한 예시적인 실시형태에 대한 이하의 설명으로부터 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1a는 예시적인 실시형태에 따른 임프린트 장치의 구동을 도시한다.

도 1b는 직사각형 몰드와 몰드 스테이지의 구성을 도시한다.

도 2a는 몰드의 구조를 도시하는 정면도이다.

도 2b는 +Z 방향에서 본 몰드를 도시한다.

도 3은 예시적인 실시형태에 따른 임프린트 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 4a는 몰드와 임프린트재가 서로 접촉하고 있는 상태를 도시하는 개략도이다.

도 4b는 몰드가 분리되기 전에 임프린트재를 활상하여 얻은 결과를 나타내는 화상을 도시한다.

도 4c는 몰드가 분리된 후에 임프린트재를 활상하여 얻은 결과를 나타내는 화상을 도시한다.

도 5는 몰드가 임프린트재로부터 분리된 후의 상태를 도시하는 개략도이다.

도 6은 예시적인 실시형태에 따른 이물질을 검출하는 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 7은 몰드가 분리되기 전과 후에 활상된 화상 사이의 차이를 도시한다.

도 8은 배치 임프린트를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] [제1 예시적인 실시형태]

[0010] [장치 구성]

[0011] 도 1a는 본 예시적인 실시형태에 따른 임프린트 장치(100)의 구성을 도시한다. 도 1a에서, Z축(본 예시적인 실시형태에서는 수직 방향)은 광원(101)에 의해 출사되고, 몰드(102)를 투과하며, 기판(103)에 입사하는 자외 방사선(104)의 광축에 평행한 축에 대응한다. X축 및 Y축은 Z축에 수직인 평면 내에서 서로 직교하는 2개의 축이다.

[0012] 기판 스테이지(이동체)(105)는 기판(103)을 보유지지하는 기판 보유지지 유닛(탑재 유닛)(106)을 포함한다. 기판 보유지지 유닛(106)은 전공 펌프(도시하지 않음)에 접속되어 있고, 전공 펌프를 제어함으로써, 기판 보유지지 유닛(106)이 기판(103)을 보유지지하는 힘이 제어된다. 기판 스테이지(105) 상에는, 기판(103)으로부터 이

격된 위치에, 기준 마크가 형성된 마크 마운트(107)가 제공된다.

[0013] 도 1b는 직사각형의 몰드(102) 및 몰드 스테이지(108)의 구성을 도시한다. 몰드 스테이지(108)는, 몰드(102)와, 몰드(102)를 보유지지하는 몰드 보유지지 유닛(110)을 Z축 방향으로 이동시키는 구동 기구(125)를 갖는다.

[0014] 구동 기구(125)를 사용하여, 경화되지 않은 임프린트재(임프린트재)(114)(도 1a에 도시)에 대한 몰드(102)의 가압 동작(접촉 동작), 및 경화된 임프린트재(114)로부터의 몰드(102)의 분리 동작을 행한다. 몰드 스테이지(108)의 중앙부에는 원통형 공간(109)이 형성된다. 몰드 보유지지 유닛(110)은 진공 흡착력에 의해 몰드(102)를 흡착 및 보유지지한다.

[0015] 임프린트재(114)에는, 경화용의 에너지가 제공됨에 따라 경화되는 경화성 조성물(경화되지 않은 수지라고도 한다)이 사용된다. 경화용의 에너지는 전자파, 방사선, 열 등의 형태로 제공될 수 있다. 전자파는, 예를 들어 파장이 10 nm 이상 1 mm 이하인 방사선으로부터 선택되는 적외 방사선, 가시광선, 자외 방사선 등일 수 있거나, 혹은 X선이나 감마선 등의 전자기 방사선일 수 있다. 방사선은 전자선 등의 입자 방사선일 수 있다.

[0016] 경화성 조성물은 광이나 방사선의 조사에 의해 경화되거나 가열에 의해 경화되는 조성물이다. 이러한 조성물 중, 광에 의해 경화되는 광경화성 조성물은, 적어도 중합성 화합물과 광중합 개시제를 함유하고, 필요에 따라 비중합성 화합물 또는 용제를 함유할 수도 있다. 비중합성 화합물은, 중감제, 수소 공여체, 내첨형 이형제, 계면활성제, 산화방지제, 중합체 성분 등을 포함하는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다.

[0017] 중합성 화합물은, 광중합 개시제로부터 발생된 중합 인자(예를 들어, 라디칼)와 반응하고, 연쇄 반응(중합 반응)에 의해 고분자 화합물로 이루어지는 고체를 형성하는 화합물이다. 예를 들어, 중합성 화합물은 아크릴로일기 또는 메타크릴로일기를 1개 이상 갖는 화합물, 즉 (메트)아크릴 화합물이다. 광중합 개시제는, 수광에 의해 중합 인자를 발생시키는 화합물이며, 예를 들어 아실포스핀 옥시드 화합물과 같은 라디칼 발생제이다.

[0018] 임프린트재(114)는, 스판 코터나 슬릿 코터에 의해 기판(103) 위에 막 형태로 도포된다. 혹은, 임프린트재(114)는 액체 분사 헤드에 의해, 액적 형태, 혹은 복수의 액적이 연결되어 있는 섬 또는 막 형태로 기판(103)에 도포될 수 있다. 임프린트재(114)의 점도(25°C에서의 점도)는, 예를 들어 1mPa·s 이상 100mPa·s 이하이다.

[0019] 임프린트재(114)와 몰드(102)의 접촉 동작 및 분리 동작은, 기판 스테이지(105)만을 이동시키거나 몰드 스테이지(108)와 기판 스테이지(105)를 조합하여 이동시킴으로써 실행될 수 있다.

[0020] 압력 제어 유닛(112)은 배관(111)을 통해 기체를 급송 및 배출하여 공간(113) 내의 압력을 제어한다. 공간(113)은, 유리판(126) 및 몰드(102)의 리세스부(102b)에 의해 둘러싸인 공간이다. 압력 제어 유닛(112)에 의해 공간(113) 내의 기압을 임프린트 장치(100) 내의 기압보다 상승시키고, 따라서 후술하는 패턴부(패턴 형성부)(102a)를 기판(103)을 향해 돌출하도록 변형시킨다. 기판 보유지지 유닛(106) 및 몰드 보유지지 유닛(110)은 진공 흡착력을 이용하는 대신에 정전기력을 이용해서 각각의 보유지지 대상물을 보유지지할 수 있다.

[0021] 몰드(102)는 그 중앙부에 제공된 직사각형 패턴부(102a)를 포함하며, 패턴부(102a)에는 오목 및 볼록 패턴이 형성되어 있다. 또한, 몰드(102)에는, 패턴부(102a)가 형성된 면과 반대측의 면에 리세스부(102b)가 형성되어 있으며, 오목부(102b)는 패턴부(102a)의 단면적보다 큰 단면적을 갖는다. 리세스부(102b)는 대략 1 mm의 깊이를 갖는다.

[0022] 도 2a는 몰드(102)의 정면도이며, 도 2b는 +Z 방향에서 본 몰드(102)를 도시한다. 패턴부(102a)는 전사될 패턴이 형성되는 부분이다. 패턴부(102a)는, 기초부(201), 오목부(202), 및 볼록부(203)를 갖는다. 기초부(201)는 대략 30 μ m의 두께(Z축 방향의 길이)를 갖는다. 오목 및 볼록 패턴의 크기와 관련하여, 예를 들어 오목부(202)의 깊이로부터 볼록부(203)의 상부까지는 몇십 나노미터 내지 몇백 나노미터의 범위이며, 오목부(202) 및 볼록부(203)의 폭은 대략 수 나노미터 내지 수십 나노미터의 범위이다.

[0023] 패턴부(102a)의 4개의 코너에는, 패턴부(102a)의 위치나 크기의 계측에 사용하는 마크(204)가 제공된다. 마크(204)는 후술하는 검출 유닛(115)에 의해 검출된다.

[0024] 임프린트에 사용하는 임프린트재(114)가 광경화성인 경우에는, 몰드(102)의 재료로서 경화를 위한 자외 방사선(104)을 투과시킬 수 있는 재료가 사용된다. 이러한 재료의 예는, 실리카 유리, 규산계 유리, 불화 칼슘, 불화 마그네슘, 또는 아크릴 유리 등의 유리류; 사파이어; 질화 갈륨; 폴리카르보네이트; 폴리스티렌; 아크릴; 및 폴리프로필렌을 포함한다. 혹은, 상기의 것 중 임의의 원하는 재료로 이루어진 다층 부재를 사용할 수도 있다.

또한, 몰드(102)의 굴절률이 임프린트재(114)의 굴절률과 대략 동일하도록 몰드(102)를 위한 재료를 선택한다.

[0025] 도 1a 및 도 1b를 다시 참조하면, 검출 유닛(116)은 기판(103) 상에 제공된 얼라인먼트 마크(도시하지 않음)와, 기판 스테이지(105)에 대한 위치가 알려진 기준 마크를 검출한다. 검출 결과에 기초하여, 제어 유닛(120)이 기판 스테이지(105)에 대한 기판(103)의 위치를 구한다. 또한, 제어 유닛(120)은, 기판(103)에 제공된 베이스 패턴의 패턴 영역(117)의 형상, 위치 어긋남 등도 구한다.

[0026] 검출 유닛(115)은, 몰드(102)에 제공된 마크(204)(상세는 후술한다)와 얼라인먼트 마크를 검출한다. 검출 유닛(115)은, 마크(204)과 얼라인먼트 마크에 의해 발생하는 무아레 신호(간섭 줄무늬)에 기초하여, 기판(103) 상의 패턴 형성 대상이 되는 패턴 영역(117)과 패턴부(102a) 사이의 위치 어긋남이나 형상차를 구한다.

[0027] 검출 유닛(115)은 복수의 스코프를 갖고 있다. 복수의 얼라인먼트 마크가 패턴 영역(117)마다 제공되며, 복수의 마크(204)가 패턴부(102a)에 제공된다. 각각의 스코프는 한 쌍의 얼라인먼트 마크 및 마크(204)를 검출한다. 예를 들어, 검출 유닛(115)은 패턴 영역(117)의 4개의 코너의 마크를 동시에 계측한다. 무아레 신호는 고정밀 광학계 없이 검출될 수 있다. 그로 인해, 검출 유닛(115)은 낮은 해상력(NA)을 갖는 복수의 스코프에 의해 구성된다.

[0028] 도포 유닛(118)은, 패턴 영역(117)에 경화되지 않은 광경화성 임프린트재(114)를 공급한다.

[0029] 활상 유닛(119)은, 몰드 스테이지(108)가 몰드(102)의 하강을 개시하는 때로부터 패턴부(117)에 패턴부(102a)의 전사 패턴이 형성된 후에 몰드(102)가 다시 원래의 위치로 상승도리 때까지의 기간 동안에 임프린트재(114)를 활상한다.

[0030] 활상 유닛(119)은, 발광 다이오드(LED)로 형성된 광원(119a)과 활상 소자(119b)를 갖고, 몰드(102)의 리세스부(102b)가 형성되는 측으로부터 임프린트재(114)를 활상한다. 구체적으로는, 활상 유닛(119)은 몰드(102)를 투과하고 기판(103)에 의해 반사된 광을 사용하여 임프린트재(114)를 활상한다. 광원(119a)은, 자외 방사선(104)과 다른 파장대이며, 임프린트재(114)가 감광하지 않는 파장(예를 들어, 대략 400 nm 내지 500 nm)을 갖는 광을 출사한다. 활상 소자(119b)는 전하 결합 장치(CCD) 센서로 구성된다. 활상 소자(119b)의 활상 시야는 패턴부(102a)의 면적보다 약간 크다.

[0031] 임프린트재(114)에 패턴부(102a)를 접촉시키면, 임프린트재(114)와 패턴부(102a)가 서로 접촉하는 부분 주위에서 간섭 줄무늬가 관찰된다. 간섭 줄무늬의 변화를 관찰함으로써, 충전 단계(접촉 단계)의 완료를 결정할 수 있다. 충전 단계는, 임프린트재(114)와 패턴부(102a)가 서로 접촉하는 영역이 기판(103)에 평행 방향으로 연장하고, 패턴부(102a)의 오목부(202)에 임프린트재(114)가 충전되는 단계이다.

[0032] 임프린트재(114)와 몰드(102)의 굴절률은 서로 실질적으로 동등하기 때문에, 오목부(202)가 임프린트재(114)로 충전된 후에, 활상 시야 내에서, 실질적으로 동일한 계조수(화소 정보)의 화상이 관찰된다. 계조수는 그레이스케일 화상에서의 색의 농담을 나타내는 값이다. "실질적으로 동일한 계조수"라는 용어는, 예를 들어, 그레이스케일 화상의 각 화소의 계조수를 2치화 처리한 경우에, 결과적인 계조수가 동일한 것을 의미한다. 기판(103)의 피처리면(몰드(102)를 향하는 면) 및 피처리면과 반대측의 면(기판 보유지지 유닛(106)을 향하는 면)에 이물질이 존재하는 경우에는, 이물질에 의해 간섭 줄무늬 등의 화상이 관찰된다.

[0033] 활상 유닛(119)에 의해 활상된 활상 결과는 제어 유닛(120)에 의해 저장 유닛(121)에 저장된다. 저장 유닛(121)에 저장된 활상 결과는 각각의 개별 순간에서의 정지 화상을 포함한다.

[0034] 제어 유닛(검출 유닛, 산출 수단)(120)은, 광원(101), 몰드 스테이지(108), 검출 유닛(116), 도포 유닛(118), 활상 유닛(119), 저장 유닛(121), 및 클리닝 유닛(122)에 연결된다. 제어 유닛(120)은, 이를 유닛을 제어하여 기판(103) 위로 몰드(102)의 전사 패턴을 형성하고, 기판(103)의 표면 또는 이면에 존재하는 이물질을 검출한다.

[0035] 저장 유닛(121)은, 도 3 및 도 6에 도시된 흐름도에 나타낸 프로그램을 저장한다. 제어 유닛(120)은 저장 유닛(121)에 저장되어 있는 프로그램을 판독하고, 제어 유닛(120)에 연결된 유닛을 제어하여 프로그램을 실행시킨다.

[0036] 클리닝 유닛(122)은, 제어 유닛(120)에 의해 제어되고, 후술하는 이물질(503a)의 검출 결과에 기초하여 기판 보유지지 유닛(106)을 클리닝한다. 클리닝 유닛(122)은, 연마면을 갖는 플레이트(124)와, 플레이트(124)를 보유지지하는 플레이트 보유지지 유닛(123)을 가지며, 제어 유닛(120)에 의해 제어됨으로써 Z축 방향으로 이동할 수 있다. 기판(103)을 제거한 상태에서 기판 보유지지 유닛(106)의 표면에 플레이트(124)를 접촉시키고, XY 평면

내에서 플레이트(124)와 기판 보유지지 유닛(106)을 서로에 대해 이동시킨다. 이 동작을 통해, 기판 보유지지 유닛(106)의 표면이 클리닝되며, 이물질(503a)이 문질러 떨어진다.

[0037] [이물질의 검출 방법]

임프린트 장치(100)는, 패턴부(102a)와 임프린트재(114)가 서로 접촉하고 있는 상태에서 취득되는 임프린트재(114)의 화상(제1 활상 결과)과, 경화된 임프린트재(114)로부터 패턴부(102a)가 분리된 상태에서 취득되는 임프린트재(114)의 화상(제2 활상 결과)을 비교함으로써 이물질을 검출한다.

[0039] 도 3에 도시하는 흐름도를 참고하여, 1개의 패턴 영역(117)에의 패턴 형성 단계에서 행하여지는 이물질 검출 방법에 대해서 설명한다.

[0040] 기판 스테이지(105)를 이동시킴으로써, 패턴 영역(117)을 도포 유닛(118) 아래에 위치결정한다. 도포 유닛(118)은, 패턴 영역(117)에 대하여 경화되지 않은 임프린트재(114)를 도포한다(S101).

[0041] 기판 스테이지(105)의 이동에 의해, 패턴 영역(117)을 몰드 보유지지 유닛(110) 아래에 위치결정한다. 몰드 스테이지(108)는 몰드(102) 및 몰드 보유지지 유닛(110)을 하강시킨다. 몰드(102) 및 몰드 보유지지 유닛(110)이 하강하면, 압력 제어 유닛(112)이 공간(113) 내에 기체를 급송한다. 공간(113) 내의 압력은 임프린트 장치(100)가 배치된 공간의 압력보다 높아지므로, 패턴부(102a)는 하측(기판(103)을 향하는 측)을 향해 돌출하도록 변형된다. 몰드(102)와 몰드 보유지지 유닛(110)의 하강시의 이동량은, 계측 유닛(도시하지 않음)에 의해 미리 계측된 패턴부(102a)와 기판(103) 사이의 거리에 기초하여 결정된다.

[0042] 패턴부(102a)가 변형되면, 패턴부(102a)의 중심부는 임프린트재(114)와 접촉하게 된다(S102). 패턴부(102a)가 임프린트재(114)와 접촉한 후에, 압력 제어 유닛(112)은 공간(113)으로부터 기체를 배출시켜서, 공간(113) 내의 압력을 임프린트 장치(100)가 배치된 공간의 압력에 서서히 접근시킨다. 이 동작을 통해, 패턴부(102a)의 중앙부로부터 단부를 향해서 오목부(202)에 임프린트재(114)가 충전되며, 패턴부(102a)와 임프린트재(114)가 서로 접촉하는 영역이 서서히 증가한다(S103).

[0043] 오목부(202)가 임프린트재(114)로 충전된 후(임프린트재(114)와 몰드(102)를 서로 접촉시킨 후), 광원(101)은 임프린트재(114)에 자외 방사선(104)을 조사하고, 임프린트재(114)를 경화시킨다(S104). 충전 완료의 타이밍은, 활상 유닛(119)에 의해 활상된 활상 결과에 기초하여 제어 유닛(120)에 의해 결정된다. 혹은, 미리 결정된 시간이 미리 설정될 수 있다.

[0044] 전술한 바와 같이, 활상 유닛(119)은, 몰드 스테이지(108)가 몰드(102)의 하강을 개시하는 때로부터, 패턴 영역(117)에 패턴부(102a)의 전사 패턴을 형성한 후에 몰드(102)가 다시 원래의 위치로 상승하는 때까지의 기간 동안에 임프린트재(114)를 활상한다.

[0045] S102 후에, 기판(103) 상의 이물질(501a, 502a)과 연관된 화상이 활상된다. 활상 유닛(119)은, 임프린트재(114)가 경화된 후 그리고 몰드(102)를 임프린트재(114)로부터 분리하는 단계(분리 단계)가 개시되기 전의 기간 동안에 화상을 취득하며, 제어 유닛(120)은 활상 결과를 저장 유닛(121)에 저장한다(S105).

[0046] 몰드 스테이지(108)는, 몰드 분리 단계(S106)에서 몰드(102) 및 몰드 보유지지 유닛(110)을 +Z 방향으로 상승시킨다. 몰드(102) 및 몰드 보유지지 유닛(110)이 상승되는 동안에, 압력 제어 유닛(112)은 공간(113) 내에 기체를 급송하고, 패턴부(102a)와 임프린트재(114)가 서로 접촉하는 영역이 제거될 때 몰드 분리 단계가 종료된다. 패턴부(102a)에 임프린트재(114)가 부분적으로 부착되는 경우에도, 이 부착부는 무시한다.

[0047] 몰드 분리 단계 후에도, 활상 유닛(119)은 임프린트재(114)를 활상한다. 제어 유닛(120)은, 몰드 분리 단계가 완료된 후(분리 동작이 완료된 후)에 활상 소자(119b)에 의해 활상된 활상 결과를 저장 유닛(121)에 저장한다(S107). S105에서 저장 유닛(121)에 저장된 활상 결과를 화상(504)(도 4b에 도시)이라 칭하고, S107에서 저장 유닛(121)에 저장된 활상 결과를 화상(505)(도 4c에 도시)이라 칭한다. 화상(504) 및 화상(505)은 그레이 스케일로 표현된다.

[0048] 제어 유닛(120)은, 화상(504) 및 화상(505)에 기초하여, 활상 소자(119b)가 기판 보유지지 유닛(106)과 기판(103) 사이의 이물질(503a)을 검출했는지의 여부를 결정한다(S108). 이물질(503a)이 없다고 결정되면(이물질(503a)이 검출되지 않으면), 다음 패턴 영역(117)에 대하여 단계 S101 내지 S108이 반복된다. 이물질(503a)이 있다고 결정되면(이물질(503a)이 검출되면), 제어 유닛(120)은 이물질 정보를 산출한다(S109). 이물질 정보는 이물질(503a)의 위치 및 크기에 대한 정보이다.

- [0049] 이물질(503a)이 검출된 경우, 기판 보유지지 유닛(106)을 클리닝 유닛(122)까지 반송하고, 기판 보유지지 유닛(106)의 기판측 면을 클리닝한다(S110). 이때, 클리닝 유닛(122)은, 제어 유닛(120)으로부터 수신한 S109에서 취득한 이물질 정보에 기초하여 클리닝을 실행한다. 임프린트 장치(100)는, 클리닝 후의 기판(103)에 대하여 패턴을 형성하는 처리를 재개한다.
- [0050] 제어 유닛(120)은, 미리결정된 수의 이물질(503a)이 검출되거나 이물질(503a)에 의해 점유되는 미리결정된 면적 이 검출되었을 때 유저에게 에러를 통지한다. 유저에게 에러가 통지되었을 때, 혹은 에러를 통지 받은 유저에 의해 발행된 클리닝 지시를 수신하였을 때, 클리닝 유닛(122)은 기판 보유지지 유닛(106)을 클리닝할 수 있다. 혹은, 클리닝을 실행하는 대신에, 이물질(503a)이 검출되었을 때 기판(103)에 패턴을 형성하는 처리를 종료할 수 있다.
- [0051] 화상(504), 화상(505) 및 이물질 정보를 취득하는 방법에 대해서 설명한다.
- [0052] 도 4a는, 몰드(102)와 임프린트재(114)를 서로 접촉시킨 상태를 도시하는 개략도이다. 도 4a는, 기판(103) 위에 이물질(501a, 502a)이 존재하고, 기판 보유지지 유닛(106)과 기판(103) 사이에 이물질(503a)이 존재하는 상태를 도시한다. 이물질(501a, 502a)로 인해 몰드(102)와 임프린트재(114)가 서로 부분적으로 접촉할 수 없게 되고, 따라서 간극(301, 302)이 존재한다. 여기서, 임프린트재(114)의 두께는, 예를 들어 대략 $50\mu\text{m}$ 이고, 각각의 이물질(501a, 502a, 503a)의 크기는 수 마이크로미터 내지 수십 마이크로미터 이하이다.
- [0053] 도 4b 및 도 4c는 활상 유닛(119)에 의해 취득된 화상을 도시한다.
- [0054] 도 4b는, 몰드(102)가 분리되기 전(분리 전)에 임프린트재(114)를 활상하여 얻은 결과를 나타내는 화상(504)을 도시한다. 직사각형(401)은, 패턴부(102a)의 외주에 대응하고, 패턴부(102a)와 패턴부(102a)를 둘러싸는 공간 사이의 경계를 나타낸다. 직사각형(401)의 내부에는, 영역(501b, 502b)의 상이 나타나 있다.
- [0055] 패턴부(102a)는, 패턴부(102a)가 이물질(501a, 502a)과 접촉하는 점을 각각의 중심으로 하여 면외 방향(Z축 방향)으로 돌출하도록 변형된다. 간극(301)은, 이물질(501a)에 기인하여 패턴부(102a)와 임프린트재(114) 사이에 형성된 공간이다. 간극(302)은, 이물질(502a)에 기인하여 패턴부(102a)와 임프린트재(114) 사이에 형성된 공간이다. 간극(301, 302)에 존재하는 기체의 굴절률은, 몰드(102)와 임프린트재(114)의 굴절률과 상이하기 때문에, 영역(501b, 502b)의 상이 나타난다.
- [0056] 기판(103)은, 기판(103)이 이물질(503a)과 접촉하는 점을 중심으로 하여 완만하게 돌출한다. 기판(103)의 강성에 의해, 기판(103)의 변형된 영역은 면외 방향으로 광범위하게 확산되고 완만하게 경사진다. 기판(103)이 이런 방식으로 변형되기 때문에, 패턴부(102a)와 임프린트재(114) 사이에 간극이 발생하기 어렵고, 따라서 이물질(503a)과 연관된 상이 활상되지 않는다.
- [0057] 도 4c는 몰드(102)가 분리된 후(분리 후)에 임프린트재(114)를 활상하여 얻은 결과를 나타내는 화상(505)을 도시한다. 화상(505)에서는, 영역(501b)의 상이 영역(501c)의 상과 실질적으로 동일한 위치에 나타나며, 영역(502c)의 상이 영역(502b)의 상과 실질적으로 동일한 위치에 나타난다. 또한, 영역(503c)의 상도 나타난다.
- [0058] 영역(501c, 502c)의 상은 영역(501b, 502b)의 상과 실질적으로 동일한 계조수를 갖는다. 이물질(501a, 502a)이 존재하는 영역에서의 임프린트재(114)의 막 두께는, 이물질(501a, 502a)이 존재하지 않는 영역에서의 임프린트재(114)의 막 두께에 비교해서 덜 균일하다(막 두께의 편차가 크다). 임프린트재(114)의 이런 막 두께 차이에 의해, 광의 간섭 작용에 차이가 발생하고, 따라서 영역(501c, 502c)의 상이 나타난다.
- [0059] 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 이물질(503a)로 인해 이물질(503a)의 상방의 영역(307)에서의 임프린트재(114)의 두께는 다른 영역(308)에서의 임프린트재(114)의 두께 미만이다. 이런 두께의 차이에 의해 광의 간섭 작용에 차이가 발생하므로, 영역(503c)의 상이 나타난다.
- [0060] 몰드(102)가 분리된 후에 보유지지된 임프린트재(114)의 형상(막 두께의 분포)은 몰드(102)가 분리되기 전에 보유지지된 임프린트재(114)의 형상과 동일하지만, 몰드(102)가 분리되기 전에는 임프린트재(114)의 형상에 연관된 상은 관찰되지 않는다.
- [0061] 몰드(102)의 굴절률과 임프린트재(114)의 굴절률은 실질적으로 동일하고, 몰드(102)와 임프린트재(114) 사이의 경계에서 광은 반사되기 어렵다. 또한, 몰드(102)는 임프린트재(114)보다 충분히 두껍기 때문에, 몰드(102)와 임프린트재(114)의 총 두께는 몰드(102)의 두께와 실질적으로 동일하다. 따라서, 임프린트재(114)의 미소한 두께의 차이에 연관되어 발생하는 간섭 작용은 거의 없고, 활상 유닛(119)에 의해 간섭 줄무늬는 관찰되기 어려워

진다.

[0062] 한편, 몰드(102)가 분리된 후에, 몰드(102)와 임프린트재(114) 사이에, 몰드(102) 및 임프린트재(114)의 굴절률과 상이한 굴절률을 갖는 기체(309)가 존재한다. 몰드(102)가 분리되기 전의 경우와 달리, 기체(309)와 임프린트재(114) 사이의 경계에서 광이 반사되기 때문에, 임프린트재(114)의 두께 분포와 연관되어, 몰드(102)가 분리되기 전에 획득된 화상에서 나타나지 않은 간섭 줄무늬가 나타나게 된다.

[0063] 도 6은, 화상(504)과 화상(505)을 사용하여, 이물질(503a)의 존재, 및 이물질(503a)의 위치 및 크기 등의 이물질 정보의 취득 방법을 나타내는 흐름도이다.

[0064] 제어 유닛(120)은, 저장 유닛(121)에 저장된 화상(504)과 화상(505)을 판독한다(S201). 제어 유닛(120)은, 화상(505)의 화소 정보로부터 화상(504)의 화소 정보를 감산한다(S202). 구체적으로는, 제어 유닛(120)은, 화상(505)의 화소의 계조수로부터, 화상(505)의 각 화소에 대응하는 화상(504)의 화소의 계조수를 감산한다. 제어 유닛(120)은 감산에 의해 얻어진 화상을 2치화한다.

[0065] 도 7은, S202 취득된 화상(506)을 나타내며, 화상(506)은 몰드(102)가 분리되기 전에 획득된 임프린트재(114)의 화상의 화소 정보와 몰드(102)가 분리된 후에 획득된 임프린트재(114)의 화상의 화소 정보 사이의 차이를 나타낸다. 2치화를 통해, 화상(504)과 화상(505)에 공통되는 직사각형(401)의 화상이 사라지고, 영역(503c)의 화상만이 남는다.

[0066] 이어서, 제어 유닛(120)은, 인접하는 화소의 값을 연속적으로 비교하고, 미리결정된 임계값 이하의 값을 갖는 화소가 상기 임계값 이상의 값을 갖는 화소에 인접하는 경계를 추출한다. 여기서 추출되는 경계는, 이물질(503a)의 윤곽을 나타내는 영역(503c)의 윤곽과 일치한다. 본 예시적인 실시형태에서는, 2치화 처리를 행했기 때문에, 값이 낮은 값으로부터 높은 값으로 전환되는 경계는 이물질(503a)의 윤곽에 대응한다.

[0067] 제어 유닛(120)은, 활상 소자(119b)의 활상 시야에 대한 패턴부(102a)의 정점의 위치(형성된 패턴의 위치)를 구한다(S203). 여기서, 제어 유닛(120)은, 화상(504)에서의 직사각형(401)의 4개의 정점의 위치와, 화상(505)에서의 직사각형(401)의 4개의 정점의 위치를 추출하고, 각 정점의 위치의 평균값을 구한다.

[0068] 제어 유닛(120)은, 폐쇄된 경계선에 포함되는 화소를 함께 그룹화하고, 1개의 그룹을 1개의 이물질로서 식별한다(S204). S204에서 얻어진 결과에 기초하여, 제어 유닛(120)은 이물질(503a)이 검출되었는지의 여부를 결정하는데, 즉 이물질(503a)이 존재하는지 여부를 결정한다.

[0069] 제어 유닛(120)은, 영역(503c)의 무게중심 위치를 구함으로써, 이물질(503a)의 무게중심 위치를 구한다(S205). S205에서 구해진 무게중심의 위치는 활상 소자(119b)의 활상 시야에 대한 이물질(503a)의 위치이다. S204에서 복수의 이물질(503a)이 검출되는 경우, 무게중심의 위치는 마찬가지 방식으로 구해진다.

[0070] 제어 유닛(120)은, S204와 S205에서 얻은 결과를 사용하여, 패턴부(102a)에 대한 이물질(503a)의 무게중심의 위치를 구한다(S206). 마찬가지로, 제어 유닛(120)은 S203에서 구한 패턴부(102a)의 4개의 정점 중 1개를 원점으로 하는 XY 좌표계에서의 이물질(503a)의 위치를 구한다.

[0071] 이어서, 제어 유닛(120)은, 기판 스테이지(105)에 대한 이물질(503a)의 위치를 구한다(S207).

[0072] 검출 유닛(115, 116)을 사용함으로써, 기판 스테이지(105)에 대한 기판(103)의 위치, 기판(103)에 대한 패턴 영역(117)의 위치, 및 패턴 영역(117)에 대한 패턴부(102a)의 위치는 알려져 있다.

[0073] 전술한 알려진 정보와, S206에서 구한 패턴부(102a)에 대한 이물질(503a)의 무게중심의 위치를 사용하여, 기판 스테이지(105)에 대한 이물질(503a)의 위치를 구할 수 있다. 이상에서, 이물질(503a)의 검출 방법 및 이물질(503a)의 이물질 정보를 구하는 방법을 설명했다.

[0074] 본 예시적인 실시형태에 따른 임프린트 장치(100)에서는, 몰드(102)가 임프린트재(114)로부터 분리되기 전에 활상된 활상 결과를 사용하여, 기판 보유지지 유닛(106)과 기판(103) 사이에 존재하는 이물질(503a)을 검출할 수 있다. 패턴의 형성 처리와 병행해서 이물질(503a)의 검출을 행할 수 있기 때문에, 본 예시적인 실시형태를 적용하지 않는 경우에 비하여 스루풋의 저하를 억제할 수 있다.

[0075] 특히, 본 예시적인 실시형태에 따른 이물질(503a)의 검출 방법은, 기판 스테이지(105)에 탑재되는 기판이 교환될 때마다 이물질(503a)을 검출하는 단계를 행하는 경우에도 스루풋이 저하되지 않는 점에서 우수하다. 또한, 상기 방법은, 기판(103)을 기판 보유지지 유닛(106)에 탑재한 후에도, 기판(103)의 표면의 이물질(501a, 502a)을 기판(103)의 이면의 이물질(503a)로부터 구별할 수 있는 점에서 우수하다.

- [0076] S204에서 복수의 이물질(503a)이 검출된 경우에는, 단계 S205 내지 S207의 각각의 처리가 이물질(503a)의 수와 동일한 수로 반복된다. 혹은, S205 내지 S207의 처리를 한번 종료한 후에, 다시 다른 이물질(503a)에 대해서 S205 내지 S207의 처리를 반복해도 된다.
- [0077] 제어 유닛(120)은, 기판(103)으로부터 몰드(102)를 분리하기 전에 이물질(501a 또는 502a)에 연관되어 영역(501b 또는 502b)이 나타난 시점에서, 결함이 발생했다고 결정할 수 있고, 임프린트 처리를 종료할 수 있다. 혹은, 제어 유닛(120)은, 기판(103)의 표면의 이물질의 크기나 이물질의 수를 구할 수 있고, 구한 결과에 기초하여 임프린트 처리를 계속할지의 여부를 결정할 수 있다.
- [0078] [다른 예시적인 실시형태]
- [0079] 지금까지 설명한 바와 같이, 몰드(102)가 분리되기 전에 화상을 활상하는 단계는 임프린트재(114)가 경화된 후에 실행되는 것이 바람직하다. 임프린트재(114)가 경화되기 전 및 후에 임프린트재(114)의 광학 특성의 변화로 인해 활상 소자(119b)에 입사하는 광의 강도가 변화하는 경우에도, 몰드(102)가 분리되기 전 및 후에 활상된 화상에 이물질(501, 502a, 503a)이 존재하지 않는 영역의 화소값을 일정하게 유지할 수 있다. 따라서, 화상(504)과 화상(505)을 비교하기 더 쉬워진다.
- [0080] 임프린트 장치(100)는, 1회의 임프린트 처리를 통해 복수의 패턴 영역(117)에 패턴을 형성할 수 있는 패턴부(801)를 구비한 몰드(802)(도 8에 도시)를 사용해서 임프린트 처리를 행하는 장치일 수 있다. 활상 유닛(119)이 한 번에 임프린트 처리되는 영역과 실질적으로 동일한 활상 시야에 의해 임프린트재(114)를 활상함으로써, 전술한 예시적인 실시형태에서 이물질이 검출된 영역보다 넓은 영역에서 패턴 영역(117)과 기판 보유지지 유닛(106) 사이에 존재하는 이물질을 검출한다.
- [0081] 클리닝 유닛(122)은, 기판 보유지지 유닛(106)과 기판(103)의 이면 중 적어도 하나를 클리닝할 수 있으면 충분하다. 또한, 클리닝 유닛(122)은 이물질 정보에 기초하여 클리닝을 행하지 않아도 된다. 이 경우, 이물질(503a)이 검출되면, 클리닝 유닛(122)은 전체 클리닝 대상 영역을 클리닝할 수 있다. 이물질 정보는 이물질(503a)의 위치와 크기 중 적어도 하나일 수 있다.
- [0082] 제어 유닛(120)이 이물질(503a)을 검출하는 검출 유닛의 기능과 이물질 정보를 취득하는 산출 유닛의 기능의 양자 모두를 갖는 예를 나타냈지만, 이를 기능은 별개의 제어 기판에 개별적으로 제공될 수 있다. 임프린트 장치(100)는, 광경화 기술 대신에 열경화 기술을 채용하는 임프린트 장치(100)일 수 있다. 또한, 본 발명의 예시적인 실시형태에 따른 임프린트재는 광을 포함하는 다양한 종류의 전자기 방사선에 의해 경화되거나 열에 의해 경화되는 임프린트재이다. 임프린트 장치(100)에 채용되는 경화 기술에 따라 임프린트재를 선택한다.
- [0083] 본 명세서에서, "경화"란 용어는 임프린트재(114)를 구성하는 분자의 적어도 일부의 분자간 결합이 변화하는 것을 의미한다.
- [0084] 본 명세서에서, "이물질"이란 용어는 패턴 형성에 기여하는 것을 목적으로 하지 않는 물질을 말한다. 예를 들어, 이물질은, 도포 유닛(118)으로부터 토출되고 미스트의 형태로 떠다니는 임프린트재(114)로부터의 건조된 고형물, 임프린트 장치(100)를 구성하는 부재로부터 발생된 미세한 입자, 외부 공간으로부터 유입되어 임프린트 장치(100)에 존재하는 티끌 등일 수 있다.
- [0085] [물품의 제조 방법]
- [0086] 임프린트 장치를 사용해서 형성한 경화된 패턴은 다양한 물품의 적어도 일부에서 영구적으로 또는 다양한 물품이 제조될 때 일시적으로 사용된다. 물품은, 전기 회로 소자, 광학 소자, MEMS(microelectromechanical sensor), 기록 소자, 센서, 몰드 등이다. 전기 회로 소자는, DRAM(dynamic random-access memory), SRAM(static random-access memory), 플래시 메모리, 또는 MRAM(magnetoresistive random-access memory) 같은 휘발성 혹은 불휘발성의 반도체 메모리; LSI(large scale integration), CCD, 이미지 센서, 또는 FPGA(field-programmable gate array) 같은 반도체 디바이스 등일 수 있다. 광학 소자는, 마이크로렌즈, 도광체, 도파로, 반사 방지막, 회절 격자, 편광 소자, 컬러 필터, 발광 소자, 디스플레이, 태양 전지 등일 수 있다. MEMS는 DMD(digital micromirror device), 마이크로채널, 전기기계 변환 소자 등일 수 있다. 기록 소자는, CD(compact disc) 또는 DVD(digital versatile disc) 같은 광 디스크, 자기 디스크, 광자기 디스크, 자기 헤드 등일 수 있다. 센서는 자기 센서, 광 센서, 자이로 센서 등일 수 있다. 몰드는 임프린트용 몰드 등일 수 있다.
- [0087] 경화된 패턴은, 상기 물품의 적어도 일부의 구성 요소로서 그대로 사용되거나 레지스트 마스크로서 일시적으로

사용된다. 물품을 제조할 때의 기판 가공 단계에서 에칭 또는 이온 주입이 행하여진 후에 레지스트 마스크는 제거된다.

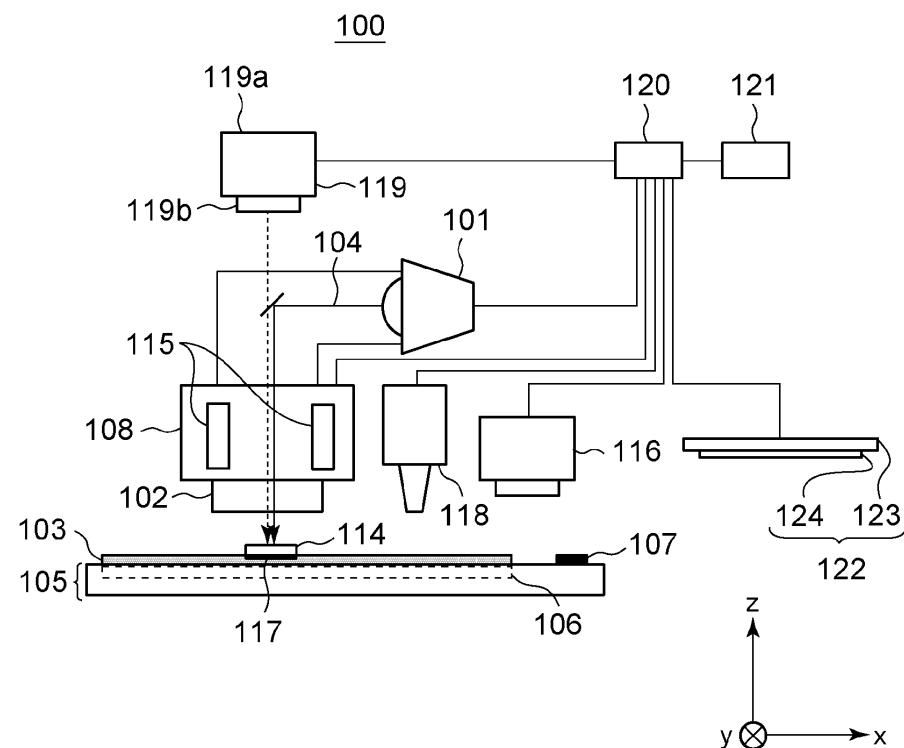
[0088] 이상, 본 발명의 예시적인 실시형태에 대해서 설명했지만, 본 발명은 이를 예시적인 실시형태로 한정되지 않으며, 본 발명의 사상의 범위 내에서 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다.

[0089] 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.

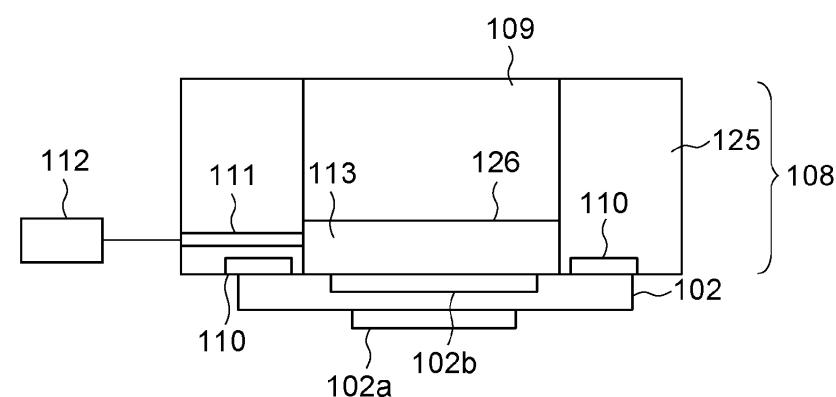
[0090] 본 출원은 전문이 본원에 참조로 통합되는 2015년 9월 4일에 출원된 일본 특허 출원 제2015-174407호의 우선권을 청구한다.

도면

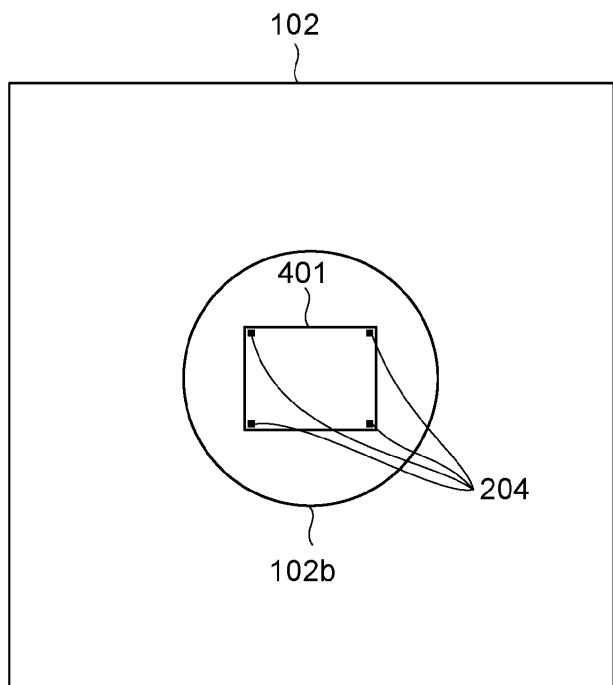
도면1a



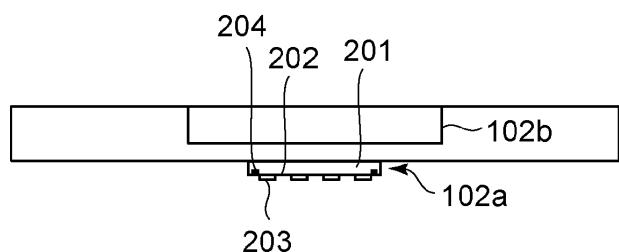
도면1b



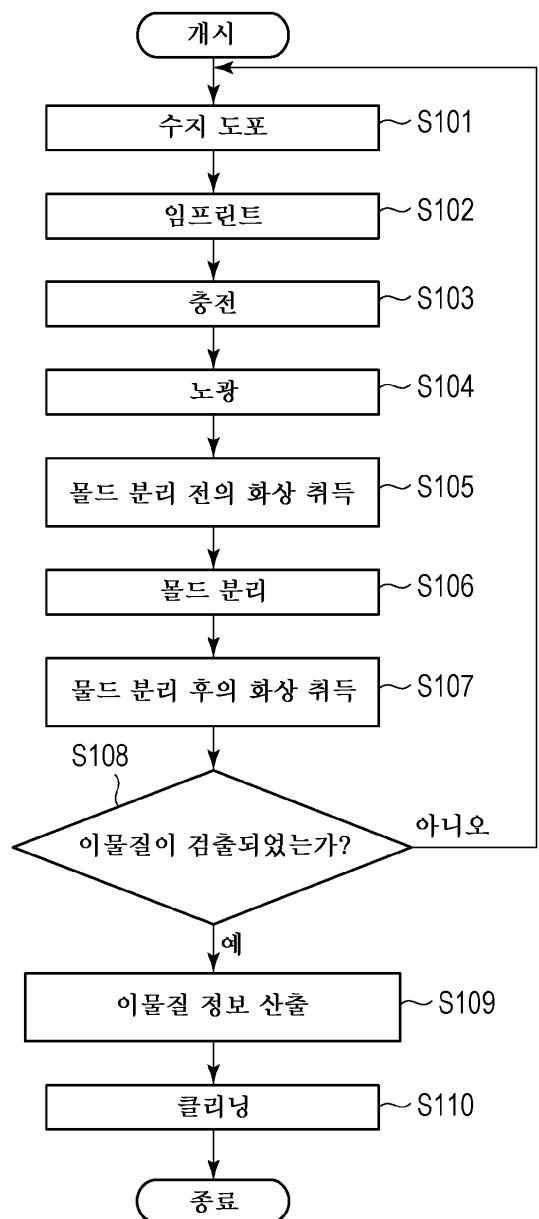
도면2a



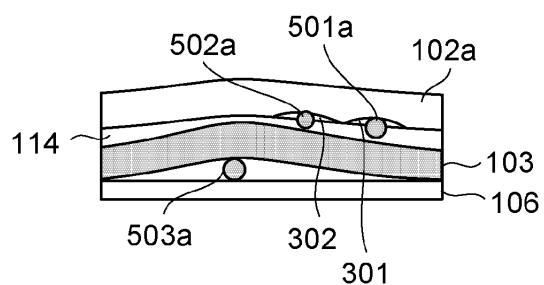
도면2b



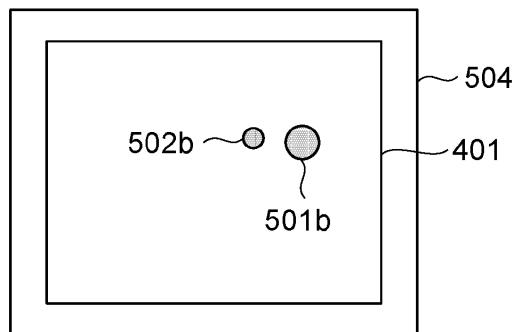
도면3



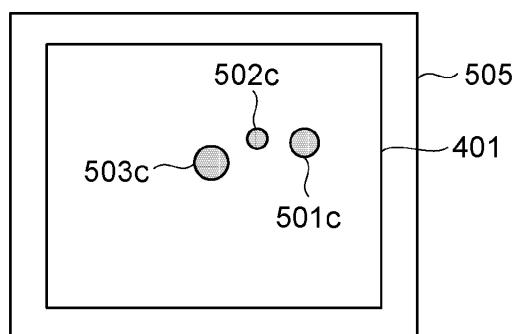
도면4a



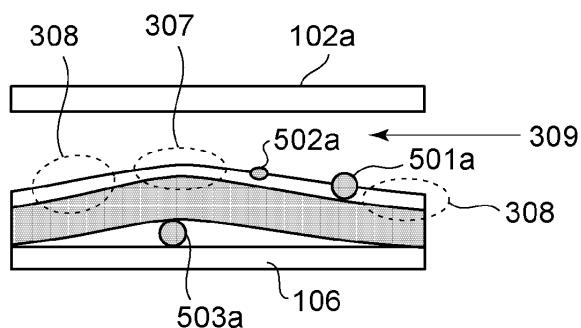
도면4b



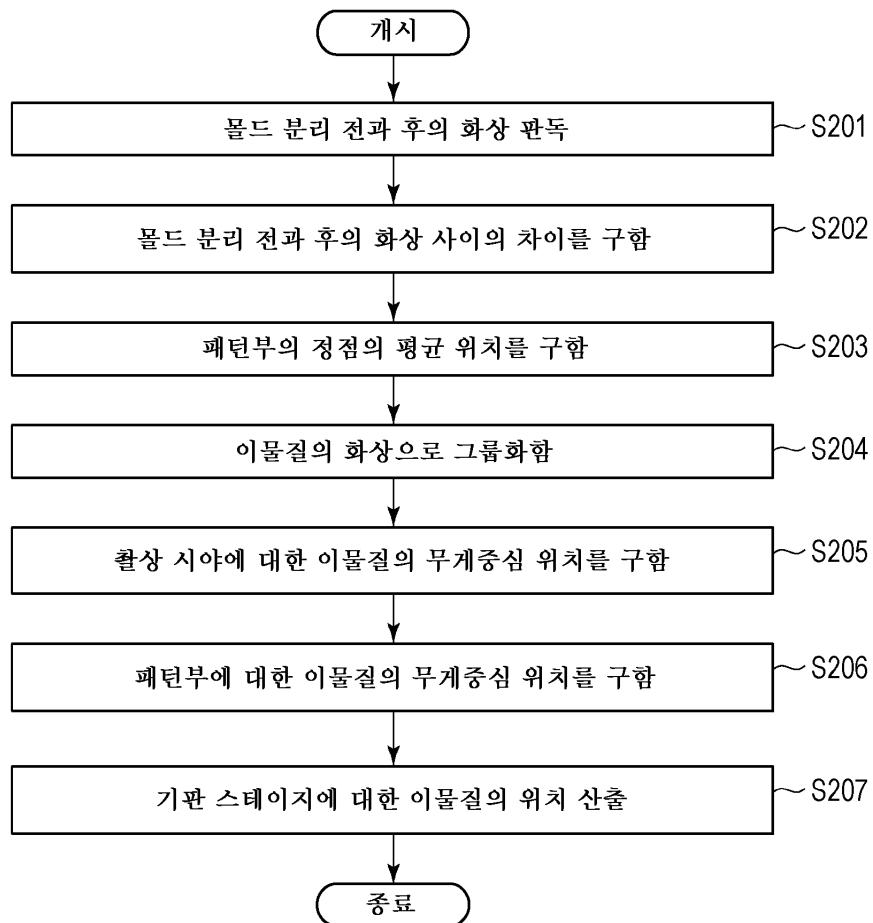
도면4c



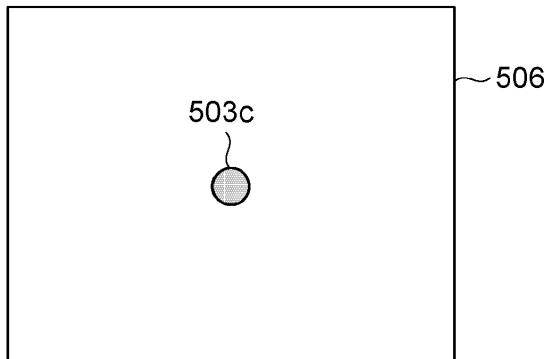
도면5



도면6



도면7



도면8

