



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년07월26일

(11) 등록번호 10-1757311

(24) 등록일자 2017년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/683 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/0273 (2013.01)

G03F 7/707 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7013179(분할)

(22) 출원일자(국제) 2010년02월18일

심사청구일자 2016년05월18일

(85) 번역문제출일자 2016년05월18일

(65) 공개번호 10-2016-0063411

(43) 공개일자 2016년06월03일

(62) 원출원 특허 10-2011-7022173

원출원일자(국제) 2010년02월18일

심사청구일자 2015년02월16일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2010/052072

(87) 국제공개번호 WO 2010/094748

국제공개일자 2010년08월26일

(30) 우선권주장

61/154,411 2009년02월22일 미국(US)

0905786.0 2009년04월03일 영국(GB)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020040094171 A\*

JP2001332487 A\*

WO2009011574 A1\*

US20050259236 A1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

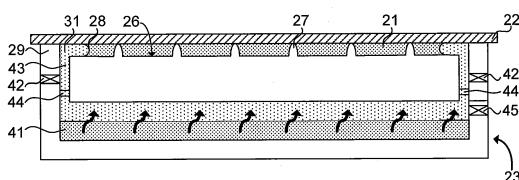
전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 기판을 클램핑하는 방법 및 클래프 준비 유닛

**(57) 요 약**

본 발명은 기판 지지 구조(23)의 표면상에 기판(22)을 클램핑하는 방법에 관한 것이다. 첫째, 액체는 기판 지지 구조의 표면상에 도포된다. 표면은 다수의 접촉 엘리먼트들을 구비한다. 액체는 접촉 엘리먼트들이 액체층에 의해 완전히 커버되도록 적용된다. 그 다음 기판이 제공되고 액체층 위에 배치된다. 마지막으로, 기판 아래 액체는 기판이 다수의 접촉 엘리먼트들 상에 자리하고 기판 및 기판 지지 구조의 표면 사이 액체의 모세관 층에 의해 가해지는 모세관 클램핑 힘에 의해 클램핑되도록 제거된다.

**대 표 도** - 도3a

(52) CPC특허분류

*H01L 21/6838* (2013.01)

*H01L 21/68735* (2013.01)

*H01L 21/6875* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판을 핸들링(handling)하고 노광(exposing)하기 위한 어레인지먼트 구조체(arrangement structure)로서, 복수의 리소그래픽(lithographic) 장치(113a, 113b, 113c) — 각각의 리소그래픽 장치는, 방사선(radiation)의 패턴화된 빔을 제공하기 위한 방사선 시스템, 및 웨이퍼의 타겟 부분 상에 상기 방사선의 패턴화된 빔을 투사하기 위한 광학 시스템을 포함함 —;

웨이퍼 지지 구조(123);

클램프(clamp)를 형성하기 위해 상기 웨이퍼 지지 구조(123) 상에 웨이퍼를 클램핑(clamping)하기 위한 클램프 준비 유닛(112) — 상기 클램프는, 상기 웨이퍼 및 상기 웨이퍼가 클램핑되는 상기 웨이퍼 지지 구조를 포함함 —;

웨이퍼 트랙(111) — 상기 클램프 준비 유닛은 상기 웨이퍼 트랙으로부터 웨이퍼를 수용하기 위해 구성됨 —; 및

상기 클램프를 상기 복수의 리소그래픽 장치로 전달하고, 상기 클램프가 상기 복수의 리소그래픽 장치 중 하나에서 처리되도록 하고, 그리고 상기 웨이퍼 지지 구조로부터 상기 웨이퍼를 클램핑 해제(unclamping)하기 위해 상기 클램프를 상기 클램프 준비 유닛으로 다시 전달하거나 또는 별도의 클램프 해제 유닛으로 전달하기 위한 부가적인 웨이퍼 트랙(117)을 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛은, 제어된 압력 환경을 제공하기 위한 진공 시스템을 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛의 상기 진공 시스템으로 상기 웨이퍼(122)를 도입시키기 위한 웨이퍼 지지부(121)가 구비된 로봇 아암(robot arm)을 더 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 상기 클램프 준비 유닛으로의 도입을 위한 진공 기밀 도어(vacuum tight door) 또는 로드 록 챔버(load lock chamber)를 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 지지 구조에 클램핑된 상기 웨이퍼를 포함하는 상기 클램프를 상기 복수의 리소그래픽 장치(113a, 113b, 113c) 중 하나로 포워딩(forwarding)하기 위한 제 2 로봇 아암 및 제 2 진공 기밀 도어 또는 로드 록 챔버를 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛은, 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 지지 구조로부터 제거하기 위해 추가로 구성되는, 어레인지먼트 구조체.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 지지 구조로부터 제거하기 위한 별도의 클램프 해제 유닛을 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

**청구항 8**

제 1 항 또는 제 2 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛은, 가스를 제공하고 그리고 제거하기 위한 하나 이상의 가스 연결 유닛들, 및 액체를 제공하고 그리고 제거하기 위한 하나 이상의 액체 연결 유닛들을 포함하고,

상기 웨이퍼 지지 구조(123)는, 상기 하나 이상의 가스 연결 유닛들 또는 상기 하나 이상의 액체 연결 유닛들에 연결하기 위한 하나 이상의 연결기들(126a, 126b)을 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛은, 액체를 상기 웨이퍼 지지 구조의 표면상에 도포(apply)하기 위한 액체 분배 유닛(liquid dispensing unit)(124)을 포함하고, 그리고,

상기 웨이퍼 지지 구조(123)는, 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 지지 구조의 표면에 형성된 액체층 상으로 낮추고, 그리고 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 지지 구조(123) 상의 상기 액체층으로부터 들어올리기 위한 기판 전달 유닛을 포함하고,

상기 기판 전달 유닛은 복수의 별도로 제어되는 이동 가능 지지 판들(127)을 포함하는, 어레인지먼트 구조체.

**청구항 10**

기판들을 핸들링하고 처리하는 방법으로서,

클램프 준비 유닛 및 웨이퍼 지지 구조(123)를 제공하는 단계 – 상기 클램프 준비 유닛은 웨이퍼 트랙(111)으로부터 상기 웨이퍼 지지 구조상에 클램핑될 웨이퍼를 수용함 –;

복수의 리소그래픽 장치(113a, 113b, 113c)를 제공하는 단계 – 각각의 리소그래픽 장치는, 방사선의 패턴화된 빔을 제공하기 위한 방사선 시스템, 및 웨이퍼의 타겟 부분 상에 상기 방사선의 패턴화된 빔을 투사하기 위한 광학 시스템을 포함함 –;

상기 클램프 준비 유닛(112)에서 클램프를 준비하는 단계 – 상기 클램프를 준비하는 단계는, 클램프를 형성하기 위해 상기 웨이퍼 지지 구조(123) 상에 상기 웨이퍼를 클램핑하는 단계를 포함하고, 상기 클램프는, 상기 웨이퍼 및 상기 웨이퍼가 클램핑되는 상기 웨이퍼 지지 구조를 포함함 –;

클램핑된 웨이퍼를 상기 복수의 리소그래픽 장치(113a, 113b, 113c) 중 하나로 포워딩(forwarding)하는 단계;

상기 웨이퍼를 상기 복수의 리소그래픽 장치 중 하나에서 처리하는 단계;

상기 클램프를 별도의 클램프 해제 유닛에 전달하거나 또는 상기 클램프 준비 유닛에 다시 전달하는 단계;

상기 클램프 준비 유닛 또는 상기 별도의 클램프 해제 유닛에서, 상기 웨이퍼 지지 구조로부터 상기 웨이퍼를 클램핑 해제하는 단계;

상기 웨이퍼를 상기 클램프 준비 유닛 또는 상기 별도의 클램프 해제 유닛으로부터 추출하는 단계; 및

상기 웨이퍼(122)를 상기 웨이퍼 트랙(111)으로 전달하는 단계를 포함하는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 웨이퍼는 웨이퍼 지지부(121)가 구비된 로봇 아암에 의하여 상기 클램프 준비 유닛(112)의 진공 시스템으

로 도입되는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 웨이퍼는 진공 기밀 도어 또는 로드 록 챔버를 통해 상기 클램프 준비 유닛(112)의 진공 시스템으로 도입되는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 13

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 웨이퍼 지지 구조(123)는 상기 클램프 준비 유닛 내에 이미 존재하는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 14

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 웨이퍼 지지 구조는 상기 웨이퍼와 유사한 방식으로 상기 클램프 준비 유닛으로 도입되는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 15

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

액체 분배 유닛(124)에 의하여 액체를 상기 웨이퍼 지지 구조(123)의 표면상에 도포하는 단계;

상기 웨이퍼(122) 및 상기 웨이퍼 지지 구조(123)를 서로에 대해 이동시키는 단계; 및

기판 전달 유닛에 의해 상기 웨이퍼(122)를 액체층(125) 상으로 뒤이어서 낮추는 단계를 포함하고,

상기 기판 전달 유닛은 복수의 별도로 제어되는 이동 가능 지지 펀들(127)을 포함하는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 16

제 10 항에 있어서,

웨이퍼 지지부(121)가 구비된 로봇 아암을 사용하여 상기 클램프 준비 유닛(112)으로부터 상기 웨이퍼(122)를 추출하는 단계, 및 상기 웨이퍼를 상기 웨이퍼 트랙(111)으로 다시 전달하는 단계를 더 포함하는, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 클램프 준비 유닛 내에서 수행되는 클램핑 방법의 지속기간(duration)은, 상기 리소그래픽 장치 중 하나에서 수행될 리소그래픽 프로세스의 지속기간보다 더 짧은, 기판들을 핸들링하고 처리하는 방법.

### 청구항 18

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑(clamping)하는 방법, 기판을 기판 지지 구조에 클램핑하도록 구성된 클램프 준비 유닛, 및 그런 클램프 준비 유닛을 포함하는 리소그래피 시스템에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

기판, 예를 들어 웨이퍼를 기판 지지 구조, 예를 들어 웨이퍼 테이블의 표면상에 클램핑하는 것은 반도체 산업, 특히 리소그래피 시스템들에서 잘 공지되었다. 그런 리소그래피 시스템들에서, 클램핑된 기판은 입사 광자들 또는 이온들 및/또는 전자들 같은 하전 입자들에 종속하여 패턴화될 것이다. 클램핑은 기판 표면의 타겟 부분의 고정밀도 패터닝의 구현을 보장한다. 바람직하게, 클램핑을 사용함으로써 위치 제어는 노광 동안 사용될 뿐 아니라, 기판의 핸들링 동안, 예를 들어 리소그래피 시스템 내의 노광 챔버에 삽입 및/또는 상기 노광 챔버로부터 제거 동안 사용된다.

[0003]

클램핑은 기판 및 기판 지지 구조 사이의 공기를 빼아냄으로써, 즉 상기 기판과 기판 지지 구조 사이에 진공을 생성함으로써 달성될 수 있다. 그러나, 만약 상기된 위치 제어가 진공 환경에서 요구되면, 그런 클램핑 메카니즘은 효과적이지 않을 것이다. 다양한 해결책들은 예를 들어 전자기계적 클램핑에 의해 진공 환경 내에서 기판을 클램핑하기 위해 존재한다. 그런 해결책이 전자들 및/또는 이온들 같은 하전 입자들의 하나 이상의 범들과 조합하여 사용하기에 매우 적당하지 않다는 것이 이해될 것이다.

[0004]

출원인에 의해 출원된 국제 출원 WO2009/011574 호는 이후 모세관 층이라 지칭되는 고정된 액체의 층에 의해 기판을 클램핑하기 위한 기판 지지 구조를 가진 리소그래피 시스템을 기술한다. 모세관 층의 두께는 기판 표면 및 기판 지지 구조의 표면 사이에서 압력 강하가 발생하도록 하는 두께이다. WO2009/011574 호에서 설명된 바와 같이, 한편으로는 기판의 표면들에 그리고 다른 한편으로는 기판 지지 구조에 액체의 점착은 두 개의 표면들 사이에서 오목하게 연장되는, 주위로 연장되는 액체 표면을 유발한다. 이에 따라 형성된 오목 액체 표면은, 비록 기판 지지 구조 표면으로부터 기판을 제거하도록 힘들이 인가되더라도, 상기 오목 액체 표면의 모양을 유지하고자 한다.

[0005]

몇몇 특정 환경들 하에서, WO2009/011574 호에 기술된 기판 클램핑 메카니즘은 예를 들어 모세관 층 내의 보이드(void)들의 존재로 인해 최적 방식으로 수행되지 않는다. 게다가, 증발 프로세스들로 인해, 모세관 층은 제한된 시간 기간 동안 존재할 것이다. 결과적으로, 클램핑 메카니즘은 단지 패턴화될 디바이스들의 선택을 위해서만 유용할 수 있다.

### 발명의 내용

[0006]

본 발명의 목적은 모세관 층에 의해 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑하기 위한 기판 지지 구조뿐 아니라 개선된 성능을 가진 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑하는 방법을 제공하는 것이다. 이 목적은 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑하는 방법을 제공함으로써 달성되었고, 상기 방법은 기판 지지 구조의 표면상에 액체를 도포하는 단계 – 상기 표면은 액체가 접촉 엘리먼트들을 커버하는 층을 형성하도록, 다수의 접촉 엘리먼트들을 구비함 –; 액체층 상에 기판을 제공하여 배치하는 단계; 및 기판이 다수의 접촉 엘리먼트들 상에 자리하고 기판과 기판 지지 구조의 표면 사이의 액체의 모세관 층에 의해 가해지는 모세관 클램핑 힘에 의해 클램핑되도록 기판 아래로부터 액체의 일부를 제거하는 단계를 포함한다.

[0007]

본 발명의 다른 양상에 따라, 기판을 클램핑하기 위한 클램프 준비 유닛은: 다수의 접촉 엘리먼트들을 구비한 표면을 가진 기판 지지 구조; 접촉 엘리먼트들이 액체층에 의해 커버되도록, 기판 지지 구조의 표면상에 액체를 도포하기 위한 액체 분배(dispensing) 유닛; 액체층 상에 기판을 배치하기 위한 기판 전달 유닛; 및 기판이 다수의 접촉 엘리먼트들 상에 자리하고 기판과 기판 지지 구조의 표면 사이의 액체의 모세관 층에 의해 가해진 모세관 클램핑 힘에 의해 클램핑되도록 기판 아래로부터 액체의 일부를 제거하기 위한 액체 제거 시스템을 포함한다.

[0008]

본 발명의 또 다른 양상에 따라, 기판 지지 구조로부터 기판을 클램핑 해제하는 방법이 제공되고, 여기서 기판은 기판 및 기판 지지 구조의 표면 사이의 액체의 모세관 층에 의해 가해지는 모세관 클램핑 힘에 의해 클램핑된다. 상기 방법은 모세관 층의 외부 주위 표면에서 부가적인 액체를 모세관 층에 제공하는 단계; 및 액체로부터 기판을 들어올리는 단계를 포함한다.

[0009]

본 발명의 또 다른 양상에 따라, 클램핑 해제 유닛은 모세관 층에 의해 기판 지지 구조의 표면상에 클램핑된 기판을 가진 기판 지지 구조; 모세관 층의 외부 주위 표면에서 기판 아래 모세관 층에 부가적인 액체를 제공하기 위한 액체 제거 시스템; 및 액체층으로부터 기판을 제거하기 위한 기판 전달 유닛을 포함한다.

[0010]

본 발명의 또 다른 양상에 따라, 리소그래피 장치를 포함하는 리소그래피 시스템은 방사선의 패턴화된 범을 제공하기 위한 방사선 시스템; 기판의 타겟 부분 상에 방사선의 패턴화된 범을 투사하기 위한 광학 시스템; 및 기판 지지 구조의 표면에 기판을 클램핑하기 위한 클램프 준비 유닛을 포함한다. 리소그래피 시스템은 또한 클램-

평 해제 유닛을 포함할 수 있다.

[0011] 본 발명의 원리가 다양한 방식들로 실무에 설정될 수 있다는 것이 명백할 것이다.

[0012] 본 발명의 다양한 양상들은 도면들에 도시된 실시예들을 참조하여 추가로 설명될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 두 개의 구조들 사이의 모세관 층을 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 2는 도 1의 모세관 층의 클램프 안정성에 악영향을 가지는 프로세스들을 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 기판 지지 구조의 단면도이다.

도 3b는 도 3a의 기판 지지 구조의 평면도이다.

도 4는 기판 필링(peeling)의 개념을 개략적으로 도시한다.

도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 기판을 지지하는 기판 지지 구조의 단면도이다.

도 6a-도 6c는 리클램핑(reclamping)의 개념을 추가로 개략적으로 도시하는 도 5의 기판 지지 구조의 평면도이다.

도 7a-도 7j는 본 발명의 실시예에 따른 기판 지지부의 표면상에 기판을 클램핑하는 방법의 실행을 개략적으로 도시한다.

도 8a는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 기판 지지 구조의 평면도를 개략적으로 도시한다.

도 8b는 도 8a의 기판 지지 구조와 기판의 조합에 의해 형성된 클램프의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 9는 기판 지지 구조의 실시예들과 관련하여 사용될 수 있는 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트(arrangement)를 개략적으로 도시한다.

도 10은 기판 지지 구조의 실시예들과 관련하여 사용될 수 있는 상이한 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트를 개략적으로 도시한다.

도 11a-도 11d는 도 9 또는 도 10의 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트에 사용될 예시적인 클램프 준비 유닛의 동작을 개략적으로 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 도면들에서, 대응하는 구조적 피쳐(feature)들, 즉 적어도 기능적으로 대응하는 구조적 피쳐들은 동일한 참조 번호들에 의해 지칭된다.

[0015] 다음은 도면들을 참조하여 예시적으로만 제공되는 본 발명의 다양한 실시예들의 설명이다.

[0016] 도 1은 제 1 기판(2), 예를 들어 웨이퍼, 및 제 2 기판(3), 예를 들어 웨이퍼 테이블 같은 기판 지지 구조 사이의 모세관 액체, 예를 들어 물의 모세관 액체층(1)을 개략적으로 도시하는 단면도이다. 제 1 및 제 2 기판들(2,3)은 각각 실질적으로 편평한 표면(5,6)을 가진다. 제 1 및 제 2 기판들(2,3)의 대향 표면들(5,6) 사이의 공칭 거리는 높이(h)에 의해 제공된다. 모세관 액체층(1)은 제 1 기판(2) 및 제 2 기판(3)에 액체의 접촉 연결로 인해 일반적으로 오목한 모양인 외부 액체 표면(8)을 가진다.

[0017] 오목 액체 표면(8)은 만약 제 1 기판(2) 및 제 2 기판(3)이 대향 표면들(5,6)에 실질적으로 수직 방향으로 힘들에 영향을 받으면 상기 오목 액체 표면의 모양을 유지하고자 한다. 외부 액체 표면(8)의 오목성은 모세관 층(1) 및 제 1 기판(2)의 표면(5) 사이의 접촉 각도, 및 모세관 층(1) 및 제 2 기판(3)의 표면(6) 사이의 접촉 각도에 좌우된다. 각각의 접촉 각도들은 모세관 층(1)에 사용된 액체뿐 아니라 두 개의 기판들(2,3)의 재료 특성들에 좌우된다. 실질적으로 편평한 대향 표면을 가진 두 개의 구조들을 함께 홀딩하는 모세관 층에 관련한 보다 상세한 것들은 전체적으로 여기에 통합된 국제 특허 출원 WO2009/011574 호에 제공된다.

[0018] 도 2는 도 1의 모세관 액체층(1)에 의해 수행된 클램핑 동작의 안정성에 악영향을 가지는 프로세스들을 개략적으로 도시하는 단면도이다. 이후, 표현 "클램프"는 기판(2)이 모세관 층(1)에 의해 기판 지지 구조(3)에 클램핑되는 어레인지먼트에 대해 사용될 것이다.

- [0019] 만약 기존 거품들이 액체 내에 존재하면, 진공 환경 내로 클램프의 도입은 모세관 층 내의 그런 거품들의 팽창을 유도할 것이다. 초기에 작은 거품들의 크기는 만약 주위 압력이 예를 들어 1 bar(바아)로부터  $10^{-6}$  mbar(밀리바아)로 감소하면 10의 몇 승배 만큼(by several orders of magnitude) 성장할 수 있다. 도 2에서 쉽게 알 수 있는 바와 같이, 약간의(a bubble of) 거품(11)의 크기는 적어도 로컬적으로 클램핑 강도에 중대한 영향을 줄 수 있고, 클램프의 안정성에 악영향을 가질 수 있다.
- [0020] 클램프 불안정성을 유도할 수 있는 다른 메카니즘은 예를 들어 모세관 액체층 내에서의 공동화 또는 용해된 가스 침전물에 의해 유발되는 자연적인 보이드(void)이다. 그런 보이드의 예는 도 2에서 참조 번호(13)에 의해 표시되었다. 공동화에 의해 형성된 보이드들은 만약 클램프가 진공 환경 내로 오면 사전-존재 거품들에 관련하여 이전에 논의된 것과 유사한 방식으로 성장할 수 있다. 결과적인 보이드들은 클램프 안정성에 악영향을 가질 수 있다.
- [0021] 거품들 및/또는 보이드들의 존재로 인한 클램프 안정성의 감소에 더하여, 클램프 안정성은 또한 모세관 층 계면에서의 액체의 증발, 즉 오목 액체 표면에서의 증발에 의해 악영향을 받을 것이다. 도 2는 그런 증발 효과를 개략적으로 도시한다. 증발로 인해, 외부 액체 표면(8)의 위치는 외부 액체 표면(8')을 형성하도록 새로운 위치로 이동된다. 그런 이동의 결과로서, 표면은 모세관 층에 의해 커버되고, 따라서 클램프의 안정성은 감소되었다.
- [0022] 도 3a 및 도 3b는 각각 본 발명의 제 1 실시예에 따라 기판을 지지하는 기판 지지 구조(23)의 단면도 및 평면도이다. 지지 구조는 모세관 층(21)에 의해 기판(22)을 클램핑하도록 장착된다. 기판 지지 구조(23)의 표면(26)은 마디(bur1)들 형태의 다수의 접촉 엘리먼트들(27)을 구비한다. 기판 지지 구조(23)는 밀봉 구조(29) 및 액체 제거 시스템을 더 포함한다.
- [0023] 접촉 엘리먼트들(27)로서 마디들을 사용하는 것에 더하여 또는 상기 마디들 대신에, 다수의 스페이서들, 예를 들어 유리 입자(glass grain)들, SiO<sub>2</sub> 입자들 또는 등등은 기판 지지 구조(23)의 표면(26) 위에 균일하게 분배될 수 있다. 마디들 같은 접촉 엘리먼트들의 존재는 기판(22)의 후면측 상 파티클들(particle)에 의한 오염의 영향을 감소시킬 수 있다. 게다가, 접촉 엘리먼트들은 기판 휨의 발생을 방지하기 위하여 모세관 층의 클램핑 힘을 견딤으로써 기판(22)이 실질적으로 편평하게 유지되도록 하기 위해 사용한다.
- [0024] 접촉 엘리먼트들(27)의 최대 피치(pitch)는 모세관 층의 클램핑 힘에 의해 유발된 인접한 접촉 엘리먼트들 사이에서 기판의 최대 편향에 대해 설정된 요구조건들에 의해 결정된다. 접촉 엘리먼트 당 접촉 표면은 인가된 클램핑 압력 하에서 변형 및/또는 과손을 견디기에 충분하도록 한다. 바람직하게, 접촉 엘리먼트의 에지들은 예를 들어 세척 동작들 동안 파티클 오염 가능성을 감소시키기 위해 등글게 처리된다. 원형 접촉 영역을 가진 접촉 엘리먼트(27)의 직경에 대한 통상적인 값은 10 - 500 마이크론 범위 내일 것이다. 다수의 접촉 엘리먼트들(27)의 피치에 대한 통상적인 값은 1 - 5 mm 내일 것이다.
- [0025] 접촉 엘리먼트들의 공칭 높이는 기판(22) 및 기판 지지 구조(23)의 표면(26) 사이의 거리를 결정하고, 이에 따라 클램핑 압력을 결정한다. 원하는 클램핑 압력을 얻기 위하여 가변될 수 있는 다른 파라미터들은 기판(22)의 재료 특성들, 기판 지지 구조(23)의 표면(26)의 재료 특성들, 표면(26)의 표면 면적, 접촉 엘리먼트 모양, 접촉 엘리먼트 피치, 및 모세관 층(21)을 형성하기 위하여 사용된 액체의 타입을 포함한다.
- [0026] 밀봉 구조(29)는 클램핑될 기판(22)에 면하는 기판 지지 구조(23)의 표면(26)을 둘러싼다. 밀봉 구조(29)는 존재할 때, 모세관 층(21)으로부터 증발하는 액체의 누설을 제한할 수 있다. 바람직하게, 밀봉 구조(29)의 최상부 층은 다수의 접촉 엘리먼트들(27)의 공칭 높이와 높이적으로 대응하는 레벨을 가진다. 그런 어레인지먼트는 특히 진공 환경에서 문제인 진공 누설 방지 효율성을 증가시킨다.
- [0027] 밀봉 구조(29)는 예를 들어 바이탄(viton) 또는 고무로 만들어진 O-링들 같은 하나 이상의 탄성적으로 변형 가능한 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 그런 O-링들은, O-링의 최상부 층이 상기된 레벨로 설정되도록 감소된 높이를 가진 기판 지지 구조(23)의 부분 내에 삽입될 수 있다. O-링은, O-링이 과도한 힘의 요구조건 없이, 하지만 증기의 증발을 방지하기에 충분히 기판 지지 구조(23) 및 기판(22) 사이에서 압축될 수 있도록, 반경 층, 예를 들어 기판 지지 구조(23)의 중앙에 면하는 반경 층에 절개부(incision)가 제공될 수 있다.
- [0028] 대안적으로, 도 3a에서처럼, 밀봉 구조(29)는 기판 지지 구조(23)의 외부 림(rim)에 의해 지지되는 증기 제한 링을 포함할 수 있다. 증기 제한 링은 모세관 액체 표면에 면하는 주위 개구부를 폐쇄하고, 링과 기판 지지 구조(23)의 표면(26) 상 다수의 접촉 엘리먼트들(27)에 의해 지지되는 기판(22) 사이에 매우 작은 수직 거리만을

남겨둔다.

[0029] 액체 제거 시스템은 모세관 층(21)의 형성을 가능하게 하도록 기판 아래 액체를 제거하도록 구성된다. 액체 제거 시스템을 사용함으로써 모세관 층(21)의 형성과 관련된 추가 상세한 것들은 도 7을 참조하여 논의될 것이다.

[0030] 액체 제거 시스템은 기판 지지 구조(23)의 표면(26)으로부터 과도한 물을 제거하도록 구성된다. 도 3a에서, 액체 제거 시스템은 가스 분배 시스템을 포함하고, 상기 가스 분배 시스템의 실시예는 도 3b에 부분적으로 도시된다. 가스 분배 시스템은 표면(26)의 주위 내의 해자(moat)(31), 해자(31) 내로 가스를 허용하기 위한 하나 이상의 가스 입구들(33) 및 해자(31)로부터 가스를 제거하기 위한 하나 이상의 가스 출구들(35)을 각각 포함할 수 있다. 밀봉 구조(29)가 존재하면, 가스 흐름은 액체층을 구비한 표면(26) 및 밀봉 구조(29) 사이에서 이루어질 수 있어서, 점선 화살표에 의해 도 3b에 도시된 바와 같이 채널 흐름을 형성한다.

[0031] 하나 이상의 가스 입구들(33) 및 하나 이상의 가스 출구들(35)은 대칭 방식으로 해자(31)를 따라 제공될 수 있다. 도 3b의 실시예에서, 두 개의 가스 입구들(33) 및 두 개의 가스 출구들(35)이 있다. 가스 입구들(33) 및 가스 출구들(35)은 두 개의 가스 입구들(33)을 연결함으로써 형성된 제 1 가상 라인(37), 및 두 개의 가스 출구들(35)을 연결함으로써 형성된 제 2 가상 라인(39)이 실질적으로 서로에 대해 수직인 방식으로 배치된다.

[0032] 도 3a에 도시된 기판 지지 구조(23)는 액체 저장소(41)를 더 포함한다. 액체 저장소(41)는 특정 체적의 액체, 예를 들어 물을 수용하고, 그리고 추가로 그 액체의 증기를 저장하도록 구성된다. 게다가, 액체 저장소는 존재할 때 예를 들어 하나 이상의 채널들(43)을 통하여 모세관 층(21)으로 증기를 제공하도록 배열된다. 저장소는 액체 저장소(41)로서 지칭될 수 있다. 바람직하게, 액체 저장소(41) 내의 액체, 즉 저장소 액체는 모세관 층(21) 내의 액체, 즉 모세관 액체와 동일하다. 저장소 액체 및 모세관 액체 둘 다에 적당한 액체는 물일 것이다.

[0033] 액체 저장소의 존재는 존재할 때 모세관 층(21)으로부터 액체의 증발을 추가로 감소시키기 위한 방식을 제공한다. 저장소 내 액체의 자유 표면 영역은 바람직하게 모세관 층(21)의 오목 외부 표면(28)의 자유 표면 영역보다 크다. 저장소 내에 저장된 액체의 보다 큰 자유 표면 영역은 충분한 양의 증기가 표면(28)의 환경을 가습하도록 이용되는 것을 보장하여, 모세관 층(21) 내의 보다 적은 증발을 유발한다.

[0034] 증기는 하나 이상의 가스 입구들(33) 및/또는 하나 이상의 가스 출구들(35)에 의해 액체 저장소(41)로부터 모세관 층(21)의 외부 액체 표면(28) 쪽으로 이동될 수 있다. 그런 경우, 가스 분배 시스템에서 사용하기 위한 가스는 액체 저장소(41)에 액체를 제공하기 위해 또한 사용되는 벨브(45)를 통하여 기판 지지 구조에 제공될 수 있다.

[0035] 대안적으로, 가스는 하나 이상의 별도의 가스 연결 유닛들을 통하여 제공될 수 있다. 만약 그런 가스 연결 유닛들이 증기를 모세관 층에 제공하기 위하여 사용된 하나 이상의 채널들을 통하여 가스 흐름을 제공하도록 구성되면, 하나 이상의 채널들(43)에 흐름 제어 유닛(44)이 제공될 수 있다. 그런 흐름 제어 유닛(44)은 저장소(41)로부터 발생하는 증기로부터 가스 연결 유닛을 통한 가스 흐름을 분리하도록 구성된다.

[0036] 또 다른 대안적인 실시예에서, 가스 분배 시스템은 증기 저장소(41)로부터 클램프로 증기를 제공하기 위하여 하나 이상의 엘리먼트들로부터 완전히 분리된다.

[0037] 도 2를 참조하여 이전에 언급된 바와 같이, 모세관 액체의 층은 진공 환경에서 증발한다. 실험들은 모세관 액체층의 나머지 체적이 클램프의 한쪽 측면에 수용되도록 한다는 것을 도시하였다. 모세관 층의 이런 비대칭적 분배로 인해, 기판의 한쪽 측면은 테이블을 "펠링 오프(peeling off)"한다. 이 후, 그 효과는 기판 펠링이라 지칭될 것이다.

[0038] 도 4는 기판 펠링의 개념을 개략적으로 도시한다. 이론에 의해 구속되는 것을 원하지 않고서, 회피할 수 없는 임의의 불안정성으로 인해 기판(22)의 에지가 기판(22)이 덜 강하게 클램핑되는 것이 발생하는 위치에서 기판 지지 구조(23)로부터 들어올려지기 시작하는 것이 밀어진다. 들어 올려짐의 움직임은 화살표(47)에 의해 도 4에서 개략적으로 표현된다. 펠링으로 인해, 증기는 모세관 층(21)으로부터 보다 쉽게 누설할 수 있다. 부가적으로, 모세관 층(21)의 외부 액체 표면(28)은 증가하고, 이는 증발률의 증가를 유도한다. 게다가, 국부적 펠링은 펠링이 발생하는 영역으로부터 모세관 층(21)이 멀리 이동하게 한다. 이것은 추가 클램핑 해제를 유도한다. 따라서, 국부적 펠링은 클램프의 수명을 상당히 제한할 수 있다.

[0039] 도 5는 본 발명의 제 2 실시예에 따라 기판(22)을 지지하는 기판 지지 구조(23)의 단면도이다. 도 5의 기판 지지 구조(23)의 실시예는 주위 림(51)을 더 포함한다. 주위 림(51)은 기판 지지 구조(23) 및 기판(22) 사이에

보다 작은 거리를 제공한다. 높이(h)로서 지칭되는 도 1 및 도 2에서의 기판 지지 구조(23) 및 기판(22) 사이의 공칭 거리는 통상적으로 약 3 - 10 마이크론인 반면, 주위 림(51) 및 기판(22) 사이의 거리는 통상적으로 500 nm 내지 1.5 마이크론의 범위 내에 놓일 것이다. 바람직하게, 주위 림(51)은 기판 지지 구조(23)의 표면(26) 상에 제공된 접촉 엘리먼트들의 공칭 높이보다 1 마이크론 작은 높이를 가진다.

[0040] 이론에 의해 구속되는 것을 원하지 않고, 주위 림(51)은 모세관 층을 구비한 기판 지지부의 평면도들을 도시하는 도 6a-도 6c를 참조하여 기술되는 방식으로 기판 필링을 제한하는 것으로 믿어진다. 비록 주위 림(51)의 존재가 도 5를 참조하여 논의되었지만, 그런 주위 림(51)의 사용은 이 실시예로 제한되지 않는다. 예를 들어, 주위 림(51)은 또한 도 3a에 개략적으로 도시된 실시예, 및 국제 특허 출원 WO2009/011574 호에 논의된 실시예들에 적용될 수 있다.

[0041] 먼저, 액체가 외부 모세관 표면(28)으로부터 증발할 때, 액체는 주위 림(51) 및 기판(22) 사이의 작은 갭 내부로 물러날 것이다. 비-균일 증발로 인해, 외부 모세관 표면(28)은 도 6a에 개략적으로 도시된 바와 같이 추가로 안쪽으로 국부적으로 물러난다. 주위 림(51) 및 기판(22) 사이의 상기 보다 작은 갭 상에서의 모세관 압력 점프는 메인 클램핑 영역 내에서의 압력 점프보다 크다, 예를 들어 각각 약 1 바아 대 약 200 밀리바아이다. 외부 모세관 표면(28)이 증발로 인해 주위 림(51)의 내부측 표면에 도달할 때, 상기 표면은 기판(22) 및 기판 지지 구조(23) 사이에서 보다 큰 거리를 만난다. 이 영역에서 보다 낮은 모세관 압력 점프는 도 6b에 개략적으로 도시된 바와 같이 주위 림(51) 및 기판(22) 사이의 갭 내로 작은 양의 액체가 흐르게 한다. 상기 흐름은 주위 림(51) 및 기판(22)이 도 6c에 도시된 바와 같이 완전히 채워질 때까지 계속될 것이다. 보이드는 메인 클램핑 영역 내에 남겨질 것이다. 상기 보이드는 액체층에 의해 완전히 둘러싸인다. 효과적으로, 증발로 인해 손실된 클램핑 영역은 안쪽으로 이동되었다. 외부 모세관 표면은 동일한 위치에 유지된다. 결과적으로, 기판에 지는 필링 오프하지 않을 것이다.

[0042] 도 3a 및 도 5에 도시된 것과 유사한 기판 지지 구조(23)의 실시예들은 공동화가 효과들이 최소화되거나 존재하지 않는 방식으로 설계될 수 있다. 이론에 의해 구속되는 것을 원하지 않고, 공동들에 대한 임계 반경들이 존재하는 것이 이해된다. 만약 공동의 반경이 이런 임계 반경보다 커지게 되면, 공동은 크게 성장할 수 있다. 가장 작은 크기, 즉 매우 작고, 바람직하게 임계 반경보다 작은 두께(h)를 가진 모세관 층의 형성을 가능하게 하는 기판 지지 구조를 사용함으로써, 공동화는 크게 제한되거나 발생하지 않을 것이다. 실험들은 3 - 10 마이크론들의 두께(h)를 가진 물의 모세관 층이 공동화를 경험하지 않는 것을 도시하였다.

[0043] 특정 조치로서, 기판(22) 및 기판 지지 구조(23)의 접촉 표면들 중 하나 또는 양쪽은 표면 처리되거나, 모세관 층(21)을 형성하는 액체 및 관련 접촉 표면 사이의 접촉 각도에 영향을 주기 위한 재료로 코팅될 수 있다.

[0044] 도 7a - 도 7j는 본 발명의 실시예에 따른 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑하는 방법의 실시예의 실행을 개략적으로 도시한다. 상기 방법은 기판 지지 구조상에 기판을 클램핑하는 방법의 자동화를 허용하는 클램프 준비 유닛에서 실행될 수 있다.

[0045] 클램프 준비 유닛은 제어된 압력 환경을 제공할 수 있는 진공 시스템을 포함한다. 게다가, 클램프 준비 유닛은 액체를 인가하기 위한 액체 분배 유닛, 가스를 제공 및 제거하기 위한 하나 이상의 가스 연결 유닛들 및 액체를 제공 및 제거하기 위한 하나 이상의 액체 연결 유닛들을 포함한다.

[0046] 도 7a에 도시된 바와 같이, 기판 지지 구조(23)는 진공 챔버, 예를 들어 클램프 준비 유닛의 진공 시스템 내 하우징 내에 배치된다. 진공 챔버 내에 기판 지지 구조(23)의 배치 후, 액체는 도 7b에 개략적으로 도시된 표면(26) 상에 도포된다. 기판 지지 구조(23)의 표면(26)상에 액체의 도포는 액체 분배 유닛(61)에 의해 수행될 수 있다.

[0047] 도 7a - 도 7j에서, 기판 지지 구조(23)의 표면(26)에는 접촉 엘리먼트(27)들, 예를 들어 마디들이 제공된다. 일 실시예에서, 액체를 도포하는 것은 적어도 접촉 엘리먼트들이 액체층(64)에 의해 커버될 때까지 계속된다. 액체의 도포 후 액체층(64)의 통상적인 두께는 2 - 5 mm의 범위 내에 있다. 액체를 도포하는 것은 바람직하게 액체층(54) 내의 액체의 증기 압력과 실질적으로 동일한 압력 레벨에서 수행된다. 그런 압력에서 액체를 적용하는 것은 액체 내에 가스들의 용해 및/또는 거품들의 혼입 기회를 감소시킨다.

[0048] 선택적으로, 액체를 도포한 후, 일시 중지 동작은 수행된다. 이 동작은 도 7c에 개략적으로 도시된다. 일시 중지는 액체층(64)의 밖으로 용해된 가스들 및/또는 혼입된 거품들(62)의 확산을 허용한다. 용해된 가스들 및/또는 혼입된 거품들(62)의 제거는 도 2를 참조하여 논의된 바와 같이 보이드들의 형성 기회를 감소시킨다.

[0049] 그 다음, 기판(22)은 액체층(64)의 최상부 상에 배치된다. 바람직하게, 도 7d에 개략적으로 도시된 바와 같이,

기판은 기판(22)의 제 1 단부 부분(22a)에 있는 에지가 먼저, 이후 경사 각도로 지칭되는 초기 각에서 액체층(64)과 접촉하도록 배치된다. 제 1 접촉 후, 기판(22)의 비-접촉 단부 부분(22b)은 기판(22)이 도 7e에 도시된 바와 같이 액체층(64) 상에 완전히 자리할 때까지 낮아진다.

[0050] 도 7d에서, 기판(22)은 초기 각도(a)로 배치된다. 액체는 기판(22)의 바닥 표면에 접촉하고 모세관 효과들로 인해 상기 바닥 표면에 부착된다. 일 실시예에서, 기판(22)의 하나의 단부 부분(22a)의 제 1 접촉 후, 기판(22)의 다른 단부 부분(22b)은 물-기판 접촉 라인이 다른 단부 부분(22b)의 방향, 즉 도 7d에서 화살표에 의해 개략적으로 도시된 우측으로의 움직임 방향으로 기판(22)의 바닥 표면을 따라 이동하도록 낮추어진다. 경사 각으로 기판(22)의 배치는 기판(22) 및 기판 지지 구조(23) 사이의 공기 또는 가스의 포획 기회를 감소시키고, 이는 이루어질 클램프의 안정성을 개선한다. 경사 각 알파(a)는 예각이고, 바람직하게 10 도보다 작고, 바람직하게 5 도보다 크다. 실험들은 그런 경사 각도가 만족스러운 결과들을 제공하는 것을 보여줬다.

[0051] 도 7e는 액체층(64) 상에 배치 후의 기판(22)을 도시한다. 기판(22)은 액체층(64) 상에 부유한다.

[0052] 액체층의 최상부 상에 기판의 배치 후, 초과 액체는 제거된다. 초과 액체의 제거는 실질적으로 기판 지지 구조(23)를 둘러싸는 압력의 압력 레벨 아래의 압력 레벨까지 기판(22) 아래 압력을 낮추는 것을 포함할 수 있다. 이것은 도 7f에서 화살표들(65)에 의해 개략적으로 표시된 낮은 압력 환경으로 기판(22) 아래 영역을 접속시킴으로써 달성될 수 있다.

[0053] 액체층(64) 위 압력 레벨 및 액체층(64) 아래 압력 레벨 사이의 결과적인 차로 인해, 기판(22)은 기판 지지 구조(23) 쪽으로 당겨진다. 결과적으로, 초과 액체는 도 3b에 도시된 가스 분배 시스템의 하나 이상의 채널들(66), 예를 들어 채널들(33 및 35)을 통하여 빨아들여지고/빨아들여지거나 화살표들(67)에 의해 도 7f에 개략적으로 도시된 기판 지지 구조(23)의 에지에서 밖으로 압착된다. 얼마 후, 기판(22)은 기판 지지 구조 표면(26)의 접촉 엘리먼트들(27) 상에 자리한다.

[0054] 초과 액체의 제거는 추가로, 또는 대안적으로 표면(26)의 주위를 따라 가스 흐름을 제공하는 것을 포함할 수 있다. 가스 흐름은 기판(22)이 접촉 엘리먼트들과 접촉하여 유지되도록 기판(22) 위 압력보다 낮은 압력으로 제공된다. 가스 흐름에 사용될 적당한 가스들은 질소, 산소 및 헬륨을 포함한다.

[0055] 가스 흐름은 하나 이상의 방식으로 초과 액체를 제거할 수 있다. 예를 들어, 액체는 흐름에 휩쓸려질 수 있다. 부가적으로, 나머지 방울들은 가스 흐름시 증발할 수 있다. 나머지 방울들의 증발은 탈습 또는 "건조" 가스를 제공함으로써 개선될 수 있다, 즉 가스는 증기 포화 값의 50% 미만, 바람직하게 10% 미만의 증기 함량을 가진다.

[0056] 가스 흐름의 제공은 도 7g 및 도 7h에 개략적으로 도시된다. 가스는 채널(66a)을 통하여 기판 지지 구조(23)에 진입하도록 허용되는 반면, 가스는 채널(66b)을 통하여 배출되도록 허용된다. 채널(66a) 및 채널(66b)은 각각 도 3b의 가스 입구(33) 및 가스 출구(35)에 대응할 수 있다. 가스 흐름은 모세관 층(71)이 형성될 때까지 바람직하게 유지된다, 즉 오목 외부 표면(28)을 가진 액체의 얇은 층은 그의 둘레들의 압력 아래의 압력을 가진다. 그런 모세관 층은 도 1 및 2를 참조하여 논의되었다.

[0057] 초과 액체의 제거로 인해 모세관 층의 형성 후, 주위 압력은 낮추어질 수 있다. 기판(22)이 클램핑을 유지하는 것을 보장하기 위해, 만약 존재한다면 초과 가스는 예를 들어 도 7i에 개략적으로 도시된 바와 같이 밸브(45)를 통하여 기판(22) 아래에서 제거될 수 있다.

[0058] 본 발명의 실시예들에서, 모세관 층(71)의 형성 후, 증기는 모세관 층에 제공될 수 있다. 증기(73)는 저장소 액체(77)로 적어도 부분적으로 하전 저장소(75)에 의해 제공될 수 있다. 저장소(75)는 도 7i 및 7j에 도시된 바와 같이 기판 지지 구조(23)의 일부일 수 있다. 대안적으로, 저장소(75)는 외부 저장소일 수 있다. 그 다음 증기(73)는 외부 저장소 및 기판 지지 구조(23) 둘 다에 연결할 수 있는 전달 시스템을 통하여 제공될 수 있다.

[0059] 액체 증기 저장소(75)가 기판 지지 구조(23)에 연결될 수 있는 별도의 모듈로서 제공될 수 있다는 것이 주의되어야 한다. 제공된 증기는 모세관 층(71)으로부터 액체의 증발을 제한한다. 이것은 클램프의 보다 긴 수명을 유도할 수 있다.

[0060] 도 8은 본 발명의 제 3 실시예에 따른 기판 지지 구조(83)의 평면도를 개략적으로 도시한다. 기판 지지 구조(83)는 기판을 클램핑하기 위한 표면(86)을 포함한다. 바람직하게, 표면에는 접촉 엘리먼트들(87)이 제공된다. 부가적으로, 기판 지지 구조는 해자(91), 가스 입구들(93), 및 가스 출구들(95)을 포함하는 가스 분배 시스템을 포함한다. 이들 컴포넌트들의 기능들은 도 3a를 참조하여 논의되었고 이 실시예에 똑같이 적용된다. 기판 지

지 구조(83)는 도 7a-도 7j를 참조하여 기판 지지 구조(23)에 관하여 논의된 것과 유사한 방식으로 클램핑하는 방법의 실시예들에 사용될 수 있다.

[0061] 도 3a 및 도 5에 도시된 기판 지지 구조(23)의 실시예들과 대조하여, 기판 지지 구조(83)는 다수의 서브-표면들로 분할되는 표면(86)을 포함한다. 서브-표면들은 예를 들어 육각형 모양의 타일(tile)들 형태를 취할 수 있고, 모자이크식(tessellate) 패턴으로 배열될 수 있다. 각각의 타일에는 도 5를 참조하여 논의된 주위 립(51)과 유사한 주위 립(도시되지 않음)이 제공될 수 있다. 다수의 서브-표면들로 분할된 표면(86)의 사용은 만약 비교적 큰 기판들, 예를 들어 300 mm 웨이퍼들이 클램핑될 필요가 있다면 이익일 수 있다.

[0062] 도 8b는 도 8a의 기판 지지 구조(83) 및 도시를 위한 기판(82)의 조합에 의해 형성된 클램프의 단면도를 개략적으로 도시한다.

[0063] 도 9 및 도 10은 이전에 논의된 기판 지지 구조들의 실시예들과 관련하여 사용될 수 있는 상이한 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트들을 개략적으로 도시한다. 도 9 및 도 10은 웨이퍼들의 리소그래픽 처리에 관련된 예를 참조하여 설명될 것이다. 어레인지먼트들이 그런 애플리케이션으로 제한되지 않는 것이 이해되어야 한다. 도 11은 기판 지지 구조상에 기판을 클램핑하는 방법의 자동화 실시예들, 예를 들어 도 7a-도 7j를 참조하여 설명된 실시예들에 사용될 수 있는 클램프 준비 유닛의 실시예를 개략적으로 도시한다.

[0064] 도 9를 지금 참조하여, 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트에서, 클램프 준비 유닛(112)은 웨이퍼 지지 구조상에 웨이퍼를 클램핑하는 방법을 자동화하기 위하여 사용된다. 클램프 준비 유닛(112)은 이 예에서 소위 웨이퍼 트랙(111)인 기판 분배 설비로부터 클램핑될 웨이퍼를 받아들인다. 클램프 준비 유닛(112)에서, 클램프는 예를 들어 도 7a-도 7j에 관련하여 언급된 방법을 사용함으로써 준비된다. 클램프의 준비 후, 클램프는 이 예에서 리소그래픽 장치(113)인 기판 처리 유닛으로 포워딩된다. 리소그래픽 장치는 방사선의 패턴화된 범을 제공하기 위한 방사선 시스템, 기판을 지지하기 위한 기판 지지 구조, 및 당업자에 의해 이해될 바와 같이 기판의 타겟 부분 상에 방사선의 패턴화된 범을 투사하기 위한 광학 시스템을 포함할 수 있다. 예시적인 클램프 준비 유닛의 동작에 관련한 추가 상세한 것들은 도 11a-도 11d를 참조하여 설명될 것이다.

[0065] 도 9에서, 클램핑 절차는 참조 번호(115)에 의해 개략적으로 도시된다. 예시적인 클램프 준비 유닛의 동작에 관한 추가 상세한 것들은 도 11a-도 11d를 참조하여 설명될 것이다. 클램프 준비 유닛(112)은 제어된 압력 환경을 제공하기 위하여 진공 시스템을 포함한다. 클램핑 절차는 예를 들어 도 11a에 도시된 바와 같이 예를 들어 웨이퍼 지지부(121)를 구비하는 로봇 아암에 의해 클램프 준비 유닛(112)의 진공 시스템 내로 웨이퍼(122)의 도입과 함께 시작할 수 있다.

[0066] 웨이퍼(122)는 진공 기밀 도어 또는 로드 록 챔버를 통하여 도입될 수 있다. 웨이퍼 지지 구조(123)는 클램프 준비 유닛(112) 내에 이미 존재할 수 있다. 대안적으로, 웨이퍼 지지 구조(123)는 웨이퍼(122)와 유사한 방식으로 도입될 수 있다.

[0067] 그 다음, 액체는 도 11a에 도시된 바와 같이 액체 분배 유닛(124)에 의해 웨이퍼 지지 구조(123)의 표면상에 도포될 수 있다. 액체 분배 유닛(124)은 충분한 "두께"의 액체층이 제공될 때까지 액체 흐름을 제공하고, 그 다음 액체 흐름을 폐쇄한다. 바람직하게, 액체 분배 유닛(124)은 액체의 도포가 클램핑 절차에서의 보다 빠른 분배 및 추후 동작들 없이 효율적인 방식으로 수행되도록 한다. 바람직하게, 액체를 웨이퍼 지지 구조(123)의 표면상에 도포하는 동안 클램프 준비 유닛(112) 내의 압력은 주위 압력 아래, 예를 들어 액체층 내의 액체의 증기 압력과 실질적으로 동일하다. 대안적으로, 클램프 준비 유닛에서의 압력을 액체를 도포한 후 그러나 웨이퍼를 클램핑하기 전 감소될 수 있다.

[0068] 웨이퍼(122) 및 웨이퍼 지지 구조(123)는 액체층(125) 상에 웨이퍼의 배치를 허용하도록 서로에 관련하여 이동된다. 이를 위해, 웨이퍼(122)는 도 11b에 도시된 바와 같이 기판 전달 유닛, 예를 들어 이동 가능 지지 핀들(127)에 의해 액체층(125) 상으로 낮추어진다. 도 7d를 참조하여 이전에 논의된 바와 같이, 웨이퍼(122) 및 액체층(125) 사이의 제 1 접촉은 바람직하게 10 도 미만 및 바람직하게 5 도보다 큰 시작 경사 각 알파( $\alpha$ )에서 이루어질 수 있다. 그런 경사진 배치는 예를 들어 지지 핀들(127)의 별도의 제어된 움직임에 의해 웨이퍼(122)의 다른 측면을 낮추기 전에 웨이퍼(122)의 한쪽 측면을 낮춤으로써 달성될 수 있다. 웨이퍼(122)의 각각의 측면은 접촉이 액체층(125)과 이루어질 때까지 낮추어지고, 지지 핀들(127)은 추가로 낮추어지고 방해가 않되는 곳으로 이동된다. 액체층(125) 상에 웨이퍼(122)의 배치는 주위 압력, 즉 약 1 바아에서 수행될 수 있다. 그러나, 낮은 압력에서의 배치는 바람직하다, 예를 들어 압력은 액체층 내의 액체의 증기 압력에 실질적으로 동일하다.

- [0069] 웨이퍼 지지 구조(123)는 웨이퍼 지지 구조로부터 액체를 제거하기 위하여 지금 웨이퍼 지지 구조(123)에 연결할 수 있는 하나 이상의 액체 연결 유닛들에 연결될 수 있다. 실시예에서, 도 11c에 도시된 바와 같은 연결기들(126a, 126b)은 이를 위해 사용될 수 있다. 대안적으로, 이를 하나 이상의 액체 연결 유닛들의 연결은 보다 이전에 이루어졌었다. 과도한 액체는 하나 이상의 액체 연결 유닛들을 통하여 제거된다. 액체의 제거는 주위 압력, 즉 약 1 바아에서 수행될 수 있다.
- [0070] 게다가, 웨이퍼 지지 구조(123)는 웨이퍼 지지 구조(123)를 가스 공급기, 예를 들어 도 11c에서의 연결기들(126a, 126b)에 연결하기 위한 하나 이상의 가스 연결 유닛들을 포함할 수 있다. 가스 연결 유닛들은 진공에의 "연결"에 의해 낮은 압력을 구축할 수 있다. 부가적으로 및/또는 대안적으로, 가스 연결 유닛들은 도 7a-도 7j를 참조하여 이전에 논의된 바와 같이 웨이퍼(122) 및 웨이퍼 지지 구조(123) 사이에 모세관 층의 형성을 가능하게 하기 위해 가스 흐름을 제공할 수 있다. 가스 흐름을 제공하는 것은 주위 압력, 즉 약 1 바아에서 수행될 수 있다. 웨이퍼(122)가 웨이퍼 지지 구조(123)에 관하여 그의 위치를 유지하는 것을 보장하기 위하여 가스 흐름에 의해 제공된 압력이 주위 압력보다 낮을 필요가 있다는 것이 주의된다.
- [0071] 도 11d에 개략적으로 도시된 바와 같이, 리소그래픽 장치(113)에 클램프를 포워딩하기 전에, 연결들(126a, 126b)은 제거된다. 클램프를 포워딩하는 것은 진공 기밀 도어 또는 로드 록 챔버를 통하여 로봇 아암에 의해 수행될 수 있다.
- [0072] 리소그래픽 장치(113)에서의 프로세싱 후, 클램프는 클램프 준비 유닛(112) 또는 클램핑 해제, 즉 웨이퍼 지지 구조로부터 웨이퍼를 제거하기 위한 별도의 클램핑 해제 유닛으로 다시 전달될 수 있다. 도 9에서, 클램핑 해제의 프로세스는 참조 번호(116)에 의해 개략적으로 도시된다. 클램핑 해제는 클램프를 클램프 준비 유닛(112)에 도입하고, 하나 이상의 액체 연결기들을 웨이퍼 지지 구조(123)에 연결함으로서 수행될 수 있다. 하나 이상의 액체 연결기들을 통하여, 부가적인 액체는 액체층의 두께를 증가시키기 위하여 모세관 액체층에 제공될 수 있다. 부가적인 액체는 웨이퍼(122)가 액체층의 최상부 상에 부유하기 시작하도록 부가될 수 있다. 부가적인 액체의 도입은 액체 압력이 실질적으로 균일하게 분배되어 웨이퍼(122)가 변형하거나 파손되지 않도록 도포될 수 있다.
- [0073] 그 스테이지에서, 웨이퍼(122)는 예를 들어 지지 펀들(127)에 의해 웨이퍼 기판 지지 구조(123) 상에서 액체층으로부터 들어올려질 수 있다. 웨이퍼는 액체층 위에 웨이퍼를 배치하는 상기된 처리와 반대로, 시작 경사 각에서 들어 올려질 수 있다. 웨이퍼의 들어 올림 동안 시작 경사 각은 예를 들어 지지 펀들의 별도의 제어된 움직임에 의해 다른 측면을 들어올리기 전에 웨이퍼 한쪽 측면을 들어올림으로써 달성될 수 있는 바람직하게 10도 미만 및 바람직하게 5도 초과이다. 마지막으로, 웨이퍼(122)는 예를 들어 웨이퍼 지지부(121)를 구비한 로봇을 사용함으로써 클램프 준비 유닛(112)으로부터 추출될 수 있고, 웨이퍼 트랙(111) 쪽으로 전달된다.
- [0074] 도 9에서, 클램프 준비 유닛(112) 및 리소그래픽 장치(113)는 별도의 유닛들로서 도시된다. 그러나, 또한 예를 들어 리소그래픽 장치(113)의 로드 록에 클램프 준비 유닛(112)의 요구된 기능을 포함시킴으로써 클램프 준비 유닛(112)을 리소그래픽 장치(113)에 통합하는 것이 가능하다는 것을 이해하여야 한다. 그런 경우에서, 웨이퍼들은 상기 웨이퍼들이 리소그래픽 장치에 각각 진입 및 배출될 때 클램핑 및 클램핑 해제될 것이다.
- [0075] 도 10은 기판 지지 구조의 실시예들과 관련하여 사용될 수 있는 상이한 기판 핸들링 및 노광 어레인지먼트를 개략적으로 도시한다. 도 10의 어레인지먼트에서, 단일 리소그래픽 장치(113) 대신 보다 많은 리소그래픽 장치들(113a, 113b, 113c)이 사용된다. 웨이퍼 트랙(111) 및 클램프 준비 유닛(112)의 기능은 도 9를 참조하여 기술된 것과 동일하다.
- [0076] 도 10에서, 클램프는 부가적인 웨이퍼 트랙(117)을 통하여 3 개의 상이한 리소그래픽 장치들(113a, 113b, 113c)로 전달될 수 있는 프로세싱을 위해 리소그래픽 장치에 전달될 준비를 한다. 도 10의 구성은 만약 클램프 준비 유닛(112) 내에서 수행될 클램핑 방법의 통상적인 지속기간이 리소그래픽 장치들(113a, 113b, 113c) 중 임의의 하나에서 수행될 리소그래픽 프로세스의 통상적인 지속기간보다 빠르면 매우 효율적일 수 있다.
- [0077] 상세한 설명을 통해, 표현 "모세관 층"이 참조되었다. 표현 "모세관 층"은 그의 둘레 압력 아래의 압력을 가진 오목 요철 모양을 가진 얇은 액체층을 지칭하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0078] 본 발명의 부가적인 양상들은 기판 지지 구조의 표면상에 기판을 클램핑하기 위한 기판 지지 구조에서 추가로 정의되고, 여기서 기판 지지 구조는 액체의 모세관 층에 의해 클램핑될 기판을 수용하기 위한 표면, 저장소 액체 및 저장소 액체의 증기를 저장하기 위한 액체 저장소, 및 저장소 액체의 증기가 존재할 때 모세관 층에 제공될 수 있도록 저장소를 수용 표면과 연결하는 증기 전달 시스템을 포함한다. 저장소는 수용 표면 아래에서 연

장될 수 있다. 바람직하게, 저장소는 수용 표면 아래에 배치된 보다 큰 부분 및 수용 표면의 주위로부터 연장되는 보다 작은 부분을 가진 공동을 포함한다. 저장소 내의 저장소 액체의 저장 체적은 액체의 모세관 층의 체적보다 클 수 있다. 저장소는 수용 표면으로부터 떼어낼 수 있다. 사용시, 모세관 층은 오목 모양의 외부 표면을 가질 수 있고, 저장소 내의 액체의 자유 표면 영역은 상기 오목 모양 외부 표면 영역의 자유 표면 영역보다 크다. 기판 지지 구조는 상기 표면에 대해 주위의 액체를 제거하기 위한 액체 제거 시스템을 더 포함할 수 있다. 액체 제거 시스템은 가스 분배 시스템을 포함할 수 있다. 가스 분배 시스템은 가스를 제거하기 위한 적어도 하나의 가스 입구, 및 가스를 제거하기 위한 적어도 하나의 가스 출구를 포함할 수 있다. 대안적으로, 가스 분배 시스템은 서로에 관하여 등거리 위치들에 다수의 가스 입구들 및 다수의 가스 출구들을 가질 수 있다. 기판 지지 구조는 기판 지지 구조를 가스 공급기와 연결하기 위한 가스 연결 유닛을 더 포함할 수 있다. 가스 연결 유닛은 증기 전달 시스템에 연결될 수 있다. 증기 전달 시스템은 저장소로부터 발생하는 증기로부터 가스 연결 유닛을 통한 가스 흐름을 분리하기 위한 흐름 제어 유닛을 포함할 수 있다. 흐름 제어 유닛은 밸브 또는 플랩(flap)일 수 있다. 기판 지지 구조의 저장소는 기판 지지 구조의 제거 가능한 부분 내에 배치될 수 있다. 저장소 및 증기 전달 시스템은 기판 지지 구조의 제거 가능한 부분 내에 배치될 수 있다. 기판 지지 구조는 가스 분배 시스템에 의해 제공된 가스가 수용 표면 및 밀봉 구조 사이에서 흐를 수 있도록 수용 표면을 둘러싸는 밀봉 구조를 더 포함할 수 있다. 수용 표면은 다수의 접촉 엘리먼트들을 구비할 수 있고, 밀봉 구조는 다수의 접촉 엘리먼트들의 높이에 대응하는 높이를 가진다. 대안적으로, 수용 표면은 상승될 주위 림을 더 포함할 수 있어서, 가스 분배 시스템에 의해 제공된 가스는 주위 림 및 밀봉 구조 사이에서 흐를 수 있다. 그런 실시예에서, 수용 표면은 다수의 접촉 엘리먼트들을 구비할 수 있고 주위 림은 다수의 접촉 엘리먼트들의 높이보다 작은 높이를 가진다. 수용 표면은 다수의 서브-표면들로 분할될 수 있다. 그 다음 액체 제거 시스템은 각각의 서브-표면 주위에서 액체를 제거하도록 구성될 수 있다. 다수의 서브-표면들의 경우, 적어도 하나의 서브-표면은 실질적으로 육각형 모양을 가질 수 있다.

[0079]

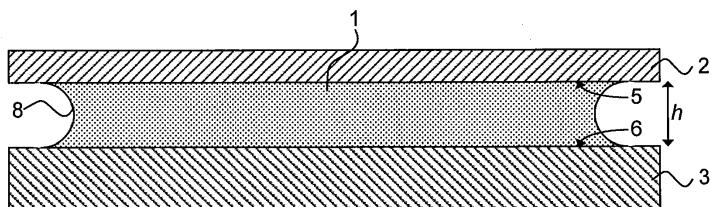
본 발명의 부가적인 양상은 기판 지지 구조에 클램핑된 기판을 유지하기 위한 방법에서 추가로 정의되고, 상기 방법은 기판이 모세관 층에 의해 클램핑된 표면을 가진 기판 지지 구조를 제공하는 단계, 저장소 액체 및 저장소 액체의 증기를 저장하는 저장소를 제공하는 단계, 및 모세관 층으로부터 증발을 제한하기 위하여 저장소로부터 모세관 층으로 저장소 액체의 증기의 전달을 가능하게 하는 단계를 포함한다. 기판 지지 구조는 이전에 기술된 임의의 기판 지지 구조일 수 있다.

[0080]

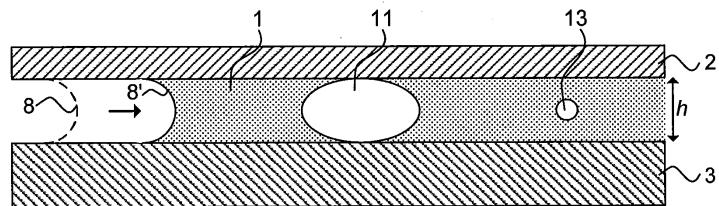
본 발명의 상기 논의된 특정 실시예들을 참조하여 기술되었다. 이들 실시예들이 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 당업자에게 잘 공지된 다양한 변형들 및 대안 형태들로 가능해진다는 것이 인식될 것이다. 따라서, 비록 특정 실시예들이 기술되었지만, 이들은 단지 예들이고 첨부된 청구항들에서 정의된 본 발명의 범위를 제한하지 않는다.

## 도면

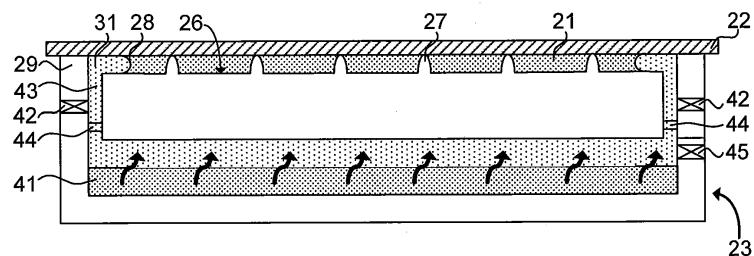
### 도면1



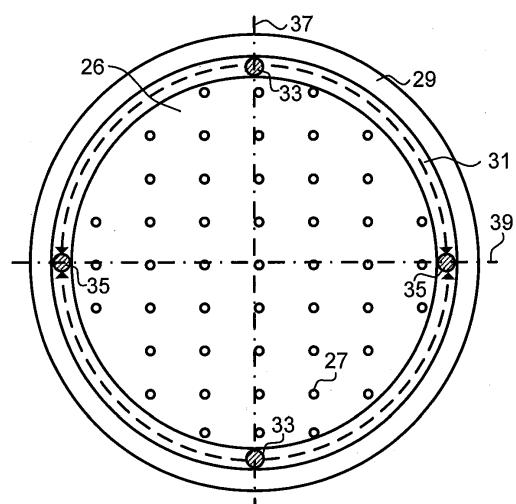
도면2



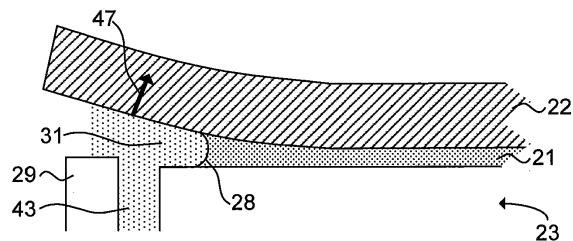
도면3a



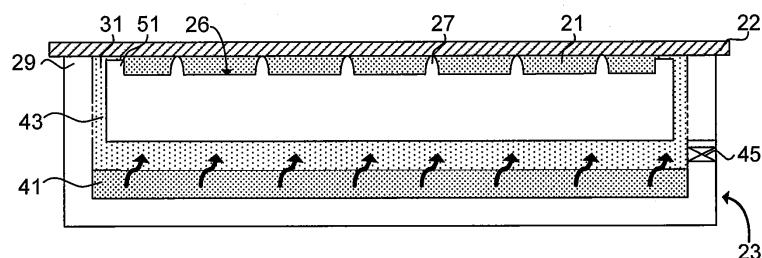
도면3b



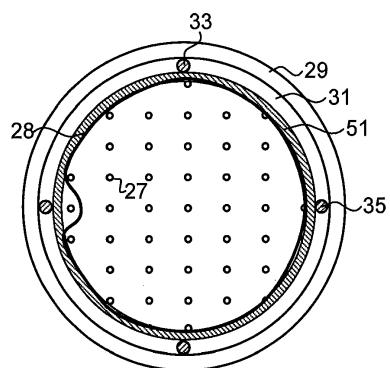
도면4



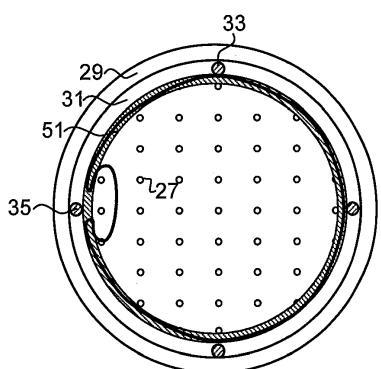
도면5



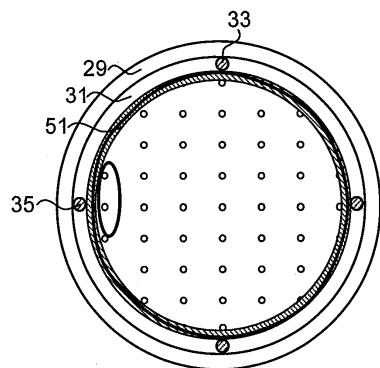
도면6a



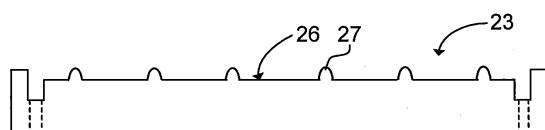
도면6b



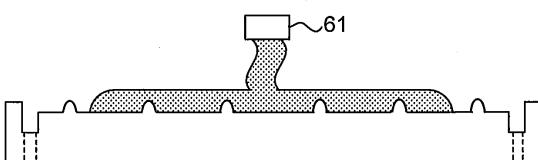
도면6c



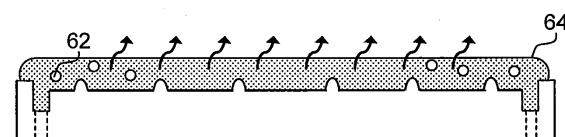
도면7a



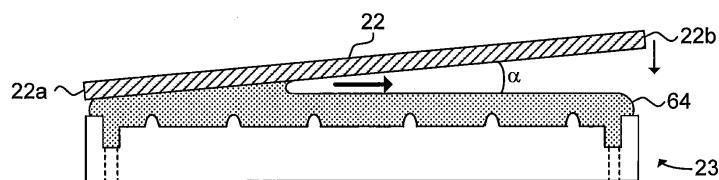
도면7b



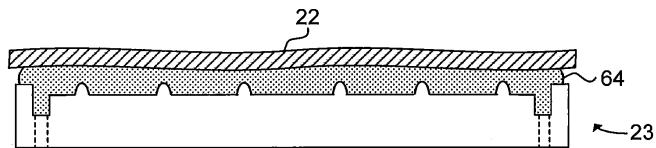
도면7c



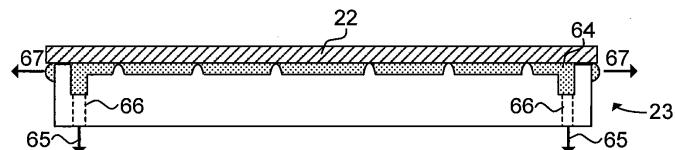
도면7d



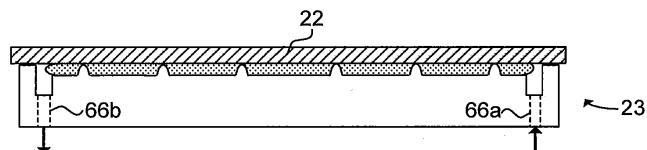
도면7e



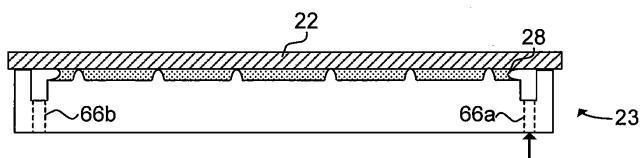
도면7f



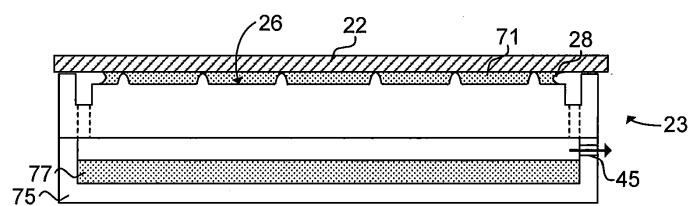
도면7g



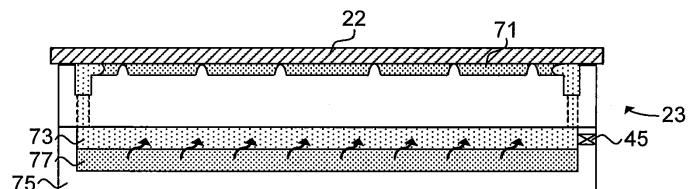
도면7h



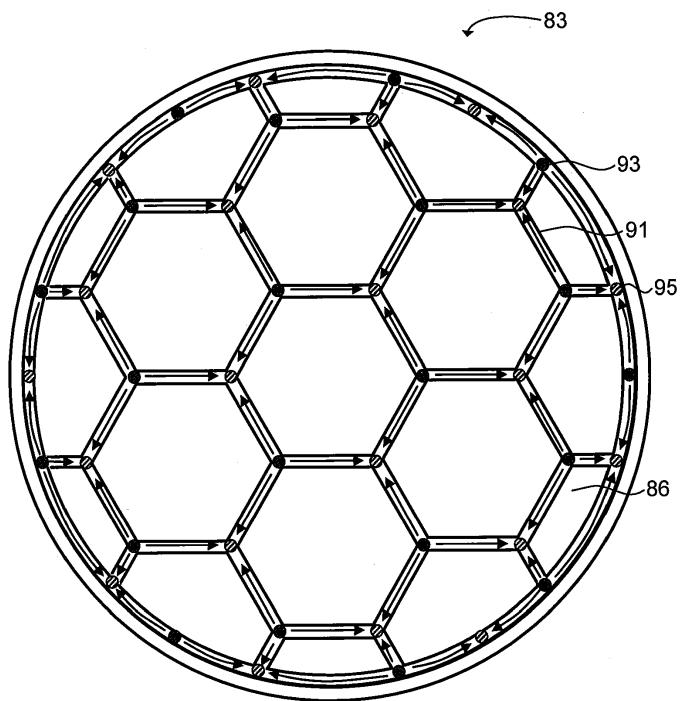
도면7i



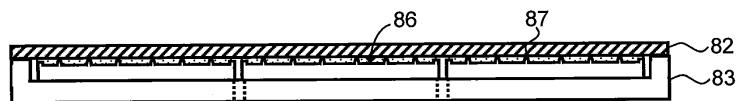
도면7j



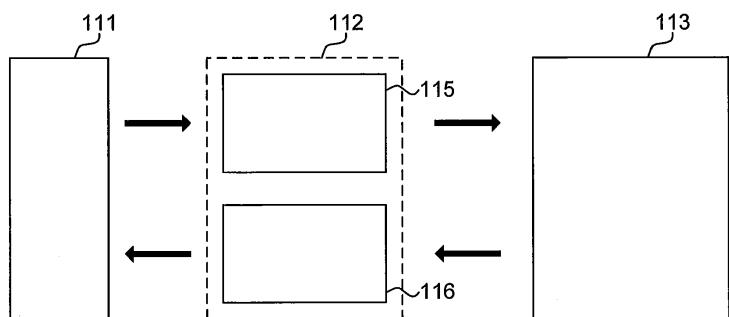
도면8a



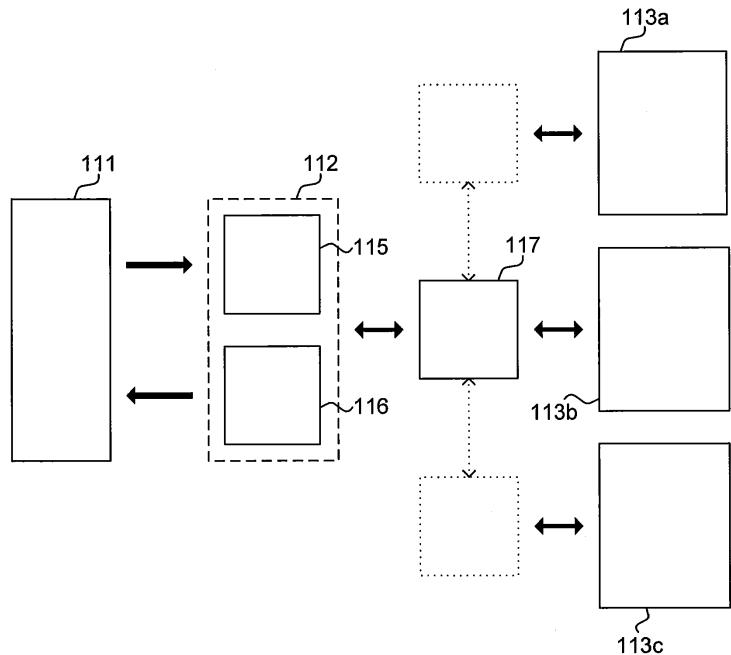
도면8b



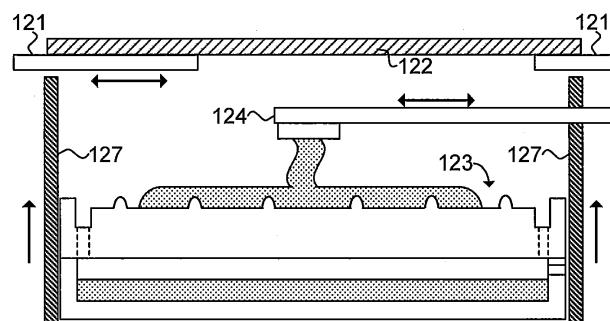
도면9



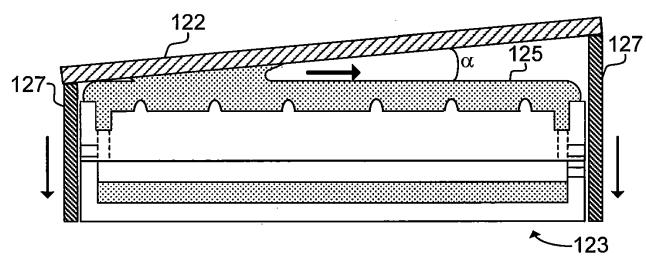
도면10



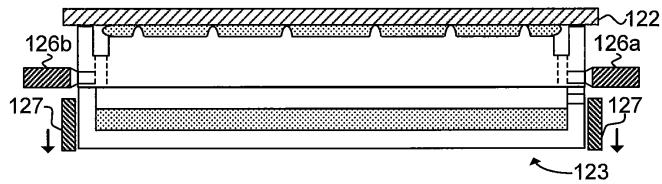
도면11a



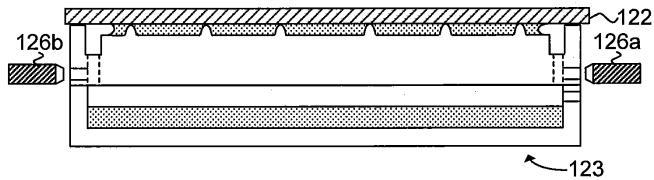
도면11b



## 도면11c



## 도면11d



## 【심사관 직권보정사항】

## 【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항 내지 제9항

## 【변경전】

어레인지먼트 구조

## 【변경후】

어레인지먼트 구조체

## 【직권보정 2】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제1항

## 【변경전】

어레인지먼트 구조(arrangement structure)로서

## 【변경후】

어레인지먼트 구조체(arrangement structure)로서