



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년03월14일
(11) 등록번호 10-1121938
(24) 등록일자 2012년02월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/302 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-7002991(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2004년03월23일
심사청구일자 2011년02월08일
- (85) 번역문제출일자 2011년02월08일
- (65) 공개번호 10-2011-0028541
- (43) 공개일자 2011년03월18일
- (62) 원출원 특허 10-2005-7018809
원출원일자(국제) 2004년03월23일
심사청구일자 2009년03월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2004/008994
- (87) 국제공개번호 WO 2004/093166
국제공개일자 2004년10월28일
- (30) 우선권주장
10/404,402 2003년03월31일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
US20020046707 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (73) 특허권자
램 리써치 코퍼레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
- (72) 발명자
파크스 존
미국 94547 캘리포니아주 헤라클레스 프롬나드 스트리트 1196
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 24 항

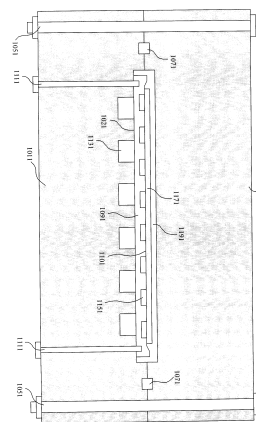
심사관 : 조상흠

(54) 발명의 명칭 웨이퍼 처리를 위한 챔버 및 관련 방법

(57) 요약

챔버 내의 유체 흐름 및 유체 압력이 다양한 방식으로 제어되는 웨이퍼 처리 챔버가 제공된다. 챔버는, 챔버 내의 내부 볼륨에서의 유체 압력 및 유체 흐름을 제어하도록 구성될 수 있는 착탈가능한 판을 이용한다. 또한, 착탈가능한 판은 챔버 내의 내부 볼륨을 챔버 내의 외부 볼륨과 격리시키는데 사용될 수 있다. 또한, 챔버 내에서 사용되는 웨이퍼 클램핑 장치가 제공된다. 웨이퍼 클램핑 장치는 웨이퍼의 상면과 하면 사이의 압력차를 사용하여, 웨이퍼를 웨이퍼 바닥면과 접촉하고 있는 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당기며, 따라서 웨이퍼는 이동불능한 상태로 고정되고 유지된다. 또한, 고압 챔버 구성이 제공된다.

대표도 - 도1



(30) 우선권주장

10/404,472 2003년03월31일 미국(US)

10/404,502 2003년03월31일 미국(US)

특허청구의 범위

청구항 1

이동불능 상태로 고정되는 상부 섹션으로서, 상기 상부 섹션은 캐비티 측벽 및 캐비티 상면에 의해 규정되는 캐비티 영역을 포함하고, 상기 캐비티 영역은 상기 상부 섹션의 하면에서 개방적으로 접근가능하고, 상기 상부 섹션은 웨이퍼를 상기 캐비티 영역으로 수용하기 위한 경로를 가지는, 상기 상부 섹션;

이동 메카니즘에 연결되는 하부 섹션으로서, 상기 하부 섹션은 상면 및 측면에 의해 규정되고, 상기 하부 섹션은 상기 상부 섹션의 캐비티 영역으로 이동되어 상기 하부 섹션의 측벽이 상기 캐비티 측벽에 인접하도록 구성되는, 상기 하부 섹션;

상기 캐비티 측벽 및 상기 하부 섹션 측벽 사이에 배치되는 제 1 밀봉; 및

상기 하부 섹션의 상면 상에 배치되는 제 2 밀봉으로서, 상기 제 2 밀봉은 상기 상부 섹션 내의 상기 캐비티 상면과 결합하도록 구성되고, 상기 제 2 밀봉은 상기 캐비티 상면 및 상기 하부 섹션의 상면 모두와의 접촉시에 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싸도록 구성되는, 상기 제 2 밀봉을 포함하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 상부 섹션의 외부에 부착되어 상기 웨이퍼를 수용하기 위한 경로를 커버하며, 상기 웨이퍼를 수용하기 위한 상기 경로를 외부 환경으로부터 격리시키도록 동작가능한 밸브를 더 구비하며,

상기 외부 환경은 대기압 및 대기압 이하의 압력 (sub-atmospheric pressure) 중 하나를 가지는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉은 챔버 외부 볼륨을 상기 웨이퍼 처리 볼륨 및 외부 환경으로부터 격리시키도록 작용하며,

상기 챔버 외부 볼륨은 상기 제 2 밀봉과 상기 제 1 밀봉 사이에 규정되고, 상기 제 2 밀봉은 상기 웨이퍼 처리 볼륨을 상기 챔버 외부 볼륨으로부터 격리시키도록 작용하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉은 $6E-5$ atm 내지 1.02 atm 범위 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 밀봉은 68 atm 내지 273 atm 범위 내에서 상기 웨이퍼 처리 볼륨 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉, 상기 제 2 밀봉, 및 상기 제 1 밀봉과 상기 제 2 밀봉 모두 중 하나에 대해 다수의 밀봉이 사용되는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 7

이동불능 상태로 고정되는 하부 섹션으로서, 상기 하부 섹션은 캐비티 측벽 및 캐비티 하면에 의해 규정되는 캐비티 영역을 포함하고, 상기 캐비티 영역은 상기 하부 섹션의 상면에서 개방적으로 접근가능하고, 상기 하부 섹

선은 웨이퍼를 상기 캐비티 영역으로 수용하기 위한 경로를 가지는, 상기 하부 섹션;

이동 메카니즘에 연결되는 상부 섹션으로서, 상기 상부 섹션은 하면 및 측벽에 의해 규정되고, 상기 상부 섹션은 상기 하부 섹션의 캐비티 영역으로 이동되어 상기 상부 섹션의 측벽이 상기 캐비티 측벽에 인접하도록 구성되는, 상기 상부 섹션;

상기 캐비티 측벽 및 상기 상부 섹션 측벽 사이에 배치되는 제 1 밀봉; 및

상기 하부 섹션 내의 상기 캐비티 하면 상에 배치되는 제 2 밀봉으로서, 상기 제 2 밀봉은 상기 상부 섹션의 하면과 결합하도록 구성되고, 상기 제 2 밀봉은 상기 캐비티 하면 및 상기 상부 섹션의 하면 모두와의 접촉시에 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싸도록 구성되는, 상기 제 2 밀봉을 포함하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉은 상기 웨이퍼 처리 볼륨 및 외부 환경 모두로부터 챔버 외부 볼륨을 격리시키도록 작용하며,

상기 챔버 외부 볼륨은 상기 제 2 밀봉과 상기 제 1 밀봉 사이에서 규정되고, 상기 제 2 밀봉은 상기 웨이퍼 처리 볼륨을 상기 챔버 외부 볼륨으로부터 격리시키도록 작용하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 수용하기 위한 경로는 세정류 및 웨이퍼 전달 모듈 중 하나와 인터페이스하도록 구성되고, 상기 웨이퍼 전달 모듈은 대기압 및 대기압 이하의 압력 중 하나를 포함하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 밀봉은 씨-밀봉 (c-seal), 오-링 (o-ring), 플랫 개스킷 (flat gasket) 중 하나인, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 챔버 상부 섹션 및 상기 챔버 하부 섹션은 모두, 상기 웨이퍼 처리 볼륨 내에 68 atm 내지 273 atm 의 범위 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 처리 볼륨은 초임계 유체를 포함하고 유지할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 이동 메카니즘은 스크류 드라이브 및 수압 드라이브 중 하나인, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼 처리 클러스터 구조의 일부인, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 15

제 7 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 수용하기 위한 경로를 커버하는, 상기 하부 섹션의 외부에 부착된 밸브를 더 포함하고, 상기 밸

브는 외부 환경으로부터 상기 웨이퍼를 수용하기 위한 경로를 격리시키도록 동작하고, 상기 외부 환경은 대기압 또는 대기압 이하의 압력을 가지는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 16

제 7 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 수용하기 위한 경로는 세정룸 및 웨이퍼 전달 모듈 중 하나와 인터페이싱하도록 구성되고, 상기 웨이퍼 전달 모듈은 대기압 및 대기압 이하의 압력 중 하나를 포함하는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 17

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉은 $6E-5$ atm 내지 1.02 atm 범위 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 18

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 밀봉은 68 atm 내지 273 atm 범위 내에서 상기 웨이퍼 처리 볼륨 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 19

제 7 항에 있어서,

상기 제 2 밀봉은 씨-밀봉 (c-seal), 오-링 (o-ring), 플랫 개스킷 (flat gasket) 중 하나인, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 20

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 밀봉, 상기 제 2 밀봉, 및 상기 제 1 밀봉과 상기 제 2 밀봉 모두 중 하나에 대해 다수의 밀봉이 사용되는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 21

제 7 항에 있어서,

상기 챔버 하부 섹션 및 상기 챔버 상부 섹션은 모두, 상기 웨이퍼 처리 볼륨 내에 68 atm 내지 273 atm 의 범위 내의 압력을 포함할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 22

제 7 항에 있어서,

상기 웨이퍼 처리 볼륨은 초임계 유체를 포함하고 유지할 수 있는, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 23

제 7 항에 있어서,

상기 이동 메카니즘은 스크류 드라이브 및 수압 드라이브 중 하나인, 웨이퍼 처리 챔버.

청구항 24

캐비티 측벽 및 캐비티 상면에 의해 규정되는 캐비티 영역을 포함하는 상부 섹션으로서, 상기 캐비티 영역은 상기 상부 섹션의 하면에서 개방적으로 접근가능한, 상기 상부 섹션;

상면 및 측벽에 의해 규정되는 하부 섹션으로서, 상기 하부 섹션은 상기 상부 섹션의 캐비티 영역 내로 이동하여 상기 하부 섹션의 측벽이 상기 캐비티 측벽에 인접하도록 구성되고, 상기 하부 섹션의 상면은 처리되는 웨이퍼를 수용하기 위해 규정되는 구역을 포함하는, 상기 하부 섹션;

상기 캐비티 측벽 및 상기 하부 섹션 측벽 사이에 배치되는 제 1 밀봉; 및

상기 처리되는 웨이퍼를 수용하기 위해 규정되는 구역 외부의, 상기 하부 섹션의 상면 상에 배치되는 제 2 밀봉으로서, 상기 제 2 밀봉은 상기 캐비티 상면 및 상기 하부 섹션의 상면 모두와의 접촉을 통해 인에이블되도록 구성되는, 제 2 밀봉을 포함하는, 웨이퍼 처리 챔버.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 반도체 웨이퍼 처리에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스의 제조시에, 반도체 웨이퍼 ("웨이퍼" 또는 "기판")의 표면은 화학물질 및 미립자 오염물질을 제거하기 위해 세정되어야 한다. 오염물질이 제거되지 않으면, 웨이퍼 상의 반도체 디바이스는 불량하게 동작하고, 결점이 있게 될 수도 있다. 통상적으로 미립자 오염물질은, 웨이퍼의 표면에 부착성을 가진, 명백하게 한정된 재료의 미세한 조각으로 구성된다. 미립자 오염물질의 예에는, 실리콘 먼지, 실리카, 슬러리 잔여물, 중합 잔여물, 금속 파편, 대기 먼지, 플라스틱 입자 및 실리콘 입자 등과 같은 유기 및 무기 잔여물이 포함될 수 있다.

[0003] 통상적으로 웨이퍼 세정 처리는 웨이퍼 표면에 유체를 도포함으로써 수행된다. 일부 경우에서, 유체는 밀봉 챔버에서 웨이퍼에 도포된다. 웨이퍼에 유체를 도포하는 방법은 웨이퍼 세정 처리의 효율성에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어, 웨이퍼 표면 상의 특정한 유체 흐름 패턴이 이점있는 세정 결과를 제공할 수도 있다. 또한, 웨이퍼의 표면 상에 가해지는 특정한 유체의 압력이 이점있는 세정 결과를 제공할 수도 있다. 통상적으로, 웨이퍼 표면 상에서 상이한 유체 흐름 패턴 및 유체 압력을 얻기 위해서는 상이한 웨이퍼 세정 챔버가 요구된다. 다양한 웨이퍼 세정 처리의 요구사항들을 충족시키기 위해 상이한 웨이퍼 세정 챔버를 가질 필요성은 전반적인 웨이퍼 처리 비용 및 구현에 있어서 문제점을 나타낸다. 또한, 일반적으로, 높은 유체 압력의 이용을 요구하는 웨이퍼 세정 처리는 고압을 견디기 위한 큰 웨이퍼 세정 챔버의 이용을 요구한다. 더 큰 웨이퍼 세정 챔버는 전반적인 웨이퍼 처리 비용의 증가에 대응한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 전술한 면에서, 상이한 웨이퍼 세정 처리의 필요를 충족시키기 위해 요구되는 바와 같이, 유체 압력 및 유체 흐름 패턴의 가변 제어를 허용하는 웨이퍼 세정 챔버에 대한 요구가 있다. 또한, 웨이퍼 세정 챔버는 상이한 사이즈의 웨이퍼를 수용할 수 있어야 한다. 또한, 웨이퍼 세정 챔버는 전체적으로 최소의 사이즈로 고압을 포함하는 능력을 가져야 한다.

[0005] 챔버 설계의 중요한 양태는, 챔버내에서 웨이퍼가 유지되거나 클램핑되는 방법이다. 웨이퍼의 리프팅 또는 이동을 방지하기 위해 웨이퍼는 챔버내에서 고정적으로 유지되어야 한다. 리프팅 또는 이동으로, 웨이퍼는 현저한 손상의 위험에 노출된다. 또한, 웨이퍼의 리프팅은, 챔버 내에서 웨이퍼의 후면이 세정 유체 및 부산물에 더 노출되게 한다. 웨이퍼 후면의 세정 유체 및 부산물로의 노출은 증가된 오염물질 및 세정의 어려움을 유발시킬 수 있다. 따라서, 처리동안 챔버내에 웨이퍼를 고정적으로 유지시키는 것이 중요하다.

[0006] 챔버내에 웨이퍼를 고정시키는 하나의 통상적인 옵션은 웨이퍼 상면과의 접촉을 통해 웨이퍼를 클램핑하는 것을 포함한다. 웨이퍼 상면과 접촉하는 클램프를 사용하는 것은 클램프와 웨이퍼간의 인터페이스에 손상을 유발할 잠재성을 도입한다. 챔버내에 웨이퍼를 고정시키는 또 다른 통상적인 옵션은 웨이퍼를 지지부로 당기는 정전 척 (electrostatic chuck) 을 사용하는 것을 포함한다. 정전 척의 사용은 챔버 설계의 복잡성을 증가시킨다. 예를 들어, 챔버가 압력 경계로 설계되면, 정전 척과 관련된 설비 (예를 들어, 전원) 가 압력 경계의 무결성을 유지하는데 적합해야 한다. 챔버내에서 웨이퍼를 고정시키는 통상적인 옵션은 웨이퍼 손상 및 구현 복잡성의 면에서, 특히 챔버가 압력 경계를 통합하는 경우 문제가 될 수 있다. 웨이퍼의 무결성을 보장하고, 챔버 설계를 단순화하기 위해, 웨이퍼 상면과 접촉하는 클램프의 사용없이, 그리고 정전 척의 사용없이 챔버내에 웨이퍼를 고정시키는 것이 바람직하다.

[0007] 전술한 면에서, 웨이퍼 처리동안 챔버내에서 웨이퍼를 효과적으로 고정시킬 웨이퍼 클램핑 장치가 요구된다. 웨이퍼 클램핑 장치는 웨이퍼 상면과의 접촉없이, 그리고 챔버 설계 복잡성에서 최소한의 증가만을 가지고 구현되어야 한다.

[0008] 종종, 웨이퍼 처리 공정은 고압 조건 하에서 수행될 필요가 있다. 웨이퍼 세정 처리 예에 계속하여, 일부 웨이퍼 세정 처리는 웨이퍼 표면을 초임계 유체에 노출시키는 것을 포함한다. 이러한 처리에서, 웨이퍼 처리 볼륨내에 고압이 제공되어 초임계 유체의 초임계 상태를 유지시켜야 한다. 따라서, 웨이퍼 처리 모듈(즉, 챔버)은 웨이퍼 처리 공정동안 요구되는 고압을 유지할 필요가 있다.

[0009] 전술한 면에서, 더 낮은 압력의 웨이퍼 전달 모듈과 안전하게 인터페이싱할 수 있는 고압 웨이퍼 처리 모듈이 요구된다. 고압 웨이퍼 처리 모듈은 초임계 유체 세정과 같은 고압 웨이퍼 처리를 수용할 수 있어야 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시형태에서, 웨이퍼 세정 챔버가 개시된다. 웨이퍼 세정 챔버는 다수의 지지면을 가지는 하부 지지부를 포함한다. 하부 지지부는 다수의 지지면 사이에 존재하는 제 1 볼륨을 포함한다. 웨이퍼 세정 챔버는 하부 지지부의 다수의 지지면에 의해 지지되는 판을 더 포함한다. 판은 하부 지지부의 제 1 볼륨 위에 위치한다. 또한, 판은 웨이퍼를 수용하고 지지하는 다수의 웨이퍼 지지면을 가진다. 제 2 볼륨은 판의 다수의 웨이퍼 지지면 사이에 존재한다. 또한, 유체 흐름을 유입하기 위해 입구들 및 출구들이 판의 주변에 위치된다. 입구 및 출구는 웨이퍼를 수용하도록 의도된 위치의 외부에 위치된다. 또한, 웨이퍼 세정 챔버는 판 위에 위치한 상부 지지부를 포함한다. 상부 지지부는 판 주변 외부의 위치에서 하부 지지부와 인터페이싱한다. 상부 지지부 내의 제 3 볼륨이 판에 의해 지지될 웨이퍼 위에 위치한다. 제 3 볼륨은 유체 흐름을 수용할 수 있다. 유체 흐름은 판의 입구 및 출구에 의한 설정 구성에서 유입될 수 있다. 또한, 제 3 볼륨은 제 1 볼륨 및 제 2 볼륨과 한정된 유체 연통을 하고 있다.

[0011] 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 처리 장치가 개시된다. 웨이퍼 처리 장치는 상부 및 하부를 가지는 챔버를 포함한다. 챔버의 하부에 규정되는 제 1 볼륨 내에 지지 구조가 분포된다. 또한, 챔버의 상부 내에 규정되는 제 2 볼륨 내에 추가적인 지지 구조가 분포된다. 웨이퍼 처리 장치는, 챔버 하부의 지지 구조 상에 배치되도록 구성되는 하부판을 더 포함한다. 지지 구조 상에 배치될 때, 하부판은 챔버 하부 내의 제 1 볼륨 위에 위치한다. 하부판은 하부판 내에 규정되는 제 3 볼륨 내에 분포된 다수의 웨이퍼 지지 구조를 포함한다. 다수의 웨이퍼 지지 구조는 웨이퍼를 지지할 수 있다. 웨이퍼가 웨이퍼 지지 구조 상에 배치될 때, 웨이퍼는 하부판 내의 제 3 볼륨 위에 위치한다. 또한, 웨이퍼 처리 장치는 챔버 상부의 지지 구조에 부착되도록 구성되는 상부판을 포함한다. 상부판이 지지 구조에 부착될 때, 상부판은 챔버 상부 내에 규정되는 제 2 볼륨 아래에 위치한다. 상부판은, 하부판에 의해 지지되는 웨이퍼와 상부판 사이에 존재하는 제 4 볼륨의 상부 경계로서 작용한다. 제 4 볼륨은 유체를 포함할 수 있다. 또한, 제 4 볼륨은 제 1 볼륨, 제 2 볼륨 및 제 3 볼륨과 한정된 유체 연통을 한다.

[0012] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법이 개시된다. 이 방법은, 하부 지지판 내에 규정되는 제 1 볼륨 내에 분포된 지지면을 가지는 하부 지지판을 형성하는 단계를 포함한다. 제 1 볼륨은 제 1 유체 입구 및 제 1 유체 출구를 가지도록 규정된다. 또한, 이 방법은 웨이퍼 지지판 내에 규정되는 제 2 볼륨 내에 분포된 웨이퍼 지지면을 가지는 웨이퍼 지지판을 형성하는 단계를 포함한다. 웨이퍼 지지면은 웨이퍼를 수용하도록 구성된다. 일단 수용되면, 웨이퍼는 웨이퍼 지지판 내에 규정되는 제 2 볼륨에 대해 상부 경계를 형성한다. 제 2 볼륨은 제 2 유체 입구 및 제 2 유체 출구를 가지도록 규정된다. 또한, 유체 입구 및 유체 출구는 웨이퍼의 주변, 및 웨이퍼를 수용하는 위치의 외부에서 제공된다. 이 방법은 웨이퍼 지지판을 하부 지지판에 고정시키는 단계를 더 포함한다. 일단 고정되면, 웨이퍼 지지판은 하부 지지판의 제 1 볼륨 내에 분포되는 지지면에 의해 지지된다. 또한, 웨이퍼 지지판은 하부 지지판 내에 규정되는 제 1 볼륨에 대한 상부 경계로서 작용한다. 이 방법은, 웨이퍼 지지판의 웨이퍼 지지면에 의해 수용되는 웨이퍼 위에 위치하도록 구성되는 제 3 볼륨을 포함하는 상부 지지판의 형성 단계로 계속된다. 또한, 이 방법은, 상부 지지판 내에 규정되는 제 3 볼륨을 외부 환경으로부터 격리시키기 위해 하부 지지판에 상부 지지판을 고정시키는 단계를 포함한다. 외부 환경으로부터 제 3 볼륨의 격리는 상부 지지판과 하부 지지판 사이에 배치되는 밀봉에 의해 가능하다.

[0013] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 세정 처리를 수행하는 방법이 개시된다. 이 방법은, 웨이퍼 세정 처리가 수행될 수 있는 챔버를 제공하는 단계를 포함한다. 챔버는 세정될 웨이퍼 위에 위치하도록 구성되는 제 1

볼륨을 포함한다. 또한, 챔버는 웨이퍼를 지지하도록 구성되는 판을 포함한다. 제 2 볼륨은 웨이퍼 바로 아래의 판 내에 규정된다. 또한, 이 챔버에서, 판을 지지하기 위한 지지 구조가 제공된다. 지지 구조는 판 바로 아래에 위치하는 제 3 볼륨을 포함한다. 이 방법은 제 2 볼륨보다 높은 압력을 가지도록 제 1 볼륨을 가압하는 단계를 더 포함한다. 또한, 이 방법은 제 3 볼륨보다 높은 압력을 가지도록 제 2 볼륨을 가압하는 단계를 포함한다. 제 3 볼륨은 제 2 볼륨의 압력과 챔버 외부 환경 사이의 압력을 가지도록 가압된다. 또한 이 방법에서는, 세정될 웨이퍼 위에 위치하는 제 1 볼륨에 유체가 제공된다. 유체는 웨이퍼 세정 처리를 실시하도록 구성된다.

[0014] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 클램핑 장치가 개시된다. 웨이퍼 클램핑 장치는 다수의 웨이퍼 지지면을 가지는 웨이퍼 지지 구조를 포함한다. 하부 볼륨은 다수의 웨이퍼 지지면 사이에서 웨이퍼 지지 구조 내에 규정된다. 하부 볼륨은 다수의 웨이퍼 지지면 상에 배치되는 웨이퍼 아래에 존재한다. 또한, 웨이퍼 클램핑 장치는 다수의 웨이퍼 지지면 상에 배치되는 웨이퍼의 위에 규정되는 상부 볼륨을 포함한다. 배기 소스가 하부 볼륨을 감압하도록 구성된다. 하부 볼륨의 감압은 상부 볼륨의 압력을 하부 볼륨의 압력보다 높게 한다. 하부 볼륨의 더 낮은 압력은 웨이퍼가 다수의 웨이퍼 지지면 상에 배치되어 유지되게 한다.

[0015] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 처리 챔버가 개시된다. 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼를 수용하도록 구성되는 하부판을 포함한다. 하부판은 웨이퍼 아래에 위치하도록 구성되는 볼륨 내에 분산된 다수의 웨이퍼 지지 구조를 가진다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버는 하부판 위에 위치하는 상부판을 포함한다. 상부판은 하부판에 의해 수용될 웨이퍼 위에 위치하도록 구성되는 위에 위치하는 볼륨을 가진다. 또한, 위에 위치하는 볼륨에 유체를 공급하기 위한 입구가 제공된다. 입구로부터 공급되는 유체는 위에 위치하는 볼륨을 가압할 수 있다. 또한, 유체는, 하부판과 하부판에 의해 수용될 웨이퍼 사이를 횡단함으로써 아래에 위치하는 볼륨에 들어갈 수 있다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버는 아래에 위치하는 볼륨의 압력을 제어하기 위한 출구를 포함한다. 출구는 아래에 위치하는 볼륨에서의 압력이 위에 위치하는 볼륨에서의 압력보다 낮아지도록 제어될 수 있다. 아래에 위치하는 볼륨에서의 더 낮은 압력은 웨이퍼가 하부판 쪽으로 압박되게 한다.

[0016] 또 다른 실시형태에서는, 압력 제어를 사용하여 웨이퍼를 클램핑하는 방법이 개시된다. 이 방법에서는, 웨이퍼가 웨이퍼 지지부 상에 배치된다. 이 방법은 웨이퍼 아래의 압력을 웨이퍼 위의 압력보다 낮아지도록 감소시키는 단계를 포함한다. 감소된 웨이퍼 아래의 압력은 웨이퍼를 웨이퍼 지지부 쪽으로 유지하도록 작용한다.

[0017] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 처리 챔버가 개시된다. 웨이퍼 처리 챔버는 이동불능 상태로 고정되는 상부 섹션을 포함한다. 상부 섹션은 웨이퍼를 수용하기 위한 경로 및 바닥 개구부 모두를 포함한다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버에서, 하부 섹션은 상부 섹션의 바닥 개구부를 통해 이동하도록 제공된다. 따라서, 하부 섹션은 이동 메카니즘에 연결된다. 웨이퍼 처리 챔버는 제 1 밀봉 및 제 2 밀봉을 더 포함한다. 제 1 밀봉은 상부 섹션의 바닥 개구부 내에서 하부 섹션과 상부 섹션 사이에 배치된다. 제 2 밀봉은 하부 섹션의 상면 상에 배치된다. 제 2 밀봉은 상부 섹션 및 하부 섹션과의 접촉을 통해 인에이블되도록 구성된다. 제 2 밀봉은 상부 섹션 및 하부 섹션 모두와의 접촉시에 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싼다.

[0018] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 처리 챔버의 또 다른 버전이 개시된다. 웨이퍼 처리 챔버는 이동불능 상태로 고정되는 하부 섹션을 포함한다. 하부 섹션은 웨이퍼를 수용하는 경로 및 상위 개구부 모두를 포함한다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버에서, 상부 섹션은 하부 섹션의 상위 개구부를 통해 이동하도록 제공된다. 따라서, 상부 섹션은 이동 메카니즘에 연결된다. 웨이퍼 처리 챔버는 제 1 밀봉 및 제 2 밀봉을 더 포함한다. 제 1 밀봉은 하부 섹션의 상위 개구부 내에서 상부 섹션과 하부 섹션 사이에 배치된다. 제 2 밀봉은 하부 섹션의 상면 위, 및 하부 섹션의 상위 개구부 내에 배치된다. 제 2 밀봉은 하부 섹션 및 상부 섹션과의 접촉을 통해 인에이블되도록 구성된다. 제 2 밀봉은 하부 섹션 및 상부 섹션 모두와의 접촉시에 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싼다.

[0019] 또 다른 실시형태에서는, 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법이 개시된다. 이 방법은 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션을 모두 제공하는 단계를 포함한다. 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션은 서로에 대해 이동가능하도록 구성된다. 이 방법은 챔버 상부 섹션과 챔버 하부 섹션 사이에 제 1 밀봉을 제공하는 단계를 더 포함한다. 제 1 밀봉은 챔버 외부 볼륨을 외부 환경과 격리시키도록 작용한다. 또한 이 방법에서, 제 2 밀봉은 챔버 상부 섹션과 챔버 하부 섹션 사이에 제공된다. 제 2 밀봉은 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싸도록 구성된다. 또한, 제 2 밀봉은 웨이퍼 처리 볼륨을 챔버 외부 볼륨으로부터 격리시키도록 작용한다. 제 2 밀봉은 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션 모두와의 접촉을 통해 인에이블된다. 본 발명의 또 다른

양태 및 이점은, 본 발명을 예로서 예시하는 첨부한 도면과 함께 이하의 상세한 설명으로부터 더욱 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

또 다른 장점들과 함께, 본 발명은 첨부한 도면과 함께 다음의 상세한 설명을 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다.

도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 웨이퍼 처리 챔버 ("챔버") 의 수직 단면도를 도시하는 도면이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 도 1 에 도시된 바와 같은 챔버의 중심부의 확대도를 도시하는 도면이다.

도 3 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼를 가로질러 선형 유체 흐름을 제공하도록 구성된 하부 판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 4 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼를 가로질러 원뿔형 유체 흐름을 제공하도록 구성된 하부 판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 5 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼를 가로질러 나선형 유체 흐름을 제공하도록 구성된 하부 판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 6 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 판을 통합하는 챔버의 수직 단면도를 도시하는 도면이다.

도 7 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 도 6 에 도시된 바와 같은 챔버의 중심부의 확대도를 도시하는 도면이다.

도 8a 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 중심 유체 공급 및 주변 유체 방출을 제공하도록 구성된 상부 판을 도시하는 도면이다.

도 8b 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 판 내에서의 유체 채널의 이용을 도시하는 도면이다.

도 9 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 주변 유체 공급 및 중심 유체 방출을 제공하도록 구성된 상부 판을 도시하는 도면이다.

도 10 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 판을 가로지르는 입구/출구의 예시적인 분포를 도시하는 도면이다.

도 11 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

*도 12 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 세정 처리를 수행하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

도 13 은 일반화된 재료의 상태도를 도시하는 도면이다.

도 14 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 웨이퍼 처리 챔버의 단면도를 도시하는 도면이다.

도 15 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 상부 판과 하부 판간의 인터페이스의 확대도를 도시하는 도면이다.

도 16 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 하부 지지판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 17 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 하부 판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 18 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 상부 판의 평면도를 도시하는 도면이다.

도 19 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 웨이퍼 클램핑 장치와 관련된 유체 흐름 시스템을 도시하는 도면이다.

도 20 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼의 상부 및 하부 모두에서 능동적이고 독립적인 압력 제어를 사용하여 웨이퍼를 클램핑하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

도 21 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼의 상부에서의 능동적 제어 및 하부에서의 제어된 배기 (venting) 를 사용하여 웨이퍼를 클램핑하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

도 22 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 개방 상태의 웨이퍼 처리 챔버를 도시하는 도면이다.

도 23 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 폐쇄 상태의 챔버를 도시하는 도면이다.

도 24 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 개방 상태의 웨이퍼 처리 챔버를 도시하는 도면이다.

도 25 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 폐쇄 상태의 챔버를 도시하는 도면이다.

도 26 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명의 일 실시형태에서는, 챔버내의 유체 흐름 및 유체 압력이 가변적 방식으로 제어되도록 허용하는 챔버가 제공된다. 더 상세하게는, 본 실시형태에서는, 챔버가, 유체 흐름 및 유체 압력을 챔버 내의 내부 볼륨에서 제어하도록 구성될 수 있는 착탈가능한 판을 사용한다. 또한, 착탈가능한 판은 챔버 내의 외부 볼륨으로부터 챔버 내의 내부 볼륨을 격리시키는데 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 착탈가능한 판은 챔버 내의 내부 볼륨과 챔버 내의 외부 볼륨간의 압력차를 생성하는데 사용될 수 있다. 챔버 내의 외부 볼륨에서의 더 낮은 압력은 낮은 압력을 견디기 위한 더 적은 외부 챔버 강도를 요구한다. 더 낮은 외부 강도 요구사항은 챔버 사이즈에서의 전반적인 감소로 해석될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 또 다른 실시형태는 웨이퍼 처리동안 챔버 내의 웨이퍼를 고정시킬 수 있는 웨이퍼 클램핑 장치를 제공한다. 더 상세하게는, 웨이퍼 클램핑 장치는 웨이퍼의 상면과 하면간의 압력차를 생성한다. 압력차는 웨이퍼의 바닥면과 접촉하는 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 웨이퍼를 당기도록 작용하며, 이에 의해 웨이퍼는 이동불능 상태로 고정되고 유지된다. 또한, 웨이퍼 클램핑 장치는 웨이퍼의 상면과 하면간의 압력차를 제어하는 옵션을 포함한다. 하나의 옵션은 웨이퍼 상부의 압력 및 웨이퍼 하부의 압력 모두를 능동적이고 독립적으로 제어하는 것을 포함한다. 또 다른 옵션은 웨이퍼 하부의 압력을 배기하면서 웨이퍼 상부의 압력을 능동적으로 제어하는 것을 포함하며, 배기는 수동적으로 또는 능동적으로 제어될 수 있다. 웨이퍼 클램핑 장치는 웨이퍼 상면과의 접촉없이 그리고 챔버 설계 복잡성에서 최소한의 증가만으로 구현된다.
- [0023] 또 다른 실시형태에서, 고압 웨이퍼 처리를 수행하는 웨이퍼 처리 챔버가 제공된다. 더 상세하게는, 고압 웨이퍼 처리 챔버 구성은 웨이퍼 처리 볼륨과 외부 챔버 볼륨을 통합한다. 웨이퍼 처리 볼륨은 고압을 수용하도록 구성된다. 외부 챔버 볼륨은 웨이퍼 처리 볼륨의 고압과 웨이퍼 처리 챔버 외부 환경의 낮은 압력 사이에서 버퍼로서 작용하도록 구성된다. 따라서, 외부 챔버 볼륨은 고압 웨이퍼 처리 볼륨과 낮은 압력의 외부 환경 사이의 압력차를 제어할 수 있다. 이러한 방식으로, 고압 웨이퍼 처리 볼륨을 통합하는 웨이퍼 처리 챔버는 대기압 또는 대기압 이하의 조건에서 동작하는 통상의 웨이퍼 전달 모듈과 인터페이싱할 수 있다.
- [0024] 다음의 설명에서는, 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위해 다양한 세부사항들을 설명한다. 그러나, 본 발명은 이러한 구체적인 세부사항의 일부 또는 전부없이 실행될 수도 있는 것은 당업자에게 자명할 것이다. 또 다른 예에서, 본 발명을 불필요하게 모호하게 만들지 않기 위해 널리 공지된 공정은 상세히 설명하지 않았다.
- [0025] **가변 구성 챔버**
- [0026] 도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 처리 챔버 ("챔버") (1001) 의 수직 단면도를 도시하는 도면이다. 일 실시형태에서, 챔버 (1001) 는 웨이퍼 세정 챔버로서 작용할 수 있다. 챔버 (1001) 는 다수의 지지면 (1021) 을 가지는 하부 지지판 (1011) 을 포함한다. 지지면 (1021) 은 하부 지지판 (1011) 의 상부 내에서 규정된 중간 볼륨 (1131) 내에 분포된다. 지지면 (1021) 은 실질적으로 균일한 방식으로 분리된 위치에서 하부판 (1091) 을 지지할 수 있다. 지지면 (1021) 의 수 및 위치는 하부판 (1091) 의 2 측면간의 압력차에 의존한다. 지지면 (1021) 상에 위치한 경우, 하부판 (1091) 은 중간 볼륨 (1131) 에 대한 상부 경계로서 작용한다.
- [0027] 하부판 (1091) 은 다수의 볼트 (1111) 에 의해 하부 지지판 (1011) 에 고정될 수 있다. 하부판 (1091) 은, 챔버 (1001) 내에 배치될 웨이퍼 (1171) 에 실질적으로 균일한 지지를 제공하도록 분산된 다수의 웨이퍼 지지면 (1101) 을 포함한다. 하부판 (1091) 은 챔버 (1001) 가 다양한 사이즈 (예를 들어, 직경 200 mm, 직경 300 mm 등) 의 웨이퍼를 처리할 수 있도록 사이징될 수 있다. 웨이퍼 지지면 (1101) 은 하부 볼륨 (1151) 을 형성하도록 분리된다. 하부 볼륨 (1151) 은 하부판 (1091) 상에 배치될 웨이퍼 (1171) 아래에 위치된다. 따라서, 웨이퍼 (1171) 에 대해, 하부 볼륨 (1151) 을 아래에 위치한 볼륨 (1151) 이라고도 한다.
- [0028] 또한, 챔버 (1001) 는 하부 지지판 (1011) 의 상부 섹션과 인터페이싱하도록 구성된 상부 지지판 (1031) 을 포함한다. 상부 지지판 (1031) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 포함한다. 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은, 상부 지지판 (1031) 이 하부 지지판 (1011) 에 부착되는 경우, 웨이퍼 (1171) 상부에 위치되도록 구성된다.

웨이퍼 (1171) 가 챔버 (1001) 에 제공되는 경우, 웨이퍼 (1171) 의 상면은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 에 노출된다. 따라서, 웨이퍼 (1171) 에 대해, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 위에 위치한 볼륨 (1191) 이라고도 한다.

[0029] 밀봉 (1071) 은, 상부 지지판 (1031) 과 하부 지지판 (1011) 이 접촉하고 있는 주변 위치에서 상부 지지판 (1031) 과 하부 지지판 (1011) 사이에 배치된다. 밀봉 (1071) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 의 주변을 횡단하고, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 외부 환경으로부터 격리시키도록 작용한다. 밀봉 (1071) 을 인에이블되게 하기 위해, 상부 지지판 (1031) 및 하부 지지판 (1011) 은 밀봉 (1071) 의 주변 외부에 위치한 다수의 볼트 (1051) 에 의해 함께 압박된다. 일부 웨이퍼 처리는 매우 높은 압력에서 수행되어야 한다. 따라서, 상부 지지판 (1031), 하부 지지판 (1011) 및 볼트 (1051) 는, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 존재할 수도 있는 압력을 견디기 위한 충분한 강도를 제공한다.

[0030] 또한, 일부 웨이퍼 처리는 특정한 온도에서 수행되어야 한다. 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 온도 제어를 제공하기 위해, 열 제어 디바이스가 상부지지판 (1031) 및 하부 지지판 (1011) 내에 배치될 수 있다. 일 실시형태에서, 열 제어 디바이스는 열 교환 유체 경로를 포함할 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 열 제어 디바이스는 전기 가열 소자를 포함할 수 있다. 이 실시형태들에서는, 상부 지지판 (1031), 하부 지지판 (1011) 및 하부판 (1091) 을 통한 전도가 전달 메카니즘을 제공하여, 열 제어 디바이스로부터 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 열을 이동시킨다.

[0031] 도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 도 1 에 도시된 바와 같은 챔버 (1001) 의 중심부의 확대도를 도시하는 도면이다. 이 확대도는, 상부 지지판 (1031), 웨이퍼 처리 볼륨 (1191), 웨이퍼 (1171), 아래에 위치한 볼륨 (1151), 하부판 (1091), 중간 볼륨 (1131) 및 하부 지지판 (1011) 을 포함하는 챔버 (1001) 의 절반의 단면도를 도시한다.

[0032] 도 1 에 대해 설명한 바와 같이, 하부판 (1091) 은, 웨이퍼 처리동안 웨이퍼 (1171) 가 그 위에 고정될 웨이퍼 지지면 (1101) 을 제공함으로써 웨이퍼 (1171) 를 지지하도록 작용한다. 웨이퍼 지지면 (1101) 각각은 개별 지지 구조의 일부이다. 웨이퍼 지지면 (1101) 에 대응하는 개별 지지 구조는 아래에 위치한 볼륨 (1151) 전체에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된다. 따라서, 아래에 위치한 볼륨 (1151) 은, 웨이퍼 지지면 (1101) 에 대응하며 웨이퍼 (1171) 아래에 있는 개별 지지 구조들 사이에 존재한다. 입구 (2071) 는 아래에 위치한 볼륨 (1151) 으로 유체를 유입하기 위해 제공된다. 출구 (2051) 는 아래에 위치한 볼륨 (1151) 으로부터 유체를 제거하기 위해 제공된다. 또 다른 실시형태에서, 입구 (2071) 및 출구 (2051) 는 하부판 (1091) 내에서 다른 위치에 배치될 수 있다. 또한, 하부판 (1091) 내에 다수의 입구/출구 (2091) 가 제공되어 유체를 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입하고, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거한다.

[0033] 도 1 에 대해 설명한 바와 같이, 하부 지지판 (1011) 은, 웨이퍼 처리동안 하부판 (1091) 이 그 위에 고정될 지지면 (1021) 을 제공함으로써 하부판 (1091) 을 지지하도록 작용한다. 지지면 (1021) 각각은 개별 지지 구조의 일부이다. 지지면 (1021) 에 대응하는 개별 지지 구조는 중간 볼륨 (1131) 전체에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된다. 따라서, 중간 볼륨 (1131) 은, 지지면 (1021) 에 대응하며 하부판 (1091) 아래에 있는 개별 지지 구조들 사이에 존재한다. 입구 (2011) 는 유체를 중간 볼륨 (1131) 으로 유입하기 위해 제공된다. 출구 (2031) 는 중간 볼륨 (1131) 으로부터 유체를 제거하기 위해 제공된다. 또 다른 실시형태에서, 입구 (2011) 및 출구 (2031) 는 하부 지지판 (1011) 내에서 다른 위치에 배치될 수 있다.

[0034] 상부 지지판 (1031) 이 하부 지지판 (1011) 과 결합할 때, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은, 웨이퍼 (1171) 위에 위치하도록 상부 지지판 (1031) 내에 형성된다. 웨이퍼 (1171) 는 웨이퍼 처리동안 하부판 (1091) 에 밀폐되어 밀봉되지 않기 때문에, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은 웨이퍼 (1171) 의 주변에서 한정된 유체 연통 경로 (2111) 를 통해 아래에 위치한 볼륨 (1151) 과 유체 연통할 것이다. 한정된 유체 연통 경로 (2111) 는 웨이퍼 (1171) 와 하부판 (1091) 의 주변 웨이퍼 지지면 (1101) 간에 필수적인 영역이다.

[0035] 공정동안, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내의 압력은 아래에 위치한 볼륨 (1151) 의 압력보다 높은 레벨에서 유지될 것이고, 따라서 상부로부터 하부까지 웨이퍼 (1171) 를 통한 압력차를 생성한다. 압력차는 충분한 힘으로 웨이퍼 (1171) 를 하부판 (1091) 쪽으로 밀어서 웨이퍼 (1171) 를 웨이퍼 지지면 (1101) 에 고정시키도록 작용한다. 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 의 압력이 아래에 위치한 볼륨 (1151) 의 압력보다 높기 때문에, 일부 유체는 한정된 유체 연통 경로 (2111) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 로부터 아래에 위치한 볼륨 (1151) 으로 통과할 것이다. 출구 (2051) 는 필요에 따라 아래에 위치한 볼륨 (1151) 으로부터 유체를 제거하는데 사용될 수 있다.

- [0036] 웨이퍼 처리 볼륨 (1191), 아래에 위치한 볼륨 (1151) 및 웨이퍼 지지면 (1101) 의 치수는 수행될 웨이퍼 처리의 요구사항 (예를 들어, 압력, 유속, 유체 조성 등) 에 따라 변화할 수 있다. 일 실시형태에서, 상부 지지판 (1031) 과 웨이퍼 (1171) 상면간의 분리 거리 D1 은 약 0.04 인치이다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "약" 은 특정한 값의 $\pm 10\%$ 내를 의미한다. 그러나, 또 다른 실시형태에서는 상이한 D1 값이 사용될 수도 있다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (1171) 와 하부판 (1091) 간의 아래에 위치한 볼륨 (1151) 의 깊이 D2 는 약 0.005 인치 내지 약 0.04 인치의 범위 내일 수 있다. 특정한 실시형태에서는, 깊이 D2 가 약 0.02 인치이다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (1171) 와 주변 웨이퍼 지지면 (1101) 간의 오버랩 거리 D3 은 약 0.1 인치 내지 약 0.5 인치의 범위 내일 수 있다. 특정한 실시형태에서는, 오버랩 거리 D3 이 약 0.25 인치이다. 오버랩 거리 D3 은 한정된 유체 연통 경로 (2111) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 과 아래에 위치한 볼륨 (1151) 간의 압력 강하를 확립하는데 있어서 주요한 인자이다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 위치 공차 D4 (즉, 웨이퍼 (1171) 와 하부판 (1091) 내의 웨이퍼 포켓 주위간의 공칭 거리) 는 약 0.025 인치 내지 약 0.1 인치의 범위 내일 수 있다. 웨이퍼 위치 공차 D4 는 로봇 조작 디바이스의 정밀도에 의해 지정될 수도 있다.
- [0037] 웨이퍼 지지면 (1101) 은 웨이퍼 (1171) 를 통해 가해지는 압력차와 동등한 퍼센티지의 웨이퍼 (1171) 와 접촉하도록 구성된다. 더 높은 압력차는 더 높은 퍼센티지의 웨이퍼 (1171) 가 웨이퍼 지지면 (1101) 과 접촉하도록 요구한다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (1101) 은 약 5% 내지 약 80% 의 범위 내의 웨이퍼 (1171) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (1101) 은 약 15% 내지 약 25% 의 범위 내의 웨이퍼 (1171) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (1101) 은 약 20% 의 웨이퍼 (1171) 표면과 접촉할 수 있다. 약 1 atm 내지 약 1.5 atm 의 범위 내의 차동 압력으로, 웨이퍼 지지면 (1101) 은 약 10% 까지의 범위 내의 웨이퍼 (1171) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다. 약 3 atm 내지 4 atm 의 범위 내의 차동 압력으로, 웨이퍼 지지면 (1101) 은 약 50% 내지 약 70% 의 범위 내의 웨이퍼 (1171) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다.
- [0038] 웨이퍼 지지면 (1101) 과 접촉하는 웨이퍼 (1171) 의 퍼센티지 (즉, 웨이퍼 후측 접촉영역) 를 최소화하는 것이 바람직하다. 그러나, 웨이퍼 후측 접촉영역의 최소화는, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 과 아래에 위치한 볼륨 (1151) 사이에 가해지는 특정한 압력차에 대해 충분한 지지를 제공하는 방식으로 수행되어야 한다. 웨이퍼 후측 접촉영역의 최소화는 웨이퍼 (1171) 오염에 대한 잠재성을 감소시키도록 작용한다. 또한, 웨이퍼 후측 접촉영역의 최소화는, 웨이퍼 (1171) 를 고정시키는데 어려움을 초래할 수 있는, 웨이퍼 (1171) 와 웨이퍼 지지면 (1101) 사이에 남겨지는 입자에 대한 잠재성을 감소시킨다.
- [0039] 웨이퍼 처리 볼륨 (1191), 아래에 위치한 볼륨 (1151) 및 중간 볼륨 (1131) 각각의 압력은 각 볼륨으로의 유체의 유입 및 각 볼륨으로부터의 유체의 제거를 제어함으로써 독립적으로 제어될 수 있다. 하부판 (1091) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 압력이 중간 볼륨 (1131) 압력에 상대적으로 조정되도록 허용한다. 이러한 방식으로, 하부판 (1091) 은 높은 압력이 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 제한되게 한다. 또 다른 실시형태에서, 중간 볼륨 (1131) 은 과-가압되어 (over-pressured), 유체가 중간 볼륨 (1131) 으로부터 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입되게 한다. 그러나, 특정한 실시형태에도 불구하고, 하부판 (1091) 의 2 측면 사이의 가압차는 하부판 (1091) 의 요구된 두께를 지정한다. 하부판 (1091) 양단의 더 큰 압력차는 하부판 (1091) 이 더 큰 두께를 갖도록 요구한다. 얇아진 하부판 (1091) 에 대해서는, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 과 중간 볼륨 (1131) 사이의 압력차는 더 낮아져야 한다.
- [0040] 외부 챔버 (1001) 재료의 볼륨 및 챔버 (1001) 전체 사이즈를 감소시키기 위해, 하부판 (1091) 의 두께를 최소화하는 것이 바람직하다. 그러나, 사용되는 하부판 (1091) 두께와 허용되는 최소 중간 볼륨 (1131) 압력을 결정할 때 균형이 존재한다. 더 얇은 하부판 (1091) 은 전체 챔버 (1001) 사이즈를 감소시키지만, 중간 볼륨 (1131) 과 외부 환경간의 압력차를 감소시킴으로써, 더 낮은 중간 볼륨 (1131) 압력은 더 얇은 하부 지지판 (1011) 의 사용을 허용할 것이다.
- [0041] 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 중간 볼륨 (1131) 까지의 압력차를 외부 환경까지 효과적으로 변화시킴으로써 챔버 (1001) 사이즈가 최적화될 수 있다. 따라서, 다수의 챔버 내부 볼륨의 사용은 더 밀집된 챔버 (1001) 설계를 허용한다. 또한, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 의 사이즈를 최소화하는 것은 챔버 사이즈 및 웨이퍼 처리 사이클 시간 모두가 감소되게 한다. 더 작은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내의 압력을 한정하기 위해 더 적은 재료를 요구한다. 또한, 더 작은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내의 높은 압력을 웨이퍼 (1171) 가 안전하게 운반될 수 있는 압력까지 감소시키는데

더 짧은 시간을 요구하여, 웨이퍼 처리 사이클 시간을 감소시킨다.

[0042] 전술한 바와 같이, 하부판 (1091) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유체를 유입하고 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 유체를 제거하는 다수의 입구/출구 (2091) 를 포함한다. 입구/출구 (2091) 는 하부판 (1091) 의 주변 근처 및 웨이퍼 (1171) 를 수용하도록 의도된 위치의 외부에 위치된다. 입구/출구 (2091) 는 웨이퍼 (1171) 의 상면 위에서 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 통한 유체 흐름을 제어하도록 구성될 수 있다. 상이한 웨이퍼 처리 애플리케이션에 대해서는 상이한 유체 흐름 패턴 및 압력이 더 양호하게 작용할 것이다. 하부판 (1091) 의 입구/출구 (2091) 는 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 다수의 유체 흐름 패턴을 제공하도록 구성될 수 있다. 다음으로, 유체 흐름 패턴의 선택을 위해 다수의 하부판 (1091) 이 설계되고 제조될 수 있고, 따라서 적절한 유체 흐름 패턴이 특정한 웨이퍼 처리에 대해 선택될 수 있다. 하부판 (1091) 은 교환가능하기 때문에, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 통한 유체 흐름 패턴은 하부판 (1091) 외에는, 챔버 (1001) 의 다른 양태가 변형될 것을 요구하지 않고 변경될 수 있다.

[0043] 도 3 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 (1171) 를 가로지르는 선형 유체 흐름을 제공하도록 구성되는 하부판 (1091) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 하부판 (1091) 은 하부판 (1091) 주변의 180 도 세그먼트 주위에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 입구 (209B1) 를 가지도록 규정된다. 하부판 (1091) 은, 다수의 입구 (209B1) 를 포함하는 반대쪽 180 도 세그먼트인 하부판 (1091) 주변의 180 도 세그먼트 주위에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 출구 (209A1) 를 가지도록 또한 규정된다. 유체는 다수의 입구 (209B1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입된다. 유체는 다수의 출구 (209A1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거된다. 다수의 입구 (209B1) 및 다수의 출구 (209A1) 의 배치는, 유체가 화살표 (3011) 로 표시된 바와 같이 웨이퍼 (1171) 의 상면을 가로질러 선형 패턴으로 흐르게 한다.

[0044] 도 4 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 (1171) 를 가로지르는 원뿔형 유체 흐름을 제공하도록 구성된 하부판 (1091) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 하부판 (1091) 은 180 도보다 작은 각에 대응하는, 하부판 (1091) 주변의 세그먼트 주위에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 입구 (209B1) 를 가지도록 규정된다. 하부판 (1091) 은, 다수의 입구 (209B1) 에 대응하는 것보다 작은 각에 대응하는, 하부판 (1091) 주변의 세그먼트 주위에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 출구 (209A1) 를 가지도록 또한 규정된다. 다수의 출구 (209A1) 는 다수의 입구 (209B1) 반대 위치에 위치된다. 유체는 다수의 입구 (209B1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 로 유입된다. 유체는 다수의 출구 (209A1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거된다. 다수의 입구 (209B1) 및 다수의 출구 (209A1) 의 배치는, 유체가 화살표 (4011) 로 표시된 바와 같이 웨이퍼 (1171) 의 상면을 가로질러 원뿔형 패턴으로 흐르게 한다. 원뿔형 패턴은, 유체 흐름이 웨이퍼 (1171) 의 상면을 가로질러 일정하게 가속되는 속도를 유지하도록 최적화될 수 있다.

[0045] 도 5 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 (1171) 를 가로지르는 나선형 유체 흐름을 제공하도록 구성되는 하부판 (1091) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 하부판 (1091) 은, 하부판 (1091) 주변에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 입구 (209B1) 를 가지도록 규정된다. 유체는 다수의 입구 (209B1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입된다. 다수의 입구 (209B1) 는 웨이퍼 (1171) 에 대해 접선 방향으로 유체를 향하도록 구성된다. 다수의 입구 (209B1) 의 구성은, 유체가 화살표 (5011) 에 의해 표시된 바와 같이 웨이퍼 (1171) 의 상면을 가로지르는 나선형 패턴으로 흐르게 한다. 일 실시형태에서, 유체는 상부 지지판 (1031) 에 위치한 하나 이상의 출구를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거된다.

[0046] 도 6 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부판 (6011) 을 통합하는 챔버 (1001) 의 수직 단면도를 도시하는 도면이다. 챔버 (1001) 는 도 1 에 대해 전술한 바와 같이, 하부판 (1091), 하부 지지판 (1011), 볼트 (1111), 볼트 (1051) 및 밀봉 (1071) 을 통합한다. 그러나, 도 6 에 도시된 챔버 (1001) 실시형태는 상이한 상부 지지판 (103A1) 을 통합한다.

[0047] 상부 지지판 (103A1) 은 하부 지지판 (1011) 의 상부 섹션과 인터페이스하도록 구성된다. 상부 지지판 (103A1) 은 다수의 지지면 (6021) 을 포함한다. 지지면 (6021) 은 상부 지지판 (103A1) 의 바닥부 내에 규정된 중간 볼륨 (6051) 내에 분포된다. 지지면 (6021) 은 실질적으로 균일한 방식으로 개별 위치에서 상부판 (6011) 을 지지할 수 있다. 지지면 (6021) 의 수 및 위치는 상부판 (6011) 의 2 측면간의 압력차에 의존한다. 상부판 (6011) 은 다수의 볼트 (6031) 에 의해 상부 지지판 (103A1) 에 고정될 수 있다. 상부 지지판 (103A1) 에 고정된 경우, 상부판 (6011) 은 중간 볼륨 (6051) 에 대한 하부 경계로서 작용한다.

[0048] 상부 지지판 (103A1) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 더 포함한다. 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 은, 상부 지지판 (103A1) 이 하부 지지판 (1011) 에 부착되는 경우 웨이퍼 (1171) 위에 위치하도록 구성된다. 또한, 웨이

퍼 처리 볼륨 (1191) 은, 상부판 (6011) 이 상부 지지판 (103A1) 에 고정되는 경우 상부판 (6011) 아래에 위치하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 상부판 (6011) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 에 대한 상부 경계로서 작용한다.

[0049] 도 7 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 도 6 에 도시된 바와 같은 챔버 (1001) 의 중심부의 확대도를 도시하는 도면이다. 이 확대도는 상부 지지판 (103A1), 상부판 (6011), 중간 볼륨 (6051), 웨이퍼 처리 볼륨 (1191), 웨이퍼 (1171), 아래에 위치한 볼륨 (1151), 하부판 (1091), 중간 볼륨 (1131) 및 하부 지지판 (1011) 을 포함하는 챔버 (1001) 의 절반의 수직 단면을 도시한다.

[0050] 아래에 위치하는 볼륨 (1151) 내에 분포된 웨이퍼 지지면 (1101) 을 가지며 입구 (2071), 출구 (2051) 및 입구/출구 (2091) 를 포함하는 하부판 (1091) 은 도 2 에 대해 전술한 바와 동일하다. 또한, 중간 볼륨 (1131) 내에 분포하는 지지면 (1021) 을 가지며 입구 (2011) 및 출구 (2031) 를 포함하는 하부 지지판 (1011) 도 도 2 에 대해 전술한 바와 동일하다.

[0051] 도 6 에 대해 전술한 바와 같이, 상부 지지판 (103A1) 은, 웨이퍼 처리동안 상부판 (6011) 이 그 위에 고정될 지지면 (6021) 을 제공함으로써 상부판 (6011) 을 지지하도록 작용한다. 지지면 (6021) 각각은 개별 지지 구조의 일부이다. 지지면 (6021) 에 대응하는 개별 지지 구조는 중간 볼륨 (6051) 에 걸쳐 실질적으로 균일한 방식으로 분포된다. 따라서, 중간 볼륨 (6051) 은, 지지면 (6021) 에 대응하는 개별 지지 구조 사이 및 상부판 (6011) 상에 존재한다. 입구 (7011) 는 유체를 중간 볼륨 (6051) 으로 유입하기 위해 제공된다. 출구 (7031) 는 중간 볼륨 (6051) 으로부터 유체를 제거하기 위해 제공된다. 또 다른 실시형태에서, 입구 (7011) 및 출구 (7031) 는 상부 지지판 (103A1) 내에서 다른 위치에 배치될 수 있다.

[0052] 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 및 중간 볼륨 (6051) 각각의 압력은 각 볼륨으로의 유체의 유입 및 각 볼륨으로부터의 유체의 제거를 제어함으로써 독립적으로 제어될 수 있다. 상부판 (6011) 은, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 압력이 중간 볼륨 (6051) 압력에 상대적으로 조정되게 한다. 이러한 방식으로, 상부판 (6011) 은 고압이 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 에 제한되게 한다. 또 다른 실시형태에서, 중간 볼륨 (6051) 은 과-가압되어, 유체가 중간 볼륨 (6051) 로부터 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 로 유입되게 할 수 있다. 그러나, 특정한 실시형태에도 불구하고, 상부판 (6011) 의 2 측면 사이의 압력차는 상부판 (6011) 의 요구된 두께를 지정한다. 상부판 (6011) 양단의 더 큰 압력차는 상부판 (6011) 이 더 두꺼운 두께를 가질 것을 요구한다. 얇아진 상부판 (6011) 에 대해서는, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 과 중간 볼륨 (6051) 사이의 압력차는 더 낮아져야 한다.

[0053] 외부 챔버 (1001) 재료의 볼륨 및 챔버 (1001) 전체 사이즈를 감소시키기 위해 상부판 (6011) 의 두께를 최소화하는 것이 바람직하다. 그러나, 사용하는 상부판 (6011) 두께 및 허용되는 최소 중간 볼륨 (6051) 압력을 결정할 때 균형이 존재한다. 더 얇은 상부판 (6011) 은 전체 챔버 (1001) 사이즈를 감소시키지만, 중간 볼륨 (6051) 과 외부 환경간의 압력차를 감소시킴으로써, 더 낮은 중간 볼륨 (6051) 압력은 더 얇은 상부 지지판 (103A1) 의 사용을 허용할 것이다. 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 중간 볼륨 (6051) 내지 외부 환경까지의 압력차에서의 효과적인 변동으로, 챔버 (1001) 사이즈가 최적화될 수 있다.

[0054] 상부판 (6011) 은 화살표 (7071) 로 표시된 바와 같이, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유체를 유입하고 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 유체를 제거하기 위한 다수의 입구/출구 (7051) 를 포함한다. 입구/출구 (7051) 는 상부판 (6011) 을 가로질러 분포되고, 웨이퍼 (1171) 의 상면 위에서 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 통한 유체 흐름을 제어하도록 구성된다. 전술한 바와 같이, 상이한 웨이퍼 처리 애플리케이션에 대해서는 상이한 유체 흐름 패턴 및 압력이 더 양호하게 작용할 것이다. 상부판 (6011) 에서의 입구/출구 (7051) 는 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 다수의 유체 흐름 패턴을 제공하도록 구성될 수 있다. 또한, 상부판 (6011) 에서의 입구/출구 (7051) 는 하부판 (1091) 의 입구/출구 (2091) 와 함께 작용하도록 구성되어, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 유체 흐름 패턴을 제공할 수 있다. 다음으로, 유체 흐름 패턴의 선택을 제공하기 위해 다양한 상부판 (6011) 이 설계되고 제조될 수 있고, 따라서 특정한 웨이퍼 처리에 대해 적절한 유체 흐름 패턴이 선택되게 한다. 하부판 (1091) 에 관하여, 상부판 (6011) 의 교환가능성은, 챔버 (1001) 의 다른 양태가 변경될 것을 요구하지 않고 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 을 통한 유체 흐름 패턴이 변화될 수 있게 한다.

[0055] 도 8a 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 중심 유체 공급 및 주변 유체 방출을 제공하도록 구성되는 상부판 (601A1) 을 도시하는 도면이다. 상부판 (601A1) 은 상부판 (601A1) 중심의 인근 위치에 분포된 다수의 입구 (705A1) 를 다. 포함한다. 일 실시형태에서, 상부판 (601A1) 은 웨이퍼 (1171) 주변의 인근 위치에서 상부판 (601A1) 의 주변에 분포된 다수의 출구 (705B1) 를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 하부판 (1091) 은 하부판 (1091) 의 주변에 실질적으로 균일한 방식으로 분포된 다수의 출구 (209A1) 를 포함한다. 또 다른

실시형태에서, 상부판 (601A1) 은 다수의 출구 (705B1) 를 포함하고, 하부판 (1091) 은 다수의 출구 (209A1) 를 포함한다. 어느 실시형태에서나, 유체는 다수의 입구 (705A1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입되고, 다수의 출구 (705B1 및/또는 209A1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거된다. 다수의 입구 (705A1) 및 다수의 출구 (705B1 및/또는 209A1) 의 구성은, 유체가 중심 영역으로부터 웨이퍼 (1171) 의 주변 영역으로 흐르게 한다.

[0056] 도 8b 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부판 (601A1) 내의 유체 채널의 사용을 도시하는 도면이다. 유체 채널 (8011) 은 다수의 입구 (705A1) 에 유체를 전달하기 위해 제공된다. 유체 채널 (8031) 은 다수의 출구 (705B1) 로부터 유체를 전달하기 위해 제공된다. 상부판 (601A1) 내의 상이한 입구 및 출구를 독립적으로 제어하기 위해 유체 채널을 사용하는 것은 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에서 흐름 패턴 제어 및 압력 등화를 허용한다. 또한, 유체 채널의 사용은, 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에서 흐름 패턴을 변화시키는데 있어서, 그리고 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 과 중간 볼륨 (6051) 간의 압력차의 변경하는데 있어서 유동성을 제공한다.

[0057] 도 9 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 주변 유체 공급 및 중심 유체 방출을 제공하도록 구성되는 상부판 (601B1) 을 도시하는 도면이다. 상부판 (601B1) 은 상부판 (601B1) 중심의 인근 위치에 분포되는 다수의 출구 (705C1) 를 포함한다. 일 실시형태에서, 상부판 (601B1) 은 웨이퍼 (1171) 주변의 인근 위치에서 상부판 (601B1) 의 주변에 분포되는 다수의 입구 (705D1) 를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 하부판 (1091) 은 하부판 (1091) 의 주변에 실질적으로 균일한 방식으로 분포되는 다수의 입구 (209B1) 를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 상부판 (601B1) 은 다수의 입구 (705D1) 를 포함하고, 하부판 (1091) 은 다수의 입구 (209B1) 를 포함한다. 어느 실시형태에서나, 유체는 다수의 입구 (705D1 및/또는 209B1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로 유입되고, 다수의 출구 (705C1) 를 통해 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 으로부터 제거된다. 다수의 입구 (705D1 및/또는 209B1) 및 다수의 출구 (705C1) 의 구성은, 유체가 주변 영역으로부터 웨이퍼 (1171) 의 중심 영역으로 흐르게 한다.

[0058] 도 10 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부판 (6011) 을 가로지르는 입구/출구 (7051) 의 예시적인 분포를 도시하는 도면이다. 입구/출구 (7051) 의 수 및 분포는 웨이퍼 처리 볼륨 (1191) 내에 인가되는 소망하는 유체 흐름 패턴에 의존한다. 도 10 에 도시된 바와 같은 입구/출구 (7051) 의 분포는 상부판 (6011) 을 가로지르는 가능한 입구/출구 (7051) 위치의 예를 제공한다. 특정한 웨이퍼 처리 공정의 유체 흐름 패턴 요구사항을 충족시키도록 다른 입구/출구 (7051) 의 수 및 분포가 이용될 수 있다.

[0059] 도 11 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다. 이 방법은, 하부 지지판이 형성되는 공정 11A1 을 포함한다. 일 실시형태에서, 하부 지지판은 스테인리스강으로 형성된다. 또 다른 실시형태에서, 하부 지지판은 웨이퍼 처리 챔버 내에서 수행되는 처리에 호환가능한 다른 재료로 형성될 수도 있다. 이 형성은 용융된 재료를 몰드에 주입함으로써 또는 재료의 블록을 머시닝함으로써 달성될 수 있다. 하부 지지판은 하부 지지판 내에 규정된 제 1 볼륨 내에 분포된 지지면을 가지도록 형성된다. 제 1 볼륨은 제 1 유체 입구 및 제 1 유체 출구를 가지도록 규정된다. 하부 지지판은 하부 지지판 각측에 위치한 볼륨들 사이에 인가되는 압력차를 견딜 수 있다.

[0060] 이 방법은 웨이퍼 지지판이 형성되는 공정 11B1 을 포함한다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 지지판은 스테인리스강으로 형성된다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 지지판은 웨이퍼 처리 챔버 내에서 수행되는 처리에 호환가능한 또 다른 재료로 형성될 수 있다. 이 형성은 용융된 재료를 몰드로 주입하거나 재료의 블록을 머시닝함으로써 달성될 수 있다. 웨이퍼 지지판은, 웨이퍼 지지판 내에 규정된 제 2 볼륨 내에 분포되는 웨이퍼 지지면을 가지도록 형성된다. 웨이퍼 지지면은 웨이퍼를 수용하도록 구성된다. 일단 수용되면, 웨이퍼는 웨이퍼 지지판 내에 규정된 제 2 볼륨에 대한 상부 경계를 형성한다. 제 2 볼륨은 제 2 유체 입구 및 제 2 유체 출구를 가지도록 규정된다. 또한, 유체 입구 및 유체 출구는 웨이퍼 지지판의 주변, 및 웨이퍼를 수용할 위치의 외부에 제공된다. 웨이퍼 지지판의 주변 유체 입구 및 유체 출구는 제 3 볼륨 내에 유체 흐름 패턴을 생성하도록 구성될 수 있다. 일부 실시형태에서, 유체 흐름 패턴은 선형 패턴, 원뿔형 패턴, 또는 나선형 패턴일 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 처리 공정의 요구사항을 충족시키기 위해 상이한 유체 흐름 패턴이 생성될 수 있다. 웨이퍼 지지판은, 웨이퍼 지지판의 각 측면에 위치한 볼륨 사이에 가해지는 압력차를 견딜 수 있다.

[0061] 이 방법은, 웨이퍼 지지판은 하부 지지판에 고정되는 공정 11C1 을 더 포함한다. 일단 고정되면, 웨이퍼 지지판은 하부 지지판의 제 1 볼륨 내에 분포된 지지면에 의해 지지된다. 또한, 웨이퍼 지지판은 하부 지지판

내에 규정된 제 1 볼륨에 대한 상부 경계로서 작용한다.

[0062] 이 방법은 상부 지지판이 형성되는 공정 11D1 으로 계속된다. 일 실시형태에서, 상부 지지판은 스테인리스강으로 형성된다. 다른 실시형태에서, 상부 지지판은 웨이퍼 처리 챔버 내에서 수행되는 처리에 호환가능한 다른 재료로 형성될 수 있다. 이 형성은, 용융된 재료를 몰드에 주입함으로써 또는 재료의 블록을 머시닝함으로써 달성될 수 있다. 상부 지지판은, 웨이퍼 지지판의 웨이퍼 지지면에 의해 수용되는 웨이퍼의 위에 위치하도록 구성되는 제 3 볼륨을 포함하도록 형성된다. 상부 지지판은, 상부 지지판 각 측면에 위치한 볼륨 사이에 인가되는 압력차를 견딜 수 있다.

[0063] 일 실시형태에서, 지지면은 상부 지지판 내에 형성된다. 지지면은 제 4 볼륨 내에 분포된다. 제 4 볼륨은 유체 입구 및 유체 출구를 가질 수 있다. 상부 지지판 내에 형성되는 지지면은 상부판을 수용하고 지지하도록 구성된다. 본 실시형태에 따라, 이 방법은 상부판이 형성되는 옵션적인 공정 11E1 을 포함한다. 일 실시형태에서, 상부판은 스테인리스강으로 형성된다. 또 다른 실시형태에서, 상부판은 웨이퍼 처리 챔버 내에서 수행되는 처리에 호환가능한 또 다른 재료로 형성될 수 있다. 이 형성은, 용융된 재료를 몰드로 주입함으로써 또는 재료의 블록을 머시닝함으로써 달성될 수 있다. 상부판은 제 3 볼륨으로 유체를 유입하고 제 3 볼륨으로부터 유체를 제거할 수 있는 유체 입구 및 유체 출구를 갖도록 형성된다. 상부판의 유체 입구 및 유체 출구는 제 3 볼륨 내에 유체 흐름 패턴을 생성하도록 구성된다. 일부 실시형태에서, 유체 흐름 패턴은 선형 패턴, 원뿔형 패턴, 나선형 패턴, 중심 공급 주변 방출 패턴 또는 주변 공급 중심 방출 패턴일 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 처리 공정의 요구사항을 충족시키기 위해 상이한 유체 흐름 패턴이 생성될 수 있다. 또한, 본 실시형태에 따라, 이 방법은, 상부판이 상부 지지판의 지지면에 고정되는 옵션적인 공정 11F1 을 포함한다. 이 방식으로, 상부판은 제 4 볼륨에 대한 하부 경계 및 제 3 볼륨에 대한 상부 경계로서 작용한다. 상부판은 제 4 볼륨과 제 3 볼륨간의 압력차를 견딜 수 있다.

[0064] 또한, 이 방법은 상부 지지판이 하부 지지판에 고정되는 공정 11G1 을 포함한다. 상부 지지판을 하부 지지판에 고정시키는 것은, 상부 지지판 내에 규정된 제 3 볼륨이 외부 환경으로부터 격리되게 한다. 외부 환경으로부터 제 3 볼륨의 격리는 상부 지지판과 하부 지지판 사이에 배치된 밀봉에 의해 가능하다.

[0065] 도 12 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 세정 처리를 수행하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다. 이 방법은 웨이퍼 세정 처리가 수행될 수 있는 챔버를 제공하는 공정 12A1 을 포함한다. 챔버는 세정될 웨이퍼 위에 위치하도록 구성되는 제 1 볼륨을 포함한다. 또한, 챔버는 웨이퍼를 지지하도록 구성되는 판을 포함한다. 제 2 볼륨은 웨이퍼 바로 아래의 판 내에서 규정된다. 또한 챔버에서, 지지 구조가 판을 지지하도록 제공된다. 지지 구조는 판 바로 아래에 위치한 제 3 볼륨을 포함한다. 이 방법은, 제 2 볼륨보다 높은 압력을 가지도록 제 1 볼륨을 가압하는 공정 12B1 을 더 포함한다. 또한, 이 방법에서는, 제 3 볼륨보다 높은 압력을 가지도록 제 2 볼륨을 가압하는 공정 12C1 이 제공된다. 제 3 볼륨은 제 2 볼륨의 압력과 챔버 외부 환경의 압력 사이의 압력을 가지도록 가압된다. 또한, 이 방법은 세정될 웨이퍼 위에 위치하는 제 1 볼륨에 유체를 제공하는 공정 12D1 을 포함한다. 유체는 웨이퍼 세정 처리를 달성하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 유체는 초임계 (supercritical) 유체이다.

[0066] 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버는 초임계 유체를 이용하는 웨이퍼 처리에서 사용하기에 매우 적합하다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼 처리 볼륨 내의 압력을 제어하는데 적합하다. 또한, 웨이퍼 챔버는 웨이퍼 처리 볼륨, 챔버의 중간 볼륨 및 외부 환경 사이에 존재하는 압력차를 제어할 수 있다. 본 발명에 의해 제공되는 바와 같이, 챔버 중간 볼륨 압력에 대해 웨이퍼 처리 볼륨 압력을 조정하는 능력을 가지는 것은 사이즈에서 최소인 초임계 유체 처리 챔버를 설계하는데 유용하다. 또한, 초임계 유체 웨이퍼 처리에서, 웨이퍼 처리 볼륨 내의 압력은 유체의 초임계 상태를 유지하도록 제어되어야 한다.

[0067] 도 13 은 일반화된 재료의 상태를 도시한다. 재료의 상은 고체, 액체 및 기체의 영역으로 표현되고, 특정한 상의 존재는 압력 및 온도에 의존한다. 기체-액체 상 경계는 압력 및 온도 모두의 증가에 따라 소위 임계점까지 상승한다. 임계점은 임계 압력 (P_c) 및 임계 온도 (T_c) 에 의해 표현된다. P_c 및 T_c 를 넘는 압력 및 온도에서 재료는 초임계 유체가 된다.

[0068] 웨이퍼 세정 공정은 초임계 유체를 사용하여 수행될 수 있다. 초임계 유체는 기체상 및 액체상의 특성을 공유한다. 초임계 유체는 0 근처의 표면장력을 가진다. 따라서, 초임계 유체는 웨이퍼 표면상의 작은 특징형상들로 및 그 사이에 도달할 수 있다. 또한, 초임계 유체는 기체와 유사한 확산 특성을 가진다. 따라서, 초임계 유체는, 트래핑되지 (trapped) 않고 로우-K 유전 재료와 같은 웨이퍼 재료의 다공성 영역으로 들어갈 수 있다. 또한, 초임계 유체는 액체와 유사한 밀도를 가진다. 따라서, 주어진 시간에, 기체에 비

해 더 많은 초임계 유체가 웨이퍼에 전달될 수 있다.

[0069] 초임계 유체로의 웨이퍼 처리는 유체의 초임계 상태를 유지하기 위해 고압에서 수행되어야 한다. 예를 들어, 초임계 유체 처리는 약 68 atm 내지 약 273 atm 범위까지의 압력에서 수행될 수 있다. 따라서, 웨이퍼 처리 챔버는 관련된 고압을 견딜 수 있어야 한다. 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버는 초임계 유체와 관련된 고압을 견디고 제어할 수 있다.

[0070] 일반적으로, 초임계 유체 처리에서, 웨이퍼 처리 볼륨은 가압되고 웨이퍼 처리 볼륨 내의 온도는 제어된다. 웨이퍼 처리 볼륨 압력 및 온도는 초임계 유체 상태를 유지하기 위해 제어된다. 예시적인 실시형태에서, 웨이퍼 처리 볼륨은 CO₂ 만으로, 또는 CO₂ 와 적절한 화학물질의 혼합물로 사전-가압 (pre-pressurize) 될 수 있다. CO₂ 에 대한 임계 압력 및 온도는 각각 대략 73 atm 및 31 °C 이다. 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버와 조합되어 사용되는 초임계 유체는 CO₂ 에 제한되지 않는다. 또 다른 적절한 초임계 유체가 또한 사용될 수 있다. 또한, 초임계 유체의 화학물질은 공용매 (co-solvent), 공-킬레이트제 (co-chelate agents), 계면활성제, 또는 이들의 조성물 등과 같은 첨가제를 포함할 수도 있다. 초임계 유체에 포함되는 첨가제는, 특히, 포토레지스트의 용해 및 제거, 유기 잔여물의 용해 및 제거, 또는 메탈의 킬레이팅과 같은 특정한 기능을 수행하는데 유용할 수 있다.

[0071] 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버의 이점은 다양하다. 웨이퍼 처리 챔버가 완전하게 구성가능한 것이 하나의 이점이다. 상부 및 하부판을 상호교환함으로써 챔버는 주요 챔버 본체를 변경하지 않고 다양한 다른 구성으로 변환될 수 있다. 이러한 이점이, 다양한 잠재적인 웨이퍼 처리 애플리케이션에 하나의 챔버 타입이 사용되는 것을 허용한다. 또한, 상부 및 하부판의 상호교환가능성이, 특정한 웨이퍼 처리 애플리케이션에 대해 웨이퍼 처리 볼륨 압력 및 흐름 패턴이 적절하게 선택되는 것을 허용한다. 또한, 웨이퍼 세정 처리동안, 웨이퍼로부터 세정되는 재료는 챔버 내의 캐비티에서 트래핑될 수 있는 잠재성이 있다. 상부 및 하부판은 착탈 가능하기 때문에, 챔버와, 상부 및 하부판 모두는 더 용이하게 세정될 수 있다.

[0072] 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼 처리 클러스터 구조로 통합될 수 있다. 일 예로, 웨이퍼 처리 클러스터 구조는, 웨이퍼 세정 공정, 웨이퍼 예칭 공정, CMP 공정 및 웨이퍼 린싱 (rinsing) 공정을 수행하는 개별 모듈들을 통합할 수 있다. 또한, 웨이퍼 처리 클러스터 구조에서, 웨이퍼는, 로봇 웨이퍼 조작 메카니즘 또는 트랙 메카니즘을 사용하여 상이한 모듈들 사이에서 전달될 수 있다.

[0073] 웨이퍼 클램핑 장치

[0074] 도 14 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 처리 챔버 ("챔버") (53) 의 단면도를 도시하는 도면이다. 챔버 (53) 는, 일부가 웨이퍼 지지 구조로서 작용하는 하부판 (403) 을 포함한다. 하부판 (403) 은, 챔버 (53) 내에 배치되는 웨이퍼 (703) 에 대한 실질적으로 균일한 지지를 제공하도록 분포되는 다수의 웨이퍼 지지면 (903) 을 포함한다. 다수의 웨이퍼 지지면 (903) 은 하부 볼륨 (1003) 을 형성하도록 분리된다. 하부 볼륨 (1003) 은 하부판 (403) 상에 배치되는 웨이퍼 (703) 의 아래에 위치된다. 따라서, 웨이퍼 (703) 에 대해, 하부 볼륨 (1003) 을 아래에 위치한 볼륨 (1003) 이라고도 한다. 출구 (1503) 는 하부 볼륨 (1003) 으로부터 유체를 제거하도록 제공된다.

[0075] 또한, 챔버 (53) 는, 하부판 (403) 의 상부와 인터페이스하도록 구성되는 상부판 (303) 을 포함한다. 상부판 (303) 은 웨이퍼 (703) 위에 규정되는 상부 볼륨 (803) 을 포함한다. 상부 볼륨 (803) 은, 상부판 (303) 이 하부판 (403) 에 부착되는 경우, 웨이퍼 (703) 의 위에 위치하도록 구성된다. 따라서, 웨이퍼 (703) 에 대해, 상부 볼륨 (803) 을 위에 위치하는 볼륨 (803) 이라고도 한다.

[0076] 웨이퍼 처리 공정에서 사용되는 유체는 입구 (1103) 를 통해 상부 볼륨 (803) 으로 공급될 수 있다. 일 실시형태에서, 입구 (1103) 는 하부판 (403) 내에 배치되는 유체 공급 경로를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 입구 (1103) 의 유체 공급 경로는 상부판 (303) 내에 배치될 수 있다. 어느 실시형태에서나, 유체 공급 경로는 다수의 입구 노즐을 통해 상부 볼륨 (803) 과 유체 연통을 한다.

[0077] 웨이퍼 처리 공정에서 사용되는 유체는 출구 (1403) 를 통해 상부 볼륨 (803) 으로부터 제거될 수 있다. 일 실시형태에서, 출구 (1403) 는 하부판 (403) 내에 배치되는 유체 제거 경로를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 출구 (1403) 의 유체 제거 경로는 상부판 (303) 내에 배치될 수 있다. 어느 실시형태에서나, 유체 제거 경로는 다수의 출구 노즐을 통해 상부 볼륨 (803) 과 유체 연통을 한다. 따라서, 유체는 입구 (1103) 를 통해 공급되고, 웨이퍼의 상면을 가로질러 상부 볼륨 (803) 을 통해 흐르며 출구 (1403) 를 통해 방출될 수 있

다.

- [0078] 밀봉 (603) 은, 상부판 (303) 과 하부판 (403) 이 접촉하는 주변 위치에서 상부판 (303) 과 하부판 (403) 사이에 배치된다. 밀봉 (603) 은 상부 볼륨 (803) 의 주변을 횡단하여, 외부 환경으로부터 상부 볼륨 (803) 을 격리시키도록 작용한다. 밀봉 (603) 을 인에이블하게 하기 위해, 상부판 (303) 과 하부판 (403) 은 함께 압박된다.
- [0079] 상부 지지판 (103) 은 상부판 (303) 위에 배치되고, 하부 지지판 (203) 은 하부판 (403) 아래에 배치된다. 상부 지지판 (103) 및 하부 지지판 (203) 을 함께 유지하기 위해, 다수의 볼트 (503) 가 주변 위치에서 이용된다. 다수의 볼트 (503) 는 조여져서, 상부 지지판 (103) 을 하부 지지판 (203) 쪽으로 당긴다. 상부 지지판 (103) 이 하부 지지판 (203) 으로 당겨짐에 따라, 상부판 (303) 은 하부판 (403) 쪽으로 압박될 것이다. 하부판 (403) 쪽으로 상부판 (303) 의 이러한 압박은 밀봉 (603) 을 인에이블되게 한다. 상부 지지판 (103) 은 상부판 (303) 에 대한 후방 지지 (backing support) 를 제공한다. 유사하게, 하부 지지판 (203) 은 하부판 (403) 에 대한 후방 지지를 제공한다. 일부 웨이퍼 처리는 매우 고압에서 수행되어야 한다. 따라서, 상부 지지판 (103), 하부 지지판 (203) 및 볼트 (503) 는 상부 볼륨 (803) 내에 존재할 수도 있는 압력을 견디기에 충분한 강도를 제공한다. 또한, 일부 웨이퍼 처리는 특정한 온도에서 수행되어야 한다. 상부 볼륨 (803) 내에서, 웨이퍼 (703) 를 가로질러, 그리고 하부 볼륨 (1003) 내에서 온도 제어를 제공하기 위해, 열 제어 장치 (1603) 가 상부 지지판 (103) 및 하부 지지판 (203) 내에 배치될 수 있다. 일 실시형태에서, 열 제어 장치 (1603) 는 열 교환 유체 경로를 포함할 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 열 제어 장치 (1603) 는 전기적 가열 소자를 포함할 수 있다. 어느 실시형태에서나, 상부판 (303) 및 하부판 (403) 을 통한 전도는 전달 메커니즘을 제공하여, 열 제어 장치 (1603) 로부터 해당 영역 (예를 들어, 상부 볼륨 (803), 웨이퍼 (703), 또는 하부 볼륨 (1003)) 으로 열을 이동시킨다.
- [0080] 도 15 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부판 (303) 과 하부판 (403) 사이의 인터페이스의 확대도를 도시하는 도면이다. 이 확대도는 챔버의 절반을 가로지르는 상부판 (303) 및 하부판 (403) 의 수직 단면을 도시한다. 도 14 에 대해 설명한 바와 같이, 하부판 (403) 은, 웨이퍼 처리동안 웨이퍼 (703) 가 그 위에 고정될 다수의 웨이퍼 지지면 (903) 을 가지는 웨이퍼 지지 구조로서 작용한다. 하부 볼륨 또는 아래에 위치하는 볼륨 (1003) 은 웨이퍼 지지면 (903) 사이 및 웨이퍼 (703) 아래에 형성된다. 하부 볼륨 (1003) 으로부터 유체를 제거하기 위한 출구 (1503) 가 하부판 (403) 의 거의 중심에 배치되어 도시되어 있다. 또 다른 실시형태에서, 출구 (1503) 는 하부판 (403) 내의 다른 위치에 배치될 수 있다. 또한, 상부 볼륨 (803) 에 유체를 공급하기 위한 입구 (1103) 가 하부판 (403) 내에 배치되는 것으로 도시되어 있다.
- [0081] 상부 볼륨 (803) 은, 상부판 (303) 이 하부판 (403) 과 결합할 때, 웨이퍼 (703) 위에 위치하도록 상부판 (303) 내에 형성된다. 밀봉 (603) 은 상부판 (303) 및 하부판 (403) 의 주변 근처 및 상부 볼륨 (803) 의 외부에 위치되어 도시되어 있다. 밀봉 (603) 은 상부 볼륨 (803) 을 외부 환경으로부터 격리시킨다. 웨이퍼 (703) 는 웨이퍼 처리동안 하부판 (403) 에 밀폐적으로 밀봉되지 않기 때문에, 상부 볼륨 (803) 은 웨이퍼 (703) 의 주변에서 한정된 유체 연통 경로 (2103) 를 통해 하부 볼륨 (1003) 과 유체 연통을 할 것이다. 한정된 유체 연통 경로 (2103) 는 웨이퍼 (703) 와 하부판 (403) 의 주변 웨이퍼 지지면 (903) 사이의 필수적인 영역이다.
- [0082] 공정동안, 상부 볼륨 (803) 의 압력은 하부 볼륨 (1003) 의 압력보다 높은 레벨에서 유지될 것이며, 따라서 웨이퍼 (703) 를 통해 상부로부터 바닥까지 압력차를 생성할 것이다. 압력차는 충분한 힘으로 웨이퍼 (703) 를 하부판 (403) 쪽으로 당겨서, 웨이퍼 (703) 를 웨이퍼 지지면 (903) 에 고정시키도록 작용한다. 상부 볼륨 (803) 의 압력이 하부 볼륨 (1003) 의 압력보다 높기 때문에, 일부 유체는 상부 볼륨 (803) 으로부터 한정된 유체 연통 경로 (2103) 를 통해 하부 볼륨 (1003) 으로 통과할 것이다. 출구 (1503) 는 필요에 따라 하부 볼륨 (1003) 으로부터 유체를 제거하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에서, 출구는 약 0.25 인치의 직경을 가진다. 그러나, 또 다른 실시형태에서, 출구는 다른 직경을 가질 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "약" 은 특정한 값의 $\pm 10\%$ 이내를 의미한다.
- [0083] 상부 볼륨 (803), 하부 볼륨 (1003) 및 웨이퍼 지지면 (903) 의 치수는 수행될 웨이퍼 처리의 요구사항 (예를 들어, 압력, 유속, 유체 조성 등) 에 따라 변할 수 있다. 일 실시형태에서, 상부판 (303) 과 웨이퍼 (703) 상면간의 분리 거리 D1 은 약 0.04 인치이다. 그러나, 또 다른 실시형태에서는 상이한 D1 값이 사용될 수도 있다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (703) 와 하부판 (403) 사이의 하부 볼륨 (1003) 의 깊이 D2 는 약 0.005 인치 내지 약 0.04 인치의 범위 내일 수 있다. 특정한 실시형태에서, 깊이 D2 는 약 0.02 인치이다. 일

실시형태에서, 웨이퍼 (703) 와 주변 웨이퍼 지지면 (903) 사이의 오버랩 거리 D3 은 약 0.1 인치 내지 약 0.5 인치의 범위 내일 수 있다. 특정한 실시형태에서, 오버랩 거리 D3 은 약 0.25 인치이다. 오버랩 거리 D3 은 한정된 유체 연통 경로 (2103) 를 통해 상부 볼륨 (803) 과 하부 볼륨 (1003) 사이의 압력 강하를 확립하는데 있어서 주요한 인자이다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 위치 공차 D4 (즉, 웨이퍼 (703) 엣지와 하부판 (403) 내의 웨이퍼 포켓 주위 사이의 공칭 거리) 는 약 0.025 인치 내지 약 0.1 인치 범위 내일 수 있다. 웨이퍼 위치 공차 D4 는 로봇 웨이퍼 조작 장치의 정밀도에 의해 지정될 수도 있다.

[0084] 웨이퍼 지지면 (903) 은 웨이퍼 (703) 를 통해 인가되는 압력차에 비례하는 퍼센티지로 웨이퍼 (703) 와 접촉하도록 구성된다. 더 높은 압력차는 웨이퍼의 더 높은 퍼센티지가 웨이퍼 지지면 (903) 과 접촉할 것을 요구한다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (903) 은 약 5% 내지 약 80% 의 범위 내의 웨이퍼 (703) 표면의 퍼센티지와 접촉될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (903) 은 약 15% 내지 약 25% 의 범위 내의 웨이퍼 (703) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 웨이퍼 지지면 (903) 은 웨이퍼 (703) 표면의 약 20%와 접촉할 수 있다. 약 1 atm 내지 약 1.5 atm 의 범위 내의 차동 압력으로, 웨이퍼 지지면 (903) 은 약 10% 까지 연장된 범위 내의 웨이퍼 (703) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다. 약 3 atm 내지 약 4 atm 의 범위 내의 차동 압력으로, 웨이퍼 지지면 (903) 은 약 50% 내지 약 70% 의 범위 내의 웨이퍼 (703) 표면의 퍼센티지와 접촉할 수 있다.

[0085] 웨이퍼 지지면 (903) 과 접촉하는 웨이퍼의 퍼센티지 (즉, 웨이퍼 후측 접촉 영역) 를 최소화하는 것이 바람직하다. 그러나, 웨이퍼 후측 접촉영역의 최소화는, 웨이퍼 위의 볼륨과 웨이퍼 아래의 볼륨 사이에 인가될 특정 압력차에 충분한 지지를 제공하는 방식으로 수행되어야 한다. 웨이퍼 후측 접촉 영역의 최소화는 웨이퍼 오염에 대한 잠재성을 감소시키도록 작용한다. 또한, 웨이퍼 후측 접촉 영역의 최소화는, 웨이퍼를 클램핑하는데 어려움을 초래할 수 있는, 웨이퍼와 웨이퍼 지지면 (903) 사이에 남겨지는 입자에 대한 잠재성을 감소시킨다.

[0086] 도 16 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부 지지판 (203) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 전술한 바와 같이, 하부 지지판 (203) 은, 볼트 (503) 가 하부 지지판 (203) 을 상부 지지판 (103) 에 고정시키기 위해 통과하는 다수의 홀 (3203) 을 포함한다. 또한, 하부 지지판 (203) 은 열 제어 장치 (1603) 를 포함한다. 도 16 의 실시형태에서, 열 제어 장치 (1603) 는, 하부판 (403) 과 접촉하는 하부 지지판 (203) 의 영역을 실질적으로 횡단하도록 구성된 열 교환 유체 경로로서 도시되어 있다. 도 16 의 열 제어 장치 (1603) 는 예시적 목적으로만 도시되어 있다. 또 다른 실시형태에서, 열 제어 장치 (1603) 는 전기 가열 소자와 같은 또 다른 구성요소를 통합하고/하거나 상이하게 구성될 수 있다. 예시의 목적으로, 웨이퍼 (703) 가 배치될 영역은 선 (3103) 에 의해 도시된다. 액세스 포트 (3303) 는 하부 지지판 (203) 내에 제공되어, 하부 볼륨 (1003) 으로부터 유체를 제거하기 위해 출구 (1503) 로의 액세스를 허용한다. 또한, 다수의 액세스 포트 (3003) 가 하부 지지판 (203) 내에 제공된다. 다수의 액세스 포트 (3003) 중 일부는 상부 볼륨 (803) 또는 하부 볼륨 (1003) 과 같은 상이한 영역에 액세스하도록 구성될 수 있다. 다수의 액세스 포트 (3003) 는 압력 모니터링 장치, 온도 모니터링 장치, 관측 장치 또는 그들의 임의의 조합을 삽입하는데 사용될 수 있다.

[0087] *도 17 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부판 (403) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 밀봉 (603) 은 하부판 (403) 의 주변을 횡단하는 것으로 도시되어 있다. 하부판 (403) 의 중심 쪽으로 다수의 웨이퍼 지지면 (903) 이 도시되어 있다. 다수의 웨이퍼 지지면 (903) 은 실질적으로 균일한 방식으로 웨이퍼 (703) 와 접촉하도록 분포되며, 따라서 상부 볼륨 (803) 과 하부 볼륨 (1003) 사이에 존재하는 압력차에 의해 웨이퍼를 통해 전달되는 힘에 대한 실질적으로 균일한 저항력을 제공한다. 하부 볼륨 (1003) 은 웨이퍼 (703) 아래에서 웨이퍼 지지면 (903) 사이의 공간을 점유한다.

[0088] 도 14 의 설명에서 언급한 다수의 입구 노즐이 도 17 에서 항목 1103 으로서 도시되어 있다. 또한, 도 14 의 설명에서 언급한 다수의 출력 노즐은 도 17 에서 항목 1403 으로서 도시되어 있다. 웨이퍼 처리를 수행하는데 사용되는 유체는 입구 노즐 (1103) 을 통해 상부 볼륨 (803) 으로 들어가고, 출력 노즐 (1403) 을 통해 방출된다. 이러한 방식으로, 유체는 입구 노즐 (1103) 로부터 출구 노즐 (1403) 까지 웨이퍼 (703) 의 상면을 가로질러 흐른다. 따라서, 일반적으로 유체는 영역 (4103) 내에서 흐른다. 그러나, 소량의 유체가 영역 (4103) 과 밀봉 (603) 사이로 들어갈 수도 있다. 일 실시형태에서는, 영역 (4103) 과 밀봉 (603) 사이로 들어가는 유체의 제거를 위해 다수의 웹 홀 (weep hole) 이 제공된다.

[0089] 도 18 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부판 (303) 의 평면도를 도시하는 도면이다. 밀봉 (603) 이 상

부관 (303) 의 주변을 선회하는 것으로 도시되어 있다. 경계 (5103) 은 상부 볼륨 (803) 의 주위를 나타내도록 도시되어 있다. 경계 (5103) 는 도 17 에 도시된 영역 (4103) 과 실질적으로 일치한다. 또 다른 실시형태에서, 경계 (5103) 및 영역 (4103) 은 다른 형태로 규정될 수도 있다.

[0090] 도 19 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 클램핑 장치와 관련된 유체 흐름 시스템을 도시하는 도면이다. 웨이퍼 처리 챔버 (53) 가 볼륨 A 및 볼륨 B 를 가지는 것으로 도시되어 있다. 전술한 바와 같은 웨이퍼 처리 챔버 (53) 에 대해, 볼륨 A 는 웨이퍼 (703) 위에 위치한 상부 볼륨 (803) 에 대응하고, 볼륨 B 는 웨이퍼 아래 및 웨이퍼 지지면 (903) 사이에 위치한 하부 볼륨 (1003) 에 대응한다. 볼륨 A 는 볼륨 B 와 한정된 유체 연통을 하는 것으로 파선 화살표 (6103) 에 의해 도시되어 있다. 한정된 유체 연통은, 도 15 에 대해 설명된 바와 같이, 하부관 (403) 에 밀폐적으로 밀봉되지 않은 웨이퍼 (703) 에 대응한다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버 (53) 는 볼륨 A 와 볼륨 B 내에 열 제어를 제공하는 열 교환기를 가지는 것으로 도시되어 있다. 또 다른 실시형태에서, 상이한 열 제어 장치가 통합될 수 있다.

[0091] 웨이퍼 처리에 사용되는 유체는 유체 소스 FS-A로부터 밸브 V1 을 통해 볼륨 A 로 제공된다. 유체는 볼륨 A, 유량계 MFM1, 후방 압력 조절기 BPR1 을 통해 압력 트랩으로 흐른다. 유량계 MFM1 은 볼륨 A 를 통한 유체의 유속을 모니터링하는데 사용된다. 후방 압력 조절기 BPR1 은 볼륨 A 의 압력을 제어하는데 사용된다. 또한, 압력 모니터 P1 이 볼륨 A 의 압력을 모니터링하기 위해 제공된다. 압력 모니터 P1 은 웨이퍼 바로 위에 위치될 필요는 없다. 그러나, 압력 모니터 P1 은 볼륨 A 내에 배치되어야 한다. 압력 트랩에는 배기관 및 배액관 (drain) 이 설치된다. 압력 트랩은 유체 흐름 시스템 내의 최소 압력을 유지하는데 사용된다.

[0092] 일부 유체는 화살표 (6103) 으로 표시된 한정된 유체 연통을 통해 볼륨 A 로부터 볼륨 B 로 들어갈 것이다. 볼륨 B 의 유체는 볼륨 B, 유량계 MFM2, 후방 압력 조절기 BPR2 를 통해 압력 트랩으로 흐른다. 유량계 MFM2 는 볼륨 B 를 통한 유체의 유속을 모니터링하는데 사용된다. MFM2 에 의한 비정상적으로 큰 유속 표시는 하부관 (403) 의 웨이퍼 지지면 (903) 상에서 웨이퍼의 부적절한 배치에 관련될 수 있다. 웨이퍼 (703) 의 부적절한 배치는 웨이퍼 처리 공정의 시작 이전에 교정되어야 할 조건이다. 그렇지 않으면, 웨이퍼는 잠재적으로 리프팅될 수 있고 이동가능하게 된다. 후방 압력 조절기 BPR2 는 볼륨 B 의 압력을 제어하는데 사용된다. 또한, 압력 모니터 P2 가 볼륨 B 의 압력을 모니터링하기 위해 제공된다. 압력 모니터 P2 는 웨이퍼의 바로 아래에 위치될 필요는 없다. 그러나, 압력 모니터 P2 는 볼륨 B 에 연결되는 유체 경로를 따라 배치되어야 한다.

[0093] 일 실시형태에서, 볼륨 B 로 들어가는 유체만이 화살표 (6103) 에 의해 표시되는 한정된 유체 연통을 통하는 유체이다. 또 다른 실시형태에서는, 추가적인 유체가 볼륨 B 에 공급될 수 있다. 추가적인 유체는 유체 소스 FS-B로부터 밸브 V2 를 통해 볼륨 B 에 제공된다. 추가적인 유체 소스 FS-B 는 볼륨 B 내의 압력을 능동적으로 제어하는데 사용될 수 있다.

[0094] 동작 동안, 볼륨 A 와 볼륨 B 내의 압력은 각각 압력 모니터 P1 및 P2 에 의해 모니터링된다. 압력 모니터 P1 및 P2 에 의해 표시되는 압력간의 차이는 웨이퍼를 통해 상부로부터 바닥까지 작용하는 차동 압력을 표현한다. 특정한 웨이퍼 처리 공정은 웨이퍼를 하부관 (403) 의 웨이퍼 지지면 (903) 에 고정시키는 특정한 힘을 요구할 수도 있다. P1 및 P2 로부터 결정되는 차동 압력은 웨이퍼를 고정시키는데 사용되는 힘을 모니터링하는데 사용될 수 있다. 후방 압력 조절기 BPR1 및 BPR2 는 볼륨 A 및 볼륨 B 의 압력을 각각 제어하는데 사용될 수 있으며, 따라서 소망하는 차동 압력을 유지시킨다. 소망하는 차동 압력은 특히, 웨이퍼를 가로지르는 유체의 유속, 웨이퍼 지지면 (903) 과 접촉하는 웨이퍼면의 퍼센티지 및 웨이퍼 두께와 같은 다양한 웨이퍼 처리 파라미터에 의존할 수 있다. 예를 들어, 차동 압력은 일 실시형태에서 약 1 atm 내지 약 10 atm 의 범위내에서 유지될 수 있다. 또 다른 예시적인 실시형태에서, 차동 압력은 약 2 atm 에서 유지될 수 있다.

[0095] 도 20 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 위 및 아래 모두에서 능동적이고 독립적인 압력 제어를 사용하여 웨이퍼를 클램핑하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다. 이 방법은 웨이퍼가 챔버 내로 로드되고 챔버가 밀봉되는 공정 7013 에서 시작한다. 공정 7033 에서, 유체는 챔버 내의 웨이퍼 위에 위치한 볼륨에 공급된다. 유체는 웨이퍼 처리 공정을 달성하도록 구성된다. 공정 7053 에서, 압력차가, 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨과 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨 사이에서 확립된다. 압력차는 챔버 내에서 웨이퍼를 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당기도록 작용한다. 이 방법은, 적절한 유체의 유속이 웨이퍼의 상면을 가로질러 확립되는 공정 7073 으로 계속된다. 적절한 유체의 유속은, 수행되는 웨이퍼 처리 공정의 요구사항에 기초하여 결정된다. 공정 7093 에서, 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨의 압력 및 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨의 압력 모두가 모

니터링된다. 공정 7113 에서, 웨이퍼의 위에 위치하는 볼륨의 압력 및 웨이퍼의 아래에 위치하는 압력 각각을 능동적이고 독립적으로 제어하는데 압력 조절기가 사용된다. 압력 조절기는 웨이퍼의 위에 위치하는 볼륨과 웨이퍼의 아래에 위치하는 압력 사이에 목표 압력차가 유지되게 한다. 목표 압력차는, 웨이퍼가 특정한 양의 힘으로 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당겨지게 한다. 이 힘은 웨이퍼가 고정되게 하고, 따라서 웨이퍼 처리 공정동안 이동할 수 없게 유지시킨다. 공정 7133 에서, 웨이퍼 처리가 수행된다. 웨이퍼 처리의 완료시에, 웨이퍼의 위에 위치하는 볼륨 및 웨이퍼의 아래에 위치하는 볼륨의 압력 모두가 대기압까지 감소되는 공정 7153 이 수행된다. 이 방법은 챔버가 개방되고 웨이퍼가 제거되는 공정 7173 에서 종료한다.

[0096]

도 21 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 웨이퍼 위의 능동적 압력 제어 및 웨이퍼 아래의 제어된 배기를 사용하여 웨이퍼를 클램핑하는 방법의 흐름도를 도시하는 도면이다. 이 방법은 웨이퍼가 챔버로 로드되고 챔버가 밀봉되는 공정 8013 에서 시작한다. 공정 8033 에서, 챔버 내에서 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨에 유체가 공급된다. 유체는 웨이퍼 처리 공정을 달성하도록 구성된다. 공정 8053 에서는, 압력차가 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨과 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨 사이에 확립된다. 압력차는 챔버 내에서 웨이퍼를 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당기도록 작용한다. 이 방법은, 적절한 유체의 유속이 웨이퍼 상면을 가로질러 확립되는 공정 8073 에서 계속된다. 적절한 유체의 유속은, 수행되는 웨이퍼 처리 공정의 요구사항에 기초하여 결정된다. 공정 8093 에서, 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨의 압력 및 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨의 압력 모두가 모니터링된다. 공정 8113 에서, 압력 조절기가 사용되어 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨의 압력을 제어한다. 또한, 공정 8113 에서, 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨이 제어된 방식으로 배기된다. 제어된 배기와와 조합된 압력 조절기의 사용은, 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨과 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨 사이에서 목표 압력차가 유지되게 한다. 목표 압력차는 웨이퍼가 특정한 양의 힘으로 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당겨지게 한다. 이 힘은 웨이퍼를 고정시키고, 따라서 웨이퍼 처리 공정동안 이동할 수 없게 유지한다. 공정 8133 에서는, 웨이퍼 처리가 수행된다. 웨이퍼 처리의 완료시에, 웨이퍼 위에 위치하는 볼륨 및 웨이퍼 아래에 위치하는 볼륨 모두의 압력이 대기압으로 감소되는 공정 8153 가 수행된다. 이 방법은 챔버가 개방되고 웨이퍼가 제거되는 공정 8173 에서 종료한다.

[0097]

본 발명의 웨이퍼 클램핑 장치는 초임계 유체를 이용하는 웨이퍼 처리에서 사용하기에 매우 적합하다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼 상면과 하면 사이에서 압력차를 제어함으로써 웨이퍼 클램핑 장치가 사용가능하다. 압력차는 웨이퍼를 웨이퍼 바닥면과 접촉하는 웨이퍼 지지 구조 쪽으로 당기도록 작용하고, 그에 따라, 웨이퍼는 고정되고 이동불능 상태로 유지된다. 또한, 초임계 유체 웨이퍼 처리시에, 압력은 웨이퍼의 근처내에서 제어되어 유체의 초임계 상태를 유지해야 한다.

[0098]

고압 챔버 구성

[0099]

도 22 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 개방 상태에서의 웨이퍼 처리 챔버 ("챔버") (2002) 를 도시하는 도면이다. 챔버 (2002) 는 상부 섹션 (203A2) 및 하부 섹션 (205A2) 을 포함한다. 상부 섹션 (203A2) 은 이동불능한 조건으로 고정된다. 이동불능한 조건은, 하부 섹션 (205A2) 을 포함하는 주위 구성요소에 대해 상부 섹션 (203A2) 이 정적으로 유지되는 것을 지칭한다. 하부 섹션 (205A2) 은 상부 섹션 (203A2) 에 대해 상하로 이동하도록 구성된다. 하부 섹션 (205A2) 의 이동은 다수의 메카니즘에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 일 실시형태에서, 하부 섹션 (205A2) 의 이동은 스크류 드라이브에 의해 제어된다. 또 다른 실시형태에서, 하부 섹션 (205A2) 의 이동은 수압 드라이브에 의해 제어된다. 도 22 에서, 하부 섹션 (205A2) 은 화살표 (2102) 에 의해 표시되는 바와 같이 아래로 이동한다. 챔버 (2002) 는 밸브 (2012) 와 인터페이스하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 밸브 (2012) 는 슬릿 밸브 또는 게이트 밸브이다. 그러나, 또 다른 실시형태는 상이한 타입의 밸브 (2012) 를 사용할 수 있다. 밸브 (2012) 가 개방될 때, 웨이퍼 (2152) 는 챔버 (2002) 의 내부 또는 외부로 전달될 수 있다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (2152) 는 챔버 (2002) 내의 리프팅 핀 상에 배치될 수 있다. 리프팅 핀은 필요에 따라 웨이퍼를 챔버 (2002) 내에 수직으로 위치시키는데 사용될 수 있다. 또한 밸브 (2012) 는 밸브 (2012) 의 각 측상에 위치한 볼륨을 서로 격리시키도록 작용한다. 챔버 (2002) 는 챔버 (2002) 내의 볼륨을 서로 격리시키기 위한 밀봉 (2072) 을 더 포함한다. 밀봉 (2072) 은 챔버 내에서 처리될 웨이퍼 (2152) 의 주변을 둘러싸도록 구성된다. 또한, 밀봉 (2092) 은 챔버 내의 볼륨을 외부 환경으로부터 격리시키도록 제공된다. 일 실시형태에서, 외부 환경은 웨이퍼 전달 모듈 내에 포함된다. 또 다른 실시형태에서, 외부 환경은 세정룸 내에 포함된다.

[0100]

도 23 은 본 발명의 일 실시형태에 따른, 폐쇄 상태의 챔버 (2002) 를 도시하는 도면이다. 챔버 (2002) 는 도 22 에 대해 전술한 바와 같이, 상부 섹션 (203A2), 하부 섹션 (205A2), 밸브 (2012), 밀봉 (2072), 및 밀봉 (2092) 을 포함한다. 그러나, 하부 섹션 (205A2) 은 화살표 (2172) 에 의해 표시된 바와 같이 상승하도록

도시되어 있다. 하부 섹션 (205A2) 이 상승할 때, 밀봉 (2072) 은 상부 섹션 (203A2) 과 맞물린다. 밀봉 (2072) 은 씨-밀봉 (c-seal), 오-링 (o-ring), 플랫 개스킷 (flat gasket) 또는 유사한 밀봉 메카니즘일 수 있다. 또한, 밀봉 (2072) 은 다수의 밀봉에 의해 형성될 수 있다. 충분한 상향력이 하부 섹션 (205A2) 에 가해져 밀봉 (2072) 을 인에이블되게 한다. 일단 인에이블되면, 밀봉 (2072) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2) 을 외부 볼륨 (213A2) 으로부터 격리시키도록 작용한다. 모든 웨이퍼 처리는 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2) 에서 수행된다. 유체 입구 및 유체 출구는, 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2) 및 외부 볼륨 (213A2) 각각으로 유체를 유입하거나 유체를 제거하기 위해 상부 섹션 (203A2) 및/또는 하부 섹션 (205A2) 내에 배치될 수 있다. 밀봉 (2092) 은 외부 볼륨 (213A2) 을 외부 환경으로부터 격리시키도록 작용한다. 밀봉 (2092) 은 오-링 또는 유사한 밀봉 메카니즘일 수 있다. 또한, 밀봉 (2092) 은 다수의 밀봉에 의해 형성될 수 있다. 밸브 (2021) 는 외부 볼륨 (213A2) 을 격리시키도록 작용한다. 일 실시형태에서, 밸브 (2012) 는 외부 볼륨 (213A2) 을 웨이퍼 전달 모듈로부터 격리시킨다. 또 다른 실시형태에서, 밸브 (2012) 는 세정룸과 같은 챔버 (2002) 외부의 다른 환경으로부터 외부 볼륨 (213A2) 을 격리시킬 수 있다.

[0101] 도 24 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 개방 상태의 웨이퍼 처리 챔버 ("챔버") (3002) 를 도시하는 도면이다. 챔버 (3002) 는 상부 섹션 (203B2) 및 하부 섹션 (205B2) 을 포함한다. 하부 섹션 (205B2) 은 이동불능한 조건으로 고정된다. 이동불능의 조건은, 상부 섹션 (203B2) 을 포함하는 주위 구성요소에 대해 하부 섹션 (205B2) 이 정적으로 유지되는 것을 지칭한다. 상부 섹션 (203B2) 은 하부 섹션 (205B2) 에 대해 상하로 이동하도록 구성된다. 상부 섹션 (203B2) 의 이동은 다수의 메카니즘에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 일 실시형태에서, 상부 섹션 (203B2) 의 이동은 스크류 드라이브에 의해 제어된다. 또 다른 실시형태에서, 상부 섹션 (203B2) 의 이동은 수압 드라이브에 의해 제어된다. 도 24 에서, 상부 섹션 (203B2) 은 화살표 (3012) 에 의해 표시된 바와 같이 상승한다. 또한, 챔버 (2002) 에 같이, 챔버 (3002) 는, 웨이퍼 (2152) 가 전달될 수 있는 밸브 (2012) 와 인터페이스하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 웨이퍼 (2152) 는 챔버 (3002) 내의 리프팅 핀 상에 배치될 수 있다. 리프팅 핀은 필요에 따라 웨이퍼를 챔버 (3002) 내에서 수직으로 위치시키는데 사용될 수 있다. 또한, 챔버 (3002) 는 챔버 (3002) 내의 볼륨들을 서로 격리하기 위한 밀봉 (2072) 을 포함한다. 전술한 바와 같이, 밀봉 (2072) 은 챔버 (3002) 내에서 처리될 웨이퍼 (2152) 의 주변을 둘러싸도록 구성된다. 또한, 밀봉 (2092) 은 챔버 내의 볼륨을 외부 환경으로부터 격리하도록 제공된다.

[0102] 도 25 는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 폐쇄 상태의 챔버 (3002) 를 도시하는 도면이다. 챔버 (3002) 는 도 24 에 대해 전술한 바와 같이, 상부 섹션 (203B2), 하부 섹션 (205B2), 밸브 (2012), 밀봉 (2072), 및 밀봉 (2092) 을 포함한다. 그러나, 상부 섹션 (203B2) 은 화살표 (3032) 에 의해 표시된 바와 같이 하강하는 것으로 도시되어 있다. 상부 섹션 (203B2) 이 하강할 때, 밀봉 (2072) 은 상부 섹션 (203B2) 과 맞물린다. 충분한 하향력이 상부 섹션 (203B2) 에 가해져서 밀봉 (2072) 을 인에이블되게 한다. 일단 인에이블되면, 밀봉 (2072) 은 웨이퍼 처리 볼륨 (211B2) 을 외부 볼륨 (213B2) 으로부터 격리하도록 작용한다. 모든 웨이퍼 처리는 웨이퍼 처리 볼륨 (211B2) 에서 수행된다. 유체 입구 및 유체 출구는, 웨이퍼 처리 볼륨 (211B2) 및 외부 볼륨 (213B2) 각각으로 유체를 유입하거나 유체를 제거하기 위해 상부 섹션 (203B2) 및/또는 하부 섹션 (205B2) 내부에 배치될 수 있다. 밀봉 (2092) 은 외부 볼륨 (213B2) 을 외부 환경으로부터 격리하도록 작용한다. 또한, 밸브 (2012) 는 외부 볼륨 (213B2) 을 격리하도록 작용한다. 일 실시형태에서, 밸브 (2012) 는 외부 볼륨 (213B2) 을 웨이퍼 전달 모듈로부터 격리시킨다. 또 다른 실시형태에서, 밸브 (2012) 는 세정룸과 같은 챔버 (3002) 외부의 다른 환경으로부터 외부 볼륨 (213B2) 을 격리시킬 수 있다.

[0103] 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 은 각각 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 보다 작다. 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 내의 압력을 제한하는데 필요한 힘을 최소화하기 위해, 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 은 최소 사이즈를 가지도록 규정된다. 더 높은 압력에서는, 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 과 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 각각의 사이에 밀봉 (2072) 을 유지하기 위해 더 큰 힘이 요구된다. 개별 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 을 갖는 것의 하나의 이점은, 이들이 더 큰 압력을 견디기 위한 최소의 사이즈를 가지도록 구성될 수 있다는 것이다. 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 및 밀봉 (2072) 은 약 68 atm (약 1000 psig) 내지 약 273 atm (약 4000 psig) 범위 내의 고압을 포함하도록 구성될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "약" 은 특정한 값의 $\pm 10\%$ 이내를 의미한다.

[0104] 챔버 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 은 각각 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 과 챔버 외부의 환경 사이에서 버퍼로서 작용한다. 버퍼로서 작용하는 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 은 각각 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 내에 포함된 고압으로부터 챔버 외부 환경의 저압까지 천이하는데 사용될 수 있다. 이러한

방식으로, 웨이퍼 처리 볼륨 (211A2 및 211B2) 과 챔버 외부 환경간의 차동 압력이 제어될 수 있다. 밸브 (2012) 가 챔버 외부 환경으로부터 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 을 격리하도록 사용되는 일 실시형태에서, 외부 볼륨 (213A2 및 213B2) 은 약 6E-5 atm (약 50 mTorr) 내지 약 1.02 atm (약 15 psig) 범위 내의 압력을 포함할 수 있다.

[0105] 챔버 내의 외부 볼륨으로부터 격리되는 내부 웨이퍼 처리 볼륨의 통합은, 챔버가 대기압 및 진공 웨이퍼 전달 모듈 모두에 적합하게 한다. 챔버 외부 환경 (즉, 웨이퍼 전달 모듈 내) 과 웨이퍼 처리 모듈간에 또는 그 역으로 재료의 자유 전달을 방지하기 위해, 외부 챔버 볼륨은, 대기압 이하를 포함하는 공칭 압력으로 유지될 수 있다. 진공 조건하에서 웨이퍼 전달 모듈과 연결된 챔버를 사용할 때, 챔버 외부 볼륨은 대기압 이하의 압력에서 유지되어 웨이퍼 처리 볼륨과 웨이퍼 전달 모듈간의 압력차를 감소시킬 수 있다. 또한, 챔버 외부 볼륨을 대기압 이하의 압력으로 유지함으로써 재료가 웨이퍼 처리 볼륨으로부터 웨이퍼 전달 모듈로 직접 흐름 잠재성을 감소시킨다. 대기압하에서 웨이퍼 전달 모듈과 연결된 챔버를 사용할 때, 챔버 외부 볼륨은 대기압보다 큰 압력에서 유지되어 웨이퍼 처리 볼륨을 웨이퍼 전달 모듈의 대기압 내에 포함된 잠재적인 오염으로부터 보호한다.

[0106] 도 26 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 웨이퍼 처리 챔버를 제조하는 방법의 흐름도이다. 이 방법은 챔버 상부 섹션이 제공되는 공정 4012 를 포함한다. 또한, 이 방법은 챔버 하부 섹션이 제공되는 공정 4032 를 포함한다. 공정 4052 에서, 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션은 서로에 대해 이동가능하게 구성된다. 이 방법은, 제 1 밀봉이 챔버 상부 섹션과 챔버 하부 섹션 사이에 제공되는 공정 4072 를 더 포함한다. 제 1 밀봉은 외부 환경으로부터 챔버 외부 섹션을 격리시키도록 작용한다. 또한 이 방법에서는, 제 2 밀봉이 챔버 상부 섹션과 챔버 하부 섹션 사이에 제공되는 공정 4092 가 수행된다. 제 2 밀봉은 웨이퍼 처리 볼륨의 주변을 둘러싸도록 구성된다. 또한, 제 2 밀봉은 웨이퍼 처리 볼륨을 챔버 외부 볼륨으로부터 격리시키도록 작용한다. 일 실시형태에서, 챔버 상부 섹션, 챔버 하부 섹션, 제 2 밀봉은 약 68 atm (약 1000 psig) 내지 약 273 atm (약 4000 psig) 범위 내에서 웨이퍼 처리 볼륨 내의 압력을 견디도록 구성된다.

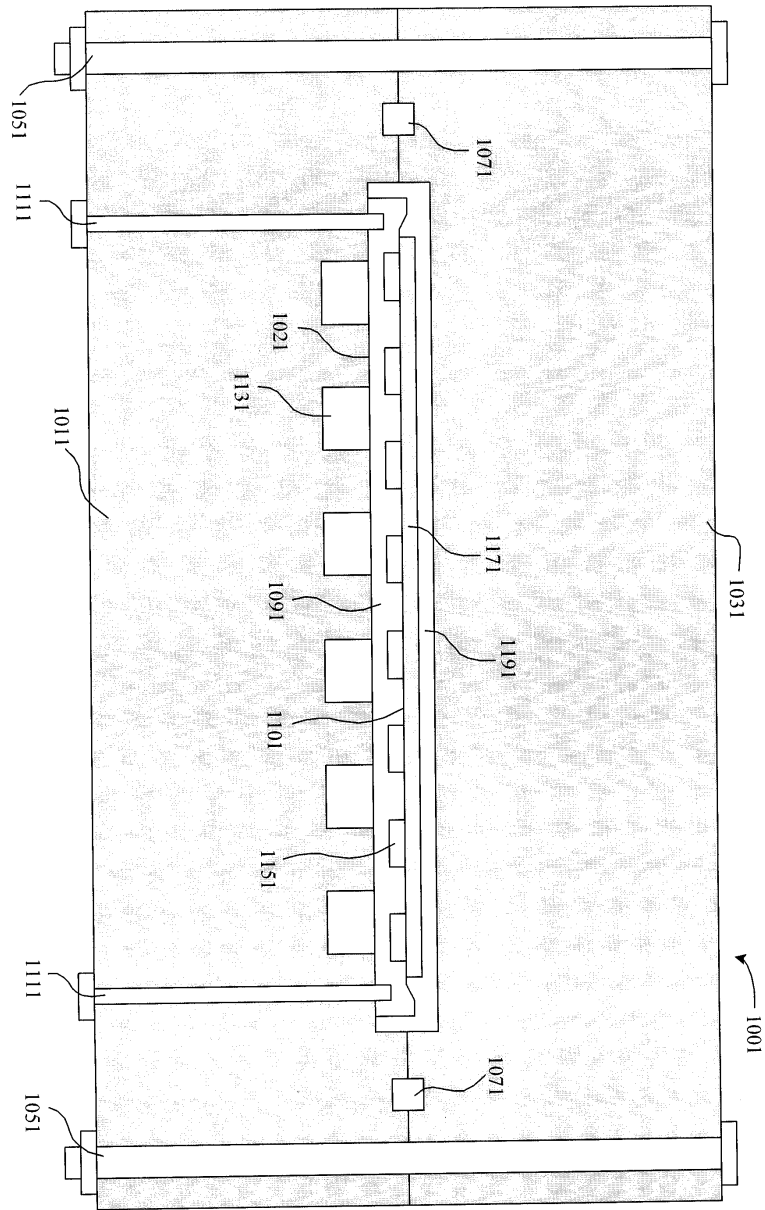
[0107] 제 2 밀봉은 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션 모두와의 접촉을 통해 인에이블된다. 일 실시형태에서, 챔버 상부 섹션은 고정 위치에서 고정되고, 챔버 하부 섹션은 이동 메카니즘에 연결된다. 이 실시형태에서, 제 2 밀봉과 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션 모두간의 접촉은, 챔버 하부 섹션이 챔버 상부 섹션 쪽으로 이동하여 접촉하게 하는 이동 메카니즘을 동작시킴으로써 생성된다. 또 다른 실시형태에서, 챔버 하부 섹션은 고정 위치에 고정되고, 챔버 상부 섹션은 이동 메카니즘에 연결된다. 이 실시형태에서, 제 2 밀봉과 챔버 상부 섹션 및 챔버 하부 섹션 모두간의 접촉은, 챔버 상부 섹션이 챔버 하부 섹션 쪽으로 이동하여 접촉하게 하는 이동 메카니즘을 동작시킴으로써 생성된다.

[0108] 본 발명의 웨이퍼 처리 챔버는 초임계 유체를 이용하는 웨이퍼 처리에서 사용하기에 매우 적합하다. 전술한 바와 같이, 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼 처리 볼륨 내에 고압을 제공하기에 적합하다. 또한, 웨이퍼 처리 챔버는 웨이퍼 처리 볼륨, 챔버 외부 볼륨 및 챔버 외부 환경 사이에 존재하는 압력차를 제어할 수 있다. 본 발명에 의해 제공되는 바와 같이, 챔버 외부 볼륨 압력에 대해 웨이퍼 처리 볼륨 압력을 조절하는 능력을 가지는 것은, 종래의 슬릿 밸브 또는 게이트 밸브를 이용하여 종래의 웨이퍼 전달 모듈과 인터페이스될 수 있는 초임계 유체 처리 챔버를 설계하는데 이점이 있다. 또한, 본 발명에 의해 제공되는 바와 같이, 웨이퍼 처리 볼륨 내에서 고압을 유지하는 능력을 가지는 것은 초임계 유체를 웨이퍼 처리를 위한 초임계 상태에서 유지시키기 위해 중요하다.

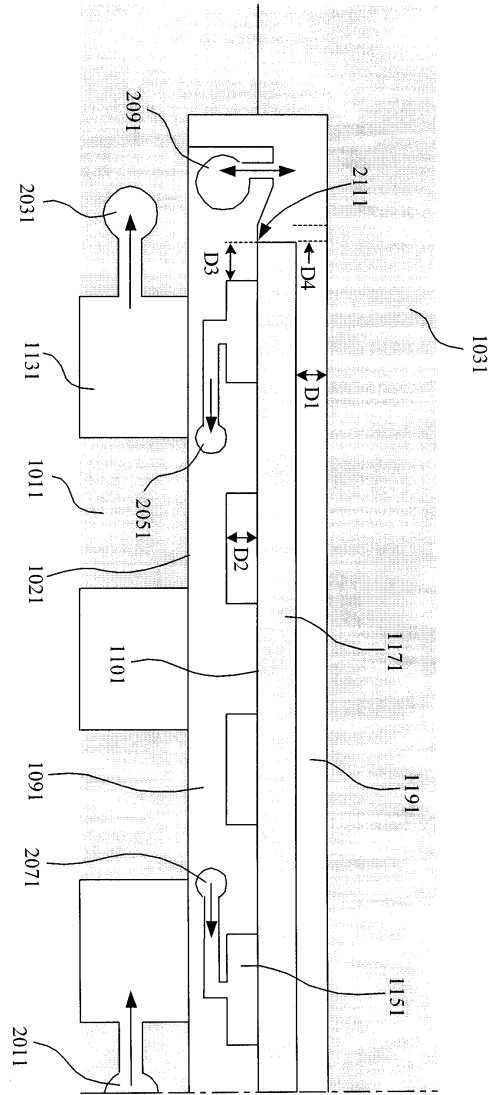
[0109] 본 발명을 다양한 실시형태로 설명했으나, 전술한 명세서를 읽고 도면을 연구한 당업자는 다양한 변경, 추가, 변형 및 균등형태를 실현할 것이다. 따라서, 본 발명은 본 발명의 원리 및 범주에 속하는 이러한 변경, 추가, 변형 및 균등형태를 포함한다.

도면

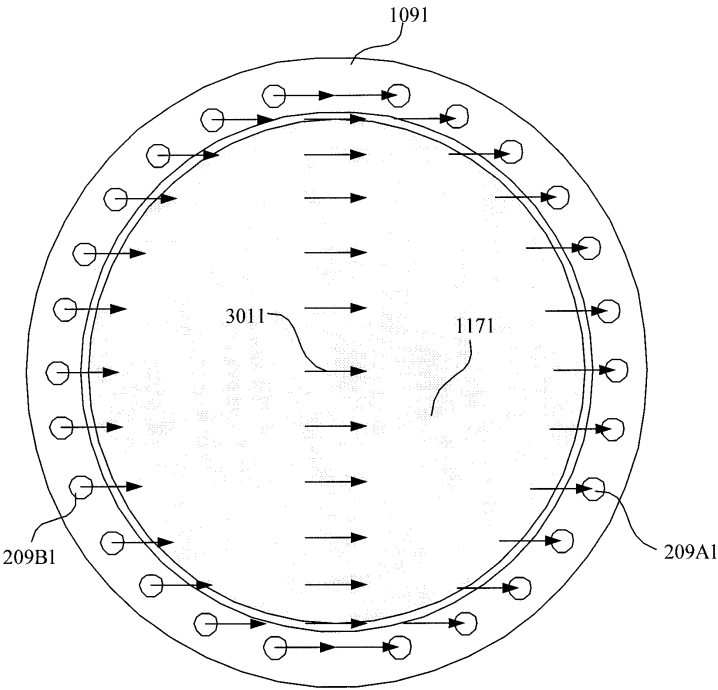
도면1



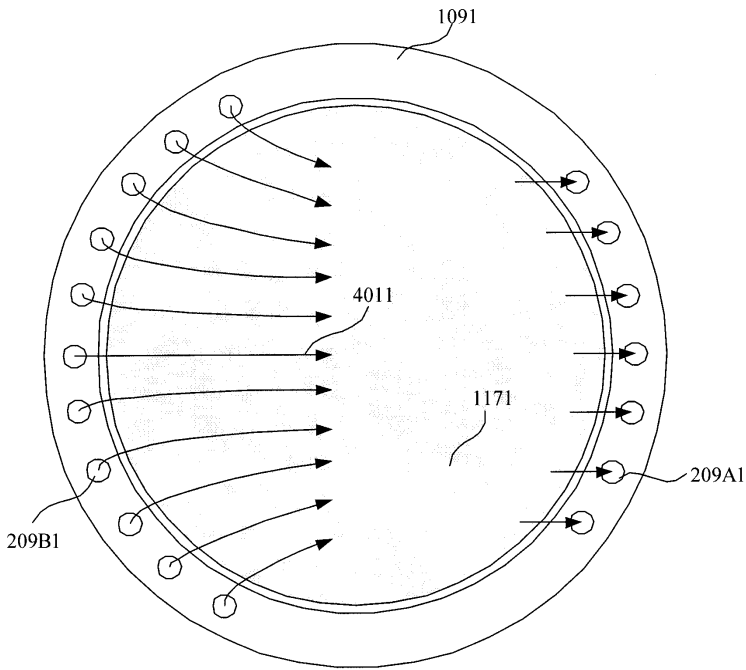
도면2



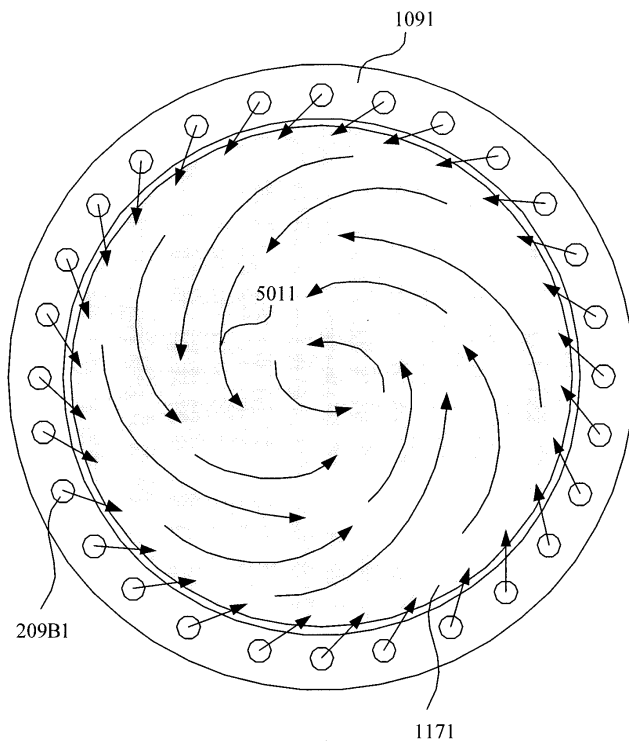
도면3



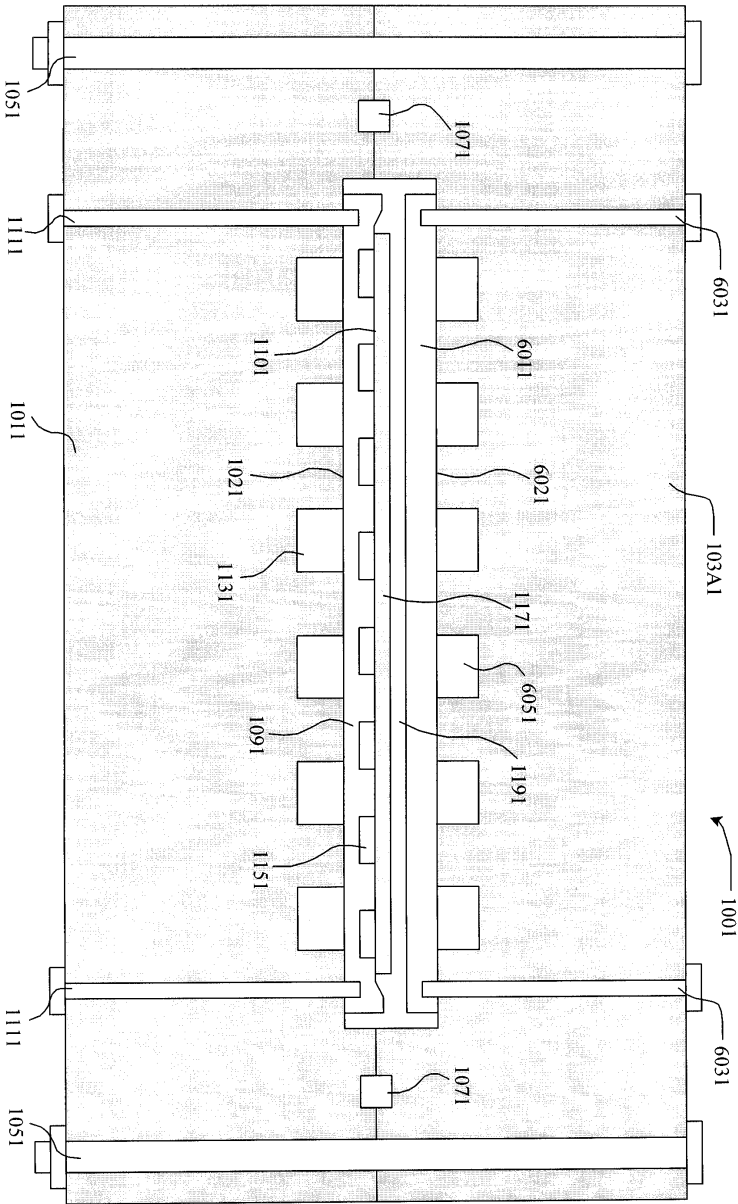
도면4



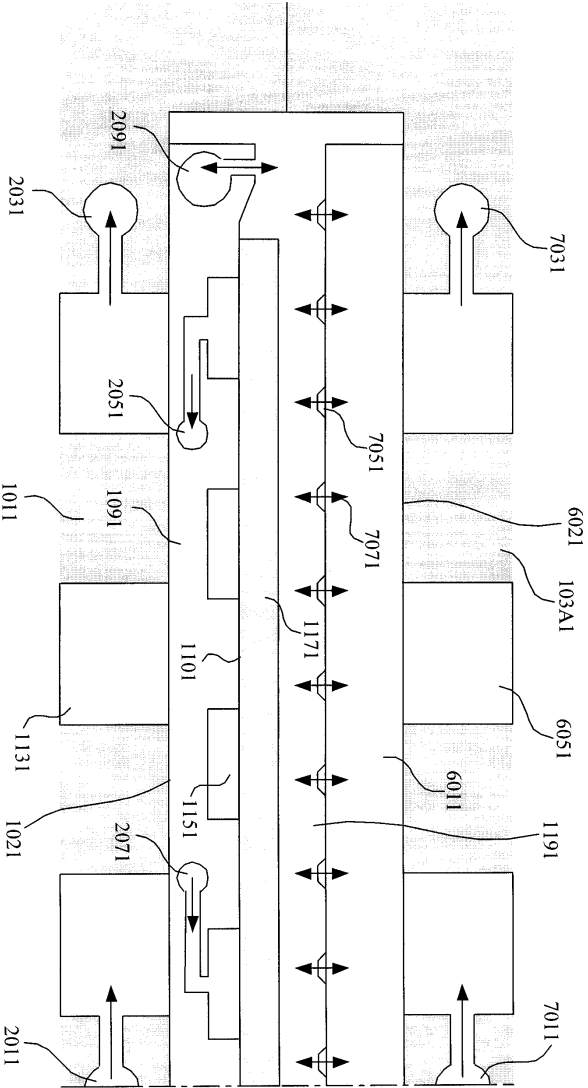
도면5



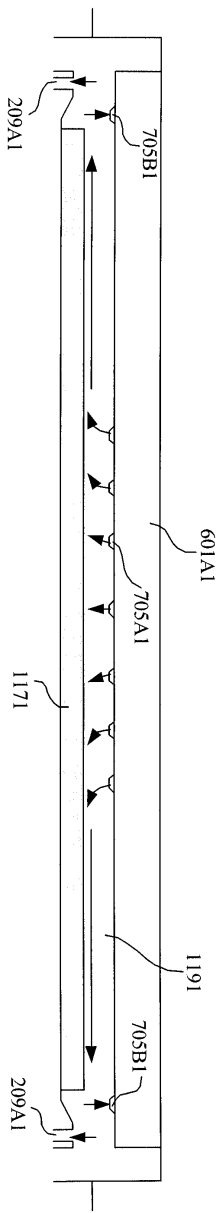
도면6



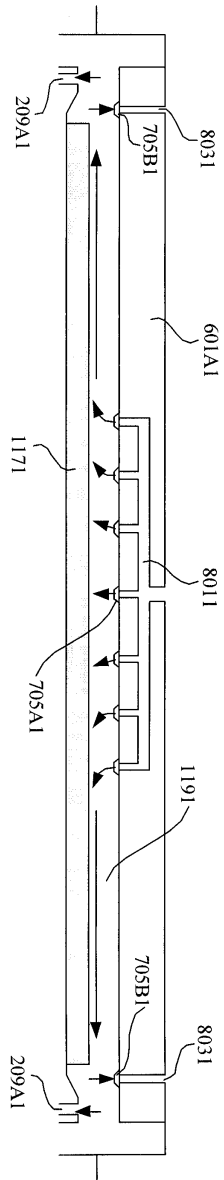
도면7



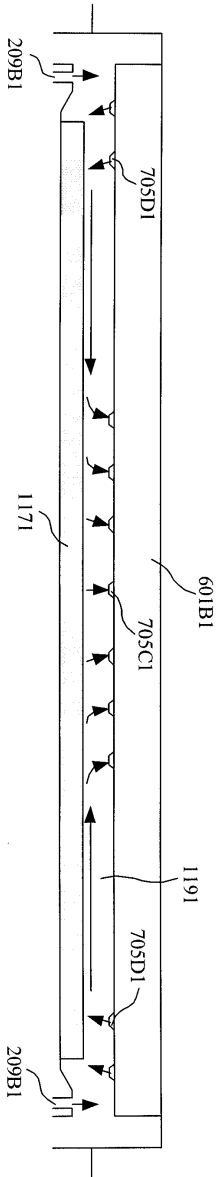
도면8a



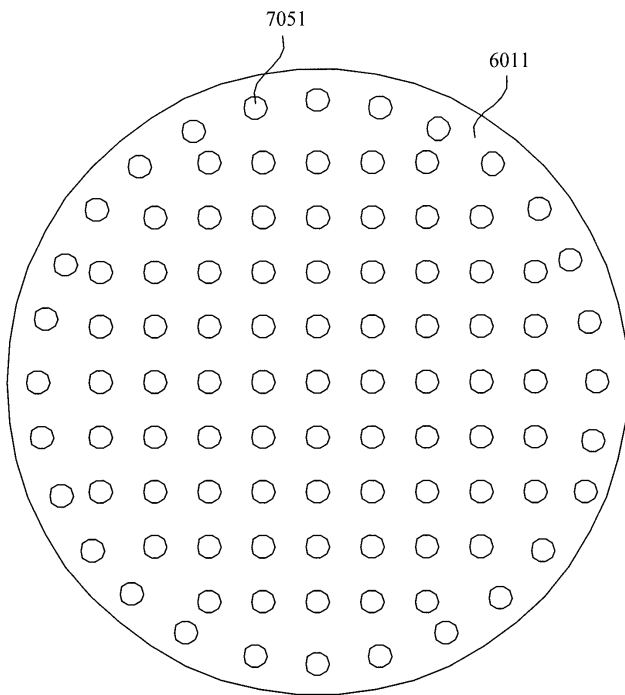
도면 8b



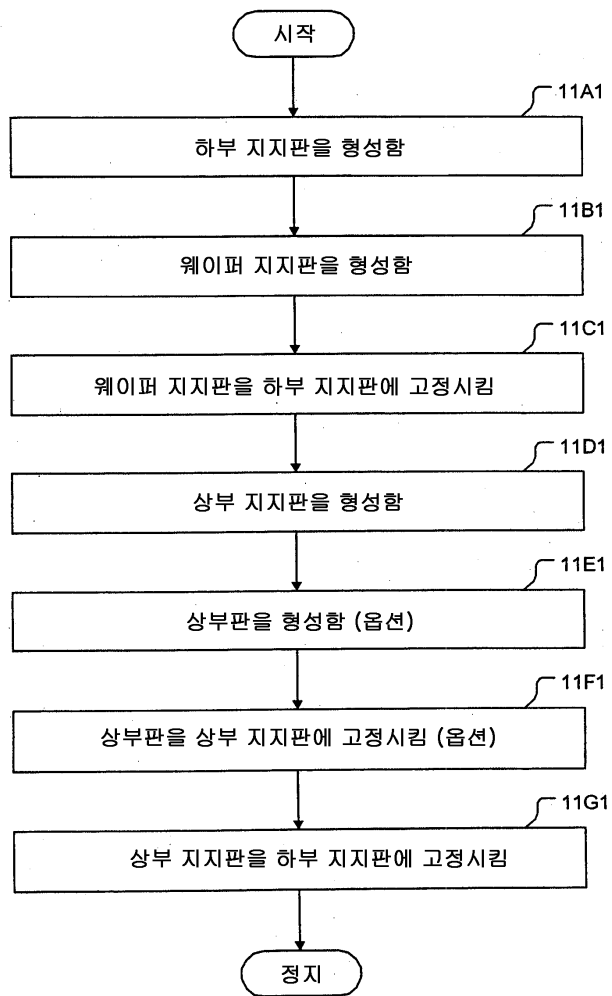
도면9



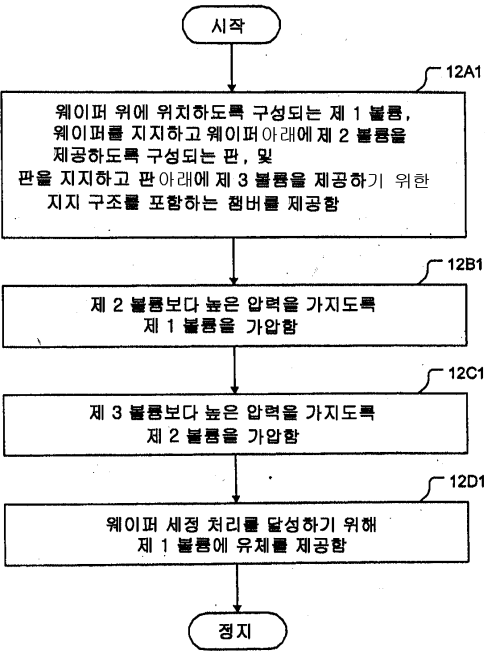
도면10



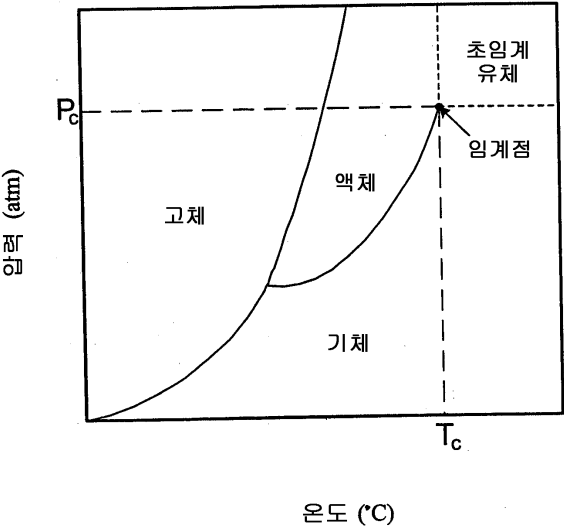
도면11



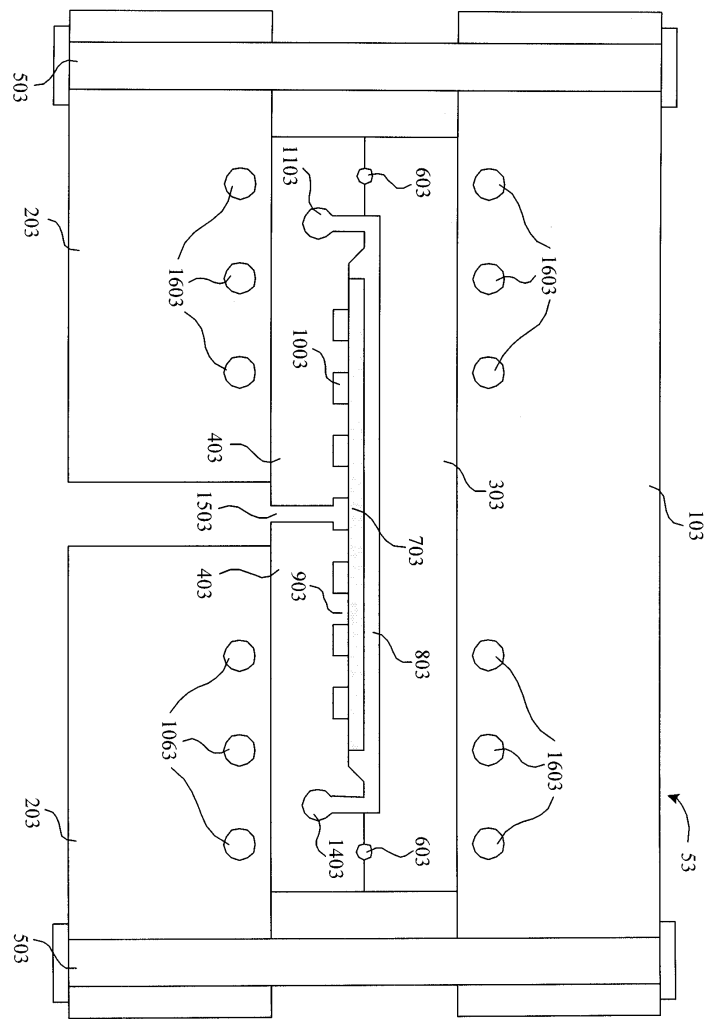
도면12



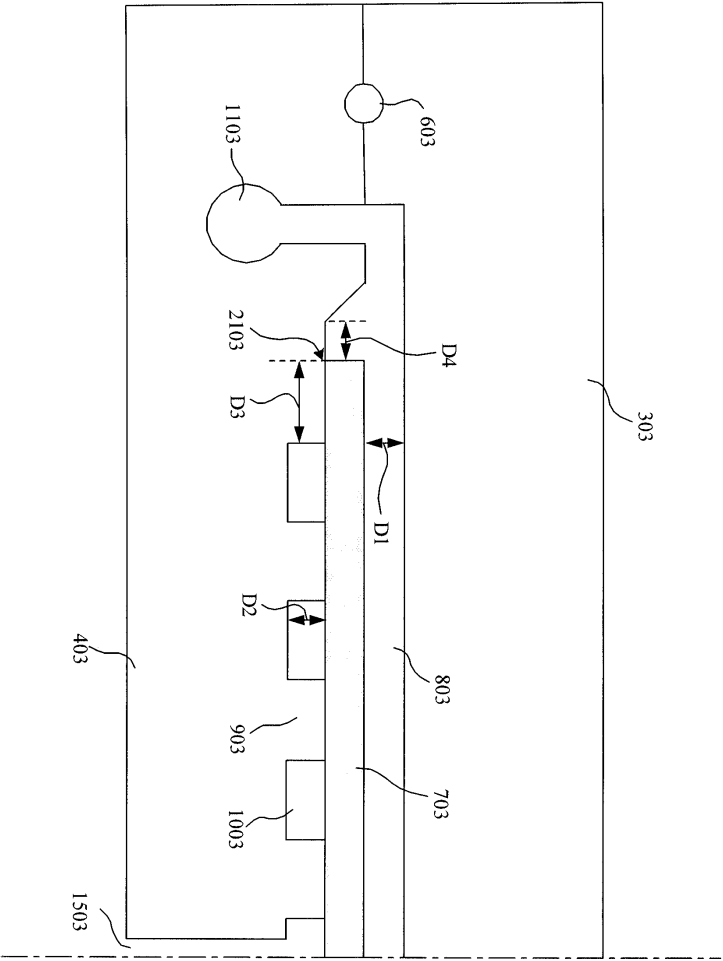
도면13



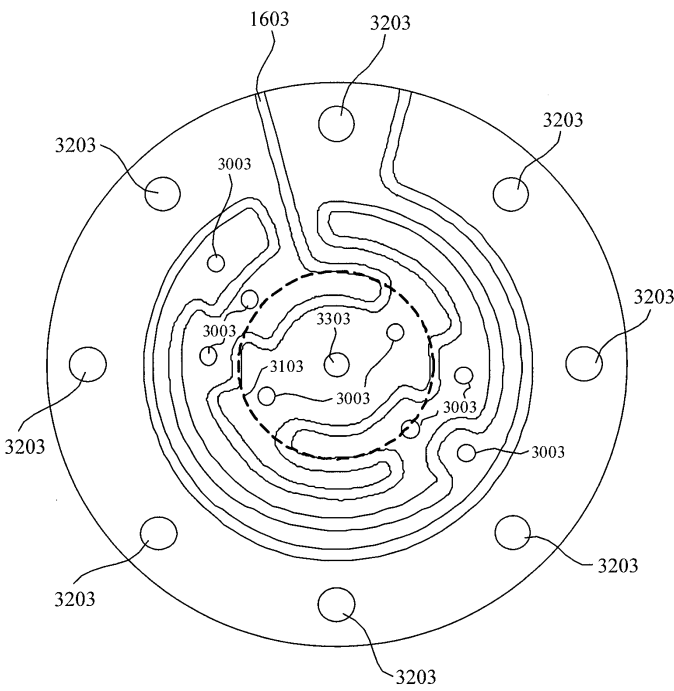
도면14



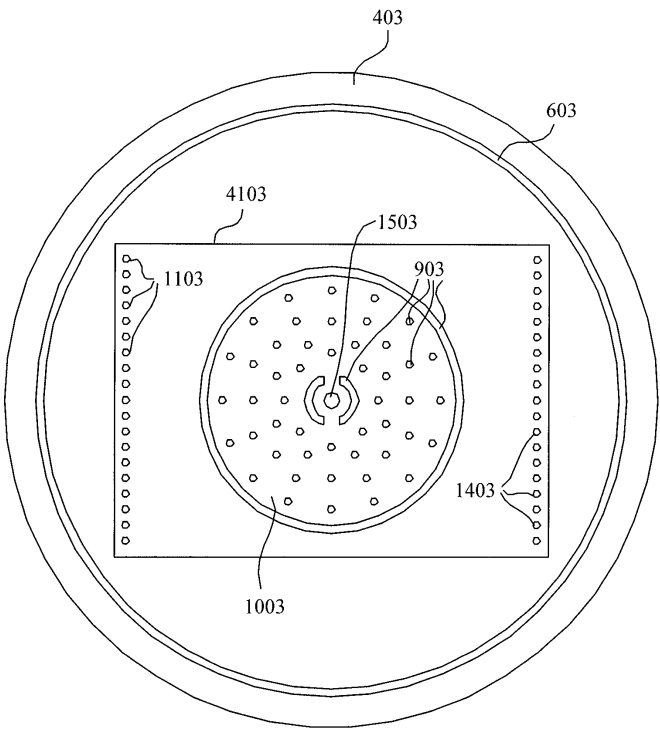
도면15



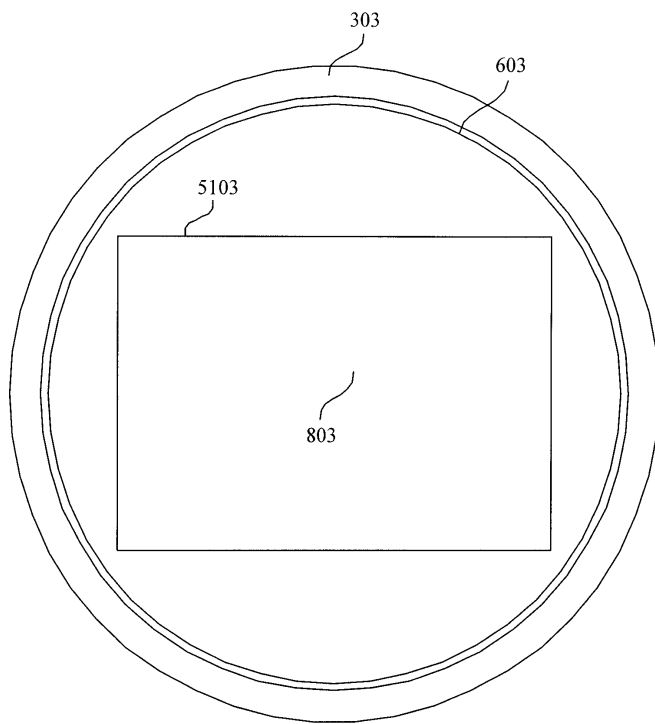
도면16



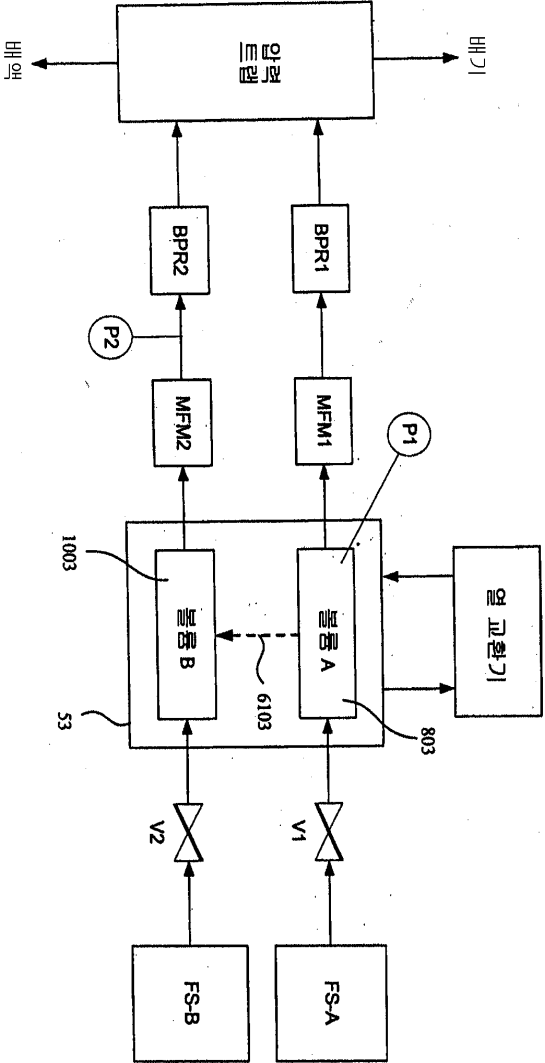
도면17



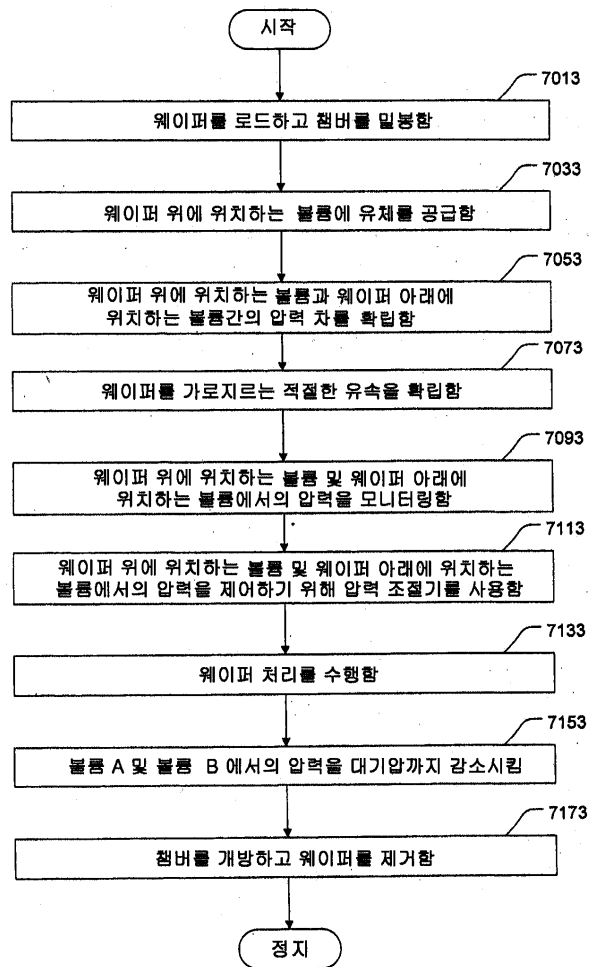
도면18



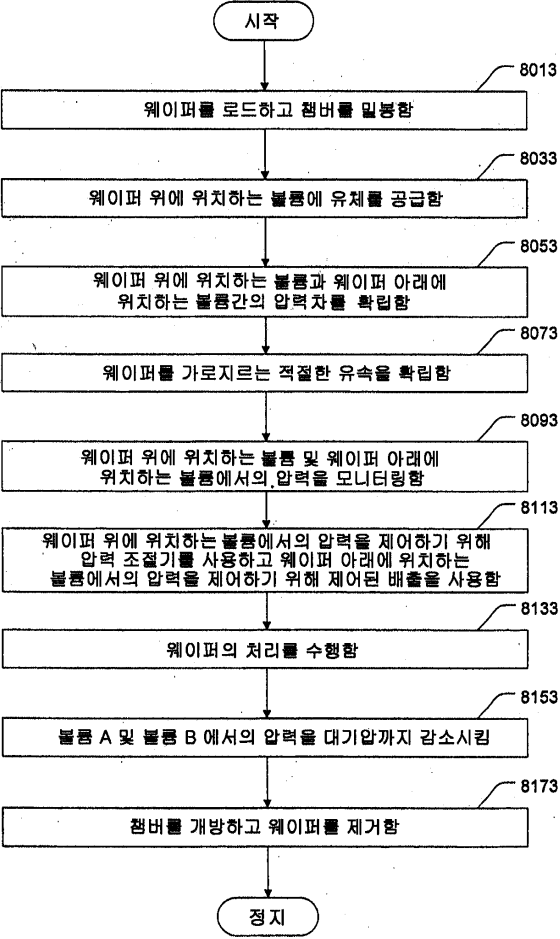
도면19



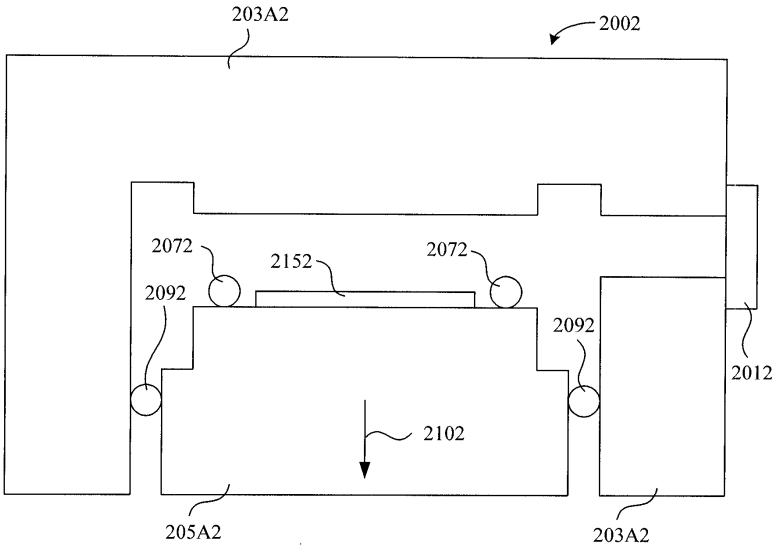
도면20



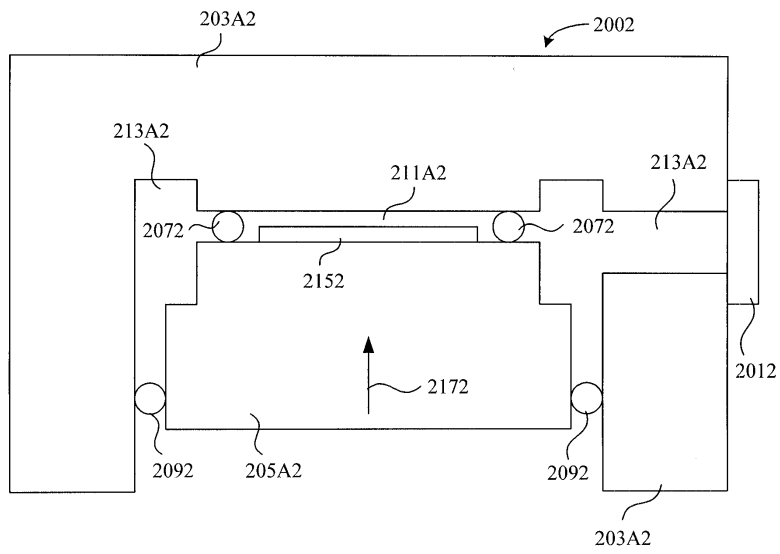
도면21



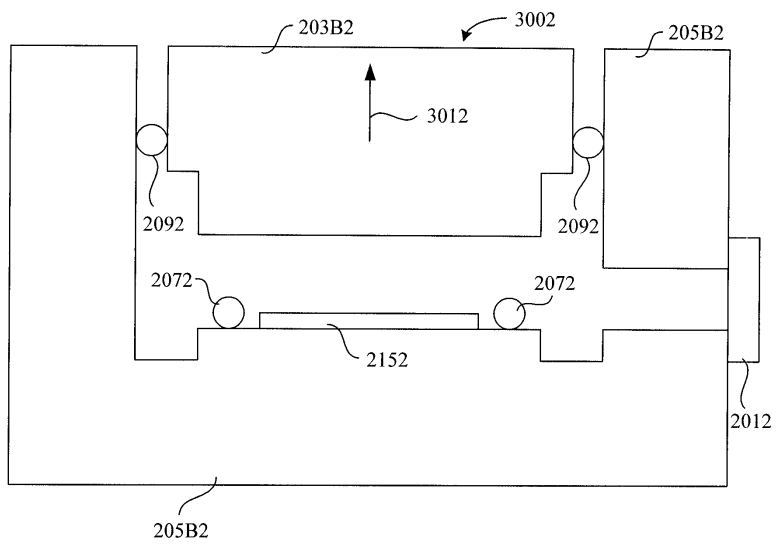
도면22



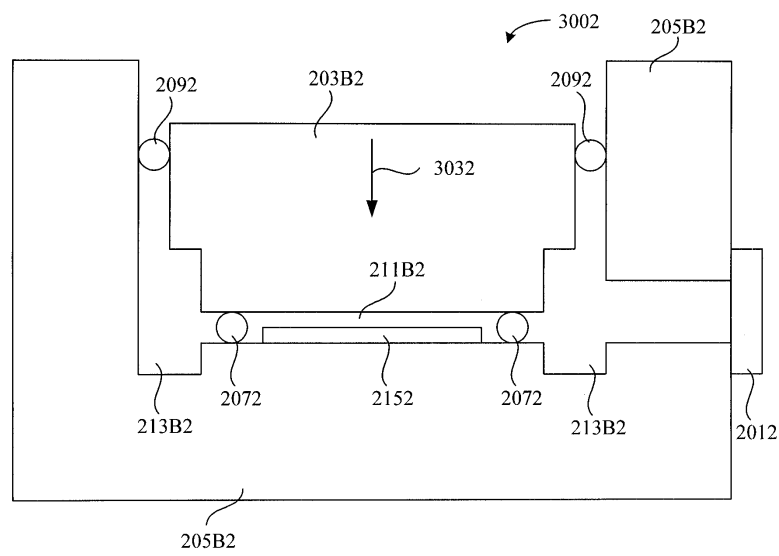
도면23



도면24



도면25



도면26

