



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월31일
(11) 등록번호 10-2789697
(24) 등록일자 2025년03월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/458 (2006.01) C23C 16/505 (2006.01)
H01L 21/687 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/4583 (2013.01)
C23C 16/4586 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7011257
- (22) 출원일자(국제) 2019년08월28일
심사청구일자 2022년08월23일
- (85) 번역문제출일자 2021년04월15일
- (65) 공개번호 10-2021-0055088
- (43) 공개일자 2021년05월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/048529
- (87) 국제공개번호 WO 2020/068343
국제공개일자 2020년04월02일
- (30) 우선권주장
62/738,869 2018년09월28일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US05791895 A*
US20160355927 A1*
US20180211820 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브뉴 3050
- (72) 발명자
셸러, 제이슨 엠
미국 78732 텍사스 오스틴 벨카라 플레이스 12520
블라닉, 제프리 찰스
미국 78641 텍사스 볼렌테 뷰리가드 드라이브 8132
반살, 아미트 쿠마르
미국 95035 캘리포니아 밀피타스 실로 애비뉴 2209
- (74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 이인철

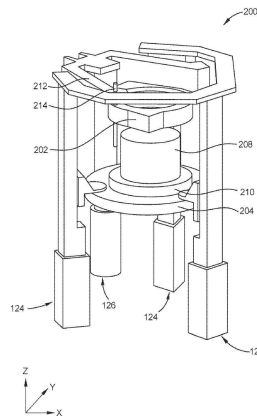
(54) 발명의 명칭 동적 레벨링을 갖는 동축 리프트 디바이스

(57) 요약

본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 동축 리프트 디바이스들을 갖는 프로세스 챔버들에 관한 것이다. 일부 실시예들에서, 디바이스는 최하부 보울 리프트 및 페데스탈 리프트 둘 모두를 포함한다. 최하부 보울 리프트는 최하부 보울을 지지하며, 프로세스 볼륨을 감소시키는 포지션으로 최하부 보울을 이동시키도록 구성된다. 최

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



하부 보울 리프트는 페데스탈 리프트와 동축이며, 최하부 보울 리프트 및 페데스탈 리프트는 진공 동작을 위해 부착된다. 페데스탈 리프트는 동적 리프트 메커니즘을 생성하기 위한 다수의 액추에이터들을 포함한다. 시스템 들 둘 모두는, 최하부 보울 리프트가 조정가능하며 최하부 보울을 폐쇄하여서 대칭적이고 작은 프로세스 볼륨을 생성할 수 있도록, 중첩 시스템을 완성한다. 페데스탈 리프트는, 최하부 보울 리프트에 대한 간섭 없이, 자신의 프로세스 포지션으로 독립적으로 이동하고 원하는 방향으로 기울어져서, 프로세싱되는 기판 상의 필름 균일성을 증가시킬 수 있다.

(52) CPC특허분류

C23C 16/505 (2013.01)

H01L 21/68742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

리프트 조립체로서,

기관 지지 표면 및 측벽을 갖는 페데스탈 - 상기 측벽은 상기 페데스탈의 외부 치수를 정의함 -;

최하부 보울(bowl) 리프트; 및

페데스탈 리프트를 포함하며,

상기 최하부 보울 리프트는,

상기 페데스탈의 상기 외부 치수보다 더 큰 내부 치수를 갖는 벽을 포함하는 최하부 보울;

상기 최하부 보울을 지지하도록 구성된 최하부 보울 캐리어;

상기 최하부 보울 캐리어에 부착된 백본 구조(backbone structure) - 상기 백본 구조는 상기 백본 구조와 상기 최하부 보울의 각도 조정을 제공하도록 구성된 조정가능한 마운트들을 가짐 -;

상기 최하부 보울 캐리어로 하여금 제1 방향으로 병진하게 하도록 구성된 최하부 보울 액추에이터 조립체를 포함하고,

상기 페데스탈 리프트는,

상기 페데스탈에 커플링된 페데스탈 캐리어; 및

복수의 액추에이터들을 포함하며,

상기 복수의 액추에이터들 각각은 상기 페데스탈 캐리어의 개별 부분에 커플링되고, 상기 복수의 액추에이터들은, 상기 복수의 액추에이터들 중 하나 이상이 상기 페데스탈 캐리어의 적어도 일부분으로 하여금 상기 제1 방향으로 병진하게 할 때, 상기 페데스탈과 상기 최하부 보울 사이의 상대적 선형 운동 및 각운동을 유발하도록 구성된,

리프트 조립체.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 최하부 보울 캐리어 및 상기 페데스탈 캐리어는 벨로우즈(bellows)를 통해 함께 부착되고, 상기 벨로우즈는 상기 최하부 보울 리프트와 상기 페데스탈 리프트 사이에 시일(seal)을 형성하는,

리프트 조립체.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 최하부 보울 액추에이터 조립체는 하나 이상의 가이드들 및 최하부 보울 액추에이터를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 가이드들은 상기 백본 구조 및 상기 최하부 보울 캐리어에 커플링되며, 상기 하나 이상의 가이드들은, 상기 최하부 보울 액추에이터가 상기 최하부 보울 캐리어로 하여금 상기 제1 방향으로 병진하게 할 때, 상기 백본 구조와 상기 최하부 보울 캐리어 사이의 상대적 선형 운동을 상기 제1 방향으로 허용하도록 구성되는,

리프트 조립체.

청구항 4

제1 항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖는 유연 힌지(flexure hinge)들을 더 포함하고, 상기 유연 힌지들 각각은 상기 제1 단부에서 베이스 조립체에 부착되고 상기 제2 단부에서 상기 복수의 액추에이터들 중 하나에 부착되는, 리프트 조립체.

청구항 5

제1 항에 있어서,
상기 최하부 보울 캐리어 및 상기 페데스탈 캐리어에 부착된 냉각 허브를 더 포함하는,
리프트 조립체.

청구항 6

제1 항에 있어서,
상기 복수의 액추에이터들은 3개의 액추에이터들을 포함하는,
리프트 조립체.

청구항 7

리프트 시스템을 위한 방법으로서,
최하부 보울이 프로세스 챔버의 최하부 표면에 근접한 하강 포지션에 있도록 최하부 보울 리프트를 교환 포지션으로 하강시키는 단계 - 상기 최하부 보울 리프트는,

내부 볼륨을 정의하는 내부 표면을 갖는 벽을 포함하는 최하부 보울;

상기 최하부 보울을 지지하도록 구성된 최하부 보울 캐리어;

상기 최하부 보울 캐리어에 부착된 백본 구조로서, 상기 백본 구조와 상기 최하부 보울의 각도 조절을 제공하도록 구성된 조정가능한 마운트들을 갖는, 상기 백본 구조; 및

상기 최하부 보울 캐리어로 하여금 제1 방향으로 병진하게 하도록 구성된 최하부 보울 액추에이터 조립체를 포함함 -;

상기 프로세스 챔버의 최하부 표면으로부터 일정 거리에 있는 프로세스 포지션으로 상기 최하부 보울 리프트를 상승시키는 단계;

페데스탈의 최상부 표면이 샤워헤드의 출력 표면에 대해 동일한 평면 상에 있지 않도록 상기 페데스탈의 최상부 표면을 제1 방향으로 배향시키는 단계 - 상기 페데스탈은 상기 최하부 보울의 내부 볼륨 내에 포지셔닝가능함 -; 및

상기 페데스탈의 최상부 표면이 상기 제1 방향으로 배향되고 상기 최하부 보울 리프트가 상기 프로세스 포지션에 있는 동안, 상기 페데스탈의 최상부 표면 상에 배치된 기관 상에 제1 재료 층을 증착하는 단계

를 포함하는,

리프트 시스템을 위한 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,
상기 리프트 시스템은 페데스탈 캐리어를 포함하며, 상기 페데스탈 캐리어는 상기 페데스탈에 커플링되는,
리프트 시스템을 위한 방법.

청구항 9

제7 항에 있어서,
상기 리프트 시스템은 상기 페데스탈과 상기 최하부 보울 사이의 상대적 선형 운동 및 각운동을 유발하도록 구

성된 복수의 액추에이터들을 포함하는,
 리프트 시스템을 위한 방법.

청구항 10

리프트 시스템으로서,
 기관 지지 표면 및 측벽을 갖는 페데스탈 - 상기 측벽은 상기 페데스탈의 외부 치수를 정의함 -;
 최하부 보울 리프트; 및
 페데스탈 리프트를 포함하며,
 상기 최하부 보울 리프트는,
 상기 페데스탈의 상기 외부 치수보다 더 큰 내부 치수를 갖는 벽을 포함하는 최하부 보울;
 상기 최하부 보울을 지지하도록 구성된 최하부 보울 캐리어;
 상기 최하부 보울 캐리어에 부착된 백본 구조 - 상기 백본 구조는 상기 백본 구조와 상기 최하부 보울의 각도 조절을 제공하도록 구성된 조정가능한 마운트들을 가짐 -; 및
 상기 최하부 보울이 프로세스 챔버의 최하부에 근접한 하강 위치에 있도록 하는 교환 위치선과, 상기 최하부 보울이 상기 프로세스 챔버의 최하부에 대해 상승 위치에 있도록 하는 프로세스 위치선 사이에서, 상기 최하부 보울 캐리어를 이동시키도록 구성된 최하부 보울 액추에이터 조립체를 포함하고,
 상기 페데스탈 리프트는,
 상기 페데스탈을 지지하도록 구성된 페데스탈 캐리어 - 상기 페데스탈은 상기 최하부 보울의 내부 볼륨 내에 위치가능함 -; 및
 복수의 액추에이터들을 포함하며,
 상기 복수의 액추에이터들 각각은 상기 페데스탈 캐리어의 개별 부분에 커플링되고, 상기 복수의 액추에이터들은 샤프트헤드의 출력 표면에 근접하게 상기 페데스탈을 상승시키고 그리고 상기 페데스탈의 최상부 표면이 상기 샤프트헤드의 출력 표면에 대해 동일 평면 상에 있지 않도록 상기 페데스탈의 최상부 표면을 제1 방향으로 배향시키도록 구성되는,
 리프트 시스템.

청구항 11

제10 항에 있어서,
 상기 최하부 보울의 하단부는 제1 단부 및 제2 단부를 갖는 벨로우즈를 더 포함하고, 상기 벨로우즈의 상기 제1 단부는 상기 벽에 커플링되며, 상기 벨로우즈의 상기 제2 단부는 상기 프로세스 챔버의 최하부의 일부분에 밀봉되는,
 리프트 시스템.

청구항 12

제10 항에 있어서,
 구형 조인트 조립체들을 더 포함하고, 상기 구형 조인트 조립체들 각각은 상기 복수의 액추에이터들 중 하나의 액추에이터를 상기 페데스탈 캐리어에 커플링하는,
 리프트 시스템.

청구항 13

제12 항에 있어서,
 상기 구형 조인트 조립체들은 부착점(attachment point)에 대해 3자유도(피칭(pitching), 요잉(yawing), 롤링

(rolling))를 허용하는,

리프트 시스템.

청구항 14

제10 항에 있어서,

제1 단부 및 제2 단부를 갖는 유연 힌지들을 더 포함하고, 상기 유연 힌지들 각각은 상기 제1 단부에서 베이스 조립체에 부착되고 상기 제2 단부에서 상기 복수의 액추에이터들 중 하나에 부착되는,

리프트 시스템.

청구항 15

제10 항에 있어서,

상기 최하부 보울 캐리어 및 상기 페데스탈 캐리어에 부착된 냉각 허브를 더 포함하는,

리프트 시스템.

청구항 16

제10 항에 있어서,

상기 최하부 보울 액추에이터 및 상기 복수의 액추에이터들 각각은 선형 볼 스크류(linear ball screw) 액추에이터들인,

리프트 시스템.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 선형 볼 스크류 액추에이터들 각각은 서보(servo) 모터에 의해 구동되는,

리프트 시스템.

청구항 18

제10 항에 있어서,

상기 복수의 액추에이터들은 3개의 액추에이터들을 포함하는,

리프트 시스템.

청구항 19

제1 항에 있어서,

구형 조인트 조립체들을 더 포함하며, 상기 구형 조인트 조립체들 각각은 상기 복수의 액추에이터들 중 하나의 액추에이터를 상기 페데스탈 캐리어에 커플링하는,

리프트 조립체.

청구항 20

제19 항에 있어서,

상기 구형 조인트 조립체들은 부착점(attachment point)에 대해 3자유도(피칭, 요잉, 롤링)를 허용하는,

리프트 조립체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] [0001] 본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 프로세스 챔버에서 사용되는 기판 지지 엘리먼트를 상승 및 하강시키기 위해 사용되는 리프트 디바이스들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CVD(chemical vapor deposition)는 일반적으로, 평판 디스플레이들에 사용되는 반도체 웨이퍼 또는 투명 기판과 같은 반도체 프로세스 챔버 내의 기판 상에 필름을 증착하기 위해 사용된다. CVD는 일반적으로, 기판을 포함하는 진공 챔버 내로 프로세스 가스들을 도입함으로써 달성된다. 전구체 가스 또는 가스 혼합물은 통상적으로, 챔버의 최상부 근처에 놓인 가스 분배 조립체를 통해 아래쪽으로 지향된다. 가스 분배 조립체는, 가스 분배 조립체 및 프로세스 가스들이 페테스탈 내에 배치된 가열 엘리먼트들로부터 제공되는 열에 의해 가열되도록, 짧은 거리를 두고 가열된 페테스탈 상에 포지셔닝되는 기판 위에 배치된다.

[0003] CVD 프로세스 동안, PECVD(plasma-enhanced CVD)로 지칭되는 챔버에 커플링된 하나 이상의 RF(radio frequency) 소스들로부터 챔버로 RF 전력을 인가함으로써, 챔버 내의 프로세스 가스들이 플라즈마로 에너지화(예컨대, 여기)될 수 있다. RF 정합 회로를 통해 페테스탈에 커플링된 RF 소스 및 챔버 바디에 접지된(grounded) 가스 분배 조립체의 페이스플레이트가 용량성 플라즈마 결합(capacitive plasma coupling)의 형성을 가능하게 한다. RF 소스는 RF 에너지를 페테스탈에 제공하여, 가스 분배 조립체의 페이스플레이트와 페테스탈 사이에서 주 플라즈마로서 또한 알려진 용량성 결합 플라즈마(capacitive coupled plasma)의 생성을 가능하게 한다. 그러나, 2차 플라즈마로서 또한 알려진 기생 플라즈마가, 페이스플레이트의 접지 경로 및 용량성 결합 플라즈마를 생성하는 부산물로서 진공 챔버의 하부 볼륨에서 페테스탈 아래에 생성될 수 있다. 기생 플라즈마는 용량성 결합 플라즈마에서 형성되는 이온 농도를 감소시키고, 따라서 용량성 결합 플라즈마의 밀도를 감소시키며, 이는 필름의 증착 레이트를 감소시킨다.

[0004] 부가적으로, 종래의 설계들에서는, 프로세스 챔버 내에서 프로세스 포지션과 이송 포지션 사이에서 웨이퍼 페테스탈을 이송하기 위해 선형 운동(linear motion)만이 사용되었다. 그러나, 프로세스 챔버의 하드웨어 컴포넌트들 사이의 기계적 공차 이슈들에 기인하여, 페테스탈의 표면과 샤워헤드의 페이스플레이트가 종종 평행하지 않으며, 이는 프로세싱되는 기판의 표면 상의 프로세스 비-균일성을 유발한다. 일 예에서, 증착 필름은 기판에 걸쳐 에지 단위로(edge-to-edge) 변하는 두께 비-균일성을 갖는다. CVD 프로세스들은 각각 샤워헤드와 같은 챔버 컴포넌트들 중 하나 이상에 대한 페테스탈의 기울기(tilt) 및 포지션에 대해 상이한 균일성 응답을 갖는다. 최적의 프로세스 결과들을 보장하기 위해, 각각의 층은 최상의 프로세스 결과들을 달성하기 위해 샤워헤드에 대해 독립적으로 조정되는 또는 조절되는 페테스탈 기울기 및 포지션을 필요로 한다.

[0005] 이에 따라서, 프로세스 챔버의 원치 않는 구역들에서 기생 플라즈마를 방지하면서, 프로세스 챔버의 2개의 디바이스들 사이의 독립적인 운동을 허용하는 디바이스가 필요하다.

발명의 내용

[0006] 본원에서 설명되는 하나 이상의 실시예들은 프로세스 챔버 내의 하나 이상의 고정 컴포넌트들에 대한 페테스탈의 상대적 포지션 및 배향을 조정할 수 있는 리프트 조립체들에 관한 것이다. 리프트 조립체들은 플라즈마 프로세스 챔버, 이를테면, 기판에 대해 PECVD, 에칭 또는 다른 유용한 플라즈마 프로세스들을 수행하기 위해 사용되는 챔버 내에서 유용한 하드웨어 컴포넌트들을 포함한다. 본원에서 설명되는 하나 이상의 실시예들은 리프트 조립체들을 사용하기 위한 방법들에 관한 것이다. 본원에서 설명되는 하나 이상의 실시예들은 리프트 조립체들을 포함하는 시스템들에 관한 것이다.

[0007] 일 실시예에서, 리프트 조립체는, 기판 지지 표면 및 측벽을 갖는 페테스탈 -측벽은 페테스탈의 외부 치수를 정의함-; 최하부 보울(bowl) 리프트 -최하부 보울 리프트는, 페테스탈의 외부 치수보다 더 큰 내부 치수를 갖는 벽을 갖는 최하부 보울; 최하부 보울을 지지하도록 구성된 최하부 보울 캐리어; 및 최하부 보울 캐리어로 하여금 제1 방향으로 병진하게 하도록 구성된 최하부 보울 액추에이터 조립체를 포함함-; 및 페테스탈 리프트를 포함하고, 페테스탈 리프트는, 페테스탈에 커플링된 페테스탈 캐리어; 및 복수의 액추에이터들을 포함하고, 복수의 액추에이터들 각각은 페테스탈 캐리어의 개별 부분에 커플링되고, 복수의 액추에이터들은, 복수의 액추에이터들 중 하나 이상이 페테스탈 캐리어의 적어도 일부분으로 하여금 제1 방향으로 병진하게 할 때 페테스탈과 최하부 보울 사이의 상대적 선형 운동 및 각운동을 유발하도록 구성된다.

[0008] 다른 실시예에서, 리프트 시스템을 위한 방법은, 최하부 보울이 프로세스 챔버의 최하부 표면에 근접한 하강 포지션에 있도록 하는 교환 포지션으로 최하부 보울 리프트를 하강시키는 단계 - 최하부 보울은 내부 볼륨을 정의하는 내부 표면을 갖는 벽을 포함함 -; 프로세스 챔버의 최하부 표면으로부터 일정 거리에 있는 프로세스 포지션으로 최하부 보울 리프트를 상승시키는 단계; 샤워헤드의 출력 표면에 대해 제1 배향으로 페데스탈의 최상부 표면을 배향시키는 단계 - 샤워헤드의 출력 표면에 대한 페데스탈의 최상부 표면의 제1 배향은 동일 평면 상에 있지 않으며; 그리고 페데스탈은 최하부 보울의 내부 볼륨 내에 포지셔닝가능함 -; 및 페데스탈의 최상부 표면이 제1 배향으로 배향되고 최하부 보울 리프트가 프로세스 포지션에 있는 동안, 페데스탈의 최상부 표면에 배치된 기관 상에 제1 재료 층을 증착하는 단계를 포함한다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 리프트 시스템은, 기관 지지 표면 및 측벽을 갖는 페데스탈 - 측벽은 페데스탈의 외부 치수를 정의함 -; 최하부 보울 리프트 - 최하부 보울 리프트는, 페데스탈의 외부 치수보다 더 큰 내부 치수를 갖는 벽을 갖는 최하부 보울; 최하부 보울을 지지하도록 구성된 최하부 보울 캐리어; 및 최하부 보울이 프로세스 챔버의 최하부에 근접한 하강 포지션에 있도록 하는 교환 포지션과, 최하부 보울이 프로세스 챔버의 최하부에 대해 상승 포지션에 있도록 하는 프로세스 포지션 사이에서, 최하부 보울 캐리어를 이동시키도록 구성된 최하부 보울 액추에이터 조립체를 포함함 -; 및 페데스탈 리프트를 포함하고, 페데스탈 리프트는, 페데스탈을 지지하도록 구성된 페데스탈 캐리어 - 페데스탈은 최하부 보울의 내부 볼륨 내에 포지셔닝가능함 -; 및 복수의 액추에이터들을 포함하고, 복수의 액추에이터들 각각은 페데스탈 캐리어의 개별 부분에 커플링되고, 복수의 액추에이터들은, 샤워헤드의 출력 표면에 근접하게 페데스탈을 상승시키고 샤워헤드의 출력 표면에 대해 제1 배향으로 페데스탈의 최상부 표면을 배향시키도록 구성되며, 샤워헤드의 출력 표면에 대한 페데스탈의 최상부 표면의 제1 배향은 동일 평면 상에 있지 않다.

도면의 간단한 설명

[0010] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 위에서 간략히 요약된 본 개시내용의 더욱 상세한 설명이 실시예들을 참조함으로써 이루어질 수 있으며, 이 실시예들 중 일부는 첨부된 도면들에서 예시된다. 그러나, 첨부된 도면들이 본 개시내용의 통상적인 실시예들만을 예시하며 이에 따라 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시내용이 다른 동일하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0011] 도 1은 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 프로세스 챔버의 측면도이고;

[0012] 도 2는 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 리프트 시스템의 사시도이고;

[0013] 도 3은 도 1의 최하부 보울 리프트의 사시도이고;

[0014] 도 4는 도 1의 페데스탈 리프트의 사시도이고;

[0015] 도 5a는 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 리프트 시스템의 측면도이며; 그리고

[0016] 도 5b는 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 리프트 시스템의 측면도이다.

[0017] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통된 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들이 추가적인 언급 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 다음의 설명에서, 많은 특정 세부사항들이 본 개시내용의 실시예들의 더욱 완전한 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 본 개시내용의 실시예들 중 하나 이상이 이들 특정 세부사항들 중 하나 이상 없이 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 자명할 것이다. 다른 사례들에서, 본 개시내용의 실시예들 중 하나 이상을 모호하게 하는 것을 회피하기 위하여, 잘 알려진 특징들은 설명되지 않았다.

[0019] 본원에서 설명되는 실시예들은 일반적으로, 기관 프로세스 챔버에서 사용되는 기관 지지 엘리먼트 또는 페데스탈을 상승 및 하강시키기 위해 사용되는 리프트 디바이스들에 관한 것이다. 리프트 디바이스는 기관 프로세스 챔버 내의 2 개의 조립체들 사이의 독립적인 운동을 허용하는 멀티컴포넌트 설계이다. 일부 실시예들에서, 리프트 디바이스는 최하부 보울 리프트 조립체 및 페데스탈 리프트 조립체 둘 모두를 포함한다. 최하부 보울 리프트는 최하부 보울을 지지하며, 프로세스 볼륨을 감소시키는 포지션으로 최하부 보울 컴포넌트들을 이동

시키도록 구성되며, 이는 RF 에너지가 접지로 전파되는 더 짧고 대칭적인 경로를 제공하여 기생 플라즈마의 생성을 감소시켜서, 증착 레이트를 증가시키고 입자들을 생성할 기회를 감소시키며 증착 필름 균일성을 개선시킨다. 일부 실시예들에서, 최하부 보울 리프트는 페데스탈 리프트와 동축이 되도록 포지셔닝되며, 2 개의 리프트들은 각각의 리프트가 독립적으로 이동하도록 부착된다. 페데스탈 리프트는 샤워헤드의 출력 표면에 대한 페데스탈의 배향을 조작할 수 있는 다수의 액추에이터들을 포함한다. 부가적으로, 페데스탈 리프트는, 최하부 보울 리프트에 대한 간섭 없이, 자신의 프로세스 포지션으로 독립적으로 이동하고 원하는 방향으로 이동할 수 있다. 일부 실시예들에서, 최하부 보울 리프트는, 3 개의 운동 축들을 갖는 페데스탈 리프트와 동축으로 정렬되는 하나의 운동 축을 갖는다.

[0013] [0020] 도 1은 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 프로세스 챔버(100)의 측면면도이다. 프로세스 챔버(100)는 측벽들(102), 최상부(104) 및 최하부(106)를 포함한다. 가스 소스(108)가 개구(110)를 통해 프로세스 챔버(100)의 최상부(104)를 통과해 가스들을 제공한다. 그런 다음, 가스들은 복수의 홀들(113)을 통해 샤워헤드(112)의 출력 표면(114)으로 그리고 프로세스 구역(116) 내로 유동한다. 하나 이상의 RF 소스들(191)로부터 프로세스 챔버(100)로 RF 전력을 인가함으로써, 프로세스 구역(116) 내에서 가스들이 에너지가 정된다. 일부 실시예들에서, 전달된 RF 에너지는, 기판(118) 상에 배치되는 반도체 필름을 형성하거나 또는 프로세싱하는 역할을 하는, 주 플라즈마로서 또한 알려진 용량성 결합 플라즈마의 생성을 가능하게 한다. 기판(118)은 일반적으로, 프로세싱 동안 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A) 상에 위치된다. 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)은 샤워헤드(112)의 출력 표면(114)으로부터 짧은 거리(119)에 위치된다. 페데스탈(120)은 통상적으로 정전 척, 진공 척, 또는 프로세스 온도로 가열되거나 또는 냉각될 수 있는 임의의 다른 유사한 디바이스이며, 이러한 프로세스 온도는, 일부 경우들에서, 약 700 °C를 초과하는 온도까지일 수 있다. 페데스탈(120)은 또한, 페데스탈(120)의 외부 치수(120B)를 정의하는 측벽(120C)을 갖는다.

[0014] [0021] 프로세스 구역(116)에 형성된 주 플라즈마에 부가하여, 기생 플라즈마로서 또한 알려진 2차 플라즈마가 프로세스 챔버(100)의 하부 볼륨의 페데스탈(120) 아래에 형성될 수 있다. 이는 프로세스 챔버(100)의 하부 볼륨 내의 RF 전류의 접지 경로 및 주 플라즈마를 생성하는 부산물로서 발생한다. 기생 플라즈마는 주 플라즈마 내에서 형성되는 이온 농도를 감소시키고, 따라서 주 플라즈마의 밀도를 감소시키며, 이는, 플라즈마 강화 증착 프로세스들의 경우, 증착 레이트를 감소시키고 필름 균일성을 감소시킨다. 형성되는 기생 플라즈마의 양(amount)에 맞대응(counteract)하기 위해, 최하부 보울(122)이 프로세스 포지션으로 최하부 보울 리프트(124)에 의해 들어 올려진다(도 5b에서 이하에 설명됨). 최하부 보울(122)이 프로세스 포지션에 있을 때, 최하부 보울(122)은 통상적으로, 최하부 보울(122)의 상단부(122A)가 예지 링(123) 또는 다른 유사한 컴포넌트의 표면에 맞닿도록 포지셔닝된다. 예지 링(123)은 샤워헤드(112)에 커플링되거나 또는 샤워헤드(112)에 인접하게 포지셔닝될 수 있다. 최하부 보울(122)이 자신의 프로세스 포지션에 있을 때, 최하부 보울(122)은 프로세스 챔버(100) 내에 내부 볼륨(121)을 포함하는 벽(122C)을 갖는다. 내부 볼륨(121)은 프로세스 챔버(100)의 총 볼륨에 대해 감소된 표면적(참조 번호(129)에 의해 표현됨)을 갖는다. 감소된 표면적(129)은 최하부 보울(122)의 벽(122C)의 내부 표면에 의해 정의된다. 내부 볼륨(121) 외측의 프로세스 챔버(100)의 챔버 볼륨은 참조 번호(131)에 의해 표현된다. 감소된 표면적(129)은, 내부 볼륨(121)의 페데스탈(120) 아래에 기생 플라즈마가 생성되지 않도록, 더 짧고 더욱 제어된 접지 경로를 가능하게 한다. 최하부 보울(122)은 (예컨대, 도 1의 Z-축을 중심으로 하는) 축 대칭 컴포넌트이며, 이러한 축 대칭 컴포넌트는, 도 1, 도 2a 및 도 5a-도 5b에서 알 수 있는 바와 같이, 적어도, 최하부 보울(122)의 내부 볼륨(121)을 형성하는 벽(122C) 및 상단부(122A)가 페데스탈(120)의 외부 치수(120B)(예컨대, 직경)보다 더 크도록 사이즈가 정해진다. 다시 말해서, 참조 번호(122B)에 의해 표현되는 내부 볼륨(121)의 사이즈는 페데스탈(120)의 외부 치수(120B)보다 더 크다. 이 구성은, 최하부 보울(122)로 하여금 페데스탈(120)로부터의 간섭 없이 독립적으로 이동할 수 있게 한다. 최하부 보울(122)은, 일반적으로 프로세스 챔버(100) 내의 프로세싱 동안 사용되는 프로세스 가스들과 반응하지 않는 전도성 재료로 형성된다. 일 예에서, 최하부 보울(122)은 스테인리스 스틸, 금속 코팅된 또는 코팅되지 않은 알루미늄 합금, 도핑된 실리콘 카바이드 또는 다른 유용한 재료로 형성된다.

[0015] [0022] 최하부 보울(122)을 들어 올리는 최하부 보울 리프트(124)와 함께, 샤워헤드(112)의 출력 표면(114)에 대한 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)의 배향을 조작하기 위해, 페데스탈(120)은 페데스탈 리프트(126)에 의해 들어 올려진다. 페데스탈 리프트(126)와 최하부 보울 리프트(124)는 사용 동안 서로 간섭하지 않도록 독립적으로 이동하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 페데스탈 리프트(126)는, 예컨대 포지션(128)(가상선들)에 도시된 바와 같이, 페데스탈(120)이 샤워헤드(112)의 출력 표면(114) 및/또는 수평 평면(즉, X-Y 평면)에 대해 기울어지도록, 페데스탈(120)을 배향시킬 수 있다. 이는 프로세싱 챔버들의 하드웨어 컴포넌트들 사이에서 초래되는 기계적 공차 이슈들에 맞대응하는 데 유익하다. 종종, 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A) 및 샤워헤드

(112)의 출력 표면(114)은 평행하지 않으며, 이는 페데스탈 리프트(126)의 최상부 표면(120A) 상에 배치된 기관(118)의 표면 상의 프로세스 비-균일성을 유발한다. 그러나, 본원에서 설명되는 페데스탈 리프트(126)는, 최적의 프로세스 결과들을 보장하기 위해 샤워헤드(112)의 출력 표면(114)과 평행한 관계로 유지될 수 있도록 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)을 배향시키는 역할을 한다. 예컨대, 페데스탈(120)은 최적의 결과들을 위해 포지션(128)으로 기울어질 필요가 있을 수 있다. 기울기 진폭(127)은 이들 실시예들에서 약 0.05 인치 내지 약 0.1 인치만큼 위 또는 아래로 시프트될 수 있지만, 다른 기울기 진폭들이 또한 가능하다.

[0016] [0023] 페데스탈 리프트(126) 컴포넌트들이 최하부 보울 리프트(124) 컴포넌트들에 대한 간섭 없이 독립적으로 이동할 수 있도록, 최하부 보울 리프트(124)와 페데스탈 리프트(126)는 벨로우즈(130)를 통해 함께 부착된다. 벨로우즈(130) 및 냉각 허브(208)(도 2)는 페데스탈 리프트(126)/최하부 보울 리프트(124) 사이에 시일(seal)을 제공한다. 최하부 보울(122)의 하단부는 벨로우즈(132)를 포함하며, 벨로우즈(132)는, 챔버 시일을 형성하기 위해 프로세스 챔버(100)의 최하부(106)의 일부분에 대해 볼트로 죄이고 밀봉되는 상단부를 가지며, 이러한 챔버 시일은 프로세스 챔버(100)의 프로세스 구역(116)이 챔버 펌프(도시되지 않음)에 의해 진공 상태로 펌핑될 수 있게 한다. 벨로우즈(130) 및 벨로우즈(132) 둘 모두는 프로세스 챔버(100)의 프로세스 구역(116)이 원하는 압력, 이를테면, 진공 압력으로 유지될 수 있게 한다. 벨로우즈(130) 및 벨로우즈(132)는 일반적으로 금속 재료, 이를테면, 스테인리스 스틸, 인코넬 합금, 또는 다른 적절한 내피로성 및 전도성 재료로 형성된다.

[0017] [0024] 도 2는 본 개시내용에서 설명되는 적어도 하나의 실시예에 따른 리프트 시스템(200)의 사시도이다. 도 3은 최하부 보울 리프트(124)만의 사시도이고, 도 4는 페데스탈 리프트(126)만의 사시도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 리프트 시스템(200)은 최하부 보울 리프트(124) 및 페데스탈 리프트(126)를 포함한다. 최하부 보울 리프트(124)는 최하부 보울 캐리어(202)를 포함하고, 최하부 보울 캐리어(202)는 최하부 보울(122)에 커플링되고 최하부 보울(122)을 지지한다. 최하부 보울(122)은 프로세스 챔버(100) 내에서 이동하도록 구성된다. 페데스탈 리프트(126)는 페데스탈 캐리어(204)를 포함하고, 페데스탈 캐리어(204)는 페데스탈(120)에 커플링되고 페데스탈(120)을 지지한다. 페데스탈(120)은 상승 및 하강될 수 있으며, 또한 임의의 방향(피치(pitch) 및 롤(roll))으로 기울어질 수 있다(이하에서 추가로 설명될 것임). 페데스탈 리프트(126) 컴포넌트들이 최하부 보울 리프트(124) 컴포넌트들에 대한 간섭 없이 독립적으로 이동할 수 있도록, 최하부 보울 캐리어(202)와 페데스탈 캐리어(204)는 벨로우즈(130)(도 1)를 통해 함께 부착된다. 위에서 진술된 바와 같이, 벨로우즈(130) 및 냉각 허브(208)는 페데스탈 리프트(126)와 최하부 보울 리프트(124) 사이에 시일을 제공한다. 냉각 허브(208)에 의해 공급되는 물은 프로세싱 동안 냉각을 제공하기 위해 최하부 보울 캐리어(202)를 통해 유동한다. 최하부 보울 캐리어(202)와 페데스탈 캐리어(204)는 2 축 포지셔너(210)를 통해 동축으로 지지된다. 최하부 보울 리프트(124)는 운동학적 마운트들(214)을 사용하여 최하부 보울 캐리어(202)에 부착되는 백본 구조(212)(도 2 및 도 3)를 포함하고, 이는 프로세스 챔버(100)의 최하부(106) 상의 기준 표면에 대한 최하부 보울(122)의 각도 조정을 제공한다.

[0018] [0025] 도 3을 참조하면, 최하부 보울 리프트(124)는 액추에이터 조립체(302) 및 하나 이상의 가이드들(303)을 포함한다. 액추에이터 조립체(302)는 프로세스 포지션과 교환 포지션 사이에서 수직으로 위아래로(즉, Z-방향으로) 최하부 보울 캐리어(202)를 이동시키는 역할을 한다(도 5a-도 5b에서 이하에 논의됨). 액추에이터 조립체(302)는 백본 구조(212) 및 최하부 보울 캐리어(202)에 부착된다. 위에서 논의된 바와 같이, 백본 구조(212)는, 최하부 보울 캐리어(202)에 의해 지지되는 최하부 보울(122)의 각도 정렬이 프로세스 챔버 내의 컴포넌트들에 대해 독립적으로 조정될 수 있도록, 최하부 보울 리프트(124) 조립체의 각도 조정을 제공한다. 액추에이터 조립체(302)는 선형 액추에이터, 이를테면, 선형 모터, 에어 실린더 또는 볼 스크류 액추에이터를 포함할 수 있다. 액추에이터 조립체(302)는 서보 모터 시스템(304)을 포함하고 서보 모터 시스템(304)에 의해 구동될 수 있다. 서보 모터 시스템(304)은 앵솔루트 인코더(absolute encoder), 서보 모터 및 브레이크를 사용하여 액추에이터 조립체(302)를 구동시킬 수 있다. 하나 이상의 가이드들(303)은 슬라이드들일 수 있고, 하나 이상의 가이드들(303)은 각각 백본 구조(212)와 최하부 보울 캐리어(202) 사이의 상대적 선형 운동을 허용하기 위해 선형 운동 가이드를 포함할 수 있다. 이는 최하부 보울 캐리어(202)의 프로세스 포지션과 이송 포지션 사이에서 최하부 보울 캐리어(202)를 안내한다.

[0019] [0026] 도 4를 참조하면, 페데스탈 리프트(126)는 기관(118)(도 1)을 지지하기 위한 페데스탈(120)을 포함한다. 위에서 논의된 바와 같이, 페데스탈(120)은 페데스탈 캐리어(204)에 의해 지지된다. 냉각 허브(208)는 프로세싱 동안 페데스탈 캐리어(204)(및 최하부 보울(122))를 냉각 상태로 유지하기 위해 물 유동을 제공하며, 이는 일부 경우들에서 700 °C를 초과할 수 있다. 페데스탈 리프트(126)는 샤워헤드(112)의 출력 표면(114)(도 1)에 대한 페데스탈(120)의 포지션 및/또는 배향을 조작하도록 구성된다. 이 실시예에서, 페데스탈

리프트(126)는 페데스탈 캐리어(204)에 대한 3 개의 접촉점들을 활용하여 샤프헤드(112)의 출력 표면(114)에 대한 페데스탈(120)용 레벨링 평면을 설정한다.

[0020] [0027] 페데스탈 캐리어(204)는 일반적으로, 복수의 액추에이터들(402)을 사용하여 중심 축(401)에 평행한 방향으로 수직으로 이동되도록 구성된다. 이들 실시예들에서, 3 개의 액추에이터들(402)이 있지만, 3 개보다 더 많거나 또는 더 적은 액추에이터들이 사용될 수 있다. 위에서 논의된 액추에이터 조립체(302)와 같이, 액추에이터들(402)은 각각 선형 액추에이터, 이를테면, 선형 모터, 에어 실린더 또는 볼 스크류 액추에이터를 포함할 수 있다. 액추에이터들(402)의 최상단부들은 프로세스 챔버(100)의 최하부(106) 상의 기준 표면에 부착되는 베이스 조립체(410)에 부착된다. 구형 조인트 조립체들(406)은 액추에이터들(402)을 페데스탈 캐리어(204)에 커플링하고, 페데스탈 캐리어(204)와 액추에이터들(402) 사이의 이동을 가능하게 한다. 일부 실시예들에서, 구형 조인트 조립체들(406)은 페데스탈 캐리어(204) 상에 형성된 부착점에 대한 3자유도(피치, 요(yaw) 및 롤)를 허용한다. 액추에이터들(402)은 페데스탈(120)과 최하부 보울(122) 사이의 상대적 선형 운동 및 각운동을 유발하도록 구성된다. 유연 힌지(flexure hinge)들(412)은 일 단부에서 베이스 조립체(410)에 부착되고, 다른 단부에서 액추에이터들(402)에 부착된다. 이 실시예에서, 대향하는 지지 위치들에 구성된 3 개의 액추에이터들(402)의 조합은, 페데스탈 캐리어(204) 운동을 완전히 제한하면서, 페데스탈 리프트(126)에게 4자유도(예컨대, 고도(Z-방향), 피치, 요 및 롤)로 이동하는 유연성을 제공한다. 유연 힌지들(412)은 액추에이터들(402)의 상이한 운동에 의해 초래되는 모멘트에 기인하여 굴곡되고(flex), 이는 페데스탈 캐리어(204)로 하여금 중심 축(401)에 대한 방향으로 피봇팅하게 한다. 유연 힌지들(412) 각각은, 각각의 액추에이터(402)에서 작은 회전량(0.5도 미만)을 허용하면서, 조립체에 대한 하중에 저항하기 위해 각각의 액추에이터(402)에 대한 극도로 강성인(stiff) 장착점을 제공한다. 유연 힌지들(412)은 또한, 조립체에서 구형 조인트 조립체들(406)에 대한 방사상 프리로드(radial preload)로서의 역할을 한다.

[0021] [0028] 서보 모터들(404)은 액추에이터들(402)을 구동시키고, 따라서 액추에이터들(402)을 따라 수직 방향(Z-방향)으로 구형 조인트 조립체들(406) 및 페데스탈 캐리어(204)를 구동시킨다. 동작시, 시스템 제어기(도시되지 않음)는, 페데스탈(120)의 포지션 및/또는 배향을 조작하기 위해 동적 운동 프로파일들을 사용하여 액추에이터들(402)을 연속적으로 이동시키는 서보 모터들(404)을 구동시킨다. 그러한 동작은, 샤프헤드(112)의 출력 표면(114)에 대한 페데스탈(120)의 포지션 및/또는 배향이, 페데스탈(120)이 중심 축(401)을 따라 이동하고 그리고/또는 피봇팅함에 따라 연속적으로 변하는 것을 허용할 수 있다. 서보 모터들(404)을 연속적으로 구동시킴으로써, 페데스탈(120)의 배향은 고정 기준 프레임(예컨대, X-Y-Z 기준 프레임)에 대해 하나 이상의 방향으로 연속적으로 이동할 것이다. 샤프헤드(112)의 출력 표면(114)에 대해 연속적인 기울기를 유지하고 페데스탈(120)로 하여금 일정 시간 기간 동안 복수의 액추에이터들(402)을 사용하여 중심 축(401)을 중심으로 세차운동(precess)하게 하는 것은 특정 CVD 증착 필름들의 증착에 대한 개선된 프로세스 균일성을 야기하는 것으로 밝혀졌다. 그러나, 위에서 논의된 바와 같이, 페데스탈(120) 아래 구역 내의 기생 플라즈마의 생성을 감소시키고 그리고/또는 방지할 필요성이 여전히 있으며, 이는 최하부 보울(122)의 포지션을 제어하는 최하부 보울 리프트(124)를 사용하여 해결된다. 위에서 논의된 바와 같이, 페데스탈 리프트(126) 및 최하부 보울 리프트(124)의 구성에 기인하여, 2 개의 조립체들은 각각, 그들의 개개의 하드웨어 컴포넌트들의 배향 및 포지션이 독립적으로 이동하도록, 개별적으로 조정 및 제어될 수 있다. 따라서, 본원에서 설명되는 다양한 실시예들은, 기관 상에 바람직하게 형성된 또는 프로세싱된 필름을 제공하며 그리고 입자들을 생성하여 바람직하지 않은 프로세싱 결과들(예컨대, 낮은 증착 레이트, 불량한 균일성 등)을 초래할 수 있는 기생 플라즈마의 생성을 또한 방지하기 위해, 이들 조립체들 각각의 컴포넌트들이 프로세스 챔버 내의 하나 이상의 상이한 컴포넌트들에 대해 적절하고 개별적으로 정렬될 수 있게 한다.

[0022] [0029] 도 5a는 교환 포지션에 있는 리프트 시스템(500)을 도시하고, 도 5b는 프로세스 포지션에 있는 리프트 시스템(500)을 도시한다. 리프트 시스템(500)이 교환 포지션에 있을 때, 최하부 보울(122)은 최하부 보울 리프트(124)에 의해 아래쪽으로 프로세스 챔버(502)의 최하부(504) 근처로 하강된다. 부가적으로, 리프트 시스템(500)이 교환 포지션에 있을 때, 페데스탈(120)은, 페데스탈(120)이 프로세스 챔버(502)를 통해 형성된 슬릿 밸브(507)를 통해 기관(118)을 수용할 수 있도록 하는 포지션으로 페데스탈 리프트(126)에 의해 하강된다. 슬릿 밸브(507)는, 프로세싱 동안 반도체 필름이 기관(118)(도 1) 상에 제작될 수 있도록, 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A) 상에 기관(118)이 배치될 수 있게 한다.

[0023] [0030] 리프트 시스템(500)이 프로세스 포지션에 있을 때, 최하부 보울(122)의 상단부(122A)(도 1 및 도 5b)로 하여금 프로세스 챔버의 상부 구역(101) 내의 컴포넌트, 이를테면, 예지 링(123)과 접촉하게 함으로써, 최하부 보울(122)이 프로세스 챔버(502) 내에 내부 볼륨(121)(도 1)을 형성하도록, 최하부 보울(122)은 최하부 보울 리

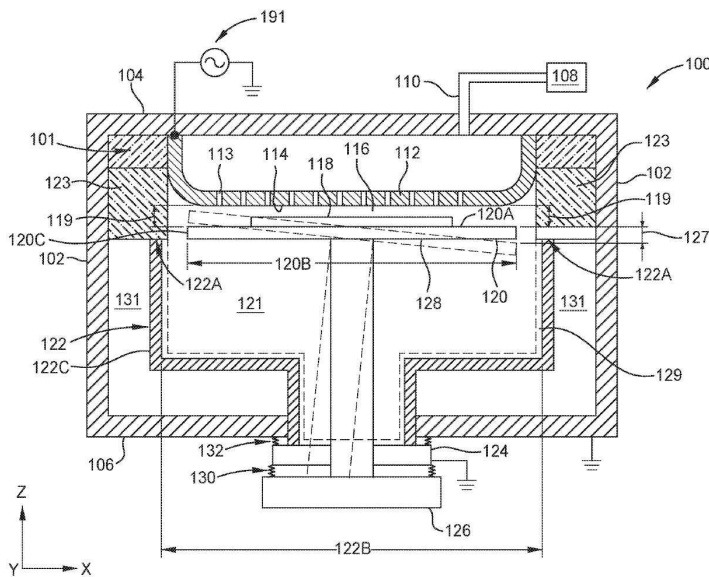
프트(124)에 의해 상승된다. 이는 페데스탈(120) 아래의 프로세스 볼륨을 감소시키며, 또한, RF 에너지가 접지로 전파되는 더 짧고 대칭적인 경로를 제공하여 기생 플라즈마의 생성을 감소시켜서, 증착 레이트를 증가시키고 입자들을 생성할 기회를 감소시키며 증착 필름 균일성을 개선시킨다. 부가적으로, 페데스탈 리프트(126)는, 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)이 프로세스 챔버(502)의 상부 구역(101) 내에 위치한 샤워헤드(506)에 근접하도록 페데스탈(120)을 들어 올린다. 위에서 논의된 바와 같이, 페데스탈 리프트(126)는 또한, 샤워헤드(506)의 출력 표면(510)에 근접하게 페데스탈(120)을 상승시키도록 구성된다. 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)은 샤워헤드(506)의 출력 표면(510)에 대해 동일 평면 상에 있지 않도록 배향된다. 더욱이, 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)은 최하부 보울(122)의 포지션을 조정할 필요 없이 기울어질 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 페데스탈 리프트(126)는, 최하부 보울(122)이 페데스탈(120)로부터 멀리 있는 프로세스 챔버(502) 내의 개별 영역으로 들어 올려질 때, 최하부 보울(122)로부터의 간섭 없이, 페데스탈(120)이 독립적으로 이동하도록 구성된다.

[0024] [0031] 도 1에서 위에 논의된 바와 같이, 가스들은 프로세스 챔버(502)의 상부 구역(101) 내의 샤워헤드(506)를 통해 제공된다. 가스들은 그런 다음, 샤워헤드(506)를 통해 출력 표면(510)으로 분배되고, 그런 다음 프로세스 구역(512)으로 분배되며, 여기서, 반도체 필름들이 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A) 상에 위치한 기관(118) 상에 형성된다. 페데스탈(120)의 최상부 표면(120A)이 샤워헤드(506)의 출력 표면(510)에 대해 동일 평면 상에 있지 않을 때, 제1 재료 층이 기관(118) 상에 증착될 수 있다. 페데스탈(120)이 이 배향으로 있을 때 임의의 수의 재료 층들이 분배될 수 있거나, 또는 다른 재료 층이 기관(118) 상에 적용되기 전에 페데스탈(120)이 샤워헤드(506)의 출력 표면(510)에 대해 상이한 배향으로 포지셔닝될 수 있다. 페데스탈(120)을 기울이는 것의 장점은 프로세스 챔버에서 수행되는 프로세스, 이를테면, 필름 증착의 균일성을 개선시키는 것이다. 페데스탈(120)의 위치는 각각의 프로세스에 대해 미세-조정될 수 있다. 위에서 설명된 바와 같이, 최하부 보울(122) 및 최하부 보울 리프트(124)의 부가는, 페데스탈(120)을 개별적으로 기울이는 능력의 이점들이 실현될 수 있게 하면서, 또한, 프로세스 챔버(502) 내의 더 작은 내부 볼륨(121)이 형성될 수 있게 하며, 이는 부가적인 기관 프로세싱 이점들을 제공한다.

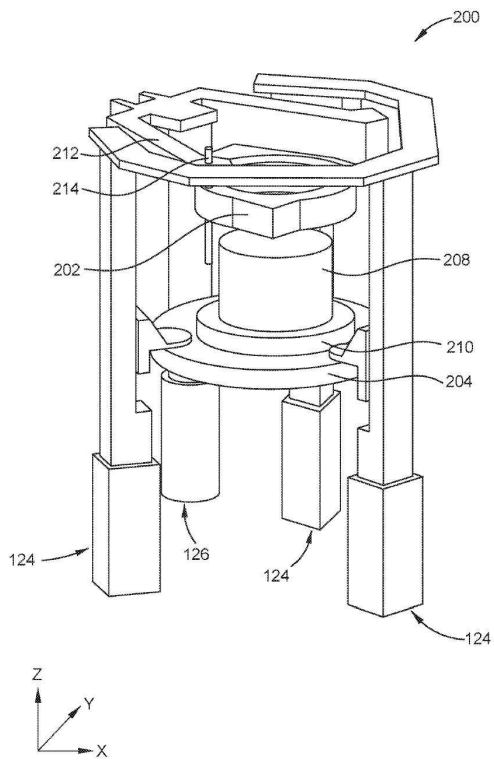
[0025] [0032] 전술된 내용이 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않고, 본 개시내용의 다른 그리고 추가적인 실시예들이 안출될 수 있으며, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

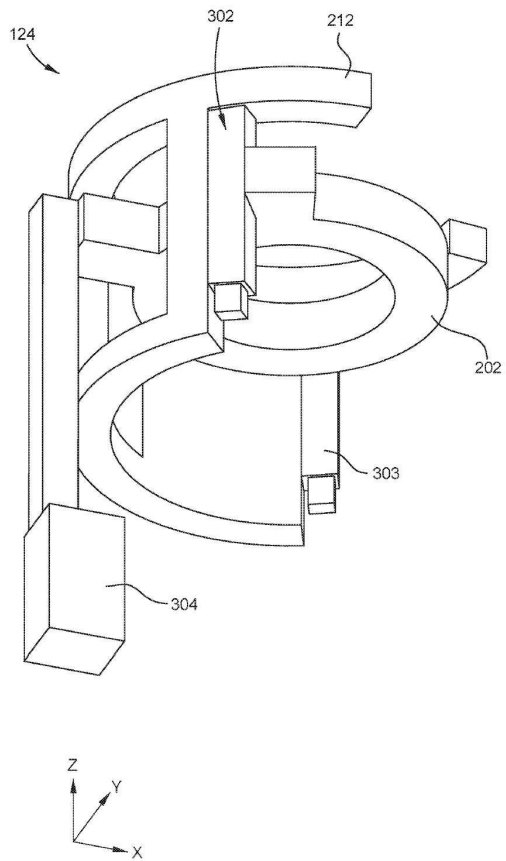
도면1



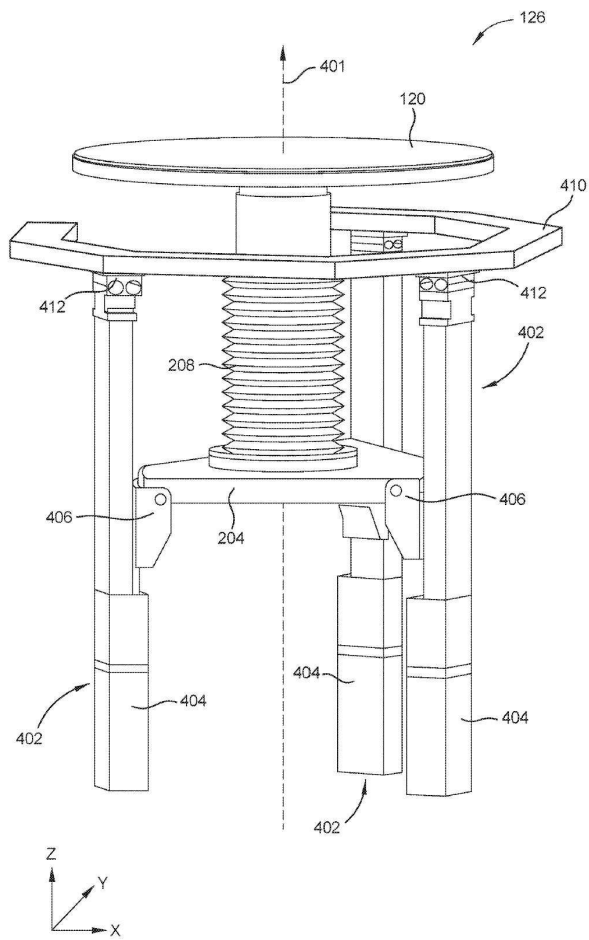
도면2



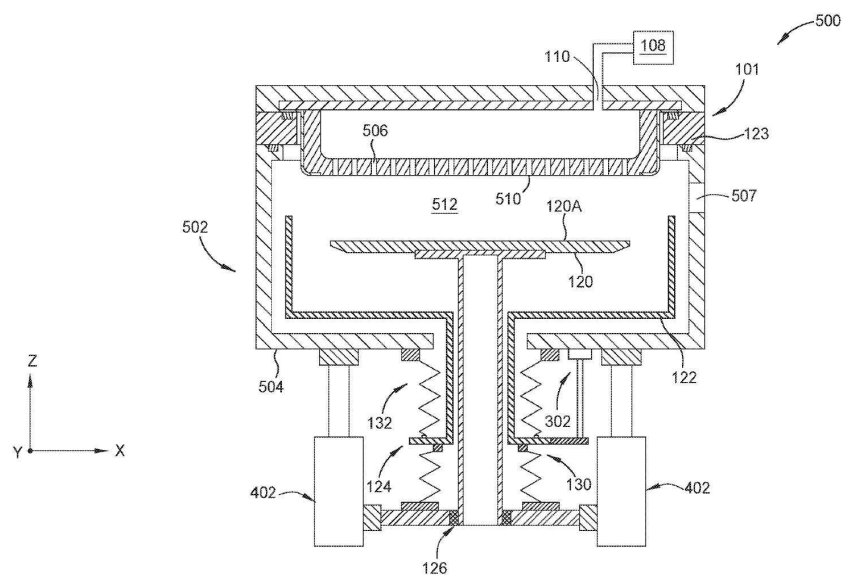
도면3



도면4



도면5a



도면5b

