(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월13일
(11) 등록번호 10-2806993
(24) 등록일자 2025년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/458 (2006.01) *C23C 16/455* (2006.01)
C23C 16/505 (2006.01) *C23C 16/52* (2018.01)
H01J 37/32 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/4583 (2013.01)
C23C 16/45536 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7009098(분할)
(22) 출원일자(국제) 2019년11월14일
심사청구일자 2023년03월15일
(85) 번역문제출일자 2023년03월15일
(65) 공개번호 10-2023-0042145
(43) 공개일자 2023년03월27일
(62) 원출원 특허 10-2021-7020161
원출원일자(국제) 2019년11월14일
심사청구일자 2022년11월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/061458
(87) 국제공개번호 WO 2020/112372
국제공개일자 2020년06월04일
(30) 우선권주장
16/205,028 2018년11월29일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020080023569 A
US06120609 A
US20180138074 A1
KR1020110080811 A

(73) 특허권자
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
하이에스터, 제이콥, 리
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
블랭크, 리차드, 엠.
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 20 항 심사관 : 최종운

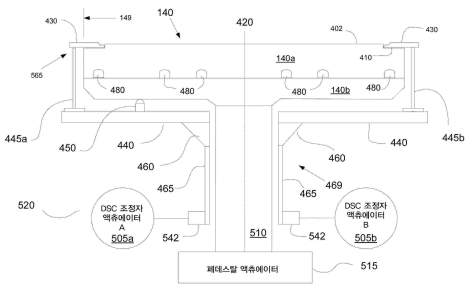
(54) 발명의 명칭 **에지 링 리프트를 사용한 동적 (dynamic) 시스 (sheath) 제어**

(57) 요 약

기판을 지지하기 위한 페데스탈을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 중심 샤프트는 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시킨다. 링은 페데스탈의 주변을 따라 배치된다. 링 조정자 서브어셈블리는 중심 샤프트의 중간 섹션 주위에 배치되는 조정자 플랜지를 포함한다. 서브어셈블리는 조정자 플랜지에 연결되고 조정자 플랜지로부터 페데스

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도5c



탈 아래 배치되는 조정자 플레이트로 연장하는 슬리브를 포함한다. 서브어셈블리는 조정자 플레이트에 연결되고 조정자 플레이트로부터 수직으로 연장하는 링 조정자 핀들을 포함한다. 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 조정자 플레이트 상에 위치되는 링 조정자 핀들 각각. 링의 에지 하부면에 콘택트하는 링 조정자 핀들. 페데스탈의 상단 표면에 대해 링의 고도 및 틸팅을 규정하기 위해 적어도 3 개의 조정자 액츄에이터들과 커플링되는 조정자 플랜지.

(52) CPC특허분류
C23C 16/4585 (2013.01)
C23C 16/505 (2013.01)
C23C 16/52 (2018.01)
H01J 37/32623 (2013.01)
H01J 37/32642 (2013.01)
H01J 37/32715 (2013.01)
H01L 21/68735 (2013.01)
H01L 21/68742 (2013.01)
H01L 21/68785 (2013.01)

(72) 발명자
베일리, 커티스, 더블유.
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650

재니키, 마이클., 제이.
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650

명 세 서

청구범위

청구항 1

페데스탈 어셈블리 (pedestal aseembly) 에 있어서,

기판을 지지하기 위한 페데스탈로서, 상기 페데스탈은 동작 동안 일 높이 (height) 로 상기 페데스탈을 위치시키는 (position) 중심 샤프트 (central shaft) 를 갖는, 상기 페데스탈;

상기 페데스탈의 주변 (periphery) 을 따른 배치 (placement) 를 위해 구성되는 링; 및

링 조정자 서브어셈블리 (ring adjuster subassembly) 로서,

상기 중심 샤프트 주위에 배치된 (dispose) 조정자 플랜지 어셈블리 (flange assembly);

상기 페데스탈 아래에 배치된 조정자 플레이트;

상기 조정자 플랜지 어셈블리에 연결되고 그리고 상기 조정자 플랜지 어셈블리로부터 상기 조정자 플레이트로 연장하는 슬리브;

상기 중심 샤프트의 중심 축으로부터 시작되는 복수의 방사상 부분들 (radials) 을 따라 상기 조정자 플레이트에 연결된 복수의 링 조정자 핀들로서, 상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 링의 하부면과 콘택트하도록 상기 조정자 플레이트로부터 수직 상향으로 배향되는, 상기 복수의 링 조정자 핀들; 및

복수의 위치들에서 상기 조정자 플랜지 어셈블리에 커플링된 복수의 조정자 액츄에이터들로서, 상기 복수의 조정자 액츄에이터들 각각은 상기 페데스탈의 상단 표면에 대해 상기 링의 상승 및 틸팅 (tilt) 을 규정하기 위해 상기 조정자 플랜지 어셈블리 상의 대응하는 위치로 수직 운동을 전하도록 (impart) 구성되는, 상기 복수의 조정자 액츄에이터들을 포함하는, 상기 링 조정자 서브어셈블리를 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 조정자 플랜지 어셈블리는,

상기 중심 샤프트의 하부 섹션 주위에 배치되고, 그리고 상기 중심 샤프트 내에서 진공을 유지하도록 구성된 하부 플랜지;

상기 하부 플랜지에 연결되고 그리고 상기 중심 샤프트 주위에 배치된 하부 벨로우즈;

상기 하부 벨로우즈에 연결된 조정자 플랜지로서, 상기 조정자 플랜지는 상기 복수의 위치들에서 상기 복수의 조정자 액츄에이터들에 연결되는, 상기 조정자 플랜지; 및

상기 조정자 플랜지에 연결되고 그리고 상기 조정자 플레이트에 연결되도록 연장하는 상기 슬리브를 포함하고, 상기 슬리브는 상기 중심 샤프트 주위에 배치되고 그리고 상기 중심 샤프트로부터 독립적인 운동을 위해 구성되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 슬리브는,

상기 조정자 플랜지에 연결되고 그리고 상기 중심 샤프트 주위에 배치된 원통형 부분; 및

상기 원통형 부분에 그리고 상기 조정자 플레이트에 연결된 펀넬 (funnel) 을 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 하부 플랜지에 연결되고 그리고 페데스탈 액츄에이터에 연결된 버킷 (bucket) 을 더 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 조정자 플랜지에 연결된 상부 벨로우즈; 및

상기 상부 벨로우즈에 그리고 상기 원통형 부분에 연결된 상부 플랜지를 더 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 위치들에서 상기 조정자 플랜지의 수직 운동은 상기 슬리브 및 상기 조정자 플레이트를 통해 상기 복수의 조정자 핀들로 변환되는 (translate), 페데스탈 어셈블리.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되고,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 또 다른 링 조정자 핀으로부터 방사상으로 등거리로 (equidistant) 이격되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되고,

상기 복수의 링 조정자 핀들은 고르지 않은 (uneven) 방사상 간격을 갖는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 중심 축으로부터 등거리에 있는 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 페데스탈은,

상기 페데스탈 및 상기 중심 샤프트의 상기 중심 축으로부터 상단 표면 직경으로 연장하는 상기 상단 표면; 및

상기 상단 표면 직경으로부터 상기 페데스탈의 외경으로 연장하는 환형 표면으로서, 상기 환형 표면은 상기 상단 표면으로부터 스텝 다운된 (step down), 상기 환형 표면을 포함하고,

상기 중심 샤프트는 상기 중심 축을 따라 연장하고 그리고 상기 페데스탈로 변환되는 수직 운동을 위해 구성되고,

상기 링은 상기 환형 표면에 인접하게 위치되고 그리고 상기 환형 표면에 의해 지지되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 링은 포커스 링인, 페데스탈 어셈블리.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 링은 캐리어 링의 최대 외경으로 연장하는 복수의 탭들을 포함하는 상기 캐리어 링이고, 상기 복수의 탭들 각각은 대응하는 링 조정자 핀과 정렬되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 조정자 플레이트는 상기 복수의 링 조정자 핀들에 연결되도록 구성된 복수의 암들 (arms) 을 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 14

페데스탈 어셈블리 (pedestal aseembly) 에 있어서,

페데스탈의 중심 샤프트의 하부 섹션 주위에 배치되고, 그리고 일 높이로 상기 페데스탈을 위치시키도록 상기 중심 샤프트 내에서 진공을 유지하도록 구성된 하부 플랜지;

상기 하부 플랜지에 연결되고 그리고 상기 중심 샤프트 주위에 배치된 하부 벨로우즈;

상기 하부 벨로우즈에 연결된 조정자 플랜지로서, 상기 조정자 플랜지는 복수의 위치들에서 복수의 조정자 액츄에이터들에 연결되는, 상기 조정자 플랜지;

상기 조정자 플랜지에 연결된 슬리브로서, 상기 슬리브는 상기 중심 샤프트 주위에 배치되고 그리고 상기 중심 샤프트로부터 독립적인 운동을 위해 구성되는, 상기 슬리브;

상기 슬리브에 연결되고 그리고 상기 페데스탈 아래에 배치된 조정자 플레이트; 및

중심 축으로부터 시작되는 복수의 방사상 부분들을 따라 상기 조정자 플레이트에 연결된 복수의 링 조정자 핀들로서, 상기 중심 샤프트는 상기 중심 축을 따라 연장하고, 상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 페데스탈의 주변을 따른 배치를 위해 구성된 링의 하부에 콘택트하도록 상기 조정자 플레이트로부터 수직 상향으로 배향되는, 상기 복수의 링 조정자 핀들을 포함하고,

상기 조정자 플랜지는 상기 페데스탈의 상단 표면에 대한 상기 링의 상승 및 틸팅을 규정하도록 상기 복수의 위치들에서 수직 운동을 전하도록 구성되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 조정자 플랜지는 상기 복수의 위치들에서 복수의 조정자 액츄에이터들에 연결되고,

상기 복수의 조정자 액츄에이터들 각각은 상기 페데스탈의 상단 표면에 대한 상기 링의 상승 및 틸팅을 규정하도록 상기 조정자 플랜지 상의 대응하는 위치에 수직 운동을 전하도록 구성되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 슬리브는,

상기 조정자 플랜지에 연결되고 그리고 상기 중심 샤프트 주위에 배치된 원통형 부분; 및

상기 원통형 부분에 그리고 상기 조정자 플레이트에 연결된 펀넬을 포함하는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 위치들에서 상기 조정자 플랜지의 수직 운동은 상기 슬리브 및 상기 조정자 플레이트를 통해 상기 복수의 조정자 핀들로 변환되는 (translate), 페데스탈 어셈블리.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되고,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 또 다른 링 조정자 핀으로부터 방사상으로 등거리로 이격되는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되고,

상기 복수의 링 조정자 핀들은 고르지 않은 방사상 간격을 갖는, 페데스탈 어셈블리.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 복수의 링 조정자 핀들 각각은 상기 중심 축으로부터 등거리에 있는 상기 복수의 방사상 부분들 중 하나 상에 위치되는, 페데스탈 어셈블리.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 실시 예들은 반도체 기판 프로세싱 장비 툴들, 보다 구체적으로, 에지 링 리프트를 위해 구성되는 동적 시스 제어에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 개선된 막 균일성은 플라즈마-강화 화학 기상 증착 (plasma-enhanced chemical vapor deposition; PECVD) 및 플라즈마 원자층 증착 (plasma atomic layer deposition; ALD) 기술들에서 중요하다. PECVD 및 ALD 프로세스들을 구현하는 챔버 시스템들은 다양한 기원들의 불균일성을 도입할 수도 있다. 특히, PECVD 및 ALD 를 수행하는 멀티-스테이션 모듈들은 방위각의 불균일성들 및 에지 드롭 효과들에 기여할 수도 있는 크고, 개방형인 반응기를 특징으로 한다 (feature). 불균일성은 단일 스테이션 모듈들에 또한 존재한다. 예를 들어, 표준 페데스탈의 구성은 플라즈마 프로세싱 동안 웨이퍼의 에지 근방에 목표된 플로우 프로파일 및/또는 재료 조건들을 제공하지 않는다. 웨이퍼 근방에서 PECVD 하드웨어를 사용하는 현재의 구성의 결과는 레시피 조건들에 따라 보다 낮거나 보다 높은 에지 증착 프로파일을 발생시킬 수도 있다. 다이들이 웨이퍼 에지에 더욱 가까이 밀어짐에 따라, 전체 불균일성에 대한 이러한 방위각의 불균일성의 수치적 기여도가 증가한다. 손상 (damage) 및/또는 불균일 증착 프로파일들을 최소화하기 위한 최선의 노력들에도 불구하고, 종래의 PECVD 및 플라즈마 ALD 스킴 (shceme) 들은 여전히 개선이 필요하다.

[0003] 특히, 표준 페데스탈 구성은 플라즈마 프로세싱 동안 웨이퍼의 에지 근방에 목표된 플로우 프로파일 및/또는 재료 조건들을 제공하지 않는다. 웨이퍼 근방에서 PECVD 하드웨어를 사용하는 현재의 구성의 결과는 보다 낮은 에지 증착 프로파일을 발생시킨다. 더욱이, 균일성은 시간이 지남에 따라, 하는, 플로우 프로파일 및 국부 조건들에 가장 민감한, 주로 웨이퍼 에지에서, 저하되어 항상 안정한 에지 조건을 유지해야 할 필요를 생성된다.

[0004] 또한, 단일 캐리어/포커스 링은 다양한 종류의 증착 막들에 맞지 않을 것이다. 최적의 (optimal) 에지 프로파일들이 캐리어/포커스링들 및 웨이퍼들의 상이한 조합들에 대해 생성될 수 있다고 하여도, 캐리어/포커스 링들을 교체하는 것은 플랫폼 측의 다른 제약들 (슬롯 밸브들, 로드-록들, 등) 때문에 자동화된 방식으로 실현 불가 (not feasible) 하다. 또한, 막 유형에 기초하여 캐리어들을 수동으로 교체하는 것은 그것이 제품 가동 시간 (product up time) 을 (챔버 냉각, 개방, 교체, 폐쇄, 재검증) 유지하지 않기 때문에 실현 불가하다.

[0005] 본 명세서에 제공된 배경기술은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제시하기 위한 목적이다. 본 배경 기술에 기술된 범위까지, 현재 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원시 종래 기술로서 달리 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 선행 기술로서 명시적으로 또는 묵시적으로 인정되지 않는다.

[0006] 이러한 맥락에서, 본 개시의 실시 예가 발생한다.

발명의 내용

[0007] 본 실시 예들은 관련된 기술에서 발견된 하나 이상의 문제들을 해결하는 것에 관한 것으로, 특히 RF 필드가 웨이퍼 사이에서 또는 에지 링을 통해서 보는 상대 커패시턴스 (capacitance) 를 조절하도록 PECVD 증착 페데스탈의 에지 링을 상승 및/또는 하강시킴으로써 웨이퍼의 에지 근방 증착 프로파일의 튜닝을 포함하는 반도체 프로세스들을 수행하는 것에 관한 것이다. 본 개시의 몇몇 발명의 실시 예들이 아래에 기술된다.

[0008] 증착 챔버들 (예를 들어, PECVD, ALD, 등) 은 RF (radio frequency) 소스, 웨이퍼, 및 소스와 마주보는 접지 표면 (grounded surface) 을 가지는 하나 이상의 스테이션들을 포함한다. 에지 (예를 들어, 포커스 또는 캐리어) 링들은 스테이션 내부의 페데스탈 상에 배치된 웨이퍼의 에지 근방 증착 프로파일을 성형하는 것에 사용된다. 본 개시의 실시 예들에서, 동적 시스 제어 (daynamic sheath control; DSC) 는 RF 필드가 웨이퍼를 통한 그리고 에지 링을 통한 플로우 경로들에서 보는 상대 커패시턴스를 조절하도록 증착 페데스탈 상의 에지 (예를 들어, 포커스/캐리어) 링의 에지의 상승을 제공한다.

[0009] 본 개시의 실시 예들은 웨이퍼 상에 막 (film) 을 증착하기 위한 프로세스 챔버의 페데스탈 어셈블리 (assembly) 를 포함한다. 기판을 지지하기 위한 페데스탈을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시키는 중심 샤프트 (shaft) 를 가지는 페데스탈. 페데스탈의 주변을 따라 배치되도록 구성된 링을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 링 조정자 서브어셈블리를 포함하는 페데스탈 어셈블리. 중심 샤프트의 중간 부분 주위에 배치된 조정자 플랜지 (flange) 를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 조정자 플랜지에 연결되고 조정자 플랜지로부터 페데스탈 아래 배치되는 조정자 플레이트로 연장하는 슬리브를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 조정자 플레이트에 연결되고 조정자 플레이트로부터 수직으로 연장하는 복수의 링 조정자 핀들을 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 조정자 플레이트 상의 대응하는 위치에 있는 복수의 링 조정자 핀들 각각. 링의 에지 밑면에 콘택트하도록 구성되는 복수의 링 조정자 핀들. 페데스탈의 상단 표면에 대해 링의 상승 (elevation) 및 틸팅 (tilt) 을 규정하기 위해 적어도 3개의 조정자 액츄에이터들에 커플링되는 조정자 플랜지.

[0010] 본 개시의 다른 실시 예들은 웨이퍼 상에 필름을 증착하기 위한 프로세스 챔버의 또 다른 페데스탈 어셈블리를 포함한다. 기판을 지지하기 위한 페데스탈을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시키는 중심 샤프트 (shaft) 를 가지는 페데스탈. 페데스탈의 주변을 따라 배치되도록 구성된 링을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 링 조정자 서브어셈블리를 포함하는 페데스탈 어셈블리. 중심 샤프트의 하부 부분 주위에 배치되고, 중심 샤프트 내부에 진공을 유지하도록 구성되는 하부 플랜지를 포함하는 링 조정자 어셈블리. 하부 플랜지에 연결되는 하부 벨로우즈 (bellows) 를 포함하는 링 조정자 어셈블리. 하부 벨로우즈에 연결되고 중심 샤프트의 중간 부분 주위에 배치된 조정자 플랜지 포함하는 링 조정자 어셈블리. 조정자 플랜지에 연결되고 조정자 플렌지로부터 페데스탈 아래 배치된 조정자 플레이트로 연장하는 링 조정자 서브어셈블리. 조정자 플랜지에 연결된 상부 벨로우즈를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 상부 벨로우즈에 연결된 상부 플랜지를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 조정자 플레이트에 연결되고 조정자 플레이트로부터 수직으로 연장하는 복수의 링 조정자 핀들을 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 조정자 플레이트 상의 대응하는 위치에 있는 복수의 링 조정자 핀들 각각. 링의 에지 밑면에 콘택트하도록 구성되는 복수의 링 조정자 핀들. 페데스탈의 상단 표면에 대해 링의 상승 및 틸팅을 규정하기 위해 적어도 3개의 조정자 액츄에이터들에 커플링되는 조정자 플랜지.

[0011] 본 개시의 또 다른 실시 예들은 웨이퍼 상에 막을 증착하기 위한 프로세스 챔버의 또 다른 페데스탈 어셈블리를 포함한다. 기판을 지지하기 위한 페데스탈을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시키는 중심 샤프트 (shaft) 를 가지는 페데스탈. 페데스탈의 주변을 따라 배치되도록 구성되고 복수의 암 (arm) 들에서 페데스탈의 외경 (outer diameter) 을 너머 연장하는 링을 포함하는 페데스탈 어셈블리. 링 조정자 서브어셈블리를 포함하는 페데스탈 어셈블리. 중간 샤프트의 중간 부분 주위에 배치되는 조정자 플랜지를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 조정자 플랜지에 연결되고 조정자 플랜지로부터 페데스탈 아래 배치되는 조정자 플레이트로 연장하는 슬리브를 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 복수의 암들과 정렬되는 복수의 콘택트 지점들에서 중심 샤프트에 대해 독립적인 수직 운동을 위해 구성되는 슬리브. 조정자 플레이트에 연결되고 조정자 플레이트로부터 수직으로 연장하는 복수의 링 조정자 핀들을 포함하는 링 조정자 서브어셈블리. 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 조정자 플레이트의 대응하는 암 상의 대응하는 위치의 복수의 링 조정자 핀들 각각. 링의 에지 밑면에 콘택트하도록 구성되는 복수의 링 조정자 핀들. 페데스탈의 상단 표면에 대해 링의

상승 및 틸팅을 규정하기 위해 복수의 콘택트 지점들과 정렬하는 적어도 3개의 조정자 액츄에이터들에 커플링되는 조정자 플랜지.

[0012] 본 개시의 다른 실시 예들은 웨이퍼 상에 막을 증착하기 위한 프로세스 챔버를 포함한다. 프로세스 챔버는 웨이퍼를 수용하도록 구성되는 페데스탈을 포함한다. 페데스탈은 페데스탈의 중심 축으로부터 중심 상단 표면 직경까지 연장하는 중심 상단 표면을 포함한다. 페데스탈은 중심 상단 표면 직경으로부터 환형 표면의 외경으로 연장하는 환형 표면을 포함한다. 중심 상단 표면으로부터 한 단차 아래에 있는 환형 표면. 페데스탈은 페데스탈의 중심 축으로부터 외측 샤프트 표면에 대응하는 샤프트 직경까지 연장하는 중심 샤프트를 포함한다. 페데스탈로 변환되는 (translated) 수직 운동을 위해 구성되는 중심 샤프트. 프로세스 챔버는 환형 표면에 인접하여 위치되고 내경으로부터 에지 링의 복수의 방사상 연장부들에서 환형 표면의 외경 너머로 연장하는 에지 링을 포함한다. 프로세스 챔버는 외측 샤프트 표면에 인접한 외측 시스를 포함한다. 외측 시스는 외측 시스의 복수의 콘택트 지점들에서 중심 샤프트에 대해 독립적인 수직 운동을 위해 구성된다. 에지 링의 복수의 방사상 연장부에 대응하는 복수의 콘택트 지점들. 프로세스 챔버는 외측 시스에 연결된 펀넬 (funnel) 을 포함한다. 프로세스 챔버는 펀넬에 연결된 DSC (동적 시스 제어) 리프트 핀 플레이트를 포함한다. 복수의 외측 시스의 콘택트 지점들에 대응하는 복수의 암들을 가지는 DSC 리프트 핀 플레이트. 프로세스 챔버는 복수의 암들의 단부들에서 DSC 리프트 핀 플레이트에 연결된 복수의 DSC 리프트 핀들을 포함한다. 복수의 에지 링의 방사상 연장부들에 콘택트하도록 구성되는 복수의 DSC 리프트 핀들. 외측 시스의 독립적인 수직 운동은 펀넬을 통한 하나 이상의 DSC 리프트 핀들 및 DSC 리프트 핀 플레이트의 하나 이상의 암들로 변환된다.

[0013] 이들 및 다른 장점들은 전체 명세서 및 청구항들을 읽는 경우 통상의 기술자에 의해 인식될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0014] 실시 예들은 첨부된 도면들과 함께 취해진 다음의 기술을 참조하여 가장 잘 이해될 수도 있다.

도 1은 웨이퍼를 프로세스하기 위해, 예를 들어, 그 위에 막들을 형성하기 위해 사용되는, 기판 프로세싱 시스템을 예시한다.

도 2는 일 실시 예에 따라, 4개의 프로세싱 스테이션들이 제공되는, 멀티-스테이션 프로세싱 툴의 평면도를 예시한다.

도 3은 일 실시 예에 따른, 인 바운드 (inbound) 로드 록 (load lock) 및 아웃 바운드 (outbound) 로드 록을 가지는 멀티-스테이션 프로세싱 툴의 실시 예의 개략도를 도시한다.

도 4a는, 본 개시의 일 실시 예에 따른, 페데스탈 구성이, 웨이퍼를 통하거나 에지 링을 통한 플로우 경로들 사이의 웨이퍼의 에지 근방에서 본 상대 커패시턴스들을 튜닝하도록 구성되는 동적 시스 제어 (DSC) 시스템을 포함하는, PECVD 또는 원자층 증착 (atomic layer deposition; ALD) 프로세스와 같은, 증착 프로세스를 위한 웨이퍼를 수용하도록 구성되는 페데스탈을 예시한다.

도 4b는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 에지 링 및 페데스탈 사이의 메이팅 (mating) 을 도시하는 도 4a의 페데스탈의 부분의 사시 단면도 (perspective cutaway view) 를 예시한다.

도 4c는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 그 위에 배치된 웨이퍼를 통한 또는 에지 링을 통한 플로우 경로들 사이의 페데스탈 상에 위치된 웨이퍼의 에지 근방에서 본 상대 커패시턴스들을 도시하는 단면도를 예시한다.

도 4ca은, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 에지 링을 통한 페데스탈로의 플로우 경로의 총 커패시턴스를 예시한다.

도 4cb는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼를 통한 페데스탈로의 플로우 경로의 총 커패시턴스를 예시한다.

도 5a는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 콘택트 섹션들의 하나 이상의 콘택트 지점들에 연결된 하나 이상의 조정자 액츄에이터들을 통해 가능하게 되는 캐리어 링의 콘택트 섹션들의 독립적인 수직 운동을 포함하는 동적 시어 제제를 지지하고 캐리어 링인 에지 링을 포함하는 페데스탈 구성의 평면도를 예시한다.

도 5b는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 콘택트 섹션들의 하나 이상의 콘택트 지점들에 연결된 하나 이상의 조정자 액츄에이터들을 통해 인에이블 되는 캐리어 링의 콘택트 부분들의 독립적인 수직 운동을 포함하는 동적 시스 제어를 지지하고 포커스 링인 에지 링을 포함하는 페데스탈 구성의 평면도를 예시한다.

도 5c는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 캐리어 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 구성의 도 5a 또는 도 5b의 X--X 라인을 따라 취해진 단면을 예시한다.

도 5da는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 캐리어 링/포커스 링이 환형 표면 상에 놓여지는, 웨이퍼 또는 캐리어 링/포커스링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하도록 구성된 캐리어 링/포커스 링의 치수들을 예시한다.

도 5db는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 캐리어 링/포커스 링이 환형 표면으로부터 들어 올려진 (raise), 웨이퍼 또는 캐리어 링/포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하도록 구성되는 도 5da의 캐리어 링/포커스 링의 치수들을 예시한다.

도 5dc는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 캐리어 링/포커스 링이 환형 표면 상에 놓여지는, 웨이퍼 또는 캐리어 링/포커스링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하도록 구성된 박형의 (thin) 캐리어 링/포커스 링의 치수들을 예시한다.

도 5dd는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 캐리어 링/포커스 링이 환형 표면으로부터 들어 올려진, 웨이퍼 또는 캐리어 링/포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하도록 구성되는 도 5dc의 박형의 캐리어 링/포커스 링의 치수들을 예시한다.

도 6a는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 캐리어 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 어셈블리의 단면도를 예시한다.

도 6b는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 캐리어 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 구성의 등축도 (isometric view) 예시한다.

도 6c는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 스테이션으로부터 스테이션으로 캐리어링을 이동하는 경우 탭 (tab) 들이 챔버의 벽들을 방해하지 않도록, 캐리어 링의 방사상 연장부들 또는 탭들의 포지셔닝 (positioning) 을 도시하는 멀티-스테이션 프로세싱 툴의 평면도를 예시한다.

도 7a는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 포커스 링의 방사상 부분을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 구성의 단면도를 예시한다.

도 7b는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 포커스 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 구성의 등축도를 예시한다.

도 8a는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 에지 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 에지 (예를 들어, 캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 위해 구성되는 페데스탈의 중심 샤프트와 시스 또는 슬리브 사이의 계면의 단면을 예시한다.

도 8b는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 에지 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 에지 (예를 들어, 캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 위해 구성되는 페데스탈의 중심 샤프트 및 시스 또는 슬리브의 상대 운동을 예시한다.

도 9는 상기 기술된 시스템들을 제어하기 위한 제어 모듈을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 다음의 상세한 기술은 예시의 목적들을 위해 많은 특정 세부 사항들을 포함하지만, 당업자는 다음의 세부 사항들에 대한 많은 변형 및 대안들이 본 개시의 범위 내에 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 아래에 기술된 본 개시의 양태들은 이 기술을 따르는 청구범위에 대해, 어떠한 일반성도 잃지 않고 제한을 부과하지 않으며 기술 (describe) 된다.

[0016] 일반적으로 말해서, 본 개시의 다양한 실시 예들은 단일-스테이션 및 멀티-스테이션들 시스템들의 웨이퍼 프로세싱 (예를 들어, PECVD 및 ALD 프로세스들) 동안 개선된 막 균일성을 제공하는 시스템들을 기술한다. 특히,

본 개시의 다양한 실시 예들은 증착 프로세스들 동안 웨이퍼의 에지에서 RF 필드가 보는 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들의 조절을 제공하는 페데스탈 어셈블리들을 기술한다. 예를 들어, 웨이퍼의 에지에서, 하나의 플로우 경로는 웨이퍼를 통하고, 두번째 플로우 경로는 에지 링을 통한다. 특히, 에지 링은 웨이퍼의 에지에서 증착 프로파일을 변경하기 위해 페데스탈에 대한 에지 링의 상승 및/또는 틸팅을 제공하도록 하나 이상의 지점들에서 상승된다. 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 상대 커패시턴스들을 튜닝함으로써 수행되는 에지 프로파일의 레시피 제어된 튜닝은 특정 레시피들 또는 막 특성들에 기초하여 이루어질 수도 있다.

[0017] 에지 (예를 들어, 캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 위해 구성된 페데스탈 어셈블리들을 개시하는, 다양한 실시 예들의 장점들은 웨이퍼의 에지 근방에서 유리한 (favorable) 증착 프로파일들을 얻음으로써 다이를 생성하고 웨이퍼당 다이의 수를 증가시키기에 적합한 웨이퍼의 이용가능한 영역을 확장하도록 웨이퍼 또는 에지 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들의 튜닝 또는 조절을 포함한다. 즉, 본 개시의 실시 예들은 웨이퍼의 에지 프로파일의 레시피 제어된 튜닝을 제공하는 반면, 현재 증착 하드웨어 기술들은 에지 프로파일의 레시피 제어된 튜닝을 위해 구성되지 않는다. 에지 (캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 위해 구성되는 페데스탈 어셈블리들을 개시하는, 다양한 실시 예들의 다른 장점들은, 그렇지 않으면 비용이 많이 들며, 시기적으로 부적절하며, 그리고 일부 고객 사이트들에서 실행 가능하지 않을 수도 있는, 챔버 수정들을 필요로 하지 않는 개량할 수 있는 (retrofittable) 해결책들을 포함한다. 일부 실시 예들에서, 압력 액츄에이팅 된 (actuated) 튜닝은 개량할 때 사용되지 않았던 공간을 이용하고 (capitalize), (모터들이 없고, 전자 제어들이 거의 없는 등) 훨씬 보다 낮은 비용 및 튜닝에 대한 보다 미세한 분해능 (fine resolution) 들 (예를 들어, <1㎜ 이동 범위들) 에서 마이크로 액츄에이션을 제공한다. 다른 실시 예들에서, 모터 액츄에이팅된 (예를 들어, 볼 스크류들을 가지는 모터들) 튜닝은 튜닝에 대한 보다 미세한 분해능 (예를 들어, >5㎜ 이동 범위들) 에서 마이크로 액츄에이션을 또한 제공하는 개량가능한 해결책을 제공한다.

[0018] 다양한 실시 예들의 상기 일반적인 이해와 함께, 실시 예들의 예시적인 세부 사항들이 이제 다양한 도면들을 참조하여 기술될 것이다. 하나 이상의 도면들에서 유사하게 넘버링된 엘리먼트들 및/또는 컴포넌트들은 일반적으로 동일한 구성 및/또는 기능을 가지도록 의도된다. 또한, 도면들은 축척대로 도시되지 않고 새로운 (novel) 개념들을 예시하고 강조하도록 의도된다. 본 실시 예들은 이러한 특정 세부 사항들의 전부 또는 일부 없이 실시될 수도 있다는 것이 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 본 실시 예들을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해 공지된 (well-known) 프로세스 동작들은 상세하게 기술되지 않았다.

[0019] 도 1은 PECVD 또는 ALD 프로세스들에서 형성되는 것과 같은 기판들 위의 막들을 증착하도록 사용될 수도 있는, 반응기 시스템 (100) 을 도시한다. 이러한 반응기들은 둘 이상의 히터들을 활용할 수도 있고, 공통 단말 (terminal) 구성들은 균일성 또는 맞춤 설정들 (custom settings) 을 위한 온도를 제어하도록 이러한 예시적인 반응기에서 사용될 수도 있다. 보다 구체적으로, 도 1은 웨이퍼 (101) 를 프로세싱 하도록 사용되는, 기판 프로세싱 시스템 (100) 을 예시한다. 시스템은 상부 챔버 부분 (102a) 및 하부 챔버 부분 (102b) 을 가지는 챔버 (102) 를 포함한다. 중심 컬럼 (column) 은 일 실시 예에서 전력이 공급되는 전극인, 페데스탈 (140) 을 지지하도록 구성된다. 페데스탈 (140) 은 매칭 네트워크 (106) 를 통해 전력 공급 (104) 에 전기적으로 커플링된다. 전력 공급은 제어 모듈 (110), 예를 들어 제어기에 의해 제어된다. 제어 모듈 (110) 은 프로세스 입력 및 제어 (108) 를 실행함으로써 기판 프로세싱 시스템 (100) 을 동작 시키도록 구성된다. 프로세스 입력 및 제어 (108) 는 웨이퍼 (101) 위에 막들을 형성하거나 증착하기 위한 것과 같은, 전력 레벨들, 타이밍 파라미터들, 프로세스 가스들, 웨이퍼 (101) 의 기계적인 이동, 등과 같은 프로세스 레시피들을 포함할 수도 있다.

[0020] (예를 들어, 중심 샤프트로도 알려진) 중심 컬럼은, 각각이 리프티 핀 제어 (122) 에 의해 제어되는 대응하는 리프트 핀 액츄에이션 링 (120) 에 의해 액츄에이팅 되는 리프트 핀들 (미도시) 을 또한 포함한다. 리프트 핀들은 엔드-이펙터 (end-effector) 가 웨이퍼를 선택하고 엔드-이펙터에 의해 배치된 이후 웨이퍼 (101) 를 하강시키게 페데스탈 (140) 로부터 웨이퍼 (101) 를 들어 올리도록 사용될 수 있다. 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 예를 들어 시설로부터 가스 화학물질 공급들과 같은, 프로세스 가스들 (114) 에 연결된 가스 공급 매니폴드 (112) 를 더 포함한다. 수행되는 프로세싱에 따라, 제어 모듈 (110) 은 가스 공급 매니폴드 (112) 를 통한 프로세스 가스들 (114) 의 전달을 제어한다. 선택된 가스들은 그 후 샤워헤드 (150) 내로 흘려지고 그 웨이퍼 (101) 를 대면하는 샤워헤드 (150) 면과 페데스탈 (140) 위에 놓인 웨이퍼 (101) 사이에 정의된 공간 체적에 분배된다. ALD 프로세스들에서, 가스들은 흡수 또는 흡수된 반응물질들과의 반응을 위해 선택된 반응물질들일 수 있다.

[0021] 또한, 가스들은 미리 섞이거나 그렇지 않을 수도 있다. 적절한 밸빙 및 매스 플로우 제어 메커니즘들은 정확한

가스들이 공정의 증착 및 플라즈마 처리 단계들 동안 전달되는 것을 보장하도록 채용될 수도 있다. 프로세스 가스들은 배출구를 통하여 챔버를 나간다 (exit). 진공 펌프 (예를 들어, 1 단 또는 2 단 기계식 건식 펌프 및/또는 터보분자 펌프) 는 쓰로틀 (throttle) 밸브 또는 진자 (pendulum) 밸브와 같은 폐쇄 루프 제어된 플로우 제한 장치에 의해 프로세스 가스들을 배출하고 (draw out) 반응기 내의 적절하게 낮은 압력을 유지한다.

[0022] 페데스탈 (140) 의 외측 및/또는 주변 영역을 둘러싸는 에지 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 이 또한 도시된다. 에지 링 (430) 은 웨이퍼 (101) 의 에지 근방에 증착 프로파일을 형성하도록 구성된다. 에지 링 (430) 은 페데스탈 (140) 의 중심의 웨이퍼 지지 영역으로부터 스텝 다운되는 (step down) 환형 링 지지 영역 위에 있도록 (sit) 구성된다. 에지 링 (430) 은 예를 들어, 외경과 같은, 그것의 디스크 구조의 외측 에지 측면 및 웨이퍼 (101) 가 있는 (sit) 곳에서 가장 가까운, 예를 들어 내경과 같은, 그것의 디스크 구조의 웨이퍼 에지 측면을 포함한다. 캐리어 링의 웨이퍼 에지 측면은 에지 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링) 이 스파이더 포크 (spider fork) 들에 의해 상승되는 경우 웨이퍼 (101) 를 상승시키도록 구성되는 복수의 콘택트 지지 구조들을 포함한다. 에지 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링) 은 따라서 웨이퍼 (101) 와 함께 상승되고, 예를 들어 멀티 스테이션 시스템 내, 다른 스테이션으로 회전될 수 있다. 다른 실시 예들에서, 챔버는 단일 스테이션이다.

[0023] 조정자 플랜지 (미도시), 슬리브 (469), 및 복수의 링 조정자 핀들 (445) 을 포함하는 링 조정자 서브어셈블리는 또한 도시된다. 조정자 핀들 (445) 은 링 조정자 플레이트 (440) 에 연결된다. 에지 링 조정자 핀 제어 (124) 에 의해 제어되는 하나 이상의 조정자 액츄에이터들 (미도시) 은 링 조정자 서브어셈블리 및 대응하는 조정자 핀들 (445) 의 수직 운동을 액츄에이팅 시킨다. 조정자 핀들 (445) 은 웨이퍼 또는 에지 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하기 위해 에지 링 (430) 의 방사상 부분들을 들어 올리고 하강시키도록 사용된다. 이러한 방식으로, 웨이퍼의 에지 근방 증착 프로파일들은 에지에서 플로우 경로들의 상대 커패시턴스를 튜닝함으로써 튜닝될 수도 있다. 유리한 에지 프로파일들은, 증착 에지 프로파일들에 상당히 영향을 미치는, (예를 들어, 고객 웨이퍼 유형들 사이에서 가변하는) 웨이퍼의 특정 레시피들 또는 필름 특성들에 따라 달성될 수도 있다. 이와 같이, 증착 프로파일들의 특히 웨이퍼의 에지 근방의 방사상 불균일성은 달성될 수도 있다.

[0024] 도 2는 4 개의 프로세싱 스테이션들이 제공되는 멀티-스테이션 프로세싱 툴의 평면도를 예시한다. 이 평면도는 하부 챔버 부분 (120b) (예를 들어, 예시를 위해 제거된 상단 챔버 부분 (102a)) 이며, 여기서 4 개의 스테이션들은 스파이더 포크들 (226) 에 의하여 엑세스된다. 각각의 스파이더 포크 또는 포크는 제 1 암 및 제 2 암을 포함하고, 페데스탈 (140) 의 각 측면의 부분 주위에 위치된다. 이 도면에서, 스파이더 포크들 (226) 은 스파이더 포크들이 에지 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 아래에 있다는 것을 전하도록 점선 (dash-line) 들로 도시된다. 결합 및 회전 메커니즘 (220) 을 사용하는, 스파이더 포크들 (226) 은 에지 링들 (430) (즉, 에지 링들 (430) 의 하부 표면으로부터)) 을 스테이션으로부터 동시에 상승시키고 들어 올리고, 그 후 추가 플라즈마 프로세싱, 처리 및/또는 막 증착이 각각의 웨이퍼들 (101) 에서 일어날 수 있도록 (적어도 하나의 에지 링들이 웨이퍼 (101)를 지지하는) 에지 링들 (430) 을 다음 위치로 하강시키기 전에 적어도 하나 이상의 스테이션들을 회전시키록 구성된다.

[0025] 도 3은 인바운드 (inbound) 로드 록 (load lock) (302) 및 아웃바운드 (outbound) 로드 록 (304) 을 가지는 멀티-스테이션 프로세싱 툴 (300) 의 실시 예의 개략도를 도시한다. 대기압에서, 로봇 (306) 은 포드 (308) 를 통해 로드된 카세트 (cassette) 로부터 대기 포트 (310) 를 통해 인바운드 로드 록 (302) 으로 기판을 이동시키도록 구성된다. 인바운드 로드 록 (302) 은 대기 포트 (310) 가 폐쇄될 때, 인바운드 로드 록 (302) 이 펌핑 다운될 (pumped down) 수도 있도록 진공 소스 (미도시) 로 커플링된다. 인바운드 로드 록 (302) 은 프로세싱 챔버 (102b) 와 인터페이스 되는 (interfaced) 챔버 이송 포트 (316) 을 또한 포함한다.

[0026] 도시된 프로세싱 챔버 (102b) 는 도 3에 도시된 실시 예에서 1 부터 4 까지 넘버링된, 4 개의 프로세스 스테이션들을 포함한다. 일부 실시 예들에서, 프로세싱 챔버 (102b) 는 기판들이 진공 브레이크 (break) 및/또는 공기 노출을 경험하지 않고 프로세스 스테이션들 사이의 에지 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링 (430A)) 을 사용하여 이송될 수도 있도록 저압 분위기를 유지하도록 구성될 수도 있다. 도 3에 도시된 프로세스 스테이션 각각은 (스테이션 1에 대해 (318) 에 도시된) 프로세스 스테이션 기판홀더 및 프로세스 가스 전달 라인 유입구들을 포함한다.

[0027] 도 3은 프로세싱 챔버 (102b) 내부의 기판을 이송하기 위한 스파이더 포크들 (226) 을 또한 도시한다. 스파이더 포크들 (226) 은 회전하고 하나의 스테이션에서 다른 스테이션으로 웨이퍼들을 이송하게 한다. 이송은 스파

이더 포크들 (226) 이 에지 링들 (430) (예를 들어, 캐리어 링들 (430A)) 을, 웨이퍼를 상승키기고 다음 스테이션으로 웨이퍼 및 캐리어를 같이 회전시키는, 외측 하부 표면으로부터 상승시키게 함으로써 발생한다. 일 구성에서, 스파이더 포크들 (226) 은 프로세싱 동안 고레벨의 열을 견디도록 세라믹 재료들로 만들어진다.

[0028] 도 4a 는 PECVD 또는 ALD 프로세스와 같은, 증착 프로세스를 위한 웨이퍼를 수용하도록 구성되는 페데스탈 어셈블리 (400A) 를 예시한다. 웨이퍼는 중심 상단 표면 (402) 의 에지를 규정하는 페데스탈의 중심 축 (420) 으로부터 상단 표면 직경 (422) 까지 연장되는 원형 영역에 의해 규정되는 중심 상단 표면 (402) 을 포함한다. 중심 상단 표면 (402) 은, 중심 상단 표면 (402) 상에 규정되고 중심 상단 표면 위의 지지 레벨에 웨이퍼를 지지하도록 구성되는 복수의 웨이퍼 지지부들 (404) 을 포함한다. 웨이퍼 지지 레벨은 웨이퍼 지지부들에 안착되는 경우 웨이퍼의 하단 표면의 수직 위치에 의해 규정된다. 리프트 핀들을 하우징하도록 구성되는 리세스들 (406) 이 추가적으로 도시된다. 상기 언급된 바와 같이, 리프트 핀들은 엔드-이펙터에 의한 인게이지먼트 (engagement) 를 허용하도록 웨이퍼 지지부들로부터 웨이퍼를 들어 올리게 활용될 수 있다.

[0029] 일부 실시 예들에서, 웨이퍼 지지부 각각은 최소 콘택트 영역 (MCA) 을 규정한다. MCA 들은 높은 정밀도 또는 내성 (tolerance) 들이 요구되는 경우 및/ 또는 최소의 물리적 콘택트가 결함 (defect) 리스크를 줄이기 위해 바람직한 경우 표면들 사이의 정밀 메이팅 (mating) 을 개선하기 위해 사용된다. 시스템 내 다른 영역들은, 아래에 더 자세히 기술되는 바와 같이, 에지 링 지지부들 위, 에지 링을 지지하는 환형 링 위 및 에지 링의 내측 웨이퍼 지지 영역 위와 같은, MCA 들을 활용할 수 있다.

[0030] 페데스탈 어셈블리 (400A) 는 (중심 상단 표면 (402) 의 외측 에지에 있는) 페데스탈의 상단 표면 직경 (422) 으로부터 환형 표면의 외경 (424) 까지 연장하는 환형 표면 (410) 을 더 포함한다. 환형 표면 (410) 은 중심 상단 표면 (402) 을 둘러싸는 환형 영역을 규정하지만, 중심 상단 표면으로부터 스텝 다운에 있다. 즉, 환형 표면 (410) 의 수직 위치는 중심 상단 표면 (402) 의 수직 위치보다 낮다.

[0031] 복수의 에지 링 지지부들 (412a, 412b, 및 412c) 은 환형 표면 (410) 의 에지에 (외경) /에지를 따라 실질적으로 위치되고 환형 표면 주위에 대칭적으로 (symmetrically) 분포된다. 에지 링 지지부들은 일부 실시 예들에서 대응하는 에지 링들을 지지하기 위한 MCA 들 (504) 을 규정할 수 있다. MCA 들 (504) 은 환형 표면 (410) 상의 하나 이상의 위치들에 위치할 수도 있다. 일부 구현들에서, 에지 링 지지부들 (412a, 412b, 및 412c) 은 환형 표면의 외경 (424) 너머 연장되는 반면, 다른 구현 예들에서는 그렇지 않다. 일부 구현 예들에서, 에지 링의 상단 표면들은, 에지 링이 에지 링 지지부들에 놓이는 경우, 에지 링이 환형 표면 (410) 위의 미리규정된 거리에서 지지되도록, 환형 표면 (410) 의 높이보다 약간 높은 높이를 가진다. 에지 링 지지부 각각은, 에지 링의 하부로부터 돌출된 연장부가 에지 링이 에지 링 지지부들에 의해 지지되는 경우 안착되는, 에지 링 지지부 (412a) 의 리세스 (413) 와 같은, 리세스를 포함할 수도 있다. 에지 링 지지부들 내 리세스들로 에지 링 연장부들의 메이팅은 에지 링의 고정된 (secured) 포지셔닝을 제공하고 에지 링 지지부들에 안착되는 경우 에지 링이 이동하는 것을 방지한다.

[0032] 일부 구현 예들에서, 에지 링 지지부들 (412) 의 상단 표면들은 환형 표면 (410) 과 같은 높이에 있거나, 다른 구현 예들에서, 환형 표면과 별도로 규정된 에지 링 지지부들이 없으므로, 에지 링이 환형 표면 위에 직접적으로 놓일 수도 있다. 그 결과는 에지 링과 환형 표면 (410) 사이에 갭이 존재하지 않는 것이다. 이런 구현 예들에서, 에지 링과 환형 표면 (410) 사이의 경로가 폐쇄되어, 이러한 경로를 통해 전구체들이 웨이퍼 후면에 엑세스하는 것을 방지한다.

[0033] 예시된 실시 예에서, 환형 표면의 외부 에지 영역을 따라 대칭적으로 위치된 3 개의 에지 링 지지부 (412a, 412b 및 412c) 가 있다. 그러나, 다른 구현 예들에서, 안정된 안착 구성으로 에지 링을 지지하도록, 페데스탈 어셈블리 (400A) 의 환형 표면 (410) 을 따라 임의의 위치들에 분포된 3개 이상의 에지 링 지지부들이 있을 수도 있다.

[0034] 웨이퍼가 웨이퍼 지지부들에 의해 지지되고, 에지 링이 에지 링 지지부들에 의해 지지될 때, 웨이퍼의 에지 영역은 일부 실시 예들에서 에지 링의 내부 부분 위에 배치된다는 것이 이해될 것이다. 일반적으로 말해서, 웨이퍼의 에지 영역은 웨이퍼의 외측 에지로부터 안쪽으로 약 2 내지 5 ㎜ 연장된다. 그러므로 수직 분리가 웨이퍼의 에지 영역과 에지 링의 내측 부분 사이에 규정된다.

[0035] 환형 표면 (410) 위의 거리에서 에지 링의 지지부 뿐만 아니라, 웨이퍼의 에지 영역과 에지 링의 내측 부분 사이의 분리는, 본 개시의 실시 예들에 따라, 웨이퍼의 에지 영역에서 웨이퍼의 후면 상의 증착을 제한하도록 (예를 들어, 웨이퍼의 에지 아래에서와 그 환형 표면 (410) 위에서 갭 내 플라즈마 형성 최소화) 그리고/또는 웨이

퍼의 외측 에지를 따른 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들을 튜닝함으로써 수행되는 에지 프로파일의 레시피 제어된 튜닝을 위해 튜닝된다는 것이 이해될 것이다. 특히, 링 조정자 어셈블리는 에지 링 주변을 따라 하나 이상의 지점들에서 (예를 들어, 방사상 지점들) 에지 링을 상승시키기 위해 구성된다.

[0036] 실시 예들에서, 에지 링은 특정 레시피들 또는 막 특성들에 기초하여 튜닝하고 증착 프로파일을 변화시키도록 일 지점에서 (예를 들어, 방사상 균일성 개선을 제공하도록) 및/또는 3개 이상의 지점들에서 (예를 들어, 방사상 및 방위각의 균일성 개선을 제공하도록) 상승된다. 단일 지점 에서 상승시키는 것은 수직 조정을 허락한다. 3개 지점들에서 상승시키는 것은 (예를 들어, 틸팅을 제공하도록) 2 개의 수평면 축을 중심으로 수직 조정 및 회전을 하게 한다. 3 개 보다 많은 지점들에서 상승시키는 것은 (예를 들어, 틸팅을 제공하도록) 다수의 수평 평면 축을 중심으로 수직 조정 및 회전을 가능하게 한다. 이와 같이, 링 조정자 어셈블리는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 에지 링의 상승 및 틸팅을 제공하도록 구성된다. 실시 예들에서, 에지 링의 운동 (motion) 범위는 0.5 ㎜ 미만이다. 다른 실시 예들에서, 에지 링의 운동 범위는 1.0 ㎜ 미만이다. 또 다른 실시 예들에서, 에지 링의 운동 범위는 5.0 ㎜ 미만이다. 또 다른 실시 예들에서, 에지 링에 대한 운동 범위는 10.0 ㎜ 미만이다.

[0037] 링 조정자 어셈블리는 적어도 조정자 플레이트 (440) 및 복수의 링 조정자 핀들 (445) 을 포함한다. 특히, 복수의 링 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 에 연결되고, 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 링 조정자 핀 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의 직경에 인접하고 외부에 있는 조정자 플레이트 (440) 상의 대응하는 위치에 위치된다. 보다 구체적으로, 복수의 링 조정자 핀들 (445) 은 에지 링 (미도시) 의 에지 하부면과 콘택트하도록 구성된다. 도시된 바와 같이, 복수의 링 조정자 핀들 (445) 은 수평면에 대해 서로 방사상 등거리로 이격된 3 개의 링 조정자 핀들 (445a, 445b, 및 445c) 을 포함한다. 링 조정자 핀들 각각은 수직 방향으로 독립적으로 이동할 수 있고, 에지 링에 콘택트할때, 페데스탈의 상단 표면 (예를 들어, 중심 상단 표면 (402)) 에 대한 에지 링의 상승 및 틸팅을 규정한다. 복수의 링 조정자 핀들 (445) 의 액츄에이션은 아래에서 도 5a 내지 도 5c, 도 6a, 및 도 7a 와 관련하여 더 기술된다.

[0038] 도 4b는 본 발명의 실시 예에 따른, 페데스탈 어셈블리 (400A) 의 페데스탈 (140) 의 부분의 사시 단면도를 예시한다. 단면도는 예를 들어, 에지 링 지지부 (312a) 와 같은 에지 링 지지부의 하나를 교차하는 (intersecting) 종단면 (longitudinal section) 이다. 에지 링 (430) 은 에지 링 지지부 (412a) 위에 놓여 있는 것으로 도시된다. 이러한 구성에서, 에지 링 연장부 (431) 는 에지 링 지지부 (412a) 의 리세스 (413) 내부에 안착된다. 또한, 웨이퍼 (101) 는 (웨이퍼 지지부들-미도시-에 의해 지지되는) 페데스탈의 중심 상단 표면 (402) 위에 놓이게 도시된다. 에지 링 지지부 (412a) 는 에지 링이 조정되도록 지지되는 환형 표면 (410) 위 거리를 허용하도록 높이 조정가능하다. 일부 구현 예들에서, 에지 링 지지부들은 MCA 들을 규정할 수도 있거나, 분리되게 MCA들 (504) 은 에지 링 지지부들 (412) 을 사용하는 대신 환형 표면 (410) 상에 위치될 수도 있다. 일부 구현 예들에서, 에지 링 지지부 (412a) 는 적어도 하나의 에지 링 지지부들의 높이를 조정하기 위한 스페이서 (spacer) (예를 들어, 심) (416) 을 포함한다. 즉, 스페이서 (416) 는 에지 링이 캐리어 링 지지부들 (412) 상에 놓이는 경우, 에지 링 (430) 과 환형 표면 (410) 사이의 제어된 거리를 제공하도록 선택된다. 게다가, 아래에서 추가로 기술될 바와 같이, 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 에지 링의 포지셔닝 (예를 들어, 수직 배치 및 틸팅) 은 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들을 튜닝함으로써 수행되는 웨이퍼의 에지 증착 프로파일의 레시피 제어된 튜닝을 위해 튜닝될 수도 있다.

[0039] 추가적으로, 에지 링 지지부 (412a) 및 스페이서(들) (416) 은 패스닝 (fastening) 하드웨어 (414) 에 의해 페데스탈에 고정된다. 일부 구현 예들에서, 하드웨어 (414) 는 스크류, 볼트, 못, 핀, 또는 페데스탈 (140) 에 에지 링 지지부 (412) 및 스페이서(들) (416) 를 고정시키기 위해 적합한 임의의 다른 유형의 하드웨어일 수 있다. 다른 구현 예들에서, 적합한 접착제 (adhesive) 와 같은 페데스탈 (140) 에 에지 링 지지부 (412) 및 스페이서들 (416) 을 고정시키기 위한 다른 기법들/재료들이 활용될 수도 있다.

[0040] 도 4c는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 페데스탈 (140) 상에 배치된 웨이퍼 (미도시) 의 에지 근방에서 보이는 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 도시하는 단면도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 페데스탈 어셈블리 (400C) 는 적어도 기판 (예를 들어, 웨이퍼) (미도시) 을 지지하기 위해 구성된 페데스탈 (140) 을 포함한다. 페데스탈 (140) 은 페데스탈의 온도 제어를 위해 구성되는 하나 이상의 가열 및/또는 냉각 채널들 (480) 을 포함할 수도 있다. 페데스탈 어셈블리 (400C) 는 페데스탈의 주변을 따라 배치되도록 구성되는 링 또는 에지 링 (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 을 포함한다. 페데스탈 어셈블리 (400C) 에 도시된 바와 같이, 에지

링 (430) 은 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 의 에지에 위치된 환형 표면에 인접하게 위치되며, 여기서 환형 표면은 중심 상단 표면으로부터 스텝 다운일 수도 있다.

[0041] 앞서 소개된 바와 같이, 페데스탈 어셈블리 (400C) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 에지 링을 포지셔닝 (예를 들어, 수직 배치 및 틸팅) 하기 위해 구성되는 링 조정자 어셈블리를 포함한다. 에지 링 포지셔닝은 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 상에 배치되는 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위해 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 허용한다. 도시된 바와 같이, 에지 링 (430) 의 에지 하부면은 페데스탈 (140) 의 직경에 인접하고 외부에 있는 위치들에서 조정자 플레이트 (440) 에 연결된 복수의 링 조정자 핀들 (445) 과 콘택트 한다. 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 예를 들어, 도 4c에 예시된 바와 같이, 에지 링 (430) 은 링 조정자 핀 (445b) 에 의해 콘택트된다.

[0042] 두 별개의 (distinct) RF 플로우 경로들은 페데스탈 어셈블리 (400C) 가 동작 (예를 들어, 웨이퍼 프로세싱) 하에 있는 경우 존재한다. 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 상에 배치되고 프로세싱을 겪는 웨이퍼를 상상하면, 일 RF 플로우 경로 (470b) 는 웨이퍼를 통과하고, 제 2 RF 플로우 경로 (470a) 는 웨이퍼의 에지 근방과 같은 에지 링 (430) 을 통과한다.

[0043] 특히, 웨이퍼 (미도시) 를 통한 RF 플로우 경로 (470b) 는 다음과 같이 기술된다. RF 전력은 소스 (예를 들어, 샤워헤드 (150)) 에서 발생하고, (미도시 그러나 일반적으로 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 을 아래로 향하는) 웨이퍼를 통과하고, 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 과 웨이퍼 사이 작은 공기 갭을 통과하고, 페데스탈 (140) 에 접지한다 (ground). 도 4cb는 본 개시의 일 실시 예에 따라 웨이퍼를 통한 페데스탈 (140) 로의 RF 플로우 경로 (470b) 의 총 커패시턴스를 예시한다. 웨이퍼 커패시턴스 (예를 들어, C_{wafer}) 및 공기 커패시턴스 (예를 들어, C_{air}) 은 모두 일정하고 접지와 직렬로 커플링된다.

[0044] 커패시턴스는 C 가 커패시턴스 (패럿 (farad) 단위) 이고; A 는 2 개의 플레이트들의 오버랩 (overlap) 의 면적이고; ε_r 은 플레이트들 사이의 재료의 상대 정적 유전율 (static permittivity) (때때로 유전 상수 (dielectric constant) 라고도 함) 이고 (예를 들어, 진공에서, $\varepsilon_r = 1$); ε_0 는 전기 상수 (electric constant) 이고 (예를 들어, $\varepsilon_0 \approx 8.854 \times 10^{-12} F \cdot m^{-1}$); 그리고 d 는 플레이트들 사이의 간격 (separation) (미터 단위) 인, 아래의 식 (1) 에 규정된다.

[0045] $$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d} \quad (1)$$

[0046] 에지 (예를 들어, 캐리어/포커스) 링 (430) 을 통한 RF 플로우 경로 (470a) 는 다음과 같이 기술된다. RF 전력은 소스 (예를 들어, 샤워헤드 (150)) 에서 발생하고, 에지 링 (430) 을 통과하고, 에지 링 (430) 과 페데스탈 사이의 작은 에어 갭을 통과하고, 페데스탈에 접지된다. DSC 를 사용하는 캐리어 링 리프트 (CRL) 또는 에지 링 리프트 매커니즘은 에지 링 (430) 과 페데스탈 (140) 사이의 공기 갭, 예를 들어, 3개 지점들 (또는 임의의 가변 지점들) 을 조정하도록 구현된다. 공기의 커패시턴스가 실리콘 (예를 들어, 웨이퍼) 또는 알루미나 (예를 들어, 에지 링) 의 대략 1/10 (one tenth) 이기 때문에, 에어 갭의 매우 작은 변화는 에지 링 (430) 을 통한 RF 경로 (470a) 의 커패시턴스의 매우 큰 변화를 만들 것이다. 두 경로들 (470a 및 470b) 사이의 상대 커패시턴스를 조정하기 위한 능력 (ability) 은, 고객 웨이퍼 유형들 사이에서 크게 가변될 수도 있는 다른 막 특성들에 매우 종속되는, 증착 에지 프로파일을 튜닝하게 동적으로 허용한다. 두 RF 플로우 경로들의 커패시턴스들의 튜닝은 증착 프로파일의 방사상 불균일성을 감소시킨다. 또한, 3개 이상의 지점들에서 독립적으로 에지 링 (430) 을 상승시키는 능력은 (예를 들어, 기울이기) 또한 에지 근방에서 나타나는 (show up) 모든 방위각 비대칭들의 보정을 허용한다. 도 4ca는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 페데스탈로 에지 링을 통한 RF 플로우 경로 (470a) 의 총 커패시턴스를 예시한다. 에지 링 커패시턴스 (예를 들어, C_{ring}) 및 공기 커패시턴스 (예를 들어, C_{air}) 는 접지와 직렬로 커플링된다. 에지 링 커패시턴스는 정수이다. 반면에, 본 개시의 실시 예들에서, 공기 커패시턴스 (예를 들어, C_{air}) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 에지 링 주변을 따라 하나 이상의 지점들의 상승 및 틸팅을 조정함으로써 튜닝 가능하다.

[0047] 에지 링의 포지셔닝을 튜닝하지 않고 (예를 들어, 페데스탈 (140) 의 환형 표면 (410) 상에 에지 링을 위치시킴), 웨이퍼의 외측 에지와 에지 링의 내측 에지 사이 인터페이싱 (interfacing) (예를 들어, 플로우 경

로들 (470a 및 470b) 을 통한) 은 플라즈마 시스에 영향을 미치는 전압 구배 (voltage gradient) 들을 형성할 수도 있는 바람직하지 않은 전기적 불연속성들을 생성할 수도 있다. 예를 들어, 박막형 에지 링은 웨이퍼의 중심에서 박막이고 웨이퍼의 에지에서 무거운 (라인 (471) 을 참조해라) 증착 도금 프로파일과 일반적으로 연관된다. 또한, 두꺼운 에지 링은 웨이퍼의 중심에서 두껍고 웨이퍼의 에지에서 보다 박막형의 반대 증착 플레이팅 프로파일과 일반적으로 연관된다. 반면에, 튜닝은, 라인 (475) 에 의해 도시되는 바와 같이 특히 웨이퍼의 에지에서 보다 균일한 증착 프로파일을 제공한다.

[0048] 도 5a 는, 본 개시의 일 실시 예에 따라 페데스탈 상에 배치된 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위한 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 위해 구성된 (도 4c 의 페데스탈 어셈블리 (400C) 와 같은) 페데스탈 어셈블리 구성의 평면도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 페데스탈 어셈블리는 아래에 있는 (underlying) 페데스탈의 주변에 구성된 환형 표면 상에 지지되는 캐리어 링 (430A) 을 포함한다. 캐리어 링 (430A) 은 페데스탈의 중심 상단 표면 (402) 의 직경에 인접하게 위치된 내측 에지 (433) 를 포함하고, 웨이퍼를 상승시키는 목적을 위해 웨이퍼의 에지의 하단 바로 아래에 놓일 수도 있다.

[0049] 캐리어 링 (430A) 은 하나 이상의 탭들 (435) 또는 방사상 연장부들이 외향으로 방사되는 (raditate) (예를 들어, 캐리어 링 (430A) 의 중심으로부터 방사상으로) 외측 에지 (432) 를 또한 포함한다. 예를 들어, 캐리어 링 (430A) 은 3 개의 탭들 (435a, 435b, 및 435c) 을 포함한다. 일 실시 예에서, 탭들은 캐리어 링 (430A) 의 상단 표면에 의해 규정된 수평면 상에서 서로로부터 등거리 (예를 들어, 동일한 방사상 거리들) 에 위치된다. 하나 이상의 탭들 (435) 의 하부면들 각각은 동적 시스 제어 (DSC) 를 구현하기 위해 상승시키기 위해 대응하는 링 조절기 핀에 콘택트하도록 정렬된다. 즉, 탭들 각각은 최대 직경으로 연장된다. 최대 직경은 또한 포커스 링 (430B) 의 외경에 (점선으로 아웃라인됨 (outlined)) 대응한다. 특히, DSC 는 대응하는 DSC 조정자 액츄에이터들에 의해 액츄에이팅되는, 캐리어 링 (430A) 의 콘택트 섹션들 (예를 들어, 탭들 (435)) 의 콘택트 지점들의 독립적인 수직 운동을 통해 가능해진다 (enabled). 예를 들어, 링 조정자 핀들 각각은 대응하는 DSC 조정자 액츄에이터 (505) 를 사용하여 액츄에이팅 (예를 들어, 수직으로 이동됨) 된다. 예를 들어, 링 조정자 핀 (445a) (미도시) 은 탭 (435a) 과 콘택트하고, DSC 조정자 액츄에이터 A (505a) 를 사용하여 액츄에이팅 된다. 또한, 링 조정자 핀 (445b) (미도시) 는 탭 (435b) 과 콘택트하고, DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 를 사용하여 액츄에이팅된다. 또한, 링 조정자 핀 (445c) (미도시) 은 탭 (435c) 과 콘택트하고, DSC 조정자 액츄에이터 C (505c) 를 사용하여 액츄에이팅 된다. 앞서 소개된 바와 같이, 조정자 핀들 (445) 각각이 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장되는, 링 조정자 핀들 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의 직경에 인접하고 외부에 있는 위치에서 조정자 플레이트에 연결된다. 링 조정자 핀들 (445) 의 액츄에이션은 도 5c, 도 6a, 및 도 7a와 관련하여 아래에서 더욱 기술된다.

[0050] 도 5b는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 페데스탈 상에 배치된 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위해 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 레시피 컨트롤된 튜닝을 위해 구성되는 (도 4c의 페데스탈 어셈블리 (400C) 와 같은) 페데스탈 어셈블리의 평면도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 페데스탈 어셈블리는 아래에 있는 페데스탈의 주변에서 구성되는 환형 표면 상에서 지지되는 포커스 링 (430B) 을 포함한다. 포커스 링 (430B) 은 페데스탈의 중심 상단 표면 (402) 의 직경에 인접하게 위치된 내측 에지 (435) 를 포함하고, 갭에서 플라즈마 형성을 최소화하기 위하여 웨이퍼의 에지와 환형 표면 사이의 모든 갭을 충진하도록 웨이퍼의 에지의 하단 바로 아래에 놓일 수도 있다.

[0051] 포커스 링 (430B) 은 방사상으로 균일하고, 포커스 링 (430B) 의 외경을 규정하는 외측 에지 (436) 를 또한 포함한다. 외측 에지 (436) 는 에지에서 포커스 링 (430B) 의 하부면이 동적 시스 제어 (dynamic sheath control; DSC) 를 구현하도록 상승시키기 위해 대응하는 링 조정자 핀과 콘택트하도록 구성된다. 외측 에지 (436) 또는 외경은 캐리어 링 (예를 들어, 탭들) 의 최대 직경에 또한 대응하고, 캐리어 링 (430A) 은 아웃라인으로 (예를 들어, 점선) 도시된다. 특히, DSC 는 대응하는 DSC 조정자 액츄에이터에 의해 액츄에이팅되는 바와 같이, 포커스 링 (430B) 의 콘택트 지점들의 독립적인 수직 운동을 통해 가능하게 된다. 예를 들어, 링 조정자 핀들 각각은 대응하는 DSC 조정자 액츄에이터 (505) 를 사용하여 액츄에이팅된다 (예를 들어, 수직으로 이동된다). 예를 들어, 링 조정자 핀 (445a) (미도시) 는 포커스 링 (430B) 의 주변의 하부면에 콘택트하고, DSC 조정자 액츄에이터 A (505a) 를 사용하여 액츄에이터된다. 또한, 링 조정자 핀 (445b) (미도시) 포커스 링 (430B) 의 주변의 하부면, 그리고 DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 를 사용하여 액츄에이팅된다. 또한, 링 조정자 핀 (445c) (미도시) 은 포커스 링 (430B) 의 주변의 하부면에 콘택트하고, DSC 조정자 액츄에이터 C (505c) 를 사용하여 액츄에이팅된다. 앞서 소개된 바와 같이, 링 조정자 핀들 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의

직경에 인접하고 외부에 있는 위치에서 조정자 플레이트에 연결되고, 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 링 조정자 핀들 (445) 의 액츄에이션은 아래에서 도 5c, 도 6a, 및 도 7a 와 관련하여 더 기술된다.

[0052] 도 5c 는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 에지 링 (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 를 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링의 방사상 부분들을 상승시키게 동적 시스 제어로 구성되는 페데스탈 어셈블리 (예를 들어, 도 4c의 페데스탈 어셈블리 (400C)) 의 도 5a 또는 도 5b의 X--X 라인들을 따라 대략적으로 취해진 단면도를 도시한다.

[0053] 페데스탈 어셈블리는 기판 (예를 들어, 웨이퍼) (미도시) 을 지지하기 위한 페데스탈 (140) 을 포함한다. 페데스탈 (140) 은 오직 예시의 목적을 위해 2 개의 세그먼트 (segment) 들 (140a 및 140b) 을 가지게 도시된다. 예를 들어, 페데스탈 (140) 은 채널들 (480) 을 통해 구현된 복수의 가열 및/또는 냉각 엘리먼트들을 제조하는 동안 형성을 수용하기 위해 (accommodate) 2 개의 세그먼트들로 형성될 수도 있다. 앞서 기술된 바와 같이, 페데스탈 (140) 이 하나의 엘리먼트로 고려된다는 것이 이해된다. 페데스탈 (140) 이 위로부터 보는 경우 원형 형상을 일반적으로 가지는 것으로 기술될 수도 있지만, 페데스탈 (140) 의 풋 프린트는 캐리어 링 지지대, 포커스 링, 및 엔드-이펙터 엑세스 등과 같은 상이한 피처들을 수용하도록 원형에서부터 가변될 수도 있다.

[0054] 일 실시 예에서, 페데스탈 (140) 은 페데스탈의 중심 축 (420) 으로부터 중심 상단 표면 직경 (422) 으로 연장하는 중심 상단 표면 (402) 을 포함한다. 하나 이상의 웨이퍼 지지부들 (404) (예를 들어, MCA들) 은 중심 상단 표면 (402) 에서 규정될 수도 있고, 기판 (예를 들어, 웨이퍼) 을 중심 상단 표면 (402) 위의 레벨에서 지지하기 위해 구성된다. 또한, 환형 표면 (410) 은 중심 상단 표면 직경 (422) 으로부터 환형 표면 (410) 의 외경 (424) 으로 연장한다. 일 실시 예에서, 환형 표면 (410) 은 중심 상단 표면 (402) 으로부터 스텝 다운에서 구성된다. 하나 이상의 에지 링 지지부들 (504) (예를 들어, MCA들) 은 환형 표면 (410) 상에서 규정될 수도 있고, 에지 링을 지지하도록 구성된다.

[0055] 페데스탈 (140) 은 동작 동안 페데스탈을 일 높이로 위치시키는 중심 샤프트 (510) 를 포함한다. 도시된 바와 같이, 페데스탈 (140) 은, 페데스탈의 이동을 제어하기 위해 구성되는 페데스탈 액츄에이터 (515) 에 연결된다. 특히, 중심 샤프트 (510) 는 중심 샤프트 (510) 가 액츄에이터 (515) 와 페데스탈 (140) 사이에 연장되도록, 액츄에이터 (515) 및 페데스탈 (140) 에 커플링된다. 중심 샤프트 (510) 는 중심 축 (420) 을 따라 페데스탈 (140) 을 이동시키도록 구성된다. 이와 같이, 액츄에이터 (515) 의 이동은 중심 샤프트 (510) 의 수직 운동으로 변환되고, 이는 다시 페데스탈 (140) 의 수직 운동으로 변환된다.

[0056] 링 (430) 은 페데스탈 (140) 의 주변을 따라 배치되도록 구성된다. 링 (430) 은 일반적으로 도 5c 에 도시된다. 일 실시 예에서, 링 (430) 은 캐리어 링의 최대 외경으로 연장하는 복수의 탭들을 포함하는 캐리어 링 (430A) 을 포함한다. 또 다른 실시 예에서, 링 (430) 은 포커스 링 (430B) 을 포함하고, 포커스 링은 방사상 균일한 외경을 가진다. 링 (430) 은 환형 표면 (410) 에 인접해 위치되고 적어도 링의 복수의 방사상 연장부들에서 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머로 연장한다. 즉, 링 (430) 은, 링 (430) 의 상승의 목적들로 조정자 핀들과 콘택트하게 하기 위해 캐리어 링의 연장부들의 최대 방사상 거리 또는 포커스 링의 직경이 페데스탈 (140) 의 직경 (140) 너머 연장하도록, 캐리어 링의 경우에서 하나 이상의 방사상 연장부들을 (예를 들어, 탭 또는 방사상 연장부 각각은 대응하는 링 조정자 핀과 정렬된) 포함할 수도 있거나, 포커스 링의 경우에서 방사상 균일한 직경을 가질 수도 있다. 도 5c 에서 도시된 바와 같이, 링 (430) 은 조정자 핀 (445a) 과 콘택트하고 또한 조정자 핀 (445b) 와 콘택트한다.

[0057] 도 5c의 페데스탈 어셈블리는 (예를 들어, 수직 배치 및 틸팅) 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 에지 링 (430) 을 포지셔닝 하기 (예를 들어, 수직 배치 및 틸팅) 위해 구성되는 링 조정자 어셈블리를 포함한다. 이러한 방식에서, 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝은 웨이퍼 에지 증착 프로파일을 최적화하도록 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이에서 (예를 들어, 에지 링 (430) 을 통해 또는 웨이퍼를 통해) 가능하게 된다. 특히, 링 조정자 어셈블리는 중심 샤프트 (510) 의 중앙 섹션 주변에 배치되는 조정자 플랜지 (542) 를 포함한다. 또한, 슬리브 (469) 는 조정자 플랜지 (542) 에 연결되고, 조정자 플랜지 (542) 로부터 페데스탈 (140) 아래 배치된 조정자 플레이트 (440) 로 연장한다. 일 실시 예에서, 슬리브 (469) 는 조정자 플레이트 (440) 에 연결된 펀넬 (funnel) 을 포함한다. 슬리브 (469) 는 또한 조정기 플랜지 (542) 에 커플링되는 원통형 부분 (465) 또는 시스를 포함한다. 원통형 부분 (465) 은 중심 샤프트 (510) 에 인접하지만, 중심 샤프트에 대해 독립적으로 이동하게 구성된다. 예를 들어, 원통형 부분 및/또는 슬리브 (469) 는 중심 샤프트 (510) 에 대해 그리고 독립적으로 이동하도록 구성된다.

[0058] 복수의 링 조정자 핀들 (445) 이 조정자 플레이트 (440) 에 연결된다. 조정자 핀들 (445) 각각은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 또한, 조정자 핀들 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 에 인접하고 외부에 있는 대응하는 위치에서 조정자 플레이트 (440) 상에 위치된다. 이러한 방식으로, 링 조정자 핀 각각은 링 (430) 의 에지 하부면에 콘택트하게 구성된다. 도시된 바와 같이, 링 조정자 핀들 (445a 및 445b) 는 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 위치들에서 링 (430) 의 에지 하부면에 콘택트한다. 유사하게, 제 3 링 조정자 핀 (445c) (미도시) 는 링 (430) 의 에지 하부면과 콘택트하도록 구성될 수도 있다.

[0059] 조정자 플랜지 (542) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 링 (430) 의 상승 및/또는 틸팅을 규정하기 위해 하나 이상의 조정자 액츄에이터들과 커플링된다. 일 실시 예에서, 조정자 플랜지 (542) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 링 (430) 의 상승 및 틸팅을 규정하기 위해 3 개의 조정자 액츄에이터들에 커플링된다. 도시된 바와 같이, 조정자 플랜지 (542) 는 링 조정자 핀 (445a) 의 수직 운동을 제어하기 위해 DSC 조정자 액츄에이터 A (505a) 에, 그리고 링 조정자 핀 (445b) 의 수직 운동을 제어하기 위해 DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 에 연결되고 그리고/또는 커플링된다. 유사하게, 제 3 DSC 조정자 액츄에이터 C (505c) (미도시) 는 링 조정자 핀 (445c) 의 수직 운동을 제어하기 위해 조정자 플랜지에 연결되고 그리고/또는 커플링되고, 링 조정자 핀 (445c) 의 수직 운동을 제어하기 위해 구성된다.

[0060] 특히, 조정자 액츄에이터들 각각은 슬리브 상 콘택트 지점들 및/또는 원통형 부분 (465) 또는 슬리브의 시스 부분과 정렬로 조정자 플랜지 (542) 에 연결된다. 콘택트 지점들은 수평면 주위 서로 방사상으로 등거리로 이격될 수도 있다. 또한, 콘택트 지점들은 링 조정자 핀들에 대응하고 그리고/또는 정렬된다. 구체적으로, 조정자 플레이트 (440) 는 콘택트 지점들에 대응하는 복수의 암들 (예를 들어, 방사상 연장부들) 을 포함한다. 예를 들어, 암 각각은 대응하는 콘택트 지점과 정렬한다. 또한, 복수의 링 조정자 핀들은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 에 인접하고 외부에 있는 위치에서 복수의 암들의 단부 (end) 들에 연결된다. 그 결과, 조정자 플랜지 (542) 상의 콘택트 지점들, 조정자 플레이트 (440) 의 복수의 암들 및 복수의 조정자 핀들 (445) 이 정렬된다.

[0061] 이와 같이, (예를 들어, 대응하는 액츄에이터 상호 작용을 통해) 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점의 수직 운동은 슬리브 (469) 및 조정자 플레이트 (440) 를 통해 대응하는 조정자 핀으로 변환된다. 예를 들어, DSC 조정자 액츄에이터 A (505a) 는 수직 운동을 전하도록 (impart) 조정자 플랜지 (542) 상에 대응하는 콘택트 지점을 액츄에이팅하고, 이는 (예를 들어, 원통형 부분 또는 시스 (465) 및 펀넬 (460) 을 통해) 조정자 플레이트 (440) 의 대응하는 암 또는 방사상 연장부로 또한 변환되고 대응하는 조정자 핀 (445a) 로 변환된다. 유사하게, DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 는, 조정자 플레이트 (440) 의 대응하는 암으로 변환되고 대응하는 조정자 핀 (445b) 으로 변환되는, 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점을 액츄에이팅한다. 또한, DSC 조정자 액츄에이터 C (505c) 는 조정자 플레이트 (440) 의 대응하는 암으로 변환되고 대응하는 조정자 핀 (445c) 으로 변환되는, 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점을 액츄에이팅한다. 이러한 방식으로, 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 링 (430) 의 위치 (예를 들어, 수직 운동 및 틸팅) 를 튜닝함으로써, 이것은 중심 상단 표면 (402) 상에 배치된 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위한 웨이퍼의 외측 에지를 따른 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 가능하게 한다.

[0062] 또한, 하나 이상의 하드 스톱 (hard stop) 들 (540) 은 조정자 플레이트 (440) 상에 위치된다. 하드 스톱 (540) 들은 페데스탈 (140) 에 대한 조정자 플레이트 (440) 의 상향으로 수직 운동을 제한하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 조정자 플레이트 (440) 의 수직 운동은 페데스탈 (140) 에 대한 손상을 방지하도록 및/또는 웨이퍼의 하부면과 링 (430) 의 콘택트를 방지하도록 제한될 수도 있다.

[0063] 도 5da는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하기 위해 구성되는 링 (430) (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 의 치수들을 예시한다. 특히, 도 5da는 도 5c 에 도시된 페데스탈 어셈블리의 페데스탈 (140) 및 링 (430) 의 외측 영역 (565) 을 보다 상세히 도시한다. 특히, 페데스탈 어셈블리는 웨이퍼의 외측 에지를 따른 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 촉진하도록 하나 이상의 지점들에서 링 (430) 의 상승을 위해 구성된다.

[0064] 도시된 바와 같이, 페데스탈 어셈블리는 중심 상단 표면 (402) 을 가지는 페디스탈 (140) 을 포함한다. 중심 상단 표면 (402) 은 하나 이상의 MCA들 (404) 을 포함할 수도 있다. 페데스탈 (140) 은 거리 D9 에 의해서와 같이, 중심 상단 표면 (402) 으로부터 스텝 다운에서 위치되는 환형 표면 (410) 을 포함한다. 두께 (D2) 의 웨이퍼 (101) 는 MCA들 (404) 에 의해 구현되는 바와 같이 중심 상단 표면 (402) 위의 웨이퍼 지지 레벨 (D6) 에

의해 배치된다.

[0065] 링 (430) 은, 앞서 기술된 MCA들 (504) 또는 링 지지부들 (412) 상과 같은 환형 표면 (410) 상에 놓인다. 링 (430) 은 MCA 들 또는 링 지지부들을 통해 구현되는 바와 같이, 거리 (D4) 에 의해 환형 표면 (410) 으로부터 분리될 수도 있다. 링 (430) 은 전통적인 (traditional) 두께 (D1) 를 가진다. 또한, 링 (430) 은 내측 에지 (433) (예를 들어, 캐리어 링 (430A) 에 대해) 또는 (435) (예를 들어, 포커스 링 (430B) 에 대해) 를 포함한다. 예시의 목적으로, 캐리어 링 (430A) 및 포커스 링 (430B) 모두의 내측 에지 (433/435) 는 중심 상단 표면 (402) 상에 배치된 웨이퍼 (101) 의 하부면 바로 아래에 있는 (sit) 표면 (561) 을 가지는 단차부 (560) 를 포함하도록 유사하게 구성될 수도 있다. 단차부 (560) 의 두께는 D5 로서 도시되고, 단차부 (561) 의 표면과 웨이퍼 (101) 의 하부면에 대략적으로 대응하는 중심 상단 표면 (402) 사이 간격 (separation) (D3) 을 규정한다. 본 개시의 실시 예들에서, 단차부 (561) 의 두께 (D5) 는, 중심 상단 표면 (402) 에 대한 링 (430) 의 수직 분리 및/또는 틸팅의 튜닝성 (tunability) 을 제공하게 링 (430) 의 리프팅을 제공하도록, 일반 링에서 보다 박막이다.

[0066] 일반적으로 간격 (D3) 은 갭 내 플라즈마 형성을 최소화하기 위한 목적들로 웨이퍼의 하부면과 환형 표면 (410) 사이의 갭을 최소화하도록 0 에 가까워진다. 그러나, 거리 (D3) 는 일 실시 예에서, 상승된 위치에서 도 5da에 도시된 바와 같은 페데스탈 어셈블리를 도시하는, 도 5db 에 더 도시된 바와 같이, DSC 구현을 허용하도록 증가된다. 도시된 바와 같이, 링 (430) 은 본 개시의 일 실시 예에 따라, 환형 표면 (410) 으로부터 들어 올려진다. 특히, 링 (430) 은 단차부 (560) 의 표면 (561) 이 웨이퍼 (101) 의 하부에 접근하도록 적어도 링 핀 조정자 (445a) 에 의해 들어 올려진다. 즉, 표면 (561) 과 중심 상단 표면 (402) 사이의 거리 (D3') 는 0 근처이다. 이와 같이, 링 (430) 은, MCA 들 (504) 과 콘택트되지 않거나, 환형 표면 (410) 과 콘택트되지 않도록, 환형 표면으로부터 분리된다. 링 (430) 이, 예를 들어, 링 (예를 들어, 표면 (561)) 이 웨이퍼 (101) 와 접촉하지 않는 이상, 거리 (D3) 를 조절하도록 임의의 높이로 상승될 수도 있다는 것이 이해된다.

[0067] 도 5dc 는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 캐리어/포커스 링이 환형 표면 상에 놓이는 웨이퍼 (101) 또는 링 (430') 을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 튜닝하기 위해 구성되는 박막형 링 (430') (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링, 등) 의 치수들을 예시한다. 특히, 도 5dc 는 도 5c 에 도시된 페데스탈 어셈블리의 링 (430) 및 페데스탈 (140) 의 외측 영역 (565) 을 보다 상세하게 도시한다. 특히, 도 5dc 의 페데스탈 어셈블리는 웨이퍼의 외측 에지를 따른 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 촉진시키도록 하나 이상의 지점들에서 링 (430') 의 상승을 위해 구성된다. 도 5dc의 페데스탈 어셈블리는, 링 (430') 의 두께 (D1') 가 도 5da 및 5db 의 링 (430) 의 두께 (D1) 보다 작다는 것을 제외하면, 도 5da의 페데스탈 어셈블리와 유사하다. 이는 특정 두께의 링의 선택에 의한 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 추가적인 튜닝을 제공한다 (예를 들어, 레시피 및 웨이퍼 유형에 대한 최적의 두께를 얻도록 링들 교체 (swapping out)).

[0068] 특히, 도 5dc의 링 (430') 은, 링 지지부들 (412) 또는 MCA들 (504) 상과 같은, 환형 표면 (410) 상에 놓이도록 도시된다. 링 (430') 은 거리 (D4) 만큼 환형 표면 (410) 으로부터 분리될 수도 있다. 캐리어 링 (430A) 및 포커스 링 (430B) 모두의 내측 에지 (433/435) 는 중심 상단 표면 (402) 상에 배치된 웨이퍼 (101) 의 하부면 바로 아래에 있는 (sit) 표면 (561') 을 가지는 단차부 (560') 를 포함하도록 유사하게 구성될 수도 있다. 단차부 (560') 의 두께는 (D15) 로 도시되고, 단차부 (560') 의 표면 (561') 과 웨이퍼 (101) 의 하부면에 대략적으로 대응하는 중심 상단 표면 (402) 사이의 간격 (D13) 을 규정한다. 본 개시의 실시 예들에서, 단차부 (560') 의 두께 (D15) 는 중심 상단 표면 (402) 에 대해 링 (430) 의 수직 분리 및/또는 틸팅의 튜닝성을 제공하도록 링 (430) 의 상승을 제공하게 전통적인 링들에서보다 박막이다.

[0069] 앞서 기술한 바와 같이, 일반적으로 간격 (D13) 은 갭에서 플라즈마 형성 최소화의 목적들로 웨이퍼 (101) 의 하부면과 환형 표면 (410) 사이의 갭을 최소화하기 위해 0 에 가까워진다. 그러나, 거리 (D13) 는, 일 실시 예에서, 상승된 위치에서 도 5dc 에 도시된 바와 같은 페데스탈 어셈블리를 도시하는, 도 5dd 내 더 도시되는 바와 같이, DSC 구현을 허용하도록 증가된다. 특히, 링 (430') 은, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 환형 표면 (410) 으로부터 들어 올려진다. 도시된 바와 같이, 링 (430) 은 단차부 (560') 의 표면 (561') 이 웨이퍼 (101) 의 하부에 접근하도록 적어도 링 핀 조정자 (445a) 에 의하여 들어 올려진다. 즉, 표면 (561') 과 중심 상단 표면 (402) 사이의 거리 (D13') 는 거의 0 이다. 이와 같이, 링 (430') 은, MCA 들 (504) 과 콘택트하지 않거나, 환형 표면 (410) 과 콘택트하지 않도록, 환형 표면으로부터 분리된다. 링 (430') 이, 예를 들어, 링 (예를 들어, 표면 (561')) 이 웨이퍼 (101) 와 접촉하지 않는 이상, 거리 (D13) 를 조절하도록 임의의 높이로

상승될 수도 있다는 것이 이해된다.

[0070] 도 6a는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 캐리어 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 어셈블리의 단면도를 예시한다. 단면도는 도 5a의 Z--Z 라인을 취할 수도 있다. 페데스탈 어셈블리는 예를 들어, 기판 프로세싱 시스템 내부에 포함된다. 도 6a의 페데스탈 어셈블리는, 멀티-스테이션 및 단일-스테이션 프로세싱 툴들을 포함하며, 도 1 내지 도 3의 시스템들 내부에 구현될 수도 있다.

[0071] 페데스탈 어셈블리는, 페데스탈 (140) 이 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시키는 중심 샤프트 (510) 를 포함하는 기판을 지지하기 위한 페데스탈 (140) 을 포함한다. 페데스탈은 앞서 기술된 바와 같이, 중심 상단 표면을 포함한다. 캐리어 링 (430A) 은 페데스탈 (140) 의 주변을 따라 배치되도록 구성된다. 특히, 캐리어 링 (430) 은, 전술한 바와 같이, 페데스탈 (140) 의 환형 표면 상에 지지된다. 캐리어 링 (430A) 은 링의 외경으로 연장하는 복수의 탭들을 포함한다. 특히, 캐리어 링 (430A) 은 환형 표면에 인접하게 위치되고 적어도 링 (430A) 의 복수의 방사상 연장부들에서 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 연장한다. 예를 들어, 도 5a 의 Z--Z 의 라인을 따라 취해지고 도 6a 에 도시된 단면도에서, 캐리어 링 (430A) 은, 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 링 조정자 핀 (445b) 들과 콘택트하도록, (예를 들어, 방사상 암들 또는 연장부들과 함께) 최대 직경으로 연장한다. 그러나, 도 6a의 좌측에서, 캐리어 링 (430A) 은 최대 직경에 도달하지 (reach out) 않고, 외측 에지 (432) (도 5a 참조) 까지만 연장하고, 이에 따라 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 연장되지 않는다.

[0072] 페데스탈 어셈블리는 링 조정자 어셈블리를 포함한다. 서브어셈블리는 중심 샤프트 (510) 의 하부 섹션 주변에 배치되는 하부 플랜지 (541) 를 포함한다. 하부 플랜지 (541) 는 중심 샤프트 내에서 진공을 유지하도록 구성된다. 하부 플랜지 (541) 는 페데스탈 액츄에이터에 연결된 버킷 (525) 에 연결될 수 있으며, 버킷 (525) 및 하부 플랜지 (541) 는 중심 샤프트 (510) 내부에서 진공을 유지한다. 서브어셈블리는 하부 플랜지 (541) 에 연결된 하부 벨로우즈 (530) 를 또한 포함한다. 조정자 플랜지 (542) (예를 들어, 중간 플랜지) 는 하부 벨로우즈 (530) 에 연결되고, 중심 샤프트 (510) 의 중간 섹션 주위에 배치된다. 슬리브는 조정자 플랜지 (542) 에 연결되고, 조정자 플랜지 (542) 로부터 페데스탈 (140) 아래에 배치된 조정자 플레이트 (440) 로 연장된다. 슬리브는 조정자 플랜지로 연결되는 시스 또는 원통형 부분 (465) 을 포함하고 중심 샤프트 (510) 에 인접하다. 시스 또는 원통형 부분 (465) 은 DSC 구현의 목적들을 위해 중심 샤프트 (510) 로부터 독립적으로 이동될 수 있고, DSC 가 구현되지 않을 때 또한 중심 샤프트와 함께 이동할 수도 있다. 슬리브는 시스 또는 원통형 부분 (465) 에 연결되고 조정자 플레이트 (440) 에 연결된 펀넬을 포함한다. 상부 벨로우즈 (535) 는 조정자 플랜지 (542) 에 연결된다. 상부 플랜지 (543) 는 상부 벨로우즈 (535) 에 연결된다. 플랜지, 벨로우즈, 및 슬리브 구성은 DSC 구현 동안 조정자 플레이트의 이동을 제공한다.

[0073] 앞서 기술한 바와 같이, 복수의 링 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 에 연결된다. 조정자 핀들 (445) 각각은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 또한, 조정자 핀들 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 에 인접하고 외부에 있는 대응하는 위치에서 조정자 플레이트 (440) 상에 위치된다. 이러한 방식으로, 링 조정자 핀 각각은 캐리어 링 (430A) 의 에지 하부면에 콘택트하기 위해 구성된다. 도시된 바와 같이, 링 조정자 핀 (445b) 은 페데스탈의 직경에 인접하고 외부에 있는 위치들에서 캐리어 링 (430A) 의 에지 하부면에 콘택트한다. 다른 링 조정자 핀들은 캐리어 링 (430A) 의 에지 하부면과 또한 콘택트할 수도 있다.

[0074] 보다 구체적으로, 조정자 플랜지 (542) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대한 캐리어 링 (430A) 의 상승 및/또는 틸팅을 규정하기 위해 하나 이상의 조정자 액츄에이터들에 커플링된다. 일 실시 예에서, 조정자 플랜지 (542) 는 캐리어 링 (430A) 의 상승 및 틸팅을 규정하기 위해 3 개의 조정자 액츄에이터들에 커플링된다.

[0075] 특히, 조정자 액츄에이터들 각각은 슬리브의 원통형 부분 (465) 또는 시스 상의 콘택트 지점들과 정렬하여 조정자 플랜지 (542) 에 연결되고, 이는 링 조정자 핀들과 (예를 들어, 조정자 플레이트 (440) 의 암들 또는 방사상 연장부들을 통하여) 추가로 정렬한다. 그 결과, 조정자 플랜지 (542) 상의 콘택트 지점들, 조정자 플레이트 (440) 의 복수의 암들 및 복수의 조정자 핀들 (445) 은 정렬된다. 이러한 방식으로, 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점의 (예를 들어, 대응하는 액츄에이터 상호작용을 통한) 수직 운동은 대응하는 조정자 핀으로 변환된다. 예를 들어, DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 는 수직 운동을 전하도록 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점을 액츄에이팅하고, 이는 조정자 플레이트 (440) 의 대응하는 암 또는 방사상 연장부로 또한 변환되고 (예를 들어, 원통형 부분 또는 시스 (465) 및 펀넬 (460) 을 통하여), 그리고 이는 대응하는 조정

자 핀 (445b) 으로 변환된다. 조정자 핀들 (445a 및 445c) 의 이동에 대해 유사한 변환이 달성된다. 이러한 방식으로, 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 캐리어 링 (430A) 의 위치 (예를 들어, 상승 및 틸팅) 를 튜닝함으로써, 이것은 중심 상단 표면 (402) 상에 배치된 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위해 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점들에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 가능하게 한다.

[0076] 도 6b는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 도 6a 에 도시되는 페데스탈 어셈블리의 등축도를 예시하고, 웨이퍼 (미도시) 또는 캐리어 링 (430A) 을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 캐리어 링 (430A) 의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함한다. 특히, 캐리어 링 (430A) 은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 연장하는 탭들 (435a, 435b, 및 435c) 을 포함한다. 이러한 방식으로, 탭들 (435a, 435b, 및 435c) 은 각각 링 조절기 핀들 (445a, 445b 및 445c) 과 콘택트할 수도 있다. 링 지지부들 (412a, 412b, 및 412c) 는 링의 측면 이동을 방지하도록 캐리어 링 (430A) 에 인게이징하는 것이 또한 도시된다.

[0077] 도 6c 는, 본 개시의 일 실시 예에 따라, 탭들이 스테이션으로부터 스테이션으로 캐리어 링을 움직이는 경우 챔버의 벽들을 방해하지 않도록, 캐리어 링의 탭들 또는 방사상 연장부들의 포지셔닝을 도시하는 멀티-스테이션 프로세싱 툴의 평면도를 예시한다. 멀티-스테이션 프로세싱 툴은 적어도 (도 6c 에 도시된) 하부 챔버 부분 (102b), 및 상부 챔버 부분을 가지는 챔버 (102) 를 포함하는, 도 1의 기판 프로세싱 시스템 (100) 내부에 구현될 수도 있다. 멀티-스테이션 프로세싱 툴은 이전에 기술된 것들과 같이, 페데스탈 어셈블리로 각각 유사하게 구성되는 4개의 스테이션들 (예를 들어, 스테이션 1 내지 스테이션 4) 을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 페데스탈 어셈블리 각각은 페데스탈 (140), 캐리어 링 (430A), 및 링 조정자 어셈블리를 포함한다. 인덱싱 (indexing) 플레이트 (690) 는 멀티-스테이션 프로세싱 툴에 포함된다. 인덱싱 플레이트 (690) 는 동시에 스테이션들로부터 캐리어 링들 (430A) 을 들어 올리고 상승시키고, 그 후 추가 플라즈마 프로세싱, 처리 및/또는 막 증착이 각각의 웨이퍼들에서 발생할 수 있도록 에지 링들 (430A) 을 다음 위치로 하강시키기 전에 적어도 하나 이상의 스테이션들을 회전시키게 구성된다.

[0078] 캐리어 링들 (430A) 은 캐리어 링들이 회전하는 경우, 캐리어 링 (430A) 각각의 탭들 (435) 이 챔버의 벽들 (예를 들어, 하부 챔버 부분 (102b) 의 벽들) 과 콘택트하지 않도록, 스테이션 1 내지 스테이션 4 각각 내부에 위치된다. 예를 들어, 캐리어 링 (430A) 은 탭들 (435a, 435b, 또는 435c) 이 인덱싱 동안 챔버 벽들과 콘택트하지 않도록 이러한 방식으로 스테이션 1 내부에 배향된다. 도시된 바와 같이, 스테이션 1 의 캐리어 링 (430A) 의 탭 (435b) 은 대략 아크 (arc) (691) 를 따르므로, 탭 (435b) 은 스테이션 1 로부터 스테이션 2 로 웨이퍼 및 대응하는 캐리어 링 (430A) 을 인덱싱할 때 챔버 벽들과 콘택트를 만들지 않는다.

[0079] 도 7a 는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 포커스 링의 방사상 부분들을 상승시키도록 동적 시스 제어를 포함하는 페데스탈 어셈블리의 단면도를 예시한다. 단면도는 도 5b의 Z--Z 라인을 따라 취해질 수도 있다. 페데스탈 어셈블리는 예를 들어 기판 프로세싱 시스템 내에 포함된다. 도 7a의 페데스탈 어셈블리는, 멀티-스테이션 및 단일-스테이션 프로세싱 툴들을 포함하는 도 1 내지 도 3의 시스템들 내부에서 구현될 수도 있다.

[0080] 페데스탈 어셈블리는 기판을 지지하기 위한 페데스탈 (140) 을 포함하고, 페데스탈 (140) 은 동작 동안 일 높이로 페데스탈을 위치시키는 중심 샤프트 (510) 를 포함한다. 페데스탈은 앞서 기술한 바와 같이, 중심 상단 표면을 포함한다. 포커스 링 (430B) 은 페데스탈 (140) 의 주변을 따라 배치되도록 구성된다. 특히, 포커스 링 (430B) 은 앞서 기술한 바와 같이, 페데스탈 (140) 의 환형 표면 위에 지지된다. 포커스 링 (430B) 은 방사상 균일한 외경을 갖는다. 특히, 포커스 링 (430B) 은 환형 표면에 인접하게 위치되고 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 연장된다. 예를 들어, 도 5b의 Z--Z 라인을 따라 취하고 도 7a 에 도시된 단면도에서, 포커스 링 (430B) 은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 링 조정자 핀 (445b) 과 콘택트를 만들도록 연장한다. 포커스 링 (430B) 이 균일한 외경을 가지기 때문에, 도 7a 의 좌측에서, 포커스 링 (430B) 이 대응하는 링 조정자 핀과 콘택트하지 않을 수도 있지만, 포커스 링 (430B) 은 페데스탈의 직경 (149) 너머로 또한 뻗어진다 (reach out).

[0081] 페데스탈 어셈블리는 링 조정자 어셈블리를 포함한다. 서브어셈블리는 중심 샤프트 (510) 의 하부 섹션 주위에 배치된 하부 플랜지 (541) 를 포함한다. 하부 플랜지 (541) 는 중심 샤프트 내부에 진공을 유지하도록 구성된다. 하부 플랜지 (541) 는, 페데스탈 액츄에이터에 연결된 버킷 (525) 에 연결될 수도 있고, 버킷 (525) 및 하부 플랜지 (541) 가 중심 샤프트 (510) 내부에 진공을 유지한다. 서브어셈블리는 하부 플랜지 (541) 에 연결된 하부 벨로우즈 (530) 를 또한 포함한다. 조정자 플랜지 (542) (예를 들어, 중간 플랜지) 는 하부 벨로우즈

(530) 에 연결되고, 중심 샤프트 (510) 의 중간 섹션 주위에 배치된다. 슬리브는 조정자 플랜지 (542) 에 연결되고, 조정자 플랜지 (542) 로부터 페데스탈 (140) 아래에 배치된 조정자 플레이트 (440) 로 연장된다. 슬리브는 조정자 플렌지에 연결되고 중심 샤프트 (510) 에 인접한 시스 또는 원통형 부분 (465) 을 포함한다. 시스 또는 원통형 부분 (465) 은 DSC 구현의 목적들을 위해 중심 샤프트 (510) 로부터 독립적으로 이동될 수 있고, 또한 DSC 가 구현되지 않을 때, 중심 샤프트와 함께 이동할 수도 있다. 슬리브는 시스 또는 원통형 부분 (465) 및 조정자 플레이트 (440) 에 연결된 펀넬을 포함한다. 상부 벨로우즈 (535) 는 조정자 플랜지 (542) 에 연결된다. 상부 플랜지 (543) 는 상부 벨로우즈 (535) 에 연결된다. 플랜지, 벨로우즈, 및 슬리브 구성은 DSC 구현 동안 조정자 플레이트의 이동을 제공한다.

[0082] 앞서 기술한 바와 같이, 복수의 링 조정자 핀들 (445) 은 조정자 플레이트 (440) 에 연결된다. 조정자 핀들 (445) 각각은 조정자 플레이트 (440) 로부터 수직으로 연장한다. 또한, 조정자 핀들 (445) 각각은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 에 인접하고 외부에 있는 대응하는 위치에서 조정자 플레이트 (440) 상에 위치된다. 이러한 방식으로, 링 조정자 핀 각각은 포커스 링 (430B) 의 에지 하부면에 콘택팅하기 위해 구성된다. 도시된 바와 같이, 링 조정자 핀 (445b) 는 페데스탈 (140) 의 직경에 인접하고 외부에 있는 대응하는 위치에서 포커스 링 (430B) 의 에지 하부면에 콘택트한다. 다른 링 조정자 핀들이 포커스 링 (430B) 의 에지 하부면과 또한 콘택트 할 수도 있다.

[0083] 조정자 플랜지 (542) 는 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 포커스 링 (430B) 의 상승 및/또는 틸팅을 규정하기 위해 하나 이상의 조정자 액츄에이터들에 커플링된다. 일 실시 예에서, 조정자 플랜지 (542) 는 포커스 링 (430B) 의 상승 및 틸팅을 규정하기 위해 3 개의 조정자 액츄에이터들에 커플링된다. 앞서 기술된 바와 같이, 조정자 액츄에이터들 각각은 슬리브의 시스 또는 원통형 부분 (465) 상의 콘택트 지점들과 정렬하여 조정자 플랜지 (542) 에 연결되며, 이는 링 조정자 핀들과 추가로 정렬된다 (예를 들어, 조정자 플레이트 (440) 의 암들 또는 방사상 연장부들을 통하여). 이러한 방식으로, 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점의 수직 운동은 (예를 들어, 대응하는 액츄에이터 상호작용을 통하여) 대응하는 조정자 핀으로 변환된다. 예를 들어, DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 는 수직 운동을 전하도록 조정자 플랜지 (542) 상의 대응하는 콘택트 지점을 액츄에이팅하고, 이는 조정자 플레이트 (440) 의 대응하는 암 또는 방사상 연장부로 또한 변환되고 (예를 들어, 원통형 부분 또는 시스 (465) 및 펀넬 (460) 을 통하여), 이는 대응하는 조정자 핀 (445b) 으로 변환된다. 이러한 방식으로, 페데스탈 (140) 의 중심 상단 표면 (402) 에 대해 포커스 링 (430B) 의 위치를 튜닝함으로써 (예를 들어, 상승 및 틸팅), 이것은 중심 상단 표면 (402) 상에 배치된 웨이퍼의 에지 증착 프로파일을 최적화하기 위해 웨이퍼의 외측 에지를 따라 하나 이상의 지점에서 RF 플로우 경로들 사이의 상대 커패시턴스들의 레시피 제어된 튜닝을 가능하게 한다.

[0084] 도 7b 는 본 개시의 일 실시 예에 따른, 웨이퍼 또는 포커스 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하도록 포커스 링 (430B) 의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 포함하는, 도 7a에 도시되는 페데스탈 어셈블리의 등축도를 예시한다.

[0085] 특히, 포커스 링 (430B) 은 페데스탈 (140) 의 직경 (149) 너머 연장하는 방사상 균일한 외경을 가진다. 이러한 방식으로, 포커스 링 (430B) 의 주변은 링 조정자 핀들 (445a, 445b, 및 445c) 과 콘택트할 수도 있다. 링 지지부들 (412a, 412b, 및 412c) 은 링의 측면 이동을 방지하도록 포커스 링 (430B) 에 인게이징하는 것으로 또한 도시되어 있다.

[0086] 도 8a 및 도 8b 는 본 개시의 일 실시 예에 따라, 웨이퍼 또는 에지 링 (예를 들어, 캐리어 링, 포커스 링 등) 을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하기 위한 에지 (예를 들어, 캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키도록 동적 시스 제어를 위해 구성되는 슬리브 (469) 및 페데스탈 (140) 의 중심 샤프트 (410) 사이의 계면의 단면들을 예시한다. 슬리브는 중심 샤프트 (510) 를 둘러싸는 펀넬 (460) 및 시스 또는 원통형 부분 (465) 을 포함한다. 링 조정자 서브어셈블리는 에지 링의 이동으로 변환되는 중심 샤프트 (510) 에 대한 슬리브 (469) 의 독립적인 이동을 제공한다 (예를 들어, 페데스탈의 중심 상단 표면에 대한 상승 및 틸팅). 특히, 링 조정자 서브어셈블리의 부분들은 도 8a 및 도 8b 에 도시된다. 서브어셈블리는 중심 샤프트 (510) 의 하부 섹션 주위에 배치되는 하부 플랜지 (541) 를 포함하고, 페데스탈 (140) 의 중심 샤프트 내부의 진공을 유지하도록 추가로 구성된다. 예를 들어, 하부 플랜지 (541) 는 버킷 (525) 및/또는 버킷의 계면들에 연결되고, 중심 샤프트의 하부 섹션 주위에 엑세스 가능한 시일 (seal) 을 형성한다. 중심 샤프트의 이동은 하부 플랜지 (541) 에 연결된 버킷 (525) 의 액츄에이션을 통해 제공된다. 하부 벨로우즈 (530) 는 하부 플랜지 (541) 에 연결된다. 조정자 플랜지 (542) 는 하부 벨로우즈 (530) 에 연결되고, 중앙 샤프트 (510) 의 중간 섹션 주변에 추가로 배치된다. 슬리브는 일 단부에서 조정자 플랜지 (542) 로 연결되는 시스 또는 원통형 부분

(465) 을 포함하고, 조정자 플랜지 (542) 로부터 다른 단부에서 페데스탈 (미도시) 아래 배치되는 조정자 플레이트 (미도시) 로 연장한다. 상부 벨로우즈 (535) 는 일 단부에서 조정자 플랜지 (542) 로 연결되고 반대쪽 단부에서 상부 플랜지 (543) 로 연결된다.

[0087] 도 8a 및 도 8b 의 플랜지 및 벨로우즈 구성은, 진공 외부에 중간 플랜지 (542) 및 시스 또는 원통형 부분 (465) 의 액츄에이션을 또한 제공하는 반면, 중심 샤프트 (510) 내부에 진공을 유지한다. 보다 구체적으로, 도 8b 는, 본 개시의 일 실시 예에 따른, 웨이퍼 또는 에지 링을 통한 RF 플로우 경로들의 상대 커패시턴스들을 조절하는 에지 (예를 들어, 캐리어 또는 포커스) 링의 방사상 부분들을 상승시키기 위한 동적 시스 제어를 위해 구성되는 슬리브의 시스 또는 원통형 부분 (465) 및 페데스탈 (140) 의 중심 샤프트 (510) 의 상대적인 운동을 예시한다. 중심 샤프트 (510) 에 대해 시스 또는 원통형 부분 (465) 의 독립적인 운동은 거리들 (D811, D820, D821, 및 D822) 와 관련하여 기술될 수도 있다. 특히, D 811 은 하부 플랜지 (541)와 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 사이의 거리를 기술한다. 또한, (D820) 은 버킷 (525) 과 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 사이 거리를 기술한다. (D820) 은 버킷과 하부 플랜지 (541) 가 서로에 대해 고정되어 있으므로 (D811) 과 유사한 정보를 제공한다. 게다가, (D821) 은 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 와 상부 플랜지 (542) 사이 거리를 기술한다. 또한, (D822) 는 버킷 (525) 과 상부 플랜지 (542) 사이 거리를 기술한다.

[0088] 특히, 도 8b에 도시된 바와 같이, 버킷 (525) 이 수직 방식 (예를 들어, Z1) 으로 움직이면, (D811 및 D820) 에 대한 치수들은 대응하는 컴포넌트들이 버킷 (525) 과 함께 움직이므로 일정하게 남는다. 즉, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 와 하부 플랜지 (541) 사이 상대 거리 (D811) 는 일정하게 남는다. 또한, 하부 플랜지 (541) 이 버킷에 대해 고정되기 때문에, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 와 버킷 (525) 사이 상대 거리 (D820) 는 일정하게 남는다 (즉, 하부 벨로우즈 (530) 는 팽창되거나 수축/압축되지 않는다). 이는 모터 (810) 및 (볼 스크류 (811) 및 블록 (812) 을 포함하는) 볼 스크류 어셈블리를 포함하는 액츄에이터 시스템이 버킷 (525) 과 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 모두에 부착되기 때문이다. Z1 이 변하므로, 액츄에이터 시스템이 인에이블되지 않는 한, 상대 거리들 (811 및 820) 은 일정하게 유지된다. 일 구현 예에서, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 와 상부 플랜지 (543) 사이의 거리 (821) 는 Z1 이 변경됨에 따라 변경될 것이다. 유사하게, 상부 플랜지 (543) 와 하부 플랜지 (541) 사이 거리 (822) 는 또한 변경될 것이다. 예를 들어, 버킷 (525) 은 Z1 에서 수직으로 상향으로 이동되고, 상부 벨로우즈는 압축되고 D821 (및 D822) 는 증가될 것이다. 거리들 (D811 및 D 820) 은 일정하게 유지된다. 유사하게, 버킷 (525) 이 Z1 에서 수직으로 하향으로 이동되면, 상부 벨로우즈는 확장되고 D821 (및 D822) 가 증가될 것이다.

[0089] 반면에, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 가 액츄에이팅되면, 치수들 (D811, D820, D821, 및 D822) 는 변경된다. 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 액츄에이션은, 예를 들어, 모터 (810) 및 볼 스크류 어셈블리 (예를 들어, 볼 스크류 (811), 블록 (812), 등) 를 통해 달성될 수도 있다. 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 는 에지 링 평면으로부터 조정가능한 평면 오프셋 (offset) 으로 작용한다. 다른 액츄에이션 방법들이 다른 실시 예들에서 지원될 수 있다. 특히, 볼 스크류가 회전함에 따라, 블록 (812) 이 수직으로 상하로 이동된다. 블록 (812) 은 예를 들어, 고정 하드웨어 (fastening hardware) 를 사용하여 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 일 콘택트 지점 또는 섹션에 고정된다. 이와 같이, 블록 (812) 의 수직 운동은 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 콘택트 지점 또는 섹션의 운동 (예를 들어, 수직) 으로 변환된다. 이러한 방식으로, 거리들 (D811 및 D820) 이 변경되도록 하부 벨로우즈 (530) 는 확장 또는 수축할 것이고, 여기서 (D811 및 D820) 은 중간자 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 와 하부 플랜지 (541) 사이의 상대적 거리에 대한 정보를 제공한다. 상부 플랜지 (543), 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542), 와 하부 플랜지 (541) 사이 상대 거리들에 대한 정보를 제공하는 거리들 (D821 및 D822) 은 변할 수도 있고, 일정하게 유지될 수도 있다.

[0090] 추가 액츄에이터 시스템들은 전술한 바와 같이, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 다양한 다른 콘택트 지점들 또는 섹션들의 수직 운동을 제공하도록 구현될 수도 있다. 예를 들어, 3 개의 콘택트 지점 시스템은 페데스탈의 중심 상단 표면에 대해 에지 링의 상승 및 틸팅을 제공하는 동적 시스 제어를 구현하도록 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 상에 구현될 수도 있다. 특히, DSC 조정자 액츄에이터 A (505a) (예를 들어, 모터 및 볼 스크류 어셈블리를 포함) 는 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 제 1 콘택트 지점 또는 섹션에 연결될 수도 있다. 또한, DSC 조정자 액츄에이터 B (505b) 는 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 제 2 콘택트 지점 또는 섹션에 연결될 수도 있다. 게다가, DSC 조정자 액츄에이터 C (505c) 는 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 제 3 콘택트 지점 또는 섹션에 연결될 수도 있다. DSC 조정자 액츄에이터 각각은 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 대응하는 콘택트 지점의 독립적인 운동을 제공하도록 독립적으로 동작될 수도 있다. 즉, 중간 플랜지 또는 조정자 플랜지 (542) 의 제 1 상수 (constant) 지점은 다른 콘택트 지점들에

대해 독립적으로 움직일 수도 있다. 이와 같이, 하나 이상의 콘택트 지점들은, 앞서 기술된 바와 같이, 조정자 플레이트 (440), 및 하나 이상의 링 조정자 핀들로 변환되는, 슬리브 (469) (예를 들어, 시스, 또는 원통형 부분 (465) 및 펀넬 (460)) 의 상승 및 틸팅을 제공하도록 이동될 수도 있다. 또 다른 실시 예에서, 3 개의 액츄에이터 어셈블리들 대신, 1 개의 액츄에이터 어셈블리가 반대 베어링 (bearing) 가이드와 함께 (예를 들어, 비용 절감, 공간 고려들 또는 단순화를 위해) 사용될 수도 있다.

[0091] 동적 시스 제어를 제공하도록 적어도 도 8a 및 도 8b 에 기술된 듀얼 벨로우즈 시스템은 (예를 들어, 슬리브, 조정자 플레이트, 조정자 핀들, 등과의 적절한 연결들을 통해) 에지 링으로 상승 및/또는 틸팅을 전하게 하나 이상의 벨로우즈들과 함께 구현될 수도 있다는 것이 이해된다.

[0092] 일 실시 예에서, 액츄에이터 어셈블리 및/또는 링 조정자 서브어셈블리는 페데스탈에 용접된 (welded) 압력 제어된 굴곡부 (flexure), 및 페데스탈 자체에 기계 가공된 (machined) 압력 매니폴드를 포함한다. 액츄에이션 거리는 굴곡 치수들 (예를 들어 내경 -- ID, 외경 -- OD, 스템 OD, 재료 두께, 재료, 등), 챔버 측에 대한 압력 입력 (예를 들어, 대기 또는 진공에 있는지에 따라, 대략 0 psi 또는 대략 14.7 psi 중 어느 하나), 및 (탄성 계수에 영향을 미치는) 굴곡부의 온도의 함수이다. 압력은 제어 변수 (control variable) 가 된다.

[0093] 또 다른 실시 예에서, 액츄에이터 어셈블리 및/또는 링 조정자 서브어셈블리는 페데스탈자체에 기계 가공된 압력 매니폴드 페데스탈과 페데스탈 내에 용접된 압력 제어된 벨로우즈를 포함한다. 액츄에이션 거리는 벨로우즈 치수들 또는 스프링 레이트 (spring rate) (컨볼루션 (convolution) ID/OD, 리플릿 (leaflet) 두께, 재료), 챔버 측에 대한 압력 입력 (예를 들어, 대기 또는 진공에 있는지에 따라, 대략 0 psi 또는 대략 14.7 psi 중 어느 하나), 및 (탄성 계수에 영향을 미치는) 벨로우즈의 온도의 함수이다. 압력은 제어 변수가 된다.

[0094] 도 9는 상기 기술된 시스템들을 제어하기 위한 제어 모듈 (900) 을 도시한다. 예를 들어, 제어 모듈 (900) 은 프로세서, 메모리 및 하나 이상의 인터페이스들을 포함할 수도 있다. 제어 모듈 (900) 은 부분적으로 센싱된 값들에 기초하여 시스템의 디바이스들을 제어하도록 채용될 수도 있다. 단지 예를 들면, 제어 모듈 (900) 은 센싱된 값들 및 다른 제어 파라미터들에 기초하여 밸브들 (902), 필터 가열기들 (904), 펌프들 (906), 및 기타 디바이스들 (908) 중 하나 이상을 제어할 수도 있다. 제어 모듈 (900) 은 단지 예를 들면, 압력 마노미터들 (910), 플로우 미터들 (912), 온도 센서들 (914), 및/또는 기타 센서들 (916) 로부터 센싱된 값들을 수신한다. 제어 모듈 (900) 은 또한 전구체 전달 및 막의 증착 동안 프로세스 조건들을 제어하도록 채용될 수도 있다. 제어 모듈 (900) 은 통상적으로 하나 이상의 메모리 디바이스들 및 하나 이상의 프로세서들을 포함할 것이다.

[0095] 제어 모듈 (900) 은 전구체 전달 시스템 및 증착 장치의 액티비티들을 제어할 수도 있다. 제어 모듈 (900) 은 프로세스 타이밍, 전달 시스템 온도, 및 필터들에 걸친 압력 차들, 밸브 위치들, 가스들의 혼합물, 챔버 압력, 챔버 온도, 기판 온도, RF 전력 레벨들, 기판 척 또는 페데스탈 포지션, 및 특정한 프로세스의 다른 파라미터들을 제어하기 위한 인스트럭션들의 세트들을 포함하는 컴퓨터 프로그램들을 실행한다. 제어 모듈 (900) 은 또한 압력 차를 모니터링할 수도 있고 하나 이상의 경로들로부터 하나 이상의 다른 경로들로 증기 전구체 전달을 자동으로 스위칭할 수도 있다. 제어 모듈 (900) 과 연관된 메모리 디바이스들 상에 저장된 다른 컴퓨터 프로그램들이 일부 실시 예들에서 채용될 수도 있다.

[0096] 통상적으로 제어 모듈 (900) 과 연관된 사용자 인터페이스가 있을 것이다. 사용자 인터페이스는 디스플레이 (918) (예를 들어, 장치 및/또는 프로세스 조건들의 디스플레이 스크린 및/또는 그래픽 소프트웨어 디스플레이들), 및 포인팅 디바이스들, 키보드들, 터치 스크린들, 마이크로폰들, 등과 같은 사용자 입력 디바이스들 (920) 을 포함할 수도 있다.

[0097] 프로세스 시퀀스에서 전구체의 전달, 증착 및 다른 프로세스들을 제어하기 위한 컴퓨터 프로그램들은 임의의 종래의 컴퓨터 판독 가능 프로그래밍 언어: 예를 들어, 어셈블리 언어, C, C++, Pascal, Fortran 또는 다른 것들로 작성될 수 있다. 컴파일된 객체 코드 또는 스크립트는 프로그램에서 식별된 태스크들을 수행하도록 프로세서에 의해 실행된다.

[0098] 제어 모듈 파라미터들은 예를 들어, 필터 압력 차들, 프로세스 가스 조성 및 플로우 레이트들, 온도, 압력, RF 전력 레벨들 및 저 주파수 RF 주파수와 같은 플라즈마 조건들, 냉각 가스 압력, 및 챔버 벽 온도와 같은 프로세스 조건들에 관련된다.

[0099] 시스템 소프트웨어는 많은 상이한 방식들로 설계되거나 구성될 수도 있다. 예를 들어, 다양한 챔버 컴포넌트 서브 루틴들 또는 제어 객체들이 본 발명의 증착 프로세스들을 수행하기 위해 필요한 챔버 컴포넌트들의 동작을 제어하도록 작성될 수도 있다. 이 목적을 위한 프로그램들 또는 프로그램들의 섹션들의 예들은 기판 포지셔닝

코드, 프로세스 가스 제어 코드, 압력 제어 코드, 가열기 제어 코드, 및 플라즈마 제어 코드를 포함한다.

[0100] 기판 포지셔닝 프로그램이 기판을 페데스탈 또는 척 상으로 로딩하도록 그리고 기판과 가스 유입구 및/또는 타깃과 같은 챔버의 다른 부분들 사이의 간격을 제어하도록 사용되는 챔버 컴포넌트들을 제어하기 위한 프로그램 코드를 포함할 수도 있다. 프로세스 가스 제어 프로그램이 가스 조성 및 플로우 레이트들을 제어하기 위한 코드 및 선택 가능하게 챔버 내 압력을 안정화시키기 위해 증착 전에 챔버 내로 가스를 흘리기 위한 코드를 포함할 수도 있다. 필터 모니터링 프로그램이 측정된 차(들)를 미리 결정된 값(들)과 비교하는 코드 및/또는 경로들을 스위칭하기 위한 코드를 포함한다. 압력 제어 프로그램이 예를 들어, 챔버의 배기 시스템 내의 쓰로틀 밸브를 조절함으로써 챔버 내의 압력을 제어하기 위한 코드를 포함할 수도 있다. 가열기 제어 프로그램은 전구체 전달 시스템, 기판 및/또는 시스템의 다른 부분들 내의 컴포넌트들을 가열하기 위해 가열 유닛들로의 전류를 제어하기 위한 코드를 포함할 수도 있다. 대안적으로, 가열기 제어 프로그램은 기판 척으로의 헬륨과 같은 열 전달 가스의 전달을 제어할 수도 있다.

[0101] 증착 동안 모니터링될 수도 있는 센서들의 예들은 이로 제한되는 것은 아니지만, 질량 유량 제어 모듈들, 압력 마노미터들 (910) 과 같은 압력 센서들, 및 전달 시스템 내에 위치된 열전대들, 페데스탈 또는 척, 및 도 9a 내지 도 9c의 상태 센서들 (920) 을 포함한다. 적절하게 프로그래밍된 피드백 및 제어 알고리즘들은 목표된 프로세스 조건들을 유지하기 위해 이들 센서들로부터의 데이터와 함께 사용될 수도 있다. 전술한 바는 단일 또는 멀티-챔버 반도체 프로세싱 툴에서 본 개시의 실시 예들의 구현 예를 기술한다.

[0102] 일부 구현 예들에서, 제어기는 상기 기술된 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부이다. 이러한 시스템들은 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱을 위한 플랫폼 또는 플랫폼들, 및/또는 특정한 프로세싱 컴포넌트들 (기판 페데스탈, 가스 플로우 시스템, 등) 을 포함하는 반도체 프로세싱 장비를 포함할 수 있다. 이들 시스템들은 반도체 웨이퍼 또는 기판의 프로세싱 이전에, 프로세싱 동안에 그리고 프로세싱 이후에 그들의 동작을 제어하기 위한 전자장치와 통합될 수도 있다. 전자장치는 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부분들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 진공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 기판 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.

[0103] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는, 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP), ASICs (Application Specific Integrated Circuits) 로서 규정되는 칩들, 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 기판 상에서 또는 반도체 기판에 대한 특정한 프로세스를 수행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어들에 의해 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

[0104] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합인 컴퓨터에 커플링되거나 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 기판 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부의 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현재 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 메트릭들을 조사하고, 현재 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현재 프로세싱에 후속하는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스 시작하도록 시스템에 대한 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버) 는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해 시스템에 프로세스 레시피들을 제공할 수 있다.

[0105] 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정사항들의 입력 또는 프로그래밍을 인에이블하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들

동안 수행될 프로세싱 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정하는, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성되는 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서 상기 기술된 바와 같이, 제어기는 예컨대 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들과 같은, 공동의 목적을 향해 함께 네트워킹되고 작동하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0106] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, PVD (Physical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (Chemical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, ALD (Atomic Layer Deposition) 챔버 또는 모듈, ALE (Atomic Layer Etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

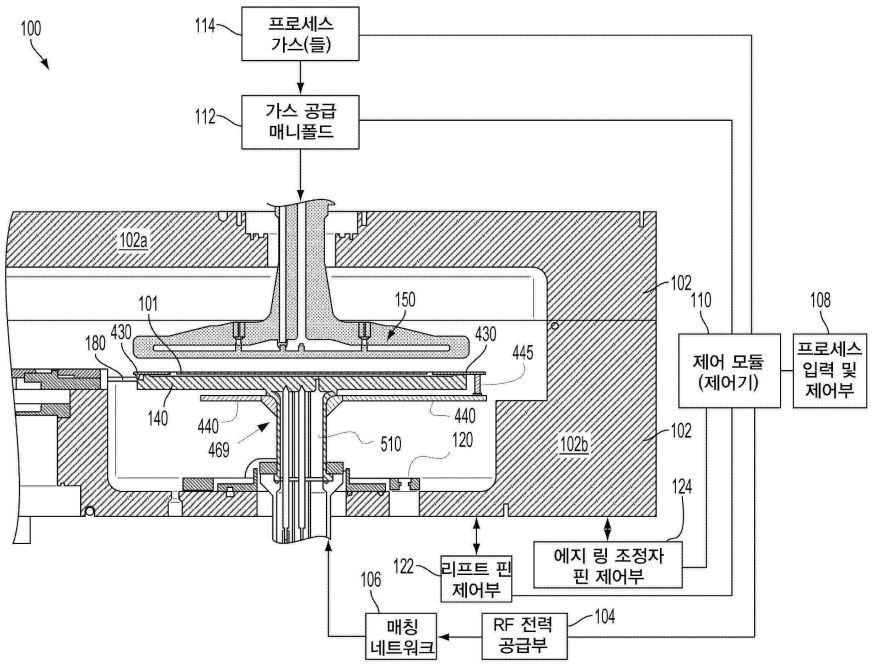
[0107] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

[0108] 실시 예들의 전술한 기술은 예시 및 기술의 목적으로 제공되었다. 이는 본 개시를 포괄하거나 제한하도록 의도되지 않는다. 특정한 실시 예의 개별적인 엘리먼트들 또는 피처들은 일반적으로 특정한 실시 예로 제한되지 않고, 구체적으로 도시되거나 기술되지 않더라도, 적용 가능한 경우, 상호 교환 가능하고, 선택된 실시 예에서 사용될 수 있다. 동일한 것이 또한 많은 방식들로 가변될 수도 있다. 이러한 변형들은 본 개시로부터 벗어나는 것으로 간주되지 않고, 모든 이러한 수정들은 본 개시의 범위 내에 포함되도록 의도된다.

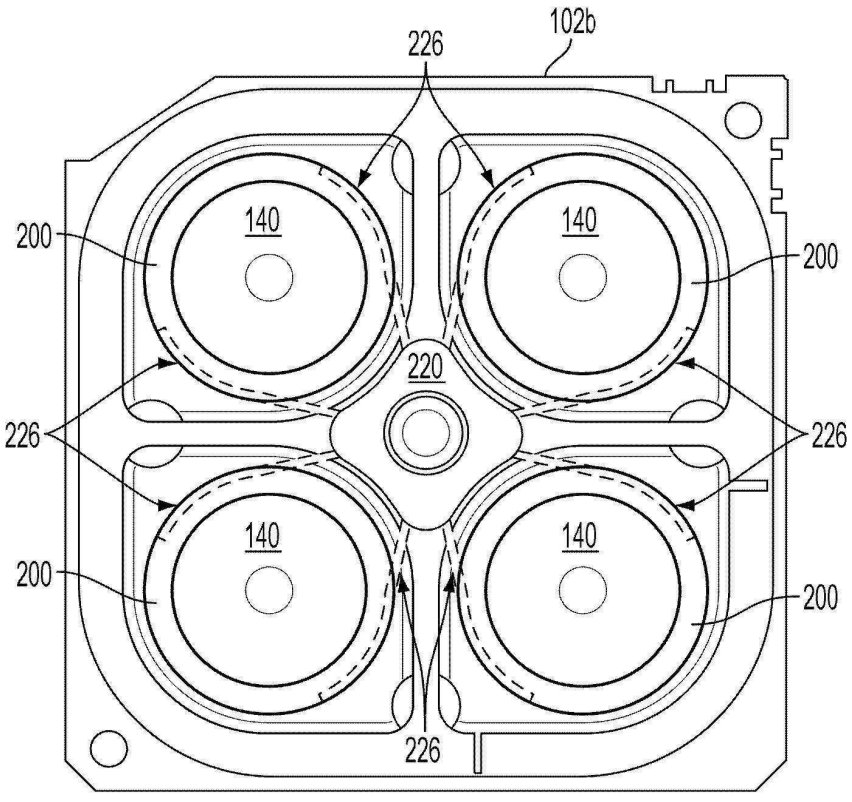
[0109] 전술한 실시예들이 이해의 명확성의 목적들을 위해 다소 상세히 기술되었지만, 특정한 변화들 및 수정들이 첨부된 청구항들의 범위 내에서 실시될 수 있다는 것이 자명할 것이다. 따라서, 본 실시 예들은 제한적이지 않고 예시적인 것으로 간주되어야 하고, 실시 예들은 본 명세서에 제공된 상세들로 제한되지 않고, 이들의 범위 및 청구항들의 등가물 내에서 수정될 수도 있다.

도면

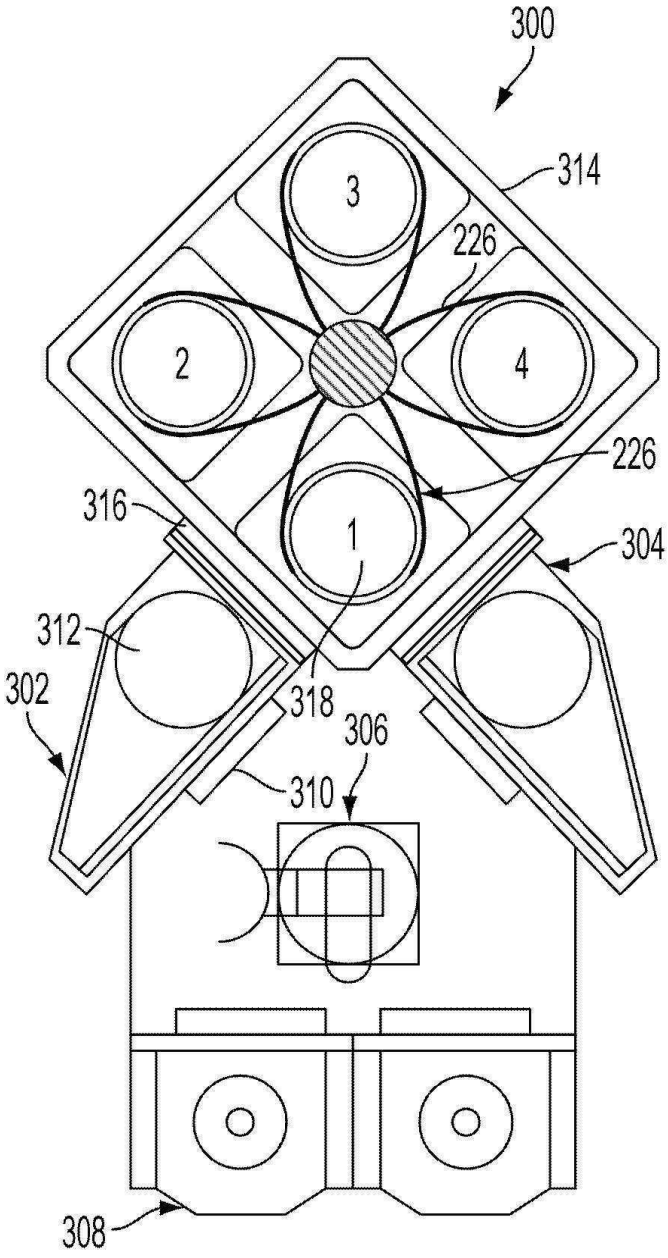
도면1


100
114
프로세스 가스(들)
112
가스 공급 매니폴드
102a
101
150
102
110
108
180
430
430
445
제어 모듈 (제어기)
프로세스 입력 및 제어부
140
440
440
469
510
120
102b
102
124
122
리프트 핀 제어부
에지 링 조정자 핀 제어부
106
매칭 네트워크
RF 전력 공급부
104

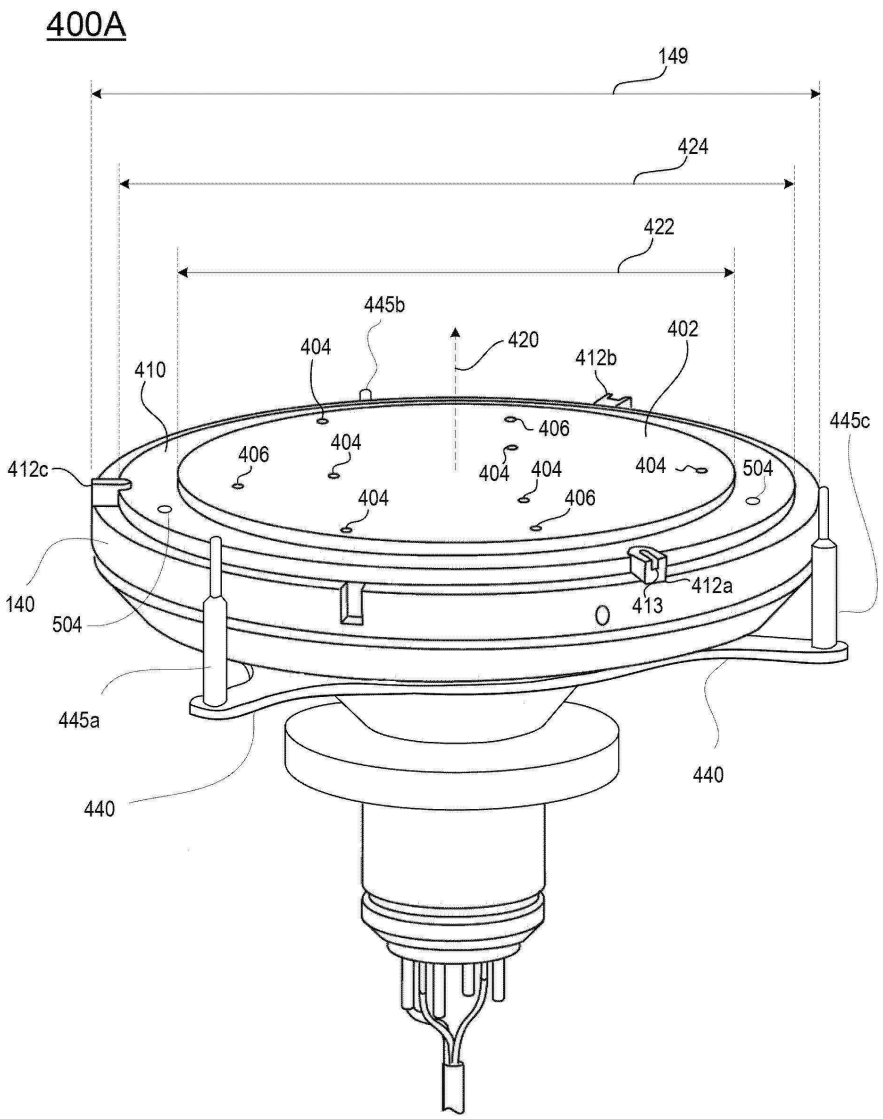
도면2


102b
226
140
140
200
200
220
226
226
140
140
200
200
226

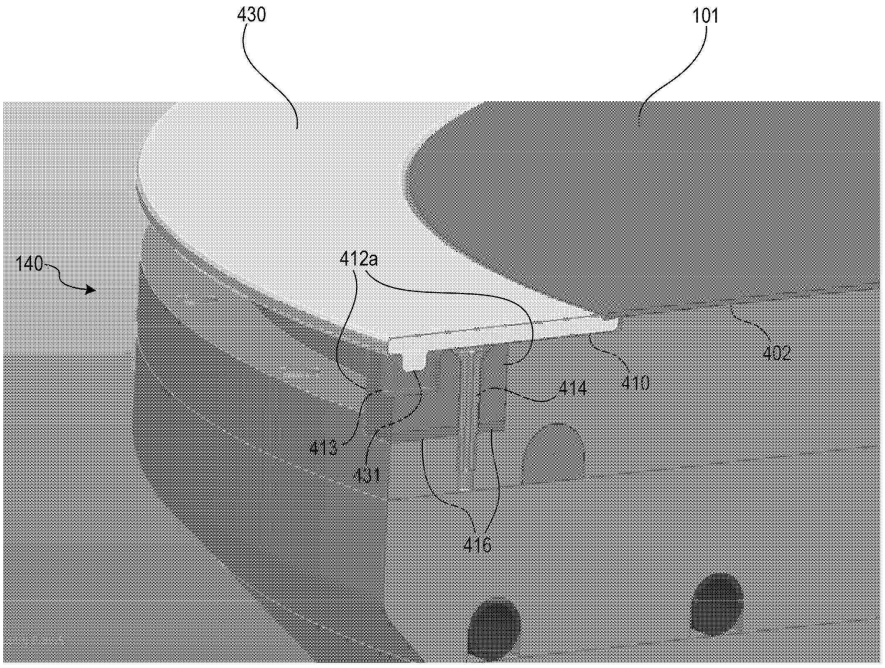
도면3



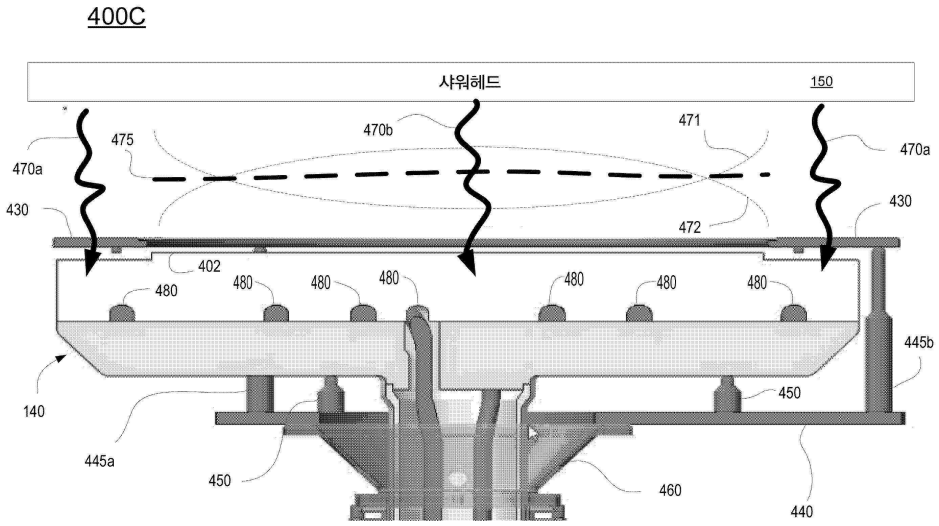
도면4a


400A
149
424
422
445b
420
402
404
412b
410
406
445c
412c
504
140
412a
413
445a
440

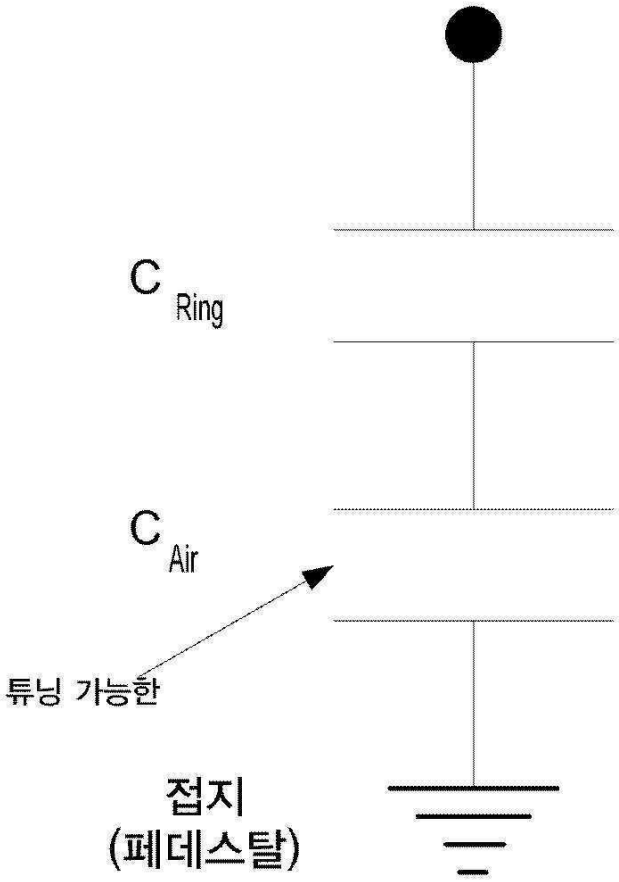
도면4b


430
101
140
412a
402
410
414
413
431
416

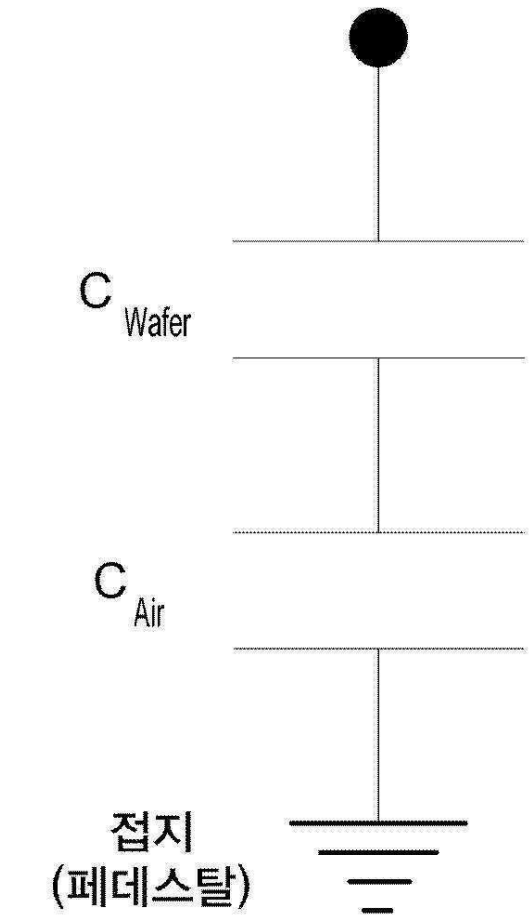
도면4c


400C
샤워헤드
150
475
470b
471
470a
470a
430
430
472
402
480
480
480
480
480
480
480
445b
140
450
445a
450
460
440

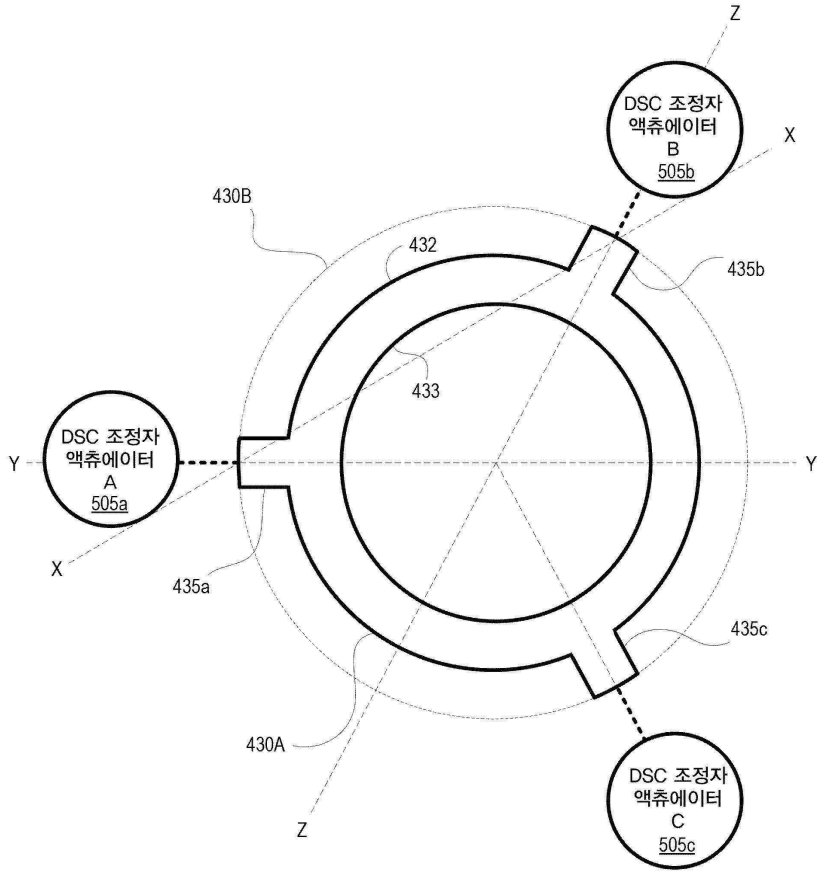
도면4ca



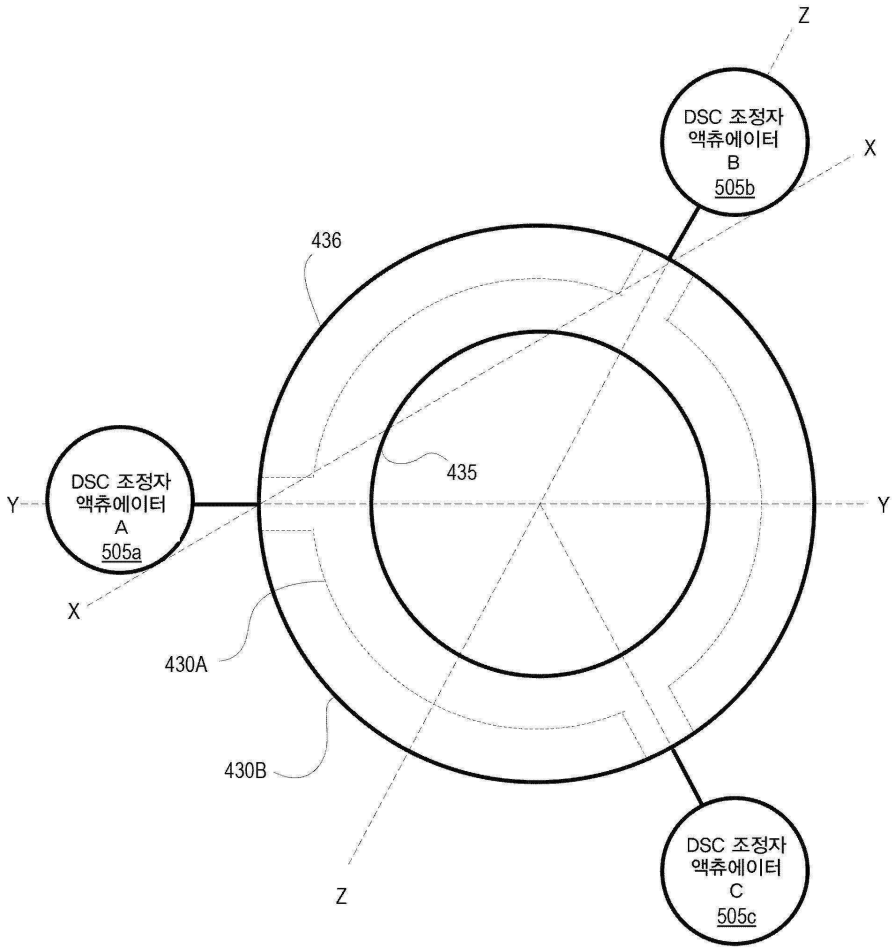
도면4cb



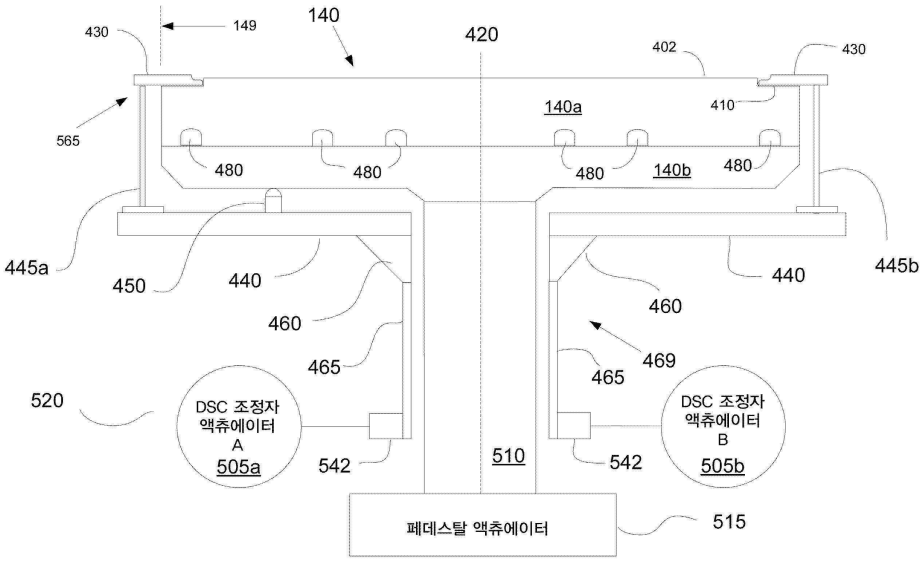
도면5a


Z
DSC 조정자
액츄에이터
B
505b
X
430B
432
435b
433
DSC 조정자
액츄에이터
A
505a
Y
Y
X
435a
435c
430A
DSC 조정자
액츄에이터
C
505c
Z

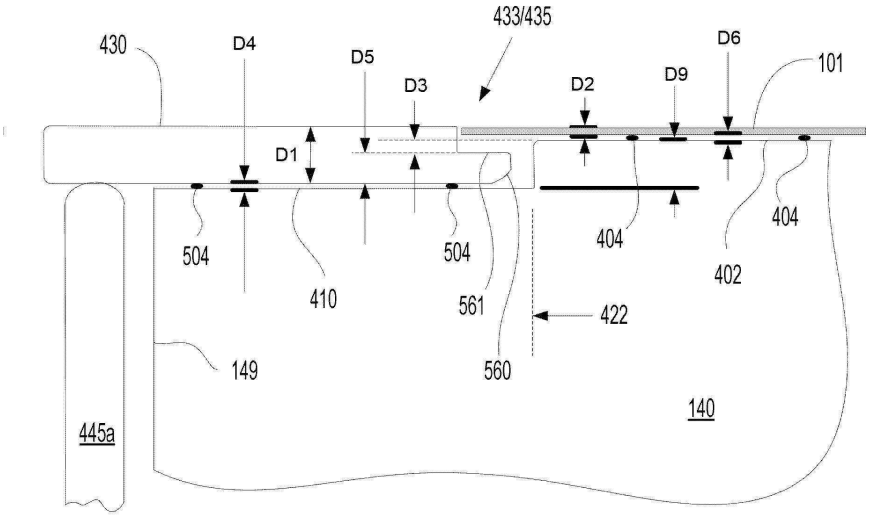
도면5b


Z
DSC 조정자
액츄에이터
B
505b
X
436
435
DSC 조정자
액츄에이터
A
505a
Y
Y
X
430A
430B
DSC 조정자
액츄에이터
C
505c
Z

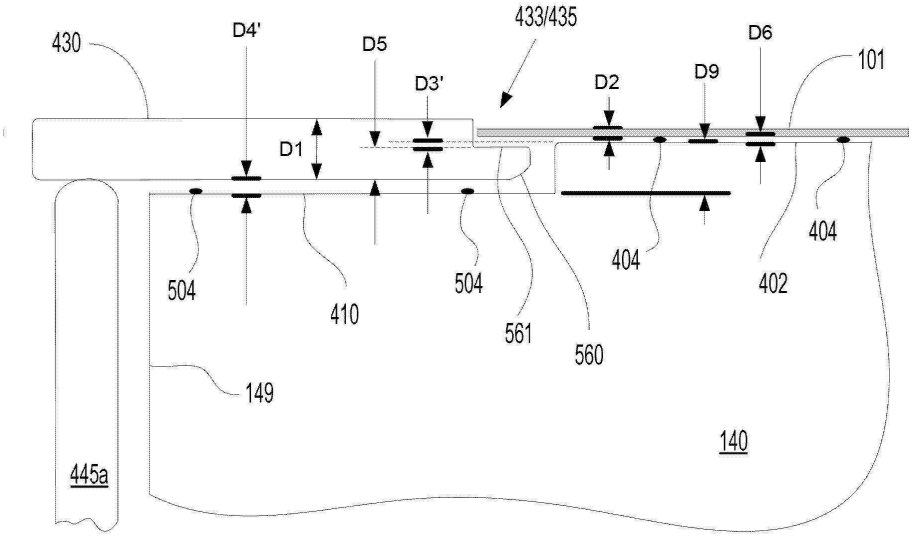
도면5c


430
149
140
420
402
430
140a
410
565
480
480
480
140b
480
445a
450
440
460
465
520
DSC 조정자
액츄에이터
A
505a
542
510
542
DSC 조정자
액츄에이터
B
505b
469
465
460
440
445b
페데스탈 액츄에이터
515

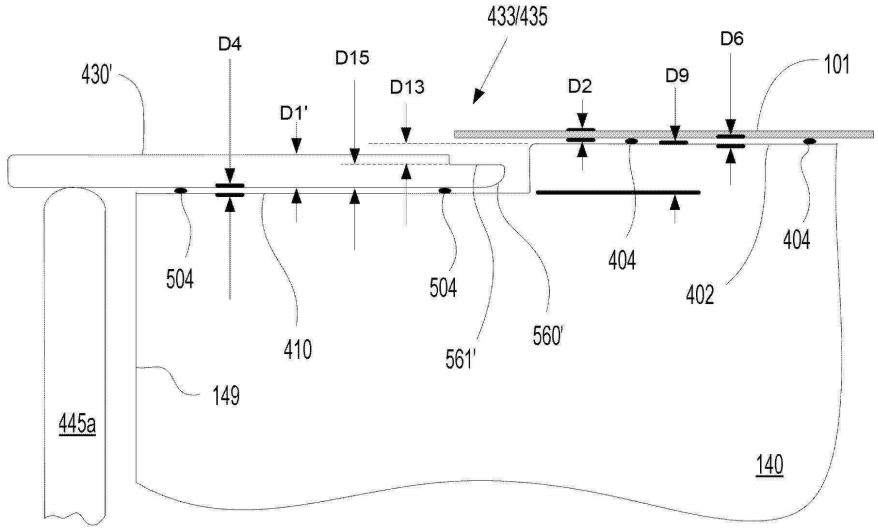
도면5da


430
D4
D5
D3
433/435
D2
D9
D6
101
D1
504
410
504
561
422
404
402
404
149
560
140
445a

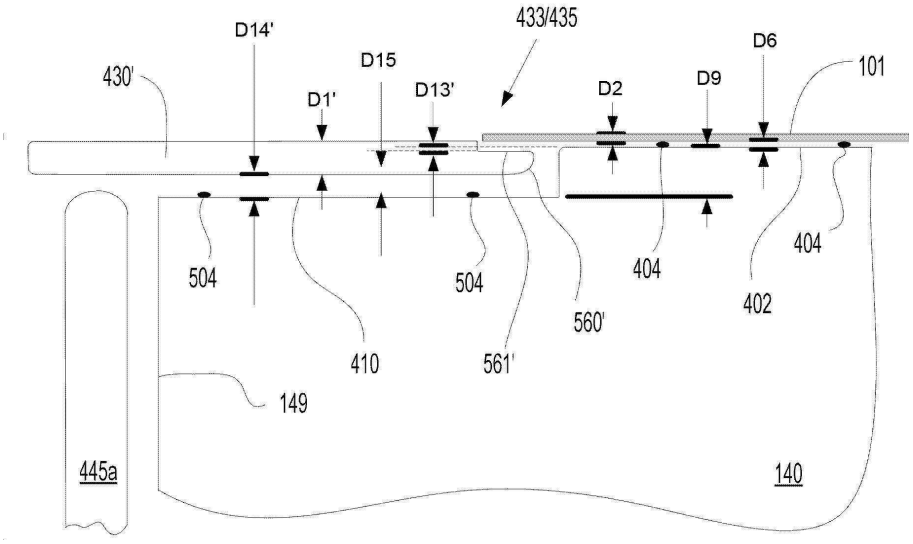
도면5db


430
D4'
D5
D3'
433/435
D2
D9
D6
101
D1
504
410
504
561
560
404
402
404
149
140
445a

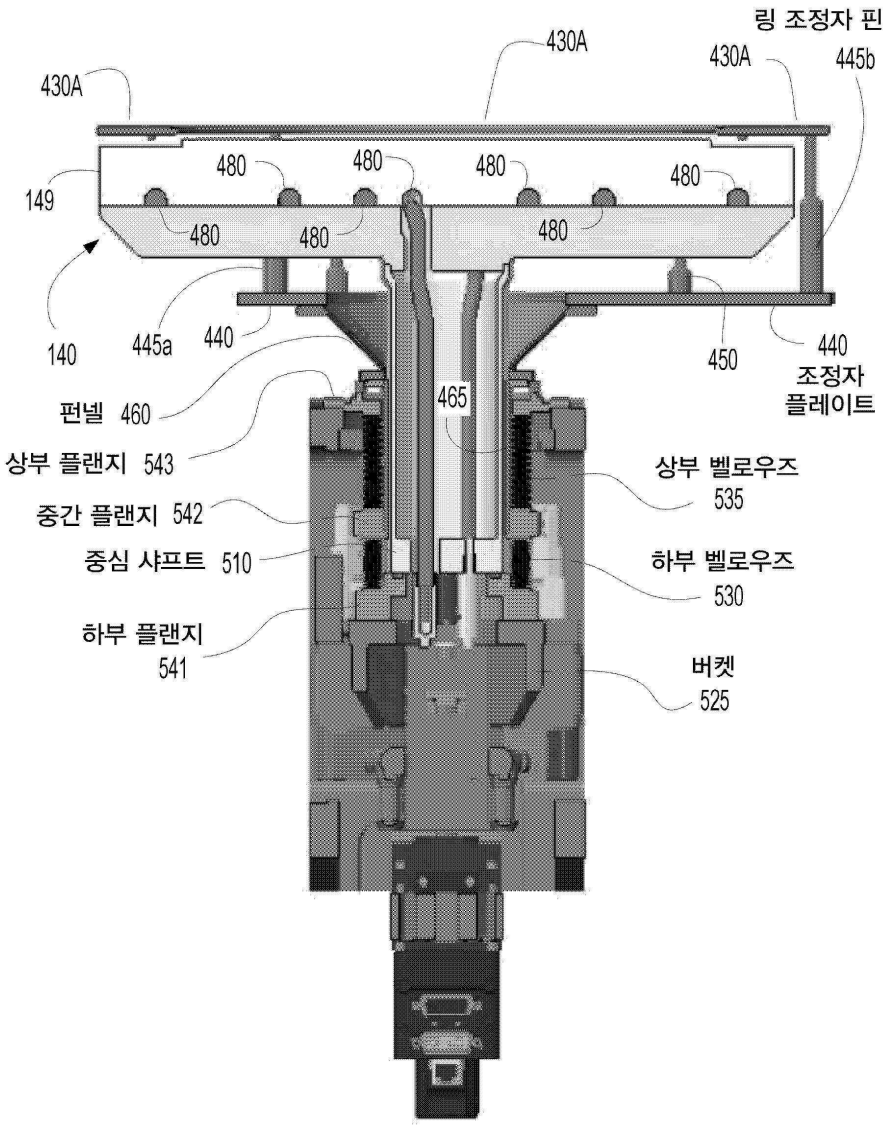
도면5dc


433/435
D4
D15
D13
D6
101
430'
D1'
D2
D9
504
504
404
404
402
410
561'
560'
149
445a
140

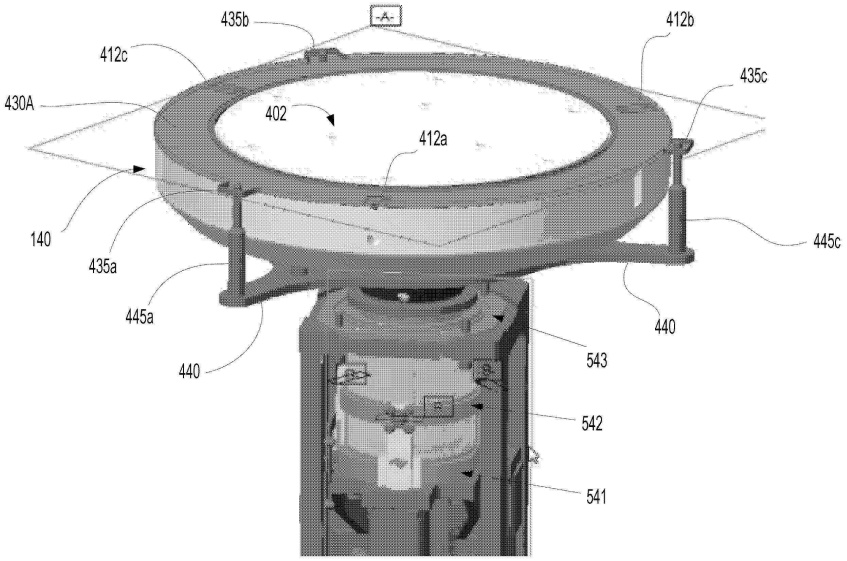
도면5dd


433/435
D14'
D15
D6
101
430'
D1'
D13'
D2
D9
504
504
404
404
402
410
561'
560'
149
445a
140

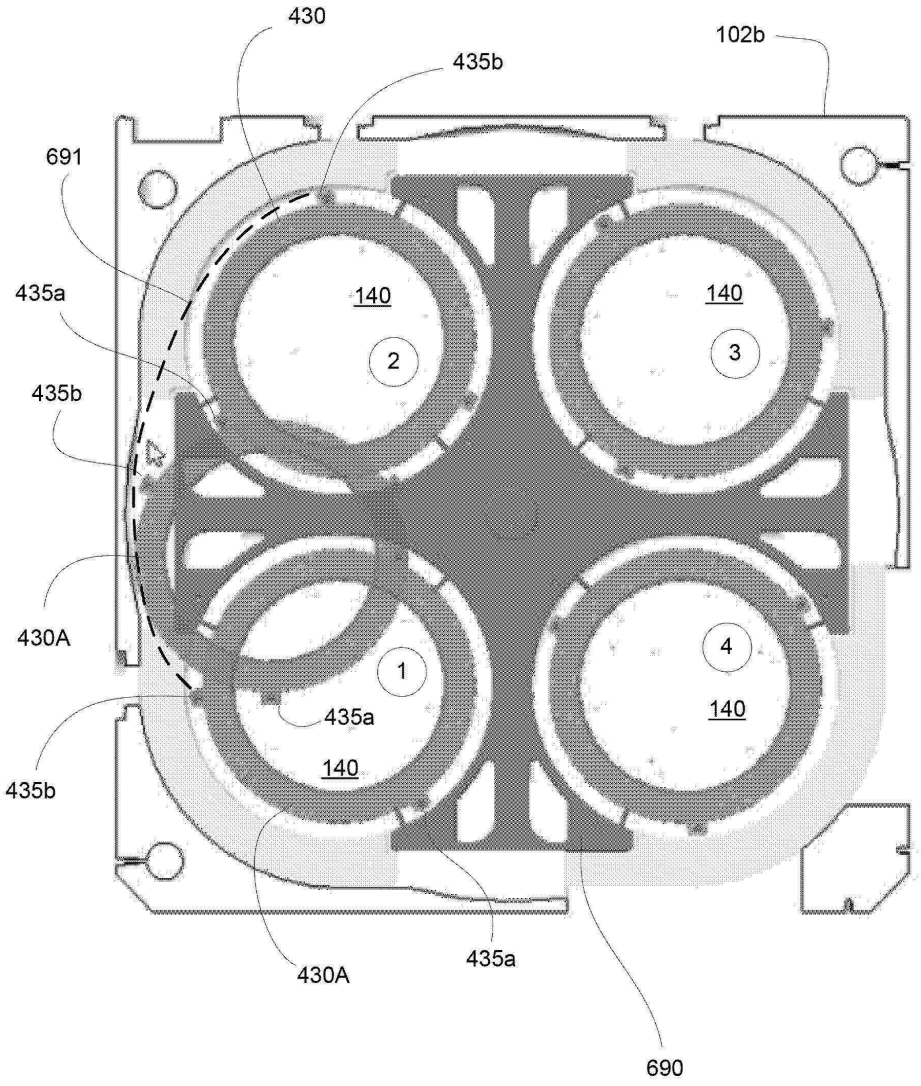
도면6a


링 조정자 핀
430A
430A
430A
445b
480
480
480
480
480
480
480
149
140
445a
440
450
440
조정자
플레이트
465
펀넬 460
상부 플랜지 543
중간 플랜지 542
중심 샤프트 510
하부 플랜지
541
상부 벨로우즈
535
하부 벨로우즈
530
버켓
525

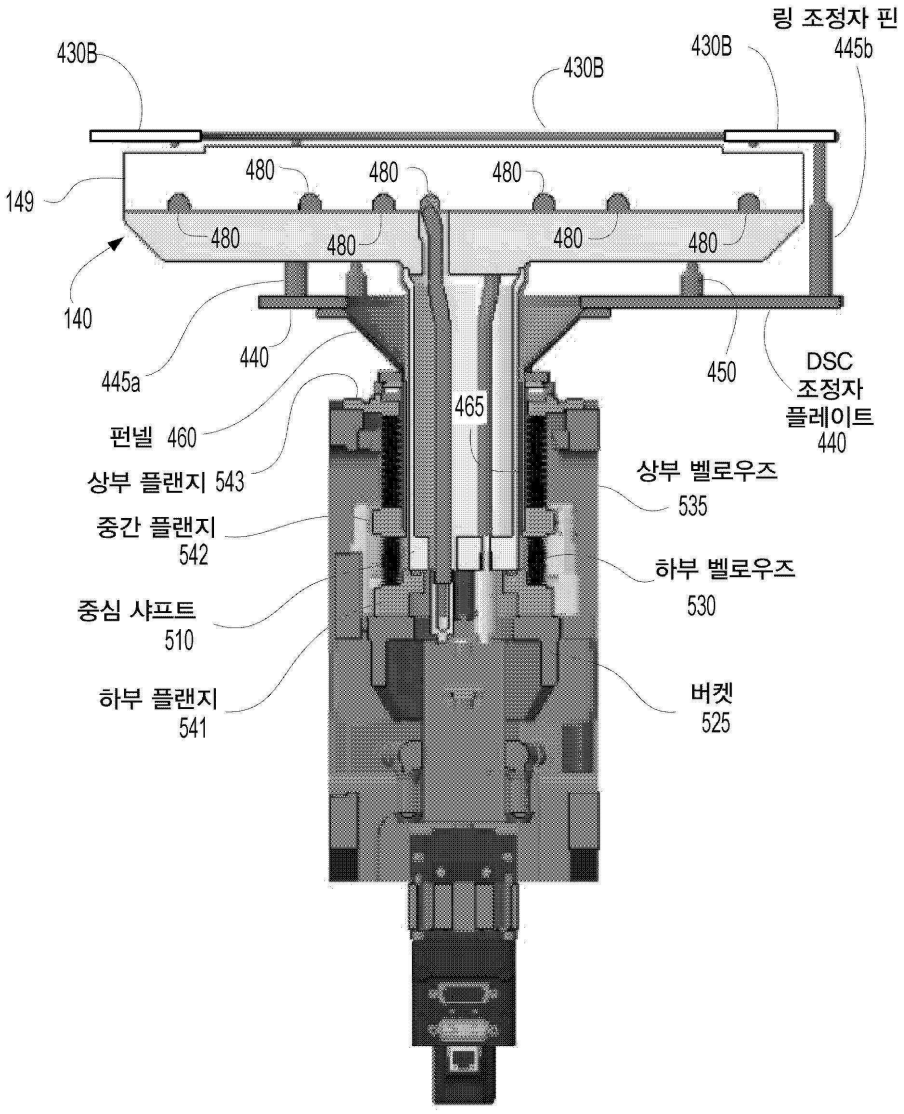
도면6b


435b
412c
430A
402
412a
412b
435c
140
435a
445a
440
445c
440
543
542
541

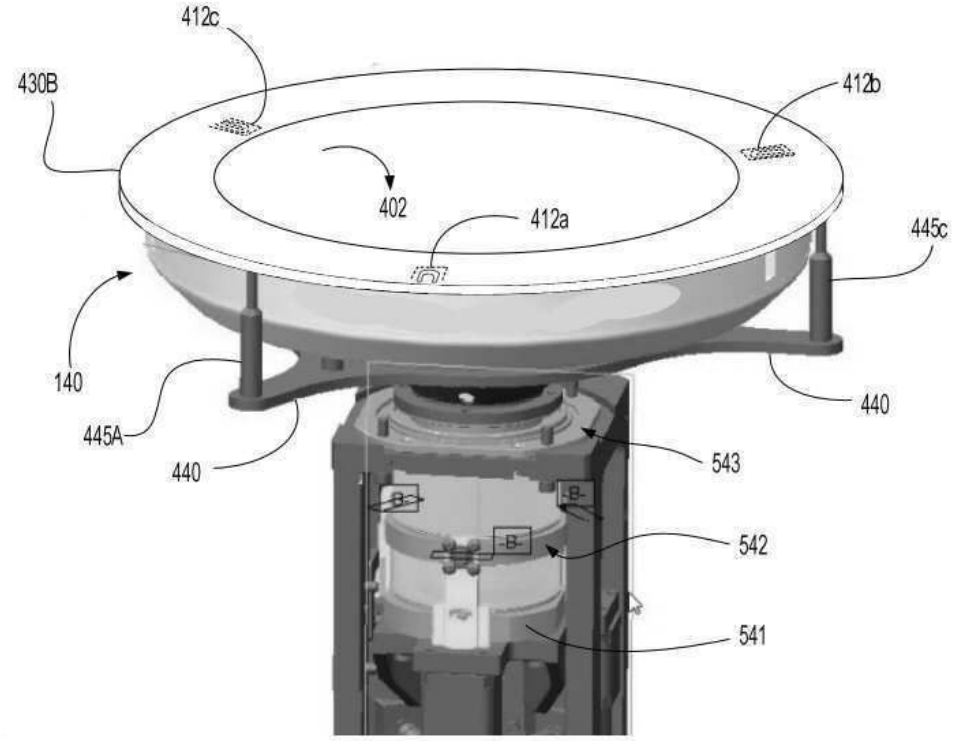
도면6c


430
435b
102b
691
435a
140
140
2
3
435b
430A
4
1
140
435a
435b
140
430A
435a
690

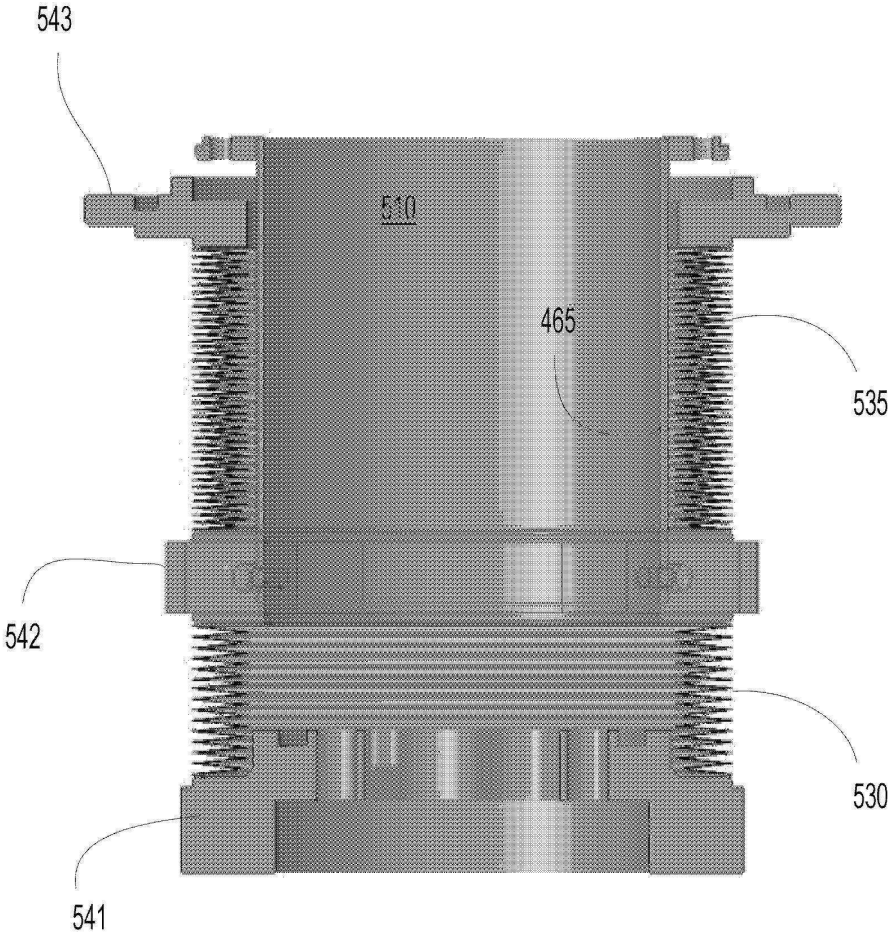
도면7a


링 조정자 핀
445b
430B
430B
430B
149
480
480
480
480
480
480
480
140
445a
440
450
DSC
조정자
플레이트
440
465
펀넬 460
상부 플랜지 543
상부 벨로우즈
535
중간 플랜지
542
하부 벨로우즈
530
중심 샤프트
510
하부 플랜지
541
버켓
525

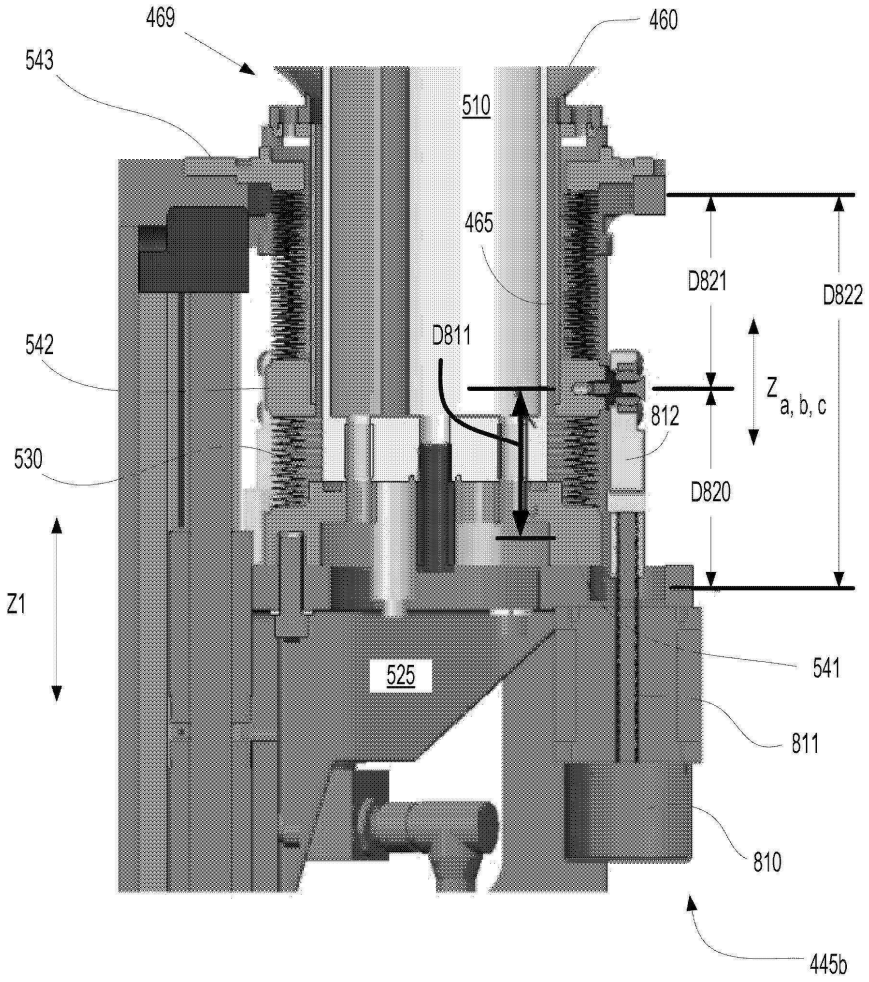
도면7b



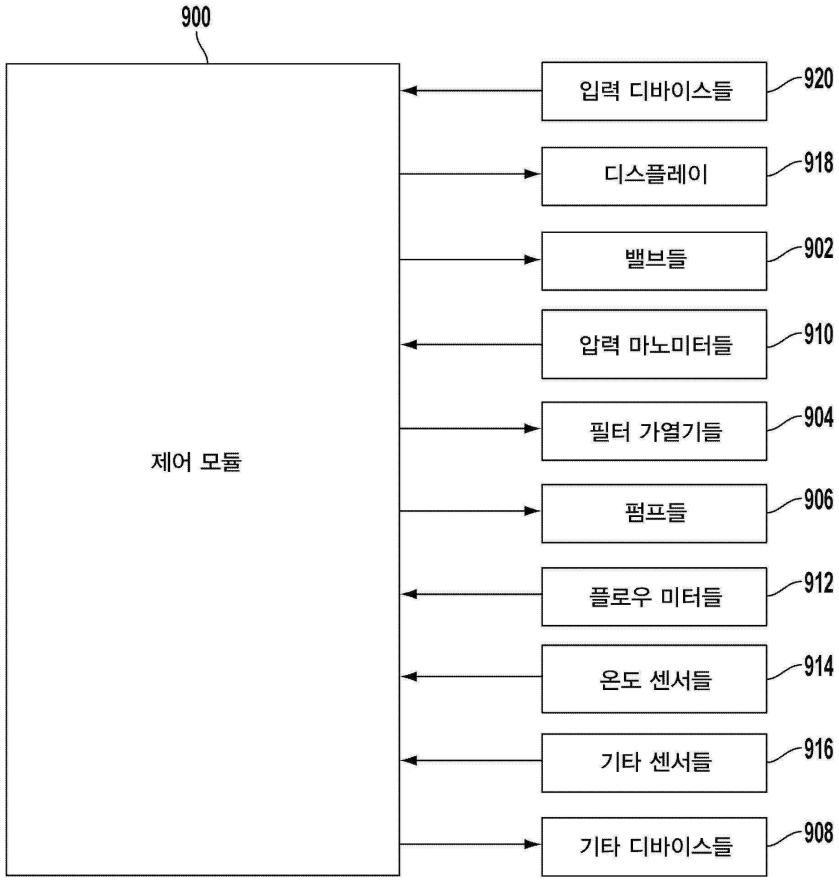
도면8a



도면8b


469
460
543
510
465
D821
D822
542
D811
Z a, b, c
812
530
D820
Z1
525
541
811
810
445b

도면9


900
제어 모듈
입력 디바이스들
920
디스플레이
918
밸브들
902
압력 마노미터들
910
필터 가열기들
904
펌프들
906
플로우 미터들
912
온도 센서들
914
기타 센서들
916
기타 디바이스들
908