



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0113014
(43) 공개일자 2017년10월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/3213* (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01J 37/32174 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0007917
- (22) 출원일자 2017년01월17일
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장
62/314,659 2016년03월29일 미국(US)
15/403,786 2017년01월11일 미국(US)

- (71) 출원인
램 리씨치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이
4650
- (72) 발명자
마르쿠스 베슬멘, **마르쿠스 베일리 3세 엔드류 디.**
미국, 캘리포니아 94606, 오클랜드, 아파트 16,
뉴튼 애비뉴 350
- (74) 대리인
맥케즈니 존 특허법인인벤투스

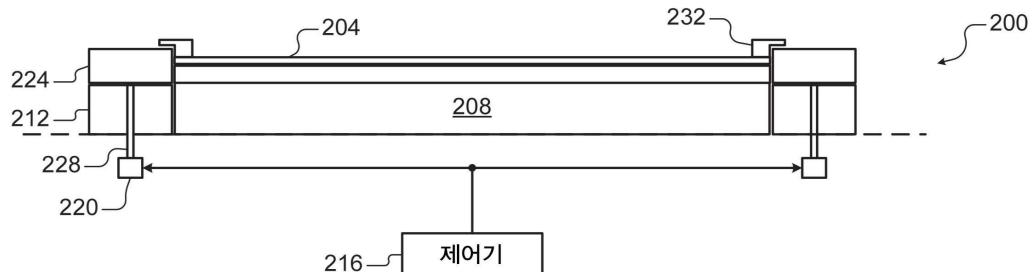
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **에지 링 특징화를 수행하기 위한 시스템들 및 방법들**

(57) 요약

기판 프로세싱 시스템의 기판 지지부는 기판을 지지하도록 배치된 내측 부분, 내측 부분을 둘러싸는 에지 링, 및 제어기를 포함한다. 제어기는 선택적으로 에지 링으로 하여금 기판을 인계이지하게 하도록 에지 링을 상승시키는 것 및 선택적으로 에지 링으로 하여금 기판을 인계이지하게 하도록 내측 부분을 하강시키는 것 중 적어도 하나를 한다. 제어기는 에지 링이 기판을 인계이지할 때를 결정하고, 에지 링이 기판을 인계이지할 때의 결정에 기초하여 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 계산한다.

대 표 도 - 도2a



(52) CPC특허분류

H01L 21/02315 (2013.01)

H01L 21/32136 (2013.01)

H01L 21/6835 (2013.01)

H01L 21/68721 (2013.01)

H05H 1/46 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기판 프로세싱 시스템의 기판 지지부에 있어서,

상기 기판 지지부는,

기판을 지지하도록 배치된 내측 부분;

상기 내측 부분을 둘러싸는 에지 링; 및

제어기를 포함하고,

상기 제어기는,

- (i) 상기 에지 링으로 하여금 상기 기판을 선택적으로 인게이지하게 하도록 상기 에지 링을 상승시키는 것 및
- (ii) 상기 에지 링으로 하여금 상기 기판을 선택적으로 인게이지하게 하도록 상기 내측 부분을 하강시키는 것 중 적어도 하나를 하고,

상기 에지 링이 상기 기판을 인게이지할 때를 결정하고, 그리고

상기 에지 링이 상기 기판을 인게이지할 때의 상기 결정에 기초하여 상기 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 계산하는, 기판 지지부.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 에지 링이 상기 기판을 인게이지할 때를 결정하는 것은 상기 에지 링으로 하여금 상기 기판을 인게이지하게 하도록 상기 에지 링이 상승된 양 및 상기 내측 부분이 하강된 양 중 적어도 하나를 결정하는 것을 포함하는, 기판 지지부.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 특성은 상기 에지 링의 치수인, 기판 지지부.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기판은 상기 기판의 에지로부터 외측으로 연장하는 적어도 하나의 콘택트 평거를 포함하고, 상기 적어도 하나의 콘택트 평거는 상기 에지 링을 인게이지하도록 배치되는, 기판 지지부.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 콘택트 평거는 상기 에지 링의 내경을 인게이지하도록 배치되는, 기판 지지부.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 에지 링이 상기 기판을 인게이지할 때를 결정하기 위해, 상기 제어기는 상기 기판의 표면으로부터 반사된 신호를 모니터링하는, 기판 지지부.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 계산하기 위해, 상기 제어기는 상기 에지 링으로 하여금 상기 기판을 인계이지하게 하도록 상기 에지 링이 상승된 양 및 상기 내측 부분이 하강된 양 중 적어도 하나를 결정하는, 기판 지지부.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 에지 링을 지지하도록 위치된 복수의 펀들; 및

상기 제어기에 반응하고, 상기 복수의 펀들의 각각의 펀들을 선택적으로 상승 및 하강시키도록 배치된 복수의 액추에이터들을 더 포함하는, 기판 지지부.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제어기에 반응하고, 상기 내측 부분을 선택적으로 상승 및 하강시키도록 배치된 적어도 하나의 액추에이터를 더 포함하는, 기판 지지부.

청구항 10

기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법에 있어서,

기판 지지부의 내측 부분 상에 테스트 기판을 배치하는 단계로서, 상기 테스트 기판은 상기 테스트 기판의 에지로부터 외측으로 연장하는 콘택트 핑거를 포함하는, 상기 테스트 기판을 배치하는 단계;

(i) 에지 링의 내경으로 하여금 상기 콘택트 핑거를 인계이지하게 하도록 상기 내측 부분을 둘러싸는 상기 에지 링을 상승시키는 단계 및 (ii) 상기 에지 링의 상기 내경으로 하여금 상기 콘택트 핑거를 인계이지하게 하도록 상기 내측 부분을 하강시키는 단계 중 적어도 하나의 단계;

상기 에지 링의 상기 내경이 상기 콘택트 핑거를 인계이지할 때를 결정하는 단계; 및

상기 에지 링의 상기 내경이 상기 콘택트 핑거를 인계이지할 때의 상기 결정에 기초하여 상기 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 결정하는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 에지 링의 상기 내경이 상기 기판을 인계이지할 때를 결정하는 단계는 상기 에지 링의 상기 내경으로 하여금 상기 기판을 인계이지하게 하도록 상기 에지 링이 상승된 양 및 상기 내측 부분이 하강된 양 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 특성을 상기 에지 링의 치수인, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 기판은 상기 기판의 에지로부터 외측으로 연장하는 적어도 하나의 콘택트 핑거를 포함하고, 상기 적어도 하나의 콘택트 핑거는 상기 에지 링을 인계이지하도록 배치되는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 콘택트 평거는 상기 에지 링의 상기 내경을 인계이지하도록 배치되는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 에지 링이 상기 기판을 인계이지할 때를 결정하는 단계는 상기 기판의 표면으로부터 반사된 신호를 모니터링하는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 16

제 10 항에 있어서,

상기 기판 프로세싱 시스템의 상기 적어도 하나의 특성을 계산하는 단계는 상기 에지 링으로 하여금 상기 기판을 인계이지하게 하도록 상기 에지 링이 상승된 양 및 상기 내측 부분이 하강된 양 중 적어도 하나를 결정하는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 에지 링을 상승시키는 단계는 상기 에지 링을 지지하도록 위치된 복수의 펀들 및 상기 복수의 펀들의 각각의 펀들을 선택적으로 상승 및 하강시키도록 배치된 복수의 액추에이터들을 사용하여 상기 에지 링을 상승시키는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

상기 내측 부분을 하강시키는 단계는 상기 내측 부분을 선택적으로 상승 및 하강시키도록 배치된 적어도 하나의 액추에이터를 사용하여 상기 내측 부분을 하강시키는 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 개시는 기판 프로세싱 시스템에서 에지 링을 측정하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

본 명세서에 제공된 배경기술 설명은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제공하기 위한 것이다. 본 발명자들의 성과로서 본 배경기술 섹션에 기술되는 정도의 성과 및 출원시 종래 기술로서 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003]

기판 프로세싱 시스템은 반도체 웨이퍼와 같은 기판 상의 막을 예칭하도록 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템은 통상적으로 프로세싱 챔버, 가스 분배 디바이스 및 기판 지지부를 포함한다. 프로세싱 동안, 기판은 기판 지지부 상에 배치된다. 상이한 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있고 RF (radio frequency) 플라즈마는 화학 반응들을 활성화하도록 사용될 수도 있다.

[0004]

기판 지지부는 기판 지지부의 외측 부분 (예를 들어, 주변부의 외부 및/또는 주변부에 인접) 둘레에 배치된 에지 링을 포함할 수도 있다. 에지 링은 기판 위의 볼륨으로 플라즈마를 한정하고, 플라즈마에 의해 유발된 부식으로부터 기판 지지부를 보호하는 등을 위해 제공될 수도 있다.

발명의 내용

[0005]

기판 프로세싱 시스템의 기판 지지부는 기판을 지지하도록 배치된 내측 부분, 내측 부분을 둘러싸는 에지 링, 및 제어기를 포함한다. 제어기는 선택적으로 에지 링으로 하여금 기판을 인계이지하게 하도록 에지 링을 상승시키는 것 및 선택적으로 에지 링으로 하여금 기판을 인계이지하게 하도록 내측 부분을 하강시키는 것 중 적어

도 하나를 한다. 제어기는 에지 링이 기판을 인계이지할 때를 결정하고, 에지 링이 기판을 인계이지할 때의 결정에 기초하여 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 계산한다.

[0006] 기판 프로세싱 시스템의 특성을 결정하는 방법은 기판 지지부의 내측 부분 상에 테스트 기판을 배치하는 단계를 포함한다. 테스트 기판은 테스트 기판의 에지로부터 외측으로 연장하는 콘택트 팽거를 포함한다. 방법은 에지 링의 내경으로 하여금 콘택트 팽거를 인계이지하게 하도록 내측 부분을 둘러싸는 에지 링을 상승시키는 단계 및 에지 링의 내경으로 하여금 콘택트 팽거를 인계이지하게 하도록 내측 부분을 하강시키는 단계 중 적어도 하나의 단계, 에지 링의 내경이 콘택트 팽거를 인계이지할 때를 결정하는 단계, 및 에지 링의 내경이 콘택트 팽거를 인계이지할 때의 결정에 기초하여 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 결정하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 본 개시의 추가 적용가능 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시를 목적으로 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않았다.

도면의 간단한 설명

[0008] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.

도 1은 본 개시에 따른 예시적인 프로세싱 챔버의 기능적 블록도이다.

도 2a는 본 개시에 따른 하강된 위치의 예시적인 에지 링을 도시한다.

도 2b는 본 개시에 따른 상승된 위치의 예시적인 에지 링을 도시한다.

도 2c는 본 개시에 따른 틸팅된 (tilted) 위치의 예시적인 에지 링을 도시한다.

도 3a는 본 개시에 따른 상승된 위치의 예시적인 기판 지지부를 도시한다.

도 3b는 본 개시에 따른 하강된 위치의 기판 지지부 상에 배치된 예시적인 테스트 웨이퍼를 도시한다.

도 3c는 본 개시에 따른 하강된 위치의 기판 지지부 상에 배치된 또 다른 예시적인 테스트 웨이퍼를 도시한다.

도 4a 및 도 4b는 본 개시에 따른 예시적인 테스트 웨이퍼들의 평면도들이다.

도 5a 및 도 5b는 본 개시에 따른 제 1 기하구조를 갖는 콘택트 팽거를 예시한다.

도 6a 및 도 6b는 본 개시에 따른 제 2 기하구조를 갖는 콘택트 팽거를 예시한다.

도 7a 및 도 7b는 본 개시에 따른 제 3 기하구조를 갖는 콘택트 팽거를 예시한다.

도 8은 본 개시에 따른 에지 링의 치수들을 측정하기 위한 예시적인 방법의 단계들을 예시한다.

도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하도록 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 관련 출원들에 대한 교차 참조

[0010] 본 출원은 2016년 3월 29일 출원된 미국 특허 출원 번호 제 62/314,659 호의 이익을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 본 명세서에 참조로서 인용된다.

[0011] 기판 프로세싱 챔버 내 기판 지지부는 기판 위의 볼륨으로 플라즈마를 한정하고, 플라즈마에 의해 유발된 부식으로부터 기판 지지부를 보호하는 등을 위한 에지 링을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 에지 링은 목표된 CDU (critical dimension uniformity) 를 달성하기 위해 기판과 에지 링 근방 및 둘레의 플라즈마 시스 (sheath) 를 제어하도록 배치될 수도 있다. 에지 링의 다양한 표면들은 챔버 내에서 플라즈마에의 노출로 인해, 시간에 따라 마모를 겪고, 에지 링의 치수들의 변화를 유발한다. 결과적으로, 챔버 내에서 프로세싱된 기판들의 CDU가 영향을 받을 수도 있다.

[0012] 따라서, 바람직하게 기판 프로세싱 챔버를 개방하지 않고, 에지 링을 교체하거나 조정할지 여부를 결정하기 위해 마모에 영향을 받은 에지 링의 치수들을 주기적으로 측정하는 것이 바람직하다. 에지 링의 치수들을 측정하기 위한 예시적인 방법들은 기판 지지부 상에 배치된 기판의 틸팅을 측정하도록 레이저 및 포토다이오드를 사용하는 단계, 레이저 변위 센서를 사용하는 단계, 등을 포함한다.

[0013] 본 개시의 원리들에 따른 에지 링 측정 시스템들 및 방법들은 이동가능/조정가능 에지 링 (및/또는 조정가능 기

관 지지부, 척, 페데스탈, 등) 및 에지 링의 치수들을 측정하기 위해 테스트 또는 더미 웨이퍼를 구현한다. 에지 링은 에지 링의 각각의 부분들을 독립적으로 상승 및 하강시키기 위해 예를 들어, 하나 이상의 핀들 및 연관된 액추에이터들 (예를 들어, 3DOF (three degree of freedom), 병렬 로봇) 을 사용하여 이동가능할 수도 있다. 테스트 웨이퍼는 테스트 웨이퍼의 에지로부터 외측으로 연장하고 테스트 웨이퍼의 에지 둘레에 배치된 하나 이상의 콘택트 핑거들을 포함한다.

[0014] (예를 들어, 콘택트 핑거들의 외측 단부들에 의해 규정된) 테스트 웨이퍼의 유효 직경은 에지 링의 내경보다 크다. 이에 따라, 콘택트 핑거들은 에지 링의 상부 표면과 콘택트한다. 이러한 방식으로, 에지 링을 상승 및 하강시키는 것은 테스트 웨이퍼를 대응적으로 상승 및 하강시키고, 핀들은 테스트 웨이퍼에 대해 에지 링의 목표된 배향 (예를 들어, 높이, 틸팅, 등) 을 달성하도록 독립적으로 제어될 수도 있다. 조정가능한 기판 지지부를 포함하는 예들에서, 기판 지지부는 콘택트 핑거들로 하여금 유사한 방식으로 에지 링과 콘택트하게 하도록 하강될 수도 있다. 테스트 웨이퍼가 일 콘택트 핑거만을 포함하는 예에서, 콘택트 핑거가 에지 링의 목표된 부분과 정렬하도록 테스트 웨이퍼가 (예를 들어, 회전하게) 위치될 수도 있다. 이에 따라, 콘택트 핑거를 인계이지하도록 에지 링을 상승시키는 것은 웨이퍼로 하여금 이 위치에서의 에지 링의 특성들에 기초하여 상이하게 틸팅하게 할 것이다.

[0015] 기판 프로세싱 챔버는 기판 지지부 상에 배치된 웨이퍼의 다양한 특성들을 측정하도록 위치된 측정 디바이스 (예를 들어, 광 측정 디바이스, 예컨대 스펙트럼 반사계 또는 SR, 레이저 스펙트럼 반사계 또는 LSR, 등) 을 포함할 수도 있다. 예를 들어, SR은 웨이퍼에서 하향으로 SR 신호를 지향시키도록 기판 지지부 바로 위에 위치될 수도 있다. 포토다이오드, CCD (charge-coupled device), 또는 다른 센싱 디바이스가 웨이퍼의 표면으로부터 반사된 SR 신호를 센싱하도록 배치된다. 반사된 SR 신호의 특성들은 웨이퍼의 다양한 특성들을 나타낸다. 예를 들어, 반사된 SR 신호는 웨이퍼가 기판 지지부에 대해 실질적으로 편평한지 (즉, 기판 지지부의 상부 표면에 평행), 틸팅되는지, 등의 여부를 나타낼 수도 있다. 이에 따라, 에지 링이 상승되면, 반사된 SR 신호의 각도는 에지 링이 하나 이상의 콘택트 핑거들을 인계이지하자마자 변화될 것이다.

[0016] 반대로, 에지 링을 사용하여 기판 지지부로부터 웨이퍼가 상승되면, 에지 링의 고르지 않은 마모는 반사된 SR 신호의 각도로 하여금 예상된 각도 (즉, 기판 지지부 상에 실질적으로 편평하게 놓인 웨이퍼에 대응하는 각도) 와 상이하게 할 것이다. 유사하게, 웨이퍼가 에지 링 (예를 들어, 에지 링을 틸팅하도록 일 핀만을 액추에이팅 함으로써) 을 사용하여 의도적으로 틸팅된다면, 반사된 SR 신호는 웨이퍼의 틸팅이 웨이퍼의 예상된 틸팅에 대응하는지 여부를 여전히 나타낼 것이다.

[0017] 이 방식으로, 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 에지 링이 콘택트 핑거들을 인계이지할 때를 결정하고, 그리고 에지 링의 다양한 부분들 상의 마모를 더 결정하도록 구성된다. 예를 들어, 콘택트 핑거들의 각각의 기하구조들 (예를 들어, 콘택트 표면 프로파일들) 은 에지 링의 어느 부분이 측정되는지를 결정할 수도 있다. 콘택트 핑거가 에지 링의 내경과 콘택트하도록 배치되면, 그러면 콘택트 핑거와 에지 링 간의 콘택트는 에지 링의 내경의 마모를 나타낼 수도 있다. 반대로, 콘택트 핑거가 에지 링의 중간 직경 또는 외경과 콘택트하도록 배치된다면, 그러면 콘택트 핑거와 에지 링 간의 콘택트는 에지 링의 중간 직경 또는 외경의 마모를 나타낼 수도 있다. SR 디바이스로서 본 명세서에 기술되지만, 본 개시의 원리들은 에지 링이 테스트 웨이퍼를 인계이지하고 테스트 웨이퍼로 하여금 이동하고, 틸팅, 등을 하게 할 때를 센싱하도록 구성된 모든 측정 디바이스를 사용하여 구현될 수도 있다.

[0018] 이제 도 1을 참조하면, 본 개시에 따른 기판의 층 (단지 예를 들면, 텅스텐, 또는 W, 층) 을 예칭하기 위한 기판 프로세싱 챔버 (100) 가 도시된다. 특정한 기판 프로세싱 챔버가 도시되고 기술되지만, 본 명세서에 기술된 방법들은 다른 타입들의 기판 프로세싱 시스템들 상에서 구현될 수도 있다.

[0019] 기판 프로세싱 챔버 (100) 는 하부 챔버 영역 (102) 및 상부 챔버 영역 (104) 을 포함한다. 하부 챔버 영역 (102) 은 챔버 측벽 표면들 (108), 챔버 하단 표면 (110) 및 가스 분배 디바이스 (114) 의 하부 표면에 의해 규정된다.

[0020] 상부 챔버 영역 (104) 은 가스 분배 디바이스 (114) 의 상부 표면 및 둠 (118) 의 내측 표면에 의해 규정된다. 일부 예들에서, 둠 (118) 은 제 1 환형 지지부 (121) 상에 놓인다. 일부 예들에서, 이하에 더 기술될 바와 같이, 제 1 환형 지지부 (121) 는 상부 챔버 영역 (104) 으로 프로세스 가스를 전달하기 위해 하나 이상의 이격된 홀들 (123) 을 포함한다. 일부 예들에서, 프로세스 가스는 하나 이상의 이격된 홀들 (123) 에 의해 가스 분배 디바이스 (114) 를 포함하는 평면에 대해 예각으로 상향 방향으로 전달되지만, 다른 각도들/방향들이 사용될 수도 있다. 일부 예들에서, 제 1 환형 지지부 (121) 의 가스 플로우 채널 (134) 은 하나 이상의 이격된 홀들

(123)로 가스를 공급한다.

[0021] 제1환형 지지부(121)는 가스 플로우 채널(129)로부터 하부 챔버 영역(102)으로 프로세스 가스를 전달하기 위해 하나 이상의 이격된 홀들(127)을 규정하는 제2환형 지지부(125) 상에 놓일 수도 있다. 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스(114)의 홀들(131)은 홀들(127)과 정렬한다. 다른 예들에서, 가스 분배 디바이스(114)는 보다 작은 직경을 갖고 홀들(131)이 필요하지 않다. 일부 예들에서, 프로세스 가스는 하나 이상의 이격된 홀들(127)에 의해 가스 분배 디바이스(114)를 포함하는 평면에 대해 예각으로 기판을 향해 하향 방향으로 전달되지만, 다른 각도들/방향들이 사용될 수도 있다.

[0022] 다른 예들에서, 상부 챔버 영역(104)은 평탄한 상단 표면을 갖는 실린더형이고, 하나 이상의 평탄한 유도 코일들이 사용될 수도 있다. 여전히 다른 예들에서, 샤퍼헤드와 기판 지지부 사이에 위치된 스페이서와 함께 단일 챔버가 사용될 수도 있다.

[0023] 기판 지지부(122)는 하부 챔버 영역(102) 내에 배치된다. 일부 예들에서, 기판 지지부(122)는 정전 척(ESC)을 포함하지만, 다른 타입들의 기판 지지부들이 사용될 수 있다. 기판(126)은 에칭 동안 기판 지지부(122)의 상부 표면 상에 배치된다. 일부 예들에서, 기판(126)의 온도는 히터 플레이트(132), 유체 채널들을 갖는 선택가능한 냉각 플레이트 및 하나 이상의 센서들(미도시)에 의해 제어될 수도 있지만, 임의의 다른 적합한 기판 지지부 온도 제어 시스템들이 사용될 수도 있다.

[0024] 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스(114)는 샤퍼헤드(예를 들어, 복수의 이격된 홀들(129)을 가진 플레이트(128))를 포함한다. 복수의 이격된 홀들(129)은 플레이트(128)의 상부 표면으로부터 플레이트(128)의 하부 표면으로 연장된다. 일부 예들에서, 이격된 홀들(129)은 0.4"에서 0.75" 범위의 직경을 가지고 샤퍼헤드는 알루미늄과 같은 도전성 재료 또는 도전성 재료로 만들어진 임베딩된 전극(embedded electrode)을 가지는 세라믹과 같은 비-도전성 재료로 이루어진다.

[0025] 하나 이상의 유도 코일들(140)은 돔(118)의 외측 부분 둘레에 배열된다. 에너자이징되면(energized), 하나 이상의 유도 코일들(140)이 돔(118)내부에 전자기장을 생성한다. 일부 예들에서, 상부 코일 및 하부 코일이 사용된다. 가스 주입기(142)가 가스 전달 시스템(150-1)으로부터 하나 이상의 가스 혼합물들을 주입한다.

[0026] 일부 예들에서, 가스 전달 시스템(150-1)은, 하나 이상의 가스 소스들(152), 하나 이상의 밸브들(154), 하나 이상의 질량 유량 제어기들(MFCs)(156) 및 혼합 매니폴드(mixing manifold)(158)를 포함하지만, 다른 유형의 가스 전달 시스템들이 사용될 수도 있다. 가스 스플리터(미도시)는 가스 혼합물의 플로우 레이트를 가변하도록 사용될 수도 있다. 또 다른 가스 전달 시스템(150-2)은 에칭 가스 또는 에칭 가스 혼합물(가스 주입기(142)로부터의 에칭 가스에 더하여 또는 대신하여)을 가스 플로우 채널들(129 및/또는 134)에 공급하기 위해 사용될 수도 있다.

[0027] 적합한 가스 전달 시스템들은 그 전체가 참조로서 본 명세서에 인용된 2015년 12월 4일에 출원된, 명칭이 "Gas Delivery System"인 공동으로 양도된 미국 특허 출원 제 14/945,680호에 도시되고 기술된다. 적합한 단일 또는 듀얼 가스 주입기들과 다른 가스 주입 위치들은 그 전체가 참조로서 본 명세서에 인용된 2016년 1월 7일에 출원된 명칭이 "Substrate Processing System with Multiple Injection Points and Dual Injector"인 공동으로 양도된 미국 특허 출원 제 62/275,837호에 도시되고 기술된다.

[0028] 일부 예들에서, 가스 주입기(142)는 가스를 하향 방향으로 지향시키는 중앙 주입 위치와 하향 방향에 대하여 비스듬히 가스를 주입하는 하나 이상의 측면 주입 위치들을 포함한다. 일부 예들에서, 가스 전달 시스템(150-1)은 가스 혼합물의 제1부분을 제1플로우 레이트로 중앙 주입 위치에 그리고 가스 혼합물의 제2부분을 제2플로우 레이트로 가스 주입기(142)의 측면 주입 위치(들)로 전달한다. 다른 예들에서, 상이한 가스 혼합물들이 가스 주입기(142)에 의해 전달된다. 일부 예들에서, 가스 전달 시스템(150-1)은 후술될 바와 같이 튜닝 가스(tuning gas)를 가스 플로우 채널들(129 및 134) 및/또는 프로세싱 챔버의 다른 위치들로 전달한다.

[0029] 플라즈마 생성기(170)는 하나 이상의 유도 코일들(140)로 출력되는 RF 전력을 생성하도록 사용될 수도 있다. 플라즈마(190)는 상부 챔버 영역(104)에서 생성된다. 일부 예들에서, 플라즈마 생성기(170)는 RF 생성기(172)와 매칭 네트워크(174)를 포함한다. 매칭 네트워크(174)는 RF 생성기(172)의 임피던스를 하나 이상의 유도 코일들(140)의 임피던스에 매칭시킨다. 일부 예들에서, 가스 분배 디바이스(114)는 접지와 같은 기준 전위에 연결된다. 밸브(178)와 펌프(180)는 하부 챔버 영역(102) 및 상부 챔버 영역(104)

의 내부의 압력을 제어하거나 반응물질들을 배출시키도록 사용될 수도 있다.

[0030] 제어기 (176) 는 프로세스 가스, 퍼지 가스, RF 플라즈마와 챔버 압력의 플로우를 제어하기 위해 가스 전달 시스템들 (150-1 및 150-2), 밸브 (178), 펌프 (180) 및/또는 플라즈마 생성기 (170) 와 통신한다. 일부 예들에서, 플라즈마는 하나 이상의 유도 코일들 (140) 에 의해 둠 (118) 의 내부에서 지속된다. 하나 이상의 가스 혼합물들은 가스 주입기 (142) (및/또는 홀들 (123)) 를 이용하여 챔버의 상단 부분으로부터 도입되고 플라즈마는 가스 분배 디바이스 (114) 를 이용하여 둠 (118) 내에 한정된다.

[0031] 둠 (118) 내에 플라즈마를 한정하는 것은 플라즈마 종의 체적 재결합 (volume recombination) 과 가스 분배 디바이스 (114) 를 통한 목표된 에夤特 종 (echant species) 의 발산을 허용한다. 일부 예들에서 기관 (126) 에 RF 바이어스가 인가되지 않는다. 그 결과, 기관 (126) 상에 활성화된 시스 (sheath) 가 없고 이온들이 임의의 유한한 에너지를 가지고 기관에 충돌하지 않는다. 일정 양의 이온들은 가스 분배 디바이스 (114) 를 통해 플라즈마 영역으로부터 확산될 것이다. 그러나, 확산되는 플라즈마의 양은 둠 (118) 내부에 위치한 플라즈마 보다 한 자릿수 적다. 플라즈마의 대부분의 이온들은 고압에서 체적 재결합함으로써 손실된다. 가스 분배 디바이스 (114) 의 상부 표면에서의 표면 재결합 손실은 또한 가스 분배 디바이스 (114) 아래의 이온 밀도를 낮춘다.

[0032] 다른 예들에서, RF 바이어스 전력 생성기 (184) 가 제공되고 RF 생성기 (186) 및 매칭 네트워크 (188) 를 포함한다. RF 바이어스는 가스 분배 디바이스 (114) 와 기관 지지부 사이에서 플라즈마를 생성하거나 이온들을 끌 어당기기 위해 (attract) 기관 (126) 상에 셀프-바이어스 (self-bias) 를 만들어 내는데 사용될 수 있다. 제어기 (176) 는 RF 바이어스를 제어하기 위해 사용될 수도 있다.

[0033] 기관 지지부 (122) 는 에지 링 (192) 을 포함한다. 본 개시의 원리들에 따른 에지 링 (192) 은 기관 (126) 에 대해 이동가능하고 (예를 들어, 수직 방향으로 상향 및 하향으로 이동가능), 그리고/또는 기관 지지부 (122) 는 상향 및 하향으로 이동가능하다. 예를 들어, 에지 링 (192) 및/또는 기관 지지부 (122) 는 아래에 보다 상세히 기술된 바와 같이 제어기 (176) 에 반응하는 하나 이상의 액추에이터들을 통해 제어될 수도 있다.

[0034] 기관 (126) 은 에지 링 (192) 을 인계이지하도록 위치된 하나 이상의 콘택트 팽거들 (194) 을 포함한다. 예를 들어, 에지 링 (192) 및/또는 기관 지지부 (122) 를 상승 및 하강시키는 것은 아래에 보다 상세히 기술된 바와 같이 에지 링 (192) 으로 하여금 선택적으로 콘택트 팽거들 (194) 을 인계이지하게 한다. SR 디바이스 (196) 는 기관 (126) 의 표면에서 SR 신호를 지향시키도록 배치된다. SR 신호는 반사되고 센서 (예를 들어, 포토다이오드) (198) 에 의해 수신된다. (예를 들어, 마모에 의해 영향받을 때) 에지 링 (192) 의 치수들은 (예를 들어, 반사된 SR 신호에 의해 나타낸) 에지 링 (192) 이 콘택트 팽거들 (194) 과 콘택트할 때 에지 링 (192) (및/또는 기관 지지부 (122)) 의 높이를 사용하여 계산될 수도 있다.

[0035] 이제 도 2a 내지 도 2c를 참조하면, 본 개시의 원리들에 따라 상부에 배치된 각각의 테스트 기관들 또는 웨이퍼들을 갖는 예시적인 기관 지지부들 (200) 이 도시된다. 기관 지지부들 (200) 은 각각 내측 부분 (예를 들어, ESC에 대응) (208) 및 외측 부분 (212) 을 갖는 베이스 또는 폐데스탈을 포함할 수도 있다. 예들에서, 내측 부분 (208) 은 (즉, 내측 부분 (208) 이 상승 및/또는 하강되도록 구성되는 예들에서) 외측 부분 (212) 으로부터 독립적일 수도 있고, 외측 부분 (212) 에 대해 이동가능할 수도 있다. 제어기 (216) 는 에지 링 (224) 을 선택적으로 상승 및 하강시키도록 하나 이상의 액추에이터들 (220) 과 통신한다. 단지 예를 들면, 에지 링 (224) 은 도 2a에서 완전히 하강된 위치이고 도 2b 및 도 2c에서 예시적인 상승된 위치들로 도시된다. 예들에 도시된 바와 같이, 액추에이터들 (220) 은 수직 방향으로 핀들 (228) 을 선택적으로 연장 및 후퇴 (retract) 시키도록 구성된 핀 액추에이터들에 대응한다. 다른 적합한 타입들의 액추에이터들이 다른 예들에서 사용될 수도 있다. 예를 들어, 액추에이터들 (220) 은 단계적 방식으로 핀들 (228) 을 상승 및 하강시키도록 각각의 핀들 (228) 의 쓰레드들을 인계이지하도록 구성된 모터들에 대응할 수도 있다. 단지 예를 들면, 에지 링 (224) 은 세라믹 또는 석영 에지 링에 대응한다.

[0036] 테스트 웨이퍼 (204) 는 하나 이상의 콘택트 팽거들 (232) 을 포함한다. 2 개의 콘택트 팽거들 (232) 이 도시되지만, 예들에서 테스트 웨이퍼 (204) 는 1 개, 2 개, 3 개 또는 보다 많은 콘택트 팽거들 (232) 을 포함할 수도 있다. 도 2b에서, 제어기 (216) 는 전체 에지 링 (224) 을 상승시키기 위해 액추에이터들 (220) 과 통신하는 것으로 도시된다. 예를 들어, 제어기 (216), 액추에이터들 (220), 및 핀들 (228) 은 전체 에지 링 (224) 만이 상승되고 하강되도록 구성될 수도 있고, 또는 제어기 (216) 는 핀들 (228) 을 개별적으로 제어하도록 구성될 수도 있다. 이에 따라, 테스트 웨이퍼 (204) 는 기관 지지부 (200) 에 대해 실질적으로 편평 (즉, 평행) 하다. 반대로, 도 2c에서, 제어기 (216) 는 핀들 (228) 의 각각의 핀 및 에지 링 (224) 의 일부만을 상승시키도록 액추에이터들 (220) 중 하나와만 통신하는 것으로 도시된다. 이에 따라, 테스트 웨이퍼 (204) 는 기관 지지부

(200)에 대해 틸팅된다.

[0037] 기판 지지부 (200)가 액추에이터들 (220) 중 하나 그리고 각각의 펀들 (228) 만을 포함하는 예들에서, 테스트 웨이퍼 (204)는 회전될 수 있고 에지 링 (224)의 상이한 부분들과 콘택트 평거 (232)를 정렬하도록 상이한 위치들에 배치될 수 있다. 이 방식으로, 에지 링 (224)이 콘택트 평거 (232)를 인계이지할 때 에지 링 (224)의 높이는 콘택트 평거 (232)와 정렬된 에지 링 (224)의 부분 (예를 들어, 웨이퍼)의 치수를 나타낸다.

[0038] 도 3a 내지 도 3c에 도시된 바와 같은 또 다른 예에서, 에지 링 (224) (및/또는 에지 링 (224)이 장착된 외측 부분 (212)의 절대 높이는 챔버의 표면에 대해 고정될 수도 있다. 대신, 내측 부분 (208) (예를 들어, ESC)은 에지 링 (224)에 대해 이동가능하다. 이에 따라, 제어기 (216)는 기판 지지부 (200)에 대한 에지 링 (224)의 높이를 조정하기 위해 에지 링 (224)에 대해 내측 부분 (208)을 상승 및 하강시키도록 액추에이터들 (220)과 통신할 수도 있다. 내측 부분 (208)은 도 3a에서 상승된 위치 그리고 도 3b 및 도 3c에서 예시적인 하강된 위치들로 도시된다. 이에 따라, (예를 들어, 도 3b에 도시된 바와 같이) 테스트 웨이퍼 (204)가 복수의 콘택트 평거들 (232)을 포함하는 예들에서, 전체 테스트 웨이퍼 (204)는 에지 링 (224)에 의해 지지되고 기판 지지부 (200)에 대해 실질적으로 편평 (즉, 평행)하다. 반대로, (예를 들어, 도 3c에 도시된 바와 같이) 테스트 웨이퍼 (204)가 콘택트 평거들 (232) 중 하나만을 포함하는 예들에서, 콘택트 평거 (232)에 대응하는 테스트 웨이퍼 (204)의 부분이 에지 링 (224)에 의해 지지되고, 테스트 웨이퍼 (204)는 기판 지지부 (200)에 대해 틸팅된다. 테스트 웨이퍼 (204)는 회전될 수 있고 에지 링 (224)의 상이한 부분들과 콘택트 평거 (232)를 정렬하도록 상이한 위치들에 배치될 수 있다.

[0039] 상기 예들에서, 에지 링 (224) 및 내측 부분 (208)의 각각의 상승 및 하강된 높이들 (및 테스트 웨이퍼 (204)의 대응하는 배향 및 기판 지지부 (200)에 대한 틸팅)은 예시적인 목적들만으로 도시된다. 동작시, 에지 링 (224)은, 에지 링 (224)이 하나 이상의 콘택트 평거들 (232)을 인계이지할 때까지만 상승될 수도 있어서, 반사된 SR 신호의 특성들을 변화시킨다. 유사하게, 내측 부분 (208)은 하나 이상의 콘택트 평거들 (232)이 에지 링 (224)을 인계이지할 때까지만 하강될 수도 있어서, 반사된 SR 신호의 특성들을 변화시킨다.

[0040] 이 방식으로, 제어기 (216)는 에지 링 (224)이 콘택트 평거 (232)를 인계이지할 때 (또는 반대)를 검출하도록 반사된 SR 신호의 특성들을 모니터링하고, 에지 링 (224)이 콘택트 평거 (232)를 인계이지하는 에지 링 (224) (및/또는 내측 부분 (208))의 제 1 높이를 결정하고, 제 1 높이와 새로운 (즉, 마모되지 않은, 최적, 등의) 에지 링에 대응하는 높이 사이의 차를 결정하고, 그리고 차에 기초하여 에지 링 (224)의 치수들을 결정하도록 구성된다. 이에 따라, 에지 링 (224)이 시간에 따라 마모됨에 따라, 에지 링 (224)의 상부 표면에서의 변화들이 계산될 수 있고, 그리고 에지 링 (224) (및/또는 내측 부분 (208))은 마모를 보상하도록 위치될 수 있다. 예를 들어, 에지 링 (224)의 내경의 두께가 (예를 들어, 에지 링 (224)의 평균 둘레 원주에 대해) 0.X \pm 만큼 감소된다고 제어기 (216)가 계산하면, 제어기 (216)는 기판의 프로세싱 동안 에지 링 (224)을 0.X \pm 만큼 상승시킬 수 있다. 또한, 제어기 (216)는 에지 링 (224)이 유지보수, 교체, 등을 필요로 할 때를 결정할 (그리고 LED, 그래픽 인터페이스, 등을 통해 사용자에게 나타낼) 수도 있다. 제어기 (216)는 상기 방법들을 통해 주기적으로, 사용자에 의해 재촉될 때 (prompt) 등에 에지 링 (224) 치수들의 측정을 수행할 수 있다.

[0041] 도 4a 및 도 4b는 예시적인 테스트 웨이퍼들 (260 및 264)의 평면도들을 도시한다. 도 4a에서, 테스트 웨이퍼 (260)는 복수 (예를 들어, 3 개)의 콘택트 평거들 (268)을 포함한다. 도 4b에서, 테스트 웨이퍼 (264)는 콘택트 평거들 (268) 중 하나만을 포함한다. 하나 이상의 콘택트 평거들 (368)은 노치 (272)를 포함할 수도 있다. 노치 (272)는 기판 지지부에 대한 목표된 정렬로 테스트 웨이퍼들 (260 및 264)을 위치시키도록 사용될 수도 있다. 예를 들어, 테스트 웨이퍼들 (260 및 264)의 위치는 (예를 들어, 카메라 또는 다른 이미지 센서 디바이스를 사용하여) 노치 (272)를 검출하고 이에 따라 테스트 웨이퍼들 (260 및 264)의 정렬을 계산함으로써 결정될 수 있다.

[0042] 도 5a 및 도 5b, 도 6a 및 도 6b, 및 도 7a 및 도 7b는 예시적인 에지 링들 (300) 및 테스트 웨이퍼들 (304)을 도시한다. 도 5a, 도 6a, 및 도 7a는 에지 링들 (300)이 마모를 겪기 전 에지 링들 (300)의 높이 H를 예시한다. 도 5b, 도 6b, 및 도 7b는 에지 링들 (300)의 각각의 마모를 보상하기 위한 높이 H + 오프셋 d를 예시한다. 예를 들어 H + d는 콘택트 평거들 (308, 312, 및 316)을 인계이지하기 위해 (예를 들어, 제어기 (216) 및 반사된 SR 신호를 사용하여) 에지 링들 (300)이 결정될 때 에지 링들 (300)의 각각의 높이에 대응한다. 에지 링들 (300)의 치수들을 측정하기 위해 콘택트 평거들 (308, 312, 및 316)은 상이한 기하구조들 (즉, 콘택트 표면 프로파일들)을 갖는다. 도 5a 및 도 5b에서, 콘택트 평거 (308)는 에지 링 (300)의 내경을 인계이지하도록 구성된다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 에지 링 (300)의 내경이 시간에 따라 마모됨에

따라, 에지 링 (300) 은 상이한 높이들에서 콘택트 평거 (308) 를 인계이지한다. 이에 따라, 에지 링 (300) 은 에지 링 (300) 의 내경에 대한 마모량 (그리고 치수들의 대응하는 변화들) 을 결정하고, 에지 링의 상부 표면과 프로세싱될 웨이퍼 간의 목표된 관계를 달성하기 위해 상승될 수 있다. 반대로, 콘택트 평거 (312) 는 에지 링 (300) 의 외경을 인계이지하도록 구성되고, 그리고 콘택트 평거 (316) 는 에지 링 (300) 의 중간 직경을 인계이지하도록 구성된다. 이 방식으로, 에지 링 (300) 의 상이한 부분들의 치수들이 측정될 수 있다.

[0043] 이제 도 8을 참조하면, 본 개시에 따라 에지 링의 치수들을 측정하기 위한 예시적인 방법 400이 404에서 시작된다. 408에서, 테스트 기판이 기판 지지부 상에 배치된다. 예를 들어, 테스트 기판은 도 1 내지 도 7에 대해 상기 기술된 바와 같이 콘택트 평거를 포함하고, 콘택트 평거는 기판 지지부의 에지 링 위로 연장한다. 412에서, 에지 링이 상승된다 (또는 일부 예들에서 기판 지지부의 내측 부분이 하강된다). 416에서, 방법 400 (예를 들어, 제어기 (216)) 은 에지 링 (예를 들어, 에지 링의 내경) 이 콘택트 평거를 인계이지하는지 여부를 결정한다. 예를 들어, 제어기 (216) 는 테스트 기판의 표면으로부터 반사된 신호에 기초하여 에지 링이 콘택트 평거를 인계이지했는지 여부를 결정한다. 참이면, 방법 400은 420으로 계속된다. 거짓이면, 방법 400은 412로 계속된다.

[0044] 420에서, 방법 400 (예를 들어, 제어기 (216)) 은 에지 링이 콘택트 평거를 인계이지할 때에 기초하여 기판 프로세싱 시스템의 적어도 하나의 특성을 결정한다. 예를 들어, 제어기 (216) 는 에지 링이 콘택트 평거를 인계이지할 때 에지 링 (또는 내측 부분이 하강되는 예들에서 기판 지지부의 내측 부분) 의 위치/높이, 에지 링이 상승된 총량에 기초하여 에지 링의 마모를 계산한다. 방법 400은 424에서 종료된다.

[0045] 전술한 기술은 본질적으로 단순히 예시적이고 어떠한 방법으로도 개시, 이들의 애플리케이션 또는 용도들을 제한하도록 의도되지 않는다. 개시의 광범위한 교시가 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시는 특정한 예들을 포함하지만, 다른 수정 사항들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들을 연구함으로써 명백해질 것이기 때문에, 본 개시의 진정한 범위는 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법 내의 하나 이상의 단계들이 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시예들 각각이 특정한 피처들을 갖는 것으로 상기에 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시예에 대하여 기술된 임의의 하나 이상의 이를 피처들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시예들의 피처들로 및/ 또는 임의의 다른 실시예들의 피처들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시예들의 또 다른 실시예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0046] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 및 기능적 관계들은, "연결된 (connected)", "인계이지된 (engaged)", "커플링된 (coupled)", "인접한 (adjacent)", "옆에 (next to)", "~의 상단에 (on top of)", "위에 (above)", "아래에 (below)", 및 "배치된 (disposed)" 을 포함하는, 다양한 용어들을 사용하여 기술된다. "직접적 (direct)" 인 것으로 명시적으로 기술되지 않는 한, 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 간의 관계가 상기 개시에서 기술될 때, 이 관계는 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 다른 중개하는 엘리먼트가 존재하지 않는 직접적인 관계일 수 있지만, 또한 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 (공간적으로 또는 기능적으로) 하나 이상의 중개하는 엘리먼트들이 존재하는 간접적인 관계일 수 있다. 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 구 A, B, 및 C 중 적어도 하나는 비배타적인 논리 OR를 사용하여, 논리적으로 (A 또는 B 또는 C) 를 의미하는 것으로 해석되어야 하고, "적어도 하나의 A, 적어도 하나의 B, 및 적어도 하나의 C" 를 의미하도록 해석되지 않아야 한다.

[0047] 일부 구현예들에서, 제어기는 상술한 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부일 수 있다. 이러한 시스템들은, 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱용 플랫폼 또는 플랫폼들, 및/또는 특정 프로세싱 컴포넌트들 (웨이퍼 페네스탈, 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 전자장치에 통합될 수도 있다. 전자장치들은 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부품들을 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, 전공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴들 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그램될 수도 있다.

[0048] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트러먼트들을 수신하고, 인스트러먼트들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작

들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는 등을 하는 다양한 접적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 접적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP), ASIC (application specific integrated circuit) 으로서 규정되는 칩들 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 실행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 산화물들, 실리콘, 이산화 실리콘, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어에 의해 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

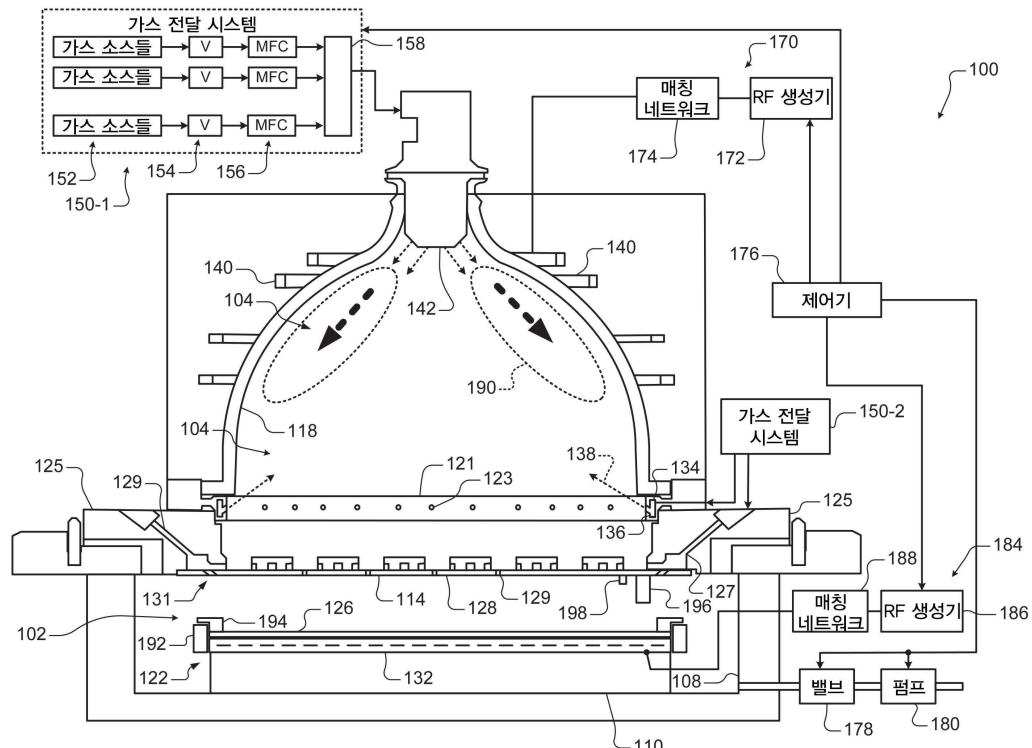
[0049] 제어기는, 일부 구현예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 이와 달리 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스를 시작하기 위해서 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버) 는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해서 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 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 동안에 수행될 프로세스 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정한, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 이 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성된 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 상술한 바와 같이, 제어기는 예를 들어 서로 네트워킹되어서 함께 공통 목적을 위해서, 예를 들어 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들을 위해서 협력하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는, (예를 들어, 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 접적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 접적 회로들일 수 있다.

[0050] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 중착 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.

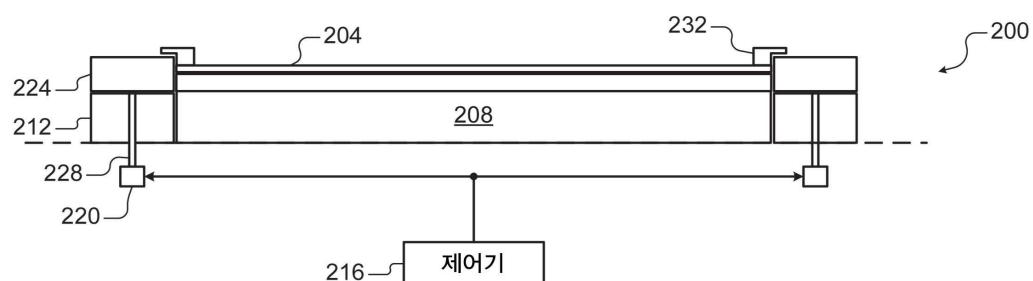
[0051] 상술한 바와 같이, 툴에 대해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

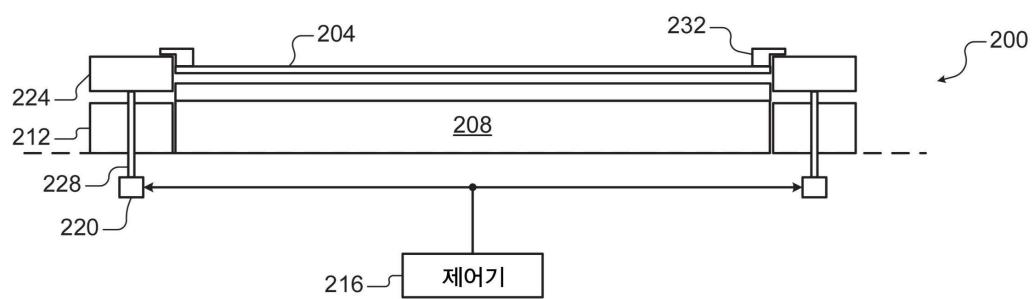
도면1



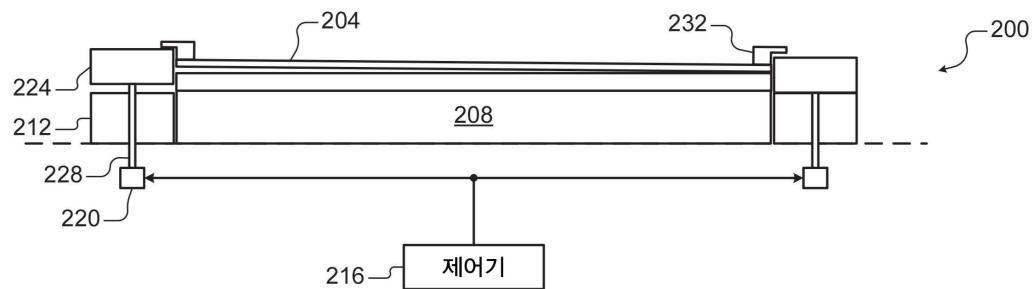
도면2a



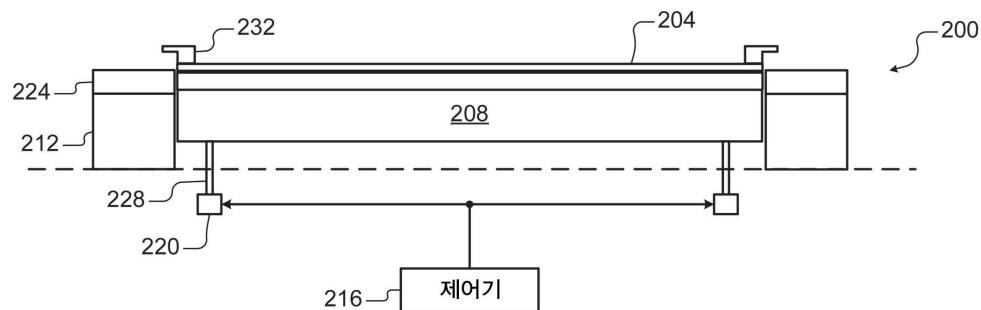
도면2b



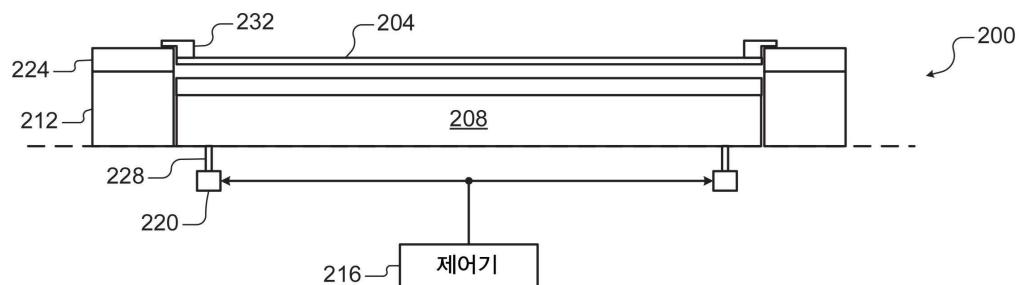
도면2c



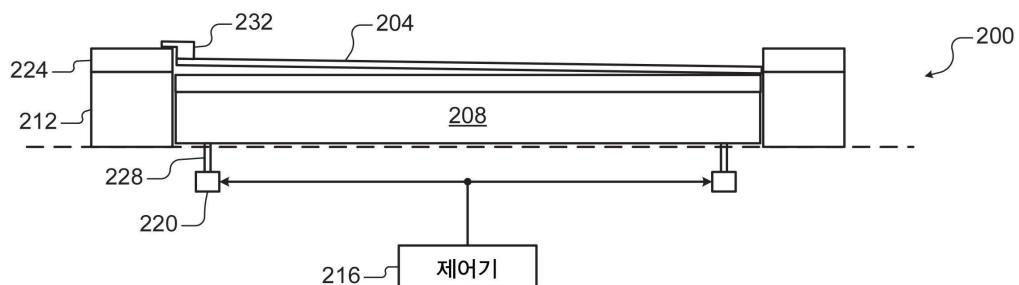
도면3a



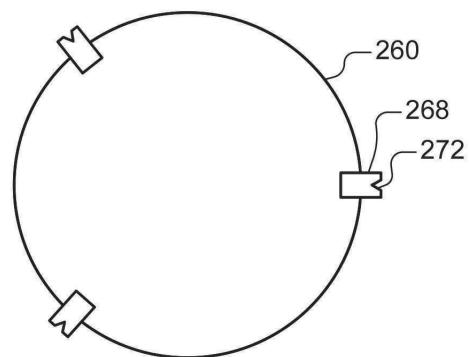
도면3b



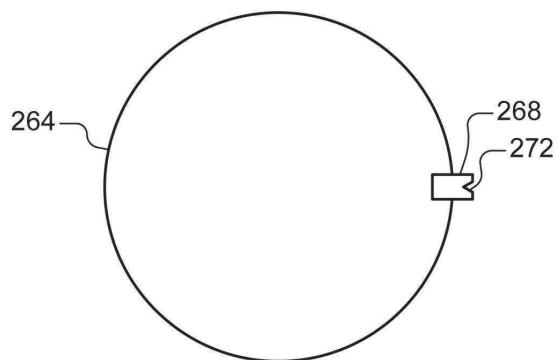
도면3c



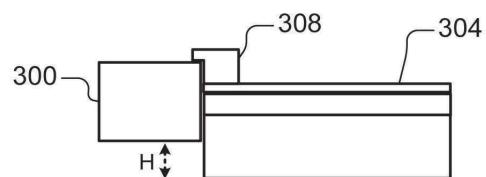
도면4a



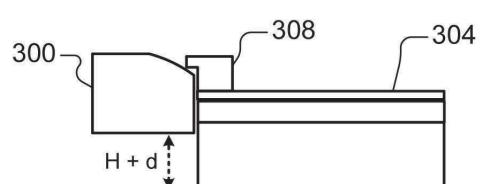
도면4b



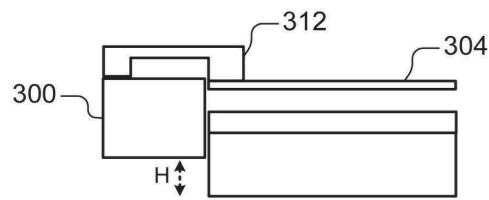
도면5a



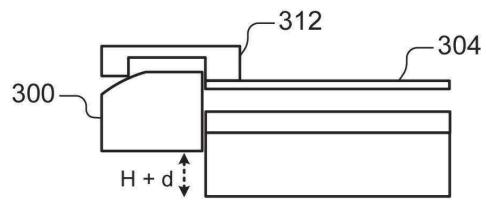
도면5b



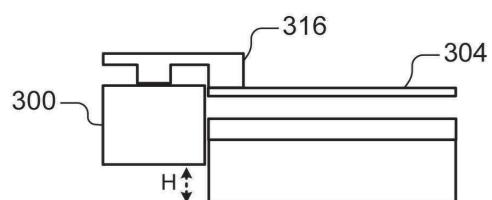
도면6a



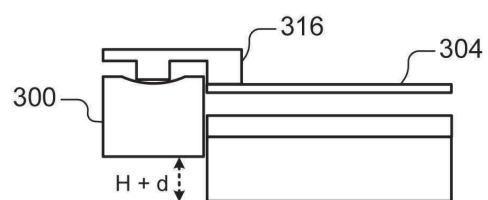
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

