



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월13일
(11) 등록번호 10-2454532
(24) 등록일자 2022년10월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/683 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/6833 (2013.01)

H01L 21/6835 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0083390

(22) 출원일자 2017년06월30일

심사청구일자 2020년06월29일

(65) 공개번호 10-2018-0006307

(43) 공개일자 2018년01월17일

(30) 우선권주장

62/359,405 2016년07월07일 미국(US)

15/634,365 2017년06월27일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003133401 A*

JP2014522103 A*

JP2008243973 A*

JP2008042117 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

램 리써치 코포레이션

미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650

(72) 발명자

마튜슈킨 알렉산더

미국, 캘리포니아 95125, 산 호세, 루비노 서클 2809

홀란드 존 패트릭

미국, 캘리포니아 95126, 산 호세, 칼라베라스 애비뉴 1565

싱 하르미트

미국, 캘리포니아 94539, 프리몬트, 베카도 플레 이스 443

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 16 항

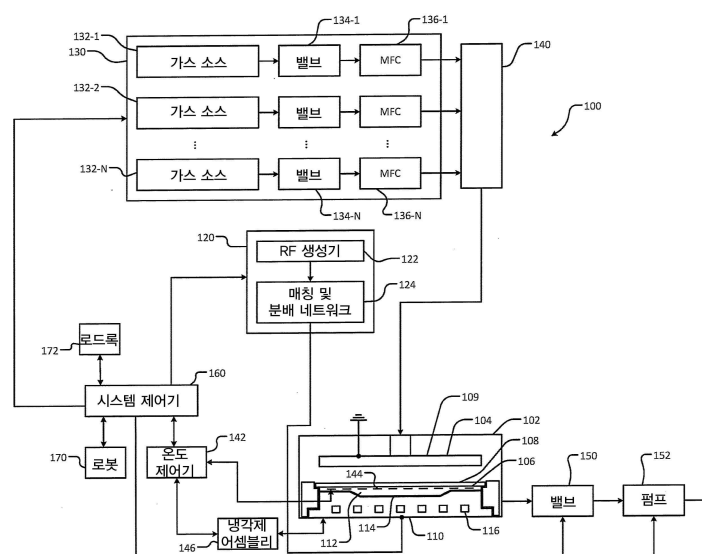
심사관 : 김대웅

(54) 발명의 명칭 전기적 아크 및 발광을 방지하고 프로세스 균일도를 개선하기 위한 퍼쳐들을 갖는 정전 척

(57) 요약

기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부는 베이스플레이트, 베이스플레이트 상에 제공된 본딩 층, 및 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층을 포함한다. 세라믹 층은 제 1 영역 및 제 1 영역의 방사상 외측에 위치한 제 2 영역을 포함하고, 제 1 영역은 제 1 두께를 갖고, 제 2 영역은 제 2 두께를 갖고, 그리고 제 1 두께는 제 2 두께보다 크다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

기관 프로세싱 시스템용 기관 지지부에 있어서,

베이스플레이트;

상기 베이스플레이트 상에 제공된 본딩 층; 및

상기 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층으로서,

상기 세라믹 층은 제 1 영역 및 상기 제 1 영역의 방사상 외측에 위치한 제 2 영역을 포함하고,

상기 제 1 영역은 제 1 두께를 갖고,

상기 제 2 영역은 제 2 두께를 갖고, 그리고

상기 세라믹 층의 하부 표면이 상기 제 1 영역으로부터 상기 제 2 영역으로 위로 스텝핑되게 상기 제 1 두께는 상기 제 2 두께보다 큰, 상기 세라믹 층을 포함하고,

상기 베이스플레이트는 상기 세라믹 층의 하측으로 열 전달 가스를 공급하도록 구성된 열 전달 가스 공급 홀들을 포함하고, 상기 열 전달 가스 공급 홀들은 열 전달 가스 소스와 유체 연통하게 구성되고,

상기 열 전달 가스 공급 홀들은 상기 제 2 영역 외측 에지 아래에 구성되지만 상기 제 1 영역 아래에는 구성되지 않는, 기관 지지부.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 영역은 상기 세라믹 층의 중심 영역에 대응하고 그리고 상기 제 2 영역은 상기 중심 영역을 둘러싸는 환형 영역에 대응하는, 기관 지지부.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 두께는 2 mm보다 크고 그리고 상기 제 2 두께는 2 mm보다 작은, 기관 지지부.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 세라믹 층은 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역 사이에 위치한 제 3 영역을 포함하는, 기관 지지부.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 3 영역은 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역 사이에서 가변하는 제 3 두께를 갖는 전이 영역에 대응하는, 기관 지지부.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제 3 영역은 스텝핑된 (stepped) 영역, 챔퍼링된 (chamfered) 영역, 및 커브된 (curved) 영역 중 하나인, 기관 지지부.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 세라믹 층은 세라믹 디스크 및 상기 세라믹 디스크 상에 배치된 세라믹 플레이트를 포함하는, 기관 지지부.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 세라믹 디스크와 상기 세라믹 플레이트 사이에 제공된 제 2 본딩 층을 더 포함하는, 기관 지지부.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 세라믹 디스크 및 상기 세라믹 플레이트의 내측 부분은 상기 제 1 영역에 대응하고, 그리고 상기 세라믹 디스크 및 상기 세라믹 플레이트의 상기 내측 부분은 상기 제 1 두께를 규정하는, 기관 지지부.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 세라믹 플레이트의 외측 부분은 상기 제 2 영역에 대응하고, 그리고 상기 세라믹 플레이트의 상기 외측 부분은 상기 제 2 두께를 규정하는, 기관 지지부.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 세라믹 플레이트는 제 1 재료를 포함하고 그리고 상기 세라믹 디스크는 제 2 재료를 포함하는, 기관 지지부.

청구항 12

기관 프로세싱 시스템용 기관 지지부에 있어서,

베이스플레이트;

상기 베이스플레이트 상에 제공된 본딩 층;

상기 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층; 및

상기 베이스플레이트와 상기 세라믹 층 사이에 제공된 유전체 필러 층을 포함하고,

상기 세라믹 층은 내측 부분 및 외측 부분을 포함하고,

상기 유전체 필러 층 및 상기 세라믹 층의 상기 내측 부분은 제 1 영역을 규정하고,

상기 세라믹 층의 상기 외측 부분은 상기 제 1 영역의 방사상 외측에 위치된 제 2 영역을 규정하고,

상기 제 1 영역은 제 1 두께를 갖고,

상기 세라믹 층의 하부 표면이 상기 제 1 영역으로부터 상기 제 2 영역으로 위로 스텝핑되게 상기 제 2 영역은 제 2 두께를 갖고, 그리고

상기 제 1 두께는 상기 제 2 두께보다 크고,

상기 베이스플레이트는 상기 세라믹 층의 하측으로 열 전달 가스를 공급하도록 구성된 열 전달 가스 공급 홀들을 포함하고,

상기 열 전달 가스 공급 홀들은 상기 제 2 영역 외측 에지 아래에 구성되지만 상기 제 1 영역 아래에는 구성되지 않고, 상기 열 전달 가스 공급 홀들은 열 전달 가스 소스와 유체 연통하게 구성되는, 기관 지지부.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 두께는 2 mm보다 크고 그리고 상기 제 2 두께는 2 mm보다 작은, 기관 지지부.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 세라믹 층 및 상기 유전체 필러 층은 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역 사이에 위치한 제 3 영역을 규정하는, 기관 지지부.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 영역은 상기 제 1 영역과 상기 제 2 영역 사이에서 가변하는 제 3 두께를 갖는 전이 영역에 대응하는, 기관 지지부.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 영역은 스텝핑된 영역, 챔퍼링된 영역, 및 커브된 영역 중 하나인, 기관 지지부.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 기관 프로세싱 시스템들, 보다 구체적으로 기관 지지부의 세라믹 층의 측벽들을 보호하는 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기관 프로세싱 시스템들은 반도체 웨이퍼들과 같은 기관들을 처리하도록 사용될 수도 있다. 기관 상에서 수행될 수도 있는 예시적인 프로세스들은, 이로 제한되는 것은 아니지만, CVD (chemical vapor deposition), ALD (atomic layer deposition), 유전체 에칭, 및/또는 다른 에칭, 증착, 또는 세정 프로세스들을 포함한다. 기관은 기관 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버 내에서 기관 지지부, 예컨대 페데스탈, 정전 척 (ESC) 등 상에 배치될 수도 있다. 에칭 동안, 하나 이상의 전구체들을 포함하는 가스 혼합물들은 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있고, 플라즈마가 기관과의 물리적 및 화학적 상호작용들을 개시하고 그리고/또는 지속시키도록 사용될 수도 있다.

[0003] 기관 지지부, 예컨대 ESC는 기관을 지지하도록 배치된 세라믹 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 기관은 프로세싱 동안 세라믹 층에 클램핑될 수도 있다. 세라믹 층은 본딩 층을 사용하여 기관 지지부의 베이스플레이트에 본딩될 수도 있고, 본딩 층은 이로 제한되지 않지만, 필러를 갖는 실리콘, 에폭시 매트릭스 재료, 등을 포함하

는 재료들을 포함할 수도 있다. 베이스플레이트는 냉각된 알루미늄 베이스플레이트를 포함할 수도 있다.

발명의 내용

- [0004] 기관 프로세싱 시스템용 기관 지지부는 베이스플레이트, 베이스플레이트 상에 제공된 본딩 층, 및 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층을 포함한다. 세라믹 층은 제 1 영역 및 제 1 영역의 방사상 외측에 위치한 제 2 영역을 포함하고, 제 1 영역은 제 1 두께를 갖고, 제 2 영역은 제 2 두께를 갖고, 그리고 제 1 두께는 제 2 두께보다 크다.
- [0005] 다른 특징들에서, 제 1 영역은 세라믹 층의 중심 영역에 대응하고 그리고 제 2 영역은 중심 영역을 둘러싸는 환형 영역에 대응한다. 제 1 두께는 2 mm보다 크고 그리고 제 2 두께는 2 mm보다 작다. 베이스플레이트는 세라믹 층의 하측으로 열 전달 가스를 공급하도록 구성된 열 전달 가스 공급 홀들을 포함한다. 열 전달 가스 공급 홀들은 제 2 영역 아래에 구성되지만 제 1 영역 아래에는 구성되지 않는다.
- [0006] 다른 특징들에서, 세라믹 층은 제 1 영역과 제 2 영역 사이에 위치한 제 3 영역을 포함한다. 제 3 영역은 제 1 영역과 제 2 영역 사이에서 가변하는 제 3 두께를 갖는 전이 영역에 대응한다. 제 3 영역은 스텝핑된 (stepped) 영역, 챔퍼링된 (chamfered) 영역, 및 커브된 (curved) 영역 중 하나이다.
- [0007] 다른 특징들에서, 세라믹 층은 세라믹 디스크 및 세라믹 디스크 상에 배치된 세라믹 플레이트를 포함한다. 기관 지지부는 세라믹 디스크와 세라믹 플레이트 사이에 제공된 제 2 본딩 층을 더 포함한다. 세라믹 디스크 및 세라믹 플레이트의 내측 부분은 제 1 영역에 대응하고, 그리고 세라믹 디스크 및 세라믹 플레이트의 내측 부분은 제 1 두께를 규정한다. 세라믹 플레이트의 외측 부분은 제 2 영역에 대응하고, 그리고 세라믹 플레이트의 외측 부분은 제 2 두께를 규정한다. 세라믹 플레이트는 제 1 재료를 포함하고 그리고 세라믹 디스크는 제 2 재료를 포함한다.
- [0008] 기관 프로세싱 시스템용 기관 지지부는 베이스플레이트, 베이스플레이트 상에 제공된 본딩 층, 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층 및 베이스플레이트와 세라믹 층 사이에 제공된 유전체 필러 층을 포함한다. 세라믹 층은 내측 부분 및 외측 부분을 포함한다. 유전체 필러 층 및 세라믹 층의 내측 부분은 제 1 영역을 규정한다. 세라믹 층의 외측 부분은 제 1 영역의 방사상 외측에 위치한 제 2 영역을 규정한다. 제 1 영역은 제 1 두께를 갖는다. 제 2 영역은 제 2 두께를 갖는다. 제 1 두께는 제 2 두께보다 크다.
- [0009] 다른 특징들에서, 제 1 두께는 2 mm보다 크고 그리고 제 2 두께는 2 mm보다 작다. 베이스플레이트는 세라믹 층의 하측으로 열 전달 가스를 공급하도록 구성된 열 전달 가스 공급 홀들을 포함한다. 열 전달 가스 공급 홀들은 제 2 영역 아래에 구성되지만 제 1 영역 아래에는 구성되지 않는다.
- [0010] 다른 특징들에서, 세라믹 층 및 유전체 필러 층은 제 1 영역과 제 2 영역 사이에 위치한 제 3 영역을 포함한다. 제 3 영역은 제 1 영역과 제 2 영역 사이에서 가변하는 제 3 두께를 갖는 전이 영역에 대응한다. 제 3 영역은 스텝핑된 영역, 챔퍼링된 영역, 및 커브된 영역 중 하나이다.
- [0011] 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

- [0012] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.
- 도 1은 본 개시의 원리들에 따른 기관 지지부를 포함하는 예시적인 기관 프로세싱 시스템의 기능적 블록도이다.
- 도 2는 가변 두께 세라믹 층을 포함하는 제 1 예시적인 기관 지지부이다.
- 도 3은 가변 두께 세라믹 층을 포함하는 제 2 예시적인 기관 지지부이다.
- 도 4는 세라믹 층 및 유전체 층을 포함하는 제 3 예시적인 기관 지지부이다.
- 도 5a는 가변 두께 세라믹 층을 포함하는 제 4 예시적인 기관 지지부이다.
- 도 5b는 가변 두께 세라믹 층을 포함하는 제 5 예시적인 기관 지지부이다.
- 도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하도록 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 관련 출원들에 대한 교차 참조
- [0014] 본 출원은 2016년 7월 7일 출원된 미국 특허 가출원 번호 제 62/359,405 호의 이익을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 본 명세서에 참조로서 인용된다.
- [0015] 기판 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버 내의 기판 지지부 예컨대 ESC는 도전성 베이스플레이트에 본딩된 세라믹 층을 포함할 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템들은 고 RF 전력 및 대응하여 ESC 및 세라믹 층에 인가된 고 전압들 및 전류들을 필요로 하는 플라즈마 프로세스들 (예를 들어, 플라즈마 에칭 프로세스들) 을 구현할 수도 있다. 단지 예를 들면, 베이스플레이트에 인가된 RF 전압들은 1000 V 내지 8000 V의 범위일 수도 있지만, 세라믹 층에 걸친 RF 전압들은 500 V 미만 내지 3500 V의 범위일 수도 있다. 플라즈마 에칭 프로세스들은 또한 상대적으로 저 주파수들 (예를 들어, 2 MHz 이하) 을 필요로 할 수도 있다. 보다 낮은 주파수들은 세라믹 층에 걸친 RF 전압들의 추가 상승들을 유발할 수도 있다.
- [0016] 세라믹 층에 걸쳐 인가된 전압의 상승은 기판 프로세싱 시스템 내에서 하나 이상의 원치 않은 효과들을 유발할 수도 있다. 원치 않은 효과들은, 이로 제한되지 않지만, ESC 상에 배치된 기판과 베이스플레이트 사이의 전기 방전 (즉, 아크) 및 가스 공급 홀들 및/또는 ESC의 다른 캐비티들의 열 전달 가스 (예를 들어, 헬륨 또는 He) 의 점화 또는 발광 (light-up) 을 포함할 수도 있다. 아크는 통상적으로 ESC, 기판, 및/또는 기판 프로세싱 시스템의 다른 컴포넌트에 심각한 대미지를 유발하고 프로세싱을 방해한다. 유사하게, 열 전달 가스의 발광은 ESC에 대미지를 줄 수도 있고 그리고/또는 나중의 프로세싱 스테이지에서만 검출가능한 대미지를 기판들에 유발할 수도 있다. 일부 기판 프로세싱 시스템들에서, RF 플렉스의 방사상 경사는 ESC 및/또는 기판의 중심 영역에서 다른 영역들에서보다 크다. 이에 따라, 에칭 프로세스 방사상 불균일도가 발생할 수도 있다.
- [0017] 상기 기술된 효과들 중 일부는 세라믹 층의 두께에 따라 가변할 수도 있다. 예를 들어, 세라믹 층의 두께를 증가시키는 것은 온도 균일도 및 RF 플렉스 균일도를 개선할 수도 있지만, 세라믹 층과 베이스플레이트 간의 본딩 층의 보호를 증가시킨다. 그러나, 세라믹 층의 두께를 증가시키는 것은 또한 RF 임피던스를 상승시켜, 아크 및 발광 가능성을 상승시킨다. 세라믹 층의 두께를 증가시키는 것과 연관된 이들 문제들은 ESC 내 구조적 보이드들, 예컨대 세라믹 층과 ESC의 다른 컴포넌트들 사이의 갭들을 제거함으로써 방지될 수도 있다. 일 예에서, 다공성 세라믹 플러그들이 열 전달 가스 공급 도관들에 제공된다.
- [0018] 반대로, 세라믹 층의 두께를 감소시키는 것은 RF 임피던스 및 세라믹 층에 걸친 전압 강하를 하강시켜, 아크 및 발광 가능성을 감소시킨다. 그러나, 세라믹 층의 두께를 감소시키는 것은 온도 및 RF 플렉스 균일도를 열화시키는 한편, 또한 리프트-핀 홀들, 등에서 본딩 층의 보다 적은 보호를 제공한다. 이에 따라, 세라믹 층의 두께가 감소될 때 에칭 균일도를 개선하고 본딩 층을 보호하기 위한 다른 메커니즘들이 요구될 수도 있다.
- [0019] 본 개시의 원리들에 따른 시스템들 및 방법들은 여전히 온도와 RF 플렉스 균일도 및 본딩 층의 보호를 제공하면서 아크 및 발광 가능성을 감소시키기 위해 세라믹 층의 하나 이상의 개질을 구현한다. 예를 들어, 본 개시에 따른 세라믹 층의 두께는 세라믹 층의 반경에 걸쳐 가변한다. 즉, 세라믹 층의 제 1, 중심 영역의 두께는 세라믹 층의 제 2, 외측 또는 에지 영역 (즉 제 1 영역의 방사상 외측의 제 2 영역) 의 두께와 상이하다 (예를 들어, 보다 크다).
- [0020] 일 예에서, 세라믹 층의 중심 영역의 두께는 2 mm 이상 (예를 들어, 5 mm) 이지만, 세라믹 층의 외측 영역의 두께는 2 mm 미만 (예를 들어, 1 내지 1.5 mm) 이다. 이에 따라, 세라믹 층에 걸친 RF 전압 강하는 아크 및 발광을 방지하도록 열 전달 가스 공급 홀들에 대응하는 세라믹 층의 영역에서 감소된다. 외측 영역은 중심 영역의 미리 결정된 직경 (예를 들어, 100 mm) 외부 환형 영역에 대응할 수도 있다. 반대로, 미리 결정된 직경 내 중심 영역은 열 전달 가스 공급 홀들을 포함하지 않을 수도 있고, 따라서 아크 및 발광에 민감하지 않다. 이에 따라, 중심 영역은 개선된 온도 및 방사상 RF 플렉스 균일도를 유지하도록 외측 영역보다 큰 두께를 가질 수도 있다. 세라믹 층의 가변 두께 (예를 들어, 중심 영역 및 외측 영역의 각각의 두께들 및 폭들/직경들) 은 각각의 기판 프로세싱 시스템들의 구조 및 프로세스 요건들에 따라 선택될 수 있다. 일부 예들에서, 세라믹 층의 재료는 또한 RF 임피던스를 조정하고 RF 플렉스 균일도를 튜닝하기 위해 목표된 유전 상수 ϵ 를 달성하도록 선택될 수도 있다.
- [0021] 이제 도 1을 참조하면, 예시적인 기판 프로세싱 시스템 (100) 이 도시된다. 단지 예를 들면, 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 RF 플라즈마를 사용한 에칭 및/또는 다른 적합한 기판 프로세싱을 수행하는데 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 기판 프로세싱 시스템 (100) 의 다른 컴포넌트들을 둘러싸고 RF 플라즈마를 담은 프로세싱 챔버 (102) 를 포함한다. 기판 프로세싱 챔버 (102) 는 상부 전극 (104) 및 기판 지지부 (106),

예컨대 정전 척 (ESC) 을 포함한다. 동작 동안, 기관 (108) 은 기관 지지부 (106) 상에 배치된다. 특정한 기관 프로세싱 시스템 (100) 및 챔버 (102) 가 예로서 도시되지만, 본 개시의 원리들은 다른 타입들의 기관 프로세싱 시스템들 및 챔버들에 적용될 수도 있다. 다른 예시적인 기관 프로세싱 시스템들은 인시츄로 플라스마를 생성하고, 리모트 플라스마 생성 및 전달 (예를 들어, 마이크로파 튜브를 사용하여), 등을 구현하는 시스템들을 포함한다.

[0022] 단지 예를 들면, 상부 전극 (104) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤워헤드 (109) 를 포함할 수도 있다. 베이스 부분은 일반적으로 실린더형이고, 프로세싱 챔버의 상단 표면으로부터 이격되는 위치에서 방사상 외측으로 연장한다. 샤워헤드의 베이스 부분의 기관 대면 표면 또는 대면 플레이트는 프로세스 가스들 또는 퍼지 가스들이 흐르는 복수의 홀들을 포함한다. 대안적으로, 상부 전극 (104) 은 도전 플레이트를 포함할 수도 있고, 프로세스 가스들은 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

[0023] 기관 지지부 (106) 는 하부 전극으로서 역할을 하는 도전성 베이스플레이트 (110) 를 포함한다. 베이스플레이트 (110) 는 세라믹 층 (112) 을 지지한다. 일부 예들에서, 세라믹 층 (112) 은 히팅 층, 예컨대 세라믹 멀티-존 히팅 플레이트를 포함할 수도 있다. 내열 층 (114) (예를 들어, 본딩 층) 이 세라믹 층 (112) 과 베이스플레이트 (110) 사이에 배치될 수도 있다. 베이스플레이트 (110) 는 베이스플레이트 (110) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 냉각제 채널들 (116) 을 포함할 수도 있다.

[0024] RF 생성 시스템 (120) 은 RF 전압을 생성하고 하부 전극 (예를 들어, 기관 지지부 (106) 의 베이스플레이트 (110)) 으로 RF 전압을 출력한다. 상부 전극 (104) 은 DC 접지될 수도 있고, AC 접지될 수도 있고, 또는 플로팅할 수도 있다. 일부 시스템들에서, RF 전압이 상부 전극 (104) 에 연결되는 한편 베이스플레이트 (110) 는 접지된다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (120) 은 매칭 및 분배 네트워크 (124) 에 의해 상부 전극 (104) 또는 베이스플레이트 (110) 으로 피드되는 RF 전압을 생성하는 RF 전압 생성기 (122) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라스마는 유도적으로 또는 리모트로 생성될 수도 있다. 예시를 목적으로 도시되었지만, RF 생성 시스템 (120) 은 CCP (capacitively coupled plasma) 시스템에 대응하고, 본 개시의 원리들은 다른 적합한 시스템들, 예컨대, 단지 예를 들면 TCP (transformer coupled plasma) 시스템들, CCP 캐소드 시스템들, 리모트 마이크로파 플라스마 생성 및 전달 시스템들, 등에서 또한 구현될 수도 있다.

[0025] 가스 전달 시스템 (130) 은 하나 이상의 가스 소스들 (132-1, 132-2, ..., 및 132-N (집합적으로 가스 소스들 (132))) 을 포함하고, N은 0보다 큰 정수이다. 가스 소스들은 하나 이상의 전구체들 및 이들의 혼합물들을 공급한다. 가스 소스들은 또한 퍼지 가스를 공급할 수도 있다. 기화된 전구체가 또한 사용될 수도 있다. 가스 소스들 (132) 은 밸브들 (134-1, 134-2, ..., 및 134-N (집합적으로 밸브들 (134))) 및 질량 유량 제어기들 (mass flow controllers) (136-1, 136-2, ..., 및 136-N (집합적으로 질량 유량 제어기들 (136))) 에 의해 매니폴드 (140) 에 연결된다. 매니폴드 (140) 의 출력은 프로세싱 챔버 (102) 로 피드된다. 단지 예를 들면, 매니폴드 (140) 의 출력은 샤워헤드 (109) 로 피드된다.

[0026] 온도 제어기 (142) 는 세라믹 층 (112) 내에 배치된 TCE들 (thermal control elements) (144) 과 같은 복수의 히팅 엘리먼트들에 연결될 수도 있다. 예를 들어, 히팅 엘리먼트들 (144) 는 멀티-존 히팅 플레이트의 각각의 존들에 대응하는 매크로 히팅 엘리먼트들 및/또는 멀티-존 히팅 플레이트의 복수의 존들에 걸쳐 배치된 마이크로 히팅 엘리먼트들의 어레이를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기관 지지부 (106) 및 기관 (108) 의 온도를 제어하기 위해 복수의 히팅 엘리먼트들 (144) 을 제어하도록 사용될 수도 있다. 본 개시의 원리들에 따른 히팅 엘리먼트들 (144) 각각은 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이 포지티브 TCR을 갖는 제 1 재료 및 네거티브 TCR을 갖는 제 2 재료를 포함한다.

[0027] 온도 제어기 (142) 는 채널들 (116) 을 통해 냉각제 플로우를 제어하도록 냉각제 어셈블리 (146) 와 통신할 수도 있다. 예를 들어, 냉각제 어셈블리 (146) 는 냉각제 펌프 및 저장부를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기관 지지부 (106) 를 냉각하기 위해 채널들 (116) 을 통해 냉각제를 선택적으로 흘리도록 냉각제 어셈블리 (146) 를 동작시킨다.

[0028] 밸브 (150) 및 펌프 (152) 는 프로세싱 챔버 (102) 로부터 반응물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다. 시스템 제어기 (160) 는 기관 프로세싱 시스템 (100) 의 컴포넌트들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 로봇 (170) 은 기관 지지부 (106) 상으로 기관들을 전달하고, 기관 지지부 (106) 로부터 기관들을 제거하도록 사용될 수도 있다. 예를 들어, 로봇 (170) 은 기관 지지부 (106) 와 로드 록 (172) 사이에서 기관들을 이송할 수도 있다. 별도의 제어기들로서 도시되었지만, 온도 제어기 (142) 는 시스템 제어기 (160) 내에 구현될 수도 있다.

- [0029] 세라믹 층 (112) 은 본 개시의 원리들에 따라 가변 두께를 갖는다. 예를 들어, 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, 세라믹 층 (112) 의 중심 영역의 두께가 세라믹 층 (112) 의 외측 또는 에지 영역의 두께보다 크다.
- [0030] 이제 도 2를 참조하면, 본 개시에 따른 예시적인 기관 지지부 (300) 는 베이스플레이트 (304) 및 기관 지지부 (300) 의 반경에 걸쳐 가변하는 두께를 갖는 세라믹 층 (308) 을 포함한다. 본딩 층 (312) 은 베이스플레이트 (304) 와 세라믹 층 (308) 사이에 제공된다. 중심 영역 (316) 에서 세라믹 층 (308) 의 두께는 외측 영역 (320) 의 세라믹 층 (308) 의 두께보다 크다. 예를 들어, 베이스플레이트 (304) 는 중심 영역 (316) 을 컨포멀하게 수용하도록 구성된 리세스된 영역 (322) 을 포함한다. 즉, 베이스플레이트 (304) 의 리세스된 영역 (322) 은 중심 영역 (316) 과 정렬되고 중심 영역 (316) 에 대해 상보적인 프로파일을 갖는다. 일 예에서, 본딩 층 (312) 의 두께는 0.25 mm이고, 세라믹 층 (308) 의 중심 영역 (316) 의 두께 Z는 4.75 mm이고, 중심 영역 (316) 과 본딩 층 (312) 이 결합된 전체 두께 Y는 5.0 mm이다. 세라믹 층 (308) 의 외측 영역 (320) 의 예시적인 두께는 1.0 mm이다. 이에 따라, 외측 영역 (320) 과 본딩 층 (312) 이 결합된 전체 두께는 1.25 mm이고, 리세스된 영역 (322) 의 예시적인 깊이 (즉, 베이스플레이트 (304) 의 상부 표면으로부터 리세스된 영역 (322) 의 하부 표면까지의 수직 거리) 는 3.75 mm이다. 세라믹 층 (308) 은 단지 예를 들면, 알루미늄 (Al₂O₃), 알루미늄 나이트라이드 (AlN), 이트리아 (Y₂O₃), 등을 포함할 수도 있다.
- [0031] 중심 영역 (316) 의 예시적인 직경 X는 110 mm이다. 단지 예를 들면, 직경 X는 베이스플레이트 (304) 내에 제공된 열 전달 가스 공급 홀들 (324) 의 위치들에 따라 선택된다. 즉, 직경 X는, 외측 영역 (320) 이 공급 홀들 (324) 과 오버랩하도록 선택된다.
- [0032] 외측 영역 (320) 과 중심 영역 (316) 사이의 전이 영역 (328) 은 스텝핑, 챔퍼링, 등이 될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 전이 영역 (328) 은 각도 α (예를 들어, 45 도) 로 챔퍼링된다.
- [0033] 이제 도 3을 참조하면, 본 개시에 따른 또 다른 예시적인 기관 지지부 (400) 는 베이스플레이트 (404) 및 기관 지지부 (400) 의 반경에 걸쳐 가변하는 두께를 갖는 세라믹 층 (408) 을 포함한다. 세라믹 층 (408) 은 세라믹 플레이트 (412) 및 세라믹 디스크 (416) 를 포함한다. 예를 들어, 베이스플레이트 (404) 는 세라믹 디스크 (416) 를 컨포멀하게 수용하도록 구성된 리세스된 영역 (422) 을 포함한다. 즉, 베이스플레이트 (404) 의 리세스된 영역 (422) 은 세라믹 디스크 (416) 과 정렬되고 세라믹 디스크 (416) 에 대해 상보적인 프로파일을 갖는다. 제 1 본딩 층 (420) 이 베이스플레이트 (404) 의 중심 영역과 세라믹 디스크 (416) 사이에 제공되는 한편, 제 2 본딩 층 (424) 은 세라믹 플레이트 (412) 와 세라믹 디스크 (416) 및 베이스플레이트 (404) 의 외측 영역 사이에 제공된다. 중심 영역 (428) 의 세라믹 층 (408) 의 두께는 외측 영역 (432) 의 세라믹 층 (408) 의 두께보다 크다. 일 예에서, 본딩 층들 (420 및 424) 각각의 두께는 0.25 mm 두께이고, 세라믹 디스크 (416) 의 두께 Z는 3.5 mm이고, 세라믹 플레이트 (412) 의 두께는 1.0 mm이고, 중심 영역 (428) 및 본딩 층들 (420 및 424) 이 결합된 전체 두께 Y는 5.0 mm이다. 외측 영역 (432) 및 본딩 층 (424) 이 결합된 전체 두께는 1.25 mm이다. 세라믹 층 (408) 은 단지 예를 들면, 알루미늄 (Al₂O₃), 알루미늄 나이트라이드 (AlN), 이트리아 (Y₂O₃), 등을 포함할 수도 있고, 세라믹 플레이트 (412) 및 세라믹 디스크 (416) 는 동일하거나 상이한 재료들을 포함할 수도 있다.
- [0034] 중심 영역 (428) 의 예시적인 직경 X는 110 mm이다. 단지 예를 들면, 직경 X는 베이스플레이트 (404) 에 제공된 열 전달 가스 공급 홀들 (436) 의 위치들에 따라 선택된다. 외측 영역 (432) 과 중심 영역 (428) 사이의 전이 영역 (440) 은 스텝핑, 챔퍼링, 등이 될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 전이 영역 (440) 은 각도 α (예를 들어, 45 도) 로 챔퍼링된다.
- [0035] 이제 도 4를 참조하면, 본 개시에 따른 또 다른 예시적인 기관 지지부 (500) 는 베이스플레이트 (504), 세라믹 층 (예를 들어, 플레이트) (508), 및 유전체 필러 층 (512) 을 포함한다. 세라믹 층 (508) 및 유전체 층 (512) 은 기관 지지부 (500) 의 반경에 걸쳐 가변하는 두께를 갖는다. 예를 들어, 베이스플레이트 (504) 는 유전체 필러 층 (512) 을 컨포멀하게 수용하도록 구성된 리세스된 영역 (516) 을 포함한다. 즉, 베이스플레이트 (504) 의 리세스된 영역 (516) 은 유전체 필러 층 (512) 과 정렬되고 유전체 필러 층 (512) 에 대해 상보적인 프로파일을 갖는다. 제 1 본딩 층 (520) 이 베이스플레이트 (504) 의 중심 영역과 유전체 층 (512) 사이에 제공되는 한편, 제 2 본딩 층 (524) 은 세라믹 층 (508) 과 유전체 층 (512) 및 베이스플레이트 (504) 의 사이에 제공된다. 중심 영역 (528) 의 세라믹 층 (508) 및 유전체 층 (512) 의 두께는 외측 영역 (532) 의 세라믹 층 (508) 의 두께보다 크다. 일 예에서, 본딩 층들 (520 및 524) 각각의 두께는 0.25 mm 두께이고, 유전체 층 (512) 의 두께 Z는 3.5 mm이고, 세라믹 층 (508) 의 두께는 1.0 mm이고, 중심 영역 (528) 및 본딩 층들 (520 및 524) 이

결합된 전체 두께 Y는 5.0 mm이다. 외측 영역 (532) 및 본딩 층 (524) 이 결합된 전체 두께는 1.25 mm이다. 세라믹 층 (508) 은 단지 예를 들면, 알루미늄 (Al_2O_3), 알루미늄 나이트라이드 (AlN), 이트리아 (Y_2O_3), 등을 포함할 수도 있다. 유전체 층 (512) 은 단지 예를 들면, 본딩 층 (520 또는 524) 과 동일한 재료, 탄성중합체 재료, 에컨대 Si 고무, 플라스틱 또는 폴리머, 및/또는 다른 전기적으로 비도전성 재료, 열적으로 도전성 복합 재료를 포함할 수도 있다. 유전체 층 (512) 은 알루미늄 또는 이트리아 플라즈마 스프레이 코팅을 포함할 수도 있다.

[0036] 중심 영역 (528) 의 예시적인 직경 X는 110 mm이다. 단지 예를 들면, 직경 X는 베이스플레이트 (504) 에 제공된 열 전달 가스 공급 홀들 (536) 의 위치들에 따라 선택된다. 외측 영역 (532) 과 중심 영역 (528) 사이의 전이 영역 (540) 은 스텝핑, 챔퍼링, 등이 될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 전이 영역 (540) 은 각도 α (예를 들어, 45 도) 로 챔퍼링된다.

[0037] 이제 도 5a 및 도 5b를 참조하면, 본 개시에 따른 예시적인 기관 지지부들 (600) 은 베이스플레이트 (604) 및 기관 지지부 (600) 의 반경에 걸쳐 가변하는 두께를 갖는 세라믹 층 (608) 을 포함한다. 본딩 층 (612) 이 베이스플레이트 (604) 와 세라믹 층 (608) 사이에 제공된다. 중심 영역 (616) 의 세라믹 층 (608) 의 두께는 외측 영역 (620) 의 세라믹 층 (608) 의 두께보다 크다. 예를 들어, 베이스플레이트 (604) 는 중심 영역 (616) 을 컨포멀하게 수용하도록 구성된 리세스된 영역 (622) 을 포함한다. 즉, 베이스플레이트 (604) 의 리세스된 영역 (622) 은 중심 영역 (616) 과 정렬되고 중심 영역 (616) 에 대해 상보적인 프로파일을 갖는다. 일 예에서, 본딩 층 (612) 의 두께는 0.25 mm 두께이고, 세라믹 층 (608) 의 중심 영역 (616) 의 두께 Z는 4.75 mm이고, 중심 영역 (616) 및 본딩 층 (612) 이 결합된 전체 두께 Y는 5.0 mm이다. 세라믹 층 (608) 의 외측 영역 (620) 의 예시적인 두께는 1.0 mm이다. 이에 따라, 외측 영역 (620) 및 본딩 층 (612) 이 결합된 전체 두께는 1.25 mm이다. 세라믹 층 (608) 은 단지 예를 들면, 알루미늄 (Al_2O_3), 알루미늄 나이트라이드 (AlN), 이트리아 (Y_2O_3), 등을 포함할 수도 있다.

[0038] 중심 영역 (616) 의 예시적인 직경 X는 110 mm이다. 단지 예를 들면, 직경 X는 베이스플레이트 (604) 에 제공된 열 전달 가스 공급 홀들 (624) 의 위치에 따라 선택된다. 즉, 직경 X는 외측 영역 (620) 이 공급 홀들 (624) 과 오버랩하도록 선택된다.

[0039] 기관 지지부들 (600) 은 외측 영역 (620) 과 중심 영역 (616) 사이에 다른 예시적인 형상들의 전이 영역 (628) 을 예시한다. 도 5a에 도시된 바와 같이, 전이 영역 (628) 은 스텝핑된다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 전이 영역 (628) 은 커브된다.

[0040] 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 피쳐들을 갖는 것으로 상기에 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시예에 대하여 기술된 임의의 하나 이상의 이들 피쳐들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시예들의 피쳐들로 및/또는 임의의 다른 실시예들의 피쳐들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시예들의 또 다른 실시예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0041] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 및 기능적 관계들은, "연결된 (connected)", "인게이지된 (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.

[0042] 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 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 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, 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, 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.

[0043] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 설정 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), 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 기판에 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 기판의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

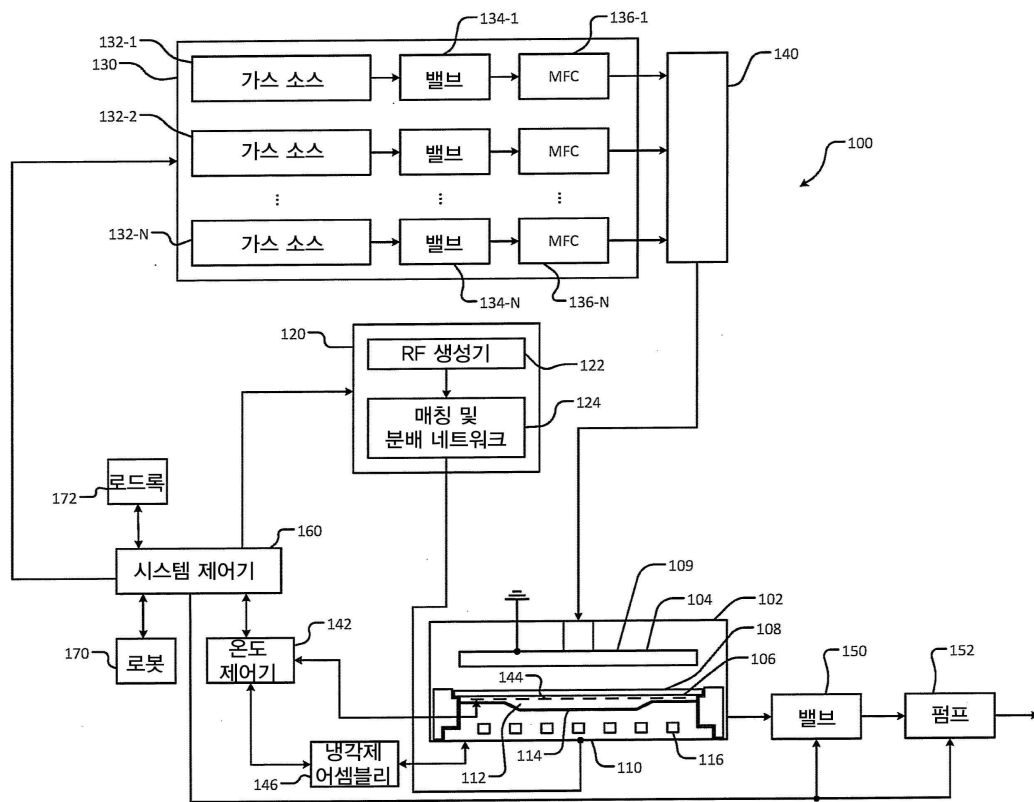
[0044] 제어기는, 일부 구현예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 이와 달리 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 기판 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 예측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 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 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 수 있다.

[0045] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-윈스 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 기판들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

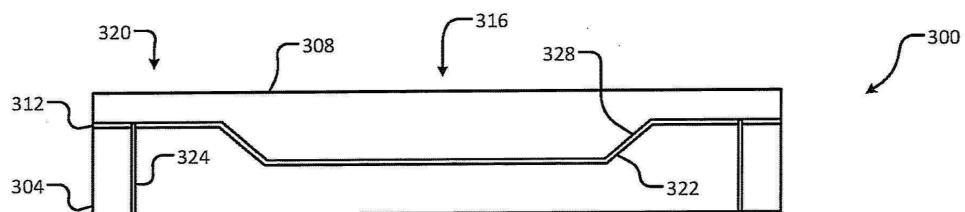
[0046] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 기판들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

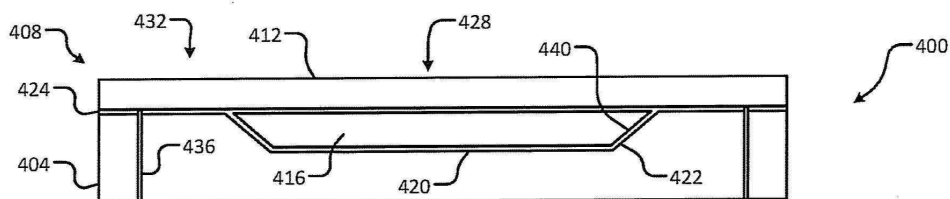
도면1



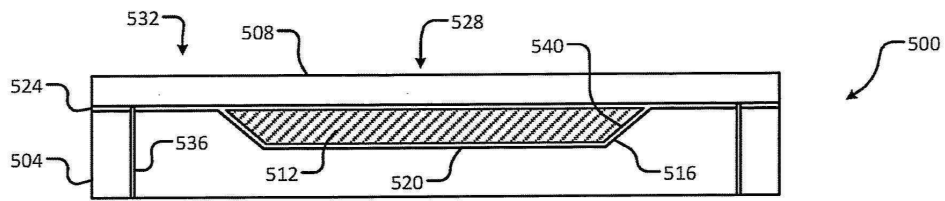
도면2



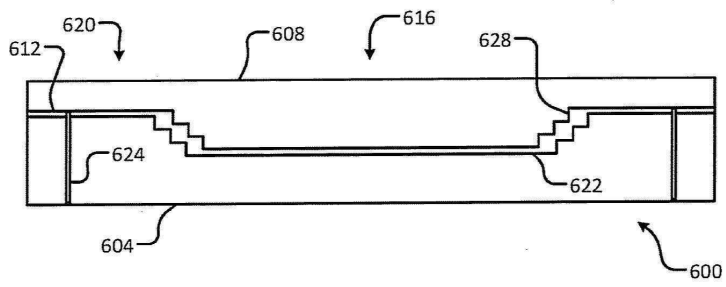
도면3



도면4



도면5a



도면5b

