(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0104069
(43) 공개일자 2023년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/687 (2006.01) *C23C 16/458* (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/68785 (2013.01)
C23C 16/4581 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-7045257
(22) 출원일자(국제) 2021년11월16일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2022년12월22일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/059455
(87) 국제공개번호 WO 2022/108900
국제공개일자 2022년05월27일
(30) 우선권주장
63/115,988 2020년11월19일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
스미스, 제레미 조지
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
매튜스킨, 알렉산더
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

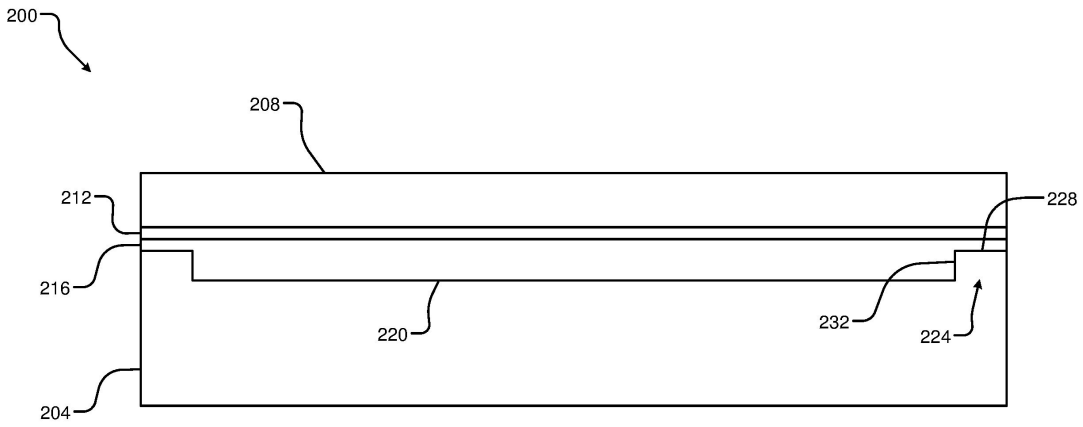
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **기판에 걸쳐 균일한 온도를 갖는 기판 지지부**

(57) 요 약

기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부는 베이스플레이트 및 베이스플레이트 상에 배치된 (arrange) 스프레이 코팅 층을 포함한다. 스프레이 코팅 층은 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는다. 본딩 층은 스프레이 코팅 층 상에 배치된다. 본딩 층은 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는다. 세라믹 층이 본딩 층 상에 배치된다. 제 1 두께 및 상기 제 2 두께 중 적어도 하나는 세라믹 층과 베이스플레이트 사이의 제 3 열 전도도가 방사상 방향 및 방위각 (azimuthal) 방향 중 적어도 하나로 가변하도록 방사상 방향 및 방위각 방향 중 적어도 하나로 가변한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
C23C 16/4583 (2013.01)
H01J 37/32715 (2013.01)
H01L 21/68757 (2013.01)
(72) 발명자
새뮬런, 에릭
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
코멘던트, 키이스
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650
유, 이쉬안
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 쿠싱 파크웨이 4650

명 세 서

청구범위

청구항 1

기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부에 있어서,

베이스플레이트;

상기 베이스플레이트 상에 배치되고 (arrange), 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는, 스프레이 코팅 층;

상기 스프레이 코팅 층 상에 배치되고, 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는, 본딩 층; 및

상기 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층을 포함하고,

상기 제 1 두께 및 상기 제 2 두께 중 적어도 하나는 상기 세라믹 층과 상기 베이스플레이트 사이의 제 3 열 전도도가 방사상 방향 및 방위각 (azimuthal) 방향 중 적어도 하나로 가변하도록 상기 방사상 방향 및 상기 방위각 방향 중 적어도 하나로 가변하는, 기판 지지부.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 스프레이 코팅 층의 상기 제 1 두께는 상기 방사상 방향으로 가변하는, 기판 지지부.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 베이스플레이트는 상기 리세스된 영역을 포함하고 그리고 상기 스프레이 코팅 층은 상기 리세스된 영역에 배치되는, 기판 지지부.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

(i) 상기 스프레이 코팅 층의 상기 제 1 두께는 상기 기판 지지부의 외측 에지 영역에서보다 상기 리세스된 영역에서 더 크고 그리고 (ii) 상기 제 3 열 전도도는 상기 리세스된 영역에서보다 상기 외측 에지 영역에서 더 큰, 기판 지지부.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 스프레이 코팅 층은 상기 리세스된 영역의 제 1 재료 및 상기 외측 에지 영역의 상기 제 1 재료와 상이한 제 2 재료를 포함하는, 기판 지지부.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 두께 및 상기 제 2 두께 각각은 상기 방사상 방향으로 가변하는, 기판 지지부.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 스프레이 코팅 층은 리세스된 영역을 포함하고 그리고 상기 스프레이 코팅 층 및 상기 본딩 층 각각은 상기 리세스된 영역에 배치되는, 기판 지지부.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

(i) 상기 스프레이 코팅 층의 상기 제 1 두께는 상기 리세스된 영역에서보다 상기 기판 지지부의 외측 에지 영역에서 더 크고, (ii) 상기 본딩 층의 상기 제 2 두께는 상기 외측 에지 영역에서보다 상기 리세스된 영역에서 더 크고, 그리고 (iii) 상기 제 3 열 전도도는 상기 리세스된 영역에서보다 상기 외측 에지 영역에서 더 큰, 기판 지지부.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 본딩 층의 상기 제 2 두께는 상기 방사상 방향으로 가변하는, 기판 지지부.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 세라믹 층은 리세스된 영역을 포함하고 그리고 상기 본딩 층은 상기 리세스된 영역에 배치되는, 기판 지지부.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

(i) 상기 본딩 층의 상기 제 2 두께는 상기 기판 지지부의 외측 에지 영역에서보다 상기 리세스된 영역에서 더 크고 그리고 (ii) 상기 제 3 열 전도도는 상기 리세스된 영역에서보다 상기 외측 에지 영역에서 더 큰, 기판 지지부.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 전도도 및 상기 제 2 열 전도도는 상이한, 기판 지지부.

청구항 13

기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부에 있어서,

베이스플레이트;

상기 베이스플레이트 상에 배치되고, 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는, 스프레이 코팅 층;

상기 스프레이 코팅 층 상에 배치되고, 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는, 본딩 층;

상기 본딩 층의 방사상으로 외부 상기 스프레이 코팅 층 상에 배치되고, 상기 제 2 열 전도도와 상이한 제 3 열 전도도를 갖는, 외측 본딩 층; 및

상기 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층을 포함하고,

상기 세라믹 층과 상기 베이스플레이트 사이의 제 4 열 전도도는 방사상 방향으로 가변하는, 기판 지지부.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 3 열 전도도는 상기 제 2 열 전도도보다 더 큰, 기판 지지부.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 열 전도도는 상기 제 2 열 전도도보다 적어도 1.5 배 더 큰, 기판 지지부.

청구항 16

기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부에 있어서,

베이스플레이트;

상기 베이스플레이트 상에 배치되고, 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는, 스프레이 코팅 층;

상기 스프레이 코팅 층 상에 배치되고, 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는, 본딩 층;

상기 본딩 층 상에 배치된 세라믹 층; 및

상기 베이스플레이트 및 상기 세라믹 층 중 적어도 하나 내에 규정된 캐비티를 포함하고,

상기 캐비티는 상기 세라믹 층과 상기 베이스플레이트 사이의 제 3 열 전도도가 방사상 방향 및 방위각 방향 중 적어도 하나로 가변하도록 진공, 공기, 및 열 전달 가스 중 하나를 인클로징하는 (enclose), 기판 지지부.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 베이스플레이트는 상기 캐비티를 포함하는, 기판 지지부.

청구항 18

제 16 항에 있어서,

상기 세라믹 층은 상기 캐비티를 포함하는, 기판 지지부.

청구항 19

제 16 항에 있어서,

상기 캐비티는 상기 기판 지지부의 방사상으로 내측 영역에 배치되는, 기판 지지부.

청구항 20

제 16 항에 있어서,

상기 제 3 열 전도도는 상기 기판 지지부의 내측 영역에서보다 상기 기판 지지부의 외측 에지 영역에서 더 큰, 기판 지지부.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 기판 프로세싱 시스템의 기판의 온도를 제어하는 것에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 본 개시의 맥락을 일반적으로 제시할 목적이다. 이 배경기술 섹션에 기술된 정도의 본 명세서에 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원 시 종래 기술로서 달리 인증되지 않을 수도 있는 본 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003] 기판 프로세싱 시스템들은 반도체 웨이퍼들과 같은 기판들을 처리하기 위해 사용될 수도 있다. 기판 상에서 수행될 수도 있는 예시적인 프로세스들은 이로 제한되는 것은 아니지만, 화학적 기상 증착 (chemical vapor deposition; CVD), 원자 층 증착 (atomic layer deposition; ALD), 도전체 에칭, 유전체 에칭, 및/또는 다른 에칭, 증착, 또는 세정 프로세스들을 포함한다. 기판은 기판 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버의 페데스탈, 정전 척 (electrostatic chuck; ESC), 등과 같은 기판 지지부 상에 배치될 (arrange) 수도 있다. 에칭 동안, 하나 이상의 가스들을 포함하는 에칭 가스 혼합물들은 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있고 플라즈마가 화학 반응들을 개시하기 위해 사용될 수도 있다.

[0004] 기판 지지부는 기판을 지지하도록 구성된 세라믹 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 기판은 프로세싱 동안 세라믹 층에 클램핑될 수도 있다. 기판 지지부는 세라믹 층 상에 배치된 기판의 후면에 열 전달 가스 (예를

들어, 헬륨) 를 제공하기 위한 복수의 채널들을 포함할 수도 있다. 열 전달 가스는 기판 및/또는 세라믹 층의 냉각을 용이하게 한다.

발명의 내용

[0005] 관련 출원들에 대한 교차 참조

[0006] 본 출원은 2020년 11월 19일에 출원된, 미국 특허 가출원 번호 제 63/115,988 호의 이익을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0007] 기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부는 베이스플레이트 및 베이스플레이트 상에 배치된 (arrange) 스프레이 코팅 층을 포함한다. 스프레이 코팅 층은 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는다. 본딩 층은 스프레이 코팅 층 상에 배치된다. 본딩 층은 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는다. 세라믹 층이 본딩 층 상에 배치된다. 제 1 두께 및 상기 제 2 두께 중 적어도 하나는 세라믹 층과 베이스플레이트 사이의 제 3 열 전도도가 방사상 방향 및 방위각 (azimuthal) 방향 중 적어도 하나로 가변하도록 방사상 방향 및 방위각 방향 중 적어도 하나로 가변한다.

[0008] 다른 특징들에서, 스프레이 코팅 층의 제 1 두께는 방사상 방향으로 가변한다. 베이스플레이트는 리세스된 영역을 포함하고 그리고 스프레이 코팅 층은 리세스된 영역에 배치된다. 스프레이 코팅 층의 제 1 두께는 기판 지지부의 외측 에지 영역에서보다 리세스된 영역에서 더 크고 그리고 제 3 열 전도도는 리세스된 영역에서보다 외측 에지 영역에서 더 크다. 스프레이 코팅 층은 리세스된 영역의 제 1 재료 및 외측 에지 영역의 제 1 재료와 상이한 제 2 재료를 포함한다.

[0009] 다른 특징들에서, 제 1 두께 및 제 2 두께 각각은 방사상 방향으로 가변한다. 스프레이 코팅 층은 리세스된 영역을 포함하고 그리고 스프레이 코팅 층 및 본딩 층 각각은 리세스된 영역에 배치된다. 스프레이 코팅 층의 제 1 두께는 리세스된 영역에서보다 기판 지지부의 외측 에지 영역에서 더 크고, 본딩 층의 제 2 두께는 외측 에지 영역에서보다 리세스된 영역에서 더 크고, 그리고 제 3 열 전도도 리세스된 영역에서보다 외측 에지 영역에서 더 크다. 본딩 층의 제 2 두께는 방사상 방향으로 가변한다.

[0010] 다른 특징들에서, 세라믹 층은 리세스된 영역을 포함하고 그리고 본딩 층은 리세스된 영역에 배치된다. 본딩 층의 제 2 두께는 기판 지지부의 외측 에지 영역에서보다 리세스된 영역에서 더 크고 그리고 제 3 열 전도도는 리세스된 영역에서보다 외측 에지 영역에서 더 크다. 제 1 열 전도도 및 제 2 열 전도도는 상이하다.

[0011] 기판 프로세싱 시스템을 위한 기판 지지부는 베이스플레이트 및 베이스플레이트 상에 배치된 스프레이 코팅 층을 포함한다. 스프레이 코팅 층은 제 1 두께 및 제 1 열 전도도를 갖는다. 본딩 층은 스프레이 코팅 층 상에 배치된다. 본딩 층은 제 2 두께 및 제 2 열 전도도를 갖는다. 외측 본딩 층은 본딩 층의 방사상으로 외부에 스프레이 코팅 층 상에 배치된다. 외측 본딩 층은 제 2 열 전도도와 상이한 제 3 열 전도도를 갖는다. 세라믹 층이 본딩 층 상에 배치된다. 세라믹 층과 베이스플레이트 사이의 제 4 열 전도도는 방사상 방향으로 가변한다.

[0012] 다른 특징들에서, 제 3 열 전도도는 제 2 열 전도도보다 더 크다. 제 3 열 전도도는 제 2 열 전도도보다 적어도 1.5 배 더 크다.

[0013] 본 개시의 추가 적용 가능 영역들은 상세한 기술 (description), 청구항들 및 도면들로부터 자명해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시의 목적들을 위해 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 더 완전히 이해될 것이다.

도 1은 본 개시에 따른 예시적인 기판 프로세싱 시스템이다.

도 2a는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 1 예시적인 구성이다.

도 2b는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 2 예시적인 구성이다.

도 2c는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 3 예시적인 구성이다.

도 2d는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 4 예시적인 구성이다.

도 2e는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 5 예시적인 구성이다.

도 2f는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 6 예시적인 구성이다.

도 2g는 본 개시에 따른 기판 지지부의 제 7 예시적인 구성이다.

도 3은 본 개시에 따른 예시적인 기판 지지부의 평면도이다.

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

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 일부 기판 프로세싱 시스템들에서, 정전 척 (electrostatic chuck; ESC) 과 같은 기판 지지부는 목표된 기판 온도를 유지하기 위해 제어될 (예를 들어, 냉각될) 수도 있다. 일부 예들에서, 기판 지지부는 30 ㎾만큼 많은 열을 소산할 (dissipate) 수도 있다. 불균일한 열 소산 (예를 들어, 방사상 온도 불균일도 및 방위각 (azimuthal) 온도 불균일도) 은 프로세스 불균일도 및 기판 불균일도를 유발할 수도 있다. 예를 들어, 기판 온도는 6 ㎾ 플라즈마의 존재 하에 대략 45 ℃ (예를 들어, ± 1 ℃) 상승할 수도 있다. 다른 불균일도들 (예를 들어, 기판 지지부의 열적 스택의 불균일도들, 기판의 표면으로의 이온 플럭스, 등) 은 기판에 걸친 온도들로 하여금 (예를 들어, 5 내지 10 ℃만큼) 가변하게 할 수도 있다. 그러나, 1 ℃ 미만의 최대 변동이 바람직할 수도 있다.

[0016] 일부 예들에서, 기판 지지부 및 기판에 걸친 온도 변동은 기판 지지부의 냉각 채널 패턴들을 최적화하고, 기판 지지부의 베이스플레이트와 세라믹 층 사이에 제공된 열 본딩 (bond) 층의 특성들 (예를 들어, 두께) 을 최적화하는, 등을 함으로써 감소될 수도 있다. 그러나, 이용 가능한 냉각 채널 패턴들은 전기적 접속부들, 열 전달 가스 채널들, 등과 같은 베이스플레이트의 기하학적 제약들 및 다른 구조적 제약들에 의해 제한된다. 따라서, 기판 지지 특성들을 최적화함에도 불구하고 1 ℃보다 상당히 (예를 들어, 5 내지 10 ℃만큼) 더 큰 기판 온도 변동들이 발생할 수도 있다. 일부 예들에서, 기판 온도는 저항성 히터들 및/또는 기판 지지부에 공급된 열 전달 가스의 압력을 조정함으로써 더 제어될 수도 있다.

[0017] 일부 예들에서, 기판의 외측 주변부 또는 에지에 대응하는 영역 또는 존의 온도들은 기판의 내부에 대응하는 온도들보다 더 클 수도 있다. 예를 들어, 기판의 외측 에지는 기판 지지부의 외측 에지와 오버랩할 (overlap) 수도 있다. ESC들에서, 기판 지지부의 외측 에지에서 기판의 클램핑은 기판 지지부의 외측 에지와 내부 사이의 열 플럭스의 차를 유발하여, 기판 위의 플라즈마 프로파일을 변화시킬 수도 있다.

[0018] 본 개시에 따른 기판 지지부들은 스프레이 코팅 층, 본딩 층, 베이스플레이트, 및/또는 세라믹 층과 같은 컴포넌트들의 다양한 수정들을 사용하여 목표된 온도 균일도들 (예를 들어, 방사상 균일도 및/또는 방위각 균일도) 을 달성하도록 구성된다. 일부 예들에서, 컴포넌트들은 열적 불균일도들을 의도적으로 도입하도록 수정될 수도 있다. 수정들은 다른 온도 제어 메커니즘들 (예를 들어, 냉각제 채널들, 저항성 히터들, 열 전달 가스 튜닝, 등) 을 사용하거나 사용하지 않고 구현될 수도 있다.

[0019] 이제 도 1을 참조하면, 일 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 수행하기 위해 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템 (100) 은 기판 프로세싱 시스템 (100) 의 다른 컴포넌트들을 인클로징하고 (enclose) RF 플라즈마를 담는 프로세싱 챔버 (102) 를 포함한다. 기판 프로세싱 챔버 (102) 는 상부 전극 (104) 및 정전 척 (ESC) 과 같은 기판 지지부 (106) 를 포함한다. 동작 동안, 기판 (108) 이 기판 지지부 (106) 상에 배치된다 (arrange). 특정한 기판 프로세싱 시스템 (100) 및 프로세싱 챔버 (102) 가 예로서 도시되지만, 본 개시의 원리들은 플라즈마를 인시츄 (in-situ) 생성하고, (예를 들어, 플라즈마 튜브, 마이크로파 튜브를 사용하여) 리모트 (remote) 플라즈마 생성 및 전달을 구현하고, 증착을 수행하는 등의 기판 프로세싱 시스템과 같은, 다른 타입들의 기판 프로세싱 시스템들 및 프로세싱 챔버들에 적용될 수도 있다.

[0020] 단지 예를 들면, 상부 전극 (104) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤워헤드 (110) 와 같은 가스 분배 디바이스를 포함할 수도 있다. 샤워헤드 (110) 는 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면에 연결된 일 단부를 포함하는 스템 (stem) 부분 및 일반적으로 실린더형 (cylindrical) 이고 프로세싱 챔버 (102) 의 상단 표면으로부터 이격된 위치에서 스템 부분의 반대편 단부로부터 방사상으로 외향으로 연장하는 베이스 부분을 포함할 수도 있다. 샤워헤드 (110) 의 베이스 부분의 기판-대면 표면 또는 대면플레이트는 복수의 홀들을 포함하고 이를 통해 프로세스 가스 또는 퍼지 가스가 흐른다. 대안적으로, 상부 전극 (104) 은 전도성 플레이트를 포함할 수도 있

고 그리고 프로세스 가스들이 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

[0021] 기판 지지부 (106) 는 하부 전극으로서 작용하는 전도성 베이스플레이트 (112) 를 포함한다. 베이스플레이트 (112) 는 세라믹 층 (114) 을 지지한다. 본딩 층 (116) 은 세라믹 층 (114) 과 베이스플레이트 (112) 사이에 배치될 수도 있다. 일부 예들에서, 스프레이 코팅 층 (도 1에 미도시) 이 본딩 층 (116) 과 베이스플레이트 (112) 사이에 배치된다. 베이스플레이트 (112) 는 베이스플레이트 (112) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 냉각제 채널들 (118) 을 포함할 수도 있다. 기판 지지부 (106) 는 기판 (108) 의 외측 주변부를 둘러싸도록 구성된 에지 링 (120) 을 포함할 수도 있다.

[0022] RF 생성 시스템 (122) 이 RF 전압을 생성하고 상부 전극 (104) 및 하부 전극 (예를 들어, 기판 지지부 (106) 의 베이스플레이트 (112)) 중 하나로 출력한다. 상부 전극 (104) 및 베이스플레이트 (112) 중 다른 하나는 DC 접지될 수도 있거나, AC 접지될 수도 있거나, 또는 플로팅 (float) 할 수도 있다. 본 예에서, RF 전압은 하부 전극에 공급된다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (122) 은 매칭 및 분배 네트워크 (126) 에 의해 상부 전극 (104) 또는 베이스플레이트 (112) 에 피딩되는 (feed) RF 전압을 생성하는 RF 전압 생성기 (124) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라즈마는 유도적으로 (inductively) 또는 리모트로 (remotely) 생성될 수도 있다. 예시적인 목적들로 도시된 바와 같이, RF 생성 시스템 (122) 은 용량 커플링 플라즈마 (capacitively coupled plasma; CCP) 시스템에 대응하지만, 본 개시의 원리들은 또한 단지 예를 들면, 전달 커플링 플라즈마 (transformer coupled plasma; TCP) 시스템들, CCP 캐소드 시스템들, 리모트 마이크로파 플라즈마 생성 및 전달 시스템들, 등과 같은 다른 적합한 시스템들에서 구현될 수도 있다.

[0023] 가스 전달 시스템 (130) 이 하나 이상의 가스 소스들 (gas sources) (132-1, 132-2, … 및 132-N) (집합적으로 가스 소스들 (132)) 을 포함하고, 여기서 N은 0보다 더 큰 정수이다. 가스 소스들은 하나 이상의 에칭 가스들 및 이들의 혼합물들을 공급한다. 가스 소스들은 또한 캐리어 가스 및/또는 퍼지 가스를 공급할 수도 있다. 가스 소스들 (132) 은 밸브들 (134-1, 134-2, … , 및 134-N) (집합적으로 밸브들 (134)) 및 질량 유량 제어기들 (mass flow controllers; MFC) (136-1, 136-2, …, 및 136-N) (집합적으로 MFC들 (136)) 에 의해 매니폴드 (140) 에 연결된다. 매니폴드 (140) 의 출력이 프로세싱 챔버 (102) 에 피딩된다. 단지 예를 들면, 매니폴드 (140) 의 출력은 샤워헤드 (110) 에 피딩된다.

[0024] 온도 제어기 (142) 는 채널들 (118) 을 통한 냉각제 플로우를 제어하기 위해 냉각제 어셈블리 (146) 와 통신할 수도 있다. 예를 들어, 냉각제 어셈블리 (146) 는 냉각제 펌프 및 저장부 (reservoir) 를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기판 지지부 (106) 를 냉각하기 위해 채널들 (118) 을 통해 냉각제를 선택적으로 흘리도록 냉각제 어셈블리 (146) 를 동작시킨다.

[0025] 밸브 (150) 및 펌프 (152) 가 프로세싱 챔버 (102) 로부터 반응 물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다. 시스템 제어기 (160) 가 기판 프로세싱 시스템 (100) 의 컴포넌트들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 로봇 (170) 이 기판 지지부 (106) 상으로 기판들을 전달하고, 기판 지지부 (106) 로부터 기판들을 제거하도록 사용될 수도 있다. 예를 들어, 로봇 (170) 은 기판 지지부 (106) 와 로드 록 (172) 사이에서 기판들을 이송할 수도 있다. 별개의 제어기들로 도시되지만, 온도 제어기 (142) 는 시스템 제어기 (160) 내에서 구현될 수도 있다. 일부 예들에서, 보호 시일 (seal) (176) 이 세라믹 층 (114) 과 베이스플레이트 (112) 사이의 본딩 층 (116) 의 주변부 둘레에 제공될 수도 있다.

[0026] 일부 예들에서, 기판 지지부 (106) 는 열 전달 가스 소스 (182) 로부터 기판 (108) 의 후면에 헬륨과 같은 열 전달 가스를 제공하도록 구성된 복수의 채널들 (180) 을 포함한다. 열 전달 가스는 기판 (108) 및/또는 세라믹 층 (114) 의 냉각을 용이하게 한다. 별개로 도시되었지만, 열 전달 가스 소스 (182) 는 가스 전달 시스템 (130) 내에서 구현될 수도 있다. 또한, 기판 지지부 (106) 가 단순함을 위해 3 개의 채널들 (180) 을 포함하는 것으로 도시되었지만, 기판 지지부 (106) 는 임의의 수의 채널들 (180) 을 포함할 수도 있다.

[0027] 본 개시에 따른 기판 지지부 (106) 에서, 본딩 층 (116), 베이스플레이트 (112), 세라믹 층 (114), 및/또는 스프레이 코팅 층의 상이한 구성들은 목표된 온도 균일도들을 달성하고 그리고/또는 이하에 더 상세히 기술된 바와 같은 목표된 온도 균일도들을 도입하도록 구현된다.

[0028] 본 개시의 원리들에 따른 기판 지지부들 (200) 의 예시적인 구성들이 도 2a, 도 2b, 도 2c, 도 2d, 도 2e, 도 2f 및 도 2g에 도시된다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 기판 지지부 (200) 는 세라믹 층 (208) 을 지지하는 전도성 (예를 들어, 알루미늄) 베이스플레이트 (204) 를 포함한다. 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 은 베이스플레이트 (204) 와 세라믹 층 (208) 사이에 배치된다. 예를 들어, 스프레이 코팅 층 (216) 은 베이스플

레이트 (204) 상에 배치되고 그리고 본딩 층 (212) 은 스프레이 코팅 층 (216) 상에 배치된다.

[0029] 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 은 동일하거나 상이한 두께들을 가질 수도 있고 그리고 동일하거나 상이한 열 전도도들 (즉, k 계수들 또는 값들 (W/mK) 과 같은 열 전도도 값들) 을 가질 수도 있다. 예를 들어, 본딩 층 (212) 은 열적 에폭시, 실리콘, 등과 같은 열적 접착제를 포함한다. 스프레이 코팅 층 (216) 은 알루미늄 옥사이드 (AlO_2), 이트리아 (예를 들어, 이트륨 옥사이드 (Y_2O_3)), 등과 같은 스프레이 코팅 방법들을 사용하여 증착된 재료이다. 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 각각은 베이스플레이트 (204) 의 열 전도도보다 더 작은 열 전도도들을 가질 수도 있다.

[0030] 도 2a에 도시된 바와 같이, 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 의 각각의 두께들은 기판 지지부 (200) 에 걸쳐 가변하지 않는다 (즉, 균일하다). 즉, 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 의 두께는 방사상 방향 또는 방위각 방향으로 가변하지 않는다. 다른 예들에서, 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 의 상대적인 두께들은 방사상 방향 및/또는 방위각 (즉, 회전) 방향으로 가변할 수도 있다.

[0031] 도 2b에 도시된 바와 같이, 베이스플레이트 (204) 는 단차지고 (step) 그리고 컷아웃 (cutout) 또는 리세스된 영역 (220) 을 포함한다. 스프레이 코팅 층 (216) 은 리세스된 영역 (220) 내에 배치되고 리세스된 영역 (220) 을 충진한다. 따라서, 세라믹 층 (208) 과 베이스플레이트 (204) 사이의 거리 및 열 전도도는 기판 지지부 (200) 의 외측 에지 영역 (224) 에서와 리세스된 영역 (220) 에 대응하는 기판 지지부 (200) 의 영역에서 상이하다. 이러한 방식으로, 기판 지지부 (200) 는 열적 불균일도들을 보상하기 위해 상이한 방사상 영역들에서 상이한 열 전도도들을 갖도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 외측 에지 영역 (224) 에서 스프레이 코팅 층 (216) 의 두께가 리세스된 영역 (220) 에서 스프레이 코팅 층 (216) 의 두께보다 더 작기 때문에 (예를 들어, 두께의 25 내지 75 %), 에지 영역 (224) 에서의 열 전도도는 리세스된 영역 (220) 에서의 열 전도도보다 더 크다. 다른 예들에서, 리세스된 영역 (220) 은 스프레이 코팅 층 (216) 대신 상이한 재료로 충진될 수도 있다. 예를 들어, 경질 폴리머 (hard polymer) (예를 들어, 폴리이미드) 가 리세스된 영역 (220) 에 배치될 수도 있다.

[0032] 도시된 바와 같이 베이스플레이트 (204) 는 상부 표면 (228) 으로부터 리세스된 영역 (220) 으로 일 하향 단차 (step downward) 만을 갖지만, 다른 예들에서 베이스플레이트 (204) 는 복수의 리세스된 영역들을 규정하기 위해 2 개 이상의 하향 단차들을 가질 수도 있다. 즉, 리세스된 영역 (220) 은 복수의 깊이들을 가질 수도 있다. 일부 예들에서, 베이스플레이트 (204) 는 복수의 방사상 리세스된 영역들 (220) 을 포함할 수도 있다. 또한, 리세스된 영역 (220) 의 측벽들 (232) 은 (도시된 바와 같이) 수직 대신 기울어지거나 (sloped) 곡선형 (curvilinear) 일 수도 있다. 다른 예들에서, 리세스된 영역 (220) 은 외측 에지 영역 (224) 에 대응할 수도 있다. 즉, 베이스플레이트 (204) 는 외측 에지 영역 (224) 에서 하향 단차질 수도 있다. 일부 예들에서, 스프레이 코팅 층 (216) 은 외측 에지 영역 (224) 에서와 상이한 재료 (예를 들어, 상이한 열 전도도를 갖는 재료) 를 리세스된 영역 (220) 내에 포함한다.

[0033] 도 2c에 도시된 바와 같이, 기판 지지부 (200) 는 내측 본딩 층 (234) 및 내측 본딩 층 (234) 의 방사상으로 외부에 배치된 외측 본딩 층 (236) 을 포함한다. 외측 본딩 층 (236) 은 내측 본딩 층 (234) 과 상이한 열 전도도를 갖는다 (예를 들어, 외측 본딩 층 (236) 은 내측 본딩 층 (234) 과 상이한 재료 또는 재료들의 혼합물로 구성된다). 예를 들어, 외측 본딩 층 (236) 의 열 전도도는 내측 본딩 층 (234) 의 열 전도도보다 더 크다. 일부 예들에서, 외측 본딩 층 (236) 의 열 전도도는 내측 본딩 층 (234) 의 열 전도도보다 1.5 내지 5 배 더 크다. 다른 예들에서, 내측 본딩 층 (234) 의 열 전도도는 외측 본딩 층 (236) 의 열 전도도보다 더 크다. 이러한 방식으로, 외측 본딩 층 (236) 은 열적 불균일도들을 보상하기 위해 외측 에지 영역 (224) 에 상이한 열 전도도를 제공한다.

[0034] 내측 본딩 층 (234) 및 외측 본딩 층 (236) 중 하나 또는 둘 모두는 내측 본딩 층 (234) 및 외측 본딩 층 (236) 의 각각의 재료들의 혼합을 방지하도록 스프레이 코팅 층 (216) 상에 배치되기 전에 완전히 또는 부분적으로 사전-경화될 (pre-cure) 수도 있다. 예를 들어, 외측 본딩 층 (236) 은 내측 본딩 층 (234) 을 도포하기 전에 사전-경화되고 스프레이 코팅 층 (216) 상에 배치될 수도 있다. 다른 예들에서, 내측 본딩 층 (234) 및/또는 외측 본딩 층 (236) 은 스크린 프린팅 (screen printing), 시트 본딩 (sheet bonding), 등을 사용하여 도포된다. 일부 예들에서, (예를 들어, 사전-경화된 본딩 재료로 구성된) 댐 또는 배리어는 내측 본딩 층 (234) 및 외측 본딩 층 (236) 을 도포하기 전에 별개의 영역들을 규정하도록 스프레이 코팅 층 (216) 상에 배치될 수도 있다.

[0035] 도시된 바와 같이 기판 지지부 (200) 는 내측 본딩 층 (234) 및 외측 본딩 층 (236) (즉, 2 개의 본딩 층들) 만을 포함하지만, 다른 예들에서 기판 지지부 (200) 는 각각의 방사상 영역들에 배치된 동일하거나 상이한 열 전

도도들을 갖는 3 개 이상의 본딩 층들을 가질 수도 있다. 일부 예들에서, 각각의 방사상 영역들의 본딩 층들은 상기 기술된 바와 같이 배리어에 의해 분리될 수도 있다.

[0036] 도 2d에 도시된 바와 같이, 스프레이 코팅 층 (216) 은 단차지고 그리고 컷아웃 또는 리세스된 영역 (240) 을 포함한다. 본딩 층 (212) 은 리세스된 영역 (240) 내에 배치되고 리세스된 영역 (240) 을 충진한다. 따라서, 세라믹 층 (208) 과 베이스플레이트 (204) 사이의 열 전도도는 기판 지지부 (200) 의 외측 에지 영역 (224) 에서와 리세스된 영역 (240) 에 대응하는 기판 지지부 (200) 의 영역에서 상이하다. 예를 들어, 본딩 층 (212) 및 스프레이 코팅 층 (216) 의 열 전도도는 상이할 수도 있다. 일부 예들에서, 본딩 층 (212) 의 열 전도도는 스프레이 코팅 층 (216) 의 열 전도도보다 더 작다. 따라서, 리세스된 영역 (240) 내 본딩 층 (212) 의 두께를 (예를 들어, 25 내지 200 %만큼) 증가시키는 것은 외측 에지 영역 (224) 에 대해 리세스된 영역 (240) 의 열 전도도를 감소시킨다.

[0037] 도시된 바와 같이 스프레이 코팅 층 (216) 은 리세스된 영역 (240) 으로 일 하향 단차만을 갖지만, 다른 예들에서 스프레이 코팅 층 (216) 은 복수의 리세스된 영역들을 규정하기 위해 2 개 이상의 하향 단차들을 가질 수도 있다. 즉, 리세스된 영역 (240) 은 복수의 깊이들을 가질 수도 있다. 또한, 리세스된 영역 (240) 의 측벽들은 (도시된 바와 같이) 수직 대신 기울어지거나 곡선형일 수도 있다. 다른 예들에서, 리세스된 영역 (240) 은 외측 에지 영역 (224) 에 대응할 수도 있다. 즉, 스프레이 코팅 층 (216) 은 외측 에지 영역 (224) 에서 하향 단차질 수도 있다. 리세스된 영역 (240) 이 외측 에지 영역 (224) 에 대응하는 예들에서, 본딩 층 (212) 의 열 전도도는 스프레이 코팅 층 (216) 의 열 전도도보다 더 클 수도 있다. 따라서, 외측 에지 영역 (224) 내 스프레이 코팅 층 (216) 에 대해 본딩 층 (212) 의 두께를 증가시키는 것은 외측 에지 영역 (224) 의 열 전도도를 상승시킨다. 일부 예들에서, 스프레이 코팅 층 (216) 및/또는 본딩 층 (212) 은 외측 에지 영역 (224) 에서와 상이한 재료 (예를 들어, 상이한 열 전도도를 갖는 재료) 를 리세스된 영역 (240) 내에 포함한다.

[0038] 도 2e에 도시된 바와 같이, 베이스플레이트 (204) 는 상부 표면 (228) 아래에 플레넘 또는 캐비티 (244) 를 규정할 수도 있다. 즉, 캐비티 (244) 는 베이스플레이트 (204) 내에 임베딩된다 (embed). 예를 들어, 캐비티 (244) 는 베이스플레이트 (204) 의 상부 표면 (228) 내로 머시닝될 (machine) 수도 있고 그리고 금속 층 (예를 들어, 베이스플레이트 (204) 와 동일한 재료를 포함하는 브레이즈 층) (248) 은 캐비티 (244) 를 인클로징하도록 배치된다. 캐비티 (244) 는 베이스플레이트 (204) 와 상이한 열 전도도를 갖는 재료로 충진된다. 예를 들어, 캐비티 (244) 는 진공으로 펌핑 다운되고 (pump down), 공기 또는 열 전달 가스로 충진되고, 본딩 재료로 충진되고, 폴리이미드와 같은 경질 플라스틱으로 충진되고, 등 될 수도 있다. 따라서, 캐비티 (244) 에 대응하는 영역의 열 전도도는 외측 에지 영역 (224) 에 비해 감소된다.

[0039] 도시된 바와 같이 베이스플레이트 (204) 는 기판 지지부 (200) 의 방사상으로 내측 영역에 일 캐비티 (244) 만을 갖지만, 다른 예들에서 베이스플레이트 (204) 는 2 개 이상의 캐비티들 (244) 을 가질 수도 있다. 예를 들어, 베이스플레이트 (204) 는 동일하거나 상이한 두께들 및 깊이들을 갖는 복수의 방사상 캐비티들을 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 캐비티 (244) 는 외측 에지 영역 (224) 에 배치될 수도 있다.

[0040] 도 2f에 도시된 바와 같이, 세라믹 층 (208) 은 플레넘 또는 캐비티 (252) 를 규정할 수도 있다. 즉, 캐비티 (252) 는 세라믹 층 (208) 내에 임베딩된다. 예를 들어, 캐비티 (252) 는 세라믹 층 (208) 의 제작 동안 (예를 들어, 그린 시트들 (green sheets) 을 레이어링하는 (layer) 동안) 형성될 수도 있다. 캐비티 (252) 는 세라믹 층 (208) 과 상이한 열 전도도를 갖는 재료로 충진된다. 예를 들어, 캐비티 (252) 는 진공으로 펌핑 다운되고, 공기 또는 열 전달 가스로 충진되고, 본딩 재료로 충진되고, 폴리이미드와 같은 경질 플라스틱으로 충진되고, 등 될 수도 있다. 따라서, 캐비티 (244) 에 대응하는 영역의 열 전도도는 외측 에지 영역 (224) 에 비해 감소된다. 도시된 바와 같이 세라믹 층 (208) 은 기판 지지부 (200) 의 방사상으로 내측 영역에 일 캐비티 (252) 만을 갖지만, 다른 예들에서 세라믹 층 (208) 은 2 개 이상의 캐비티들 (252) 을 가질 수도 있다. 예를 들어, 세라믹 층 (208) 은 동일하거나 상이한 두께들 및 깊이들을 갖는 복수의 방사상 캐비티들을 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 캐비티 (252) 는 외측 에지 영역 (224) 에 배치될 수도 있다.

[0041] 도 2g에 도시된 바와 같이, 세라믹 층 (208) 은 단차지고 그리고 컷아웃 또는 리세스된 영역 (256) 을 포함한다. 본딩 층 (212) 은 리세스된 영역 (256) 내에 배치되고 리세스된 영역 (256) 을 충진한다. 따라서, 세라믹 층 (208) 과 베이스플레이트 (204) 사이의 열 전도도는 기판 지지부 (200) 의 외측 에지 영역 (224) 에서와 리세스된 영역 (256) 에 대응하는 기판 지지부 (200) 의 영역에서 상이하다. 예를 들어, 외측 에지 영역 (224) 의 본딩 층 (212) 의 두께가 리세스된 영역 (256) 의 본딩 층 (212) 의 두께보다 더 작기 때문에, 에지 영역 (224) 의 열 전도도는 리세스된 영역 (256) 의 열 전도도보다 더 크다. 다른 예들에서, 리세스된 영역

(256) 은 본딩 층 (212) 대신 상이한 재료로 충진될 수도 있다. 예를 들어, 경질 폴리머 (예를 들어, 폴리이미드) 가 리세스된 영역 (256) 에 배치될 수도 있다.

[0042] 도시된 바와 같이 세라믹 층 (208) 은 하부 표면 (260) 으로부터 리세스된 영역 (256) 으로 일 상향 단차 (step upward) 만을 갖지만, 다른 예들에서 세라믹 층 (208) 은 복수의 리세스된 영역들을 규정하기 위해 2 개 이상의 상향 단차들을 가질 수도 있다. 즉, 리세스된 영역 (256) 은 복수의 깊이들을 가질 수도 있다. 일부 예들에서, 세라믹 층 (208) 은 복수의 방사상 리세스된 영역들 (256) 을 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 리세스된 영역 (256) 은 외측 에지 영역 (224) 에 대응할 수도 있다. 즉, 세라믹 층 (208) 은 외측 에지 영역 (224) 에서 상향 단차질 수도 있다. 일부 예들에서, 본딩 층 (212) 은 외측 에지 영역 (224) 에서와는 상이한 재료 (예를 들어, 상이한 열 전도도를 갖는 재료) 를 리세스된 영역 (256) 내에 포함한다.

[0043] 도 2a 내지 도 2g에서 상기 기술된 바와 같이, 기판 지지부 (200) 는 (예를 들어, 상이한 방사상 영역들 또는 존들에서) 방사상 방향으로 상이한 열 전도도들을 제공하도록 구성된다. 예를 들어, 기판 지지부 (200) 는 기판 지지부 (200) 의 내측 영역과 상이한 (예를 들어, 더 큰) 열 전도도를 외측 에지 영역 (224) 에 제공하도록 구성된다. 그러나, 도 2a 내지 도 2g에서 기술된 동일한 원리들은 또한 상이한 방사상 영역들에 부가하여 또는 상이한 방사상 영역들에서 대신 기판 지지부 (200) 의 방위각 방향으로 (예를 들어, 상이한 방위각 영역들 또는 존들에서) 상이한 열 전도도들을 제공하도록 구현될 수도 있다.

[0044] 이제 도 3을 참조하고 도 2a 내지 도 2g를 계속해서 참조하면, 복수의 방사상 존들 (예를 들어, 내측 존 (304) 및 외측 에지 존 (308)) 및 복수의 방위각 존들 (312) 을 갖는 예시적인 기판 지지부 (300) 의 평면도가 도시된다. 2 개의 방사상 존들만이 도시되지만, 기판 지지부 (300) 는 2 개보다 더 많은 방사상 존들을 포함할 수도 있다. 유사하게, 8 개의 방위각 존들 (312) 이 도시되지만, 기판 지지부 (300) 는 8 개보다 더 적거나 더 많은 방위각 존들 (312) 을 포함할 수도 있다. 또한, 방위각 존들 (312) 이 일반적으로 균일한 사이즈 및 형상을 갖는 것으로 도시되지만, 방위각 존들 (312) 은 불균일할 수도 있다.

[0045] 도 2a 내지 도 2g에서 상기 기술된 바와 같이, 기판 지지부 (200) 의 다양한 컴포넌트들 (예를 들어, 베이스플레이트 (204), 세라믹 층 (208), 본딩 층 (212), 스프레이 코팅 층 (216), 등) 의 상대적인 두께들 및 열 전도도들은 내측 존 (304) 및 외측 에지 존 (308) 의 상대적인 열 전도도들을 조정하도록 수정된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 동일한 원리들이 방위각 존들 (312) 의 상대적인 열 전도도들을 조정하도록 이들 컴포넌트들에 적용될 수도 있다.

[0046] 예를 들어, 도 2b에 기술된 바와 같이 베이스플레이트 (204) 는 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에서만 리세스된 영역 (220) 을 포함할 수도 있거나, 리세스된 영역 (220) 은 방위각 존들 (312) 중 상이한 존들에서 상이한 깊이들을 가질 수도 있다. (예를 들어, 도 2c에 기술된 바와 같이) 외측 본딩 층 (236) 은 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에만 제공될 수도 있거나, 상이한 재료들은 방위각 존들 중 상이한 존들에서 외측 본딩 층 (236) 을 위해 사용될 수도 있다. (예를 들어, 도 2d에 기술된 바와 같이) 스프레이 코팅 층 (216) 은 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에만 리세스된 영역 (240) 을 포함할 수도 있거나, 리세스된 영역 (240) 은 방위각 존들 (312) 중 상이한 존들에서 상이한 깊이들을 가질 수도 있다.

[0047] (예를 들어, 도 2e에 기술된 바와 같이 베이스플레이트 (204) 내의) 캐비티 (244) 는 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에만 제공될 수도 있고, 또는 상이한 존들에서 상이한 깊이들을 가질 수도 있거나 방위각 존들 (312) 중 상이한 재료들로 충진될 수도 있다. (예를 들어, 도 2f에 기술된 바와 같이 세라믹 층 (208) 내의) 캐비티 (252) 는 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에만 제공될 수도 있고, 또는 상이한 존들에서 상이한 깊이들을 가질 수도 있거나 방위각 존들 (312) 중 상이한 재료들로 충진될 수도 있다. 도 2g에 기술된 바와 같이 세라믹 층 (208) 은 방위각 존들 (312) 중 선택된 존들에만 리세스된 영역 (256) 을 포함할 수도 있거나, 리세스된 영역 (256) 은 방위각 존들 (312) 중 상이한 존들에서 상이한 깊이들을 가질 수도 있다.

[0048] 전술한 기술은 본질적으로 단지 예시이고, 어떠한 방식으로도 본 개시, 이의 적용 예, 또는 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들 (teachings) 은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시가 특정한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서 및 이하의 청구항들의 연구 시 자명해질 것이기 때문에 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법의 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시 예들 각각이 특정한 피처들을 갖는 것으로 상기 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시 예에 대해 기술된 이들 피처들 중 임의의 하나 이상의 피처들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시 예들의 피처들로 및/또는 임의의 다른 실시 예들의 피처들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시 예들은 상호 배

타적이지 않고, 하나 이상의 실시 예들의 또 다른 실시 예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0049] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 관계 및 기능적 관계는, "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 엘리먼트들이 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 명세서에 사용된 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 의미하는 것으로 해석되지 않아야 한다.

[0050] 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 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 전자 장치 (electronics) 와 통합될 수도 있다. 전자 장치는 시스템들 또는 시스템의 서브 파트들 또는 다양한 컴포넌트들을 제어할 수도 있는 "제어기 (controller)"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정들, 진공 설정들, 전력 설정들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정들, RF 매칭 회로 설정들, 주파수 설정들, 플로우 레이트 설정들, 유체 전달 설정들, 위치 및 동작 설정들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드 록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.

[0051] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작들을 가능하게 하고, 엔드포인트 측정들을 가능하게 하는, 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자 장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSPs), 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 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 수행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기와 통신하는 또는 시스템과 통신하는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어들에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

[0052] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템과 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워킹되거나, 또는 이들의 조합으로될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 팹 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하거나, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하거나, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하거나, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하거나, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하거나, 새로운 프로세스를 시작하기 위해서, 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버) 가 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는, 네트워크를 통해 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정들의 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, 공통 목적을 향해 함께 네트워킹되고 작동하는 하나 이상의 이산 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 일 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 원격으로 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 위치한 하나 이상의 집적 회로들

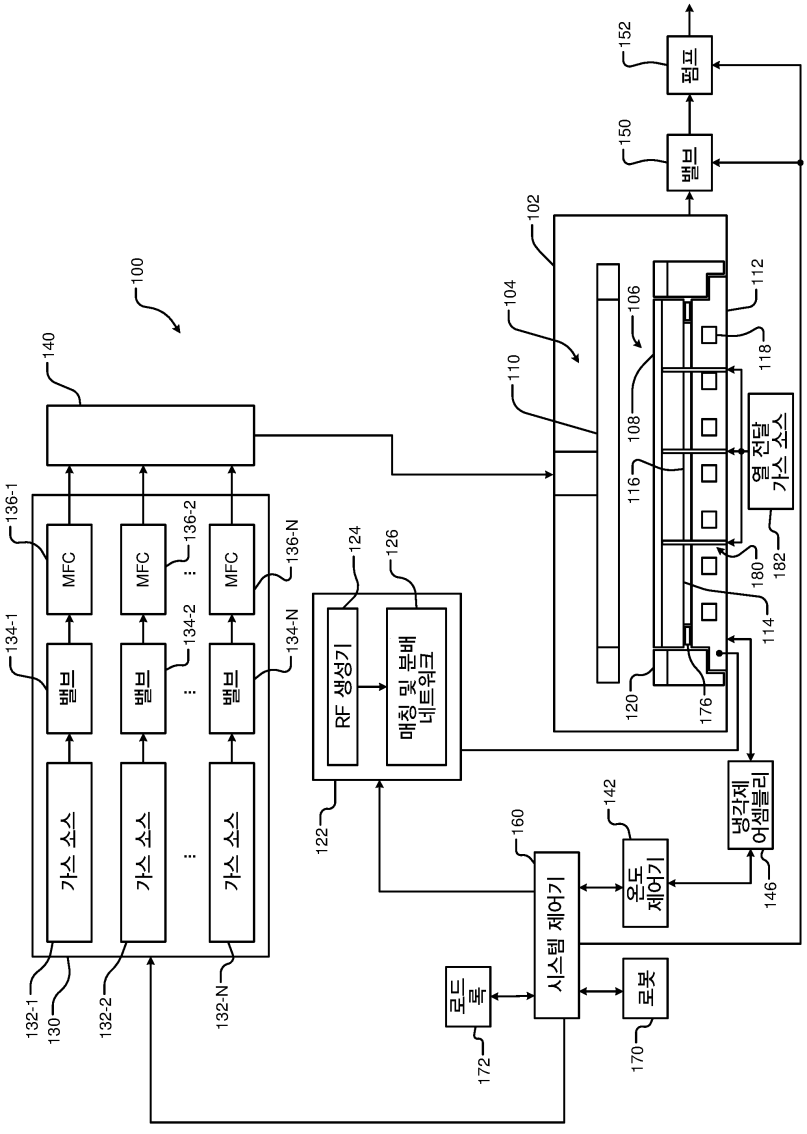
과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0053] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 (spin-rinse) 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, 물리적 기상 증착 (physical vapor deposition; PVD) 챔버 또는 모듈, 화학적 기상 증착 (chemical vapor deposition; CVD) 챔버 또는 모듈, 원자 층 증착 (atomic layer deposition; ALD) 챔버 또는 모듈, 원자 층 에칭 (atomic layer etch; ALE) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈 및 반도체 웨이퍼들의 제작 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

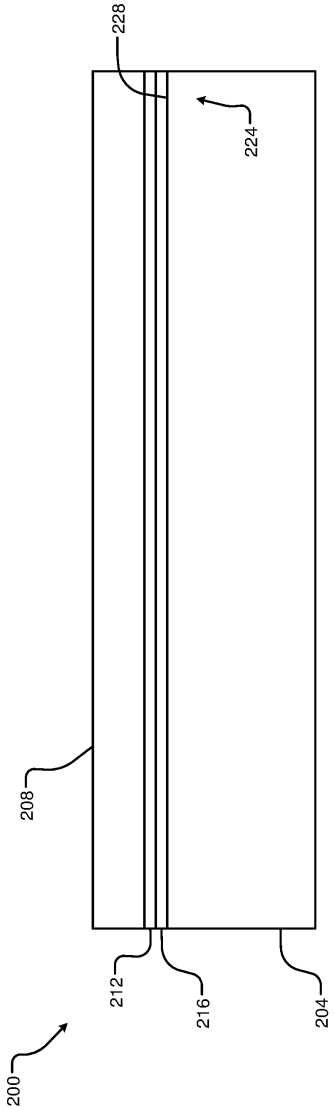
[0054] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

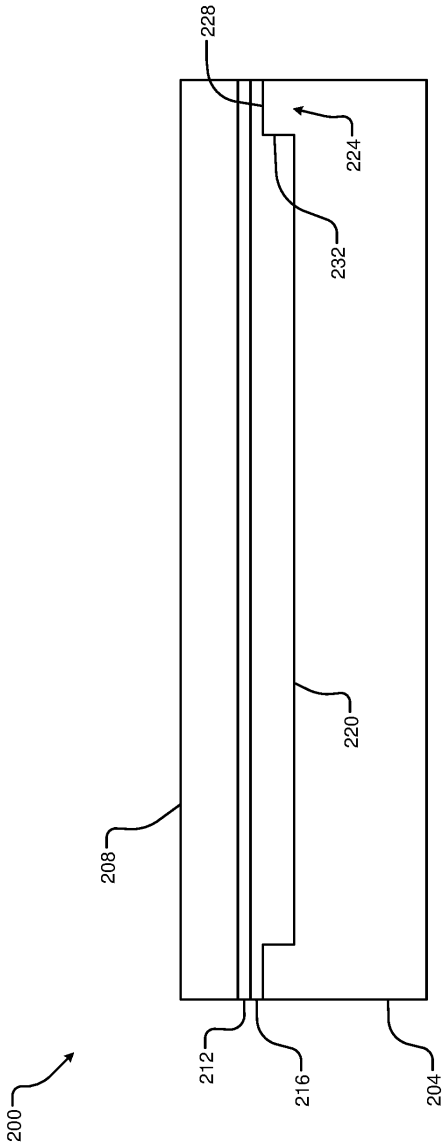
도면1



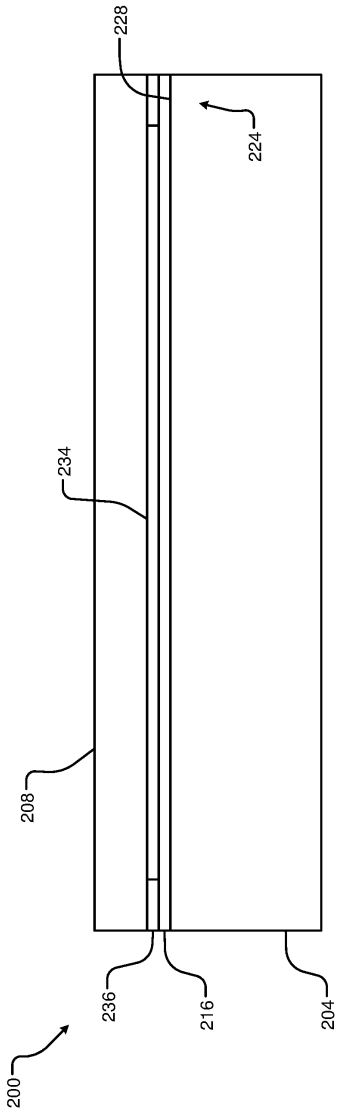
도면2a



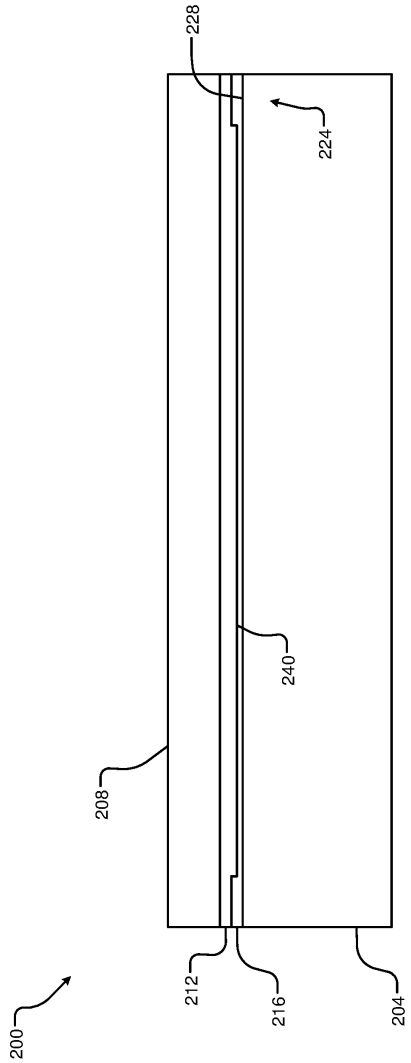
도면2b



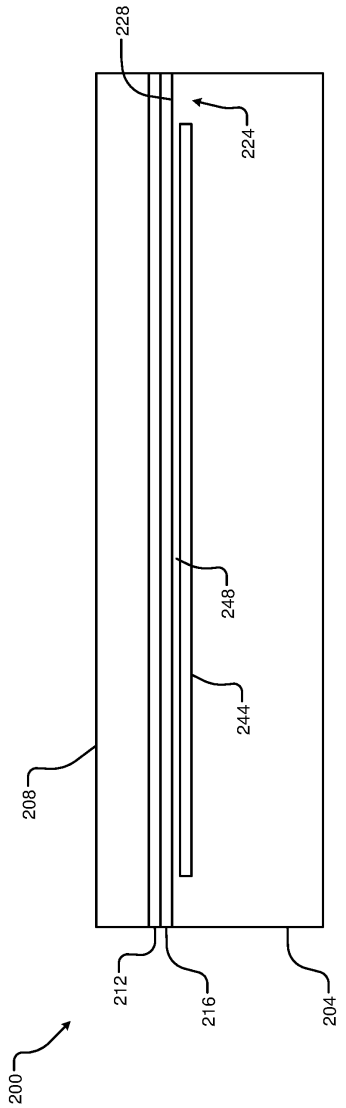
도면2c



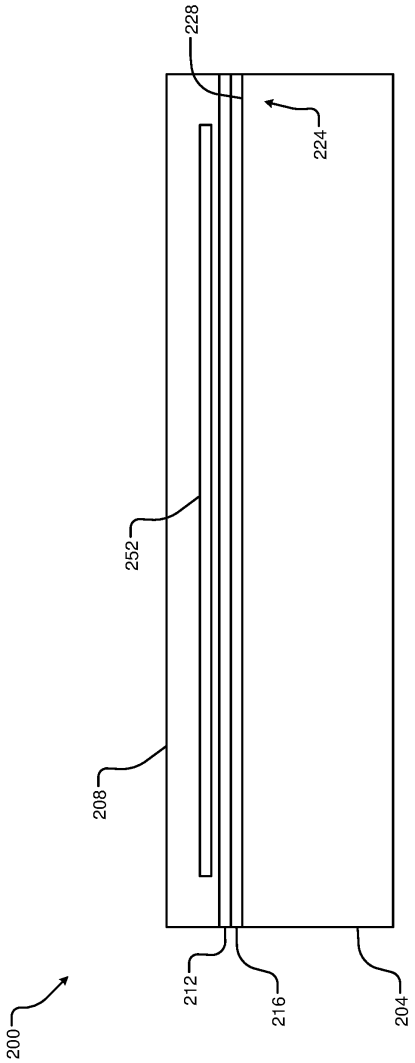
도면2d



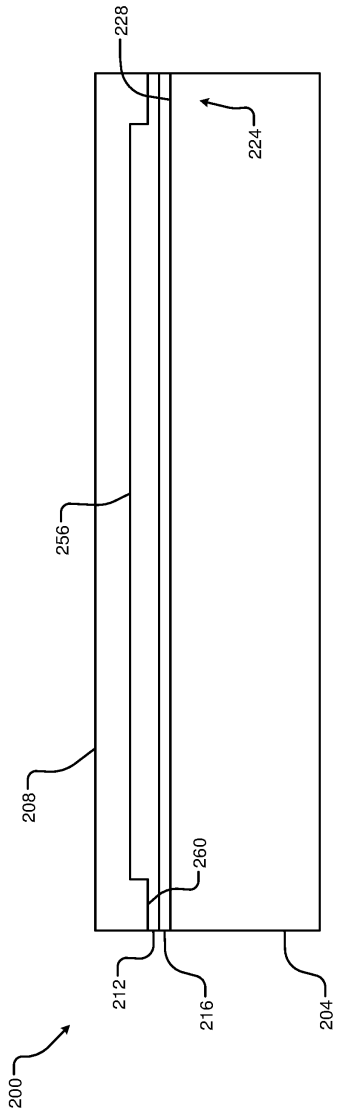
도면2e



도면2f



도면2g



도면3

