



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년05월14일
(11) 등록번호 10-1843609
(24) 등록일자 2018년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7026302
(22) 출원일자(국제) 2012년03월02일
심사청구일자 2017년02월28일
(85) 번역문제출일자 2013년10월04일
(65) 공개번호 10-2014-0011364
(43) 공개일자 2014년01월28일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/027596
(87) 국제공개번호 WO 2012/122054
국제공개일자 2012년09월13일
(30) 우선권주장
61/449,537 2011년03월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US06983892 B2*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 24 항

(73) 특허권자
노벨러스 시스템즈, 인코포레이티드
미국, 94538 캘리포니아주, 프레몬트, 쿡스 파크
웨이 4650
(72) 발명자
사브리 모하메드
미국, 97007 오리건주, 배버튼, 에스더블유 제러
미 스트리트 18145
링엄펠리 람키산 라오
미국, 캘리포니아 94539, 프리몬트, 비아 오포토
42880
리저 칼 에프
미국, 오리건주 97068, 웨스트 린, 존슨 로드
22675
(74) 대리인
특허법인인벤투스

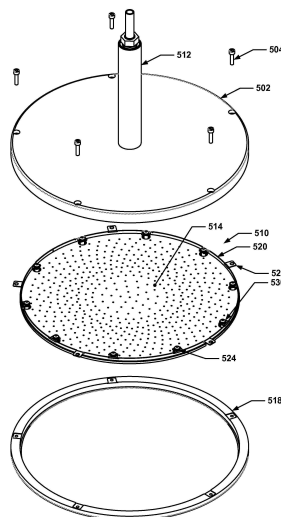
심사관 : 손희수

(54) 발명의 명칭 하이브리드 세라믹 샤워헤드

(57) 요약

기관 프로세싱 샤워헤드를 위한 하이브리드 세라믹 면판의 다양한 구현예들이 제공된다. 하이브리드 세라믹 샤워헤드 면판은 일 패턴의 관통-홀들 및 세라믹 물질의 면판 내에 매립되는 전극을 포함한다. 전극은 관통-홀에 대해 세라믹 물질 내에 완전하게 감싸질 수 있다. 일부 구현예들에서, 히터 구성요소는 또한 하이브리드 세라믹 샤워헤드 면판 내에 매립될 수 있다. DC 전압 소스는 사용 동안 하이브리드 세라믹 샤워헤드 면판과 전기적으로 연결될 수 있다. 하이브리드 세라믹 면판은 용이한 세정 및 면판 교체에 의해 기관 프로세싱 샤워헤드로부터 용이하게 제거될 수 있다.

대표도 - 도5b



(56) 선행기술조사문헌

KR1020100134215 A*

KR2020100010304 U*

KR100936059 B1*

KR1020010076368 A*

KR1020070095806 A*

KR1020070026210 A*

US20090095218 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

프로세싱 챔버의 기관 프로세싱 샤워헤드를 위한 세라믹 먼판 (ceramic faceplate) 으로서, 상기 세라믹 먼판은 제 1 패턴의 제 1 관통-홀들을 포함하는, 상기 세라믹 먼판;

제 2 패턴의 제 2 관통-홀들을 포함하는 전극; 및

하나 이상의 스탠드오프들 (standoffs) 을 가진 접촉 링으로서, 상기 접촉 링 및 상기 하나 이상의 스탠드오프들은 전부 전기-전도성이고 그리고 서로 전기-전도성으로 연결되는, 상기 접촉 링을 포함하고,

상기 전극은 상기 세라믹 먼판 내에 매립되고 (embed),

상기 제 2 패턴은 상기 제 1 패턴과 매칭되고,

상기 제 1 패턴은, 상기 세라믹 먼판이 상기 프로세싱 챔버의 상기 기관 프로세싱 샤워헤드 내에 설치될 때 상기 세라믹 먼판을 통해 프로세싱 가스들이 흐르는 모든 홀들을 포함하고,

상기 제 2 관통 홀 각각은 대응하는 상기 제 1 관통 홀보다 사이즈가 더 크고,

상기 접촉 링은 상기 제 1 패턴의 상기 제 1 관통-홀들을 둘러싸고,

상기 세라믹 먼판은 상기 전극에서 종결되는 하나 이상의 블라인드 스탠드오프 어퍼처들을 포함하고,

상기 스탠드오프 각각은 각각의 블라인드 스탠드오프 어퍼처 내로 연장하고 그리고 상기 전극과 전기 전도성 접촉하고, 그리고

상기 전극은, 상기 세라믹 먼판이 상기 프로세싱 챔버의 상기 기관 프로세싱 샤워헤드 내에 설치될 때 RF 플라즈마 생성 시스템의 양극 또는 음극 중 하나를 형성하는, 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 세라믹 먼판은 상기 프로세싱 챔버로부터의 상기 기관 프로세싱 샤워헤드의 제거를 요구하지 않고 상기 기관 프로세싱 샤워헤드로부터 제거될 수 있도록 구성되는, 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 관통-홀 각각은 적어도,

대응하는 상기 제 1 관통-홀의 직경 더하기 0.04", 그리고

대응하는 상기 제 1 관통-홀의 직경의 두 배의 더 큰 직경을 갖는, 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 관통-홀들은 0.05"의 직경을 갖는, 장치.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 1 관통-홀들은 0.02" 내지 0.06"의 직경들을 갖는, 장치.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전극은, 상기 세라믹 면판이 상기 기관 프로세싱 샤프헤드 내에 설치될 때 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 내부 플래넵 볼륨으로부터 멀어지는 방향을 향하는 상기 세라믹 면판의 면으로부터 0.05"의 깊이로 상기 세라믹 면판 내에 매립되는, 장치.

청구항 7

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전극은 0.002" 두께인, 장치.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 전극은, 상기 세라믹 면판이 상기 기관 프로세싱 샤프헤드 내에 설치될 때 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 내부 플래넵 볼륨 쪽으로 향하는 상기 전극의 측면 상에 위치되는 하나 이상의 전기적 접촉 패치들을 제외하고, 상기 세라믹 면판의 세라믹 물질에 의해 완전하게 감싸지는 (encased), 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

하나 이상의 전기-전도성 경로들을 더 포함하고,

상기 하나 이상의 전기-전도성 경로들은 적어도 상기 접촉 링을 포함하고, 그리고

상기 전기-전도성 경로들 중 적어도 일부는 전기-전도성 접촉 인터페이스에 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 전극 전력 또는 접지 소스를 제공하도록 노출되는, 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 전기-전도성 접촉 인터페이스에 전기적으로 연결되는 DC 전압 소스를 더 포함하는, 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 DC 전압 소스는 0 내지 200 볼트의 하나 이상의 DC 전압들을 공급하도록 구성되는, 장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

후면판을 더 포함하고,

상기 후면판은 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 일부이고,

상기 후면판은 상기 접촉 링과 기계적으로 인터페이싱 (interface) 하도록 구성되고,

상기 후면판은 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 가스 분배 스템 또는 스템 슬리브와 기계적으로 인터페이싱 하도록 구성되고, 그리고

상기 후면판은 상기 접촉 링으로부터 상기 가스 분배 스템 또는 상기 스템 슬리브로의 전기-전도성 경로를 형성하는, 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 세라믹 면판은, 상기 세라믹 면판의 중심 근처에 위치되고 상기 기관 프로세싱 샤프헤드의 가스 분배 스템의 보충 기계적 인터페이스와 접하도록 (mate) 구성되는 기계적 인터페이스를 포함하고,

상기 세라믹 면판이 상기 기관 프로세싱 샤프헤드 내에 설치될 때, 상기 기계적 인터페이스 및 상기 보충 기계적 인터페이스는 서로 접하고, 그리고 상기 접해진 기계적 인터페이스 및 보충 기계적 인터페이스를 통해, 상기 가스 분배 스템은 상기 세라믹 면판의 중심을 지지하는, 장치.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 가스 분배 스템 및 가스 분배 스템 슬리브를 더 포함하고,

상기 가스 분배 스템은 슬라이딩 인터페이스를 통해 상기 가스 분배 스템 슬리브와 접하고,

상기 슬라이딩 인터페이스는 상기 가스 분배 스템 슬리브에 대한 상기 가스 분배 스템의 슬라이딩 움직임을 제한하는 스프링을 포함하고,

상기 가스 분배 스템 슬리브 및 상기 세라믹 면판은 서로에 대해 그리고 슬라이딩 인터페이스 이동의 방향을 따르는 움직임에 대해 공간적으로 실질적으로 고정되고, 그리고

상기 세라믹 면판의 중심에 제공되는 지지의 양은 상기 스프링의 변위에 의해 제어되는, 장치.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 접촉 링은 상기 접촉 링을 상기 기관 프로세싱 샤프헤드와 견고하게 연결하도록 구성되는 인터페이스 피쳐들을 포함하고,

상기 하나 이상의 스탠드오프들은 상기 세라믹 면판에 대해 그리고 그 역으로 (vice-versa) 상기 접촉 링을 지지하는, 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 인터페이스 피쳐들은, 상기 접촉 링의 주변 주위에 형성되는 나사 인터페이스, 상기 접촉 링의 주변 주위에 형성되는 바요넷 (bayonet) 장착부 및 상기 접촉 링의 주변 주위에 이격된 일 패턴의 나사 파스너 피쳐들로 구성되는 그룹으로부터 선택되는, 장치.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

RF 칼라를 더 포함하며,

상기 RF 칼라는, 전기-전도성 물질로 제조되며,

상기 세라믹 면판보다 큰 직경의 그리고 상기 접촉 링의 내부 직경보다 작은 직경의 박형-벽 (thin-walled) 후프;

복수의 내부 칼라 탭들로서, 상기 내부 칼라 탭 각각은,

상기 박형 벽 후프로부터 상기 세라믹 면판을 향하여 돌출하고,

상기 세라믹 면판과 중첩되고, 그리고

상기 박형 벽 후프의 중심 축에 대해 법선인 (normal) 평면에 실질적으로 평행한, 상기 복수의 내부 칼라 탭들; 및

복수의 외부 칼라 탭들로서, 상기 외부 칼라 탭 각각은,

상기 박형-벽 후프로부터 상기 세라믹 면판으로부터 멀리 돌출하고,

상기 접촉 링과 중첩되고, 그리고

상기 박형-벽 후프의 중심 축에 법선인 평면에 실질적으로 평행한, 상기 복수의 외부 칼라 탭들을 포함

하는, 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 박형-벽 후프는 전체적인 후프 형태를 형성하기 위해 단부-대-단부로 배열되는 하나 이상의 세그먼트들로 형성되는, 장치.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 외부 칼라 탭 각각은 상기 RF 칼라의 주변 주위의 이웃하는 내부 칼라 탭들의 쌍들 사이의 중앙에 위치되는, 장치.

청구항 20

제 17 항에 있어서,

상기 내부 칼라 탭 각각은 상기 RF 칼라의 주변 주위의 이웃하는 외부 칼라 탭들의 쌍들 사이의 중앙에 위치되는, 장치.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

적어도 하나의 히터 구성요소 (element) 를 더 포함하고,

상기 적어도 하나의 히터 구성요소는,

상기 세라믹 면판 내에 매립되고,

상기 전극과 전기적으로 접촉하지 않고,

임의의 상기 제 1 관통-홀들과 교차하지 않는 경로를 따르고, 그리고

적어도 상기 제 1 관통-홀의 반경 및 0.04" 더 큰 상기 제 1 관통-홀 각각으로부터의 최소 거리를 유지하는, 장치.

청구항 22

제 1 항에 있어서,

상기 세라믹 면판 내에 매립된 히터 구성요소를 더 포함하고, 상기 히터 구성요소는, 상기 제 1 패턴의 제 1 관통-홀들을 실질적으로 둘러싸고, 상기 세라믹 면판의 최외각 공칭 (nominal) 직경에 근접하여 위치되는, 장치.

청구항 23

프로세싱 챔버;

제 1 항, 제 2 항, 제 21 항 또는 제 22 항 중 어느 한 항에 기재된 장치; 및

페테스탈로서, 가스 분배기 및 상기 페테스탈은 상기 프로세싱 챔버 내에 실질적으로 위치되는, 상기 페테스탈을 포함하는, 기관 프로세싱 장치.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

제 1 단부 및 제 2 단부를 가진 가스 분배 스템을 더 포함하고,

상기 제 1 단부는 상기 가스 분배 스템 상에서 상기 제 2 단부에 대향하고,

상기 가스 분배 스템의 상기 제 1 단부는 상기 프로세싱 챔버의 최상부 (top) 와 연결되고,

상기 가스 분배 스템의 상기 제 2 단부는 상기 기관 프로세싱 샤워헤드에 연결되고, 그리고

상기 세라믹 면판은 상기 프로세싱 챔버의 최상부로부터 상기 가스 분배 스템을 제거하지 않고 상기 기관 프로세싱 샤워헤드로부터 제거될 수 있는, 기관 프로세싱 장치.

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 35 U.S.C. § 119(e) 하에서 2011년 3월 4일자로 출원된 US 가특허 출원 제 61/449,537 호로부터 우선권의 이익을 향유하며, 상기 출원의 내용은 본 명세서에 참고로서 편입된다.

배경 기술

[0002] 증착, 에칭, 또는 다른 프로세싱 동안 웨이퍼 또는 기관의 표면에 걸쳐 프로세스 가스를 분배하기 위해 샤워헤드 조립체가 흔히 반도체 제조 모듈에서 이용된다.

[0003] 마모와 손상 때문에 샤워헤드는 흔히 교체되어야 하며, 샤워헤드의 규칙적인 교체는 대체 부분 비용 및 장비 고장 시간 면에서 반도체 제조자에게 실질적인 비용 소모일 수 있다.

[0004] 일부 반도체 제조 방법은 종래 샤워헤드의 수명을 감소시키며, 그 결과 더 빈번한 대체에 대한 요구를 필요로 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 매입 전극을 포함하는 하이브리드 세라믹 샤워헤드가 개시된다. 이러한 샤워헤드의 다양한 구현예가 아래에서 그리고 본 출원 전반에 걸쳐 개시된다. 아래에서 논의되는 구현예는 본 출원을 도시된 구현예로만 제한하려는 의도로 도시되지 아니한다. 반대로, 본 명세서에 개략 서술된 원리 및 개념과 부합하는 다른 구현예가 또한

본 출원의 목적범위 내에 있을 수 있다.

- [0006] 일부 구현예에서, 가스 분배 장치가 제공된다. 가스 분배 장치는 기판 프로세싱 샤워헤드를 위한 세라믹 면판(faceplate)을 포함할 수 있다. 세라믹 면판이 기판 프로세싱 샤워헤드 내에 설치될 때에, 그리고 기판 프로세싱 샤워헤드가 기판 프로세싱 장치 내에 설치될 때에, 세라믹 면판은 기판에 걸쳐 반도체 프로세스 가스를 분배하도록 구성되는 제 1 패턴의 제 1 관통-홀을 포함할 수 있다. 세라믹 패턴은 제 2 패턴의 제 2 관통-홀을 포함하는 전극을 포함할 수 있다. 전극은 세라믹 면판 내에 매립될 수 있으며, 제 2 패턴은 제 1 패턴과 매칭(match)할 수 있고, 각 제 2 관통-홀은 대응 제 1 관통-홀보다 크기 면에서 더 클 수 있다. 일부 추가 구현예에서, 기판 프로세싱 장치로부터 기판 프로세싱 샤워헤드를 제거할 필요 없이, 세라믹 면판이 기판 프로세싱 샤워헤드로부터 제거될 수 있도록 구성될 수 있다.
- [0007] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 각 제 2 관통-홀은 적어도 대응 제 1 관통-홀보다 0.04" 더 큰, 그리고 대응 제 1 관통-홀의 직경의 두 배인 직경을 가질 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 제 1 관통-홀은 0.02" 내지 0.06" 사이의 직경을 가질 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 제 1 관통-홀은 대략 0.05"의 직경을 가질 수 있다.
- [0008] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 전극은 가스 분배 장치가 기판 프로세싱 샤워헤드 내에 설치되는 경우 기판 프로세싱 샤워헤드로부터 멀어지는 방향을 향하는 세라믹 면판의 면으로부터 대략 0.05"의 깊이로 상기 세라믹 면판 내에 매립될 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 전극은 대략 0.002" 두께일 수 있다.
- [0009] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치가 기판 프로세싱 샤워헤드 내에 설치되는 경우 기판 프로세싱 샤워헤드 쪽으로 향하는 전기-전도성 플레이트의 측면 상에 위치되는 하나 이상의 전기적 접촉 패치들을 제외하고, 세라믹 물질에 의해 완전하게 감싸질(encased) 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 하나 이상의 전기-전도성 경로들을 포함할 수 있다. 하나 이상의 전기-전도성 경로들은 하나 이상의 전기 전도성 패치들과 전기-전도성 접촉할 수 있고, 전기-전도성 경로들 중 적어도 일부가 전기-전도성 접촉 인터페이스에 기판 프로세싱 샤워헤드의 전극 전력 또는 접지 소스를 제공하도록 노출될 수 있다.
- [0010] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 전기-전도성 접촉 인터페이스에 전기적으로 연결되는 DC 전압 소스를 포함할 수 있다. 일부 추가 구현예에서, DC 전압 소스는 0 내지 200 볼트 사이의 하나 이상의 DC 전압을 공급하도록 구성될 수 있다.
- [0011] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 접촉 링 및 하나 이상의 스탠드오프들(standoffs)을 포함할 수 있다. 접촉 링 및 하나 이상의 스탠드오프들은 전기-전도성이며, 하나 이상의 스탠드오프들의 각각은 전극의 하나 이상의 전기 접촉 패치의 상이한 접촉 패치와 전기-전도성 접촉할 수 있고, 각 스탠드오프는 전기-전도성 경로를 통해 접촉 링과 전기적으로 연결될 수 있다. 추가로, 세라믹 면판은 하나 이상의 블라인드 스탠드오프 홀들을 포함할 수 있는데, 여기서 각각의 블라인드 스탠드오프 홀은 세라믹 면판이 기판 프로세싱 샤워헤드 내에 설치되는 경우 기판으로부터 멀어지는 방향을 향하는 어퍼치 단부를 포함한다. 각각의 블라인드 스탠드오프 홀은 전극에 의해 중결될 수 있고, 각각의 블라인드 스탠드오프 홀은 하나 이상의 스탠드오프들 중 대응 스탠드오프를 수용하도록 구성될 수 있다.
- [0012] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 또한 후면판을 포함할 수 있다. 후면판은 접촉 링 및 기판 프로세싱 샤워헤드의 가스 분배 스템 또는 스템 슬리브와 기계적으로 인터페이싱(interface)하도록 구성될 수 있다. 후면판은 접촉 링으로부터 가스 분배 스템(stem) 또는 스템 슬리브(stem sleeve)로의 전기-전도성 경로를 형성할 수 있다.
- [0013] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 세라믹 면판은, 세라믹 면판의 중심 근처에 위치되며 기판 프로세싱 샤워헤드의 가스 분배 스템의 보충 기계적 인터페이스와 접하도록(mate) 구성되는 기계적 인터페이스를 포함할 수 있다. 세라믹 면판이 기판 프로세싱 샤워헤드 내에 설치되는 경우, 기계적 인터페이스 및 보충 기계적 인터페이스는 서로 접할 수 있고, 접해진 기계적 인터페이스 및 보충 기계적 인터페이스를 통해, 가스 분배 스템은 세라믹 면판의 중심을 지지할 수 있다.
- [0014] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 가스 분배 스템 및 가스 분배 스템 슬리브를 포함할 수 있다. 가스 분배 스템은 슬라이딩 인터페이스를 통해 가스 분배 스템 슬리브와 접할 수 있고, 슬라이딩 인터페이스는 가스 분배 스템 슬리브에 대한 가스 분배 스템의 슬라이딩 움직임을 제한하는 스프링을 포함할 수 있다. 가스 분배 스템 슬리브 및 세라믹 면판은 서로에 대해 그리고 슬라이딩 인터페이스 이동의 방향을 따르

는 움직임에 대해 공간적으로 실질적으로 고정될 수 있고, 세라믹 면판의 중심에 제공되는 지지의 양은 스프링의 변위에 의해 제어될 수 있다.

- [0015] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 접촉 링은 접촉 링을 기관 프로세싱 샤워헤드와 견고하게 연결하도록 구성되는 인터페이스 피쳐들을 포함할 수 있고, 스탠드오프들은 세라믹 면판에 대해 그리고 그 역으로 (vice-versa) 접촉 링을 지지할 수 있다.
- [0016] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 인터페이스 피쳐들은, 접촉 링의 주변 주위에 형성되는 나사 인터페이스, 접촉 링의 주변 주위에 형성되는 바요넷 (bayonet) 장착부 및 접촉 링의 주변 주위에 이격된 일 패턴의 나사 파스너 (fastener) 피쳐들로 구성되는 그룹으로부터 선택될 수 있다.
- [0017] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 RF 칼라 (collar) 를 포함할 수 있다. RF 칼라는, 전기-전도성 물질로 제조될 수 있고, 세라믹 면판보다 큰 직경의 그리고 접촉 링의 내부 직경보다 작은 직경의 박형-벽 (thin-walled) 후프를 포함할 수 있다. RF 칼라는 복수의 내부 칼라 탭들을 포함할 수 있고, 이때에 각 내부 칼라 탭은 박형 벽 후프로부터 세라믹 면판을 향하여 돌출하고, 세라믹 면판과 중첩되며, 박형 벽 후프의 중심 축에 대해 법선인 (normal) 평면에 실질적으로 평행하다. RF 칼라는 복수의 외부 칼라 탭들을 포함할 수 있고, 이때에 박형-벽 후프로부터 세라믹 면판으로부터 멀리 돌출하고, 접촉 링과 중첩되며, 박형-벽 후프의 중심 축에 법선인 평면에 실질적으로 평행하다.
- [0018] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 박형-벽 후프는 전체적인 후프 형태를 형성하기 위해 단부-대-단부 배열되는 하나 이상의 세그먼트들로 형성될 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 각 외부 칼라 탭은 RF 칼라의 주변 주위의 이웃하는 내부 칼라 탭의 쌍들 사이의 대략 중앙에 위치될 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 각 내부 칼라 탭은 RF 칼라의 주변 주위의 이웃하는 외부 칼라 탭의 쌍들 사이의 대략 중앙에 위치될 수 있다.
- [0019] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 적어도 하나의 히터 구성요소를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 히터 구성요소는, 세라믹 면판 내에 매립되고, 전극과 전기적 접촉하지 아니하며, 임의의 제 1 관통-홀과 교차하지 아니하는 경로를 따르고, 적어도 제 1 관통-홀의 반경 및 0.04" 더 큰 각 제 1 관통-홀로부터의 최소 거리를 유지할 수 있다.
- [0020] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 가스 분배 장치의 세라믹 부분 내에 매립된 히터 구성요소를 포함할 수 있다. 히터 구성요소는, 제 1 패턴의 제 1 관통-홀들을 실질적으로 둘러쌀 수 있고, 기관 프로세싱 샤워헤드의 최외각 공칭 (nominal) 직경에 매우 근접하여 위치될 수 있다.
- [0021] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 세라믹 후면판을 포함할 수 있다. 단일 면판/후면판을 형성하기 위해, 세라믹 면판 및 세라믹 후면판은 세라믹 후면판 및 세라믹 면판의 외부 직경과 실질적으로 동일한 외부 직경을 가지는 환형 세라믹 벽에 의해 결합될 수 있다. 샤워헤드 플레넘 (plenum) 볼륨이 상기 단일 면판/후면판 내에 존재할 수 있고, 제 1 관통-홀들은 샤워헤드 플레넘 볼륨과 유체 접촉할 수 있다. 세라믹 후면판은, 단일 면판/후면판의 외부 직경보다 실질적으로 적은 제 1 직경 주위에 실질적으로 위치되고, 기관 프로세싱 샤워헤드의 스템에 단일 면판/후면판을 견고하게 연결하도록 구성되는, 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐를 포함할 수 있다.
- [0022] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 RF 가스킷 및 실링을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐는 세라믹 면판 내의 실질적으로 원형인 포트 주위에 위치되는 나사 또는 바요넷 장착부를 포함할 수 있다. 실링은 실질적으로 원형인 포트의 최내곽 직경과 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐의 최외곽 직경 사이에 위치될 수 있고, RF 가스킷은 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐의 최외곽 직경과 실링 사이에 위치될 수 있다.
- [0023] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 복수의 스크류들 및 실링을 포함할 수 있다. 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐는 나사 홀 피쳐들의 홀 패턴을 포함할 수 있고, 각 홀 피쳐는 스크류들 중 하나를 수용하도록 구성된다. 나사 홀 피쳐들은 세라믹 후면판 내의 실질적으로 원형인 포트 주위에 위치될 수 있고, 실링은 홀 패턴과 실질적으로 원형인 포트의 최내곽 직경 사이에 위치될 수 있다. 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 RF 핀을 포함할 수 있다. RF 핀은, 전극과 전기-전도성 접촉할 수 있고, 세라믹 면판으로부터 그리고 샤워헤드 플레넘 볼륨 내로 돌출할 수 있고, 단일 면판/후면판이 적어도 하나의 기계적 인터페이스 피쳐를 통해 스템에 연결되는 경우 전기-전도성 방식으로 스템과 접촉하기에 충분한 길 이일 수 있다.

- [0024] 가스 분배 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치는 배플 플레이트를 더 포함할 수 있다. 배플 플레이트는, 샤워헤드 플레넘 볼륨 내에 위치될 수 있고, 세라믹 후면판에서 이격될 수 있으며, 세라믹 후면판에 대해 실질적으로 중심에 위치될 수 있고, 스템의 내부 직경보다 큰 최외곽 직경을 가질 수 있다.
- [0025] 일부 구현예에서, 기관 프로세싱 장치가 제공된다. 기관 프로세싱 장치는 프로세스 챔버, 본 명세서를 통해 그 리고 위에서 설명된 바와 같은 가스 분배 장치, 및 페데스탈을 포함할 수 있다. 가스 분배 장치 및 페데스탈은 프로세스 챔버 내에 실질적으로 위치될 수 있다.
- [0026] 기관 프로세싱 장치의 일부 추가 구현예에서, 가스 분배 장치의 전극은 DC 전압 소스와 그리고 접지 임피던스에 전기적으로 연결될 수 있고, 페데스탈 내의 페데스탈 전극은 RF 전력 소스와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0027] 기관 프로세싱 장치의 일부 추가 구현예에서, 기관 프로세싱 장치는 제 1 단부 및 제 2 단부를 가지는 가스 분배 스템을 포함할 수 있다. 제 1 단부는 가스 분배 스템 상에서 제 2 단부에 대향할 수 있고, 프로세스 챔버의 최상부 (top) 와 연결될 수 있다. 가스 분배 스템의 제 2 단부는 가스 분배 장치에 연결될 수 있다. 가스 분배 장치는 프로세스 챔버의 최상부로부터 가스 분배 스템을 제거함 없이 가스 분배 스템으로부터 제거될 수 있다.
- [0028] 본 명세서에서 설명된 청구물의 하나 이상의 구현예의 상세한 사항은 첨부된 도면 및 아래의 상세한 설명에 개시된다. 다른 특징들, 양상들 및 이점들이 상세한 설명, 도면 및 특허청구범위로부터 명백하게 될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 반도체 프로세스 챔버의 고-레벨 절취도를 도시한다.
- 도 2a는 하이브리드 세라믹 샤워헤드의 등각 절취도를 도시한다.
- 도 2b는 삽입된 상세한 도면을 가지는 하이브리드 세라믹 샤워헤드의 등각 절취도를 도시한다.
- 도 2ba는 도 2b의 삽입된 상세한 도면을 도시한다.
- 도 2c는 하이브리드 세라믹 샤워헤드의 측면 절취도를 도시한다.
- 도 2d는 하이브리드 세라믹 샤워헤드의 등각도를 도시한다.
- 도 2e는 도 2d에 도시된 하이브리드 세라믹 샤워헤드를 확대도를 이용하여 도시한다.
- 도 2f는 삽입된 상세한 도면을 가지는 세라믹 면판 및 접지/전력 평면의 단면도를 도시한다.
- 도 2fa는 도 2f의 삽입된 상세한 도면을 도시한다.
- 도 3a 및 3aa는 후면판의 두 개의 등각도를 도시한다.
- 도 3b 및 3ba는 스템 슬리브가 부착된 후면판의 두 개의 등각도를 도시한다.
- 도 3c 및 3ca는 세라믹 면판 조립체의 두 개의 등각도를 도시한다.
- 도 3d 및 3da는 가스 분배 스템이 부착된 세라믹 면판 조립체의 두 개의 등각도를 도시한다.
- 도 4a 내지 4j는 본 명세서에 설명된 부품들을 생성하는데 이용될 수 있는 다양한 단계의 제조 프로세스를 도시한다.
- 도 5a는 하이브리드 세라믹 샤워헤드의 다른 구현예의 등각도를 도시한다.
- 도 5b는 도 5a에 도시된 구현예의 등각 확대도를 도시한다.
- 도 5c는 도 5a에 도시된 구현예의 등각 절취도를 도시한다.
- 도 5d 및 5e는 도 5a에 도시된 구현예의 세라믹 면판 조립체에 관한, 저면도 및 평면도를 각각 도시한다.
- 도 5f는 도 5d 및 5e의 세라믹 면판 조립체의 등각도를 도시한다.
- 도 5g는 도 5f의 세라믹 면판 조립체의 등각 확대도를 도시한다.
- 도 6은 하이브리드 세라믹 샤워헤드 설계의 다른 구현예의 개념적 단면도를 도시한다.
- 도 7은 하이브리드 세라믹 샤워헤드 설계의 다른 구현예의 개념적 단면도를 도시한다.

도 8a 내지 8c는 반도체 프로세싱 챔버의 고-레벨 도면을 도시한다.

도 8d는 도 8a 내지 8c로부터의 다양한 전압 조건을 요약하는 테이블을 도시한다.

도면들에서 이용되는 정확한 비율이 다르다고 하더라도, 도 2a 내지 3da 및 도 5a 내지 5g는 일정한 비율의 (to-scale) 도면이다. 이러한 도면들은 본 명세서에 개시된 기술 및 장치를 구현하는 다양한 다른 방법을 전달하려는 의도로 작성되었으며, 도시된 구현예로만 개시된 물질을 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이제 본 발명의 구체적인 구현예가 상세하게 개시될 것이다. 구체적인 구현예의 예는 첨부된 도면에 도시된다. 본 발명이 이러한 구체적인 구현예와 함께 개시될 것이나, 이것이 본 발명을 이러한 구체적인 구현예로 제한하려는 의도가 아님을 이해하여야 한다. 대조적으로, 이것은 첨부된 특허청구범위에 의해 정의되는 바와 같은 본 발명의 목적범위 및 정신 내에 포함될 수 있는 대안예, 변형예 및 등가물을 커버하려는 의도이다. 이하의 설명에서, 수많은 구체적인 상세한 설명이 본 발명의 충분한 이해를 제공하기 위해 이루어질 것이다. 본 발명은 이러한 구체적인 설명의 일부 또는 전부 없이도 실행될 수 있다. 익히 공지된 프로세스 동작은 본 발명을 불필요하게 모호하게 만들지 않기 위해 개시되지 않았다.
- [0031] 하드 마스크가 반도체 프로세싱 내에서 에칭 정지층으로 이용된다. 애쉬어블 (ashable) 하드 마스크 (AHM) 가 그의 목적을 위해 제공될 때에, AHM은 애싱 (ashing) 으로 지칭되는 기술에 의해 AHM이 제거될 수 있게 하는 화학적 조성을 가진다. 애쉬어블 하드 마스크는 일반적으로 미량의 하나 이상의 도펀트 (이를 테면, 질소, 플루오르, 보론, 실리콘) 를 가지는 탄소 및 수소로 구성된다. 이러한 하드 마스크 내의 본딩 구조물은 증착 조건에 따라 sp² (그래파이트형) 에서 sp³ (다이아몬드형) 으로 또는 이들의 조합으로 변경될 수 있다.
- [0032] 일반적인 어플리케이션에서, 에칭 이후에 하드 마스크는 그 목적에 이용이 되며, 그리고 하부 유전체 산화물 (예를 들어, SiO₂) 로부터 제거되어야 한다. 이는 일반적으로, 또한 "플라즈마 애싱" 또는 "건조 박리 (stripping)" 로서 지칭되는, 애싱에 의해, 적어도 일부 달성된다. 애싱될 하드 마스크를 가지는 기판이, 일반적으로 부분 제조된 반도체 웨이퍼가 진공 하에서 챔버 내에 배치되며, 산소가 도입되고, 이에 산소 라디칼 (플라즈마) 을 생성하는 무선 주파수 전력이 주어진다. 라디칼은 하드 마스크와 반응하여 그것을 물, 일산화탄소, 및 이산화탄소로 산화시킨다. 일부 예에서, 예를 들어 애쉬어블 하드 마스크가 애싱 만으로 제거될 수 없는 임의의 잔류물을 남길 때에, 하드 마스크의 완벽한 제거가 후속하는 애싱에 의해, 추가적인 습식 또는 건식 에칭 프로세스와 함께 달성될 수 있다.
- [0033] AHM 프로세스는 흔히 프로세싱되는 웨이퍼 부근에서 고온의, 즉 500 내지 650℃이 유발되는 것을 야기한다. 반도체 제조 공구 내에서 일반적으로 사용되는 알루미늄 합금, 이를 테면 6000-시리즈 알루미늄 합금의 녹는점은 흔히 645 내지 660℃ 범위 내에 있으며, 위와 같은 AHM 프로세싱 온도에 노출되는 부품에 사용하기에 적합하지 아니하다.
- [0034] AHM 프로세스는 미국특허출원 제 11/318,269 호, 미국특허출원 제 12/048,967 호, 미국특허출원 제 11/449,983 호, 미국특허출원 제 11/612,382호, 미국특허출원 제 11/710,377 호, 미국특허출원 제 11/849,208 호, 미국특허출원 제 12/163,670호, 미국특허출원 제 12/334,220 호, 미국특허출원 제 12/133,223 호 및 미국특허출원 제 12/786,842 호에 더 상세하게 개시되어 있으며, 상기 문헌 모두는 참고로서 본 명세서에 편입된다.
- [0035] 본 출원에서 논의되는 구현예에 따른 샤워헤드는, ATM 프로세스 같은 고온 반도체 제조 프로세스에 개선된 성능을 제공하며, 더 용이한 세정 및 유지보수를 제공한다.
- [0036] 일반적으로 다른 반도체 제조 프로세스 및 AHM은, 일반적으로 프로세스 챔버 또는 반응기 챔버로서 또한 지칭되는 반응기 내에서 수행된다. 반응기는 웨이퍼 프로세싱 동안 제어된 환경을 제공할 수 있으며, 웨이퍼 프로세싱 동안 이용되는 다양한 기계 및 전기 시스템을 포함할 수 있다. 반응기의 일 구현예의 고-레벨의 개략적인 모습이 도 1에 도시되고 있다. 반응기 (100) 는 프로세싱 동작 동안의 웨이퍼 (105) 의 이동 또는 오정렬을 방지하기 위한 척을 포함할 수 있는, 페데스탈 (110) 상에서 웨이퍼 (105) 를 수용할 수 있다. 페데스탈 (110) 은 페데스탈 (110) 로부터의 웨이퍼의 로딩 또는 언로딩이 용이하게 되도록 또는 샤워헤드 (115) 와 웨이퍼 (105) 사이의 최적의 간격을 달성하도록 구동 액츄에이터에 의해 하강 또는 상승될 수 있다. 가스 유입구 (120) 에 의해 공급되는 프로세스 가스는 샤워헤드 (115) 에 의해 웨이퍼 (105) 의 표면에 걸쳐 분배될 수 있다. 반응기 (100) 내의 가스는 진공 펌프 또는 소스의 이용을 통해 배기될 수 있다.

- [0037] 도 1에 도시된 반응기는 반도체 제조 프로세스에서 이용될 수 있는 반응기의 단순한 일 구현예이다. 추가 부품이 필요에 따라 부가될 수 있으며, 일부 부품이 모든 경우에 필요한 것은 아닐 수 있다. 추가로, 구조물은 일 반응기 설계 다음에까지 상당히 다양화될 수 있는데, 예를 들어 샤워헤드 (115) 가 "샹들리에 (chandelier)" 형태의 샤워헤드로서 도시되고 있으나, 대안적으로 "플러시-장착 (flush-mount)" 샤워헤드일 수 있다. 본 발명의 개시내용이 도시된 그리고 논의된 구현예로만 제한되는 것으로 해석되어서는 아니되며, 일반적으로 모든 형태의 반도체 제조 프로세스 및 도구에 적용될 수 있다.
- [0038] 반도체 웨이퍼 또는 기관 검사 (undergoing) 프로세스 동안, 반도체 제조는 종종 프로세스 가스, 이를 테면 증착 및 에칭 가스가 균일한 또는 제어된 방식으로 유동될 것을 요구한다. 그 목적을 달성하기 위해서, 때때로 가스 분배기로도 지칭되는 "샤워헤드" 가스 유동 매니폴드가 웨이퍼의 표면에 걸쳐 프로세스 가스를 분배하는데 이용될 수 있다. 프로세스 가스는 샤워헤드 밖으로 유동될 수 있고, 웨이퍼에 걸쳐 분배될 수 있다. 웨이퍼는 샤워헤드를 하우스링하는 프로세스 챔버 내부의 페데스탈 조립체에 의해 지지될 수 있다. 샤워헤드 내부에서부터 웨이퍼까지의 유동을 안내하는 (direct) 일 패턴의 가스 분배 홀을 통해 웨이퍼에 걸친 프로세스 가스의 분배가 달성될 수 있다.
- [0039] 많은 샤워헤드가 제한된 수명의 부품 (limited lifetime components; LLC) 이고, 샤워헤드의 성능 및 구조를 점차 변경시키는 다양한 프로세스 단계, 예를 들어 증착 또는 에칭 동작으로부터 발생하는 샤워헤드의 열화 때문에 주기적인 교체 (제한된 수명의 부품의 교환, 또는 LLCE) 를 필요로 할 수 있다. LLCE 이전에 일부 샤워헤드가 600,000 웨이퍼까지 프로세스하는데 이용될 수 있다고 하더라도, LLCE 이전에 샤워헤드에 의해 프로세스될 수 있는 웨이퍼의 수는 일반적으로, 예를 들어 65,000 내지 100,000 웨이퍼의 범위에서 변경될 수 있다. 웨이퍼 프로세싱 동작들 사이에서 샤워헤드는 또한 주기적인 세정 사이클을 경험할 수 있고, 이러한 사이클은 예를 들어, 매 25 내지 100 웨이퍼 프로세싱 사이클을 발생시킬 수 있다. 샤워헤드의 수명은, 프로세싱 동안 샤워헤드가 노출되는 환경 형태들, 임의의 세정 동작의 빈도 및 반도체 제조자의 프로세스 품질 요건을 포함하는 많은 요인에 의존적일 수 있다.
- [0040] 샤워헤드 플래넘 내에 수집되는 불필요한 입자들, 플라즈마 형성에 영향을 미치는 샤워헤드의 웨이퍼-페이싱 (wafer-facing) 표면 내의 형성되는 표면 변화, 샤워헤드 면판 내에 위치되는 가스 분배 홀 내의 차원 변화 및 프로세스 제어가능성 및 수율에 영향을 미치는 다른 요인들을 포함하는 다수의 요인들 때문에 샤워헤드의 LLCE 가 필요로 될 수 있다.
- [0041] 다른 형태의 반도체 제조에서보다 AHM 프로세싱 동안 접하게 될 수 있는 더 심각한 열적 환경 때문에, AHM 프로세스에서 종래의 샤워헤드를 이용하여 프로세스될 수 있는 웨이퍼의 수가, 예를 들어 10,000 내지 20,000 사이로, 더 적게 될 수 있다. 이는 더 빈번한 샤워헤드 교체를 야기하고, 이는 LLCE가 일어나고 있는 동안 부품 비용의 증가 및 제조 기회의 손실을 야기할 수 있다. 세라믹 샤워헤드 면판 내에 매립되는 RF 전극을 특징으로 하는 하이브리드 세라믹 (HC) 샤워헤드는 샤워헤드 장비 상에 유사한 유해 환경 조건을 가하는 다른 반도체 프로세스에서 뿐 아니라, AHM 배경 (context) 에서 샤워헤드를 더 길게 사용할 수 있는 해결책을 제공할 수 있다.
- [0042] 도 2a 내지 2f는 HC 샤워헤드 (200) 의 일 구현예에 관한 다양한 도면들을 도시한다. 도 2a 내지 2b의 등각 단면도 내에 도시되는 바와 같이, HC 샤워헤드 (200) 는 후면판 (202), 세라믹 면판 조립체 (210) 및 가스 분배 스템 (212) 을 포함할 수 있다. 후면판 (202) 은 스템 슬리브 (220) 와 연결될 수 있다. 세라믹 면판 조립체 (210) 는 세라믹 면판 (214), 전극으로도 알려진 매립된 접지/전력 면 및 접촉 링 (218) 을 포함할 수 있다. 가스 분배 스템 (212) 은 스템 슬리브 (220) 및 세라믹 면판 조립체 (210) 사이에 걸쳐있을 (span) 수 있다. "플러시-장착" 샤워헤드인 HC 샤워헤드 (200) 의 일 구현예를 위해 가스 분배 스템 (212) 은 생략될 수 있고 또는 상당히 축소될 수 있다.
- [0043] 다양한 웨이퍼 프로세싱 단계들 동안, 플라즈마 환경이 웨이퍼 프로세싱이 발생하는 프로세스 챔버 내에 생성될 수 있다. 따라서, HC 샤워헤드 (200) 가 플라즈마 환경에 노출될 수 있고 및/또는 플라즈마 환경을 생성하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 일 구성에서, HC 샤워헤드 (200) 또는 그 내부의 부품은 플라즈마를 발화하기 위해 이용되는 RF 전력 소스로서 이용될 수 있다. 프로세싱 챔버 내부의 페데스탈 또는 다른 구조물은 이러한 상황에서 RF 접지로서 이용될 수 있다. 다른 구성에서, HC 샤워헤드 (200) 또는 그 내부의 부품은 RF 접지로서 이용될 수 있고, 프로세스 챔버 내부의 페데스탈 또는 다른 구조물이 플라즈마 생성을 위한 RF 전력을 공급하는데 이용될 수 있다.
- [0044] 플라즈마가 프로세싱되는 웨이퍼 부근에 다양한 프로세스 가스를 활성화하는데 이용될 수 있다. 프로세스 가스 조기 (premature) 활성화를 방지하기 위해, 즉 웨이퍼 표면에 걸친 HC 샤워헤드 (200) 에 의한 프로세스 가스의

분배 이전에, HC 샤워헤드 (200) 는 HC 샤워헤드 (200) 그 자체의 볼륨 내부에 플라스마를 유도할 수 있는 스트레이 (stray) RF 에너지에 대하여 프로세스 가스를 차폐할 수 있다. 패러데이 케이지 (Faraday cage) 가 HC 샤워헤드 (200) 의 내부 볼륨 주위에 형성되도록 HC 샤워헤드 (200) 는 구성될 수 있다. 패러데이 케이지의 구현을 통해, 프로세스 챔버 내의 플라스마 프로세싱으로부터의 RF 에너지가 HC 샤워헤드 (200) 의 내부 볼륨 내에서 아킹될 기회가 제거될 수 있고, 또는 크게 감소될 수 있다. HC 샤워헤드 (200) 의 내부 볼륨 내의 프로세스 가스의 조기 활성화의 방지는 프로세스 가스와 HC 샤워헤드의 내부 벽 사이의 화학 반응의 양을 감소시킬 수 있다.

[0045] 도 2a 내지 2g에 도시된 구현예에서, 접지/전력 평면 (216) 내의 전기 전도성 물질, 접촉 링 (218), 후면판 (202) 및 스템 슬리브 (220) 의 이용을 통해 패러데이 케이지가 HC 샤워헤드 (200) 내에 형성될 수 있다. 이러한 구조는 HC 샤워헤드 (200) 내부로 스트레이 RF 에너지로부터 차폐하는 연속적인 전기 전도성 경로를 형성하도록 구성될 수 있다. 가스를 분배하기 위한 패러데이 케이지 내의 천공 (perforations), 이를 테면 가스 분배 홀 (222) 은 천공을 통한 RF 누설 (leakage) 이 최소화되거나 제거되도록 사이징될 수 있다.

[0046] 도 2a를 참조하면, 후면판 (202) 은 뒷벽 (back wall) 주위에서 실린더형 벽 (206) 으로 전이하는 디스크-형 뒷벽 (204) 을 포함하는 실질적으로 방사 대칭인 부분이다. 용어 "디스크-형" 및 "실린더형 벽"은 이러한 피쳐들의 전체 형상을 설명하기 위해 이용되며, 이러한 용어들은, 예를 들어 약간 테이퍼진 (tapered) 또는 원뿔형인 뒷벽 및 실린더형 벽 같은, 실질적으로 유사한 구조물, 및 이러한 구조물 사이의 다양한 형태의 전이 표면, 이를 테면 챔퍼 (chamfers) 및 필렛 (fillets) / 라운드 (rounds) 를 포함하려는 의도를 나타낸다. 도 2a가 뒷벽 (204) 및 실린더형 벽 (206) 이 용접 시임 (seam; 208) 에서 함께 용접되어 후면판 (202) 을 형성하는 것을 도시하고 있다 하더라도, 후면판 (202) 는 단일의, 통합 부품으로 제조될 수 있고, 또는 두 개 이상의 피스로 제조될 수 있다. 예를 들어, 후면판 (202) 은 알루미늄의 고체 블랭크 (blank) 로부터 기계 가공될 수 있다. 도 3a 및 3aa는 후면판 (202) 의 두 개의 등축도를 도시한다. 용접 시임 (208) 이 비-용접된 후면판 구조 내에 존재하지 아니할 수 있다.

[0047] 도 2b를 참조하면, 후면판 (202) 의 뒷벽 (204) 은 뒷벽 (204) 의 중앙 영역 내의 홀을 포함할 수 있다. 가스 분배 스템 (212) 과 홀의 내부 에지 사이의 환형 가스 유동 겹을 남기면서 가스 분배 스템 (212) 이 홀을 통하여 삽입될 수 있도록 홀은 사이징될 수 있다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 홀은 스템 슬리브 (220) 의 후면판 (202) 에의 장착을 허용하도록 사이징될 수 있다. 홀은 스템 슬리브 (220) 의 후면판 (202) 에의 장착을 용이하게 하기 위한 단차 또는 다른 피쳐를 포함할 수 있다. 스템 슬리브 (220) 는 용접되고, 납땜되고, 확산-본딩되고, 또는 그렇지 않으면 후면판 (202) 에 결합될 수 있다. 다른 구성, 이를 테면 가스 분배 스템 (212) 이 없고 가스가 단순히 스템 슬리브 (220) 로 도입되는 변형예가 또한 고려될 수 있다. 도 3b 및 도 3ba는 후면판 (202) 및 스템 슬리브 (220) 의 두 개의 등각도를 도시하고 있다.

[0048] 스템 슬리브 (220) 는 형상 면에서 실질적으로 실린더형일 수 있다. 스템 슬리브 (220) 는 제 1 내부 직경을 가지는 가스 분배 영역 및 제 2 내부 직경을 가지는 가스 분배 스템 인터페이스 영역을 포함할 수 있다. 제 1 내부 직경은 가스 분배 스템 (212) 의 외부 표면과 스템 슬리브 (220) 의 내부 표면 사이에 환형 가스 유동 겹을 생성하도록 사이징될 수 있고, 제 1 내부 직경은 후면판 (202) 의 뒷벽 내의 홀의 직경과 대략 동일한 직경을 가질 수 있다. 제 2 내부 직경은 스템 슬리브 (220) 의 가스 분배 영역과 가스 분배 스템 (212) 사이의 슬라이딩 개입을 허용하도록 사이징될 수 있다.

[0049] 다른 전도성 물질이 또한 이용될 수 있더라도, 후면판 (202) 및 스템 슬리브 (220) 는 알루미늄으로 제조될 수 있다. 알루미늄은 상대적으로 저렴하게 가공할 수 있고, 물질 부식을 경험하기보다 불소에 노출될 때에 패시베이팅 (passivating) 불화 알루미늄 (AlF₃) 층을 형성하기 때문에, 알루미늄은 특히 이러한 어플리케이션에 상당히 적합하다.

[0050] 도 2a 내지 2g에 도시된 구현예에서, 세라믹 면판 조립체 (210) 는 실질적으로 환형인 디스크이다. 위에서 언급한 바와 같이, 세라믹 면판 조립체 (210) 는 세라믹 면판 (214), 접지/전력 평면 (216) 및 접촉 링 (218) 을 포함할 수 있다. 접지/전력 평면 (216) 은 세라믹 면판 (214) 내에 매립될 수 있다. 도 2e 는 추가적인 상세한 부분을 참고할 수 있는 HC 샤워헤드 (200) 의 확대도를 도시한다. 도 3c 및 3ca는 세라믹 면판 조립체 (210) 의 두 개의 등각도를 도시한다.

[0051] 도 2b, 2ba 및 2e에 도시된 바와 같이, 접촉 링 (218) 상의 스탠드오프 포트 (244) 는 세라믹 면판 (214) 내의 스탠드오프 블라인드 홀 (246) 을 통해 세라믹 면판 (214) 을 통과할 수 있으며, 접촉 패치 (232) 를 통해 접지/전력 평면 (216) 과 전기적 접촉될 수 있다. 접지/전력 평면 (216) 은 예를 들어, 확산 본딩 또는 납땜을 이

용하여 접촉 패치 (232) 에서 스탠드오프 (244) 에 결합될 수 있다. 전기 전도성 연결을 달성하는 다른 등가적인 결합 기술이 또한 이용될 수 있다. 접촉 링 (218) 상의 스탠드오프 (244) 가 접촉 링 (218) 및 접촉 링 (218) 에 연결되는 후속 부품으로부터 분리되게 제조될 수 있다. 예를 들어, 접촉 링 (218) 은 이후에 접촉 링 (218) 에 부착되는 스탠드오프 포스트 (244) 를 각각 수용하도록 설계되는 하나 이상의 홀 피처를 포함할 수 있다. 스탠드오프 포스트 (244) 의 접촉 링 (218) 에의 연결은, 예를 들어 결합 본딩 또는 납땜에 의해, 영구적일 수 있고, 예를 들어 나사 부착 또는 스크류에 의해 되돌려질 수 있다. 접촉 링 (218) 및 스탠드오프 (244) 는 가스 분배 스템 (212) 및/또는 스템 슬리브 (220) 로부터 전극에 이르기 위한 접지 소스 또는 RF 전력 소스를 위한 경로 또는 전기 전도성 경로를 제공할 수 있다. 나사 전도성 피처, RF 가스킷, 또는 접촉 핀 같은, 전기 전도성 접촉 인터페이스가 전기-전도성 경로 또는 경로들과 가스 분배 스템 (212) 및/또는 스템 슬리브 (220) 사이에 전기 전도도를 제공하는데 이용될 수 있다.

[0052] 다른 단면이 또한 이용될 수 있다고 하더라도, 도 2a 내지 2f 에서 접촉 링 (218) 은 실질적으로 사각형인 단면을 가진다. 스탠드오프 포스트 (244) 가 돌출되는 표면에 추가하여, 접촉 링 (218) 은 또한 세라믹 면판 조립체 (210) 를 후면판 (202) 에 기계적으로 그리고 전기적으로 연결하도록 설계된 인터페이스 피처를 가지도록 구성될 수 있는 외부 표면 (230) 을 포함할 수 있다. 예를 들어, 접촉 링 (218) 의 외부 표면이 나사 결합되고, 후면판 (202) 의 대응 내부 표면은 두 개의 부품 사이에 나사 개입을 허용하는 맞물리는 나사 피처를 포함할 수 있다. 다른 형태의 기계적인 그리고 전기적인 연결이 또한 이용될 수 있고, 예를 들어, 바요넷-형태의 연결 또는 스크류가 이용될 수 있다.

[0053] 접지/전력 평면 (216) 및 세라믹 면판 (214) 은 작은 가스 분배 홀 (222) 의 패턴을 포함할 수 있다. 일 구현예에서, 대략 3000 가스 분배 홀이 접지/전력 평면 (216) 및 세라믹 면판 (214) 에 걸쳐 분배될 수 있고, 접지/전력 평면 (216) 내의 가스 분배 홀의 홀 직경이 세라믹 면판 (214) 내의 대응 가스 분배 홀 (222) 보다 큰 직경이라 할지라도, 두 부분 상의 홀 패턴은 정렬되도록 구성될 수 있다.

[0054] 도 2f는 세라믹 면판 조립체 (210) 의 절취도를 도시하며, 섹션 평면은 접지/전력 평면 (216) 의 전체 평면과 평행하며, 접지/전력 평면 (216) 과 만난다 (intersect). 명암이 접지/전력 평면 (216) 을 표시하는데 이용될 수 있고, 세라믹 면판 (214) 은 명암 처리되지 않았다. 삽입 도면 2fa는 세라믹 면판 조립체 (210) 의 일부의 확대도를 도시한다. 확인할 수 있듯이, 접지/전력 평면 (216) 은 가스 분배 홀 (275) 보다 큰 직경을 가지는 홀 (250) 을 특징으로 한다. 이는 점선 원으로 도시된 접촉 패치 (232) 를 제외하고는, 접지/전력 평면 (216) 이 세라믹 면판 (214) 에 의해 완전하게 피복되는 (encapsulated) 것을 허용할 수 있다.

[0055] 일 구현예에서, 세라믹 면판 (214) 내의 가스 분배 홀 (275) 은 직경 면에서 0.050" 일 수 있고, 반면에 접지/전력 평면 (216) 내의 대응 홀 (250) 은 직경 면에서 0.100" 일 수 있다. 다른 가스 분배 홀 사이즈는 또한 직경 면에서, 0.02" 내지 0.06" 의 범위 내에 속하는 사이즈로 사용될 수 있다. 접지/전력 평면 (216) 내의 홀 (250) 이 세라믹 면판 (214) 내의 대응 가스 분배 홀 (275) 보다 직경 면에서 적어도 0.04" 더 커야한다고 하더라도, 일반적으로, 접지/전력 평면 (216) 내의 홀 (250) 은 세라믹 면판 (214) 내의 대응 가스 분배 홀 (275) 보다 직경 면에서 더 크거나 100% 이다.

[0056] 가스 분배 홀 (275) 은 격자 배열, 극성 (polar) 배열, 나선형, 오프셋 나선형, 육각형 배열 등을 포함하는 여러 상이한 구성들 중 임의의 구성으로 배열될 수 있다. 홀 배열은 샤워헤드에 걸친 홀 밀도의 변경을 야기할 수 있다. 가스 분배 홀의 상이한 직경이 목표된 가스 유동에 따라 상이한 위치에서 이용될 수 있다. 도 2f에 도시된 구현예에서, 가스 분배 홀 (275) 은 모두 동일한 공칭 직경일 수 있고, 상이한 수의 홀을 가지며 상이한 직경의 홀 원들을 이용하여 패턴화될 수 있다.

[0057] 또한, 가스 분배 홀 (275) 은 세라믹 면판 (214) 의 두께를 통해 직경 면에서 변경될 수 있다. 예를 들어, 가스 분배 홀 (275) 은 세라믹 면판 (214) 의 면 상에서 제 1 직경일 수 있고, 가스 분배 홀 (275) 이 세라믹 면판 (214) 의 반대 측으로 빠져나갈 (exit) 때에 제 2 직경일 수 있다. 제 1 직경은 제 2 직경보다 더 클 수 있다. 가스 분배 홀 사이즈를 변경할 수 있는 가능성과 무관하게, 접지/전력 평면 (216) 내의 홀 (250) 은 접지/전력 평면 (216) 과 동일한 평면에서 측정되는 바와 같은 세라믹 면판 (214) 내의 가스 분배 홀 (275) 의 직경에 대해 사이징될 수 있다.

[0058] 일부 구현예에서, 히터 구성요소가 접지/전력 평면 (216) 에 추가하여 세라믹 면판 (214) 내에 매립될 수 있다. 히터 구성요소는 접지/전력 평면 (216) 과 전기적 접촉하지 않을 수 있고, 세라믹 면판 (214) 으로부터 세라믹 물질을 개입시킴으로써 접지/전력 평면 (216) 으로부터 절연될 수 있다.

- [0059] 히터는 100 VAC 내지 240 VAC 를 이용하여 제어된 폐쇄 루프 히터 제어부를 통해 전력 공급될 수 있다. 히터 제어부는 미리 결정된 온도 세트 포인트로 프로그래밍될 수 있고, 온도는 온도 센서, 이를 테면 열 전대 (thermo-couple) 를 통해 히터 제어부로 보고될 수 있고, 전력은 가동 중단될 수 있고 상기 세트 포인트를 유지 하기 위해 온 (on) 될 수 있다.
- [0060] 도 3a 내지 3aa는 각각 후면판 (202) 의 등각도 및 오프-각 (off-angle) 후면도를 도시한다. 도 3a 내지 3ba 는 도 3a 내지 3aa의 구성요소들과 대응하나 스템 슬리브 (200) 가 부착되어 있는 도면을 도시한다. 도 3c 내 지 3ca 는 세라믹 면판 조립체 (210) 의 등각도 및 오프-각 후면도를 도시한다.
- [0061] 도 2a 내지 2e에 도시된 바와 같이, 가스 분배 스템 (212) 은 세라믹 면판 조립체 (210) 와 스템 슬리브 (220) 의 가스 분배 영역 사이를 가로지를 수 있다. 도 3d 내지 3da는 세라믹 면판 조립체 (210) 및 부착된 가스 분 배 스템 (212) 의 두 개의 등각도를 도시한다. 가스 분배 스템 (212) 은 형상 면에서 실질적으로 원통형일 수 있고, 거대한 중공형일 수 있다. 가스 분배 스템 (212) 의 일 단부 (236) 는 중공 영역 내로 가스 유동을 허용 하도록 하나 이상의 프로세스 가스 유입 공급 라인의 부착을 위한 연결 지점을 특징으로 할 수 있다. 또한, 가 스 분배 스템 (212) 은 가스 분배 스템 (212) 의 중공 영역으로 도입되는 프로세스 가스가 하나 이상의 프로세 스 가스 유입 공급부를 통해 스템 슬리브 (220) 와 가스 분배 스템 (212) 의 외부 표면 사이의 환형 가스 유동 갭 내로 벗어날 (escape) 수 있도록 구성되는 다수의 홀 피쳐들 (224) 을 특징으로 할 수 있다. 다수의 홀 피 처들 (224) 은 가스 분배 스템 (212) 의 직경을 통해 천공되는 홀을 포함할 수 있고, 각 홀의 중심선은 앞선 홀 과 직각을 이룰 수 있다. 홀들은, 예를 들어, 총 12 개의 홀에 대해, 각 관통 홀이 가스 분배 스템 (212) 의 각 측면 상의 하나의 홀을 포함하는 6개의 관통 홀을 포함할 수 있다. 스템의 다른 구성, 예를 들어 내부 가스 분배 스템이 없는 스템 슬리브가 또한 이용될 수 있다.
- [0062] 또한, 가스 분배 스템 (212) 은 세라믹 면판 (214) 과 인터페이싱하기 위한 인터페이스 영역을 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 분배 스템 (212) 은, HC 샤워헤드 (200) 로부터 대향하는 세라믹 면판 (214) 의 면 내의 세라 믹 면판 (214) 의 중심 홀 주위의 얇은 카운터보어 (counterbore) 내부에 위치되도록 구성되는 일 단부 상의 플 랜지 또는 쇼울더 (shoulder) 를 포함할 수 있다. 또한, 가스 분배 스템 (212) 은 슬라이딩 핏 또는 방해 (interference) 핏으로 세라믹 면판 (214) 의 중심 홀의 측면과 결부될 수 있다.
- [0063] 또한, 가스 분배 스템 (212) 은 온도 영향에 의한 세라믹 면판 (214) 의 잠재적인 처짐 또는 뒤틀림에 대응하도 록 구성되는 바이어싱 디바이스를 포함할 수 있다. 바이어싱 디바이스는 도 2a의 스프링 (201) 과 같은, 스프 링일 수 있다.
- [0064] 또한, 가스 분배 스템 (212) 은 접지/전력 평면 (216) 과 전기적으로 연결되어 세라믹 면판 조립체 (210) 로부 터 접지 또는 전력 소스로 추가적인 또는 대안적인 전기 전도성 경로를 제공할 수 있다.
- [0065] 앞서 언급한 바와 같이, 접지/전력 평면은 세라믹 면판 내에 매립될 수 있다. 매립이, 예를 들어 기계가공, 소 결, 확산 본딩 및/또는 납땜 프로세스를 이용하는 다양한 단계들에서 세라믹 면판을 형성함으로써 달성될 수 있 다. 도 4a 내지 4j는 제조의 다양한 페이스 동안의 세라믹 면판 조립체 (410) 의 단면도를 도시한다. 편의를 위해, 도 2a 내지 2f에 도시된 구조와 유사한 구조가 공통적이게 마지막 두 개의 숫자를 공유하는 숫자로 열거 되는데, 즉 도 2a 내지 2f의 세라믹 면판 (214) 은 도 4a 내지 4j의 세라믹 면판 (414) 과 유사하다. 이러한 관습은 본 발명을 읽는 사람의 용이한 참고를 위해 단순하며, 임의의 방식으로 제한되게 도시되지는 않는다.
- [0066] 도 4a는 조립체 뒤의 세라믹 면판 조립체 (410) 의 절취도를 도시한다. 도 4b 내지 4j는 다양한 제조 단계들을 통해 도 4a에 도시된 부품들을 도시한다.
- [0067] 도 4b는 제조 프로세스의 초기 단계에서의 세라믹 면판 (414) 을 도시하며, 세라믹 물질은 다양한 가스 분배 홀 (422) 및 가스 분배 스템을 위한 중심 홀 (도 4i 내지 4j 참조) 을 구비한, 세라믹 면판의 전체 형상으로, 예를 들어 디스크로 형성될 수 있다. 파우더 형태의 세라믹 물질을 목표된 러프 (rough) 형태로 평형 (isostatically) 가압함으로써, 이후에 러프 형태의 그린 (green) 기계가공을 함으로써, 초기 단계의 세라믹 면 판 (414) 이 형성될 수 있다. 그린-기계가공된 러프 형태는 이후에 소결될 수 있고, 필요에 따라 마무리 기계 가공될 수 있다. 또한, 이러한 프로세스 또는 유사한 프로세스가 접지/전력 평면 (416) 과 관련하여 아래에서 설명되는 후속 프로세싱 페이스에서 또는 세라믹 면판 (414) 의 후속 형성에서 이용될 수 있다.
- [0068] 부분적으로-형성된 세라믹 면판 (414) 의 상부 면 상에, 접지/전력 평면 리세스 (452) 가 형성될 수 있다. 일 부 구현예에서, 접지/전력 평면 (416) 의 상부, 즉 웨이퍼 프로세싱 영역으로부터 가장 먼 접지/전력 평면 (416) 의 평면이 세라믹 면판 (414) 의 외부 표면, 즉 웨이퍼 프로세싱 영역에 가장 가까운 세라믹 면판 (414)

의 표면으로부터 대략 0.050"에 있도록, 접지/전력 평면 리세스 (452) 가 위치될 수 있다. 다른 접지/전력 평면-면판 오프셋 거리가, 예를 들어 세라믹 면판의 면으로부터 0.02" 만큼 가까운 거리가, 또한 이용될 수 있다.

[0069] 접지/전력 평면 (416) 이 지금 접지/전력 평면 리세스 (452) 내에 형성된다고 하더라도, 도 4c는 도 4b에 도시된 바와 동일한 단계에서의 세라믹 면판 (414) 을 도시한다. 다른 두께가 또한 고려될 수 있다고 하더라도, 접지/전력 평면 (416) 은, 예를 들어 0.002" 두께일 수 있다.

[0070] 부분적으로-형성된 세라믹 면판 (414) 내의 접지/전력 평면 (416) 의 매립에 후속하여, 접지/전력 평면 (416) 은 추가적인 세라믹 물질의 추가를 통해 피복될 수 있다. 도 4d에 도시된 바와 같이, 접지/전력 평면 (416) 은 스탠드오프 관통-홀 (446) 을 통해 노출될 수 있는 접지/전력 평면 (416) 의 일부를 제외하고 완전하게 피복될 수 있다. 도 4d에 도시된 바와 같이, 가스 분배 홀 (422) 은 직경을 변경하여 형성될 수 있다. 다만, 가스 분배 홀 (422) 은 또한 단일 직경일 수 있다. 추가 히터 리세스 (454) 가 추가-형성된 세라믹 면판 (414) 의 상부 표면 내에 형성될 수 있다. 접지/전력 평면 (416) 상부에 세라믹 물질을 증착하는 추가 소결 단계를 통해 피복이 일어날 수 있고, 부분적으로-형성된 세라믹 면판 (414) 과, 세라믹 물질의 확산 본딩, 납땜, 또는 열 스프레이를 이용하여 이후에 부분적으로-형성된 세라믹 면판에 접합될 수 있는 세라믹 면판 (414) 의 대응 및 분리-형성된 부분 사이에 접지/전력 평면 (416) 을 끼워넣음으로써 피복이 일어날 수 있다.

[0071] 도 4e는 저항성 히터 구성요소 (456) 에 대한 물질이 히터 리세스 (454) 내에 매립될 수 있는 추가 프로세싱 단계를 도시한다. 히터 구성요소 (456) 는 선택적이고, 일부 HC 샤워헤드는 히터 구성요소 (456) 또는 히터 리세스 (454) 를 포함하지 않을 수 있다. 히터 구성요소는 세라믹 면판 내의 리세스 또는 채널 내에/상에 형성되고, 또는 그 내에 가로 놓인 사형 와이어 또는 트레이스 (trace) 의 형태를 취할 수 있다. 히터 구성요소는 세라믹 면판을 통하는 우회로를 취할 수 있다. 또한, 분리 제어를 허용하는, 면판 내에 매립되는 여러 히터 구성요소가 있을 수 있다. 일부 구현예에서, 공통 종료 지점을 가지며 평행하게 동작하는 면판 내에 매립되는 여러 히터 구성요소가 있을 수 있다. 히터 구성요소 (들) 은 전기 전류가 히터 구성요소를 통과할 때에 열을 생성하기 위해 충분한 전기 저항성을 가지는 전기-전도성 물질로 이루어질 수 있다. 또한, 히터 구성요소는 열 팽창 이슈를 피하기 위해 매립되는 세라믹의 CTE와 유사한 CTE를 가지는 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 텅스텐 또는 몰리브덴은 히터 구성요소 물질로 이용하기에 적절할 수 있다.

[0072] 히터 구성요소는 다양한 물질, 이를 테면 이용되는 세라믹의 열 팽창 계수와 매우 유사한 열 팽창 계수를 가지는 전기-전도성 물질로 이루어질 수 있다. 텅스텐 및 몰리브덴은, 예를 들어, 일부 히터 구성요소를 위해 이용될 수 있다.

[0073] 도 4f는 세라믹 물질의 최종 층의 수용 이후의 세라믹 면판 (414) 을 도시한다. 접지/전력 평면 (416) 및 추가 히터 구성요소 (456) 모두는, 이들 모두에 대한 전도성 접촉 경로의 일부들을 가능한 제외하고, 세라믹 면판 (414) 의 세라믹 물질에 의해 완전하게 피복될 수 있다. 이러한 피복은 접지/전력 평면 (416) 을 피복하는데 이용되는 방식과 유사하는 방식으로 구현될 수 있다. 세라믹 면판 (414) 은, 예를 들어, 소결이 완료될 때에 공칭 0.260" 인치 두께일 수 있다.

[0074] 도 4g는 세라믹 면판 (414) 의 상부에 내려질 접촉 링 (418) 을 도시하며, 스탠드오프 (444) 는 접지/전력 평면 (416) 과 접촉하기 위해 스탠드오프 관통-홀 내로 삽입될 수 있다. 도 4h에 도시된 바와 같이, 이후에 스탠드오프 (444) 는 영역들 (458) 내에서 접지/전력 평면 (416) 에 접합될 수 있다. 영역 (458) 내의 과도한 스트레스를 유도함 없이 세라믹 면판 (414) 의 열 팽창을 허용하기 위해, 예를 들어 0.040"의, 갭이 접촉 링 (418) 의 벌크와 세라믹 면판 (414) 사이에 형성될 수 있다.

[0075] 도 4i는 가스 분배 스템 (412) 의 세라믹 면판 조립체 (410) 내로의 삽입을 도시한다. 도 4j는 가스 분배 스템 (412) 을 구비한 완전하게-조립된 세라믹 면판 조립체 (410) 를 도시한다.

[0076] 세라믹 면판 조립체 (210 또는 410) 내에, 또한 본 명세서에서 논의되는 다른 세라믹 면판 내에 포함되는 부품들은 다양한 물질로 제조될 수 있다.

[0077] 세라믹 면판 (214 또는 414) 은 알루미늄 산화물 (Al_2O_3) 또는 알루미늄 질화물 (AlN), 실리콘 질화물 (Si_3N_4), 또는 실리콘 카바이드로 제조될 수 있다. 불소에 의한 공격에 강한 저항성, 그리고 높은 온도, 즉 500-600°C에서의 우수한 수치 안정성을 나타내는 다른 물질이 또한 이용될 수 있다. 이용되는 특정 세라믹이 특정 반도체 프로세싱 어플리케이션에서 이용되는 프로세스 가스와의 화학 작용을 피하기 위해 선택될 필요가 있을 수 있다. 아래의 물질이 제조 이슈에 기인한 이행에 직면할 수 있다고 하더라도, 보론 질화물 (BN) 및 알루미늄 옥시나이드

트라이드 (Aluminum Oxynitride; AlON) 가 이러한 어플리케이션에서 이용될 수 있는 세라믹의 추가 예이다.

- [0078] 접지/전력 평면 (216 또는 416) 으로의 전도성 경로의 구성요소뿐 아니라, 접지/전력 평면 (216 또는 416) 은, 예를 들어, 텅스텐 또는 몰리브덴으로 제조될 수 있다. 고온 저항성을 가지며 세라믹 면판 물질의 열 팽창 계수와 유사한 열 팽창 계수를 가지는 다른 전기-전도성 물질이 이용될 수 있다. 접지/전력 평면 (216 또는 416) 이 세라믹 면판 (214 또는 414) 에 의해 보호될 수 있고, 세라믹 면판 (214 또는 414) 내에 매립될 수 있기 때문에, 접지/전력 평면 (216 또는 416) 은 불소에 의한 공격에 저항성이 있는 물질로 제조될 필요가 없다. 세라믹 면판 (214 또는 414) 내에 피복되지 아니할 수 있는 접지/전력 평면 (216 또는 416) 으로의 전도성 경로의 일부는 니켈 도금과 같은 보호 코팅으로 코팅될 수 있고, 이는 프로세스 가스 노출에 기인한 전도성 경로에의 손상을 방지하고, 또는 감소시킬 수 있다. 상승된 온도에서 부식 및 산화에의 저항성을 유지하는 귀금속, 예를 들어 금, 백금, 팔라듐 또는 이리듐의 코팅과 같은, 다른 보호 코팅이 또한 이용될 수 있다.
- [0079] 저항성 히터 구성요소 (456) 는, 예를 들어 텅스텐 또는 몰리브덴으로 제조될 수 있다. 높은 온도 저항성을 가지는, 그리고 세라믹 면판 물질의 열 팽창 계수와 유사한 열 팽창 계수를 가지는 다른 전기-전도성 물질이 이용될 수 있다. 저항성 히터 구성요소 (456) 가 세라믹 면판 (214 또는 416) 내에 매립될 수 있고, 세라믹 면판 (214 또는 416) 에 의해 보호될 수 있기 때문에, 프로세스 가스에 노출된다면, 저항성 히터 구성요소의 일부 또는 이에 이어지는 전도체가 니켈 도금 같은 보호 코팅으로 보호될 필요가 있다고 하더라도, 저항성 히터 구성요소 (456) 는 불소에 의한 공격에 저항성이 있는 물질로 제조될 필요가 없다. 다른 보호 코팅, 이를 테면 상승된 온도에서 부식 및 산화에 대한 저항성을 유지하는 귀금속, 예를 들어 금, 백금, 팔라듐 또는 이리듐 같은 귀금속의 코팅 또한 이용될 수 있다.
- [0080] 접촉 링 (218 또는 418) 은 또한 텅스텐 또는 몰리브덴으로 제조될 수 있으며, 접촉 링 (218 또는 418) 은 일반적으로 접지/전력 평면 (216 또는 416) 과 접합-호환성 있는 그리고 유사한 열 팽창 특성을 가지는 물질로 제조될 수 있다.
- [0081] 도 5a 내지 5g는 HC 샤워헤드의 다른 구현예를 도시한다. 도 5a에서 확인할 수 있듯이, HC 샤워헤드 (500) 는 도 2d에 도시된 HC 샤워헤드 (200) 와 외부 유사성을 가진다. HC 샤워헤드 (500) 는 가스 분배 스템 (512) 에 연결되는 후면판 (502) 을 포함한다. 유입구 (536) 는 프로세스 가스가 HC 샤워헤드 (500) 의 내부로 도입되도록 한다.
- [0082] 도 5b는 HC 샤워헤드 (500) 의 확대된 등각도를 도시한다. 후면판 스크류 (504) 의 제거는 접촉 링 (518) 이 후면판 (502) 으로부터 제거되도록 한다. 후면판 (502) 과 접촉 링 (518) 사이에 끼워지는 세라믹 면판 조립체 (510) 는 접촉 링 (518) 이 제거된 이후에 해제될 수 있다. 후면판 스크류 (504) 는 접촉 링 (518) 상의 나사 홀 내로 나사 결합할 수 있다. 세라믹 면판 조립체 (510) 는 세라믹 면판 (514) 을 둘러싸는, 그리고 그의 두께에 비해 직경이 상당히 큰 (예를 들어, 대략 수 인치/ 수십 분의 일 인치의 직경, 및 대략 수천 분의 또는 수백 분의 일 두께의) 박형-벽 후프의 일반적인 형태를 취할 수 있는, RF 칼라 (520) 를 포함할 수 있다. 일부 구현예에서, RF 칼라 (520) 는 단부-대-단부 배열되어 공칭 후프 형태를 형성하는 하나 이상의 세그먼트로 제조될 수 있다. 예를 들어, RF 칼라 (520) 는 스트립의 두 개의 단부가 중첩되는 후프 형태로 고리 형성되는 (looped) 단일의 스트립으로 제조될 수 있다. 다른 예에서, RF 칼라 (520) 는 네 개의 더 짧은 스트립에 의해 형성될 수 있는데, 여기서 각 스트립의 단부는 이웃하는 스트립의 단부와 중첩되거나, 이웃하는 스트립의 단부에 매우 근접하게 된다. 세라믹 면판 조립체 (510) 가 접촉 링 (518) 과 후면판 (502) 사이에 끼워질 때에 제자리에 외부 칼라 탭 (526) 을 고정시키기 위해 후면판 스크류 (504) 가 외부 칼라 탭 (526) 내의 홀을 통과하도록, 외부 칼라 탭 (526) 은 RF 칼라 (520) 로부터 돌출될 수 있다. 이는 RF 칼라 (520) 가 외부 칼라 탭 (526) 을 통해 후면판 (502) 과 전기적 접촉하게끔 한다.
- [0083] 도 5c는 HC 샤워헤드의 등각 절취도를 도시한다. 확인할 수 있듯이, 가스 분배 스템 (512) 은 후면판 (502) 과 세라믹 면판 조립체 (510) 사이의 플래넵 공간과 유체 소통한다. 후면판 (502) 은 후면판 (502) 의 외부 주면 주위에 형성되는 환형 홈 (532) 을 특징으로 할 수 있다. 환형 홈 (532) 은 RF 칼라 (520) 를 세라믹 면판 조립체 (510) 에 부착하는데 이용되는 파스너를 제거하도록 사이징될 수 있고 (도 5f 및 5g의 면판 스크류 (524) 참조), 세라믹 면판 조립체 (510) 와 가벼운, 압축 접촉을 형성하는 내부 예지를 포함할 수 있다. 세라믹 면판 조립체 (510) 는 매립된 접지/전력 평면 (516) 을 포함할 수 있는 세라믹 면판 (514) 을 포함할 수 있다. 복수의 가스 분배 홀 (522) 은 HC 샤워헤드 (500) 외부의 주위 환경과 플래넵을 유동적으로 연결할 수 있다.
- [0084] 도 5d 및 5e는 세라믹 면판 조립체 (510) 의 하면도 및 저면도를 각각 도시한다. 도시된 구현예에서, 가스 분배 홀 (522) 은 세라믹 면판 조립체 (510) 의 직경의 대략 3분의 1인 영역 내에 낮은 밀도의 패턴을 형성하고,

남은 세라믹 면판 조립체 (510) 의 영역 내에 높은-밀도의 패턴을 형성한다. 또한, 조립 동안 세라믹 면판 조립체 (510) 의 부품들을 회전 정렬하는데 이용될 수 있는 인덱싱 (indexing) 피쳐 (538) 를 확인할 수 있다.

[0085] 도 5f는 세라믹 면판 조립체 (510) 의 등각 평면도를 도시한다. RF 칼라 (520) 는 세라믹 면판 (514) 및 후면판 (514) 이 현저한 응력-유발된 (strain-induced) 스트레스를 유발함 없이 상이한 양으로 확장하도록 한다. 이는 HC 샤워헤드 (500) 가 후면판 (502) 또는 세라믹 면판 조립체 (510) 의 온도-유도된 균열에 대한 위험 없이 큰 열적 델타 (deltas) 를 가지는 환경 내에서 이용되도록 한다. 후면판 (502) 과 세라믹 면판 조립체 (510) 사이의 열 팽창 미스매치는 예를 들어 알루미늄, 티타늄, 몰리브덴, 텅스텐 또는 낮은 저항성, 투과성 및/또는 크립 (creep; 높은 탄성) 성질을 가지는 다른 물질로 제조될 수 있는, RF 칼라에 의해 수용될 수 있다. RF 칼라 (520) 의 두께 때문에, RF 칼라 (52) 는 매우 작은 부하 하에서 실질적으로 편향될 수 있고, 이는 RF 칼라 (520) 가 후면판 (502) 또는 세라믹 면판 조립체 (510) 에 상당한 스트레스를 유도함 없이 굽혀지게 (flex) 한다. RF 칼라 (520) 의 굴곡 증가가 가능하게 되도록, 내부 칼라 탭 (530) 은 외부 칼라 탭들 (526) 사이의 대략 중앙에 배치될 수 있고, 또는 그 역으로 배치될 수 있다. RF 칼라 (520) 가 세라믹 면판 (514) 내에 매립되지 않을 수 있기 때문에, RF 칼라 (520) 는 니켈 도금 같은 보호 코팅으로 코팅될 수 있다. RF 칼라 (520) 는 면판 스크류 (524) 및 내부 칼라 탭 (530) 을 이용하여 세라믹 면판 조립체 (510) 에 부착될 수 있다. 상승된 온도에서 부식 및 산화에의 저항성을 유지하는 귀금속, 예를 들어 금, 백금, 팔라듐 또는 이리듐의 코팅과 같은, 다른 보호 코팅이 또한 이용될 수 있다.

[0086] 도 5g는 세라믹 면판 조립체 (510) 의 등각 확대도를 도시한다. 이러한 구현예에서의 RF 칼라 (520) 의 전체 형상은, 내부 칼라 탭 (530) 및 외부 칼라 탭 (526) 이 후프 중앙 축에 수직이 되도록 굽혀지는, 거대한 박형-벽 후프 또는 링인 것으로 보일 수 있다. 필요하다면, 면판 스크류 (524) 는 워셔 (544) 및 락 워셔 (542) 를 이용하여 확장될 (augmented) 수 있다.

[0087] 세라믹 면판 (514) 은 본 출원에 개시된 매립된 접지/전력 평면과 유사한 매립된 접지/전력 평면을 포함할 수 있다 (이는 세라믹 면판에 매립되기 때문에 도시되지는 않음). 일련의 전도성 스탠드오프 (540) 는 매립된 접지/전력 평면과 전도성 접촉할 수 있다. 전도성 스탠드오프 (540) 는 매립된 접지/전력 평면에 접합될 수 있고, 니켈 도금 같은 보호 코팅으로 코팅될 수 있다. 상승된 온도에서 부식 및 산화에의 저항성을 유지하는 귀금속, 예를 들어 금, 백금, 팔라듐 또는 이리듐의 코팅과 같은, 다른 보호 코팅이 또한 이용될 수 있다. (본 명세서에 논의되는 매립된 접지/전력 평면과 연결된 다른 전도성 구성요소 및) 전도성 스탠드오프 (540) 는, 예를 들어 납땜된 또는 확산 접합된 연결을 이용하여 매립된 접지/전력 평면에 접합될 수 있다. 전도성 스탠드오프 (540) 과 환형 스탠드오프 (540) 가 관통하는 홀 사이에 환형 갭이 존재할 수 있다. 존재한다면, 이러한 갭은 니켈 같은 보호 코팅 물질로 충전될 수 있다. 상승된 온도에서 부식 및 산화에의 저항성을 유지하는 귀금속, 예를 들어 금, 백금, 팔라듐 또는 이리듐과 같은, 다른 충전 물질이 또한 이용될 수 있다. 매립된 접지/전력 평면에 납땜되는 전도성 스탠드오프 (540) 를 특징으로 하는 일부 구현예에서, 갭 충전 물질은 납땜 물질로 이용되는 물질과 같을 수 있다. 이는 전도성 스탠드오프/ 매립된 접지/전력 평면 인터페이스를 밀봉할 수 있고, 프로세스 가스에 의해 매립된 접지/전력 평면의 공격을 방지할 수 있다. 도 5g에서, 환형 갭이 보일 수 있고, 보호 갭 충전이 적용될 필요가 없다고 하더라도, 이러한 보호 갭 충전은 도시되지 않는다. LLCE 동안, 세라믹 면판 (514) 및 RF 칼라 (520) 를 포함하는 세라믹 면판 조립체 (510) 는 제거될 수 있고, 새로운 유닛으로 교체될 수 있다.

[0088] 도 6은 HC 샤워헤드의 다른 구현예의 단순화된 단면도를 도시한다. HC 샤워헤드 (600) 는 세라믹, 이를 테면 알루미늄으로 제조될 수 있는 단일 면판/후면판 (658) 을 특징으로 한다. 단일 면판/후면판 (658) 은 위에서 논의된 바와 같은 구조와 유사한 구조를 포함할 수 있는데, 예를 들어 단일 면판/후면판 (658) 은 면판 부분, 후면판 부분 및 두 개의 부분을 연결하는 환형 외부 벽을 포함할 수 있다. 이러한 부분들의 일부는 단일 피스로 제조될 수 있으며, 이후에 제조 동안, 예를 들어 확산 본딩을 통해 다른 부분과 연결될 수 있다. 샤워헤드 플레넘 볼륨은 단일 면판/후면판 (658) 내에서 에워싸일 수 있다.

[0089] 단일 후면판/면판 (658) 의 면판 부분은 가스 분배 홀 (622) 의 패턴을 포함할 수 있고, 본 명세서에서 논의되는 다른 구현예의 면판 내의 매립된 접지/전력 평면과 유사한, 세라믹 내에 매립되는 매립된 접지/전력 평면 (622) 을 특징으로 한다. 복수의 전도성 비아들 (654) 은 매립된 접지/전력 평면 (616) 을 단일 면판/후면판 (658) 의 후면판 부분 내에 매립된 전도성 경로 (652) 에 연결할 수 있다. 또한, 전도성 비아들 (654) 은 단일 면판/후면판 (658) 의 세라믹 부분 내에 매립될 수 있다.

[0090] 예를 들어 알루미늄으로 제조된 가스 분배 스템 (612) 은, 단일 면판/후면판 (658) 과 연결될 수 있다. 가스

분배 스템 (612) 은, 예를 들어 나사 인터페이스 (650) 와 같은 기계적인 인터페이스 피처를 통해 단일 면판/후면판 (658) 에 연결될 수 있다. 바요넷-타입 인터페이스와 같은, 다른 기계적인 인터페이스 피처가 또한 이용될 수 있다. 포트, 즉 단일 면판/후면판의 후면판 부분을 통과하는 하나 이상의 천공들은 가스 분배 스템 (612) 으로부터 샤워헤드 플레넘 볼륨으로 유체 유동 경로를 제공할 수 있다. 포트는 실질적으로 원형인 단일 어퍼처일 수 있고, 공칭 원형 영역 내에 실질적으로 맞춰지는 일 그룹의 어퍼처일 수 있다. 유사한 포트가 다른 후면판 부분 또는 후면판에서 발견될 수 있다. RF 가스킷 (646) 은 단일 면판/후면판 (658) 내에 매립된 전도성 경로 (652) 와 가스 분배 스템 (612) 사이의 전기적 접촉을 제공할 수 있다. 따라서, 가스 분배 스템 (612) 에 적용되는 전력 (또는 접지) 이 매립된 접지/전력 평면 (616) 에 전달될 수 있다. 오-링 실링 (648) 은 프로세스 가스가 나사 인터페이스 (650) 를 통해 누출되는 것을 방지할 수 있다. 배플 (634) 은, 예를 들어 원형 또는 유사-원형이 단일 면판/후면판 (658) 의 플레넘 볼륨 내에 위치될 수 있고, 플레넘에 전달되는 프로세스 가스를 균일하게 전달하는데 도움을 줄 수 있다. 배플 플레이트는 스탠드오프로부터 또는 스탠드오프 옆의 후면판으로부터 이격될 수 있다. 저항성 히터 구성요소 (656) 는 단일 면판/후면판 (658) 의 둘레 주위에서 단일 면판/후면판 (658) 내에 매립될 수 있고, 이러한 히터 구성요소는 전도성 비아 (654) 내부에 또는 그 외부에 매립될 수 있다. 단일 면판/후면판 (658) 은 마무리 처리된 부품을 형성하기 위해, 예를 들어 비아 확산 본딩을 통해, 이후에 서로 연결되는 다수의 피스로 제조될 필요가 있을 수 있다. 예를 들어, 배플 (634) 은 단일 면판/후면판 (658) 의 면판 부분 내의 홀을 통해 맞춰지기에 너무 크기 때문에, 단일 면판/후면판 (658) 이 완전하게 조립되기 전에 배플 (634) 이 설치될 수 있다. 배플 (634) 이 단일 면판/후면판 (658) 의 후면판 부분에 설치된 이후에, 단일 면판/후면판 (658) 의 면판 부분이 후면판 부분에 접합될 수 있고, 이는 단일 면판/후면판 (658) 내의 배플을 밀봉할 수 있다.

[0091] CH 샤워헤드 (600) 는 열 팽창 이슈의 위험을 감소시킬 수 있고, 일부 다른 HC 샤워헤드 설계와 비교하여 향상된 RF 전송 경로를 제공할 수 있다. 예를 들어, 단일 면판/후면판 (658) 및 가스 분배 스템 (612) 이 나사 인터페이스 (650) 에서 연결되고, 나사 인터페이스 (650) 는 상대적은 작은 직경을 가진다는 사실 때문에, (예를 들어, 단일 면판/후면판 (658) 이 알루미늄으로 제조되고, 가스 분배 스템이 알루미늄으로 제조된다는 경우) 상이한 열 팽창 특성에 기인한 가스 분배 스템 (612) 과 단일 면판/후면판 (658) 사이의 응력 미스매치가 두 개의 부품 사이의 상당히 적은 상대적인 변위를 야기할 수 있고, 이는 열 스트레스를 상당히 감소시키고 온도-유발된 균열의 위험을 감소시킬 수 있다. 단일 면판/후면판 (658) 의 외부 에지 근처에 위치되는 인터페이스와 비교하여 가스 분배 스템 (612) 과 단일 면판/후면판 (658) 사이의 열 팽창 변위가 상당히 감소될 수 있기 때문에, RF 칼라 (520) 와 유사한 부품은 그러한 설계일 필요가 없을 수 있다.

[0092] 도 7은 단일 면판/후면판을 특징으로 하는 다른 HC 샤워헤드를 도시한다. HC 샤워헤드 (700) 는 도 6에 도시된 면판/후면판 (614) 과 유사할 수 있는 단일 면판/후면판 (714) 을 포함할 수 있다. 예를 들어, 단일 면판/후면판 (714) 은 도 6의 배플 (634) 과 유사하게 구성되는 배플 (734) 을 포함할 수 있다. 이러한 특정 구현예에서, 단일 면판/후면판 (714) 은 또한 단일 면판/후면판 (614) 과 비교하여 일부 추가 피처들을 포함한다 (일부 다른 구성은 생략된다). 예를 들어, 스템 (712) 은 볼트 원 (bolt circle) 을 가지는 플랜지를 통해 단일 면판/후면판 (714) 에 연결될 수 있다. 스템 스크류 (764) 는 단일 면판/후면판 (714) 내의 나사 홀을 통해 단일 면판/후면판 (714) 에 스템 (712) 을 고정할 수 있다. 오-링 실링 (748) 이 스템 (712) 을 통해 HC 샤워헤드 (700) 에 전달되는 프로세스 가스가 스템 스크류 (764) 를 공격하는 것 그리고 플랜지 인터페이스를 통해 누출되는 것을 방지하는데 이용될 수 있다.

[0093] 단일 면판/후면판 (714) 의 면판 부분은 일 패턴의 가스 분배 홀 (722), 및 본 명세서에 논의된 다른 매립된 접지/전력 평면과 유사한 방식으로 매립될 수 있는 매립된 접지/전력 평면 (716) 을 포함할 수 있다. 매립된 접지/전력 평면 (716) 은 매립된 접지/전력 평면 (716) 에 접합될 수 있는 RF 라이저 (riser) 또는 핀 (762) 을 통해 스템 (712) 과 전도성 접촉할 수 있다. 단일 면판/후면판 (714) 의 면판 부분은 또한 도 4e의 매립된 저항성 히터 구성요소 (456) 와 유사한 매립된 히터 구성요소 (760) 를 포함할 수 있다.

[0094] 도 8a 내지 8c는 반도체 프로세싱 장치 (800) 의 고-레벨 도면을 도시한다. 챔버 (810) 는 샤워헤드 (830) 및 페데스탈 (840) 과 인터페이스하는 인터페이스(들) (820) 을 구비한다. 웨이퍼 (880) 는 페데스탈 (840) 에 의해 지지될 수 있다. 도 8a는 샤워헤드 내의 매립된 전극을 이용하지 아니하는 반도체 프로세싱 장치의 구현예를 도시하며, 이러한 구현예는 전류 이용에 관해 많은 프로세싱 장치를 대표할 수 있다.

[0095] 도 8a에서, 샤워헤드 (830) 는 표준의, 비-매입된 전극 샤워헤드일 수 있고, 음극을 형성하기 위해 RF 소스 (885) 와 연결될 수 있다. 페데스탈 (840) 은 양극으로서 기능할 수 있고, 접지 임피던스 (890) 와 연결될 수 있으며, 이러한 논의를 위해서, 접지 임피던스 (890) 는 (실제 구현예에서, 비-제로 접지 임피던스 값이 이용될

수 있다고 하더라도) 제로일 수 있다. 이러한 배치에서, RF 소스 (885) 가 대략 100V의 e_{SH} 를 제공하고, 페데스탈 (840) 이 대략 5 V의 e_{PED} 로 유지된다면, 플라스마 포텐셜 e_p 는 대략 10V일 수 있고, 웨이퍼 전압 e_w 는 대략 7V일 수 있다.

[0096] 도 8b에서, 페데스탈 (840) 은 음극을 형성하기 위해 RF 소스 (885) 와 연결되며, 도 8b의 페데스탈 (840) 은 매립된 전극 (860) 을 특징으로 할 수 있다. 샤워헤드 (830) 는 양극으로서 기능할 수 있고, 접지 임피던스 (890) 와 연결될 수 있고, 위에서 논의한 바와 같이, 접지 임피던스 (890) 는 이러한 논의를 위해 제로일 수 있다. 도 8b에 도시된 구성은 일부 전류 AHM 챔버를 나타낼 수 있다. 이러한 구현예에서, RF 소스 (885) 로부터 페데스탈 (840) 로 RF 전력을 공급함으로써, 플라스마 (850) 는 대략 10V의 e_p 로 유지될 수 있고, 웨이퍼는 -70V의 포텐셜 e_w 로 유지될 수 있다.

[0097] 도 8c에서, 샤워헤드 (860) 는 본 명세서의 위에서 논의된 바와 같은 매립된 전극 (870) (매립된 접지/전력 평면) 을 구비한다. 도시된 구성에서, 샤워헤드 (830) 은 양극으로서 기능하고, 접지 임피던스 (890) 를 통해 챔버 (810) 에 접지된다. 도 8b에서, 페데스탈 (840) 은 RF 소스 (885) 에 연결되는 매립된 전극 (860) 을 포함한다. 지금까지 논의된 바와 같은 도 8c의 시나리오에서, 플라스마 포텐셜 e_p 는 대략 -10V이고, 웨이퍼 포텐셜 e_w 는 대략 -90V이다. 그러나, DC 전압 소스 e_z 는 매립된 전극 (870) 에 적용되고, 플라스마 포텐셜 e_p 는 대략 10V로 변할 수 있고, 웨이퍼 포텐셜 e_w 는 대략 -70V로 변할 수 있다. 이는 도 8b에 도시된 바와 같은 현재-이용되는 장비에서 달성되는 포텐셜과 관련이 있으며, HC 샤워헤드가 프로세스의 재인정 (requalification) 을 요구함 없이 현재 이용되는 프로세스에서 이용되는 것을 가능하게 한다. 약 +200V까지 공급할 수 있는 DC 전압 소스는 다양한 범위의 챔버 구조 및 HC 샤워헤드 설계에 대해 상기 바이어싱을 제공하는데 이용될 수 있다. 예를 들어, 챔버 벽과 HC 샤워헤드 사이의 분리 거리는 필요로 될 수 있는 DC 전압 바이어스의 양에 영향을 미칠 수 있다.

[0098] 도 8d는 도 8a-8c의 시스템의 다양한 지점에서의 다양한 전압을 요약하고 있다. 제 1 열은 접지 (0) 에 또는 DC 전압 소스 (20) 의 적용에 대응하는, 포텐셜 e_z 을 포함한다. 제 2 열은 플라스마 포텐셜에 대응하는 포텐셜 e_p 을 포함한다. 제 3 열은 웨이퍼에서의 포텐셜 e_w 을 포함하고, 제 4 열은 플라스마/웨이퍼 포텐셜 차이 $e_p - e_w$ 을 열거한다. 확인할 수 있듯이, 도 8c에 도시된 바와 같은 샤워헤드 전극에 DC 전압을 가하는 것은 (웨이퍼/플라스마 관점에서) 프로세스 전기 포텐셜 조건이 도 8b의 장치를 이용하여 생산되는 것들을 크게 미러링 (mirror) 하게끔 한다. 반도체 프로세싱 챔버에서의 전극 및 플라스마의 상호 작용의 추가 논의는, 예를 들어, B. Chapman, "GLOW DISCHARGE PROCESSES : SPUTTERING AND PLASMA ETCHING," 162, (John Wiley & Sons, 1980); H.R. Koenig and L.I. Maissel, "APPLICATION OF RF DISCHARGES TO SPUTTERING," 14 IBM Journal of Research Development 168 (1970); 및 J.W. Coburn and Eric Kay, 43 Journal of Applied Physics 4965 (1972) 에서 확인할 수 있고, 상기 문헌들의 전체 내용은 본 명세서에 편입된 것으로 간주한다.

[0099] HC 샤워헤드 내의 세라믹 면판 조립체 (또는 일부 구현예에서의 단일 면판/후면판) 가 밀봉된, 예를 들어, 완전히 용접된 유닛인 것과 대조적으로 제거될 수 있기 때문에, HC 샤워헤드의 내부 공간이 세정을 위해 이용될 수 있다.

[0100] 세정 동작 동안, HC 샤워헤드는 도구 및 제거된 세라믹 면판으로부터 제거될 수 있다. 세라믹 면판이 제거될 때에, 입자 문제는 샤워헤드의 내부 볼륨으로부터 용이하게 제거될 수 있다. 세라믹 면판 그 자체는 초음파에 의해 제거될 수 있다. 세라믹 면판 조립체가 주기적으로 교체될 필요가 있을 수 있더라도, 샤워헤드 그 자체는 이론적으로 무한한 횟수로 재사용될 수 있다.

[0101] 앞서 설명된 장치/프로세스는, 예를 들어 반도체 디바이스, 디스플레이, LED, 태양전지 패널 등의 제조 또는 생산을 위해, 리소그래픽 (lithographic) 패터닝 도구 또는 프로세스와 연계하여 이용될 수 있다. 대체로, 반드시 필요하지는 않더라도, 이러한 도구/프로세스는 일반 제조 설비에서 이용될 것이고, 또는 함께 수행될 것이다. 필름의 리소그래픽 패터닝은 대체로, 각 단계가 다수의 가능한 도구와 함께 개입되면서, 이하의 단계들 중 일부 또는 전부를 포함하는데, 이하의 단계는 (1) 스핀-온 또는 스프레이-온 도구를 이용한 작업 편, 즉 기판 상의 포토레지스트의 적용 단계; (2) 고온 플레이트 또는 퍼니스 또는 UV 경화 도구를 이용한 포토레지스트의 경화 단계; (3) 웨이퍼 스테퍼와 같은 도구를 이용하여 볼 수 있는 또는 UV 또는 엑스선 광에 포토레지스트를 노출시키는 단계; (4) 선택적으로 레지스트를 제거하고 습식 벤치 (wet bench) 와 같은 도구를 이용하여 그것을 패터닝하기 위해, 레지스트를 현상하는 단계; (5) 건조 또는 플라스마-보조 에칭 도구를 이용함으로써 하부 필

를 또는 작업편 내에 레지스트 패턴을 전이하는 단계; 및 (6) RF 또는 마이크로파 플라즈마 레지스트 스트리퍼와 같은 도구를 이용하여 레지스트를 제거하는 단계를 포함할 수 있다. 또한, 개시된 방법들은 상술된 리소그래피 및/또는 패턴링 프로세스 또는 이하의 개시된 방법들과 함께 프로세스에서 구현될 수 있다.

[0102] 일부 구현예에서, HC 샤워헤드는 반응기 내에 설치될 수 있고, 프로세스 동작들을 제어하기 위한 명령어를 가지는 시스템 제어부에 연결될 수 있다. 장치가 다양한 반도체 제조 프로세스를 수행하도록, 시스템 제어부는 대체로 명령어를 실행하도록 구성되는 하나 이상의 프로세서 및 하나 이상의 메모리 디바이스를 포함할 것이다. 프로세스 동작을 제어하기 위한 명령어를 포함하는 기계-판독 가능한 매체는 시스템 제어부에 연결될 수 있다. 프로세서는 CPU 또는 컴퓨터를 포함할 수 있고, 하나 이상의 아날로그 및/또는 디지털 입력/출력 연결부, 스텝퍼 모터 제어부 보드 등을 포함할 수 있으며, 또는 이들과 통신 연결될 수 있다. 예를 들어, 시스템 제어부는, 특정 구현예에 존재한다면, 샤워헤드에서의 가스 전달, 페테스탈 이동, 반응기로부터 가스를 배기하기 위한 진공 포트 흡입, 플라즈마 전극로의 전력 및 주파수, 및/또는 가열 및 냉각 구성요소를 제어하도록 구성될 수 있다.

[0103] 대체로, 시스템 제어부와 관련된 사용자 인터페이스가 있을 것이다. 사용자 인터페이스는 디스플레이 스크린, 장치 및/또는 프로세스 조건의 그래픽 소프트웨어 디스플레이, 및 포인팅 디바이스, 키보드, 터치 스크린, 마이크로폰 등과 같은 사용자 입력 디바이스를 포함할 수 있다. 시스템 제어부는 이러한 어플리케이션의 도면에 도시된 부품들을 포함한, 도구 또는 모듈의 도시된 부품들 중 임의의 것에 또는 전부에 연결될 수 있다; 시스템 제어부의 배치 및 연결은 특정 구현예에 기초하여 변경될 수 있다.

[0104] 특정 구현예에서, 시스템 제어부는 프로세싱 챔버에의 압력을 제어한다. 시스템 제어부는 또한, 밸브, 액체 전달 제어부 및 배기 라인 내의 유동 제한 밸브뿐 아니라 전달 시스템 내의 MFC를 조절함으로써, 챔버 내의 다양한 프로세스 가스의 농도를 제어할 수 있다. 시스템 제어부는 타이밍, 가스 및 액체의 유량, 챔버 압력, 챔버/샤워헤드/페테스탈/기관 온도, 및/또는 특정 프로세스의 다른 파라미터, 이를 테면 전극 RF 및 DC 전압을 제어하기 위한 명령어 세트를 포함한 시스템 제어 소프트웨어를 실행한다. 제어부와 관련된 메모리 디바이스 상에 저장된 다른 컴퓨터 프로그램이 일부 구현예에서 이용될 수 있다. 특정 구현예에서, 시스템 제어부는 도면에 도시된 다양한 장치의 안팎으로의 기관의 이송을 제어한다.

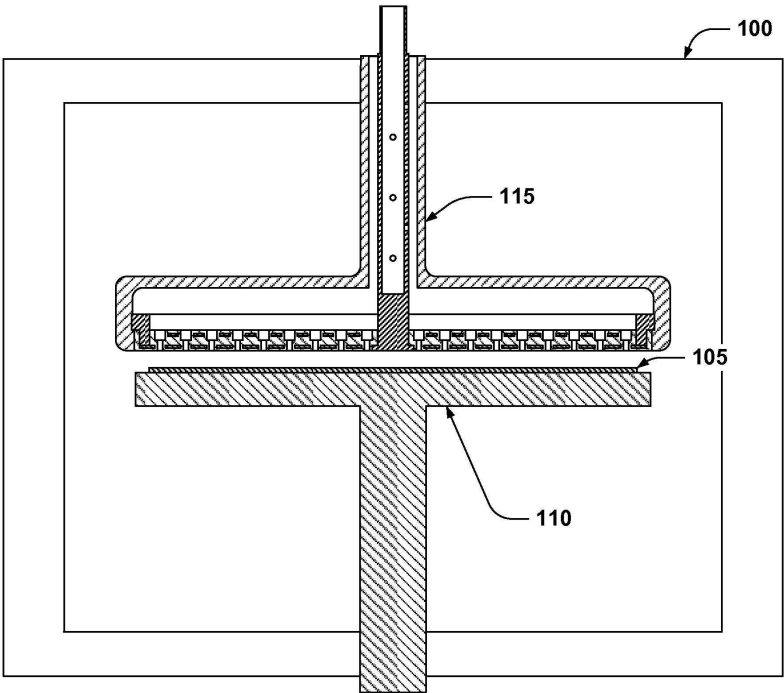
[0105] 프로세스 시퀀스 내의 프로세스를 제어하기 위한 컴퓨터 프로그램 코드는 임의의 종래의 컴퓨터 판독가능한 프로그래밍 언어; 예를 들어, 어셈블리 언어, C, C++, 파스칼, 포트란 또는 기타의 것으로 작성될 수 있다. 컴파일 목적 코드 또는 스크립트가 프로그램 내에서 식별되는 업무를 수행하기 위해 프로세서에 의해 수행된다. 시스템 소프트웨어는 많은 상이한 방법들로 구성될 수 있고 또는 설계될 수 있다. 예를 들어, 다양한 챔버 부품 서브루틴 또는 제어 목적이 설명된 프로세서를 수행하기 위해 필요한 챔버 부품의 동작을 제어하기 위해 작성될 수 있다. 이러한 목적을 위해 프로그램의 섹션 또는 프로그램의 예들은, 가스 제어 코드, 압력 제어 코드 및 플라즈마 제어 코드를 포함한다.

[0106] 제어 파라미터는, 예를 들어, 각 동작의 타이밍, 챔버 내부의 압력, 기관 온도, 프로세스 가스 유량, RF 전력, 및 앞서 설명된 다른 것들과 같은 프로세스 조건과 관련된다. 이러한 파라미터는 레시피 형태로 사용자에게 제공되고, 사용자 인터페이스를 이용하여 입력될 수 있다. 프로세스를 모니터링 하기 위한 신호들이 시스템 제어부의 아날로그 및/또는 디지털 입력 연결에 의해 제공될 수 있다. 프로세스를 제어하기 위한 신호가 장치의 아날로그 및 디지털 출력 연결부 상에 출력된다.

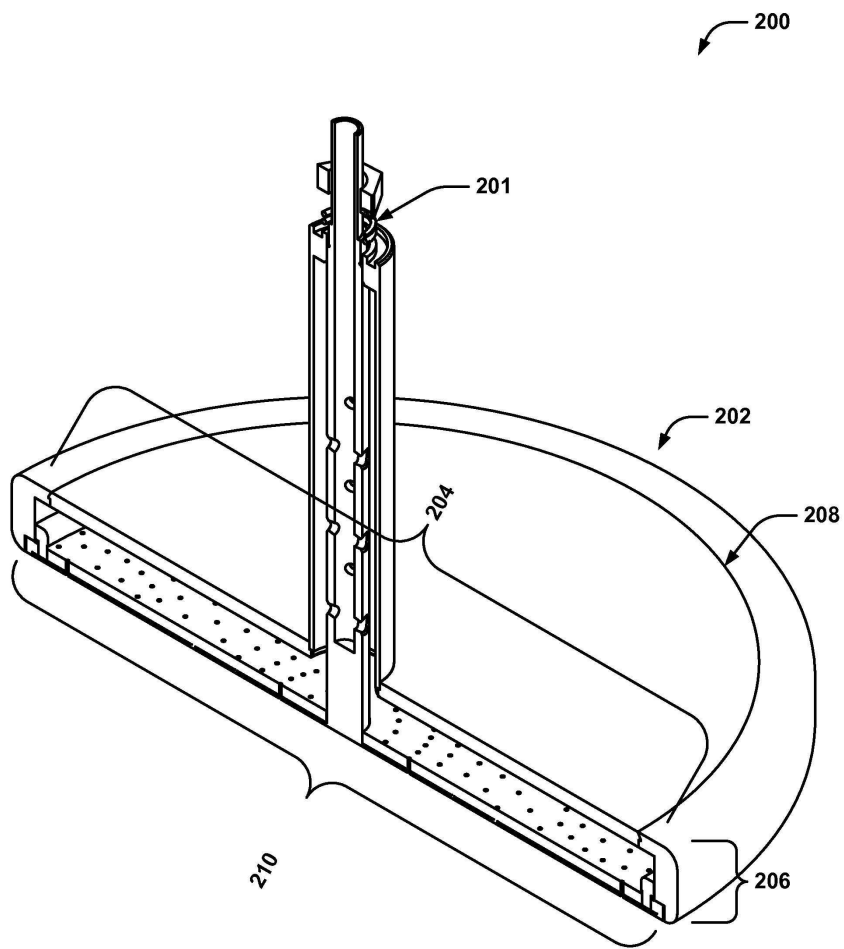
[0107] 본 발명의 다양한 구현예가 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명되었다고 하더라도, 본 발명이 이러한 특정한 구현예로 제한되지 아니하며, 첨부된 특허청구범위 내에 정의된 본 발명의 목적 범위로부터 벗어남 없이 본 기술분야의 숙련자에 의해 다양한 변화 및 수정이 그 안에서 이루어질 수 있다는 것을 이해하여야 한다.

도면

도면1



도면2a



도면2b

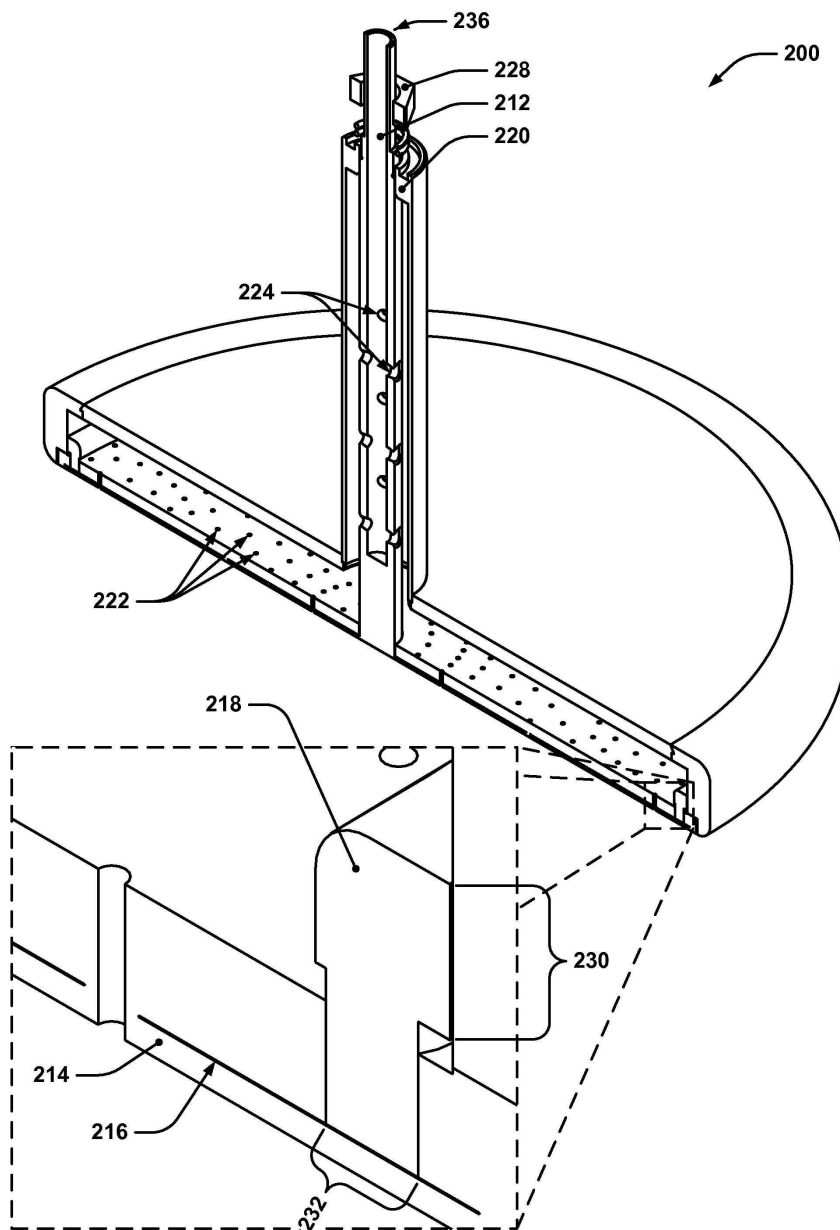
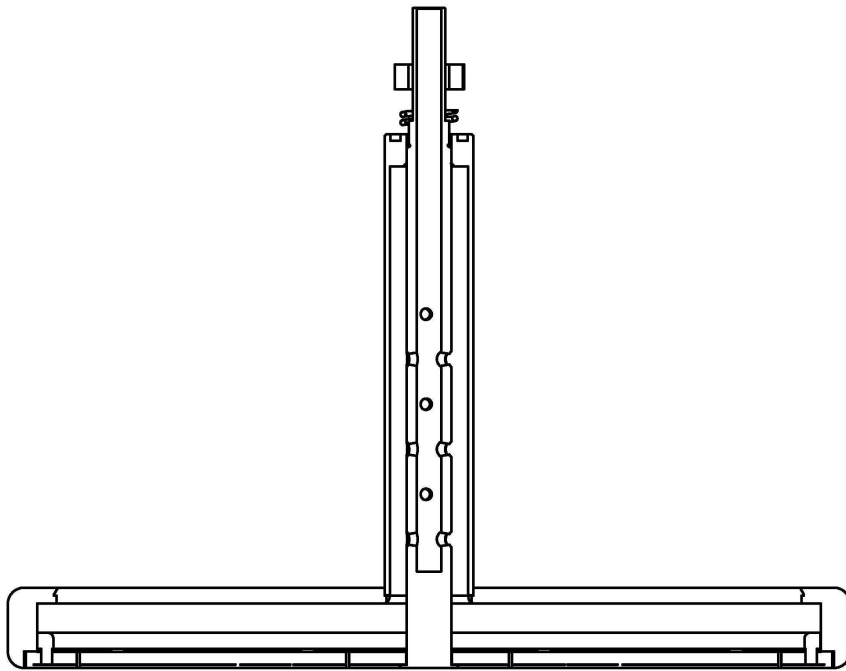
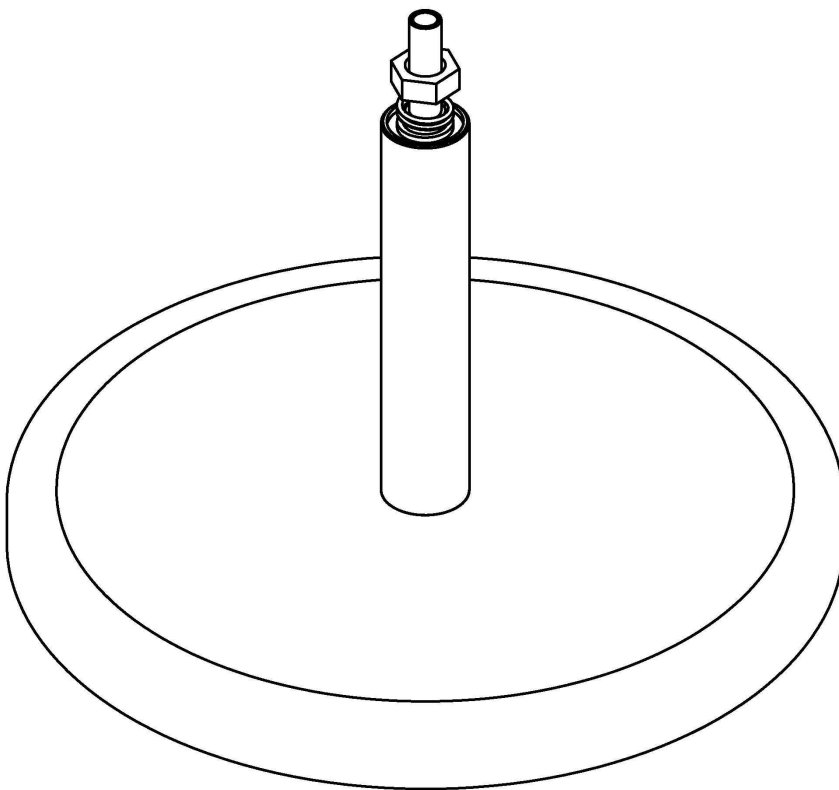


Fig. 2ba

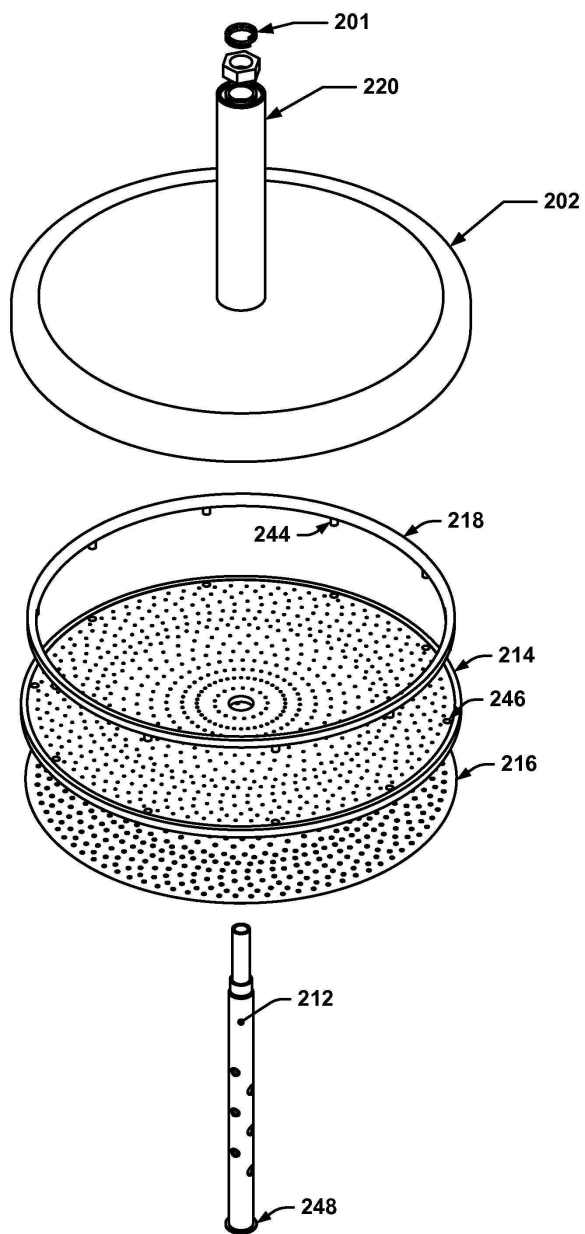
도면2c



도면2d



도면2e



도면2f

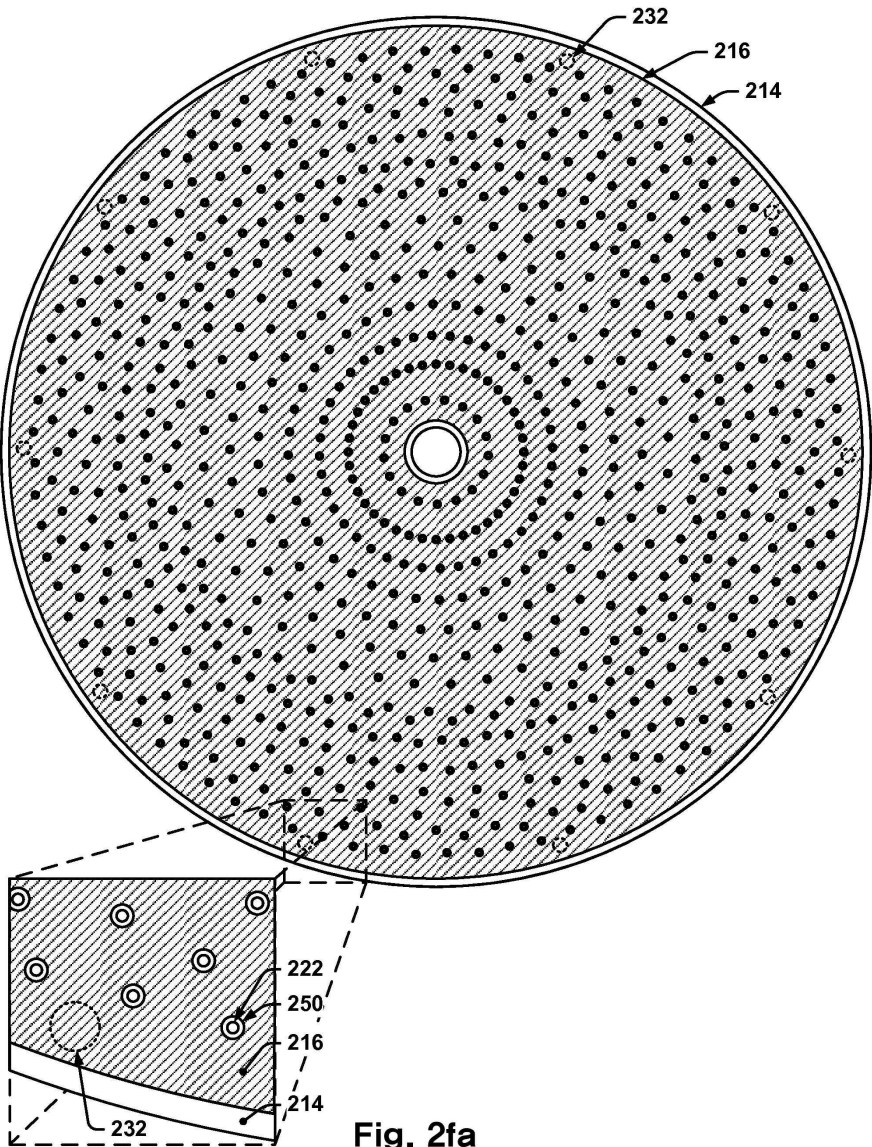
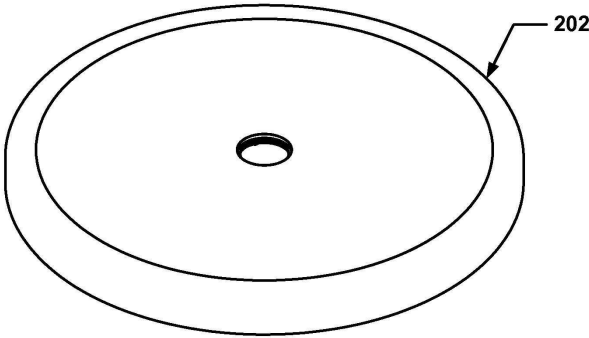
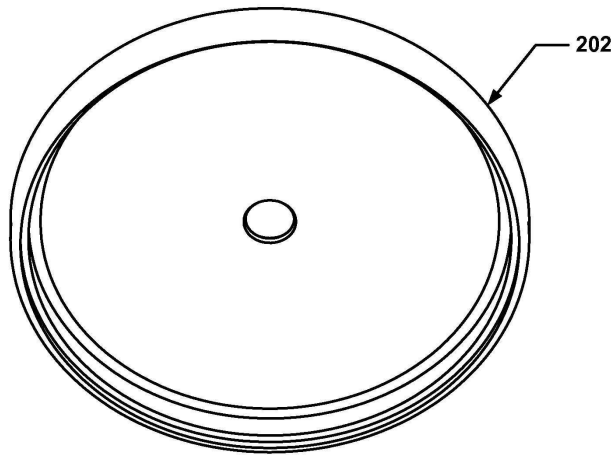


Fig. 2fa

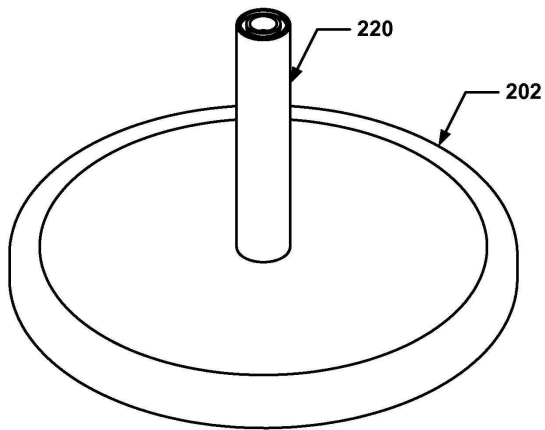
도면3a



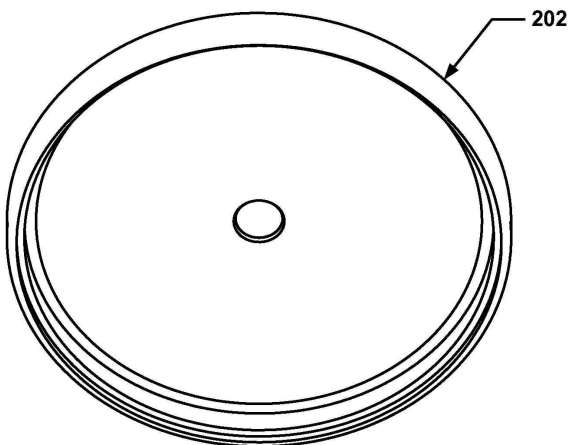
도면3aa



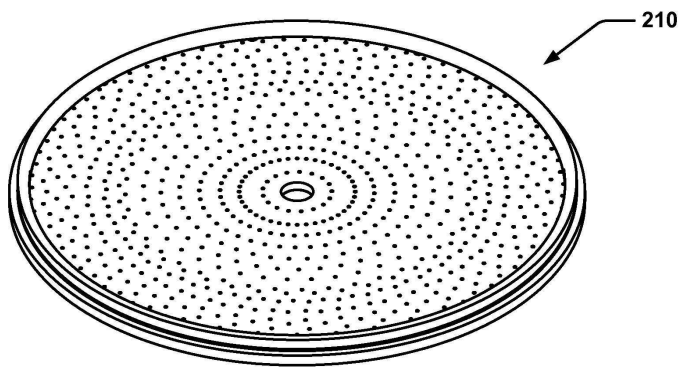
도면3b



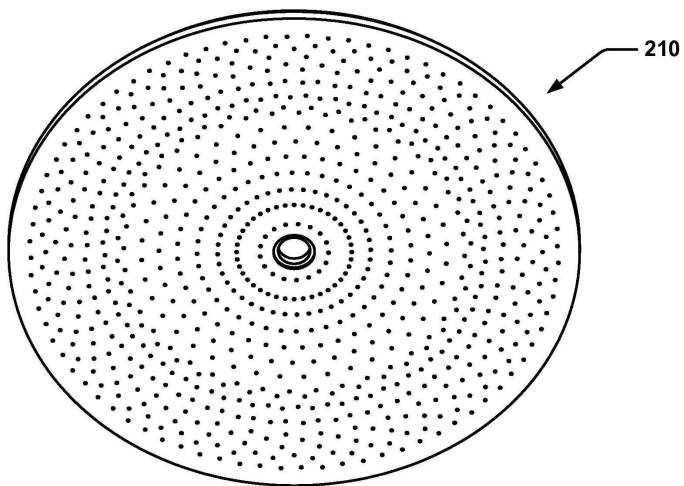
도면3ba



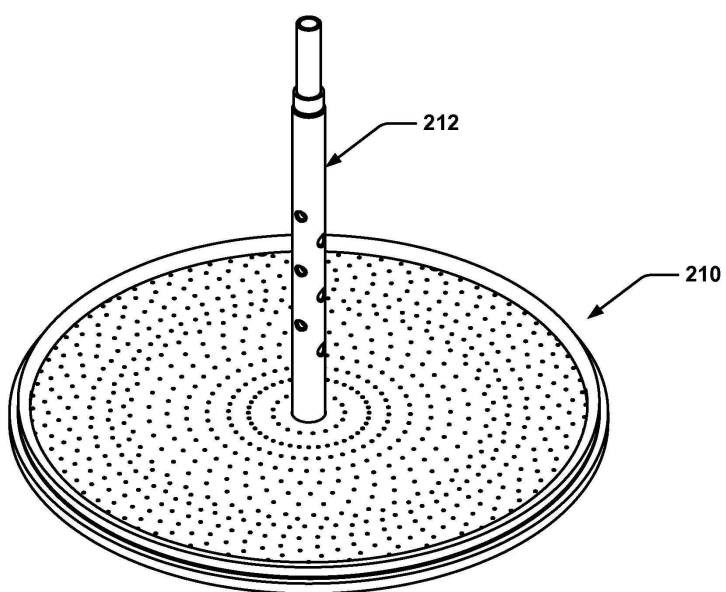
도면3c



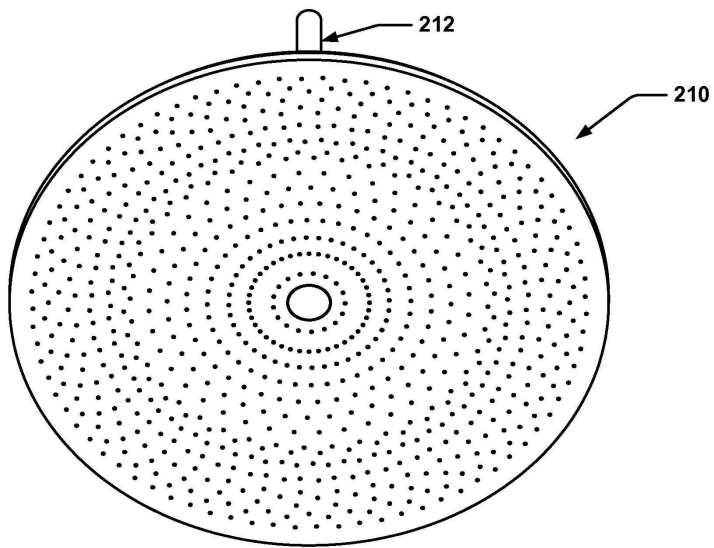
도면3ca



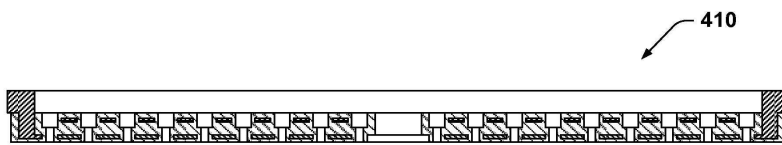
도면3d



도면3da



도면4a



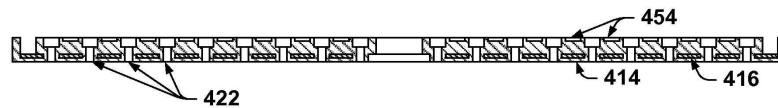
도면4b



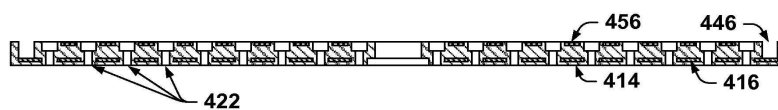
도면4c



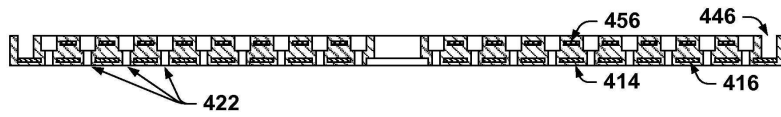
도면4d



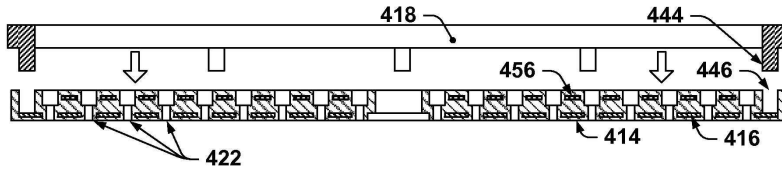
도면4e



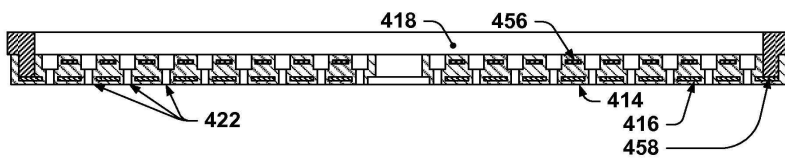
도면4f



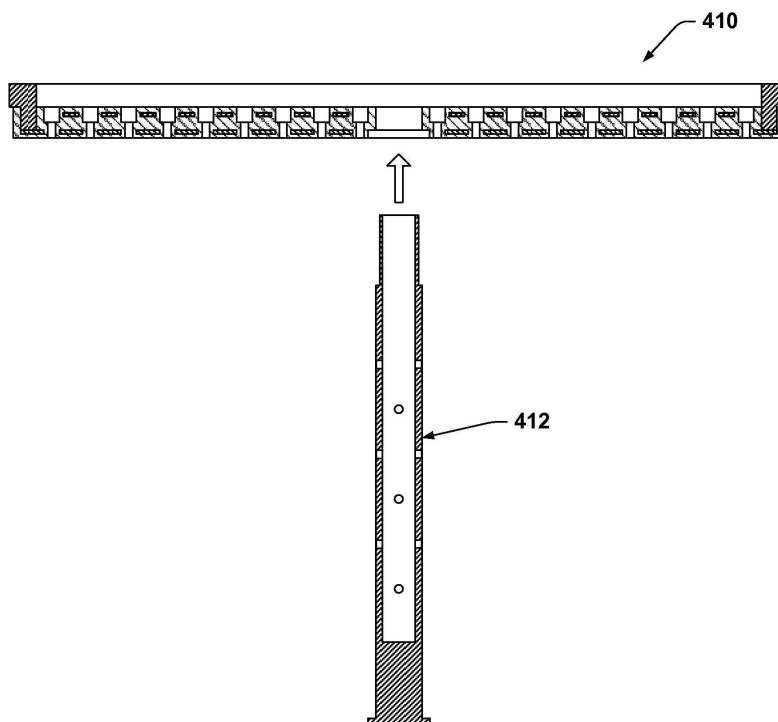
도면4g



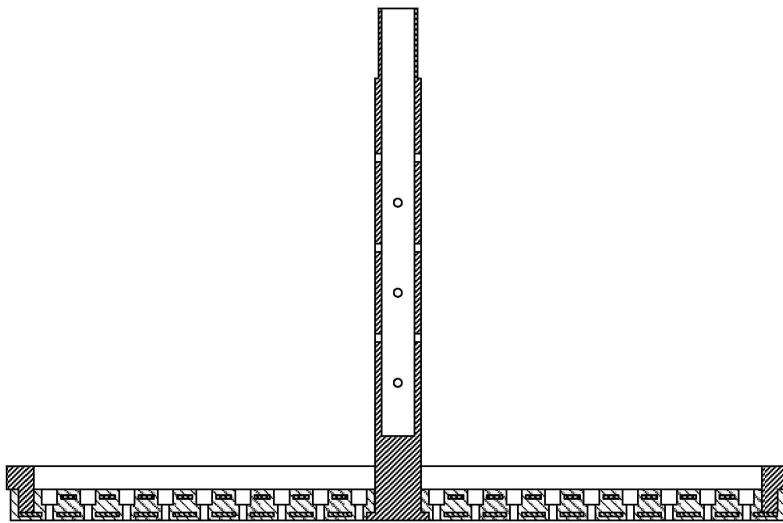
도면4h



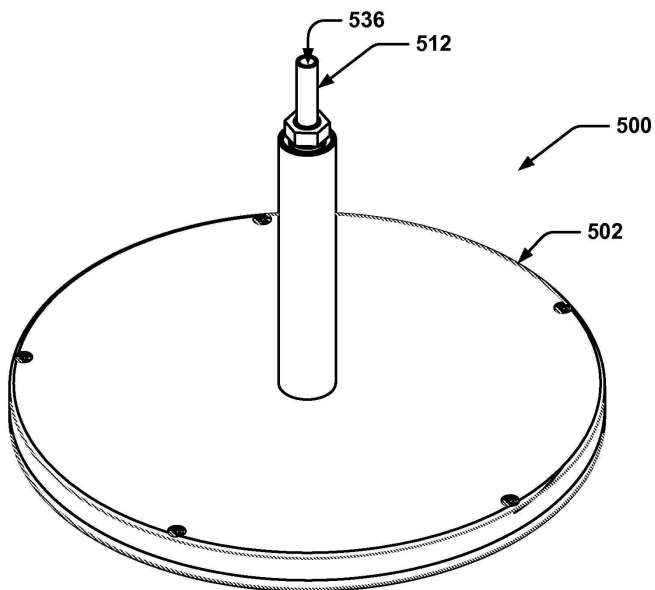
도면4i



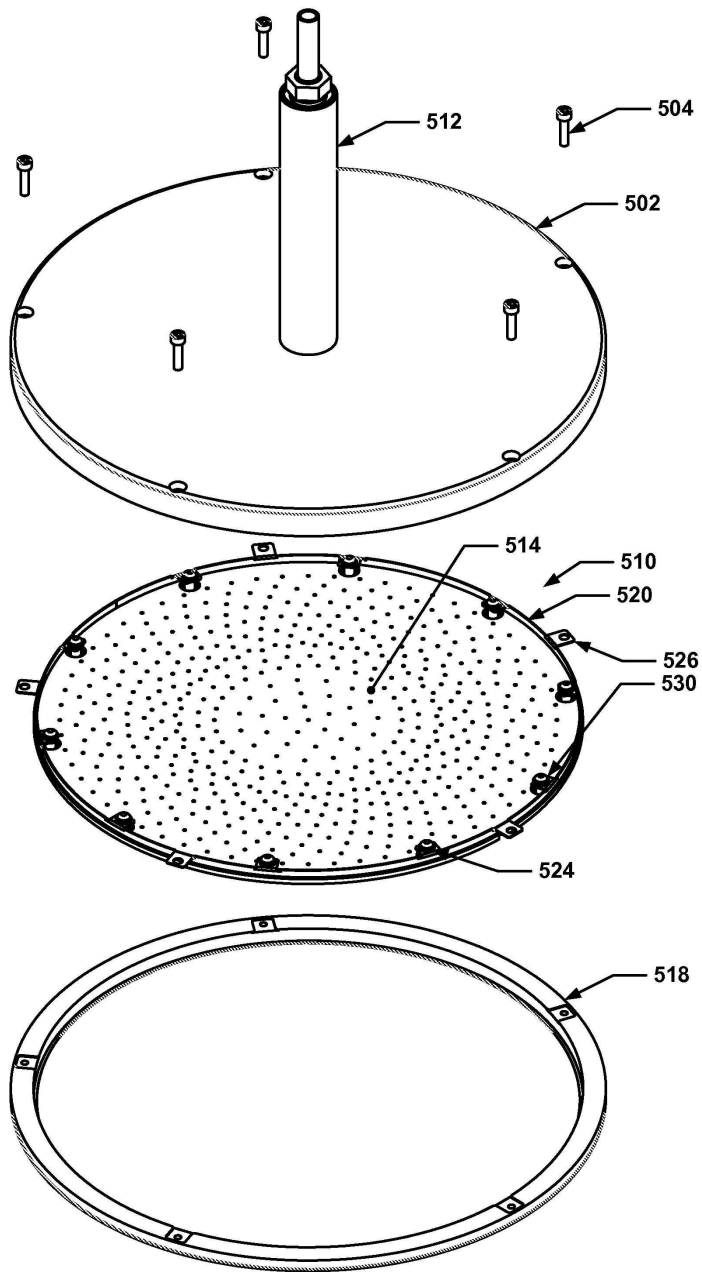
도면4j



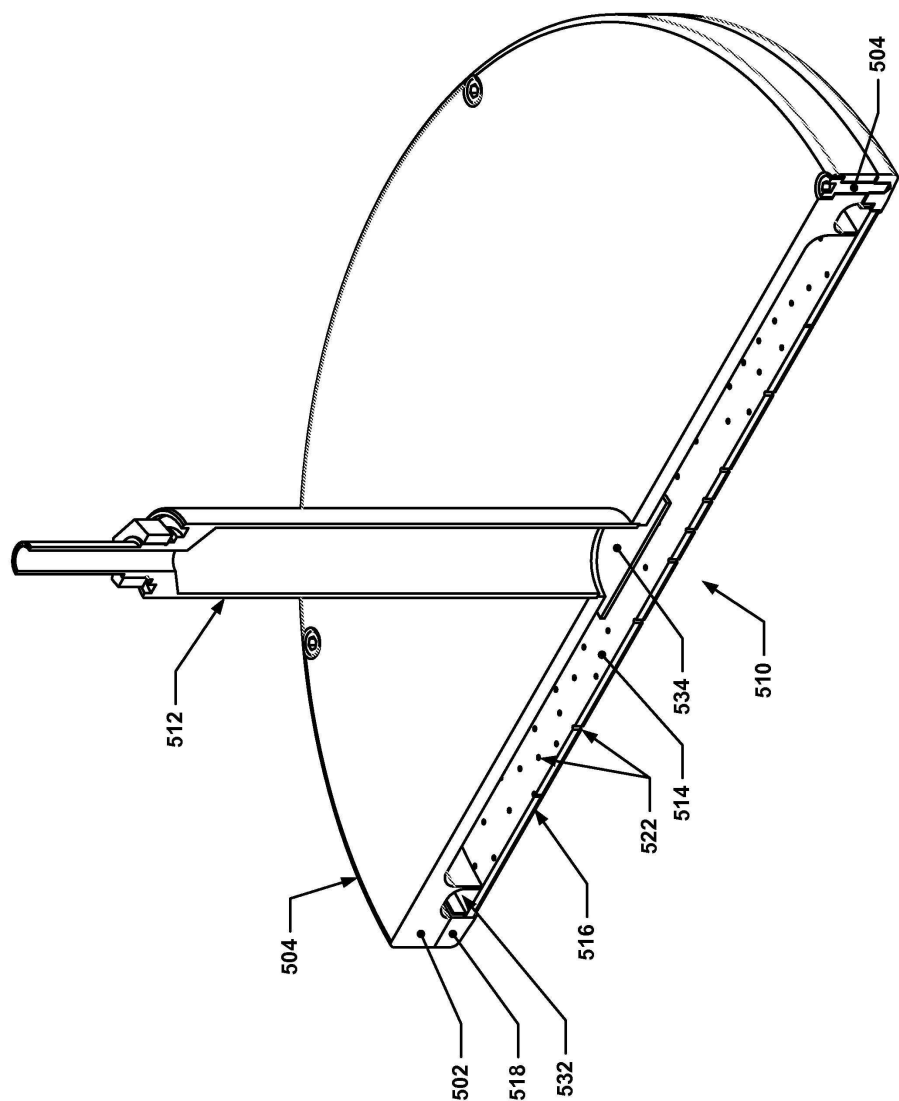
도면5a



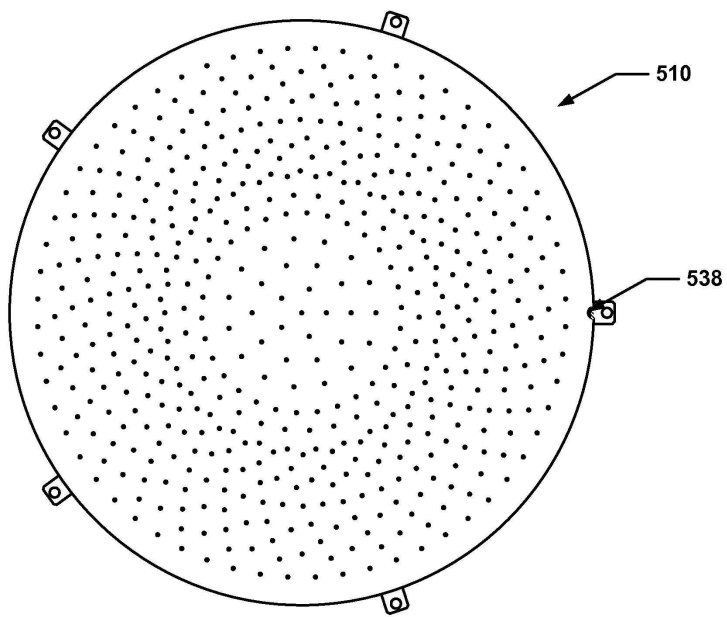
도면5b



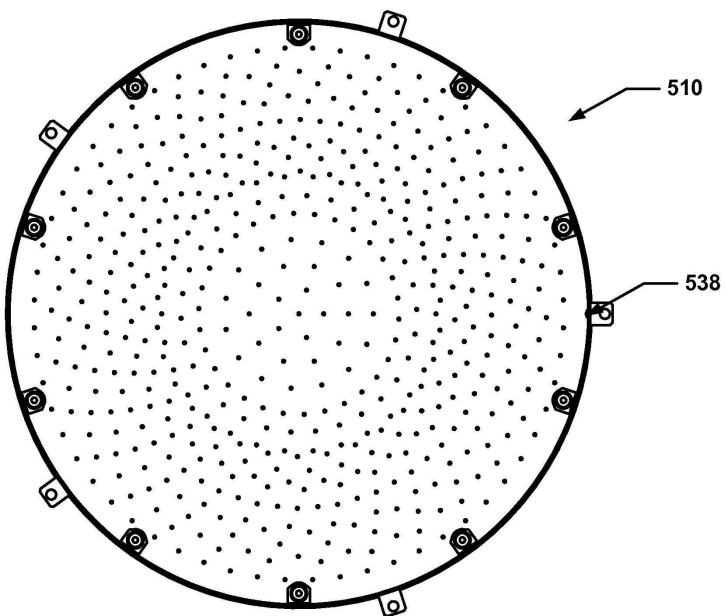
도면5c



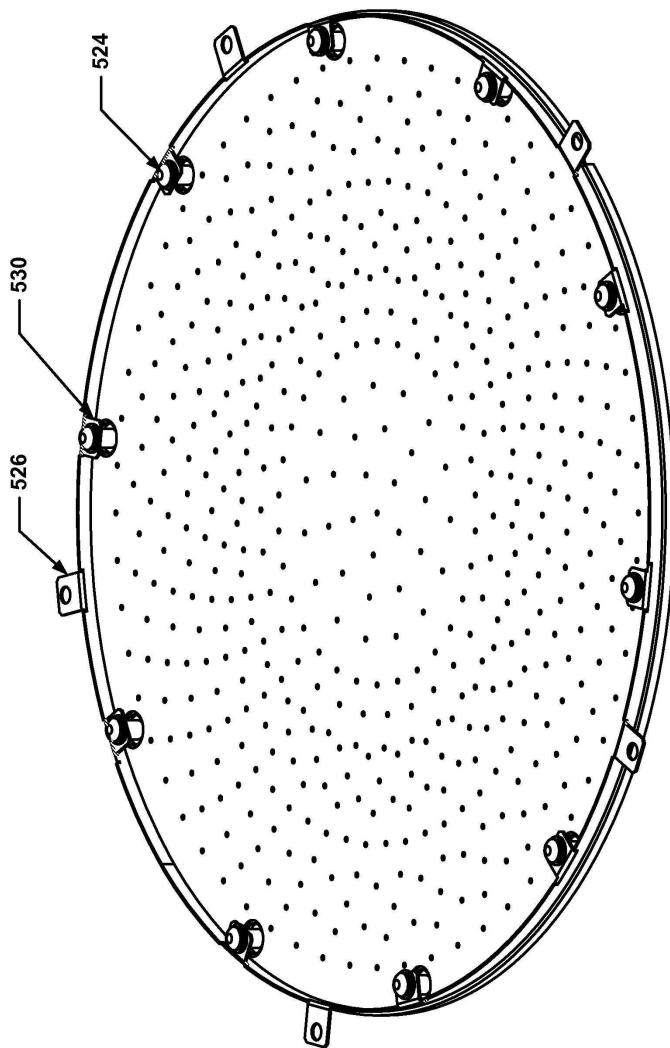
도면5d



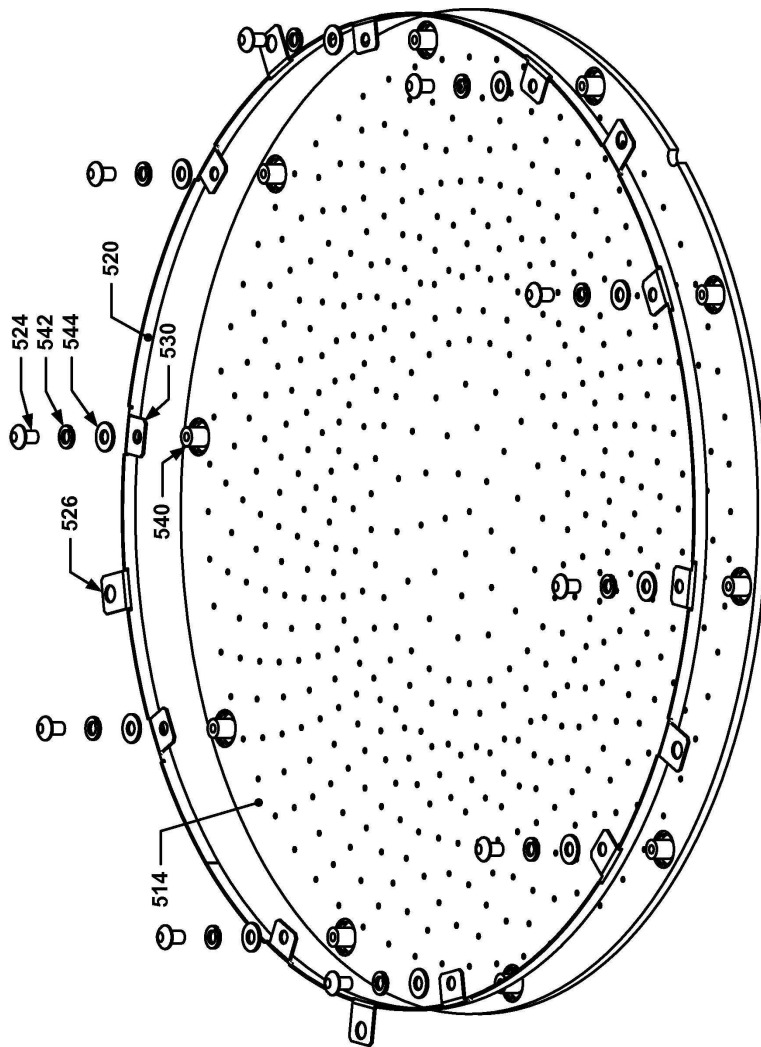
도면5e



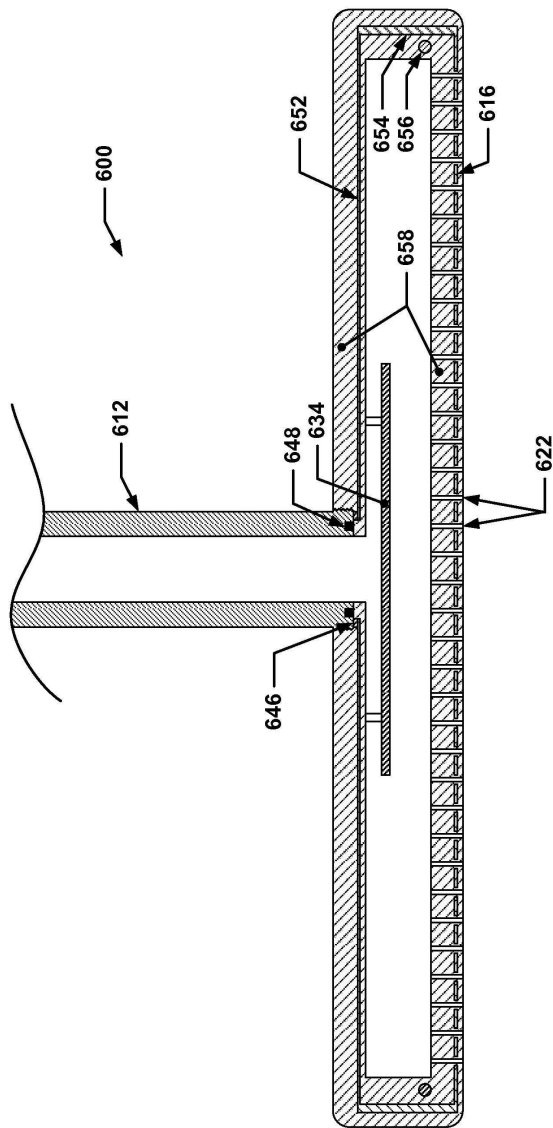
도면5f



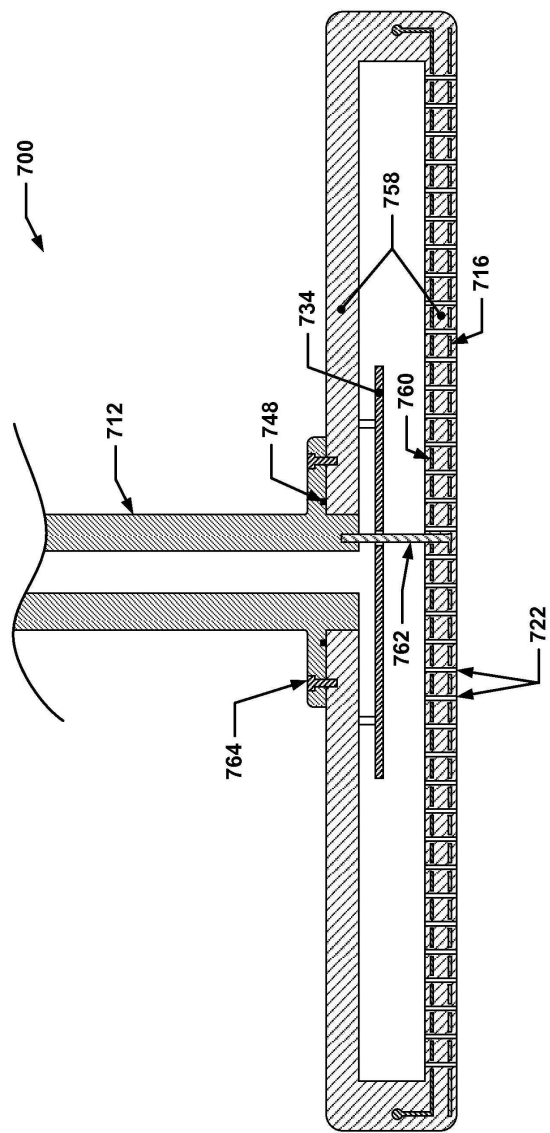
도면5g



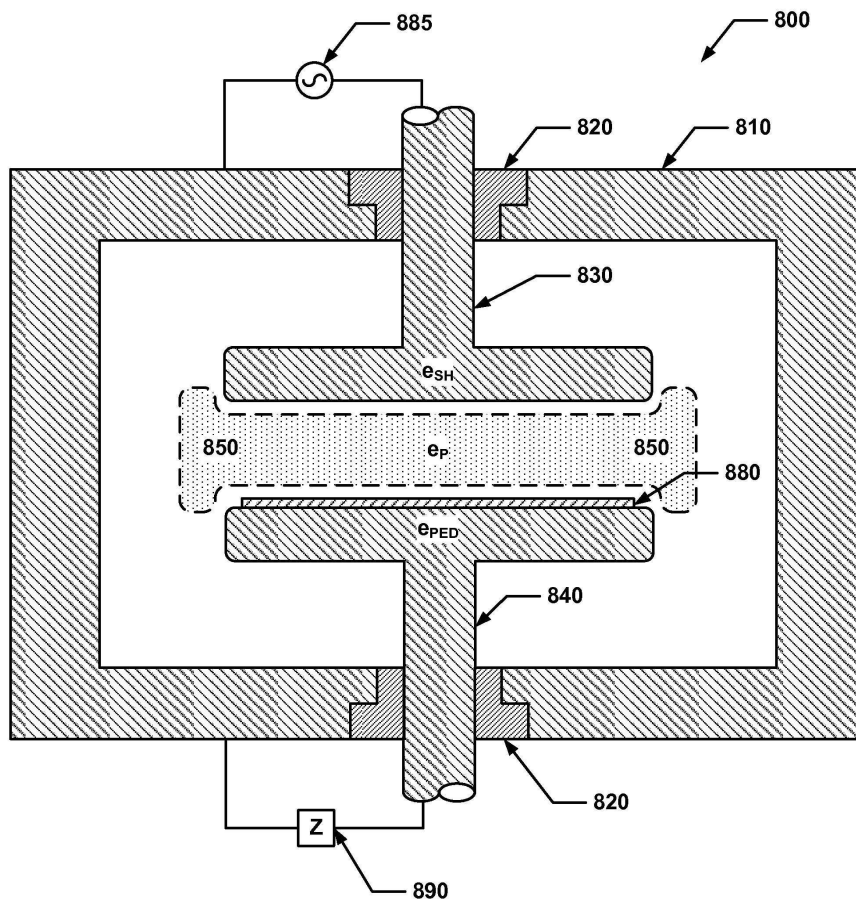
도면6



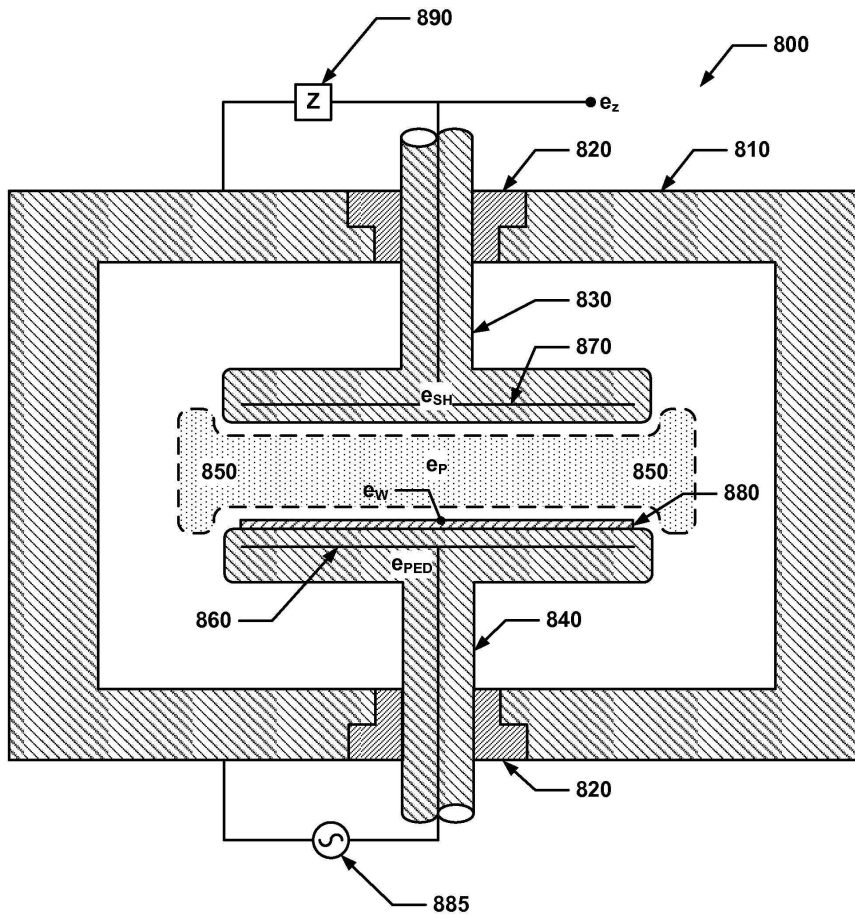
도면7



도면 8a



도면8c



도면8d

	케이스 #1	케이스 #2	케이스 #3	케이스 #4
	Fig. 8a	Fig. 8b	Fig. 8c	
e_z	0	0	0	20
e_p	10	10	-10	10
e_w	7	-70	-90	-70
$e_p - e_w$	3	80	80	80

【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제14항

【변경전】

상기 상기 스프링의 변위에 의해

【변경후】

상기 스프링의 변위에 의해