



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월14일  
(11) 등록번호 10-2730610  
(24) 등록일자 2024년11월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01J 37/32724 (2013.01)  
H01J 37/32458 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-7028332(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2019년09월17일  
심사청구일자 2023년08월21일
- (85) 번역문제출일자 2023년08월21일
- (65) 공개번호 10-2023-0125349
- (43) 공개일자 2023년08월29일
- (62) 원출원 특허 10-2021-7011450  
원출원일자(국제) 2019년09월17일  
심사청구일자 2022년09월14일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/051477
- (87) 국제공개번호 WO 2020/061019  
국제공개일자 2020년03월26일
- (30) 우선권주장  
16/136,799 2018년09월20일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2012216786 A\*  
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자  
램 리써치 코퍼레이션  
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
- (72) 발명자  
티안, 시유안  
미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 하이 스트리트 40777 아파트 17
- (74) 대리인  
특허법인인벤싱코

전체 청구항 수 : 총 21 항

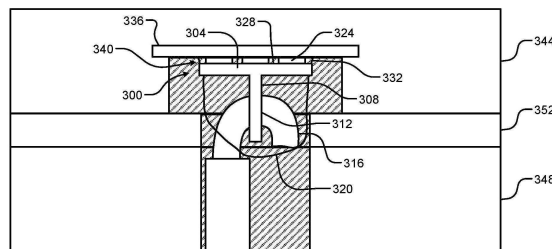
심사관 : 이병수

(54) 발명의 명칭 임베딩된 가열 엘리먼트들을 갖는 기판 지지부를 위한 긴 수명의 고전력 단자들

(57) 요약

기판 프로세싱 시스템의 기판 지지부의 가열 엘리먼트를 위한 연결 단자가 기판 지지부의 세라믹 층 내의 가열 엘리먼트의 콘택트 패드에 전기적으로 연결되도록 구성된 콘택트 플레이트를 포함한다. 와이어 연결 부분이 콘택트 플레이트로부터 연장하고, 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성된 와이어를 수용하고 유지하도록 구성된다. 콘택트 플레이트 및 와이어 연결 부분 중 적어도 하나는 세라믹 층의 제 2 열 팽창 계수 (CTE) 의 20 % 이내인 제 1 CTE를 갖는 제 1 재료를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H01L 21/67103* (2013.01)  
*H01L 21/67109* (2013.01)  
*H01L 21/67248* (2013.01)  
*H01J 2237/3321* (2013.01)  
*H01J 2237/3341* (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2017153254 A\*  
US20020036192 A1  
US20170260616 A1  
JP2004259805 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

기관 프로세싱 시스템의 기관 지지부의 가열 엘리먼트를 위한 연결 단자에 있어서,

기관 지지부의 세라믹 층 내의 가열 엘리먼트의 콘택트 패드에 전기적으로 연결되도록 구성되는 콘택트 플레이트; 및

상기 콘택트 플레이트로부터 연장하는 와이어 연결 부분으로서, 상기 와이어 연결 부분은 상기 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성된 (arrange) 와이어를 수용하고 유지하도록 구성되는, 상기 와이어 연결 부분을 포함하고,

i) 상기 연결 단자는 상기 연결 단자의 상기 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 상기 연결 단자의 와이어-측면으로의 열 팽창 계수 (coefficient of thermal expansion; CTE) 기울기를 갖는 기능성 등급 재료 (Functional-Graded Material; FGM) 를 포함하고, 그리고 ii) 상기 콘택트 플레이트는 텅스텐을 포함하고, 상기 와이어 연결 부분은 구리를 포함하고, 그리고 상기 연결 단자는 상기 콘택트 플레이트와 상기 와이어 연결 부분 사이의 브레이징 조인트 (brazing joint) 를 포함하는 것 중 적어도 하나인, 연결 단자.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 연결 단자는 상기 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 상기 연결 단자의 와이어-측면으로의 상기 CTE 기울기를 갖는 상기 FGM를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 3**

제 2 항에 있어서,

상기 FGM의 CTE는 상기 연결 단자의 상기 세라믹-층-측면으로부터 상기 연결 단자의 상기 와이어-측면으로 상승하는, 연결 단자.

**청구항 4**

제 2 항에 있어서,

상기 FGM은 상기 연결 단자의 상기 세라믹-층-측면에서 제 1 CTE 및 상기 연결 단자의 상기 와이어-측면에서 제 2 CTE를 포함하고, 상기 제 1 CTE는 상기 세라믹 층의 제 3 CTE의 20 % 이내이고, 그리고 상기 제 2 CTE는 상기 와이어의 제 4 CTE의 20 % 이내인, 연결 단자.

**청구항 5**

제 2 항에 있어서,

상기 FGM은 텅스텐 및 구리와 몰리브덴 중 적어도 하나를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 6**

제 2 항에 있어서,

상기 FGM은 텅스텐 및 구리를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,

상기 콘택트 플레이트는 텅스텐을 포함하고;

상기 와이어 연결 부분은 구리를 포함하고; 그리고

상기 연결 단자는 상기 콘택트 플레이트와 상기 와이어 연결 부분 사이의 상기 브레이징 조인트를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,

상기 와이어 연결 부분의 일부를 포함하는 내열 층 (thermal resist layer) 으로서,

상기 세라믹 층은 상기 내열 층 상에 배치되고 그리고 상기 콘택트 패드, 상기 콘택트 플레이트 및 상기 브레이징 조인트를 포함하는, 상기 내열 층; 및

i) 상기 콘택트 패드, 상기 콘택트 플레이트와 상기 브레이징 조인트 사이의, 그리고 ii) 상기 내열 층과 상기 세라믹 층 사이의 납땜 조인트 (solder joint) 를 더 포함하는, 연결 단자.

**청구항 9**

제 8 항에 있어서,

상기 콘택트 패드와 상기 콘택트 플레이트 사이에 배치된 복수의 스페이서들을 더 포함하는, 연결 단자.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 납땜 조인트는 상기 복수의 스페이서들과 상기 세라믹 층 사이에 있는, 연결 단자.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,

상기 와이어 연결 부분의 일부를 포함하는 내열 층으로서,

상기 세라믹 층은 상기 내열 층 상에 배치되고 그리고 상기 콘택트 패드, 상기 콘택트 플레이트 및 상기 브레이징 조인트를 포함하는, 상기 내열 층; 및

i) 상기 와이어 연결 부분과 ii) 상기 내열 층과 상기 세라믹 층 사이의 납땜 조인트를 더 포함하는, 연결 단자.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,

상기 연결 단자는 상기 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 상기 연결 단자의 와이어-측면으로의 상기 CTE 기울기를 갖는 상기 FGM를 포함하고;

상기 콘택트 플레이트는 텅스텐을 포함하고;

상기 와이어 연결 부분은 구리를 포함하고; 그리고

상기 연결 단자는 상기 콘택트 플레이트와 상기 와이어 연결 부분 사이의 상기 브레이징 조인트를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,

상기 콘택트 플레이트는 텅스텐 및 구리를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,

상기 콘택트 플레이트의 적어도 85 %는 텅스텐을 포함하고 그리고 상기 콘택트 플레이트의 15 % 이하는 구리를 포함하는, 연결 단자.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,

상기 와이어 연결 부분의 적어도 85 %는 구리를 포함하고 그리고 상기 와이어 연결 부분의 15 % 이하는 텅스텐을 포함하는, 연결 단자.

**청구항 16**

제 1 항에 있어서,

상기 콘택트 플레이트의 적어도 85 %는 텅스텐을 포함하고 그리고 상기 콘택트 플레이트의 15 % 이하는 구리를 포함하고; 그리고

상기 와이어 연결 부분의 적어도 85 %는 구리를 포함하고 그리고 상기 와이어 연결 부분의 15 % 이하는 텅스텐을 포함하는, 연결 단자.

**청구항 17**

제 1 항에 있어서,

상기 콘택트 패드와 상기 콘택트 플레이트 사이에 배치된 복수의 스페이서들을 더 포함하는, 연결 단자.

**청구항 18**

제 1 항에 있어서,

내열 층을 더 포함하고,

상기 세라믹 층은 상기 내열 층 상에 배치되고; 그리고

상기 와이어 연결 부분은 상기 내열 층에 부분적으로 그리고 상기 세라믹 층에 부분적으로 통합되는, 연결 단자.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

베이스플레이트를 더 포함하고,

상기 내열 층은 상기 베이스플레이트 상에 배치되고; 그리고

상기 와이어는 베이스 플레이트를 통해 상기 내열 층 및 상기 와이어 연결 부분 내로 연장하는, 연결 단자.

**청구항 20**

제 1 항에 있어서,

상기 와이어 연결 부분은 상기 와이어를 수용하기 위한 개구부를 포함하는 원통형 소켓인, 연결 단자.

**청구항 21**

제 1 항에 있어서,

상기 브레이징 조인트는 은을 포함하는, 연결 단자.

**발명의 설명**

**기술 분야**

관련 출원들에 대한 교차 참조

[0001]

[0002] 본 출원은 2018년 9월 20일에 출원된 미국 특허 출원 번호 제 16/136,799 호의 우선권을 주장한다. 상기 참조된 출원의 전체 개시는 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0003] 본 개시는 기관 프로세싱 시스템에서 기관 지지부의 열 제어 엘리먼트들의 단자들에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 본 개시의 맥락을 일반적으로 제시할 목적이다. 이 배경 기술 섹션에 기술된 정도의 본 명세서에 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원시 종래 기술로서 달리 인정되지 않을 수도 있는 본 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0005] 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), 도전체 에칭, 및/또는 다른 에칭, 증착, 또는 세정 프로세스들을 포함한다. 기관은 기관 프로세싱 시스템의 프로세싱 챔버의 페테스탈, 정전 척 (electrostatic chuck; ESC), 등과 같은 기관 지지부 상에 배치될 수도 있다. 에칭 동안, 하나 이상의 전구체들을 포함하는 가스 혼합물들이 프로세싱 챔버 내로 도입될 수도 있고 플라즈마가 화학 반응들을 개시하기 위해 사용될 수도 있다.

[0006] 기관 지지부는 기관을 지지하도록 구성된 세라믹 층을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 기관은 프로세싱 동안 세라믹 층에 클램핑될 수도 있다. 일부 예들에서, 기관 지지부 (예를 들어, 세라믹 층) 의 온도는 열 제어 엘리먼트들을 사용하여 조정 가능할 수도 있다.

**발명의 내용**

[0007] 기관 프로세싱 시스템에서 기관 지지부의 가열 엘리먼트를 위한 연결 단자가 기관 지지부의 세라믹 층 내의 가열 엘리먼트의 콘택트 패드에 전기적으로 연결되도록 구성된 콘택트 플레이트를 포함한다. 와이어 연결 부분이 콘택트 플레이트로부터 연장하고, 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성된 와이어를 수용하고 유지하도록 구성된다. 콘택트 플레이트 및 와이어 연결 부분 중 적어도 하나는 세라믹 층의 제 2 열 팽창 계수 (Coefficient of Thermal Expansion; CTE) 의 20 % 이내인 제 1 CTE를 갖는 제 1 재료를 포함한다.

[0008] 다른 특징들에서, 제 1 CTE는 제 2 CTE의 5 % 이내이다. 제 1 CTE는 대략 7.2이고, 제 2 CTE는 대략 7.1이다. 콘택트 플레이트 및 와이어 연결 부분 각각은 제 1 재료를 포함한다. 제 1 재료는 텅스텐 합금이다. 제 1 재료는 텅스텐-구리 합금이다. 제 1 재료는 대략 85 %의 텅스텐 및 15 %의 구리로 구성된 텅스텐-구리 합금이다. 제 1 재료는 텅스텐-몰리브덴 합금이다. 와이어 연결 부분은 콘택트 플레이트로부터 하향으로 연장하는 수직 핀 (vertical fin) 을 포함하고, 그리고 수직 핀은 와이어를 수용하도록 구성된 개구부를 포함한다. 와이어 연결 부분은 와이어를 수용하도록 구성된 원통형 소켓을 포함한다.

[0009] 다른 특징들에서, 콘택트 플레이트는 제 1 재료를 포함하고 와이어 연결 부분은 와이어의 제 4 CTE의 20 % 이내인 제 3 CTE를 갖는 제 2 재료를 포함한다. 제 1 재료는 텅스텐 합금이고 제 2 재료는 구리이다. 콘택트 플레이트 및 와이어 연결 부분은 함께 브레이징된다 (brazed). 콘택트 플레이트 및 와이어 연결 부분은 은을 사용하여 함께 브레이징된다. 연결 단자는 콘택트 플레이트의 상부 콘택트 표면 상에 배치된 복수의 스페이서들을 더 포함한다.

[0010] 기관 프로세싱 시스템에서 기관 지지부의 가열 엘리먼트를 위한 연결 단자가 기관 지지부의 세라믹 층 내의 가열 엘리먼트의 콘택트 패드에 전기적으로 연결되도록 구성된 콘택트 플레이트를 포함한다. 와이어 연결 부분이 콘택트 플레이트로부터 연장하고, 가열 엘리먼트에 전력을 제공하도록 구성된 와이어를 수용하고 유지하도록 구성된다. 연결 단자는 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 연결 단자의 와이어-측면으로의 열 팽창 계수 (CTE) 기울기를 갖는 기능성 등급 재료 (Functional-Graded Material; FGM) 를 포함한다.

[0011] 다른 특징들에서, FGM의 CTE는 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 연결 단자의 와이어-측면으로 상승한다. FGM은 연결 단자의 세라믹-층-측면에서 제 1 CTE를 포함하고 연결 단자의 와이어-측면에서 제 2 CTE를 포함하고, 제 1 CTE는 세라믹 층의 제 3 CTE의 20 % 이내이고, 그리고 제 2 CTE는 와이어의 제 4 CTE의 20 % 이내이다. FGM은 텅스텐 및 구리와 몰리브덴 중 적어도 하나를 포함한다.

[0012] 본 개시의 추가 적용 가능성의 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시의 목적들을 위해 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0013] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.  
 도 1은 본 개시에 따른 일 예시적인 프로세싱 챔버의 기능적 블록도이다.  
 도 2a는 본 개시의 원리들에 따른 연결 단자들을 포함하는 예시적인 기관 지지부이다.  
 도 2b, 도 2c 및 도 2d는 예시적인 연결 단자들이다.  
 도 3a, 도 3b, 도 3c, 도 3d 및 도 3e는 본 개시에 따른 예시적인 연결 단자를 도시한다.  
 도 4a, 도 4b 및 도 4c는 본 개시에 따른 또 다른 예시적인 연결 단자를 도시한다.  
 도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하기 위해 재사용될 수도 있다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0014] 기관 프로세싱 시스템은 기관 지지부 내에 배치된 복수의 가열 엘리먼트들, 예컨대 매크로 및/또는 마이크로 열 제어 엘리먼트들 (Thermal Control Elements; TCEs) 에 연결된 온도 제어기를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 복수의 TCE들은 기관 지지부의 세라믹 층에 배치될 수도 있다. 온도 제어기가 기관 지지부 상에 배치된 기관의 온도를 제어하도록 기관 지지부의 온도를 조정하도록 복수의 가열 엘리먼트들을 제어한다.
- [0015] 와이어들은 가열 엘리먼트들을 제어하기 위해 외부 전력 소스로부터 전류를 제공한다. 단지 예를 들면, 전력 소스는 고 전류 AC 또는 DC 전력 소스 (예를 들어, 매크로 TCE들에 대해 5 내지 10 kW, 마이크로 TCE들에 대해 1 내지 5 kW, 등) 에 대응할 수도 있다. 일부 예들에서 (예를 들어, 매크로 TCE들에 대해), 와이어들은 연결 단자들 및 콘택트 패드들을 사용하여 각각의 가열 엘리먼트들에 연결될 수도 있다. 다른 예들 (예를 들어, 마이크로 TCE들) 에서, 와이어들은 각각의 가열 엘리먼트들의 콘택트 패드들에 직접 납땜될 수도 있다. 단지 예를 들면, 콘택트 패드들은 세라믹의 하단 표면 상에 그리고/또는 내부에 배치된다.
- [0016] 연결 단자들은 콘택트 패드들을 통해 와이어들과 가열 엘리먼트들 사이에 낮은 전기 저항률을 갖는 계면을 제공한다. 일부 예들에서, 연결 단자들은 구리, 은-도금된 구리, 등을 포함한다. 콘택트 패드들은 니켈 도금될 수도 있다. 통상적으로, 연결 단자들은 콘택트 패드들에 수동으로 납땜되고, 와이어들은 연결 단자들 내로 납땜된다. 와이어들, 연결 단자들, 및 콘택트 패드들 사이의 연결들은 기관 지지부의 고장 및/또는 감소된 신뢰성과 수명을 유발하는 다양한 문제들에 민감할 수도 있다.
- [0017] 예를 들어, 연결 단자들 및 세라믹 층의 각각의 열 팽창 계수들 (Coordinates of Thermal Expansion, CTEs) 이 상이할 수도 있다. 따라서, 세라믹 층의 온도를 상승시키기 위해 가열 엘리먼트들이 가열될 때, 세라믹 층의 CTE와 연결 단자들의 CTE 사이의 차는 연결 단자들과 콘택트 패드들 사이의 납땜 조인트들 (solder joints) 을 압박하고 피로하게 하고, 균열 (cracking), 박리 (delamination), 및 전기적 개방-회로 고장을 유발할 수도 있다. 또한, 연결 단자들과 콘택트 패드들 사이의 콘택트 계면은 실질적으로 편평하여, 수동 납땜 동안 일관된 납땜 두께를 달성하기 어렵게 한다. 유사하게, 와이어들 (예를 들어, 구리 와이어들) 이 콘택트 패드들에 직접 납땜되는 예들에서, 세라믹 층의 CTE와 와이어들의 CTE 사이의 차는 납땜 조인트들의 응력과 피로 및 연관된 고장들을 유발한다.
- [0018] 본 개시의 원리들에 따른 가열 엘리먼트 연결 단자들은 연결 단자들과 세라믹 층 사이의 납땜 조인트의 응력을 감소시킨다. 예를 들어, 연결 단자들은 연결 단자들과 세라믹 층의 각각의 CTE들 사이의 차를 감소시키도록 구성된다. 일 예에서, 연결 단자들은 세라믹 층의 CTE에 튜닝되는 CTE를 갖는 금속 합금 재료를 포함한다. 또 다른 예에서, 연결 단자들 각각은 상이한 CTE를 갖는 금속을 각각 포함하는 복수의 부분들 (예를 들어, 함께 브레이징되거나 본딩된 복수의 부분들) 을 포함한다. 또 다른 예에서, 연결 단자들은 기능성 등급 재료 (Functional Graded Material; FGM) 를 포함한다. 일부 예들에서, 세라믹 층의 콘택트 패드들과 연결 단자들 사이의 콘택트 계면은 일관된 납땜 두께를 달성하도록 구성된 스페이서들을 포함한다.
- [0019] 이러한 방식으로, 본 개시에 따른 연결 단자들은 납땜 조인트 응력을 감소시키고, 기관 지지부의 신뢰성 및 전체 수명을 (예를 들어, 3 내지 5 배만큼) 증가시킨다. 본 개시의 원리들은 또한 이로 제한되는 것은 아니지만, 임베딩된 (embed) RF 패러데이 차폐 그리드, 클램프 전극들, 임베딩된 온도 센서들, 임베딩된 기관 전압 센서들, 등을 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 내의 다른 연결들에서 구현될 수도 있다.
- [0020] 이제 도 1을 참조하면, 일 예시적인 기관 프로세싱 시스템 (100) 이 도시된다. 단지 예를 들면, 기관 프로세싱

시스템 (100) 은 무선 주파수 (Radio Frequency; RF) 플라즈마를 사용한 에칭 및/또는 다른 적합한 기관 프로세싱을 수행하기 위해 사용될 수도 있다. 기관 프로세싱 시스템 (100) 은 기관 프로세싱 시스템 (100) 의 다른 컴포넌트들을 둘러싸고 RF 플라즈마를 담은 프로세싱 챔버 (102) 를 포함한다. 기관 프로세싱 챔버 (102) 는 상부 전극 (104) 및 정전 척 (electrostatic chuck; ESC) 과 같은 기관 지지부 (106) 를 포함한다. 동작 동안, 기관 (108) 이 기관 지지부 (106) 상에 배치된다. 특정한 기관 프로세싱 시스템 (100) 및 챔버 (102) 가 예로서 도시되지만, 본 개시의 원리들은 리모트 플라즈마 생성 및 (예를 들어, 플라즈마 튜브, 마이크로파 튜브를 사용하여) 전달을 구현하는 기관 프로세싱 시스템, 플라즈마를 인-시츄 (in-situ) 생성하는 기관 프로세싱 시스템, 등과 같은, 다른 타입들의 기관 프로세싱 시스템들 및 챔버들에 적용될 수도 있다.

[0021] 단지 예를 들면, 상부 전극 (104) 은 프로세스 가스들을 도입하고 분배하는 샤워헤드 (109) 와 같은 가스 분배 디바이스를 포함할 수도 있다. 샤워헤드 (109) 는 프로세싱 챔버의 상단 표면에 연결된 일 단부를 포함하는 시스템 부분을 포함할 수도 있다. 베이스 부분은 일반적으로 원통형이고, 프로세싱 챔버의 상단 표면으로부터 이격되는 위치에서 스템 부분의 반대편 단부로부터 방사상 외측으로 연장한다. 샤워헤드의 베이스 부분의 기관-대면 표면 또는 대면플레이트는 복수의 홀들을 포함하고, 이를 통해 프로세스 가스 또는 퍼지 가스가 흐른다. 대안적으로, 상부 전극 (104) 은 도전 플레이트를 포함할 수도 있고, 프로세스 가스들이 또 다른 방식으로 도입될 수도 있다.

[0022] 기관 지지부 (106) 는 하부 전극으로서 작용하는 도전성 베이스플레이트 (110) 를 포함한다. 베이스플레이트 (110) 는 세라믹 층 (112) 을 지지한다. 일부 예들에서, 세라믹 층 (112) 은 세라믹 멀티-존 가열 플레이트와 같은 가열 층을 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.

[0023] RF 생성 시스템 (120) 이 RF 전압을 생성하고 상부 전극 (104) 및 하부 전극 (예를 들어, 기관 지지부 (106) 의 베이스플레이트 (110)) 중 하나로 출력한다. 상부 전극 (104) 및 베이스플레이트 (110) 중 다른 하나는 DC 접지되거나, AC 접지되거나, 또는 플로팅할 수도 있다. 단지 예를 들면, RF 생성 시스템 (120) 은 매칭 및 분배 네트워크 (124) 에 의해 상부 전극 (104) 또는 베이스플레이트 (110) 에 피딩되는 RF 전압을 생성하는 RF 전압 생성기 (122) 를 포함할 수도 있다. 다른 예들에서, 플라즈마는 유도적으로 또는 리모트로 생성될 수도 있다. 예시의 목적들로 도시된 바와 같이, RF 생성 시스템 (120) 은 CCP (Capacitively Coupled Plasma) 시스템에 대응하지만, 본 개시의 원리들은 또한 단지 예를 들면, TCP (Transformer Coupled Plasma) 시스템들, CCP 캐소드 시스템들, 리모트 마이크로파 플라즈마 생성 및 전달 시스템들, 등과 같은 다른 적합한 시스템들에서 구현될 수도 있다.

[0024] 가스 전달 시스템 (130) 이 하나 이상의 가스 소스들 (132-1, 132-2, ..., 및 132-N) (집합적으로 가스 소스들 (132)) 을 포함하고, 여기서 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; 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 (109) 에 피딩된다.

[0025] 온도 제어기 (142) 가 세라믹 층 (112) 에 배치된 TCEs (Thermal Control Elements) (144) 와 같은 복수의 가열 엘리먼트들에 연결될 수도 있다. 예를 들어, 가열 엘리먼트들 (144) 은 이로 제한되는 것은 아니지만, 멀티-존 가열 플레이트의 각각의 존들에 대응하는 매크로 가열 엘리먼트들 및/또는 멀티-존 가열 플레이트의 복수의 존들에 걸쳐 배치된 마이크로 가열 엘리먼트들의 어레이를 포함할 수도 있다. 온도 제어기 (142) 는 기관 지지부 (106) 및 기관 (108) 의 온도를 제어하기 위해 복수의 가열 엘리먼트들 (144) 을 제어하도록 사용될 수도 있다. 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, 본 개시의 원리들에 따라 연결 단자들 (도 1에 미도시) 을 통해 기관 지지부 (106) 의 온도를 제어하기 위해 TCE들 (144) 에 전류가 제공된다.

[0026] 온도 제어기 (142) 는 채널들 (116) 을 통한 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.

[0027] 밸브 (150) 및 펌프 (152) 가 프로세싱 챔버 (102) 로부터 반응물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다. 시스템

제어기 (160) 가 기관 프로세싱 시스템 (100) 의 컴포넌트들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 로봇 (170) 이 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 제어기들로 도시되었지만, 온도 제어기 (142) 는 시스템 제어기 (160) 내에서 구현될 수도 있다. 일부 예들에서, 보호 시일 (seal) (176) 이 세라믹 층 (112) 과 베이스플레이트 (110) 사이의 본딩 층 (114) 의 주변부 둘레에 제공될 수도 있다.

[0028] 기관 지지부 (106) 는 예지 링 (180) 을 포함한다. 예지 링 (180) 은 하단 링 (184) 에 의해 지지될 수도 있는 상단 링에 대응할 수도 있다. 일부 예들에서, 예지 링 (180) 은 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이, 중간 링 (도 1에 미도시), 세라믹 층 (112) 의 단차 부분, 등 중 하나 이상에 의해 더 지지될 수도 있다. 본 개시의 원리들에 따른 예지 링 (180) 은 기관 (108) 에 대해 이동 가능하다 (예를 들어, 수직 방향으로 상향으로 그리고 하향으로 이동 가능하다). 예를 들어, 예지 링 (180) 은 시스템 제어기 (160) 에 응답하여 액추에이터를 통해 제어될 수도 있다. 일부 예들에서, 예지 링 (180) 은 기관 프로세싱 동안 조정될 수도 있다 (즉, 예지 링 (180) 은 튜닝 가능한 예지 링일 수도 있다). 다른 예들에서, 예지 링 (180) 은 (예를 들어, 프로세싱 챔버 (102) 가 진공 하에 있는 동안, 에어 록을 통해 로봇 (170) 을 사용하여) 제거 가능할 수도 있다. 또 다른 예들에서, 예지 링 (180) 은 튜닝 가능할 수도 있고 제거 가능할 수도 있다.

[0029] 이제 도 2를 참조하면, 예시적인 기관 지지부 (200) 는 세라믹 층 (208) 을 지지하도록 구성된 베이스 플레이트 (204) 를 포함한다. 내열 층 (212) (예를 들어, 본딩 층) 이 세라믹 층 (208) 과 베이스플레이트 (204) 사이에 배치될 수도 있다. 예지 시일 (216) 이 플라즈마 및 다른 프로세스 재료들에 대한 노출로부터 내열 층 (212) 을 둘러싸고 보호하도록 배치될 수도 있다. 세라믹 층 (208) 은 프로세싱 동안 기관 (220) 을 지지하도록 구성되고, 예지 링 (224) 은 세라믹 층 (208) 및 기관 (220) 을 둘러싼다. 일부 예들에서, 베이스플레이트 (204) 는 베이스플레이트 (204) 를 통해 냉각제를 흘리기 위한 하나 이상의 냉각제 채널들 (228) 을 포함할 수도 있다.

[0030] 세라믹 층 (208) 은 가열 층 (232) 을 포함한다. 예를 들어, 세라믹 층 (208) 은 임베딩된 가열 층을 갖는 멀티-존 가열 플레이트에 대응할 수도 있다. 도시된 바와 같이, 가열 층 (232) 은 집합적으로 가열 엘리먼트들 (236) 로서 지칭되는, 매크로 가열 엘리먼트들 (236-1) 및 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 을 포함한다. 매크로 가열 엘리먼트들 (236-1) 은 세라믹 층 (208) 의 각각의 존들에 대응한다. 따라서, 매크로 가열 엘리먼트들 (236-1) 은 세라믹 층 (208) 의 각각의 존들의 온도들을 제어하도록 개별적으로 제어될 수도 있다. 반대로, 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 은 세라믹 층 (208) 의 복수의 존들에 걸쳐 분포된 가열 엘리먼트들의 어레이에 대응한다. 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 은 세라믹 층 (208) 내의 특정한 위치들의 온도들을 제어하도록, 온도 불균일성들, 등을 보상하도록 개별적으로 제어될 수도 있다.

[0031] 전력 (예를 들어, AC 전력, 펄스 폭 변조된 DC 전력, 등) 이 와이어들 (244) 을 통해 베이스플레이트 (204) 의 하단 표면 내에 임베딩되거나 인접한, 회로 기관 (예를 들어, 배전판 (distribution board)) (240) 으로부터 가열 엘리먼트들 (236) 로 제공된다. 예를 들어, 와이어들 (244) 의 제 1 단부들 (예를 들어, 입력 단부들) 이 회로 기관 (240) 에 납땜된다. 반대로, 와이어들 (244) 의 제 2 단부들 (예를 들어, 출력 단부들) 은 이하에 보다 상세히 기술된 바와 같이 세라믹 층 (208) 내의 가열 엘리먼트들 (236) 에 직접적으로 또는 간접적으로 납땜된다.

[0032] 일부 예들에서, 와이어들 (244) 은 도 2b 및 도 2c에 도시된 바와 같이 연결 단자 (248) 내에 납땜될 수도 있다. 연결 단자 (248) 는 결국 가열 층 (232) 내의 가열 엘리먼트들 (236) 각각의 하나의 콘택트 패드 (252) 에 납땜된다. 단지 예를 들면, 도 2b에 도시된 바와 같은 와이어 (244) 는 연결 단자 (248) 를 사용하여 매크로 가열 엘리먼트들 (236-1) 중 하나의 콘택트 패드 (252) 에 납땜된다. 반대로, 다른 예들에서, 와이어들 (244) 은 도 2d에 도시된 바와 같이 콘택트 패드 (252) 에 직접 납땜된다. 단지 예를 들면, 도 2d에 도시된 바와 같은 와이어 (244) 는 연결 단자들 (248) 중 하나를 사용하지 않고 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 중 하나의 콘택트 패드 (252) 에 직접 납땜된다.

[0033] 도 2b, 도 2c 및 도 2d에서, 세라믹 층 (208), 와이어들 (244), 연결 단자들 (248), 콘택트 패드들 (252), 등은 상이한 CTE들을 갖고, 따라서 (예를 들어, 가열 엘리먼트들 (236) 을 사용하여 세라믹 층 (208) 의 온도를 제어하는 결과로서) 동작 동안 세라믹 층 (208) 의 온도의 변화들에 응답하여 상이한 레이트들로 팽창 및 수축한다. 예를 들어, 세라믹 층 (208) 의 CTE는 와이어들 (244), 연결 단자들 (248), 및 납땜 재료의 CTE들과 비교하여 상대적으로 낮을 수도 있다. 따라서, 온도의 변화들은 납땜 재료의 응력 및 피로를 유발하고, 결국 납

땀 재료의 균열 및 콘택트 패드들 (252)로부터 와이어들 (244) 및/또는 연결 단자들 (248) 의 연결 해제를 초래한다.

[0034] 이제 도 3a, 도 3b, 도 3c, 도 3d, 및 도 3e를 참조하면, 본 개시에 따른 예시적인 연결 단자 (300) 가 도시된다. 연결 단자 (300) 는 콘택트 플레이트 (304) 및 와이어 연결 부분 (예를 들어, 수직 핀 (vertical fin)) (308) 을 포함한다. 콘택트 플레이트 (304) 는 일반적으로 평면형이고, (도시된 바와 같이) 원형, 난형 (ovate), 직사각형, 등일 수도 있다. 도시된 바와 같이, 와이어 연결 부분 (308) 은 콘택트 플레이트 (304) 에 의해 규정된 평면에 수직인 방향으로 연장하고, 쓰루 홀 또는 개구부 (312) 를 포함한다. (도시된 바와 같이, 원형일 수도 있는) 개구부 (312) 는 도 3b에 도시된 바와 같이 와이어 (316) 의 단부를 수용하도록 구성된다. 일부 예들에서, 와이어 (316) 는 개구부 (312) 내에 크립핑될 (crimp) 수도 있다. 납땜 (320) 은 개구부 (312) 내에 와이어 (316) 를 유지하고 와이어 (316) 를 연결 단자 (300) 에 전기적으로 연결하도록 적용된다.

[0035] 연결 단자 (300) 는 콘택트 플레이트 (304) 의 상부 콘택트 표면 (328) 상에 배치된 하나 이상의 스탠드오프들 (standoffs) 또는 스페이서들 (예를 들어, 돌출부들) (324) 을 포함한다. 예를 들어, 도 2b 및 도 2c에 도시된 예들에서, 연결 단자들 (248) 과 콘택트 패드들 (252) 사이의 콘택트 계면이 실질적으로 편평하여, 수동 납땜 동안 일관된 납땜 두께를 달성하기 어렵게 한다. 불균일한 납땜 두께는 연결 단자들 (248) 과 콘택트 패드들 (252) 사이의 부적절한 전기적 연결, 콘택트 패드들 (252) 에 대한 연결 단자들 (248) 의 틸팅, 너무 두껍거나 너무 얇은 납땜 조인트, 등을 유발할 수도 있다. 본 개시의 원리들에 따른 스페이서들 (324) 은 도 3e에 도시된 바와 같이 콘택트 표면 (328) 과 콘택트 패드 (336) 사이에 균일하고, 목표된 두께의 납땜 조인트 (332) 를 보장한다. 예를 들어, 스페이서들 (324) 의 높이는 콘택트 표면 (328) 과 콘택트 패드 (336) 사이의 갭 (340) 의 두께를 결정한다. 단지 예를 들면, 납땜 (320) 및/또는 납땜 조인트 (332) 는 주석, 은, 주석-은 합금, 등을 포함한다.

[0036] 연결 단자 (300) 는 세라믹 층 (344) 의 CTE와 매칭하도록 (예를 들어, 20 % 이내) 튜닝되는 CTE로 구성된 재료를 포함한다. 일부 예들에서, 연결 단자 (300) 의 CTE는 세라믹 층 (344) 의 CTE의 5 % 이내이도록 튜닝된다. 예를 들어, 도 2a, 도 2b, 도 2c 및 도 2d에 도시된 바와 같이, 세라믹 층 (208) 은 99 % 이상의 알루미늄 옥사이드 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 와 같은 알루미늄 재료로 구성될 수도 있고, 대략 7.1 (예를 들어, +/- 0.5) 의 CTE를 갖는다. 반대로, 와이어 (244) 및 연결 단자들 (248) 은 통상적으로 거의 100 %의 구리 (Cu) 로 구성되고, 이는 대략 17.2 (예를 들어, +/- 0.5) 의 CTE를 갖는다. 따라서, 세라믹 층 (208) 의 온도의 변화들은 세라믹 층 (208) 및 연결 단자들 (248) 에 상당히 상이한 팽창 레이트들을 유발하여 납땜 조인트 고장을 초래한다. 반대로, 본 개시의 원리들에 따른 연결 단자 (300) 는 세라믹 층 (344) 의 CTE와 보다 밀접하게 매칭하는 (예를 들어, 20 % 이내) CTE를 갖는다. 일부 예들에서, 연결 단자 (300) 의 CTE는 세라믹 층 (344) 의 CTE의 5 % 이내이도록 튜닝된다.

[0037] 예를 들어, 연결 단자 (300) 는 대략 7.2 (예를 들어, +/- 0.5) 의 CTE를 갖는 구리-텅스텐 (Cu-W) 합금을 포함한다. 단지 예를 들면, 연결 단자 (300) 는 대략 85 % (예를 들어, +/- 5 %) 텅스텐 및 15 % (예를 들어, +/- 5 %) 구리를 포함한다. 일 예에서, Cu-W 합금은 다공성 텅스텐 매트릭스 구조로 용융된 구리를 포함한다. 합금 내 구리에 대한 텅스텐의 비는 목표된 전기 전도도, 열 전도도, 표면 도금 및 납땜성 특성들, 및 절삭성 (machinability) 을 달성하도록 선택될 수도 있다. 또한, 합금은 비 자성이다. 다른 예들에서, 연결 단자 (300) 는 대략 7.2 (예를 들어, +/- 0.5) 의 CTE를 갖는 W-몰리브덴 (Mo) 합금을 포함한다. 이러한 방식에서, 세라믹 층 (344) 의 열 팽창과 연결 단자 (300) 사이의 차가 최소화된다. 일부 예들에서, 연결 단자 (300) 는 금속 간 (inter-metallic) 성장을 최소화하도록 도금될 수도 있다 (예를 들어, 은 도금 대신 니켈 도금을 사용함). 예를 들어, 니켈 도금은 5.0 내지 10 μm의 두께를 가질 수도 있다.

[0038] 이에 따라, 도 3e에 도시된 바와 같이, 연결 단자 (300) 는 스페이서들 (324) 에 의해 결정된 바와 같이 목표된 균일한 두께를 갖는 납땜 조인트 (332) 를 사용하여 콘택트 패드 (336) 에 납땜된다. 와이어 (316) 는 베이스 플레이트 (348) 및 본딩 층 (352) 을 통해 라우팅되고, 와이어 연결 부분 (308) 의 개구부 (312) 내에 크립핑되고 납땜된다. 세라믹 층 (344) 의 CTE와 연결 단자 (300) 의 CTE 사이의 차가 상기 기술된 바와 같이 최소화되기 때문에, 납땜 (320) 및 납땜 조인트 (332) 는 열 팽창에 의해 유발된 보다 적은 응력에 노출된다. 또한, 와이어 (316) 가 개구부 (312) 내에 크립핑되기 때문에, 와이어 (316) 와 연결 단자 (300) 사이의 전기적 연결은 납땜 (320) 의 고장 시에 유지될 수도 있다. 이러한 방식에서, 연결 단자 (300) 의 수명, 그리고 따라서 기판 지지부의 수명이 상당히 증가된다.

[0039] 도 3c는 연결 단자 (300) 의 일 예를 도시한다. 단지 예를 들면, 도 3c의 연결 단자 (300) 는 매크로 가열 엘

리먼트들 (236-1) 로의 연결을 위해 구성될 수도 있다. 반대로, 도 3d의 연결 단자 (300) 는 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 로의 연결을 위해 구성될 수도 있다. 이 예에서, 도 3d의 연결 단자 (300) 는 도 3c의 연결 단자 (300) 에 대해 감소된 치수들 (예를 들어, 보다 작은 개구부 (312), 보다 작은 폭을 갖는 와이어 연결 부분 (308), 보다 작은 직경을 갖는 콘택트 플레이트 (304), 등) 을 가질 수도 있다. 일부 예들에서, 도 3d의 연결 단자 (300) 는 와이어 (316) 의 보다 타이트한 크립핑 및 결과적으로 납땜 (320) 의 감소된 폭을 허용하도록, 와이어 연결 부분 (308) 의 측면들 상에 홈들 (356) 을 포함한다. 이에 따라, 기판 지지부 (200) 는 매크로 가열 엘리먼트들 (236-1) 로의 연결을 위해 도 3c의 연결 단자들 (300) 의 어레이 및 마이크로 가열 엘리먼트들 (236-2) 로의 연결을 위해 도 3d의 연결 단자들 (300) 의 어레이를 포함할 수도 있다.

[0040] 이제 도 4a, 도 4b, 및 도 4c를 참조하면, 본 개시에 따른 또 다른 예시적인 연결 단자 (400) 가 도시된다. 연결 단자 (400) 는 콘택트 플레이트 (404) 및 와이어 연결 부분 (예를 들어, 원통형 소켓) (408) 을 포함한다. 콘택트 플레이트 (404) 는 일반적으로 평면형이고, (도시된 바와 같이) 원형, 난형, 직사각형, 등일 수도 있다. 도시된 바와 같이, 와이어 연결 부분 (408) 은 콘택트 플레이트 (404) 에 의해 규정된 평면에 수직인 방향으로 연장하고, 하향-대면 개구부 (412) 를 포함한다. (도시된 바와 같이, 원형일 수도 있는) 개구부 (412) 는 도 4b에 도시된 바와 같이 와이어 (416) 의 단부를 수용하도록 배치된다. 납땜 (420) 은 와이어 연결 부분 (408) 내에 와이어 (416) 를 유지하고, 와이어 (416) 를 연결 단자 (400) 에 전기적으로 연결하도록 적용된다. 일부 예들에서, 와이어 연결 부분 (408) 은 와이어 (416) 를 둘러싸고 크립핑될 수도 있다.

[0041] 연결 단자 (400) 는 도 3a에서 상기 기술된 스페이서들 (324) 과 유사한 하나 이상의 스탠드오프들 또는 스페이서들 (예를 들어, 돌출부들) (424) 을 포함할 수도 있다. 스페이서들 (424) 은 도 4c에 도시된 바와 같이 연결 단자 (400) 와 콘택트 패드 (436) 사이의 납땜 조인트 (432) 의 부분의 균일하고 목표된 두께를 보장한다. 단지 예를 들면, 납땜 (420) 및/또는 납땜 조인트 (432) 는 주석, 은, 주석-은 합금, 등을 포함한다.

[0042] 연결 단자 (400) 는 바이메탈 (bi-metal) 구조체를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 콘택트 플레이트 (404) 는 제 1 금속 또는 금속 합금을 포함할 수도 있는 한편, 와이어 연결 부분 (408) 은 제 2 금속 또는 금속 합금을 포함한다. 제 1 금속 및 제 2 금속은 상이한 CTE들을 갖는다. 예를 들어, 콘택트 플레이트 (404) 의 제 1 금속은 세라믹 층 (444) 의 CTE와 매칭하도록 (예를 들어, 일부 예들에서, 20 % 이내, 그리고 다른 예들에서, 5 % 이내) 선택된 제 1 CTE를 갖는다. 반대로, 와이어 연결 부분 (408) 의 제 2 금속은 와이어 (416) 의 CTE와 매칭하도록 (예를 들어, 일부 예들에서, 20 % 이내, 그리고 다른 예들에서, 5 % 이내) 선택된 제 2 CTE를 갖는다.

[0043] 일 예에서, 콘택트 플레이트 (404) 는 텅스텐 또는 텅스텐 합금 (예를 들어, 적어도 85 %의 텅스텐 및 15 % 이하의 구리) 을 포함하고, 와이어 연결 부분은 구리 또는 구리 합금 (예를 들어, 적어도 85 %의 구리 및 15 % 이하의 텅스텐) 을 포함한다. 이에 따라, 콘택트 플레이트 (404) 의 CTE는, 콘택트 플레이트 (404) 의 CTE가 세라믹 층 (444) 의 CTE와 보다 밀접하게 매칭되고 (예를 들어, 일부 예들에서, 20 % 이내, 그리고 다른 예들에서, 5 % 이내), 와이어 연결 부분 (408) 의 CTE가 (100 % 구리를 포함할 수도 있는) 와이어 (416) 의 CTE와 보다 밀접하게 매칭하도록 (예를 들어, 일부 예들에서, 20 % 이내, 그리고 다른 예들에서, 5 % 이내), 와이어 연결 부분 (408) 의 CTE보다 작다. 콘택트 플레이트 (404) 및 와이어 연결 부분 (408) 의 각각의 콘택트 표면들의 CTE들이 세라믹 층 (444) 및 와이어 (416) 와 보다 밀접하게 매칭하기 때문에, 납땜 (420) 및 납땜 조인트 (432) 내에 응력을 유발하는 열 팽창 차들이 더 최소화된다.

[0044] 콘택트 플레이트 (404) 및 와이어 연결 부분 (408) 은 소결, 브레이징 (brazing), 등과 같은 프로세스를 사용하여 함께 본딩될 수도 있다. 도시된 바와 같이, 콘택트 플레이트 (404) 및 연결 부분 (408) 은 브레이징 기법을 사용하여 함께 연결된다. 예를 들어, 브레이징이 브레이징 조인트 (448) 를 사용하여 콘택트 플레이트 (404) 를 연결 부분 (408) 에 본딩하도록 사용된다. 단지 예를 들면, 브레이징 조인트 (448) 는 은 (Ag) 으로 구성되고, 20 내지 30  $\mu\text{m}$ 의 두께를 갖는다. 일 예에서, 바이메탈 구조체는 먼저 (예를 들어, 은을 사용하여 텅스텐-구리 합금을 구리에 브레이징함으로써) 형성되고, 이어서 연결 단자 (400) 내로 머시닝될 수도 있다. 또 다른 예에서, 콘택트 플레이트 (404) 및 와이어 연결 부분 (408) 은 개별적으로 형성되고 머시닝될 수도 있고, 이어서 함께 브레이징될 수도 있다. 전체 연결 단자 (400) 는 니켈 도금될 수도 있다. 일부 예들에서, 콘택트 플레이트 (404) 및 와이어 연결 부분 (408) 은 함께 브레이징되기 전에 니켈 도금된다. 은 브레이징 조인트 (448) 를 포함하는 연결 단자 (400) 는 브레이징에 후속하여 다시 니켈 도금될 수도 있다.

[0045] 또 다른 예에서, 연결 단자 (400) 는 CTE 기울기 (즉, 연결 단자 (400) 의 세라믹-층-측면으로부터 와이어-측면으로 감소하는 CTE) 를 갖는 재료를 포함할 수도 있다. 예를 들어, 연결 단자 (400) 는 FGM을 포함할 수도 있

다. 일 예에서, 연결 단자 (400) 는 기능적으로-등급화된 (functionally-graded) 텅스텐-구리 재료를 포함한다. 텅스텐 대 구리의 비는 연결 단자의 세라믹-층-측면으로부터 와이어-측면으로 감소할 수도 있다 (예를 들어, 85 내지 15의 텅스텐-구리 비로부터 100 내지 0의 구리-텅스텐 비로). 기능성 등급 재료는 먼저 (예를 들어, 블록으로서) 형성될 수도 있고, 이어서 연결 단자 (400) 내로 머시닝될 수도 있다.

[0046] 도 4a 내지 도 4c의 예에 기술된 원리들은 도 3a 내지 도 3e의 연결 단자 (300) 에 적용될 수도 있다. 예를 들어, 연결 단자 (300) 는 바이메탈 구조체, FGM 구조체, 등을 포함할 수도 있다. 유사하게, 연결 단자 (400) 의 와이어 연결 부분 (408) 은 도 3a 내지 도 3e에 기술된 바와 같이 쓰루 홀 또는 개구부 (312) 를 포함하는 수직 핀으로서 구성될 수도 있다.

[0047] 전술한 기술은 본질적으로 단지 예시이고, 어떠한 방식으로든 본 개시, 이의 적용에, 또는 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시가 특정한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들의 연구시 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 피쳐들을 갖는 것으로 상기 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시 예에 대해 기술된 이들 피쳐들 중 임의의 하나 이상의 피쳐들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않더라도 임의의 다른 실시 예들의 피쳐들에서 그리고/또는 피쳐들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시 예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시 예들의 다른 실시 예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0048] 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 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.

[0049] 일부 구현 예들에서, 제어기는 상기 기술된 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부이다. 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 전자장치와 통합될 수도 있다. 전자장치는 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부본들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 진공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.

[0050] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 설정 동작들을 인에이블하고, 엔드 포인트 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 (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 실행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스

엔지니어들에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

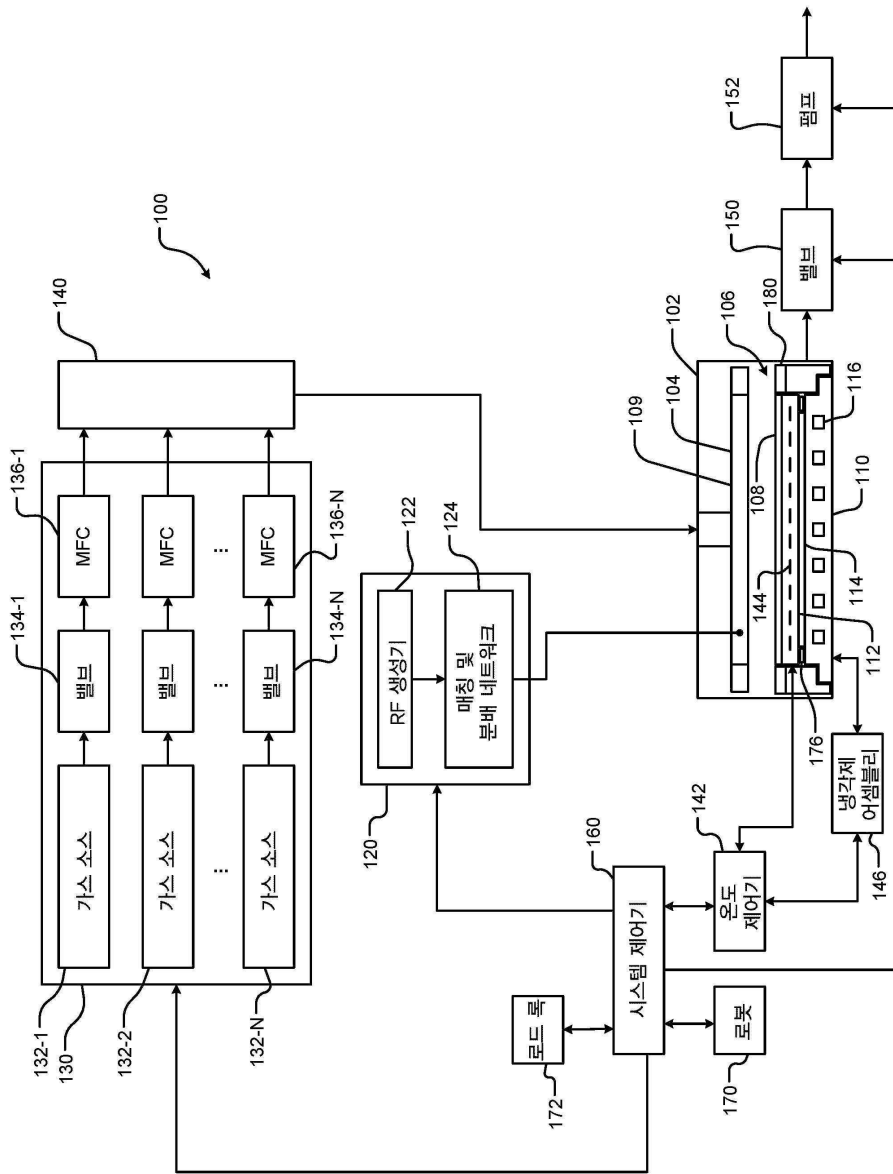
[0051] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템과 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워크되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스를 시작하기 위해서 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버)는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해 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 동안 수행될 프로세싱 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정하는, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이스하도록 구성되는 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서 상기 기술된 바와 같이, 제어기는 예컨대 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들과 같은, 공동의 목적을 향해 함께 네트워크되고 작동하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0052] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, PVD (Physical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (Chemical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, ALD 챔버 또는 모듈, ALE (Atomic Layer Etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

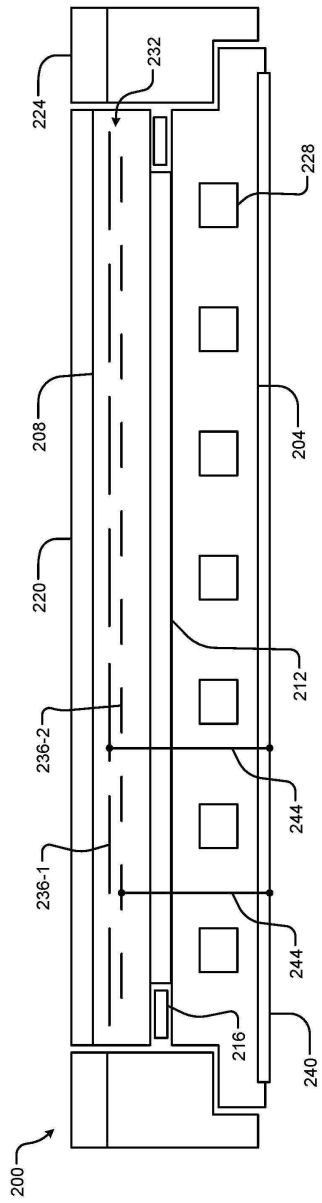
[0053] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

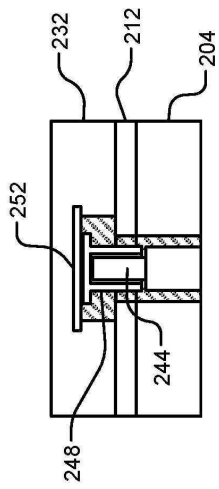
도면1



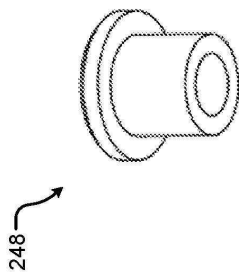
도면2a



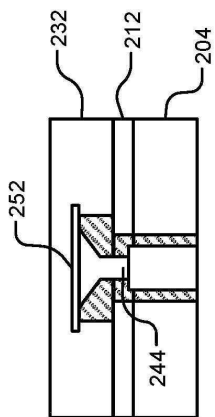
도면2b



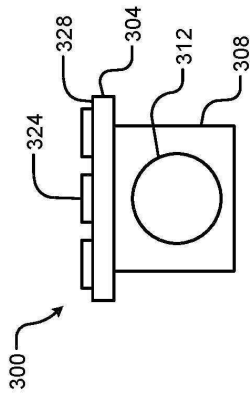
도면2c



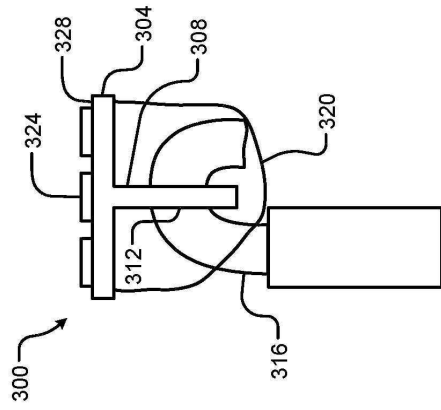
도면2d



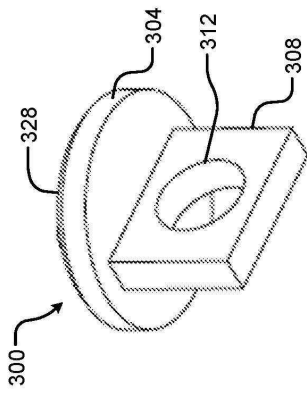
도면3a



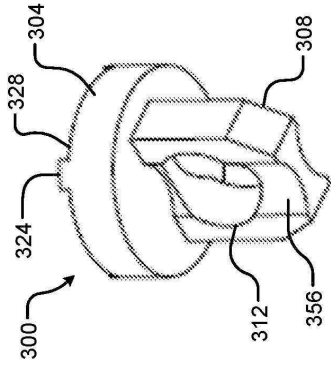
도면3b



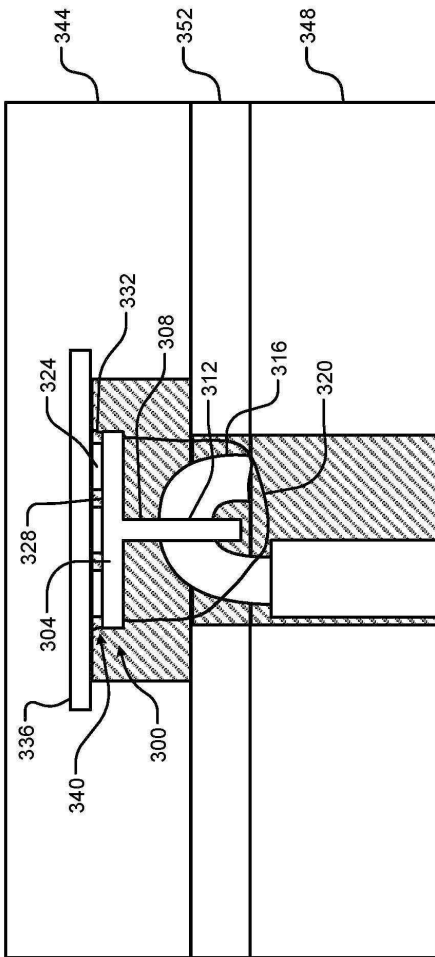
도면3c



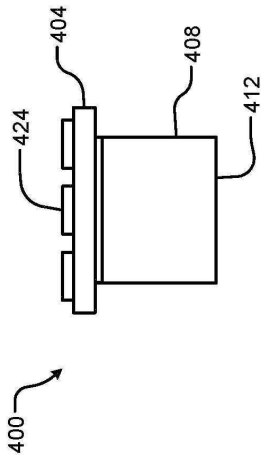
도면3d



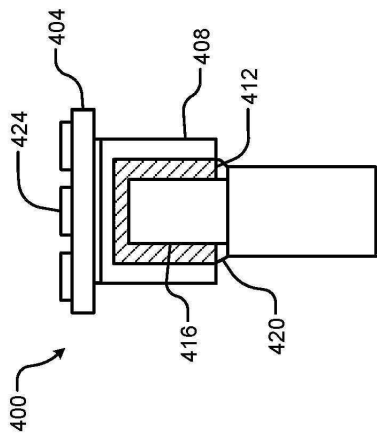
도면3e



도면4a



도면4b



도면4c

