



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0102154  
(43) 공개일자 2014년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/205 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2014-0016848  
(22) 출원일자 2014년02월13일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
13/766,096 2013년02월13일 미국(US)

(71) 출원인  
램 리써치 코퍼레이션  
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650  
(72) 발명자  
테일러 트래비스 로버트  
미국, 캘리포니아 94506, 프레몬트, 에프 스트리트  
275  
(74) 대리인  
오세일

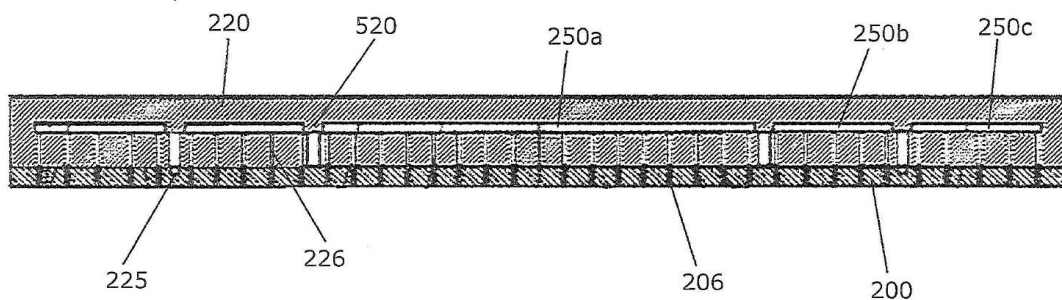
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 챔버용 가스 분배 부재 제조 방법

(57) 요약

반도체 플라즈마 프로세싱 챔버용 Si 함유 가스 분배 부재를 제조하는 방법은 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 (cavity) 구조에 대응하는 형태로 카본 부재를 성형하는 단계를 포함한다. 이 방법은 Si 함유 재료가 상기 성형된 카본 부재를 두르는 셸 (shell) 을 형성하도록 상기 Si 함유 재료를 상기 성형된 카본 부재 상에 증착하는 단계를 포함한다. 상기 Si 함유 셸은 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 구조로 머시닝 (machining) 되며, 여기서 상기 머시닝은 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에서 상기 성형된 카본 부재의 일부를 노출시키는 가스 유입 및 유출 구멍들을 형성한다. 이 방법은 탄소 원자를 분리 (dissociation) 하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에 성형된 내부 캐비티가 남도록 탄소와 반응하는 가스를 사용하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계를 포함한다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

반도체 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 프로세스 가스를 공급하는 Si 함유 가스 분배 부재를 제조하는 방법으로서,

상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 (cavity) 구조에 대응하는 형태로 카본 부재를 성형하는 단계;

Si 함유 재료가 상기 성형된 카본 부재를 두르는 미리 결정된 두께의 셸 (shell) 을 형성하도록 상기 Si 함유 재료를 상기 성형된 카본 부재 상에 증착하는 단계;

상기 Si 함유 셸을 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 구조로 머시닝 (machining) 하는 단계로서, 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에서 상기 성형된 카본 부재의 일부를 노출시키는 가스 유입 및 유출 구멍들을 형성하는 머시닝 단계; 및

탄소 원자를 분리 (dissociation) 하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에 성형된 내부 캐비티가 남도록 탄소와 반응하는 가스를 사용하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계를 포함하는,

가스 분배 부재 제조 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 성형된 카본 부재 상에 Si 함유 재료를 증착하는 단계는,

상기 성형된 카본 부재의 제 1 측이 지지되도록 상기 성형된 카본 부재를 지지하는 단계와,

상기 성형된 카본 부재의 제 2 측 상에 Si 함유 재료를 증착하는 단계와,

상기 성형된 카본 부재를 뒤집는 단계와,

상기 성형된 카본 부재의 제 2 측이 지지되도록 상기 증착된 Si 함유 재료를 지지하는 단계와,

상기 성형된 카본 부재의 제 1 측 상에 Si 함유 재료를 증착하는 단계를 포함하는,

가스 분배 부재 제조 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 성형된 카본 부재는 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 구조에 대응하는 공간적 관계로 형성 및 구성되는 (arranged) 다수의 분리된 카본 요소들을 포함하며,

상기 다수의 분리된 카본 요소들은 상기 Si 함유 가스 분배 부재 내에서 2 개 이상의 서로 유체 분리된 가스 존 (zone) 을 형성하도록 구성되며,

상기 구성된 성형된 카본 요소들 상에 Si 함유 재료를 증착하는 단계는,

상기 구성된 성형된 카본 요소들의 각 제 1 측이 지지되도록 상기 구성된 성형된 카본 요소들을 지지하는 단계와,

상기 구성된 성형된 카본 요소들의 각 제 2 측 상에 Si 함유 재료를 증착하여서 상기 구성된 성형된 카본 요소들의 제 2 측들 상에 Si 함유 셸의 일부를 형성하는 단계와,

상기 구성된 성형된 카본 요소들을 뒤집는 단계와,

상기 구성된 성형된 카본 요소들의 제 2 측들이 지지되도록 상기 Si 함유 셀의 일부를 지지하는 단계와,  
상기 구성된 성형된 카본 요소들의 각 제 1 측 상에 Si 함유 재료를 증착하여서 상기 구성된 성형된 카본 요소들 상에 Si 함유 셀을 형성하는 단계를 포함하는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
상기 Si 함유 가스 분배 부재 내부의 서로 유체 분리된 가스 존들은 상기 각 가스 존이 프로세스 가스의 상이한 방사상 또는 환형 분배를 가능하게 하도록 구성되는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 5

제 3 항에 있어서,  
2 개의 서로 분리된 카본 요소들이 상기 Si 함유 가스 분배 부재 내부의 2 개의 서로 유체 분리된 가스 플레넘을 갖는 내부 캐비티의 형태에 대응하는 형태로 성형되는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
상기 Si 함유 재료를 증착하는 단계는 CVD 프로세서, PECVD 프로세스 또는 저온 분사 프로세스 (cold spray process) 에 의해서 수행되는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,  
상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계는 애싱 프로세스 (ashing process) 를 포함하는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 8

제 1 항에 있어서,  
상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계는 산소 함유 분위기 내에서 상기 Si 함유 증착된 카본 부재를 가열하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 탄소를 제거하는 단계를 포함하는,  
가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계는 수소 함유 분위기 내에서 상기 Si 함유 증착된 카본 부재를 가열하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 탄소를 제거하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,  
각 가스 유입 및 유출 구멍이 드릴링을 포함하는 기계적 가공 기술에 의해서 제조되는, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,  
각 가스 유입 및 유출 구멍의 통기도 (permeability) 가 미리 결정된 통기로 조절되도록 각 가스 유입 및 유출 구멍이 레이저를 사용하여서 더 드릴링되는, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,  
상기 반도체 플라즈마 프로세싱 챔버는 플라즈마 에칭 챔버인, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,  
상기 Si 함유 가스 분배 부재는 백킹 플레이트, 열적 제어 플레이트 또는 가스 분배 플레이트인, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,  
상기 성형된 카본 부재는 그래파이트로 구성된, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 15

제 1 항에 있어서,  
상기 Si 함유 재료는 SiC인, 가스 분배 부재 제조 방법.

#### 청구항 16

반도체 플라즈마 프로세싱 챔버용 샤워헤드 전극 어셈블리로서,  
제 1 항에 따른 방법에 의해서 제조된 Si 함유 가스 분배 부재와,  
실리콘 샤워헤드 전극을 포함하며,  
상기 Si 함유 가스 분배 부재는 상기 실리콘 샤워헤드 전극의 가스 구멍들의 패턴과 매칭되는 가스 구멍들의 패턴을 갖는,  
샤워헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,  
상기 Si 함유 가스 분배 부재는 백킹 플레이트, 열적 제어 플레이트 또는 가스 분배 플레이트인,  
샤워헤드 전극 어셈블리.

#### 청구항 18

제 16 항에 따른 샤워헤드 전극 어셈블리를 포함하는 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 반도체 기판을 프로세싱하는 방법으로서,  
반도체 기판을 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 반송하고 기판 지지부 상에서 상기 반도체 기판을 지지하는 단계와,  
상기 Si 함유 가스 분배 부재를 통해서 프로세스 가스를 상기 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 도입하는 단계와,  
상기 프로세스 가스를 플라즈마 상태로 에너지화하는 단계와,  
상기 반도체 기판을 상기 플라즈마로 프로세싱하는 단계를 포함하는,  
반도체 기판 프로세싱 방법.

#### 청구항 19

제 18 항에 있어서,  
상기 반도체 기판을 프로세싱하는 단계는 상기 반도체 기판 상에 도전성 또는 유전체 재료를 증착하는 단계를 포함하는,  
반도체 기판 프로세싱 방법.

#### 청구항 20

제 18 항에 있어서,  
상기 프로세싱 단계는 상기 반도체 기판 상의 층을 플라즈마 에칭하는 단계를 포함하며,  
상기 층은 금속, 유전체 또는 포토레지스트인,  
반도체 기판 프로세싱 방법.

#### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 플라즈마 에칭 단계는 플로우로카본 및/또는 하이드로플루오로카본 에칭 가스를 사용하여 유전체 재료 내에 개구를 에칭하는 단계를 포함하는,

반도체 기판 프로세싱 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 프로세싱 장치에 관한 것이며, 특히 플라즈마 프로세싱 챔버용 가스 분배 부재를 제조하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 웨이퍼와 같은 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 플라즈마 프로세싱 장치는 하나 이상의 가스 분배 부재를 포함하며, 이 부재를 통해서 가스가 플라즈마 프로세싱 챔버 내로 유입된다. 예를 들어, 가스 분배 부재는 프로세스 가스를 플라즈마 프로세싱 챔버 내에서 프로세싱되고 있는 반도체 기판의 표면 상에 분배하도록 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 위치한 샤워헤드 전극 어셈블리의 구성 요소일 수 있다. 현 가스 분배 부재들은 2개의 알루미늄 표면들을 브레이징 (brazing) 하고 이 알루미늄 표면들을 양극화 (anodizing) 함으로써 구성되지만, 할로젠 가스를 사용할 경우에 이 브레이징 재료의 오버플로우는 부식에 민감하게 되고 이로써 프로세싱 동안에 반도체 웨이퍼가 오염될 수 있다. 따라서, 부식에 강한 가스 분배 부재가 요구된다.

### 발명의 내용

[0003] 반도체 플라즈마 프로세싱 챔버 내에 프로세스 가스를 공급하는 Si 함유 가스 분배 부재를 제조하는 방법이 본 명세서에서 개시된다. 이 방법은 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 (cavity) 구조에 대응하는 형태로 카본 부재를 성형하는 단계와, Si 함유 재료가 상기 성형된 카본 부재를 두르는 미리 결정된 두께의 셸 (shell) 을 형성하도록 상기 Si 함유 재료를 상기 성형된 카본 부재 상에 증착하는 단계를 포함한다. 이어서, 이 방법은 상기 Si 함유 셸을 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 구조로 머시닝 (machining) 하는 단계를 포함하며, 상기 머시닝 단계는 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에서 상기 성형된 카본 부재의 일부를 노출시키는 가스 유입 및 유출 구멍들을 형성하며, 이 방법은 탄소 원자를 분리 (dissociation) 하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에 성형된 내부 캐비티가 남도록 탄소와 반응하는 가스를 사용하여서 상기 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 상기 성형된 카본 부재를 제거하는 단계를 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0004] 도 1은 본 명세서에서 개시된 실시예들에 따라 제조될 수 있는 SiC 백킹 부재 (backing member) 의 단면도이다. 도 2는 본 명세서에서 개시된 실시예들에 따라 제조될 수 있는 SiC 열적 제어 플레이트 (thermal control plate) 의 단면도이다. 도 3은 본 명세서에서 개시된 실시예들에 따라 제조될 수 있는 Si 함유 가스 분배 부재의 예시적인 실시예를 나타내고 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005] 프로세스 가스를 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부에 공급하기 위한 내부 캐비티 구조를 갖는, SiC 가스 분배 부재와 같은 Si 함유 가스 분배 부재를 제조하는 방법이 본 명세서에서 개시된다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "Si 함유"란 Si를 포함하는 재료를 의미한다. 예를 들어, 이 재료는 고순도 Si, SiC(실리콘 카바이드) 또는 실리콘 산화물일 수 있다. 플라즈마 프로세싱 챔버는 가스 분배 플레이트, 백킹 플레이트 등과 같은 하나

이상의 가스 분배 부재를 포함할 수 있다. 플라즈마 프로세싱 장치의 일 예시적인 타입은 용량 결합형 플라즈마 프로세싱 챔버이다. 용량 결합형 플라즈마 프로세싱 챔버는 플라즈마 프로세싱 동안에 반도체 웨이퍼와 같은 기판을 지지하는 기판 지지부와 탑 전극 (top electrode)을 포함하는 진공 챔버를 포함한다. 기판 지지부는 기판을 클램핑하기 위해서 예를 들어서 기계적 척 또는 정전식 척 (ESC) 과 같은 클램핑 메카니즘과 바닥 전극 (bottom electrode) 을 포함한다. 탑 전극 (샤워헤드 전극) 은 프로세스 가스를 진공 챔버의 내부로 분배하기 위한 샤워헤드 전극 어셈블리의 부분일 수 있다. 샤워헤드 전극 어셈블리는 가스 분배 플레이트, 백킹 부재, 열적 제어 플레이트 및/또는 하나 이상의 중형 이격된 베플 링 (baffle ring) 과 같은 하나 이상의 가스 분배 부재를 포함하며, 상기 베플 링은 백킹 부재 아래 그리고 샤워헤드 전극 위에서 위치하여서 프로세스 가스의 진공 챔버 내로의 공급을 제어한다.

[0006] 바람직하게는, 하나 이상의 가스 분배 부재는 Si를 함유하는 재료로 구성되거나 열전도성이 있고 전기 도전성이 있고 부식 및 침식에 강하다. 열 전도성 및 전기 도전성을 구비하는 가스 분배 부재를 제공하기 위해서, 이 부재는 바람직하게는 실리콘 카바이드 (SiC) 로 구성되고 보다 바람직하게는 Si 함유 가스 분배 부재는 CVD SiC로 구성된다. 이와 달리, 열 전도성 및 전기 도전성을 갖는 Si 함유 가스 분배 부재는 PECVD (plasma enhanced chemical vapor deposition) 또는 저온 분사법 (cold spraying) 을 통해서 제조될 수 있다. CVD SiC의 이점은 높은 열 전도도 (예를 들어서, CVD SiC는 소결된 SiC에 비해서 열 전도도가 대략 2 배임) 및 맞춤형 전기 저항성 (예를 들어서, SiC의 저항은 전기 도전 상태에서 전기 반도체 (semiconducting) 상태까지 변할 수 있음) 을 포함한다. 가스 분배 부재로서 CVD SiC를 사용하는 다른 이점은 진공 챔버 내에서 이 부재의 표면에 걸쳐서 매우 균일한 온도 분포를 획득할 수 있다는 것이다. 이 부재의 노출된 표면 상에 폴리머가 쌓이는 것을 최소화할 정도로 충분하게 높은 온도에서 이 부재가 유지되는 프로세싱의 경우에, CVD SiC를 사용하는 바는 온도 제어 및 입자 생성 최소화의 측면에서 유리하다. 또한, 가스 분배 부재의 재료로서 SiC를 사용하게 되면, 이 부재는 화학 스퍼터링에 매우 강하게 되며 (스퍼터링된 SiC를 형성하는 Si 및 C는 디바이스 성능에 영향을 주지 않을 수 있음) 산소, 할로젠 및/또는 수소화 불화 탄소 (hydro-fluorocarbon) 가스 플라즈마를 포함할 수 있는 분위기 내에서의 에칭에 매우 강하며 이로써 부식 및/또는 브레이크다운 (breakdown) 현상이 억제되고 이와 관련하여서 입자 생성도 억제될 수 있다.

[0007] SiC 가스 분배 부재와 같은 Si 함유 가스 분배 부재는, 부식성 할로젠 가스가 플라즈마 프로세싱 챔버의 내부 내에서 플라즈마로 에너지화되기 이전에 이 부재를 통과하는 프로세싱 동안에, 이 부식성 할로젠 가스에 노출될 수 있다. 또한, 하나 이상의 Si 함유 가스 분배 부재가 사용되어서 진공 챔버의 공간 내에서 기판의 면 위에 프로세스 가스 플로우를 공간적으로 분배하는 바를 제어할 수 있다. 예를 들어서, Si 함유 가스 분배 부재는 하나 이상의 가스 플레넘과 같은 내부 캐비티 구조 및 특정 직경을 갖는 가스 유입 및 유출 구멍들의 어레이를 포함하는 SiC 백킹 플레이트일 수 있으며, 이 가스 유입 및 유출 구멍 각각은 SiC 백킹 플레이트의 가스 유출 표면 또는 유입 표면과 내부 캐비티 구조 (즉, 가스 플레넘) 간에서 축 방향으로 연장되며, SiC 백킹 플레이트 내의 가스 유출 구멍들의 패턴은 그 아래의 샤워헤드 전극 내의 가스 주입 구멍들의 패턴과 정렬된다. 샤워헤드 전극 내의 가스 주입 구멍들과 정렬되는 SiC 백킹 플레이트 내의 가스 유출구의 공간적 분포는 에칭될 층들, 예를 들어서 웨이퍼 상의 포토레지스트 층, 실리콘 이산화물 층 및 그 아래 층의 재료의 에칭 균일성을 최적화하도록 변화될 수 있다.

[0008] 도 1은 Si 함유 가스 분배 부재와 샤워헤드 전극 (200) 을 포함하는 샤워헤드 전극 어셈블리의 실시예를 나타내고 있으며, 여기서 Si 함유 가스 분배 부재는 샤워헤드 전극 (200) 의 배면 측 상에 위치한, 내부 캐비티 구조를 갖는 SiC 백킹 부재 (220) 를 형성한다. SiC 백킹 부재 (220) 는 바람직하게는 본 출원인에게 공동 양도된 미국 특허 출원 공개 번호 2012/0175602에서 기술된 캠-록킹된 (cam-locked) 샤워헤드 전극 어셈블리와 같은 샤워헤드 전극 어셈블리의 일부이며, 상기 미국 특허 문헌은 본 명세서에서 그 전체 내용이 참조로서 인용된다.

[0009] SiC 백킹 부재 (220) 는 샤워헤드 전극 (200) 에 캠 록 또는 전극 볼트 (225) 를 사용하여 고정될 수 있거나 이와 달리 엘레스토머 본딩 (예를 들어서, 본 출원인에게 공동으로 양도된 미국 특허 6,194,322 및 6,073,577 를 참조하며, 이 두 특허 문헌들은 그 전체 내용이 본 명세서에서 참조로서 인용됨) 을 통해서 샤워헤드 전극 (200) 의 배면 측에 부착될 수 있다. SiC 백킹 부재 (220) 는 샤워헤드 전극 (200) 내의 가스 통로들 (206) 과 정렬되어서 이 백킹 부재를 통과하는 가스 흐름을 제공하는 가스 유출 구멍들 (226) 을 포함한다.

[0010] 바람직하게는, SiC 백킹 부재 (220) 는 샤워헤드 전극 (200) 의 배면 측에 있는 가스 유출 구멍들 (226) 을 가스가 통과하도록 인도하는 하나 이상의 플레넘들을 포함한다. 예를 들어서, 아래에 있는 기판의 중심 영역으로 배향된 가스 흐름이 이 기판의 외부 (예지) 영역을 향하도록 배향된 가스 흐름과는 독립적으로 제어될 수 있도록, 진공 챔버의 공간 내에서 프로세스 가스 흐름을 그 아래에 있는 기판 위로 공간적으로 분배하는 바가 제어



되게, 중앙 플레넘은 SiC 백킹 부재 (220) 내에서 환형 플레넘에 의해서 둘러싸일 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 중앙 플레넘 (250a) 은 2 개의 유체 분리된 환형 플레넘 (250b, 250c) 에 의해서 둘러싸여서 SiC 백킹 부재 (220) 의 내부 캐비티 구조를 형성한다. 이 플레넘들은 SiC 백킹 부재 (220)의 일체형 벽들 (520) 에 의해서 분리되며, 이 일체형 벽들 (520) 은 SiC 백킹 부재 (220)의 내부 캐비티 구조 내에서 서로 분리된 가스 존들 (zones) 을 규정하는 동심 링들을 형성할 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, SiC 백킹 부재 (220) 내에 형성된 2 개의 이상의 플레넘들 간에 가스 유통이 가능하게 되도록 하는 채널들이 일체형 벽들 (520) 내에 제공될 수 있다.

[0011] 본 명세서에서 개시된 다른 실시예에서, Si 함유 가스 분배 부재는 반도체 기관들을 플라즈마 에칭하기 위해서 사용되는 용량 결합형 플라즈마 챔버와 같은 플라즈마 프로세싱 챔버의 샤워헤드 전극 어셈블리 내에 설치된 열적 제어 플레이트이다. 도 2는 Si 함유 가스 분배 부재를 포함하는 용량 결합형 플라즈마 챔버용 상부 전극 어셈블리 (500) 의 단면도이며, 여기서 Si 함유 가스 분배 부재는 내부 캐비티 구조를 포함하는 열적 제어 플레이트 (510) 를 형성한다. 열적 제어 플레이트 (510) 는 바람직하게는 SiC로 구성된다. 이 SiC 열적 제어 플레이트 (510) 의 내부 캐비티 구조는 프로세스 가스가 SiC 열적 제어 플레이트 (510) 의 하부 표면 내의 가스 유출 구멍들 (526) 을 통과하고 이어서 플라즈마 챔버 내로 이어지는 샤워헤드 전극 내의 정렬된 가스 통로들 (506) 을 통과하도록 인도하는 플레넘들을 형성한다. 디스크 형상으로 될 수 있는 중앙 플레넘 (550a) 은 제 1 외부 환형 플레넘 (550b) 및 제 2 외부 환형 플레넘 (550c) 에 의해서 둘러싸인다. 이 중앙 플레넘 (550a) 과 제 1 외부 환형 플레넘 (550b) 및 제 2 외부 환형 플레넘 (550c) 은 일체형 벽들 (520) 에 의해서 분리된다. SiC 열적 제어 플레이트 (510) 내에서 이 플레넘들 (550a,b,c) 을 서로 분리시키는 일체형 벽 (520) 은 SiC 열적 제어 플레이트 (510) 의 내부 캐비티 구조 내의 서로 분리된 가스 존들을 규정하는 동심 링들을 형성할 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, SiC 열적 제어 플레이트 (510) 내에 형성된 2 개의 이상의 플레넘들 간에 가스 유통이 가능하게 되도록 하는 채널들이 일체형 벽들 (520) 내에 제공될 수 있다.

[0012] 도 3은 Si 함유 가스 분배 부재의 다른 실시예를 나타내며, 여기서 Si 함유 가스 분배 부재는 방사상으로 연장된 플레넘들에 의해서 형성된 내부 캐비티 구조를 포함하는 방사상 또는 축 방향 연장되는 원통형 SiC 가스 분배 플레이트 (505) 를 형성한다. 내부 캐비티 구조는 바람직하게는 방사상 플레넘들 (106a,b) 에 의해서 형성된 바와 같은 복수의 유체 분리된 방사상 가스 플레넘들을 형성한다. SiC 가스 분배 플레이트 (505) 는 그의 상부 표면으로 연장하며 가스 유출구 (115) 를 축 방향으로 연장시키는 환형 분배 도관 (151) 을 더 포함하며, 이 분배 도관 (151) 및 축 방향으로 연장된 가스 유출구 (115) 는 방사상 플레넘 (160a) 과 유체 연통되어 있다. SiC 가스 분배 플레이트 (505) 는 그의 상부 표면으로 연장하고 가스 유출구 (122, 125) 를 축 방향으로 연장시키는 원통형 블라인드 보어 (blind bore) (152) 를 더 포함하며, 이 보어 (152) 와 축 방향으로 연장된 가스 유출구 (122, 125) 는 방사상 플레넘 (160b) 과 유체 연통되어 있다. 가스 공급부 (미도시), 도관 (151), 원통형 보어 (152), 방사상 플레넘 (160a,b) 및 가스 유출구 (115,122,125) 를 사용하여, SiC 가스 분배 플레이트 (505) 는 선택 사양적 백킹 부재로 또는 샤워헤드 전극 (미도시)의 배면 측에 있는 하나 이상의 플레넘들로 가스를 분배할 수 있다. 따라서, 상이한 프로세스 가스 성분 및/또는 플로우 레이트가 프로세싱되고 있는 기관에 걸쳐서 하나 이상의 존에 대해 적용될 수 있다. 다른 실시예에서, SiC 가스 분배 플레이트 (505) 의 에지에서 프로세스 가스를 공급받도록 하는 방사상 가스 통로들 (미도시) 로부터 환형 플레넘들 (160a,b) 은 가스를 수용할 수 있다.

[0013] 이제, 내부 캐비티 구조를 포함하는 Si 함유 가스 분배 부재를 제조하는 방법의 실시예들이 기술될 것이다. 먼저, 성형 단계가 바람직하게는 그래파이트 (graphite) 에 대해서 수행되는데, Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 구조의 대응하는 형태가 상기 카본 부재에서 형성되도록 이 그래파이트가 성형된다. 따라서, 하나 이상의 가스 플레넘을 구비한 Si 함유 가스 분배 부재는 성형될 각 플레넘의 내부 캐비티 구조에 대응하는 별도의 카본 부재를 요구할 것이다. 본질적으로, 카본 부재는 Si 함유 가스 분배 부재 내에 포함된 가스 플레넘의 형태에 대응되게 성형된다. 이 형태는 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 캐비티 구조 내에 환형 가스 플레넘 또는 방사상 가스 플레넘을 형성하도록 하는 환형 또는 방사상 형상의 구조를 포함할 수 있다. 바람직한 실시예들에서, 서로 유체 분리된 가스 플레넘들이 Si 함유 가스 분배 부재 내에 포함될 수 있다. 2 개 이상의 서로 유체 분리된 가스 플레넘들이 요구되면, 카본 부재들이 서로 분리되어 Si 함유 가스 분배 부재 내의 서로 유체 분리된 가스 플레넘들에 대응하도록 성형된다. 바람직한 실시예에서, 각 분리된 성형된 카본 부재는 각각의 독립적인 가스 플레넘을 형성하도록 성형된다. Si 함유 가스 분배 부재의 다른 실시예는 다른 구성으로 형성된 독립적인 가스 플레넘들을 포함할 수 있으며 따라서 도 3에 도시된 바와 같은 축 방향으로 연장하는 가스 통로들과 유체 연통하는 방사상 가스 플레넘들로 한정되지 않는다.



- [0014] 카본 부재(들)가 가스 분배 부재의 대응하는 내부 캐비티 구조로 성형된 후에, Si 함유 재료 증착 단계가 수행된다. Si 함유 재료는 바람직하게는 CVD 프로세스에 의해서 상기 성형된 카본 부재(들) 상에 증착되고 상기 성형된 카본 부재(들) 둘레에 Si 함유 셸(shell)을 형성하는 미리 결정된 두께로 성장한다. 이와 달리, Si 함유 재료는 PECVD 또는 저온 분사 프로세스를 사용하여서 증착될 수 있다. 바람직하게는, 각 성형된 카본 부재는 그 제 1 측이 다른 성형된 카본 부재들에 대해 공간적으로 구성되게 지지된다. 이러한 공간적 구성은 가스 분배 부재의 대응하는 내부 캐비티 구조를 형성하도록 구성된다. 각 성형된 카본 부재의 제 1 측은 Si 함유 재료로 코팅되어서 CVD 증착된 Si 함유 셸을 형성한다. 이어서, CVD 증착된 Si 함유 셸의 일부를 포함하는 성형된 카본 부재들이 돌러지고 이 CVD 증착된 Si 함유 셸의 일부 및 각 성형된 카본 부재의 제 2 측이 지지되며 CVD Si 함유 재료가 각 성형된 카본 부재의 나머지 노출된 표면 상에 증착된다. Si 함유 셸이 형성된 후에, Si 함유 가스 분배 부재는 머시닝(machining) 단계 동안에 가스 분배 구조의 구조로 머시닝될 수 있다. 이 머시닝 단계는 Si 함유 셸을 Si 함유 가스 분배 부재의 대응하는 외형 구조로 머시닝하는 단계와, 가스 유입 및 유출 구멍들을 가공하는 단계를 포함한다. 가스 유입 및 유출 구멍을 형성하면, 바람직하게는 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내의 상기 성형된 카본 부재(들)의 일부가 노출될 것이다. 이어서, 이 성형된 카본 부재(들)는 제거 단계에서 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거될 수 있다. 이 제거 단계는 카본 부재(들)의 탄소 원자가 산화되어서 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거되도록 카본 부재를 가스와 반응시키는 단계를 포함한다. 카본 부재(들)가 제거된 후에, Si 함유 가스 분배 부재는 남을 것이며, Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역은 대응하는 내부 캐비티 구조를 포함한다.
- [0015] Si 함유 가스 분배 부재는 바람직하게는 내부 캐비티 구조가 이 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역 내에 배치되도록 내부 기하 구조를 포함할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 이 내부 캐비티 구조는 각 가스 플레넘이 플라즈마 챔버 내에서 프로세스의 가스의 상이한 방사상 분배(differential radial distribution)를 가능하게 하도록 Si 함유 가스 분배 부재의 내부의 2 개의 서로 유체 분리된 가스 플레넘들을 포함하도록 형성된다. 다른 바람직한 실시예에서, 단일 가스 플레넘 또는 3 개 이상의 가스 플레넘들이 형성될 수 있다. 또한, 각 가스 플레넘은 독립적일 수 있는데, 즉 Si 함유 가스 분배 부재 내에서 다른 가스 플레넘들과 유체 분리되는 것이 또한 바람직하다.
- [0016] 상기 머시닝은 그라인딩(grinding), 랩핑(lapping), 혼닝(honing), 초음파 머시닝, 물 분사(jet) 또는 연마제 분사 머시닝, 레이저 머시닝, 방전 머시닝, 이온 빔 머시닝, 전자 빔 머시닝, 화학적 머시닝, 전기화학적 머시닝 등과 같은 임의의 적합한 기술을 사용해서 수행될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 드릴링과 같은 기계적 구멍 가공 기술이 사용되어서 Si 함유 가스 분배 부재 내에 가스 유입 및 유출 구멍들을 형성할 수 있다. 보다 바람직한 실시예에서, 기계적 구멍 가공 기술이 사용되어서 Si 함유 가스 분배 부재 내에 전체 가스 유입 및 유출 구멍들의 주요 부분들을 형성하고 나서 레이저 드릴링이 사용되어서 Si 함유 가스 분배 부재 내에 가스 유입 및 유출 구멍들의 통기성(permeability)을 조절할 수 있다. 이 방법의 바람직한 실시예에서, 카본 부재의 제거 이전 및/또는 이후에 소망하는 표면 마감 상태를 달성하기 위해서, Si 함유 가스 분배 부재의 외부 표면은 예를 들어서 그라인딩 및/또는 폴리싱에 의해서 머시닝될 수 있다.
- [0017] 사용될 수 있는 다른 예시적인 Si 함유 가스 분배 부재 머시닝 기술들은 본 출원인에게 공동으로 양도된 미국 특허 제7,480,974호에 개시되어 있으며, 이 특허 문헌은 그 전체 내용이 본 명세서에서 참조로서 인용된다.
- [0018] Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역에 있는 그래파이트 부재(들)와 같은 성형된 카본 부재 또는 부재들은 노출된 탄소 표면들을 갖는 Si 함유 가스 분배 부재를 고온 오븐 또는 퍼니스와 같은 임의의 적합한 용기 내에서 가열함으로써 제거될 수 있다. 이 용기는 바람직하게는 다음으로 한정되지 않지만 산소, 공기, 수증기 또는 이들의 혼합 가스를 포함하는 산소 함유 분위기를 갖는다. 바람직한 실시예에서, 이 용기는 밀폐되며 공기와 같은 산소 함유 분위기가 가스 공급 시스템을 통해서 이 용기 내에 공급된다. Si 함유 가스 분배 부재는 이 용기 내에서 대기 압력에서 유지될 수 있거나 이와 달리 용기 내의 압력은 대기 압력보다 낮은 압력(sub-atmospheric pressure)으로 감압될 수 있다.
- [0019] 산소의 존재 하에서 대기 압력에 노출된 카본 부재(들)를 갖는 Si 함유 가스 분배 부재를 가열함으로써, 탄소가 이산화탄소 가스 및/또는 일산화탄소 가스로 변환됨으로써 상기 성형된 카본 부재(들)가 Si 함유 셸의 내부로부터 화학적으로 제거될 수 있다. 본질적으로, 산소는 탄소를 태우는 연소 반응으로 탄소와 반응한다. 다른 실시예에서, 성형된 카본 부재(들)를 갖는 SiC 가스 분배 부재는 수소의 존재 하에서 가열되며, 이로써 상기 성형된 카본 부재(들)는 메탄(CH<sub>4</sub>) 가스로 변환되게 된다. 이로써, 상기 성형된 카본 부재(들)는 고체에서 가스로 변환되고 이로써 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거될 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 성형된

카본 부재(들)는 고체에서 액체로 변화되고, 이로써 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 제거될 수 있다.

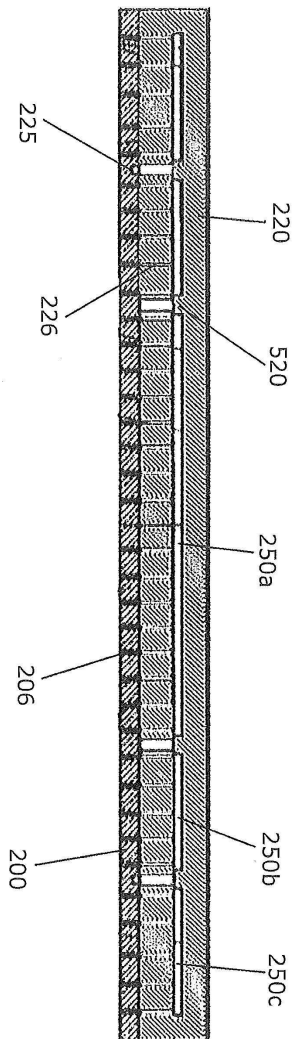
[0020] 산소 함유 분위기는 바람직하게는 상기 성형된 카본 부재(들)의 탄소 원자들을 산화하는데 (즉, 탄소 부재를 일산화 탄소, 이산화탄소 또는 이들의 혼합 가스로 변환하는데) 효과적인 온도에서 유지되지만, SiC와 같은 Si 함유 재료를 산화시키는 바를 실질적으로 억제하도록 (즉, Si 함유 재료의 기계적 및/또는 물리적 특성에 악영향을 주지 않도록) 충분하게 낮다. 바람직하게는, 이 처리 용기 내의 산소 함유 분위기의 온도는 약 600 내지 약 1200 °C이며, 더 바람직하게는 약 800 내지 약 900 °C이다. Si 함유 가스 분배 부재는 SiC 가스 분배 부재와 같은 Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 적어도 거의 모든 탄소 또는 탄소 모두를 제거하도록 효과적인 시간 동안, 바람직하게는 약 2시간 내지 약 12 시간 동안에 산소 함유 분위기 내에서 처리된다.

[0021] Si 함유 가스 분배 부재의 내부 영역으로부터 상기 성형된 그래파이트 부재(들)와 같은 성형된 카본 부재(들)을 제거하는 다른 바람직한 방법은 산소 플라즈마로 상기 부재를 처리하여서 상기 내부 영역으로부터 거의 모든 탄소 또는 모든 탄소를 제거하는 바를 포함한다. 예를 들어서, SiC 가스 분배 부재는 성형된 카본 부재(들)이 제거되도록 반도체 기관 프로세싱 챔버의 에싱 챔버 (ashing chamber) 내에서 처리될 수 있다. 그 내부 영역에 상기 성형된 카본 부재(들)을 포함하는 SiC 가스 분배 부재의 온도는 제거 단계 동안에 예를 들어서 약 200 내지 약 300 °C 간에 존재할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 플라즈마 에싱 프로세스는 대기 압력보다 낮은 압력에서 수행될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이 압력은 약 100 mbar 이하일 수 있다.

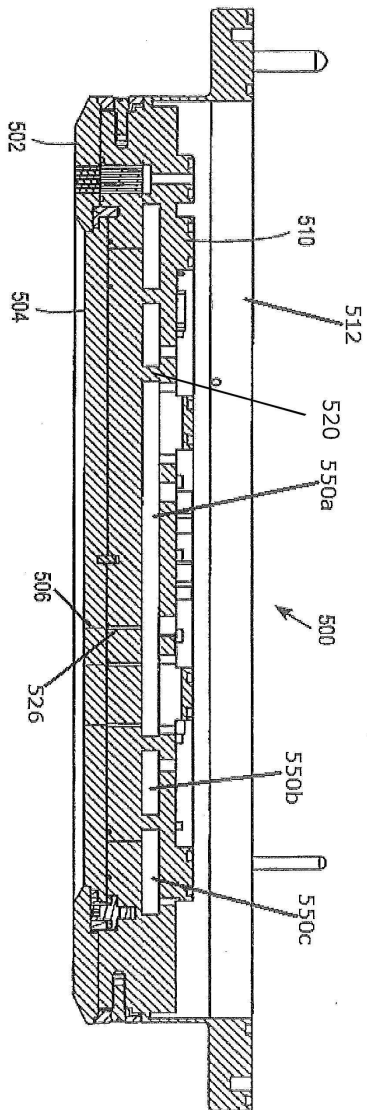
[0022] 본 명세서에서 개시된 실시예들은 특정 실시예를 참조하여서 세부적으로 기술되었지만, 첨부된 청구 범위 내에서 다양한 변경 및 수정이 가능하고 균등 사항이 채용될 수 있음이 본 기술 분야의 당업자에게는 자명하다.

도면

도면1



도면2



도면3

