



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월04일
(11) 등록번호 10-1323025
(24) 등록일자 2013년10월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/00 (2006.01) C23F 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7021227
(22) 출원일자(국제) 2006년02월08일
심사청구일자 2011년02월08일
(85) 번역문제출일자 2007년09월14일
(65) 공개번호 10-2007-0103508
(43) 공개일자 2007년10월23일
(86) 국제출원번호 PCT/US2006/004284
(87) 국제공개번호 WO 2006/088697
국제공개일자 2006년08월24일
(30) 우선권주장
11/057,433 2005년02월15일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR100338955 B1*
KR2020000010029 U*
KR1019990065416 A*
US6098568 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
램 리써치 코퍼레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이
4650
(72) 발명자
스테거 로버트 제이
미국 94024 캘리포니아주 로스 알토스 홈스테이트
코트 2240 넘버307
(74) 대리인
오세일

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 김상준

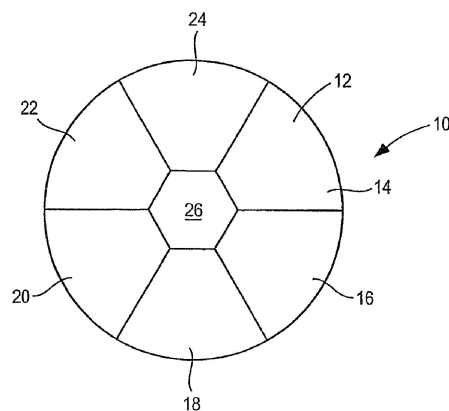
(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법

(57) 요약

플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법이 제공된다. 가스 분배 부재는 전극, 가스 분배 플레이트, 또는 다른 부재일 수 있다. 방법은 적합한 기술, 예를 들어 기계적 제조 기술에 의해 가스 분배 부재에 가스 주입 홀을 제조하는 단계, 가스 분배 부재를 통한 가스 흐름을 측정하는 단계, 및 동일한 제조 기술에 의해 또는 상이한 기술, 예를 들어 레이저 드릴링에 의해 가스 분배 부재의 투과율을 조정하는 단계를 포함한다.

가스 분배 부재의 투과율은 부재의 하나 이상의 구역에서 조정될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법으로서,

가스 분배 부재의 대향하는 입구 표면과 출구 표면 사이에 연장되는 가스 주입 홀을 제조하는 단계;

가스 분배 부재의 복수의 구역의 각각에 대해 상기 출구 표면에서의 가스 주입 홀로부터 나가는 총 가스 흐름을 측정하는 단계; 및

각각의 구역에 대해 측정된 총 가스 흐름에 기초하여, 상기 출구 표면에서의 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 달성하기 위해 하나 이상의 구역에서의 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재는 실리콘 또는 실리콘 카바이드의 샤워헤드 전극인, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재는 가스 분배 플레이트인, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 조정하는 단계 후에, 각각의 구역은 동일한 가스 투과율을 가져 상기 가스 분배 부재가 출구 표면에서 균일한 가스 흐름 분배 패턴을 제공할 수 있는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 조정하는 단계 후에, 상기 구역의 적어도 2개는 서로 상이한 가스 투과율을 갖는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 가스 주입 홀은 기계적 제조 기술에 의해 제조되는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가스 주입 홀의 적어도 2개는 서로 상이한 단면 형상을 갖는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 단계는,

상기 구역들 중 제 1 구역을 통한 가장 높은 총 가스 흐름과 상기 구역들 중 적어도 제 2 구역을 통한 총 가스 흐름 사이의 차이를 결정하는 단계; 및

상기 제 2 구역에서, (i) 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하여 수정된 가스 주입 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키는 단계 또는 (ii) 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하여 상기 제 1 구역의 가스 투과율에 대해

상기 제 2 구역의 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

(i) 또는 (ii) 에 사용되는 제조 기술은 상기 제 2 구역의 홀의 총 흐름 단면적에 기초하여 결정되는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 단계는,

원하는 총 가스 흐름과 상기 구역의 각각을 통한 측정된 총 가스 흐름 사이의 차이를 결정하는 단계; 및

하나 이상의 구역의 각각에서, (i) 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하여 수정된 가스 주입 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키는 단계 또는 (ii) 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하여 상기 원하는 총 가스 흐름에 기초하여 상기 하나 이상의 구역의 상기 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

(i) 또는 (ii) 에 사용되는 제조 기술은 상기 하나 이상의 구역의 홀의 총 흐름 단면적에 기초하여 결정되는, 가스 분배 부재 제작 방법.

청구항 13

삭제

청구항 14

플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법으로서,

가스가 상기 가스 분배 부재의 출구 표면에서 나가도록 상기 가스 분배 부재의 가스 주입 홀을 통해 가스를 흐르게 하는 단계;

상기 가스 분배 부재의 복수의 구역의 각각에 대해 상기 가스 주입 홀로부터 나가는 총 가스 흐름을 측정하는 단계; 및

상기 구역의 각각에 대해 측정된 총 가스 흐름에 기초하여, 상기 출구 표면에서의 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 달성하기 위해 상기 구역의 하나 이상에서의 상기 가스 분배 부재의 상기 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재는 실리콘 또는 실리콘 카바이드의 샤워헤드 전극인, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 단계는,

상기 구역들 중 제 1 구역을 통한 가장 높은 총 가스 흐름과 상기 구역들 중 적어도 제 2 구역을 통한 총 가스

흐름 사이의 차이를 결정하는 단계; 및

상기 제 2 구역에서, (i) 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하여 수정된 가스 주입 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키는 단계 또는 (ii) 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하여 상기 제 1 구역의 가스 투과율에 대해 상기 제 2 구역의 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

(i) 또는 (ii) 에 사용되는 제조 기술은 상기 제 2 구역의 홀의 총 흐름 단면적에 기초하여 결정되는, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 단계는,

원하는 총 가스 흐름과 상기 구역의 각각을 통한 측정된 총 가스 흐름 사이의 차이를 결정하는 단계; 및

하나 이상의 구역의 각각에서, (i) 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하여 수정된 가스 주입 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키는 단계 또는 (ii) 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하여 상기 하나 이상의 구역의 상기 가스 투과율을 조정하는 단계를 포함하는, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

(i) 또는 (ii) 에 사용되는 제조 기술은 상기 하나 이상의 구역의 홀의 총 흐름 단면적에 기초하여 결정되는, 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

명세서

[0001]

배경

[0002]

반도체 웨이퍼 등의 반도체 기판을 처리하는 플라즈마 처리 장치는 가스를 플라즈마 처리 챔버 내로 흘러들어가게 하는 홀을 갖는 가스 분배 부재를 포함할 수 있다. 예를 들어, 가스 분배 부재는 챔버 내에 위치되어 챔버 내에서 처리되고 있는 반도체 기판의 표면 위로 처리 가스를 분배하는 샤워헤드 전극일 수 있다.

[0003]

요약

[0004]

플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법 및 가스 분배 부재가 제공된다. 상기 방법의 바람직한 실시형태는 가스 분배 부재에 가스 주입 홀을 제조하는 것, 가스 분배 부재를 통한 가스 흐름을 측정하는

것, 및 원하는 가스 흐름 부재를 제공할 수 있도록 가스 분배 부재의 투과율을 조정하는 것을 포함한다.

[0005] 가스 분배 부재는 샤워헤드 전극, 가스 분배 플레이트, 배플, 또는 가스를 플라즈마 처리 챔버 내로 도입하기 위해 사용되는 다른 부재일 수 있다.

[0006] 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법의 바람직한 실시형태는 가스 분배 부재의 입구 표면과 출구 표면 사이에 연장되는 가스 주입 홀을 제조하는 것을 포함한다. 가스는 가스 주입 홀을 통하여 흐르며, 가스 분배 부재의 복수의 구역의 각각에 대해 출구 표면에서 그것으로부터 빠져나가는 총 가스 흐름이 측정된다. 각각의 구역에 대해 측정된 총 가스 흐름에 기초하여, 가스 분배 부재의 가스 투과율은 출구 표면에서의 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 달성하기 위해 하나 이상의 구역에서 조정될 수 있다.

[0007] 바람직한 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재의 가스 투과율은 상기 부재의 구역들 중 제 1 구역을 통한 가장 높은 총 가스 흐름을 결정하는 것; 가장 높은 총 가스 흐름과 구역들 중 적어도 제 2 구역을 통한 총 가스 흐름 사이의 차이를 결정하는 것; 및 제 2 구역에서, 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키도록 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하는 것 및/또는 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하는 것에 의해 조정될 수 있다.

[0008] 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법의 또 다른 바람직한 실시형태는 상기 부재의 복수의 구역을 통한 원하는 총 가스 흐름과 측정된 총 가스 흐름 사이의 차이를 결정함으로써 가스 분배 부재의 가스 투과율을 조정하는 것; 및 하나 이상의 구역에서, 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키도록 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하는 것 및/또는 적어도 하나의 부가적 가스 주입 홀을 제조하는 것을 포함한다.

[0009] 바람직한 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재에 대한 투과율 조정이 행해진 후, 투과율 조정이 만족스럽다는 것을 확인하기 위해 가스 분배 부재를 통한 가스 흐름이 측정될 수 있다.

[0010] 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재의 투과율을 조정하는 방법의 바람직한 실시형태는 상기 부재의 가스 주입 홀을 통해 가스를 흐르게 하는 것, 및 상기 부재의 상이한 구역의 가스 주입 홀로부터 나가는 총 가스 흐름을 측정하는 것을 포함한다. 각각의 구역에 대한 총 가스 흐름에 기초하여, 가스 분배 부재의 하나 이상의 구역에서의 가스 투과율이 조정될 수 있다.

[0011] 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재의 바람직한 실시형태는 기계적으로 형성된 가스 주입 홀 및 하나 이상의 레이저로 드릴링된 가스 주입 홀을 포함한다. 가스 분배 부재는 가스가 가스 주입 홀로부터 빠져나가는 출구 표면을 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재는 표면을 가로질러 실질적으로 균일한 가스 흐름 분배 패턴을 제공할 수 있다. 또 다른 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재는 표면을 가로질러 원하는 비 균일한 가스 흐름 분배 패턴을 제공할 수 있다.

[0012] **도면의 간단한 설명**

[0013] 도 1은 7개의 구역을 갖는 가스 분배 부재의 가스 출구 표면을 나타낸다.

[0014] 도 2는 4개의 구역을 갖는 가스 분배 부재의 가스 출구 표면을 나타낸다.

[0015] 도 3은 가스 분배 부재의 구역을 통한 가스 흐름을 측정하도록 적응된 가스 흐름 측정 장치의 일 실시형태를 나타낸다.

[0016] 도 4는 샤워헤드 전극을 포함하는 플라즈마 처리 장치의 일 실시형태를 나타낸다.

[0017] **바람직한 실시형태의 상세한 설명**

[0018] 플라즈마 처리 장치는 샤워헤드 전극 또는 가스 분배 플레이트 등의 가스 분배 부재를 포함할 수 있고, 이것을 통해 처리 가스가 플라즈마 처리 챔버 내로 흘러들어간다. 예를 들어, 용량 결합 챔버 등의 평행판 플라즈마 처리 챔버는 샤워헤드 상부 전극 및 하부 전극을 포함할 수 있다. 상부 전극의 저부 또는 출구 표면은 플라즈마에 노출되고 통상적으로 처리 동작 중에 반도체 기판이 그 위에 지지되는 기판 서포트와 마주한다. 예를 들어, 에칭이나 증착 프로세스 등의 플라즈마 처리 동안, 플라즈마는 전극에 전력을 인가함으로써 처리 가스를 에너지화함으로써 전극 사이의 영역에 형성된다.

[0019] 샤워헤드 전극은 처리되고 있는 기판의 표면 위로 처리 가스를 분배하기 위하여 저부 표면을 가로질러 배열된 출구를 갖는 가스 주입 홀을 포함한다. 가스 주입 홀은 연마 슬러리를 사용하는 기계적 드릴링 기술 등의 기계적 홀 제조 기술에 의해 제조될 수 있다. 이러한 기술은 통상적으로 약 ± 0.003 인치의 최대 정밀도를 갖는다. 이러한 레벨의 정밀도는 다른 영역에 대해 그 가스 흐름 특성에서 바람직하지 않은 차이를 갖는 가

스 분배 부재의 영역을 초래할 수 있고, 이것은 예를 들어, 기관 예칭 레이트 균일성 등의, 가스 분배 부재를 사용하여 처리되는 반도체 기판을 가로지르는 프로세스 레이트 균일성에 해로운 영향을 미칠 수 있다.

[0020] 샤워헤드 전극 등의 가스 분배 부재에 가스 주입 홀을 형성하는데 사용될 수 있는 또 다른 홀 제조 기술은 레이저 드릴링이다. 레이저 드릴링은 기계적 홀 제조 기술보다 더 높은 레벨의 정밀도로 가스 주입 홀을 제조하는 데 사용될 수 있다. 그러나, 레이저 드릴링은 기계적 드릴링 보다 형성되는 홀당 훨씬 더 고가이며, 예를 들어 레이저 드릴링은 기계적 드릴링의 비용의 열 배 이상일 수 있다. 샤워헤드 전극이 통상 수백 개의 가스 주입 홀을 포함할 때, 레이저 드릴링에 의해 샤워헤드 전극의 모든 가스 주입 구멍을 형성하는 총 비용은 엄청나게 고가일 수도 있다.

[0021] 또한, 샤워헤드 전극은 소모성 부품이고, 따라서, 주기적으로 대체된다. 다른 소모성 가스 분배 부재의 총 생산 비용 뿐만 아니라 샤워헤드 전극의 총 생산 비용을 감소시켜 그들의 대체 비용을 감소시키는 것이 바람직하다. 따라서, 가스 분배 부재 내의 가스 주입 홀의 배열을 제조하는 경제적인 방법을 제공하는 것이 바람직하다. 이러한 부재가 플라즈마 처리 챔버 내로 원하는 흐름 분배 패턴으로 처리 가스를 분배하는데 사용될 수 있는 것이 더욱 바람직하다.

[0022] 따라서, 플라즈마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법이 제공된다. 바람직한 실시형태에 있어서, 모든 가스 주입 홀은 동일한 기술을 사용하여 가스 분배 부재에 제조된다. 예를 들어, 기계적 홀 제조가 가스 분배 부재의 모든 가스 주입 홀을 제조하는 데 사용될 수 있다. 이 실시형태에 있어서, 가스 주입 홀의 메이저 부분은 기계적 홀 제조 기술에 의해 가스 분배 부재에 원하는 패턴으로 제조된다. 그 후, 가스 주입 부재의 가스 투과율은 기계적 제조 기술을 사용하여 상기 부재의 하나 이상의 선택된 구역에서 조정되어 소정의 최종 가스 주입 홀 패턴을 달성한다. 이하 설명에서 설명되는 바와 같이, 가스 투과율이 조정되는 가스 주입 부재의 위치는 초기에 제조된 가스 주입 홀을 통한 가스 흐름을 측정하고, 그 후 측정된 가스 흐름값에 기초하여 하나 이상의 구역에서 상기 부재의 투과율을 조정함으로써 결정될 수 있다.

[0023] 여기서 사용되는 바와 같이, 가스 분배 부재, 또는 상기 부재의 일 구역의 "투과율"은, 가스가 가스 주입 홀을 통해 흐를 때, 각각 그 부재의 전체 출구 표면을 가로지르는 가스 주입 홀을 통한, 또는 그 구역의 가스 주입 홀을 통한 총, 또는 복합 가스 흐름을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 가스 분배 부재를 통한 또는 부재의 일 구역을 통한 총 가스 흐름은 sccm 등의 종래의 단위로 측정되는 체적측정 흐름 레이트에 의해 표현될 수 있다.

[0024] 또 다른 바람직한 실시형태에 있어서, 기계적 홀 제조 기술은 가스 분배 부재에 총 가스 주입 홀의 메이저 부분을 형성하는 데 사용된다. 그 후, 더욱 정밀한 기술, 예를 들어 레이저 드릴링이 부재의 하나 이상의 구역에서의 가스 분배 부재의 투과율을 조정하기 위해 사용된다.

[0025] 따라서, 바람직한 실시형태의 방법은 경제적인 홀 제조 기술을 사용하여 총 가스 주입 홀의 메이저 부분을 제조하고, 그 후 동일한 기술 또는 상이한 기술을 사용하여 가스 주입 홀 패턴에 대한 조정을 행하여 플라즈마 처리 챔버에 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 제공하도록 하는 가스 분배 부재를 생성할 수 있다. 가스 분배 부재의 투과율은 하나 이상의 기계적으로 형성된 홀을 수정하고 및/또는 가스 분배 부재에 하나 이상의 부가적인 가스 주입 홀을 제조함으로써 조정될 수 있다.

[0026] 가스 분배 부재는 플라즈마 처리 동안 플라즈마 처리 챔버에서 접지되거나 전력이 공급될 수 있는 샤워헤드 전극일 수 있다. 또 다른 바람직한 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재는 가스 분배 플레이트, 예를 들어 배플일 수 있다. 가스 분배 부재는 바람직하게는 새로운 부품(즉, 플라즈마 처리를 위해 사용되지 않았던 가스 분배 부재)이다. 대안적으로, 가스 분배 부재는 사용된 부품일 수 있다.

[0027] 가스 분배 부재는, 예를 들어 단결정 실리콘, 폴리실리콘, 비정질 실리콘, 또는 실리콘 카바이드를 포함하는 플라즈마 처리 챔버에서 사용을 위한 임의의 적합한 재료일 수 있다. 알루미늄 또는 알루미늄 합금 등의 금속 재료는 플라즈마 처리 챔버에서 플라즈마에 노출되지 않는 가스 분배 부재를 제작하는데 사용될 수 있다. 배플 챔버에 탑재되는 배플 플레이트 등의 금속성 가스 분배 부재는 플라즈마에 노출되는 실리콘 피복 표면을 가질 수 있다. 예시적인 전극 조립체 및 실리콘 함유 배플 플레이트 장치가 공동으로 양도된 미국 특허 번호 제 6,451,157 호에 기재되어 있으며, 이것은 그 전체가 참조로 여기에 포함되어 있다.

[0028] 가스 분배 부재, 예를 들어 샤워헤드 전극에 형성된 가스 주입 홀은 통상 둥근 홀이며, 이것은 통상 약 0.005 인치 내지 약 0.05 인치의 직경을 가질 수 있다. 가스 분배 부재의 가스 주입 홀의 총수는 통상 수백 개, 예를 들어 600 홀 이상이다.

- [0029] 가스 주입 홀은 다른 적합한 단면 형상, 예를 들어 테이퍼진 형상 또는 슬롯을 갖는 형상을 가질 수 있다. 서로 상이한 형상, 예를 들어 둥근 홀 및 테이퍼지거나 슬롯을 갖는 형상을 갖는 가스 주입 홀은 동일한 가스 분배 부재에 제공될 수 있다.
- [0030] 플라스마 처리 장치용 가스 분배 부재를 제작하는 방법의 바람직한 실시형태는 가스가 가스 주입 홀로부터 빠져나가는 출구 표면을 갖는 가스 분배 부재에 가스 주입 홀을 제조하는 것을 포함한다. 가스 분배 부재의 출구 표면은 선택적으로 각각 가스 주입 홀을 포함하는 구역들로 분할될 수 있다. 그 후, 가스는 가스 주입 홀을 통해 흐르고 부재의 출구 표면을 통하여 각각의 구역을 통해 빠져나가는 총 가스 흐름이 측정된다. 개개의 구역에 대한 가스 흐름 측정에 기초하여, 가스 분배 부재의 투과율은 하나 이상의 구역에서 조정될 수 있다. 일 구역의 투과율은 다른 구역, 예를 들어 가장 높은 총 가스 흐름을 갖는 구역의 투과율에 대해 조정될 수 있다. 대안적으로, 일 구역의 투과율은 소정의 투과율 값, 예를 들어 플라스마 처리 동작을 위한 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 제공하는 프로세스 디자인 값에 대해 조정될 수 있다.
- [0031] 가스 주입 부재의 투과율은, 하나 이상의 부가적인 가스 주입 홀을 제조함으로써, 또는 하나 이상의 홀의 사이즈를 증가시키는 것, 즉 홀의 길이의 적어도 일부 (예를 들어, 홀의 출구 부분) 를 따라 흐름 단면적을 증가시키는 것에 의하는 등, 적어도 하나의 가스 주입 홀을 수정하여 홀을 통한 가스 흐름을 증가시키는 것에 의해 소정의 구역에서 조정된다. 조정은 초기의 가스 주입 홀을 형성하는 데 사용되는 동일한 기술, 예를 들어 기계적 제조 기술을 사용하여, 또는 상이한 제조 기술, 예를 들어 레이저 드릴링을 사용하여 행해질 수 있다.
- [0032] 가스 분배 부재를 제조하는 방법의 바람직한 실시형태에 있어서, 가스 주입 홀은 기계적 제조 기술을 사용하여 실리콘 또는 실리콘 카바이드의 샤워헤드 전극에 제조된다. 통상, 수백 개의 가스 주입 홀이 이러한 기술에 의해 전극에 형성된다. 도 1은 샤워헤드 전극 (10) 의 일 실시형태의 저부 표면을 나타낸다. 샤워헤드 전극 (10) 은 둥근 플레이트 구성을 가지며 전극의 두께를 통해, 즉 표면에 수직인 방향으로 연장되는 가스 주입 홀 (도시하지 않음) 을 포함한다. 샤워헤드 전극 (10) 은, 예를 들어 200 mm 또는 300 mm 직경의 웨이퍼를 처리하는데 적합한 직경을 가질 수 있다. 가스 주입 홀은 샤워헤드 전극 내에 임의의 원하는 패턴으로, 예를 들어 동심원의 패턴으로 배열될 수 있다.
- [0033] 샤워헤드 전극 (10) 의 출구 표면 (12) 은 선택적으로 중앙 구역 (26) 을 둘러싸는 구역 (14, 16, 18, 20, 22, 24) 으로 공간적으로 분할 (맵핑) 될 수 있다. 예를 들어, 구역들의 패턴의 템플레이트가 만들어질 수 있으며, 여기서 구역들은 바람직하게는 도 1에 도시된 바와 같이, 샤워헤드 전극 (10) 의 전체 출구 표면 (12) 을 둘러싼다. 이하에 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, 가스는 바람직하게는 각각의 구역의 투과율을 결정하도록 각각의 구역을 통하여 흐른다.
- [0034] 샤워헤드 전극 또는 다른 가스 분배 부재에 대하여, 사이즈, 형상 및 구역의 수는 변할 수 있다. 예를 들어, 샤워헤드 전극 (10) 은 도 1에 도시된 것 보다 더 많거나 더 적은 구역으로, 예를 들어 서비스에 있어서 원하는 궁극적 전극 사용 성능에 따라 약 2 내지 약 24 개의 구역으로 분할될 수 있다. 구역의 수를 증가시킴으로써, 출구 표면을 가로질러 가스 주입 홀을 빠져나가는 가스 흐름의 균일성이 강화될 수 있다. 도 2는 각각 대략 동일한 사이즈 및 형상을 갖는 4개의 구역 (32, 34, 36, 38) 으로 분할되는 출구 표면 (31) 을 포함하는 샤워헤드 전극 (30) 의 또 다른 바람직한 실시형태를 나타낸다.
- [0035] 실시형태에 있어서, 샤워헤드 전극 (10) 을 통한 가스 흐름은 다음의 예시적인 방식으로 측정될 수 있다. 샤워헤드 전극 (10) 은 각각의 구역 (14-26) 을 통한 가스 흐름을 측정하도록 적응된 가스 흐름 측정 장치 (40) 에 장착된다. 도 3은 2개의 플레넘 (42, 44) 을 포함하는 가스 흐름 측정 장치 (40) 의 예시적인 실시형태를 나타낸다. 플레넘 (42) 은 입구 표면 (28) 의 주위에 밀봉하도록 구성되고, 플레넘 (44) 은 샤워헤드 전극 (10) 의 출구 표면 (12) 의 주위에 밀봉하도록 구성된다. 양 플레넘 (42, 44) 은 바람직하게는 가스 흐름이 측정되는 샤워헤드 전극 (10) 의 표면 면적을 최대화하기 위하여 샤워헤드 전극 (10) 의 직경에 근사하는 직경을 갖는 둥근 외부 형상을 갖는다.
- [0036] 플레넘 (42) 은 가스 소스 (46), 가스 라인 (48), 셔오프 밸브 (50), 흐름 제어 밸브 (52) 및 압력 센서 (54) 를 포함하는 가스 공급 시스템에 연결된다.
- [0037] 플레넘 (44) 의 개개의 구역의 수, 형상 및 사이즈는 샤워헤드 전극 (10) 상에서 가스 흐름이 측정되어야 하는 구역의 수, 형상 및 사이즈에 대응한다. 따라서, 도 1에 도시된 샤워헤드 전극 (10) 에 대하여, 플레넘 (44) 은 샤워헤드 전극 (10) 의 구역 (14-26) 의 형상 및 사이즈를 갖는 7개의 구역을 포함한다. 플레넘 (44) 의 구역들은 샤워헤드 전극 (10) 의 출구 표면 (12) 에 수직인 방향으로 연장되는 벽을 분할함으로써 정의

될 수 있다. 플레넘 (44) 의 각각의 구역은 바람직하게는 주위 대기로부터 뿐만 아니라 다른 구역으로부터 밀봉되어, 총 가스 흐름이 각각의 개개의 구역을 통하여 정확히 측정되도록 한다.

[0038] 샤워헤드 전극 (10) 의 각각의 구역은 바람직하게는 각각의 흐름 측정 디바이스 (56) 에 분리되어 연결된다. 흐름 측정 디바이스 (56) 의 출력은 바람직하게는 섷오프 밸브 (58) 및 진공 펌프 (60) 에 집합적으로 연결된다. 이러한 배열은 원하는 가스 흐름과 입구 가스 압력이 샤워헤드 전극 (10) 에 인가되도록 한다. 테스트에 사용된 가스 흐름 및 압력 조건은 바람직하게는 샤워헤드 전극 (10) 을 사용하는 반도체 기관의 플라즈마 처리 동안 인가되는 통상의 동작 조건과 유사한다.

[0039] 일 실시형태에 있어서, 플레넘 (44) 의 구역을 경유하는 샤워헤드 전극 (10) 의 구역을 통해 나가는 가스 흐름을 측정하기 위하여, 진공 펌프 (60) 가 활성화되고 밸브 (58) 가 개방되어, 플레넘 (42, 44) 및 샤워헤드 전극 (10) 이 배기된다. 소정의 진공 레벨에 도달할 때, 흐름 측정 디바이스 (56) 는 제로 흐름에 있는 것으로 확인된다.

[0040] 섷오프 밸브 (50) 가 개방되어 가스가 가스 소스 (46) 로부터 플레넘 (42) 으로 흐르게 하고, 가스 흐름이 흐름 제어 밸브 (52) 에 의해 조정되어 압력 센서 (54) 상의 압력 판독값을 얻고, 이것은 샤워헤드 전극 (10) 에 사용되는 통상의 동작 조건과 비교할만 하다. 시스템은 안정화되고 개개의 구역을 통한 가스 흐름이 흐름 측정 디바이스 (56) 에 의해 개별적으로 또는 동시에 측정된다. 흐름은 바람직하게는 수동으로 또는 전자식으로 기록된다.

[0041] 바람직한 실시형태에 있어서, 가스 흐름 측정 장치 (40) 는 섷오프 밸브 (50), 흐름 제어 밸브 (52), 압력 센서 (54), 흐름 측정 디바이스 (56), 섷오프 밸브 (58) 및 진공 펌프 (60) 중 임의의 선택된 것과 제어 통신중에 있는 제어기에 전기적으로 연결될 수 있다. 제어기는 압력 센서 (54) 및 흐름 측정 디바이스 (56) 로부터의 값을 판독하여 밸브의 동작을 제어할 수 있다. 제어기는 또한 측정된 값을 상용하여 수치 계산을 수행할 수 있다.

[0042] 샤워헤드 전극 (10) 의 개개의 구역을 통한 가스 흐름이 측정된 후, 샤워헤드 전극 (10) 은 가스 흐름 측정 장치 (40) 로부터 제거될 수 있다. 개개의 구역을 통한 총 가스 흐름 값에 기초하여, 샤워헤드 전극 (10) 의 출구 표면 (12) 에서의 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 달성하기 위하여 임의의 구역의 투과율을 조정하는 것이 바람직한 지 여부가 결정될 수 있다. 예를 들어, 구역에 대한 개개의 총 가스 흐름 값은 가장 높은 측정된 총 가스 흐름 값을 결정하기 위하여 서로 비교될 수 있다. 가장 높은 측정된 값 보다 더 작은 총 가스 흐름 값을 갖는 구역에 대해, 이들 구역 중 하나 이상의 투과율은 상기 구역이 바람직하게는 가장 높은 측정 값과 실질적으로 동일한 총 가스 흐름을 제공하도록 조정될 수 있다.

[0043] 다른 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재의 상이한 구역에서, 예를 들면, 주위를 정의하는 구역에서, 또는 가스 분배 부재의 중앙 부분에서 더 높은 가스 투과율을 제공하여 가스가 기관의 처리되는 표면 위로 소정의 흐름 패턴으로 분배될 수 있도록 하는 것이 바람직할 수도 있다.

[0044] 또 다른 실시형태에 있어서, 구역에 대한 개개의 총 가스 흐름 값은 원하는 값, 예를 들어 사전 결정된 값과 비교될 수 있다. 만일 측정된 총 가스 흐름 값 중 어떤 것도 원하는 값을 초과하지 않는다면, 하나 이상의 구역의 투과율은 원하는 값에 대해 조정되어 원하는 가스 흐름 분배 패턴을 달성할 수 있다. 구역에 대한 측정된 총 가스 흐름 값의 하나 이상이 원하는 값을 초과하면, 이들 구역의 하나 이상의 투과율은 가장 높은 측정 값에 대해, 또는 원하는 값에 대해 조정될 수 있다. 이러한 실시형태에 있어서, 가스 분배 부재는 하나 이상의 선택된 구역에서, 예를 들면, 가스 분배 부재의 주위에서, 또는 중앙 부분에서 더 높은 가스 투과율을 가져, 처리 가스가 기관의 처리되는 표면 위로 원하는 흐름 분배 패턴으로 분배될 수 있도록 하는 것이 바람직할 수도 있다.

[0045] 가스 분배 부재의 하나 이상의 구역의 투과율이 머시닝에 의해 조정된 후, 그 구역을 통한 가스 흐름은 가스 흐름 측정 장치 (40) 에서 재측정되어 투과율 조정이 구역을 통한 원하는 총 가스 흐름을 제공했다는 것을 확인할 수 있다. 가스 분배 부재의 부가적인 머시닝이 바람직할 수도 있다고 결정되는 경우, 가스 분배 부재는 상술된 절차에 따라 하나 이상의 선택된 구역에서 머시닝되어, 하나 이상의 가스 주입 홀을 수정하고 및/또는 하나 이상의 부가적인 가스 주입 홀을 형성할 수 있다. 이러한 절차는 가스 분배 부재의 원하는 가스 흐름 성능이 달성될 때까지 원하는 대로 반복될 수 있다.

[0046] 예시적인 실시형태에서, 동일한 사전결정된 총 가스 흐름 Q_0 가 샤워헤드 전극 (10) 의 각각의 구역에 대해 표

시킬 수 있다. 구역 j 에서 측정된 실제 총 가스 흐름은 Q_j 로서 표시된다. 각각의 구역에 대하여, 사전 결정된 흐름과 실제 흐름 사이의 차이 ΔQ_j , 즉 $\Delta Q_j = Q_0 - Q_j$ 가 계산될 수 있다.

[0047] 이 실시형태에서, 일 구역에 대한 단위 홀 단면적 당 가스 흐름 레이트, 즉 비율 Q_j/A_j 를 유지하는 것이 바람직하며, 여기서 A 는 구역의 공칭 총 홀 흐름 단면적이고, Q 는 구역에 대한 총 가스 흐름이다. 관계 $Q_j/A_j = \Delta Q_j/\Delta A_j$ 를 사용하여, 그 구역에 대한 원하는 총 흐름 단면적을 달성하기 위하여 선택된 구역에 부가될 수 있는 흐름 단면적 ΔA_j 가 계산될 수 있다. 원하는 흐름 단면적 ΔA_j 는 하나 이상의 현재의 홀의 흐름 단면적을 증가시킴으로써 또는 그 구역에 하나 이상의 부가적인 홀을 부가함으로써 구역에 부가될 수 있다. 상술된 바와 같이, 기계적 드릴링, 초음파 드릴링, 또는 레이저 드릴링 등의 제조 방법을 사용하여, 하나 이상의 홀의 사이즈가 조정되어 하나 이상의 홀의 흐름 단면적이 양 ΔA_j 만큼 증가되거나, ΔA_j 와 동일한 총 흐름 단면적을 갖는 하나 이상의 홀이 부가될 수 있도록 한다.

[0048] 예 1

[0049] 예시적인 샤워헤드 전극은 각각 0.025 인치의 공칭 직경을 갖는 240 개의 홀을 각각 포함하는 7개의 구역을 포함한다. A_j 는 각각의 구역에 대해 0.118 in^2 와 같다. 홀은 임의의 적합한 제조 기술에 의해 형성될 수 있다. 36.1 sccm 의 사전 결정된 흐름 값을 가정하면, A_j/Q_j 는 $3.263 \times 10^{-3} \text{ in}^2/\text{sccm}$ 과 같다.

[0050] 가스는 구역의 가스 주입 홀을 통해 흐르며, 구역에 대한 측정된 총 가스 흐름 값은 표 1에 도시된다. 표 1은 또한 각각의 구역이 동일한 총 흐름 단면적을 갖도록 각각의 구역에 부가될 수 있는 계산된 홀 직경을 나타낸다. 구역 (6) 은 가장 높은 측정된 총 가스 흐름 Q_j 를 갖는다. 따라서, 나머지 구역 (1-5 및 7) 의 각각의 흐름 단면적은 구역 (1-5 및 7) 의 각각에 표 2에 도시된 총 직경을 갖는 하나 이상의 홀을 부가함으로써 구역 (6) 의 그것에 대해 조정될 수 있다. 예를 들어, 구역 (1) 에서, 0.018 인치의 직경을 갖는 단일의 부가 홀은 임의의 적합한 제조 기술에 의해 제조될 수 있다. 구역 (7) 에서, 0.044 인치의 원하는 직경을 갖는 단일의 부가 홀 또는 각각 0.022 인치의 원하는 직경을 갖는 2개의 부가 홀이 제조될 수 있다.

표 1

구역	흐름 Q_j	원하는 흐름 Q_0	ΔQ_j	$A_j/Q_j \times \Delta Q$	홀 직경 (in.)
1	35.8	36.1	0.3	0.0010	0.018
2	34.7	36.1	1.4	0.0046	0.038
3	34.6	36.1	1.5	0.0049	0.039
4	35.3	36.1	0.8	0.0026	0.029
5	34.3	36.1	1.8	0.0059	0.043
6	36.1	36.1	0	0	없음
7	34.2	36.1	1.9	0.0062	0.044

[0052] 예 2

[0053] 이 예는 가스 분배 부재를 통한 가스 흐름에 관한 가스 분배 부재에 제조된 가스 주입 홀의 사이즈에 있어서의 오차의 효과를 설명한다. 소정의 홀에 대하여, 오차는 원하는 홀 사이즈, 예를 들어 둥근 홀에 대한 직경과 실제의 홀 사이즈 사이의 차이에 의해 주어진다. 가스 분배 부재의 각각의 구역에 대한 실제의 총 가스 흐름은 개별적으로 측정될 수 있고 구역들 중 하나에 대한 가장 높은 총 가스 흐름 값, 또는 하나 이상의 구역에 대한 원하는 총 가스 흐름, 예를 들어 사전 결정된 총 가스 흐름 값과 그 구역에 대한 실제로 측정된 총 가스 흐름 값 사이의 차이가 결정될 수 있다. 이러한 차이로부터, 가장 높은 값 또는 소정의 값까지 이러한 구역의 총 가스 흐름을 증가시키기 위해 선택된 구역에서 부가될 수 있는 부가적인 흐름 단면적 ΔA_j 이 결정될 수 있다.

[0054] 상술된 바와 같이, 일 구역에서 부가적인 흐름 단면적을 제공하기 위하여, 부가적인 홀이 기계적 드릴링, 초음파 드릴링 또는 레이저 드릴링 등의 임의의 적합한 기술에 의해 그 구역에서 제조될 수 있다. 홀을 형성하는데 사용되는 특정의 홀 제조 기술과 관련된 오차를 가정하면, 부가적인 홀의 실제의 직경은 계산된 직경과 다

르다. 홀을 부가하는 것으로부터 초래되는 구역에 대한 흐름 보정의 정확성에 대한 부가된 홀의 홀 사이즈에 있어서의 오차의 영향은 다음의 방식으로 추정될 수 있다.

[0055] A_x 는 구역 x 에서의 (홀의 축의 방향에 수직으로 측정된) 실제의 홀 흐름 단면적의 총합이라고 가정한다. 소정의 흐름 레벨까지 구역 x 의 흐름 레벨을 증가시키기 위한 부가적인 홀 단면적은 ΔA 이다. 이러한 보정을 달성하기 위하여, 반경 r 의 하나의 둥근 홀이 구역 x 에 부가된다고 가정하면,

$$\Delta A = \pi r^2 \quad (1)$$

[0056]

[0057] 이다.

[0058] (εA 로서 직경 오차를 갖는 홀을 부가하는 것으로부터 초래되는) 구역 흐름 단면적에서의 오차를 표시하고, 부가된 홀의 반경에서의 오차를 δ 로서 표시하면,

$$\left| \pi (r + \delta)^2 - \Delta A \right| < \varepsilon A \quad (2)$$

[0059]

[0060] 이 된다.

[0061] 전개하고, 재배열하고, 수학식 (1) 을 사용하고, (중요하지 않은) δ^2 항을 제거하면,

$$\left| \frac{2\pi r \delta}{A} \right| < \varepsilon \quad (3)$$

[0062]

[0063] 이 된다.

[0064] 구역 x 가 각각 반경 r_0 를 갖는 n 개의 홀을 갖는다고 가정하면, n 개의 홀에 대한 총 흐름 단면적 A 는 $n\pi r_0^2$ 과 같다. 수학식 (1) 및 (3) 결합하면, 다음의 수학식이되며, 여기서 ε 은 결과의 흐름 오차이다.

$$\left| \frac{2r\delta}{nr_0^2} \right| < \varepsilon \quad (4)$$

[0065]

[0066] 수학식 (4) 는 사이즈 오차 δ 를 갖는 홀을 부가하는 것으로부터 초래되는 구역 x 에 대한 흐름 단면적에서의 오차는 δ 에 직접 비례하고, 구역에서의 홀의 수 n 및 현재의 홀의 반경 r_0 의 제곱에 반비례한다는 것을 나타낸다. 따라서, δ 의 주어진 값 및 n 개의 홀에 대하여, 홀 반경 r_0 를 증가시키는 것은 홀을 부가하는 것으로부터 초래되는 구역에 대한 결과의 흐름 오차 ε 를 감소시킨다.

[0067] 예시적인 실시형태에 있어서, $r_0 = 0.0125$ 인치이고 $r = 0.020$ 인치라고 가정하고, n 및 δ 를 변화시킨다. 그 계산된 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2

구역 내의 홀의 총 수 (n)	부가적 홀 의 반경 사이즈의 오차 (δ) (inch)	구역에 대한 결과의 흐름 오차 (ϵ) (%)
100	0.001	0.26
100	0.005	1.3
40	0.001	0.64
40	0.005	3.2

[0068]

[0069]

표 2에 나타난 바와 같이, δ 의 주어진 값에 대하여, 가스 분배 부재의 일 구역에서의 홀의 총수를 증가시키는 것은 소정의 홀 사이즈 오차를 위한 그 구역에 대한 결과의 흐름 오차 ϵ 를 감소시킨다. 즉, 원하는 가스 흐름을 달성하기에 충분한 그 구역에서의 홀의 총 수를 증가시키므로써, 원하는 전체 흐름 오차를 달성할 수 있는 부가적인 홀의 사이즈의 정밀도는 감소된다. 따라서, 기계적 드릴링 등의 덜 정밀한 홀 제조 기술이 하나 이상의 구역에 대해 원하는 전체 흐름 오차를 갖는 부가적인 홀을 제조하는데 적합할 수도 있다. 예를 들어, 하나 이상의 부가적인 홀이 기계적인 드릴링에 의해 100개의 홀을 갖는 구역에서 제조될 수도 있는 반면, 레이저 드릴링 등의 더 정밀한 제조 기술은 단지 40 개의 홀을 갖는 구역에서 하나 이상의 부가적인 홀을 제조하는데 바람직할 수도 있다. 부가된 홀과 관련된 흐름 오차를 감소시키기 위하여, 일 구역의 홀의 수는 홀에 의해 부가된 ΔA 가 그 구역의 홀의 총 단면적에 비해 크지 않도록 증가될 수 있다.

[0070]

또한 표 2에 나타난 바와 같이, 0.001 인치의 δ 의 값 및 100 개의 홀에 대하여, 홀 직경에 있어서의 오차로부터 초래되는 ϵ 의 값은 이상적인 흐름의 0.26% 이다. 부가적인 홀에 대한 0.005 인치의 반경 오차 (즉, 0.010 의 직경 오차) 에 대하여, 구역에 대한 흐름 오차는 단지 1.3% 이다. 그 계산은 0.005 인치의 용이하게 달성가능한 부가 홀 직경 오차에 대하여, 40 홀 구역이 약 3% 의 오차 (즉, $\delta = 0.0025$ 인치 및 $\epsilon = 0.016$) 내에서 보정될 수 있다.

[0071]

도 4는 매체 밀도 플라즈마를 발생시킬 수 있는 용량 결합 플라즈마 처리 챔버 (102) 를 포함하는 예시적인 플라즈마 처리 장치 (100) 를 나타낸다. 플라즈마 처리 챔버 (102) 는 챔버 벽 (103) 을 포함한다. 접지로의 전기 경로를 제공하기 위해, 챔버 벽 (103) 은 알루미늄 등으로 만들어져 전기적으로 접지될 수 있다.

[0072]

플라즈마 처리 장치 (100) 는 플라즈마 처리 중에 부식 및 침식에 저항하는 보호 재료로 만들어진 및/또는 보호 코팅을 포함하는 챔버 벽, 라이너 등의 컴포넌트를 포함할 수 있다. 예시적인 컴포넌트가 예를 들어 공동으로 양도된 미국특허 번호 제 6,408,786; 6,464,843; 6,506,254, 6,620,520; 6,780,787; 6,805,952 및 6,830,622 호에 기재되어 있으며, 이들 각각은 전체로서 참조로 여기에 포함된다.

[0073]

플라즈마 처리 챔버 (102) 는 챔버 벽 (103) 에 제공되어 반도체 기판을 플라즈마 처리 챔버 (102) 의 안과 밖으로 이송하는 웨이퍼 이송 슬롯 (118) 을 포함한다.

[0074]

플라즈마 처리 챔버 (102) 는 저부 표면 (108) 을 갖는 상부 전극 (104) 을 포함한다. 저부 표면 (108) 는 그 전체로서 참조로 여기에 포함된, 미국 특허 번호 제 6,391,787 호에 기재된 바와 같이 평탄하거나 단차를 가질 수 있다. 상부 전극 (104) 은 단일 부품 또는 복수의 부품 전극일 수 있다. 상부 전극 (104) 은 플라즈마 처리 챔버 내로 처리 가스를 분배하는 가스 통로를 포함하는 샤워헤드 전극일 수 있다. 상부 전극 (104) 은 실리콘 (예를 들어, 단결정 실리콘, 다결정 실리콘 또는 비정질 실리콘) 또는 실리콘 카바이드일 수 있다. 장치 (100) 는 상부 전극 (104) 에 처리 가스를 공급하는 가스 소스 (도시하지 않음) 를 포함한다.

[0075]

상부 전극 (104) 은 그 전체로서 참조로 여기에 포함된 공동으로 양도된 미국특허 번호 제 6,073,577 호에 기재된 탄성 결합 전극 조립체에 제공될 수 있다.

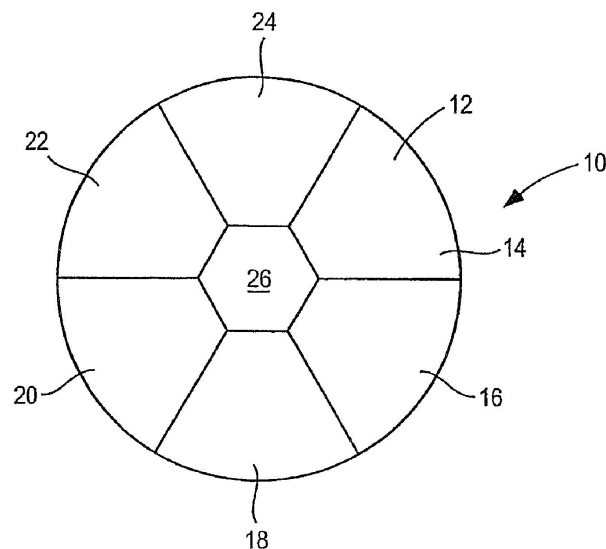
[0076]

상부 전극 (104) 은 바람직하게는 매칭 네트워크를 통해 RF 전원 (106) 에 의해 전력이 공급된다. 또 다른 실시형태에 있어서, 상부 전극 (104) 은 이하에 기재된 바와 같이 플라즈마 처리 챔버 (102) 의 저부 전극에 의해 공급된 전력을 위한 리턴 경로를 제공하기 위해 접지될 수 있다.

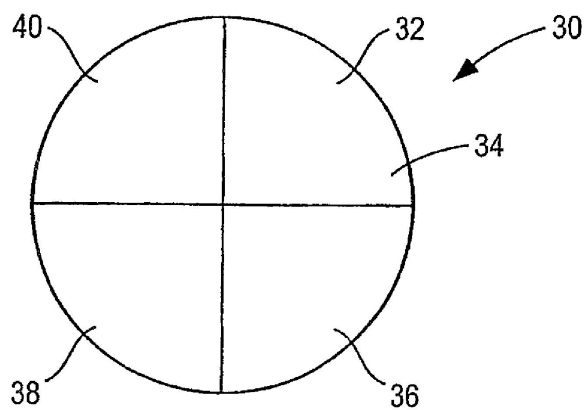
- [0077] 장치 (100) 는 플라즈마 한정 링 조립체를 포함하여 플라즈마 챔버의 선택된 영역에 플라즈마를 한정할 수 있다. 적합한 조립체가, 예를 들어 미국특허 번호 제 5,534,751; 5,998,932 및 6,527,911 호에 기재되어 있으며, 이는 전체로서 참조로 여기에 포함된다.
- [0078] 도 1에 도시된 장치 (100) 의 실시형태에서, 처리 가스는 상부 전극 (104) 과 기판 서포트 (111) 상에 지지된 반도체 기판 (10), 예를 들어, 실리콘 웨이퍼 사이에 발현된 플라즈마 영역에 플라즈마 처리 챔버 (102) 로 공급된다. 기판 서포트 (111) 는 바람직하게는 정전 클램핑력에 의해 기판 서포트 상에 반도체 기판 (10) 을 고정하는 정전 척 (114) 을 포함한다. 정전 척 (114) 은 저부 전극으로서 기능하고 바람직하게는 (통상 매칭 네트워크를 통해) RF 전원 (116) 에 의해 바이어스되어 있다. 정전 척 (114) 의 상부 표면 (115) 은 바람직하게는 반도체 기판 (10) 과 대략 동일한 직경을 갖는다.
- [0079] 펌프 (도시하지 않음) 는 플라즈마 처리 챔버 (102) 내부에 소정의 진공 압력을 유지하도록 적응된다. 가스는 일반적으로 화살표 (110) 에 의해 표시되는 방향으로 펌프에 의해 배출된다.
- [0080] 사용될 수 있는 예시적인 평행판 플라즈마 리액터는 듀얼 주파수 플라즈마 에칭 리액터 (예를 들어, 전체로서 참조로 여기에 포함된 공동으로 양도된 미국특허 번호 제 6,090,304호 참조) 이다. 이러한 리액터에서, 에칭 가스는 가스 공급장치로부터 샤워헤드 전극으로 공급될 수 있고 플라즈마는 RF 에너지를 2개의 RF 소스로부터 샤워헤드 전극 및/또는 저부 전극으로 공급함으로써 리액터내에 발생될 수 있고, 또는 샤워헤드 전극은 전기적으로 접지될 수 있고 2개의 상이한 주파수의 RF 에너지가 저부 전극으로 공급될 수 있다.
- [0081] 상술한 것은 본 발명의 원리, 바람직한 실시형태 및 동작형태를 설명했다. 그러나, 본 발명은 논의된 특정의 실시형태에 제한되는 것으로 이해되지 않아야 한다. 따라서, 상술된 실시형태는 제한이라기 보다는 예시로서 간주되어야 하고, 다음의 청구범위에 의해 정의된 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않고 당업자에 의해 이들 실시형태의 변경이 행해질 수 있다.

도면

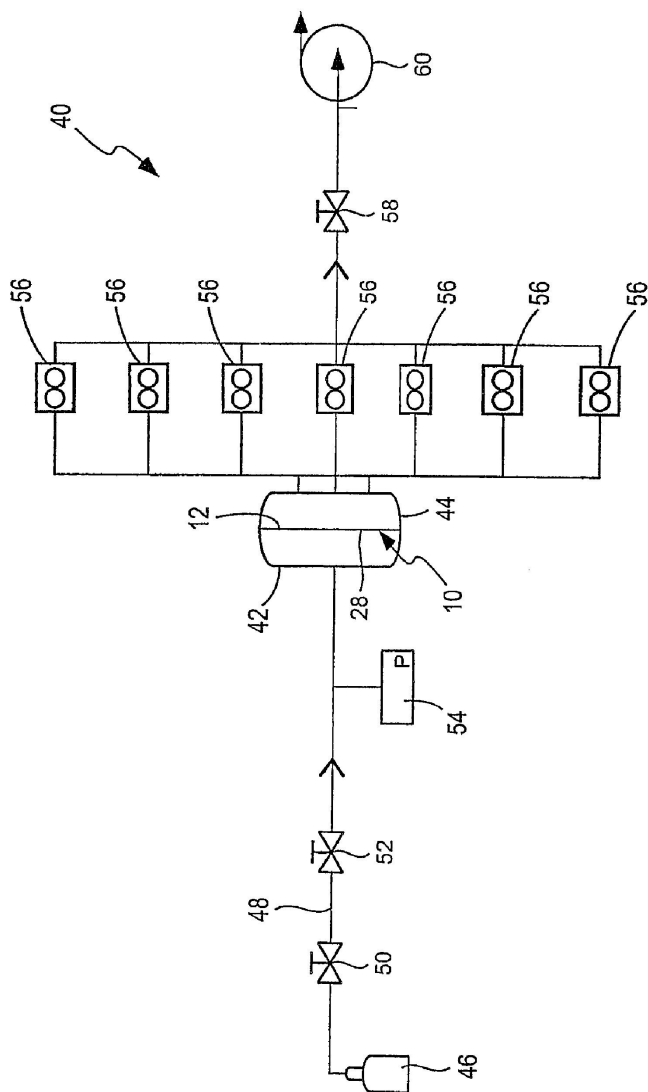
도면1



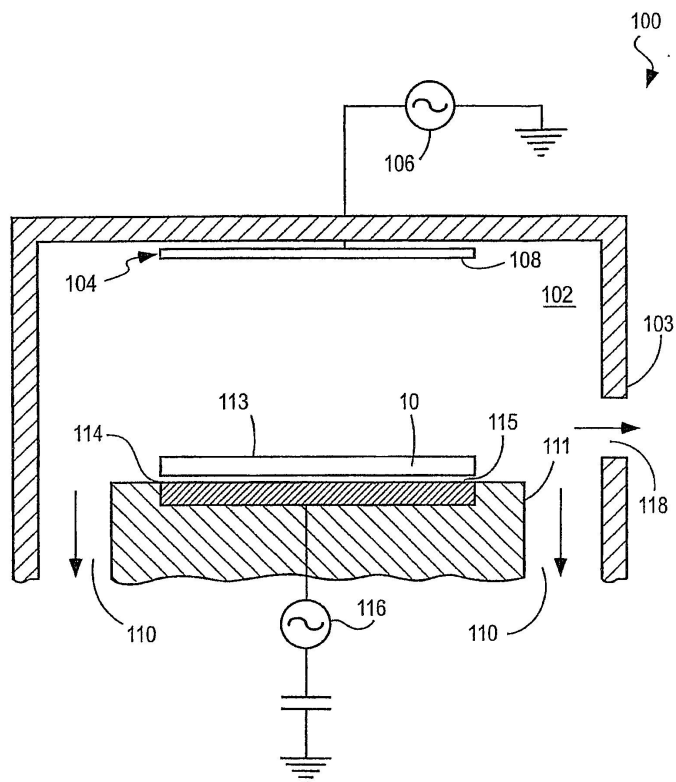
도면2



도면3



도면4



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 제1항, 4째줄

【변경전】

가스 분재 부재의 복수의 구역의

【변경후】

가스 분배 부재의 복수의 구역의