



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년07월03일
(11) 등록번호 10-2828235
(24) 등록일자 2025년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/56 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32477 (2013.01)
H01J 37/3244 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7001257
(22) 출원일자(국제) 2019년05월21일
심사청구일자 2022년02월17일
(85) 번역문제출일자 2021년01월14일
(65) 공개번호 10-2021-0008931
(43) 공개일자 2021년01월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2019/033259
(87) 국제공개번호 WO 2019/240915
국제공개일자 2019년12월19일
(30) 우선권주장
62/685,098 2018년06월14일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP11238722 A*
KR1020160034298 A*
KR1020180041073 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
(72) 발명자
우, 지안
미국 95130 캘리포니아주 산호세 두발 드라이브
1771
리우, 웨이
미국 95129 캘리포니아주 산호세 무어파크 애비뉴
5035
(74) 대리인
(뒷면에 계속)
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 15 항

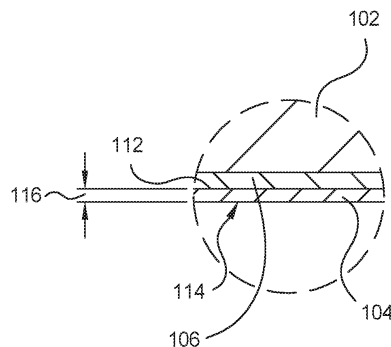
심사관 : 이현석

(54) 발명의 명칭 보호 코팅을 갖는 프로세스 챔버 프로세스 키트

(57) 요약

본원에 설명된 실시예들은 일반적으로, 플라즈마 프로세스 챔버를 위한 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 일 실시예에서, 플라즈마 처리 챔버 내에 사용되는 챔버 구성요소가 제공되고, 챔버 구성요소는 조면화된 비평탄 제1 표면을 구성하는 금속성 기재 물질 - 조면화된 비평탄 표면은 4 마이크로인치 내지 80 마이크로인치의 Ra 표면 거칠기를 가짐 -, 조면화된 비평탄 표면 위에 형성된 평탄한 실리카 코팅 - 평탄한 실리카 코팅은 조면화된 비평탄 표면의 Ra 표면 거칠기 미만의 Ra 표면 거칠기를 갖는 표면, 약 0.2 미크론 내지 약 10 미크론의 두께, 1 체적% 미만의 공극률을 갖고, 2E¹² 원자/제곱센티미터 미만의 알루미늄을 함유함 - 을 포함한다.

대표도 - 도1b



(52) CPC특허분류

H01L 21/02274 (2013.01)

H01L 21/56 (2013.01)

H01L 21/67017 (2013.01)

(72) 발명자

왕, 린린

미국 94539 캘리포니아주 프레몬트 마스터스 코트
47863

구아리니, 테레사 크라머

미국 95148 캘리포니아주 산호세 글렌프로즌 코트
3488

베반, 말콤

미국 95051 캘리포니아주 산타 클라라 넘버1724 페
퍼 트리 레인 900

호릴차크, 라라

미국 95020 캘리포니아주 길로이 처치 스트리트
7090

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 처리 챔버 내에서 사용되는 챔버 구성요소로서,

조면화된 비평탄 표면을 구성하는 금속성 기재 물질 - 상기 조면화된 비평탄 표면은 4 마이크로인치 내지 80 마이크로인치의 평균 표면 거칠기(Ra)를 가짐 -; 및

상기 조면화된 비평탄 표면 위에 형성된 실리카 코팅을 포함하고,

상기 실리카 코팅은 상기 조면화된 비평탄 표면의 Ra 미만인 Ra를 갖는 표면을 갖고,

상기 실리카 코팅은 0.2 미크론 내지 10 미크론의 두께를 갖고,

상기 실리카 코팅은 1 체적% 미만의 공극물을 갖고,

상기 실리카 코팅은, 상기 실리카 코팅의 표면이 $2E^{12}$ 원자/제곱센티미터 미만의 알루미늄을 함유하도록, 알루미늄 원자가 상기 금속성 기재 물질로부터 상기 실리카 코팅 내로 침출되는 것을 차단하는, 챔버 구성요소.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속성 기재 물질은 알루미늄을 포함하는, 챔버 구성요소.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속성 기재 물질은 가스 분배 샤워헤드를 구성하는, 챔버 구성요소.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속성 기재 물질은 노즐 조립체를 구성하는, 챔버 구성요소.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속성 기재 물질은 배플을 구성하는, 챔버 구성요소.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속성 기재 물질은 라이너를 구성하는, 챔버 구성요소.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 라이너는 캐소드 라이너를 포함하는, 챔버 구성요소.

청구항 8

플라즈마 처리 환경에서 사용하기 위한 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법으로서,

조면화된 비평탄 표면을 구성하는 금속성 기재 물질로부터 상기 챔버 구성요소의 몸체를 형성하는 단계;

상기 조면화된 비평탄 표면 위의 상기 몸체 상에 실리카의 층을 형성하는 단계; 및
 상기 금속성 기재 물질 및 상기 실리카의 층을 가열하는 단계를 포함하고,
 상기 실리카의 층은 조면화된 비평탄 표면의 Ra 표면 거칠기 미만인 Ra 표면 거칠기를 갖는 표면을 갖고,
 상기 실리카의 층은 0.2 미크론 내지 10 미크론의 두께를 갖고,
 상기 실리카의 층은 1 체적% 미만의 공극률을 갖고,
 상기 실리카의 층은, 상기 실리카의 층의 표면이 $2E^{12}$ 원자/제곱센티미터 미만의 알루미늄을 함유하도록, 알루미늄 원자가 상기 금속성 기재 물질로부터 상기 실리카의 층 내로 침출되는 것을 차단하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,
 상기 금속성 기재 물질은 알루미늄을 포함하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,
 상기 금속성 기재 물질은 가스 분배 샤워헤드를 구성하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,
 상기 금속성 기재 물질은 노즐 조립체를 구성하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 12

제8항에 있어서,
 상기 금속성 기재 물질은 배플을 구성하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 13

제8항에 있어서,
 상기 금속성 기재 물질은 라이너를 구성하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,
 상기 라이너는 캐소드 라이너를 포함하는, 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법.

청구항 15

방법으로서,
 질소 또는 산소를 함유하는 플라즈마로 프로세스 챔버를 플라즈마 처리하는 단계 — 상기 프로세스 챔버는:
 조면화된 비평탄 표면을 구성하는 금속성 기재 물질 — 상기 조면화된 비평탄 표면은 4 마이크로인치 내지 80 마이크로인치의 평균 표면 거칠기(Ra)를 가짐 —;
 상기 조면화된 비평탄 표면 위에 형성된 평탄한 실리카 코팅 — 상기 평탄한 실리카 코팅은 상기 조면화된 비평탄 표면의 Ra 미만인 Ra를 갖는 표면을 갖고, 상기 평탄한 실리카 코팅은 0.2 미크론 내지 10 미크론의 두께를 갖고, 상기 평탄한 실리카 코팅은 1 체적% 미만의 공극률을 갖고, 상기 평탄한 실리카 코팅은, 상기 평탄한 실리카 코팅의 표면이 $2E^{12}$ 원자/제곱센티미터 미만의 알루미늄을 함유하도록, 알루미늄 원자가 상기 금속성 기재 물질로부터 상기 평탄한 실리카 코팅 내로 침출되는 것을 차단함 — 을 포함하는 챔버 구성요소를 포

함함 -;

기관을 상기 프로세스 챔버 내에 배치하는 단계 - 스택은 상기 기관 상에 배치됨 -; 및
 상기 기관 상에 배치된 상기 스택을 플라즈마 처리하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용은 일반적으로, 플라즈마 처리 챔버 장치에서 사용하기 위한 툴들 및 구성요소들에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 개시내용은 부식성 플라즈마 환경에 대해 저항성인 플라즈마 처리 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 처리는 다수의 상이한 화학적 및 물리적 프로세스들을 수반하며, 이로써 미세한 집적 회로들이 기관 상에 생성된다. 집적 회로를 구성하는 물질들의 층들은 화학 기상 증착, 물리 기상 증착, 에피택셜 성장 등에 의해 생성된다. 물질의 층들 중 일부는 포토레지스트 마스크들 및 습식 또는 건식 식각 기법들을 사용하여 패터닝된다. 집적 회로들을 형성하는 데 활용되는 기관은 규소, 비화갈륨, 인화인듐, 유리, 또는 다른 적절한 물질일 수 있다.

[0003] 전형적인 반도체 처리 챔버는 프로세스 구역을 한정하는 챔버 몸체, 가스 공급부로부터 프로세스 구역 내로 가스를 공급하도록 적응된 가스 분배 조립체, 기관 지지 조립체 상에 위치한 기관을 처리하기 위해 프로세스 가스에 에너지를 공급하는 데 활용되는 가스 에너지 공급기, 예를 들어 플라즈마 생성기, 및 가스 배기부를 포함한다. 플라즈마 처리 동안, 에너지 공급된 가스는 종종, 처리 챔버 구성요소들의 노출된 부분들, 예를 들어, 처리 동안 기관을 유지하는 정전 척을 식각하고 침식시키는 고반응성 종들 및 이온들로 구성된다. 추가적으로, 처리 부산물들이 종종, 전형적으로 고반응성 플루오린으로 주기적으로 세정되는 챔버 구성요소들 상에 증착된다. 챔버 몸체 내로부터 처리 부산물들을 제거하는 데 사용되는 인-시튜 세정 절차들은 처리 챔버 구성요소들의 무결성을 더 침식시킬 수 있다. 처리 및 세정 동안 반응성 종들로부터의 공격은 챔버 구성요소들의 수명을 감소시키고 서비스 빈도를 증가시킨다. 추가적으로, 챔버 구성요소들의 침식된 부분들로부터의 박편들은 기관 처리 동안 미립자 오염의 원인이 될 수 있다. 또한, 챔버 구성요소의 기재 물질로부터의 미량 금속들이 챔버 구성요소로부터 침출되어 기관을 오염시킬 수 있다. 이로써, 챔버 구성요소들은 일반적으로, 다수의 프로세스 주기들 후에 그리고 챔버 구성요소들이 기관 처리 동안 일관되지 않거나 바람직하지 않은 특성들을 제공하기 전에 교체된다. 그러나, 챔버 구성요소들의 빈번한 교체는 처리 챔버의 서비스 수명을 감소시키고, 챔버 비가동시간을 증가시키고, 유지보수 빈도를 증가시키고, 기관 수율들을 감소시킨다.

[0004] 그러므로, 플라즈마 처리 챔버 환경에 대해 더 저항성인 챔버 구성요소들을 형성하기 위한 개선된 방법이 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본원에 설명된 실시예들은 일반적으로, 플라즈마 프로세스 챔버를 위한 챔버 구성요소를 제조하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 일 실시예에서, 플라즈마 처리 챔버 내에 사용되는 챔버 구성요소가 제공되고, 챔버 구성요소는 조면화된 비평탄 제1 표면을 구성하는 금속성 기재 물질 - 조면화된 비평탄 표면은 4 마이크로인치 내지 80 마이크로인치의 Ra 표면 거칠기를 가짐 -, 조면화된 비평탄 표면 위에 형성된 평탄한 실리카 코팅 - 평탄한 실리카 코팅은 조면화된 비평탄 표면의 Ra 표면 거칠기 미만인 Ra 표면 거칠기를 갖는 표면, 약 0.2 미크론 내지 약 10 미크론의 두께, 1 체적% 미만의 공극률을 갖고, $2E^{12}$ 원자/제곱센티미터 미만의 알루미늄을 함유함 - 을 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0006] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있도록, 위에 간략히 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 이루어질 수 있으며, 이들 중 일부는 첨부 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있기 때문에, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 예시하고 그러므로 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야

한다.

도 1a는 처리 챔버 내에서 사용될 수 있는 플라즈마 처리 챔버 구성요소의 일 실시예의 단면도를 예시한다.

도 1b는 도 1a의 플라즈마 처리 챔버 구성요소의 확대도이다.

도 2는 플라즈마 처리 시스템을 개략적으로 예시한다.

도 3은 본원에 설명되는 바와 같은 챔버 구성요소 상의 플라즈마 저항성 코팅의 시험을 나타내는 데이터 시트이다.

이해를 용이하게 하기 위해, 가능한 경우, 도면들에 공통된 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 요소들 및 특징들이 추가의 언급 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 도 1a는 처리 챔버 내에서 사용될 수 있는 플라즈마 처리 챔버 구성요소(100)의 일 실시예의 단면도를 예시한다. 도 1b는 도 1a의 플라즈마 처리 챔버 구성요소(100)의 확대도이다. 챔버 구성요소(100)가 직사각형 단면을 갖는 것으로 도 1a에 도시되지만, 논의의 목적들을 위해, 챔버 구성요소(100)는 챔버 몸체, 챔버 몸체 상부 라이너, 챔버 몸체 하부 라이너, 챔버 몸체 플라즈마 도어, 캐소드 라이너, 챔버 덮개 가스 링, 스로틀링 게이트 밸브 스톱, 플라즈마 스크린, 페디스털, 기관 지지 조립체, 샤워헤드, 가스 노즐 등을 포함하지만 이에 제한되지 않는 임의의 챔버 부품의 형태를 취할 수 있다는 것을 이해한다.

[0008] 챔버 구성요소(100)는 사용 중일 때 처리 챔버 내의 플라즈마 환경에 노출되는 적어도 하나의 노출된 표면(114)을 갖는다. 챔버 구성요소(100)는 몸체(102)의 비평탄(조면화된) 표면(106)의 외측 표면(112) 상에 배치된 플라즈마 저항성 코팅(104)을 갖는 몸체(102)를 포함한다. 플라즈마 저항성 코팅(104)은, 비평탄 표면(106)보다 훨씬 더 매끄러운 표면을 생성하기 위해, 비평탄 표면(106)의 피트들 및 밸리들을 채운다(예를 들어, 비평탄 표면(106)을 평탄화한다).

[0009] 챔버 구성요소(100)의 몸체(102)는 금속성 물질, 예컨대, 알루미늄, 스테인리스 강뿐만 아니라 이들의 합금들, 또는 세라믹 물질이다. 플라즈마 저항성 코팅(104)은 완전히 결정화된 실리카 물질(예를 들어, 이산화규소 (SiO₂)) 물질이다. 플라즈마 저항성 코팅(104)의 두께(116)는 약 0.2 마이크로미터(μm) 내지 약 10 μm, 또는 그 초과이다. 플라즈마 저항성 코팅(104)은 약 1 체적% 미만의 공극률을 갖는다. 외측 표면(112)은 약 4 마이크로인치(μ") 내지 약 80 μ"의 평균 표면 거칠기(Ra)로 마감된다. 그러나, 플라즈마 저항성 코팅(104)은 외측 표면(112)의 Ra 미만의 Ra를 갖는다.

[0010] 플라즈마 저항성 코팅(104)은 외측 표면(112)을 실리카 물질로 페인팅하거나, 펴바르거나, 분무하는 것과 같은 기법들을 사용하여 도포된다. 그 다음, 플라즈마 저항성 코팅(104)은 코팅된 챔버 구성요소(100)를 노에 배치함으로써 어닐링된다. 가열은 플라즈마 저항성 코팅(104)에서의 표면 장력을 완화시키며, 이는 플라즈마 저항성 코팅(104)을 등각으로 또는 평평하게 할 뿐만 아니라 매끄럽게 만든다. 가열은 섭씨 약 200 도 이하의 온도에서일 수 있다. 가열은 약 1시간 동안 수행될 수 있다.

[0011] 도 2는 플라즈마 처리 시스템(200)을 개략적으로 예시한다. 플라즈마 처리 시스템(200)은 처리 체적(241)을 한정하는 챔버 몸체(225)를 포함한다. 챔버 몸체(225)는, 기관(201)의 처리 체적(241)으로의 진입 및 그로부터의 진출을 허용하기 위해, 밀봉가능한 슬릿 밸브 터널(224)을 포함한다. 챔버 몸체(225)는 측벽들(226) 및 덮개(243)를 포함한다. 측벽들(226) 및 덮개(243)는 금속들 또는 세라믹 물질들로 제조될 수 있고, 본원에 설명된 바와 같은 플라즈마 저항성 코팅(104)을 포함할 수 있다. 플라즈마 처리 시스템(200)은 챔버 몸체(225)의 덮개(243) 위에 배치된 안테나 조립체(270)를 더 포함한다. 무선 주파수(RF) 전원(215) 및 정합 네트워크(217)는 플라즈마 생성을 위한 에너지를 제공하기 위해 안테나 조립체(270)에 결합된다.

[0012] 안테나 조립체(270)는 플라즈마 처리 시스템(200)의 대칭 축(273)(예를 들어, 길이방향 축)과 동축으로 배치된 하나 이상의 코일 안테나를 포함한다. 도 2에 도시된 바와 같이, 플라즈마 처리 시스템(200)은 덮개(243) 위에 배치된 외측 코일 안테나(271) 및 내측 코일 안테나(272)를 포함한다. 일 실시예에서, 코일 안테나들(271, 272)은 독립적으로 제어될 수 있다. 플라즈마 처리 시스템(200)에서 2개의 동축 안테나들이 설명되지만, 다른 구성들, 예컨대, 하나의 코일 안테나, 3개 이상의 코일 안테나 구성들이 고려될 수 있다는 점을 주목해야 한다.

[0013] 내측 코일 안테나(272)는 작은 피치를 갖는 와선형으로 권취되어 내측 안테나 체적(274)을 형성하는 하나 이상

의 전기 전도체를 포함한다. 전류가 하나 이상의 전기 전도체를 통과할 때, 내측 코일 안테나(272)의 내측 안테나 체적(274)에 자기장이 확립된다. 아래에 논의되는 바와 같이, 본 개시내용의 실시예들은 내측 안테나 체적(274)의 자기장을 사용하여 플라즈마를 생성하기 위해 내측 코일 안테나(272)의 내측 안테나 체적(274) 내에 챔버 확장 체적을 제공한다.

- [0014] 내측 코일 안테나(272) 및 외측 코일 안테나(271)는, 예를 들어, 챔버 벽의 특정 형상에 일치하거나 챔버 몸체(225) 내에서 대칭 또는 비대칭을 달성하기 위해 응용에 따라 다른 형상들을 가질 수 있다는 점을 주목해야 한다. 일 실시예에서, 내측 코일 안테나(272) 및 외측 코일 안테나(271)는 하이퍼-직사각형의 형상으로 내측 안테나 체적들을 형성할 수 있다.
- [0015] 플라즈마 처리 시스템(200)은 처리 체적(241)에 배치된 기관 지지부(240)를 더 포함한다. 기관 지지부(240)는 처리 동안 기관(201)을 지지한다. 일 실시예에서, 기관 지지부(240)는 정전 척이다. 바이어스 전원(220) 및 정합 네트워크(221)가 기관 지지부(240)에 연결될 수 있다. 바이어스 전원(220)은 처리 체적(241)에 생성된 플라즈마에 바이어스 전위를 제공한다.
- [0016] 도시된 실시예에서, 기관 지지부(240)는 링 형상의 캐소드 라이너(256)에 의해 둘러싸인다. 플라즈마 격납 스크린 또는 배플(252)은 캐소드 라이너(256)의 최상부를 커버하고 기관 지지부(240)의 주변 부분을 커버한다. 기관 지지부(240)는 부식성 플라즈마 처리 환경에 양립가능하지 않거나 취약한 물질들을 함유할 수 있고, 캐소드 라이너(256) 및 배플(252)은 각각, 기관 지지부(240)를 플라즈마로부터 격리시키고 처리 체적(241) 내에 플라즈마를 함유한다. 일 실시예에서, 캐소드 라이너(256) 및 배플들(252)은 처리 체적(241) 내에 함유된 플라즈마에 저항성인 고순도 플라즈마 저항성 코팅(104)을 포함할 수 있다. 위에 설명된 바와 같은 캐소드 라이너(256) 및 배플들(252) 상의 플라즈마 저항성 코팅(104)은 캐소드 라이너(256) 및 배플들(252)의 서비스 수명을 개선한다.
- [0017] 플라즈마 스크린(250)은 기관(201)의 표면에 걸친 플라즈마의 대전된 및 중성 종들의 공간적 분포를 제어하기 위해 기관 지지부(240)의 최상부 상에 배치된다. 일 실시예에서, 플라즈마 스크린(250)은 챔버 벽들로부터 전기적으로 격리된 실질적으로 평평한 부재를 포함하고, 평평한 부재를 통해 수직으로 연장되는 복수의 애퍼처들을 포함한다. 플라즈마 스크린(250)은, 처리 체적(241) 내의 프로세스 환경에 저항하는, 위에서 설명된 바와 같은 고순도 플라즈마 저항성 코팅(104)을 포함할 수 있다.
- [0018] 덮개(243)는 하나 이상의 처리 가스의 진입을 허용하기 위한 개구부(244)를 갖는다. 일 실시예에서, 개구부(244)는, 처리 중인 기관(201)의 중심에 대응하는, 플라즈마 처리 시스템(200)의 중심 축 근처에 배치될 수 있다.
- [0019] 플라즈마 처리 시스템(200)은 개구부(244)를 커버하는 덮개(243) 위에 배치된 챔버 연장부(251)를 포함한다. 일 실시예에서, 챔버 연장부(251)는 안테나 조립체(270)의 코일 안테나 내부에 배치된다. 챔버 연장부(251)는 개구부(244)를 통해 처리 체적(241)과 유체 연통하는 연장 체적(242)을 한정한다.
- [0020] 플라즈마 처리 시스템(200)은 처리 체적(241) 및 연장 체적(242)의 개구부(244)에 인접하여 배치된 배플 노즐 조립체(255)로서 도시된 가스 분배 샤워헤드를 포함한다. 배플 노즐 조립체(255)는 하나 이상의 처리 가스를 연장 체적(242)을 통해 처리 체적(241) 내로 지향시킨다. 일 실시예에서, 배플 노즐 조립체(255)는, 처리 가스가 연장 체적(242)을 통과하지 않고 처리 체적(241)에 진입하는 것을 허용하는 우회 경로를 갖는다. 배플 노즐 조립체(255)는 알루미늄으로 제조될 수 있고, 위에서 설명된 바와 같은 플라즈마 저항성 코팅(104)을 포함할 수 있다.
- [0021] 연장 체적(242)이 내측 안테나 체적(274) 내에 있기 때문에, 연장 체적(242)의 처리 가스는 처리 체적(241)에 진입하기 전에 내측 코일 안테나(272)의 자기장에 노출된다. 연장 체적(242)의 사용은 내측 코일 안테나(272) 또는 외측 코일 안테나(271)에 인가되는 전력의 증가 없이 처리 체적(241) 내의 플라즈마 강도를 증가시킨다.
- [0022] 플라즈마 처리 시스템(200)은, 처리 체적(241)에 진공을 제공하고 처리 체적을 배기하기 위해, 펌프(230) 및 스톱 밸브(235)를 포함한다. 스톱 밸브(235)는 게이트 밸브 스톱플(254)을 포함할 수 있다. 게이트 밸브 스톱플(254)은 알루미늄으로 제조될 수 있다. 플라즈마 처리 시스템(200)은 플라즈마 처리 시스템(200)의 온도를 제어하기 위해 냉각기(245)를 더 포함한다. 스톱 밸브(235)는 펌프(230)와 챔버 몸체(225) 사이에 배치될 수 있고, 챔버 몸체(225) 내의 압력을 제어하도록 작동가능할 수 있다.
- [0023] 플라즈마 처리 시스템(200)은 또한, 하나 이상의 처리 가스를 처리 체적(241)에 제공하기 위해 가스 전달 시스템(202)을 포함한다. 가스 전달 시스템(202)은 챔버 몸체(225)에 바로 인접하여, 예컨대, 챔버 몸체(225) 아래

에 배치된 하우징(205)에 위치된다. 가스 전달 시스템(202)은, 챔버 몸체(225)에 프로세스 가스들을 제공하기 위해, 하나 이상의 가스 패널(204)에 위치된 하나 이상의 가스 공급원을 배플 노즐 조립체(255)에 선택적으로 결합시킨다. 가스 전달 시스템(202)은 가스들을 처리 체적(241)에 제공하기 위해 배플 노즐 조립체(255)에 연결된다. 하우징(205)은 가스들을 변경할 때 가스 전이 시간을 감소시키고, 가스 사용을 최소화하고, 가스 낭비를 최소화하기 위해 챔버 몸체(225)에 매우 근접하여 위치된다.

- [0024] 플라즈마 처리 시스템(200)은 챔버 몸체(225)에서 기관(201)을 지지하는 기관 지지부(240)를 상승 및 하강시키기 위한 리프트 시스템(227)을 더 포함한다.
- [0025] 도시된 실시예에서, 챔버 몸체(225)는, 위에서 설명된 바와 같이, 알루미늄일 수 있고 플라즈마 저항성 코팅(104)을 포함할 수 있는 하부 라이너(222) 및 상부 라이너(223)에 의해 보호된다.
- [0026] 가스 전달 시스템(202)은 아래에 더 설명되는 바와 같이 순간적인 속도로 챔버 몸체(225)에 적어도 2개의 상이한 가스 혼합물들을 공급하는 데 사용될 수 있다. 선택적 실시예에서, 플라즈마 처리 시스템(200)은, 챔버 몸체(225)에 트렌치가 형성되고 있을 때, 식각된 트렌치의 깊이 및 증착된 막 두께를 측정하도록 작동가능한 스펙트럼 모니터를 포함할 수 있고, 반응기의 상태를 결정하기 위해 다른 스펙트럼 피쳐들을 사용하는 능력을 갖는다. 플라즈마 처리 시스템(200)은 다양한 기관 크기들, 예를 들어, 최대 약 300 mm 이상의 기관 직경을 수용할 수 있다.
- [0027] 위에서 설명된 처리 시스템(200)의 다양한 챔버 구성요소들은 위에서 설명된 바와 같이 플라즈마 저항성 코팅(104)을 사용하여 제조될 수 있다. 이러한 챔버 구성요소들은 플라즈마 처리 환경에 빈번하게 노출된다. 예를 들어, 플라즈마 저항성 코팅(104)은 챔버 몸체(225), 챔버 몸체 상부 라이너(223), 챔버 몸체 하부 라이너(222), 챔버 몸체 플라즈마 도어(224), 캐소드 라이너(256), 챔버 덮개 가스 링, 스톱플링 게이트 밸브 스톱플(254), 플라즈마 스크린(250), 배플 노즐 조립체(255), 배플들(252), 및 페디스털 또는 기관 지지부(240)에 도포될 수 있다.
- [0028] 도 3은 챔버 구성요소(100) 상의 플라즈마 저항성 코팅(104)의 시험을 나타내는 데이터 시트(300)이다. 플라즈마 저항성 코팅(104)의 시험은 플라즈마 저항성 코팅(104)에 또는 저항성 코팅 상에 낮은 수준들의 미량 금속들을 보여주었다. 이는 플라즈마 저항성 코팅(104)이 챔버 구성요소(100)의 몸체(102)로부터의 금속 원자들이 코팅(104) 내로 침출하는 것을 효과적으로 차단한다는 것을 입증한다. 예를 들어, 플라즈마 저항성 코팅(104)의 알루미늄 농도는 약 $2E^{12}$ 원자/제공센티미터(원자/cm²) 미만이었다. 많은 다른 미량 금속들이 플라즈마 저항성 코팅(104)에 또는 저항성 코팅 상에 존재했지만 임계 수준들 미만이었다.
- [0029] 개시된 프로세스 챔버 및 그의 구성요소들은 하나 이상의 기관 처리 작동에서 사용될 수 있다. 아래의 설명은 하나의 그러한 예시적인 프로세스를 제공하지만, 다른 프로세스들이 고려된다.
- [0030] 일 예에서, 프로세스 챔버, 예컨대, 챔버 몸체(225)는 기관이 챔버 몸체에 배치되지 않고 H₂ 플라즈마로 처리된다. 기관을 챔버에 도입하기 전의 챔버 몸체(225)의 플라즈마 처리는 모든 웨이퍼간 플라즈마(PEW)로 지칭될 수 있다. 프로세스 챔버의 플라즈마 처리, 또는 PEW는 하나 이상의 가스, 예컨대, O₂, N₂, NH₃, Ar, H₂, He 또는 이들의 조합들을 챔버 몸체(225) 내로 도입하는 단계, 및 플라즈마를 형성하기 위해 하나 이상의 가스에 에너지를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. 대안적으로, PEW는 산소, 질소, 수소, 암모니아, 수산화물, 또는 이들의 조합의 이온들 및/또는 라디칼들을 함유하는 플라즈마를 챔버 몸체(225) 내로 도입하는 단계를 포함할 수 있고, 플라즈마는 챔버 몸체(225) 외부의 원격 플라즈마 공급원에 형성된다.
- [0031] 일 실시예에서, NH₃ 및 Ar 가스들이 챔버 몸체(225) 내에 도입된다. 다른 실시예에서, O₂ 및 H₂ 가스들이 챔버 몸체(225) 내에 도입된다. 다른 실시예에서, O₂ 및 Ar 가스들이 챔버 몸체(225) 내에 도입된다. 다른 실시예에서, O₂ 가스가 챔버 몸체(225) 내에 도입된다. 또 다른 실시예에서, N₂ 가스가 챔버 몸체(225) 내에 도입된다. 전형적으로, 기관을 도입하기 전의 챔버 몸체(225)의 플라즈마 처리는 산소 또는 질소를 함유하는 플라즈마를 프로세스 챔버에 형성하거나 도입하는 단계를 수반한다.
- [0032] 일부 실시예들에서, 하나 이상의 가스는 RF 전원에 의해 에너지를 공급받는다. RF 전력은 2% 내지 70% 듀티 사이클로 펄싱될 수 있고, 약 100 W 내지 약 2500 W 범위일 수 있다. RF 전력은 약 100 W 내지 약 2500 W 범위의 연속파일 수 있다. 챔버 몸체(225)는 챔버 몸체(225)의 플라즈마 처리 동안 약 10 밀리토르(mT) 내지 약 200 mT 범위의 챔버 압력을 가질 수 있다. 기관 지지 페디스털, 예컨대, 기관 지지부(240)의 온도일 수 있는

프로세스 온도는 20 °C 내지 약 500 °C 범위일 수 있다.

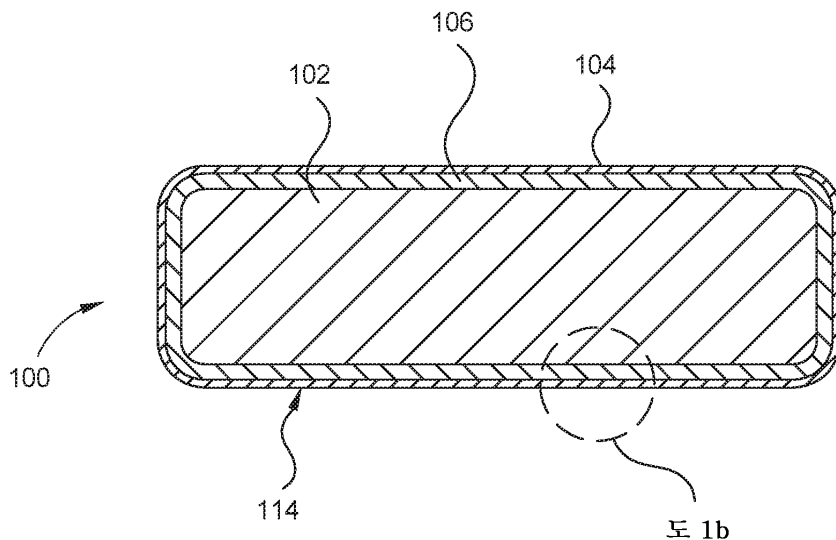
[0033] 그 후, 선택적으로 기관 상에 게이트 스택을 갖는 기관이, 챔버 몸체(225) 내의 수소 함유 플라즈마에 의해 처리된다. 기관의 수소 함유 플라즈마 처리는, 수소 함유 플라즈마를 형성하기 위해, 수소 함유 가스, 예컨대, H₂ 가스, 또는 수소 함유 가스 및 불활성 가스, 예컨대, Ar 가스를 챔버 몸체(225) 내에 도입하는 단계, 및 H₂ 가스 또는 H₂/Ar 가스들에 에너지를 공급하는 단계를 포함할 수 있다. Ar 가스는 챔버 몸체(225)의 서비스 수명을 개선하기 위해(추가로, 수소 함유 플라즈마가 챔버 몸체(225) 내부의 구성요소들을 공격하는 것을 완화시킴), 그리고 H^{*} 라디칼 농도들을 조절하기 위해, H₂ 가스에 추가될 수 있다. 일부 실시예들에서, H₂ 가스 또는 H₂/Ar 가스들은 RF 전원, 예컨대, RF 전원(215)에 의해 에너지를 공급받는다. RF 전력은 2% 내지 60% 듀티 사이클로 펄싱될 수 있고, 약 100 W 내지 약 2500 W 범위일 수 있다. RF 전력은 약 100 W 내지 약 2500 W 범위의 연속파일 수 있다. 챔버 몸체(225)는 기관의 수소 함유 플라즈마 처리 동안 약 10 mT 내지 약 200 mT 범위의 챔버 압력을 가질 수 있다. 기관 지지부의 온도일 수 있는 프로세스 온도는 20 °C 내지 약 500 °C 범위일 수 있다. 기관은 약 10 내지 360 초 동안 수소 함유 플라즈마에 의해 처리될 수 있다. 일 실시예에서, 챔버 압력은 약 100 mT이고, H₂ 가스는 분당 약 25 표준 입방 센티미터(sccm)로 챔버 몸체(225) 내로 유동되고, Ar 가스는 약 975 sccm으로 챔버 몸체(225) 내로 유동되고, RF 전력은 약 500 W이고, 프로세스 온도는 약 400 °C이고, 기관은 약 30 내지 90 초 동안 수소 함유 플라즈마에 의해 처리된다. 기관이 수소 함유 플라즈마로 처리된 후에, 기관은 챔버 몸체(225)로부터 제거될 수 있다.

[0034] 다른 그리고 추가의 프로세스들이 챔버 몸체(225) 내에서 수행될 수 있음이 고려된다. 더욱이, 코팅된 챔버 구성요소들이 다른 및 추가적인 프로세스들과 함께 활용될 수 있음이 고려된다.

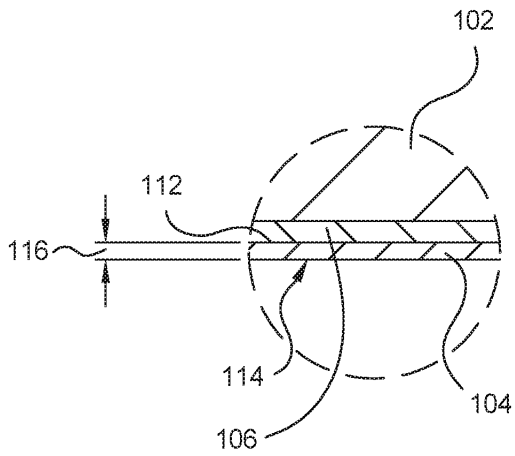
[0035] 상기 예 및 설명들로, 본 개시내용의 실시예들의 특징들 및 사상들이 설명된다. 관련 기술분야의 통상의 기술자는 다수의 수정들 및 변경들이 이루어질 수 있음을 쉽게 알 것이다. 이에 따라, 상기 개시내용은 첨부된 청구항들의 경계 및 범위에 의해서만 제한되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

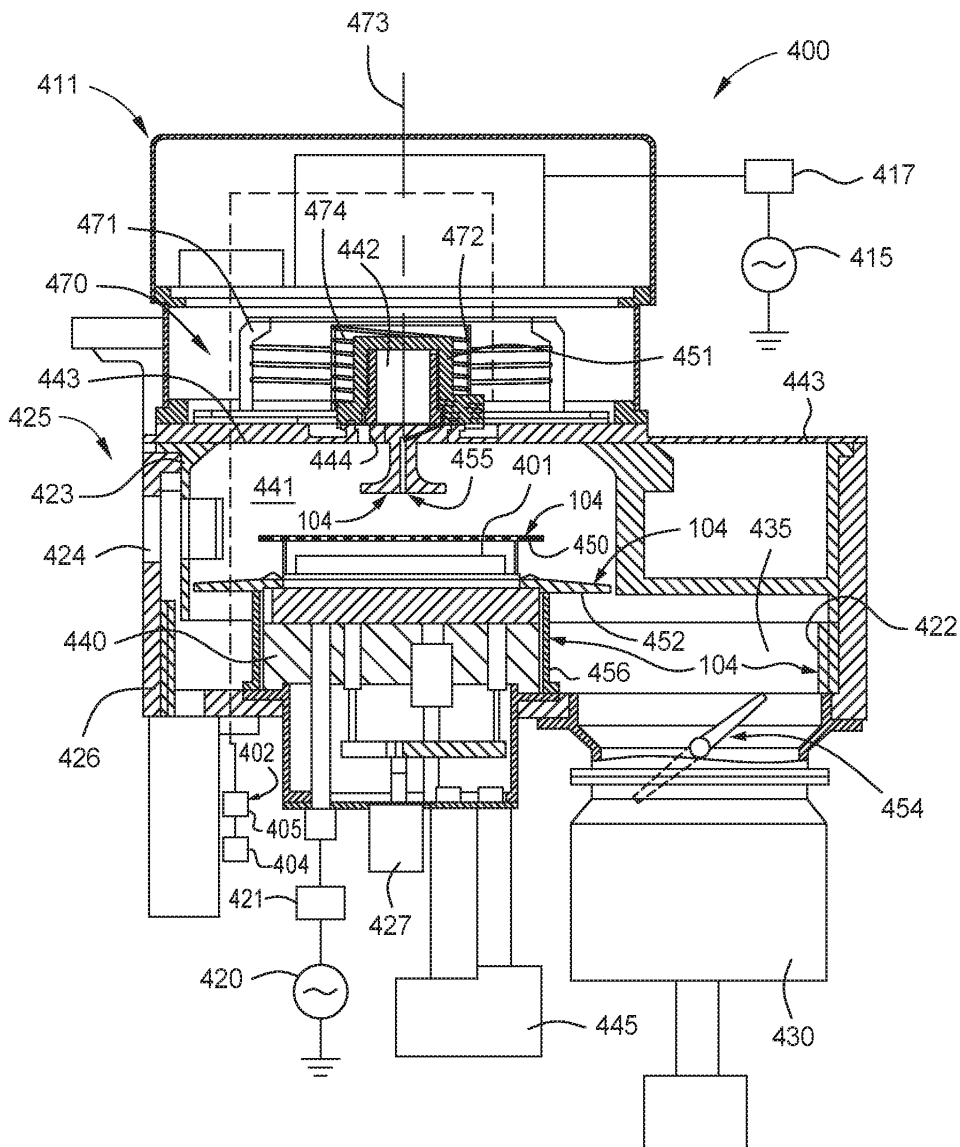
도면 1a



도면1b



도면2



도면3

	Li	Be	B	Na	Mg	Al	K	Ca	Ti	V
검출 한계	155	119	199	94	44	80	55	27	22	21
측정	<155	<119	885	<94	84	199	<55	295	<22	<21

	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
검출 한계	21	20	19	18	18	17	16	15	30	14
측정	<21	<20	<19	<18	<18	<17	33	<15	<30	<14

	Sr	Zr	Mo	Cd	Sn	Sb	Ba	W	Pb	Bi
검출 한계	12	12	11	10	9	9	8	6	5	5
측정	<12	<12	20	<10	<9	<9	<8	51	<5	10

300