



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년11월13일

(11) 등록번호 10-2729098

(24) 등록일자 2024년11월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)  
H01L 21/3213 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
H01L 21/3065 (2013.01)  
H01L 21/02046 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-7022853

(22) 출원일자(국제) 2016년12월29일

심사청구일자 2021년11월30일

(85) 번역문제출일자 2018년08월08일

(65) 공개번호 10-2018-0094122

(43) 공개일자 2018년08월22일

(86) 국제출원번호 PCT/US2016/069204

(87) 국제공개번호 WO 2017/123423

국제공개일자 2017년07월20일

(30) 우선권주장

62/278,255 2016년01월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070087196 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 17 항

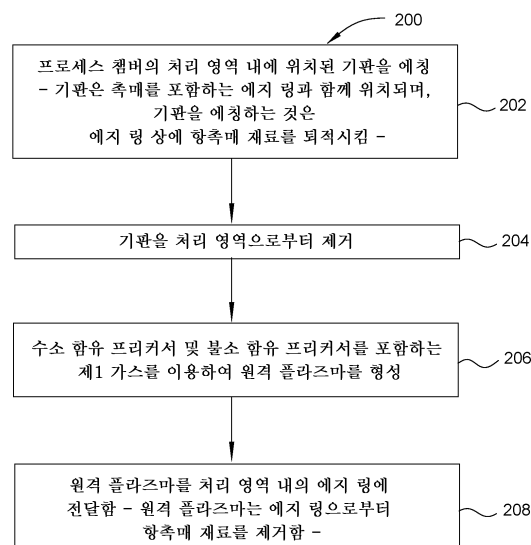
심사관 : 김학규

(54) 발명의 명칭 에칭 하드웨어를 위한 수소 플라즈마 기반 세정 프로세스

## (57) 요약

본 개시내용은 기판 에칭 후 챔버 컴포넌트들을 세정하기 위한 방법들을 제공한다. 일례에서, 세정을 위한 방법은 활성화된 에칭 가스 혼합물을 생성하기 위해 플라즈마를 이용하여 에칭 가스 혼합물을 활성화하는 단계 - 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함함 - ; 및 활성화된 에칭 가스 혼합물을 프로세스 챔버의 처리 영역에 전달하는 단계 - 프로세스 챔버는 내부에 위치한 에지 링을 갖고, 에지 링은 측매 및 항측매 재료를 포함하고, 활성화된 가스는 에지 링으로부터 항측매 재료를 제거함 - 를 포함한다.

## 대표도 - 도2



- |   |  |
|---|--|
| <p>(52) CPC특허분류<br/>H01L 21/02315 (2013.01)<br/>H01L 21/0234 (2013.01)<br/>H01L 21/32136 (2013.01)<br/>H01L 21/67034 (2013.01)</p> <p>(72) 발명자<br/>지, 릴리<br/>미국 95050 캘리포니아주 산타 클라라 아파트먼트<br/>4 아멜리아 웨이 1842<br/>왕, 안추안<br/>미국 94086 캘리포니아주 산 호세 볼링거 로드<br/>6556<br/>잉글, 니틴 케이.<br/>미국 95129 캘리포니아주 산 호세 그레이우드 드라<br/>이브 1435</p> | <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>JP2006351696 A<br/>JP2014045063 A<br/>JP2014204001 A<br/>JP2015167155 A<br/>KR1020150104513 A</p> |
|---|--|
-

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

세정 방법으로서,

활성화된 에칭 가스 혼합물을 생성하기 위해 플라즈마를 이용하여 에칭 가스 혼합물을 활성화하는 단계 - 상기 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함함 - ; 및

상기 활성화된 에칭 가스 혼합물을 프로세스 챔버의 처리 영역에 전달하는 단계 - 상기 프로세스 챔버는 내부에 위치한 에지 링을 갖고, 상기 에지 링은 니켈을 포함하는 촉매 및 향촉매 재료를 포함하고, 활성화된 가스는 상기 에지 링으로부터 상기 향촉매 재료를 제거함 -

를 포함하는 세정 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 수소 함유 프리커서는  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ , 또는 이들의 조합체인, 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 불소 함유 프리커서는  $F_2$ ,  $HF$ ,  $NF_3$ ,  $XeF_2$ ,  $CF_4$ ,  $CHF_3$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CH_3F$ , 또는 이들의 조합인, 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 불소 함유 프리커서 대 상기 수소 함유 프리커서의 가스 유량 용적 비율은 1:1 초과로 주어지는, 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 에칭 가스 혼합물을 활성화하는 단계는 프로세스 챔버의 리드 내에 정의된 플라즈마 공동으로부터 원격 플라즈마를 형성하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 에지 링을 약 섭씨 25도 내지 약 섭씨 1000도의 온도로 유지하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 원격 플라즈마 소스를 통하여 활성화된 에칭 가스 혼합물을 전달하는 동안 RF 소스 전력 없이 RF 바이어스 전력을 공급하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 0.5 Torr 미만의 프로세스 압력을 유지하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 향촉매 재료는 티타늄인, 방법.

#### 청구항 10

기판을 처리하기 위한 방법으로서,

프로세스 챔버의 처리 영역 내에 위치한 기판을 에칭하는 단계 - 상기 기판은 촉매를 포함하는 에지 링과 함께

위치되고, 상기 기판을 에칭하는 단계는 상기 에치 링 상에 향촉매 재료를 퇴적함 - ;

상기 처리 영역으로부터 상기 기판을 제거하는 단계;

에칭 가스 혼합물을 이용하여 원격 플라즈마를 형성하는 단계 - 상기 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함함 - ; 및

상기 원격 플라즈마를 상기 처리 영역 내의 상기 에치 링에 전달하는 단계 - 상기 원격 플라즈마는 상기 에치 링으로부터 상기 향촉매 재료를 제거함 -

를 포함하는 방법.

#### 청구항 11

제10항에 있어서, 상기 수소 함유 프리커서는  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2O_2$ , 또는 이들의 조합들이고, 상기 불소 함유 프리커서는  $F_2$ ,  $HF$ ,  $NF_3$ ,  $XeF_2$ ,  $CF_4$ ,  $CHF_3$ ,  $CH_2F_2$ ,  $CH_3F$ , 또는 이들의 조합인, 방법.

#### 청구항 12

제10항에 있어서, 상기 불소 함유 프리커서 대 상기 수소 함유 프리커서의 가스 유량 용적 비율은 1:1 초과로 제어되는, 방법.

#### 청구항 13

제10항에 있어서, 상기 에칭 가스 혼합물을 활성화하는 것은 프로세스 챔버의 리드 내에 정의된 플라즈마 공동으로부터 원격 플라즈마를 형성하는 것을 더 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제10항에 있어서, 원격 플라즈마 프로세스 동안 RF 소스 전력 없이 RF 바이어스 전력을 공급하는 단계를 더 포함하는 방법.

#### 청구항 15

제10항에 있어서, 상기 향촉매 재료는 티타늄인, 방법.

#### 청구항 16

제1항에 있어서, 상기 촉매는 기판과 상기 에치 링 사이의 계면 부근에서의 에천트의 에칭 작용을 감소시키는, 방법.

#### 청구항 17

제10항에 있어서, 상기 촉매는 기판과 상기 에치 링 사이의 계면 부근에서의 에천트의 에칭 작용을 감소시키는, 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명의 구현예들은 일반적으로 반도체 제조 응용들에서 이용되는 에칭 하드웨어(etch hardware)를 세정하기 위한 방법들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 서브 하프 마이크론(sub-half micron) 및 더 작은 피처들을 신뢰가능하게 생성하는 것은 반도체 디바이스들의 차세대 VLSI(very large scale integration) 및 ULSI(ultra large-scale integration)를 위한 핵심적인 기술 과제들 중 하나이다. 그러나, 회로 기술의 한계들이 강제됨에 따라, VLSI 및 ULSI 기술의 치수 감소는 처리 능력에 대한 추가의 요구들을 강요해왔다. 기판 상에서의 게이트 구조물들의 신뢰가능한 형성은 VLSI 및 ULSI의 성공, 및 개별 기판들 및 다이의 회로 밀도 및 품질을 향상시키려는 지속적인 노력에 중요하다.

- [0003] 이러한 피치들을 형성할 때, 에칭 마스크로서 포토레지스트 층을 이용하는 에칭 프로세스가 종종 이용된다. 에천트에 이용가능한 기관의 영역을 제어하기 위해, 에지 링(edge-ring)이 이용될 수 있다. 전형적으로, 에천트들은 에지 링 부근의 노출된 기관 표면에서 축적되고, 이는 그 영역의 과다 에칭(over-etching)을 야기할 수 있다[에지 롤업(edge roll-up)이라고도 지칭됨]. 웨이퍼 에지 에칭량(etch-amount)(EA)은 웨이퍼 주위에 배치된 니켈 에지 링(Ni-ER)을 이용하여 제어된다. 금속 Ni는 과잉 에천트들을 급냉시키는 화학적 촉매로서 작용함으로써 웨이퍼 에지들 부근의 과잉 에천트들을 제거한다.
- [0004] 그러나, 일부 생산 웨이퍼들은 일정하지 않은 양의 금속 화합물들, 예컨대 TiN을 함유한다. 이러한 화합물들에 대해 양호한 선택성(예를 들어, 500:1 초과)을 갖는 에칭 프로세스들에서도, Si 에칭 프로세스 동안 적은 분량이 에칭될 수 있다. 공기로 운반되는 Ti 종들(airborne Ti species)은 프로세스 키트의 알루미늄 컴포넌트들 및 Ni-ER과 같은 챔버 부품들 상에 퇴적되게 된다. 다음으로, Ti는 Ni-ER의 촉매 작용에 영향을 줄 수 있고, 그에 의해 Ni-ER의 보호 작용을 방지한다. ER 촉매 작용의 손실은 웨이퍼 에지 부근에서의 강한 Si 에칭, 및 Si 막들 상에서, 12% 이상의 불균일 비율을 포함할 수 있는 불량한 에칭 균일성을 야기할 수 있다.
- [0005] 일부는 오염된 컴포넌트들의 고온 베이킹아웃(high temperature bake-out)(예를 들어, 160도씨의 온도에서의 베이킹), 및 부품 와이프다운(parts wipe down)(예를 들어, 습식 및 건식 와이프들을 이용함)에 의해 에칭 프로파일들을 복구하려고 시도하였고, 성공하지 못했다. 다른 옵션들은 모든 컴포넌트 부품들 및 에지 링을 새로운 컴포넌트들로 교체하는 것을 포함한다. 그러나, 컴포넌트들의 교체는 시간 소모적인 동시에, 비용 효율적이지 않다.
- [0006] 그러므로, 관련 기술분야에서는 에칭 챔버 컴포넌트들을 세정하거나 에칭 챔버 컴포넌트들의 작용을 복구하는 방법들이 필요하다.

### 발명의 내용

- [0007] 본 개시내용은 반도체 응용들에서 에칭 프로세스 이후에 Ti 중독(Ti-poisoning)으로부터 챔버 컴포넌트들을 복구하기 위한 방법들을 제공한다. 일례에서, 세정 방법은 활성화된 에칭 가스 혼합물을 생성하기 위해 플라즈마를 이용하여 에칭 가스 혼합물을 활성화하는 단계 - 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함함 - ; 및 활성화된 에칭 가스 혼합물을 프로세스 챔버의 처리 영역에 전달하는 단계 - 프로세스 챔버는 내부에 위치한 에지 링을 갖고, 에지 링은 촉매 및 항촉매 재료를 포함하고, 활성화된 가스는 에지 링으로부터 항촉매 재료를 제거함 - 를 포함한다.
- [0008] 다른 예에서, 기관을 처리하기 위한 방법은 프로세스 챔버의 처리 영역 내에 위치한 기관을 에칭하는 단계 - 기관은 촉매를 포함하는 에지 링과 함께 위치되고, 기관을 에칭하는 단계는 에지 링 상에 항촉매 재료를 퇴적함 - ; 처리 영역으로부터 기관을 제거하는 단계; 에칭 가스 혼합물을 이용하여 원격 플라즈마를 형성하는 단계 - 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함함 - ; 및 원격 플라즈마를 처리 영역 내의 에지 링에 전달하는 단계 - 원격 플라즈마는 에지 링으로부터 항촉매 재료를 제거함 - 를 포함할 수 있다.
- [0009] 다른 예에서, 디바이스 세정 방법은 에칭 가스 혼합물을 프로세스 챔버의 플라즈마 공동에 전달하는 단계 - 프로세스 챔버는 에지 링을 갖고, 에지 링은 니켈, 및 5% 미만의 원자량의 티타늄을 포함함 - ; 에칭 가스 혼합물을 이용하여 원격 플라즈마를 형성하는 단계 - 에칭 가스 혼합물은 H<sub>2</sub> 및 NF<sub>3</sub>를 포함하고, H<sub>2</sub> 대 NF<sub>3</sub>의 농도 비율은 적어도 3:1 비율이고, 비율의 전향(antecedent)은 최소 값을 결정함 - ; 및 원격 플라즈마를 플라즈마 공동으로부터 프로세스 챔버의 처리 영역에 전달하는 단계 - 원격 플라즈마는 에지 링으로부터 항촉매 재료를 제거함 - 를 포함할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0010] 위에서 언급된 본 발명의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 본 발명의 더 구체적인 설명은 구현예들을 참조할 수 있으며, 그들 중 일부는 첨부 도면들에 도시되어 있다. 그러나, 본 발명은 동등한 효과의 다른 구현들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 발명의 전형적인 구현예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야 한다.

도 1은 기관 상에 에칭 프로세스를 수행하기 위해 이용될 수 있는 에칭 프로세스 챔버를 도시한다.

도 2는 일 구현예에 따라, 에지 링으로부터 항촉매 재료를 세정하기 위한 방법의 흐름도를 도시한다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호

호들이 이용되었다. 일 구현예의 구성요소들 및 특징들은 더 이상의 언급 없이도 다른 구현들에 유리하게 포함될 수 있을 것으로 생각된다.

그러나, 본 명세서에 설명된 방법은 동등한 효과의 다른 구현들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 전형적인 구현예들만을 도시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 된다는 점에 주목해야 한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 본 명세서에 설명된 구현예들은 일반적으로 반도체 응용들에서 에칭 프로세스 후에 Ti 증착으로부터 챔버 컴포넌트들을 복구하기 위한 방법들에 관한 것이다. 일례에서, 방법은 원격 플라즈마를 니켈 에지 링과 같은 촉매 에지 링에 전달하는 단계를 포함한다. 원격 플라즈마는 수소 함유 종들 및 불소 함유 종들을 포함한다.
- [0012] 에칭 프로세스 동안 약간의 티타늄이 에칭되어 에지 링 상에 재퇴적되고, 이는 에지 링의 촉매 작용을 감소시키며, 에지 링-기관 계면에서 증가된 에칭을 발생시킨다. 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함하는 플라즈마를 에지 링에 전달함으로써, 에지 링은 세정될 수 있고, 촉매 작용이 복구될 수 있다. 이러한 세정 프로세스는 중단 시간(downtime), 및 교체되는 컴포넌트들의 비용을 감소시킨다. 본 명세서에 개시된 구현예들은 이하의 도면들을 참조하여 더 분명하게 설명된다.
- [0013] 도 1은 아래에 더 설명되는 바와 같이 에지 링 오염 제거 프로세스를 수행하기에 적합한 예시적인 프로세스 챔버(100)의 단면도이다. 프로세스 챔버(100)는 기관 표면 상에 배치된 재료 층으로부터 재료를 제거하도록 구성될 수 있다. 프로세스 챔버(100)는 플라즈마 보조 건식 에칭 프로세스(plasma assisted dry etch process)를 수행하는 데에 특히 유용하다. 프로세스 챔버(100)는 캘리포니아주 산타 클라라에 위치한 Applied Materials로부터 입수가능한 Frontier™, PCxT Reactive Preclean™(RPC), AKTIV Pre-Clean™, Siconi™, 또는 Capa™ 챔버일 수 있다. 다른 제조자들로부터 입수가능한 다른 진공 프로세스 챔버들도 또한 본 명세서에 설명된 구현예들을 실시하도록 적응될 수 있다는 점에 유의한다.
- [0014] 프로세스 챔버(100)는 챔버 바디(112), 리드 어셈블리(140), 및 지지 어셈블리(180)를 포함한다. 리드 어셈블리(140)는 챔버 바디(112)의 상부 단부에 배치되고, 지지 어셈블리(180)는 챔버 바디(112) 내에 적어도 부분적으로 배치된다.
- [0015] 챔버 바디(112)는 프로세스 챔버(100)의 내부에의 접근을 제공하기 위해 챔버 바디의 측벽에 형성된 슬릿 밸브 개구(114)를 포함한다. 슬릿 밸브 개구(114)는 웨이퍼 핸들링 로봇(도시되지 않음)에 의한 챔버 바디(112)의 내부로의 접근을 허용하기 위해 선택적으로 개방 및 폐쇄된다.
- [0016] 하나 이상의 구현예에서, 챔버 바디(112)는 내부에 형성된 채널(115)을 포함하고, 이 채널은 열 전달 유체를 통과시켜 유동시키기 위한 것이다. 챔버 바디(112)는 지지 어셈블리(180)를 둘러싸는 라이너(120)를 더 포함할 수 있다. 라이너(120)는 정비(servicing) 및 세정을 위해 제거가능하다. 하나 이상의 구현예에서, 라이너(120)는 내부에 형성된 펌핑 채널(129) 및 하나 이상의 애퍼처(125)를 포함하고, 이 펌핑 채널은 진공 시스템과 유체 소통한다. 애퍼처들(125)은 펌핑 채널(129) 내로 가스들을 위한 유동 경로를 제공하고, 펌핑 채널은 프로세스 챔버(100) 내의 가스들에 대한 출구를 제공한다.
- [0017] 진공 시스템은 진공 펌프(130), 및 프로세스 챔버(100)를 통한 가스들의 유동을 조절하기 위한 스로틀 밸브(132)를 포함할 수 있다. 진공 펌프(130)는 챔버 바디(112)에 배치된 진공 포트(131)에 결합되고, 그에 의해 진공 펌프는 라이너(120) 내에 형성된 펌핑 채널(129)과 유체 소통한다. 리드 어셈블리(140)는 적어도 2개의 적층된 컴포넌트를 포함하고, 이러한 컴포넌트들은 그들 사이에 플라즈마 용적 또는 공동을 형성하도록 구성되어, 원격 플라즈마 소스를 형성한다. 하나 이상의 구현예에서, 리드 어셈블리(140)는 제2 전극(145)("하부 전극") 위에 수직으로 배치된 제1 전극(143)("상부 전극")을 포함하여, 그들 사이에 플라즈마 용적 또는 공동(150)을 한정한다. 제1 전극(143)은 RF 전력 공급부와 같은 전원(152)에 연결되고, 제2 전극(145)은 접지에 연결되어, 2개의 전극(143, 145) 사이에 커패시턴스를 형성하여 처리 영역(141)에 원격 플라즈마를 제공한다.
- [0018] 하나 이상의 구현예에서, 리드 어셈블리(140)는 하나 이상의 가스 유입구(154)(단 하나만이 도시됨)를 포함하고, 하나 이상의 가스 유입구는 제1 전극(143)의 상부 섹션(156) 내에 적어도 부분적으로 형성된다. 하나 이상의 프로세스 가스는 하나 이상의 가스 유입구(154)를 통해 리드 어셈블리(140)에 진입한다. 하나 이상의 가스 유입구(154)는 가스 유입구의 제1 단부에서 플라즈마 공동(150)과 유체 소통하고, 가스 유입구의 제2 단부에서 하나 이상의 업스트림 가스 소스 및/또는 다른 가스 전달 컴포넌트, 예컨대 가스 혼합기들에 결합된다. 하나 이상의 구현예에서, 제1 전극(143)은 플라즈마 공동(150)을 하우징하는 확장 섹션(155)을 갖는



다.

- [0019] 하나 이상의 구현예에서, 확장 섹션(155)은 상부 부분(155A)으로부터 하부 부분(155B)으로 가면서 점진적으로 증가하는 내측 표면 또는 직경(157)을 갖는 환형 부재이다. 이와 같이, 제1 전극(143)과 제2 전극(145) 사이의 거리는 가변적이다. 그러한 변하는 거리는 플라즈마 공동(150) 내에서 발생하는 플라즈마의 형성 및 안정성의 제어를 돕는다. 플라즈마 공동(150)에서 발생하는 플라즈마가, 기관이 진행되는 지지 어셈블리(180) 위의 처리 영역(141) 내로 진입하기 이전에 리드 어셈블리(140)에서 정의될 때, 플라즈마는 처리 영역(141)으로부터 원격 발생하는 원격 플라즈마 소스로서 고려된다.
- [0020] 리드 어셈블리(140)는 제2 전극(145)으로부터 제1 전극(143)을 전기적으로 격리하는 격리체 링(isolate ring)(160)을 더 포함할 수 있다. 리드 어셈블리(140)는 제2 전극(145)에 인접한 차단 플레이트(175) 및 분배 플레이트(170)를 더 포함할 수 있다. 제2 전극(145), 분배 플레이트(170) 및 차단 플레이트(175)는 챔버 바디(112)에 연결되는 리드 림(lid rim)(178) 상에 적층되고 배치될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 제2 전극(145)은 플라즈마 공동(150)으로부터의 가스가 그를 통해 유동하는 것을 허용하기 위해 플라즈마 공동(150) 아래에 형성된 복수의 가스 통로 또는 애퍼처(165)를 포함할 수 있다. 분배 플레이트(170)는 실질적으로 디스크 형상이고, 그를 통해 가스들의 유동을 분배하기 위한 복수의 애퍼처(172) 또는 통로를 또한 포함한다. 하나 이상의 구현예에서, 분배 플레이트(170)는 리드 어셈블리(140)의 온도 제어를 제공하기 위해 가열기 또는 가열 유체를 하우징하기 위한 하나 이상의 매립된 채널 또는 통로(174)를 포함한다. 차단 플레이트(175)는 제2 전극(145)으로부터 분배 플레이트(170)로 복수의 가스 통로를 제공하기 위해 복수의 애퍼처(176)를 포함한다. 애퍼처들(176)은, 가스들의 제어되고 고른 유동 분포를 분배 플레이트(170)에 제공하도록 크기가 정해지며 차단 플레이트(175) 주위에 위치될 수 있다.
- [0021] 지지 어셈블리(180)는 챔버 바디(112) 내에서의 처리를 위해 기관(이 도면에서는 도시되지 않음)을 지지하도록 지지 부재(185)를 포함할 수 있다. 지지 부재(185)는 챔버 바디(112)의 최하부면에 형성된 중심 위치 개구(116)를 통하여 연장되는 샤프트(187)를 통해 리프트 메커니즘(183)에 결합될 수 있다. 리프트 메커니즘(183)은 샤프트(187) 주위로부터의 진공 누설을 방지하는 벨로우즈(188)에 의해 챔버 바디(112)에 가요성 밀봉될 수 있다.
- [0022] 일 구현예에서, 전극(181)은 복수의 RF 바이어스 전원(184, 186)에 결합된다. RF 바이어스 전원들(184, 186)은 지지 부재(185) 내에 배치된 전극(181) 사이에 결합된다. RF 바이어스 전력이 여기되어, 챔버 바디의 처리 영역(141)에 배치된 가스들로부터 형성되는 플라즈마 방전을 유지한다.
- [0023] 도 1에 도시된 구현예에서, 이중 RF 바이어스 전원(184, 186)은 정합 회로(189)를 통해 지지 부재(185)에 배치된 전극(181)에 결합된다. RF 바이어스 전원들(184, 186)에 의해 발생하는 신호는 프로세스 챔버(100)에 제공되는 가스 혼합물을 이온화하기 위해 단일 피드(single feed)를 통해 정합 회로(189)를 지나 지지 부재(185)에 전달되고, 그에 의해 퇴적 또는 다른 플라즈마 강화 프로세스를 수행하는 데에 필요한 이온 에너지를 제공한다. 일반적으로, RF 바이어스 전원들(184, 186)은, 약 50kHz 내지 약 200MHz의 주파수 및 약 0와트 내지 약 5000와트의 전력을 갖는 RF 신호를 생성할 수 있다. 필요에 따라 플라즈마의 특성들을 제어하기 위해 추가의 바이어스 전원들이 전극(181)에 결합될 수 있다.
- [0024] 지지 부재(185)는 리프트 핀들(193)을 수용하기 위해 지지 부재를 통하여 형성된 구멍들(192)을 포함할 수 있고, 그 중 하나가 도 1에 도시되어 있다. 각각의 리프트 핀(193)은 세라믹 또는 세라믹 함유 재료로 구성되고, 기관 핸들링 및 이송을 위해 이용된다. 리프트 핀(193)은 챔버 바디(112) 내에 배치된 환형 리프트 링(195)에 맞물릴 때 각각의 구멍(192) 내에서 이동가능하다. 지지 어셈블리(180)는 지지 부재(185) 주위에 배치된 예지 링(196)을 더 포함할 수 있다.
- [0025] 지지 어셈블리(180)의 온도는 지지 부재(185)의 바디에 매립된 유체 채널(198)을 통해 순환되는 유체에 의해 제어될 수 있다. 하나 이상의 구현예에서, 유체 채널(198)은 지지 어셈블리(180)의 샤프트(187)를 통해 배치된 열 전달 도관(199)과 유체 소통한다. 유체 채널(198)은 지지 부재(185)의 기관 수취 표면에 대해 균일한 열 전달을 제공하기 위해 지지 부재(185) 주위에 위치된다. 유체 채널(198) 및 열 전달 도관(199)은 지지 부재(185)를 가열 또는 냉각하기 위해 열 전달 유체들을 유동시킬 수 있다. 물, 질소, 에틸렌 글리콜, 또는 그들의 혼합물과 같은 임의의 적합한 열 전달 유체가 이용될 수 있다. 지지 어셈블리(180)는 지지 부재(185)의 지지 표면의 온도를 모니터링하기 위해 매립된 열전대(도시되지 않음)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 열전대로부터의 신호는 유체 채널(198)을 통해 순환되는 유체의 온도 또는 유량을 제어하기 위해 피드백 루프에서 이용될 수 있다.

- [0026] 지지 부재(185)는 지지 부재(185)와 리드 어셈블리(140) 사이의 거리가 제어될 수 있도록 챔버 바디(112) 내에서 수직으로 이동될 수 있다. 센서(도시되지 않음)가 프로세스 챔버(100) 내의 지지 부재(185)의 위치에 관한 정보를 제공할 수 있다.
- [0027] 시스템 제어기(도시되지 않음)가 프로세스 챔버(100)의 동작들을 조절하기 위해 이용될 수 있다. 시스템 제어기는 컴퓨터의 메모리 상에 저장된 컴퓨터 프로그램의 제어 하에 동작할 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 아래에 설명되는 세정 프로세스가 프로세스 챔버(100)에서 수행되는 것을 가능하게 하는 명령어들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 컴퓨터 프로그램은 프로세스 시퀀싱 및 타이밍, 가스들의 혼합물, 챔버 압력들, RF 전력 레벨들, 서셉터 포지셔닝, 슬릿 밸브 개방 및 폐쇄, 웨이퍼 냉각, 및 특정 프로세스의 다른 파라미터들을 지시할 수 있다.
- [0028] 도 2는 기관의 에칭 후에 에지 링을 세정하기 위한 방법(200)을 도시한다. 하나 이상의 구현예에서, 기관은 실리콘 함유 컴포넌트들, 및 티타늄 함유 컴포넌트들과 같은 금속 함유 컴포넌트들 둘 다를 포함한다. 일 구현예에서, 기관은 염소 또는 불소를 이용하여 에칭된다. 에칭 프로세스는 에지 링 내에 또는 에지 링 상에, 티타늄과 같은 항축매 컴포넌트들을 남긴다. 다음으로, 에지 링은 수소 및 불소를 포함하는 플라스마로 트리트먼트되고, 이는 에지 링으로부터 항축매 컴포넌트들을 제거한다. 본 명세서에 설명된 방법을 이용하면, 에지 링의 축매 작용이 복구되고, 중단 시간이 감소되고, 비용이 감소되며, 챔버 라이너가 보존된다.
- [0029] 방법(200)은 프로세스 챔버의 처리 영역 내에 위치한 기관을 에칭하는 것에 의해 블록(202)에서 시작한다. 기관은 결정질 실리콘(예를 들어, Si<100> 또는 Si<111>), 실리콘 산화물, 스트레인드 실리콘(strained silicon), 실리콘 게르마늄, 게르마늄, 도핑된 또는 도핑되지 않은 폴리실리콘, 도핑된 또는 도핑되지 않은 실리콘 웨이퍼, 패터닝된 또는 패터닝되지 않은 웨이퍼 SOI(silicon on insulator), 카본 도핑된 실리콘 산화물, 실리콘 질화물, 도핑된 실리콘, 게르마늄, 갈륨 비소, 유리, 사파이어 등과 같은 재료일 수 있다. 기관(203)은 200mm, 300mm, 450mm 또는 다른 직경과 같은 다양한 치수를 가질 수 있는 것은 물론, 직사각형 또는 정사각형의 패널들일 수 있다. 다르게 언급되지 않는 한, 본 명세서에 설명된 예들은 300mm 직경을 갖는 기관들 상에 수행된다.
- [0030] 기관은 에지 링과 함께 위치된다. 에지 링은 니켈과 같은 축매를 포함한다. 기관을 에칭할 때, 에천트는 기관으로부터 항축매 재료들을 부분적으로 추출한다. 본 명세서에서 사용되는 항축매 재료는 티타늄과 같이 에지 링의 축매 성질들에 영향을 주는 임의의 재료를 설명한다. 통상의 에칭 동작 동안, 에천트들은 에지 링과 기관 사이의 계면에 축적될 것이다. 이것은 디바이스 성능에 해로울 수 있는 표면 불균일들로 이어진다. 이를 방지하기 위해, 에지 링은 니켈과 같은 축매 재료를 포함한다. 축매 재료는 에지 링-기관 계면 부근에서의 에천트의 에칭 작용을 감소시킨다. 티타늄과 같은 항축매 재료들은 에지 링의 축매 작용을 감소시키고, 그에 따라 후속 에칭 프로세스들 동안의 표면 불균일들을 허용한다.
- [0031] 다음으로, 블록(204)에서, 기관은 처리 영역으로부터 제거된다. 다음으로, 충분히 에칭된 기관은 챔버로부터 제거된다. 기관은 처리가 마무리될 수 있거나, 클러스터 툴 내의 다른 챔버에 이동될 수 있다. 이것들 모두는 추가의 제어되지 않은 기관 에칭을 방지하고, 항축매 재료들이 에지 링 상에 더 퇴적되는 것을 방지한다.
- [0032] 블록(206)에서, 원격 플라스마는 에칭 가스 혼합물을 사용하여 형성된다. 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함한다. 에칭 가스 혼합물은 에지 링으로부터 항축매 재료를 에칭하기 위해 프로세스 챔버 내로 공급된다. 에지 링의 축매 작용을 복구하기 위해 충분한 항축매 재료가 제거될 때까지 항축매 재료를 에칭하기 위해, 에칭 가스 혼합물이 연속적으로 또는 간헐적으로 공급된다.
- [0033] 일 구현예에서, 항축매 재료를 에칭하도록 선택된 에칭 가스 혼합물은 수소 함유 가스 및 불소 함유 프리커서를 적어도 포함한다. 불소 함유 프리커서들의 적절한 예들은 F<sub>2</sub>, HF, NF<sub>3</sub>, XeF<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, CHF<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>F, 이들의 조합, 또는 이와 유사한 것을 포함한다.
- [0034] 수소 함유 프리커서의 적합한 예들은 H<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 이들의 조합들, 또는 이와 유사한 것을 포함한다. 또한, 필요에 따라 프로파일 제어를 보조하기 위해, 불활성 가스가 에칭 가스 혼합물 내에 공급될 수 있다. 가스 혼합물 내에 공급되는 불활성 가스의 예들은 Ar, He, Ne, Kr, Xe 또는 그와 유사한 것을 포함한다. 하나의 특정한 예에서, 에칭 가스 혼합물은 NF<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, 및 Ar 또는 He를 포함한다.
- [0035] 이론에 구속되도록 의도하지 않고서, 수소 및 불소의 조합은 프로세스 챔버 내의 프로세스 키트 컴포넌트들에 해로운 영향 없이, 에지 링의 세정을 허용하는 것으로 여겨진다. 원격 플라스마 내에서 생성되는 수소 라디칼



들은 에지 링 및 다른 챔버 부품들 상에 퇴적된 Ti 종들과 반응하여, 수소 풍부 화학 복합체들(hydrogen enriched chemical complexes)을 형성한다(예를 들어, 수소가  $TiF_4$ 와 반응함). 이러한 수소화된 복합체들은 위에서 언급된 촉매 프로세스를 부활시키고, 기판 에지들 부근의 과잉 에천트들을 감소시킨다.

[0036] 일 구현예에서, 에칭 가스 혼합물 내에 공급되는 불소 함유 프리커서는 약 100 sccm 내지 약 10000 sccm의 용적 유량(flow rate by volume)으로 유지될 수 있다.  $H_2$  가스는 약 100 sccm 내지 약 10000 sccm의 용적 유량으로 유지될 수 있다. 임의적(optional) 불활성 가스는 약 0 sccm 내지 약 10000 sccm의 용적 유량으로 프로세스 챔버에 공급될 수 있다. 대안적으로, 불소 함유 프리커서 및 수소 함유 프리커서와 불활성 가스의 유동 양은 미리 결정된 비율로 가스 혼합물 내에 공급될 수 있다. 예를 들어, 불소 함유 프리커서 대 수소 함유 프리커서의 가스 유량 용적 비율은 약 1:1 초과, 예컨대 적어도 3:1로 제어된다. 대안적으로, 불소 함유 프리커서 대 불활성 가스의 가스 유량 용적 비율은 약 1:1 내지 약 1:1000으로 제어된다. 이러한 맥락에서, "적어도", "미만", "초과", 또는 비율들의 다른 비교 척도들은 비율의 후향(consequent)이 아니라, 전향(antecedent)의 값들을 증가 또는 감소시키는 것을 설명한다.

[0037] 실리콘 재료(306)를 에칭하기 위해 에칭 가스 혼합물로부터 플라즈마 공동(150) 내에 원격 플라즈마 소스를 형성하기 위해, 에칭 가스 혼합물이 플라즈마 공동(150)을 통해 프로세스 챔버(100) 내로 공급될 수 있다.

[0038] 에칭 가스 혼합물로부터 프로세스 챔버(100) 내로 도입되는 가스들의 양은, 예를 들어 제거될 향촉매 재료의 두께, 세정되는 에지 링의 기하형상, 플라즈마의 용적 용량, 챔버 바디의 용적 용량뿐만 아니라, 챔버 바디에 결합된 진공 시스템의 능력들을 수용하도록 변하고 조정될 수 있다.

[0039] 또한, 불소 함유 프리커서 대 수소 함유 프리커서의 비율은 에지 링 내의 향촉매 재료와 다른 재료들 사이의 선택성을 포함하여, 에칭 선택성을 개선하도록 조절될 수 있다는 점에 유의한다. 전원(152)으로부터의 원격 플라즈마 전력은 위에서 설명된 바와 같이 공급되는 에칭 가스 혼합물로부터 플라즈마 공동 내에 플라즈마를 형성하도록 발생된다. 플라즈마 공동 내에 원격으로 발생하는 플라즈마는 에천트들이 분해되어 비교적 순하고 온화한 에천트를 형성하게 할 수 있고, 그에 의해 기저 에지 링 재료가 노출될 때까지 향촉매 재료를 천천히 온화하게 점진적으로 에칭한다.

[0040] 다음으로, 블록(208)에서 원격 플라즈마가 처리 영역 내의 에지 링에 전달된다. 원격 플라즈마는 에지 링으로부터 향촉매 재료를 제거한다. 다음으로, 에지 링으로부터 향촉매 재료를 에칭하기 위해, 원격 플라즈마가 에지 링에 전달된다. 에칭 프로세스는 원격 플라즈마 소스를 이용하여 느린 속도(slow rate)로 진행하도록 제어될 수 있다. 결과적으로, 원격 플라즈마 프로세스는 계면 에칭에 대한 양호한 제어를 제공하고, 높은 에칭 선택성을 촉진하여, 프로세스 키트의 알루미늄 컴포넌트들 또는 에지 링의 구성을 손상시키지 않고서, 에지 링으로부터 제거되는 향촉매 재료의 정밀한 에칭 종료점을 허용한다.

[0041] 에칭 프로세스 동안, 에칭 프로세스를 제어하기 위해 수 개의 프로세스 파라미터가 조절될 수 있다. 하나의 예시적인 구현예에서, 프로세스 챔버(100) 내의 프로세스 압력은 0.5 Torr 미만, 예컨대 약 10 mTorr 내지 약 100 mTorr로 조절된다. 대안적으로, RF 바이어스 전력은 RF 바이어스 전원들(184, 186)을 통해, 기판 지지 부재(185) 내에 배치된 전극(181)에 임의로 공급될 수 있다. 예를 들어, 필요에 따라 에칭 가스 혼합물을 공급하면서, 약 300 와트 미만, 예컨대 100 와트 미만, 예를 들어 약 20 와트 내지 약 95 와트의 RF 바이어스 전력이 인가될 수 있다. RF 소스 전력은 필요에 따라 프로세스 챔버(100)에 임의로 공급될 수 있다. 에지 링의 온도는 약 섭씨 25도 내지 약 섭씨 1000도, 예를 들어 약 섭씨 30도 내지 약 섭씨 500도, 예를 들어 약 섭씨 50도 내지 약 섭씨 150도로 유지된다. 일 구현예에서, 이온 충격(ion bombardment)을 감소시키기 위해, 에칭 프로세스 동안에는 RF 바이어스 전력 또는 RF 소스 전력이 제공되지 않는다. 다른 예에서, 이온 충격을 감소시키기 위해, 에칭 프로세스 동안 RF 소스 전력 없이 RF 바이어스 전력이 제공된다. 또 다른 예에서, 이온 충격을 감소시키기 위해, 에칭 프로세스 동안 RF 바이어스 전력이 제공되지 않는다.

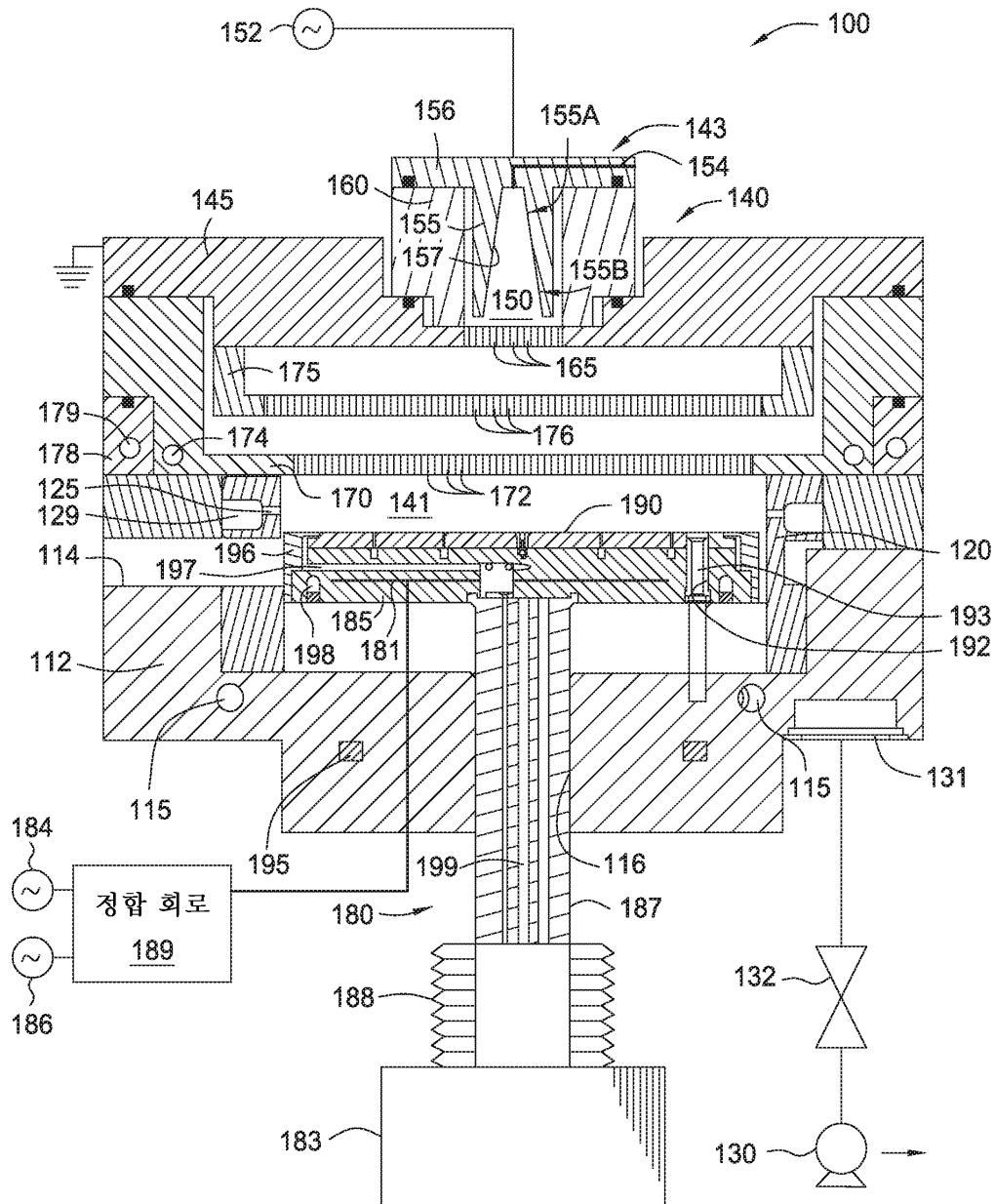
[0042] 이와 같이, 수소 함유 프리커서 및 불소 함유 프리커서를 포함하는 활성화된 제1 가스를 전달함으로써, 과잉의 향촉매 재료들이 촉매 에지 링으로부터 제거될 수 있다. 촉매 에지 링의 복구는 다른 작업 해법들(예를 들어, 부품 교체)에 비교하여 다양한 비용 및 시간 감소로 이어질 수 있다. 또한, 챔버 분해는 요구되지 않는다. 또한, 위에서 설명된 방법은 기존의 에칭 및 세정 프로세스들에 대한 최소한의 변경만을 이용한다. 수소 프리커서 유량, 플라즈마 발생 전력, ICC 프로세스 시간은 사용자가 에지 에칭량을 제어하는 것을 허용한다. 마지막으로, 위에서 설명된 방법은 특정 금속 오염의 감소라는 제3의 이점을 갖는다. 처리 영역에서의 일부 금속 오염들(예를 들어, 크롬)은 휘발성 금속 수화물들의 형성으로 인해 제거될 수 있다.

[0043]

상술한 것은 본 명세서에 설명된 방법들의 구현들에 관한 것이지만, 방법들의 다른 구현들 및 추가의 구현들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 만들어질 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

도면1



도면2

