



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년12월07일
(11) 등록번호 10-1209534
(24) 등록일자 2012년12월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/24 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7014360
- (22) 출원일자(국제) 2005년12월16일
심사청구일자 2010년12월16일
- (85) 번역문제출일자 2007년06월22일
- (65) 공개번호 10-2007-0086605
- (43) 공개일자 2007년08월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2005/045729
- (87) 국제공개번호 WO 2006/081004
국제공개일자 2006년08월03일
- (30) 우선권주장
11/022,982 2004년12월22일 미국(US)

- (56) 선행기술조사문헌
US20040060657 A1
US20020142611 A1
US20020104751 A1
US20020102858 A1

전체 청구항 수 : 총 44 항

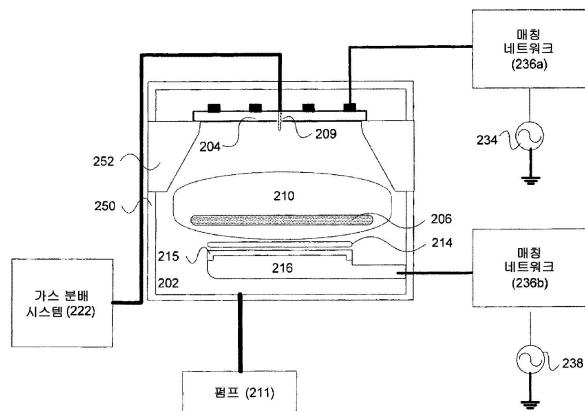
심사관 : 김기완

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 시스템에서 부산물의 퇴적물의 감소를 위한 방법 및 장치

(57) 요 약

플라즈마 처리 시스템에서, 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 챔버 표면들의 세트 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법이 개시된다. 본 방법은 플라즈마 처리 챔버에 퇴적 배리어를 제공하는 단계를 포함하고, 이 퇴적 배리어는 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치되도록 구성되어, 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 적어도 일부의 처리 부산물들이 퇴적 배리어에 부착되고, 플라즈마 처리 챔버 표면들의 세트 상의 부산물의 퇴적물을 감소시킨다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

적어도 기판을 처리하는 플라즈마 처리 시스템에서 플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법으로서,

상기 부산물의 퇴적물은 상기 기판으로부터 생성되고,

상기 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법은,

상기 플라즈마 처리 챔버에 퇴적 배리어를 제공하는 단계로서, 상기 퇴적 배리어는 상기 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치되도록 구성되어, 상기 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 적어도 일부의 프로세스 부산물들이 상기 퇴적 배리어에 부착되도록 하고, 상기 세트의 플라즈마 처리 챔버 표면들 상의 상기 부산물의 퇴적물을 감소시키는, 상기 퇴적 배리어를 제공하는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버 내부 및 상기 퇴적 배리어 아래에 구조물을 제공하는 단계;

상기 구조물을 사용하여 상기 퇴적 배리어를 지지하는 단계로서, 상기 구조물은 상기 플라즈마 처리 챔버의 저부에 부착되고, 상기 구조물은 상기 퇴적 배리어가 상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 재위치될 수 있게 하는, 상기 퇴적 배리어를 지지하는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 상기 플라즈마 처리 챔버 내부의 제 1 위치에 상기 퇴적 배리어를 위치시키는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 1 위치에 있을 때 상기 플라즈마 처리 챔버에서 제 1 플라즈마를 스트라이킹하는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 1 위치에 있을 때 상기 부산물의 퇴적물 중 제 1 서브세트의 부산물의 퇴적물에 접촉하도록 상기 퇴적 배리어를 이용하는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 2 위치에 있을 때 상기 플라즈마 처리 챔버 내부의 제 2 위치에 상기 퇴적 배리어를 재위치시키는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 2 위치에 있을 때 상기 부산물의 퇴적물 중 제 2 서브세트의 부산물의 퇴적물에 접촉하도록 상기 퇴적 배리어를 이용하는 단계; 및

상기 퇴적 배리어에 내성 재료 (resistant material) 를 포함하는 단계로서, 상기 내성 재료는 상기 플라즈마의 어택에 내성이 있는, 상기 내성 재료를 포함하는 단계

를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 패러데이 쉴드 (Faraday shield) 인, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어를 냉각시키는 단계; 및

상기 냉각시키는 단계 후에, 상기 퇴적 배리어를 플라즈마 클리닝 프로세스를 이용하여 인-시츄 (in-situ) 로 클리닝하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 상기 내성 재료에 의해 코팅된, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 폴리테트라플루오로에틸렌, BN, BC, SiN, SiO, SiC, 및 플라스틱 중 적어도 하나를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

척을 보호하기 위해 상기 퇴적 배리어를 상기 척 상으로 강하시키는 단계로서, 상기 척은 상기 기판의 처리 동안에 상기 기판을 지지하기 위해 상기 플라즈마 처리 챔버 내부에 배치된, 상기 척 상으로 강하시키는 단계; 및 상기 강하시키는 단계 후에, 상기 척이 상기 퇴적 배리어에 의해 보호될 때 상기 플라즈마 처리 챔버를 클리닝 하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마에 관계없이 상기 퇴적 배리어를 독립적으로 가열하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어에 RF 바이어스를 인가하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는, 상기 플라즈마에 노출될 때 상당한 양의 휘발성 에칭 부산물을 생성하지 않는 금속을 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 기판 및 상기 퇴적 배리어를 상기 플라즈마 처리 챔버로부터 동시에 제거하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어를 가열하는 단계; 및

상기 가열하는 단계 후에, 상기 퇴적 배리어를 플라즈마 클리닝 프로세스를 이용하여 인-시츄 (in-situ) 로 클리닝하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

습식 화학적 풀러쉬 프로세스를 이용하여 상기 퇴적 배리어의 엑스-시츄 (ex-situ) 클리닝을 수행하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 습식 클리닝 프로세스에 대해 실질적으로 내성이 있는 재료를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 습식 클리닝 프로세스에 대해 실질적으로 내성이 있는 재료에 의해 코팅되는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는, 상기 플라즈마 처리 챔버에서 진공을 실질적으로 유지하면서 제거될 수 있는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제거는 자동 제어 하에 진공 로봇에 의해 수행될 수 있는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 17

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 인-시츄로 교체될 수 있는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 18

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 실질적으로 연속적인 면을 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 한 세트의 홀들을 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 20

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 챔버로부터 상기 기판을 제거하기에 앞서 상기 퇴적 배리어를 제거하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 21

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 챔버로부터 상기 기판을 제거한 후에 상기 퇴적 배리어를 제거하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 22

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 챔버를 사용하여 제 1 기판 처리 사이클을 수행하는 단계; 및

상기 제 1 기판 처리 사이클을 수행하는 단계 후에 그리고 상기 플라즈마 처리 챔버를 사용하여 제 2 기판 처리 사이클을 수행하기 전에, 척을 보호하기 위해 상기 퇴적 배리어를 상기 척 상으로 강하시키는 단계로서, 상기 척은 상기 기판을 지지하기 위해 상기 플라즈마 처리 챔버 내부에 배치되는, 상기 척 상으로 강하시키는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 23

제 1 항에 있어서,

한 세트의 휘발성 애칭 산물을 생성하기 위한 재료를 상기 퇴적 배리어에 포함시키는 단계를 더 포함하고,

상기 세트의 휘발성 애칭 산물은 상기 퇴적 배리어가 플라즈마에 노출될 때 생성되는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 24

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 소스 RF 를 보호하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 유도성 소스를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 상기 유도성 소스에 대해 유전 결합 윈도우를 보호하도록 구성된, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 27

제 24 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 용량성 소스를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 28

제 24 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 유도성 소스 및 용량성 소스를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 29

제 24 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 ECR (electron-cyclotron resonance) 소스를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 30

제 24 항에 있어서,

상기 소스 RF 는 마이크로웨이브 소스를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 31

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 상기 플라즈마 처리 챔버의 상부로부터 결합되는 소스 RF 를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 32

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 상기 플라즈마 처리 챔버의 측부로부터 결합되는 소스 RF 를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 33

제 1 항에 있어서,

상기 플라즈마 처리 시스템은 상기 플라즈마 처리 챔버의 저부로부터 결합되는 소스 RF 를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 34

제 1 항에 있어서,

상기 세트의 플라즈마 챔버 표면들은 독립적으로 가열되도록 구성된, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 35

제 1 항에 있어서,

상기 세트의 플라즈마 챔버 표면들은 독립적으로 냉각되도록 구성된, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 36

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마에 관계없이 상기 플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버 벽을 독립적으로 가열하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 37

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플라즈마 및 상기 제 2 플라즈마에 관계없이 상기 퇴적 배리어를 독립적으로 냉각하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 38

제 1 항에 있어서,

적어도 상기 퇴적 배리어가 미리 정의된 온도 임계값으로 냉각될 때까지 상기 플라즈마 처리 챔버에서 기판의 처리를 중지하는 단계; 및

상기 퇴적 배리어가 적어도 상기 미리 정의된 온도 임계값까지 냉각된 후에 상기 퇴적 배리어를 인-시츄로 클리닝하는 단계를 더 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 39

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어가 가열되었을 때 상기 퇴적 배리어는 플라즈마 클리닝 프로세스에 의해 인-시츄로 클리닝되는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 40

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어는 한 세트의 가스 인젝터들을 상기 부산물의 퇴적물으로부터 보호하도록 구성된, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 41

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어의 표면은, 퇴적 물질의 부착의 제어를 용이하게 하는 미리 결정된 거칠기를 갖는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 42

제 1 항에 있어서,

상기 퇴적 배리어의 표면은, 퇴적 물질의 부착의 제어를 용이하게 하는 미리 결정된 표면 조성을 갖는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 43

플라즈마 반응기에서의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 한 세트의 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법으로서,

플라즈마 처리 챔버에 기판을 위치시키는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버에 퇴적 배리어를 위치시키는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버 내부 및 상기 퇴적 배리어 아래에 구조물을 제공하는 단계;

상기 구조물을 사용하여 상기 퇴적 배리어를 지지하는 단계로서, 상기 구조물은 상기 플라즈마 처리 챔버의 저부에 부착되고, 상기 구조물은 상기 퇴적 배리어가 상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 재위치될 수 있게 하는, 상기 퇴적 배리어를 지지하는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 상기 플라즈마 처리 챔버 내부의 제 1 위치에 상기 퇴적 배리어를 위치시키는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 1 위치에 있을 때 제 1 플라즈마가 상기 퇴적 배리어를 감싸도록 상기 플라즈마 처리 챔버에서 상기 제 1 플라즈마를 스트라이킹하는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 1 위치에 있을 때 상기 세트의 부산물의 퇴적물 중 제 1 서브세트의 부산물의 퇴적물에 접촉하도록 상기 퇴적 배리어를 이용하는 단계로서, 상기 부산물의 퇴적물은 상기 기판으로부터 생성되는, 상기 퇴적 배리어를 이용하는 단계;

상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 상기 플라즈마 처리 챔버 내부의 제 2 위치에 상기 퇴적 배리어를 재위치시키는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 2 위치에 있을 때 상기 플라즈마 처리 챔버에서 제 2 플라즈마를 스트라이킹하는 단계;

상기 퇴적 배리어가 상기 제 2 위치에 있을 때 상기 세트의 부산물의 퇴적물 중 제 2 서브세트의 부산물의 퇴적물에 접촉하도록 상기 퇴적 배리어를 이용하는 단계;

상기 퇴적 배리어를 냉각시키는 단계; 및

상기 냉각시키는 단계 후에, 상기 퇴적 배리어를 플라즈마 클리닝 프로세스를 이용하여 인-시츄로 클리닝하는 단계

를 포함하는, 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법.

청구항 44

플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키도록 구성된 퇴적 배리어 장치로서,

상기 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치된 퇴적 배리어로서, 상기 퇴적 배리어는 상기 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 적어도 일부의 프로세스 부산물들이 상기 퇴적 배리어에 부착될 수 있도록 구성되어, 상기 세트의 플라즈마 처리 챔버 표면들 상의 상기 부산물의 퇴적물을 감소시

키는, 상기 퇴적 배리어; 및

상기 플라즈마 처리 챔버 내부에 배치되고 상기 퇴적 배리어 아래에 배치되는 구조물로서, 상기 구조물은 상기 퇴적 배리어를 지지하고, 상기 구조물은 상기 플라즈마 처리 챔버의 저부에 부착되고, 상기 플라즈마 처리 챔버의 상기 저부에 대하여 상기 퇴적 배리어를 제워치시키기 위해 구성된, 상기 구조물을

을 포함하고,

상기 퇴적 배리어는, 상기 퇴적 배리어가 제 1 플라즈마에 노출될 때 한 세트의 휘발성 애칭 산물을 생성하는 재료를 포함하는, 퇴적 배리어 장치.

청구항 45

삭제

명세서

[0001]

발명의 배경

[0002]

본 발명은 일반적으로 기판 제조 기술에 관한 것이고, 상세하게는, 플라즈마 처리 시스템에서 부산물의 퇴적물의 감소를 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0003]

예를 들어, 플랫 패널 디스플레이 제조에 사용되는 것과 같은 유리 패널 또는 반도체 웨이퍼 등의 기판 처리에서, 플라즈마가 종종 사용된다. (화학적 기상 증착, 플라즈마 강화 화학적 기상 증착, 물리적 기상 증착 등의) 기판 처리의 일부로서, 예를 들어, 기판은 복수의 다이, 또는 직사각형 영역들로 분할되고, 이를 각각은 집적 회로가 될 것이다. 그 다음, 기판은, 그 위에 전기적 구성요소들을 형성하기 위해 재료가 선택적으로 제거되고 (애칭), 퇴적되는 (증착) 등, 일련의 단계들에서 처리된다.

[0004]

많은 플라즈마 처리는 플라즈마 충돌의 어떤 형태를 포함한다. 예를 들어, 스퍼터링이라고도 종종 불리는 순수 이온 애칭이 기판으로부터 재료 (예를 들어, 산화물 등)를 제거하는데 이용된다. 통상 아르곤과 같은 불활성 가스는 플라즈마로 이온화되고, 이어서 음극으로 충전된 기판을 향해 가속된다. 마찬가지로, 이온 강화 애칭이라고도 불리는 RIE (reactive ion etch) 는 기판으로부터 재료 (예를 들어, 포토레지스트, BARC, TiN, 산화물 등)를 제거하기 위해 화학적 및 이온 프로세스 양자 모두를 조합한다. 일반적으로, 플라즈마의 이온들은 기판의 표면을 스트라이킹함으로써 화학적 프로세스를 강화하고, 결과적으로 화학적 프로세스의 분자들과 반응하기 쉽도록 표면 상의 원자들의 화학적 결합들을 깬다.

[0005]

그러나, 플라즈마 처리 시스템은 오염물 또한 생성할 수도 있다. 일반적으로 유기물과 무기물 부산물들로 이루어지는 오염물들은 예천트 가스의 물질들 (예를 들어, 탄소, 불소, 수소, 질소, 산소, 아르곤, 크세논, 실리콘, 붕소, 염소 등)로부터, 기판의 재료들 (예를 들어, 포토레지스트, 실리콘, 산소, 질소, 알루미늄, 티타늄 등)로부터, 또는 플라즈마 처리 챔버 자체의 내부의 구조적 물질들 (예를 들어, 알루미늄, 석영 등)로부터 플라즈마 프로세스에 의해 발생된다.

[0006]

어떤 오염물들은 휘발성이고, 진공 시스템에 의해 실질적으로 펌핑되어 없어질 수도 있지만, 다른 오염물들은 비휘발성 또는 저휘발성의 스퍼터링된 종류이고, 플라즈마 챔버 벽과 내부 표면들 상에 퇴적되기 쉽고, 플라즈마 챔버로부터 효과적으로 빼내기가 어려운 경향이 있다. 초래된 오염물 퇴적물들은 결국 박리될 수도 있고, 따라서, 기판 결함의 취약성을 증가시키고, MTBC (mean time between cleaning) 를 감소시키고, 생산 수율을 감소시키는 등의 문제를 초래할 수도 있다. 예를 들어, 플라즈마 처리에 따라, 도전성 막 퇴적물들이 플라즈마 챔버 내부 표면들 상에 형성될 수도 있고, 이는 플라즈마 소스와 바이어스의 FW 결합에 영향을 줄 수도 있다. 또한, 부산물의 퇴적물들은 플라즈마 밀도 드리프트를 야기할 수도 있다.

[0007]

비휘발성 및 저휘발성 부산물들은 스퍼터링된 물질의 직접 조준선 퇴적물 (direct line-of-sight deposition), 직접 이온 강화 애칭 부산물의 퇴적물, 휘발성 부산물의 응축물, 고부착 계수 플라즈마 해리 부산물, 플라즈마류의 이온 보조 퇴적물 등을 포함한다. 예에는, high-k 유전체 (HfO_x , $HfSixO_y$ 등) 부산물들, 금속 전극 (Pt , Ir , $IrOx$ 등) 부산물들, 메모리 물질 부산물들 ($PtMn$, $NiFe$, $CoFe$, FeW 등), 연결선 부산물들 (Cu , Ru , $CoWP$, Ta 등) 이 포함된다.

[0008]

일반적으로, 스퍼터링된 원자들에 대한 방사 프로파일은 통상 코사인 분포에 의해 특징지어진다. 이는 수직 (직교) 이외의 어떤 각에서의 방사율은 수직 입사 방사율 \times 수직으로부터의 각의 코사인값과 동등하다는 것을

의미한다. 이는 통상 충돌 점을 터치하는 원으로서 그려질 수 있고, 여기서 원은 다른 각들에서의 방사 크기의 한계치이다. 일반적으로, 스파터링된 원자들은 중성인 경향이 있기 때문에, 그 비행 궤적을 바꾸는 것은 불가능하고, 따라서 스파터링된 원자들은 직선으로 움직이는 경향이 있다.

[0009] 챔버 내부의 표면들에로의 퇴적물 부착도, 및 이로 인한 잠재적 오염도는 통상 구체적인 플라즈마 처리 방법(예를 들어, 화학 작용, 전력, 및 온도)과 챔버 프로세스 컷트들의 초기 표면 조건에 의존한다. 퇴적물을 실질적으로 제거하는 것은 시간을 많이 소요할 수도 있기 때문에, 플라즈마 처리 시스템 챔버는 일반적으로 파티클 오염 레벨이 허용 불가에 도달할 때, 플라즈마 처리 시스템을 소모성 구조물(예를 들어, 에지 링 등)을 교체하기 위해 열어야만 하는 경우, 또는 계획된 PM (preventive maintenance) 의 일부로서만 실질적으로 클리닝된다.

[0010] 이하 도 1 을 참조하면, Lam Research Transformer Coupled Plasma Processing System™ 과 같은 유도성 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다. 통상적인 구성으로, 플라즈마 챔버는 하부 챔버에 위치한 하부 구획(150), 및 상부 챔버에 위치한 분리가능 상부 구획(152)으로 이루어진다. 일반적으로, 적절한 세트의 가스들이 가스 분배 시스템(122)으로부터 유전 결합 윈도(104)를 거쳐 챔버(102)로 유입된다. 이어서, 이들 플라즈마 처리 가스는 정전 척(116) 상의 에지 링(115)으로 위치된 반도체 기판 또는 유리 패널과 같은 기판(114)의 노출된 영역들을 처리(예를 들어, 에칭 또는 퇴적)하기 위해, 플라즈마 발생 영역에서 플라즈마(110)를 형성하기 위해 인젝터(109)에서 이온화될 것이다.

[0011] 제 1 RF 발생기(134)는 플라즈마를 발생시키고, 플라즈마 밀도를 제어하며, 제 2 RF 발생기(138)는 통상적으로 DC 바이어스 및 이온 충돌 에너지를 제어하는데 사용되는 바이어스 RF를 발생시킨다. 또한, 소스 RF 발생기(134)에는 매칭 네트워크(136a)가, 바이어스 RF 발생기(138)에는 매칭 네트워크(136b)가 연결되고, 이는 RF 전원의 임피던스를 플라즈마(110)의 임피던스에 정합시키도록 되어 있다. 또한, 펌프(111)는 통상 플라즈마(110)를 유지하기 위해 필요한 압력을 달성하기 위해 플라즈마 챔버(102)로부터 분위기 공기를 빼내는데 사용된다.

[0012] 요구되는 복잡한 높은 온도 챔버 디자인, 특별 재료 등을 해결하는 것은 매우 심각한 이슈이지만, 이들 상이한 재료들의 특성에 아무런 공통점이 없다. 예를 들어, 플라즈마 처리 조건들이 허용한다면, 클리닝 또는 셀프 클리닝 플라즈마 방법이 개발될 수 있거나, 문제의 부산물에 대해 감소된 부착 계수를 갖는 재료를 이용하여 챔버 표면들이 디자인 될 수 있고, 또는, 부산물들이 챔버 표면들에 충분히 들러붙거나 "부착" 된다면, 박리가 문제될 때까지 플라즈마 프로세스는 수행될 수 있다. 그러나, 이들 해결책들은 매우 프로세스에 민감하기 때문에, 이들 재료 및 잠재적인 화학 작용들의 대부분을 다룰 수 있는 단일의 견고한 반응기 디자인 및 프로세스 접근의 가능성은 문제가 있다.

[0013] 전술한 바를 고려하면, 플라즈마 처리 시스템에서 부산물의 퇴적물의 감소를 위한 방법 및 장치가 요망된다.

발명의 요약

[0015] 본 발명은, 일 실시형태에서, 플라즈마 처리 시스템에서, 플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법에 관한 것이다. 본 방법은, 플라즈마 처리 챔버에 퇴적 배리어를 제공하는 단계를 포함하고, 퇴적 배리어는 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치되도록 구성되어, 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 프로세스 부산물들의 적어도 일부가 퇴적 배리어에 부착되고, 한 세트의 플라즈마 처리 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시킨다.

[0016] 본 발명은, 또 다른 실시형태에서, 플라즈마 반응기의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 한 세트의 부산물의 퇴적물을 감소시키는 방법에 관한 것이다. 본 방법은 플라즈마 처리 챔버 내에 기판을 위치시키는 단계를 포함한다. 본 방법은, 플라즈마 처리 챔버 내에 퇴적 배리어를 위치시키는 단계를 포함하고, 여기서, 제 1 플라즈마는 스트라이킹될 때 퇴적 배리어를 감싸도록 구성되어, 퇴적 배리어가 기판으로부터의 부산물의 퇴적 물의 세트의 제 1 서브세트와 접촉하도록 구성된다. 또한, 본 방법은 플라즈마 처리 챔버 내에 퇴적 배리어를 재위치시키는 단계를 포함하고, 여기서, 제 2 플라즈마는 스트라이킹될 때 퇴적 배리어를 감싸도록 구성되어, 퇴적 배리어는 기판으로부터의 부산물의 퇴적 물의 세트의 제 2 서브세트와 접촉하도록 구성된다.

[0017] 본 발명은, 또 다른 실시형태에서, 플라즈마 처리 시스템에서, 플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버

표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키기 위한 장치에 관한 것이다. 본 장치는, 플라즈마 처리 챔버에 배치된 배리어 수단을 포함하고, 배리어 수단은 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치되도록 구성되어, 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 처리 부산물들의 적어도 일부가 퇴적 배리어에 부착되도록 하고, 한 세트의 플라즈마 처리 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시킨다.

또한, 본 장치는 배리어 수단을 플라즈마 처리 챔버의 내부의 상부, 하부, 및 측부 중 하나에 장착하기 위한 장착 수단을 포함한다.

[0018] 본 발명은, 또 다른 실시형태에서, 플라즈마 처리 챔버의 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시키도록 구성된 퇴적 배리어 장치에 관한 것이다. 본 장치는 플라즈마 처리 챔버의 플라즈마 발생 영역에 배치되도록 구성된 퇴적 배리어를 포함하고, 퇴적 배리어는, 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹될 때 생성되는 프로세스 부산물의 적어도 일부가 퇴적 배리어에 부착되도록 구성되어, 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 부산물의 퇴적물을 감소시킨다.

[0019] 본 발명의 이들 및 다른 특징들은, 이하 도면과 함께 본 발명의 상세한 설명에서 더욱 자세히 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 발명은 첨부 도면에서 한정적 방식이 아닌 예시의 방식으로 설명되고, 동종 참조 부호는 유사한 요소들을 나타낸다.

[0022] 도 1 은 Lam Transformer Coupled Plasma Processing System 과 같은 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0023] 도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 퇴적 배리어를 구비한 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0024] 도 3 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 하부에 장착된 구조물을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0025] 도 4 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 상부에 장착된 구조물을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0026] 도 5 는 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 측부에 장착된 구조물을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0027] 도 6 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 척에 장착된 구조물을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도를 나타낸다.

[0028] 도 7 은 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 처리 시스템에서 저휘발성 조준선 부산물의 감소를 위한 방법의 개략도를 나타낸다.

바람직한 실시형태의 상세한 설명

[0030] 이하, 본 발명을 첨부 도면에 나타낸 바와 같이 몇 가지 바람직한 실시형태를 참조하여 상세하게 설명할 것이다. 이하의 설명에서, 수많은 구체적인 상세한 내용들은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해 전개되는 것이다. 그러나, 이들 구체적인 상세한 내용들의 일부 또는 전부가 없이도 본 발명이 실시될 수도 있다는 것은 당업자에게 자명한 것일 것이다. 다른 견지에서, 공지의 프로세스 단계들 및/또는 구조들은 본 발명을 불필요하게 모호하게 하는 것을 피하기 위해 상세하게 설명하지 않았다.

[0031] 이론에 구속받기를 원하지 않으면서, 플라즈마에 의해 실질적으로 둘러싸인 퇴적 배리어의 사용을 통해 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들 상의 스퍼터링 퇴적이 감소될 수 있다는 것을 본 발명자는 믿는 바이다. 즉, 파티클이 기판으로부터 플라즈마 챔버 표면을 향해 스퍼터링되면, 파티클이 제일 먼저 퇴적 배리어를 스트라이킹하도록 퇴적 배리어가 위치될 수도 있다.

[0032] 불명확한 방식으로, 챔버 및 터보 펌프를 포함하는 펌핑 메인폴드의 다른 표면들과 수직으로 충돌할 스퍼터링된 원자들은 제거하기가 실질적으로 쉬운 퇴적 배리어에 의해 차단될 수 있을 것이다. 예를 들어, 퇴적 배리어는 엑스-시츄 (ex-situ) 클리닝 프로세스를 위해 자동으로 플라즈마 챔버의 안으로, 그리고 밖으로 이송될 수도 있다. 일 실시형태에서, 플라즈마 챔버 구성요소들이 클리닝 또는 컨디셔닝/시즈닝 프로세스의 일부로서 플라즈마에 노출되는, WAC™ (wafer-less auto clean) (또는 웨이퍼 없는 챔버 컨디셔닝(wafer-less chamber

conditioning)) 동안, 퇴적 배리어는 정전 척 또한 보호할 수 있다.

[0033] 이하 도 2 를 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다. 통상의 구성에서, 플라즈마 챔버는, 상부 챔버에 위치한 분리가능한 상부 구획 (252), 및 하부 챔버에 위치한 하부 구획 (250) 으로 이루어진다. 일반적으로, 적절한 세트의 가스들이 가스 분배 시스템 (222) 으로부터 유전 결합 윈도우 (204) 를 통해 챔버 (202) 내로 유입된다. 이어서, 이들 플라즈마 처리 가스들은 정전 척 (216) 상의 에지 링 (215) 으로 위치된 반도체 기판 또는 유리 패널과 같은 기판 (214) 의 노출된 영역들을 처리 (예를 들어, 에칭 또는 퇴적) 하기 위해, 플라즈마 (210) 를 형성하기 위해 인젝터 (209) 에서 이온화될 것이다.

[0034] 제 1 RF 발생기 (234) 는 플라즈마를 발생시키고 플라즈마 밀도를 제어하며, 제 2 RF 발생기 (238) 는 DC 바이어스 및 이온 충돌 에너지를 제어하는데 통상적으로 사용되는 바이어스 RF 를 발생시킨다. 또한, 소스 RF 발생기 (234) 에는 매칭 네트워크 (236a) 가, 바이어스 RF 발생기 (238) 에는 매칭 네트워크 (236b) 가 연결되고, 이는 RF 전원의 임피던스를 플라즈마 (210) 의 임피던스에 정합시키도록 되어 있다. 또한, 펌프 (211) 는 플라즈마 (210) 를 유지하기 위해 필요한 압력을 달성하기 위해 플라즈마 챔버 (202) 로부터 분위기 공기를 빼내는데 통상적으로 사용된다.

[0035] 또한, 퇴적 배리어 (206) 는, 파티클이 기판으로부터 플라즈마 챔버 벽을 향해 스퍼터링되면 파티클이 제일 먼저 퇴적 배리어를 스트라이킹하도록 플라즈마 반응기의 하부 표면 위의 일정 높이에 위치된다.

[0036] 이하 도 3 을 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 하부 (하부 내부 표면) 에 장착된 구조물 (308) 을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는, 도 2 의 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다.

[0037] 이하 도 4 를 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 상부 (상부 내부 표면) 에 장착된 구조물 (408) 을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는, 도 2 의 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다.

[0038] 이하 도 5 를 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 챔버의 측부 (측부 내부 표면) 에 장착된 구조물 (508) 을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는, 도 2 의 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다.

[0039] 이하 도 6 을 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 척 (216) 에 장착된 구조물 (608) 을 이용하여 퇴적 배리어가 지지되는, 도 2 의 유도 결합 플라즈마 처리 시스템의 개략도가 나타나 있다.

[0040] 일 실시형태에서, 플라즈마 처리 조건들을 더 최적화하기 위해 퇴적 배리어의 하부 표면의 높이는 플라즈마 반응기의 하부 표면에 대하여 재위치될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 발생된 RF 에 대해 실질적으로 투명하다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 플라즈마 어택에 대해 실질적으로 내성이 있는 재료 (즉, 석영, Y_2O_3 , 이트륨, CeO_2 , 세륨, ZrO_2 , 지르코늄, 텐플론, 베스펠, 실질적으로 순수한 플라스틱, 세라믹, SiC , BN, BC, SiN , SiO 등) 를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 플라즈마에 노출되었을 때 한 세트의 휘발성 에칭 산물을 생성하는 재료를 포함한다.

[0041] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 플라즈마에 독립적으로 가열된다. 또 다른 실시형태에서, RF 바이어스가 퇴적 배리어에 인가된다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는, 예를 들어 로봇 암에 의해, 인-시츄 (in-situ) 로 제거될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는, 예를 들어 로봇 암에 의해, 인-시츄로 교체될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 자동 제어 하에서 진공 로봇에 의해 플라즈마 처리 시스템으로부터 제거될 수도 있다.

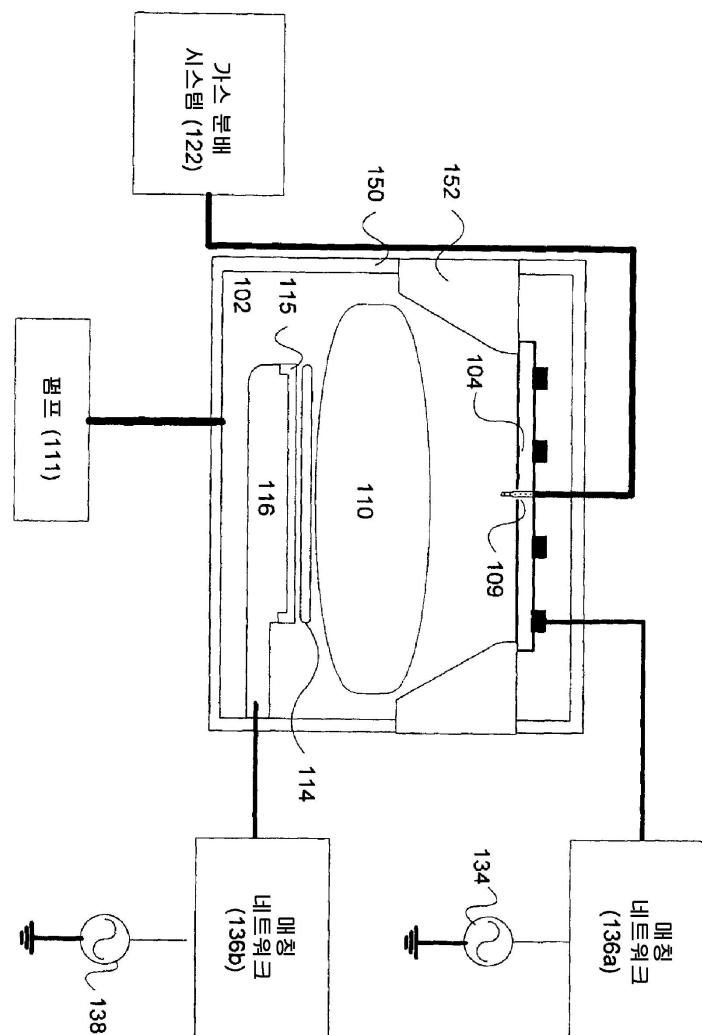
[0042] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 실질적으로 연속적인 표면을 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 한 세트의 홀들을 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 플라즈마 챔버로부터 기판의 제거에 앞서 또는 기판의 제거와 동시에, 또는 기판 제거 후에 제거될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 패러데이 배리어 (Faraday barrier) 이다.

[0043] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 클리닝되어 재사용될 수 있다. 또 다른 실시형태에서, 플라즈마 처리 시스템은 플라즈마 챔버의 상부, 측부, 또는 하부로부터 결합되는 소스 RF 를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 한 세트의 플라즈마 챔버 벽은 플라즈마에 독립적으로 가열 및/또는 냉각될 수 있다.

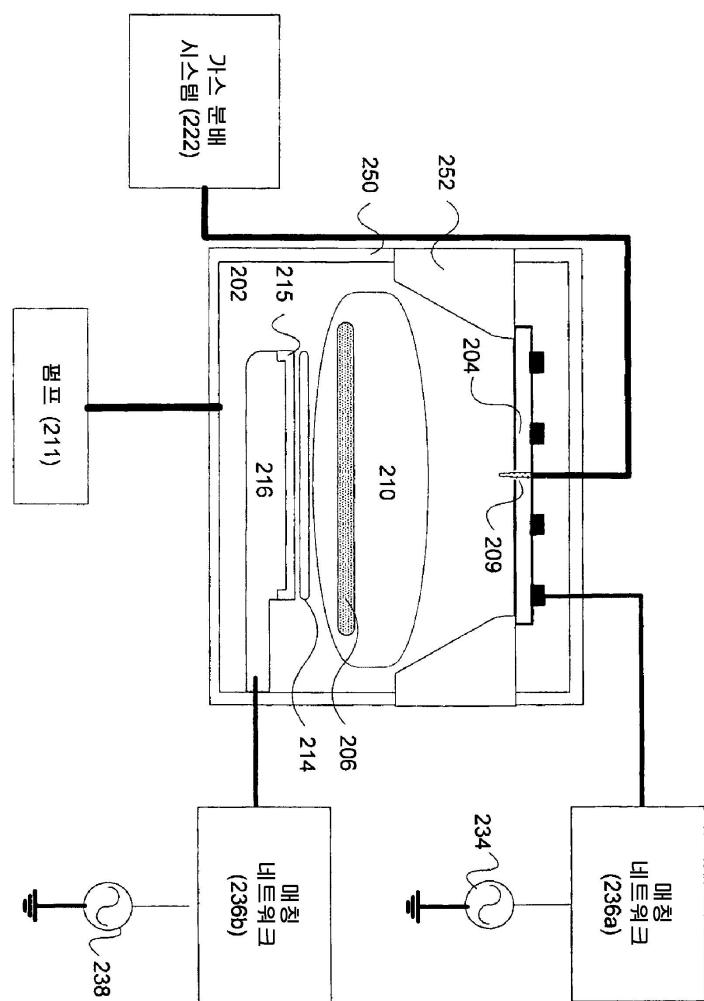
- [0044] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 더 두꺼운 필름의 부착을 돋기 위해, 그리고 너무 이른 박리를 가져올 수도 있는 휘발성류의 결합을 방지하기 위해 가열될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 산물을 위한 실질적으로 휘발성의 퇴적물의 부착 가능도를 증가시키기 위해, 그리고 박리 전에 더 두꺼운 막이 형성되는 것이 가능하도록 냉각될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어가 뜨거운 상태에서 냉각될 때 플라즈마 클리닝 프로세스에 의해 퇴적 배리어는 인-시츄로 클리닝될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 퇴적 배리어가 냉각 상태에서 가열될 때 플라즈마 클리닝 프로세스에 의해 퇴적 배리어는 인-시츄로 클리닝된다.
- [0045] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는, 플라즈마에 노출될 때 한 세트의 휘발성 예칭 산물을 실질적으로 생성하지 않는 금속 (예를 들어, Ni, Pt, Ir, 양극화 (anodized) Al, Cu, 등)으로 이루어진다.
- [0046] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 플라즈마 클리닝 프로세스에 의해 인-시츄로 클리닝될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 습식 화학적 플러쉬 (flush) 프로세스에 의해 인-시츄로 클리닝될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 습식 클리닝 프로세스에 대해 실질적으로 내성이 있는 재료를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 습식 클리닝 프로세스에 대해 실질적으로 내성이 있는 재료에 의해 코팅된다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는, 인-시츄 플라즈마 챔버 클리닝을 수행하는 동안 척을 보호하기 위해 척 상으로 강하될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는, 기관 처리 사이클들 사이에 챔버가 아무런 일을 하지 않는 동안 척을 보호하기 위해 척 상으로 강하될 수도 있다.
- [0047] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 소스 RF를 보호할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 유도성 소스를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 용량성 소스를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 ECR (electron-cyclotron resonance) 소스를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 마이크로웨이브 소스를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 플라즈마 챔버의 상부로부터 결합될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 플라즈마 챔버의 측부로부터 결합될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 소스 RF는 플라즈마 챔버의 하부로부터 결합될 수도 있다.
- [0048] 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 부식 및 퇴적으로 인한 막힘으로부터 한 세트의 플라즈마 가스 인젝터를 보호할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어는 (광학 방사, 간접 측정계 등과 같은) 한 세트의 인-시츄 도량형 센서들 또는 그를 덮는 투명 원도우를 부식 및 퇴적으로 인한 막힘으로부터 보호할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어 표면은 퇴적 물질의 부착 제어를 용이하게 하는 미리 결정된 거칠기를 갖는다. 또 다른 실시형태에서, 퇴적 배리어 표면은 퇴적 재료의 부착 제어를 용이하게 하는 미리 결정된 표면 조성을 갖는다.
- [0049] 이하 도 7 을 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따라, 플라즈마 처리 시스템에서 저휘발성 산물의 감소를 위한 방법의 개략이 나타나 있다. 초기에, 단계 702에서 기관이 플라즈마 처리 챔버 내에 위치된다. 그 다음, 단계 704에서 퇴적 배리어가 플라즈마 처리 챔버 내에 위치되고, 여기서, 퇴적 배리어를 실질적으로 감싸도록 플라즈마가 스트라이킹될 수 있다. 그 다음, 단계 706에서, 플라즈마 처리 챔버 내부에서 플라즈마가 스트라이킹된다. 단계 708에서, 파티클이 기관으로부터 한 세트의 플라즈마 챔버 표면들로부터의 플라즈마 챔버 표면을 향해 스퍼터링되면, 파티클은 퇴적 배리어를 스트라이킹할 것이다.
- [0050] 본 발명을 몇 가지 바람직한 실시형태들을 통해 설명하였지만, 본 발명의 범위에 속하는 변경, 치환, 및 균등물들이 존재한다. 예를 들어, 본 발명을 Lam Research Transformer Coupled Plasma Processing System™과 함께 설명하였지만, 다른 플라즈마 처리 시스템들 (예를 들어, 예칭, 퇴적, 이온 스퍼터, 전자빔, 클러스터 이온빔 등)이 사용될 수도 있다. 본 발명을 구현하기 위한 많은 다른 방식이 존재한다.
- [0051] 본 발명의 이점은 플라즈마 처리 시스템에서 부산물의 퇴적물의 감소를 위한 방법 및 장치를 포함한다. 추가적인 이점은 생산성 및 디바이스 수율의 실질적인 향상, 다중 플라즈마 처리 애플리케이션들 (즉, FeRAM, MRAM, Cu, MEMS, 금속 게이트 high-k 게이트 등)에 걸쳐 통상의 플라즈마 챔버 디자인의 사용, 처리 반복성, 낮은 CoC, 낮은 COO, 높은 MTBC, 낮은 MTTCR, 및 플라즈마 챔버 부품의 확장된 수명 등을 포함한다.
- [0052] 예시적인 실시형태들과 최선의 모드를 개시하였지만, 다음의 청구범위에 의해 정의되는 바와 같이 본 발명의 주제와 사상 내에서 개시된 실시형태들에 대한 변형 및 변화들이 이루어질 수도 있다.

도면

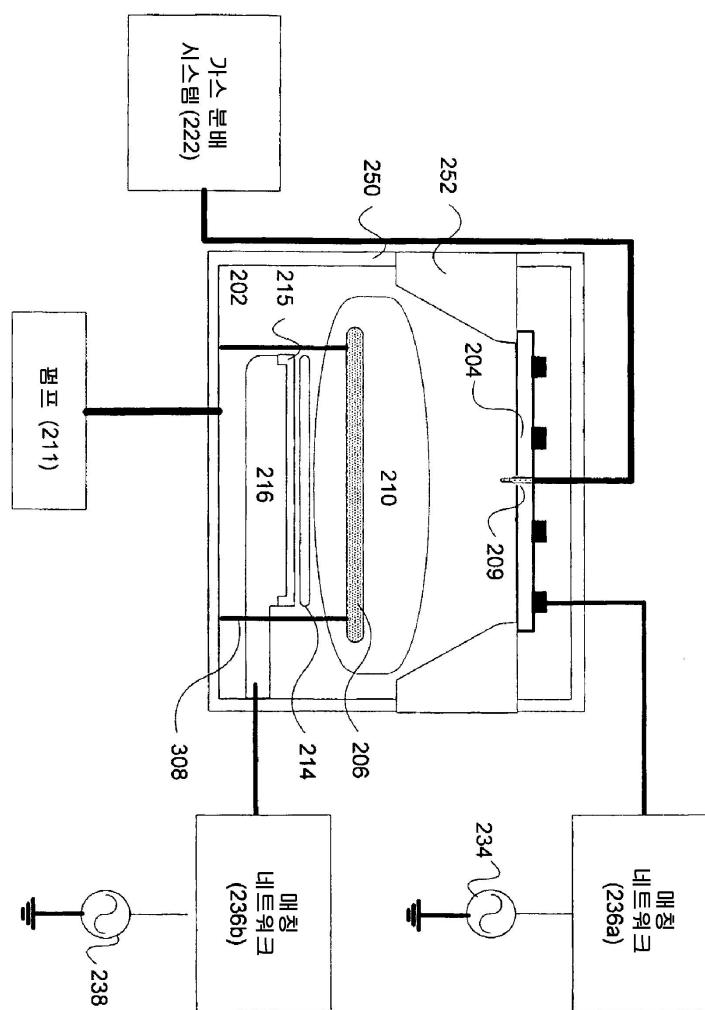
도면1



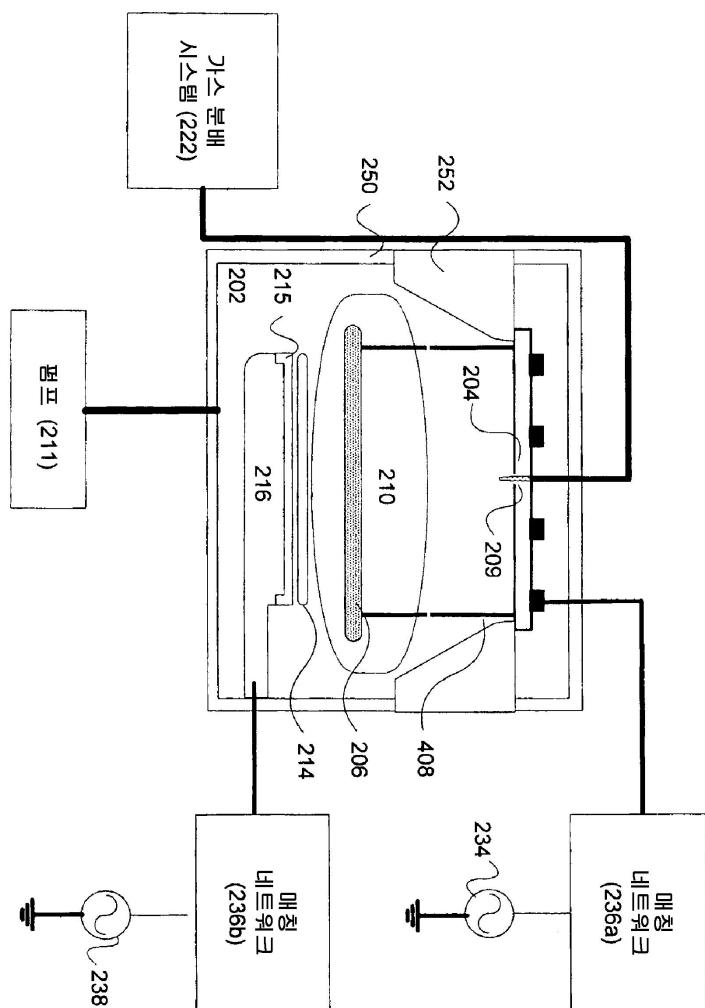
도면2



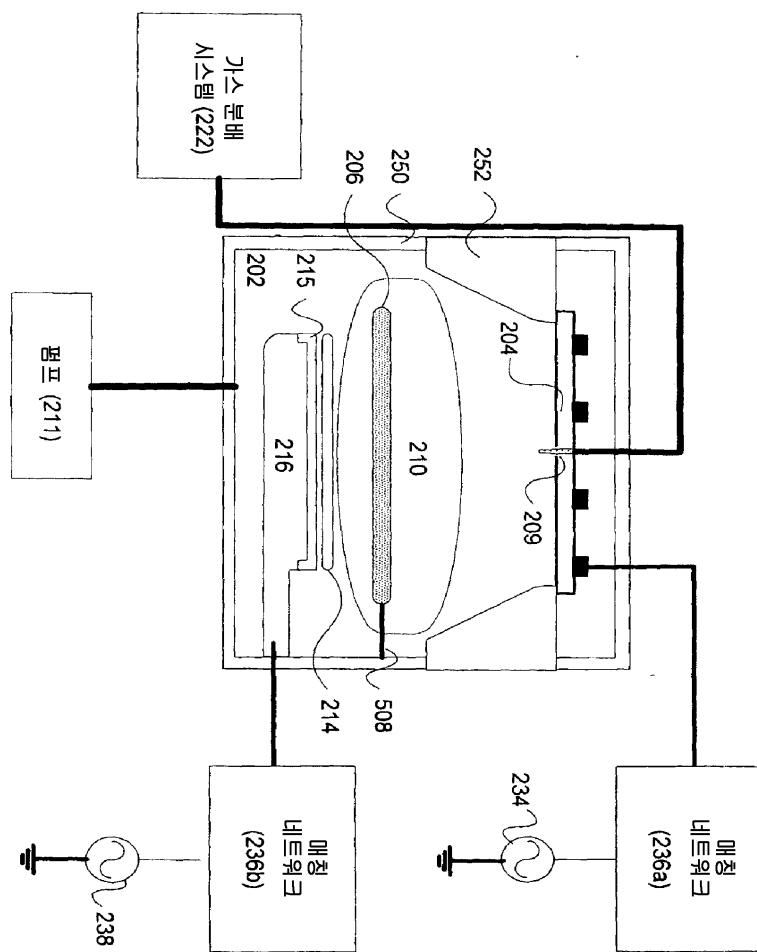
도면3



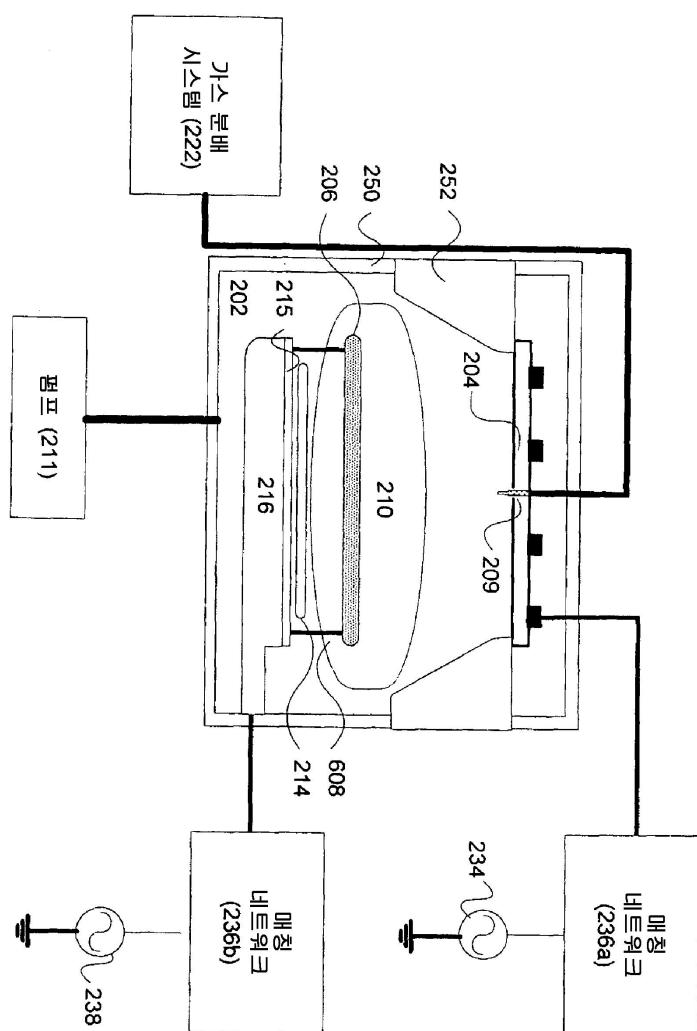
도면4



도면5



도면6



도면7

