



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0017753
(43) 공개일자 2025년02월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21C 5/44 (2006.01) B23K 10/00 (2006.01)
C21C 5/46 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C21C 5/441 (2013.01)
B23K 10/003 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2025-7001696(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2019년10월03일
심사청구일자 2025년01월16일
- (62) 원출원 특허 10-2021-7013438
원출원일자(국제) 2019년10월03일
심사청구일자 2022년09월29일
- (85) 번역문제출일자 2025년01월16일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/054477
- (87) 국제공개번호 WO 2020/072762
국제공개일자 2020년04월09일
- (30) 우선권주장
62/741,754 2018년10월05일 미국(US)
- (71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
- (72) 발명자
유, 정이
미국, 94582 캘리포니아, 산 라몬, 허니캐슬 드라이브 7074
탄, 사만다 시암화
미국, 94555 캘리포니아, 프레몬트, 탄 오크 드라이브 5853
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인인벤싱크

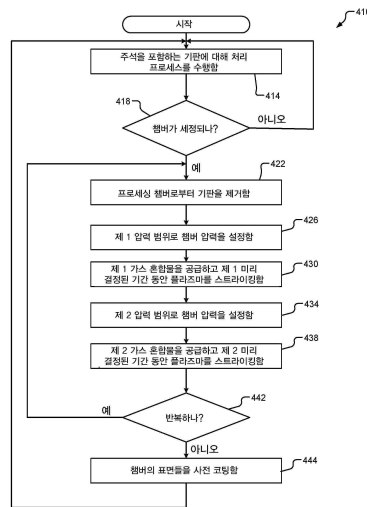
전체 청구항 수 : 총 24 항

(54) 발명의 명칭 프로세싱 챔버의 표면들로부터 금속 오염물 제거

(57) 요약

기관 프로세싱 챔버의 표면들을 세정하기 위한 방법이 a) 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 가스를 공급하는 단계; b) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하는 단계; c) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하는 단계; d) 불소 종을 포함하는 제 2 가스를 공급하는 단계; e) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하는 단계; 및 f) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

C21C 5/4693 (2013.01)

C23C 16/4405 (2013.01)

H01J 37/32862 (2013.01)

H01J 37/3288 (2013.01)

(72) 발명자

허, 성준

미국, 94568 캘리포니아, 더블린, 에스 킬브라이드
레인 2756

위안, 거

미국, 94538 캘리포니아, 프레몬트, 프레몬트 블러
바드 39600

카나카사바파티, 시바 크리슈난

미국, 94566 캘리포니아, 플레전턴, 설리반 코트
284

명세서

청구범위

청구항 1

기판 프로세싱 챔버의 표면들을 세정하기 위한 방법에 있어서,

a) 기판 프로세싱 챔버의 표면들로부터 실리콘 (Si) 에 대해 주석 (Sn) 을 선택적으로 에칭하도록 상기 기판 프로세싱 챔버에 제 1 플라즈마를 공급하는 단계로서, 상기 제 1 플라즈마는 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl_4), 탄소 테트라클로라이드 (CCl_4), 탄화수소 (C_xH_y , 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl_2), 붕소 트리클로라이드 (BCl_3), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl_2) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 화학 물질을 포함하는, 상기 제 1 플라즈마를 공급하는 단계;

b) 상기 단계 a) 에서 공급된 상기 플라즈마를 소화하고 상기 기판 프로세싱 챔버를 배기하는 단계;

상기 단계 a) 및 상기 단계 b) 를 N 회 반복하는 단계로서, 여기서 N은 0보다 더 큰 정수인, 상기 반복하는 단계; 및

상기 단계 a) 및 상기 단계 b) 를 N 회 반복하는 단계 후에, 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기판 프로세싱 챔버의 상기 표면을 사전 코팅하는 (pre-coating) 단계를 포함하는, 기판 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

c) 상기 기판 프로세싱 챔버의 상기 표면들로부터 Sn에 대해 Si를 선택적으로 에칭하도록 상기 프로세싱 챔버에 제 2 플라즈마를 공급하는 단계로서, 상기 제 2 플라즈마는 불소 종을 포함하는 제 2 화학 물질을 포함하는, 상기 제 2 플라즈마를 공급하는 단계;

d) 상기 단계 c) 에서 공급된 상기 플라즈마를 소화하고 상기 기판 프로세싱 챔버를 배기하는 단계; 및

e) 상기 단계 a) 및 상기 단계 b) 를 반복하는 단계에 더하여 상기 단계 c) 및 상기 단계 d) 를 N 회 반복하는 단계를 더 포함하는, 기판 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 2 화학 물질은 질소 트리플루오라이드 (NF_3), 황 헥사플루오라이드 (SF_6), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF_4) 로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 기판 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 단계 a) 내지 상기 단계 e) 는 상기 기판 프로세싱 챔버 내의 기판 지지부 상에 위치한 기판 없이 수행되는, 기판 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 단계 e) 후에 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기판 프로세싱 챔버의 상기 표면들을 상기 사전 코팅하는 단계가 수행되는, 기판 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 단계 a) 및 상기 단계 b) 는 상기 N 회 각각 동안 상기 단계 c) 및 상기 단계 d) 후에 수행되는, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 단계 a) 및 상기 단계 b) 는 상기 N 회 각각 동안 상기 단계 c) 및 상기 단계 d) 전에 수행되는, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 단계 a) 내지 상기 단계 e) 를 수행하기 전에,

실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기관 프로세싱 챔버의 상기 표면을 사전 코팅하는 단계; 및

기관 처리를 수행하는 단계를 더 포함하는, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 기관 처리는 에칭을 포함하는, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 기관은 주석 (Sn) 을 포함하고, 그리고 Sn 오염물은 상기 단계 e) 후 $1e^{10}/\text{cm}^2$ 미만인, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 11

제 2 항에 있어서,

상기 단계 a) 동안 제 1 압력 범위 내에서 상기 기관 프로세싱 챔버 내의 제 1 압력을 제어하는 단계; 및

상기 단계 c) 동안 제 2 압력 범위 내에서 상기 기관 프로세싱 챔버 내의 제 2 압력을 제어하는 단계를 더 포함하고,

상기 제 1 압력 범위는 상기 제 2 압력 범위보다 더 작은, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 압력 범위는 1 내지 30 mT이고, 그리고 상기 제 2 압력 범위는 30 내지 150 mT인, 기관 프로세싱 챔버의 표면 세정 방법.

청구항 13

기관들을 처리하기 위한 기관 프로세싱 시스템에 있어서,

챔버 벽들 및 기관 지지부를 포함하는 기관 프로세싱 챔버;

상기 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 선택적으로 생성하기 위한 플라즈마 생성기; 및

제어기로서,

a) 상기 기관 프로세싱 챔버의 표면들로부터 실리콘 (Si) 에 대해 주석 (Sn) 을 선택적으로 에칭하도록 상기 기관 프로세싱 챔버에 제 1 플라즈마를 공급하고—상기 제 1 플라즈마는 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl_4), 탄소 테트라클로라이드 (CCl_4), 탄화수소 (C_xH_y , 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl_2), 붕소 트리클로라이드 (BCl_3), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl_2) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 화학 물질을 포함함—,

b) 상기 a) 에서 공급된 상기 제 1 플라즈마를 소화하고 상기 기관 프로세싱 챔버를 배기하고,

상기 a) 및 상기 b) 를 N 회 반복하고—여기서 N은 0보다 더 큰 정수임—, 그리고

상기 a) 및 상기 b) 를 N 회 반복한 후에, 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기관 프로세싱 챔버의 상기 표면들을 사전 코팅하도록 상기 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성된, 상기 제어기를 포함하는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제어기는,

c) 상기 기관 프로세싱 챔버의 상기 표면들로부터 Sn에 대해 Si를 선택적으로 에칭하도록 상기 프로세싱 챔버에 제 2 플라즈마를 공급하고—상기 제 2 플라즈마는 불소 종을 포함하는 제 2 화학 물질을 포함함—,

d) 상기 c) 에서 공급된 상기 플라즈마를 소화하고 상기 기관 프로세싱 챔버를 배기하고, 그리고

e) 상기 a) 및 상기 b) 를 반복하는 것에 더하여 상기 c) 및 상기 d) 를 N 회 반복하도록 더 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 2 화학 물질은 질소 트리플루오라이드 (NF_3), 황 헥사플루오라이드 (SF_6), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF_4) 로 구성된 그룹으로부터 선택되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 a) 내지 상기 e) 를 수행하기 전에 상기 기관 지지부로부터 기관을 제거하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 e) 후에 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기관 프로세싱 챔버의 표면들의 사전 코팅을 수행하도록 상기 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 N 회 각각 동안 상기 c) 및 상기 d) 후에 상기 a) 및 상기 b) 를 수행하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 N 회 각각 동안 상기 c) 및 상기 d) 전에 상기 a) 및 상기 b) 를 수행하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 a) 내지 상기 e) 를 수행하기 전에,

실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 상기 기관 프로세싱 챔버의 상기 표면들을 사전 코팅하고, 그리고

기관 처리를 수행하도록, 상기 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 기관 처리는 에칭을 포함하는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 기관은 주석 (Sn) 을 포함하고, 그리고 Sn 오염물은 상기 e) 후 $5e^9/cm^2$ 미만인, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 23

제 14 항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 a) 동안 상기 기관 프로세싱 챔버 내의 제 1 압력을 제 1 압력 범위로 제어하고, 그리고

상기 c) 동안 상기 기관 프로세싱 챔버 내의 제 2 압력을 제 2 압력 범위로 제어하도록 구성되고,

상기 제 1 압력 범위는 상기 제 2 압력 범위보다 더 작은, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 압력 범위는 1 내지 30 mT이고, 그리고 상기 제 2 압력 범위는 30 내지 100 mT인, 기관 프로세싱 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원들에 대한 교차 참조

[0002] 본 개시는 2018년 10월 5일에 출원된 미국 특허 가출원 번호 제 62/741,754 호의 이익을 주장한다. 상기 확인된 출원의 개시는 전체가 참조로서 본 명세서에 인용된다.

[0003] 본 개시는 기관 프로세싱 시스템들, 보다 구체적으로 프로세싱 챔버의 표면들로부터 금속 오염물을 제거하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 본 개시의 맥락을 일반적으로 제시할 목적이다. 이 배경기술 섹션에 기술된 정도의 본 명세서에 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원시 종래 기술로서 달리 인정되지 않을 수도 있는 본 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않

는다.

- [0005] 기관 프로세싱 시스템들은 반도체 웨이퍼들과 같은 기관들의 에칭, 증착, 및/또는 다른 처리를 수행하도록 사용될 수도 있다. 프로세싱 동안, 기관이 프로세싱 챔버의 기관 지지부 상에 배치된다. 하나 이상의 가스들이 가스 전달 시스템에 의해 프로세싱 챔버 내로 도입된다. 플라즈마가 프로세싱 챔버 내에서 화학 반응들을 향상시키도록 프로세싱 동안 스트라이킹될 수도 있다. RF 바이어스가 또한 이온 에너지를 제어하기 위해 기관 지지부에 공급될 수도 있다.
- [0006] 예를 들어, 에칭은 유전체 윈도우에 인접한 프로세싱 챔버의 외부에 배치된 유도 코일들에 의해 생성된 ICP (Inductively-Coupled Plasma) 를 사용하여 수행될 수도 있다. 프로세싱 챔버 내부를 흐르는 프로세스 가스는 플라즈마를 생성하도록 점화된다. RF 바이어스 전력이 또한 기관 지지부의 전극에 공급될 수도 있다.
- [0007] 증착 또는 에칭과 같은 기관 처리 동안, 잔여물이 챔버 벽들과 같은 프로세싱 챔버의 표면들 상에 증착될 수도 있다. 잔여물은 기관들의 프로세싱 동안 결함들을 유발할 수도 있다. 잔여물을 제거하기 위해 세정이 수행될 수도 있다.

발명의 내용

- [0008] 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 세정하기 위한 방법이 a) 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 가스를 공급하는 단계; b) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하는 단계; c) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하는 단계; d) 불소 중을 포함하는 제 2 가스를 공급하는 단계; e) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하는 단계; 및 f) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하는 단계를 포함한다.
- [0009] 다른 특징들에서, 방법은 g) 단계 a) 내지 단계 c) 및 단계 d) 내지 단계 f) 를 N 회 반복하는 단계를 더 포함하고, 여기서 N은 0보다 큰 정수이다. 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF₃), 황 헥사플루오라이드 (SF₆), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF₄) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 단계 a) 내지 단계 g) 는 기관 프로세싱 챔버 내의 기관 지지부 상에 위치한 기관 없이 수행된다.
- [0010] 다른 특징들에서, 방법은 단계 g) 후에 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하는 (pre-coating) 단계를 포함한다.
- [0011] 다른 특징들에서, 단계 a) 내지 단계 c) 는 N 회 각각 동안 단계 d) 내지 단계 f) 후에 수행된다. 단계 a) 내지 단계 c) 는 N 회 각각 동안 단계 d) 내지 단계 f) 전에 수행된다.
- [0012] 다른 특징들에서, 단계 a) 내지 단계 g) 를 수행하기 전에, 방법은 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하는 단계; 및 기관 처리를 수행하는 단계를 포함한다. 다른 특징들에서, 방법은 g) 후에, 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하는 단계; 및 기관 처리를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0013] 다른 특징들에서, 기관 처리는 에칭을 포함한다. 기관은 주석 (Sn) 을 포함한다.
- [0014] 다른 특징들에서, 방법은 단계 b) 동안 제 1 압력 범위 내에서 기관 프로세싱 챔버 내의 제 1 압력을 제어하는 단계; 및 단계 e) 동안 제 2 압력 범위 내에서 기관 프로세싱 챔버 내의 제 2 압력을 제어하는 단계를 포함한다. 제 1 압력 범위는 제 2 압력 범위보다 작다.
- [0015] 다른 특징들에서, 제 1 압력 범위는 1 내지 30 mT이고, 제 2 압력 범위는 30 내지 150 mT이다.
- [0016] 기관들을 처리하기 위한 기관 프로세싱 시스템이 챔버 벽들 및 기관 지지부를 포함하는 프로세싱 챔버를 포함한다. 가스 전달 시스템이 프로세싱 챔버로 가스들을 선택적으로 전달한다. 플라즈마 생성기가 프로세싱 챔버에서 플라즈마를 선택적으로 생성한다. 제어기가 a) 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 및 티오닐

클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 가스를 공급하고, b) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하고, c) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하고, d) 불소 종을 포함하는 제 2 가스를 공급하고, e) 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 에칭하도록 기관 프로세싱 챔버 내에서 플라즈마를 스트라이킹하고, 그리고 f) 플라즈마를 소화하고 기관 프로세싱 챔버를 배기하기 위해 가스 전달 시스템 및 플라즈마 생성기를 제어하도록 구성된다.

[0017] 다른 특징들에서, 제어기는 g) a) 내지 c) 및 d) 내지 f) 를 N 회 반복하도록 더 구성되고, 여기서 N은 0보다 큰 정수이다. 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF₃), 황 헥사플루오라이드 (SF₆), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF₄) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. a) 내지 g) 를 수행하기 전에 기관 지지부로부터 기관을 제거하도록 구성된다. 제어기는 g) 후에 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하도록 구성된다. 제어기는 N 회 각각 동안 d) 내지 f) 후에 a) 내지 c) 를 수행하도록 구성된다. 제어기는 N 회 각각 동안 d) 내지 f) 전에 a) 내지 c) 를 수행하도록 구성된다.

[0018] 다른 특징들에서, 제어기는 a) 내지 g) 를 수행하기 전에, 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하고, 그리고 기관 처리를 수행하도록 구성된다. g) 후에, 제어기는 실리콘 (Si) 및 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 재료로 기관 프로세싱 챔버의 표면들을 사전 코팅하고, 그리고 기관 처리를 수행하도록 구성된다.

[0019] 다른 특징들에서, 기관 처리는 에칭을 포함한다. 기관은 주석 (Sn) 을 포함한다.

[0020] 다른 특징들에서, 제어기는 b) 동안 제 1 압력 범위로 기관 프로세싱 챔버 내의 제 1 압력을 제어하고, 그리고 e) 동안 제 2 압력 범위로 기관 프로세싱 챔버 내의 제 2 압력을 제어하도록 구성된다. 제 1 압력 범위는 제 2 압력 범위보다 작다.

[0021] 다른 특징들에서, 제 1 압력 범위는 1 내지 30 mT이고, 제 2 압력 범위는 30 내지 150 mT이다.

[0022] 본 개시의 추가 적용 가능성의 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시의 목적들을 위해 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0023] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.

도 1은 본 개시에 따른 세정 시스템을 포함하는 기관 프로세싱 시스템의 예의 기능적 블록도이다.

도 2a 내지 도 2d는 본 개시에 따른 기관 프로세싱 시스템의 표면들의 세정을 예시한다.

도 3a 내지 도 3e는 본 개시에 따른 기관 프로세싱 시스템의 표면들의 세정의 또 다른 예를 예시한다.

도 4는 본 개시에 따른 기관 프로세싱 시스템 표면들을 세정하기 위한 방법의 예의 플로우차트이다.

도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하기 위해 재사용될 수도 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 개시는 금속 교차-오염물을 감소시키기 위해 챔버 벽들과 같은 프로세싱 챔버의 표면들을 세정하기 위한 시스템들 및 방법들에 관한 것이다. 본 명세서에 기술된 세정 방법은 종래의 세정 방법들보다 효과적으로 주석 (Sn), 알루미늄 (Al), 이트륨 (Y), 철 (Fe), 및/또는 다른 금속들과 같은 금속 오염 물질들을 제거한다. 본 개시에 따른 세정 시스템들 및 방법들은 프로세싱 챔버를 원래의 클린 (clean) 상태로 주기적으로 리셋하도록 사용될 수 있다.

[0025] 프로세싱 챔버 내의 금속 오염물은 에칭 레이트 변화들과 같은 프로세스 시프트를 유발할 수도 있다. 금속 오염물은 또한 디바이스 성능에 부정적으로 영향을 주는 결함들을 유발할 수도 있다. 통상적인 사양들은 프로세싱 챔버 내의 금속 오염물이 5e¹⁰/cm² 미만이어야 한다. 종래의 챔버 세정 방법들은 대략 1e¹¹/cm² 내지 1e¹²/cm²의 금속 오염물 레벨들을 발생시킨다. 본 명세서에 기술된 세정 시스템들 및 방법들은 5e¹⁰/cm² 미만으로 금속 오염물을 상당히 감소시킬 수 있다.

- [0026] 예를 들어, 유도 결합 플라즈마 프로세싱 챔버의 표면들은 통상적으로 실리콘 (Si) 또는 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 와 같은 층으로 사전 코팅된다 (pre-coat). Sn을 포함하는 기관들의 에칭이 수행된 후, 주석 옥사이드 (SnO_x) 에칭 부산물 또는 잔여물이 프로세싱 챔버의 표면들 상에 증착된다. 세정은 염소 분자 (Cl₂) 를 사용하는 제 1 플라즈마 프로세싱 단계 및 질소 트리플루오라이드 (NF₃) 를 사용하는 제 2 플라즈마 프로세싱 단계를 포함할 수도 있다. 그러나, 이 화학 물질은 비 휘발성 에칭 부산물들로 인해 매우 느린 SnO_x 에칭 레이트를 갖는다. 즉, Sn 할라이드들 (halides) (SnF_x, SnCl_x, 및 SnBr_x) 은 비 휘발성이다. 300 초까지의 상대적으로 긴 에칭 기간들에서도, 오염물 레벨들은 $1e^{11}/cm^2$ 내지 $1e^{12}/cm^2$ 이상으로 유지된다.
- [0027] 분자 수소 (H₂) 플라즈마를 사용하는 또 다른 세정 방법은 Sn 또는 SnO_x를 에칭하여 휘발성 주석 하이드라이드 (SnH_x) 를 형성한다. 그러나, SnH_x는 고온에서 안정하지 않고, 금속성 Sn으로 다시 해리되며 프로세싱 챔버의 표면들 상에 재 증착되는 경향이 있다.
- [0028] 본 개시에 따른 시스템들 및 방법들은 금속 오염물을 감소시키기 위해 프로세싱 챔버 내의 표면들을 세정하도록 사용된다. 일부 예들에서, 프로세싱 챔버의 표면들은 Si 또는 SiO_x와 같은 층으로 사전 코팅된다. 프로세싱 챔버는 하나 이상의 기관들을 프로세싱하도록 사용된다. 프로세싱 챔버로부터 기관을 제거한 후, 시스템들 및 방법들은 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된 제 1 가스를 공급한다. 일부 예들에서, 아르곤 (Ar), 헬륨 (He), 네온 (Ne), 또는 분자 질소 (N₂) 와 같은 불활성 가스가 또한 에칭 가스를 희석하도록 공급될 수도 있다. 플라즈마는 제 1 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹되고, 이어서 소화된다.
- [0029] 제 1 에칭 단계는 Si에 대해 Sn을 선택적으로 에칭한다. 휘발성 화합물 SnR_xO_yCl_z가 형성된다 (여기서 R = 붕소 (B), 탄소 (C), 황 (S), 실리콘 (Si), 등). 에칭 후에, 프로세싱 챔버는 배기되고, 이어서 불소 종을 포함하는 제 2 가스가 공급된다. 일부 예들에서, 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF₃), 황 헥사플루오라이드 (SF₆), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF₄) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 일부 예들에서, 불활성 가스가 또한 공급될 수도 있다. 플라즈마는 제 2 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹된다. 제 2 에칭 단계는 Sn에 대해 Si를 선택적으로 에칭한다. 제 1 단계 및 제 2 단계의 순서는 역전될 수 있다.
- [0030] 일부 예들에서, 제 1 에칭 단계 및 제 2 에칭 단계는 사전 코팅 층이 완전히 또는 실질적으로 제거될 때까지 반복되지 않거나 1 회 이상 반복된다. 복수의 사이클들 후에, 금속 오염물 레벨들은 $1e^{10}/cm^2$ 미만으로 감소될 수 있다. 이어서, 프로세싱 챔버의 표면들은 다시 사전 코팅되고, 기관 처리들이 다시 수행된다.
- [0031] 일부 예들에서, 프로세싱 챔버 내의 압력은 제 1 단계 및 제 2 단계 동안 상이한 압력들로 조정된다. 다른 예들에서, 프로세싱 챔버 내의 압력은 제 1 단계 및 제 2 단계 동안 동일하다. 부가적인 상세들은 이하에 더 기술된다.
- [0032] 이제 도 1을 참조하면, 본 개시에 따른 기관 프로세싱 시스템 (110) 의 예가 도시된다. 본 개시가 유도 결합 플라즈마 (Inductively Coupled Plasma; ICP) 프로세싱 챔버의 맥락에서 기술될 것이지만, 다른 타입들의 프로세싱 챔버들이 사용될 수 있다.
- [0033] 기관 프로세싱 시스템 (110) 은 코일 구동 회로 (111) 를 포함한다. 펄싱 회로 (114) 가 RF 전력의 온 및 오프를 펄싱하거나 RF 전력의 진폭 또는 레벨을 가변하도록 사용될 수도 있다. 튜닝 회로 (113) 는 하나 이상의 유도 코일들 (116) 에 직접 연결될 수도 있다. 튜닝 회로 (113) 는 RF 소스 (112) 의 출력을 목표된 주파수 및/또는 목표된 위상으로 튜닝하고, 코일들 (116) 의 임피던스를 매칭시키고 코일들 (116) 사이에 전력을 분할한다. 일부 예들에서, 코일 구동 회로 (111) 는 RF 바이어스 제어와 함께 이하에 더 기술된 구동 회로들 중 하나로 대체된다.
- [0034] 일부 예들에서, 플레넘 (120) 이 고온 및/또는 저온 공기 플로우로 유전체 윈도우 (124) 의 온도를 제어하도록 코일들 (116) 과 유전체 윈도우 (124) 사이에 배치될 수도 있다. 유전체 윈도우 (124) 는 프로세싱 챔버 (128) 의 일 측면을 따라 배치된다. 프로세싱 챔버 (128) 는 기관 지지부 (또는 페데스탈) (132) 를 더 포함한다. 기관 지지부 (132) 는 정전 척 (electrostatic chuck; ESC), 또는 기계적 척 또는 다른 타입의 척을 포함할 수

도 있다. 프로세스 가스는 프로세싱 챔버 (128) 로 공급되고, 플라즈마 (140) 는 프로세싱 챔버 (128) 의 내부에서 선택적으로 생성된다. 플라즈마 (140) 는 기관 (134) 의 노출된 표면을 에칭한다. 구동 회로 (152) 가 동작 동안 기관 지지부 (132) 내의 전극에 RF 바이어스를 제공하도록 사용될 수도 있다.

[0035] 가스 전달 시스템 (156) 이 에칭 가스, 전구체 가스, 불활성 가스, 등과 같은 프로세스 가스를 프로세싱 챔버 (128) 에 공급하도록 사용될 수도 있다. 가스 전달 시스템 (156) 은 가스 소스들 (157), 밸브들 및 질량 유량 제어기들과 같은 가스 계량 시스템 (158), 및 매니폴드 (159) 를 포함할 수도 있다. 가스 전달 시스템 (160) 이 밸브 (61) 를 통해 플레넘 (120) 으로 가스 (162) 를 전달하도록 사용될 수도 있다. 가스는 코일들 (116) 및 유전체 윈도우 (124) 를 냉각하도록 사용되는 냉각 가스 (공기) 를 포함할 수도 있다. 히터/냉각기 (164) 가 기관 지지부 (132) 를 미리 결정된 온도로 가열/냉각하도록 사용될 수도 있다. 배기 시스템 (165) 이 퍼지 또는 배기에 의해 프로세싱 챔버 (128) 로부터 반응 물질들을 제거하기 위한 밸브 (166) 및 펌프 (167) 를 포함한다. 밸브 (166) 및 펌프 (167) 는 프로세싱 챔버 내의 압력을 제어하도록 사용될 수도 있다.

[0036] 압력 센서 (153) 가 프로세싱 챔버 내부의 압력을 센싱하도록 사용될 수도 있다. 제어기 (154) 가 에칭 프로세스를 제어하도록 사용될 수도 있다. 제어기 (154) 는 온도 및 압력과 같은 시스템 파라미터들을 모니터링한다. 제어기 (154) 는 가스의 전달, 플라즈마의 스트라이킹, 유지 및 소화, 반응 물질들의 제거, 냉각 가스의 공급, 등을 제어한다. 제어기 (154) 는 프로세싱 챔버 내의 압력을 가변시키도록 밸브 (166) 및 펌프 (167) 를 제어할 수도 있다. 부가적으로, 이하에 상세히 기술된 바와 같이, 제어기 (154) 는 본 명세서에 기술된 세정 프로세스를 제어할 수도 있다.

[0037] 이제 도 2a 내지 도 2d를 참조하면, 본 명세서에 기술된 세정 시스템들 및 방법들을 사용하는 세정 동안의 프로세싱 챔버 (210) 의 표면이 도시된다. 도 2a에서, 챔버 벽과 같은 프로세싱 챔버 (210) 의 표면 (220) 이 도시된다. 기관 처리 전에, 프로세싱 챔버 (210) 의 표면 (220) 은 사전 코팅 층 (224) 으로 처리될 수도 있다. 일부 예들에서, 사전 코팅 층 (224) 은 실리콘 (Si) 또는 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 를 포함하지만, 다른 사전 코팅 층들 (224) 이 사용될 수 있다.

[0038] 이러한 증착 또는 에칭과 같은 기관 처리들 동안, 잔여물 (226) 이 사전 코팅 층 (224) 을 오염시킨다. 예를 들어, SnO_x 가 사전 코팅 층 상에 증착될 수도 있다. 잔여물을 제거하기 위한 단계들이 취해진다. 도 2b에서, 제 1 가스가 프로세싱 챔버 (210) 로 공급되고, 플라즈마는 제 1 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹되고 이어서 소화된다. 일부 예들에서, 제 1 가스는 실리콘 테트라클로라이드 ($SiCl_4$), 탄소 테트라클로라이드 (CCl_4), 탄화수소 (C_xH_y , 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl_2), 붕소 트리클로라이드 (BCl_3), 및 티오닐 클로라이드 ($SOCl_2$) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 제 1 가스는 실리콘 (Si) 에 대해 선택적으로 주석 (Sn) 을 에칭한다.

[0039] 프로세싱 챔버 (210) 는 제 1 미리 결정된 기간 후에 배기된다. 도 2c에서, 불소 종을 포함하는 제 2 가스가 프로세싱 챔버 (210) 로 공급되고, 플라즈마는 제 2 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹되고 이어서 소화된다. 일부 예들에서, 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF_3), 황 헥사플루오라이드 (SF_6), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF_4) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 제 2 가스는 Sn에 대해 Si를 선택적으로 에칭한다. 이 예에서, 하나의 사이클만이 수행된다.

[0040] 도 2d에서, 실리콘 또는 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 사전 코팅 층은 이전의 사전 코팅 층의 나머지를 위에 도포된다. 예를 들어, 실리콘 테트라클로라이드 ($SiCl_4$), 실란 (SiH_4), 또는 다른 실리콘 (Si) 또는 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 전구체 가스가 미리 결정된 기간 동안 공급되고, 플라즈마가 스트라이킹된다. 일부 예들에서, 분자 산소 (O_2) 가스가 또한 프로세싱 챔버에 공급된다. 사전 코팅 층이 증착된 후, 기관 처리가 계속될 수 있다. 일부 예들에서, 사전 코팅 층은 PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) 를 사용하여 증착된다.

[0041] 이제 도 3a 내지 도 3e를 참조하면, 본 명세서에 기술된 세정 시스템들 및 방법들을 사용하는 세정 동안의 프로세싱 챔버 (310) 의 표면들이 도시된다. 도 3a에서, 챔버 벽과 같은 프로세싱 챔버 (310) 의 표면 (320) 이 도시된다. 기관 처리 전에, 사전 코팅 층 (324) 이 프로세싱 챔버 (310) 의 표면 (320) 상에 증착될 수도 있다. 일부 예들에서, 사전 코팅 층 (324) 은 실리콘 또는 실리콘 다이옥사이드를 포함하지만, 다른 타입들의 사전 코팅 층들 (324) 이 사용될 수 있다.

- [0042] 기관 처리 동안 (예컨대 증착 또는 에칭 동안), Sn 또는 SnO_x와 같은 잔여물 (326) 은 사전 코팅 층 (324) 을 오염시킨다. 프로세스 드리프트 또는 결함들을 방지하기 위해, 오염된 사전 코팅 층이 에칭된다. 도 3b에서, 제 1 가스가 프로세싱 챔버 (310) 로 공급되고, 플라즈마는 제 1 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹된다. 일부 예들에서, 제 1 가스는 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 플라즈마는 실리콘 (Si) 에 대해 선택적으로 주석 (Sn) 을 에칭한다.
- [0043] 프로세싱 챔버 (310) 는 제 1 미리 결정된 기간 후에 배기된다. 도 3c에서, 불소 종을 포함하는 제 2 가스가 프로세싱 챔버 (310) 로 공급되고, 플라즈마는 제 2 미리 결정된 기간 동안 스트라이킹된다. 일부 예들에서, 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF₃), 황 헥사플루오라이드 (SF₆), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF₄) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 플라즈마는 Sn에 대해 Si를 선택적으로 에칭한다. 도 3b 및 도 3c에 도시된 단계들은 1 회 이상 반복될 수 있다. 일부 예들에서, 단계들은 사전 코팅 층 및 잔여물들이 표면으로부터 제거 될 때까지 반복된다.
- [0044] 도 3d에서, 사전 코팅 층 및 잔여물들의 제거 후의 프로세싱 챔버의 표면이 도시된다. 도 3e에서, 실리콘 옥사이드 (SiO_x) 사전 코팅 층이 다시 도포되고, 프로세싱 챔버는 기관 처리를 다시 수행할 준비가 된다.
- [0045] 이제 도 4를 참조하면, 기관 프로세싱 시스템의 표면들을 세정하기 위한 방법 (410) 이 도시된다. 기관 처리들 전에, 사전 코팅 층이 프로세싱 챔버의 표면들에 도포된다. 414에서, 하나 이상의 기관 처리들이 기관(들) 에 대해 수행된다. 기관 처리들 동안, 잔여물이 프로세싱 챔버의 표면들 상에 형성된다. 일부 예들에서, 기관 처리는 증착, 에칭, 세정 또는 다른 처리를 포함한다.
- [0046] 418에서, 방법은 챔버가 세정되는지 여부를 결정한다. 챔버 세정은 매 P 프로세스 사이클과 같이 (여기서 P는 0보다 큰 정수), 이벤트 기반으로 (예컨대 이벤트가 발생할 때), 또는 다른 기준을 사용하여 주기적으로 수행될 수 있다. 418에서 챔버 세정이 수행된다면, 기관은 (필요하다면) 422에서 프로세싱 챔버로부터 제거된다. 426에서, 챔버 압력은 제 1 압력 범위의 제 1 압력 값으로 설정된다. 430에서, 제 1 가스 (또는 제 2 가스) 가 프로세싱 챔버로 공급되고, 제 1 미리 결정된 기간 동안 플라즈마가 스트라이킹된다. 일부 예들에서, 제 1 가스는 실리콘 테트라클로라이드 (SiCl₄), 탄소 테트라클로라이드 (CCl₄), 붕소 트리클로라이드 (BCl₃), 탄화수소 (C_xH_y, 여기서 x 및 y는 정수들) 및 염소 분자 (Cl₂), 및 티오닐 클로라이드 (SOCl₂) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다. 일부 예들에서, 제 2 가스는 질소 트리플루오라이드 (NF₃), 황 헥사플루오라이드 (SF₆), 및 탄소 테트라플루오라이드 (CF₄) 로 구성된 그룹으로부터 선택된다.
- [0047] 434에서, 챔버 압력은 제 2 압력 범위의 제 2 압력 값으로 설정된다. 438에서, 제 2 가스 (또는 제 1 가스) 가 프로세싱 챔버로 공급되고, 제 2 미리 결정된 기간 동안 플라즈마가 스트라이킹된다. 442에서, 프로세스는 1 회 이상 반복될 수도 있다. 하나 이상의 사이클들이 완료된 후, 프로세싱 챔버의 표면들은 사전 코팅되고, 이어서 부가적인 기관 처리들이 프로세싱 챔버 내에서 수행될 수 있다.
- [0048] 일부 예들에서, 염소 종 에칭 동안 챔버 압력은 1 내지 30 mT (milliTorr) 의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 염소 종 에칭 동안 챔버 압력은 4 내지 12 mT의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 염소 종 에칭 동안 챔버 압력은 7 내지 9 mT의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 염소 종 에칭 동안 챔버 압력은 8 mT로 유지된다.
- [0049] 일부 예들에서, 불소 종 에칭 동안 챔버 압력은 30 내지 150 mT의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 불소 종 에칭 동안 챔버 압력은 50 내지 80 mT의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 불소 종 에칭 동안 챔버 압력은 60 내지 70 mT의 미리 결정된 범위로 유지된다. 다른 예들에서, 불소 종 에칭 동안 챔버 압력은 65 mT로 유지된다.
- [0050] 일부 예들에서, 염소 및 불소 에칭 종에 대한 에칭 기간들은 1 내지 30 초의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 에칭 종에 대한 에칭 기간들은 1 내지 10 초의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 에칭 종에 대한 에칭 기간들은 3 내지 7 초의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 에칭 종에 대한 에칭 기간은 5 초이다. 인식될 수 있는 바와 같이, 에칭 기간들은 프로세싱 챔버, 에칭 가스의 농도 및 사용되는 플라즈마의 타입에 따라 가변할 것이다. 부가적으로, 에칭 기간들은 또한 플라즈마 전력에 따라 가변할 것이다. 보다 높은 플라즈마는 에칭 레이트를 상승시키고 에칭 기간들을 감소시킬 것이다.

- [0051] 일부 예들에서, 염소 및 불소 예칭 동안 플라즈마 전력은 100 W 내지 3000 W의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 예칭 동안 플라즈마 전력은 500 W 내지 2500 W의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 예칭 동안 플라즈마 전력은 1300 W 내지 2300 W의 범위이다. 일부 예들에서, 염소 및 불소 예칭 동안 플라즈마 전력은 1800 W이다. 일부 예들에서, 사전 코팅 동안 플라즈마 전력은 500 W 내지 2000 W의 범위이다. 일부 예들에서, 사전 코팅 동안 플라즈마 전력은 500 W 내지 1500 W의 범위이다. 일부 예들에서, 사전 코팅 동안 플라즈마 전력은 1000 W이다.
- [0052] 일부 예들에서, 염소 중 또는 불소 중을 포함하는 100 내지 300 sccm (standard cubic centimeters) 의 가스가 각각의 예칭 단계들 동안 공급된다. 일부 예들에서, 염소 중 또는 불소 중을 포함하는 200 sccm의 가스가 각각의 예칭 단계들 동안 공급된다.
- [0053] 전문적인 기술은 본질적으로 단지 예시이고, 어떠한 방식으로든 본 개시, 이의 적용 예, 또는 사용들을 제한하도록 의도되지 않는다. 본 개시의 광범위한 교시들은 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시가 특정한 예들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 다른 수정들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들의 연구시 자명해질 것이기 때문에 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법의 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시 예들 각각이 특정한 피쳐들을 갖는 것으로 상기 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시 예에 대해 기술된 이들 피쳐들 중 임의의 하나 이상의 피쳐들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않더라도 임의의 다른 실시 예들의 피쳐들에서 그리고/또는 피쳐들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시 예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시 예들의 다른 실시 예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.
- [0054] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 및 기능적 관계들은, "연결된 (connected)", "인게이지된 (engaged)", "커플링된 (coupled)", "인접한 (adjacent)", "옆에 (next to)", "~의 상단에 (on top of)", "위에 (above)", "아래에 (below)", 및 "배치된 (disposed)"을 포함하는, 다양한 용어들을 사용하여 기술된다. "직접적 (direct)"인 것으로 명시적으로 기술되지 않는 한, 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 간의 관계가 상기 개시에서 기술될 때, 이 관계는 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 다른 중개하는 엘리먼트들이 존재하지 않는 직접적인 관계일 수 있지만, 또한 제 1 엘리먼트와 제 2 엘리먼트 사이에 (공간적으로 또는 기능적으로) 하나 이상의 중개하는 엘리먼트들이 존재하는 간접적인 관계일 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 구 A, B, 및 C 중 적어도 하나는 비배타적인 논리 OR를 사용하여, 논리적으로 (A 또는 B 또는 C) 를 의미하는 것으로 해석되어야 하고, "적어도 하나의 A, 적어도 하나의 B, 및 적어도 하나의 C"를 의미하는 것으로 해석되지 않아야 한다.
- [0055] 일부 구현 예들에서, 제어기는 상기 기술된 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부이다. 이러한 시스템들은 프로세싱 툴 또는 툴들, 챔버 또는 챔버들, 프로세싱용 플랫폼 또는 플랫폼들, 및/또는 특정 프로세싱 컴포넌트들 (웨이퍼 페데스탈, 가스 플로우 시스템, 등) 을 포함하는, 반도체 프로세싱 장비를 포함할 수 있다. 이들 시스템들은 반도체 웨이퍼 또는 기판의 프로세싱 이전에, 프로세싱 동안에 그리고 프로세싱 이후에 그들의 동작을 제어하기 위한 전자장치와 통합될 수도 있다. 전자장치는 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지칭될 수도 있다. 제어기는, 시스템의 프로세싱 요건들 및/또는 타입에 따라서, 프로세싱 가스들의 전달, 온도 설정사항들 (예를 들어, 가열 및/또는 냉각), 압력 설정사항들, 진공 설정사항들, 전력 설정사항들, 무선 주파수 (RF) 생성기 설정사항들, RF 매칭 회로 설정사항들, 주파수 설정사항들, 플로우 레이트 설정사항들, 유체 전달 설정사항들, 위치 및 동작 설정사항들, 툴 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이스된 로드록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그래밍될 수도 있다.
- [0056] 일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 설정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는, 등을 하는 다양한 집적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 집적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSPs), ASICs (Application Specific Integrated Circuits) 로서 규정되는 칩들, 및/또는 프로그램 인스트럭션들 (예를 들어, 소프트웨어) 을 실행하는 하나 이상의 마이크로프로세서들, 또는 마이크로제어기들을 포함할 수도 있다. 프로그램 인스트럭션들은 반도체 웨이퍼 상에서 또는 반도체 웨이퍼에 대한 특정 프로세스를 실행하기 위한 동작 파라미터들을 규정하는, 다양한 개별 설정사항들 (또는 프로그램 파일들) 의 형태로 제어기로 또는 시스템으로 전달되는 인스트럭션들일 수도 있다. 일부 실시 예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 옥사이드들, 실리콘, 실리콘 다이옥사이드, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔

지니어들에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

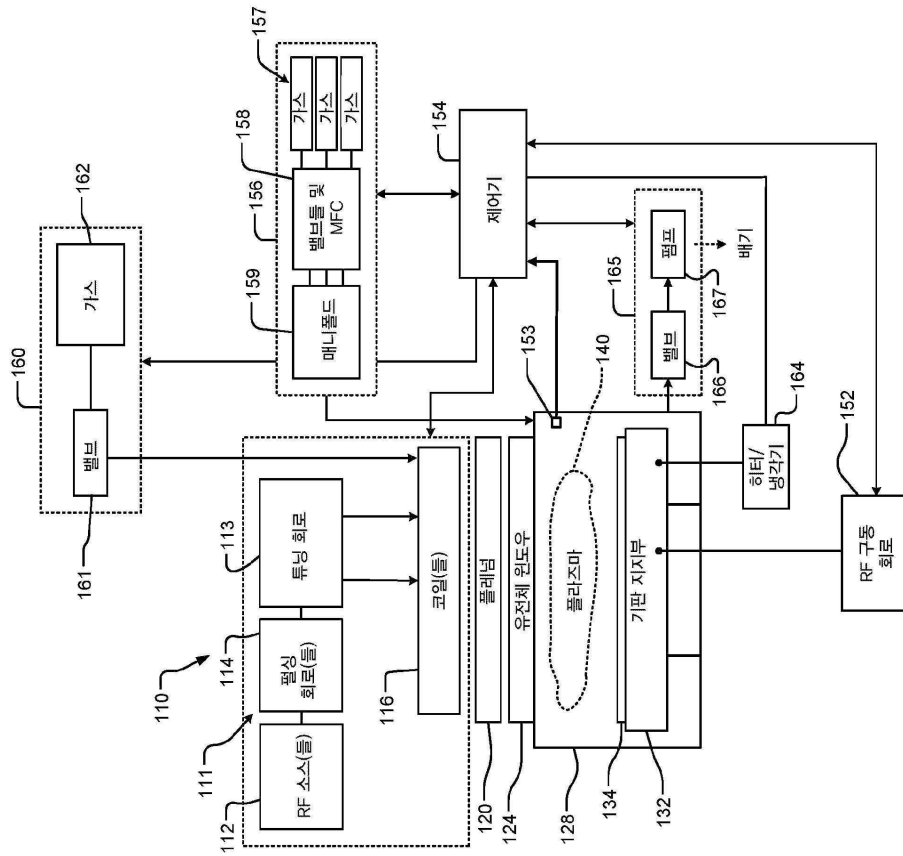
[0057] 제어기는, 일부 구현 예들에서, 시스템과 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 그렇지 않으면 시스템에 네트워크되거나, 또는 이들의 조합으로 될 수 있는 컴퓨터에 커플링되거나 이의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 제어기는 웨이퍼 프로세싱의 원격 액세스를 가능하게 할 수 있는 공장 (fab) 호스트 컴퓨터 시스템의 전부 또는 일부이거나 "클라우드" 내에 있을 수도 있다. 컴퓨터는 제조 동작들의 현 진행을 모니터링하고, 과거 제조 동작들의 이력을 조사하고, 복수의 제조 동작들로부터 경향들 또는 성능 계측치들을 조사하고, 현 프로세싱의 파라미터들을 변경하고, 현 프로세싱을 따르는 프로세싱 단계들을 설정하고, 또는 새로운 프로세스를 시작하기 위해서 시스템으로의 원격 액세스를 인에이블할 수도 있다. 일부 예들에서, 원격 컴퓨터 (예를 들어, 서버)는 로컬 네트워크 또는 인터넷을 포함할 수도 있는 네트워크를 통해 프로세스 레시피들을 시스템에 제공할 수 있다. 원격 컴퓨터는 차후에 원격 컴퓨터로부터 시스템으로 전달될 파라미터들 및/또는 설정사항들의 입력 또는 프로그래밍을 인에이블하는 사용자 인터페이스를 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 제어기는 하나 이상의 동작들 동안 수행될 프로세싱 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정하는, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이스하도록 구성되는 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서 상기 기술된 바와 같이, 제어기는 예컨대 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들과 같은, 공동의 목적을 향해 함께 네트워크되고 작동하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적들을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는 (예컨대 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 집적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 집적 회로들일 것이다.

[0058] 비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 에칭 챔버 또는 모듈, 증착 챔버 또는 모듈, 스핀-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 에칭 챔버 또는 모듈, PVD (Physical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (Chemical Vapor Deposition) 챔버 또는 모듈, ALD 챔버 또는 모듈, ALE (Atomic Layer Etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

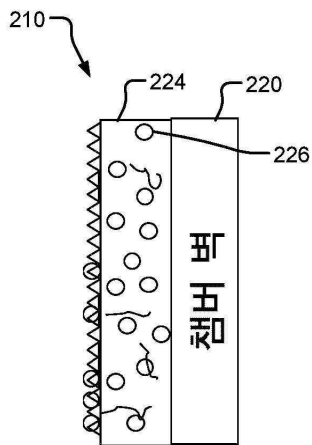
[0059] 상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로드 포트들로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기, 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

도면

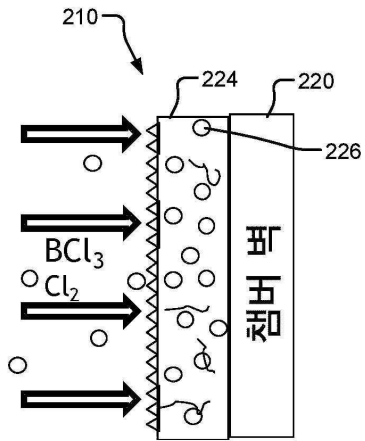
도면1



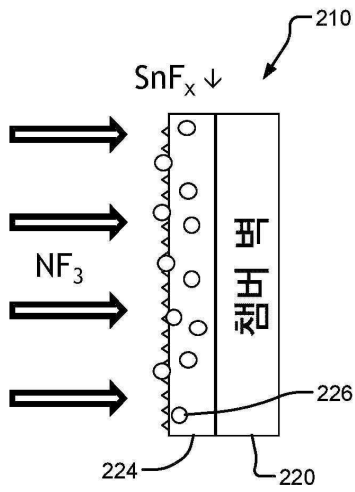
도면2a



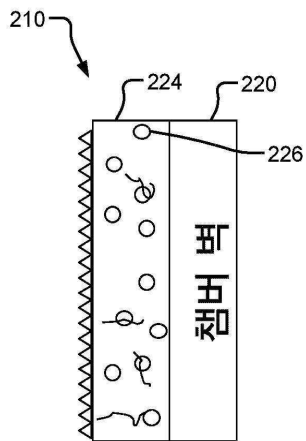
도면2b



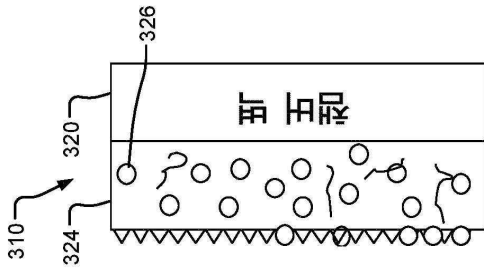
도면2c



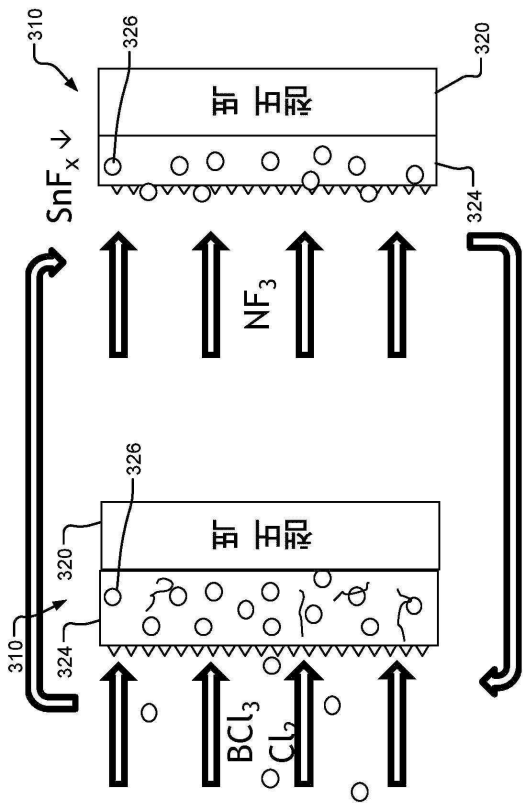
도면2d



도면3a



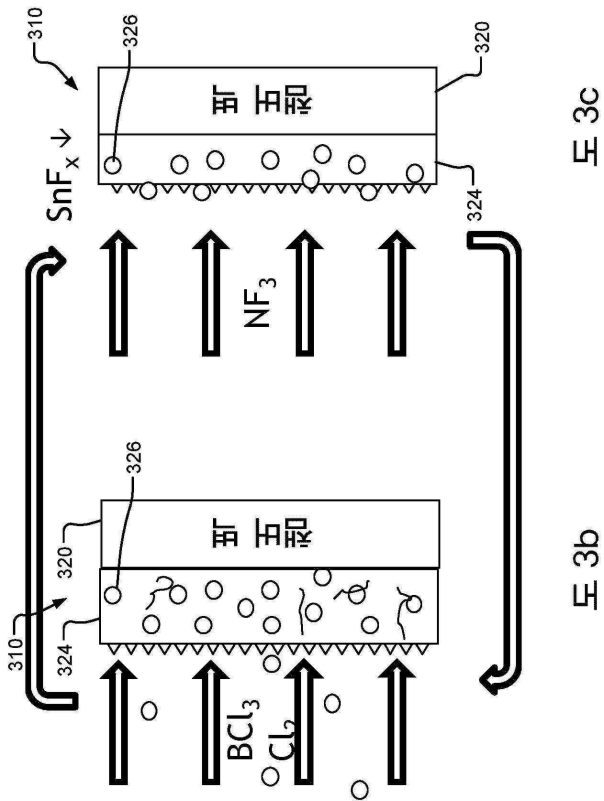
도면3b



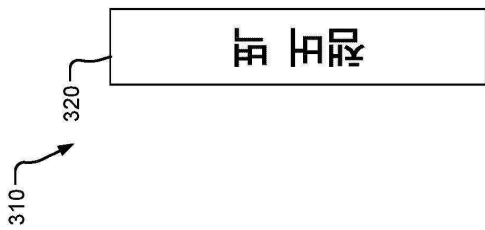
도 3c

도 3b

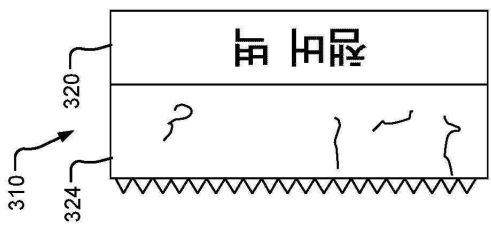
도면3c



도면3d



도면3e



도면4

