



등록특허 10-2425423



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월25일  
(11) 등록번호 10-2425423  
(24) 등록일자 2022년07월21일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/67* (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)  
*H01L 21/02* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*H01L 21/67017* (2013.01)  
*H01J 37/3244* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0110755
- (22) 출원일자 2017년08월31일  
심사청구일자 2020년08월28일
- (65) 공개번호 10-2018-0029865
- (43) 공개일자 2018년03월21일
- (30) 우선권주장  
15/263,838 2016년09월13일 미국(US)

## (56) 선행기술조사문헌

KR1020040008873 A\*

KR1020090001030 A\*

KR1020100061733 A\*

KR1020140015245 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
램 리씨치 코포레이션  
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이  
4650

(72) 발명자  
자비에르, 안토니오  
미국, 오리건 97042, 몰리노, 사우스 그레이브스  
로드 14360

고자 스티븐  
미국, 오리건 97004, 비버크릭, 사우스 브룩스 레  
인 26550  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인  
특허법인인벤팅크

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김종윤

## (54) 발명의 명칭 펌핑 배기 시스템 내에서 배출물 축적을 감소시키기 위한 시스템들 및 방법들

## (57) 요약

기판 프로세싱 시스템의 펌핑 배기 시스템에서 배출물 축적을 감소시키기 위한 방법은, 기판 처리 프로세스 동안, 프로세싱 챔버 내에서 기판 지지부 상에 기판을 배치하는 단계; 하나 이상의 프로세스 가스들을 프로세싱 챔버로 공급하는 단계; 제 1 플로우 레이트로 불활성 희석 가스를 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계; 프로세싱 챔버 내의 기판 상에서 기판 처리 프로세스를 수행하는 단계; 펌핑 배기 시스템을 사용하여 프로세싱 챔버로부터 반응물질들을 배기하는 단계를 포함한다. 방법은, 기판 처리 프로세스 후에, 세정 프로세스 동안 프로세싱 챔버 내에서 세정 가스를 포함한 세정 플라즈마를 공급하는 단계; 및 세정 프로세스 동안 제 1 플로우 레이트 미만인 제 2 플로우 레이트로 불활성 희석 가스를 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계를 포함한다.

## 대 표 도



(52) CPC특허분류

*HO1L 21/02* (2013.01)

(72) 발명자

**찬드라세카란 라메시**

미국, 오리건 97202, 포틀랜드, 사우스이스트 하니  
스트리트 1343

**라보이 애드리언**

미국, 오리건 97132, 뉴버그, 코요테 루프 12705

**네스미스 조셉**

미국, 오리건 97115, 던디, 사우스웨스트 나미츠  
코트 227

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판 프로세싱 시스템의 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법에 있어서,

기판 처리 프로세스 동안,

프로세싱 챔버 내에서 기판 지지부 상에 기판을 배치하는 단계;

하나 이상의 프로세스 가스들을 상기 프로세싱 챔버로 공급하는 단계로서, 상기 하나 이상의 프로세스 가스들은 전구체 가스 및 산화제 가스를 포함하는, 상기 하나 이상의 프로세스 가스들을 상기 프로세싱 챔버로 공급하는 단계;

폐기물 축적을 감소시키도록 제 1 플로우 레이트로 불활성 희석 가스만을 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계로서, 상기 제 1 플로우 레이트는 상기 펌핑 배기 시스템 내에서 상기 전구체 가스 및 상기 산화제 가스의 연소를 방지하기 충분한 제 1 미리결정된 플로우 레이트보다 큼, 상기 제 1 플로우 레이트로 상기 불활성 희석 가스만을 상기 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계;

상기 프로세싱 챔버 내의 상기 기판 상에서 상기 기판 처리 프로세스를 수행하는 단계; 및

상기 펌핑 배기 시스템을 사용하여 상기 프로세싱 챔버로부터 반응물질들을 배기하는 단계를 포함하고, 그리고

상기 기판 처리 프로세스 후에,

세정 프로세스 동안 상기 프로세싱 챔버 내에서 세정 가스를 포함한 세정 플라즈마를 공급하는 단계; 및

폐기물 축적을 제거하도록 상기 세정 프로세스 동안 상기 제 1 플로우 레이트 미만인 제 2 플로우 레이트로 상기 불활성 희석 가스만을 상기 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계로서, 상기 제 2 플로우 레이트는 상기 기판 처리 프로세스 동안 사용된다면 상기 전구체 가스 및 상기 산화제 가스의 연소를 방지하기 불충분할 제 2 미리결정된 플로우 레이트인, 상기 제 2 플로우 레이트로 상기 불활성 희석 가스만을 상기 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계를 포함하고,

상기 펌핑 배기 시스템은 밸브, 펌프, 폐기 디바이스 (abatement device) 및 상기 밸브를 상기 프로세싱 챔버에, 상기 펌프를 상기 밸브에, 그리고 상기 폐기 디바이스를 상기 펌프에 연결하는 배기 라인들을 포함하고, 그리고

상기 불활성 희석 가스는, 상기 밸브와 상기 펌프 사이, 및 상기 펌프와 상기 폐기 디바이스 사이 중 적어도 하나에 공급되는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기판 처리 프로세스는 PEALD (plasma-enhanced atomic layer deposition) 및 PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) 중 하나를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세스 가스들은 전구체 가스, 산화제 가스 및 불활성 가스를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전구체 가스는 실리콘 전구체 가스를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 산화제 가스는 분자 산소 및 아산화질소를 포함하는 그룹으로부터 선택되는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 불활성 희석 가스는 분자 질소를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 펌핑 배기 시스템은 내열성 히터를 갖는 펌프를 포함하고; 그리고

상기 세정 프로세스 동안, 상기 내열성 히터는 활성화되지 않는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 플로우 레이트는 상기 제 2 플로우 레이트의 2 배 이상인, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 세정 플라즈마를 공급하는 단계는,

상기 세정 프로세스 동안 상기 세정 가스를 상기 프로세싱 챔버로 공급하는 단계; 및

상기 프로세싱 챔버 내에서 상기 세정 플라즈마를 스트라이킹하는 단계를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 세정 플라즈마를 공급하는 단계는,

상기 세정 플라즈마를 리모트로 생성하는 단계; 및

상기 세정 플라즈마를 상기 프로세싱 챔버로 공급하는 단계를 포함하는, 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법.

### 청구항 11

삭제

### 청구항 12

삭제

### 청구항 13

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시는 기판 프로세싱 시스템들, 보다 구체적으로 기판 프로세싱 시스템들의 펌핑 배기 시스템들에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 본 명세서에 제공된 배경기술 설명은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제공하기 위한 것이다. 본 발명자들의 성과로서 본 배경기술 섹션에 기술되는 정도의 성과 및 출원시 종래 기술로서 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로나 암시적으로 인정되지 않는다.

[0003] 기판 프로세싱 시스템들은 기판 상의 막의 증착 또는 에칭과 같은 기판 처리를 수행하기 위해 사용될 수도 있다. 기판 프로세싱 시스템들은 통상적으로 내부에 배치된 기판 지지부 (예컨대 페데스탈, 척, 플레이트, 등)를 갖는 프로세싱 챔버를 포함한다. 반도체 웨이퍼와 같은 기판은 처리 동안 기판 지지부 상에 배치된다. 샤크위헤드와 같은 가스 확산 디바이스가 필요에 따라 프로세스 가스들 및 퍼지 가스들을 전달 및 소비 (disburse)하도록 프로세싱 챔버 내에 배치될 수도 있다.

[0004] 일부 적용예들에서, 막이 PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) 또는 PEALD (plasma-enhanced atomic layer deposition)를 사용하여 증착된다. PEALD 동안, 기판 상에 막을 증착하기 위해 하나 이상의 사이클들이 수행된다. PEALD 사이클 각각은 통상적으로 전구체 도즈, 도즈 퍼지, RF 플라즈마 도즈, 및 RF 퍼지 단계들을 포함한다. 증착 동안, 프로세스 가스는 샤크위헤드를 사용하여 프로세싱 챔버로 전달될 수도 있다. RF 플라즈마 도징 동안, RF 전력이 샤크위헤드로 공급되고 기판 지지부는 접지된다 (또는 반대도 된다).

[0005] 반응물질들의 배기는 다운스트림 펌프의 유입부에 연결되는 배기 커넥터를 통해 감소된 압력 펌핑을 사용하여 수행될 수도 있다. 다운스트림 펌프의 유출부는 통상적으로 가스 버너 및 워터 스크러버 (water scrubber)를 포함하는 폐기 디바이스 (abatement device)로 입력된다. 폐기 디바이스의 출력부는 보통 설비 스크러빙 배기 시스템으로 연결된다.

[0006] 일부 프로세스 가스 조합들은 펌핑 배기 시스템의 배기 라인들 내에 고체 폐기물 축적을 형성한다. 고체 폐기물 축적을 방지하기 위해, 가열된 불활성 희석 가스가 펌핑 배기 시스템 및 펌프 내로 주입되고 그리고/또는 배기 라인들이 응결을 방지하도록 가열된다. 그러나, 시간에 따라, 프로세싱 챔버, 다운스트림 펌프 및 폐기 디바이스를 연결하는 배기 라인들은 폐기물 축적으로 인해 점점 막힌다. 그 결과, 프로세스는 의도대로 수행되지 않을 수도 있고 감소된 배기 플로우 레이트로 인해 디렉트들이 증가할 수도 있다. 결국, 배기 라인들은 프로세싱 챔버가 라인들을 끊어야 하고 (taken off) 배기 라인들이 대체되어야 하거나 그렇지 않으면 수리될만큼 충분히 막히게 된다.

[0007] 일부 프로세스 가스 조합들 예컨대 실리콘 전구체 및 산화제는 보다 고온 및 보다 고압력들에서 보다 반응성이 될 수도 있다. 따라서, 응결을 방지하기 위해 불활성 희석 가스, 배기 라인들 및 펌프를 가열함으로써 배기 라인들 내 축적물을 감소시키는 방법은 상승된 반응 레이트들로 인해 사용될 수 없다.

### 발명의 내용

[0008] 기판 프로세싱 시스템의 펌핑 배기 시스템에서 폐기물 축적을 감소시키기 위한 방법은, 기판 처리 프로세스 동안, 프로세싱 챔버 내에서 기판 지지부 상에 기판을 배치하는 단계; 하나 이상의 프로세스 가스들을 프로세싱 챔버로 공급하는 단계; 제 1 플로우 레이트로 불활성 희석 가스를 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계; 프로세싱 챔버 내의 기판 상에서 기판 처리 프로세스를 수행하는 단계; 펌핑 배기 시스템을 사용하여 프로세싱 챔버로부터 반응물질들을 배기하는 단계를 포함한다. 방법은, 기판 처리 프로세스 후에, 세정 프로세스 동안 프로세싱 챔버 내에서 세정 가스를 포함한 세정 플라즈마를 공급하는 단계; 및 세정 프로세스 동안 제 1 플로우 레이트 미만인 제 2 플로우 레이트로 불활성 희석 가스를 펌핑 배기 시스템으로 공급하는 단계를 포함한다.

[0009] 다른 특징들에서, 펌핑 배기 시스템은 밸브, 펌프, 폐기 디바이스 및 밸브를 프로세싱 챔버에, 펌프를 밸브에, 그리고 폐기 디바이스를 펌프에 연결하는 배기 라인들을 포함한다.

- [0010] 다른 특징들에서, 불활성 희석 가스는, 밸브와 펌프 사이; 및 상기 펌프와 폐기 디바이스 사이 중 적어도 하나에 공급된다. 기판 처리 프로세스는 PEALD (plasma-enhanced atomic layer deposition) 및 PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) 중 하나를 포함한다. 하나 이상의 프로세스 가스들은 전구체 가스, 산화제 가스 및 불활성 가스를 포함한다. 전구체 가스는 실리콘 전구체 가스를 포함한다. 산화제 가스는 분자 산소 및 아산화질소를 포함하는 그룹으로부터 선택된다. 불활성 희석 가스는 분자 질소를 포함한다.
- [0011] 다른 특징들에서, 펌핑 배기 시스템은 내열성 히터를 갖는 펌프를 포함한다. 세정 프로세스 동안, 내열성 히터는 활성화되지 않는다.
- [0012] 다른 특징들에서, 프로세스 가스는 전구체 가스 및 산화제 가스를 포함한다. 제 1 플로우 레이트는 펌핑 배기 시스템 내에서 전구체 가스 및 산화제 가스의 연소를 방지하기 충분한 제 1 미리결정된 플로우 레이트보다 크다. 제 2 플로우 레이트는 사용된다면 기판 처리 프로세스 동안 전구체 가스 및 산화제 가스의 연소를 방지하기 불충분할 제 2 미리결정된 플로우 레이트이다. 제 1 플로우 레이트는 제 2 플로우 레이트의 2 배 이상이다.
- [0013] 다른 특징들에서, 세정 플라즈마를 공급하는 단계는, 세정 프로세스 동안 세정 가스를 프로세싱 챔버로 공급하는 단계 및 프로세싱 챔버 내에서 세정 플라즈마를 스트라이킹하는 단계를 포함한다.
- [0014] 다른 특징들에서, 세정 플라즈마를 공급하는 단계는, 세정 플라즈마를 리모트로 생성하는 단계 및 세정 플라즈마를 프로세싱 챔버로 공급하는 단계를 포함한다.
- [0015] 본 개시의 추가 적용가능 영역들은 상세한 기술, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 기술 및 구체적인 예들은 단지 예시를 목적으로 의도되고, 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않았다.

### 도면의 간단한 설명

- [0016] 본 개시는 상세한 기술 및 첨부된 도면들로부터 보다 완전히 이해될 것이다.
- 도 1은 본 개시에 따른 펌핑 배기 시스템을 포함하는 기판 프로세싱 시스템의 예의 기능적 블록도이다.
- 도 2는 본 개시에 따른 펌핑 배기 시스템의 예의 기능적 블록도이다.
- 도 3은 본 개시에 따른 펌핑 배기 시스템을 동작시키기 위한 방법을 예시하는 플로우차트이다.
- 도 4는 본 개시에 따른 세정 동안 리모트 플라즈마 소스를 사용하여 펌핑 배기 시스템을 동작시키는 방법을 예시하는 플로우차트이다.
- 도면들에서, 참조 번호들은 유사한 그리고/또는 동일한 엘리먼트들을 식별하기 위해 재사용될 수도 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 개시에 따른 펌핑 배기 시스템 및 방법은 기판 처리 프로세스 후 수행된다. 예를 들어, 기판 처리 프로세스는 PEALD (plasma-enhanced atomic layer deposition) 프로세스, PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) 프로세스, 저압 CVD (LPCVD), 노 (furnace) ALD, 노 증착, 열적 ALD, 또는 다른 기판 처리 프로세스를 사용하는 막 증착을 포함할 수도 있다. 본 명세서에 막 증착이 기술되지만, 다른 타입들의 기판 처리가 수행될 수 있다. 막 증착은 프로세스 가스들을 사용하여 수행된다. 일부 예들에서, 프로세스 가스들은 전구체 가스들, 산화제 및 캐리어 가스 중 하나 이상을 포함하지만, 다른 프로세스 가스들이 사용될 수 있다.
- [0018] 상기 기술된 바와 같이, 시간에 따라 고체 폐기물이 펌핑 배기 시스템의 펌프 및 배기 라인들에 축적된다. 막 증착 동안 폐기물의 축적을 감소시키기 위해, 불활성 희석 가스가 통상적으로 배기 라인들 내의 반응물질들의 분압들을 감소시키도록 펌핑 배기 시스템으로 공급된다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 사용되는 플로우 레이트들, 전구체 타입 및 산화제 타입이 주어진 배기 라인들의 연소를 방지하기 충분한 미리 결정된 플로우 레이트보다 큰 제 1 플로우 레이트로 공급된다.
- [0019] 특정한 전구체 및 산화제 가스들을 포함하는, 증착 프로세스 가스들을 사용할 때, 펌프의 내열성 히터는 증착 동안 반응 가능성을 감소시키도록 사용되지 않는다. 일부 예들에서, 펌프의 냉각은 또한 펌프 냉각 시스템을 사용하여 수행된다.
- [0020] 기판 처리 후, 프로세싱 챔버의 내측 표면들이 세정 프로세스를 사용하여 세정된다. 세정 프로세스는 프로세싱 챔버의 내측 표면들 상의 막 축적을 제거하도록 불소계 가스 종을 포함하는 RF 플라즈마 가스를 사용한다. 이

전의 시스템들에서, 희석 가스 플로우 레이트는 증착 프로세스 및 세정 프로세스 모두 동안 펌핑 배기 시스템 내에서 동일한 플로우 레이트로 유지된다.

[0021] 본 개시에 따라, 펌핑 배기 시스템으로 공급되는 불활성 희석 가스의 제 2 플로우 레이트는 증착 프로세스 동안 사용된 제 1 플로우 레이트 아래로 세정 프로세스 동안 감소된다. 제 2 플로우 레이트가 감소되기 때문에, 활성화된 불소 가스 종의 체류 시간 및 분압은 펌핑 배기 시스템의 배기 라인들에서 상승한다. 그 결과, 배기 라인들 내 고체 폐기물은 세정 프로세스 동안 애칭된다.

[0022] 보다 구체적으로, 기관 처리 동안, 불활성 희석 가스는 배기 라인들의 반응물질들의 분압들을 감소시키기 위해 제 1 플로우 레이트로 흐른다. 일부 예들에서, 제 1 플로우 레이트는 사용되는 플로우 레이트들, 전구체 타입 및 산화제 타입이 주어진 배기 라인들 내 연소를 방지하기 충분한 미리 결정된 플로우 레이트보다 크다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 100 slm (standard liters per minute) 내지 300 slm의 범위의 플로우 레이트로 제공된다. 예를 들어, 190 slm이 사용될 수도 있다.

[0023] 일부 예들에서, 불활성 희석 가스의 제 2 플로우 레이트는 제 1 플로우 레이트 미만이다. 일부 예들에서, 세정 프로세스 동안 사용된 제 2 플로우 레이트는 기관 처리 프로세스 동안 사용된 연소를 방지하기 불충분할 것이다. 일부 예들에서, 제 2 플로우 레이트는 세정 프로세스 동안 10 내지 90 slm 범위이지만, 다른 플로우 레이트들이 사용될 수 있다.

[0024] 이제 도 1을 참조하면, 기관 프로세싱 시스템 (10)의 예는 반응 볼륨을 갖는 프로세싱 챔버 (12)를 포함한다. 특정한 프로세싱 챔버 예가 도시되지만, 다른 타입들의 프로세스들 및/또는 프로세싱 챔버들이 사용될 수도 있다. 프로세스 가스들은 샤크헤드 (14)를 사용하여 프로세싱 챔버 (12)로 공급될 수도 있다. 일부 예들에서, 샤크헤드 (14)는 상들리에 탑재 샤크헤드이다. 보조 퍼지 가스 시스템 (13)이 샤크헤드 (14)의 상부 표면과 프로세싱 챔버 (12)의 상단 표면 사이에 보조 퍼지 가스를 주입하도록 사용될 수도 있다. 보조 퍼지 가스 시스템 (13)은 샤크헤드의 스템 둘레에 배열되고 샤크헤드 (14)와 프로세싱 챔버 (12)의 상단 표면 사이에 측방향으로 보조 퍼지 가스를 주입하기 위한 가스 홀들 (미도시)을 포함하는 칼라 (15)를 포함할 수도 있다.

[0025] 반도체 웨이퍼와 같은 기관 (18)이 프로세싱 동안 기관 지지부 (16) 상에 배치될 수도 있다. 기관 지지부 (16)는 페데스탈, 정전 척, 기계 척 또는 다른 타입의 기관 지지부를 포함할 수도 있다.

[0026] 가스 전달 시스템 (20)은 하나 이상의 가스 소스들 (22-1, 22-2, ..., 및 22-N) (집합적으로 가스 소스들 (22))을 포함하고, 여기서 N은 1보다 큰 정수이다. 밸브들 (24-1, 24-2, ..., 및 24-N) (집합적으로 밸브들 (24)), 질량 유량 제어기들 (26-1, 26-2, ..., 및 26-N) (집합적으로 질량 유량 제어기들 (26)), 또는 다른 플로우 제어 디바이스들이 프로세싱 챔버 (12)로 가스 혼합물을 공급하는 매니폴드 (30)로 하나 이상의 가스들을 제어가능하게 공급하도록 사용될 수도 있다.

[0027] 제어기 (40)가 (하나 이상의 센서들 (41)을 사용하여) 온도, 압력 등과 같은 프로세스 파라미터들을 모니터링하고 프로세스 타이밍을 제어하도록 사용될 수도 있다. 제어기 (40)는 가스 전달 시스템 (20), 기관 지지부 히터 (42), 및/또는 RF 플라즈마 생성기 (46)와 같은 프로세스 디바이스들을 제어하도록 사용될 수도 있다. 제어기 (40)는 또한 펌핑 배기 시스템 (50)을 사용하여 프로세싱 챔버 (12)로부터 반응물질들을 배기하도록 사용될 수도 있다.

[0028] RF 플라즈마 생성기 (46)는 프로세싱 챔버 내에서 RF 플라즈마를 선택적으로 생성한다. RF 플라즈마 생성기 (46)는 유도성 또는 용량성 탑재 RF 플라즈마 생성기일 수도 있다. 일부 예들에서, RF 플라즈마 생성기 (46)는 RF 공급부 (60) 및 매칭 및 분배 네트워크 (64)를 포함할 수도 있다. RF 플라즈마 생성기 (46)가 샤크헤드 (14)에 연결되고 기관 지지부는 접지되거나 플로팅하는 것으로 도시되지만, RF 플라즈마 생성기 (46)가 기관 지지부 (16)에 연결될 수 있고 샤크헤드 (14)가 접지되거나 플로팅할 수 있다. 일부 예들에서, 퍼지 가스 (80)는 밸브 (82)에 의해 보조 퍼지 가스 시스템 (13)으로 선택적으로 공급될 수도 있다.

[0029] 세정 동안, 상기 기술된 바와 같이 세정 플라즈마 프로세스 가스는 프로세싱 챔버로 공급될 수도 있고 플라즈마는 챔버 내에서 스트라이킹될 수도 있다. 대안적으로, 리모트 플라즈마 소스 (90)가 세정 플라즈마를 프로세싱 챔버로 공급하도록 사용될 수도 있다. 일부 예들에서, 세정 플라즈마 프로세스 가스 또는 리모트 세정 플라즈마는 질소 트리플루오라이드 ( $NF_3$ ), 헥사플루오로에탄 ( $C_2F_6$ ), 또는 다른 불소 가스 종과 같은 불소 가스 종을 포함할 수도 있다.

[0030] 이제 도 2를 참조하면, 펌핑 배기 시스템 (50)이 더 상세히 도시된다. 펌핑 배기 시스템 (50)은 밸브 (110),

펌프 (114) 및 폐기 디바이스 (118) 를 포함한다. 일부 예들에서, 밸브 (110) 는 쓰로틀 밸브를 포함하지만, 다른 타입들의 밸브들이 사용될 수도 있다. 폐기 디바이스 (118) 의 출력부는 설비 스크러빙 배기 시스템 (122) 과 유체로 연통한다. 일부 예들에서, 폐기 디바이스 (118) 는 반응물질들을 점화하기 위한 가스 버너 및 워터 스크러버와 같은 스크러버 (모두 미도시) 를 포함한다. 일부 예들에서, 프로세싱 챔버, 밸브 (110), 펌프 (114), 폐기 디바이스 (118), 및 설비 스크러빙 배기 시스템 (122) 을 연결하는 배기 라인들 (126) 은 배기 라인들 (126) 의 응결을 방지하도록 히터 (128) 에 의해 가열된다. 일부 예들에서, 배기 라인들 (126) 은 90 내지 110 °C 의 온도 범위로 가열된다. 일부 예들에서, 히터 (128) 는 배기 라인들 (126) 둘레에 배열된 내열성 랩 (wrap) 을 포함한다.

[0031] 증착 및/또는 세정 동안, 불활성 희석 가스는 밸브 (110) 와 펌프 (114) 사이 및/또는 펌프 (114) 와 폐기 디바이스 (118) 사이의 배기 라인들 내로 주입될 수도 있다. 불활성 가스가 주입되는 위치들은 펌프 (114) 의 용량에 부분적으로 종속될 수도 있다. 일부 예들에서 펌프 (114) 가 프로세싱 챔버 (12) 로부터의 가스들의 플로우레이트 및 주입될 부가적인 불활성 희석 가스를 핸들링할 수 있을 때, 불활성 희석 가스는 밸브 (110) 와 펌프 (114) 사이에만 주입되고, 펌프 (114) 와 폐기 디바이스 (118) 사이에는 주입되지 않는다.

[0032] 불활성 희석 가스가 밸브 (110) 와 펌프 (114) 사이에 주입되는 구현예들에서, 질량 유량 미터 (134) 및 밸브 (138) 가 가스 소스 (130) 로부터 불활성 희석 가스의 플로우를 제어하도록 사용된다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스가 주입되는 방향은 (도시된 바와 같이 직각이 아닌) 밸브 (110) 와 펌프 (114) 사이의 라인들 (126) 의 플로우와 동일한 방향이다. 불활성 가스가 펌프 (114) 와 폐기 디바이스 (118) 사이에 주입되는 구현예들에서, 질량 유량 미터 (142) 및 밸브 (144) 가 가스 소스 (140) 로부터 불활성 희석 가스의 플로우를 제어하도록 사용된다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스가 주입되는 방향은 펌프 (114) 와 폐기 디바이스 (118) 사이의 라인들 (126) 의 플로우와 같은 방향이지만, 다른 방향들이 사용될 수도 있다.

[0033] 일부 예들에서, 펌프 (114) 는 펌프 (114) 를 통해 흐르는 반응물질들 및 불활성 희석 가스를 가열하기 위한 내열성 히터 (150) 를 포함한다. 일부 예들에서, 펌프는 펌프 (156) 를 사용하여 냉각 채널 (158) 로 냉각 유체 (154) 를 공급하는 냉각 시스템 (152) 을 포함한다. 냉각 시스템 (152) 은 펌프 (114) 를 통해 흐르는 반응물질 가스들 및 불활성 희석 가스를 냉각하도록 사용될 수도 있다.

[0034] 이제 도 3을 참조하면, 펌핑 배기 시스템 (50) 에서 폐기물 축적을 제거하는 방법 200이 도시된다. 208에서, 기관이 프로세싱 챔버 (12) 내에서 기관 지지부 (16) 상에 배치된다. 210에서, 프로세스 가스 플로우들을 포함하는 프로세스 파라미터들이 설정된다. 예를 들어, 전구체 가스 플로우, 선택가능한 산화제 가스 플로우 및 캐리어 가스 플로우가 가스 전달 시스템 (20) 및 제어기 (40) 에 의해 설정된다. 214에서, 불활성 희석 가스가 제 1 플로우 레이트로 펌핑 배기 시스템으로 공급된다. 218에서, RF 플라즈마가 프로세싱 챔버 내에서 스트라이킹된다. 222에서, 기관이 처리된다. 예를 들어, 증착 기간 동안 막이 프로세싱 챔버 내의 기관 상에 증착된다. 226에서, 증착 기간 후에 플라즈마가 소화된다. 230에서, 반응물질 가스들이 챔버로부터 배기된다. 예를 들어, 프로세싱 챔버로 불활성 희석 가스를 공급함으로써 퍼지 프로세스가 수행될 수도 있다. 232에서, 기관이 제거된다.

[0035] 234에서, 세정 가스가 프로세싱 챔버로 공급된다. 일부 예들에서, 세정 가스는 불소 가스 종 및 캐리어 가스를 포함한다. 238에서, 펌핑 배기 시스템으로 불활성 희석 가스의 플로우 레이트는 제 1 플로우 레이트보다 낮은 제 2 플로우 레이트로 감소된다. 242에서, RF 플라즈마가 프로세싱 챔버 내에서 스트라이킹된다. 246에서, 미리 결정된 세정 기간 후 RF 플라즈마가 소화된다.

[0036] 이제 도 4를 참조하면, 도 3의 방법은 리모트 플라즈마 소스를 사용하여 수정될 수 있다. 232 후, 불소 종을 포함하는 리모트 플라즈마가 250에서 미리 결정된 세정 기간 동안 프로세싱 챔버로 공급된다. 세정 프로세스 전 또는 세정 프로세스가 수행되는 동안, 펌핑 배기 시스템으로 불활성 희석 가스의 플로우 레이트는 252에서 제 2 플로우 레이트로 감소된다. 미리 결정된 세정 기간이 종료될 때, 리모트 플라즈마 소스로부터의 리모트 플라즈마의 공급이 254에서 중단된다.

[0037] 일부 예들에서, 가스 전달 시스템은 전구체, 산화제 및 하나 이상의 캐리어 가스들을 포함하는 프로세스 가스 혼합물을 전달한다. 일부 예들에서, 전구체 가스는 실리콘 전구체 가스를 포함한다. 일부 예들에서, 산화제 가스는 아산화질소 ( $N_2O$ ) 또는 분자 산소 ( $O_2$ ) 를 포함하고, 캐리어 가스는 아르곤 (Ar) 을 포함하지만, 다른 산화제들 및 캐리어 가스들이 사용될 수도 있다. 일부 예들에서, 세정 가스는 질소 트리플루오라이드 ( $NF_3$ ), 헥사플루오로에탄 ( $C_2F_6$ ), 또는 다른 불소 가스 종과 같은 불소 가스 종을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 펌

평 배기 시스템으로 공급된 불활성 희석 가스는 분자 질소 ( $N_2$ ) 를 포함하지만, 다른 불활성 희석 가스들이 사용될 수도 있다.

[0038] 일부 예들에서, 웨이퍼 프로세싱 동안, 불활성 희석 가스는 배기 라인들에서 반응물질들의 분압을 감소시키도록 100 내지 300  $s\text{lm}$  범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 웨이퍼 프로세싱 동안 150 내지 250  $s\text{lm}$ 의 범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 웨이퍼 프로세싱 동안 170 내지 210  $s\text{lm}$ 의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 웨이퍼 프로세싱 동안 190  $s\text{lm}$ 의 플로우 레이트를 갖는다.

[0039] 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 RF 플라즈마 세정 동안 펌핑 배기 시스템 (50) 의 라인들 (126) 내 불소 가스의 체류 시간을 상승시키도록 10 내지 90  $s\text{lm}$  범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 RF 플라즈마 세정 동안 30 내지 70  $s\text{lm}$ 의 범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 RF 플라즈마 세정 동안 10 내지 30  $s\text{lm}$ 의 범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 RF 플라즈마 세정 동안 60 내지 70  $s\text{lm}$ 의 범위의 플로우 레이트를 갖는다. 일부 예들에서, 제 1 플로우 레이트는 제 2 플로우 레이트의 2 배 이상이다. 일부 예들에서, 제 1 플로우 레이트는 제 2 플로우 레이트의 3 배 이상이다.

[0040] 일부 예들에서, 본 개시에 따른 시스템들 및 방법들은 또한 반응 레이트를 감소시키기 위해 프로세싱 챔버의 RF 플라즈마 세정 동안 펌프 및 불활성 희석 가스 온도들을 감소시킨다. 이는 펌핑 배기 시스템의 세정 가스 및 반응성 불소 컴포넌트들의 체류 시간 및 분압을 상승시키도록 역할을 한다. 일부 예들에서, 불활성 희석 가스는 펌프에 의한 압축 동안 가열된다. 일부 예들에서, 증착 동안 내열성 히터 (150) 에 의해 부가적인 열이 공급된다. 일부 예들에서, 내열성 히터 (150) 는 세정 프로세스 동안 턴오프되고 그리고/또는 냉각 시스템 (152) 이 RF 플라즈마 세정 동안 불활성 희석 가스를 더 냉각하도록 사용된다.

[0041] 일부 예들에서, 제어기 (40) 는 세정 가스가 공급될 때 불활성 희석 가스의 플로우 레이트의 감소를 개시한다. 예를 들어, 세정 가스 (예컨대  $NF_3$ ) 가 공급될 때, 불활성 희석 가스를 증착을 위한 제 1 또는 보다 높은 플로우 레이트 (예컨대 150  $s\text{lm}$ , 190  $s\text{lm}$ , 또는 210  $s\text{lm}$ ) 로부터 세정을 위한 제 2 또는 보다 낮은 플로우 레이트 (예컨대 10  $s\text{lm}$ , 20  $s\text{lm}$ , 65  $s\text{lm}$ , 등) 로 스위칭하도록 신호가 사용될 수 있다.

[0042] 전술한 기술은 본질적으로 단순히 예시적이고 어떠한 방법으로도 개시, 이들의 애플리케이션 또는 용도들을 제한하도록 의도되지 않는다. 개시의 광범위한 교시가 다양한 형태들로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시는 특정한 예들을 포함하지만, 다른 수정 사항들이 도면들, 명세서, 및 이하의 청구항들을 연구함으로써 명백해질 것이기 때문에, 본 개시의 진정한 범위는 이렇게 제한되지 않아야 한다. 방법 내의 하나 이상의 단계들이 본 개시의 원리들을 변경하지 않고 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 또한, 실시예들 각각이 특정한 피처들을 갖는 것으로 상기에 기술되었지만, 본 개시의 임의의 실시예에 대하여 기술된 임의의 하나 이상의 이들 피처들은, 조합이 명시적으로 기술되지 않아도, 임의의 다른 실시예들의 피처들로 및/또는 임의의 다른 실시예들의 피처들과 조합하여 구현될 수 있다. 즉, 기술된 실시예들은 상호 배타적이지 않고, 하나 이상의 실시예들의 또 다른 실시예들과의 치환들이 본 개시의 범위 내에 남는다.

[0043] 엘리먼트들 간 (예를 들어, 모듈들, 회로 엘리먼트들, 반도체 층들, 등 간) 의 공간적 및 기능적 관계들은, "연결된 (connected)", "인계이지된 (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 엘리먼트가 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 명세서에서 논의된 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 의미하도록 해석되지 않아야 한다.

[0044] 일부 구현예들에서, 제어기는 상술한 예들의 일부일 수도 있는 시스템의 일부일 수 있다. 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 동작

을 제어하기 위한 전자장치에 통합될 수도 있다. 전자장치들은 시스템 또는 시스템들의 다양한 컴포넌트들 또는 하위부품들을 제어할 수도 있는 "제어기"로서 지정될 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, 툴들 및 다른 이송 툴들 및/또는 특정 시스템과 연결되거나 인터페이싱된 로드록들 내외로의 웨이퍼 이송들을 포함하는, 본 명세서에 개시된 프로세스들 중 임의의 프로세스들을 제어하도록 프로그램될 수도 있다.

[0045]

일반적으로 말하면, 제어기는 인스트럭션들을 수신하고, 인스트럭션들을 발행하고, 동작을 제어하고, 세정 동작들을 인에이블하고, 엔드포인트 측정들을 인에이블하는 등을 하는 다양한 접적 회로들, 로직, 메모리, 및/또는 소프트웨어를 갖는 전자장치로서 규정될 수도 있다. 접적 회로들은 프로그램 인스트럭션들을 저장하는 펌웨어의 형태의 칩들, 디지털 신호 프로세서들 (DSP), ASIC (application specific integrated circuit) 으로서 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 실시예들에서, 동작 파라미터들은 하나 이상의 층들, 재료들, 금속들, 산화물들, 실리콘, 이산화 실리콘, 표면들, 회로들, 및/또는 웨이퍼의 다이들의 제조 동안에 하나 이상의 프로세싱 단계들을 달성하도록 프로세스 엔지니어에 의해서 규정된 레시피의 일부일 수도 있다.

[0046]

제어기는, 일부 구현예들에서, 시스템에 통합되거나, 시스템에 커플링되거나, 이와 달리 시스템에 네트워킹되거나, 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 통해서 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 동안에 수행될 프로세스 단계들 각각에 대한 파라미터들을 특정한, 데이터의 형태의 인스트럭션들을 수신한다. 이 파라미터들은 제어기가 제어하거나 인터페이싱하도록 구성된 툴의 타입 및 수행될 프로세스의 타입에 특정적일 수도 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 상술한 바와 같이, 제어기는 예를 들어 서로 네트워킹되어서 함께 공통 목적을 위해서, 예를 들어 본 명세서에 기술된 프로세스들 및 제어들을 위해서 협력하는 하나 이상의 개별 제어기들을 포함함으로써 분산될 수도 있다. 이러한 목적을 위한 분산형 제어기의 예는 챔버 상의 프로세스를 제어하도록 조합되는, (예를 들어, 플랫폼 레벨에서 또는 원격 컴퓨터의 일부로서) 원격으로 위치한 하나 이상의 접적 회로들과 통신하는 챔버 상의 하나 이상의 접적 회로들일 수 있다.

[0047]

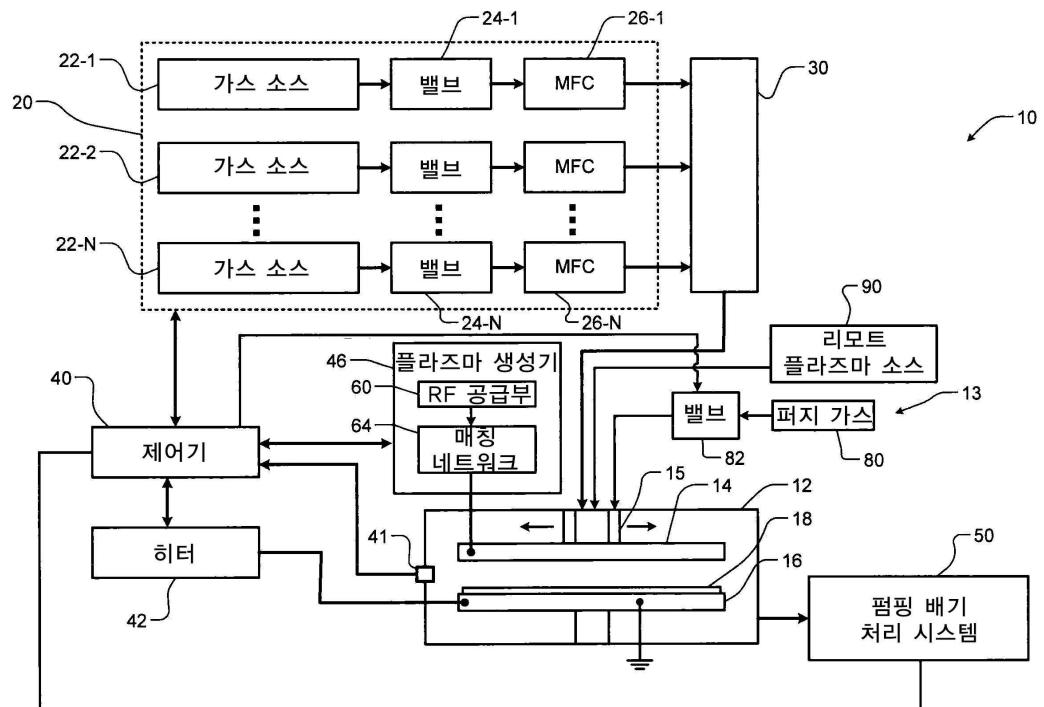
비한정적으로, 예시적인 시스템들은 플라즈마 애칭 챔버 또는 모듈, 중착 챔버 또는 모듈, 스피-린스 챔버 또는 모듈, 금속 도금 챔버 또는 모듈, 세정 챔버 또는 모듈, 베벨 에지 애칭 챔버 또는 모듈, PVD (physical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, CVD (chemical vapor deposition) 챔버 또는 모듈, ALD (atomic layer deposition) 챔버 또는 모듈, ALE (atomic layer etch) 챔버 또는 모듈, 이온 주입 챔버 또는 모듈, 트랙 (track) 챔버 또는 모듈, 및 반도체 웨이퍼들의 제조 및/또는 제작 시에 사용되거나 연관될 수도 있는 임의의 다른 반도체 프로세싱 시스템들을 포함할 수도 있다.

[0048]

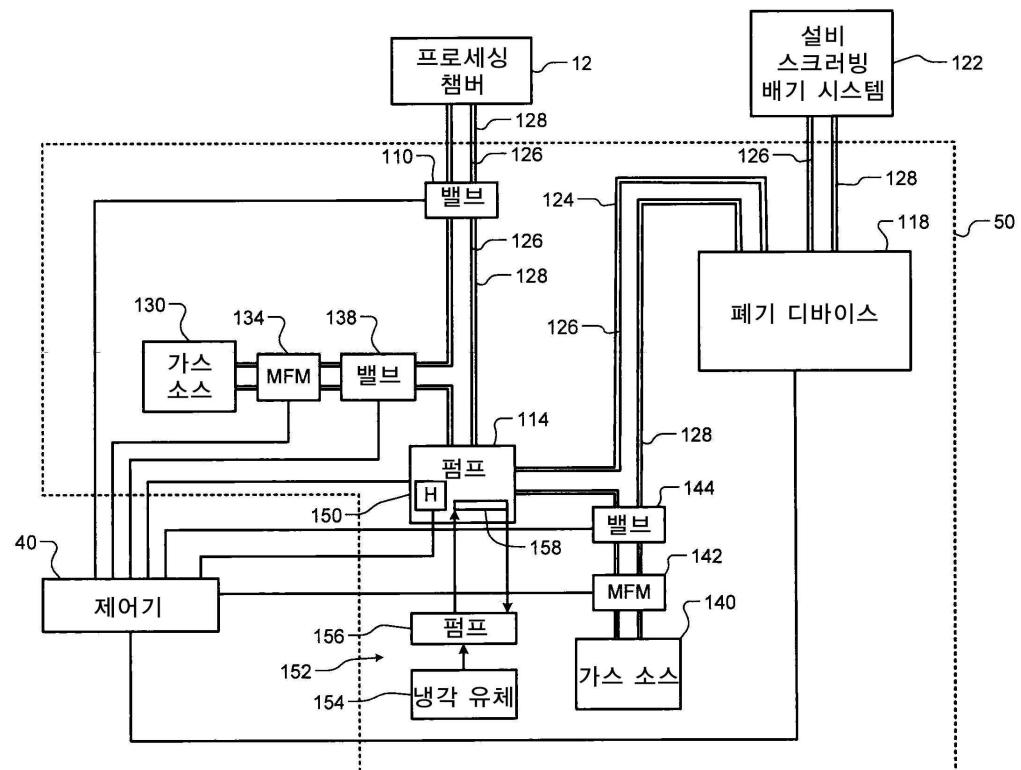
상술한 바와 같이, 툴에 의해서 수행될 프로세스 단계 또는 단계들에 따라서, 제어기는, 반도체 제작 공장 내의 툴 위치들 및/또는 로드 포트들로부터/로 웨이퍼들의 컨테이너들을 이동시키는 재료 이송 시에 사용되는, 다른 툴 회로들 또는 모듈들, 다른 툴 컴포넌트들, 클러스터 툴들, 다른 툴 인터페이스들, 인접 툴들, 이웃하는 툴들, 공장 도처에 위치한 툴들, 메인 컴퓨터, 또 다른 제어기 또는 툴들 중 하나 이상과 통신할 수도 있다.

## 도면

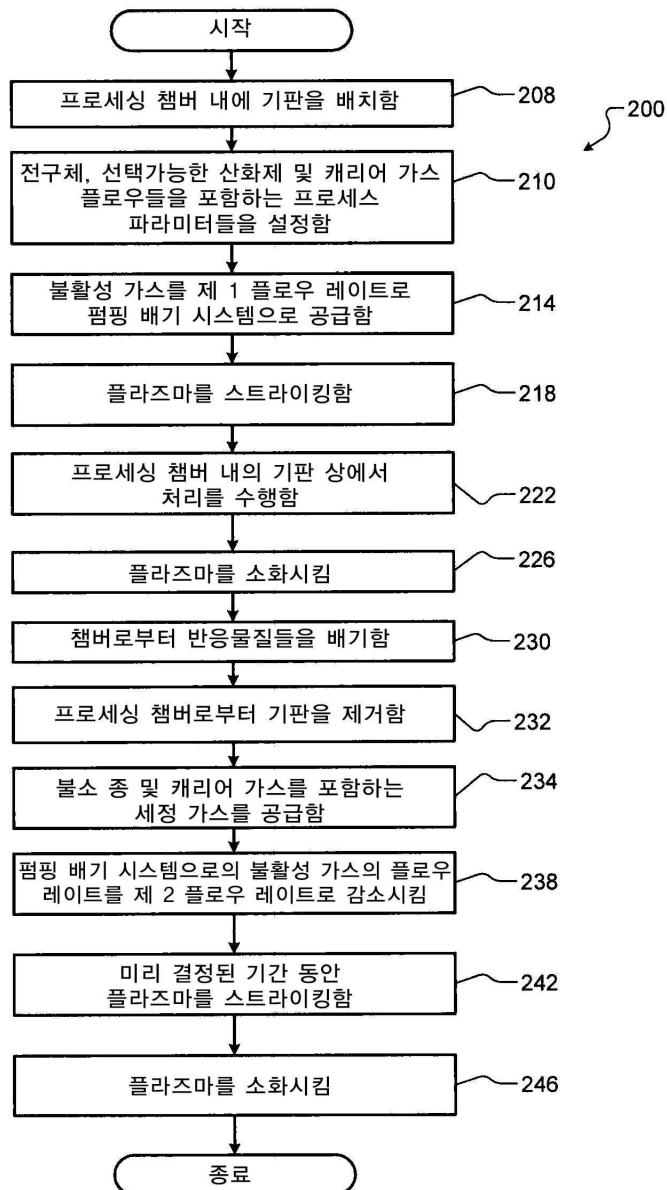
## 도면1



## 도면2



## 도면3



## 도면4

