



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년02월04일
(11) 등록번호 10-2763394
(24) 등록일자 2025년01월31일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/67017 (2013.01)
H01L 21/3065 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2021-7004928
- (22) 출원일자(국제) 2019년07월18일
심사청구일자 2022년07월15일
- (85) 번역문제출일자 2021년02월18일
- (65) 공개번호 10-2021-0024200
- (43) 공개일자 2021년03월04일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2019/042490
- (87) 국제공개번호 WO 2020/018850
국제공개일자 2020년01월23일
- (30) 우선권주장
16/040,326 2018년07월19일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020170012124 A*
US20090272492 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
- (72) 발명자
타스카, 마크
미국, 94403 캘리포니아, 산 마테오, 테 안자 블러바드 1658
샤리프, 이크발 에이.
미국, 94555 캘리포니아, 프레몬트, 헤론 플레이스 4055
- (74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 26 항

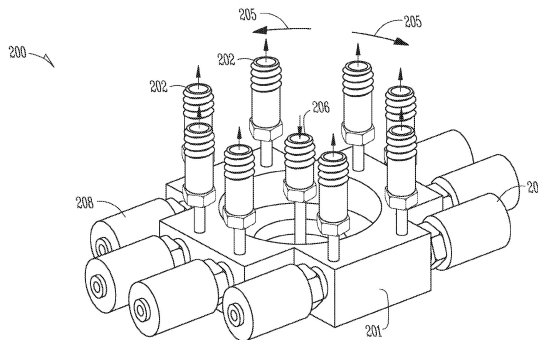
심사관 : 이수찬

(54) 발명의 명칭 가스 분배기 및 플로우 검증기

(57) 요약

가스를 분배하고 혼합하기 위한 장치 및 방법들이 제공된다. 일 예에서, 가스 분배기는 바디, 바디로 가스를 들어가게 하기 위한 가스 유입구, 가스를 외부 컴포넌트로 분배하기 위한 가스 유출구들의 궤도 어레이, 및 가스 유출구들의 궤도 어레이의 중심에서 바디 내에 배치되고 가스 유출구들의 궤도 어레이와 유체로 연통하는 중앙 가스 분배 지점을 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H01L 21/6719 (2013.01)

H01L 21/67253 (2013.01)

H01L 21/67276 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

바디;

가스를 외부 컴포넌트로 분배하기 위한 가스 유출구들의 궤도 어레이 (orbital array);

상기 가스 유출구들의 궤도 어레이의 중심에 배치되고 상기 바디로 가스를 들어가게 하기 (admit) 위한 가스 유입구;

상기 가스 유입구로부터 분리된 중앙 가스 분배 지점으로서, 상기 중앙 가스 분배 지점은 상기 바디 내에 배치되고 상기 가스 유출구들의 궤도 어레이에 의해 둘러싸인 내부 볼륨을 포함하고, 상기 내부 볼륨은 상기 내부 볼륨으로부터 상기 가스 유출구들 각각으로 연장하는 가스 경로들의 대응 어레이를 통해 상기 가스 유출구들의 궤도 어레이와 유체로 연통하고, 그리고 상기 가스 경로들의 가스 경로 길이들은 동일한, 상기 중앙 가스 분배 지점; 및

상기 내부 볼륨과 유체로 연통하고, 상기 가스 경로들 각각 내에서 가스 플로우 레이트를 개별적으로 제어하도록 구성되는 제어 회로를 포함하는, 가스 분배기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 가스 유출구들의 궤도 어레이는 상기 중앙 가스 분배 지점 둘레에 방사상으로 등거리로 (equidistantly) 이격되는, 가스 분배기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 바디는 상기 중앙 가스 분배 지점을 상기 가스 유출구들의 궤도 어레이에 연결하는 내부 가스 도관들을 포함하는, 가스 분배기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 중앙 가스 분배 지점으로부터 상기 가스 유출구들의 궤도 어레이까지 상기 내부 가스 도관들의 각각의 가스 플로우 경로들은 길이가 동일한, 가스 분배기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

가스 유출구 각각은 상기 가스 유출구를 통과하는 가스의 미리 결정된 플로우를 허용하거나 조절하도록 사이즈가 결정된 (sized) 오리피스스를 포함하는, 가스 분배기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 바디는 상기 가스 유출구들을 나가는 가스의 미리 결정된 플로우들을 허용하거나 조절하도록 각각의 제어 밸브들 또는 노즐들을 위한 장착 위치들을 포함하는, 가스 분배기.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제어 회로는 유출구 각각에 상기 유출구를 통과하는 가스 플로우를 제어하기 위한 각각의 제어 수단이 제공되도록 상기 장착 위치들 중 각각의 장착 위치에 각각 장착된 제어 밸브들 또는 노즐들을 더 포함하며, 상기 제어 밸브들 또는 노즐들 각각은 오리피스들을 포함하는, 가스 분배기.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
상기 제어 밸브들 또는 노즐들을 더 포함하는, 가스 분배기.

청구항 9

제 8 항에 있어서,
상기 제어 밸브들 또는 노즐들은 교체 가능한, 가스 분배기.

청구항 10

제 8 항에 있어서,
상기 제어 밸브들 또는 노즐들은 수평 배향 또는 수직 배향으로 구성되는, 가스 분배기.

청구항 11

제 8 항에 있어서,
제 1 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스는 제 2 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스와 상이하게 사이즈가 결정되는, 가스 분배기.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
상기 중앙 가스 분배 지점의 상기 내부 볼륨은 구형 형상의 볼륨을 포함하는, 가스 분배기.

청구항 13

제 1 항에 있어서,
상기 가스 유출구들의 궤도 어레이를 통해 흐르는 상기 가스의 가스 플로우를 측정하거나 검증하기 위한 하나 이상의 압력계들을 더 포함하는, 가스 분배기.

청구항 14

바디;
혼합 가스의 하나 이상의 성분들을 수용하기 위한 가스 유입구들의 궤도 어레이;
상기 가스 유입구들의 궤도 어레이의 중심에 배치되고 상기 바디로부터 혼합 가스를 방출하기 (emit) 위한 혼합 가스 유출구;
상기 혼합 가스 유출구로부터 분리된 중앙 가스 혼합 지점으로서, 상기 중앙 가스 혼합 지점은 상기 바디 내에 배치되고 상기 가스 유입구들의 궤도 어레이에 의해 둘러싸인 내부 볼륨을 포함하고, 상기 내부 볼륨은 상기 내부 볼륨으로부터 상기 가스 유입구들 각각으로 연장하는 가스 경로들의 대응 어레이를 통해 상기 가스 유입구들의 궤도 어레이와 유체로 연통하고, 그리고 상기 가스 경로들의 가스 경로 길이들은 동일한, 상기 중앙 가스 혼합 지점; 및
상기 내부 볼륨과 유체로 연통하고, 상기 가스 경로들 각각 내에서 가스 플로우 레이트를 개별적으로 제어하도록 구성되는 제어 회로를 포함하고,
가스 유입구 각각은 상기 가스 유입구를 통해 흐르는 혼합 가스 성분의 미리 결정된 플로우를 허용하거나 조절하도록 사이즈가 결정된 (sized) 오리피스들을 포함하는, 가스 믹서.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 가스 유입구들의 궤도 어레이는 상기 중앙 가스 혼합 지점 둘레에 방사상으로 등거리로 이격되는, 가스 믹서.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 바디는 상기 중앙 가스 혼합 지점을 상기 가스 유입구들의 궤도 어레이에 연결하는 내부 가스 도관들을 포함하는, 가스 믹서.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 중앙 가스 혼합 지점으로부터 상기 가스 유입구들의 궤도 어레이까지 상기 내부 가스 도관들의 각각의 가스 플로우 경로들은 길이가 동일한, 가스 믹서.

청구항 18

삭제

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 바디는 상기 가스 유입구들에 들어오는 가스의 미리 결정된 플로우들을 허용하거나 조절하도록 각각의 제어 밸브들 또는 노즐들을 위한 장착 위치들을 포함하는, 가스 믹서.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제어 회로는 유입구 각각에 상기 유입구를 통과하는 가스 플로우를 제어하기 위한 각각의 제어 수단이 제공되도록 상기 장착 위치들 중 각각의 장착 위치에 각각 장착된 제어 밸브들 또는 노즐들을 더 포함하며, 상기 제어 밸브들 또는 노즐들 각각은 오리피스들을 포함하는, 가스 믹서.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 제어 밸브들 또는 노즐들을 더 포함하는, 가스 믹서.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제어 밸브들 또는 노즐들은 상호 교환 가능한, 가스 믹서.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 제어 밸브들 또는 노즐들은 동일 평면에서 구성되는, 가스 믹서.

청구항 24

제 21 항에 있어서,

제 1 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스는 제 2 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스와 상이하게 사이즈가 결정되는, 가스 믹서.

청구항 25

제 14 항에 있어서,

상기 중앙 가스 혼합 지점의 상기 내부 볼륨은 구형 형상의 볼륨을 포함하는, 가스 믹서.

청구항 26

제 14 항에 있어서,

상기 가스 유입구들의 궤도 어레이 또는 혼합 가스 유출구를 통해 흐르는 상기 가스의 가스 플로우를 측정하거나 검증하기 위한 하나 이상의 압력계들을 더 포함하는, 가스 믹서.

청구항 27

제 14 항에 있어서,

상기 바디는 2 개의 컴포넌트들 사이의 파팅 라인 (parting line) 을 규정하는 상기 2 개의 컴포넌트들을 포함하고, 상기 내부 볼륨은 상기 2 개의 컴포넌트들의 상기 파팅 라인에 배치되고, 상기 2 개의 컴포넌트들 중 제 1 컴포넌트는 상기 내부 볼륨의 제 1 벽을 규정하고, 그리고 상기 2 개의 컴포넌트들 중 제 2 컴포넌트는 상기 내부 볼륨의 제 2 벽을 규정하는, 가스 믹서.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 우선권 주장

[0002] 본 출원은 2018 년 7 월 19 일에 출원된 명칭이 "Gas Distributor and Flow Verifier"인 Taskar 등의 미국 특허 출원 번호 제 16/040,326 호의 우선권의 이점을 주장하고, 이는 전체가 본 명세서에 참조로서 인용된다.

[0003] 기술분야

[0004] 본 개시는 일반적으로 가스 분배기 및 플로우 검증기에 관한 것이고, 일 예에서 중앙 가스 분배 지점 둘레에 배치된 가스 유출구들, 노즐들, 또는 오리피스들의 궤도 어레이를 갖는 궤도 가스 분배기 또는 스플리터에 관한 것이다.

배경 기술

[0005] 본 명세서에 제공된 배경기술 기술 (description) 은 일반적으로 본 개시의 맥락을 제시하기 위한 목적이다. 본 배경 기술 섹션에 기술된 범위까지, 현재 명명된 발명자들의 업적, 뿐만 아니라 출원시 종래 기술로서 달리 인정되지 않을 수도 있는 기술의 양태들은 본 개시에 대한 선행 기술로서 명시적으로 또는 묵시적으로 인정되지 않는다.

[0006] 통상적인 플라즈마 에칭 장치는 챔버가 있는 반응기를 포함하고, 챔버를 통해 반응 가스 또는 가스들이 흐른다. 반도체 프로세싱에서, 프로세스 각각 동안 웨이퍼에 걸친 에칭 또는 증착 레이트 균일도는 디바이스 수율에 직접적인 영향을 준다. 균일도는 프로세스 반응기에 대한 주요 자격 요건들 중 하나가 되었고 따라서 설계 및 개발 동안 매우 중요한 파라미터로 간주된다.

[0007] 플라즈마 에칭 반응기에서, 에칭 파라미터들의 균일도 (예컨대 에칭 레이트, 프로파일, 교차 치수, 등) 는 몇몇 파라미터들에 의해 영향을 받을 수 있다. 이들 파라미터들 중 하나는 플라즈마 가스의 성분들 (constituents) 의 함량 및 전달수단이다. 웨이퍼 위에 일관된 플라즈마 방전 및 화학 물질을 제공하는 동안 개선된 과도 응답으로 균일한 가스 혼합 및 분배를 유지하는 것은 균일도를 개선하기 위해 점점 더 중요해진다.

발명의 내용

[0008] 일부 예들에서, 가스 분배기는 바디, 바디로 가스를 들어가게 하기 (admit) 위한 가스 유입구, 가스를 외부 컴포넌트로 분배하기 위한 가스 유출구들의 궤도 어레이, 및 바디의 가스 유출구들의 궤도 어레이의 중심에서 바

디 내에 배치되고 가스 유출구들의 궤도 어레이와 유체로 연통하는 중앙 가스 분배 지점을 포함한다.

[0009] 일부 예들에서, 가스 유출구들의 궤도 어레이는 중앙 가스 분배 지점 주위에 방사상으로 등거리로 이격된다. 일부 예들에서, 바디는 중앙 가스 분배 지점을 가스 유출구들의 궤도 어레이에 연결하는 내부 가스 도관들을 포함한다. 일부 예들에서, 중앙 가스 분배 지점으로부터 가스 유출구들의 궤도 어레이로 내부 가스 도관들의 각각의 가스 플로우 경로들은 길이가 동일하다. 일부 예들에서, 가스 유출구 각각은 가스 유출구를 통과하는 가스의 미리 결정된 플로우를 허용하거나 조절하도록 사이즈가 결정된 (sized) 오리피스를 포함한다. 일부 예들에서, 바디는 가스 유출구들을 나가는 가스의 미리 결정된 플로우들을 허용하거나 조절하기 위해 각각의 제어 밸브들 또는 노즐들을 위한 장착 위치들을 포함한다. 일부 예들에서, 제어 밸브들 또는 노즐들 각각은 오리피스를 포함한다.

[0010] 일부 예들에서, 가스 분배기는 제어 밸브들 또는 노즐들을 더 포함한다. 일부 예들에서, 제어 밸브들 또는 노즐들은 교체 가능하다. 일부 예들에서, 제어 밸브들 또는 노즐들은 수평 배향 또는 수직 배향으로 구성된다. 일부 예들에서, 제 1 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스는 제 2 제어 밸브 또는 노즐과 연관된 오리피스와 상이하게 사이즈가 결정된다. 일부 예들에서, 중앙 가스 분배 지점은 실질적으로 구형 형상의 볼륨을 포함한다. 일부 예들에서, 하나 이상의 압력계들이 가스 유출구들의 궤도 어레이를 통해 흐르는 가스의 가스 플로우를 측정하거나 검증한다.

도면의 간단한 설명

[0011] 일부 실시 예들은 첨부된 도면들의 도면들에 제한이 아니라 예로서 예시된다:

도 1은 본 가스 분배기의 일부 실시 예들이 채용될 수도 있는 반응 챔버의 개략도이다.

도 2는 예시적인 실시 예에 따른, 가스 분배기의 일부의 화도 (pictorial view) 이다.

도 3은 도 2에 도시된 가스 분배기 일부의 부분 단면도이다.

도 4는 도 2 및 도 3에 도시된 가스 분배기 일부의 상단 부분 단면도이다.

도 5는 명확성을 위해 특정한 부분들이 생략된 도 2에 도시된 가스 분배기 일부의 화도이다.

도 6은 예시적인 실시 예들에 따른, 가스 유출 노즐들의 궤도 어레이의 개략도이다.

도 7a 및 도 7b는 예시적인 실시 예들에 따른, 가스 분배기를 나가는 가스 플로우를 제한하거나 검증하기 위한 "플로우 레이트" 오리피스를 포함하는 가스 유출구의 양태들을 도시한다.

도 8a 내지 도 8c는 예시적인 실시 예들에 따른, 가스 분배기를 나가는 가스 플로우를 제한하거나 검증하기 위한 "플로우 레이트" 오리피스를 포함하는 가스 유출구의 양태들을 도시한다.

도 9는 예시적인 실시 예들에 따른, 가스 분배기를 나가는 가스 플로우를 제한하거나 검증하기 위한 "플로우 레이트" 오리피스를 포함하는 가스 유출구의 양태들을 도시한다.

도 10은 예시적인 실시 예에 따른, 가스들을 분배하기 위한 방법의 동작들을 도시하는 흐름도이다.

도 11은 하나 이상의 예시적인 방법 실시 예들이 구현되거나 제어될 수도 있는 머신의 예를 예시하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하의 기술은 본 주제의 예시적인 실시 예들을 구현하는 시스템들, 방법들, 기법들, 인스트럭션 시퀀스들, 및 컴퓨팅 머신 프로그램 제품들을 포함한다. 이하의 기술에서, 설명의 목적들을 위해, 예시적인 실시 예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 다수의 특정한 상세들이 제시된다. 그러나, 본 실시 예들이 이들 구체적인 상세들 없이 실시될 수도 있다는 것이 당업자에게 자명할 것이다.

[0013] 본 특허 문서의 개시의 일부는 저작권 보호를 받는 자료를 포함한다. 저작권자는 특허 문헌 또는 특허 개시가 특허청 특허 서류들 또는 기록들에 언급되기 때문에, 특허 문헌 또는 특허 공보의 누군가에 의한 복사에 대해 이의를 제기하지 않지만, 그 외 모든 저작권 권리를 보유한다. 다음 고지는 아래에 기술된 모든 데이터 및 이 문서의 일부를 구성하는 도면에 적용된다. 저작권 Lam Research Corporation, 2018, 관련 소유.

[0014] 상기에 더 진술된 바와 같이, 통상적인 플라즈마 에칭 장치는 챔버가 있는 반응기를 포함하고, 챔버를 통해 반

응 가스 또는 가스들이 흐른다. 챔버 내에서, 가스들은 통상적으로 무선 주파수 에너지에 의해 플라즈마로 이온화된다. 플라즈마 가스의 고 반응성 이온들은 반도체 웨이퍼의 표면 상의 폴리머 마스크와 같은 특정한 재료들과 반응하여 집적 회로들(IC's)로 프로세싱된다. 에칭 전에, 웨이퍼는 챔버 내에 배치되고 웨이퍼의 상단 표면을 플라즈마 가스에 노출시키는 척 또는 홀더에 의해 적절한 위치에 홀딩된다.

[0015] 당업계에 공지된 몇몇 타입들의 척이 있다. 척은 등은 표면을 제공하고 웨이퍼에 대한 열 싱크로서 역할을 한다. 일 타입에서, 반도체 웨이퍼는 기계적 클램핑 수단에 의한 에칭을 위해 제자리에 홀딩된다. 또 다른 타입의 척에서, 반도체 웨이퍼는 척과 웨이퍼 사이의 전기장에 의해 생성된 정전기력에 의해 제자리에 홀딩된다. 본 개시는 두 타입들의 척들, 또는 다른 타입들의 척들에 적용 가능하다.

[0016] 반도체 프로세싱에서, 프로세스 각각 동안 웨이퍼에 걸친 에칭 또는 증착 레이트 균일도는 디바이스 수율에 직접적인 영향을 준다. 이는 프로세스 반응기에 대한 주요 자격 요건 중 하나가 되었고 따라서 설계 및 개발 동안 매우 중요한 파라미터로 간주된다. 웨이퍼 직경의 사이즈가 증가할 때마다, 점점 보다 큰 웨이퍼들로부터 IC들의 배치(batch) 각각의 균일도를 보장하는 문제가 점점 어려워진다. 예를 들어, 웨이퍼 사이즈가 200 mm에서 300 mm로 증가하고 웨이퍼 당 보다 작은 디바이스 사이즈들로, 에지 배제는 예를 들어 2 mm 이하로 축소된다. 따라서, 웨이퍼의 에지로부터 2 mm 이하까지 균일한 에칭 레이트들, 디바이스 프로파일들, 및 목표된 치수들을 유지하는 것이 매우 중요해졌다.

[0017] 플라즈마 에칭 반응기에서, 에칭 파라미터들(예컨대 에칭 레이트, 프로파일, CD, 등)의 균일도는 몇몇 파라미터들에 의해 영향을 받는다. 이들 파라미터들 중 하나는 플라즈마 가스의 성분들(constituents)의 함량 및 전달수단이다. 반응기의 업스트림에서 균일한 가스 혼합 및 분배를 유지하고 웨이퍼 위에 일관된 플라즈마 방전 및 화학 물질을 제공하는 것은 웨이퍼 균일도를 개선하기 위해 점점 더 중요해졌다.

[0018] 도 1은 본 가스 분배기의 일부 실시 예들이 채용될 수도 있는 반응 챔버의 개략도이다. 도 1은 기판을 에칭하도록 통상적으로 채용된 타입들의 예시적인 플라즈마 프로세싱 챔버를 나타내는, 용량 결합 플라즈마 프로세싱 챔버(100)를 예시한다. 챔버(100)는 웨이퍼(104)와 같은 기판이 에칭 동안 위치되는 워크피스 홀더를 나타내는 척(102)을 포함한다. 척(102)은 임의의 적합한 척킹 기법, 예를 들어, 정전, 기계적, 클램핑, 진공, 등에 의해 구현될 수도 있다. 에칭 동안, 척(102)은 통상적으로 듀얼 주파수 소스(106)에 의한 에칭 동안 듀얼 RF 주파수들(저 주파수 및 고 주파수), 예를 들어 2 MHz 및 27 MHz를 동시에 공급받는다.

[0019] 상부 전극(108)은 웨이퍼(104) 위에 위치된다. 상부 전극(108)은 접지된다. 도 1은 상부 전극(108)의 표면이 척(102) 및 웨이퍼(104)의 표면보다 큰 에칭 반응기를 예시한다. 에칭 동안, 플라즈마(110)가 혼합된 가스 라인(112)을 통해 공급되고 배기 라인(114)을 통해 펌핑 아웃되는 에천트 소스 가스로부터 형성된다. 챔버(100) 내에서, 혼합 가스 라인(112)은 샤워헤드(미도시)에 연결될 수도 있다. 챔버(100) 외부의 가스들의 업스트림 혼합 및 분배는 이하에 보다 상세히 논의된다.

[0020] 전기 절연체 링(109)이 접지된 챔버(100)로부터 상부 전극(108)을 절연한다. 한정(confinement) 링들(116)은 도 1의 척(102)과 같은, 상부 전극(108)과 하단 전극 사이에 배치될 수도 있다. 일반적으로, 한정 링들(116)은 프로세스 제어를 개선하고 반복성을 보장하도록 에칭 플라즈마(110)를 웨이퍼(104) 위의 영역으로 한정하는 것을 돕는다.

[0021] RF 전력이 듀얼-주파수 전력 소스(106)로부터 척(102)에 공급될 때, 등전위 필드 라인들(equipotential field lines)이 웨이퍼(104) 위에 설정된다. 등전위 필드 라인들은 웨이퍼(104)와 플라즈마(110) 사이에 있는 플라즈마 시스에 걸친 전기장 라인들이다. 플라즈마 프로세싱 동안, 포지티브 이온들은 웨이퍼(104)의 표면 상에 충돌하도록 등전위 필드 라인들을 가로 질러 가속되어, 에칭 방향성을 개선하는 것과 같은 목표된 에칭 효과를 제공한다. 상부 전극(108) 및 척(102)의 기하학적 구조로 인해, 필드 라인들은 웨이퍼 표면에 걸쳐 균일하지 않을 수도 있고 웨이퍼(104)의 에지에서 상당히 가변할 수도 있다. 따라서, 포커스 링(118)은 통상적으로 전체 웨이퍼 표면에 걸쳐 프로세스 균일도를 개선하도록 제공된다. 도 1을 참조하면, 웨이퍼(104)는 세라믹, 석영, 플라스틱, 등과 같은 적합한 유전체 재료로 형성될 수도 있는 포커스 링(118) 내에 배치되는 것으로 도시된다. 따라서, 포커스 링(118)의 존재는 등전위 필드 라인들로 하여금 웨이퍼(104)의 전체 표면 위에 실질적으로 균일하게 배치되게 한다.

[0022] 전기 전도성 차폐부(120)는 실질적으로 포커스 링(118)을 둘러싼다. 전기 전도성 차폐부(120)는 플라즈마 프로세싱 챔버(100) 내에서 실질적으로 접지되도록 구성된다. 차폐부(120)는 포커스 링(118) 외부의 원치 않는 등전위 필드 라인들의 존재를 방지한다. 혼합된 가스 라인(112)을 통해 공급된 챔버 소스 가스와 관

련하여, 플라즈마 반응기 내에서 그리고 플라즈마 반응기의 업스트림에서 가스 이송 특성들이 에칭 불균일도 또는 증착 불균일도에 기여하는 가장 민감한 변수들일 수 있다는 것을 알게 되었다.

[0023] 통상적으로, 혼합된 가스 라인 (112) 의 업스트림의 가스 전달 패널은 혼합 전에 개별적인 가스-특정 공급 라인들에 의해 공급된다. 이들 라인들은 가스 혼합물의 가스 성분 각각에 대한 밸브들, 레귤레이터들, 질량 유량 제어기들 (MFCs), 등과 같은 플로우 컴포넌트들 및 파이프를 포함할 수 있다. 이들 개별 라인들은 통상적으로 매니폴드 유입구들을 통해 종래의 가스 혼합 매니폴드에 가스를 공급한다. 개별 가스들은 가스 공급 라인 (예를 들어, 혼합된 가스 라인 (112), 도 1) 을 통해 다른 컴포넌트들로 또는 프로세싱 챔버 (예를 들어, 프로세싱 챔버 (100), 도 1) 로 분배되도록 출구를 통해 매니폴드를 떠나기 전에 매니폴드 내에서 혼합된다.

[0024] 종래의 가스 혼합 매니폴드 또는 분배기는 통상적으로 상대적으로 큰 체적의 긴 튜브형 구조를 포함한다. 목표된 가스 혼합물을 생성하기 위한 가스 공급 라인 각각은 가스 매니폴드의 길이를 따라 특정한 거리 이격된다. 일부 매니폴드들은 예를 들어, 최대 27 인치 길이일 수도 있다. 주어진 매니폴드의 전체 길이는 이를 공급하는 가스 라인들의 수에 기초할 수도 있다. 가스 라인들의 수는 결국 프로세싱 챔버 (100) 내에서 주어진 프로세스에 대해 목표된 가스 혼합물에 종속될 수도 있다. 가스 라인 후-업 위치들은 종종 매니폴드로부터 매니폴드로 또는 상이한 프로세싱 챔버들 (100) 에 걸쳐 일관되게 제공되지 않는다. 더욱이, 미리 결정된 매니폴드 상에서 조차, 일부 가스 라인 유입구 위치들은 다른 것보다 매니폴드 유출구로부터 보다 큰 거리에 배치될 것이라는 것이 인식될 것이다.

[0025] 종래의 매니폴드 또는 분배기로 들어가는 가스 각각의 운동량은 상이한 가스 분자 사이즈들 및 플로우 레이트들로 인해 상당히 가변할 수도 있다. 매니폴드 내의 빠르게 흐르는 무거운 가스는 불안정한 방식으로, 아마도 난류 및 다른 요인들에 기인하여 느리게 흐르는 가스의 흐름 및 흡기 (entrainment) 에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 느리게 흐르는 가스 유입구가 매니폴드 출구로부터 상대적으로 큰 거리에 배치되면, 목표된 가스-혼합물 변화에 대한 반응 속도는 이에 따라 심각하게 억제될 수 있다. 종래의 매니폴드는 유도된 변화들에 응답하여 고유한 지연 (lag) 시간들을 갖는 커패시터와 유사한 방식으로 작용할 수도 있다. 더욱이, 목표된 가스 혼합물 변화에 영향을 주는 밸브가 신속하게 동작하더라도, 종래의 매니폴드 구성들의 고유한 레이턴시는 여전히 다양한 플로우 레이트들, 이동 거리들, 및 운동량들은 대체로 알 수 없을 수도 있기 때문에 주어진 가스 혼합물의 정확한 성분들을 식별하는데 심각한 과제를 제시한다.

[0026] 이 상황을 더욱 복잡하게 하는 것은, 특히 상이한 압력들로 공급될 때 새로운 가스 라인들이 매니폴드로부터 플러그인 또는 언플러그되기 때문에, 적절한 제어 없이, 종래의 매니폴드에 공급하는 가스 라인들의 확립된 선형 시퀀스에 기초한 가스 혼합물 또는 플로우 안정성이 방해될 수 있다는 것이다. 예를 들어, 가스 라인 위치들은 업스트림 저장소들이 건조될 때, 또는 상이한 가스 혼합물들이 매니폴드 또는 프로세싱 챔버 (100) 내에서 목표될 때 우연히 또는 무작위로 변화할 수도 있다. 종래의 매니폴드 내로 개별 가스들의 공급을 제어하려는 시도들은 소프트웨어-제어된 밸브들의 사용을 포함하지만, 이것조차 상기 기술된 과제들을 완전히 해결하지 못한다. 웨이퍼 에칭 적용 예들은 챔버로 필요한 혼합물의 전달 시간에 매우 민감하다. 상기 기술된 인자들 각각은 가스 전달 성능에 상당히 영향을 줄 수 있고, 응답 시간 딜레이, 공-흐름 (co-flow) 불일치, 및 가스 혼합 딜레이에 의해 유발된 잠재적인 문제들은 웨이퍼 균일도를 손상시킬 수 있다.

[0027] 일부 적용 예들에서, 혼합된 가스의 소스들로서 혼합된 가스 매니폴드들 또는 분배기들은 직렬 배열 또는 병렬 배열로 형성된 프로세스 챔버들 (100) 의 그룹에 공급하도록 요구될 수도 있다. 다른 적용 예들에서, 복수의 존들, 예컨대 중심, 에지, 또는 중간 존들은 각각 신뢰할 수 있는 가스 소스를 필요로 한다. 상기 논의된 문제들은 상이한 챔버 위치들 및 그룹 내의 프로세싱 챔버 (100) 각각에 대한 분배 라인의 길이들의 관점에서 악화될 수도 있다.

[0028] 가스 분배기 서브-어셈블리 (200) 의 화도가 도 2에 도시된다. 서브-어셈블리 (200) 는 바디 (201) 및 가스 유출구들, 노즐들 또는 오리피스들의 궤도 또는 궤도 어레이 (205) 를 포함한다. 유출구들은 도 3에서 보이는 중앙 가스 분배 지점 (또는 존) (302) 주위에 배치된 예시된 노즐들 (202) 의 형태를 취할 수도 있다. 일부 예들에서, 노즐 (202) 은 이하에 보다 완전히 기술된 바와 같이, 미리 결정된 레벨에서 가스 플로우를 조절하도록 구체적으로 설계되고 사이즈가 결정된 (sized) 오리피스를 포함할 수도 있다. 용어 "가스"가 본 명세서에서 사용되었지만, 본 명세서에 기술된 시스템들 및 방법들은 문맥이 달리 나타내지 않는 한 보다 일반적으로 "유체들"에 적용될 수도 있다는 것이 인식될 것이다.

[0029] 일부 예들에서, 가스 분배 지점 (302) 은 본 명세서에 더 기술된 바와 같이, 가스 유입구들 또는 유출구들의 어레이 (205) 와 관련하여 중앙 위치 및 특정한 치수들을 갖는 국부화된 영역 또는 볼륨이다. 따라서 용어

"지점"은 0 치수를 갖는 기하학적 엘리먼트를 의미하도록 의도되지 않는다. 중앙 혼합된 가스 분배 지점 (302) 의 예는 도 3에 제공된 서브-어셈블리 (200) 의 부분 단면도에서 보다 명확하게 알 수 있다.

[0030] 일부 예들에서, 도 2 및 도 3에 도시된 서브-어셈블리 (200) 는 가스 분배기 (300) 의 제 1 반부를 형성한다. 완전한 가스 분배기는 반대편 또는 제 2 반부를 제 1 반부에 접합함으로써 형성될 수 있다. 일부 예들에서, 가스 분배기의 반대편 또는 제 2 반부는 본질적으로 도 2 및 도 3에 도시된 서브-어셈블리 (200) 의 미러 이미지이다. 이 배열은 도 3에서 볼 수도 있다. 제 2 반부 또는 반대편 서브-어셈블리는 200'으로 번호가 매겨진다. 일부 예들에서, 가스 분배기 (300) 는 2 개의 서브-어셈블리들, 또는 반부들 (200 및 200') 이 함께 어셈블될 때 형성된다. 어셈블된 형태에서, 중앙 혼합된 가스 분배 지점 (302) 은 유출구 노즐들 또는 오리피스들 (202) 의 궤도 어레이 (205) 의 중심에 배치된 예시된 노즐 (206) 과 같은 가스 분배기의 중앙 혼합된 가스 유입구와 유체로 연통한다. 일부 예들에서, 본 개시의 가스 분배기 (300) 는 상기 기술된 타입의 종래의 가스 분배기 대신, 또는 가스 공급 시스템의 유사하거나 다른 컴포넌트들과 조합하여 사용될 수도 있다.

[0031] 일부 예들에서, 가스 분배기 (300) 는 분배기 내의 가스가 가스 유출구로서 기능하는 가스 유입구들과 역전되도록 가스 혼합기로서 동작할 수도 있고, 그 역도 마찬가지이다. 중앙 가스 혼합 지점은 중앙 가스 분배 지점에 의해 형성된다. 이러한 구성에서, 가스 분배기는 가스들을 혼합할 수 있고 혼합된 (또는 균질한) 가스들을 하나 이상의 프로세스 챔버들로 나란히 분배할 수 있어서, 이에 따라 종래의 가스 매니폴드들 및 분배기들의 사용과 관련하여 본 명세서에서 논의된 단점들을 해결하도록, 직전에 기술된 타입의 가스 믹서에 연결될 수 있다.

[0032] 도 2를 다시 참조하면, 일부 예들에서 유출구 노즐들 (202) 각각은, 예를 들어, 가스 공급 채널들 사이에서 목표된 비를 만족시키도록 또는 가스 분배기 (300) 의 내부적으로 상이한 스트림들로 분리되도록, 분할되고 다른 유출구 노즐들로부터의 가스와 결합되는 단일 또는 혼합된 가스를 다운스트림 위치들로 분배할 수 있다. 예를 들어, 도면에 도시된 유출구 노즐들 (202) 각각은 가스 소스를 필요로 하는 다운스트림 컴포넌트 또는 프로세스 챔버 (100) 에 연결될 수도 있다. 8 개의 유출구 노즐들 (202) 이 서브-어셈블리 (200) 의 제 1 반부에 연결된 것으로 도시된다. 다른 수의 노즐들이 가능하다. 통상적으로, 반드시 그러한 것은 아니지만, 동일한 수의 유출구 노즐들 (202) 이 가스 분배기 (300) 의 제 2 반부에 제공되고, 이 특정한 예에 대해 총 16 개의 유출구 노즐들 (202) 을 제공한다. 다른 수의 노즐들 (202) 이 다운스트림 컴포넌트들 또는 프로세스 챔버들 (100) 에 공급 (또는 대안적인 가스 혼합 모드에서 혼합) 하기 위해 가스 분배기 (300) 의 목표된 능력에 따라 채용될 수도 있다.

[0033] 이제 도 3을 참조하면, 유출구 노즐들 (202 및 202') 각각은 서브 어셈블리 (200 및 200') 각각에 형성된 내부 도관 (304) 을 통해 중앙 가스 분배 지점 (302) 과 유체로 연통하는 것으로 도시된다. 내부 도관 (304) 각각은 또 다른 것과 동일한 길이, 또는 가스 경로를 갖는다. 제어 밸브 (208 및 208') 각각은 목표된 가스 또는 가스 혼합물을 생성하거나 전달하기 위해 내부 도관 (304) 을 통과하는 플로우의 양 및 레이트를 조절하도록 동작할 수 있다. 내부 도관들 (304) 은 또한 도 4에서 보이고, 내부 도관들 (304) 에 대한 가스 플로우 출구들이 도 5의 502에 도시된다. 내부 도관들 (304) 은 도 4에 도시된 바와 같이 방사상으로 등거리로 이격된다. 수평으로 배향된 제어 밸브들은 도시된 바와 같이 궤도 어레이 (205) 를 형성한다. 일부 예들에서, 가스 플로우 출구들 (502) 은 쓰레드될 수도 있고 유출구 노즐들 (202 및 202') 각각의 상보적인 쓰레드된 지지 스템들 (203 및 203') 에 대한 부차 지점들로서 역할을 할 수도 있다. 일부 예들에서, 가스 플로우 출구들 (502) 은 스테브 샤프트들로서, 또는 C-시일 표면 장착 피팅 (fitting) 으로서 가스 분배기 (300) 에 용접된다.

[0034] 다시 도 3을 참조하면, 가스 분배기 (300) 의 제 1 서브 어셈블리 및 제 2 서브 어셈블리 또는 반부들 (200 및 200') 이 함께 결합될 때, 중앙 가스 분배 지점 (302) 은 실질적으로 볼 또는 구형 형상을 갖는 볼륨에 의해 규정된다는 것이 인식될 것이다. 이 형상은 도면에서 점선 윤곽으로 도시된다. 일부 예들에서, 중앙 가스 분배 지점 (302) 의 체적 형상은 형상이 난형이거나 비-구형이다. 예를 들어, 단면이 원형, 정사각형 또는 직사각형 형상을 포함하는 다른 형상들이 가능하다. 일부 예들에서, 볼의 직경, 구형 형상, 또는 원형 아웃 라인은 0.1 내지 100 mm 범위, 일부 예들에서 0.5 내지 50 mm, 그리고 일부 예들에서 1 내지 10 mm이다.

[0035] 일부 예들에서 중앙 가스 분배 지점 (302) 은 유출구 노즐들 (202 및 202') 각각으로부터 등거리에 있다는 것이 본 개시에서 주목된다. 이러한 이유 때문에, 종래의 가스 혼합 또는 분배 매니폴드에 의해 유발되거나 고유한 상기 논의된 문제들 중 일부는 가스 플로우 경로 각각이 동일한 길이를 갖고, 예를 들어, 종래 기술에서와 같이, 연장된 매니폴드를 따라 유출 노즐의 선형 위치에 종속되지 않는다는 점에서 해결된다. 주어진 가스 혼합물의 가스 각각에 대한 이동 거리는 동일하다. 가스 분배기의 가스 혼합 모드에서, 일 가스 성분은 중앙 혼

합 지점 (302) 에 도달할 때까지 또 다른 가스 성분에 충돌하거나 간섭하지 않는다. 중앙 가스 분배 지점 (302) 의 체적은 예를 들어, 약 27 인치의 길이를 갖는 종래의 가스 매니폴드의 체적과 비교하여 상대적으로 작다.

[0036] 16 개의 유출구 노즐들 (202) 의 웨도 어레이 (205) 가 도 6에 개략적으로 도시된다. 가스 분배기 (300) 의 제 1 반부 (즉, 서브-어셈블리 (200)) 에 연결된 유출구 노즐들 (202) 은 실선 윤곽으로 도시되고 202로 번호가 붙여진 공급 라인들을 갖는다. 가스 분배기 (300) 의 제 2 반부에 연결된 유출구 노즐들 (202') 은 점선 윤곽으로 도시되고 202'로 번호가 매겨진 공급 라인들을 갖는다. 따라서, 이 예에서 총 16 개의 유출구 노즐들이 제공된다. 노즐 (202 및 202') 각각은 예를 들어, 프로세싱 챔버 (100) (도 1) 에 목표된 가스 또는 가스 혼합물을 분배하고 공급한다.

[0037] 가스 분배기 (300) 내로 흐르는 가스는 동작 중인 (in operation) 개방된 유출 노즐들 (202 및 202') 의 수에 비례하여 "분할 (split)" 즉, 나뉘거나 분배된다는 것이 인식될 것이다. 일부 노즐들 (202 및 202') 은 폐쇄될 수도 있고 동작 중이 아닐 수도 있다. 중앙 가스 분배 지점의 체적이 종래의 가스 혼합기들 및 분배기들에 비해 상대적으로 작기 때문에, 혼합된 가스의 성분들은 가스 분배기 (300) 를 통한 이동에 영향을 받지 않고 혼합된 가스 내의 성분들의 비는 실질적으로 유지된다. 상기에 더 논의된 가스 분배기 (300) 의 가스 혼합 구성에서, 16 개의 개방된 유입구 노즐들 (200 및 200') 을 갖는 배열에 대해, 최대 16 개의 가스 성분들을 갖는 혼합된 가스가 형성될 수도 있다. 도 6에 예로서 도시된 유입 노즐 어레이 (205) 의 웨도 형상이 일부 예들에서 전체적으로 또는 완벽하게 웨도가 아닐 수도 있다는 것이 인식될 것이다. 일부 예들에서 타원형 또는 다른 원형 형상들이 사용될 수도 있다.

[0038] 일부 예들에서, 제어 밸브 (208) 는 유출구 노즐 (202 및 202') 각각과 유체로 연통하여 제공된다. 제어 밸브들 (208) 의 어레이 (205) 는 유출구 노즐들 (202 및 202') 을 통해 가스 분배기 (300) 를 나가는 가스의 각각의 질량 유량 레이트들을 분배하도록 역할하고, 또는 혼합된 가스의 성분들은 가스 혼합 구성으로 가스 분배기 (300) 에 의해 형성된다. 각각의 제어 밸브들 (208) 은 유사하게 도 6에서 교번적으로 208 및 208'로 라벨링되고 개별 및 각각의 가스 플로우 레이트들은 동일한 도면에서 FR로 라벨링되어, 나가는 가스의 플로우 제한을 나타낸다. 유출구 노즐들 (202 및 202') 을 통한 가스 플로우는 제어 밸브들 (208 및 208') 을 사용하여 제어될 수 있고 연관된 측정 장비를 사용하여 일부 예들에서 검증될 수 있다.

[0039] 일부 예들에서, 가스 분배기 (300) 는 또한 가스를 분배할 때 가스 플로우 레이트 검증기 또는 조절기로서 동작할 수 있다. 예를 들어, 측정될 가스 플로우 (Q) 는 오리피스를 가로 질러 초음속 플로우를 보장하도록 사이즈가 결정된 적절한 사이즈의 오리피스를 통해 라우팅될 수도 있다. 초음속 플로우 조건들 하에서, 가스 플로우 $Q = KP_1$, 여기서 (K) 는 가스 중속 상수이고 (P_1) 은 업스트림 압력이다. 업스트림 압력 (P_1) 은 고정밀 디지털 커패시턴스 압력계를 사용하여 측정될 수도 있다. 가스 중속 상수 (K) 는 약하게 온도 의존적이고 독립적인 방법론을 사용하여 경험적으로 결정될 수도 있다. 따라서, 미리 결정된 오리피스 사이즈, 예를 들어 유출구 노즐 (202 또는 202') 의 오리피스에 대해, 유출구 노즐 (202 또는 202') 을 통한 가스의 플로우 (Q) 는 미리 결정된 업스트림 압력 (P_1), 예를 들어 일부 예들에서 마노미터에 의해 측정될 수도 있는 중앙 가스 분배 지점 (302) 의 압력에 대해 검증 (즉, 계산 가능하거나 보장) 될 수 있다.

[0040] 이제 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 가스 플로우 검증기 (300) 의 개략적인 평면도가 도시된다. 가스 플로우 검증기 (300) 는 중앙 가스 분배 지점 (302) 을 포함한다. 가스 플로우 검증기 (300) 는 중앙 가스 분배 지점 (302) 을 둘러싸는 수직으로 배향된 제어 밸브들 (208) 의 웨도 어레이 (205) 를 포함한다. 제어 밸브 (208) 각각은 도시된 바와 같이 대표적인 가스 유출구 (202) 를 포함한다. 가스 플로우 검증기 (300) 는 한 쌍의 압력계들 (702A 및 702B), 및 제 3 압력계 (704) 를 포함하는 가스 분배 장치 (700) 에 포함된다.

[0041] 일련의 상호 연결된 가스 경로들 또는 도관들 (706) 은 제어 밸브들 (208) 및 압력계들 (702A, 702B, 및 704) 을 서로 유체로 연통시킨다. 예시된 가스 분배 장치 (700) 에서, 압력계 (704) 는 도면에서, 가스 플로우 검증기 (300) 의 우측 상의 2 개의 제어 밸브들 (208) 의 가스 유출구들 (202) 을 나가는 가스의 압력을 측정한다. 한 쌍의 압력계들 (702A 및 702B) 은 도면에서, 가스 플로우 검증기 (300) 의 좌측 상의 3 개의 제어 밸브들 (208) 의 3 개의 가스 유출구들 (202) 에 대해 유사하게 측정된다. 예시된 압력계들은 가스 플로우 검증기 (300) 를 통한 그리고, 일부 예들에서, 특정한 가스 유출구들 (202) 각각을 통한 가스의 플로우를 측정하고 검증하도록 사용될 수 있다. 일부 예들에서, 압력계 (702A, 702B, 또는 704) 에 의해 측정된 가스 압력은 특정한 가스 룩업 테이블들을 사용하여 실제 플로우로 변환된다. 가스 흐름 에러는 계산되고 예를 들어 사용자 인터페이스 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다. 시스템 소프트웨어는 특정한 가스들의 사용에 적용 가능한 가스

흐름 에러를 계산하기 위해 특정한 가스 표들을 포함할 수도 있다. 일부 예들에서, 가스 표는 가스 플로우 검증기 (300) 내에 설치된 하나 이상의 오리피스들의 위치에서 선택된 가스에 대한 압력-플로우 레이트 관계를 포함한다. 일부 예들에서, 적절한 록업 가스 표에 규정된 바와 같이 대응하는 예측된 압력과 비교하여 가스 압력 레이트 상승의 하나 이상의 측정치들이 취해질 수도 있다. 안정한 압력에 도달하기 위해 측정된 시간은 가스 및 가스 (또는 MFC) 플로우의 분자량의 함수이다.

[0042] 제어 밸브들 (208) 각각을 통한 가스의 플로우는 도 7b에 도시된 제어 밸브 (208) 의 단면 개략도에서 보다 명확하게 알 수 있는 오리피스 (707) (또는 "플로우 레이트 오리피스") 에 의해 조절될 수도 있다. 상기에 더 기술된 가스 플로우 방식식들에 따라, 예를 들어, 오리피스 (707) 는 목표되거나 명시된 또는 미리 결정된 가스 또는 질량 플로우 레이트로 제어 밸브 (208) 를 통한 가스의 플로우를 허용하거나 제어하도록 설계되고 사이즈가 결정될 수 있다. 따라서, 예를 들어, 예시된 제어 밸브들 (208) 각각의 오리피스들 (707) 각각이 동일한 사이즈이면, 미리 결정된 업스트림 압력에 대해, 제어 밸브 (208) 각각을 통한 (결과적으로 각각의 가스 유출구 (202) 를 통한) 가스의 플로우는 동일할 것이다. 이러한 방식으로, 본 개시의 가스 플로우 검증기는 다운스트림 컴포넌트들에 가스를 균등하게 분배 (분할) 하고 공급할 수 있다. 대안적으로, 각각의 가스 유출구 또는 노즐 (202) 에 대해 적절하고 상이하게 오리피스 (707) 각각의 사이즈를 결정함으로써, 분배된 가스의 각각의 상이한 목표되거나 미리 결정된 플로우 레이트들이 가스 플로우 검증기 (300) 의 다운스트림에 위치한 동일한 수의 목표된 컴포넌트들로 가스를 분배하는 동시에 유출구 (202) 각각에 대해 확립될 수 있다. 예시적인 다운스트림 컴포넌트들은 하나 이상의 웨이퍼 프로세싱 챔버들 (100) 을 포함할 수도 있다.

[0043] 일부 예들에서, 오리피스 (707) 는 도 7b의 교체 가능하거나 상호 교환 가능한 부품 (708) 에 포함될 수 있다. 상호 교환 가능한 부품 (708) 은 예를 들어 표면 장착된 제어 밸브 (208) 내부 또는 아래에 위치될 수도 있다. 예를 들어, 예시적인 오리피스 (707) 가 가스 플로우 검증기 (300) 를 나가는 가스의 가스 플로우 경로의 가스 유출구 또는 노즐 (202) 내에 직접 제공되는, 도 3의 개략적인 점선 윤곽으로 도시된 바와 같이, 다른 배열들이 가능하다. 오리피스 (707) 가 일부 예들에서 모든 또는 선택된 수의 유출구들 (202) 에 제공될 수도 있다.

[0044] 모든 가스 유출구들 (202) 로부터의 가스 플로우 레이트들이 편리하게 조정될 수 있도록, 특정하게 사이즈가 결정된 오리피스 (707) 를 각각 포함하는 일련의 상호 교환 가능한 부품들 (708) 이 일부 예들에서 제공된다. 다른 예들에서, 개별 가스 유출구들 (202) 에 대한 구체적이고 상이한 가스 플로우 레이트들이 편리한 방식으로 확립될 수 있다. 일부 예들에서, 가스 플로우 검증기 (300) 는 2 개의 모드들에서 동시에 동작할 수 있는, 즉 일 모드에서 가스를 비례적으로 분할하고 분배하는 한편, 또 다른 모드에서 가스 플로우를 제한하거나 검증하는 듀얼 기능 디바이스로서 편리하게 기능한다. 본질적으로, 가스 플로우 검증기 (300) 의 동일한 하드웨어는 2 개의 기능들을 동시에 수행할 수 있다. 따라서, 본 개시의 가스 플로우 검증기 (300) 는 이에 따라 반도체 제조 시스템 내에서 특정되고 가변하는 조건들 및 가스 플로우 요건들에 적합하도록 고도로 구성 가능하다.

[0045] 다른 예들에서, 이제 도 8a 내지 도 8c를 참조하면, 오리피스 (707) 는 제어 밸브 (208) 내에 직접적으로 또는 간접적으로 임베딩될 (embed) 수도 있고, 예를 들어, 오리피스가 피팅되는 제어 밸브 (208) 를 통해 목표되거나 미리 결정된 가스 플로우를 허용하거나 조절하도록 상기 기술된 방식으로 공장에서 캘리브레이팅될 수도 있다. 도 8b 및 도 8c는 오리피스 (707) 를 제공하기 위한 대안적인 구성들을 도시하고, 예를 들어, 도 8c는 대체 부품 (708) 의 대안적인 형태를 도시한다.

[0046] 이제 도 9를 참조하면, 가스 플로우 검증기 (300) 의 대안적인 구성이 예시된다. 이 예에서, 제어 밸브들 (208) 은 수평으로 배향되고 다시 웨도 어레이 (205) 를 형성한다. 도 7a에 도시된 것들에 대응하는 유사한 부분들은 이에 따라 라벨링된다.

[0047] 가스 플로우 검증기 (300) 및 가스 분배 장치 (700) 의 추가 구성들이 가능하다. 일부 예들에서, 가스 분배 시스템 (700) 의 일부를 형성하는 압력계들 (702A, 702B 및 704) 은 가스 경로들 또는 도관들 (706) 을 통한 가스 플로우를 검증하고, 보다 구체적으로 가스 유출구 (202) 또는 오리피스 (707) 의 초크 상태를 검증하거나 결정하도록 기능한다. 압력계들 (702A, 702B 및 704) 은 특정 시점에서 또는 시간 기간에 걸쳐 가스 플로우 검증기 (300) 에 의해 전달되는 가스 플로우를 측정하고 검증할 수 있다.

[0048] 본 명세서에 기술된 가스 분배기 또는 가스 플로우 검증기 (300) 의 일부 예시적인 실시 예들에서, 상대적으로 큰 체적의 종래의 가스 혼합 또는 분배 매니폴드와 비교할 때 가스 분배 지점 (302) 의 상대적으로 무시할만한 체적은 혼합 딜레이 또는 지연 시간을 상당히 감소시킬 수 있고, 그렇지 않으면 종래 기술 시스템에서 유도될 것이다. 본 개시에 따른 가스 플로우 레이트 조절은 예를 들어 $\pm 0.5\%$ 에러로 0.5 sccm 내지 5000 sccm 큰 범위의 가스 플로우들로 수행될 수 있다.

- [0049] 본 개시는 또한 예시적인 방법들을 포함한다. 도 10을 참조하면, 가스를 분배하는 방법 (1000) 은 동작 1002에서, 가스 분배기를 제공하는 단계로서, 가스 분배기는 바디; 가스 분배기의 바디로 가스를 들어가게 하기 위한 유입구; 가스 분배기로부터 가스를 분배하기 위한 가스 유출구들의 궤도 어레이; 및 가스 분배기의 바디 내에 그리고 가스 유출구들의 궤도 어레이의 중심에 배치된 중앙 가스 분배 지점을 포함하는, 가스 분배기를 제공하는 단계; 동작 1004에서, 가스 유입구를 통해 중앙 가스 분배 지점으로 가스를 공급하는 단계; 동작 1006에서, 궤도 어레이의 가스 유출구들의 수, 또는 동작 중인 가스 유출구들의 백분율에 기초하여 중앙 가스 분배 지점 내에서 공급된 가스를 분할하는 단계; 동작 1008에서, 적어도 가스 유출구들 각각으로, 또는 동작 중인 가스 유출구들 각각으로 분할된 가스를 분배하는 단계; 및 동작 1010에서, 분배된 가스를 다운스트림 위치로 제공하는 단계를 포함한다.
- [0050] 일부 예들에서, 방법 (1000) 은 가스 분배기의 바디 내에 형성된 내부 가스 도관들을 통해 가스 유출구들로 분할된 가스를 분배하는 단계를 더 포함하고, 내부 가스 도관들은 가스 유출구들의 궤도 어레이를 중앙 가스 분배 지점에 연결한다.
- [0051] 일부 예들에서, 방법 (1000) 은 중앙 가스 분배 지점으로부터 가스 유출구들로 내부 가스 도관들의 각각의 가스 플로우 경로들을 따라 분할된 가스를 분배하는 단계를 더 포함하고, 각각의 가스 플로우 경로들은 길이가 동일하다.
- [0052] 일부 예들에서, 방법 (1000) 은 가스 유출구 각각과 관련하여, 각각의 가스 유출구를 통한 가스의 특정한 플로우를 허용하거나 조절하도록 사이즈가 결정된 오리피스들을 제공하는 단계를 더 포함한다.
- [0053] 일부 예들에서, 방법 (1000) 은 가스 분배기의 바디 내에서 그리고 중앙 가스 분배 지점에 대해, 실질적으로 구형 형상의 볼륨, 또는 실질적으로 궤도 형상의 단면 윤곽을 제공하는 단계를 더 포함한다.
- [0054] 일부 예들에서, 비 일시적인 머신 판독 가능 매체는 머신 (1100) 에 의해 판독될 때, 적어도 상기 요약된 비 제한적인 예시적인 동작들을 포함하는 방법들의 동작들을 머신으로 하여금 제어하게 하는 인스트럭션들 (1124) 을 포함한다.
- [0055] 도 11은 본 명세서에 기술된 하나 이상의 예시적인 프로세스 실시 예들이 구현될 수도 있고, 또는 이에 의해 본 명세서에 기술된 하나 이상의 예시적인 프로세스 실시 예들이 제어될 수도 있는 머신 (1100) 의 예를 예시하는 블록도이다. 대안적인 실시 예들에서, 머신 (1100) 은 독립형 디바이스로서 동작할 수도 있고 또는 다른 머신들에 연결 (예를 들어, 네트워킹) 될 수도 있다. 네트워킹된 배치에서, 머신 (1100) 은 서버 머신, 클라이언트 머신, 또는 서버-클라이언트 네트워크 환경들에서 모두로서 동작할 수도 있다. 일례에서, 머신 (1100) 은 P2P (peer-to-peer) (또는 다른 분산된) 네트워크 환경의 피어 (peer) 머신으로 작용할 수도 있다. 또한, 단일 머신 (1100) 만이 예시되지만, 용어 "머신"은 또한 예컨대 클라우드 컴퓨팅, SaaS (Software as a Service), 또는 다른 컴퓨터 클러스터 구성들을 통해, 본 명세서에 논의된 방법론들 중 임의의 하나 이상을 수행하기 위해 인스트럭션들의 세트 (또는 복수의 세트들) 를 개별적으로 또는 공동으로 실행하는 임의의 머신들의 집합을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0056] 본 명세서에 기술된 예들은, 로직, 다수의 컴포넌트들 또는 메커니즘들을 포함할 수도 있고, 또는 이에 의해 동작할 수도 있다. 회로는 하드웨어 (예를 들어, 단순한 회로들, 게이트들, 로직, 등) 를 포함하는 유형 개체들 (tangible entities) 로 구현된 회로들의 집합이다. 회로 부재는 시간이 지남에 따라 유연하고 기본적인 하드웨어 변동성일 수도 있다. 회로들은 동작할 때 단독으로 또는 조합하여, 지정된 동작들을 수행할 수도 있는 부재들을 포함한다. 일례에서, 회로의 하드웨어는 (예를 들어, 하드웨어에 내장된 (hardwired)) 특정한 동작을 수행하기 위해 변경할 수 없게 설계될 수도 있다. 일례에서, 회로의 하드웨어는 특정한 동작의 인스트럭션들을 인코딩하기 위해 물리적으로 (예를 들어, 자기적으로, 전기적으로, 불변의 질량 입자들의 이동 가능한 배치에 의해, 등) 변경된 컴퓨터-판독가능 매체를 포함하는, 가변적으로 연결된 물리적 컴포넌트들 (예를 들어, 실행 유닛들, 트랜지스터들, 단순한 회로들, 등) 을 포함할 수도 있다. 물리적 컴포넌트들의 연결에서, 하드웨어 구성요소의 기본적인 전기적 특성들이 변화된다 (예를 들어, 절연체로부터 도체로 또는 반대로). 인스트럭션들은 동작 중일 때 특정한 동작의 부분들을 수행하기 위해 가변 연결부들을 통해 하드웨어 내에 회로의 부재들을 생성하도록 임베딩된 (embedded) 하드웨어 (예를 들어, 실행 유닛들 또는 로딩 메커니즘) 를 인에이블 (enable) 한다. 따라서, 컴퓨터 판독가능 매체는 디바이스가 동작 중일 때 회로의 다른 컴포넌트들과 통신하게 커플링된다. 일례에서, 임의의 물리적 컴포넌트들은 2 이상의 회로의 2 이상의 부재에서 사용될 수도 있다. 예를 들어, 동작 하에, 실행 유닛들은 일 시점에서 제 1 회로망의 제 1 회로에서 사용되고, 상이한 시간에 제 1 회로

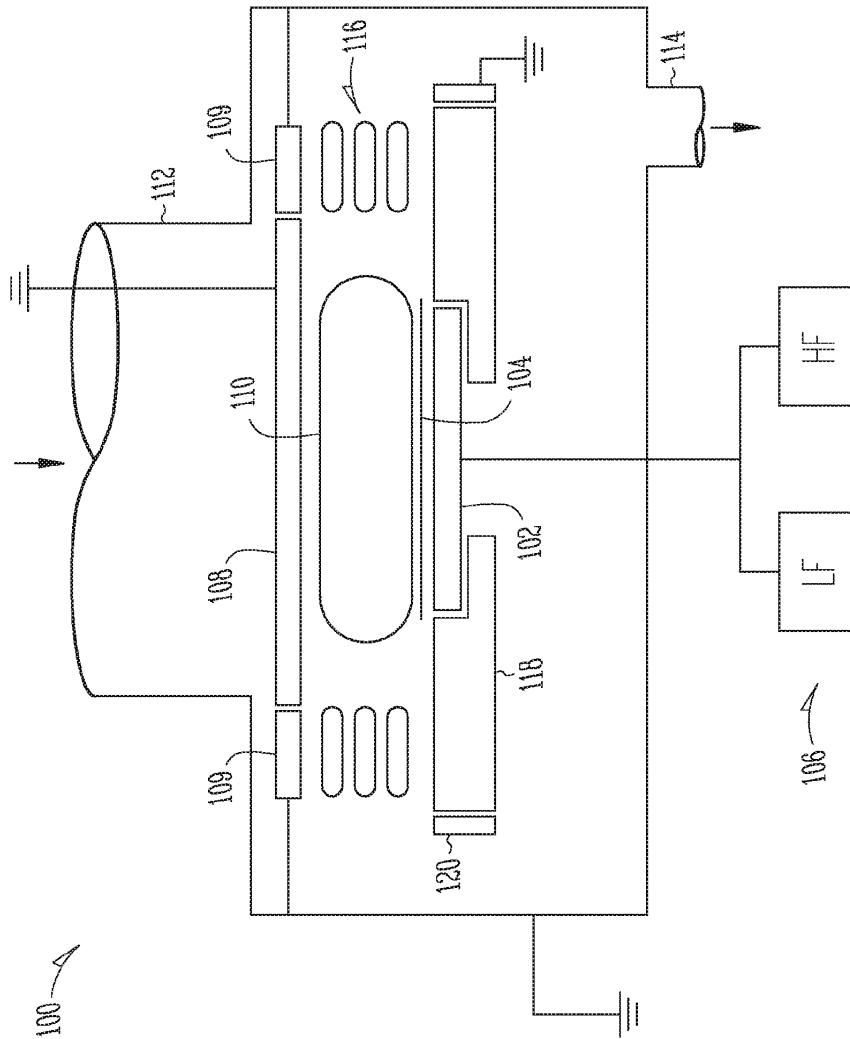
망의 제 2 회로, 또는 제 2 회로망의 제 3 회로에 의해 재사용될 수도 있다.

- [0057] 머신 (예를 들어, 컴퓨터 시스템) (1100) 은 하드웨어 프로세서 (1102) (예를 들어, CPU (Central Processing Unit), 하드웨어 프로세서 코어 (core), 또는 이들의 임의의 조합), GPU (Graphics Processing Unit) (1103), 메인 메모리 (1104), 및 정적 메모리 (1106) 를 포함할 수도 있고, 이들 중 일부 또는 전부는 인터링크 (interlink) (예를 들어, 버스 (bus)) (1108) 를 통해 서로 통신할 수도 있다. 머신 (1100) 은 디스플레이 디바이스 (1110), 입력 디바이스 (1112) (예를 들어, 키보드), 및 UI (User Interface) 내비게이션 디바이스 (1114) (예를 들어, 마우스) 를 더 포함할 수도 있다. 일례에서, 디스플레이 디바이스 (1110), 입력 디바이스 (1112), 및 UI 내비게이션 디바이스 (1114) 는 터치 스크린 디스플레이일 수도 있다. 머신 (1100) 은 대용량 저장 디바이스 (예를 들어, 드라이브 유닛) (1116), 신호 생성 디바이스 (1118) (예를 들어, 스피커), 네트워크 인터페이스 디바이스 (1120), 및 GPS (Global Positioning System) 센서, 나침반, 가속도계, 또는 또 다른 센서와 같은, 하나 이상의 센서들 (1121) 을 부가적으로 포함할 수도 있다. 머신 (1100) 은 하나 이상의 주변 디바이스들 (예를 들어, 프린터, 카드 리더기, 등) 과 통신하거나 제어하도록 직렬 (예를 들어, USB (Universal Serial Bus)), 병렬, 또는 다른 유선 또는 무선 (예를 들어, 적외선 (IR), NFC (Near Field Communication), 등) 연결과 같은 출력 제어기 (1128) 를 포함할 수도 있다.
- [0058] 대용량 저장 디바이스 (1116) 는 본 명세서에 기술된 기법들 또는 기능들 중 임의의 하나 이상에 의해 구현되거나 활용되는, 데이터 구조들 또는 인스트럭션들 (1124) 의 하나 이상의 세트들 (예를 들어, 소프트웨어) 이 저장되는 머신-관독 가능 매체 (1122) 를 포함할 수도 있다. 인스트럭션들 (1124) 은 또한 머신 (1100) 에 의한 인스트럭션들의 실행 동안 메인 메모리 (1104) 내에, 정적 메모리 (1106) 내에, 하드웨어 프로세서 (1102) 내에, 또는 GPU (1103) 내에 완전히 또는 적어도 부분적으로 존재할 수도 있다. 일례에서, 하드웨어 프로세서 (1102), GPU (1103), 메인 메모리 (1104), 정적 메모리 (1106), 또는 대용량 저장 디바이스 (1116) 중 하나 또는 임의의 조합은 머신-관독 가능 매체를 구성할 수도 있다.
- [0059] 머신-관독 가능 매체 (1122) 가 단일 매체로 예시되었지만, 용어 "머신-관독 가능 매체"는 하나 이상의 인스트럭션들 (1124) 을 저장하도록 구성된 단일 매체 또는 복수의 매체 (예를 들어, 중앙집중되거나 분산된 데이터베이스, 및/또는 연관된 캐시들 및 서버들) 를 포함할 수도 있다.
- [0060] 용어 "머신-관독 가능 매체"는 머신 (1100) 에 의한 실행을 위해 인스트럭션들 (1124) 을 저장, 인코딩, 또는 반송할 수 있고, 머신 (1100) 으로 하여금 본 개시의 기법들 중 임의의 하나 이상을 수행하게 하거나, 이러한 인스트럭션들 (1124) 에 의해 사용된 또는 이와 연관된 데이터 구조들을 저장, 인코딩, 또는 반송할 수 있는, 임의의 매체를 포함할 수도 있다. 비제한적인 머신-관독 가능 매체 예들은 고체-상태 메모리들, 및 광학 매체와 자기 매체를 포함할 수도 있다. 일례에서, 대용량 머신-관독 가능 매체는 불변 (예를 들어, 정지) 질량을 갖는 복수의 입자들을 갖는 머신-관독 가능 매체 (1122) 를 포함한다. 따라서, 대용량 머신-관독 가능 매체는 일시적인 전파 신호들이 아니다. 대용량 머신-관독 가능 매체의 특정한 예들은 반도체 메모리 디바이스들 (예를 들어, EPROM (Electrically Programmable Read-Only Memory), EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory)) 및 플래시 메모리 디바이스들; 내부 하드 디스크들 및 이동식 디스크들과 같은 자기 디스크들; 자기-광학 디스크들; 및 CD-ROM 및 DVD-ROM 디스크들과 같은, 비휘발성 메모리를 포함할 수도 있다. 인스트럭션들 (1124) 은 또한 네트워크 인터페이스 디바이스 (1120) 를 통해 전송 매체를 사용하여 통신 네트워크 (1126) 에 걸쳐 전송되거나 수신될 수도 있다.
- [0061] 실시 예들이 구체적인 예시적인 실시 예들을 참조하여 기술되었지만, 다양한 수정들 및 변화들이 보다 넓은 범위의 본 발명의 주제로부터 벗어나지 않고 이들 실시 예들로 이루어질 수도 있다는 것이 자명할 것이다. 따라서, 명세서 및 도면들은 제한적인 의미보다 예시로서 간주된다. 이의 일부를 형성하는 첨부 도면들은 제한이 아닌 예시로서, 주제가 실시될 수도 있는 특정한 실시 예들을 도시한다. 예시된 실시 예들은 당업자들로 하여금 본 명세서에 개시된 교시들을 실시하게 하도록 충분히 상세히 기술된다. 다른 실시 예들은 구조 및 논리적 대용물들 및 변화들이 본 개시의 범위로부터 벗어나지 않고 이루어질 수도 있도록, 이로부터 활용되고 도출될 수도 있다. 이 상세한 기술은 따라서 제한하는 의미로 생각되지 않고, 다양한 실시 예들의 범위는 첨부된 청구항들로 인정되는 등가물들의 전체 범위와 함께, 첨부된 청구항들에 의해서만 규정된다.
- [0062] 본 발명의 주제의 이러한 실시 예들은, 단순히 편의성을 위해 그리고 임의의 단일 발명 또는 실제로 2 개 이상이 개시된다면 발명의 개념으로 본 출원의 범위를 자의적으로 제한하는 것을 의도하지 않고, 용어 "발명"으로 개별적으로 그리고/또는 집합적으로 지칭될 수도 있다. 따라서, 특정한 실시 예들이 본 명세서에 예시되고 기술되었지만, 동일한 목적을 달성하도록 계산된 임의의 배열이 도시된 특정한 실시 예들을 대체할 수도 있다는

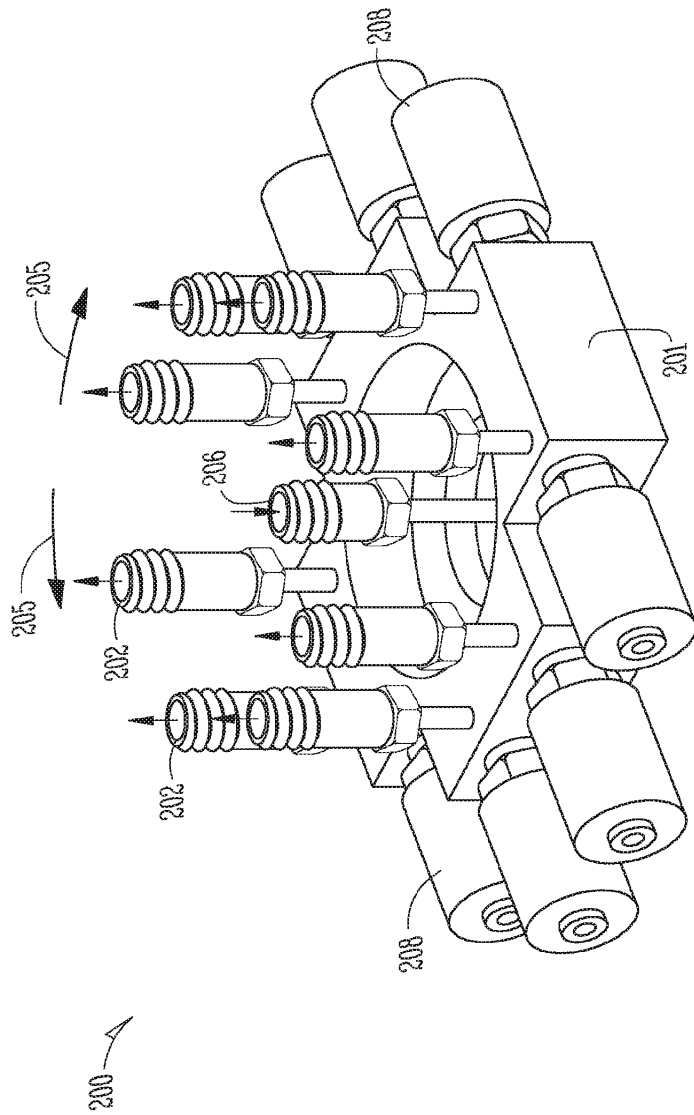
것이 인식되어야 한다. 본 개시는 다양한 실시 예들의 모든 변형들 또는 적응들을 커버하도록 의도된다. 상기 실시 예들 및 본 명세서에 구체적으로 기술되지 않은 다른 실시 예들의 조합들이, 상기 기술을 검토하면 당업자에게 자명할 것이다.

도면

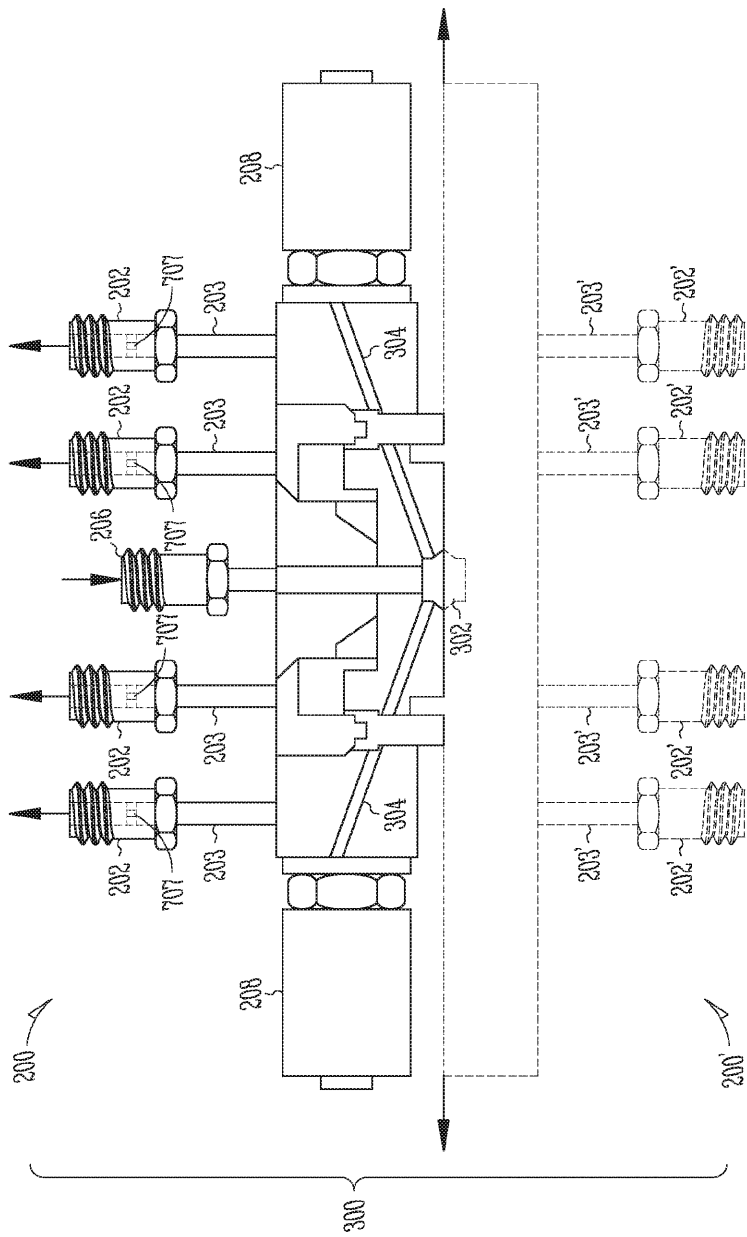
도면1



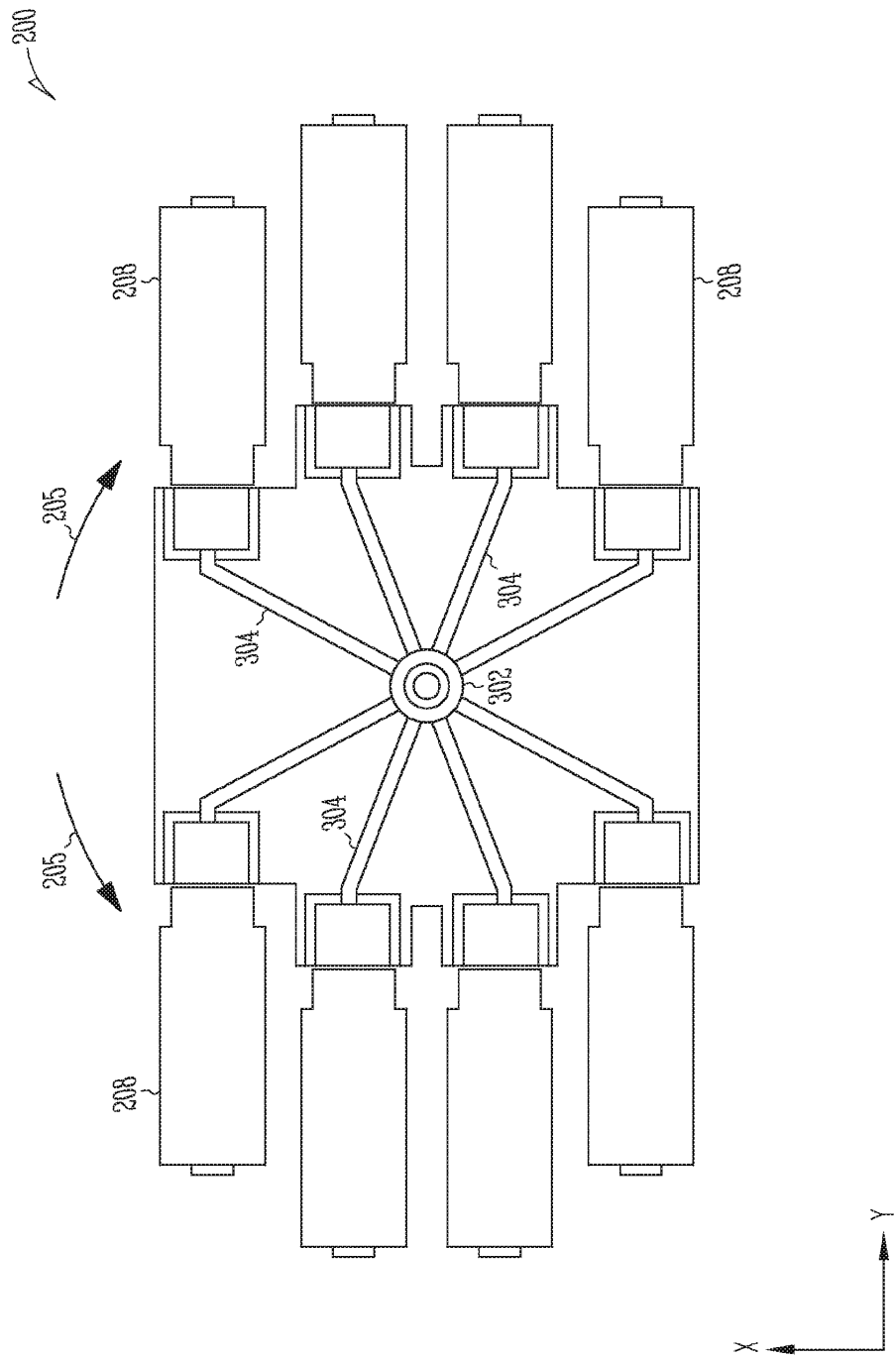
도면2



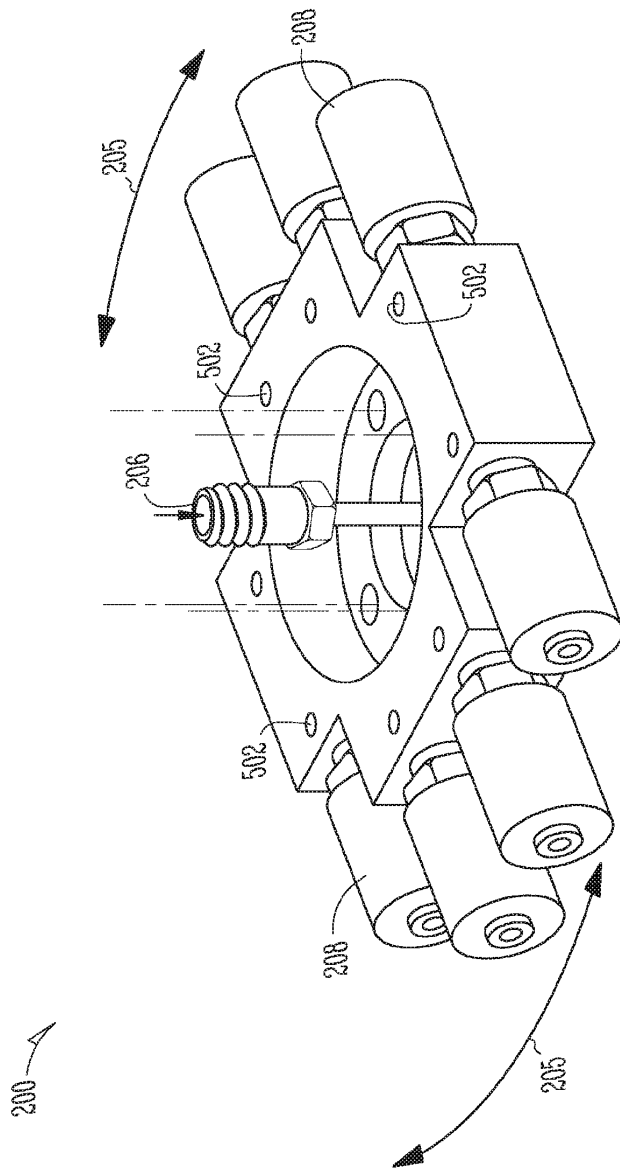
도면3



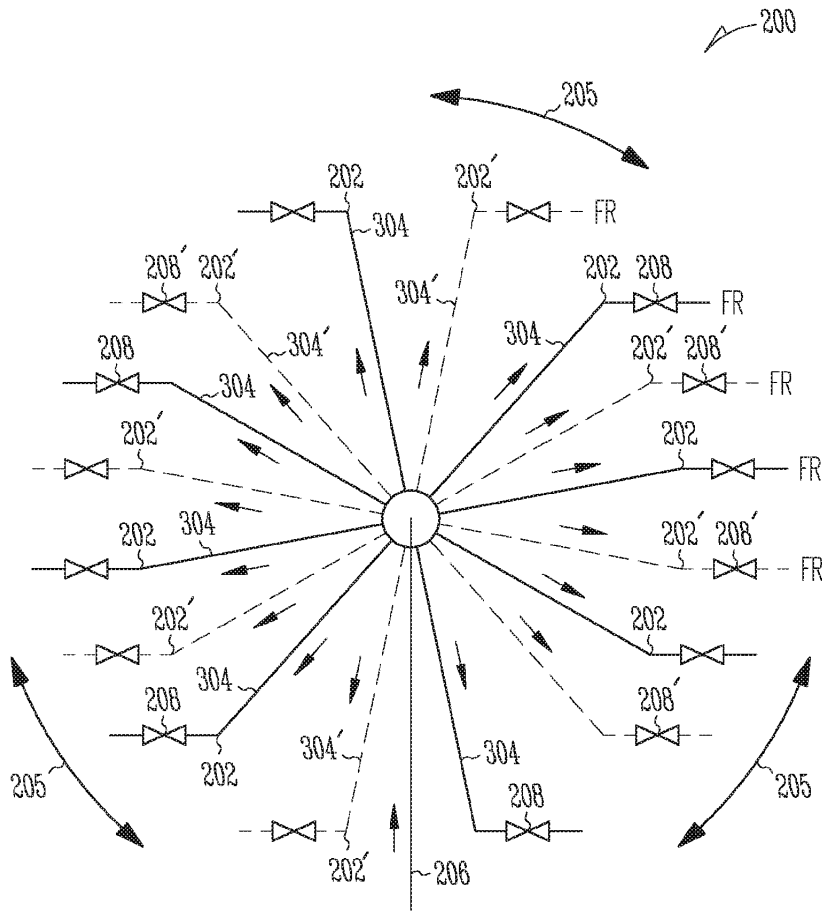
도면4



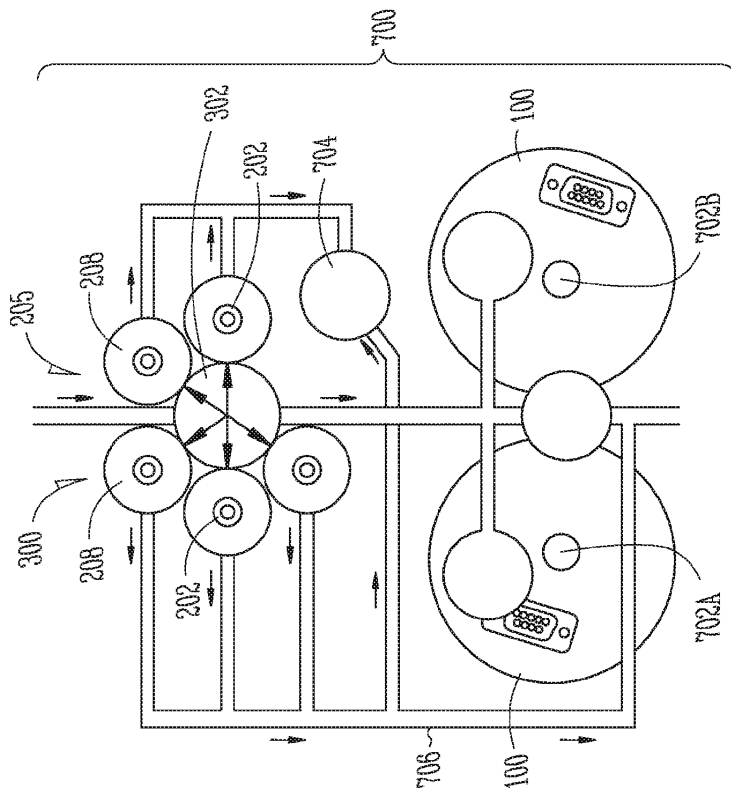
도면5



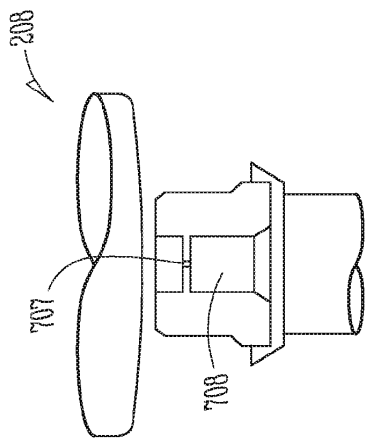
도면6



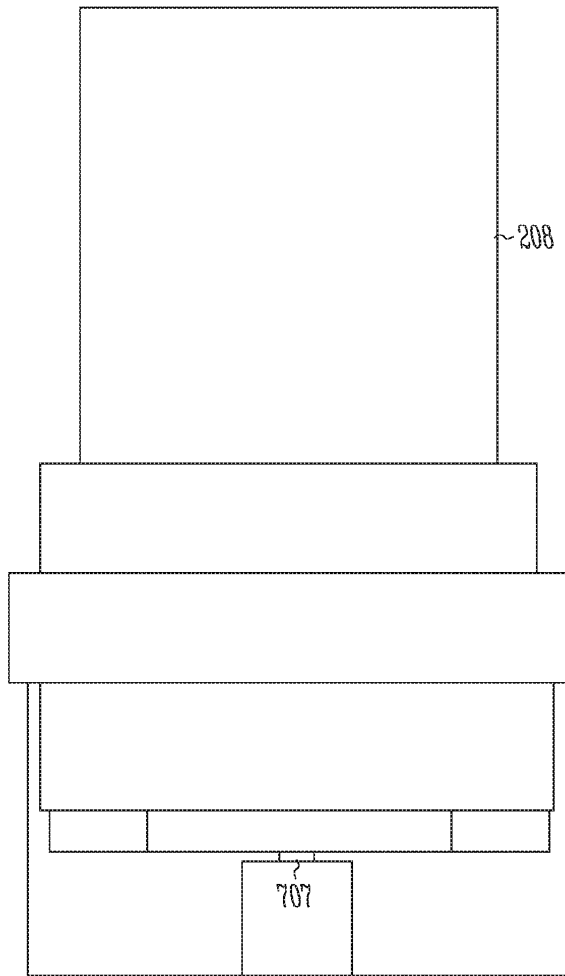
도면7a



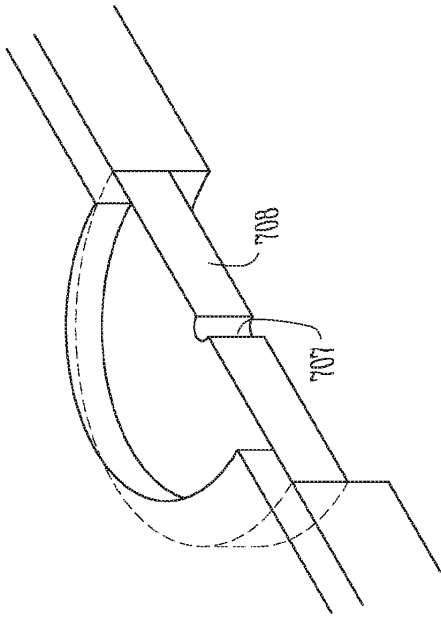
도면7b



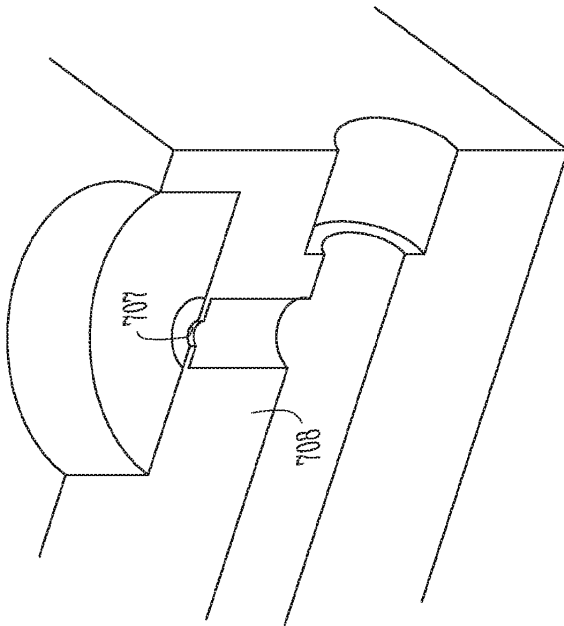
도면8a



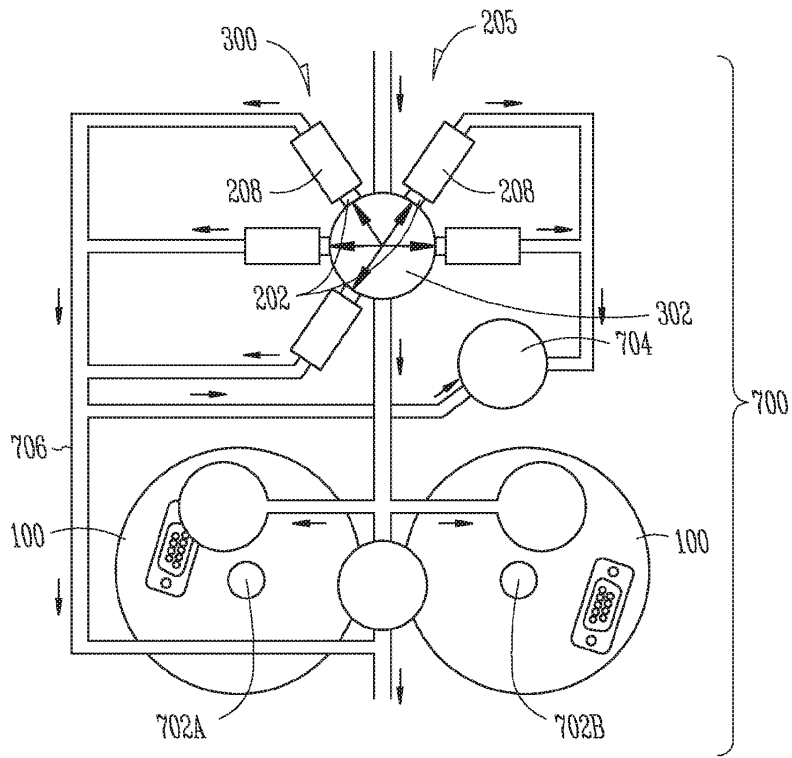
도면8b



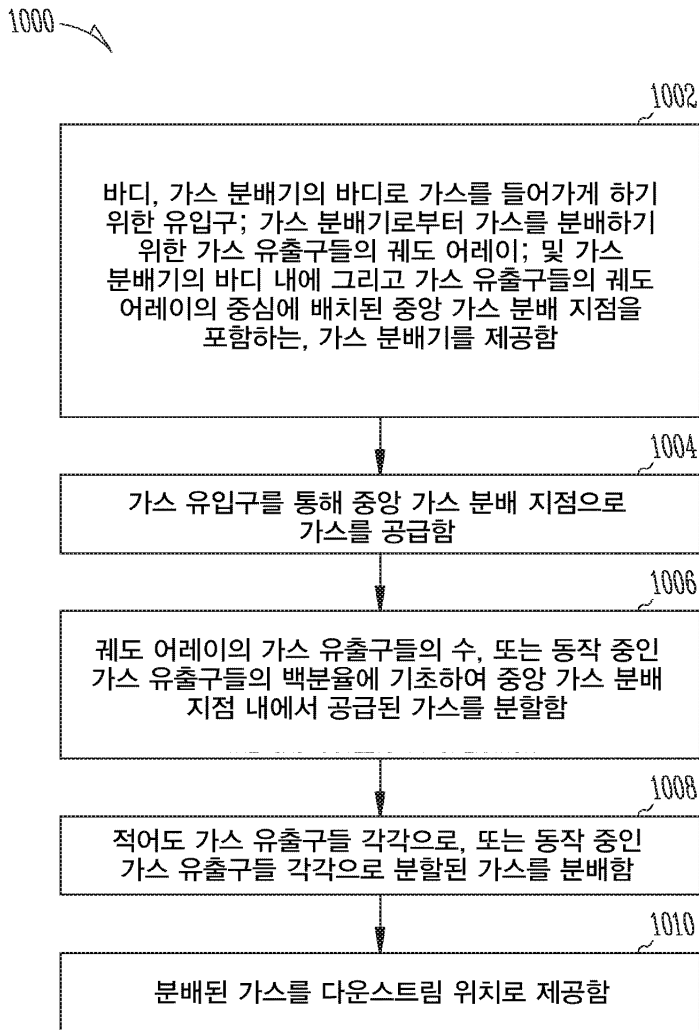
도면8c



도면9



도면10



도면11

