



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월16일

(11) 등록번호 10-2091890

(24) 등록일자 2020년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/205 (2006.01) C23C 14/22 (2006.01)
 C23C 16/455 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7027756

(22) 출원일자(국제) 2013년02월28일

심사청구일자 2018년02월26일

(85) 번역문제출일자 2014년10월01일

(65) 공개번호 10-2014-0130744

(43) 공개일자 2014년11월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/028214

(87) 국제공개번호 WO 2013/130737

국제공개일자 2013년09월06일

(30) 우선권주장

13/779,056 2013년02월27일 미국(US)

61/605,231 2012년03월01일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2002270663 A*

US04725204 A*

US05433780 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

노벨러스 시스템즈, 인코포레이티드

미국, 94538 캘리포니아주, 프레몬트, 쿠싱 파크
웨이 4650

(72) 발명자

리저 칼

미국, 오리건 97035, 레이크 오스웨고, 에스더블
유 보니타 로드 6152 에이퍼티. 에이201

(74) 대리인

특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 31 항

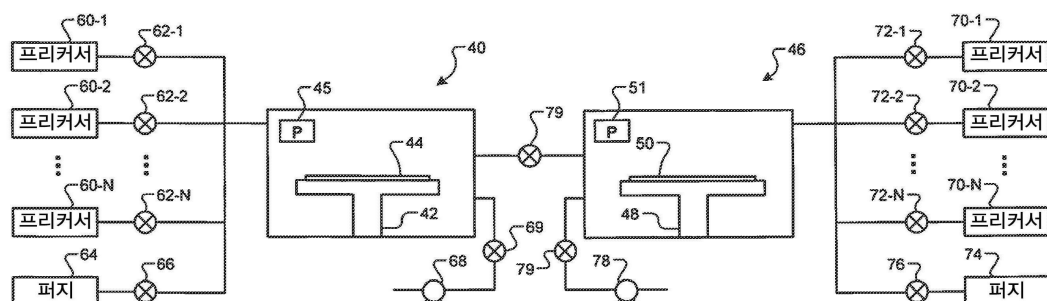
심사관 : 이정은

(54) 발명의 명칭 화학적 재사용 전략으로서의 반응 볼륨들의 순차적 캐스케이딩

(57) 요약

기관 프로세싱 시스템은 N 개의 반응 볼륨들을 구성하는 (defining) 하나 이상의 프로세싱 챔버들을 포함한다. N 개의 반응 볼륨들 간에 N-1 개의 제 1 밸브들이 배열된다. N-1 개의 제 1 밸브들과 제어기가 통신하며, 제어기는 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하고; 제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리며 (wait); N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨을 제 1 목표 압력보다 낮은 제 2 목표 압력으로 배기하며; N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨과 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨 사이에 있는, N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 개방하도록 구성된다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

기관 프로세싱 시스템으로서,

N 개의 반응 볼륨들을 구성하는 (defining) 하나 이상의 프로세싱 챔버들;

상기 N 개의 반응 볼륨들 간에 배열된 N-1 개의 제 1 밸브들;

상기 N 개의 반응 볼륨들 간에서 프리커서 가스를 몰기위한 (drive) 상기 N 개의 반응 볼륨들 간에 배열된 N-1 개의 압축기들 및 N-1 개의 제 2 밸브들; 및

상기 N-1 개의 제 1 밸브들과 통신하는 제어기를 포함하며,

상기 N은 1보다 큰 정수이며,

상기 제어기는,

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨을 상기 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하고;

제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리며 (wait);

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨을 상기 제 1 목표 압력보다 낮은 제 2 목표 압력으로 배기 하며;

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 있는, 상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 개방하며;

상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나의 개방에 후속하여, 상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 상기 하나를 폐쇄하며; 그리고

상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 상기 하나를 폐쇄한 후, 제 3 목표 압력을 달성하게 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 상기 프리커서 가스의 추가량을 도입하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 N 개의 반응 볼륨들 각각 내의 압력을 측정하는 N 개의 압력 센서들을 더 포함하며,

상기 제어기는 상기 N 개의 압력 센서들과 통신하게 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

N 개의 제 2 밸브들을 통해서 상기 N 개의 반응 볼륨들과 유체적으로 연통하는 N 개의 펌프들을 더 포함하며,

상기 제어기는 상기 N 개의 펌프들 및 상기 N 개의 제 2 밸브들을 선택적으로 동작시키도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는,

사전결정된 압력 관계가 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기

제 2 반응 볼륨 간에 존재할 때까지 기다리며; 그리고

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 존재하는 상기 사전결정된 압력 관계에 응답하여, 상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나의 폐쇄를 수행하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 사전결정된 압력 관계는 압력 평형인, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는,

제 2 사전결정된 소킹 기간을 기다리며; 그리고

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 내의 상기 프리커서 가스를 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 추가적인 (additional) 반응 볼륨으로 캐스캐이드 (cascade) 하도록 구성된, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제어기는 또한 상기 N-1 개의 압축기들 및 상기 N-1 개의 제 2 밸브들과도 통신하며,

상기 제어기는,

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨을 상기 제 2 목표 압력으로 배기한 후에, 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 있는, 상기 N-1 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 개방하고; 그리고

상기 프리커서 가스를 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨으로부터 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 몰도록 (drive) 상기 N-1 개의 압축기들 중의 하나를 동작시키도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 상기 하나 및 상기 N-1 개의 제 2 밸브들 중의 상기 하나를 폐쇄하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어기는 제 3 목표 압력을 달성하게 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 상기 프리커서 가스의 추가량을 부가하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 12

기관 프로세싱 시스템으로서,

반응 볼륨을 구성하는 (defining) 프로세싱 챔버;

상기 반응 볼륨과 저장 볼륨 간에 배열된 제 1 밸브;

상기 제 1 밸브와 통신하는 제어기로서,

상기 제어기는,

상기 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하고;

제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리며 (wait);

상기 저장 볼륨을 상기 제 1 목표 압력보다 낮은 압력으로 배기하며; 그리고

상기 제 1 밸브를 개방하도록 구성되는, 상기 제어기;

상기 제 1 밸브와 상기 저장 볼륨 간에 배열된 제 2 밸브; 및

상기 제 1 밸브와 상기 제 2 밸브 간에 배열된 압축기를 포함하며,

상기 제어기는 상기 제 2 밸브 및 상기 압축기와 통신하고, 상기 프리커서 가스를 상기 반응 볼륨으로부터 상기 저장 볼륨으로 몰도록 상기 제 1 밸브, 상기 제 2 밸브 및 상기 압축기를 동작시키도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 반응 볼륨 내의 압력을 측정하는 압력 센서; 및

제 3 밸브를 통해서 상기 반응 볼륨과 유체적으로 연통하는 펌프를 더 포함하며,

상기 제어기는 상기 압력 센서, 상기 펌프 및 상기 제 3 밸브와 통신하는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸브를 폐쇄하도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하게 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 제어기는,

상기 반응 볼륨과 상기 저장 볼륨 간의 상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸브를 개방하고; 그리고

상기 프리커서 가스를 상기 저장 볼륨으로부터 상기 반응 볼륨으로 몰도록 상기 압축기를 동작시키도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

N 개의 추가 반응 볼륨들; 및

상기 N 개의 추가 반응 볼륨들을 상기 압축기에 연결시키는 N 개의 추가 밸브들을 더 포함하며,

상기 제어기는,

상기 제 1 밸브 또는 상기 N 개의 추가 밸브들 중 하나의 추가 밸브 중 하나를 개방하고,

상기 제 2 밸브를 개방하고,

상기 프리커서 가스를 상기 저장 볼륨으로부터 상기 반응 볼륨 또는 상기 N 개의 추가 반응 볼륨들 중 하나의 추가 반응 볼륨 중 하나로 펌핑하도록 상기 압축기를 동작시키도록 구성되는, 기관 프로세싱 시스템.

청구항 18

반응 볼륨들의 순차적 캐스캐이딩을 위한 방법으로서,

N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여서 제 1 목표 압력으로 가압하는 단계;

제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리는 단계;

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨을 상기 제 1 목표 압력보다 낮은 제 2 목표 압력으로 배기하는 단계;

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 있는, N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 개방하는 단계;

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨을 상기 제 2 목표 압력으로 배기한 후에, 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 있는, N-1 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 개방하는 단계; 및

상기 프리커서 가스를 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨으로부터 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 몰도록 (drive) 상기 N 개의 반응 볼륨들 간의 N-1 개의 압축기들 중의 하나를 동작시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

사전결정된 압력 관계가 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨과 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨 간에 발생할 때까지 기다리는 단계; 및

상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 제 1 밸브를 폐쇄하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 사전결정된 압력 관계는 압력 평형인, 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 제 1 밸브를 폐쇄한 후에, 제 3 목표 압력을 달성하도록 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 상기 프리커서 가스의 추가량을 도입하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

제 2 사전결정된 소킹 기간을 기다리는 단계; 및

상기 프리커서 가스를 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 추가적인 (additional) 반응 볼륨으로 캐스케이드 (cascade) 하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 24

제 18 항에 있어서,

상기 N-1 개의 제 1 밸브들 중의 하나 및 상기 N-1 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 폐쇄하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

제 3 목표 압력을 달성하도록 상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 2 반응 볼륨으로 상기 프리커서 가스의 추가량을 부가하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 26

제 24 항에 있어서,

상기 N 개의 반응 볼륨들 중 상기 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하는 단계를 더 포함하는, 방법.

청구항 27

기관 프로세싱 시스템을 동작시키는 방법으로서,

반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하는 단계;

사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리는 단계;

저장 볼륨을 상기 제 1 목표 압력보다 낮은 압력으로 배기하는 단계;

상기 반응 볼륨과 상기 저장 볼륨 간에 위치한 제 1 밸브를 개방하는 단계;

상기 제 1 밸브와 상기 저장 볼륨 간의 제 2 밸브를 개방하는 단계; 및

상기 프리커서 가스를 상기 반응 볼륨으로부터 상기 저장 볼륨으로 몰도록 상기 제 1 밸브와 상기 저장 볼륨 간의 압축기를 동작시키는 단계를 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 동작 방법.

청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸브를 폐쇄하는 단계를 더 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 동작 방법.

청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하는 단계를 더 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 동작 방법.

청구항 30

제 27 항에 있어서,

상기 반응 볼륨과 상기 저장 볼륨 간의 상기 제 1 밸브 및 상기 제 2 밸브를 개방하는 단계; 및

상기 프리커서 가스를 상기 저장 볼륨으로부터 상기 반응 볼륨으로 몰도록 상기 압축기를 동작시키는 단계를 더 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 동작 방법.

청구항 31

제 27 항에 있어서,

상기 제 1 밸브 또는 N 개의 추가 밸브들 중 하나의 밸브 중 하나를 개방하는 단계로서, 상기 N 개의 추가 밸브들은 N 개의 추가 반응 볼륨들을 상기 압축기에 연결하는, 상기 밸브를 개방하는 단계;

상기 제 2 밸브를 개방하는 단계; 및

상기 프리커서 가스를 상기 저장 볼륨으로부터 상기 반응 볼륨 또는 상기 N 개의 추가 반응 볼륨들 중 하나의 추가 반응 볼륨 중 하나로 펌핑하도록 상기 압축기를 동작시키는 단계를 더 포함하는, 기관 프로세싱 시스템 동작 방법.

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

발명의 설명

기술 분야

관련 출원에 대한 교차 참조

[0001]

본원은 2013년 2월 27일자에 출원된 미국 특허 출원 번호 13/779,056 및 2012년 3월 1일자에 출원에 출원된 미국 가 출원 번호 61/605,231를 우선권으로 주장한다. 상술된 출원들의 전체 개시사항들은 본 명세서에서 참조로서 인용된다.

[0002]

[0003]

본 개시는 기관 프로세싱 챔버들에 관한 것이며, 특히 반도체 프로세싱 챔버들에 관한 것이다.

배경 기술

[0004]

본 명세서에서 제공된 배경기술 설명은 본 개시의 맥락을 전반적으로 제공하기 위한 것이다. 이 배경기술 부분에서 기술되는 정도의 본 발명자들의 성과 및 이와 달리 출원 시에 종래 기술로서의 자격을 구비하지 못한 이 부분의 설명의 양태들은 본 개시에 대한 종래 기술로서 명시적으로 또는 암시적으로 인정되지 않는다.

[0005]

일부 증기-기반 반응 기술들 및 이와 연관된 애플리케이션들, 예를 들어서, 유전체 상수 (k) 복원 및 원자 층 증착 (ALD) 은 고가의 프리커서 가스를 요구한다. 이러한 프로세스들은 기관을 목표 압력의 프리커서 가스에 노출시켜서 기관을 소킹 (soaking) 시키고 이어서 프리커서 가스를 덤핑하는 동작들 (노출/소킹/덤핑 시퀀스) 을 수반한다. 프리커서 가스의 사용을 최소화하기 위해서, 반응 볼륨을 최소화하여 웨이퍼당 프리커서 가스 소비량을 감소시키기 위해서 상당한 노력이 쏟아졌다. 그러나, 보다 작은 반응 볼륨들은 다른 바람직하지 않은 반응기 설계 절충을 초래하며 이는 웨이퍼-당 합격 (pass) 을 따지면 비용을 증가시킨다.

[0006]

이제 도 1을 참조하면, 제 1 반응 볼륨 (10) 이 도시된다. 페데스탈 (12) 이 제 1 반응 볼륨 (10) 내에서 배열되며 반도체 웨이퍼와 같은 기관 (14) 을 위한 지지를 제공한다. 프리커서 가스들 (20-1, 20-2, ..., 20-N) (일괄적으로 프리커서 가스들 (20)) 이 밸브들 (22-1, 22-2, ..., 22-N) (일괄적으로 밸브들 (22)) 을 통해서 제 1 반응 볼륨 (10) 으로 공급되며, 여기서 N은 정수이다. 퍼지 가스 (24) 가 밸브 (26) 를 통해서 제 1 반응 볼륨 (10) 으로 공급된다. 펌프 (30) 가 제 1 반응 볼륨 (10) 으로부터 프리커서 가스 및/또는 퍼지 가스를 선택적으로 흡출하는데 사용될 수 있다.

[0007] 이제 도 2를 참조하면, 제 1 반응 볼륨 (10) 을 동작시키기 위한 방법이 도시된다. 블록 (31) 에서, $N = 1$ 이다. 블록 (32) 에서, 기관 (14) 이 제 1 반응 볼륨 (10) 내에 배열되고 목표 압력의 제 1 프리커서 가스에 노출된다. 블록 (34) 옛, 기관 (14) 이 사전결정된 기간 동안에 프리커서 가스 내에 소킹되게 된다. 블록 (36) 에서, 프리커서 가스가 제 1 반응 볼륨 (10) 으로부터 퍼지되고 폐기된다. 블록 (38) 에서, 다른 프리커서 가스가 사용될 것이면, 제어는 블록 (32) 으로 돌아간다. 선택적으로, 시퀀스는 블록 (39 및 41) 을 통해서 반복될 수 있다. 이와 달리, 프로세스는 종료된다.

발명의 내용

[0008] 기관 프로세싱 시스템은 N 개의 반응 볼륨들을 구성하는 (defining) 하나 이상의 프로세싱 챔버들을 포함하며, N 은 1보다 큰 정수이다. N 개의 반응 볼륨들 간에 $N-1$ 개의 제 1 밸브들이 배열된다. $N-1$ 개의 제 1 밸브들과 제어기가 통신하며, 제어기는 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하고; 제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리며 (wait); N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨을 제 1 목표 압력보다 낮은 제 2 목표 압력으로 배기하며; N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨과 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨 간에 있는, $N-1$ 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 개방하도록 구성된다.

[0009] 다른 특징들에서, 각기 N 개의 반응 볼륨들 내의 압력을 N 개의 압력 센서들이 측정한다. 제어기는 N 개의 압력 센서들과 통신하게 구성된다. N 개의 제 2 밸브들을 통해서 N 개의 반응 볼륨들과 유체적으로 연통하는 N 개의 펌프들이 더 포함된다. 제어기는 N 개의 펌프들 및 N 개의 제 2 밸브들을 선택적으로 동작시키도록 구성된다.

[0010] 다른 특징들에서, 제어기는, 사전결정된 압력 관계가 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨과 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨 간에 존재할 때까지 기다리며; $N-1$ 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 폐쇄하도록 구성된다. 사전결정된 압력 관계는 압력 평형이다.

[0011] 다른 특징들에서, 제어기는 $N-1$ 개의 밸브들 중의 하나를 폐쇄한 후에, N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨으로 프리커서 가스의 추가량을 도입하여서 제 3 목표 압력을 달성하도록 구성된다.

[0012] 다른 특징들에서, 제어기는 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하도록 구성된다.

[0013] 다른 특징들에서, 제어기는, 제 2 사전결정된 소킹 기간을 기다리며; N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨 내의 프리커서 가스를 N 개의 반응 볼륨들 중 다른 (additional) 반응 볼륨으로 캐스캐이드 (cascade) 하도록 구성된다.

[0014] 또 다른 특징들에서, N 개의 반응 볼륨들 간에 $N-1$ 개의 압축기들 및 $N-1$ 개의 제 2 밸브들이 또한 배열된다. 제어기는 $N-1$ 개의 압축기들 및 $N-1$ 개의 제 2 밸브들과도 통신한다. 제어기는, N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨을 제 2 목표 압력으로 배기한 후에, N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨과 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨 간에 있는, $N-1$ 개의 제 1 밸브들 중의 하나를 개방하고; 프리커서 가스를 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨으로부터 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨으로 몰도록 (drive) $N-1$ 개의 압축기들 중의 하나를 동작시키도록 구성된다.

[0015] 다른 특징들에서, 제어기는 $N-1$ 개의 제 1 밸브들 중의 하나 및 $N-1$ 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 폐쇄하도록 구성된다. 제어기는 N 개의 반응 볼륨들 중 제 2 반응 볼륨으로 프리커서 가스의 추가량을 부가하여서 제 3 목표 압력을 달성하도록 구성된다. 제어기는 N 개의 반응 볼륨들 중 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하도록 구성된다.

[0016] 기관 프로세싱 시스템은 반응 볼륨을 구성하는 (defining) 프로세싱 챔버를 포함한다. 반응 볼륨과 저장 볼륨 간에 제 1 밸브가 배열된다. 제어기가 제 1 밸브와 통신하며, 제어기는, 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압하고; 제 1 사전결정된 소킹 (soaking) 기간을 기다리며 (wait); 저장 볼륨을 제 1 목표 압력보다 낮은 압력으로 배기하며; 제 1 밸브를 개방하도록 구성된다.

[0017] 다른 특징들에서, 제어기는 제 2 밸브 및 압축기와 통신하고, 프리커서 가스를 반응 볼륨으로부터 저장 볼륨으로 몰도록 제 1 밸브, 제 2 밸브 및 압축기를 동작시키도록 구성된다.

[0018] 다른 특징들에서, 반응 볼륨 내의 압력을 압력 센서가 측정한다. 펌프가 제 2 밸브를 통해서 반응 볼륨과 유체적으로 연통한다. 제어기는 압력 센서, 펌프 및 제 2 밸브와 통신한다. 제어기는 제 1 밸브 및 제 2 밸브를 폐

쇄하도록 구성된다. 제어기는 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지하게 구성된다. 제어기는, 반응 볼륨과 저장 볼륨 간의 제 1 밸브 및 제 2 밸브를 개방하고; 프리커서 가스를 저장 볼륨으로부터 반응 볼륨으로 몰도록 압축기를 동작시키도록 구성된다.

[0019] 다른 특징들에서, N 개의 추가 반응 볼륨들이 더 포함되며, N 개의 추가 밸브들이 N 개의 추가 반응 볼륨들을 압축기에 연결시킨다. 제어기는, 제 1 밸브 또는 N 개의 추가 밸브들 중 하나를 개방하고, 제 2 밸브를 개방하고, 프리커서 가스를 저장 볼륨으로부터 반응 볼륨 또는 N 개의 추가 반응 볼륨 중 하나로 펌핑하도록 압축기를 동작시키도록 구성된다.

[0020] 본 개시의 이용가능성의 다른 영역들은 상세한 설명, 청구항들 및 도면들로부터 명백해질 것이다. 상세한 설명 및 특정 실례들은 오직 예시적 설명을 위한 것이며 본 개시의 범위를 한정하고자 하는 것이 아니다.

도면의 간단한 설명

[0021] 본 개시는 상세한 설명 및 첨부 도면으로부터 보다 완벽하게 이해될 것이다.

도 1은 종래 기술에 따른 제 1 반응 볼륨의 기능적 블록도이다.

도 2는 종래 기술에 따른 제1 반응 볼륨의 동작을 예시하는 흐름도이다.

도 3은 본 개시에 따른 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨의 기능적 블록도이다.

도 4는 본 개시에 따른 3 개 이상의 캐스캐이드된 (cascaded) 반응 볼륨들의 기능적 블록도이다.

도 5는 본 개시에 따른 제어기의 기능적 블록도이다.

도 6은 도 3의 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨을 동작시키기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 7은 본 개시에 따른 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨의 다른 구성의 기능적 블록도이다.

도 8은 본 개시에 따른 다른 제어기의 기능적 블록도이다.

도 9는 도 7의 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨을 동작시키기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.

도 10은 본 개시에 따른 반응 볼륨들의 다른 구성의 기능적 블록도이다.

도 11은 도 10의 반응 볼륨들을 동작시키기 위한 방법을 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 개시에 따라서, 기관이 제 1 목표 압력의 제 1 반응 볼륨 내의 프리커서 가스에 노출된다. 기관은 프리커서 가스 내에 소킹되게 된다. 이어서, 밸브가 제 1 반응 볼륨으로부터, 배기되고 제 1 목표 압력보다 낮은 압력으로 된 제 2 반응 볼륨 (또는 저장 볼륨) 으로 개방된다. 압력을 동일하게 한 후에, 밸브가 폐쇄되고 프리커서 가스가 제 2 반응 볼륨으로 부가되어 제 2 목표 압력을 달성하며, 이 제 2 목표 압력은 제 1 목표 압력과 동일하거나 동일하지 않을 수도 있다.

[0023] 이제 도 3을 참조하면, 제 1 반응 볼륨 (40) 이 도시된다. 페데스탈 (42) 이 제 1 반응 볼륨 (40) 내에서 배열되며 반도체 웨이퍼와 같은 기관 (44) 을 위한 지지를 제공한다. 압력을 모니터링하기 위해서 압력 센서 (45) 가 제 1 반응 볼륨 (40) 내에 배열될 수도 있다. 제 2 반응 볼륨 (46) 이 도시된다. 페데스탈 (48) 이 제 2 반응 볼륨 (46) 내에서 배열되며 반도체 웨이퍼와 같은 기관 (50) 을 위한 지지를 제공한다. 압력을 모니터링하기 위해서 압력 센서 (51) 가 제 2 반응 볼륨 (46) 내에 배열될 수도 있다. 이와 달리, 압력 센서들 (45 및 51) 이 생략되고 타이머들이 타이밍 및/또는 다른 파미터들에 기초하여서 압력을 제거하는데 사용될 수도 있다.

[0024] 프리커서 가스들 (60-1, 60-2, ..., 60-N) (일괄적으로 프리커서 가스들 (60)) 이 밸브들 (22-1, 62-2, ..., 62-N) (일괄적으로 밸브들 (62)) 을 통해서 제 1 반응 볼륨 (40) 으로 공급된다. 퍼지 가스 (64) 가 밸브 (66) 를 통해서 제 1 반응 볼륨 (40) 으로 공급된다. 펌프 (68) 및 밸브 (69) 는 제 1 반응 볼륨 (40) 으로부터 프리커서 가스 및/또는 퍼지 가스를 선택적으로 흡출하는데 사용될 수 있다.

[0025] 프리커서 가스들 (70-1, 70-2, ..., 70-N) (일괄적으로 프리커서 가스들 (70)) 이 밸브들 (72-1, 72-2, ..., 72-N) (일괄적으로 밸브들 (72)) 을 통해서 제 2 반응 볼륨 (46) 으로 공급된다. 퍼지 가스 (74) 가 밸브 (76) 를 통해서 제 2 반응 볼륨 (46) 으로 공급된다. 펌프 (78) 및 밸브 (79) 는 제 2 반응 볼륨 (46) 으로부터 프

리커서 가스 및/또는 퍼지 가스를 선택적으로 흡출하는데 사용될 수 있다.

- [0026] 이하에서 더 기술될 바와 같이, 기관 (44) 이 제 1 반응 볼륨 (40) 내의 프리커서 가스에 노출된다. 기관 (444) 은 제 1 목표 압력의 프리커서 가스 내에 소킹되게 된다. 이어서, 밸브 (79) 가 제 1 반응 볼륨 (40) 과 제 2 반응 볼륨 (46) 간에서 개방된다. 밸브 (79) 를 개방하기 이전에, 제 2 반응 볼륨 (46) 이 배기되고 제 1 반응 볼륨 (40) 보다 낮은 압력으로 유지된다. 압력을 동일하게 한 후에, 프리커서 가스가 제 2 반응 볼륨 (46) 으로 부가되어 제 2 목표 압력을 달성하며, 이 제 2 목표 압력은 제 1 목표 압력과 동일하거나 동일하지 않을 수도 있다. 기관 (50) 이 소킹되게 된다. 이해될 수 있는 바와 같이, 프리커서 가스는 반응 볼륨 (40) 내에서 퍼지되고 덤핑되거나 재사용될 수도 있다.
- [0027] 도 3이 제 1 반응 볼륨 (40) 및 제 2 반응 볼륨 (46) 을 도시하지만, 3 개 이상의 캐스캐이드된 반응 볼륨들이 사용될 수도 있다. 이제 도 4를 참조하면, 3 개 이상의 캐스캐이드된 반응 볼륨들 (82-1, 82-2, 및 82-M) 을 포함하는 시스템 (80) 이 도시되며, 여기서 M은 2 보다 큰 정수이다. 또한, 하나의 반응 볼륨은 각 프로세싱 챔버를 위해서 도시되지만, 각 프로세싱 챔버는 하나 이상의 반응 볼륨들과 연관될 수도 있다.
- [0028] 이제 도 5를 참조하면, 다수의 반응 볼륨들을 채용한 프로세스를 제어하는데 사용될 수도 있는 제어기 (90) 가 도시된다. 제어기 (60) 는 하나 이상의 밸브들 (예를 들어, 밸브들 (62, 72 및 79) 이며 이들은 도 5에서 참조부호 (92) 로 일괄하여서 식별됨), 펌프들 (예를 들어, 펌프들 (68 및 78) 이며 이들은 도 5에서 참조부호 (94) 로 일괄하여서 식별됨), 및/또는 압력 센서들 (예를 들어, 압력 센서들 (45 및 51) 이며 이들은 도 5에서 참조부호 (96) 로 일괄하여서 식별됨) 과 통신하고/하거나 이들을 제어한다.
- [0029] 이제 도 6을 참조하면, 도 3의 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨에 대해 제어기를 동작시키는 방법 (100) 의 실례가 도시된다. 블록 (104) 에서, 제 1 반응 볼륨이 제 1 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압된다. 블록 (108) 에서, 기관이 사전결정된 기간 동안에 소킹되게 된다. 블록 (112) 에서, 제 2 반응 볼륨이 제 1 반응 볼륨보다 낮은 압력으로 배기된다. 블록 (116) 에서, 밸브 (79) 가 개방된다. 블록 (120) 에서, 압력 평형이 발생하도록 사전결정된 기간이 타이밍된다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 평형은 동일한 또는 실질적으로 동일한 압력을 지칭한다. 몇몇 실례들에서, 실질적으로 동일한 압력들은 서로 10, 5, 2, 1 또는 그 이하의 퍼센트 내에 있는 압력들을 말한다. 평형 압력은 제 2 반응 볼륨 내의 목표 소킹 압력보다 낮을 것이다. 볼륨들이 서로 압력이 동일하게 되면, 평형 압력은 이 반응 볼륨들이 동일하다고 가정하면 목표 압력의 대략 절반일 것이다.
- [0030] 블록 (124) 에서, 밸브 (79) 가 폐쇄된다. 블록 (128) 에서, 추가 프리커서 가스가 제 2 반응 볼륨으로 도입되어서 제 2 목표 압력을 달성한다. 블록 (132) 에서, 제 1 반응 볼륨 내의 잔류 프리커서 가스가 덤핑될 수도 있다. 기관이 제 2 반응 볼륨 내에서 소킹되게 된다. 블록 (136) 에서, 제 2 반응 볼륨 내의 프리커서 가스가 퍼지되고 덤핑되거나 필요하다면 추가 반응 볼륨들로 캐스캐이드된다.
- [0031] 이제 도 7 및 도 8을 참조하면, 제 1 볼륨 및 제 2 볼륨의 다른 구성이 도시된다. 압축기 (150) 가 밸브 (151) (제 1 반응 볼륨 (40) 에 연결됨) 와 밸브 (152) (제 2 반응 볼륨 (46) 에 연결됨) 간에 배열된다. 도 8에서, 제어기 (90) 는 압축기 (150) 에 더 연결될 수도 있다.
- [0032] 이제 도 9를 참조하면, 도 7의 제 1 반응 볼륨 및 제 2 반응 볼륨에 대해 제어기를 동작시키는 방법 (200) 의 실례가 도시된다. 블록 (204) 에서, 제 1 반응 볼륨이 제 1 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압된다. 블록 (208) 에서, 기관이 사전결정된 기간 동안에 프리커서 가스 내에서 소킹되게 된다. 블록 (212) 에서, 제 2 반응 볼륨이 제 1 반응 볼륨보다 낮은 압력으로 배기된다. 블록 (216) 에서, 밸브들 (151 및 152) 가 압축기 (150) 로 개방된다. 압축기 (150) 는 프리커서 가스를 제 2 반응 볼륨 (46) 내로 몰기 위해서 추가된 에너지로 프리커서 가스를 압축한다.
- [0033] 제 2 반응 볼륨의 가압은 1 차 지수적 응답 곡선 (first order exponential response curve) 을 따를 것이다. 또한, 압축으로 인한 열역학적 손실로 인해서, 정상 상태 최대 달성가능한 압력은 제 2 반응 볼륨에 대한 목표 압력보다는 낮지만, 도 3 및 도 6에서 기술된 프로세스들에서 제공된 압력보다는 높을 것이다.
- [0034] 블록 (220) 에서, 밸브들 (151 및 152) 이 폐쇄된다. 블록 (224) 에서, 추가 프로세스 가스가 제 2 반응 볼륨으로 도입되어서 제 2 목표 압력을 달성한다. 블록 (228) 에서, 제 1 반응 볼륨 내의 잔류 프리커서 가스가 덤핑될 수도 있다. 기관이 제 2 반응 볼륨 내에서 소킹되게 된다. 블록 (232) 에서, 제 2 반응 볼륨 내의 프리커서 가스가 필요하다면 추가 반응 볼륨들로 캐스캐이드된다.
- [0035] 반응 볼륨들의 실례들은 기관 프로세싱 챔버들 또는 기관 프로세싱 챔버들의 스테이션들을 포함하지만 이로 한

정되지 않는다. 프로세스들의 실례들은 다음으로 한정되지 않지만 컨포멀 막 증착, 원자 층 증착, 플라즈마 강화 원자 층 증착, 유전체 상수 (k) 복원 프로세스들을 포함한다. 페테스탈들은 온도가 제어되고/되거나 RF바이어스에 의해서 바이어스될 수도 있다. 상술된 프로세스들이 소킹 단계를 포함하지만, 추가 동작들이 수행될 수도 있다.

[0036] 이제 도 10을 참조하면, 다른 기관 프로세싱 시스템 (300) 이 도시된다. 프로세스 가스들 (304-1, 304-2, ... 및 304-T) 이 각기 밸브들 (306-1, 306-2 및 306-T) 을 통해서 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 에 선택적으로 공급된다. 압력 센서들 (312-1, 312-2, ... 및 312-T) 이 각기 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 내의 압력을 모니터링한다. 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 은 각기 밸브들 (318-1, 318-2, ... 및 318-T) 및 펌프들 (320-1, 320-2, ... 및 320-T) 을 사용하여서 배기될 수 있다. 밸브들 (324-1, 324-2, ... 및 324-T), 압축기 (326) 및 제 2 밸브 (330) 가 각각의 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 과 저장 볼륨 (334) 간에서 연결된다. 저장 볼륨 (334) 은 밸브 (338) 및 펌프 (340) 를 사용하여서 배기될 수 있다.

[0037] 제어기 (350) 는 압력 센서들 (312 및 336), 펌프들 (318 및 338), 밸브들 (318, 324, 330 및 338) 및 압축기 (326) 와 통신한다. 제어기 (350) 는 반응 볼륨 (310-1) 의 반응 볼륨을 프리커서 가스를 사용하여서 제 1 목표 압력으로 가압한다. 제어기 (350) 는 사전결정된 소킹 시간을 기다린다. 제어기 (350) 는 저장 볼륨 (334) 을 제 1 목표 압력보다 낮은 압력으로 배기된다. 제어기 (350) 는 반응 볼륨 (301-1) 과 저장 볼륨 (334) 간의 밸브들 (324-1 및 330) 을 개방한다. 제어기 (350) 는 프리커서 가스를 반응 볼륨 (301-1) 을 저장 볼륨 (334) 으로 펌핑하기 위해서 압축기 (325) 를 동작시킨다.

[0038] 제어기 (350) 는 밸브들 (324-1 및 330) 을 폐쇄한다. 제어기 (350) 는 제 1 반응 볼륨으로부터 잔류 프리커서 가스를 퍼지할 수도 있다. 제어기 (350) 는 저장 볼륨 (334) 으로부터 프리커서 가스를 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 중 하나로 역으로 펌핑하기 위해서 이 반응 볼륨들 (310-1, 310-2, ... 및 310-T) 중 하나와 저장 볼륨 (334) 간의, 밸브들 (324-1, 324-2, ... 및 324-T) 중의 임의의 하나 및 밸브 (330) 를 개방하고 압축기 (326) 를 동작시킬 수도 있다. 상술한 바와 같이 추가 프리커서 가스가 선택된 반응 볼륨으로 부가될 수도 있다.

[0039] 이해될 수 있는 바와 같이, T 개의 프로세싱 챔버들은 S 개의 저장 볼륨들로 연결되며, T 및 S는 정수들이며 $T \geq S$ 이다. 예를 들어서, 도 10에서, T 개의 프로세싱 챔버들은 공유되는 1 개의 저장 볼륨에 연결될 수도 있다. 프리커서는 동일한 프로세싱 챔버 또는 상이한 프로세싱 챔버로 복귀될 수도 있다.

[0040] 이제 도 11를 참조하면, 도 10의 반응 볼륨들 및 저장 볼륨을 동작시키는 방법 (400) 의 실례가 도시된다. 블록 (404) 에서, 제 1 반응 볼륨이 제 1 프리커서 가스를 사용하여 제 1 목표 압력으로 가압된다. 블록 (408) 에서, 기관이 사전결정된 기간 동안에 프리커서 가스 내에서 소킹되게 된다. 블록 (412) 에서, 저장 볼륨이 제 1 반응 볼륨보다 낮은 압력으로 배기된다. 블록 (416) 에서, 밸브들이 개방되고 압축기가 동작한다. 압축기는 프리커서 가스를 저장 볼륨 내로 몰기 위해서 추가된 에너지로 프리커서 가스를 압축한다.

[0041] 블록 (420) 에서, 제어는 밸브들을 폐쇄한다. 블록 (428) 에서, 제 1 반응 볼륨 내의 잔류 프리커서 가스가 덤핑될 수도 있다. 제 1 반응 볼륨 내에서 하나 이상의 동작들이 수행될 수도 있다. 저장 볼륨으로부터 제 1 반응 볼륨 또는 다른 반응 볼륨들 중 임의의 것으로 밸브들이 개방되고, 압축기는 프리커서 가스를 선택된 반응 볼륨으로 전달하도록 동작된다.

[0042] 전술한 설명은 그 성질상 단지 예시적이며 그 개시, 그의 애플리케이션 또는 사용들을 한정하고자 하는 것이 아니다. 본 개시의 넓은 교시사항들은 다양한 형태로 구현될 수 있다. 따라서, 본 개시는 특정 실례들을 포함하지만, 본 개시의 진정한 범위는 이로 한정되지 않아야 하는데 그 이유는 다른 수정사항들이 도면들, 명세서 및 다음의 청구항들의 연구로부터 명백해질 것이기 때문이다. 명료성을 위해서, 동일한 참조 부호들이 도면들에서 유사한 요소들을 식별하는데 사용될 것이다. 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 구절 "A, B 및 C 중 적어도 하나"는 배타적 로직 OR을 사용하여서 논리적 (A or B or C) 을 의미하는 것으로 해석되어야 한다. 방법의 내의 하나 이상의 단계들은 본 개시의 원리들을 변경하지 않으면서 상이한 순서로 (또는 동시에) 실행될 수도 있음이 이해되어야 한다.

[0043] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 제어기는 AISC, 전자 회로, 조합형 로직 회로, FPGA, 코드를 실행하는 프로세서 (공유형, 전용형 또는 그룹형), 기술된 기능을 제공하는 다른 적합한 하드웨어 컴포넌트; 또는 시스템-온-칩에서와 같은, 이들의 몇몇 또는 모두의 조합을 포함하거나 이들의 일부를 지칭할 수도 있다. 용어 제어

기는 프로세서에 의해서 실행된 코드를 저장하는 메모리 (공유형, 전용형 또는 그룹형) 를 포함할 수도 있다.

[0044]

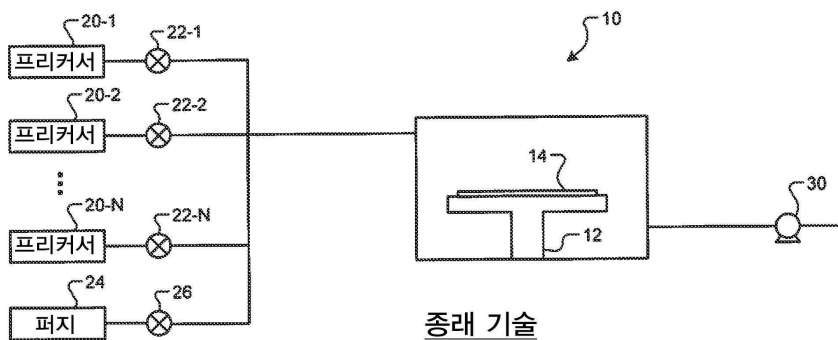
위에서 사용되는 바와 같은 용어 코드는 소프트웨어, 펌웨어 및/또는 마이크로코드를 포함하고 프로그램들, 루틴들, 함수들, 클래스들, 및/또는 객체들을 말할 수도 있다. 위에서 사용되는 바와 같은 용어 공유형은 다수의 제어기들로부터의 몇몇 또는 모든 코드가 단일 (공유형) 프로세서를 사용하여 실행될 수도 있음을 의미한다. 또한, 다수의 제어기들로부터의 몇몇 또는 모든 코드가 단일 (공유형) 프로세서에 의해서 저장될 수도 있다. 위에서 사용되는 바와 같은 용어 그룹형은 단일 제어기로부터의 몇몇 또는 모든 코드가 프로세서들의 그룹을 사용하여 실행될 수도 있음을 의미한다. 또한, 단일 제어기로부터의 몇몇 또는 모든 코드가 메모리들의 그룹을 사용하여 저장될 수도 있다.

[0045]

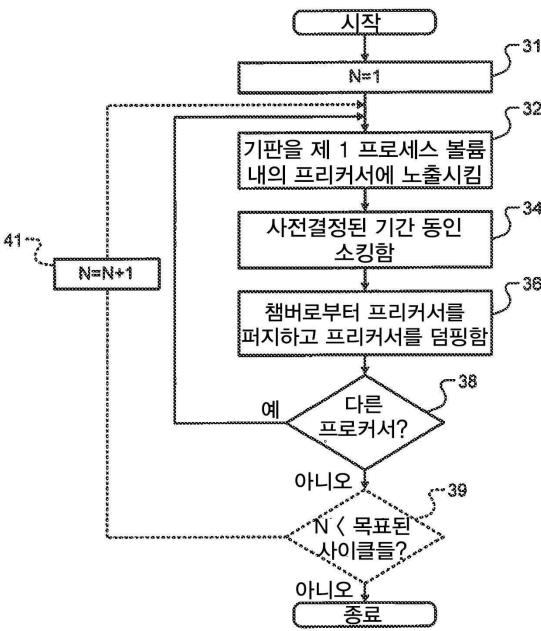
본 명세서에서 기술된 장치들 및 방법들은 하나 이상의 프로세서들에 의해서 실행되는 하나 이상의 컴퓨터 프로그램들에 의해서 구현될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램들은 비일시적 유형의 컴퓨터 판독가능한 매체 상에 저장된 프로세서-실행가능한 인스트럭션들을 포함한다. 컴퓨터 프로그램들은 또한 저장된 데이터를 포함할 수도 있다. 비일시적 유형의 컴퓨터 판독가능한 매체의 비한정적 실례들은 비휘발성 메모리, 자기 저장장치 및 광학 저장장치이다.

도면

도면1

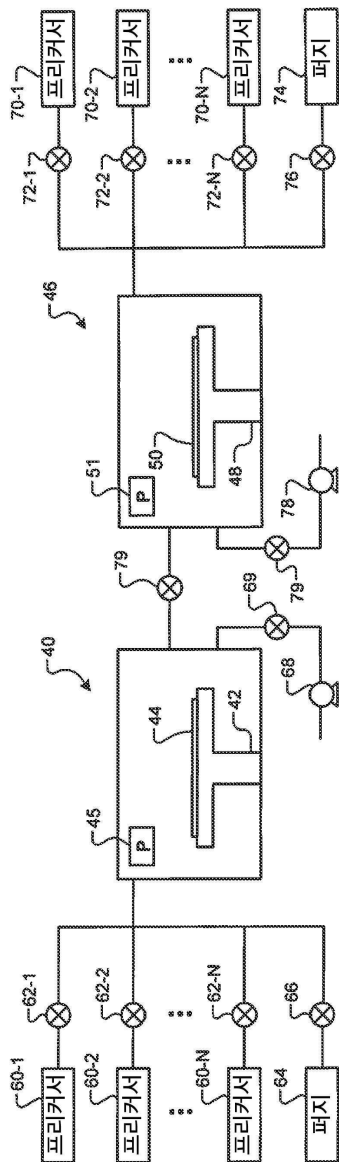


도면2

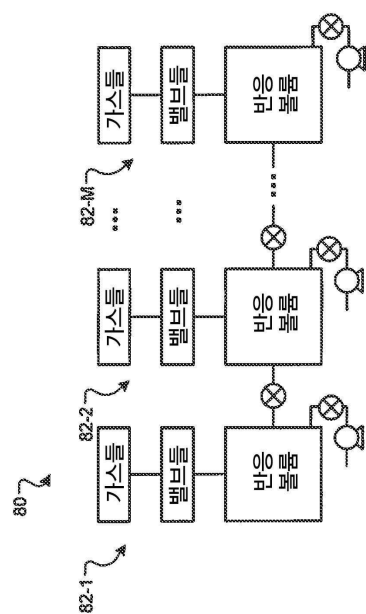


종래 기술

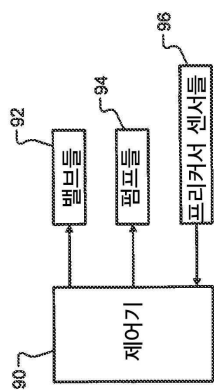
도면3



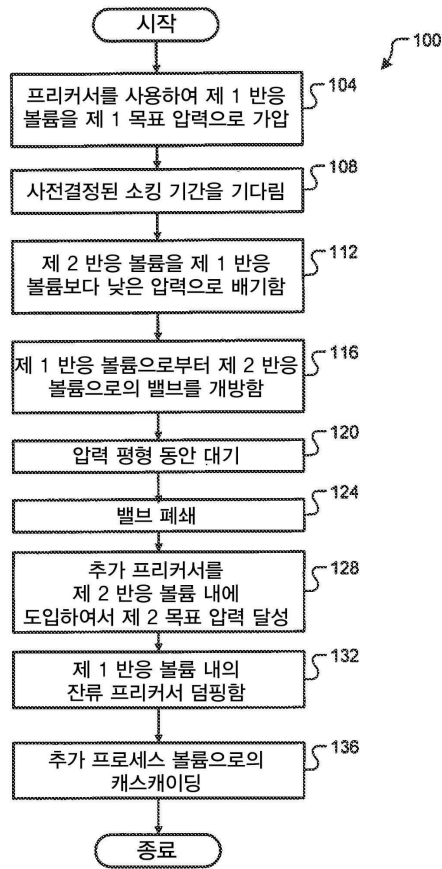
도면4



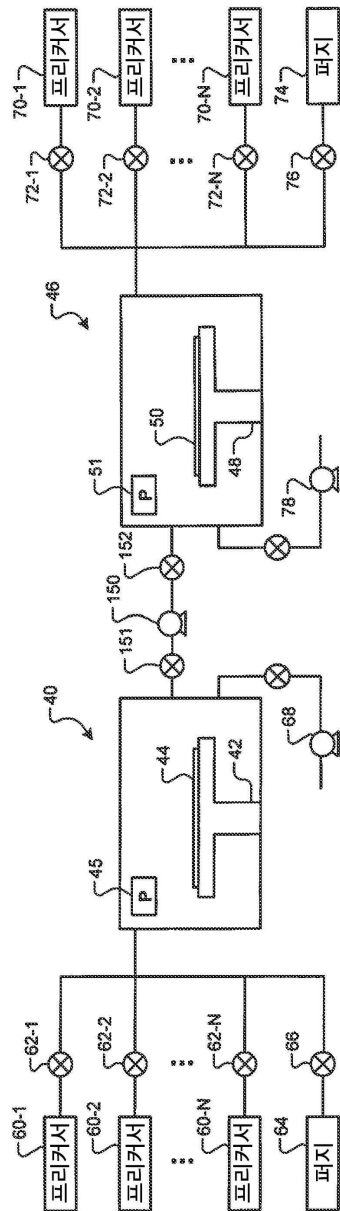
도면5



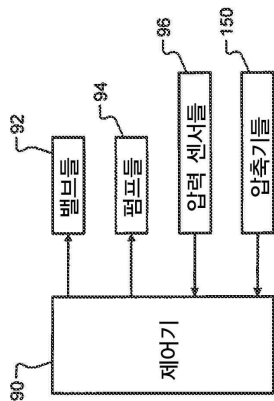
도면6



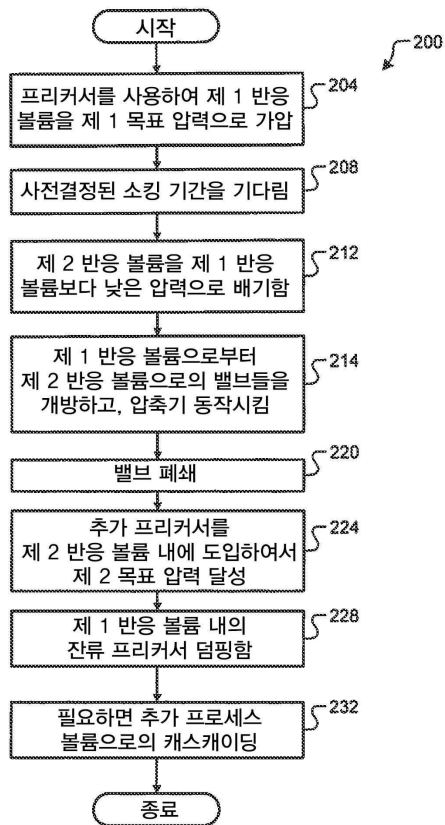
도면7



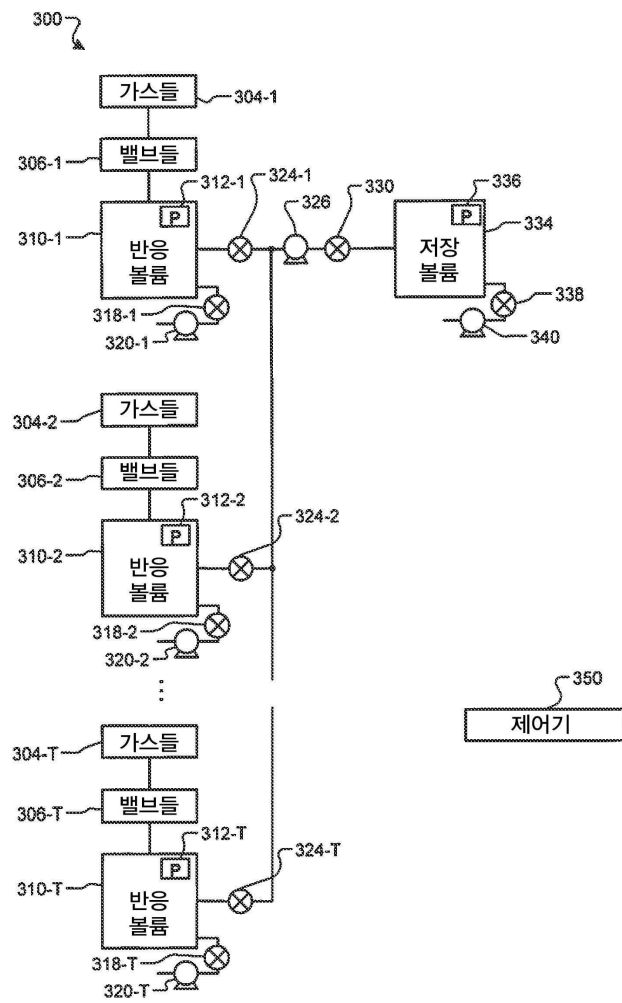
도면8



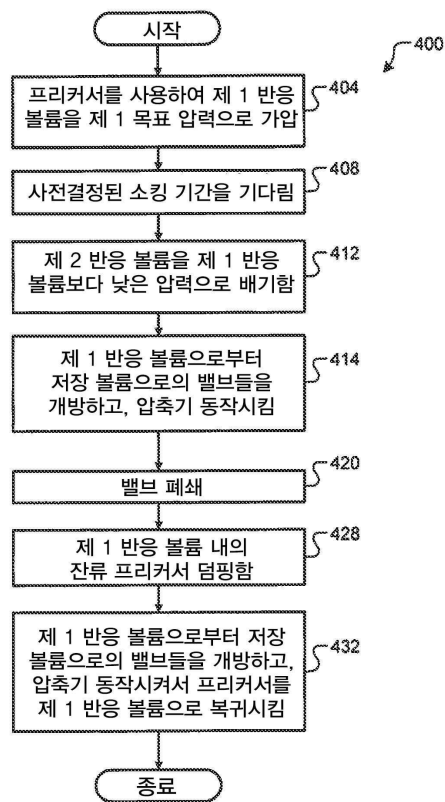
도면9



도면10



도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 18의 12-13째줄

【변경전】

상기 N-1 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 개방하는 단계

【변경후】

N-1 개의 제 2 밸브들 중의 하나를 개방하는 단계