



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0028568
(43) 공개일자 2024년03월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/44 (2006.01)
C23C 16/46 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
C23C 16/45546 (2013.01)
C23C 16/4412 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2024-7006178(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2016년09월16일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2019-7010477
원출원일자(국제) 2016년09월16일
심사청구일자 2020년09월16일
- (85) 번역문제출일자 2024년02월23일
- (86) 국제출원번호 PCT/FI2016/050644
- (87) 국제공개번호 WO 2018/050953
국제공개일자 2018년03월22일

- (71) 출원인
피코순 오와이
핀란드 에프아이-02150 에스푸 티에토티에 3
- (72) 발명자
홀름 니클라스
핀란드 02200 에스푸 말미포르티 4 쉐 17
코스타모 유하나
핀란드 02260 에스푸 노르파티에 4 쉐 11
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인씨엔에스

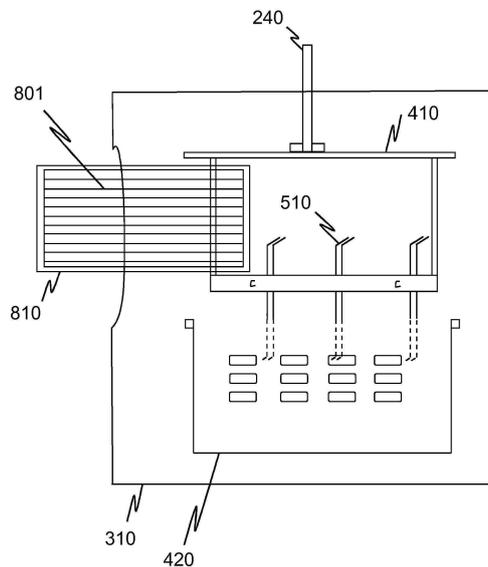
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 원자층 증착을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

원자층 증착을 위한 시스템 및 방법으로서, 작동기 배열은 기관들의 배치를 수용하여 상기 기관들을 제1 로드-락(220)을 통해 진공 챔버(310) 안으로 수평으로 이송하도록 구성되고, 상기 진공 챔버(310) 내부의 상기 기관들을 상기 반응 챔버(420) 안으로 하강시키도록 구성되어, 뚜껑(410)이 상기 반응 챔버를 폐쇄시킨다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

C23C 16/45536 (2013.01)

C23C 16/45563 (2013.01)

C23C 16/4584 (2013.01)

C23C 16/4587 (2013.01)

C23C 16/46 (2013.01)

(72) 발명자

말리넨 티모

핀란드 02940 에스푸 쿠닝칸티에 33 베

푸다스 마르코

핀란드 02920 에스푸 니페린텐티에 9아

명세서

청구범위

청구항 1

원자층 증착(atomic layer deposition; ALD)을 위한 시스템에 있어서,

- 반응 챔버 요소(160)로서,

진공 챔버(310),

상기 진공 챔버(310) 내부의 반응 챔버(420),

상기 반응 챔버(420)에서 가스의 수평 유동을 제공하도록 구성된 가스 입구 배열(820) 및 포어라인(foerline)(630), 및

상기 반응 챔버(420) 내의 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치(batch)로서, 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치의 표면은 상기 반응 챔버(420) 내의 가스 유동 방향과 평행한, 상기 수평 기관 또는 수평 기관을 포함한, 상기 반응 챔버 요소(160),

- 반응 챔버 뚜껑(410)을 포함한 작동기 배열(actuator arrangement); 및

- 제1 로드-락(load-lock)(220)을 포함한 적어도 제1 로드-락 요소(110)

를 포함하고,

상기 작동기 배열은 처리될 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치(batch)를 수용하여 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 상기 제1 로드-락(220)을 통해 상기 진공 챔버 안으로 수평으로 이송하도록 구성되는, 원자층 증착 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 작동기 배열은 상기 제1 로드-락 요소(110) 중의 제1 수평 작동기(210) 및 상기 반응 챔버 요소(160) 중의 수직 작동기(240)를 포함하고, 상기 제1 수평 작동기(210)는 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 수용하여 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 상기 제1 로드-락(220)을 통해 상기 진공 챔버 안으로 수평으로 이송하도록 구성되고, 상기 수직 작동기(240)는 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 상기 제1 수평 작동기(210)로부터 수용하여 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 상기 반응 챔버(420) 안으로 하강시키도록 구성된, 원자층 증착 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

제2 로드-락(260)을 포함한 제2 로드-락 요소(150)를 더 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 로드-락(220) 및 상기 진공 챔버(310)의 로딩 개구 사이에 제1 로딩 밸브(230)를 더 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제1 로드-락 및 상기 진공 챔버(310)의 로딩 개구 사이에 제1 로딩 밸브(230)를 더 포함하고, 상기 제2 로드-락(260) 및 상기 진공 챔버(310)의 로딩 개구 사이에 제2 로딩 밸브(250)를 더 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 6

제3항 또는 제5항에 있어서,

상기 작동기 배열은 상기 제2 로드-락 요소(150) 중에 제2 수평 작동기(270)를 더 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진공 챔버는 상기 진공 챔버(310)의 적어도 하나의 로딩 개구의 전면에서 이동하도록 구성된 적어도 하나의 보호 요소(shield element)(440)를 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 적어도 하나의 보호 요소(440)는 작동기(320)들과 함께 및/또는 로딩 밸브들(230, 250)의 개폐와 동기화되어 이동하도록 구성된, 원자층 증착 시스템.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

잔류 가스 분석기(RGA)를 포함하고, 제1 로드-락 요소(110) 및/또는 상기 제2 로드-락 요소(150) 및/또는 포어 라인(630)에 연결된 적어도 하나의 잔류 가스 분석기 요소(180)를 더 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 포어라인(630)은 상기 진공 챔버(310) 내부로 이어지는, 원자층 증착 시스템.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 챔버(420)는 적어도 하나의 탈착식 유동 가이드 요소(520, 520')를 포함하는, 원자층 증착 시스템.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 챔버 요소(160)에 연결된 가열된 공급원 요소(170)를 더 포함하는, 원자층 증착 시스템.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진공 챔버는 상기 진공 챔버(310) 내부로 이어지는 공급원(source) 입구(510)를 포함하는, 원자층 증착 시스템.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

처리될 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 고정시키는 카세트(810)를 더 포함하는, 원자층 증착 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 챔버(420) 내부에서 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 회전시키도록 구성된 회전자(1320)를 포함한, 원자층 증착 시스템.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

장비 진단부 모듈(equipment front end module)과 같은 로딩 모듈(120), 및/또는 상기 제1 로드-락 요소(110)에 연결된 로딩 로봇을 더 포함하는, 원자층 증착 시스템.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원자층 증착 시스템은 제1 로드-락 요소(110) 및 제2 로드-락 요소(150) 중 적어도 하나에서 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 가열하거나 냉각하도록 구성된, 원자층 증착 시스템.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원자층 증착 시스템은 로드-락 압력을 상기 반응 챔버(420)에서 사용된 압력 아래로 펌핑 다운하도록 구성된, 원자층 증착 시스템.

청구항 19

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원자층 증착 시스템은 상기 로드-락(220, 260)에서 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치로부터 나오는 가스를 측정하도록 구성된, 원자층 증착 시스템.

청구항 20

원자층 증착 시스템(ALD)의 작동 방법에 있어서,

수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 제1 로드-랙(220) 안으로 이송하는 단계;

상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 제1 로딩 밸브(230) 및 로딩 개구를 통해 상기 제1 로드-랙(220)으로부터 진공 챔버(310) 안으로 수평으로 더 이송하는 단계;

상기 진공 챔버(310)에서 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 수용하여 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 상기 진공 챔버(310) 내부의 반응 챔버(420) 안으로 하강시키는 단계로서, 하강시키는 동작은 상기 반응 챔버(420)를 뚜껑으로 폐쇄하는, 상기 하강시키는 단계;

상기 반응 챔버(420)에서 원자층 증착을 수행하는 단계로서, 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 수행하는 단계;

상기 반응 챔버(420)로부터 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 들어올리는 단계;

상기 반응 챔버로부터 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 수용하여 상기 제1 로딩 밸브(230) 또는 제2 로딩 밸브(250) 및 로딩 개구를 통해 상기 수평 기관 또는 상기 수평 기관들의 배치를 상기 진공 챔버(310)로부터 상기 제1 로드-랙(220) 또는 제2 로드-랙(260) 안으로 이송하는 단계

를 포함하는, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 원자층 증착 전에, 상기 로딩 개구의 전면에 각각 적어도 하나의 보호 요소(440)를 이동시키는 단계; 및 상기 원자층 증착 후에, 상기 적어도 하나의 보호 요소(440)를 상기 로딩 개구의 전면으로부터 제거하는 단계를 더 포함한, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서,

상기 원자층 증착 시스템 내부의 카세트(810)에 상기 수평 기관 또는 수평 기관들의 배치를 운반하는 단계를 포함한, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 23

제20항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반응 챔버 중의 가스 또는 가스들의 압력 또는 유량은 포어라인(630) 중 유입 가스 유동 및/또는 유출 가스 유동을 제어하여 조절되는, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 24

원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법에 있어서,

반응 챔버의 외부이지만 진공 챔버의 내부에 보호 요소(shield element)를 제공하는 단계로서, 상기 반응 챔버 내의 수평 기관 또는 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 제공하는 단계;

상기 진공 챔버 내부의 상기 보호 요소를 상기 진공 챔버의 로딩 개구의 전면으로 이동시키는 단계; 및

상기 진공 챔버 내부의 상기 반응 챔버에서 원자층 증착을 수행하는 단계를 포함하는, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 25

원자층 증착(ALD) 장치에 있어서,

진공 챔버 내부의 반응 챔버로서, 상기 반응 챔버 내의 수평 기관 또는 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 반응 챔버; 및

상기 반응 챔버의 외부이지만 상기 진공 챔버의 내부에 있는 보호 요소

를 포함하고,

상기 원자층 증착 장치는,

상기 진공 챔버 내부의 상기 보호 요소를 상기 진공 챔버의 로딩 개구 전면으로 이동시키고;

상기 진공 챔버 내부의 상기 반응 챔버에서 원자층 증착을 수행하도록 구성되는, 원자층 증착 장치.

청구항 26

원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법에 있어서,

진공 챔버 내부의 반응 챔버를 제공하는 단계로서, 상기 반응 챔버 내의 수평 기관 또는 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행하고, 상기 반응 챔버로부터 상기 진공 챔버의 외부로 포어라인이 이어지는, 상기 제공하는 단계; 및

상기 포어라인이 상기 진공 챔버의 외부로 가는 도중에 상기 진공 챔버 내부에서 우회하도록 함으로써 상기 포어라인 내부의 열을 유지하는 단계

를 포함하는, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 27

원자층 증착(ALD) 장치에 있어서,

진공 챔버 내부의 반응 챔버로서, 상기 반응 챔버 내의 수평 기관 또는 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 반응 챔버; 및

상기 반응 챔버로부터 상기 진공 챔버의 외부로 가는 도중에 우회하는 포어라인

을 포함하는, 원자층 증착 장치.

청구항 28

원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법에 있어서,

진공 챔버 내부에 반응 챔버를 제공하는 단계로서, 상기 반응 챔버 내의 민감성 수평 기관 또는 민감성 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 제공하는 단계;

상기 반응 챔버에서 민감성 수평 기관 또는 민감성 수평 기관들의 배치 상에 원자층 증착을 수행하는 단계;

상기 원자층 증착 이후에, 상기 민감성 수평 기관 또는 민감성 수평 기관들의 배치를 상기 진공 챔버를 통하여 상기 진공 챔버에 연결된 로드 락으로 수평 이송하는 단계; 및

상기 로드 락 내부의 상기 민감성 수평 기관 또는 민감성 수평 기관들의 배치를 진공에서 냉각시키는 단계를 포함하는, 원자층 증착 시스템의 작동 방법.

청구항 29

원자층 증착(ALD) 장치에 있어서,

진공 챔버 내부의 반응 챔버를 포함한 반응 챔버 요소로서, 상기 반응 챔버 내의 수평 기관 또는 수평으로 적층된 기관들의 배치(batch)의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동(precursor gas flow)의 방향과 평행한, 상기 반응 챔버 요소;

상기 반응 챔버에 연결되고 상기 반응 챔버로부터 가스를 배출하도록 구성된 포어라인;

상기 포어라인에 연결된 잔류 가스 분석기; 및

상기 반응 챔버 요소 및 상기 잔류 가스 분석기에 연결된 제어 요소를 포함하고,

상기 제어 요소는 상기 잔류 가스 분석기에 의해 측정된 수신된 정보에 의해 프로세스 타이밍을 제어하도록 구성되는, 원자층 증착 장치.

상기 제어 요소는 상기 잔류 가스 분석기에 의해 측정된 수신된 정보에 의해 프로세스 타이밍을 제어하도록 구성되는, 원자층 증착 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 원자층 증착(ALD)에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 그러나 배타적인 것은 아니지만, 본 발명은 원자층 증착(ALD) 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 섹션은 유용한 배경 정보를 예시하지만, 본 섹션에 기술된 임의의 기술이 종래 기술을 대표하는 것으로 인정하는 것은 아니다.

[0003] 원자층 증착(ALD)으로 코팅될 기관들의 배치 프로세싱은 바람직하게는 사용의 용이성, 고품질 코팅 및 최적화된 처리량을 제공하는 시스템으로 수행된다.

[0004] 높은 처리량을 위해 자동화된 기관 처리로 프로세싱을 제공하고자 하는 종래의 원자층 증착 시스템이 존재하지는 한다. 예를 들어, 다소 관련된 시스템이 다음의 출판물에 공개되었다.

[0005] US 20070295274는 높은 처리량 및 최소의 점유공간(footprint)을 위해 구성된 ALD 또는 CVD 프로세싱에 사용되는 배치 프로세싱 플랫폼을 개시한다. 일 실시예에서, 상기 프로세싱 플랫폼은 대기 이송 영역, 버퍼 챔버 및 스테이징 플랫폼을 구비하는 하나 이상의 배치 프로세싱 챔버, 및 상기 이송 영역에 배치된 이송 로봇을 포함하고, 상기 이송 로봇은 다수의 기관 핸들링 블레이드를 포함하는 하나 이상의 기관 이송 암(arm)을 구비한다.

[0006] EP 2249379는 진공 상태를 유지할 수 있는 챔버; 상기 챔버 내에 위치하며, 일정한 간격으로 이격되어 서로의 위에 적층되는 복수의 기관들을 지지하는 기관 지지대; 상기 기관 지지대를 상하 방향으로 이동시키는 기관 이동 장치; 상기 기관 지지대에 적층되어 있는 각각의 기관의 연장 방향에 평행한 방향으로 기체를 연속적으로 분사하는 기체 분사 장치; 및 상기 챔버 내의 상기 기체 분사 장치와 대향되는 측에 배치되어, 상기 기체 분사 장치로부터 분사된 기체를 흡입 및 배출하는 기체 배출 장치;를 포함하는 배치형 ALD 장치를 개시한다.

[0007] US 4582720은 비 단결정 층(non single-crystal layer)을 형성하기 위한 장치로서, 순차적으로 배열된 기관 도입 챔버, 반응 챔버 및 기관 제거 챔버를 포함하며, 이들 중 인접한 것들 사이에 셔터를 갖는 장치를 개시한다. 하나 이상의 기관은 그 표면이 수직면에 놓인채로 홀더 상에 장착되고, 상기 기관 도입 챔버, 상기 반응 챔버 및 상기 기관 제거 챔버로 차례로 운반된다.

[0008] US 20010013312는 기상의 반응물의 교대로 반복되는 표면 반응에 기관을 노출시켜 상기 기관의 표면에 박막을 성장시키는 장치에 관한 것이다. 상기 장치는 타이트하게 밀봉가능한 구조를 가지는 하나 이상의 프로세스

챔버, 상기 프로세스 챔버의 내부로 적용하기 위한 적절한 구조를 가지며, 일 부분 이상이 이동가능한 반응 공간, 상기 반응 공간 내로 상기 반응물을 공급하기 위하여 상기 반응 공간에 연결가능한 공급 수단, 및 상기 반응 공간으로부터 과잉 반응물 및 반응 가스를 배출하기 위하여 상기 반응 공간으로 연결 가능한 배출 수단을 포함하는 하나 이상의 반응 챔버, 및 상기 반응 공간으로 적용된 하나 이상의 기관을 포함한다.

[0009] US 20100028122는 서로에 대하여 소정의 패턴으로 배치된 복수의 ALD 반응기들을 갖는 장치를 개시하고, 각각의 ALD 반응기는 ALD 프로세싱을 위해 기관들의 배치(batch)를 수용하도록 구성되고, 각각의 ALD 반응기는 상부로부터 액세스할 수 있는 반응 챔버를 포함한다. 복수의 로딩 시퀀스들이 로딩 로봇에 의해 수행된다.

[0010] WO 2014080067은 수평으로 배향된 기관들의 수직 스택(vertical stack)을 기관 홀더 내에 형성하기 위해 복수의 기관들을 증착 반응기의 로딩 챔버 내의 상기 기관 홀더로 로딩하고, 수직으로 배향된 기관들의 수평 스택을 형성하기 위해 상기 기관 홀더의 방향을 회전시키고, 그리고 증착을 위해 상기 증착 반응기의 반응 챔버 내로 상기 기관 홀더를 하강시키기 위한 장치를 개시한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명의 구현예들의 목적은 높은 처리량의 배치 프로세싱을 갖는 개선된 원자층 증착 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 첫번째 예시적인 측면에 따르면 원자층 증착 시스템이 제공되며, 상기 원자층 증착 시스템은:

[0013] - 진공 챔버;

[0014] - 상기 진공 챔버 내부의 반응 챔버; 및

[0015] - 상기 반응 챔버에서 가스의 수평 유동을 제공하도록 구성된 가스 입구 배열 및 포어라인(foresline);을 포함한 반응 챔버 요소,

[0016] - 반응 챔버 뚜껑을 포함한 작동기 배열(actuator arrangement), 및

[0017] - 제1 로드-락(load-lock)을 포함한 적어도 제1 로드-락 요소를 포함하고,

[0018] 상기 작동기 배열은 처리될 기관 또는 기관들의 배치(batch)를 수용하여 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 제1 로드-락을 통해 상기 진공 챔버 안으로 수평으로 이송하도록 구성되고,

[0019] 상기 작동기 배열은 상기 진공 챔버 내의 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 반응 챔버 안으로 하강시켜 상기 뚜껑으로 상기 진공 챔버를 폐쇄하도록 구성된다.

[0020] 상기 기관 또는 기관들의 배치는 예를 들어: 웨이퍼, 유리, 실리콘, 금속 또는 폴리머 기관, 인쇄 회로 기관(PCB) 기관, 및 3D 기관을 포함한다.

[0021] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 내의 가스가 (실질적으로) 횡단면 구조와 충돌하지 않고 상기 가스 입구 배열로부터 상기 포어라인까지 상기 기관 표면을 따라 상기 반응 챔버를 가로질러 이동하는, 플로우-스루(flow-through) 반응 챔버(또는 크로스-플로우 반응기)가 제공된다.

[0022] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관들은 상기 반응 챔버 내의 가스 유동의 방향으로 배향된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 내부의 (원자층 증착에 노출되는) 상기 기관의 표면은 상기 반응 챔버 내의 전구체 가스 유동의 방향과 평행하다.

[0023] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관들의 배치 중의 기관들은 수평으로 배향되어 수평으로 배향된 기관들의 수직 스택을 형성한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관들의 배치 중의 기관들은 수직으로 배향되어 수직으로 배향된 기관들의 수평 스택을 형성한다.

[0024] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 가스 입구 배열 및 포어라인은 상기 반응 챔버의 다른(different) 측에 위치한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 가스 입구 배열 및 포어라인은 상기 반응 챔버의 대향되는(opposite) 측에 위치한다.

- [0025] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동기 배열은 상기 로드-랙 요소 또는 로드-랙에 상기 기관 또는 기관들의 배치를 수용한다.
- [0026] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 기관 또는 기관들의 배치를 상기 로드-랙 요소 또는 로드-랙 내부로 이송하도록 구성된 로더(loader)를 더 포함한다.
- [0028] *소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동기 배열은 상기 제1 로드-랙 요소 중의 제1 수평 작동기 및 상기 반응 챔버 요소 중의 수직 작동기를 포함하고, 상기 제1 수평 작동기는 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 수용하여 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 제1 로드-랙을 통해 상기 진공 챔버 안으로 수평으로 이송하도록 구성되고, 상기 수직 작동기는 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 제1 수평 작동기로부터 수용하여 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 반응 챔버 안으로 하강시키도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 수직 작동기는 상기 기관 또는 기관들의 배치를 운반하는 기관 홀더를 들어올려 상기 기관 홀더 상의 상기 수평 작동기의 그립(grip)을 풀도록 구성된다.
- [0029] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관 또는 기관들의 배치는 상기 기관 또는 기관들의 배치가 로딩되는 개구 이외의 다른 개구를 통해 언로딩된다.
- [0030] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 제2 로드-랙을 포함한 제2 로드-랙 요소를 포함한다.
- [0031] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 제1 로드-랙 및 상기 진공 챔버의 로딩 개구 사이에 제1 로딩 밸브를 포함한다.
- [0032] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 제1 로드-랙 및 상기 진공 챔버의 로딩 개구 사이에 제1 로딩 밸브를 포함하고, 상기 제2 로드-랙 및 상기 진공 챔버의 로딩 개구 사이에 제2 로딩 밸브를 포함한다.
- [0033] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동기 배열이 상기 제2 로드-랙 요소 중에 제2 수평 작동기를 더 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 제2 수평 작동기는 상기 수직 작동기로부터 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 수용하도록 구성된다.
- [0034] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 제1 로드-랙은 한정된 폐쇄 체적을 형성하고, 상기 작동기 배열 중 일부를 포함한다.
- [0035] 상기 작동기 배열은 상기 제1 로드-랙 요소 및 상기 반응 챔버 요소(특정 구현예에서는 상기 제2 로드-랙 요소) 모두에 부품을 갖는 작동기 장치일 수 있다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 자동화된 기관 처리를 제공하도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 자동화된 기관 처리는 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 자동으로(사람과의 상호작용 없이) 상기 제1 로드-랙 요소 또는 로드-랙으로부터 상기 반응 챔버 요소의 상기 반응 챔버 안으로 이송하는 것을 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 자동화된 기관 처리는 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 자동으로(사람과의 상호작용 없이) 상기 반응 챔버로부터 상기 제1 또는 제2 로드-랙 요소 또는 로드-랙으로 이송하는 것을 더 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 자동화된 기관 처리는 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 자동으로(사람과의 상호작용 없이) 로딩 모듈로부터 상기 제1 로드-랙 요소 또는 로드-랙 안으로 이송하는 것을 포함한다.
- [0036] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 장비 진단부 모듈과 같은 로딩 모듈, 및/또는 상기 제1 로드-랙 요소에 연결된 로딩 로봇을 포함한다.
- [0037] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 진공 챔버는 상기 진공 챔버의 적어도 하나의 로딩 개구의 전면에서 이동하도록 구성된 적어도 하나의 보호 요소(shield element)를 포함한다.
- [0038] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 적어도 하나의 보호 요소는 작동기와 함께 및/또는 상기 로딩 밸브들의 개폐와 동기화되어 이동하도록 구성된다.
- [0039] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 잔류 가스 분석기(RGA)를 포함하고, 상기 제1 로드-랙 요소 및/또는 제2 로드-랙 요소 및/또는 상기 포어라인에 연결된 적어도 하나의 잔류 가스 분석기 요소를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 RGA로부터 수신된 정보에 기초하여 프로세스 타이밍을 제어하도록 구성된다. 상기 프로세스 타이밍은, 예를 들어, 로드-랙 중 상기 기관 또는 기관들의 배치의 전처리 시간 또는 전구체 펄스의 시작점 타이밍을 지칭할 수 있다.

- [0040] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 RGA는 상기 반응 챔버 내의 세정 및/또는 반응물의 공급물 투입(in-feed) 및/또는 펄싱 시퀀스 타이밍을 사용자가 조정할 수 있게 하거나 또는 자동으로 조정할 수 있도록 상기 반응 챔버로부터 배출되는 가스를 분석하도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 RGA는 상기 시스템 내의 누출을 검출하도록 구성된다.
- [0041] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버는 탈착식 또는 고정식 유동 가이드 요소를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 유동 가이드 요소는 복수의 구멍들을 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 유동 가이드 요소는 고정식 또는 탈착식 프레임에 부착된다. 특정 예시적 요소에서, 상기 유동 가이드 요소는 상기 반응 챔버의 가스 입구 측에 위치한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버는 상기 반응 챔버의 배기 측에 탈착식 또는 고정식 유동 가이드 요소를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버는 두 유동 가이드를 모두 포함한다: 하나는 상기 가스 입구 측에 있고 다른 하나는 상기 포어라인(배기) 측에 있다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 요소 내부의 압력 및 유동에 영향을 미치는 제어된 포어라인 유동이 제공된다. 상기 유동 가이드 요소(들)는 상기 반응 챔버 요소 내부의 가스 유동 및 압력에 제어된 효과를 제공함으로써 코팅의 균일성을 최적화할 가능성을 향상시킨다.
- [0042] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 반응 챔버 요소에 연결된 적어도 하나의 가열된 공급원 요소(heated source element)를 포함한다.
- [0043] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 진공 챔버 내부를 이동하는 공급원 입구를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 입구 라인 내의 전구체 화학 물질의 온도를 안정화시키기 위해 상기 진공 챔버 내부를 우회하는 반응 챔버 공급원 입구 라인을 포함하는 온도 안정화 배열을 포함한다. 이것은 상기 반응 챔버 공급원 입구 라인이 상기 진공 챔버 외부에서 상기 진공 챔버로 실질적으로 가장 짧은 경로를 따라 이동하는 것과는 대조적이다.
- [0044] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 포어라인은 상기 진공 챔버 내부를 이동한다. 소정의 예시적 구현예에서 상기 포어라인은 화학 물질이 상기 포어라인에 흡수되는 것을 방지하기 위해서 상기 포어라인을 고온(상기 진공 챔버 내부의 지배적인 온도와 가까운)으로 유지하기 위해, 상기 진공 챔버의 외부로 가는 도중에 우회한다. 또한, 뜨거운 포어라인은 화학 반응을 증가시켜 화학 물질이 상기 반응 챔버로 다시 확산될 가능성을 감소시킨다.
- [0045] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 처리될 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 고정시키는 카세트를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 처리될 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 수평으로 고정시키는 카세트를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 기관은 카세트 또는 유사물 없이 처리된다.
- [0046] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관 또는 기관들의 배치는 기관 홀더로 상기 기관 또는 기관들의 배치를 운반함으로써 상기 로드-락 및 반응 챔버 요소 내에서 처리된다. 상기 기관 홀더는 순수 기관들을 운반할 수 있다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관 홀더는 기관(들)이 놓이기 위한 하나 이상의 언더레이(underlay)를 포함한다. 대안적으로, 상기 기관 홀더는 다른 기관 홀더(예를 들어, 카세트)에 있는 기관들을 운반한다. 상기 홀더는 상기 기관 또는 기관들의 배치의 배향을 수직에서 수평으로(또는 수평에서 수직으로) 바꾸기 위하여 상기 진공 챔버 내에서 뒤집힐 수 있다.
- [0047] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 반응 챔버 내부에서 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 회전시키도록 구성된 회전자를 포함한다. 따라서, 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 원자층 증착 프로세싱 중에 상기 반응 챔버 내에서 상기 기관 또는 기관들의 배치를 회전시키도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 기관 또는 기관들의 배치를 운반하는 상기 기관 홀더는 회전 기관 홀더이다.
- [0048] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 제1 로드-락 요소에서 상기 기관 또는 기관들의 배치를 가열하도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 제1 또는 제2 로드-락 요소에서(ALD로 프로세싱된) 상기 기관 또는 기관들의 배치를 냉각하도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 제1 및 제2 로드-락 요소 중 적어도 하나에서 상기 기관 또는 기관들의 배치를 가열 또는 냉각하도록 구성된다.
- [0049] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 로드-락 압력을 상기 반응 챔버에서 사용된 압력 아래로 펌핑다운(pump down)하도록 구성된다.
- [0050] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 시스템은 상기 로드-락에서 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치로부터 나오는 가스를 측정하도록 구성된다.
- [0051] 본 발명의 두번째 예시적인 측면에 따르면 원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법이 제공되며, 상기 원자층 증착

시스템의 작동 방법은:

- [0052] 기관 또는 기관들의 배치를 제1 로드-랙 안으로 이송하는 단계;
- [0053] 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 제1 로딩 밸브 및 로딩 개구를 통해 상기 제1 로드-랙으로부터 진공 챔버 안으로 수평으로 더 이송하는 단계;
- [0054] 상기 진공 챔버에서 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 수용하여 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 진공 챔버 내부의 반응 챔버 안으로 하강시키는 단계로서, 상기 하강 동작이 상기 반응 챔버를 뚜껑으로 폐쇄하는, 단계;
- [0055] 상기 반응 챔버에서 원자층 증착을 수행하는 단계;
- [0056] 상기 반응 챔버로부터 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 들어올리는 단계;
- [0057] 상기 반응 챔버로부터 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 수용하여 상기 제1 로딩 밸브 또는 상기 제2 로딩 밸브 및 로딩 개구를 통해 상기 기관 또는 상기 기관들의 배치를 상기 진공 챔버로부터 상기 제1 로드-랙 또는 상기 제2 로드-랙 안으로 이송하는 단계를 포함한다.
- [0058] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동 방법은 상기 원자층 증착 전에, 상기 적어도 하나의 로딩 개구 전면에 각각 적어도 하나의 보호 요소를 이동시키는 단계; 및 상기 원자층 증착 후에, 상기 적어도 하나의 보호 요소를 상기 적어도 하나의 로딩 개구 전면으로부터 제거하는 단계를 포함한다.
- [0059] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동 방법은 상기 시스템 내부의 카세트(또는 기관 홀더)에 상기 기관 또는 기관들의 배치를 운반하는 단계를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 단일 기관 또는 기관들은 카세트 또는 유사물 없이 처리된다.
- [0060] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동 방법은 기관들의 시스템 또는 상기 기관들의 배치를 상기 로드-랙으로 이송하기 전에 카세트 안으로 로딩하는 단계를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동 방법은 상기 로드-랙으로부터 상기 기관들의 시스템 또는 기관들의 배치를 로딩하는 단계를 포함한다.
- [0061] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 작동 방법은 상기 반응 챔버 내부로 가스를 수평 방향으로 공급한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 내부에서의 가스 공급은 상기 기관(들)의 수평 이송 방향에 대하여 횡단 방향이다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 내부에서의 가스 공급은 상기 기관(들)의 수평 이송 방향과 평행하다.
- [0062] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버 중의 상기 가스 또는 가스들의 압력 또는 유량은 포어라인 중 유입 가스 유동 및/또는 유출 가스 유동을 제어하여 조절된다.
- [0063] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 반응 챔버의 일부를 형성하고 금속 산화물에 의하여 보호되는 하나 이상의 표면은 화학적 내구성을 향상시키고 및/또는 안쪽으로의 열 반사를 향상시키기 위하여 사용된다.
- [0064] 본 발명의 세번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법이 제공되며, 상기 원자층 증착 시스템의 작동 방법은:
- [0065] 반응 챔버의 외부이지만 진공 챔버의 내부에 보호 요소를 제공하는 단계;
- [0066] 상기 진공 챔버 내부의 상기 보호 요소를 상기 진공 챔버의 로딩 개구의 전면으로 이동시키는 단계; 및
- [0067] 상기 진공 챔버 내부의 상기 반응 챔버에서 원자층 증착을 수행하는 단계를 포함한다.
- [0068] 본 발명의 네번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착(ALD) 장치가 제공되며, 상기 원자층 증착 장치는:
- [0069] 진공 챔버 내부의 반응 챔버; 및
- [0070] 상기 반응 챔버의 외부이지만 상기 진공 챔버의 내부에 있는 보호 요소;를 포함하고,
- [0071] 상기 장치는 상기 진공 챔버 내부의 상기 보호 요소를 상기 진공 챔버의 로딩 개구 전면으로 이동시키고,
- [0072] 상기 진공 챔버 내부의 상기 반응 챔버에서 원자층 증착을 수행하도록 구성된다.
- [0073] 본 발명의 다섯번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법이 제공되며, 상기 원자층 증착 시스템의 작동 방법은:

- [0074] 진공 챔버 내부의 반응 챔버 및 상기 반응 챔버에서 상기 진공 챔버의 외부로 이어지는 포어라인을 제공하는 단계를 포함하고,
- [0075] 상기 작동 방법은 상기 포어라인이 상기 진공 챔버의 외부로 가는 도중에 상기 진공 챔버 내부에서 우회하도록 함으로써 상기 포어라인 내부의 열을 유지시키는 단계를 포함한다.
- [0076] 본 발명의 여섯번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착 장치가 제공되며, 상기 원자층 증착 장치는:
- [0077] 진공 챔버 내부의 반응 챔버; 및
- [0078] 상기 반응 챔버에서 상기 진공 챔버의 외부로 가는 도중에 우회하는 포어라인을 포함한다.
- [0079] 본 발명의 일곱번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착(ALD) 시스템의 작동 방법이 제공되며, 상기 원자층 증착 시스템의 작동 방법은:
- [0080] 진공 챔버 내부에 반응 챔버를 제공하는 단계;
- [0081] 상기 반응 챔버에서 민감성 기관 또는 민감성 기관들의 배치 상에 원자층 증착을 수행하는 단계;
- [0082] 상기 증착 이후에, 상기 민감성 기관 또는 상기 민감성 기관들의 배치를 상기 진공 챔버를 통하여 상기 진공 챔버에 연결된 로드 락으로 이송하는 단계; 및
- [0083] 상기 로드 락 내부의 상기 민감성 기관 또는 상기 민감성 기관들의 배치를 진공에서 냉각시키는 단계를 포함한다.
- [0084] 상기 민감성 기관은 예를 들어, 유리, 실리콘, PCB 및 폴리머 기관을 포함한다. 다른 예시적 구현예에서, 금속 기관 또는 금속 기관들의 배치는 상기 로드 락 내부에서 진공에서 냉각된다.
- [0085] 본 발명의 여덟번째 예시적인 측면에 따르면, 원자층 증착(ALD) 장치가 제공되며, 상기 원자층 증착 장치는:
- [0086] 진공 챔버 내부의 반응 챔버를 포함한 반응 챔버 요소;
- [0087] 상기 반응 챔버에 연결되고 상기 반응 챔버로부터 가스를 배출하도록 구성된 포어라인;
- [0088] 상기 포어라인에 연결된 잔류 가스 분석기; 및
- [0089] 상기 반응 챔버 요소 및 상기 잔류 가스 분석기에 연결된 제어 요소를 포함하고,
- [0090] 상기 제어 요소는 상기 잔류 가스 분석기에 의해 측정된 수신된 정보에 의해 프로세스 타이밍을 제어하도록 구성된다.
- [0091] 소정의 예시적 구현예에서, 상기 측정된 정보는 상기 반응 챔버로부터 나오는 가스의 수분 수준을 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 상기 측정된 정보는 상기 반응 챔버로부터 나오는 반응 생성물 또는 부생성물의 양에 대한 정보를 포함한다. 소정의 예시적 구현예에서, 제어 유닛은 상기 수신된 정보가 미리 결정된 한계를 초과하는 경우 전구체 펄스의 개시를 방지하도록 구성된다. 소정의 예시적 구현예에서, 제어 유닛은 상기 반응 챔버에 화학물질이 공급되는 것을 보장하도록 구성되고, 따라서 반응기의 적절한 작동을 검증한다.
- [0092] 진공 상태에서의 냉각은 증착된 기관(들)을 손상시킬 위험성을 최소화한다. 소정의 예시적 구현예에서, 냉각시 상기 로드 락에 사용되는 진공 압력은 상기 진공 챔버에 사용되는 진공 압력과 동일하다.
- [0093] 본 발명의 상이한 비구속적인 예시적 측면들 및 구현예들이 앞서 설명되었다. 상기 구현예들은 본 발명을 실행하는데 있어서 활용될 수 있는 선택된 측면들 또는 단계들을 단지 설명하기 위해 사용된다. 일부 구현예들이 본 발명의 특정 예시적 측면들을 단지 참조하여서만 제시될 수 있다. 대응하는 구현예들은 또한 다른 예시적 측면들에도 적용될 수 있음을 이해해야 한다. 상기 구현예들의 임의의 적절한 조합들이 형성될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0094] 본 발명은, 단지 예시로서, 첨부된 도면들을 참조하여 설명될 것이다.
- 도 1은 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 개략적인 평면도를 보여준다.
- 도 2는 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 개략적인 측면도를 보여준다.
- 도 3은 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소의 개략도를 보여준다.

- 도 4는 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소 내부의 개략도를 보여준다.
- 도 5는 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소 내부의 개략도를 보여준다.
- 도 6은 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소 내부의 개략도를 보여준다.
- 도 7는 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소 내부의 개략도를 보여준다.
- 도 8은 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소의 개략적인 측면도를 보여준다.
- 도 9는 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소를 로딩하는 개략적인 원리도를 보여준다.
- 도 10은 또 다른 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 개략적인 평면도를 보여준다.
- 도 11은 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템을 작동하는 방법의 흐름도를 보여준다.
- 도 12는 다른 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소를 로딩하는 개략적인 원리도를 보여준다.
- 도 13은 또 다른 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소 내부의 개략도를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0095] 이하의 설명에서, 원자층 증착(ALD) 기술이 예로서 사용된다. ALD 성장 메커니즘의 원리는 통상의 기술자에게 알려져있다. ALD는 적어도 하나의 기관에 적어도 2개의 반응성 전구체 화학종의 순차적 도입을 기초로 하는 특수 화학 증착 방법이다. 그러나, 광-강화(photo-enhanced) ALD 또는 PEALD를 사용할 경우 이들 반응성 전구체 중 하나는 에너지로 치환될 수 있어, 단일 전구체 ALD 공정으로 이어지는 것을 이해해야 한다. ALD에 의해 성장한 박막은 고밀도이고, 편향이 없고, 균일한 두께를 갖는다.
- [0096] 상기 적어도 하나의 기관은 전형적으로 반응 용기에서 일시적으로 분리된 전구체 펄스에 노출되어 순차적인 자기 포화(self-saturating) 표면 반응에 의해 상기 기관 표면에 물질을 증착시킨다. 본 출원의 문맥에서, 용어 "ALD"는 모든 적용가능한 ALD 기반 기술 및 임의의 동등하거나 밀접하게 관련된 기술, 예를 들어, 다음 ALD 하위 유형을 포함한다: MLD (분자층 증착), PEALD (플라즈마 강화 원자층 증착) 및 광-강화 원자층 증착 (플래시 강화 ALD로도 알려짐).
- [0097] 기본적인 ALD 증착 사이클은 펄스 A, 퍼지 A, 펄스 B 및 퍼지 B의 4개의 순차적인 단계로 이루어진다. 펄스 A는 제1 전구체 증기로 이루어지고, 펄스 B는 다른 전구체 증기로 이루어진다. 불활성 기체 및 진공 펌프는 전형적으로 기체상 반응 부생물 및 퍼지 A 및 퍼지 B 동안 반응 공간으로부터의 잔류 반응물 분자를 퍼지하는데 사용된다. 증착 시퀀스는 적어도 하나의 증착 사이클을 포함한다. 증착 사이클은 증착 시퀀스가 목적하는 두께의 박막 또는 코팅을 생성할 때까지 반복된다. 증착 사이클은 또한 보다 더 간단하거나 더 복잡할 수 있다. 예를 들어, 상기 사이클은 퍼지 단계들에 의해 분리된 3개 이상의 반응물 증기 펄스를 포함할 수 있거나, 또는 특정 퍼지 단계가 생략될 수 있다. 이러한 모든 증착 사이클은 논리 유닛 또는 마이크로프로세서에 의해 제어되는 시간에 맞춘(timed) 증착 시퀀스를 형성한다.
- [0098] 도 1은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템(100)의 개략적인 평면도를 보여준다. ALD 시스템(100)은 증착을 위해 상기 시스템에 로딩될 기관들을 수용하도록 구성된 제1 로드-랙 요소(110)를 포함한다. 일 구현예에서, 상기 기관들은 로딩을 위해 기관 홀더 또는 카세트에 놓이고, 상기 카세트는 상기 ALD 시스템(100)에 포함된 카세트 요소(120)에 의해 처리된다. 일 구현예에서, 카세트 요소(120)는 상기 카세트를 로드-랙 요소(110) 안으로 로딩하는 사람으로 대체된다. 대안적으로, 기관들은 로드-랙 요소(110) 내의 기관 홀더 또는 카세트 안으로 로딩된다. 일 구현예에서, 상기 제1 로드-랙 요소는 또한 증착 후에 시스템으로부터 언로딩될 기관들을 수용하도록 구성된다.
- [0099] ALD 시스템(100)은 단일 부분 진공 챔버를 포함한 반응 챔버 요소(160)을 더 포함한다. 제1 로드-랙 요소(110)는 후술하는 제1 게이트 밸브 요소(230)를 통해 반응 챔버 요소(160)에 연결된다. 시스템(100)은 제어 요소(130), 액체 및 가스 공급원을 포함하는 화학물질 공급원 요소(140) 및 가열된 화학물질 공급원 요소(170)를 더 포함한다. 추가 구현예에서, ALD 시스템(100)은 추가의 게이트 밸브 요소와 연결된 구현예에서 일렬로 된 수 개의 반응 챔버 요소들을 포함한다. 화학물질 공급원이 도 1의 특정 측면에 도시되어 있지만, 일 구현예에서 공급원 요소(140) 및 가열된 공급원 요소(170)의 위치는 상황에 따라 다른 방식으로 선택된다.
- [0100] 일 구현예에서, ALD 시스템(100)은 증착 후에 언로딩될 기관들을 수용하도록 구성된 제2 로드-랙 요소(150)를

더 포함한다. 상기 제2 로드-락 요소는 후술하는 제2 게이트 밸브 요소(250)를 통해 반응 챔버 요소(160)에 연결된다.

- [0101] ALD 시스템(100)은 입자 트랩(190) 전에 제1 및/또는 제2 로드-락 요소, 및/또는 포어라인에 연결된 잔류 가스 분석기(RGA)(180)를 포함하는 잔류 가스 분석기 요소를 더 포함한다.
- [0102] 이전 및 이후에 설명된 ALD 시스템(100)의 요소들은 상기 시스템으로부터 개별적으로 탈착 가능하고, 따라서, 예를 들어 주기적인 유지 보수의 경우에 쉽게 접근할 수 있음을 알아야 한다.
- [0103] 도 2는 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착 시스템의 개략적인 측면도를 보여준다. 도 2에 도시된 시스템은 도 1을 참조하여 기술한 바와 같은 요소들을 포함한다.
- [0104] 제1 로드-락 요소(110)는 반응 챔버 요소(160) 안으로 프로세싱 될 기관들이 로딩된 기관 홀더(또는 카세트)를 이송하도록 구성된 제1 수평 작동기(210)를 포함한다. 일 구현예에서, 상기 제1 수평 작동기는 선형 작동기를 포함한다. 본 명세서에서, 용어 카세트 및 기관 홀더는 상호 교환적으로 사용된다. 로드-락 요소(110) 안으로 로딩되는 기관들이 들어있는 카세트는 반드시 시스템 내에서 기관(들)을 더 운반하는 기관 홀더와 동일할 필요는 없다.
- [0105] 상기 제1 로드-락 요소는 제1 로드-락(220)을 더 포함한다. 기관들을 고정하는 카세트/홀더는 카세트 요소(120)를 사용하여 제1 로드-락 안으로 로딩된다. 제1 로드-락(220)은 기관들의 카세트가 삽입되는 문을 포함한다. 대안적인 구현예에서, 카세트(또는 다른 기관 홀더)로부터의 평면 기관 또는 3D 기관 또는 기관들의 배치가 제1 로드-락(220) 내에서 대기하는 기관 홀더 안으로 로딩된다. 따라서, 기관 또는 기관들의 배치는 이미 기관(들)을 운반하는 카세트와 함께, 또는 하나의 카세트로부터 제2 카세트로 로딩될 수 있다. 일 구현예에서, 상기 제1 로드-락은 대기압에서 대류를 사용하여 로드-락을 목적하는 온도로 유지하도록 구성된 순환 온도 제어기를 더 포함한다.
- [0106] 일 구현예에서, 로드-락은 다음 중 하나 이상을 수행하도록 구성된다:
- [0107] - 기관(들)을 가열하는 것;
- [0108] - 기관(들)을 냉각하는 것;
- [0109] - 로드-락을 중간 공간(즉, 진공 챔버 벽과 반응 챔버 벽 사이의 공간)의 진공 내로 배출시키는(evacuate) 것;
- [0110] - 로드-락을 중간 공간 및 ALD 반응 조건의 압력보다 낮은 압력(예를 들어, 50 μ bar)의 진공 내로 배출시키는 것;
- [0111] - 기관/기관들의 온도를 균일하게 하기 위해 연속적인 가스 유동으로 기관(들)을 퍼지하는 것;
- [0112] - 기관/기관들을 건조 및/또는 정화시키기 위해 연속적인 가스 유동으로 기관(들)을 퍼지하는 것;
- [0113] - 예를 들어, 로드-락 내에서 작동하는 팬에 의해 로드-락 내에서 열을 균일하게 하는 것;
- [0114] - RGA(180)의 도움으로 배출 가스를 분석하는 것.
- [0115] 일 구현예에서, 상기 로드-락은 불활성 가스 분위기를 포함한다. 추가 구현예에서, 상기 로드-락은 가열 및 탈기에 영향을 미치는 가변적인 진공 상태를 포함한다. 일 구현예에서, 상기 로드-락은 열 또는 전자기 방사, 예를 들어 마이크로파에 의해 가열된다.
- [0116] 일 구현예에서, 제1 로드-락(200)은 로드-락을 배출하도록(evacuate) 구성된 펌프, 예를 들어 터보분자 펌프를 포함한다. 제1 로드-락(220)은 예를 들어 가스 연결부, 전기 연결부 및 당해 기술분야에 공지된 방식의 다른 구성요소를 포함함에 주의해야 한다.
- [0117] 제1 로드-락 요소(110)는 제1 로드-락(220)을 반응 챔버 요소(160)에 연결시키도록 구성된, 제1 게이트 밸브 요소(230) 또는 로딩 밸브를 더 포함한다. 제1 로딩 밸브(230)는 제1 수평 작동기(210)가 처리될 기관들을 고정하는 카세트를 반응 챔버 요소(160) 내부로 이송할 수 있게 열리도록 구성되고, 반응 챔버 요소(160)를 폐쇄할 수 있게 닫히도록 구성된다. 일 구현예에서, 상기 제1 로드-락 및 제1 로딩 밸브는 또한 반응 챔버 요소(160)를 언로딩하도록 구성된다.
- [0118] 반응 챔버 요소(160)는 제1 수평 작동기로부터 처리될 기관들의 카세트를 수용하고, 반응 챔버 요소(160)의 하부의 반응 챔버 내부로 상기 카세트를 하강시키고, 이로부터 상기 카세트를 들어올리도록 구성된 수직 작동기

(240)를 포함한다.

- [0119] ALD 시스템(100)의 제2 로드-락 요소(150)는 제1 로드-락 요소(110)의 구성요소와 유사한 구성요소를 포함한다. 제2 로드-락 요소(150)는 전술한 제1 로드-락(220)과 유사한 성질 및 구조를 갖는 제2 로드-락(260)을 포함한다. 제2 로드-락 요소는 반응 챔버 요소(160)로부터 처리된 카세트를 제2 로드-락(260) 안으로 이송시키도록 구성된 제2 수평 작동기(270)를 더 포함한다.
- [0120] 제2 로드-락 요소(150)는 제2 로드-락(260)을 반응 챔버 요소(160)와 연결하도록 구성된 제2 게이트 밸브 요소(250) 또는 제2 로딩 밸브를 더 포함한다. 제2 로딩 밸브(250)는 제2 수평 작동기(270)가 처리된 기관들을 고정하는 카세트를 상기 반응 챔버 요소(160)로부터 이송할 수 있게 열리도록 구성되고, 반응 챔버 요소(160)를 폐쇄할 수 있게 닫히도록 구성된다.
- [0121] 작동기(210, 240) 또는 작동기(210, 240 및 270)는 작동기 배열을 형성한다. 일 구현예에서, 작동기 배열은 기관들을 반응 챔버 중 그들의 위치에 대하여 수평 또는 수직으로 이동시키도록 구성된다.
- [0122] 일 구현예에 따르면, 정상 작동에서, 카세트 중의 기관들 또는 샘플은 주위 압력에서 로드-락(220)(또는 260) 내로 로딩되고, 이어서 로드-락의 문이 닫힌다. 사용되는 프로그램에 따라, 로드-락은 로딩된 기관들에 대하여 프로그래밍된 대로 배출되고 제어된 온도 및 압력으로 환기(vent)된다. 로딩의 예는 다음을 포함한다: 1 μ bar(1×10^{-6} bar)의 진공으로 주위 가스를 배출하는 단계, 미리 선택된 압력으로 로드-락을 불활성 기체로 환기하는 단계, RGA(180)로 배출 가스를 측정하면서 기관들을 가열하는 단계 및 반응 챔버 요소(160)의 중간 공간의 진공 레벨로 진공 레벨을 조절하는 단계. 기관 가열은 예를 들어, 팬, 열 방사 및/또는 순환 압력(cycled pressure)의 도움으로 공기의 흐름으로 가속될 수 있다. 일 구현예에서, 기관들을 반응 챔버 요소(160)로 이송할 때, 기관들은 반응 챔버 요소(160)와 동일한 온도에 있다.
- [0123] 일 구현예에 따르면, 반응 챔버 요소(160) (또는 도 4의 반응 챔버(420))로부터의 배출 가스의 수분 수준은 상기 시스템에 포함된 RGA(180)에 의해 측정된다. 일 구현예에서 이러한 수신된 정보(수분 수준)은 제어 요소(130)에 의해 원자층 증착의 시작을 제어하는데 사용된다.
- [0124] 일 구현예에서, RGA(180)에 연결된 제어 요소(130)는 RGA(180)로부터 수신된 정보에 기초하여 전구체 펄스의 시작점을 제어한다. RGA(180)는 예를 들어, 반응 챔버 배출 가스의 수분 수준 및/또는 반응 챔버(420)로부터 배출되는 반응 생성물 또는 부산물의 양을 측정한다. RGA(180)는 반응 챔버(420)의 배기구 및/또는 포어라인(630)(도 6)에 연결된다.
- [0125] 도 3은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착 시스템의 반응 챔버 요소(160)의 개략도를 보여준다. 진공 챔버(310)를 포함한 반응 챔버 요소(160)는 중간 공간으로 알려진 내부 부분을 가지며, 작동, 로딩 및 언로딩 중에 진공 상태를 유지한다. 일 구현예에서, 진공 챔버(310)는 단일 피스 진공 챔버를 포함한다. 즉, 진공 챔버 및 반응 챔버에 대해 별도의 외부 바디(outer body)가 없다. 다른 구현예에서, 하나 보다 많은 반응 챔버가 있다. 추가 구현예에서, 진공 챔버(310) 내부의 다수의 챔버들, 또는 추가 반응 챔버 요소들 사이에서 기관을 들어올리는 것은 일 구현예에서 작동기(210, 270)로 수행된다.
- [0126] 반응 챔버 요소(160)는 진공 챔버(310) 내부에서 기관들의 카세트를 수직 방향으로 이송하도록 구성된 수직 작동기(240)를 포함한다. 중간 공간으로부터 반응 챔버 뚜껑을 폐쇄시키기 위해 동일하거나 상이한 작동기가 사용된다.
- [0127] 일 구현예에서, 반응 챔버 요소는 제2 로딩 밸브(250)에 연결된 로딩 개구(350)의 전면에서 보호 요소를 들어올리기 위한 작동기 요소를 더 포함한다. 진공 챔버(310)의 다른 단부는 제1 로딩 밸브(230)에 연결하기 위한 유사한 개구 및 상기 개구의 전면에서 보호 요소를 들어올리기 위한 유사한 작동기를 포함하는 것이 이해될 것이다.
- [0128] 일 구현예에서, 진공 챔버(310)는 진공 챔버의 내부를 볼 수 있도록 또는 진공 챔버의 안으로 어댑터 센서를 제공하도록 구성되는 하나 이상의 관측 창(330) 및 가열된 공급원 요소(170) 중의 비가열된 또는 가열된 공급원 또는 공급원 요소(140) 중의 비가열된 공급원 요소에 연결하기 위한 피드스루(340)를 더 포함한다. 일 구현예에서, 피드스루(feedthrough)(340)는 공급원 요소(170)의 공급원(들)을 연결하고, 진공 챔버(310)의 바닥 벽 부분을 통과하는 별도의 피드스루(도 4에 미도시)는 공급원 요소(140)의 공급원(들)을 연결한다. 일 구현예에서 진공 챔버(310)의 측벽 부분을 통과하는 피드스루(340) 및 일 구현예에서 공급원 요소(140)로부터 나와서 진공 챔버(310)의 바닥 벽 부분을 통과하는 피드스루(미도시)는 모두 반응 챔버(420)의 입구로 이어진다.

- [0129] 도 4는 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착 시스템의 반응 챔버 요소(160)의 개략도를 보여준다. 일 구현예에서 진공 챔버(310)는 진공 챔버(310)의 하부에 반응 챔버(420)를 포함하고, 진공 챔버의 내부의 내부 공간 중 나머지 공간은 상기 중간 공간을 형성한다. 진공 챔버(310)는 수직 작동기에 연결되고 반응 챔버(420)를 폐쇄시키기 위하여 반응 챔버(420)의 상부에서 하강되도록 구성된 카세트 홀더 뚜껑(410)을 더 포함한다. 이에 따라 카세트 홀더 뚜껑(410)은 반응 챔버 뚜껑을 형성한다.
- [0130] 카세트 홀더 뚜껑(410)은 로딩된 카세트를 수용하여 카세트를 반응 챔버(420) 내부로 하강시키도록 구성된다. 카세트 홀더 뚜껑/반응 챔버 뚜껑(410)을 반응 챔버로 하강시키는 것은 기관들을 상향 이동시키는 것에 비하여 유리한 결과를 초래한다. 기관들이 자체의 무게에 의해 뚜껑을 아래로 당기기 때문에, 추가적인 외력이 필요하지 않다. 반응 챔버 외부로부터의 열 팽창에 의해 발생할 수 있는 변위는 상관없게 된다. 이것은 반응 챔버(420) 에지와 뚜껑(410) 사이의 마모를 방지하고, 따라서 미세한 열 및 압력 변화로 인해 발생할 수 있는 입자 형성을 방지한다.
- [0131] 진공 챔버(310)는 작동기(320)를 사용하여 로딩 개구의 전면으로부터 이동하도록, 예를 들어 챔버를 로딩할 때 하강하도록, 그리고 로딩 개구의 전면에서 이동하도록, 예를 들어 들어올려지도록 구성된 보호 요소(440)를 더 포함한다. 일 구현예에서 보호 요소는 금속판을 포함하며, 이는 중간 공간으로부터의 열이 그 측의 로드-랙을 가열하는 것을 방지하도록 구성된다, 즉, 보호 요소는 열 반사기로서 기능하도록 구성된다. 일 구현예에서, 보호 요소(440)는 금속판의 스택을 포함한다. 진공 챔버의 다른 단부는 유사한 보호 요소(440)를 포함하는 것으로 이해된다.
- [0132] 일 구현예에서, 보호 요소(440)의 작동 및 게이트 밸브(230, 250) 및/또는 뚜껑(410)의 개폐는 두가지 작업을 모두 수행하기 위해 공통 작동기들과 동기화 및/또는 통합된다.
- [0133] 진공 챔버(310)는 중간 공간 내, 챔버(310)의 내부 표면 상에 히터(450), 일 구현예에서 방사 히터를 더 포함하고, 이는 진공 챔버(310) 및 반응 챔버(420)를 목격하는 온도로 유지하도록 구성된다. 일 구현예에서, 히터는 진공 챔버(310)의 외부에 있고, 따라서 진공 챔버(310) 벽이 그 내부 부분으로 열을 전도할 것이다.
- [0134] 도 5는 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소(160) 내부의 개략도를 보여준다. 진공 챔버(310)는 가열된 공급원 요소(170) 또는 공급원 요소(140)에 연결된 공급원 입구 라인(510)을 포함한다. 공급원 입구 라인(510)은 반응 챔버(420)로 들어가기 전에, 진공 챔버의 내부의 어느 정도의 거리를 이동하여 반응 챔버의 온도 및 따라서 그 내부의 상기 전구체 화학물질의 온도를 안정화시키도록 구성된다. 반응 챔버(420)는 코팅될 기관들과 공급원 라인들(510)로부터의 유입 가스들 사이에 위치되도록 구성된 유동 가이드 요소(520)를 그 입구 측에 포함한다. 일 구현예에서, 유동 가이드 요소는 탈착식 유동 가이드 요소이다. 일 구현예에서, 유동 가이드 요소는 복수의 구멍들을 포함한다. 일 구현예에서, 유동 가이드 요소는 메쉬 또는 천공판이거나 또는 유사물이다.
- [0135] 도 6은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소(160) 내부의 개략도를 보여준다. 일 구현예에서 반응 챔버(420)는 고정식 또는 탈착식 프레임(620)을 포함하고, 일 구현예에서 제2 유동 가이드 요소(520')를 포함한다(상기 입구 측의 유동 가이드 요소(520)도 고정식 또는 탈착식 프레임에 설치될 수 있다). 일 구현예에서, 제2 유동 가이드 요소(520')는 탈착식 유동 가이드 요소이다. 일 구현예에서, 제2 유동 가이드 요소(520')는 복수의 구멍들을 포함한다. 일 구현예에서, 유동 가이드 요소(520')는 메쉬 또는 천공판이거나 또는 유사물이다. 그러나, 일 구현예에서, 제2 유동 가이드 요소(520')의 구멍들은 유동 가이드 요소(520)의 구멍들과 비교하여 개수 및/또는 형상 및/또는 크기가 상이하다.
- [0136] 진공 챔버(310)는 진공 챔버(310)를 비우도록 구성된 펌프(미도시) 및 일 구현예에서 입자 트랩(190)에 연결된 진공 또는 배기 라인을 포함하며, 이는 이하에서, 포어라인(630)으로 표시된다. 일 구현예에서 포어라인(630)은 그것을 통한 열손실을 줄이기 위해 진공 챔버(310) 내부에서 어느 정도의 거리를 이동한다. 즉, 중간 공간 내부의 포어라인(630)은 진공 챔버(310)와 동일한 온도로 유지된다. 진공 챔버(310)는 히터 요소를 위한 피드스루(640)를 더 포함한다. 중간 공간은 피드스루(640)와 같은 상이한 경로 또는 경로들을 통해 동일하거나 상이한 포어라인(630)에 추가적으로 연결된다.
- [0137] 일 구현예에서, 포어라인(630)은 반응 챔버 중의 압력을 추가적으로 감소시키고 및/또는 가스 유동 거동을 변화시키기 위하여 입자 트랩(190) 또는 펌프에 직접 연결된다.
- [0138] 도 7은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소(160) 내부의 개략도를 보여준다. 도 7은 폐쇄된 구성의 반응 챔버(420), 즉, 뚜껑(410)이 상기 중간 공간으로부터 반응 챔버(420)를

폐쇄하기 위하여 반응 챔버(420) 상으로 하강된 것을 도시한다. 일 구현예에서 동일한 폐쇄 동작이 코팅될 기관들을 반응 챔버 안으로 하강시킨다. 도 7은 폐쇄 위치에 있는, 즉 로딩 개구 전면으로 들어 올려진 보호 요소(440)를 보여준다.

- [0139] 도 8은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버(420)의 개략적인 측면도를 보여준다. 도 8은 또한, 반응 챔버에 로딩된 카세트(810)를 보여준다. 카세트(810)는 처리될 기관들의 배치(801)를 포함한다. 기관들(801)은 상기 카세트에 수평으로 놓이고, 따라서 얇고/얇거나 가요성인 기관들의 처리를 가능하게 한다. 일 구현예에서, 기관들(801)은 대안적으로 수직으로 놓인다. 또 다른 구현예에서, 기관은 카세트 또는 기관 홀더 없이 반응 챔버 내로 로딩된다. 이러한 구현예에서, 상기 작동기 배열이 기관을 잡아서 이를 로딩한다.
- [0140] 도 8은 가스 입구 배열(820)을 갖는 상기 반응 챔버의 입구 측, (제1) 유동 가이드 요소(520), 및 제2 유동 가이드 요소(520') 및 포어라인(630)을 갖는 상기 반응 챔버의 진공(또는 배기) 측을 보여준다. 가스 입구 배열(820) 및 포어라인(630)은 전구체 가스의 수평 유동이 제공되도록 배열된다.
- [0141] 예시적인 코팅 공정에서, 상기 중간 공간은 유입 및 유출 가스 유동을 제어함으로써 20-5 hPa의 일정한 압력으로 유지된다. 일 구현예에서, 상기 중간 공간은 유출 가스 유동을 제어함으로써 일정한 압력으로 유지된다. 유리한 일 구현예에서, 보통 반응 챔버(420) 및 포어라인(630)을 통하는 경로 이외의 다른 루트를 통해 상기 중간 공간을 떠나는 가스가 있다. 반응 챔버(420)는 사용될 화학적 공정 및 처리될 기관들에 의해 요구되는 압력 및 온도에서 작동된다. 상기 압력은 보통 10-0.1 hPa이지만, 어떤 경우에는 0.001 hPa로 낮아진다. 유리한 일 구현예에서, 상기 중간 공간은 반응 챔버(420)보다 더 높은 압력을 가지므로, 상기 반응성 화학물질은 압력을 거슬러 상기 중간 공간 안으로 가지 않는다.
- [0142] 일 구현예에서, 처리될 기관들은 기관들 및 요구되는 공정에 따라, 상기 로드-랙에서 반응 챔버에 사용되는 온도, 예를 들어 80-160℃ 또는 30-300℃으로 가열된다.
- [0143] 가스 입구 배열(820)을 통해 반응 챔버(420)로 흐르는 유동은 유입 가스의 부피 또는 질량 유량을 제어함으로써 조정되고, 일 구현예에서는 대안적으로 또는 추가적으로 펌프 파라미터로 포어라인 펌핑을 제어함으로써 조정된다. 기관 카세트를 통과하는 반응성 가스의 유량을 변화시킴으로써, 필요에 따라 반응이 일어나는 데 더 긴 시간이 제공된다. 이것은 예를 들어 코팅될 임의의(arbitrarily) 형상을 갖는 기관들 또는 매우 높은 종횡비를 갖는 기관들(예를 들어 2000:1의 길이 대 너비 비)의 배치를 가능하게 한다. 일 구현예에서 유동의 제어는 반응 챔버, 중간 공간, 가스 입구 라인 및 포어라인(630)에 관련된 압력의 측정을 포함한다.
- [0144] 도 9는 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소에 카세트 내의 기관들을 로딩하는 개략적인 원리도를 보여준다. 카세트(810)는 제1 로드-랙으로부터 제1 로딩 밸브를 통하여 진공 챔버로 수평 방향으로 이송되고 있으며 뚜껑과 그에 부착된 카세트 홀더(즉, 카세트 홀더 뚜껑(410))에 의해 들어 올려지고 (pick up), 이어서 수직 작동기(240)에 의해 반응 챔버(420) 내로 수직으로 하강된다.
- [0145] 도 10은 다른 카세트 요소를 포함한 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 개략적인 평면도를 보여준다. 이 구현예에서, 상기 카세트 요소(120)는 장비 진단부 모듈(EFEM)과 같은 로딩 모듈(1010)로 대체된다. 로딩 모듈(1010)은 로드-랙 요소(110)의 일측 또는 양측에 위치한다. 일 구현예에서, 도 10에 도시된 바와 같은 로딩 모듈(1010)은 웨이퍼와 같은 평면 기관들을 로딩하기에 적합하다. 상기 기관들은 프론트 오프닝 범용 포트(FOUP)와 같은 표준 유닛(1020)에 존재할 수 있다. 로딩 모듈(1010)은 상기 표준 유닛(1020)으로부터 로드-랙 요소(110) 내로 기관들을 이송한다. 로딩 모듈(1010)은 다수의 기관들을 수평 또는 수직 스택 또는 스택들에 동시에 이송한다. 이것은 기관들을 개별적으로 또는 스택으로서 이송할 수 있다. 회전이 필요한 경우, 로딩 로봇 또는 유사한 것에 의해 기관(들)의 회전을 수행할 수 있다. 상기 로드-랙 내로의 기관(들)의 이송은 사람과의 상호작용 없이 수행되는 자동화된 공정이다.
- [0146] 또 다른 구현예에서, 전구체 화학물질은 반응 챔버 뚜껑(410)의 채널을 통해 반응 챔버(420) 내로 공급된다. 이 구현예에서, 가스 입구 배열(820)은 반응 화학물질을 뚜껑(410)으로 공급하도록 조정되고, 분배관(유동 가이드 요소)(520)은 기관들 위에 수평으로 위치한다. 이 구현예에서, 포어라인(630)은 반응 챔버(420)의 바닥에 위치한다.
- [0147] 도 11은 본 발명의 일 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템을 작동하는 방법의 흐름도를 보여준다. 단계(1100)에서 처리될 기관들의 배치는 카세트(810) 내에 수평으로 로딩되고, 단계(1110)에서 카세트(810)는 카세트 요소(120)를 사용하여 제1 로드-랙(110) 내에 로딩된다. 단계(1120)에서, 카세트(810)는 제1 수평 작동기(210)를 사용하여 진공 챔버(310) 내로 수평으로 이송되고, 수직 작동기(240)에 연결된 뚜껑(420)에 의해 들어

올려진다. 단계(1130)에서, 상기 카세트는 반응 챔버(420) 내로 하강되고, 보호 요소(440)가 상기 로딩 개구의 전면에서 이동하는데, 일 구현예에서, 들어올려진다. 단계(1140)에서, 원자층 증착이 반응 챔버(420)에서 수행된다. 단계(1150)에서, 카세트(810)가 반응 챔버(420)로부터 들어올려지고 보호 요소(440)가 로딩 개구의 전면으로부터 이동하는데, 일 구현예에서, 하강한다. 단계(1160)에서, 상기 카세트는 제1 수평 작동기(210) 또는 제2 수평 작동기(270)에 의해 들어 올려져 제1 로드-랙(220) 또는 제2 로드-랙(260) 내로 이송된다. 다수의 반응 챔버를 갖는 구현예에서, 모든 반응 챔버는 유사한 방식으로 로드-랙(210)으로부터 로딩된다.

[0148] 도 12는 본 발명의 다른 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소를 로딩하는 개략적인 원리도를 보여준다. 이 구현예에서, 기관들은 홀더(801)에서 수직 방향으로 배향되어 수직 방향으로 배향된 기관들의 수평 스택을 형성한다. 이 구현예의 작동은 그 외에는 도 9의 작동에 대응한다. 전구체 가스의 유동은 기관 표면과 평행하기 때문에 그 유동 방향은 도 12에서와 "뒤에서 앞(back-to-front)"이다.

[0149] 도 13은 본 발명의 또 다른 구현예에 따른 원자층 증착(ALD) 시스템의 반응 챔버 요소의 개략도를 보여준다. 이 구현예에서, 카세트(810)를 갖는 기관들(801)은 뚜껑(1310)을 통해 회전 카세트 홀더에 의해 운반된다. 기관들(801) (또는 카세트(810))를 지지하는 홀더부(1305)는 수직 작동기(240)와 통합된 모터(1320)에 의해 회전 가능하다. 회전 축(1315)은 진공 챔버(310)의 외부로부터 반응 챔버(420) 내부의 회전 가능한 홀더부(1305)까지 모터(1320)로부터 수직 작동기(240)의 내부로 연장된다. 대안적인 구현예에서, 모터(1320)로부터의 기관들의 회전은, 축을 경유하여, 승강 작동기(240)와 독립적으로 반응 챔버(420)의 바닥을 통해, 바닥으로부터 처리된다. 또 다른 대안적인 구현예에서, 모터(1320)로부터의 기관들의 회전은, 축을 경유하여, 반응 챔버(420)의 측벽을 통해, 측면으로부터 처리된다.

[0150] 또 다른 구현예에서, 유리, 실리콘, PCB 또는 폴리머 기관과 같은 민감성 기관 또는 민감성 기관들의 배치가 처리된다. 반응 챔버(420)는 진공 챔버(310) 내부에 제공되고, 원자층 증착이 반응 챔버(420)에서 민감성 기관 또는 민감성 기관들의 배치 상에 수행된다. 증착(ALD) 후에, 진공 챔버(310)를 통해 민감성 기관 또는 민감성 기관들의 배치가 진공 챔버에 연결된 로드 락(220 또는 260)으로 이송된다. 민감성 기관 또는 민감성 기관들의 배치는 상기 로드 락 내부에서 진공하에서 냉각된다. 민감성 기관(들)을 진공에서 냉각함으로써 기관(들)을 파손시킬 위험이 상당히 낮아진다.

[0151] 특허 청구 범위의 범위 및 해석을 제한하지 않고서, 본 명세서에 개시된 예시적인 구현예 중 하나 이상의 특정 기술적 효과가 이하에 열거된다. 기술적 효과는 탈기(degassing) 및/또는 가열, ALD 프로세싱을 동시에 가능하게 하는 것이며, 상기 중간 공간과 반응 챔버 사이의 진공 수준을 조정할 수 있는 가능성, 반응 챔버 중의 기관들의 온도 안정화, 및 언로딩 압력 조절을 포함한 냉각을 포함한다. 다른 기술적 효과는 최소의 용력으로 수평으로 놓인 민감성 기관들, 예를 들어 가요성 기관들의 처리를 가능하게 하는 것이다. 다른 기술적 효과는 증착을 위하여 기관들을 뒤집지 않고 로딩하는 것이다. 또 다른 기술적 효과는 진공 챔버 구조가 반응기로서의 수평 이동과 함께 사람 손 높이에서 기관들의 로딩 및 취급을 용이하게 하여, 시스템의 높이가 낮다는 것이다. 또 다른 기술적 효과는 반응 챔버 상에 기관들이 있는 채 뚜껑을 수직으로 하강시켜, 입자들을 생성할 수 있는 움직임 수 있는, 아마도 뜨거운, 금속-금속 간 계면이 없도록 하는 것으로, 이 계면은 상기 중간 공간의 압력을 반응 챔버 압력과 가스로부터 분리한다. 또 다른 기술적인 효과는 보호 요소 및 진공 챔버 내부로 연장하는 긴 진공 라인으로 인한 향상된 온도 제어이다. 또 다른 기술적 효과는 추가의 게이트 밸브 요소에 의해 분리될 수 있는, 일련의 여러 반응 챔버로 이루어진 조립체를 가능하게 하는 모듈 구조로 인해 유지가 용이하다는 것이다. 또 다른 기술적 효과는 수직 뚜껑 운동으로 입자 형성을 최소화하는 것이다. 또 다른 기술적 효과는 동일하거나 상이한 중간 공간에서, 진공 챔버 요소 내부의 몇 개의 반응 챔버를 갖는 어셈블리로서, 하나의 챔버는 다른 챔버의 작동과 독립적으로 로딩되거나 언로딩될 수 있다.

[0152] 전술한 기능들 또는 방법 단계들 중 일부는 다른 순서 및/또는 서로 동시에 수행될 수 있음을 알아야 한다. 또한, 전술한 기능들 또는 방법 단계들 중 하나 이상은 선택적(optional)일 수 있거나 조합될 수 있다.

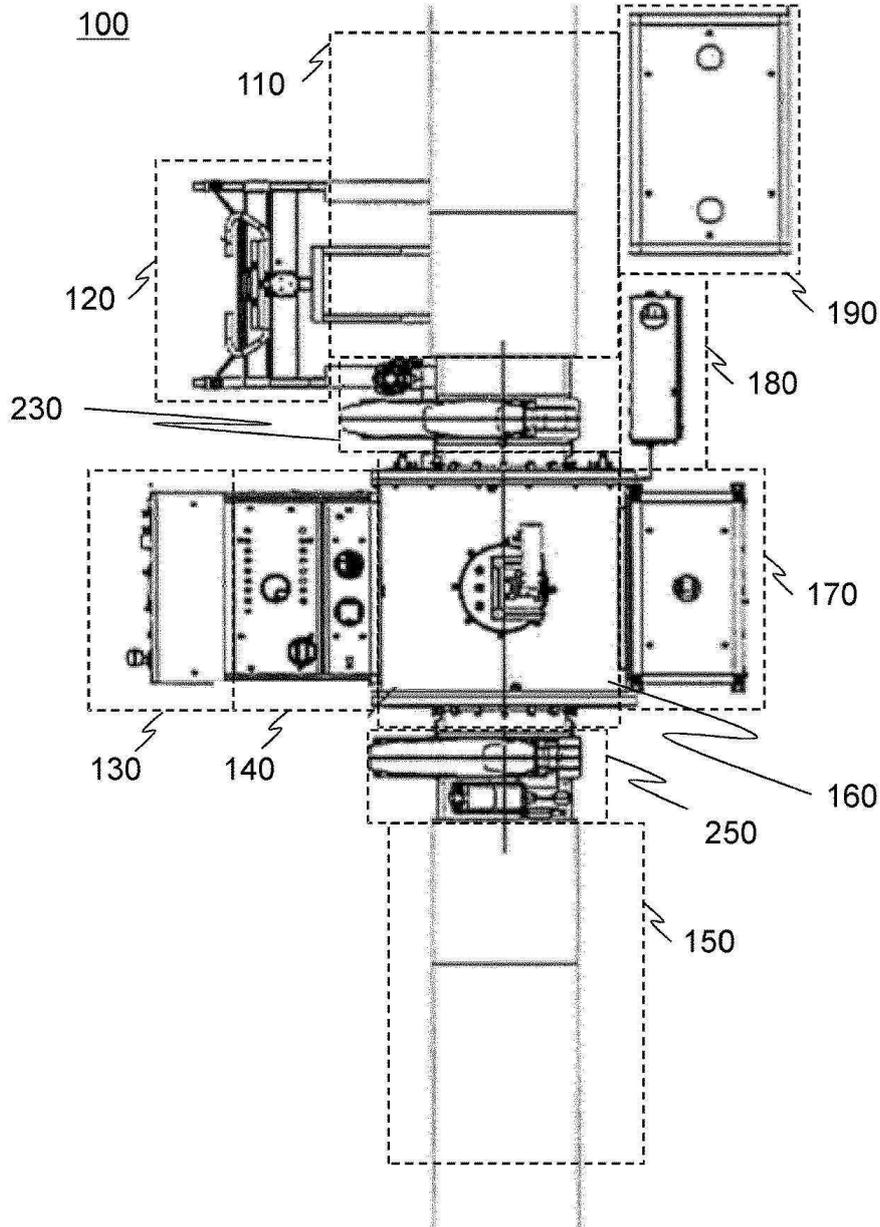
[0153] 전술한 설명은 본 발명의 특정 실행 및 구현예의 비제한적인 예로서 본 발명을 수행하기 위해 본 발명자가 현재 고려한 최선의 형태에 대한 완전하고 유익한 설명을 제공한다. 그러나, 본 발명이 상기 제시된 구현예의 세부 사항에 제한되지 않으며, 본 발명의 특징을 벗어나지 않으면서 균등한 수단을 사용하여 다른 구현예에서 실행될 수 있음이 통상의 기술자에게 명백하다.

[0154] 또한, 본 발명의 위에 설명된 구현예들의 특징들 중 일부는 다른 특징들의 상응하는 사용없이도 유리하게 사용될 수 있다. 따라서, 전술한 설명은 단지 본 발명의 원리를 설명하기 위한 것으로 간주되어야 하고, 본 발명의 원리를 한정하는 것으로 간주되어서는 안된다. 따라서, 본 발명의 범위는 첨부된 특허 청구 범위에 의해서만 한

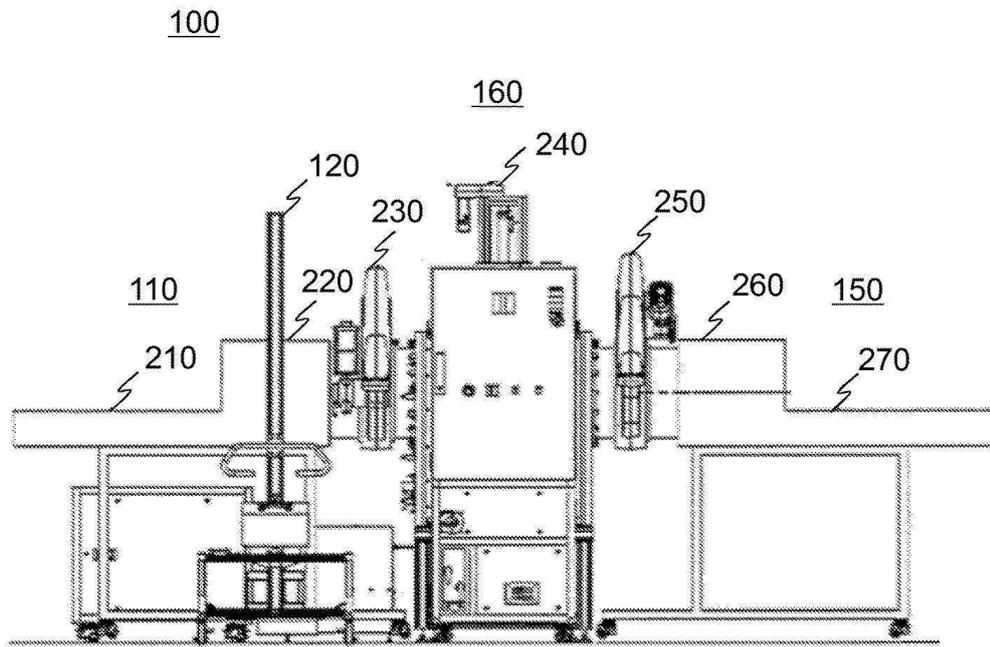
정된다.

도면

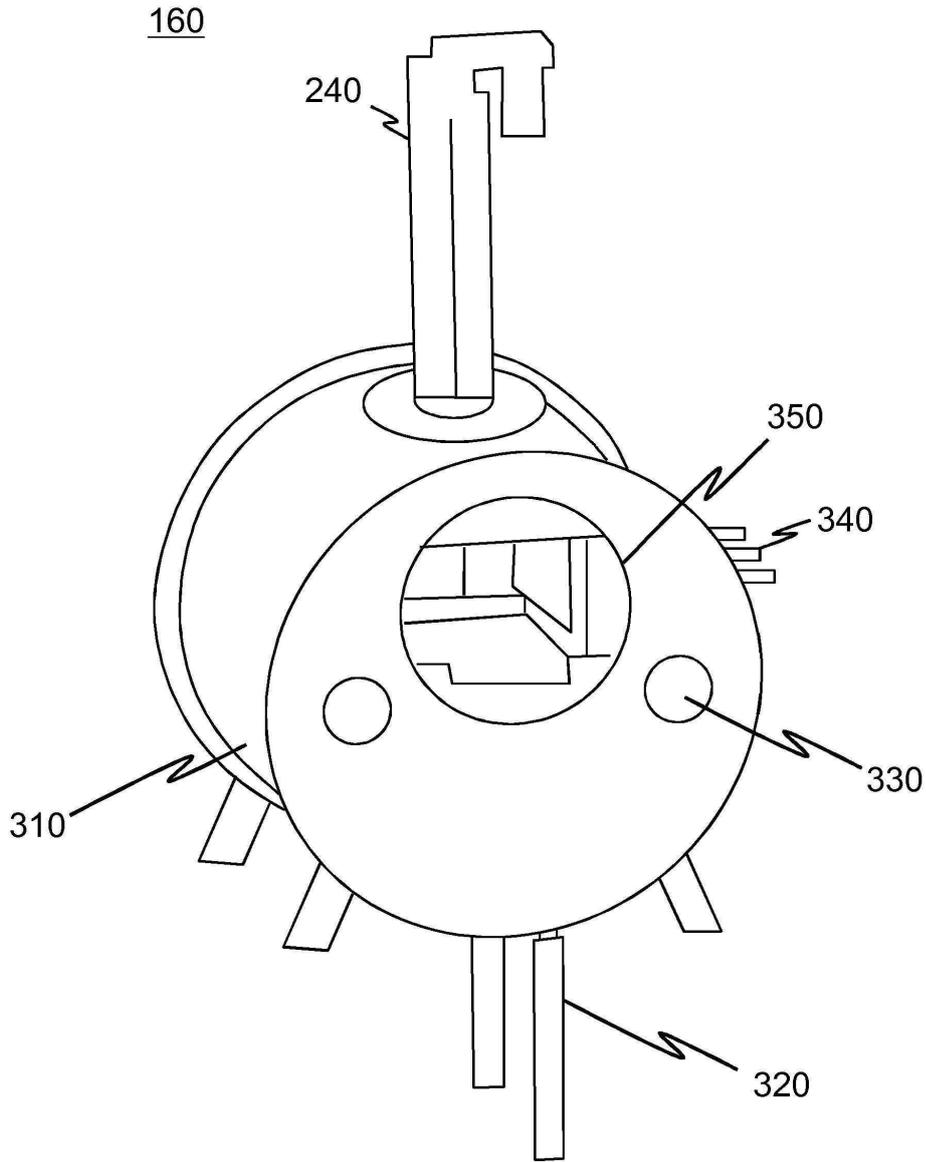
도면1



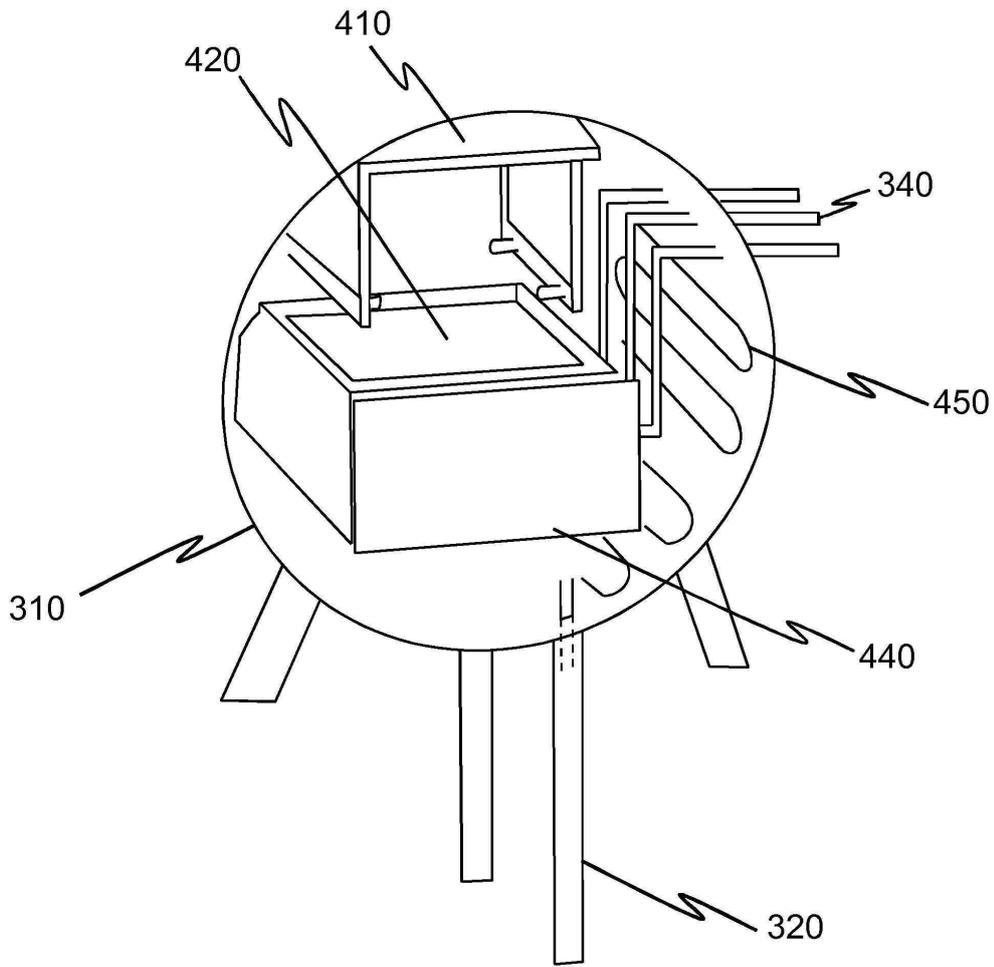
도면2



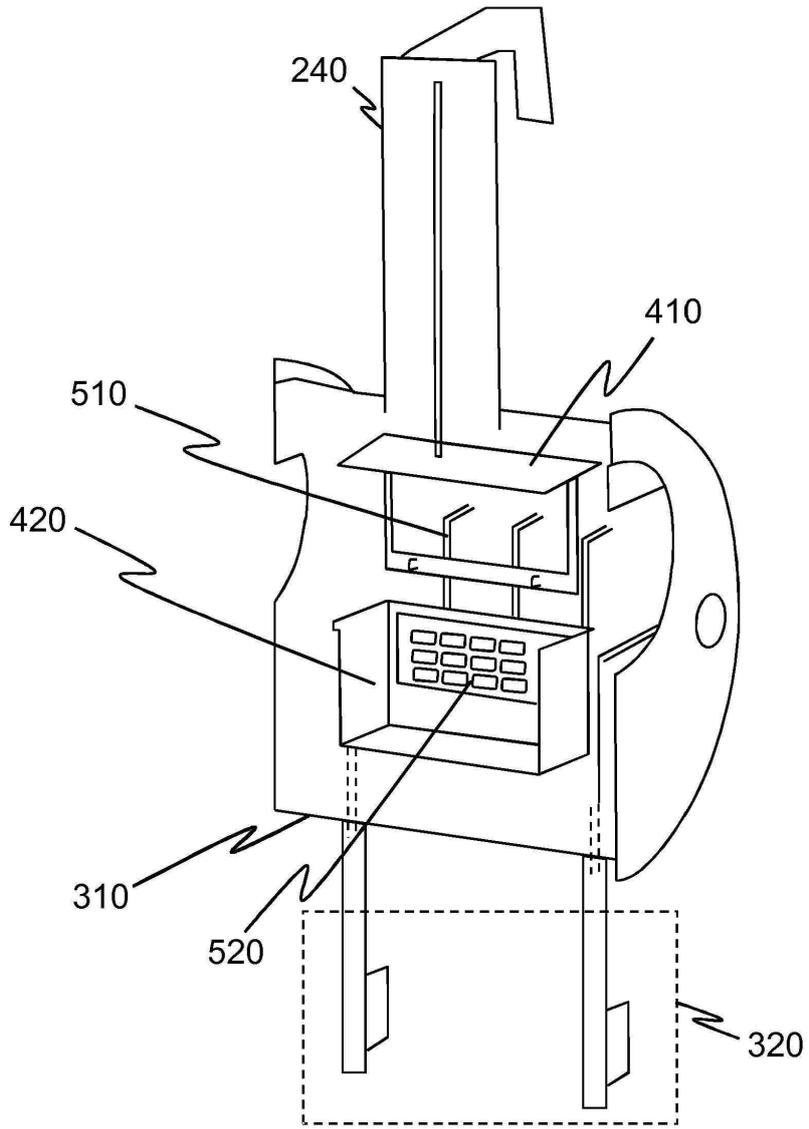
도면3



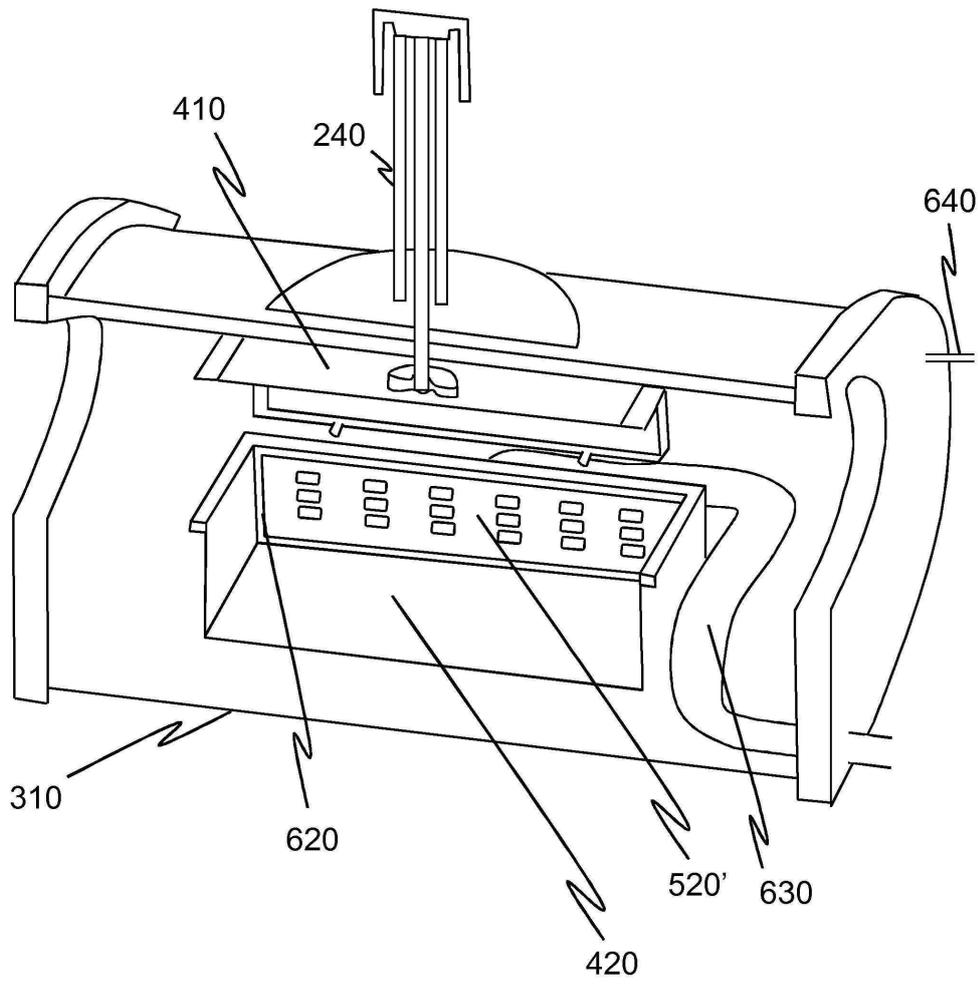
도면4



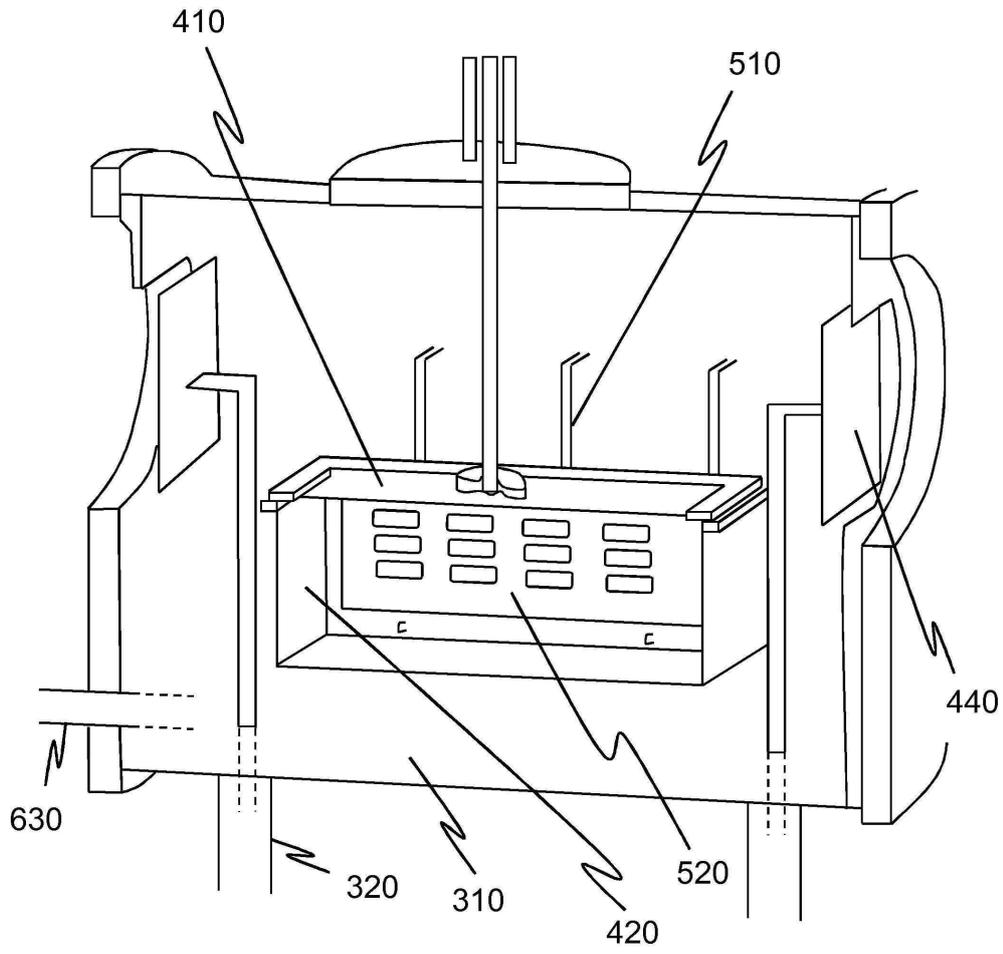
도면5



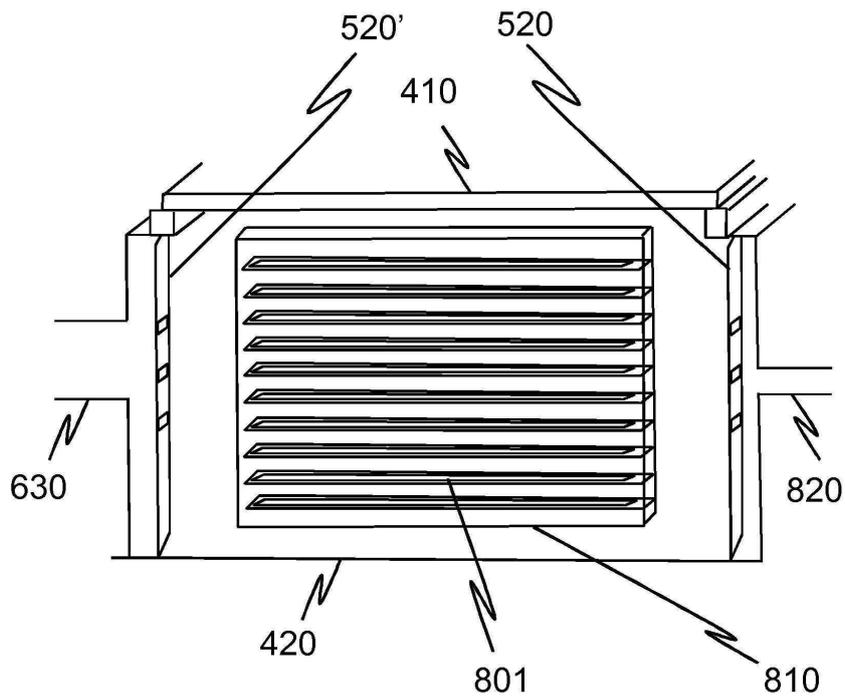
도면6



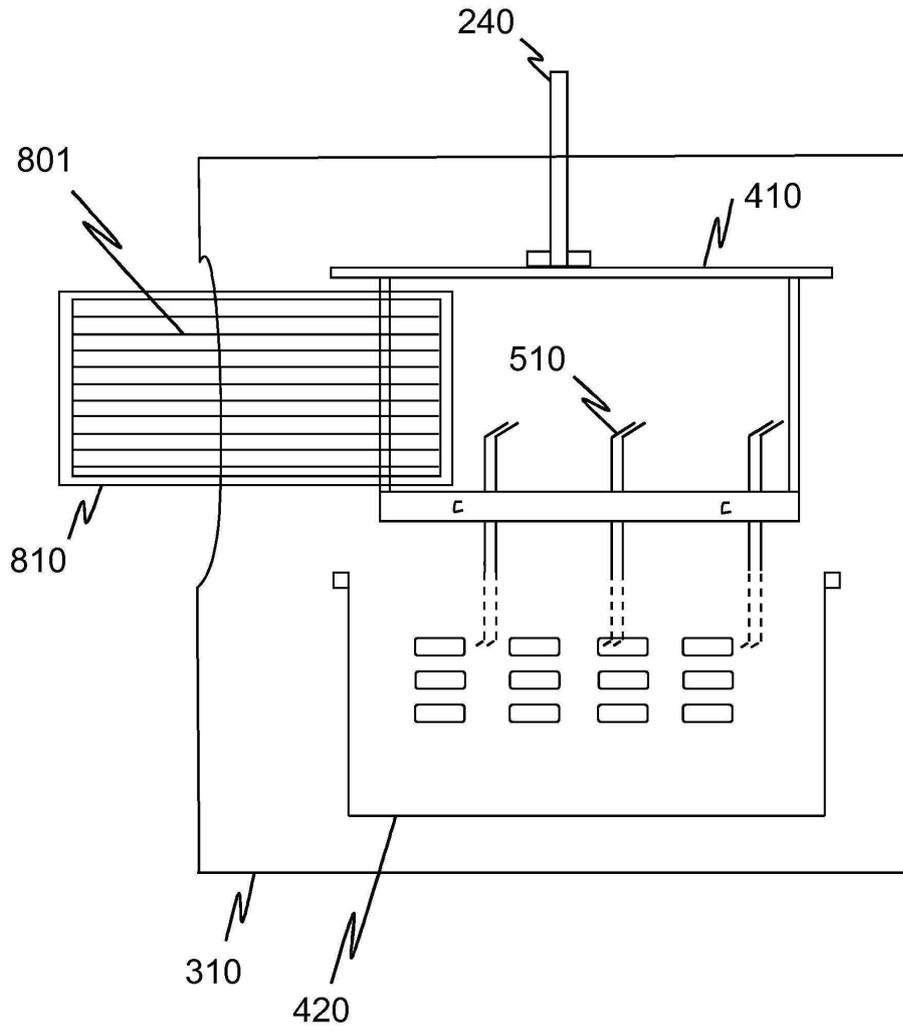
도면7



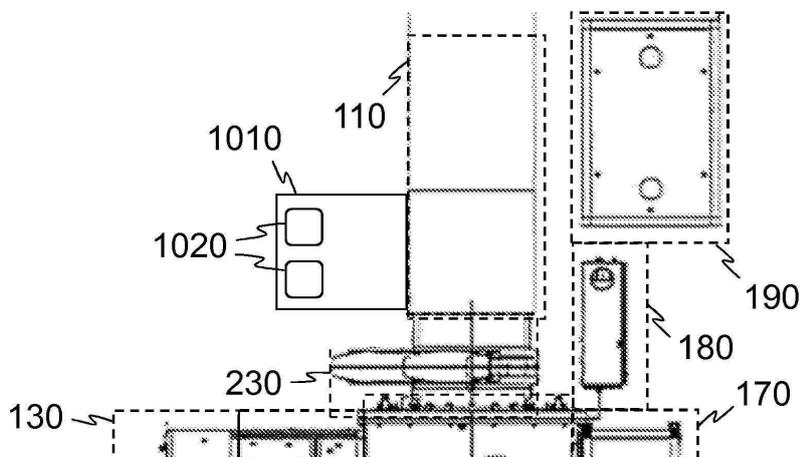
도면8



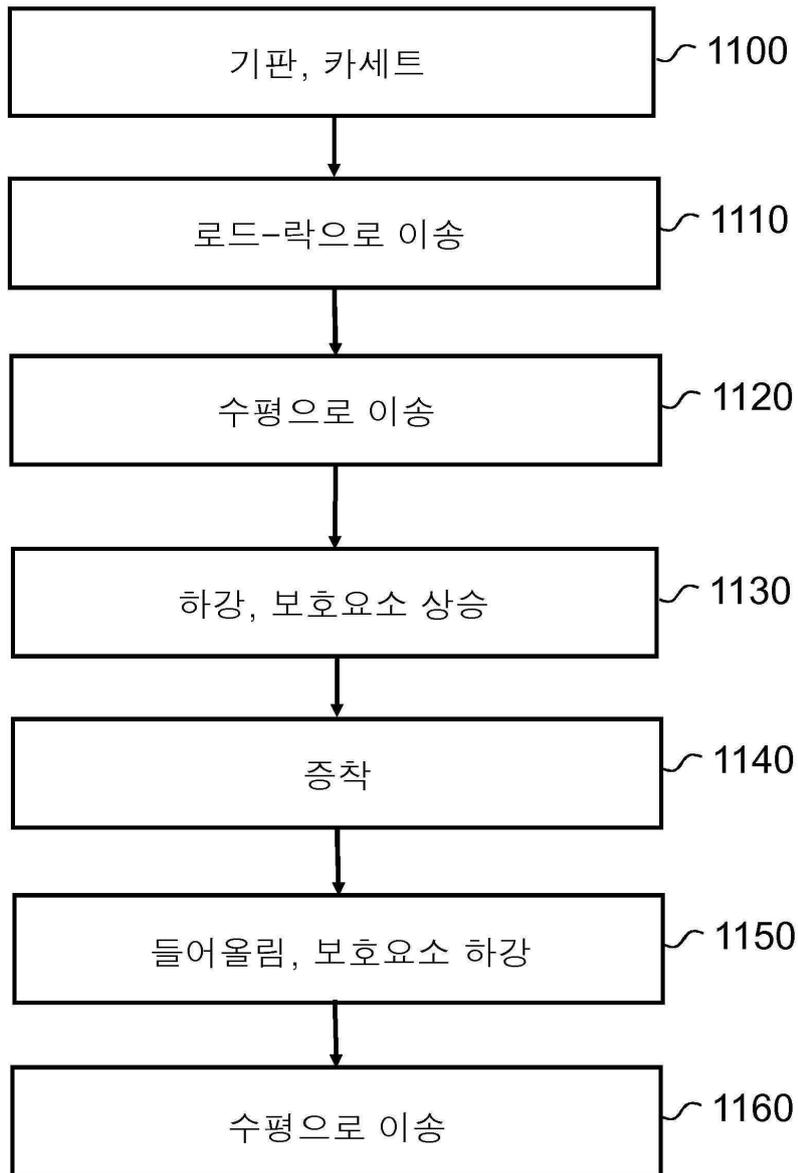
도면9



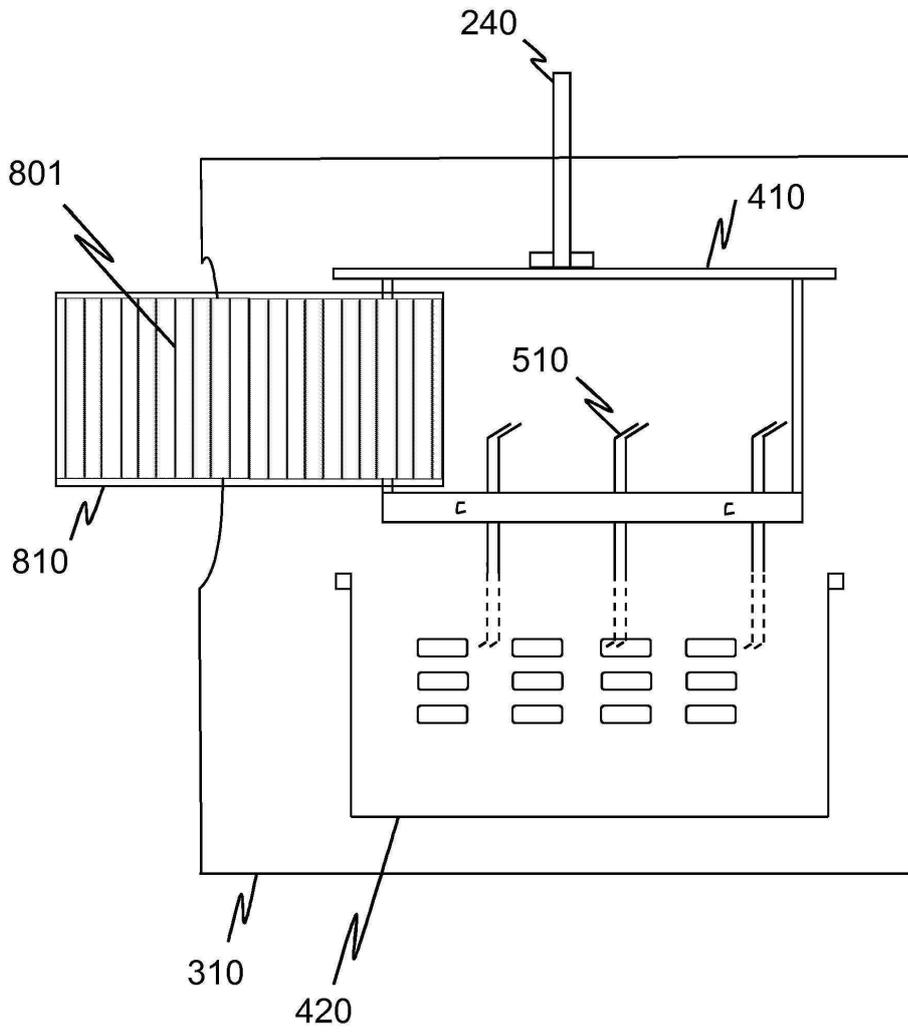
도면10



도면11



도면12



도면13

