



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0051232
(43) 공개일자 2014년04월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7000821
(22) 출원일자(국제) 2012년07월02일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년01월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/045179
(87) 국제공개번호 WO 2013/012549
국제공개일자 2013년01월24일
(30) 우선권주장
13/185,450 2011년07월18일 미국(US)

(71) 출원인
비코 인스트루먼츠 인코포레이티드
미국 11803 뉴욕주 플레인뷰 터미널 드라이브
(72) 발명자
파랑제, 아지트
미국 뉴 저지 07920 바스킹 리지 패트리엇 힐
드라이브 244
아머르, 에릭 에이.
미국 뉴 저지 08534 페닝턴 래닝 애비뉴 14
퀸, 윌리엄 이.
미국 뉴 저지 08889 화이트하우스 스테이션 밀리
티아 로드 14
(74) 대리인
강신섭, 문용호, 이용우

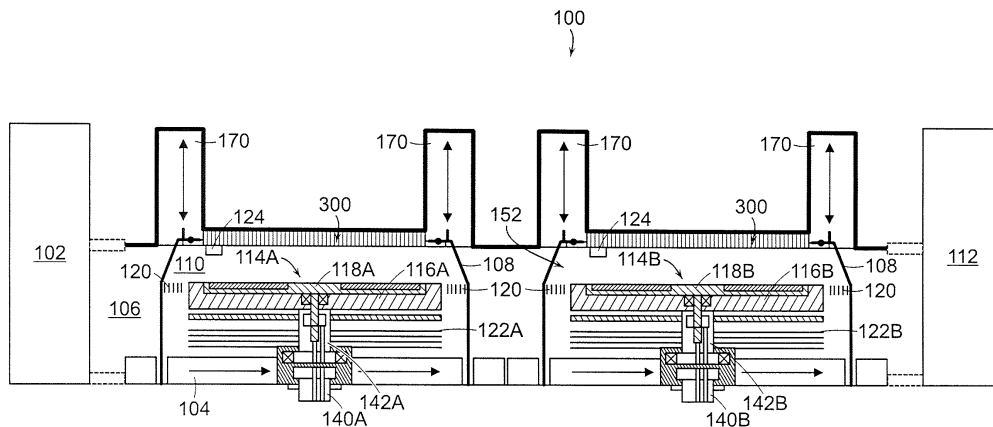
전체 청구항 수 : 총 70 항

(54) 발명의 명칭 **멀티 챔버 CVD 처리 시스템**

(57) 요약

멀티 챔버 CVD 시스템은, 각 기판 캐리어마다 하나 이상의 기판을 지지하도록 구성된 복수의 기판 캐리어를 포함한다. 복수의 인클로저의 각각은, 복수의 기판 캐리어중 하나를 밀폐하여 처리 단계를 수행하기 위한 독립적인 화학적 기상 증착 공정의 화학적 반응을 유지하는 증착 챔버를 형성하도록 구성된다. 수송 기구는, 미리 정해진 시간 동안 처리 단계들이 복수의 인클로저에서 수행될 수 있게 하는 이산적인 스텝으로 복수의 기판 캐리어의 각각을 복수의 인클로저의 각각으로 수송한다. 일부 실시예들에서, 기판 캐리어는 회전가능하다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

멀티 챔버 CVD 처리 시스템으로서,

- a. 각 기관 캐리어마다 하나 이상의 기관을 지지하도록 구성된 복수의 기관 캐리어와,
- b. 각 복수의 인클로저마다 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나를 밀폐하여 처리 단계를 수행하기 위한 독립적 환경을 유지하는 증착 챔버를 형성하도록 구성된 복수의 인클로저(enclosure)와,
- c. 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을, 미리 정해진 시간 동안 상기 복수의 인클로저에서 처리 단계들이 수행될 수 있게 하는 이산적 스텝(discrete steps)으로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는 수송 기구를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 복수의 가열기를 더 포함하고, 상기 복수의 가열기의 각각은 상기 복수의 인클로저의 각각에 대응하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 복수의 가열기의 각각은, 상기 복수의 기관 캐리어의 각각이 상기 복수의 인클로저에 의해 밀폐되면 상기 복수의 기관 캐리어의 각각에 근접해 있는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상은 물리적 인클로저를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상은 상기 복수의 증착 챔버 중 하나 이상을 형성하도록 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상에 대하여 이동가능한, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 상기 복수의 증착 챔버 중 하나 이상을 형성하도록 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상에 대하여 이동가능한, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상과 상기 복수의 기관 캐리어 중 대응하는 하나는 상기 복수의 증착 챔버 중 하나 이상을 형성하도록 이동가능한, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상은 해당 인클로저의 하나 이상의 경계를 형성하는 가스 커튼(gas curtain)을 포함하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상은 현장내(in-situ) 측정 디바이스를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 현장내 측정 디바이스는, 고온계(pyrometer), 반사율계, 휨 측정계(deflectometer), 편광 측정계(ellipsometer), 포토루미네센스 분광계(photoluminescence spectrometer), 결합된 고온계/반사율계,

결합된 힘 측정계/반사율계/온도 도구, 및 일렉트로루미네센스 분광계 중에서 선택되는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 복수의 가열기를 더 포함하고, 상기 복수의 가열기의 각각은 상기 복수의 기관 캐리어의 각각에 근접해 있는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 레일을 따라 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 트랙을 따라 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 컨베이어를 사용하여 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 선형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 비선형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 원형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 타원형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어에 대한 기관들의 로딩과 언로딩 중 하나 이상을 수행하는 자동화 기관 취급 기구에 결합된, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 20

제1항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 회전가능한 기관 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 21

제1항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 서셉터(susceptor)와 기관 캐리어를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 22

제1항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 서셉터 없는 기관 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

스텝.

청구항 23

제1항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 행성 운동형 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 24

제1항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기(gas distribution injector)를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 25

제1항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 26

제1항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기를 더 포함하고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템.

청구항 27

멀티 챔버 CVD 공정 시스템으로서,

- a. 각 기관 캐리어마다 하나 이상의 기관을 지지하도록 구성된 복수의 기관 캐리어와,
- b. 각 복수의 인클로저마다 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나를 밀폐하여 처리 단계를 수행하기 위한 독립적 환경을 유지하는 증착 챔버를 형성하도록 구성된 복수의 인클로저와,
- c. 각 가열기마다 상기 복수의 기관 중 대응하는 하나를 상기 처리 단계를 수행하기 위한 소망하는 공정 온도로 가열하는 복수의 가열기와,
- d. 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을, 미리 정해진 시간 동안 상기 복수의 인클로저에서 처리 단계들이 수행될 수 있게 하는 이산적 스텝으로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는 수송 기구를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 28

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는 복수의 가열기를 더 포함하고, 상기 복수의 가열기의 각각은 각 기관 캐리어에 근접해 있는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 29

제27항에 있어서, 상기 복수의 가열기 중 하나 이상은 상기 복수의 증착 챔버 중 상기 기관 캐리어에 근접하여 대응하는 하나의 증착 챔버 내에 위치하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 30

제27항에 있어서, 상기 복수의 가열기 중 하나 이상은, 상기 복수의 증착 챔버 중 상기 기관 캐리어에 근접하여 대응하는 하나의 증착 챔버 내에 위치하는 제1 부분 및 상기 복수의 증착 챔버 중 상기 대응하는 하나의 증착 챔버의 외부에 위치하는 제2 부분을 갖는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 31

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 가열기 중 하나 이상을 상기 복수의 기관 캐리어 중 대응하는 하나의 기관 캐리어와 함께 수송하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 32

제27항에 있어서, 상기 복수의 가열기의 각각은 상기 복수의 기관 캐리어가 통과하기 위한 껍을 형성하는 제1 섹션과 제2 섹션을 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 33

제27항에 있어서, 상기 복수의 가열기 중 하나 이상은 저항성 가열기를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 34

제27항에 있어서, 상기 복수의 가열기 중 하나 이상은 RF 가열기를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 35

제27항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 회전가능한 기관 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 36

제27항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 서셉터와 기관 캐리어를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 37

제27항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 서셉터 없는 기관 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 38

제27항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 행성 운동형 캐리어인, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 39

제27항에 있어서, 상기 복수의 인클로저 중 하나 이상은 현장내 측정 디바이스를 포함하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 40

제39항에 있어서, 상기 현장내 측정 디바이스는, 고온계, 반사율계, 힘 측정계, 편광 측정계, 포토루미네센스 분광계, 결합된 고온계/반사율계, 결합된 힘 측정계/반사율계/온도 도구, 및 일렉트로루미네센스 분광계 중에서 선택되는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 41

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는, 트랙, 컨베이어, 레일, 탱크 트레드, 또는 이들의 임의의 조합 중 하나를 이용하여, 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 42

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 선형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 43

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어의 각각을 비선형 경로로 상기 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 44

제27항에 있어서, 상기 수송 기구는 상기 복수의 기관 캐리어에 대한 기관들의 로딩과 언로딩 중 하나 이상을 수행하는 자동화 기관 취급 기구에 결합된, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 45

제27항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 46

제27항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 47

제27항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입기를 더 포함하고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 상기 주입기를 통해 흐르는, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템.

청구항 48

멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템을 이용하여 기관 상에 다수의 에피택셜층들을 형성하는 방법으로서,

- a. 제1 위치에서 하나 이상의 기관을 포함하는 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 제1 독립적 환경을 유지하는 제1 증착 챔버를 형성하는 단계와,
- b. 상기 제1 독립적 환경이 있는 상기 제1 위치에서 상기 제1 증착 챔버 내의 상기 하나 이상의 기관 상에 제1 에피택셜층을 성장시키는 단계와,
- c. 상기 제1 에피택셜층이 성장된 후 상기 제1 기관 캐리어를 제2 위치로 수송하고, 상기 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 제2 독립적 환경을 유지하는 제2 증착 챔버를 형성하는 단계와,
- d. 상기 제2 독립적 환경이 있는 상기 제2 위치에서 상기 제2 증착 챔버 내에 상기 제1 에피택셜층 상에 제2 에피택셜층을 성장시키는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 49

제48항에 있어서,

- a. 상기 제1 위치에서 하나 이상의 기관을 포함하는 제2 기관 캐리어를 밀폐하여 상기 제1 독립적 환경을 유지하는 상기 제1 증착 챔버를 형성하는 단계와,
- b. 상기 제1 독립적 환경이 있는 상기 제1 위치에서 상기 제1 증착 챔버 내에 상기 제2 기관 캐리어의 상기 하나 이상의 기관 상에 상기 제1 에피택셜층을 성장시키는 단계를 더 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 50

제49항에 있어서, 상기 제1 기관 캐리어와 상기 제2 기관 캐리어 상의 상기 하나 이상의 기관은 제 시간에 동시에 처리되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 51

제48항에 있어서, 상기 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 상기 제1 증착 챔버와 상기 제2 증착 챔버를 형성하는 단계는, 상기 제1 기관 캐리어 위로 챔버를 이동시켜 상기 제1 증착 챔버와 상기 제2 증착 챔버 내의 제1 화학적 기상 증착 공정과 제2 화학적 기상 증착 공정의 화학 반응을 각각 분리하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 52

제48항에 있어서, 상기 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 상기 제1 증착 챔버와 상기 제2 증착 챔버를 형성하는 단계는, 상기 제1 기관 캐리어를 챔버 내로 이동시켜 상기 제1 증착 챔버와 상기 제2 증착 챔버 내의 상기 제1 환경

과 제2 환경을 각각 분리하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 53

제48항에 있어서, 상기 제1 기판 캐리어를 밀폐하여 상기 제1 증착 챔버와 상기 제2 증착 챔버를 형성하는 단계는, 가스 커튼을 형성하여 상기 제1 환경과 제2 환경을 각각 분리하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 54

제48항에 있어서, 상기 제1 및 제2 독립적 화학적 기상 증착 공정의 화학적 반응들 중 하나 이상은 상기 제1 및 제2 공정 챔버 중 대응하는 하나 내에 고정된 가열기를 사용하여 확립되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 55

제48항에 있어서, 상기 제1 및 제2 환경 중 하나 이상은, 상기 제1 및 제2 기판 캐리어 중 대응하는 하나에 고정되어 상기 제1 및 제2 기판 캐리어 중 상기 대응하는 하나와 함께 이동하는 가열기를 사용하여 확립되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 56

제48항에 있어서, 상기 제1 기판 캐리어를 제2 위치로 수송하는 단계는, 트랙, 레일, 또는 컨베이어 중 하나 이상, 또는 이들의 임의의 조합을 따라 상기 제1 기판 캐리어를 수송하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 57

제48항에 있어서, 상기 제1 기판 캐리어를 제2 위치로 수송하는 단계는, 선형 경로를 따라 상기 제1 기판 캐리어를 수송하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 58

제48항에 있어서, 상기 제1 기판 캐리어를 제2 위치로 수송하는 단계는, 비선형 경로를 따라 상기 제1 기판 캐리어를 수송하는 단계를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 59

제48항에 있어서, 상기 제1 기판 캐리어를 병진 운동시키는 단계를 더 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 60

제48항에 있어서, 상기 제1 및 제2 에피택셜층들 중 하나 이상을 성장시키는 동안 현장내 측정을 수행하는 단계를 더 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 61

제60항에 있어서, 상기 현장내 측정은, 고온계, 반사율계, 휨 측정계, 편광 측정계, 포토루미네선스 분광계, 결합된 고온계/반사율계, 결합된 휨 측정계/반사율계/온도 도구, 및 일렉트로루미네선스 분광계 중에서 선택되는 디바이스를 사용하여 수행되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 62

제48항에 있어서, 상기 복수의 기판 캐리어 중 하나 이상은 회전가능한 기판 캐리어인, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 63

제48항에 있어서, 상기 복수의 기판 캐리어 중 하나 이상은 서셉터와 기판 캐리어를 포함하는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 64

제48항에 있어서, 상기 복수의 기판 캐리어 중 하나 이상은 서셉터 없는 기판 캐리어인, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 65

제48항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 행성 운동형 캐리어인, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 66

제48항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입 단계를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 주입되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 67

제48항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입 단계를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 주입되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 68

제48항에 있어서, 하나 이상의 전구체 가스를 주입하는 가스 분배 주입 단계를 더 포함하고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 수직인 방향으로 주입되고, 하나 이상의 전구체 가스는 상기 기관 캐리어에 대략 평행한 방향으로 주입되는, 에피택셜층 형성 방법.

청구항 69

멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템으로서,

- a. 복수의 고정 위치에서 하나 이상의 기관을 지지하는 복수의 기관 캐리어를 밀폐하여 독립적 환경을 각각 유지하는 복수의 증착 챔버를 형성하기 위한 수단과,
- b. 상기 독립적 환경을 각각 유지하고 있는 상기 복수의 증착 챔버 내의 상기 복수의 기관 캐리어에 의해 지지되는 상기 하나 이상의 기관 상에 에피택셜층을 성장시키기 위한 수단과,
- c. 상기 복수의 증착 챔버 간에 상기 복수의 기관 캐리어를 이산적 스텝으로 수송하기 위한 수단을 포함하는, 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템.

청구항 70

제69항에 있어서, 상기 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상을 회전시키기 위한 수단을 더 포함하는, 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 명세서에서 사용되는 섹션 항목들은 유기적인 구조를 나타내기 위한 것일 뿐이며 본 출원에서 설명하는 개시 내용을 어떠한 방식으로든 한정하는 것으로서 해석해서는 안 된다.

[0002] 관련 출원 섹션

[0003] 본 출원은, "Continuous Feed Chemical Vapor Deposition System"이라는 명칭으로 2009년 6월 7일자로 출원한 미국 특허출원번호 제12/479,834호의 일부계속출원이다. 미국 특허출원번호 제12/479,834호의 전문은 본 명세서에 참고로 인용된다.

배경기술

[0004] 화학적 기상 증착(CVD)은, 화학종들을 함유하는 하나 이상의 가스를 기관의 표면 상으로 향하게 하여 반응종들이 반응하여 기관의 표면 상에 막을 형성하는 것을 포함한다. 예를 들어, CVD는 결정성 반도체 기관 상에 화합물 반도체 재료를 성장시키는 데 사용될 수 있다. III-V 반도체 등의 화합물 반도체는, III족 금속의 소스와 V족 원소의 소스를 사용하여 기관 상에 반도체 재료들의 다양한 층들을 성장시킴으로써 흔히 형성된다. 때때로 염화물 공정이라 칭하는 하나의 CVD 공정에 있어서, III족 금속은 금속의 휘발성 할로겐화물로서 제공되며, 이는 GaCl₂ 등의 가장 흔한 염화물이며 V족 원소는 V족 원소의 수소화물로서 제공된다.

[0005] CVD의 다른 유형은 금속 유기 화학적 기상 증착(MOCVD)이다. MOCVD는, III족 금속의 알킬, 예를 들어, 갈륨, 인듐, 알루미늄 등의 하나 이상의 금속 유기 화합물을 포함하는 화학종들을 사용한다. MOCVD는, 또한, NH₃, AsH₃, PH₃ 등의 V족 원소들 중 하나 이상의 수소화물 및 안티몬의 수소화물을 포함하는 화학종들을 사용한다. 이러한 공정들에 있어서, 가스들은, 사파이어, Si, SiC, SiGe, AlSiC, GaAs, InP, InAs, 또는 GaP의 기판 등의 기판의 표면에서 서로 반응하여 일반식 In_xGa_yAl_zN_aAs_bP_cSb_d의 III-V 화합물을 형성하고, 여기서, X+Y+Z는 약 1과 같고, A+B+C+D는 약 1과 같고, X, Y, Z, A, B, C의 각각은 0 내지 1일 수 있다. 일부 경우에는, 다른 III족 금속들 중 일부 또는 전부 대신에 비스무트를 사용할 수 있다. GaAs, GaN, GaAlAs, InGaAsSb, InP, AsP, ZnSe, ZnTe, HgCdTe, InAsSbP, InGaN, AlGaIn, SiGe, SiC, ZnO, InGaAlP 등의 많은 화합물 반도체들은 MOCVD에 의해 성장되었다.

[0006] CVD의 다른 유형은 할로겐화물 기상 에피택시(Halide Vapor Phase Epitaxy; HVPE)로서 알려져 있다. 하나의 HVPE 공정에 있어서, III족 질화물(예를 들어, GaN, AlN)은 고온 가스 금속 염화물(예를 들어, GaCl 또는 AlCl₃)을 암모니아 가스(NH₃)와 반응시킴으로써 형성된다. 금속 염화물들은 고온 HCl 가스를 고온 III족 금속에 대하여 통과시킴으로써 생성된다. 모든 반응은 온도 제어 석영 로에서 행해진다. HVPE의 한 가지 특징은, 일부 최신 공정들에 있어서 최대 시간당 100μm의 매우 높은 성장 속도를 가질 수 있다는 점이다. HVPE의 다른 특징은, 탄소 없는 환경에서 막이 성장되고 고온 HCl 가스가 자기 세척 효과를 제공하기 때문에, 비교적 고품질의 막을 증착하는 데 사용될 수 있다는 점이다.

발명의 내용

[0007] 본 교시는 멀티 챔버 CVD 처리 시스템에 관한 것으로서, 멀티 챔버 CVD 처리 시스템은, 각 기판 캐리어마다 하나 이상의 기판을 지지하도록 구성된 복수의 기판 캐리어, 각 복수의 인클로저마다 복수의 기판 캐리어 중 하나를 밀폐하여 처리 단계를 수행하기 위한 독립적 환경을 유지하는 증착 챔버를 형성하도록 구성된 복수의 인클로저(enclosure), 및 미리 정해진 시간 동안 복수의 인클로저에서 처리 단계들이 수행될 수 있게 하는 이산적 스텝(discrete step)으로 복수의 기판 캐리어의 각각을 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는 수송 기구(transport mechanism)를 포함한다. 멀티 챔버 CVD 시스템은 복수의 가열기를 더 포함할 수 있고, 복수의 가열기의 각각은 복수의 인클로저의 각각에 대응한다. 멀티 챔버 CVD 처리 시스템은 복수의 인클로저 중 하나 이상에 배치된 현장내(in-situ) 측정 디바이스를 더 포함할 수 있다. 수송 기구는 복수의 가열기를 더 포함할 수 있고, 복수의 가열기의 각각은 복수의 기판 캐리어의 각각에 근접해 있다. 수송 기구는, 예를 들어, 레일, 트랙, 또는 컨베이어 시스템을 사용하는 선형 경로 또는 비선형 경로로 복수의 기판 캐리어의 각각을 수송할 수 있고, 여기서, 컨베이어 시스템은 벨트, 푸시로드, 및 자기 선형 모터 등의 자기적으로 결합된 드라이브도 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 멀티 챔버 CVD 시스템의 복수의 기판 캐리어 중 하나 이상은 회전가능하다.

[0008] 또한, 본 교시는 멀티 챔버 CVD 공정 시스템에 관한 것으로서, 멀티 챔버 CVD 공정 시스템은, 각 기판 캐리어마다 하나 이상의 기판을 지지하도록 구성된 복수의 기판 캐리어, 각 복수의 인클로저마다 복수의 기판 캐리어 중 하나를 밀폐하여 처리 단계들을 수행하기 위한 독립적 환경을 유지하는 증착 챔버를 형성하도록 구성된 복수의 인클로저, 각 가열기마다 복수의 기판 캐리어 중 대응하는 하나를 상기 처리 단계를 수행하기 위한 소망하는 공정 온도로 각각 가열하는 복수의 가열기, 및 미리 정해진 시간 동안 처리 단계들이 복수의 인클로저에서 수행될 수 있게 하는 이산적 스텝으로 복수의 기판 캐리어의 각각을 복수의 인클로저의 각각으로 수송하는 수송 기구를 포함한다. 수송 기구는 각 서셉터에 근접해 있는 복수의 가열기를 더 포함할 수 있다. 가열기들은 증착 챔버 내에 위치할 수 있고 또는 기판 캐리어와 함께 대응하여 병진 운동할 수 있다. 일부 실시예들에서, 멀티 챔버 CVD 시스템의 복수의 기판 캐리어 중 하나 이상은 회전가능하다.

[0009] 또한, 본 교시는 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템을 사용하여 기판 상에 다수의 에피택셜층들을 형성하는 방법에 관한 것으로서, 이 방법은, 제1 위치에서 하나 이상의 기판을 포함하는 제1 기판 캐리어를 밀폐하여 제1 독립적 환경을 유지하는 제1 증착 챔버를 형성하는 단계와, 제1 독립적 환경이 있는 제1 위치에서 제1 증착 챔버 내의 하나 이상의 기판 상에 제1 에피택셜층을 성장시키는 단계와, 제1 에피택셜층이 성장된 후 제1 기판 캐리어를 제2 위치로 수송하고 제1 기판 캐리어를 밀폐하여 제2 독립적 환경을 유지하는 제2 증착 챔버를 형성하는 단계와, 제2 독립적 환경이 있는 제2 위치에서 제2 증착 챔버 내의 제1 에피택셜층 상에 제2 에피택셜층을 성장시키는 단계를 포함한다. 이 방법은, 제1 위치에서 하나 이상의 기판을 포함하는 제2 기판 캐리어를 밀폐하여 제1 독립적 환경을 유지하는 제1 증착 챔버를 형성하는 단계와, 제1 독립적 환경이 있는 제1 위치에서 제1 증착 챔버 내의 제2 기판 캐리어 상의 하나 이상의 기판 상에 제1 에피택셜층을 성장시키는 단계를 더 포함할

수 있다.

[0010] 또한, 본 교시는 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템에 관한 것으로서, 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템은, 복수의 고정 위치에서 하나 이상의 기관을 지지하는 복수의 기관 캐리어를 밀폐하여 독립적 환경을 각각 유지하는 복수의 증착 챔버를 형성하기 위한 수단과, 독립적 환경을 각각 유지하고 있는 복수의 증착 챔버 내에서 복수의 기관 캐리어에 의해 지지되는 하나 이상의 기관 상에 에피택셜층을 성장시키기 위한 수단과, 이산적 스텝으로 복수의 증착 챔버 간에 복수의 기관 캐리어를 수송하기 위한 수단을 포함한다. 일부 실시예들에서, 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템의 복수의 기관 캐리어 중 하나 이상은 회전가능하다.

[0011] 본 명세서에서 설명하는 CVD 처리 시스템 내에서, 기관 캐리어들은, 예를 들어, 서셉터와 기관 캐리어 조립체, 서셉터 없는 캐리어, 또는 행성 운동형 캐리어를 포함할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 바람직하고 예시적인 실시예들에 따른 본 교시와 추가 장점들을 이하의 상세한 설명에서 첨부 도면과 함께 더욱 구체적으로 설명한다. 당업자라면 후술하는 도면이 예시를 위한 것일 뿐이라는 점을 이해할 것이다. 도면은 반드시 일정한 비율로 되어 있지 않으며, 본 교시의 원리를 강조하도록 예시되어 있다. 도면은 출원인의 교시 범위를 어떠한 방식으로든 제한하려는 것이 아니다.

도 1은 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템의 일 실시예의 측면도.

도 2a는 기관 캐리어 위로 인클로저를 이동시킴으로써 증착 챔버가 형성되는 본 교시에 따른 증착 챔버의 일 실시예의 측면도.

도 2b는 기관 캐리어를 인클로저 내로 이동시킴으로써 증착 챔버가 형성되는 본 교시에 따른 증착 챔버의 일 실시예의 측면도.

도 3a, 3b, 3c, 3d는 본 시스템에서 유용한 가열기들의 서로 다른 실시예들을 도시하는 도.

도 4는 특정한 모드에 있는 도 1의 멀티 챔버 CVD 시스템의 실시예의 측면도.

도 5는 다른 특정한 모드에 있는 도 1의 멀티 챔버 CVD 시스템의 실시예의 측면도.

도 6은 또 다른 특정한 모드에 있는 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템의 실시예의 측면도.

도 7a는 공정 가스들이 증착 챔버 내로 수평으로 주입되는 본 교시에 따른 증착 챔버의 일 실시예의 측면도.

도 7b는 도 7a에 도시한 증착 챔버의 (A 방향으로의) 탑다운도(top-down view).

도 8은 본 교시에 따른 수평 흐름 가스 주입기 CVD 시스템의 다른 변형예의 상측 사시도.

도 9는 본 교시에 따른 수평 흐름 가스 주입기 CVD 시스템의 또 다른 변형예의 측면도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 명세서에서 "일 실시예" 또는 "한 실시예"라는 것은, 실시예와 함께 설명하는 구체적인 특징부, 구조, 또는 특징이 본 교시의 하나 이상의 실시예에 포함된다는 것을 의미한다. 본 명세서의 다양한 위치에서 보이는 "일 실시예에서"라는 구는 반드시 동일한 실시예를 가리키는 것은 아니다.

[0014] 본 교시의 방법의 개별적인 단계들은 본 교시를 실시할 수 있는 한 임의의 순서 및/또는 동시에 수행될 수 있다는 점을 이해하기 바란다. 또한, 본 교시의 장치와 방법은 본 교시를 실시할 수 있는 한 설명한 실시예들의 임의의 개수 또는 모두를 포함할 수 있다는 점을 이해하기 바란다.

[0015] 이제, 첨부 도면에 도시한 바와 같이 본 교시의 예시적인 실시예들을 참조하여 본 교시를 더욱 상세히 설명한다. 본 교시를 다양한 실시예들 및 예들과 함께 설명하지만, 본 교시를 이러한 실시예들로 한정하려는 것은 아니다. 오히려, 본 교시는, 당업자가 인식하듯이, 다양한 대안들, 수정예들, 균등물들을 포함한다. 당업자라면, 본 명세서에서 설명하는 바와 같이 본 명세서의 범위 내에 있는 다른 사용 분야들뿐만 아니라 추가 구현예들, 수정예들, 및 실시예들도 인식할 것이다.

[0016] 본 교시는 CVD, MOCVD, HVPE 등의 반응 가스 위상 처리를 위한 방법과 장치에 관한 것이다. 반도체 재료의 반응 가스 위상 처리에 있어서, 반도체 기관 또는 기관은 반응 챔버 내의 기관 캐리어에 장착된다. 가스 분배 주입기 또는 주입기 헤드는 기관 캐리어를 향하여 장착된다. 주입기 또는 주입기 헤드는 통상적으로 가스들의 조

합을 수용하는 복수의 가스 입구를 포함한다. 주입기 또는 주입기 헤드는 화학적 기상 증착을 위한 반응 챔버 내로 가스들의 조합을 제공한다. 많은 가스 분배 주입기들은 헤드 상에 패턴으로 이격된 샤워헤드 디바이스들을 갖는다. 가스 분배 주입기들은, 전구체 가스들이 기관들에 가능한 가까워질수록 반응하고 이에 따라 기관 표면에서의 반응 공정들과 에피택셜 성장을 최대화하도록 기관 캐리어에서의 전구체 가스들을 제어한다.

[0017] 일부 가스 분배 주입기들은, 화학적 기상 증착 공정(CVD Process) 동안 가스 층류(laminar gas flow)를 제공하는 것을 보조하는 슈라우드(shroud)를 제공한다. 또한, 하나 이상의 캐리어 가스(carrier gases)는 화학적 기상 증착 공정 동안 가스 층류를 제공하는 것을 보조하는 데 사용될 수 있다. 캐리어 가스는, 통상적으로, 어떠한 공정 가스(process gases)들과도 반응하지 않으며, 그 외에는 화학적 기상 증착 공정에 영향을 끼치지 않는다. 가스 분배 주입기는, 통상적으로, 전구체 가스들을 주입기의 가스 입구들로부터 기관들이 처리되는 반응 챔버의 소정의 타겟 영역들로 향하게 한다.

[0018] 예를 들어, MOCVD 공정에 있어서, 주입기는 암모니아나 아르신 등의 금속 유기물들과 수소화물들을 포함하는 전구체 가스들의 조합을 주입기를 통해 반응 챔버 내에 도입한다. 수소, 질소 등의 캐리어 가스, 또는 아르곤 또는 헬륨 등의 불활성 가스는 기관 캐리어에서의 층류(laminar flow)를 유지하는 것을 보조하도록 주입기를 통해 반응 장치 내로 종종 도입된다. 전구체 가스들은 반응 챔버 내에서 혼합되고 반응하여 기관 상에 막을 형성한다. GaAs, GaN, GaAlAs, InGaAsSb, InP, ZnSe, ZnTe, HgCdTe, InAsSbP, InGaN, AlGaIn, SiGe, SiC, ZnO, InGaAlP 등의 많은 화합물 반도체들은 MOCVD에 의해 성장되었다.

[0019] MOCVD와 HVPE 공정 모두에 있어서, 기관은 반응 챔버 내에서 상승된 온도에서 유지된다. 공정 가스들은 통상적으로 반응 챔버 내에 도입되면 약 50 내지 60°C 이하의 비교적 저온에서 유지된다. 공정 가스들이 고온 기관에 도달하면, 공정 가스들의 온도 및 이에 따른 반응을 위해 이용가능한 에너지가 증가한다.

[0020] CVD 반응 장치의 가장 흔한 유형은 회전형 디스크 반응 장치이다. 이러한 반응 장치는 통상적으로 디스크형 기관 캐리어를 사용한다. 기관 캐리어는 취급할 하나 이상의 기관을 유지하도록 배열된 포켓들 또는 다른 특징부들을 갖는다. 캐리어는, 캐리어 상에 위치하는 기관들과 함께, 반응 챔버 내에 배치되며, 캐리어의 기관 담지면이 상류 방향으로 향하도록 유지된다. 캐리어는, 통상적으로 상류에서 하류로 향하는 방향으로 연장되는 축을 중심으로 분당 수백 회전의 회전 속도로 회전된다. 기관 캐리어의 회전은 증착된 반도체 재료의 균일성을 개선한다. 기관 캐리어는, 이 공정 동안 약 350°C 내지 약 1600°C 범위일 수 있는 소망하는 상승된 온도에서 유지된다.

[0021] 캐리어가 축을 중심으로 회전하는 동안, 반응 가스들이 캐리어 위의 흐름 입구 요소로부터 챔버 내로 도입된다. 흐르는 가스들은 바람직하게 마개 층류(laminar plug flow)로 캐리어와 기관들을 향하여 하향 이동한다. 가스들이 회전하고 있는 캐리어에 접근함에 따라, 점성 저항에 의해 가스들이 축을 중심으로 한 회전 내에 이끌려 캐리어의 표면 근처의 경계 영역에서, 가스들이 캐리어의 경계를 향하여 외측으로 축을 중심으로 흐른다. 가스들이 캐리어의 외측 가장자리 위로 흐름에 따라, 가스들은 캐리어 아래에 위치한 배기 포트들을 향하여 하향으로 흐른다. 가장 흔하게는, MOCVD 공정들은, 서로 다른 가스 조성으로 그리고 일부 경우에는 서로 다른 기관 온도에서 연속적으로 수행되어, 필요에 따라 조성이 서로 다른 반도체의 복수의 층을 증착하여 소망하는 반도체 디바이스를 형성한다.

[0022] CVD 또는 MOCVD 반응 장치의 다른 유형으로는, 증착 및/또는 에피택셜층 성장 동안 반응 장치 내에서 회전하지 않는 디스크형 기관 캐리어들이 있다.

[0023] 본 교시의 장치와 방법은 선형 및 인라인 CVD 처리 시스템(CVD processing system)에 관한 것이다. 기관 수송과 관련하여 본 명세서에서 사용되는 바와 같은 "인라인"이라는 용어는 멀티 챔버 CVD 시스템의 한 챔버로부터 멀티 챔버 CVD 시스템의 다른 한 챔버로의 평면에서의 기관 수송을 가리킨다. 인라인 수송은 직선에서는 필요하지 않은 수송이다. 수송은 선형일 수 있고 또는 곡선을 따른 것일 수도 있다. 예를 들어, 상업적으로 이용 가능한 인라인 시스템들은 여러 평행 라인들로, 원형으로, U 형상으로 배치되어 있으며, 또는 선형 또는 U 형상 구성으로 수직으로 적층된다. 또한, 수송은 동일한 시작점과 종료점을 갖는 폐쇄된 레일이나 트랙을 따른 것일 수 있고, 또는 한 방향으로만 향한 것일 수도 있다. 본 교시에 따른 수송 기구를 가리키는 경우의 "인라인"이라는 용어는, 두 개 이상의 롤러 주위로 회전하는 연속 벨트와 함께 그 두 개 이상의 롤러를 포함하는 컨베이어 벨트 등의 컨베이어형 수송 기구를 포함할 수 있다. 본 발명에서 유용한 시스템 처리 아키텍처(architectures)들의 다른 유형들은 "'System for Fabricating a Pattern on Magnetic Recording Media"라는 명칭으로 2009년 8월 26일자로 제출된 미국 특허 가출원번호 제61/237,141호에서 찾을 수 있으며, 그 전문은 본 명세서에 참고로 인용된다.

- [0024] MOCVD와 HVPE 등의 CVD를 위한 알려져 있는 장치와 방법은 선형 및 인라인 처리 시스템에 적합하지 않다. 본 교시의 장치와 방법은 MOCVD와 HVPE 등의 CVD의 임의의 유형을 수행할 수 있다. 본 교시의 일 양태에서, 본 교시의 장치와 방법은 인라인 불연속 수송 기구를 사용한다. 본 명세서에서 언급하는 바와 같은 "불연속 수송 기구"라는 용어는 비연속적 스텝으로 기관들 및/또는 기관 캐리어들을 수송하는 수송 기구이다. 즉, 기관들 및/또는 기관 캐리어들은 멀티 챔버 CVD 처리 시스템의 하나의 CVD 처리 챔버로부터 그 멀티 챔버 CVD 처리 시스템의 다른 하나의 CVD 처리 챔버로 수송된 후, CVD 공정 단계가 수행되는 동안 미리 정해진 시간 동안 고정 위치에서 각자의 CVD 공정 챔버 내에 위치한다.
- [0025] 도 1은 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템(100)의 일 실시예의 측면도를 도시한다. CVD 시스템(100)은 미국 뉴욕주 플레인뷰에 소재하는 Veeco Instruments Inc.에 의해 제조된 자동화 기계적 취급 시스템 등의 기관 로딩 스테이션(102)을 포함한다. 기관 로딩 스테이션(102)은 통상적으로 CVD 처리를 위해 기관들이 삽입되는 기압에 개방되어 있다. 게이트 밸브는 기관 로딩 스테이션(102)을, 멀티 챔버 CVD 시스템(100)의 증착 챔버들(110, 152)을 형성하는 복수의 인클로저(108)를 포함하는 하우징(106) 내에 위치하는 기관 수송 기구(104)의 입력에 인터페이스(interfacing)한다. 증착 챔버들(110, 152)의 상부에는 가스 흐름 플랜지(300)가 있다. 가스 흐름 플랜지(300)는 통상적으로 MOCVD 또는 CVD 공정 챔버들에서 찾을 수 있는 흐름 입구 요소이다. 이러한 가스 흐름 플랜지는 통상적으로 하나 이상의 반응 가스 소스를 갖고, 일부 경우에는, 캐리어 가스를 갖고, 기관 방향으로 향하는 적절한 가스 흐름을 보장하도록 매니폴드(manifolds), 배플(baffles), 가스 분배 챔버도 갖는다. 적절한 가스 흐름 플랜지의 일례는 미국 특허출원 공개번호 제2010/0143588호에서 알 수 있다. 증착 챔버들(110, 152)의 하부에는, 공정 조건들에 따라 또는 인클로저들(enclosures; 108)이 오목부(170) 내로 이동하고 스핀들(140A, 140B)이 시스템(100) 내의 다음 정지부로 병진 운동할 수 있도록 증착 챔버들(110, 152)에서 반응 가스들이 퍼지(purge)되는지에 따라, 증착 챔버들(110, 152)을 가압하거나 배기하도록 적절한 펌프, 가스 소스, 및 배기 매니폴드가 구비될 수 있는 오리피스(160)가 있다. 스핀들(140A, 140B)은, 당업자에게 알려져 있는 다양한 커넥터들에 의해, 예를 들어, 기계적 커넥터(예를 들어, 너트와 볼트), 전자기기계적 커넥터(예를 들어, 솔레노이드 핀), 자기 결합에 의해 기관 수송 시스템(104)에 연결될 수 있지만, 이러한 예로 한정되지는 않는다. 본 명세서에서 설명하는 다른 기관 수송 시스템과 스핀들도 마찬가지로 방식으로 연결될 수 있다.
- [0026] 처리된 기관들은, 복수의 인클로저(108)를 포함하는 하우징(106)의 단부에 위치하는 기관 언로딩 스테이션(substrate unloading station; 112)에 의해 멀티 챔버 CVD 시스템(100)으로부터 제거된다. 기관 언로딩 스테이션(112)은 미국 뉴욕주 플레인뷰에 소재하는 Veeco Instruments Inc.에 의해 제조된 자동화 기계적 취급 시스템일 수도 있다. 기관 언로딩 스테이션(112)은 통상적으로 CVD 처리 후에 기관들이 제거되는 기압에 개방되어 있다. 게이트 밸브는, 기관 언로딩 스테이션(112)을, 멀티 챔버 CVD 시스템(100)의 증착 챔버들(110, 152)을 형성하는 복수의 인클로저(108)를 포함하는 하우징(106) 내에 위치하는 기관 수송 기구(104)의 출력에 인터페이스한다. 기관 로딩 스테이션(substrate loading station; 102)과 기관 언로딩 스테이션(112) 모두는 또한 시스템의 나머지 부분과는 독립적인 펌프 퍼지형일 수 있다.
- [0027] 수송 기구(104)를 따라 이동가능한 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)가 존재한다. 도 1에 도시한 멀티 챔버 CVD 시스템은 도면을 간략화하도록 두 개의 기관 캐리어만 도시하고 있다. 실제로, 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템은, 수많은 증착 챔버들(110, 152)을 형성하도록 인클로저들(108) 내에 밀폐된 수많은 기관 캐리어들(114A, 114B)을 포함한다. 일부 CVD 시스템들은 기관 상에서 성장된 각 층마다 하나의 증착 챔버를 갖도록 구성된다.
- [0028] 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)는, 기관들이 기관 로딩 스테이션(102)으로부터 인접하는 기관 캐리어들(114A, 114B)로 수송될 수 있도록 기관 로딩 스테이션(102)과 인터페이스한다. 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)의 각각은 서셉터(116A, 116B)와 기관 캐리어 조립체(118A, 118B)를 각각 포함한다. 서셉터(116A, 116B)는, 열적 에너지가 가열기들(122A, 122B)로부터 기관들로 쉽게 전달되도록 고온에서 높은 열 전도성을 갖는 재료로 된 베이스 구조를 포함한다. 기관 캐리어 조립체(118A, 118B)는, CVD에 의한 에피택셜층들의 성장 동안 반도체 웨이퍼 등의 하나 이상의 기관을 유지하기 위한 플레튼(platen), 및 서셉터(116A, 116B)를 지지하는 스핀들(140A, 140B)을 포함하고, 이러한 스핀들은, 본 명세서에서 개시한 바와 같이 일부 경우에는, 예를 들어 단일 지지 폴(pole)일 수 있거나 스핀들(140A, 140B) 주위의 슬리브(sleeve)일 수 있는 가열기 지지부(142A, 142B)에 의해 가열기들(122A, 122B)도 지지한다. 다른 실시예들에서, 서셉터 없는 웨이퍼 캐리어를 서셉터(116A, 116B)와 플레튼 대신에 사용할 수 있고, 이때, 열은 가열기들(122A, 122B)로부터, 열 에너지가 가열기들(122A, 122B)로부터 기관들로 쉽게 전달될 수 있도록 고온에서 높은 열 전도성을 갖는 재료로 형성된 웨이퍼 캐리어의 하부로 직접 전달된다. 서셉터 없는 웨이퍼 캐리어의 한 유형은 미국 특허번호 제6,685,774호에 개시되어 있다. 많은

실시예들에서, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)의 각각은 동시에 처리되는 복수의 기관을 지지하는 플랫폼을 포함한다.

- [0029] 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템은, 소망하는 성장 온도를 유지하도록 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각에 위치하는 기관들의 성장 표면에서의 온도를 제어하기 위한 복수의 가열기(122A, 122B)를 포함한다. 복수의 가열기(122A, 122B) 중 하나는 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)의 각각과 열적으로 접촉하도록 위치한다. 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각의 성장 표면에서의 온도를 제어하는 데 사용될 수 있는 가열기들의 가능한 많은 유형들이 있다. 가열기들(122A, 122B)은 인클로저들(108)의 내부 및/또는 외부에 위치할 수 있다.
- [0030] 예를 들어, 복수의 가열기(122A, 122B)는 흑연 가열기 등의 저항성 가열기들일 수 있다. 이러한 가열기들은 통상적으로 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)의 각각과 열적 접촉하면서 이러한 기관 캐리어의 각각에 근접하여 증착 챔버들(110, 152) 내에 위치한다. 구체적인 일 실시예에서는, 선형 저항성 가열기들의 3개 뱅크(bank)가, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)를 지지하는 스핀들을 전달하기 위한 갭을 사이에 두는 이등분으로 배치된다. 또한, 복수의 가열기(122A, 122B)는, 복수의 증착 챔버(110, 152)의 기관들의 각각의 성장 표면에 RF 에너지를 전달하는 RF 가열기들일 수 있다. 이러한 가열기들은 인클로저들(108)의 내부 또는 외부에 위치하는 RF 유도 코일들을 갖는다. 예를 들어 석영 램프 등의 램프로부터의 방사 에너지를 가열 또는 온도 프로파일(temperature profile)의 미세 조절에 사용할 수도 있다.
- [0031] 본 교시에 따른 일부 멀티 챔버 CVD 시스템은, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)가 복수의 인클로저(108) 내외로 수송될 수 있는 갭 또는 통로를 형성하도록 성형된 고정형 저항성 가열기 요소들을 포함한다. 예를 들어, 구체적인 일 실시예에서, 고정형 저항성 가열기들은, 복수의 인클로저(108)가 복수의 증착 챔버(110, 152)의 내외로 전달되는 통로를 정의하는 두 개의 반원형 가열기 요소들을 정의하도록 형성된다. 통로는, 복수의 기관 캐리어가 수송 기구(104)로 수송될 때 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)를 지지하는 스핀들이 두 개의 반원형 가열기 요소들 사이의 통로를 통해 자유롭게 통과할 정도로 넓다.
- [0032] 본 교시에 따른 다른 멀티 챔버 CVD 시스템은, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)가 복수의 인클로저(108) 내외로 수송되는 갭이나 통로를 정의하도록 성형된 고정형 저항성 가열기 요소들을 포함하는 제1 가열기, 및 기관 캐리어들(114A, 114B)에 부착된 제2 가열기를 포함한다. 이러한 가열기들은 독립적으로 제어가능하다. 기관 캐리어들(114A, 114B)에 부착된 가열기는, 기관들이 다음 증착 챔버로 수송되는 동안 기관들을 가열하거나 기관들의 소망 온도를 유지하는 데 사용될 수 있다. 두 개의 가열기를 사용하여 기관들이 소망 공정 온도를 얻는 데 걸리는 시간을 감소시킴으로써 처리량을 증가시킬 수 있다.
- [0033] 도 3a는 스핀들이 통과할 수 있는 두 개의 이등분 사이에 갭을 갖는 가열기(122)의 일례(상면도)를 도시한다. 가열기 요소(130A)와 가열기 요소(130B)는 브래킷(160A와 162A 및 160B와 162B)에 의해 각각 챔버들(110, 152) 내의 임의의 비이동(non-moving) 표면에 연결된다. 적절한 와이어링 및 기타 가열기 제어부도 적절한 브래킷을 통과한다. 갭(170)은 스핀들(140A, 140B)이 시스템 내의 서로 다른 챔버들을 통해 병진 운동할 때 스핀들(140A, 140B)이 관통 이동할 수 있을 정도로 충분히 넓다.
- [0034] 도 3b와 도 3c는 가열기 지지부(142)(도시하지 않음)를 사용하여 스핀들(140)에 연결될 수 있는 가열기(122)의 예들을 도시한다. 도 3b에서, 지지부들(147, 148)은 가열기(122)를 다른 지지부(도시하지 않음)에 연결한다. 적절한 와이어링 및 기타 제어부도 지지부들(147, 148)을 통해 이동할 수 있다. 도 3c에서, 브래킷(146)은 가열기(122)를 가열기 지지부(도시하지 않음)에 연결하고 이때 적절한 와이어링과 기타 제어부가 가열기 지지부(142)(도시하지 않음)를 통해 브래킷(146)으로 이동한다.
- [0035] 도 3d는 스핀들이 통과할 수 있는 두 개의 이등분 사이에 갭을 갖는 가열기(190)의 다른 일례(상면도)를 도시한다. 가열기 요소(196A)와 가열기 요소(196B)는 브래킷들(192A와 194A 및 192B와 194B)에 의해 각각 챔버들(110, 152) 내의 임의의 비이동 표면에 연결된다. 적절한 와이어링과 기타 가열기 제어부도 대응하는 브래킷들을 관통한다. 갭(170)은, 스핀들(140A, 140B)이 시스템 내의 서로 다른 챔버들을 통해 병진 운동할 때 스핀들(140A, 140B)이 관통 이동할 수 있을 정도로 충분히 넓다.
- [0036] 다른 일 실시예에서는, 기관들 자체가 저항성 가열기로서 사용된다. 본 실시예에서, 기관들은, 저항성 가열에 적합한 저항성을 나타내는 두께의 재료로 이루어진다. 전원은 기관들에 전기적으로 연결된다. 전원에 의해 발생하는 전류는 기관들이 소망 처리 온도까지 가열되도록 조정된다. 당업자는, 기관들(104)을 가열하는 데 가열기의 다른 유형들을 사용할 수 있다는 점을 인식할 것이다. 또한, 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템은, 기관들의 성장 표면을 소망 처리 온도까지 가열하도록 증착 챔버들(110, 152) 내부에 및/또는 외부에 위치할 수

있는 가열기의 다수의 유형들을 포함할 수 있다.

- [0037] 본 교시의 일부 실시예들에서, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 중 하나 이상은 처리 동안 축을 중심으로 하나 이상의 기관을 회전시킨다. 회전 속도는 특정 공정에 의존한다. 일부 공정에서, 회전 속도는 최대 1500rpm에 이른다. 다른 실시예들에서, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 중 하나 이상은 처리 동안 하나 이상의 기관을 병진 운동시킨다. 또 다른 실시예들에서, 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 중 하나 이상은 처리 동안 하나 이상의 기관을 회전시키고 병진 운동시킨다. 하나 이상의 기관이 그 축을 중심으로 회전하는 플래닛(planet) 상에 로딩되는 동안 기관 캐리어들은 정지 상태를 유지하거나 선형으로 병진 운동할 수도 있다. 기관 캐리어는, 기관들이나 플래닛들이 캐리어 상에 다양한 구성으로 배열되는 등근형일 수 있고, 또는 캐리어가 회전하지 않는 경우에는 직사각형이나 정사각형일 수 있다. 캐리어 구성은 처리되는 기관 크기에 최적화된다. 이러한 방식으로, 등근 형상, 정사각형, 또는 직사각형이며 2" 내지 12" 크기의 기관들은 통상적으로 적절한 크기와 구성의 캐리어를 사용함으로써 처리될 수 있다.
- [0038] 복수의 인클로저(108)의 각각은, 독립적 환경을 유지하도록 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 중 하나를 밀폐하는 복수의 증착 챔버(110, 152) 중 하나를 형성하도록 구성된다. 독립적 환경에서, 화학적 기상 증착 공정의 화학적 반응은 CVD 처리 단계로서 수행될 수 있다. 독립적 환경의 다른 예에서는, 어닐링 또는 다른 비화학적 기상 증착 공정의 화학적 반응 단계들이 수행될 수 있다. 본 교시에 따른 일부 시스템에서, 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각은 CVD 처리 단계들의 순서로 복수의 처리 단계들 중 하나를 수행하도록 설계되고 작동된다. 본 교시에 따른 다른 시스템에서, 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각은, 관련된 화학적 기상 증착 공정의 화학적 반응일 수 있고 아닐 수도 있는 하나 이상의 처리 단계를 수행한다.
- [0039] 많은 실시예들에서, 복수의 인클로저(108) 중 하나 이상은 스테인레스 스틸 인클로저 또는 글래스 벨 자(glass bell jar) 등의 물리적 인클로저를 포함한다. 당업자라면, 많은 유형의 재료를 사용하여 물리적 인클로저를 형성할 수 있음을 인식할 것이다. 많은 실시예들에서, 복수의 인클로저(108)의 각각은 증착 동안 발생하는 열을 제거하도록 유체 냉각된다. 물 또는 다른 유형의 유체를 쿨링하기 위한 도관들은 복수의 인클로저(108) 내에 또는 복수의 인클로저 주위에 형성될 수 있다.
- [0040] 다른 실시예들에서, 복수의 인클로저(108) 중 하나 이상은 대응하는 인클로저의 하나 이상의 경계를 형성하는 가스 커튼(또는 퍼지)을 포함한다. 이러한 실시예들에서, 인접하는 가스 커튼들은 진공 하의 영역에 의해 분리될 수 있다. 진공 하에 있는 영역들은, 분리된 공정 화학 반응들이 복수의 증착 챔버들(110, 152)의 각각 내에서 유지되도록 인접하는 증착 챔버들(110, 152) 사이의 공정 가스들을 제거한다. 가스 커튼(퍼지)은 통상적인 GaN형 반응 장치를 위한 H₂, N₂, NH₃ 및/또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 다른 III/V족 반응 장치를 위해서는, 수소화물 등의 가스(예를 들어, AsH₃ 또는 PH₃)가 유용하다. 인클로저들 간의 공정 누화를 감소시키기 위해, 인클로저 내의 압력은 인클로저가 개방되기 전에 전체 챔버의 압력으로 평형화된다. 또한, 가스들은 캐리어가 하나의 스테이션으로부터 다른 하나의 스테이션으로 수송되고 있는 동안 원치 않는 기관 열화를 방지하는 데 필요한 가스 분위기를 유지하도록 각 주입기 내에 위치하는 선택된 주입기들을 통해 계속해서 흐를 수 있다.
- [0041] 다른 실시예들에서, 하나 이상의 가스 커튼들은 복수의 인클로저(108) 중 두 개 이상 사이에서 사용된다. 이러한 가스 커튼은, 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각 내에서 공정 화학적 반응들이 개별적으로 유지되도록 하나의 증착 챔버에서 사용되는 공정 가스들이 다른 하나의 증착 챔버에 유입되는 것을 방지하는 데 사용될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 가스 퍼지는 복수의 증착 챔버(110, 152) 중 두 개 이상 간의 영역들에서 사용될 수 있다. 가스 퍼지는, 잔여 공정 가스들이 가스 퍼지를 통해 다음 증착 챔버로 이동할 때 기관들로부터 그 잔여 공정 가스들을 제거하는 데 사용될 수 있다.
- [0042] 인클로저들은 작동 모드에 따라 동기식으로 또는 비동기식으로 작동할 수 있다. 캐스케이드 모드에서, 캐리어는, 최종 스테이션으로부터의 캐리어가 제거된 후 최종 스테이션으로 이동할 수 있고, 공정이 스테이션들을 통해 진행된다. 다른 모드에서는, 모든 캐리어들이 하나의 스테이션으로부터 다른 하나의 스테이션으로 동기식으로 이동한다. 또 다른 모드에서는, 최종 스테이션이 언로딩되고, 이어서, 나머지 캐리어들이 다음 스테이션으로 동기식으로 연동된다. 캐리어들이 챔버들 간에 양방향으로 이동할 수 있는 다른 작동 모드들도 가능하며, 이에 따라 성장의 한 부분을 완료하는 데 연속되는 챔버들의 한 세트를 사용하는 한편 그 성장의 다른 한 부분을 완료하는 데 그 연속되는 챔버들의 다른 한 세트를 사용한다. 최적의 작동 모드는 공정과 처리량에 종속되는 것이다.

- [0043] 복수의 인클로저의 각각은, 하나 이상의 가스 입력 포트가 하나 이상의 공정 가스를 각 증착 챔버들(110, 152) 내에 주입하도록 하나 이상의 CVD 공정 가스 소스에 결합된 그 하나 이상의 가스 입력 포트를 포함한다. 가스 흐름 플랜지(300)(도 2a와 도 2b)는, 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템과 함께 사용될 수 있는, 75℃를 넘는 온도에서 CVD 공정 가스들을 주입하는 데 사용될 수 있는 상승된 온도 가스 입력 포트들을 포함한 다수의 가스 입력 포트를 포함할 수 있다. 증착 챔버들(110, 152)의 벽들은 가스 입력 포트 온도 또는 가스 입력 포트 온도를 초과하는 온도로 가열될 수 있다. 상승된 가스 입력 포트 온도를 사용함으로써, 비교적 느린 기판 캐리어 회전 속도, 비교적 높은 작동 압력, 비교적 느린 유속, 또는 바람직한 기판 캐리어 회전 속도, 작동 압력, 가스 유속의 일부 조합을 사용할 수 있다. 각 인클로저 내에서 흐름 플랜지의 다른 구성을 이용할 수도 있다. 예를 들어, 다른 구성은, 디스크 반응 장치를 회전시키도록 구성된 흐름 플랜지, 밀착 결합된 샤워헤드 반응 장치, 교차 흐름 행성 운동형 반응 장치, 공간적 또는 시간 변조형 원자층 에피택시 반응 장치, 플라즈마, 또는 핫 와이어 CVD 반응 장치를 포함할 수 있다. 일반적으로, 인라인 구현예와 호환성 있는 임의의 반응 장치 유형을 사용할 수 있다. 이는, 특정한 성장 단계를 위해 가장 적합한 반응 장치 구성이 사용되는 맞춤형(mix and match) 전략을 가능하게 한다. 본 발명에서 유용한 반응 장치 설계와 기판 캐리어 설계의 다른 유형은, "Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy System and Process"라는 명칭으로 2011년 4월 7일자로 제출된 미국 특허 출원번호 제61/472,925호에서 찾을 수 있는 것들을 포함하며, 그 전문은 본 명세서에 참고로 인용된다.
- [0044] CVD 공정 가스들은 멀티 챔버 CVD 시스템(100)에 근접하여 위치할 수 있고, 또는 원격 위치에 있을 수도 있다. 많은 실시예들에서, MOCVD 가스 소스 등의 복수의 CVD 가스 소스들은, 가스 분배 매니폴드를 통해 복수의 증착 챔버(110, 152)의 각각의 가스 입력 포트들에 연결되도록 이용가능하다. 멀티 챔버 CVD 시스템(100)은 가스 분배 매니폴드를 구성함으로써 증착되는 재료 구조를 변경하도록 쉽게 구성될 수 있다. 가스 분배 매니폴드는 매니폴드에서 수동으로 구성될 수 있고 또는 전기적으로 작동하는 밸브와 솔레노이드를 활성화함으로써 원격으로 구성될 수 있다. 이러한 장치는, 증착되는 재료 구조를 변경하도록 쉽게 재구성되기 때문에, 연구와 유연성 있는 제조 환경에 매우 적합하다. 모든 증착 챔버들을 위한 소스 가스들을 제공하는 공유 조립체는 부품 카운트와 비용을 감소시키는 한편 모든 챔버들에 전달되는 소스 가스의 일관성을 개선한다. 이러한 조립체는 또한 인라인 정화 장치와 필터 등의 고가 부품들을 공유할 수 있게 한다. 또한, 시스템은 스테이션들 중 하나가 고장나는 경우에 여분의 스테이션으로서 사용될 수 있는 소스 가스들로 충분히 구성된 여분의 스테이션을 포함할 수 있다. 여분의 스테이션은 시스템 내로 현재 로딩된 기판들 상에서의 모든 공정 단계들의 완료를 가능하게 한다. 재공품(WIP)이 세척된 후, 영향을 받은 스테이션이 서비스를 받을 수 있다. 수송 시스템은 고장 난 스테이션을 우회하는 수단을 포함할 수 있다. 스테이션들 중 하나가 고장 난 경우에 WIP를 복구하는 데 사용되는 알려져 있는 다른 많은 시스템 아키텍처 특징부들이 이 시스템에서 구현될 수 있다.
- [0045] 가스 입력 포트들은, CVD 가스들이 복수의 기판의 표면에 도달할 때까지 CVD 가스들이 반응하는 것을 실질적으로 방지하는 가스 분배 노즐을 포함할 수 있다. 이러한 가스 분배 노즐은 공정 가스의 반응들이 증착 챔버들(110, 152) 내의 복수의 기판의 표면으로부터 멀어지면서 발생하는 것을 실질적으로 방지하고 이에 따라 처리되고 있는 기판의 표면 상에 증착된 재료 내에 반응 부산물이 매입되는 것을 방지하도록 구성된다.
- [0046] 또한, 복수의 인클로저(108)의 각각은 공정 가스들과 반응 부산물 가스들을 제거하기 위한 하나 이상의 배기 포트를 포함한다. 일 실시예에서, 링 형상의 배기 포트(120)는 공정 가스들과 반응 부산물 가스들을 제거하는 데 사용된다. 하나 이상의 배기 포트(120)는 배기 매니폴드에 결합된다. 진공 펌프는 배기 매니폴드에 결합된다. 진공 펌프는 배기 매니폴드를 배기하고, 이에 따라 복수의 증착 챔버(110, 152)로부터 공정 가스들과 반응 부산물 가스들을 제거하는 압력 차를 생성한다. 배기 포트들은 또한 공정 가스의 반응들이 증착 챔버들(110, 152) 내의 기판들의 표면으로부터 멀어지면서 반응하는 것을 실질적으로 방지하고 이에 따라 증착된 막의 오염을 방지하도록 구성된다. 각 챔버마다의 가스 로딩에 따라, 누화가 없고 배기되고 있는 가스들이 서로 호환가능하다면, 배기 펌프들은 또한 다수의 챔버들에 걸쳐 공유될 수 있다.
- [0047] 수송 기구(104)는, 미리 정해진 시간 동안 복수의 인클로저(108)의 각각에서 하나 이상의 처리 단계들이 수행될 수 있게 하는 이산적인 스텝으로 복수의 기판 캐리어(114A, 114B)의 각각을 복수의 인클로저(108)의 각각으로 수송한다. 본 교시에 따른 수송 기구의 유형과 이산적인 스텝으로 복수의 증착 챔버(110, 152) 간에 복수의 기판 캐리어(114A, 114B)를 수송하기 위한 많은 수단들이 있다. 예를 들어, 본 교시에 따른 수송 기구의 한 유형은 복수의 기판 캐리어(114A, 114B)의 각각을 레일을 따라 복수의 인클로저(108)의 각각으로 수송한다. 본 교시에 따른 수송 기구의 다른 한 유형은 복수의 기판 캐리어(114A, 114B)의 각각을 트랙 상에서 복수의 인클로저(108)의 각각으로 수송한다. 본 교시에 따른 수송 기구의 또 다른 한 유형은, 복수의 기판 캐리어(114A, 114B)의 각각을, 예를 들어, 컨베이어 벨트를 사용하는 컨베이어 유형 수송 기구에 의해 복수의 인클로저(108)

의 각각으로 수송한다. 이러한 수송 시스템에서, 벨트, 푸시로드, 및 자기 선형 모터 등의 자기적으로 결합된 드라이브를 포함할 수 있는 컨베이어 시스템, 레일, 또는 트랙은 복수의 가열기(122A, 122B)에 전력을 제공하도록 설계될 수 있다. 또한, 이러한 수송 시스템에서, 기관 캐리어들(114A, 114B)을 위한 회전 및/또는 병진 운동 조립체 등의 공압 작동식 부품들을 위한 가스는 레일, 트랙, 또는 컨베이어 시스템으로부터 제공될 수 있다.

[0048] 도 1에 도시한 수송 기구(104)는 제1 인클로저로부터 제2 인클로저로의 경로로 기관 캐리어들(114A, 114B)을 이동시킨다. 실제로, 통상적으로는, 2개보다 많은 증착 챔버(110, 152)를 형성하는 2개보다 많은 기관 캐리어(114A, 114B)와 인클로저(108)가 존재한다. 다양한 실시예들에서, 수송 기구(104)는 기관 캐리어들을 직선 방향으로 또는 곡선 방향으로 수송할 수 있다. 수송 기구가 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)를 수송하는 경로는 시작과 종료가 서로 다른 물리적 위치에 있는 개방 경로 또는 시작 위치와 종료 위치 사이의 직선이나 곡선 경로일 수 있다. 대안으로, 수송 기구(104)가 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)를 수송하는 경로는 경로의 종료점이 단일 위치에서의 시작점으로 복귀되는 폐쇄 경로일 수 있다. 다양한 실시예들에서, 폐쇄 경로는, 예를 들어, 원형, 타원형, 또는 연속 트랙(예를 들어, 탱크 트레드(tank tread)) 형상 등의 비선형 경로일 수 있지만, 이러한 예로 한정되지는 않는다.

[0049] 많은 실시예들에서, 수송 기구(104)는 한 방향으로 멀티 챔버 CVD 증착 시스템을 통해 기관 캐리어들(114A, 114B)을 수송한다. 그러나, 다른 실시예들에서, 수송 기구는, 제1 방향으로 멀티 챔버 CVD 증착 시스템을 통해 기관 캐리어들(114A, 114B)을 수송한 후 제1 방향의 반대인 제2 방향으로 다시 멀티 챔버 CVD 증착 시스템을 통해 수송한다.

[0050] 도 1에 도시한 실시예에서는, 처리를 위해 기관들을 멀티 챔버 CVD 시스템(100) 내로 삽입하기 위한 한 개의 기관 로딩/언로딩 스테이션(102) 및 처리 후 처리된 기관들을 멀티 챔버 CVD 시스템(100)으로부터 제거하기 위한 다른 한 개의 기관 로딩/언로딩 스테이션(112)이 있다. 처리를 위해 기관들을 멀티 챔버 CVD 시스템(100) 내로 삽입하고 처리 후 멀티 챔버 CVD 시스템(100)으로부터 처리된 기관들을 제거하는 폐쇄 경로를 포함하는 본 교시에 따른 멀티 챔버 CVD 시스템(100)에서는, 단일 기관 로딩/언로딩 스테이션이 존재할 수 있다. 많은 실시예들에서, 기관 로딩/언로딩 스테이션(102, 112)으로부터의 기관 취급은 로보틱 수송 기구에 의해 자동화된다. 기관 로딩 및 언로딩 스테이션들은, 또한, 공정 요건들에 따라 세척 또는 서비스 제공을 위해 그 시스템으로부터 캐리어들을 제거/추가하도록 기능을 할 수 있다. 예를 들어, As/P계 재료들의 MOCVD 성장을 위해, 세척이 필요하기 전에 캐리어를 여러 번 재사용할 수 있는 한편, 각 증착 사이클 후에는 GaN계 재료의 성장을 위해 세척이 필요하다. 또한, 제거/교체 및/또는 다른 임의의 종류의 조절을 위해 사용자가 플랫폼 또는 웨이퍼 캐리어에 액세스할 수 있는 하나 이상의 액세스 스테이션이나 포트가 있을 수 있다.

[0051] 본 교시에 따른 일부 멀티 챔버 CVD 시스템들은, 기관 캐리어들(114A, 114B)에 밀접하게 위치하며 이 기관 캐리어들과 일체형이며 이에 따라 기관들의 성장 표면과 열적으로 연통하는 가열기들을 포함하는 수송 기구를 포함한다. 이러한 시스템들에서, 가열기들(122A, 122B)은 기관 캐리어들(114A, 114B)과 함께 이동한다. 기관 캐리어들(114A, 114B)과 일체형인 저항성 가열기들을 위한 전력은 수송 기구에 의해 제공될 수 있고 또는 이동가능한 전력 케이블에 의해 제공될 수 있다.

[0052] 본 교시에 따른 일부 시스템들에서, 복수의 인클로저 중 하나 이상은 하나 이상의 현장내 측정 디바이스(in-situ measurement device; 124)를 포함한다. 일부 시스템들에서, 복수의 인클로저 중 하나 이상은, 증착 동안 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 상에 위치하는 기관들의 성장 표면에서의 온도를 측정하는 고온계(pyrometer)를 포함할 수 있다. 그 결과로 얻은 온도 측정 결과를 이용하여, 기관들의 표면에서의 소망 성장 온도를 유지하도록 가열기 제어 회로에 피드백을 제공할 수 있다. 또한, 일부 시스템들에서, 복수의 인클로저(110, 152) 중 하나 이상은 증착된 막의 두께 및/또는 성장 속도를 측정하는 반사율계를 포함한다. 반사율계는, 기관의 성장 표면에서의 온도, 공정 가스 유속, 및 증착 챔버들(110, 152) 내의 압력 등의 다양한 증착 파라미터들을 제어하는 피드백 신호를 제공할 수 있다. 추가 현장내 측정 디바이스들(124)은, 예를 들어, 증착 동안 웨이퍼의 곡률을 측정하는 데 사용될 수 있는 휨 측정계(deflectometer), 편광 측정계(ellipsometer), 포토루미네선스 분광계(photoluminescence spectrometer), 반사율계(reflectometer), 결합된 고온계/반사율계(pyrometer/reflectometer), 결합된 휨 측정계/반사율계/온도 도구, 및 일렉트로루미네선스 분광계(electroluminescence spectrometer) 등을 포함하는, 반도체 산업에서 흔히 사용되는 다른 계량 도구들을 포함한다. 결합된 고온계/반사율계는, 예를 들어, 미국 특허번호 제6,349,270호에 개시된 것일 수 있다. 결합된 휨 측정계/반사율계/온도 도구는 Veeco Instruments의 DRT-210 현장내 공정 모니터(in-situ process monitor)로서 이용가능하다.

- [0053] 도 2a는 인클로저(202)를 기관 캐리어(204) 위로 이동시킴으로써 증착 챔버(200)가 형성되는 본 교시에 따른 증착 챔버(200)의 일 실시예의 측면도를 도시한다. 본 실시예에서, 기관 캐리어(204)는 수직 방향으로 고정된다. 예를 들어, 기관 캐리어(204)는 트랙, 레일, 또는 컨베이어형 수송 시스템에 부착될 수 있고, 이러한 컨베이어형 수송 시스템은, 또한, (스핀들(240)에 의해 지지되는) 기관 캐리어(204)를 멀티 챔버 증착 시스템(100)(도 1)을 통해 수평 방향으로 수송하는, 벨트, 푸시로드, 및 자기 선형 모터 등의 자기적으로 결합된 드라이브를 포함할 수 있다. 액추에이터(206)는 인클로저(202)를 기관 캐리어(204) 위로 수직 방향으로 병진 이동시켜 증착 챔버(208)를 형성한다. 인클로저(202)는 수송 시스템(210)과 인터페이싱하여 증착 챔버(208) 내의 공정 화학적 반응을 포함하는 밀봉부를 형성한다. 일부 시스템들에서, 수송 시스템(210)은 수송 시스템(104)의 상면 상에 또는 상면 내에 형성된 가스 밀봉부를 포함한다. 구체적인 일 실시예에서, 수송 시스템(210)은, 인클로저(202)의 하부 가장자리가 0-링형 그루브와 직접 접촉하여 0-링, 플랜지, 또는 가스켓을 가압하여 증착 챔버(208) 내에 공정 가스들을 상당히 함유하는 가스 밀봉부를 형성하는 상면 내에 형성된 0-링 그루브를 포함하는 컨베이어형 수송 시스템이다.
- [0054] 도 2b는, 기관 캐리어(252)를 인클로저(254) 내로 이동시킴으로써 증착 챔버(250)가 형성되는 본 교시에 따른 증착 챔버(250)의 일 실시예의 측면도를 도시한다. 본 실시예에서, 인클로저(254)는 가스 흐름 플랜지(300)에 의해 형성된 천정뿐만 아니라 비이동식 정면, 후면, 및 측벽들로 형성된다. 인클로저(254) 등의 인클로저들은 조립체 영역 내의 다양한 위치에 위치할 수 있고, 수직 및 수평이 되도록 수직 방향과 수평 방향으로 고정된다. 액추에이터(262)는 기관 캐리어(252)가 인클로저(254) 아래에 적절히 정렬될 때까지 기관 캐리어(252)를 수평 방향으로 병진 이동시킨다. 이어서, 액추에이터(256)는 기관 캐리어(252)를 수직 방향으로 인클로저(254) 내로 이동시켜 증착 챔버(258)를 형성한다. 일부 시스템들에서는, 기관 캐리어(252)를 지지하는 스핀들(260)을 수직 방향으로 인클로저(254) 내로 이동시켜 증착 챔버(258)를 형성한다. 이러한 시스템들에서, 수송 시스템(262)은 고정된 위치에 있을 수 있다. 또한, 일부 시스템들에서는, 기관 캐리어(252)를 지지하는 수송 시스템(262)을 수직 방향으로 이동시켜 기관 캐리어(252)를 인클로저(254) 내에 위치시켜 증착 챔버(258)를 형성한다. 인클로저(254)는 수송 시스템(260)과 인터페이싱하여 증착 챔버(258) 내의 공정 화학적 반응을 포함하는 밀봉부를 형성한다. 수송 시스템(260)은, 공정 가스들을 상당히 함유하는 수송 시스템(260)의 상면 상에 또는 상면 내에 형성된, 0-링, 플랜지, 또는 가스켓 밀봉부 등의 가스 밀봉부를 포함한다.
- [0055] 다시 도 1을 참조해 보면, 당업자라면, 복수의 인클로저(108)와 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)가 인터페이싱하여 복수의 증착 챔버(110, 152)를 형성하는 본 교시에 따른 구성과 복수의 기관 캐리어(114A, 114B)를 밀폐하기 위한 다양한 다른 수단이 있다는 점을 인식할 것이다. 예를 들어, 한 구성에 있어서, 복수의 인클로저(108) 중 하나 이상과 복수의 기관 캐리어(114A, 114B) 중 대응하는 하나가, 복수의 증착 챔버(110, 152) 중 하나 이상을 형성하도록 서로에 대하여 이동가능하다.
- [0056] 도 4는 인클로저들(108)이 오목부들(170) 내로 상승된 도 1에 도시한 실시예의 측면도를 도시한다. 이렇게 함으로써, 챔버들(110, 152)에서 반응 가스들이 퍼지되었고, 하우징(106) 내의 압력이 균일해졌으며, 이때, 기관 캐리어들(114A, 114B)은 각자의 해당 서셉터(116A, 116B), 기관 캐리어 조립체(118A, 118B), 스핀들(140A, 140B)과 함께, 일부 경우엔, 가열기들(122A, 122B)이 가열기 지지부들(142A, 142B)과 함께, 하우징(106) 내의 수송 기구(104)에 의해 소망하는 공정의 다음 단계로 이동될 수 있다.
- [0057] 도 5는 다른 특정한 모드에 있는 도 1의 멀티 챔버 CVD 시스템의 실시예의 측면도를 도시한다. 이 측면도에서는, 기관 캐리어(114B)가, 해당 서셉터(116B), 기관 캐리어 조립체(118B), 스핀들(140B)과 함께, 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부(142B)와 함께한 가열기(122B)도 함께 증착 챔버(152)로부터 기관 언로딩 스테이션(112)으로 이동하였음을 도시하고, 기관 캐리어(114A)가, 해당 서셉터(116A), 기관 캐리어 조립체(118A), 스핀들(140A)과 함께, 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부(142A)와 함께한 가열기(122A)도 함께 추가 처리를 위해 증착 챔버(110)로부터 증착 챔버(152)로 이동하였음을 도시한다.
- [0058] 도 6은, 증착 챔버들(i, i+1, i+2, i+3)에서 공정 가스들이 퍼지되었고 그러한 영역들 내의 압력이 균일해진 본 교시의 일 실시예의 측면도를 도시한다. 필요하다면, 캐리어(들)가 증착 챔버들 중 하나로부터 밖으로 이동되더라도 소정의 공정 조건들을 유지해야 하는 경우에 그 증착 챔버들(i와 i+1, i+1과 i+2, i+2와 i+3) 간에 가스 커튼을 사용할 수 있다. 복수의 기관 캐리어(114i, 114i+1, 114i+2)는, 해당하는 서셉터들(116i, 116i+1, 116i+2), 기관 캐리어 조립체들(118i, 118i+1, 118i+2), 스핀들(140i, 140i+1, 140i+2)과 함께, 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부들(142i, 142i+1, 142i+2)과 함께한 가열기들(122i, 122i+1, 122i+2)도 함께, 기관 수송 기구(104)에 의해 증착 챔버들(i, i+1, i+2)로부터 각각 이동 중에 있다. 이 경우에, 인클로저들(108i, 108i+1, 108i+2, 108i+3)은 각자의 오목부들(170i, 170i+1, 170i+2, 170i+3) 내로 상승되어 있다. 일단 기관

캐리어들(114)이 자신의 다음 증착 챔버 내에 적절히 정렬되면, 예를 들어, 기관 캐리어(114i)가, 서셉터(116i), 기관 캐리어 조립체(118i), 스펀들(140i)과 함께 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부(142i), 가열기(122i)도 함께 챔버(i+1) 내에 정렬되고, 기관 캐리어(114i+1)가, 서셉터(116i+1), 기관 캐리어 조립체(118i+1), 스펀들(140i+1)과 함께 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부(142i+1), 가열기(122i+1)와 함께 챔버(i+2) 내에 정렬되고, 기관 캐리어(114i+2)가, 서셉터(116i+2), 기관 캐리어 조립체(118i+2), 스펀들(140i+2)과 함께 그리고 일부 경우엔 가열기 지지부(142i+2), 가열기(122i+2)도 함께 챔버(i+3) 내에 정렬되면, 인클로저들(108i, 108i+1, 108i+2, 108i+3)이 오목부들(170i, 170i+1, 170i+2, 170i+3)로부터 벗어나 하강되어 챔버들(i, i+1, i+2, i+3)을 밀봉하여 소망하는 공정에서의 다음 증착 단계가 수행될 수 있다.

[0059] 본 교시에 따른 CVD 처리 시스템에서 사용되는 공정 가스들은 기관 캐리어에 대한 임의의 각도로 증착 챔버 내로 주입될 수 있다. 본 교시에 따른 일부 CVD 처리 시스템들은 기관 캐리어의 표면에 대략 수직인 수직 방향으로 공정 가스들을 주입한다. 이러한 시스템들에서, 공정 가스들은 본 명세서에서 설명한 바와 같이 가스 흐름 플랜지(300)를 통해 주입될 수 있다. 본 교시에 따른 다른 CVD 공정 시스템들에서는, 공정 가스들이, 기관 캐리어의 표면에 대략 평행한 방향으로 가스들이 흐르는 수평 방향으로 주입된다. 예를 들어, 본 교시의 CVD 처리 시스템의 구체적인 일 실시예는 도 7a 또는 도 7b에 도시한 바와 같은 수평 또는 평행 가스 주입 시스템을 사용한다.

[0060] 도 7a는 인클로저(402)를 기관 캐리어(304) 위로 이동시킴으로써 증착 챔버(400)가 형성되는 본 교시에 따른 증착 챔버(400)의 일 실시예의 측면도를 도시한다. 본 실시예에서, 기관 캐리어(304)는 수직 방향으로 고정된다. 예를 들어, 기관 캐리어(304)는, 트랙, 레일, 또는 컨베이어형 수송 시스템에 부착될 수 있고, 이러한 컨베이어형 수송 시스템은, 멀티 챔버 증착 시스템(100)(도 1)을 통해 수평 방향으로 (스핀들(340)에 의해 지지되는) 기관 캐리어(304)를 수송하는, 벨트, 푸시 로드, 자기 선형 모터 등의 자기 결합 드라이브도 포함할 수 있다. 액추에이터(406)는 기관 캐리어(304) 위로 수직 방향으로 인클로저(402)를 병진 운동시켜 증착 챔버(308)를 형성한다. 인클로저(402)는 수송 시스템(310)과 인터페이스하여 증착 챔버(308) 내에 공정 화학 반응(process chemistry)을 함유하는 밀봉부를 형성한다. 일부 시스템에서, 수송 시스템(310)은 수송 시스템(310)의 상부에 또는 상면 내에 형성된 가스 밀봉부를 포함한다. 구체적인 일 실시예에서, 수송 시스템(310)은, O-링, 플랜지, 또는 가스켓을 압축하도록 인클로저(402)의 하부 에지가 O-링형 홈과 직접 접촉하는 상면 내에 형성된 O-링형 홈을 포함하는 컨베이어형 수송 시스템이며, 이에 따라 증착 챔버(308) 내에 공정 가스들을 상당히 함유하는 가스 밀봉부를 형성하게 된다.

[0061] 판(420)은 충분한 개수의 수평 장착 튜브들을 포함하며, 예를 들어, 기관 캐리어(308)의 상부로부터 적절한 거리에 위치할 수 있는 튜브들(412, 414, 416)(모든 튜브들이 식별된 것은 아님)을 포함한다. 챔버(308) 내의 구성에 따라, 튜브들(412, 414, 416)은, 챔버(308)에서 수행되는 MOCVD 공정에 따라, 각각 전구체 가스나 캐리어 가스를 반송할 수 있다. 많은 경우에, 불활성 가스를 반송하는 튜브는 캐리어 가스를 반송하는 튜브와 반응 가스를 반송하는 튜브 사이에 위치한다. 기관 캐리어(304)의 상면에 대면하는 튜브들의 하부에 위치하는 구멍이나 슬릿은 그 가스들이 캐리어(304)를 향하여 흐를 수 있게 한다.

[0062] 도 7b는 (많은 챔버 부품들이 제거되어 있는) 도 7a에 도시한 증착 챔버의 (도 7a에 도시한 바와 같이 A 방향으로의) 탑다운 도를 도시한다. 증착 챔버의 탑다운도는 튜브들(412, 414, 416)을 갖는 판(420)의 일 실시예를 예시한다. 튜브들(412, 414, 416)의 화살표들은 튜브 내의 가스 흐름의 일반적인 방향을 나타낸다. 당업자라면, 수행되는 구체적인 CVD 프로세스에 따라 가스들의 방향성 흐름이 변경될 수 있음을 인식할 것이다. 가스들은, 기관 캐리어(304)가 회전함에 따라 웨이퍼 상에 소망하는 에피택셜 구조가 성장되도록 적절한 유속으로 방출된다. 수평 모드에서 에피택셜 구조 성장의 균일성을 증가시키도록, 웨이퍼들은 일반적으로 행성 운동으로 자신의 축을 중심으로 회전해야 하며, 여기서 웨이퍼들이 장착되어 있는 웨이퍼 캐리어는, (웨이퍼 시트 내에서) 웨이퍼들을 웨이퍼 주위로 제2 속도로 회전시키는 동안 제1 속도로 회전하며, 이에 따라 웨이퍼 캐리어에서의 웨이퍼들의 행성 운동을 생성한다. 이러한 시스템들은 행성 기어 시스템, 웨이퍼 캐리어를 회전시키는 모터 드라이버, 및 그 위에 배치된 웨이퍼를 이용하는 것으로 제안되어 왔다. 당업자라면, 소정의 상황에서 기관 캐리어(304)가 회전할 필요가 없음을 인식할 것이다.

[0063] 도 8은 본 교시에 따른 수평 흐름 가스 주입기 CVD 시스템(500)의 다른 변형예의 상측 사시도를 도시한다. 수평 흐름 가스 주입기(500)는, 판(420)과 튜브들(412, 414, 416)에 의해 제공되는 가스 흐름 대신에 또는 이러한 가스 흐름을 보충하도록 사용될 수 있다. CVD 시스템(500)은, 플랫폼(510)의 평면에 전구체 가스들과 불활성 가스들(즉, 공정 챔버 내로의 수평 흐름)을 주입하는 원형 가스 주입기들(504, 506, 508)을 포함한다. 제1 원형 가스 주입기(504)는 제1 전구체 가스 소스(512)에 결합된다. 제2 원형 가스 주입기(506)는 불활성 가스 소

스(514)에 결합된다. 제3 원형 가스 주입기(508)는 제2 전구체 가스 소스(516)에 결합된다. 일부 경우에는, 제1 및 제3 원형 가스 주입기들(504, 508)도 캐리어 가스 소스에 결합된다. 제1 원형 가스 주입기(504)는 제1 수평 영역(518)에 제1 전구체 가스를 주입한다. 제3 원형 가스 주입기(508)는 제2 수평 영역(520)에 제2 전구체 가스를 주입한다. 원형 전극(522)은, 제1 전구체 가스 분자들이 원형 전극(522)과 접하면서 또는 이러한 원형 전극에 근접하여 흐르도록 제1 수평 영역(518)에 위치한다. 원형 전극(522)을 제2 전구체 가스 분자들의 흐름으로부터 분리하도록 물리적 또는 화학적 배리어가 제1 및 제2 수평 영역들(518, 520) 사이에 위치할 수 있다.

[0064] 일부 경우에, 배플은, 제1 전구체 가스 분자들이 플래튼(510)으로 흐를 때 전극(522)에 의해 열적으로 활성화되는 것을 실질적으로 방지하도록 원형 전극(522) 위에 위치한다. 일부 경우에는, 가스 커튼을 사용하여 제1 및 제2 수평 영역들(518, 520)을 분리한다. 이러한 시스템들에서, 제2 원형 가스 주입기(506)는, 제2 전구체 가스 분자들이 원형 전극(522)에 의해 활성화되는 것을 실질적으로 방지하는 패턴으로 제1 및 제2 수평 영역들(518, 520) 사이에 불활성 가스를 주입한다.

[0065] CVD 시스템(500)을 작동시키는 방법은, 제1 원형 가스 주입기(504)로 제1 전구체 가스를 주입하는 단계와 제3 원형 가스 주입기(508)로 제2 전구체 가스를 주입하는 단계를 포함한다. 불활성 가스는, 제2 원형 가스 주입기(506)에 의해 제1 및 제2 수평 영역들(518, 520) 사이에 주입되어, 제2 전구체 가스 분자들이 원형 전극(522)에 의해 활성화되는 것을 방지하는 화학적 배리어를 형성하게 된다. 전원(220)에 의해 원형 전극(522)이 전력을 공급받으면, 원형 전극(522)은, 제1 원형 가스 주입기(504)에 의해 주입되어 원형 전극(522)과 접촉하면서 흐르거나 이러한 원형 전극에 근접하여 흐르는 제1 전구체 가스 분자들을 열적으로 활성화시킨다. 이어서, 활성화된 제1 전구체 가스 분자들과 제2 전구체 가스 분자들은 기관들(524)의 표면 위로 흐르고, 이에 따라 반응하여 에피택셜층을 형성한다. 필요시 (예를 들어, 인클로저에 인접하여 또는 캐리어 아래에) 퍼지 가스들도 추가하여 이러한 영역들에 기생 증착이 없게 할 수 있다. 기생 증착으로 인해, 메모리 효과, 미립자 오염, 흐름 차단, 및 유해 축적이 발생할 수 있고, 이들 모두는 CVD의 바람직하지 못한 부작용들이다.

[0066] 도 9는 본 교시에 따른 수평 흐름 가스 주입기 CVD 시스템의 또 다른 변형예의 측면도를 도시한다. 기관 캐리어(182)는 서셉터(186)와 기관 캐리어 조립체(184)를 포함한다. 서셉터(186)와 기관 캐리어 조립체(184)를 포함하는 기관 캐리어(182)는, 전술한 바와 같이 행성형 캐리어이고, 통상적으로, 열 에너지가 가열기(192)로부터 기관으로 쉽게 전도되도록 고온에서 고 열 전도성을 갖는 재료로 되어 있다. 전술한 바와 같이, 스피들(140)은 서셉터(186)를 지지하고, 스피들(140)은 수송 기구(104)에 연결된다. 챔버(198)는, 기관 캐리어(184)를, 멀티존 샤워헤드(multi-zone showerhead; 188)에 의해 정의되는 비이동식 정면, 후면, 및 측면들과 천정으로부터 형성되는 인클로저(190) 내로 이동시킴으로써 형성된다. 인클로저(190) 등의 인클로저들은 조립 영역 내의 다양한 위치에 위치할 수 있고, 수직 및 수평을 이루도록 수직 방향과 수평 방향으로 고정된다.

[0067] 인클로저(190)는 형성된 위치에 있는 것으로 도시되어 있다. 도 2b에 도시한 실시예와 유사하게, 액추에이터(104)는, 기관 캐리어(182)가 인클로저(190) 아래에 적절히 정렬될 때까지 기관 캐리어(182)를 수평 방향으로 병진 운동시킨다. 이어서, 액추에이터(도시하지 않음)는 기관 캐리어(182)를 수직 방향으로 인클로저(190) 내로 이동시켜 증착 챔버(198)를 형성한다. 이 시스템은 또한 도 2b에 관하여 전술한 바와 같이 추가 방식으로 이동될 수도 있다. 적절한 밀봉부를 배치하여 공정 가스들의 누출을 방지한다.

[0068] 이 시스템의 일부로서, 공정 가스들의 서로 다른 2개의 구성이 도시되어 있으며, 당업자라면, 공정 가스들을 챔버(198) 내에 수평으로 도입하기 위한 다른 많은 구성이 존재함을 인식할 것이다. 공정 가스들은, 주입기(222)에서 3개의 가스(A, B, C)를 함유하는 구성(194)으로부터 챔버에 유입될 수 있다. 배기부(180)는 챔버(198) 위의 중심에 위치하고, 가스 상 핵생성을 방지하거나 감소시키고 챔버 내의 가스 흐름 정체를 피하도록 가열된다. 공정 가스들은, 또한, 주입기(224)에서 3개의 가스(D, E, F)를 함유하는 구성(196)으로부터 챔버에 유입될 수 있다. 주입기들(222 또는 224)은, 공정 가스들의 제어식 예비 혼합, 암모니아와 기타 불활성 가스들의 예열을 제공할 수 있고 챔버 벽들로부터 챔버의 중심으로 가스들의 방사상 흐름을 제공할 수 있는 3개 존 주변형(three zone peripheral type) 주입기들이다.

[0069] 일부 시스템들에서는, 캐리어 표면에 대략 수직인 방향으로 하나의 전구체 또는 캐리어 가스를 주입하고 캐리어 표면에 대략 평행한 방향으로 다른 하나의 전구체 또는 캐리어 가스를 주입하는 것이 유리할 수 있다.

[0070] 본 교시의 멀티 챔버 증착 시스템의 한 가지 특징은, 이 시스템이 매우 높은 처리량을 가질 수 있고, 따라서 대량 생산 예에 특히 적합하다는 점이다. 높은 처리량은, 복수의 증착 챔버의 각각이 특정한 층 구조를 특정한 두께로 성장시키도록 최적화될 수 있기 때문에, 얻어질 수 있다. 증착 챔버들(110, 152) 내에 또는 이러한 증

착 챔버들에 근접하여 가열기들(122A, 122B)이 고정된 실시예들에서, 가열기들(122A, 122B)은, 기관들의 성장 표면들을 해당 소망 온도로 가열하는 좁은 온도 범위에서 작동될 수 있다. 이러한 시스템들에서는, 성장 표면들이 해당 소망 성장 온도에 도달하는 데 걸리는 시간을 최소화할 수 있다.

[0071] 본 교시의 멀티 챔버 증착 시스템의 다른 한 가지 특징은, 이 시스템이 서로 다른 재료 층 구조들을 증착하도록 쉽게 재구성되며 또한 연구 및 시험 환경에 매우 적합하다는 점이다. 본 교시의 멀티 챔버 증착 시스템의 또 다른 한 가지 특징은, 기관들의 각각이 대략 동일한 공정 조건들에 노출되기 때문에 이 시스템이 상당히 반복가능하다는 점이다. 각 챔버에 공정 단계들의 서브세트가 할당되므로, 각 챔버에 대한 진성 공정 안정성 (intrinsic process stability)이 개선된다. 이전 단계로부터의 잔여 가스 오염에 민감한 이질적인 공정 단계들이 동일한 챔버에서 수행될 때 발생할 수 있는 누화 및 메모리 효과를, 본 교시의 인라인 아키텍처(in-line architecture)에서 본질적으로 피할 수 있다.

[0072] 본 교시의 멀티 챔버 증착 시스템의 다른 한 가지 특징은, 이 시스템이 복수의 증착 챔버(110, 152) 내의 기관들 상에 증착되는 층들의 현장내 특징화를 수행하도록 쉽게 구성될 수 있다는 점이다. 당업자라면, 현장내 측정 디바이스의 다양한 유형들을 이용하여 복수의 증착 챔버(110) 내에서 또는 복수의 증착 챔버(110, 152) 사이에서 증착된 막들을 특징화할 수 있음을 인식할 것이다. 측정은, 또한, 현장내 측정 디바이스들을 포함하는 짧은 섹션을 포함함으로써 기관들이 다수의 챔버들에 걸쳐 이동하고 있을 때 수행될 수도 있다.

[0073] 일반적으로, 본 교시에 따른 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템을 이용하여 기관 상에 다수의 에피택셜층들을 형성하는 방법은, 제1 위치에서 적어도 하나의 기관을 포함하는 제1 회전가능 기관 캐리어를 밀폐하여 제1 독립적 환경을 유지하는 제1 증착 챔버를 형성하는 단계를 포함하고, 이 환경은 화학적 기상 증착 공정 화학 반응 환경(chemical vapor deposition process chemistry environment)이다. 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 제1 증착 챔버를 형성하는 단계는, 제1 기관 캐리어 위로 인클로저를 이동시켜 제1 증착 챔버 내의 제1 화학적 기상 증착 공정 화학 반응(the first chemical vapor deposition process chemistry)을 분리하는 단계를 포함한다. 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 제1 증착 챔버를 형성하는 단계는, 또한, 제1 기관 캐리어를 인클로저 또는 챔버 내로 이동시켜 제1 증착 챔버 내의 제1 화학적 기상 증착 공정 화학 반응을 분리하는 단계를 포함할 수 있다. 대안으로, 제1 기관 캐리어를 밀폐하여 제1 증착 챔버를 형성하는 단계는, 가스 커튼을 형성하여 제1 화학적 기상 증착 공정 화학 반응을 분리하는 단계를 포함할 수 있다.

[0074] 제1 에피택셜층은, 제1 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응(the first independent chemical vapor deposition process chemistry)에 의해 제1 위치에서 제1 증착 챔버의 적어도 하나의 기관 상에서 성장된다. 적어도 하나의 기관 상에 제1 에피택셜층을 성장시키기 위한 임의의 수단을 이용할 수 있다. 제1 증착 챔버의 내부 또는 외부에 위치하는 가열기를 이용하여 적어도 하나의 기관의 성장 표면을 가열한다. 화학적 기상 증착에 의해 소망하는 막이 증착되게 하는 유속으로 제1 증착 챔버에 적어도 하나의 CVD 공정 가스를 제공한다. 적어도 하나의 CVD 공정 가스는 적어도 하나의 MOCVD 가스일 수 있다.

[0075] 제1 기관 캐리어는, 제1 에피택셜층이 제2 위치로 성장된 후에 수송된다. 일부 방법에서는, 제1 기관 캐리어에 연관된 가열기가 제1 기관 캐리어와 함께 수송된다. 제1 기관 캐리어는, 벨트, 푸시 로드, 및 자기 선형 모터 등의 자기적 결합 드라이브도 포함할 수 있는 컨베이어형 기구, 트랙, 또는, 레일을 따르는 트랜스포테이션 등의 많은 수단에 의해 수송될 수 있다. 이어서, 제1 기관 캐리어를 밀폐하여, 제2 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응(a second independent chemical vapor deposition process chemistry)을 유지하는 제2 증착 챔버를 형성한다.

[0076] 제2 에피택셜층은, 제2 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응에 의해 제2 위치에서 제2 증착 챔버의 제1 에피택셜층 상부에 성장된다. 적어도 하나의 기관 상에 제2 에피택셜층을 성장시키기 위한 임의의 수단을 이용할 수 있다. 제2 증착 챔버의 내부 또는 외부에 위치하는 가열기를 이용하여 적어도 하나의 기관의 성장 표면과 CVD 공정 가스들을 가열한다.

[0077] 또한, 각 수송 시퀀스 내에서, 즉, (기관들이 로딩되어 있는) 기관 캐리어가 하나의 챔버로부터 다른 하나의 챔버로 이동되기 전에 각 챔버 내에서 다수의 에피택셜층들 또는 층들의 스택을 증착할 수도 있다.

[0078] 적어도 하나의 CVD 공정 가스를, 소망하는 막이 화학적 기상 증착에 의해 증착되게 하는 유속으로 제2 증착 챔버에 제공한다. 이 적어도 하나의 CVD 공정 가스는 적어도 하나의 MOCVD 가스일 수 있다. 방법은, 소망하는 CVD 가스들을 제1 및 제2 증착 챔버들의 각각에 제공하도록 가스 분배 매니폴드를 구성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0079] 멀티 챔버 화학적 기상 증착 시스템을 이용하여 기판 상에 다수의 에피택셜층들을 형성하는 방법은 제2 회전가능 기판 캐리어로 계속된다. 제1 위치에서 적어도 하나의 기판을 포함하는 제2 회전가능 기판 캐리어는, 제1 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응을 유지하는 제1 증착 챔버를 형성하도록 밀폐된다. 이어서, 제1 에피택셜층은, 제1 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응에 의해 제1 위치에서 제1 증착 챔버의 제2 기판 캐리어 상에 위치하는 기판들 상에서 성장된다. 제1 및 제2 기판 캐리어들 상의 적어도 하나의 기판은 통상적으로 제 시간에 동시 처리된다.

[0080] 방법은, 제2 에피택셜층이 제3 위치로 성장된 후 수송되고 있는 제1 기판 캐리어로 계속된다. 이어서, 적어도 하나의 기판을 포함하는 제1 회전가능 기판 캐리어를 제3 위치에서 밀폐하여, 제3 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응(a third independent chemical vapor deposition process chemistry)을 유지하는 제3 증착 챔버를 형성한다. 일부 방법에서는, 제3 기판 캐리어에 연관된 가열기를 제3 기판 캐리어와 함께 수송한다. 제2 회전가능 기판 캐리어를, 제2 회전가능 기판 캐리어가 밀폐되어 제2 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응을 유지하는 제2 증착 챔버가 형성되는 제2 위치로 수송한다. 제3 회전가능 기판 캐리어를, 제3 회전가능 기판 캐리어가 밀폐되어 제1 독립적 화학적 기상 증착 공정 화학 반응을 유지하는 제1 증착 챔버가 형성되는 제1 위치로 수송한다. 제1, 제2, 및 제3 기판 캐리어들의 수송은 동시에 수행될 수 있다. 또한, 증착은 제1, 제2, 및 제3 증착 챔버들에서 동시에 수행될 수 있다. 이 방법은 제4 기판 캐리어 및 추가 기판 캐리어에 대하여 계속된다. 전술한 바와 같이, 모든 챔버들이 CVD 공정들에 대하여 유사하지 않을 수도 있고 또는 사용되지 않을 수도 있다. 일부 챔버들은, 캐리어의 베이킹/가열, 공정 단계 전의 또는 공정 단계 후의 어닐링, 공정 단계 전의 또는 공정 단계 후의 공정 시퀀스(process sequence)나 표면 개질 단계(surface modification step)의 종료시 냉각에만 배타적으로 해당될 수 있다.

[0081] 본 교시에 따른 다른 방법과 시스템에서, 기판 캐리어는 회전가능한 캐리어가 아니다. 당업자라면, 전술한 본 교시에 따른 방법들에 의해 또는 이러한 시스템에서 에피택셜층들을 어떻게 증착하고 성장시킬지를 인식할 것이다.

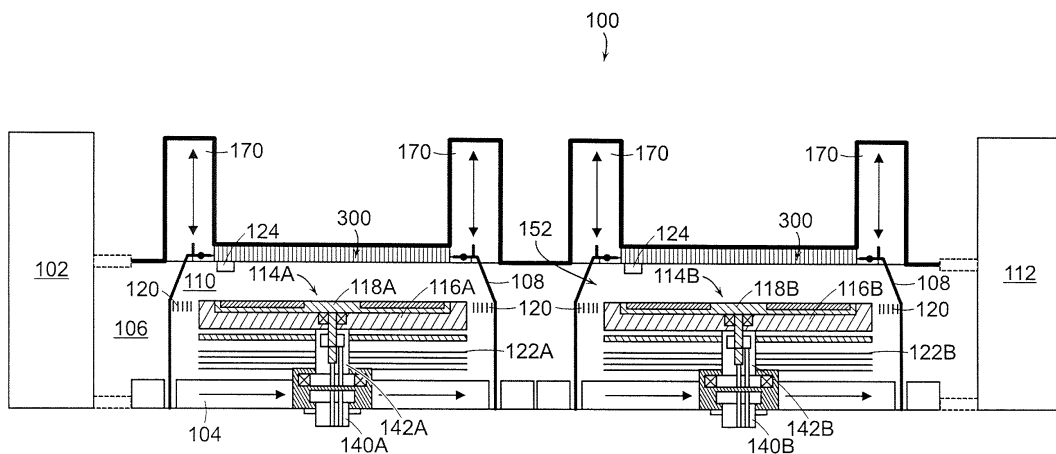
[0082] 본 교시에 따른 일부 방법들에 있어서, 증착된 재료 층 특성들의 현장내 측정은 증착 동안 수행된다. 예를 들어, 제1 및 제2 에피택셜층들 중 하나 이상을 성장시키는 동안 현장내 고온 측정을 수행하여 기판 표면에서의 성장 온도를 감시할 수 있다. 또한, 증착된 막들의 막 두께 및/또는 성장 속도를 측정하도록 현장내 반사율계를 미리 형성할 수 있다.

[0083] 균등물

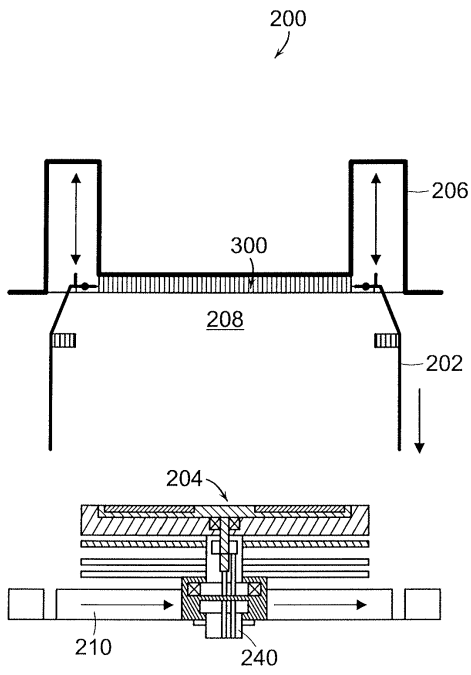
[0084] 다양한 실시예들로 출원인의 교시를 설명하였지만, 출원인의 교시를 이러한 실시예들로 한정하려는 것은 아니다. 오히려, 당업자라면 인식하듯이, 출원인의 교시는 다양한 대체예, 수정예, 균등물을 포함하며, 이는 본 교시의 사상과 범위를 벗어나지 않고서 행해질 수 있다.

도면

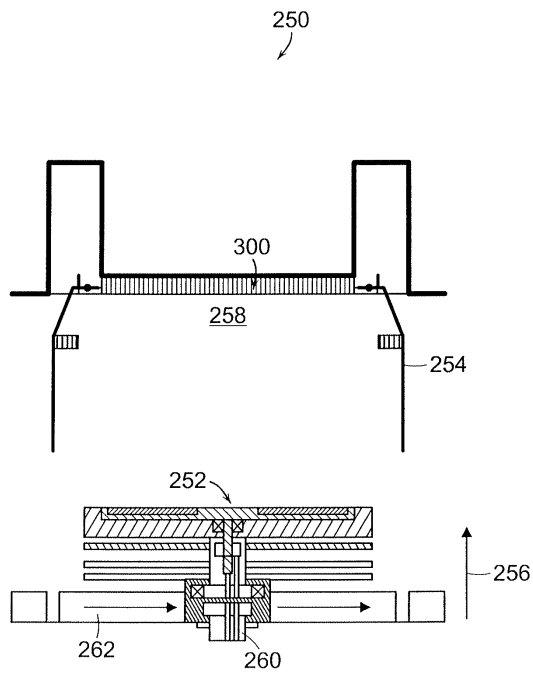
도면1



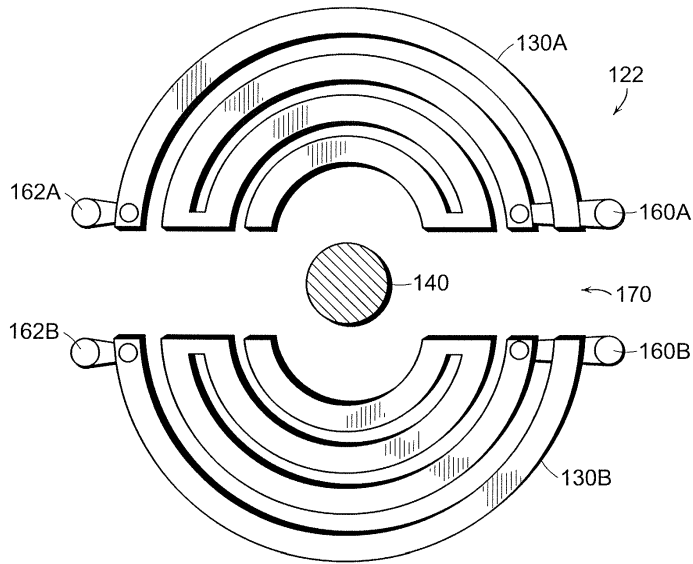
도면2a



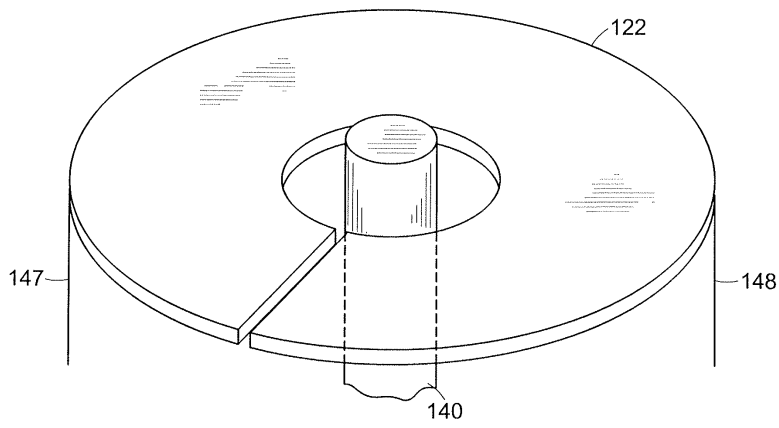
도면2b



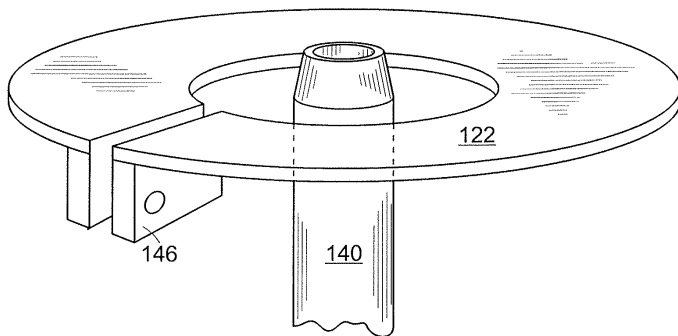
도면3a



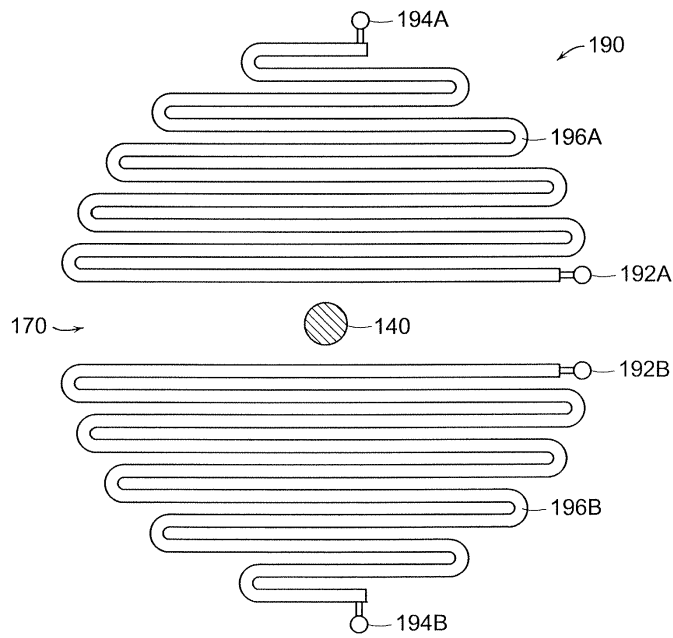
도면3b



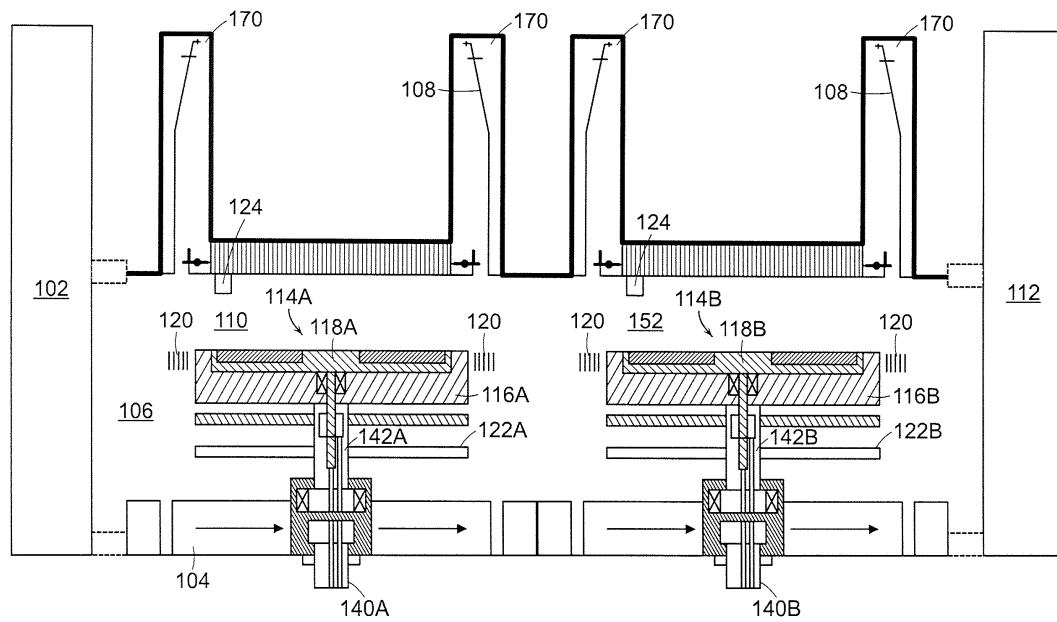
도면3c



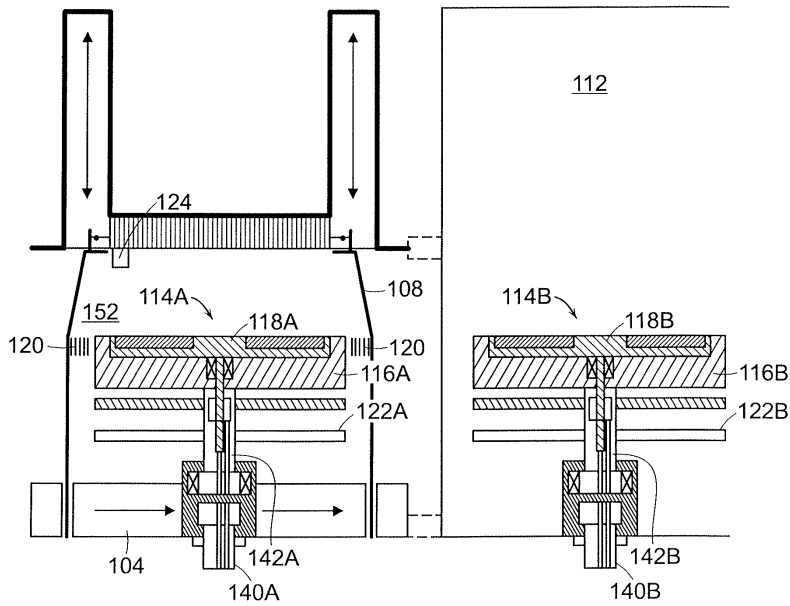
도면3d



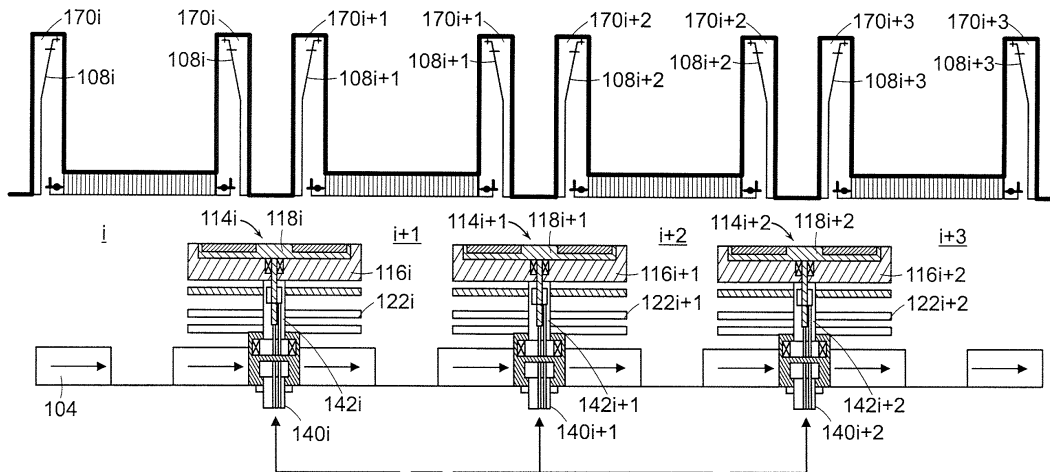
도면4



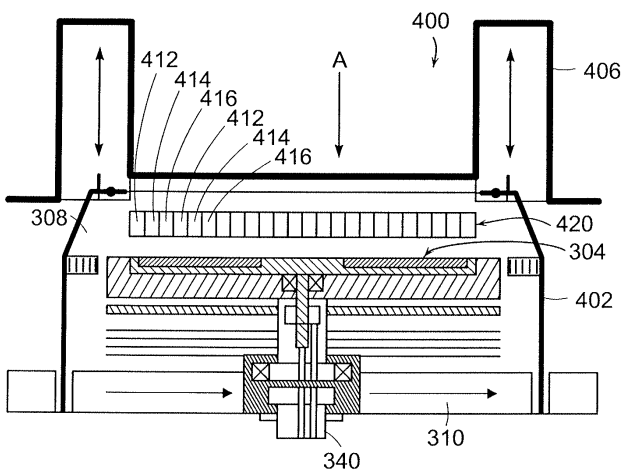
도면5



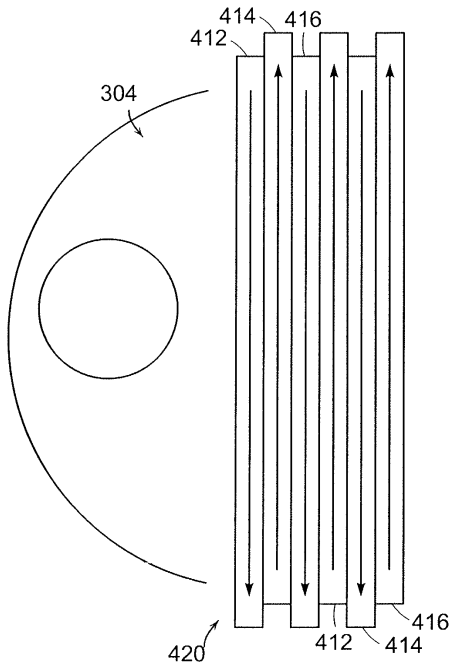
도면6



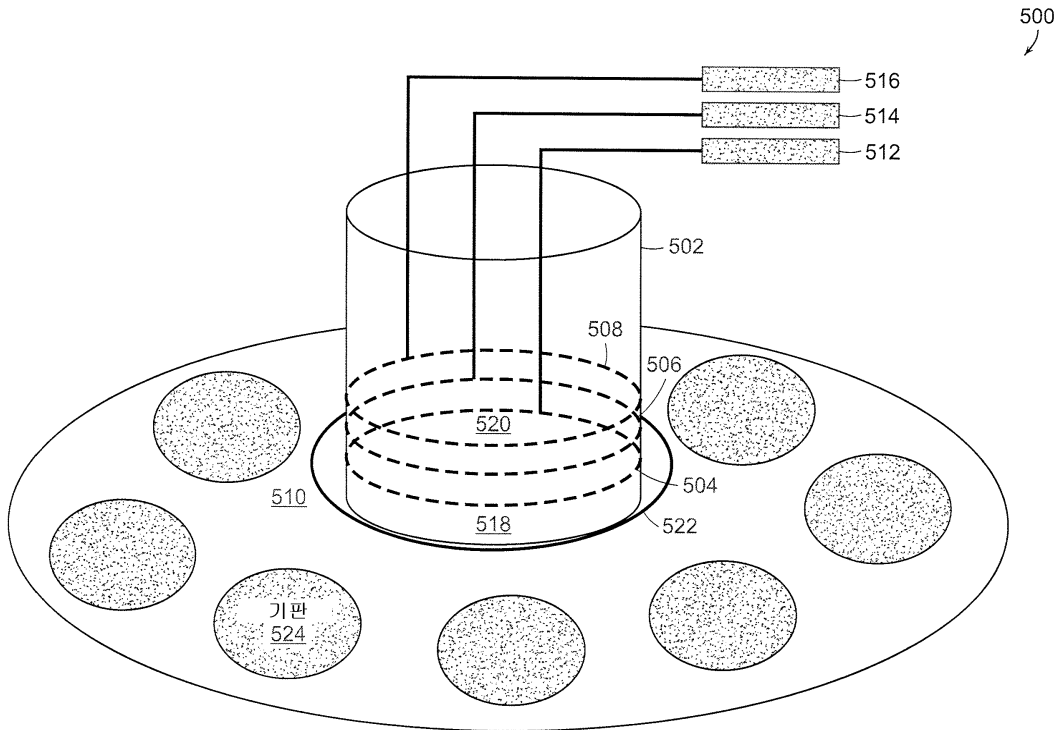
도면7a



도면7b



도면8



도면9

