



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년04월04일

(11) 등록번호 10-2381816

(24) 등록일자 2022년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/02 (2006.01) C30B 25/08 (2006.01)

C30B 25/10 (2006.01) C30B 25/14 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 21/02 (2013.01)

C30B 25/08 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-7025115

(22) 출원일자(국제) 2015년01월28일

심사청구일자 2020년01월28일

(85) 번역문제출일자 2016년09월09일

(65) 공개번호 10-2016-0121563

(43) 공개일자 2016년10월19일

(86) 국제출원번호 PCT/US2015/013347

(87) 국제공개번호 WO 2015/123022

국제공개일자 2015년08월20일

(30) 우선권주장

61/940,178 2014년02월14일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

JP05044038 A*

JP2000286251 A*

JP2010222168 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050

(72) 발명자

브릴하트, 폴

미국 94566 캘리포니아주 플레젠티 골드 로드
5017

창, 안중

미국 95138 캘리포니아주 산 호세 킬라니 서클
5851

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 14 항

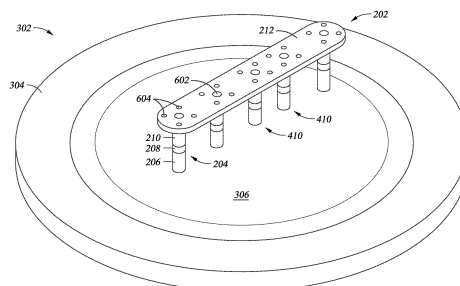
심사관 : 오창석

(54) 발명의 명칭 주입 어셈블리를 갖는 상부 돔

(57) 요약

본 명세서에 제공된 실시예들은 일반적으로 반도체 처리 챔버에 가스를 전달하기 위한 장치에 관한 것이다. 에피택셜 반도체 처리 챔버의 상부 석영 돔은 내부에 형성된 복수의 홀을 갖고, 프리커서 가스들은 상부 돔의 홀들을 통해 챔버의 처리 용적 내로 제공된다. 가스 전달 튜브들은 돔 내의 홀들로부터 플랜지 플레이트까지 연장되고, 거기서 튜브들은 가스 전달 라인들에 결합된다. 가스 전달 장치는 가스들이 석영 상부 돔을 통해 기관 위의 처리 용적에 전달되는 것을 가능하게 한다.

대표도



(52) CPC특허분류

C30B 25/10 (2013.01)

C30B 25/14 (2013.01)

H01L 21/67115 (2013.01)

(30) 우선권주장

61/943,625 2014년02월24일 미국(US)

61/992,053 2014년05월12일 미국(US)

(72) 발명자

통, 에드릭

미국 94086-8635 캘리포니아주 서니베일 라크스퍼
애비뉴 955

로, 킨, 풍

미국 94538 캘리포니아주 프리몬트 디킨슨 커먼
3519

맥, 제임스, 프란시스

미국 94062 캘리포니아주 우드사이드 세쿼이아 웨
이 35

예, 즈위안

미국 95129 캘리포니아주 산 호세 워터 릴리 웨이
1267

샤, 카르틱

미국 94089 캘리포니아주 서니베일 키홀로 테라스
583

산체스, 에를, 안토니오, 씨.

미국 95377 캘리포니아주 트레이시 질 드라이브
324

칼슨, 데이비드, 케이.

미국 95132 캘리포니아주 산 호세 클라이트 웨이
4054

굽푸라오, 사티쉬

미국 95129 캘리포니아주 산 호세 파이프 드라이브
4578

라니쉬, 조세프, 엠.

미국 95117 캘리포니아주 산 호세 우드리프 코트
3751

명세서

청구범위

청구항 1

가스 전달 장치로서,

복수의 홀이 내부에 형성되어 있는 광 투과성 부재;

상기 광 투과성 부재에 결합되고, 상기 복수의 홀로부터 연장되는 복수의 튜브; 및

상기 복수의 튜브 중 적어도 하나에 결합된 플랜지 플레이트(flange plate)

를 포함하고,

상기 복수의 튜브 중의 각각의 튜브는, 상기 광 투과성 부재와 상기 플랜지 플레이트 사이에서 상기 튜브 상에 배치되는 열 중단 부재(thermal break member)를 포함하는, 가스 전달 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 복수의 튜브 중의 각각의 튜브는 석영을 포함하는, 가스 전달 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

각각의 열 중단 부재는 복사 차단 부재(radiation blocking member)를 포함하는, 가스 전달 장치.

청구항 5

가스 전달 장치로서,

복수의 홀이 내부에 형성되어 있는 광 투과성 부재;

상기 광 투과성 부재에 결합되고, 상기 복수의 홀로부터 연장되는 복수의 튜브;

상기 복수의 튜브 중 적어도 하나에 결합된 플랜지 플레이트(flange plate); 및

상기 플랜지 플레이트의 적어도 일부를 둘러싸는 금속 클램프 부재

를 포함하는 가스 전달 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 플랜지 플레이트와 상기 금속 클램프 부재 사이에 컴플라이언트 부재(compliant member)가 배치되는, 가스 전달 장치.

청구항 7

기판을 처리하기 위한 장치로서,

처리 챔버 바디;

상기 챔버 바디에 결합된 광 투과성 부재;

상기 광 투과성 부재를 통해 형성된 복수의 홀;

제1 단부에서 상기 광 투과성 부재에 결합되고, 상기 복수의 홀로부터 연장되는 복수의 튜브;

상기 복수의 튜브의 제2 단부에 결합된 플랜지 플레이트; 및

상기 챔버 바디에 결합된 반사기 플레이트 - 상기 반사기 플레이트는 상기 광 투과성 부재와 상기 플랜지 플레이트 사이에 배치됨 -

를 포함하는 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 튜브는 상기 반사기 플레이트를 통해 연장되는, 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 반사기 플레이트는 제1 부재, 및 상기 복수의 튜브가 상기 반사기 플레이트를 통해 연장되는 영역에서 상기 제1 부재에 정합되는(mated) 제2 부재를 포함하는, 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 복수의 홀은 제1 홀과 복수의 제2 홀을 포함하는 선형 어레이로 배열되고, 상기 제1 홀은 상기 광 투과성 부재의 중앙 영역에 있고, 상기 복수의 제2 홀 각각은 상기 제1 홀로부터 상이한 거리에 있는, 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

각각의 튜브는 열 중단 부재를 포함하는, 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

각각의 튜브는 상기 광 투과성 부재로부터 상기 열 중단 부재까지 연장되는 제1 석영 부분, 및 상기 열 중단 부재로부터 상기 플랜지 플레이트까지 연장되는 제2 부분을 포함하는, 장치.

청구항 13

기관을 처리하기 위한 장치로서,

처리 챔버 바디;

상기 챔버 바디에 결합된 제1 광 투과성 부재;

상기 제1 광 투과성 부재에 대향하여 상기 챔버 바디에 결합된 제2 광 투과성 부재 - 상기 챔버 바디, 상기 제1 광 투과성 부재 및 상기 제2 광 투과성 부재는 처리 용적을 정의함 -;

상기 처리 용적 내에 배치된 기관 지지체;

상기 처리 용적 외부에서 상기 챔버 바디에 결합된 램프 어레이;

상기 제2 광 투과성 부재를 통해 형성된 복수의 홀;

상기 복수의 홀 각각에 결합되고, 상기 처리 용적으로부터 멀어지는 방향으로 각각의 홀로부터 연장되는 튜브;

각각의 튜브에 결합된 플랜지 플레이트; 및

상기 챔버 바디에 결합된 반사기 플레이트 - 상기 반사기 플레이트는 상기 제2 광 투과성 부재와 상기 플랜지

플레이트 사이에 배치됨 -
를 포함하는 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,
열 중단 부재가 상기 반사기 플레이트와 상기 플랜지 플레이트 사이에서 각각의 튜브에 결합되는, 장치.

청구항 15

제13항에 있어서,
상기 플랜지 플레이트를 부분적으로 둘러싸는 클램프 부재, 및 상기 클램프 부재와 상기 플랜지 플레이트 사이에 배치된 컴플라이언트 부재를 더 포함하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 명세서에 설명된 실시예들은 일반적으로 반도체 처리 챔버에 대한 가스 전달을 개선하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 본 명세서에 설명된 실시예들은 주입 어셈블리(injection assembly)를 갖는 상부 돔에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 처리에서, 기능성을 갖는 필름들을 반도체 디바이스에 형성하기 위해 다양한 프로세스들이 흔하게 이용된다. 그러한 프로세스들 중에서는 에피택시라고 지칭되는 특정 유형들의 퇴적 프로세스들이 있다. 에피택시 프로세스에서, 전형적으로, 가스 혼합물은 에피택셜 층이 형성될 하나 이상의 기판을 포함하는 챔버 내에 도입된다. 프로세스 조건들은 증기가 기판 상에 고품질의 재료 층을 형성하는 것을 촉진하도록 유지된다. 일반적으로, 에피택시는 기판의 표면에 걸쳐 퇴적되는 필름의 높은 품질과 균일성이 요구될 때에 선호된다.

[0003] 예시적인 에피택시 프로세스에서, 유전체 재료 또는 반도체 재료와 같은 재료가 기판의 상부 표면 상에 형성된다. 에피택시 프로세스는 기판의 표면 상에 실리콘 또는 게르마늄과 같은 얇은 초고순도 재료 층을 성장시킨다. 재료는, 측방향 유동 챔버(lateral flow chamber) 내에서, 지지체 상에 위치된 기판의 표면에 실질적으로 평행하게 프로세스 가스를 유동시키고, 프로세스 가스를 열적으로 분해하여 가스로부터의 재료를 기판 표면 상으로 퇴적하는 것에 의해 퇴적될 수 있다.

[0004] 반도체 산업에서는 일반적으로 처리 균일성이 요구되고, 반도체 제조 프로세스 전체에 걸쳐 처리 균일성을 개선하는 데에 많은 연구와 개발 노력이 기울여진다. 반응기 설계, 예를 들어 가스 유동 패턴들 및 온도 제어 장치는 에피택셜 성장에서 필름 품질 및 균일성에 영향을 줄 수 있다. 가스 유동 특성들은 기판 상의 필름 성능에 영향을 줄 수 있으므로, 기판 상의 균일한 재료 층의 성장을 용이하게 하는 가스 전달 및 퇴적 장치가 필요하다.

[0005] 직교류 가스 전달 장치들(cross-flow gas delivery apparatuses)은, 기판이 회전되는 동안에 가스가 기판의 표면에 걸쳐 측방향으로 유동되도록 처리 챔버 내로 가스를 주입한다. 그러나, 고르지 않은 가스 유동 특성들로 인해, 퇴적된 필름의 중심 대 에지 불균일성(center to edge non-uniformities)이 생길 수 있다. 일부 경우에는, 직교류 가스 전달 장치를 통해 도입될 수 있는 프리커서 종들(precursor species)의 유형 및 개수가 제한된다.

[0006] 따라서, 본 기술분야에서는 에피택시 프로세스들을 위한 개선된 가스 전달 장치가 필요하다.

발명의 내용

[0007] 일 실시예에서, 처리 챔버를 위한 가스 전달 장치가 제공된다. 가스 전달 장치는 복수의 홀이 내부에 형성되어 있는 석영 돔을 포함한다. 복수의 튜브가 돔에 결합되며 복수의 홀로부터 연장되고, 플랜지 플레이트가 복수의 튜브에 결합된다.

[0008] 다른 실시예에서, 기판을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 처리 챔버 바디; 및 챔버 바디에 결합된

석영 돔을 포함한다. 복수의 홀이 돔을 통해 형성되고, 복수의 튜브가 제1 단부에서 돔에 결합되며 복수의 홀로부터 연장된다. 플랜지 플레이트가 복수의 튜브의 제2 단부에 결합된다. 반사기 플레이트가 챔버 바디에 결합되고, 반사기 플레이트는 돔과 플랜지 플레이트 사이에 배치된다.

[0009] 또 다른 실시예에서, 기관을 처리하기 위한 장치가 제공된다. 이 장치는 처리 챔버 바디를 포함하고, 처리 챔버 바디는 제1 석영 돔; 및 제1 석영 돔에 대향하여 챔버 바디에 결합된 제2 석영 돔을 갖는다. 챔버 바디, 제1 석영 돔 및 제2 석영 돔은 처리 용적을 정의한다. 기관 지지체가 처리 용적 내에 배치되고, 램프 어레이가 처리 용적 외부에서 챔버 바디에 결합된다. 복수의 홀이 제2 석영 돔을 통해 형성되고, 튜브가 복수의 홀 각각에 결합되고, 복수의 튜브는 처리 용적으로부터 멀어지는 방향으로 각각의 홀로부터 연장된다. 플랜지 플레이트가 튜브에 결합되고, 챔버 바디에 결합되는 반사기 플레이트가 제2 석영 돔과 플랜지 플레이트 사이에 배치된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 위에서 언급된 본 개시내용의 특징들이 상세하게 이해될 수 있도록, 위에 간략하게 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명은 실시예들을 참조할 수 있으며, 그들 중 일부는 첨부 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 본 개시내용은 동등한 효과의 다른 실시예들을 허용할 수 있으므로, 첨부 도면들은 본 개시내용의 전형적인 실시예들만을 예시하며, 따라서 그것의 범위를 제한하는 것으로 고려되어서는 안 된다는 점에 유의해야 한다.

도 1은 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 처리 챔버의 개략적인 단면도를 예시한다.

도 2는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 처리 챔버의 상부 사시도를 예시한다.

도 3은 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 챔버 바디가 제거된 내부 챔버 컴포넌트들의 사시도를 예시한다.

도 4a는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 가스 전달 장치의 단면도를 예시한다.

도 4b는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 가스 전달 장치의 단면도를 예시한다.

도 4c는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 가스 전달 장치의 단면도를 예시한다.

도 5는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 반사기 플레이트의 평면도를 예시한다.

도 6a는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 돔, 튜브들 및 플랜지 플레이트의 사시도를 예시한다.

도 6b는 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 돔, 튜브들 및 플랜지 플레이트의 사시도를 예시한다.

도 7은 도 6a의 돔, 튜브들 및 플랜지 플레이트의 단면 사시도를 예시한다.

도 8은 도 6a의 돔, 튜브들 및 플랜지 플레이트의 단면도를 예시한다.

도 9a는 도 6a의 돔 및 플랜지 플레이트의 평면도를 예시한다.

도 9b는 도 6b의 돔 및 플랜지 플레이트의 평면도를 예시한다.

도 10은 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 가스 전달 장치를 갖는 처리 챔버의 사시도를 예시한다.

도 11은 본 명세서에 설명된 일 실시예에 따른 돔의 평면도를 예시한다.

이해를 용이하게 하기 위해서, 가능한 경우에, 도면들에 공통인 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 이용되었다. 일 실시예의 요소들 및 특징들은 추가 언급 없이도 다른 실시예들에 유리하게 포함될 수 있다고 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 본 명세서에 제공된 실시예들은 일반적으로 반도체 처리 챔버에 가스를 전달하기 위한 장치에 관한 것이다. 예 피택설 반도체 처리 챔버의 석영 돔은 내부에 형성된 복수의 홀을 갖고, 프리커서 및 캐리어 가스들은 상부 돔의 홀들을 통해 챔버의 처리 용적 내로 제공된다. 가스 전달 튜브들은 돔 내의 홀들로부터 플랜지 플레이트까지 연장되고, 거기서 튜브들은 가스 전달 라인들에 결합된다. 가스 전달 장치는 가스들이 석영 돔을 통해 기관 위의 처리 용적에 전달되는 것을 가능하게 한다.

[0012] 도 1은 프로세스 챔버(100)의 개략적인 단면도를 예시한다. 프로세스 챔버(100)는, 기관(108)의 상부 표면(116) 상의 재료의 퇴적을 포함하여, 하나 이상의 기관을 처리하는데 이용된다. 프로세스 챔버(100)는, 처리

용적(156)을 정의하는 챔버 바디 부재(100a), 제1 석영 돔(114) 및 제2 석영 돔(128)을 포함한다. 제1 석영 돔(114) 및 제2 석영 돔(128)은 일반적으로 광 투과성 부재들인 것으로 고려될 수 있다는 점이 고려된다. 제1 클램프 링(101)과 제2 클램프 링(130) 사이에 배치되는 베이스 링(136)이 제1 석영 돔(114)과 제2 석영 돔(128)을 분리시킨다. 라이너 어셈블리(163)가 베이스 링(136)에 결합되고, 예비가열 링(167)이 라이너 어셈블리(163)에 결합된다. 예비가열 링(167)은, 과잉 복사가 예비가열 링(167)을 넘어 전파되는 것을 차단하고, 인입 프로세스 가스들이 기관(108)의 상부 표면(116)에 접촉하기 전에 이 프로세스 가스들을 예비가열하기 위해, 라이너 어셈블리(163)로부터 방사상 내측으로 연장된다. 반사기 플레이트(122)가 처리 용적(156) 외부에서 제2 돔(128)에 인접하게 배치되고, 반사기 플레이트(122)는 제2 클램프 링(130)에 결합된다.

[0013] 램프 어레이(145)가 제1 돔(114)에 인접하여 제1 클램프 링(101)에 결합된다. 램프 어레이(145)는 하나 이상의 램프(102)를 포함하고, 각각의 램프(102)는 전구(141)를 갖는다. 램프 어레이(145)는 비교적 짧은 시간 기간 동안 기관(108)을 원하는 온도로 가열하도록 구성된다. 가열 프로세스는 기관(108)의 상부 표면(116) 상에서 베이킹(bake)로서 이용되거나 그러한 상부 표면 상에 퇴적되는 바람직한 재료 속성들을 달성하기 위한 반복적인 가열 및 냉각 사이클들을 포함할 수 있다. 램프 어레이(145)는 또한 기관(108)의 다양한 영역들에서의 온도의 독립적인 제어를 제공하고, 그에 의해 기관(108)의 상부 표면(116) 상으로의 재료의 퇴적을 용이하게 한다. 하나 이상의 고온계(118)가 선택적으로 반사기 플레이트(122)를 통해 챔버(100)에 결합되거나, 램프 어레이(145)를 통해 결합될 수 있다. 고온계들(118)은, 제2 돔(128)을 통해 기관(108)으로부터 방출되는 복사를 수취하고, 수취된 복사를 온도 지시 표준(temperature-indicating standard)과 비교함으로써, 기관(108) 또는 기관 지지체(106)의 온도를 측정하도록 구성된다. 대안적으로, 하나 이상의 고온계(118)는 제1 석영 돔(114)의 온도 및/또는 제2 석영 돔(128)의 온도를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0014] 기관 지지체(106)는 프로세스 챔버(100)의 처리 영역(156) 내에 배치된다. 기관 지지체(106)는 제2 석영 돔(128)과 함께 처리 영역(156)의 경계를 정하고, 퍼지 가스 영역(158)은 기관 지지체(106)에서 제2 석영 돔(128)으로부터 대향한다. 프로세스 챔버(100) 내에서의 열 및 프로세스 가스 유동의 공간적 비정상(thermal and process gas flow spatial anomalies)의 영향을 최소화하기 위해, 기관 지지체(106)는 처리 동안 중앙 샤프트(132)에 의해 회전될 수 있다. 기관 지지체(106)는 중앙 샤프트(132)에 의해 지지되고, 중앙 샤프트는 기관(108)의 로딩 및 언로딩 동안에 그리고 일부 경우들에서는 기관의 처리 동안에 기관(108)을 축 방향(134)으로 이동시킬 수 있다.

[0015] 처리 동안 기관(108)으로부터 복사되는 적외 광을 다시 기관(108) 상으로 반사시키기 위해, 제2 석영 돔(128) 외부에 반사기(122)가 배치된다. 반사기(122)는 알루미늄 또는 스테인리스 스틸과 같은 금속으로 이루어질 수 있다. 반사기(122)를 금과 같은 고반사성 코팅으로 코팅하거나 반사기(122)를 연마하여 반사율을 개선하는 것에 의해 반사 효율이 개선될 수 있다. 일 실시예에서, 특정 파장들에 대해 튜닝되는 선택적 코팅이 선택된 영역들에서 반사기 상에 배치될 수 있다. 본 실시예에서, 선택적 코팅은 저온 고온계 정확도 및 반복가능성을 증대시킬 수 있다. 다른 실시예에서, 반사기(122)는 광을 흡수할 수 있고, 챔버(100)의 복사 냉각 및 열 균일성을 개선하기 위해 광 흡수성 재료로 코팅될 수 있다.

[0016] 반사기(122)는 냉각 소스(도시되지 않음)에 연결된, 머시닝될 수 있는 하나 이상의 채널(도시되지 않음)을 가질 수 있다. 채널들은 반사기(122)의 일 면에 형성된 통로(도시되지 않음)에 연결된다. 통로는 물과 같은 유체의 유동을 운반하도록 구성되고, 반사기(122)를 냉각하기 위해 반사기(122)의 일부 또는 전체 면을 덮는 임의의 원하는 패턴으로 반사기(122)의 면을 따라 이어질 수 있다. 다른 실시예에서, 반사기(122)는 반사기(122)를 가열하도록 구성되는 유체 소스에 결합될 수 있다. 통로를 통해 유동될 수 있는 유체들은 탈이온수 및 글리콜 혼합물 또는 불활성 불화 액체(inert fluorinated liquid)와 같은 다양한 가열 또는 냉각 유체들을 포함한다.

[0017] 프로세스 가스 공급 소스(172)로부터 공급된 프로세스 가스는 베이스 링(136)의 측벽에 형성된 프로세스 가스 유입구(174)를 통해 처리 영역(156) 내로 도입된다. 프로세스 가스 유입구(174)는 프로세스 가스를 대체로 방사상 내측 방향으로 지향시키도록 구성되고, 개선된 중심 대 에지 균일성을 가능하게 하기 위해 구역들의 이용에 의해 튜닝될 수 있다. 필름 형성 프로세스 동안, 기관 지지체(106)는, 프로세스 가스 유입구(174)에 인접하며 프로세스 가스 유입구와 거의 동일한 높이에 있는 처리 위치에 위치될 수 있다. 이러한 배열에서, 프로세스 가스는 준 층류 방식(quasi laminar flow fashion)으로 기관(108)의 상부 표면(116)에 걸쳐 유동 경로(173)를 따라 상방으로 그리고 주변으로 유동한다.

[0018] 프로세스 가스는 프로세스 챔버(100)에서 프로세스 가스 유입구(174)의 대향측에 위치된 가스 유출구(178)를 통해 (유동 경로(175)를 따라) 프로세스 가스 영역(156)을 빠져나간다. 기관(108)의 상부 표면(116)의 평면을 따

르는 프로세스 가스 유입구(174) 및 가스 유출구(178)는 서로에 대해 정렬되고 대략 동일한 높이에 배치되어, 기관(108)에 걸친 프로세스 가스의 층류를 용이하게 한다. 일 실시예에서, 프로세스 가스 유입구(174) 및 가스 유출구(178)는 라이너 어셈블리(163)의 방사상 내측에서 제1 높이에 배치될 수 있지만, 프로세스 가스 유입구(174) 및 가스 유출구(178)는 제1 평면보다 낮을 수 있는 제2 평면에서 라이너 어셈블리(163)의 방사상 외측에 있을 수 있다. 가스 유출구(178)를 통한 프로세스 가스의 제거는 가스 유출구(178)에 결합된 진공 펌프(180)에 의해 용이해질 수 있다. 퇴적 균일성을 더 증가시키기 위해, 기관(108)은 처리 동안 기관 지지체(106)에 의해 회전될 수 있다.

[0019] 도 2는 처리 챔버(200)의 상부 사시도를 예시한다. 도 1의 챔버(100)와 유사한 처리 챔버(200)의 양태들은 위에서 더 상세하게 논의되었다. 챔버(200)는 가스 주입 어셈블리(202) 및 반사기 플레이트(250)를 포함한다. 가스 주입 어셈블리(202)는 처리 챔버(200)의 제2 돔(도 2에는 도시되지 않음, 도 6 내지 도 9 참조)을 통해 처리 가스를 제공하도록 구성된다. 가스 전달 튜브들(도 4 및 도 6 내지 도 8 참조)은 제2 돔으로부터 반사기 플레이트(250)를 통해 주입 어셈블리(202)까지 연장된다. 반사기 플레이트(250)는 제2 돔 위에서 제2 클램프 링(130)에 결합된다. 반사기 플레이트(250)는 제2 돔을 통과하는 복사로부터 주입 어셈블리(202)를 일반적으로 차폐한다. 하나 이상의 고온계(118)는 제2 돔을 통해 기관을 관찰(view)하도록 반사기 플레이트(250)를 통해 결합된다. 냉각제 유입 포트(203) 및 냉각제 유출 포트(205)가 제2 클램프 링(130)에 냉각제 유체를 공급하도록 제공된다.

[0020] 도 3은 처리 챔버(200)의 내부 챔버 컴포넌트들의 사시도를 예시한다. 도시된 바와 같이, 제1 클램프 링(101) 및 제2 클램프 링(130)(도 1)이 제거되어 챔버(200)의 내부를 노출시킨다. 프로세스 가스 유입구(174)는 기관(108)의 상부 표면(116)에 걸친 프로세스 가스의 층류를 가능하게 하기 위해 베이스 링(136)을 통해 결합된다. 중앙 샤프트(132)는 기관 지지체(106)(도 1)에 결합된다. 프로세스 가스가 기관(108)의 상부 표면(116)에 걸쳐 유동될 때, 프로세스 가스는 프로세스 가스 유출구(178)를 통해 처리 영역(156)을 빠져나간다. 프로세스 가스를 기관(108)의 위로부터 처리 영역(156)에 전달하는 가스 주입 어셈블리(202)는 기관(108)을 처리할 때 더 고도의 유연성을 가능하게 한다. 프로세스 가스들의 층류 직교류(laminar cross-flow) 및 상하 유동(top-down flow)의 조합이 에피택셜 프로세스들 동안에 퇴적 균일성을 개선할 수 있다고 생각된다.

[0021] 일 실시예에서, III족 및 V족 프리커서들과 같은 다양한 프리커서들은 기관(108)을 가로질러 가스 유입구(174)로부터, 가스 주입 어셈블리(202)로부터, 또는 그들의 조합으로부터 유동될 수 있다. 예를 들어, III족 프리커서들은 가스 주입 어셈블리(202)로부터 유동될 수 있는 한편, V족 프리커서들은 가스 유입구(174)로부터 제공되며, 그 반대로 가능하다. 또한, 상이한 족의 프리커서들이 가스 주입 어셈블리(202) 또는 가스 유입구(174) 또는 둘 다를 통해 함께 유동될 수 있다. 가스 주입 어셈블리(202)로부터 제공되는 가스는 기관(108)까지의 더 짧은 이동 경로를 허용하고, 이는 또한 표면(116)에서의 가스 농도를 증가시킬 것으로 생각된다. 증가된 가스 농도는 기관(108)의 표면(116)에서의 핵형성(nucleation)을 증대시킬 수 있다고 생각된다. 결과적으로, 퇴적된 층의 더 균일한 결정 구조가 획득될 수 있고, 처리 시간에서의 감소가 실현될 수 있다. 추가로, 더 짧은 유동 경로는 너무 이른 가스 종들의 균열(premature gas species cracking)(분자 분할(molecular splitting))을 방지할 수 있고, 그에 의해 전체 가스 활용을 증가시킨다.

[0022] 제2 돔(302)이 베이스 링(136) 위에 배치되고 베이스 링(136)에 결합된다. 제2 돔(302) 또는 광 투과성 부재는 석영 또는 사파이어와 같은 광 투과성 재료로 형성된다. 제2 돔(302)은 외측 영역(304) 및 내측 영역(306)을 포함한다. 외측 영역(304)은 베이스 링(136)에 결합되는 제2 돔(302)의 부분인 한편, 내측 영역(306)은 처리 용적(156)을 적어도 부분적으로 정의하는 주로 둥근 프로파일(mostly curved profile)을 갖는다. 일례에서, 제2 돔(302)의 내측 영역(306)은 광 투과성이고, 외측 영역(304)은 주로 광 투과성이 아니다. 내측 영역(306)은 내부에 형성된 하나 이상의 홀을 갖고, 이는 제2 돔(302)을 통한 처리 용적(156)으로의 가스 전달을 가능하게 한다.

[0023] 반사기 플레이트(250)는 주입 어셈블리(202)와 제2 돔(302) 사이에서 제2 돔(302)의 내측 영역(306) 위에 배치된다. 이와 같이, 반사기 플레이트(250)는 원형 형상일 수 있고, 제2 돔(302)의 내측 영역(306)과 유사한 크기를 가질 수 있다. 반사기 플레이트(250)는 알루미늄 또는 스테인리스 스틸과 같은 열 안정성 금속 재료(thermally stable metallic material)로 형성된다. 반사기 플레이트(250)는 제2 돔(302)을 향하는 반사기 플레이트(250)의 반사율을 개선하도록 도금(즉, 금 또는 은 도금)되거나 고도로 연마될 수 있다. 대안적으로, 반사기 플레이트(250)를 향하는 표면 또는 처리 영역(156)을 향하는 표면과 같은 제2 돔(302)의 표면은 반사성 또는 흡수성 재료로 코팅될 수 있다. 적합한 반사성 재료들은 금 또는 은을 포함하고, 적합한 흡수성 재료들은 전자기 에너지의 원하는 파장들을 흡수하도록 선택된 유전체 재료와 같은 흑색 재료를 포함한다. 반사기 플레

이트의 두께는 약 1/4 인치 내지 약 3/4 인치, 예컨대 약 3/8 인치 내지 약 1/2 인치일 수 있다.

- [0024] 반사기 플레이트(250)는 정합 영역(mating region)(256)에서 함께 결합되는 제1 부재(252)와 제2 부재(254)를 포함한다. 정합 영역(256)에서, 제1 부재(252)의 일부 및 제2 부재(254)의 일부는 중첩 방식으로 인터리빙될 수 있다. 정합 영역(256)은 원형 반사기 플레이트(250)의 현(chord)을 따라 정의될 수 있다. 일례에서, 반사기 플레이트(250)에 걸쳐 연장되는 정합 영역(256)은 프로세스 가스 유입구(174)로부터 제공되는 처리 가스의 종류 직교류 방향에 수직으로 정렬된다.
- [0025] 제1 부재(252) 및 제2 부재(254)는 각각 정합 영역(256)에서 반사기 플레이트(250)를 통해 연장되는 가스 튜브들을 수용하도록 구성된다. 예를 들어, 제2 부재(254)는 가스 튜브들의 통과를 허용하기 위해 반원형 또는 포물선 형상 컷아웃들(258)을 갖는다. 본 예에서, 제1 부재(252)는 반사기 플레이트(250)를 통한 홀들을 형성하기 위해 제2 부재(254)의 컷아웃들(258)과 정렬되는 컷아웃들(도시되지 않음)을 또한 갖는다. 컷아웃들(258)을 통한 광 전파의 입사를 감소시키기 위해, 튜브들(204)과 컷아웃들(258) 사이의 임의의 공간은 테플론 등과 같은 열 안정성 복사 차단 재료로 채워질 수 있다. 컷아웃들(258)은, 반사기 플레이트(250)를 통한 튜브들(204)의 통과를 수용하는 한편, 처리 영역(156)에서의 광 격리를 용이하게 하는 임의의 형상일 수 있다. 정사각형 형상 또는 직사각형 형상의 컷아웃들, 둥근 정사각형 컷아웃들 또는 둥근 직사각형 컷아웃들 및 다른 유사한 형상들이 고려된다. 그러한 형상들에 대한 광 격리는 위에서 설명된 충전재들(fillers)을 이용하여 달성될 수 있다.
- [0026] 도 4a는 가스 주입 어셈블리(202)의 단면도를 예시한다. 주입 어셈블리(202)는 제2 돔(302)의 홀(410)로부터 플랜지 플레이트(212)까지 연장되는 튜브(204)를 포함한다. 튜브(204)는 처리 영역(156)이 플랜지 플레이트(212)와 유체 소통하도록 하는 채널 또는 보이드를 정의한다. 플랜지 플레이트(212)는 클램핑 부재(214)에 의해 둘러싸인다. 튜브(204)와 정렬되는 가스 전달 라인(224)이 워셔(washer)(220)를 통해 플랜지 플레이트(212)에 결합된다. 워셔(220)는 플랜지 플레이트(212)를 통해 하나 이상의 체결구(222), 예컨대 볼트들 또는 스크류들에 의해 클램핑 부재(214)에 고정된다. 플랜지 플레이트(212)는 제1의 복수의 스페이서(216)에 의해 클램핑 부재(214)로부터 분리되고, 플랜지 플레이트(212)는 제2의 복수의 스페이서(218)에 의해 워셔(220)로부터 분리된다. o-링들 등일 수 있는 스페이서들(216, 218)은 컴플라이언트 재료(compliant material) 또는 엘라스토머 재료(elastomeric material)와 같은 폴리머 재료를 포함할 수 있고, 플랜지 플레이트(212)와 클램핑 부재(214) 및 워셔(220) 사이의 물리적 접촉을 방지하도록 동작할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 플랜지 플레이트(212)는 석영 재료로 형성되고, 클램핑 부재(214), 워셔(220) 및 체결구들(222)은 금속 재료, 예컨대 스테인리스 스틸, 알루미늄 또는 그들의 합금들로 형성된다. 클램핑 부재(214)의 립(226)이 플랜지 플레이트(212)의 최상부 표면 위로 연장될 수 있다. 이와 같이, 클램핑 부재(214)의 단면 프로파일은 U 형상일 수 있다. 전달 라인(224)은 플랜지 플레이트(212)로부터 가스 소스(도시되지 않음)까지 연장된다. 가스 소스는 주입 어셈블리(202)를 통해 다양한 처리 가스들 및 다른 가스들을 처리 영역(156)에 전달할 수 있다. 예를 들어, III족, IV족 및 V족 프리커서들 및 그들의 조합들은 가스 소스에 의해 제공될 수 있다.
- [0028] 튜브(204)는 상부 돔(302)과 플랜지 플레이트(212) 사이에 결합된다. 튜브는 제1 부재(206), 제2 부재(210), 및 제1 부재(206)와 제2 부재(210) 사이의 열 중단부(thermal break)(208)를 포함한다. 제1 부재(206)는 제1 부재(206)가 홀(410)로부터 멀어지는 방향으로 연장되도록 홀(410)과 정렬된다. 일 실시예에서, 제1 부재(206)는 수직 방향으로 또는 대안적으로는 기울어져서 홀(410)로부터 연장될 수 있다. 제1 부재(206)는 석영 용접(quartz weld) 또는 유사한 접합 방법, 예컨대 확산 접합(diffusion bonding)에 의해 제2 돔(302)에 결합된다. 홀(410)은 원형 형상일 수 있고, 튜브(204)에 의해 점유되는 평면에 수직일 수 있고, 여기서 홀(410)은 제2 돔(302)을 통해 연장된다. 그러나, 홀(410)은 원형 이외의 다른 형상들, 예컨대 타원형 형상 또는 정사각형 형상일 수 있다. 또한, 홀(410)은 튜브(204)에 의해 점유되는 평면에 수직이 아닌 배향으로 제2 돔(302)을 통해 기울어질 수 있다고 고려된다. 일 실시예에서, 튜브(204)는 제2 돔(302)을 넘어 기관(108)을 향해 처리 용적(156) 내로 연장될 수 있다.
- [0029] 제1 부재(206) 및 제2 부재(210)는 각각 광 투과성인 석영 재료를 포함하지만, 제1 부재(206) 및 제2 부재(210)는 또한 흑색 석영 또는 기포 석영(bubble quartz)과 같은 복사 차단 재료로 형성될 수 있다고 고려된다. 열 중단부(208)는 석영 용접 또는 유사한 접합 방법에 의해 제1 부재(206)와 제2 부재(210) 사이에 결합된다. 열 중단부(208)는 기포 석영과 같이 적어도 부분적으로 불투명한 석영 재료를 포함한다. 제1 부재(206) 및 제2 부재(210)의 광 투과성 석영보다 더 고도의 불투명도를 갖는 열 중단부(208)는 튜브(204)를 통한 광 에너지의 전파를 감소시키거나 방지한다. 이와 같이, 제1 부재(206)에 진입하는 광이 열 중단부(208)를 넘어 제2 부재(210) 및 플랜지 플레이트(212)까지 전파되는 것이 방지된다. 열 중단부(208)는 제1 부재(206)와 제2 부재

(210) 사이에서 반사기 플레이트(250) 위에 배치된다. 일 실시예에서, 튜브(204)는 열 중단부(208)를 이용하지 않고, 오히려 제1 부재(206) 및 제2 부재(210)의 투명 석영만이 튜브(204)를 형성한다.

[0030] 제1 채널(402)이 제1 부재(252) 내에 형성되고, 제2 채널(404)이 제2 부재(254) 내에 형성된다. 제1 채널(402) 및 제2 채널(404)은 반사기 플레이트(250)에서 처리 영역(156)의 반대를 향하는 표면(401)에 형성된 V 형상 또는 U 형상 리세스들이다. 제1 냉각 도관(406)이 제1 채널(402) 내에 배치되고, 제2 냉각 도관(408)이 제2 채널(404) 내에 배치된다. 냉각 도관들(406, 408)은 튜브 형상이고, 제1 및 제2 채널(402, 404)의 경로(도 5 참조)를 각각 모방한다. 일 실시예에서, 채널들(402, 404)의 깊이는 도관들(406, 408)의 직경보다 크다. 이와 같이, 도관들(406, 408)은, 채널들(402, 404) 내에 배치될 때, 반사기 플레이트(250)의 표면(401) 아래에 위치된다. 반사기 플레이트(250)의 냉각은 도 5와 관련하여 더 상세하게 설명된다.

[0031] 도 4b는 일 실시예에 따른 가스 주입 어셈블리(202)의 단면도를 예시한다. 본 실시예에서, 플랜지 플레이트(212)와 클램핑 부재(214) 사이에 컴플라이언트 부재(420)가 배치된다. 컴플라이언트 부재(420)는 엘라스토머 재료 또는 가황 고무(vulcanized rubber)로 형성되며, 플랜지 플레이트(212)와 클램핑 부재(214) 사이의 물리적 접촉을 방지하는 기능을 한다. 컴플라이언트 부재(420)는 단일 재료 시트일 수 있거나, 또는 플랜지 플레이트(212) 또는 클램핑 부재(214) 상으로 스프레이될 수 있다. 컴플라이언트 부재(420)의 부분들은 카운터-싱크될 수 있고, 여기서 체결구들(222) 또는 튜브들(204)은 컴플라이언트 부재(420)와 플랜지 플레이트(212) 또는 클램핑 부재(214) 사이의 연속적인 접촉을 보장하도록 컴플라이언트 부재(420)를 통해 연장된다.

[0032] 도 4c는 일 실시예에 따른 가스 주입 어셈블리(202)의 단면도를 예시한다. 도 4a 및 도 4b의 실시예들과 관련하여 설명된 장치 및 특징들은 도 4c와 관련하여 설명된 실시예들에 포함될 수 있다. 원한다면, 도 4c와 관련하여 설명된 장치 및 특징들은 도 4a 및 도 4b의 실시예들에 또한 포함될 수 있다고 고려된다. 가스 주입 어셈블리(202)는 유체 도관(446)에 결합되는 채널(442)이 내부에 형성되어 있는 베이스 부재(440)를 포함할 수 있다. 베이스 부재(440)는 또한 열 중단부(208) 및 제1 부재(206)와 제2 부재(210)의 부분들에 인접한 용적(444)을 정의할 수 있다. 베이스 부재(440)는 알루미늄, 스테인리스 스틸 등과 같은 금속 재료로 제조될 수 있고, 베이스 부재(440)는 클램핑 부재(214)에 결합되거나 클램핑 부재(214)에 인접하여 배치될 수 있다.

[0033] 용적(444)은 채널(442) 및 유체 도관(446)에 유체 결합될 수 있다. 유체 도관(446)은 열 제어 유체를 유체 도관(446) 및 채널(442)을 통해 용적(444)에 제공하는 열 제어 유체 소스(도시되지 않음)에 결합될 수 있다. 가스 또는 액체와 같은 열 제어 유체는 베이스 부재(440) 및 튜브들(204)의 부분들, 예컨대 열 중단부(208) 및 제1 부재(206)와 제2 부재(210)의 부분들을 냉각하기 위해 제공될 수 있다. 열 제어 유체는 튜브들(204)의 파손을 방지하도록 튜브들(204)의 열 팽창을 제어할 수 있다고 고려된다.

[0034] 예시된 실시예에서, 2개의 제2 스페이서(218)가 플랜지 플레이트(212)와 워셔(220) 사이에 배치된다. 제1 가스 배기 채널(430)이 2개의 제2 스페이서(218) 사이에서 워셔(220)에 형성될 수 있다. 제1 가스 배기 채널(430)은 플랜지 플레이트(212)에 인접하여 배치된 워셔(220)의 표면으로부터 워셔(220)에 형성된 제2 가스 배기 채널(432)까지 연장될 수 있다. 제2 가스 배기 채널(432)은 제1 가스 배기 채널(430), 제2 가스 배기 채널(432) 및 펌핑 도관(434)이 서로와 유체 소통하도록 펌핑 도관(434)에 결합될 수 있다. 펌핑 도관(434)은 워셔(220)와 플랜지 플레이트(212) 사이에서 누설될 수 있는 임의의 가스를 배기하기 위해 펌프(도시되지 않음)에 결합될 수 있다. 임의의 가스 누설을 검출하고 가스 전달 라인(224)으로부터의 가스의 유동을 중지시키고/시키거나 제1 가스 배기 채널(430), 제2 가스 배기 채널(432) 및 펌핑 도관(434)을 통해 누설된 가스의 펌핑을 개시하기 위해 센서들이 제공될 수 있다.

[0035] 가스 주입 어셈블리(202)가 튜브들(204)에 회전력을 가하는 것을 막고 가스 주입 어셈블리(202)에 추가의 기계적 지지를 제공하기 위해 가스 주입 어셈블리(202) 주위에 슈라우드(shroud)(436)가 배치될 수 있다. 슈라우드(436)는 체결구들(222)로 워셔(220)에 결합될 수 있고, 플랜지 플레이트(212), 및 클램핑 부재(214)의 적어도 일부, 예컨대 림(226) 위로 연장될 수 있다. 또한, 열 재킷(438)이 가스 전달 라인(224) 주위에 배치될 수 있다. 열 재킷(438)은 가스 전달 라인(224)에 결합될 수 있고, 가스 전달 라인(224)을 가열하도록 구성된 하나 이상의 저항성 가열 부재를 포함할 수 있다. 저항성 가열 부재들은 전원에 결합될 수 있다. 열 재킷(438)은 가스 전달 라인(224)을 통해 가스 주입 어셈블리(202)에 제공되는 가스가 튜브들(204) 및 처리 영역(156)에 진입하기 전에 이 가스를 가열할 수 있다고 고려된다.

[0036] 도 5는 반사기 플레이트(250)의 평면도를 예시한다. 제1 채널(402)은 제1 부재(252)에 걸쳐 직선 또는 우곡(tortuous) 경로를 따라 횡단할 수 있다. 유사하게, 제2 채널(404)은 제2 부재(254)에 걸쳐 직선, 사행(serpentine) 또는 우곡 경로를 따라 횡단할 수 있다. 예폭시 재료 또는 고온 열가소성 수지 또는 열경화성 수

지와 같은 접합체가 제1 채널(402)과 제2 채널(404) 내에 배치된다. 채널들(402, 404) 내에 도관들(406, 408)의 위치를 각각 고정하기 위해, 냉각 도관들(406, 408)은 접합체 내로 압입(press fit)된다. 대안적으로, 냉각 도관들(406, 408)은 채널들(402, 404) 내로 압입될 수 있고, 후속하여 도관들(406, 408)을 반사기 플레이트(250)에 착석시키기 위해 브레이징될 수 있다. 접합체는 반사기 플레이트의 열 제어를 용이하게 하기 위해 열 전도성일 수 있다.

[0037] 물 등과 같은 냉각제를 제공하는 유체 소스(502)가 냉각 도관들(406, 408)에 결합된다. 일 실시예에서, 유체 소스(502)는 제1 도관(406)에 결합되고, 제1 도관(406)은 제1 도관(406)과 제2 도관(408)이 서로 직렬로 되도록 제2 도관(408)과 유체 결합된다. 제2 도관(408)은 냉각제 유출구에 결합될 수 있고, 여기서 냉각제 유체가 냉각 시스템으로부터 제거된다. 다른 실시예에서, 제1 도관(406) 및 제2 도관(408) 둘 다 유체 소스(502)에 유체 결합되어, 냉각 도관들(406, 408)은 서로에 병렬로 동작하게 된다. 도관들(406, 408)은 반사기 플레이트(250)에 걸쳐 안정된 온도, 예를 들어 약 2°C 내지 5°C 미만의 편차를 유지하도록 구성된다.

[0038] 도 6a는 제2 돔(302), 튜브들(204) 및 플랜지 플레이트(212)의 사시도를 예시한다. 예시된 바와 같이, 튜브들(204)은 제2 돔(302)의 내측 영역(306)과 플랜지 플레이트(212) 사이에 결합된다. 일 실시예에서, 5개의 튜브(204)가 내측 영역(306)을 따라 배치된다. 일 실시예에서, 튜브들(204)은 선형 방식으로 정렬되지만, 튜브들(204)은 상이한 배향들로 정렬될 수 있다고 고려되며; 예를 들어 튜브들(204)은 길이 방향으로 플랜지 플레이트(212)를 통한 기준 평면의 어느 한 면 상에 교대하여 있을 수 있다.

[0039] 위에서 설명된 실시예에서, 5개의 홀(410)이 내측 영역(306)을 통해 형성되고, 여기서 튜브들(204)은 제2 돔(302)에 결합된다. 제2 돔(302)을 통한 프로세스 가스들의 전달을 더 미세하게 튜닝하기 위해 더 많은 수 또는 더 적은 수의 홀들(410) 및 튜브들(204)이 이용될 수 있다고 고려된다. 일 실시예에서, 제1 부재(206), 열 중 단부(208) 및 제2 부재(210)는 유사한 내측 직경들 및 외측 직경들을 갖는다. 예를 들어, 내측 직경은 약 5mm 내지 약 15mm, 예컨대 약 10mm이다. 외측 직경은 약 10mm 내지 약 20mm, 예컨대 약 16mm이다. 이와 같이, 튜브(204)의 벽들의 두께는 약 1mm 내지 약 3mm, 예컨대 약 2mm이다.

[0040] 복수의 홀이 플랜지 플레이트(212)에 형성될 수 있다. 제1의 복수의 홀(602)은 튜브들(204)이 플랜지 플레이트(212)에 결합되는 영역에 대응한다. 제1의 복수의 홀(602)은 가스를 전달 라인(224)(도시되지 않음)으로부터 튜브들(204)로 전달하고, 제1의 복수의 홀(602)은 튜브들(204)의 내측 직경과 유사한 직경을 가질 수 있다. 제2의 복수의 홀(604)은 제1의 복수의 홀(602) 주위에 배치된다. 제2의 복수의 홀(604)은 체결구(222)가 플랜지 플레이트(212)에 접촉하지 않도록 체결구(222)(도시되지 않음)를 수용하는 크기를 갖는다. 이러한 방식으로, 체결구(222)는 플랜지 플레이트(212)에 접촉하지 않고서 플랜지 플레이트(212)를 통과한다.

[0041] 도 6b는 제2 돔(302), 튜브들(204) 및 섹션화된 플랜지 플레이트(213)의 사시도를 예시한다. 플랜지 플레이트(213)는 플랜지 플레이트(212)와 유사하지만, 플랜지 플레이트(213)는 플랜지 플레이트(213)의 별개의 부분들(606, 608, 610, 612, 614)이 서로 독립적이라도 섹션화되어 있다. 예를 들어, 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 각각은 인접 부분들로부터 이격될 수 있다. 일 실시예에서, 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 각각은 튜브들(204) 중 상이한 튜브에 대응한다. 이와 같이, 튜브들(204) 각각은 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 중 하나에 결합될 수 있다. 5개의 부분(606, 608, 610, 612, 614) 및 5개의 튜브(204)가 도시되어 있지만, 임의의 개수의 튜브가 이용될 수 있고, 부분들의 개수는 튜브들의 개수에 매칭될 수 있다고 고려된다.

[0042] 도시된 바와 같이, 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 각각은 제1의 복수의 홀(602) 중 1개의 홀 및 제2의 복수의 홀(604) 중 4개의 홀을 포함할 수 있지만, 다른 홀 배열들도 가능하다. 일 실시예에서, 중앙 부분들(608, 610, 612)은 사변형 형상, 예를 들어 정사각형-유사(square-like) 또는 직사각형을 가질 수 있다. 외측 부분들(606, 614)은 각각 중앙 부분들(608, 612)에 인접한 선형 예지, 및 플랜지 플레이트(212)와 유사한 곡선형(curvilinear) 예지를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 도 9b와 관련하여 더 상세하게 설명되는 플랜지 플레이트(213)의 전체 치수들은 클램핑 부재(214)(도 4a 및 도 4b 참조)와의 결합을 가능하게 하기 위해 플랜지 플레이트(212)와 유사하게 남아있을 수 있다.

[0043] 위에서 설명된 바와 같이, 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 각각은 인접 부분들로부터 이격된 채로 남아있다. 따라서, 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 각각에 대한 열 영향들(thermal influences)은 개별 부분에만 영향을 주고, 인접 부분들에 대한 영향은 감소되거나 제거된다. 예를 들어, 튜브들(204)을 통해 플랜지 플레이트(213)에 전달되는 전자기 에너지는 부분(606)을 나머지 부분들(608, 610, 612, 614)과는 상이하게 가열할 수 있다. 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 사이의 열 경사(thermal gradient)의 편차는 튜브들(204)에 대하여 바람직하지 않은 비틀림 응력(torsional stress)을 야기할 수 있지만, 부분들(606, 608, 610, 612,

614)이 서로로부터 공간적으로 격리되기 때문에, 잠재적으로 바람직하지 않은 열 영향들이 제거되거나, 감소되거나 또는 단일 부분으로 국소화될 수 있다. 결과적으로, 섹션화된 플랜지 플레이트(213)는 플랜지 플레이트(213), 및 플랜지 플레이트(213)에 결합된 튜브들(204)에 영향을 주는 부정적인 열 영향들, 예컨대 팽창 및 수축을 더 적절하게 완화시킬 수 있다.

[0044] 도 7은 도 6a의 제2 돔(302), 튜브들(204) 및 플랜지 플레이트(212)의 단면 사시도를 예시한다. 예시된 실시예에서, 5개의 튜브(204)가 돔(302)의 내측 영역(306)을 따라 배치된다. 중앙 튜브(702)는 튜브들(204)의 어레이에 의해 점유되는 선형 경로를 따라 상부 돔(302)의 중앙 영역을 통해 배치된다. 중간 튜브들(703, 704)은 선형 경로를 따라 중앙 튜브(702)에 인접하게 그리고 중앙 튜브의 방사상 외측에 배치된다. 중간 튜브(703)와 중앙 튜브(702) 사이의 거리 A는 중간 튜브(704)와 중앙 튜브(702) 사이의 거리 B와는 상이하다. 외측 튜브들(705, 706)은 선형 경로를 따라 중간 튜브들(703, 704)에 인접하게 그리고 중간 튜브들(703, 704)의 방사상 외측에 배치된다. 외측 튜브(705)와 중간 튜브(703) 사이의 거리 C는 외측 튜브(706)와 중간 튜브(704) 사이의 거리 D와는 상이하다. 따라서, 튜브들(204)은 방사상으로 불균일한 간격을 갖는 방사상 스테거형 방식(radially staggered fashion)으로 이격된다.

[0045] 일례에서, 거리 A는 약 10mm 내지 약 100mm, 예컨대 약 35mm이다. 거리 B는 약 10mm 내지 약 90mm, 예컨대 약 45mm이다. 거리 C는 약 10mm 내지 약 100mm, 예컨대 약 60mm이다. 거리 D는 약 25mm 내지 약 125mm, 예컨대 약 75mm이다.

[0046] 방사상 스테거형 튜브들(204)은 개선된 퇴적 커버리지를 제공한다. 기관(108)은 처리 동안 회전되고, 방사상 스테거형 튜브들(204)은 기관(108)의 전체 반경에 걸쳐 처리 가스들을 제공한다. 튜브들(204)의 스테거링은 개선된 중심 대 에지 퇴적 프로파일을 제공할 것으로 생각된다.

[0047] 도 8은 도 6a의 제2 돔(302), 튜브들(204) 및 플랜지 플레이트(212)의 단면도를 예시한다. 플랜지 플레이트(212)는 약 8mm 내지 약 16mm, 예컨대 약 12mm의 두께(802)를 갖는다. 플랜지 플레이트(212)의 최하부 표면(812)과 제2 돔(302)의 내측 영역(306)의 중심 영역(814) 사이의 거리는 약 70mm 내지 약 110mm, 예컨대 약 80mm 내지 약 100mm, 예컨대 약 87mm이다. 따라서, 플랜지 플레이트(212)는 대략적으로 적어도 제2 돔(302)의 중심 영역(814)에서의 거리(804)만큼 제2 돔(302)으로부터 이격된다. 플랜지 플레이트(212)와 내측 영역(306) 사이의 거리는 내측 영역(306)의 굴곡으로 인해 중심 영역(814)으로부터 외측으로 반경을 따라 증가한다. 외측 영역(304)의 최하부 표면(818)으로부터 내측 영역(306)의 중심 영역(814)까지 연장되는 제2 돔(302)의 두께(806)는 약 40mm 내지 약 60mm, 예컨대 약 51mm이다.

[0048] 플랜지 플레이트(212)의 최하부 표면(812)과 열 중단부(208) 사이에 연장되는 것으로서 정의되는 제2 부재(210)의 길이(810)는 약 20mm 내지 약 40mm, 예컨대 약 28mm일 수 있다. 제1 부재(206)와 제2 부재(210) 사이에 연장되는 것으로서 정의되는 열 중단부(208)의 길이(808)는 약 3mm 내지 약 12mm, 예컨대 약 8mm일 수 있다. 내측 영역(306)으로부터 열 중단부(208)로 연장되는 것으로서 정의되는 제1 부재(206)의 길이(816)는 적어도 약 40mm 내지 약 60mm, 예컨대 약 51mm일 수 있다. 예를 들어, 중앙 튜브(702)의 제1 부재(206)는 길이(816)에 의해 정의된다. 중앙 튜브(702)의 방사상 외측에 배치되는 튜브들(703, 704, 705, 706)은 내측 영역(306)의 굴곡으로 인해 중앙 튜브(702)의 길이(816)보다 큰 길이의 제1 부재(206)를 갖는다.

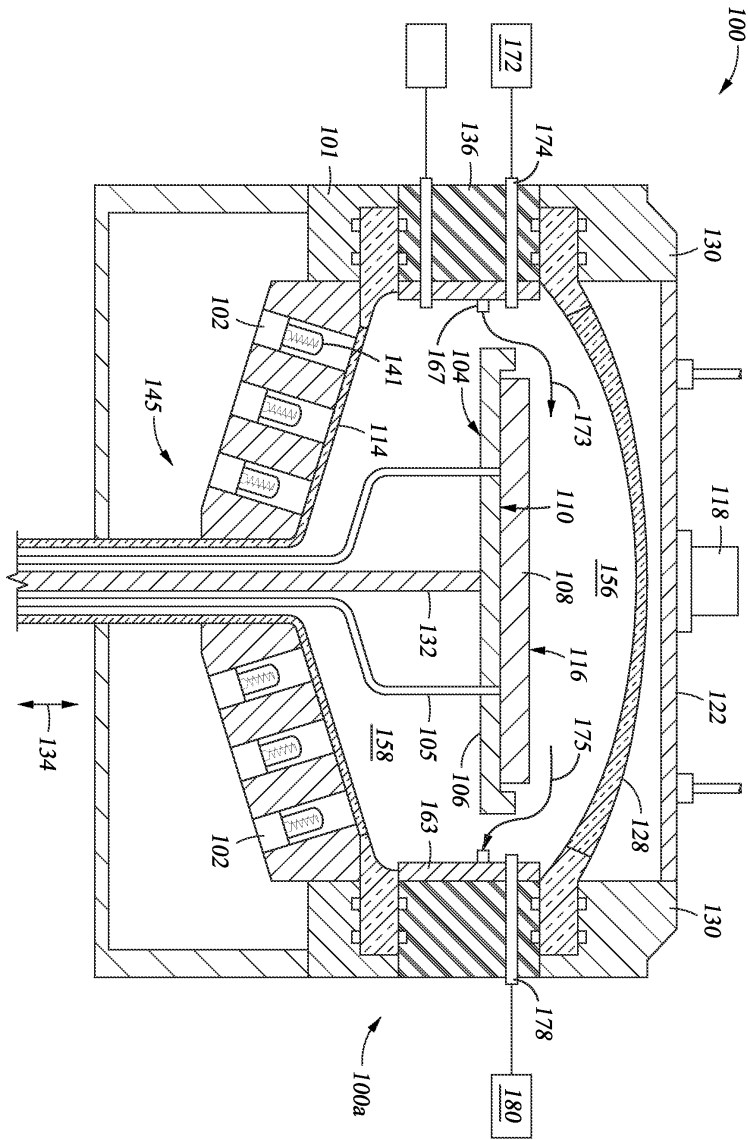
[0049] 도 9a는 도 6a의 제2 돔(302) 및 플랜지 플레이트(212)의 평면도를 예시한다. 프로세스 가스 유입구(174)는 제2 돔(302)의 일 측에 인접한 것으로서 개략적으로 예시되어 있다. 프로세스 가스 유출구(178)는 제2 돔(302)에서 프로세스 가스 유입구(174)의 대향측에 인접해 있다. 플랜지 플레이트(212)는 내측 영역(306)의 반경을 따라 중심으로부터 벗어나서 배치된다. 예를 들어, 플랜지 플레이트(212)는 내측 영역(306)의 중심으로부터 프로세스 가스 유입구 측(174)을 향해 거리(902)를 두고서 배치된다. 중심으로부터 벗어난 거리(902)는 약 0mm 내지 약 50mm, 예를 들어 약 15mm 내지 약 35mm, 예컨대 약 25mm이다. 프로세스 가스 유입구(174) 측을 향해 중심으로부터 벗어나 이격되는 것은 상하 가스 유동이 프로세스 가스 유입구(174)로부터 제공되는 층류 직교류와 상호작용할 때 퇴적 균일성을 개선할 것으로 생각된다.

[0050] 플랜지 플레이트(212)의 폭(904)은 약 40mm 내지 약 80mm, 예컨대 약 50mm 내지 약 70mm, 예컨대 약 60mm이다. 플랜지 플레이트(212)의 길이(906)는 약 300mm 내지 약 400mm, 예컨대 약 325mm 내지 약 375mm, 예컨대 약 350mm이다. 일 실시예에서, 플랜지 플레이트(212)는 직사각형 형상을 갖는다. 다른 실시예에서, 플랜지 플레이트(212)는 직사각형 형상의 대향 단부들이 둥글게 된, 예컨대 반원형 형상인 레이스트랙 형상(racetrack shape)을 갖는다.

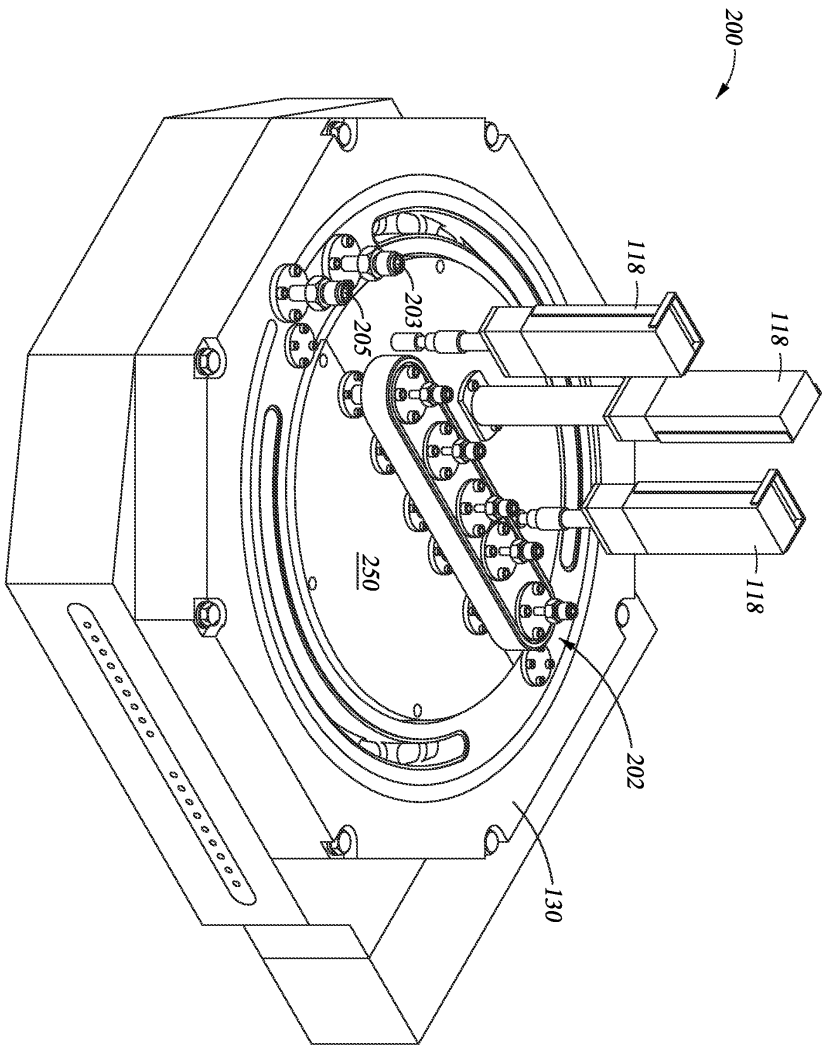
- [0051] 도 9b는 도 6b의 제2 돔(302) 및 섹션화된 플랜지 플레이트(213)의 평면도를 예시한다. 중심으로부터 벗어난 거리(902) 및 플랜지 플레이트(213)의 폭(904)과 길이(906)는 플랜지 플레이트(212)의 배향 및 크기와 유사하다. 이와 같이, 플랜지 플레이트(213) 및 플랜지 플레이트(212)는 가스 주입 어셈블리(202) 내에 상호교환가능하게 배치될 수 있다.
- [0052] 앞에서 설명된 바와 같이, 인접 부분들(606, 608, 610, 612, 614) 사이의 간격은 단일체 플랜지 플레이트의 바람직하지 않은 열 결과들(thermal consequences)을 완화하도록 구성될 수 있다. 부분(606)과 부분(608)을 분리하는 제1 공간(908)은 약 10mm 내지 약 30mm, 예컨대 약 15mm 내지 약 25mm, 예를 들어 약 21.5mm의 거리만큼 연장될 수 있다. 부분(608)과 부분(610)을 분리하는 제2 공간(910)은 약 10mm 내지 약 30mm, 예컨대 약 15mm 내지 약 25mm, 예를 들어 약 23mm의 거리만큼 연장될 수 있다. 부분(610)과 부분(612)을 분리하는 제3 공간(912)은 약 0.5mm 내지 약 10mm, 예컨대 약 2mm 내지 약 5mm, 예를 들어 약 3mm의 거리만큼 연장될 수 있다. 부분(612)과 부분(614)을 분리하는 제4 공간(914)은 약 15mm 내지 약 35mm, 예컨대 약 20mm 내지 약 30mm, 예를 들어 약 26.5mm의 거리만큼 연장될 수 있다.
- [0053] 도 10은 가스 전달 어셈블리(1002)를 갖는 처리 챔버(200)의 사시도를 예시한다. 가스 전달 어셈블리(1002)가 가스를 제2 돔(302)을 통해 처리 용적(156)에 전달한다는 점에서, 이 가스 전달 어셈블리는 가스 주입 어셈블리(202)와 유사하게 기능한다. 가스 전달 어셈블리(1002)는 매니폴드(1006), 및 매니폴드(1006)로부터 제2 돔(302)으로 연장되는 복수의 튜브(1004)를 포함한다. 일 실시예에서, 복수의 튜브(1004)는 튜브들(204)과 유사하다.
- [0054] 매니폴드(1006)는 튜브 형상일 수 있고, 매니폴드(1006) 내에 용적을 정의할 수 있다. 매니폴드(1006) 내의 용적은 연속적이거나 세그먼트화될 수 있다. 용적이 세그먼트화되는 경우, 제1 세그먼트(1008), 제2 세그먼트(1010) 및 제3 세그먼트(1012)는 매니폴드(1006)를 정의한다. 세그먼트들(1008, 1010, 1012)은 서로 유체 소통할 수 있거나, 또는 분할기(도시되지 않음)에 의해 분리될 수 있다. 가스 전달 라인들(1020)은 처리 가스들을 매니폴드(1006)에 전달한다. 전달 라인들(1020)은 상이한 가스들을 매니폴드(1006)의 상이한 세그먼트들(1008, 1010, 1012)에 전달하도록 구성될 수 있다.
- [0055] 제2 세그먼트(1010)는 내측 구역(1014)을 정의한다. 복수의 튜브(1004)가 제2 세그먼트(1010)로부터 연장되고, 내측 구역에서 제2 돔(302)에 결합된다. 외측 구역들(1016, 1018)은 내측 구역(1014)의 방사상 외측에 배치된다. 외측 구역(1016)은 제1 세그먼트(1008)에 대응하고, 외측 구역(1018)은 제3 세그먼트(1012)에 대응한다. 튜브들(1004)은 제1 세그먼트(1008) 및 제3 세그먼트(1012) 각각으로부터 외측 구역들(1016, 1018) 내에서 상부 돔(302)에 각각 연장될 수 있다. 내측 구역(1014) 및 외측 구역들(1016, 1018)은 다양한 가스 전달 파라미터들, 예컨대 유량, 가스 유형 등과 관련하여 유연성을 제공함으로써 프로세스 가스 전달의 더 나은 제어를 가능하게 한다.
- [0056] 도 11은 일 실시예에 따른 제2 돔(302)의 평면도를 예시한다. 본 실시예에서, 내측 영역(306)은 내측 영역을 통해 형성된 복수의 홀(410)을 갖는다. 홀들(410)은 다양한 영역들을 정의하는 동심 원형 편성으로 배열된다. 예를 들어, 제1 영역(1102)이 내측 영역(306)의 중심 부근의 홀들에 의해 정의된다. 제2 영역(1104)이 제1 영역(1102)의 홀들(410)을 둘러싸는 홀들(410)에 의해 정의된다. 제3 영역(1106)이 제2 영역(1104)의 홀들(410)을 둘러싸는 홀들(410)에 의해 정의된다. 일례에서, 제1 영역(1102)을 정의하는 홀들(410)의 개수는 약 3개의 홀 내지 약 7개의 홀이고, 제2 영역(1104)을 정의하는 홀들(410)의 개수는 약 5개의 홀 내지 약 15개의 홀이고, 제3 영역(1106)을 정의하는 홀들(410)의 개수는 약 10개의 홀 내지 약 25개의 홀이다.
- [0057] 최대 약 40개의 홀(410)이 내측 영역(306)을 통해 형성될 수 있다고 고려된다. 동심 원들을 형성하는 것으로서 예시되어 있지만, 홀들(410)은 상부 돔(302)을 통한 가스 유동의 증가된 제어를 허용하는 개선된 중심 대 에지 퇴적 균일성을 제공하는 임의의 패턴으로 배열될 수 있다. 또한, 약 40개의 홀(410)을 초과하는 다수의 홀(410)이 상부 돔(302)을 통해 형성될 수 있다고 고려된다. 홀들(410)의 동심 원형 어레이에 대해 설명된 실시예들에서, 기판은 퇴적 프로세스 동안 회전되거나 정지 상태로 남아있을 수 있다고 고려된다.
- [0058] 진술한 것은 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 실시예들 및 추가 실시예들은 그것의 기본 범위로부터 벗어나지 않고서 고안될 수 있으며, 그것의 범위는 이하의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

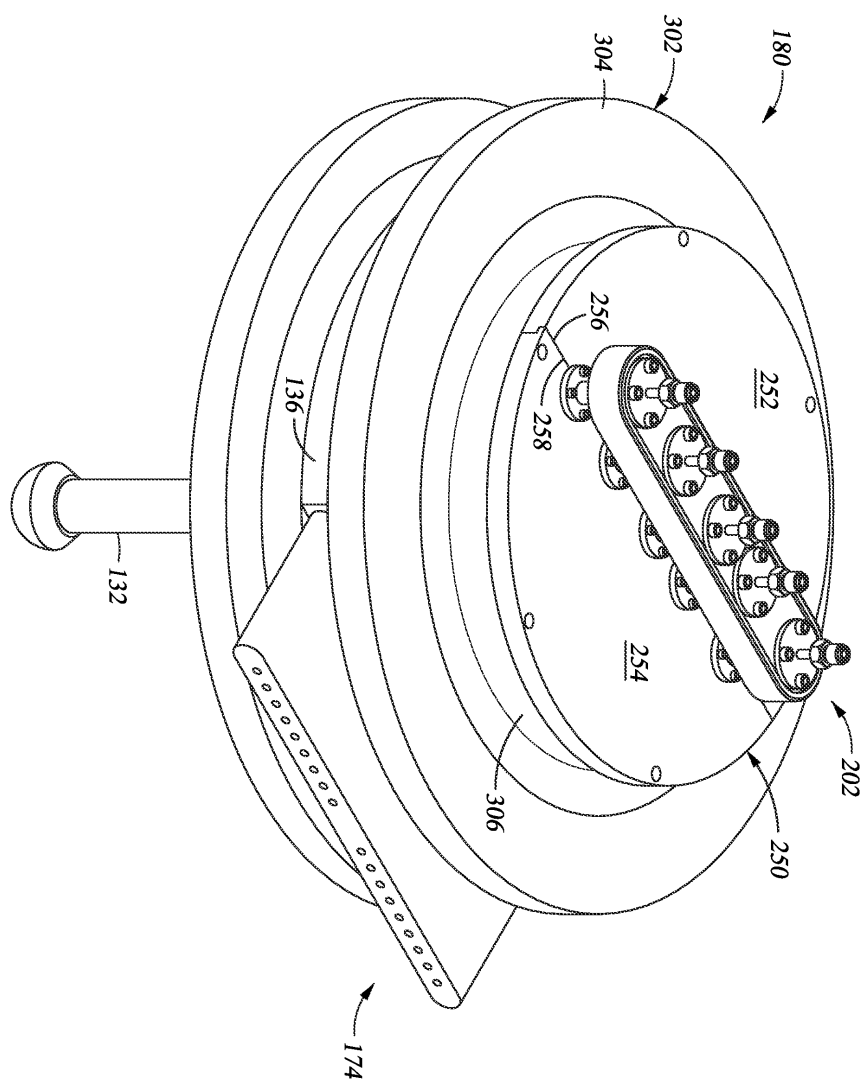
도면1



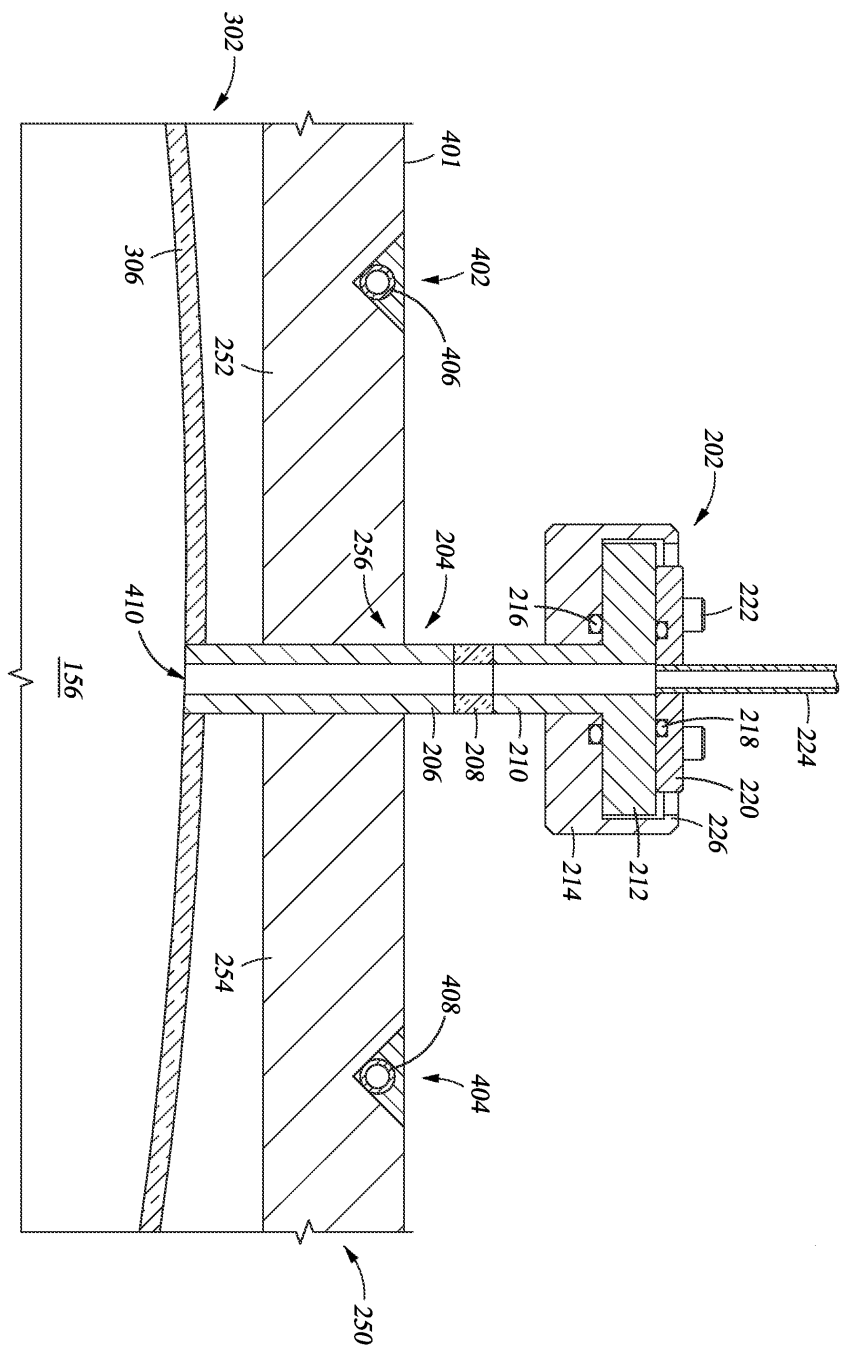
도면2



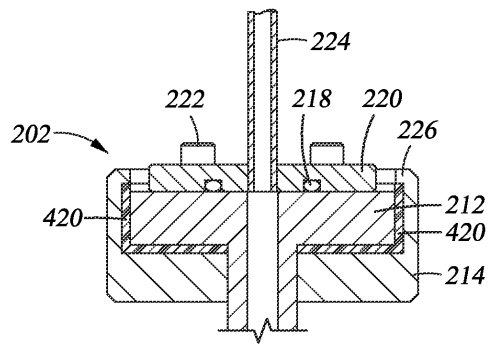
도면3



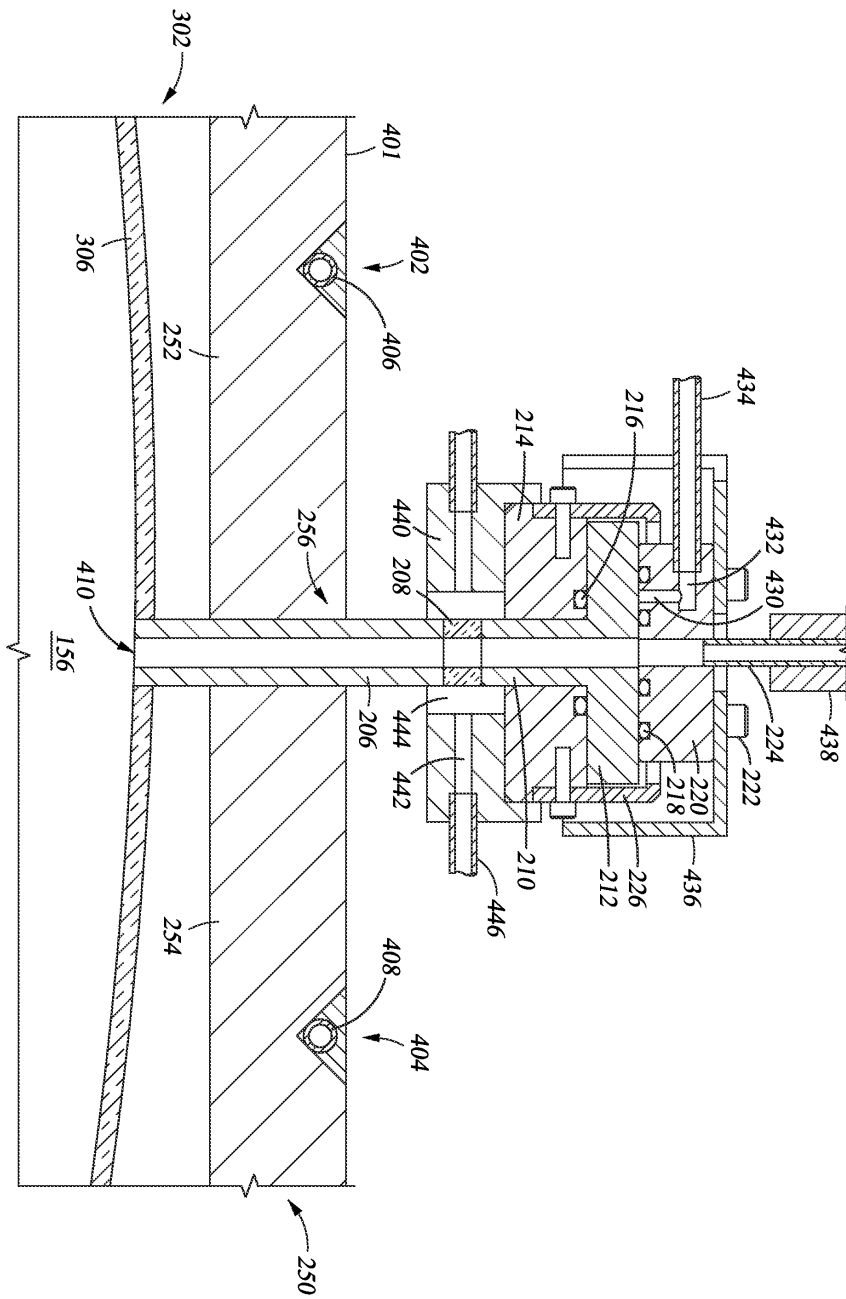
도면4a



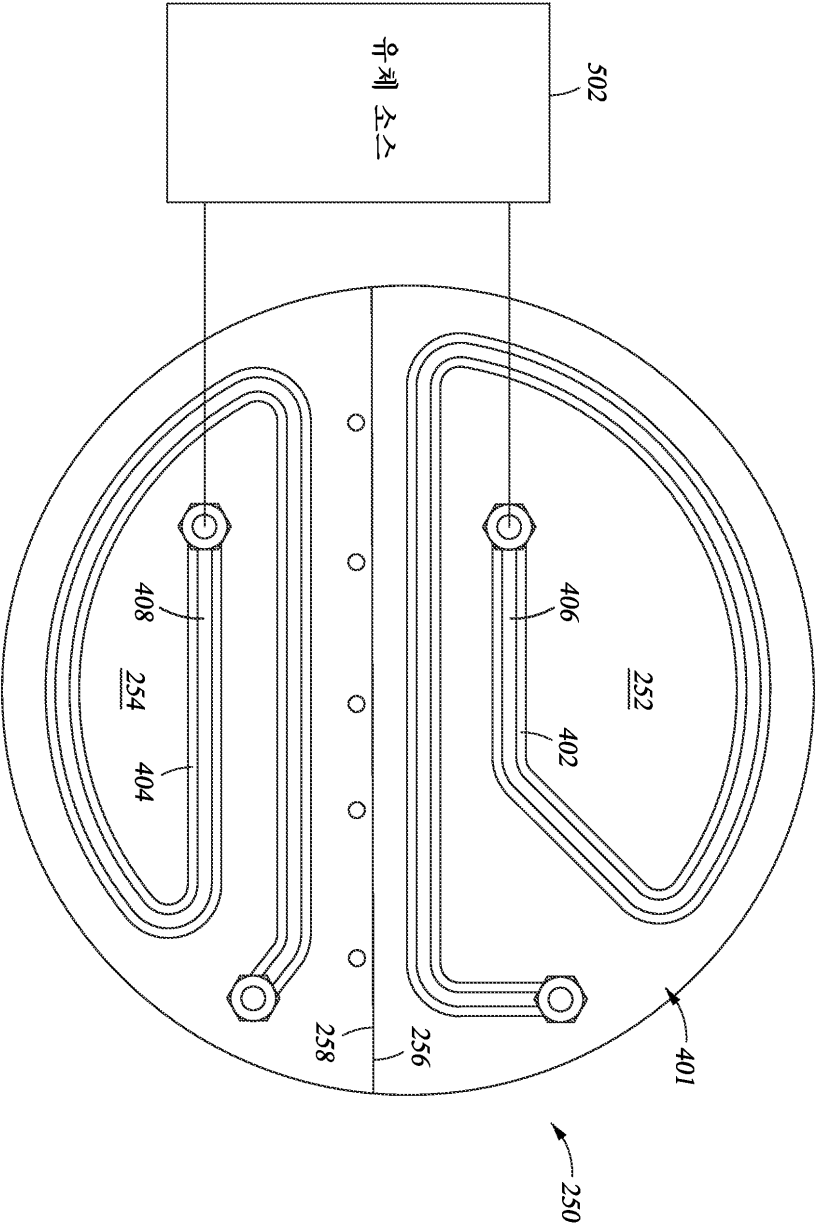
도면4b



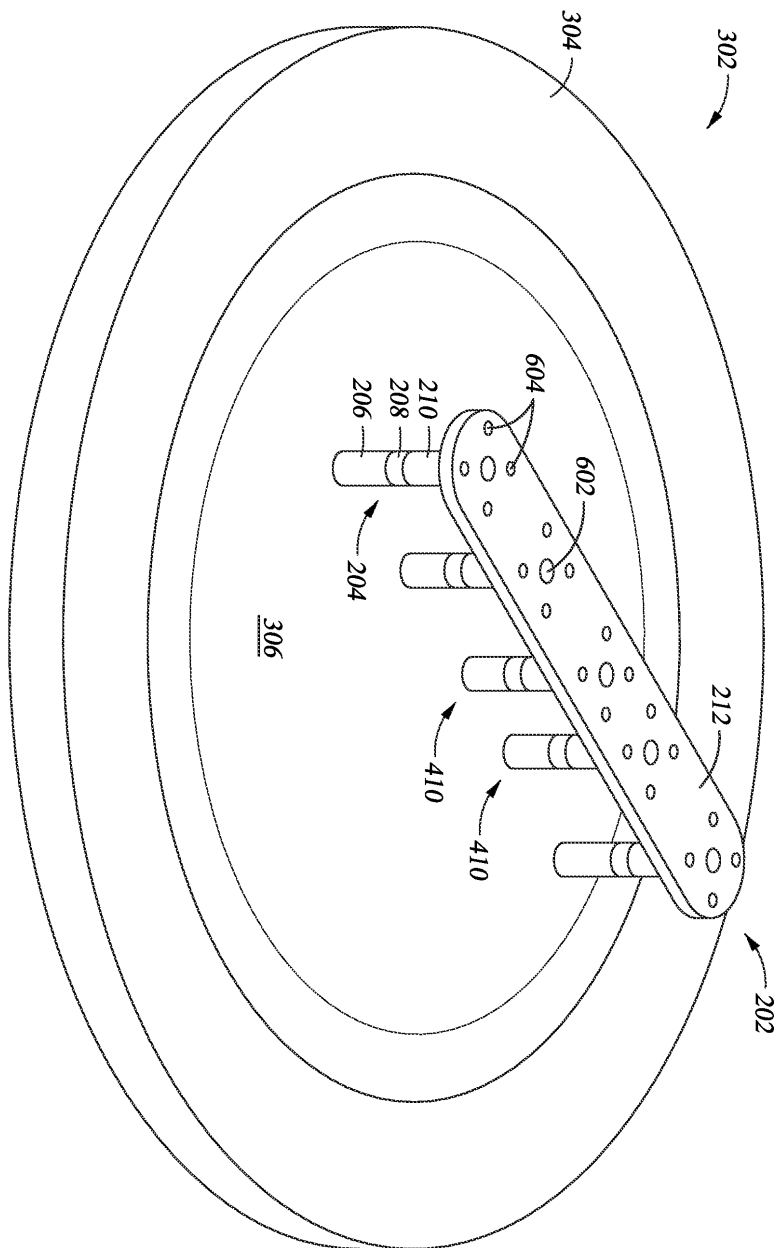
도면4c



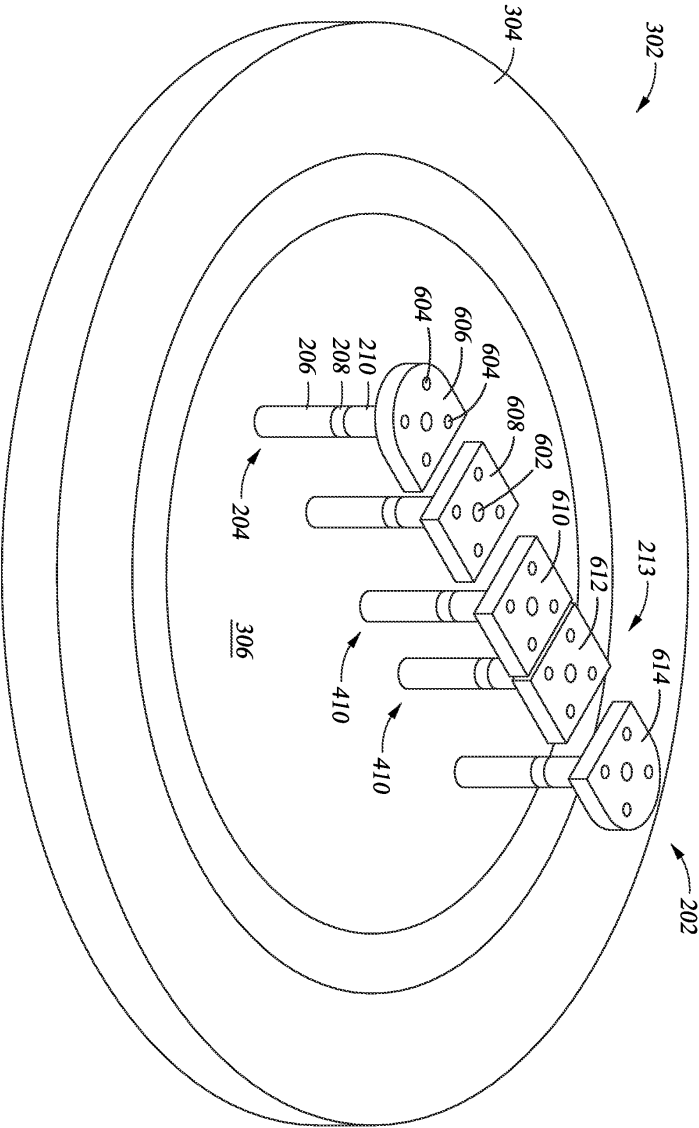
도면5



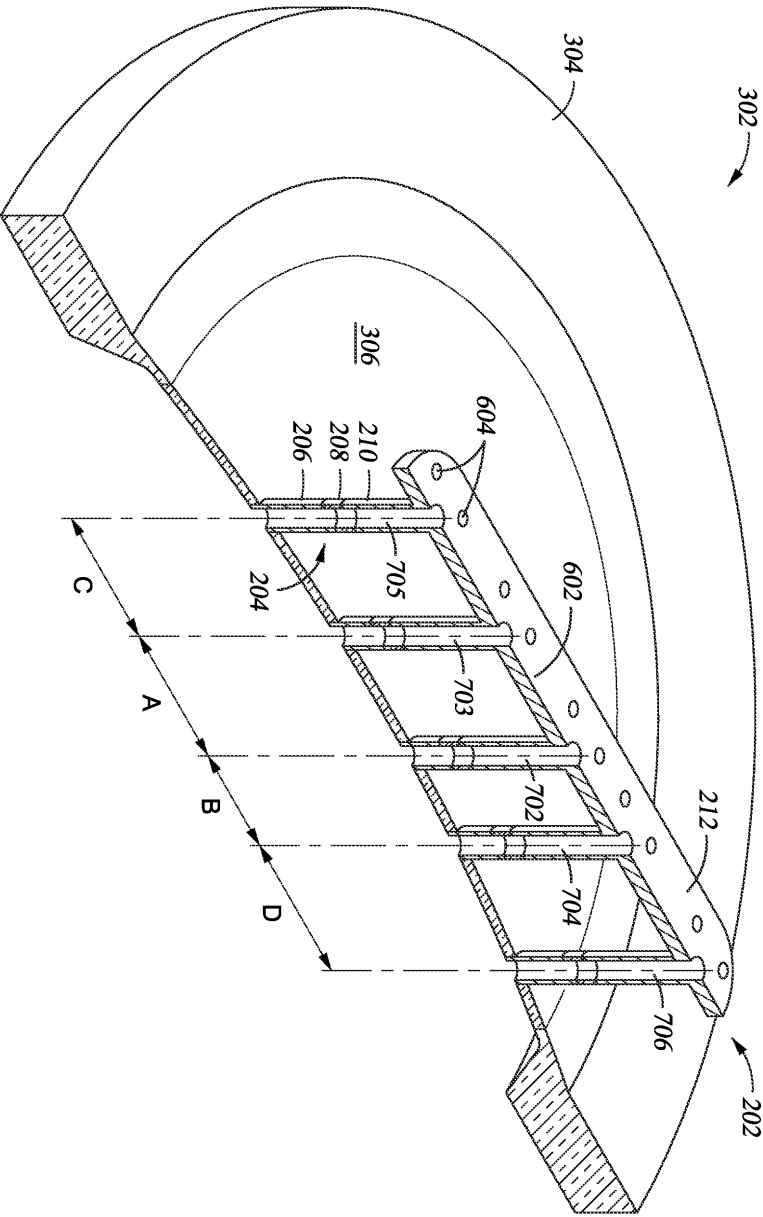
도면 6a



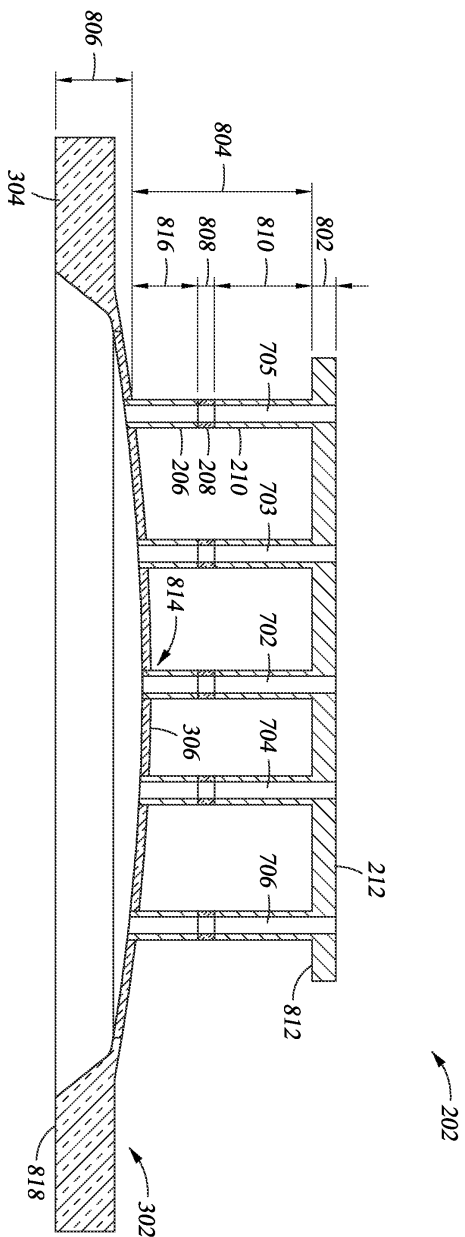
도면6b



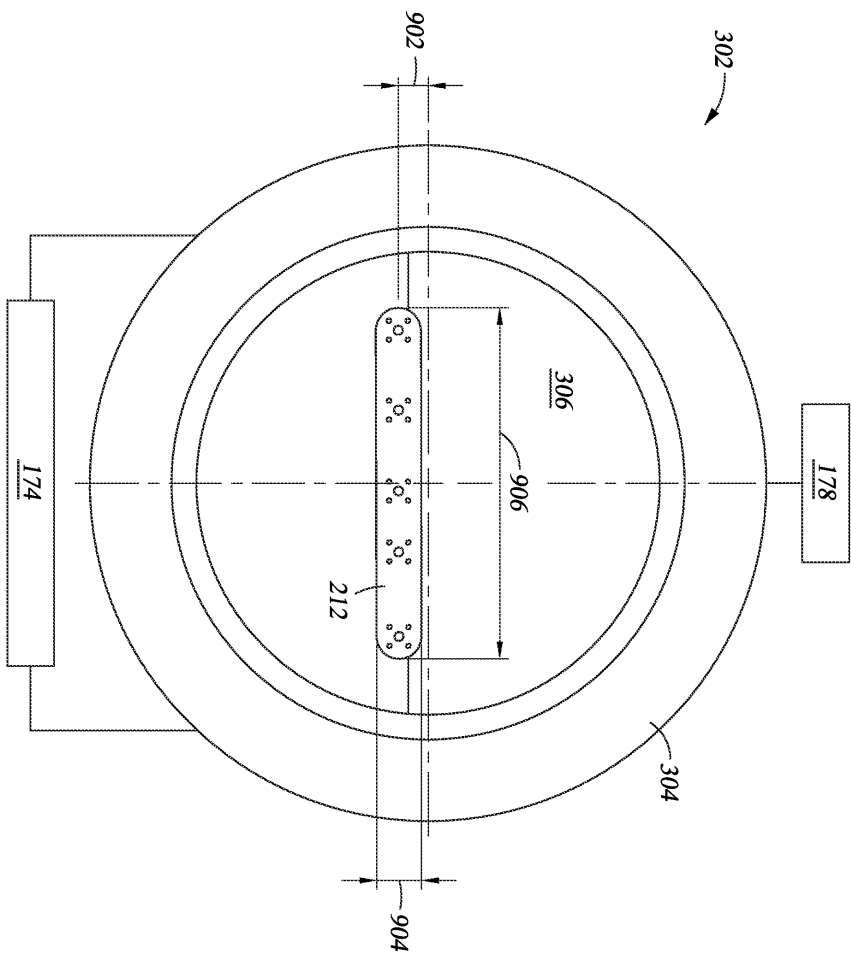
도면7



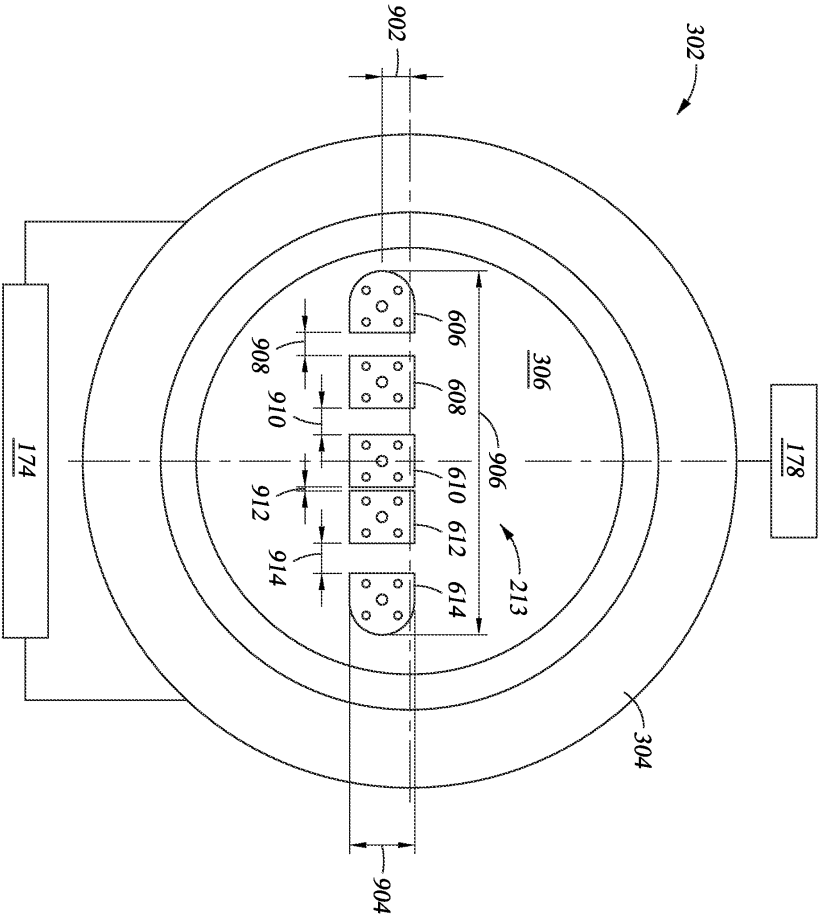
도면8



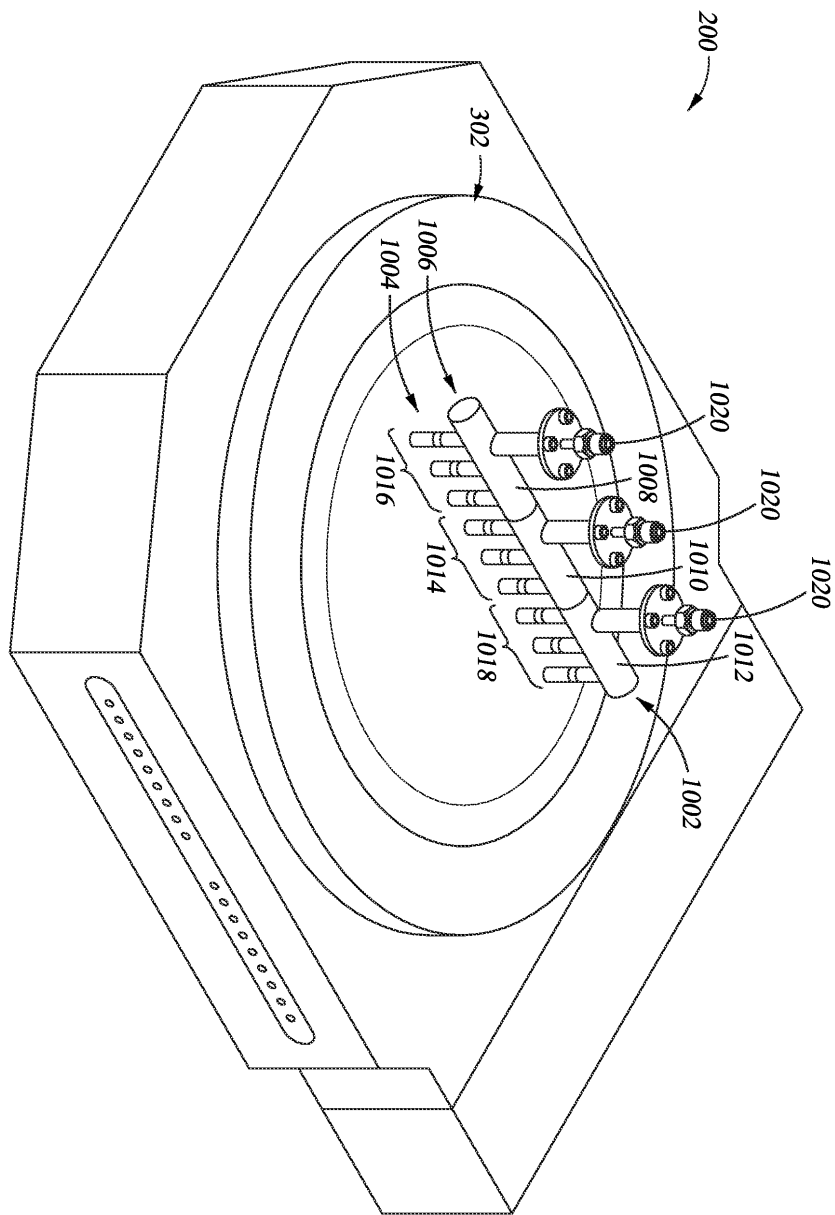
도면9a



도면9b



도면10



도면11

