



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월07일  
(11) 등록번호 10-2405723  
(24) 등록일자 2022년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/67 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/67098 (2013.01)  
H01L 21/67017 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2020-7007956  
(22) 출원일자(국제) 2018년07월20일  
심사청구일자 2020년03월18일  
(85) 번역문제출일자 2020년03월18일  
(65) 공개번호 10-2020-0032269  
(43) 공개일자 2020년03월25일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/043160  
(87) 국제공개번호 WO 2019/036157  
국제공개일자 2019년02월21일  
(30) 우선권주장  
62/547,742 2017년08월18일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP11354515 A\*  
JP2001237211 A  
KR1020020049029 A  
KR1020040028736 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
애플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드  
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애  
브뉴 3050  
(72) 발명자  
델마스, 진  
미국 95051 캘리포니아주 산타 클라라 모레인 드  
라이브 2508  
베르하버비크, 스티븐  
미국 94107 캘리포니아주 샌 프란시스코 유닛 10  
웰시 스트리트 139  
레쉬키스, 커티스  
미국 95124 캘리포니아주 산 호세 타운 클럽 드라  
이브 1647  
(74) 대리인  
양영준, 백만기

전체 청구항 수 : 총 6 항

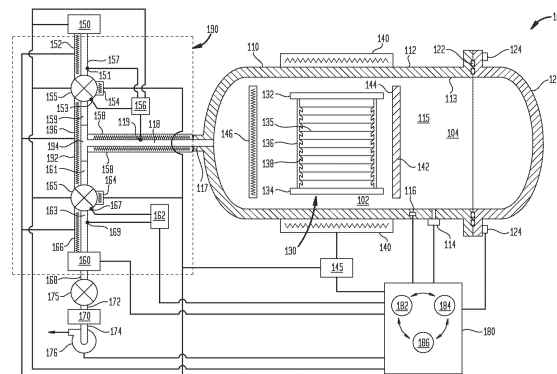
심사관 : 민지현

(54) 발명의 명칭 고압 및 고온 어닐링 챔버

(57) 요약

본 개시내용의 실시예들은, 반도체 기판들을 어닐링하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 일 실시예에서, 배치 처리 챔버가 개시된다. 배치 처리 챔버는 처리 영역을 에워싸는 챔버 몸체, 처리 유체를 처리 영역 내에 제 공하도록 구성된 가스 패널, 처리 영역에 유체적으로 연결된 응축기, 및 처리 유체를 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성된 온도 제어식 유체 회로를 포함한다. 처리 영역은 처리 동안 복수의 기판들을 유지하 도록 구성된다. 응축기는 처리 유체를 액체 상으로 응축하도록 구성된다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H01L 21/67248* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버로서,

내부 체적을 에워싸는 챔버 몸체 — 상기 내부 체적은 상기 내부 체적에 배치된 복수의 기관들을 수용하도록 구성됨 —;

처리 유체를 상기 내부 체적 내에 제공하도록 구성된 가스 패널;

상기 내부 체적에 유체적으로 연결된 응축기 — 상기 응축기는 상기 처리 유체를 액체 상으로 응축시키도록 구성됨 —; 및

상기 처리 유체를 상기 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성된 온도 제어식 유체 회로를 포함하고, 상기 온도 제어식 유체 회로는:

제1 단부에서 상기 챔버 몸체 상의 포트에, 제2 단부에서 상기 가스 패널에, 그리고 제3 단부에서 상기 응축기에 유체적으로 결합된 가스 도관을 포함하는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 온도 제어식 유체 회로는:

제1 단부에서 상기 가스 패널에 유체적으로 결합되고, 제2 단부에서 유입구 격리 밸브에 의해 상기 가스 도관에 유체적으로 결합된 공급원 도관;

제1 단부에서 상기 응축기에 유체적으로 결합되고, 제2 단부에서 배출구 격리 밸브에 의해 상기 가스 도관에 유체적으로 결합된 배기 도관; 및

상기 공급원 도관, 상기 배기 도관, 및 상기 가스 도관 각각에 결합된 하나 이상의 가열기를 더 포함하고, 상기 하나 이상의 가열기는 상기 공급원 도관, 상기 배기 도관, 및 상기 가스 도관을 통해 유동하는 상기 처리 유체를, 상기 온도 제어식 유체 회로를 통해 유동하는 상기 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성되는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가스 도관의 온도를 측정하도록 작동가능한 하나 이상의 온도 센서를 더 포함하는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 챔버 몸체를 밀봉가능하게 폐쇄하도록 구성된 도어에 인접하여 배치된 냉각 채널을 더 포함하는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 챔버 몸체는 니켈 기재의 초합금으로 제조되는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 챔버 몸체에 배치되고, 상기 내부 체적을, 상기 기관들이 처리되는 뜨거운 처리 영역 및 챔버 몸체 도어에 근접한 더 차가운 영역으로 분리하는 대류 방지 플레이트를 더 포함하는, 기관들을 고압 하에서 고온으로 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버.

#### 청구항 7

삭제

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

삭제

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

삭제

#### 청구항 13

삭제

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로, 집적 회로들의 제조에 관한 것으로, 구체적으로, 하나 이상의 반도체 기관을 어닐링하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 반도체 디바이스, 예컨대, 메모리 디바이스들, 논리 디바이스들, 마이크로프로세서들 등의 형성은 반도체 기관 위에 하나 이상의 막의 증착을 수반한다. 막들은 반도체 디바이스를 제조하기 위해 요구되는 회로를 생성하는 데에 사용된다. 어닐링은, 증착된 막들의 전기적 속성들을 개선하기 위해, 증착된 막들에 대해 다양한 효과들을 달성하는 데에 사용되는 열 처리 프로세스이다. 예를 들어, 어닐링은 도펀트들을 활성화하거나, 증착된 막들을 치밀화하거나, 성장된 막들의 상태들을 변화시키는 데에 사용될 수 있다.

[0003] 반도체 디바이스 기하형상들은, 반도체 디바이스들이 수십년 전에 도입된 이후로 크기가 극적으로 감소되어 왔다. 증가하는 디바이스 밀도들은, 감소된 공간적 치수들을 갖는 구조적 피쳐들을 초래했다. 예를 들어, 현대의 반도체 디바이스들의 구조적 피쳐들을 형성하는 트렌치들 및 갭들의 종횡비(깊이 대 폭의 비율)는, 갭을 물질로 채우는 것이 극도로 난제가 된 지점까지 좁혀졌다.

[0004] 따라서, 현대의 반도체 디바이스들을 제조하는 것과 연관된 난제들을 수용할 수 있는, 반도체 기관들을 어닐링하기 위한 개선된 장치 및 방법이 필요하다.

### 발명의 내용

[0005] 본 개시내용의 실시예들은, 하나 이상의 반도체 기관을 어닐링하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 일 실시예에서, 배치 처리 챔버가 개시된다. 배치 처리 챔버는 처리 영역을 에워싸는 챔버 몸체, 처리 유체를 처리 영역 내에 제공하도록 구성된 가스 패널, 처리 영역에 유체적으로 연결된 응축기, 및 처리 유체를 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성된 온도 제어식 유체 회로를 포함한다. 처리 영역은 처리 동안 복수의 기관들을 수용하도록 구성된다. 응축기는 처리 유체를 액체 상으로 응축하도록 구성된다.

[0006] 본 개시내용의 또 다른 실시예에서, 기관들을 어닐링하는 방법이 개시된다. 방법은 기관들을 처리 챔버의 처리 영역 내로 로딩하는 단계, 처리 유체를 가스 도관을 통해 처리 영역 내로 유동시키는 단계, 및 가스 도관 및 처리 영역의 처리 유체를 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하는 단계를 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0007] 본 개시내용의 위에서 언급된 특징들이 상세히 이해될 수 있도록, 위에 간략히 요약된 본 개시내용의 더 구체적인 설명이 실시예들을 참조하여 이루어질 수 있으며, 이들 중 일부는 첨부 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부 도면들은 단지 예시적인 실시예들만을 예시하고 따라서 그의 범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안 되며, 다른 동등하게 효과적인 실시예들을 허용할 수 있다는 점에 주목해야 한다.

도 1은 하나 이상의 기관을 어닐링하기 위한 배치 처리 챔버의 간략화된 정면 단면도이다.

도 1a는, 온도 제어식 유체 회로에 대한 연결들을 예시하는, 배치 처리 챔버의 부분의 부분 단면도이다.

도 2는 단일 기관을 어닐링하기 위한 단일-기관 처리 챔버의 간략화된 정면 단면도이다.

도 3은 배치 처리 챔버 및 단일-기관 챔버에서 사용되는 가스 패널의 간략화된 개략도이다.

도 4는 처리 챔버에서 하나 이상의 기관을 어닐링하는 방법의 블록도이다.

이해를 용이하게 하기 위해, 가능한 경우, 도면들에 공통된 동일한 요소들을 지시하는 데에 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 요소들 및 특징들이 추가의 언급 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있다는 것이 고려된다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 개시내용의 실시예들은, 하나 이상의 반도체 기관을 어닐링하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 기관들은 단일 챔버 내부에서 단일 기관으로서 또는 배치들로 어닐링될 수 있다. 어닐링 동안 고온에서 고압 하에서 기관들이 처리 유체에 노출된다. 처리 유체는 하나 이상의 기관이 처리될 때 가스 패널로부터 온도 제어식 유체 회로를 통해 챔버 내로 유동된다. 처리 유체는 유체 회로에 결합된 하나 이상의 가열기에 의해 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지된다. 유체 회로는 응축기에 결합되고, 여기서, 어닐링이 완료된 후에 처리 유체가 액체 상으로 응축된다. 유체 회로 상의 가열기들은 유체 회로의 상이한 부분들과 인터페이스로 연결되는 온도 센서들을 통해 획득되는 온도 측정들로부터의 정보를 사용하여 제어된다. 도 1에 도시되고 본원에 설명된 배치 처리 챔버(100)뿐만 아니라, 도 2에 도시되고 본원에 설명된 단일-기관 처리 챔버(200)도, 고온들에서 고압 어닐링 프로세스를 수행하는 목적을 위해 활용될 수 있다.

[0009] 도 1은 고온의 고압 어닐링 프로세스를 위한 배치 처리 챔버(100)의 간략화된 정면 단면도이다. 배치 처리 챔버(100)는, 외측 표면(112), 및 내부 체적(115)을 에워싸는 내측 표면(113)을 갖는 몸체(110)를 갖는다. 도 1에서와 같은 일부 실시예들에서, 몸체(110)는 환형 단면을 갖지만, 다른 실시예들에서는 몸체(110)의 단면은 직사각형 또는 임의의 폐쇄 형상일 수 있다. 몸체(110)의 외측 표면(112)은 내부식성 강(CRS), 예컨대, 스테인리스 강(그러나 이에 제한되지 않음)으로 만들어질 수 있다. 외측 표면(112)은 배치 처리 챔버(100)로부터 외부 환경으로의 열의 손실을 방지하는 단열 층으로 선택적으로 커버될 수 있다. 몸체(110)의 내측 표면(113)은, 높은 내부식성을 보여주는 니켈 기재의 강철 합금들, 예컨대, 하스텔로이®(HASTELLOY®), 아이코넬®(ICONEL®), 및 모넬®(MONEL®)(그러나 이에 한정되지 않음)로 만들어지거나 이것으로 커버될 수 있다. 선택적으로, 몸체(110)는 니켈 기재의 강철 합금으로 제조될 수 있다.

- [0010] 배치 처리 챔버(100)는 도어(120)를 갖고, 도어(120)는, 도어(120)가 개방될 때 기관들이 내부 체적(115)의 안쪽으로 이송될 수 있도록 몸체(110) 내의 내부 체적(115)을 밀봉가능하게 에워싸도록 구성된다. 처리 동안 몸체(110)에 대해 도어(120)를 밀봉하기 위해 고압 밀봉부(122)가 활용된다. 고압 밀봉부(122)는 고온 중합체, 예컨대, 퍼플로우로엘라스토머(그러나 이에 한정되지 않음)로 만들어질 수 있다. 고압 밀봉부들(122)을 고압 밀봉부들(122)의 최대 안전 작동 온도 아래로 유지하기 위해, 냉각 채널(124)이 도어(120) 또는 몸체(110)에 고압 밀봉부들(122)에 인접하여 배치된다. 냉각제, 예컨대, 불활성, 유전체, 및 고성능 열 전달 유체(그러나 이에 제한되지 않음)가 냉각 채널(124) 내에서 순환될 수 있다. 냉각 채널(124) 내에서의 냉각제의 유동은, 온도 센서(116) 또는 유동 센서(도시되지 않음)로부터 수신된 피드백을 통해 제어기(180)에 의해 제어된다.
- [0011] 대류 방지 패널(142)이 도어(120)와 카세트(130) 사이에 배치될 수 있다. 대류 방지 패널(142)은 내부 체적(115)을 카세트(130)가 상주하는 뜨거운 처리 영역(102) 및 도어(120)에 근접한 더 차가운 영역(104)으로 분리한다. 대류 방지 패널(142)은 일반적으로, 챔버 몸체(110)와 동일한 물질들로 제조된 금속 플레이트이다. 대류 방지 패널(142)은 도어(120), 카세트(130) 또는 다른 적합한 구조에 결합될 수 있다. 대류 방지 패널(142)은, 카세트(130)가 상주하는 영역으로부터, 도어(120)에 근접한, 몸체(110)의 영역으로의 열 전달의 양을 감소시키도록 구성되는, 카세트(130)를 향하는 면(144)을 포함할 수 있다. 면(144)은 뜨거운 처리 영역과 더 차가운 영역(102, 104) 사이의 대류를 억제하기에 충분히 클 수 있다. 면(144)은 또한, 연마된 표면 또는 열 반사 코팅을 가질 수 있다. 대류 방지 패널(142)은, 더 차가운 영역(104)을 경계짓는, 챔버 몸체(110)의 부분들이, 뜨거운 처리 영역(102)을 경계짓는, 챔버 몸체(110)의 부분들로부터 차폐되고 그러한 부분들보다 낮은 온도로 유지되게 한다. 따라서, 도어(120)에 근접하고, 더 차가운 영역(104)을 경계짓는, 챔버 몸체(110)의 부분들과 접촉하는 밀봉부들(122)은 그들의 최대 작동 온도들을 초과하는 것 때문에 실패할 가능성이 더 적다.
- [0012] 배치 처리 챔버(100)는 몸체(110)를 통해 형성된 포트(117)를 갖는다. 포트(117)는 온도 제어식 유체 회로(190)에 유체적으로 연결된다. 유체 회로(190)는 가스 패널(150), 응축기(160) 및 포트(117)를 연결한다. 유체 회로(190)는 가스 도관(192), 공급원 도관(157), 유입구 격리 밸브(155), 배기 도관(163) 및 배출구 격리 밸브(165)를 갖는다. 하나 이상의 가열기(152, 154, 158, 196, 164, 166)는 유체 회로(190)의 상이한 부분들과 인터페이스로 연결된다. 하나 이상의 온도 센서(151, 153, 119, 167 및 169)는 온도 측정들을 획득하고 온도 측정 정보를 제어기(180)에 제공하기 위해 유체 회로(190)의 상이한 부분들과 인터페이스로 연결된다.
- [0013] 가스 도관(192)은 일 단부에서 포트(117)를 통해 내부 체적(115)에 유체적으로 연결된다. 가스 도관(192)은, 챔버 도관(118), T-도관(194), 유입구 도관(159) 및 배출구 도관(161)을 포함하는 4개의 부분들을 갖는다. T-도관(194)은 3개의 단부들: 유입구 도관(159)에 연결된 제1 단부, 배출구 도관(161)에 연결된 제2 단부, 및 챔버 도관(118)에 연결된 제3 단부를 갖는다. 챔버 도관(118)은 포트(117)를 통해 내부 체적(115)에 유체적으로 연결된다. 유입구 도관(159)은 유입구 격리 밸브(155)를 통해 공급원 도관(157)에 유체적으로 연결된다. 배출구 도관(161)은 배출구 격리 밸브(165)를 통해 배기 도관(163)에 유체적으로 연결된다. 공급원 도관(157)은 가스 패널(150)에 유체적으로 결합된다. 배기 도관(163)은 응축기(160)에 유체적으로 결합된다.
- [0014] 챔버 도관(118)은 가열기(158)와 인터페이스로 연결된다. T-도관(194), 유입구 도관(159) 및 배출구 도관(161)은 가열기(196)와 인터페이스로 연결된다. 공급원 도관(157)은 가열기(152)와 인터페이스로 연결된다. 유입구 격리 밸브(155)는 가열기(154)와 인터페이스로 연결된다. 배출구 격리 밸브(165)는 가열기(164)와 인터페이스로 연결된다. 배기 도관(163)은 가열기(166)와 인터페이스로 연결된다. 가열기들(152, 154, 158, 196, 164 및 166)은 유체 회로(190)를 통해 유동하는 처리 유체를 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성된다. 예를 들어, 가열기들(152, 154, 158, 196, 164, 및 166)은 유체 회로(190)를 통해 유동하는 처리 유체를, 처리 유체를 건조 수증기 또는 과열 수증기로서 유지하는 온도로 유지하도록 구성될 수 있다. 가열기들(152, 154, 158, 196, 164 및 166)은 외부 환경으로의 열의 손실을 방지하기 위해 단열 층으로 선택적으로 커버될 수 있다. 가열기들(152, 154, 158, 196, 164, 및 166)은 램프들, 저항성 가열 요소들, 전달 유체를 유동시키기 위한 유체 도관들 또는 다른 적합한 가열 디바이스들일 수 있다. 일 실시예에서, 가열기들은 유체 회로의 요소들 주위에 감겨진 저항성 스트립들이다. 가열기들(152, 154, 158, 196, 164, 및 166)은 전원(145)에 개별적으로 결합된다. 일 실시예에서, 가열기들(152, 154, 158, 196, 164, 및 166) 각각은 독립적으로 제어될 수 있다.
- [0015] 온도 센서(151)는 공급원 도관(157)과 인터페이스로 연결되고, 공급원 도관(157)의 온도를 측정하도록 구성된다. 온도 센서(153)는 유입구 격리 밸브(155)와 인터페이스로 연결되고, 유입구 격리 밸브(155)의 온도를 측정하도록 구성된다. 온도 센서(119)는 챔버 도관(118)과 인터페이스로 연결되고, 챔버 도관(118)의 온도를 측정하도록 구성된다. 온도 관독 디바이스(156)는 온도 센서들(151, 153 및 119)로부터 온도 측정들을 수신하고 표시한다. 온도 센서(167)는 배출구 격리 밸브(165)와 인터페이스로 연결되고, 배출구 격리 밸브(165)의



온도를 측정하도록 구성된다. 온도 센서(169)는 배기 도관(163)과 인터페이스로 연결되고, 배기 도관(163)의 온도를 측정하도록 구성된다. 온도 판독 디바이스(162)는 온도 센서들(167 및 169)로부터 온도 측정들을 수신하고 표시한다. 온도 판독 디바이스들(156 및 162)은 온도 측정 정보를 제어기(180)에 전송한다. 센서들(151, 153, 119, 167 및 169)은 비접촉식 센서, 예컨대, 적외선 센서, 또는 접촉식 센서, 예컨대, 열전대일 수 있다.

[0016] 유입구 격리 밸브(155) 및 배출구 격리 밸브(165)는 차단 밸브이다. 유입구 격리 밸브(155)가 개방될 때, 공급원 도관(157)을 통해 유동하는 처리 유체가 가스 도관(192) 및 내부 체적(115) 내로 진입하도록 배출구 격리 밸브(165)가 폐쇄되고, 응축기(160) 내로의 처리 유체의 유동을 방지한다. 한편, 배출구 격리 밸브(165)가 개방될 때, 가스성 생성물이 내부 체적(115)으로부터 제거되고 배기 도관(163)을 통해 응축기(160) 내로 유동하도록 유입구 격리 밸브(155)가 폐쇄되고, 가스 패널(150) 내로의 가스성 생성물의 유동을 방지한다.

[0017] 가스 패널(150)은 가스 도관(192)을 통한 내부 체적(115) 내로의 전달을 위해 처리 유체를 압력 하에서 공급원 도관(157) 내에 제공하도록 구성된다. 도 3에 도시된 바와 같이, 가스 패널(150)은 처리 유체 유입구(310), 선택적인 불활성 가스 유입구(320), 퍼지 가스 유입구(340) 및 공통 배출구 도관(357)을 포함한다. 처리 유체 유입구(310)는 유체 공급원(도시되지 않음)에 유체적으로 연결된다. 유체 공급원은, 가스 상으로 가열되고 처리 유체로서 활용되는, 물 또는 다른 적합한 유체를 제공할 수 있다. 처리 유체 유입구(310)는 도관들(312, 314) 및 격리 밸브(315)에 의해 기화기(350)에 유체적으로 연결된다. 격리 밸브(315)는 유체 공급원으로부터의 유동이 기화기(350)에 진입하는 것을 방지하는 제1 (즉, 폐쇄) 상태를 갖는다. 격리 밸브(315)는 유체 공급원으로부터의 유동이 기화기(350)에 진입하는 것을 허용하는 제2 (즉, 개방) 상태를 갖는다. 격리 밸브(315)는 또한, 기화기(350) 내로 유동하는 처리 유체의 양을 조절하기 위해 질량 유량계로 구성되거나 질량 유량계와 함께 활용된다. 기화기(350)는 처리 유체를 가스 상으로 변환하도록 구성된다. 일 예에서, 기화기(350)는 물을 수증기로 변환한다. 일 예에서, 기화기(350)는 물을 건조 수증기 또는 과열 수증기로 변환한다.

[0018] 기화기(350)는 도관(352)에 의해 공통 유입구 도관(354)에 유체적으로 연결된다. 기화기(350) 및 공통 유입구 도관(354)은 또한, 도관(332)에 의해 압력 안전 밸브(330)에 유체적으로 연결된다. 압력 안전 밸브(330)는 도관(352)에서 과잉 압력을 방출하도록 구성되며, 일반적으로 관련 기술분야에 알려져 있다.

[0019] 선택적인 불활성 가스 유입구(320)는 공통 유입구 도관(354)을 통해 전달되는 처리 유체의 압력을 제어하는 데에 활용되는 압력 제어 가스 공급원(도시되지 않음)으로부터의 압력 제어 가스를 제공하도록 구성된다. 가스 공급원에 의해 제공되는 압력 제어 가스는 반응성 가스 또는 불활성 가스, 예컨대, 질소, 아르곤 등(그러나 이에 제한되지 않음), 또는 다른 적합한 가스(들)일 수 있다. 불활성 가스 유입구(320)는 격리 밸브(325) 및 도관들(322, 324)에 의해 공통 유입구 도관(354)에 유체적으로 연결된다. 격리 밸브(325)는 압력 제어 가스 공급원으로부터의 유동이 도관(324)을 통해 공통 유입구 도관(354)으로 진입하는 것을 방지하는 제1 (즉, 폐쇄) 상태를 갖는다. 격리 밸브(325)는 압력 제어 가스 공급원으로부터의 유동이 도관(324)을 통해 공통 유입구 도관(354)으로 진입하는 것을 허용하는 제2 (즉, 개방) 상태를 갖는다. 격리 밸브(325)는 또한, 공통 유입구 도관(354) 내로 유동하는 압력 제어 가스의 양을 조절하기 위해 질량 유량계로 구성되거나 질량 유량계와 함께 활용된다.

[0020] 공통 유입구 도관(354)은 밸브(355) 및 도관(356)에 의해 공통 배출구 도관(357)에 유체적으로 연결된다. 밸브(355)는 기화기(350) 및 불활성 가스 유입구(320)를 유체 회로(190)로부터 선택적으로 격리시키기 위한 격리 밸브로서 구성될 수 있다. 공통 배출구 도관(357)은 가스 패널(150)을 유입구 격리 밸브(155)에 결합시키는 공급원 도관(157)에 유체적으로 연결된다. 다른 예에서, 밸브(355)는 유체 회로(190)로부터 챔버 몸체(110)의 내부 체적(115) 내로 유동하는 처리 유체의 양을 기화기(350) 및 불활성 가스 유입구(320)로부터 선택적으로 제어하기 위한 유동 제어 밸브로서 구성될 수 있다. 유동 제어 밸브들의 예는, 특히, 니들 밸브들, 스톱 밸브들, 및 조정 밸브들을 포함한다.

[0021] 퍼지 가스 유입구(340)가 또한, 공통 배출구 도관(357)을 통해 공급원 도관(157)에 결합된다. 퍼지 가스 유입구(340)는 퍼지 가스의 공급원(도시되지 않음)에 결합된다. 퍼지 가스는 불활성 가스, 예컨대, 질소, 공기, 아르곤 등(그러나 이에 제한되지 않음)일 수 있다. 원하는 경우, 퍼지 가스는 공통 배출구 도관(357) 및 유체 회로(190)로부터 처리 유체의 잔류물들을 제거하는 데에 활용될 수 있다. 퍼지 가스 유입구(340)는 격리 밸브(345)에 의해 공통 배출구 도관(357)에 유체적으로 연결된다. 퍼지 가스 유입구(340)는 도관(342)에 의해 격리 밸브(345)에 유체적으로 연결된다. 격리 밸브(345)는 퍼지 가스 유입구(340)를 공통 배출구 도관(357)으로부터 선택적으로 격리시키도록 구성된다. 격리 밸브(345)는 도관(344)에 의해 공통 배출구 도관(357)에 유체적으로 연결된다.

- [0022] 일부 실시예들에서, 격리 밸브들(315, 325, 345 및 355)은 차단 밸브들이다. 격리 밸브들(315, 325, 345 및 355)의 작동은 제어기(180)에 의해 제어된다. 내부 체적(115) 내에 도입되는 처리 유체의 압력은 몸체(110)에 결합된 압력 센서(114)에 의해 모니터링된다. 유체 회로(190)가 내부 체적(115)에 연속적으로 결합되기 때문에, 압력 센서(114)는 또한, 유체 회로(190) 내의 압력을 결정하는 데에 활용될 수 있다. 유체 회로(190) 및 내부 체적(115)이, 이들 사이에 배치되는 격리 밸브를 갖거나 압력의 상당한 변화가 예상되도록 구성되는 실시예들에서, 유체 회로(190) 및 내부 체적(115) 각각은 별개의 압력 센서들(114)을 구비할 수 있다.
- [0023] 응축기(160)는 냉각 유체 공급원(도시되지 않음)에 유체적으로 결합되고, 가스 도관(192)을 통해 내부 체적(115)을 빠져나가는 가스 상 처리 유체를 응축시키도록 구성된다. 응축기(160)에서의 상 변화는 처리 유체를 내부 체적(115) 및 유체 회로(190)로부터 끌어당기며, 이는 퍼징 가스들의 필요성을 최소화한다. 선택적으로, 응축기(160)를 빠져나가는 응축된 처리 유체는 격리 밸브(175)를 경유해 열 교환기(170)를 통해 보내질 수 있다. 열 교환기(170)는 처리 유체가 더 용이하게 관리될 수 있도록, 응축된 처리 유체를 더 냉각하도록 구성된다. 응축기(160)는 응축기 도관(168)에 의해 격리 밸브(175)에 유체적으로 연결된다. 열 교환기(170)는 열 교환기 도관(172)에 의해 격리 밸브(175)에 결합된다. 펌프(176)는 펌프 도관(174)에 의해 열 교환기(170)에 유체적으로 연결되고, 액화된 처리 유체를 재활용, 재사용 또는 폐기를 위해 열 교환기(170)로부터 용기로 펌핑하여 퍼낸다.
- [0024] 하나 이상의 가열기(140)가 몸체(110) 상에 배치되고 배치 처리 챔버(100)의 몸체(110)를 가열하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 가열기들(140)은 도 1에 도시된 바와 같이 몸체(110)의 외측 표면(112) 상에 배치된다. 가열기들(140) 각각은 저항성 코일, 램프, 세라믹 가열기, 흑연 기재의 탄소 섬유 복합체(CFC) 가열기, 스테인리스 강 가열기 또는 알루미늄 가열기일 수 있다. 가열기들(140)은 전원(145)에 의해 전력을 공급받는다. 가열기들(140)로의 전력은, 온도 센서(116)로부터 수신된 피드백을 통해 제어기(180)에 의해 제어된다. 온도 센서(116)는 몸체(110)에 결합되고 몸체(110)의 온도를 모니터링한다. 일 예에서, 가열기들(140)은 내부 체적(115)에 배치된 처리 유체의 응축점 위의 온도로 몸체(110)를 유지한다.
- [0025] 하나 이상의 가열기(146)가 몸체(110)에 배치되고, 카세트(130)에 배치된 기관들(135)을, 배치 처리 챔버(100)의 내부 체적(115)에 있는 동안 가열하도록 구성된다. 가열기들(146) 각각은 저항성 코일, 램프, 세라믹 가열기, 흑연 기재의 탄소 섬유 복합체(CFC) 가열기, 스테인리스 강 가열기 또는 알루미늄 가열기일 수 있다. 도 1에 도시된 실시예에서, 가열기들(146)은 저항성 가열기들이다. 가열기들(146)은 전원(145)에 의해 전력을 공급받는다. 가열기들(146)로의 전력은, 온도 센서(도시되지 않음)로부터 수신된 피드백을 통해 제어기(180)에 의해 제어된다. 온도 센서는 몸체(110)에 배치될 수 있고, 내부 체적(115)의 온도를 모니터링할 수 있다. 일 예에서, 가열기들(146)은 카세트(130)에 배치된 기관들(135)을, 배치 처리 챔버(100)의 내부 체적(115)의 뜨거운 처리 영역(102)에 있는 동안 섭씨 300 도 초과, 예컨대, 섭씨 300 내지 약 450 도, 또는 예컨대, 심지어 섭씨 300 내지 약 500 도의 온도로 유지하도록 작동가능하다.
- [0026] 가열기들(146)은 일반적으로, 내부 체적(115)의 뜨거운 처리 영역(102)을 유체 회로(190)의 온도보다 상당히 높은 온도로 유지하기 때문에, 유체 회로(190)에서 뜨거운 처리 영역(102) 내로 빠져나가는 건조 수증기는 과열되게 된다. 과열 건조 수증기는 유리하게, 뜨거운 처리 영역(102) 내에서 응축되지 않을 것이고, 처리 챔버(100) 내에서 처리되고 있는 기관들(135) 상에서 유체가 응축되는 것을 방지한다.
- [0027] 액추에이터(도시되지 않음)에 결합된 카세트(130)가 내부 체적(115) 안팎으로 이동된다. 카세트(130)는 최상부 표면(132), 바닥 표면(134), 및 벽(136)을 갖는다. 카세트(130)의 벽(136)은 복수의 기관 저장 슬롯들(138)을 갖는다. 각각의 기관 저장 슬롯(138)은 카세트(130)의 벽(136)을 따라 균등하게 이격된다. 각각의 기관 저장 슬롯(138)은 슬롯에 기관(135)을 유지하도록 구성된다. 카세트(130)는 기관들(135)을 유지하기 위한 50개 만큼의 기관 저장 슬롯들(138)을 가질 수 있다. 카세트(130)는 배치 처리 챔버(100) 안팎으로 복수의 기관들(135)을 이송하는 것 및 내부 체적(115)에서 복수의 기관들(135)을 처리하는 것 양쪽 모두를 위한 효과적인 운송수단을 제공한다.
- [0028] 제어기(180)는 중앙 처리 유닛(CPU)(182), 메모리(184) 및 지원 회로(186)를 포함한다. CPU(182)는 산업 현장에서 사용될 수 있는 임의의 형태의 범용 컴퓨터 프로세서일 수 있다. 메모리(184)는 랜덤 액세스 메모리, 판독 전용 메모리, 플래시, 또는 하드 디스크 드라이브, 또는 다른 형태의 디지털 저장소일 수 있다. 지원 회로(186)는 CPU(182)에 통상적으로 결합되며, 캐시, 클럭 회로들, 입력/출력 시스템들, 전력 공급부들 등을 포함할 수 있다.
- [0029] 제어기(180)는 배치 처리 챔버(100)의 다양한 구성요소들의 작동을 제어한다. 제어기(180)는 가스 패널(150),



응축기(160), 펌프(176), 유입구 격리 밸브(155), 배출구 격리 밸브(165) 및 전원(145)의 작동을 제어한다. 제어기(180)는 또한, 온도 센서(116), 압력 센서(114), 냉각 채널(124) 및 온도 판독 디바이스들(156 및 162)에 통신가능하게 연결된다. 제어기(180)는 기관들을 처리하기 위해 선택된 처리 유체의 유형을 입력으로서 수신한다. 일단 처리 유체의 유형이 제어기(180)에 의해 수신되면, 제어기(180)는 처리 유체를 가스 상태로 유지하는 목표 압력 및 온도 범위를 결정한다. 제어기(180)는, 가열기들(140, 152, 154, 158, 196, 164, 및 166)의 작동 및 내부 체적(115) 및 유체 회로(190) 내에 제공된 압력을 제어하기 위해, 온도 센서들(116, 151, 153, 119, 167, 169) 및 압력 센서(114)로부터의 정보를 사용한다. 가열기들에 의해 공급되는 제어된 열 및 압력 제어 가스에 의해 제공되는 압력은, 유체 회로(190) 및 내부 체적(115)에 배치된 처리 유체를, 인가된 압력 및 온도에 대해 처리 유체의 응축점보다 더 큰 온도로 유지하는 데에 활용된다. 제어기(180)는, 처리 유체를 유체 회로(190) 내로 최적으로 공급하고, 처리 유체를 인가된 온도로 처리 유체의 응축 압력보다 작은 압력에서 유지하기 위해 가스 패널(150)의 격리 밸브들(315, 325, 345 및 355)의 작동을 제어하는 데에 압력 센서(114)로부터의 정보를 사용한다. 따라서, 유체 회로(190)뿐만 아니라 내부 체적(115)의 온도 및 압력은 처리 유체가 가스 상인 채로 있도록 유지된다.

[0030] 배치 처리 챔버(100)에서의 기관들의 원하는 어닐링에 대한 프로세스 요건들에 따라 처리 유체가 선택되는 것이 고려된다. 처리 유체는 산소 함유 및/또는 질소 함유 가스, 예컨대, 산소, 수증기, 물, 과산화수소, 및/또는 암모니아를 포함할 수 있다. 산소 함유 가스 및/또는 질소 함유 가스에 추가적으로 또는 대안적으로, 처리 유체는 규소 함유 가스, 예컨대, 이에 제한되는 것은 아니지만 유기규소, 테트라알킬 오르토실리케이트 가스들 및 디실록산 가스들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 처리 유체는 약 5 bar 내지 약 80 bar의 압력 하에서 수증기 또는 건조 수증기일 수 있고, 온도는 섭씨 약 150 도 내지 섭씨 약 250 도로 또는 심지어 섭씨 500 도 정도로 유지될 수 있다. 이는 건조 수증기가 내부 체적(115) 및 유체 회로(190)에서 물로 응축되지 않는 것을 보장하고, 추가적으로, 건조 수증기가, 뜨거운 처리 영역(102) 내의 과열 건조 수증기가 되는 것을 허용하는데, 뜨거운 처리 영역에서 기관들(135)은 처리를 위해 과열 건조 수증기에 노출된다.

[0031] 도 1a는, 온도 제어식 유체 회로(190<sub>A</sub>)에 대한 연결들을 예시하는, 다른 배치 처리 챔버(106)의 부분의 부분 단면도이다. 배치 처리 챔버(106)는, 도 1에 도시된 바와 같이 온도 제어식 유체 회로(190)를 응축기(160) 및 가스 패널(150) 양쪽 모두에 결합시키는 단일 포트(117) 대신에, 도 1a의 배치 처리 챔버(106)가, 내부 체적(115)을 온도 제어식 유체 회로(190<sub>A</sub>)의 가스 패널(150)에 결합시키는 제1 포트(117<sub>A</sub>), 및 내부 체적(115)을 온도 제어식 유체 회로(190<sub>A</sub>)의 응축기(160)에 결합시키는 제2 포트(117<sub>B</sub>)를 포함한다는 것을 제외하고, 위에서 설명된 배치 처리 챔버(106)와 본질적으로 동일하다.

[0032] 온도 제어식 유체 회로(190<sub>A</sub>)는 온도 제어식 유체 회로(190)와 본질적으로 동일하며, 챔버들(A 및 B)은 가스 패널 측(A) 및 응축기 측(B)에 결합되는 요소들을 나타낸다. 온도 제어식 유체 회로(190) 내의 응축기(160) 및 가스 패널(150)을 공통 챔버 도관(118)을 통해 챔버 몸체(110)의 내부 체적(115)에 유체적으로 결합시키는 온도 제어식 유체 회로(190)와 달리, 온도 제어식 유체 회로(190<sub>A</sub>)는 응축기(160) 및 가스 패널(150)을 유체적으로 격리시키고, 응축기(160) 및 가스 패널(150)을 별도의 챔버 도관들(118<sub>A,B</sub>)을 통해 챔버 몸체(110)의 내부 체적(115)에 별도의 전용 포트들(117<sub>A,B</sub>)을 통해 개별적으로 결합시킨다.

[0033] 도 2는 고온의 단일 기관의 고압 어닐링 프로세스를 위한 단일-기관 처리 챔버(200)의 간략화된 정면 단면도이다. 단일-기관 처리 챔버(200)는, 외측 표면(212), 및 내부 체적(215)을 에워싸는 내측 표면(213)을 갖는 몸체(210)를 갖는다. 도 2에서와 같은 일부 실시예들에서, 몸체(210)는 환형 단면을 갖지만, 다른 실시예들에서는 몸체(210)의 단면은 직사각형 또는 임의의 폐쇄 형상일 수 있다. 몸체(210)의 외측 표면(212)은 내부식성 강(CRS), 예컨대, 스테인리스 강(그러나 이에 제한되지 않음)으로 만들어질 수 있다. 단일-기관 처리 챔버(200)로부터 외부 환경으로의 열 손실을 방지하는 하나 이상의 열 차폐부(225)가 몸체(210)의 내측 표면(213) 상에 배치된다. 몸체(210)의 내측 표면(213)뿐만 아니라 열 차폐부들(225)은, 높은 내부식성을 보여주는 니켈 기재의 강철 합금들, 예컨대, 하스텔로이<sup>®</sup>(HASTELLOY<sup>®</sup>), 아이코넬<sup>®</sup>(ICONEL<sup>®</sup>), 및 모넬<sup>®</sup>(MONEL<sup>®</sup>)(그러나 이에 한정되지 않음)로 만들어질 수 있다.

[0034] 기관 지지부(230)는 내부 체적(215) 내에 배치된다. 기관 지지부(230)는 스템(234) 및 스템(234)에 의해 유지되는 기관 지지 부재(232)를 갖는다. 스템(234)은 챔버 몸체(210)를 통해 형성된 통로(222)를 통과한다. 액추에이터(238)에 연결된 로드(239)는 챔버 몸체(210)를 통해 형성된 제2 통로(223)를 통과한다. 로드(239)는 기

관 지지부(230)의 스템(234)을 수용하는 애퍼처(236)를 갖는 플레이트(235)에 결합된다. 리프트 핀들(237)은 기관 지지 부재(232)에 연결된다. 액추에이터(238)는 플레이트(235)가 리프트 핀들(237)과 연결되고 분리되기 위해 위 또는 아래로 이동되도록 로드(239)를 작동시킨다. 리프트 핀들(237)이 상승 또는 하강될 때, 기관 지지 부재(232)는 챔버(200)의 내부 체적(215) 내에서 상승 또는 하강된다. 기관 지지 부재(232)는 부재 내에 중앙에 내장된 저항성 가열 요소(231)를 갖는다. 전원(233)은 저항성 가열 요소(231)에 전기적으로 전력을 공급하도록 구성된다. 전원(233)뿐만 아니라 액추에이터(238)의 작동이 제어기(280)에 의해 제어된다.

[0035] 단일-기관 처리 챔버(200)는 몸체(210) 상에 개구부(211)를 가지며, 개구부를 통해 하나 이상의 기관(220)이, 내부 체적(215)에 배치된 기관 지지부(230)로 로딩되고 그로부터 언로딩될 수 있다. 개구부(211)는 몸체(210) 상에 터널(221)을 형성한다. 슬릿 밸브(228)는, 슬릿 밸브(228)가 개방될 때만 개구부(211) 및 내부 체적(215)이 접근될 수 있도록 터널(221)을 밀봉가능하게 폐쇄하도록 구성된다. 고압 밀봉부(227)는 처리를 위해 내부 체적(215)을 밀봉하기 위해 슬릿 밸브(228)를 몸체(210)에 대해 밀봉하는 데에 활용된다. 고압 밀봉부(227)는 중합체, 예를 들어, 플루오로중합체, 에컨대, 퍼플루오로엘라스토머 및 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)(그러나 이에 제한되지 않음)으로 만들어질 수 있다. 고압 밀봉부(227)는 밀봉 성능을 개선하기 위해 밀봉부를 편향시키기 위한 스프링 부재를 더 포함할 수 있다. 처리 동안 고압 밀봉부들(227)을 고압 밀봉부들(227)의 최대 안전 작동 온도 아래로 유지하기 위해, 냉각 채널(224)이 터널(221) 상에 고압 밀봉부들(227)에 인접하여 배치된다. 냉각 유체 공급원(226)으로부터의 냉각제, 예컨대, 불활성, 유전체, 및 고성능 열 전달 유체(그러나 이에 제한되지 않음)가 냉각 채널(224) 내에서 순환될 수 있다. 냉각 유체 공급원(226)으로부터의 냉각제의 유동은, 온도 센서(216) 또는 유동 센서(도시되지 않음)로부터 수신된 피드백을 통해 제어기(280)에 의해 제어된다. 슬릿 밸브(228)가 개방될 때 내부 체적(215)으로부터 개구부(211)를 통한 열의 유동을 방지하기 위해, 터널(221) 주위에 환형형상의 열 쇼크(229)가 형성된다.

[0036] 단일-기관 처리 챔버(200)는, 몸체(210)를 통하는 포트(217)를 가지며, 포트는 가스 패널(250), 응축기(260) 및 포트(217)를 연결하는 유체 회로(290)에 유체적으로 연결된다. 유체 회로(290)는 유체 회로(190)와 실질적으로 유사한 구성요소들을 갖고, 유체 회로(190)와 실질적으로 유사한 방식으로 기능한다. 유체 회로(290)는 가스 도관(292), 공급원 도관(257), 유입구 격리 밸브(255), 배기 도관(263) 및 배출구 격리 밸브(265)를 갖는다. 다수의 가열기들(296, 258, 252, 254, 264, 266)은 유체 회로(290)의 상이한 부분들과 인터페이스로 연결된다. 온도 측정들을 취하고 정보를 제어기(280)에 전송하기 위해 다수의 온도 센서들(251, 253, 219, 267, 및 269)이 또한, 유체 회로(290)의 상이한 부분들에 배치된다. 제어기(280)는, 유체 회로(290)의 온도가, 유체 회로(290) 및 내부 체적(215)에 배치된 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지되도록 가열기들(252, 254, 258, 296, 264, 및 266)의 작동을 제어하기 위해 온도 측정 정보를 사용한다.

[0037] 가스 패널(250) 및 압력 센서(214)는 본질적으로 그리고 기능상 가스 패널(150) 및 압력 센서(114)와 실질적으로 유사하다. 응축기(260)는 본질적으로 그리고 기능상 응축기(160)와 실질적으로 유사하다. 펌프(270)는 본질적으로 그리고 기능상 펌프(176)와 실질적으로 유사하다. 하나 이상의 가열기(240)가 몸체(210) 상에 배치되고, 단일-기관 처리 챔버(200) 내의 내부 체적(215)을 가열하도록 구성된다. 가열기들(240)은 또한, 본질적으로 그리고 기능상, 배치 처리 챔버(100)에서 사용되는 가열기들(140)과 실질적으로 유사하다.

[0038] 제어기(280)는 단일-기관 처리 챔버(200)의 작동을 제어한다. 제어기(280)는 가스 패널(250), 응축기(260), 펌프(270), 유입구 격리 밸브(255), 배출구 격리 밸브(265), 전원들(233 및 245)의 작동을 제어한다. 제어기(280)는 또한, 온도 센서(216), 압력 센서(214), 액추에이터(238), 냉각 유체 공급원(226) 및 온도 판독 디바이스들(256 및 262)에 통신가능하게 연결된다. 제어기(280)는 본질적으로 그리고 기능상, 배치 처리 챔버(100)에서 사용되는 제어기(180)와 비교해 실질적으로 유사하다.

[0039] 배치 처리 챔버(100)는 고압 하에서 처리 유체를 사용하여 고온에서 하나 이상의 기관을 어닐링하는 방법을 수행하기 위한 편리한 처리 챔버를 제공한다. 가열기들(140)은 처리 챔버(100)를 가열하고 내부 체적(115)을 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하기 위해 전력이 공급되어 켜진다. 동시에, 가열기들(152, 154, 158, 196, 164, 및 166)은 유체 회로(190)를 가열하기 위해 전력이 공급되어 켜진다.

[0040] 복수의 기관들(135)이 배치 처리 챔버(100)에 배치되도록 카세트(130) 상에 로딩된다. 배치 처리 챔버(100)의 도어(120)가 개방되고 카세트(130)는 내부 체적(115) 내로 이동된다. 그 다음, 기관들(135)을 처리 챔버(100) 내에 밀봉하기 위해 도어(120)가 폐쇄된다. 밀봉부(122)는, 일단 도어(120)가 폐쇄되면, 내부 체적(115)으로부터 누설이 없음을 보장한다.

[0041] 처리 유체는, 가스 패널(150)에 의해, 처리 챔버(100) 내부에 한정된 내부 체적(115) 내에 제공된다. 처리 유

체가 공급원 도관(157) 및 가스 도관(192)을 통해 내부 체적(115) 내로 유동하는 것을 허용하기 위해 유입구 격리 밸브(155)가 개방된다. 이 때, 배출구 격리 밸브(165)는 폐쇄된 상태로 유지된다. 처리 유체가 인가되는 압력은 증분적으로 증가될 수 있다. 유입구 격리 밸브(155)는 충분한 양의 처리 유체가 내부 체적(115)에 존재할 때 폐쇄된다. 대안적으로, 처리 유체는 기관들(135)을 처리하면서 내부 체적(115)을 통해 계속적으로 유동될 수 있다.

[0042] 처리 동안, 내부 체적(115)뿐만 아니라 유체 회로(190)도, 처리 유체가 가스 상으로 유지되도록 하는 온도 및 압력으로 유지된다. 내부 체적(115)뿐만 아니라 유체 회로(190)의 온도들은, 인가된 압력에서의 처리 유체의 응축점보다 더 큰 온도로 유지된다. 내부 체적(115)뿐만 아니라 유체 회로(190)도, 인가된 온도에서의 처리 유체의 응축 압력보다 작은 압력으로 유지된다.

[0043] 처리는, 기관들(135)이 처리 조건의 처리 유체에 대한 노출을 통해 원하는 효과를 달성했을 때 완료된다. 그 다음, 배출구 격리 밸브(165)는 처리 유체를 내부 체적(115)으로부터 가스 도관(192) 및 배기 도관(163)을 통해 응축기(160) 내로 유동시키기 위해 개방된다. 처리 유체는 응축기(160)에서 액체 상으로 응축된다. 선택적인 열 교환기(170)는, 유체의 취급을 용이하게 하기 위해, 액체 상의 처리 유체를 더 냉각시킬 수 있다. 그 다음, 응축된 처리 유체는 펌프(176)에 의해 제거된다. 응축된 처리 유체가 제거될 때, 배출구 격리 밸브(165)가 폐쇄된다. 가열기들(140, 152, 154, 158, 196, 164, 및 166)은 유체 회로 내의 처리 유체를 가스 상으로 유지하면서, 유체 회로 내에서의 응축을 방지하기 위해 응축기(160)에 대한 배출구 격리 밸브(165)를 개방한다. 그 다음, 배치 처리 챔버(100)의 도어(120)는 내부 체적(115)으로부터 기관들(135)을 제거하기 위해 개방된다.

[0044] 단일-기관 처리 챔버(200)는 배치 처리 챔버(100)와 실질적으로 동일한 방식으로 작동한다. 단일-기관 처리 챔버(200)는 기관 지지부(230) 상에 배치된 단일 기관(220)을 어닐링하는 데에 사용된다. 슬릿 밸브(228)는 기관(220)을 터널(221)을 통해 내부 체적(215) 내의 기관 지지부(230)에 로딩하기 위해 개방된다. 가열기들(252, 254, 258, 296, 264, 및 266)은 내부 체적(215)에 전달되는 동안 처리 유체를 유체 회로 내에서 가스 상으로 유지한다.

[0045] 도 4는 본 개시내용의 일 실시예에 따른, 처리 챔버에서 하나 이상의 기관을 어닐링하는 방법(400)의 블록도이다. 방법(400)은, 블록(410)에서, 처리 챔버의 처리 영역 내로 하나 이상의 기관을 로딩함으로써 시작된다. 예를 들어, 단일 기관이, 단일-기관 처리 챔버에 배치된 기관 지지부 상에 로딩될 수 있다. 그렇지 않으면, 복수의 기관들이, 배치 처리 챔버 내에 배치되는 카세트 상에 로딩될 수 있다.

[0046] 블록(420)에서, 처리 유체는 가스 도관을 통해 단일-기관 처리 챔버 또는 배치 처리 챔버 내의 처리 영역 내로 유동된다. 일부 실시예들에서, 처리 유체는 고압 하에서 처리 유체일 수 있다. 단일 기관 또는 복수의 기관들은 어닐링 프로세스 동안 고온의 처리 유체에 노출된다. 처리가 완료된 후, 처리 유체는 가스 도관을 통해 처리 영역으로부터 제거되고 응축기에 의해 액체 상으로 응축된다. 응축된 처리 유체는 후속하여 펌프에 의해 제거된다.

[0047] 블록(430)에서, 가스 도관의 처리 유체는 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지된다. 가스 도관은, 가스 도관을 통해 유동하는 처리 유체를, 처리 유체가 가스 상으로 남도록 처리 유체의 응축점 위의 온도로 유지하도록 구성되는 하나 이상의 가열기에 결합된다. 일부 실시예들에서, 가열기들은 전원에 의해 전력을 공급받는 저항성 가열 요소를 포함할 수 있다. 가스 도관은 가스 도관의 온도를 측정하도록 작동가능한 하나 이상의 온도 센서를 갖는다. 가스 도관으로부터의 온도 측정들은, 가스 도관에 대한 가열기들의 작동을 제어하기 위해 정보를 사용하는 제어기로 전송된다.

[0048] 기관들을 처리하기 위해 선택된 처리 유체의 유형은 제어기의 사용자 인터페이스 내로 입력되거나, 다른 채널을 통해 제어기에 제공된다. 제어기는, 유체 회로 및 챔버 몸체의 상이한 부분들과 인터페이스로 연결된 가열기들의 작동을 제어하기 위해 온도 및 압력 센서들로부터의 정보를 사용하고, 유체 회로 및 처리 영역에 존재하는 처리 유체를, 감지된 압력에 대한 처리 유체의 응축점보다 더 큰 온도로 유지한다. 제어기는 또한, 가스 패널로부터 유체 회로로의 처리 유체 및 압력 제어 가스의 유동을 제어하고, 처리 유체를 처리 유체의 응축 압력보다 작은 압력 및 감지된 온도로 유지하기 위해, 챔버 몸체에 결합된 온도 및 압력 센서들로부터의 정보를 사용한다. 따라서, 처리 영역뿐만 아니라 유체 회로의 온도 및 압력은 처리 유체가 가스 상으로 남도록 유지된다. 일 예에서, 주로 수증기 형태의 처리 유체가 가스 상으로 남도록, 압력은 약 5 bar 내지 약 35 bar로 유지되는 한편 온도는 섭씨 약 150 도 내지 섭씨 약 250 도로 유지된다.

[0049] 처리 챔버들(100, 200)에서 사용되는 유체 회로(190, 290)는, 유체 회로(190, 290)를 통해 고압 어닐링 챔버 내

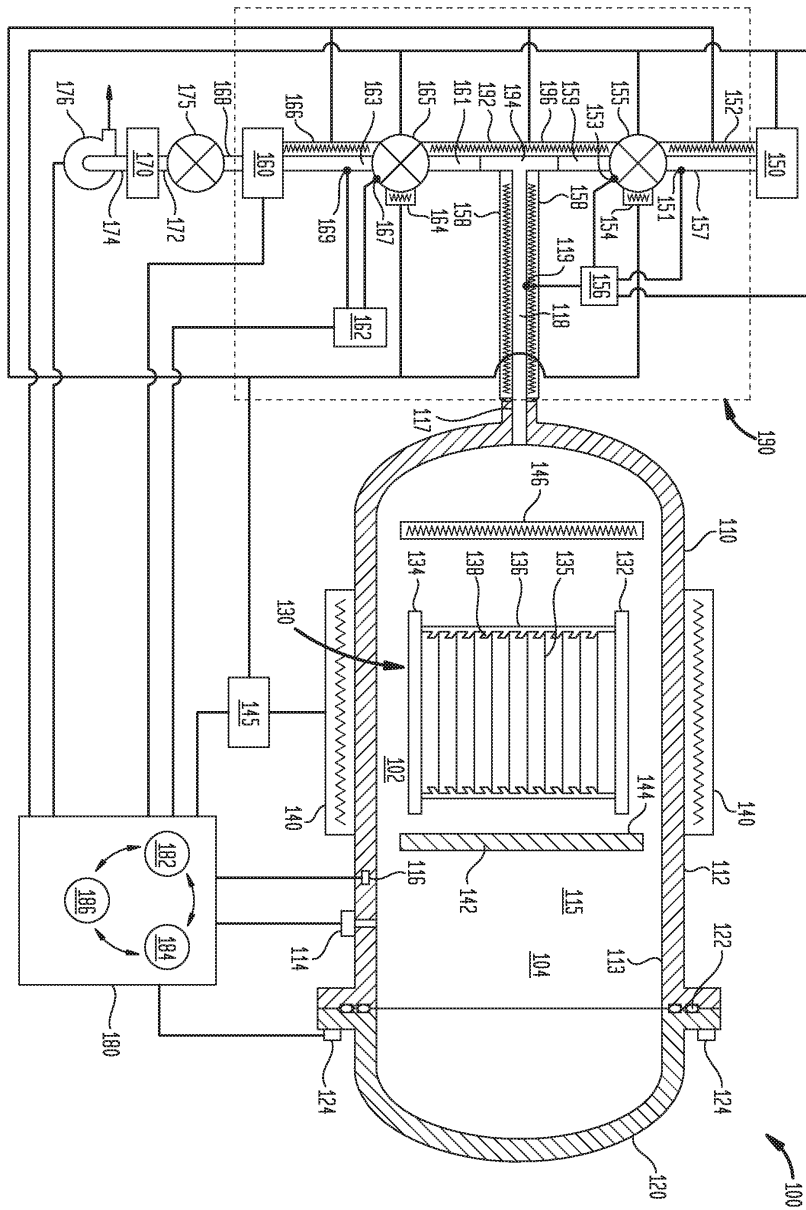
로 유동하는 처리 유체의 응축점 위로 처리 유체의 온도를 제어하고 유지하는 장점을 제공한다. 유체 회로(190, 290)의 상이한 부분들에 결합된 다수의 가열기들 및 온도 센서들은, 제어기(180, 280)가 처리 챔버들(100, 200)의 내부 체적들(115, 215) 및 유체 회로(190, 290)로의 열 공급을 제어하고 유지하는 것을 돕는다. 결과적으로, 처리 유체의 응축이 방지되고 처리 유체는 가스 상으로 유지된다.

[0050] 배치 처리 챔버(100)는 복수의 기관들이, 동일한 조건들 하에서 동시에 배치들로 어닐링되는 것을 허용하고, 따라서, 각각의 기관을 처리하는 비용을 줄인다. 한편, 단일-기관 처리 챔버(200)는 기관의 더 효율적인 처리를 허용하고, 따라서, 어닐링될 각각의 기관에 대한 우수한 기관 온도 제어를 제공한다. 게다가, 단일-기관 처리 챔버(200)는 진공 클러스터 처리 툴들과 용이하게 통합될 수 있고, 따라서, 디바이스 통합을 위해 요구되는 처리 챔버들의 효율적인 기관 처리 및 통합을 제공한다.

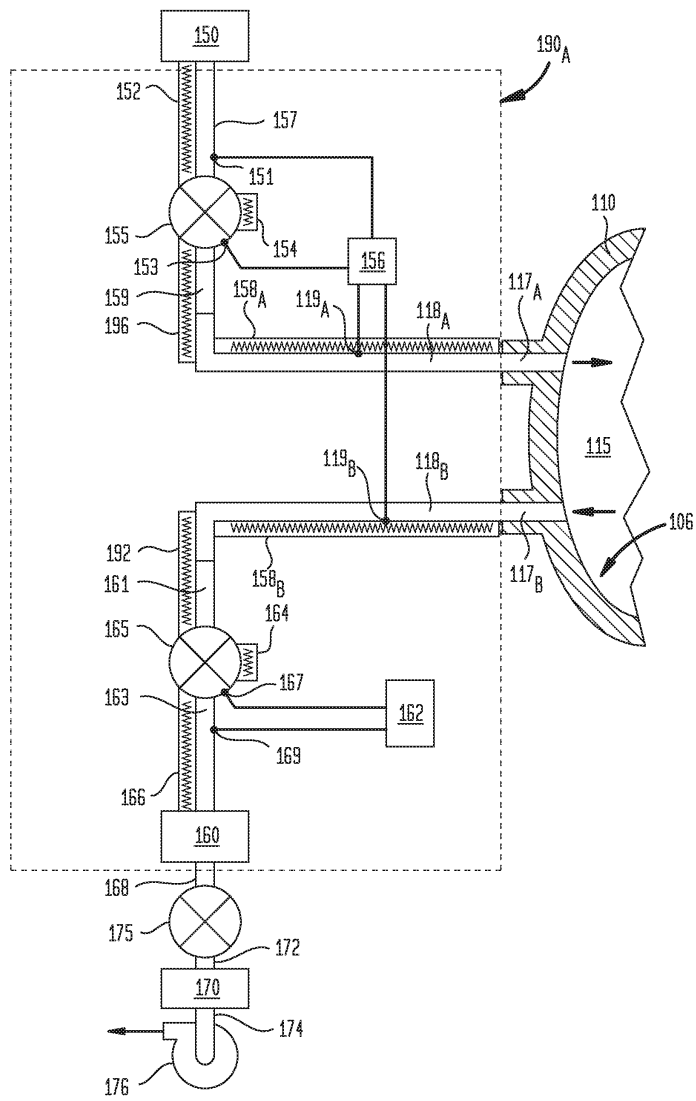
[0051] 전술한 내용은 본 개시내용의 특정 실시예들에 관한 것이지만, 이러한 실시예들은 본 발명의 원리들 및 응용들을 단지 예시하는 것임을 이해해야 한다. 그러므로, 첨부된 청구항들에 정의된 바와 같이, 본 발명들의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고 다른 실시예들에 도달하기 위해 많은 수정들이 예시적인 실시예들에 이루어질 수 있다는 것을 이해해야 한다.

도면

도면1

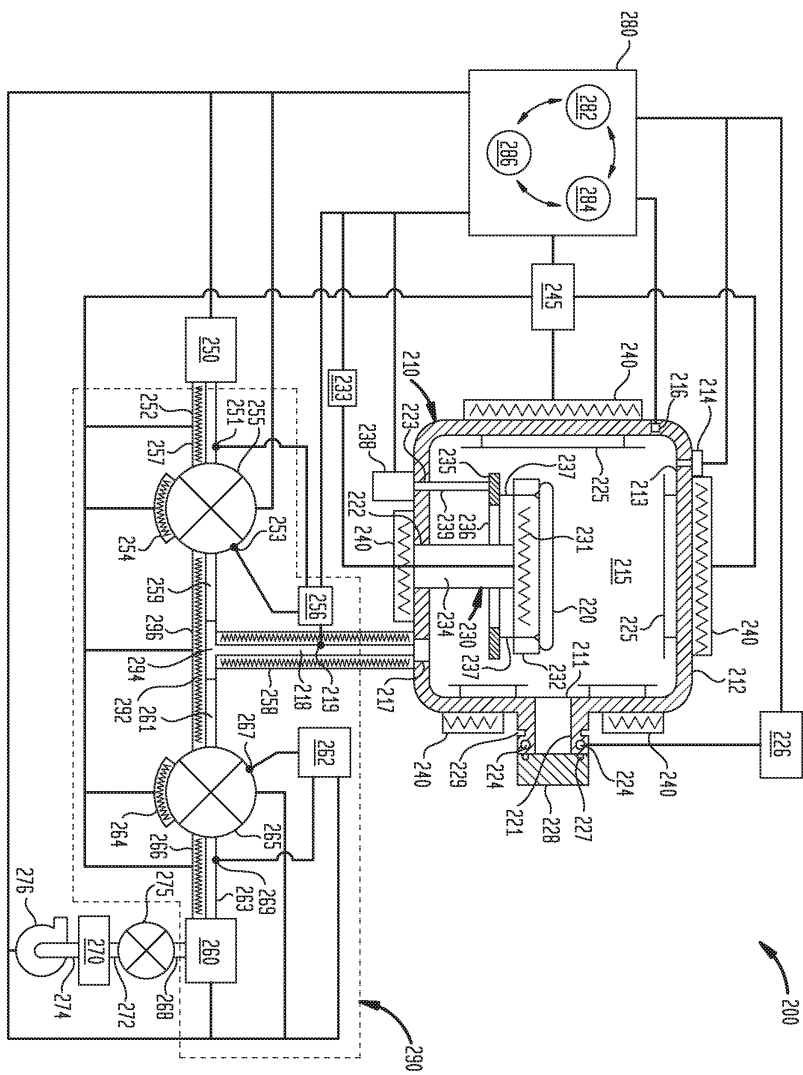


도면1a

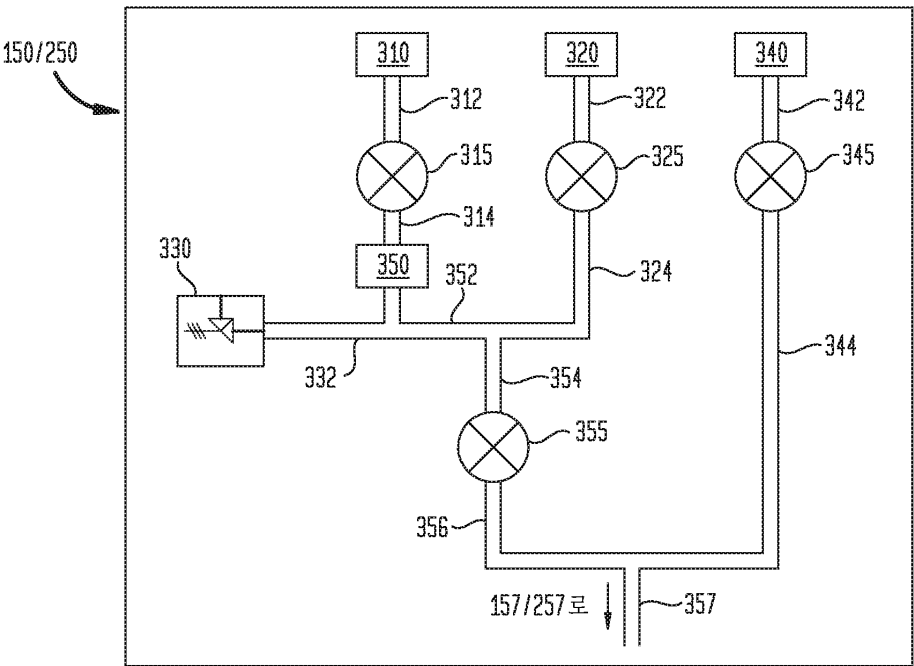




도면2



도면3



도면4

