



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년09월06일
(11) 등록번호 10-2299392
(24) 등록일자 2021년09월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/203 (2006.01) C23C 14/50 (2006.01)
C23C 14/54 (2018.01) H01J 37/32 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/683 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/203 (2013.01)
C23C 14/50 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-7025401
- (22) 출원일자(국제) 2015년01월13일
심사청구일자 2020년01월08일
- (85) 번역문제출일자 2016년09월13일
- (65) 공개번호 10-2016-0120339
- (43) 공개일자 2016년10월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2015/011203
- (87) 국제공개번호 WO 2015/122979
국제공개일자 2015년08월20일
- (30) 우선권주장
61/940,215 2014년02월14일 미국(US)
61/943,595 2014년02월24일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
US20130288477 A1*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050
- (72) 발명자
웨스트, 브라이언
미국 95130 캘리포니아 새너제이 그램스비 드라이
브 4780
콕스, 미셸, 에스.
미국 95020 캘리포니아 길로이 철치 스트리트
7090
오, 정훈
미국 95129 캘리포니아 새너제이 코리다 씨클
4668
- (74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 15 항

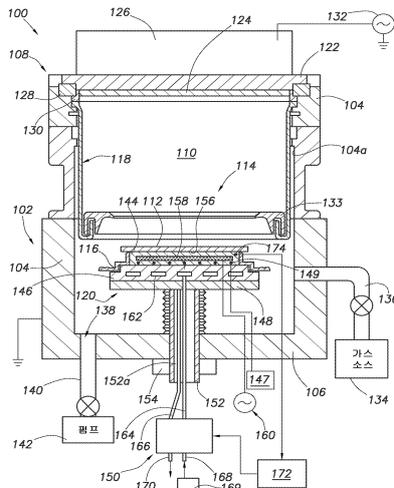
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 안정화된 고온 증착을 위한 가스 냉각식 기판 지지부

(57) 요약

본 개시의 실시예들은, 기판 지지부에서의 냉각 채널들의 유입구로 냉각 가스의 유동을 유동시키고, 열 교환기를 사용하여, 냉각 채널의 배출구로부터 냉각 가스의 유동을 수용하고, 클린룸 또는 국소환경과 같은 인접한 환경으로 냉각 가스를 방출함으로써, 기판 온도를 안정화시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C23C 14/541 (2013.01)
H01J 37/32715 (2013.01)
H01J 37/32724 (2013.01)
H01L 21/67109 (2013.01)
H01L 21/6831 (2013.01)
H01L 21/6835 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US6605955 B1
US20110085299 A1
US20070235134 A1
US20070029642 A1
US20050028736 A1
US20080093057 A1
US20070077770 A1
US06605955 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

페데스탈 어셈블리(pedestal assembly)로서,
 기관 지지 표면을 갖는 정전 척;
 상기 정전 척에 부착되고, 냉각 채널들이 내부에 형성된 베이스(base) 플레이트; 및
 유입구 통로 및 배출구 통로를 통해, 상기 냉각 채널들에 연결된 냉각 어셈블리
 를 포함하며,
 상기 냉각 어셈블리는,
 가스 소스에 커플링된 유입구;
 상기 베이스 플레이트가 배치된 프로세싱 챔버 외부의 인접한(immediate) 환경에 대해 개방(open)된 배출구;
 상기 유입구와 상기 유입구 통로 사이에 커플링된 유동 제어기(flow controller); 및
 상기 배출구와 상기 배출구 통로 사이에 커플링된 열 교환기
 를 포함하는,
 페데스탈 어셈블리.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 가스 소스는, 상기 인접한 환경으로부터 에어(air)를 추출(extract)하기 위한 펌프를 포함하는,
 페데스탈 어셈블리.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 냉각 어셈블리는, 상기 열 교환기에 커플링된 냉각 액체 소스를 더 포함하며, 상기 열 교환기는 액체와 가
 스 열 교환들을 수행하는,
 페데스탈 어셈블리.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 유동 제어기에 커플링된 제어기를 더 포함하며, 상기 제어기는, 냉각 가스의 유동의 압력 및 유량을 조정
 하기 위해, 상기 유동 제어기에 제어 신호를 전달하는,
 페데스탈 어셈블리.

청구항 5

반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치로서,
 프로세싱 볼륨을 정의하는 챔버 바디(body);
 프로세싱 동안에 하나 또는 그 초과 기관을 지지하기 위한 페데스탈 어셈블리; 및
 냉각 어셈블리

를 포함하며,
 상기 페데스탈 어셈블리는,
 기관 지지 표면을 갖고, 상기 프로세싱 볼륨에 배치된 정전 척; 및
 상기 정전 척에 부착된 베이스 플레이트 - 상기 베이스 플레이트는 상기 베이스 플레이트에 형성된 냉각 채널들을 가짐 -
 를 포함하고,
 상기 냉각 어셈블리는, 유입구 통로 및 배출구 통로를 통해, 상기 페데스탈 어셈블리의 상기 냉각 채널들에 연결되고, 상기 냉각 어셈블리는 상기 프로세싱 볼륨 외부에 배치되고,
 상기 냉각 어셈블리는,
 가스 소스에 커플링된 유입구;
 상기 챔버 바디 외부의 인접한 환경에 대해 개방된 배출구;
 상기 유입구와 상기 유입구 통로 사이에 커플링된 유동 제어기; 및
 상기 배출구와 상기 배출구 통로 사이에 커플링된 열 교환기
 를 포함하는,
 반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,
 상기 냉각 어셈블리는 상기 챔버 바디 근처에 배치되는,
 반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
 상기 가스 소스는, 상기 챔버 바디 외부의 상기 인접한 환경으로부터 에어를 추출하기 위한 펌프, 압축 (compressed) 가스 소스, 및 기존의(existing) 시스템 가스 소스 중 하나를 포함하는,
 반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
 상기 냉각 어셈블리는, 상기 열 교환기에 커플링된 냉각 액체 소스를 더 포함하며, 상기 열 교환기는 액체와 가스 열 교환들을 수행하는,
 반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 9

제 5 항에 있어서,
 상기 냉각 어셈블리에 커플링된 제어기를 더 포함하며, 상기 제어기는, 냉각 가스의 유동의 압력 또는 유량 중 적어도 하나를 조정하기 위해, 상기 냉각 어셈블리에 제어 신호를 전달하는,
 반도체 기관을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어기에 커플링된 하나 또는 그 초과 온도 센서들을 더 포함하며, 상기 제어기는, 상기 하나 또는 그 초과 온도 센서들의 측정들에 따라, 상기 냉각 가스의 유동의 압력 또는 유량 중 적어도 하나를 조정하는, 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 장치.

청구항 11

프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법으로서,
 프로세싱 챔버에서 기판 지지부 상의 기판을 프로세싱하는 단계;
 상기 기판의 온도를 제어하기 위해, 상기 기판 지지부에 형성된 냉각 채널들에 냉각 가스의 유동을 공급하는 단계; 및
 열 교환기를 통해, 상기 냉각 채널들에서 빠져나가는 상기 냉각 가스의 유동을 유동시키는 단계를 포함하고,
 상기 냉각 가스의 유동은 상기 냉각 채널들의 배출구 통로로부터 상기 열 교환기를 통과하도록 유도되고, 상기 냉각 가스의 유동은 상기 열 교환기로부터 상기 프로세싱 챔버를 둘러싸는 환경으로 도로(back to) 방출(releasing)되는,
 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
 상기 냉각 가스의 유동을 공급하는 단계는, 상기 프로세싱 챔버를 둘러싸는 환경으로부터 에어의 유동을 추출하는 단계를 포함하는,
 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 기판을 프로세싱하는 단계는, 섭씨 400 도 내지 섭씨 450 도로 상기 기판의 온도를 유지하는 단계를 포함하는,
 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,
 상기 기판을 프로세싱하는 단계는, 1000 초보다 더 긴 시간 기간 동안, 상기 기판 위에 물리 기상 증착을 형성하는 단계를 포함하는,
 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,
 하나 또는 그 초과 온도 센서들을 통해 상기 기판의 온도를 측정하는 단계, 및 상기 냉각 가스의 유동의 압력 또는 유량 중 적어도 하나를 조정하는 단계를 더 포함하는,
 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 실시예들은 반도체 기판들을 프로세싱하기 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 개시의 실시예들은 고온 프로세싱 동안에 기판 온도를 안정화시키기 위한 장치 및 방법들에 관한

[0001]

것이다.

배경 기술

[0002] [0002] 몇몇 반도체 프로세스들에서, 프로세싱되고 있는 기판의 온도는 일반적으로, 기판 지지부에 부착된, 큰 열 전도성 바디(body)와 같은 열 싱크에 의해 유지된다. 종래에, 고온 물리 기상 증착(PVD)에서 사용되는 열 싱크들은, 그러한 PVD 챔버들에서의 온도들이, 열 싱크 냉각 채널에서 종래의 냉각제들이 끊게 될 정도로 높기 때문에, 액티브하게(actively) 냉각되지 않는다. 종래의 PVD 레시피들이 일반적으로, 예컨대 대략 수십 초와 같은 상당히 짧은 증착 시간을 포함하기 때문에, 기판들 아래의 비교적 큰 열 싱크에 의해, 기판 상의 열 부하가 소산될 수 있다. 그러나, PVD 레시피들에서 증착의 시간이, 예컨대 수백 초 내지 수천 초의 범위로 연장됨에 따라, 액티브하지 않게(non-actively) 냉각되는 기판 지지부가, 프로세싱되고 있는 기판 상의 열 부하를 소산시킬 수 없어서, 증착되고 있는 막의 열화(degradation) 및 프로세스 드리프트(drift)가 초래될 수 있다. GALDEN[®] 열 전달 유체 또는 다른 유사한 고 비등점 냉각제들이, 오래 지속되는 PVD 프로세스들에 대해, 기판 지지부를 냉각시키는 것에서 사용되어 왔다. 그러나, 그러한 고 비등점 냉각제들은 고가일 뿐만 아니라, 또한, 열 분해되기 쉽고, 부식성이 될 수 있고, 그리고/또는 HF 및 플루오로포스젠(fluorophosgene)과 같은 유해한 가스들을 방출(release)할 수 있다.

[0003] [0003] 따라서, 고온 PVD 프로세스들 동안 기판 온도를 제어하기 위한 개선된 장치 및 방법들에 대한 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0004] [0004] 본 개시는 일반적으로, 고온 프로세싱 동안에 프로세싱 챔버에서 기판 온도를 제어하기 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다.

[0005] [0005] 본 개시의 일 실시예는 페데스탈 어셈블리(pedestal assembly)를 제공한다. 페데스탈 어셈블리는, 기판 지지 표면을 갖는 정전 척, 정전 척에 부착되고, 냉각 채널들이 내부에 형성된 베이스(base) 플레이트, 및 유입구 통로 및 배출구 통로를 통해 냉각 채널들에 연결된 냉각 어셈블리를 포함한다. 냉각 어셈블리는, 냉각 가스의 유동을 생성하기 위한 펌프, 펌프와 유입구 통로 사이에 커플링된 유동 제어기(flow controller), 및 배출구 통로에 커플링된 열 교환기를 포함한다.

[0006] [0006] 본 개시의 다른 실시예는 반도체 기판을 프로세싱하기 위한 장치를 제공한다. 장치는, 프로세싱 볼륨을 정의하는 챔버 바디, 및 프로세싱 동안에 하나 또는 그 초과와 기판들을 지지하기 위한 페데스탈 어셈블리를 포함한다. 페데스탈 어셈블리는, 기판 지지 표면을 갖고 프로세싱 볼륨에 배치된 정전 척, 및 정전 척에 부착된 베이스 플레이트를 포함하며, 여기에서, 베이스 플레이트는, 베이스 플레이트에 형성된 냉각 채널들을 갖는다. 장치는, 유입구 통로 및 배출구 통로를 통해, 페데스탈 어셈블리의 냉각 채널들에 연결된 냉각 어셈블리를 더 포함한다. 냉각 어셈블리는 프로세싱 볼륨 외부에 배치된다. 냉각 어셈블리는, 냉각 가스의 유동을 생성하기 위한 펌프, 펌프와 유입구 통로 사이에 커플링된 유동 제어기, 및 배출구 통로에 커플링된 열 교환기를 포함한다.

[0007] [0007] 본 개시의 또 다른 실시예는 프로세싱되고 있는 기판의 온도를 제어하기 위한 방법을 제공한다. 방법은, 프로세싱 챔버에서 기판 지지부 상의 기판을 프로세싱하는 단계, 기판의 온도를 제어하기 위해, 기판 지지부에 형성된 냉각 채널들에 냉각 가스의 유동을 공급하는 단계, 열 교환기를 통해, 냉각 채널들에서 빠져나가는 냉각 가스의 유동을 유동시키는 단계, 및 프로세싱 챔버를 둘러싸는 환경으로 도로(back to) 냉각 가스의 유동을 방출하는 단계를 포함한다. 일 실시예에서, 기판 지지부는 정전 척일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] [0008] 본 개시의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된, 본 개시의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 단지 본 개시의 전형적인 실시예들을 도시하는 것이므로 본 개시의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 한다는 것이 주목되어야 하는데, 이는 본 개시가 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있기 때문이다.

[0009] 도 1은, 본 개시의 일 실시예에 따른 물리 기상 증착 챔버의 개략적인 단면도이다.

[0010] 도 2는, 고온 프로세싱 동안의 온도 제어를 위한 개략적인 기관 지지부이다.

[0011] 도 3은, 본 개시의 일 실시예에 따른, 온도 제어를 위한 방법의 흐름도이다.

[0012] 이해를 용이하게 하기 위하여, 도면들에 대해 공통인 동일한 엘리먼트들을 지시하기 위해 가능한 경우에 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예에서 개시된 엘리먼트들이, 구체적인 설명 없이 다른 실시예들에 대해 유익하게 활용될 수 있다는 것이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] [0013] 본 개시의 실시예들은, 고온 프로세싱 동안에 기관 온도를 안정화시키기 위한 장치 및 방법들에 관한 것이다. 더 상세하게는, 본 개시의 실시예들은, 고온 기관 지지부의 냉각 채널들에서의 개방 루프 에어(air) 순환을 사용한다. 본 개시의 실시예들은, 기관 지지부에서의 냉각 채널들의 유입구로 냉각 가스의 유동을 유도시키고, 열 교환기를 사용하여, 냉각 채널의 배출구로부터 냉각 가스의 유동을 수용하고, 환경으로 냉각된 냉각 가스를 방출함으로써, 기관 온도를 안정화시키기 위한 장치 및 방법을 제공한다. 프로세싱 챔버를 둘러싸는 환경으로부터, 예컨대, 프로세싱 챔버가 하우징된 클린룸으로부터 에어를 추출(extract)하기 위해, 냉각 채널들의 유입구에 펌프가 커플링될 수 있다. 열 교환기는, 빌딩(building) 외부로 연장되는 배기 라인에 대한 필요성이 없도록, 프로세싱 챔버 근처에 위치될 수 있다.
- [0010] [0014] 본 개시의 실시예들은, 냉각 가스로서 클린룸에서의 에어를 사용하는 것을 허용하고, 클린룸 환경의 온도를 상승시키지 않고, 예컨대 200 °C 초과 온도에서의 배기 냉각 가스와 같은 위험할 가능성이 있을 정도로 고온인 배기 냉각 가스를, 프로세싱 챔버를 인접하여(immediately) 둘러싸는 작업/유지보수 영역으로 방출하지 않으면서, 사용된 냉각 가스의 환경으로의 직접적인 방출을 가능하게 한다.
- [0011] [0015] 본 개시의 실시예들은, 연장된 시간 기간 동안 수행되는 고온 프로세싱 동안에 기관 온도를 안정화시키기 위해 사용될 수 있다. 예컨대, 본 개시의 실시예들은, 증착되고 있는 막의 열화 및 열 유발 프로세스 드리프트를 트리거링하지 않으면서, 1000 초 초과까지의 프로세싱 시간 동안, 그리고 섭씨 약 400 도 근처로 기관 온도를 제어하는 능력을 나타낸다. 본 개시의 실시예는, 물리 기상 증착(PVD) 챔버, 플라즈마 강화 PVD 챔버, 에칭 챔버, 또는 다른 적합한 챔버들에서 사용되는 고온 기관 지지부를 냉각시키기 위해 사용될 수 있다. 본 개시의 실시예들은, 고온 기관 지지부들에서의 온도 제어를 위한 냉각 유체로서 비활성 가스 또는 에어를 사용한다.
- [0012] [0016] 도 1은, 본 개시의 일 실시예에 따른 물리 기상 증착 챔버(100)의 개략적인 단면도이다. 프로세싱 챔버(100)는, 측벽들(104)을 갖는 챔버 바디(102), 챔버 바닥(106), 및 덮개 어셈블리(108)를 포함하고, 이들은 내부 볼륨(110)을 에워싼다. 페데스탈 어셈블리(120)가, 프로세싱 동안에 기관(112)을 지지하기 위해, 내부 볼륨(110)에 배치된다. 프로세스 키트(114)가 내부 볼륨(110)에 배치될 수 있다. 프로세스 키트(114)는, 적어도, 페데스탈 어셈블리(120)를 덮도록 위치한 증착 링(116), 및 측벽들(104)의 내부 표면들(104a)을 덮도록 위치한 접지 실드(118)를 포함할 수 있다.
- [0013] [0017] 덮개 어셈블리(108)는 일반적으로, 타겟 배킹 플레이트(122), 타겟(124), 및 마그네트론(126)을 포함한다. 타겟 배킹 플레이트(122)는 챔버 벽들(104)에 의해 지지될 수 있다. 세라믹 링 밀봉부(128)가 타겟 배킹 플레이트(122)와 챔버 벽들(104) 사이에 배치될 수 있다. 세라믹 링 밀봉부(128)는, 타겟 배킹 플레이트(122)와 챔버 바디(102) 사이의 전기 아이솔레이터 및 진공 밀봉부 양자 모두로서 기능한다. 상부 실드 링(130)이 접지 실드(118)와 타겟(124) 사이에 배치된다. 상부 실드 링(130)은, 배킹 플레이트(122) 및 타겟(124)의 측들 주위에서 플라즈마 점화를 제한함으로써, 배킹 플레이트(122) 및 타겟(124)의 측벽들로부터의 재증착되는(redeposited) 재료의 임의의 스퍼터를 방지하기 위해, 타겟(124)에 대해 의도적으로 근접하게 그러나 접촉하지 않게 배치된다.
- [0014] [0018] 타겟(124)은, 전력 소스(132)에 의해, 예컨대 챔버 바디(102)와 같은 접지에 관하여 RF 및/또는 DC 전력으로 바이어싱될 수 있다. 아르곤과 같은 가스가 가스 소스(134)로부터 도관들(136)을 통해 내부 볼륨(110)으로 공급된다. 가스 소스(134)는 반응성 가스 또는 비-반응성 가스를 포함할 수 있다. 플라즈마가 타겟(124)과 기관(112) 사이에서 가스로부터 형성된다. 플라즈마 내의 이온들은 타겟(124)을 향하여 가속되고, 타겟(124)으로부터 재료가 추출되게(dislodged) 한다. 추출된 타겟 재료는 기관(112) 상에 증착된다. 프로세싱 동안에, 덮개 어셈블리(108), 상부 실드 링(130), 접지 실드(118), 증착 링(116), 및 커버 링(133)은, 내부 볼륨(110)에서 형성되는 플라즈마를, 기관(112) 위의 구역으로 한정시킨다.

- [0015] [0019] 소모된(spent) 프로세스 가스 및 부산물들은 프로세싱 챔버(100)로부터 배기 포트들(138)을 통해 배기되고, 배기 포트들(138)은, 소모된 프로세스 가스를 수용하고, 소모된 프로세스 가스를, 하나 또는 그 초과 배기 펌프들(142)에 연결된 배기 도관(140)으로 지향시킨다.
- [0016] [0020] 페테스탈 어셈블리(120)는 챔버 바닥(106) 위에 이동가능하게 배치될 수 있다. 일 실시예에서, 페테스탈 어셈블리(120)는, 기관 지지부(144), 베이스 플레이트(146), 접지 플레이트(148), 및 가스 냉각 어셈블리(150)를 포함할 수 있다. 기관 지지부(144), 베이스 플레이트(146), 및 접지 플레이트(148)는 함께 스택킹되어(stacked), 중앙 샤프트(152)에 부착된 디스크 바디를 형성할 수 있다. 리프트 메커니즘(154)이, 프로세싱을 위한 상부 위치와 기관 로딩/언로딩을 위한 하부 위치 사이에서 페테스탈 어셈블리(120)를 이동시키기 위해, 페테스탈 어셈블리(120)의 중앙 샤프트(152)에 커플링될 수 있다.
- [0017] [0021] 기관 지지부(144)는 기관(112)을 위에 지지하기 위한 상부 표면(156)을 갖는다. 일 실시예에서, 기관 지지부(144)는, 전극들(158)이 내부에 임베딩된(embedded) 유전체 바디를 포함하는 정전 척일 수 있다. 유전체 바디는 전형적으로, 고 열 전도도 유전체 재료, 예컨대, 열분해 붕소 질화물(pyrolytic boron nitride), 알루미늄 질화물, 실리콘 질화물, 알루미나, 또는 동등한 재료로 제작된다. 전극들(158)은, 척킹력을 제어하기 위해 전극(158)에 전력을 제공하는 전력 소스(160)에 커플링될 수 있다.
- [0018] [0022] 기관 지지부(144)는, 원하는 온도로 기관(112) 및 기관 지지부(146)를 유지하기 위해, 하나 또는 그 초과 가열 엘리먼트들(149)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 가열 엘리먼트들(149)은 기관 지지부(144)에서 전극(158) 아래에 임베딩된 저항성 가열기들일 수 있다. 가열 엘리먼트들(149)은 전력 공급부(147)에 커플링될 수 있다. 짧은 시간 증착 프로세스 동안에 원하는 온도를 유지하기 위해, 가열 엘리먼트들(149)은, 기관(112) 및 기관 지지부(144)의 온도가 초기 온도 세트 포인트 위로 상승되는 경우에, 고 전력 증착들 동안에, 턴 다운(turn down) 또는 오프될 수 있다. 증착 시간이 길게 되는 경우에, 원하는 온도를 유지하기 위해, 부가적인 냉각이 요구될 수 있다.
- [0019] [0023] 기관 지지부(144)는, 기관 지지부(144)와 베이스 플레이트(146) 사이에 우수한 열 전도를 제공하기 위해, 확산 본드(bond)들 또는 다른 본딩 방법들에 의해, 베이스 플레이트(146)에 부착될 수 있다. 베이스 플레이트(146)는, 프로세싱 동안에, 기관(112) 및 기관 지지부(144)에서의 온도 안정성을 유지하기 위해, 열 싱크로서 기능할 수 있다. 베이스 플레이트(146)는, 위에 놓인 기관 지지부(144)에 대해 적합하게 매칭되는 열 특성들을 갖는 재료로 형성될 수 있다. 예컨대, 베이스 플레이트(146)는, 알루미늄 또는 실리콘 탄화물과 같은, 금속과 세라믹의 합성물을 포함할 수 있다. 대안적으로, 베이스 플레이트(146)는, 완전히, 스테인리스 스틸, 구리, 또는 알루미늄과 같은 금속으로 제조될 수 있다.
- [0020] [0024] 접지 플레이트(148)는 기관 지지부(144) 및 베이스 플레이트(146)에 대한 지지를 제공할 수 있다. 접지 플레이트(148)는 전형적으로, 스테인리스 스틸 또는 알루미늄과 같은 금속성 재료로 제작된다. 베이스 플레이트(146)는, 베이스 플레이트(146) 및 기관 지지부(144)의 더 용이한 교체 및 유지보수를 용이하게 하기 위해, 접지 플레이트(148)로부터 제거가능할 수 있다.
- [0021] [0025] 일 실시예에서, 베이스 플레이트(146)는 냉각 채널들(162)을 포함할 수 있다. 베이스 플레이트(146)의 온도는, 냉각 채널들(162)을 통해 유동하는 온도 조절 유체에 의해, 액티브하게(actively) 제어, 냉각, 또는 가열될 수 있다. 일 실시예에서, 냉각 채널들(162)은 통로들(164, 166)을 통해 가스 냉각 어셈블리(150)에 연결될 수 있다. 통로들(164, 166)은, 베이스 플레이트(146)에서의 냉각 채널들(162)과 챔버 바디(102) 외부에 배치된 가스 냉각 어셈블리(150)를 연결시키기 위해, 중앙 샤프트(152)의 내측 볼륨(152a)을 통해 배치될 수 있다.
- [0022] [0026] 일 실시예에서, 냉각 어셈블리(150)는, 프로세싱 챔버(100)의 환경으로부터의 에어를 냉각 유체로서 사용하도록 구성된다. 냉각 어셈블리(150)는, 냉각을 위해 프로세스 챔버(100) 바로 밖의(immediately outside) 환경으로부터 에어를 추출하는 유입구(168), 및 냉각 채널들(162)을 통해 순환된 에어를 환경으로 도로 출력하는 배출구(170)를 포함할 수 있다. 유입구(168) 및 배출구(170) 양자 모두는, 프로세스 챔버가 배치된 클린룸 또는 국소환경(minienvironment)과 같은, 프로세싱 챔버(100) 바로 밖의 환경에 대해 개방(open)된다. 냉각 어셈블리(150)는, 냉각 채널들(162)을 통해 에어를 드라이브(drive)하기 위해, 펌프를 포함할 수 있다. 냉각 어셈블리(150)는, 환경으로 에어를 방출하기 전에, 에어의 온도를 주변 온도로 도로 복원하기 위해, 열 교환기를 포함할 수 있다. 냉각 어셈블리(150)에서의 열 교환기는, 냉각 채널들로부터 외부 환경으로 고온 에어를 전달하기 위한 부가적인 파이프들을 요청하지 않으면서, 인접한 환경으로부터의 에어를 사용하여, 서셉터

(susceptor) 어셈블리(160)가 냉각될 수 있게 한다.

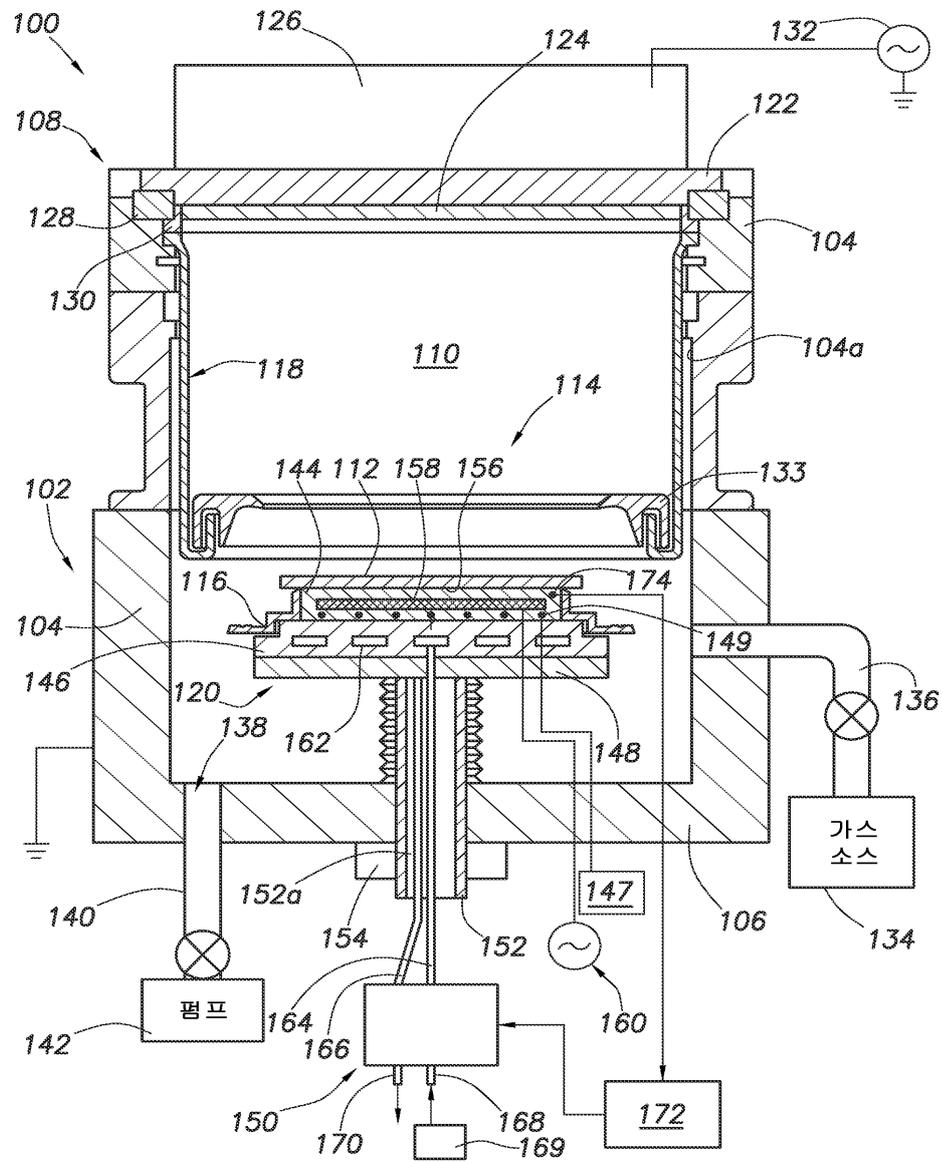
- [0023] [0027] 대안적으로, 압축(compressed) 가스 소스(169), 예컨대 압축 클린 드라이 에어(clean dry air; CDA) 또는 질소가, 냉각 채널들(162)을 위한 가스 소스로서 유입구(169)에 커플링될 수 있다. 일 실시예에서, 압축 가스 소스(169)는 보틀형(bottled) CDA 또는 질소일 수 있다. 다른 실시예에서, 압축 가스 소스(169)는, 극저온 액체 질소 탱크(cryogenic liquid nitrogen tank)로부터 공급되는 하우스 시스템(house system)에 의한 CDA 또는 질소의 기존의 공급부(existing supply)일 수 있다.
- [0024] [0028] 프로세스 챔버(100)에서 수행되는 프로세스들은, 프로세싱 챔버(100)에서의 기관들의 프로세싱을 용이하게 하기 위해 챔버(100)의 컴포넌트들을 동작시키기 위한 명령 세트들을 갖는 프로그램 코드를 실행시키는 제어기(172)에 의해 제어된다. 일 실시예에서, 제어기(172)는 기관 지지부(146)의 온도를 액티브하게 제어할 수 있다. 예컨대, 제어기(172)는, 기관 지지부(148) 및/또는 기관(112)의 온도를 측정하도록 위치한 하나 또는 그 초과 온도 센서들(174)에 연결될 수 있다. 온도 센서(174)는 기관 지지부(146)에 임베딩된 것으로 도시된다. 대안적으로, 하나 또는 그 초과 온도 센서(174)는 다른 위치들에 위치될 수 있거나, 또는 비-접촉 센서들일 수 있다. 제어기(172)는, 냉각 프로세스를 조정하기 위해, 센서(174)에 의해 측정된 온도에 따라 냉각 어셈블리(150)에 제어 신호들을 전달할 수 있다. 예컨대, 제어 신호들은, 냉각 채널들(162)을 통하는 냉각 유체의 유량 및/또는 압력을 제어하는 신호들을 포함할 수 있다.
- [0025] [0029] 도 2는, 본 개시의 일 실시예에 따른, 냉각 어셈블리(150)의 세부사항들을 도시하는, 페데스탈 어셈블리(120)의 개략적인 단면도이다. 냉각 어셈블리(150)는, 통로들(164, 166)을 통해, 베이스 플레이트(146)에서의 냉각 채널들(162)에 연결될 수 있다. 냉각 채널들(162)은, 베이스 플레이트(146) 내의 균일한 온도를 촉진하는 구성으로, 베이스 플레이트(146)에 형성될 수 있다. 통로들(164, 166)은, 예컨대 섭씨 약 200 도까지의 온도에서의 에어의 유동과 같은 고온 유체를 전달하는데 적합한 튜빙(tubing)일 수 있다. 통로들(164, 166)은 실리콘 튜빙 또는 금속 튜빙일 수 있다.
- [0026] [0030] 냉각 어셈블리(150)는 펌프(202)를 포함할 수 있다. 펌프(202)는, 유입구(168)를 통해, 예컨대 클린룸에서의 환경과 같은 인접한 환경으로부터 에어를 추출하고, 추출된 에어를 통로(164)를 통해 냉각 채널들(162)로 펌핑하기 위해 사용될 수 있다. 대안적으로, 펌프(202)는, 냉각 채널들(162)로 비활성 가스를 전달하기 위해, 비활성 가스 소스에 연결될 수 있다. 유동 제어기(204)가, 펌프(202)로부터 출력되는 유량 및/또는 압력을 조정하기 위해, 펌프(202)에 커플링될 수 있다. 일 실시예에서, 유동 제어기(204)는 시스템 제어기(172)에 연결될 수 있고, 시스템 제어기(172)에 의해 제어될 수 있다. 일 실시예에서, 시스템 제어기(172)는, 페데스탈 어셈블리(120)에 배치된 온도 센서(174)에 의해 측정되는, 기관(112) 또는 기관 지지부(146)의 온도에 응답하여, 유동 제어기(204)를 사용하여, 에어 유동의 압력 및/또는 유량을 제어할 수 있다. 예컨대, 페데스탈 어셈블리(120) 또는 기관(112)의 온도가 타겟 온도 및 유량보다 더 높은 경우에, 에어 유동의 압력 및/또는 유량이 증가될 수 있고, 그리고/또는 페데스탈 어셈블리(120) 또는 기관(112)의 온도가 타겟 온도보다 더 낮은 경우에, 에어 유동의 압력 및/또는 유량이 감소될 수 있다.
- [0027] [0031] 냉각 채널들(162)을 통해 유동되는 동안에, 에어 유동과 베이스 플레이트(146) 사이에서 열 교환이 발생한다. 프로세스들 동안에, 페데스탈 어셈블리(120)가 높은 온도로 유지되는 경우에, 에어 유동의 온도는 열 교환으로부터 증가된다. 결과로서, 통로(166)를 통해 빠져나가는 에어 유동은, 최대 섭씨 약 200 도의 온도에 있을 수 있다.
- [0028] [0032] 일 실시예에서, 냉각 어셈블리(150)는, 클린룸에서의 환경과 같은 환경으로 도로 에어 유동을 방출하기 전에, 에어 유동의 온도를 감소시키기 위해, 통로(166)에 커플링된 열 교환기(206)를 포함한다. 열 교환기(206)는 배출구 통로(166)와 배출구(170) 사이에 연결된 가스 통로들(210)을 포함할 수 있다. 열 교환기(206)는 냉각 유체 소스(208)에 커플링될 수 있다. 냉각 채널들(162)로부터 빠져나가는 고온 에어 유동은, 배출구(170)를 통해, 클린룸에서의 환경과 같은 환경으로 도로 진입하기 전에 냉각되도록, 열 교환기(206)에 진입한다. 일 실시예에서, 열 교환기(206)는, 냉각 채널들(162)로부터의 배기 에어와 같은 에어 유동의 온도를 대략 실온으로 낮출 수 있다. 냉각 채널들로부터의 배기 에어를 냉각시킴으로써, 본 개시의 실시예들은, 동작 및 유지보수 요인을 위한 안전한 환경을 제공한다. 배기 에어를 냉각시키는 것은 또한, 주위의 컴포넌트들을 손상시킬 임의의 가능성을 방지한다. 배기 에어를 냉각시키는 것은 또한, 프로세싱 챔버를 둘러싸는 주변 온도의 바람직하지 않은 변화를 방지한다.
- [0029] [0033] 열 교환기(206)는, 프로세싱 챔버가 위치한 빌딩 밖으로 배기 고온 에어를 지향시키기 위한 유동 경로들을 요구하지 않으면서, 냉각 어셈블리(150)가 페데스탈 어셈블리(120)를 에어 냉각시키게 허용한다.

- [0030] [0034] 일 실시예에서, 스냅 스위치 서멀 컷오프(thermal cutoff)(212)가, 열 교환기(206)가 과열되는 것을 방지하기 위한 안전 디바이스로서, 열 교환기(206)와 접촉하도록 위치될 수 있다. 예컨대, 열 교환기(206)로의 냉각수 유동이 중단되는(interrupted) 경우에, 열 교환기(206)는 결국 과열되어, 200 °C를 초과하는 온도에 도달할 가능성이 있을 수 있다. 과열은, 열 교환기(206), 및 냉각 어셈블리(150)에서의 주위의 컴포넌트들을 손상시킬 수 있고, 고온 배기 가스가 인접한 환경으로 방출되게 할 것이고, 위험하게 할 것이다. 스냅 스위치 서멀 컷오프(212)는, 열 교환기(206)의 온도가 미리 결정된 값을 초과하는 경우에, 셧 다운(shut down)시킬 수 있거나 또는 셧 다운을 트리거링할 수 있다.
- [0031] [0035] 냉각 어셈블리(150)는 또한, 냉각 가스의 유동을 모니터링하고 냉각 가스의 유동이 중단되지 않는 것을 보장하기 위해, 유동 모니터(214)를 포함할 수 있다. 냉각 가스의 유동의 중단은, 기관들이 적절한 냉각 없이 과열될 것이기 때문에, 프로세스 드리프트를 초래할 것이다. 유동 모니터(214)는, 냉각 가스의 유동이 중단되는 경우에, 알람과 같은 표시자를 제공할 수 있다.
- [0032] [0036] 냉각 어셈블리(150)는, 열 교환기(206)를 통하는 냉각수의 충분한 유동이 존재하는 것을 확실하게 하기 위해, 열 교환기(206)를 위한 냉각수 루프에 대한 유동 모니터(216)를 더 포함할 수 있다.
- [0033] [0037] 도 3은, 본 개시의 일 실시예에 따른, 프로세싱 동안에 기관의 온도를 제어하기 위한 방법(300)의 흐름도이다. 박스(310)에서, 프로세싱될 기관이 프로세싱 챔버에서 기관 지지부 상에 위치된다. 프로세싱 챔버는 도 1의 프로세싱 챔버(100) 또는 다른 적합한 챔버들일 수 있다. 기관 지지부는, 위에서 설명된 페데스탈 어셈블리(120) 또는 기관(112)일 수 있다. 프로세싱 동안에, 기관이 타겟 온도로부터 드리프트될 수 있고, 예컨대, 프로세싱 플라즈마와 같은 프로세싱 환경에 의해 과열될 수 있다. 기관의 온도는 섭씨 약 200 도 초과 온도 유지될 수 있다. 일 실시예에서, 기관의 온도는 섭씨 약 400 도 내지 섭씨 약 450 도로 유지될 수 있다. 일 실시예에서, 프로세싱은 1000 초까지 지속되는 물리 기상 증착 프로세스일 수 있다.
- [0034] [0038] 박스(320)에서, 냉각 가스의 유동이, 기관을 냉각시키고 타겟 온도로 기관을 유지하기 위해, 기관 지지부로 펌핑될 수 있다. 냉각 가스의 유동은, 프로세싱 챔버가 위치한 환경(즉, 클린룸 또는 국소환경)으로부터 추출된 에어의 유동일 수 있다. 대안적으로, 냉각 가스의 유동은 비활성 가스 소스로부터의 비활성 가스일 수 있다. 냉각 가스 또는 냉각 에어를 사용함으로써, 본 개시의 실시예들은, 가장 통상적인 냉각 유체의 분해 온도(decomposition temperature) 또는 물의 비등점보다 더 높은 온도 범위로 온도 제어 및 냉각을 가능하게 한다. 예컨대, 본 개시의 실시예는, 섭씨 약 200 도 초과, 예컨대 섭씨 약 400 도 내지 섭씨 약 450 도의 온도로, 오브젝트(object)의 온도 제어 및 냉각을 가능하게 한다. 일 실시예에서, 냉각 가스의 압력 및/또는 유량은 기관 및 기관 지지부의 온도를 조정하기 위해 조정될 수 있다. 예컨대, 기관 및 기관 지지부의 온도를 감소시키기 위해, 냉각 가스의 압력 및/또는 유량이 증가될 수 있고, 기관 및 기관 지지부의 온도를 낮추기 위해, 냉각 가스의 압력 및/또는 유량이 감소될 수 있다. 일 실시예에서, 냉각 가스의 압력 및/또는 유량은, 냉각 가스의 유동을 생성하기 위한 펌프에 커플링된 유동 제어기를 튜닝함으로써 조정될 수 있다. 일 실시예에서, 유동 제어기는, 기관을 측정하는 온도 센서의 측정에 응답하여 조정될 수 있다.
- [0035] [0039] 박스(330)에서, 냉각 채널들에서 가열되고 있는 배기 냉각 가스가 열 교환기에 의해 수용된다. 도 2에서의 열 교환기(206)와 같은 열 교환기는, 배기 냉각 가스가, 열 교환기에 진입하기 전에, 클린룸 또는 국소환경과 같은 환경에 노출되지 않도록, 프로세싱 챔버 근처에 위치될 수 있다. 열 교환기는 물과 같은 냉각 유체에 의해 냉각될 수 있다. 배기 냉각 가스는 열 교환기에서 냉각된다. 일 실시예에서, 배기 냉각 가스는 열 교환기에서 대략 실온으로 냉각될 수 있다.
- [0036] [0040] 박스(340)에서, 열 교환기에서의 냉각 후에, 배기 냉각 가스는, 냉각 후에, 프로세싱 챔버가 위치한 국소환경 또는 클린룸과 같은 환경으로 방출된다. 배기 냉각 가스가 열 교환기에 의해 냉각되기 때문에, 배기 냉각 가스는, 클린룸 또는 국소환경의 온도에 실질적으로 영향을 미치지 않으면서, 클린룸으로 직접적으로 방출될 수 있다.
- [0037] [0041] PVD 챔버가 위에서 논의되었지만, 본 개시의 실시예들은, 페데스탈을 통해 유동하는 가스의 충분한 양에 의해 열 부하가 상쇄될 수 있는 임의의 페데스탈 타입 기관 지지부에서 사용될 수 있다. 대안적으로, 본 개시의 실시예들은, 기관 지지부 상의 기관이 프로세싱 동안에 열에 노출되고 온도 제어가 요구되는, 솔라 셀 제조와 같은, 반도체 프로세싱 이외에서 사용될 수 있다.
- [0038] [0042] 전술한 바가 본 개시의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시의 다른 그리고 추가적인 실시예들이 본 개시의 기본적인 범위로부터 벗어나지 않으면서 고안될 수 있으며, 본 개시의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정

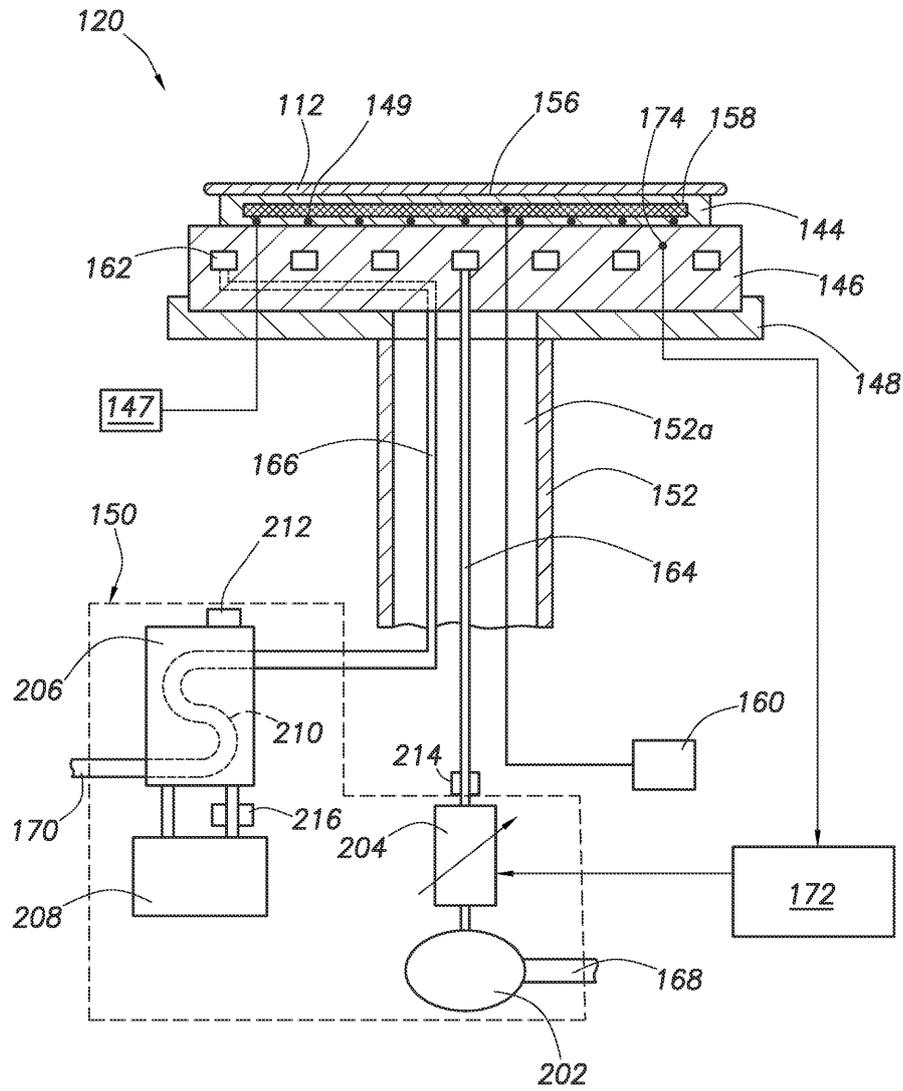
된다.

도면

도면1



도면2



도면3

