



등록특허 10-2121794



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월12일
(11) 등록번호 10-2121794
(24) 등록일자 2020년06월05일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 31/18 (2006.01) *H01L 31/052* (2014.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 31/186 (2013.01)
H01L 31/0521 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7027060(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2011년07월27일
심사청구일자 2017년10월19일
- (85) 번역문제출일자 2017년09월25일
- (65) 공개번호 10-2017-0117198
- (43) 공개일자 2017년10월20일
- (62) 원출원 특허 10-2013-7004891
원출원일자(국제) 2011년07월27일
심사청구일자 2016년06월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2011/062912
- (87) 국제공개번호 WO 2012/013707
국제공개일자 2012년02월02일
- (30) 우선권주장
61/367,910 2010년07월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌
JP2010135531 A*
JP2002536829 A*
JP2007329423 A*
US05700992 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

전체 청구항 수 : 총 17 항

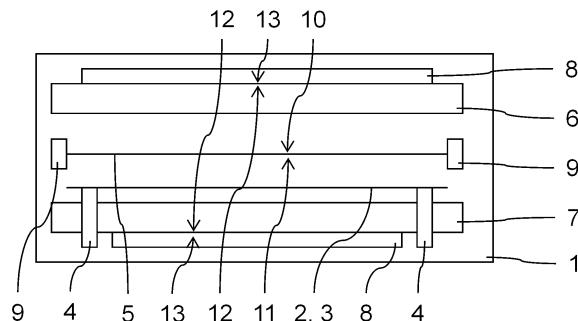
심사관 : 오규환

(54) 발명의 명칭 가열 장치 및 기판 가열 방법

(57) 요 약

본 발명은 기판 평면(4)에서 처리될 기판(2)을 운반하기 위한 인클로저(1)를 구비한, 기판(2) 처리를 위한 진공 처리 시스템에 관한 것으로, 인클로저(1)는 제1 반사 수단(6) 및 제1 평면(10)과 반대의 제2 평면(11)을 갖는 가열 수단(5)을 포함하고, 가열 수단(5)은 제1 표면(10) 및/또는 제2 표면(11)을 통해서만 가열 에너지를 조사하도록

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1

록 구성되고, 상기 제1 반사 수단(6)은 가열 수단(5)에 의해 조사되는 가열 에너지를 기판 평면(4) 상으로 반사하도록 구성되고, 상기 가열 수단(5)은 상기 제1 표면(10)이 상기 제1 반사 수단(6)을 향하고 상기 제2 표면(11)이 상기 기판 평면(4)을 향하도록 배열된다.

명세서

청구범위

청구항 1

적어도 하나의 기판 평면을 따라 처리될 적어도 하나의 기판을 수용하기 위한 인클로저를 포함하는 물리 기상 증착 기판 처리 시스템에 있어서,

상기 인클로저는,

제1 연장된 열 반사 표면 및 상기 제1 연장된 열 반사 표면에 대향하는 제1 후면을 갖는 제1 반사기;

상기 제1 반사기의 상기 제1 연장된 열 반사 표면을 향하는 제2 연장된 열 반사 표면을 가지며 상기 제2 연장된 열 반사 표면에 대향하는 제2 후면을 갖는 제2 반사기;

상기 제1 반사기 및 제2 반사기 사이에 배치되어 상기 제1 반사기를 향하는 제1 방향으로 열 방사하고 상기 제2 반사기를 향하는 제2 방향으로 동일하게 열 방사하는 히터;

상기 히터와 상기 제1 반사기 및 상기 제2 반사기 중 적어도 하나 사이에 배치되고, 상기 히터에 자유롭게 노출되는 적어도 하나의 기판 평면;

상기 제1 반사기의 상기 제1 후면을 따라 열-전도 접촉(heat-conducting contact)하는 제1 냉각 구성체;

상기 제2 반사기의 상기 제2 후면을 따라 열-전도 접촉하는 제2 냉각 구성체;

를 포함하며,

상기 물리 기상 증착 기판 처리 시스템은 코팅 공정이 히터로부터 떨어진 측면상의 기판 평면에서 기판 상에 코팅을 제공하도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 냉각 구성체와 상기 제2 냉각 구성체 중 적어도 하나는 냉각 유체를 순환시키는 파이프를 포함하는, 물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기판 평면에 면하는 상기 히터는 상기 기판 평면으로부터 50mm의 거리로 배열되는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 기판 평면에 면하는 상기 히터는 상기 기판 평면으로부터 40mm의 거리로 배열되는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기판 평면에 면하는 상기 히터는 상기 기판 평면으로부터 10mm의 거리로 배열되는,
물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기판 평면에 면하는 상기 히터는 상기 인클로저 내에 수용되어 상기 히터 표면에 면하는 기판의 표면보다
큰,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 히터는 탄소 합성물, 탄소 강화 탄소, 탄소 섬유, SiC 코팅 섬유, 흑연, 흑연 섬유 및 SiC를 포함하는 그
룹으로부터 선택된 물질을 포함하는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 인클로저는 상기 히터를 지지하는 것과 상기 히터에 전기 에너지를 제공하는 것 중 적어도 하나를 위한 벼
스 바를 포함하는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 인클로저는 상기 기판 평면 내에서 처리될 상기 기판을 운반하기 위한 기판 캐리어를 포함하는,
물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 히터는 복수의 직사각형 가열 요소를 포함하며, 각각의 가열 요소는 길이, 폭 및 두께를 갖고, 상기 가열
요소는 직렬과 병렬 중 적어도 하나로 전기적으로 연결되고, 상기 가열 요소는 상기 기판 평면에 면하는 상기
히터 표면을 형성하는 상기 기판 평면에 평행한 평면에서 폭 및 길이를 따라 배열되는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 가열 요소는 서로 인접하게 배열되는,
물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 12

제1항에 있어서,

반사기 표면 중 적어도 하나는 구리, 구리 코팅, 니켈, 니켈 코팅, 금, 금 코팅, 은, 은 코팅, 알루미늄 및 알루미늄 코팅을 포함하는 그룹으로부터 선택된 물질 중 적어도 하나를 갖는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서,

반사기 표면 중 적어도 하나는 N9의 표면 거칠기 등급을 갖는,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 인클로저는, 상기 인클로저가 진공 기판 처리 시스템 내에 제공될 때 진공을 벗어나지 않고 접근가능하도록 밀봉형 개구를 포함하는 로드 락의 인클로저인,

물리 기상 증착 기판 처리 시스템.

청구항 15

제1항 내지 제14항 중 어느 한 항에 따른 물리 기상 증착 기판 처리 시스템에 의해 처리되는 기판을 처리하는 방법에 있어서,

a) 상기 기판이 상기 기판 평면에 제공되도록 상기 인클로저 내에 $1m^2$ 이상의 표면 크기를 갖는 평면 기판을 제공하는 단계;

b) 상기 인클로저를 8×10^{-2} mbar 내지 1×10^{-5} mbar로 진공시키는 단계; 및

c) 상기 기판을 $2.5K/s$ 의 가열 속도로 가열하는 단계를 포함하는,

기판 처리 방법.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제15항에 있어서,
상기 기판은 상기 인클로저 내에서 주기적으로 이동되는,
방법.

청구항 20

제15항에 있어서,
상기 기판은 상기 인클로저 내에서 선형으로 이동되는,
방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 발명은 기판 평면에서 처리될 기판의 운반하기 위한 인클로저(enclosure)를 갖는, 기판을 처리하기 위한 진공 처리 시스템에 관한 것이다. 또한 본 발명은 기판이 기판 평면에 제공되도록 인클로저 안으로 $1m^2$ 이상의 표면 크기를 갖는 평면 기판을 제공하는 단계를 포함하는 진공 처리 시스템을 동작시키는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 광전지 장치, 광전변환 장치 또는 태양 전지는 광, 특히 태양 광을 직류(DC) 전력으로 변환하는 장치이다. 결정 또는 다결정 실리콘 대신, 베이스 물질, 즉, 기판으로서 유리, 유리 세라믹 또는 다른 단단하거나 또는 가성인 기판을 사용하는 것을 가능하게 하기 때문에 저비용 대량 생산을 위해 박막 태양 전지가 주목되고 있다. 태양 전지 구조, 즉, 광전 변환 효과의 원인이 되거나 또는 광전 변환 효과가 가능한 총 시퀀스는 박층으로 부착된다.

[0003] 광전지의 산업적 규모의 생산에서, 제조 시퀀스에서의 절차상 특징의 최적화는 중요한 사항이다. 신뢰성, 처리량 및/또는 에너지 효율은 생산된 제품의 가격에 직접적인 영향을 미친다. 광전지의 생산을 위한 많은 부착 처리가 200°C 이상의 증가된 처리 온도에서 발생한다. 그러나 기판의 처리, 운송 및/또는 조사는 상온을 종종 요구한다. 따라서 제조 처리 동안 기판이 몇 번의 가열/냉각 사이클을 겪을 필요가 있을 수 있다. 로드 락(load lock) 즉, 진공 처리 시스템에 효과적으로 연결되고 밀봉형 개구 또는 문을 통해 진공 처리 시스템에 접근 가능하게 하는 진공 가능한 인클로저에서 펌프/다운 또는 벤팅 사이클 동안 이러한 가열/냉각이 종종 실행된다.

[0004] 따라서, 기판 물질의 급속 가열 및/또는 냉각은 요구되는 값비싼 하드웨어로 인하여 제조를 위한 본질적인 기준인 전체 시스템 처리량에 직접적으로 영향을 미친다. 결과적으로 시스템 처리량은 로드 락의 열적 효율에 직접적으로 관련된다. 열적 효율은 램프와 같은 가열 요소의 가열 속도 및 기판의 균일성에 더 의존하고 이는 박막 층 품질에 영향을 미친다.

[0005] 박막 광전지의 제조 처리를 참고하면, 기판 물질의 로드 락 온도 처리는 DVD, CVD, PECVD, APCVD 또는 MOCVD와 같은 박막 어플리케이션에서 전면 전극 및/또는 후면 전극을 위한 고품질 ZnO 층을 부착하기 위한 선행 조건이다. 다양한 방식의 온도 처리가 베이스 물질을 상온으로부터 처리 온도로 가열하는데 현재 사용된다.

[0006] 종래 기술에서 알려진 가열 기술은 텅스텐, 카본, 흑연 등으로부터 제조되는 필라멘트를 갖는 단파, 중파 및/또는 장파 램프를 사용한다. 각 램프 어셈블리는 필라멘트를 수용하는 전파튜브(transmissive tube)을 포함한다. 하우징은 램프 베이스 물질을 산화로부터 보호하고 수명을 늘린다. 램프 하우징은 필라멘트를 예를 들어 주변 압력에서의 산화로부터 보호하는데 필요하다. 반면, 램프 하우징은 방출되는 복사를 일정 부분만큼 줄힌다. 결과적으로, 램프 기반의 가열 시스템의 효율은 처리량에 직접적으로 영향을 미치고 그러한 시스템의 제조에 대하여 감소된 시장 경쟁성을 초래한다.

[0007] 종래 기술에서 알려진, 개선되고 더 전파가능한 램프 하우징은 일정한 매스(mass)를 갖는다. 일반적으로, 매스는 열 저장소로서 기능하고 가열 시스템의 제어성을 약화시키는 시스템 원동력을 감소시킨다. 온도 제어성 및/또는 안정성이 감소는 일정한 값에 의해 온도 균일성이 변동함을 의미한다. 또한, 냉각 메커니즘은 온도 변화에 대응하기 위해 설치될 필요가 있고 이는 증가된 투입양으로 나타난다. 상기 기술된 여과 효과에 더해, 램프에 인가된 전력은 다시 증가된 에너지 소비와 이에 따른 낮은 시스템 에너지 효율을 야기한다. 방출되는 광스펙트럼 손실을 보상하기 위한 정도로 증가되어야 하며, 이는 또한, 확장된 2차원 기판을 가열하기 위해, 여러 튜브형 램프가 가열 요소의 어레이를 형성하기 위해 나란히 배열되어야 한다. 그러나, 가열 요소의 이러한 패턴은 기판의 열 분배에서 가시적일 것이고 즉, 역시 부정적인 영향력을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명의 목적은 상기 기술된 종래 기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로, 즉, 증가된 시스템 처리량을 제공하고 이에 따라 감소된 제조 비용을 제공하는 박막 광전지에 사용되는 기판에 대한 가열 시스템을 제공하는 것이다.

[0009] 이 목적은 독립항에 의해 달성된다. 유익한 실시예는 종속항에서 상술된다.

[0010] 특히, 이 목적은 기판 평면에서 처리되는 기판을 운반하기 위한 인클로저를 갖는 기판을 처리하기 위한 진공 처리 시스템에 의해 달성되고 인클로저는 제1 반사 수단과, 제1 평면 및 반대의 제2 평면을 갖는 가열 수단을 포함하고, 가열 수단은 제1 표면 및/또는 제2 표면을 통해서만 가열 에너지를 조사하도록 구성되며, 제1 반사 수단은 가열 수단에 의해 조사되는 가열 에너지를 기판 평면 상으로 반사하도록 구성되고, 가열 수단은 제1 표면이 제1 반사면을 향하고, 제2 표면이 기판 평면을 향하도록 배열된다.

[0011] 따라서, 본 발명은 상기 기술된 종래 기술 시스템에서 알려진 바와 같이 분리된 하우징을 갖지 않는 "평면" 가열 수단을 제공하는 중심이 되는 아이디어에 근거를 두고 있다. 이러한 방법으로, 종래 기술, 예를 들어 석영 하우징을 구비하는 라디에이터에 비해 에너지 변환 처리가 상당히 개선된다. 본 발명에 따른 해결책으로, 종래 기술 시스템에 비해 가열 수단의 열용량은 감소되고 또한 추정되는 순환 처리에 관한 가열 시스템 제어성 및 안정성이 상당히 증가된다. 바람직하게, 가열 수단은 평면 히터와 같이 평坦한 스트립형 저항성 히터 요소로서 제공된다. 바람직하게는 인클로저 내로 공급될 때, 기판이 기판 평면에서 공급되도록 인클로저의 내부로 기판을 삽입하기 위해, 그리고 인클로저의 외부로 기판을 취하기 위해 인클로저가 맞추어진다.

[0012] 본 발명의 의미에서 "처리(Processing)"라는 용어는 기판에 작용하는 임의의 화학적, 물리적 및/또는 기계적 효과를 포함한다.

[0013] 본 발명의 의미에서 "기판(substrate)"의 용어는 발명에 따른 진공 처리 시스템으로 처리될 부품, 부분 또는 위크리스트를 포함한다. 기판은 직사각형, 정사각형 또는 원형 형상을 갖는 평탄-, 판형상 부분에 제한되지는 않

는다. 바람직하게, 기판은 박막 태양 전지를 제조하는데 적합하고 플로트 유리(float glass), 보안 유리 및/또는 석영 유리를 포함한다. 더 바람직하게, 기판은 본질적으로 제공되고, 가장 바람직하게는 얇은 유리 판과 같이 1m^2 이상의 크기의 평면을 갖는 완전 평면 기판이다.

[0014] 본 발명의 의미에서 "진공 처리(vacuum processing)" 또는 "진공 처리 시스템(vacuum treatment system)"이라는 용어는 주변 대기압보다 낮은 압력에서 처리되는 기판을 위한 적어도 하나의 인클로저를 포함한다.

[0015] 본 발명의 의미에서 "로드 락(load rock)"이라는 용어는 밀봉형 개구 또는 문을 통해 진공 처리 시스템에 접근 가능하게 하는 진공 처리 시스템에 효과적으로 연결되는, 진공 가능한 인클로저를 포함한다. 진공 처리 시스템 인클로저는 바람직하게 처리 시스템 내부에서 진공 상태를 벗어나지 않고 로드 락을 통해 접근 가능하다.

[0016] 본 발명의 의미에서 "CVD", 화학 부착법(chemical vapor deposition) 및 그 종류의 용어는 가열된 기판 상에 층의 부착을 허용하는 잘 알려진 기술을 포함한다. 보통 액체 또는 기체의 전구체 물질이 처리 시스템에 공급되고, 전구체의 열반응이 층의 부착을 제공한다. 종종, DEZ(디에틸 아연:diethyl zinc)은 저압 CVD(LPCVD)를 사용하는 진공 처리 시스템에서 TCO 층의 생산을 위한 전구체 물질로 사용된다. 투명 전도 산화물(transparent conductive oxide), 즉 TCO 층을 나타내는 "TCO"이라는 용어는 투명 전도층이고 층, 코팅, 부착 및 필름이라는 용어는 CVD, LPCVD, Plasma Enhanced CVD(PECVD) 또는 Physical Vapor Deposition(PVD)인 진공 처리에서 부착된 필름에 대하여 본 발명에서 상호 교환 가능하게 사용된다.

[0017] 본 발명의 의미에서 "태양 전지(solar cell)" 또는 "광전지(photovoltaic cell, PV cell)"이라는 용어는 광, 본질적으로 태양광을 광전지 효과에 의해 직접적으로 전기 에너지로 변환할 수 있는 전기 부품을 포함한다. 박막 태양전지에 의해 일반적으로 기판 상에 연속하여 부착되는 제1 또는 전면 전극, 하나 이상의 반도체 박막 PIN 접합 및 제2 또는 후면 전극을 포함한다. 각 PIN 접합 또는 박막 광전 변환 유닛은 p형층과 n형층 사이에 샌드위치 형으로 형성되는 i형층을 포함하며 여기에서 "p"는 양으로 도핑된 것을 나타내고, "n"은 음으로 도핑된 것을 나타낸다. 실질적으로 진성 반도체 층인 i형층은 박막 PIN 접합 두께의 대부분을 차지하며 광전 변환은 주로 이 i형층에서 일어난다. 따라서, 기판은 박막 광전지 제조에 사용되는 기판인 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명의 의미에서 "평면(plane)"이라는 용어는 거칠지 않은, 즉 그루브(groove) 등을 포함하지 않는 표면을 갖는 수단을 포함한다. 바람직하게 "평면"이라는 용어는 각 표면의 표면 거칠기 등급이 N9 이하인 것을 의미한다.

[0019] 바람직하게는 본 발명의 진공 처리 시스템은 반사 수단, 예를 들어 제1 반사 수단이, 기판으로부터 비켜진 가열 수단측으로부터 조사되는 기판을 향하여 에너지를 반사하도록 구성된다. 따라서, 가열 수단은 기판이 바람직하게는 가열 수단에 의해 직접적으로, 그리고 반사 수단에서 발생하는 반사에 의해 간접적으로 조사되고, 열 효율이 기판의 더 높은 흡수 속도로 인해 증가하도록, 생성된 열 복사를 다중 반사하기 위하여 바람직하게 인클로저 내에서 이러한 방식으로 배열된다. 더 바람직하게, 반사 수단의 표면은 기판 평면에서 인클로저 내에 제공될 때, 기판 평면, 즉 기판에 평행하게 배열된다. 가장 바람직하게, 기판은, 인클로저 내에 제공될 때, 반사 수단과 가열 수단의 사이에 샌드위치형으로 배열된다.

[0020] 본 발명의 다른 바람직한 실시예에 따르면, 인클로저는 가열 수단에 의해 조사된 가열 에너지를 기판 상으로 반사하도록 구성된 제2 반사 수단을 포함하고 제2 반사 수단은 가열 수단의 제2 표면이 제2 반사 수단을 마주하고 기판 평면이 가열 수단과 제2 반사 수단의 사이에 제공되도록 배열된다. 이러한 실시예는 기판의 흡수 속도가 더 증가함에 따라 열 효율을 더 증가시키고, 이러한 실시예로 가열 수단 및 기판 평면이 모두 제1 반사 수단 및 제2 반사 수단의 사이에 "샌드위치"된다.

- [0021] 다른 바람직한 실시예에서, 인클로저는 반사 수단을 냉각하기 위한 냉각 유닛을 포함하고, 반사 수단은 가열 수단을 향해 바라보는 제1 사이트 및 가열 수단으로부터 비켜진 반대의 제2 사이트를 포함하며 냉각 유닛은 반사 수단과 열 접촉하는 반사 수단의 제2 측에 제공된다. 바람직하게, 냉각 유닛은 물 등과 같은 냉각 유체를 순환시키는 파이프를 포함한다. 이러한 실시예는 냉각 유닛이 반사 수단의 반사율을 증가시킴에 따라 열 효율을 증가시키고, 이는 다시 기판의 열 에너지의 흡수 속도를 증가시킨다.
- [0022] 일반적으로, 가열 수단의 제2 표면은 기판 평면으로부터, 즉 인클로저 내에 제공될 때의 기판으로부터 임의의 거리로 배열될 수 있다. 특히 바람직한 실시예에 따르면, 가열 수단의 제2 표면은 기판 평면으로부터 50mm 이하, 바람직하게 40mm 이하, 더 바람직하게 10mm 이하의 거리로 배열된다. 이러한 실시예는 시스템 처리량을 더 증가시키고 전체 비용을 낮춘다.
- [0023] 더 바람직한 실시예에서, 가열 수단은 인클로저 내에서 운반가능한 기판의 표면적보다 5% 이상 더 넓은 표면적을 갖는 2차원 평면 크기를 포함하고, 가열 수단은 탄소 합성물, 탄소 강화 탄소, 탄소 섬유, SiC 코팅 섬유, 흑연, 흑연 섬유 및/또는 SiC를 포함하는 그룹으로부터 선택된 물질을 포함하고, 그리고/또는 가열 수단은 변하지 않는 600°C 이상의 온도를 변하지 않고 견디는 내화성 물질을 포함한다. 따라서, 가열 수단이 기판의 표면적을 그 크기에서 완전히 덮고, 이전에 약술된 물질을 포함하는 것이 바람직하며, 전력이 공급될 때, 가열 수단은 기판의 평면 표면에서부터 가열 에너지를 조사한다. 따라서, 이 실시예는 인클로저 내에 제공될 때 기판을 매우 효과적으로 가열하는 평면 표면을 갖는 평면 가열 수단으로 이어진다.
- [0024] 더 바람직한 실시예에서, 인클로저는 가열 수단을 지지하고, 그리고/또는 가열 수단에 전기 에너지를 제공하는 버스 바를 포함한다. 버스 바는 미리 정해진 위치에서 가열 요소를 지지하는 클램프 또는 유사한 수단을 포함할 수 있다. 더 바람직한 실시예에서, 인클로저는 기판 평면에서 처리될 기판을 운반하는 기판 캐리어를 포함한다. 기판 캐리어는 인클로저 내로 그리고 인클로저로부터 기판을 이동시키기 위한 기판 이동 시스템을 포함할 수 있다.
- [0025] 특히 바람직한 실시예에서 가열 수단은 길이, 폭 및 두께를 각각 갖는 복수의 직사각형 가열 요소를 포함하고, 가열 요소는 직렬 및/또는 병렬로 전기적으로 연결되며, 가열 요소는 가열 수단의 각각의 제1 평면 표면과 제2 평면 표면을 형성하는 기판 평면에 평행하는 평면에서 폭 및 길이를 따라 배열되며, 각각의 가열 요소는 각각의 가열 요소의 두께의 500배 이상의 폭과, 각각의 가열 요소의 두께의 3000배 이상의 길이를 포함하고 그리고/또는 가열 요소는 서로 각각의 가열 요소 두께의 2배 이상의 거리, 바람직하게는 서로 4mm 이상의 거리를 두어 인접하도록 배열된다. 예를 들어, 3상 1000V 에너지 소스에 전기적으로 연결된 3개의 가열 요소는 직렬로 배열되고 서로 병렬로 접속되는 것이 특히 바람직하다. 바람직하게, 가열 요소는 진공 처리 시스템에서 가열될 기판에 평행한 평면에 위치되고, 폭이 각각의 가열 요소 두께의 500배 이하이고 길이가 각각의 가열 요소 두께의 3000배 이하일 때, 가열/냉각 사이클에 특히 성공적, 즉 효과적임이 증명되었다. 이러한 비율을 사용함으로써, 특히 균일하고 효과적인 기판의 가열이 수행될 수 있고, 따라서 종래의 기술 시스템에 비해 진공 처리 시스템의 상당히 증가된 처리량을 가능하게 한다. 이러한 관계에서, 직사각형 가열 요소의 두께는 0.5mm 이하, 바람직하게 0.15mm 이하인 것이 바람직하다.
- [0026] 일반적으로, 반사 수단은 종래 기술에서 알려진 가열 에너지를 반사하는 임의의 수단으로서 제공될 수 있다. 그러나, 반사 수단이 구리, 구리 코팅, 니켈, 니켈 코팅, 금, 금 코팅, 은, 은 코팅, 알루미늄 및/또는 알루미늄 코팅을 포함하는 그룹으로부터 선택된 물질을 포함하고, 그리고/또는 반사 수단이 N9 이하의 표면 거칠기 등급을 갖는 반사 표면을 포함하는 것이 특히 바람직하다.
- [0027] 다른 특별히 바람직한 실시예에서, 인클로저는 진공 처리 시스템 내에서 제공될 때, 진공 상태를 벗어나지 않고

인클로저가 접근 가능하도록 밀봉형 개구를 포함하는 로드 락으로서 제공된다.

[0028] 본 발명의 목적은 이어지는 임의의 청구항에 따른 진공 처리 시스템을 동작시키는 방법에 의해 더 다루어지고, 본 방법은, a) 기판이 기판 평면에 제공되도록 인클로저 내로 1m^2 이상의 표면 크기를 갖는 평면 기판을 제공하는 단계; b) 8×10^{-2} mbar에서 1×10^{-5} mbar로 인클로저를 진공시키는 단계; 및 c) 기판을 가열하기 위한 가열 수단에 26kW 이상의 전력을 제공하는 단계를 포함한다.

[0029] 이는 단계 a)에 따라 인클로저 내에서 제공되고 단계 b)에 따라 진공되는 평면 기판은, 단계 c)에 따라, 예를 들어 70s 이하의 주기 시간에 도달하기 위해 전력을 단계적으로 증가시킴으로써 가열될 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 기판은 종래 기술의 시스템에 비해 본 발명에 따른 가열 수단의 사용에 의해 상당히 빨리 가열될 수 있다. 이러한 방법으로 단계 c)동안, 기판의 가열 속도가 2.5k/s 이상이 되도록 전력이 제공되는 것이 바람직하다. 단계 c)동안, 가열 에너지의 균질성을 향상시키기 위해 기판이 인클로저 내에서 주기적 또는 선형으로 이동되는 것이 더 바람직하다.

도면의 간단한 설명

[0030] 본 발명의 이러한 태양 및 다른 태양은 이하에서 기술되는 실시예로부터 분명하게 되며, 이를 참조하여 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 진공 처리 시스템을 개략적으로 도시한다.

도 2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 복수의 가열 요소를 개략적으로 나타낸 상면도를 도시한다.

도 3은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 2개의 가열 요소를 개략적으로 나타낸 측면도를 도시한다.

도 4는 패센 곡선(Paschen's curve)을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 본 발명은 로드 락 인클로저의 필수적인 부분인 진공 처리 시스템을 다루고 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 진공 처리 시스템은 기판 평면(4)에서 기판 캐리어(3)에 배열될 때 기판(2)의 처리를 위한 인클로저(1)를 포함한다. 인클로저는 가열 수단(5), 제1 반사 수단(6), 제2 반사 수단(7), 냉각 유닛(8) 및 베스 바(9)를 포함한다. 가열 수단은 제1 평면 표면(10) 및 반대의 제2 평면 표면(11)을 포함한다. 반사 수단(6, 7)은 가열 수단(5)을 향해 바라보는 제1 측(12) 및 가열 수단(5)을 향하지 않는 반대의 제2 측(13)을 포함하고, 냉각 유닛(8)은 반사 수단(6, 7)의 제2 측(13)에 제공된다.

[0032] 도시되지 않은 로드 락의 추가적인 요소는, 인클로저(1) 내의 압력을 낮추는 수단, 로드 락 내의 압력을 제어하는 수단, 에너지 공급부, 직접적 또는 간접적으로 기판(2) 및 가열 수단(5)의 온도를 제어하는 수단, 및 냉각 유체의 공급부일 수 있다. 본 발명의 가열 수단(5)은 수직, 수평 또는 경사 위치에서 이용될 수 있다. 수평 배열에서, 시스템은 기판(2)의 아래, 위 또는 아래 및 위의 양측에 배열된 가열 수단(5)에 설치될 수 있다. 바람직한 실시예에서 도 1에 도시된 바와 같이 기판(2)은 가열 수단(5)의 아래에 배치된다.

[0033] 하나의 실시예에서 로드 락은 분리된 하우징 없이 복수의 램프형 어셈블리, 즉 가열 요소(14)를 가열 수단(5)으로서 포함한다. 이러한 방식으로 에너지 변환 처리은 예를 들어 석영 하우징을 갖는 라디에이터를 이용하는 종래 기술에 비해 직접적으로 개선된다.

[0034] 본 발명의 실시예는 기판(2)으로부터 비켜진 가열 수단(5) 측(10)으로부터 조사될 열을 기판(2)을 향해 반사하기 위한 반사 수단(6, 7), 예를 들어 반사기를 포함한다. 이들 반사기(6, 7)는 냉각 유닛(2), 예를 들어 물 등

의 냉각 유체가 순환하는 파이프와 열접촉한다. 반사기(6, 7)는 생성된 복사를 다중 반사하기 위해 인클로저(1) 내에서 배열되고, 이는 다시 기판(2)의 더 높은 흡수 속도로 인해 열 효율을 증가시킨다. 수냉각과 관련하여, 반사기(6, 7)의 반사율은 증가되고 또한 시스템의 열용량은 감소된다. 낮은 열용량은 가정된 순환 처리에 관한 가열 시스템 제어성 및 안정성을 위한 사전 전제 조건이다.

[0035] 버스 바(9)는 도 1에 도시된 바와 같이, 예를 들어 본질적으로 이들 사이에서, 샌드위치형 외관의 시스템을 제공하는 냉각 유닛(8), 반사기(6, 7) 및 가열 수단(5)을 수용하는 측면 레일과 같이 기판(2) 위로 반사 표면 아래에, 그리고/또는 하부 반사 표면 위로 기판(2) 아래에 배열된다. 대체 실시예에서 버스 바(9)의 캐리어 구조는 가열 수단(5), 반사기(6, 7) 및 냉각 유닛(8) 뒤에 배치될 수 있다. 기판(2)은 일정한 거리에서 평면 표면 라디에이터(5)의 아래에 위치된다. 이는 도 1에 도시된 바와 같이 기판(2)의 후면을 마주하는 제2 반사 수단(7)의 다른 반사 표면 위에 유지되고 가열 균일성을 개선하기 위해 가열 공정 동안 주기적으로 이동될 수 있다.

[0036] 바람직한 실시예에서, 도 2에 도시된 바와 같이 평탄한, 2차원 가열 요소(14)는 상부 반사기(6)와 관련하여 아래에서 가까이, 도 1에 도시된 바와 같이, 기판(2) 위의 완전한 영역을 덮는다. 바람직하게 내화성 물질은 시스템 내에서 가열 요소(14)로서 사용된다. 탄소 합성 물질, 탄소 강화 탄소 물질, 탄소 섬유, SiC 코팅 물질, 흑연, 흑연 섬유, SiC 판 또는 이들의 임의의 조합과 같은 물질을 600°C 이상의 온도를 견딜 수 있는 내화성을 갖는다. 이들 평탄한 스트립 형, 전기 저항성의 가열 요소(14)에 인가되는 전력은, 종래 기술에서 알려진 선형 램프 장치에 비해, 가열 표면을 갖는 평면 가열 수단(5)을 제공한다. 따라서, 가열 어셈블리(5, 14)는 자체로 하나의 균일한 평면 히터로서 고려될 수 있다.

[0037] 히터 실시예의 열 효율은 요소 어셈블리의 총 저항과 관련된다. 가열 요소(14)는 도 2에 도시된 바와 같이 병렬 및 직렬로 배열될 수 있다. 총 전기 저항은 직렬 연결 및 병렬 연결에서 가열 요소(14)의 수에 따라 변한다. 또한 일반적으로 저항은 적용된 물질의 두께(b)에 비례하는 것이 알려져 있다.

[0038] 본 발명의 실시예에서 3개의 가열 요소(14)가 직렬로 배열되고 다음으로 3개의 가열 요소(14)는 서로 병렬로 연결된다. 그렇게 함으로써 500:1 이상의 폭(a)-두께(b) 비율인 가열 요소(14)와 3000:1 이상의 길이(c)-두께(b) 비율인 가열 요소(14)는 성공적임을 증명하였다.

[0039] 가열 요소(14)는, 각 가열 요소(14) 사이에서 수 mm의 간격(d), 바람직하게 4mm를 유지하여, 전공 챔버 내에서 가열되는 기판(2)에 평행한 평면에 본질적으로 균일하게 분배되어 위치한다. 버스 바(9), 클램프 등과 같은 유지 메커니즘은 미리 정해진 위치에서 라디에이터(14)를 유지한다. 또한 완전한 시스템의 폭과 길이에서 전력을 가열 요소(14)에 균일하게 공급한다. 여기에서, 수평 방향으로 가열 요소(14)를 위치 설정하기 위해 스크롤 스프링과 같은 장력 수단을 이용하는 것이 성공적임이 증명된다. 이것으로 평탄한 히터 표면은 전력을 가열 요소(14)에 인가하는 동안 온도 증가를 통해 발생되는 열 팽창 및/또는 수축 동안 형성된다.

[0040] 평탄한, 2차원 가열 요소(14)는 하나의 단일 영역으로서 또는 나란히 배열된 직사각형 스트립의 배열로 형성될 수 있다. 각 스트립(14) 사이의 간격(d)은 상기 스트립(14)의 폭(a)보다 훨씬 짧게 선택될 수 있고, 바람직하게 캡 거리(d) 및 두께(b)의 비율은 2:1 이상이다. 전기적으로 이들은 분리된 전원으로 개별적으로 동작되거나 또는 바람직하게 직렬로 연결될 수 있다.

[0041] 전력원으로서, 교류(AC) 및 직류(DC) 사이에서 선택하여야 한다. DC 전원의 이점은 전압의 유연한 제어성 및 조정성이다. DC 전력원의 적용은 파센의 법칙에 관해, 전공 수단에서 전압을 통해 연적 파괴를 피할 수 있다.

[0042] AC 전원은 킬로와트 당 총 시스템 비용에 관해 일반적으로 더 경쟁력이 있다. 그러나 400V 공급 전압을 갖는 AC 3상 전원은 소정의 진공에서 브레이크 스루(break through) 및 아크를 겪는다. 조정된 에너지 공급 공정은 브레이크 스루에 의해 발생되는 시스템 손상을 방지하기 위해 사용되어야 한다.

- [0043] 많은 양의 전력이 진공 챔버로 주입될 때 이러한 아크는 일반적인 문제이다. 본 발명은 소정의 진공 레벨을 허용하고 및 도 4에 도시된 바와 같이 파센 곡선에 관해 상기 기술된 요소 간의 상호 거리(d)를 유지하여 고장을 방지한다. 파센 법칙은 널리 알려져 있고 압력(Torr) 및 두 평행하는 판 사이의 갭 거리(cm)의 함수로 고장 전압(Volt)을 결정한다.
- [0044] 본 발명의 실시예에서 진공 수단으로 달성가능한 압력을 고전압이 사용될 때, 파센 커브의 저압 측으로 이어진다. 따라서 26kW 이상의 고 전력을 안전하게 사용하기 위해서 가열 공정 압력 범위는 8×10^{-2} 내지 1×10^{-5} mbar에 있다.
- [0045] 가열 공정 동안 저압을 얻는 것은 잔류 반응물 분자 예를 들어, 산소의 감소된 양으로 인해 가열 요소(14)의 평균 고장 간격(MTBF: Mean Time Between Failure)에 이롭다. 상기 기술된 바와 같이, 충분한 잔류 반응물이 로드 락 캐비티 내에 있는 경우에, 고온은 평탄한 표면 히터 상에서 산화를 야기한다.
- [0046] 본 발명의 실시예에서 DC 뿐만 아니라 AC 전력 공급은 직렬 및/또는 병렬로 가열 요소(14) 구성에 의존하여 이용될 수 있다. 예를 들어, 사이리스터 제어기 등의 3상 AC 전원을 사용하는 것이 성공적이며 증명되었다. K/s(kelvin per second) 단위의 기판(2)의 가열 속도는 이용가능한 전력과 함께 주기 시간에 직접적으로 비례한다.
- [0047] 히터 실시예, 즉, 진공 처리 시스템은 종래 기술 시스템에서 사용되는 바와 같이 공급된 에너지를 램프 하우징의 여과 효과를 고려하지 않고 복사로 직접변환한다. 이로써 시스템 효율은 종래 기술에서 알려진 방식에 비해 현저히 증가된다. 결과적으로 기판(2)에서의 열흡수는 증가되고 열 처리 시간이 감소된다. 따라서 에너지 소비는 최적화된 주기 시간으로 인해 감소된다.
- [0048] 공정은 하기와 같다: 실온에서 $1m^2$ 이상의 크기를 갖는 확장된 평탄한 기판(2)은 공급 시스템, 예를 들어 컨베이어 또는 포크(fork)로부터 구획, 예를 들어 로드 락 또는 처리 챔버로 이송된다. 상기 구획은 밀폐가능하고 진공가능하며 평탄 표면 홀더, 기판 캐리어(3)를 수용한다.
- [0049] 센서는 기판(2)의 미리 정해진 위치로 언제 도달하였는지를 나타내기 위해 사전에 확인될 수 있다. 기판(2)이 기판 평면(4)에서 의도된 위치로 이동된 후에, 진공 챔버가 밀폐되고 가열 공정이 시작된다. 가열 공정의 일부는 대기의 레벨로부터 8×10^{-2} 내지 1×10^{-5} mbar의 소정의 압력 범위로의 진공화이다. 게이지와 같은 압력 측정 수단은 처리 압력을 제어한다. 미리 정해진 공정 압력에 도달하였을 때 가열 요소(14)는 스위치 온 된다. 상기 기술된 바와 같이, 감소된 압력은 전기적으로 작동된 가열 요소(14)로부터 일반적인 접지된 인클로저(1)로 원하지 않는 브레이크 스루를 방지하는데 도움을 준다.
- [0050] 본 발명의 실시예에서 온도 처리 처리를 더 제어하기 위해, 제어기, 예를 들어, PID 제어기를 유익하게 이용한다. 따라서 유연한 온도 조정이 주입된 전력에 상호의존하여 구축될 수 있다.
- [0051] 주입된 전력량은 K/s에서 가열 속도와 처리 시간을 결정한다. 평면 기판(2)을 실온으로부터 200°C로 가열하기 위한 주기 시간을 감소시키기 위해, 전력은 단계적으로 그리고/또는 유연하게 증가될 수 있다.
- [0052] 여기에서 26kW 이상의 수행 레벨은 70s 이하의 주기 시간에 도달하기 위해 사용될 수 있다. 실온으로부터 처리

온도까지 약 1.4m^2 의 평면 기판(2)을 가열하기 위한 주기 시간은 열 효율에 종속적이다. 여기에서 실시예에서의 부품 배열은 중요한 역할을 담당한다. 반복되는 처리에서 시스템 안정성은 히터 실시예의 환경 조건 즉, 반사 수단(6, 7), 냉각 유닛(8), 버스 바(9), 가열 요소(14), 인클로저(1) 및 기판 캐리어(3)의 합이다.

[0053] 반사 수단(6, 7)은 이중의 기능을 수행하여야 한다. 가열 요소(14)에 의해 방출되는 복사 예를 들어 IR을 다중 반사함으로써, 평탄한 표면 가열 요소(14)의 온도는 900°C 이상의 처리 온도에 상당히 빠르게 도달할 수 있다. 결과적으로 기판(2)의 온도 처리 시간은 감소되고 총 주입 전력은 예를 들어, 기판(2) 당 2kWh 이하로 낮아질 수 있다. 요약하면 시스템 효율은 종래 기술의 시스템에 비해 총 효율이 40% 이상으로 증가될 수 있다.

[0054] 또한 완전한 기판(2)에서의 온도 균일성 및 반사된 복사의 양은 반사 수단(6, 7)의 표면 마감 및/또는 표면 마감 품질에 의존한다. 평탄한 표면 가열 요소(14)로부터 방출되는 복사를 반사하기 위한 반사 수단(6, 7)으로서, 구리, 구리 코팅, 니켈, 니켈 코팅, 금, 금 코팅, 은, 은 코팅, 알루미늄, 알루미늄 코팅 또는 이들의 임의의 조합과 같이 상이한 물질이 적용될 수 있다. N9 이하의 품질을 갖는 연마 표면은 반사된 복사를 증가시키고 이로써 열 처리 시간을 감소시키는 것이 일반적으로 알려져 있다.

[0055] 본 발명의 바람직한 실시예에서 반사 수단(6, 7)은 수직, 수평 또는 경사 위치의 연마 표면 마감된 알루미늄이 사용될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 수평 배열에서, 시스템은 히터 및/또는 기판(2)의 아래, 위 또는 양쪽, 위 및 아래에 배열된 반사기로 설치될 수 있다.

[0056] 순환 처리 시간을 고려하면, 반복되는 처리 조건, 온도는 시스템 안정성 및 처리 품질에 필수적이다. 기술된 바와 같이, 평탄한 기판(2)의 온도 처리 방법은 처리 온도에 관해 주기 시간을 결정할 수 있다. 기판(2) 별로 동일한 처리 조건을 보장하기 위해, 열 저장 용량, 반사 수단(6, 7), 버스 바(9), 가열 요소(14), 인클로저(1) 및 기판 캐리어(3)의 열용량은 주기 시간과 함께 처리 품질과 직접적인 관계에서 중점이 되는 중요성을 갖는다.

[0057] 전력이 스위치 오프된 이후 처리 온도를 상기 900°C 이상에서 450°C 이하로 감소시키기 위해, 능동적 또는 수동적인, 다양한 냉각 수단(8)이 사용될 수 있다. 공통된 기술은 냉각 유체, 예를 들어 물, 오일 또는 반사 수단(6, 7), 버스 바(9), 가열 요소(14), 인클로저(1) 및 기판 캐리어(3)와 열접촉하고 상기 열 처리 챔버의 외부로 잔류 열 부하를 전도하는 물질이다. 제1 위치에서 시스템 설계는 열 처리 챔버에서 용량 감소를 목표로 할 것이다.

[0058] 실시예에 따르면, 2.5K/s 이상의 가열 속도는 기판(2)의 열 처리 동안 생성될 수 있다. 또한 기판(2)의 처리 온도에 도달한 후에, 5K/s 이상의 열 냉각 속도는 원하지 않는 온도 오버슈트 효과가 없는 동적이고, 제어 가능한 가열 시스템을 가능하게 한다. 여기서 0.5mm , 바람직하게는 0.15mm 미만의 가열 요소(14) 두께는 열용량을 감소시키는 동시에 냉각 속도에 긍정적인 영향을 미친다. 최소 두께는 최소 전기 저항 및/또는 기계적 안정성에 의해 범위가 정해진다. 이로써 이후의 연속하는 코팅 처리를 개선하는 정확한 온도 제어가 달성될 수 있다.

[0059] 본 발명의 하나의 실시예에 따르면, 빠른 냉각 속도는 처리되지 않은 기판(2)이 처리 챔버, 상기 로드 락으로 전송되는 동안, 대기압으로의 노출 중에 반사 수단(6, 7), 버스 바(9), 가열 요소(14), 인클로저(1) 및 기판 캐리어(3)에 대한, 예를 들어 산소 등의 외부 잔류 반응 분자의 영향을 감소시키기 위한 전제 조건이다. 이로써 히터 구성의 평균 고장 간격은, 예를 들어 대기압에서의 상승된 온도에 의해 야기되는 산화 방지를 통해 증가될 수 있다. 여기에서 본 발명의 실시예의 본질적인 부분은 램프 하우징을 최소로, 즉, 영으로 감소시키는 것을 통해 평탄한 히터 요소(14)의 열용량을 감소시키는 것이다.

[0060] 이와 함께, 다음 처리의 본질적인 전제 조건인 총 온도 균일성은, 완전한 기판(2)에 대해 $+/- 10\text{K}$ 이하로 상당

히 증가될 수 있다. 종래 기술 시스템의 램프 하우징의 열용량은 제어할 수 없는 열원이고 열 안정성이 달성되기까지 처리 시간을 연장함으로써 총 균일성이 악화된다.

[0061] 열전대 온도계 및/또는 복사 온도계와 같은 기판(2)의 온도를 측정하는 수단은 부가적으로 예견될 수 있다. 최종 온도에 도달하면 가열 공정은 정지되고, 가열된 기판(2)을 구획 밖으로, 예를 들어 인접하는 진공 처리 환경 내로 운송하기 위해 운송 시퀀스가 시작된다. 가열 어셈블리에 인가되는 일정한 "유지력"은 시간에 독립하여 정확히 조절된 온도를 유지하기 위해 구현될 수 있다. 따라서 가열 어셈블리는 온도 오버슈트를 발생시키지 않고 완전히 제어가능하다.

[0062] 가열 공정 동안 기판(2)은 해당하는 가동 기판 홀더(3)에 의해 주기적인 선형 또는 원형으로 이동될 수 있다. 이 대신에 안정되게 위치될 수 있다. 따라서 온도 분포는 균일성 요구 조건에 따라 조정될 수 있다. 진동 운동이 평면 기판(2)의 총 온도 분포를 개선한 것이 성공적임이 증명되었다. 또한 본질적으로 평행한 평면인 가열 요소(14) 및 기판(2) 사이의 갭은 진동 동안 50mm 미만, 바람직하게는 40mm 미만의 정의된 거리로 유지된다. 최소 거리는 기술적으로 정의되나 10mm 이하로 좀처럼 내려가지는 않는다.

[0063] 또한 열 분포를 개선하기 위해, 반사 수단(6, 7)의 최적화는 성공적임이 증명되었다. 여기에, 반사율을 변화시키는 다른 표면 패턴이 총 균일성을 개선할 수 있다. 본 발명의 실시예에서, 다른 표면 품질, 예를 들어, 다른 반사 코팅 및/또는 표면 마감은 변화하는 온도 분포를 보였고 다음의 처리에서 총 품질을 개선하였다.

[0064] 또한 가열 요소(14)들 사이의 갭 거리(d)는 캐비티 효과에 관해 온도 분포에 영향을 미칠 수 있다. 본 발명의 실시예에서 2:1 이상의 갭 거리(d) 및 두께(b) 비율은 온도 균일성에 영향을 미친다. 따라서 버스 바(9) 수단은 가열 요소(14) 간의 일정한 위치 설정을 확실하게 할 수 있다. 이로써, 캐비티 효과는 최소화될 수 있고 온도 불포는 최적화될 수 있다.

[0065] 증가된 표면적(2)으로 인한 옛지 손실을 보상하기 위해, 평탄한 가열 요소(14) 어셈블리는 기판(2) 표면적을 적어도 5% 이상의 폭(b)만큼 그리고 및 길이 방향으로, 예를 들어 9배의 폭과 8배의 거리(d)만큼 중첩한다.

[0066] 본 발명에 따른 가열 시스템 또는 가열 요소(14) 어셈블리는 로드 락 가열 시스템과 같이 어플리케이션에 한정되지 않는다. 패널, 시트 등의 확장된 2차원 기판(2)의 가열을 위해 일반적으로 사용될 수 있다. 기판(2) 물질은 유리, 유리형 물질, 금속 또는 다른 단단한 물질을 포함할 수 있다.튜브 하우징을 갖는 종래 기술의 램프 장치에 비해 본 가열 요소(14) 설계는 200%의 총 시스템 효율 개선을 갖는다. 이로써 더 빠른 주기 시간 및 이에 따른 더 높은 처리량이 달성될 수 있고, 이는 진공 처리 시스템의 총 소유 비용을 최적화한다. 가열 효율의 향상은 최적화된 에너지 입력 및 이용으로 이어진다. 그 뒤에 매체 이용은 종래의 가열 시스템에 비해 감소될 수 있다.

[0067] 탄소 합성 물질, 탄소 강화 탄소 물질, 탄소 섬유, SiC 코팅된 섬유, 흑연, 흑연 섬유, SiC 플레이트 또는 이들의 임의의 조합으로 제조된 가열 요소(14)는 하우징에 의해 보호되지 않는다면, 주변 분위기에서의 동작 동안에 산화에 노출된다. 본 발명은 거의 산소가 없는 분위기를 제공하는 소정의 진공을 유지하기 때문에 산화를 배제한다. 희생 전극이 가열 요소(14)의 손상을 방지하기 위해 이용될 수 있다. 이는 예를 들어, 처리 환경 또는 로드 락으로부터 잔류 산소를 펌프 다운하는 동안 흡수하고 제거하여 메인 가열 요소(14) 시스템이 동작에 들어가는 동안 손상되지 않는 것을 보장한다. 가열 요소(14) 주위에 보호 하우징을 고려하지 않고, 열 처리 시간은, 텅스텐, 탄소 또는 다른 내화성 물질에서 제조된 히터를 예를 들어 석영 하우징과 함께 사용하는 종래의 방법에 비해 대폭 감소될 수 있다.

[0068]

이용된 가열 물질은 히터 비용을 상당한 비율, 즉, 300% 이상만큼 감소시킨다. 가열 요소(14) 물질의 두께(b)로 인해, 평탄한 표면 가열 요소(14)의 총 열용량은 최소화되어, 이는 다른 제어 수단을 고려하지 않고 개선된 온도 제어로 이어진다.

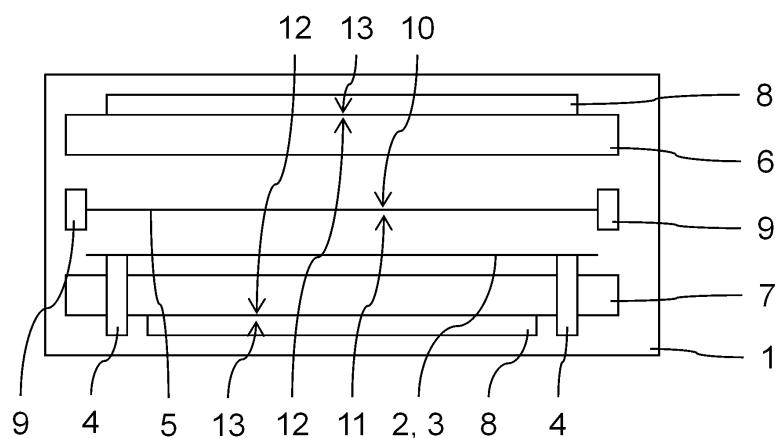
부호의 설명

[0069]

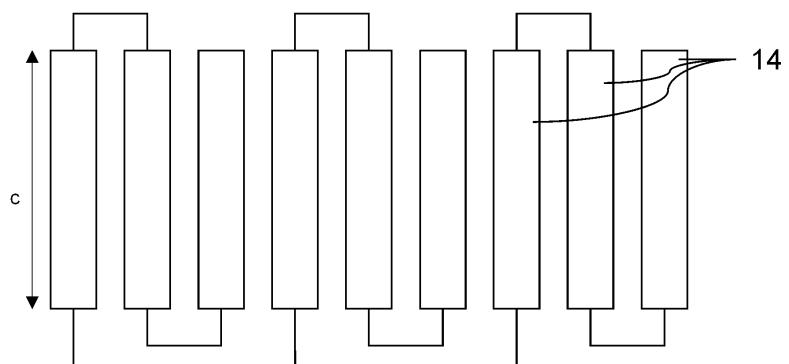
- 1 인클로저
- 2 기판
- 3 기판 캐리어
- 4 기판 평면
- 5 가열 요소
- 6 제1 반사 수단
- 7 제2 반사 수단
- 8 냉각 유닛
- 9 버스 바
- 10 제1 평면 표면
- 11 제2 평면 표면
- 12 제1 측
- 13 제2 측
- 14 가열 요소

도면

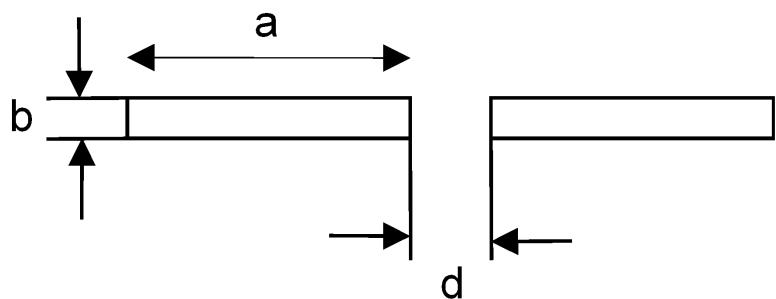
도면1



도면2



도면3



도면4

