



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월13일
(11) 등록번호 10-1243397
(24) 등록일자 2013년03월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/324 (2006.01) *H01L 31/18* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2011-0007600
(22) 출원일자 2011년01월26일
심사청구일자 2011년01월26일
(65) 공개번호 10-2011-0088425
(43) 공개일자 2011년08월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-015600 2010년01월27일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110084546 A

- (73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
오오꾸보 도모야
일본 야마나시肯 니라사끼시 후지이즈 기따게죠오
2381-1 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시끼가이샤 내
스기야마 마사끼
일본 야마나시Ken 니라사끼시 후지이즈 기따게죠오
2381-1 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시끼가이샤 내
(74) 대리인
성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 12 항

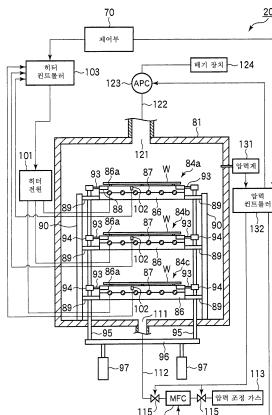
심사관 : 김상택

(54) 발명의 명칭 기판 가열 장치 및 기판 가열 방법 및 기판 처리 시스템

(57) 요약

본 발명의 과제는 장치 비용을 높이는 일 없이 기판의 면내 온도의 균일성 및 온도 안정성을 확보하면서 고속 승온이 가능한 기판 가열 장치를 제공하는 것이다.

감압 하로 유지 가능한 용기(81)와 상면에 복수의 기판 지지 펀(86a)을 갖고 상면과의 사이에 간극을 설치한 상태에서 기판(G)을 적재하는 기판 적재대(86)와, 기판 적재대(86)를 통하여 기판에 열을 부여하는 히터(87)와, 용기(81) 내의 압력을 조정하는 압력 조정 기구(113, 114, 123, 124)와, 히터(87)의 출력을 제어하여 기판 적재대(86)의 온도를 제어하는 온도 제어부(103)와, 압력 조정 기구를 제어하여 용기(81) 내의 압력을 제어하는 압력 제어부(132)를 구비하고, 압력 제어부(132)는, 적재대(86)에 기판(G)이 적재되었을 때에 용기(81) 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1 압력으로 제어하고, 기판(G)의 온도가 소정의 온도에 도달했을 때에 용기(81) 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 압력으로 제어한다.

대 표 도 - 도3

특허청구의 범위

청구항 1

감압 하로 유지 가능한 용기와,

상면에 복수의 기판 지지 편을 갖고, 상면과의 사이에 간극을 설치한 상태에서 기판을 적재하는, 상기 용기 내에 설치된 기판 적재대와,

상기 기판 적재대를 통하여 기판에 열을 부여하는 히터와,

상기 용기 내의 압력을 조정하는 압력 조정 기구와,

상기 히터의 출력을 제어하여 상기 기판 적재대의 온도를 제어하는 온도 제어부와,

상기 압력 조정 기구를 제어하여 상기 용기 내의 압력을 제어하는 압력 제어부를 구비하고,

상기 압력 제어부는 상기 적재대에 기판이 적재되었을 때에 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1 압력으로 제어하고, 기판의 온도가 소정의 온도에 도달했을 때에, 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어하는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 압력 조정 기구는 상기 용기에 압력 조정 가스를 도입하는 압력 조정 가스 공급 기구와, 상기 용기를 배기하는 배기 기구와, 상기 용기 내에의 압력 조정 가스의 공급을 제어하는 유량 제어기와, 상기 용기의 배기를 제어하는 압력 제어 밸브를 갖는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 압력은 1Torr 이상인 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제2 압력은 100mTorr 이하인 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기판 지지 편은 높이를 가변 가능하게 구성되어 있고, 상기 기판 지지 편의 높이를 조절함으로써 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리가 조절되는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 지지 편은 나사부를 갖고, 그 나사부가 상기 기판 적재대에 나사 결합되어 있어, 상기 지지 편을 회전시킴으로써 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리가 조절되는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기판 적재대를 복수 갖고, 복수의 기판을 일괄하여 가열하는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 장치.

청구항 8

감압 하로 유지 가능한 용기 내에서, 상면에 복수의 기판 지지 편을 갖는 기판 적재대에 기판 적재대의 상면과의 사이에 간극을 설치한 상태에서 기판을 적재하고, 상기 기판 적재대를 통하여 히터에 의해 기판을 가열하는 기판 가열 방법이며,

상기 적재대에 기판이 적재되었을 때에 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1 압력으로 제어하여 기판을 승온하고, 기판의 온도가 소정의 온도에 도달했을 때, 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의

한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어하여 기판의 온도를 설정 온도로 유지하는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제1 압력은 1Torr 이상인 것을 특징으로 하는, 기판 가열 방법.

청구항 10

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 제2 압력은 100mTorr 이하인 것을 특징으로 하는, 기판 가열 방법.

청구항 11

제8항 또는 제9항에 있어서, 상기 기판 지지 펀의 높이를 조절하는 것에 의해, 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리를 조절하는 것을 특징으로 하는, 기판 가열 방법.

청구항 12

감압 분위기에서 기판에 대하여 소정의 처리를 실시하는 복수의 처리실과,

상기 처리실에서 처리하는 기판을 수용하고, 기판을 처리실로 반송하기 전에 기판을 감압 분위기에서 가열하는 제1항 또는 제2항에 기재된 기판 가열 장치와,

상기 처리실에서 처리하는 기판을 수용하고, 기판을 처리실로 반송하기 전에 기판을 감압 분위기로 유지하는 진공 예비실과,

상기 복수의 처리실, 상기 가열 장치, 상기 진공 예비실이 접속되고, 진공 예비실, 상기 복수의 처리실, 상기 진공 예비실의 사이에서 기판을 반송하는 기판 반송 장치가 설치되고, 감압 분위기로 유지되는 공통 반송실을 갖고,

상기 기판 반송 장치에 의해, 상기 진공 예비실로부터 상기 가열 장치에 기판을 반송하여 기판을 예비 가열하고, 예비 가열된 기판을 상기 처리실 중의 어느 하나로 반송하여 소정의 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는, 기판 처리 시스템.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 플랫 패널 디스플레이(FPD)나 태양 전지 등의 기판을 가열하는 기판 가열 장치 및 기판 가열 방법 및 기판에 대하여 가열을 수반하는 처리를 행하는 기판 처리 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

FPD나 태양 전지 등의 기판의 제조 과정에 있어서는, 성막 처리 등의 가열을 수반하는 처리가 존재한다. 이러한 가열을 수반하는 처리를 효율적으로 행하는 것으로서 복수의 처리 유닛과 하나 또는 복수의 예비 가열 유닛을 구비한 멀티 챔버형의 기판 처리 시스템이 알려져 있다(예를 들어, 특허 문헌 1).

[0003]

이와 같은 멀티 챔버형의 기판 처리 시스템에 있어서는, 예비 가열 유닛에 있어서 처리 온도 근방의 온도까지 기판을 가열하고 나서 각 처리 유닛으로 반송한다. 이 경우에, 예비 가열 유닛에서의 승온에 걸리는 시간은 생산성에 영향을 주기 때문에 최대한 고속으로 승온하는 것이 요구되고 또한, 기판의 휘어짐 등을 방지하기 위하여 균일하게 승온하는 것 및 소정의 온도에 도달한 시점에서 온도가 안정되어 있는 것이 요구된다.

[0004]

기판을 급속하게 가열하여 소정의 온도로 컨트롤하는 방법으로서는, 램프 등의 방사열을 이용한 열원을 사용하는 것이 알려져 있다. 또한, 저항 가열 히터를 열원으로서 설치한 적재대 상에 기판을 적재하여 열전도를 이용한 가열 방법이 알려져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문현 0001) 특허 문현 1 : 일본 특허 출원 공개 평11-312727호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 이들의 가열 방법 중 램프 등의 방사열을 이용한 것의 경우, 순시에 열 전달의 제어를 행하는 것이 가능하기 때문에 기판을 고속 승온하는 것이 가능함과 동시에 온도 균일성 및 온도 안정성을 얻는 것이 가능하지만, 램프 등을 열원으로 하는 경우에는 열원이 상당히 고가로 되어 장치 비용의 억제가 요구될 경우에는 사용하는 것이 곤란하다.

[0007] 또한, 저항 가열 히터를 열원으로서 사용한 가열 방법의 경우에는, 순시의 열전달의 제어가 어렵고, 열원의 온도는 기판을 승온시키고자 하는 온도 부근으로 될 수밖에 없고 또한, 미시적으로 보아 기판에는 적재대에 직접 접촉하고 있는 부분과 접촉하고 있지 않는 부분이 존재하여, 그들 사이에서 열전달성이 다르므로, 전자에서는 온도의 오버 숏에 의한 온도 안정성을 얻기 어렵다고 하는 문제, 후자에서는 열전달성이 다른 것에 의해 온도 균일성이 확보되지 않아, 기판의 휘어짐이 발생하기 쉽다고 하는 문제가 발생하여 고속으로 승온하는 것이 곤란하다.

[0008] 본 발명은 이러한 사정에 감안하여 이루어진 것이며, 장치 비용을 높이는 일 없이 기판의 면내 온도의 균일성 및 온도 안정성을 확보하면서 고속 승온이 가능한 기판 가열 장치 및 기판 가열 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 또한, 그러한 기판 가열 장치를 사용한, 기판에 대하여 가열을 수반하는 처리를 행하는 기판 처리 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해 본 발명의 제1 관점에서는, 감압 하로 유지 가능한 용기와, 상면에 복수의 기판 지지 핀을 갖고 상면과의 사이에 간극을 설치한 상태에서 기판을 적재하는 기판 적재대와, 상기 기판 적재대를 통하여 기판에 열을 부여하는 히터와, 상기 용기 내의 압력을 조정하는 압력 조정 기구와, 상기 히터의 출력을 제어하여 상기 기판 적재대의 온도를 제어하는 온도 제어부와, 상기 압력 조정 기구를 제어하여 상기 용기 내의 압력을 제어하는 압력 제어부를 구비하고, 상기 압력 제어부는, 상기 적재대에 기판이 적재되었을 때에 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1 압력으로 제어하고, 기판의 온도가 소정의 온도에 도달했을 때에 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 장치를 제공한다.

[0011] 상기 제1 관점에 있어서, 상기 압력 조정 기구는 상기 용기에 압력 조정 가스를 도입하는 압력 조정 가스 공급 기구와, 상기 용기를 배기하는 배기 기구와, 상기 용기 내의 압력 조정 가스의 공급을 제어하는 유량 제어기와, 상기 용기의 배기를 제어하는 압력 제어 밸브를 갖는 것이 사용된다.

[0012] 또한, 상기 제1 압력은 1Torr 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 제2 압력은 100mTorr 이하인 것이 바람직하다.

[0013] 상기 기판 지지 핀은 높이를 가변 가능하게 구성되어 있고, 상기 기판 지지 핀의 높이를 조절함으로써, 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리가 조절되는 것이 바람직하다. 이 경우에, 상기 지지 핀은 나사부를 갖고, 그 나사부가 상기 기판 적재대에 나사 결합되어 있고 상기 지지 핀을 회전시킴으로써 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리가 조절되는 구성을 채용할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 기판 적재대를 복수 갖고, 복수의 기판을 일괄하여 가열하는 것이 바람직하다. 이에 의해 효율적으로 기판의 가열을 행할 수 있다.

[0015] 본 발명의 제2 관점에서는, 감압 하로 유지 가능한 용기 내에서, 상면에 복수의 기판 지지 핀을 갖는 기판 적재대에 기판 적재대의 상면과의 사이에 간극을 설치한 상태로 기판을 적재하고, 상기 기판 적재대를 통하여 히터에 의해 기판을 가열하는 기판 가열 방법이며, 상기 적재대에 기판이 적재된 때에 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1 압력으로 제어하여 기판을 승온하고, 기판의 온도가 소정의 온도에 도달했을 때, 상기 용기 내의 가스 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어하여 기판

의 온도를 설정 온도로 유지하는 것을 특징으로 하는 기판 가열 방법을 제공한다.

[0016] 상기 제2 관접에 있어서, 상기 제1 압력은 1Torr 이상인 것이 바람직하다. 또한, 상기 제2 압력은 100mTorr 이하인 것이 바람직하다.

[0017] 또한, 상기 기판 지지 펀의 높이를 조절함으로써, 기판 하면과 상기 적재대 상면의 사이의 거리를 조절하도록 하는 것이 바람직하다.

[0018] 본 발명의 제3 관접에서는, 감압 분위기에서 기판에 대하여 소정의 처리를 실시하는 복수의 처리실과, 상기 처리실에서 처리하는 기판을 수용하고 기판을 처리실에 반송하기 전에 기판을 감압 분위기에서 가열하는 상기 제1 관접의 기판 가열 장치와, 상기 처리실에서 처리하는 기판을 수용하고 기판을 처리실로 반송하기 전에 기판을 감압 분위기에 유지하는 진공 예비실과, 상기 복수의 처리실, 상기 가열 장치, 상기 진공 예비실이 접속되어 진공 예비실, 상기 복수의 처리실, 상기 진공 예비실 사이에서 기판을 반송하는 기판 반송 장치가 설치되고, 감압 분위기로 유지되는 공통 반송실을 갖고, 상기 기판 반송 장치에 의해 상기 진공 예비실로부터 상기 가열 장치에 기판을 반송하여 기판을 예비 가열하고 예비 가열된 기판을 상기 처리실 중의 어느 하나로 반송하여 소정의 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면 기판을 기판 적재대의 상면으로부터 이격시킨 상태로 하고, 승온 시에는 용기 내의 압력을 제1 압력으로 하여 가스에 의한 열전달을 이용하여 기판을 가열하고, 온도 유지시에는 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어한다. 이로 인해, 기판 온도의 면내 균일성을 확보하면서 기판을 신속하게 승온시키고, 또한 오버 슛 등이 발생하는 일 없이 높은 온도 안정성으로 설정 온도로 기판을 유지할 수 있다. 또한, 저항 가열형의 히터에 의해 기판을 가열하므로 램프 가열을 사용하는 경우와 같은 장치 비용이 높아지는 문제를 회피할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)이 탑재된 기판 처리 시스템을 개략적으로 도시하는 평면도.

도 2는 도 1의 기판 처리 시스템의 기판 반송 장치를 도시하는 개략도.

도 3은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)을 도시하는 수직 단면도.

도 4는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)을 도시하는 수평 단면도.

도 5는 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)에 사용되는 기판 적재대의 주요부를 도시하는 단면도.

도 6은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)에서의 기판의 온도 프로파일을 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시 형태에 대해 설명한다. 참조하는 도면 모두에 걸쳐 동일한 부분에 대하여는 동일한 참조 부호를 붙인다.

[0022] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 예비 가열실(기판 가열 장치)이 탑재된 기판 처리 시스템을 개략적으로 도시하는 평면도이다. 이 기판 처리 시스템(1)은 예를 들어 액정 디스플레이(LCD)와 같은 FPD용 유리 기판 혹은 태양 전지용 유리 기판으로서 사용되는 직사각형 기판에 대하여 소정의 막을 성막하는 성막 시스템으로서 구성되어 있다.

[0023] 도 1에 도시한 바와 같이, 기판 처리 시스템(1)은 공통 반송실(10)과 이 공통 반송실(10)에 접속된 기판(G)을 예비 가열하는 예비 가열 처리 장치를 구성하는 예비 가열실(20), 기판(G)에 소정의 막을 성막하기 위해 성막 장치를 구성하는 처리실(30a, 30b) 및 대기측에 배치된 기판 수용 용기(도시하지 않음)와 진공으로 유지된 공통 반송실(10)의 사이에서 기판(G)을 교환하는 로드로크실(40)과 공통 반송실(10) 내에 설치된 기판(G)을 반송하는 기판 반송 장치(50)를 구비하고 있다. 공통 반송실(10)은 평면 형상이 직사각형 형상을 이루고 예비 가열실(20), 처리실(30a, 30b), 로드로크실(40)은 공통 반송실(10)의 각 측면에 각각 게이트 밸브(61, 62a, 62b, 6

3)를 통하여 접속되어 있다. 또한, 로드로크실(40)의 대기측에는 게이트 밸브(64)가 설치되어 있다. 또한, 본 예에 있어서는 공통 반송실(10)의 평면 형상은 직사각형 형상으로 구성되지만, 공통 반송실(10)의 평면 형상을 다각형, 예를 들어 육각형 혹은 팔각형으로 구성하고 예비 가열실, 처리실 혹은 로드로크실을 추가한 구성으로 해도 좋다.

[0024] 본 예에 있어서는, 공통 반송실(10), 예비 가열실(20), 처리실(30a, 30b)은 진공 챔버로 구성되고, 소정의 감압 분위기로 유지되도록 되어 있다. 또한, 진공 예비실인 로드로크실(40)은 대기측에 배치된 기판 수용 용기(도시하지 않음)와 진공으로 유지된 공통 반송실(10)의 사이에서 기판(G)을 교환하기 위한 것이며, 대기 분위기와 감압 분위기의 사이에서 전환 가능하게 되어 있다.

[0025] 이 기판 처리 시스템(1)은, 한번에 복수 매, 예를 들어 3매의 기판(G)을 높이 방향에 수평하게 적재하여 처리하도록 구성되어 있고, 외부의 기판 수용 용기로부터 도시하지 않은 대기측 반송 장치에 의해 게이트 밸브(64)를 통하여 로드로크실(40)에 복수 매의 기판(G)이 반입되고, 반입된 기판(G)은 로드로크실(40)로부터 게이트 밸브(63)를 통하여 공통 반송실(10)로, 이 공통 반송실(10)로부터 게이트 밸브(61)를 통하여 예비 가열실(20)로, 이 예비 가열실(20)로부터 게이트 밸브(62a) 또는 게이트 밸브(62b)를 통하여 처리실(30a) 또는 처리실(30b)로 반송된다. 그리고 처리실(30a) 또는 처리실(30b)에 있어서 처리가 종료된 기판(G)은 처리실(30a) 또는 처리실(30b)로부터 게이트 밸브(62a) 또는 게이트 밸브(62b)를 통하여 공통 반송실(10)로, 이 공통 반송실(10)로부터 게이트 밸브(63)를 통해 로드로크실(40)로 반송되어, 처리가 종료된 기판(G)이 로드로크실(40)로부터 반출된다. 또한, 본 예에 있어서는, 처리실(30a) 및 처리실(30b)은 동일한 성막 처리를 행하는 처리실이지만, 다른 성막 처리를 행하는 처리실로 구성해도 좋다. 즉 처리실(30a)에 있어서 제1 성막 공정을 처리하고, 계속하여 행해지는 제2 성막 공정을 처리실(30b)에 있어서 연속하여 처리한다는 구성이라도 좋다.

[0026] 기판반송장치(50)는 공통 반송실(10)과 예비 가열실(20), 처리실(30a, 30b) 및 로드로크실(40)의 상호간에서 복수 매, 예를 들어 3매의 기판(G)을 일괄하여 반송하기 위한 것이고 도 2에 도시한 바와 같이, 수직 방향으로 배열된 3개의 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)이 선회 가능한 베이스 부재(52) 상을 직선 주행 가능하게 구성되어 있고, 이에 의한 진출 퇴피 동작 및 선회 동작에 의해 예비 가열실(20), 처리실(30a, 30b) 및 로드로크실(40)로 액세스 가능하게 되어 있다. 또한, 부호(53)는 베이스 부재(52)의 선회 동작 등을 실현하기 위한 구동계이다.

[0027] 기판 처리 시스템(1)의 각 구성부는 제어부(컴퓨터)(70)에 의해 제어된다. 제어부(70)는 마이크로프로세서를 구비한 프로세스 컨트롤러(71)를 가지고 있고, 이 프로세스 컨트롤러(71)에는 오퍼레이터가 기판 처리 시스템(1)을 관리하기 위한 커맨드 입력 조작 등을 행하는 키보드나 기판 처리 시스템(1)의 가동 상황을 가시화하여 표시하는 디스플레이 등으로 이루어진 유저 인터페이스(72)와, 기판 처리 시스템(1)에서 실행되는 각종 처리를 프로세스 컨트롤러(71)의 제어로 실현하기 위한 제어 프로그램이나 처리 조건에 따라 기판 처리 시스템(1)에 소정의 처리를 실행시키기 위한 제어 프로그램이나 레시피가 저장된 기억부(73)가 접속되어 있다. 기억부(73)는 기억 매체를 가지고 있고, 레시피 등은 그 기억 매체에 기억되어 있다. 기억 매체는 하드 디스크나 반도체 메모리이어도 좋고, CD-ROM, DVD, 플래시 메모리 등의 휴대용의 것이라도 좋다. 레시피 등은 필요에 따라 유저 인터페이스(72)로부터의 지시 등에 의해 기억부(73)로부터 판독하여, 프로세스 컨트롤러(71)로 실행시킴으로써, 프로세스 컨트롤러(71)의 제어 하에서 기판 처리 시스템(1)에서의 원하는 처리가 행하여진다.

[0028] 이상과 같이 구성되는 기판 처리 시스템(1)에 있어서는, 우선, 게이트 밸브(64)를 열어 대기측 기판 반송 장치(도시하지 않음)에 의해 복수 매, 예를 들어 3매의 미처리 기판(G)을 대기 분위기의 로드로크실(40)에 반입하고, 게이트 밸브(64)를 폐쇄하여 로드로크실(40) 내를 감압 분위기로 한다. 그리고, 게이트 밸브(63)를 열고 기판 반송 장치(50)의 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 일괄하여 로드로크실(40) 내로 진출시켜, 로드로크실(40) 내에 반입된 미처리 기판(G)을 수취한다. 계속하여, 기판 반송 장치(50)의 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고, 게이트 밸브(63)를 폐쇄한다. 계속하여, 기판 반송 장치(50)의 베이스 부재(52)를 선회시켜 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 예비 가열실(20)과 마주보게 한다. 계속하여, 게이트 밸브(61)를 열어 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 예비 가열실(20)로 진출시켜 미처리 기판(G)을 예비 가열실(20)로 반송한다. 계속하여, 기판지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통반송실(10)로 퇴피시키고 게이트 밸브(61)를 폐쇄한 후, 예비 가열실(20)에서 기판(G)의 예비 가열을 개시한다. 예비 가열이 종료되면 게이트 밸브(61)를 열고 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 예비 가열실(20)로 진출시켜, 예비 가열이 완료된 기판(G)을 수취한다. 계속하여, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고, 게이트 밸브(61)를 폐쇄한다. 계속하여, 베이스 부재(52)를 선회시켜, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 처리실(30a) 또는 처리실(30b)과 마주보게 한다. 계속하여, 게이트 밸브(62a) 또는 게이트 밸브(62b)를 열고 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 처리실(30a) 또는 처리실(30b)로 진출시켜 예비 가열이 완료된 기판(G)을 처리실(30a) 또는 처리실(30b)로

반송한다. 계속하여, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고 케이트 밸브(62a) 또는 케이트 밸브(62b)를 폐쇄하고, 처리실(30a) 또는 처리실(30b)에서의 처리를 개시한다. 처리가 종료되면 케이트 밸브(62a) 또는 케이트 밸브(62b)를 열고 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 처리실(30a) 또는 처리실(30b)로 진출시켜, 처리 완료된 기판(G)을 수취한다. 계속하여, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고 케이트 밸브(62a) 또는 케이트 밸브(62b)를 폐쇄한다. 계속하여, 베이스 부재(52)를 선회시켜 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 로드로크실(40)과 마주보게 한다. 계속하여, 케이트 밸브(63)를 열고, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 로드로크실(40)로 진출시켜, 처리 완료된 기판(G)을 로드로크실(40)로 반송한다. 계속하여, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고, 케이트 밸브(63)를 폐쇄하고, 로드로크실(40) 내를 대기 분위기로 한다. 이 후, 케이트 밸브(64)를 열어 대기측 기판 반송 장치(도시하지 않음)에 의해 처리 완료된 기판(G)을 로드로크실(40)로부터 반출한다.

[0029] 다음에, 예비 가열실(기판 가열 장치)(20)에 대하여 상세하게 설명한다. 도 3은 예비 가열실(20)을 도시하는 수직 단면도, 도 4는 그 수평 단면도이다.

[0030] 예비 가열실(20)은 용기(81)를 갖고, 용기(81)의 측벽에는 진공으로 유지된 공통 반송실(10)과 연통 가능한 개구(82)가 설치되어 있다. 그리고, 개구(82)는 케이트 밸브(61)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다.

[0031] 용기(81) 내에는, 3매의 기판(G)을 적재하여 가열하기 위한 3개의 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)가 수직 방향으로 등간격으로 배치되어 있다.

[0032] 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)는 평면 형상이 기판(G)에 대응하는 직사각형 형상을 이루고, 기판(G)이 적재되는 금속제의 기판 적재대(86)를 가지고 있다. 기판 적재대(86)는 수평 방향으로 2 분할되어 있고, 이들 분할 편의 사이에 히터(87)가 설치되어 있다. 각 분할 편의 두께는 히터(87)의 열에 의해 기판 적재대(86) 자체가 휘어지지 않는 두께, 예를 들어 15mm정도로 된다. 기판 적재대(86)의 상면에는 기판(G)을 기판 적재대(86)의 상면으로부터 이격시킨 상태로 적재하기 위한, 기판 지지 핀(86a)이 복수, 예를 들어 도 4에 도시한 바와 같이 13개 설치되어 있다. 이 기판 지지 핀(86a)은, 예를 들어 폴리에테르·에테르·케톤(PEEK)과 같은 수지로 되어 있고, 예를 들어 M3의 사이즈를 갖고 있다. 또한, 이 기판 지지 핀(86a)은 도 5에 도시한 바와 같이 수나사부(86b)를 갖고, 이 수나사부(86b)가 기판 적재대(86)의 상면에 형성된 암나사부(86c)에 나사 결합되어, 기판 지지 핀(86a)을 회전시킴으로써 기판(G)과 기판 적재대(86)의 상면의 사이의 거리(캡)(D)(도 5 참조)를 조정 가능하게 되어 있다. 거리(D)는 예를 들어 0.8mm로 설정된다.

[0033] 기판 적재대(86)에 설치된 히터(87)에는 히터 전원(101)이 접속되어 있고, 히터 전원(101)으로부터 히터(87)에 급전되는 것에 의해 히터(87)가 발열하여 기판 적재대(86) 상의 기판(G)이 소정 온도로 가열되도록 되어 있다. 기판 적재대(86)의 상면 근방에는 열전대(102)가 매설되어 있다. 열전대(102)의 신호는 히터 컨트롤러(103)에 전송되도록 되어 있다. 그리고, 히터 컨트롤러(103)는 열전대(102)의 신호에 따라 히터 전원(101)에 지령을 송신하고 히터(87)의 가열을 제어하여 기판적재대(86)를 소정의 온도로 제어하도록 되어 있다.

[0034] 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)의 기판 적재대(86)는 연결 부재(89)에 의해 수직으로 연장되는 복수의 프레임(90)에 연결되어 있다. 프레임(90)은, 용기(81)의 저부에 설치되어 있다.

[0035] 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)에는, 기판 적재대(86)의 상부의 양쪽의 긴 변 단부에 빗살형을 이루며 기판(G)을 지지하여 승강시키는 한 쌍의 기판 승강 부재(88)가 기판 적재대(86)에 적재된 상태로 기판 적재대(86)의 일부를 이루도록 설치되어 있다. 그리고, 기판 승강 부재(88)의 상면과 기판 적재대(86)의 상면은 동일 높이의 면을 구성하고 있다. 또한, 본 예에 있어서는 기판 적재대(86)를 금속제로 했지만 세라믹스제로 하여도 좋다.

[0036] 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)의 각 기판 승강 부재(88)는, 도 4에 도시한 바와 같이 2개씩의 지지 막대(93)에 지지되도록 되어 있고, 이들 지지 막대(93)는 연결 부재(94)에 연결되어 있다. 그리고, 3단으로 배치된 기판 승강 부재(88)에 대응하는 2개의 연결 부재(94)의 각각은 수직 방향으로 연장되는 2개의 연결 샤프트(95)에 각각 연결되어 있다. 양측 2개씩 합계 4개의 연결 샤프트(95)는 용기(81)의 저부를 퀘뚫고 나가 아래쪽으로 연장되어 있고 수평으로 설치된 지지 플레이트(96)에 지지되고 있다. 그리고 지지 플레이트(96)는 2개의 실린더 기구(97)에 의해 승강 가능하게 되어 있고, 이 지지 플레이트(96)의 승강에 따라 기판 승강 부재(88)가 승강하도록 되어 있다.

[0037] 용기(81)의 저벽에는 가스 도입구(111)가 형성되어 있고, 거기에 가스 공급 배관(112)이 접속되어 있다. 이 가스 공급 배관(112)에는 압력 조정 가스 공급원(113)이 접속되어 있다. 가스 공급 배관(112)에는 가스 유량을 제어하는 유량 제어기인 매스 플로우 컨트롤러(114)와 그 전후의 개폐 밸브(115)가 설치되어 있다. 그리고 압

력 조정 가스 공급원(113)으로부터 가스 공급 배관(112)을 통하여 용기(81) 내에 Ar 가스, N₂ 가스 등의 압력 조정 가스가 공급되도록 되어 있다.

[0038] 또한, 용기(81)의 천장벽에는 용기(81) 내를 배기하기 위한 배기구(121)가 설치되어 있고 이 배기구(121)에는 배기 배관(122)이 접속되어 있다. 배기 배관(122)에는 자동 압력 제어 밸브(APC)(123)와 배기 장치(124)가 설치되어 있고, 자동 압력 제어 밸브(APC)(123)에 의해 용기(81) 내의 압력을 제어하면서 배기 장치(124)에 의해 용기(81) 내가 배기 되도록 되어 있다.

[0039] 용기(81)에는, 그 속의 압력을 검출하는 압력계(131)가 설치되어 있고, 이 압력계(131)의 검출치는 압력 컨트롤러(132)로 출력된다. 그리고, 압력 컨트롤러(132)는, 매스 플로우 콘트롤러(114), 밸브(115), 자동 압력 제어 밸브(APC)(123)에 제어 신호를 송신하고, 배기 및 압력 조정 가스의 공급을 제어하여 용기(81)내의 압력이 소정의 감압 상태로 되도록 제어한다.

[0040] 또한, 히터 컨트롤러(103) 및 압력 컨트롤러(132)는 기판 처리 시스템(1) 전체의 제어부(70)에 의해 제어되도록 되어 있다.

[0041] 이와 같이 구성되는 예비 가열실(20)에 있어서는, 히터 컨트롤러(103)에 의해 히터 전원(101)을 제어하여 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c) 기판 적재대(86)를 히터(87)에 의해 소정 온도로 가열해 두고, 게이트 밸브(61)를 개방하여 기판 반송 장치(50)의 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)에 지지된 기판(G)을 개구(82)로부터 반입한다.

[0042] 그리고, 실린더 기구(97)에 의해 기판 적재 기구(84a, 84b, 84c)의 기판 승강 부재(88)를 상승시켜, 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)으로부터 기판(G)을 기판 승강 부재(88) 상에 수취하고, 기판 반송 장치(50)의 기판 지지 아암(51a, 51b, 51c)을 공통 반송실(10)로 퇴피시키고 게이트 밸브(61)를 폐쇄한 후, 기판(G)을 지지한 기판 승강 부재(88)를 기판 적재대(86) 상에 강하시켜 기판(G)을 기판 지지 핀(86a) 상에 적재한다. 이에 의해, 실온으로 유지 되어 있던 기판(G)이 기판 적재대(86)에 의해 가열된다.

[0043] 한편, 게이트 밸브(61)를 폐쇄한 후, 상기 기판(G)의 적재 동작과 병행하여 압력 컨트롤러(132)에 의해 매스 플로우 컨트롤러(114)를 제어하면서 압력 조정 가스 공급원(113)으로부터 압력 조정 가스를 용기(81) 내에 공급하여, 용기(81) 내의 압력을 가스에 의한 열전달이 가능한 제1의 압력(P1)으로 제어한다. 제1의 압력(P1)은 1Torr 이상 바람직하게는 3Torr 이상 보다 바람직하게는 10 내지 20Torr, 예를 들어 10Torr이다.

[0044] 이때, 기판(G)의 이면과 기판 적재대(86)의 상면의 사이에는, 기판 지지 핀(86a)에 의해, 거리(D)의 간극(갭)이 설치되어 있고, 또한 가스의 압력이 1Torr 이상이므로 기판(G)은 기판 적재대(86)로부터의 방사열에 더하여 갭에 존재하는 가스에 의한 열전달에 의해서도 가열되게 되어 비교적 고속으로 승온한다. 또한, 기판(G)이 기판 적재대(86)에 직접 적재되어 있는 경우에는, 기판 적재대(86) 표면의 미시적인 요철에 의해, 기판(G)의 기판 적재대(86)에 직접 접촉하고 있는 부분과 접촉하고 있지 않는 부분에서 열전달이 달라지므로, 기판(G)을 균일하게 가열하는 것은 곤란하지만, 기판(G)의 이면과 기판 적재대(86)의 표면의 사이에 간극(갭)을 설치하는 것에 의해 가스에 의한 열전달이 기판(G)의 전체면에서 균일하게 진행하여 기판(G)이 균일하게 승온되어 간다.

[0045] 그리고, 기판(G)이 소정 온도에 도달한 시점에서 용기(81) 내의 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 없는 압력인 제2 압력까지 저하시킨다. 제2 압력은, 100mTorr 이하 바람직하게는 1 내지 100mTorr, 예를 들어 100mTorr까지 저하시켜, 가스에 의한 열전달이 실질적으로 없는 상태로 하여, 기판(G)의 온도가 상기 소정 온도로 유지되도록 한다. 이 때, 기판(G)의 설정 온도 T1은 기판 적재대(86)의 상면의 온도를 T2라고 하면 $T_1 = T_2 - \Delta T$ 로 기판 적재대(86)의 상면의 온도 T2보다도 ΔT 만큼 낮은 온도로 된다. ΔT 는 예를 들어 20 내지 30°C 정도로 설정된다. 이렇게 용기(81) 내의 압력을 가스에 의한 열전달이 실질적으로 없는 정도로까지 저하시킴으로써 기판(G)의 온도를 오버 슛을 발생시키는 일 없이 균일한 온도 분포를 유지한 채, 설정 온도인 T1으로 유지하는 것이 가능해진다.

[0046] 즉, 기판(G)을 기판 적재대(86)의 상면으로부터 이격시킨 상태로 하여, 승온 시에는 용기(81) 내의 압력을 높여 하여 가스에 의한 열전달을 이용하여 기판(G)을 가열하고, 온도 유지시에는 가스에 의한 열전달이 실질적으로 발생하지 않는 제2 압력으로 제어하므로, 기판(G) 온도의 면내 균일성을 확보하면서 기판을 신속하게 승온하고, 또한 오버 슛 등이 발생하는 일 없이 높은 온도 안정성으로 설정 온도인 T1으로 기판(G)을 유지할 수 있다.

[0047] 또한, 저항 가열형의 히터(87)에 의해 기판(G)을 가열하므로 램프 가열을 사용하는 경우와 같은 장치 비용이 높아지는 문제를 회피할 수 있다.

[0048] 이 때의 기판(G)의 온도 프로파일 예를 도 6에 도시한다. 기판(G)의 온도 프로파일은, 예를 들어 기판에 열전

대를 설치함으로써 파악할 수 있다. 원하는 온도 프로파일은 제1 압력 P1, 제2 압력 P2, 기판 적재대 온도 T2, 기판(G)의 이면과 기판 적재대(86)의 상면의 사이 간극의 거리(D)를 적절히 제어함으로써 실현할 수 있다. 특히 간극의 거리(D)를 조정할 수 있으므로 이것에 의해 온도 프로파일의 미세 조정을 행하는 것이 가능해진다. 또한, 수나사부(86b)를 갖는 기판 지지 펀(86a)을 회전시키는 것만으로 간극 조정을 행할 수 있으므로 간극의 조정에 의한 온도 프로파일의 미세 조정을 자극히 용이하게 행할 수 있다.

[0049] 실제 기판(G)의 가열 처리시에는 기판(G)의 온도를 직접 검출할 수 없기 때문에 미리 제1 압력 P1, 제2 압력 P2, 기판(G)의 이면과 기판 적재대(86)의 상면의 사이의 간극의 거리(D)에 따라 기판 적재대 온도 T2와 기판 온도 T1의 관계를 파악해 두고, 기판 온도 T1을 얻기 위한 기판 적재대 온도 T2를 미리 설정한다. 또한, 제1 압력 P1으로부터 제2 압력 P2로 전환하는 타이밍에 대하여도, 실제 기판 온도로부터 파악할 수 없으므로 미리, 제1 압력 P1, 제2 압력 P2, 기판(G)의 이면과 기판 적재대(86)의 상면의 사이의 간극의 거리(D)에 따라, 압력 전환 까지의 시간을 파악해 두고, 이 시간이 경과한 시점에서 압력을 전환하도록 한다.

[0050] 또한, 이와 같이 용기(81) 내의 압력을 저하시키는 것에 의해 기판(G)의 온도를 소정의 온도로 유지할 수 있으므로, 반송의 사정 등에 의해 예비 가열실(20)에 기판(G)을 넣고 나서 취출할 때까지의 시간이 처리실(30a)의 경우와 처리실(30b)의 경우에서 달라도, 거의 동일한 조건에서 성막을 행할 수 있다.

[0051] 또한, 본 발명은 상기 실시 형태에 한정되는 일 없이 여러가지 변형 가능하다. 예를 들어, 상기 실시 형태에서는 3매의 기판을 일괄하여 반송하고 처리하는 처리 시스템을 도시했지만, 이에 한하지 않고 1매이어도 좋고, 3매 이외의 복수 매이어도 좋다. 또한, 처리 시스템의 형태에 대하여도 도 1의 것으로 한하지 않고, 예를 들어 처리실은 2개로 한하지 않고 3개 이상이어도 좋다.

부호의 설명

[0052] 1 : 기판 처리 시스템

10 : 공통 반송실

20 : 예비 가열실(기판 처리 장치)

30a, 30b : 처리실

40 : 로드로크실

50 : 기판 반송 장치

51a, 51b, 51c : 기판 지지 아암

61, 62, 63, 64 : 게이트 밸브

70 : 제어부

81 : 용기

84a, 84b, 84c : 기판 적재 기구

86 : 기판 적재대

87 : 히터

88 : 기판 승강 기구

101 : 히터 전원

102 : 열전대

103 : 히터 컨트롤러

112 : 가스 공급 배관

113 : 압력 조정 가스 공급원

114 : 매스 플로우 컨트롤러

122 : 배기 배관

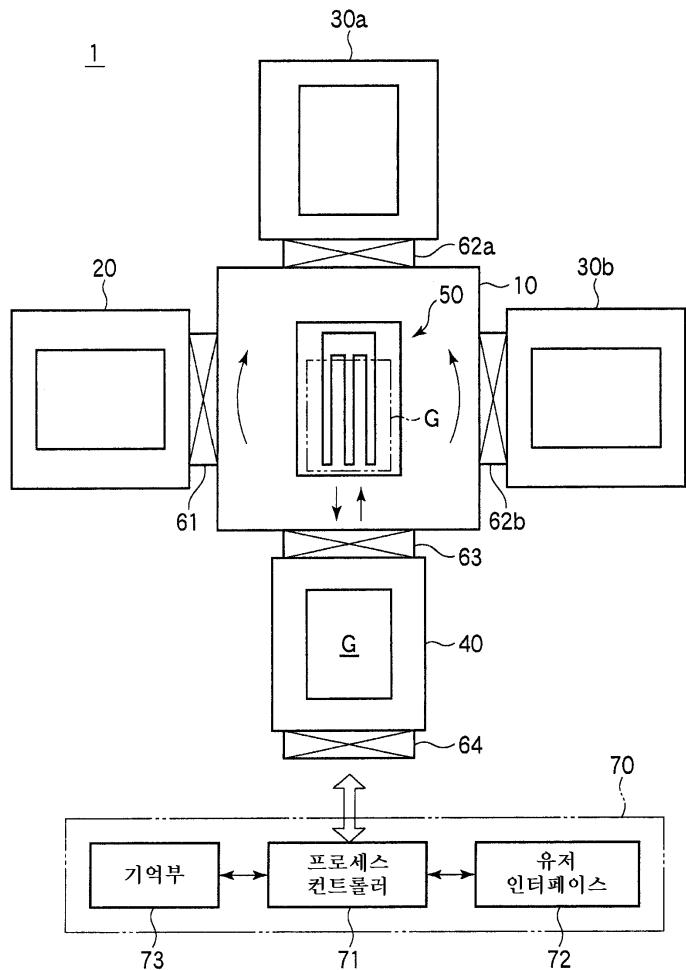
123 : 자동 압력 제어 밸브(APC)

124 : 배기 장치

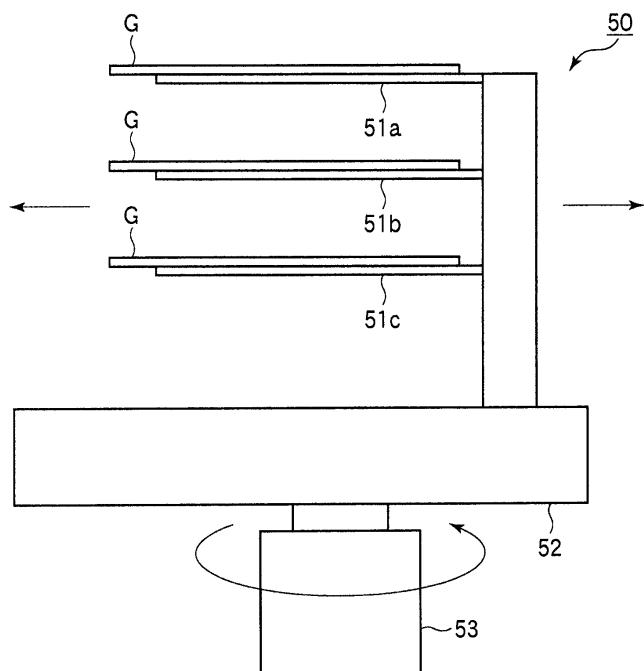
131 : 압력계

132 : 압력 컨트롤러

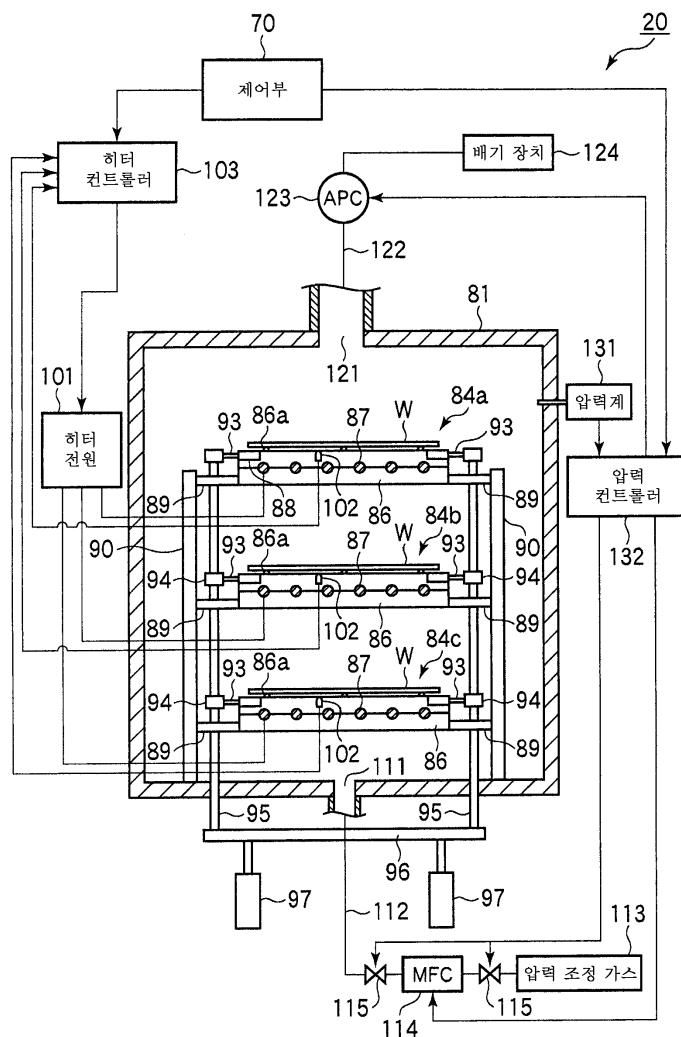
G : 기관

도면**도면1**

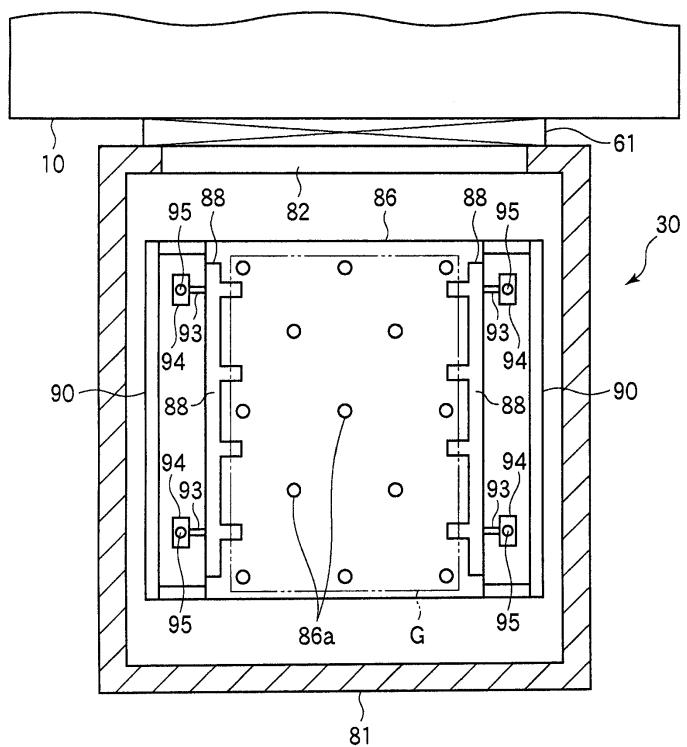
도면2



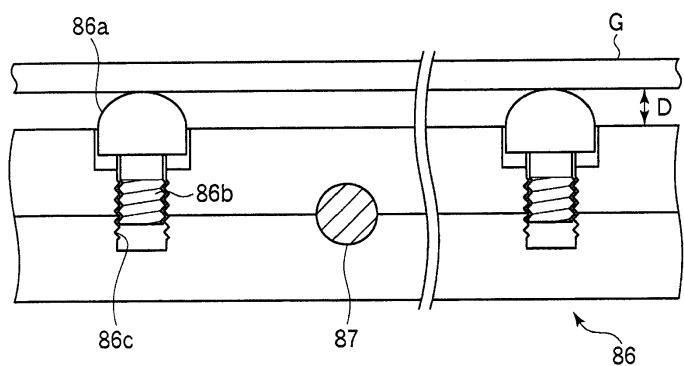
도면3



도면4



도면5



도면6

