



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0048007
(43) 공개일자 2025년04월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) C23C 16/02 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/67069 (2013.01)
C23C 16/0236 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7005042
(22) 출원일자(국제) 2023년09월27일
심사청구일자 2025년02월17일
(85) 번역문제출일자 2025년02월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/035295
(87) 국제공개번호 WO 2025/069286
국제공개일자 2025년04월03일

(71) 출원인
주식회사 히타치하이테크
일본국 도쿄도 미나토쿠 토라노몬 1초메 17방 1고
(72) 발명자
야마다 마사키
일본국 1008280 도쿄도 지요다쿠 마루노우치
1-6-6 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
이와이 다카히로
일본국 1008280 도쿄도 지요다쿠 마루노우치
1-6-6 가부시끼가이샤 히다치 세이사꾸쇼 내
(74) 대리인
문두현

전체 청구항 수 : 총 9 항

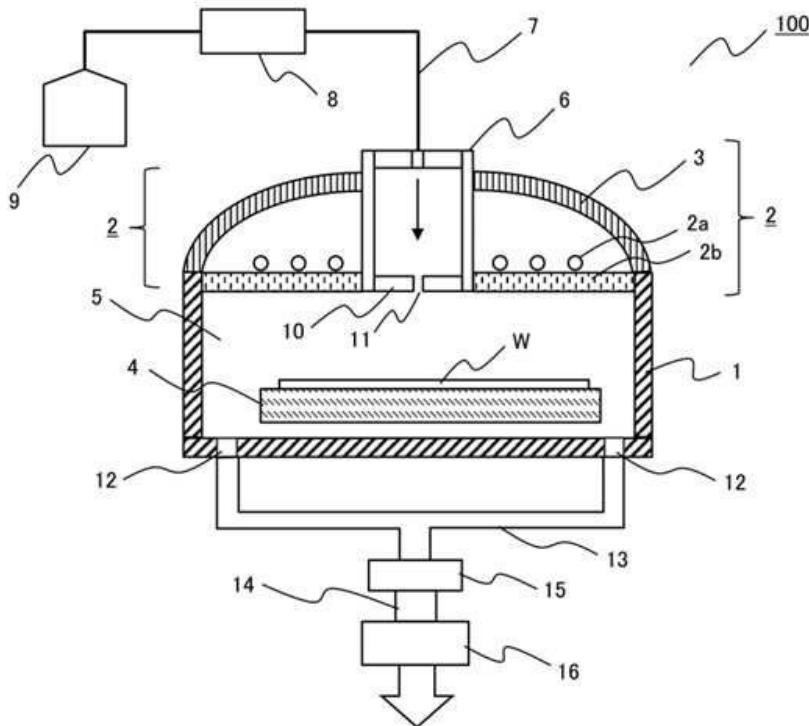
(54) 발명의 명칭 웨이퍼 처리 장치

(57) 요약

처리의 정밀도와 수율을 향상시킨 웨이퍼 처리 장치를 제공하기 위해, 진공 용기(1) 내부에 배치된 처리실(5)과, 상기 처리실 내의 하부의 중앙부에 배치되어 처리 대상의 웨이퍼(W)가 그 위에 놓여 지지되는 시료대(4)와, 상기 시료대의 상면의 중앙부의 상방에 배치되어 상기 처리실 내에 상기 웨이퍼를 처리하기 위한 가스를 도입하는 가

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



스 도입구(11)를 갖는 가스 도입부(6)와, 상기 가스 도입부의 주위에 배치되어 상기 처리실의 천장면을 구성하는 램프 유닛(2)을 구비하고, 상기 램프 유닛은, 상기 가스 도입부의 주위에 다중으로 배치되어 전자파를 상기 시료 대 상의 상기 웨이퍼에 조사하는 링 형상의 복수의 램프(2a)와, 상기 복수의 램프의 상방에서 상기 가스 도입부의 주위에 링 형상으로 배치되어 상기 복수의 램프로부터 방사된 전자파를 하방 또한 상기 처리실의 중심측의 영역을 향해서 반사 가능하게 구성된 반사면을 갖는 반사 부재(2)로서, 상기 반사면의 높이가 상기 가스 도입부에 가까운 개소가 보다 높고 상기 가스 도입부로부터 외주측으로 향함에 따라 낮게 된 반사 부재를 구비한 웨이퍼 처리 장치를 구성한다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/3065 (2013.01)

H01L 21/67098 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

진공 용기 내부에 배치된 처리실과, 상기 처리실 내의 하부의 중앙부에 배치되어 처리 대상의 웨이퍼가 그 위에 놓여 지지되는 시료대와, 상기 시료대의 상면의 중앙부의 상방에 배치되어 상기 처리실 내에 상기 웨이퍼를 처리하기 위한 가스를 도입하는 가스 도입구를 갖는 가스 도입부와, 상기 가스 도입부의 주위에 배치되어 상기 처리실의 천장면을 구성하는 램프 유닛을 구비하고,

상기 램프 유닛은, 상기 가스 도입부의 주위에 다중으로 배치되어 전자파를 상기 시료대 상의 상기 웨이퍼에 조사하는 링 형상의 복수의 램프와, 상기 복수의 램프의 상방에서 상기 가스 도입부의 주위에 링 형상으로 배치되어 상기 복수의 램프로부터 방사된 전자파를 하방 또한 상기 처리실의 중심측의 영역을 향해서 반사 가능하게 구성된 반사면을 갖는 반사 부재로서, 상기 반사면의 높이가 상기 가스 도입부에 가까운 개소가 보다 높고 상기 가스 도입부로부터 외주측으로 향함에 따라 낮게 된 반사 부재를 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 반사 부재의 반사면이 중심측의 단부로부터 외주측의 단부를 향해서 높이가 낮게 된 곡면으로 구성된 웨이퍼 처리 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 램프 유닛은 상기 반사 부재의 하측에, 상기 가스 도입부의 주위이며 상방에서 보아 상기 시료대의 중심 주위에 링 형상으로 배치된 평판 형상의 복수의 반사판을 구비하고, 상기 복수의 반사판에서 반사된 상기 전자파가 상기 복수의 램프끼리의 사이의 극간 또는 상기 램프와 상기 가스 도입부 사이의 극간을 통해서 상기 시료대 상의 상기 웨이퍼에 조사되는 웨이퍼 처리 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 램프 유닛이, 상기 가스 도입부의 주위이며 상방에서 보아 상기 시료대의 중심 주위에서 당해 중심으로부터 복수의 상이한 반경 위치에서 상기 복수의 반사판으로 이루어지는 복수의 반사판 유닛을 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 반사판 유닛은, 각각마다 상기 시료대 상면으로부터 상이한 높이로, 각각을 구성하는 상기 복수의 반사판을 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 복수의 반사판의 각각의 반사면을 수평면에 대해서 경사지는 각도를 가변으로 조절하는 각도 가변 기구로서, 상기 전자파를 상기 시료대의 중심측 또는 외주측을 향해서 반사하도록 상기 복수의 반사판의 각 경사 각도를 조절하는 각도 가변 기구를 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 복수의 반사판의 각각의 반사면을 수평면에 대해서 경사지는 각도를 가변으로 조절하는 각도 가변 기구로서, 상기 전자파를 상기 시료대의 중심측 또는 외주측을 향해서 반사하도록 상기 복수의 반사판의 각 경사 각도를 조절하는 각도 가변 기구를 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 복수의 반사판의 각각의 반사면을 수평면에 대해서 경사지는 각도를 가변으로 조절하는 각도 가변 기구로서, 상기 전자파를 상기 시료대의 중심측 또는 외주측을 향해서 반사하도록 상기 복수의 반사판의 각 각도를 조절하는 각도 가변 기구를 구비한 웨이퍼 처리 장치.

청구항 9

제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼의 처리 중에 상기 웨이퍼의 온도를 중심측의 영역이 낮고 외주측의 영역이 높은 분포 및 중심측의 영역이 높고 외주측의 영역이 낮은 분포 모두를 실현하는 기능을 구비한 웨이퍼 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 웨이퍼 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스에서는, 저소비 전력화나 기억 용량 증대의 요구 때문에, 가일층의 미세화, 및, 디바이스 구조의 3차원화가 진행되고 있다. 3차원 구조의 디바이스의 제조에서는, 구조가 입체적이고 복잡하기 때문에, 종래의 웨이퍼면에 대해서 수직 방향으로 에칭을 행하는 「수직 에칭」에 더하여, 가로 방향으로도 에칭이 가능한 「등방성 에칭」이 요구되고 있다.

[0003] 등방성 에칭을 드라이 처리로 고(高)정밀도로 행하는 종래의 기술의 예로서, 일본국 특개2015-185594호 공보(특허문헌 1)에 기재된 흡착·탈리 방식의 에칭 방법이 알려져 있다. 이 종래 기술에서는, 최초로 플라즈마에서 생성된 라디칼을 처리실 내부에 배치된 스테이지 상에 놓인 피처리체의 피에칭층의 표면에 흡착시키고, 화학 반응에 의해 반응층을 형성시키고(흡착 공정), 다음으로, 열에너지를 부여해서 이 반응층을 탈리시켜 제거하는 것(탈리 공정)이 행해진다. 이 흡착 공정과 탈리 공정을 교호로 사이클로 반복함으로써 에칭이 행해진다.

[0004] 이 종래 기술에서는, 탈리 공정에 있어서 열에너지를 피처리체의 표면에 부여하기 위해, 처리실 내에 배치된 스테이지 상부에 자외선 또는 적외선 영역의 전자파를 방사하는 램프를 구비하고 있다. 탈리 공정에서는, 단시간에 피에칭층 표면의 반응층이 승화하는 온도까지 피처리체가 가열된다.

[0005] 또한, 일본국 특개2020-097060호 공보(특허문헌 2)에는, 진공 용기 내부에 배치된 처리실의 내측의 스테이지를 구비하고, 그 바로 위쪽의 라디칼 등 반응성의 입자가 처리실 내에 공급되는 유로의 주위에서 다중으로 배치된 적외선 영역의 전자파(이하, 적외광 또는 IR 혹은 IR 광이라 칭함)를 조사하는 링 형상의 IR 램프와, 이들 IR 램프의 상부에 배치되어 IR 램프로부터 방사된 IR 광을 하방의 처리실 내의 웨이퍼 스테이지 상면 또는 당해 상면에 놓인 웨이퍼를 향해서 반사하는 반사판이 배치되어 있다. 본 종래 기술은, 이 구성에 의해, IR 램프로부터 직접 조사되는 IR 광과 함께 반사판에서 반사된 IR 광이 웨이퍼에 조사되어, 단시간에 웨이퍼의 가열이 행해진다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본국 특개2015-185594호 공보

(특허문헌 0002) 일본국 특개2020-097060호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 상기 종래 기술과 같이, 용기 중의 처리실 내에 공급되는 반응성을 가진 가스나 증기를 구성하는 입자(에천트)는, 처리실 내부의 중앙부에 배치되어 웨이퍼가 그 위에 놓여 지지되는 시료대의 상면의 중앙의 상방에 배치된 도입구로부터 하방을 향해서 공급된다. 에천트는, 웨이퍼의 상면에 접해서 부착되고, 웨이퍼 상면에 미리 배치된 처리 대상의 막층을 포함하는 복수의 막층을 구비한 막 구조의 당해 처리 대상의 막의 표면과 반응한다. 이 웨이퍼 상면에서의 반응의 양과 그 크기의 분포는, 예를 들면, 공급되는 에천트의 양과 반응의 온도의 밸런스에 크게 영향을 받는다.
- [0008] 공급되는 에천트의 양은, 반응성을 갖는 가스나 증기의 유로에 크게 의존해서 변화한다. 그래서, 에천트의 양의 웨이퍼 상면의 직경 방향 혹은 원주 방향에 대해서(면내 방향에 대해서)의 불균일을 억제하기 위해서, 웨이퍼에 도달한 에천트의 입자가 웨이퍼의 중심으로부터 외주의 영역을 향해서 이동한 후에, 시료대와 그 주위의 처리실의 내벽 사이의 공간으로부터 배기되는 구성, 구체적으로는, 가스 도입구의 개구와, 웨이퍼의 중심과, 시료대의 외주측에 위치하여 시료대의 외주측벽을 둘러싸는 링 형상의 상기 공간의 상하 방향의 중심축이 합치 혹은 이것에 근사한 위치에 배치된 동축의 배기에 있어서 배기되는(동축 배기)의 구성이 바람직하다. 상기 종래 기술은 이 동축 배기의 구성을 구비하고 있다.
- [0009] 한편, 이들 종래 기술에 있어서 IR(적외선) 램프를 사용해서 웨이퍼를 가열하는 구성에서는, 그 가열의 속도 및 얻어지는 온도의 분포의 정밀도를 확보하기 위해서는, 웨이퍼의 상면의 전체에 걸쳐 원하는 세기나 양으로 된 IR 광을 조사하는 것이 요구된다. 그러나, 상기 종래 기술에 있어서, 가스 도입구가 웨이퍼의 중심 상방에 배치된 경우, IR 램프는 웨이퍼의 중앙의 바로 위의 개소에는 배치되지 않고, 가스 도입구의 주위에 위치할 수밖에 없다. 이 때문에, 이와 같은 구성에 있어서, 웨이퍼의 중심 부분의 온도, 혹은 웨이퍼의 온도와 그 웨이퍼의 면내 방향에 대한 분포를 원하는 것으로 조절함에 있어서, 그 정밀도가 손상될 우려가 있다. 이것은, 웨이퍼 상면의 외주측 부분과 비교해서, 중심부의 영역의 에칭 처리 후의 형상의 불균일이나 정밀도의 상대적인 저하로 이어질 우려가 있다.
- [0010] 본 발명의 목적은, 처리의 정밀도와 수율을 향상시킨 웨이퍼 처리 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 과제는, 진공 용기 내부에 배치된 처리실과, 상기 처리실 내의 하부의 중앙부에 배치되어 처리 대상의 웨이퍼가 그 위에 놓여 지지되는 시료대와, 상기 시료대의 상면의 중앙부의 상방에 배치되어 상기 처리실 내에 상기 웨이퍼를 처리하기 위한 가스를 도입하는 가스 도입구를 갖는 가스 도입부와, 이 가스 도입부의 주위에 배치되어 상기 처리실의 천장면을 구성하는 램프 유닛을 구비하고, 상기 램프 유닛은, 상기 가스 도입부의 주위에 다중으로 배치되어 전자파를 상기 시료대 상의 상기 웨이퍼에 조사하는 링 형상의 복수의 램프와, 상기 복수의 램프의 상방에서 상기 가스 도입부의 주위에 링 형상으로 배치되어 상기 복수의 램프로부터 방사된 전자파를 하방 또한 상기 처리실의 중심축의 영역을 향해서 반사 가능하게 구성된 반사면을 갖는 반사 부재로서, 상기 반사면의 높이가 상기 가스 도입부에 가까운 개소가 보다 높고 상기 가스 도입부로부터 외주측으로 향함에 따라 낮게 된 반사 부재를 구비한 웨이퍼 처리 장치에 의해 달성된다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따르면, 램프로부터 방사된 전자파를 상방에서 소정의 방향으로 반사시켜, 웨이퍼의 온도의 값과 그 분포를 원하는 것으로 변화시키는 것이 가능해진다. 이에 의해, 처리 중의 웨이퍼의 온도를 정밀하게 처리하기에 적합한 범위 내의 것으로 할 수 있어, 처리의 수율이 향상된다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도이다.
도 2는 도 1에 나타내는 실시예의 변형예에 따른 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단

면도이다.

도 3은 도 2에 나타내는 변형예에 있어서, 복수의 가동식 반사판의 반사면을 웨이퍼 상면에 평행하게 한 경우의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도와, 이 경우 웨이퍼 상면의 반경 방향에 대한 온도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 4는 도 2에 나타내는 변형예에 있어서, 복수의 가동식 반사판의 반사면을 웨이퍼 상면에 대해서 기울여서 IR 광을 웨이퍼의 중심을 향해서 반사하는 경우의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도와, 이 경우의 웨이퍼 상면의 반경 방향에 대한 온도 분포를 나타내는 그래프이다.

도 5는 도 2에 나타내는 변형예에 있어서, 2개의 IR 램프 및 반사판과 그 하방의 웨이퍼(W) 상의 위치에 있어서의 IR 직사광과 IR 반사광의 강도(조도)의 크기의, 반사판의 반사면의 경사 각도의 변화에 따른 변화의 일례를 나타내는 그래프이다.

도 6은 도 5에 나타내는 IR 광의 강도의 변화의 일례의 산출에 사용되는 IR 램프 유닛의 배치의 모델을 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 7은 도 2에 나타내는 반사판의 각도를 소정의 값만큼 경사시킨 경우의 웨이퍼 상면의 직경 방향에 대한 IR 광의 강도(조도)의 분포의 일례를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 본 발명의 실시형태를, 이하 도면을 참조해서 설명한다. 이하, 본 발명의 실시예 및 변형예를 도 1 내지 도 7을 이용해서 설명한다.

[0015] 도 1은, 본 발명의 실시예에 따른 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도이다. 본 실시예의 웨이퍼 처리 장치(100)는, 크게 나뉘서, 내부가 감압 가능한 처리 용기와, 처리 용기의 상부에 접속되어 당해 처리 용기 내부에 처리 대상의 반도체 웨이퍼 등의 기판 상의 시료를 처리하기 위한 처리용 가스를 공급하는 가스 공급부와, 처리 용기의 하부에 접속되어, 처리 용기 내부의 가스를 배기하는 배기부를 구비하고 있다. 웨이퍼 처리 장치(100)는, 처리 용기가, 도시하지 않은 진공 용기이며 내부의 공간 내를 처리 대상의 시료가 반송되는 반송 용기와 연결되어 있고, 처리 용기 측벽에는, 반송 용기 내부와 처리 용기 내부 사이에서 시료가 내측을 통과하는 통로로서의 도시하지 않은 개구(게이트)가 구비되어 있다.

[0016] 처리 용기는, 금속제의 용기이며 내부에 원통 형상을 가진 공간인 처리실(5)을 구비한 진공 용기(1)와, 처리실(5) 내부의 하방에 배치되어 처리 대상의 시료인 웨이퍼(W)가 그 상면에 놓여 유지 또는 지지되는 시료대(4)를 구비하고 있다. 또한, 처리실(5)의 중앙부의 상방에 배치되어 처리실(5)에 공급되는 처리용 또는 희석용 혹은 클리닝용 가스가 파이프 형상 혹은 원통 형상의 내부의 공간을 흐르는 가스 도입 유닛(6)이 배치되어 있다. 당해 가스 도입 유닛(6)은, 처리실(5)의 천장면의 중앙부의 상방에 배치되고, 하단부가 처리실(5) 내부의 공간에 노출되어 처리실(5)의 천장면을 구성해도 된다.

[0017] 가스 도입 유닛(6)의 하단부에는, 유전체제의 원판 형상을 가진 가스 도입판(10)이 배치되어 있다. 가스 도입판(10)의 중앙부에는, 가스 도입 유닛(6) 내부의 원통형의 공간을 통과한 처리용 가스 등의 가스가 내측을 통과해서 처리실(5)을 향해서 도입되는 적어도 1개의 가스 도입구(11)가 배치되어 있다. 본 예에서는 가스 도입구(11)를 통과하여 처리실(5)에 진입한 처리용 가스의 입자는, 처리실(5) 내부에서 확산해서, 시료대(4) 상면에 놓인 웨이퍼(W) 상면에 미리 배치된 처리 대상의 막층 및 마스크용 막층을 포함하는 복수층을 가진 막 구조 상에 부착되고, 부착된 가스의 입자와 처리 대상의 막층 표면의 재료가 상호 작용 또는 반응을 발생시켜, 소기(所期)의 생성물이 형성된다.

[0018] 또한, 진공 용기(1)의 상부를 구성하고, 처리실(5)의 상방이며 가스 도입 유닛(6)의 외주를 둘러싸서 배치된 램프 유닛(2)이 구비되어 있다. 본 예의 램프 유닛(2)은, 처리실(5) 내부에 적외선 광(IR 광)을 조사해서 시료대(4) 상면 상에 놓인 웨이퍼(W)를 가열할 수 있는 램프이며, 가스 도입 유닛(6)의 외주를 둘러싸고 다중(본 도면에서는 3중)의 동심 형상으로 배치된 IR 램프(2a)를 갖고 있다. 또한 램프 유닛(2)은, IR 광이 투과 가능한 부재로 구성된 평판 형상의 링 형상의 부재이며 가스 도입 유닛(6)의 하단부의 주위에서 처리실(5)의 천장면을 구성하는 투과창(2b)을 구비하고 있다.

[0019] 또한, 본 예의 램프 유닛(2)은, IR 램프(2a)의 상방에는, 가스 도입 유닛(6)의 외주를 둘러싸고, IR 램프(2a) 및 투과창(2b)을 덮어서 배치된 판 형상의 부재이며, 중앙부의 위치가 높고 외주부의 위치가 낮게 된 만곡한 형

상을 갖는 커버 돔(3)을 구비하고 있다. 커버 돔(3)은, 중앙부에 원형의 개구를 갖고 상방에서 본 경우에 링 형상의 형상을 갖고, 내주연부는 가스 도입 유닛(6)의 외주를 둘러싸서 배치된다. 또한, 커버 돔(3)의 외측의 표면 및 하방의 표면(내표면)이 중앙부로부터 외주연부를 향해서 낮아지도록 경사져 있고, 그 경사의 각도는, 중앙으로부터 외주를 향함에 따라 커지는, 소위 돔 형상의 형상을 갖고 있다.

[0020] 커버 돔(3)의 내표면이 이와 같은 형상을 갖고, 당해 내표면이 IR 램프(2a)로부터 방사된 IR 광을 반사하는 반사면으로서 작용할 수 있도록 구성됨으로써, 링 형상으로 배치된 IR 램프(2a)로부터 조사된 IR 광의 적어도 일부는, 커버 돔(3)의 내표면에서 처리실(5)의 중앙 및 하방을 향해서 반사된다. 즉, 본 도면의 예에서는, 커버 돔(3)은 IR 광의 반사 부재로서, 하면(내표면)이 반사면으로서 사용된다. 이와 같이 각 IR 램프(2a)로부터 방사되어 커버 돔(3)의 내측 벽면에서 반사된 IR 광(IR 반사광)은, 하향 또한 스테이지(4) 상면의 중심을 향해서 진행하고, 다중의 링 형상으로 배치된 IR 램프(2a)끼리의 사이의 극간 및 가스 도입 유닛(6)과의 사이의 극간을 통과하여, 시료대(4) 상면 상방에 웨이퍼(W)가 놓여 있는 경우에는, 웨이퍼(W)의 중앙측의 표면에 조사된다.

[0021] 즉, 각 IR 램프(2a)로부터 상방을 향해서 방사된 IR 광은, 커버 돔(3)의 내표면에 의해 반사되어, 각 IR 램프(2a)보다도 웨이퍼(W)의 보다 중심측의 공간을 통과하여 웨이퍼(W)에 조사된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 상면의 중심측의 영역에서는, IR 램프(2a)로부터 직접 도달하는 IR 광(IR 직사광)에 더해, 외주측의 영역보다 IR 반사광이 많이 조사되어, 보다 큰 강도 또는 양의 IR 광이 조사된다.

[0022] 진공 용기(1)의 하부는 배기 펌프(16)와 이에 접속된 배기관(13)을 포함하는 배기부와 연결된다. 배기부에 있어서, 배기관(13)의 일단부는 진공 용기(1)의 저면과 접속되고, 배기관(13)의 내부는, 시료대(4)의 하방이며 처리실(5)의 하부에 면해서 배치된 배기구(12)를 통해 처리실(5) 내부와 연통된다. 배기부에는, 배기구(12)에 접속된 배기관(13)의 타단부와 배기 펌프(16)의 입구 사이에, 배기관(13) 내부를 흐르는 처리실(5)로부터의 배기 가스의 유량 또는 속도를 조절하는 유량 조절 밸브(15)가 구비되어 있고, 유량 조절 밸브(15)와 배기 펌프(16) 사이가 배기관(14)으로 접속되어 있다.

[0023] 가스 도입 유닛(6)의 상단은, 가스 공급부와 접속되어 있다. 가스 공급부는, 각 가스가 종류별로 나뉘어 내부에 저류된 탱크 등의 복수의 가스 저류부(9)와, 일단이 각 가스 저류부와 접속되고 타단이 가스 도입 유닛(6)의 상단과 접속되어 가스 저류부로부터의 가스가 내부를 통류하는 배관을 포함하는 가스 공급 라인(7)과, 가스 저류부(9)와 가스 도입 유닛(6) 사이의 가스 공급 라인(7) 상에 배치되어, 통류하는 가스의 유량 혹은 속도를 조절하는 MFC(매스 플로우 컨트롤러) 등의 가스 유량 조절기(8)를 구비하고 있다. 처리실(5) 내부의 압력은, 가스 도입구(11)로부터 처리실(5) 내에 도입되는 가스의 단위 시간당의 유량과, 배기구(12)를 통해서 배출되는 처리실(5)로부터의 가스 등의 입자의 단위 시간당의 유량의 밸런스에 의해, 처리에 적합한 범위 내의 값으로 조절된다.

[0024] 도 2를 이용해서, 본 발명의 실시예의 변형예를 설명한다. 도 2는, 도 1에 나타내는 실시예의 변형예에 따른 웨이퍼 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도이다. 도 1에 나타내는 실시예와 본 도면에 나타내는 변형예의 차이는, 변형예에 따른 웨이퍼 처리 장치(200)의 램프 유닛(2)이, 다중의 동심 형상의 링 형상을 갖고 배치된 IR 램프(2a)의 각각의 상방에서, 반사판이 다중의 동심 형상으로 또한 링 형상으로 배치된 복수의 평판 형상의 형상을 갖고 구성된 복수의 반사판 유닛(21, 22, 23)과, 가스 도입 유닛(6)의 외주측에 배치되어 반사판 유닛(21 내지 23)의 상방에서 반사판 유닛(21 내지 23), IR 램프(2a) 및 투과창(2b)을 덮고, 중앙부가 높고 외주부가 낮게 된 만곡한 상하 표면을 가진 커버 돔(3')을 구비하고 있는 점이다.

[0025] 본 예의 반사판 유닛(21, 22, 23)은, 각각이 웨이퍼(W) 또는 원형을 가진 시료대(4)의 중심을 통과하는 상하 방향의 축(중심축) 상의 상방에서 본 경우, 복수의 방형(方形)의 평판의 부재로 구성되어 IR 광을 반사 가능한 면(반사면)을 가진 복수의 반사판(21a, 21b, ..., 22a, 22b, ..., 23a, 23b, ...)이, 상기 중심으로부터 반경 방향에 대해서 상이한 길이의 3개의 반경 위치이며, 웨이퍼(W) 상면으로부터 각각이 3개의 상이한 높이의 원주 상에서 링 형상으로 배치되어 있다. 복수의 반사판(21a, 21b, ..., 22a, 22b, ..., 23a, 23b, ...)의 각각의 반사면과 반대측의 면(상면)이, 커버 돔(3')의 하면의 하측(내측)에 배치된 각도 조정 기구와 연결됨으로써, 처리실(5) 또는 시료대(4) 혹은 웨이퍼(W)의 중심을 향하도록 IR 램프(2a)로부터의 IR 광의 반사면을 기울이는 것이 가능하게 구성되어 있다.

[0026] 본 예에 있어서, 반사판 유닛(21, 22, 23) 각각을 복수의 집합으로서 구성하는 반사판(21a, 21b, ..., 22a, 22b, ..., 23a, 23b, ...)의 반사판의 반사면의 중심 개소는, 반사판 유닛마다, 웨이퍼(W) 또는 스테이지(4) 혹은 처리실(5)의 중심축으로부터의 반경을, 링 형상으로 배치된 3개의 IR 램프(2a) 각각의 반경과 합치 또는 이것으로 간주할 수 있을 정도로 근사시킨 위치에 배치되어 있다. 또한, 이들 3개의 반사판 유닛(21 내지 23) 각각에 속

하는 반사판의 반사면의 중심의 개소가 배치되는 웨이퍼(W) 상면으로부터의 높이는, 처리실(5) 또는 시료대(4), 웨이퍼(W)의 중심에 가까워짐에 따라 각각의 반사판의 집합마다 커진다. 즉, 반사판(21a, 21b, ...)의 중심의 위치가 가장 웨이퍼(W)로부터 높은 위치에 배치됨과 함께 IR 램프(2a)로부터의 상하 방향의 거리도 가장 크게 되어 있다.

[0027] 이와 같은 구성에 있어서, 각 반사판 유닛(21, 22, 23)의 반사판(21a, 21b, ..., 22a, 22b, ..., 23a, 23b, ...)의 반사면이, 반사된 IR 광(IR 반사광)이 처리실(5) 또는 스테이지(4), 웨이퍼(W) 상면의 중심을 향하도록, 소정의 각도로 경사시켜서 유지된 경우에는, 반사된 IR 광(IR 반사광)은, 각각이 하향 또한 웨이퍼(W) 상면의 중심을 향해서 진행하여, 다중의 링 형상으로 배치된 IR 램프(2a)끼리의 사이의 극간 및 가스 도입 유닛(6)과의 사이의 극간을 통과하여, 웨이퍼(W)의 상면에 조사된다. 즉, 각 IR 램프(2a)로부터 상방을 향해서 방사된 IR 광은, 각 반사판 유닛(21, 22, 23)에 의해 반사되어, 각 IR 램프(2a)보다도 웨이퍼(W)의 보다 중심측의 공간을 통과하여 웨이퍼(W)에 조사된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 상면의 중심측의 영역에서는, IR 램프(2a)로부터 직접 도달하는 IR 광(IR 직사광)에 더해, 외주측의 영역보다도 IR 반사광이 많이 조사되어, 보다 큰 강도의 IR 광이 조사된다.

[0028] 한편, 상기 반사면이 웨이퍼(W) 상면과 평행이 되도록 유지된 경우는, 상기의 경우와 마찬가지로, 웨이퍼(W) 상면에는 IR 반사광과 함께 IR 직사광이 조사되지만, IR 반사광을 중심측을 향하도록 각 반사판 유닛(21, 22, 23)의 반사판을 경사시킨 경우와 비교해서, 웨이퍼(W)의 중앙측의 영역에 조사되는 IR 반사광의 강도는 상대적으로 작아진다. 또한, 본 예에서는, 가스 도입 유닛(6)의 하단부가 처리실(5)의 천장면 중심부를 구성하고 있고 중심부 상방에 IR 램프를 배치해서, IR 램프(2a)의 IR 직사광을 웨이퍼(W) 상면에 대해서 수직 또는 이에 가까운 각도로 입사시켜서 얻어지는 강한 강도로 조사할 수 없다. 이 때문에, IR 직사광의 강도나 양에 대해서도, IR 직사광의 강도나 양도, 외주측에 조사되는 것에 대해서 상대적으로 작아진다.

[0029] 도 3은, 도 2에 나타내는 변형예의 반사판의 반사면을 시료대 또는 웨이퍼와 평행하게 유지한 경우에 얻어지는 웨이퍼 상의 온도의 분포의 예를 모식적으로 나타내는 그래프이다. 또, 본 도면에서는, IR 직사광을 실선의 화살표로, IR 반사광을 파선의 화살표로 표시하고 있다. 상기와 같이, 이 도면에 나타내는 예에서는, 램프 유닛(2)으로부터 하방으로 방사되는 IR 직사광은, IR 램프(2a)로부터 하방에 배치된 웨이퍼(W)의 상면에 직접적으로 조사된다. 다른 한편, IR 램프(2a)로부터 상방으로 방사된 IR 광은, 어느 반사판 유닛(21 내지 23)의 반사판의 반사면에서 하향이 되도록 반사된 IR 반사광이 되어, 3중의 동심 형상으로 배치된 링 형상을 가진 IR 램프(2a)끼리의 사이의 극간을 통과하여, 당해 극간의 하방의 웨이퍼(W) 상면에 조사된다.

[0030] 상기와 같이, 이 도면에 나타내는 예에서는, 램프 유닛(2)으로부터 방사되는 IR 직사광 및 IR 반사광의 강도 또는 양은, 웨이퍼(W)의 중앙부측의 영역과 비교해서 외주측의 영역에서 보다 커진다. 이 때문에, 웨이퍼(W) 상면의 온도는 상대적으로 중앙부측의 영역이 낮고, 외주측의 영역이 높은 분포가 된다.

[0031] 도 4는, 도 2에 나타내는 변형예의 반사판의 반사면을 시료대 또는 웨이퍼의 중심을 향해서 유지한 경우에 얻어지는 웨이퍼 상의 온도의 분포의 예를 모식적으로 나타내는 그래프이다. 또, 본 도면에서도, IR 직사광을 실선의 화살표로, IR 반사광을 파선의 화살표로 표시하고 있다. 상기와 같이, 이 도면에 나타내는 예에서는, 램프 유닛(2)으로부터 하방으로 방사되는 IR 직사광은, IR 램프(2a)로부터 하방에 배치된 웨이퍼(W)의 상면에 직접적으로 조사된다. 다른 한편, IR 램프(2a)로부터 상방으로 방사된 IR 광은, 어느 반사판 유닛(21 내지 23)의 반사판의 반사면에서 하향 또한 웨이퍼(W)의 중심을 향하도록 반사된 IR 반사광이 되어, 3중의 동심 형상으로 배치된 링 형상을 가진 IR 램프(2a)끼리의 사이의 극간을 통과하여, 당해 극간의 하방의 웨이퍼(W) 상면에 조사된다.

[0032] 또한, 최내주에 배치된 IR 램프(2a-1)로부터 상향으로 방사되어 IR 광이 반사판(21a, 21b, ...)에서 하향 또한 웨이퍼(W)의 중심측 영역을 향해서 반사된 IR 반사광은, 최내주의 IR 램프(2a-1)와 가스 도입 유닛(6)의 하단부의 외주연의 극간을 통과하고, 추가로 웨이퍼(W)의 중심을 향해서 진행하여 웨이퍼(W)의 상면에 조사된다. 상기와 같이, 투과창(2b)은 IR 광이 투과 가능한 재료로 구성되어 있는 구성에 더하여, 가스 도입 유닛(6)의 원통형의 측벽의 하단부 혹은 가스 도입관(10)이 IR 광을 투과시키는 재료로 구성되어도 되고, 이 경우에는, 처리실(5)의 천장면의 중심부를 구성하는 가스 도입 유닛(6)을 통해서, 반사판 유닛(21 내지 23)의 적어도 어느 하나에서 반사된 IR 반사광이, IR 직사광의 강도 혹은 양이 작은 웨이퍼(W)의 중심부에, 보다 큰 강도 또는 양으로 조사된다. 이 때문에, IR 반사광의 강도 또는 양은, 웨이퍼(W)의 외주측의 영역과 비교해서 중심측의 영역에서 보다 커지고, 웨이퍼(W) 상면의 온도는 상대적으로 중앙부측의 영역이 높고, 외주측의 영역이 낮은 분포가 된다.

- [0033] 도 5, 도 6을 이용해서, 도 2에 나타내는 변형예에 있어서의 램프 유닛(2)의 반사판의 반사면의 경사의 정도와 IR 램프(2a)로부터의 IR 직사광 및 IR 반사광의 강도(조도)의 크기의 변화의 일례를 설명한다. 도 5는, 도 2에 나타내는 변형예에 있어서, 2개의 IR 램프 및 반사판과 그 하방의 웨이퍼(W) 상의 위치에 있어서의 IR 직사광과 IR 반사광의 강도(조도)의 크기의, 반사판의 반사면의 경사 각도의 변화에 따른 변화의 일례를 나타내는 그래프이다. 도 6은, 도 2에 나타내는 반사판의 각도를 웨이퍼와 평행하게 한 경우와 반사판의 반사면의 각도를 소정의 값만큼 경사시킨 경우의, 웨이퍼 상면의 직경 방향에 대한 IR 광의 강도(조도)의 분포의 일례를 나타내는 그래프이다.
- [0034] 도 5, 도 7에서는, 램프 유닛(2)과 웨이퍼(W)의 배치, 상대적인 위치 관계를 포함하는 조건을 적절히 설정한 것을 모델로 해서, 이 조건에 있어서 상기 IR 광의 강도의 변화를 산출했다. 도 6은, 도 5에 나타내는 IR 광의 강도의 변화의 일례의 산출에 사용되는 IR 램프 유닛의 배치의 모델을 모식적으로 나타내는 도면이다.
- [0035] 도 6에서는, 웨이퍼(W)의 상방의 당해 웨이퍼(W) 상면으로부터 상방으로(도면 상 상하 방향) 높이(거리) d1의 위치에, 2개의 IR 램프(2a-1, 2a-2)가 수평 방향(도면 상 좌우 방향)에 대해서 거리 L만큼 이간해서 배치되어 있다. 또한, 이들 IR 램프(2a-1, 2a-2) 각각의 상방에는, 거리(높이) d2만큼 두고 반사판(21a, 22a)이 배치되어 있다. 본 도면에서는, 도면 상 좌측의 IR 램프(2a-1)는, 도 2에 있어서의 3중의 링 형상으로 배치된 IR 램프(2a) 중 처리실(5)의 중심으로부터의 반경 방향에 대해서 최내주측의 것이고, 도면 상 우측의 IR 램프(2a-2)는 당해 반경 방향에 대해서 두 번째 위치의 것이다. 이들의 상방에 위치하는 반사판(21a, 22a)은 각각 반사판 유닛(21, 22)에 속하는 것이다.
- [0036] 이들 IR 램프(2a-1, 2a-2) 및 반사판(21a, 22a)의 하방에 위치하는 웨이퍼(W)에 대해서, 상방으로부터 수직 하방으로 투영된 웨이퍼(W) 상의 개소(A, B) 사이의 거리를 L로 한다. 본 도면의 이와 같은 배치에 있어서, 반사판(21a)은 반사면을 웨이퍼(W)와 평행하게 유지하고, 반사판(22a)은 반사면을 수평한 방향(면)에 대해서 경사시키는 각도 θ 를 소정의 범위 내에서 변화시킨 경우의, IR 램프(2a-2)로부터 바로 위로 방사한 IR 직사광이 반사판(22a)에서 반사된 IR 반사광이 웨이퍼(W) 상에 조사되는 개소(위치) X에 있어서의 IR 램프(2a-1, 2a-2)로부터의 IR 직사광과 반사판(21a, 22a)으로부터의 IR 반사광의 합계의 강도를 산출하고 있다.
- [0037] 도 5에 있어서, 부호 502는 IR 램프(2a-1, 2a-2)로부터의 IR 직사광의 합계의 강도의 변화를, 부호 503은 반사판(21a, 22a)으로부터의 IR 반사광의 합계의 강도의 변화를, 부호 501은 IR 직사광의 합계의 강도(502) 및 IR 반사광의 합계의 강도(503)의 강도의 합의 변화를 나타내고 있다. 이 도면의 예에서는, 임의의 크기의 단위로서의 거리 L을 5, 높이 d1을 5, 높이 d2를 0.1로 해서 산출했다. 반사판(22a)이 경사지는 각도의 증대에 따라 위치 X는 위치 B로부터 멀어지도록 이동함과 함께, 위치 X에서의 IR 광의 강도(501)는 초기에 약간 증대한 후에 감소하는 것이 나타나 있다. 특히 본 도면의 예에서는, 위치 X가 도 6의 위치 A와 위치 B 사이에 위치하는 반사판(22a)의 경사 각도가 작은 조건에서 IR 광의 강도(501)가 최대가 되는 것이 나타나 있다.
- [0038] 도 7에 있어서, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 반경 방향에 대한 특정 위치의 상방에 IR 램프(2a) 및 그 상방의 반사판을 배치하고 당해 반사면의 각도를 소정의 값으로 한 경우에 있어서의, 웨이퍼(W)의 중심으로부터의 거리의 변화에 대한 IR 광의 강도의 변화가 나타나 있다. 이 도면에 있어서, IR 램프(2a)는 그래프 상 우단의 거리의 위치에 배치되어 있고, 부호 602는 IR 램프(2a)로부터의 IR 직사광의 강도의 변화를, 부호 603은 IR 램프(2a)의 상방의 반사판으로부터의 IR 반사광의 강도의 변화를, 부호 601은 IR 직사광의 강도(602) 및 IR 반사광의 강도(603)의 강도의 합의 변화를 나타내고 있다. 이 도면에 있어서, 웨이퍼(W) 상의 중심으로부터 반경 방향의 위치가 IR 램프(2a)의 상방으로부터의 투영 개소에 가까워짐에 따라, IR 직사광의 강도(602), IR 반사광의 강도(603)가 커지는 것을 알 수 있다.
- [0039] 본 발명자들은, 상기와 같은 검토의 결과로부터, 도 1, 도 2에 나타내는 실시예, 변형예에 있어서, 돔 형상을 구비한 반사판으로서의 커버 돔(3) 및 IR 램프(2a)의 각각 상방에서 상이한 반경의 원주를 따라 링 형상으로 배치된 복수의 반사판 유닛(21 내지 23)을 사용함으로써, 웨이퍼(W)의 중앙부의 온도를 외주측의 영역의 것보다 높은 온도의 분포를 형성할 수 있다는 지견을 얻었다. 또한, 상기 반사판 유닛(21 내지 23)의 반사면의 각도를, 웨이퍼(W)와 평행이 되는 상태를 0° 로 해서, 양음(正負)의 범위에서 가변으로 조절함으로써, 웨이퍼(W)의 온도의 값과 그 분포를, 소위 중고(中高), 외고(外高)를 포함해서, 원하는 것으로 하는 것을 상기(想起)했다.
- [0040] 이러한 웨이퍼(W)의 온도의 분포를 변화시키는 데 있어서, 반사판 유닛(21 내지 23)의 각 반사판이 부착된 각도 조정 기구는, 반사면이 웨이퍼(W) 또는 스테이지(4) 혹은 처리실(5)의 중심 또는 중심부측의 영역을 향한 각도로부터 이들의 외주측의 영역, 예를 들면 처리실(5)의 내주측벽을 향한 각도까지 변경하는 기능을 갖고 있어,

반사판 유닛(21 내지 23)의 각각에서 독립적으로 상이한 각도로 조절될 수 있다. 이와 같은 반사판 유닛(21 내지 23)의 각도는, 도 1, 2에는 도시되어 있지 않은 웨이퍼 처리 장치(100, 200)의 각부(各部)의 동작을 조절하는 지령 신호를 발신하는 제어부가, 스테이지(4) 내부에 배치된 복수의 온도 센서로부터의 출력을 수신하여 검출하고, 웨이퍼(W)의 온도의 값 또는 분포와 목표의 것과의 차이에 따라서, 각도 조정 기구에 신호를 송신해서, 조절한다.

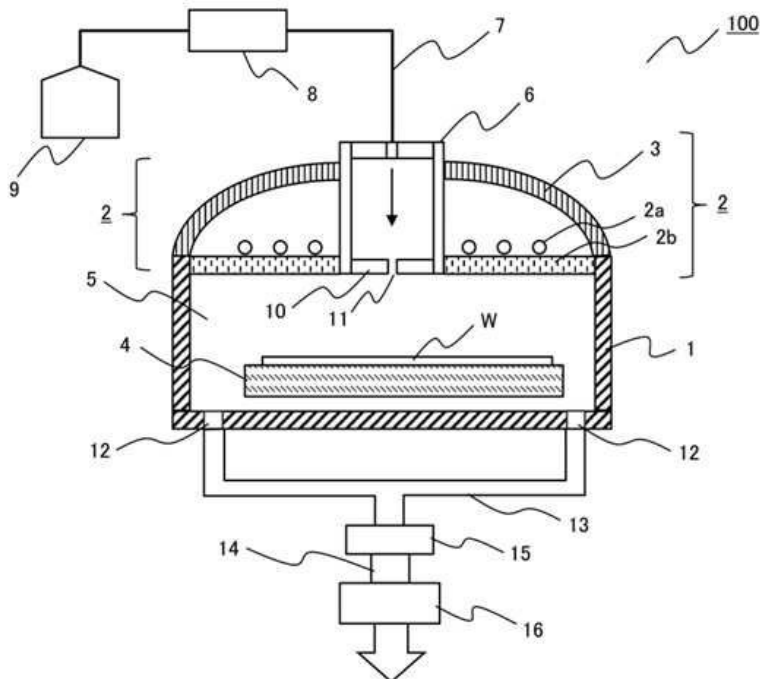
[0041] 상기 실시예, 변형예에 대해서 설명한 바와 같이, 본 실시예, 변형예에 있어서, 웨이퍼의 중심측에 보다 큰 강도 또는 양의 IR 반사광을 램프 유닛(2)으로부터 공급하거나, 혹은 램프 유닛(2)의 각도가 적절히 조절된 반사판 유닛(21, 22, 23)의 각 반사판에서 반사된 IR 반사광을 원하는 웨이퍼(W)의 영역에 조사함으로써, 처리에 적합한 웨이퍼(W)의 처리 중의 온도의 값과 그 분포가 얻어진다. 이에 의해, 웨이퍼 처리 장치(100, 200)에서 처리되는 웨이퍼(W)의 처리의 정밀도와 수율이 향상된다.

부호의 설명

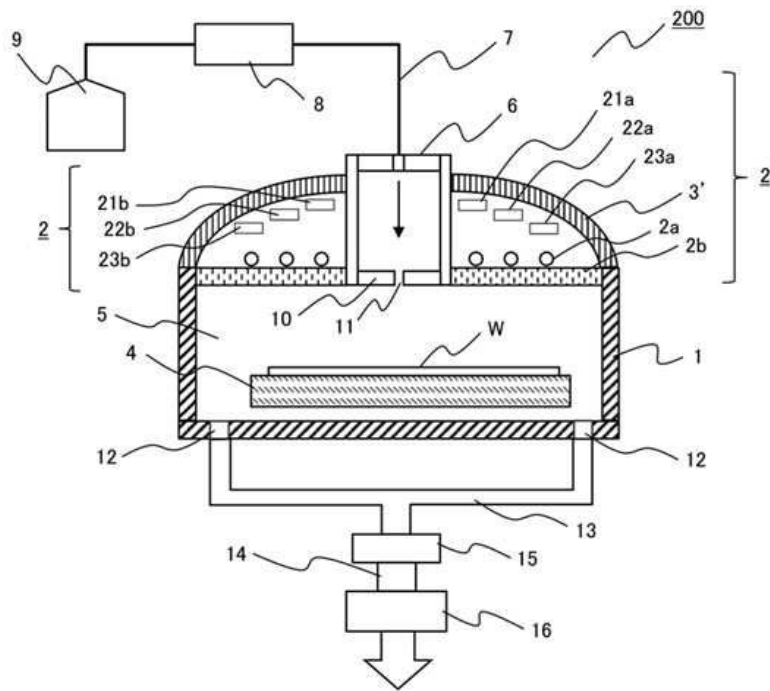
[0042] 1...진공 용기, 2...램프 유닛, 2a...IR 램프, 2b...투과창, 3...커버 돔, 4...시료대, 5...처리실, 6...가스 도입 유닛, 7...가스 공급 라인, 8...가스 유량 조절기, 9...가스 저류부, 10...가스 도입관, 11...가스 도입구, 12...배기구, 13, 14...배기관, 15...유량 조절 밸브, 16...배기 펌프, 21, 22, 23...반사판 유닛, 21a, 21b, 22a, 22b, 23a, 23b...반사판, 100, 200...웨이퍼 처리 장치

도면

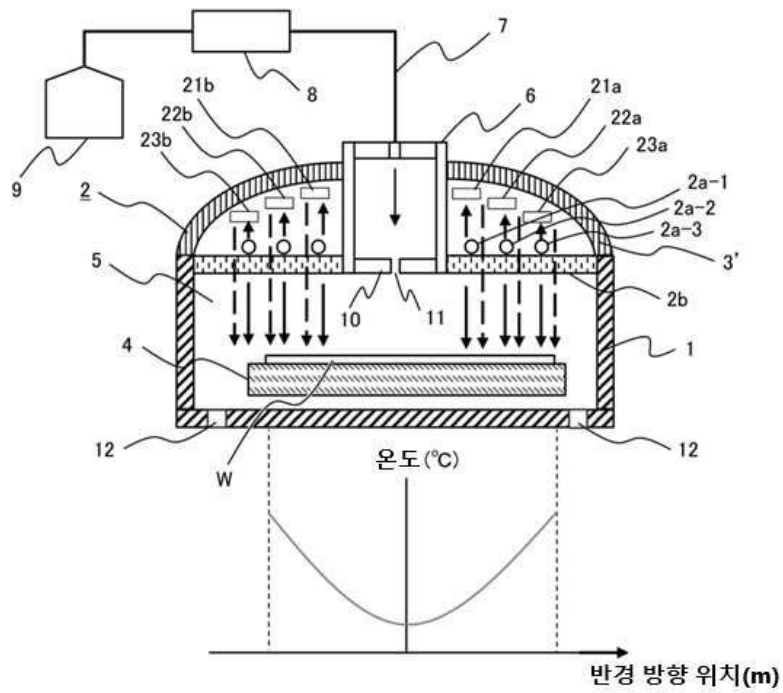
도면1



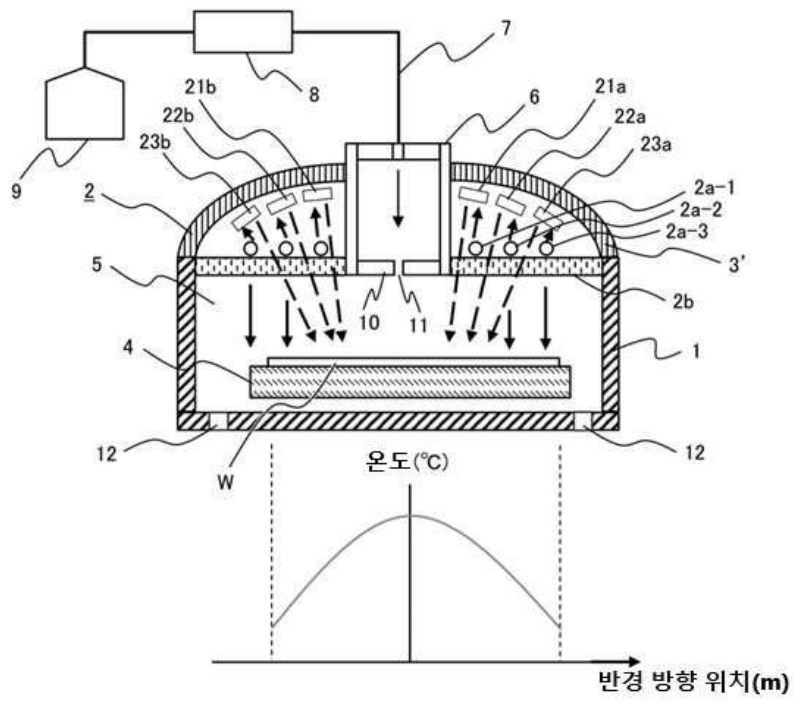
도면2



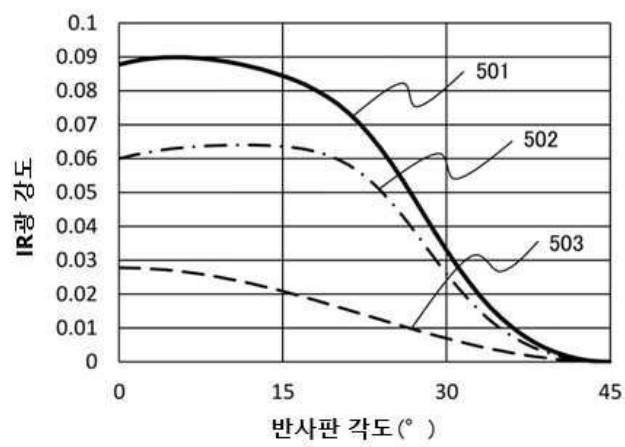
도면3



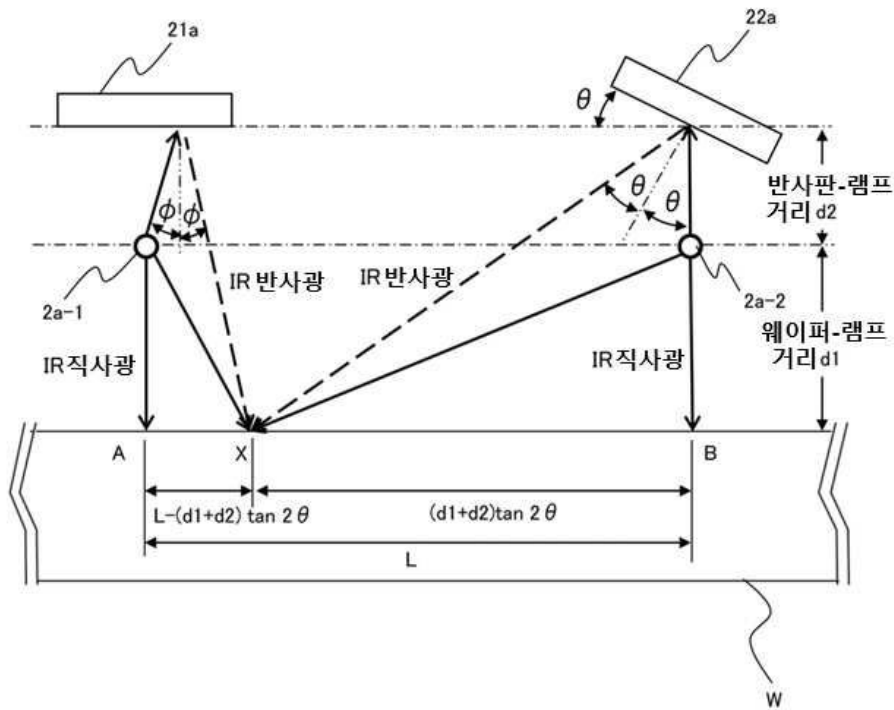
도면4



도면5



도면6



도면7

