



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년09월06일
 (11) 등록번호 10-0980519
 (24) 등록일자 2010년08월31일

- (51) Int. Cl.
H01L 21/205 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2007-7029248
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2006년04월27일
 심사청구일자 2007년12월14일
- (85) 번역문제출일자 2007년12월14일
- (65) 공개번호 10-2008-0017361
- (43) 공개일자 2008년02월26일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2006/308874
- (87) 국제공개번호 WO 2006/123526
 국제공개일자 2006년11월23일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2005-00143674 2005년05월17일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP14212736 A*
 JP2004311975 A
 US6635117 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
- (72) 발명자
 모리타 오사무
 일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉
 트론 주식회사 내
- (74) 대리인
 김창세

전체 청구항 수 : 총 11 항

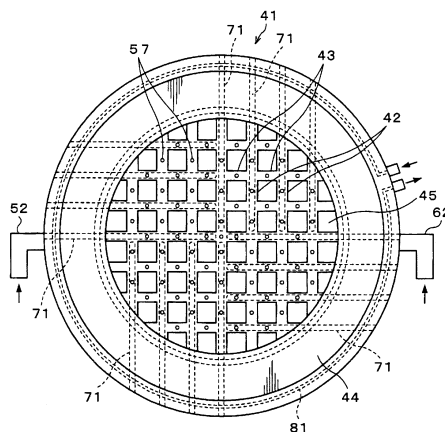
심사관 : 최정식

(54) 플라즈마 처리 장치

(57) 요약

본 발명은 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간과, 기판이 위치되어 플라즈마 처리되는 처리 공간을 구비하는 처리 용기와, 처리 용기 내의 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 분리하기 위해 처리 용기 내에 배치된 가스 공급 플레이트와, 처리 가스를 처리 공간 내로 공급하기 위해 가스 공급 플레이트에 마련된 처리 가스 공급 구멍과, 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 연통시키기 위해 가스 공급 플레이트에 마련된 복수의 개구와, 가스 공급 플레이트의 중심 영역으로부터 가스 공급 플레이트의 주변 영역까지 연장되며, 가스 공급 플레이트를 형성하는 재료의 열전달율보다 높은 열전달율을 갖는 열전달 부재를 포함하는 플라즈마 처리 장치이다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간과, 기판이 탑재되어 플라즈마 처리되는 처리 공간을 구비하는 처리 용기와,

상기 처리 용기 내의 상기 플라즈마 생성 공간과 상기 처리 공간을 분리하도록 상기 처리 용기 내에 배치된 가스 공급 플레이트와,

처리 가스를 상기 처리 용기 내로 공급하기 위해 상기 가스 공급 플레이트에 마련된 처리 가스 공급 구멍과,

상기 플라즈마 생성 공간과 상기 처리 공간을 연통시키기 위해 상기 가스 공급 플레이트에 마련된 복수의 개구와,

상기 가스 공급 플레이트의 중심 영역으로부터 상기 가스 공급 플레이트의 주변 영역까지 연장되며, 상기 가스 공급 플레이트를 형성하는 재료의 열전달율보다 높은 열전달율을 갖는 열전달 부재로 구성되는 플라즈마 처리 장치에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트에 있어서의 상기 기판에 대향하는 영역은, 수직방향 바아와 측방향 바아가 격자 형상으로 배치된 4개의 부채꼴 영역으로 구획되며,

2개의 부채꼴 영역 내에서는 상기 열전달 부재의 적어도 일부가 수직방향 바아 내부에 마련되며,

다른 2개의 부채꼴 영역 내에서는 상기 열전달 부재의 적어도 일부가 측방향 바아 내부에 마련되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 열전달 부재는 상기 가스 공급 플레이트 내부에 마련되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트는 격자 형상으로 배치된 4개의 부채꼴 영역의 주위에 원형 링부를 가지며,

상기 원형 링부는 상기 처리 용기의 측벽에 의해 지지되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 처리 용기의 측벽에 전열 매체의 통로가 마련되며,

상기 전열 매체의 통로를 통해 흐르는 전열 매체가 상기 열전달 부재와 열 교환을 수행하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트에 있어서의 상기 처리 가스의 통로의 일부는 수직방향 바아 또는 측방향 바아 내부에 마련되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트는 플라즈마 생성 가스를 상기 플라즈마 생성 공간 내로 공급하기 위한 가스 공급 구멍을 더 포함하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트는 플라즈마 생성 가스를 상기 플라즈마 생성 공간 내로 공급하기 위한 가스 공급 구멍을 더 포함하며,

상기 가스 공급 플레이트에 있어서의 상기 플라즈마 생성 가스의 통로의 일부는 수직방향 바아 또는 측방향 바아 내부에 마련되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 10

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 처리 가스의 통로 및 상기 플라즈마 생성 가스의 통로는 상기 가스 공급 플레이트의 수직 방향에서 볼 때 중첩된 방식으로 배치되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 11

제 8 항 또는 제 9 항에 있어서,

상기 열전달 부재의 일부는 상기 처리 가스의 통로 및 상기 플라즈마 생성 가스의 통로 사이에 배치되는

플라즈마 처리 장치.

청구항 12

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 7 항, 제 8 항 및 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가스 공급 플레이트의 주변 영역에 있어서의 상기 열전달 부재에 대한 열 교환을 위한 전열 매체의 통로를 더 포함하는

플라즈마 처리 장치.

청구항 13

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항, 제 7 항, 제 8 항 및 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열전달 부재는 히트 파이프(heat pipe)인

플라즈마 처리 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 종래에, 마이크로파가 사용되는 플라즈마 처리 장치가, 예컨대 성막 처리 및/또는 에칭 처리에 사용되어 왔다. 또한, 마이크로파가 사용된 플라즈마 처리 장치에서, 소위 샤워 플레이트라고 하는 가스 공급 플레이트가 처리 용기 내에 수평으로 배치되어, 플라즈마 생성 공간의 상부 및 처리 공간의 하부를 분리시키는 기술이 종래 기술에 제안되어 있다(일본 특허 제 3384795 호).

[0003] 처리 공간 내로 처리 가스를 공급하기 위한 복수의 가스 공급 구멍과, 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 연통시키기 위한 복수의 개구가 종래 기술에 따른 샤워 플레이트 내에 형성된다. 이러한 샤워 플레이트를 구비한 플라즈마 처리 장치에 따르면, 기판에 대한 손상을 감소시킬 수 있으며, 높은 처리 효율로 보다 바람직한 플라즈마 처리를 수행할 수 있다.

[0004] 상술된 장치를 사용하여 예컨대 플라즈마 CVD 처리가 수행될 때, 반응 생성물이 샤워 플레이트에 부착되는 것을 방지하기 위해 샤워 플레이트 자체의 온도는 일정하게 제어되는 것이 바람직하다.

[0005] 그러나, 플라즈마 처리시, 특히 중심 영역에서의 샤워 플레이트의 온도는 플라즈마의 생성에 의해 야기되는 열로 인해 고온이 된다. 즉, 온도 분포는 샤워 플레이트의 전체 평면에 있어서 불균일하게 된다.

[0006] 물론, 샤워 플레이트의 재료 자체는 예컨대 알루미늄과 같은 열전달율이 양호한 금속일 수 있다. 그러나, 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 연통시키기 위한 복수의 개구가 샤워 플레이트 내에 형성된다. 개구는 플라즈마에 의해 생성된 활성종을 통과시키도록 형성되며, 샤워 플레이트 단면의 면적은 가능한 한 작게 설계된다. 따라서, 샤워 플레이트의 중심 영역으로부터 샤워 플레이트의 주변 영역으로의 열(전달) 저항이 크며, 샤워 플레이트의 면내 온도(in-plane temperature)를 균일하게 하는 것과 샤워 플레이트의 온도를 소정의 온도로 유지하는 것이 곤란했다.

[0007] 샤워 플레이트의 면내 온도가 불균일하거나 또는 소정의 온도로 유지되지 않으면, 열 응력이 증가하고, 샤워 플레이트의 변형 및/또는 뒤틀림이 야기된다. 결과적으로, 샤워 플레이트 자체는 자주 교환되어야 할 필요가 있으며, 경우에 따라서는 심지어 플라즈마 처리의 균일성이 저해될 수 있다.

[0008] 발명의 요약

[0009] 본 발명은 문제점을 효과적으로 해결하기 위해 상술된 문제점에 착안함으로써 창안된다. 본 발명의 목적은 소정의 온도로 가스 공급 플레이트(샤워 플레이트)를 유지할 수 있고, 가스 공급 플레이트의 면내 온도의 균일성을 향상시킬 수 있으며, 따라서 가스 공급 플레이트의 변형 및/또는 뒤틀림의 발생을 억제할 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명은 처리 가스가 플라즈마화되는 플라즈마 생성 공간과, 기판이 위치되어 플라즈마 처리되는 처리 공간을 구비하는 처리 용기와, 처리 용기 내의 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 분리하기 위해 처리 용기 내에 배치된 가스 공급 플레이트(소위, 샤워 플레이트)와, 처리 가스를 처리 공간 내로 공급하기 위해 가스 공급 플레이트에 마련된 처리 가스 공급 구멍과, 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 연통시키기 위해 가스 공급 플레이트에 마련된 복수의 개구와, 가스 공급 플레이트의 중심 영역으로부터 주변 영역까지(신장하는 방식으로) 연장되며, 가스 공급 플레이트를 형성하는 재료의 열전달율보다 높은 열전달율을 갖는 열전달 부재를 포함하는 플라즈마 처리 장치이다.

[0011] 본 발명에 따르면, 가스 공급 플레이트를 형성하는 재료의 열전달율보다 높은 열전달율을 갖는 열전달 부재가 가스 공급 플레이트의 중심 영역으로부터 주변 영역까지(걸쳐서) 연장되기 때문에, 가스 공급 플레이트의 중심 영역 및 주변 영역 사이의 열 이동은 종래의 장치와 비교하여 현저하게 증대된다. 결과적으로, 가스 공급 플레이트의 온도는 소정의 온도로 유지될 수 있으며, 가스 공급 플레이트의 면내 온도 분포의 균일성도 향상된다.

따라서, 처리시 가스 공급 플레이트의 변형 및 뒤틀림의 발생이 방지될 수 있다.

- [0012] 바람직하게, 열전달 부재는 가스 공급 플레이트 내부에 마련된다.
- [0013] 추가적으로, 기관에 면하는 가스 공급 플레이트의 영역이 수직방향 바아(bar) 및 측방향 바아의 격자를 갖는 경우에, (적어도 일부의) 열전달 부재는 수직방향 바아 또는 측방향 바아 내부에 마련되는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 가스 공급 플레이트 내의 처리 가스의 통로(의 일부)도 수직방향 바아 또는 측방향 바아 내부에 마련되는 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 가스 공급 플레이트는 플라즈마 생성 가스[플라즈마 여기(excitation)용 가스]를 플라즈마 생성 공간 내로 공급하기 위한 다른 가스 공급 구멍을 보통 구비한다. 여기에서 상술된 바와 같이, 기관에 면하는 가스 공급 플레이트의 영역이 수직방향 바아 및 측방향 바아의 격자를 갖는 경우에, 가스 공급 플레이트 내의 플라즈마 생성 가스의 통로(의 일부)도 수직방향 바아 또는 측방향 바아 내부에 마련되는 것이 바람직하다.
- [0015] 또한, 처리 가스의 통로 및 플라즈마 생성 가스의 통로는 가스 공급 플레이트의 수직 방향에서 볼 때 중첩되는 방식으로 배치되는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 2개의 통로가 형성되더라도, 플라즈마 생성 공간과 처리 공간을 연통시키는 복수의 개구의 면적은 영향을 받지 않는다. 또한, 열전달 부재의 적어도 일부는 처리 가스의 통로 및 플라즈마 생성 가스의 통로 사이에 배치되는 것이 바람직하다.
- [0016] 추가적으로, 가스 공급 플레이트의 주변 영역에서 열전달 부재에 대한 열 교환을 위한 전열 매체의 통로가 마련되는 것이 바람직하다. 이러한 경우에, 전열 매체의 통로를 통해 흐르는 전열 매체에 기초하여 가스 공급 플레이트 전체의 온도를 소정의 온도로 유지하는 것이 용이하게 되며, 가스 공급 플레이트 전체의 온도를 균일하게 제어하는 것이 용이하게 된다.
- [0017] 열전달 부재의 예시로서 예컨대 히트 파이프(heat pipe)를 들 수 있다.

발명의 상세한 설명

- [0026] 이하에서 본 발명의 바람직한 실시예가 설명된다. 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치의 구성을 도시한 개략적인 수직 단면도이다. 플라즈마 처리 장치(1)는 바닥부를 갖고 그 상부가 개방된 원통형 처리 용기(2)를 구비한다. 처리 용기(2)는 예컨대 알루미늄으로 제조되며, 접지되어 있다. 처리 용기(2)의 바닥부에는, 기관으로서 예컨대 (웨이퍼로서 지칭되는) 반도체 웨이퍼를 그 위에 위치시키기 위한 탑재대로서 서셉터(3)가 마련된다. 서셉터(3)는 예컨대 알루미늄으로 제조된다. 외부 전원(4)으로부터의 전력 공급에 의해 열을 발생시키는 히터(5)는 서셉터(3) 내부에 마련된다. 따라서, 서셉터(3) 상에 위치한 웨이퍼(W)는 사전 결정된 온도까지 가열될 수 있다.
- [0027] 진공 펌프 등과 같은 가스 배기 유닛(11)에 의해 처리 용기(2) 내부의 분위기를 배기하기 위한 가스 배기 파이프(12)는 처리 용기(2)의 바닥부에 마련된다.
- [0028] 예컨대 유전체인 석영 부재로 제조된 투과창(22)은 기밀성을 확보하기 위한 O-링과 같은 밀봉 재료(21)를 통해 처리 용기(2)의 상부 개구에 마련된다. 이러한 실시예에 따른 투과창(22)에 대해, 그 평면 형태는 원형이다. 다른 유전체 재료, 예컨대 Al₂O₃, AlN 등과 같은 세라믹스를 석영 부재 대신에 사용할 수 있다.
- [0029] 예컨대 디스크형 반경방향 라인 슬롯 안테나(disc-like radial line slot antenna)(23)와 같은 평면 안테나 부재가 투과창(22)의 상부 표면에 마련된다. 반경방향 라인 슬롯 안테나(23)는, 예컨대 금, 은 등으로 도금되거나 피복되는 얇은 구리 디스크와 같은 전도성 특성을 갖는 재료로 구성된다. 복수의 슬릿(24)은 예컨대 나선형 패턴 또는 동심원 패턴으로 정렬되어 반경방향 라인 슬롯 안테나(23) 내에 형성된다.
- [0030] 후술될 마이크로파의 파장을 단축시키기 위한 지파관(slow wave plate)(25)은 반경방향 라인 슬롯 안테나(23)의 상부 표면에 배치된다. 지파관(25)은 전도성 특성을 갖는 커버(26)로 덮여 있다. 전열 매체용 원형 링 형상의 통로(27)가 커버(26) 내에 마련된다. 이러한 통로(27)를 통해 흐르는 전열 매체에 의해, 커버(26) 및 투과창(22)은 사전 결정된 온도로 유지된다. 또한, 투과창(22)의 외측 주변 에지의 근처의 처리 용기(2)의 측벽 내에, 전열 매체용의 다른 원형 링 형상의 통로(28)가 형성된다.
- [0031] 동축 도파관(coaxial wave guide tube)(29)은 커버(26)에 연결된다. 이러한 동축 도파관(29)은 내측 컨덕터(29a) 및 외측 관(29b)으로 구성된다. 내측 컨덕터(29a)는 반경방향 라인 슬롯 안테나(23)에 연결된다. 반경

방향 라인 슬롯 안테나(23)의 측부의 내측 컨덕터(29a)의 단부는 원뿔형이며, 따라서 반경방향 라인 슬롯 안테나(23)까지 마이크로파를 효율적으로 전달할 수 있다.

- [0032] 마이크로파 공급 유닛(31)에서 발생하는 예컨대 2.45 GHz의 마이크로파는 직사각형 도파관(32), 모드 변환기(33), 동축 도파관(29), 지파관(25) 및 반경방향 라인 슬롯 안테나(23)를 통해 투과창(22)에 방사된다. 이러한 경우에 마이크로파 에너지에 의해, 전계(electric field)가 투과창(22)의 하부 표면상에 형성되고, 플라즈마 생성 공간(P) 내의 가스는 플라즈마화된다.
- [0033] 가스 공급 플레이트로서의 샤워 플레이트(41)는 처리 용기(2) 내에 수평으로 배치된다. 이러한 배치에서, 처리 용기(2)의 내부는 플라즈마 생성 공간(P)으로서의 상부와 처리 공간(S)으로서의 하부로 분리된다.
- [0034] 도 2에 도시된 바와 같이, 샤워 플레이트(41)는 실질적으로 디스크형이며, 서셉터(3) 상에 위치된 웨이퍼와 면하는 영역은 복수의 수직방향 바아(42) 및 복수의 측방향 바아(43)가 격자 등으로 배치된 형상을 갖는다. 원형 링 부재(44)는 그 외부에 마련된다. 각각의 이들 부재의 재료는 알루미늄이다. 또한, 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43)에 의해, 복수의 사각형 개구(45)가 형성된다. 각각의 개구(45)는 플라즈마 생성 공간(P)과 처리 공간(S)을 연통시킨다.
- [0035] 도 3에 도시된 바와 같이, 플라즈마 여기용 가스가 관통하여 흐르는 가스 통로(51)는 플라즈마 생성 공간(P)의 측부 상에 각각의 수직방향 바아(42) 및 각각의 측방향 바아(43)의 내부에 형성된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 이러한 가스 통로(51)는 가스 공급 파이프(52), 밸브(53), 매스플로우 제어기(54) 및 밸브(55)를 통해 플라즈마 여기 가스용 가스 공급원(56)에 이르게 된다. 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 가스 통로(51)를 통해 흐르는 플라즈마 여기용 가스를 플라즈마 생성 공간(P) 내로 균일하게 공급하기 위해서, 플라즈마 생성 공간(P)의 측부 상의 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43) 내에 복수의 가스 공급 구멍(57)이 형성된다.
- [0036] 한편, 도 3에 도시된 바와 같이, 처리 가스가 관통하여 흐르는 처리 가스의 통로(61)는 각각의 수직방향 바아(42) 및 각각의 측방향 바아(43)의 내부의 처리 공간(S)의 측부 상에 형성된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 이러한 처리 가스의 통로(61)는 처리 가스 공급 파이프(62), 밸브(63), 매스플로우 제어기(64) 및 밸브(65)를 통해 처리 가스 공급원(66)에 이르게 된다. 또한, 도 3에 도시된 바와 같이, 처리 가스의 통로(61)를 통해 흐르는 처리 가스를 처리 공간(S) 내로 균일하게 공급하기 위해서, 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43) 내의 처리 공간(S)의 측부 상에 복수의 처리 가스 공급 구멍(67)이 형성된다.
- [0037] 히트 파이프(71)는 각각의 수직방향 바아(42) 및 각각의 측방향 바아(43)의 내부에 마련된다. 이러한 히트 파이프(71)는 중공의 원통 형상이며, 그 내부에는 전열 매체로서 물이 채워져 있다. 물론, 다수 종류의 히트 파이프에서 사용되는 다른 액체로 그 내부가 채워진 히트 파이프가 샤워 플레이트(41)의 온도를 제어하기 위한 목표 온도 범위에 따라 사용될 수 있다. 히트 파이프(71)의 열전달율은 샤워 플레이트(41)의 구성 재료인 알루미늄의 열전달율보다 매우 높다.
- [0038] 히트 파이프(71)가 샤워 플레이트(41)의 중심 영역으로부터 주변 영역까지 (걸쳐서) 연장하는 방식으로 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43) 내부에 히트 파이프(71)가 마련된다. 이하에서 상기 배치가 상술된다.
- [0039] 도 2 및 도 4에 도시된 바와 같이, 샤워 플레이트(41)의 중심을 관통하여 지나는 수직방향 바아(42c)에 대하여, 샤워 플레이트(41)의 반경과 거의 대응하는 길이를 갖는 히트 파이프(71, 71)가 서로 면하도록 각각의 외측 단부로부터 그 내에 삽입된다. 유사하게, 샤워 플레이트(41)의 중심을 관통하여 지나는 측방향 바아(43c)에 대하여, 샤워 플레이트(41)의 반경과 거의 대응하는 길이를 갖는 히트 파이프(71, 71)가 서로 면하도록 각각의 외측 단부로부터 그 내에 삽입된다.
- [0040] 또한, 이들 수직방향 바아(42c) 및 측방향 바아(43c)에 의해 4개로 나누어진 샤워 플레이트(41)의 4개의 영역 중, 소위 제 1 사분면(quadrant)[도 2 및 도 4에서 샤워 플레이트(41)의 상부 우측 사분원]에 대해서 및 소위 제 3 사분면[도 2 및 도 4에서 샤워 플레이트(41)의 하부 좌측 사분원]에 대해서는, 히트 파이프(71)가 그 외측 단부로부터 각각의 수직방향 바아(42)의 내부로 삽입되며, 소위 제 2 사분면[도 2 및 도 4에서 샤워 플레이트(41)의 상부 좌측 사분원]에 대해서 및 소위 제 4 사분면[도 2 및 도 4에서 샤워 플레이트(41)의 하부 우측 사분원]에 대해서는, 히트 파이프(71)가 그 외측 단부로부터 각각의 측방향 바아(43)의 내부로 삽입된다. 히트 파이프(71)의 외측 단부는 샤워 플레이트(41)의 외측 단부(예지)에 각각 도달한다. 이러한 방식으로, 히트 파이프(71)는 샤워 플레이트(41)의 격자 형상의 영역에서 거의 균일하게 배치된다.
- [0041] 또한, 가스 통로(51) 및 처리 가스의 통로(61)가 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43) 내에서 서로 중첩되는 부분에 대해서, 도 3 및 도 5에 도시된 바와 같이, 히트 파이프(71)가 가스 통로(51) 및 처리 가스의 통로(61)

와 수직 방향에서 중첩되는 방식으로 이들 통로 사이에 히트 파이프(71)가 위치된다.

- [0042] 추가적으로, 도 1에 도시된 바와 같이, 샤워 플레이트(41)의 원형 링부(44)는 처리 용기(2)의 측벽에 의해 지지된다. 또한, 전열 매체의 원형 링 형상의 통로(81)가 처리 용기(2)의 측벽 내부에 샤워 플레이트(41)의 원형 링부(44)의 상부 상에 마련된다. 열 교환은 전열 매체용 통로(81)를 통해 흐르는 전열 매체와 히트 파이프(71)[히트 파이프(71)의 주변부] 사이에서 수행된다.
- [0043] 여기에서, 전열 매체의 통로(81)를 통해 흐르는 전열 매체와, 상술된 바와 같은 전열 매체의 통로(27, 28)를 통해 흐르는 전열 매체는 본 실시예에서 전열 매체의 동일한 공급원(82)으로부터 공급된다. 그러나, 제어되는 목표 영역의 온도가 상이한 경우, [칠러(chiller) 등과 같은] 전열 매체 각각의 독립 공급원이 각각 사용될 수 있다.
- [0044] 추가적으로, 도 3에 도시된 바와 같이, 원형 링 형상 히터(83)는 원형 링부(44)의 내부 측부의 하부 표면상에 마련될 수 있다. 특히, 상술된 바와 같이, 샤워 플레이트에서의 중심 영역으로부터 주변 영역까지의 열 (전달) 저항이 큰 종래의 샤워 플레이트에서는, 샤워 플레이트의 면내 온도 균일성이 나쁘다. 따라서, 샤워 플레이트의 주변 영역의 온도를 중심 영역의 온도와 근접하게 하기 위해서 히터(83)가 마련되는 것이 매우 바람직하다. 그 내에서, 본 실시예에 따른 샤워 플레이트(41)에서는 온도 균일성이 현저하게 향상하기 때문에 히터(83)가 마련되지 않을 수 있다.
- [0045] 본 실시예에서의 플라즈마 처리 장치(1)는 상술된 바와 같이 구성된다. 플라즈마 성막 처리가 플라즈마 처리 장치(1)에 의해 서셉터(3) 상에 위치된 웨이퍼(W)에 수행되면, 예컨대 아르곤 가스와 같은 플라즈마 여기용 가스가 샤워 플레이트(41)의 가스 공급 구멍(57)으로부터 플라즈마 생성 공간(P) 내로 공급된다. 마이크로파 공급 유닛(31)은 이러한 상태로 작동된다. 그 후에, 전계가 투과창(22)의 하부 표면 아래에 발생되고, 플라즈마 여기용 가스가 플라즈마화되며, 플라즈마가 샤워 플레이트(41)의 개구(45)를 통해 처리 공간(S) 내로 흐른다. 또한, 성막 처리용 처리 가스가 샤워 플레이트(41)의 하부 표면상의 처리 가스 공급 구멍(67)으로부터 처리 공간(S) 내로 공급되면, 처리 가스는 플라즈마에 의해 분해되고, 이러한 경우에 발생된 활성종에 의해 웨이퍼(W)에 성막 처리가 수행된다.
- [0046] 이러한 플라즈마 처리시, 샤워 플레이트(41)의 중심 영역의 온도는 플라즈마에 의해 야기된 열에 의해 상승된다. 그러나, 본 실시예에서는 히트 파이프(71)가 샤워 플레이트(41)의 중심 영역으로부터 [본 실시예에서 원형 링 형상부(44)를 포함하는] 주변 영역까지 연장하는 방식으로 히트 파이프(71)가 마련되기 때문에, 샤워 플레이트(41)의 중심 영역의 열은 샤워 플레이트(41)의 주변 영역[원형 링 형상부(44)]까지 신속하게 전달된다. 따라서, 샤워 플레이트(41)의 온도는 전체적으로 균일하게 된다.
- [0047] 이외에도, 본 실시예에서는 격자 방식으로 배치된 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43) 내부에 히트 파이프(71)가 거의 균일하게 배치된다. 따라서, 샤워 플레이트(41) 전체의 온도 균일성이 한층 더 향상된다.
- [0048] 추가적으로, 본 실시예에서는 전열 매체의 통로(81)가 원형 링부(44)의 상부 위에 마련되며, 히트 파이프(71)의 단부 및 전열 매체의 통로(81) 내의 전열 매체 사이에서 열 교환이 수행되기 때문에, 이러한 전열 매체는 일종의 항온원(constant-temperature source)으로서 작용하며, 따라서 샤워 플레이트(41)는 소정의 온도로 유지될 수 있다.
- [0049] 상술된 바와 같이, 본 실시예에서는 히트 파이프(71)가 열전달 부재로서 채용되었기 때문에, 작동이 쉬우며, 또한 전원으로서의 외부 에너지원이 불필요하다.
- [0050] 요약하면, 전열 매체에 의한 온도 제어에 따르면, 플라즈마 처리 장치가 아이들링(idling) 상태(플라즈마가 생성되지 않은 상태)인 동안에, 전열 매체의 열이 히트 파이프(71)를 통해 샤워 플레이트(41)에 제공되는 한편, 플라즈마 처리가 수행되는 동안에는 샤워 플레이트(41)의 열이 히트 파이프(71)를 통해 전열 매체에 제공된다. 즉, 각각의 상태에서, 샤워 플레이트(41)는 일정한 온도로 유지될 수 있다. 한편, 전열 매체가 아닌 예컨대 종래의 히터에 의한 온도 제어에 따르면, 샤워 플레이트는 아이들링 단계시 히터에 의해 일정한 온도로 제어될 수 있지만, 플라즈마 처리시에는 샤워 플레이트의 온도가 더 상승한다. 따라서, 샤워 플레이트 뿐만 아니라 히터용 전원을 냉각시키는 기구와 그 제어기가 필요하게 되며, 따라서 장치가 복잡하게 되고, 장치의 제어는 어렵게 된다.
- [0051] 또한, 히트 파이프(71)가 마련된 수직방향 바아(42) 및 측방향 바아(43)에서는, 도 5에 도시된 바와 같이, 가스 통로(51), 히트 파이프(71) 및 처리 가스의 통로(61)가 수직 방향에서 중첩되는 방식으로 배치되며, 따라서 각

각의 개구(45)의 크기는 영향을 받지 않는다.

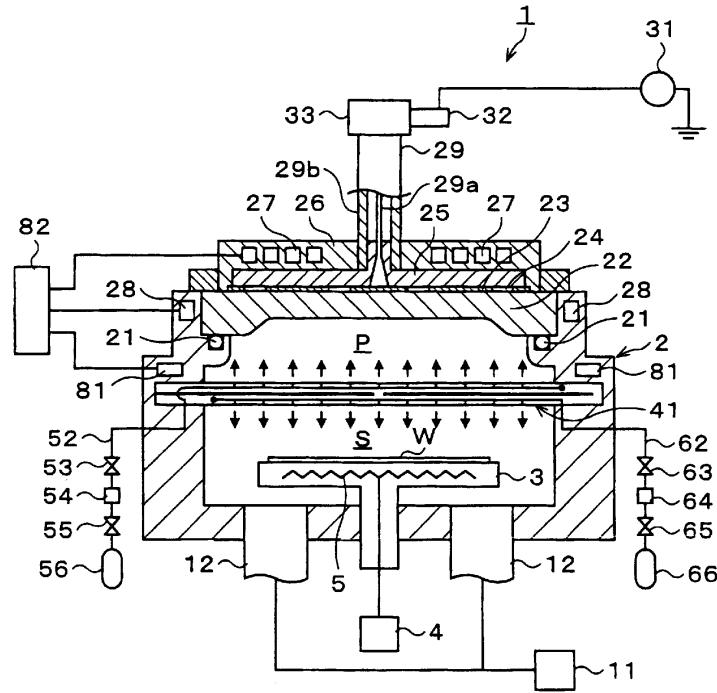
- [0052] 다음에, 본 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치(1) 내에 채용된 샤워 플레이트(41)와 열전달 부재를 갖지 않는 종래의 샤워 플레이트에 대해서, 면내 온도 균일성이 비교된다. 온도 측정의 실제적인 결과는 도 6에 도시되어 있다.
- [0053] 도 6의 그래프에서, 샤워 플레이트의 중심으로부터 외측 단부까지의 거리는 횡축 상에 표시되며, 측정된 온도는 종축 상에 표시된다. 플라즈마 처리의 처리 조건은, 처리 용기(2) 내의 압력이 666.5Pa(500mTorr)이며, 마이크로파의 전력이 3kW이며, 플라즈마 여기용 아르곤 가스의 유량이 1700sccm이며, 전열 매체의 통로(81)를 통해 흐르는 전열 매체의 온도가 80℃이며, 히터(83)의 온도가 80℃이었다.
- [0054] 또한, 도 7은 열전달 부재를 갖지 않는 종래의 샤워 플레이트의 3개의 위치에 대해 플라즈마 (생성) 온(ON) 후의 시간 경과에 따른 온도 변화를 도시한다. 한편, 도 8은 본 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치(1) 내에 채용된 샤워 플레이트(41)의 3개의 위치에 대해 플라즈마 (생성) 온 후의 시간 경과에 따른 온도 변화를 도시한다. 플라즈마(생성)는 15분이 지난 후에 오프(OFF) 되었다. 여기에서, 도 7 및 도 8 양자에서의 3개의 위치에 대해서는, "샤워-1"이 (중심으로부터 150mm 거리에 위치된) 에지를 의미하고, "샤워-2"가 (중심으로부터 100mm 거리에 위치된) 중간을 의미하고, "샤워-3"이 (중심으로부터 0mm 거리에 위치된) 중심을 의미한다.
- [0055] 추가적으로, 이들 온도가 측정된 플라즈마 처리 조건에 대해서는, 처리 용기(2) 내의 압력이 666.5Pa(500mTorr)이고, 마이크로파의 전력은 3kW이며, 플라즈마 여기용 아르곤 가스의 유량은 1700sccm 이었다.
- [0056] 이들 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치(1) 내에 채용된 샤워 플레이트(41)에서는 온도가 소정의 온도로 유지되며, 또한 면내 온도가 거의 균일함을 안다. 따라서, 샤워 플레이트(41) 상의 열 응력이 종래의 샤워 플레이트 상의 열 응력보다 훨씬 억제되어 변형 및 뒤틀림이 현저하게 감소됨을 안다.
- [0057] 이외에도, 본 실시예에 따른 플라즈마 장치는 온도 반응뿐만 아니라 면내 온도의 균일성에 대해 종래의 실시예에 비해 뛰어나다는 것을 안다. 즉, 종래의 플라즈마 장치(도 7)에서는 플라즈마가 온이 된 후에 (플라즈마가 오프될 때까지) 온도가 15분 동안 계속 상승하지만, 본 실시예에 따른 플라즈마 장치(도 8)에서는 플라즈마가 온이 된 후에 5분이 되면 온도가 이미 안정하게 된다. 이것은 플라즈마가 오프된 후의 상태에서도 동일하다.
- [0058] 그러므로, 본 실시예에 따르면, 처리시 조건의 변화는 더 적으며, 종래의 장치의 안정성에 비해 안정성이 더 향상된다. 요약하면, 예컨대 복수의 기관이 연속해서 처리되는 경우, 처리 시작 직후의 제 1 기관과, 온도가 안정된 후에 처리된 후속 기관 사이의 처리 결과의 차이는 없다. 추가적으로, 하나의 기관이 장시간 동안 처리될 필요가 있는 경우에도, 샤워 플레이트의 온도 변화는 적으며, 게다가 샤워 플레이트 쪽으로의 가스의 흡착 및 샤워 플레이트로부터의 탈리(desorption)의 상태가 변하지 않아서, 보다 안정한 처리가 가능해진다. 또한, 온도 반응이 상술된 바와 같이 양호해지기 때문에, 실제 처리를 시작할 때까지의 시간은 종래보다 단축될 수 있다.
- [0059] 부연하면, 상술된 실시예가 마이크로파를 사용하는 플라즈마 처리 장치로서 설명되었지만, 본 발명은 그것에 한정되지 않으며, 다른 플라즈마원(plasma source)을 사용하는 다른 플라즈마 처리 장치에 적용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

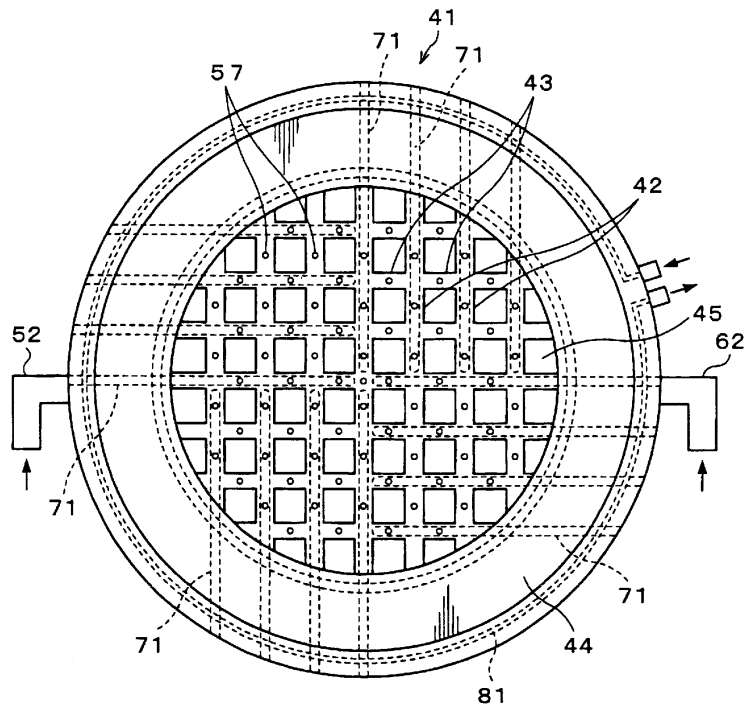
- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 처리 장치의 구성을 도시하는 개략적인 수직 단면도,
- [0019] 도 2는 도 1에 도시된 플라즈마 처리 장치의 샤워 플레이트를 도시하는 평면도,
- [0020] 도 3은 도 2에 도시된 샤워 플레이트의 측방향 바아를 도시하는 종방향 단면도,
- [0021] 도 4는 도 2에 도시된 샤워 플레이트의 수직방향 바아 및 측방향 바아의 배치를 설명하는 평면도,
- [0022] 도 5는 도 3에 도시된 A-A 선의 단면도,
- [0023] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 샤워 플레이트의 면내 온도 분포와 종래의 샤워 플레이트의 면내 온도 분포를 도시한 그래프,
- [0024] 도 7은 시간이 경과할 때 종래의 샤워 플레이트의 온도 변화를 도시한 그래프,
- [0025] 도 8은 시간이 경과할 때 본 발명의 실시예에 따른 샤워 플레이트의 온도 변화를 도시한 그래프.

도면

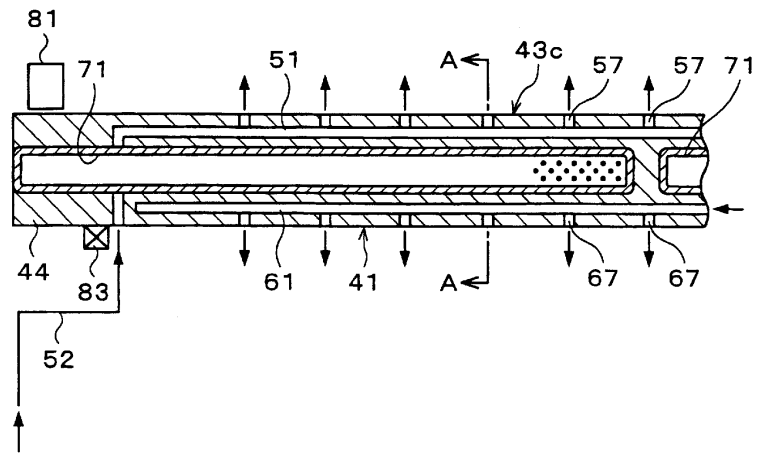
도면1



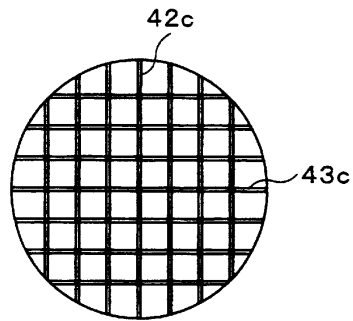
도면2



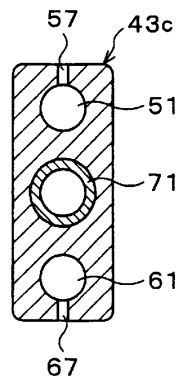
도면3



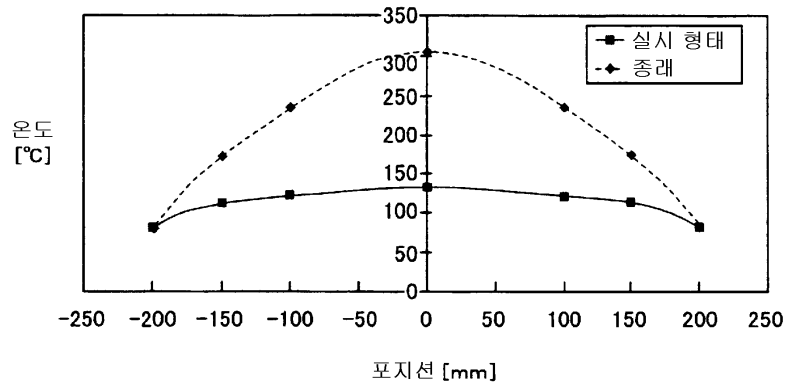
도면4



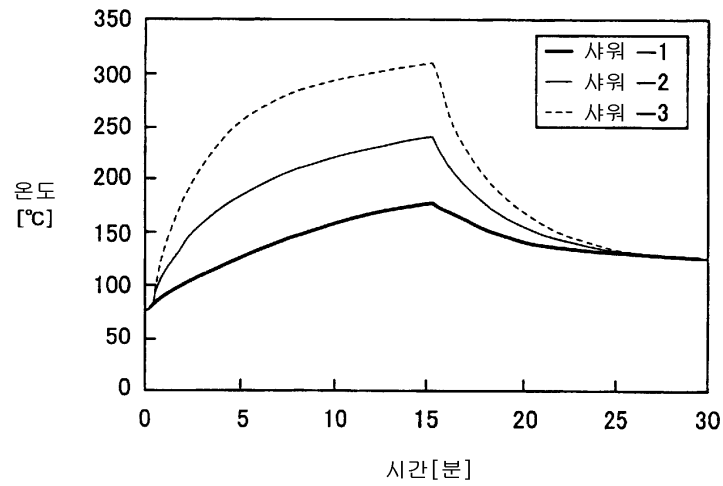
도면5



도면6



도면7



도면8

