



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월20일

(11) 등록번호 10-1840231

(24) 등록일자 2018년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01J 37/32 (2006.01) C09K 5/04 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01J 37/32724 (2013.01)

C09K 5/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2016-0083919

(22) 출원일자 2016년07월04일

심사청구일자 2016년07월04일

(65) 공개번호 10-2017-0007130

(43) 공개일자 2017년01월18일

(30) 우선권주장

JP-P-2015-137389 2015년07월09일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140099158A

US9034771B1

JP2014183137A

JP2014150160A

(73) 특허권자

가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈

일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14

(72) 발명자

아라마키 도오루

일본국 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1-24-14

요코가와 게네츠

일본국 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1-24-14

이자와 마사루

일본국 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1-24-14

(74) 대리인

문두현

전체 청구항 수 : 총 6 항

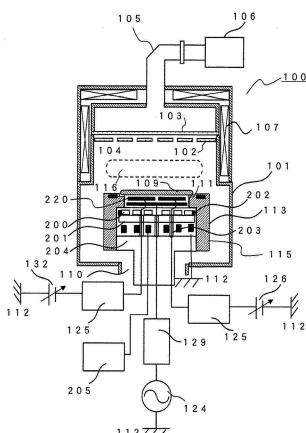
심사관 : 김주승

(54) 발명의 명칭 플라스마 처리 장치

(57) 요약

본 발명은 구조가 간단하고 높은 응답성을 가진 플라스마 처리 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

이러한 과제의 해결 수단으로서, 전공 용기 내부에 배치되고 내측을 감압 가능한 처리실과, 이 처리실 내에 배치되고 처리 대상의 시료가 놓여서 유지되는 시료대와, 상기 처리용 가스를 이용해서 플라스마를 형성하는 플라스마 형성 수단을 구비하고, 상기 시료를 상기 플라스마를 이용해서 처리하는 플라스마 처리 장치로서, 상기 시료대를 구성하며 접지된 금속제의 기재(基材)의 위쪽에 배치되고 내측에 고주파 전력이 공급되는 막 형상의 전극을 구비한 유전체의 막과, 상기 기재 내의 공간에 배치되고 발열 또는 냉각하는 기능을 구비한 복수의 소자와, 이들 복수의 소자에 전력을 공급하는 급전(給電) 경로를 구비하고, 이 급전 경로 상에 상기 고주파를 억제하는 필터를 갖고 있지 않다.

대 표 도

(52) CPC특허분류

H01J 37/32174 (2013.01)

H05H 1/46 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

진공 용기 내부에 배치되고 내측을 감압 가능한 처리실과, 이 처리실 내에 배치되고 처리 대상의 시료가 놓여서 유지되는 시료대와, 처리용 가스를 이용해서 플라스마를 형성하는 플라스마 형성 수단을 구비하고, 상기 시료를 상기 플라스마를 이용해서 처리하는 플라스마 처리 장치로서,

상기 시료대를 구성하며 접지된 금속제의 기재(基材)의 위쪽에 배치되고 내측에 고주파 전력이 공급되는 막 형상의 전극을 구비한 유전체의 막과, 상기 기재 내의 대기압으로 된 공간에 배치되고 발열 또는 냉각하는 기능을 구비한 복수의 소자와, 이를 복수의 소자에 전력을 공급하는 급전(給電) 경로를 구비한 플라스마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 소자는 상기 기재의 내부에서 서로 직렬로 접속되며 상기 시료의 둘레 방향으로 배치되고 상기 전력이 공급되는 적어도 하나의 집합을 가진 플라스마 처리 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 집합을 구성하는 상기 복수의 소자는, 상기 시료의 복수의 반경 위치에 있어서 둘레 방향으로 원호 형상으로 배치되며 상기 급전 경로를 통해 상기 전력을 공급하는 전원에 접속된 플라스마 처리 장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소자가 가열 및 냉각의 운전을 실시 가능하게 구성된 플라스마 처리 장치.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기재 내의 상기 복수의 소자의 아래쪽에 배치되며 당해 기재의 온도를 조절하는 냉매가 유통되는 냉매 유로를 구비한 플라스마 처리 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 냉매가, 물 또는 에틸렌글리콜 또는 젤연성의 냉매인 플라스마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 진공 용기 내부에 배치되고 내측이 감압되는 처리실 내에 배치된 시료대 상에 처리 대상의 반도체 웨이퍼 등의 기판 형상의 시료를 재치(載置)해서 유지하고 처리실 내에 형성된 플라스마를 이용해서 시료 상면에 미리 배치된 마스크를 포함하는 복수의 막층을 갖는 막 구조의 처리 대상의 막층을 처리하는 플라스마 처리 장치 및 플라스마 처리 방법에 관한 것이며, 특히 시료대 상에 놓인 시료와 시료대 사이에서 열전달해서 시료의 온도를 조절하면서 처리하는 플라스마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 디바이스를 제조하는 공정에서는, 일반적으로 플라스마를 이용해서 반도체 웨이퍼 등의 기판의 상면의

막충을 원하는 형상이 되도록 처리하는, 예를 들면, 레지스트 마스크층이 그 위쪽에 형성된 폴리실리콘 등의 처리 대상의 막층을 마스크로 덮여 있지 않은 개소를 에칭해서 당해 마스크층을 따른 형상으로 가공하는 플라스마 처리가 행해지고 있다.

[0003] 이러한 플라스마 처리 장치는, 내부에 처리실을 갖는 진공 용기와, 이 것에 접속되고 처리실 내에 플라스마를 형성해서 시료를 처리하기 위한 처리용 가스를 공급하는 가스 공급 장치와, 처리실 내의 가스나 입자를 배기해서 그 내부를 소정의 진공도까지 감압시키는 터보 분자 펌프나 러핑 배기용 로터리 펌프 등의 진공 펌프를 포함하는 진공 배기 장치와, 시료인 웨이퍼가 유전체막이 배치된 상면에 재치되는 시료대, 처리실 내에 공급된 처리용 가스를 여기(勵起)해서 플라스마를 발생시키기 위한 전계 또는 자계를 처리실 내에 공급하는 플라스마 발생 장치를 포함해서 구성된다. 시료대 상면을 구성하는 유전체막 상에 놓인 시료를 시료대 내부의 흡착용 전극에 공급된 전력에 의해 형성된 정전기력을 이용해서 유전체막 상에 흡착해서 유지한 상태에서, 플라스마 발생 장치에 의해 형성된 전계 또는 자계를 이용해서 처리실의 천장면을 구성하며 상부에 배치된 샤큐 플레이트의 도입 구멍으로부터 처리실 내에 공급된 처리 가스의 원자 또는 분자를 여기해서 플라스마를 형성한 후, 시료대 내에 배치된 금속제 전극에 공급되는 고주파 전력에 의해 형성된 바이어스 전위에 의해 플라스마의 전위와의 전위차를 형성하고 이에 따라 플라스마 중의 하전 입자를 시료 상면의 처리 대상의 막층 표면에 유인해서 충돌시키고 플라스마 내의 반응성 입자와의 상호 작용을 촉진해서 당해 막층의 에칭 처리가 행해진다.

[0004] 최근의 반도체 디바이스의 집적도를 더 향상시키는 요구에 따라, 미세 가공, 즉 가공 정밀도를 더 향상시키는 것이 요구됨과 함께, 반도체 디바이스의 회로의 선폭이 미세화하는 것에 대응해서 가공 후의 선폭 등의 치수에 크게 영향을 미치는 처리 중의 시료의 표면 온도를 더 높은 정밀도로 조절해서 실현하는 것이 요구되고 있다. 한편, 최근에는, 반도체 디바이스 소자의 제조 단가의 증대를 억제하기 위해, 직경을 더 크게 한 반도체 웨이퍼 등의 시료를 이용하는 것이 요구되고 있으며, 이러한 시료의 온도를 그 기판의 면내에서 높은 정밀도로 조절하기 위해서는, 그 면내에서 분할된 영역마다 시료 표면의 온도와 함께 면내에서의 온도의 값의 분포를 높은 정밀도로 소기(所期)의 것으로 실현할 필요가 있다. 이 과제의 달성을 위해서는, 시료대의 시료 재치면의 영역을 복수로 분할하고 각각에서 온도를 가변적으로 조절하는 것을 생각할 수 있다.

[0005] 이러한 기술의 예로서는, 일본국 특개2014-150160호(특허문헌 1)에 개시되는 것이 종래부터 알려져 있었다. 특허문헌 1에서는, 시료대의 반도체 웨이퍼가 놓이는 재치면을 구성하는 유전체막 내에 당해 재치면을 복수로 분할한 영역에 대응한 위치에 배치된 복수의 히터를 구비하고, 재치면의 외주 측 부분에 링 형상으로 배치된 히터를 복수의 원호 형상의 영역으로 분할하고, 히터의 원호 형상의 부분 각각에 이것과 별별로 접속된 전류 제어 소자를 배치해서 히터에 흐르는 전류를 바이пас시켜 당해 원호 형상의 부분에 흐르는 전류량을 조정해서, 링 형상의 외주 측의 부분의 둘레 방향에 대한 재치면의 온도, 나아가서는 시료의 외주 측 부분의 온도를 원하는 것으로 하는 기술이 개시되어 있다. 또한, 본 종래기술에서는, 히터용 전원의 전력이 일정해지도록 전력을 바이пас 측에서도 소비시키고 히터의 아래쪽에 위치하는 시료대의 내부에 배치된 온도 센서를 이용해서 히터 위쪽의 시료의 온도를 옵저버에 의해 예측한 결과에 의거해서 히터에 공급하는 전력 혹은 그 발열의 양과 시료의 온도를 조절하는 것이 개시되어 있다.

[0006] 또한, 일본국 특개2014-112672(특허문헌 2)에는, 시료를 정전 흡착하기 위한 전극이 내부에 배치된 세라믹제의 막 내부에 히터 어레이(펠티에 포함)를 복수 배치하고, 시간 평균 제어에 의해 제어된 전력을 개개의 어레이에 공급함으로써, 막의 상면에서의 면내 방향에 대해 온도의 값과 그 분포를 처리에 적합한 것으로 조절하는 기술이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 일본국 특개2014-150160호 공보
- (특허문헌 0002) 일본국 특개2014-112672호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 상기의 종래 기술은, 다음의 사항에 대해 고려가 불충분했기 때문에 문제가 생기고 있었다.
- [0009] 즉, 발명자들에 따르면, 이를 종래 기술은, 모두 웨이퍼의 표면을 면내 방향에 대해 분할된 각각의 영역에 대해 온도를 조절할 수 있지만, 한정된 용도로 밖에 사용할 수 없거나 얻어지는 성능에 한계가 있음을 알았다.
- [0010] 예를 들면, 특허문헌 1은, 시료대의 내부의 금속체 부재로 구성된 전극인 기재(基材) 상에 배치된 유전체막 내에 배치된 히터의 위쪽에 위치하는 해당 히터의 가열에 의해 증감(增減)하는 유전체막의 상면의 온도를, 히터 아래쪽의 기재 내에 배치된 온도 센서로부터의 출력을 이용해서 예측하고 검출해서 히터의 가열의 정도를 조절하는 것이다. 이러한 구성에서는, 온도 센서의 소자의 수가 증가함에 따라 온도의 검출에 시간을 요하고 온도의 제어의 응답성이 저하되게 된다는 문제가 생기게 된다.
- [0011] 또한, 특허문헌 2에서는, 시료대 내부의 기재에 고주파 전력을 인가하기 때문에, 세라믹제 막 내부에 배치되는 히터 어레이에 고주파 전력이 중첩되는 것을 막기 위한 쉴드 구조를 갖고 있다. 이 때문에, 히터 어레이의 1 차축에 배치되는 필터가 복잡하게 되어, 제조나 메인터넌스의 비용이 커져 버리게 된다고 하는 문제가 생겼다.
- [0012] 본 발명의 목적은, 구조가 간단하고 높은 응답성을 가진 플라스마 처리 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기 목적은, 진공 용기 내부에 배치되고 내측을 감압 가능한 처리실과, 이 처리실 내에 배치되고 처리 대상의 시료가 놓여서 유지되는 시료대와, 처리용 가스를 이용해서 플라스마를 형성하는 플라스마 형성 수단을 구비하고, 상기 시료를 상기 플라스마를 이용해서 처리하는 플라스마 처리 장치로서, 상기 시료대를 구성하며 접지된 금속체의 기재의 위쪽에 배치되고 내측에 고주파 전력이 공급되는 막 형상의 전극을 구비한 유전체의 막과, 상기 기재 내의 대기압으로 된 공간에 배치되고 발열 또는 냉각하는 기능을 구비한 복수의 소자와, 이를 복수의 소자에 전력을 공급하는 급전(給電) 경로를 구비한 것에 의해 달성된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 따르면, 고주파 전력과 시료대의 온도 조절용 소자가 격절(隔絕)되고, 소자에의 급전의 구성이 간결해진다. 또한, 시료대 내외를 기밀하게 밀봉하는 구성을 간결한 구성으로 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도.
- 도 2는 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 온도 조절 어레이의 배치를 확대해서 모식적으로 나타내는 횡단면도.
- 도 3은 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 확대해서 모식적으로 나타내는 단면도.
- 도 4는 도 1에 나타내는 실시예의 변형예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 확대해서 모식적으로 나타내는 단면도.
- 도 5는 도 2에 나타내는 실시예의 시료대에 있어서 온도 조절 어레이의 배치를 모식적으로 나타낸 횡단면도.
- 도 6은 도 2에 나타내는 실시예의 시료대의 온도 조절 어레이의 동작을 모식적으로 나타내는 도면.
- 도 7은 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치에 있어서 제어 장치가 각 온도 조절 어레이가 목표로 하는 온도를 검출하는 공정을 나타내는 플로차트.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면을 이용해서 설명한다.
- [0017] 본 발명은, 고주파 커트 필터가 없는 복수의 온도 조절 어레이를 갖고, 간단한 급전 구조를 갖는다.
- [0018] [실시예 1]
- [0019] 이하, 본 발명의 실시예를 도 1 및 도 3에 의해 설명한다. 도 1은, 본 발명의 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 종단면도이다. 특히, 본 실시예의 플라스마 처리 장치에서는, 특정

주파수의 마이크로파의 전계와 이에 적합한 강도의 자계를 이용해서 ECR(Electron Cyclotron Resonance)을 생기게 해 플라스마를 형성하고 처리 대상의 반도체 웨이퍼 등의 기판 형상의 시료를 예칭 처리하는 플라스마 처리 장치를 설명한다.

[0020] 본 실시예의 플라스마 처리 장치(100)는, 원통 형상을 갖고 그 상부가 개방된 진공 용기(101)의 당해 원통 형상의 측벽 상단 위쪽에, 마이크로파가 투과하는 석영 등의 유전체제의 유전체 창(window)(103)의 외주연부(外周緣部)를 놓고 내외를 기밀로 밀봉함으로써, 내부가 감압되고 플라스마가 형성되는 원통 형상을 가진 공간인 처리실(104)을 구성한다. 또한, 진공 용기(101)의 하부는, 처리실(104)과 연통하며 진공 배기구(110)가 배치되고, 진공 용기(101)의 하방에 당해 진공 배기구(110)를 통해 배치된 진공 펌프를 포함하는 진공 배기 장치(도시 생략)와 연결된다.

[0021] 또한, 진공 용기(101) 상부를 구성하는 유전체 창(103)의 하방이며 처리실(104)의 천장면을 구성하는 개소에는, 처리실(104) 내에 예칭용 가스가 도입되는 복수의 관통 구멍이 중앙부에 배치되어서 원형을 가진 석영제의 샤워 플레이트(102)가 배치되어 있다.

[0022] 진공 용기(101)의 위쪽에는, 처리실(104) 내에 플라스마를 생성하기 위한 전계를 처리실(104)에 전송하기 위해, 유전체 창(103)의 위쪽에는 전계를 전송하는 원통형 공동(空洞)과 이 상부 중앙에 접속된 단면이 원형을 가진 도파관(105)이 배치되어 있다. 도파관(105)은 그 중심축이 상하 방향으로 연장되는 원통형 부분과 원통형 부분의 상단과 그 일 단부가 접속되어 축이 수평 방향으로 연장되는 단면이 사각형을 가진 방형(方形) 부분을 구비하고 있다. 내부를 전파하는 전계는, 방형 부분의 타 단부에 배치된 전원(106)에 의해 발진되어 방형 부분에 공급된다.

[0023] 본 실시예에 있어서, 플라스마 형성용 전계의 주파수는 특별히 한정되지 않지만, 본 실시예에서는 2.45GHz의 마이크로파가 이용된다. 또한, 도파관(105)의 원통형 부분의 하단에 접속되며 그 직경이 도파관(105)보다 크게 되어 처리실(104)과 동등하게 된 공동부의 위쪽 및 당해 공동과 처리실(104)의 측방의 외주 측에는, 자계를 형성하기 위한 코일(107)이 공동과 처리실(104)을 둘러싸서 배치되고, 전원(106)에 있어서 형성되며 도파관(105)을 전파하고 공동부를 통해 유전체 창(103)을 투과하여 처리실(104) 내에 공급된 전계는, 코일(107)에 의해 형성되며 처리실(104) 내에 공급된 자계와 상호 작용해서 처리실(104) 내에 도입된 처리용 가스의 원자 또는 분자를 여기한다. 여기된 처리용 가스의 입자에 의해 처리실(104)에 고밀도의 플라스마(116)가 발생한다.

[0024] 본 발명의 실시예에 따른 시료대의 구성을 도 1 내지 도 3을 이용해서 설명한다. 도 2는, 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 온도 조절 어레이의 배치를 확대해서 모식적으로 나타내는 횡단면도이다. 도 3은, 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 확대해서 모식적으로 나타내는 단면도이다. 도 3의 (a)는 종단면을, 도 3의 (b)는 횡단면을 나타내는 도면이다.

[0025] 도 1에 나타내는 처리실(104) 내의 하부에는, 유전체 창(103) 또는 샤워 플레이트(102)의 하면에 그 상면을 대향시켜 배치되며, 시료인 웨이퍼(109)가 당해 상면에 재치되는 시료대(115)가 배치되어 있다. 시료대(115)는 원통형을 갖고, 웨이퍼(109)가 놓이는 상면을 구성하는 상부 표면이 유전체막(111)으로 피복되어 있다.

[0026] 유전체막(111)의 내부에는, 직류 전력이 공급되어 유전체막(111)과 웨이퍼(109) 사이의 전하에 의한 정전기력을 형성하는 정전 흡착용 도전막(220)이 배치되어 있다. 본 실시예의 도전막(220)은, 각각이 복수 개의 이(齒)를 가진 빗살 형(型)을 가진 것이 각각의 이를 상호 맞물리도록 이 사이에 삽입해서 배치되어 있다.

[0027] 도 1 위쪽 좌측의 도전막(220)이 고주파 필터(125)를 통해 마이너스 극성을 갖는 직류 전원(132)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 도면 중 위쪽 우측의 도전막(220)이 고주파 필터(125)를 통해 플러스 극성을 갖는 직류 전원(126)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0028] 또한, 유전체막(111) 내부의 도전막(220)의 아래쪽에 도전막(221)이 배치되고, 이것과 고주파 전원(124)이 정합 회로(129)를 통해 전기적으로 접속되어, 웨이퍼(109)의 중심 아래쪽으로부터 바이어스 전위 형성용 고주파 전력이 공급된다. 고주파 전력이 공급되는 도전막(221) 및 정전착용 도전막(220)은 유전체막(111)을 구성하는 알루미나 혹은 이트리아와 같은 세라믹 등의 유전체의 재료로 둘러싸여 있고 소정의 진공도로 감압된 처리실(104)의 가스 내에 배치된다.

[0029] 본 예의 2개의 도전막(220)은, 원판형 또는 이것으로 간주할 정도로 근사(近似)한 형상을 가진 웨이퍼(109)의 중심 또는 이것을 통과하는 축에 대해서 대칭으로 간주할 위치에 배치되어 있다. 이것은, 도전막(221)에 공급된 당해 고주파 전력이 위쪽의 도전막(220)의 급전 위치를 통해 흐르면 도전막(220)에 고주파 전계가 생기게 될 가능성을 고려한 것이다. 즉, 도전막(220)에 고주파 전력에 의한 전계가 생겨도, 2개의 막이 웨이퍼(109) 중심

에 대해 대칭으로 배치되어 있음으로써, 좌우에서 흡착의 강도나 성능의 차이가 저감되기 때문이다.

[0030] 본 실시예에 있어서, 고주파 전력을 웨이퍼(109)의 중심으로부터 인가하는 것은 이하의 이유에 의한다. 플라스마 처리 장치(100)의 처리실(104) 내의 가스는 시료대(115)의 원통형의 축과 합치했다고 간주할 위치에 그 축이 배치된 진공 배기구(110)로부터 배출된다.

[0031] 웨이퍼(109)는 시료대(109) 상부의 유전체막(111)의 원형을 가진 웨이퍼 재치면의 중심에 그 중심을 합치시킨 것으로 간주할 위치에 배치되고, 웨이퍼(109) 상면 위쪽에서는 처리용 가스 혹은 반응 생성물이나 플라스마 중의 입자의 압력(분압)의 분포는 중심축 둘레에서 동심원 형상인 것으로 되고, 예칭 처리의 결과로서의 가공 형상이나 예칭의 특성 등의 성능도 동심원 형상의 분포가 된다. 그 때문에, 고주파 전력의 전계의 분포도 중심으로부터 동심원 형상으로 분포함으로써 처리용 가스 등의 입자의 압력 분포를 동심원 형상을 보정해서, 웨이퍼(109)의 가공 형상의 분포도 둘레 방향에 대해 불균일을 저감시켜 균등하게 근접시키도록 하고 있다.

[0032] 또한, 본 실시예의 시료대(115)는, 직류 전원(126, 132), 고주파 전원(124)으로부터 공급되는 고주파 전력, 혹은 기재(114) 내에 배치된 온도 조절 어레이(220)에 의한 발열을 냉각할 필요가 있기 때문에, 기재(114)의 내부에 냉매가 내부를 흐르는 냉매 유로(219)가 배치되어 있다. 이 기재(114)에는 웨이퍼(109)의 이면과 그 선단을 접촉시키고 이것을 유지한 상태에서 웨이퍼(109)를 유전체막(111) 위쪽에서 상승 혹은 강하시키는 펀용 상하 센서(도시 생략) 등이 설치된다. 이들 센서는 전기적 노이즈가 있는 상태에서는 오동작할 우려가 있다.

[0033] 또한, 상기 냉매 유로를 흐르는 냉매도 전계 내에서 정전기를 멀 우려가 있다. 그래서, 본 실시예에서는, 도시 한 바와 같이 기재(114)는 접지 전극(112)에 전기적으로 접속된다. 이 구성에 의해, 프레온계 냉매 등의 절연성 냉매를 사용하지 않아도, 예를 들면 물이나 에틸렌글리콜 등을 사용해서 냉매를 공급해서 순환시키는 관로의 구성을 간결하게 할 수 있고, 또한 환경에의 부하를 낮출 수 있다.

[0034] 본 실시예에서는, 기재(114)의 내부에 배치된 온도 조절 어레이(200)도 접지 전위로 된 부재로 둘러싸인 공간 내에 배치되어 있고, 온도 조절 어레이(200)에 전력을 공급하는 1 차측의 전원 바이어스 형성용 고주파 전력이 흐르는 것을 억제하기 위한 고주파 커트 필터를 생략할 수 있어, 온도 조절 어레이(200)를 포함하는 시료대(115)의 구성이 간결해진다.

[0035] 처리실(104) 내에 반송된 웨이퍼(109)는, 직류 전원(126 및 132)으로부터 인가되는 직류 전압에 의해 유전체막(111)과 웨이퍼(109) 사이에 형성된 정전기력에 의해 유전체막(111) 상면에 흡착되어 유지된다. 이 상태에서, 예칭용 가스가, 매스 플로우 컨트롤러(도시 생략)를 통해 유전체 창(103)과 샤크 플레이트(102) 사이의 극간에 도입되어 당해 극간 내에서 확산되고 충만되고, 샤크 플레이트(102)의 중앙부에 배치된 관통 구멍인 가스 도입 구멍과 같이 위쪽으로부터 시료대(115)를 향해 처리실(104) 내에 도입된다.

[0036] 상기와 같이, 도파관(105) 및 코일(107)로부터 전계 및 자계가 공급되고 처리용 가스가 여기되어 처리실(104) 내에 플라스마(116)가 생성된다. 시료대(115)의 유전체막(111) 내에 배치된 도전막(221)에 접속된 고주파 전원(124)으로부터 고주파 전력이 공급되고 웨이퍼(109) 상면 위쪽에 형성되는 바이어스 전위와 플라스마(116)의 전위차에 따라, 플라스마(116) 중의 하전 입자가 웨이퍼(109) 표면에 미리 형성된 마스크를 포함하는 복수의 막층으로 구성된 디바이스 회로용 막 구조의 처리 대상의 막 표면에 유인되어 충돌해서 당해 막층의 예칭 처리가 진행된다. 예칭 가스나 예칭에 의해 발생한 반응 생성물의 입자는 처리실(104) 내의 흐름을 따라 아래쪽으로 흘러 처리실(104) 하부와 연통한 진공 배기구(110)와 같이, 진공 펌프(도시 생략) 입구로 유입되어 배기된다.

[0037] 본 실시예에 있어서, 시료대(115)는 처리에 적합한 진공도로 감압된 처리실(104) 내에 배치되어 있는 한편, 온도 조절 어레이(200)는 금속제의 기재(114) 내부에 배치되고 내측이 대기압으로 유지된 공간의 내부에 배치되어 있다. 이러한 공간은, 기재(114)를 구성하는 상하의 부재인 금속제의 캡형 구조체(216)와 금속제의 원판 형상의 냉각판(217)에 의해 그 사이에 형성된다.

[0038] 캡형 구조체(216)는 원판 형상의 외주벽의 내측에 하면에 개구를 갖고 형성된 적어도 하나의 오목부를 갖고 당해 오목부의 내부에 복수의 온도 조절 어레이(200)가 수납된 상태에서 냉각판(217)의 평면 형상의 상면과 0링 등의 시일 부재를 끼워 맞닿게 해서 접속된다. 또한, 접지 전극(112)에 접속되어 있기 때문에 항상 어스 전위로 되어 일정한 전위를 갖고 있어 내부의 오목부 내의 공간에의 고주파의 전계의 전달을 방지한다. 그 때문에, 본 실시예에서는, 온도 조절 어레이(200)의 급전 경로 상에 복잡한 고주파 커트 필터를 사용하고 있지 않고, 복수의 온도 조절 어레이(200)가 배치된 본 실시예의 시료대(115)를 포함하는 플라스마 처리 장치(100) 구성을 간결하게 할 수 있다.

[0039] 또한, 캡형 구조체(216)의 오목부 내는 대기압으로 유지됨과 함께, 웨이퍼(109) 상면의 온도를 소기의 값이 되

도록 복수의 온도 조절 어레이(200) 각각과 웨이퍼(109) 사이의 열전달을 높은 정밀도로 실현하기 위해, 웨이퍼(109)와 온도 조절 어레이(200) 사이의 두께는, 구조적인 강도를 유지할 수 있는 상태에서 가능한 한 작은 쪽이 바람직하다. 이를 상반되는 요구를 만족시키기 위해, 본 실시예에서는 캡형 구조체(216)의 오목부의 내측에 복수의 돌기를 배치하고 있다. 이를 돌기의 선단은 아래쪽에 접속되는 냉각판(217)의 당해 캡형 구조체(216)와의 맞닿음면에 배치된 관통 구멍의 개구에 대응한 위치에 배치되어 있다.

[0040] 캡형 구조체(216)와 냉각판(217)이 맞닿은 상태에서 냉각판(217)의 아래쪽으로부터 관통 구멍을 통해 캡형 구조체(216)의 오목부 내의 돌기부 선단에 배치된 암나사 구멍에 나사 혹은 볼트(212)가 삽입되어 양자가 체결된다. 또한, 원통 형상 혹은 원판 형상을 가진 캡형 구조체(216)의 원통 직경 측벽의 하면 외주 측 부분에는 내외를 기밀하게 밀봉하기 위한 0링이 끼워져 유지되는 구성이기 때문에, 캡형 구조체(216)의 오목부 내의 돌기부 선단 및 하면 외주측 부분 표면은, 냉각판(217) 상면과 균등한 압력으로 맞닿도록 동일한 평면(213) 상에 위치하도록 구성된다.

[0041] 캡형 구조체(216)와 냉각판(217)이 접속되어 체결된 상태에서, 캡 측 구조체(216)의 오목부 내벽과 냉각판(217) 상면에 의해 둘러싸인 공간 내에서 각 온도 조절 어레이(200)와 각각의 아래쪽에 배치된 탄성을 가지며 절연성의 재료로 구성되는 단열성 배치대(201)는, 캡 측 구조체(216)의 오목부의 내벽 상면과 냉각판(217) 상면으로 끼워져 그 위치가 고정된다. 이 상태에서, 단열성 배치대(201)가 상하 방향으로 압축되어 변형된 결과로서의 반발력을 위쪽에 놓인 온도 조절 어레이(200)를 캡형 구조체(216) 내벽의 상면을 향해 가압해 이것을 접촉시켜서, 온도 조절 어레이(200)와 캡형 구조체(216) 사이에 온도 조절 어레이(200)에 의한 캡형 구조체(216) 상면 혹은 시료대(115) 상면의 온도를 높은 정밀도로 조절할 수 있는 만큼 충분한 열전달의 양을 얻을 수 있는 접촉의 압력을 형성한다.

[0042] 이러한構성을 실현하기 위해, 본 실시예의 캡형 구조체(216)의 하면은, 오목부 및 복수의 돌기를 형성한 후, 외주 측 부분의 시일면을 포함하며 동시에 연마 가공해서 형성된다. 볼트(212)에 의해 양자가 체결된 상태에서 접속면의 평탄도가 유지됨과 함께, 유전체막(111)이 그 위에 배치되는 캡형 구조체(216) 상면도 평탄하게 됨으로써, 각각이 온도 센서(218)를 구비한 온도 조절 어레이(200)와 각 온도 조절 어레이(200) 위쪽의 웨이퍼(109)와의 거리의 불균일이 저감된다. 이것에 의해, 온도 조절 어레이(200) 각각의 온도와 위쪽에 위치하는 웨이퍼(109)의 대응하는 개소의 온도와의 구배의 불균일이 억제되고, 웨이퍼(109)의 면내 방향에 대한 열전도나 흡착 성능의 편차가 억제되어 그 온도를 높은 정밀도로 조절할 수 있다. 또한, 오목부 내가 대기압으로 간주할 압력으로 되어 있기 때문에, 각 온도 조절 어레이(200)의 급전부의 시일 구조가 불필요 또는 간략화되어, 장치의 비용이 저감된다.

[0043] 또한, 온도 또는 발열량을 조절하는 온도 조절 어레이(200)는 접지 전위로 된 부재 내부의 공간에 배치되어 있기 때문에, 고주파 전력이 누설되는 것을 억제하기 위해 절연계의 냉매인 프레온계 냉매를 이용할 필요가 없고 냉매로서 도전성의 물이나 에틸렌글리콜을 사용할 수 있어, 장치가 배치되는 환경에의 부하가 저감됨과 함께 냉매의 순환 장치의 배관 부재를 간결하게 할 수 있는 메리트도 있다.

[0044] 또한, 도 3에 나타내는 바와 같이 캡형 구조체(216)의 하면 외주 측에 배치되는 0링(215)을 끼워 냉각판(217)과 맞닿는 시일부(222)는 오목부와 그 내부의 복수의 온도 조절 어레이(200)를 둘러싸서 일주(一周)에 걸쳐 존재한다. 이 시일부(222)를 통해 캡형 구조체(216)의 열이 냉각판(217)의 냉매 유로(219)의 냉매에 전달되게 되어, 캡형 구조체(216) 외주부의 온도가 소기의 것으로부터 벗어나게 될 우려가 있다. 본 실시예에서는, 캡형 구조체(216)의 오목부 내의 온도 조절 어레이(200) 외측에 내부에 단열성이 높은 재료를 갖는 단열층(214)을 링 형상으로 배치해서 당해 외주부에서의 열의 전달을 억제하고 웨이퍼(109) 상의 온도의 소기의 것으로부터의 벗어남을 억제한다. 이러한 단열층(214)에 의해서도 웨이퍼(109) 외주 측 부분에서 소기의 값으로부터 온도의 벗어남이 불충분하게 억제되지 않을 경우에는, 단열층(214)을 바꿔 혹은 그 내부에 히터 등의 가열 수단을 배치해서 적극적으로 웨이퍼(109)의 외주 측의 영역에서의 온도를 조절해도 된다.

[0045] 또한, 도 2에 나타내는 바와 같이, 본 실시예에 있어서 복수의 온도 조절 어레이(200)는, 원통형의 캡형 구조체(216)의 도면상 지면(紙面)에 수직인 방향의 중심축의 둘레에 복수의 반경 위치에서 다중의 동심 형상으로 배치되고, 각 반경 위치의 복수의 온도 조절 어레이(200)는 상호 전기적으로 접속되어 있다. 이 도면에 나타내는 바와 같이, 본 실시예의 시료대(115)의 중심에는, 유전체막(111) 내의 원형의 도전막(221)의 중심에 바이어스 형성용 고주파 전력을 공급하기 위해, 급전 경로가 배치되어 있으므로, 캡형 구조체(216)의 오목부의 중심부에는 온도 조절 어레이(200)가 배치되어 있지 않다.

[0046] 본 실시예의 온도 조절 어레이(200) 각각은 펠티에 소자를 갖고 당해 소자에 급전됨으로써 소자에 2면간에 온도

차가 형성됨으로써, 한쪽 면에 접속된 부재의 온도를 증감할 수 있다. 그리고, 본 실시예에서의 복수 개의 온도 조절 어레이(200)는, 각각이 전류 바이패스 텔레이(206)가 존재함(도면상 하나만을 도시하고 있음)으로써 각각의 온도를 개별적으로 원하는 값으로 조절하는 것을 가능하게 하고 있다. 또한, 본 실시예의 각 반경 위치의 둘레 방향으로 배치된 온도 조절 어레이(200)의 집합은 둘레 방향에 대해 인접하는 2개가 전기적으로 접속되고, 직렬로 접속된 이들 온도 조절 어레이(200)의 집합의 양단의 2개가, 펠터에 모드와 히터 모드로 모드를 전환하는 신호를 발신하는 극성 전환기(208)의 정부(正負)의 단자 전극을 통해 정전류 전원(207)과 접속되어 있다.

[0047] 본 도면에서는, 최외주의 반경 위치의 온도 조절 어레이(200)의 집합에 대해서만 정전류 전원(207) 및 극성 전환기(208)와의 접속을 나타내고 있지만, 내주 측의 반경 위치에 있어서도, 당해 위치에 배치된 적어도 하나의 집합은 이들 정전류 전원(207) 및 극성 전환기(208)의 쌍과 접속되어 있다. 본 실시예에서는, 각 반경 위치에서 둘레 방향에 대해 위쪽의 웨이퍼(109)의 소정의 원호 형상의 영역에 대응해서 배치된 이들 온도 조절 어레이(200)의 집합마다, 접속된 정전류 전원(207) 및 극성 전환기(208)의 쌍의 동작에 의해, 그 집합의 냉각과 가열의 운전의 전환에 의한 발열 또는 냉각의 양과의 조절이 행해진다.

[0048] 이와 같이 본 실시예에서는, 복수의 반경 위치에 대응한 영역에 둘레 방향으로 배치된 온도 조절 어레이(200) 집합의 복수인 것에서는, 인접하는 것끼리가 전기적으로 직렬로 접속되어 있다. 이것에 의해, 웨이퍼(109) 위쪽의 처리실(104)에서의 가스의 입자나 라디칼의 밀도는 동심원 형상으로 분포해 있는 것에 대응해서, 당해 분포에 따라 웨이퍼(109) 또는 유전체막(111) 상면의 온도의 분포를 반경 방향으로 달리 함과 함께 둘레 방향으로 변화를 억제하도록 보정할 수 있다. 이러한 작용의 주효를 위해, 온도 조절 어레이(200)의 펠터에 소자의 극성도 집합마다 둘레 방향에 대해서는 공통으로 하고, 서로 다른 반경 위치에서의 집합에서는 서로 다른 것으로 할 수 있다.

[0049] 본 실시예에 있어서, 기재(114)를 구성한 상태에서 캡형 구조체(216)의 오목부 및 냉각판(217)에 의해 둘러싸여 구획된 공간 내는 대기압으로 간주할 압력으로 된 공간에서 공기가 밀봉되어 있고 수분을 포함하고 있기 때문에, 도 3에 있어서 온도 조절 어레이(200)를 펠터에 모드로 구동하고 냉각 운전으로 이용한 경우에 공간의 내부에 결로가 생길 가능성이 있어, 물방울이 온도 조절 어레이의 펠터에 소자를 단락시켜 오동작 혹은 장애를 생기게 할 우려가 있다. 결로를 억제하기 위해, 본 실시예의 상기 오목부에는 소정의 온도로 가열되어 상대 습도를 저감시킨 공기나 희(希)가스 등의 가스를 도입구(210)로부터 도입하고 공간으로부터 배출구(211)를 통해 배기해서 순환시키고 있다.

[0050] 또한, 본 실시예의 각 온도 조절 어레이(200)는 온도 센서(218)를 갖고 있고, 온도 조절 어레이(200) 각각에 배치된 온도 센서로부터 출력되는 신호가 도시하지 않은 제어 장치에 송신된다. 당해 제어 장치에 있어서 신호로부터 검출된 온도를 나타내는 값에 의거하여 산출된 지령 신호가 면저의 온도 조절 어레이(200) 각각 또는 다른 온도 조절 어레이(200)를 포함하는 복수로 송신되어 그 펠터에 소자 혹은 히터 소자 구동이 조절된다.

[0051] 이러한 온도 조절 어레이(200)의 조절은, 각 온도 조절 어레이(200)에 접속된 무극성의 바이패스 텔레이(206)로 전류를 바이패스시킴으로써도 행해진다. 본 실시예의 바이패스 텔레이(206)가 무극성인 이유는, 온도 조절 어레이(200)가 전류의 방향(극성)의 전환에 의해 펠터에 모드와 히터 모드로 전환되기 때문에, 어떠한 경우에도 전류를 바이패스시키도록 하기 위함이다.

[0052] 또한, 당해 바이패스 텔레이(206)의 바이패스 성능을 향상시키기 위해서는 온도 조절 어레이(200)의 저항보다 충분히 낮은 저항값을 갖고 있는 것이 필요하다. 발명자들의 검토에 따르면, 이러한 저항값으로서는 온도 조절 어레이(200)의 약 1/5 이하로 함으로써 실용적으로 사용 가능하다는 것을 알았다.

[0053] 본 발명의 실시예의 전극 구조의 변형예를 도 4를 이용해서 설명한다. 도 4는, 도 1에 나타내는 실시예의 변형 예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 확대해서 모식적으로 나타내는 단면도이다. 도 4의 (a)는 종단면을, 도 4의 (b)는 횡단면을 나타내는 도면이다.

[0054] 이 도면에 나타내는 바와 같이, 본 예에서는 각 온도 조절 어레이(300)와 온도 센서(318)가 쌍으로서 상하에 배치되고, 캡형 구조체(216)와 냉각판(217)이 접속되고 체결되어 기재(114)가 구성된 상태에서, 온도 센서(318)가 아래쪽의 온도 조절 어레이(300)와 위쪽의 캡형 구조체(216)의 오목부의 내벽 상면으로 끼워져 양자에 접해 있다. 이러한 구성에 있어서, 도시하지 않은 제어 장치가 각각의 온도 센서(318)로부터의 출력되는 신호에 의거하여 온도를 검출하고 대응하는 온도 조절 어레이(300) 각각 또는 복수의 온도 조절 어레이(300)의 소자의 구동을, 무극성의 바이패스 텔레이(306)를 이용해서 전류를 바이패스시킴으로써 조절한다.

[0055] 본 예에 있어서, 온도 센서(318)와 온도 조절 어레이(300)는 막 형상의 부재로 구성되어 있다. 온도 센서(31

8)는, 온도를 검지하는 소자의 둘레에 배치된 소자와 동일한 두께의 막 형상 구조(301)를 갖고, 캡형 구조체(216)의 오목부 내벽과 온도 조절 어레이(300) 사이에 끼워지는 온도 센서(318)에 전달되는 열이 갖는 막의 면내 방향에 대해 편차나 불균일을 저감하도록 구성되어 있다.

[0056] 본 예의 온도 조절 어레이(300)는 히터 모드로만 운전된다. 이 때문에, 플라스마 처리 장치(100)의 운전 중에 각각의 소자에 흐르는 전류의 방향은 변화하지 않기 때문에, 바이패스 릴레이로서의 극성을 가진 것을 사용할 수 있다. 또한, 발명자들의 검토에 의해, 이러한 저항값으로서는 온도 조절 어레이(200)의 약 1/5 이하로 함으로써 실용적으로 사용 가능하다는 것을 알았다.

[0057] 또한, 온도 조절 어레이(300)를 캡형 구조체(216)의 오목부 내벽의 상면에 충분한 압력으로 접촉시켜 원하는 정밀도로 온도의 조절을 실현할 수 있는 만큼 충분한 상호의 열의 전도를 얻기 위해, 오목부의 공간 내에 있어서 온도 조절 어레이(300)와 냉각판(217) 상면 사이에 탄성을 가진 부재로 구성된 단열성 구조체(311)가 배치되어 있다. 이 구성에 있어서, 캡형 구조체(216)와 냉각판(217)이 접속되어 체결된 상태에서, 온도 조절 어레이(300) 및 그 위쪽의 온도 센서(318)와 단열성 구조체(311)는, 캡형 구조체(216)와 냉각판(217) 사이에 끼워져 상호 접촉해 있음과 함께, 온도 조절 어레이(300) 및 그 위쪽의 온도 센서(318)는 탄성을 갖는 단열성 구조체(311)가 압축되어 변형함으로써 발생하는 반발력 혹은 냉각판(217)으로부터 전달되는 가압력에 의해 단열성 구조체(311)로부터 캡형 구조체(216)의 오목부의 내벽 상면에 가압되어, 온도 센서(318)와 캡형 구조체(216) 사이에 상기 충분한 접촉의 압력이 형성된다.

[0058] 단열성 구조체(311)는, 도면상 직방체로 간주할 형상을 갖고 있지만 형상은 이에 제한되지 않고, 또한 단열성을 갖고 있음으로써, 온도 조절 어레이(300)의 히터가 생기게 하는 열이 냉각판(217)에 전달되는 것을 억제하고 캡 구조체(216)의 상면의 온도를 효율적으로 높은 정밀도로 조절할 수 있다. 이러한 열의 전달 혹은 온도의 조절을 실현하기 위해, 본 예의 단열성 구조체(311)의 열전도율은 $5W/mK$ 이하로 되는 것이 바람직하다.

[0059] 상기 실시예에 있어서의 온도 조절 어레이의 동작의 제어를 도 5를 이용해서 설명한다. 도 5는, 도 2에 나타내는 실시예의 시료대에 있어서 온도 조절 어레이의 배치를 모식적으로 나타낸 획단면도이다. 본 도면에 있어서, 원형의 단면을 갖는 시료대(115)의 캡형 구조체(216)의 내부에 배치된 온도 조절 어레이(200)는, 3개의 반경 위치의 각각에서 둘레 방향으로 동일하다고 간주할 각도의 간격으로 중심으로부터 반경 방향으로 방사상으로 배치되고 상호 직렬로 전기적으로 접속된 3개의 집합을 구성하고 있다.

[0060] 가장 내측의 둘레의 온도 조절 어레이(200)의 집합으로 접속된 어레이의 열의 일단을 첫 번째로 해서 타단을 향해 순서대로 번호를 부여하고 있다. 그리고, 최내주의 것 전체(본 예에서는 1부터 4까지)에 번호가 부여되면, 1개의 외주 측의 둘레의 열의 일단에 다음 번호를 부여하고 타단을 향해 온도 조절 어레이(200)의 전체(본 예에서는 5부터 12까지)에 순서대로 번호를 부여하는 것을 최외주의 온도 조절 어레이(200)의 집합의 전체 어레이에 번호를 부여할 때까지 반복해서, 시료대(115)의 모든 온도 조절 어레이(200)에 번호를 부여하고 있다.

[0061] 이렇게 해서, 1부터 n 까지 번호가 부여된 온도 조절 어레이(200)의 각각의 동작을 조절해서, 기재(115) 또는 유전체막(111) 상면의 온도를 조절하기 위한 공정을 이하에 설명한다. 이러한 구성에 있어서, 조절의 목표가 되는 온도를 설정하면, 각 온도 조절 어레이(200)의 동작은 온도 센서(218)로부터 출력되는 신호를 수신한 도시하지 않은 제어 장치가 발신하는 지령 신호에 따라 조절되는 PID 제어 등 피드백 제어에 의해 실시된다.

[0062] 이하, 임의의 번호 n (번째)의 소자의 목표로 하는 온도(센서 피드백 온도) T_n 을 검출을 설명한다. n 번째의 온도 조절 어레이(200)의 소자 위쪽에 위치하는 웨이퍼(109) 상면의 개소에서의 온도 T_{2n} 은, 예를 들면 웨이퍼(109)의 형상을 대표하는 CD(Critical Dimension)의 값을 나타내는 데이터로부터 하기와 같이 구해진다.

[0063] CD 값과 온도의 상관 관계가 1:1인 것을 알고 있고, 그 상관 계수와 CD의 값으로부터 목표가 되는 온도가 구해져 설정된다. 즉, n 번째의 소자가 k 번째의 소자에 미치는 영향 상수 λ_{kn} 은 온도 조절 어레이 사이의 거리와 위치로 결정되기 때문에, 예를 들면, 사전 실험으로 n 번째의 온도 조절 어레이의 온도를 $1^{\circ}C$ 올렸을 때 k 번째의 온도 조절 어레이(200)에서의 온도가 소정의 시간의 경과 후 10% 상승했을 경우에는, 영향 상수 λ_{kn} 을 0.1로 판정한다. 이러한 상수가 일의(一意)로 정해질 경우에는, n 번째의 온도 조절 어레이(200)의 온도와 그 주변의 온도 조절 어레이(200)의 온도는 비례 관계에 있다고 생각할 수 있다.

[0064] 또한, 웨이퍼(109)의 온도는 플라스마(116)로부터의 입열(入熱)에 의해 상승한다. 이 플라스마(116)로부터의 입열의 양은, 바이어스 형성용 고주파 전력의 크기와 소정의 상관 관계가 있는 것이 알려져 있고, 바이어스 형성용 고주파 전력의 크기에 대해 상관 계수 K 를 곱한 것이 당해 플라스마(116)로부터의 입열로서 구한다. 이것은, 바이어스 형성용 고주파 전력값이 상대적으로 큰 경우에는, 웨이퍼(109)의 온도를 소정의 값으로 하기 위해

서는 펠티에 모드 혹은 히터 모드의 어느 것으로 구동되는 임의의 온도 조절 어레이(200)의 상면의 온도는 상대적으로 저하시키는 것이 필요해지므로, 당해 온도 조절 어레이(200)의 목표로 하는 온도와 입열의 양 혹은 고주파 전력의 크기와는 반비례 관계에 있다.

[0065] 또한, 이러한 상관 관계의 정도를 나타내는 계수는, 처리용 가스의 종류나 처리실(104) 내의 압력, 시료대(115)를 구성하는 부재의 재료 등에 따라서도 변화한다. 이를 영향을 계수 Z로서 대표시킴으로써, 본 실시예의 제어 장치에 있어서는, k번째의 온도 조절 어레이(200)의 목표가 되는 온도는 이하의 식에 의거하여 검출된다.

[0066] [수식 1]

$$Tk = \sum_{n=1}^{n=h} (\lambda kn \times Tw_n) \div (K \times RF) \quad (\text{식 1})$$

Tn: n번째의 소자의 제어 온도(센서 피드백 온도)

Tw_n: n번째의 소자 상의 웨이퍼 온도

λkn : n번째의 소자가 k번째의 소자에 미치는 영향 상수

K: 비례 상수

RF: 바이어스 파워

[0067] [0068] 본 예에서는, 이 식 (1)의 각 계수가 미리 실험 등에 의해 검출되고 제어 장치 내의 RAM이나 ROM 등의 기억 장치에 기억되어 설정되고, 제어 장치에 있어서 웨이퍼(109)의 처리 중에 이를 값을 이용해서 1부터 h까지의 온도 조절 어레이(200) 각각의 목표 온도가 검출된다. 이러한 구성에서는, 웨이퍼(109)의 온도는 옵저버 등에 있어 예측되는 것이 아니라, 본 예와 같이 다수의 개소에서의 온도를 이를 개소 각각에 배치된 동수(同數)의 온도 조절 어레이(200)의 동작을 조절하는 것으로도, 그 조절의 응답성을 충분히 높게 하여 현실적인 것으로 할 수 있다.

[0069] 도 6을 이용해서, 본 실시예의 온도 조절 어레이의 동작의 예를 설명한다. 도 6은, 도 2에 나타내는 실시예의 시료대의 온도 조절 어레이의 동작을 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0070] 본 도면에 있어서, 온도 조절 어레이(400, 401)는 도 2에 나타내는 온도 조절 어레이(200)와 동일한 구성의 것이다. 온도 조절 어레이(400, 401)는 극성 전환기(208)의 정부의 단자 전극을 통해 정전류 전원(207)과 전기적으로 직렬로 접속되며, 또한 각 온도 조절 어레이는 이와 병렬로 전력을 공급하는 경로와 접속된 바이패스 릴레이(206)를 갖고, 각 어레이의 소자는 히터 모드로 동작되는 경우를 나타내고 있다.

[0071] 도 5에 나타낸 수단에 의해 검출된 목표 온도에 대해, 온도 조절 어레이(401)의 온도 센서가 검지한 신호로부터 검출된 온도의 값이 큰 경우에는, 온도 조절 어레이(400)에 공급하는 전류를 저하시키거나, 혹은 정지시켜서 발생하는 열량을 저하시킬 필요가 있으므로, 제어 장치로부터의 지령 신호에 따라 온도 조절 어레이(400)에의 전류를 바이패스하기 위해 이것에 병렬로 접속된 바이패스 릴레이(206)가 ON으로 된다. 또한, 온도 조절 어레이(401)의 모니터 온도가 낮은 경우에는, 온도 조절 어레이(400)에 전류를 흘리기 위해 바이패스 릴레이(206)는 OFF로 된다. 바이패스 릴레이(206)의 ON 또는 OFF 기간은, 제어 장치가 온도 센서(218)로부터의 출력을 수신해서 검출된 온도의 값과 목표 온도와의 차이를 이용해서, 이 차이와 비례하는, 차이의 적분값에 비례하는, 차이의 미분값에 비례하도록 설정한다.

[0072] 도 7을 이용해서 검출된 CD 값의 분포로부터 목표 온도를 검출하는 공정을 설명한다. 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치에 있어서 제어 장치가 각 온도 조절 어레이가 목표로 하는 온도를 검출하는 공정을 나타내는 플로차트이다.

[0073] 본 도면에 있어서, 제품으로서의 반도체 디바이스를 제조하기 위해 웨이퍼(109)를 처리하기 전에, 미리 당해 웨이퍼(109)와 동일하다고 간주할 구성이며 동일하다고 간주할 막 구조를 상면에 가진 테스트용 웨이퍼(109)를, 모든 온도 조절 어레이(200)에서의 온도가 소정의 제 1 온도가 되도록 조절해서, 제품용 웨이퍼(109)의 처리와 동일한 처리실(104)의 압력, 처리용 가스의 조성이나 유량 등의 처리 조건(소위 레시피)으로 처리한 후, 테스트 용 웨이퍼(109)의 표면의 형상을 측정해서 CD 평균값 1을 검출한다(스텝 701). 다음으로, 온도 조절 어레이(200)를 제 1 온도와 다른 값의 제 2 온도가 되도록 조절해서 다른 테스트용 웨이퍼(109)를 처리한 후, 당해 다른 테스트용 웨이퍼(109)의 표면의 형상을 측정해서 CD 평균값 2를 검출한다(스텝 702).

[0074] 다음으로, CD 평균값 1 및 CD 평균값 2의 차이와 제 1, 제 2 온도의 차이와의 상관을 검출해서 CD 값의 온도 상

관 계수를 검출한다(스텝 703). 당해 온도 상관 계수를 이용해서 측정된 혹은 가공 형상의 사양으로서의 CD 값에 대응하는 각 온도 조절 어레이(200)의 목표 온도를 산출한다(스텝 704). 산출된 온도 값을 목표 온도로서 설정하고 제품용 웨이퍼(109)의 처리를 실시한다(스텝 705).

[0075] 예를 들면, 플라스마 처리 장치(100)에 접속된 CRT나 액정 모니터 등의 표시 장치의 표시부 상에 GUI(Graphical User Interface)를 사용해서 CD 측정값 1과 제 1 온도 및 CD 측정값 2와 제 2 온도를 장치의 사용자에게 입력시 키도록 표시를 행하고, 입력된 값에 의거하여 플라스마 처리 장치(100)가 제어 장치에 의해 운전되도록 해도 된다. 제어 장치는, 도시하지 않은 통신 수단과 접속된 통신 인터페이스를 통해 수신된 목표가 되는 온도의 값에 의거하여 바이пас스 릴레이(206)를 PWM 제어한다. 또한, 제어 장치 내의 반도체제의 마이크로프로세서 등의 연산기는, 수신된 목표 온도의 값 및 온도 센서(218)로부터의 신호로부터 검출된 온도의 값에 따라 각 온도 조절 어레이(200)의 동작을 조절하는 알고리즘이 기재된 소프트웨어를 이들이 미리 기억된 RAM이나 ROM, 하드디스크 등 기억 장치로부터 판독해서, 제어를 위한 지령 신호를 산출한다.

[0076] 복수의 온도 센서(218)의 캘리브레이션 방법을 나타낸다. 온도 센서(218)도 경년 열화하기 때문에, 예를 들면 냉매 온도 220°C에서 거의 온도 모니터가 배치된 위치에 가까운 시료대(115)의 표면의 온도를 검출해서, 온도 센서(218)로부터 검출되는 온도의 값을 교정해도 된다. 이 교정에 사용되는 기준으로 하는 온도 센서는 웨이퍼 형의 센서여도 접촉식 온도계여도 되고, 측정시에 이미 교정된 온도 측정기이면 무엇이어도 된다. 또한, 본 실시예에서는, 온도 센서를 서비스터로 했지만, PT 센서, 열전대, 형광 온도계 등이어도 된다.

[0077] 또한, 본 실시예에서는, 피에칭 재료를 실리콘 산화막으로 하고, 에칭 가스 및 클리닝 가스로서 예를 들면, 전술한 사불화메탄 가스, 산소 가스, 트리플루오로메탄 가스를 이용했지만, 피에칭 재료로서는, 실리콘 산화막뿐만 아니라, 폴리실리콘막, 포토레지스트막, 반사 방지 유기막, 반사 방지 무기막, 유기계 재료, 무기계 재료, 실리콘 산화막, 질화실리콘 산화막, 질화실리콘막, Low-k 재료, High-k 재료, 아모페스 카본막, Si 기판, 금속 재료 등에 있어서도 동등한 효과가 얻어진다. 또한 에칭을 실시하는 가스로서는, 예를 들면, 염소 가스, 브롬화수소 가스, 사불화메탄 가스, 삼불화메탄, 이불화 메탄, 아르곤 가스, 헬륨 가스, 산소 가스, 질소 가스, 이산화탄소, 일산화탄소, 수소, 암모니아, 팔불화프로판, 삼불화질소, 육불화황 가스, 메탄 가스, 사불화실리콘 가스, 사염화실리콘 가스, 염소 가스, 브롬화 수소 가스, 사불화메탄 가스, 삼불화메탄, 이불화메탄, 아르곤 가스, 헬륨 가스, 산소 가스, 질소 가스, 이산화탄소, 일산화탄소, 수소, 암모니아, 팔불화프로판, 삼불화질소, 육불화황 가스, 메탄 가스, 사불화실리콘 가스, 사염화실리콘 가스, 헬륨 가스, 네온 가스, 크립톤 가스, 크세논 가스, 라돈 가스 등이 사용될 수 있다.

[0078] 이상의 실시예에서는 마이크로파 ECR 방전을 이용한 에칭 장치를 예로 설명했지만, 다른 방전(유(有)자장 UHF 방전, 용량 결합형 방전, 유도 결합형 방전, 마그네트론 방전, 표면파 여기 방전, 트랜스퍼 · 커플드 방전)을 이용한 드라이 에칭 장치에 있어서도 마찬가지의 작용 효과가 있다. 또한, 상기 각 실시예에서는, 에칭 장치에 대해 기술했지만, 플라스마 처리를 행하는 그 외의 플라스마 처리 장치, 예를 들면 플라스마 CVD 장치, 앗싱 장치, 표면 개질 장치 등에 대해서도 마찬가지의 작용 효과가 있다.

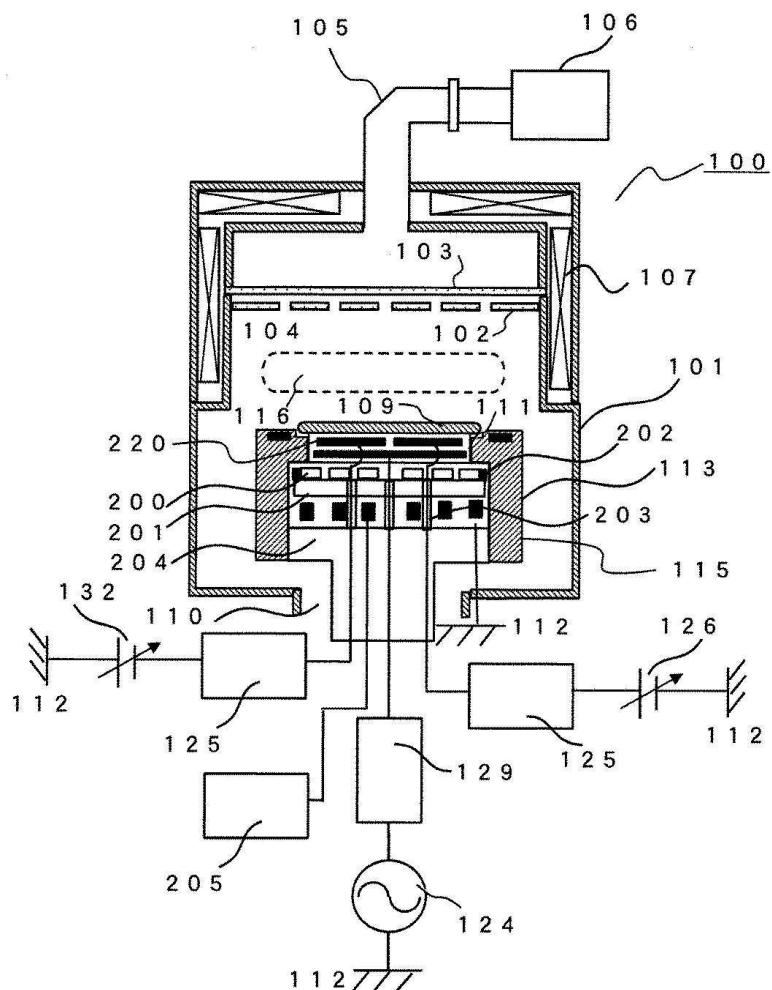
부호의 설명

101…진공 용기	102…샤워 플레이트
103…유전체 창	104…처리실
105…도파관	106…전원
107…코일	109…웨이퍼
110…진공 배기구	111…유전체막
112…접지 전극	113…서셉터 커버
114…기재	115…시료대
116…플라스마	124…고주파 전원
125…고주파 커트 필터	126, 132…직류 전원
129…정합기	200…온도 조절 어레이

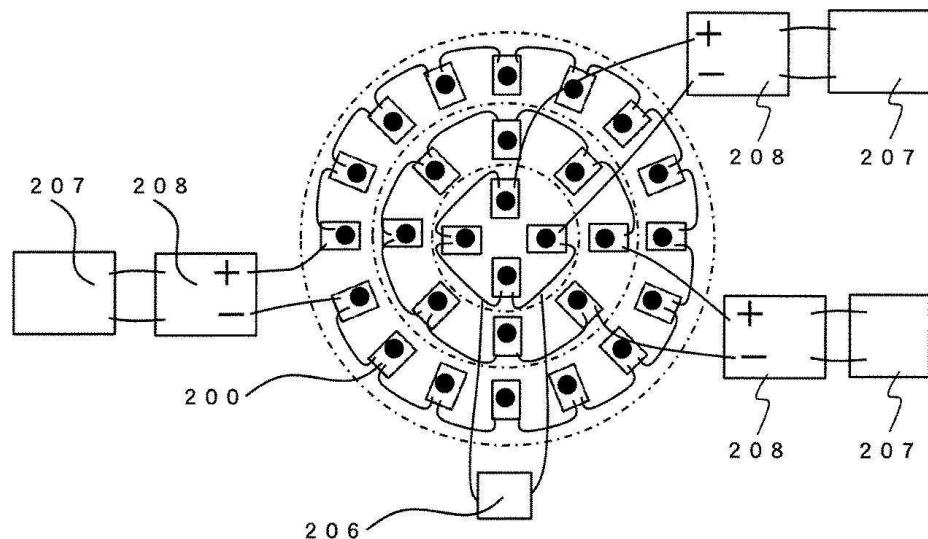
201…단열성 배치대	202…단열층
203…대기 급전부	204…대기 스테이션
206…바이패스 릴레이	207…정전류 전원
208…극성 전환 장치	210…드라이 에어 도입구
211…드라이 에어 배출구	212…대기압 유지 볼트
213…평탄도 유지면	214…열의 흐름
215…0링	216…캡형 구조체
217…냉각판	218…온도 센서
220…도전막	221…도전막
300…온도 조절 어레이	301…막 형상 구조체
318…온도 센서	400, 401…온도 조절 어레이

도면

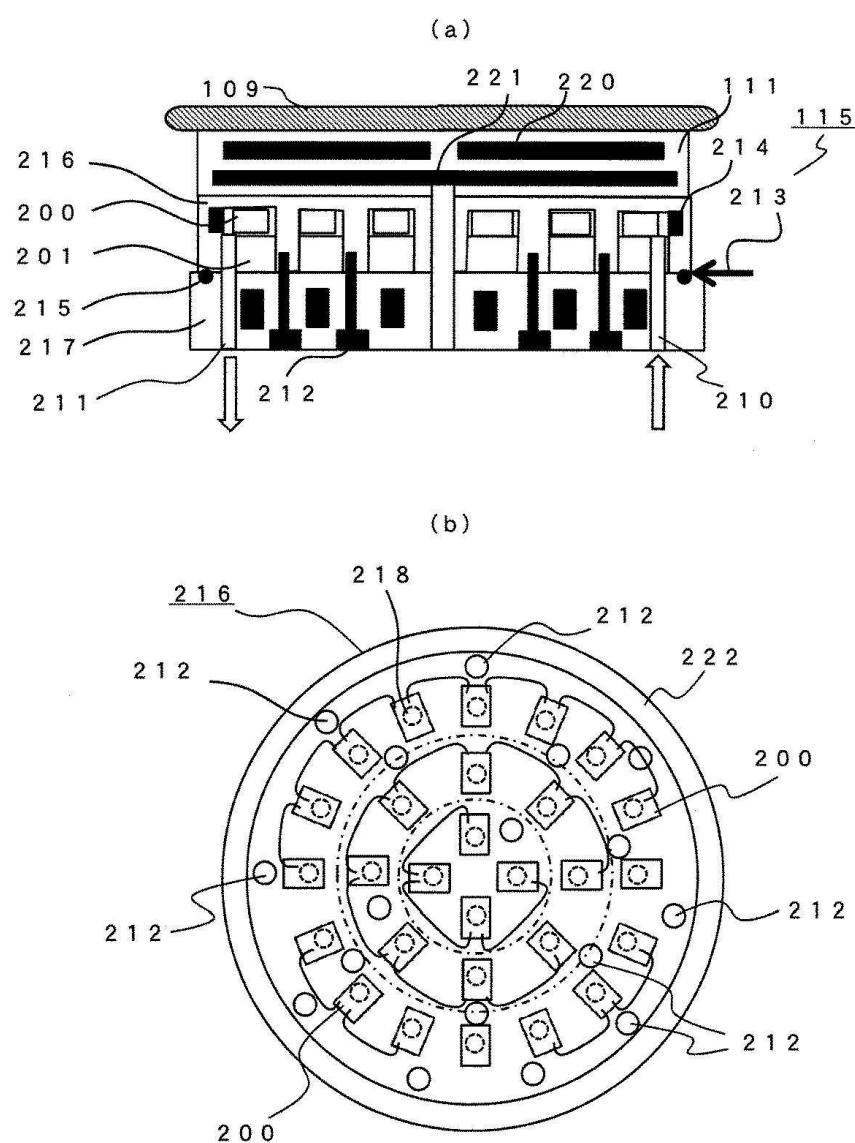
도면1



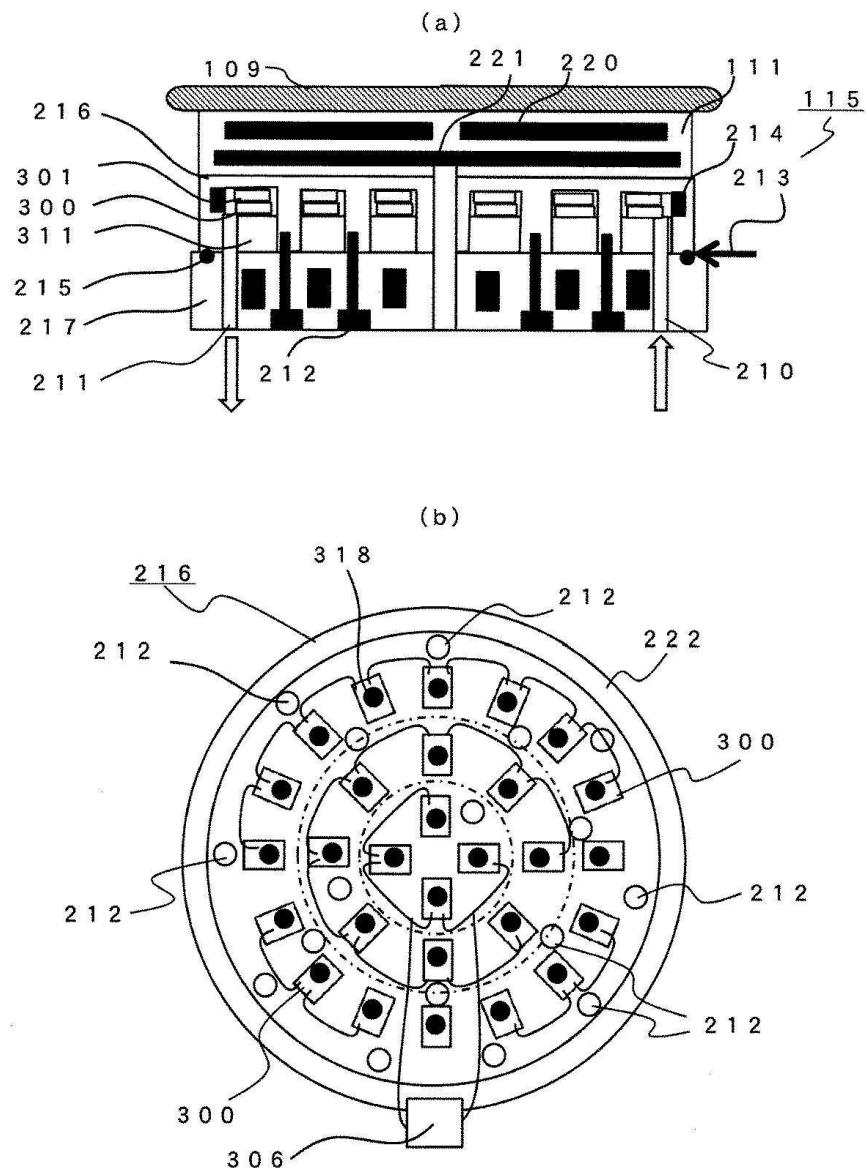
도면2



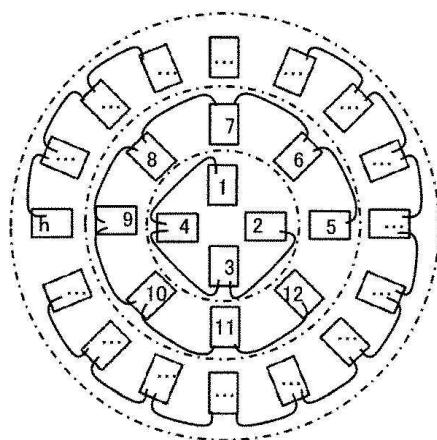
도면3



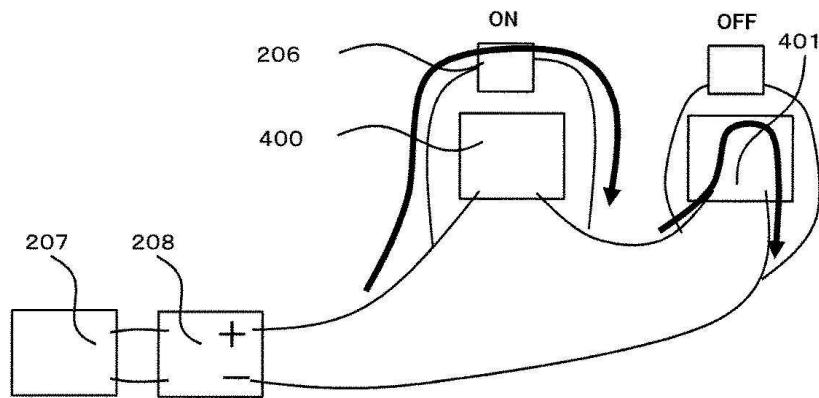
도면4



도면5



도면6



도면7

