



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년04월20일

(11) 등록번호 10-2242146

(24) 등록일자 2021년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) **H01L 21/67** (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01J 37/32541 (2013.01)
H01J 37/32522 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0109038

(22) 출원일자 2019년09월03일
 심사청구일자 2019년09월03일

(65) 공개번호 10-2020-0029994

(43) 공개일자 2020년03월19일

(30) 우선권주장
 JP-P-2018-169453 2018년09월11일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌
 JP2018107304 A*
 KR1020090023251 A
 KR1020150004274 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉트릭
 일본 도쿄도 치요다구 칸다카지쵸 3쵸메 4번지

(72) 발명자
 다케다, 츠요시
 일본 9392393 토야마겐 토야마시 야쓰오마치 야스
 우치 2쵸메 1반치 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉
 트릭 내

하라, 다이스케
 일본 9392393 토야마겐 토야마시 야쓰오마치 야스
 우치 2쵸메 1반치 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉
 트릭 내

(74) 대리인
 양영준, 박상돈, 이중희

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 류정현

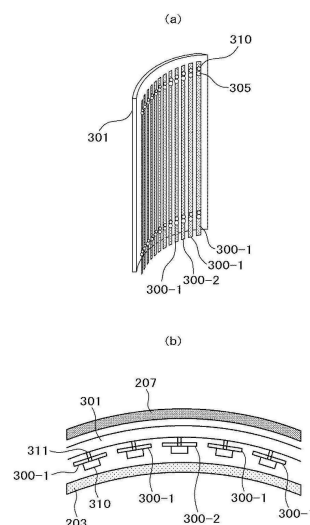
(54) 발명의 명칭 기판 처리 장치, 기판 처리 장치의 전극 및 반도체 장치의 제조 방법

(57) 요약

플라스마 전극에 의한 활성종 생성 능력을 유지한 채 균일한 기판 처리를 가능하게 하는 기술을 제공하는 데 있다.

기판 처리 장치는, 기판을 처리하는 처리실을 형성하는 반응관과, 반응관의 외측에 설치되어 상기 처리실 내에 플라스마를 형성하는 적어도 2개의 전극을 고정하는 전극 고정 지그와, 상기 전극 고정 지그의 외측에 마련되고, 상기 반응관을 가열하는 가열 장치를 포함하고, 상기 적어도 2개의 전극은, 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극과, 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극을 포함하고, 상기 임의의 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극의 표면적은, 상기 기준 전위가 부여되는 전극의 표면적의 2배 이상이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01J 37/3255 (2013.01)

H01L 21/67017 (2013.01)

H01L 21/67098 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 처리하는 처리실을 형성하는 반응관과,

상기 반응관의 외측에 설치되어 상기 처리실 내에 플라스마를 형성하는 적어도 2개의 전극을 고정하는 전극 고정 지그와,

상기 적어도 2개의 전극을, 상기 전극 고정 지그의 표면으로부터 일정 거리를 이격하기 위한 스페이서와,

상기 전극 고정 지그의 외측에 마련되고, 상기 반응관을 가열하는 가열 장치를 포함하고,

상기 적어도 2개의 전극은, 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극과, 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극과, 꺾임부를 포함하고, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극의 표면적은, 상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극의 표면적의 2배 이상이며, 상기 스페이서가 상기 꺾임부의 굴부에 맞닿는, 기관 처리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 전극은, 알루미늄이 첨가된 니켈 합금 재료에 의해 구성되는, 기관 처리 장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

기관을 처리하는 처리실을 형성하는 반응관과,

상기 반응관의 외측에 설치되어 상기 처리실 내에 플라스마를 형성하는 적어도 2개의 박판의 전극을 고정하는 전극 고정 지그와,

상기 전극 고정 지그의 외측에 마련되고, 상기 반응관을 가열하는 가열 장치를 포함하고,

상기 적어도 2개의 박판의 전극은, 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 박판의 전극과, 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 박판의 전극을 포함하고, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 박판의 전극의 표면적은, 상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 박판의 전극의 표면적의 2배 이상이며, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 박판의 전극은, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 복수의 박판의 전극을 포함하고,

상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 박판의 전극은, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 복수의 박판의 전극의 2개 이상 연속하여 배치되는 박판의 전극 사이에 끼워지도록 배치되는, 기관 처리 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 전극 고정 지그는, 석영으로 형성되는 석영 커버인, 기관 처리 장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전극 고정 지그는, 상기 반응관 내에 마련된 가스 공급부와 가스 배기부가 설치된 위치 이외의 상기 반응관 외주에 배치되는, 기관 처리 장치.

청구항 7

미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극과, 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극을 포함하고, 처리실 내에 플라스마를 생성하는 기관 처리 장치의 복수의 전극이며,

상기 복수의 전극을 고정하는 전극 고정 지그의 표면으로부터 상기 복수의 전극을 일정한 거리를 이격하기 위한 스페이서를 포함하고,

상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극의 표면적이, 상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극의 표면적의 2배 이상이며, 상기 복수의 전극은 꺾임부를 갖고, 상기 스페이서가 상기 꺾임부의 굴부에 맞닿는, 복수의 전극.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 복수의 전극은, 알루미늄이 첨가된 니켈 합금 재료에 의해 구성되는, 복수의 전극.

청구항 9

삭제

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극은, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 복수의 전극을 포함하고,

상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극은, 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 복수의 전극의 2개 이상 연속하여 배치되는 전극의 사이에 끼워지도록 배치되는, 복수의 전극.

청구항 11

제7항에 있어서, 상기 전극 고정 지그는, 석영으로 형성되는 석영 커버인, 복수의 전극.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 기관 처리 장치, 기관 처리 장치의 전극 및 반도체 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 반도체 장치(디바이스)의 제조 공정의 일 공정으로서, 기관 처리 장치의 처리실 내에 기관을 반입하고, 처리실 내에 원료 가스와 반응 가스를 공급하여 기관 상에 절연막이나 반도체 막, 도체막 등의 각종 막을 형성하거나, 각종 막을 제거하거나 하는 기관 처리가 행하여지는 경우가 있다.
- [0003] 미세 패턴이 형성되는 양산 디바이스에 있어서는, 불순물 확산을 억제하거나, 유기 재료 등 내열성이 낮은 재료를 사용할 수 있도록 하기 위해서 저온화가 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2007-324477호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 이와 같은 문제를 해결하기 위해서, 플라스마를 사용하여 기관 처리를 행하는 것이 일반적으로 행해지고 있지만, 경년 변화나 가열 장치로부터의 열을 받는 것이 원인으로 플라스마 전극이 변형되어 버리면, 플라스마에 의해 생성되는 이온이나 라디칼 등의 활성종의 생성량이 저하되거나, 그것들의 생성 분포에 변동이 발생하거나 해 버려, 능력을 유지한 채 막을 균일 처리하기가 곤란해져 버리는 경우가 있었다.
- [0006] 본 개시의 목적은, 플라스마 전극에 의한 활성종 생성 능력을 유지한 채 균일한 기관 처리를 가능하게 하는 기술을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 개시의 일 형태에 의하면,
- [0008] 기관을 처리하는 처리실을 형성하는 반응관과,
- [0009] 상기 반응관의 외주에 설치되어 상기 처리실 내에 플라스마를 형성하는 적어도 2개의 전극을 고정하는 전극 고정 지그와,
- [0010] 상기 전극 고정 지그의 외주에 마련되고, 상기 반응관 내를 가열하는 가열 장치를 포함하고,
- [0011] 상기 적어도 2개의 전극은, 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극과, 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극을 포함하고,
- [0012] 상기 미리 정해진 전위가 인가되는 적어도 하나의 전극의 표면적은, 상기 기준 전위가 부여되는 적어도 하나의 전극의 표면적의 2배 이상인 기술이 제공된다.

발명의 효과

- [0013] 본 개시에 의하면, 플라스마 전극에 의한 활성종 생성 능력을 유지한 채 균일한 기관 처리를 가능하게 하는 기술을 제공하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 개시의 실시 형태에서 적합하게 사용되는 기관 처리 장치의 종형 처리로의 개략 구성도이며, 처리로 부분을 종단면으로 나타내는 도면이다.
- 도 2는 도 1에 나타내는 기관 처리 장치에 있어서의 A-A 단면도이다.
- 도 3의 (a)는, 본 개시의 실시 형태의 전극을 석영 커버에 설치했을 때의 사시도이며, (b)는 본 개시의 실시 형태의 히터, 석영 커버, 전극, 전극을 고정하는 돌기부, 반응관의 위치 관계를 나타내기 위한 도면이다.
- 도 4의 (a)는, 본 개시의 실시 형태의 전극의 정면도이며, (b)는 전극을 석영 커버에 고정하는 점을 설명하는 도면이다.

도 5는 본 개시의 실시 형태의 하나의 전극의 형상과 그것을 받침대로 하는 스페이서의 조합예를 나타내는 도면이며, (a)는 평판 형상 전극과 스페이서 1열의 예, (b)는 평판 형상 전극과 스페이서 2열의 예, (c)는 V자 형상 전극과 스페이서 1열의 예, (d)는 역 V자 형상 전극과 스페이서 2열의 예, (e)는 W자 형상 전극과 스페이서 2열의 예를 나타내는 도면이다.

도 6은 도 1에 도시되는 기관 처리 장치에 있어서의 컨트롤러의 개략 구성도이며, 컨트롤러의 제어계의 일례를 나타내는 블록도이다.

도 7은 도 1에 도시되는 기관 처리 장치를 사용한 기관 처리 프로세스의 일례를 나타내는 흐름도이다.

도 8은 본 개시의 실시 형태의 전극 6개 사용한 경우의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이며, 정합기를 통하여 고주파 전원이 접속되는 Hot 전극을 2개 페어 2조로 해서, 나머지의 Ground 전극을 그들과 번갈아 배치한 경우의 도면이다.

도 9는 본 개시의 실시 형태의 비교예의 전극 6개 사용한 경우의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이며, 정합기를 통하여 고주파 전원이 접속되는 Hot 전극과, 접지되어 있는 Ground 전극이 번갈아 각각 3개씩 배치된 경우의 도면이다.

도 10은 본 개시의 실시 형태의 변형예의 전극 6개 사용한 경우의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이며, 정합기를 통하여 고주파 전원이 접속되는 Hot 전극을 4개 페어 1조로 해서, 나머지의 Ground 전극을 양측에 배치한 경우의 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

<개시의 실시 형태>

[0016]

이하, 본 개시의 실시 형태에 대해 도 1 내지 도 5를 참조하면서 설명한다.

[0017]

(1) 기관 처리 장치의 구성(가열 장치)

[0018]

도 1에 도시된 바와 같이, 처리로(202)는 가열 장치(가열 기구)로서의 히터(207)를 갖는다. 히터(207)는 원통 형상이며, 보유 지지판으로서의 히터 베이스(도시되지 않음)에 지지됨으로써 수직으로 거치되어 있다. 또한, 히터(207)는, 후술하는 전극 고정 지그로서의 석영 커버(301)의 외측에 마련되어 있다. 히터(207)는, 후술하는 바와 같이 가스를 열로 활성화(여기)시키는 활성화 기구(여기부)로서도 기능한다.

[0019]

(처리실)

[0020]

히터(207)의 내측에는, 후술하는 전극 고정 지그로서의 석영 커버(301)가 배치되고, 또한 석영 커버(301)의 내측에는, 후술하는 플라스마 생성부의 전극(300)이 배치되어 있다. 또한, 전극(300)의 내측에는, 히터(207)와 동심원 상에 반응관(203)이 배치되어 있다. 반응관(203)은, 예를 들어 석영(SiO_2)이나 탄화실리콘(SiC) 등의 내열성 재료에 의해 구성되고, 상단이 폐쇄되고 하단이 개구된 원통 형상으로 형성되어 있다. 반응관(203)의 하방에는, 반응관(203)과 동심원 상에, 매니폴드(209)가 배치되어 있다. 매니폴드(209)는, 예를 들어 스테인리스(SUS) 등의 금속에 의해 구성되어, 상단 및 하단이 개구된 원통 형상으로 형성되어 있다. 매니폴드(209)의 상단부는, 반응관(203)의 하단부에 걸림 결합되어 있고, 반응관(203)을 지지하도록 구성되어 있다. 매니폴드(209)와 반응관(203) 사이에는, 시일 부재로서의 O링(220a)이 마련되어 있다. 매니폴드(209)가 히터 베이스에 지지됨으로써, 반응관(203)은 수직으로 거치된 상태로 된다. 주로, 반응관(203)과 매니폴드(209)에 의해 처리 용기(반응 용기)가 구성되어 있다. 처리 용기의 통 중공부에는 처리실(201)이 형성되어 있다. 처리실(201)은, 복수매의 기관으로서의 웨이퍼(200)를 수용 가능하게 구성되어 있다. 반응관(203)은, 웨이퍼(200)를 처리하는 처리실(201)을 형성하고 있다. 또한, 처리 용기는 상기 구성에 한정되지 않고, 반응관(203)만을 처리 용기라 칭하는 경우도 있다.

[0021]

(가스 공급부)

[0022]

처리실(201) 내에는, 노즐(249a, 249b)이, 매니폴드(209)의 측벽을 관통하도록 마련되어 있다. 노즐(249a, 249b)에는, 가스 공급관(232a, 232b)이 각각 접속되어 있다. 이와 같이, 처리 용기에는 2개의 노즐(249a, 249b)과, 2개의 가스 공급관(232a, 232b)이 마련되어 있고, 처리실(201) 내로 복수 종류의 가스를 공급하는 것이 가능하게 되어 있다. 또한, 반응관(203)만을 처리 용기로 한 경우, 노즐(249a, 249b)은 반응관(203)의 측벽을 관통하도록 마련되어 있어도 된다.

- [0023] 가스 공급관(232a, 232b)에는, 상류 방향으로부터 순서대로, 유량 제어기(유량 제어부)인 매스 플로우 컨트롤러(MFC)(241a, 241b) 및 개폐 밸브인 밸브(243a, 243b)가 각각 마련되어 있다. 가스 공급관(232a, 232b)의 밸브(243a, 243b)보다도 하류측에는, 불활성 가스를 공급하는 가스 공급관(232c, 232d)이 각각 접속되어 있다. 가스 공급관(232c, 232d)에는, 상류 방향으로부터 순서대로, MFC(241c, 241d) 및 밸브(243c, 243d)가 각각 마련되어 있다.
- [0024] 노즐(249a, 249b)은, 반응관(203)의 내벽과 웨이퍼(200) 사이에 있어서의 평면으로 볼 때 원환형의 공간에, 반응관(203)의 내벽의 하부보다 상부를 따라, 웨이퍼(200)의 적재 방향 상방을 향하여 직립하도록 각각 마련되어 있다. 즉, 노즐(249a, 249b)은, 처리실(201) 내에 반입된 각 웨이퍼(200)의 단부(주연부)의 측방에 웨이퍼(200)의 표면(평탄면)과 수직으로 각각 마련되어 있다. 노즐(249a, 249b)의 측면에는, 가스를 공급하는 가스 공급 구멍(250a, 250b)이 각각 마련되어 있다. 가스 공급 구멍(250a)은, 반응관(203)의 중심을 향하여 개구되어 있고, 웨이퍼(200)를 향하여 가스를 공급하는 것이 가능하게 되어 있다. 가스 공급 구멍(250a, 250b)은, 각각 반응관(203)의 하부로부터 상부에 걸쳐 복수 마련되어 있다.
- [0025] 이와 같이, 본 실시 형태에서는, 반응관(203) 측벽의 내벽과, 반응관(203) 내에 배열된 복수매의 웨이퍼(200)의 단부(주연부)로 정의되는 평면으로 볼 때 원환형의 세로로 긴 공간 내, 즉, 원통형의 공간 내에 배치된 노즐(249a, 249b)을 경유하여 가스를 반송하고 있다. 그리고, 노즐(249a, 249b)에 각각 개구된 가스 공급 구멍(250a, 250b)으로부터, 웨이퍼(200)의 근방에서 처음으로 반응관(203) 내에 가스를 분출시키고 있다. 그리고, 반응관(203) 내에 있어서의 가스의 주된 흐름을, 웨이퍼(200)의 표면과 평행인 방향, 즉, 수평 방향으로 하고 있다. 이와 같은 구성으로 함으로써, 각 웨이퍼(200)에 균일하게 가스를 공급할 수 있고, 각 웨이퍼(200)에 형성된 막의 막 두께 균일성을 향상시키는 것이 가능해진다. 웨이퍼(200)의 표면 상을 흐른 가스, 즉, 반응 후의 남은 가스는, 배기구, 즉, 후술하는 배기관(231)의 방향을 향하여 흐른다. 단, 이 남은 가스의 흐름의 방향은, 배기구의 위치에 의해 적절히 특정되며, 수직 방향으로 한정된 것은 아니다.
- [0026] 가스 공급관(232a)으로부터는, 소정 원소를 포함하는 원료로서, 예를 들어 소정 원소로서의 실리콘(Si)을 포함하는 실란 원료 가스가 MFC(241a), 밸브(243a), 노즐(249a)을 통하여 처리실(201) 내에 공급된다.
- [0027] 실란 원료 가스란, 기체 상태의 실란 원료, 예를 들어 상온 상압 하에서 액체 상태인 실란 원료를 기화시킴으로써 얻어지는 가스나, 상온 상압 하에서 기체 상태인 실란 원료 등이다. 본 명세서에서 「원료」라고 하는 단어를 사용한 경우는, 「액체 상태인 액체 원료」를 의미하는 경우, 「기체 상태인 원료 가스」를 의미하는 경우, 또는 그들 양쪽을 의미하는 경우가 있다.
- [0028] 실란 원료 가스로서는, 예를 들어 Si 및 아미노기(아민기)를 포함하는 원료 가스, 즉, 아미노실란 원료 가스를 사용할 수 있다. 아미노실란 원료란, 아미노기를 갖는 실란 원료이며, 또한, 메틸기나 에틸기나 부틸기 등의 알킬기를 갖는 실란 원료이며, 적어도 Si, 질소(N) 및 탄소(C)를 포함하는 원료이다. 즉, 여기에서 말하는 아미노실란 원료는, 유기계의 원료라고도 할 수 있고, 유기 아미노실란 원료라고도 할 수 있다.
- [0029] 아미노실란 원료 가스로서는, 예를 들어 비스tert-부틸아미노실란($\text{SiH}_2[\text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)]_2$, 약칭: BTBAS) 가스를 사용할 수 있다. BTBAS는, 1분자 중에 하나의 Si를 포함하고, Si-N 결합, N-C 결합을 갖고, Si-C 결합을 갖지 않는 원료 가스라고도 할 수 있다. BTBAS 가스는, Si 소스로서 작용한다.
- [0030] BTBAS와 같이 상온 상압 하에서 액체 상태인 액체 원료를 사용하는 경우는, 액체 상태의 원료를 기화기나 버블러 등의 기화 시스템에 의해 기화하여, 실란 원료 가스(BTBAS 가스 등)로서 공급하게 된다.
- [0031] 가스 공급관(232b)으로부터는, 원료와는 화학 구조가 다른 반응체(리액턴트)로서, 예를 들어 산소(O) 함유 가스가, MFC(241b), 밸브(243b), 노즐(249b)을 통하여 처리실(201) 내로 공급된다.
- [0032] O 함유 가스는, 산화제(산화 가스), 즉, O 소스로서 작용한다. O 함유 가스로서는, 예를 들어 산소(O_2) 가스나 수증기(H_2O 가스) 등을 사용할 수 있다.
- [0033] 산화제로서 O_2 가스를 사용하는 경우는, 예를 들어 후술하는 플라스마원을 사용하여 이 가스를 플라스마 여기하고, 여기 가스(O_2^* 가스)로서 공급하게 된다.
- [0034] 가스 공급관(232c, 232d)으로부터는, 불활성 가스로서, 예를 들어 질소(N_2) 가스가, 각각 MFC(241c, 241d), 밸브(243c, 243d), 노즐(249a, 249b)을 통하여 처리실(201) 내에 공급된다.

- [0035] 주로, 가스 공급관(232a), MFC(241a), 밸브(243a)에 의해, 제1 가스 공급계로서의 원료 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232b), MFC(241b), 밸브(243b)에 의해, 제2 가스 공급계로서의 반응체 공급계(리액턴트 공급계)가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232c, 232d), MFC(241c, 241d), 밸브(243c, 243d)에 의해, 불활성 가스 공급계가 구성된다. 원료 공급계, 반응체 공급계 및 불활성 가스 공급계를 간단히 가스 공급계(가스 공급부)라고도 칭한다.
- [0036] (기관 지지구)
- [0037] 도 1에 도시된 바와 같이 기관 지지구로서의 보트(217)는, 복수매, 예를 들어 25 내지 200매의 웨이퍼(200)를 수평 자세로, 또한, 서로 중심을 정렬시킨 상태에서 수직 방향으로 정렬시켜 다단으로 지지하도록, 즉, 간격을 두고 배열시키도록 구성되어 있다. 보트(217)는, 예를 들어 석영이나 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성된다. 보트(217)의 하부에는, 예를 들어 석영이나 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성되는 단열판(218)이 다단으로 지지되어 있다. 이 구성에 의해, 히터(207)로부터의 열이 시일 캡(219)측에 전달되기 어려워지고 있다. 단, 본 실시 형태는 이와 같은 형태에 한정되지 않는다. 예를 들어, 보트(217)의 하부에 단열판(218)을 마련하지 않고, 석영이나 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성되는 통형 부재로서 구성된 단열통을 마련해도 된다.
- [0038] (플라스마 생성부)
- [0039] 다음에 플라스마 생성부에 대해, 도 1 내지 도 3을 사용하여 설명한다.
- [0040] 도 2에 도시된 바와 같이, 플라스마는 용량 결합 플라스마(Capacitively Coupled Plasma, 약칭: CCP)를 사용하여, 반응 가스 공급 시에 석영 등으로 제작된 진공 격벽인 반응관(203)의 내부에서 생성된다.
- [0041] 도 2 및 도 3의 (a)에 나타내는 바와 같이, 전극(300)은, 웨이퍼(200)의 배열 방향으로 긴 직사각형 형상을 갖는 박판으로 구성되어 있다. 전극(300)은, 도시되지 않은 정합기를 통하여 고주파 전원(320)이 접속되는 제1 전극(Hot 전극)(300-1)과, 기준 전위 0V이며 접지에 접지되어 있는 제2 전극(Ground 전극)(300-2)이 등간격으로 배치되어 있다. 본 개시에서는 특별히 구별하여 설명할 필요가 없는 경우에는, 전극(300)으로 하여 기재하여 설명한다.
- [0042] 전극(300)은 반응관(203)과 히터(207) 사이에, 반응관(203)의 외벽을 따르도록 대략 원호형으로 배치되어, 예를 들어 중심각이 30도 이상 240도 이하로 되는 원호형으로 형성된 후술하는 석영 커버의 내벽면에 고정되어 배치된다. 여기서, 중심각을 30도 미만으로 하면, 플라스마 생성량이 적어져 버린다. 또한, 중심각을 240도를 초과하는 각도로 하면, 히터(207)로부터의 열에너지를 차단해 버려 웨이퍼 처리에 악영향을 미치게 되어 버린다. 또한, 중심각을 240도를 초과하는 각도로 하면, 플라스마 생성 영역을 피하여, 노즐(249a, 249b) 및 온도 센서(263)로서의 예를 들어, 캐스케이드 TC(열전대)를 배치하기가 어려워진다. 가령, 노즐(249a, 249b) 등을 플라스마 생성 영역에 배치하면, 노즐(249a, 249b) 등으로부터 파티클(PC)이 발생하기 쉬워져 버린다. 또한, 캐스케이드 TC도 마찬가지로 플라스마 생성 영역에 배치하면, TC선으로부터 방전하게 되고, 웨이퍼(200)에 손상이나 막의 불균일성을 초래하게 되어 버린다. 따라서, 중심각을 30도 이상 240도 이하로 함으로써, 플라스마 생성량을 확보하면서, 히터(207)로부터의 열에너지의 차단을 억제하면서 웨이퍼 처리를 행하는 것이 가능해진다. 전극(300)에는, 고주파 전원(320)으로부터 도시되지 않은 정합기를 통하여, 예를 들어 주파수 13.56MHz의 고주파가 입력됨으로써 반응관(203) 내에 플라스마 활성화중(302)이 생성된다. 이와 같이 생성된 플라스마에 의해, 웨이퍼(200)의 주위로부터 기관 처리를 위한 플라스마 활성화중(302)을 웨이퍼(200)의 표면에 공급하는 것이 가능해진다.
- [0043] 주로, 전극(300)과, 고주파 전원(320)에 의해 플라스마 생성부가 구성된다. 도시되지 않은 정합기나 후술하는 전극 고정 지그로서의 석영 커버(301)를 포함하여 플라스마 생성부로 고려해도 된다.
- [0044] 전극(300)은, 알루미늄이나 구리, 스테인리스 등의 금속으로 구성할 수도 있지만, 니켈 등의 내산화 재료로 구성함으로써, 전기 전도율의 열화를 억제하면서, 기관 처리가 가능해진다. 특히, 알루미늄이 첨가된 니켈 합금 재료로 구성함으로써, 내열성 및 내부식성이 높은 산화 피막인 Al₂O₃막이 전극 표면에 형성된다. 이 피막 형성의 효과에 의해, 전극 내부로의 열화의 진행을 억제할 수 있기 때문에, 전기 전도율의 저하에 의한 플라스마 생성 효율의 저하를 억제하는 것이 가능해진다.
- [0045] 또한, 전극(300)에는, 도 4의 (a)에 나타내는 바와 같이, 후술하는 돌기 헤드부(311)를 통과시키는 원형 절결부(303)와, 돌기 축부(312)를 슬라이드시키는 슬라이드 절결부(304)로 구성되는 절결부(305)가 형성되어 있다.
- [0046] 전극(300)은, 충분한 강도를 갖고, 또한, 열원에 의한 웨이퍼 가열의 효율을 현저하게 낮추지 않도록, 두께는

0.1mm 이상, 1mm 이하, 폭은 5mm 이상, 30mm 이하가 되는 범위로 구성되는 것이 바람직하다. 평판 구조의 전극(300)을 사용한 예를 도 5의 (a), (b)에, 히터(207)의 가열에 의한 변형 방지를 위한 변형 억제부로서의 꺾임 구조를 갖는 전극(300)을 사용한 예를 도 5의 (c) 내지 (e)에 도시한다. 전극(300)은, 석영 반응관(203)과 히터(207) 사이에 배치되기 때문에, 그 스페이스의 제약상, 꺾임 각은 90° 내지 175°가 적절하다. 전극 표면은 열산화에 의한 피막이 형성되어 있고, 열 응력에 의해 그것이 박리되어 파티클이 발생하는 경우가 있으므로, 너무 꺾어짐에 주의할 필요가 있다. 또한, 3군데에서 꺾임 구조를 가진 도 5의 (e)의 예는, 비틀림의 변형에 대해서도 강하기 때문에, 특히 고온 대역에서의 사용에 적절하다.

[0047] 중형 기관 처리 장치에 있어서, 고주파 전원(320)의 주파수를 13.56MHz에 의해 실시하고, 길이가 1m, 전극 폭이 10mm, 두께가 1mm인 전극을 채용하고, 튜브 형상의 반응관의 외벽에, 전극 피치(중심간 거리)를 20mm로 복수개의 임의의 전위가 인가되는 제1 전극(300-1)과 기준 전위가 부여되는 제2 전극(300-2)을 도 3의 (b)에 도시되는 바와 같이, 제1 전극(300-1), 제1 전극(300-1), 제2 전극(300-2), 제1 전극(300-1), 제1 전극(300-1), . . .의 순서대로 배치하고, CCP 모드의 플라스마를 생성했다. 즉, 전극(300)은, 제1 전극(300-1)을 2개 연속하여 배치하고, 이 연속하여 배치된 2조의 제1 전극(300-1) 사이에, 하나의 제2 전극(300-2)을 끼워넣도록 배치하고 있다.

[0048] 6개의 전극(300)을 사용한 경우의 처리실(201) 내에서 형성되는 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)에 대해 도 8 내지 10을 사용하여 설명한다. 도 8은 50V의 전위가 인가된 2개 1조로 2조의 Hot 전극(300-1)과 2개의 Ground 전극(300-2)이 교대로 배치된 경우(실시 형태)의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이다. 도 9는 50V의 전위가 인가된 3개의 Hot 전극(300-1)과 3개의 Ground 전극(300-2)이 교대로 배치된 경우(비교예)의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이다. 도 10은 50V의 전위가 인가된 4개 1조의 Hot 전극(300-1)의 양측에 2개의 Ground 전극(300-2)을 배치한 경우(변형예)의 등전위 분포(곡선)와 전기장 분포(화살표)를 나타내는 도면이다.

[0049] N_2 가스가 전리하여 N_2^+ 가 되기 위해서는, 에너지 15.58eV 이상이 필요하므로, 예를 들어 20V 이상의 전위의 영역(340)에서 비교하면, 도 8의 실시 형태가 이 중에서 가장 넓은 20V 이상의 전위의 영역(340)을 갖고, 도 10의 변형예가 다음으로 넓은 20V 이상의 전위의 영역(340)을 갖고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 도 8의 실시 형태가, 플라스마의 생성량 또는 플라스마 생성 효율이 가장 높은 것을 의미하고, Hot 전극(300-1)의 전체 표면적은, Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 2배이다. 도 10의 변형예에서는, Hot 전극(300-1)의 전체 표면적은, Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 2배이다. 도 9의 비교예에서는, Hot 전극(300-1)의 전체 표면적은, Ground 전극(300-2)의 전체 표면적과 동일하다. Hot 전극(300-1)의 전체 표면적은, Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 2배 이상 3배 이하인 것이 바람직하다. 또한, Hot 전극(300-1)의 전체 표면적이 Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 2배 미만인 경우에는, 전위 분포의 확대가 좁기 때문에, 플라스마 생성 효율이 낮아져 버린다. 또한, Hot 전극(300-1)의 전체 표면적이 Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 3배를 초과하면, 전위 분포가 웨이퍼(200)의 에지 부분에만 확대되어 버려, 웨이퍼(200)가 장해가 되어 플라스마의 생성 효율이 포화되어 버린다. 이 상태에서는, 웨이퍼(200)의 에지부에서도 방전하게 되어 웨이퍼(200)에 손상이 생기기 쉬워져 버린다. 또한, Ground 전극(300-2)에 흐르는 전류는 Hot 전극의 표면적의 배수분이 흐르기 때문에, 줄열이 고온에서 발생되어 버린다. 이 상태에서는, 웨이퍼(200)의 표면과 웨이퍼(200)의 에지부에서 상이한 막질이 형성되고, 면 내의 균일성 확보가 어렵게 되어 버린다. Hot 전극(300-1)의 전체 표면적을 Ground 전극(300-2)의 전체 표면적의 2배 이상 3배 이하로 하면, 상기 웨이퍼(200)로의 손상이나 웨이퍼(200) 표면의 막 불균일성을 억제하면서, 높은 플라스마 생성 효율을 실현할 수 있다. 단, 상기 등전위 분포 및 전기장 분포는, 플라스마가 생성되기 전의 상태이며, 플라스마가 생성되면 테바이 차폐 효과에 의해, 이들 분포는 크게 왜곡되고, 또한, 플라스마의 공간 전위는 0V 부근이 되는 것에 주의할 필요가 있다.

[0050] 여기서, 기관 처리 시의 로내 압력은, 10Pa 이상, 300Pa 이하의 범위로 제어되는 것이 바람직하다. 이것은, 로내의 압력이 10Pa보다 낮은 경우, 플라스마의 테바이 길이보다도 가스 분자의 평균 자유 공정이 길어져 버려, 노벽을 직접 때리는 플라스마가 현저화되기 때문에, 파티클의 발생을 억제하는 것이 곤란해져 버리기 때문이다. 또한, 로내의 압력이 300Pa보다 높은 경우, 플라스마의 생성 효율이 포화되어 버리기 때문에, 반응 가스를 공급해도 플라스마의 생성량은 변화함이 없고, 반응 가스를 불필요하게 소비하게 되어 버림과 동시에, 가스 분자의 평균 자유 행정이 짧아짐으로써, 웨이퍼까지의 플라스마 활성화중의 수송 효율이 나빠져 버리기 때문이다.

[0051] (전극 고정 지그)

[0052] 다음에 전극(300)을 고정하는 전극 고정 지그로서의 석영 커버(301)에 대해, 도 3 내지 도 4를 사용하여 설명한

다. 도 3의 (a), (b), 도 4의 (a), (b)에 나타난 바와 같이, 복수개 마련된 전극(300)은, 그 절결부(305)를 만곡 형상의 전극 고정 지그인 석영 커버(301)의 내벽면에 마련된 돌기부(310)에 걸어, 슬라이드시켜 고정하고, 이 석영 커버(301)와 일체로 되도록 유닛화(혹식 전극 유닛)하여 반응관(203)의 외주에 설치되어 있다. 여기서, 전극(300)과 전극 고정 지그인 석영 커버(301)를 포함하여 전극 고정 유닛이라고 한다. 또한, 석영 커버(301)와 전극(300)의 재료로서, 각각 석영과 니켈 합금을 채용하고 있다.

[0053] 석영 커버(301)는, 충분한 강도를 가지면서, 또한, 히터(207)에 의한 웨이퍼 가열의 효율을 현저하게 낮추지 않도록, 두께는 1mm 이상, 5mm 이하의 범위가 되도록 구성되는 것이 바람직하다. 석영 커버(301)의 두께가 1mm 미만이 되어 버리면, 석영 커버(301)의 자중이나 온도 변화 등에 대한 소정의 강도를 얻을 수 없게 되어 버리고, 5mm보다도 크게 구성하면 히터(207)로부터 방사되는 열에너지를 흡수해 버리기 때문에, 웨이퍼(200)로의 열처리를 적절하게 행할 수 없게 되어 버린다.

[0054] 또한, 석영 커버(301)는 반응관측인 내벽면에, 전극(300)을 고정하기 위한 압정 형상의 고정부로서의 돌기부(310)를 복수 갖고 있다. 이 돌기부(310)는, 돌기 헤드부(311)와 돌기 축부(312)로 구성되어 있다. 돌기 헤드부(311)의 최대 폭은, 전극(300)의 절결부(305)의 원형 절결부(303)의 직경보다 작고, 돌기 축부(312)의 최대 폭은, 슬라이드 절결부(304)의 폭보다도 작게 되어 있다. 전극(300)의 절결부(305)는 열쇠 구멍과 같은 형상을 하고, 이 슬라이드 절결부(304)는 상기 돌기 축부(312)를 슬라이드 시에 유도할 수 있으며, 또한, 이 돌기 헤드부(311)는 이 슬라이드 절결부(304)에서 빠지지 않는 구조로 되어 있다. 즉, 전극 고정 지그는, 전극(300)이 걸림 결합되는 기동형부인 돌기 축부(312)로부터 빠져 버리는 것을 억제하는 선단부인 돌기 헤드부(311)를 구비한 고정부를 갖고 있다고 할 수 있다. 또한, 전술한 절결부(305)와 돌기 헤드부(311)의 형상은, 전극(300)이 석영 커버(301)에 걸림 결합할 수 있으면, 도 3, 4에 도시된 형상에 한정되지 않는 것은 명확하다. 예를 들어, 돌기 헤드부(311)는, 해머나 원추 돌기와 같은 볼록 형상을 가져도 된다.

[0055] 석영 커버(301) 또는 반응관(203)과 전극(300)의 거리를 일정하게 이격하기 위해서, 양자 사이에 스페이서나 스프링 등의 탄성체를 석영 커버(301) 또는 전극(300)에 가져도 되고, 또한, 이들은 석영 커버(301) 또는 전극(300)과 일체로 된 구조를 가져도 된다.

[0056] 본 실시예에서는, 도 4의 (b)에 도시하는 바와 같은 스페이서(330)가 석영 커버(301)와 일체로 된 구조를 갖고 있다. 이 스페이서(330)는, 하나의 전극에 대해 복수개를 갖는 쪽이, 양자 사이의 거리를 일정하게 하여 고정하는 데 있어서는 효과적이다.

[0057] 기판 온도 500℃ 이하로 높은 기판 처리 능력을 얻기 위해서는, 석영 커버(301)의 점유율을 중심각 30° 이상 240° 이하의 대략 원호 형상으로 하고, 또한, 파티클의 발생을 피하기 위해서 배기구인 배기관(231)이나 노즐(249a, 249b) 등을 피한 배치가 바람직하다. 즉, 전극 고정 지그인 석영 커버(301)는, 반응관(203) 내에 마련된 가스 공급부인 노즐(249a, 249b)과 가스 배기부인 배기관(231)이 설치된 위치 이외의 반응관(203)의 외주에 배치된다. 본 실시예에서는 중심각 110°의 석영 커버(301)를 2대로 좌우 대칭으로 설치하고 있다.

[0058] (스페이서)

[0059] 다음에 전극 고정 지그인 석영 커버(301)의 표면이나 반응관(203)의 외벽에 대해, 전극(300)을 일정 거리를 이격하여 고정하기 위한 스페이서(330)를 도 4의 (a), (b)에 나타낸다.

[0060] 예를 들어, 스페이서(330)는, 원주 형상의 석영 재료로 석영 커버(301)와 일체화되고, 전극과 맞닿음으로써, 전극(300)은 석영 커버(301)에 고정되어 있다. 평판 형상의 전극(300)과 1열의 스페이서(330)의 조합예를 도 5의 (a)에, 동일 형상의 전극(300)과 2열의 스페이서(330)의 조합예를 도 5의 (b)에 나타낸다. 전극(300)의 고정을 강화하고자 하는 경우는, 도 5의 (c) 내지 (e)에서 나타난 바와 같이, 전극(300)의 꺾임부로서의 V자 형상의 골부에 스페이서(330)가 위치하도록 배치하는 방식이 효과적이다. 이들에 한정되지 않고, 석영 커버(301)나 반응관(203)에 대해, 전극(300)을 일정 거리로 고정할 수 있으면, 스페이서(330)는 어느 형태에서도, 전극(300)과 석영 커버(301)의 어느 쪽으로 일체화되어도 된다. 예를 들어, 스페이서(330)는 반원주 형상의 석영 재료로 석영 커버와 일체화하고, 전극(300)을 고정해도 되고, 또한, 스페이서(330)는 SUS 등의 금속제 판재로서 전극과 일체화하여, 전극(300)을 고정해도 된다. 석영 커버에 전극 고정 지그와 스페이서가 마련되기 때문에, 전극의 위치 결정이 용이해지고, 또한, 전극이 열화된 경우에 전극만을 교환할 수 있기 때문에, 비용 저감이 된다. 또한, 스페이서(330)는, 전극(300)의 맞닿음면을 통하여 전술한 선단부로서의 돌기 헤드부(311) 방향으로의 압박력을 생성하고 있으므로, 전극(300)이 석영 커버(301)로부터 어긋나 버리는 것을 억제하고 있다. 여기서, 스페이서(330)는 상술한 전극 고정 유닛에 포함해도 된다.

- [0061] (배기부)
- [0062] 반응관(203)에는, 도 1에 도시된 바와 같이 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 배기관(231)이 마련되어 있다. 배기관(231)에는, 처리실(201) 내의 압력을 검출하는 압력 검출기(압력 검출부)로서의 압력 센서(245) 및 배기 밸브(압력 조정부)로서의 APC(Auto Pressure Controller) 밸브(244)를 통하여, 진공 배기 장치로서의 진공 펌프(246)가 접속되어 있다. APC 밸브(244)는, 진공 펌프(246)를 작동시킨 상태에서 밸브를 개폐함으로써, 처리실(201) 내의 진공 배기 및 진공 배기 정지를 행할 수 있고, 또한, 진공 펌프(246)를 작동시킨 상태에서, 압력 센서(245)에 의해 검출된 압력 정보에 기초하여 밸브 개방도를 조절함으로써, 처리실(201) 내의 압력을 조절할 수 있도록 구성되어 있는 밸브이다. 주로, 배기관(231), APC 밸브(244), 압력 센서(245)에 의해, 배기계가 구성된다. 진공 펌프(246)를 배기계에 포함시켜 고려해도 된다. 배기관(231)은, 반응관(203)에 마련된 경우에 한정되지 않고, 노즐(249a, 249b)과 마찬가지로 매니폴드(209)에 마련해도 된다.
- [0063] (주변 장치)
- [0064] 매니폴드(209)의 하방에는, 매니폴드(209)의 하단 개구를 기밀하게 폐색 가능한 노구 덮개로서의 시일 캡(219)이 마련되어 있다. 시일 캡(219)은, 매니폴드(209)의 하단에 수직 방향 하측으로부터 맞닿도록 구성되어 있다. 시일 캡(219)은, 예를 들어 SUS 등의 금속에 의해 구성되고, 원반형으로 형성되어 있다. 시일 캡(219)의 상면에는, 매니폴드(209)의 하단과 맞닿는 시일 부재로서의 O링(220b)이 마련되어 있다.
- [0065] 시일 캡(219)의 처리실(201)과 반대측에는, 보트(217)를 회전시키는 회전 기구(267)가 설치되어 있다. 회전 기구(267)의 회전축(255)은, 시일 캡(219)을 관통하여 보트(217)에 접속되어 있다. 회전 기구(267)는, 보트(217)를 회전시킴으로써 웨이퍼(200)를 회전시키도록 구성되어 있다. 시일 캡(219)은, 반응관(203)의 외부에 수직으로 설치된 승강 기구로서의 보트 엘리베이터(115)에 의해 수직 방향으로 승강되도록 구성되어 있다. 보트 엘리베이터(115)는, 시일 캡(219)을 승강시킴으로써, 보트(217)를 처리실(201) 내외에 반입 및 반출하는 것이 가능하도록 구성되어 있다.
- [0066] 보트 엘리베이터(115)는, 보트(217) 즉 웨이퍼(200)를, 처리실(201) 내외로 반송하는 반송 장치(반송 기구)로서 구성되어 있다. 또한, 매니폴드(209)의 하방에는, 보트 엘리베이터(115)에 의해 시일 캡(219)을 강하시키고 있는 동안, 매니폴드(209)의 하단 개구를 기밀하게 폐색 가능한 노구 덮개로서의 셔터(219s)가 마련되어 있다. 셔터(219s)는, 예를 들어 SUS 등의 금속에 의해 구성되어, 원반형으로 형성되어 있다. 셔터(219s)의 상면에는, 매니폴드(209)의 하단과 맞닿는 시일 부재로서의 O링(220c)이 마련되어 있다. 셔터(219s)의 개폐 동작(승강 동작이나 회동 동작 등)은, 셔터 개폐 기구(115s)에 의해 제어된다.
- [0067] 반응관(203)의 내부에는, 온도 검출기로서의 온도 센서(263)가 설치되어 있다. 온도 센서(263)에 의해 검출된 온도 정보에 기초하여 히터(207)로의 통전 상태를 조정함으로써, 처리실(201) 내의 온도가 원하는 온도 분포로 된다. 온도 센서(263)는, 노즐(249a, 249b)과 마찬가지로, 반응관(203)의 내벽을 따라 마련되어 있다.
- [0068] (제어 장치)
- [0069] 다음에 제어 장치에 대해 도 7을 사용하여 설명한다. 도 6, 7에 도시되는 바와 같이, 제어부(제어 장치)인 컨트롤러(121)는, CPU(Central Processing Unit)(121a), RAM(Random Access Memory)(121b), 기억 장치(121c), I/O포트(121d)를 구비한 컴퓨터로 구성되어 있다. RAM(121b), 기억 장치(121c), I/O포트(121d)는, 내부 버스(121e)를 통하여, CPU(121a)와 데이터 교환 가능하도록 구성되어 있다. 컨트롤러(121)에는, 예를 들어 터치 패널 등으로 구성된 입출력 장치(122)가 접속되어 있다.
- [0070] 기억 장치(121c)는, 예를 들어 플래시 메모리, HDD(Hard Disk Drive) 등으로 구성되어 있다. 기억 장치(121c) 내에는, 기관 처리 장치의 동작을 제어하는 제어 프로그램이나, 후술하는 성막 처리의 수순이나 조건 등이 기재된 프로세스 레시피 등이, 판독 가능하게 저장되어 있다. 프로세스 레시피는, 후술하는 각종 처리(성막 처리)에 있어서의 각 수순을 컨트롤러(121)에 실행시키고, 소정의 결과를 얻을 수 있게 조합된 것이며, 프로그램으로서 기능한다. 이하, 프로세스 레시피나 제어 프로그램 등을 총칭하여, 단순히, 프로그램이라고도 한다. 또한, 프로세스 레시피를, 단순히, 레시피라고도 한다. 본 명세서에서 프로그램이라는 단어를 사용한 경우는, 레시피 단체만을 포함하는 경우, 제어 프로그램 단체만을 포함하는 경우, 또는 그들 양쪽을 포함하는 경우가 있다. RAM(121b)은, CPU(121a)에 의해 판독된 프로그램이나 데이터 등이 일시적으로 유지되는 메모리 영역(워크 에어리어)으로서 구성되어 있다.
- [0071] I/O 포트(121d)는, 상술한 MFC(241a 내지 241d), 밸브(243a 내지 243d), 압력 센서(245), APC 밸브(244), 진공

펌프(246), 히터(207), 온도 센서(263), 회전 기구(267), 보트 엘리베이터(115), 셔터 개폐 기구(115s), 고주파 전원(320) 등에 접속되어 있다.

[0072] CPU(121a)는, 기억 장치(121c)로부터 제어 프로그램을 판독하여 실행함과 함께, 입출력 장치(122)로부터의 조작 커맨드의 입력 등에 따라 기억 장치(121c)로부터 레시피를 판독하도록 구성되어 있다. CPU(121a)는, 판독한 레시피의 내용에 따르도록, 회전 기구(267)의 제어, MFC(241a 내지 241d)에 의한 각종 가스의 유량 조정 동작, 밸브(243a 내지 243d)의 개폐 동작, APC 밸브(244)의 개폐 동작 및 압력 센서(245)에 기초하는 APC 밸브(244)에 의한 압력 조정 동작, 진공 펌프(246)의 기동 및 정지, 온도 센서(263)에 기초하는 히터(207)의 온도 조정 동작, 회전 기구(267)에 의한 보트(217)의 정역 회전, 회전 각도 및 회전 속도 조절 동작, 보트 엘리베이터(115)에 의한 보트(217)의 승강 동작, 셔터 개폐 기구(115s)에 의한 셔터(219s)의 개폐 동작, 고주파 전원(320)의 전력 공급 등을 제어하도록 구성되어 있다.

[0073] 컨트롤러(121)는, 외부 기억 장치(예를 들어, 하드 디스크 등의 자기 디스크, CD 등의 광 디스크, MO 등의 광자기 디스크, USB 메모리 등의 반도체 메모리)(123)에 저장된 상술한 프로그램을, 컴퓨터에 인스톨함으로써 구성할 수 있다. 기억 장치(121c)나 외부 기억 장치(123)는, 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로서 구성되어 있다. 이하, 이들을 총칭하여, 단순히, 기록 매체라고도 한다. 본 명세서에서 기록 매체라고 하는 단어를 사용한 경우는, 기억 장치(121c) 단체만을 포함하는 경우, 외부 기억 장치(123) 단체만을 포함하는 경우, 또는 그들 양쪽을 포함하는 경우가 있다. 또한, 컴퓨터에 대한 프로그램의 제공은, 외부 기억 장치(123)를 사용하지 않고, 인터넷이나 전용 회선 등의 통신 수단을 사용하여 행해진다.

[0074] (2) 기관 처리 공정

[0075] 상술한 기관 처리 장치를 사용하여, 반도체 장치(디바이스)의 제조 공정의 일 공정으로서, 기관 상에 막을 형성하는 프로세스 예에 대해, 도 7을 사용하여 설명한다. 이하의 설명에 있어서, 기관 처리 장치를 구성하는 각부의 동작은 컨트롤러(121)에 의해 제어된다.

[0076] 본 명세서에서는, 도 7에 나타내는 성막 처리의 시퀀스를, 편의상, 이하와 같이 나타내는 경우도 있다. 이하의 변형예나 다른 실시 형태의 설명에 있어서도, 동일한 표기를 사용하는 것으로 한다.

[0077] $(BTBAS \rightarrow O_2^*) \times n \Rightarrow SiO$

[0078] 본 명세서에 있어서 「웨이퍼」라고 하는 단어를 사용한 경우는, 웨이퍼 그 자체를 의미하는 경우나, 웨이퍼와 그 표면에 형성된 소정의 층이나 막의 적층체를 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에서 「웨이퍼의 표면」이라는 단어를 사용한 경우는, 웨이퍼 그 자체의 표면을 의미하는 경우나, 웨이퍼 상에 형성된 소정의 층 등의 표면을 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에서 「웨이퍼 상에 소정의 층을 형성한다」라고 기재한 경우는, 웨이퍼 그 자체의 표면 상에 소정의 층을 직접 형성하는 것을 의미하는 경우나, 웨이퍼 상에 형성되어 있는 층 등의 위에 소정의 층을 형성하는 것을 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에 있어서 「기관」이라는 단어를 사용한 경우도, 「웨이퍼」라고 하는 단어를 사용한 경우와 동의어이다.

[0079] (반입 스텝: S1)

[0080] 복수매의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 장전(웨이퍼 차지)되면, 셔터 개폐 기구(115s)에 의해 셔터(219s)가 이동되어, 매니폴드(209)의 하단 개구가 개방된다(셔터 오픈). 그 후, 도 1에 도시된 바와 같이, 복수매의 웨이퍼(200)를 지지한 보트(217)는, 보트 엘리베이터(115)에 의해 들어 올려져 처리실(201) 내로 반입(보트 로드)된다. 이 상태에서, 시일 캡(219)은, O링(220b)을 통하여 매니폴드(209)의 하단을 시일한 상태로 된다.

[0081] (압력·온도 조정 스텝: S2)

[0082] 처리실(201)의 내부가 원하는 압력(진공도)이 되도록, 진공 펌프(246)에 의해 진공 배기(감압 배기)된다. 이 때, 처리실(201) 내의 압력은 압력 센서(245)로 측정되고, 이 측정된 압력 정보에 기초하여 APC 밸브(244)가 피드백 제어된다(압력 조정). 진공 펌프(246)는, 적어도 후술하는 성막 스텝이 종료될 때까지의 동안은 상시 작동시킨 상태를 유지한다.

[0083] 또한, 처리실(201) 내가 원하는 온도로 되도록 히터(207)에 의해 가열된다. 이 때, 처리실(201) 내가 원하는 온도 분포가 되도록, 온도 센서(263)가 검출한 온도 정보에 기초하여 히터(207)로의 통전 상태가 피드백 제어된다(온도 조정). 히터(207)에 의한 처리실(201) 내의 가열은, 적어도 후술하는 성막 스텝이 종료될 때까지의 동안은 계속하여 행하여진다. 단, 성막 스텝을 실은 이하의 온도 조건 하에서 행하는 경우는, 히터(207)에 의한

처리실(201) 내의 가열은 행하지 않아도 된다. 또한, 이와 같은 온도 하에서의 처리만을 행하는 경우에는, 히터(207)는 불필요하게 되어, 히터(207)를 기관 처리 장치에 설치하지 않아도 된다. 이 경우, 기관 처리 장치의 구성을 간소화할 수 있다.

- [0084] 계속해서, 회전 기구(267)에 의한 보트(217) 및 웨이퍼(200)의 회전을 개시한다. 회전 기구(267)에 의한 보트(217) 및 웨이퍼(200)의 회전은, 적어도 후술하는 성막 스텝이 종료될 때까지의 동안은 계속 행하여진다.
- [0085] (성막 스텝: S3, S4, S5, S6)
- [0086] 그 후, 스텝 S3, S4, S5, S6을 순차 실행함으로써 성막 스텝을 행한다.
- [0087] (원료 가스 공급 스텝: S3, S4)
- [0088] 스텝 S3에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)에 대해 BTBAS 가스를 공급한다.
- [0089] 밸브(243a)를 개방하여, 가스 공급관(232a) 내에 BTBAS 가스를 흘린다. BTBAS 가스는, MFC(241a)에 의해 유량 조정되어, 노즐(249a)을 통하여 가스 공급 구멍(250a)으로부터 처리실(201) 내에 공급되고, 배기관(231)으로부터 배기된다. 이 때, 웨이퍼(200)에 대해 BTBAS 가스가 공급되게 된다. 이 때 동시에 밸브(243c)를 개방하여, 가스 공급관(232c) 내에 N_2 가스를 흘린다. N_2 가스는, MFC(241c)에 의해 유량 조정되어, BTBAS 가스와 함께 처리실(201) 내에 공급되고, 배기관(231)으로부터 배기된다.
- [0090] 또한, 노즐(249b) 내의 BTBAS 가스의 침입을 방지하기 위해서, 밸브(243d)를 개방하여, 가스 공급관(232d) 내에 N_2 가스를 흘린다. N_2 가스는, 가스 공급관(232d), 노즐(249b)을 통하여 처리실(201) 내에 공급되고, 배기관(231)으로부터 배기된다.
- [0091] MFC(241a)로 제어하는 BTBAS 가스의 공급 유량은, 예를 들어 1sccm 이상, 2000sccm 이하, 바람직하게는 10sccm 이상, 1000sccm 이하의 범위 내의 유량으로 한다. MFC(241c, 241d)로 제어하는 N_2 가스의 공급 유량은, 각각 예를 들어 100sccm 이상, 10000sccm 이하의 범위 내의 유량으로 한다. 처리실(201) 내의 압력은, 상술한 바와 같이, 예를 들어 1 이상, 2666Pa 이하, 바람직하게는 67Pa 이상, 1333Pa 이하의 범위 내의 압력으로 한다. BTBAS 가스를 웨이퍼(200)에 대해 공급하는 시간은, 예를 들어 1초 이상, 100초 이하, 바람직하게는 1초 이상, 50초 이하의 범위 내의 시간으로 한다. 히터(207)의 온도는, 웨이퍼(200)의 온도가, 예를 들어 0℃ 이상 150℃ 이하, 바람직하게는 실온(25℃) 이상 100℃ 이하, 더 바람직하게는 40℃ 이상 90℃ 이하의 범위 내의 온도가 되는 온도로 설정한다.
- [0092] 상술한 조건 하에서 웨이퍼(200)에 대해 BTBAS 가스를 공급함으로써, 웨이퍼(200)(표면의 기초막) 상에 Si 함유층이 형성된다. Si 함유층은 Si층이어도 되고, BTBAS의 흡착층(화학 흡착층, 물리 흡착층)이어도 되고, 그들 양쪽을 포함하고 있어도 된다.
- [0093] Si 함유층이 형성된 후, 밸브(243a)를 폐쇄하여, 처리실(201) 내로의 BTBAS 가스의 공급을 정지한다. 이 때, APC 밸브(244)를 개방한 채로 하여, 진공 펌프(246)에 의해 처리실(201) 내를 진공 배기하여, 처리실(201) 내에 잔류하는 미반응 또는 Si 함유층의 형성에 기여한 후의 BTBAS 가스나 반응 부생성물 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다(S4). 또한, 밸브(243c, 243d)는 개방한 채로 하여, 처리실(201) 내로의 N_2 가스의 공급을 유지한다. N_2 가스는 퍼지 가스로서 작용한다. 또한, 이 스텝 S4를 생략하고, 원료 가스 공급 스텝으로 해도 된다.
- [0094] 원료 가스로서는, BTBAS 가스 이외, 테트라키스디메틸아미노실란($Si[N(CH_3)_2]_4$, 약칭: 4DMAS) 가스, 트리스디메틸아미노실란($Si[N(CH_3)_2]_3H$, 약칭: 3DMAS) 가스, 비스디메틸아미노실란($Si[N(CH_3)_2]_2H_2$, 약칭: BDMAS) 가스, 비스디에틸아미노실란($Si[N(C_2H_5)_2]_2H_2$, 약칭: BDEAS) 가스 등을 적합하게 사용할 수 있다. 이 외에도, 원료 가스로서는, 디메틸아미노실란(DMAS) 가스, 디에틸아미노실란(DEAS) 가스, 디프로필아미노실란(DPAS) 가스, 디이소프로필아미노실란(DIPAS) 가스, 부틸아미노실란(BAS) 가스, 헥사메틸디실라잔(HMDS) 가스 등의 각종 아미노실란 원료 가스나, 모노클로로 실란(SiH_3Cl , 약칭: MCS) 가스, 디클로로실란(SiH_2Cl_2 , 약칭: DCS) 가스, 트리클로로실란($SiHCl_3$, 약칭: TCS) 가스, 테트라클로로실란 즉 실리콘테트라클로라이드($SiCl_4$, 약칭: STC) 가스, 헥사클로로디실란(Si_2Cl_6 , 약칭: HCDS) 가스, 옥타클로로트리실란(Si_3Cl_8 , 약칭: OCTS) 가스 등의 무기계 할로실란 원료 가스나, 모노실란(SiH_4 , 약칭: MS) 가스, 디실란(Si_2H_6 , 약칭: DS) 가스, 트리실란(Si_3H_8 , 약칭: TS) 가스 등의 할로젠기 비함유 무기계 실란 원료 가스를 적합하게 사용할 수 있다.

- [0095] 불활성 가스로서는, N_2 가스 외에도, Ar 가스, He 가스, Ne 가스, Xe 가스 등의 희가스를 사용할 수 있다.
- [0096] (반응 가스 공급 스텝: S5, S6)
- [0097] 성막 처리가 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)에 대해 반응 가스로서의 플라스마 여기시킨 O_2 가스를 공급한다(S5).
- [0098] 이 스텝에서는, 밸브(243b 내지 243d)의 개폐 제어를, 스텝 S3에 있어서의 밸브(243a, 243c, 243d)의 개폐 제어와 동일한 수준으로 행한다. O_2 가스는, MFC(241b)에 의해 유량 조정되어, 노즐(249b)을 통하여 가스 공급 구멍(250b)으로부터 처리실(201) 내에 공급된다. 이 때, 고주파 전원(320)으로부터 전극(300)에 고주파 전력(본 실시 형태에서는 주파수(13.56MHz)를 공급(인가)한다. 처리실(201) 내로 공급된 O_2 가스는 처리실(201)의 내부에서 플라스마 상태로 여기되어, 활성종(O^* , O_2^*)으로서 웨이퍼(200)에 대해 공급되고, 배기관(231)으로부터 배기된다. 또한, 플라스마 상태에 여겨진 O_2 가스를, 산소 플라스마라고도 칭한다.
- [0099] MFC(241b)로 제어하는 O_2 가스의 공급 유량은, 예를 들어 100sccm 이상, 10000sccm 이하의 범위 내의 유량으로 한다. 고주파 전원(320)으로부터 전극(300)에 인가되는 고주파 전력은, 예를 들어 50W 이상, 1000W 이하의 범위 내의 전력으로 한다. 처리실(201) 내의 압력은, 예를 들어 10Pa 이상, 300Pa 이하의 범위 내의 압력으로 한다. 플라스마를 사용함으로써 처리실(201) 내의 압력을 이와 같은 비교적 낮은 압력대로 해도, O_2 가스를 활성화시키는 것이 가능해진다. O_2 가스를 플라스마 여기함으로써 얻어진 활성종을 웨이퍼(200)에 대해 공급하는 시간은, 예를 들어 1초 이상, 100초 이하, 바람직하게는 1초 이상, 50초 이하의 범위 내의 시간으로 한다. 그 밖의 처리 조건은, 상술한 스텝 S3과 동일한 처리 조건으로 한다.
- [0100] 산소 플라스마 중에서 생성된 이온과 전기적으로 중성인 활성종은 웨이퍼(200)의 표면에 형성된 Si 함유층에 대해 후술하는 산화 처리를 행한다.
- [0101] 상술한 조건 하에서 웨이퍼(200)에 대해 O_2 가스를 공급함으로써, 웨이퍼(200) 상에 형성된 Si 함유층이 플라스마 산화된다. 이 때, 플라스마 여기된 O_2 가스의 에너지에 의해, Si 함유층이 갖는 Si-N 결합, Si-H 결합이 절단된다. Si와의 결합을 분리된 N, H 및 N에 결합하는 C는, Si 함유층으로부터 탈리되게 된다. 그리고, N 등이 탈리됨으로써 미결합손(덴글링 본드)을 갖게 된 Si 함유층 중의 Si가, O_2 가스에 포함되는 O와 결합하여, Si-O 결합이 형성되게 된다. 이 반응이 진행함으로써, Si 함유층은, Si 및 O를 포함하는 층, 즉, 실리콘 산화층(SiO 층)으로 변화시킬 수 있다(개질됨).
- [0102] 또한, Si 함유층을 SiO 층에 개질시키기 위해서는, O_2 가스를 플라스마 여기시켜 공급할 필요가 있다. O_2 가스를 플라스마의 분위기 하에서 공급해도, 상술한 온도대에서는, Si 함유층을 산화시키는데에 필요한 에너지가 부족하여, Si 함유층으로부터 N이나 C를 충분히 탈리시키거나, Si 함유층을 충분히 산화시켜 Si-O 결합을 증가시키거나 하는 것은, 곤란하기 때문이다.
- [0103] Si 함유층을 SiO 층으로 변화시킨 후, 밸브(243b)를 폐쇄하여, O_2 가스의 공급을 정지한다. 또한, 전극(300)로의 고주파 전력의 공급을 정지한다. 그리고, 스텝 S4와 동일한 처리 수준, 처리 조건에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 O_2 가스나 반응 부생성물을 처리실(201) 내로부터 배제한다(S6). 또한, 이 스텝 S6을 생략하여 반응 가스 공급 스텝으로 해도 된다.
- [0104] 산화제, 즉, 플라스마 여기시키는 O 함유 가스로서는, O_2 가스 외에도, 아산화질소(N_2O) 가스, 일산화질소(NO) 가스, 이산화질소(NO_2) 가스, 오존(O_3) 가스, 과산화수소(H_2O_2) 가스, 수증기(H_2O), 수산화암모늄($NH_4(OH)$) 가스, 일산화탄소(CO) 가스, 이산화탄소(CO_2) 가스 등을 사용해도 된다.
- [0105] 불활성 가스로서는, N_2 가스 외에, 예를 들어 스텝 S4에서 예시한 각종 희가스를 사용할 수 있다.
- [0106] (소정 횟수 실시: S7)
- [0107] 상술한 스텝 S3, S4, S5, S6을 이 순번을 따라 비동시에, 즉, 동기시키지 않고 행하는 것을 1사이클로 하고, 이 사이클을 소정 횟수(n회), 즉, 1회 이상 행함으로써, 웨이퍼(200) 상에 소정 조성 및 소정 막 두께의 SiO 막을

형성할 수 있다. 상술한 사이클은, 복수회 반복하는 것이 바람직하다. 즉, 1사이클당 형성되는 SiO층의 두께를 원하는 막 두께보다도 작게 하여, SiO층을 적층함으로써 형성되는 SiO막의 막 두께가 원하는 막 두께로 될 때까지, 상술한 사이클을 복수회 반복하는 것이 바람직하다.

[0108] (대기압 복귀 스텝: S8)

[0109] 상술한 성막 처리가 완료하면, 가스 공급관(232c, 232d) 각각으로부터 불활성 가스로서의 N₂ 가스를 처리실(201) 내로 공급하고, 배기관(231)으로부터 배기한다. 이에 의해, 처리실(201) 내가 불활성 가스로 퍼지되어, 처리실(201) 내에 잔류하는 O₂ 가스 등이 처리실(201) 내로부터 제거된다(불활성 가스 퍼지). 그 후, 처리실(201) 내의 분위기가 불활성 가스로 치환되어(불활성 가스 치환), 처리실(201) 내의 압력이 상압으로 복귀된다(대기압 복귀: S8).

[0110] (반출 스텝: S9)

[0111] 그 후, 보트 엘리베이터(115)에 의해 시일 캡(219)이 하강되어, 매니폴드(209)의 하단이 개구됨과 함께, 처리 완료된 웨이퍼(200)가, 보트(217)에 지지된 상태에서 매니폴드(209)의 하단으로부터 반응관(203)의 외부로 반출(보트 언로드)된다. 보트 언로드 후는 셔터(219s)가 이동되어, 매니폴드(209)의 하단 개구가 0링(220c)을 통하여 셔터(219s)에 의해 시일된다(셔터 클로즈). 처리 완료된 웨이퍼(200)는, 반응관(203)의 외부로 반출된 후, 보트(217)로부터 취출되게 된다(웨이퍼 디스차지). 또한, 웨이퍼 디스차지 후는 처리실(201) 내에 빈 보트(217)를 반입하도록 해도 된다.

[0112] 여기서, 기관 처리 시의 로 내 압력은, 10Pa 이상, 300Pa 이하의 범위로 제어되는 것이 바람직하다. 이것은, 로 내의 압력이 10Pa보다 낮은 경우, 플라스마의 데바이 길이보다도 가스 분자의 평균 자유 공정이 길어져 버려, 노벽을 직접 때리는 플라스마가 현저화하기 때문에, 파티클의 발생을 억제하는 것이 곤란해져 버리기 때문이다. 또한, 로 내의 압력이 300Pa보다 높은 경우, 플라스마의 생성 효율이 포화되어 버리기 때문에, 반응 가스를 공급해도 플라스마의 생성량은 변화함이 없고, 반응 가스를 불필요하게 소비하게 되어 버림과 동시에, 가스 분자의 평균 자유 행정이 짧아짐으로써, 웨이퍼까지의 플라스마 활성종의 수송 효율이 나빠져 버리기 때문이다.

[0113] (3) 본 실시 형태에 따른 효과

[0114] 본 실시 형태에 따르면, 이하에 나타내는 하나 또는 복수의 효과가 얻어진다.

[0115] (a) 임의의 전위가 인가되는 전극의 표면적을 기준 전위가 부여되는 전극의 표면적의 2배 이상으로 함으로써, 플라스마의 생성량 또는 플라스마 생성 효율을 높이는 것이 가능해진다.

[0116] (b) 전극을 알루미늄이 첨가된 니켈 합금 재료로 구성함으로써, 전극 내부로의 열화의 진행을 억제하는 것이 가능해지고, 전기 전도율의 저하에 의한 플라스마 생성 효율의 저하를 억제하는 것이 가능해진다.

[0117] (c) 전극 고정 지그의 중심각을 30° 이상 240° 이하의 원호 형상으로 하고, 전극을 배치함으로써, 웨이퍼 처리에 영향을 미치지 않도록 전극 고정 지그의 외주에 있는 가열 장치로부터의 열에너지의 차단을 최치한으로 억제하는 것이 가능해진다.

[0118] 이상, 본 개시의 실시 형태에 대해 구체적으로 설명하였다. 그러나, 본 개시는 상술한 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양한 변경이 가능하다.

[0119] 또한, 예를 들어 상술한 실시 형태에서는, 원료를 공급한 후에 반응체를 공급하는 예에 대해 설명하였다. 본 개시는 이와 같은 양태에 한정되지 않고, 원료, 반응체의 공급 순서는 반대여도 된다. 즉, 반응체를 공급한 후에 원료를 공급하도록 해도 된다. 공급 순서를 바꿈으로써, 형성된 막의 막질이나 조성비를 변화시키는 것이 가능해진다.

[0120] 상술한 실시 형태 등에서는, 웨이퍼(200) 상에 SiO막을 형성하는 예에 대해 설명하였다. 본 발명 개시는 이와 같은 양태에 한정되지 않고, 웨이퍼(200) 상에 실리콘산탄화막(SiOC막), 실리콘산탄질화막(SiOCN막), 실리콘산질화막(SiON막) 등의 Si계 산화막을 형성하는 경우에도, 적합하게 적용 가능하다.

[0121] 예를 들어, 상술한 가스 외에, 또는, 이들 가스에 더하여, 암모니아(NH₃) 가스 등의 질소(N) 함유 가스, 프로필렌(C₃H₆) 가스 등의 탄소(C) 함유 가스, 3염화붕소(BCl₃) 가스 등의 붕소(B) 함유 가스 등을 사용해, 예를 들어 SiN막, SiON막, SiOCN막, SiOC막, SiCN막, SiBN막, SiBCN막, BCN막 등을 형성할 수 있다. 또한, 각 가스를 흘

리는 순번은 적절히 변경할 수 있다. 이들 성막을 행하는 경우에 있어서도, 상술한 실시 형태와 동일한 처리 조건으로 성막을 행할 수 있고, 상술한 실시 형태와 동일한 효과가 얻어진다. 이들의 경우, 반응 가스로서의 산화제에는, 상술한 반응 가스를 사용할 수 있다.

[0122] 또한, 본 개시는, 웨이퍼(200) 상에 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 탄탈륨(Ta), 니오븀(Nb), 알루미늄(Al), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W) 등의 금속 원소를 포함하는 금속계 산화막이나 금속계 질화막을 형성하는 경우에 있어서도, 적합하게 적용 가능하다. 즉, 본 개시는, 웨이퍼(200) 상에 TiO막, TiOC막, TiOCN막, TiON막, TiN막, TiSiN막, TiBN막, TiBCN막, ZrO막, ZrOC막, ZrOCN막, ZrON막, ZrN막, ZrSiN막, ZrBN막, ZrBCN막, HfO막, HfOC막, HfOCN막, HfON막, HfN막, HfSiN막, HfBN막, HfBCN막, TaO막, TaOC막, TaOCN막, TaON막, TaN막, TaSiN막, TaBN막, TaBCN막, NbO막, NbOC막, NbOCN막, NbON막, NbN막, NbSiN막, NbBN막, NbBCN막, AlO막, AlOC막, AlOCN막, AlON막, AlN막, AlSiN막, AlBN막, AlBCN막, MoO막, MoOC막, MoOCN막, MoON막, MoN막, MoSiN막, MoBN막, MoBCN막, WO막, WOC막, WOCN막, WON막, WN막, WSiN막, WBN막, WBCN막 등을 형성하는 경우에도, 바람직하게 적용하는 것이 가능해진다.

[0123] 이들의 경우, 예를 들어 원료 가스로서, 테트라키스(디메틸아미노)티타늄($Ti[N(CH_3)_2]_4$, 약칭: TDMAT) 가스, 테트라키스(에틸메틸아미노)하프늄($Hf[N(C_2H_5)(CH_3)]_4$, 약칭: TEMAH) 가스, 테트라키스(에틸메틸아미노)지르코늄($Zr[N(C_2H_5)(CH_3)]_4$, 약칭: TEMAZ) 가스, 트리메틸알루미늄($Al(CH_3)_3$, 약칭: TMA) 가스, 티타늄테트라클로라이드($TiCl_4$) 가스, 하프늄테트라클로라이드($HfCl_4$) 가스 등을 사용할 수 있다.

[0124] 즉, 본 개시는, 반금속 원소를 포함하는 반금속계 막이나 금속 원소를 포함하는 금속계 막을 형성하는 경우에, 바람직하게 적용할 수 있다. 이들 성막 처리의 처리 수순, 처리 조건은, 상술한 실시 형태나 변형예에 나타내는 성막 처리와 동일한 처리 수순, 처리 조건으로 할 수 있다. 이들 경우에 있어서도, 상술한 실시 형태와 동일한 효과가 얻어진다.

[0125] 성막 처리에 사용되는 레시피는, 처리 내용에 따라 개별로 준비하고, 전기 통신 회선이나 외부 기억 장치(123)를 통하여 기억 장치(121c) 내에 저장해 두는 것이 바람직하다. 그리고, 각종 처리를 개시할 때, CPU(121a)가, 기억 장치(121c) 내에 저장된 복수의 레시피 중에서 처리 내용에 따라 적절한 레시피를 적절히 선택하는 것이 바람직하다. 이에 의해, 1대의 기관 처리 장치로 다양한 막종, 조성비, 막질, 막 두께의 박막을 범용적으로, 또한, 재현성 좋게 형성할 수 있게 된다. 또한, 오퍼레이터의 부담을 저감할 수 있고, 조작 미스를 회피하면서, 각종 처리를 신속히 개시할 수 있게 된다.

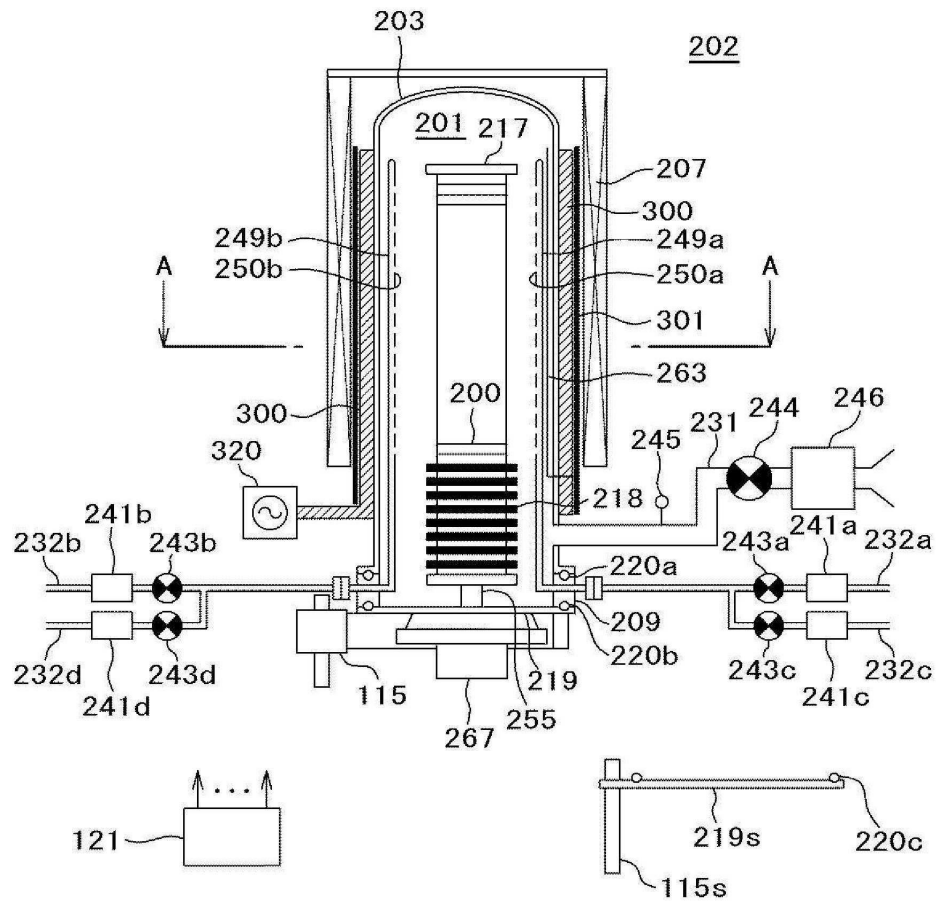
[0126] 상술한 레시피는, 새롭게 작성하는 경우에 한정되지 않고, 예를 들어 기관 처리 장치에 이미 인스톨되어 있던 기존의 레시피를 변경함으로써 준비해도 된다. 레시피를 변경하는 경우는, 변경 후의 레시피를, 전기 통신 회선이나 당해 레시피를 기록한 기록 매체를 통해, 기관 처리 장치에 인스톨해도 된다. 또한, 기존의 기관 처리 장치가 구비하는 입출력 장치(122)를 조작하여, 기관 처리 장치에 이미 인스톨되어 있던 기존의 레시피를 직접 변경하도록 해도 된다.

부호의 설명

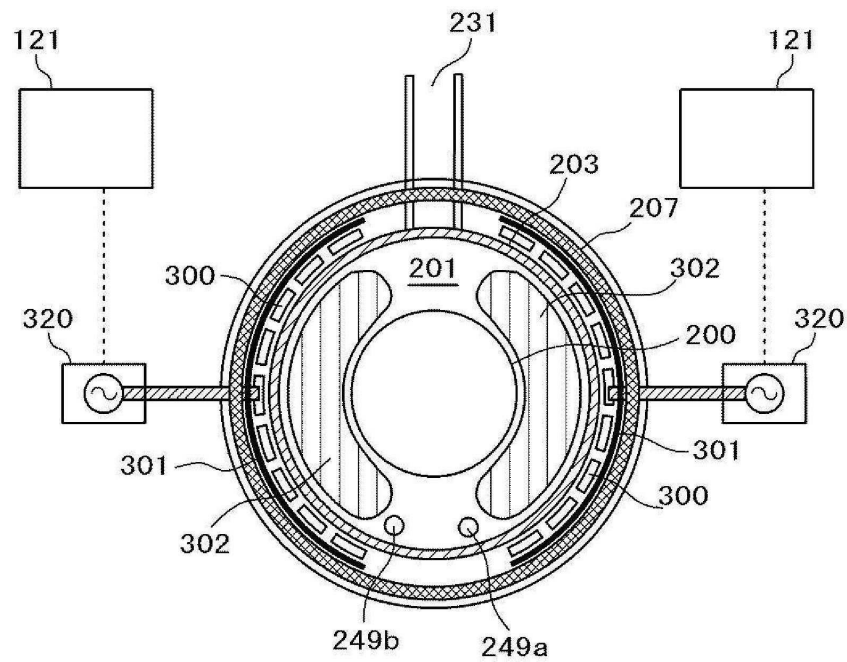
[0127] 200: 웨이퍼
201: 처리실
203: 반응관
207: 히터(가열 장치)
300: 전극
300-1: Hot 전극
300-2: Ground 전극
301: 석영 커버

도면

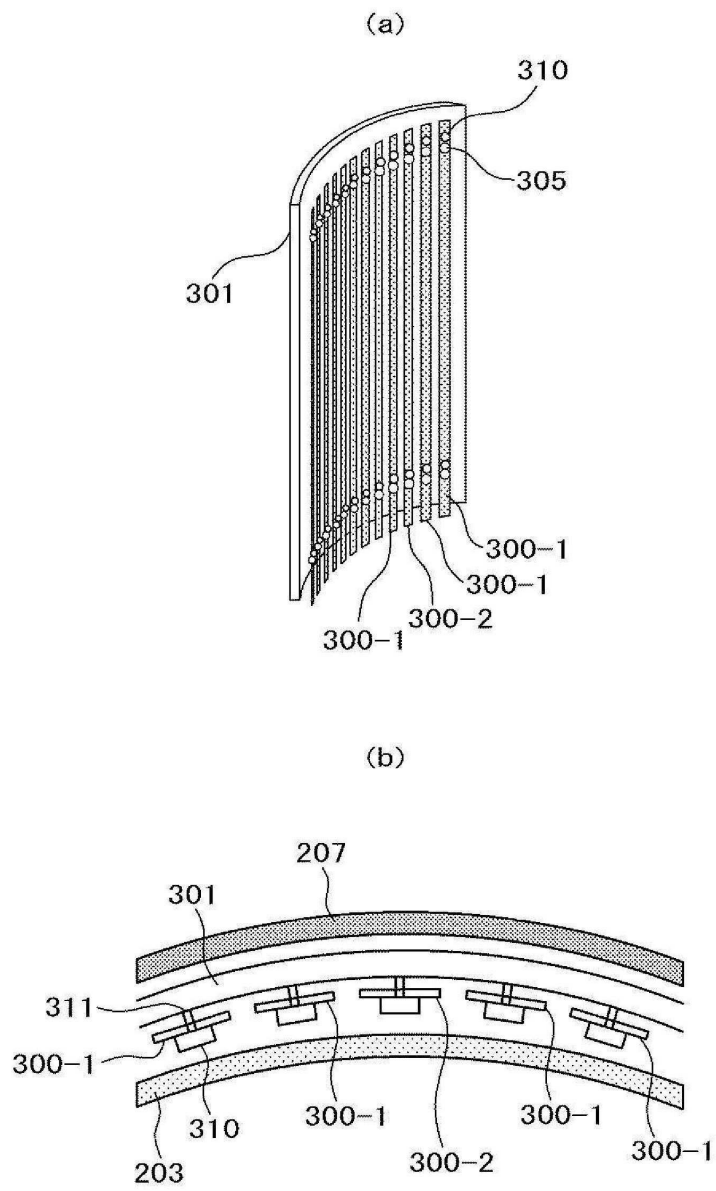
도면1



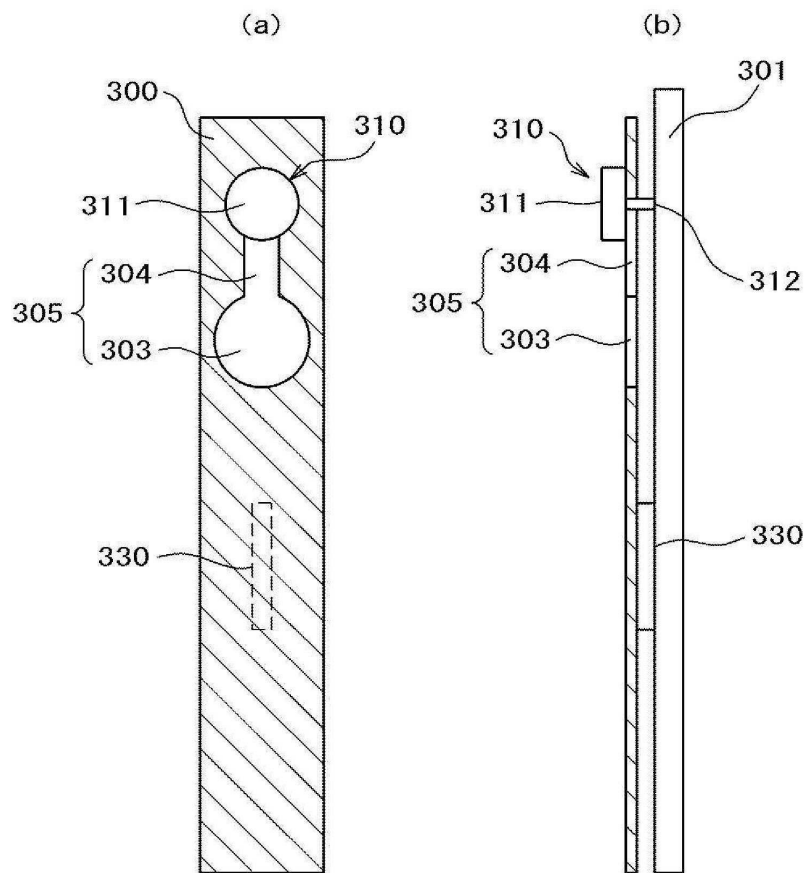
도면2



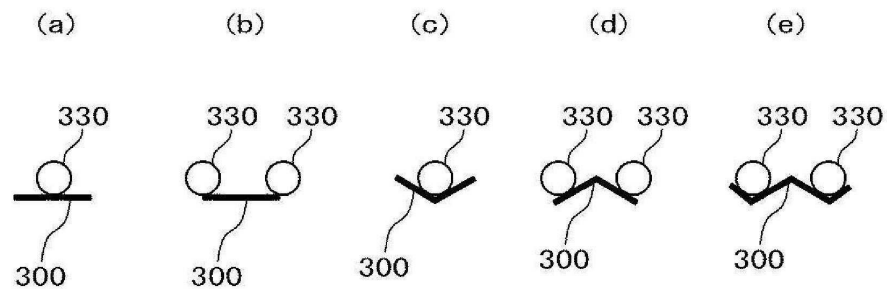
도면3



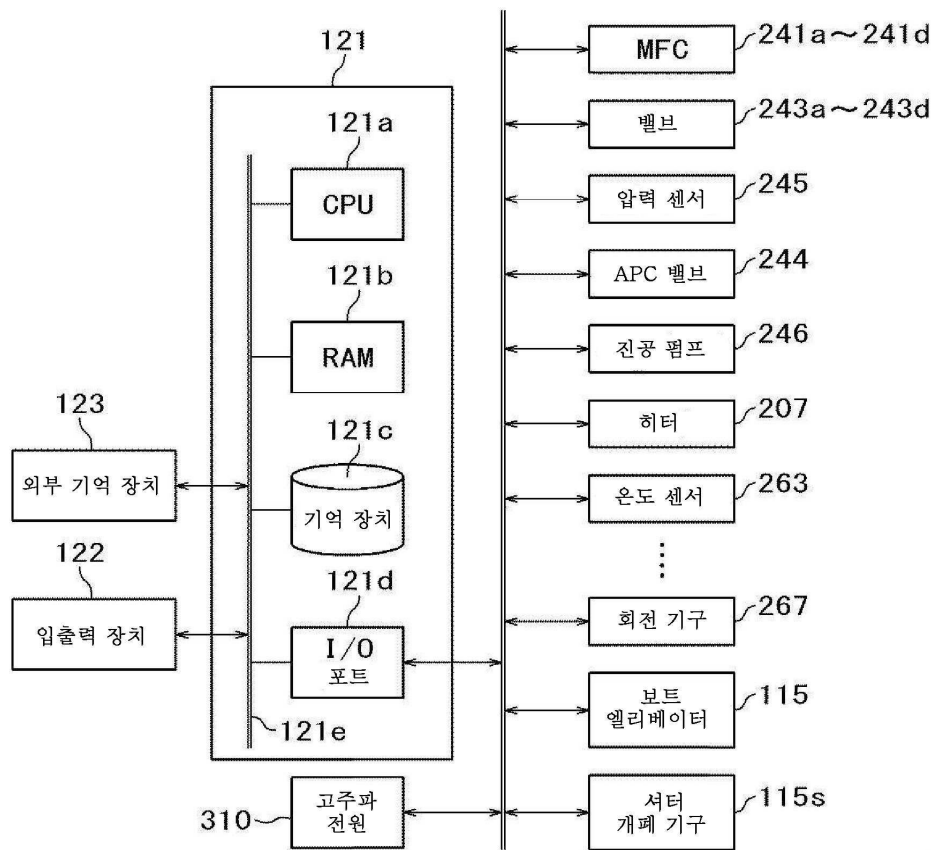
도면4



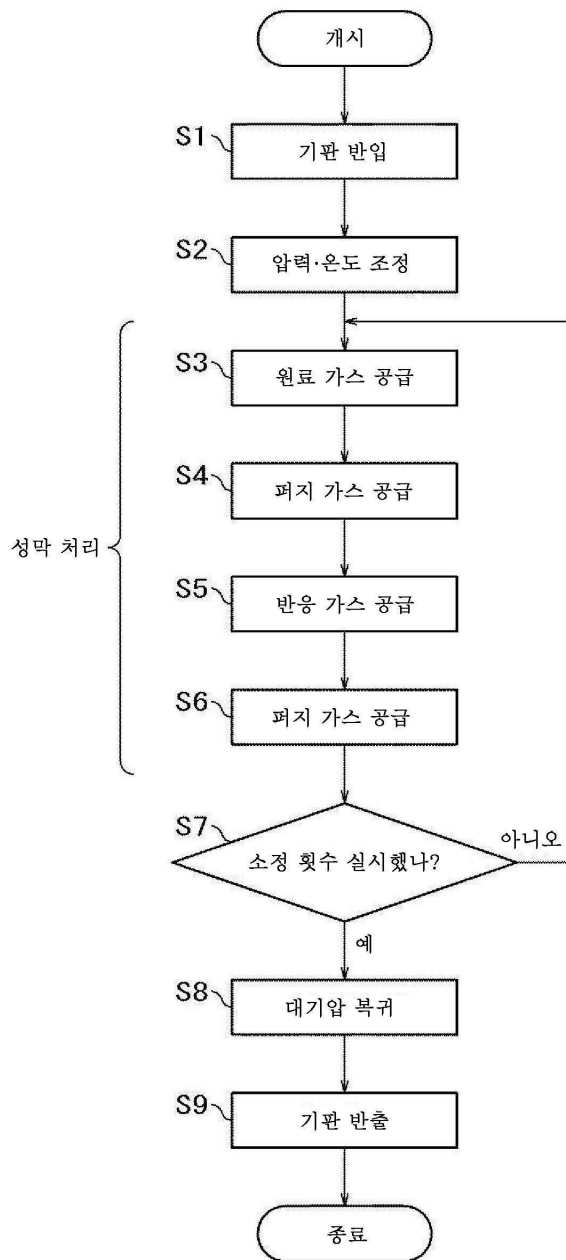
도면5



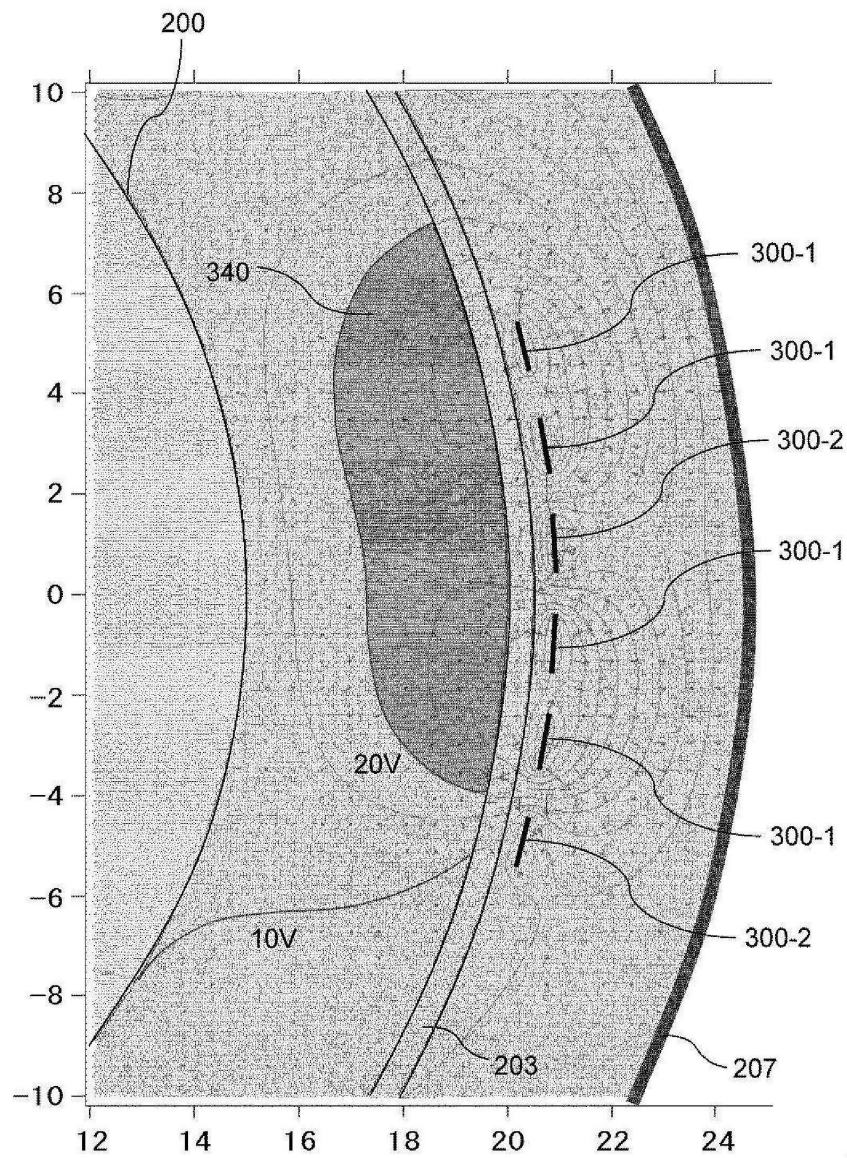
도면6



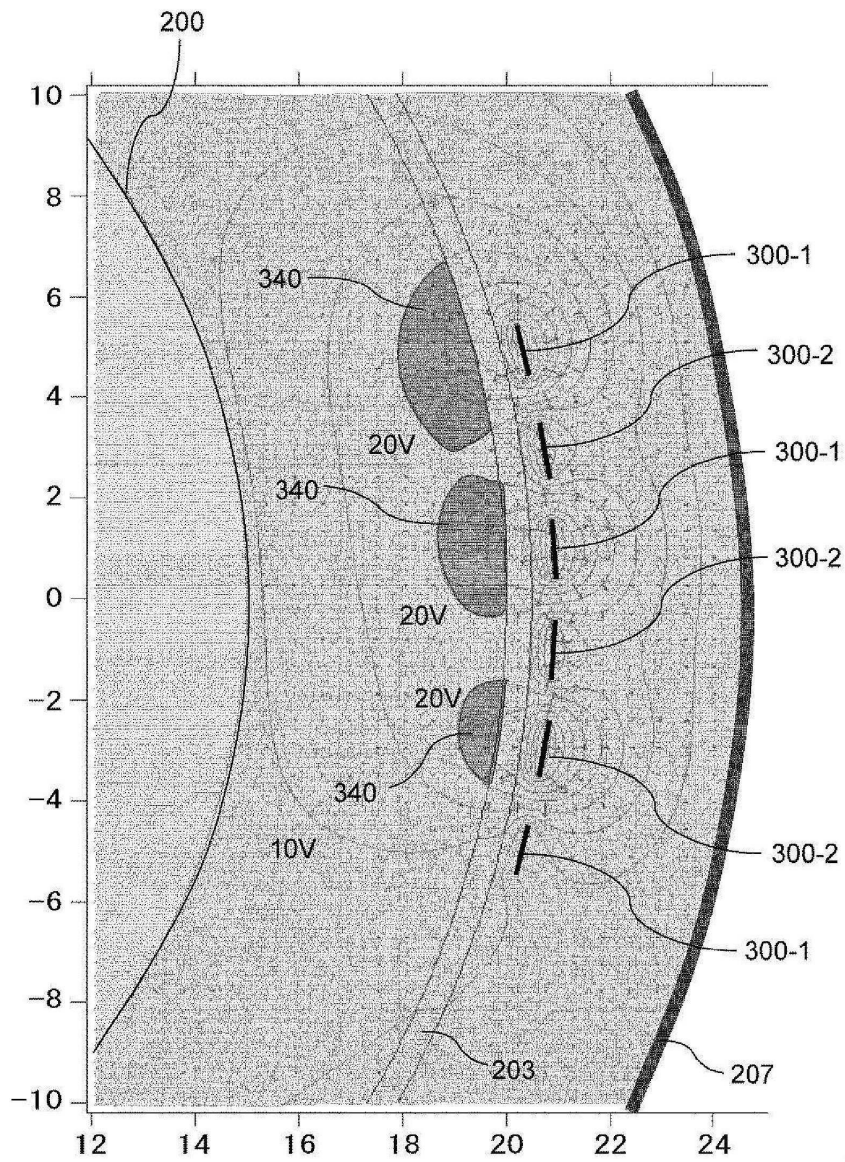
도면7



도면8



도면9



도면10

