



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년04월26일
(11) 등록번호 10-2661857
(24) 등록일자 2024년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) H01L 21/66 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32642 (2013.01)
H01L 21/3065 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0020266
(22) 출원일자 2019년02월21일
심사청구일자 2021년11월19일
(65) 공개번호 10-2019-0101889
(43) 공개일자 2019년09월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-030501 2018년02월23일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2017112275 A*
US20050230049 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
나카이와 도시후미
대만 30078 신-쑤 시티 신쑤 사이언스 파크 두성
로드 넘버 7 도쿄엘렉트론대만가부시키키가이샤
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 박정근

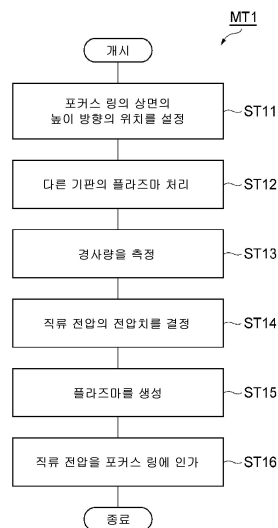
(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 방법

(57) 요약

[과제] 기판의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향을, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향과 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향 사이에서 소망하는 방향으로 제어하는 것이 가능한 플라즈마 처리 방법을 제공한다.

[해결 수단] 일 태양과 관련되는 플라즈마 처리 방법에서는, 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에서 지지대 위에 탑재된 기판의 에지를 둘러싸는 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가, 지지대 위에 탑재된 기판의 상면의 높이 방향의 위치보다 낮아지도록, 설정된다. 그리고, 설정된 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가 유지된 상태에서, 플라즈마의 생성 중에, 포커스 링에 음극성의 직류 전압이 인가된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/31116 (2013.01)

H01L 21/31144 (2013.01)

H01L 22/12 (2013.01)

H01L 22/14 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 처리 장치의 챔버 내에서 지지대 위에 탑재된 기관의 에지를 둘러싸는 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치를 설정하는 공정과,

설정된 상기 포커스 링의 상기 상면의 상기 높이 방향의 상기 위치를 유지한 상태에서, 상기 기관에 대해서 플라즈마 처리를 실시하기 위해서 상기 챔버 내에서 플라즈마를 생성하는 공정과,

상기 플라즈마의 생성 중에, 설정된 상기 포커스 링의 상기 상면의 상기 높이 방향의 상기 위치를 유지한 상기 상태에 있어서, 상기 포커스 링에 음극성의 직류 전압을 인가하는 공정을 포함하고,

설정하는 상기 공정에서는, 상기 지지대 위의 탑재 영역 위에 탑재된 상기 포커스 링의 상기 상면의 상기 높이 방향의 위치가 상기 지지대 위에 탑재된 상기 기관의 상면의 상기 높이 방향의 위치인 기준 위치보다 낮아지도록 설정된 두께를 가지는 상기 포커스 링을, 상기 챔버 내에 옮겨 넣어, 상기 기관의 에지를 둘러싸도록 상기 탑재 영역 위에 탑재하거나, 또는, 상기 포커스 링의 상기 상면의 상기 높이 방향의 상기 위치가 상기 기준 위치보다 낮아지도록 상기 챔버 내에서 포커스 링을 이동시키는

플라즈마 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기관은, 막 및 상기 막 위에 마련된 마스크를 갖고,

상기 플라즈마 처리 방법은,

상기 막 및 상기 마스크를 가지는 다른 기관에 대해서 상기 플라즈마 처리를 실시하는 공정과,

상기 플라즈마 처리에 의해 상기 다른 기관의 에지 영역 내에서 상기 막에 형성된 개구의 경사량을 측정하는 공정

을 더 포함하고,

상기 음극성의 직류 전압의 전압치는 상기 경사량에 따라 결정되는

플라즈마 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 기관은, 막 및 상기 막 위에 마련된 마스크를 갖고,

상기 플라즈마 처리 방법은,

상기 기관의 에지 영역에 있어서의 상기 마스크의 개구의 경사량을 측정하는 공정을 더 포함하고,

상기 음극성의 직류 전압의 전압치는 상기 경사량에 따라서 결정되는

플라즈마 처리 방법.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 경사량은 수직 방향에 대해 경사진 방향으로 상기 막에 형성된 상기 개구의

경사각인 플라즈마 처리 방법.

청구항 5

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 경사각은 상기 막에 형성된 상기 개구의 상단과 하단의 수평 방향에 있어서의 편차량인 플라즈마 처리 방법.

청구항 6

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 마스크는 레지스트 마스크인 플라즈마 처리 방법.

청구항 7

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 음극성의 직류 전압의 전압치는, 상기 경사각과 상기 음극성의 직류 전압의 전압치 사이의 관계를 미리 정한 테이블 또는 함수를 이용함으로써 결정되는,

플라즈마 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 실시 형태는, 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스의 제조에 있어서는, 플라즈마 처리 장치를 이용해 기판에 대해서 플라즈마 처리가 실행된다. 플라즈마 처리 장치는, 챔버 및 지지대를 구비한다. 지지대는 챔버 내에 마련되어 있다. 플라즈마 처리 장치에서는, 기판은, 지지대 위, 또한, 포커스 링에 의해 둘러싸인 영역 내에 배치된다. 포커스 링은, 플라즈마 처리의 면 내 균일성을 확보하기 위해서 이용된다. 구체적으로, 포커스 링은, 플라즈마로부터의 이온을 기판의 에지 영역에 수직으로 입사시키도록 시스의 형상을 조정하기 위해서, 이용된다.

[0003] 플라즈마 처리는 포커스 링의 소모를 초래한다. 플라즈마 처리에 기인하는 소모에 의해, 포커스 링의 두께는 감소한다. 포커스 링의 두께가 감소하면, 시스의 형상이 변화해, 플라즈마로부터의 이온의 기판의 에지 영역에 대한 입사 방향이 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진다. 그 결과, 플라즈마 처리의 면 내 균일성이 손상된다. 특허문헌 1에는, 포커스 링의 두께의 감소에 기인해 변화한 시스의 형상을 보정하기 위해서, 음극성의 직류 전압을 포커스 링에 인가하는 것이 기재되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1 : 일본특허공개 2007-258417호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 기판의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향은, 반드시 수직 방향인 것이 바람직한 것은 아니다. 예를 들면, 기판의 막 위에 마련된 마스크가 수직 방향에 대해서 외측 방향의 경사를 가지는 개구를 기판의 에지 영역에 있어서 제공하고 있는 경우에, 플라즈마 에칭에 의해 에지 영역에 있어서 상기 막에 수직으로 연장하는 개구를 형성

하기 위해서는, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향으로 이온을 기관의 에지 영역으로 입사시킬 필요가 있다. 반대의 경우에는, 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향으로 이온을 기관의 에지 영역으로 입사시킬 필요가 있다. 따라서, 기관의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향을, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향과 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향의 사이에서 소망하는 방향으로 제어하는 것이 가능한 것이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 태양에 있어서는, 플라스마 처리 방법이 제공된다. 일 태양과 관련되는 플라스마 처리 방법은, (i) 플라스마 처리 장치의 챔버 내에서 지지대 위에 탑재된 기관의 에지를 둘러싸는 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치를 설정하는 공정과, (ii) 설정된 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치를 유지한 상태로, 기관에 대해서 플라스마 처리를 실시하기 위해서 챔버 내에서 플라스마를 생성하는 공정과, (iii) 플라스마의 생성 중에, 설정된 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치를 유지한 상태에 있어서, 포커스 링에 음극성의 직류 전압을 인가하는 공정을 포함한다. 설정하는 공정에서는, 지지대 위의 탑재 영역 위에 탑재된 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가 지지대 위에 탑재된 기관의 상면의 높이 방향의 위치인 기준 위치보다 낮아지도록 설정된 두께를 가지는 포커스 링이, 챔버 내에 옮겨 놓여져서, 기관의 에지를 둘러싸도록 탑재 영역 위에 탑재된다. 혹은, 설정하는 공정에서는, 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가 기준 위치보다 낮아지도록 챔버 내에서 포커스 링이 이동된다.

[0007] 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가 기관의 상면의 높이 방향의 위치보다 낮고, 또한, 포커스 링에 음극성의 직류 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 플라스마로부터의 이온의 기관의 에지 영역에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향이다. 일 태양과 관련되는 플라스마 처리 방법에서는, 포커스 링의 상면의 높이 방향의 위치가, 기관의 상면의 높이 방향의 위치(즉, 기준 위치)보다 낮아지도록 설정된 상태에서, 포커스 링에 음극성의 직류 전압이 인가된다. 이 직류 전압의 절대치가, 기관의 에지 영역에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 작은 경우에는, 플라스마로부터의 이온의 기관의 에지 영역에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향이다. 포커스 링에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치가, 기관의 에지 영역에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 경우에는, 플라스마로부터의 이온의 기관의 에지 영역에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 외측으로 경사진 방향이다. 따라서, 일 태양과 관련되는 플라스마 처리 방법에 의하면, 포커스 링에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치를 조정하는 것으로써, 기관의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향을, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향과 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향 사이에서 소망하는 방향으로 제어하는 것이 가능하다.

[0008] 일 실시 형태에 있어서, 기관은, 막 및 상기 막 위에 마련된 마스크를 가진다. 플라스마 처리 방법은, 상기 막 및 상기 마스크를 가지는 다른 기관에 대해서 플라스마 처리를 실시하는 공정과, 플라스마 처리에 의해 다른 기관의 에지 영역 내에서 막에 형성된 개구의 경사량을 측정하는 공정을 더 포함한다. 포커스 링에 인가되는 음극성의 직류 전압의 전압치는, 측정된 경사량에 따라서 결정된다.

[0009] 일 실시 형태에 있어서, 기관은, 막 및 상기 막 위에 마련된 마스크를 가진다. 플라스마 처리 방법은, 기관의 에지 영역에 있어서의 마스크의 개구의 경사량을 측정하는 공정을 더 포함한다. 포커스 링에 인가되는 음극성의 직류 전압의 전압치는, 측정된 경사량에 따라서 결정된다.

발명의 효과

[0010] 이상 설명한 것처럼, 기관의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향을, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향과 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향 사이에서 소망하는 방향으로 제어하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 일 실시 형태와 관련되는 플라스마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.
 도 2는 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라스마 처리 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라스마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.
 도 3은 도 2에 나타내는 플라스마 처리 장치의 지지대와 포커스 링의 일부 확대 단면도이다.
 도 4는 시스의 형상과 기관의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향의 관계를 나타내는 도면이다.

도 5a는 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법이 적용될 수 있는 일례의 기관의 일부 확대 단면도이며, 도 5b는 플라즈마 처리 후의 다른 기관 상태를 나타내는 일부 확대 단면도이다.

도 6은 음극성의 직류 전압을 포커스 링에 인가하고 있을 때의 이온의 입사 방향의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 음극성의 직류 전압을 포커스 링에 인가하고 있을 때의 이온의 입사 방향의 다른 일례를 나타내는 도면이다.

도 8은 다른 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 9는 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 다른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 도면을 참조해 여러 가지의 실시 형태에 대해 상세하게 설명한다. 한편, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당한 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하는 것으로 한다.
- [0013] 도 1은, 일 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 방법(이하, 「방법 MT1」)이라고 한다)은, 포커스 링에 직류 전압을 인가가능한 플라즈마 처리 장치를 이용해 실행된다. 일 실시 형태에 있어서, 방법 MT1는, 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치를 이용해 실행할 수 있다. 도 2는, 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1)는, 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다.
- [0014] 플라즈마 처리 장치(1)는, 챔버(10)를 구비하고 있다. 챔버(10)는, 그 내부에 내부 공간(10s)을 제공하고 있다. 일 실시 형태에 있어서, 챔버(10)는, 챔버 본체(12)를 포함하고 있다. 챔버 본체(12)는, 대략 원통 형상을 가지고 있다. 내부 공간(10s)은, 챔버 본체(12) 내에 제공되어 있다. 챔버 본체(12)는, 예를 들면 알루미늄으로 구성되어 있다. 챔버 본체(12)는 전기적으로 접지되어 있다. 챔버 본체(12)의 내벽면, 즉, 내부 공간(10s)을 구획하는(define) 벽면에는, 내플라즈마성을 가지는 막이 형성되어 있다. 이 막은, 양극 산화 처리에 의해 형성된 막 또는 산화 이트륨으로부터 형성된 막이라고 하는 세라믹제의 막일 수 있다.
- [0015] 챔버 본체(12)의 측벽에는 통로(12p)가 형성되어 있다. 기관 W는, 내부 공간(10s)과 챔버(10)의 외부 사이에서 반송될 때, 통로(12p)를 통과한다. 이 통로(12p)의 개폐를 위해서, 게이트 밸브(12g)가 챔버 본체(12)의 측벽을 따라 마련되어 있다.
- [0016] 내부 공간(10s) 내에는, 지지대(16)가 마련되어 있다. 지지대(16)는, 그 위에 탑재된 기관 W를 지지하도록 구성되어 있다. 지지대(16)는, 지지부(15)에 의해 지지되어 있다. 지지부(15)는, 챔버 본체(12)의 저부로부터 위쪽으로 연장하고 있다. 지지부(15)는, 대략 원통 형상을 가지고 있다. 지지부(15)는, 석영이라고 하는 절연 재료로 형성되어 있다.
- [0017] 지지대(16)는, 하부 전극(18) 및 정전 척(20)을 가질 수 있다. 지지대(16)는, 전극 플레이트(21)를 더 갖고 있어도 좋다. 전극 플레이트(21)는, 알루미늄이라고 하는 도전성 재료로 형성되어 있고, 대략 원반 형상을 가지고 있다. 하부 전극(18)은, 전극 플레이트(21) 위에 마련되어 있다. 하부 전극(18)은, 알루미늄이라고 하는 도전성 재료로 형성되어 있고, 대략 원반 형상을 가지고 있다. 하부 전극(18)은, 전극 플레이트(21)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0018] 하부 전극(18) 내에는, 유로(18f)가 형성되어 있다. 유로(18f)는, 열교환 매체용의 유로이다. 열교환 매체로서는, 액상의 냉매, 혹은, 그 기화에 의해 하부 전극(18)을 냉각하는 냉매(예를 들면, 프레온)가 이용된다. 유로(18f)에는, 열교환 매체의 순환 장치(예를 들면, 칠러 유닛)이 접속되어 있다. 이 순환 장치는, 챔버(10)의 외부에 마련되어 있다. 유로(18f)에는, 순환 장치로부터 배관(23a)을 거쳐서 열교환 매체가 공급된다. 유로(18f)에 공급된 열교환 매체는, 배관(23b)을 거쳐서 순환 장치에 되돌려진다.
- [0019] 정전 척(20)은, 하부 전극(18) 위에 마련되어 있다. 기관 W는, 내부 공간(10s) 내에서 처리될 때는, 정전 척(20) 위에 탑재되고, 정전 척(20)에 의해 유지된다. 정전 척(20)은, 본체 및 전극을 가지고 있다. 정전 척(20)의 본체는, 절연체로 형성되어 있다. 정전 척(20)의 전극은, 막 형상의 전극이며, 정전 척(20)의 본체 내에 마련되어 있다. 정전 척(20)의 전극에는, 직류 전원이 전기적으로 접속되어 있다. 직류 전원으로부터 정전 척(20)의 전극에 전압이 인가되면, 정전 척(20)과 기관 W 사이에 정전 인력이 발생한다. 발생한 정전 인력에 의해,

기관 W는, 정전 척(20)에 끌어당겨져 정전 척(20)에 의해 유지된다.

- [0020] 플라즈마 처리 장치(1)는, 가스 공급 라인(25)을 더 구비할 수 있다. 가스 공급 라인(25)은, 가스 공급 기구로부터의 전열 가스, 예를 들면 He 가스를, 정전 척(20)의 상면과 기관 W의 이면(하면) 사이에 공급한다.
- [0021] 플라즈마 처리 장치(1)는, 통 형상부(28) 및 절연부(29)를 더 구비할 수 있다. 통 형상부(28)는, 챔버 본체(12)의 저부로부터 위쪽으로 연장하고 있다. 통 형상부(28)는, 지지부(15)의 외주를 따라 연장하고 있다. 통 형상부(28)는, 도전성 재료로 형성되어 있고, 대략 원통 형상을 가지고 있다. 통 형상부(28)는, 전기적으로 접지되어 있다. 절연부(29)는, 통 형상부(28) 위에 마련되어 있다. 절연부(29)는, 절연성을 가지는 재료로 형성되어 있다. 절연부(29)는, 예를 들면 석영이라고 하는 세라믹으로 형성되어 있다. 절연부(29)는, 대략 원통 형상을 가지고 있다. 절연부(29)는, 전극 플레이트(21)의 외주, 하부 전극(18)의 외주, 및 정전 척(20)의 외주를 따라 연장하고 있다.
- [0022] 이하, 도 2와 함께 도 3을 참조한다. 도 3은, 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치의 지지대와 포커스 링의 일부 확대 단면도이다. 지지대(16)는, 탑재 영역(20r)을 가지고 있다. 탑재 영역(20r) 위에는, 포커스 링 FR이 탑재된다. 탑재 영역(20r)은, 일례에서는, 정전 척(20)의 외주 영역이다. 포커스 링 FR은, 대략 고리 형상의 판 형상을 가지고 있다. 포커스 링 FR는, 도전성을 가진다. 포커스 링 FR은, 예를 들면 실리콘 또는 탄화 규소(SiC)로 형성되어 있다. 기관 W는, 원형의 평면 형상을 가지고, 정전 척(20) 위, 또한, 포커스 링 FR에 의해 둘러싸인 영역 내에, 배치된다. 즉, 포커스 링 FR는, 지지대(16) 위에 탑재된 기관 W의 에지를 둘러싼다.
- [0023] 플라즈마 처리 장치(1)를 이용해 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법이 실행되는 경우에는, 포커스 링 FR이, 챔버(10) 내에 옮겨 놓여져서, 기관의 에지를 둘러싸도록 탑재 영역(20r) 위에 탑재된다. 챔버(10) 내에 옮겨 놓여지는 포커스 링 FR은, 지지대(16) 위, 즉 정전 척(20) 위에 탑재되는 기관 W의 상면의 높이 방향의 위치(이하, 「기준 위치 RH」라고 한다)보다도, 탑재 영역(20r) 위에 탑재된 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 낮아지도록 설정된 두께를 가진다.
- [0024] 도 2에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(1)는, 상부 전극(30)을 더 구비하고 있다. 상부 전극(30)은, 지지대(16)의 위쪽에 마련되어 있다. 상부 전극(30)은, 부재(32)와 함께 챔버 본체(12)의 상부 개구를 닫고 있다. 부재(32)는, 절연성을 가지고 있다. 상부 전극(30)은, 이 부재(32)를 개재해서 챔버 본체(12)의 상부에 지지되고 있다.
- [0025] 상부 전극(30)은, 천판(34) 및 지지체(36)를 포함하고 있다. 천판(34)의 하면은, 내부 공간(10s)을 구획하고 있다. 천판(34)에는, 복수의 가스 토출 구멍(34a)이 형성되어 있다. 복수의 가스 토출 구멍(34a)의 각각은, 천판(34)을 판 두께 방향(연직 방향)으로 관통하고 있다. 이 천판(34)은, 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 실리콘으로 형성되어 있다. 혹은, 천판(34)은, 알루미늄제의 모재의 표면에 내플라즈마성의 막을 마련한 구조를 가질 수 있다. 이 막은, 양극 산화 처리에 의해 형성된 막 또는 산화 이트륨으로 형성된 막이라고 하는 세라믹제의 막일 수 있다.
- [0026] 지지체(36)는, 천판(34)을 착탈 자유롭게 지지하고 있다. 지지체(36)는, 예를 들면 알루미늄이라고 하는 도전성 재료로 형성되어 있다. 지지체(36)의 내부에는, 가스 확산실(36a)이 마련되어 있다. 가스 확산실(36a)로부터는, 복수의 가스 구멍(36b)이 하부로 연장하고 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은, 복수의 가스 토출 구멍(34a)에 각각 연통하고 있다. 지지체(36)에는, 가스 도입 포트(36c)가 형성되어 있다. 가스 도입 포트(36c)는, 가스 확산실(36a)에 접속하고 있다. 가스 도입 포트(36c)에는, 가스 공급관(38)이 접속되어 있다.
- [0027] 가스 공급관(38)에는, 밸브군(41), 유량 제어기군(42), 및 밸브군(43)을 거쳐서, 가스 소스군(40)이 접속되어 있다. 가스 소스군(40)은, 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 밸브군(41) 및 밸브군(43)의 각각은, 복수의 밸브(예를 들면 개폐 밸브)를 포함하고 있다. 유량 제어기군(42)은, 복수의 유량 제어기를 포함하고 있다. 유량 제어기군(42)의 복수의 유량 제어기의 각각은, 매스 플로우 콘트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스의 각각은, 밸브군(41)의 대응의 밸브, 유량 제어기군(42)의 대응의 유량 제어기, 및 밸브군(43)의 대응의 밸브를 거쳐서, 가스 공급관(38)에 접속되어 있다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스 중 선택된 1이상의 가스 소스로부터의 가스를, 개별적으로 조정된 유량으로, 내부 공간(10s)에 공급하는 것이 가능하다.
- [0028] 통 형상부(28)와 챔버 본체(12)의 측벽 사이에는 배플 플레이트(48)가 마련되어 있다. 배플 플레이트(48)는, 예를 들면, 알루미늄제의 모재에 산화 이트륨 등의 세라믹을 피복하는 것으로서 구성될 수 있다. 이 배플 플레이트(48)에는, 다수의 관통 공이 형성되어 있다. 배플 플레이트(48)의 아래쪽에 있어서는, 배기관(52)이 챔버 본

체(12)의 저부에 접속되어 있다. 이 배기관(52)에는, 배기 장치(50)가 접속되어 있다. 배기 장치(50)는, 자동 압력 제어 밸브라고 하는 압력 제어기 및, 터보 분자 펌프 등의 진공 펌프를 가지고 있어, 내부 공간(10s) 내의 압력을 감압할 수가 있다.

[0029] 플라즈마 처리 장치(1)는, 제1 고주파 전원(61)을 더 구비하고 있다. 제1 고주파 전원(61)은, 플라즈마 생성용의 제1 고주파 전력을 발생하는 전원이다. 제1 고주파 전력은, 27~100 MHz의 범위 내의 주파수, 예를 들면 40MHz 또는 60MHz의 주파수를 가진다. 제1 고주파 전원(61)은, 제1 고주파 전력을 하부 전극(18)에 공급하기 위해서, 제1 정합기(63) 및 전극 플레이트(21)를 거쳐서 하부 전극(18)에 접속되어 있다. 제1 정합기(63)는, 제1 고주파 전원(61)의 출력 임피던스(impedance)와 부하측(하부 전극(18)측)의 임피던스를 정합시키기 위한 정합 회로를 가지고 있다. 한편, 제1 고주파 전원(61)은 하부 전극(18)에 전기적으로 접속되어 있지 않아도 좋고, 제1 정합기(63)를 거쳐서 상부 전극(30)에 접속되어 있어도 좋다.

[0030] 플라즈마 처리 장치(1)는, 제2 고주파 전원(62)을 더 구비하고 있다. 제2 고주파 전원(62)은, 기관 W에 이온을 끌어들이기 위한 바이어스용의 제2 고주파 전력을 발생하는 전원이다. 제2 고주파 전력의 주파수는, 제1 고주파 전력의 주파수보다 낮다. 제2 고주파 전력의 주파수는, 400kHz~13.56MHz의 범위 내의 주파수이며, 예를 들면, 400kHz이다. 제2 고주파 전원(62)은, 제2 고주파 전력을 하부 전극(18)에 공급하기 위해서, 제2 정합기(64) 및 전극 플레이트(21)를 거쳐서 하부 전극(18)에 접속되어 있다. 제2 정합기(64)는, 제2 고주파 전원(62)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(18)측)의 임피던스를 정합시키기 위한 정합 회로를 가지고 있다.

[0031] 이 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 내부 공간(10s)에 가스가 공급된다. 그리고, 제1 고주파 전력 및/또는 제2 고주파 전력이 공급되는 것으로, 내부 공간(10s) 내에서 가스가 여기된다. 그 결과, 내부 공간(10s) 내에서 플라즈마가 생성된다. 생성된 플라즈마로부터의 이온 및/또는 래디칼에 의해, 기관 W가 처리된다.

[0032] 플라즈마 처리 장치(1)는, 직류 전원(70)을 더 구비하고 있다. 직류 전원(70)은, 포커스 링 FR에 전기적으로 접속되어 있다. 직류 전원(70)은, 내부 공간(10s) 내에서 생성되는 플라즈마 상태를 조정하기 위해서, 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압을 발생한다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 일 실시 형태에서는, 포커스 링 FR은, 도체(22)를 거쳐서 하부 전극(18)에 전기적으로 접속되어 있다. 도체(22)는, 정전 척(20)을 관통하고 있다. 직류 전원(70)은, 전극 플레이트(21), 하부 전극(18), 및 도체(22)를 거쳐서 포커스 링 FR에 전기적으로 접속되어 있다. 한편, 직류 전원(70)은, 전극 플레이트(21), 하부 전극(18), 및 도체(22)를 거치지 않고, 다른 전기적 패스를 거쳐서 포커스 링 FR에 전기적으로 접속되어 있어도 좋다.

[0033] 플라즈마 처리 장치(1)는, 제어부 MC를 더 구비할 수 있다. 제어부 MC는, 프로세서, 기억 장치, 입력 장치, 표시 장치 등을 구비하는 컴퓨터이며, 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어한다. 구체적으로, 제어부 MC는, 기억 장치에 기억되어 있는 제어 프로그램을 실행하고, 당해 기억 장치에 기억되어 있는 레시피 데이터에 근거해 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어한다. 제어부 MC에 의한 제어에 의해, 플라즈마 처리 장치(1)는, 레시피 데이터에 의해 지정된 프로세스를 실행할 수가 있다. 또, 제어부 MC에 의한 제어에 의해, 플라즈마 처리 장치(1)는, 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법을 실행할 수가 있다.

[0034] 이하, 플라즈마 처리 장치(1)를 이용해 실행되는 경우를 예로 해서 방법 MT1에 대해 상세하게 설명한다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 방법 MT1에서는, 우선, 공정 ST11가 실행된다. 공정 ST11에서는, 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 설정된다. 상술한 것처럼, 플라즈마 처리 장치(1)가 이용되는 경우에는, 포커스 링 FR가, 챔버(10) 내에 옮겨 놓여져, 기관의 에지를 둘러싸도록 탑재 영역(20r) 위에 탑재된다. 챔버(10) 안에 옮겨 놓여지는 포커스 링 FR은, 기준 위치 RH보다, 탑재 영역(20r) 위에 탑재된 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 낮아지도록 설정된 두께를 가진다(도 3 참조).

[0035] 방법 MT1는, 공정 ST15 및 공정 ST16를 더 포함하고 있다. 방법 MT1에서는, 공정 ST11의 실행 후, 공정 ST15의 실행 전에, 기관 W가, 내부 공간(10s)에 반입되어, 지지대(16)(정전 척(20)) 위, 또한, 포커스 링 FR에 의해 둘러싸인 영역 내에 탑재된다. 공정 ST15 및 공정 ST16는, 기관 W가 지지대(16) 위, 또한, 포커스 링 FR에 의해 둘러싸인 영역 내에 탑재되어 있고, 공정 ST11에 있어서 설정된 위치 FH가 유지된 상태에서 실행된다.

[0036] 공정 ST15에서는, 기관 W에 대해서 플라즈마 처리를 실시하기 위해서, 챔버(10) 내에서 플라즈마가 생성된다. 구체적으로는, 가스 소스군(40)의 복수의 가스 소스 중 선택된 1이상의 가스 소스로부터의 가스가 내부 공간(10s)에 공급되도록, 밸브군(41), 유량 제어기군(42), 및 밸브군(43)이 제어된다. 공정 ST15에서는, 내부 공간(10s) 내의 압력이 지정된 압력으로 설정되도록, 배기 장치(50)가 제어된다. 공정 ST15에서는, 내부 공간(10s) 내의 가스를 여기시키기 위해서, 제1 고주파 전력 및/또는 제2 고주파 전력이 공급되도록, 제1 고주파 전원(61)

및/또는 제2 고주파 전원(62)이 제어된다.

- [0037] 공정 ST16는, 공정 ST15의 실행 중, 즉, 플라즈마의 생성 중에 실행된다. 공정 ST16에서는, 포커스 링 FR에 음극성의 직류 전압을 인가하도록, 직류 전원(70)이 제어된다.
- [0038] 도 4는, 시스의 형상과 기관의 에지 영역에 대한 이온의 입사 방향의 관계를 나타내는 도면이다. 도 4에 있어서, 문자 「+」가 그 내부에 기재된 원형의 도형은 이온을 나타내고 있다. 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 기관 W의 상면의 높이 방향의 위치, 즉 기준 위치 RH보다 낮고, 또한, 포커스 링 FR에 음극성의 직류 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 시스 SH는, 도 4에 있어서, 실선으로 나타내는 형상(시스 SH와 플라즈마의 경계의 형상)을 가진다. 즉, 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 기준 위치 RH보다 낮고, 또한, 포커스 링 FR에 음극성의 직류 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 기관 W의 중앙 영역 CR의 위쪽에서의 시스 SH의 높이 방향의 위치보다, 포커스 링 FR의 위쪽에서의 시스 SH의 높이 방향의 위치가 낮고, 기관 W의 에지 영역 ER의 위쪽에서는, 시스 SH의 높이 방향의 위치가 기관 W의 중심으로부터의 거리의 증가에 따라 낮아진다. 따라서, 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 기준 위치 RH보다 낮고, 또한, 포커스 링 FR에 음극성의 직류 전압이 인가되어 있지 않은 상태에서는, 플라즈마로부터의 이온의 기관 W의 에지 영역에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향이다.
- [0039] 방법 MT1에서는, 위치 FH가 기준 위치 RH보다 낮아지도록 설정된 상태에서, 포커스 링 FR에 음극성의 직류 전압이 인가된다. 이 직류 전압의 절대치가 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 작은 경우에는, 플라즈마로부터의 이온의 기관 W의 에지 영역에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향이다. 한편, 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치가 조정되어, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온이 입사하는 경우에는, 시스 SH는, 도 4에 있어서 일점 쇄선으로 나타내는 형상을 가진다. 즉, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온이 입사하는 경우에는, 시스 SH의 높이 방향의 위치는, 기관 W의 중앙 영역으로부터 포커스 링 FR의 위쪽까지, 일정하다.
- [0040] 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치가, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 경우에는, 시스 SH는, 도 4에 있어서 파선으로 나타내는 형상(시스 SH와 플라즈마의 경계의 형상)을 가진다. 즉, 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치가, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 경우에는, 기관 W의 중앙 영역 CR의 위쪽에서의 시스 SH의 높이 방향의 위치보다, 포커스 링 FR의 위쪽에서의 시스 SH의 높이 방향의 위치가 높고, 기관 W의 에지 영역 ER의 위쪽에서는, 시스 SH의 높이 방향의 위치가 기관 W의 중심으로부터의 거리의 증가에 따라 높아진다. 따라서, 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치가, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 경우에는, 플라즈마로부터의 이온의 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 입사 방향은, 수직 방향에 대해서 외측으로 경사진 방향이다.
- [0041] 따라서, 방법 MT1에 의하면, 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 절대치를 조정하는 것으로써, 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 이온의 입사 방향을, 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향과 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향 사이에서 소망하는 방향으로 제어하는 것이 가능하다. 한편, 「내측 방향으로 경사진 방향」이란, 기관으로부터의 거리의 감소에 수반해 기관의 중심으로 가까워지는 방향이다. 또, 「외측 방향으로 경사진 방향」란, 기관으로부터의 거리의 감소에 수반해 기관의 중심으로부터 멀어지는 방향이다.
- [0042] 도 1에 나타내는 바와 같이, 방법 MT1는, 공정 ST12, 공정 ST13, 및 공정 ST14를 더 포함하고 있어도 좋다. 공정 ST12, 공정 ST13, 및 공정 ST14는, 공정 ST11과 공정 ST15 사이에서 실행된다. 도 5a는, 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법이 적용될 수 있는 일례의 기관의 일부 확대 단면도이다. 도 5a에 나타내는 기관 W는, 중앙 영역 CR 및 에지 영역 ER를 가진다. 중앙 영역 CR은, 에지 영역 ER에 대해서 기관 W의 지름 방향 내측의 영역이다. 도 5a에 나타내는 기관 W는, 막 TF 및 마스크 MK를 가지고 있다. 막 TF는, 베이스 영역 UR 위에 마련되어 있다. 마스크 MK는, 막 TF 위에 마련되어 있다. 마스크 MK는, 패터닝되어 있고, 중앙 영역 CR 및 에지 영역 ER의 각각에 있어서 개구 MKO를 제공하고 있다. 마스크 MK는, 예를 들면 레지스트 마스크이다.
- [0043] 도 1에 나타내는 방법 MT1에서는, 공정 ST11의 실행 후, 공정 ST12의 실행 전에, 기관 AW가, 내부 공간(10s)에 반입되어, 지지대(16)(정전 척(20)) 위, 또한, 포커스 링 FR에 의해 둘러싸인 영역 내에 탑재된다. 기관 AW는, 공정 ST15에 있어서 플라즈마 처리가 적용되는 기관 W와 같은 구성을 가진다. 즉, 기관 AW는, 막 TF 및 마스크

MK를 가진다. 공정 ST12에서는, 공정 ST11에 있어서 설정된 포커스 링 FR의 위치 FH가 유지된 상태로, 플라스마 처리가 기관 AW에 대해서 실행된다. 공정 ST12에 있어서 기관 AW에 대해서 실행되는 플라스마 처리는, 공정 ST15에 있어서 기관 W에 대해서 실행되는 플라스마 처리와 같다. 도 5b는, 플라스마 처리 후의 다른 기관 상태를 나타내는 일부 확대 단면도이다. 공정 ST12가 실행되면, 도 5b에 나타내는 바와 같이, 다른 기관 AW의 막 TF에 개구 TFO가 형성된다. 즉, 공정 ST12 및 공정 ST15의 플라스마 처리는, 플라스마 에칭이다.

[0044] 계속되는 공정 ST13에서는, 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO의 경사량이 측정된다. 경사량은, 예를 들면 광학적으로 취득된 다른 기관 AW의 화상으로부터 구해진다. 경사량은, 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO의 수직 방향에 대한 경사의 정도를 나타내는 양이면 임의의 양일 수가 있다. 경사량은, 예를 들면 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO의 수직 방향에 대한 경사각이어도 좋다. 혹은, 경사량은, 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO의 상단의 중심 위치와 하단의 중심 위치 사이의 수평 방향에 있어서의 편차량이어도 좋다. 또한, 경사량은, 플라스마 처리 장치(1)에 마련된 측정기에 의해 측정되어도 좋고, 플라스마 처리 장치(1)의 외부에 존재하는 측정기에 의해 측정되어도 좋다.

[0045] 공정 ST14에서는, 공정 ST16에 있어서 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 음극성의 직류 전압의 전압치는, 공정 ST13에 있어서 측정된 경사량에 따라서 결정된다. 예를 들면, 제어부 MC가, 경사량과 음극성의 직류 전압의 전압치 사이의 관계를 미리 정한 테이블 또는 함수를 이용해, 측정된 경사량에 따른 음극성의 직류 전압의 전압치를 특정한다.

[0046] 공정 ST14에서는, 예를 들면 기관 W의 에지 영역 ER 내의 막 TF에 수직으로 연장하는 개구가 형성되도록, 음극성의 직류 전압의 전압치가, 측정된 경사량에 따라 결정된다. 도 6은, 음극성의 직류 전압을 포커스 링에 인가하고 있을 때의 이온의 입사 방향의 일례를 나타내는 도면이다. 도 7은, 음극성의 직류 전압을 포커스 링에 인가하고 있을 때의 이온의 입사 방향이 다른 일례를 나타내는 도면이다. 도 6 및 도 7에 있어서, 문자 「+」이 그 내부에 기재된 원형의 도형은 이온을 나타내고 있고 상기 도형으로부터 연장하는 화살표는 이온의 입사 방향을 나타내고 있다.

[0047] 일례에서는, 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO가 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향으로 연장하고 있는 경우에, 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 이온의 입사 방향이, 도 6에 나타내는 바와 같이 외측 방향으로 경사진 방향이 되도록, 공정 ST13에 있어서 측정된 경사량으로부터 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 그 결과, 공정 ST15의 플라스마 처리에 의해 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 대략 수직으로 연장하는 개구가 형성된다. 도 6에 나타내는 이온의 입사 방향을 얻기 위해서, 음극성의 직류 전압의 절대치는, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 값으로 설정된다.

[0048] 다른 일례에서는, 다른 기관 AW의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성된 개구 TFO가 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향으로 연장하고 있는 경우에, 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 이온의 입사 방향이, 도 7에 나타내는 바와 같이, 내측 방향으로 경사진 방향이 되도록, 공정 ST13에 있어서 측정된 경사량으로부터 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 그 결과, 공정 ST15의 플라스마 처리에 의해 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 대략 수직으로 연장하는 개구가 형성된다. 도 7에 나타내는 이온의 입사 방향을 얻기 위해서는, 음극성의 직류 전압의 절대치는, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 작은 값으로 설정된다.

[0049] 또한, 공정 ST14에서는, 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성되는 개구의 경사량이 지정된 양이 되도록, 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정되어도 좋다.

[0050] 방법 MT1에서는, 공정 ST15의 실행 전에, 공정 ST14에 있어서 결정된 전압치를 가지는 직류 전압을 포커스 링 FR에 인가한 상태로 공정 ST12의 플라스마 처리, 즉 에칭이 다른 기관에 대해서 더 실행되어도 좋다. 그리고, 다른 기관에 대해서 더 실행된 에칭의 특성이 소망하는 특성으로 되어 있는 경우에, 공정 ST15가 기관 W에 대해서 실행되어도 좋다. 한편, 에칭의 특성은, 상술한 경사량에 의해 나타내져도 좋다. 혹은, 에칭의 특성은, 다른 기관에 대해서 더 실행된 에칭 상태를 나타내는 특성으로, 시스 상태를 나타내는 특성이면, 임의의 특성이어도 좋다. 그러한 특성으로서, 에칭의 면 내 균일성을 나타내는 특성이 예시된다.

[0051] 이하, 다른 실시 형태와 관련되는 플라스마 처리 방법에 대해 설명한다. 도 8은, 다른 실시 형태와 관련되는 플라스마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 8에 나타내는 플라스마 처리 방법(이하, 「방법 MT2」라고 한다)

도, 포커스 링에 직류 전압을 인가 가능한 플라즈마 처리 장치, 예를 들면 플라즈마 처리 장치(1)를 이용해 실행된다. 방법 MT2는, 공정 ST11과 같은 공정 ST21, 공정 ST15와 같은 공정 ST25, 및 공정 ST16과 같은 공정 ST26을 포함하고 있다. 공정 ST21, 공정 ST25, 및 공정 ST26에 대한 상세한 것에 대하여는, 공정 ST11, 공정 ST15, 및 공정 ST16의 설명을 참조하기 바란다.

[0052] 방법 MT2는, 도 5a에 나타난 기관 W에 대해서 적용될 수 있다. 방법 MT2는, 공정 ST23 및 공정 ST24를 더 포함하고 있다. 공정 ST23 및 공정 ST24는, 공정 ST21와 공정 ST25 사이에서 실행된다. 공정 ST23는, 공정 ST21의 전에 실행되어도 좋다.

[0053] 공정 ST23에서는, 기관 W의 에지 영역 ER에 있어서의 마스크 MK의 개구 MKO의 경사량이 측정된다. 경사량은, 예를 들면 광학적으로 취득된 다른 기관 AW의 화상으로부터 구해진다. 경사량은, 기관 W의 에지 영역 ER에 있어서의 마스크 MK의 개구 MKO의 수직 방향에 대한 경사의 정도를 나타내는 양이면 임의의 양일 수가 있다. 경사량은, 예를 들면 기관 W의 에지 영역 ER에 있어서의 마스크 MK의 개구 MKO의 수직 방향에 대한 경사각이어도 좋다. 혹은, 경사량은, 기관 W의 에지 영역 ER에 있어서의 마스크 MK의 개구 MKO의 상단의 중심 위치와 하단의 중심 위치 사이의 수평 방향에 있어서의 편차량이어도 좋다.

[0054] 공정 ST24에서는, 공정 ST26에 있어서 포커스 링 FR에 인가되는 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 음극성의 직류 전압의 전압치는, 공정 ST23에 있어서 측정된 경사량에 따라 결정된다. 예를 들면, 제어부 MC가, 경사량과 음극성의 직류 전압의 전압치 사이의 관계를 미리 정한 테이블 또는 함수를 이용해, 측정된 경사량에 따른 음극성의 직류 전압의 전압치를 특정한다.

[0055] 공정 ST24에서는, 예를 들면 기관 W의 에지 영역 ER 내의 막 TF에 수직으로 연장하는 개구가 형성되도록, 음극성의 직류 전압의 전압치가, 측정된 경사량에 따라 결정된다. 일례에서는, 도 6에 나타내는 바와 같이, 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 마스크 MK의 개구 MKO가 수직 방향에 대해서 내측 방향으로 경사진 방향으로 연장하고 있는 경우에, 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 이온의 입사 방향이, 외측 방향으로 경사진 방향이 되도록, 공정 ST23에 있어서 측정된 경사량으로부터 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 그 결과, 공정 ST25의 플라즈마 처리에 의해 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 대략 수직으로 연장하는 개구가 형성된다. 도 6에 나타내는 이온의 입사 방향을 얻기 위해서는, 음극성의 직류 전압의 절대치는, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 큰 값으로 설정된다.

[0056] 다른 일례에서는, 도 7에 나타내는 바와 같이, 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 마스크 MK의 개구 MKO가 수직 방향에 대해서 외측 방향으로 경사진 방향으로 연장하고 있는 경우에, 기관 W의 에지 영역 ER에 대한 이온의 입사 방향이, 내측 방향으로 경사진 방향이 되도록, 공정 ST23에 있어서 측정된 경사량으로부터 음극성의 직류 전압의 전압치가 결정된다. 그 결과, 공정 ST25의 플라즈마 처리에 의해 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 대략 수직으로 연장하는 개구가 형성된다. 도 7에 나타내는 이온의 입사 방향을 얻기 위해서는, 음극성의 직류 전압의 절대치는, 기관 W의 에지 영역 ER에 대해서 수직으로 이온을 입사시키기 위해서 포커스 링 FR에 인가되어야 하는 음극성의 직류 전압의 절대치보다 작은 값으로 설정된다.

[0057] 또한, 공정 ST24에서는, 기관 W의 에지 영역 ER 내에서 막 TF에 형성되는 개구의 경사량이 지정된 양이 되도록, 음극성의 직류 전압의 절대치가 결정되어도 좋다.

[0058] 이하, 방법 MT1 및 방법 MT2의 쌍방에 있어서 플라즈마 처리 장치(1) 대신에 이용하는 것이 가능한 다른 플라즈마 처리 장치에 대해 설명한다. 도 9는, 여러 가지의 실시 형태와 관련되는 플라즈마 처리 방법에 있어서 이용하는 것이 가능한 다른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도면이다. 도 9에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1B)는, 포커스 링 FR의 승강 기구를 가지는 점에서, 플라즈마 처리 장치(1)와는 상이하다.

[0059] 플라즈마 처리 장치(1B)에 있어서의 포커스 링 FR의 승강 기구는, 지지체(80) 및 구동부(82)를 가지고 있다. 지지체(80)는, 지지대(16)의 위쪽에서 포커스 링 FR을 지지하도록 구성되어 있다. 지지체(80)는, 1개 이상의 기둥 모양체로 구성될 수 있다. 지지체(80)는, 지지대(16)의 아래쪽으로부터, 지지대(16)를 수직 방향으로 관통하는 관통 공을 통해서, 지지대(16)의 위쪽까지 연장하고 있다. 지지대(16)의 아래쪽에서는, 지지체(80)는 구동부(82)에 접속되어 있다. 구동부(82)는, 지지체(80)를 거쳐서 포커스 링 FR을 승강시키기 위한 동력을 발생한다. 구동부(82)는, 예를 들면 모터로 구성된다. 혹은, 구동부(82)는, 에어 실린더일 수 있다.

[0060] 플라즈마 처리 장치(1B)를 이용해 방법 MT1가 실행되는 경우에는, 공정 ST11에 있어서, 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 기준 위치 RH보다 낮아지도록 챔버(10) 내에서 포커스 링 FR이 이동된다. 공정 ST11에서

는, 플라스마 처리 장치(1B)에 있어서의 포커스 링 FR의 승강 기구에 의해, 포커스 링 FR이 이동된다. 플라스마 처리 장치(1B)를 이용해 방법 MT2가 실행되는 경우에는, 공정 ST21에 있어서, 포커스 링 FR의 상면의 높이 방향의 위치 FH가 기준 위치 RH보다 낮아지도록 챔버(10) 내에서 포커스 링 FR이 이동된다. 공정 ST21에서는, 플라스마 처리 장치(1B)에 있어서의 포커스 링 FR의 승강 기구에 의해, 포커스 링 FR이 이동된다.

[0061] 다른 예로 포커스 링을 전기 저항치가 다른 재료로 형성된 포커스 링으로 변경함으로써 시스의 높이 위치 (이온의 입사각)을 변경하여도 좋다. 포커스 링을 구성하는 재료를 변경하여 전기 저항치를 변경해도 좋고, 포커스 링을 구성하는 재료에 첨가하는 불순물의 농도를 변경하여 전기 저항값을 제어해도 좋다(예를 들면 높은 전기 저항물의 Si, SiC, 낮은 전기 저항물의 Si, SiC 등). 이것에 의해 포커스 링상의 전위를 바꿀 수 있기 때문에 초기 시스의 높이 위치를 바꾸어, 이온의 입사각을 제어할 수 있다. 예를 들어, 같은 두께의 포커스 링의 경우, 낮은 저항물의 재료에서 높은 저항물 재료로 변경하면, 초기의 시스 상단 위치는 내려간다. 이상과 같이, 포커스 링의 전기 저항치를 변경하는 것에 의해서도 시스의 형상을 제어 할 수 있다.

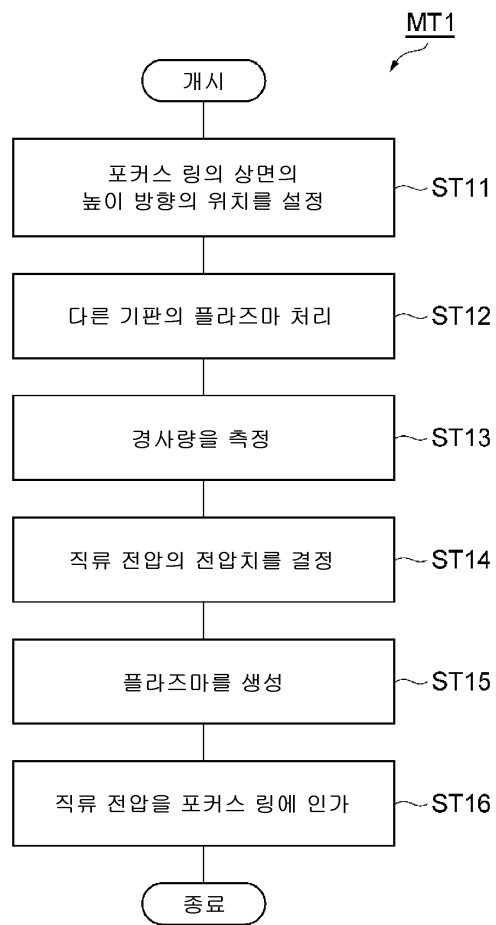
[0062] 이상, 여러 가지의 실시 형태에 대해 설명해 왔지만, 상술한 실시 형태로 한정되는 것 없이 여러 가지의 변형태양을 구성 가능하다. 예를 들면, 방법 MT1 및 방법 MT2의 각각에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라스마 처리 장치는, 용량 결합형의 플라스마 처리 장치로 한정되지 않는다. 방법 MT1 및 방법 MT2의 각각에 있어서 이용하는 것이 가능한 플라스마 처리 장치는, 유도 결합형의 플라스마 처리 장치 또는 마이크로파라고 하는 표면파를 이용하는 플라스마 처리 장치여도 좋다.

부호의 설명

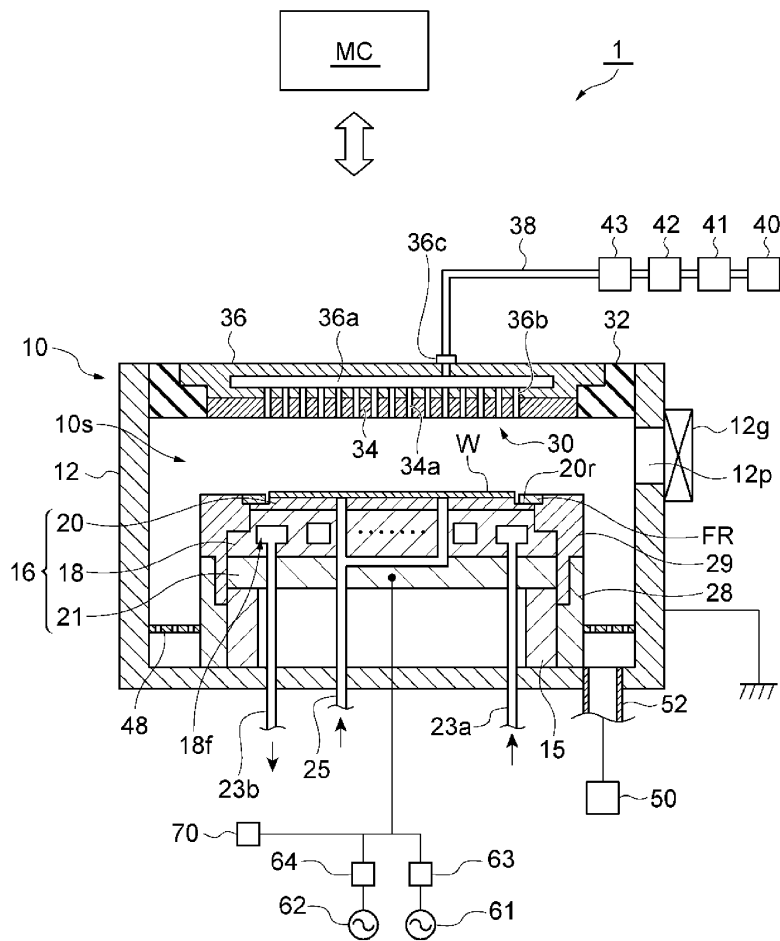
[0063] 1, 1B: 플라스마 처리 장치
10: 챔버
16: 지지대
20r: 탑재 영역
70: 직류 전원
FR: 포커스 링
W: 기관

도면

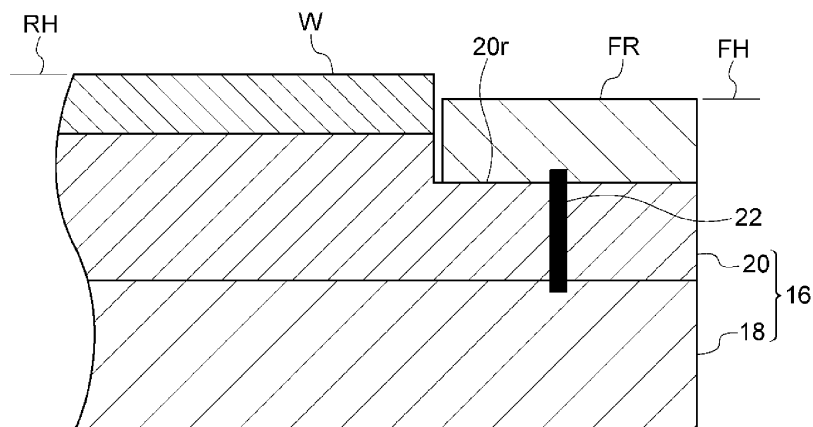
도면1



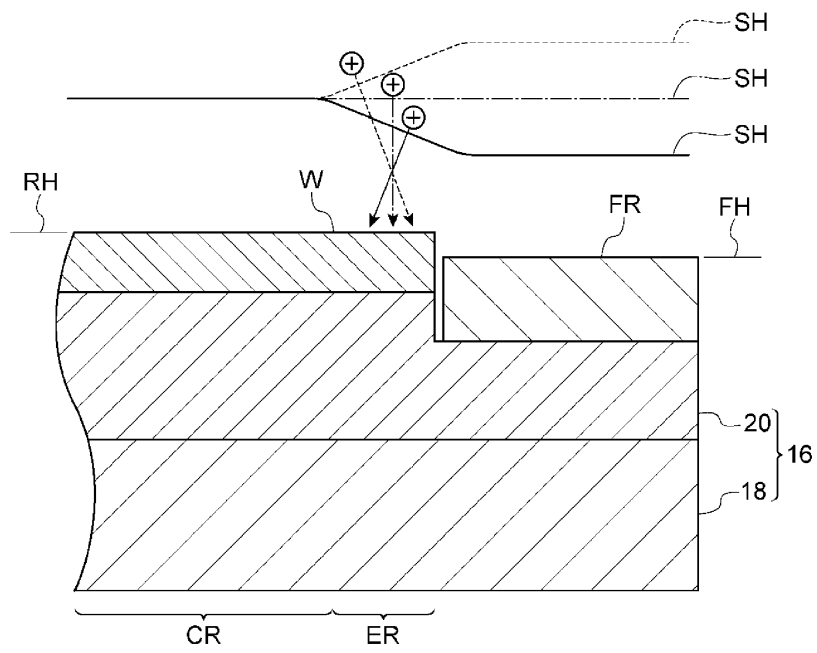
도면2



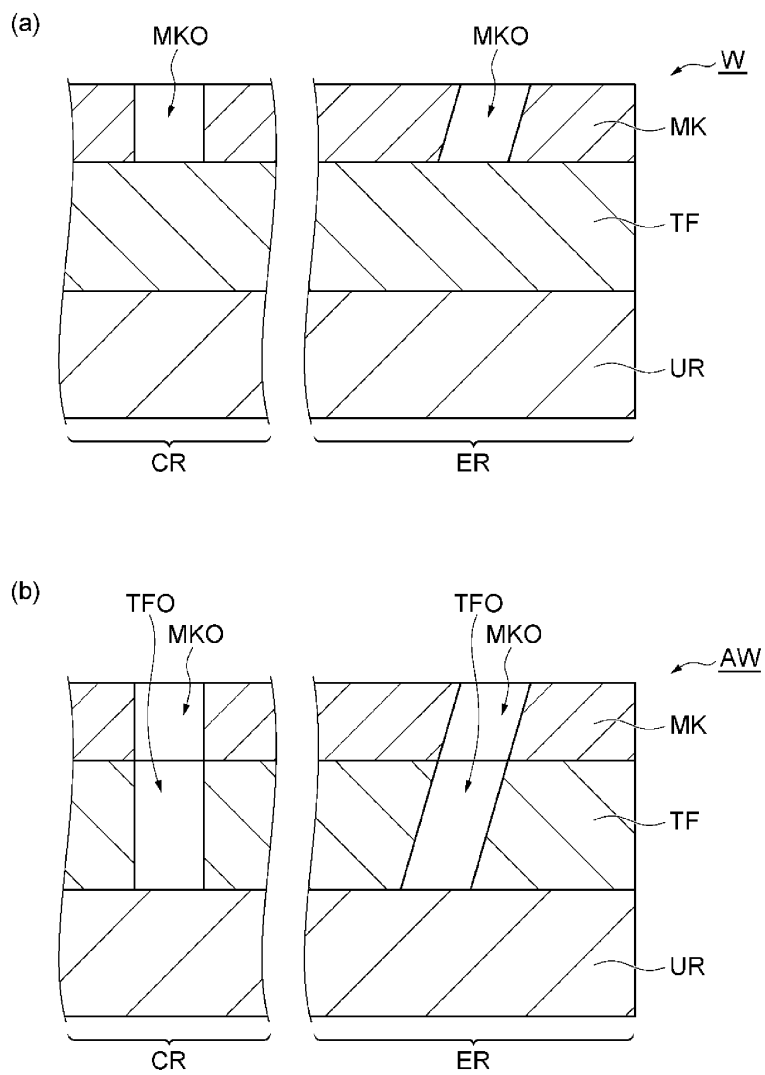
도면3



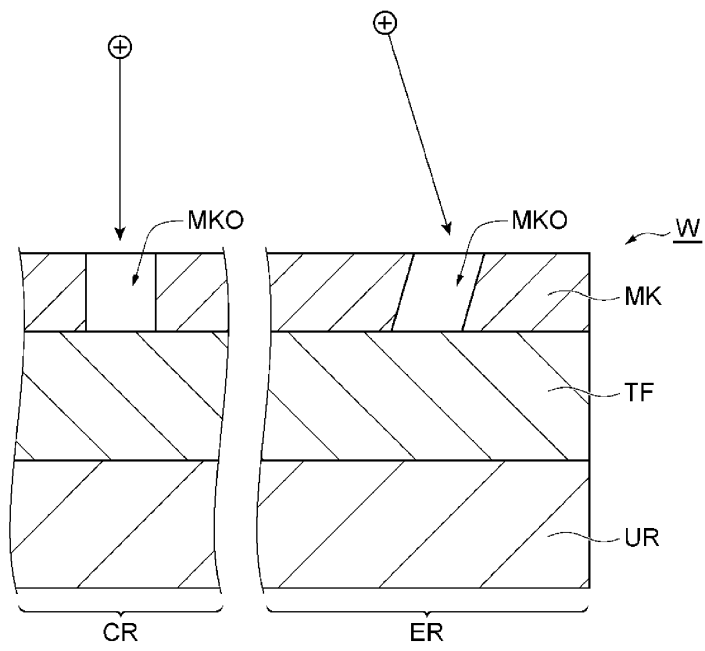
도면4



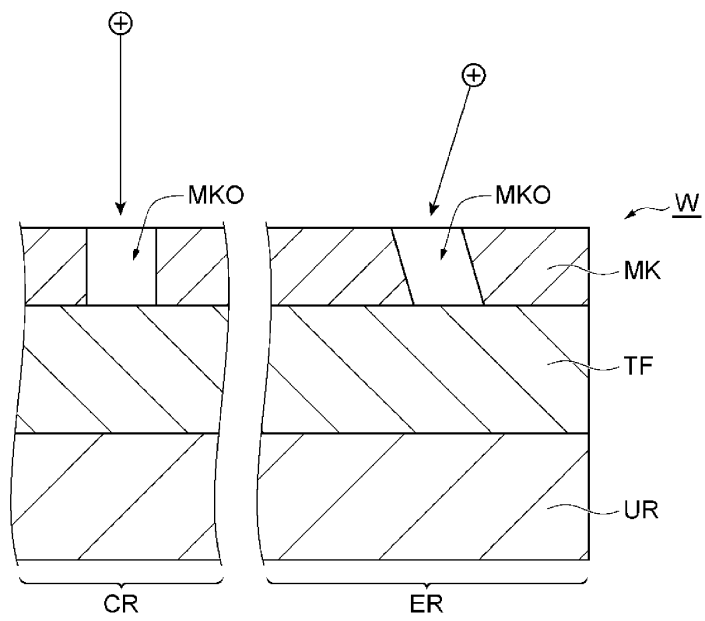
도면5



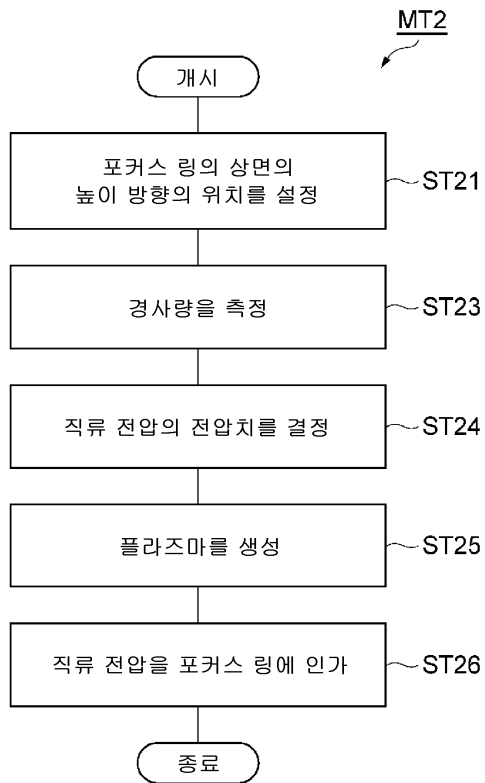
도면6



도면7



도면8



도면9

