



등록특허 10-2775986



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년03월04일
(11) 등록번호 10-2775986
(24) 등록일자 2025년02월27일

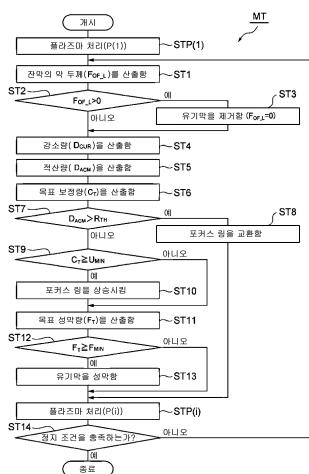
- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) *H01L 21/311* (2006.01)
H01L 21/3213 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
H01L 21/687 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01L 21/31116 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-0045992
(22) 출원일자 2019년04월19일
심사청구일자 2022년01월19일
(65) 공개번호 10-2019-0123226
(43) 공개일자 2019년10월31일
(30) 우선권주장
JP-P-2018-082128 2018년04월23일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문현
KR1020120107514 A*
KR1020080106427 A
JP2001096244 A
KR1020010020920 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문현
- (45) 등록특허권자
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
아사코 류이치
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
다바타 마사히로
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
후나쿠보 다카오
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 김학규

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리 방법****(57) 요약**

포커스 링의 두께의 감소가 생겨도, 기판의 에지에 대하여 이온이 비스듬하게 입사되는 것을 억제 가능한 플라즈마 처리 방법을 제공한다. 일 실시형태의 플라즈마 처리 방법은, 기판의 에지를 둘러싸도록 지지대 상에 포커스 링이 배치된 상태에서 실행된다. 플라즈마 처리 방법에서는, 연직 방향에 있어서의 포커스 링의 상면의 위치와 기준 위치 사이의 차이를 감소시키도록, 포커스 링 상에 유기막이 형성된다. 유기막이 형성된 후에, 기판에 대하여 플라즈마 처리가 실행된다.

대 표 도 - 도1

(52) CPC특허분류

H01L 21/32136 (2013.01)

H01L 21/67069 (2013.01)

H01L 21/67098 (2013.01)

H01L 21/68721 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

플라즈마 처리 장치를 이용하여 실행되는 플라즈마 처리 방법에 있어서,

상기 플라즈마 처리 장치는,

챔버와,

상기 챔버 내에 마련되며, 그 위에 탑재되는 기판을 지지하도록 구성된 지지대를 구비하고,

상기 플라즈마 처리 방법은,

상기 기판의 에지를 둘러싸도록 상기 지지대 상에 포커스 링이 배치된 상태에서 실행되며,

연직 방향에 있어서의 상기 포커스 링의 상면의 위치와 기준 위치 사이의 차이를 감소시키도록, 상기 포커스 링 상에 유기막을 형성하는 공정과,

유기막을 형성하는 상기 공정의 실행 후에 상기 기판에 대하여 플라즈마 처리를 실행하는 공정을 포함하고,

유기막을 형성하는 상기 공정에서는, 제 1 유기 화합물을 포함하는 제 1 가스 및 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 2 가스가 상기 챔버 내에 공급되며,

상기 유기막은 상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 형성되고,

상기 기준 위치는, 상기 기판의 전체에 걸쳐서, 이온이 수직으로 입사하도록 미리 결정된 위치인

플라즈마 처리 방법.

청구항 2

플라즈마 처리 장치를 이용하여 실행되는 플라즈마 처리 방법에 있어서,

상기 플라즈마 처리 장치는,

챔버와,

상기 챔버 내에 마련되며, 그 위에 탑재되는 기판을 지지하도록 구성된 지지대를 구비하고,

상기 플라즈마 처리 방법은,

상기 기판의 에지를 둘러싸도록 상기 지지대 상에 포커스 링이 배치된 상태에서 실행되며,

연직 방향에 있어서의 상기 포커스 링의 상면의 위치와 기준 위치 사이의 차이를 감소시키도록, 상기 포커스 링 상에 유기막을 형성하는 공정과,

유기막을 형성하는 상기 공정의 실행 후에 상기 기판에 대하여 플라즈마 처리를 실행하는 공정을 포함하고,

상기 플라즈마 처리 장치는 상기 포커스 링을 상승시키도록 구성된 구동 기구를 추가로 구비하고,

상기 플라즈마 처리 방법은 상기 차이를 반영하는 목표 보정량이 상기 구동 기구에 의한 상기 포커스 링의 최소 이동 제어량 이상인 경우에, 상기 구동 기구를 이용하여 상기 목표 보정량 이하의 최대 이동량으로 상기 포커스 링을 상승시키는 공정을 추가로 포함하며,

유기막을 형성하는 상기 공정에서는, 상기 목표 보정량에서 상기 최대 이동량을 뺀 양을 감소시키도록, 상기 유기막이 형성되고,

상기 기준 위치는, 상기 기판의 전체에 걸쳐서, 이온이 수직으로 입사하도록 미리 결정된 위치인

플라즈마 처리 방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,
유기막을 형성하는 상기 공정과 플라즈마 처리를 실행하는 상기 공정이 반복 실행되는
플라즈마 처리 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,
유기막을 형성하는 상기 공정에서는, 제 1 유기 화합물을 포함하는 제 1 가스 및 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 2 가스가 상기 챔버 내에 공급되며,
상기 유기막은 상기 제 1 유기 화합물과 상기 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 형성되는
플라즈마 처리 방법.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 4에 있어서,
상기 포커스 링 내에는 히터가 마련되어 있으며,
유기막을 형성하는 상기 공정에 있어서 상기 포커스 링 상에서 선택적으로 상기 중합이 일어나도록, 상기 히터
에 의해 상기 포커스 링이 가열되는
플라즈마 처리 방법.

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 본 개시의 실시형태는 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스의 제조에 있어서는, 기판에 대한 플라즈마 처리가 실행된다. 플라즈마 처리가 실행될 때에는, 기판은 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에 배치된다. 챔버 내에서는, 처리 가스의 플라즈마가 생성된다. 기판은 플라즈마로부터 공급되는 이온에 의해 처리된다.

[0003] 플라즈마 처리가 실행될 때에는, 기판의 에지를 둘러싸도록 포커스 링이 배치된다. 포커스 링이 이용되는 것에 의해, 기판의 중앙으로부터 에지에 걸쳐서 수직으로 이온이 입사되도록, 플라즈마와 시스의 계면의 형상이 조정된다. 포커스 링에 대해서는 예를 들면, 하기의 특허문현 1에 기재되어 있다.

선행기술문헌**특허문현**

[0004] (특허문현 0001) 일본 특허 공개 제 2006-269879 호 공보

발명의 내용**해결하려는 과제**

[0005] 플라즈마 처리에 기인하는 소모에 의해, 포커스 링의 두께는 감소된다. 포커스 링의 두께가 감소되면, 기판의 에지의 상방의 영역에서, 플라즈마와 시스의 계면의 형상이 변화한다. 그 결과, 기판의 에지에 대하여 비스듬하게 이온이 입사된다. 따라서, 포커스 링의 두께의 감소가 생겨도, 기판의 에지에 대하여 이온이 비스듬하게 입사되는 것을 억제하는 것이 요구된다.

과제의 해결 수단

[0006]

일 태양에 의하면, 플라즈마 처리 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 방법에서는, 플라즈마 처리 장치가 이용된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버 및 지지대를 구비한다. 지지대는 챔버 내에 마련되어 있다. 지지대는, 그 위에 탑재되는 기관을 지지하도록 구성되어 있다. 플라즈마 처리 방법은, 기관의 에지를 둘러싸도록 지지대 상에 포커스 링이 배치된 상태에서 실행된다. 플라즈마 처리 방법은 (i) 연직 방향에 있어서의 포커스 링의 상면의 위치와 기준 위치 사이의 차이를 감소시키도록, 포커스 링 상에 유기막을 형성하는 공정과, (ii) 유기막을 형성하는 공정의 실행 후에 기관에 대하여 플라즈마 처리를 실행하는 공정을 포함한다.

[0007]

일 태양에 따른 플라즈마 처리 방법에서는, 포커스 링 상에 유기막이 형성된다. 유기막은, 연직 방향에 있어서의 포커스 링의 상면의 위치와 기준 위치 사이의 차이를 감소시키도록 형성된다. 기준 위치는, 기관의 에지에 대하여 이온이 수직으로 입사되도록 정해진 연직 방향에 있어서의 포커스 링의 상면의 위치이다. 일 태양에 따른 플라즈마 처리 방법에 의하면, 이러한 유기막에 의해 포커스 링의 상면의 위치가 보정된다. 따라서, 포커스 링의 두께가 감소되어 있어도, 기관의 에지에 대한 이온의 비스듬한 입사가 억제된다.

[0008]

일 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는 구동 기구를 추가로 구비하고 있어도 좋다. 구동 기구는 포커스 링을 상승시키도록 구성되어 있다. 플라즈마 처리 방법은 상기의 차이를 반영하는 목표 보정량이 구동 기구에 의한 포커스 링의 최소 이동 제어량 이상인 경우에, 구동 기구를 이용하여 목표 보정량 이하의 최대 이동량으로 포커스 링을 상승시키는 공정을 추가로 포함하고 있어도 좋다. 유기막을 형성하는 공정에서는, 목표 보정량에서 최대 이동량을 뺀 양을 감소시키도록, 유기막이 형성되어도 좋다.

[0009]

일 실시형태에 있어서, 유기막을 형성하는 공정과 플라즈마 처리를 실행하는 공정이 반복되어 실행되어도 좋다.

[0010]

유기막을 형성하는 공정의 일 실시형태에 있어서, 제 1 유기 화합물을 포함하는 제 1 가스 및 제 2 유기 화합물을 포함하는 제 2 가스가 챔버 내에 공급되어도 좋다. 유기막은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 형성되어도 좋다.

[0011]

일 실시형태에 있어서, 포커스 링 내에는 히터가 마련되어 있어도 좋다. 유기막을 형성하는 공정에 있어서 포커스 링 상에서 선택적으로 중합이 생기도록, 히터에 의해 포커스 링이 가열되어도 좋다.

발명의 효과

[0012]

이상 설명한 바와 같이, 포커스 링의 두께의 감소가 생겨도, 기관의 에지에 대하여 이온이 비스듬하게 입사되는 것을 억제하는 것이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

[0013]

도 1은 일 실시형태에 따른 플라즈마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다.

도 2는 도 1에 나타내는 방법의 실행에 이용 가능한 예시의 플라즈마 처리 장치를 도시하는 도면이다.

도 3은 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다.

도 4는 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다.

도 5는 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다.

도 6은 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다.

도 7은 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014]

이하, 도면을 참조하여 여러 실시형태에 대해 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에서 동일 또는 상당한 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여한다.

[0015]

도 1은, 일 실시형태에 따른 플라즈마 처리 방법을 나타내는 흐름도이다. 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 방법 (이하, 「방법(MT)」이라고도 함)에서는, 플라즈마 처리 장치를 이용하여 기관에 대해 플라즈마 처리가 실행된다. 도 2는, 도 1에 나타내는 방법의 실행에 이용하는 것이 가능한 예시의 플라즈마 처리 장치를 도시하는 도면이다. 도 2에 도시하는 플라즈마 처리 장치(10)는, 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다.

- [0016] 플라즈마 처리 장치(10)는 챔버(11)를 구비하고 있다. 챔버(11) 내에는 내부 공간(S)이 제공되어 있다. 내부 공간(S)은 제 1 공간(S1) 및 제 2 공간(S2)을 포함하고 있다. 챔버(11)는 챔버 본체(12)를 포함하고 있다. 챔버 본체(12)는 대략 원통 형상을 갖고 있다. 챔버 본체(12) 내에는 내부 공간(S)이 제공되어 있다. 챔버 본체(12)는 예를 들면, 알루미늄으로 구성되어 있다. 챔버 본체(12)는 접지 전위로 접속되어 있다. 챔버 본체(12)의 내벽면, 즉, 내부 공간(S)을 형성하는 챔버 본체(12)의 표면에는, 내부식성을 갖는 막이 형성되어 있다. 이 막은, 양극 산화 처리에 의해 형성된 막, 또는 산화 이트륨으로 형성된 막과 같은 세라믹제의 막일 수 있다.
- [0017] 챔버 본체(12)의 측벽에는 통로(12p)가 형성되어 있다. 기판(W)은 내부 공간(S)과 챔버(11)의 외부 사이에서 반송될 때 통로(12p)를 통과한다. 통로(12p)는 게이트 밸브(12g)에 의해 개폐 가능하다. 게이트 밸브(12g)는 챔버 본체(12)의 측벽을 따라서 마련되어 있다.
- [0018] 내부 공간(S) 내에는 격벽(14)이 마련되어 있다. 격벽(14)은 제 1 공간(S1)과 제 2 공간(S2)의 경계 상에서 연장되어 있다. 격벽(14)에는, 제 1 공간(S1)과 제 2 공간(S2)을 서로 연통시키도록, 복수의 관통 구멍이 형성되어 있다. 격벽(14)은 모재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 형성하는 것에 의해 구성될 수 있다. 내부식성을 갖는 막은 극산화 처리에 의해 형성된 막, 또는 산화 이트륨으로 형성된 막과 같은 세라믹제의 막일 수 있다. 모재는 예를 들면, 알루미늄과 같은 재료로 형성된다. 격벽(14)에는, 통로(12p)에 대면하도록 개구가 형성되어 있다. 기판(W)은 제 1 공간(S1)과 챔버(11)의 외부 사이에서 반송될 때에, 통로(12p) 및 격벽(14)의 개구를 통과한다. 격벽(14)의 개구는, 셔터(SH)에 의해 개폐 가능하다.
- [0019] 격벽(14)은 실드부(14a) 및 배플 플레이트(14b)를 포함할 수 있다. 실드부(14a)는 대략 통 형상을 갖고 있다. 실드부(14a)는 내부 공간(S) 내에서 챔버 본체(12)의 측벽을 따라서 연직 방향으로 연장되어 있다. 실드부(14a)는 챔버 본체(12)의 측벽으로부터 이격되어 있다. 실드부(14a)의 상단은 챔버(11)의 상부까지 연장되어 있으며, 해당 상부에 고정되어 있다. 플라즈마 처리 장치(10)에서는, 제 1 공간(S1) 내에서 플라즈마 애칭과 같은 기판 처리가 실행된다. 기판 처리에서는 반응 생성물과 같은 부생성물이 발생한다. 실드부(14a)에 의해, 챔버 본체(12)의 표면에 부착되는 부생성물의 양이 저감된다.
- [0020] 배플 플레이트(14b)는 실드부(14a)에 교차하는 방향으로 연장되어 있다. 배플 플레이트(14b)는 실드부(14a)와 후술하는 지지대 사이에서 연장되어 있다. 격벽(14)의 상술한 복수의 관통 구멍은, 배플 플레이트(14b)에 형성되어 있다. 또한, 실드부(14a) 및 배플 플레이트(14b)는 일체로 형성되어 있어도 좋고, 서로로부터 분리 가능하여도 좋다.
- [0021] 내부 공간(S) 내에서는, 지지부(15)가 챔버 본체(12)의 저부로부터 상방으로 연장되어 있다. 지지부(15)는 대략 원통 형상을 갖고 있으며, 석영과 같은 절연 재료로 형성되어 있다. 지지부(15) 상에는 지지대(16)가 탑재되어 있다. 지지대(16)는 지지부(15)에 의해 지지되어 있다. 지지대(16)는 제 1 공간(S1) 내에서 기판(W)을 지지하도록 구성되어 있다. 지지대(16)는 하부 전극(18) 및 정전 척(20)을 포함하고 있다. 지지대(16)는 전극 플레이트(21)를 추가로 포함하고 있어도 좋다. 전극 플레이트(21)는 알루미늄과 같은 도전성 재료로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은 전극 플레이트(21) 상에 마련되어 있다. 하부 전극(18)은 알루미늄과 같은 도전성 재료로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은 전극 플레이트(21)에 전기적으로 접속되어 있다.
- [0022] 하부 전극(18) 내에는, 유로(18f)가 마련되어 있다. 유로(18f)는 열교환 매체용의 유로이다. 열교환 매체로서는, 예를 들면, 액상(液狀)의 냉매, 또는 그 기화에 의해 하부 전극(18)을 냉각하는 냉매(예를 들면, 프레온)가 이용된다. 유로(18f)에는 칠러 유닛으로부터 배관(22a)을 거쳐서 열교환 매체가 공급된다. 칠러 유닛은 챔버 본체(12)의 외부에 마련되어 있다. 유로(18f)에 공급된 열교환 매체는 배관(22b)을 거쳐서 칠러 유닛으로 되돌려진다. 즉, 열교환 매체는 유로(18f)와 칠러 유닛 사이에서 순환하도록 공급된다.
- [0023] 정전 척(20)은 하부 전극(18) 상에 마련되어 있다. 정전 척(20)은, 본체 및 전극을 갖고 있다. 정전 척(20)의 본체는 유전체로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 정전 척(20)의 전극은 막 형상의 전극이며, 정전 척(20)의 본체 내에 마련되어 있다. 정전 척(20)의 전극에는, 직류 전원(23)이 스위치(24)를 거쳐서 전기적으로 접속되어 있다. 직류 전원(23)으로부터 정전 척(20)의 전극에 전압이 인가되면, 정전 척(20) 상에 탑재된 기판(W)과 정전 척(20) 사이에서 정전 인력이 발생한다. 발생한 정전 인력에 의해, 기판(W)은 정전 척(20)에 끌어당겨지고, 정전 척(20)에 의해 보지된다.
- [0024] 플라즈마 처리 장치(10)에는, 가스 공급 라인(25)이 마련되어 있다. 가스 공급 라인(25)은 가스 공급 기구로부터의 전열 가스, 예를 들면, He 가스를 정전 척(20)의 상면과 기판(W)의 이면(하면) 사이에 공급한다.

- [0025] 정전 척(20) 내에는, 1개 이상의 히터(HT20)(예를 들면, 저항 발열체)가 마련되어 있어도 좋다. 1개 이상의 히터(HT20)에는, 히터 컨트롤러(HC20)로부터 전력이 부여된다. 1개 이상의 히터(HT20)와 히터 컨트롤러(HC20) 사이에는, 히터 컨트롤러(HC20)에 고주파 전력이 유입되는 것을 방지하기 위해, 고주파 필터(FT20)가 마련되어 있어도 좋다. 복수의 히터(HT20)가 정전 척(20) 내에 마련되어 있는 경우에는, 히터 컨트롤러(HC20)로부터 복수의 히터(HT20)로 부여되는 전력을 개별적으로 조정하는 것에 의해, 정전 척(20)의 복수의 영역의 각각의 온도를 개별적으로 조정하여, 정전 척(20)의 면 내(즉, 기판(W)의 면 내)의 온도 분포를 조정하는 것이 가능하다.
- [0026] 정전 척(20)의 외주 영역 상에는, 포커스 링(FR)이 배치된다. 포커스 링(FR)은 대략 환상판 형상을 갖고 있다. 포커스 링(FR)은 실리콘, 석영, 또는 탄화 실리콘과 같은 실리콘 함유 재료로 형성되어 있다. 포커스 링(FR)은 기판(W)의 에지를 둘러싸도록 배치된다. 포커스 링(FR) 내에는, 히터(HTF)(예를 들면, 저항 발열체)가 마련되어 있어도 좋다. 히터(HTF)는 히터 컨트롤러(HCF)로부터 히터(HTF)로 전력이 부여되는 것에 의해 발열한다. 히터(HTF)와 히터 컨트롤러(HCF)의 사이에는, 히터 컨트롤러(HCF)에 고주파 전력이 유입되는 것을 방지하기 위해, 고주파 필터(FTF)가 마련되어 있어도 좋다.
- [0027] 챔버 본체(12)의 저부로부터는, 통 형상부(26)가 상방으로 연장되어 있다. 통 형상부(26)는 지지부(15)의 외주를 따라서 연장되어 있다. 통 형상부(26)는 도전성 재료로 형성되어 있으며, 대략 원통 형상을 갖고 있다. 통 형상부(26)는 접지 전위로 접속되어 있다. 통 형상부(26)의 표면은, 내부식성을 갖는 막으로 형성되어 있어도 좋다. 내부식성을 갖는 막은 극산화 처리에 의해 형성된 막, 또는 산화 이트륨으로 형성된 막과 같은 세라믹제의 막일 수 있다.
- [0028] 통 형상부(26) 상에는, 절연부(28)가 마련되어 있다. 절연부(28)는 절연성을 갖고, 석영과 같은 세라믹으로 형성되어 있다. 절연부(28)는 대략 원통 형상을 갖고 있으며, 전극 플레이트(21)의 외주, 하부 전극(18)의 외주, 및 정전 척(20)의 외주를 따라서 연장되어 있다. 또한, 상술한 배플 플레이트(14b)의 연부(緣部)는, 통 형상부(26)와 절연부(28) 사이에 마련되며, 통 형상부(26)와 절연부(28)에 의해 협지되어 있어도 좋다.
- [0029] 플라즈마 처리 장치(10)는 구동 기구(29)를 추가로 구비하고 있다. 구동 기구(29)는 포커스 링(FR)을 승강시키도록 구성되어 있다. 구동 기구(29)는 1개 이상의 구동 유닛(29u)을 포함하고 있다. 도시된 예에서는, 구동 기구(29)는 2개의 구동 유닛(29u)을 포함하고 있다.
- [0030] 구동 유닛(29u)의 각각은 로드(29a), 리프터(29b), 및 구동 장치(29c)를 포함하고 있다. 로드(29a)는 기둥 형상을 이루고 있으며, 연직 방향으로 연장되어 있다. 로드(29a)는 포커스 링(FR)을 지지하고 있다. 예를 들면, 로드(29a)의 선단이 포커스 링(FR)의 하면에 접속되어 있다. 로드(29a)는 내부 공간(S) 내에서는, 예를 들면, 절연부(28) 및 통 형상부(26)를 관통하는 구멍을 통해 연장되어 있다. 히터(HTF)용의 금전 라인은, 내부 공간(S) 내에서는 로드(29a) 내에서 연장되어 있으며, 챔버(11)의 외측까지 연장되며 고주파 필터(FTF)를 거쳐서 히터 컨트롤러(HCF)에 접속되어 있다.
- [0031] 구동 장치(29c)는, 리프터(29b)를 거쳐서 로드(29a)를 승강시킨다. 구동 장치(29c)는 예를 들면, 스템핑 모터이다. 구동 기구(29)는 전원 시스템(29d)을 추가로 포함한다. 전원 시스템(29d)은 펄스 전류를 구동 장치(29c)에 공급하도록 구성되어 있다. 펄스 전류가 전원 시스템(29d)으로부터 구동 장치(29c)로 공급되면, 포커스 링(FR)은 로드(29a)를 거쳐서 상승 또는 하강한다.
- [0032] 플라즈마 처리 장치(10)는 상부 전극(30)을 추가로 구비하고 있다. 상부 전극(30)은 지지대(16)의 상방에 마련되어 있다. 상부 전극(30)은 부재(32)와 함께 챔버 본체(12)의 상부 개구를 폐쇄하고 있다. 부재(32)는 절연성을 갖고 있다. 상부 전극(30)은 이 부재(32)를 거쳐서 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다.
- [0033] 상부 전극(30)은 천정판(34) 및 지지체(36)를 포함하고 있다. 천정판(34)의 하면은 내부 공간(S)(또는 제 1 공간(S1))을 형성하고 있다. 천정판(34)에는 복수의 가스 토출 구멍(34a)이 마련되어 있다. 복수의 가스 토출 구멍(34a)의 각각은 천정판(34)을 판 두께 방향(연직 방향)으로 관통하고 있다. 이 천정판(34)은, 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면 실리콘으로 형성되어 있다. 또는, 천정판(34)은 모재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 마련한 구조를 가질 수 있다. 이 막은, 양극 산화 처리에 의해 형성된 막, 또는 산화 이트륨으로 형성된 막과 같은 세라믹제의 막일 수 있다. 모재는 예를 들면, 알루미늄과 같은 도전성 재료로 형성된다.
- [0034] 지지체(36)는 천정판(34)을 착탈 가능하게 지지하는 부품이다. 지지체(36)는 예를 들면, 알루미늄과 같은 도전성 재료로 형성될 수 있다. 지지체(36)의 내부에는 가스 확산실(36a)이 마련되어 있다. 가스 확산실(36a)로부터는, 복수의 가스 구멍(36b)이 하방으로 연장되어 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은 복수의 가스 토출 구멍(34a)에 각각 연통되어 있다. 지지체(36)에는 가스 도입구(36c)가 형성되어 있다. 가스 도입구(36c)는 가스

확산실(36a)에 연통되어 있다. 가스 도입구(36c)에는 가스 공급관(38)이 접속되어 있다.

[0035] 가스 공급관(38)에는 가스 공급부(40)가 접속되어 있다. 가스 공급부(40)는 후술하는 가스 공급부(42)와 함께, 가스 공급계를 구성하고 있다. 가스 공급계는 제 1 공간(S1)에 접속되어 있다. 가스 공급부(40)는 가스 소스 군(40s), 밸브군(40a), 유량 제어기군(40b) 및 밸브군(40c)을 갖고 있다.

[0036] 가스 소스군(40s)은 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 복수의 가스 소스는 방법(MT)에서 이용되는 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 복수의 가스 소스는 후술하는 유기막을 형성하기 위한 제 1 가스 및 제 2 가스 중 한쪽 가스 소스를 포함하고 있다. 또한, 복수의 가스 소스는 기판(W)의 플라즈마 처리에 이용되는 1개 이상의 가스 소스를 포함하고 있다. 또한, 복수의 가스 소스는 후술하는 퍼지에 있어서 이용되는 불활성 가스 소스를 포함할 수 있다.

[0037] 밸브군(40a) 및 밸브군(40c)의 각각은, 복수의 밸브를 포함하고 있다. 유량 제어기군(40b)은 복수의 유량 제어기를 포함하고 있다. 유량 제어기군(40b)의 복수의 유량 제어기의 각각은, 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스 소스군(40s)의 복수의 가스 소스의 각각은, 밸브군(40a)의 대응 밸브, 유량 제어기군(40b)의 대응 유량 제어기 및 밸브군(40c)의 대응 밸브를 거쳐서, 가스 공급관(38)에 접속되어 있다. 가스 공급부(40)로부터의 가스는 가스 공급관(38), 가스 확산실(36a), 복수의 가스 구멍(36b) 및 복수의 가스 토출 구멍(34a)을 거쳐서, 제 1 공간(S1)에 공급된다.

[0038] 플라즈마 처리 장치(10)는 가스 공급부(42)를 추가로 구비하고 있다. 가스 공급부(42)는 가스 소스(42s), 밸브(42a), 유량 제어기(42b) 및 밸브(42c)를 갖고 있다. 가스 소스(42s)는 제 1 가스 및 제 2 가스 중 다른쪽 가스 소스이다. 유량 제어기(42b)는 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스 소스(42s)는 밸브(42a), 유량 제어기(42b) 및 밸브(42c)를 거쳐서, 제 1 공간(S1)에 접속되어 있다. 가스 공급부(42)로부터의 가스는, 제 1 공간(S1)에 공급된다.

[0039] 플라즈마 처리 장치(10)의 캠버 본체(12)의 저부에는, 배기관(50)이 접속되어 있다. 배기관(50)에는 배기 장치(52)가 접속되어 있다. 배기 장치(52)는, 배기관(50)을 거쳐서 제 2 공간(S2)에 접속되어 있다. 또한, 배기 장치(52)는 제 2 공간(S2) 및 격벽(14)의 복수의 관통 구멍을 거쳐서 제 1 공간(S1)에 접속되어 있다. 배기 장치(52)는 압력 조정 밸브 및 감압 펌프를 포함하고 있다. 감압 펌프는 압력 조정 밸브를 거쳐서 제 2 공간(S2)에 접속되어 있다. 감압 펌프는 터보 분자 펌프 및/또는 드라이 펌프일 수 있다.

[0040] 플라즈마 처리 장치(10)는, 제 1 공간(S1)에 공급되는 가스의 플라즈마를 제 1 공간(S1) 내에서 생성하는 것이 가능하다. 플라즈마 처리 장치(10)는 제 1 고주파 전원(61)을 추가로 구비하고 있다. 제 1 고주파 전원(61)은, 플라즈마 생성용의 제 1 고주파 전력을 발생하는 전원이다. 제 1 고주파 전력은 예를 들면, 27MHz 내지 100MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 제 1 고주파 전원(61)은 정합기(63)를 거쳐서 상부 전극(30)에 접속되어 있다. 정합기(63)는 제 1 고주파 전원(61)의 출력 임피던스와 부하측(상부 전극(30)측)의 임피던스를 정합시키기 위한 매칭 회로를 갖고 있다. 또한, 제 1 고주파 전원(61)은 정합기(63)를 거쳐서 하부 전극(18)에 접속되어 있어도 좋다. 이 경우에는, 상부 전극(30)은 전기적으로 접지된다.

[0041] 플라즈마 처리 장치(10)는, 제 2 고주파 전원(62)을 추가로 구비할 수 있다. 제 2 고주파 전원(62)은, 기판(W)에 이온을 인입하기 위한 바이어스용의 제 2 고주파 전력을 발생하는 전원이다. 제 2 고주파 전력의 주파수는 제 1 고주파 전력의 주파수보다 낮다. 제 2 고주파 전력의 주파수는 예를 들면, 400kHz 내지 13.56MHz의 범위 내의 주파수이다. 제 2 고주파 전원(62)은 정합기(64)를 거쳐서 하부 전극(18)에 접속되어 있다. 정합기(64)는 제 2 고주파 전원(62)의 출력 임피던스와 부하측(하부 전극(18)측)의 임피던스를 정합시키기 위한 매칭 회로를 갖고 있다.

[0042] 플라즈마 처리 장치(10)에서는 제 1 공간(S1)에 가스가 공급되어 있는 상태에서 제 1 고주파 전력이 공급되면, 해당 가스가 여기된다. 그 결과, 제 1 공간(S1) 내에서 플라즈마가 생성된다. 제 2 고주파 전력이 하부 전극(18)에 공급되면, 플라즈마 내의 이온이 기판(W)을 향하여 가속된다.

[0043] 플라즈마 처리 장치(10)는 직류 전원(70)을 추가로 구비하고 있다. 직류 전원(70)은 상부 전극(30)에 접속되어 있다. 직류 전원(70)은 부극성(負極性)의 직류 전압을 상부 전극(30)에 인가하도록 구성되어 있다. 상부 전극(30)에 부극성의 직류 전압이 인가되면, 제 1 공간(S1) 내에서 생성된 플라즈마 내의 양이온이 상부 전극(30)의 천정판(34)에 충돌한다. 양이온이 천정판(34)에 충돌하면, 천정판(34)으로부터 2차 전자가 방출된다. 천정판(34)이 실리콘으로 형성되어 있는 경우에는, 양이온이 천정판(34)에 충돌하면, 천정판(34)으로부터 실리콘이 방출될 수 있다.

- [0044] 일 실시형태에서는, 플라즈마 처리 장치(10)는 제어부(80)를 추가로 구비할 수 있다. 제어부(80)는, 플라즈마 처리 장치(10)의 각 부를 제어하도록 구성되어 있다. 제어부(80)는 프로세서, 메모리와 같은 기억 장치, 입력 장치, 표시 장치 등을 구비하는 컴퓨터일 수 있다. 제어부(80)는 기억 장치에 기억되어 있는 제어 프로그램을 실행하고, 해당 기억 장치에 기억되어 있는 레시피 데이터에 근거하여 플라즈마 처리 장치(10)의 각 부를 제어 한다. 이에 의해, 플라즈마 처리 장치(10)는 레시피 데이터에 의해 지정된 프로세스를 실행한다. 예를 들면, 제어부(80)는 방법(MT)의 실행에서 플라즈마 처리 장치(10)의 각 부를 제어하고, 또한, 후술하는 여러 가지의 연산 및 판정과 같은 처리를 실행한다. 제어부(80)의 기억 장치에는, 방법(MT)의 실행에서 이용되는 각종 데이터가 등록되어 있다.
- [0045] 이하, 다시 도 1을 참조하여, 방법(MT)에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 설명에서는 플라즈마 처리 장치(10)가 이용되는 경우를 예로 하여, 방법(MT)에 대하여 기술한다. 또한, 이하의 설명에서는 도 3 내지 도 7을 참조한다. 도 3 내지 도 7의 각각은, 포커스 링 상태와 이온의 입사 방향의 예시적 관계를 도시하는 도면이다. 도 3 내지 도 7에 있어서, 원형의 도형은 이온을 나타내고 있다.
- [0046] 방법(MT)에서는, 지지대(16)(정전 척(20)) 상에 기판(W)이 탑재된다. 그리고, 최초의 공정(STP(1))에 있어서 기판(W)에 대하여 플라즈마 처리(P(1))가 실행된다. 「P(i)」는, 방법(MT)에 있어서 i회째에 실행되는 공정(STP(i))의 플라즈마 처리를 나타내고 있다. 「i」는, 1 이상의 정수이다.
- [0047] 플라즈마 처리(P(i))의 조건은, 제어부(80)의 기억 장치에 기억되어 있는 레시피 데이터로 지정되어 있다. 공정(STP(i))의 실행시에는, 셔터(SH)가 격벽(14)의 개구를 폐쇄하고 있다. 공정(STP(i))에서는, 플라즈마 처리(P(i))용의 처리 가스가 내부 공간(S)(제 1 공간(S1))에 공급된다. 공정(STP(i))에서는, 플라즈마 처리(P(i))를 위해 지정된 압력으로 내부 공간(S) 내의 압력을 설정하도록, 배기 장치(52)가 제어된다. 공정(STP(i))에서는 제 1 고주파 전력이 공급된다. 제 1 고주파 전력의 전력 레벨은, 플라즈마 처리(P(i))를 위해 지정된 전력 레벨로 설정된다. 공정(STP(i))에서는 제 2 고주파 전력이 추가로 공급되어도 좋다. 제 2 고주파 전력의 전력 레벨은, 플라즈마 처리(P(i))를 위해 지정된 전력 레벨로 설정된다. 그 결과, 공정(STP(i))에서는, 처리 가스의 플라즈마가 생성된다. 기판(W)은 플라즈마로부터의 이온에 의해 처리된다. 예를 들면, 기판(W)은 플라즈마로부터의 이온에 의해 에칭된다.
- [0048] 도 3에 도시하는 바와 같이, 새로운 포커스 링(FR)이 이용되며 최초의 플라즈마 처리(P(i)), 즉, 플라즈마 처리(P(1))가 실행될 때에는, 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치는 기준 위치(RP)와 일치한다. 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치가 기준 위치(RP)와 대략 일치하고 있는 경우에는, 시스와 플라즈마의 계면(BS)의 형상은, 플라즈마로부터의 이온이 기판(W)의 상면의 전체에 수직으로 입사되는 형상이 된다. 예를 들면, 시스와 플라즈마의 계면(BS)의 형상은, 기판 중앙의 상방의 위치로부터 포커스 링(FR)의 상방의 위치에 걸쳐서 대략 평탄한 형상이 된다. 플라즈마 처리가 플라즈마 에칭인 경우에는, 플라즈마로부터의 이온이 기판(W)의 상면의 전체에 수직으로 입사되면, 수직으로 연장되는 복수의 개구가 기판(W)의 전체에서 형성된다. 또한, 기준 위치(RP)는 예를 들면, 지지대(16) 상에 탑재된 기판(W)의 상면의 연직 방향에 있어서의 위치일 수 있다. 또한, 기준 위치(RP)는 기판(W)의 전체에 걸쳐서, 이온이 수직으로 입사되도록 정해진 위치이면, 어떠한 위치라도 좋다.
- [0049] 공정(STP(i))의 플라즈마 처리(P(i))에 의해, 포커스 링(FR)은 에칭된다. 즉, 공정(STP(i))의 플라즈마 처리(P(i))에 의해, 포커스 링(FR)이 소모되어 포커스 링(FR)의 두께가 감소된다. 포커스 링(FR)의 두께가 감소되면, 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치와 기준 위치(RP) 사이에 차이가 생긴다. 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치와 기준 위치(RP) 사이에 차이가 생기면, 도 4에 도시하는 바와 같이, 기판(W)의 에지의 상방의 영역에 있어서, 계면(BS)의 형상이 변형된다. 그 결과, 플라즈마로부터의 이온은 기판(W)의 에지에 비스듬하게 입사된다. 플라즈마 처리가 플라즈마 에칭인 경우에는, 플라즈마로부터의 이온이 기판(W)의 에지에 비스듬하게 입사되면, 기판(W)의 에지에 있어서 개구가 비스듬하게 형성된다.
- [0050] 방법(MT)에서는, 기준 위치(RP)와 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치의 차이를 감소시키기 위해, 공정(ST13)이 실행될 수 있다. 공정(ST13)에서는, 포커스 링(FR) 상에 유기막(OF)이 선택적으로 형성된다. 이러한 공정(ST13)의 실행 후에, 공정(STP(i))에 있어서 플라즈마 처리(P(i))가 실행된다.
- [0051] 다시 도 1을 참조한다. 방법(MT)에서는, 2회째 이후의 공정(STP(i))의 플라즈마 처리(P(i))의 실행 전에, 공정(ST1)이 실행된다. 공정(ST1)에서는, 플라즈마 처리(P(i-1))의 실행 후의 포커스 링(FR) 상의 유기막(OF)의 잔막(殘膜)의 막 두께(F_{OF_L})가 식 (1)에 의해 제어부(80)에 의해 산출된다.

[0052] $F_{OF_L} = F_{OF_CUR} - T_p(i-1) \times E_{P_OF}(P(i-1)) \quad \dots(1)$

[0053] 또한, 플라즈마 처리($P(i-1)$)는, ($i-1$)회째에 실행된 공정(STP($i-1$))의 플라즈마 처리이다.

[0054] 식 (1)에 있어서, F_{OF_CUR} 는, 플라즈마 처리($P(i-1)$)의 직전에 형성된 유기막(OF)의 막 두께이다. $T_p(j)$ 는, j 회째에 실행되는 공정(STP(j))의 플라즈마 처리($P(j)$)의 실행 시간 길이이다. 따라서, 식 (1)에 있어서의 $T_p(i-1)$ 는, 플라즈마 처리($P(i-1)$)의 실행 시간 길이이다. $E_{P_OF}(P(j))$ 는, 플라즈마 처리($P(j)$)에 의한 유기막(OF)의 에칭 레이트이다. 따라서, 식 (1)에 있어서의 $E_{P_OF}(P(i-1))$ 는, 플라즈마($P(i-1)$)에 의한 유기막(OF)의 에칭 레이트이다. 실행 시간 길이($T_p(j)$) 및 에칭 레이트 $E_{P_OF}(P(j))$ 는, 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 또한, 막 두께(F_{OF_L})의 하한값은 0이다. 예를 들면, 플라즈마 처리($P(2)$)의 직전에 실행되는 공정(ST1)에서는, 그 전에 유기막(OF)이 형성되어 있지 않기 때문에, 막 두께(F_{OF_L})는 0이다.

[0055] 이어지는 공정(ST2)에서는, 유기막(OF)의 잔막이 존재하는지의 여부가 판정된다. 즉, 공정(ST2)에서는, 막 두께(F_{OF_L})가 0보다 큰지의 여부가 판정된다. 막 두께(F_{OF_L})가 0인 경우에는, 공정(ST4)으로 천이(遷移)된다. 한편, 막 두께(F_{OF_L})가 0보다 큰 경우에는, 공정(ST3)이 실행된다.

[0056] 공정(ST3)에서는, 유기막(OF)의 잔막이 제거된다. 공정(ST3)의 실행시에는, 셔터(SH)가 격벽(14)의 개구를 폐쇄하고 있다. 일 실시형태에 있어서, 유기막(OF)은 플라즈마 에칭에 의해 제거된다. 플라즈마 에칭을 위해, 제 1 공간(S1) 내에서 제거 가스의 플라즈마가 생성된다. 제거 가스는, 산소 함유 가스를 포함할 수 있다. 산소 함유 가스는 산소 가스(O_2 가스), CO 가스, 또는 CO_2 가스일 수 있다. 또는, 제거 가스는 수소 가스(H_2 가스)와 질소 가스(N_2 가스)의 혼합 가스를 포함할 수 있다. 다른 실시형태에서는, 유기막(OF)이 해중합될 수 있는 경우에, 유기막(OF)을 해중합시키도록 포커스 링(FR)이 허터(HTF)에 의해 가열되어도 좋다. 해중합에 의해 생성된 유기 화합물의 기체는 배기된다. 공정(ST3)에서 유기막(OF)의 잔막이 제거된 후에는, 공정(ST4)이 실행된다.

[0057] 공정(ST3)에 있어서의 플라즈마 에칭의 실행 시간 길이는, T_{REM} 이며, 이하의 식 (2)에 의해 산출된다.

[0058] $T_{REM} = F_{OF_L} / E_{REM_OF} \times M \quad \dots(2)$

[0059] 식 (2)에 있어서, E_{REM_OF} 는, 공정(ST3)의 플라즈마 에칭에 있어서의 유기막(OF)의 에칭 레이트이며, 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 식 (2)에 있어서, M 은, 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있는 수치이며, 1보다 크다. 따라서, 실행 시간 길이(T_{REM})는 이하의 식 (3)으로 정의되는 오버 에칭의 시간 길이(T_{OE})를 포함한다.

[0060] $T_{OE} = F_{OF_L} / E_{REM_OF} \times (M-1) \quad \dots(3)$

[0061] 공정(ST4)에서는, 포커스 링(FR)의 두께의 감소량(D_{CUR})이 제어부(80)에 의해 산출된다. 감소량(D_{CUR})은 이하의 식 (4)에 의해 산출된다.

[0062] $D_{CUR} = T_{FR_ETCH} \times E_{P_FR}(P(i-1)) + T_{OE} \times E_{OE_FR} \quad \dots(4)$

[0063] $E_{P_FR}(P(j))$ 은, 플라즈마 처리($P(j)$)에 의한 포커스 링의 에칭 레이트이며, 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 식 (4)에 있어서의 $E_{P_FR}(P(i-1))$ 는, 플라즈마 처리($P(i-1)$)에 의한 포커스 링의 에칭 레이트이다. 식 (4)에 있어서, E_{OE_FR} 은, 공정(ST3)의 오버 에칭에 의한 포커스 링(FR)의 에칭 레이트이며, 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 식 (4)에 있어서, T_{FR_ETCH} 는, 플라즈마 처리($P(i-1)$)에 있어서, 포커스 링(FR) 상의 유기막(OF)이 소실된 시점으로부터의 플라즈마 처리($P(i-1)$)의 종료 시점까지의 시간 길이이다. 시간 길이(T_{FR_ETCH})는 이하의 식 (5)에 의해 구해진다.

[0064] $T_{FR_ETCH} = T_p(i-1) - F_{OF_CUR} / E_{P_OF}(P(i-1)) \quad \dots(5)$

[0065] 공정(ST4)에 이어지는 공정(ST5)에서는, 감소량(D_{CUR})의 적산량(D_{ACM})이 제어부(80)에 의해 산출된다. 적산량

(D_{ACM}) 은 이하의 식 (6)에 의해 산출된다.

[0066] $D_{ACM}=D_{ACM}+D_{CUR}$ …(6)

[0067] 이어지는 공정(ST6)에서는, 목표 보정량(C_T)이 제어부(80)에 의해 산출된다. 목표 보정량(C_T)은, 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치와 기준 위치(RP) 사이의 차이를 반영하는 양이다. 목표 보정량(C_T)은 이하의 식 (7)에 의해 산출된다.

[0068] $C_T=D_{ACM}-U_{ACM}$ …(7)

[0069] 식 (7)에 있어서, U_{ACM} 은, 포커스 링(FR)이 초기의 위치에 대하여 이미 상승하여 있는 양(거리)의 적산량이다.

[0070] 이어지는 공정(ST7)에서는, 포커스 링(FR)의 두께의 감소량인 적산량(D_{ACM})이 기준값(R_{TH})보다 큰 지의 여부가 판정된다. 기준값(R_{TH})은 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 적산량(D_{ACM})이 기준값(R_{TH})보다 큰 경우에는, 공정(ST8)에 있어서, 포커스 링(FR)이 새로운 포커스 링(FR)으로 교환되고, 공정(STP(i))으로 천이된다. 한편, 적산량(D_{ACM})이 기준값(R_{TH}) 이하인 경우에는, 공정(ST9)으로 천이된다.

[0071] 공정(ST9)에서는, 목표 보정량(C_T)이 최소 이동 제어량(U_{MIN}) 이상인지의 여부가 판정된다. 최소 이동 제어량(U_{MIN})은 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 구동 기구(29)는 최소 이동 제어량(U_{MIN})을 최소 거리로 하여 포커스 링(FR)을 상승시킬 수 있다. 즉, 구동 기구(29)는 최소 이동 제어량(U_{MIN})의 정수배의 거리로, 포커스 링(FR)을 상승시킬 수 있다. 목표 보정량(C_T)이 최소 이동 제어량(U_{MIN})보다 작은 경우에는, 공정(ST11)으로 천이된다. 목표 보정량(C_T)이 최소 이동 제어량(U_{MIN}) 이상인 경우에는, 공정(ST10)에 있어서, 포커스 링(FR)을 상승시키도록 구동 기구(29)가 제어된다. 구동 기구(29)는, 목표 보정량(C_T) 이하의 최대 이동량(U_{CUR})으로, 포커스 링(FR)을 상승시킨다. 그리고, 최대 이동량(U_{CUR})을 이용하여 적산량(U_{ACM})이 갱신된다. 구체적으로는, 이하의 식 (8)의 연산이 제어부(80)에 의해 실행된다.

[0072] $U_{ACM}=U_{ACM}+U_{CUR}$ …(8)

[0073] 그 후, 공정(ST11)이 실행된다.

[0074] 공정(ST11)에서는, 목표 성막량(F_T)이 제어부(80)에 의해 산출된다. 목표 성막량(F_T)은 이하의 식 (9)에 의해 산출된다.

[0075] $F_T=C_T-U_{CUR}$ …(9)

[0076] 이어지는 공정(ST12)에서는, 목표 성막량(F_T)이 최소 성막 제어량(F_{MIN}) 이상인지의 여부가 판정된다. 최소 성막 제어량(F_{MIN})은 제어부(80)의 기억 장치에 등록되어 있다. 최소 성막 제어량(F_{MIN})은 최소 이동 제어량(U_{MIN})보다 작은 양일 수 있다. 후술하는 공정(ST13)에서는, 최소 성막 제어량(F_{MIN})을 최소 두께로 하여 유기막(OF)을 형성할 수 있다. 즉, 공정(ST13)에서는, 최소 성막 제어량(F_{MIN})의 정수배의 두께로, 유기막(OF)을 형성할 수 있다. 목표 성막량(F_T)이 최소 성막 제어량(F_{MIN})보다 작은 경우에는, 공정(STP(i))으로 천이된다. 한편, 목표 성막량(F_T)이 최소 성막 제어량(F_{MIN}) 이상인 경우에는, 공정(ST13)이 실행된다.

[0077] 공정(ST13)에서는, 목표 보정량(C_T)에서 최대 이동량(U_{CUR})을 뺀 양을 감소시키도록, 포커스 링(FR) 상에 유기막(OF)이 형성된다. 공정(ST13)에 있어서, 유기막(OF)은 (C_T-U_{CUR}) 이하, 즉, 목표 성막량(F_T) 이하, 또한, 최소 성막 제어량(F_{MIN}) 이상의 최대 두께로 형성된다.

[0078] 일 실시형태에 있어서의 공정(ST13)에서는, 유기막(OF)을 형성하기 위해, 제 1 가스 및 제 2 가스가 교대로 또는 동시에 제 1 공간(S1)에 공급된다. 제 1 가스 및 제 2 가스는 제 1 공간(S1)을 거쳐서 제 2 공간(S2)에도 공급된다. 제 1 가스 및 제 2 가스 중 한쪽은 가스 공급부(40)에 의해 공급된다. 제 1 가스 및 제 2 가스 중 다른쪽은 가스 공급부(42)에 의해 공급된다. 공정(ST13)에서는, 내부 공간(S) 내의 압력이 지정된 압력으로 설

정되도록, 배기 장치(52)가 제어된다. 공정(ST13)에서는, 내부 공간(S) 내에서 플라즈마는 생성되지 않는다.

[0079] 공정(ST13)에 있어서 제 1 가스 및 제 2 가스가 교대로 제 1 공간(S1)에 공급되는 경우에는, 제 1 가스의 공급 후, 제 2 가스의 공급 전에, 내부 공간(S)의 퍼지가 실행되어도 좋다. 또한, 공정(ST13)에 있어서 제 1 가스 및 제 2 가스가 교대로 제 1 공간(S1)에 공급되는 경우에는, 제 2 가스의 공급 후, 제 1 가스의 공급 전에, 내부 공간(S)의 퍼지가 실행되어도 좋다. 내부 공간(S)의 퍼지에서는, 내부 공간(S) 내의 가스가 배기 장치(52)에 의해 배기된다. 게다가, 내부 공간(S)의 퍼지에서는, 불활성 가스가 가스 공급부(40)로부터 내부 공간에 공급되어도 좋다. 불활성 가스는 예를 들면, 희(希)가스 또는 질소 가스이다.

[0080] 제 1 가스는 제 1 유기 화합물을 포함한다. 제 2 가스는 제 2 유기 화합물을 포함한다. 유기막(OF)은 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 형성된다. 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합은, 제 1 온도 범위 내의 온도의 환경하에서 일어난다. 제 1 온도 범위는 예를 들면, 0°C 이상, 150°C 이하의 온도 범위이다. 즉, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합은, 제 1 온도 범위의 하한 온도보다 낮은 제 2 온도 범위의 온도에서는 일어나지 않는다. 또한, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합은, 제 1 온도 범위의 상한 온도보다 높은 제 3 온도 범위에서는 일어나지 않는다. 제 3 온도 범위는 예를 들면, 250°C 이상, 400°C 이하의 온도이다. 또한, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 형성되는 유기 화합물은, 제 3 온도 범위 내의 온도의 환경하에서는 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물로 해중합되어도 좋다.

[0081] 일 실시형태에 있어서의 공정(ST13)에서는, 히터(FTH)에 의해 포커스 링(FR)이 제 1 온도 범위의 온도로 가열된다. 포커스 링(FR)과 그 주위의 부품(예를 들면, 지지대(16))의 접촉 면적은 작다. 따라서, 포커스 링(FR)은, 그 주위의 부품으로부터 열적으로 분리되어 있다. 따라서, 포커스 링(FR)이 선택적으로 가열되어, 포커스 링(FR) 상에서 선택적으로 중합이 일어난다. 그 결과, 포커스 링(FR) 상에서 선택적으로 유기막(OF)이 형성된다.

[0082] 이하, 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물과, 제 1 유기 화합물과 제 2 유기 화합물의 중합에 의해 생성되는 유기 화합물, 즉 유기막(OF)을 구성하는 유기 화합물에 대하여 예시한다.

[0083] 제 1 유기 화합물은, 이하의 식 (1) 또는 식 (2)에 나타내는 이소시아네이트일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은, 이하의 식 (3) 또는 식 (4)에 나타내는 아민일 수 있다. 즉, 제 1 유기 화합물은 1관능성 이소시아네이트 또는 2관능성 이소시아네이트일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은 1관능성 아민 또는 2관능성 아민일 수 있다.

[0084] [화학식 1]

[0085] $\text{OCN}-\text{R}$ (1)

[0086] [화학식 2]

[0087] $\text{OCN}-\text{R}-\text{NCO}$ (2)

[0088] [화학식 3]

[0089] $\text{H}_2\text{N}-\text{R}$ (3)

[0090] [화학식 4]

[0091] $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{NH}_2$ (4)

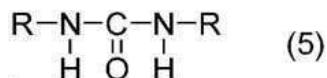
[0092] 식 (1) 및 식 (2)에 있어서, R은, 알킬기(직쇄(直鎖)상 알킬기 또는 환상 알킬기) 등의 포화 탄화수소기, 아릴기 등의 불포화 탄화수소기, 또는 N, O, S, F, 또는 Si 등의 혼테로 원자를 포함하는 기이다. 혼테로 원자를 포함하는 기는, 그 일부의 원소가 N, O, S, F, 또는 Si 등으로 치환된 포화 탄화수소기 또는 불포화 탄화수소기를 포함한다. 제 1 유기 화합물인 이소시아네이트로서는, 예를 들면, 지방족 화합물 또는 방향족 화합물을 이용할 수 있다. 지방족 화합물로서는, 예를 들면, 헥사메틸렌 디이소시아네이트(Hexamethylene diisocyanate)를 들 수 있다. 또한, 지방족 환식 화합물로서는, 예를 들면, 1, 3-비스(이소시아네이트 메틸) 시클로헥산(H6XDI)을 들 수 있다.

[0093] 식 (3) 및 식 (4)에 있어서, R은, 알킬기(직쇄상 알킬기 또는 환상 알킬기) 등의 포화 탄화수소기, 아릴기 등의 불포화 탄화수소기, 또는 N, O, S, F, 또는 Si 등의 혼테로 원자를 포함하는 기이다. 혼테로 원자를 포함하는 기는, 그 일부의 원소가 N, O, S, F, 또는 Si 등으로 치환된 포화 탄화수소기 또는 불포화 탄화수소기를 포함한다. 또한 식 (1) 및 식 (2)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (3) 및 식 (4)에 있어서 R로 나타내는 원자단

과 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 제 2 유기 화합물인 아민으로서는, 예를 들면, 지방족 화합물 또는 방향족 화합물을 이용할 수 있다. 지방족 화합물로서는, 지방족 쇄식 화합물 또는 지방족 환식 화합물을 이용할 수 있다. 지방족 화합물로서는, 예를 들면, 1,12-디아미노도데칸(DAD)을 들 수 있다. 지방족 환식 화합물로서는, 1, 3-비스(아미노메틸) 시클로헥산(H6XDA)을 들 수 있다. 또한, 제 2 유기 화합물인 아민은, 2급 아민이여도 좋다.

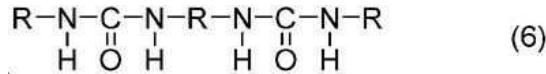
[0094] 이소시아네이트와 아민의 중합(부가 축합)에 의해 얻어지는 유기 화합물로서는, 이하의 식 (5) 내지 식 (8)에 나타내는 요소 결합을 갖는 화합물을 들 수 있다. 식 (5)에 나타내는 화합물은, 식 (1)에 나타내는 화합물과 식 (3)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (6)에 나타내는 화합물은, 식 (1)에 나타내는 화합물과 식 (4)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또는, 식 (6)에 나타내는 화합물은, 식 (2)에 나타내는 화합물과 식 (3)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (7)에 나타내는 화합물은, 식 (2)에 나타내는 화합물과 식 (4)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또한, 식 (8)에 나타내는 화합물은, 식 (7)에 나타내는 폴리머의 양 말단을 각각, 이소시아네이트기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (1)에 나타내는 화합물), 아미노기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (3)에 나타내는 화합물)로 종단시킨 구조를 갖는다. 또한, 식 (7) 및 식 (8)에 있어서, n은 2 이상의 정수이다.

[화학식 5]



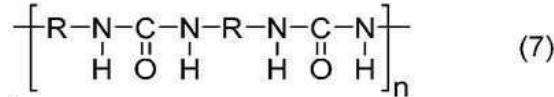
[0096]

[화학식 6]



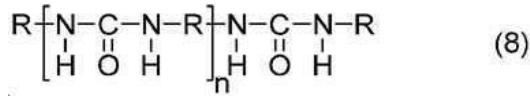
[0098]

[화학식 7]



[0100]

[화학식 8]



[0102]

[0103] 다른 예에서는, 제 1 유기 화합물은, 식 (1) 또는 식 (2)에 나타내는 이소시아네이트일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은, 이하의 식 (9) 또는 식 (10)에 나타내는 수산기를 갖는 화합물일 수 있다. 즉, 제 1 유기 화합물은, 1관능성 이소시아네이트 또는 2관능성 이소시아네이트일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은, 수산기를 갖는 1관능성 화합물 또는 수산기를 갖는 2관능성 화합물일 수 있다.

[화학식 9]



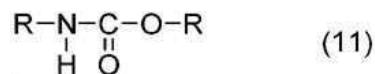
[화학식 10]



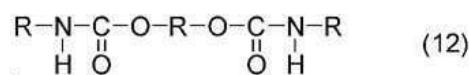
[0108] 식 (9) 및 식 (10)에 있어서, R은, 알킬기(직쇄상 알킬기 또는 환상 알킬기) 등의 포화 탄화수소기, 아릴기 등의 불포화 탄화수소기, 또는 N, O, S, F, 또는 Si 등의 혜테로 원자를 포함하는 기이다. 혜테로 원자를 포함하는 기는, 그 일부의 원소가 N, O, S, F, 또는 Si 등으로 치환된 포화 탄화수소기 또는 불포화 탄화수소기를 포함한다. 또한, 식 (1) 및 식 (2)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (9) 및 식 (10)에 있어서, R로 나타내는 원자단과 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 수산기를 갖는 화합물은 알코올 또는 폐놀이다. 제 2 유기 화합물인 알코올로서는, 예를 들면, 에틸렌글리콜을 들 수 있다. 또한, 제 2 유기 화합물인 폐놀로서는, 예를 들면, 하이드로퀴논을 들 수 있다.

이소시아네이트와 수산기를 갖는 화합물의 중합(중부가(重付加))에 의해 얻어지는 유기 화합물로서는, 이하의 식 (11) 내지 식 (15)에 나타내는 우레탄 결합을 갖는 화합물을 들 수 있다. 식 (11)에 나타내는 화합물은, 식 (1)에 나타내는 화합물과 식 (9)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (12)에 나타내는 화합물은, 식 (1)에 나타내는 화합물과 식 (10)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (13)에 나타내는 화합물은, 식 (2)에 나타내는 화합물과 식 (9)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (14)에 나타내는 화합물은, 식 (2)에 나타내는 화합물과 식 (10)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또한, 식 (15)에 나타내는 화합물은, 식 (14)에 나타내는 폴리머의 양 말단을 각각, 이소시아네이트기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (1)에 나타내는 화합물), 수산기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (9)에 나타내는 화합물)로 종단시킨 구조를 갖는다. 또한, 식 (14) 및 식 (15)에 있어서, n 은 2 이상의 정수이다.

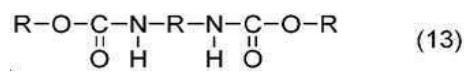
[화학식 11]



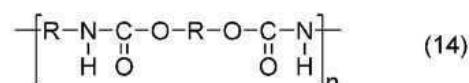
[화학식 12]



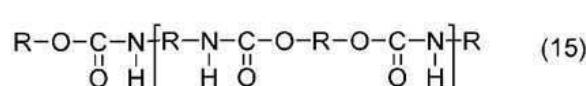
[화학식 13]



[화학식 14]



[최한신 15]



또 다른 예에서는, 제 1 유기 화합물은, 이하의 식 (16) 또는 식 (17)에 나타내는 카르복실산일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은, 식 (3) 또는 식 (4)에 나타내는 아민일 수 있다. 즉, 제 1 유기 화합물은, 1관능성 카르복실산 또는 2관능성 카르복실산일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은, 1관능성 아민 또는 2관능성 아민일 수 있다.

[총 학습] 16]



[허 허 3] 17]



식 (16) 및 식 (17)에 있어서, R은, 알킬기(직쇄상 알킬기 또는 환상 알킬기) 등의 포화 탄화수소기, 아릴기 등의 불포화 탄화수소기, 또는 N, O, S, F, 또는 Si 등의 혜테로 원자를 포함하는 기이다. 혜테로 원자를 포함하는 기는, 그 일부의 원소가 N, O, S, F, 또는 Si 등으로 치환된 포화 탄화수소기 또는 불포화 탄화수소기를 포함한다. 또한, 식 (3) 및 식 (4)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (16) 및 식 (17)에 있어서 R로 나타내는 원자단과 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 제 1 유기 화합물인 카르복실산으로서는, 예를 들면, 테레프탈산을 들 수 있다.

카르복실산과 아민의 중합(중축합(重縮合))에 의해 얻어지는 유기 화합물로서는, 이하의 식 (18) 내지 식 (22)에 나타내는 아미드 결합을 갖는 화합물, 예를 들면, 폴리아미드를 들 수 있다. 식 (18)에 나타내는 화합물은, 식 (16)에 나타내는 화합물과 식 (3)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (19)에 나타내는 화합물은, 식 (16)에 나타내는 화합물과 식 (4)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (20)에 나타내는 화

합물은, 식 (17)에 나타내는 화합물과 식 (3)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (21)에 나타내는 화합물은, 식 (17)에 나타내는 화합물과 식 (4)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또한, 식 (22)에 나타내는 화합물은, 식 (21)에 나타내는 폴리머의 양 말단을 각각, 카르복실기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (16)에 나타내는 화합물), 아미노기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (3)에 나타내는 화합물)로 중단시킨 구조를 갖는다. 또한, 식 (21) 및 식 (22)에 있어서, n은 2 이상의 정수이다. 카르복실산과 아민의 중합 반응에서는, 물분자도 생성된다. 생성된 물분자는 감압 환경하에서는 처리 공간으로부터 배기된다. 따라서, 카르복실산과 아민의 중합 반응은 불가역이다.

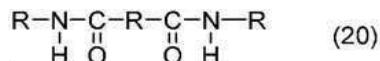
[0127] [화학식 18]



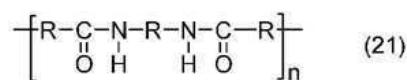
[0129] [화학식 19]



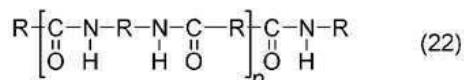
[0131] [화학식 20]



[0133] [화학식 21]

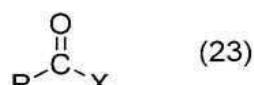


[0135] [화학식 22]



또한, 식 (3) 또는 식 (4)에 나타내는 아민과의 중합에 이용되는 제 1 유기 화합물은, 이하의 식 (23)에 나타내는 카르복실산 할로겐화물이어도 좋다. 식 (23)에 있어서, X는 F, Cl, Br 또는 I이다. 또한, 식 (23)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (16) 및 식 (17)에 있어서 R로 나타내는 원자단과 동일한 원자단일 수 있다.

[0138] [화학식 23]

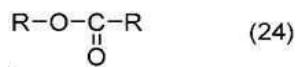


또 다른 예에서는, 제 1 유기 화합물은 식 (16) 또는 식 (17)에 나타내는 카르복실산일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은 식 (9) 또는 식 (10)에 나타내는 수산기를 갖는 화합물일 수 있다. 즉, 제 1 유기 화합물은 1관능성 카르복실산 또는 2관능성 카르복실산일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은 수산기를 갖는 1관능성 화합물 또는 수산기를 갖는 2관능성 화합물일 수 있다. 또한, 식 (16) 및 식 (17)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (9) 및 식 (10)에 있어서 R로 나타내는 원자단과 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다.

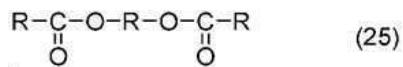
카르복실산과 수산기를 갖는 화합물의 중합(중축합)에 의해 얻어지는 유기 화합물로서는, 이하의 식 (24) 내지 식 (28)에 나타내는 에스터 결합을 갖는 화합물, 예를 들면, 폴리에스터를 들 수 있다. 식 (24)에 나타내는 화합물은, 식 (16)에 나타내는 화합물과 식 (9)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (25)에 나타내는 화합물은, 식 (16)에 나타내는 화합물과 식 (10)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (26)에 나타내는 화합물은, 식 (17)에 나타내는 화합물과 식 (9)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (27)에 나타내는 화합물은, 식 (17)에 나타내는 화합물과 식 (10)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또한, 식 (28)에 나타내는 화합물은, 식 (27)에 나타내는 폴리머의 양 말단을 각각, 카르복실기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (16)에 나타내는 화합물), 수산기를 갖는 모노머(예를 들면, 식 (9)에 나타내는 화합물)로 중단시킨 구조를 갖는다. 또한, 식 (27) 및 식 (28)에 있어서, n은 2 이상의 정수이다. 카르복실산과 수산기를 갖는 화합물의 중합 반응에서는, 물분자도 생성된다. 생성된 물분자는 감압 환경하에서는 처리 공간으로부터 배기된다.

배기된다. 따라서, 카르복실산과 수산기를 갖는 화합물의 중합 반응은 불가역이다.

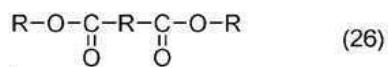
[0142] [화학식 24]



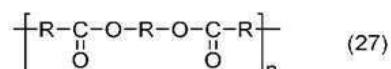
[0143] [화학식 25]



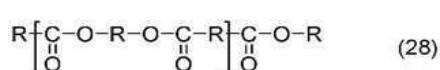
[0144] [화학식 26]



[0145] [화학식 27]



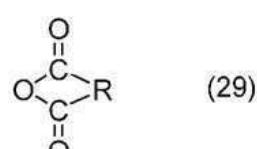
[0146] [화학식 28]



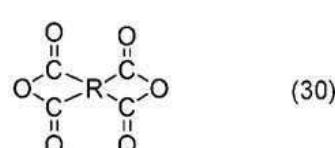
[0147] 또한, 식 (9) 또는 식 (10)에 나타내는 수산기를 갖는 화합물과의 중합에 이용되는 제 1 유기 화합물은, 상기의 식 (23)에 나타내는 카르복실산 할로겐화물이어도 좋다.

[0148] 또 다른 예에서는, 제 1 유기 화합물은 이하의 식 (29) 또는 식 (30)에 나타내는 무수 카르복실산일 수 있으며, 제 2 유기 화합물은 식 (3) 또는 식 (4)에 나타내는 아민일 수 있다.

[0149] [화학식 29]



[0150] [화학식 30]

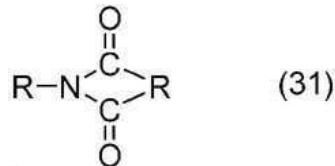


[0151] 식 (29) 및 식 (30)에 있어서, R은, 알킬기(직쇄상 알킬기 또는 환상 알킬기) 등의 포화 탄화수소기, 아릴기 등의 불포화 탄화수소기, 또는 N, O, S, F, 또는 Si 등의 혼테로 원자를 포함하는 기이다. 혼테로 원자를 포함하는 기는, 그 일부의 원소가 N, O, S, F, 또는 Si 등으로 치환된 포화 탄화수소기 또는 불포화 탄화수소기를 포함한다. 또한, 식 (29) 및 식 (30)에 있어서 R로 나타내는 원자단은, 식 (3) 및 식 (4)에 있어서 R로 나타내는 원자단과 동일하여도 좋고, 상이하여도 좋다. 제 1 유기 화합물인 무수 카르복실산으로서는, 예를 들면, 무수 피로멜리트산을 들 수 있다.

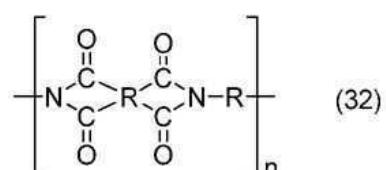
[0152] 무수 카르복실산과 아민의 중합에 의해 얻어지는 유기 화합물로서는, 이하의 식 (31) 또는 식 (32)에 나타내는 이미드 화합물을 들 수 있다. 식 (31)에 나타내는 화합물은, 식 (29)에 나타내는 화합물과 식 (3)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 식 (32)에 나타내는 화합물은, 식 (30)에 나타내는 화합물과 식 (4)에 나타내는 화합물의 중합에 의해 생성된다. 또한, 식 (31) 및 식 (32)에 있어서, n은 2 이상의 정수이다. 무수 카르복실산과 아민의 중합 반응에서는, 물분자도 생성된다. 생성된 물분자는 감압 환경하에서는 처리 공간으로부터 배기된다. 따라서, 무수 카르복실산과 아민의 중합 반응은 불가역이다. 또한, 무수 카르복실산과 아민의 중합

에 있어서는, 1관능성 무수 카르복실산, 2관능성의 무수 카르복실산, 1관능성 아민 및 2관능성 아민을 이용하여도 좋다.

[0160] [화학식 31]



[0161] [화학식 32]



[0164] 또한, 유기막(OF)이 제 1 유기 화합물 및 제 2 유기 화합물로서, 이소시아네이트와 아민의 중합에 의해 생성된 유기 화합물로 구성되어 있는 경우, 또는 이소시아네이트와 수산기를 갖는 화합물의 중합에 의해 생성된 유기 화합물로 구성되어 있는 경우에는, 공정(ST3)에 있어서, 해중합에 의해 유기막(OF)을 제거할 수 있다. 해중합을 일으키게 하기 위해, 포커스 링(FR)은 히터(HTF)에 의해 제 3 온도 범위 내의 온도로 가열된다.

[0165] 도 1에 나타내는 바와 같이, 방법(MT)에서는, 이어서, 공정(STP(i))의 플라즈마 처리(P(i))가 실행된다. 플라즈마 처리(P(i))의 실행 전에, 공정(ST10) 및 공정(ST13)의 쌍방이 실행되고 있는 경우, 또는 공정(ST10) 및 공정(ST13) 중 공정(ST13)만이 실행되고 있는 경우에는, 포커스 링(FR)의 연직 방향에 있어서의 상면의 위치와 기준 위치(RP)의 차이가 저감되어 있다. 구체적으로는, 도 5 또는 도 6에 도시되는 바와 같이, 포커스 링(FR)과 유기막(OF)의 복합체의 연직 방향에 있어서의 상면의 위치와 기준 위치(RP)의 차이가 저감되어 있다. 따라서, 플라즈마 처리(P(i))에서는, 시스와 플라즈마의 계면(BS)의 형상은, 플라즈마로부터의 이온이 기판(W)의 상면의 전체에 수직으로 입사되는 형상이 된다.

[0166] 플라즈마 처리(P(i))의 실행 전에, 공정(ST10) 및 공정(ST13) 중 공정(ST10)만 실행되어 있는 경우에는, 도 7에 도시되는 바와 같이, 포커스 링(FR)의 연직 방향에 있어서의 상면의 위치와 기준 위치(RP)의 차이가 저감되어 있다. 따라서, 플라즈마 처리(P(i))에서는, 시스와 플라즈마의 계면(BS)의 형상은, 플라즈마로부터의 이온이 기판(W)의 상면의 전체에 수직으로 입사되는 형상이 된다.

[0167] 공정(STP(i))에 이어지는 공정(ST14)에서는, 정지 조건이 충족되는지의 여부가 판정된다. 정지 조건은 예를 들면, 공정(STP(i))의 실행 횟수가 소정 횟수에 이르는 경우에 충족된다고 판정된다. 공정(ST14)에 있어서, 정지 조건이 충족되지 않는다고 판정되면, 공정(ST1)으로부터의 처리가 반복된다. 즉, 일 실시형태에 있어서는, 공정(ST13) 및 공정(STP(i))이 반복된다. 또한, 동일한 기판(W)에 대하여, 공정(STP(i))이 2회 이상 실행되어도 좋다. 또는, 공정(ST14)과 공정(ST1) 사이에, 처리되는 기판이 교환되어도 좋다. 한편, 공정(ST14)에 있어서, 정지 조건이 충족된다고 판정되면, 방법(MT)은 종료된다.

[0168] 이상 설명한 방법(MT)에서는, 포커스 링(FR) 상에 유기막(OF)이 형성된다. 유기막(OF)은, 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치와 기준 위치(RP) 사이의 차이를 감소시키도록 형성된다. 기준 위치(RP)는, 기판의 에지에 대하여 이온이 수직으로 입사되도록 정해진 연직 방향에 있어서의 포커스 링(FR)의 상면의 위치이다. 방법(MT)에 의하면, 이러한 유기막(OF)에 의해 포커스 링(FR)의 상면의 위치가 보정된다. 따라서, 포커스 링(FR)의 두께가 감소되어 있어도, 기판(W)의 에지에 대한 이온의 비스듬한 입사가 억제된다.

[0169] 이상, 여러 가지의 실시형태에 대하여 설명했지만, 상술한 실시형태에 한정되는 일 없이 여러 가지의 변형 태양을 구성 가능하다. 예를 들면, 방법(MT)은 플라즈마 처리 장치(10) 이외의 플라즈마 처리 장치를 이용하여 실행되어도 좋다. 그와 같은 플라즈마 처리 장치로서는, 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치, 또는 마이크로파와 같은 표면파에 의해 플라즈마를 생성하는 플라즈마 처리 장치가 예시된다.

부호의 설명

[0170]

10 : 플라즈마 처리 장치

11 : 챔버

16 : 지지대

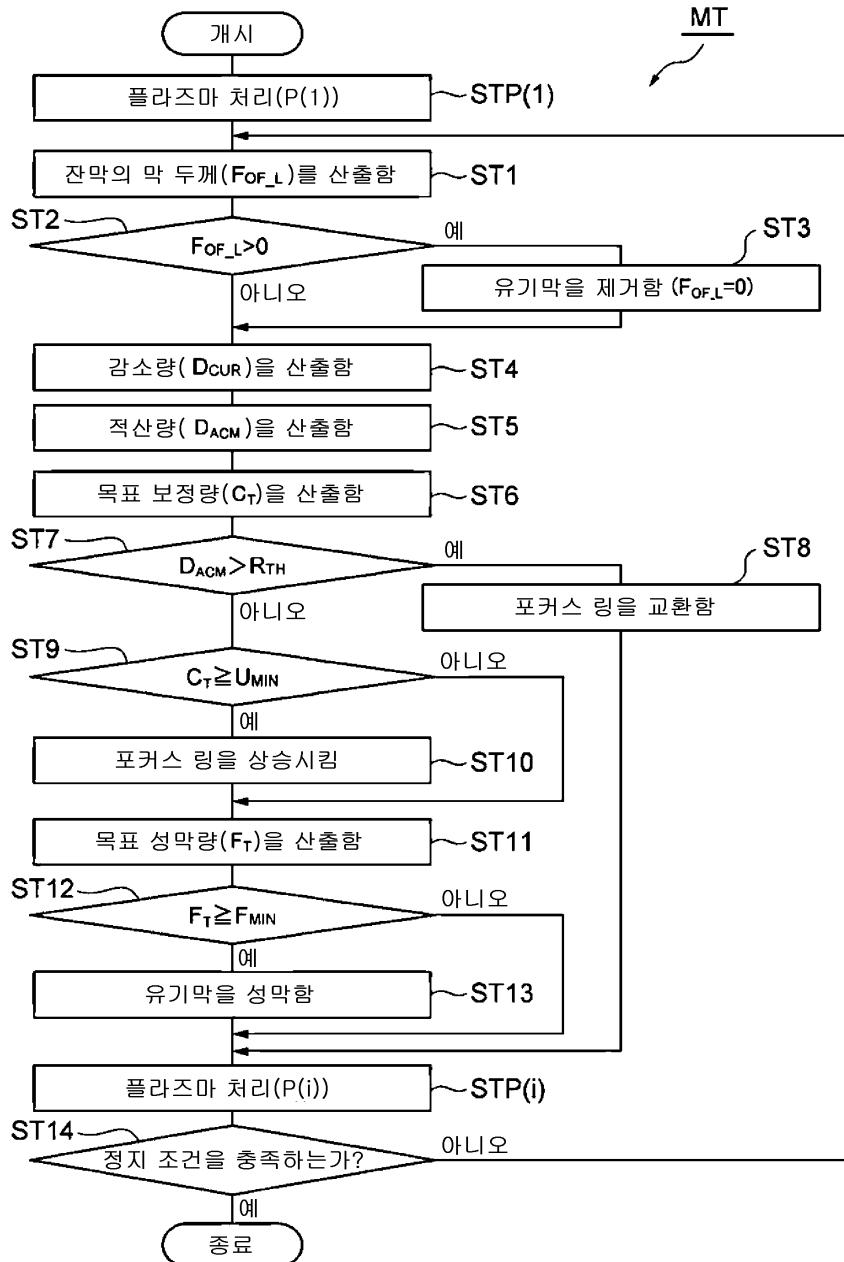
FR : 포커스 링

OF : 유기막

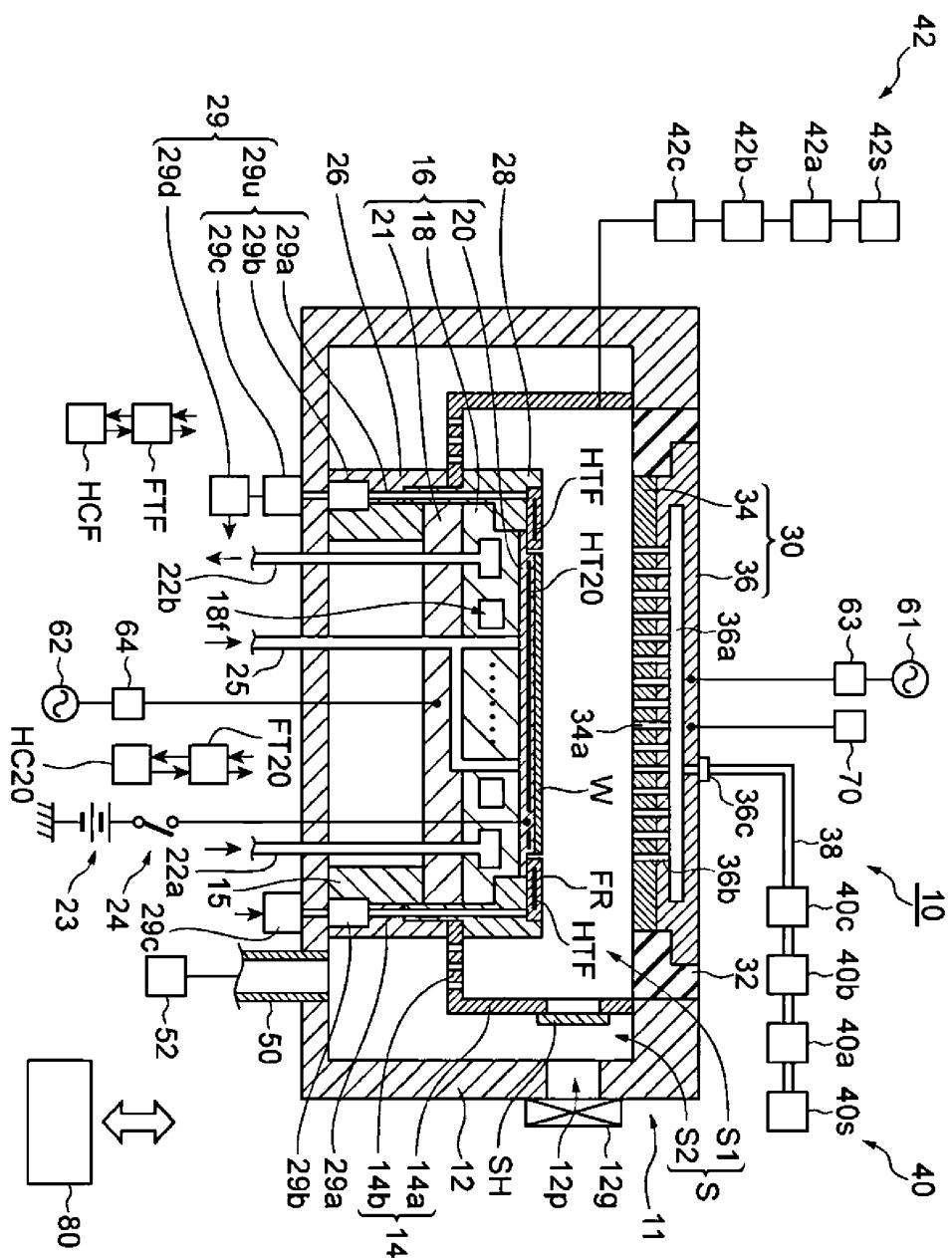
MT : 방법

도면

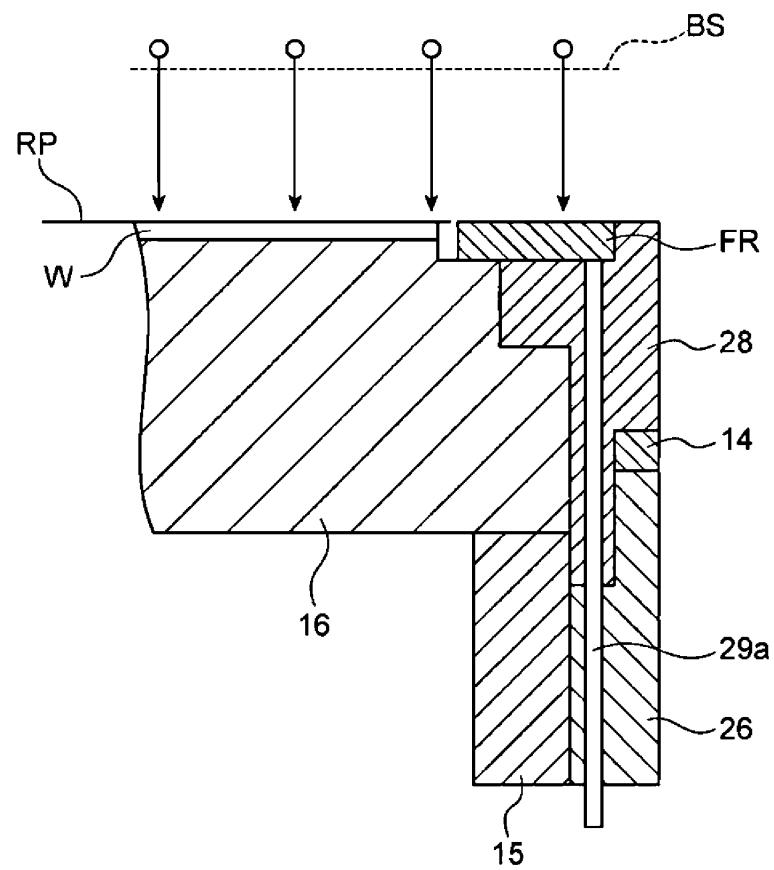
도면1



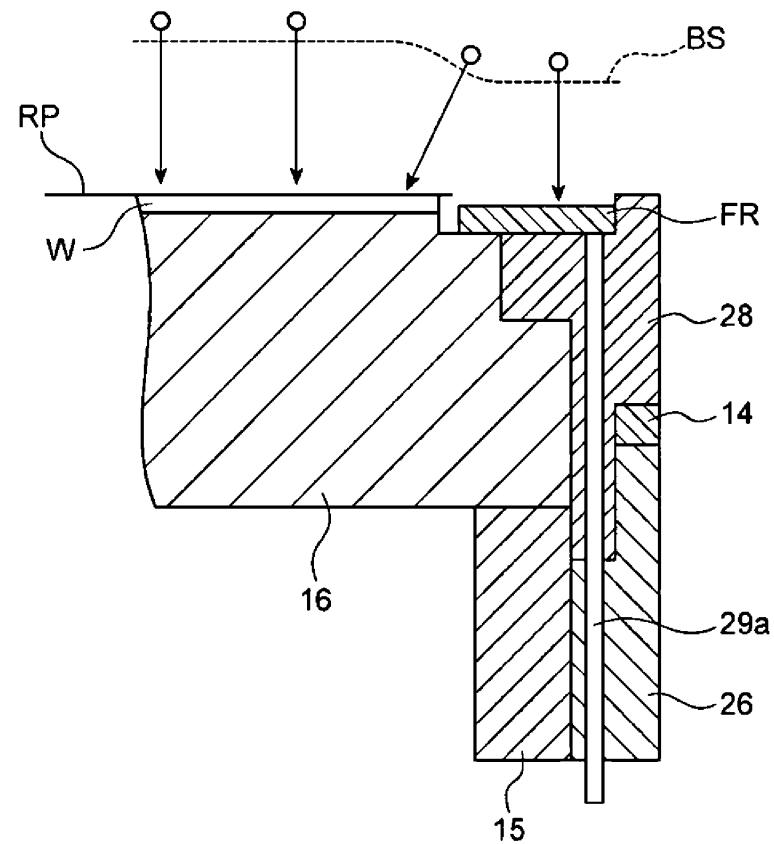
도면2



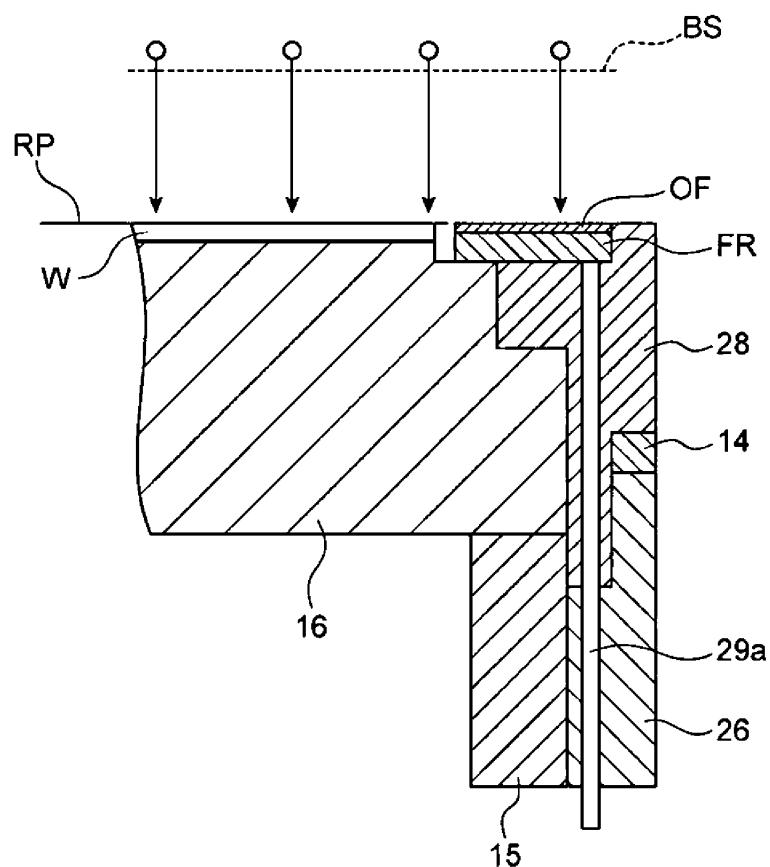
도면3



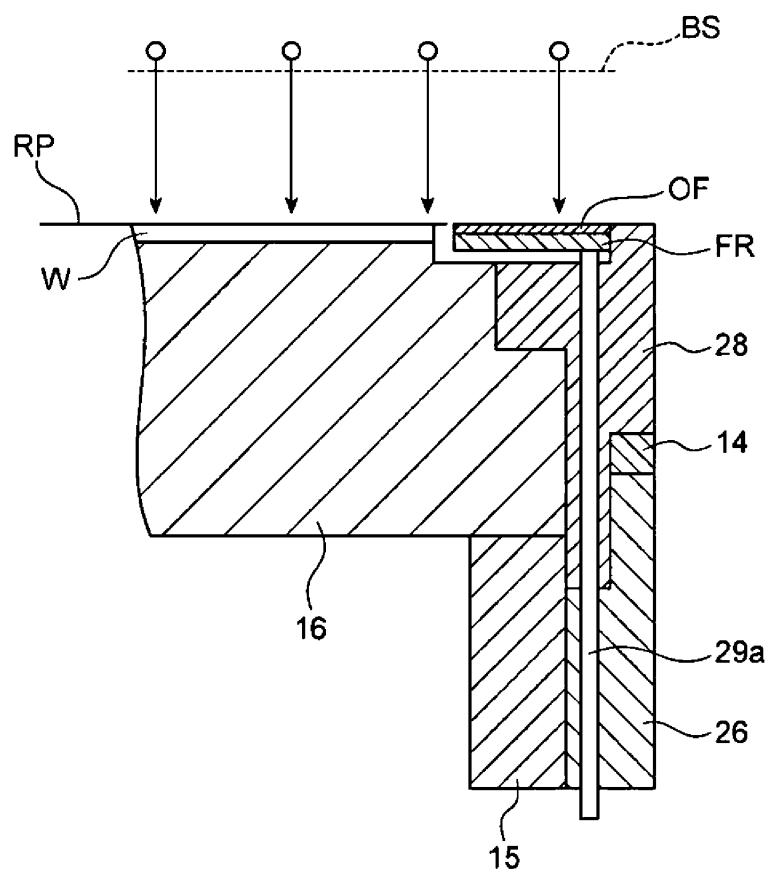
도면4



도면5



도면6



도면7

