



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0005333
(43) 공개일자 2025년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3213 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/32136 (2013.01)
H01J 37/32174 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7038468
(22) 출원일자(국제) 2023년04월24일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년11월19일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/016122
(87) 국제공개번호 WO 2023/214521
국제공개일자 2023년11월09일
(30) 우선권주장
JP-P-2022-075745 2022년05월02일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
나카네 유타
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
구마쿠라 쇼
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈
1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인태평양

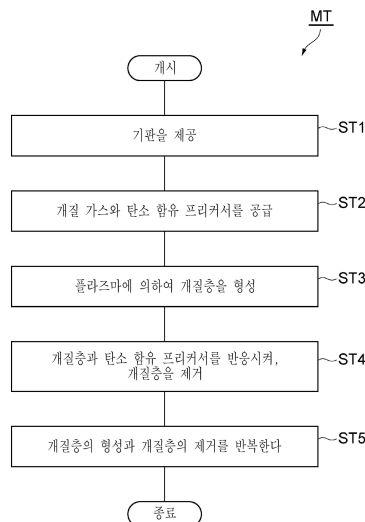
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 방법 및 플라즈마 처리 장치

(57) 요약

플라즈마 처리 방법에서는, (a) 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기판을 제공한다. (b) 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급한다. (c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 개질 가스와 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마에 의하여, 제1 영역의 표면을 개질하여 개질층을 형성한다. (d) 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 개질층과 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 개질층을 제거한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01J 37/3244 (2013.01)

H01L 21/32139 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

- (a) 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 상기 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기판을 제공하는 공정과,
- (b) 상기 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과,
- (c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마에 의하여, 상기 제1 영역의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하는 공정과,
- (d) 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하는 공정을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 영역은 금속 함유막을 포함하고, 상기 제2 영역은 마스크를 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 탄소 함유 프리커서가 금속을 함유하지 않는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 탄소 함유 프리커서는, 알코올, β -다이케톤, 아미딘, 아세트아미딘 및 β -다이케티민 중 적어도 하나를 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 5

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 (c) 및 상기 (d)를 포함하는 기간에 있어서, 상기 개질 가스 및 상기 탄소 함유 프리커서가 연속적으로 공급되는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

(e) 상기 (c) 및 상기 (d)를 반복하는 공정을 더 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 (d)에 있어서 상기 기판이 가열되는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 개질 가스가, 할로젠 함유 가스 및 산소 함유 가스 중 적어도 하나를 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 9

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 개질 가스가, 불소 함유 가스 및 염소 함유 가스 중 적어도 하나를 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 10

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 개질 가스가, 플루오로카본 가스, HF 가스, NF₃ 가스, SF₆ 가스, 클로로카본 가스, Cl₂ 가스, NCl₃ 가스, SCl₆ 가스, O₂ 가스, CO 가스 및 CO₂ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 (d)에 있어서, 플라즈마가 생성되지 않도록 상기 제1 고주파 전력의 공급이 정지되는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 (c)에 있어서 상기 제2 영역 상에 탄소 함유 퇴적물이 형성되는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 13

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 (c)에 있어서, 상기 기판을 지지하는 기관 지지기 중의 전극에 바이어스 전력이 공급되는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 바이어스 전력이 공급되는 기간은, 상기 제1 고주파 전력이 공급되는 기간보다 짧은, 플라즈마 처리 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 바이어스 전력은, 제1 바이어스 전력과, 상기 제1 바이어스 전력보다 큰 제2 바이어스 전력을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 16

(a) 금속 함유막과 상기 금속 함유막 상의 마스크를 구비하는 기관을 제공하는 공정과,

(b) 상기 금속 함유막의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과,

(c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마에 의하여, 상기 금속 함유막의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하는 공정과,

(d) 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하여 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하는 공정을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 17

(a) 전극을 포함하는 기관 지지기 상에, 금속을 포함하는 제1 영역과, 상기 금속 이외의 원소를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기관을 제공하는 공정과,

- (b) 할로젠 및 산소 중 적어도 하나를 포함하는 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과,
 - (c) 상기 제1 영역을 제거하는 공정을 포함하고,
- 상기 (c)는,
- (c1) 제1 고주파 전력을 공급하는 제1 기간과,
 - (c2) 상기 제1 기간과 교호의 제2 기간이며, 상기 제1 고주파 전력을 공급하지 않거나 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하는 제2 기간을 포함하는, 플라즈마 처리 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서,
상기 제1 고주파 전력 및 상기 제2 고주파 전력은, 플라즈마 생성용의 고주파 전력인, 플라즈마 처리 방법.

청구항 19

챔버와,
상기 챔버 내에 있어서 기판을 지지하기 위한 기판 지지기이며, 상기 기판은, 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 상기 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는, 기판 지지기와,
상기 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와 탄소 함유 프리커서를 상기 챔버 내에 공급하도록 구성된 가스 공급부와,
상기 챔버 내에서 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 구성된 플라즈마 생성부와,
제어부를 구비하고,
상기 제어부는,
상기 플라즈마에 의하여, 상기 제1 영역의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하며,
상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하도록, 상기 가스 공급부 및 상기 플라즈마 생성부를 제어하도록 구성되는, 플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 예시적 실시형태는, 플라즈마 처리 방법 및 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 특허문헌 1은, 원자층 에칭(ALE)의 방법을 개시한다. 이 방법에서는, 기판을 불화 수소 가스에 노출시켜, 금속 산화물막 상에 불소화 표면층을 형성한다. 그 후, 기판을 붕소 함유 가스에 노출시켜, 불소화 표면층을 금속 산화물막으로부터 제거한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 공개특허공보 2018-26566호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 높은 생산성이 얻어지는 플라즈마 처리 방법 및 플라즈마 처리 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 방법은, (a) 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 상기 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기판을 제공하는 공정과, (b) 상기 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과, (c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마에 의하여, 상기 제1 영역의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하는 공정과, (d) 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0006] 하나의 예시적 실시형태에 의하면, 높은 생산성이 얻어지는 플라즈마 처리 방법 및 플라즈마 처리 장치가 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도이다.
 도 2는, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 나타내는 도이다.
 도 3은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 플로차트이다.
 도 4는, 도 3의 방법이 적용될 수 있는 일례의 기판의 단면도이다.
 도 5는, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 일 공정에 있어서의 일례의 기판의 단면도이다.
 도 6은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 일 공정에 있어서의 일례의 기판의 단면도이다.
 도 7은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 일 공정에 있어서의 일례의 기판의 단면도이다.
 도 8은, 플라즈마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 일례를 나타내는 타이밍 차트이다.
 도 9는, 플라즈마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 다른 일례를 나타내는 타이밍 차트이다.
 도 10은, 플라즈마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 다른 일례를 나타내는 타이밍 차트이다.
 도 11은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 장치가 구비하는 에칭 장치를 나타내는 단면도이다.
 도 12는, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 장치를 나타내는 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 다양한 예시적 실시형태 (1)~(15)에 대하여 설명한다.

[0009] (1) 플라즈마 처리 방법은, (a) 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 상기 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기판을 제공하는 공정과, (b) 상기 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과, (c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마에 의하여, 상기 제1 영역의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하는 공정과, (d) 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하는 공정을 포함한다.

[0010] 상기 플라즈마 처리 방법에 의하면, 고주파 전력의 공급을 제어함으로써, 개질층의 형성과 개질층의 제거를 전

환할 수 있다. (c)와 (d)의 사이에 있어서, 가스의 퍼지가 필요 없다. 따라서, 높은 생산성이 얻어진다.

- [0011] (2) 상기 (1)에 있어서, 상기 제1 영역은 금속 함유막을 포함해도 되고, 상기 제2 영역은 마스크를 포함해도 된다. 이 경우, 마스크를 이용하여 금속 함유막을 에칭할 수 있다.
- [0012] (3) 상기 (1) 또는 (2)에 있어서, 상기 탄소 함유 프리커서가 금속을 함유하지 않아도 된다. 이 경우, (c)에 있어서, 플라스마 중의 탄소 함유 프리커서가 해리되어도, 탄소 함유 프리커서에서 유래하는 금속이 발생하지 않으므로, 기관의 금속 오염을 억제할 수 있다.
- [0013] (4) 상기 (3)에 있어서, 상기 탄소 함유 프리커서는, 알코올, β -다이케톤, 아미딘, 아세트아미딘 및 β -다이케티민 중 적어도 하나를 포함해도 된다.
- [0014] (5) 상기 (1) 내지 (4) 중 어느 하나에 있어서, 상기 (c) 및 상기 (d)를 포함하는 기간에 있어서, 상기 개질 가스 및 상기 탄소 함유 프리커서가 연속적으로 공급되어도 된다. 이 경우, 개질층의 형성과 개질층의 제거를 연속적으로 행할 수 있다.
- [0015] (6) 상기 (1) 내지 (5) 중 어느 하나에 있어서, 상기 플라스마 처리 방법은, (e) 상기 (c) 및 상기 (d)를 반복하는 공정을 더 포함해도 된다. 이 경우, 제1 영역의 에칭양을 크게 할 수 있다.
- [0016] (7) 상기 (1) 내지 (6) 중 어느 하나에 있어서, 상기 (d)에 있어서 상기 기관이 가열되어도 된다. 이 경우, 개질층과 탄소 함유 프리커서의 반응을 촉진할 수 있다.
- [0017] (8) 상기 (1) 내지 (7) 중 어느 하나에 있어서, 상기 개질 가스가, 할로젠 함유 가스 및 산소 함유 가스 중 적어도 하나를 포함해도 된다.
- [0018] (9) 상기 (1) 내지 (8) 중 어느 하나에 있어서, 상기 개질 가스가, 불소 함유 가스 및 염소 함유 가스 중 적어도 하나를 포함해도 된다.
- [0019] (10) 상기 (1) 내지 (9) 중 어느 하나에 있어서, 상기 개질 가스가, 플루오로카본 가스, HF 가스, NF_3 가스, SF_6 가스, 클로로카본 가스, Cl_2 가스, NCl_3 가스, SCl_6 가스, O_2 가스, CO 가스 및 CO_2 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함해도 된다.
- [0020] (11) 상기 (1) 내지 (10) 중 어느 하나에 있어서, 상기 (d)에 있어서, 플라스마가 생성되지 않도록 상기 제1 고주파 전력의 공급이 정지되어도 된다.
- [0021] (12) 상기 (1) 내지 (11) 중 어느 하나에 있어서, 상기 (c)에 있어서 상기 제2 영역 상에 탄소 함유 퇴적물이 형성되어도 된다. 이 경우, 탄소 함유 퇴적물에 의하여 제2 영역을 보호할 수 있다.
- [0022] (13) 상기 (1) 내지 (12) 중 어느 하나에 있어서, 상기 (c)에 있어서, 상기 기관을 지지하는 기관 지지기 중의 전극에 바이어스 전력이 공급되어도 된다. 이 경우, 플라스마 중의 개질 가스에서 유래하는 이온이 제1 영역의 표면으로 끌어들여지므로, 개질층의 형성이 촉진된다.
- [0023] (14) 상기 (13)에 있어서, 상기 바이어스 전력이 공급되는 기간은, 상기 제1 고주파 전력이 공급되는 기간보다 짧아도 된다. 이 경우, 바이어스 전력이 공급되지 않는 기간에 있어서, 제2 영역 상에 있어서의 탄소 함유 퇴적물의 형성이 촉진된다.
- [0024] (15) 상기 (13) 또는 (14)에 있어서, 상기 바이어스 전력은, 제1 바이어스 전력과, 상기 제1 바이어스 전력보다 큰 제2 바이어스 전력을 포함해도 된다. 이 경우, 제1 바이어스 전력이 공급되는 기간에 있어서, 제2 영역 상에 있어서의 탄소 함유 퇴적물의 형성이 촉진된다. 제2 바이어스 전력이 공급되는 기간에 있어서, 개질층의 형성이 촉진된다.
- [0025] (16) 플라스마 처리 방법은, (a) 금속 함유막과 상기 금속 함유막 상의 마스크를 구비하는 기관을 제공하는 공정과, (b) 상기 금속 함유막의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과, (c) 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라스마에 의하여, 상기 금속 함유막의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하는 공정과, (d) 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하여 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하는 공정을 포함한다.
- [0026] (17) 플라스마 처리 방법은, (a) 전극을 포함하는 기관 지지기 상에, 금속을 포함하는 제1 영역과, 상기 금속 이외의 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는 기관을 제공하는 공정과, (b) 할로젠 및 산소 중 적어도 하나를

포함하는 가스, 탄소 함유 프리커서를 공급하는 공정과, (c) 상기 제1 영역을 제거하는 공정을 포함하고, 상기 (c)는, (c1) 제1 고주파 전력을 공급하는 제1 기간과, (c2) 상기 제1 기간과 교호(交互)의 제2 기간이며, 상기 제1 고주파 전력을 공급하지 않거나 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하는 제2 기간을 포함한다.

[0027] (18) 상기 (17)에 있어서, 상기 제1 고주파 전력 및 상기 제2 고주파 전력은, 플라스마 생성용의 고주파 전력이어도 된다.

[0028] (19) 플라스마 처리 장치는, 챔버와, 상기 챔버 내에 있어서 기판을 지지하기 위한 기판 지지기이며, 상기 기판은, 제1 재료를 포함하는 제1 영역과, 상기 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함하는 제2 영역을 구비하는, 기판 지지기와, 상기 제1 영역의 표면을 개질하기 위한 개질 가스와 탄소 함유 프리커서를 상기 챔버 내에 공급하도록 구성된 가스 공급부와, 상기 챔버 내에서 제1 고주파 전력의 공급에 의하여 상기 개질 가스와 상기 탄소 함유 프리커서를 포함하는 혼합 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성된 플라스마 생성부와, 제어부를 구비하고, 상기 제어부는, 상기 플라스마에 의하여, 상기 제1 영역의 상기 표면을 개질하여 개질층을 형성하며, 상기 제1 고주파 전력의 공급을 정지하거나, 또는 상기 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력을 공급하여, 상기 개질층과 상기 탄소 함유 프리커서를 반응시킴으로써, 상기 개질층을 제거하도록, 상기 가스 공급부 및 상기 플라스마 생성부를 제어하도록 구성된다.

[0029] 이하, 도면을 참조하여 다양한 예시적 실시형태에 대하여 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당 부분에 대해서는 동일한 부호를 붙이는 것으로 한다.

[0030] 도 1은, 플라스마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도이다. 일 실시형태에 있어서, 플라스마 처리 시스템은, 플라스마 처리 장치(1) 및 제어부(2)를 포함한다. 플라스마 처리 시스템은, 기판 처리 시스템의 일례이며, 플라스마 처리 장치(1)는, 기판 처리 장치의 일례이다. 플라스마 처리 장치(1)는, 플라스마 처리 챔버(10), 기판 지지부(11) 및 플라스마 생성부(12)를 포함한다. 플라스마 처리 챔버(10)는, 플라스마 처리 공간을 갖는다. 또, 플라스마 처리 챔버(10)는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라스마 처리 공간에 공급하기 위한 적어도 하나의 가스 공급구와, 플라스마 처리 공간으로부터 가스를 배출하기 위한 적어도 하나의 가스 배출구를 갖는다. 가스 공급구는, 후술하는 가스 공급부(20)에 접속되고, 가스 배출구는, 후술하는 배기 시스템(40)에 접속된다. 기판 지지부(11)는, 플라스마 처리 공간 내에 배치되고, 기판을 지지하기 위한 기판 지지면을 갖는다.

[0031] 플라스마 생성부(12)는, 플라스마 처리 공간 내에 공급된 적어도 하나의 처리 가스로부터 플라스마를 생성하도록 구성된다. 플라스마 처리 공간에 있어서 형성되는 플라스마는, 용량 결합 플라스마(CCP; Capacitively Coupled Plasma), 유도 결합 플라스마(ICP; Inductively Coupled Plasma), ECR 플라스마(Electron-Cyclotron-resonance plasma), 헬리콘파 여기 플라스마(HWP: Helicon Wave Plasma), 또는, 표면파 플라스마(SWP: Surface Wave Plasma) 등이어도 된다. 또, AC(Alternating Current) 플라스마 생성부 및 DC(Direct Current) 플라스마 생성부를 포함하는, 다양한 타입의 플라스마 생성부가 이용되어도 된다. 일 실시형태에 있어서, AC 플라스마 생성부에서 이용되는 AC 신호(AC 전력)는, 100kHz~10GHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 따라서, AC 신호는, RF(Radio Frequency) 신호 및 마이크로파 신호를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, RF 신호는, 100kHz~150MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다.

[0032] 제어부(2)는, 본 개시에 있어서 설명되는 다양한 공정을 플라스마 처리 장치(1)에 실행시키는 컴퓨터 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(2)는, 여기에서 설명되는 다양한 공정을 실행하도록 플라스마 처리 장치(1)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 제어부(2)의 일부 또는 전부가 플라스마 처리 장치(1)에 포함되어도 된다. 제어부(2)는, 처리부(2a1), 기억부(2a2) 및 통신 인터페이스(2a3)를 포함해도 된다. 제어부(2)는, 예를 들면 컴퓨터(2a)에 의하여 실현된다. 처리부(2a1)는, 기억부(2a2)로부터 프로그램을 판독하고, 판독된 프로그램을 실행함으로써 다양한 제어 동작을 행하도록 구성될 수 있다. 이 프로그램은, 미리 기억부(2a2)에 저장되어 있어도 되고, 필요할 때에, 매체를 통하여 취득되어도 된다. 취득된 프로그램은, 기억부(2a2)에 저장되고, 처리부(2a1)에 의하여 기억부(2a2)로부터 판독되어 실행된다. 매체는, 컴퓨터(2a)로 독취 가능한 다양한 기억 매체여도 되고, 통신 인터페이스(2a3)에 접속되어 있는 통신 회선이어도 된다. 처리부(2a1)는, CPU(Central Processing Unit)여도 된다. 기억부(2a2)는, RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 통신 인터페이스(2a3)는, LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통하여 플라스마 처리 장치(1)와의 사이에서 통신해도 된다.

[0033] 이하에, 플라스마 처리 장치(1)의 일례로서의 용량 결합형의 플라스마 처리 장치의 구성예에 대하여 설명한다.

도 2는, 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도이다.

- [0034] 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치(1)는, 플라즈마 처리 챔버(10), 가스 공급부(20), 전원(30) 및 배기 시스템(40)을 포함한다. 또, 플라즈마 처리 장치(1)는, 기판 지지부(11) 및 가스 도입부를 포함한다. 가스 도입부는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 도입하도록 구성된다. 가스 도입부는, 샤워 헤드(13)를 포함한다. 기판 지지부(11)는, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 배치된다. 샤워 헤드(13)는, 기판 지지부(11)의 상방에 배치된다. 일 실시형태에 있어서, 샤워 헤드(13)는, 플라즈마 처리 챔버(10)의 천장부(ceiling)의 적어도 일부를 구성한다. 플라즈마 처리 챔버(10)는, 샤워 헤드(13), 플라즈마 처리 챔버(10)의 측벽(10a) 및 기판 지지부(11)에 의하여 규정된 플라즈마 처리 공간(10s)을 갖는다. 플라즈마 처리 챔버(10)는 접지된다. 샤워 헤드(13) 및 기판 지지부(11)는, 플라즈마 처리 챔버(10)의 케이스와는 전기적으로 절연된다.
- [0035] 기판 지지부(11)는, 본체부(111) 및 링 어셈블리(112)를 포함한다. 본체부(111)는, 기판(W)을 지지하기 위한 중앙 영역(111a)과, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 환상 영역(111b)을 갖는다. 웨이퍼는 기판(W)의 일레이다. 본체부(111)의 환상 영역(111b)은, 평면시(平面視)에서 본체부(111)의 중앙 영역(111a)을 둘러싸고 있다. 기판(W)은, 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상에 배치되고, 링 어셈블리(112)는, 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상의 기판(W)을 둘러싸도록 본체부(111)의 환상 영역(111b) 상에 배치된다. 따라서, 중앙 영역(111a)은, 기판(W)을 지지하기 위한 기판 지지면이라고도 불리고, 환상 영역(111b)은, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 링 지지면이라고도 불린다.
- [0036] 일 실시형태에 있어서, 본체부(111)는, 기대(基臺)(1110) 및 정전 척(1111)을 포함한다. 기대(1110)는, 도전성 부재를 포함한다. 기대(1110)의 도전성 부재는 하부 전극으로서 기능할 수 있다. 정전 척(1111)은, 기대(1110) 위에 배치된다. 정전 척(1111)은, 세라믹 부재(1111a)와 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되는 정전 전극(1111b)을 포함한다. 세라믹 부재(1111a)는, 중앙 영역(111a)을 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 세라믹 부재(1111a)는, 환상 영역(111b)도 갖는다. 또한, 환상 정전 척이나 환상 절연 부재와 같은, 정전 척(1111)을 둘러싸는 다른 부재가 환상 영역(111b)을 가져도 된다. 이 경우, 링 어셈블리(112)는, 환상 정전 척 또는 환상 절연 부재 위에 배치되어도 되고, 정전 척(1111)과 환상 절연 부재의 양방 위에 배치되어도 된다. 또, 후술하는 RF 전원(31) 및/또는 DC 전원(32)에 결합되는 적어도 하나의 RF/DC 전극이 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되어도 된다. 이 경우, 적어도 하나의 RF/DC 전극이 하부 전극으로서 기능한다. 후술하는 바이어스 RF 신호 및/또는 DC 신호가 적어도 하나의 RF/DC 전극에 공급되는 경우, RF/DC 전극은 바이어스 전극이라고도 불린다. 또한, 기대(1110)의 도전성 부재와 적어도 하나의 RF/DC 전극이 복수의 하부 전극으로서 기능해도 된다. 또, 정전 전극(1111b)이 하부 전극으로서 기능해도 된다. 따라서, 기판 지지부(11)는, 적어도 하나의 하부 전극을 포함한다.
- [0037] 링 어셈블리(112)는, 하나 또는 복수의 환상 부재를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 하나 또는 복수의 환상 부재는, 하나 또는 복수의 에지 링과 적어도 하나의 커버 링을 포함한다. 에지 링은, 도전성 재료 또는 절연 재료로 형성되고, 커버 링은, 절연 재료로 형성된다.
- [0038] 또, 기판 지지부(11)는, 정전 척(1111), 링 어셈블리(112) 및 기판 중 적어도 하나를 타깃 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함해도 된다. 온도 조절 모듈은, 히터, 전열 매체, 유로(1110a), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 유로(1110a)에는, 브라인이나 가스와 같은 전열 유체가 흐른다. 일 실시형태에 있어서, 유로(1110a)가 기대(1110) 내에 형성되고, 하나 또는 복수의 히터가 정전 척(1111)의 세라믹 부재(1111a) 내에 배치된다. 또, 기판 지지부(11)는, 기판(W)의 이면과 중앙 영역(111a) 사이의 간극에 전열 가스를 공급하도록 구성된 전열 가스 공급부를 포함해도 된다.
- [0039] 샤워 헤드(13)는, 가스 공급부(20)로부터의 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 도입하도록 구성된다. 샤워 헤드(13)는, 적어도 하나의 가스 공급구(13a), 적어도 하나의 가스 확산실(13b), 및 복수의 가스 도입구(13c)를 갖는다. 가스 공급구(13a)에 공급된 처리 가스는, 가스 확산실(13b)을 통과하여 복수의 가스 도입구(13c)로부터 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 도입된다. 또, 샤워 헤드(13)는, 적어도 하나의 상부 전극을 포함한다. 또한, 가스 도입부는, 샤워 헤드(13)에 더하여, 측벽(10a)에 형성된 하나 또는 복수의 개구부에 장착되는 하나 또는 복수의 사이드 가스 주입부(SGI: Side Gas Injector)를 포함해도 된다.
- [0040] 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 가스 소스(21) 및 적어도 하나의 유량 제어기(22)를 포함해도 된다. 일 실시형태에 있어서, 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스를, 각각에 대응하는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응하는 유량 제어기(22)를 개재하여 샤워 헤드(13)에 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는, 예를 들면 매스 플로 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기를 포함해도 된다. 또한, 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 적어도 하나의 유량 변조 디바이스를 포함해도 된다.

- [0041] 전원(30)은, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 개재하여 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 RF 전원(31)을 포함한다. RF 전원(31)은, 적어도 하나의 RF 신호(RF 전력)를 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 공급하도록 구성된다. 이로써, 플라즈마 처리 공간(10s)에 공급된 적어도 하나의 처리 가스로부터 플라즈마가 형성된다. 따라서, RF 전원(31)은, 플라즈마 생성부(12)의 적어도 일부로서 기능할 수 있다. 또, 바이어스 RF 신호를 적어도 하나의 하부 전극에 공급함으로써, 기판(W)에 바이어스 전위가 발생하고, 형성된 플라즈마 중의 이온 성분을 기판(W)으로 끌어들이 수 있다.
- [0042] 일 실시형태에 있어서, RF 전원(31)은, 제1 RF 생성부(31a) 및 제2 RF 생성부(31b)를 포함한다. 제1 RF 생성부(31a)는, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 개재하여 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 결합되고, 플라즈마 생성용의 소스 RF 신호(소스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 일 실시형태에 있어서, 소스 RF 신호는, 10MHz~150MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 제1 RF 생성부(31a)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 소스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 된다. 생성된 하나 또는 복수의 소스 RF 신호는, 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 공급된다.
- [0043] 제2 RF 생성부(31b)는, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 개재하여 적어도 하나의 하부 전극에 결합되고, 바이어스 RF 신호(바이어스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 바이어스 RF 신호의 주파수는, 소스 RF 신호의 주파수와 동일해도 되고 상이해도 된다. 일 실시형태에 있어서, 바이어스 RF 신호는, 소스 RF 신호의 주파수보다 낮은 주파수를 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 바이어스 RF 신호는, 100kHz~60MHz의 범위 내의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 제2 RF 생성부(31b)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 바이어스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 된다. 생성된 하나 또는 복수의 바이어스 RF 신호는, 적어도 하나의 하부 전극에 공급된다. 또, 다양한 실시형태에 있어서, 소스 RF 신호 및 바이어스 RF 신호 중 적어도 하나가 펄스화되어도 된다.
- [0044] 또, 전원(30)은, 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 DC 전원(32)을 포함해도 된다. DC 전원(32)은, 제1 DC 생성부(32a) 및 제2 DC 생성부(32b)를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 제1 DC 생성부(32a)는, 적어도 하나의 하부 전극에 접속되고, 제1 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제1 DC 신호는, 적어도 하나의 하부 전극에 인가된다. 일 실시형태에 있어서, 제2 DC 생성부(32b)는, 적어도 하나의 상부 전극에 접속되고, 제2 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제2 DC 신호는, 적어도 하나의 상부 전극에 인가된다.
- [0045] 다양한 실시형태에 있어서, 제1 및 제2 DC 신호가 펄스화되어도 된다. 이 경우, 전압 펄스의 시퀀스가 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 인가된다. 전압 펄스는, 직사각형, 사다리꼴, 삼각형 또는 이들의 조합의 펄스 파형을 가져도 된다. 일 실시형태에 있어서, DC 신호로부터 전압 펄스의 시퀀스를 생성하기 위한 파형 생성부가 제1 DC 생성부(32a)와 적어도 하나의 하부 전극의 사이에 접속된다. 따라서, 제1 DC 생성부(32a) 및 파형 생성부는, 전압 펄스 생성부를 구성한다. 제2 DC 생성부(32b) 및 파형 생성부가 전압 펄스 생성부를 구성하는 경우, 전압 펄스 생성부는, 적어도 하나의 상부 전극에 접속된다. 전압 펄스는, 양의 극성을 가져도 되고, 음의 극성을 가져도 된다. 또, 전압 펄스의 시퀀스는, 1주기 내에 하나 또는 복수의 양극성 전압 펄스와 하나 또는 복수의 음극성 전압 펄스를 포함해도 된다. 또한, 제1 및 제2 DC 생성부(32a, 32b)는, RF 전원(31)에 더하여 마련되어도 되고, 제1 DC 생성부(32a)가 제2 RF 생성부(31b) 대신에 마련되어도 된다.
- [0046] 배기 시스템(40)은, 예를 들면 플라즈마 처리 챔버(10)의 바닥부에 마련된 가스 배출구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은, 압력 조정 밸브 및 진공 펌프를 포함해도 된다. 압력 조정 밸브에 의하여, 플라즈마 처리 공간(10s) 내의 압력이 조정된다. 진공 펌프는, 터보 분자 펌프, 드라이 펌프 또는 이들의 조합을 포함해도 된다.
- [0047] 플라즈마 처리 장치(1)는, 기판(W)의 표면을 가열하기 위한 가열 장치를 구비해도 된다. 후술하는 도 11에 나타나는 예칭 장치(105)가, 기판(W)의 표면을 가열하기 위한 가열 장치를 구비해도 된다. 가열 장치는, 예를 들면 에너지선 발생 장치 등을 구비해도 된다. 에너지선 발생 장치의 예는, 적외선 발생 장치, 전자파 발생 장치 및 레이저 발생 장치를 포함한다. 가열 장치는, 플라즈마 처리 챔버(10) 외부에 마련되어도 된다. 이 경우, 예를 들면 플라즈마 처리 챔버(10)의 측벽(10a)에 마련된 창을 개재하여 기판(W)에 에너지선을 조사함으로써, 기판(W)의 표면을 가열할 수 있다. 혹은, 에너지선 투과성의 재료로 형성된 샤워 헤드(13)를 통하여 기판(W)에 에너지선을 조사함으로써, 기판(W)의 표면을 가열할 수 있다. 가열 장치는, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 마련되어도 된다. 이 경우, 가열 장치는, 기판 지지부(11) 내에 마련되는 히터를 구비해도 된다.
- [0048] 플라즈마 처리 장치(1)는, 예칭양을 모니터링하는 모니터 장치를 구비해도 된다. 후술하는 도 11에 나타나는 예칭 장치(105)가, 예칭양을 모니터링하는 모니터 장치를 구비해도 된다. 모니터 장치에 의하여 예칭의 종점을 검출할 수 있다. 모니터 장치는, 플라즈마 발광을 분석하는 발광 분석 장치(OES: Optical Emission Spectrometer)여도

된다. 모니터 장치는, 에칭 대상막의 두께를 측정하는 막후계(膜厚計)여도 된다. 막후계의 예는, 광학식의 막후계를 포함한다. 막후계는 라인 모양의 막후계여도 된다. 막후계는, 플라즈마 처리 챔버(10) 외부에 마련되어도 된다. 일례로는, 에칭 후의 기판(W)이 반송되는 반송 경로 상(예를 들면, 기판이 통과하는 챔버에 형성된 개구부)에 마련되어도 된다. 모니터 장치는, 기판(W)의 질량을 측정하는 질량 측정기여도 된다. 질량 측정기의 예는, 저울을 포함한다. 질량 측정기는, 기판 지지부(11) 아래에 마련되어도 된다.

[0049] 도 3은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 플로차트이다. 도 3에 나타나는 플라즈마 처리 방법 MT(이하, "방법 MT"라고 한다)는, 상기 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)에 의하여 실행될 수 있다. 방법 MT는 에칭 방법이어도 된다. 방법 MT는 원자층 에칭(ALE)법이어도 된다. 방법 MT는, 기판(W)에 적용될 수 있다.

[0050] 도 4는, 도 3의 방법이 적용될 수 있는 일례의 기판의 단면도이다. 도 4에 나타나는 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 기판(W)은, 제1 영역(R1)과, 제2 영역(R2)을 포함한다. 기판(W)은, 하지(下地) 영역(UR)을 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은 하지 영역(UR) 상에 마련되어도 된다. 제2 영역(R2)은 제1 영역(R1) 상에 마련되어도 된다.

[0051] 제1 영역(R1)은 제1 재료를 포함한다. 제1 영역(R1)은 금속을 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은 금속 함유막을 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은, 금속막 및 금속 화합물막 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은, 산소 및 질소 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은, 금속 산화물 및 금속 질화물 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 제1 영역(R1)은, Al, Hf, Zr, Fe, Ni, Co, Mn, Mg, Rh, Ru, Cr, Si, Ti, Ga, In, Zn, Pb, Ge, Ta, Cu, W, Mo, Pt, Cd 및 Sn 중 적어도 하나를 포함해도 된다.

[0052] 제2 영역(R2)은, 제1 재료와는 상이한 제2 재료를 포함한다. 제2 영역(R2)은, 제1 영역(R1)에 포함되는 금속 이외의 원소(예를 들면 금속, 실리콘 또는 탄소)를 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은 실리콘을 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은, 실리콘 산화물 및 실리콘 질화물 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은 탄소를 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은, 포토레지스트, 스핀 온 카본, 어모퍼스 카본 및 텅스텐 카바이드 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은 마스크를 포함해도 된다. 제2 영역(R2)은 개구(OP)를 가져도 된다.

[0053] 하지 영역(UR)은, 제1 재료 및 제2 재료와는 상이한 제3 재료를 포함해도 된다. 하지 영역(UR)은 실리콘, 탄소 및 금속 중 적어도 하나를 포함해도 된다.

[0054] 이하, 방법 MT에 대하여, 방법 MT가 상기 실시형태의 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여 기판(W)에 적용되는 경우를 예로 들어, 도 3~도 7을 참조하면서 설명한다. 도 5~도 7은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 방법의 일 공정에 있어서의 일례의 기판의 단면도이다. 플라즈마 처리 장치(1)가 이용되는 경우에는, 제어부(2)에 의한 플라즈마 처리 장치(1)의 각부(各部)의 제어에 의하여, 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서 방법 MT가 실행될 수 있다. 방법 MT에서는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 배치된 기판 지지부(11)(기판 지지기) 상의 기판(W)을 처리한다.

[0055] 도 3에 나타나는 바와 같이, 방법 MT는, 공정 ST1~공정 ST5를 포함할 수 있다. 공정 ST1~공정 ST5는, 순서대로 실행될 수 있다. 공정 ST5는 실행되지 않아도 된다. 공정 ST3~공정 ST5는 공정 ST2가 행해진 상태에서 실행될 수 있다. 공정 ST1~공정 ST5는, 인 시츄(in-situ)로 행해져도 된다. 즉, 기판(W)을 플라즈마 처리 챔버(10) 외부로 취출하지 않고 방법 MT가 행해져도 된다.

[0056] 공정 ST1에서는, 도 4에 나타나는 기판(W)을 제공한다. 기판(W)은, 도 2에 나타나는 바와 같이, 플라즈마 처리 챔버(10) 내의 기판 지지부(11) 상에 제공되어도 된다. 하지 영역(UR)은, 기판 지지부(11)와 제1 영역(R1)의 사이에 배치될 수 있다.

[0057] 공정 ST2에서는, 도 5에 나타나는 바와 같이, 제1 영역(R1)의 표면(Ra1)을 개질하기 위한 개질 가스(MD)와, 탄소 함유 프리커서(PR)를 공급한다. 개질 가스(MD) 및 탄소 함유 프리커서(PR)는, 도 2에 나타나는 바와 같이, 가스 공급부(20)로부터 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 공급될 수 있다. 개질 가스(MD) 및 탄소 함유 프리커서(PR)는, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에서 혼합되어도 되고, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 공급되기 전에 혼합되어도 된다. 개질 가스(MD) 및 탄소 함유 프리커서(PR)는, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 동시에 공급되어도 되고, 시간차로 공급되어도 된다.

[0058] 개질 가스(MD)는 할로젠 함유 가스 및 산소 함유 가스 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 할로젠 함유 가스는, 제1 영역(R1)이 금속 산화막 및 금속 질소막 중 적어도 하나를 포함하는 경우에 사용될 수 있다. 개질 가스(MD)는 불소 함유 가스를 포함해도 된다. 불소 함유 가스는, 불화 수소 가스(HF 가스), 플루오로카본 가스, 질소 함유 가스 및 황 함유 가스 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 플루오로카본 가스는, C₄F₆ 가스, C₄F₈ 가스, C₃F₈

가스, 및 CF_4 가스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 질소 함유 가스는, NF_3 가스를 포함할 수 있다. 황 함유 가스는, SF_6 가스를 포함할 수 있다. 개질 가스(MD)는 염소 함유 가스를 포함해도 된다. 염소 함유 가스는, Cl_2 가스, 클로로카본 가스, 질소 함유 가스 및 황 함유 가스 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 클로로카본 가스는, C_4Cl_6 가스, C_4Cl_8 가스, C_3Cl_8 가스, 및 CCl_4 가스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 질소 함유 가스는, NCl_3 가스를 포함할 수 있다. 황 함유 가스는, SCl_6 가스를 포함할 수 있다.

[0059] 산소 함유 가스는, 제1 영역(R1)이 금속막을 포함하는 경우에 사용될 수 있다. 산소 함유 가스는, O_2 가스, CO 가스 및 CO_2 가스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0060] 탄소 함유 프리커서(PR)는 금속을 함유하지 않아도 된다. 탄소 함유 프리커서(PR)는, 알코올, β -다이케톤, 아미딘, 아세트아미딘 및 β -다이케타민 중 적어도 하나를 포함해도 된다. β -다이케톤은, acac(아세틸아세톤), hfac(헥사플루오로아세틸아세톤), tfac(트라이플루오로아세틸아세톤) 및 tmhd(테트라메틸헵테인다이온) 중 적어도 하나를 포함해도 된다.

[0061] 공정 ST2에 있어서, 불활성 가스가 더 공급되어도 된다. 불활성 가스는, 희가스 및 N_2 가스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0062] 공정 ST3에서는, 도 6에 나타나는 바와 같이, 개질 가스(MD)와 탄소 함유 프리커서(PR)를 포함하는 혼합 가스로부터 생성되는 플라즈마(PL)에 의하여, 제1 영역(R1)의 표면(R1a)을 개질하여 개질층(ML)을 형성한다. 플라즈마(PL)는, 플라즈마 처리 장치(1)에 제1 고주파 전력이 공급됨으로써 생성된다. 플라즈마(PL) 중에 있어서, 개질 가스(MD)가 해리되어 활성종(이온 또는 라디칼)이 생성된다.

[0063] 개질층(ML)은, 개질 가스(MD)로부터 생성되는 활성종과 제1 영역(R1)의 반응에 의하여 형성될 수 있다. 예를 들면, 개질 가스(MD)가 할로젠 함유 가스를 포함하고, 제1 영역(R1)이 금속 산화막 및 금속 질소막 중 적어도 하나를 포함해도 된다. 이 경우, 개질 가스(MD)로부터 생성되는 할로젠을 포함하는 활성종과 금속 산화막 및 금속 질소막 중 적어도 하나의 반응에 의하여 개질층(ML)이 형성될 수 있다.

[0064] 공정 ST3에 있어서 제2 영역(R2) 상에 탄소 함유 퇴적물(DP)이 형성되어도 된다. 탄소 함유 퇴적물(DP)은, 탄소 함유 프리커서(PR)로 형성될 수 있다. 플라즈마(PL) 중에 있어서, 탄소 함유 프리커서(PR)가 해리되어 활성종(이온 또는 라디칼)이 생성된다. 탄소 함유 프리커서(PR)로부터 생성되어 탄소를 포함하는 활성종이 제2 영역(R2) 상에 퇴적됨으로써, 탄소 함유 퇴적물(DP)이 형성될 수 있다. 탄소 함유 퇴적물(DP)에 의하여 제2 영역(R2)을 보호할 수 있으므로, 공정 ST4에 있어서 제2 영역(R2)에 대한 높은 에칭 선택비가 얻어진다.

[0065] 공정 ST3에 있어서, 기관(W)을 지지하는 기관 지지부(11) 중의 전극에 바이어스 전력이 공급되어도 된다. 바이어스 전력은 고주파 전력일 수 있다. 바이어스 전력에 의하여, 플라즈마(PL) 중의 개질 가스(MD)에서 유래하는 이온이 제1 영역(R1)의 표면(R1a)으로 끌어들여지므로, 개질층(ML)의 형성이 촉진된다.

[0066] 공정 ST3에 있어서, 기관(W)은 가열되어도 된다. 기관 지지부(11)의 온도는, 100°C 이상, 150°C 이상, 또는 200°C 이상일 수 있다. 기관 지지부(11)의 온도는, 450°C 이하일 수 있다. 가열은, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 생성되는 플라즈마(PL) 또는 기관 지지부(11) 내의 온도 조절 모듈에 의하여 행해질 수 있다. 가열은, 에너지선 발생 장치로부터 조사되는 에너지선에 의하여 행해져도 된다. 가열에 의하여, 제1 영역(R1)과 개질 가스(MD)의 반응이 촉진된다.

[0067] 공정 ST4에서는, 도 7에 나타나는 바와 같이, 제1 고주파 전력의 공급을 정지하여, 개질층(ML)과 탄소 함유 프리커서(PR)를 반응시킴으로써, 개질층(ML)을 제거한다. 공정 ST3 및 공정 ST4에 의하여, 제1 영역(R1)이 제거될 수 있다. 플라즈마가 생성되지 않도록 제1 고주파 전력의 공급은 정지될 수 있다. 공정 ST4에서는, 개질층(ML)과 탄소 함유 프리커서(PR)의 반응에 의하여, 휘발성이 높은 부생성물(BP)이 생성될 수 있다. 부생성물(BP)이 휘발됨으로써, 개질층(ML)이 제거될 수 있다. 개질층(ML)이 제거됨으로써, 제1 영역(R1)에 오목부(RS)가 형성될 수 있다. 공정 ST4에서는, 제1 고주파 전력보다 작은 제2 고주파 전력이 공급되어도 된다. 이 경우이더라도, 개질층(ML)과 탄소 함유 프리커서(PR)의 반응에 의하여, 부생성물(BP)이 생성될 수 있다. 제2 고주파 전력의 공급에 의하여 플라즈마가 생성되어도 된다. 이 경우, 플라즈마 중의 해리되어 있지 않은 탄소 함유 프리커서(PR)와 개질층(ML)의 반응에 의하여, 부생성물(BP)이 생성될 수 있다.

[0068] 공정 ST4에서는, 개질 가스(MD)와 탄소 함유 프리커서(PR)를 포함하는 혼합 가스가 공급될 수 있다. 공정 ST4에 있어서, 개질 가스(MD)의 공급이 정지되어도 되고, 공정 ST3에 있어서의 개질 가스(MD)의 유량보다 작은 유량의

개질 가스(MD)가 공급되어도 된다.

- [0069] 공정 ST4에 있어서, 공정 ST3과 동일하게, 기관(W)이 가열되어도 된다. 가열에 의하여, 개질층(ML)과 탄소 함유 프리커서(PR)의 반응이 촉진된다.
- [0070] 공정 ST3 및 공정 ST4를 포함하는 기간에 있어서, 개질 가스(MD) 및 탄소 함유 프리커서(PR)가 연속적으로 공급되어도 된다. 즉, 공정 ST3과 공정 ST4의 사이에 있어서, 가스종의 전환 및 가스의 퍼지가 행해지지 않아도 된다. 공정 ST3 및 공정 ST4를 포함하는 기간에 있어서, 개질 가스(MD) 및 탄소 함유 프리커서(PR)의 유량은, 일정해도 되고, 시간의 경과와 함께 변경되어도 된다.
- [0071] 공정 ST5에서는, 공정 ST3 및 공정 ST4를 반복해도 된다. 공정 ST3 및 공정 ST4는 번갈아 실행될 수 있다. 공정 ST3 및 공정 ST4는 복수 회 반복되어도 된다. 공정 ST3 및 공정 ST4의 실행 횟수가 임계값에 도달한 경우에 공정 ST5를 종료해도 된다. 공정 ST5에 의하여, 제1 영역(R1)의 에칭양을 크게 할 수 있으므로, 깊은 오목부(RS)를 형성할 수 있다.
- [0072] 방법 MT에 의하면, 공정 ST3 및 공정 ST4에 있어서 고주파 전력의 공급을 제어함으로써, 개질층(ML)의 형성과 개질층(ML)의 제거를 전환할 수 있다. 공정 ST3과 공정 ST4의 사이에 있어서, 개질 가스(MD)로부터 탄소 함유 프리커서(PR)로의 가스종의 전환 및 가스의 퍼지(개질 가스(MD)의 제거)가 필요하지 않다. 따라서, 공정 ST3 및 공정 ST4의 합계 처리 시간을 짧게 할 수 있으므로, 높은 생산성이 얻어진다.
- [0073] 탄소 함유 프리커서(PR)가 금속을 함유하지 않는 경우, 공정 ST3에 있어서, 플라즈마(PL) 중의 탄소 함유 프리커서(PR)가 해리되어도, 탄소 함유 프리커서(PR)에서 유래하는 금속이 발생하지 않는다. 따라서, 기관(W) 및 플라즈마 처리 챔버(10)의 금속 오염을 억제할 수 있다.
- [0074] 도 8은, 플라즈마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 일례를 나타내는 타이밍 차트이다. 가로축은 시간 t를 나타낸다. 세로축은 전력의 크기를 나타낸다. 도 8의 타이밍 차트는, 방법 MT에 있어서의 공정 S3~공정 S5에 관련된다. 공정 ST3에 있어서 플라즈마(PL)를 생성하기 위한 고주파 전력은, 기관 지지부(11)의 본체부(111) 중의 전극 또는 기관 지지부(11)에 대향하는 전극에 부여되는 고주파 전력(HF)이어도 된다. 고주파 전력(HF)의 주파수는, 27MHz 이상 100MHz 이하여도 된다. 바이어스 전력은, 기관 지지부(11)의 본체부(111) 중의 전극에 부여되는 고주파 전력(LF)이어도 된다. 고주파 전력(LF)의 주파수는, 고주파 전력(HF)의 주파수보다 작아도 된다. 고주파 전력(LF)의 주파수는, 100kHz 이상 40.68MHz 이하여도 된다.
- [0075] 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF)은, 주기(CY)로 주기적으로 인가되어도 된다. 즉, 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF)의 각각은 펄스여도 된다. 주기(CY)는, 제1 기간(CY1) 및 제2 기간(CY2)을 포함할 수 있다. 제2 기간(CY2)은 제1 기간(CY1) 후의 기간이다. 제2 기간(CY2)은 제1 기간(CY1)과 교호의 기간이어도 된다. 제1 기간(CY1)은 공정 ST3에 대응한다. 제1 기간(CY1)에 있어서, 플라즈마(PL)를 생성하기 위한 고주파 전력(HF)이 공급되어도 된다. 제2 기간(CY2)은 공정 ST4에 대응한다. 제2 기간(CY2)에 있어서, 고주파 전력(HF)이 공급되지 않아도 되고, 플라즈마(PL)를 생성하기 위한 고주파 전력(HF)이 공급되어도 된다. 제2 기간(CY2)에 있어서 공급될 수 있는 고주파 전력(HF)은, 제1 기간(CY1)에 있어서 공급되는 고주파 전력(HF)보다 작다. 주기(CY)에 대응하는 1사이클이 2회 이상 반복되어 실시되어도 된다. 주기(CY)를 반복하는 공정은 공정 ST5에 대응한다. 주기(CY)를 규정하는 주파수는, 0.1Hz 이상 100kHz 이하여도 되고, 10Hz 이상 100kHz 이하여도 된다. 주기(CY)의 시간 길이는, 주기(CY)를 규정하는 주파수의 역수이다.
- [0076] 제1 기간(CY1)에 있어서, 고주파 전력(LF)은 고전력(L2)으로 유지되고, 고주파 전력(HF)은 고전력(H2)으로 유지될 수 있다. 제1 기간(CY1)에서는, 개질층(ML) 및 탄소 함유 퇴적물(DP)이 형성될 수 있다. 제2 기간(CY2)에 있어서, 고주파 전력(LF)은 고전력(L2)보다 작은 저전력(L1)(예를 들면 0W)으로 유지되고, 고주파 전력(HF)은 고전력(H2)보다 작은 저전력(H1)(예를 들면 0W)으로 유지될 수 있다. 제2 기간(CY2)에서는, 개질층(ML) 및 탄소 함유 퇴적물(DP)은 형성되지 않고, 개질층(ML)이 제거될 수 있다. 도 8에 있어서, 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF)은, 동기된 펄스일 수 있다.
- [0077] 도 9는, 플라즈마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 다른 일례를 나타내는 타이밍 차트이다. 도 9의 타이밍 차트는, 제1 기간(CY1)의 고주파 전력(LF)의 전력이 상이한 것 이외에는 도 8의 타이밍 차트와 동일하다. 도 9의 타이밍 차트에서는, 주기(CY)의 제1 기간(CY1)이 제3 기간(CY11) 및 제4 기간(CY12)을 포함할 수 있다. 제4 기간(CY12)은 제3 기간(CY11) 이후의 기간이다.
- [0078] 제3 기간(CY11)에 있어서, 고주파 전력(LF)은 저전력(L1)으로 유지되고, 고주파 전력(HF)은 고전력(H2)으로 유지될 수 있다. 제3 기간(CY11)에서는, 탄소 함유 퇴적물(DP)의 형성이 촉진된다. 제4 기간(CY12)에 있어서, 고

주파 전력(LF)은 고전력(L2)으로 유지되고, 고주파 전력(HF)은 고전력(H2)으로 유지될 수 있다. 제4 기간(CY12)에서는, 개질층(ML)의 형성이 촉진된다. 이와 같이, 고주파 전력(LF)이 공급되는 기간인 제4 기간(CY12)이, 고주파 전력(HF)이 공급되는 기간인 제1 기간(CY1)보다 짧아도 된다.

[0079] 도 10은, 플라스마 처리 장치에 공급되는 고주파 전력 및 바이어스 전력의 시간 변화의 다른 일례를 나타내는 타이밍 차트이다. 도 10의 타이밍 차트는, 제3 기간(CY11)의 고주파 전력(LF)의 전력이 상이한 것 이외에는 도 9의 타이밍 차트와 동일하다. 도 10의 타이밍 차트에서는, 제3 기간(CY11)에 있어서, 고주파 전력(LF)은 중전력(L3)(제1 바이어스 전력)으로 유지되고, 고주파 전력(HF)은 고전력(H2)으로 유지될 수 있다. 중전력(L3)은, 저전력(L1)과 고전력(L2)의 사이의 전력일 수 있다. 제3 기간(CY11)에서는, 탄소 함유 퇴적물(DP)의 형성이 촉진된다. 제4 기간(CY12)에 있어서, 고주파 전력(LF)은 고전력(L2)(제2 바이어스 전력)으로 유지된다.

[0080] 도 8~도 10의 타이밍 차트는 이하와 같이 변경되어도 된다.

[0081] 고주파 전력(HF)은, 제1 기간(CY1)의 일부에 있어서 고전력(H2)으로 유지되고, 제1 기간(CY1)의 다른 일부에 있어서 고전력(H2)과는 상이하며 저전력(L1)보다 큰 전력으로 유지되어도 된다.

[0082] 주기(CY)에 있어서, 고주파 전력(HF)이 고전력(H2)으로 유지되고 있는 기간이 차지하는 비율(고주파 전력(HF)의 듀티비)은 변경되어도 된다. 동일하게, 주기(CY)에 있어서, 고주파 전력(LF)이 고전력(L2)으로 유지되고 있는 기간이 차지하는 비율(고주파 전력(LF)의 듀티비)은 변경되어도 된다. 고주파 전력(HF) 및 고주파 전력(LF)의 듀티비는, 공정 ST3에 있어서 형성되는 개질층(ML)의 거의 전부가 공정 ST4에 있어서 제거되도록 조정되어도 된다.

[0083] 시간이 경과함에 따라, 고전력(H2), 고전력(L2), 고주파 전력(HF)의 듀티비, 고주파 전력(LF)의 듀티비, 고주파 전력(HF)의 주기(CY)를 규정하는 주파수 및 고주파 전력(LF)의 주기(CY)를 규정하는 주파수 중 적어도 하나를 변경해도 된다. 예를 들면, 시간이 경과함에 따라, 고전력(L2) 및 고전력(H2)을 증가시켜도 되고, 고주파 전력(LF)의 주기(CY)를 규정하는 주파수를 저감시켜도 된다.

[0084] 도 11은, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라스마 처리 장치가 구비하는 예칭 장치를 나타내는 단면도이다. 플라스마 처리 장치는, 도 11에 나타나는 예칭 장치(105)를 구비해도 된다. 예칭 장치(105)는, 챔버(140)를 구비한다. 챔버(140) 내에 플라스마는 생성되지 않는다. 챔버(140) 내에는, 기관(W)을 지지하기 위한 기관 지지부(142)가 마련되어 있다. 예칭 장치(105)는, 챔버(140) 내에 가스를 공급하기 위한 가스 공급부(143)와, 챔버(140) 내의 압력을 저하시키기 위한 배기 시스템(144)을 구비한다.

[0085] 챔버(140)는, 챔버 본체(151)와, 덮개부(152)를 구비한다. 챔버 본체(151)는, 측벽부(151a)와 바닥부(151b)를 갖는다. 챔버 본체(151)의 상부는 개구를 갖는다. 개구는, 덮개부(152)에 의하여 폐쇄된다. 측벽부(151a)와 바닥부(151b)는, 셀 부재에 의하여 밀폐된다.

[0086] 덮개부(152)는, 외측에 위치하는 덮개 부재(155)와, 덮개 부재(155)의 내측에 끼워 놓여지는 샤프 헤드(156)를 갖는다. 샤프 헤드(156)는 기관 지지부(142)를 향하도록 마련된다. 샤프 헤드(156)는, 본체(157)와 샤프 플레이트(158)를 갖는다. 본체(157)는, 예를 들면 원통상의 측벽(157a)과 상부벽(157b)을 갖는다. 샤프 플레이트(158)는, 본체(157)의 바닥부에 마련된다. 본체(157)와 샤프 플레이트(158)의 사이에는 공간(159)이 형성되어 있다.

[0087] 덮개 부재(155) 및 상부벽(157b)에는, 공간(159)까지 관통하는 가스 도입로(161)가 형성되어 있다. 가스 도입로(161)에는, 가스 공급부(143)의 가스 공급관(171)이 접속된다.

[0088] 샤프 플레이트(158)에는 복수의 가스 토출 구멍(162)이 형성되어 있다. 가스 공급관(171) 및 가스 도입로(161)를 통과하여 공간(159)에 도입되는 가스는, 가스 토출 구멍(162)으로부터 챔버(140) 내의 공간으로 토출된다.

[0089] 측벽부(151a)에는, 챔버(140) 내의 공간과 챔버(140) 외부의 공간의 사이에서 기관(W)을 반송하기 위한 게이트(153)가 마련된다. 게이트(153)는, 게이트 밸브(154)에 의하여 개폐 가능하다.

[0090] 기관 지지부(142)는, 챔버(140)의 바닥부(151b)에 접속된다. 기관 지지부(142) 내에는, 기관 지지부(142)의 온도를 조절하기 위한 온도 조절기(165)가 마련된다. 온도 조절기(165)는, 예를 들면 물 등의 온도 조절용 매체를 흘려보내기 위한 관로를 구비한다. 관로 내를 흐르는 온도 조절용 매체와 관로의 외측 부분의 사이에서 열교환이 행해짐으로써, 기관 지지부(142)의 온도가 조절된다. 이로써, 기관 지지부(142) 상의 기관(W)의 온도가 제어된다.

- [0091] 가스 공급부(143)는, 제1 가스를 공급하는 제1 가스 공급원(175)과, 제2 가스를 공급하는 제2 가스 공급원(176)을 구비한다. 제1 가스는 예를 들면 개질 가스(MD)이다. 제2 가스는 예를 들면 탄소 함유 프리커서(PR)이다. 제1 가스 공급원(175)에는, 제1 가스 공급관(172)의 일단(一端)이 접속된다. 제1 가스 공급관(172)의 타단(他端)은 가스 공급관(171)에 접속된다. 제2 가스 공급원(176)에는, 제2 가스 공급관(173)의 일단이 접속된다. 제2 가스 공급관(173)의 타단은 가스 공급관(171)에 접속된다. 제1 가스 공급관(172) 및 제2 가스 공급관(173)의 각각에는, 유로의 개폐 동작 및 유량 제어를 행하는 유량 제어기(179)가 마련된다.
- [0092] 따라서, 제1 가스는, 제1 가스 공급원(175)으로부터 제1 가스 공급관(172)을 거쳐 샤워 헤드(156)에 공급된다. 제2 가스는, 제2 가스 공급원(176)으로부터 제2 가스 공급관(173)을 거쳐 샤워 헤드(156)에 공급된다. 이들 가스는, 샤워 헤드(156)의 가스 토출 구멍(162)으로부터 챔버(140) 내의 기관(W)을 향하여 토출된다.
- [0093] 배기 시스템(144)은, 챔버(140)의 바닥부(151b)에 형성된 배기구(181)에 접속되는 배기관(182)을 갖는다. 배기 시스템(144)은, 배기관(182)에 마련된 자동 압력 제어부(APC: Automatic Pressure Control)(183) 및 진공 펌프(184)를 갖는다. 자동 압력 제어부(183)는, 챔버(140) 내의 압력을 제어할 수 있다. 진공 펌프(184)는, 챔버(140) 내의 가스를 챔버(140) 외부로 배출할 수 있다.
- [0094] 챔버(140)의 측벽에는, 챔버(140) 내의 압력을 측정하기 위한 압력계로서 2개의 캐패시턴스 마노미터(186a, 186b)가 마련된다. 캐패시턴스 마노미터(186a, 186b)는, 챔버(140)의 측벽을 관통한다. 캐패시턴스 마노미터(186a)는 고압력을 측정할 수 있다. 캐패시턴스 마노미터(186b)는 저압력을 측정할 수 있다. 기관 지지부(142) 상의 기관(W)의 근방에는, 기관(W)의 온도를 검출하는 온도 센서가 마련되어도 된다.
- [0095] 에칭 장치(105)의 챔버(140)의 게이트(153)는, 진공 반송 모듈(VTM: Vacuum Transfer Module)에 접속되어도 된다. 진공 반송 모듈에 도 2의 플라즈마 처리 장치(1)의 플라즈마 처리 챔버(10)가 접속되어도 된다. 이로써, 감압 상태를 유지한 상태에서, 에칭 장치(105)의 챔버(140)와 플라즈마 처리 장치(1)의 플라즈마 처리 챔버(10)의 사이에서 기관(W)을 반송할 수 있다.
- [0096] 방법 MT에서는, 도 2의 플라즈마 처리 장치(1)의 플라즈마 처리 챔버(10)에 있어서 공정 ST3이 행해져도 된다. 그 후, 기관(W)이 진공 반송 모듈에 의하여 반송되고, 도 11의 에칭 장치(105)의 챔버(140)에 있어서 공정 ST4가 행해져도 된다.
- [0097] 도 12는, 하나의 예시적 실시형태에 관한 플라즈마 처리 장치를 나타내는 도이다. 도 12에 나타내는 플라즈마 처리 장치(PS)는, 방법 MT의 실행을 위하여 이용될 수 있다.
- [0098] 플라즈마 처리 장치(PS)는, 받침대(3a~3d), 용기(4a~4d), 로더 모듈(LM), 얼라이너(AN), 로드록 모듈(LL1, LL2), 프로세스 모듈(PM1~PM6), 반송 모듈(TF), 및 제어부(2)를 구비하고 있다. 또한, 플라즈마 처리 장치(PS)에 있어서의 받침대의 개수, 용기의 개수, 로드록 모듈의 개수는 1개 이상의 임의의 개수일 수 있다. 또, 플라즈마 처리 장치(PS)에 있어서의 프로세스 모듈의 개수는, 2 이상의 임의의 개수일 수 있다.
- [0099] 받침대(3a~3d)는, 로더 모듈(LM)의 한 가장자리를 따라 배열되어 있다. 용기(4a~4d)는 각각, 받침대(3a~3d) 상에 탑재되어 있다. 용기(4a~4d)의 각각은, 예를 들면, FOU(Front Opening Unified Pod)라고 칭해지는 용기이다. 용기(4a~4d)의 각각은, 그 내부에 기관(W)을 수용하도록 구성되어 있다.
- [0100] 로더 모듈(LM)은, 챔버를 갖는다. 로더 모듈(LM)의 챔버 내의 압력은, 대기압으로 설정된다. 로더 모듈(LM)은, 반송 장치(TU1)를 갖는다. 반송 장치(TU1)는, 예를 들면 다관절 로봇이며, 제어부(2)에 의하여 제어된다. 반송 장치(TU1)는, 로더 모듈(LM)의 챔버를 통하여 기관(W)을 반송하도록 구성되어 있다. 반송 장치(TU1)는, 용기(4a~4d)의 각각과 얼라이너(AN)의 사이, 얼라이너(AN)와 로드록 모듈(LL1~LL2)의 각각의 사이, 로드록 모듈(LL1~LL2)의 각각과 용기(4a~4d)의 각각의 사이에서, 기관(W)을 반송할 수 있다. 얼라이너(AN)는, 로더 모듈(LM)에 접속되어 있다. 얼라이너(AN)는, 기관(W)의 위치의 조정(위치의 교정)을 행하도록 구성되어 있다.
- [0101] 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2)의 각각은, 로더 모듈(LM)과 반송 모듈(TF)의 사이에 마련되어 있다. 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2)의 각각은, 예비 감압실을 제공하고 있다.
- [0102] 반송 모듈(TF)은, 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2)의 각각에 게이트 밸브를 개재하여 접속되어 있다. 반송 모듈(TF)은, 감압 가능한 반송 챔버(TC)를 갖고 있다. 반송 모듈(TF)은, 반송 장치(TU2)를 갖고 있다. 반송 장치(TU2)는, 예를 들면, 다관절 로봇이며, 제어부(2)에 의하여 제어된다. 반송 장치(TU2)는, 반송 챔버(TC)를 개재하여 기관(W)을 반송하도록 구성되어 있다. 반송 장치(TU2)는, 로드록 모듈(LL1~LL2)의 각각과 프로세스 모듈(PM1~PM6)의 각각의 사이, 및, 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 임의의 2개의 프로세스 모듈의 사이에 있어서, 기

판(W)을 반송할 수 있다.

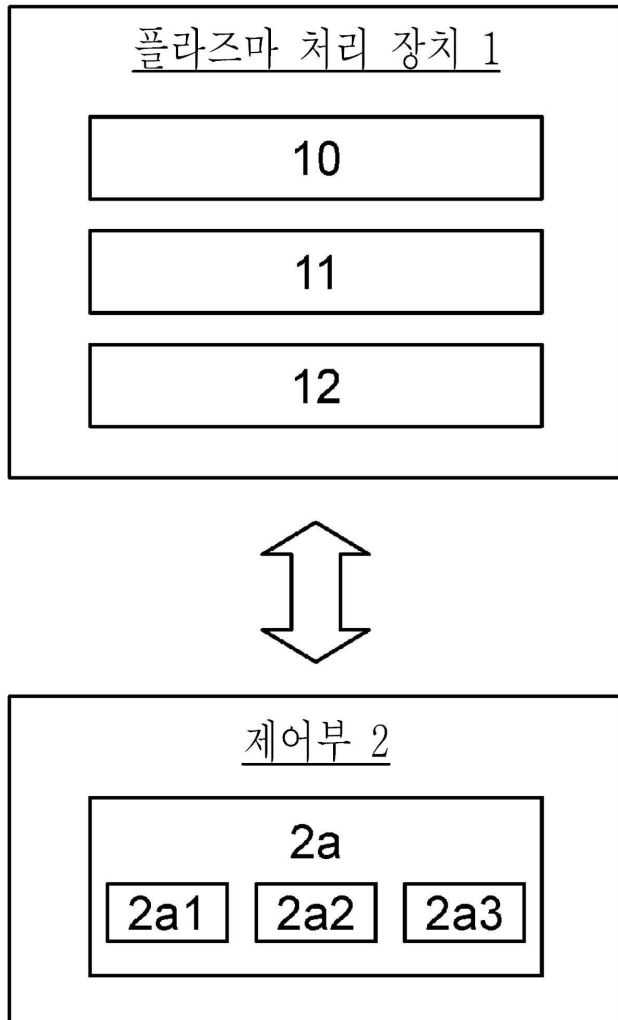
- [0103] 프로세스 모듈(PM1~PM6)의 각각은, 전용의 기관 처리를 행하도록 구성된 처리 장치이다. 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 1개의 프로세스 모듈은, 도 2의 플라즈마 처리 챔버(10)여도 된다. 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 다른 1개의 프로세스 모듈은, 도 11의 챔버(140)여도 된다. 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 1개의 프로세스 모듈은, 에칭양을 모니터하는 모니터 장치로서의 막후계를 구비해도 된다. 혹은, 반송 모듈(TF)이 막후계를 구비해도 된다. 이 경우, 1개의 프로세스 모듈로부터 다른 1개의 프로세스 모듈에 기관(W)을 반송하는 동안에 에칭양을 측정할 수 있다.
- [0104] 플라즈마 처리 장치(PS)에 있어서, 제어부(2)는, 플라즈마 처리 장치(PS)의 각부를 제어하도록 구성되어 있다. 플라즈마 처리 장치(PS)는, 프로세스 모듈 사이에서 기관(W)을 대기에 접촉시키지 않고 반송할 수 있다.
- [0105] 이상, 다양한 예시적 실시형태에 대하여 설명해 왔지만, 상술한 예시적 실시형태에 한정되지 않고, 다양한 추가, 생략, 치환, 및 변경이 이루어져도 된다. 또, 상이한 실시형태에 있어서의 요소를 조합하여 다른 실시형태를 형성하는 것이 가능하다.
- [0106] 이상의 설명으로부터, 본 개시의 다양한 실시형태는, 설명의 목적으로 본 명세서에서 설명되어 있고, 본 개시의 범위 및 주지로부터 벗어나지 않고 다양한 변경을 이룰 수 있는 것이, 이해될 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시한 다양한 실시형태는 한정하는 것을 의도하고 있지 않고, 실제 범위와 주지는, 첨부된 특허청구의 범위에 의하여 나타난다.

부호의 설명

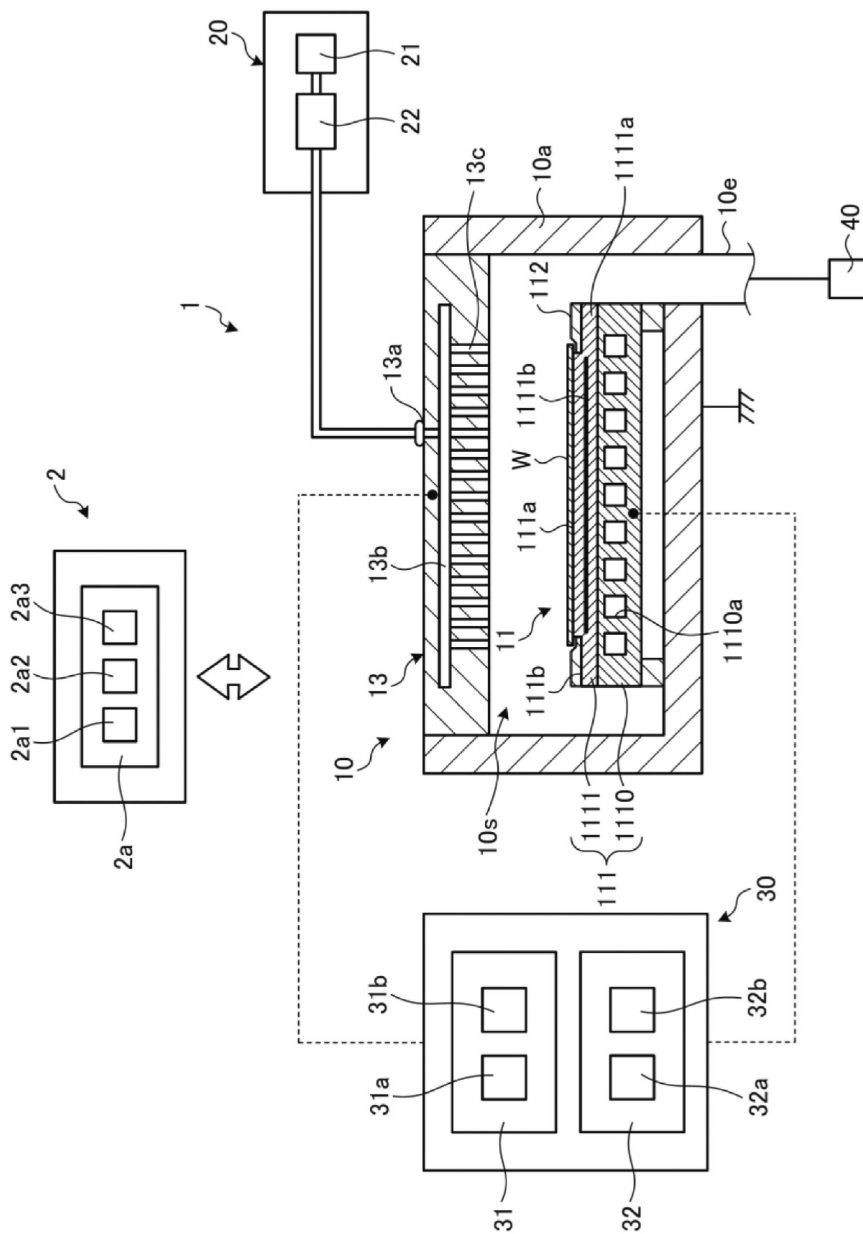
- [0107] 1...플라즈마 처리 장치
2...제어부
10...플라즈마 처리 챔버
11...기관 지지부
12...플라즈마 생성부
20...가스 공급부
MD...개질 가스
ML...개질층
PR...탄소 함유 프리커서
R1...제1 영역
R1a...표면
R2...제2 영역
W...기관

도면

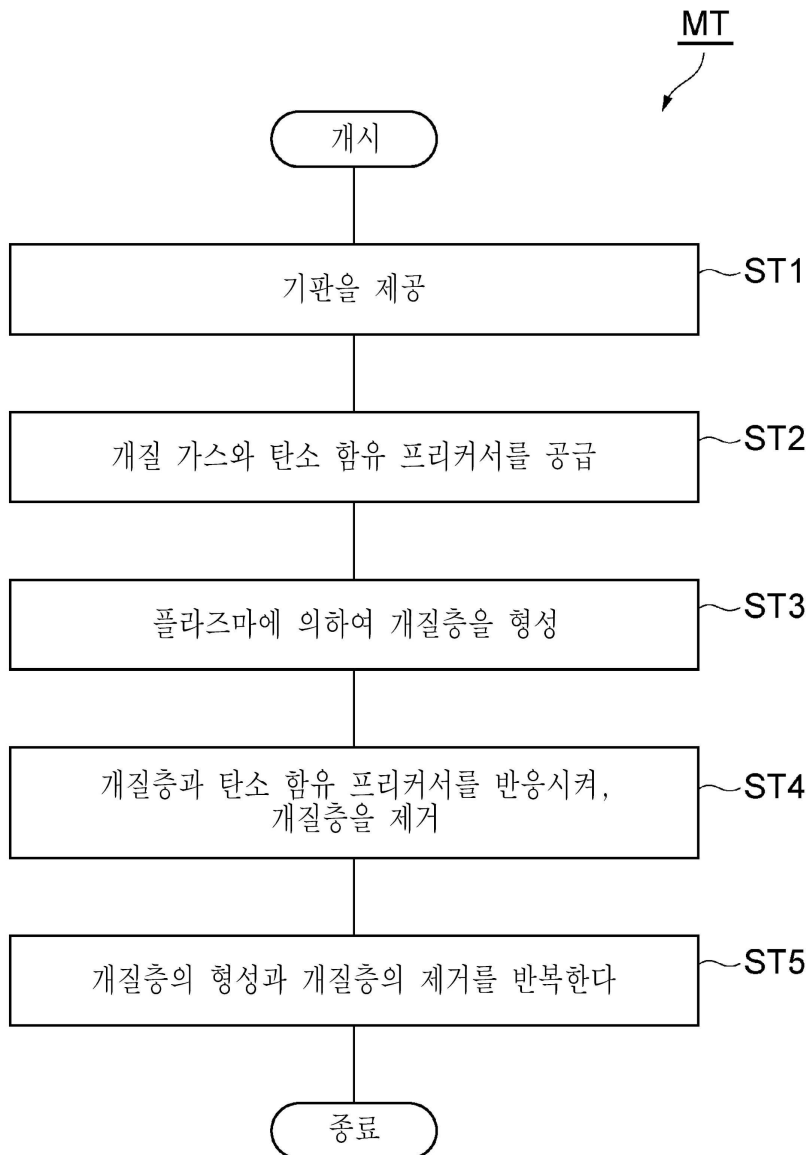
도면1



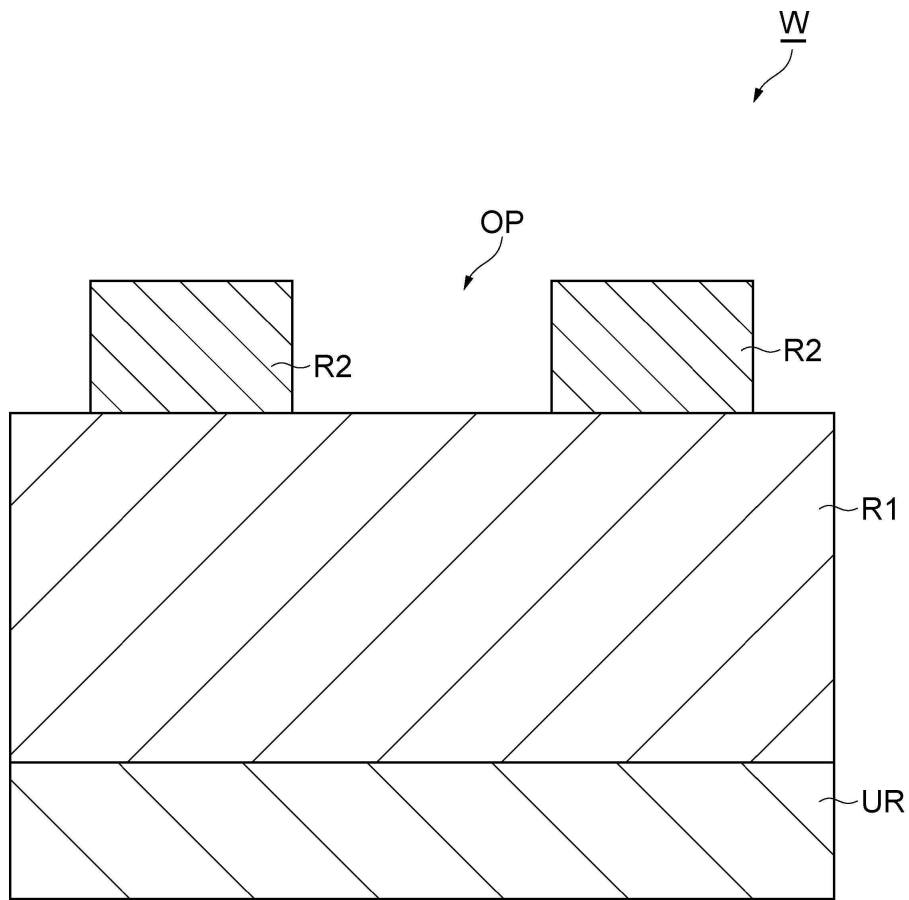
도면2



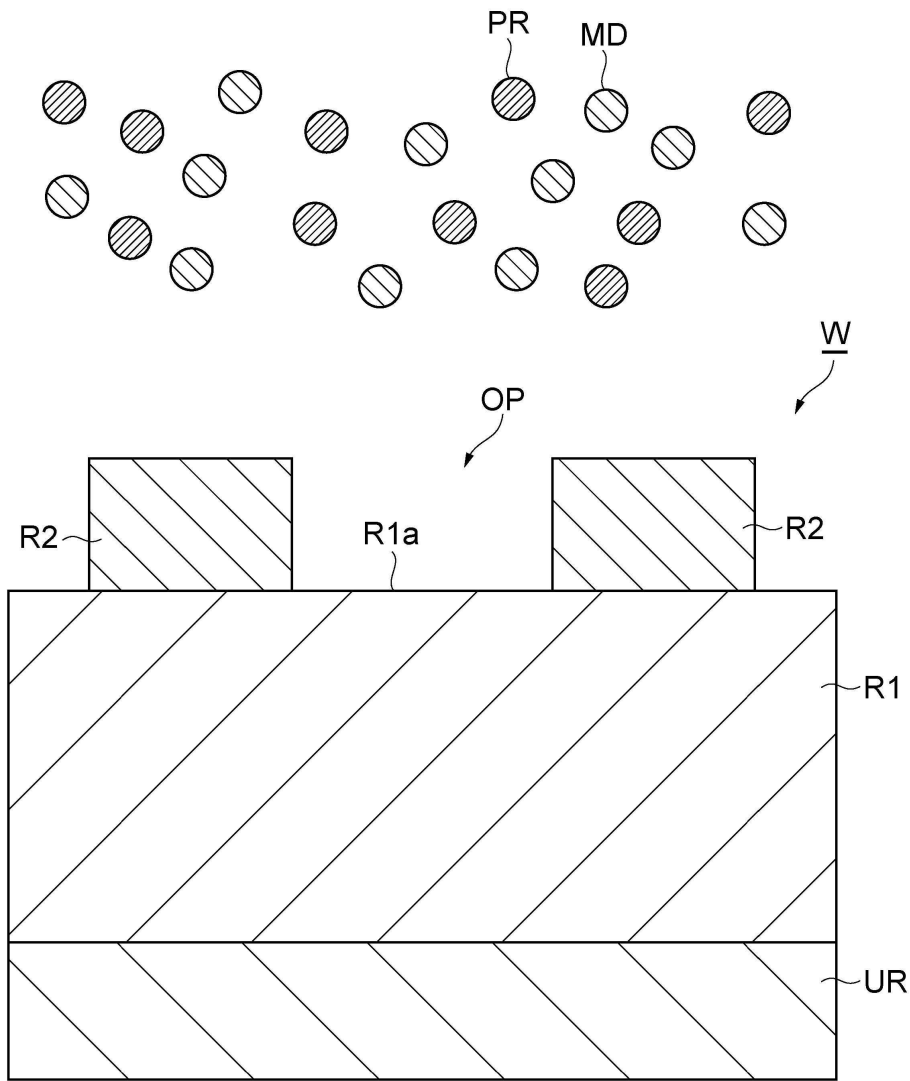
도면3



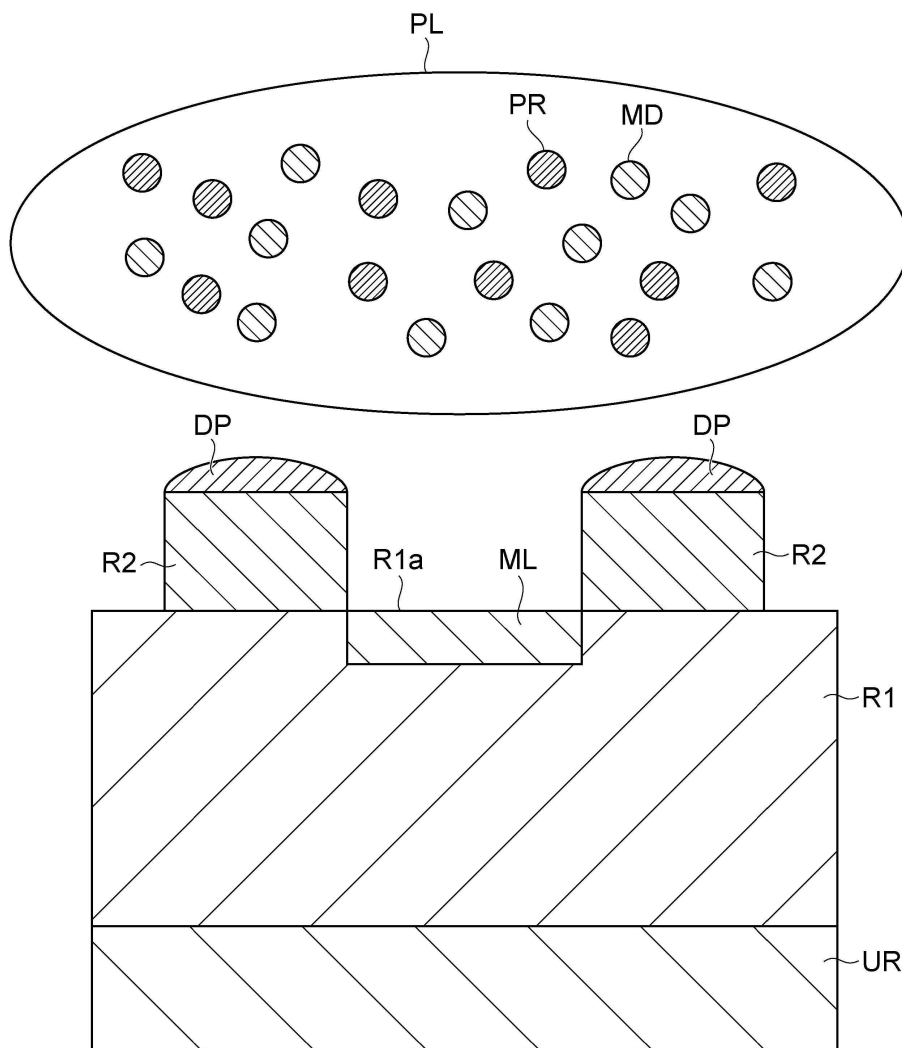
도면4



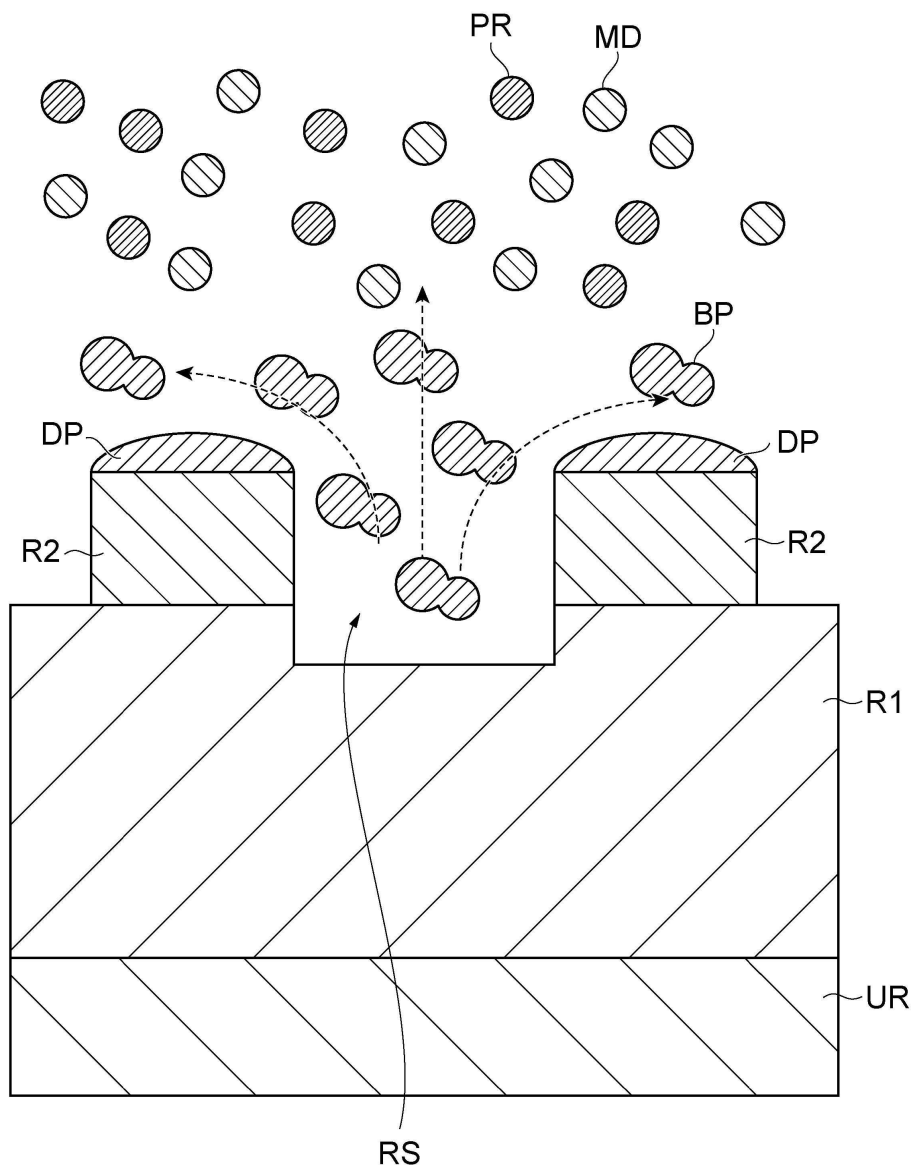
도면5



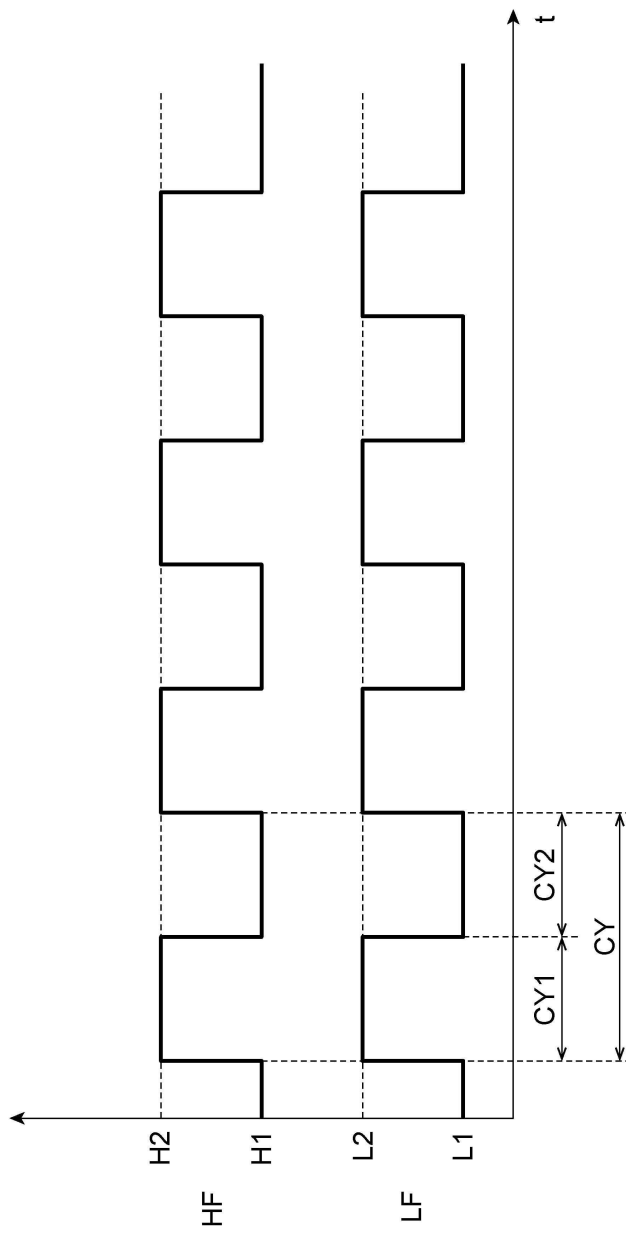
도면6



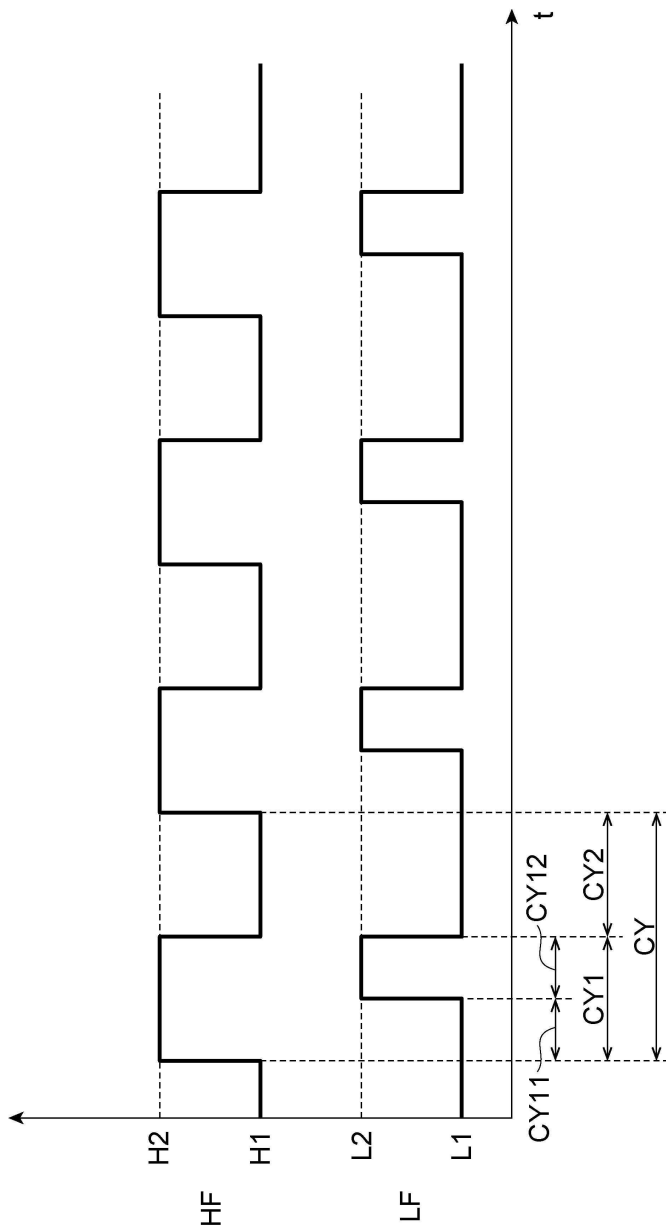
도면7



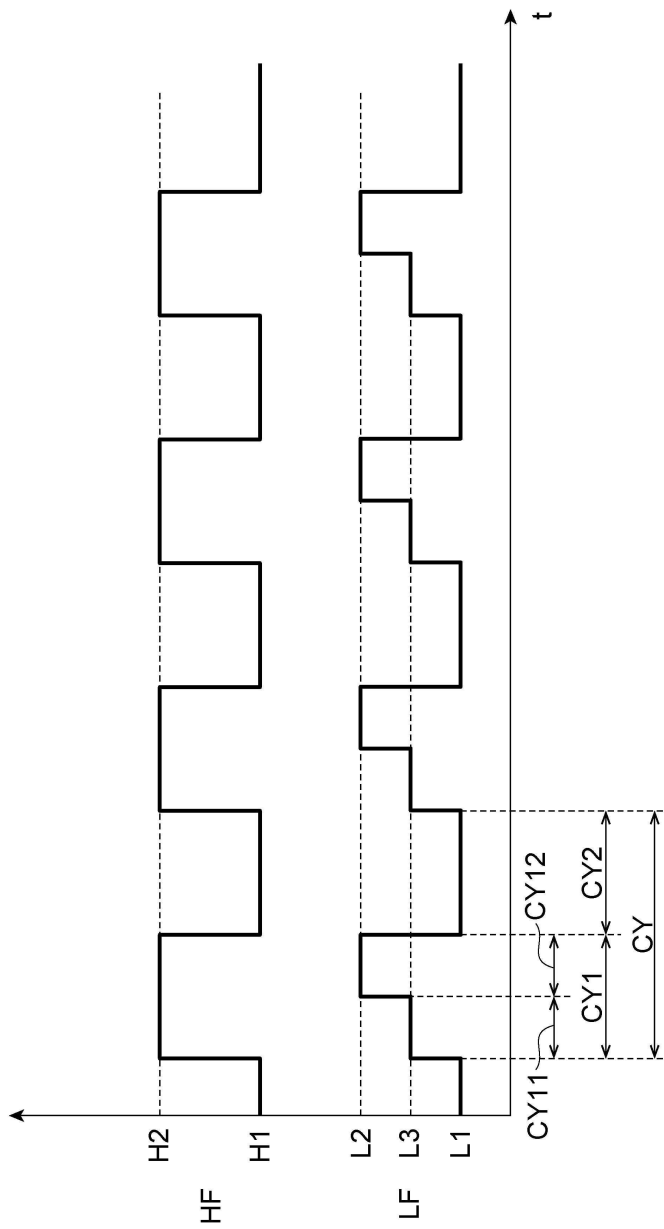
도면8



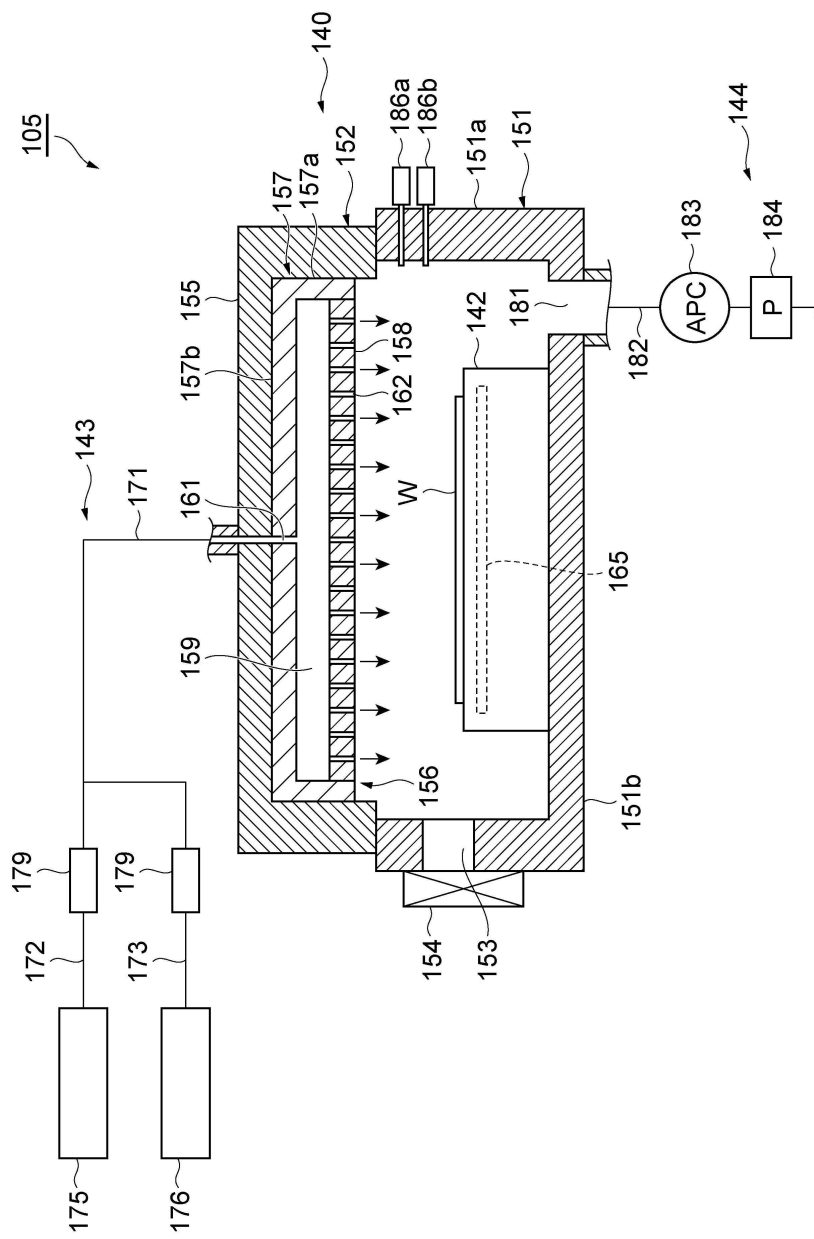
도면9



도면10



도면11



도면 12

