



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0124754
(43) 공개일자 2023년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/311 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/31116 (2013.01)
H01L 21/02164 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7027501(분할)
(22) 출원일자(국제) 2021년08월24일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2022-7017711
원출원일자(국제) 2021년08월24일
심사청구일자 2022년07월07일
(85) 번역문제출일자 2023년08월11일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2021/031030
(87) 국제공개번호 WO 2022/059440
국제공개일자 2022년03월24일
(30) 우선권주장
JP-P-2020-157290 2020년09월18일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
사토 다쿠마
일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크
노 힐즈1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
나이
요시무라 쇼타
일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크
노 힐즈1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
나이
모리키타 신야
일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크
노 힐즈1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키키가이샤
나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

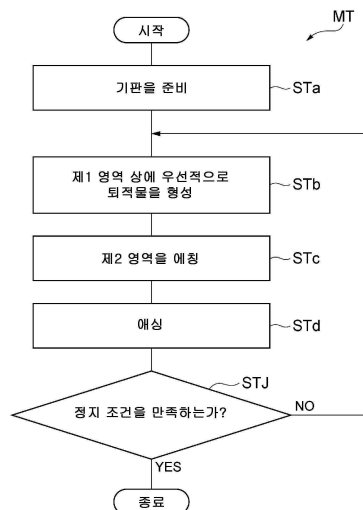
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 예칭 방법, 플라즈마 처리 장치, 기판 처리 시스템및 프로그램

(57) 요약

개시되는 예칭 방법은 기판을 제공하는 공정 (a)를 포함한다. 기판은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은 산화실리콘을 포함하고, 제1 영역은 제2 영역과는 다른 재료로 형성된다. 예칭 방법은 일산화탄소 가스를 포함하는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (b)를 더 포함한다. 예칭 방법은 제2 영역을 예칭하는 공정 (c)를 더 포함한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/31144 (2013.01)

H01L 21/67069 (2013.01)

H01J 2237/334 (2013.01)

(30) 우선권주장

JP-P-2020-185206 2020년11월05일 일본(JP)

JP-P-2021-029988 2021년02월26일 일본(JP)

63/162,739 2021년03월18일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

에칭 방법에 있어서,

(a) 기관을 제공하는 공정이며, 상기 기관은 제1 영역 및 제2 영역을 가지고, 상기 제2 영역은 실리콘 및 산소를 포함하고, 상기 제1 영역은 상기 제2 영역과는 다른 재료로 형성되는 상기 공정과,

(b) 일산화탄소 가스 또는 황화카르보닐 가스를 포함하는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 상기 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하는 공정과,

(c) 상기 제2 영역을 에칭하는 공정

을 포함하는 에칭 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 예시적 실시형태는 에칭 방법, 플라즈마 처리 장치, 기관 처리 시스템 및 프로그램에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자 디바이스의 제조에서는 기관에 대한 에칭이 실시되고 있다. 에칭에는 선택성이 요구된다. 즉, 기관의 제1 영역을 보호하면서 제2 영역을 선택적으로 에칭할 것이 요구된다. 하기 특허문헌 1 및 2는, 산화실리콘으로 형성된 제2 영역을 질화실리콘으로 형성된 제1 영역에 대하여 선택적으로 에칭하는 기술을 개시하고 있다. 이들 문헌에 개시된 기술은 플루오로카본을 기관의 제1 영역 및 제2 영역 상에 퇴적시키고 있다. 제1 영역 상에 퇴적된 플루오로카본은 제1 영역의 보호에 이용되고, 제2 영역 상에 퇴적한 플루오로카본은 제2 영역의 에칭에 이용되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허공개 2015-173240호 공보

(특허문헌 0002) [특허문헌 2] 일본 특허공개 2016-111177호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 기관의 제1 영역을 제2 영역에 대하여 선택적으로 보호하면서 제2 영역을 에칭하는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 에칭 방법이 제공된다. 에칭 방법은 기관을 제공하는 공정 (a)를 포함한다. 기관은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은 산화실리콘을 포함하고, 제1 영역은 제2 영역과는 다른 재료로 형성되어 있다. 에칭 방법은, 일산화탄소 가스를 포함하는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (b)를 더 포함한다. 에칭 방법은 제2 영역을 에칭하는 공정 (c)를 더 포함한다.

발명의 효과

[0006] 하나의 예시적 실시형태에 의하면, 기관의 제1 영역을 제2 영역에 대하여 선택적으로 보호하면서 제2 영역을 에칭하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0007] [도 1] 하나의 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 흐름도이다.
- [도 2] 도 1에 도시하는 에칭 방법이 적용될 수 있는 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 3] 도 1에 도시하는 에칭 방법이 적용될 수 있는 다른 예의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 4] 도 4(a)~도 4(f) 각각은 도 1에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 5] 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [도 6] 다른 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [도 7] 하나의 예시적 실시형태에 따른 기관 처리 시스템을 도시하는 도면이다.
- [도 8] 도 8(a) 및 도 8(b)는 제1 실험의 결과를 도시하는 도면이고, 도 8(c) 및 도 8(d)는 제1 비교 실험의 결과를 도시하는 도면이다.
- [도 9] 도 9(a) 및 도 9(b)는 제2 실험의 결과를 도시하는 도면이고, 도 9(c) 및 도 9(d)는 제2 비교 실험의 결과를 도시하는 도면이다.
- [도 10] 제3 실험에서 얻은 이온 에너지와 개구 폭의 관계를 도시하는 그래프이다.
- [도 11] 제4~제6 실험에서 측정한 치수를 설명하는 도면이다.
- [도 12] 도 12(a)~도 12(f)는 각각 제7~제12 실험에서의 퇴적물(DP) 형성 후의 샘플 기관의 투과 전자현미경(TEM) 화상이다.
- [도 13] 도 1에 도시하는 에칭 방법에 있어서 채용될 수 있는 예시적 실시형태에 따른 공정 STc의 흐름도이다.
- [도 14] 도 14(a)~도 14(e) 각각은 도 1에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 15] 다른 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 흐름도이다.
- [도 16] 다른 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다.
- [도 17] 도 17(a)~도 17(d) 각각은 도 15에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 18] 다양한 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법이 적용될 수 있는 또 다른 예의 기관의 부분 확대 단면도이다.
- [도 19] 도 19(a) 및 도 19(b) 각각은 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0008] 이하, 다양한 예시적 실시형태에 관해서 설명한다.
- [0009] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 에칭 방법이 제공된다. 에칭 방법은 기관을 제공하는 공정 (a)를 포함한다. 기관은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은 산화실리콘을 포함하고, 제1 영역은 제2 영역과는 다른 재료로 형성되어 있다. 에칭 방법은, 일산화탄소 가스를 포함하는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (b)를 더 포함한다. 에칭 방법은 제2 영역을 에칭하는 공정 (c)를 더 포함한다.
- [0010] 상기 실시형태에 있어서, 제1 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종은 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적한다. 산소를

포함하는 제2 영역 상에서는 제1 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종의 퇴적은 억제된다. 따라서, 상기 실시형태에서는 퇴적물이 제1 영역 상에 우선적으로 형성된 상태에서 제2 영역의 에칭이 실시된다. 고로, 상기 실시형태에 의하면, 기관의 제1 영역을 제2 영역에 대하여 선택적으로 보호하면서 제2 영역을 에칭하는 것이 가능하게 된다.

- [0011] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제2 영역은 질화실리콘으로 형성되어 있어도 좋다. 공정 (c)는, 플루오로카본 가스를 포함하는 제2 처리 가스로부터 플라즈마를 생성함으로써, 플루오로카본을 포함하는 다른 퇴적물을 기관 상에 형성하는 공정 (c1)을 포함하고 있어도 좋다. 공정 (c)는, 다른 퇴적물이 그 위에 형성된 기관에 회가스로 생성되는 플라즈마로부터의 이온을 공급함으로써, 제2 영역을 에칭하는 공정 (c2)를 더 포함하고 있어도 좋다.
- [0012] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b)와 공정 (c)가 교대로 반복되어도 좋다.
- [0013] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제2 영역은 제1 영역에 의해서 둘러싸여 있어도 좋다. 제2 영역은 공정 (c)에서 자기정합적으로 에칭되어도 좋다.
- [0014] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 영역은 제2 영역 상에 형성된 포토레지스트 마스크라도 좋다.
- [0015] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b) 및 공정 (c)는 동일 챔버에서 실행되어도 좋다.
- [0016] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b)는 제1 챔버에서 실행되어도 좋고, 공정 (c)는 제2 챔버에서 실행되어도 좋다.
- [0017] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 에칭 방법은, 공정 (b)와 공정 (c)의 사이에, 진공 환경 하에서 제1 챔버로부터 제2 챔버로 기관을 반송하는 공정을 더 포함하고 있어도 좋다.
- [0018] 다른 예시적 실시형태에서는, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버, 기관 지지기, 플라즈마 생성부 및 제어부를 구비한다. 기관 지지기는 챔버 내에 설치되어 있다. 플라즈마 생성부는 챔버 내에서 플라즈마를 생성하도록 구성되어 있다. 제어부는, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 기관의 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (a)를 가져오도록 구성되어 있다. 제어부는 기관의 제2 영역을 에칭하는 공정 (b)를 또한 가져오도록 구성되어 있다.
- [0019] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제어부는 공정 (a)와 공정 (b)를 교대로 반복하는 공정 (c)를 또한 가져오도록 구성되어 있어도 좋다.
- [0020] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b)는 복수의 사이클에 의해 실행되어도 좋다. 복수의 사이클 각각은, 플루오로카본 가스를 포함하는 제2 처리 가스로부터 플라즈마를 생성함으로써, 플루오로카본을 포함하는 다른 퇴적물을 기관 상에 형성하는 공정 (b1)을 포함한다. 복수의 사이클 각각은, 다른 퇴적물이 그 위에 형성된 기관에 회가스로 생성되는 플라즈마로부터의 이온을 공급함으로써, 제2 영역을 에칭하는 공정 (b2)를 더 포함한다.
- [0021] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 처리 가스는 일산화탄소 가스 또는 황화카르보닐 가스를 포함하고 있어도 좋다.
- [0022] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 처리 가스는 일산화탄소 가스 및 수소 가스를 포함하고 있어도 좋다.
- [0023] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (a)는 제1 영역 및 제2 영역이 규정하는 오목부의 어스펙트비가 4 이하일 때 적어도 실행되어도 좋다.
- [0024] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 처리 가스는 제1 성분과 제2 성분을 포함하고 있어도 좋다. 제1 성분은 탄소를 포함하고 불소를 포함하지 않는다. 제2 성분은 탄소와 불소 또는 수소를 포함한다. 제1 성분의 유량은 제2 성분의 유량보다 많아도 좋다.
- [0025] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는 기관 지지기의 위쪽에 마련된 상부 전극을 더 구비하고 있어도 좋다. 상부 전극은 챔버의 내부 공간에 접하는 상부판을 포함하고 있어도 좋다. 상부판은 실리콘 함유 재료로 형성되어 있어도 좋다.
- [0026] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제어부는, 공정 (a)가 실시되고 있을 때에, 상부 전극에 음의 직류 전압을 인가하는 공정을 또한 가져오도록 구성되어 있어도 좋다.
- [0027] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제어부는, 공정 (a) 후, 공정 (b) 전에, 실리콘을 포함하는 퇴적물을 기관

상에 형성하는 공정을 또한 가져오도록 구성되어 있어도 좋다. 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 실리콘을 포함하는 퇴적물을 기판 상에 형성하는 공정은, 챔버 내에서 플라즈마가 생성되고 있을 때에, 상기 상부 전극에 음의 직류 전압을 인가하는 것을 포함하고 있어도 좋다.

[0028] 또 다른 예시적 실시형태에 있어서, 기판을 처리하는 기판 처리 시스템이 제공된다. 기판은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은 실리콘 및 산소를 포함한다. 제1 영역은 산소를 포함하지 않고 제2 영역의 재료와는 다른 재료로 형성되어 있다. 기판 처리 시스템은 퇴적 장치, 에칭 장치 및 반송 모듈을 구비한다. 퇴적 장치는, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 제1 처리 가스로 생성되는 제1 플라즈마에 의해 제1 영역 상에 우선적으로 퇴적물을 형성하도록 구성되어 있다. 에칭 장치는 제2 영역을 에칭하도록 구성되어 있다. 반송 모듈은 퇴적 장치와 에칭 장치의 사이에서 진공 환경 하에서 기판을 반송하도록 구성되어 있다.

[0029] 또 다른 예시적 실시형태에 있어서, 에칭 방법이 제공된다. 에칭 방법은, 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에 마련된 기판 지지기 상에 기판을 준비하는 공정 (a)를 포함한다. 기판은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은 실리콘 및 산소를 포함한다. 제1 영역은 산소를 포함하지 않고 제2 영역의 재료와는 다른 재료로 형성되어 있다. 에칭 방법은, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 처리 가스로 생성되는 플라즈마로부터의 화학종을 기판에 공급함으로써, 제1 영역 상에 선택적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (b)를 더 포함한다. 에칭 방법은 제2 영역을 에칭하는 공정 (c)를 더 포함한다.

[0030] 상기 실시형태에 있어서, 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종은 제1 영역 상에 선택적으로 퇴적된다. 산소를 포함하는 제2 영역 상에서는 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종의 퇴적은 억제된다. 따라서, 상기 실시형태에서는, 퇴적물이 제1 영역 상에 선택적으로 존재하는 상태에서, 제2 영역의 에칭이 실시된다. 고로, 상기 실시형태에 의하면, 기판의 제1 영역을 제2 영역에 대하여 선택적으로 보호하면서 제2 영역을 에칭하는 것이 가능하게 된다.

[0031] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 처리 가스는 수소를 포함하고 있지 않아도 좋다.

[0032] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 처리 가스는 산소를 더 포함하고 있어도 좋다. 처리 가스는 일산화탄소 가스 또는 황화카르보닐 가스를 포함하고 있어도 좋다.

[0033] 하나의 예시적 실시형태에서는, 공정 (b)에서 기판에 공급되는 이온의 에너지는 0 eV 이상 70 eV 이하라도 좋다.

[0034] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 영역은 질화실리콘으로 형성되어 있어도 좋다.

[0035] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제2 영역은 산화실리콘으로 형성되어 있으며, 제1 영역에 의해서 둘러싸여 있어도 좋다. 제2 영역은 공정 (c)에서 자기정합적으로 에칭되어도 좋다.

[0036] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 제1 영역은 제2 영역 상에 형성되어 있으며, 마스크를 구성하고 있어도 좋다. 제2 영역은 실리콘 함유 막을 포함하고 있어도 좋다.

[0037] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 공정 (b)에서 플라즈마를 생성하기 위해서 플라즈마 처리 장치의 상부 전극에 고주파 전력이 공급되어도 좋다.

[0038] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 고주파 전력의 주파수는 60 MHz 이상이라도 좋다.

[0039] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치는 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치라도 좋다.

[0040] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b) 및 공정 (c)는 챔버로부터 기판을 빼내지 않고서 플라즈마 처리 장치에서 실행되어도 좋다.

[0041] 하나의 예시적 실시형태에서는, 공정 (b)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는, 공정 (c)에서 이용되는 에칭 장치와는 별도의 장치라도 좋다. 공정 (b)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치로부터 공정 (c)에서 이용되는 에칭 장치로, 진공 환경만을 통해서 기판이 반송되어도 좋다.

[0042] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b)는 제1 영역 및 제2 영역이 규정하는 오목부의 어스펙트비가 4 이하 일 때에 적어도 실행될 수 있다.

[0043] 하나의 예시적 실시형태에 있어서, 공정 (b) 및 공정 (c)가 교대로 반복되어도 좋다.

[0044] 또 다른 예시적 실시형태에서도 에칭 방법이 제공된다. 에칭 방법은, 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에 마련된 기판 지지기 상에 기판을 준비하는 공정 (a)를 포함한다. 기판은 제1 영역 및 제2 영역을 갖는다. 제2 영역은

실리콘 및 산소를 포함한다. 제1 영역은 산소를 포함하지 않고 제2 영역의 재료와는 다른 재료로 형성되어 있다. 에칭 방법은, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 제1 가스 및 탄소와 불소 또는 수소를 포함하는 제2 가스를 포함하는 처리 가스로 생성되는 플라즈마로부터의 화학종을 기관에 공급함으로써, 제1 영역 상에 선택적으로 퇴적물을 형성하는 공정 (b)를 더 포함한다. 에칭 방법은 제2 영역을 에칭하는 공정 (c)를 더 포함한다. 공정 (b)에서, 제1 가스의 유량은 제2 가스의 유량보다 많다.

[0045] 또 다른 예시적 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는 챔버, 기관 지지기, 가스 공급부, 플라즈마 생성부 및 제어부를 구비한다. 기관 지지기는 챔버 내에 설치되어 있다. 가스 공급부는 챔버 내에 가스를 공급하도록 구성되어 있다. 플라즈마 생성부는 챔버 내에서 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 구성되어 있다. 제어부는 가스 공급부 및 플라즈마 생성부를 제어하도록 구성되어 있다. 기관 지지기는 제1 영역 및 제2 영역을 갖는 기관을 지지한다. 제2 영역은 실리콘 및 산소를 포함하고, 제1 영역은 산소를 포함하지 않으며 제2 영역의 재료와는 다른 재료로 형성되어 있다. 제어부는, 제1 영역 상에 선택적으로 퇴적물을 형성하기 위해서, 챔버 내에서 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 가스 공급부 및 플라즈마 생성부를 제어한다. 제어부는, 제2 영역을 에칭하기 위해서, 챔버 내에서 에칭 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 가스 공급부 및 플라즈마 생성부를 제어한다.

[0046] 또 다른 예시적 실시형태에 있어서, 기관 처리 시스템이 제공된다. 기관 처리 시스템은 플라즈마 처리 장치, 에칭 장치 및 반송 모듈을 구비한다. 플라즈마 처리 장치는, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 처리 가스로 생성되는 플라즈마로부터의 화학종을 기관에 공급하여, 기관의 제1 영역 상에 선택적으로 퇴적물을 형성하도록 구성되어 있다. 기관은 제1 영역 및 제2 영역을 가지고, 제2 영역은 실리콘 및 산소를 포함하고, 제1 영역은 산소를 포함하지 않으며 제2 영역의 재료와는 다른 재료로 형성되어 있다. 에칭 장치는 제2 영역을 에칭하도록 구성되어 있다. 반송 모듈은 플라즈마 처리 장치와 에칭 장치의 사이에서 진공 환경만을 통해서 기관을 반송하도록 구성되어 있다.

[0047] 이하, 도면을 참조하여 다양한 예시적 실시형태에 관해서 상세히 설명한다. 또, 각 도면에서 동일하거나 또는 상당하는 부분에 대해서는 동일한 부호를 부여하기로 한다.

[0048] 도 1은 하나의 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 흐름도이다. 도 1에 도시하는 에칭 방법(이하, 「방법(MT)」이라고 한다)은 공정 STa에서 시작한다. 공정 STa에서는 기관(W)이 제공된다. 공정 STa에서, 기관(W)은 플라즈마 처리 장치의 기관 지지기 상에 준비된다. 기관 지지기는 플라즈마 처리 장치의 챔버 내에 설치되어 있다.

[0049] 기관(W)은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 갖는다. 제1 영역(R1)은 제2 영역(R2)과는 다른 재료로 형성되어 있다. 제1 영역(R1)의 재료는 산소를 포함하고 있지 않아도 좋다. 제1 영역(R1)의 재료는 질화실리콘을 포함하고 있어도 좋다. 제2 영역(R2)의 재료는 실리콘 및 산소를 포함한다. 제2 영역(R2)의 재료는 산화실리콘을 포함하고 있어도 좋다. 제2 영역(R2)의 재료는 실리콘, 탄소, 산소 및 수소를 포함하는 저울전을 재료를 포함하고 있어도 좋다.

[0050] 도 2는 도 1에 도시하는 에칭 방법이 적용될 수 있는 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다. 도 2에 도시하는 기관(W)은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 갖는다. 기관(W)은 기초 영역(UR)을 더 갖고 있어도 좋다. 도 2에 도시하는 기관(W)의 제1 영역(R1)은 영역(R11) 및 영역(R12)을 포함하고 있다. 영역(R11)은 질화실리콘으로 형성되어 있고, 오목부를 형성하고 있다. 영역(R11)은 기초 영역(UR) 상에 마련되어 있다. 영역(R12)은 영역(R11)의 양측에서 연장되어 있다. 영역(R12)은 질화실리콘 또는 탄화실리콘으로 형성된다. 도 2에 도시하는 기관(W)의 제2 영역(R2)은 산화실리콘으로 형성되어 있고, 영역(R11)이 제공하는 오목부 안에 마련되어 있다. 즉, 제2 영역(R2)은 제1 영역(R1)에 의해서 둘러싸여 있다. 도 2에 도시하는 기관(W)에 방법(MT)이 적용되는 경우에는, 제2 영역(R2)이 자기정합적으로 에칭된다.

[0051] 도 3은 도 1에 도시하는 에칭 방법이 적용될 수 있는 다른 예의 기관의 부분 확대 단면도이다. 도 3에 도시하는 기관(WB)은 방법(MT)이 적용되는 기관(W)으로서 이용될 수 있다. 기관(WB)은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 갖는다. 제1 영역(R1)은 기관(WB)에 있어서 마스크를 구성한다. 제1 영역(R1)은 제2 영역(R2) 상에 마련되어 있다. 기관(WB)은 기초 영역(UR)을 더 갖고 있어도 좋다. 제2 영역(R2)은 기초 영역(UR) 상에 마련된다. 또한, 기관(WB)에 있어서, 제1 영역(R1)은 도 2에 도시하는 기관(W)의 제1 영역(R1)의 재료와 동일한 재료로 형성될 수 있다. 또한, 기관(WB)에 있어서, 제2 영역(R2)은 도 2에 도시하는 기관(W)의 제2 영역(R2)의 재료와 동일한 재료로 형성될 수 있다.

[0052] 이하, 그것이 도 2에 도시하는 기관(W)에 적용되는 경우를 예로 들어 방법(MT)의 공정 STa 후의 공정에 관해서

설명한다. 이하의 설명에서는 도 1과 함께 도 4(a)~도 4(f)를 참조한다. 도 4(a)~도 4(f) 각각은 도 1에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다.

[0053] 방법(MT)에서는, 공정 STa 후에 공정 STb 및 공정 STc가 순차 실시된다. 또, 공정 STa 후에 공정 STc가 실시되고, 그런 다음에 공정 STb 및 공정 STc가 순차 실시되어도 좋다. 공정 STc 후에는 공정 STD가 실시되어도 좋다. 또한, 공정 STb, 공정 STc 및 공정 STD를 각각이 포함하는 복수의 사이클이 순차 실행되어도 좋다. 즉, 공정 STb와 공정 STc는 교대로 반복되어도 좋다. 복수의 사이클 중 몇 개는 공정 STD를 포함하고 있지 않아도 좋다.

[0054] 공정 STb에서는, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)이 형성된다. 이 때문에, 공정 STb에서는, 플라스마 처리 장치의 챔버 내에서 처리 가스, 즉 제1 처리 가스로부터 플라스마가 생성된다. 제1 처리 가스는 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는다. 제1 처리 가스는, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 가스로서, 예컨대 일산화탄소 가스(CO 가스), 황화카르보닐가스(COS 가스) 또는 탄화수소 가스를 포함한다. 탄화수소 가스는 예컨대 C_2H_2 가스, C_2H_4 가스, CH_4 가스 또는 C_2H_6 가스이다. 제1 처리 가스는 수소를 포함하고 있지 않아도 좋다. 제1 처리 가스는 첨가 가스로서 수소 가스(H_2 가스)를 더 포함하고 있어도 좋다. 제1 처리 가스는 아르곤 가스, 헬륨 gas와 같은 회가스를 더 포함하고 있어도 좋다. 제1 처리 가스는, 회가스에 더하여 혹은 회가스 대신에, 질소 가스(N_2 가스)와 같은 불활성 가스를 더 포함하고 있어도 좋다. 제1 처리 가스에 있어서, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 가스의 유량은 30 sccm 이상 200 sccm 이하라도 좋다. 제1 처리 가스에 있어서, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 가스의 유량은 90 sccm 이상 130 sccm 이하라도 좋다. 제1 처리 가스에 있어서, 회가스의 유량은 0 sccm 이상 1000 sccm 이하라도 좋다. 제1 처리 가스에 있어서, 회가스의 유량은 350 sccm 이하라도 좋다. 제1 처리 가스에 있어서의 각 가스의 유량은 챔버(10) 내의 내부 공간(10s)의 용적 등에 의해 결정될 수 있다. 공정 STb에서는, 플라스마로부터의 화학종(탄소 화학종)이 기관에 공급된다. 공급된 화학종은, 도 4(a)에 도시하는 것과 같이, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)을 형성한다. 퇴적물(DP)은 탄소를 포함한다.

[0055] 공정 STb에서, 제1 처리 가스는 제1 가스 및 제2 가스를 포함하고 있어도 좋다. 제1 가스는 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 가스로, 예컨대 CO 가스 또는 COS 가스이다. 즉, 제1 처리 가스는, 탄소를 포함하며 불소를 포함하지 않는 제1 성분을 포함하고 있어도 좋다. 제1 성분은 예컨대 일산화탄소(CO) 또는 황화카르보닐이다. 제2 가스는 탄소와 불소 또는 수소를 포함하는 가스로, 예컨대 하이드로플루오로카본 가스, 플루오로카본 가스 또는 탄화수소 가스이다. 즉, 제1 처리 가스는 탄소와 불소 또는 수소를 포함하는 제2 성분을 더 포함하고 있어도 좋다. 제2 성분은 예컨대 하이드로플루오로카본, 플루오로카본 또는 탄화수소이다. 하이드로플루오로카본 가스는 예컨대 CHF_3 가스, CH_3F 가스, CH_2F_2 가스 등이다. 플루오로카본 가스는 예컨대 C_4F_6 가스 등이다. 탄소와 수소를 포함하는 제2 가스는 예컨대 CH_4 가스이다. 제1 가스 또는 제1 성분의 유량은 제2 가스 또는 제2 성분의 유량보다 많다. 제1 가스 또는 제1 성분의 유량에 대한 제2 가스 또는 제2 성분의 유량의 비는 0.2 이하라도 좋다. 이 제1 처리 가스를 이용하는 공정 STb에서는, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)이 형성됨에 더하여, 오목부를 규정하는 측벽 상에 얇은 보호막이 형성된다. 따라서, 측벽이 플라스마로부터 보호된다.

[0056] 공정 STb에서 이용되는 제1 처리 가스는 CO gas와 수소 가스(H_2 가스)를 포함하는 혼합 가스라도 좋다. 이러한 제1 처리 가스에 의하면, 퇴적물(DP)이, 공정 STc에서의 에칭에 대하여 높은 내성을 갖는 보호막을, 선택적 또는 우선적으로 제1 영역(R1) 상에 형성한다. 제1 처리 가스에 있어서의 CO gas와 H_2 가스의 총 유량에 대한 H_2 가스의 유량의 비율은 1/19 이상 2/17 이하라도 좋다. 이러한 비율을 갖는 제1 처리 가스가 이용되는 경우에는, 제1 영역(R1) 상에 형성된 퇴적물(DP)의 측면 수직성이 높아진다.

[0057] 공정 STb에서, 기관(W)에 공급되는 이온의 에너지는 0 eV 이상 70 eV 이하라도 좋다. 이 경우에는, 퇴적물(DP)에 의한 오목부의 개구 축소가 억제된다.

[0058] 일 실시형태에서는, 공정 STb에서 이용되는 플라스마 처리 장치는 용량 결합형의 플라스마 처리 장치라도 좋다. 용량 결합형의 플라스마 처리 장치가 이용되는 경우에는, 플라스마를 생성하기 위한 고주파 전력이 상부 전극에 공급되어도 좋다. 이 경우에는, 플라스마를 기관(W)으로부터 먼 영역에서 형성할 수 있다. 고주파 전력의 주파수는 60 MHz 이상이라도 좋다. 다른 실시형태에서는, 공정 STb에서 이용되는 플라스마 처리 장치는 유도 결합형의 플라스마 처리 장치라도 좋다.

[0059] 공정 STb는, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)을 형성할 수 있기 때문에, 공정 STb는, 기

관(W)에 있어서 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)이 규정하는 오목부의 어스펙트비가 4 이하일 때 적어도 실행될 수 있다.

[0060] 이어지는 공정 STc에서는, 제2 영역(R2)이 도 4(b)에 도시하는 것과 같이 에칭된다. 일 실시형태에 있어서, 제2 영역(R2)은 에칭 가스로 생성되는 플라즈마로부터의 화학종을 이용하여 에칭된다. 이 경우에는, 에칭 장치의 챔버 내에서 에칭 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 에칭 가스는 제2 영역(R2)의 재료에 따라서 선택된다. 에칭 가스는 예컨대 플루오로카본 가스를 포함한다. 에칭 가스는 아르곤 가스와 같은 희가스 및 산소 가스와 같은 산소 함유 가스를 더 포함하고 있어도 좋다.

[0061] 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치는 공정 STb에서 이용되는 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 즉, 공정 STb 및 공정 STc는 동일한 챔버에서 실시되어도 좋다. 이 경우에는, 공정 STb와 공정 STc는 플라즈마 처리 장치의 챔버로부터 기관(W)을 빼내지 않고서 실시된다. 혹은, 공정 STb에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치와는 별도의 장치라도 좋다. 즉, 공정 STb는 제1 챔버에서 실시되고, 공정 STc는 제2 챔버에서 실시되어도 좋다. 이 경우에는, 공정 STb와 공정 STc의 사이에서, 공정 STb에서 이용되는 플라즈마 처리 장치로부터 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치로, 진공 환경만을 통해서 기관(W)이 반송된다. 즉, 공정 STb와 공정 STc의 사이에서, 기관(W)은 제1 챔버로부터 제2 챔버로 진공 환경 하에서 반송된다.

[0062] 이어지는 공정 STd에서는 애싱이 실시된다. 공정 STd에서는 도 4(c)에 도시하는 것과 같이 퇴적물(DP)이 제거된다. 일 실시형태에 있어서, 퇴적물(DP)은 애싱 가스로 생성되는 플라즈마로부터의 화학종을 이용하여 에칭된다. 이 경우에는, 애싱 장치의 챔버 내에서 애싱 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 애싱 가스는 산소 가스와 같은 산소 함유 가스를 포함한다. 애싱 가스는 N_2 가스 및 H_2 가스를 포함하는 혼합 가스라도 좋다. 또한, 방법(MT)은 공정 STd를 포함하고 있지 않아도 좋다.

[0063] 공정 STd에서 이용되는 애싱 장치는 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치라도 좋다. 즉, 공정 STc 및 공정 STd는 동일 챔버에서 실시되어도 좋다. 이 경우에는, 공정 STc와 공정 STd는 에칭 장치의 챔버로부터 기관(W)을 빼내지 않고서 실시된다. 혹은, 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치는 공정 STd에서 이용되는 애싱 장치와는 별도의 장치라도 좋다. 즉, 공정 STd에서 이용되는 챔버는 공정 STc에서 이용되는 챔버와는 별도의 챔버라도 좋다. 이 경우에는, 공정 STc와 공정 STd의 사이에서, 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치로부터 공정 STd에서 이용되는 애싱 장치로, 진공 환경만을 통해서 기관(W)이 반송된다. 즉, 공정 STc와 공정 STd의 사이에서, 기관(W)은 공정 STc용 챔버로부터 공정 STd용 챔버로 진공 환경 하에서 반송된다. 또한, 공정 STd에서 이용되는 애싱 장치는 공정 STb에서 이용되는 플라즈마 처리 장치라도 좋다.

[0064] 방법(MT)에 있어서 복수의 사이클이 순차 실행되는 경우에는, 이어서 공정 STJ가 실시된다. 공정 STJ에서는 정지 조건을 만족하는지 여부가 판정된다. 공정 STJ에서, 정지 조건은 사이클의 실행 횟수가 소정 횟수에 달한 경우에 만족한다. 공정 STJ에서 정지 조건이 만족되지 않았다고 판정되는 경우에는, 다시 사이클이 실행된다. 즉, 다시 공정 STb가 실행되어, 도 4(d)에 도시하는 것과 같이 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 상에 형성된다. 이어서, 공정 STc가 실행되어, 도 4(e)에 도시하는 것과 같이 제2 영역(R2)이 에칭된다. 방법(MT)에서는, 도 4(e)에 도시하는 것과 같이, 공정 STc에 의해 오목부의 바닥에 있어서 제1 영역(R1)이 제거되어도 좋다. 이어서, 공정 STd가 실행되어, 도 4(f)에 도시하는 것과 같이 퇴적물(DP)이 제거된다. 한편, 공정 STJ에서, 정지 조건을 만족하고 있다고 판정되는 경우에는 방법(MT)은 종료한다.

[0065] 방법(MT)의 공정 STb에서 제1 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종은 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적한다. 산소를 포함하는 제2 영역(R2) 상에서는 제1 처리 가스로 형성되는 탄소 화학종의 퇴적은 억제된다. 따라서, 방법(MT)에서는, 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 상에 우선적으로 형성된 상태에서 제2 영역(R2)의 에칭이 실시된다. 고로, 방법(MT)에 의하면, 제1 영역(R1)을 제2 영역(R2)에 대하여 선택적으로 보호하면서 제2 영역(R2)을 에칭하는 것이 가능하게 된다. 또한, 방법(MT)에서는, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)이 형성되기 때문에, 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)에 의해서 규정되는 오목부의 개구 폐색이 억제된다.

[0066] 또한, 공정 STb에서 CO 가스로 생성되는 탄소 화학종은 이온성을 갖는 화학종이다. 한편, CH_4 가스 또는 CH_3F 가스로부터는 CH_2 또는 CHF와 같은 라디칼이 생성되기 쉽다. 이러한 라디칼은 높은 반응성을 갖고 있어서 기관(W)의 표면 상에 등방성을 가지고서 용이하게 퇴적한다. 이에 대하여, 이온성을 갖는 화학종은 이방성을 가지고서 기관(W) 상에 퇴적한다. 즉, 이온성을 갖는 화학종은 오목부를 규정하는 벽면보다 제1 영역(R1)의 상면에 많이 부착된다. 또한, 일산화탄소는 기관(W)의 표면으로부터 이탈하기 쉽다. 따라서, 일산화탄소를 기관(W)의 표면에 흡착시키기 위해서는, 이온을 상기 표면에 충돌시켜 기관(W)의 표면으로부터 산소를 제거할 필요가 있다.

또한, 일산화탄소는 단순 구조를 갖기 때문에 가교하기 어렵다. 따라서, 일산화탄소를 기관(W)의 표면 상에 퇴적시키기 위해서는, 기관(W)의 표면 상에 단글링 본드를 형성할 필요가 있다. 공정 STb에서 CO 가스로 생성되는 탄소 화학종은, 이온성을 갖는 화학종이기 때문에, 제1 영역(R1)의 상면으로부터 산소를 제거하고, 상기 상면에 단글링 본드를 형성하여, 상기 제1 영역(R1) 상에 선택적으로 퇴적할 수 있다.

[0067] 이하, 도 5를 참조한다. 도 5는 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다. 도 5에 도시하는 플라즈마 처리 장치(1)는 방법(MT)에 있어서 이용될 수 있다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 방법(MT)의 모든 공정에서 이용되어도 좋고, 공정 STb에서만 이용되어도 좋다.

[0068] 플라즈마 처리 장치(1)는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치이다. 플라즈마 처리 장치(1)는 챔버(10)를 구비하고 있다. 챔버(10)는 그 안에 내부 공간(10s)을 제공하고 있다.

[0069] 일 실시형태에 있어서, 챔버(10)는 챔버 본체(12)를 포함하고 있어도 좋다. 챔버 본체(12)는 대략 원통 형상을 갖고 있다. 내부 공간(10s)은 챔버 본체(12)의 내측에 제공되어 있다. 챔버 본체(12)는 알루미늄과 같은 도체로 형성되어 있다. 챔버 본체(12)는 접지되어 있다. 챔버 본체(12)의 내벽면 상에는 내부식성을 갖는 막이 형성되어 있다. 내부식성을 갖는 막은 산화알루미늄, 산화이트륨과 같은 세라믹으로 형성된 막일 수 있다.

[0070] 챔버 본체(12)의 측벽은 통로(12p)를 제공하고 있다. 기관(W)은 내부 공간(10s)과 챔버(10) 외부와의 사이에서 반송될 때에 통로(12p)를 통과한다. 통로(12p)는 게이트 밸브(12g)에 의해 개폐 가능하게 되어 있다. 게이트 밸브(12g)는 챔버 본체(12)의 측벽을 따라 마련되어 있다.

[0071] 플라즈마 처리 장치(1)는 기관 지지기(14)를 더 구비한다. 기관 지지기(14)는, 챔버(10) 내, 즉 내부 공간(10s) 안에서 기관(W)을 지지하도록 구성되어 있다. 기관 지지기(14)는 챔버(10) 내에 마련되어 있다. 기관 지지기(14)는 지지부(13)에 의해서 지지되어 있어도 좋다. 지지부(13)는 절연 재료로 형성되어 있다. 지지부(13)는 대략 원통 형상을 갖고 있다. 지지부(13)는 내부 공간(10s) 안에서 챔버 본체(12)의 바닥부로부터 위쪽으로 연장되어 있다.

[0072] 일 실시형태에 있어서, 기관 지지기(14)는 하부 전극(18) 및 정전 척(20)을 갖고 있어도 좋다. 기관 지지기(14)는 전극 플레이트(16)를 더 갖고 있어도 좋다. 전극 플레이트(16)는 알루미늄과 같은 도체로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은 전극 플레이트(16) 상에 마련되어 있다. 하부 전극(18)은 알루미늄과 같은 도체로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(18)은 전극 플레이트(16)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0073] 정전 척(20)은 하부 전극(18) 상에 마련되어 있다. 기관(W)은 정전 척(20)의 상면 위에 배치된다. 정전 척(20)은 유전체로 형성된 본체를 갖는다. 정전 척(20)의 본체는 대략 원반 형상을 갖는다. 정전 척(20)은 전극(20e)을 또한 갖는다. 전극(20e)은 정전 척(20)의 본체 안에 설치되어 있다. 전극(20e)은 막 형상의 전극이다. 전극(20e)은 스위치(20s)를 통해 직류 전원(20p)에 접속되어 있다. 직류 전원(20p)으로부터의 전압이 정전 척(20)의 전극에 인가되면, 정전 척(20)과 기관(W)의 사이에서 정전인력(靜電引力)이 발생한다. 발생한 정전인력에 의해, 기관(W)은 정전 척(20)에 끌려가, 정전 척(20)에 의해서 유지된다.

[0074] 기관 지지기(14)는 그 위에 배치되는 엷지 링(ER)을 지지하고 있고도 좋다. 엷지 링(ER)은, 한정되는 것은 아니지만, 실리콘, 탄화실리콘 또는 석영으로 형성될 수 있다. 챔버(10) 내에서 기관(W)의 처리가 이루어질 때에는, 기관(W)은 정전 척(20) 위 또한 엷지 링(ER)에 의해서 둘러싸인 영역 안에 배치된다.

[0075] 하부 전극(18)은 그 내부에 있어서 유로(18f)를 제공하고 있다. 유로(18f)는 칠러 유닛(22)으로부터 배관(22a)을 통해 공급되는 열교환 매체(예컨대 냉매)를 받는다. 칠러 유닛(22)은 챔버(10)의 외부에 설치되어 있다. 유로(18f)에 공급된 열교환 매체는 배관(22b)을 통해 칠러 유닛(22)으로 되돌아간다. 플라즈마 처리 장치(1)에서는, 정전 척(20) 상에 배치된 기관(W)의 온도가 열교환 매체와 하부 전극(18)의 열교환에 의해 조정된다.

[0076] 기관(W)의 온도는 기관 지지기(14) 안에 설치된 하나 이상의 히터에 의해서 조정되어도 좋다. 도 5에 도시하는 예에서는 복수의 히터(HT)가 정전 척(20) 안에 설치되어 있다. 복수의 히터(HT) 각각은 저항 가열 소자일 수 있다. 복수의 히터(HT)는 히터 컨트롤러(HC)에 접속되어 있다. 히터 컨트롤러(HC)는 복수의 히터(HT) 각각에 조정된 양의 전력을 공급하도록 구성되어 있다.

[0077] 플라즈마 처리 장치(1)는 가스 공급 라인(24)을 더 구비하고 있어도 좋다. 가스 공급 라인(24)은 전열 가스(예컨대 He 가스)를 정전 척(20)의 상면과 기관(W) 이면 사이의 간극에 공급한다. 전열 가스는 전열 가스 공급 기구로부터 가스 공급 라인(24)에 공급된다.

- [0078] 플라즈마 처리 장치(1)는 상부 전극(30)을 더 구비하고 있다. 상부 전극(30)은 기판 지지기(14)의 위쪽에 마련되어 있다. 상부 전극(30)은 부재(32)를 통해 챔버 본체(12)의 상부에 지지되어 있다. 부재(32)는 절연성을 갖는 재료로 형성된다. 상부 전극(30)과 부재(32)는 챔버 본체(12)의 상부 개구를 닫고 있다.
- [0079] 상부 전극(30)은 상부판(34) 및 지지체(36)를 포함할 수 있다. 상부판(34)의 하면은 내부 공간(10s) 측의 하면이며, 내부 공간(10s)을 규정하고 있다. 즉, 상부판(34)은 내부 공간(10s)에 접해 있다. 상부판(34)은 실리콘 함유 재료로 형성될 수 있다. 상부판(34)은 예컨대 실리콘 또는 탄화실리콘으로 형성되어 있다. 상부판(34)은 복수의 가스 구멍(34a)을 제공하고 있다. 복수의 가스 구멍(34a)은 상부판(34)을 그 판 두께 방향으로 관통하고 있다.
- [0080] 지지체(36)는 상부판(34)을 착탈이 자유롭게 지지한다. 지지체(36)는 알루미늄과 같은 도전성 재료로 형성된다. 지지체(36)는 그 내부에 있어서 가스 확산실(36a)을 제공하고 있다. 지지체(36)는 복수의 가스 구멍(36b)을 또한 제공하고 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은 가스 확산실(36a)로부터 아래쪽으로 연장되어 있다. 복수의 가스 구멍(36b)은 복수의 가스 구멍(34a)에 각각 연통되어 있다. 지지체(36)는 가스 도입구(36c)를 또한 제공하고 있다. 가스 도입구(36c)는 가스 확산실(36a)에 접속해 있다. 가스 도입구(36c)에는 가스 공급관(38)이 접속해 있다.
- [0081] 가스 공급관(38)에는, 가스소스군(40)이 밸브군(41), 유량제어기군(42) 및 밸브군(43)을 통해 접속되어 있다. 가스소스군(40), 밸브군(41), 유량제어기군(42) 및 밸브군(43)은 가스 공급부(GS)를 구성하고 있다.
- [0082] 가스소스군(40)은 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 플라즈마 처리 장치(1)가 공정 STb에서 이용되는 경우에는, 복수의 가스 소스는 공정 STb에서 이용되는 제1 처리 가스를 위한 하나 이상의 가스 소스를 포함한다. 플라즈마 처리 장치(1)가 공정 STc에서 이용되는 경우에는, 복수의 가스 소스는 공정 STc에서 이용되는 에칭 가스를 위한 하나 이상의 가스 소스를 포함한다. 플라즈마 처리 장치(1)가 공정 STd에서 이용되는 경우에는, 복수의 가스 소스는 공정 STd에서 이용되는 애싱 가스를 위한 하나 이상의 가스 소스를 포함한다.
- [0083] 밸브군(41) 및 밸브군(43) 각각은 복수의 개폐 밸브를 포함하고 있다. 유량제어기군(42)은 복수의 유량 제어기를 포함하고 있다. 유량제어기군(42)의 복수의 유량 제어기 각각은 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기이다. 가스소스군(40)의 복수의 가스 소스 각각은, 밸브군(41)의 대응하는 개폐 밸브, 유량제어기군(42)의 대응하는 유량 제어기 및 밸브군(43)의 대응하는 개폐 밸브를 통해 가스 공급관(38)에 접속되어 있다.
- [0084] 플라즈마 처리 장치(1)는 실드(46)를 더 구비하고 있어도 좋다. 실드(46)는 챔버 본체(12)의 내벽면을 따라 착탈이 자유롭게 마련되어 있다. 실드(46)는 지지부(13)의 외주에도 마련되어 있다. 실드(46)는 챔버 본체(12)에 플라즈마 처리의 부생물이 부착되는 것을 방지한다. 실드(46)는 예컨대 알루미늄으로 형성된 부재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 형성함으로써 구성된다. 내부식성을 갖는 막은 산화이트륨과 같은 세라믹으로 형성된 막일 수 있다.
- [0085] 플라즈마 처리 장치(1)는 배플 부재(48)를 더 구비하고 있어도 좋다. 배플 부재(48)는 지지부(13)와 챔버 본체(12) 측벽과의 사이에 마련되어 있다. 배플 부재(48)는 예컨대 알루미늄으로 형성된 판형 부재의 표면에 내부식성을 갖는 막을 형성함으로써 구성된다. 내부식성을 갖는 막은 산화이트륨과 같은 세라믹으로 형성된 막일 수 있다. 배플 부재(48)는 복수의 관통 구멍을 제공하고 있다. 배플 부재(48)의 아래쪽 또한 챔버 본체(12)의 바닥 부에는 배기구(12e)가 형성되어 있다. 배기구(12e)에는 배기 장치(50)가 배기관(52)을 통해 접속되어 있다. 배기 장치(50)는 압력 조정 밸브 및 터보 분자 펌프와 같은 진공 펌프를 갖고 있다.
- [0086] 플라즈마 처리 장치(1)는 고주파 전원(62) 및 바이어스 전원(64)을 더 구비하고 있다. 고주파 전원(62)은 고주파 전력(이하, 「고주파 전력(HF)」이라고 한다)을 발생하도록 구성되어 있다. 고주파 전력(HF)은 플라즈마의 생성에 알맞은 주파수를 갖는다. 고주파 전력(HF)의 주파수는 예컨대 27 MHz 이상 100 MHz 이하이다. 고주파 전력(HF)의 주파수는 60 MHz 이상이라도 좋다. 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 통해 고주파 전극에 접속되어 있다. 일 실시형태에 있어서, 고주파 전극은 상부 전극(30)이다. 정합기(66)는, 고주파 전원(62)의 부하 측(상부 전극(30) 측)의 임피던스를, 고주파 전원(62)의 출력 임피던스에 정합시키기 위한 회로를 갖고 있다. 고주파 전원(62)은 일 실시형태에 있어서 플라즈마 생성부를 구성할 수 있다. 또한, 고주파 전원(62)은 정합기(66)를 통해 기판 지지기(14) 내의 전극(예컨대 하부 전극(18))에 접속되어 있어도 좋다. 즉, 고주파 전극은 기판 지지기(14) 안의 전극(예컨대 하부 전극(18))이라도 좋다.
- [0087] 바이어스 전원(64)은, 전기 바이어스(EB)를 기판 지지기(14) 안의 바이어스 전극(예컨대 하부 전극(18))에 부여하도록 구성되어 있다. 전기 바이어스(EB)는 기판(W)에 이온을 끌어들이기에 알맞은 바이어스 주파수를 갖는다.

전기 바이어스(EB)의 바이어스 주파수는 예컨대 100 kHz 이상 40.68 MHz 이하이다. 전기 바이어스(EB)가 고주파 전력(HF)과 함께 이용되는 경우에는, 전기 바이어스(EB)는 고주파 전력(HF)의 주파수보다 낮은 주파수를 갖는다.

[0088] 일 실시형태에 있어서, 전기 바이어스(EB)는 고주파 바이어스 전력(이하, 「고주파 전력(LF)」이라고 한다)이라고도 좋다. 고주파 전력(LF)의 파형은 바이어스 주파수를 갖는 정현파 형상이다. 이 실시형태에 있어서, 바이어스 전원(64)은, 정합기(68) 및 전극 플레이트(16)를 통해 바이어스 전극(예컨대 하부 전극(18))에 접속되어 있다. 정합기(68)는, 바이어스 전원(64)의 부하 측(하부 전극(18) 측)의 임피던스를 바이어스 전원(64)의 출력 임피던스에 정합시키기 위한 회로를 갖고 있다. 다른 실시형태에 있어서, 전기 바이어스(EB)는 전압의 펄스라도 좋다. 전압의 펄스는 음의 전압의 펄스라도 좋다. 음의 전압의 펄스는 음의 직류 전압의 펄스라도 좋다. 이 실시형태에 있어서, 전압의 펄스는, 바이어스 주파수의 역수의 시간 길이를 갖는 시간 간격(즉, 주기)으로 주기적으로 하부 전극(18)에 인가된다.

[0089] 플라즈마 처리 장치(1)는 제어부(MC)를 더 구비하고 있다. 제어부(MC)는, 프로세서, 메모리와 같은 기억부, 입력 장치, 표시 장치, 신호의 입출력 인터페이스 등을 갖춘 컴퓨터일 수 있다. 제어부(MC)는 플라즈마 처리 장치(1)의 각 부를 제어한다. 제어부(MC)에서는, 오퍼레이터가 플라즈마 처리 장치(1)를 관리하기 위해서 커맨드의 입력 조작 등을 입력 장치를 이용하여 행할 수 있다. 또한, 제어부(MC)에서는, 표시 장치에 의해 플라즈마 처리 장치(1)의 가동 상황을 가시화하여 표시할 수 있다. 또한, 제어부(MC)의 기억부에는 제어 프로그램 및 레시피 데이터가 저장되어 있다. 제어 프로그램은 플라즈마 처리 장치(1)에서 각종 처리를 실행하기 위해서 제어부(MC)의 프로세서에 의해서 실행된다. 제어부(MC)의 프로세서가 제어 프로그램을 실행하여, 레시피 데이터에 따라서 플라즈마 처리 장치(1)의 각 부를 제어함으로써, 방법(MT)의 적어도 일부의 공정 또는 모든 공정이 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행된다.

[0090] 제어부(MC)는 공정 STb를 가져오더라도 좋다. 공정 STb를 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 제1 처리 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 제1 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(64)을 제어하여도 좋다.

[0091] 제어부(MC)는 공정 STc를 또한 가져오더라도 좋다. 공정 STc를 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 예칭 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 예칭 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(64)을 제어하여도 좋다.

[0092] 제어부(MC)는 공정 STD를 또한 가져오더라도 좋다. 공정 STD를 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 애싱 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 애싱 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(64)을 제어하여도 좋다.

[0093] 제어부(MC)는 상술한 복수의 사이클을 순차 실행하는 것을 또한 가져오더라도 좋다. 제어부(MC)는 공정 STb와 공정 STc를 교대로 반복하는 것을 또한 가져오더라도 좋다.

[0094] 이하, 도 6을 참조한다. 도 6은 다른 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다. 방법(MT)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는, 도 6에 도시하는 플라즈마 처리 장치(1B)와 같이 유도 결합형의 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 플라즈마 처리 장치(1B)는 방법(MT)의 모든 공정에서 이용되어도 좋고, 공정 STb에서만 이용되어도 좋다.

[0095] 플라즈마 처리 장치(1B)는 챔버(110)를 구비하고 있다. 챔버(110)는 그 안에 내부 공간(110s)을 제공하고 있다. 일 실시형태에 있어서, 챔버(110)는 챔버 본체(112)를 포함하고 있어도 좋다. 챔버 본체(112)는 대략 원통 형상을 갖고 있다. 내부 공간(110s)은 챔버 본체(112)의 내측에 제공되어 있다. 챔버 본체(112)는 알루미늄과 같은

도체로 형성되어 있다. 챔버 본체(112)는 접지되어 있다. 챔버 본체(112)의 내벽면 상에는 내부식성을 갖는 막이 형성되어 있다. 내부식성을 갖는 막은 산화알루미늄, 산화이트륨과 같은 세라믹으로 형성된 막일 수 있다.

[0096] 챔버 본체(112)의 측벽은 통로(112p)를 제공하고 있다. 기관(W)은 내부 공간(110s)과 챔버(110) 외부의 사이에서 반송될 때에 통로(112p)를 통과한다. 통로(112p)는 게이트 밸브(112g)에 의해 개폐할 수 있게 되어 있다. 게이트 밸브(112g)는 챔버 본체(112)의 측벽을 따라 설치되어 있다.

[0097] 플라스마 처리 장치(1B)는 기관 지지기(114)를 더 구비한다. 기관 지지기(114)는, 챔버(110) 내, 즉 내부 공간(110s) 안에서 기관(W)을 지지하도록 구성되어 있다. 기관 지지기(114)는 챔버(110) 내에 마련되어 있다. 기관 지지기(114)는 지지부(113)에 의해서 지지되어 있어도 좋다. 지지부(113)는 절연 재료로 형성되어 있다. 지지부(113)는 대략 원통 형상을 갖고 있다. 지지부(113)는 내부 공간(110s) 안에서 챔버 본체(112)의 바닥부로부터 위쪽으로 연장되어 있다.

[0098] 일 실시형태에 있어서, 기관 지지기(114)는 하부 전극(118) 및 정전 척(120)을 갖고 있어도 좋다. 기관 지지기(114)는 전극 플레이트(116)를 더 갖고 있어도 좋다. 전극 플레이트(116)는 알루미늄과 같은 도체로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(118)은 전극 플레이트(116) 상에 마련되어 있다. 하부 전극(118)은 알루미늄과 같은 도체로 형성되어 있으며, 대략 원반 형상을 갖고 있다. 하부 전극(118)은 전극 플레이트(116)에 전기적으로 접속되어 있다.

[0099] 플라스마 처리 장치(1B)는 바이어스 전원(164)을 더 구비한다. 바이어스 전원(164)은 기관 지지기(114) 내의 바이어스 전극(예컨대 하부 전극(118))에 정합기(166)를 통해 접속되어 있다. 바이어스 전원(164) 및 정합기(166)는 각각 플라스마 처리 장치(1)의 바이어스 전원(64) 및 정합기(66)와 같은 식으로 구성되어 있다.

[0100] 정전 척(120)은 하부 전극(118) 상에 마련되어 있다. 정전 척(120)은 본체 및 전극을 가지며, 플라스마 처리 장치(1)의 정전 척(20)과 같은 식으로 구성되어 있다. 정전 척(120)의 전극은 스위치(120s)를 통해 직류 전원(120p)에 접속되어 있다. 직류 전원(120p)으로부터의 전압이 정전 척(120)의 전극에 인가되면, 정전 척(120)과 기관(W)의 사이에서 정전인력이 발생한다. 발생한 정전인력에 의해, 기관(W)은 정전 척(120)에 끌려가, 정전 척(120)에 의해서 유지된다.

[0101] 하부 전극(118)은 그 내부에 있어서 유로(118f)를 제공하고 있다. 유로(118f)는, 플라스마 처리 장치(1)의 유로(18f)와 마찬가지로, 칠러 유닛으로부터 배관(122a)을 통해 공급되는 열교환 매체를 받는다. 유로(118f)에 공급된 열교환 매체는 배관(122b)을 통해 칠러 유닛으로 되돌아간다.

[0102] 기관 지지기(114)는, 플라스마 처리 장치(1)의 기관 지지기(14)와 마찬가지로, 그 위에 배치되는 엷지 링(ER)을 지지하고 있어도 좋다. 또한, 기관 지지기(114)는, 플라스마 처리 장치(1)의 기관 지지기(14)와 마찬가지로, 그 안에 설치된 하나 이상의 히터(HT)를 갖고 있어도 좋다. 하나 이상의 히터(HT)는 히터 컨트롤러(HC)에 접속되어 있다. 히터 컨트롤러(HC)는 하나 이상의 히터(HT)에 조정된 양의 전력을 공급하도록 구성되어 있다.

[0103] 플라스마 처리 장치(1B)는 가스 공급 라인(124)을 더 구비하고 있어도 좋다. 가스 공급 라인(124)은, 플라스마 처리 장치(1)의 가스 공급 라인(24)과 마찬가지로, 전열 가스(예컨대 He 가스)를 정전 척(120)의 상면과 기관(W) 이면 사이의 간극에 공급한다.

[0104] 플라스마 처리 장치(1B)는 실드(146)를 더 구비하고 있어도 좋다. 실드(146)는 플라스마 처리 장치(1)의 실드(46)와 같은 식으로 구성되어 있다. 실드(146)는 챔버 본체(112)의 내벽면을 따라 착탈이 자유롭게 설치되어 있다. 실드(146)는 지지부(113)의 외주에도 마련되어 있다.

[0105] 또한, 플라스마 처리 장치(1B)는 배플 부재(148)를 더 구비하고 있어도 좋다. 배플 부재(148)는 플라스마 처리 장치(1)의 배플 부재(48)와 같은 식으로 구성되어 있다. 배플 부재(148)는 지지부(113)와 챔버 본체(112) 측벽의 사이에 설치되어 있다. 배플 부재(148)의 아래쪽 또한 챔버 본체(112)의 바닥부에는 배기구(112e)가 형성되어 있다. 배기구(112e)에는 배기 장치(150)가 배기관(152)을 통해 접속되어 있다. 배기 장치(150)는 압력 조정 밸브 및 터보 분자 펌프와 같은 진공 펌프를 갖고 있다.

[0106] 챔버 본체(112)의 상부는 개구를 제공하고 있다. 챔버 본체(112)의 상부의 개구는 창 부재(130)에 의해서 닫혀 있다. 창 부재(130)는 석영과 같은 유전체로 형성된다. 창 부재(130)는 예컨대 판형을 이루고 있다. 일례로서, 창 부재(130)의 하면과 정전 척(120) 상에 배치된 기관(W)의 상면 사이의 거리는 120 mm~180 mm로 설정된다.

[0107] 챔버(110) 또는 챔버 본체(112)의 측벽은 가스 도입구(112i)를 제공하고 있다. 가스 도입구(112i)에는 가스 공급관(138)을 통해 가스 공급부(GSB)가 접속되어 있다. 가스 공급부(GSB)는 가스소스군(140), 유량제어기군(142)

및 밸브군(143)을 포함하고 있다. 가스소스군(140)은 플라즈마 처리 장치(1)의 가스소스군(40)과 같은 식으로 구성되어 있고, 복수의 가스 소스를 포함하고 있다. 유량제어기군(142)은 플라즈마 처리 장치(1)의 유량제어기군(42)과 같은 식으로 구성되어 있다. 밸브군(143)은 플라즈마 처리 장치(1)의 밸브군(43)과 같은 식으로 구성되어 있다. 가스소스군(140)의 복수의 가스 소스 각각은 유량제어기군(142)의 대응하는 유량 제어기 및 밸브군(143)의 대응하는 개폐 밸브를 통해 가스 공급관(138)에 접속되어 있다. 또한, 가스 도입구(112i)는, 챔버 본체(112)의 측벽이 아니라, 창 부재(130)와 같은 다른 곳에 형성되어 있어도 좋다.

[0108] 플라즈마 처리 장치(1B)는 안테나(151) 및 실드 부재(160)를 더 구비하고 있다. 안테나(151) 및 실드 부재(160)는 챔버(110) 상부의 위 및 창 부재(130)의 위에 설치되어 있다. 안테나(151) 및 실드 부재(160)는 챔버(110)의 외측에 설치되어 있다. 일 실시형태에 있어서, 안테나(151)는 내측 안테나 소자(153a) 및 외측 안테나 소자(153b)를 갖고 있다. 내측 안테나 소자(153a)는, 스파이럴형의 코일이며, 창 부재(130)의 중앙부의 위에서 연장되어 있다. 외측 안테나 소자(153b)는, 스파이럴형의 코일이며, 창 부재(130) 위 또한 내측 안테나 소자(153a)의 외측에서 연장되어 있다. 내측 안테나 소자(153a) 및 외측 안테나 소자(153b) 각각은 구리, 알루미늄, 스테인리스와 같은 도체로 형성된다.

[0109] 플라즈마 처리 장치(1B)는 복수의 협지체(挾持體)(154)를 더 구비하고 있어도 좋다. 내측 안테나 소자(153a) 및 외측 안테나 소자(153b)는 함께 복수의 협지체(154)에 의해서 협지되어 있고, 이들 복수의 협지체(154)에 의해서 지지되어 있다. 복수의 협지체(154) 각각은 막대형 형상을 갖고 있다. 복수의 협지체(154)는 내측 안테나 소자(153a)의 중심 부근에서부터 외측 안테나 소자(153b)의 외측까지 방사형으로 연장되어 있다.

[0110] 실드 부재(160)는 안테나(151)를 덮고 있다. 실드 부재(160)는 내측 실드벽(162a) 및 외측 실드벽(162b)을 포함하고 있다. 내측 실드벽(162a)은 통 형상을 갖고 있다. 내측 실드벽(162a)은, 내측 안테나 소자(153a)를 둘러싸도록 내측 안테나 소자(153a)와 외측 안테나 소자(153b)의 사이에 마련되어 있다. 외측 실드벽(162b)은 통 형상을 갖고 있다. 외측 실드벽(162b)는, 외측 안테나 소자(153b)를 둘러싸도록 외측 안테나 소자(153b)의 외측에 마련되어 있다.

[0111] 실드 부재(160)는 내측 실드판(163a) 및 외측 실드판(163b)를 더 포함하고 있다. 내측 실드판(163a)은 원반 형상을 갖고 있고, 내측 실드벽(162a)의 개구를 막도록 내측 안테나 소자(153a)의 위쪽에 마련되어 있다. 외측 실드판(163b)은 환(環) 형상을 갖고 있고, 내측 실드벽(162a)과 외측 실드벽(162b) 사이의 개구를 막도록 외측 안테나 소자(153b)의 위쪽에 마련되어 있다.

[0112] 또한, 실드 부재(160)의 실드벽 및 실드판의 형상은 상술한 형상에 한정되는 것은 아니다. 실드 부재(160)의 실드벽 형상은 각진 통 형상과 같은 다른 형상이라도 좋다.

[0113] 플라즈마 처리 장치(1B)는 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 더 구비한다. 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)은 플라즈마 생성부를 구성한다. 고주파 전원(170a), 고주파 전원(170b)은 각각 내측 안테나 소자(153a), 외측 안테나 소자(153b)에 접속되어 있다. 고주파 전원(170a), 고주파 전원(170b)은 각각 동일한 주파수 또는 다른 주파수를 갖는 고주파 전력을, 내측 안테나 소자(153a), 외측 안테나 소자(153b)에 공급한다. 고주파 전원(170a)으로부터의 고주파 전력이 내측 안테나 소자(153a)에 공급되면, 내부 공간(110s) 안에서 유도 자계가 발생하여, 내부 공간(110s) 안의 가스가 상기 유도 자계에 의해서 여기된다. 이에 따라, 기판(W) 중앙 영역의 위쪽에서 플라즈마가 생성된다. 고주파 전원(170b)으로부터의 고주파 전력이 외측 안테나 소자(153b)에 공급되면, 내부 공간(110s) 안에서 유도 자계가 발생하여, 내부 공간(110s) 안의 가스가 상기 유도 자계에 의해서 여기된다. 이에 따라, 기판(W)의 둘레 가장자리 영역의 위쪽에서 환상의 플라즈마가 생성된다.

[0114] 또한, 고주파 전원(170a), 고주파 전원(170b) 각각으로부터 출력되는 고주파 전력에 따라서, 내측 안테나 소자(153a), 외측 안테나 소자(153b)의 전기적 길이가 조정되어도 좋다. 이 때문에, 내측 실드판(163a), 외측 실드판(163b) 각각의 높이 방향의 위치는 액츄에이터(168a), 액츄에이터(168b)에 의해서 개별로 조정되어도 좋다.

[0115] 플라즈마 처리 장치(1B)는 제어부(MC)를 더 구비하고 있다. 플라즈마 처리 장치(1B)의 제어부(MC)는 플라즈마 처리 장치(1)의 제어부(MC)와 같은 식으로 구성되어 있다. 제어부(MC)가 플라즈마 처리 장치(1B)의 각 부를 제어함으로써, 방법(MT)의 적어도 일부의 공정 또는 모든 공정이 플라즈마 처리 장치(1B)에서 실행된다.

[0116] 제어부(MC)는 공정 STb를 가져오더라도 좋다. 공정 STb를 플라즈마 처리 장치(1B)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 제1 처리 가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부(GSB)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 제1 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)

C)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(164)을 제어하여도 좋다.

[0117] 제어부(MC)는 공정 STc를 또한 가져오더라도 좋다. 공정 STc를 플라즈마 처리 장치(1B)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 에칭 가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부(GSB)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 에칭 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(164)을 제어하여도 좋다.

[0118] 제어부(MC)는 공정 STd를 또한 가져오더라도 좋다. 공정 STd를 플라즈마 처리 장치(1B)에서 실행하는 경우에는, 제어부(MC)는 애싱 가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부(GSB)를 제어한다. 또한, 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 애싱 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다. 또한, 제어부는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(164)을 제어하여도 좋다.

[0119] 플라즈마 처리 장치(1B)에 있어서, 제어부(MC)는 상술한 복수의 사이클을 순차 실행하는 것을 또한 가져오더라도 좋다. 제어부(MC)는 공정 STb와 공정 STc를 교대로 반복하는 것을 또한 가져오더라도 좋다.

[0120] 이하, 도 7을 참조한다. 도 7은 하나의 예시적 실시형태에 따른 기판 처리 시스템을 도시하는 도면이다. 도 7에 도시하는 기판 처리 시스템(PS)은 방법(MT)에서 이용될 수 있다. 기판 처리 시스템(PS)은 대(臺)(2a~2d), 용기(4a~4d), 로더 모듈(LM), 얼라이너(AN), 로드록 모듈(LL1, LL2), 프로세스 모듈(PM1~PM6), 반송 모듈(TM) 및 제어부(MC)를 구비하고 있다. 또한, 기판 처리 시스템(PS)에 있어서의 대의 개수, 용기의 개수, 로드록 모듈의 개수는 하나 이상의 임의의 개수일 수 있다. 또한, 기판 처리 시스템(PS)에 있어서의 프로세스 모듈의 개수는 1개 이상의 임의의 개수일 수 있다.

[0121] 대(2a~2d)는 로더 모듈(LM)의 한 가장자리를 따라 배열되어 있다. 용기(4a~4d)는 각각 대(2a~2d) 상에 탑재되어 있다. 용기(4a~4d) 각각은 예컨대 FOU(FOUP(Front Opening Unified Pod)라고 불리는 용기이다. 용기(4a~4d) 각각은 그 내부에 기판(W)을 수용하도록 구성되어 있다.

[0122] 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 예컨대 반송 로봇이며, 제어부(MC)에 의해서 제어된다. 반송 장치(TU1)는 로더 모듈(LM)의 챔버를 통해 기판(W)을 반송하도록 구성되어 있다. 반송 장치(TU1)는, 용기(4a~4d) 각각과 얼라이너(AN)와의 사이, 얼라이너(AN)와 로드록 모듈(LL1, LL2) 각각과의 사이, 로드록 모듈(LL1, LL2) 각각과 용기(4a~4d) 각각과의 사이에서 기판(W)을 반송할 수 있다. 얼라이너(AN)는 로더 모듈(LM)에 접속되어 있다. 얼라이너(AN)는 기판(W)의 위치 조정(위치 교정)을 행하도록 구성되어 있다.

[0123] 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2) 각각은 로더 모듈(LM)과 반송 모듈(TM)의 사이에 마련되어 있다. 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2) 각각은 예비 감압실을 제공하고 있다.

[0124] 반송 모듈(TM)은 로드록 모듈(LL1) 및 로드록 모듈(LL2) 각각에 게이트 밸브를 통해 접속되어 있다. 반송 모듈(TM)은 그 내부 공간이 감압 가능하게 구성된 반송 챔버(TC)를 갖고 있다. 반송 모듈(TM)은 반송 장치(TU2)를 갖고 있다. 반송 장치(TU2)는 예컨대 반송 로봇이며, 제어부(MC)에 의해서 제어된다. 반송 장치(TU2)는 반송 챔버(TC)를 통해 기판(W)을 반송하도록 구성되어 있다. 반송 장치(TU2)는, 로드록 모듈(LL1, LL2) 각각과 프로세스 모듈(PM1~PM6) 각각과의 사이 및 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 임의의 2개의 프로세스 모듈의 사이에서 기판(W)을 반송할 수 있다.

[0125] 프로세스 모듈(PM1~PM6) 각각은 전용의 기판 처리를 행하도록 구성된 장치이다. 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 하나의 프로세스 모듈은, 공정 STb에서 이용되는 플라즈마 처리 장치이며, 예컨대 플라즈마 처리 장치(1) 또는 플라즈마 처리 장치(1B)이다. 공정 STb에서 이용되는 기판 처리 시스템(PS)의 프로세스 모듈은 공정 STd에서 이용되어도 좋다.

[0126] 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 다른 하나의 프로세스 모듈은 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치이다. 공정 STc에서 이용되는 프로세스 모듈은 플라즈마 처리 장치(1) 또는 플라즈마 처리 장치(1B)와 같은 식으로 구성되어 있어도 좋다. 공정 STc에서 이용되는 기판 처리 시스템(PS)의 프로세스 모듈은 공정 STd에서 이용되어도 좋다.

- [0127] 프로세스 모듈(PM1~PM6) 중 또 다른 하나의 프로세스 모듈은 공정 STd에서 이용되는 애싱 장치라도 좋다. 공정 STd에서 이용되는 프로세스 모듈은 플라즈마 처리 장치(1) 또는 플라즈마 처리 장치(1B)와 같은 식으로 구성되어 있어도 좋다.
- [0128] 제어부(MC)는 기관 처리 시스템(PS)의 각 부를 제어하도록 구성되어 있다. 제어부(MC)는 프로세서, 기억 장치, 입력 장치, 표시 장치 등을 갖춘 컴퓨터일 수 있다. 제어부(MC)는, 기억 장치에 기억되어 있는 제어 프로그램을 실행하여, 그 기억 장치에 기억되어 있는 레시피 데이터에 기초하여 기관 처리 시스템(PS)의 각 부를 제어한다. 방법(MT)은, 제어부(MC)에 의한 기관 처리 시스템(PS)의 각 부의 제어에 의해, 기관 처리 시스템(PS)에서 실행된다.
- [0129] 방법(MT)이 기관 처리 시스템(PS)에 이용하여 실시되는 경우에는, 플라즈마로부터의 화학종을 기관(W)에 공급하여, 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 퇴적물(DP)을 형성하도록, 제어부(MC)는, 공정 STb를 위한 프로세스 모듈, 즉 플라즈마 처리 장치 또는 퇴적 장치를 제어한다.
- [0130] 공정 STb와 공정 STc가 다른 프로세스 모듈에서 실시되는 경우에는, 제어부(MC)는, 공정 STb용 프로세스 모듈로부터 공정 STc용 프로세스 모듈로 반송 챔버(TC)를 통해 기관(W)을 반송하도록 반송 모듈(TM)을 제어한다. 따라서, 기관(W)은, 공정 STb용 프로세스 모듈의 챔버(제1 챔버)로부터 공정 STc용 프로세스 모듈의 챔버(제2 챔버)로, 진공 환경만을 통해서 반송된다. 즉, 공정 STb와 공정 STc의 사이에서, 기관(W)은 제1 챔버로부터 제2 챔버로 진공 환경 하에서 반송된다. 또한, 공정 STb와 공정 STc가 동일한 프로세스 모듈에서 실시되는 경우에는, 기관(W)은 그 프로세스 모듈의 챔버 내에 계속해서 배치된다.
- [0131] 이어서, 제어부(MC)는 제2 영역(R2)을 에칭하도록, 공정 STc에서 이용되는 프로세스 모듈, 즉 에칭 장치를 제어한다.
- [0132] 공정 STc와 공정 STd가 다른 프로세스 모듈에서 실시되는 경우에는, 제어부(MC)는, 공정 STc용 프로세스 모듈의 챔버로부터 공정 STd용 프로세스 모듈의 챔버로, 반송 챔버(TC)를 통해 기관(W)을 반송하도록 반송 모듈(TM)을 제어한다. 따라서, 기관(W)은, 공정 STc용 프로세스 모듈의 챔버로부터 공정 STd용 프로세스 모듈의 챔버로, 진공 환경만을 통해서 반송된다. 즉, 공정 STc와 공정 STd의 사이에서, 기관(W)은 공정 STc용 챔버로부터 공정 STd용 챔버로 진공 환경 하에서 반송된다. 또한, 공정 STc와 공정 STd가 동일한 프로세스 모듈에서 실시되는 경우에는, 기관(W)은 그 프로세스 모듈 내에 계속해서 배치된다.
- [0133] 이어서, 제어부(MC)는 퇴적물(DP)을 제거하도록, 공정 STd에서 이용되는 프로세스 모듈, 즉 애싱 장치를 제어한다.
- [0134] 이하, 방법(MT)의 평가를 위해서 실시한 다양한 실험에 관해서 설명한다. 이하에 설명하는 실험은 본 개시를 한정하는 것은 아니다.
- [0135] (제1 실험 및 제1 비교 실험)
- [0136] 제1 실험 및 제1 비교 실험에서는 샘플 기관(SW)을 준비했다. 샘플 기관(SW)은, 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)를 가지고, 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)에 의해서 오목부(RC)를 규정하고 있었다(도 8(b) 및 도 8(d)를 참조). 제1 영역(R1)은 질화실리콘으로 형성되어 있고, 제2 영역(R2)은 산화실리콘으로 형성되어 있었다. 제1 실험의 샘플 기관(SW)에 있어서, 오목부(RC)는 12 nm의 폭 및 13 nm의 깊이를 갖고 있었다. 제1 비교 실험의 샘플 기관(SW)에 있어서, 오목부(RC)는 12 nm의 폭 및 25 nm의 깊이를 갖고 있었다. 제1 실험에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서 CO 가스와 Ar 가스의 혼합 가스를 제1 처리 가스로서 이용하여, 샘플 기관(SW) 상에 퇴적물(DP)을 형성했다. 제1 비교 실험에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서 CH₃F 가스와 Ar 가스의 혼합 가스를 이용하여 샘플 기관(SW) 상에 퇴적물(DP)을 형성했다. 이하, 제1 실험과 제1 비교 실험에 있어서의 퇴적물(DP)의 형성 조건을 나타낸다.
- [0137] <제1 실험과 제1 비교 실험에 있어서의 퇴적물(DP)의 형성 조건>
- [0138] 고주파 전력(HF): 800 W
- [0139] 제1 실험에 있어서의 고주파 전력(LF): 0 W
- [0140] 제1 비교 실험에 있어서의 고주파 전력(LF): 0 W
- [0141] 처리 시간: 제1 실험은 120초, 제1 비교 실험은 30초

[0142] 도 8(a) 및 도 8(b)에 제1 실험의 결과를 도시한다. 도 8(a)는 제1 실험에 있어서 그 위에 퇴적물(DP)이 형성된 샘플 기관(SW)의 투과 전자현미경(TEM) 화상을 도시하고 있다. 도 8(b)는 도 8(a)의 TEM 화상에 있어서의 샘플 기관(SW)을 도시하고 있다. 또한, 도 8(c) 및 도 8(d)에 제1 비교 실험의 결과를 도시한다. 도 8(c)는 제1 비교 실험에 있어서 그 위에 퇴적물(DP)이 형성된 샘플 기관(SW)의 투과 전자현미경(TEM) 화상을 도시하고 있다. 도 8(d)는 도 8(c)의 TEM 화상에 있어서의 샘플 기관(SW)을 도시하고 있다. 도 8(c) 및 도 8(d)에 도시하는 것과 같이, CH_3F 가스를 이용한 제1 비교 실험에서는, 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2) 양쪽 위에 형성되어 있고, 오목부(RC)의 개구 폭이 좁게 되어 있었다. 한편, 도 8(a) 및 도 8(b)에 도시하는 것과 같이, CO 가스를 이용한 제1 실험에서는, 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 형성되어 있고, 오목부(RC)의 개구 폭의 축소가 억제되었다.

[0143] (제2 실험 및 제2 비교 실험)

[0144] 제2 실험 및 제2 비교 실험에서는 샘플 기관(SW)을 준비했다. 준비한 샘플 기관(SW)은, 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 가지고, 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)에 의해서 오목부(RC)를 규정하고 있었다. 제1 영역(R1)은 질화 실리콘으로 형성되어 있고, 제2 영역(R2)은 산화실리콘으로 형성되어 있었다. 준비한 샘플 기관은, 제1 실험 및 제1 비교 실험에서 이용한 샘플 기관의 오목부(RC)의 어스펙트비보다 작은 어스펙트비를 갖고 있었다. 구체적으로 제2 실험의 샘플 기관(SW)에 있어서, 오목부(RC)는 12 nm의 폭 및 7 nm의 깊이를 갖고 있고, 그 어스펙트비는 약 0.6이었다. 제2 비교 실험의 샘플 기관에 있어서, 오목부(RC)는 12 nm의 폭 및 9 nm의 깊이를 갖고 있고, 그 어스펙트비는 0.8이었다. 제2 실험에서는, 제1 실험의 조건과 동일한 조건으로 샘플 기관(SW) 상에 퇴적물(DP)을 형성했다. 제2 비교 실험에서는, 제1 비교 실험의 조건과 동일한 조건으로 샘플 기관(SW) 상에 퇴적물(DP)을 형성했다.

[0145] 도 9(a) 및 도 9(b)에 제2 실험의 결과를 도시한다. 도 9(a)는 제2 실험에 있어서 그 위에 퇴적물(DP)이 형성된 샘플 기관(SW)의 투과 전자현미경(TEM) 화상을 도시하고 있다. 도 9(b)는 도 9(a)의 TEM 화상에 있어서의 샘플 기관(SW)을 도시하고 있다. 또한, 도 9(c) 및 도 9(d)에 제2 비교 실험의 결과를 도시한다. 도 9(c)는 제2 비교 실험에 있어서 그 위에 퇴적물(DP)이 형성된 샘플 기관(SW)의 투과 전자현미경(TEM) 화상을 도시하고 있다. 도 9(d)는 도 9(c)의 TEM 화상에 있어서의 샘플 기관(SW)을 도시하고 있다. 도 9(c) 및 도 9(d)에 도시하는 것과 같이, CH_3F 가스를 이용한 제2 비교 실험에서는, 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2) 양쪽 위에 형성되어 있고, 오목부(RC)의 개구 폭이 좁게 되어 있었다. 한편, 도 9(a) 및 도 9(b)에 도시하는 것과 같이, CO 가스를 이용한 제2 실험에서는, 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 상에 선택적으로 형성되어 있고, 오목부(RC)의 개구 폭의 축소가 억제되었다. 제2 실험의 결과, CO 가스를 이용함으로써, 오목부(RC)의 어스펙트비가 작더라도 퇴적물(DP)이 제1 영역(R1) 상에 선택적으로 형성되는 것이 확인되었다.

[0146] (제3 실험)

[0147] 제3 실험에서는, 제1 실험의 샘플 기관의 구조와 동일한 구조를 갖는 복수의 샘플 기관(SW)을 준비했다. 제3 실험에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에 있어서 CO 가스와 Ar 가스의 혼합 가스를 제1 처리 가스로서 이용하여, 복수의 샘플 기관(SW) 상에 퇴적물(DP)을 형성했다. 제3 실험에서는, 퇴적물(DP)의 형성 시에 복수의 샘플 기관(SW)에 공급된 이온의 에너지(즉, 이온 에너지)가 서로 달랐다. 제3 실험에서는, 고주파 전력(LF)의 전력 레벨을 변경함으로써 이온 에너지를 조정했다. 제3 실험의 다른 조건은 제1 실험의 대응하는 조건과 동일했다. 제3 실험에서는, 퇴적물(DP) 형성 후의 복수의 샘플 기관(SW)의 오목부(RC)의 개구 폭을 구했다. 그리고, 이온 에너지와 개구 폭의 관계를 구했다. 그 결과를 도 10의 그래프에 도시한다. 도 10의 그래프에서, 횡축은 이온 에너지를 나타내고, 종축은 개구의 폭을 나타내고 있다. 도 10에 도시하는 것과 같이, 퇴적물(DP) 형성 시의 기관(W)에 대한 이온 에너지가 70 eV 이하이면, 오목부(RC)의 개구 폭의 축소가 상당히 억제되었다.

[0148] (제4~제6 실험)

[0149] 제4~제6 실험 각각에서는, 제1 실험의 샘플 기관의 구조와 동일한 구조를 갖는 샘플 기관을 준비했다. 그리고, 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여 퇴적물(DP)을 샘플 기관의 표면 상에 형성하고, 이어서, 제2 영역(R2)의 에칭을 행했다. 제4 실험에서는, 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 제1 처리 가스로서 CO 가스와 Ar 가스의 혼합 가스를 이용했다. 제5 실험에서는, 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 제1 처리 가스로서 CO 가스와 CH_4 가스의 혼합 가스를 이용했다. 제6 실험에서는, 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 제1 처리 가스로서 CO 가스와 H_2 가스의 혼합 가스를 이용했다. 제4~제6 실험 각각에 있어서의 퇴적물(DP)의 그 밖의 형성 조건은 제1 실험에 있어서의 퇴적물

(DP)의 형성 조건과 동일했다. 이하, 제4~제6 실험 각각에 있어서의 제2 영역(R2)의 에칭 조건을 나타낸다.

[0150] <제2 영역(R2)의 에칭 조건>

[0151] 고주파 전력(HF): 100 W

[0152] 고주파 전력(LF): 100 W

[0153] 에칭 가스: NF_3 가스와 Ar 가스의 혼합 가스

[0154] 처리 시간: 6초

[0155] 도 11은 제4~제6 실험에서 측정한 치수를 설명하는 도면이다. 제4~제6 실험 각각에서는, 제2 영역(R2)의 에칭 전의 퇴적물(DP)의 막 두께 T_B , 제2 영역(R2)의 에칭에 의한 오목부의 깊이 D_s 의 증가량 및 제2 영역(R2)의 에칭에 의한 퇴적물(DP)의 막 두께 T_T 의 감소량을 구했다. 여기서, 막 두께 T_B 는 오목부 바닥에 있어서의 퇴적물(DP)의 막 두께이다. 막 두께 T_T 는 제1 영역(R1) 상의 퇴적물(DP)의 막 두께이다.

[0156] 제4~제6 실험에서 측정된 막 두께 T_B 는 각각 1.8 nm, 3.0 nm, 1.6 nm였다. 따라서, 제1 처리 가스가 CO 가스와 Ar 가스의 혼합 가스 또는 CO 가스와 H_2 가스의 혼합 가스인 경우에는, 제1 처리 가스가 CH_4 가스를 포함하는 경우와 비교하여, 오목부 바닥에 있어서의 퇴적물(DP)의 막 두께는 작았다. 또한, 제4~제6 실험에서 측정된 오목부의 깊이 D_s 의 증가량은 각각 1.0 nm, 0.5 nm, 0.9 nm였다. 따라서, 제1 처리 가스가 CO 가스와 Ar 가스의 혼합 가스 또는 CO 가스와 H_2 가스의 혼합 가스인 경우에는, 제1 처리 가스가 CH_4 가스를 포함하는 경우와 비교하여, 오목부의 바닥에서 제2 영역(R2)이 많이 에칭되었다. 또한, 제4~제6 실험에서 측정된 막 두께 T_T 의 감소량은 각각 3.5 nm, 1.7 nm, 1.2 nm였다. 따라서, 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 제1 처리 가스가 CO 가스와 H_2 가스의 혼합 가스인 경우에는, 다른 처리 가스가 이용된 경우와 비교하여, 막 두께 T_T 의 감소량이 현저히 억제되었다. 이로부터, CO 가스와 H_2 가스의 혼합 가스를 제1 처리 가스로서 이용함으로써, 제2 영역(R2)의 에칭에 대하여 높은 내성을 갖는 보호막을 선택적 또는 우선적으로 제1 영역(R1) 상에 형성할 수 있다는 것이 확인되었다.

[0157] (제7~제12 실험)

[0158] 제7~제12 실험 각각에서는, 제1 실험의 샘플 기관의 구조와 동일한 구조를 갖는 샘플 기관을 준비했다. 그리고, 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여 퇴적물(DP)을 샘플 기관의 표면 상에 형성했다. 제7~제12 실험에서 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 처리 가스는 CO 가스와 Ar 가스를 포함하고 있었다. 제8~제12 실험에서 퇴적물(DP)을 형성하기 위한 제1 처리 가스는 H_2 가스를 더 포함하고 있었다. 제7~제12 실험에서의 제1 처리 가스에 있어서의 CO 가스와 H_2 가스의 총 유량에 대한 H_2 가스의 유량의 비율은 각각 0, 1/19, 4/49, 2/17, 1/4, 5/14였다. 제7~제12 실험 각각에 있어서의 퇴적물(DP)의 그 밖의 형성 조건은 제1 실험에 있어서의 퇴적물(DP)의 형성 조건과 동일했다.

[0159] 도 12(a)~도 12(f)는 각각 제7~제12 실험에서의 퇴적물(DP) 형성 후의 샘플 기관의 투과 전자현미경(TEM) 화상을 도시하고 있다. 제8~제10 실험에서 제1 영역(R1) 상에 형성한 퇴적물(DP)의 측면(도 12(b)~도 12(d)를 참조)은, 다른 실험에서 제1 영역(R1) 상에 형성한 퇴적물(DP)의 측면(도 12(e)~도 12(f)를 참조)과 비교하여 높은 수직성을 갖고 있었다. 따라서, 제1 처리 가스에 있어서의 CO 가스와 H_2 가스의 총 유량에 대한 H_2 가스의 유량의 비율이 1/19 이상 2/17 이하인 경우에, 제1 영역(R1) 상에 형성된 퇴적물(DP)의 측면 수직성이 높아지는 것이 확인되었다.

[0160] 이하, 도 1과 함께 도 13 및 도 14(a)~도 14(e)를 참조한다. 도 13은 도 1에 도시하는 에칭 방법에 있어서 채용될 수 있는 예시적 실시형태에 따른 공정 STc의 흐름도이다. 도 14(a)~도 14(e) 각각은 도 1에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다. 이하, 도 13에 도시하는 공정 STc를 포함하는 방법(MT)에 관해서, 그것이 도 2에 도시하는 기관(W)에 적용되는 경우를 예로 들어 설명한다.

[0161] 도 13에 도시하는 공정 STc는 공정 STc1 및 공정 STc2를 포함한다. 공정 STc1에서는 도 14(a)에 도시하는 것과 같이 퇴적물(DPC)이 기관(W) 상에 형성된다. 퇴적물(DPC)은 플루오로카본을 포함한다. 공정 STc1에서는 퇴적물(DPC)을 기관(W) 상에 형성하기 위해서 에칭 장치의 챔버 내에서 제2 처리 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 공

정 STc1에서 이용되는 제2 처리 가스는 C_4F_6 가스와 같은 플루오로카본 가스를 포함한다. 공정 STc1에서 이용되는 제2 처리 가스에 포함되는 플루오로카본 가스는 C_4F_6 가스 이외의 플루오로카본 가스라도 좋다. 공정 STc1에서는, 제2 처리 가스로부터 생성된 플라즈마로부터 플루오로카본이 기판(W)에 공급되어, 이 플루오로카본이 기판(W) 상에 퇴적물(DPC)을 형성한다.

[0162] 공정 STc2에서는 회가스의 이온이 기판(W)에 공급됨으로써 제2 영역(R2)이 에칭된다. 공정 STc2에서는 에칭 장치의 챔버 내에서 회가스의 플라즈마가 형성된다. 공정 STc2에서 이용되는 회가스는 예컨대 Ar 가스이다. 공정 STc2에서 이용되는 회가스는 Ar 가스 이외의 회가스라도 좋다. 공정 STc2에서는 플라즈마로부터 회가스의 이온이 기판(W)에 공급된다. 기판(W)에 공급된 회가스의 이온은 퇴적물(DPC)에 포함되는 플루오로카본과 제2 영역(R2)의 재료를 반응시킨다. 그 결과, 공정 STc2에서는 도 14(b)에 도시하는 것과 같이 제2 영역(R2)이 에칭된다. 공정 STc2는 제2 영역(R2) 상의 퇴적물(DPC)이 실질적으로 소실될 때까지 실시된다. 한편, 제1 영역(R1) 위쪽에서는, 퇴적물(DPC)은 퇴적물(DP) 상에 형성되어 있기 때문에, 회가스의 이온이 공급되어도 제거되지 않는다.

[0163] 도 13에 도시하는 공정 STc에서는, 공정 STc1과 공정 STc2가 교대로 반복되어, 도 14(c)에 도시하는 것과 같이 제2 영역(R2)이 또 에칭되어도 좋다. 이 경우에, 공정 STc는 공정 STc3을 포함한다. 공정 STc3에서는 정지 조건을 만족하는지 여부가 판정된다. 공정 STc3에서, 정지 조건은 공정 STc1과 공정 STc2의 교대 반복 횟수가 소정 횟수에 달한 경우에 만족하게 된다. 공정 STc3에서 정지 조건이 만족되지 않았다고 판정되는 경우에는, 다시 공정 STc1과 공정 STc2가 순차 실행된다. 한편, 공정 STc3에서 정지 조건이 만족되었다고 판정되는 경우에는, 공정 STc는 종료한다.

[0164] 공정 STc 종료 후, 공정 STd가 실시되어도 좋다. 혹은 공정 STc 종료 후, 공정 STd가 실시되지 않고서 공정 STJ에서 정지 조건을 만족하는지 여부가 판정되어도 좋다. 공정 STJ에서 정지 조건을 만족하지 않는다고 판정하면, 공정 STb가 다시 실시된다. 공정 STb에서는, 도 14(d)에 도시하는 것과 같이 제1 영역(R1) 상에서 퇴적물(DPC) 상에 퇴적물(DP)이 형성된다. 그리고, 도 13에 도시하는 공정 STc가 다시 실행됨으로써, 도 14(e)에 도시하는 것과 같이 제2 영역(R2)이 또 에칭된다.

[0165] 도 13에 도시하는 공정 STc에 의하면, 제2 영역(R2) 상에 형성된 퇴적물(DPC)은, 제2 영역(R2)의 에칭에 사용되고, 공정 STc2에서 실질적으로 소실된다. 따라서, 공정 STc 후에 공정 STb가 실시될 때에는, 제2 영역(R2)이 노출되어 있기 때문에, 퇴적물(DP)은 제1 영역(R1) 상의 퇴적물(DPC) 상에 선택적 또는 우선적으로 형성되고, 제2 영역(R2) 상에는 형성되지 않는다. 고로, 공정 STb 후에 실시되는 공정 STc에서 제2 영역(R2)의 에칭이 정지하는 것이 방지된다. 또한, 제1 영역(R1) 상에 퇴적물(DPC)이 남겨진 상태에서 공정 STb가 실시되기 때문에, 퇴적물(DP)은 도 2에 도시하는 기판(W)의 제1 영역(R1)의 어깨부 위에도 충분히 형성된다. 따라서, 도 13에 도시하는 공정 STc를 포함하는 방법(MT)에 의하면, 제1 영역(R1)이 보다 확실하게 보호된다.

[0166] 도 13에 도시하는 공정 STc에 이용되는 에칭 장치는 플라즈마 처리 장치(1) 또는 플라즈마 처리 장치(1B)일 수 있다. 플라즈마 처리 장치(1) 및 플라즈마 처리 장치(1B)의 어느 것이 이용되는 경우이나, 제어부(MC)는, 공정 STc1 및 공정 STc2를 각각이 포함하는 복수의 에칭 사이클을 가져옴으로써 공정 STc를 가져온다. 도 13에 도시하는 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치가 플라즈마 처리 장치(1)인 경우에는, 공정 STc1에서, 플라즈마 처리 장치(1)의 제어부(MC)는 제2 처리 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 제2 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(64)을 제어하여도 좋다. 또한, 공정 STc1에서, 전기 바이어스(EB)는 공급되지 않아도 좋다.

[0167] 공정 STc2에서, 플라즈마 처리 장치(1)의 제어부(MC)는 회가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 회가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(64)을 제어한다.

[0168] 도 13에 도시하는 공정 STc에서 이용되는 에칭 장치가 플라즈마 처리 장치(1B)인 경우에는, 플라즈마 처리 장치(1B)의 제어부(MC)는, 플루오로카본 가스를 포함하는 제2 처리 가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부

(GSB)를 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 제2 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다. 또한, 공정 STc1에서, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(164)을 제어하여도 좋다.

[0169] 공정 STc2에서, 플라즈마 처리 장치(1B)의 제어부(MC)는 회가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부(GSB)를 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 회가스로부터 플라즈마를 생성하도록 플라즈마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다. 또한, 공정 STc2에서, 제어부(MC)는 전기 바이어스(EB)를 공급하도록 바이어스 전원(164)을 제어한다.

[0170] 이하, 도 15를 참조하여 다른 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법에 관해서 설명한다. 도 15는 다른 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 흐름도이다. 도 15에 도시하는 에칭 방법(이하, 「방법(MTB)」이라고 한다)은 공정 STa, 공정 STe 및 공정 STc를 포함한다. 방법(MTB)에서는, 공정 STe 및 공정 STc를 각각 포함하는 복수의 사이클이 순차 실행되어도 좋다. 방법(MTB)은 공정 STf를 더 포함하여도 좋다. 복수의 사이클 각각은 공정 STf를 더 포함하여도 좋다. 방법(MTB)은 공정 STD를 더 포함하여도 좋다. 복수의 사이클 각각은 공정 STD를 더 포함하여도 좋다.

[0171] 방법(MTB)에서는 플라즈마 처리 장치(1) 또는 플라즈마 처리 장치(1B)가 이용되어도 좋다. 방법(MTB)에서는 다른 플라즈마 처리 장치가 이용되어도 좋다. 도 16은 다른 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 개략적으로 도시하는 도면이다. 이하, 도 16에 도시하는 플라즈마 처리 장치(1C)와 플라즈마 처리 장치(1)의 상이점의 관점에서, 플라즈마 처리 장치(1C)에 관해서 설명한다.

[0172] 플라즈마 처리 장치(1C)는 적어도 하나의 직류 전원을 구비하고 있다. 적어도 하나의 직류 전원은 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하도록 구성되어 있다. 챔버(10) 내에서 플라즈마가 생성되고 있을 때에, 상부 전극(30)에 음의 직류 전압이 인가되면, 플라즈마 중의 양의 이온이 상부판(34)에 충돌한다. 그 결과, 이차 전자가 상부판(34)으로부터 방출되어 기판에 공급된다. 또한, 실리콘이 상부판(34)으로부터 방출되어 기판에 공급된다.

[0173] 일 실시형태에 있어서, 상부 전극(30)은 내측 부분(301)과 외측 부분(302)을 포함하고 있어도 좋다. 내측 부분(301)과 외측 부분(302)은 서로에게서 전기적으로 분리되어 있다. 외측 부분(302)은, 내측 부분(301)에 대하여 직경 방향 외측으로 형성되어 있으며, 내측 부분(301)을 둘러싸는 식으로 둘레 방향으로 연장되어 있다. 내측 부분(301)은 상부판(34)의 내측 영역(341)을 포함하고 있고, 외측 부분(302)은 상부판(34)의 외측 영역(342)을 포함하고 있다. 내측 영역(341)은 대략 원반 형상을 갖고 있어도 좋고, 외측 영역(342)은 환 형상을 갖고 있어도 좋다. 내측 영역(341) 및 외측 영역(342) 각각은 플라즈마 처리 장치(1)의 상부판(34)과 마찬가지로 실리콘 함유 재료로 형성된다.

[0174] 플라즈마 처리 장치(1C)에 있어서, 고주파 전원(62)은 내측 부분(301)과 외측 부분(302) 양쪽에 고주파 전력(HF)을 공급한다. 플라즈마 처리 장치(1)는 적어도 하나의 직류 전원으로서 직류 전원(71) 및 직류 전원(72)을 구비하고 있어도 좋다. 직류 전원(71) 및 직류 전원(72) 각각은 가변 직류 전원이라도 좋다. 직류 전원(71)은 내측 부분(301)에 음의 직류 전압을 인가하도록 내측 부분(301)에 전기적으로 접속되어 있다. 직류 전원(72)은 외측 부분(302)에 음의 직류 전압을 인가하도록 외측 부분(302)에 전기적으로 접속되어 있다. 또한, 플라즈마 처리 장치(1C)의 다른 구성은 플라즈마 처리 장치(1)의 대응하는 구성과 동일할 수 있다.

[0175] 다시 도 15를 참조한다. 이하, 도 2에 도시하는 기판(W)에 그것이 적용되는 경우를 예로 들어 방법(MTB)에 관해서 설명한다. 이하의 설명에서는 도 17(a)~도 17(d)를 또한 참조한다. 도 17(a)~도 17(d) 각각은 도 15에 도시하는 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기판의 부분 확대 단면도이다.

[0176] 방법(MTB)은 공정 STa에서 시작한다. 방법(MTB)의 공정 STa는 방법(MT)의 공정 STa와 동일한 공정이다.

[0177] 공정 STe는 공정 STa 후에 실시된다. 공정 STe에서는, 도 17(a)에 도시하는 것과 같이 제1 퇴적물(DP1)이 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 형성된다.

[0178] 일 실시형태에 있어서, 공정 STe는 공정 STb와 동일한 공정이라도 좋다. 이 경우에는, 공정 STe에서 형성되는 제1 퇴적물(DP1)은 퇴적물(DP)과 동일하다. 이 경우에는, 공정 STe에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 플라즈

마 처리 장치(1), 플라스마 처리 장치(1B) 또는 플라스마 처리 장치(1C)라도 좋다.

- [0179] 다른 실시형태에 있어서, 공정 STe는 공정 STb와 동일한 공정이 실시되고 있을 때에, 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하는 공정을 포함하고 있어도 좋다. 이 경우에는, 공정 STe에서 플라스마 처리 장치(1C)가 이용된다. 이 경우에는, 제1 퇴적물(DP1)은, 제1 처리 가스로 생성되는 플라스마로부터의 화학종(예컨대 탄소)과 상부판(34)으로부터 방출되는 실리콘으로 형성되어, 치밀한 막으로 된다. 이 경우에, 플라스마 처리 장치(1C)의 제어부(MC)는, 공정 STb가 실시되고 있을 때에, 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하는 공정을 또한 가져온다.
- [0180] 공정 STe에서는, 제어부(MC)는 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하도록 적어도 하나의 직류 전원을 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하도록 직류 전원(71) 및 직류 전원(72)을 제어한다. 직류 전원(71)으로부터 상부 전극(30)의 내측 부분(301)에 인가되는 음의 직류 전압의 절대치는, 직류 전원(72)으로부터 상부 전극(30)의 외측 부분(302)에 인가되는 음의 직류 전압의 절대치보다 크더라도 좋다. 공정 STe에서는, 직류 전원(72)은 상부 전극(30)의 외측 부분(302)에 전압을 인가하지 않아도 된다.
- [0181] 상술한 것과 같이, 방법(MTB)은 공정 STf를 더 포함하여도 좋다. 공정 STf는 공정 STe 후 또한 공정 STc 전에 실시된다. 공정 STf에서는, 도 17(b)에 도시하는 것과 같이 제2 퇴적물(DP2)이 기판(W) 상에 형성된다. 제2 퇴적물(DP2)은 실리콘을 포함한다. 공정 STf에서 이용되는 플라스마 처리 장치의 제어부(MC)는 공정 STf를 가져오도록 구성된다.
- [0182] 공정 STf에서, 제2 퇴적물(DP2)은 플라스마 지원 화학 기상 성장(즉, PECVD)에 의해 형성되어도 좋다. PECVD에 의해 제2 퇴적물(DP2)이 형성되는 경우에는, 공정 STf에서 이용되는 플라스마 처리 장치는 플라스마 처리 장치(1), 플라스마 처리 장치(1B) 또는 플라스마 처리 장치(1C)라도 좋다.
- [0183] 공정 STf에서 플라스마 처리 장치(1 또는 1C)를 이용하여 PECVD가 실시되는 경우에는, 제어부(MC)는 처리 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 처리 가스는 SiCl_4 가스와 같은 실리콘 함유 가스를 포함한다. 처리 가스는 H_2 가스를 더 포함하고 있어도 좋다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 처리 가스로부터 플라스마를 생성하도록 플라스마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다.
- [0184] 공정 STf에서 플라스마 처리 장치(1B)를 이용하여 PECVD가 실시되는 경우에는, 제어부(MC)는 처리 가스를 챔버(110) 내에 공급하도록 가스 공급부(GSB)를 제어한다. 처리 가스는 SiCl_4 가스와 같은 실리콘 함유 가스를 포함한다. 처리 가스는 H_2 가스를 더 포함하고 있어도 좋다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(150)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(110) 내에서 처리 가스로부터 플라스마를 생성하도록 플라스마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력을 공급하도록 고주파 전원(170a) 및 고주파 전원(170b)을 제어한다.
- [0185] 혹은 공정 STf는, 챔버(10) 내에서 플라스마가 생성되고 있을 때에, 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하는 공정을 포함하여도 좋다. 챔버(10) 내에서 플라스마가 생성되고 있을 때에, 상부 전극(30)에 음의 직류 전압이 인가되면, 플라스마 중의 양의 양의 이온이 상부판(34)에 충돌한다. 그 결과, 이차 전자가 상부판(34)으로부터 방출되어 기판(W)에 공급된다. 또한, 실리콘이 상부판(34)으로부터 방출되어 기판(W)에 공급된다. 기판(W)에 공급된 실리콘은 기판(W) 상에서 제2 퇴적물(DP2)을 형성한다. 이 경우의 공정 STf에서는 플라스마 처리 장치(1C)가 이용된다.
- [0186] 이 경우에, 플라스마 처리 장치(1C)의 제어부(MC)는 공정 STf를 가져오도록 구성된다. 공정 STf에서, 제어부(MC)는 가스를 챔버(10) 내에 공급하도록 가스 공급부(GS)를 제어한다. 공정 STf에서 챔버(10) 내에 공급되는 가스는 Ar 가스와 같은 희가스를 포함한다. 공정 STf에서 챔버(10) 내에 공급되는 가스는 수소 가스(H_2 가스)를 더 포함하고 있어도 좋다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내의 가스의 압력을 지정된 압력으로 설정하도록 배기 장치(50)를 제어한다. 또한, 제어부(MC)는 챔버(10) 내에서 가스로부터 플라스마를 생성하도록 플라스마 생성부를 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 고주파 전력(HF)을 공급하도록 고주파 전원(62)을 제어한다.
- [0187] 또한, 공정 STf에서, 제어부(MC)는 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하도록 적어도 하나의 직류 전원을 제어한다. 구체적으로 제어부(MC)는 상부 전극(30)에 음의 직류 전압을 인가하도록 직류 전원(71) 및 직류 전원

(72)을 제어한다. 직류 전원(71)으로부터 상부 전극(30)의 내측 부분(301)에 인가되는 음의 직류 전압의 절대치는, 직류 전원(72)으로부터 상부 전극(30)의 외측 부분(302)에 인가되는 음의 직류 전압의 절대치보다 크더라도 좋다.

[0188] 이어서, 방법(MTB)에서는, 공정 STc가 실시되어, 도 17(c)에 도시하는 것과 같이 제2 영역(R2)이 에칭된다. 방법(MTB)의 공정 STc는 방법(MT)의 공정 STc와 동일한 공정이다. 공정 STc에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 플라즈마 처리 장치(1), 플라즈마 처리 장치(1B) 또는 플라즈마 처리 장치(1C)라도 좋다.

[0189] 방법(MTB)에서는, 제2 영역(R2)이 에칭된 후에 공정 STd가 실행되어, 도 17(d)에 도시하는 것과 같이 제1 퇴적물(DP1) 및 제2 퇴적물(DP2)이 제거되어도 좋다. 방법(MTB)의 공정 STd는 방법(MT)의 공정 ST와 동일한 공정이다. 공정 STd에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 플라즈마 처리 장치(1), 플라즈마 처리 장치(1B) 또는 플라즈마 처리 장치(1C)라도 좋다.

[0190] 방법(MTB)에 의하면, 제2 퇴적물(DP2)이 제1 퇴적물(DP1) 상에 형성되기 때문에, 기관(W)의 제1 영역(R1)의 어깨부의 에칭이 더욱 억제되어, 제1 영역(R1)이 제공하는 오목부의 개구가 넓어지는 것이 억제된다.

[0191] 또한, 상술한 것과 같이, 방법(MT)에서는 공정 STe, 공정 STf, 공정 STc 및 공정 STd를 각각이 포함하는 복수의 사이클이 실행되어도 좋다. 복수의 사이클 중 몇 개에서는 공정 STe, 공정 STf 및 공정 STd 중 적어도 하나가 생략되어도 좋다. 또한, 공정 STe를 포함하는 사이클의 수는 공정 STf를 포함하는 사이클의 수보다 적어도 좋다. 이 경우에는, 제1 퇴적물(DP1)이 소모되기 전에 공정 STf를 행하여 제2 퇴적물(DP2)을 형성함으로써 공정 STe의 횟수를 삭감할 수 있게 된다.

[0192] 이하, 도 18을 참조한다. 도 18은 다양한 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법이 적용될 수 있는 또 다른 예의 기관의 부분 확대 단면도이다. 방법(MT)은 도 18에 도시하는 기관(WC)에도 적용될 수 있다.

[0193] 기관(WC)은 제1 영역(R1) 및 제2 영역(R2)을 포함한다. 기관(WC)은 제3 영역(R3) 및 기초 영역(UR)을 더 포함하고 있어도 좋다. 제3 영역(R3)은 기초 영역(UR) 상에 형성되어 있다. 제3 영역(R3)은 유기 재료로 형성되어 있다. 제2 영역(R2)은 제3 영역(R3) 상에 형성되어 있다. 제2 영역(R2)은 산화실리콘을 포함한다. 제2 영역(R2)은 실리콘산화막과 이 실리콘산화막 상에 형성된 탄화실리콘막을 포함하고 있어도 좋다. 제1 영역(R1)은 제2 영역(R2) 상에 형성된 마스크이며, 패터닝되어 있다. 제2 영역(R2)은 포토레지스트 마스크라도 좋다. 제2 영역(R2)은 극단자외선(EUV) 마스크라도 좋다.

[0194] 도 19(a) 및 도 19(b) 각각은 예시적 실시형태에 따른 에칭 방법의 대응하는 공정이 적용된 상태인 일례의 기관의 부분 확대 단면도이다. 방법(MT)이 기관(WC)에 적용되는 경우에는, 공정 STb에서, 퇴적물(DP)이 도 19(a)에 도시하는 것과 같이 제1 영역(R1) 상에 선택적 또는 우선적으로 형성된다. 그리고, 공정 STc에서, 제2 영역(R2)이 도 19(b)에 도시하는 것과 같이 에칭된다. 또한, 도 18에 도시하는 기관(WC)에는 방법(MTB)이 적용되어도 좋다.

[0195] 이상, 다양한 예시적 실시형태에 관해서 설명해 왔지만, 상술한 예시적 실시형태에 한정되지 않고서 다양한 추가, 생략, 치환 및 변경이 이루어지더라도 좋다. 또한, 상이한 실시형태에서의 요소를 조합하여 다른 실시형태를 형성할 수 있다.

[0196] 방법(MT) 및 방법(MTB)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 플라즈마 처리 장치(1)와는 별도의 용량 결합형 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 또한, 방법(MT) 및 방법(MTB)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 플라즈마 처리 장치(1B)와는 별도의 유도 결합형 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 방법(MT) 및 방법(MTB)에서 이용되는 플라즈마 처리 장치는 다른 타입의 플라즈마 처리 장치라도 좋다. 그와 같은 플라즈마 처리 장치는 전자 사이클로트론(ECR) 플라즈마 처리 장치 또는 마이크로파와 같은 표면파에 의해서 플라즈마를 생성하는 플라즈마 처리 장치라도 좋다.

[0197] 이상의 설명으로부터, 본 개시의 다양한 실시형태는 설명의 목적으로 본 명세서에서 설명되어 있고, 본 개시의 범위 및 주지로부터 이탈하지 않고서 다양한 변경을 할 수 있는 것이 이해될 것이다. 따라서, 본 명세서에 개시한 다양한 실시형태는 한정하는 것을 의도하지 않으며, 참된 범위와 주지는 첨부한 청구범위에 의해서 나타내어진다.

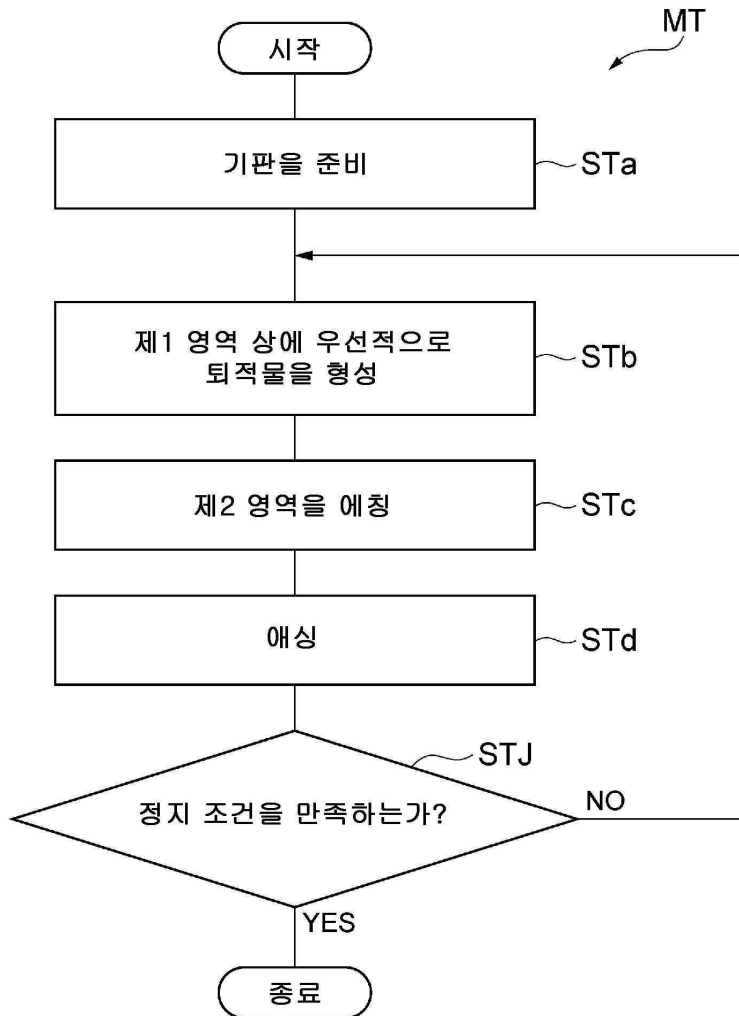
부호의 설명

[0198] W ... 기관, R1 ... 제1 영역, R2 ... 제2 영역, 1 ... 플라즈마 처리 장치, 10 ... 챔버, 14 ... 기관 지지기, MC ...

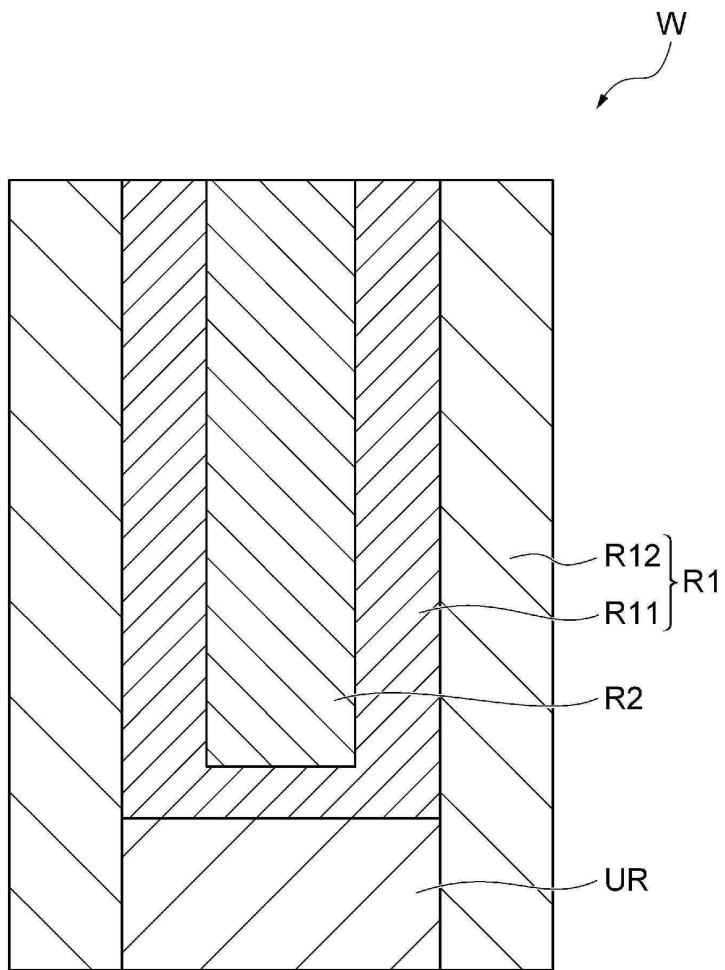
제어부.

도면

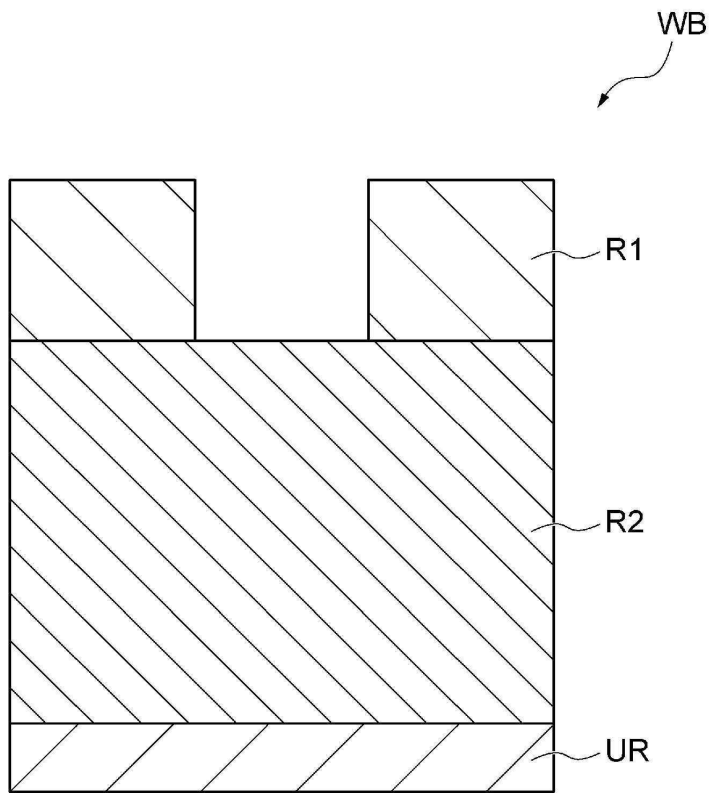
도면1



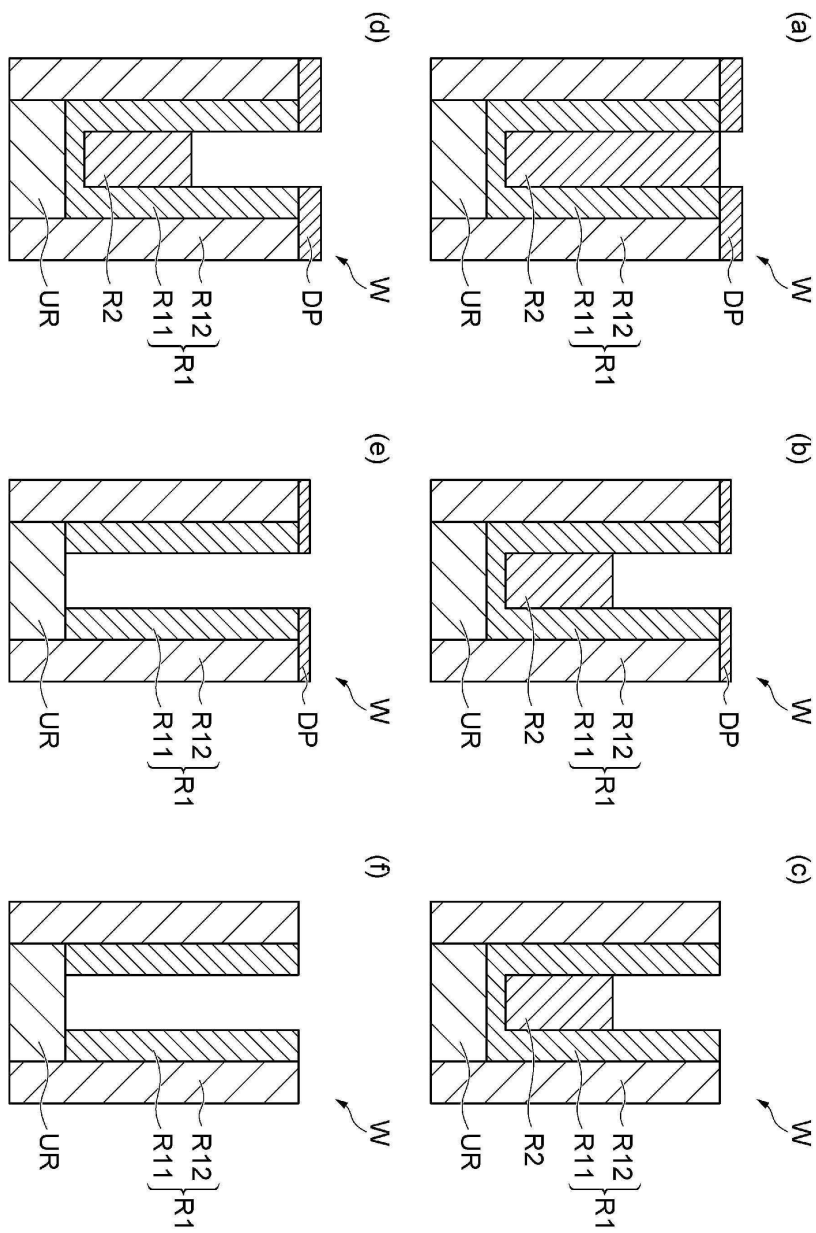
도면2



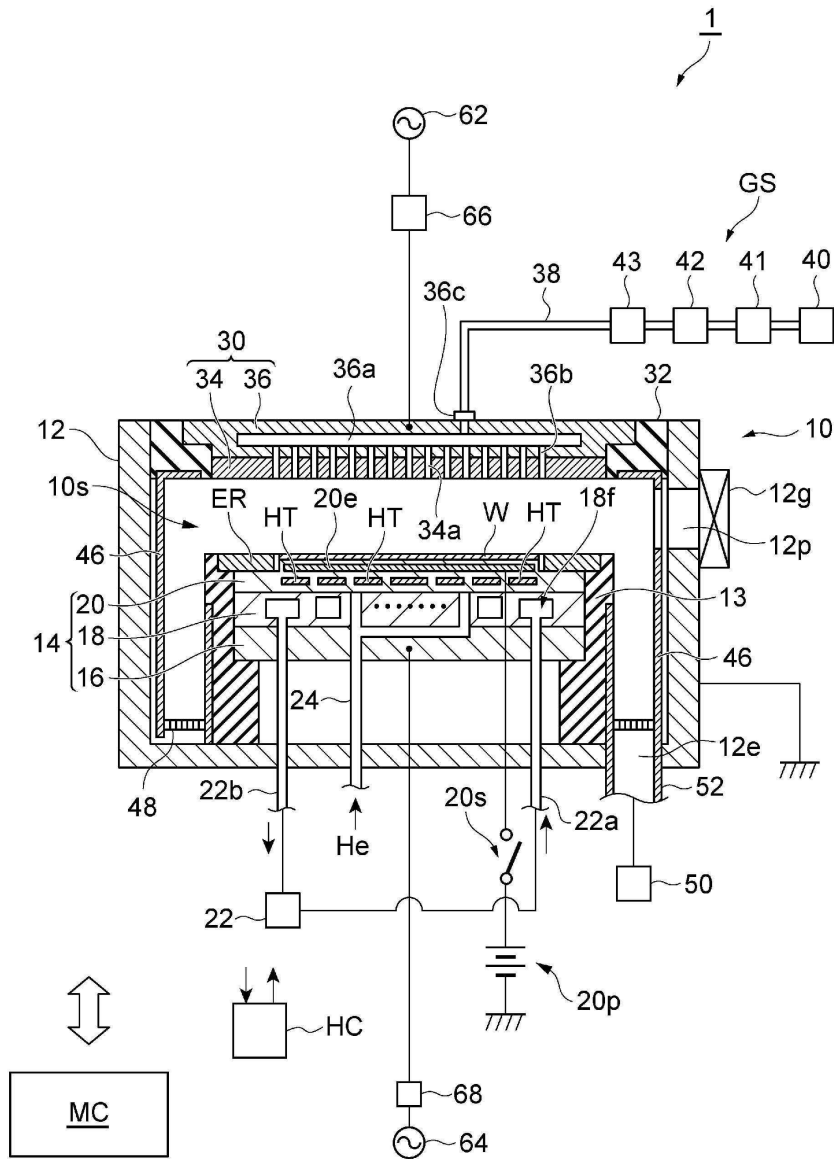
도면3



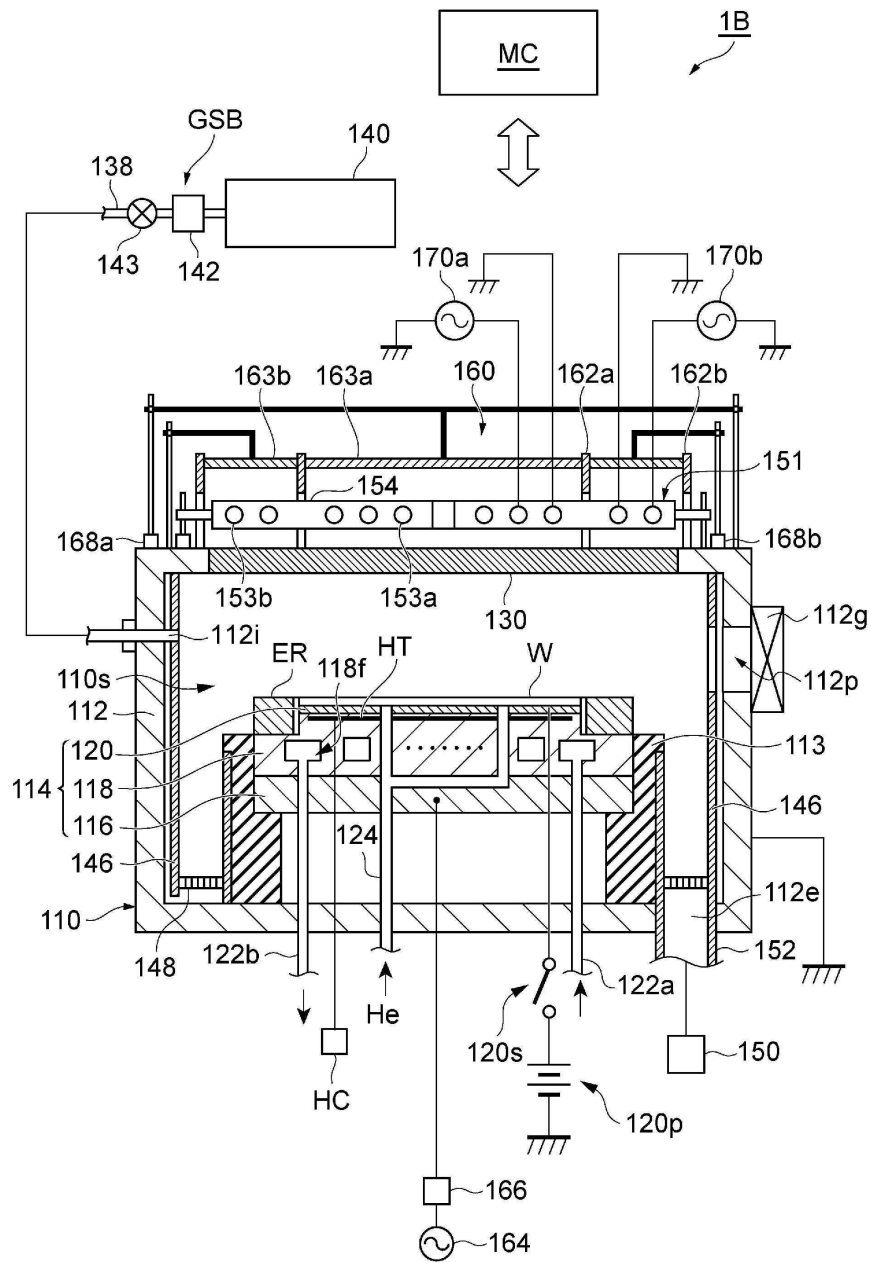
도면4



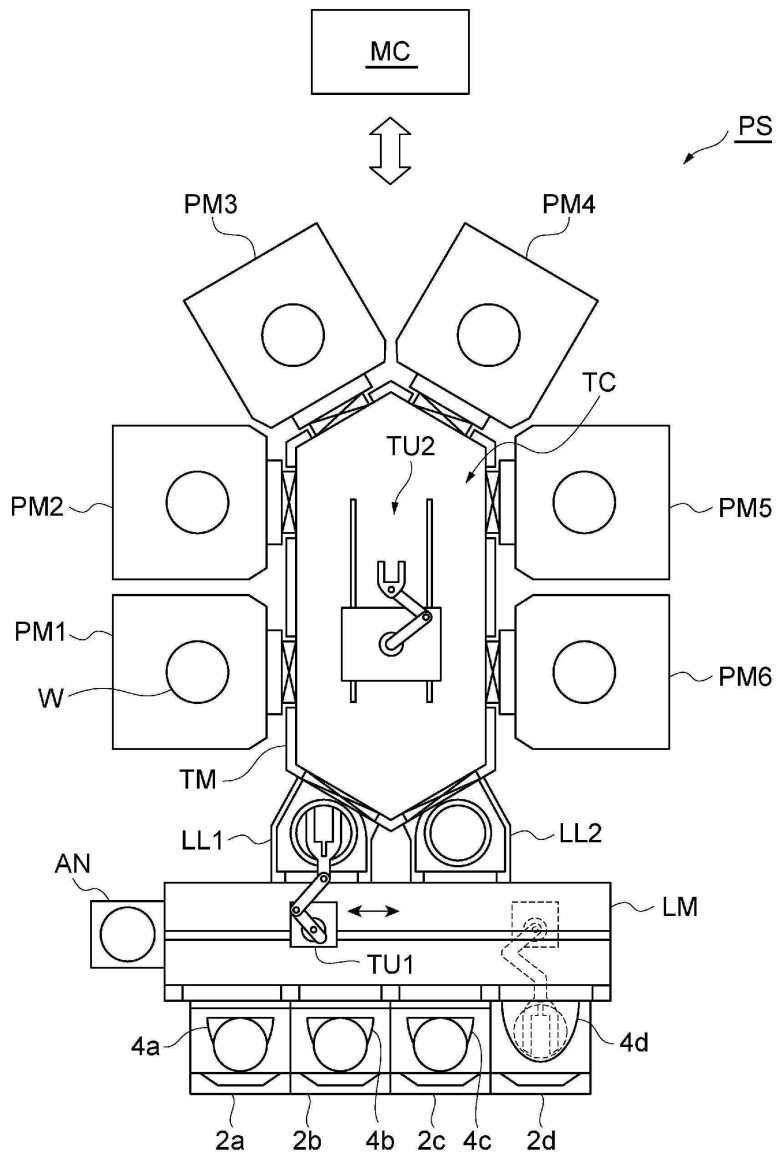
도면5



도면6

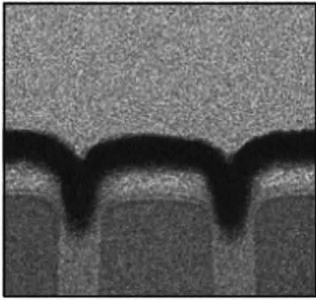


도면7

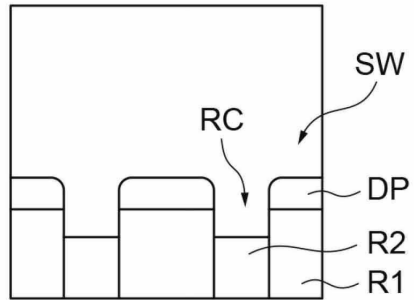


도면8

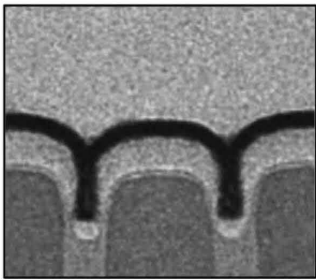
(a)



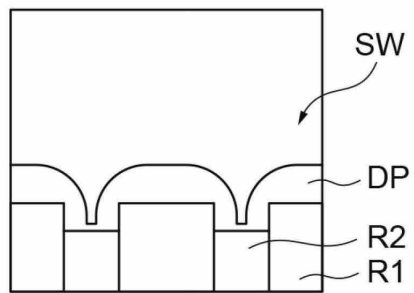
(b)



(c)

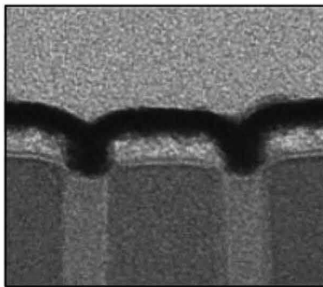


(d)

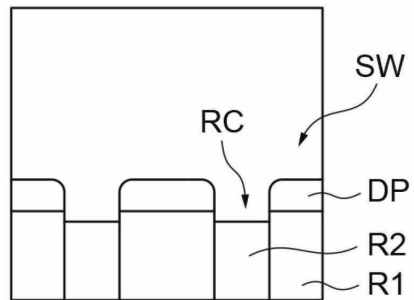


도면9

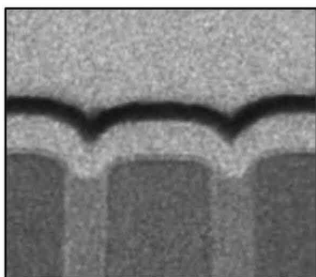
(a)



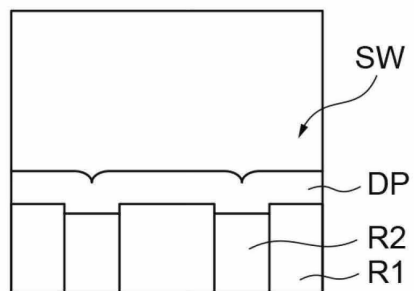
(b)



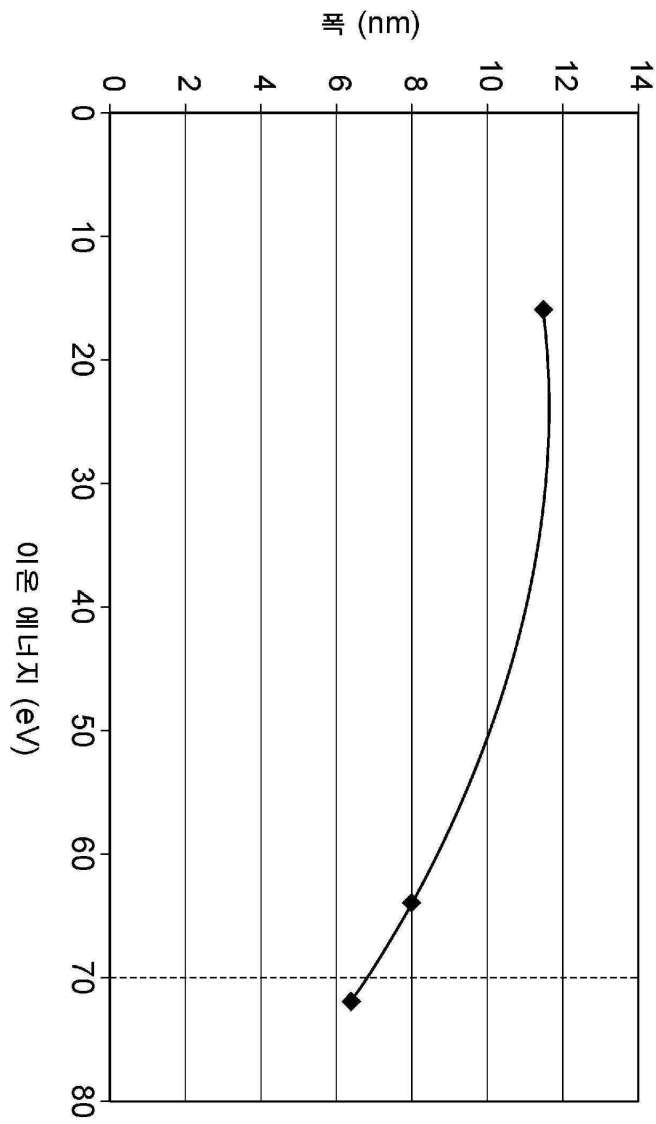
(c)



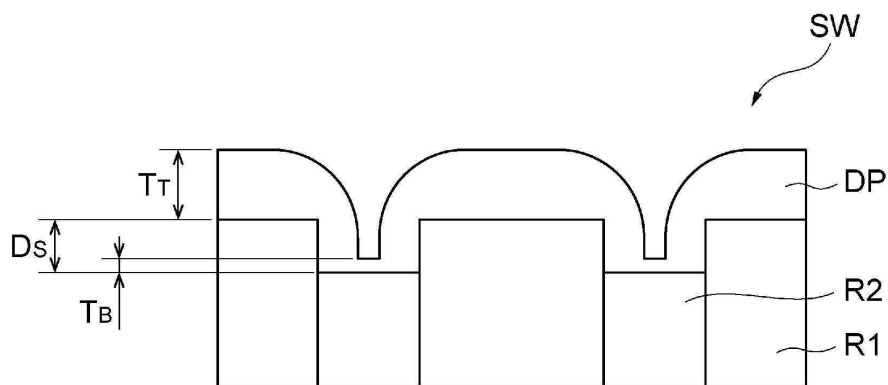
(d)



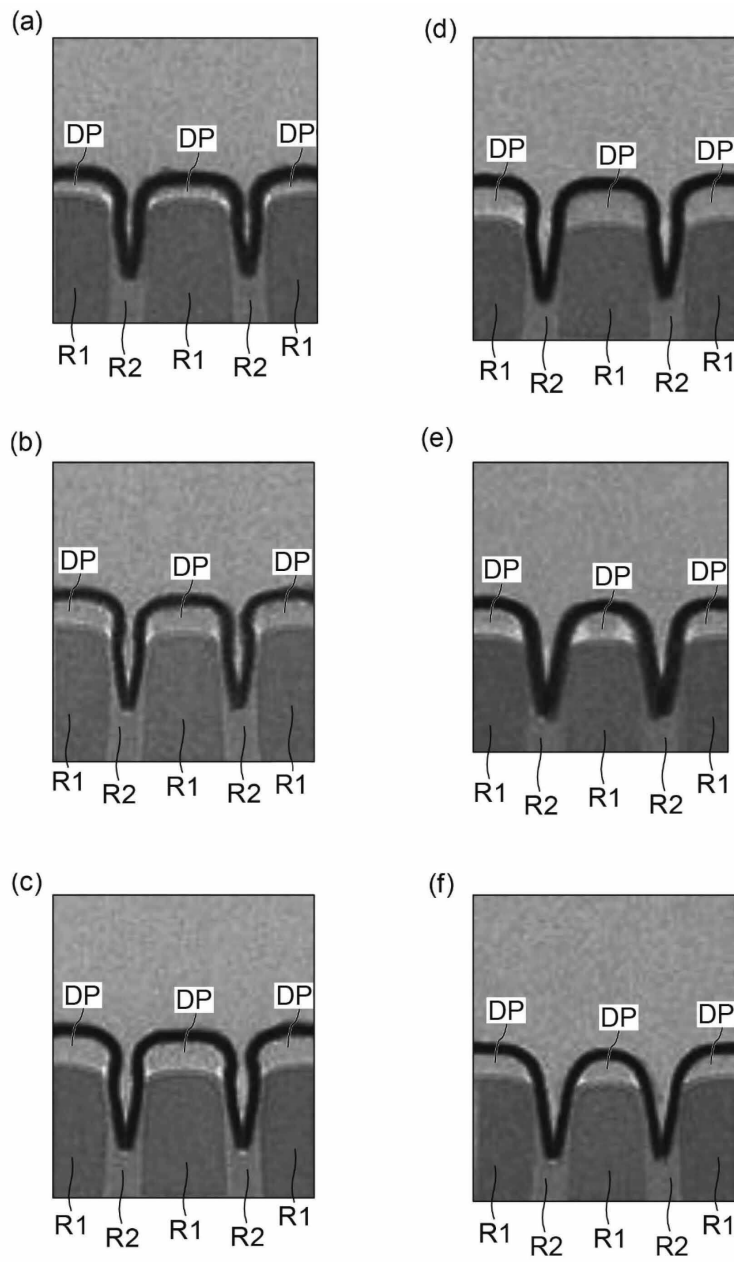
도면10



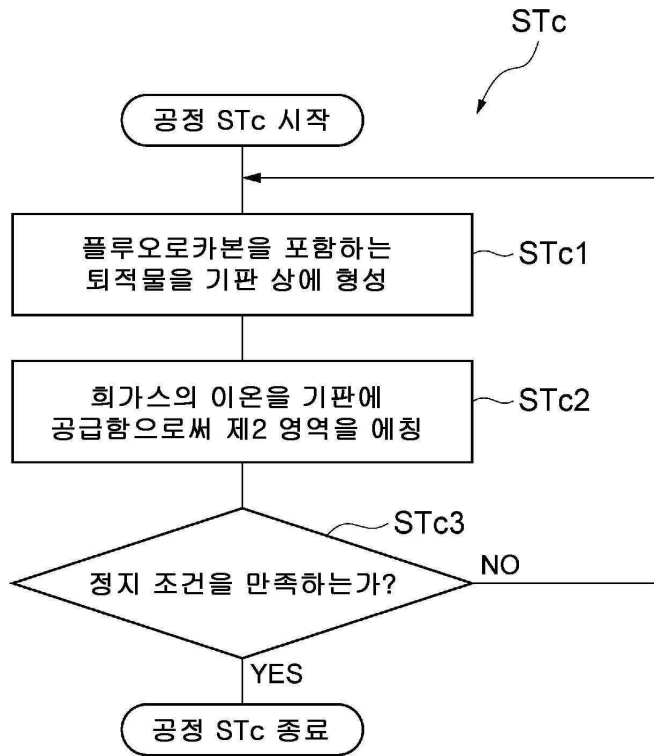
도면11



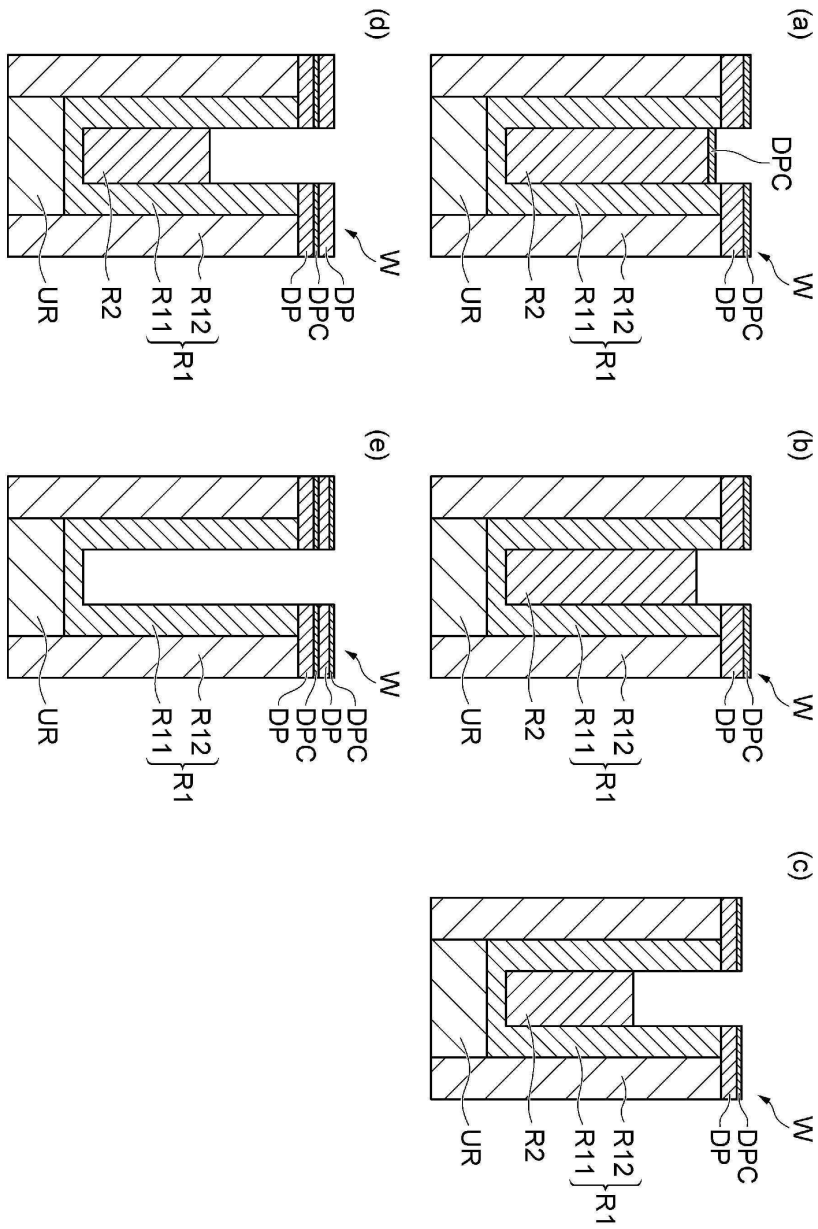
도면12



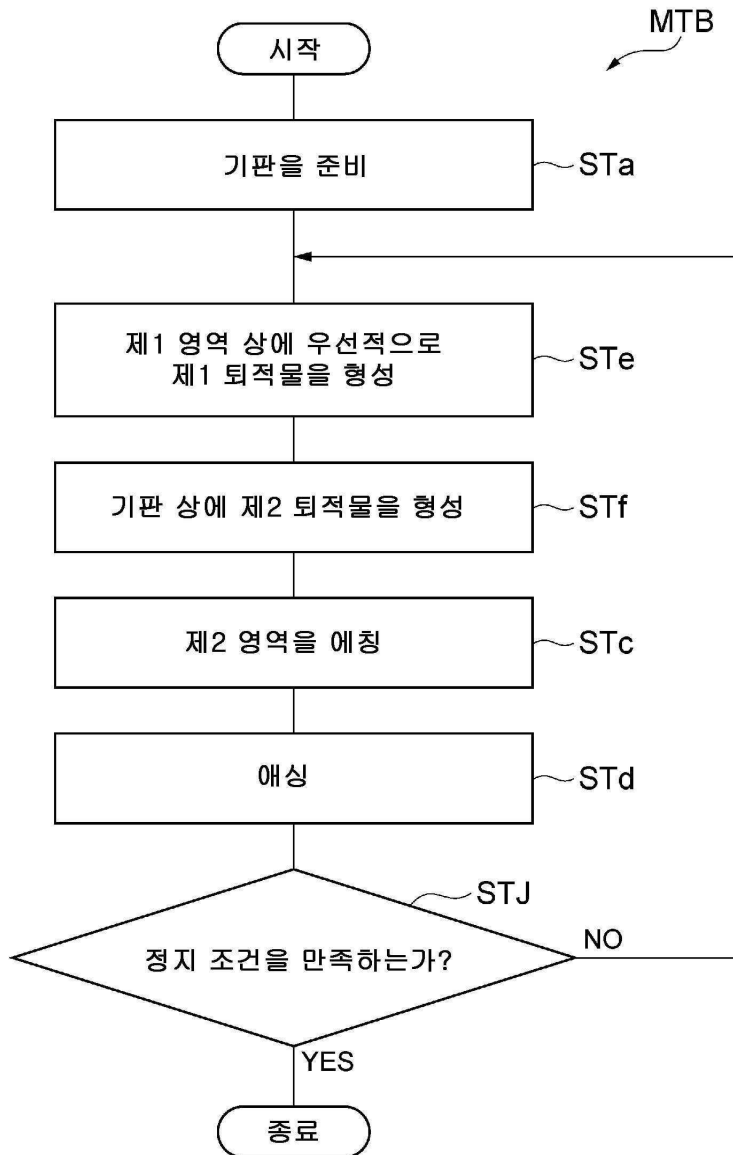
도면13



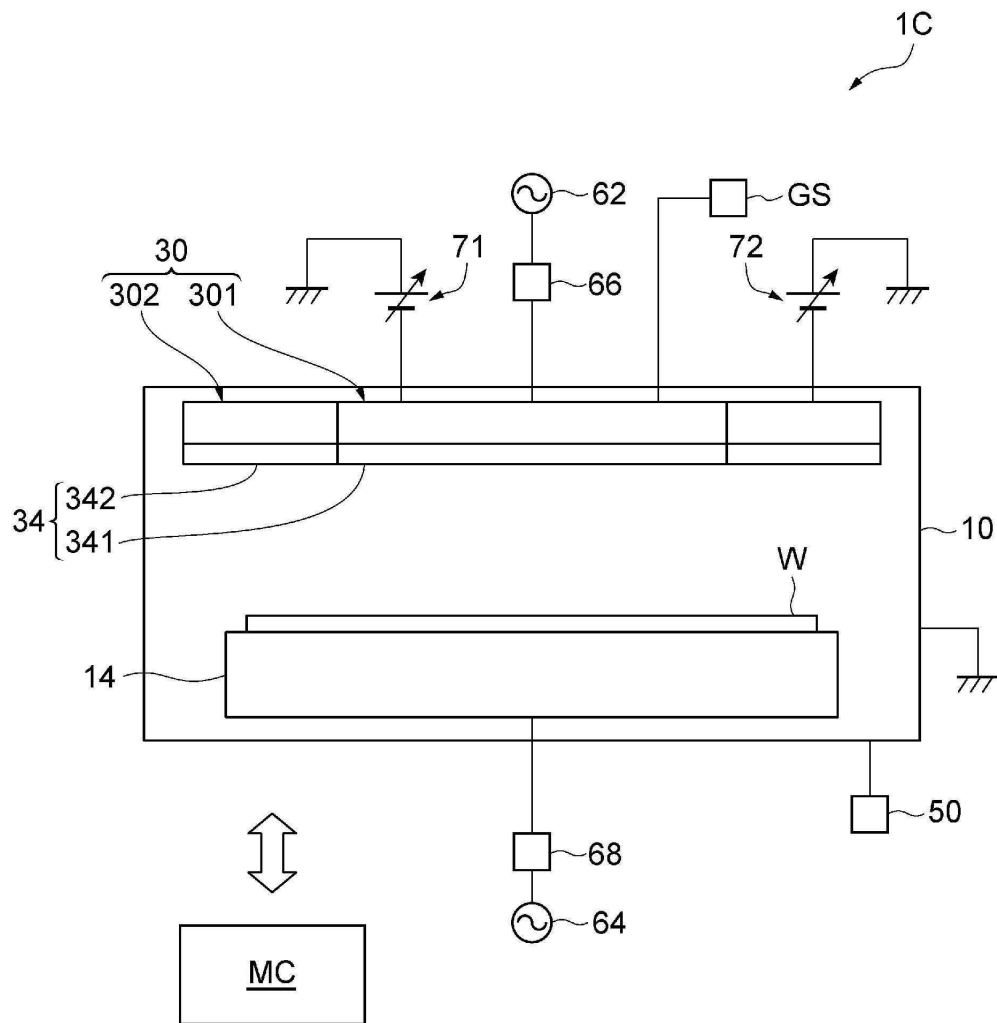
도면14



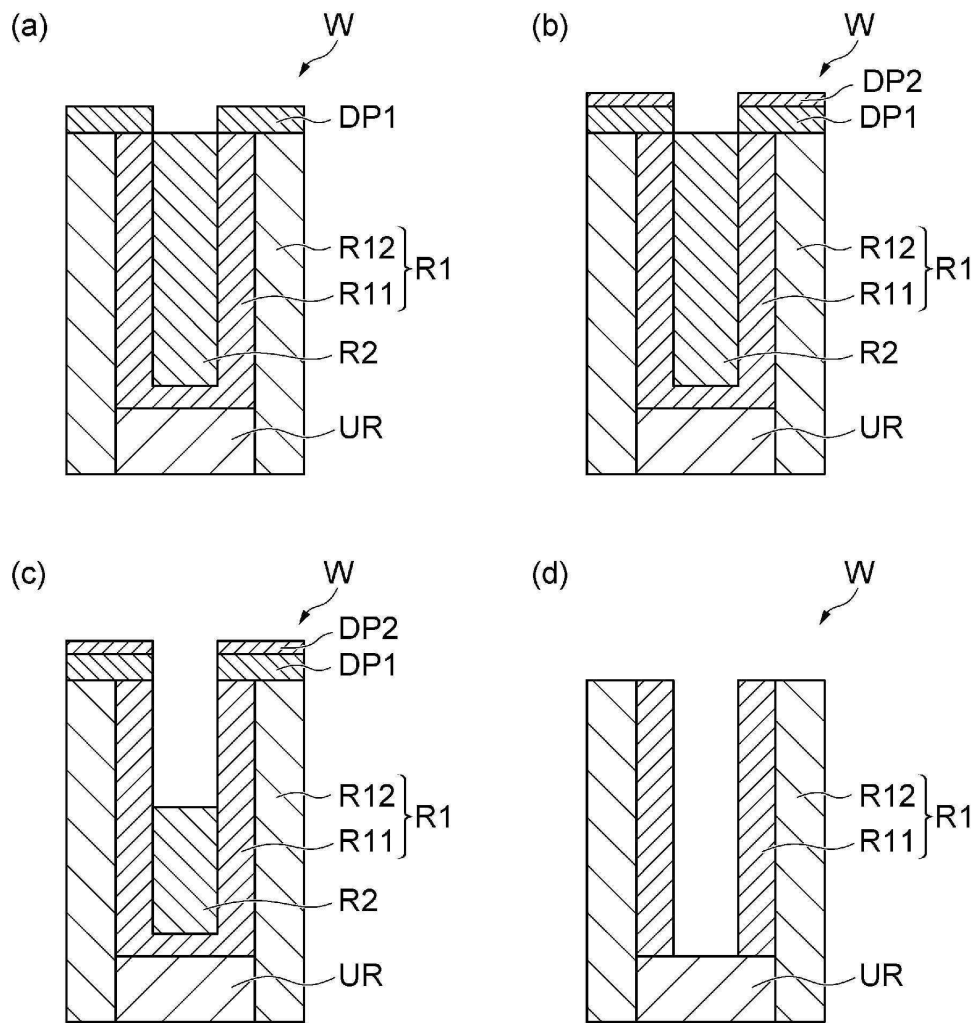
도면15



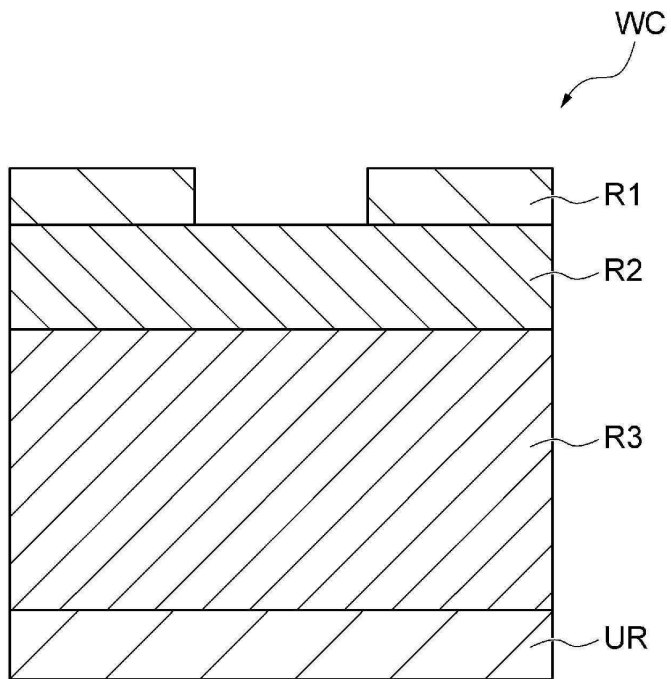
도면16



도면17



도면18



도면19

