(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0044885
(43) 공개일자 2025년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G03F 7/40 (2006.01) *G03F 7/00* (2006.01)
G03F 7/004 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
H01L 21/033 (2006.01) *H01L 21/311* (2006.01)
H01L 21/3213 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G03F 7/405 (2013.01)
G03F 7/0042 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7005608
(22) 출원일자(국제) 2023년07월28일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년02월20일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/027687
(87) 국제공개번호 WO 2024/024925
국제공개일자 2024년02월01일
(30) 우선권주장
63/393,638 2022년07월29일 미국(US)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
나카네, 유타
일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와초 테크노힐즈 1반 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
구마쿠라, 쇼
일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와초 테크노힐즈 1반 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인에이아이피

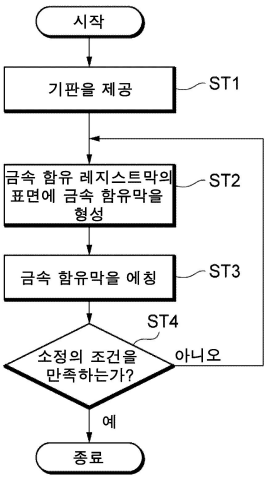
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 방법 및 기판 처리 시스템**

(57) 요 약

기판 상에 형성된 금속 함유 레지스트막의 표면 거칠기를 개선할 수 있는 기술을 제공한다. 기판 처리 방법은, 베이스막과, 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정(ST1)과, 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정(ST2)과, 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 공정(ST3)을 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
G03F 7/70033 (2023.05)
H01L 21/0273 (2013.01)
H01L 21/0337 (2013.01)
H01L 21/31144 (2013.01)
H01L 21/32139 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 베이스막과, 상기 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정과,

(b) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정과,

(c) 상기 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 상기 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 공정을 포함하는,

기판 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 금속 함유 레지스트막은, Sn, Hf 및 Ti로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 함유 레지스트막은 Sn을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속 함유 레지스트막은 EUV 리소그래피를 사용하여 형성되는, 기판 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 공정 (b)는, ALD에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 공정 (b)는,

(b1) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에, 금속 함유 프리커서를 포함하는 제 1 가스를 공급하여, 금속 함유 프리커서막을 형성하는 공정과,

(b2) 산화성 가스를 포함하는 제2 가스와 상기 금속 함유 프리커서막을 반응시켜, 상기 금속 함유 프리커서막으로부터 상기 금속 함유막을 형성하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 공정 (b2)는, 상기 제2 가스로부터 플라즈마를 생성하는, 기판 처리 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 공정 (b1) 및 상기 공정 (b2)는 반복되는, 기판 처리 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 공정 (b)에서,

상기 공정 (b1)는, 상기 금속 함유 레지스트막의 표면 전체에 상기 금속 함유 프리커서막이 형성되기 이전에 종료되는, 및/또는,

상기 공정 (b2)는, 상기 제2 가스와 상기 금속 함유 프리커서막의 반응이 완료되기 이전에 종료되는, 기판 처리 방법.

청구항 10

제6항에 있어서,

상기 금속 함유 프리커서막은 금속 착체를 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 11

제6항에 있어서,

상기 금속 함유 프리커서는, 상기 금속 함유 레지스트막이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 12

제6항에 있어서,

상기 산화성 가스는, 산소, 오존, 물, 과산화수소 및 사산화 이질소로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 공정 (b)는, CVD에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 공정 (b)는, 금속 함유 가스와 산화성 가스의 혼합 가스에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 공정 (b)는, 상기 혼합 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 공정 (c)는, ALE에 의해 상기 금속 함유막을 제거하는, 기판 처리 방법.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 공정 (c)는,

(c1) 할로겐 가스를 포함하는 제3 가스를 사용하여, 상기 금속 함유막을 개질하는 공정과,

(c2) 제거 프리커서를 포함하는 제4 가스를 사용하여, 상기 개질된 상기 금속 함유막을 제거하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 공정 (c1) 및 상기 공정 (c2)는 반복되는, 기판 처리 방법.

청구항 19

제17항에 있어서,

상기 할로겐 가스는, 불소 함유 가스 또는 염소 함유 가스를 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 20

제17항에 있어서,

상기 제거 프리커서는, β-디케톤 및 염소 화합물로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 21

제1항에 있어서,

상기 공정 (b) 및 상기 공정 (c)는 반복되는, 기판 처리 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 공정 (b)와 상기 공정 (c)는 동일한 챔버에서 실행되는, 기판 처리 방법.

청구항 23

제1항에 있어서,

(d) 상기 베이스막을 에칭하는 공정을 추가로 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 공정 (b), 상기 공정 (c) 및 상기 공정 (d)는 동일한 챔버에서 실행되는, 기판 처리 방법.

청구항 25

제23항에 있어서,

상기 베이스막은, 실리콘 함유막, 탄소 함유막 및 금속 함유막으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 26

챔버를 갖는 기판 처리 장치와 제어부를 구비하는 기판 처리 시스템으로서,

상기 제어부는,

(a) 베이스막과, 상기 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 준비하는 제어와,

(b) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 제어와,

(c) 상기 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 상기 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 제어를 실행하는,

기판 처리 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시의 예시적 실시형태는 기판 처리 방법 및 기판 처리 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허문헌 1에는 반도체 기판 상에 극자외선/극단자외광(EUV)을 사용하여 패터닝되는 박막을 형성하기 위한 방법이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본특허공표 제2021-523403호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는 기판 상에 형성된 금속 함유 레지스트막의 표면 거칠기를 개선할 수 있는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 일 예시적 실시형태의 기판 처리 방법은, (a) 베이스막과, 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정과, (b) 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정과, (c) 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 공정을 포함한다.

발명의 효과

[0006] 본 개시의 일 예시적 실시형태에 따르면, 기판 상에 형성된 금속 함유 레지스트막의 표면 거칠기를 개선할 수 있는 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 플라즈마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 용량 결합형 플라즈마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 일 예시적 실시형태와 관련된 기판 처리 방법의 일례를 나타낸 흐름도이다.

도 4는 공정 ST1에서 제공되는 기판의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

도 5는 각 공정 ST1, ST2, ST3에서 금속 함유 레지스트막의 X-X 단면의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다.

도 6은 공정 ST2에서 금속 함유막이 형성된 기판의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

도 7은 ALD법을 사용한 공정 ST2의 일례를 나타낸 흐름도이다.

도 8은 공정 ST21 내지 공정 ST24에서 기판 표면에서 발생하는 현상의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다.

도 9는 공정 ST3에서 금속 함유막이 에칭된 기판의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

도 10은 ALE법을 사용한 공정 ST3의 일례를 나타낸 흐름도이다.

도 11은 공정 ST31 내지 공정 ST34에서 기판 표면에서 발생하는 현상의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다.

도 12는 공정 ST5를 포함하는 경우의 기판 처리 방법의 일례를 나타낸 흐름도이다.

도 13은 공정 ST5에서 베이스막이 에칭된 기판의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

도 14는 세미 배치식 플라즈마 처리 장치의 구성 예를 설명하기 위한 측면도이다.

도 15는 세미 배치식 플라즈마 처리 장치의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하에서는 본 개시의 각 실시형태에 대해 설명한다.

[0009] 일 예시적 실시형태에서는, (a) 베이스막과, 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정과, (b) 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정과, (c) 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법이 제공된다.

[0010] 일 예시적 실시형태에서 금속 함유 레지스트막은, Sn, Hf 및 Ti로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함한다.

[0011] 일 예시적 실시형태에서 금속 함유 레지스트막은, Sn을 포함한다.

[0012] 일 예시적 실시형태에서 금속 함유 레지스트막은, EUV 리소그래피를 사용하여 형성된다.

[0013] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b)는, ALD에 의해 금속 함유막을 형성한다.

[0014] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b)는, (b1) 금속 함유 레지스트막의 표면에, 금속 함유 프리커서를 포함하는 제1 가스를 공급하여 금속 함유 프리커서막을 형성하는 공정과, (b2) 산화성 가스를 포함하는 제2 가스와 금속 함유 프리커서막을 반응시켜, 금속 함유 프리커서막으로부터 금속 함유막을 형성하는 공정을 포함한다.

[0015] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b2)는, 제2 가스로부터 플라즈마를 생성한다.

[0016] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b1) 및 공정 (b2)는 반복된다.

[0017] 일 예시적 실시형태에서는, 공정 (b)에서, 공정 (b1)은 금속 함유 레지스트막의 표면 전체에 금속 함유 프리커서막이 형성되기 이전에 종료되고, 및/또는 공정 (b2)는, 제2 가스와 금속 함유 프리커서막의 반응이 완료되기 이전에 종료된다.

[0018] 일 예시적 실시형태에서 금속 함유 프리커서막은, 금속 착체를 포함한다.

[0019] 일 예시적 실시형태에서 금속 함유 프리커서막은, 금속 함유 레지스트막이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함한다.

[0020] 일 예시적 실시형태에서 산화성 가스는, 산소, 오존, 물, 과산화수소 및 사산화 이질소로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0021] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b)는, CVD에 의해 금속 함유막을 형성한다.

[0022] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b)는, 금속 함유 가스와 산화성 가스의 혼합 가스에 의해 금속 함유막을 형성한다.

[0023] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b)는, 혼합 가스로부터 플라즈마를 생성하여 금속 함유막을 형성한다.

[0024] 일 예시적 실시형태에서 공정 (c)는, ALE에 의해 금속 함유막을 제거한다.

[0025] 일 예시적 실시형태에서 공정 (c)는, (c1) 할로겐 가스를 포함하는 제3 가스를 사용하여 금속 함유막을 개질하는 공정과, (c2) 제거 프리커서를 포함하는 제4 가스를 사용하여 개질된 금속 함유막을 제거하는 공정을 포함한다.

[0026] 일 예시적 실시형태에서 공정 (c1) 및 공정 (c2)는 반복된다.

[0027] 일 예시적 실시형태에서 할로겐 가스는, 불소 함유 가스 또는 염소 함유 가스를 포함한다.

[0028] 일 예시적 실시형태에서 제거 프리커서는, β-디케톤 및 염소 화합물로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0029] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b) 및 공정 (c)는 반복된다.

[0030] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b) 및 공정 (c)는, 동일한 챔버에서 실행된다.

[0031] 일 예시적 실시형태에서 기판 처리 방법은, (d) 베이스막을 에칭하는 공정을 추가로 포함한다.

[0032] 일 예시적 실시형태에서 공정 (b), 공정 (c) 및 공정 (d)는, 동일한 챔버에서 실행된다.

[0033] 일 예시적 실시형태에서 베이스막은, 실리콘 함유막, 탄소 함유막 및 금속 함유막으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0034] 일 예시적 실시형태에서는, 챔버를 갖는 기판 처리 장치와 제어부를 구비한 기판 처리 시스템으로서, 제어부는,

[0035] (a) 베이스막과, 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 준비하는 제어와,

[0036] (b) 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 제어와,

[0037] (c) 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 제어를 실행하는, 기판 처리 시스템이 제공된다.

[0038] 이하에서는 도면을 참조하여 본 개시의 각 실시형태에 대해 상세히 설명한다. 아울러 각 도면에서 동일하거나 유사한 요소에는 동일한 부호를 붙였으며, 중복되는 설명은 생략하였다. 달리 언급하지 않는 한, 도면에 나타낸 위치 관계에 기초하여 상하 좌우 등의 위치 관계를 설명한다. 도면의 치수 비율은 실제 비율을 나타내지 않으며, 또 실제 비율은 도면에 나타낸 비율로 한정되지 않는다.

[0039] <플라즈마 처리 시스템의 구성예>

[0040] 이하에서는 플라즈마 처리 시스템의 구성예에 대해 설명한다. 도 1은 플라즈마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도면이다. 일 실시형태에서 플라즈마 처리 시스템은, 플라즈마 처리 장치(1) 및 제어부(2)를 포함한다. 플라즈마 처리 시스템은 기판 처리 시스템의 일례이고, 플라즈마 처리 장치(1)는 기판 처리 장치의 일례이다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 플라즈마 처리 챔버(간단히 '챔버'라고 하는 경우도 있음)(10), 기판 지지부(11) 및 플라즈마 생성부(12)를 포함한다. 플라즈마 처리 챔버(10)는, 플라즈마 처리 공간을 갖는다. 또한 플라즈마 처리 챔버(10)는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간으로 공급하기 위한 적어도 하나의 가스 공급구와, 플라즈마 처리 공간으로부터 가스를 배출하기 위한 적어도 하나의 가스 배출구를 갖는다. 가스 공급구는 후술하는 가스 공급부(20)에 접속되며, 가스 배출구는 후술하는 배기 시스템(40)에 접속된다. 기판 지지부(11)는 플라즈마 처리 공간 내에 배치되며, 기판을 지지하기 위한 기판 지지면을 갖는다.

[0041] 플라즈마 생성부(12)는, 플라즈마 처리 공간 내에 공급된 적어도 하나의 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 구성된다. 플라즈마 처리 공간에 형성되는 플라즈마는, 용량 결합 플라즈마(CCP: Capacitively Coupled Plasma), 유도 결합 플라즈마(ICP: Inductively Coupled Plasma), ECR 플라즈마(Electron-Cyclotron-Resonance Plasma), 헬리콘파 여기 플라즈마(HWP: Helicon Wave Plasma), 또는 표면파 플라즈마(SWP: Surface Wave Plasma) 등일 수도 있다. 또한 AC(Alternating Current) 플라즈마 생성부 및 DC(Direct Current) 플라즈마 생성부를 포함하는, 다양한 종류의 플라즈마 생성부가 사용될 수도 있다. 일 실시형태에서, AC 플라즈마 생성부에서 사용되는 AC 신호(AC 전력)는, 100kHz 내지 10GHz의 범위의 주파수를 갖는다. 따라서 AC 신호는 RF(Radio Frequency) 신호 및 마이크로파 신호를 포함한다. 일 실시형태에서 RF 신호는, 100kHz 내지 150MHz 범위의 주파수를 갖는다.

[0042] 제어부(2)는, 본 개시에서 설명하는 각종 공정을 플라즈마 처리 장치(1)에 실행시키는 컴퓨터로 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(2)는, 여기에서 설명하는 각종 공정을 실행하도록 플라즈마 처리 장치(1)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시형태에서 제어부(2)의 일부 또는 전부는, 플라즈마 처리 장치(1)에 포함될 수도 있다. 제어부(2)는, 예를 들면 컴퓨터(2a)를 포함할 수도 있다. 컴퓨터(2a)는, 예를 들면 처리부(CPU: Central Processing Unit)(2a1), 기억부(2a2) 및 통신 인터페이스(2a3)를 포함할 수도 있다. 처리부(2a1)는, 기억부(2a2)로부터 프로그램을 판독하고, 판독된 프로그램을 실행함으로써 각종 제어 동작을 수행하도록 구성될 수 있다. 이 프로그램은 미리 기억부(2a2)에 저장되어 있을 수도 있고, 필요한 때에 매체를 통해 취득될 수도 있다. 취득된 프로그램은 기억부(2a2)에 저장되며, 처리부(2a1)에 의해 기억부(2a2)로부터 판독되어 실행된다. 매체는 컴퓨터(2a)로 판독 가능한 각종 기억 매체일 수도 있고, 통신 인터페이스(2a3)에 접속되어 있는 통신 회선일 수도 있다. 기억부(2a2)는 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다. 통신 인터페이스(2a3)는 LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통해 플라즈마 처리 장치(1) 간에 통신할 수도 있다.

[0043] 이하에서는, 플라즈마 처리 장치(1)의 일례로서 용량 결합형 플라즈마 처리 장치의 구성예에 대해 설명한다. 도 2는 용량 결합형 플라즈마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도면이다. 용량 결합형 플라즈마 처리 장치(1)

는, 플라즈마 처리 챔버(10), 가스 공급부(20), 전원(30) 및 배기 시스템(40)을 포함한다. 또한 플라즈마 처리 장치(1)는, 기판 지지부(11) 및 가스 도입부를 포함한다. 가스 도입부는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 챔버(10) 내로 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 실시형태에서 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)로 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 하우징과 전기적으로 절연된다.

[0044] 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 고리형 영역(111b)을 갖는다. 웨이퍼는 기판(W)의 일례이다. 본체부(111)의 고리형 영역(111b)은, 평면에서 봤을 때 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 고리형 영역(111b) 상에 배치된다. 따라서, 중앙 영역(111a)은 기판(W)을 지지하기 위한 기판 지지면이라고 불리기도 하며, 고리형 영역(111b)은 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 링 지지면이라고 불리기도 한다.

[0045] 일 실시형태에서 본체부(111)는, 베이스(1110) 및 정전 척(1111)을 포함한다. 베이스(1110)는 도전성 부재를 포함한다. 베이스(1110)의 도전성 부재는 하부 전극으로서 기능할 수 있다. 정전 척(1111)은 베이스(1110) 상에 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 실시형태에서 세라믹 부재(1111a)는 고리형 영역(111b)도 갖는다. 아울러 고리형 정전 척이나 고리형 절연 부재와 같은, 정전 척(1111)을 둘러싸는 다른 부재가 고리형 영역(111b)을 가질 수도 있다. 이 경우, 링 어셈블리(112)는 고리형 정전 척 또는 고리형 절연 부재 상에 배치될 수도 있고, 정전 척(1111)과 고리형 절연 부재 상에 모두 배치될 수도 있다. 또한 RF 또는 DC 전극이 세라믹 부재(1111a) 내에 배치될 수도 있는데, 이 경우 RF 또는 DC 전극이 하부 전극으로서 기능한다. 후술하는 바이어스 RF 신호 또는 DC 신호가 RF 또는 DC 전극에 접속되는 경우, RF 또는 DC 전극은 바이어스 전극이라고도 불린다. 아울러 베이스(1110)의 도전성 부재와 RF 또는 DC 전극이 모두 두 개의 하부 전극으로서 기능할 수도 있다.

[0046] 링 어셈블리(112)는 하나 또는 복수의 고리형 부재를 포함한다. 일 실시형태에서 하나 또는 복수의 고리형 부재는, 하나 또는 복수의 엣지 링과 적어도 하나의 커버 링을 포함한다. 엣지 링은 도전성 재료 또는 절연 재료로 형성되며, 커버 링은 절연 재료로 형성된다.

[0047] 또한 기판 지지부(11)는, 정전 척(1111), 링 어셈블리(112) 및 기판 중 적어도 하나를 타겟 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함할 수도 있다. 온도 조절 모듈은, 히터, 열 전달 매체, 유로(1110a), 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다. 유로(1110a)에는, 염수나 가스와 같은 열 전달 유체가 흐른다. 일 실시형태에서는 유로(1110a)가 베이스(1110) 내에 형성되며, 하나 또는 복수의 히터가 정전 척(1111)의 세라믹 부재(1111a) 내에 배치된다. 또한 기판 지지부(11)는, 기판(W)의 이면과 중앙 영역(111a) 간의 간극에 열 전달 가스를 공급하도록 구성된 열 전달 가스 공급부를 포함할 수도 있다.

[0048] 샤워 헤드(13)는, 가스 공급부(20)로부터 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간(10s) 내로 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) 내로 도입된다. 또한 샤워 헤드(13)는, 상부 전극을 포함한다. 아울러 가스 도입부는, 샤워 헤드(13)에 추가로, 측벽(10a)에 형성된 하나 또는 복수의 개구부에 장착되는 하나 또는 복수의 사이드 가스 주입부(SGI: Side Gas Injector)를 포함할 수도 있다.

[0049] 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 가스 소스(21) 및 적어도 하나의 유량 제어기(22)를 포함할 수도 있다. 일 실시형태에서 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스를, 각각에 대응되는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응되는 유량 제어기(22)를 통해 샤워 헤드(13)로 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는 예를 들면 질량 유량 제어기 또는 압력 제어식 유량 제어기를 포함할 수도 있다. 또한 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 적어도 하나의 유량 변조 디바이스를 포함할 수도 있다.

[0050] 전원(30)은, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 통해 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 RF 전원(31)을 포함한다. RF 전원(31)은, 소스 RF 신호 및 바이어스 RF 신호와 같은 적어도 하나의 RF 신호(RF 전력)를, 적어도 하

나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 공급하도록 구성된다. 이에 따라, 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. 또한 바이어스 RF 신호를 적어도 하나의 하부 전극에 공급함으로써, 기판(W)에 바이어스 전위가 발생하여, 형성된 플라즈마 중의 이온 성분을 기판(W)으로 끌어들일 수 있다.

[0051] 일 실시형태에서 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 통해 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 결합되어, 플라즈마 생성용의 소스 RF 신호(소스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 일 실시형태에서 소스 RF 신호는, 10MHz 내지 150MHz 범위의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서 제1 RF 생성부(31a)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 소스 RF 신호를 생성하도록 구성될 수도 있다. 생성된 하나 또는 복수의 소스 RF 신호는, 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 공급된다.

[0052] 제2 RF 생성부(31b)는, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 통해 적어도 하나의 하부 전극에 결합되어, 바이어스 RF 신호(바이어스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 바이어스 RF 신호의 주파수는, 소스 RF 신호의 주파수와 같을 수도 있고 다를 수도 있다. 일 실시형태에서 바이어스 RF 신호는, 소스 RF 신호의 주파수보다 낮은 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서 바이어스 RF 신호는, 100kHz 내지 60MHz 범위의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서 제2 RF 생성부(31b)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 바이어스 RF 신호를 생성하도록 구성될 수도 있다. 생성된 하나 또는 복수의 바이어스 RF 신호는, 적어도 하나의 하부 전극에 공급된다. 또한 다양한 실시형태에서, 소스 RF 신호 및 바이어스 RF 신호 중 적어도 하나가 펄스화될 수도 있다.

[0053] 또한 전원(30)은, 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 DC 전원(32)을 포함할 수도 있다. DC 전원(32)은 제1 DC 생성부(32a) 및 제2 DC 생성부(32b)를 포함한다. 일 실시형태에서 제1 DC 생성부(32a)는, 적어도 하나의 하부 전극에 접속되어, 제1 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제1 DC 신호는, 적어도 하나의 하부 전극에 인가된다. 일 실시형태에서 제2 DC 생성부(32b)는, 적어도 하나의 상부 전극에 접속되어, 제2 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제2 DC 신호는, 적어도 하나의 상부 전극에 인가된다.

[0054] 다양한 실시형태에서는 제1 및 제2 DC 신호가 펄스화될 수도 있다. 이 경우, DC에 기초한 전압 펄스의 시퀀스가 적어도 하나의 하부 전극 및/또는 적어도 하나의 상부 전극에 인가된다. 전압 펄스는 직사각형, 사다리꼴, 삼각형 또는 이들 조합의 펄스 파형을 가질 수도 있다. 일 실시형태에서는, DC 신호로부터 전압 펄스의 시퀀스를 생성하기 위한 파형 생성부가, 제1 DC 생성부(32a)와 적어도 하나의 하부 전극 간에 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 가질 수도 있고 음의 극성을 가질 수도 있다. 또한 전압 펄스의 시퀀스는, 1주기 내에 하나 또는 복수의 양극성 전압 펄스와 하나 또는 복수의 음극성 전압 펄스를 포함할 수도 있다. 아울러 제1 및 제2 DC 생성부(32a, 32b)는, RF 전원(31)에 추가로 설치될 수도 있고, 제1 DC 생성부(32a)가 제2 RF 생성부(31b) 대신 설치될 수도 있다.

[0055] 배기 시스템(40)은, 예를 들면 플라즈마 처리 챔버(10)의 바닥부에 설치된 가스 배출구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은, 압력 조정 밸브 및 진공 펌프를 포함할 수도 있다. 압력 조정 밸브에 의해 플라즈마 처리 공간(10s) 내의 압력이 조정된다. 진공 펌프는 터보 분자 펌프, 드라이 펌프 또는 이들의 조합을 포함할 수도 있다.

[0056] <기판 처리 방법의 일례>

[0057] 도 3은 일 예시적 실시형태와 관련된 기판 처리 방법(이하, '본 처리 방법'이라고 하는 경우도 있음)의 일례를 나타낸 흐름도이다. 도 3에 나타낸 것처럼 본 처리 방법은, 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정 ST1과, 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정 ST2와, 금속 함유막을 에칭하는 공정 ST3를 포함한다. 본 처리 방법은, 판단 공정 ST4를 포함할 수도 있다. 각 공정의 처리는, 도 1에 나타낸 플라즈마 처리 시스템에서 실행될 수 있다. 이하에서는 제어부(2)가 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어하여 기판(W)에 대해 본 처리 방법을 실행하는 경우를 예로 들어 설명한다.

[0058] (공정 ST1: 기판의 제공)

[0059] 일 실시형태에서 공정 ST1에서는, 기판(W)이 플라즈마 처리 장치(1)의 챔버(10) 내에 제공된다. 기판(W)은 기판 지지부(11)의 중앙 영역(111a) 상에 제공된다. 그리고 기판(W)은 정전 척(1111)에 의해 기판 지지부(11)에 유지된다.

[0060] 기판(W)이 기판 지지부(11)의 중앙 영역(111a)에 배치된 후, 기판 지지부(11)의 온도는 온도 조절 모듈에 의해 설정 온도로 조정될 수 있다. 설정 온도는, 예를 들면 300℃ 이하의 온도일 수도 있고, 100℃ 이상 300℃ 이하의 온도(일례로 상온)일 수도 있다. 일례에서 기판 지지부(11)의 온도를 조정 또는 유지하는 것은, 유로(1110a)를 흐르는 열 전달 유체의 온도를 설정 온도 또는 설정 온도와 상이한 온도로 조정 또는 유지하는 것을 포함한다. 일례에서 기판 지지부(11)의 온도를 조정 또는 유지하는 것은, 정전 척(1111)과 기판(W)의 뒷면 사이의 열 전달 가스(예컨대 He)의 압력을 제어하는 것을 포함한다. 아울러 유로(1110a)에 열 전달 유체가 흐르기 시작하는 시점은, 기판(W)이 기판 지지부(11)에 탑재되기 이전이나 이후일 수도 있고, 또는 동시일 수도 있다. 또한 본 처리 방법에서 기판 지지부(11)의 온도는, 공정 ST1 이전에 설정 온도로 조정될 수 있다. 즉, 기판 지지부(11)의 온도가 설정 온도로 조정된 후에, 기판 지지부(11)에 기판(W)을 준비할 수 있다. 일 실시형태에서, 본 처리 방법의 이후의 공정에서, 기판 지지부(11)의 온도는 공정 ST1에서 조정한 설정 온도로 유지된다.

[0061] 도 4는 공정 ST1에서 제공되는 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다. 도 4에 나타낸 것처럼, 일 실시형태에서 기판(W)은, 베이스막(UF)과, 베이스막(UF) 상에 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)을 갖는다. 기판(W)은 반도체 디바이스의 제조에 사용될 수 있다. 반도체 디바이스는 예를 들면, DRAM, 3D-NAND 플래시 메모리 등의 메모리 디바이스 및 로직 디바이스를 포함한다.

[0062] 베이스막(UF)은, 실리콘 함유막, 탄소 함유막 및 금속 함유막으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함할 수 있다. 베이스막(UF)은, 1층으로 한정되지 않으며 복수의 층일 수 있다. 베이스막(UF)은 2층 또는 3층일 수 있다. 베이스막(UF)은 위에서 아래로 향하여 제1층, 제2층, 제3층을 가질 수 있다. 베이스막(UF)의 제1층은, 스핀 온 글라스(SOG) 막, SiC 막, SiON 막, Si 함유 반사 방지막(SiARC) 또는 유기막일 수 있다. 제2층은 스핀 온 카본(SOC) 막, 아몰퍼스 카본막 또는 실리콘 함유막일 수 있다. 제3층은 실리콘 함유막일 수 있다. 실리콘 함유막은, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 산질화막, 실리콘 탄질화막, 다결정 실리콘막 또는 탄소 함유 실리콘막일 수 있다. 제3층은 복수의 실리콘 함유막이 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들어 제3층은, 실리콘 산화막과 실리콘 질화막이 교대로 적층되어 구성될 수 있다. 또한 제3층은, 실리콘 산화막과 다결정 실리콘막이 교대로 적층되어 구성될 수도 있다. 또한 제3층은, 실리콘 질화막, 실리콘 산화막 및 다결정 실리콘막을 포함하는 적층막일 수도 있다. 또한 제3층은, 실리콘 산화막과 실리콘 탄질화막이 적층되어 구성될 수 있다. 또한 제3층은, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 탄질화막을 포함하는 적층막일 수도 있다.

[0063] 금속 함유 레지스트막(RF)은 금속을 함유하는 막이다. 금속 함유 레지스트막(RF)은, Sn, Hf 및 Ti로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함할 수 있다. 일례에서 금속 함유 레지스트막(RF)은 Sn을 함유하고, 산화 주석(SnO), 수산화 주석(Sn-OH 결합)을 포함할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)은 유기물을 포함할 수도 있다.

[0064] 금속 함유 레지스트막(RF)은, 요철(오목부, 볼록부)이 있는 소정의 패턴으로 형성된다. 금속 함유 레지스트막(RF)은 리소그래피 공정에 의해 형성될 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)은 EUV 리소그래피를 사용하여 형성된 막(금속 함유 EUV 레지스트막)일 수 있다. 일 실시형태에서는, 먼저 베이스막(UF) 상에 금속을 함유하는 포토레지스트막이 형성된다. 그 다음, 노광 마스크를 통해 당해 포토레지스트막에 선택적으로 광(예컨대 EUV광 등)을 조사한다. 이에 따라 포토레지스트막에, 노광된 제1 영역과 노광되지 않은 제2 영역이 형성된다. 그리고 포토레지스트막이 현상되고, 포토레지스트막의 한쪽 영역(예를 들면 제2 영역)이 제거되어, 요철이 있는 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)이 형성된다. 공정 ST1은, 금속 함유 레지스트막(RF)을 형성하는 공정(막 형성 공정, 노광 공정, 현상 공정 등)의 적어도 일부를 포함할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)을 형성하는 공정 중 적어도 일부는, 플라즈마 처리 장치(1)에서 수행될 수 있다.

[0065] 도 5는 본 처리 방법의 각 공정 ST1, ST2, ST3에서 금속 함유 레지스트막(RF)의 X-X 단면(도 4에 나타낸 X-X선으로 절단한 단면)의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다. 도 5에서 (a)는, 공정 ST1에서 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)의 횡단면의 일례를 나타낸다. 이 예는 금속 함유 레지스트막(RF)의 측면에 오목부(H1)가 형성되어 있음을 나타낸다. 즉, 이 예는 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 거칠기가 있음을 나타낸다. 아울러 오목부(H1)는, 설명을 위해 오목한 부분을 간략화하여 강조하여 표현한 것으로, 크기나 형상은 이것으로 한정되지 않는다. 본 처리 방법은 오목부(H1)와 같은 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면 거칠기를 개선하는 것을 그 목적 중 하나로 한다.

[0066] (공정 ST2: 금속 함유막의 형성)

[0067] 일 실시형태에서는, 공정 ST2에서 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 금속 함유막(MF)이 형성된다. 도 6은 공정 ST2에서 금속 함유막(MF)이 형성된 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다. 도 5에서 (b)는, 공정

ST2에서 형성된 금속 함유막(MF)의 횡단면의 일례를 나타낸다. 공정 ST2에서 금속 함유막(MF)은, 금속 함유 레지스트막(RF)의 측면에 있는 오목부(H1)를 메우면서 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 형성된다. 이로써 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면이 평탄화되어 거칠기가 개선된다. 금속 함유막(MF)은, 금속 함유 레지스트막(RF)이 함유하는 금속과 동종의 금속을 포함할 수 있다. 금속 함유막(MF)은, 금속 함유 레지스트막(RF)이 함유하는 금속과 상이한 금속을 포함할 수 있다. 금속 함유막(MF)은, Sn, Hf 및 Ti로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함할 수 있다. 일례에서 금속 함유막(MF)은, Sn을 함유할 수 있다.

[0068] 공정 ST2에서 금속 함유막(MF)의 형성은, 원자층 증착법(Atomic Layer Deposition: 이하, ALD법이라고 함), CVD법 등 다양한 방법을 사용하여 실행될 수 있다. 이하에서는, 금속 함유막(MF)을 형성하는 각종 방법에 대해 설명한다.

[0069] (ALD법)

[0070] 일 실시형태에서 ALD법은, 기판(W)의 표면에 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)에 소정의 재료가 자기 제어적으로 흡착 및 반응하여 금속 함유막(MF)을 형성한다. 도 7에 나타낸 것처럼, 일 실시형태에서 ALD법을 사용한 공정 ST2는, 금속 함유 프리커서막을 형성하는 공정 ST21과, 제1 퍼지 공정 ST22와, 금속 함유 프리커서막으로부터 금속 함유막(MF)을 형성하는 공정 ST23과, 제2 퍼지 공정 ST24와, 판단 공정 ST25를 포함한다. 도 8은 공정 ST21 내지 공정 ST24에서 기판(W)의 표면에 발생하는 현상의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다. 아울러 제1 퍼지 공정 ST22, 제2 퍼지 공정 ST24는 수행할 수도 있고, 수행하지 않을 수도 있다.

[0071] 공정 ST21에서는, 도 8에 나타낸 것처럼 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 금속 함유 프리커서를 포함하는 제1 가스(G1)가 공급되어, 금속 함유 프리커서막(PF)이 형성된다. 금속 함유 프리커서는, 금속 함유 레지스트막(RF)이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)은 Sn을 포함할 수 있고, 금속 함유 프리커서는 Sn을 포함할 수 있다. Sn 함유 물질의 예는, 스타난(stannane) 화합물, 산소 함유 주석 화합물, 질소 함유 주석 화합물, 할로겐화 주석 화합물 등을 포함할 수 있다. 스타난 화합물의 예는, 스타난, 테트라메틸 스타난, 트리부틸 스타난, 페닐트리메틸 스타난, 테트라비닐 스타난, 디메틸디클로로 스타난, 부틸트리클로로 스타난, 트리클로로페닐 스타난 등을 포함할 수 있다. 산소 함유 주석 화합물의 예는, 트리부틸주석 메톡사이드, tert-부톡사이드 주석, 디부틸주석 디아세테이트, 트리페닐주석 아세테이트, 트리부틸주석 옥사이드, 트리페닐주석 아세테이트, 트리페닐주석 하이드록사이드, 부틸클로로주석 디하이드록사이드 등을 포함할 수 있다. 질소 함유 주석 화합물의 예는, 디메틸아미노트리메틸주석, 트리스(디메틸아미노)tert-부틸주석, 아지드트리메틸주석, 테트라키스(디메틸아미노)주석, N,N'-디-tert-부틸-2,3-디아미드부탄주석(II) 등을 포함할 수 있다. 할로겐화 주석 화합물의 예는, 염화 주석, 브롬화 주석, 요오드화 주석, 디메틸주석 디클로라이드, 부틸주석 트리클로라이드, 페닐주석 트리클로라이드 등을 포함할 수 있다. 기타 금속 함유 프리커서는, Hf, Ti 등을 포함할 수 있다. 일 실시형태의 공정 ST21에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에서 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로 제1 가스(G1)가 공급된다. 그리고 챔버(10) 내에서, 제1 가스(G1)의 금속 함유 프리커서가 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 흡착되어, 금속 함유 프리커서막(PF)이 형성된다. 금속 함유 프리커서막(PF)은, 금속 착체일 수 있다. 당해 금속 착체의 예는, 아미노 주석 등을 포함할 수 있다. 금속 함유 프리커서막(PF)은, 금속 함유 레지스트막(RF)이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함할 수 있다. 금속 함유 프리커서막(PF)이 포함하는 금속의 예는, Sn 외에 Hf, Ti 등을 포함할 수 있다.

[0072] 공정 ST21에서는, 제1 가스(G1)로부터 플라즈마가 생성될 수도 있다. 이 경우, 플라즈마 처리 장치(1)에서 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전극 및/또는 하부 전극에 공급되어, 플라즈마 처리 공간(10s)에 플라즈마가 생성된다.

[0073] 공정 ST22에서는, 배기 시스템(40)에 의해 챔버(10) 내의 가스가 배출된다. 이 때, 기판(W)에 대해 불활성 가스 등이 공급될 수 있다. 이로써 과잉인 금속 함유 프리커서 등의 가스가 퍼지된다.

[0074] 공정 ST23에서는, 도 8에 나타낸 것처럼 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 산화성 가스를 포함하는 제2 가스(G2)가 공급되고, 제2 가스(G2)와 금속 함유 프리커서막(PF)이 반응하여, 금속 함유 프리커서막(PF)으로부터 금속 함유막(MF)이 형성된다. 제2 가스(G2)는, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 흡착된 금속 함유 프리커서와 반응하는 가스이다. 제2 반응 가스(G2)의 산화성 가스는, 산소, 오존, 물, 과산화수소수 및 사산화 이질소로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함할 수 있다. 공정 ST23에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에서, 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로 제2 가스(G2)가 공급된다. 그리고 챔버(10) 내에서 제2 가스(G2)와 금속 함유 프리커서막(PF)이 반응하여 금속 함유막(MF)이 형성된다. 공정 ST23에서는, 제2 가스(G2)로부터 플라즈마가 생성될 수도 있다. 이 경우, 플라즈마 처리 장치(1)에서 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전

극 및/또는 하부 전극에 공급되어, 플라즈마 처리 공간(10s)에 플라즈마가 생성된다. 아울러 챔버 외부에서 생성된 플라즈마(remote plasma)를 챔버 내로 도입할 수도 있다. 공정 ST21, ST23에서는 플라즈마를 생성하지 않을 수도 있다.

[0075] 공정 ST24에서는 배기 시스템(40)에 의해 챔버(10) 내의 가스가 배출된다. 이 때, 기판(W)에 대해 불활성 가스 등이 공급될 수 있다. 이로써 과잉인 제2 가스(G2) 등의 가스가 퍼지된다.

[0076] 공정 ST25에서는, 공정 ST2를 종료하기 위한 소정의 조건이 충족되었는지 여부가 판정된다. 소정 조건은, 공정 ST21 내지 공정 ST24를 한 사이클로 하는 처리가, 미리 설정된 소정 횟수만큼 수행된 것일 수 있다. 소정 횟수는 1회, 5회 미만, 5회 이상, 10회 이상일 수 있다. 공정 ST25에서, 소정 조건이 충족되지 않았다고 판단된 경우에는 공정 ST21로 되돌아가고, 소정 조건이 충족되었다고 판단된 경우에는 공정 ST2가 종료된다. 예를 들어 소정 조건은, 공정 ST24 이후의 금속 함유막(MF)을 포함하는 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수에 관한 조건일 수도 있다. 즉, 공정 ST24 이후에, 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수(금속 함유막(MF)의 두께)가 소정의 값이나 범위에 도달했는지 여부를 판단하여, 당해 소정의 값이나 범위에 도달할 때까지 공정 ST21 내지 공정 ST24의 사이클을 반복할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수는, 광학적인 측정 장치로 측정될 수 있다.

[0077] (서브 컨포멀 ALD법)

[0078] 일 실시형태에서 서브 컨포멀 ALD법에서는, ALD법에서 기판(W)의 표면 상에서 자기 제어적인 흡착 또는 반응이 완료되지 않도록 처리 조건을 설정하여, 금속 함유막(MF)을 형성한다. 일 실시형태에서 서브 컨포멀 ALD법에서는, 상기 ALD법에서 다음의 (i), (ii) 중 적어도 어느 하나의 처리를 수행한다.

[0079] (i) 공정 ST21을, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면 전체에 금속 함유 프리커서막(PF)이 형성되기 이전에 종료한다,

[0080] (ii) 공정 ST24를, 제2 가스(G2)와 금속 함유 프리커서막(PF)의 반응이 완료되기 이전에 종료한다.

[0081] 서브 컨포멀 ALD법의 그밖의 공정은, 상기 ALD법과 동일할 수 있다. 서브 컨포멀 ALD법에서, 상기 ALD법과 마찬가지로 플라즈마를 사용할 수도 있고 사용하지 않을 수도 있다.

[0082] (CVD법)

[0083] 일 실시형태에서 CVD법에서는, 금속 함유 가스와 산화성 가스의 혼합 가스에 의해 금속 함유막(MF)을 형성한다. 일례로, 혼합 가스로부터 플라즈마를 생성하여 금속 함유막(MF)를 형성한다.

[0084] 일 실시형태에서는, 플라즈마 처리 장치(1)의 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로, 금속 함유 가스와 산화성 가스를 포함하는 혼합 가스가 공급된다. 금속 함유 가스는, 금속 함유 레지스트막(RF)이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)은 Sn을 포함하고, 금속 함유 가스는 Sn을 포함할 수 있다. Sn 함유 물질의 예는, 스타난 화합물, 산소 함유 주석 화합물, 질소 함유 주석 화합물, 할로겐화 주석 화합물 등을 포함할 수 있다. 스타난 화합물의 예는, 스타난, 테트라메틸 스타난, 트리부틸 스타난, 페닐트리메틸 스타난, 테트라비닐 스타난, 디메틸디클로로 스타난, 부틸트리클로로 스타난, 트리클로로페닐 스타난 등을 포함할 수 있다. 산소 함유 주석 화합물의 예는, 트리부틸주석 메톡사이드, tert-부톡사이드 주석, 디부틸주석 디아세테이트, 트리페닐주석 아세테이트, 트리부틸주석 옥사이드, 트리페닐주석 아세테이트, 트리페닐주석 하이드록사이드, 부틸클로로주석 디하이드록사이드, 아세틸아세토나토 주석 등을 포함할 수 있다. 질소 함유 주석 화합물의 예는, 디메틸아미노트리메틸주석, 트리스(디메틸아미노)tert-부틸주석, 아지드트리메틸주석, 테트라키스(디메틸아미노)주석, N,N'-디-tert-부틸-2,3-디아미드부탄주석(II) 등을 포함할 수 있다. 할로겐화 주석 화합물의 예는, 염화 주석, 브롬화 주석, 요오드화 주석, 디메틸주석 디클로라이드, 부틸주석 트리클로라이드, 페닐주석 트리클로라이드 등을 포함할 수 있다. 산화성 가스는 산소, 오존, 물, 과산화수소수 및 사산화 이질소로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 하나의 가스를 포함할 수 있다.

[0085] 다음으로, 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전극 및/또는 하부 전극에 공급된다. 샤워 헤드(13)와 기판 지지부(11) 사이에 고주파 전계가 생성되고, 플라즈마 처리 공간(10s) 내의 혼합 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 그리고 플라즈마 중에 생성된 금속 또는 금속을 포함하는 활성종이 기판(W)의 표면에 흡착되어, 기판(W)의 표면에 금속 함유막(MF)이 형성된다.

[0086] CVD법에서 플라즈마를 사용하지 않고, 열(열 CVD법)을 사용하여 금속 함유막(MF)을 형성할 수 있다.

[0087] (공정 ST3: 금속 함유막의 에칭)

[0088] 일 실시형태에서 공정 ST3에서는, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 형성된 금속 함유막(MF)의 적어도 일부와 함께 금속 함유막(MF)의 잔류물이 에칭(제거)된다. 도 9는, 공정 ST3에서 금속 함유막(MF)이 에칭된 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다. 도 5에서 (c)는, 공정 ST3에서 금속 함유막(MF)이 에칭된 금속 함유 레지스트막(RF)의 횡단면의 일례를 나타낸다. 공정 ST3에서는, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 있는 금속 함유막(MF)이 균등하게 소정의 폭으로 제거된다. 아울러 공정 ST3에서는, 금속 함유 레지스트막(RF)이 노출되도록 금속 함유막(MF)이 제거될 수도 있는데, 이 경우, 금속 함유 레지스트막(RF)이 금속 함유막(MF)이 형성되기 이전의 원래 치수로 되돌려진다. 또한 금속 함유 레지스트막(RF)이 노출되지 않도록 금속 함유막(MF)이 제거될 수도 있는데, 이 경우, 금속 함유 레지스트막(RF)이 금속 함유막(MF)이 형성되기 이전의 원래 치수보다 커진다.

[0089] 공정 ST3에서 금속 함유막(MF)의 에칭은, 원자층 에칭(Atomic Layer Etching: 이하, ALE법)법, 종래의 플라즈마 에칭법 등 다양한 방법을 사용하여 실행될 수 있다. 이하에서는 ALE법을 사용한 경우에 대해 설명한다.

[0090] (ALE법)

[0091] 일 실시형태에서 ALE법에서는, 기판(W)의 표면에 형성된 금속 함유막(MF)에 소정의 재료를 자기 제어적으로 흡착시키고 또 개질 반응시켜, 개질 부분을 제거함으로써 금속 함유막(MF)을 에칭한다. 도 10에 나타낸 것처럼, 일 실시형태에서 ALE법을 사용한 공정 ST3은, 금속 함유막(MF)을 개질하는 공정 ST31과, 제1 퍼지 공정 ST32와, 개질된 금속 함유막(MF)을 제거하는 공정 ST33과, 제2 퍼지 공정 ST34와, 판단 공정 ST35를 포함한다. 도 11은 공정 ST31 내지 공정 ST34에서 기판(W)의 표면에서 발생하는 현상의 일례를 모식적으로 나타낸 설명도이다. 아울러 제1 퍼지 공정 ST32, 제2 퍼지 공정 ST34는 수행할 수도 있고, 수행하지 않을 수도 있다.

[0092] 공정 ST31에서는, 도 11에 나타낸 것처럼 금속 함유막(MF)의 표면에 할로겐 가스를 포함하는 제3 가스(G3)가 공급되어, 금속 함유막(MF)이 개질된다. 할로겐 가스는, 불소 함유 가스 또는 염소 함유 가스일 수 있다. 불소 함유 가스는 HF, XeF_2, CF_4, NF_3, SF_6로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는 가스일 수 있다. HF, XeF_2에서 플라즈마가 생성될 수도 있고, 플라즈마가 생성되지 않을 수도 있다. CF_4, NF_3, SF_6에서 플라즈마가 생성될 수도 있다.

[0093] 일 실시형태에서 공정 ST31에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에서 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로 제3 가스(G3)가 공급된다. 공정 ST31에 의해, 제3 가스(G3)의 할로겐 가스가 금속 함유막(MF)과 반응하여, 금속 함유막(MF)이 개질된다. 공정 ST31에서는, 제3 가스(G3)로부터 플라즈마가 생성될 수도 있다. 이 경우, 플라즈마 처리 장치(1)에서 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전극 및/또는 하부 전극에 공급되어, 플라즈마 처리 공간(10s)에 플라즈마가 생성된다.

[0094] 공정 ST32에서는, 배기 시스템(40)에 의해 챔버(10) 내의 가스가 배출된다. 이 때, 기판(W)에 대해 불활성 가스 등이 공급될 수 있다. 이로써 과잉인 제3 가스(G3) 등의 가스가 퍼지된다.

[0095] 공정 ST33에서는, 도 11에 나타낸 것처럼 개질된 금속 함유막(MF)의 표면에, 제거 프리커서를 포함하는 제4 가스(G4)가 공급되어, 금속 함유막(MF)이 제거된다. 제거 프리커서는, 개질된 금속 함유막(MF)의 표면의 분자와 화학 반응하여 휘발성 화합물을 형성하는 화합물일 수 있다. 제4 반응 가스(G4)의 제거 프리커서는, β-디케톤(아세틸아세톤 등) 및 염소 화합물로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함할 수 있다. 제4 반응 가스(G4)의 제거 프리커서는, 염소 함유 금속 프리커서일 수 있다. 염소 함유 금속 프리커서의 예는, DMAC(디메틸알루미늄 클로라이드: $Al(CH_3)_2Cl$), $SiCl_4$, $TiCl_4$, 트리클로로알루미늄($AlCl_3$), 트리클로로보란(BCl_3), 디클로로실란(SiH_2Cl_2), 트리클로로실란($SiHCl_3$), 클로로디메틸실란($SiHCl(CH_3)_2$), 클로로트리메틸실란($SiCl(CH_3)_3$), 디클로로디메틸실란($SiCl_2(CH_3)_2$), 트리클로로메틸실란($SiCl_3(CH_3)$)을 포함할 수 있다. 공정 ST33에서는, 플라즈마 처리 장치(1)에서 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로 제4 가스(G4)가 공급된다. 공정 ST33에 의해, 제4 가스(G4)와, 개질된 금속 함유막(MF)이 반응하여 금속 함유막(MF)이 제거된다. 공정 ST33에서는, 제4 가스(G4)로부터 플라즈마가 생성될 수도 있다. 이 경우, 플라즈마 처리 장치(1)에서 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전극 및/또는 하부 전극에 공급되어, 플라즈마 처리 공간(10s)에 플라즈마가 생성된다.

[0096] 공정 ST34에서는, 배기 시스템(40)에 의해 챔버(10) 내의 가스가 배출된다. 이 때, 기판(W)에 대해 불활성 가스 등이 공급될 수 있다. 이로써 과잉인 제4 가스(G4) 등의 가스가 퍼지된다.

[0097] 공정 ST35에서는, 공정 ST3을 종료하기 위한 소정의 조건이 충족되었는지 여부가 판정된다. 소정의 조건은 공정 ST31 내지 공정 ST34를 한 사이클로 하는 처리가, 미리 설정된 소정 횟수만큼 수행된 것일 수 있다. 소정 횟수는 1회, 5회 미만, 5회 이상, 10회 이상일 수 있다. 공정 ST35에서, 소정 조건이 충족되지 않았다고 판단된 경

우에는 공정 ST31로 되돌아가고, 소정 조건이 충족되었다고 판단된 경우에는 공정 ST3이 종료된다. 예를 들어 소정 조건은, 공정 ST34 이후의 잔여 금속 함유막(MF)을 포함하는 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수에 관한 조건일 수도 있다. 즉, 공정 ST34 이후에, 잔여 금속 함유막(MF)을 포함하는 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수가 소정의 값이나 범위에 도달했는지 여부를 판단하여, 당해 소정의 값이나 범위에 도달할 때까지 공정 ST31 내지 공정 ST34의 사이클을 반복할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수는 광학적인 측정 장치로 측정될 수 있다.

[0098] 상기 공정 ST3은, 공정 ST2와 동일한 플라즈마 처리 장치(1)의 챔버(10)에서 수행될 수도 있고, 다른 플라즈마 처리 장치(1)의 챔버(10)에서 수행될 수도 있다.

[0099] 공정 ST4에서는, 본 처리 방법을 종료하기 위한 소정의 조건이 충족되었는지 여부가 판정된다. 소정의 조건은 공정 ST2 및 공정 ST3을 한 사이클로 하는 처리가, 미리 설정된 소정 횟수만큼 수행된 것일 수 있다. 소정 횟수는 1회, 복수회, 2회, 3회, 5회 미만, 5회 이상, 10회 이상일 수 있다. 공정 ST4에서, 소정 조건이 충족되지 않았다고 판단된 경우에는 공정 ST2로 돌아가고, 소정 조건이 충족되었다고 판단된 경우에는 본 처리방법이 종료된다. 예를 들어 소정 조건은, 공정 ST3 이후의 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수나 표면 거칠기에 관한 조건일 수도 있다. 즉, 공정 ST3 이후에, 잔여 금속 함유막(MF)을 포함하는 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수나 표면 거칠기가 소정의 값이나 범위에 도달했는지 여부를 판단하여, 당해 소정의 값이나 범위에 도달할 때까지 공정 ST2 및 공정 ST3의 사이클을 반복할 수 있다. 금속 함유 레지스트막(RF)의 치수나 표면 거칠기는, 광학적인 측정 장치로 측정될 수 있다.

[0100] 본 예시적 실시형태에 따르면, 본 처리 방법은 (a) 베이스막(UF)과, 베이스막(UF) 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)을 포함하는 기판(W)을 제공하는 공정(ST1)과, (b) 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면에 금속 함유막(MF)을 형성하는 공정(ST2)과, (c) 금속 함유막(MF)의 적어도 일부를 에칭하는 공정(ST3)을 포함한다. 이러한 경우, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면의 오목부(H1)가 금속 함유막(MF)으로 채워지고, 그 후 여분의 금속 함유막(MF)이 에칭된다. 이로써 기판(W) 상에 형성된 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면을 평탄화할 수 있어, 금속 함유 레지스트막(RF)의 표면 거칠기를 개선할 수 있다.

[0101] 일 실시형태에서 도 12에 나타낸 것처럼 본 처리 방법은, 베이스막(UF)을 에칭하는 공정 ST5를 추가로 포함할 수 있다. 일 실시형태에서 공정 ST5는, 공정 ST2, 공정 ST3, ST4 이후에 수행된다. 도 13은 공정 ST5에서 베이스막(UF)이 에칭된 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타낸 도면이다.

[0102] 일 실시형태에서 공정 ST5에서는, 금속 함유 레지스트막(RF)을 마스크로 하여 베이스막(UF)이 에칭된다. 공정 ST5에서는, 베이스막(UF)에서 금속 함유 레지스트막(RF)으로 덮이지 않은 부분(금속 함유 레지스트막(RF)의 개구(오목부)(OP)에 노출된 부분)이 깊이 방향으로 에칭된다. 공정 ST5는, 공정 ST2 및 공정 ST3과 동일한 플라즈마 처리 장치(1)의 챔버(10)에서 수행될 수 있다. 아울러 공정 ST5는, 공정 ST2 및 공정 ST3과 다른 플라즈마 처리 장치(1)의 챔버(10)에서 수행될 수도 있다.

[0103] 공정 ST5에서는 먼저, 플라즈마 처리 장치(1)의 샤워 헤드(13)로부터 챔버(10) 내로 처리 가스가 공급된다. 처리 가스는, 베이스막(UF)을 에칭하는데 필요한 활성종을 생성하는 가스를 포함한다.

[0104] 다음으로, 하나 또는 복수의 RF 신호가 RF 전원(31)으로부터 상부 전극 및/또는 하부 전극에 공급된다. 이에 따라 처리 가스로부터 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 플라즈마가 생성된다. 또한 바이어스 신호가 기판 지지부(11)의 하부 전극에 공급될 수 있다. 바이어스 RF 신호를 하부 전극에 공급함으로써, 기판(W)에 바이어스 전위가 발생하여, 형성된 플라즈마 중의 이온 성분을 기판(W)으로 끌어들일 수 있다. 이에 따라 베이스막(UF)의 에칭이 촉진될 수 있다. 아울러 베이스막(UF)을 에칭하는 방법은 별도로 한정되지 않는다.

[0105] 아울러 본 처리 방법은, 도 2에 나타낸 것처럼 매엽식 플라즈마 처리 장치 외에, 세미 배치식 플라즈마 처리 장치에서 실행하는 것도 가능하다. 세미 배치형 플라즈마 처리 장치는, 예를 들면 중심축에 대해 둘레 방향으로 배열된 복수의 영역을 포함하는 챔버와, 복수의 기판(W)을 지지 가능하도록 구성된 기판 지지부를 포함하고, 기판 지지부가 회전함에 따라 기판(W)이 복수의 영역을 순차적으로 통과하도록 구성될 수 있다.

[0106] 도 14는 세미 배치식 플라즈마 처리 장치(1a)의 구성예를 설명하기 위한 측면도이다. 도 15는 세미 배치식 플라즈마 처리 장치(1a)의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 평면도이다. 도 14 및 도 15에서는, 가스 도입부 등의 일부 구성을 생략하여 나타냈다. 도 14 및 도 15에 나타낸 것처럼 세미 배치식 플라즈마 처리 장치(1a)는, 네 개의 영역(R1~R4)을 포함하는 챔버(10a)와, 네 장의 기판(W1~W4)을 지지 가능하도록 구성된 기판 지지부(11a)를 포함하도록 구성될 수 있다. 영역(R1~R4)은, 각 영역에 공급되는 처리 가스 및 각 영역에서 배출되는 가스의 혼

입이 발생하지 않도록 구성될 수 있다. 플라즈마 처리 장치(1a)에서 기판 지지부(11a)는, 네 장의 기판(W1~W4)을 지지하고, 중심축(X)을 중심으로 회전함으로써, 제1 영역(R1)에서 제4 영역(R4)까지 순차적으로 통과할 수 있도록 구성될 수 있다. 또한 플라즈마 처리 장치(1a)는, 제1 영역(R1)에서 공정 ST21 및 공정 ST22가 실행되고, 제2 영역(R2)에서 공정 ST23 및 공정 ST24가 실행되고, 제3 영역(R3)에서 공정 ST31 및 공정 ST32가 실행되고, 제4 영역(R4)에서 공정 ST33 및 공정 ST34가 실행되도록 구성될 수 있다. 플라즈마 처리 장치(1a)는, 공정 ST23이 실행되는 제2 영역(R2) 및 공정 ST33이 실행되는 제4 영역(R4)이 플라즈마 생성부를 구비한다면, 제1 영역(R1) 및 제3 영역(R3)이 반드시 플라즈마 생성부를 구비할 필요는 없다. 이러한 세미 배치식 플라즈마 처리 장치(1a)에 따르면, 각 공정 사이의 시간을 단축할 수 있어, 기판(W)에 대한 처리 스루풋(throughput)을 대폭 개선할 수 있다.

[0107] 본 개시의 실시형태는 이하의 양태를 추가로 포함한다.

[0108] (부기 1)

[0109] (a) 베이스막과, 상기 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 제공하는 공정과,

[0110] (b) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 공정과,

[0111] (c) 상기 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 상기 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0112] (부기 2)

[0113] 부기 1에 있어서,

[0114] 상기 금속 함유 레지스트막은, Sn, Hf 및 Ti로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0115] (부기 3)

[0116] 부기 1에 있어서,

[0117] 상기 금속 함유 레지스트막은 Sn을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0118] (부기 4)

[0119] 부기 1 내지 3 중 어느 하나에 있어서,

[0120] 상기 금속 함유 레지스트막은 EUV 리소그래피를 사용하여 형성되는, 기판 처리 방법.

[0121] (부기 5)

[0122] 부기 1 내지 4 중 어느 하나에 있어서,

[0123] 상기 공정 (b)는, ALD에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

[0124] (부기 6)

[0125] 부기 1 내지 4 중 어느 하나에 있어서,

[0126] 상기 공정 (b)는,

[0127] (b1) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에, 금속 함유 프리커서를 포함하는 제 1 가스를 공급하여, 금속 함유 프리커서막을 형성하는 공정과,

[0128] (b2) 산화성 가스를 포함하는 제2 가스와 상기 금속 함유 프리커서막을 반응시켜, 상기 금속 함유 프리커서막으로부터 상기 금속 함유막을 형성하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0129] (부기 7)

[0130] 부기 6에 있어서,

[0131] 상기 공정 (b2)는, 상기 제2 가스로부터 플라즈마를 생성하는, 기판 처리 방법.

[0132] (부기 8)

[0133] 부기 6 또는 7에 있어서,

[0134] 상기 공정 (b1) 및 상기 공정 (b2)는 반복되는, 기판 처리 방법.

[0135] (부기 9)

[0136] 부기 6 내지 8 중 어느 하나에 있어서,

[0137] 상기 공정 (b)에서,

[0138] 상기 공정 (b1)는, 상기 금속 함유 레지스트막의 표면 전체에 상기 금속 함유 프리커서막이 형성되기 이전에 종료되고, 및/또는,

[0139] 상기 공정 (b2)는, 상기 제2 가스와 상기 금속 함유 프리커서막의 반응이 완료되기 이전에 종료되는, 기판 처리 방법.

[0140] (부기 10)

[0141] 부기 6 내지 9 중 어느 하나에 있어서,

[0142] 상기 금속 함유 프리커서막은 금속 착체를 포함하는, 기판 처리 방법.

[0143] (부기 11)

[0144] 부기 6 내지 10 중 어느 하나에 있어서,

[0145] 상기 금속 함유 프리커서는, 상기 금속 함유 레지스트막이 포함하는 금속과 동종의 금속을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0146] (부기 12)

[0147] 부기 6 내지 11 중 어느 하나에 있어서,

[0148] 상기 산화성 가스는, 산소, 오존, 물, 과산화수소 및 사산화 이질소로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0149] (부기 13)

[0150] 부기 1 내지 4 중 어느 하나에 있어서,

[0151] 상기 공정 (b)는, CVD에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

[0152] (부기 14)

[0153] 부기 1 내지 4 중 어느 하나에 있어서,

[0154] 상기 공정 (b)는, 금속 함유 가스와 산화성 가스의 혼합 가스에 의해 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

[0155] (부기 15)

[0156] 부기 14에 있어서,

[0157] 상기 공정 (b)는, 상기 혼합 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 금속 함유막을 형성하는, 기판 처리 방법.

[0158] (부기 16)

[0159] 부기 1 내지 15 중 어느 하나에 있어서,

[0160] 상기 공정 (c)는, ALE에 의해 상기 금속 함유막을 제거하는, 기판 처리 방법.

[0161] (부기 17)

[0162] 부기 1 내지 15 중 어느 하나에 있어서,

[0163] 상기 공정 (c)는,

[0164] (c1) 할로겐 가스를 포함하는 제3 가스를 사용하여, 상기 금속 함유막을 개질하는 공정과,

[0165] (c2) 제거 프리커서를 포함하는 제4 가스를 사용하여, 상기 개질된 상기 금속 함유막을 제거하는 공정을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0166] (부기 18)

[0167] 부기 17에 있어서,

[0168] 상기 공정 (c1) 및 상기 공정 (c2)는 반복되는, 기판 처리 방법.

[0169] (부기 19)

[0170] 부기 17 또는 18에 있어서,

[0171] 상기 할로겐 가스는, 불소 함유 가스 또는 염소 함유 가스를 포함하는, 기판 처리 방법.

[0172] (부기 20)

[0173] 부기 17 내지 19 중 어느 하나에 있어서,

[0174] 상기 제거 프리커서는, β-디케톤 및 염소 화합물로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0175] (부기 21)

[0176] 부기 1 내지 20 중 어느 하나에 있어서,

[0177] 상기 공정 (b) 및 상기 공정 (c)는 반복되는, 기판 처리 방법.

[0178] (부기 22)

[0179] 부기 1 내지 21 중 어느 하나에 있어서,

[0180] 상기 공정 (b)와 상기 공정 (c)는 동일한 챔버에서 실행되는, 기판 처리 방법.

[0181] (부기 23)

[0182] 부기 1 내지 22 중 어느 하나에 있어서,

[0183] (d) 상기 베이스막을 에칭하는 공정을 추가로 포함하는, 기판 처리 방법.

[0184] (부기 24)

[0185] 부기 23에 있어서,

[0186] 상기 공정 (b), 상기 공정 (c) 및 상기 공정 (d)는 동일한 챔버에서 실행되는, 기판 처리 방법.

[0187] (부기 25)

[0188] 부기 23 또는 24에 있어서,

[0189] 상기 베이스막은, 실리콘 함유막, 탄소 함유막 및 금속 함유막으로 이루어진 그룹에서 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 기판 처리 방법.

[0190] (부기 26)

[0191] 챔버를 갖는 기판 처리 장치와 제어부를 구비하는 기판 처리 시스템으로서,

[0192] 상기 제어부는,

[0193] (a) 베이스막과, 상기 베이스막 상에 패턴이 형성된 금속 함유 레지스트막을 포함하는 기판을 준비하는 제어와,

[0194] (b) 상기 금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성하는 제어와,

[0195] (c) 상기 금속 함유막의 적어도 일부와 함께 상기 금속 함유막의 잔류물을 제거하는 제어를 실행하는, 기판 처리 시스템.

[0196] 이상의 각 실시형태는 설명의 목적으로 기재된 것으로, 본 개시의 범위를 한정하기 위한 것이 아니다. 각 실시형태는 본 개시의 범위 및 취지를 벗어나지 않고 다양하게 변형이 가능하다. 예를 들어, 어느 실시형태의 일부 구성 요소를 다른 실시형태에 추가할 수 있다. 또한 어느 실시형태의 일부 구성 요소를 다른 실시형태의 대응되

는 구성 요소로 치환할 수 있다.

부호의 설명

[0197] 1: 플라즈마 처리 장치,

2: 제어부,

10: 플라즈마 처리 챔버,

10s: 플라즈마 처리 공간,

11: 기판 지지부,

13: 샤워 헤드,

UF: 베이스막,

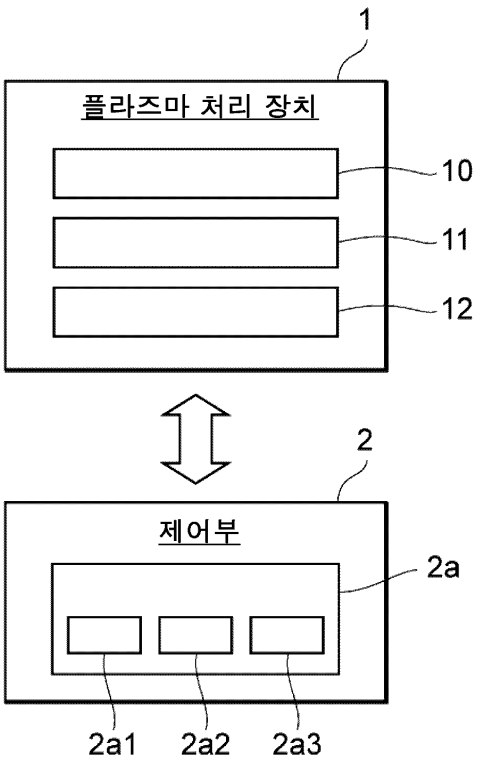
RF: 금속 함유 레지스트막,

MF: 금속 함유막,

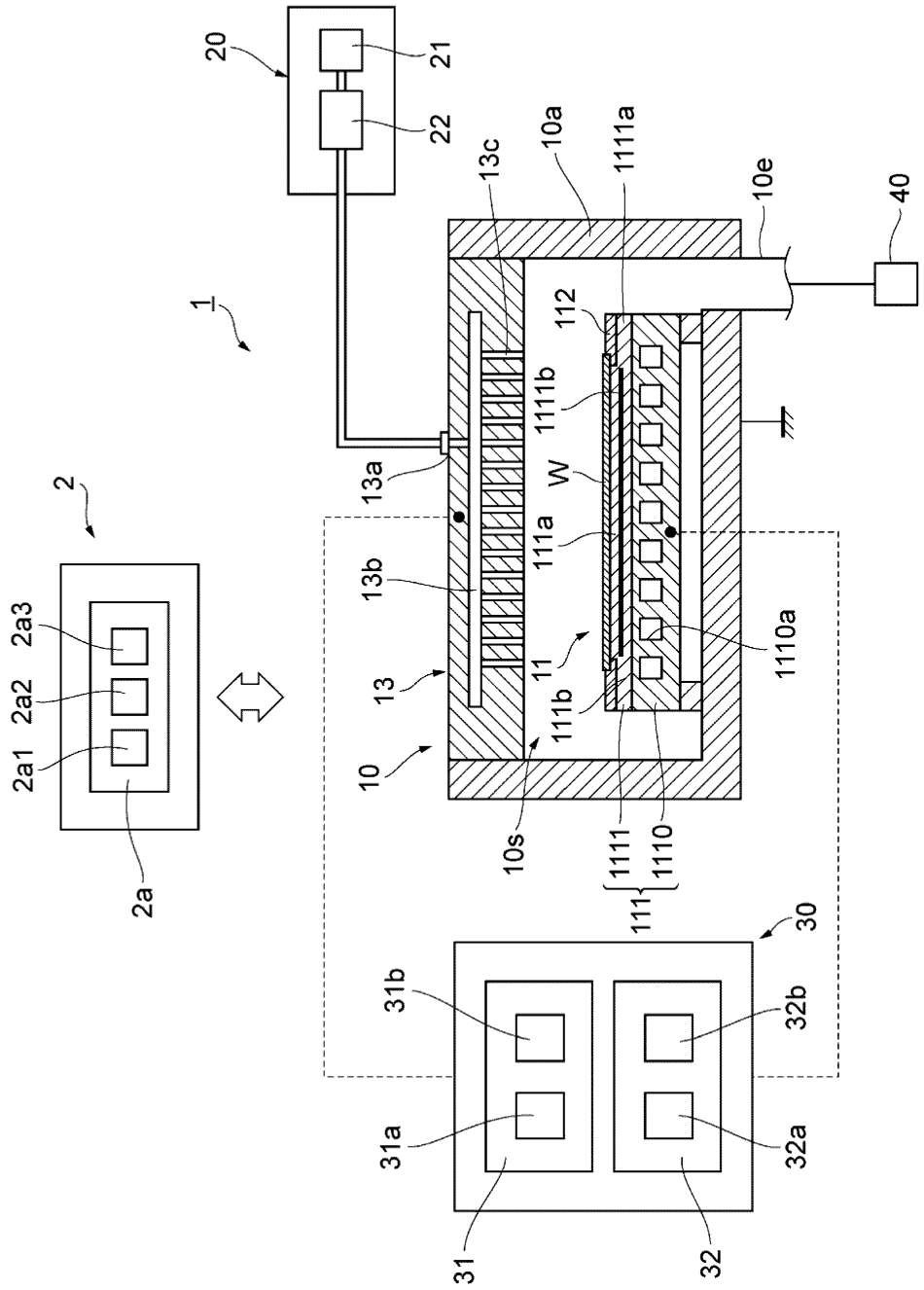
W: 기판

도면

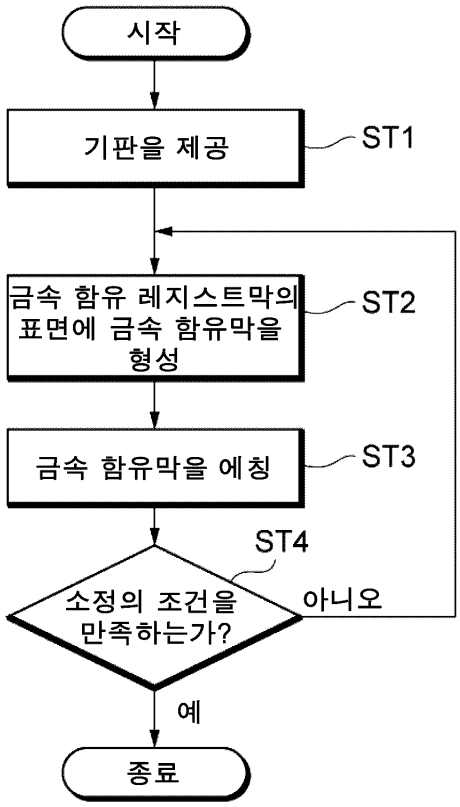
도면1



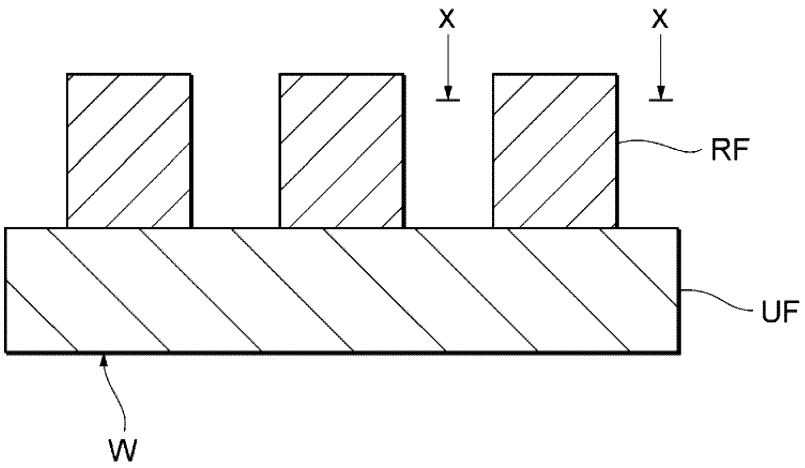
도면2


20
21
22
1
2
13c
10a
1111a
10e
40
112
1111b
W
13a
111a
13b
13
11
111b
10
10s
1110a
2a3
2a2
2a1
2a
1111
1110
111
30
31b
32b
31a
32a
31
32

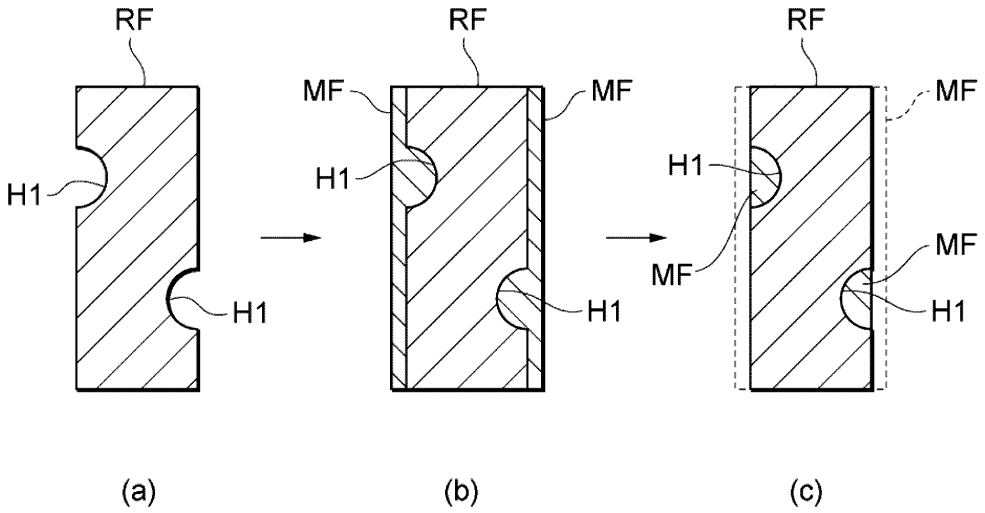
도면3


시작
기판을 제공
ST1
금속 함유 레지스트막의 표면에 금속 함유막을 형성
ST2
금속 함유막을 에칭
ST3
ST4
소정의 조건을 만족하는가?
아니오
예
종료

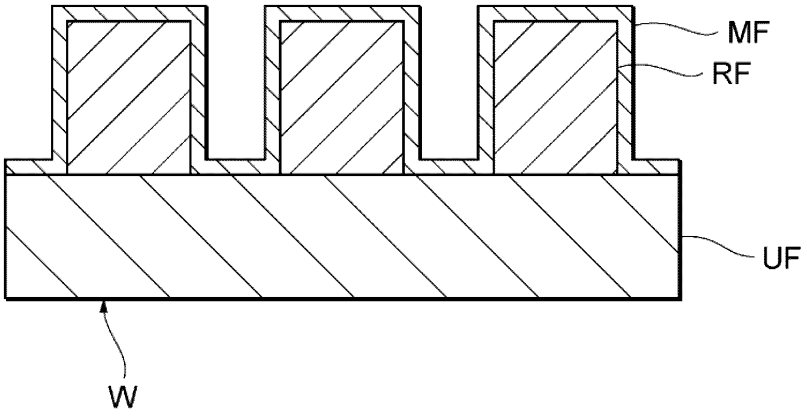
도면4


X
X
RF
UF
W

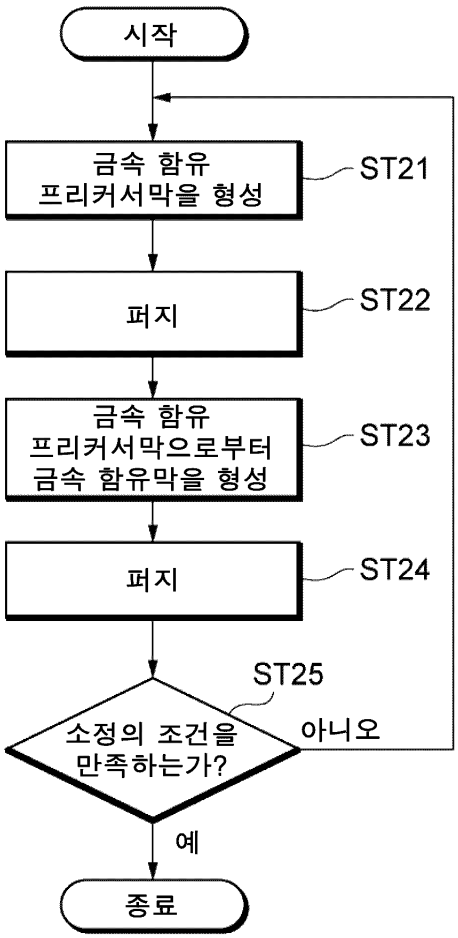
도면5



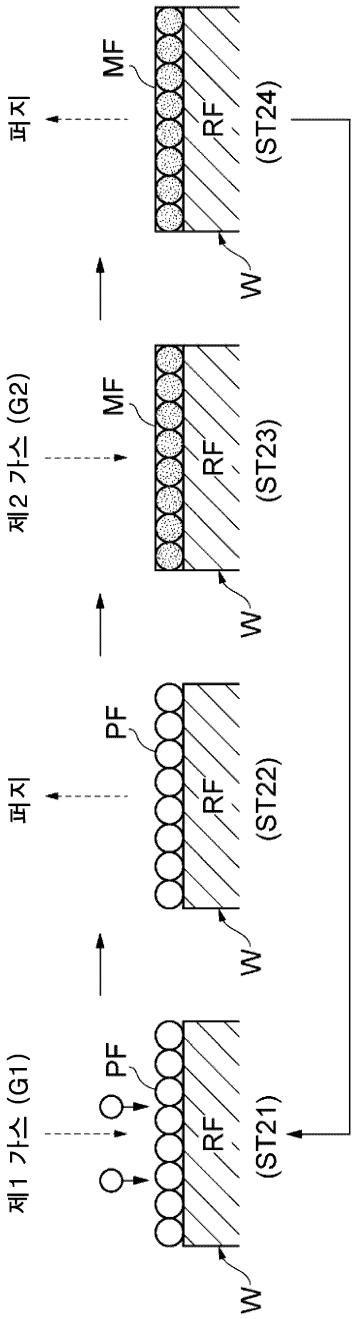
도면6



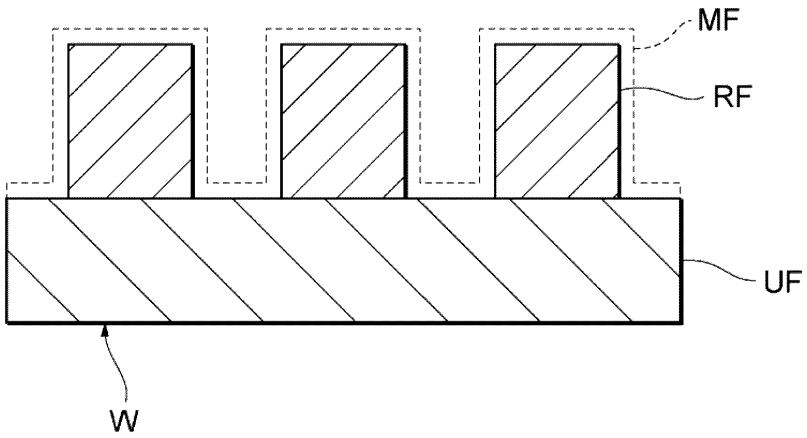
도면7


시작
금속 함유
프리커서막을 형성
ST21
퍼지
ST22
금속 함유
프리커서막으로부터
금속 함유막을 형성
ST23
퍼지
ST24
ST25
소정의 조건을
만족하는가?
아니오
예
종료

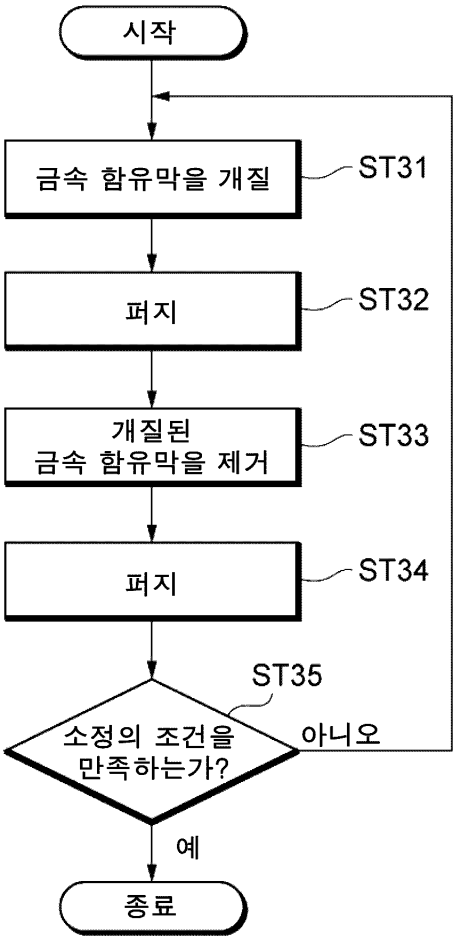
도면8


제1 가스 (G1)
PF
RF
W
(ST21)
퍼지
PF
RF
W
(ST22)
제2 가스 (G2)
MF
RF
W
(ST23)
퍼지
MF
RF
W
(ST24)

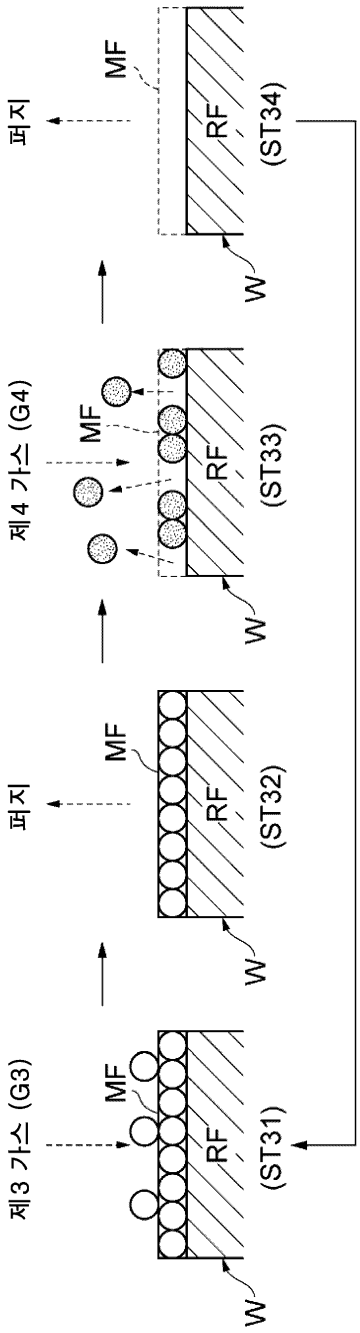
도면9


MF
RF
UF
W

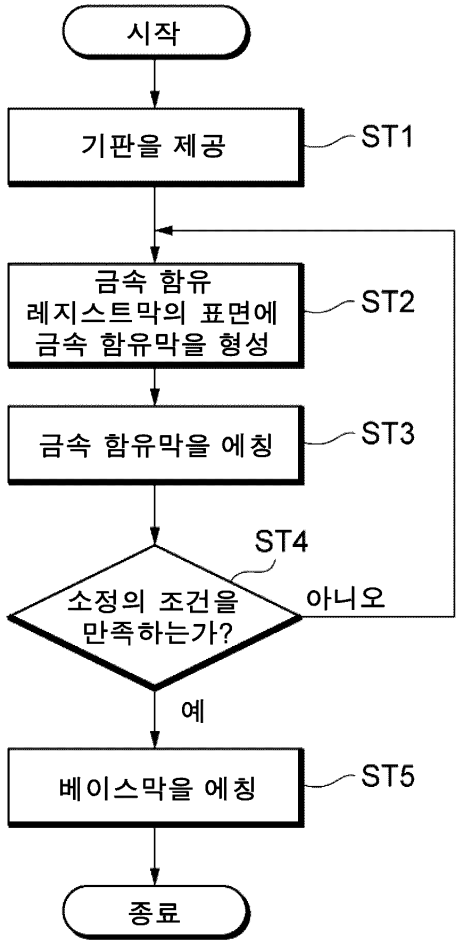
도면10


시작
금속 함유막을 개질
ST31
퍼지
ST32
개질된
금속 함유막을 제거
ST33
퍼지
ST34
ST35
소정의 조건을
만족하는가?
아니오
예
종료

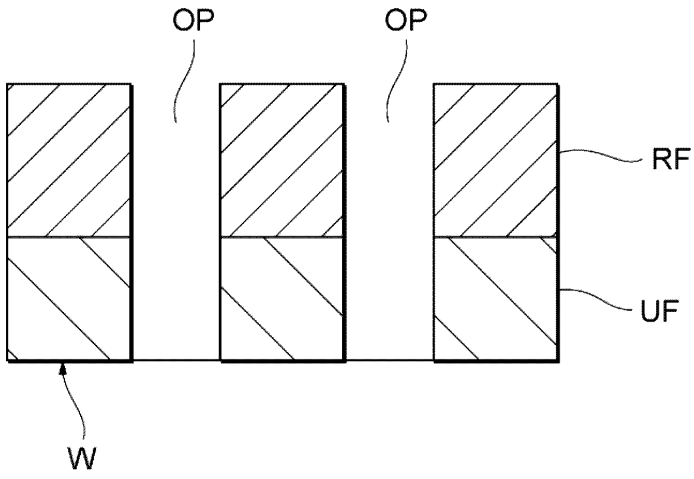
도면11


제3 가스 (G3)
MF
RF
(ST31)
W
퍼지
MF
RF
(ST32)
W
제4 가스 (G4)
MF
RF
(ST33)
W
퍼지
MF
RF
(ST34)
W

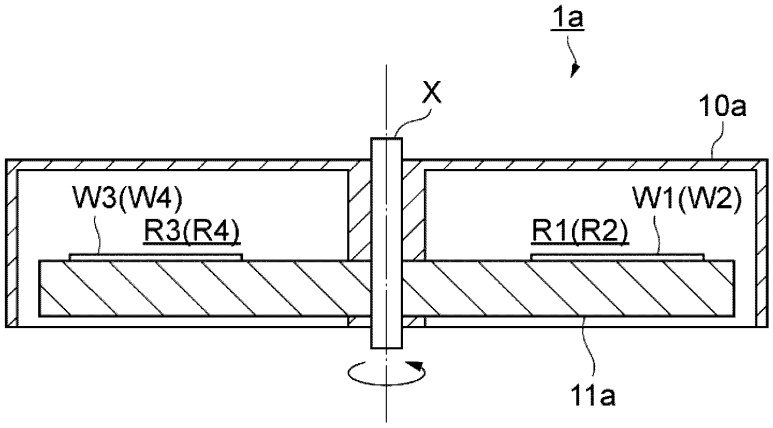
도면12


시작
기판을 제공
ST1
금속 함유
레지스트막의 표면에
금속 함유막을 형성
ST2
금속 함유막을 에칭
ST3
ST4
소정의 조건을
만족하는가?
아니오
예
베이스막을 에칭
ST5
종료

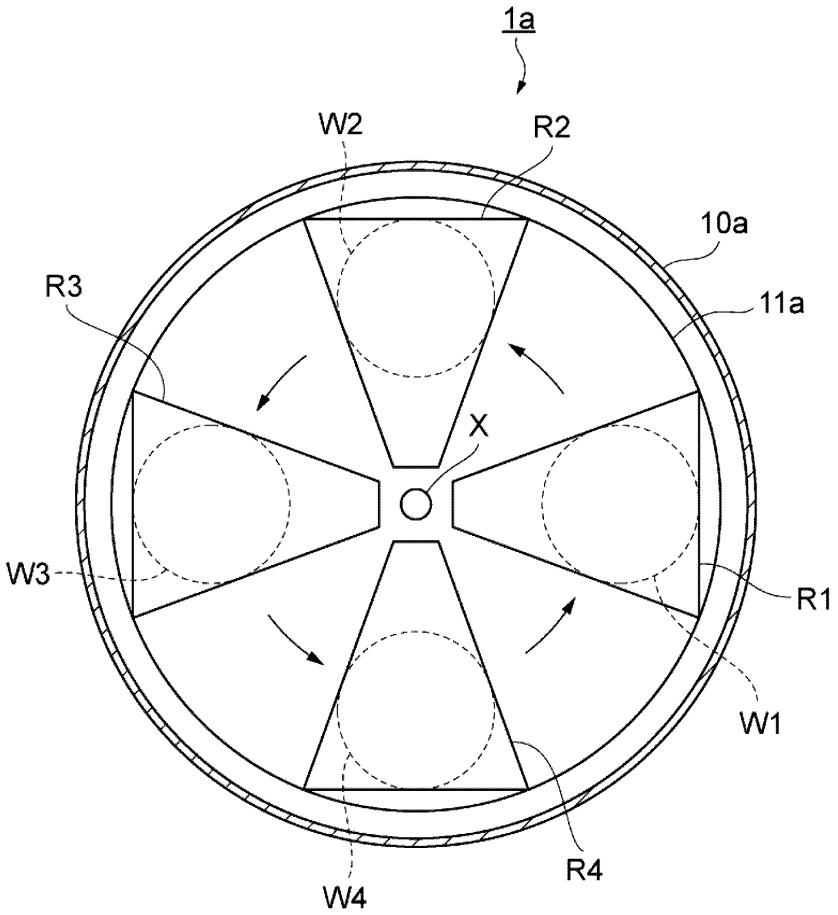
도면13


OP
OP
RF
UF
W

도면14


1a
X
10a
W3(W4)
R3(R4)
W1(W2)
R1(R2)
11a

도면15


1a
W2
R2
10a
R3
11a
X
W3
R1
W1
R4
W4