(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0056935
(43) 공개일자 2025년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01J 37/32174 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7008613
(22) 출원일자(국제) 2023년08월22일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년03월14일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2023/030184
(87) 국제공개번호 WO 2024/043239
국제공개일자 2024년02월29일
(30) 우선권주장
63/373,572 2022년08월26일 미국(US)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
마츠바라 료
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
다키노 유스케
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
도무라 마주
일본 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 내
(74) 대리인
특허법인태평양

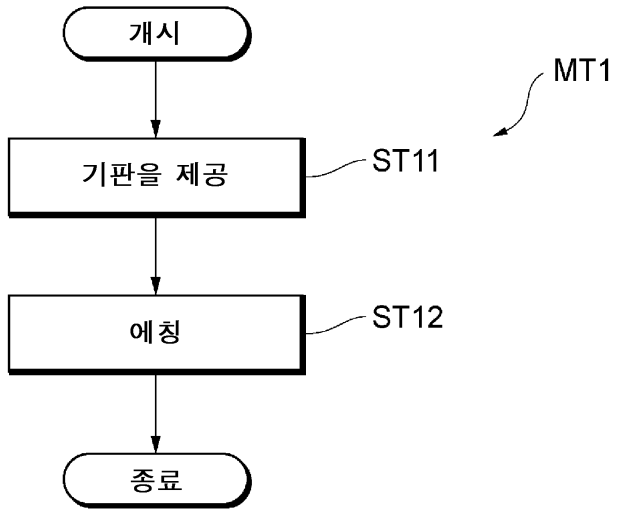
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **에칭 방법 및 플라즈마 처리 장치**

(57) 요 약

에칭 형상을 개선하는 기술을 제공한다. 제1 막과, 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 제1 막은 실리콘을 포함하고, 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과, 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 공정을 포함하는 에칭 방법이 제공된다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 21/31116 (2013.01)
H01L 21/67069 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과,

처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 상기 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 공정을

포함하는 에칭 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 할로젠 함유 가스는 $C_sH_tBr_uCl_vF_w$(s는 1 이상 7 이하의 정수이고, u 및 v의 합은 1 이상의 정수이고, t, u, v 및 w는 각각 0 이상 16 이하의 정수임)로 나타내지는 가스를 포함하는, 에칭 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 할로젠 함유 가스는 상기 불소 이외의 할로젠으로서, 브로민을 포함하는, 에칭 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제1 할로젠 함유 가스는 상기 불소 이외의 할로젠으로서, 염소를 포함하는, 에칭 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제1 할로젠 함유 가스는 불소를 더 포함하는, 에칭 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제1 할로젠 함유 가스는 $CHCl_3$ 가스, CH_2Cl_2 가스 및 $CF_2Br_2Cl_2$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 에칭 방법.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인 함유 가스는 할로젠화 인가스를 포함하는, 에칭 방법.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스를 포함하는, 에칭 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 옥시 할로젠화 인가스는 $POCl_3$ 가스, $POCl_2F$ 가스, $POClF_2$ 가스 및 POF_3 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 에칭 방법.

청구항 10

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스와, 할로젠화 인가스를 포함하는, 에칭 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 옥시 할로젠화 인가스의 분압에 대한 상기 할로젠화 인가스의 분압의 비는, 0.1 이상 3.0 이하인, 에칭 방법.

청구항 12

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 처리 가스의 총 유량에 대한, 상기 인 함유 가스 및 상기 제1 할로젠 함유 가스의 유량의 비는, 20체적% 이하인, 에칭 방법.

청구항 13

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 처리 가스는 상기 제1 할로젠 함유 가스와 상이한 제2 할로젠 함유 가스를 더 포함하는, 에칭 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제2 할로젠 함유 가스는 탄소를 포함하지 않는, 에칭 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서,

상기 제2 할로젠 함유 가스는 상기 제1 할로젠 함유 가스에 포함되는 할로젠과는 상이한 종류의 할로젠을 포함하는, 에칭 방법.

청구항 16

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 막은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 및 폴리 실리콘막으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 에칭 방법.

청구항 17

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 막은 탄소 및 금속 중 적어도 어느 것을 포함하는 막인, 에칭 방법.

청구항 18

제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과,

처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 상기 처리 가스는 불소 및 수소를 포함하고 상기 플라즈마 중에 불화 수소를 생성 가능한 1종류 이상의 가스와, 제1 할로젠 함유 가스와, 인 함유

가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하고, 상기 인 함유 가스는 인 및 할로젠을 포함하는, 공정을

포함하는 에칭 방법.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 처리 가스는 제3 할로젠 함유 가스를 더 포함하고, 상기 제3 할로젠 함유 가스는 탄소 및 인을 포함하지 않는, 에칭 방법.

청구항 20

챔버와 제어부를 구비하고,

상기 제어부는

제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 상기 챔버 내에 제공하는 제어로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 제어와

처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 제어로서, 상기 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 제어를 실행하도록 구성되어 있는,

플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시의 예시적 실시 형태는, 에칭 방법 및 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 특허 문헌 1에는, 기판의 막을 에칭하는 방법이 개시되어 있다. 막은 실리콘을 함유한다. 기판은 막 상에 마련된 마스크를 가진다. 마스크는 어모퍼스 카본 또는 유기 폴리머를 포함한다. 에칭에는 탄화수소 가스 및 플루오로 하이드로 카본을 포함하는 처리 가스로부터 생성된 플라즈마가 이용된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 특허 문헌 1 : 일본 특개 2016-39310호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는 에칭 형상을 개선하는 기술을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 막과, 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 제1 막은 실리콘을 포함하고, 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과, 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 공정을 포함하는 에칭 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0006] 본 개시의 하나의 예시적 실시 형태에 의하면, 에칭 형상을 개선하는 기술을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

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

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

도 3은 방법 MT1을 나타내는 순서도이다.

도 4는 공정 ST11에서 제공되는 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 공정 ST12의 종료시의 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6은 실시예 및 참고예를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 이하, 본 개시의 각 실시 형태에 대해 설명한다.

[0009] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 막과, 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 제1 막은 실리콘을 포함하고, 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과, 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 공정을 포함하는 에칭 방법이 제공된다.

[0010] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 $C_sH_tBr_uCl_vF_w$(s는 1 이상 7 이하의 정수이며, u 및 v의 합은 1 이상의 정수이며, t, u, v 및 w는 각각 0 이상 16 이하의 정수임)로 나타내지는 가스를 포함한다.

[0011] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 불소 이외의 할로젠으로서, 브로민을 포함한다.

[0012] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 불소 이외의 할로젠으로서, 염소를 포함한다.

[0013] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 불소를 더 포함한다.

[0014] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 $CHCl_3$ 가스, CH_2Cl_2 가스 및 $CF_2Br_2Cl_2$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0015] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스는 할로젠화 인가스를 포함한다.

[0016] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스를 포함한다.

[0017] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 옥시 할로젠화 인가스는 $POCl_3$ 가스, $POCl_2F$ 가스, $POClF_2$ 가스 및 POF_3 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0018] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스와, 할로젠화 인가스를 포함한다.

[0019] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 옥시 할로젠화 인가스의 분압에 대한 할로젠화 인가스의 분압의 비는, 0.1 이상 3.0 이하이다.

[0020] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스의 총 유량에 대한, 인 함유 가스 및 제1 할로젠 함유 가스의 유량의 비는, 20체적% 이하이다.

[0021] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스는 제1 할로젠 함유 가스와 상이한 제2 할로젠 함유 가스를 더 포함한다.

[0022] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제2 할로젠 함유 가스는 탄소를 포함하지 않는다.

[0023] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제2 할로젠 함유 가스는 제1 할로젠 함유 가스에 포함되는 할로젠과는 상이한 종류의 할로젠을 포함한다.

[0024] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 막은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 및 폴리 실리콘막으로 이루어지는

군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다.

[0025] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제2 막은 탄소 및 금속 중 적어도 어느 것을 포함하는 막이다.

[0026] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 막과, 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 제1 막은 실리콘을 포함하고, 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과, 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 처리 가스는 불소 및 수소를 포함하며 플라즈마 중에 불화 수소를 생성 가능한 1종류 이상의 가스와, 제1 할로젠 함유 가스와, 인 함유 가스를 포함하고, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하고, 인 함유 가스는 인 및 할로젠을 포함하는, 공정을 포함하는 에칭 방법이 제공된다.

[0027] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스는 제3 할로젠 함유 가스를 더 포함하고, 제3 할로젠 함유 가스는 탄소 및 인을 포함하지 않는다.

[0028] 하나의 예시적 실시 형태에 있어서, 챔버와 제어부를 구비하고, 제어부는 제1 막과, 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 챔버 내에 제공하는 제어로서, 제1 막은 실리콘을 포함하고, 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 제어와, 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 제1 막을 에칭하는 제어로서, 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 제어를 실행하도록 구성되어 있는 플라즈마 처리 장치가 제공된다.

[0029] 이하, 도면을 참조하여, 본 개시의 각 실시 형태에 대해 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일 또는 마찬가지의 요소에는 동일한 부호를 부여하고, 중복하는 설명을 생략한다. 특별히 단정하지 않는 한, 도면에 나타내는 위치 관계에 기초하여 상하 좌우 등의 위치 관계를 설명한다. 도면의 치수 비율은 실제의 비율을 나타내는 것이 아니며, 또한, 실제의 비율은 도시의 비율로 한정되는 것은 아니다.

[0030] <플라즈마 처리 시스템의 구성예>

[0031] 도 1은 플라즈마 처리 시스템의 구성예를 설명하기 위한 도면이다. 일 실시 형태에 있어서, 플라즈마 처리 시스템은 플라즈마 처리 장치(1) 및 제어부(2)를 포함한다. 플라즈마 처리 시스템은 기판 처리 시스템의 일례이며, 플라즈마 처리 장치(1)는 기판 처리 장치의 일례이다. 플라즈마 처리 장치(1)는 플라즈마 처리 챔버(10), 기판 지지부(11) 및 플라즈마 생성부(12)를 포함한다. 플라즈마 처리 챔버(10)는 플라즈마 처리 공간을 가진다. 또한, 플라즈마 처리 챔버(10)는 적어도 1개의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간에 공급하기 위한 적어도 1개의 가스 공급구와, 플라즈마 처리 공간으로부터 가스를 배출하기 위한 적어도 1개의 가스 배출구를 가진다. 가스 공급구는 후술하는 가스 공급부(20)에 접속되고, 가스 배출구는 후술하는 배기 시스템(40)에 접속된다. 기판 지지부(11)는 플라즈마 처리 공간 내에 배치되고, 기판을 지지하기 위한 기판 지지면을 가진다.

[0032] 플라즈마 생성부(12)는 플라즈마 처리 공간 내에 공급된 적어도 1개의 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하도록 구성된다. 플라즈마 처리 공간에 있어서 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) 등이어도 된다. 또한, AC(Alternating Current) 플라즈마 생성부 및 DC(Direct Current) 플라즈마 생성부를 포함하는, 다양한 타입의 플라즈마 생성부가 이용되어도 된다. 일 실시 형태에 있어서, AC 플라즈마 생성부에서 이용되는 AC 신호(AC 전력)는 100kHz~10GHz의 범위내의 주파수를 가진다. 따라서, AC 신호는 RF(Radio Frequency) 신호 및 마이크로파 신호를 포함한다. 일 실시 형태에 있어서, RF 신호는 100kHz~150MHz의 범위 내의 주파수를 가진다.

[0033] 제어부(2)는 본 개시에 있어서 기술되는 다양한 공정을 플라즈마 처리 장치(1)에 실행시키는 컴퓨터 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(2)는, 여기서 기술되는 다양한 공정을 실행하도록 플라즈마 처리 장치(1)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 제어부(2)의 일부 또는 모두가 플라즈마 처리 장치(1)에 포함되어도 된다. 제어부(2)는 처리부(2a1), 기억부(2a2) 및 통신 인터페이스(2a3)를 포함해도 된다. 제어부(2)는, 예를 들면 컴퓨터(2a)에 의해 실현된다. 처리부(2a1)는 기억부(2a2)로부터 프로그램을 판독하고, 판독된 프로그램을 실행함으로써 다양한 제어 동작을 행하도록 구성될 수 있다. 이 프로그램은 미리 기억부(2a2)에 격납되어 있어도 되고, 필요한 때에, 매체를 통해서 취득되어도 된다. 취득된 프로그램은 기억부(2a2)에 격납되고, 처리부(2a1)에 의해서 기억부(2a2)로부터 판독되어 실행된다. 매체는 컴퓨터(2a)에 판독 가능한 다양한 기억 매체여도 되고, 통신 인터페이스(2a3)에 접속되어 있는 통신 회선이어도 된다. 처리부(2a1)는 CPU(Central Processing Unit)여도 된다. 기억부(2a2)는 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard

Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 통신 인터페이스(2a3)는 LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통해서 플라즈마 처리 장치(1)와의 사이에서 통신해도 된다.

[0034] 이하에, 플라즈마 처리 장치(1)의 일례로서의 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치의 구성예에 대해 설명한다. 도 2는 용량 결합형의 플라즈마 처리 장치의 구성예를 설명하기 위한 도면이다.

[0035] 용량 결합형의 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 1개의 처리 가스를 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 도입하도록 구성된다. 가스 도입부는 샤워 헤드(13)를 포함한다. 기판 지지부(11)는 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 배치된다. 샤워 헤드(13)는 기판 지지부(11)의 상방에 배치된다. 일 실시 형태에 있어서, 샤워 헤드(13)는 플라즈마 처리 챔버(10)의 천장부(ceiling)의 적어도 일부를 구성한다. 플라즈마 처리 챔버(10)는 샤워 헤드(13), 플라즈마 처리 챔버(10)의 측벽(10a) 및 기판 지지부(11)에 의해 규정된 플라즈마 처리 공간(10s)을 가진다. 플라즈마 처리 챔버(10)는 접지된다. 샤워 헤드(13) 및 기판 지지부(11)는, 플라즈마 처리 챔버(10)의 케이스와는 전기적으로 절연된다.

[0036] 기판 지지부(11)는 본체부(111) 및 링 어셈블리(112)를 포함한다. 본체부(111)는 기판(W)을 지지하기 위한 중앙 영역(111a)과, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 환상 영역(111b)을 가진다. 웨이퍼는 기판(W)의 일례이다. 본체부(111)의 환상 영역(111b)은, 평면시에서 본체부(111)의 중앙 영역(111a)을 둘러싸고 있다. 기판(W)은, 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상에 배치되고, 링 어셈블리(112)는 본체부(111)의 중앙 영역(111a) 상의 기판(W)을 둘러싸도록 본체부(111)의 환상 영역(111b) 상에 배치된다. 따라서, 중앙 영역(111a)은 기판(W)을 지지하기 위한 기판 지지면이라고도 불리고, 환상 영역(111b)은 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 링 지지면이라고도 불린다.

[0037] 일 실시 형태에 있어서, 본체부(111)는 기대(1110) 및 정전 척(1111)을 포함한다. 기대(1110)는 도전성 부재를 포함한다. 기대(1110)의 도전성 부재는 하부 전극으로서 기능할 수 있다. 정전 척(1111)은 기대(1110) 위에 배치된다. 정전 척(1111)은 세라믹 부재(1111a)와 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되는 정전 전극(1111b)을 포함한다. 세라믹 부재(1111a)는 중앙 영역(111a)을 가진다. 일 실시 형태에 있어서, 세라믹 부재(1111a)는 환상 영역(111b)도 가진다. 또한, 환상 정전 척이나 환상 절연 부재와 같은, 정전 척(1111)을 둘러싸는 다른 부재가 환상 영역(111b)을 가져도 된다. 이 경우, 링 어셈블리(112)는 환상 정전 척 또는 환상 절연 부재 위에 배치되어도 되고, 정전 척(1111)과 환상 절연 부재의 양쪽 위에 배치되어도 된다. 또한, 후술하는 RF 전원(31) 및/또는 DC 전원(32)에 결합되는 적어도 1개의 RF/DC 전극이 세라믹 부재(1111a) 내에 배치되어도 된다. 이 경우, 적어도 1개의 RF/DC 전극이 하부 전극으로서 기능한다. 후술하는 바이어스 RF 신호 및/또는 DC 신호가 적어도 1개의 RF/DC 전극에 공급되는 경우, RF/DC 전극은 바이어스 전극이라고도 불린다. 또한, 기대(1110)의 도전성 부재와 적어도 1개의 RF/DC 전극이 복수의 하부 전극으로서 기능해도 된다. 또한, 정전 전극(1111b)이 하부 전극으로서 기능해도 된다. 따라서, 기판 지지부(11)는 적어도 1개의 하부 전극을 포함한다.

[0038] 링 어셈블리(112)는 1 또는 복수의 환상 부재를 포함한다. 일 실시 형태에 있어서, 1 또는 복수의 환상 부재는, 1 또는 복수의 엣지 링과 적어도 1개의 커버 링을 포함한다. 엣지 링은 도전성 재료 또는 절연 재료로 형성되고, 커버 링은 절연 재료로 형성된다.

[0039] 또한, 기판 지지부(11)는 정전 척(1111), 링 어셈블리(112) 및 기판 중 적어도 1개를 타겟 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함해도 된다. 온도 조절 모듈은 히터, 전열 매체, 유로(1110a), 또는 이들의 조합을 포함해도 된다. 유로(1110a)에는 브라인이나 가스와 같은 전열 유체가 흐른다. 일 실시 형태에 있어서, 유로(1110a)가 기대(1110) 내에 형성되고, 1 또는 복수의 히터가 정전 척(1111)의 세라믹 부재(1111a) 내에 배치된다. 또한, 기판 지지부(11)는 기판(W)의 이면과 중앙 영역(111a) 사이의 간극에 전열 가스를 공급하도록 구성된 전열 가스 공급부를 포함해도 된다.

[0040] 샤워 헤드(13)는 가스 공급부(20)로부터의 적어도 1개의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 도입하도록 구성된다. 샤워 헤드(13)는 적어도 하나의 가스 공급구(13a), 적어도 하나의 가스 확산실(13b), 및 복수의 가스 도입구(13c)를 가진다. 가스 공급구(13a)에 공급된 처리 가스는, 가스 확산실(13b)를 통과하여 복수의 가스 도입구(13c)로부터 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 도입된다. 또한, 샤워 헤드(13)는 적어도 1개의 상부 전극을 포함한다. 또한, 가스 도입부는 샤워 헤드(13)에 더하여, 측벽(10a)에 형성된 1 또는 복수의 개구부에 장착되는 1 또는 복수의 사이드 가스 주입부(SGI : Side Gas Injector)를 포함해도 된다.

[0041] 가스 공급부(20)는 적어도 하나의 가스 소스(21) 및 적어도 하나의 유량 제어기(22)를 포함해도 된다. 일 실시

형태에 있어서, 가스 공급부(20)는 적어도 1개의 처리 가스를, 각각에 대응하는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응하는 유량 제어기(22)를 통해서 샤워 헤드(13)에 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는, 예를 들면 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식의 유량 제어기를 포함해도 된다. 또한, 가스 공급부(20)는 적어도 1개의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 적어도 하나의 유량 변조 디바이스를 포함해도 된다.

[0042] 전원(30)은 적어도 1개의 임피던스 정합 회로를 통해서 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 RF 전원(31)을 포함한다. RF 전원(31)은 적어도 1개의 RF 신호(RF전력)를 적어도 1개의 하부 전극 및/또는 적어도 1개의 상부 전극에 공급하도록 구성된다. 이것에 의해, 플라즈마 처리 공간(10s)에 공급된 적어도 1개의 처리 가스로부터 플라즈마가 형성된다. 따라서, RF 전원(31)은 플라즈마 생성부(12)의 적어도 일부로서 기능할 수 있다. 또한, 바이어스 RF 신호를 적어도 1개의 하부 전극에 공급함으로써, 기판(W)에 바이어스 전위가 발생하여, 형성된 플라즈마 중의 이온 성분을 기판(W)으로 끌어당길 수 있다.

[0043] 일 실시 형태에 있어서, RF 전원(31)은 제1 RF 생성부(31a) 및 제2 RF 생성부(31b)를 포함한다. 제1 RF 생성부(31a)는 적어도 1개의 임피던스 정합 회로를 통해서 적어도 1개의 하부 전극 및/또는 적어도 1개의 상부 전극에 결합되어, 플라즈마 생성용의 소스 RF 신호(소스 RF전력)를 생성하도록 구성된다. 일 실시 형태에 있어서, 소스 RF 신호는 10MHz~150MHz의 범위 내의 주파수를 가진다. 일 실시 형태에 있어서, 제1 RF 생성부(31a)는 상이한 주파수를 가지는 복수의 소스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 있다. 생성된 1 또는 복수의 소스 RF 신호는, 적어도 1개의 하부 전극 및/또는 적어도 1개의 상부 전극에 공급된다.

[0044] 제2 RF 생성부(31b)는 적어도 1개의 임피던스 정합 회로를 통해서 적어도 1개의 하부 전극에 결합되고, 바이어스 RF 신호(바이어스 RF전력)를 생성하도록 구성된다. 바이어스 RF 신호의 주파수는 소스 RF 신호의 주파수와 동일해도 달라도 된다. 일 실시 형태에 있어서, 바이어스 RF 신호는 소스 RF 신호의 주파수보다도 낮은 주파수를 가진다. 일 실시 형태에 있어서, 바이어스 RF 신호는 100kHz~60MHz의 범위 내의 주파수를 가진다. 일 실시 형태에 있어서, 제2 RF 생성부(31b)는 상이한 주파수를 가지는 복수의 바이어스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 된다. 생성된 1 또는 복수의 바이어스 RF 신호는, 적어도 1개의 하부 전극에 공급된다. 또한, 다양한 실시 형태에 있어서, 소스 RF 신호 및 바이어스 RF 신호 중 적어도 1개가 펄스화되어도 된다.

[0045] 또한, 전원(30)은 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 DC 전원(32)을 포함해도 된다. DC 전원(32)은 제1 DC 생성부(32a) 및 제2 DC 생성부(32b)를 포함한다. 일 실시 형태에 있어서, 제1 DC 생성부(32a)는 적어도 1개의 하부 전극에 접속되고, 제1 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제1 DC 신호는 적어도 1개의 하부 전극에 인가된다. 일 실시 형태에 있어서, 제2 DC 생성부(32b)는 적어도 1개의 상부 전극에 접속되고, 제2 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 제2 DC 신호는 적어도 1개의 상부 전극에 인가된다.

[0046] 다양한 실시 형태에 있어서, 제1 및 제2 DC 신호가 펄스화되어도 된다. 이 경우, 전압 펄스의 시퀀스가 적어도 1개의 하부 전극 및/또는 적어도 1개의 상부 전극에 인가된다. 전압 펄스는 직사각형, 사다리꼴, 삼각형 또는 이들의 조합의 펄스 파형을 가져도 된다. 일 실시 형태에 있어서, DC 신호로부터 전압 펄스의 시퀀스를 생성하기 위한 파형 생성부가 제1 DC 생성부(32a)와 적어도 1개의 하부 전극의 사이에 접속된다. 따라서, 제1 DC 생성부(32a) 및 파형 생성부는, 전압 펄스 생성부를 구성한다. 제2 DC 생성부(32b) 및 파형 생성부가 전압 펄스 생성부를 구성하는 경우, 전압 펄스 생성부는 적어도 1개의 상부 전극에 접속된다. 전압 펄스는 양의 극성을 가져도 되고, 음의 극성을 가져도 된다. 또한, 전압 펄스의 시퀀스는 1 주기 내에 1 또는 복수의 양극성 전압 펄스와 1 또는 복수의 음극성 전압 펄스를 포함해도 된다. 또한, 제1 및 제2 DC 생성부(32a, 32b)는 RF 전원(31)에 더하여 마련되어도 되고, 제1 DC 생성부(32a)가 제2 RF 생성부(31b)를 대신해서 마련되어도 된다.

[0047] 배기 시스템(40)은, 예를 들면 플라즈마 처리 챔버(10)의 저부에 마련된 가스 배출구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은 압력 조정 밸브 및 진공 펌프를 포함해도 된다. 압력 조정 밸브에 의해서, 플라즈마 처리 공간(10s) 내의 압력이 조정된다. 진공 펌프는 터보 분자 펌프, 드라이 펌프 또는 이들의 조합을 포함해도 된다.

[0048] <플라즈마 처리 방법의 일례>

[0049] 도 3은 하나의 예시적 실시 형태에 따른 플라즈마 처리 방법(이하 「방법 MT1」이라고도 함.)의 일례를 나타내는 순서도이다. 도 3에 나타내는 바와 같이, 방법 MT1은 기판을 제공하는 공정 ST11과, 에칭을 하는 공정 ST12를 포함한다. 각 공정에 있어서의 처리는, 도 1이나 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행될 수 있다. 이하에서는, 제어부(2)가, 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1)의 각부를 제어하여, 방법 MT1을 실행하는 경우를 예로 설명한다.

[0050] (공정 ST11 : 기판의 제공)

[0051] 공정 ST11에 있어서, 기판(W)이 플라즈마 처리 챔버(10)(이하 「챔버(10)」라고도 함.)에 제공된다. 예시적 실시 형태에 있어서, 기판(W)은 반송 암에 의해 챔버(10) 내에 반입되고, 리프터에 의해 기판 지지부(11)에 재치되고, 도 2에 나타내는 바와 같이 기판 지지부(11) 상에 흡착 유지된다.

[0052] 도 4는 공정 ST11에서 제공되는 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타내는 도면이다. 기판(W)은 실리콘 함유막(SF)과 실리콘 함유막(SF) 상에 배치된 마스크(MK)를 가지고 있다. 실리콘 함유막(SF)은 하지막(UF) 상에 형성될 수 있다. 기판(W)은 반도체 디바이스의 제조에 이용될 수 있다. 반도체 디바이스는, 예를 들면, DRAM, 3D-NAND 플래쉬 메모리 등의 메모리 디바이스 및 로직 디바이스를 포함한다.

[0053] 예시적 실시 형태에 있어서, 하지막(UF)은 실리콘 웨이퍼나 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 유기막, 유전체막, 금속막, 반도체막 등이다. 예시적 실시 형태에 있어서, 하지막(UF)은 복수의 막이 적층되어 구성될 수 있다.

[0054] 실리콘 함유막(SF)은 방법 MT1에 의한 에칭의 대상이 되는 막이다. 실리콘 함유막(SF)은 제1 막의 일례이다. 예시적 실시 형태에 있어서, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, 실리콘 탄질화막, 다결정 실리콘막, 탄소 함유 실리콘막일 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 실리콘 함유막(SF)은 1 또는 복수 종류의 막이 2 이상 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 산화막과 실리콘 질화막이 교대로 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 산화막과 다결정 실리콘막이 교대로 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 질화막, 실리콘 산화막 및 다결정 실리콘막을 포함하는 적층막이어도 된다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 산화막과 실리콘 탄질화막이 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 및 실리콘 탄질화막을 포함하는 적층막이어도 된다. 예시적 실시 형태에 있어서, 실리콘 함유막(SF)은 인, 붕소 또는 질소 등의 원소가 도프되어 있어도 된다.

[0055] 마스크(MK)는 실리콘 함유막(SF) 상에 형성된다. 마스크(MK)는 제2 막의 일례이다. 마스크(MK)는 적어도 하나의 개구(OP)를 가진다. 개구(OP)는 실리콘 함유막(SF) 상의 공간으로서, 마스크(MK)의 측벽에 둘러싸여 있다. 즉, 실리콘 함유막(SF)의 상면은, 마스크(MK)에 의해서 덮인 영역과, 개구(OP)의 저부에 있어서 노출된 영역을 가진다. 개구(OP)는 홀이어도 되고, 슬릿이어도 된다.

[0056] 예시적 실시 형태에 있어서, 마스크(MK)는 탄소 함유막일 수 있다. 탄소 함유막은, 예를 들면, 스핀 온 카본(SOC)막, 탄화 텅스텐, 어모퍼스 카본(ACL)막, 탄화 붕소막 및 포토레지스트막으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 일종을 포함한다. 일례에서는, ACL막은 붕소, 비소, 텅스텐, 크세논 등의 원소가 도핑되어도 된다.

[0057] 예시적 실시 형태에 있어서, 마스크(MK)는 금속 함유막이어도 된다. 금속 함유막은 텅스텐, 몰리브데넘, 루테늄 및 타이타늄으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 금속을 포함한다. 금속 함유막은, 예를 들면, 텅스텐, 몰리브데넘 또는 타이타늄의 탄화물 또는 규화물을 포함할 수 있다. 금속 함유막은, 예를 들면, 텅스텐 함유막일 수 있다. 금속 함유막은 텅스텐과 실리콘, 카본 및 질소로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 더 포함할 수 있다. 일례에서는, 금속 함유막은 WC(텅스텐 카바이드), WSi(텅스텐 실리사이드), WSiN 및 WSiC로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함한다. 마스크(MK)는 1개의 층으로 이루어지는 단층 마스크일 수 있고, 또한 2개 이상의 층으로 이루어지는 다층 마스크여도 된다.

[0058] 하지막(UF), 실리콘 함유막(SF) 및 마스크(MK)는, 각각, 임의의 방법으로 형성될 수 있다. 예를 들면, 하지막(UF), 실리콘 함유막(SF) 및 마스크(MK)는, 각각, CVD법, ALD법, PVD법, 스핀 코트법 등에 의해 형성될 수 있다. 마스크(MK)는, 예를 들면, 리소그래피에 의해서 형성되어도 된다. 또 마스크(MK)의 개구(OP)는, 마스크(MK)를 에칭함으로써 형성될 수 있다. 하지막(UF), 실리콘 함유막(SF) 및 마스크(MK)는, 각각, 평탄한 막일 수 있고, 또한 요철을 구비하는 막이어도 된다. 또한, 기판(W)은 하지막(UF) 하에 다른 막을 더 구비할 수 있다. 이 경우, 실리콘 함유막(SF) 및 하지막(UF)에 개구(OP)에 대응하는 형상의 오목부를 형성하고, 해당 다른 막을 에칭하기 위한 마스크로서 이용해도 된다.

[0059] 예시적 실시 형태에 있어서, 기판(W)의 하지막(UF), 실리콘 함유막(SF) 및 마스크(MK)를 형성하는 프로세스의 적어도 일부는, 공정 ST11의 일부로서, 챔버(10) 내에서 행해질 수 있다. 예를 들면, 마스크(MK)의 개구(OP)를 에칭에 의해 형성하는 경우, 공정 ST11의 해당 에칭과, 후술하는 공정 ST12에 있어서의 에칭은, 챔버(10) 내에서 연속하여 실행될 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 기판(W)의 전부 또는 일부가 플라즈마 처리 장치(1)의 외부의 장치 또는 챔버에서 형성된 후, 기판(W)이 챔버(10) 내에 제공될 수 있다.

[0060] 예시적 실시 형태에 있어서, 기판(W)이 기판 지지부(11)의 중앙 영역(111a)에 제공된 후, 기판 지지부(11)가 온도 조절 모듈에 의해 설정 온도로 제어된다. 설정 온도는, 예를 들면, 상온(예를 들면 25℃) 이하, 0℃ 이하,

－10℃ 이하, －20℃ 이하, －30℃ 이하, －40℃ 이하, －50℃ 이하, －60℃ 이하 또는 -70℃ 이하일 수 있다. 설정 온도는, 예를 들면, －100≤이상 또는 -90≤이상일 수 있다.

[0061] 예시적 실시 형태에 있어서, 기판 지지부(11)의 온도를 설정 온도로 제어하는 것은, 유로(1110a)를 흐르는 전열 유체의 온도나 히터 온도를 해당 설정 온도로 하는 것, 또는 설정 온도와는 상이한 온도로 하는 것을 포함한다. 또한, 유로(1110a)에 전열 유체가 흐르기 시작하는 타이밍은, 기판(W)이 기판 지지부(11)에 재치되기 전이어도 후여도 되고, 또한 동시라도 된다. 또한, 기판 지지부(11)의 온도는, 공정 ST11 전에 설정 온도로 제어될 수 있다. 즉, 기판 지지부(11)의 온도가 설정 온도로 제어된 후에, 기판 지지부(11)에 기판(W)이 제공될 수 있다.

[0062] 예시적 실시 형태에 있어서, 기판 지지부(11)를 설정 온도로 제어하는 것을 대신하여, 기판(W)을 설정 온도로 제어해도 된다. 기판(W)의 온도를 설정 온도로 제어하는 것은, 기판 지지부(11), 유로(1110a)를 흐르는 전열 유체의 온도 및/또는 히터 온도를 설정 온도로 하는 것, 또는 설정 온도와는 상이한 온도로 하는 것을 포함한다.

[0063] (공정 ST12 : 에칭)

[0064] 공정 ST12에 있어서, 처리 가스로부터 생성한 플라즈마를 이용하여, 실리콘 함유막(SF)이 에칭된다. 먼저, 가스 공급부(20)로부터 처리 가스가 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 공급된다. 처리 가스는 불화 수소(HF) 가스, 인 함유 가스 및 제1 할로젠 함유 가스를 포함한다.

[0065] 예시적 실시 형태에 있어서, HF 가스는, 불활성 가스를 제외하고 처리 가스중 가장 유량(분압)이 클 수 있다. 일례에서는, HF 가스의 유량은 처리 가스의 총 유량(처리 가스가 불활성 가스를 포함하는 경우는 이들 가스를 제외한 모든 가스의 유량)에 대해서, 50체적% 이상, 60체적% 이상, 70체적% 이상, 80체적% 이상, 90체적% 이상 또는 95체적% 이상일 수 있다. HF 가스의 유량은, 처리 가스의 총 유량에 대해서, 100체적% 미만, 99.5체적% 이하, 98체적% 이하 또는 96체적% 이하일 수 있다. 일례에서는, HF 가스의 유량은, 처리 가스의 총 유량에 대해서, 70체적% 이상 96체적% 이하이다.

[0066] 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스는 HF 가스의 일부 또는 전부를 대신하여, 플라즈마 중에 불화 수소종(HF종)을 생성 가능한 가스를 포함할 수 있다. HF종은 불화 수소의 가스, 래디칼 및 이온 중 적어도 어느 것을 포함한다.

[0067] HF종을 생성 가능한 가스는, 예를 들면, 하이드로 플루오로카본 가스일 수 있다. 하이드로 플루오로카본 가스는, 탄소수가 2 이상, 3 이상 또는 4 이상이어도 된다. 하이드로 플루오로카본 가스는, 일례에서는, CH_2F_2 가스, $C_3H_2F_4$ 가스, $C_3H_2F_6$ 가스, $C_3H_3F_5$ 가스, $C_4H_2F_6$ 가스, $C_4H_5F_5$ 가스, $C_4H_2F_8$ 가스, $C_5H_2F_6$ 가스, $C_5H_2F_{10}$ 가스 및 $C_5H_3F_7$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다. 하이드로 플루오로카본 가스는, 일례에서는, CH_2F_2 가스, $C_3H_2F_4$ 가스, $C_3H_2F_6$ 가스 및 $C_4H_2F_6$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이다.

[0068] HF종을 생성 가능한 가스는, 예를 들면, 수소원 및 불소원을 포함하는 혼합 가스일 수 있다. 수소원은, 예를 들면, H_2가스, NH_3 가스, H_2O 가스, H_2O_2 가스 및 하이드로 카본 가스(CH_4 가스, C_3H_6 가스 등)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 일종일 수 있다. 불소원은, 예를 들면, NF_3 가스, SF_6 가스, WF_6 가스 또는 XeF_2 가스와 같이 탄소를 포함하지 않는 불소 함유 가스일 수 있다. 또한 불소원은 플루오로카본 가스 및 하이드로 플루오로카본 가스와 같이 탄소를 포함하는 불소 함유 가스여도 된다. 플루오로카본 가스는, 일례에서는, CF_4 가스, C_2F_2 가스, C_2F_4 가스, C_3F_6 가스, C_3F_8 가스, C_4F_6 가스, C_4F_8 가스 및 C_5F_8 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 하이드로 플루오로카본 가스는, 일례에서는, CHF_3 가스, CH_2F_2 가스, CH_3F 가스, C_2HF_5 가스 및 C를 3개 이상 포함하는 하이드로 플루오로카본 가스($C_3H_2F_4$ 가스, $C_3H_2F_6$ 가스, $C_4H_2F_6$ 가스 등)로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다.

[0069] 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스는, 옥시 할로젠화 인가스를 포함할 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 옥시 할로젠화 인가스는, $POCl_xF_y$(다만, $0≤x≤3$, $0≤y≤3$, $x+y=3$)로 나타내지는 가스일 수 있다. 예를 들면, 옥시 할로젠화 인가스는 $POCl_3$ 가스, $POCl_2F$ 가스, $POClF_2$ 가스 및 POF_3 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 일례에서는, 옥시 할로젠화 인가스는 $POCl_3$ 가스 또는 POF_3 가스일 수 있다.

[0070] 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스는 상술의 옥시 할로젠화 인가스에 더하여, 할로젠화 인가스를 포함할 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 할로젠화 인가스는 인과, 불소 및/또는 염소를 포함하고, 산소를 포함하

지 않는 가스이다. 예를 들면, 할로젠화 인가스는 PF_3 가스, PF_5 가스, PCl_3 가스, PCl_5 가스, $PClF_2$ 가스, PCl_2F 가스 및 PCl_2F_3로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 일례에서는, 할로젠화 인가스는 PF_3 가스, PF_5 가스 또는 PCl_3 가스일 수 있다.

[0071] 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스가 옥시 할로젠화 인가스 및 할로젠화 인가스를 포함하는 경우, 옥시 할로젠화 인가스의 유량(분압)에 대한 할로젠화 인가스의 유량(분압)의 비는, 0.1 이상, 0.2 이상 또는 0.3 이상일 수 있다. 또한, 옥시 할로젠화 인가스의 유량(분압)에 대한 할로젠화 인가스의 유량(분압)의 비는, 3.0 이하, 2.0 이하 또는 1.0 이하일 수 있다. 일례에서는, 옥시 할로젠화 인가스의 유량(분압)에 대한 할로젠화 인가스의 유량(분압)의 비는, 0.2 이상 3.0 이하이다. 옥시 할로젠화 인가스의 유량(분압)에 대한 할로젠화 인가스의 유량(분압)을 상기 범위로 제어함으로써, 보잉 등의 에칭 형상의 이상을 억제할 수 있다.

[0072] 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는 가스이다. 불소 이외의 할로젠은, 브로민(Br), 염소(Cl) 및 아이오딘(I)으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 불소 이외의 할로젠은, 인 함유 가스가 할로젠을 포함하는 경우 해당 인 함유 가스에 포함되는 할로젠과 상이한 종류의 할로젠을 포함할 수 있다.

[0073] 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스는 $C_sH_tBr_uCl_vF_w$(s는 1 이상 7 이하의 정수이고, u 및 v의 합은 1 이상의 정수이고, t, u, v 및 w는, 각각 0 이상 16 이하의 정수임)로 나타내지는 가스일 수 있다. 예를 들면, 제1 할로젠 함유 가스는 메탄(CH_4)의 수소 원자의 일부 또는 전부를, 브로민 또는 브로민과 브로민 이외의 할로젠으로 치환한 가스일 수 있다. 즉, 상기 화학식에 있어서, s=1 또한 t+u+v+w=4를 충족하는 것일 수 있다. 일례에서는, 제1 할로젠 함유 가스는 CH_3Br 가스, CH_2BrF 가스, CBr_2F_2 가스, CBr_2ClF 가스 및 $CHBrCl_2$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다.

[0074] 또한 예를 들면, 제1 할로젠 함유 가스는 CCl_4 가스, CH_2Cl_2 가스, $CHCl_3$ 가스, CF_2Cl_2 가스, CH_2ClF 가스, $CHCl_2F$ 가스, C_2F_5Br 가스, CF_3I 가스, C_2F_5I 가스 및 C_3F_7I 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종이어도 된다.

[0075] 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스의 유량(분압)에 대한 제1 할로젠 함유 가스의 유량(분압)의 비는, 실리콘 함유막(SF)의 막종, HF 가스의 유량(분압), 인 함유 가스와 제1 할로젠 함유 가스에 포함되는 할로젠의 종류 및 원자비, 목적으로 하는 형상 등에 의해서 적절히 설정할 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 인 함유 가스의 유량(분압)에 대한 제1 할로젠 함유 가스의 유량(분압)의 비는, 0.1 이상, 0.2 이상 또는 0.3 이상일 수 있다. 또한, 인 함유 가스의 유량(분압)에 대한 제1 할로젠 함유 가스의 유량(분압)의 비는, 1.5 이하, 1.2 이하 또는 1.0 이하일 수 있다. 인 함유 가스의 유량(분압)에 대한 할로젠 함유 가스의 유량(분압)의 비는, 일례에서는, 0.1 이상 1.5 이하이다.

[0076] 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스의 총 유량(처리 가스가 불활성 가스를 포함하는 경우에는 불활성 가스를 제외한 모든 가스의 합계 유량)에 대한, 인 함유 가스 및 제1 할로젠 함유 가스의 합계 유량의 비율은, 20체적% 이하, 15체적% 이하 또는 10체적% 이하로 제어될 수 있다.

[0077] 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스는 HF 가스, 인 함유 가스 및 제1 할로젠 함유 가스 이외의 가스를 포함할 수 있다. 예를 들면, 처리 가스는 제2 할로젠 함유 가스, 탄소 함유 가스, 텅스텐 함유 가스 및 산소 함유 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스를 더 포함할 수 있다.

[0078] 제2 할로젠 함유 가스는 제1 할로젠 함유 가스와는 상이한 가스이다. 예를 들면, 제2 할로젠 함유 가스는 제1 할로젠 함유 가스에 포함되는 할로젠 이외의 할로젠을 포함한다. 예를 들면, 제1 할로젠 함유 가스가 브로민(Br)을 포함하고, 염소(Cl)를 포함하지 않는 경우, 제2 할로젠 함유 가스는 적어도 염소(Cl)를 포함할 수 있다. 또한 예를 들면, 제1 할로젠 함유 가스가 염소(Cl)를 포함하고, 브로민(Br)을 포함하지 않는 경우, 제2 할로젠 함유 가스는, 적어도 브로민(Br)을 포함할 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스 및 제2 할로젠 함유 가스의 적어도 한쪽은, 염소(Cl)를 포함할 수 있다. 예시적 실시 형태에 있어서, 제1 할로젠 함유 가스 및 제2 할로젠 함유 가스 중 적어도 한쪽은, 브로민(Br)을 포함할 수 있다.

[0079] 또한 예를 들면, 제2 할로젠 함유 가스는 불소 이외의 할로젠을 포함할 수 있다. 예를 들면, 제2 할로젠 함유 가스는 염소 함유 가스, 브로민 함유 가스 및/또는 아이오딘 함유 가스일 수 있다. 염소 함유 가스는, 일례에서는, Cl_2, $SiCl_2$, $SiCl_4$, CCl_4, SiH_2Cl_2, Si_2Cl_6, $CHCl_3$, SO_2Cl_2, BCl_3, PCl_3, PCl_5 및 $POCl_3$로 이루어지는 군으로부

터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다. 브로민 함유 가스는, 일례에서는, Br_2, HBr, CBr_2F_2, C_2F_5Br, PBr_3, PBr_5, $POBr_3$ 및 BBr_3로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다. 아이오딘 함유 가스는, 일례에서는, HI, CF_3I, C_2F_5I, C_3F_7I, IF_5, IF_7, I_2, PI_3로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다. 일례에서는, 제2 할로젠 함유 가스는 Cl_2 가스, Br_2 가스 및 HBr 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 일례에서는, 제2 할로젠 함유 가스는 Cl_2 가스 또는 HBr 가스이다.

[0080] 탄소 함유 가스는, 예를 들면, 플루오로카본 가스 및 하이드로 플루오로카본 가스 중 어느 것 또는 양쪽일 수 있다. 일례에서는, 플루오로카본 가스는 CF_4 가스, C_2F_2 가스, C_2F_4 가스, C_3F_6 가스, C_3F_8 가스, C_4F_6 가스, C_4F_8 가스 및 C_5F_8 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 일례에서는, 하이드로 플루오로카본 가스는 CHF_3 가스, CH_2F_2 가스, CH_3F 가스, C_2HF_5 가스, $C_2H_2F_4$ 가스, $C_2H_3F_3$ 가스, $C_2H_4F_2$ 가스, C_3HF_7 가스, $C_3H_2F_2$ 가스, $C_3H_2F_4$ 가스, $C_3H_2F_6$ 가스, $C_3H_3F_5$ 가스, $C_4H_2F_6$ 가스, $C_4H_5F_5$ 가스, $C_4H_2F_8$ 가스, $C_5H_2F_6$ 가스, $C_5H_2F_{10}$ 가스 및 $C_5H_3F_7$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다. 또한, 탄소 함유 가스는 불포화 결합을 가지는 직쇄(直鎖) 모양의 것일 수 있다. 불포화 결합을 가지는 직쇄 모양의 탄소 함유 가스는, 예를 들면, C_3F_6(헥사 플루오로 프로펜) 가스, C_4F_8(옥타플루오로 1-부텐, 옥타플루오로 2-부텐) 가스, $C_3H_2F_4$(1, 3, 3, 3-테트라 플루오로 프로펜) 가스, $C_4H_2F_6$(트랜스-1, 1, 1, 4, 4, 4-헥사 플루오로-2-부텐) 가스, C_4F_8O(펜타플루오로 에틸 트리 플루오로 비닐 에테르) 가스, CF_3COF 가스(1, 2, 2, 2-테트라 플루오로 에탄-1-온), CHF_2COF(디플루오로 아세트산 플루오라이드) 가스 및 COF_2(불화 카르보닐) 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종일 수 있다.

[0081] 텅스텐 함유 가스는, 예를 들면, 텅스텐과 할로젠을 함유하는 가스일 수 있다. 구체적으로는, 텅스텐 함유 가스로서는, 2 불화 텅스텐(WF_2) 가스, 4 불화 텅스텐(WF_4) 가스, 5 불화 텅스텐(WF_5) 가스, 6 불화 텅스텐(WF_6) 가스 등의 텅스텐과 불소를 함유하는 가스, 2 염화 텅스텐(WCl_2) 가스, 4 염화 텅스텐(WCl_4) 가스, 5 염화 텅스텐(WCl_5) 가스, 6 염화 텅스텐(WCl_6) 가스 등의 텅스텐과 염소를 함유하는 가스일 수 있다. 이들 중에서도, WF_6 가스 및 WCl_6 가스 중 적어도 어느 가스일 수 있다. 텅스텐 함유 가스의 유량은, 처리 가스의 총 유량 중 5체적% 이하일 수 있다. 또한, 처리 가스는 텅스텐 함유 가스를 대신하거나 또는 더하여, 티타늄 함유 가스, 루테늄 함유 가스 및 또는 몰리브데넘 함유 가스 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0082] 산소 함유 가스는, 예를 들면, O_2, CO, CO_2, H_2O 및 H_2O_2로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다. 일례에서는, 산소 함유 가스는 H_2O 이외의 산소 함유 가스, 예를 들면 O_2, CO, CO_2 및 H_2O_2로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 가스일 수 있다.

[0083] 예시적 실시 형태에 있어서, 처리 가스는 불활성 가스를 더 포함할 수 있다. 불활성 가스는, 일례에서는, Ar 가스, He 가스, Kr 가스 등의 희가스 또는 질소 가스일 수 있다.

[0084] 공정 ST12에 있어서의 처리 동안, 처리 가스에 포함되는 가스나 그 유량(분압)은, 변경되어도 변경되지 않아도 된다. 예를 들면, 실리콘 함유막(SF)이 상이한 종류의 실리콘 함유막으로 이루어지는 적층막으로 구성되는 경우, 처리 가스의 구성이나 각 가스의 유량(분압)은, 에칭의 진행에 따라서(즉 에칭하는 막의 종류에 따라) 변경될 수 있다. 또한, 공정 ST12에 있어서의 처리 동안, 기판 지지부(11)의 온도는, 공정 ST11에서 조정한 설정 온도로 유지될 수 있고, 또한 변경되어도 된다.

[0085] 공정 ST12에 있어서, 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 상술한 처리 가스가 공급된 후, 해당 처리 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 이것에 의해 기판(W)이 에칭된다. 예시적 실시 형태에 있어서, 플라즈마의 생성은 다음과 같이 실행될 수 있다. 먼저 기판 지지부(11)의 하부 전극 및/또는 샤워 헤드(13) 중 적어도 1개의 상부 전극에 소스 RF 신호가 공급된다. 이것에 의해, 샤워 헤드(13)와 기판 지지부(11)의 사이에서 고주파 전계가 생성되고, 챔버(10) 내의 처리 가스로부터 플라즈마가 생성된다. 또한 기판 지지부(11)의 하부 전극에 바이어스 신호가 공급된다. 이것에 의해, 플라즈마 중의 활성종이 기판(W)에 끌어당겨져 실리콘 함유막(SF)이 에칭된다.

[0086] 예시적 실시 형태에 있어서, 바이어스 신호는 제2 RF 생성부(31b)로부터 공급되는 바이어스 RF 신호일 수 있다. 또한 바이어스 신호는 DC 생성부(32a)로부터 공급되는 바이어스 DC 신호여도 된다. 소스 RF 신호 및 바이어스

신호는, 양쪽이 연속파 또는 펄스파일 수 있고, 또한 한쪽이 연속파이고 다른 쪽이 펄스파여도 된다. 소스 RF 신호 및 바이어스 신호 양쪽이 펄스파인 경우, 양쪽의 펄스파의 주기는 동기할 수 있고, 또한 동기하지 않을 수도 있다. 소스 RF 신호 및/또는 바이어스 신호 펄스파의 듀티비는 적절히 설정할 수 있고, 예를 들면, 1~80%일 수 있고, 또한 5~50%일 수 있다. 또한, 듀티비는 펄스파의 주기에 있어서의, 전력 또는 전압 레벨이 높은 기간이 차지하는 비율이다. 또한 바이어스 신호로서, 바이어스 DC 신호를 이용하는 경우, 펄스파는 직사각형, 사다리꼴, 삼각형 또는 이들의 조합의 파형을 가질 수 있다. 바이어스 DC 신호의 극성은 플라즈마와 기판의 사이에 전위차를 주어 이온을 끌어들이도록 기판(W)의 전위가 설정되면, 음이어도 양이어도 된다.

[0087] 도 5는 공정 ST12의 종료시의 기판(W)의 단면 구조의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5에 나타내는 바와 같이, 공정 ST12에 있어서의 처리에 의해, 실리콘 함유막(SF) 중, 개구(OP)에 있어서 노출된 부분이 깊이 방향(도 5에서 위에서 아래를 향하는 방향)으로 에칭되어, 오목부(RC)가 형성된다. 도 5는 공정 ST12에 의한 에칭에 의해, 오목부(RC)의 저부(BT)가 하지막(UF)에 도달하여, 하지막(UF)이 노출된 예이다. 이 상태에 있어서의 오목부(RC)의 애스펙트비는, 예를 들면, 20 이상일 수 있고, 30 이상, 40 이상, 50 이상, 또는 100 이상이어도 된다.

[0088] 상술한 바와 같이, 처리 가스는 HF 가스, 인 함유 가스 및 제1 할로젠 함유 가스를 포함한다. HF 가스는 플라즈마 중에서 HF종을 생성하고, 실리콘 함유막(SF)의 에천트로서 기능한다. 인 함유 가스는 HF종과 실리콘 함유막(SF)의 반응을 촉진한다. 또한, 인 함유 가스가 옥시 할로젠화 인가스 및/또는 할로젠화 인가스인 경우, 이러한 인 함유 가스는, HF종과 실리콘 함유막(SF)의 반응을 촉진함과 아울러, 에칭 형상의 개선과, 개구(OP)의 폐색(클로깅 : Clogging)의 억제에 기여할 수 있다. 또한 제1 할로젠 함유 가스는 에칭 형상의 개선 및 마스크(MK)의 보호에 기여한다. 또한, 에칭 형상의 개선은 진원도의 향상, 벤딩(Bending)의 억제, 및 /또는 보잉(Bowing)의 억제일 수 있다.

[0089] 제1 할로젠 함유 가스 또는 인 함유 가스(옥시 할로젠화 인가스 및/또는 할로젠화 인가스)는, 상술한 바와 같이 에칭에 있어서 복수의 기능을 가지는 가스이다. 이들 가스는 하나의 분자로 이루어지는 가스이므로, 마찬가지의 기능을 얻기 위해서 2종류 이상이 상이한 가스를 조합하는 경우에 비해, 처리 가스 중의 분압을 낮게 억제할 수 있다. 이것에 의해, 처리 가스 중의 에천트인 HF 가스의 분압을 높게 할 수 있다. 따라서, 방법 MT1에 의하면, HF 가스의 분압을 높게 유지하면서, 에칭 형상의 개선, 클로깅의 억제, 혹은 마스크의 보호를 실현할 수 있다.

[0090] 본 개시의 하나의 예시적 실시 형태에 의하면, 에칭 형상을 개선하는 기술을 제공할 수 있다.

[0091] ＜실시예＞

[0092] 다음으로, 실시예에 대해 설명한다. 본 개시는 이하의 실시예에 의해서 어떠한 한정이 되는 것은 아니다. 도 6은 실시예 및 참고예를 설명하기 위한 도면이다.

[0093] (실시예 1)

[0094] 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여, 도 3에서 설명한 플로우차트를 따라서, 도 4에 나타내는 기판(W)을 에칭했다. 먼저, 공정 ST11에 있어서, 기판 지지부(11) 상에 기판(W)을 제공했다. 기판(W)의 실리콘 함유막(SF)은, 실리콘 산화막과 실리콘 질화막으로 이루어지는 다층 적층막이었다. 마스크(MK)는 홀 모양의 개구(OP)를 가지는 어모퍼스 카본막이었다. 이어서, 공정 ST12에 있어서, 도 6의 「실시예 1」의 란에 나타내는 처리 가스로부터 생성한 플라즈마를 이용하여, 실리콘 함유막(SF)을 에칭했다.

[0095] (실시예 2)

[0096] 실시예 2는, 공정 ST12에 있어서, 도 6의 「실시예 2」의 란에 나타내는 처리 가스를 이용한 것을 제외하고, 실시예 1과 마찬가지이다.

[0097] (참고예)

[0098] 참고예는, 공정 ST12에 있어서, 도 6의 「참고예」의 란에 나타내는 처리 가스를 이용한 것을 제외하고, 실시예 1과 마찬가지이다.

[0099] 도 6에 있어서, 「에칭 레이트」는 참고예의 에칭 레이트를 1이라고 한 경우의 각 실시예의 에칭 레이트이다. 또한 「보잉」은 참고예의 실리콘 함유막(SF)에 생긴 보잉의 CD(Critical dimension)를 1이라고 한 경우의 각 실시예의 실리콘 함유막(SF)에 생긴 보잉의 CD를 나타낸다. 도 6에 나타내는 바와 같이, 실시예 1 및 실시예 2 중 어느 것도 참고예와 동일한 정도의 에칭 레이트를 달성할 수 있었다. 또한 실시예 1 및 실시예 2 중 어느 것도 참고예와 동일한 정도로 보잉을 억제할 수 있었다.

[0100] 본 개시의 실시 형태는, 이하의 양태를 더 포함한다.

[0101] (부기 1)

[0102] 제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과,

[0103] 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 상기 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는, 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 공정을

[0104] 포함하는 에칭 방법.

[0105] (부기 2)

[0106] 상기 제1 할로젠 함유 가스는 $C_sH_tBr_uCl_vF_w$(s는 1 이상 7 이하의 정수이고, u 및 v의 합은 1 이상의 정수이고, t, u, v 및 w는 각각 0 이상 16 이하의 정수임)로 나타내지는 가스를 포함하는, 부기 1에 기재된 에칭 방법.

[0107] (부기 3)

[0108] 상기 제1 할로젠 함유 가스는 상기 불소 이외의 할로젠으로서, 브로민을 포함하는, 부기 1 또는 부기 2에 기재된 에칭 방법.

[0109] (부기 4)

[0110] 상기 제1 할로젠 함유 가스는 상기 불소 이외의 할로젠으로서, 염소를 포함하는, 부기 1 내지 부기 3 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0111] (부기 5)

[0112] 상기 제1 할로젠 함유 가스는 불소를 더 포함하는, 부기 1 내지 부기 4 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0113] (부기 6)

[0114] 상기 제1 할로젠 함유 가스는 $CHCl_3$ 가스, CH_2Cl_2 가스 및 $CF_2Br_2Cl_2$ 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 부기 1 내지 부기 5 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0115] (부기 7)

[0116] 상기 인 함유 가스는 할로젠화 인가스를 포함하는, 부기 1 내지 부기 6 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0117] (부기 8)

[0118] 상기 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스를 포함하는, 부기 1 내지 부기 7 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0119] (부기 9)

[0120] 상기 옥시 할로젠화 인가스는 $POCl_3$ 가스, $POCl_2F$ 가스, $POClF_2$ 가스 및 POF_3 가스로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 부기 8에 기재된 방법.

[0121] (부기 10)

[0122] 상기 인 함유 가스는 옥시 할로젠화 인가스와, 할로젠화 인가스를 포함하는, 부기 1 내지 부기 9 중 어느 하나에 기재된 방법.

[0123] (부기 11)

[0124] 상기 옥시 할로젠화 인가스의 분압에 대한 상기 할로젠화 인가스의 분압의 비는, 0.1 이상 3.0 이하인, 부기 10에 기재된 에칭 방법.

[0125] (부기 12)

[0126] 상기 처리 가스의 총 유량에 대한, 상기 인 함유 가스 및 상기 제1 할로젠 함유 가스의 유량의 비는, 20체적% 이하인, 부기 1 내지 부기 11 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0127] (부기 13)

[0128] 상기 처리 가스는 상기 제1 할로젠 함유 가스와 상이한 제2 할로젠 함유 가스를 더 포함하는, 부기 1 내지 부기 12 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0129] (부기 14)

[0130] 상기 제2 할로젠 함유 가스는 탄소를 포함하지 않는, 부기 13에 기재된 에칭 방법.

[0131] (부기 15)

[0132] 상기 제2 할로젠 함유 가스는 상기 제1 할로젠 함유 가스에 포함되는 할로젠과는 상이한 종류의 할로젠을 포함하는, 부기 13 또는 부기 14에 기재된 에칭 방법.

[0133] (부기 16)

[0134] 상기 제1 막은 실리콘 산화막, 실리콘 질화막 및 폴리 실리콘막으로 이루어지는 군으로부터 선택되는 적어도 1종을 포함하는, 부기 1 내지 부기 15 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0135] (부기 17)

[0136] 상기 제2 막은 탄소 및 금속 중 적어도 어느 것을 포함하는 막인, 부기 1 내지 부기 16 중 어느 하나에 기재된 에칭 방법.

[0137] (부기 18)

[0138] 제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 제공하는 공정으로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 공정과,

[0139] 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 공정으로서, 상기 처리 가스는, 불소 및 수소를 포함하고 상기 플라즈마 중에 불화 수소를 생성 가능한 1종류 이상의 가스와, 제1 할로젠 함유 가스와, 인 함유 가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하고, 상기 인 함유 가스는 인 및 할로젠을 포함하는, 공정을

[0140] 포함하는 에칭 방법.

[0141] (부기 19)

[0142] 상기 처리 가스는 제3 할로젠 함유 가스를 더 포함하고, 상기 제3 할로젠 함유 가스는 탄소 및 인을 포함하지 않는, 부기 18에 기재된 에칭 방법.

[0143] (부기 20)

[0144] 챔버와 제어부를 구비하고,

[0145] 상기 제어부는

[0146] 제1 막과, 상기 제1 막 상의 제2 막을 포함하는 기판을 상기 챔버 내에 제공하는 제어로서, 상기 제1 막은 실리콘을 포함하고, 상기 제2 막은 적어도 1개의 개구를 포함하는, 제어와,

[0147] 처리 가스로부터 플라즈마를 생성하여 상기 제1 막을 에칭하는 제어로서, 상기 처리 가스는 불화 수소 가스, 제1 할로젠 함유 가스 및 인 함유 가스를 포함하고, 상기 제1 할로젠 함유 가스는 탄소 및 불소 이외의 할로젠을 적어도 포함하는, 제어를 실행하도록 구성되어 있는,

[0148] 플라즈마 처리 장치.

[0149] 이상의 각 실시 형태는, 설명의 목적으로 기재되어 있으며, 본 개시의 범위를 한정하는 것을 의도하는 것은 아니다. 이상의 각 실시 형태는, 본 개시의 범위 및 취지에서 일탈하지 않고 다양한 변형을 할 수 있다. 예를 들면, 어느 실시 형태에 있어서의 일부의 구성 요소를, 다른 실시 형태에 추가할 수 있다. 또한, 어느 실시 형태에 있어서의 일부의 구성 요소를, 다른 실시 형태의 대응하는 구성 요소와 치환할 수 있다.

부호의 설명

[0150] 1……플라즈마 처리 장치 2……제어부

10……플라즈마 처리 챔버　10s……플라즈마 처리 공간

11……기판 지지부　13……샤워 헤드

20……가스 공급부　31a……제1 RF 생성부

31b……제2 RF 생성부　32a……제1 DC 생성부

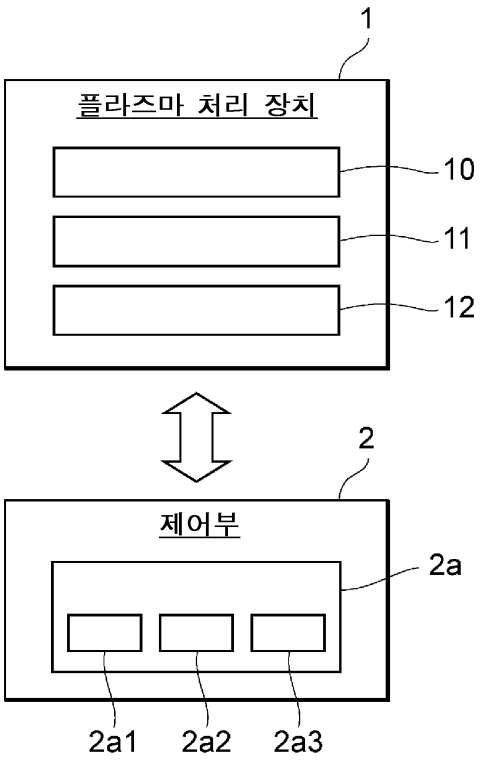
SF……실리콘 함유막　MK……마스크

OP……개구　RC……오목부

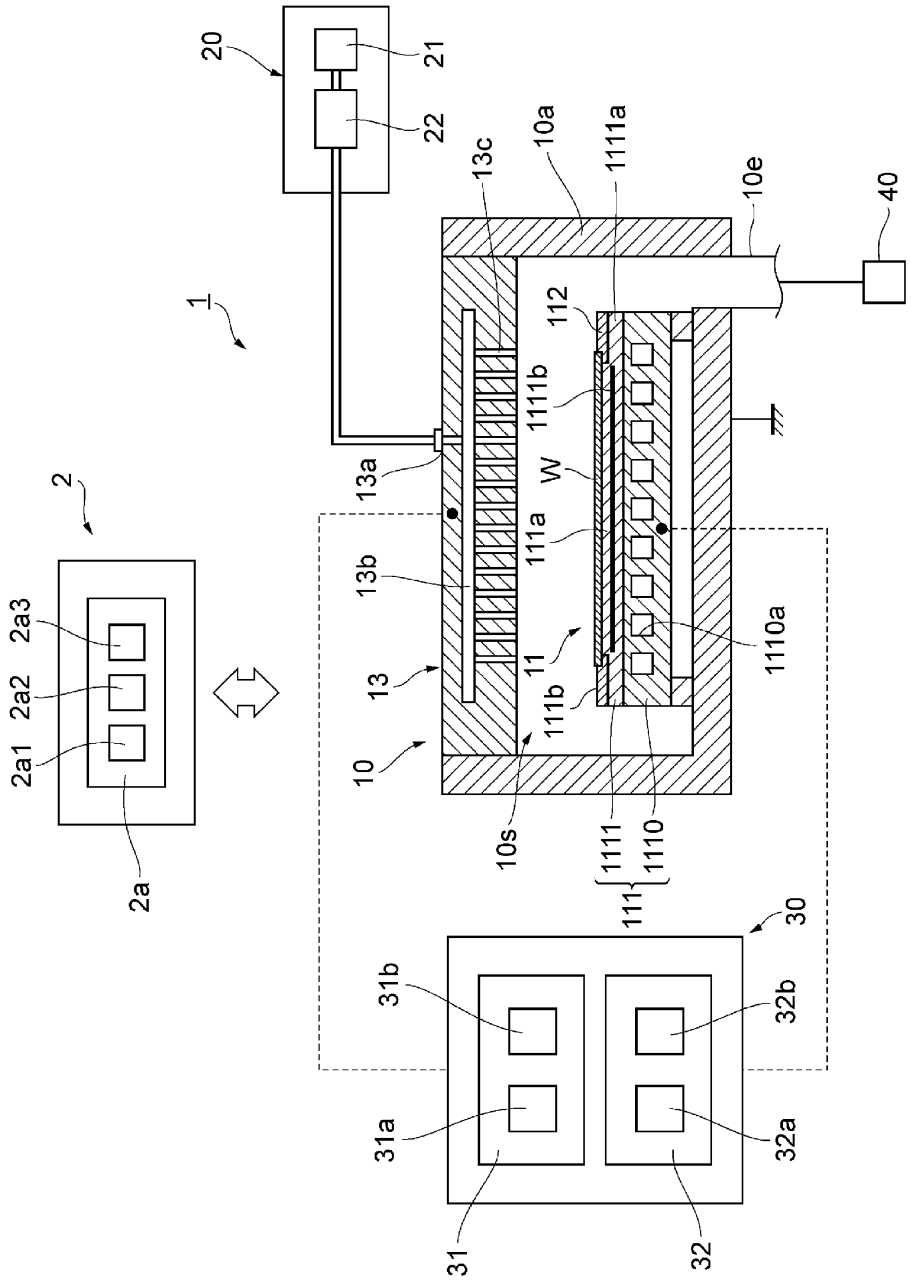
UF……하지막　W……기판

도면

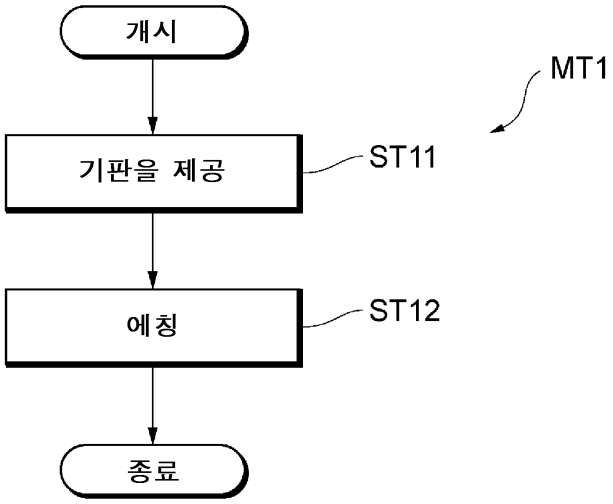
도면1



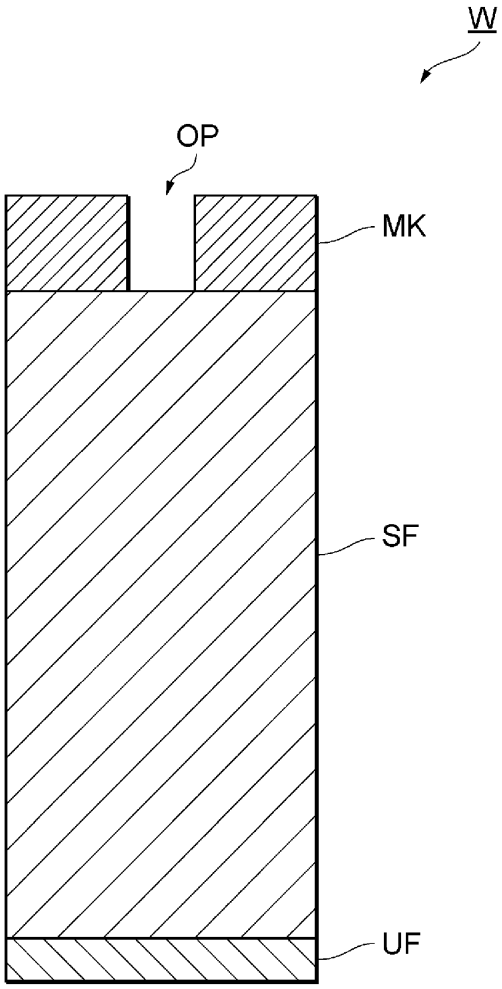
도면2


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

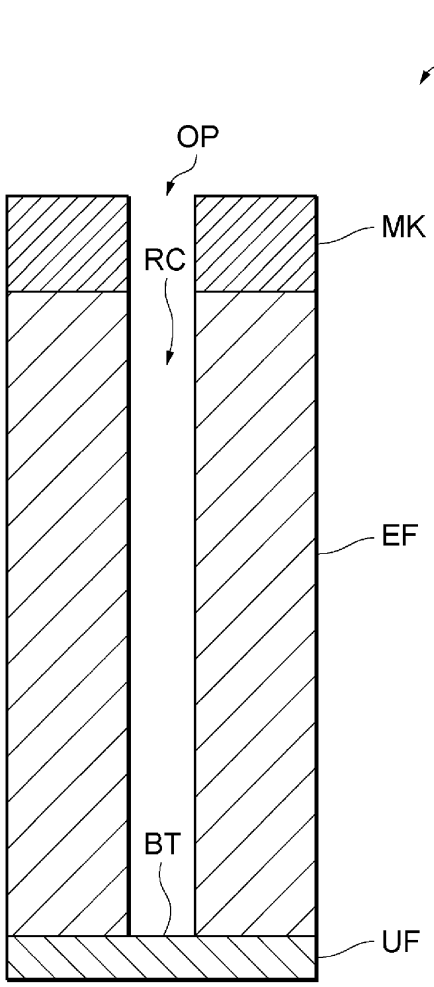
도면3



도면4



도면5



도면6

	처리 가스	에칭 레이트	보잉
참고예	·불화 수소 가스 ·할로젠화 인가스 ·할로젠 함유 가스 ·하이드로 플루오로 카본 가스	1	1
실시예 1	·불화 수소 가스 ·옥시 할로젠화 인가스 ·탄소,브로민 및 불소를 포함하는 가스 (제1 할로젠 함유 가스)	1.0	1.0
실시예 2	·불화 수소 가스 ·옥시 할로젠화 인가스 ·할로젠화 인가스 ·탄소,브로민 및 불소를 포함하는 가스 (제1 할로젠 함유 가스)	1.0	1.0