(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0170374
(43) 공개일자 2022년12월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/033 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
H01L 21/311 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/0337 (2013.01)
H01J 37/32899 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0076127
(22) 출원일자 2022년06월22일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
JP-P-2021-103419 2021년06월22일 일본(JP)
JP-P-2022-092564 2022년06월07일 일본(JP)

(71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5쵸메 3반 1고
(72) 발명자
요네자와 다카히로
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 나이
구마쿠라 쇼
일본 981-3629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크노 힐즈 1 도쿄 엘렉트론 미야기 가부시키가이샤 나이
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 28 항

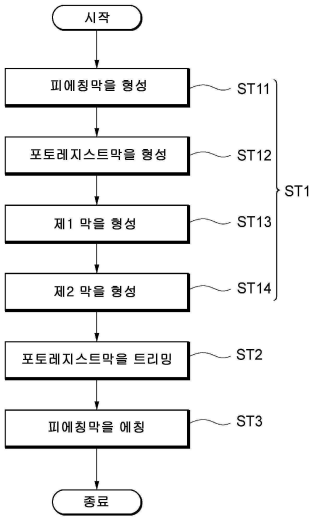
(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리 방법, 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 시스템**

(57) 요 약

본 발명은, 개구의 치수를 제어 가능한 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 개시에 따른 플라즈마 처리 방법은, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 제1 부분 및 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막을 갖는 기판을 준비하는 준비 공정으로서, 상기 제1 부분은 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 부분이고, 상기 제2 부분은 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 부분이며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 준비 공정과, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정을 포함한다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 21/0332 (2013.01)
H01L 21/31116 (2013.01)
H01L 21/31144 (2013.01)
H01L 21/67069 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 제1 부분 및 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막을 갖는 기판을 준비하는 준비 공정으로서, 상기 제1 부분은 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 부분이고, 상기 제2 부분은 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 부분이며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 것인, 상기 준비 공정과,

상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정

을 포함하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 준비 공정은, 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 제2 막을 형성하는 공정을 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 준비 공정은,

상기 피에칭막과, 상기 포토레지스트막을 갖는 기판을 준비하는 공정과,

상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부를 트리밍하는 공정과,

트리밍된 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정

을 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 트리밍 공정 후에, 상기 포토레지스트막, 상기 제1 막 및 상기 제2 막을 마스크로 하여, 상기 피에칭막을 에칭하는 에칭 공정을 더 포함하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 포토레지스트막의 상기 측면은, 움푹 패인 부분 및 상기 측면으로부터 상기 개구로 튀어나온 부분 중 적어도 한쪽을 갖는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 튀어나온 부분은, 상기 포토레지스트막의 상기 측면으로부터 상기 피에칭막의 상기 상면에 걸쳐 존재하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 7

제2항에 있어서, 상기 제1 막은 유기막이고, 상기 제2 막은 무기막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 포토레지스트막은 Sn 함유막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 무기막은, 금속 함유막 또는 Si 함유막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 금속 함유막은, Sn 함유막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 11

제9항에 있어서, 상기 금속 함유막은, W 함유막, Ti 함유막 또는 Al 함유막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 무기막은, 붕소, 인 또는 황을 포함하는 비금속 무기막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 13

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 트리밍 공정은, 미리 정해진 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 실행되고,

상기 생성된 플라즈마에 대한 상기 제1 막의 에칭 레이트는, 상기 생성된 플라즈마에 대한 상기 제2 막의 에칭 레이트보다 큰 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 미리 정해진 처리 가스는, 산소 함유 가스 및 할로겐 함유 가스를 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 15

제2항, 제4항 및 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 막 및 상기 제2 막은, 플라즈마 CVD에 의해 형성되는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제1 막은, 탄소 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성되고,

상기 제2 막은, Si 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성되는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 탄소 함유 가스는 C_xH_y(x, y는 1 이상의 정수), $C_tH_uF_v$(t, v는 1 이상의 정수, u는 0 이상의 정수), CO, 또는 CO_2인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 18

제2항, 제4항 및 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 막의 상기 제1 부분의 막 두께는, 상기 포토레지스트막의 막 두께 및 상기 제2 막의 막 두께보다 두꺼운 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 19

제4항에 있어서, 상기 에칭 공정은, 상기 피에칭막 및 상기 제2 막을 에칭하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 피에칭막은 Si 함유막이고, 상기 제2 막은 Si 함유막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 21

제4항, 제19항 및 제20항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 트리밍 공정 및 상기 에칭 공정은, 동일한 챔버 내에서 실행되는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 트리밍 공정은,

상기 트리밍 공정에서 에칭된 상기 측면에 의해 상기 피에칭막 상에 규정되는 개구의 치수를 측정하는 공정과,

상기 측정된 치수에 기초하여, 상기 트리밍 공정에서 에칭된 상기 측면 상에 제3 막을 형성하는 공정과,

상기 제3 막의 일부를 에칭하는 공정

을 더 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 제3 막은, 유기막을 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 24

제23항에 있어서, 상기 제3 막은, 상기 유기막 및 상기 유기막 상에 형성된 무기막을 포함하는 적층막인 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 25

제22항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 트리밍 공정은, 상기 개구의 치수를 측정하는 공정, 상기 제3 막을 형성하는 공정 및 상기 제3 막의 일부를 에칭하는 공정을 반복하는 공정을 포함하는 것인 플라즈마 처리 방법.

청구항 26

플라즈마 처리 챔버, 상기 플라즈마 처리 챔버에 처리 가스를 공급하는 가스 공급부, 상기 플라즈마 처리 챔버 내에 플라즈마를 생성시키기 위한 전력을 공급하는 전원, 및 제어부를 포함하고,

상기 제어부는,

(a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 것인 상기 제1 막과, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된 제2 막을 갖는 기판을 배치하며,

상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 제어를 실행하는 것인 플라즈마 처리 장치.

청구항 27

제1 챔버를 갖는 제1 플라즈마 처리 장치 및 제2 챔버를 갖는 제2 플라즈마 처리 장치를 포함하는 플라즈마 처리 시스템으로서,

상기 제1 플라즈마 처리 장치는, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 갖는 기판을 상기 1 챔버 내에 배치하고, 상기 제1 챔버 내에서, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 것인 상기 제1 막을 형성하고, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 제2 막을 형성하도록 구성되며,

상기 제2 플라즈마 처리 장치는, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하도록 구성되는 것인 플라즈마 처리 시스템.

청구항 28

(a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 준비하는 공정과,

상기 개구의 치수에 대한 상기 포토레지스트막의 막 두께의 비율을 구하는 공정과,

상기 비율이 1 이상 2 미만인 경우에 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정과,

상기 비율이 1 미만인 경우에, 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하고, 또한 상기 제1 막 상에 제2 막을 형성하는 공정과,

상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정

을 포함하고,

상기 제1 막은, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분과 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하고, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼우며,

상기 제2 막은, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된 것인 플라즈마 처리 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

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

배 경 기 술

[0002] 패턴의 제어성을 개선하는 기술로서, 특허문헌 1에 기재된 기판을 처리하는 방법 및 장치가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2020-126999호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 개구의 치수를 제어 가능한 플라즈마 처리 방법, 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 방법은, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 제1 부분 및 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막을 갖는 기판을 준비하는 준비 공정으로서, 상기 제1 부분은 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 부분이고, 상기 제2 부분은 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 부분이며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 준비 공정과, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정을 포함한다.

[0006] 본 개시의 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 처리 챔버, 상기 플라즈마 처리 챔버에 처리 가스를 공급하는 가스 공급부, 상기 플라즈마 처리 챔버 내에 플라즈마를 생성시키기 위한 전력을 공급하는 전원, 및 제어부를 구비하고, 상기 제어부는, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막과, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된 제2 막을 갖는 기판을 배치하며, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 제어를 실

행한다.

[0007] 본 개시의 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 시스템이 제공된다. 플라즈마 처리 시스템은, 제1 챔버를 갖는 제1 플라즈마 처리 장치 및 제2 챔버를 갖는 제2 플라즈마 처리 장치를 구비한 플라즈마 처리 시스템으로서, 상기 제1 플라즈마 처리 장치는, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 갖는 기판을 상기 제1 챔버 내에 배치하며, 상기 제1 챔버 내에서, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막을 형성하며, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 제2 막을 형성하도록 구성되어 있고, 상기 제2 플라즈마 처리 장치는, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하도록 구성되어 있다.

[0008] 본 개시의 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 방법은, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 준비하는 공정과, 상기 개구의 치수에 대한 상기 포토레지스트막의 막 두께의 비율을 구하는 공정과, 상기 비율이 1 이상 2 미만인 경우에 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정과, 상기 비율이 1 미만인 경우에, 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하며, 또한, 상기 제1 막 상에 제2 막을 형성하는 공정과, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정을 포함하고, 상기 제1 막은, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분과 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두껍고, 상기 제2 막은, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된다.

발명의 효과

[0009] 본 개시의 하나의 예시적 실시형태에 따르면, 개구의 치수를 제어 가능한 플라즈마 처리 방법, 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(1)를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 하나의 예시적 실시형태에 따른 기판 처리 시스템(PS)을 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 3은 본 처리 방법의 일례를 나타낸 흐름도이다.

도 4a는 기판(W)의 일례를 나타낸 도면이다.

도 4b는 기판(W)의 일례를 나타낸 도면이다.

도 5a는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 5b는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 5c는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 5d는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 5e는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 6은 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다.

도 7은 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다.

도 8은 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다.

도 9는 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 본 개시의 각 실시형태에 대해서 설명한다.

[0012] 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 방법은, (a) 피에칭막과, (b) 피

에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 피에칭막의 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 제1 부분 및 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막을 갖는 기판을 준비하는 준비 공정으로서, 상기 제1 부분은 포토레지스트막의 상면에 형성된 부분이고, 상기 제2 부분은 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 부분이며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 준비 공정과, 포토레지스트막의 측면의 적어도 일부, 및 제1 막의 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정을 포함한다.

[0013] 하나의 예시적 실시형태에서, 준비 공정은, 제1 막 중 적어도 제1 부분 상에 제2 막을 형성하는 공정을 포함한다.

[0014] 하나의 예시적 실시형태에서, 트리밍 공정 후에, 포토레지스트막, 제1 막 및 제2 막을 마스크로 하여 피에칭막을 에칭하는 에칭 공정을 더 포함한다.

[0015] 하나의 예시적 실시형태에서, 포토레지스트막의 측면은, 움푹 패인 부분 및 측면으로부터 개구로 튀어나온 부분 중 적어도 한쪽을 갖는다.

[0016] 하나의 예시적 실시형태에서, 튀어나온 부분은, 포토레지스트막의 측면으로부터 피에칭막의 상면에 걸쳐 존재한다.

[0017] 하나의 예시적 실시형태에서, 제1 막은 유기막이며, 제2 막은 무기막이다.

[0018] 하나의 예시적 실시형태에서, 포토레지스트막은, Sn 함유막이다.

[0019] 하나의 예시적 실시형태에서, 무기막은, 금속 함유막 또는 Si 함유막이다.

[0020] 하나의 예시적 실시형태에서, 금속 함유막은, Sn 함유막이다.

[0021] 하나의 예시적 실시형태에서, 금속 함유막은, W 함유막, Ti 함유막 또는 Al 함유막이다.

[0022] 하나의 예시적 실시형태에서, 무기막은, 붕소, 인 또는 황을 포함하는 비금속 무기막이다.

[0023] 하나의 예시적 실시형태에서, 트리밍 공정은, 미리 정해진 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 실행되고, 생성된 플라즈마에 대한 제1 막의 에칭 레이트는, 생성된 플라즈마에 대한 제2 막의 에칭 레이트보다 크다.

[0024] 하나의 예시적 실시형태에서, 미리 정해진 처리 가스는, 산소 함유 가스 및 할로겐 함유 가스를 포함한다.

[0025] 하나의 예시적 실시형태에서, 제1 막 및 제2 막은 플라즈마 CVD에 의해 형성된다.

[0026] 하나의 예시적 실시형태에서, 제1 막은, 탄소 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성되고, 제2 막은, Si 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성된다.

[0027] 하나의 예시적 실시형태에서, 탄소 함유 가스는, C_xH_y(x, y는 1 이상의 정수), $C_tH_uF_v$(t, v는 1 이상의 정수, u는 0 이상의 정수), CO, 또는 CO_2이다.

[0028] 하나의 예시적 실시형태에서, 제1 막의 제1 부분의 막 두께는, 포토레지스트막의 막 두께 및 제2 막의 막 두께보다 두껍다.

[0029] 하나의 예시적 실시형태에서, 에칭 공정은, 피에칭막 및 제2 막을 에칭한다.

[0030] 하나의 예시적 실시형태에서, 피에칭막은 Si 함유막이며, 제2 막은 Si 함유막이다.

[0031] 하나의 예시적 실시형태에서, 트리밍 공정 및 에칭 공정은, 동일한 챔버 내에서 실행된다.

[0032] 하나의 예시적 실시형태에서, 트리밍 공정은, 트리밍 공정에서 에칭된 측면에 의해 피에칭막 상에 규정되는 개구의 치수를 측정하는 공정과, 측정된 치수에 기초하여, 트리밍 공정에서 에칭된 측면 상에 제3 막을 형성하는 공정과, 제3 막의 일부를 에칭하는 공정을 더 포함한다.

[0033] 하나의 예시적 실시형태에서, 제3 막은, 유기막을 포함한다.

[0034] 하나의 예시적 실시형태에서, 제3 막은, 유기막 및 유기막 상에 형성된 무기막을 포함하는 적층막이다.

[0035] 하나의 예시적 실시형태에서, 트리밍 공정은, 개구의 치수를 측정하는 공정, 제3 막을 형성하는 공정 및 제3 막의 일부를 에칭하는 공정을 반복하는 공정을 포함한다.

[0036] 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 장치가 제공된다. 플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 처리 챔버, 플

라즈마 처리 챔버에 처리 가스를 공급하는 가스 공급부, 플라즈마 처리 챔버 내에 플라즈마를 생성시키기 위한 전력을 공급하는 전원, 및 제어부를 구비하고, 제어부는, (a) 피에칭막과, (b) 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 피에칭막의 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 포토레지스트막의 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 제1 부분은 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막과, (d) 제1 막 중 적어도 제1 부분 상에 형성된 제2 막을 갖는 기판을 배치하며, 포토레지스트막의 측면의 적어도 일부, 및 제1 막의 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 제어를 실행한다.

[0037] 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 시스템이 제공된다. 플라즈마 처리 시스템은, 제1 챔버를 갖는 제1 플라즈마 처리 장치 및 제2 챔버를 갖는 제2 플라즈마 처리 장치를 구비한 플라즈마 처리 시스템으로서, 제1 플라즈마 처리 장치는, (a) 피에칭막과, (b) 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 피에칭막의 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 갖는 기판을 제1 챔버 내에 배치하고, 제1 챔버 내에서, (c) 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 포토레지스트막의 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 제1 부분은 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막을 형성하며, (d) 제1 막중 적어도 제1 부분 상에 제2 막을 형성하도록 구성되어 있고, 제2 플라즈마 처리 장치는, 포토레지스트막의 측면의 적어도 일부, 및 제1 막의 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하도록 구성되어 있다.

[0038] 하나의 예시적 실시형태에서, 플라즈마 처리 방법이 제공된다. 플라즈마 처리 방법은, (a) 피에칭막과, (b) 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 피에칭막의 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 준비하는 공정과, 개구의 치수에 대한 포토레지스트막의 막 두께의 비율을 구하는 공정과, 비율이 1 이상 2 미만인 경우에 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정과, 비율이 1 미만인 경우에, 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하며, 또한, 제1 막 상에 제2 막을 형성하는 공정과, 포토레지스트막의 측면의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정을 포함하고, 제1 막은, (c) 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분과 포토레지스트막의 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하며, 제1 부분은 제2 부분보다 막 두께가 두껍고, 제2 막은, (d) 제1 막 중 적어도 제1 부분 상에 형성된다.

[0039] 이하, 도면을 참조하여, 본 개시의 각 실시형태에 대해서 상세히 설명한다. 또한, 각 도면에서 동일 또는 마찬가지 요소에는 동일한 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다. 특별히 언급하지 않는 한, 도면에 나타낸 위치 관계에 기초하여 상하 좌우 등의 위치 관계를 설명한다. 도면의 치수 비율은 실제의 비율을 나타내는 것은 아니며, 또한, 실제의 비율은 도시된 비율에 한정되지 않는다.

[0040] <플라즈마 처리 장치(1)의 구성>

[0041] 도 1은 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(1)를 개략적으로 나타낸 도면이다. 하나의 예시적 실시형태에 따른 플라즈마 처리 방법(이하 「본 처리 방법」이라고 함)은, 플라즈마 처리 장치(1)를 이용하여 실행되어도 좋다.

[0042] 플라즈마 처리 장치(1)는, 유도 결합형 플라즈마 처리 장치이다. 플라즈마 처리 장치(1)는, 플라즈마 처리 챔버(10), 가스 공급부(20), 전원(30) 및 배기 시스템(40)을 포함한다. 플라즈마 처리 챔버(10)는, 유전체창(101)을 포함한다. 또한, 플라즈마 처리 장치(1)는, 기판 지지부(11), 가스 도입부 및 안테나(14)를 포함한다. 기판 지지부(11)는, 플라즈마 처리 챔버(10) 내에 배치된다. 안테나(14)는, 플라즈마 처리 챔버(10) 위 또는 그 위쪽[즉 유전체창(101) 위 또는 그 위쪽]에 배치된다. 플라즈마 처리 챔버(10)는, 유전체창(101), 플라즈마 처리 챔버(10)의 측벽(102) 및 기판 지지부(11)에 의해 규정된 플라즈마 처리 공간(10s)을 갖는다. 또한, 플라즈마 처리 챔버(10)는, 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간에 공급하기 위한 적어도 하나의 가스 공급구와, 플라즈마 처리 공간으로부터 가스를 배출하기 위한 적어도 하나의 가스 배출구를 갖는다. 가스 공급구는, 후술하는 가스 공급부(20)에 접속되고, 가스 배출구는, 후술하는 배기 시스템(40)에 접속된다. 기판 지지부(11)는, 플라즈마 처리 공간 내에 배치되며, 기판을 지지하기 위한 기판 지지면을 갖는다.

[0043] 기판 지지부(11)는, 본체부(111) 및 링 어셈블리(112)를 포함한다. 본체부(111)는, 기판(웨이퍼)(W)을 지지하기 위한 중앙 영역(기판 지지면)(111a)과, 링 어셈블리(112)를 지지하기 위한 환상 영역(링 지지면)(111b)을 갖는다. 본체부(111)의 환상 영역(111b)은, 평면에서 볼 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 환상 영역(111b) 상에 배치된다. 일 실시형태에서, 본체부(111)는, 베이스 및 정전척을 포함한다. 베이스는, 도전성 부재를 포함한다. 베이스의 도전성 부재는 하부 전극으로서 기능한다. 정전척은, 베이스 상에 배치된다. 정전척의 상면은, 기판 지지면(111a)을 갖는다. 링 어셈블리(112)는, 1

또는 복수의 환상 부재를 포함한다. 1 또는 복수의 환상 부재 중 적어도 하나는 에지링이다. 또한, 도시는 생략하지만, 기판 지지부(11)는, 정전척, 링 어셈블리(112) 및 기판 중 적어도 하나를 타겟 온도로 조절하도록 구성되는 온도 조절 모듈을 포함하여도 좋다. 온도 조절 모듈은, 히터, 전열 매체, 유로, 또는 이들 조합을 포함하여도 좋다. 유로에는, 브라인이나 가스와 같은 전열 유체가 흐른다. 또한, 기판 지지부(11)는, 기판(W)의 이면과 기판 지지면(111a) 사이에 전열 가스를 공급하도록 구성된 전열 가스 공급부를 포함하여도 좋다.

[0044] 가스 도입부는, 가스 공급부(20)로부터의 적어도 하나의 처리 가스를 플라즈마 처리 공간(10s) 내에 도입하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 가스 도입부는, 중앙 가스 주입부(CGI: Center Gas Injector)(13)를 포함한다. 중앙 가스 주입부(13)는, 기판 지지부(11)의 위쪽에 배치되고, 유전체창(101)에 형성된 중앙 개구부에 부착된다. 중앙 가스 주입부(13)는, 적어도 하나의 가스 공급구(13a), 적어도 하나의 가스 유로(13b), 및 적어도 하나의 가스 도입구(13c)를 갖는다. 가스 공급구(13a)에 공급된 처리 가스는, 가스 유로(13b)를 통과하여 가스 도입구(13c)로부터 플라즈마 처리 공간(10s) 내로 도입된다. 또한, 가스 도입부는, 중앙 가스 주입부(13)에 더하여 또는 그 대신에, 측벽(102)에 형성된 1 또는 복수의 개구부에 부착되는 1 또는 복수의 사이드 가스 주입부(SGI: Side Gas Injector)를 포함하여도 좋다.

[0045] 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 가스 소스(21) 및 적어도 하나의 유량 제어기(22)를 포함하여도 좋다. 일 실시형태에서, 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스를, 각각에 대응하는 가스 소스(21)로부터 각각에 대응하는 유량 제어기(22)를 통해 가스 도입부(13)에 공급하도록 구성된다. 각 유량 제어기(22)는, 예컨대 매스 플로우 컨트롤러 또는 압력 제어식 유량 제어기를 포함하여도 좋다. 가스 공급부(20)는, 적어도 하나의 처리 가스의 유량을 변조 또는 펄스화하는 적어도 하나의 유량 변조 디바이스를 더 포함하여도 좋다.

[0046] 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, 기판 지지부(11)의 도전성 부재 및 안테나(14)에 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 기판 지지부(11)의 도전성 부재에 공급함으로써, 기판(W)에 바이어스 전위가 발생하고, 형성된 플라즈마 내의 이온을 기판(W)으로 인입할 수 있다.

[0047] 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 안테나(14)에 결합되고, 플라즈마 생성용 소스 RF 신호(소스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 소스 RF 신호는, 13 MHz~150 MHz 범위 내의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서, 제1 RF 생성부(31a)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 소스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 좋다. 생성된 1 또는 복수의 소스 RF 신호는, 안테나(14)에 공급된다. 제2 RF 생성부(31b)는, 적어도 하나의 임피던스 정합 회로를 통해 기판 지지부(11)의 도전성 부재에 결합되고, 바이어스 RF 신호(바이어스 RF 전력)를 생성하도록 구성된다. 일 실시형태에서, 바이어스 RF 신호는, 소스 RF 신호보다 낮은 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서, 바이어스 RF 신호는, 400 kHz~13.56 MHz 범위 내의 주파수를 갖는다. 일 실시형태에서, 제2 RF 생성부(31b)는, 상이한 주파수를 갖는 복수의 바이어스 RF 신호를 생성하도록 구성되어도 좋다. 생성된 1 또는 복수의 바이어스 RF 신호는, 기판 지지부(11)의 도전성 부재에 공급된다. 또한, 여러 가지 실시형태에서, 소스 RF 신호 및 바이어스 RF 신호 중 적어도 하나가 펄스화되어도 좋다.

[0048] 또한, 전원(30)은, 플라즈마 처리 챔버(10)에 결합되는 DC 전원(32)을 포함하여도 좋다. DC 전원(32)은, 바이어스 DC 생성부(32a)를 포함한다. 일 실시형태에서, 바이어스 DC 생성부(32a)는, 기판 지지부(11)의 도전성 부재에 접속되고, 바이어스 DC 신호를 생성하도록 구성된다. 생성된 바이어스 DC 신호는, 기판 지지부(11)의 도전성 부재에 인가된다. 일 실시형태에서, 바이어스 DC 신호가, 정전척 내의 전극과 같은 다른 전극에 인가되어도 좋다. 여러 가지 실시형태에서, 바이어스 DC 신호는, 펄스화되어도 좋다. 또한, 바이어스 DC 생성부(32a)는, RF 전원(31)에 더하여 설치되어도 좋고, 제2 RF 생성부(31b) 대신에 설치되어도 좋다.

[0049] 안테나(14)는, 1 또는 복수의 코일을 포함한다. 일 실시형태에서, 안테나(14)는, 동축 상에 배치된 외측 코일 및 내측 코일을 포함하여도 좋다. 이 경우, RF 전원(31)은, 외측 코일 및 내측 코일 양쪽 모두에 접속되어도 좋고, 외측 코일 및 내측 코일 중 어느 한쪽에 접속되어도 좋다. 전자의 경우, 동일한 RF 생성부가 외측 코일 및 내측 코일 양쪽 모두에 접속되어도 좋고, 별개의 RF 생성부가 외측 코일 및 내측 코일에 따로따로 접속되어도 좋다.

[0050] 배기 시스템(40)은, 예컨대 플라즈마 처리 챔버(10)의 바닥부에 설치된 가스 배출구(10e)에 접속될 수 있다. 배기 시스템(40)은, 압력 조정 밸브 및 진공 펌프를 포함하여도 좋다. 압력 조정 밸브에 의해, 플라즈마 처리 공

간(10s) 내의 압력이 조정된다. 진공 펌프는, 터보 분자 펌프, 드라이 펌프 또는 이들 조합을 포함하여도 좋다.

[0051] 제어부(50)는, 본 개시에서 설명되는 여러 가지 공정을 플라즈마 처리 장치(1)에 실행시키는 컴퓨터 실행 가능한 명령을 처리한다. 제어부(50)는, 여기서 설명되는 여러 가지 공정을 실행하도록 플라즈마 처리 장치(1)의 각 요소를 제어하도록 구성될 수 있다. 일 실시형태에서, 제어부(50)의 일부 또는 전부가 플라즈마 처리 장치(1)에 포함되어도 좋다. 제어부(50)는, 예컨대 컴퓨터(50a)를 포함하여도 좋다. 컴퓨터(50a)는, 예컨대, 처리부(CPU: Central Processing Unit)(50a1), 기억부(50a2), 및 통신 인터페이스(50a3)를 포함하여도 좋다. 처리부(50a1)는, 기억부(50a2)에 저장된 프로그램에 기초하여 여러 가지 제어 동작을 행하도록 구성될 수 있다. 기억부(50a2)는, RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), HDD(Hard Disk Drive), SSD(Solid State Drive), 또는 이들 조합을 포함하여도 좋다. 통신 인터페이스(50a3)는, LAN(Local Area Network) 등의 통신 회선을 통해 플라즈마 처리 장치(1)와의 사이에서 통신하여도 좋다.

[0052] <기판 처리 시스템(PS)의 구성>

[0053] 도 2는 하나의 예시적 실시형태에 따른 기판 처리 시스템(PS)을 개략적으로 나타낸 도면이다. 본 처리 방법은, 기판 처리 시스템(PS)을 이용하여 실행되어도 좋다.

[0054] 기판 처리 시스템(PS)은, 기판 처리실(PM1~PM6)[이하, 총칭하여 「기판 처리 모듈(PM)」이라고도 함]과, 반송 모듈(TM)과, 로드록 모듈(LLM1 및 LLM2)[이하, 총칭하여 「로드록 모듈(LLM)」이라고도 함]과, 로더 모듈(LM), 로드 포트(LP1 내지 LP3)[이하, 총칭하여 「로드 포트(LP)」라고도 함]를 갖는다. 제어부(CT)는, 기판 처리 시스템(PS)의 각 구성을 제어하여, 기판(W)에 미리 정해진 처리를 실행한다.

[0055] 기판 처리 모듈(PM)은, 그 내부에서, 기판(W)에 대하여, 에칭 처리, 트리밍 처리, 성막 처리, 어닐링 처리, 도핑 처리, 리소그래피 처리, 클리닝 처리, 애싱 처리 등의 처리를 실행한다. 기판 처리 모듈(PM)의 일부는, 측정 모듈이어도 좋고, 기판(W) 상에 형성된 막의 막 두께나, 기판(W) 상에 형성된 패턴의 치수 등을 예컨대 광학적 수법을 이용하여 측정하여도 좋다. 도 1에 도시된 플라즈마 처리 장치(1)는, 기판 처리 모듈(PM)의 일례이다.

[0056] 반송 모듈(TM)은, 기판(W)을 반송하는 반송 장치를 가지며, 기판 처리 모듈(PM) 사이 또는 기판 처리 모듈(PM)과 로드록 모듈(LLM) 사이에서 기판(W)을 반송한다. 기판 처리 모듈(PM) 및 로드록 모듈(LLM)은, 반송 모듈(TM)에 인접하여 배치되어 있다. 반송 모듈(TM)과 기판 처리 모듈(PM) 및 로드록 모듈(LLM)은, 개폐 가능한 게이트 밸브에 의해 공간적으로 격리 또는 연결된다.

[0057] 로드록 모듈(LLM1 및 LLM2)은 반송 모듈(TM)과 로더 모듈(LM) 사이에 설치되어 있다. 로드록 모듈(LLM)은, 그 내부의 압력을, 대기압 또는 진공으로 전환할 수 있다. 로드록 모듈(LLM)은, 대기압인 로더 모듈(LM)로부터 진공인 반송 모듈(TM)로 기판(W)을 반송하고, 또한, 진공인 반송 모듈(TM)로부터 대기압인 로더 모듈(LM)로 반송한다.

[0058] 로더 모듈(LM)은, 기판(W)을 반송하는 반송 장치를 가지며, 로드록 모듈(LLM)과 로드 포트(LP) 사이에서 기판(W)을 반송한다. 로드 포트(LP) 내의 내부에는, 예컨대 25장의 기판(W)을 수납할 수 있는 FOUP(Front Opening Unified Pod) 또는 빈 FOUP를 배치할 수 있다. 로더 모듈(LM)은, 로드 포트(LP) 내의 FOUP로부터 기판(W)을 꺼내어 로드록 모듈(LLM)로 반송한다. 또한, 로더 모듈(LM)은, 로드록 모듈(LLM)로부터 기판(W)을 꺼내어 로드 포트(LP) 내의 FOUP로 반송한다.

[0059] 제어부(CT)는, 기판 처리 시스템(PS)의 각 구성을 제어하여, 기판(W)에 미리 정해진 처리를 실행한다. 제어부(CT)는, 프로세스의 절차, 프로세스의 조건, 반송 조건 등이 설정된 레시피를 저장하고 있고, 상기 레시피에 따라, 기판(W)에 미리 정해진 처리를 실행하도록, 기판 처리 시스템(PS)의 각 구성을 제어한다. 제어부(CT)는, 도 1에 도시된 플라즈마 처리 장치(1)의 제어부(50)의 일부 또는 전부의 기능을 겸하여도 좋다.

[0060] <본 처리 방법의 일례>

[0061] 도 3은 본 처리 방법의 일례를 나타낸 흐름도이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 처리 방법은, 기판을 준비하는 공정(준비 공정: 공정 ST1)과, 포토레지스트막을 트리밍하는 공정(트리밍 공정: 공정 ST2)과, 피에칭막을 에칭하는 공정(에칭 공정: 공정 ST3)을 포함한다. 또한, 각 공정은, 기판 처리 시스템(PS) 내에서의 임의의 기판 처리 모듈(PM)에 의해 실행되어도 좋다. 또한, 복수의 공정이, 하나의 기판 처리 모듈(PM) 내에서 연속하여 실행되어도 좋다. 또한, 공정 ST1에서는 패터닝한 레지스트가 형성된 기판이 제공되어도 좋다. 즉, 공정 ST11 및 ST12가 기판 처리 시스템(PS) 내의 1 이상의 기판 처리 모듈(PM)에 의해 실행된 후에, 공정 ST13 및 ST14가 상기 1 이상의 기판 처리 모듈과는 상이한 다른 기판 처리 모듈(PM)에 의해 실행되어도 좋다. 또한, 공정 ST11 및

/또는 ST12는 기판 처리 시스템(PS)의 외부에서 실행되어도 좋다.

[0062] 도 4a 및 도 4b는 기판(W)의 일례를 나타낸 도면이다. 도 4a는 기판(W)의 상면도이다. 또한, 도 4b는 기판(W)의 AA' 단면도이다. 도 4a 및 도 4b는 후술하는 준비 공정의 일부에서의 기판(W)을 나타내고 있다. 기판(W)은, 하지막(UF), 피에칭막(EF) 및 포토레지스트막(PR)이 적층된 구조를 갖는다. 포토레지스트막(PR)에는, 미리 정해진 패턴이 형성되어 있다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 본 예의 포토레지스트막(PR)은, 기판(W)을 평면에서 볼 때[기판(W)을 도 4b의 위에서 아래를 향하는 방향으로 본 경우]에 복수의 개구(OP)가 일정한 간격으로 반복 배열된 패턴을 갖는다.

[0063] 도 5는 기판(W)의 단면 구조의 일례를, 본 처리 방법의 흐름을 따라 모식적으로 나타낸 도면이다. 도 5a가 공정 ST11 및 공정 ST12, 도 5b가 공정 ST13, 도 5c가 공정 ST14, 도 5d가 공정 ST2, 도 5e가 공정 ST3에서 각각 처리된 후의 기판(W)의 단면 구조를 나타낸다.

[0064] 이하, 각 도면을 참조하면서, 도 3에 도시된 본 처리 방법의 일례를 설명한다. 각 공정에서의 처리는, 기판 처리 시스템(PS)의 기판 처리 모듈(PM)(도 2 참조)에서 실행되어도 좋다. 각 공정에서의 에칭 처리는, 도 1에 도시된 플라즈마 처리 장치(1)에서 실행되어도 좋다. 본 처리 방법의 하나의 공정에서의 처리가 기판 처리 모듈(PM)의 하나의 모듈에 의해 실행되고, 본 처리 방법의 다른 공정에서의 처리가 기판 처리 모듈(PM)의 다른 모듈에 의해 실행되어도 좋다. 본 처리 방법의 복수의 공정에서의 처리가, 기판 처리 모듈(PM)의 하나의 모듈에서 연속하여 실행되어도 좋다.

[0065] 공정 ST1에서, 기판(W)을 준비한다. 공정 ST1은, 피에칭막(EF)을 형성하는 공정(공정 ST11), 포토레지스트막(PR)을 형성하는 공정(공정 ST12), 제1 막(TD1)을 형성하는 공정(공정 ST13), 및 제2 막을 형성하는 공정(공정 ST14)을 갖는다.

[0066] 공정 ST11에서, 하지막(UF) 상에, 피에칭막(EF)이 형성된다(도 5a). 하지막(UF)은, 예컨대, 실리콘 웨이퍼 상에 형성된(실리콘 웨이퍼의 표면에 형성되는 경우 및 실리콘 웨이퍼 상에 형성된 다른 막 상에 형성되는 경우 양쪽 모두를 포함함) 스핀 온 카본막(SOC), 비정질 카본막 등의 유기막이다. 피에칭막(EF)은, 예컨대, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, SiARC, SiON 등의 유전막이다. 하지막(UF) 및/또는 피에칭막(EF)은, CVD법, ALD법, 스핀 코트법 등에 의해 형성되어도 좋다. 하지막(UF) 및/또는 피에칭막(EF)은, 평탄한 막이어도 좋고, 또한, 요철을 갖는 막이이어도 좋다.

[0067] 공정 ST12에서, 피에칭막(EF) 상에, 포토레지스트막(PR)이 형성된다(도 5a 참조). 포토레지스트막(PR)은 상면(TS), 상면(TS)으로부터 연속되는 측면(SS), 및 피에칭막(EF)과 접하는 하면을 갖는다. 또한, 포토레지스트막(PR)은, 적어도 하나의 개구(OP)를 갖는다. 개구(OP)는, 포토레지스트막(PR)의 측면(SS)에 의해 규정된다. 개구(OP)는, 측면(SS)에 둘러싸인 피에칭막(EF) 상의 공간이다. 즉, 도 5a에서, 피에칭막(EF)의 상면은, 포토레지스트막(PR)은, 상에 의해 덮인 부분과, 개구(OP)의 바닥면(BS)에서 노출된 부분을 갖는다.

[0068] 포토레지스트막(PR)의 측면(SS)은, 상기 측면(SS)으로부터 개구(OP)로 튀어나온 부분(SC)을 갖는다. 부분(SC)은, 예컨대, 포토레지스트막(PR)의 측면(SS)으로부터 피에칭막(EF)의 상면의 적어도 일부로 연장되는, 상기 측면(SS)으로부터 튀어나온 부분이다. 부분(SC)은, 예컨대, 개구(OP)의 바닥면(BS)의 주위 또는 주변에 존재하는, 포토레지스트막(PR)의 스컴이어도 좋다. 상기 스컴은, 예컨대, 포토레지스트막(PR)에 개구(OP)를 형성하는 프로세스(예컨대 현상 프로세스)에서 완전히 제거되지 않은 레지스트의 잔여물이다. 또한, 부분(SC)은, 측면(SS) 중 바닥면(BS)으로부터 떨어진 영역에서, 측면(SS) 상으로부터 개구(OP)를 향해 돌출된 돌출부여도 좋다. 상기 돌출부는, 측면(SS)에서 그 주위 또는 주변보다도 개구(OP)로 튀어나온 부분이다. 상기 돌출부는, 포토레지스트막(PR)의 스컴이어도 좋다. 또한, 측면(SS)은, 함몰이나 균열(라인 패턴 등의 패턴 끊김을 포함함) 등을 가져도 좋다.

[0069] 개구(OP)는, 기판(W)을 평면에서 볼 때[기판(W)을 도 5a의 위에서 아래를 향하는 방향으로 본 경우]에 임의의 형상을 가져도 좋다. 상기 형상은, 예컨대, 원, 타원, 직사각형, 선이나 이들 1종류 이상을 조합한 형상이어도 좋다. 포토레지스트막(PR)은, 복수의 개구(OP)를 가져도 좋다. 복수의 개구(OP)는, 도 4a에 도시된 바와 같이, 각각 구멍 형상을 가지며, 일정한 간격으로 배열된 어레이 패턴을 구성하여도 좋다. 또한, 복수의 개구(OP)는, 각각 선 형상을 가지며, 일정한 간격으로 나란히 라인 & 스페이스의 패턴을 구성하여도 좋다.

[0070] 포토레지스트막(PR), 피에칭막(EF) 및 하지막(UF) 중의 2 이상의 적층막이, 다층 레지스트로서 기능하여도 좋다. 예컨대, 기판(W)이 하지막(UF) 아래에 다른 막을 더 가지며, 포토레지스트막(PR), 피에칭막(EF) 및 하지막(UF)의 적층막을 다층 레지스트로 하여, 상기 다른 막을 에칭하여도 좋다. 다층 레지스트막은, 예컨대, 유기

막이나 그 밖의 유전막, 무기막을 포함하여도 좋다. 유기막은, 예컨대, 스핀 온 카본막(SOC), 비정질 카본이다. 유전막은, 예컨대, 실리콘 산화막, 실리콘 질화막, SiARC, SiON이다. 포토레지스트막(PR)은, 금속 함유막(MF)은, 주석(Sn), 하프늄(Hf), 인듐(In), 티탄(Ti) 및 지르코늄(Zr)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 적어도 1종의 금속을 함유하는 막이어도 좋고, 일례로는 Sn 함유막이어도 좋다. 포토레지스트막(PR)은, CVD법, MLD법 또는 ALD법 등의 기상 퇴적법에 의해 형성되어도 좋고, 스핀 코트법 등의 액상 퇴적법에 의해 형성되어도 좋다. 개구(OP)는, 포토레지스트막(PR)에서 리소그래피로 형성되어도 좋고, 또한, 포토레지스트막(PR)을 에칭하여 형성되어도 좋다. 일례로는, 우선, 피에칭막(EF) 상에, 주석 등의 금속을 함유하는 포토레지스트막을 형성한다. 그리고, 노광 마스크를 이용하여, 상기 포토레지스트막에 선택적으로 광(예컨대, EUV 엑시머 레이저 등)을 조사하여, 상기 포토레지스트막에 노광 마스크에 따른 형상의 패턴을 노광한다. 노광 전에, 포토레지스트막으로부터 용매를 제거하는 노광전 베이크를 행하여도 좋고, 노광 후에, 포토레지스트막을 경화시키는 노광후 베이크를 행하여도 좋다. 그리고, 노광 후의 포토레지스트막을 현상한다. 현상은, 열이나 플라즈마 등을 이용하는 드라이 현상으로 행하여도 좋고, 현상액을 이용하는 웨트 현상으로 행하여도 좋다. 예컨대, 플라즈마를 이용하여 현상하는 경우, 노광 후의 레지스트막을 불화수소 등의 할로겐 화합물을 포함하는 가스로부터 생성한 플라즈마에 노출시킴으로써 행하여도 좋다. 이상에 따라, 개구(OP)를 갖는 포토레지스트막(PR)이 형성되어도 좋다.

[0071] 공정 ST13에서, 제1 막(TD1)이 형성된다(도 5b 참조). 제1 막(TD1)은, 포토레지스트막(PR)의 상면(TS) 상에 형성된 부분, 및 포토레지스트막(PR)의 측면(SS) 상에 형성된 부분을 적어도 갖도록 형성된다. 또한, 제1 막(TD1)은, 개구(OP)의 바닥면(BS)에 노출된 피에칭막(EF) 상에 형성되어도 좋다. 제1 막(TD1) 중, 상면(TS) 상에 형성된 부분의 막 두께는, 측면(SS) 상에 형성된 부분의 막 두께 및 바닥면(BS) 상에 형성된 부분의 막 두께보다 두꺼워도 좋다. 또한, 제1 막(TD1) 중, 측면(SS) 상에 형성된 부분의 표면은, 포토레지스트막(PR)의 측면(SS)보다 표면 조도(요철의 수나 크기를 포함함)가 적어도 좋다.

[0072] 또한, 제1 막(TD1) 중, 포토레지스트막(PR)의 상면(TS) 상에 형성된 부분은, 기판(W)을 평면에서 볼 때에, 상면(TS)으로부터 개구(OP)로 튀어나오도록 형성되어도 좋다. 상기 부분은, 예컨대, 기판(W)을 평면에서 볼 때에, 부분(SC)의 일부 또는 전부와 겹치도록 형성된다. 또한, 상기 부분의 표면은, 곡면이어도 좋고, 또한, 평면이어도 좋다.

[0073] 제1 막(TD1)은, 예컨대, 유기막이다. 제1 막(TD1)은, 예컨대, 탄화수소(C_xH_y)계의 가스를 포함하는 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용한 PECVD에 의해 형성된다(x 및 y는 양의 수). 상기 처리 가스는, $C_tH_uF_v$계를 포함하는 가스여도 좋다(t 및 v는 양의 수. u는 0 이상의 수). 일례로서, 처리 가스는, CH_3F나 C_4F_6를 포함하는 가스여도 좋다. 또한, 처리 가스는, N_2 등의 불활성 가스를 더 포함하여도 좋다. 제1 막(TD1)은, 성막 조건을 조정함으로써, 상면(TS)에서의 막 두께가, 측면(SS) 및 바닥면(BS)에서의 막 두께보다 두꺼워지도록 형성된다. 또한, 제1 막(TD1)은, 예컨대 Si 함유막 등의 무기막이어도 좋다.

[0074] 공정 ST14에서, 제2 막(TD2)이 형성된다(도 5c 참조). 제2 막(TD2)은 적어도 제1 막(TD1) 중 상면(TS) 상에 형성된 부분 상에 형성된다. 제2 막(TD2)은, 제1 막(TD1) 중 상면(TS) 상에 형성된 부분 상에 선택적으로 형성되어도 좋다. 또한, 제2 막(TD2)은, 제1 막(TD1) 중 측면(SS) 및 바닥면(BS) 상에 형성된 부분 상에, 더 형성되어도 좋다. 상기 부분의 표면은 곡면이어도 좋고, 또한, 평면이어도 좋다.

[0075] 제2 막(TD2)은, 예컨대, Si 함유막 등의 무기막이다. 제2 막(TD2)은, Si를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용한 PECVD에 의해 형성된다. 제2 막(TD2)은, 성막 조건을 조정함으로써, 제1 막(TD1) 중 상면(TS) 상에 형성된 부분 상에 선택적으로 형성된다. 또한, 제2 막(TD2)은, 일례로서, 붕소, 인, 또는 황 등을 포함하는 비금속 무기막, 또는, 주석, 텅스텐, 티탄, 또는 알루미늄 등을 포함하는 금속막이어도 좋다.

[0076] 공정 ST2에서, 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍한다(도 5d 참조). 부분(SC)의 트리밍은, 하나 이상의 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여, 제1 막(TD1)의 일부, 제2 막(TD2)의 일부, 및 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 이방성 에칭함으로써 행해져도 좋다. 또한, 제1 막(TD1)의 일부 및 제2 막(TD2)의 일부는 이방성 에칭됨과 더불어, 등방적으로 에칭되어도 좋다. 상기 하나 이상의 처리 가스는, 상기 플라즈마에 대한 포토레지스트막(PR) 및/또는 제1 막(TD1)의 에칭 레이트가, 상기 플라즈마에 대한 제2 막(TD2)의 에칭 레이트보다 커지는 하나 이상의 가스이다. 예컨대, 제1 막(TD1)이 유기막이며, 제2 막(TD2)이 Si 함유막인 경우, 상기 하나 이상의 가스는, 산소 함유 가스 및 할로겐 함유 가스를 포함하여도 좋다.

[0077] 또한, 공정 ST2에서, 포토레지스트막(PR)을 트리밍한 후에, 적어도 포토레지스트막(PR)의 측면(SS) 상에, 미리 정해진 막을 더 형성하여도 좋다. 그리고, 측면(SS) 상에 상기 미리 정해진 막이 형성된 포토레지스트막(PR)을

더 트리밍하여도 좋다. 이에 따라, 제1 막(TD1) 및/또는 제2 막(TD2)의 두께가 부족한 경우여도, 포토레지스트막(PR)을 적절히 트리밍할 수 있다. 일례에서는, 공정 ST2에서 포토레지스트막(PR)을 트리밍한 후에, 포토레지스트막(PR)에 형성된 개구(OP)의 치수(직경)를 측정하고, 측정된 치수에 기초하여, 적어도 포토레지스트막(PR)의 측면(SS) 상에, 미리 정해진 막을 형성하여도 좋다. 상기 미리 정해진 막은, 개구(OP)를 규정하는 제1 막(TD1)의 측벽 및/또는 제2 막(TD2)의 측벽에 형성되어도 좋다. 또한, 상기 미리 정해진 막은, 제2 막(TD2)의 상면에 형성되어도 좋다. 상기 미리 정해진 막은, 제1 막(TD1)과 동일한 재료 또는 제2 막(TD2)과 동일한 재료로 형성되어도 좋다. 또한, 상기 미리 정해진 막은 제1 막(TD1)과 동일한 재료로 형성된 막과 제2 막(TD2)과 동일한 재료로 형성된 막의 적층막이어도 좋다. 상기 미리 정해진 막의 막 두께는, 포토레지스트막(PR)에 형성된 개구(OP)의 치수(직경)에 기초하여 설정되어도 좋다.

[0078] 또한, 개구(OP)의 치수는, 광학적인 측정 장치로 측정되어도 좋다. 상기 측정 장치는, 도 2에 도시된 기판 처리 모듈(PM) 중 하나여도 좋다. 일례로서, 본 처리 방법이 복수의 기판(W)(예컨대 25장)을 하나의 단위(이하 「로트」라고도 함)로서 처리하는 경우, 로트에 포함되는 기판마다 개구(OP)의 치수가 측정되어도 좋다. 또한, 하나의 로트에 포함되는 특정 기판에 대해서, 개구(OP)의 치수를 측정하고, 상기 측정값을, 상기 특정 기판 및 상기 하나의 로트에 포함되는 다른 기판에서의 개구의 치수로 하여도 좋다. 하나의 로트에 포함되는 복수의 기판 중, 측정 대상이 되는 기판은, 상기 로트에서 (a) 처음으로 본 처리 방법이 실행되는 기판, (b) 마지막으로 본 처리 방법이 실행되는 기판, 또는, (c) 처음과 마지막 이외에 본 처리 방법이 실행되는 기판 중 어느 하나여도 좋다.

[0079] 공정 ST3에서, 피에칭막(EF)을 에칭한다(도 5e 참조). 피에칭막(EF)은, 포토레지스트막(PR), 제1 막(TD1) 및 제2 막(TD2)을 마스크로 하여 이방성 에칭된다. 즉, 피에칭막(EF)은, 개구(OP)의 바닥면(BS)에서 노출된 부분으로부터, 개구(OP)의 깊이 방향으로 이방성 에칭된다.

[0080] 피에칭막(EF)은, 제1 막(TD1) 및 포토레지스트막(PR)에 대하여, 피에칭막(EF)을 선택적으로 에칭하는 방법에 의해 에칭되어도 좋다. 피에칭막(EF)이 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막, SiON 등의 Si 함유막인 경우, 피에칭막(EF)의 에칭에서 이용되는 처리 가스는, 플루오로카본 가스 및/또는 하이드로플루오로카본 가스여도 좋다.

[0081] 다음에, 본 처리 방법의 실시예와 참고예에 대해서 설명한다. 본 개시는 이하의 실시예에 의해 전혀 한정되는 것은 아니다.

[0082] <실시예>

[0083] 실시예에서의 기판(W)은, SOC막[하지막(UF)], SiON 막[피에칭막(EF)] 및 포토레지스트막[포토레지스트막(PR)]의 적층 구조 상에, 유기막[제1 막(TD1)] 및 Si 함유막[제2 막(TD2)]이 이 순서로 적층된 구조를 갖는다(도 5c 참조). 포토레지스트막의 개구 패턴은, 참고예와 마찬가지로, 도 4a에 도시된 홀 패턴이다.

[0084] 실시예에서는, CH_4 및 Ar의 혼합 가스를 이용한 PECVD로 유기막[제1 막(TD1)]을 형성하였다. 또한, $SiCl_4$, H_2 및 Ar의 혼합 가스를 이용한 PECVD로 Si 함유막[제2 막(TD2)]을 형성하였다. 그리고, 유기막 및 Si 함유막의 형성 후에, O_2, HBr 및 Ar의 혼합 가스를 이용한 플라즈마 에칭으로, 유기막의 일부, Si 함유막의 일부 및 포토레지스트막의 일부를 에칭하였다. 그리고, 유기막, Si 함유 및 포토레지스트막을 마스크로 하여 SiON막을 에칭하였다. 또한, CHF계 가스, NF_3, N_2 및 Ar의 혼합 가스로부터 생성된 플라즈마에 의해 SiON막을 에칭하였다.

[0085] <참고예>

[0086] 참고예에서의 기판(W)은, 실시예와 같이, SOC막[하지막(UF)], SiON막[피에칭막(EF)], 및 포토레지스트막[포토레지스트막(PR)]이 이 순서로 적층된 구조를 갖는다(도 5a 참조). 포토레지스트막의 개구 패턴은, 도 4a에 도시된 홀 패턴이다. 참고예에서는, 포토레지스트막에 개구 패턴을 형성한 후, 상기 포토레지스트막을 마스크로 하여 SiON막을 에칭하였다. 또한, CHF계 가스, NF_3, N_2 및 Ar의 혼합 가스로부터 생성된 플라즈마에 의해 SiON막을 에칭하였다.

[0087] 실시예 및 참고예에서의 개구(OP)의 CD(Critical Dimension: 치수) 및 LCDU(Local Critical Dimension Uniformity: CD의 3σ)의 측정 결과를 표 1에 나타낸다. 또한, 표 1에서, 「포토레지스트막」은, 포토레지스트막에 형성된 개구의 측정 결과이다. 또한, 「SiON막」은, SiON막에 형성된 개구의 측정 결과이다. 또한, CD는 평균값이다.

[0088] [표 1]

	포토레지스트막	참고예	실시예
		ＳｉＯＮ막	ＳｉＯＮ막
ＣＤ（ｎｍ）	23.00	19.60	22.90
ＬＣＤＵ（ｎｍ）	3.94	2.53	1.28
ＬＣＤＵ／ＣＤ	0.171	0.129	0.056

[0089]

[0090] 표 1에 나타낸 바와 같이, 실시예에서의 측정 결과는, 참고예에서의 측정 결과보다 양호하였다. 즉, 우선, 실시예에서의 SiON막의 개구의 LCDU는, 참고예에서의 SiON막의 개구의 LCDU보다 대폭 개선되었다. 즉, 실시예에서는, SiON막의 개구의 CD의 균일성을 대폭 개선할 수 있었다. 또한, 실시예에서는, SiON막의 CD가 포토레지스트막의 CD에 가까운 것으로 되었다. 또한, 참고예의 SiON막의 CD는 포토레지스트막의 CD보다 상당히 작은 값이 되고 있지만, SiON막의 LCDU를 CD로 곱한 값에 대해서도 마찬가지로, 실시예에서는 참고예보다 대폭적인 개선이 보였다.

[0091] 본 처리 방법에서는, 포토레지스트막(PR) 상에 제1 막(TD1)을 형성하고, 제1 막(TD1) 상에 제2 막(TD2)을 더 형성한다. 그 때문에, 포토레지스트막(PR)의 개구를 규정하는 측면(SS)에 존재하는 부분(SC)을 선택적으로 제거 또는 저감할 수 있다. 또한, 포토레지스트막(PR)의 개구를 규정하는 측면(SS)에 함몰이나 균열(라인패턴 등의 패턴 끊김을 포함함) 등이 존재하여도, 포토레지스트막(PR) 상에 제1 막(TD1)을 형성함으로써, 상기 함몰 등을 보충 또는 저감할 수 있다. 이에 따라, 포토레지스트막(PR)의 개구(OP)를 규정하는 측면(SS)의 표면 조도를 저감시킬 수 있기 때문에, 상기 개구(OP)의 치수 또는 형상을 적절하게 제어할 수 있다. 그리고, 본 처리 방법에서는, 이러한 포토레지스트막(PR)[및/또는 제1 막(TD1) 및/혹은 제2 막(TD2)]을 마스크로 하여 피에칭막(EF)을 에칭하기 때문에, 피에칭막(EF)에 형성되는 개구의 치수 또는 형상을 적절하게 제어할 수 있다.

[0092] 또한, 본 처리 방법에서는, 포토레지스트막(PR) 상에 제1 막(TD1) 및 제2 막(TD2)을 선택적으로 형성한다. 즉, 본 처리 방법에서, 제1 막(TD1) 및 제2 막(TD2)은, 포토레지스트막(PR)의 상면(TS) 상에 형성된 부분의 막 두께가, 측면(SS)에 형성된 부분의 막 두께보다 두꺼워지도록 형성된다. 이에 따라, 포토레지스트막(PR)의 막 두께가 얇은 경우여도, 피에칭막(EF)과 에칭 마스크[포토레지스트막(PR) 및 제1 막(TD1) 및 제2 막(TD2)] 사이에서 충분한 선택비로 피에칭막(EF)을 에칭할 수 있다.

[0093] <본 처리 방법의 변형례 1>

[0094] 도 6은 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다. 본 예에서는, 준비 공정 ST1이 포토레지스트막(PR)의 막 두께를 판단하는 공정 ST121을 더 갖는다는 점에서, 도 3에 도시된 예와 상이하다. 즉, 본 예에서는, 공정 ST12에서 형성된 포토레지스트막(PR)의 막 두께에 기초하여, 준비 공정 ST1에서의 나머지 공정이 상이하다.

[0095] 공정 ST12에서 포토레지스트막(PR)이 형성된 후, 공정 ST121에서, 상기 포토레지스트막(PR)에 형성된 개구(OP)의 치수[일례로서, 개구(OP)의 직경] 및 상기 포토레지스트막(PR)의 두께를 측정한다. 그리고, 개구(OP)의 치수에 대한 포토레지스트막(PR)의 막 두께의 비율(이하, 「애스펙트비」라고도 함)을 산출한다. 애스펙트비가 2 이상인 경우, 공정 ST13 및 ST14를 스킵하여, 준비 공정 ST1을 종료한다. 그리고, 공정 ST2에서 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍한다. 상기 트리밍은, 예컨대, 포토레지스트막(PR)을 이방성 에칭함으로써 행해진다. 제1 두께는, 피에칭막(EF)의 두께나 재료, 피에칭막(EF)의 에칭에 이용되는 처리 가스의 종류 등에 기초하여, 임의로 정해져도 좋다.

[0096] 애스펙트비가 1 이상 2 미만인 경우, 도 3과 마찬가지로, 공정 ST13에서, 포토레지스트막(PR) 상에 제1 막(TD1)이 형성된다. 그리고, 공정 ST14를 스킵하여, 준비 공정 ST1을 종료한다. 그리고, 공정 ST2에서 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍한다. 제2 두께는, 제1 막(TD1)의 두께나 재료, 피에칭막(EF)의 두께나 재료, 피에칭막(EF)의 에칭에 이용되는 처리 가스의 종류 등에 기초하여 임의로 정해져도 좋다.

[0097] 애스펙트비가 1 미만인 경우, 도 3과 같이 공정 ST13 및 ST14를 실행하여 준비 공정 ST1을 종료한다. 그리고, 도 3과 같이, 공정 ST2에서 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍한다.

[0098] 또한, 공정 ST121에서, 개구(OP)의 치수 및 포토레지스트막(PR)의 막 두께는, 광학적인 측정 장치로 측정되어도 좋다. 상기 측정 장치는, 도 2에 도시된 기판 처리 모듈(PM) 중 하나여도 좋다. 일례로서, 본 처리 방법이 복수의 기판(W)(예컨대 25장)을 하나의 단위(이하 「로트」라고 함)로서 처리하는 경우, 로트에 포함되는 기판마다 개구(OP)의 치수 및/또는 포토레지스트막(PR)의 막 두께가 측정되어도 좋다. 또한, 공정 ST121에서, 하나의 로

트에 포함되는 특정 기판에 대해서, 개구(OP)의 치수 및/또는 포토레지스트막(PR)의 막 두께를 측정하고, 상기 측정값으로부터 산출된 애스펙트비를, 상기 특정 기판 및 상기 하나의 로트에 포함되는 다른 기판의 애스펙트비로 하여도 좋다. 하나의 로트에 포함되는 복수의 기판 중, 측정 대상이 되는 기판은, 상기 로트에서 (a) 처음으로 본 처리 방법이 실행되는 기판, (b) 마지막으로 본 처리 방법이 실행되는 기판, 또는, (c) 처음과 마지막 이외에 본 처리 방법이 실행되는 기판 중 어느 하나여도 좋다.

[0099] 본 예에 따르면, 포토레지스트막의 막 두께에 기초하여, 상기 포토레지스트막을 트리밍하기 위한 준비 공정을 적절히 선택할 수 있다.

[0100] <본 처리 방법의 변형례 2>

[0101] 도 7~도 9는 본 처리 방법의 변형례를 나타낸 흐름도이다. 이들 예에서는, 공정 ST2 이외에, 공정 ST12와 공정 ST13 사이 및 공정 ST13과 공정 ST14 사이의 적어도 한쪽에서, 포토레지스트막(PR)의 측면의 적어도 일부를 트리밍하는 공정(ST1-a, ST1-b)을 포함한다는 점에서, 도 3에 도시된 예와 상이하다. 보다 구체적으로는, 도 7에 도시된 예에서는, 공정 ST12와 공정 ST13 사이에, 하나 이상의 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여, 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍하는 공정(ST1-a)을 포함한다. 도 8에 도시된 예에서는, 공정 ST13과 공정 ST14 사이에, 하나 이상의 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여, 제1 막(TD1)의 일부[예컨대 제1 막(TD1)의 제2 부분 적어도 일부], 및 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍하는 공정(ST1-b)을 포함한다. 도 9에 도시된 예에서는, 공정 ST12와 공정 ST13 사이에, 하나 이상의 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여, 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)을 트리밍하는 공정(ST1-a), 및 공정 ST13과 공정 ST14 사이에, 하나 이상의 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여, 제1 막(TD1)의 일부[예컨대 제1 막(TD1)의 제2 부분 적어도 일부]를 트리밍하는 공정(ST1-b)을 포함한다. 또한, 도 9의 예에서는, 공정 ST1-a에서, 포토레지스트막(PR)의 부분(SC)의 일부를 트리밍하고, 공정 ST1-b에서, 제1 막(TD1)의 일부와, 포토레지스트막(PR)의 나머지 부분을 트리밍하여도 좋다.

[0102] 본 예에 따르면, 포토레지스트막(PR)의 개구를 규정하는 측면(SS)에 존재하는 부분(SC)을, 보다 고정밀도로, 선택적으로 제거 또는 저감할 수 있다.

[0103] 이상의 각 실시형태는, 설명의 목적으로 설명되어 있고, 본 개시의 범위 및 취지에서 벗어나지 않고 여러 가지 변형을 이룰 수 있다. 예컨대, 본 처리 방법은, 유도 결합형 플라즈마의 플라즈마 처리 장치(1) 이외에도 용량 결합형이나 마이크로파 플라즈마 등, 임의의 플라즈마원을 이용한 플라즈마 처리 장치를 이용하여 실행할 수 있다.

[0104] 또한, 본 개시는, 이하의 실시형태를 포함한다.

[0105] (부기1)

[0106] (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 제1 부분 및 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막을 갖는 기판을 준비하는 준비 공정으로서, 상기 제1 부분은 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 부분이고, 상기 제2 부분은 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 부분이며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 준비 공정과,

[0107] 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정

[0108] 을 포함하는 플라즈마 처리 방법.

[0109] (부기 2)

[0110] 상기 준비 공정은, 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 제2 막을 형성하는 공정을 포함하는 부기 1에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0111] (부기 3)

[0112] 상기 준비 공정은,

[0113] 상기 피에칭막과,

[0114] 상기 포토레지스트막을 갖는 기판을 준비하는 공정과,

[0115] 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부를 트리밍하는 공정과,

[0116] 트리밍된 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정

[0117] 을 포함하는

[0118] 부기 1 또는 2에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0119] (부기 4)

[0120] 상기 트리밍 공정 후에, 상기 포토레지스트막, 상기 제1 막 및 상기 제2 막을 마스크로 하여 상기 피에칭막을 에칭하는 에칭 공정을 더 포함하는 부기 2 또는 3에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0121] (부기 5)

[0122] 상기 포토레지스트막의 상기 측면은, 움푹 패인 부분 및 상기 측면으로부터 상기 개구로 튀어나온 부분 중 적어도 한쪽을 갖는 부기 1 내지 4 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0123] (부기 6)

[0124] 상기 튀어나온 부분은, 상기 포토레지스트막의 상기 측면으로부터 상기 피에칭막의 상기 상면에 걸쳐 존재하는 부기 5에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0125] (부기 7)

[0126] 상기 제1 막은 유기막이며, 상기 제2 막은 무기막인 부기 2에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0127] (부기 8)

[0128] 상기 포토레지스트막은 Sn 함유막인 부기 1 내지 7 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0129] (부기 9)

[0130] 상기 무기막은, 금속 함유막 또는 Si 함유막인 부기 7에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0131] (부기 10)

[0132] 상기 금속 함유막은, Sn 함유막인 부기 9에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0133] (부기 11)

[0134] 상기 금속 함유막은, W 함유막, Ti 함유막 또는 Al 함유막인 부기 9에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0135] (부기 12)

[0136] 상기 무기막은, 붕소, 인 또는 황을 포함하는 비금속 무기막인 부기 7에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0137] (부기 13)

[0138] 상기 트리밍 공정은, 미리 정해진 처리 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 실행되고,

[0139] 상기 생성된 플라즈마에 대한 상기 제1 막의 에칭 레이트는, 상기 생성된 플라즈마에 대한 상기 제2 막의 에칭 레이트보다 큰 부기 1 내지 7 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0140] (부기 14)

[0141] 상기 미리 정해진 처리 가스는, 산소 함유 가스 및 할로겐 함유 가스를 포함하는 부기 13에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0142] (부기 15)

[0143] 상기 제1 막 및 상기 제2 막은, 플라즈마 CVD에 의해 형성되는 부기 2, 4 및 7 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0144] (부기 16)

[0145] 상기 제1 막은, 탄소 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성되고,

[0146] 상기 제2 막은, Si 함유 가스를 포함하는 가스로부터 생성된 플라즈마를 이용하여 형성되는 부기 15에 기재된

플라즈마 처리 방법.

[0147] (부기 17)

[0148] 상기 탄소 함유 가스는 C_xH_y(x, y는 1 이상의 정수), $C_tH_uF_v$(t, v는 1 이상의 정수, u는 0 이상의 정수), CO, 또는 CO_2인 부기 16에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0149] (부기 18)

[0150] 상기 제1 막의 상기 제1 부분의 막 두께는, 상기 포토레지스트막의 막 두께 및 상기 제2 막의 막 두께보다 두꺼운 부기 2, 4 및 7 내지 12 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0151] (부기 19)

[0152] 상기 에칭 공정은, 상기 피에칭막 및 상기 제2 막을 에칭하는 부기 4에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0153] (부기 20)

[0154] 상기 피에칭막은 Si 함유막이며, 상기 제2 막은 Si 함유막인 부기 19에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0155] (부기 21)

[0156] 상기 트리밍 공정 및 상기 에칭 공정은, 동일한 챔버 내에서 실행되는 부기 4, 19 또는 20에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0157] (부기 22)

[0158] 상기 트리밍 공정은,

[0159] 상기 트리밍 공정에서 에칭된 상기 측면에 의해 상기 피에칭막 상에 규정되는 개구의 치수를 측정하는 공정과,

[0160] 상기 측정된 치수에 기초하여, 상기 트리밍 공정에서 에칭된 상기 측면 상에 제3 막을 형성하는 공정과,

[0161] 상기 제3 막의 일부를 에칭하는 공정

[0162] 을 더 포함하는 부기 1 내지 21 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0163] (부기 23)

[0164] 상기 제3 막은, 유기막을 포함하는 부기 22에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0165] (부기 24)

[0166] 상기 제3 막은, 상기 유기막 및 상기 유기막 상에 형성된 무기막을 포함하는 적층막인 부기 23에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0167] (부기 25)

[0168] 상기 트리밍 공정은, 상기 개구의 치수를 측정하는 공정, 상기 제3 막을 형성하는 공정 및 상기 제3 막의 일부를 에칭하는 공정을 반복하는 공정을 포함하는 부기 22 내지 24 중 어느 한 항에 기재된 플라즈마 처리 방법.

[0169] (부기 26)

[0170] 플라즈마 처리 챔버, 상기 플라즈마 처리 챔버에 처리 가스를 공급하는 가스 공급부, 상기 플라즈마 처리 챔버 내에 플라즈마를 생성시키기 위한 전력을 공급하는 전원, 및 제어부를 구비하고,

[0171] 상기 제어부는,

[0172] (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있으며, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막과, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막과, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된 제2 막을 갖는 기판을 배치하며,

[0173] 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 제어를 실행하는

[0174] 플라즈마 처리 장치.

[0175] (부기 27)

[0176] 제1 챔버를 갖는 제1 플라즈마 처리 장치 및 제2 챔버를 갖는 제2 플라즈마 처리 장치를 구비한 플라즈마 처리 시스템으로서,

[0177] 상기 제1 플라즈마 처리 장치는, (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 갖는 기판을 상기 1 챔버 내에 배치하며, 상기 제1 챔버 내에서, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분 및 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하는 제1 막으로서, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두꺼운 제1 막을 형성하며, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 제2 막을 형성하도록 구성되어 있고,

[0178] 상기 제2 플라즈마 처리 장치는, 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부, 및 상기 제1 막의 상기 제2 부분의 적어도 일부를 적어도 에칭하도록 구성되어 있는 플라즈마 처리 시스템.

[0179] (부기 28)

[0180] (a) 피에칭막과, (b) 상기 피에칭막의 상면에 형성되어 있고, 상기 피에칭막의 상기 상면에 적어도 하나의 개구를 규정하는 측면을 갖는 포토레지스트막을 준비하는 공정과,

[0181] 상기 개구의 치수에 대한 상기 포토레지스트막의 막 두께의 비율을 구하는 공정과,

[0182] 상기 비율이 1 이상 2 미만인 경우에 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하는 공정과,

[0183] 상기 비율이 1 미만인 경우에, 상기 포토레지스트막 상에 제1 막을 형성하며, 또한, 상기 제1 막 상에 제2 막을 형성하는 공정과,

[0184] 상기 포토레지스트막의 상기 측면의 적어도 일부를 적어도 에칭하는 트리밍 공정

[0185] 을 포함하고,

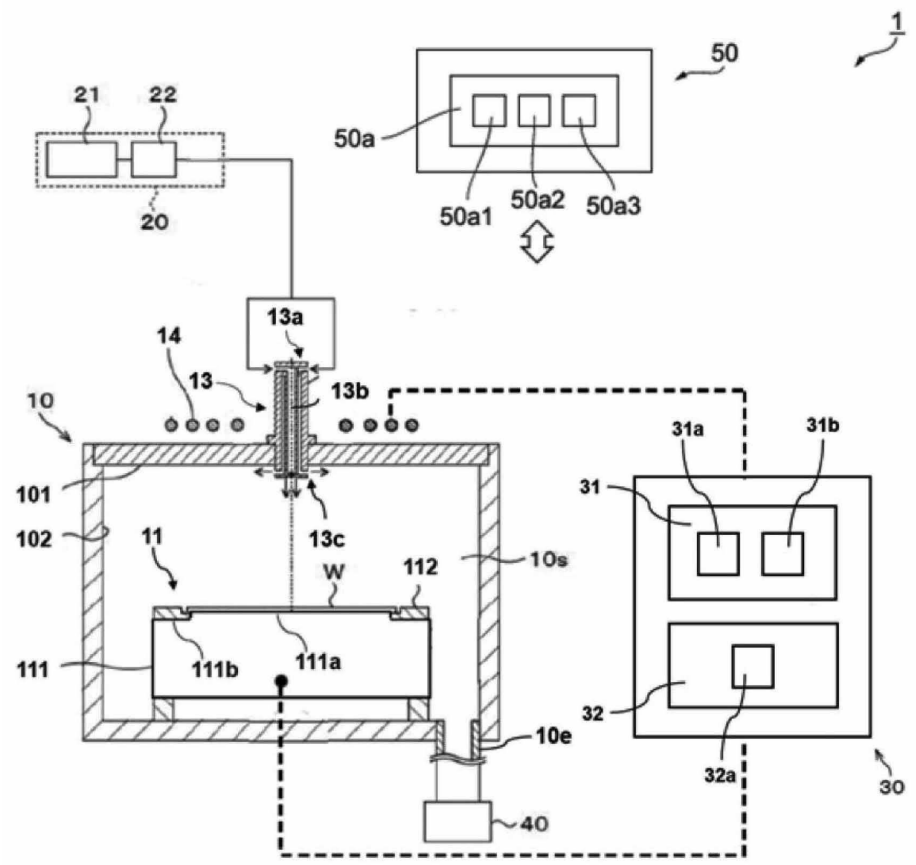
[0186] 상기 제1 막은, (c) 상기 포토레지스트막의 상면에 형성된 제1 부분과 상기 포토레지스트막의 상기 측면에 형성된 제2 부분을 적어도 포함하며, 상기 제1 부분은 상기 제2 부분보다 막 두께가 두껍고,

[0187] 상기 제2 막은, (d) 상기 제1 막 중 적어도 상기 제1 부분 상에 형성된

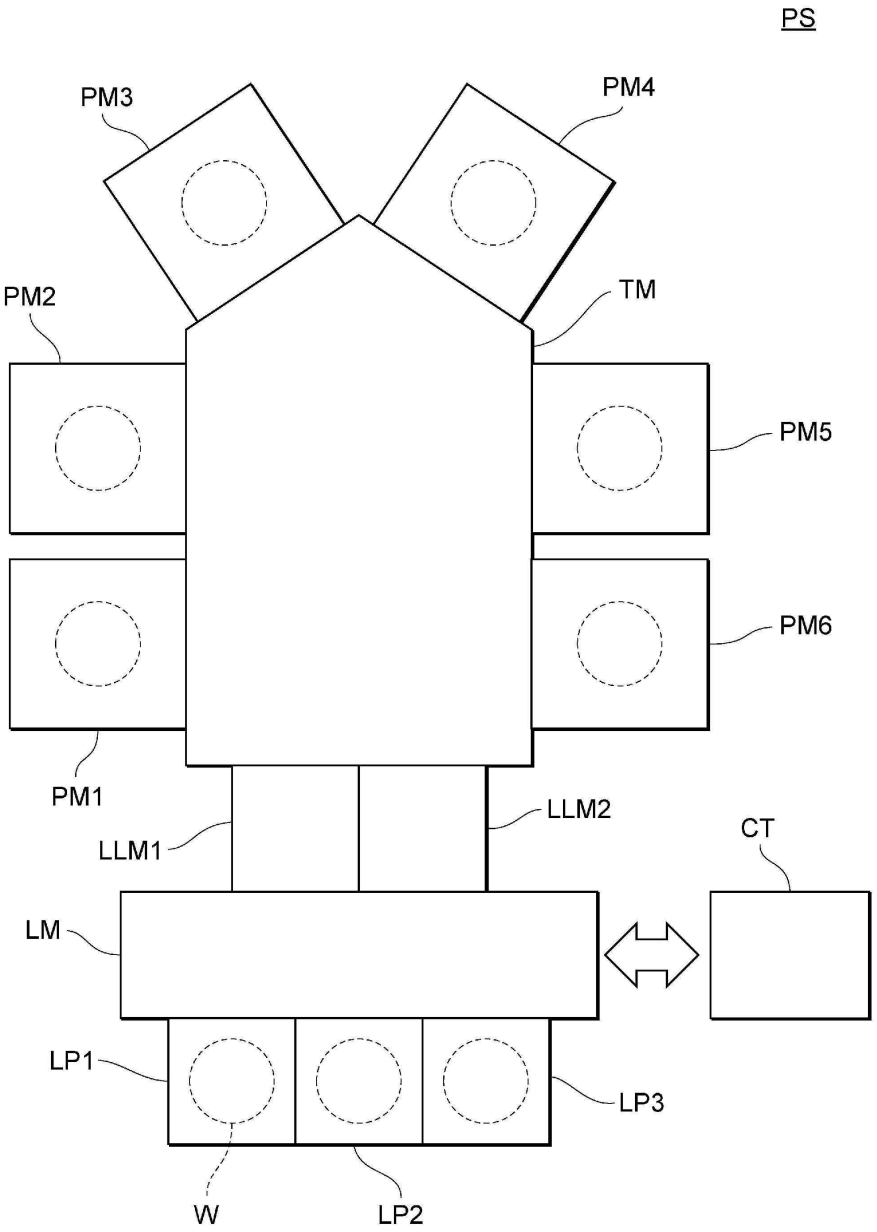
[0188] 플라즈마 처리 방법.

도면

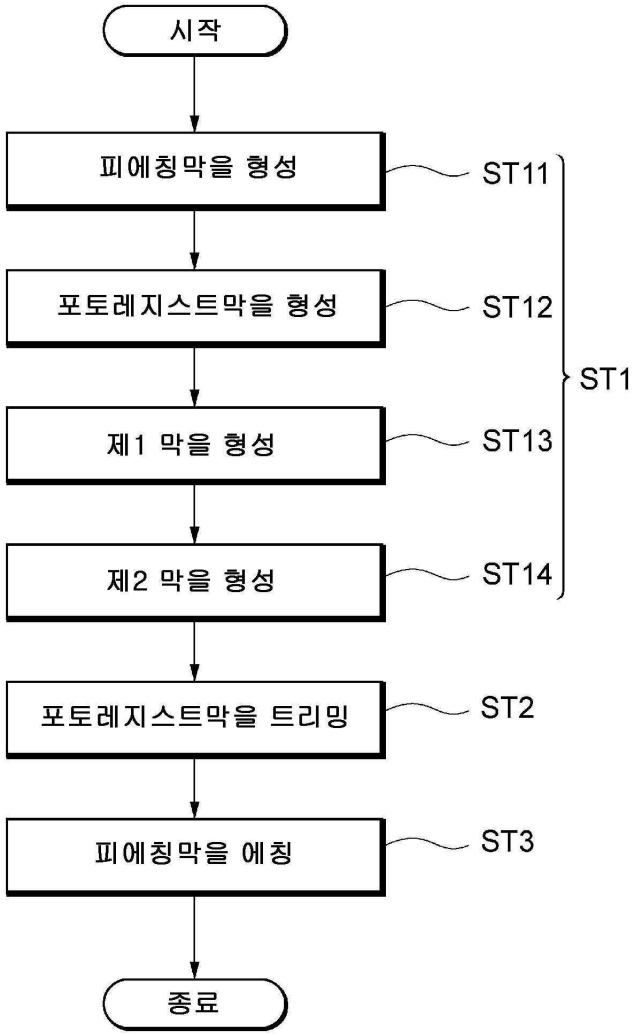
도면1


1
50
21
22
20
50a
50a1
50a2
50a3
13a
14
13
13b
10
101
102
11
13c
W
112
10s
111
111b
111a
10e
40
31a
31b
31
32
32a
30

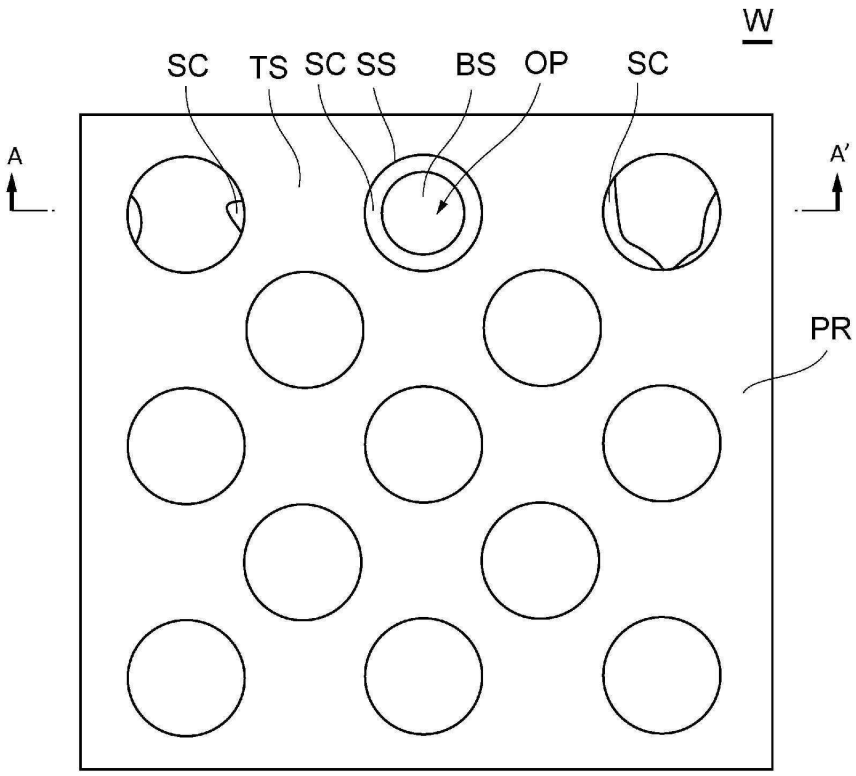
도면2



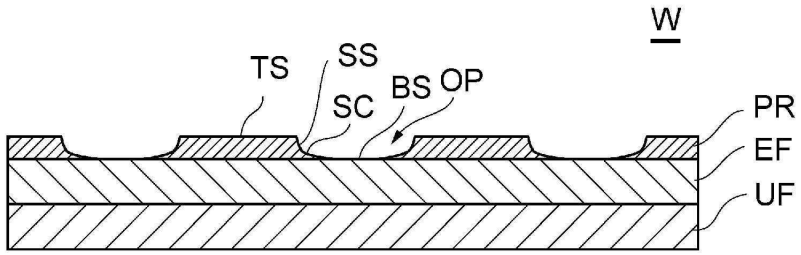
도면3


시작
피에칭막을 형성
ST11
포토레지스트막을 형성
ST12
ST1
제1 막을 형성
ST13
제2 막을 형성
ST14
포토레지스트막을 트리밍
ST2
피에칭막을 에칭
ST3
종료

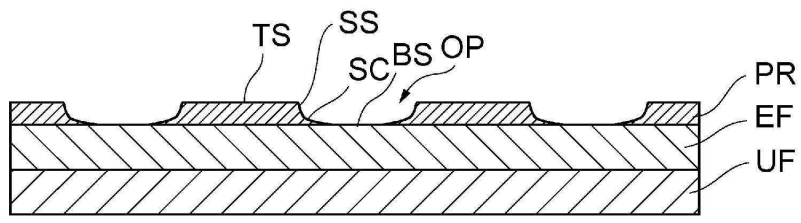
도면4a



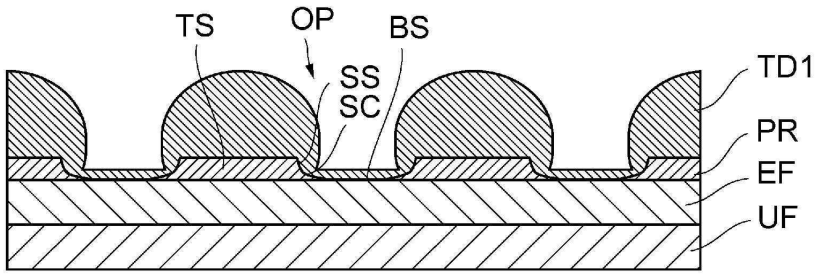
도면4b



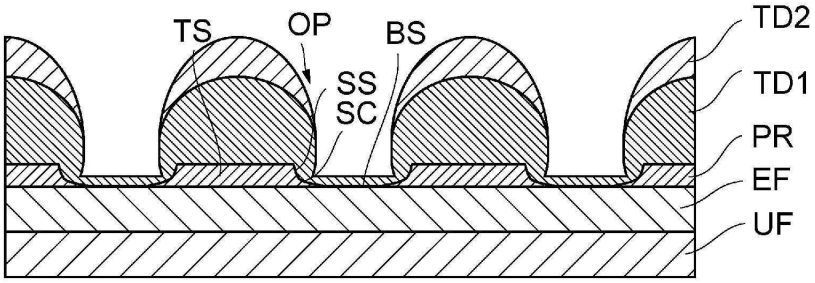
도면5a



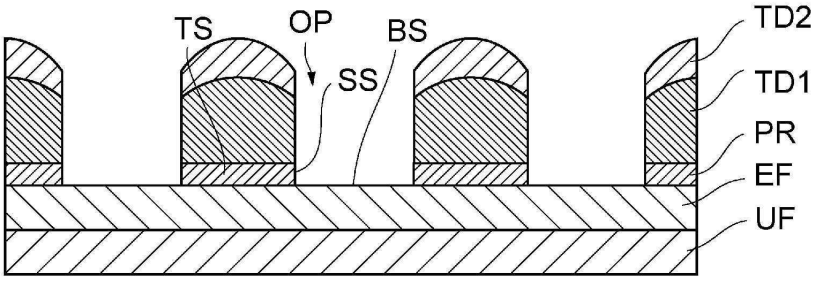
도면5b



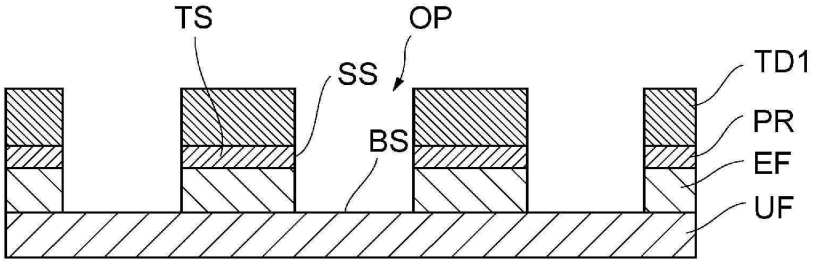
도면5c



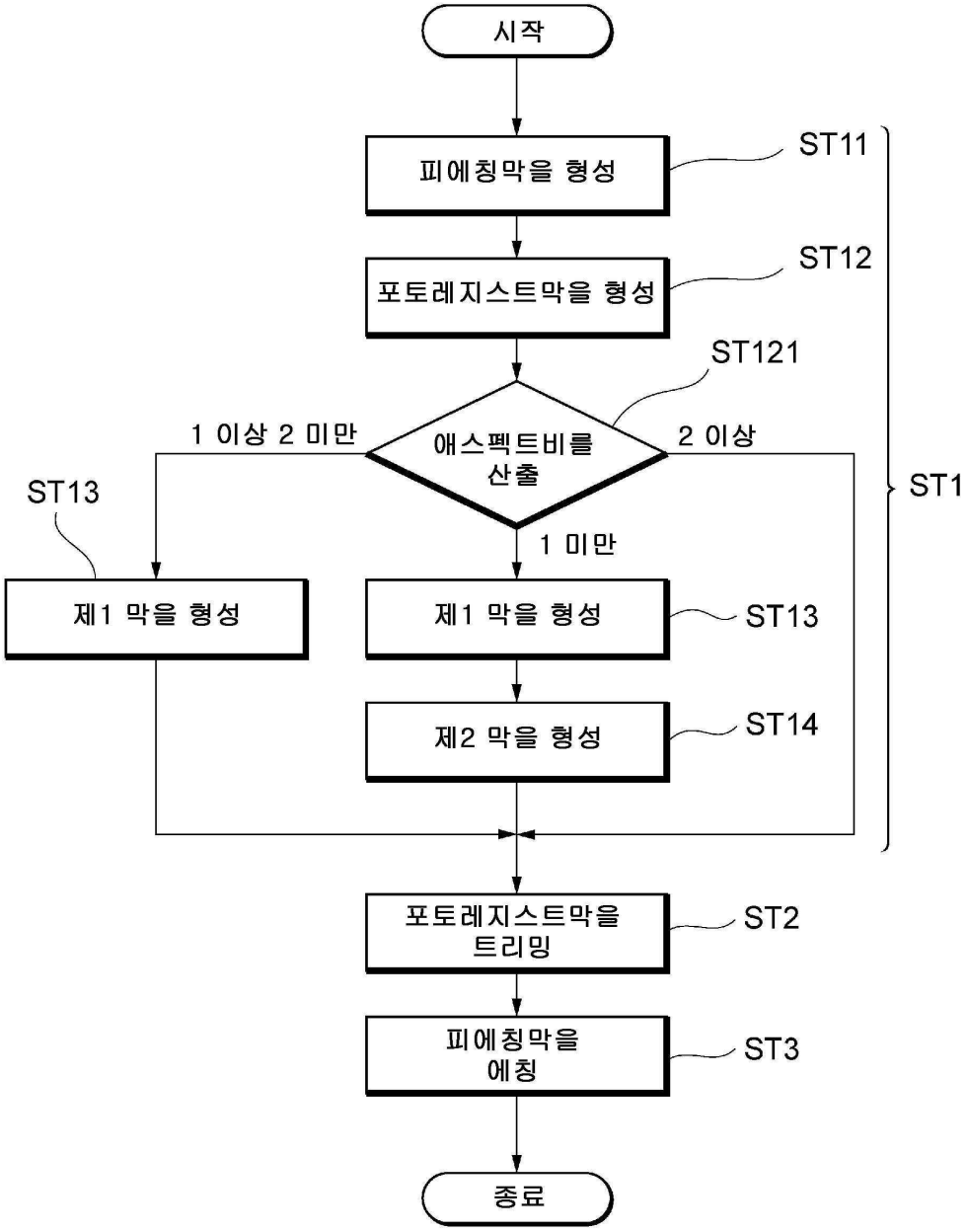
도면5d



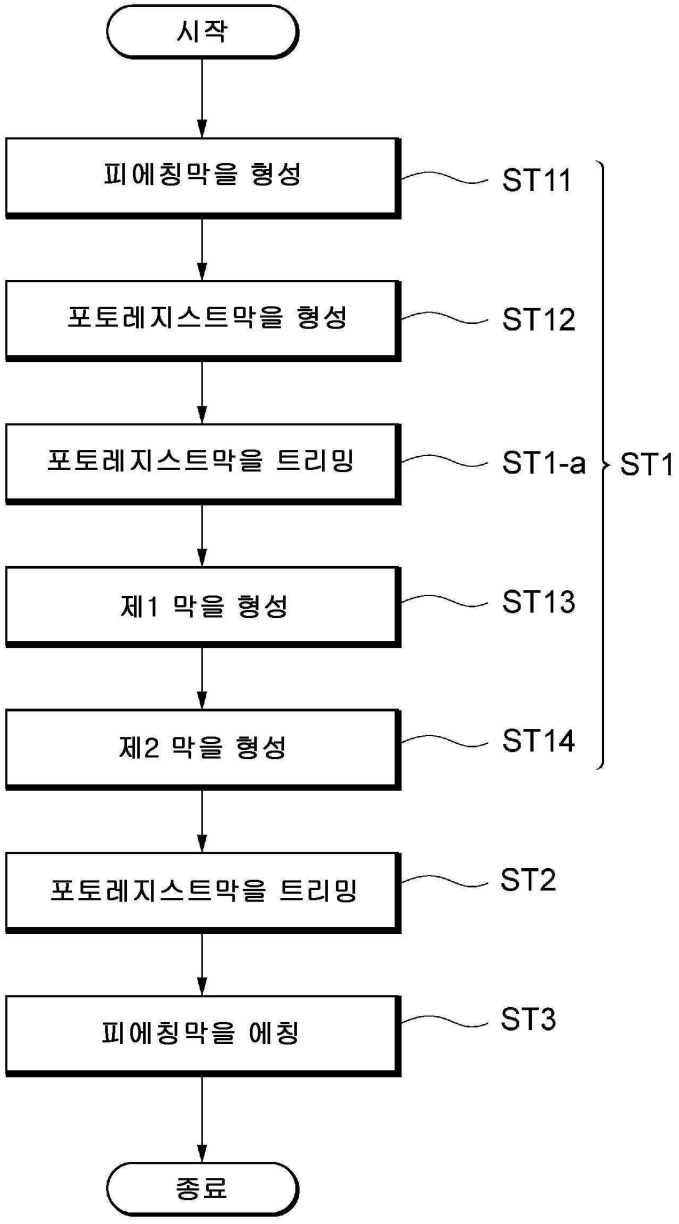
도면5e



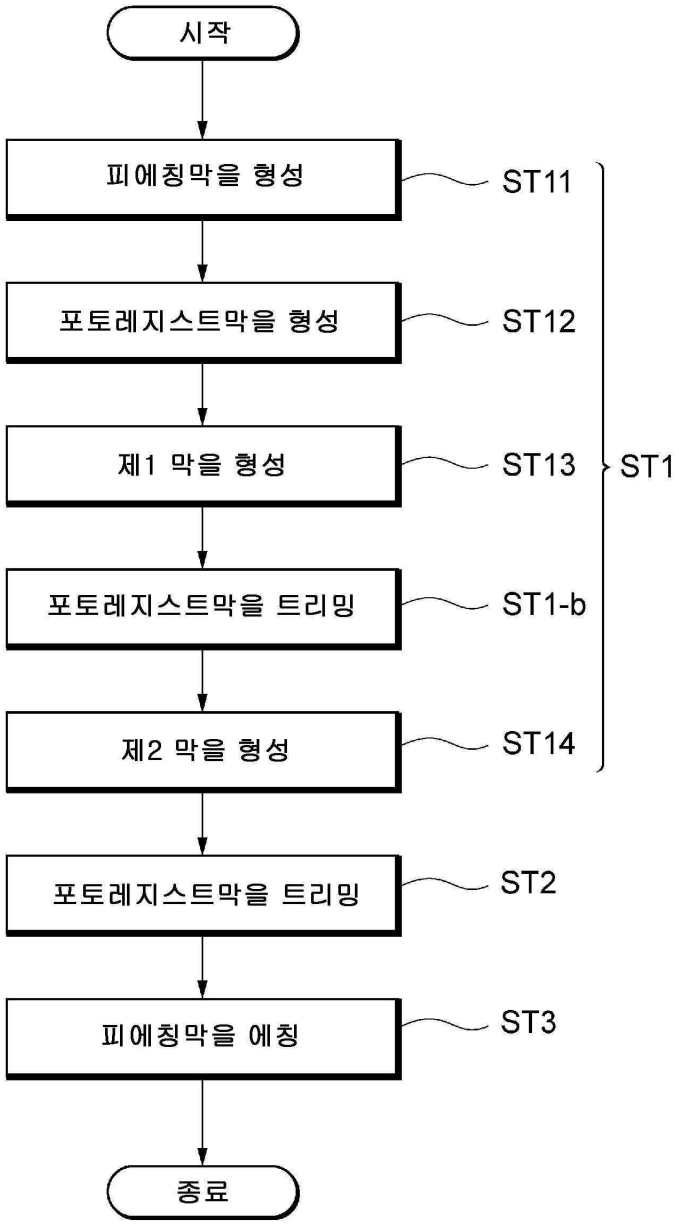
도면6


시작
피에칭막을 형성
ST11
포토레지스트막을 형성
ST12
ST121
애스펙트비를 산출
1 이상 2 미만
2 이상
1 미만
ST13
제1 막을 형성
제1 막을 형성
ST13
제2 막을 형성
ST14
ST1
포토레지스트막을 트리밍
ST2
피에칭막을 에칭
ST3
종료

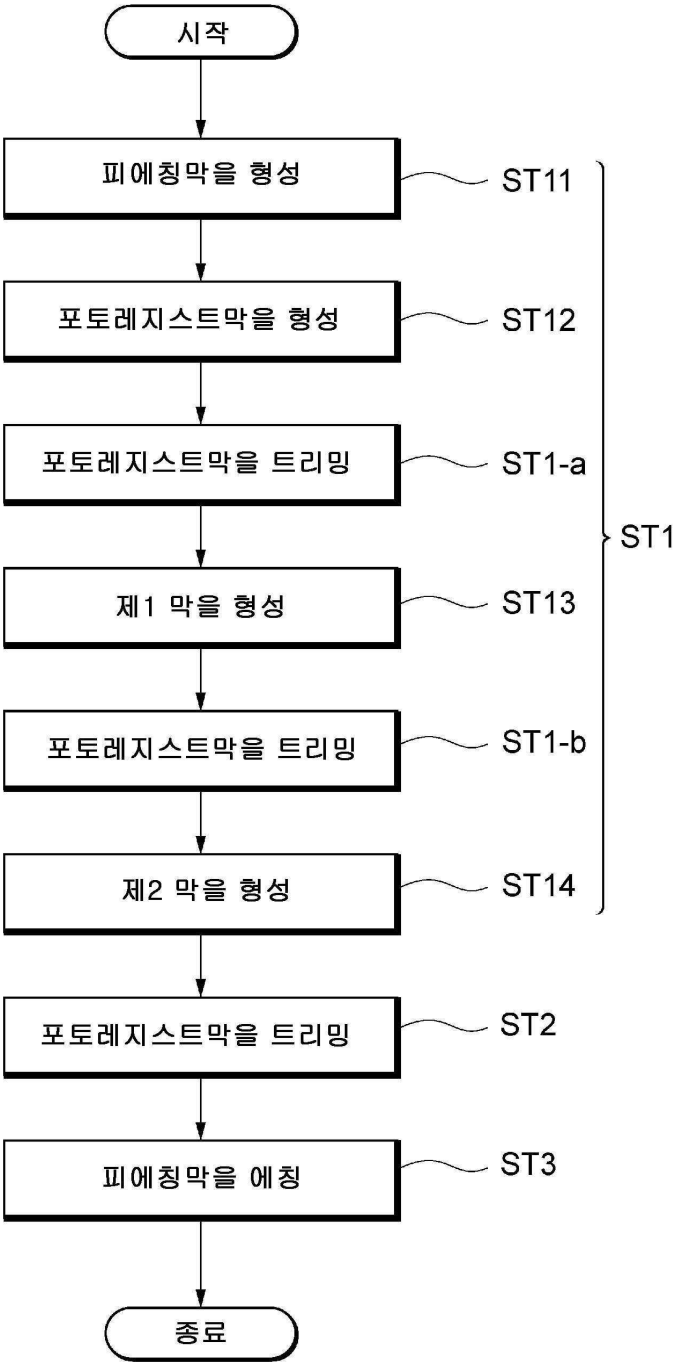
도면7


시작
피에칭막을 형성
ST11
포토레지스트막을 형성
ST12
포토레지스트막을 트리밍
ST1-a
ST1
제1 막을 형성
ST13
제2 막을 형성
ST14
포토레지스트막을 트리밍
ST2
피에칭막을 에칭
ST3
종료

도면8


시작
피에칭막을 형성
ST11
포토레지스트막을 형성
ST12
제1 막을 형성
ST13
ST1
포토레지스트막을 트리밍
ST1-b
제2 막을 형성
ST14
포토레지스트막을 트리밍
ST2
피에칭막을 에칭
ST3
종료

도면9


시작
피에칭막을 형성
ST11
포토레지스트막을 형성
ST12
포토레지스트막을 트리밍
ST1-a
ST1
제1 막을 형성
ST13
포토레지스트막을 트리밍
ST1-b
제2 막을 형성
ST14
포토레지스트막을 트리밍
ST2
피에칭막을 에칭
ST3
종료