(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0044323
(43) 공개일자 2025년03월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *C23C 16/02* (2006.01)
C23C 16/04 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02263 (2013.01)
C23C 16/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7005878
(22) 출원일자(국제) 2022년09월23일
심사청구일자 2025년02월24일
(85) 번역문제출일자 2025년02월24일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2022/035548
(87) 국제공개번호 WO 2024/062634
국제공개일자 2024년03월28일

(71) 출원인
가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉트릭
일본 도쿄도 치요다쿠 칸다카지쵸 3쵸메 4번지
(72) 발명자
모리야, 아츠시
일본 9392393 토야마껭 토야마시 야쯔오마치 야스우치 2초메 1 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉트릭 내
호리타, 히데키
일본 9392393 토야마껭 토야마시 야쯔오마치 야스우치 2초메 1 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉트릭 내
다카하시, 마사히로
일본 9392393 토야마껭 토야마시 야쯔오마치 야스우치 2초메 1 가부시키가이샤 코쿠사이 엘렉트릭 내
(74) 대리인
양영준, 박상돈, 이중희

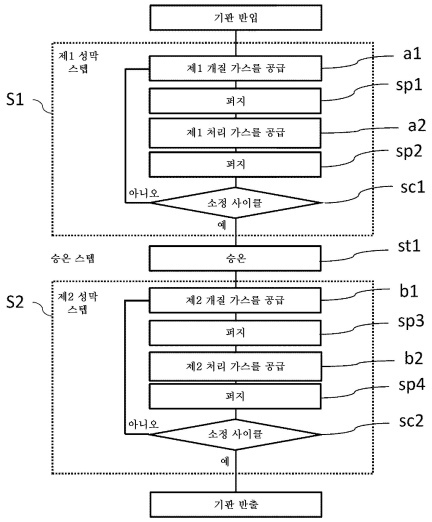
전체 청구항 수 : 총 39 항

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 방법, 반도체 장치의 제조 방법, 기판 처리 장치 및 프로그램**

(57) 요 약

본 개시는, 성막에 있어서 단차 피복성을 향상 가능한 기술을 제공한다. 일 실시 형태에 의하면, (a1) 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과, (a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시키는 공정과, (b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과, (b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 공정을 갖는 기술이 제공된다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
C23C 16/04 (2013.01)
H01L 21/02164 (2013.01)
H01L 21/0217 (2013.01)
H01L 21/02312 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

(a1) 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

(a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시키는 공정과,

(b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

(b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 공정

을 갖는 기판 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기판은 오목부를 갖는, 기판 처리 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

(a2)에서는, 상기 제1 처리 가스로서의 상기 제1 원소를 포함하는 제1 원료 가스와 제1 반응 가스를 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

(a2)에서는, 상기 제1 원료 가스와 상기 제1 반응 가스를 차례로 소정 횟수 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

(b2)에서는, 상기 제2 처리 가스로서의 상기 제2 원소를 포함하는 제2 원료 가스와, 제2 반응 가스를 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

(b2)에서는, 상기 제2 원료 가스와 상기 제2 반응 가스를 차례로 소정 횟수 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

(a2)에서는, 상기 제1 처리 가스로서의 상기 제1 원소를 포함하는 제1 원료 가스와 제1 반응 가스를 공급하고,

(b2)에서는, 상기 제2 처리 가스로서의 상기 제2 원소를 포함하는 제2 원료 가스와, 제2 반응 가스를 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

(a2)에서는, 상기 제1 원료 가스와 상기 제1 반응 가스를 차례로 소정 횟수 공급하고,

(b2)에서는, 상기 제2 원료 가스와 상기 제2 반응 가스를 차례로 소정 횟수 공급하는, 기판 처리 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 처리 가스의 분해 온도는 상기 제2 처리 가스와 동일한, 기판 처리 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

(a1)과 (a2)는, (b1)과 (b2)와 동일한 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

(a1)과 (a2)와 (b1)과 (b2)를 소정 횟수 행한 후에,

(c) 상기 기판에 대하여, 제3 원소를 포함하고, 상기 제1 처리 가스 및 상기 제2 처리 가스보다도 분해 온도가 높은 제3 처리 가스를 공급하여, 상기 기판에 제3 원소를 흡착시키는 공정을 더 갖고,

(c)는, (a1)과 (a2)와 (b1)과 (b2)보다도 높은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

(a1)과 (a2)와 (b1)과 (b2)를 소정 횟수 행한 후에,

(c1) 상기 기판에 대하여, 상기 제1 개질 가스와 상기 제2 개질 가스보다도 분해 온도가 높은 제3 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면의 적어도 일부를 개질하는 공정과, (c2) 상기 기판에 대하여, 제3 원소를 포함하고, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스보다도 분해 온도가 높은 제3 처리 가스를 공급하여, 상기 기판에 제3 원소를 흡착시키는 공정을 더 갖고,

(c1)과 (c2)는, (a1)과 (a2)와 (b1)과 (b2)보다도 높은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

(b1)과 (b2)는, (a1)과 (a2)를 소정 횟수 행한 후에 소정 횟수 행해지고,

상기 제1 개질 가스는 상기 제2 개질 가스보다도 분해 온도가 낮은, 기판 처리 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

(a1)과 (a2)는, (b1)과 (b2)보다도 낮은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 제1 처리 가스는, 상기 제2 처리 가스보다도 분해 온도가 낮은, 기판 처리 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

(a1)과 (a2)는, (b1)과 (b2)보다도 낮은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 17

제13항에 있어서,

(a1)과 (a2)를 당해 차례로 소정 횟수 행하는, 기판 처리 방법.

청구항 18

제13항에 있어서,

(b1)과 (b2)를 당해 차례로 소정 횟수 행하는, 기판 처리 방법.

청구항 19

제2항에 있어서,

(b1)과 (b2)는, (a1)과 (a2)를 소정 횟수 행한 후에 소정 횟수 행해지고,

상기 제1 개질 가스는 상기 제2 개질 가스보다도 분해 온도가 낮고,

상기 제2 개질 가스는, 상기 제1 개질 가스가 상기 오목부 내를 개질하는 영역보다도 상기 오목부의 심부측을 개질하는, 기판 처리 방법.

청구항 20

제19항에 있어서,

(a1)과 (a2)는 (b1)과 (b2)보다도 낮은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 제1 처리 가스는, 상기 제2 처리 가스보다도 분해 온도가 낮은, 기판 처리 방법.

청구항 22

제21항에 있어서,

(a1)과 (a2)는 (b1)과 (b2)보다도 낮은 온도에서 행해지는, 기판 처리 방법.

청구항 23

제19항에 있어서,

(a1)과 (a2)를 당해 차례로 소정 횟수 행하는, 기판 처리 방법.

청구항 24

제19항에 있어서,

(b1)과 (b2)를 당해 차례로 소정 횟수 행하는, 기판 처리 방법.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개질 가스는 제1 할로겐 원소를 포함하고, 상기 제2 개질 가스는 제2 할로겐 원소를 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 26

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개질 가스는 상기 제1 원소를 포함하고, 상기 제2 개질 가스는 상기 제2 원소를 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 27

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개질 가스는 제1 할로겐 원소와 상기 제1 원소를 포함하고, 상기 제2 개질 가스는 제2 할로겐 원소와 상기 제2 원소를 포함하는, 기판 처리 방법.

청구항 28

제13항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 개질 가스와 상기 제2 개질 가스가, 동일한 원소를 주 원소로 하는 가스이며,

상기 제1 개질 가스는, 상기 제2 개질 가스보다도 고차의 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 29

제28항에 있어서,

상기 제1 개질 가스와 상기 제2 개질 가스가, 차수가 동등한 가스이며,

상기 제1 개질 가스는, 상기 제2 개질 가스보다 분자의 대칭성이 낮은 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 30

제15항, 제16항, 제21항, 제23항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스가, 동일한 원소를 주 원소로 하는 가스이며,

상기 제1 처리 가스는, 상기 제2 처리 가스보다도 고차의 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 31

제30항에 있어서,

상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스가, 차수가 동등한 가스이며,

상기 제1 처리 가스는, 상기 제2 처리 가스보다 분자의 대칭성이 낮은 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 32

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 제1 원료 가스와 상기 제2 원료 가스가, 동일한 원소를 주 원소로 하는 가스이며,

상기 제1 원료 가스는, 상기 제2 원료 가스보다도 고차의 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 33

제32항에 있어서,

상기 제1 원료 가스와 상기 제2 원료 가스가, 차수가 동등한 가스이며,

상기 제1 원료 가스는, 상기 제2 원료 가스보다 분자의 대칭성이 낮은 가스인, 기판 처리 방법.

청구항 34

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

(b2)에서는, (a2)에 있어서 상기 기판에 흡착한 상기 제1 원소를 포함하는 제1 층을 시드층으로서 상기 제2 원소를 포함하는 제2 층이 형성되는, 기판 처리 방법.

청구항 35

제31항에 있어서,

상기 원소는 제1의 14족 원소이며, 상기 제2 원소는 제2의 14족 원소인, 기판 처리 방법.

청구항 36

제32항에 있어서,

상기 제1의 14족 원소와 상기 제2의 14족 원소는 실리콘인, 기판 처리 방법.

청구항 37

(a1) 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

(a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제1 원소를 흡착시키는 공정과,

(b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

(b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 공정

을 갖는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 38

기판이 처리되는 처리실과,

상기 처리실 내의 상기 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하는 제1 개질 가스 공급계와,

상기 처리실 내의 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하는 제1 처리 가스 공급계와,

상기 처리실 내의 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하는 제2 개질 가스 공급계와,

상기 처리실 내의 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 공급하는 제2 처리 가스 공급계와,

상기 처리실 내에 있어서, (a1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 처리와, (a2) 상기 기판에 대하여 상기 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제1 원소를 흡착시키는 처리와, (b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 처리와, (b2) 상기 기판에 대하여 상기 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 처리를 실행시키도록, 상기 제1 개질 가스 공급계와 상기 제1 처리 가스 공급계와 상기 제2 개질 가스 공급계와 상기 제2 처리 가스 공급계를 제어 가능하게 구성되는 제어부

를 갖는 기판 처리 장치.

청구항 39

(a1) 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면의 적어도 일부를 개질하는 수순과,

(a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시키는 수순과,

(b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면의 적어도 일부를 개질하는 수순과,

(b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 수순

을 갖는 방법을 컴퓨터에 의해 기판 처리 장치에 실행시키는 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는, 기판 처리 방법, 반도체 장치의 제조 방법, 기판 처리 장치 및 프로그램에 적용하기에 유효한 기술이다.

배 경 기 술

[0002] 근년의 LSI 제조 공정에 있어서의 디바이스 형상의 미세화나 복잡화에 수반되어, 보다 미세한 가공 기술이 요구되고 있다(예를 들어, 특허문헌 1 및 특허문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-69407호 공보

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2013-197307호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시는, 성막에 있어서 단차 피복성이나 매립 특성을 향상시키는 기술을 제공한다.

[0005] 그 밖의 과제와 신규한 특징은, 본 명세서의 기술 및 첨부 도면으로부터 밝혀질 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 개시 중 대표적인 실시 형태에 의하면,

[0007] (a1) 기판에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

[0008] (a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시키는 공정과,

[0009] (b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

[0010] (b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 공정

[0011] 을 갖는 기술이 제공된다.

발명의 효과

[0012] 본 개시는, 성막에 있어서 단차 피복성이나 매립 특성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은, 실시 형태에 따른 기판 처리 장치의 종단면도이다.

도 2는, 도 1의 기판 처리 장치가 갖는 컨트롤러의 구성을 나타내는 블록도이다.

도 3은, 실시 형태에 따른 제1 기판 처리 방법을 나타내는 도면이다.

도 4는, 실시 형태에 따른 제2 기판 처리 방법을 나타내는 도면이다.

도 5는, 제2 기판 처리 방법에 이용되는 가스 공급 관계의 구성을 나타내는 도면이다.

도 6은, 제1 개질 가스를 사용한 경우의 성막을 설명하는 도면이다.

도 7의 (a)는 제1 개질 가스의 흡착 개소를 나타내는 도면이다. 도 7의 (b)는 제2 개질 가스의 흡착 개소를 나타내는 도면이다.

도 8의 (a)는 제1 성막 스텝에 있어서의 제1 개질 가스의 흡착 개소를 나타내는 도면이다. 도 8의 (b)는 제1 성막 스텝에 있어서 형성되는 막을 나타내는 도면이다. 도 8의 (c)는 제2 성막 스텝에 있어서의 제2 개질 가스의 흡착 개소를 나타내는 도면이다. 도 8의 (d)는 제2 성막 스텝에 있어서 형성되는 막을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 실시 형태에 대하여, 도면을 이용하여 설명한다. 단, 이하의 설명에 있어서, 동일 구성 요소에는 동일 부호를 붙여 반복되는 설명을 생략하는 경우가 있다. 또한, 도면은 설명을 보다 명확하게 하기 위해서, 실제의 양태에 비해 모식적으로 표현되는 경우가 있지만, 어디까지나 일례이지 본 개시의 해석을 한정하는 것은 아니다. 또한, 이하의 설명에 있어서 사용되는 도면은, 모두 모식적인 것이며, 도면에 도시되는, 각 요소의 치수의 관계, 각 요소의 비율 등은 현실의 것과는 반드시 일치하지 않는 경우가 있다. 또한, 복수의 도면의 상호간에 있어서도, 각 요소의 치수 관계, 각 요소의 비율 등은 반드시 일치하지 않는 경우가 있다.

[0015] (1) 기판 처리 장치의 구성

[0016] 도 1은, 본 개시에 따른 기판 처리 장치의 종형 처리로의 개략 구성도이며, 처리로 부분의 종단면도이다. 도 1에 도시한 바와 같이, 처리로(202)는 가열 기구(온도 조정부)로서의 히터(207)를 갖는다. 히터(207)는 원통 형상이며, 보유 지지판에 지지됨으로써 수직으로 설치되어 있다. 히터(207)는 가스를 열로 활성화(여기)시키는 활성화 기구(여기부)로서도 기능한다.

[0017] 히터(207)의 내측에는, 히터(207)와 동심원상으로 반응관(203)이 배치되어 있다. 반응관(203)은, 예를 들어 석영(SiO_2) 또는 탄화실리콘(SiC) 등의 내열성 재료에 의해 구성되고, 상단이 폐색되고 하단이 개구된 원통 형상으로 형성되어 있다. 반응관(203)의 하방에는, 반응관(203)과 동심원상으로 매니폴드(209)가 배치되어 있다. 매니폴드(209)는, 예를 들어 스테인리스(SUS) 등의 금속 재료에 의해 구성되고, 상단 및 하단이 개구된 원통 형상으로 형성되어 있다. 매니폴드(209)의 상단부는, 반응관(203)의 하단부에 걸림 결합되어 있으며, 반응관(203)을 지지하도록 구성되어 있다. 매니폴드(209)와 반응관(203)의 사이에는, 시일 부재로서의 O링(220a)이 마련되어 있다. 반응관(203)은 히터(207)와 마찬가지로 수직으로 거치되어 있다. 주로, 반응관(203)과 매니폴드(209)에 의해 처리 용기(반응 용기)가 구성된다. 처리 용기의 통 중공부에는 처리실(201)이 형성된다. 처리실(201)은 기판으로서의 웨이퍼(200)를 수용 가능하게 구성되어 있다. 이 처리실(201) 내에서 웨이퍼(200)에 대한 처리가 행해진다.

[0018] 처리실(201) 내에는, 제1 내지 제5 공급부로서의 노즐(249a 내지 249e)이 매니폴드(209)의 측벽을 관통하도록 각각 마련되어 있다. 도 1에는, 노즐(249a 내지 249c)의 3개의 노즐이 표시되어 있으며, 노즐(249d 내지 249e)의 2개는, 도면이 복잡해지므로, 그 도시를 생략하였다. 노즐(249a 내지 249e)을 제1 내지 제5 노즐이라고도 칭한다. 노즐(249a 내지 249e)은, 예를 들어 석영 또는 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성되어 있다. 노즐(249a 내지 249e)에는, 가스 공급관(232a 내지 232e)이 각각 접속되어 있다. 노즐(249a 내지 249e)은 각각 다른 노즐이다.

[0019] 가스 공급관(232a 내지 232e)에는, 가스류의 상류측부터 순서대로 유량 제어기(유량 제어부)인 매스 플로 컨트롤러(MFC)(241a 내지 241e) 및 개폐 밸브인 밸브(243a 내지 243e)가 각각 마련되어 있다. 가스 공급관(232a 내지 232e)의 밸브(243a 내지 243e)보다도 하류측에는, 가스 공급관(232f 내지 232j)이 각각 접속되어 있다. 가스 공급관(232f 내지 232j)에는, 가스류의 상류측부터 순서대로 MFC(241f 내지 241j) 및 밸브(243f 내지 243j)가 각각 마련되어 있다. 가스 공급관(232a 내지 232j)은, 예를 들어 SUS 등의 금속 재료에 의해 구성되어 있다.

[0020] 노즐(249a 내지 249e)은 반응관(203)의 내벽과 웨이퍼(200)의 사이에 있어서의 평면에서 볼 때 원환형의 공간에, 반응관(203)의 내벽의 하부에서 상부를 따라 웨이퍼(200)의 배열 방향 상방을 향해 상승되도록 각각 마련되어 있다. 즉, 노즐(249a 내지 249e)은 웨이퍼(200)가 배열되는 웨이퍼 배열 영역의 측방의, 웨이퍼 배열 영역을 수평으로 에워싸는 영역에, 웨이퍼 배열 영역을 따르도록 각각 마련되어 있다. 예를 들어, 평면에서 볼 때, 노즐(249c)은 처리실(201) 내에 반입되는 웨이퍼(200)의 중심을 사이에 두고 후술하는 배기구(231a)와 일직선상에 대향하도록 배치되어 있다. 노즐(249a, 249b)과 노즐(249d, 249e)은 노즐(249c)과 배기구(231a)의 중

심을 통과하는 직선을, 반응관(203)의 내벽(웨이퍼(200)의 외주부)을 따라 양측으로부터 끼워 넣도록 배치되어 있다. 직선은, 노즐(249c)과 웨이퍼(200)의 중심을 통과하는 직선이기도 하다. 즉, 노즐(249c)은 직선 L을 사이에 두고 노즐(249a)과 반대측에 마련되어 있다고 할 수도 있다. 노즐(249a, 249b)과 노즐(249d, 249e)은 직선을 대칭축으로 하여 선 대칭으로 배치되어 있다. 노즐(249a 내지 249e)의 측면에는, 가스를 공급하는 가스 공급 구멍(250a 내지 250d)이 각각 마련되어 있다. 가스 공급 구멍(250a 내지 250d)은 각각이, 평면에서 볼 때 배기구(231a)와 대향(대면)하도록 개구되어 있으며, 웨이퍼(200)를 향해 가스를 공급하는 것이 가능하게 되어 있다. 가스 공급 구멍(250a 내지 250d)은 반응관(203)의 하부에서 상부에 걸쳐 복수 마련되어 있다.

[0021] 가스 공급관(232a)으로부터는, 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스(제1 원료 가스)로서, 예를 들어 제1 원소로서의 실리콘(Si)을 포함하는 Si 함유 가스를 사용할 수 있다. Si 함유 가스로서, 예를 들어 주 원소로서의 Si를 포함하는 실란 가스가, MFC(241a), 밸브(243a), 노즐(249a)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다.

[0022] 가스 공급관(232b)으로부터는, 제1 개질 가스(제1 성막 저해 가스, 제1 인히비터)로서, 예를 들어 제1 원소로서의 Si와 할로겐 원소를 포함하는 가스, 즉 할로실란 가스가, MFC(241b), 밸브(243b), 노즐(249b)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다.

[0023] 가스 공급관(232c)으로부터는, 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스(제2 원료 가스)로서, 예를 들어 제2 원소로서의 Si를 포함하는 실란 가스가, MFC(241c), 밸브(243c), 노즐(249c)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다.

[0024] 가스 공급관(232d)으로부터는, 제2 개질 가스(제2 성막 저해 가스, 제2 인히비터)로서, 예를 들어 제2 원소로서의 Si와 할로겐 원소를 포함하는 가스, 즉 할로실란 가스가, MFC(241d), 밸브(243d), 노즐(249d)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다.

[0025] 가스 공급관(232e)으로부터는, 반응 가스가 MFC(241e), 밸브(243e), 노즐(249e)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다.

[0026] 가스 공급관(232f 내지 232j)으로부터는, 불활성 가스로서, 예를 들어 질소(N_2) 가스가, 각각 MFC(241f 내지 241j), 밸브(243f 내지 243j), 노즐(249a 내지 249e)을 통해 처리실(201) 내로 공급된다. 불활성 가스는 퍼지 가스, 캐리어 가스, 희석 가스 등으로서 작용한다.

[0027] 주로, 가스 공급관(232a), MFC(241a), 밸브(243a)에 의해, 제1 처리 가스(제1 원료 가스) 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232b), MFC(241b), 밸브(243b)에 의해, 제1 개질 가스 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232c), MFC(241c), 밸브(243c)에 의해, 제2 처리 가스(제2 원료 가스) 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232d), MFC(241d), 밸브(243d)에 의해, 제2 개질 가스 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232e), MFC(241e), 밸브(243e)에 의해, 반응 가스 공급계가 구성된다. 주로, 가스 공급관(232f 내지 232j), MFC(241f 내지 241j), 밸브(243f 내지 243j)에 의해, 불활성 가스 공급계가 구성된다.

[0028] 상술한 각종 공급계 중 어느 것, 혹은 모든 공급계는, 밸브(243a 내지 243j)나 MFC(241a 내지 241j) 등이 집적되어 이루어지는 집적형 공급 시스템(248)으로서 구성되어 있어도 된다. 집적형 공급 시스템(248)은 가스 공급관(232a 내지 232j)의 각각에 대하여 접속되고, 가스 공급관(232a 내지 232j) 내로의 각종 가스의 공급 동작, 즉 밸브(243a 내지 243j)의 개폐 동작이나 MFC(241a 내지 241j)에 의한 유량 조정 동작 등이, 후술하는 컨트롤러(121)에 의해 제어되도록 구성되어 있다. 집적형 공급 시스템(248)은 일체형, 혹은 분할형 집적 유닛으로서 구성되어 있으며, 가스 공급관(232a 내지 232j) 등에 대하여 집적 유닛 단위로 착탈을 행할 수 있어, 집적형 공급 시스템(248)의 메인터넌스, 교환, 증설 등을, 집적 유닛 단위로 행하는 것이 가능하도록 구성되어 있다.

[0029] 반응관(203)의 측벽 하방에는, 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 배기구(231a)가 마련되어 있다. 배기구(231a)는 웨이퍼(200)를 사이에 두고 노즐(249a 내지 249e)(가스 공급 구멍(250a 내지 250e))과 대향(대면)하는 위치에 마련되어 있다. 배기구(231a)는 반응관(203)의 측벽의 하부에서 상부를 따라서, 즉 웨이퍼 배열 영역을 따라 마련되어 있어도 된다. 배기구(231a)에는 배기관(231)이 접속되어 있다. 배기관(231)에는, 처리실(201) 내의 압력을 검출하는 압력 검출기(압력 검출부)로서의 압력 센서(245) 및 압력 조정기(압력 조정부)로서의 APC(Auto Pressure Controller) 밸브(244)를 통해 진공 배기 장치로서의 진공 펌프(246)가 접속되어 있다. APC 밸브(244)는 진공 펌프(246)를 작동시킨 상태에서 밸브를 개폐함으로써, 처리실(201) 내의 진공 배기 및 진공 배기 정지를 행할 수 있고, 또한 진공 펌프(246)를 작동시킨 상태에서, 압력 센서(245)에 의해 검출된 압력 정보에 기초하여 밸브 개방도를 조절함으로써, 처리실(201) 내의 압력을 조정할 수 있도록 구성되어 있다. 주로, 배기관(231), APC 밸브(244), 압력 센서(245)에 의해, 배기계가 구성된다. 진공 펌프(246)를 배기계에 포

함시켜 생각해도 된다.

[0030] 매니폴드(209)의 하방에는, 매니폴드(209)의 하단 개구를 기밀하게 폐색 가능한 노구 덮개체로서의 시일 캡(219)이 마련되어 있다. 시일 캡(219)은, 예를 들어 SUS 등의 금속 재료에 의해 구성되고, 원반형으로 형성되어 있다. 시일 캡(219)의 상면에는, 매니폴드(209)의 하단과 맞닿는 시일 부재로서의 O링(220b)이 마련되어 있다. 시일 캡(219)의 하방에는, 후술하는 보트(217)를 회전시키는 회전 기구(267)가 설치되어 있다. 회전 기구(267)의 회전축(255)은 시일 캡(219)을 관통하여 보트(217)에 접속되어 있다. 회전 기구(267)는 보트(217)를 회전시킴으로써 웨이퍼(200)를 회전시키도록 구성되어 있다. 시일 캡(219)은 반응관(203)의 외부에 설치된 승강 기구로서의 보트 엘리베이터(115)에 의해 수직 방향으로 승강되도록 구성되어 있다. 보트 엘리베이터(115)는 시일 캡(219)을 승강시킴으로써, 웨이퍼(200)를 처리실(201) 내외로 반입 및 반출(반송)하는 반송 장치(반송 기구)로서 구성되어 있다. 매니폴드(209)의 하방에는, 시일 캡(219)을 강하시켜 보트(217)를 처리실(201) 내로부터 반출한 상태에서, 매니폴드(209)의 하단 개구를 기밀하게 폐색 가능한 노구 덮개체로서의 셔터(219s)가 마련되어 있다. 셔터(219s)는 예를 들어 SUS 등의 금속 재료에 의해 구성되고, 원반형으로 형성되어 있다. 셔터(219s)의 상면에는, 매니폴드(209)의 하단과 맞닿는 시일 부재로서의 O링(220c)이 마련되어 있다. 셔터(219s)의 개폐 동작(승강 동작이나 회동 동작 등)은 셔터 개폐 기구(115s)에 의해 제어된다.

[0031] 기판 지지구로서의 보트(217)는 복수 매, 예를 들어 25 내지 200매의 웨이퍼(200)를 수평 자세로, 또한 서로 중심을 일치시킨 상태에서 수직 방향으로 정렬시켜 다단으로 지지하도록, 즉 간격을 두고 배열시키도록 구성되어 있다. 보트(217)는, 예를 들어 석영이나 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성된다. 보트(217)의 하부에는, 예를 들어 석영이나 SiC 등의 내열성 재료에 의해 구성되는 단열판(218)이 다단으로 지지되어 있다.

[0032] 또한, 본 명세서에 있어서의 「25 내지 200매」와 같은 수치 범위의 표기는, 하한값 및 상한값이 그 범위에 포함되는 것을 의미한다. 따라서, 예를 들어 「25 내지 200매」란 「25매 이상 200매 이하」를 의미한다. 다른 수치 범위에 대해서도 마찬가지이다.

[0033] 반응관(203) 내에는, 온도 검출기로서의 온도 센서(263)가 설치되어 있다. 온도 센서(263)에 의해 검출된 온도 정보에 기초하여 히터(207)에 대한 통전 상태를 조정함으로써, 처리실(201) 내의 온도가 원하는 온도 분포가 된다. 온도 센서(263)는 반응관(203)의 내벽을 따라 마련되어 있다.

[0034] 도 2에 도시한 바와 같이, 제어부(제어 수단)인 컨트롤러(121)는 CPU(Central Processing Unit)(121a), RAM(Random Access Memory)(121b), 기억 장치(121c), I/O포트(121d)를 구비한 컴퓨터로서 구성되어 있다. RAM(121b), 기억 장치(121c), I/O포트(121d)는 내부 버스(121e)를 통해 CPU(121a)와 데이터 교환 가능하도록 구성되어 있다. 컨트롤러(121)에는, 예를 들어 터치 패널 등으로서 구성된 입출력 장치(122)가 접속되어 있다.

[0035] 기억 장치(121c)는 예를 들어 플래시 메모리, HDD(Hard Disk Drive) 등으로 구성되어 있다. 기억 장치(121c) 내에는, 기판 처리 장치의 동작을 제어하는 제어 프로그램이나, 후술하는 기판 처리의 수순이나 조건 등이 기재된 프로세스 레시피 등이 판독 가능하게 저장되어 있다. 프로세스 레시피는, 후술하는 기판 처리에 있어서의 각 수순을 컨트롤러(121)에 실행시켜 소정의 결과를 얻을 수 있도록 조합된 것이며, 프로그램으로서 기능한다. 이하, 프로세스 레시피나 제어 프로그램 등을 총칭하여, 단순히 프로그램이라고도 한다. 또한, 프로세스 레시피를, 단순히 레시피라고도 한다. 본 명세서에 있어서 프로그램이라는 용어를 사용한 경우에는, 레시피 단체만을 포함하는 경우, 제어 프로그램 단체만을 포함하는 경우, 또는 그들 양쪽을 포함하는 경우가 있다. RAM(121b)은, CPU(121a)에 의해 판독된 프로그램이나 데이터 등이 일시적으로 유지되는 메모리 영역(워크 에어리어)으로서 구성되어 있다.

[0036] I/O 포트(121d)는 상술한 MFC(241a 내지 241j), 밸브(243a 내지 243j), 압력 센서(245), APC 밸브(244), 진공 펌프(246), 온도 센서(263), 히터(207), 회전 기구(267), 보트 엘리베이터(115), 셔터 개폐 기구(115s) 등에 접속되어 있다.

[0037] CPU(121a)는, 기억 장치(121c)로부터 제어 프로그램을 판독하여 실행함과 함께, 입출력 장치(122)로부터의 조작 커맨드의 입력 등에 따라서 기억 장치(121c)로부터 레시피를 판독하도록 구성되어 있다. CPU(121a)는, 판독한 레시피의 내용에 따르도록, MFC(241a 내지 241j)에 의한 각종 가스의 유량 조정 동작, 밸브(243a 내지 243j)의 개폐 동작, APC 밸브(244)의 개폐 동작 및 압력 센서(245)에 기초하는 APC 밸브(244)에 의한 압력 조정 동작, 진공 펌프(246)의 기동 및 정지, 온도 센서(263)에 기초하는 히터(207)의 온도 조정 동작, 회전 기구(267)에 의한 보트(217)의 회전 및 회전 속도 조절 동작, 보트 엘리베이터(115)에 의한 보트(217)의 승강 동작, 셔터 개폐 기구(115s)에 의한 셔터(219s)의 개폐 동작 등을 제어하도록 구성되어 있다.

[0038] 컨트롤러(121)는, 외부 기억 장치(123)에 저장된 상술한 프로그램을, 컴퓨터에 인스톨함으로써 구성할 수 있다. 외부 기억 장치(123)는, 예를 들어 HDD 등의 자기 디스크, CD 등의 광 디스크, MO 등의 광자기 디스크, USB 메모리 등의 반도체 메모리 등을 포함한다. 기억 장치(121c)나 외부 기억 장치(123)는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체로서 구성되어 있다. 이하, 이들을 총칭하여 단순히 기록 매체라고도 한다. 본 명세서에 있어서 기록 매체라는 용어를 사용한 경우에는, 기억 장치(121c) 단체만을 포함하는 경우, 외부 기억 장치(123) 단체만을 포함하는 경우, 또는 그들 양쪽을 포함하는 경우가 있다. 또한, 컴퓨터에 대한 프로그램의 제공은, 외부 기억 장치(123)를 사용하지 않고, 인터넷이나 전용 회선 등의 통신 수단을 사용하여 행해도 된다.

[0039] (2) 기판 처리 공정

[0040] (2-1) 제1 기판 처리 방법

[0041] 도 3은, 실시 형태에 따른 제1 기판 처리 방법을 나타내는 도면이다. 반도체 장치(디바이스)의 제조 방법의 일 공정으로서, 웨이퍼(200) 위에, 예를 들어 제1 원소를 포함하는 막(제1 막, 제1 층)과, 제2 원소를 포함하는 막(제2 막, 제2 층)을 형성하는 기판 처리 방법의 공정의 일례에 대하여 도 3을 이용하여 설명한다. 이 예에서는, 웨이퍼(200)의 표면에 형성된 오목부의 내부에 제1 원소를 포함하는 막과 제2 원소를 포함하는 막을 형성하는 공정이며, 상술한 기판 처리 장치(10)의 처리로(202)를 사용하여 실행된다. 이하의 설명에 있어서, 기판 처리 장치(10)를 구성하는 각 부의 동작은 컨트롤러(121)에 의해 제어된다.

[0042] 본 실시 형태에 의한 기판 처리 공정(반도체 장치의 제조 공정)은, 예를 들어

[0043] (a1) 기판(웨이퍼(200))에 대하여 제1 개질 가스(제1 성막 저해 가스, 제1 인히비터)를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

[0044] (a2) 상기 기판에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스(제1 원료 가스)를 공급하여, 상기 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시키는 공정과,

[0045] (b1) 상기 기판에 대하여 상기 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스(제2 성막 저해 가스, 제2 인히비터)를 공급하여, 상기 기판의 적어도 일부를 개질하는 공정과,

[0046] (b2) 상기 기판에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스(제2 원료 가스)을 상기 기판에 공급하여, 상기 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 영역에 우선적으로 상기 제2 원소를 흡착시키는 공정

[0047] 을 갖는다.

[0048] 본 명세서에 있어서 「웨이퍼」라는 용어를 사용한 경우에는, 「웨이퍼 그 자체」를 의미하는 경우나, 「웨이퍼와 그 표면에 형성된 소정의 층이나 막 등과의 적층체」를 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에 있어서 「웨이퍼의 표면」이라는 용어를 사용한 경우에는, 「웨이퍼 그 자체의 표면」을 의미하는 경우나, 「웨이퍼 위에 형성된 소정의 층이나 막 등의 표면」을 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에 있어서 「웨이퍼 위에 소정의 층을 형성한다」고 기재한 경우에는, 웨이퍼 그 자체의 표면 위에 소정의 층을 직접 형성하는 것을 의미하는 경우나, 웨이퍼 위에 형성되어 있는 층 등의 위에 소정의 층을 형성하는 것을 의미하는 경우가 있다. 본 명세서에 있어서 「기판」이라는 용어를 사용한 경우도, 「웨이퍼」라는 용어를 사용한 경우와 동일한 의미이다.

[0049] 본 명세서에 있어서의 처리 온도란, 웨이퍼(200)의 온도 또는 처리실(201) 내의 온도를 의미하고, 처리 압력과는 처리실(201) 내의 압력을 의미한다. 또한, 처리 시간이란, 그 처리를 계속하는 시간을 의미한다. 이들은, 이하의 설명에 있어서도 마찬가지이다.

[0050] (기판 반입 공정)

[0051] 기판 반입 공정에서는, (웨이퍼 차지 및 보트 로드)와 (압력 조정 및 온도 조정)이 실시된다.

[0052] (웨이퍼 차지 및 보트 로드)

[0053] 복수 매의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 장전(웨이퍼 차지)되면, 셔터 개폐 기구(115s)에 의해 셔터(219s)가 이동되어, 매니폴드(209)의 하단 개구가 개방된다(셔터 오픈). 그 후, 도 1에 도시한 바와 같이, 복수 매의 웨이퍼(200)를 지지한 보트(217)는 보트 엘리베이터(115)에 의해 들어올려져 처리실(201) 내로 반입(보트 로드)된다. 이 상태에서, 시일 캡(219)은 O링(220b)을 통해 매니폴드(209)의 하단을 시일한 상태로 된다.

[0054] (압력 조정 및 온도 조정)

[0055] 처리실(201) 내, 즉 웨이퍼(200)가 존재하는 공간이 원하는 압력(진공도)이 되도록, 진공 펌프(246)에 의해 진공 배기(감압 배기)된다. 이때, 처리실(201) 내의 압력은 압력 센서(245)로 측정되고, 이 측정된 압력 정보에 기초하여 APC 밸브(244)가 피드백 제어된다. 또한, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)가 원하는 처리 온도가 되도록, 히터(207)에 의해 가열된다. 이때, 처리실(201) 내가 원하는 온도 분포가 되도록, 온도 센서(263)가 검출한 온도 정보에 기초하여 히터(207)에 대한 통전 상태가 피드백 제어된다. 또한, 회전 기구(267)에 의한 웨이퍼(200)의 회전을 개시한다. 처리실(201) 내의 배기, 웨이퍼(200)의 가열 및 회전은, 모두 적어도 웨이퍼(200)에 대한 처리가 종료될 때까지의 동안에는 계속해서 행해진다.

[0056] (제1 성막 스텝: S1)

[0057] 다음으로, 제1 성막 스텝 S1이 행해진다. 제1 성막 스텝 S1에서는, 이하의 스텝(공정)이 실행된다.

[0058] (스텝 a1)

[0059] 이 스텝에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 이전 웨이퍼(200)의 적어도 일부를 개질한다.

[0060] 구체적으로는, 밸브(243b)를 개방하고, 가스 공급관(232b) 내로 제1 개질 가스를 흘린다. 제1 개질 가스는, MFC(241b)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249b)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 개질 가스가 공급된다(제1 개질 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243f, 243h, 243i, 243j)를 개방하고, 노즐(249a, 249c, 249d, 249e)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0061] (퍼지 스텝 sp1)

[0062] 그 후, 밸브(243b)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제1 개질 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이때, 밸브(243f 내지 243j)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249e)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다. 노즐(249a 내지 249e)로부터 공급되는 N_2 가스는, 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지된다.

[0063] (스텝 a2)

[0064] 스텝 a1이 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 표면에 대하여 제1 처리 가스(제1 원료 가스)를 공급한다. 웨이퍼(200) 표면 중, 스텝 a1에 있어서 제1 개질 가스가 흡착된 개소에서는 제1 처리 가스의 흡착이 저해된다. 즉, 이 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 웨이퍼(200)의 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시킨다.

[0065] 구체적으로는, 밸브(243a)를 개방하고, 가스 공급관(232a) 내로 제1 처리 가스를 흘린다. 제1 처리 가스는, MFC(241a)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249a)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 처리 가스가 공급된다(제1 처리 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243g 내지 243i)를 개방하고, 노즐(249b 내지 249d)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0066] (퍼지 스텝 sp2)

[0067] 웨이퍼(200)의 표면에 핵이 형성된 후, 밸브(243a)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제1 처리 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 퍼지 스텝 sp1과 마찬가지의 처리 수순에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다.

[0068] [소정 횟수 실시 공정 sc1]

[0069] 상술한 스텝 a1, a2를 교대로, 즉 동기시키지 않고 비동시에 행하는 사이클을 소정 횟수(n1회, n1은 1 이상의 정수) 행함으로써, 웨이퍼(200) 위에 제1 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0070] 제1 성막 스텝에서는, 이하에 나타내는 처리 온도 및 처리 시간(제1 개질 가스, 제1 처리 가스 공급 시간) 중 적어도 어느 것을 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제1 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것이 가능하다. 또한, 제1 성막 스텝에서는, 상술한 사이클의 실시 횟수(사이클 수)를 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제1 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것도 가능하다.

[0071] 스텝 a1에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0072] 제1 개질 가스 공급 유량: 10 내지 1000sccm

[0073] 제1 개질 가스 공급 시간: 0.5 내지 10분

[0074] N_2 가스 공급 유량(가스 공급관마다): 10 내지 10000sccm

[0075] 처리 온도(제1 온도): 350 내지 420℃

[0076] 처리 압력: 100 내지 1000Pa

[0077] 가 예시된다.

[0078] 스텝 a2에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0079] 제1 처리 가스 공급 유량: 10 내지 1000sccm

[0080] 제1 처리 가스 공급 시간: 0.5 내지 10분

[0081] 이 예시된다. 다른 처리 조건은, 스텝 a1에 있어서의 처리 조건과 마찬가지의 처리 조건으로 한다.

[0082] (승온 스텝 st1: 온도 조정 스텝)

[0083] 웨이퍼(200) 위에 제1 원소를 포함하는 막이 형성된 후, 처리실(201) 내의 온도, 즉 웨이퍼(200)의 온도를, 상술한 제1 온도보다도 높은 제2 온도로 변경시키도록, 히터(207)의 출력을 조정한다. 본 스텝을 행할 때, 밸브(243f 내지 243j)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249e)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급하여, 배기구(231a)로부터 배기하여, 처리실(201) 내를 퍼지한다. 웨이퍼(200)의 온도가 제2 온도에 도달해서 안정된 후, 후술하는 제2 성막 스텝을 개시한다.

[0084] (제2 성막 스텝: S2)

[0085] 다음으로, 제2 성막 스텝 S2가 행해진다. 제2 성막 스텝 S2에서는, 이하의 스텝(공정)이 실행된다.

[0086] (스텝 b1)

[0087] 이 스텝에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200), 즉 웨이퍼(200) 위에 형성된 제1 원소를 포함하는 막의 표면에 대하여 제1 개질 가스와 분해 온도가 다른 제2 개질 가스를 공급하여, 기판의 적어도 일부를 개질한다. 여기에서는, 제1 개질 가스의 분해 온도가 제2 개질 가스보다도 낮은 경우를 예로 들어 설명을 한다.

[0088] 구체적으로는, 밸브(243d)를 개방하고, 가스 공급관(232d) 내로 제2 개질 가스를 흘린다. 제2 개질 가스는, MFC(241d)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249d)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제2 개질 가스가 공급된다(제2 개질 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243f, 243g, 243h, 243j)를 개방하고, 노즐(249a, 249b, 249c, 249e)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0089] (퍼지 스텝 sp3)

[0090] 그 후, 밸브(243b)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제2 개질 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이때, 밸브(243f 내지 243j)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249e)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다. 노즐(249a 내지 249c)로부터 공급되는 N_2 가스는, 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지된다.

[0091] (스텝 b2)

[0092] 스텝 b1이 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 표면에 대하여 제2 처리 가스(제2 원료 가스)를 공급한다. 웨이퍼(200) 표면 중, 스텝 a1에 있어서 제2 개질 가스가 흡착한 개소에서는 제2 처리 가스의 흡착이 저해된다. 즉, 이 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 공급하여, 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 웨이퍼(200)의 영역에 우선적으로 제2 원소를 흡착시킨다.

[0093] 구체적으로는, 밸브(243c)를 개방하고, 가스 공급관(232c) 내로 제2 처리 가스 가스를 흘린다. 제2 처리 가스는, MFC(241c)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249c)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제2 처리 가스가 공급된다(제2 처리 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브

(243g 내지 243i)를 개방하고, 노즐(249b 내지 249d)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0094] (퍼지 스텝 sp4)

[0095] 웨이퍼(200)의 표면에 제2 원소를 포함하는 막이 형성된 후, 밸브(243c)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제2 처리 가스 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 퍼지 스텝 sp3과 마찬가지의 처리 수순에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다.

[0096] [소정 횟수 실시 공정 sc2]

[0097] 상술한 스텝 b1, b2를 교대로, 즉 동기시키지 않고 비동시에 행하는 사이클을 소정 횟수(n2회, n2는 1 이상의 정수) 행함으로써, 웨이퍼(200) 위에 제1 원소를 포함하는 막 위에 원하는 막 두께의 제2 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0098] 제2 성막 스텝 S2에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0099] 제2 개질 가스 공급 유량: 10 내지 5000sccm

[0100] 제2 개질 가스 공급 시간: 1 내지 300분

[0101] 제2 처리 가스 공급 유량: 10 내지 5000sccm

[0102] 제2 처리 가스 공급 시간: 1 내지 300분

[0103] N2 가스 공급 유량(가스 공급관마다): 10 내지 20000sccm

[0104] 처리 온도(제2 온도): 450 내지 550℃

[0105] 처리 압력: 30 내지 400Pa

[0106] 가 예시된다.

[0107] (기판 반출 공정)

[0108] 기판 반출 공정에서는, 이하의 스텝이 실행된다.

[0109] (애프터 퍼지 및 대기압 복귀)

[0110] 웨이퍼(200) 위에 형성된 제2 원소를 포함하는 막의 성막이 완료된 후, 노즐(249a 내지 249e)의 각각으로부터 퍼지 가스로서의 N_2 가스를 처리실(201) 내로 공급하고, 배기구(231a)로부터 배기한다. 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지되고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스나 반응 부생성물이 처리실(201) 내로부터 제거된다(애프터 퍼지). 그 후, 처리실(201) 내의 분위기가 불활성 가스로 치환되고(불활성 가스 치환), 처리실(201) 내의 압력이 상압으로 복귀된다(대기압 복귀).

[0111] (보트 언로드 및 웨이퍼 디스차지)

[0112] 보트 엘리베이터(115)에 의해 시일 캡(219)이 하강되어 매니폴드(209)의 하단이 개구된다. 그리고, 처리가 끝난 웨이퍼(200)가 보트(217)에 지지된 상태에서 매니폴드(209)의 하단으로부터 반응관(203)의 외부로 반출(보트 언로드)된다. 보트 언로드의 후는 셔터(219s)를 이동시킬 수 있으며, 매니폴드(209)의 하단 개구가 O링(220c)을 통해 셔터(219s)에 의해 시일된다(셔터 클로즈). 처리가 끝난 웨이퍼(200)는 반응관(203)의 외부로 반출된 후, 보트(217)로부터 취출된다(웨이퍼 디스차지).

[0113] 단차 피복성이 좋은 막을 얻는 방법의 하나를, 도 6의 (a) 내지 (c)를 이용하여 설명한다. 도 6에서는, 기판(200)의 표면에 오목부인 트렌치(홈)(300)가 형성되어 있으며, 트렌치(300)의 내부에, 제1 처리 가스(제1 원소)를 흡착시키는 예를 나타내고 있다. 도 6의 (a)에 도시한 바와 같은 기판 표면에 제1 개질 가스를 공급하면, 트렌치 상부(오목부의 입구 부근)(301)의 쪽이 트렌치(300)의 하부(오목부의 심부)(302)보다 가스와의 충돌 횟수가 많아진다. 이러한 점에서, 트렌치 상부(301)에 우선적으로 제1 개질 가스를 흡착시킬(또는 반응시킬) 수 있다. 기판(200)의 표면 대하여 제1 개질 가스를 공급한 후에 제1 처리 가스를 공급한 경우, 트렌치 상부(301)에 있어서는, 제1 개질 가스가 흡착되어 있기 때문에, 제1 처리 가스(제1 원소)의 흡착이 저해되고, 트렌치 하부(302)에서는 흡착된다(도 6의 (b)). 즉, 제1 성막 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 트렌치 하부(302)에 우선적으로 제1 원소를 흡착시킨다. 이에 의해, 트렌치 상부(301)는 제1 원소의 흡착량이 적기 때문에, 성막되는 막

두께의 증가가 억제되고, 트렌치 하부(302)는 제1 원소가 충분히 흡착하고 있기 때문에, 막 두께의 증가를 재촉할 수 있다(도 6의 (c)). 따라서, 보다 좋은 단차 피복성을 갖는 제1 원소를 포함하는 막(303)을 얻을 수 있다.

[0114] 제1 기판 처리 방법에서 나타낸 예에 있어서, 제1 개질 가스의 분해 온도는, 제2 개질 가스의 분해 온도와 다르며, 제1 개질 가스는 제2 개질 가스보다도 분해 온도가 낮다. 이것은, 제1 개질 가스는 제2 개질 가스보다도 분해하기 쉽거나, 또는 반응성이 높다고 바꿔 말할 수 있다. 이러한 경우에 있어서의, 트렌치(300) 내의 제1 개질 가스의 흡착 개소를 도 7의 (a)에, 트렌치(300) 내의 제2 개질 가스의 흡착 개소를 도 7의 (b)에, 각각 나타낸다. 가스가 트렌치 하부(302)에 흡착되기 위해서는, 트렌치 상부(301)로부터 트렌치(300)의 내부에 침입하고, 분해되지 않고 트렌치 하부(302)까지 도달할 필요가 있다. 이에 반하여, 트렌치 상부(301)는 트렌치 하부(302)보다도 가스가 도달하기 쉽기 때문에, 트렌치 상부(301)에 있어서의 분해 온도에 의한 가스의 흡착 용이성은, 트렌치 하부(302)일수록 크게 변화하지 않는다.

[0115] 따라서, 제1 개질 가스는 제2 개질 가스보다도 트렌치 하부(302)를 개질하기 어렵거나, 또는 제1 개질 가스는 트렌치 상부(301)에 우선적으로 흡착된다(또는 반응한다)고 말할 수 있다. 또한, 제2 개질 가스는, 제1 개질 가스가 트렌치(300) 내를 개질하는 영역보다도 트렌치 하부(302)의 측을 개질한다고 말할 수 있다. 또한, 제2 개질 가스는, 제1 개질 가스가 트렌치(300) 내를 개질하는 영역보다도 트렌치 하부(302)의 측을 개질할 수 있다고 말할 수 있다.

[0116] 예를 들어, 상기 설명과 같이 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝을 행하는 경우, 제1 개질 가스는, 트렌치 상부(301)를 우선적으로 개질한다(도 8의 (a)). 이에 의해, 트렌치 상부(301)에서는 제1 원소의 흡착이 저해되고, 트렌치 하부(302)에서는 제1 원소의 흡착을 저해시키지 않도록, 제1 원소를 포함하는 막(303a)을 형성할 수 있다(도 8의 (b)). 그 후, 제2 개질 가스는, 제1 개질 가스보다도 트렌치 하부(302) 측에 넓은 영역을 개질한다(도 8의 (c)). 이에 의해, 트렌치 상부(301)에서의 막 두께의 증가를 억제하면서, 트렌치(300) 내의 전체에 걸쳐 막(303a)보다도 균일한 막 두께의, 제2 원소를 포함하는 막(303b)을 형성할 수 있다(도 8의 (d)). 이러한 점에서, 트렌치(300)의 전체에 걸쳐 단차 피복성 좋게 균일하게 성막을 행할 수 있다.

[0117] 또한, 상기 설명한 바와 같이 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝에서 온도를 다르게 함으로써 제1 개질 가스와 제2 개질 가스의 분해 용이성이 변화한다. 이에 의해, 트렌치(300) 내에 있어서, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 개질하는 영역을 각각 변화시킬 수 있기 때문에, 제1 원소와 제2 원소의 흡착 개소를 제어할 수 있다. 또한, 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝에서 온도를 다르게 함으로써 제1 처리 가스 또는 제2 처리 가스의 분해 용이성을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제2 성막 스텝에서의 온도를 제1 성막 스텝에서의 온도보다도 높게 함으로써, 제2 처리 가스를 분해하기 쉽게 하고, 트렌치 상부(301)에 형성되는 제2 원소를 포함하는 막의 두께를 증가시킬 수 있다.

[0118] 또한, 제1 처리 가스(제1 원료 가스)를 제2 처리 가스(제2 원료 가스)보다도 분해 온도가 낮아지도록 해도 된다. 이 경우, 제1 처리 가스는, 제2 처리 가스와 비교해서 분해되기 쉽기 때문에, 가스가 도달하기 어려운 트렌치 하부(302)에도, 높은 레이트로 막을 형성시킬 수 있다. 또한, 제2 처리 가스는, 제1 처리 가스와 비교해서 분해되기 어렵기 때문에, 트렌치 상부(301)와 트렌치 하부(302)에서 분해량의 차가 작아져서, 균일한 막 두께의 막을 형성시키기 쉽다. 따라서, 트렌치(300)의 전체에 걸쳐서 단차 피복성 좋게 균일하게 성막을 행할 수 있다.

[0119] 또한, 트렌치 상부(301)는 가스가 도달하기 쉬운 개소, 트렌치 하부(302)는 가스가 도달하기 어려운 개소, 트렌치 하부(302)로 각각 바꿔 말할 수 있다. 이 경우, 제1 개질 가스는, 가스가 도달하기 어려운 장소에 흡착되기 어렵기 때문에, 가스가 도달하기 쉬운 개소를 주로 개질한다. 그 때문에, 스텝 a2에 있어서, 제1 처리 가스는, 가스가 도달하기 어려운 개소에 제1 원소를 흡착시키면서, 가스가 도달하기 쉬운 개소로의 제1 원소의 흡착을 저해할 수 있다. 그 후, 가스가 도달하기 어려운 개소에도 흡착되기 쉬운 제2 개질 가스를 사용함으로써 스텝 b2에 있어서, 막을 단차 피복성 좋게 제2 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0120] 제1 기판 처리 방법에서는, 제1 성막 스텝의 후에 제2 성막 스텝을 행함으로써, 제1 원소를 포함하는 막의 위에 제2 원소를 포함하는 막을 형성하는 예에 대하여 설명하였다. 본 개시의 방법은 이것으로 한정되지 않고, 예를 들어 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝을 포함하는 사이클을, 소정 횟수 행함으로써, 제1 원소를 포함하는 막과, 제2 원소를 포함하는 막을 적층시킨 막을 형성하는 경우에 있어서도, 적합하게 사용된다.

[0121] (2-2) 제2 기판 처리 방법

[0122] 도 4는, 실시 형태에 따른 제2 기판 처리 방법을 나타내는 도면이다. 도 5는, 제2 기판 처리 방법에 이용되는 가스 공급 관계의 구성을 나타내는 도면이다.

[0123] 도 4에 도시한 제2 기판 처리 방법에서는, 제1 성막 스텝, 제2 성막 스텝, 및 제3 성막 스텝으로 구성되어 있다. 도 4의 제3 성막 스텝은, 도 3의 제2 성막 스텝에 대응하고 있다. 도 3의 제1 성막 스텝이, 도 4에서는, 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝으로 나뉘어 있다고 간주할 수도 있다.

[0124] 도 4에 있어서, 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝은 동일한 제1 처리 온도에서 실시되고, 제3 성막 스텝은 제1 처리 온도보다 높은 제2 처리 온도에서 실시된다.

[0125] 가스 공급 관계에서는, 도 5에 도시한 바와 같이, 도 1의 가스 공급 관계와 비교하여, 가스 공급관(232m), MFC(241m), 밸브(243m), 가스 공급관(232n), MFC(241n), 밸브(243n), 노즐(249f), 가스 공급 구멍(250f)이 추가되어 있다.

[0126] 이하, 도 4를 이용하여 제2 기판 처리 방법을 설명하지만, 도 3과 동일한 부분은 설명을 생략한다.

[0127] (제1 성막 스텝: S1)

[0128] 제1 성막 스텝 S1에서는, 이하의 스텝(공정)이 실행된다.

[0129] (스텝 a1)

[0130] 이 스텝에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)에 대하여 제1 개질 가스를 공급하여, 이전 웨이퍼(200)의 적어도 일부를 개질한다.

[0131] 구체적으로는, 밸브(243b)를 개방하고, 가스 공급관(232b) 내로 제1 개질 가스를 흘린다. 제1 개질 가스는, MFC(241b)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249b)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 개질 가스가 공급된다(제1 개질 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243f, 243h, 243i, 243j, 243n)를 개방하고, 노즐(249a, 249c, 249d, 249e, 249f)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0132] (퍼지 스텝 sp1)

[0133] 그 후, 밸브(243b)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제1 개질 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이때, 밸브(243f 내지 243n)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249f)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다. 노즐(249a 내지 249f)로부터 공급되는 N_2 가스는, 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지된다.

[0134] (스텝 a2)

[0135] 스텝 a1이 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 표면에 대하여 제1 처리 가스를 공급한다. 웨이퍼(200) 표면 중, 스텝 a1에 있어서 제1 개질 가스가 흡착한 개소에서는 제1 처리 가스의 흡착이 저해된다. 즉, 이 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 원소를 포함하는 제1 처리 가스를 공급하여, 제1 개질 가스에 의해 개질되지 않은 웨이퍼(200)의 영역에 우선적으로 제1 원소를 흡착시킨다.

[0136] 구체적으로는, 밸브(243a)를 개방하고, 가스 공급관(232a) 내로 제1 처리 가스를 흘린다. 제1 처리 가스는, MFC(241a)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249a)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 처리 가스가 공급된다(제1 처리 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243g 내지 243i, 243n)를 개방하고, 노즐(249b 내지 249d, 249f)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0137] (퍼지 스텝 sp2)

[0138] 오목부(300)의 하부(302)에 핵이 형성된 후, 밸브(243a)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제1 처리 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 퍼지 스텝 sp1과 마찬가지의 처리 수순에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다.

[0139] [소정 횟수 실시 공정 sc1]

[0140] 상술한 스텝 a1, a2를 교대로, 즉 동기시키지 않고 비동시에 행하는 사이클을 소정 횟수(n1회, n1은 1 이상의

정수) 행함으로써, 제1 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0141] 제1 성막 스텝에서는, 이하에 나타내는 처리 온도 및 처리 시간(제1 개질 가스 공급 시간, 제1 처리 가스 공급 시간) 중 적어도 어느 것을 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제1 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것이 가능하다. 또한, 제1 성막 스텝에서는, 상술한 사이클의 실시 횟수(사이클수)를 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제1 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것도 가능하다.

[0142] 스텝 a1에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0143] 제1 개질 가스 공급 유량: 10 내지 1000sccm

[0144] 제1 개질 가스 공급 시간: 0.5 내지 10분

[0145] N_2 가스 공급 유량(가스 공급관마다): 10 내지 10000sccm

[0146] 처리 온도(제1 온도): 350 내지 420℃

[0147] 처리 압력: 100 내지 1000Pa

[0148] 가 예시된다.

[0149] 스텝 a2에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0150] 제1 처리 가스 공급 유량: 10 내지 1000sccm

[0151] 제1 처리 가스 공급 시간: 0.5 내지 10분

[0152] 이 예시된다. 다른 처리 조건은, 스텝 a1에 있어서의 처리 조건과 마찬가지의 처리 조건으로 한다.

[0153] (제2 성막 스텝: S2)

[0154] 제1 성막 스텝 S1의 후에, 제2 성막 스텝 S2가 실행된다. 제2 성막 스텝 S2에서는, 이하의 스텝(공정)이 실행된다.

[0155] (스텝 b1)

[0156] 이 스텝에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)에 대하여 제2 개질 가스를 공급하여, 이전 웨이퍼(200)의 적어도 일부를 개질한다.

[0157] 구체적으로는, 밸브(243d)를 개방하고, 가스 공급관(232d) 내로 제2 개질 가스를 흘린다. 제2 개질 가스는, MFC(241d)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249d)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제2 개질 가스가 공급된다(제2 개질 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243f, 243g, 243h, 243j, 243n)를 개방하고, 노즐(249a, 249b, 249c, 249e, 249f)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0158] (퍼지 스텝 sp3)

[0159] 그 후, 밸브(243d)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제2 개질 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이때, 밸브(243f 내지 243n)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249f)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다. 노즐(249a 내지 249f)로부터 공급되는 N_2 가스는, 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지된다.

[0160] (스텝 b2)

[0161] 스텝 b1이 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 표면에 대하여 제2 처리 가스(제2 원료 가스)를 공급한다. 웨이퍼(200) 표면 중, 스텝 b1에 있어서 제2 개질 가스가 흡착한 개소에서는 제2 처리 가스의 흡착이 저해된다. 즉, 이 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제2 원소를 포함하는 제2 처리 가스를 공급하여, 제2 개질 가스에 의해 개질되지 않은 웨이퍼(200)의 영역에 우선적으로 제2 원소를 흡착시킨다.

[0162] 구체적으로는, 밸브(243a)를 개방하고, 가스 공급관(232a) 내로 제2 처리 가스를 흘린다. 제2 처리 가스는, MFC(241a)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249a)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제1 처리 가스가 공급된다(제2 처리 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸

브(243g 내지 243i, 243n)를 개방하고, 노즐(249b 내지 249d, 249f)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0163] (퍼지 스텝 sp4)

[0164] 웨이퍼(200)의 표면에 제2 원소를 포함하는 막이 형성된 후, 밸브(243a)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제2 처리 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 퍼지 스텝 sp3과 마찬가지의 처리 수순에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다.

[0165] [소정 횟수 실시 공정 sc2]

[0166] 상술한 스텝 b1, b2를 교대로, 즉 동기시키지 않고 비동시에 행하는 사이클을 소정 횟수(n2회, n2는 1 이상의 정수) 행함으로써, 제1 원소를 포함하는 막 위에, 제2 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0167] 제2 성막 스텝에서는, 이하에 나타내는 처리 온도 및 처리 시간(제2 개질 가스 공급 시간, 제2 처리 가스 공급 시간) 중 적어도 어느 것을 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제2 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것이 가능하다. 또한, 제2 성막 스텝에서는, 상술한 사이클의 실시 횟수(사이클 수)를 제어함으로써, 웨이퍼(200) 위에 형성되는 제2 원소를 포함하는 막의 두께를 제어하는 것도 가능하다.

[0168] 스텝 b1에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0169] 제2 개질 가스 공급 유량: 10 내지 1000sccm

[0170] 제2 개질 가스 공급 시간: 0.5 내지 10분

[0171] N_2 가스 공급 유량(가스 공급관마다): 10 내지 10000sccm

[0172] 처리 온도(제1 온도): 350 내지 420℃

[0173] 처리 압력: 100 내지 1000Pa

[0174] 가 예시된다.

[0175] 스텝 b2에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0176] 제2 처리 가스 공급 유량:10 내지 1000sccm

[0177] 제2 처리 가스 공급 시간:0.5 내지 10분

[0178] 이 예시된다. 다른 처리 조건은, 스텝 b1에 있어서의 처리 조건과 마찬가지의 처리 조건으로 한다.

[0179] (승온 스텝 st1: 온도 조정 스텝)

[0180] 웨이퍼(200) 위에 제2 원소를 포함하는 막이 형성된 후, 처리실(201) 내의 온도, 즉 웨이퍼(200)의 온도를, 상술한 제1 온도(350 내지 420℃)보다도 높은 제2 온도로 변경시키도록, 히터(207)의 출력을 조정한다. 본 스텝을 행할 때, 밸브(243f 내지 243j, 243n)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249f)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급하여, 배기구(231a)로부터 배기하고, 처리실(201) 내를 퍼지한다. 웨이퍼(200)의 온도가 제2 온도에 도달하여 안정된 후, 후술하는 스텝을 개시한다. 여기서, 제2 온도는, 예를 들어 450 내지 550℃의 온도 범위이다.

[0181] (제3 성막 스텝: S3)

[0182] 다음으로, 제3 성막 스텝 S3이 행해진다. 제3 성막 스텝 S3에서는, 이하의 스텝(공정)이 실행된다.

[0183] (스텝 c1)

[0184] 이 스텝에서는, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200), 즉 웨이퍼(200) 위에 형성된 제2 원소를 포함하는 막의 표면에 대하여 제1 개질 가스 및 제2 개질 가스와 분해 온도가 다른 제3 개질 가스를 공급하여, 기판의 적어도 일부를 개질한다.

[0185] 구체적으로는, 밸브(243c)를 개방하고, 가스 공급관(232c) 내로 제3 개질 가스를 흘린다. 제3 개질 가스는, MFC(241c)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249c)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제3 개질 가스가 공급된다(제2 개질 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸

브(243f, 243g, 243i, 243j, 243n)를 개방하고, 노즐(249a, 249b, 249d, 249e, 249f)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0186] (퍼지 스텝 sp5)

[0187] 그 후, 밸브(243c)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 STS 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이때, 밸브(243f 내지 243j, 243n)를 개방하고, 노즐(249a 내지 249f)을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다. 노즐(249a 내지 249f)로부터 공급되는 N_2 가스는, 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해, 처리실(201) 내가 퍼지된다.

[0188] (스텝 c2)

[0189] 스텝 c1이 종료된 후, 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 표면에 대하여 제3 처리 가스(제3 원료 가스)를 공급한다. 여기서, 웨이퍼(200) 표면 중, 스텝 c1에 있어서 제3 개질 가스가 흡착한 개소에서는 제3 처리 가스의 흡착이 저해된다. 즉, 이 스텝에서는, 웨이퍼(200)에 대하여 제3 원소를 포함하는 제3 처리 가스를 공급하여, 제3 개질 가스에 의해 개질되지 않은 웨이퍼(200)의 영역에 우선적으로 제3 원소를 흡착시킨다.

[0190] 구체적으로는, 밸브(243m)를 개방하고, 가스 공급관(232m) 내로 제3 처리 가스를 흘린다. 제3 처리 가스는, MFC(241m)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249f)을 통해 처리실(201) 내로 공급되고, 배기구(231a)로부터 배기된다. 이때, 웨이퍼(200)에 대하여 제3 처리 가스가 공급된다(제3 처리 가스 공급 스텝). 또한, 이때, 밸브(243g 내지 243i)를 개방하고, 노즐(249b 내지 249d)의 각각을 통해 처리실(201) 내로 N_2 가스를 공급한다.

[0191] (퍼지 스텝 sp6)

[0192] 웨이퍼(200)의 표면에 제3 원소를 포함하는 막(제3 막, 제3층)이 형성된 후, 밸브(243m)를 폐쇄하고, 처리실(201) 내로의 제3 처리 가스의 공급을 정지한다. 그리고, 퍼지 스텝 sp5와 마찬가지의 처리 수순에 의해, 처리실(201) 내에 잔류하는 가스 등을 처리실(201) 내로부터 배제한다.

[0193] [소정 횟수 실시 공정 sc3]

[0194] 상술한 스텝 c1, c2를 교대로, 즉 동기시키지 않고 비동시에 행하는 사이클을 소정 횟수(n3회, n3은 1 이상의 정수) 행함으로써, 제2 원소를 포함하는 막 위에, 원하는 막 두께의 제3 원소를 포함하는 막을 형성할 수 있다.

[0195] 제3 성막 스텝 S3에 있어서의 처리 조건으로서는,

[0196] 제3 개질 가스 공급 유량: 10 내지 5000sccm

[0197] 제3 개질 가스 공급 시간: 1 내지 300분

[0198] 제3 처리 가스 공급 유량: 10 내지 5000sccm

[0199] 제3 처리 가스 공급 시간: 1 내지 300분

[0200] N_2 가스 공급 유량(가스 공급관마다): 10 내지 20000sccm

[0201] 처리 온도(제2 온도): 450 내지 550℃

[0202] 처리 압력: 30 내지 400Pa

[0203] 가 예시된다.

[0204] 제2 기판 처리 방법은, 제1 기판 처리 방법과 마찬가지의 효과 외에, 이하와 같은 효과가 얻어진다.

[0205] 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝은, 동일한 온도에서 행해지고 있다. 또한, 제1 개질 가스의 분해 온도는, 제2 개질 가스의 분해 온도보다 낮다. 이러한 점에서, 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝의 사이에 처리실(201) 내의 온도 변화를 행하지 않고, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 개질하는 개소, 즉 제1 원소가 우선적으로 흡착하는 영역과 제2 원소가 우선적으로 흡착하는 영역을 다르게 할 수 있다.

[0206] 제3 성막 스텝에서는, 제1 성막 스텝 및 제2 성막 스텝보다도 높은 온도에 있어서, 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝에 의해 단차 피복성 좋게 형성된 막의 위에 제3 원소를 포함하는 막을 형성하고 있다. 따라서, 제3 성막 스텝에서는, 제1 성막 스텝 및 제2 성막 스텝보다도 높은 성막 레이트로, 단차 피복성 좋게 제3 원소를 포함하

는 막을 형성할 수 있다.

[0207] 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝에 있어서, 제1 처리 가스의 분해 온도는 제2 처리 가스와 동일하다고 해도 된다. 또한, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스를 동일한 가스로 해도 된다. 이상의 점에서, 동일한 분해 온도의 처리 가스를 사용한 성막에 있어서, 온도 조건을 변화시키지 않고 제1 원소(제2 원소)가 주로 흡착하는 개소를 제어한 성막이 가능해진다. 이것을 사용하여, 제1 성막 스텝 및 제2 성막 스텝에 있어서 형성되는 막에 있어서의, 오목부(300)의 심부(302)로부터 입구 부근(301)의 막 두께의 균일함을 향상시킬 수 있다.

[0208] 제2 기판 처리 방법에서는, 제1 성막 스텝의 후에 제2 성막 스텝을 행하고, 그 후에 제3 성막 스텝을 행함으로써 Si막을 형성하는 예에 대하여 설명하였다. 본 개시의 방법은 이것으로 한정되지 않고, 예를 들어 제1 성막 스텝과 제2 성막 스텝을 포함하는 사이클을 소정 횟수 행한 후에, 제3 성막 스텝을 행해도 된다.

[0209] 본 개시는, 상기 실시 형태로 한정되는 것이 아니라, 다양하게 변경 가능한 것은 물론이다.

[0210] 상술한 실시 형태에 있어서, 제1 개질 가스 및 제2 개질 가스, 제3 개질 가스로서, 예를 들어 할로겐 원소인, 제1 할로겐 원소 및 제2 할로겐 원소, 제3 할로겐 원소를 포함하는 가스를 사용할 수 있다. 할로겐 원소에는, 염소(Cl), 불소(F), 브롬(Br), 요오드(I) 등이 포함된다. 또한, 제1 개질 가스 및 제2 개질 가스, 제3 개질 가스로서, 제1 원소 및 제2 원소, 제3 원소와, 제1 할로겐 원소 및 제2 할로겐 원소, 제3 할로겐 원소를 각각 포함하는 가스를 사용해도 된다. 여기서, 할로겐 원소는 가스의 흡착을 저해하는 효과를 갖고, 막 내에 불순물로서 잔존하기 어렵기 때문에, 막의 전기 특성을 악화시키기 어렵다.

[0211] 할로겐 원소 함유 가스로서는, 예를 들어 Si와 할로겐 원소를 포함하는 할로실란 가스를 사용할 수 있다. 할로실란 가스로서는, 예를 들어 Si 및 Cl을 포함하는 클로로실란 가스를 사용할 수 있어, 예를 들어 디클로로실란(SiH_2Cl_2, 약칭: DCS) 가스, 트리클로로실란($SiHCl_3$) 가스, 테트라클로로실란($SiCl_4$, 약칭: TCS), 펜타클로로디실란(Si_2HCl_5, 약칭: PCDS), 헥사클로로디실란(Si_2Cl_6, 약칭: HCDS) 가스 등이 포함된다. 또한, 할로겐 원소 함유 가스로서, 예를 들어 할로겐화수소 가스를 사용할 수 있으며, 예를 들어 불화수소(HF) 가스, 염화수소(HCl) 가스, 브롬화수소(HBr) 가스, 요오드화수소(HI) 가스 등이 포함된다. 즉, 이들 가스 중에서 분해 온도의 대소 관계가 상술한 실시 형태에서 설명한 바와 같은 관계가 되도록, 제1 개질 가스 및 제2 개질 가스, 제3 개질 가스를 적절히 선택하여 사용해도 된다.

[0212] 상술한 실시 형태에 있어서, 제1 원소 및 제2 원소, 제3 원소를 Si로 한 경우, 제1 처리 가스 및 제2 처리 가스, 제3 처리 가스로서는, Si를 포함하는 가스인 Si 함유 가스를 사용할 수 있다. Si 함유 가스로서는, 예를 들어 Si를 주 원소로 하는 실란 가스를 사용할 수 있다. 실란 가스로서는, 모노실란(SiH_4, 약칭: MS) 가스, 디실란 가스(Si_2H_6, 약칭: DS), 트리실란(Si_3H_8, 약칭: TS) 가스 등이 포함된다. 또한, 실란 가스로서, 할로실란 가스를 사용할 수도 있다.

[0213] 제1 기판 처리 방법에 있어서, 제2 원소를 포함하는 막을, 제1 원소를 포함하는 막을 시드층(시드막)으로서 형성해도 된다. 이에 의해, 제1 원소를 포함하는 막으로서 밀도가 높은 결정핵을 형성하고, 이것을 성장의 핵으로서, 아몰퍼스, 에피택셜 또는 폴리 상태의 제2 원소를 포함하는 막을 성장시킬 수 있다. 마찬가지로, 제2 기판 처리 방법에 있어서, 제2 원소를 포함하는 막을, 제1 원소를 포함하는 막을 시드층으로서 형성해도 된다. 또한, 제3 원소를 포함하는 막을, 제2 원소를 포함하는 막을 시드층으로서 형성해도 된다. 또한, 제3 원소를 포함하는 막을, 제1 원소와 제2 원소로 구성되는 막을 시드층으로서 형성해도 된다.

[0214] 상술한 실시 형태에서는, 제1 원소로서, 예를 들어 제14족 원소인 Si, 게르마늄(Ge)이나, 제13족 원소인 알루미늄(Al), 갈륨(Ga), 인듐(In)을 제1 원소로 해도 된다. 또한, 예를 들어 전이 금속 원소를 제1 원소로 해도 된다. 전이 금속 원소로서는, 예를 들어 제4족 원소인 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), Hf(하프늄)이나, 제5족 원소인 니오븀(Nb), 탄탈(Ta), 제6족 원소인 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 제7족 원소인 망간(Mn), 제8족 원소인 루테늄(Ru), 제9족 원소인 코발트(Co), 제10족 원소인 니켈(Ni) 등을, 제1 원소로 해도 된다. 또한, 제1 원소와 마찬가지로, 이들의 원소를 제2 원소나 제3 원소로 해도 된다.

[0215] 제1 기판 처리 방법에서는, 제1 원소와 제2 원소를 다른 원소로 해도 된다. 또한, 제2 기판 처리 방법에서는, 제1 원소와 제2 원소와 제3 원소 중 1개 이상을 다른 원소로 해도 된다.

[0216] 고차의 할로실란 가스는, 저차의 할로실란 가스보다도 분해 온도가 낮다. 예를 들어, 할로실란 가스에 있어서, HCDS 가스는 TCS 가스보다도 분해 온도가 낮다. 즉, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 할로실란 가스인 경우, 제1 개질 가스를 제2 개질 가스보다도 고차의 할로실란 가스로 함으로써, 제1 개질 가스의 분해 온도를 제2 개

질 가스보다도 낮게 할 수 있다. 또한, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가, Si 이외의 원소를 주 원소로 하는 가스인 경우에도, 마찬가지의 관계가 성립된다. 즉, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 동일한 원소를 주 원소로 하는 가스인 경우, 제1 개질 가스는 제2 개질 가스보다도 고차의 가스로 함으로써, 제1 개질 가스의 분해 온도를 제2 개질 가스보다도 낮게 할 수 있다.

[0217] 또한, 마찬가지의 관계가 실란 가스에 대해서도 성립된다. 예를 들어, DS 가스는 MS 가스보다도 분해 온도가 낮고, TS 가스는 DS 가스보다도 분해 온도가 낮다. 즉, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가 실란 가스인 경우, 제1 처리 가스를 제2 처리 가스보다도 고차의 실란 가스로 함으로써, 제1 처리 가스의 분해 온도를 제2 처리 가스보다도 낮게 할 수 있다. 또한, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가, Si 이외의 원소를 주 원소로 하는 가스인 경우에도, 마찬가지의 관계가 성립된다. 즉, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가 동일한 원소를 주 원소로 하는 가스인 경우, 제1 처리 가스는 제2 처리 가스보다도 고차의 가스로 함으로써, 제1 처리 가스의 분해 온도를 제2 처리 가스보다도 낮게 할 수 있다.

[0218] 차수가 동등한 2종의 할로실란 가스에 있어서, 분자의 대칭성이 낮을수록, 분해 온도는 낮아지는 경우가 있다. 예를 들어, PCDS 가스는 HCDS 가스보다도 분해 온도가 낮고, TCS 가스는 DCS 가스보다도 분해 온도가 낮다. 즉, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 차수가 동등한 할로실란 가스의 경우, 제1 개질 가스를 제2 개질 가스보다도 분자의 대칭성이 낮은 할로실란 가스로 함으로써, 제1 개질 가스의 분해 온도를 제2 개질 가스보다도 낮게 할 수 있는 경우가 있다. 또한, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가, Si 이외의 원소를 주 원소로 하는, 차수가 동등한 가스인 경우에도, 마찬가지의 관계가 성립되는 경우가 있다. 즉, 제1 개질 가스와 제2 개질 가스가 동일한 원소를 주 원소로 하는, 차수가 동등한 가스인 경우, 제1 개질 가스는 제2 개질 가스보다도 분자의 대칭성이 낮은 가스로 함으로써, 제1 개질 가스의 분해 온도를 제2 개질 가스보다도 낮게 할 수 있는 경우가 있다.

[0219] 또한, 마찬가지의 관계가, 제1 처리 가스(제1 원료 가스)와 제2 처리 가스(제2 원료 가스)에 대해서도 성립되는 경우가 있다. 예를 들어, DCS 가스는 MS 가스보다도 분해 온도가 낮다. 즉, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가 차수가 동등한 실란 가스인 경우, 제1 처리 가스를 제2 처리 가스보다도 분자의 대칭성을 낮게 함으로써 제1 처리 가스의 분해 온도를 제2 처리 가스보다도 낮게 할 수 있는 경우가 있다. 또한, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가, Si 이외의 원소를 주 원소로 하는 가스인 경우에도, 마찬가지의 관계가 성립되는 경우가 있다. 즉, 제1 처리 가스와 제2 처리 가스가 동일한 원소를 주 원소로 하는, 차수가 동등한 가스인 경우, 제1 처리 가스는 제2 처리 가스보다도 분자의 대칭성이 낮은 가스로 함으로써, 제1 처리 가스의 분해 온도를 제2 처리 가스보다도 낮게 할 수 있는 경우가 있다.

[0220] 또한, 상술한 제1 개질 가스와 제2 개질 가스에 있어서의 분자 구조와 분해 온도의 관계는, 제1 개질 가스를 제3 개질 가스로 치환한 경우와, 제2 개질 가스를 제3 개질 가스로 치환한 경우여도 마찬가지로 성립된다. 또한, 상술한 제1 처리 가스(제1 원료 가스)와 제2 처리 가스(제1 원료 가스)에 있어서의 분자 구조와 분해 온도의 관계는, 제1 처리 가스(제1 원료 가스)를 제3 처리 가스(제3 원료 가스)로 치환한 경우와, 제2 처리 가스(제2 원료 가스)를 제3 처리 가스(제3 원료 가스)로 치환한 경우여도 마찬가지로 성립된다.

[0221] 상술한 실시 형태(제1 기판 처리 방법 또는 제2 기판 처리 방법)에 있어서, 제1 성막 스텝에서는, 스텝 a1과 스텝 a2를 교대로 행하는 사이클을 소정 횟수 행하는 예에 대하여 설명하였다. 본 개시의 방법은 이것으로 한정되지 않고, 예를 들어 상술한 실시 형태에 있어서, 어떤 횟수 이후의 사이클에 있어서, 스텝 a1에 있어서의 제1 개질 가스나 스텝 a2에 있어서의 제1 처리 가스(제1 원료 가스)의 공급 조건을 변화시키는 것이나, 스텝 a1을 실시하지 않는 사이클을 마련할 수 있다. 마찬가지로, 상술한 실시 형태에 있어서, 예를 들어 있는 횟수 이후의 사이클에 있어서, 스텝 b1에 있어서의 제2 개질 가스나 스텝 b2에 있어서의 제2 처리 가스(제2 원료 가스)의 공급 조건을 변화시키는 것이나, 스텝 b1을 실시하지 않는 사이클을 마련할 수 있다. 마찬가지로, 상술한 실시 형태에 있어서, 제3 성막 스텝에서는, 예를 들어 있는 횟수 이후의 사이클에 있어서, 스텝 c1에 있어서의 제3 개질 가스나 스텝 c2에 있어서의 제3 처리 가스(제3 원료 가스)의 공급 조건을 변화시키는 것이나, 스텝 c1을 실시하지 않는 사이클을 마련할 수 있다.

[0222] 상술한 실시 형태에서는, 불활성 가스로서 N_2 가스를 사용하는 예에 대하여 설명하였지만, 이것으로 한정되지 않고, 아르곤(Ar) 가스, 헬륨(He) 가스, 네온(Ne) 가스, 크세논(Xe) 가스 등의 희가스를 사용해도 된다.

[0223] 상술한 실시 형태에서는, 제1 성막 스텝의 (a2)에 있어서, 제1 처리 가스로서 제1 원료 가스를 처리실(201)(웨이퍼(200))에 공급하는 예에 대하여 설명하였지만, 본 개시의 기술은 이것으로 한정되지는 않는다. 제1 처리 가스로서, 예를 들어 제1 원료 가스로서 실란 가스를, 제1 반응 가스로서, 예를 들어 산소 함유 가스나 질소 함유 가스를 처리실(201)에 공급해도 된다. 구체적으로는, 실란 가스를 처리실(201)에 공급한 후, 밸브(243e)를

개방하고, 가스 공급관(232e) 내에 산소 함유 가스 또는 질소 함유 가스를 제1 반응 가스로서 처리실(201)에 공급해도 된다(제1 반응 가스 공급 스텝). 그 경우, 제1 성막 스텝에서는, 산화실리콘(SiO_2)막이나 질화실리콘(SiN)막이 형성되게 된다. 또한, 이때, 제1 원료 가스와 제1 반응 가스를 차례로 소정 횟수, 처리실(201)에 공급해도 된다.

[0224] 마찬가지로, 제2 처리 가스로서, 제2 원료 가스와 제2 반응 가스를 처리실(201)에 공급해도 되고, 제2 처리 가스로서, 제2 원료 가스와 제2 반응 가스를 차례로 소정 횟수, 처리실(201)에 공급해도 된다. 또한, 마찬가지로, 제3 처리 가스로서, 제3 원료 가스와 제3 반응 가스를 처리실(201)에 공급해도 되고, 제3 처리 가스로서, 제3 원료 가스와 제3 반응 가스를 차례로 소정 횟수, 처리실(201)에 공급해도 된다. 제2 처리 가스 또는 제3 처리 가스로서는, 예를 들어 산소 함유 가스나 질소 함유 가스를 사용해도 된다.

[0225] 산소 함유 가스로서는, 예를 들어 산소(O_2) 가스, 아산화질소(N_2O) 가스, 일산화질소(NO) 가스, 이산화질소(NO_2) 가스, 오존(O_3) 가스, 수증기(H_2O 가스), 일산화탄소(CO) 가스, 이산화탄소(CO_2) 가스 등을, O_2 가스+수소(H_2) 가스, O_3 가스+H_2 가스, H_2O 가스+H_2 가스 등 사용할 수 있다. 또한, 본 명세서에 있어서 「O_3 가스+H_2 가스」와 같은 2개의 가스의 병기 기재는, O_3 가스와 H_2 가스의 혼합 가스를 의미하고 있다. 또한, 질소 함유 가스로서는, 예를 들어 암모니아(NH_3) 가스, 히드라진(N_2H_4) 가스, 디아젠(N_2H_2) 가스, N_3H_8 가스 등의, N-H 결합을 포함하는 질소 함유 가스(N 및 H 함유 가스)나, N_2 가스를 사용할 수 있다.

[0226] 상술한 양태에서는, 한 번에 복수 매의 기판을 처리하는 배치식 기판 처리 장치를 사용하여 막을 형성하는 예에 대하여 설명하였다. 본 개시는 상술한 양태로 한정되지 않고, 예를 들어 한 번에 1매 또는 수매의 기판을 처리하는 매엽식 기판 처리 장치를 사용하여 막을 형성하는 경우에도, 적합하게 적용할 수 있다. 또한, 상술한 양태에서는, 핫월형의 처리로를 갖는 기판 처리 장치를 사용하여 막을 형성하는 예에 대하여 설명하였다. 본 개시는 상술한 양태로 한정되지 않고, 콜드월형의 처리로를 갖는 기판 처리 장치를 사용하여 막을 형성하는 경우에도, 적합하게 적용할 수 있다.

[0227] 이들 기판 처리 장치를 사용하는 경우에 있어서도, 상술한 양태나 변형예와 마찬가지의 처리 수순, 처리 조건에서 각 처리를 행할 수 있고, 상술한 양태나 변형예와 마찬가지의 효과가 얻어진다.

[0228] 상술한 양태나 변형예는, 적절히 조합하여 사용할 수 있다. 이때의 처리 수순, 처리 조건은, 예를 들어 상술한 양태나 변형예의 처리 수순, 처리 조건과 마찬가지로 할 수 있다.

부호의 설명

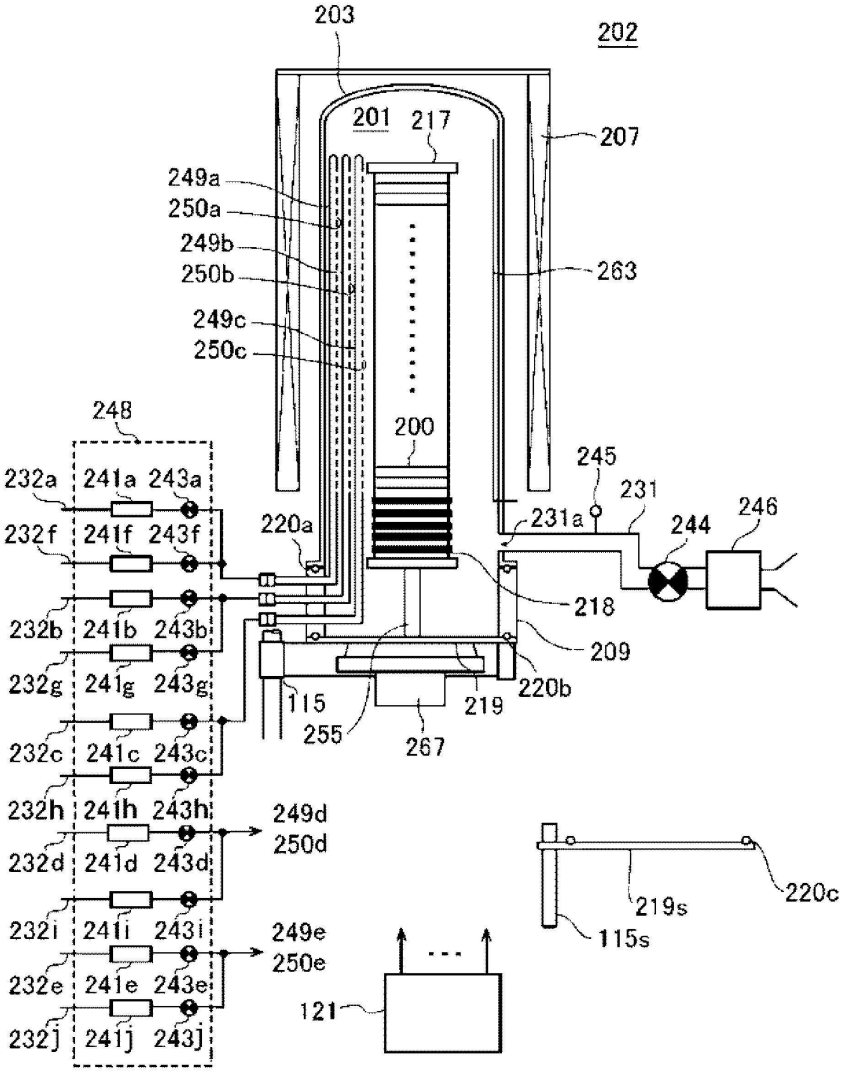
[0229] 10: 기판 처리 장치

248: 집적형 공급 시스템

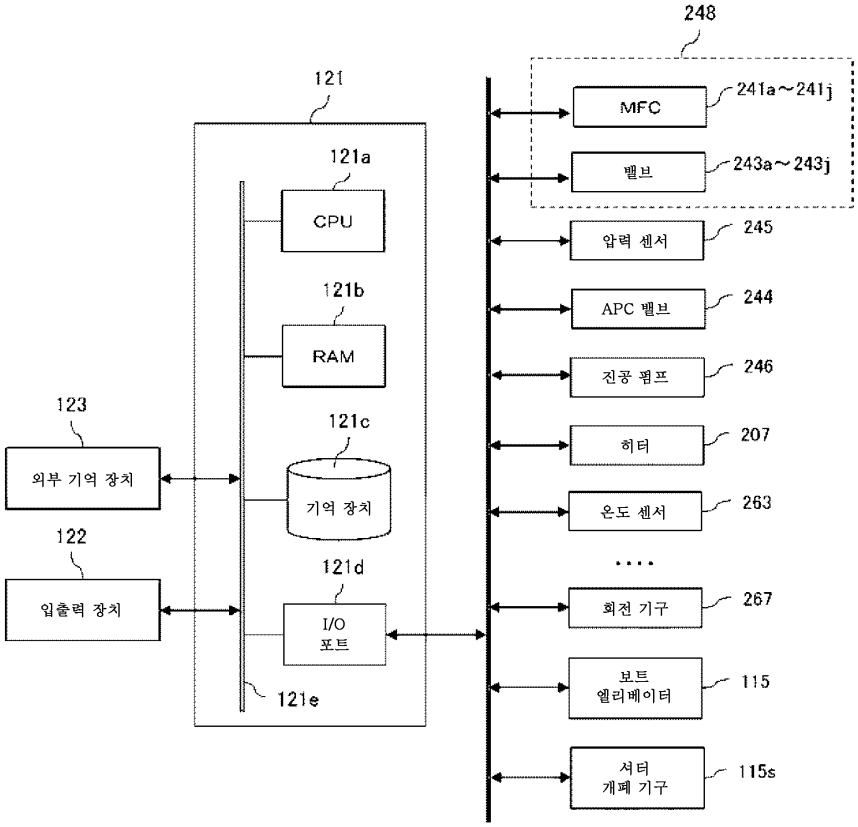
121: 제어부(컨트롤러)

도면

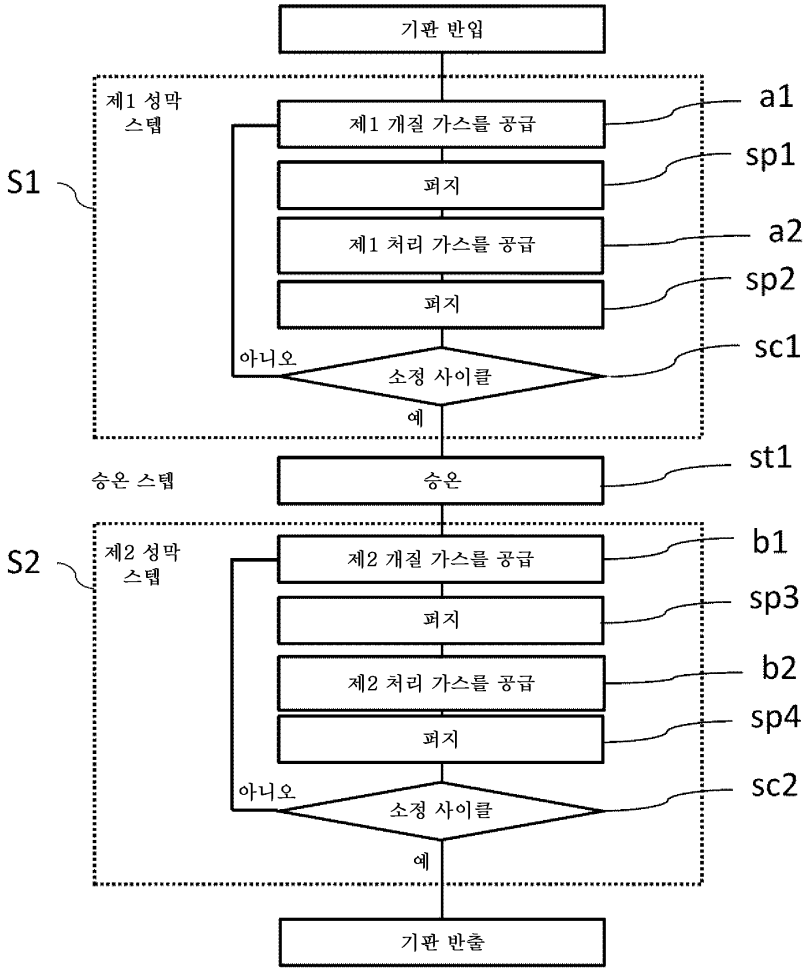
도면1


203
202
201
217
207
249a
250a
249b
250b
263
249c
250c
248
200
245
231
246
232a
241a
243a
220a
231a
244
232f
241f
243f
218
232b
241b
243b
209
232g
241g
243g
220b
115
219
255
267
232c
241c
243c
232h
241h
243h
249d
250d
220c
219s
232d
241d
243d
115s
232i
241i
243i
249e
250e
232e
241e
243e
121
232j
241j
243j

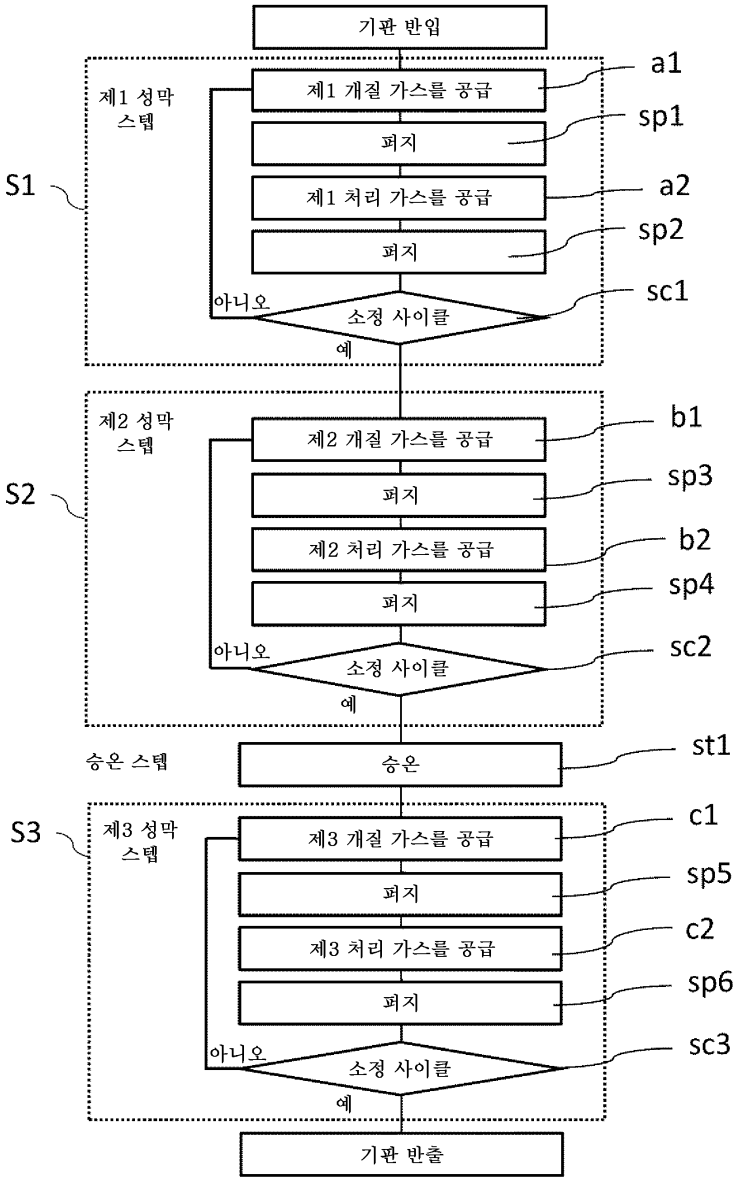
도면2


248
121
121a
CPU
121b
RAM
121c
기억 장치
121d
I/O
포트
121e
123
외부 기억 장치
122
입출력 장치
MFC
241a~241j
밸브
243a~243j
압력 센서
245
APC 밸브
244
진공 펌프
246
히터
207
온도 센서
263
회전 기구
267
보트
엘리베이터
115
셔터
개폐 기구
115s

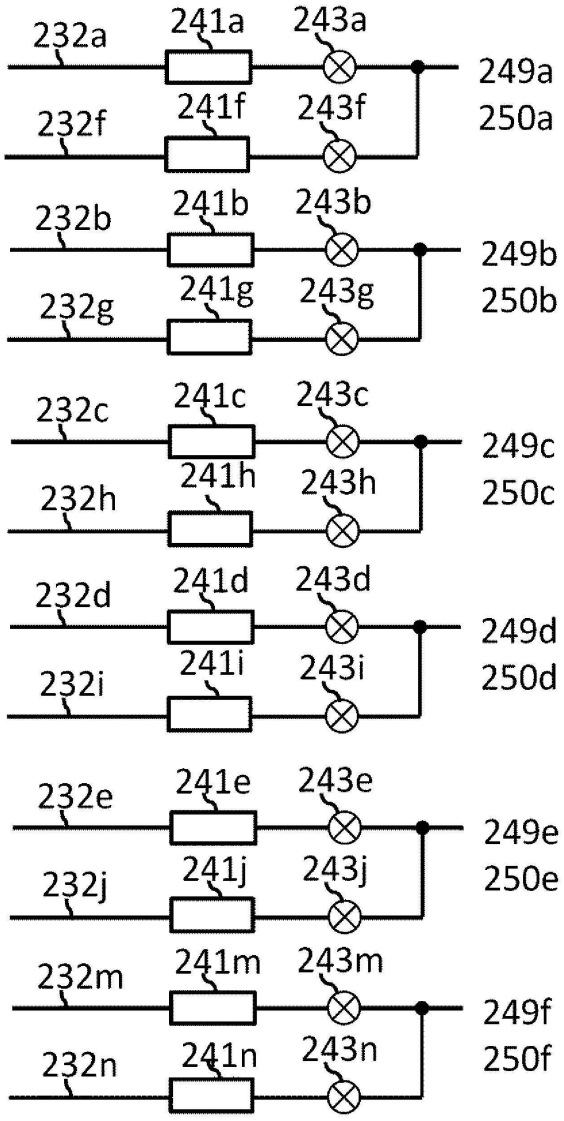
도면3


기판 반입
제1 성막 스텝
S1
제1 개질 가스를 공급
a1
퍼지
sp1
제1 처리 가스를 공급
a2
퍼지
sp2
아니오
소정 사이클
sc1
예
승온 스텝
승온
st1
제2 성막 스텝
S2
제2 개질 가스를 공급
b1
퍼지
sp3
제2 처리 가스를 공급
b2
퍼지
sp4
아니오
소정 사이클
sc2
예
기판 반출

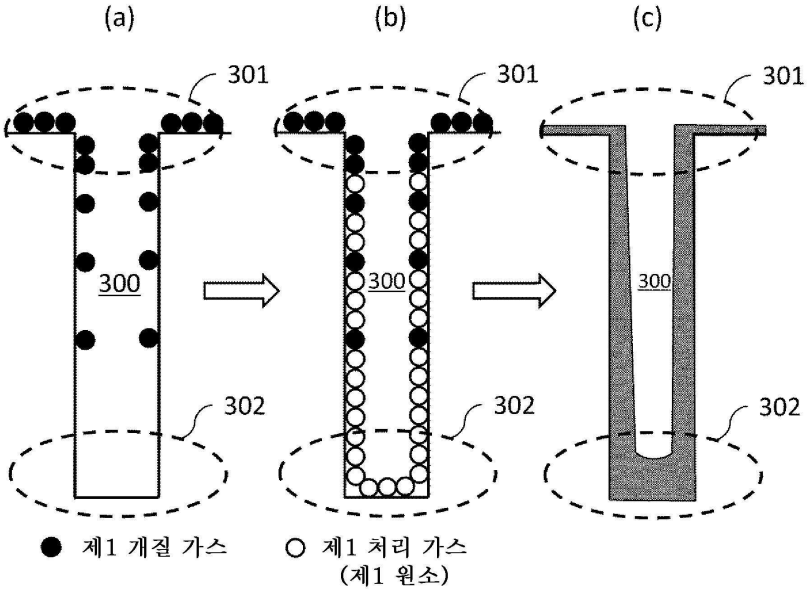
도면4


기판 반입
제1 성막 스텝
S1
제1 개질 가스를 공급
a1
퍼지
sp1
제1 처리 가스를 공급
a2
퍼지
sp2
아니오
소정 사이클
sc1
예
제2 성막 스텝
S2
제2 개질 가스를 공급
b1
퍼지
sp3
제2 처리 가스를 공급
b2
퍼지
sp4
아니오
소정 사이클
sc2
예
승온 스텝
승온
st1
S3
제3 성막 스텝
제3 개질 가스를 공급
c1
퍼지
sp5
제3 처리 가스를 공급
c2
퍼지
sp6
아니오
소정 사이클
sc3
예
기판 반출

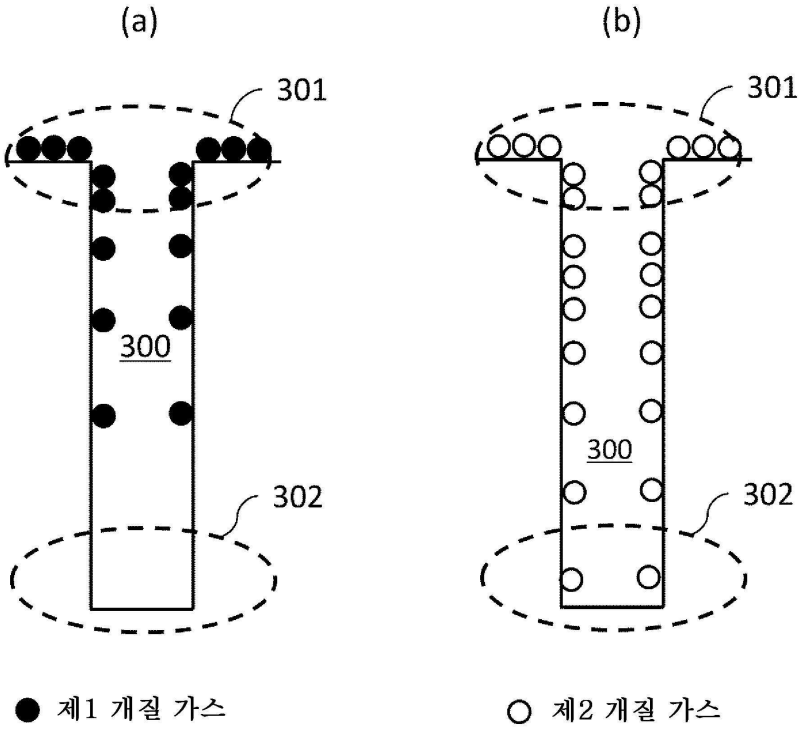
도면5


232a
241a
243a
249a
232f
241f
243f
250a
232b
241b
243b
249b
232g
241g
243g
250b
232c
241c
243c
249c
232h
241h
243h
250c
232d
241d
243d
249d
232i
241i
243i
250d
232e
241e
243e
249e
232j
241j
243j
250e
232m
241m
243m
249f
232n
241n
243n
250f

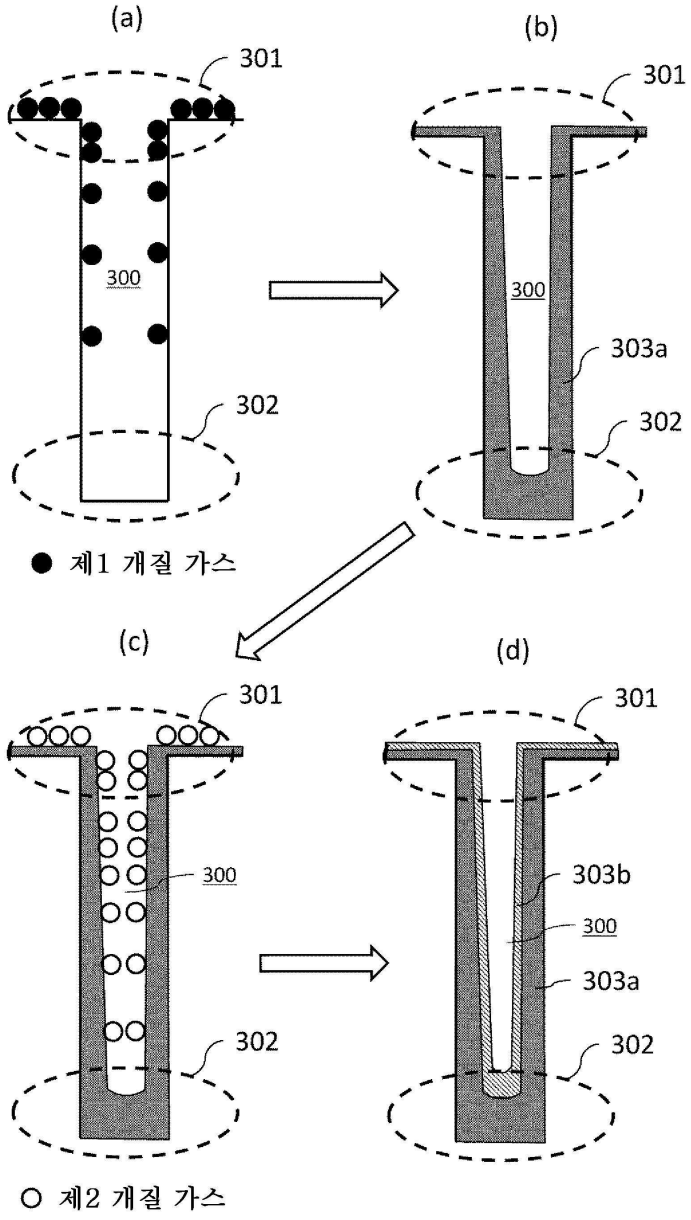
도면6


(a)
(b)
(c)
301
301
301
300
300
300
302
302
302
제1 개질 가스
제1 처리 가스
(제1 원소)

도면7


(a)
(b)
301
301
300
300
302
302
제1 개질 가스
제2 개질 가스

도면8


(a)
301
300
302
(b)
301
300
303a
302
● 제1 개질 가스
(c)
301
300
302
(d)
301
303b
300
303a
302
○ 제2 개질 가스