



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년12월13일  
(11) 등록번호 10-1686029  
(24) 등록일자 2016년12월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01L 21/205* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0008808  
(22) 출원일자 2014년01월24일  
    심사청구일자 2014년01월24일  
(65) 공개번호 10-2014-0097984  
(43) 공개일자 2014년08월07일  
(30) 우선권주장  
    JP-P-2013-016181 2013년01월30일 일본(JP)  
    JP-P-2014-005264 2014년01월15일 일본(JP)

### (56) 선행기술조사문항

KR1020110015392 A

KB1020110015392 A

KR101037962 B1

US20060150905 A1\*

US20120073500 A1

(73) 특허권자  
**가부시키가이샤 히다치 고쿠사이 템키**  
일본국 도쿄도 치요다쿠 소토칸다 4초메 14반 1고  
(우: 101-8980)

### (72) 발명자

## 타케바야시 유지

일본국 토야마켄 토야마시 야초오마치 야스우치  
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이텐키 내  
시마다 마사카즈

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치  
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이텐키 내  
모리카와 아츠시

일본국 토야마켄 토야마시 야즈오마치 야스우치  
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

(74) 대리인  
이창범, 박준용

전체 청구항 수 : 총 9 항

## 심사관 : 박부식

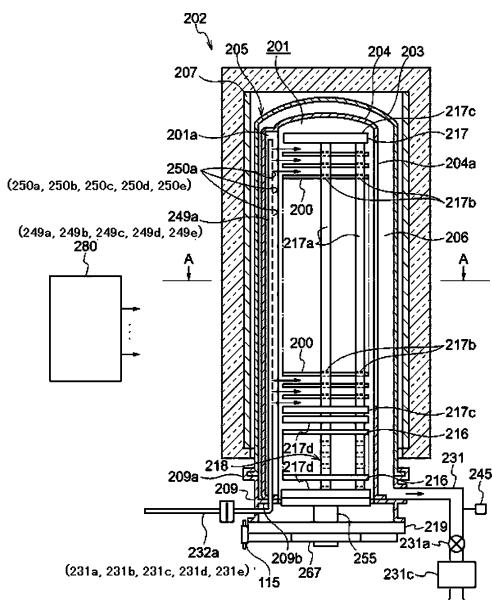
(54) 발명의 명칭 기관 처리 장치, 밧도체 장치의 제조 방법 및 기록 매체

### (57) 요약

반도체 장치의 제조 품질의 향상과 반도체 장치의 제조 스루풋을 향상시킨다. 기판을 수용하는 처리실; 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 원료 가스 공급계; 상기 처리실에 접속된 제1 반응 가스 공급관을 개재하여 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제1 반응 가스 공급계; 일단이 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 타단이 상기

(뒷면에 계속)

## 대표도 - 도1



제1 반응 가스 공급관과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속된 제2 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치되어 상기 반응 가스를 저장하는 가스 저장부를 개재하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및 상기 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 처리와, 상기 제1 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관의 양방(兩方)을 통하여 동시에 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리를 수행하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;를 포함한다.

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판을 수용하는 처리실;

원료 가스를 상기 기판에 공급하는 원료 가스 공급계;

상기 처리실에 접속된 제1 반응 가스 공급관을 개재하여 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제1 반응 가스 공급계;

일단이 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 타단이 상기 제1 반응 가스 공급관과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속된 제2 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치되어 상기 반응 가스를 저장하는 가스 저장부를 개재하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및

상기 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 처리와, 상기 제1 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관의 양방(兩方)을 통하여 동시에 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리를 수행하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;

를 포함하는 기판 처리 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 원료 가스가 상기 기판에 공급될 때 상기 가스 저장부에 상기 반응 가스가 저장되도록 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 기판 처리 장치.

#### 청구항 3

기판을 수용하는 처리실;

상기 처리실에 접속되고, 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급 라인;

상기 제1 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제1 밸브;

일단이 상기 제1 밸브보다 상류 측에서 상기 제1 반응 가스 공급 라인에 접속되고, 타단이 상기 제1 반응 가스 공급 라인과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속되어 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 상기 반응 가스를 공급하는 제2 반응 가스 공급 라인;

상기 제2 반응 가스 공급 라인에 설치된 가스 저장부;

상기 제1 반응 가스 공급 라인과 상기 가스 저장부의 사이에 설치되고, 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제2 밸브;

상기 가스 저장부와 상기 처리실의 사이에 설치되고, 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제3 밸브; 및

상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브가 닫힌 상태에서 상기 제2 밸브를 열어 상기 반응 가스가 상기 가스 저장부에 저장되고, 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 상기 반응 가스가 공급될 때 상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브를 열어 상기 제1 반응 가스 공급 라인 및 상기 제2 반응 가스 공급 라인의 양방을 통하여 동시에 상기 반응 가스가 상기 기판에 공급되도록 상기 제1 밸브, 상기 제2 밸브 및 상기 제3 밸브를 제어하는 제어부;

를 포함하는 기판 처리 장치.

#### 청구항 4

처리실에 수용된 기판에 원료 가스를 공급하는 공정;

제1 반응 가스 공급관 및 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 가스 저장부가 설치된 제2 반응 가스 공급관의

양방을 통하여 동시에 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 공정; 및

상기 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 공정;

을 포함하고,

상기 제1 반응 가스 공급관은 상기 처리실에 접속되고, 상기 제2 반응 가스 공급관은 일단이 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 타단이 상기 제1 반응 가스 공급관과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속되고, 상기 가스 저장부는 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치되고 상기 반응 가스를 저장하는 반도체 장치의 제조 방법.

#### 청구항 5

처리실에 수용된 기판에 원료 가스를 공급하는 단계;

상기 처리실에 접속된 제1 반응 가스 공급관 및 일단이 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 타단이 제1 반응 가스 공급관과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속된 제2 반응 가스 공급관의 양방을 통하여 동시에 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 단계; 및

상기 제2 반응 가스 공급관에 설치된 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 단계;

를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램을 저장하는 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

상기 원료 가스를 공급하는 공정과 상기 반응 가스를 저장하는 공정을 동시에 수행하는 반도체 장치의 제조 방법.

#### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 원료 가스를 공급하는 공정과 상기 반응 가스를 저장하는 공정;

상기 처리실 내에 잔류하는 상기 원료 가스를 배기하는 공정;

상기 반응 가스를 공급하는 공정; 및

상기 처리실 내에 잔류하는 상기 반응 가스를 배기하는 공정;

을 순서대로 소정 횟수 수행하는 반도체 장치의 제조 방법.

#### 청구항 8

제4항에 있어서,

상기 원료 가스를 공급하는 공정에서는, 상기 기판을 150 내지 300°C의 범위 내 온도가 되도록 가열하고,

상기 반응 가스를 저장하는 공정에서는, 상기 가스 저장부를 50°C 이하의 온도가 되도록 가열하는 반도체 장치의 제조 방법.

#### 청구항 9

제4항에 있어서,

상기 반응 가스는, O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>의 혼합 가스, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub> 중의 어느 하나인 반도체 장치의 제조 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 기판 처리 장치, 반도체 장치의 제조 방법 및 기록 매체에 관한 것이다.

## 배경기술

[0002] 반도체 장치의 제조 공정으로서, 처리 가스로서의 원료 가스와 반응 가스를 교호적으로 공급하여 기판 상에 막을 형성하는 기술이 있다(특허문헌 1, 2 참조).

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 1. 일본 특허 공개 2012-142367호 공보  
(특허문헌 0002) 2. 일본 특허 공개 2012-134311호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0004] 반도체 장치의 미세화에 의해, 웨이퍼 표면적이 증가하고, 보다 깊은 홈으로의 성막 등의 미세한 처리가 필요해지고 있다. 또한, 반도체 장치의 제조 스루풋의 향상을 위한 웨이퍼의 대형화 또는 처리 매수의 증가에 의해 웨이퍼가 수용되는 처리실도 대형화되고 있다. 이 대형화된 웨이퍼에 균일한 처리를 수행하기 위해서 처리 가스의 공급량을 증가시키는 것이 요구되고 있다.

[0005] 본 발명의 주된 목적은 반도체 장치의 제조 품질의 향상과 반도체 장치의 제조 스루풋을 향상시키는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 일 형태에 의하면,  
[0007] 기판을 수용하는 처리실;  
[0008] 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 원료 가스 공급계;  
[0009] 상기 처리실에 접속된 제1 반응 가스 공급관을 개재하여 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제1 반응 가스 공급계;  
[0010] 일단이 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 타단이 상기 제1 반응 가스 공급관과는 다른 위치에서 상기 처리실에 접속된 제2 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치되어 상기 반응 가스를 저장하는 가스 저장부를 개재하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및  
[0011] 상기 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 처리와, 상기 제1 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관의 양방(兩方)을 통하여 동시에 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리를 수행하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;  
[0012] 를 포함하는 기판 처리 장치가 제공된다.

### 발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면 반도체 장치의 품질의 향상과 반도체 장치의 제조 스루풋을 향상시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치의 종형 처리로를 설명하기 위한 개략 구성도이며, 처리로 부분의 종단면도를 도시한다.  
도 2는 도 1에 도시된 종형 처리로의 처리로 부분을 도 1에 있어서의 A-A선 단면도에서 도시하는 개략 횡단면도이다.  
도 3은 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치의 원료 공급계를 설명하기 위한 개략도이다.  
도 4는 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치의 컨트롤러를 설명하기 위한 개략도이다.

도 5는 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치를 사용하여 지르코늄 산화막을 제조하는 프로세스를 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 6은 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치를 사용하여 지르코늄 산화막을 제조하는 프로세스의 일 예를 설명하기 위한 타이밍 차트이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치를 사용하여 지르코늄 산화막을 제조하는 프로세스의 다른 예를 설명하기 위한 타이밍 차트이다.

도 8은 환경 온도와  $O_3$ 가스의 수명의 관계를 도시하는 도면이다.

도 9는 본 발명의 바람직한 실시 형태의 기판 처리 장치 및 시퀀스를 이용한 실시예에 있어서의  $O_3$ 가스 유량과 종래 기술에 있어서의  $O_3$ 가스 유량의 비교도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 종형 처리로의 처리로 부분을 도시하는 도 1의 A-A선 개략 횡단면도이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 종형 처리로의 처리로 부분을 도시하는 도 1의 A-A선 개략 횡단면도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 다음으로 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 설명한다.

[0016] 최근 반도체 디바이스의 고밀도화에 따라 디바이스를 형성할 시의 절연막보다 얇은 막이 요구되고 있다. 하지만 절연막을 얇게 하면 터널 전류가 흐르므로, 실효적으로는 얇게 하여도 실제로는 터널 효과가 발생하지 않는 두께로 하려는 요망이 있다. 이러한 막으로서 고유전율을 가지는 절연막인 고유전율막(High-k막)이 있다. 예컨대 실리콘 산화막( $SiO_2$ 막)이라면 4.5nm의 두께이더라도  $SiO_2$ 막 환산으로 동등한 유전율을 얻을 수 있다.

[0017] High-k막의 등장에 의해 DRAM(Dynamic Random Access Memory)의 커패시터를 중심으로 한 절연막으로서 하프늄 산화막( $HfO_2$ 막)이나 지르코늄 산화막( $ZrO_2$ 막) 등이 적용되게 되었다. 이들 절연막을 형성할 때에는 원료 가스(제 1 처리 가스)로서 유기계 고유전화합물(유기계 화합물)을 기화기 등에 의해 가스화하여 이용하고, 반응 가스(제 2 처리 가스)로서 산화 가스인 오존( $O_3$ 가스)을 이용하여 원료 가스와 반응 가스를 교호적으로 기판에 공급하는 방법이 이용되는 경우가 있다.

[0018] 하지만 이러한 방법에 있어서의 유기계 화합물의 성막 온도는 200~300°C정도의 저온이기 때문에, 반응 가스가 충분히 활성화되지 않은 상태에서 기판에 공급되어 기판 상에 High-k막이 형성되면, 원하는 성막 속도를 얻을 수 없을 뿐만 아니라 트렌치(홈) 구조를 가지는 패턴 기판의 기판 중앙부에 있어서 막 두께가 저하하여, 단차 피복성이 저하하거나 패턴의 소밀(疎密)에 의해 막 두께가 변동하거나(로딩 효과) 하는 문제가 발생하는 경우가 있다.

[0019] 이 때 성막 속도를 증대시키고 단차 피복성이나 로딩 효과를 개선하기 위해서 반응 가스의 공급량이나 공급 시간을 길게 하는 것을 생각할 수 있다. 하지만 이로 인해 오조나이저에 대한 비용의 증가나 성막 시간의 증대를 초래하여, 결과적으로 스루풋(생산성)이 악화되거나 원료 소비량의 증대에 의한 제조 비용이 증대하여 COO(Cost Of Ownership : 1장당 제조 비용)의 악화를 초래할 가능성이 있다.

[0020] 발명자들은 이러한 문제를 해결하고, 기판으로서의 웨이퍼로 공급하는 복수의 처리 가스의 공급량을 증가시킴으로써, 웨이퍼에 형성된 미세한 구조에 대한 균일한 처리나 웨이퍼 표면 전체에 대한 균일한 처리를 수행할 수 있다는 것을 발견했다. 그리고 이하에 설명하는 바와 같이 성막 등의 기판 처리 시간이 길어지는 일 없이 웨이퍼로 공급하는 처리 가스의 공급량을 증가시키기 위해서, 처리 가스의 1회당 공급량을 많게 하고, 또한 처리 가스의 공급 시간을 단축하는 기술을 발명하였다.

[0021] (제1 실시 형태)

[0022] 이하에 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다.

[0023] 우선 본 발명의 바람직한 실시 형태에서 사용되는 기판 처리 장치에 대하여 설명한다. 이 기판 처리 장치는 반도체 장치의 제조 공정의 일 공정에서 사용되는 반도체 장치의 제조 장치의 일 예로서 구성된 것이다.

- [0024] 하기의 설명에서는 기판 처리 장치의 일 예로서, 한 번에 복수 매의 기판에 대하여 성막 처리 등을 수행하는 배치(batch)식의 종형(縱型) 장치인 기판 처리 장치를 사용한 경우에 대하여 설명한다.
- [0025] 도 1 및 도 2를 참조하여 기판 처리 장치의 처리로(202)에 대하여 설명한다.
- [0026] (처리실)
- [0027] 처리로(202)는 중심선이 수직이 되도록 종방향으로 배치되어 광체(도시되지 않음)에 의해 고정적으로 지지된 반응관으로서의 종형의 프로세스 투브(205)를 구비한다. 프로세스 투브(205)는 이너 투브(204)와 아우터 투브(203)를 구비한다. 이너 투브(204) 및 아우터 투브(203)는 예컨대 석영(SiO<sub>2</sub>) 또는 탄화규소(SiC), 석영이나 탄화규소의 복합 재료 등의 내열성이 높은 재료에 의해 원통 형상으로 각각 일체로 성형된다.
- [0028] 이너 투브(204)는 상단이 폐색(閉塞)되고 하단이 개구된 원통 형상으로 형성된다. 이너 투브(204) 내에는 기판 보지구(保持具)로서의 보트(217)에 의해 수평 자세에서 다단으로 적층된 웨이퍼(200)를 수납하여 처리하는 처리실(201)이 형성된다. 이너 투브(204)의 하단 개구는 웨이퍼(200) 군(群)을 보지(保持)한 보트(217)를 출입시키기 위한 노구(爐口)를 구성한다. 따라서 이너 투브(204)의 내경은 웨이퍼(200) 군을 보지한 보트(217)의 최대 외경보다도 커지도록 설정된다. 아우터 투브(203)는 이너 투브(204)와 일부 동심원 형상으로서, 그 내경은 이너 투브(204)에 비해 크고 상단이 폐색되고 하단이 개구된 원통 형상으로 형성되고, 이너 투브(204)의 외측을 둘러싸도록 이너 투브(204)와 동심원으로 덮어져 있다. 아우터 투브(203)의 사이의 하단부는, 매니폴드(209) 상부의 플랜지(209a)에 0-링(도시되지 않음)을 개재하여 설치되고, 0-링에 의해 기밀하게 봉지된다. 이너 투브(204)의 하단부는 매니폴드(209)의 내측의 원형 링부(209b) 상에 탑재된다. 매니폴드(209)는 이너 투브(204) 및 아우터 투브(203)에 대한 보수 점검 작업이나 청소 작업을 위해서 이너 투브(204) 및 아우터 투브(203)에 탈착 가능하게 설치된다. 매니폴드(209)가 광체(도시되지 않음)에 지지되는 것에 의해 프로세스 투브(205)는 수직으로 설치된 상태가 된다. 또한 이하에서는 아우터 투브(205) 내에 형성되는 공간을 처리실(201)이라고 하는 경우도 있다.
- [0029] (배기 유닛)
- [0030] 매니폴드(209)의 측벽의 일부에는 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 배기관(231)이 접속된다. 매니폴드(209)과 배기관(231)과의 접속부에는 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 배기구가 형성된다. 배기관(231) 내는 배기구를 개재하여 이너 투브(204)와 아우터 투브(203)와의 사이에 형성된 극간으로 이루어지는 배기로 내에 연통한다. 또한 배기로의 획단면 형상은 대략 원형 링 형상이 된다. 이에 의해 후술하는 이너 투브(204)에 형성된 배기공(204a)의 상단으로부터 하단까지 균일하게 배기할 수 있다. 즉 보트(217)에 재치된 복수 매의 웨이퍼(200) 전부로부터 균일하게 배기할 수 있다. 배기관(231)에는 상류로부터 순서대로 압력 센서(245), 압력 조정기로서의 APC(Auto Pressure Controller)밸브(231a), 진공 배기 장치로서의 진공 펌프(231c)가 설치된다. 진공 펌프(231c)는 처리실(201) 내의 압력이 소정의 압력(진공도)이 되도록 진공 배기할 수 있도록 구성된다. APC 밸브(231a) 및 압력 센서(245)에는 컨트롤러(280)가 전기적으로 접속된다. 컨트롤러(280)는 처리실(201) 내의 압력이 원하는 타이밍에서 원하는 압력이 되도록, 압력 센서(245)에 의해 검출된 압력에 기초하여 APC 밸브(231a)의 개도를 제어하도록 구성된다. 주로 배기관(231), 압력 센서(245), APC 밸브(231a)에 의해 본 실시 형태에 따른 배기 유닛(배기계)이 구성된다. 또한 진공 펌프(231c)를 배기 유닛에 포함시켜도 좋다. 또한 배기관(231)에는 배기 가스 중의 반응 부생성물이나 미반응의 원료 가스 등을 포착하는 트랩 장치나 배기 가스 중에 포함되는 부식성 성분이나 유독 성분 등을 제해(除害)하는 제해 장치가 접속되는 경우가 있다. 그 경우 트랩 장치나 제해 장치를 배기 유닛에 포함시켜도 좋다. 또한 배기관(231) 내를 배기 라인이라고 부르는 경우도 있다.
- [0031] (기판 보지구)
- [0032] 매니폴드(209)에는 매니폴드(209)의 하단 개구를 폐색하는 씰 캡(219)이 수직 방향 하측으로부터 당접된다. 씰 캡(219)은 아우터 투브(203)의 외경과 동등 이상의 외경을 가지는 원반 형상으로 형성되고, 프로세스 투브(205)의 외부에 수직으로 설된 후술하는 보트 엘리베이터(115)에 의해 수평 자세에서 수직 방향으로 승강된다.
- [0033] 씰 캡(219) 상에는 웨이퍼(200)를 보지하는 기판 보지 수단(기판 보지구)으로서의 기판 보지 부재인 보트(217)가 수직으로 설치되어서 지지된다. 보트(217)는 상하로 한 쌍의 단판(217c)과, 단판(217c) 간에 수직으로 설치된 복수 개의 보지 부재(217a)를 구비한다. 단판(217c) 및 보지 부재(217a)는 예컨대 석영(SiO<sub>2</sub>) 또는 탄화규소(SiC), 석영이나 탄화규소의 복합 재료 등의 내열성 재료로 이루어진다. 각 보지 부재(217a)에는 다수 개의 보지 홈(217b)이 길이 방향으로 등간격(等間隔)으로 설치된다. 웨이퍼(200)의 주연(周緣)이 복수 개의 보지 부재

(217a)에 있어서의 동일한 단의 보지홈(217b) 내에 각각 삽입되는 것에 의해, 복수 매의 웨이퍼(200)는 수평 자세이면서 서로 중심을 맞춘 상태에서 다단으로 적층되어서 보지된다.

[0034] 또한 보트(217)와 씰 캡(219)과의 사이에는 상하로 한 쌍의 보조 단판(217d)이 복수 개의 보조 보지 부재(218)에 의해 지지되어서 설치된다. 각 보조 보지 부재(218)에는 다수 개의 보지홈이 설치된다. 보지홈에는 예컨대 석영(SiO<sub>2</sub>)이나 탄화규소(SiC) 등의 내열성 재료로 이루어지는 원판 형상을 한 복수 매의 단열판(216)이 수평 자세에서 다단으로 장전(裝填)된다. 단열판(216)에 의하여, 후술하는 히터 유닛(207)으로부터의 열이 매니폴드(209) 측에 전해지기 어렵게 된다. 또한 보트(217)에 재치되는 복수 매의 웨이퍼(200)의 하측에서의 온도 저하를 억제할 수 있다.

[0035] 씰 캡(219)의 처리실(201)에 대한 반대 측에는 보트(217)를 회전시키는 회전 기구(267)가 설치된다. 회전 기구(267)의 회전축(255)은 씰 캡(219)을 관통하여 보트(217)를 하방으로부터 지지한다. 회전축(255)을 회전시킴으로써 처리실(201) 내에서 웨이퍼(200)를 회전시킬 수 있다. 씰 캡(219)은 반송 수단(반송 기구)로서의 보트 엘리베이터(115)에 의해 수직 방향으로 승강되도록 구성되고, 이에 의해 보트(217)를 처리실(201) 내외로 반송하는 것이 가능해진다.

[0036] (히터 유닛)

[0037] 아우터 튜브(203)의 외부에는 프로세스 튜브(205) 내를 전체에 걸쳐 균일 또는 소정의 온도 분포로 가열하는 가열 수단(가열 기구)으로서의 히터 유닛(207)이 아우터 튜브(203)를 둘러싸도록 설치된다. 히터 유닛(207)은 기관 처리 장치의 광체(도시되지 않음)에 지지되는 것에 의해 수직으로 설치된 상태가 되고, 예컨대 카본 히터 등의 저항 가열 히터로서 구성된다. 프로세스 튜브(205) 내에는 온도 검출기로서의 온도 센서(269)가 설치된다. 주로 히터 유닛(207), 온도 센서(269)에 의해 본 실시 형태에 따른 가열 유닛(가열계)이 구성된다.

[0038] (가스 공급 유닛)

[0039] 이너 튜브(204)의 측벽[후술하는 배기 공(204a)과는 180도 반대 측의 위치]에는 채널 형상의 예비실(201a)이 이너 튜브(204)의 측벽으로부터 이너 튜브(204)의 지름방향 외향으로 돌출하여 수직 방향으로 길게 연재하도록 형성된다. 예비실(201a)의 측벽은 이너 튜브(204)의 측벽의 일부를 구성한다. 또한 예비실(201a)의 내벽은 처리실(201)의 내벽의 일부를 형성한다. 예비실(201a)의 내부에는, 예비실(201a)의 내벽[즉 처리실(201)의 내벽]에 따르도록, 예비실(201a) 내벽의 하부로부터 상부에 따라 웨이퍼(200)의 적층 방향으로 연재되어서 처리실(201) 내에 가스를 공급하는 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)이 설치된다. 즉 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)은 웨이퍼(200)가 배열되는 웨이퍼 배열 영역의 측방의, 웨이퍼 배열 영역을 수평으로 둘러싸는 영역에, 웨이퍼 배열 영역에 따르도록 설치된다. 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)은 L자형의 롱 노즐로서 구성되고, 그 수평부는 매니폴드(209)를 관통하도록 설치되고, 그 수직부는 적어도 웨이퍼 배열 영역의 일단(一端) 측으로부터 타단(他端) 측을 향해 상승하도록 설치된다. 편의상 도 1에는 1개의 노즐을 기재하고 있지만, 실제로는 도 2에 도시하는 바와 같이 5개의 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)이 설치된다. 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)의 측면에는 가스를 공급하는 다수의 가스 공급공(250a, 250b, 250c, 250d, 250g)이 각각 설치된다. 가스 공급공(250a, 250b, 250c, 250d, 250g)은 하부로부터 상부에 걸쳐 각각 동일 또는 크기에 경사를 지닌 개구 면적을 가지고, 또한 같은 개구 폭으로 설치된다.

[0040] 매니폴드(209)를 관통한 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)의 수평부의 단부는, 프로세스 튜브(205)의 외부에서 가스 공급 라인으로서의 가스 공급관(232a, 232b, 232c, 232d, 232g)과 각각 접속된다.

[0041] 이와 같이 본 실시 형태에 있어서의 가스 공급의 방법은, 예비실(201a) 내에 배치된 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)을 경유하여 가스를 반송하고, 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)에 각각 개구된 가스 공급공(250a, 250b, 250c, 250d, 250g)으로부터 웨이퍼(200)의 근방에서 처음으로 이너 튜브(204) 내에 가스를 분출시킨다.

[0042] 이너 튜브(204)의 측벽이며 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)에 대향한 위치, 즉 예비실(201a)과는 180도 반대 측의 위치에는 예컨대 슬릿 형상[狀]의 관통공인 배기공(204a)이 수직 방향으로 가늘고 길게 개설(開設)된다. 처리실(201)은, 이너 튜브(204)와 아우터 튜브(203)와의 사이에 형성된 극간으로 이루어지는 배기로(206)와 배기공(204a)을 개재하여 연통한다. 따라서 노즐(249a, 249b, 249c, 249d, 249g)의 가스 공급공(250a, 250b, 250c, 250d, 250g)으로부터 처리실(201) 내에 공급된 가스는, 배기공(204a)을 개재하여 배기로(206) 내로 흐른 후, 배기구를 개재하여 배기관(231) 내에 흐르고 처리로(202) 밖으로 배출된다. 이 때 가스 공급공(250a, 250b, 250c, 250d, 250g)으로부터 처리실(201) 내의 웨이퍼(200)의 근방에 공급된 가스는, 수평 방향 즉 웨이퍼(200)

의 표면과 평행한 방향을 향해 흐른 후, 배기공(204a)을 개재하여 배기로(206) 내로 흐른다. 즉 처리실(201) 내에 있어서의 가스의 주된 흐름은 수평 방향, 즉 웨이퍼(200)의 표면과 평행한 방향이 된다. 이러한 구성으로 함으로써 각 웨이퍼(200)에 균일하게 가스를 공급할 수 있고, 각 웨이퍼(200)에 형성되는 박막의 막 두께를 균일하게 할 수 있는 효과가 있다. 또한 배기공(204a)은 슬릿 형상의 관통공으로서 구성되는 경우에 한하지 않으며, 복수 개의 공에 의해 구성되어도 좋다.

[0043] 다음으로 도 3을 참조하여 본 실시 형태에 따른 가스 공급계에 대하여 설명한다.

[0044] (불활성 가스 공급계)

[0045] 가스 공급관(232a)에는 상류 측으로부터 순서대로 유량 제어 장치(유량 제어부)로서의 MFC(매스 플로우 컨트롤러)(235a) 및 개폐 밸브인 밸브(233a)가 각각 설치되고, 예컨대 불활성 가스인 질소( $N_2$ ) 가스가 가스 공급관(232a) 및 노즐(249a)을 통해서 처리실(201)로 공급된다. 주로 노즐(249a), 가스 공급관(232a), MFC(235a), 밸브(233a)에 의해 제1 불활성 가스 공급계가 구성된다.

[0046] 가스 공급관(232g)에는 상류 측으로부터 순서대로 유량 제어 장치(유량 제어부)로서의 MFC(매스 플로우 컨트롤러)(235g) 및 개폐 밸브인 밸브(233g)가 각각 설치되고, 예컨대 불활성 가스인  $N_2$  가스가 가스 공급관(232g) 및 노즐(249g)을 통해서 처리실(201)로 공급된다. 주로 노즐(249g), 가스 공급관(232g), MFC(235g), 밸브(233g)에 의해 제2 불활성 가스 공급계가 구성된다.

[0047] 불활성 가스 공급계는, 제1 불활성 가스 공급계와 제2 불활성 가스 공급계의 어느 하나 또는 양방(兩方)으로 구성된다. 기판 처리에 따라서는 2개를 구분하여 사용해도 좋지만, 제1 불활성 가스 공급계와 제2 불활성 가스 공급계의 양방을 이용함으로써 기판에 균일한 처리를 수행할 수 있다. 또한 도 2에 도시하는 바와 같이 노즐(249a)과 노즐(249g)은 다른 노즐을 개재하도록 배치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 배치함으로써 웨이퍼(200)로의 처리 균일성을 향상시킬 수 있다. 단 불활성 가스 공급계는 설치하지 않아도 좋다.

[0048] (반응 가스 공급계)

[0049] 가스 공급관(232b)에는 상류 방향으로부터 순서대로 반응 가스 활성화 장치로서의 오존 생성기인 오조나이저(220), 개폐 밸브인 밸브(233b), 유량 제어기(유량 제어부)인 매스 플로우 컨트롤러(MFC)(235b) 및 개폐 밸브인 밸브(233b)가 설치된다. 가스 공급관(232b)의 선단부에는 전술한 노즐(249b)이 접속된다.

[0050] 가스 공급관(232b)의 상류 측은, 반응 가스로서 예컨대 산화 가스인 산소( $O_2$ ) 가스를 공급하는 도시되지 않은 산소 가스 공급원에 접속된다. 오조나이저(220)에 공급된  $O_2$  가스는, 제1 반응 가스로서의 산화 가스인 오존( $O_3$ ) 가스가 되고 처리실(201) 내에 공급된다. 주로 노즐(249b), 가스 공급관(232b), MFC(235b), 밸브(233b)에 의해 제1 반응 가스 공급계(제1 산화 가스 공급계, 제1 처리 가스 공급계라고도 부른다)가 구성된다. 또한 오조나이저(220)를 제1 반응 가스 공급계에 포함시켜도 좋다.

[0051] 발명자들은 이 웨이퍼(200)로 공급하는  $O_3$  가스의 공급량을 늘리는 것에 의해, 웨이퍼(200)에 형성된 미세한 구조에 대한 균일한 처리나 웨이퍼(200)의 표면 전체에 대한 균일한 처리를 수행할 수 있는 것을 발견하였다. 또한 한 번에 복수 매의 웨이퍼를 처리할 때에 복수 매의 웨이퍼 군에 균일한 처리를 수행할 수 있는 것을 발견하였다.

[0052] 웨이퍼(200)로 공급하는  $O_3$  가스의 공급량을 늘리는 방법으로서는, 전술한 오조나이저(220)의 수를 늘리는 방법을 생각할 수 있다. 하지만 오조나이저(220)는 상당히 고가이므로 비용이 들게 된다. 그렇기 때문에 후술하는 가스 탱크(603c, 604c)를 포함하는 제2 반응 가스 공급계를 설치하는 것에 의해 경제적으로 구성할 수 있는 것을 발견하였다. 이하에 이 구성에 대하여 설명한다.

[0053] 우선 가스 공급관(232b)의 MFC(235b)의 상류 측에 가스 공급관(232h)이 접속되고, 또한 가스 공급관(232h)에 가스 공급관(232c)이 접속된다. 가스 공급관(232c)에는 상류 방향으로부터 순서대로  $O_3$  가스를 불활성화하는 불활성화 기구(제해 기구)로서의 오존 킬러(도시되지 않음)로 가스를 배기하는 제해 라인인 벤트 라인(600c)과, 오존 킬러로의 가스 공급을 ON/OFF 제어하는 밸브(601c)와, 밸브(602c)와, 가스를 저장하는 가스 저장부로서의 가스 탱크(오존 저장 기구)(603c)와, 가스 탱크 내의 압력을 측정하는 압력 센서(604c)와, MFC(235c)와, 밸브(233c)가 설치된다. 가스의 흐름은 예컨대 오조나이저(220)로 생성된  $O_3$  가스가 가스 공급관(232b, 232h)을 개재하여 가스 공급관(232c)을 통해서 가스 탱크(603c)에 공급되고, 가스 탱크(603c)에 소정의 압력이 될 때까지

저장된다. 가스 탱크(603c)로부터 MFC(235c)로 유량이 조정된 후, 밸브(233c)를 개재하여 처리실(201)로  $O_3$  가스가 공급된다. 주로 노즐(249c), 가스 공급관(232c), MFC(235c), 밸브(233b), 가스 탱크(603c), 압력 센서(604c)에 의해 제2 반응 가스 공급계(제2 산화 가스 공급계, 제2 처리 가스 공급계라고도 부른다)가 구성된다. 또한 필요에 따라 밸브(601c), 밸브(602c), 벤트 라인(600c)을 이용하여 가스 탱크(603c) 내의 압력이 소정의 압력이상이 되었을 때에 발생하는 여분의  $O_3$  가스를 벤트 라인(600c)으로부터 오존 퀄러로 처리실(201)을 개재하지 않고 배기한다.

[0054] 반응 가스 공급계는 제1 반응 가스 공급계와 제2 반응 가스 공급계로 구성된다. 또한 반응 가스 공급계는 오존 공급 기구라고 부르는 경우도 있다.

[0055] (원료 가스 공급계)

[0056] 가스 공급관(232d)에는 기화 장치(기화부)이며 액체 원료를 기화하여 원료 가스(제1 원료 가스)로서의 기화 가스를 생성하는 기화기(270d)가 설치되고, 또한 기화기(270d)의 하류 측으로부터 순서대로 개폐 밸브인 밸브(233d), 가스 필터(301d)가 설치된다. 또한 기화기(270d)는 이용하는 액체 원료에 적합한 온도가 되도록 유지된다. 가스 공급관(232d)의 선단부에는 전술한 노즐(249d)이 접속된다. 밸브(233d)를 여는 것에 의해 기화기(270d) 내에서 생성된 기화 가스가 노즐(249d)을 개재하여 처리실(201) 내로 공급된다. 주로 노즐(249d), 밸브(233d), 가스 공급관(232d), 가스 필터(301d)에 의해 원료 가스 공급계(제1 원료 가스 공급계, 제3 처리 가스 공급계라고도 부른다)가 구성된다. 또한 기화기(270d)를 원료 가스 공급계에 포함시켜도 좋다.

[0057] 또한 후술하는 액체 원료 공급계나 캐리어 가스 공급계도 원료 가스 공급계에 포함시켜도 좋다.

[0058] (액체 원료 공급계)

[0059] 가스 공급관(232d)의 기화기(270d)보다도 상류에는 액체 원료 탱크(291d), 액체 유량 제어 장치(LMFC)(295d), 밸브(293d)가 상류 측으로부터 순서대로 설치된다. 기화기(270d) 내로의 액체 원료의 공급량[즉 기화기(270d) 내에서 기화되고 처리실(201) 내로 공급되는 기화 가스의 공급 유량]은 LMFC(295d)에 의해 제어된다. 주로 가스 공급관(232d), LMFC(295d), 밸브(293d)에 의해 액체 원료 공급계(제1 액체 원료 공급계)가 구성된다. 또한 액체 원료 탱크(291d)를 액체 원료 공급계에 포함시켜도 좋다.

[0060] (캐리어 가스 공급계)

[0061] 기화기(270d)에는 캐리어 가스로서의 불활성 가스(예컨대  $N_2$  가스)가 가스 공급관(232j)으로부터 공급된다. 가스 공급관(232j)에는 MFC(235j)와 밸브(233j)가 설치된다. 기화기(270d)로 생성된 기화 가스를 캐리어 가스로 희석하는 것에 의해, 보트(217)에 탑재되는 웨이퍼(200) 간의 막 두께 균일성 등의 웨이퍼(200) 간에 있어서의 웨이퍼(200)의 처리의 균일성을 조정할 수 있다. 주로 가스 공급관(232j), MFC(235j), 밸브(233j)에 의해 캐리어 가스 공급계(제1 캐리어 가스 공급계)가 구성된다.

[0062] 가스 공급관(232d)으로부터는 예컨대 금속 함유 가스인 원료 가스로서 지르코늄 원료 가스, 즉 지르코늄(Zr) 원소를 포함하는 가스(지르코늄 함유 가스)가 제1 원료 가스로서, LMFC(295d), 기화기(270d), 가스 필터(301d), 노즐(249d) 등을 개재하여 처리실(201) 내로 공급된다. 지르코늄 함유 가스로서는 예컨대 테트라카이스에틸메틸아미노지르코늄(TEMAZ,  $Zr[N(CH_3)C_2H_5]_4$ )을 이용할 수 있다. TEMAZ는 상온 상압에서 액체이다. 액체의 TEMAZ는 액체 원료로서 액체 원료 공급 탱크(291d) 내에 저장된다. 또한 이 때 기화기(270d)는 TEMAZ에 적합한 온도가 되도록 유지되고, 예컨대 120~150°C로 가열한 상태에서 유지된다.

[0063] (제어부)

[0064] 도 4에 본 실시 형태에 따른 제어부와 각 구성의 접속예를 제시한다. 제어부(제어 수단)인 컨트롤러(280)는 CPU(Central Processing Unit)(280a), RAM(Random Access Memory)(280b), 기억 장치(280c), I/O 포트(280d)를 구비한 컴퓨터로서 구성된다. RAM(280b), 기억 장치(280c), I/O 포트(280d)는 내부 버스(280e)를 개재하여 CPU(280a)와 데이터 교환 가능하도록 구성된다. 컨트롤러(280)에는 예컨대 터치 패널 등으로서 구성된 입출력 장치(282)가 접속된다.

[0065] 기억 장치(280c)는 예컨대 플래시 메모리, HDD(Hard Disk Drive) 등으로 구성된다. 기억 장치(280c) 내에는 기판 처리 장치의 동작을 제어하는 제어 프로그램이나, 후술하는 기판 처리의 순서나 조건 등이 기재된 프로세스 레시피 등이 판독 가능하도록 저장된다. 또한 프로세스 레시피는 후술하는 기판 처리 공정에 있어서의 각 단계를 컨트롤러(280)에 실행시켜 소정의 결과를 얻을 수 있도록 조합된 것이며, 프로그램으로서 기능한다. 이하,

이 프로세스 레시피나 제어 프로그램 등을 총칭하여 단순히 프로그램이라고도 말한다. 또한 본 명세서에 있어서 프로그램이라는 단어를 이용하는 경우는, 프로세스 레시피 단체(單體)만을 포함하는 경우, 제어 프로그램 단체만을 포함하는 경우, 또는 그 양방을 포함하는 경우가 있다. 또한 RAM(280b)는 CPU(280a)에 의해 관독된 프로그램이나 데이터 등이 일시적으로 보지되는 메모리 영역(work area)으로서 구성된다.

[0066] I/O 포트(280d)는, MFC(235a, 235b, 235c, 235d, 235g), 밸브(233a, 233b, 233c, 233d, 233g, 233h, 233i, 233j, 233k, 293d, 601c, 602c), 압력 센서(245, 604c), APC 밸브(231a), 진공 펌프(231c), 히터 유닛(207), 온도 센서(269), 회전 기구(267), 보트 엘리베이터(115), 오조나이저(220), 기화기(270d), LMFC(295d) 등에 접속된다.

[0067] CPU(280a)는 기억 장치(280c)로부터 제어 프로그램을 관독하여 실행함과 함께, 입출력 장치(282)로부터의 조작 커맨드의 입력 등에 따라 기억 장치(280c)로부터 프로세스 레시피를 관독한다. 그리고 CPU(280a)는 관독한 프로세스 레시피의 내용을 따르도록, MFC(235a, 235b, 235c, 235d, 235g)에 의한 각종 가스의 유량 조정 동작, LMFC(295d, 295e)에 의한 액체 원료의 유량 제어, 밸브(233a, 233b, 233c, 233d, 233g, 233h, 233i, 233j, 233k, 293d, 293e, 601c, 602c)의 개폐 동작, 압력 센서(604c)에 의한 가스 탱크 내 압력 제어 동작, APC 밸브(231a)의 개폐 동작 및 APC 밸브(231a)에 의한 압력 센서(245)에 기초하는 압력 조정 동작, 온도 센서(269)에 기초하는 히터 유닛(207)의 온도 조정 동작, 진공 펌프(231c)의 기동 및 정지, 회전 기구(267)에 의한 보트(217)의 회전 및 회전 속도 조절 동작, 보트 엘리베이터(115)에 의한 보트(217)의 승강 동작 등을 제어한다.

[0068] 또한 컨트롤러(280)는 전용 컴퓨터로서 구성된 경우에 한하지 않으며, 범용 컴퓨터로서 구성되어도 좋다. 예컨대 전술한 프로그램을 저장한 외부 기억 장치[예컨대 자기(磁氣) 테이프, 플렉시블 디스크나 하드 디스크 등의 자기 디스크, CD나 DVD 등의 광 디스크, MO 등의 광 자기 디스크, USB 메모리(USB Flash Drive)이나 메모리 카드 등의 반도체 메모리](283)를 준비하고, 외부 기억 장치(283)를 이용하여 범용 컴퓨터에 프로그램을 인스톨하는 것 등에 의해 본 실시 형태에 따른 컨트롤러(280)를 구성할 수 있다. 또한 컴퓨터에 프로그램을 공급하기 위한 수단은 외부 기억 장치(283)를 개재하여 공급하는 경우에 한정되지 않는다. 예컨대 인터넷이나 전용 회선 등의 통신 수단을 이용하여 외부 기억 장치(283)를 개재하지 않고 프로그램을 공급하도록 하여도 좋다. 또한 기억 장치(280c)나 외부 기억 장치(283)는 컴퓨터 관독 가능한 기록 매체로서 구성된다. 이하, 이를 총칭하여 단순히 기록 매체라고도 한다. 또한 본 명세서에 있어서 기록 매체라는 단어를 이용하는 경우는, 기억 장치(280c) 단체만을 포함하는 경우, 외부 기억 장치(283) 단체만을 포함하는 경우, 또는 그 양방을 포함하는 경우가 있다.

[0069] (기판 처리 공정)

[0070] 다음으로 전술한 기판 처리 장치의 처리로를 이용하여 반도체 장치(반도체 디바이스)의 제조 공정으로서, 기판 상에 절연막으로서 예컨대 고유전율(High-k)막인 금속 산화막으로서 지르코늄 산화막( $ZrO_2$ , 이하  $ZrO$ 라고도 칭한다)을 성막하는 시퀀스 예에 대하여 도 5, 도 6을 참조하여 설명한다. 또한 이하의 설명에 있어서 기판 처리 장치를 구성하는 각 부의 동작은 컨트롤러(280)에 의해 제어된다.

[0071] 또한 본 명세서에 있어서 「웨이퍼」라는 단어를 이용하는 경우는, 「웨이퍼 그 자체」를 의미하는 경우나, 「웨이퍼와 그 표면에 형성된 소정의 층이나 막 등과의 적층체(집합체)」를 의미하는 경우(즉 표면에 형성된 소정의 층이나 막 등을 포함시켜서 웨이퍼라고 칭하는 경우)가 있다. 또한 본 명세서에 있어서 「웨이퍼의 표면」이라는 단어를 이용하는 경우는, 「웨이퍼 그 자체의 표면(노출면)」을 의미하는 경우나, 「웨이퍼 상에 형성된 소정의 층이나 막 등의 표면, 즉 적층체로서의 웨이퍼의 최표면」을 의미하는 경우가 있다.

[0072] 따라서 본 명세서에 있어서 「웨이퍼에 대하여 소정의 가스를 공급한다」라고 기재한 경우는, 「웨이퍼 그 자체의 표면(노출면)에 대하여 소정의 가스를 직접 공급한다」는 것을 의미하는 경우나, 「웨이퍼 상에 형성된 층이나 막 등에 대하여, 즉 적층체로서의 웨이퍼의 최표면에 대하여 소정의 가스를 공급한다」는 것을 의미하는 경우가 있다. 또한 본 명세서에 있어서 「웨이퍼 상에 소정의 층(또는 막)을 형성한다」라고 기재한 경우는, 「웨이퍼 그 자체의 표면(노출면) 상에 소정의 층(또는 막)을 직접 형성한다」는 것을 의미하는 경우나, 「웨이퍼 상에 형성된 층이나 막 등의 상, 즉 적층체로서의 웨이퍼의 최표면 상에 소정의 층(또는 막)을 형성한다」는 것을 의미하는 경우가 있다.

[0073] 또한 본 명세서에 있어서 「기판」이라는 단어를 이용하는 경우도 「웨이퍼」라는 단어를 이용하는 경우와 마찬가지이며, 그 경우 상기 설명에 있어서 「웨이퍼」를 「기판」으로 치환해서 생각하면 좋다.

[0074] 기판 처리 공정에 대하여 설명한다.

- [0075] 우선 복수 매의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 장전(웨이퍼 차지)되면[도 5, 스텝(S101) 참조], 도 1에 도시하는 바와 같이 복수 매의 웨이퍼(200)를 지지한 보트(217)는 보트 엘리베이터(115)에 의해 들어 올려져 처리실(201) 내에 반입(보트 로드)된다[도 5, 스텝(S102) 참조]. 이 상태에서 셀 캡(219)은 매니폴드(209)의 하단을 밀봉한 상태가 된다.
- [0076] 처리실(201) 내가 원하는 압력(진공도)이 되도록 진공 펌프(231c)에 의해 진공 배기된다. 이 때 처리실(201) 내의 압력을 압력 센서(245)로 측정되고, 이 측정된 압력에 기초하여 APC 밸브(231a)가 피드백 제어된다(압력 조정)[도 5, 스텝(S103) 참조]. 또한 처리실(201) 내가 원하는 온도가 되도록 히터 유닛(207)에 의해 가열된다. 이 때 처리실(201) 내가 원하는 온도 분포가 되도록 온도 센서(269)가 검출한 온도 정보에 기초하여 히터 유닛(207)으로의 통전 상태가 피드백 제어된다(온도 조정)[도 5, 스텝(S103) 참조]. 계속해서 회전 기구(267)에 의해 보트(217)가 회전됨으로써 웨이퍼(200)가 회전된다.
- [0077] 또한 진공 펌프(246)는 적어도 웨이퍼(200)에 대한 처리가 종료할 때까지는 상시 작동시킨 상태를 유지한다. 또한 처리실(201) 내가 원하는 온도가 되도록 히터 유닛(207)에 의해 가열된다. 이 때 처리실(201) 내가 원하는 온도 분포가 되도록 온도 센서(269)가 검출한 온도 정보에 기초하여 히터 유닛(207)으로의 통전 상태가 피드백 제어된다(온도 조정). 또한 히터 유닛(207)에 의한 처리실(201) 내의 가열은, 적어도 웨이퍼(200)에 대한 처리가 완료될 때까지는 계속해서 수행된다. 계속해서 회전 기구(267)에 의해 보트(217) 및 웨이퍼(200)의 회전은, 적어도 웨이퍼(200)에 대한 처리가 완료될 때까지는 계속해서 수행된다.
- [0078] 다음으로 TEMAZ 가스와 O<sub>3</sub> 가스를 처리실(201) 내에 공급하는 것에 의해 절연막인 ZrO막을 성막하는 절연막 형성 공정[도 5, 스텝(S104) 참조]을 수행한다. 절연막 형성 공정에서는 다음 4개의 스텝을 순차 실행한다.
- [0079] (ZrO막 형성 공정)
- [0080] <스텝(S105)>
- [0081] 스텝(S105)(도 5, 도 6 참조, 제1 공정, TEMAZ 공급 공정)에서는 우선 TEMAZ 가스를 흘려보낸다. 가스 공급관(232d)의 밸브(233d)를 열어 기화기(270d), 가스 필터(301d)를 개재하여 가스 공급관(232d) 내에 TEMAZ 가스를 흘려보낸다. 가스 공급관(232d) 내를 흐르는 TEMAZ 가스는 액체 매스 플로우 컨트롤러(295d)에 의해 유량 조정된다. 유량 조정된 TEMAZ 가스는 노즐(249d)의 가스 공급공(250d)으로부터 처리실(201) 내에 공급되고, 가스 배기관(231)으로부터 배기된다. 이 때 동시에 밸브(233j)를 열어 불활성 가스 공급관(232j) 내에 N<sub>2</sub> 가스 등의 불활성 가스를 흘려보낸다. 불활성 가스 공급관(232j) 내를 흐르는 N<sub>2</sub> 가스는 매스 플로우 컨트롤러(235j)에 의해 유량 조정된다. 유량 조정된 N<sub>2</sub> 가스는 TEMAZ 가스와 함께 처리실(201) 내에 공급되고, 가스 배기관(231)으로부터 배기된다. 또한 밸브(233a)를 열어 가스 공급관(232a), 노즐(249a), 가스 공급공(250a)으로부터 N<sub>2</sub> 가스 등의 불활성 가스를 흘려보내고, 밸브(233g)를 열어 가스 공급관(232g), 노즐(249g), 가스 공급공(250g)으로부터 N<sub>2</sub> 가스 등의 불활성 가스를 흘려보낸다.
- [0082] 이 때 APC 밸브(231a)를 적절히 조정하여 처리실(201) 내의 압력을 예컨대 20~500Pa 범위 내의 압력으로 한다. 액체 매스 플로우 컨트롤러(295d)로 제어하는 TEMAZ 가스의 공급 유량은 예컨대 0.1~0.5g/만큼의 범위 내의 유량으로 한다. 웨이퍼(200)를 TEMAZ에 노출하는 시간, 즉 가스 공급 시간(조사 시간)은 예컨대 10~300초간의 범위 내의 시간으로 한다. 이 때 히터 유닛(207)의 온도는 웨이퍼(200)의 온도가 예컨대 150~300°C 범위 내의 온도로 설정한다. TEMAZ 가스의 공급에 의해 웨이퍼(200) 상에 Zr 함유층이 형성된다.
- [0083] <스텝(S106)>
- [0084] 스텝(S106)(도 5, 도 6 참조, 제2 공정)에서는, 밸브(233d)를 닫아 처리실(201)내로의 TEMAZ 가스의 공급을 정지한다. 이 때 가스 배기관(231)의 APC 밸브(231a)는 연 상태로 하고, 진공 펌프(231c)에 의해 처리실(201) 내를 진공 배기하여 처리실(201) 내에 잔류하는 미반응 또는 지르코늄 함유층 형성에 기여한 후의 TEMAZ 가스를 처리실(201) 내로부터 배제한다.
- [0085] 또한 이 때 밸브(233g)는 연 상태로 하여 불활성 가스로서의 N<sub>2</sub> 가스의 처리실(201) 내로의 공급을 유지한다. N<sub>2</sub> 가스는 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해 처리실(201) 내에 잔류하는 미반응 또는 Zr 함유층 형성에 기여한 후의 TEMAZ 가스를 처리실(201) 내로부터 배제하는 효과를 더욱 높일 수 있다.

- [0086] 또한 이 때 처리실(201) 내에 잔류하는 가스를 완전히 배제하지 않아도 좋으며, 처리실(201) 내를 완전히 퍼지하지 않아도 좋다. 처리실(201) 내에 잔류하는 가스가 미량이면, 그 후에 수행되는 스텝(S107)에 있어서 악영향이 발생하는 일은 없다. 이 때 처리실(201) 내에 공급하는  $N_2$  가스의 유량도 대유량으로 할 필요는 없으며, 예컨대 반응관(203)[처리실(201)]의 용적과 같은 정도의 양을 공급함으로써, 스텝(S107)에 있어서 악영향이 발생하지 않는 정도의 퍼지를 수행할 수 있다. 이와 같이 처리실(201) 내를 완전히 퍼지하지 않음으로써, 퍼지 시간을 단축하여 스루풋을 향상시킬 수 있다. 또한  $N_2$  가스의 소비도 필요 최소한으로 억제하는 것이 가능해진다.
- [0087] 또한 도 6에 도시하는 바와 같이, 스텝(S105)과 스텝(S106)과 병행하여 오조나이저(220)로부터 가스 탱크(603c)로의  $O_3$  가스를 공급하고, 가스 탱크(603c)에  $O_3$  가스를 저장하도록 한다. 또한 이 때 가스 탱크(603c)는 내부가 50°C 이하가 되도록 유지한다. 도 8에 환경 온도와  $O_3$  가스의 수명의 관계를 도시한다.  $O_3$  가스는 환경 온도가 상승함에 따라 수명이 짧아지기 때문에,  $O_3$  가스를 수 시간 비축 가능하게 하기 위해서는 가스 탱크(603c)의 내부가 50°C 이하로 유지되는 것이 바람직하다.
- [0088] <스텝(S107)>
- [0089] 스텝(S107)(도 5, 도 6 참조, 제3 공정,  $O_3$  가스 공급 공정)에서는, 처리실(201) 내에  $O_3$  가스를 노즐(249b, 249c)의 가스 공급공(250b, 250c)으로부터 동시에 공급한다. 또한 「동시」란, 노즐(249b, 249c)의 가스 공급공(250b, 250c)으로부터 함께 공급하는 타이밍이 있으면 좋고, 공급하기 시작하는 타이밍 및/또는 공급을 정지하는 타이밍은 반드시 같을 필요는 없다. 또한 노즐(249b)의 가스 공급공(250b)으로부터  $O_3$  가스를 공급하는 시간과 노즐(249c)의 가스 공급공(250c)으로부터  $O_3$  가스를 공급하는 시간은 반드시 같을 필요는 없다.
- [0090] 구체적으로는 처리실(201) 내의 잔류 가스를 제거한 후, 가스 공급관(232b)의 밸브(233c) 및 밸브(233c)를 열고, 벤트 라인(600c)의 밸브(601c)와 밸브(602c)와 밸브(233i)를 닫음으로써, 오조나이저(220)에 의해 생성된  $O_3$  가스 및 가스 탱크(603c)에 저장된  $O_3$  가스는 매스 플로우 컨트롤러(235b, 235c)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249b, 249c)의 가스 공급공(250b, 250c)으로부터 처리실(201) 내에 공급되고, 가스 배기관(231)으로부터 배기된다. 또한 밸브(233a)를 열어 가스 공급관(232a), 노즐(249a), 가스 공급공(250a)으로부터  $N_2$  가스 등의 불활성 가스를 흘려보내고, 밸브(233g)를 열어 가스 공급관(232g), 노즐(249g), 가스 공급공(250g)으로부터  $N_2$  가스 등의 불활성 가스를 흘려보낸다. 또한 스텝(S107)에서는 밸브(233i)를 열어 두어도 좋다.
- [0091]  $O_3$  가스를 흘려보낼 때에는 APC 밸브(231a)를 적절히 조정하여 처리실(201) 내의 압력을 예컨대 50~500Pa 범위 내의 압력으로 한다. 매스 플로우 컨트롤러(235b, 235c)로 제어하는  $O_3$  가스의 공급 유량은 예컨대 5~30s1m 범위 내의 유량으로 한다.  $O_3$  가스에 웨이퍼(200)를 노출하는 시간, 즉 가스 공급 시간(조사 시간)은 예컨대 10~300초간의 범위 내의 시간으로 한다. 이 때의 히터 유닛(207)의 온도는 스텝(105)과 마찬가지로 웨이퍼(200)의 온도가 150~300°C 범위 내의 온도로 설정한다.  $O_3$  가스의 공급에 의해 스텝(S105)에서 웨이퍼(200) 상에 형성된 Zr 함유층이 산화되어서 ZrO층이 형성된다.
- [0092] <스텝(S108)>
- [0093] 스텝(S108)(도 5, 도 6 참조, 제3 공정)에서는, 가스 공급관(232b)의 밸브(233c)를 닫고, 밸브(233i), 밸브(233f), 밸브(602c)를 열어서 처리실(201) 내로의  $O_3$  가스의 공급을 정지하고,  $O_3$  가스를 가스 탱크(603c)로 흘려보낸다. 이 때 가스 배기관(231)의 APC 밸브(31a)는 연 상태로 하고, 진공 펌프(231g)에 의해 처리실(201) 내를 진공 배기하여 처리실(201) 내에 잔류하는 미반응 또는 산화에 기여한 후의  $O_3$  가스를 처리실(201) 내로부터 배제한다. 또한 가스 탱크(603c) 내의 압력이 소정의 압력이 되면 밸브(602c)를 닫고 밸브(601c)를 열어 여분의  $O_3$  가스를 벤트 라인(600c)으로 흘려보낸다. 또한 이 때 밸브(233g)는 연 상태로 하여 불활성 가스로서의  $N_2$  가스의 처리실(201) 내로의 공급을 유지한다.  $N_2$  가스는 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해 처리실(201) 내에 잔류하는 미반응 또는 ZrO층 형성에 기여한 후의  $O_3$  가스를 처리실(201) 내로부터 배제하는 효과를 더욱 높일 수 있다.
- [0094] 또한 이 때 처리실(201) 내에 잔류하는 가스를 완전히 배제하지 않아도 좋으며, 처리실(201) 내를 완전히 퍼지하지 않아도 좋다. 처리실(201) 내에 잔류하는 가스가 미량이면, 그 후에 스텝(S105)을 수행하는 경우이더라도

악영향이 발생하는 일은 없다. 이 때 처리실(201) 내에 공급하는  $N_2$  가스의 유량도 대유량으로 할 필요는 없으며, 예컨대 반응관(203)[처리실(201)]의 용적과 같은 정도의 양을 공급함으로써, 다음으로 스텝(S105)을 수행하는 경우이더라도 스텝(S105)에 악영향이 발생하지 않는 정도의 퍼지를 수행할 수 있다. 이와 같이 처리실(201) 내를 완전히 퍼지하지 않음으로써, 퍼지 시간을 단축하여 스루풋을 향상시킬 수 있다. 또한  $N_2$  가스의 소비도 필요 최소한으로 억제하는 것이 가능해진다.

[0095] 또한 도 6에 도시하는 바와 같이 스텝(S108)과 병행하여, 오조나이저(220)로부터 가스 탱크(603c)에  $O_3$  가스를 공급하고, 가스 탱크(603c)에  $O_3$  가스를 저장한다. 또한 도 6은 스텝(S108)으로부터 다음 사이클의 스텝(S106)까지 계속해서  $O_3$  가스를 저장하는 예를 나타내고 있다. 경우에 따라서는 스텝(S108)으로 끝내도 좋다.

[0096] 전술한 스텝(S105~S108)을 1사이클로 하고 이 사이클을 적어도 1회 이상 수행하는[스텝(S109)] 것에 의해, 웨이퍼(200) 상에 소정 막 두께의 지르코늄 및 산소를 포함하는 고유전율막, 즉  $ZrO$ 막을 성막할 수 있다. 또한 전술한 사이클은 복수 회 반복하는 것이 바람직하다. 이에 의해 웨이퍼(200) 상에 소정 막 두께의  $ZrO$ 막이 형성된다.

[0097]  $ZrO$ 막을 형성한 후, 가스 공급관(232a)의 밸브(243a)를 닫고, 가스 공급관(232b)의 밸브(233b)를 닫고, 가스 공급관(232c)의 밸브(233c)를 닫고, 불활성 가스 공급관(232a)의 밸브(233a)를 열고, 불활성 가스 공급관(232g)의 밸브(233g)를 열어 처리실(201) 내에  $N_2$  가스를 흘려보낸다.  $N_2$  가스는 퍼지 가스로서 작용하고, 이에 의해 처리실(201) 내가 불활성 가스로 퍼지되어 처리실(201) 내에 잔류하는 가스가 처리실(201) 내로부터 제거된다[퍼지, 스텝(S110)]. 그 후 처리실(201) 내의 분위기가 불활성 가스로 치환되어 처리실(201) 내의 압력이 상압으로 복귀된다[대기압 복귀, 스텝(S111)].

[0098] 그 후 보트 엘리베이터(115)에 의해 썰 캡(219)이 하강되어, 매니폴드(209)의 하단이 개구되는 것과 함께 처리완료된 웨이퍼(200)가 보트(217)에 보지된 상태에서 매니폴드(209)의 하단으로부터 프로세스 투브(205)의 외부에 반출[보트 언로드, 스텝(S112)]된다. 그 후 처리 완료된 웨이퍼(200)는 보트(217)로부터 취출된다[웨이퍼 디스차지, 스텝(S113)].

[0099] 이상과 같은 공정에 의해 기판 상에 고유전율막이 형성된다.

[0100] 또한 도 8(2007년 제9회 오존 연구회 자료로부터 인용)에 도시하는 바와 같이, 스텝(S105)과 스텝(S106)과 병행하여 오조나이저(220)로부터 가스 탱크(603c)로의  $O_3$  가스를 공급하고, 가스 탱크(603c)에  $O_3$ 을 저장하도록 할 때에는 가스 탱크(603c)의 내부가 소정의 압력이 될 때까지  $O_3$  가스를 저장하도록 제어하면 좋다. 그 경우 가스 탱크(603c) 내의 압력이 소정의 압력 이상이 되었을 때에 발생하는 여분의  $O_3$  가스는, 벤트 라인(600c)으로부터 오존 퀄러로 처리실(201)을 개재하는 일 없이 배기한다.

[0101] 구체적으로는 처리실(201) 내의 잔류 가스를 제거한 후, 가스 공급관(232b)의 밸브(233c)를 열고, 밸브(601c), 밸브(602c) 및 밸브(233i)를 닫음으로써, 오조나이저(220)에 의해 생성된  $O_3$  가스 및 가스 탱크(603c)에 저장된  $O_3$  가스는 매스 플로우 컨트롤러(235b, 235c)에 의해 유량 조정되고, 노즐(249b, 249c)의 가스 공급공(250b, 250c)으로부터 처리실(201) 내에 공급되고, 가스 배기관(231)으로부터 배기된다. 또한 밸브(233a)를 열어 가스 공급관(232a), 노즐(249a), 가스 공급공(250a)으로부터  $N_2$  가스 등의 불활성 가스를 흘려보내고, 밸브(233g)를 열어 가스 공급관(232g), 노즐(249g), 가스 공급공(250g)으로부터  $N_2$  가스 등의 불활성 가스를 흘려보낸다.

[0102] 또한 스텝(S107)에서  $O_3$  가스를 처리실(201) 내에 공급할 때에는, 매스 플로우 컨트롤러(235c)의 유량 제어에 필요한 압력을 감시하고 규격에 따라  $O_3$  가스의 처리실(201)로의 공급 유무를 제어하여도 좋다. 유량 제어에 필요한 압력에 따라 적절히 가스 공급관(232b)의 밸브(233c)를 닫고 밸브(601c)를 열어  $O_3$  가스를 벤트 라인(600c)으로부터 오존 퀄러로 흘려보내도 좋다.

[0103] 또한 여기서는  $O_3$  가스를 처리실(201)에 공급하는 노즐로서 노즐(249b) 및 노즐(249c) 이 2개의 노즐을 설치하는 예에 대하여 설명했지만, 예컨대 가스 공급관(232c)의 양단(兩端)을 가스 공급관(232b)에 접속하고,  $O_3$  가스를 처리실(201)에 공급하는 노즐을 노즐(249b) 1개만으로 하는 것도 가능하다. 단 그 경우에는 가스 공급관(232b)의 내부의 압력이 높기 때문에, 가스 탱크(603c)를 포함하는 가스 공급관(232c)으로부터  $O_3$  가스를 흘려

보내기 어려워질 가능성이 있다. 따라서 가스 탱크를 설치하는 가스 공급 라인과 가스 탱크를 설치하지 않은 가스 공급 라인은 별도의 라인으로서 각각 노즐을 처리실 내에 설치하는게 바람직하다. 또한 1개의 노즐에 흘려보낼 수 있는  $O_3$  가스의 유량에는 노즐의 컨덕턴스 등에 의해 상한값이 존재한다.

[0104] 또한 가스 탱크(603c)의 용량은 스텝(S107)에서 공급할 때에 필요한  $O_3$  가스의 양을 저장할 수 있는 용량이라면 좋고, 바람직하게는 1회의 스텝에서 필요로 되는  $O_3$  가스의 양을 저장할 수 있는 용량이어도, 수 회의 스텝에서 필요로 되는  $O_3$  가스의 양을 저장할 수 있는 용량이어도 좋다. 예컨대 1리터 이상의 용량으로서, 바람직하게는 50리터 이상으로서, 예컨대 150리터 정도 용량의 가스 탱크를 설치하는 것을 생각할 수 있다.

[0105] (본 실시 형태에 의한 효과)

[0106] 본 실시 형태에 의하면 이하에 나타내는 1개 또는 복수의 효과를 갖는다.

[0107] (a) 본 실시 형태에 의하면  $O_3$  가스의 공급량을 늘릴 수 있고, 웨이퍼에 형성된 미세한 구조로의 균일한 처리를 수행할 수 있다.

[0108] (b) 또한 오조나이저의 수를 늘리는 일 없이 오존의 공급량을 늘릴 수 있다.

[0109] (c) 또한 제2 반응 가스 공급계를 제1 반응 가스 공급계와 독립해서 설치하는 것에 의해, 가스 공급계 각각으로  $O_3$  가스의 유량을 정밀하게 제어할 수 있다.

[0110] (d) 또한 일반적인 오조나이저는 성막에 요구되는 것 같이 단시간에  $O_3$  가스의 발생/정지를 수행할 수 없기 때문에, 처리실에  $O_3$  가스를 공급하고 싶은 경우에는 벤트 라인을 개재하여 제해 설비로  $O_3$  가스를 흘려보내서 무해화(無害化)를 수행하기 때문에  $O_3$  가스의 이용 효율이 나빠지지만, 가스 탱크를 설치하는 것에 의해 종래에 버리고 있었던  $O_3$  가스를 저장해서 성막에 사용할 수 있어  $O_3$ 의 이용 효율을 향상시킬 수 있다.

[0111] (e) 또한 종래에 버리고 있었던  $O_3$  가스의 양을 적게 할 수 있어 제해 장치의 부하를 저감할 수 있다.

[0112] (f) 또한 가스 탱크에 압력 센서를 설치하는 것에 의해, 가스 탱크의 이상한 압력 상승을 방지할 수 있다. 또한 가스 탱크로부터 항상 같은 유량을 공급 가능하도록 제어할 수 있다.

[0113] (g) 또한 처리실에  $O_3$  가스를 공급하는 시간(타이밍) 이외의 시간대에 생성한  $O_3$  가스를 가스 탱크에 저장해 두고, 그 축적된  $O_3$  가스와 오조나이저에서 실시간으로 생성한  $O_3$  가스를 동시에 처리실에 공급하는 것에 의해, 오조나이저의 본래의  $O_3$  가스 생성 능력보다 다량의  $O_3$  가스를 처리실에 공급할 수 있다.

[0114] (제2 실시 형태)

[0115] 이하에 제2 실시 형태에 대하여 도 3 및 도 10을 이용하여 설명한다. 도 10은 본 실시 형태에 따른 처리로(202)의 구성을 설명하는 도면이다. 전술한 제1 실시 형태에서는 반응 가스 공급계에 가스 탱크를 포함하는  $O_3$  가스의 공급 라인을 1계통 설치하는 예를 나타냈지만, 본 실시 형태에서는 반응 가스 공급계에 가스 탱크를 포함하는  $O_3$  가스의 공급 라인을 2계통 설치한다. 즉 반응 가스 공급계는 3계통의  $O_3$  가스의 공급 라인을 설치하도록 구성되고, 구체적으로는 도 3에 도시하는 바와 같이 가스 공급관(232f)을 포함하는 제3 반응 가스 공급계를 설치한다. 그 외의 구성에 대해서는 전술한 제1 실시 형태와 마찬가지이며, 도 10에 있어서 도 1, 도 2 및 도 3에서 설명한 요소와 실질적으로 동일한 요소에는 동일한 부호를 첨가하고 그 설명을 생략한다. 이하 본 실시 형태의 처리로(202)의 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0116] 가스 공급관(232f)에는 상류 방향으로부터 순서대로 오존 킬러로 가스를 배기하는 벤트 라인(600f)과, 오존 킬러로의 가스 ON/OFF를 제어하는 밸브(601f)와, 밸브(602f)와, 가스 탱크(603f)와, 가스 탱크 내의 압력을 측정하는 압력 센서(604f)와, MFC(235f)와, 밸브(233f)가 설치된다. 가스의 흐름은 예컨대 상류 측으로부터 가스 탱크(603f)에 공급되고, 가스 탱크(603f)에 소정의 압력이 될 때까지 저장된다. 가스 탱크(603f)로부터 MFC(235f)로 유량이 조정된 후, 밸브(233f)를 개재하여 처리실(201)로  $O_3$  가스가 공급된다. 도 10에 도시하는 바와 같이 가스 공급관(232f)에는 노즐(249f)이 접속된다. 노즐(249f)은 노즐(249a) 등과 동일한 형상을 가진다. 노즐(249f)에는 가스 공급관(250f)이 설치된다. 주로 노즐(249f), 가스 공급관(232f), MFC(235f), 밸브(233f), 가스 탱크(603f), 압력 센서(604f)에 의해 제3 반응 가스 공급계가 구성된다. 또한 필요에 따라 밸브(601f), 밸브

(602f), 벤트 라인(600f)를 설치하여, 가스 탱크(603f) 내의 압력이 소정의 압력 이상이 되었을 때에 발생하는 여분의  $O_3$  가스를 벤트 라인(600f)으로부터 오존 퀼러로 배기할 수 있도록 구성하여도 좋다.

[0117] 또한 가스 공급관(232h)에 밸브(233h)와 밸브(233i)를 설치하여도 좋다. 밸브(233h)와 밸브(233i)의 개폐를 제어하는 것에 의해 제2 반응 가스 공급계와 제3  $O_3$  가스의 공급계와 어느 하나 혹은 양방의 사용 여부를 제어할 수 있다.

[0118] 전술한 바와 같은 구성으로 한 경우, MFC(235f), 밸브(233f, 233h, 233i, 601f), 압력 센서(604f)는 전술한 I/O 포트(280d)에 각각 접속되고, CPU(280a)는 입출력 장치(282)로부터의 조작 커맨드의 입력 등에 따라 기억 장치(280c)로부터 판독한 프로세스 레시피의 내용을 따르도록 MFC(235f)에 의한 각종 가스의 유량 조정 동작, 밸브(233f, 233h, 233i, 601f)의 개폐 동작, 압력 센서(604f)에 의한 가스 탱크 내 압력 제어 동작 등을 제어한다.

[0119] 이와 같이 가스 탱크를 설치한  $O_3$  가스의 공급 라인을 복수(2계통 또는 3계통 이상) 설치하여도 좋다. 즉  $O_3$  가스의 공급 라인을 함께 3계통 또는 4계통 이상 설치하여도 좋다. 필요로 되는  $O_3$  가스의 웨이퍼(200)로의 공급량, 오조나이저(220)의 성능, 각 가스 공급관의 압력 등의 조건에 따라 가스 탱크를 설치하는  $O_3$  가스의 공급 라인의 수를 선택하는 것에 의해, 필요로 되는 양의  $O_3$  가스를 보다 단시간에 웨이퍼(200)로 공급하는 것이 가능해진다. 또한  $O_3$  가스의 공급 라인을 복수 설치한 경우는, 각 공급 라인으로부터의  $O_3$  가스의 공급을 전부 같은 타이밍에 흘려보내기 시작해도 좋고, 같은 타이밍에 정지해도 좋으며, 각각 다른 타이밍에 흘려보내기 시작해도 좋고, 각각 다른 타이밍에 정지해도 좋다. 또한 각 공급 라인으로부터 1개의 라인마다 순서대로  $O_3$  가스를 공급해도 좋다.

[0120] (제3 실시 형태)

[0121] 이하에 제3 실시 형태에 대하여 도 3 및 도 11을 이용하여 설명한다. 도 11은 본 실시 형태에 따른 처리로(202)의 구성을 설명하는 도면이다. 전술한 제1 실시 형태에서는 원료 가스 공급계를 하나 설치하는 기판 처리 장치의 예를 나타냈지만, 본 실시 형태에서는 기판 처리 장치에 원료 가스 공급계를 2개 설치한다. 즉 도 3에 도시하는 바와 같이 가스 공급관(232d)을 포함하는 제2 원료 가스 공급계를 설치할 수 있다. 그 외의 구성에 대해서는 제1 실시 형태 또는 제2 실시 형태와 마찬가지이며, 도 11에 있어서 도 1, 도 2 및 도 3에서 설명한 요소와 실질적으로 동일한 요소에는 동일한 부호를 첨가하고 그 설명을 생략한다. 이하 본 실시 형태의 기판 처리 장치에 따른 처리로(202)의 구성에 대하여 구체적으로 설명한다.

[0122] 가스 공급관(232e)에는 가스 공급관(232d)과 같은 구성이 설치된다. 즉 가스 공급관(232e)에는 기화기(270e)가 설치되고, 또한 기화기(270e)의 하류 측으로부터 순서대로 개폐 밸브인 밸브(233e), 가스 필터(301e)가 설치된다. 도 11에 도시하는 바와 같이 가스 공급관(232e)의 선단부에는 노즐(249e)이 접속된다. 노즐(249e)은 노즐(249a) 등과 동일한 형상을 가지고, 가스 공급공(250e)이 설치된다. 주로 노즐(249e), 밸브(233e), 가스 공급관(232e), 가스 필터(301e)에 의해 제2 원료 가스 공급계가 구성된다. 또한 기화기(270e)를 제2 원료 가스 공급계에 포함시켜도 좋다. 또한 후술하는 제2 액체 원료 공급계나 제2 캐리어 가스 공급계도 제2 원료 가스 공급계에 포함시켜도 좋다. 또한 제2 원료 가스는 제1 원료 가스와 같은 가스여도 좋고 다른 가스여도 좋다.

[0123] (제2 액체 원료 공급계)

[0124] 가스 공급관(232e)의 기화기(270e)보다도 상류에는 액체 원료 탱크(291e), 액체 유량 제어 장치(LMFC)(295e), 밸브(293e)가 설치된다. 기화기(270e) 내로의 액체 원료의 공급량[즉 기화기(270e)내에서 기화되고 처리실(201)내에 공급되는 기화 가스의 공급 유량]은 LMFC(295e)에 의해 제어된다. 주로 가스 공급관(232e), LMFC(295e), 밸브(294e)에 의해 제2 액체 원료 공급계가 구성된다. 또한 액체 원료 탱크(291e)를 제2 액체 원료 공급계에 포함시켜도 좋다.

[0125] (제2 캐리어 가스 공급계)

[0126] 기화기(270e)에는 캐리어 가스로서의 불활성 가스가 가스 공급관(232k)으로부터 공급된다. 가스 공급관(232k)에는 밸브(233k)와 MFC(235k)가 설치된다. 기화기(270e)에서 생성된 기화 가스를 캐리어 가스로 희석하는 것에 의해, 보트(217)에 탑재되는 웨이퍼(200) 간의 막 두께 균일성 등의 웨이퍼(200) 간에 있어서의 웨이퍼(200) 처리의 균일성을 조정할 수 있다. 주로 가스 공급관(232k), 밸브(233k), MFC(235k)에 의해 제2 캐리어 가스 공급계

가 구성된다.

[0127] 전술한 바와 같은 구성으로 한 경우, MFC(235e, 235k), 밸브(233e, 233k, 294e), 기화기(207e), LMFC(295e)는 전술한 I/O 포트(280d)에 각각 접속되고, CPU(280a)는 입출력 장치(282)로부터의 조작 커맨드의 입력 등에 따라 기억 장치(280c)로부터 판독한 프로세스 레시피의 내용을 따르도록 MFC(235e, 235k)에 의한 각종 가스의 유량 조정 동작, 밸브(233e, 233k, 294e)의 개폐 동작, 기화기(207e)에 의한 액체 원료의 기화 등을 제어한다.

[0128] 이와 같이 제2 원료 가스 공급계를 설치하는 것에 의해 원료 가스를 2종류 이용하여 웨이퍼(200) 상에 막을 형성하는 것이 가능해진다. 즉 제1 원료 가스로서의 TEMAZ 가스, 제1 반응 가스로서의 O<sub>3</sub> 가스에 더하여, 제2 원료 가스로서 예컨대 트리메틸알루미늄[TMA, Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>] 가스를 이용하는 것에 의해 지르코늄 알루미늄 산화막 (ZrAlO막) 등의 3원계 화합물을 형성하는 것이 가능해진다. 또는 2원계 화합물에 다른 원소를 도핑할 수 있다.

[0129] (실시예)

[0130] 전술한 제1 실시 형태에 있어서의 장치 구성 및 시퀀스에 의해 웨이퍼 상에 HfO막을 형성하고, O<sub>3</sub> 가스 유량에 대한 오조나이저(오존 생성기)의 한계값과, 가스 탱크를 이용하여 O<sub>3</sub> 가스를 비축하면서 오조나이저로부터 처리실로의 O<sub>3</sub> 가스를 공급한 경우에 있어서의 처리실로의 O<sub>3</sub> 가스 공급량을 비교하였다. 그 비교한 도면을 도 9에 도시한다. 본 실시예에서는 원료 가스로서 TEMAH 가스를 이용하고, 반응 가스로서 O<sub>3</sub> 가스를 이용하고, 도 5의 성막 플로우 및 도 6의 가스 공급 타이밍에 의해 HfO막을 형성하였다.

[0131] 스텝(S107)에 있어서, 300g/N·m<sup>3</sup>의 농도로 제1 반응 가스 공급관으로부터의 O<sub>3</sub> 가스 공급량(도 9에 있어서의 「생성기」)을 10s1m으로 1분간 처리실에 공급한다. 그 경우 10리터 이상의 가스 탱크를 제2 반응 가스 공급관에 설치하고, 마찬가지로 1분간 10s1m을 공급한다. 도 9에 도시하는 바와 같이, 일반적인 오존 생성기는 O<sub>3</sub> 가스 농도와 허용 가스 유량이 반비례 관계에 있어 고농도의 O<sub>3</sub> 가스를 흘려보낼 경우에는 소유량의 O<sub>3</sub> 가스밖에 공급 할 수 없게 되지만, 본 실시예와 같이 가스 탱크를 이용하는 것에 의해 2배 이상의 유량의 O<sub>3</sub> 가스를 공급하는 것이 가능해진다.

[0132] 전술한 각 실시 형태나 각 변형이나 각 응용예 등은 적절히 조합하여 이용할 수 있다. 또한 본 발명은 전술한 실시 형태에 한정되는 것이 아니며, 그 요지를 일탈하지 않는 범위에서 다양하게 변경 가능하다.

[0133] 전술한 실시 형태에서는 한 번에 복수 매의 기판을 처리하는 뱃치식의 종형 장치인 기판 처리 장치를 이용하여 성막하는 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 한 번에 1매 또는 수 매의 기판을 처리하는 매업식의 기판 처리 장치를 이용하여 성막하는 경우에도 바람직하게 적용할 수 있다. 또한 전술한 실시 형태에서는 핫 월형의 처리로를 포함하는 기판 처리 장치를 이용하여 성막하는 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 콜드 월형의 처리로를 포함하는 기판 처리 장치를 이용하여 성막하는 경우에도 바람직하게 적용할 수 있다.

[0134] 또한 본 발명은 증기압이 낮은 원료라면 TEMAZ 이외의 가스종에도 적용 가능하다. 예컨대 테트라카스에틸메틸아미노지르코늄(TEMAZ, Zr [N(CH<sub>3</sub>)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>]<sub>4</sub>), 테트라카스디에틸아미노지르코늄(TDEAZ, Zr [N(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>), 테트라카스디메틸아미노지르코늄(TDMAZ, Zr [N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>), Zr(MeCp)(NMe<sub>2</sub>)<sub>3</sub>, 테트라카스에틸메틸아미노하프늄(TEMAH, Hf [N(CH<sub>3</sub>)C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>]<sub>4</sub>), 테트라카스디에틸아미노하프늄(TDEAH, Hf [N(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>), 테트라카스디메틸아미노하프늄(TDMAH, Hf [N(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>4</sub>), 트리메틸알루미늄[TMA, Al(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>], 사염화 티타늄(TiCl<sub>4</sub>), 트리스디메틸아미노실란(TDMAS), 염화 탄탈(TaCl), Nickel Bis[N, N"-ditertiarybutylacetamidinate] [BDTBANI, Ni(tBu<sub>2</sub>-amid)<sub>2</sub>, (tBu)NC(CH<sub>3</sub>)N (tBu)<sub>2</sub>Ni], Co amid[(tBu)NC(CH<sub>3</sub>)N (tBu)<sub>2</sub>Co], 2, 4-디메틸펜타디에닐(에틸시클로펜타디에닐) 류테늄(DER) 등이 바람직하게 적용할 수 있다.

[0135] 또한 전술한 각 실시 형태에서는 반응 가스로서 산화 가스인 O<sub>3</sub> 가스를 이용하여 산화막을 형성하는 예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않으며 산소(O<sub>2</sub>), 수증기(H<sub>2</sub>O), 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), O<sub>2</sub> 및 수소(H<sub>2</sub>)의 조합, 암모니아(NH<sub>3</sub>), 질소(N<sub>2</sub>) 등의 산화 가스 및 질화 가스를 바람직하게 적용할 수 있다.

[0136] 또한 본 발명은 증기압이 낮은 원료를 이용하는 막종이라면 ZrO막 이외의 막종에도 적용 가능하다. 예컨대 전술

한 원료를 이용하여 하프늄 산화막(HfO막), 알루미늄 산화막(AlO막), 티타늄 산화막(TiO막), 루테늄 산화막(RuO막), 티타늄 질화막(TiN막), 탄탈 질화막(TaN막), 코발트막(Co막), 니켈막(Ni막), 루테늄막(Ru막) 등을 성막하는 경우에 바람직하게 적용된다. 또한 이들의 막종을 조합한 지르코늄 실리콘 산화막(ZrSiO막), 하프늄 실리콘 산화막(HfSiO막), 지르코늄 알루미늄 산화막(ZrAlO막), 하프늄 알루미늄 산화막(HfAlO막), 티타늄 탄질화막(TiCN막) 등의 3원계 화합물을 성막할 수 있다. 또는 2원계 화합물에 다른 원소를 도핑할 수 있다.

[0137] 또한 불활성 가스로서는  $N_2$ 가스 외에 Ar가스, He가스, Ne가스, Xe가스 등의 희(希)가스를 이용하여도 좋다.

[0138] 또한 본 발명은 예컨대 기판 처리 장치의 가스 공급계를 개조하여 프로세스 레시피를 변경하는 것이어도 실현된다. 프로세스 레시피를 변경하는 경우는, 본 발명에 따른 프로세스 레시피를 전기 통신 회선이나 상기 프로세스 레시피를 기록한 기록 매체를 개재하여 기존의 기판 처리 장치에 인스톨하거나, 또는 기존의 기판 처리 장치의 입출력 장치를 조작하여 그 프로세스 레시피 자체를 본 발명에 따른 프로세스 레시피로 변경하는 것도 가능하다.

[0139] 이상 본 발명의 다양한 전형적인 실시 형태로서 성막 기술에 대하여 설명해 왔지만, 본 발명은 그러한 실시 형태에 한정되지 않는다. 예컨대 산화막이나 질화막, 금속막 등의 다양한 막을 형성하는 성막 처리나, 확산 처리, 산화 처리, 질화 처리, 리소그래피 처리 등의 다른 기판 처리를 수행하는 경우에도 적용할 수 있다. 또한 본 발명은 어닐링 처리 장치 외에 박막 형성 장치, 예칭 장치, 산화 처리 장치, 질화 처리 장치, 도포 장치, 가열 장치 등의 다른 기판 처리 장치에도 적용할 수 있다. 또한 본 발명은 이를 장치가 혼재해도 좋다. 따라서 본 발명의 범위는 다음의 특허 청구 범위에 의해서만 한정되는 것이다.

[0140] (본 발명의 바람직한 형태)

[0141] 이하에 본 발명의 바람직한 형태에 대하여 부기한다.

[0142] (부기1)

[0143] 본 발명의 바람직한 일 형태에 의하면,

[0144] 기판을 수용하는 처리실;

[0145] 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 원료 가스 공급계;

[0146] 제1 반응 가스 공급관을 개재하여 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제1 반응 가스 공급계;

[0147] 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속된 제2 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치되어 상기 반응 가스를 저장하는 가스 저장부를 개재하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및

[0148] 상기 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 처리와, 상기 제1 반응 가스 공급관 및 상기 제2 반응 가스 공급관을 통하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리를 수행하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;를 포함하는 기판 처리 장치가 제공된다.

[0149] (부기2)

[0150] 바람직하게는, 상기 제어부는 상기 원료 가스가 상기 기판에 공급될 때 상기 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하도록 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어한다.

[0151] (부기3)

[0152] 바람직하게는, 상기 제1 반응 가스 공급계는 상기 제2 반응 가스 공급관과의 접속부보다 상류 측의 상기 제1 반응 가스 공급관에 설치된 반응 가스 활성화 장치를 더 포함하고,

[0153] 상기 제어부는 상기 원료 가스를 상기 기판에 공급할 때에 상기 반응 가스 활성화 장치로부터 상기 제2 반응 가스 공급관을 개재하여 공급된 상기 반응 가스가 상기 가스 저장부에 저장되도록 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어한다.

[0154] (부기4)

[0155] 바람직하게는, 상기 제어부는 상기 원료 가스를 상기 기판에 공급하는 처리와, 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리를 교호적으로 복수 회 수행하도록 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어한다.

[0156] (부기5)

[0157] 바람직하게는, 상기 제2 반응 가스 공급계는 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하기 위하여 상기 가스 저장부에 설치된 압력계와, 상기 반응 가스 활성화 장치와 상기 가스 저장부와의 사이의 상기 제2 반응 가스 공급관에 접속된 벤트 라인을 포함하고,

[0158] 상기 제어부는 상기 반응 가스를 상기 가스 저장부에 저장할 때, 상기 압력계의 값이 소정의 값이 되었을 경우에 상기 반응 가스의 상기 가스 저장부로의 공급을 정지하고 상기 반응 가스를 상기 벤트 라인에 공급하도록 제어한다.

[0159] (부기6)

[0160] 바람직하게는, 상기 반응 가스는 산화 가스이다.

[0161] (부기7)

[0162] 바람직하게는, 상기 산화 가스는 산소 가스이며, 반응 가스 활성화 장치는 오조나이저이며, 상기 반응 가스 활성화 장치를 개재하여 상기 처리실에 공급되는 산화 가스는 오존이다.

[0163] (부기8)

[0164] 바람직하게는, 상기 기판 처리 장치는 상기 제1 반응 가스 공급관에 접속되고 제3 반응 가스 공급관을 개재하여 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 제3 반응 가스 공급계를 더 포함하되, 상기 제3 반응 가스 공급관에는 상기 반응 가스를 저장하는 제2 가스 저장부가 설치되고, 상기 반응 가스는 상기 제2 가스 저장부를 개재하여 상기 기판에 공급되고,

[0165] 상기 제어부는 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급할 때는 상기 기판에 제1 반응 가스 공급관, 상기 제2 반응 가스 공급관 및 상기 제3 반응 가스 공급관으로부터 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하도록 상기 제1 반응 가스 공급계, 상기 제2 반응 가스 공급계 및 상기 제3 반응 가스 공급계를 제어한다.

[0166] (부기9)

[0167] 본 발명의 다른 형태에 의하면,

[0168] 기판을 수용하는 처리실;

[0169] 상기 처리실에 접속되고, 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급 라인;

[0170] 상기 제1 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제1 밸브;

[0171] 제1단이 상기 제1 밸브보다 상류 측에서 상기 제1 반응 가스 공급 라인에 접속되고, 제2단이 상기 처리실에 접속되어 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 상기 반응 가스를 공급하는 제2 반응 가스 공급 라인;

[0172] 상기 제2 반응 가스 공급 라인에 설치된 가스 저장부;

[0173] 상기 제1 반응 가스 공급 라인과 상기 가스 저장부의 사이에 설치되고, 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제2 밸브;

[0174] 상기 가스 저장부와 상기 처리실의 사이에 설치되고, 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개폐하는 제3 밸브; 및

[0175] 상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브가 닫힌 상태에서 상기 제2 밸브를 열어 상기 반응 가스가 상기 가스 저장부에 저장되고, 상기 처리실에 수용된 상기 기판에 상기 반응 가스가 공급될 때 상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브를 열어 상기 제1 반응 가스 공급 라인 및 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 통하여 상기 반응 가스가 상기 기판에 공급되도록 상기 제1 밸브, 상기 제2 밸브 및 상기 제3 밸브를 제어하는 제어부;

[0176] 를 포함하는 기판 처리 장치가 제공된다.

[0177] (부기10)

[0178] 바람직하게는, 상기 제2 밸브를 연 상태에서 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급한다.

[0179] (부기11)

[0180] 바람직하게는, 상기 제2 밸브를 닫은 상태에서 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급한다.

[0181] (부기12)

[0182] 바람직하게는, 상기 기판 처리 장치는 상기 처리실에 수용된 기판에 원료 가스를 공급하는 원료 가스 공급 라인과,

[0183] 상기 원료 가스 공급 라인을 개폐하는 제4 밸브를 더 포함하고,

[0184] 상기 제어부는 상기 제1 밸브를 닫은 상태에서 상기 제4 밸브를 열어서 상기 원료 가스 공급 라인으로부터 상기 처리실에 수용된 기판에 상기 원료 가스를 공급하는 처리; 상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브를 닫은 상태에서 상기 제2 밸브를 열어서 상기 반응 가스를 상기 가스 저장부에 저장하는 처리; 및 상기 제1 밸브 및 상기 제3 밸브를 열어서 상기 제1 반응 가스 공급 라인 및 상기 제2 반응 가스 공급 라인으로부터 동시에 상기 반응 가스를 상기 기판에 공급하는 처리;를 수행하도록 상기 제1 밸브, 상기 제2 밸브, 상기 제3 밸브 및 상기 제4 밸브를 제어한다.

[0185] (부기13)

[0186] 바람직하게는, 상기 제어부는 상기 기판에 상기 원료 가스를 공급하는 처리와 상기 반응 가스를 상기 가스 저장부에 저장하는 처리를 동시에 수행하도록 상기 제1 밸브, 상기 제2 밸브, 상기 제3 밸브 및 상기 제4 밸브를 제어한다.

[0187] (부기14)

[0188] 또 다른 형태에 의하면,

[0189] 기판을 수용하는 처리실;

[0190] 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급계;

[0191] 상기 반응 가스를 저장하는 가스 탱크를 포함하고, 상기 제1 반응 가스 공급계에 접속되어 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및

[0192] 상기 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 처리와, 상기 기판에 상기 제1 반응 가스 공급계를 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급계를 개재하여 공급하는 처리를 수행하는 것에 의해 상기 처리실 내의 상기 기판을 처리하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;

[0193] 를 포함하는 기판 처리 장치가 제공된다.

[0194] (부기15)

[0195] 또 다른 형태에 의하면,

[0196] 기판을 수용하는 처리실;

[0197] 상기 기판에 원료 가스를 공급하는 원료 가스 공급계;

[0198] 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급계;

[0199] 상기 반응 가스를 저장하는 가스 탱크를 포함하고, 상기 제1 반응 가스 공급계에 접속되어 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제2 반응 가스 공급계; 및

[0200] 상기 처리실 내의 기판에 상기 원료 가스를 공급하는 처리와, 상기 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 처리와, 상기 기판에 상기 제1 반응 가스 공급계를 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급계를 개재하여 공급하는 처리를 수행하는 것에 의해 상기 기판 상에 막을 형성하도록 상기 원료 가스 공급계, 상기 제1 반응 가스 공급계 및 상기 제2 반응 가스 공급계를 제어하는 제어부;

[0201] 를 포함하는 기판 처리 장치가 제공된다.

[0202] (부기16)

[0203] 본 발명의 다른 형태에 의하면,

[0204] 처리실에 수용된 기판에 원료 가스를 공급하는 공정;

- [0205] 제1 반응 가스 공급관 및 가스 저장부가 설치된 제2 반응 가스 공급관을 통하여 동시에 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 공정; 및
- [0206] 상기 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 공정;을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.
- [0207] (부기17)
- [0208] 바람직하게는, 상기 원료 가스를 공급하는 공정과, 상기 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 공정을 동시에 수행한다.
- [0209] (부기18)
- [0210] 바람직하게는, 상기 반응 가스를 저장하는 공정에서는, 상기 반응 가스는 상기 제1 반응 가스 공급관에 설치된 반응 가스 활성화 장치를 개재하여 상기 가스 저장부에 저장된다.
- [0211] (부기19)
- [0212] 또 다른 형태에 의하면,
- [0213] 처리실에 접속되고 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급 라인에 접속된 제2 반응 가스 공급 라인에 설치된 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 공정; 및
- [0214] 상기 처리실에 수용된 기판에 상기 제1 반응 가스 공급 라인을 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께, 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개재하여 공급하는 공정;
- [0215] 을 수행하는 것에 의해 상기 기판을 처리하는 공정을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.
- [0216] (부기20)
- [0217] 또 다른 형태에 의하면,
- [0218] 처리실에 수용된 기판에 원료 가스를 공급하는 공정;
- [0219] 상기 처리실에 접속되고 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급계에 접속된 제2 반응 가스 공급계에 설치된 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 공정; 및
- [0220] 상기 기판에 상기 제1 반응 가스 공급계를 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께, 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개재하여 공급하는 공정;
- [0221] 을 수행하는 것에 의해 상기 기판 상에 막을 형성하는 공정을 포함하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.
- [0222] (부기21)
- [0223] 또 다른 형태에 의하면,
- [0224] 기판을 수용하는 처리실에 오존을 공급하는 오존 공급 기구로서,
- [0225] 오존 생성기로 생성한 오존을 실시간으로 상기 처리실에 공급하는 제1 기구;
- [0226] 상기 처리실에 오존을 공급하지 않는 동안 생성된 오존을 저장하는 제2 기구; 및
- [0227] 상기 처리실에 오존을 공급할 때는 실시간으로 생성한 오존과 저장된 오존을 동시에 공급하도록 상기 제1 기구와 상기 제2 기구를 제어하는 제어부;
- [0228] 를 포함하는 오존 공급 기구가 제공된다.
- [0229] (부기22)
- [0230] 또 다른 형태에 의하면,
- [0231] 반응 가스의 활성화 장치;
- [0232] 상기 활성화 장치에 접속되고, 상기 활성화 장치에 의하여 활성화된 반응 가스를 기판에 공급하는 제1 노즐; 및
- [0233] 상기 활성화 장치에 접속되어 상기 활성화된 반응 가스를 저장하는 가스 탱크가 연결되며, 가스 탱크로부터 상기 기판에 반응 가스를 공급하는 제2 노즐;을 포함하는 반응 가스 공급계가 제공된다.

[0234] (부기23)

[0235] 또한 본 발명의 다른 형태에 의하면,

[0236] 처리실에 수용된 기관에 원료 가스를 공급하는 단계;

[0237] 제1 반응 가스 공급관 및 제2 반응 가스 공급관을 통하여 상기 기관에 반응 가스를 공급하는 단계; 및

[0238] 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치된 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 단계;

[0239] 를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 제공된다.

[0240] (부기24)

[0241] 또한 본 발명의 다른 형태에 의하면,

[0242] 처리실에 수용된 기관에 원료 가스를 공급하는 단계;

[0243] 제1 반응 가스 공급관 및 제2 반응 가스 공급관을 통하여 상기 기관에 반응 가스를 공급하는 단계; 및

[0244] 상기 제2 반응 가스 공급관에 설치된 가스 저장부에 상기 반응 가스를 저장하는 단계;

[0245] 를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 제공된다.

[0246] (부기25)

[0247] 또 다른 형태에 의하면,

[0248] 제1 반응 가스 공급계와 가스 탱크를 포함하는 제2 반응 가스 공급계로부터 상기 기관에 반응 가스를 공급하는 단계;

[0249] 처리실에 수용된 기관에 원료 가스를 공급하는 단계;

[0250] 상기 처리실에 접속되고 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급 라인에 접속된 제2 반응 가스 공급 라인에 설치된 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 단계; 및

[0251] 상기 기관에 상기 제1 반응 가스 공급 라인을 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께, 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개재하여 공급하는 단계; 를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 제공된다.

[0252] (부기26)

[0253] 또 다른 형태에 의하면,

[0254] 제1 반응 가스 공급계와 가스 탱크를 포함하는 제2 반응 가스 공급계로부터 상기 기관에 반응 가스를 공급하는 단계;

[0255] 처리실에 수용된 기관에 원료 가스를 공급하는 단계;

[0256] 상기 처리실에 접속되고 반응 가스를 공급하는 제1 반응 가스 공급 라인에 접속된 제2 반응 가스 공급 라인에 설치된 가스 탱크에 상기 반응 가스를 저장하는 단계; 및

[0257] 상기 기관에 상기 제1 반응 가스 공급 라인을 개재하여 상기 반응 가스를 공급함과 함께, 상기 가스 탱크에 저장된 상기 반응 가스를 상기 제2 반응 가스 공급 라인을 개재하여 공급하는 단계; 를 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체가 제공된다.

### 부호의 설명

[0258] 200: 웨이퍼

201: 처리실

202: 처리로

205: 프로세스 투브

220: 오조나이저

232a, 232b, 232c, 232d, 232e, 232f, 232g, 232h, 232j, 232k: 가스 공급관

235a, 235b, 235c, 235d, 235e, 235f, 235g: 매스 플로우 컨트롤러

295d, 295e: 액체 매스 플로우 컨트롤러

249a, 249b, 249c, 249d, 249e, 249f, 249g: 노즐

269: 온도 센서

270d, 270e: 기화기

280: 컨트롤러

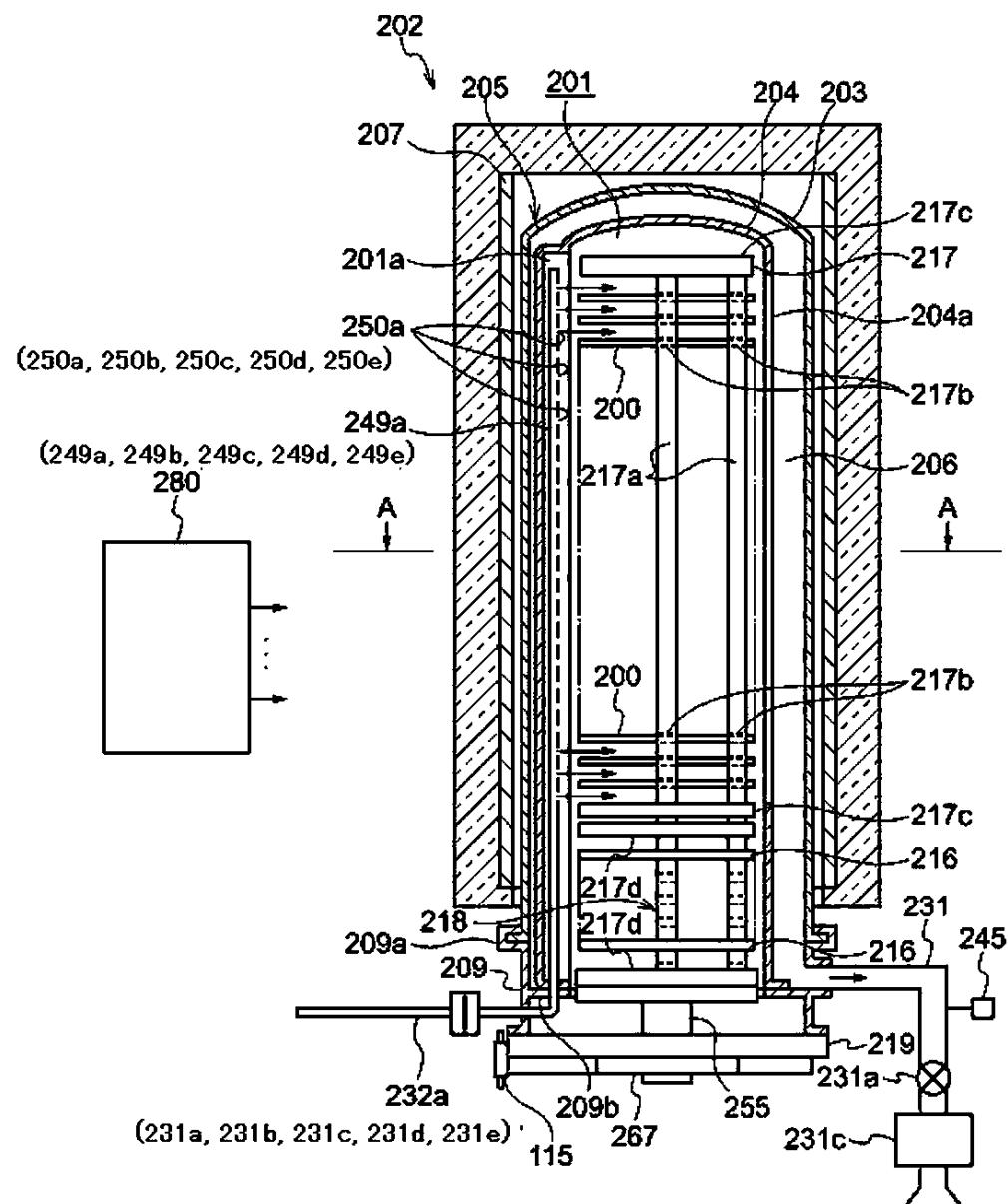
301d, 301e: 가스 필터

245, 604c, 604f: 압력 센서

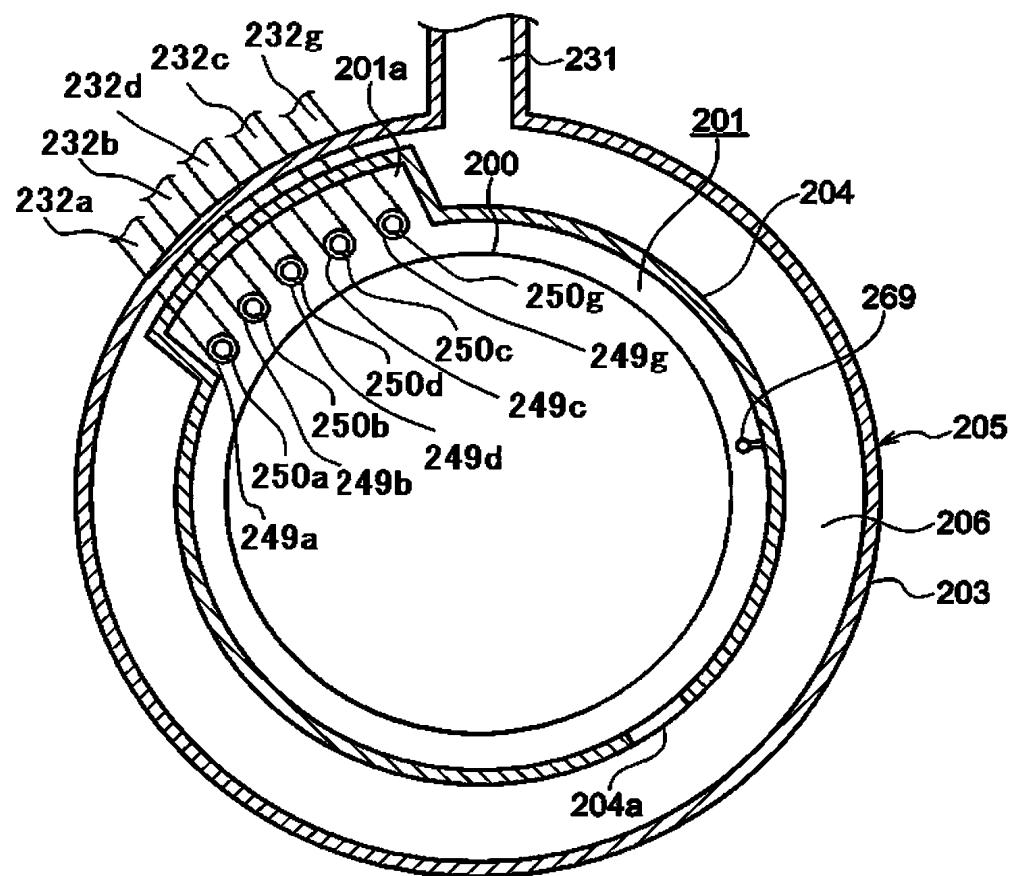
603c, 603f: 가스 탱크

## 도면

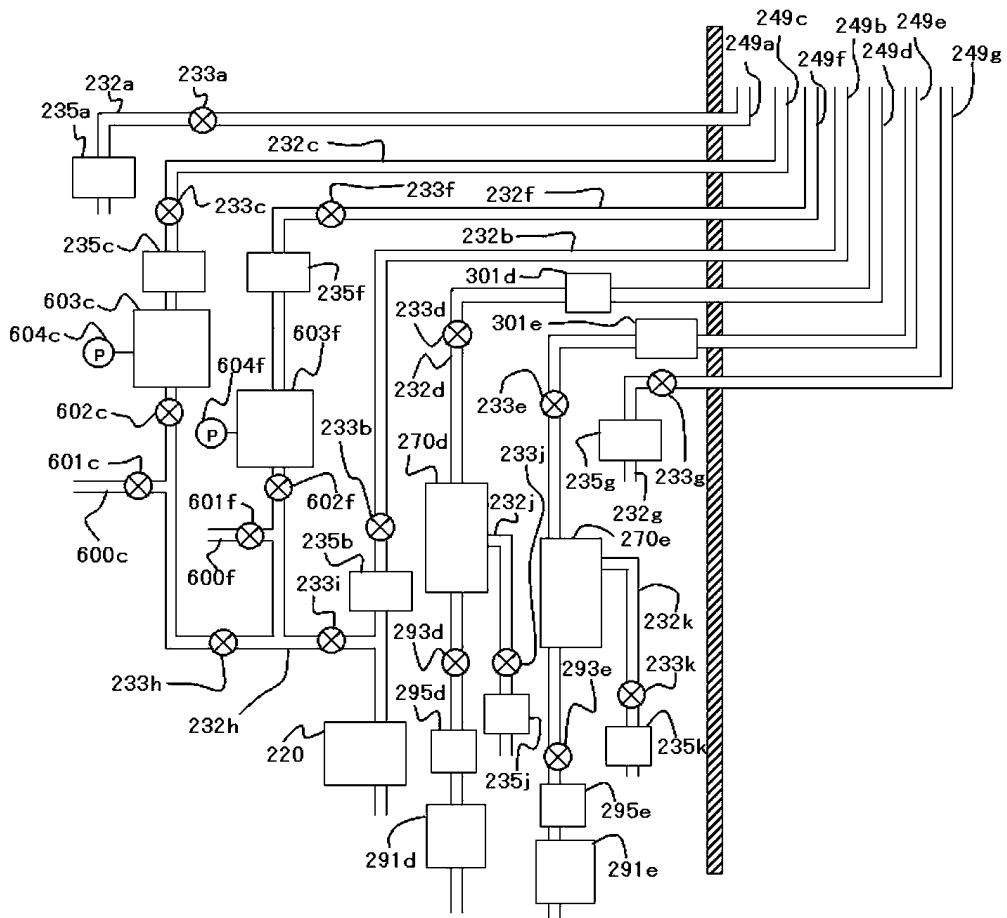
## 도면1



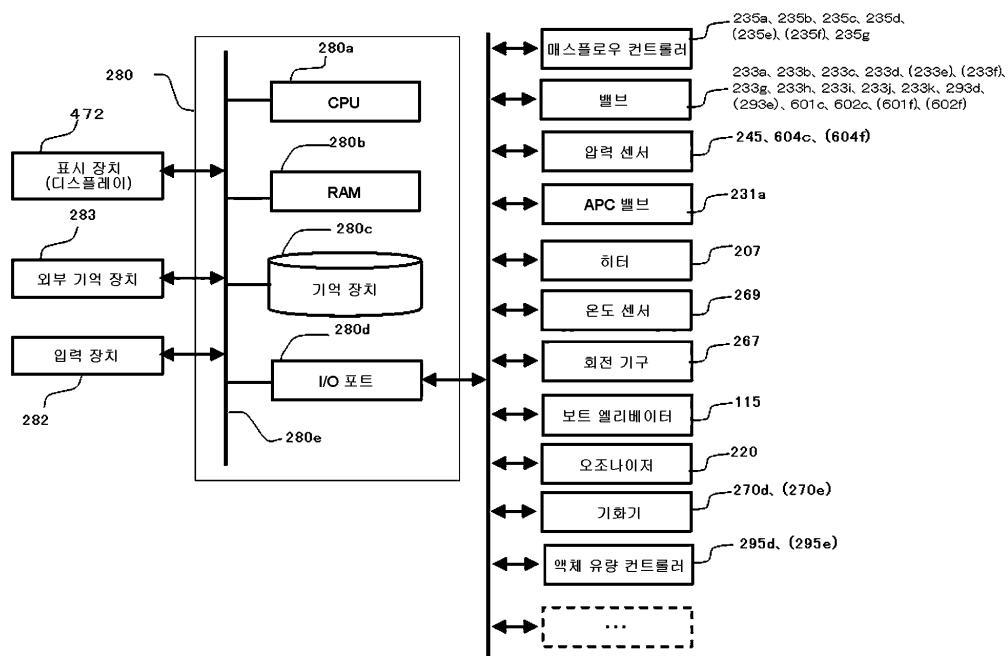
도면2



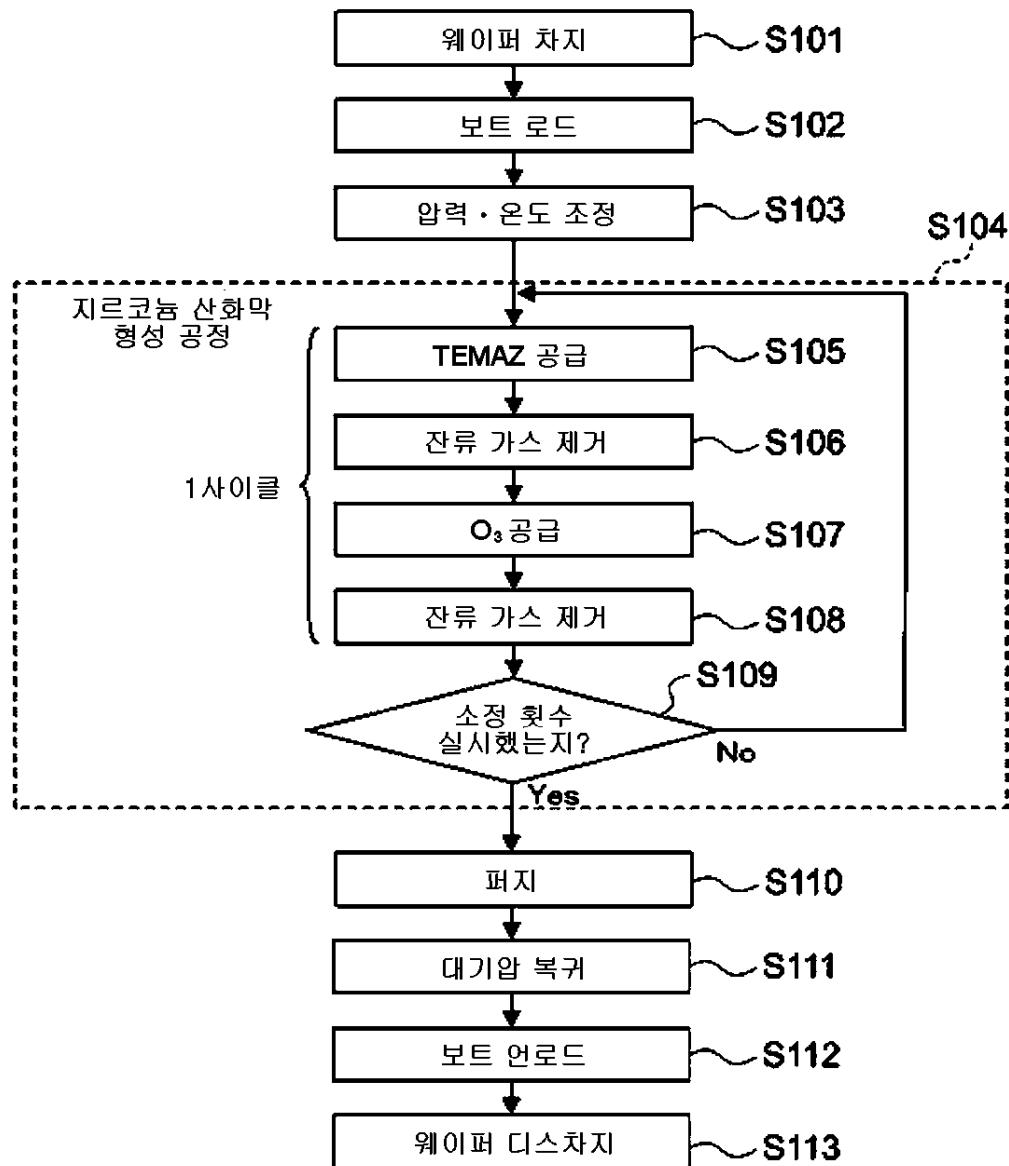
### 도면3



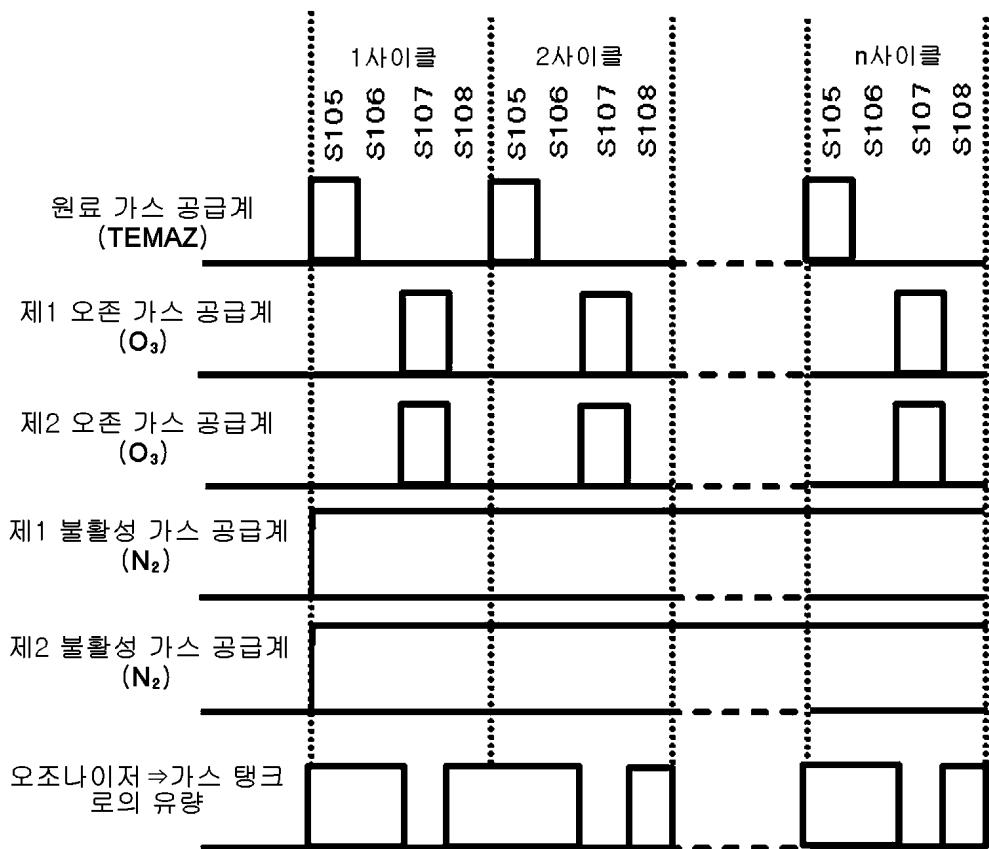
## 도면4



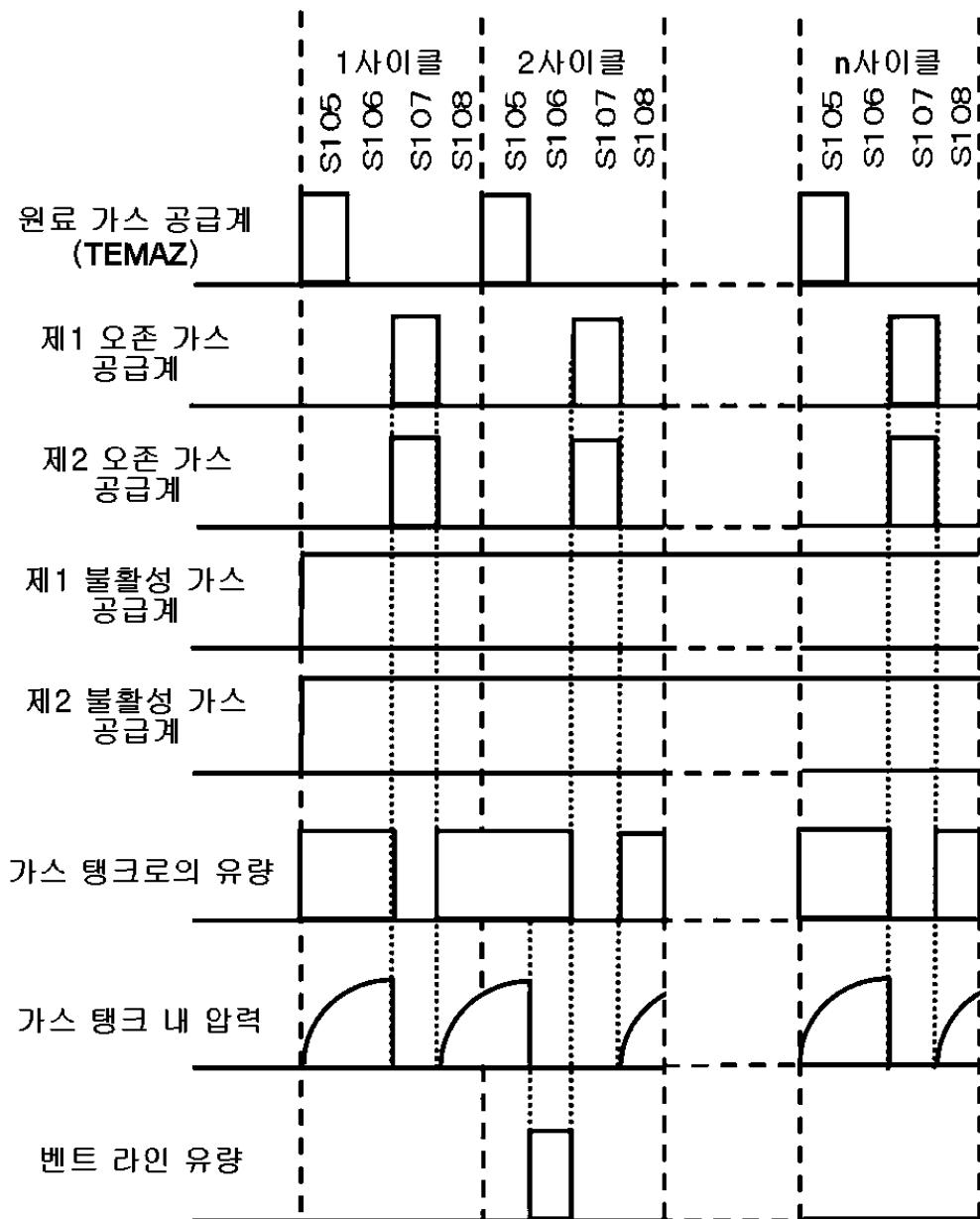
## 도면5



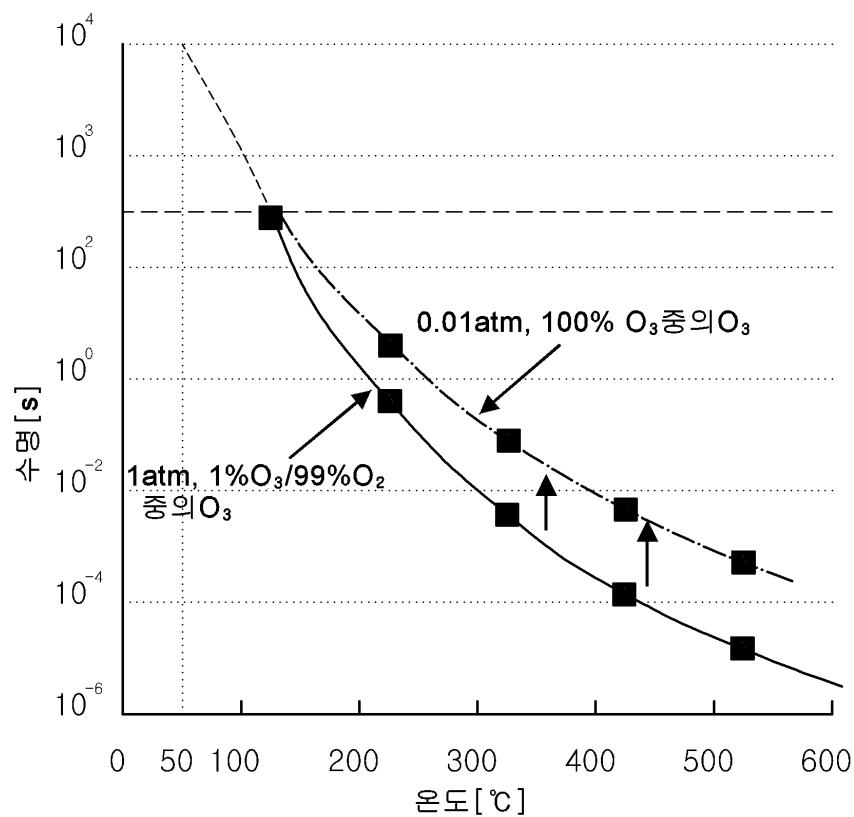
도면6



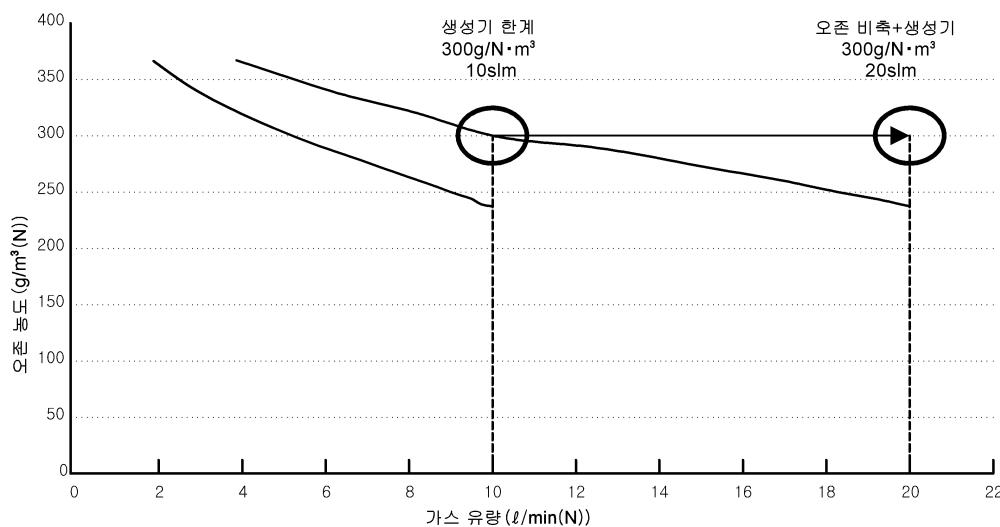
## 도면7



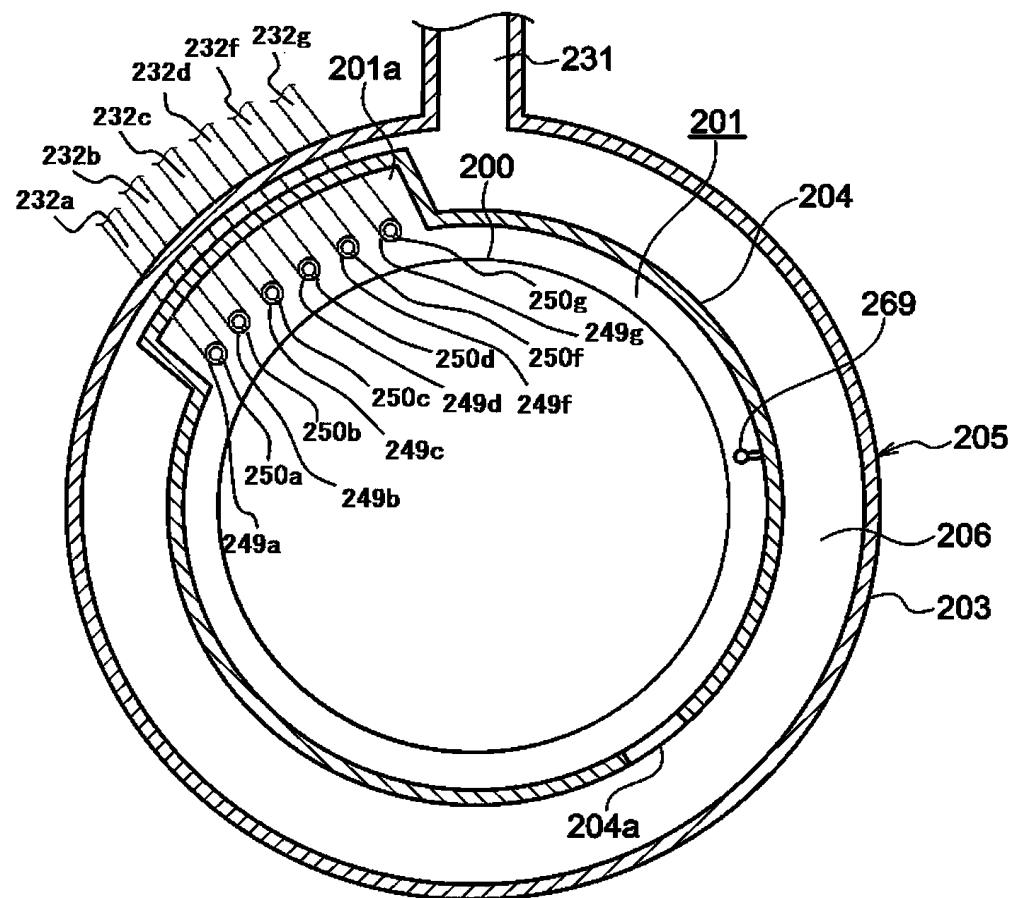
## 도면8



## 도면9



도면10



도면11

