



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년05월23일  
(11) 등록번호 10-1035906  
(24) 등록일자 2011년05월13일

(51) Int. Cl.

*H01L 21/205* (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)

*H01L 21/02* (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0082759

(22) 출원일자 2008년08월25일

심사청구일자 2008년12월22일

(65) 공개번호 10-2009-0030210

(43) 공개일자 2009년03월24일

(30) 우선권주장

JP-P-2007-00242630 2007년09월19일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문현

KR100707819 B1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자

가부시키가이샤 히다치 고쿠사이 텐키

일본국 도쿄도 치요다구 소토칸다 4초메 14반 1고  
(우:101-8980)

(72) 발명자

시미즈 히로노부

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치  
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이텐키 내  
미즈노 노리카즈

일본국 토야마켄 토야마시 야츠오마치 야스우치

2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이텐키 내

(74) 대리인

특허법인지명

전체 청구항 수 : 총 13 항

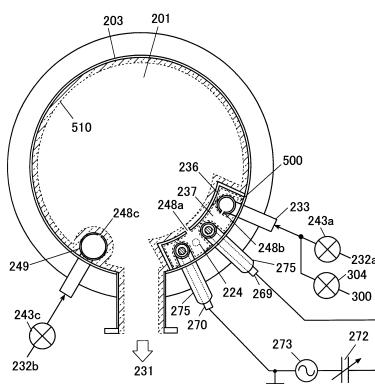
심사관 : 김한수

(54) 기판 처리 장치 및 그 코팅 방법

### (57) 요약

본 발명에 따른 기판 처리 장치는, 기판이 오염되는 것을 방지 또는 억제하는 것으로서, 내부 공간이 격벽(236)에 의해 성막 공간과 플라즈마 생성 공간(237)으로 구획되는 반응관(203)을 포함하고 있다. 반응관(203)에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는, 노즐(233, 249)로부터 제1 처리 가스와 제2 처리 가스를 반응관(203) 내에 공급한다. 한편, 반응관(203)의 플라즈마 생성 공간(237)을 구성하는 부위를 원하는 막(500)으로 코팅할 때는, 노즐(233)로부터 제2 처리 가스와 제3 처리 가스를 플라즈마 생성 공간(237)에 공급한다.

대 표 도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기판이 수용되는 반응관에 있어서, 내부 공간이, 기판에 원하는 막이 형성되는 성막 공간과 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간으로 구획되는 상기 반응관과,

상기 반응관 내에 원하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 유닛과,

고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 플라즈마 생성 공간에 배치된 적어도 1쌍의 전극과,

상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,

적어도 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 제어부

를 포함하고,

상기 가스 공급 유닛은,

상기 성막 공간에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,

상기 플라즈마 생성 공간에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,

상기 플라즈마 생성 공간에 상기 제1 처리 가스와 동일한 종류의 제3 처리 가스를 공급하는 제3 가스 공급 라인

을 포함하고,

상기 제어부는,

상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는, 적어도 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하고,

적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 적어도 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2 가스 공급 라인은 상기 제2 처리 가스를 상기 플라즈마 생성 공간에 공급하는 제1 노즐을 포함하고,

상기 제3 가스 공급 라인은 상기 제3 처리 가스를 상기 플라즈마 생성 공간에 공급하는 제2 노즐을 포함하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 생성 공간에 배치되는 노즐을 더 포함하고,

상기 제2 가스 공급 라인 및 상기 제3 가스 공급 라인은 공통의 부재로서 상기 노즐을 포함하며,

상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스는 상기 노즐을 통하여 상기 플라즈마 생성 공간에 공급되는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스를 교대로 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 코팅할 때의 막은, 분자 사이의 거리가 Na 이온 반경보다 작은 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 온도는 450~550°C이며,

상기 제2 온도는 580~630°C인 기판 처리 장치.

### 청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제1 온도는 450~550°C이며,

상기 제2 온도는 580~630°C인 기판 처리 장치.

### 청구항 11

제1항에 있어서,

상기 전극에 공급되는 고주파 전력이 50W인 경우, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 코팅할 때의 막 두께는 150Å 이상인 기판 처리 장치.

### 청구항 12

기판을 수용하는 반응관과,

상기 반응관에 수용되는 기판을 가열하는 히터와,

상기 반응관 내에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,  
 상기 반응관 내에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,  
 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 반응관 내에 공급된 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키기 위한  
 적어도 1쌍의 전극과,  
 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,  
 적어도 상기 제1 가스 공급 라인, 상기 제2 가스 공급 라인 및 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제어부  
 를 포함하고,  
 상기 제어부는,  
 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하  
 는 막으로 코팅할 때는, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 제1 가스 공급 라인과 상  
 기 제2 가스 공급 라인을 제어함과 동시에,  
 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파  
 전력 공급 유닛을 제어하고 상기 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하며, 적어도 상기 반  
 응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기  
 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기  
 히터를 제어하는 것인 기판 처리 장치.

### 청구항 13

삭제

### 청구항 14

제12항에 있어서,

상기 제1 온도는 450~550°C이며,

상기 제2 온도는 580~630°C인 기판 처리 장치.

### 청구항 15

삭제

### 청구항 16

삭제

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술분야

[0001]

본 발명은 기판 처리 장치 및 그 코팅 방법에 관한 것으로서, 특히 기판이 수용되는 반응관 내부에 기판의 오염  
 원이 침입하는 것을 방지 또는 억제할 수 있는 기술에 관한 것이다.

#### 배경기술

[0002]

기판이 수용되는 반응관 내부에서 기판 처리를 수행하는 기판 처리 장치에서는, 복수 종류의 처리 가스를 반응  
 관 내부에 공급하는 경우가 있는데, 반응관 내부 공간을 성막 공간과 플라즈마 생성 공간으로 구획하고, 처리  
 가스들 중 한쪽은 성막 공간에 직접적으로 공급하고, 다른 쪽은 플라즈마 생성 공간에서 플라즈마 여기(勵起)시  
 키 뒤 성막 공간에 공급하는 경우가 있다. 이 경우, 플라즈마의 생성에 따라, 반응관을 구성하는 석영 속에서  
 이온이 발생하고, 그 이온화한 오염물질이 반응관을 통과하여 성막 공간으로 침입하여, 기판을 오염시키는 경우  
 가 있다. 그 때문에, 반응관의 내벽을 사전에 막으로 코팅하여, 이온화한 오염물질이 성막 공간에 침입하는 것

을 억제한다(예를 들면 특허 문현 1 참조).

[0003] <특허 문현 1> 국제 공개 제2004/044970호 팸플릿

### 발명의 내용

#### 해결 하고자하는 과제

[0004] 그러나, 반응관의 내벽을 막으로 코팅했다고 하더라도, 반응관 내부 공간은 통상 격벽에 의해 성막 공간과 플라즈마 생성 공간으로 구획되어 있기 때문에, 주로 반응관의 성막 공간을 구성하는 부위만 코팅되고, 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위가 충분히 코팅되지 않는 경우가 있다. 이 경우, 성막 처리에 있어서 플라즈마 생성에 수반하여, 오염물질인 이온이 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 통과하여 플라즈마 생성 공간에 침입하고, 그 곳으로부터 성막 공간으로 침입하여 기관을 오염시킬 때가 있다.

[0005] 본 발명의 주된 목적은, 기관의 오염원이 반응관을 통과하여 기관이 오염되는 것을 방지 또는 억제할 수 있는 기관 처리 장치 및 그 코팅 방법을 제공하는 데 있다.

#### 과제 해결수단

[0006] 본 발명의 한 형태에 따르면,

[0007] 기관이 수용되는 반응관에 있어서, 내부 공간이, 기관에 원하는 막이 형성되는 성막 공간과 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간으로 구획되는 상기 반응관과,

[0008] 상기 반응관 내에 원하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 유닛과,

[0009] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 플라즈마 생성 공간에 배치된 적어도 1쌍의 전극과,

[0010] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,

[0011] 적어도 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 제어부를 포함하고,

[0012] 상기 가스 공급 유닛은,

[0013] 상기 성막 공간에, 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,

[0014] 상기 플라즈마 생성 공간에, 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,

[0015] 상기 플라즈마 생성 공간에, 상기 제1 처리 가스와 동일한 종류의 제3 처리 가스를 공급하는 제3 가스 공급 라인

[0016] 을 포함하며,

[0017] 상기 제어부는,

[0018] 상기 반응관에 수용되는 기관에 원하는 막을 형성할 때는, 적어도 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하고,

[0019] 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 적어도 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 것을 특징으로 하는 제1 기관 처리 장치가 제공된다.

[0020] 본 발명의 다른 형태에 따르면,

[0021] 기관을 수용하는 반응관과,

[0022] 상기 반응관에 수용되는 기관을 가열하는 히터와,

[0023] 상기 반응관 내에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,

[0024] 상기 반응관 내에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,

[0025] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 반응관 내에 공급된 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키기 위한 적어도 1쌍의 전극과,

- [0026] 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,
- [0027] 적어도 상기 히터, 상기 제1 가스 공급 라인 및 상기 제2 가스 공급 라인을 제어하는 제어부
- [0028] 를 포함하고,
- [0029] 상기 제어부는,
- [0030] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때에, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 제1 가스 공급 라인과 상기 제2 가스 공급 라인을 제어함과 동시에,
- [0031] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때에, 상기 히터의 가열 온도를 다른 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 것을 특징으로 하는 제2 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0032] 본 발명의 다른 형태에 따르면,
- 기판을 수용하는 반응관과,
- 상기 반응관에 수용되는 기판을 가열하는 히터와,
- 상기 반응관 내에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,
- 상기 반응관 내에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,
- 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 반응관 내에 공급된 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키기 위한 적어도 1쌍의 전극과,
- 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,
- 적어도 상기 제1 가스 공급 라인, 상기 제2 가스 공급 라인 및 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제어부를 포함하고,
- 상기 제어부는,
- 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 제1 가스 공급 라인과 상기 제2 가스 공급 라인을 제어함과 동시에,
- [0033] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고 상기 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하며, 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 것을 특징으로 하는 제3 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0034] 삭제
- [0035] 삭제
- [0036] 삭제
- [0037] 삭제
- [0038] 삭제

[0039] 삭제

[0040] 삭제

[0041] 삭제

[0042] 삭제

[0043] 삭제

[0044] 본 발명의 다른 형태에 따르면,

[0045] 기판이 수용되는 반응관으로서, 내부 공간이, 기판에 원하는 막이 형성되는 성막 공간과 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간으로 구획되는 상기 반응관과,

[0046] 상기 반응관 내에 원하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 유닛과,

[0047] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 플라즈마 생성 공간에 배치된 적어도 1쌍의 전극과,

[0048] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛

[0049] 을 포함하는 기판 처리 장치에 있어서, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅하는 코팅 방법으로서,

[0050] 상기 플라즈마 생성 공간에 제1 처리 가스를 공급하는 공정과,

[0051] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 공정과,

[0052] 상기 플라즈마 생성 공간에 제2 처리 가스를 공급하는 공정과,

[0053] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 장치의 코팅 방법이 제공된다.

### 효과

[0054] 본 발명의 한 형태에 따른 제1 기판 처리 장치에 따르면, 반응관의 일정 부위를 막으로 코팅할 때 플라즈마 생성 공간에 제2 처리 가스와 제3 처리 가스를 공급하기 때문에, 적어도 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위가 막으로 코팅된다. 그 때문에, 실제로 기판에 막을 형성할 때에 플라즈마 생성 공간에 플라즈마를 생성시켰다고 하더라도, 기판의 오염원이 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 통과하는 것을 저지할 수 있다. 이상으로부터, 기판의 오염원이 반응관을 통과하여 기판을 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0055] 본 발명의 다른 형태에 따른 제2 기판 처리 장치에 따르면, 기판에 막을 형성할 때 및 반응관의 전극 근방 부위를 막으로 코팅할 때에, 히터의 가열 온도를 다르게 하기 때문에, 예를 들면, 반응관 코팅시의 가열 온도를 기판에 대한 막 형성 시의 가열 온도보다 높게 하면, 반응관 내에서 플라즈마를 생성시키지 않더라도 반응관의 전극 근방 부위를 막으로 코팅할 수 있다. 그 때문에, 실제로 기판에 막을 형성할 때에 반응관 내에서 플라즈마를 생성시켰다고 하더라도, 기판의 오염원이 반응관의 전극 근방 부위를 통과하는 것을 저지할 수 있다. 이상으로부터, 기판의 오염원이 반응관을 통과하여 기판을 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0056] 본 발명의 다른 형태에 따른 제3 기판 처리 장치에 따르면, 반응관의 전극 근방 부위를 막으로 코팅할 때는 전극에 고주파 전력을 공급하지 않기 때문에, 그 코팅시에 기판의 오염원이 반응관의 전극 근방 부위를 통과하는 것을 억제할 수 있다. 또한, 예를 들면, 히터의 가열 온도를 고온으로 하면, 반응관 내에서 플라즈마를 생성시키지 않더라도 반응관의 전극 근방 부위를 막으로 코팅할 수 있다. 그 때문에, 실제로 기판에 막을 형성할 때에 전극에 고주파 전력을 공급하여 반응관 내에서 플라즈마를 생성시켰다고 하더라도, 기판의 오염원이 반응관의 전극 근방 부위를 통과하는 것을 저지할 수 있다. 이상으로부터, 기판의 오염원이 반응관을 통과하여 기판을 오

염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0057] 본 발명의 다른 형태에 따른 코팅 방법에 따르면, 플라즈마 생성 공간에 제1 처리 가스와 제2 처리 가스를 공급하기 때문에, 적어도 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위가 막으로 코팅된다. 그 때문에, 실제로 기관에 막을 형성할 때에 플라즈마 생성 공간에 플라즈마를 생성시켰다고 하더라도, 기관의 오염원이 반응관의 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 통과하는 것을 저지할 수 있다. 이상으로부터, 기관의 오염원이 반응관을 통과하여 기관을 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

### 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0058] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 형태를 설명한다.

[0059] <제1 실시 형태>

[0060] 본 실시 형태에 따른 기관 처리 장치는, 반도체 장치 집적회로(IC, Integrated Circuits)의 제조에 사용되는 반도체 제조 장치의 일례로서 구성되어 있다. 아래 설명에서는, 기관 처리 장치의 일례로서, 기관에 대하여 열처리 등을 수행하는 종형(縱型) 장치를 사용한 경우에 대하여 설명한다.

[0061] 도 1에 나타내는 바와 같이, 기관 처리 장치(101)에서는, 기관의 일례가 되는 웨이퍼(200)를 수납한 카세트(110)가 사용되고, 웨이퍼(200)는 실리콘 등의 재료로 구성된다. 기관 처리 장치(101)는 광체(筐體, 111)를 구비하고 있으며, 광체(111)의 내부에는 카세트 스테이지(114)가 설치된다. 카세트(110)는 카세트 스테이지(114) 상에 공장 내 반송 장치(도시 생략)에 의해 반입되거나, 카세트 스테이지(114) 상으로부터 반출되게 된다.

[0062] 카세트 스테이지(114)는, 공장 내 반송 장치에 의하여, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수직 자세를 보지(保持)하고 또한 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 상방향을 향하도록 재치(載置)된다. 카세트 스테이지(114)는 카세트(110)를 광체(111) 후방에 세로로 90° 우회전시켜, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수평 자세로 되어, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 광체(111)의 후방을 향하도록 동작 가능하도록 구성된다.

[0063] 광체(111) 내의 전후방향 실질적으로 중앙부에는 카세트 선반(105)이 설치되고, 카세트 선반(105)은 복수단 복수열로 복수 개의 카세트(110)를 보관하도록 구성된다.

[0064] 카세트 선반(105)에는 웨이퍼 이재 기구(125)의 반송 대상이 되는 카세트(110)가 수납되는 이재 선반(123)이 설치되어 있다.

[0065] 카세트 스테이지(114)의 상방에는 예비 카세트 선반(107)이 설치되고, 예비적으로 카세트(110)를 보관하도록 구성된다.

[0066] 카세트 스테이지(114)와 카세트 선반(105) 사이에는, 카세트 반송 장치(118)가 설치된다. 카세트 반송 장치(118)는, 카세트(110)를 보지한 채 승강 가능한 카세트 엘리베이터(118a)와, 반송 기구로서의 카세트 반송 기구(118b)로 구성된다. 카세트 반송 장치(118)는 카세트 엘리베이터(118a)와 카세트 반송 기구(118b)의 연속 동작에 의해, 카세트 스테이지(114)와 카세트 선반(105)과 예비 카세트 선반(107) 사이에서, 카세트(110)를 반송하도록 구성된다.

[0067] 카세트 선반(105)의 후방에는, 웨이퍼 이재 기구(125)가 설치된다. 웨이퍼 이재 기구(125)는, 웨이퍼(200)를 수평 방향으로 회전 내지 직동(直動) 가능한 웨이퍼 이재 장치(125a)와, 웨이퍼 이재 장치(125a)를 승강시키기 위한 웨이퍼 이재 장치 엘리베이터(125b)로 구성된다. 웨이퍼 이재 장치(125a)에는 웨이퍼(200)를 꼽업(pickup)하기 위한 트위저(tweezer, 125c)가 설치된다. 웨이퍼 이재 장치(125)는 웨이퍼 이재 장치(125a)와 웨이퍼 이재 장치 엘리베이터(125b)의 연속 동작에 의해, 트위저(125c)를 웨이퍼(200)의 재치부로 하여, 웨이퍼(200)를 보트(217)에 대하여 장전(charging)하거나 보트(217)로부터 탈장(discharging)하도록 구성된다.

[0068] 광체(111)의 후부 상방에는, 웨이퍼(200)를 열처리하는 처리로(202)가 설치되고, 처리로(202)의 하단부가 노구셔터(147)에 의해 개폐되도록 구성된다.

[0069] 처리로(202)의 하방에는 처리로(202)에 대하여 보트(217)를 승강시키는 보트 엘리베이터(115)가 설치된다. 보트 엘리베이터(115)의 승강대에는 암(arm, 128)이 연결되고, 암(128)에는 씰 캡(seal cap, 219)이 수평으로 부착된다. 씰 캡(219)은 보트(217)를 수직으로 지지함과 동시에, 처리로(202)의 하단부를 폐색할 수 있도록 구성된다.

[0070] 보트(217)는 복수의 보지 부재를 구비하고, 복수 매(예를 들면 50~150 매 정도)의 웨이퍼(200)를 그 중심을 맞추어 수직 방향으로 정렬시킨 상태에서, 각각 수평으로 보지하도록 구성된다.

- [0071] 카세트 선반(105)의 상방에는, 청정화된 분위기인 클린 에어(clean air)를 공급하는 클린 유닛(134a)이 설치된다. 클린 유닛(134a)은 공급 팬 및 방진 필터로 구성되어 있고, 클린 에어를 광체(111) 내부에 유통시키도록 구성된다.
- [0072] 광체(111)의 좌측 단부에는, 클린 에어를 공급하는 클린 유닛(134b)이 설치된다. 클린 유닛(134b)도 공급 팬 및 방진 필터로 구성되고, 클린 에어를 웨이퍼 이재 장치(125a)나 보트(217) 등의 근방을 유통시키도록 구성된다. 상기 클린 에어는, 웨이퍼 이재 장치(125a)나 보트(217) 등의 근방을 유통한 후에, 광체(111) 외부로 배기되게 된다.
- [0073] 다음에, 기판 처리 장치(101)의 주된 동작에 대해서 설명한다.
- [0074] 공장 내 반송 장치(도시 생략)에 의해 카세트(110)가 카세트 스테이지(114) 상에 반입되면, 카세트(110)는 웨이퍼(200)가 카세트 스테이지(114) 위에서 수직 자세를 보지하고, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 상방향을 향하도록 재치된다. 그 후, 카세트(110)는, 카세트 스테이지(114)에 의해, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수평 자세가 되고, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 광체(111)의 후방을 향하도록, 광체(111)의 후방에 세로로 90° 우회전된다.
- [0075] 그 후, 카세트(110)는 카세트 선반(105) 내지 예비 카세트 선반(107)의 지정된 선반 위치에 카세트 반송 장치(118)에 의해 자동적으로 반송되어 수도(受渡)되고, 일시적으로 보관된 후, 카세트 선반(105) 내지 예비 카세트 선반(107)으로부터 카세트 반송 장치(118)에 의해 이재 선반(123)으로 이재되거나, 또는 직접 이재 선반(123)으로 반송된다.
- [0076] 카세트(110)가 이재 선반(123)으로 이재되면, 웨이퍼(200)는 카세트(110)로부터 웨이퍼 이재 장치(125a)의 트위저(125c)에 의해 웨이퍼 출입구를 통해 꾹업(pickup)되고, 보트(217)에 장전(charging)된다. 보트(217)에 웨이퍼(200)를 수도한 웨이퍼 이재 장치(125a)는 카세트(110)로 되돌아오고, 후속의 웨이퍼(110)를 보트(217)에 장전한다.
- [0077] 미리 지정된 매수의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 장전되면, 처리로(202)의 하단부를 닫고 있던 노구 셔터가 열리고, 처리로(202)의 하단부가 개방된다. 그 후, 웨이퍼(200) 군(群)을 보지한 보트(217)가 보트 엘리베이터(115)의 상승 동작에 의해 처리로(202) 내에 반입/loading)되고, 처리로(202)의 하부가 썰 캡(219)에 의해 폐색된다.
- [0078] 로딩 후는, 처리로(202)에서 웨이퍼(200)에 대하여 임의의 열처리가 수행된다. 그 열처리 후는, 상술한 순서와 반대로, 웨이퍼(200) 및 카세트(110)가 광체(111)의 외부로 반출된다.
- [0079] 도 2에 나타내는 바와 같이, 처리로(202)에는 가열 장치인 히터(207)가 설치된다. 히터(207)는 단열재와 히터 소선을 가지며, 단열재를 히터 소선으로 둘러싼 구성을 포함한다(도시 생략). 히터(207)의 내측에는, 기판의 일례인 웨이퍼(200)가 수용되는 반응관(203)이 설치된다. 반응관(203)은 석영으로 구성된다. 반응관(203)의 하단 개구는 0링(220)을 개재하여 덮개인 썰 캡(219)에 의해 기밀하게 폐색된다. 본 실시 형태에서는, 적어도, 반응관(203) 및 썰 캡(219)에 의해 처리실(201)이 형성된다.
- [0080] 썰 캡(219)에는 보트 지지대(218)를 개재하여 기판 보지 부재인 보트(217)가 입설(立設)된다. 보트 지지대(218)는 보트를 보지하는 보지체로 된다. 보트(217)는 처리실(201)에 삽입된다. 보트(217)에는 배치(batch) 처리되는 복수매의 웨이퍼(200)가 수평 자세를 보지한 상태에서 도 2에서 상하 방향에 다단으로 적재된다. 히터(207)는 처리실(201)에 삽입된 웨이퍼(200)를 소정의 온도로 가열한다.
- [0081] 처리실(201)의 하부에는 복수 종류의 처리 가스를 공급하는 3개의 가스 공급관(232a, 232b, 300)이 접속된다.
- [0082] 가스 공급관(232a)에는, 유량 제어 장치인 매스 플로우 컨트롤러(mass flow controller, 241a) 및 개폐변인 밸브(243a)가 설치된다. 가스 공급관(232a)에는 NH<sub>3</sub> 가스 등의 처리 가스가 유입되고, 그 처리 가스가 반응관(203) 내에 형성된 베퍼실(237, 후술 참조)을 개재하여 처리실(201)에 공급된다.
- [0083] 가스 공급관(232b)에는, 유량 제어 장치인 매스 플로우 컨트롤러(241b), 개폐변인 밸브(243b), 가스 저장부(247) 및 개폐변인 밸브(243c)가 설치된다. 가스 공급관(232b)에는 DCS(dichlorosilane, SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) 가스 등의 처리 가스가 유입되고, 그 처리 가스가 가스 공급부(249, 후술 참조)를 개재하여 처리실(201)에 공급된다.
- [0084] 가스 공급관(300)에는, 유량 제어 장치인 매스 플로우 컨트롤러(302) 및 개폐변인 밸브(304)가 설치된다. 가스 공급관(300)에는 DCS 가스 등의 처리 가스가 유입되고, 그 처리 가스가 반응관(203) 내에 형성된 베퍼실(237,

후술 참조)을 개재하여 처리실(201)에 공급된다.

[0085] 이상의 가스 공급관(232a, 232b, 300)에는 가스 공급관(310, 320, 330)이 각각 접속된다. 가스 공급관(310, 320, 330)에는 유량 제어 장치인 매스 플로우 컨트롤러(312, 322, 332) 및 개폐변인 밸브(314, 324, 334)가 각각 설치된다. 가스 공급관(310, 320, 330)에는 N<sub>2</sub> 등의 불활성 가스가 유입된다.

[0086] 처리실(201)에는 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 가스 배기관(231)의 일단부(一端部)가 접속된다. 가스 배기관(231)에는 밸브(243d)가 설치된다. 가스 배기관(231)의 타단부는 배기 장치인 진공 펌프(246)에 접속되고, 처리실(201) 내부가 진공 배기되게 된다. 밸브(243d)는 밸브를 개폐하여 처리실(201)의 진공 배기 및 진공 배기 정지를 할 수 있고, 또한 밸브의 개도(開度)를 조절하여 압력을 조정할 수 있도록 되어 있는 개폐변이다.

[0087] 도 3에 나타내는 바와 같이, 처리실(201)을 구성하고 있는 반응관(203)의 내벽과 웨이퍼(200) 사이에 있어서 원호상의 공간에는 석영제의 격벽(236)이 설치된다. 격벽(236)은 단부가 반응관(203)의 내벽에 밀착한 상태로서도 3의 지면(紙面)의 뒤에서 표면을 향하여(도 2에서 상하방향) 연재(延在)하고 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이 격벽(236)의 상하단도 반응관(203)의 내벽에 밀착하고 있으며, 격벽(236)의 내부에는 격벽(236)과 반응관(203)의 일부로 둘러싸인 베퍼실(237)이 형성된다. 즉, 반응관(203)의 내부 공간이 격벽(236)으로 구획된다.

[0088] 격벽(236)의 웨이퍼(200)에 대향 배치된 부위에는 복수의 가스 공급공(供給孔, 248a)이 설치된다. 가스 공급공(248a)은 반응관(203)의 중심을 향하여 개구된다. 가스 공급공(248a)은, 도 2에서 하방으로부터 상방에 걸쳐 각각 동일한 개구 면적을 가지며, 또한 동일한 개구 피치(pitch)로 설치된다.

[0089] 베퍼실(237)의 가스 공급공(248a)이 설치된 단부와 반대측의 단부에는, 노즐(233)이 설치된다. 노즐(233)에는 가스 공급관(232a)이 접속되고, 가스 공급관(232a)의 중도부(中途部)에는 가스 공급관(300)이 접속된다. 노즐(233)은 반응관(203)의 하부로부터 상부에 걸쳐 도 2에서 상하방향을 따라서 연재하고 있다.

[0090] 노즐(233)에는 복수의 가스 공급공(248b)이 설치된다. 가스 공급공(248b)은 베퍼실(237) 내부와 처리실(201) 내부와의 압력차가 작은 경우에는, 가스의 상류측으로부터 하류측까지 동일한 개구 면적으로 동일한 개구 피치로 설치되고, 반대로 압력차가 큰 경우에는 상류측으로부터 하류측을 향해 개구 면적이 커지거나 또는 개구 피치가 작아진다.

[0091] 본 실시 형태에 있어서는, 가스 공급공(248b)의 개구 면적은 상류측으로부터 하류측에 걸쳐 서서히 커진다. 이와 같이 구성함으로써, 가스가 각 가스 공급공(248b)으로부터 베퍼실(237)로 분출될 때에는, 그 가스는 유속에 차이는 있으나 유량은 실질적으로 동량이 되며, 그 후 상기 가스는 베퍼실(237) 내에 있어서 입자 속도의 차이가 완화되고, 가스 공급공(248a)으로부터 처리실(201)에 분출된다. 따라서, 가스 공급공(248b)으로부터 분출된 가스는, 가스 공급공(248a)으로부터 분출될 때에는 균일한 유량과 유속을 갖는다.

[0092] 베퍼실(237)에는, 가늘고 긴 구조를 가지는 1쌍의 봉(棒) 형상 전극(269, 270)이 설치된다. 봉 형상 전극(269, 270)은 도 2에서 상방으로부터 하방을 향해 연재하고 있고, 봉 형상 전극(269, 270)은 전극 보호관(275)으로 피복되고 보호된다. 봉 형상 전극(269, 270)의 한 쪽은 정합기(272)를 개재하여 고주파 전원(273)에 접속되고, 다른 쪽은 기준 전위인 어스(earth)로 접속되어 있다. 봉 형상 전극(269, 270)에 고주파 전력이 공급되면, 그 봉 형상 전극(269, 270) 사이의 플라즈마 생성 영역(224)에 플라즈마가 생성된다. 본 실시 형태에서는, 적어도 정합기(272) 및 고주파 전원(273)으로 고주파 전력 공급 유닛이 형성되어 있다.

[0093] 전극 보호관(275)은 봉 형상 전극(269, 270)의 각각을 베퍼실(237)의 분위기와 격리된 상태에서 베퍼실(237)에 삽입할 수 있는 구조로 되어 있다. 전극 보호관(275)의 내부가 외기(대기)와 동일한 분위기면, 전극 보호관(275)에 각각 삽입된 봉 형상 전극(269, 270)은 허터(207)의 가열로 산화되어 버린다. 따라서 본 실시 형태에서는, 봉 형상 전극(269, 270)의 산화를 방지하기 위한 불활성 가스 퍼지(purge) 기구가 설치되고(도시 생략), 전극 보호관(275)의 내부는 질소 등의 불활성 가스로 충전 또는 퍼지되어, 산소 농도가 충분히 낮게 억제된다.

[0094] 도 3에 나타내는 바와 같이, 반응관(203)의 내부에는 가스 공급부(249, nozzle)가 설치되어 있다. 가스 공급부(249)에는 가스 공급관(232b)이 접속된다. 가스 공급부(249)는 반응관(203)의 중앙부를 중심으로 하여 가스 공급공(248a)의 위치로부터 약 60° 정도 떨어진 위치에 설치된다. 가스 공급부(249)는 ALD(atomic layer deposition)법에 의한 성막에 있어서 웨이퍼(200)에, 복수 종류의 가스를 1 종류씩 교대로 공급할 때, 베퍼실(237)과 가스 공급 종(種)을 분담하는 공급부이다.

[0095] 가스 공급부(249)에는, 웨이퍼(200)와 대향하는 위치에 복수의 가스 공급공(248c)이 설치된다. 가스 공급공(248c)은 도 2에서 상하 방향으로 연재하고 있다.

- [0096] 가스 공급공(248c)의 개구 면적은, 가스 공급부(249) 내부와 처리실(201) 내부와의 압력차가 작은 경우에는, 가스의 상류측으로부터 하류측까지 동일한 개구 면적으로 동일한 개구 폐치로 해도 좋지만, 압력차가 큰 경우에는 상류측으로부터 하류측을 향해 개구 면적을 크게 하거나 개구 폐치를 작게 하는 것이 좋다. 본 실시 형태에 있어서는, 가스 공급공(248c)의 개구 면적은 상류측으로부터 하류측에 걸쳐 서서히 커지게 된다.
- [0097] 도 2에 나타내는 바와 같이, 반응관(203) 내의 중앙부에는 복수 매의 웨이퍼(200)를 다단 동일 간격으로 재치하는 보트(217)가 설치된다. 보트(217)는 보트 엘리베이터(115, 도 1 참조)에 의해 반응관(203)에 출입할 수 있다. 보트(217)의 하방에는, 처리의 균일성을 향상하기 위하여 보트(217)를 회전시키기 위한 회전 장치인 보트 회전 기구(267)가 설치된다. 보트 회전 기구(267)를 회전시킴으로써, 보트 지지대(218)에 보지된 보트(217)를 회전시키게 된다.
- [0098] 제어 수단인 컨트롤러(280)는 매스 플로우 컨트롤러(241a, 241b, 302, 312, 322, 332), 벨브(243a, 243b, 243c, 243d, 304, 314, 324, 334), 히터(207), 진공 펌프(246), 보트 회전 기구(267), 보트 엘리베이터(115), 고주파 전원(273), 정합기(整合器, 272) 등에 접속된다.
- [0099] 본 실시 형태에서는, 컨트롤러(280)에 의해, 매스 플로우 컨트롤러(241a, 241b, 302, 312, 322, 332)의 유량 조정, 벨브(243a, 243b, 243c, 304, 314, 324, 334)의 개폐 동작, 벨브(243d)의 개폐 및 압력 조정 동작, 히터(207)의 온도 조절, 진공 펌프(246)의 기동 및 정지, 보트 회전 기구(267)의 회전 속도 조절, 보트 엘리베이터(115)의 승강 동작 제어, 고주파 전원(273)의 전력 공급 제어, 정합기(272)에 의한 임피던스(impedance) 제어 등이 이루어진다.
- [0100] 다음에, ALD 법에 의한 성막예에 있어서, 반도체 디바이스의 제조 공정의 하나인 DCS 가스 및 NH<sub>3</sub> 가스를 사용하여 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막을 성막하는 예를 설명한다.
- [0101] CVD(Chemical Vapor Deposition)법의 하나인 ALD(Atomic Layer Deposition)법은, 소정의 성막 조건(온도, 시간 등) 하에서, 성막에 사용하는 2 종류(또는 그 이상)의 원료가 되는 처리 가스를 1 종류씩 교대로 기판 상에 공급하고, 1 원자층 단위로 흡착시켜, 표면 반응을 이용하여 성막하는 방법이다.
- [0102] 이용하는 화학 반응은, 예를 들면 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막 형성의 경우, ALD법에서는 DCS(SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 디클로로실란)와 NH<sub>3</sub>(ammonia)를 사용하여 300~600°C의 저온에서 고품질의 성막이 가능하다. 또한, 가스 공급은 복수 종류의 처리 가스를 1 종류씩 교대로 공급한다. 그리고, 막 두께의 제어는 처리 가스 공급의 사이클 수로 제어한다. (예를 들면, 성막 속도가 1Å / 사이클로 하면, 20Å의 막을 형성하는 경우, 처리를 20사이클로 수행한다.)
- [0103] 후술하는 성막 처리에 앞서, 처음에는 하기의 코팅 처리를 한다. 한편, 하기의 코팅 처리는 웨이퍼(200)를 반응관(203)에 수용하지 않는 상태에서 수행한다.
- [0104] <코팅 처리>
- [0105] NH<sub>3</sub> 가스를 가스 공급관(232a)에 유입시킨 상태에서 벨브(243a, 243d)를 개방한다. NH<sub>3</sub> 가스를 매스 플로우 컨트롤러(241a)로 유량 조정하면서 노즐(233)의 가스 공급공(248b)으로부터 베퍼실(237)로 분출시키고, 상기 NH<sub>3</sub> 가스를 가스 공급공(248a)으로부터 처리실(201)에 공급하면서 가스 배기관(231)으로부터 배기한다. 이 때, 봉형상 전극(269, 270)에는 고주파 전력을 공급하지 않고, NH<sub>3</sub> 가스를 플라즈마 여기시키지 않는다. 또한 히터(207)를 제어하여 베퍼실(237)의 온도를 580~630°C의 범위로 설정한다. 일정한 시간이 경과하면, 벨브(243a)를 닫아 NH<sub>3</sub> 가스의 공급을 정지함과 동시에, N<sub>2</sub> 가스를 가스 공급관(310)에 유입시킨 상태에서 벨브(314)를 개방하여 N<sub>2</sub> 가스로 처리실(201) 등의 NH<sub>3</sub> 가스를 퇴지한다.
- [0106] 그 후, DCS 가스를 가스 공급관(300)에 유입시킨 상태에서 벨브(304)를 개방한다. DCS 가스를 매스 플로우 컨트롤러(302)로 유량 조정하면서 노즐(233)의 가스 공급공(248b)으로부터 베퍼실(237)로 분출시켜, DCS 가스를 가스 공급공(248a)으로부터 처리실(201)로 공급하면서 가스 배기관(231)으로 배기한다. 그 결과, 주로 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위의 내벽과 격벽(236)의 내벽에 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)이 형성된다. 또한, 상기 처리에서는, NH<sub>3</sub> 가스와 DCS 가스가 베퍼실(237)을 통과하여 가스 공급공(248a)으로부터 처리실(201)에도 공급되기 때문에, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)의 형성과 아울러, 반응관(203)의 성막 공간을 구성하는 부위의 내벽과 격벽(236)의 외벽에도 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(510)이 형성된다.

- [0107] 일정한 시간이 경과하면, 밸브(304)를 닫아 DCS 가스의 공급을 정지함과 동시에, N<sub>2</sub> 가스를 가스 공급관(330)에 유입시킨 상태에서 밸브(334)를 개방하여 N<sub>2</sub> 가스로 처리실(201) 등의 DCS 가스를 퍼지한다.
- [0108] 이상의 처리를 복수회 반복하여 주로 베퍼실(237)의 내부를 소정의 막 두께인 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)으로 코팅한다. 후술하는 성막 처리에서 전극(269, 270)에 50W의 고주파 전력을 공급하는 경우에는, 코팅은 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)의 막 두께가 150Å 이상에 도달할 때까지 계속한다. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)의 막 두께를 150Å 이상으로 하면, 전극(269, 270)에 50W의 고주파 전력을 공급하더라도, 웨이퍼(200)의 오염원인 Na의 베퍼실(237)에 대한 침입을  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> 이하로 억제할 수 있다. 오염원인 Na의 침입량은 전극(269, 270)에 대한 고주파 전력량(방전 파워)에 비례하여 증대된다고 생각할 수 있다.
- [0109] 상기 코팅 처리에서는, DCS 가스를 대신하여 이것과 동종의 가스(Si를 포함하는 가스)를 사용해도 된다.
- [0110] 또한, 상기한 코팅 처리에서는, 베퍼실(237) 내부의 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)에서의 코팅에 따라, 결과적으로 베퍼실(237)의 외부도 동시에 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(510)으로 코팅하는 구성으로 되어 있는데, 베퍼실(237) 내부의 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(500)에서의 코팅 처리와는 별개로, 베퍼실(237)의 외부를 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(510)으로 코팅하는 구성으로 해도 된다.
- [0111] 베퍼실(237)의 외부를 코팅하는 경우는, 하기와 같은 처리를 수행한다.
- [0112] NH<sub>3</sub> 가스를 가스 공급관(232a)에 유입시킨 상태에서 밸브(243a, 243d)를 개방한다. NH<sub>3</sub> 가스를 매스 플로우 컨트롤러(241a)로 유량 조정하면서 노즐(233)의 가스 공급공(248b)으로부터 베퍼실(237)에 분출시키고, 가스 공급공(248a)으로부터 처리실(201)에 공급하면서 가스 배기관(231)으로부터 배기한다. 이 때, 봉 형상 전극(269, 270)에는 고주파 전력을 공급하지 않고, NH<sub>3</sub> 가스를 플라즈마 여기시키지 않는다. 또한 히터(207)를 제어하여 베퍼실(237)의 온도를 580~630°C의 범위로 설정한다. 일정 시간이 경과하면, 밸브(243a)를 닫아 NH<sub>3</sub> 가스의 공급을 정지함과 동시에, N<sub>2</sub> 가스를 가스 공급관(310)에 유입시킨 상태에서 밸브(314)를 개방하여 N<sub>2</sub> 가스로 처리실(201) 등의 NH<sub>3</sub> 가스를 퍼지한다.
- [0113] 그 후, DCS 가스를 가스 공급관(232b)에 유입시킨 상태에서 밸브(243b, 243c)를 개방한다. DCS 가스를 매스 플로우 컨트롤러(241b)에서 유량 조정하면서 가스 공급부(249)의 가스 공급공(248c)으로부터 처리실(201)에 분출시키고, DCS 가스를 처리실(201)에 공급하면서 가스 배기관(231)으로부터 배기한다. 그 결과, 주로, 반응관(203)의 내벽과 격벽(236)의 외벽에 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(510)이 형성된다. 일정한 시간이 경과하면, 밸브(243b, 243c)를 닫고 DCS 가스의 공급을 정지함과 동시에, N<sub>2</sub> 가스를 가스 공급관(320)에 유입시킨 상태에서 밸브(324)를 개방하여 N<sub>2</sub> 가스로 처리실(201) 등의 DCS 가스를 퍼지한다.
- [0114] 이상의 처리를 복수회 반복하여, 주로, 처리실(201) 내부에 있어서 베퍼실(237)의 외부를 소정 막 두께의 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막(510)으로 코팅한다.
- [0115] <성막 처리>
- [0116] 다음에, 웨이퍼(200)에 대한 성막 처리를 수행한다.
- [0117] 성막하고자 하는 웨이퍼(200)를 보트(217)에 장전하고, 처리실(201)에 반입한다. 반입 후는 다음의 4가지 스텝의 처리를 순차로 실행한다.
- [0118] <스텝 1>
- [0119] 스텝 1에서는, 플라즈마 여기(勵起)에 필요한 NH<sub>3</sub> 가스와, 플라즈마 여기가 불필요한 DCS 가스를 병행하여 흘린다.
- [0120] 처음에, NH<sub>3</sub> 가스를 가스 공급관(232a)에 유입시킨 상태에서, 가스 공급관(232a)의 밸브(243a)와 가스 배기관(231)의 밸브(243d)를 동시에 개방한다.
- [0121] NH<sub>3</sub> 가스를 매스 플로우 컨트롤러(241a)에 의해 유량 조정하면서 노즐(233)의 가스 공급공(248b)으로부터 베퍼실(237)에 분출시킨다. 이 상태에서, 봉 형상 전극(269, 270)에 고주파 전원(273)으로부터 정합기(272)를 개재

하여 고주파 전력을 공급하고,  $\text{NH}_3$  가스를 플라즈마 여기시켜 활성종으로서 처리실(201)에 공급하면서 가스 배기관(231)으로부터 배기한다.

[0122]  $\text{NH}_3$  가스를 플라즈마 여기함으로써 활성종으로서 훌릴 때는, 밸브(243d)를 적정하게 조정하여 처리실(201) 내부의 압력을 10~100Pa의 범위에서, 예를 들면 50Pa로 유지한다. 매스 플로우 컨트롤러(241a)를 제어하여,  $\text{NH}_3$  가스의 공급 유량을 1~10s $\text{lm}$ 의 범위에서, 예를 들면 5s $\text{lm}$ 로 한다.  $\text{NH}_3$  가스를 플라즈마 여기시킴으로써 얻어진 활성종을 웨이퍼(200)에 노출하는 시간은 2~120초 사이로 한다. 이 때, 히터(207)를 제어하여 웨이퍼(200)의 온도를 300~600°C(바람직하게는 450~550°C)의 범위에서, 예를 들면 530°C로 설정한다.  $\text{NH}_3$  가스는 반응 온도가 높기 때문에, 상기 웨이퍼 온도에서는 반응하지 않는다. 본 실시 형태에서는,  $\text{NH}_3$  가스를 플라즈마 여기시켜 활성종으로 하여 훌리도록 하고 있어, 상기 처리는 웨이퍼(200)의 온도를 낮은 온도 범위로 설정한 상태에서 수행할 수 있다.

[0123]  $\text{NH}_3$  가스를 플라즈마 여기시킴으로써 활성종으로서 공급하고 있을 때, 가스 공급관(232b)의 상류측 밸브(243b)를 열고, 하류측 밸브(243c)를 닫아, DCS 가스도 흐르도록 한다. 이에 따라, 밸브(243b, 243c) 사이에 설치한 가스 저장부(247)에 DCS 가스를 담아둔다. 이 때, 처리실(201) 내에 흘리고 있는 가스는  $\text{NH}_3$ 를 플라즈마 여기시킴으로써 얻어진 활성종으로서, 처리실(201)에는 DCS 가스는 존재하지 않는다. 따라서,  $\text{NH}_3$  가스는 기상 반응을 일으키지 않고, 플라즈마에 의해 여기되고 활성종이 된  $\text{NH}_3$  가스가 웨이퍼(200) 상의 하지막(下地膜)등의 표면 부분과 표면 반응(화학 흡착)한다.

[0124] <스텝 2>

[0125] 스텝 2에서는, 가스 공급관(232a)의 밸브(243a)를 닫아  $\text{NH}_3$  가스의 공급을 정지하고, 한편으로는 DCS 가스를 계속 흘려 가스 저장부(247)에 대한 DCS 가스의 공급을 계속한다. 가스 저장부(247)에 소정 압력, 소정 양의 DCS 가스가 차게 되면, 상류측의 밸브(243b)도 닫아, 가스 저장부(247)에 DCS 가스를 밀폐시켜 둔다. 또한, 가스 배기관(231)의 밸브(243d)는 개방한 상태로 하고, 진공 펌프(246)에 의해 처리실(201)의 분위기를 20Pa이하로 배기하여, 처리실(201)에 잔류한  $\text{NH}_3$  가스를 처리실(201)로부터 배제한다.

[0126] 또한, 이 때에는,  $\text{N}_2$  가스를 가스 공급관(310)에 유입시킨 상태에서 밸브(314)를 개방하여,  $\text{N}_2$  가스를 처리실(201)에 공급해도 되며, 이 경우에는 처리실(201)에 잔류한  $\text{NH}_3$  가스를 배제하는 효과가 더욱 높아진다. 가스 저장부(247) 내에는, 압력이 20000Pa 이상이 되도록 DCS 가스를 저장한다. 가스 저장부(247)와 처리실(201) 사이의 컨덕턴스(conductance)가  $1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  이상이 되도록 장치를 구성한다.

[0127] 예를 들면, 반응관(203)의 용적과 이에 대한 필요한 가스 저장부(247)의 용적과의 비율로서 생각한다면, 반응관(203) 용적이 100ℓ인 경우에 있어서는, 가스 저장부(247)의 용적은 100~300cc인 것이 바람직하고, 용적비로서는 가스 저장부(247)의 용적을 반응관(203) 용적의 1/1000~3/1000배로 하는 것이 바람직하다.

[0128] <스텝 3>

[0129] 스텝 3에서는, 처리실(201)의 배기가 끝나면, 가스 배기관(231)의 밸브(243d)를 닫아 배기를 정지한다. 가스 공급관(232b)의 하류측 밸브(243c)를 연다. 이에 따라, 가스 저장부(247)에 담긴 DCS 가스가, 가스 공급부(249)의 가스 공급관(248c)을 통하여 처리실(201)에 한꺼번에 공급된다. 이 때, 가스 배기관(231)의 밸브(243d)가 닫혀 있기 때문에, 처리실(201) 내의 압력은 급격히 상승하여 약 931Pa(7Torr)까지 승압된다. DCS 가스를 공급하기 위한 시간을 2~4초로 설정하고, 그 후 상승한 압력 분위기 속에 노출되는 시간을 2~4초로 설정하여, 합계 6초로 한다. 이 때, 히터(207)를 제어하여 웨이퍼(200)의 온도를  $\text{NH}_3$  가스의 공급시와 동일하게, 300~600°C(바람직하게는 450~550°C)의 범위 내에서 예를 들면 530°C로 유지한다. DCS 가스의 공급에 의해, 웨이퍼(200)의 표면에 화학 흡착한  $\text{NH}_3$ 와 DCS가 반응(화학 흡착)하여, 웨이퍼(200) 상에  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막이 형성된다.

[0130] <스텝 4>

[0131] 성막 후의 스텝 4에서는, 밸브(243c)를 닫고, 밸브(243d)를 개방하여 처리실(201)을 진공 배기하고, 처리실(201)에 잔류한 DCS 가스에 있어서 성막에 기여한 후의 DCS 가스를 배제한다. 또한, 이 때에는,  $\text{N}_2$  가스를 가스

공급관(320)에 유입시킨 상태에서 밸브(324)를 개방하고,  $N_2$  가스를 처리실(201)에 공급해도 되며, 이 경우에는 처리실(201)에 잔류한 DCS 가스에 있어서 성막에 기여한 후의 DCS 가스를 처리실(201)로부터 배제하는 효과가 더욱 높아진다. 그리고, 밸브(243b)를 개방하여, 가스 저장부(247)에 DCS 가스의 공급을 개시한다.

[0132] 상기 스텝 1~4를 1 사이클로 하고, 이 사이클을 복수회 반복함으로써 웨이퍼(200) 상에 소정 막 두께의  $Si_3N_4$  막을 형성한다.

[0133] ALD 장치에서는, 가스는 웨이퍼(200)의 표면 부분에 화학 흡착한다. 이 가스의 흡착량은, 가스의 압력 및 가스의 노출 시간에 비례한다. 따라서, 희망하는 일정량의 가스를, 단시간에 흡착시키기 위해서는, 가스의 압력을 단시간에 크게 할 필요가 있다. 이 점에서, 본 실시 형태에서는, 밸브(243d)를 닫은 후에, 가스 저장부(247) 내에 담은 DCS 가스를 순간적으로 공급하고 있기 때문에, 처리실(201) 내의 DCS 가스의 압력을 급격하게 올릴 수 있고, 희망하는 일정량의 가스를 순간적으로 흡착시킬 수 있다.

[0134] 또한, 본 실시 형태에서는, 가스 저장부(247)에 DCS 가스가 저장되어 있는 동안에, ALD법에서 필요한 단계인  $NH_3$  가스를 플라즈마 여기시킴으로써 활성종으로서 공급 및 처리실(201)을 배기하고 있기 때문에, DCS 가스를 저장하기 위한 특별한 단계를 필요로 하지 않는다. 또한, 처리실(201) 내를 배기하여  $NH_3$  가스를 제거하고 나서 DCS 가스를 흘리기 때문에, 양자(兩者)는 웨이퍼(200)를 향하는 도중에 반응하지 않는다. 공급된 DCS 가스는, 웨이퍼(200)에 흡착하고 있는  $NH_3$ 만으로 유효하게 반응시킬 수 있다.

[0135] 이상의 실시 형태에서는, 웨이퍼(200)에 대한 성막 처리에 앞서 상기한 코팅 처리를 실행하기 때문에, 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위를 특이적으로  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅할 수 있다. 그 때문에, 실제로 웨이퍼(200)에  $Si_3N_4$  막을 형성할 때 스텝 1에서 베퍼실(237)에 플라즈마를 생성시켰다고 하더라도, 웨이퍼(200)의 오염원인 Na 이온이 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위를 통과하는 것을 저지할 수 있고, 나아가서는 웨이퍼(200)의 오염원이 반응관(203)을 통과하여 웨이퍼(200)를 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0136] 즉, 본 실시 형태에 따른 기판 처리 장치(101)의 비교예로서, 도 4의 구성을 상정할 수 있다. 해당 구성에서는,  $NH_3$  가스를 베퍼실(237)에 공급하는 기구[노즐(233)에 접속되는 가스 공급관(232a) 등]만이 설치되고, DCS 가스를 베퍼실(237)에 공급하는 기구[노즐(233)에 연통하는 가스 공급관(300) 등]는 설치되지 않는다. 이 경우, 베퍼실(237)에는 DCS 가스를 직접적으로 공급할 수 없어, 베퍼실(237)의 내부를 코팅 처리하기 위한 충분한 DCS 가스를 공급할 수 없다. 따라서, 비교예에 있어서 코팅 처리에서는, 기본적으로 베퍼실(237) 내부의 코팅 처리를 충분히 실행할 수 없고, 처리실(201) 내부에 있어서 베퍼실(237) 외부를 소정 막 두께의  $Si_3N_4$  막(510)으로 코팅하는데 지나지 않는다.

[0137] 그 때문에, 비교예에 있어서 코팅 처리 후의 성막 처리에서는, 특히  $NH_3$  가스의 플라즈마 여기시에 있어서 반응관(203) 외부에서 Na 이온이 발생하고, 그 Na 이온이 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위를 통과하여 베퍼실(237)에 침입하여, 웨이퍼(200)를 오염시킬 가능성이 있다(도 4 참조).

[0138] Na의 발생원은 해명되지 않았지만, 현시점에서는 전극(269, 270)이나 히터(207)의 단열재 등일 것이라고 생각할 수 있다. 히터(207)의 단열재가 Na발생원이라고 생각할 수 있는 것은, 해당 단열재 중에는 Na가 많이 포함되어 있기 때문이다.

[0139] 또한, 상기한 바와 같이,  $NH_3$  가스의 플라즈마 여기시에 있어서 베퍼실(237)에서 플라즈마를 생성하면, 반응관(203) 외부에서 Na가 흡착하고, 플라즈마 여기시에 석영 속에서 Na 이온 상태로 되어, Na 이온이 베퍼실(237)의 내부에 침입한다. Na가 이온화되는 이유에 대해서는 해명되지 않았다. 그러나, Na 이온이 베퍼실(237)에 침입하는 경위는 다음과 같이 생각할 수 있다.

[0140] Na 이온의 이온 반경은 약  $1.6\text{\AA}$ 이다. 이에 대하여, 반응관(203)을 구성하는 석영은, Si-O를 구성 단위로 하고 그 구성 단위가 사슬 형상으로 연결한 크리스토밸라이트(cristobalite)라는 망(網) 형상 구조를 가지며, 그 망(net)의 반경[공극(空隙)의 반경]이 약  $1.7\text{\AA}$ 이다. 석영의 온도가 높아지면, 상기 망의 반경은 커지고(공극이 확대됨), 반응관(203)이 고온이 될수록 Na 이온이 석영 재료 내를 자유롭게 돌아다닐 수 있게 된다. 그 결과, Na 이온이 반응관(203)을 통과하여 베퍼실(237)에 침입하고, 최종적으로 웨이퍼(200)에 부착한다.

[0141] 이러한 현상에 대하여, 본 실시 형태에서는, 베퍼실(237) 내부에 연통하는 가스 공급관(300)을 설치하고, 상기

코팅 처리에 의해 베퍼실(237)의 내부를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅하기 때문에, 반응관(203)의 외부에서 발생하는 Na 이온이 반응관(203)을 통과하여 베퍼실(237)에 침입하는 것을 방지 또는 억제할 수 있고, 나아가서는 웨이퍼(200)의 오염을 미연에 회피할 수 있다. 즉, 본 실시 형태에서는,  $Si_3N_4$  막(500)은 그 분자 사이의 거리가 Na의 이온 반경보다 작아, Na 이온이  $Si_3N_4$  막(500)으로부터 베퍼실(237)로 침입하는 것을 방지 또는 억제된다고 생각할 수 있다.

[0142] <제2 실시 형태>

[0143] 제2 실시 형태는 주로 다음과 같은 점에서 제1 실시 형태와 다르며, 그 이외는 제1 실시 형태와 동일하게 이루어진다.

[0144] 도 3의 노즐(233)에 더하여, 도 5에 나타내는 바와 같이, 베퍼실(237) 내부에는 노즐(400)이 설치된다. 노즐(400)에는 가스 공급관(300)이 접속된다.

[0145] 노즐(400)은 반응관(203)의 하부로부터 상부에 걸쳐 도 2에서 상하 방향을 따라 연재하고 있다. 노즐(400)에는 가스 공급공(248b)과 동일한 가스 공급공(402)이 설치된다.

[0146] 코팅 처리에서는, 베퍼실(237)에 DCS 가스를 공급할 때, DCS 가스를 가스 공급관(300)으로부터 노즐(400)에 유입시키고, 노즐(400)의 가스 공급공(402)으로부터 베퍼실(237)에 분출시킨다.

[0147] 이상의 실시 형태에서도, DCS 가스를 직접적으로 베퍼실(237)에 공급 할 수 있기 때문에, 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅 할 수 있고, 나아가서는 웨이퍼(200)의 오염원이 반응관(203)을 통과하여 웨이퍼(200)를 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0148] <제3 실시 형태>

[0149] 제3 실시 형태는 주로 다음과 같은 점에서 제1 실시 형태와 다르며, 그 이외에는 제1 실시 형태와 동일하게 이루어진다.

[0150] 도 3의 노즐(233)을 대신하여, 도 6에 나타내는 바와 같이, 베퍼실(237)에는 노즐(410)이 설치된다. 노즐(410)은 반응관(203)의 외부에서 2개로 분기하고 있으며, 그 한 쪽에는 가스 공급관(232a)이 접속되고, 다른 쪽에는 가스 공급관(300)이 접속된다. 노즐(410)은 반응관(203)의 하부에서부터 상부에 걸쳐 도 2에서 상하 방향을 따라 연재하고 있으며, 노즐(410)에는 도 3의 가스 공급공(248b)과 동일한 가스 공급공(412)이 설치된다.

[0151] 코팅 처리에서는, 베퍼실(237)에  $NH_3$  가스를 공급할 때에는,  $NH_3$  가스를 가스 공급관(232a)으로부터 노즐(410)에 유입시키고, 노즐(410)의 가스 공급공(412)으로부터 베퍼실(237)에 분출시킨다. 베퍼실(237)에 DCS 가스를 공급할 때에는, DCS 가스를 가스 공급관(300)으로부터 노즐(410)에 유입시키고, 노즐(410)의 가스 공급공(412)으로부터 베퍼실(237)로 분출시킨다.

[0152] 스텝 1~4의 성막 처리에서도, 베퍼실(237)에  $NH_3$  가스를 공급할 때에는,  $NH_3$  가스를 가스 공급관(232a)으로부터 노즐(410)에 유입시켜, 노즐(410)의 가스 공급공(412)으로부터 베퍼실(237)에 분출시킨다.

[0153] 이상의 실시 형태에서도, DCS 가스를 직접적으로 베퍼실(237)에 공급 할 수 있기 때문에, 반응관(203)의 베퍼실(237)을 구성하는 부위를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅 할 수 있고, 나아가서는 웨이퍼(200)의 오염원이 반응관(203)을 통과하여 웨이퍼(200)를 오염하는 것을 방지 또는 억제할 수 있다.

[0154] 한편, 제1~제3 실시 형태에서는, 코팅 처리에 있어서,  $NH_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 베퍼실(237)에 공급하는 ALD 법에 의해 베퍼실(237) 내부를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅했는데, 특히 제2, 제3 실시 형태에서는,  $NH_3$  가스와 DCS 가스를 동시에 베퍼실(237)에 공급하는 CVD법에 의해 베퍼실(237) 내부를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅해도 된다.

[0155] 한편, 제1 실시 형태에서는,  $NH_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 베퍼실(237)에 공급하는 ALD법에 의해서만, 베퍼실(237)의 내부를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅 할 수 있으며, 기본적으로는  $NH_3$  가스와 DCS 가스를 동시에 베퍼실(237)에 공급하는 CVD법에 의해 베퍼실(237) 내부를  $Si_3N_4$  막(500)으로 코팅하는 것은 바람직하지 않다.

[0156] CVD법에 의한 코팅이 바람직하지 않은 이유는,  $NH_3$  가스와 DCS 가스가 혼합되는 경우에, 300°C 이하의 온도 환

경 하에서는  $\text{NHC1}_4$ 가 생성되고, 해당  $\text{NHC1}_4$ 가 부생성물로서 가스 공급관(232a, 300)[특히 가스 공급관(232a, 300)의 접속부 근방] 등에 부착하기 때문이며, 그 부생성물의 생성을 방지하기 위하여 300°C 이상의 온도 환경을 정비하려고 하더라도, 현실적으로는 가스 공급관(232a, 300)을 300°C 이상의 온도로 가열하는 것이 곤란하기 때문이다. 그 때문에, 제1 실시 형태에 있어서는, 베퍼실(237)의 내부를  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막(500)으로 코팅하는 데에는 ALD 법을 사용하는 것이 적합하다.

[0157] 또한, 제2, 제3 실시 형태에 있어서 CVD법을 사용하여 베퍼실(237) 내부를 코팅할 수 있다고 하더라도, 제1~제3 실시 형태에서는, ALD법을 사용하여 베퍼실(237)을 포함한 반응관(203) 내부를 코팅하는 것이 적합하다.

[0158] 다음의 표 1에 나타내는 바와 같이, ALD법을 사용한 코팅에서는 그 처리에 필요한 시간이 300분 정도인데 반하여, CVD법을 사용한 코팅에서는 그 처리에 필요한 시간이 10분 정도로 단축되어, CVD법을 사용한 코팅 쪽이 스루풋(throughput)이 뛰어난 것으로 생각된다.

### 표 1

성막방법	성막온도 [°C]	사이클수	처리시간 [분]
ALD	~600	~150	~300
CVD	~780	1	~10

[0159]

[0160] 한편, ALD법, CVD법을 사용한 코팅시의 온도를 비교하면, ALD법을 사용한 코팅에서는 그 온도가 600°C 정도인데 반하여, CVD법을 사용한 코팅에서는 그 온도가 780°C 정도로 높아, 고온에서의 처리가 필요하게 된다. 그러나, 처리실(201)의 하부를 구성하는 부재[씰 캡(219) 등]의 내열 온도를 고려하면, 반응관(203)의 하부의 한계 온도는 650°C 정도이다. 그 때문에, CVD법을 사용한 코팅에서는 그러한 온도에서 처리를 실현하는 것이 곤란하며, 제1~제3 실시 형태에서는 ALD법을 사용해서 코팅하는 것이 적합하다.

[0161] 한편, 스텝 1~4의 성막 처리와 같은 통상적인 성막 처리에서는 처리 온도가 450~550°C인데 반하여, 표 1에 나타내는 바와 같이, ALD법을 사용한 코팅 처리에서는 처리 온도가 ~600°C로 높은 것은, 베퍼실(237)에서 플라즈마를 생성하지 않기 때문이다.

### [실험 1]

[0163] 본 실험 1에서는, 도 1~도 3과 동일한 기판 처리 장치를 사용하여, 웨이퍼 중에 있어서 동일한 면내(面內)에서 Na 농도를 측정했다.

[0164] 구체적으로 말하면, 1매의 웨이퍼에 있어서 동일한 면내의 Na 농도를 부위마다 측정하기는 어렵기 때문에, 다음 순서에 따라, 웨이퍼 1매의 동일한 면내에서의 Na 농도를 예측했다.

[0165] 대(大)구경 웨이퍼(직경 300mm의 웨이퍼) 상에 2매의 소(小)구경 웨이퍼(직경 200mm의 웨이퍼)를 설치했다. 소구경 웨이퍼 2매 중, 한쪽은 베퍼실에 대향하는 가까운 위치에 설치하고, 다른 쪽은 베퍼실로부터 가장 멀리 떨어진 위치(베퍼실 반대측의 위치)에 설치했다. 이 상태에서 이들 웨이퍼를 보트에 장전하여 처리로에 세트했다.

[0166] 그 후, 보트 회전 기구는 작동시키지 않고(웨이퍼를 회전시키지 않고), 히터를 작동시키면서 가스 공급관으로부터 처리실에  $\text{NH}_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 공급하여, 직경이 200mm인 2매의 웨이퍼 상에  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막을 형성했다.

그 후, ICP-MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry : 유도 결합 플라즈마 질량 분석계)를 사용하여, 2매의 소구경 웨이퍼의 Na 농도를 측정했다. 그 측정 결과를 다음 표 2에 나타낸다.

표 2

위치	Na 농도 [atoms/cm <sup>2</sup> ]
버퍼실측	$1.25 \times 10^{11}$
버퍼실의 반대측	$6.10 \times 10^{10}$

[0167]

표 2에서, '버퍼실측'의 Na 농도란, 버퍼실에 가까운 위치의 소구경 웨이퍼의 Na 농도로서, 대구경 웨이퍼의 어느 부위 중 버퍼실의 가스 공급공에 대향한 측연(側緣) 부위에서의 Na 농도를 예측한 값이며, '버퍼실의 반대측'의 Na 농도란, 버퍼실과 면 위치에 있는 소구경 웨이퍼의 Na 농도로서, 대구경 웨이퍼의 중앙부를 회전 중심으로 하여 그 측연 부위로부터 180° 떨어진 측연 부위에서 Na 농도를 예측한 값이다.

표 2에 나타내는 바와 같이, '버퍼실측'과 '버퍼실의 반대측' 중 '버퍼실측'의 Na 농도가  $1.25 \times 10^{11}$  atoms/cm<sup>2</sup>로 높아서, Na는 버퍼실을 형성하는 반응관의 벽을 통과하여 처리실에 침입한다고 생각된다.

[0170]

[실험 2]

본 실험 2에서는, 도 1~도 3과 동일한 기판 처리 장치를 사용하여, 버퍼실의 내부를 코팅하지 않는 경우와 코팅한 경우에 있어서 웨이퍼의 Na 농도를 측정했다.

[0172]

(1) 버퍼실 내를 코팅하지 않는 경우

100매의 웨이퍼를 보트에 장전하여 처리로에 세트했다. 그 후, 히터를 작동시키면서 가스 공급관으로부터 처리실에 NH<sub>3</sub> 가스와 DCS 가스를 교대로 공급하여 웨이퍼 상에 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막을 형성했다. 그 후, ICP-MS를 사용하여, 보트에 대한 장전 위치(이하에서는 보트에 대한 웨이퍼의 장전 위치를 상부, 중앙부, 하부의 3등분으로 구획하여 그들 각 위치를 Top, Center, Bottom으로 표현했다)에 대응한 각 부의 웨이퍼의 Na 농도(평균치)를 측정했다. 그 측정 결과를 다음 표 3에 나타낸다.

[0174]

(2) 버퍼실 내를 코팅한 경우

100매의 웨이퍼를 보트에 장전하고 처리로에 세트했다. 그 후, 버퍼실의 내부를 Poly-Si 막으로 코팅했다. 그 후, 히터를 작동시키면서 가스 공급관으로부터 처리실에 NH<sub>3</sub> 가스와 DCS 가스를 교대로 공급하고, 웨이퍼 상에 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 막을 형성했다. 그 후, ICP-MS를 사용하여, 보트에 대한 장전위치(Top, Center, Bottom)에 대응한 각 부의 웨이퍼의 Na 농도(평균치)를 측정했다. 그 측정 결과를 다음 표 3에 나타낸다.

표 3

코팅의 유무	Na 농도 [atoms/cm <sup>2</sup> ]		
	Top	Center	Bottom
Poly Si 코팅 없음	$2.79 \times 10^{11}$	$2.30 \times 10^{11}$	$3.38 \times 10^{11}$
Poly Si 코팅 있음	$1.61 \times 10^{11}$	$1.50 \times 10^{11}$	$3.08 \times 10^{11}$

[0176]

표 3에 나타내는 바와 같이, 버퍼실을 Poly-Si 막으로 코팅하지 않는 경우와 코팅한 경우는, Poly-Si 막에 의한 버퍼실 쪽이 코팅 효과가 다소 있는 하지만, 코팅을 한 경우라도 Top, Center, Bottom 중 어느 위치의 웨이퍼에서도  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> 이하라는 Na 농도 저감의 목표치는 달성되지 않았다. 이 때문에, Poly-Si 막에서는 그 레인(grain)과 그레인 사이에 큰 간격이 있어, 이 간격을 Na 이온이 이동하는 것으로 추정할 수 있다.

[0178]

[실험 3]

[0179]

본 실험 3에서는, 도 1~도 3과 동일한 기판 처리 장치를 사용하여, 버퍼실 내부를 CVD법 또는 ALD법 중 어느 하나에 따라서 코팅하고, 각 성막 방법에 있어서 웨이퍼의 Na 농도를 측정했다.

## [0180] (1) CVD법에 의한 코팅

100매의 웨이퍼를 보트에 장전하고 처리로에 세트했다. 그 후, 플라즈마를 발생시키지 않는 상태에서 히터를 작동시켜, 가스 공급관으로부터 베퍼실에  $\text{NH}_3$  가스와 DCS 가스를 동시에 공급하여, 베퍼실의 내부를  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막으로 코팅했다. 그 후, 히터를 작동시키면서 가스 공급관으로부터 처리실에  $\text{NH}_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 공급하고, 웨이퍼 상에  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막을 형성했다. 그 후, ICP-MS를 사용하여, 보트에 대한 장전 위치(Top, Center, Bottom)에 대응한 각 부의 웨이퍼의 Na 농도(평균치)를 측정했다. 그 측정 결과를 다음 표 4에 나타낸다.

## [0182] (2) ALD 법에 의한 코팅

100매의 웨이퍼를 보트에 장전하고 처리로에 세트했다. 그 후, 플라즈마를 발생시키지 않는 상태에서 히터를 작동시켜, 가스 공급관으로부터 베퍼실에  $\text{NH}_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 공급하여, 베퍼실의 내부를  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막으로 코팅했다. 그 후, 히터를 작동시키면서 가스 공급관으로부터 처리실에  $\text{NH}_3$  가스와 DCS 가스를 교대로 공급하고, 웨이퍼 상에  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막을 형성했다. 그 후, ICP-MS를 사용하여, 보트에 대한 장전 위치(Top, Center, Bottom)에 대응한 각 부의 웨이퍼의 Na 농도(평균치)를 측정했다. 그 측정 결과를 다음 표 4에 나타낸다. 한편, 표 4에는 베퍼실의 내부를  $\text{Si}_3\text{N}_4$  막으로 코팅하지 않는 경우의 값도 함께 기재하고 있다.

표 4

코팅의 유무	Na 농도 [atoms/cm <sup>2</sup> ]		
	Top	Center	Bottom
코팅 없음	$1.20 \times 10^{11}$	$1.00 \times 10^{11}$	$2.00 \times 10^{11}$
CVD 코팅 있음	$3.30 \times 10^9$	$9.20 \times 10^9$	$4.40 \times 10^{10}$
ALD 코팅 있음	$< 1 \times 10^7$	$< 1 \times 10^7$	$1.50 \times 10^9$

[0184]

표 4에 나타내는 바와 같이, CVD법에 의해 베퍼실을 코팅한 경우에는, Top, Center의 웨이퍼에서는 Na 농도가  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> 이하라는 목표치를 달성하고 있으나, Bottom의 웨이퍼에서는 Na 농도가 목표치를 달성하지 못했다. 그 이유는, Top, Center의 부위는 온도가 780°C 정도에 도달하고 있는데 반하여 Bottom의 부위는 온도가 600°C 정도까지 밖에 상승하지 않았기 때문에, Bottom에서는 150Å의 코팅 막 두께를 얻을 수 없었기 때문이다.

[0186]

이에 반하여, ALD법에 의해 베퍼실을 코팅한 경우에는, Top, Center, Bottom 중 어느 위치의 웨이퍼에 있어서도 Na 농도가  $1 \times 10^{10}$  atoms/cm<sup>2</sup> 이하라는 목표치를 달성하고 있다. 이상으로부터, ALD법에 의해 베퍼실을 코팅하는 것이 Na 농도를 저감하는데 가장 적합하다고 생각된다.

[0187]

이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태 및 실시예를 설명했는데, 본 발명의 바람직한 실시의 형태에 따르면, 기판이 수용되는 반응관에 있어서, 내부 공간이, 기판에 원하는 막이 형성되는 성막 공간과 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간으로 구획되는 상기 반응관과,

상기 반응관 내에 원하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 유닛과,

고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 플라즈마 생성 공간에 배치된 적어도 1쌍의 전극과,

상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,

적어도 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 제어부

를 포함하며,

상기 가스 공급 유닛은,

상기 성막 공간에, 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,

상기 플라즈마 생성 공간에, 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,

상기 플라즈마 생성 공간에, 상기 제1 처리 가스와 같은 종류의 제3 처리 가스를 공급하는 제3 가스 공급 라인

을 포함하고,

[0197] 상기 제어부는,

[0198] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는, 적어도 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하며,

[0199] 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 적어도 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스를 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 제1 기판 처리 장치가 제공된다.

[0200] 상기 「제1 처리 가스」란 제1 원소(예를 들면 Si)를 포함하는 가스이다. 상기 「제2 처리 가스」란 제2 원소(예를 들면 N)를 포함한 가스이다. 상기 「제3 처리 가스」란 제1 처리 가스와 종류가 동일한 가스로서, 구체적으로는 제1 원소(예를 들면 Si)를 포함하는 가스이다. 즉, 제1 처리 가스와 제3 처리 가스는, 원소 조성이 서로 동일하거나 또는 다른 경우라도, 제1 원소(공통의 원소)를 포함한다면, 종류는 동일한 것으로 본다.

[0201] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,

[0202] 상기 제2 가스 공급 라인은 상기 제2 처리 가스를 상기 플라즈마 생성 공간에 공급하는 제1 노즐을 포함하고,

[0203] 상기 제3 가스 공급 라인은 상기 제3 처리 가스를 상기 플라즈마 생성 공간에 공급하는 제2 노즐을 포함하는 제2 기판 처리 장치가 제공된다.

[0204] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,

[0205] 상기 플라즈마 생성 공간에 배치되는 노즐을 더 포함하고,

[0206] 상기 제2 가스 공급 라인 및 상기 제3 가스 공급 라인은 공통의 부재로서 상기 노즐을 포함하며,

[0207] 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스는 상기 노즐을 통하여 상기 플라즈마 생성 공간에 공급되는 제3 기판 처리 장치가 제공된다.

[0208] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,

[0209] 상기 제어부는,

[0210] 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 제2 처리 가스와 상기 제3 처리 가스를 교대로 공급하도록 상기 가스 공급 유닛을 제어하는 제4 기판 처리 장치가 제공된다.

[0211] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,

[0212] 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 코팅할 때의 막은, 분자 사이의 거리가 Na 이온 반경보다 작은 제5 기판 처리 장치가 제공된다.

[0213] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,

[0214] 상기 제어부는,

[0215] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제6 기판 처리 장치가 제공된다.

[0216] 바람직하게는, 제1 또는 제6 기판 처리 장치에 있어서,

[0217] 상기 제어부는,

[0218] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 제7 기판 처리 장치가 제공된다.

[0219] 더욱 바람직하게는, 제7 기판 처리 장치에 있어서,

- [0220] 상기 제1 온도는 450~550°C이며,
- [0221] 상기 제2 온도는 580~630°C인 제8 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0222] 바람직하게는, 제1 기판 처리 장치에 있어서,
- [0223] 상기 전극에 공급되는 고주파 전력이 50W인 경우, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 코팅할 때의 막 두께는 150Å 이상인 제9 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0224] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에 따르면,
- [0225] 기판을 수용하는 반응관과,
- [0226] 상기 반응관에 수용되는 기판을 가열하는 히터와,
- [0227] 상기 반응관 내에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,
- [0228] 상기 반응관 내에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,
- [0229] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 반응관 내에 공급된 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키기 위한 적어도 1쌍의 전극과,
- [0230] 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,
- [0231] 적어도 상기 히터, 상기 제1 가스 공급 라인 및 상기 제2 가스 공급 라인을 제어하는 제어부
- [0232] 를 포함하고,
- [0233] 상기 제어부는,
- [0234] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 제1 가스 공급 라인과 상기 제2 가스 공급 라인을 제어함과 동시에,
- [0235] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 히터의 가열 온도를 다른 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 제10 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0236] 바람직하게는, 제10의 기판 처리 장치에 있어서,
- [0237] 상기 제어부는,
- [0238] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제11 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0239] 본 발명의 다른 바람직한 실시 형태에 따르면,
- [0240] 기판을 수용하는 반응관과,
- [0241] 상기 반응관에 수용되는 기판을 가열하는 히터와,
- [0242] 상기 반응관 내에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 가스 공급 라인과,
- [0243] 상기 반응관 내에 제2 처리 가스를 공급하는 제2 가스 공급 라인과,
- [0244] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 반응관 내에 공급된 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키기 위한 적어도 1쌍의 전극과,
- [0245] 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛과,
- [0246] 적어도 상기 제1 가스 공급 라인, 상기 제2 가스 공급 라인 및 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제어부
- [0247] 를 포함하고,
- [0248] 상기 제어부는,

- [0249] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때와 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 공급하도록 상기 제1 가스 공급 라인과 상기 제2 가스 공급 라인을 제어함과 동시에,
- [0250] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않도록 상기 고주파 전력 공급 유닛을 제어하는 제12 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0251] 바람직하게는, 제12 기판 처리 장치에 있어서,
- [0252] 상기 제어부는,
- [0253] 상기 반응관에 수용되는 기판에 원하는 막을 형성할 때는 상기 히터의 가열 온도를 제1 온도로 하도록 상기 히터를 제어하고, 적어도 상기 반응관의 상기 전극의 근방 부위를 원하는 막으로 코팅할 때는 상기 히터의 가열 온도를 상기 제1 온도보다 높은 제2 온도로 하도록 상기 히터를 제어하는 제13 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0254] 또한 바람직하게는, 제13 기판 처리 장치에 있어서,
- [0255] 상기 제1 온도는 450~550°C이며,
- [0256] 상기 제2 온도는 580~630°C인 제14 기판 처리 장치가 제공된다.
- [0257] 본 발명의 다른 바람직한 실시의 형태에 따르면,
- [0258] 기판이 수용되는 반응관에 있어서, 내부 공간이, 기판에 원하는 막이 형성되는 성막 공간과 플라즈마가 생성되는 플라즈마 생성 공간으로 구획되는 상기 반응관,
- [0259] 상기 반응관 내에 원하는 처리 가스를 공급하는 가스 공급 유닛과,
- [0260] 고주파 전력 공급 유닛에 연결되고, 상기 플라즈마 생성 공간에 배치된 적어도 1쌍의 전극과,
- [0261] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 배기 유닛
- [0262] 을 포함하는 기판 처리 장치에 있어서, 적어도 상기 반응관의 상기 플라즈마 생성 공간을 구성하는 부위를 원하는 막으로 코팅하는 코팅 방법으로서,
- [0263] 상기 플라즈마 생성 공간에 제1 처리 가스를 공급하는 공정과,
- [0264] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 공정과,
- [0265] 상기 플라즈마 생성 공간에 제2 처리 가스를 공급하는 공정과,
- [0266] 상기 반응관 내의 분위기를 배기하는 공정
- [0267] 을 포함하는 기판 처리 장치의 코팅 방법이 제공된다.
- [0268] 바람직하게는, 상기 기판 처리 장치의 코팅 방법에 있어서,
- [0269] 상기 제1 처리 가스를 공급하는 공정과 상기 제2 처리 가스를 공급하는 공정에서는, 상기 전극에 고주파 전력을 공급하지 않고, 상기 제1 처리 가스와 상기 제2 처리 가스를 플라즈마 여기시키지 않는다.

### 도면의 간단한 설명

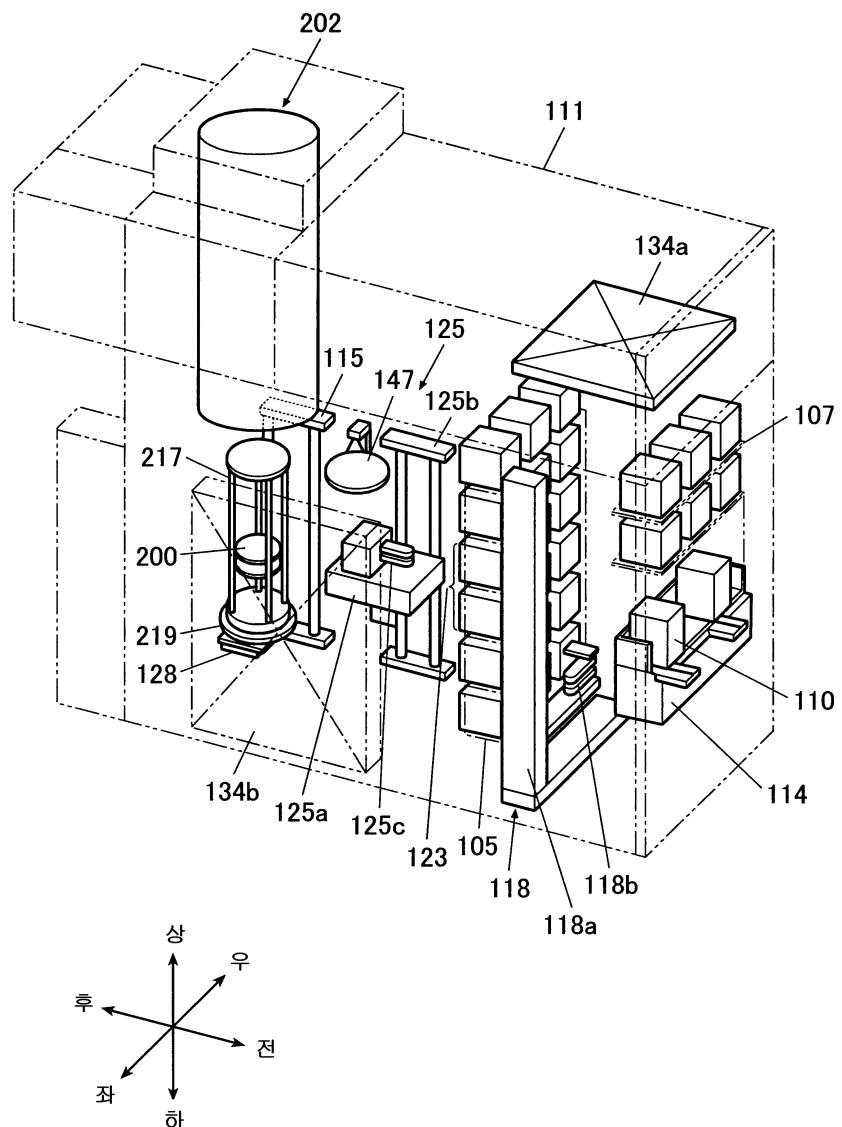
- [0270] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 형태(제1 실시 형태)에 따른 기판 처리 장치의 개략적인 구성을 나타내는 경상도이다.
- [0271] 도 2는 본 발명의 바람직한 실시 형태(제1 실시 형태)에서 사용되는 종형 처리로와 여기에 부수하는 부재와의 개략 구성도로서, 특히 처리로 부분을 종 방향으로 절단한 종단면도.
- [0272] 도 3은 본 발명의 바람직한 실시 형태(제1 실시 형태)에서 사용되는 종형 처리로와 노즐의 개략 구성도로서, 특히 처리로 부분을 횡방향으로 절단한 횡단면도.
- [0273] 도 4는 도 3의 처리로와 노즐에 대한 비교예의 개략 구성도.

[0274]	도 5는 본 발명의 바람직한 다른 실시 형태(제2 실시 형태)에서 사용되는 종형의 처리로와 노즐의 개략 구성도로서, 특히 처리로 부분을 횡방향으로 절단한 횡단면도.	
[0275]	도 6은 본 발명의 바람직한 다른 실시 형태(제3 실시 형태)에서 사용되는 종형의 처리로와 노즐의 개략 구성도로서, 특히 처리로 부분을 횡방향으로 절단한 횡단면도.	
[0276]	<도면 주요 부호의 설명>	
[0277]	101 : 기관 처리 장치	105 : 카세트 선반
[0278]	107 : 예비 카세트 선반	110 : 카세트
[0279]	111 : 광체(筐體)	114 : 카세트 스테이지
[0280]	115 : 보트 엘리베이터	118 : 카세트 반송 장치
[0281]	118a : 카세트 엘리베이터	118b : 카세트 반송 기구
[0282]	123 : 이재 선반	125 : 웨이퍼 이재 기구
[0283]	125a : 웨이퍼 이재 장치	
[0284]	125b : 웨이퍼 이재 장치 엘리베이터	125c : 트위저
[0285]	128 : 암	134a, 134b : 클린 유닛
[0286]	147 : 노구 셔터	200 : 웨이퍼
[0287]	201 : 처리실	202 : 처리로
[0288]	203 : 반응관	207 : 히터
[0289]	217 : 보트	218 : 보트 지지대
[0290]	219 : 씰 캡	220 : 0링
[0291]	224 : 플라즈마 생성 영역	231 : 가스 배기관
[0292]	232a, 232b : 가스 공급관	233 : 노즐
[0293]	236 : 격벽	237 : 버퍼실
[0294]	241a, 241b : 매스 플로우 컨트롤러	
[0295]	243a, 243b, 243c, 243d : 밸브	246 : 진공 펌프
[0296]	247 : 가스 저장부	
[0297]	248a, 248b, 248c : 가스 공급공	
[0298]	249 : 가스 공급부	267 : 보트 회전 기구
[0299]	269, 270 : 봉 형상 전극	272 : 정합기
[0300]	273 : 고주파 전원	275 : 전극 보호판
[0301]	280 : 컨트롤러	300 : 가스 공급관
[0302]	302 : 매스 플로우 컨트롤러	304 : 밸브
[0303]	310, 320, 330 : 가스 공급관	
[0304]	312, 322, 332 : 매스 플로우 컨트롤러	
[0305]	314, 324, 334 : 밸브	400, 410 : 노즐
[0306]	402, 412 : 가스 공급공	500, 510 : $\text{Si}_3\text{N}_4$ 막

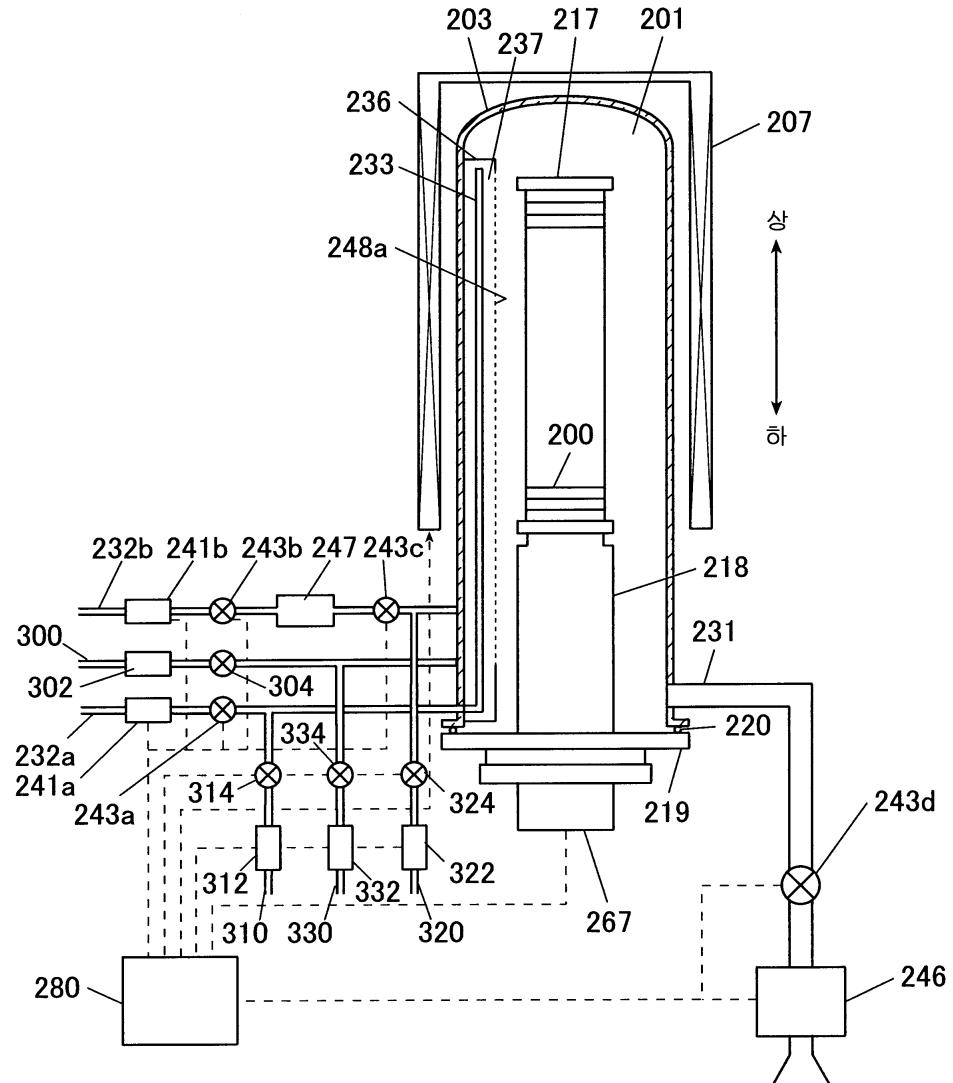
## 도면

## 도면1

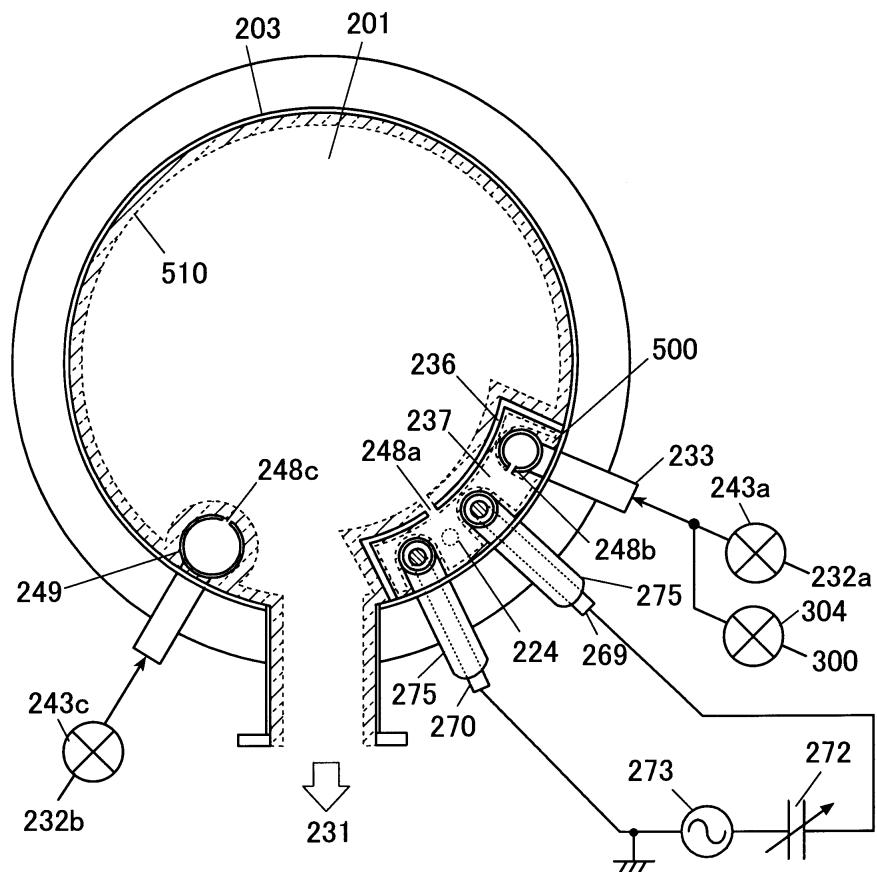
101



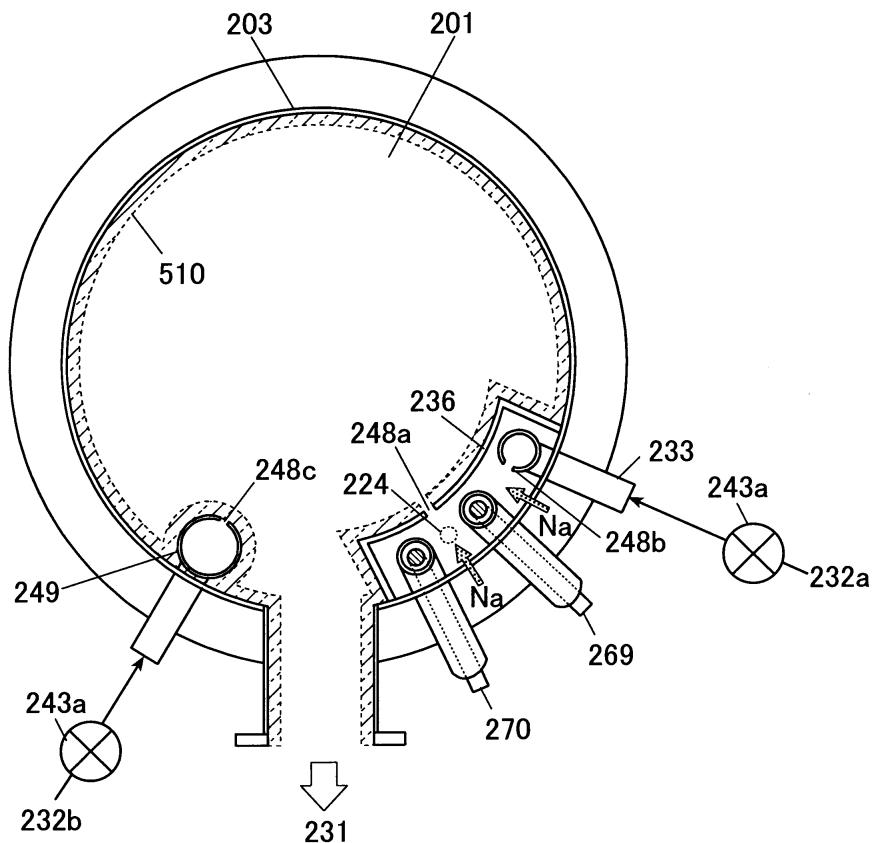
도면2

202

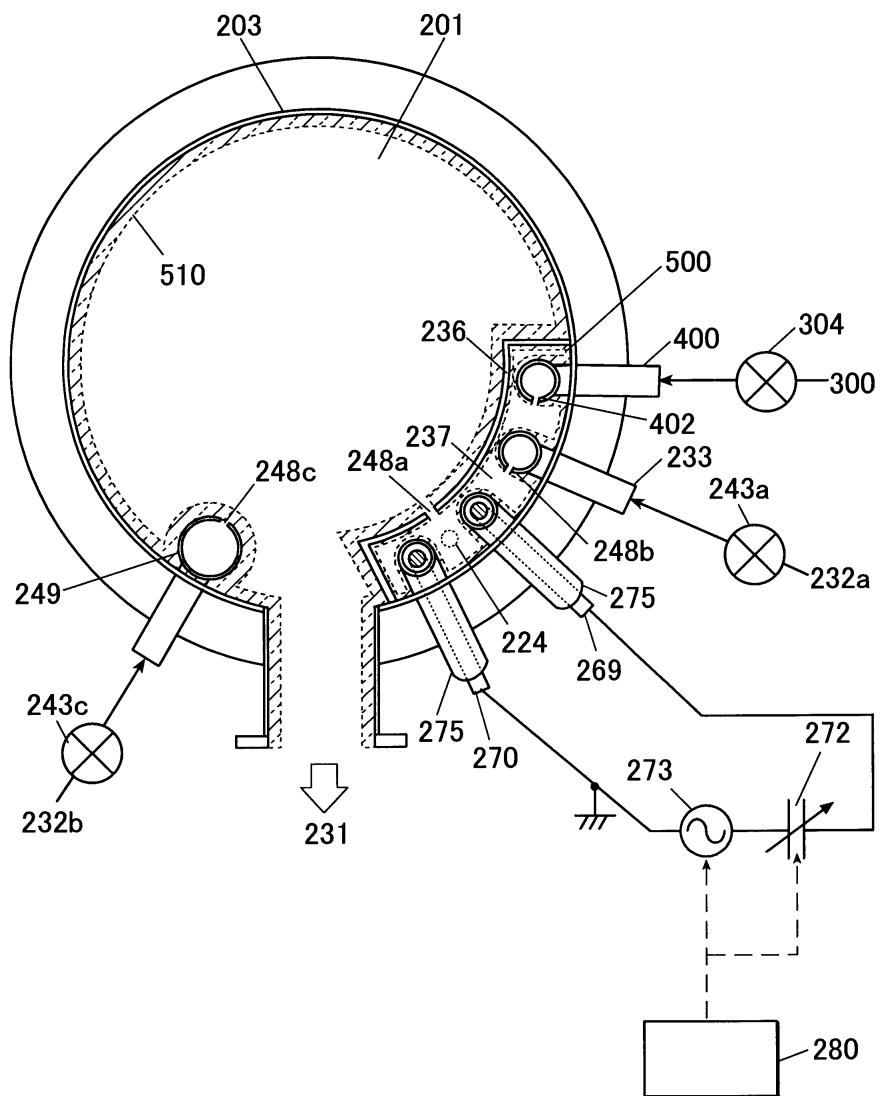
## 도면3



도면4



## 도면5



## 도면6

