



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년07월03일  
(11) 등록번호 10-1995812  
(24) 등록일자 2019년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/3065 (2006.01) H01J 37/32 (2006.01)  
H01L 21/67 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/3065 (2013.01)  
H01J 37/32449 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0037372  
(22) 출원일자 2017년03월24일  
심사청구일자 2017년03월24일  
(65) 공개번호 10-2017-0113227  
(43) 공개일자 2017년10월12일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2016-241887 2016년12월14일 일본(JP)  
JP-P-2016-062978 2016년03월28일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP09143674 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지즈  
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14  
(72) 발명자  
단도우 다쿠미  
일본국 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 1-6-6  
요코가와 게네츠  
일본국 도쿄도 미나토구 니시 심바시 1-24-14  
(74) 대리인  
문두현

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법

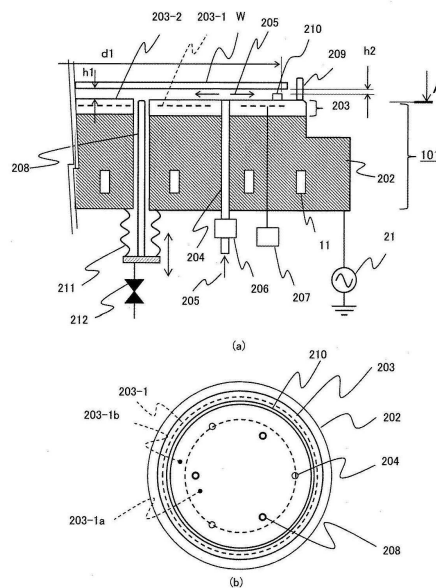
(57) 요약

본 발명은, 수율을 향상시킨 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

이러한 과제를 해결하기 위한 수단으로서, 진공 용기 내부에 배치된 처리실 내에 배치되고 상면에 플라즈마를 이용하여 처리되는 웨이퍼가 배치되는 시료대와, 이 시료대의 내부에 배치된 온도 조절기와, 상기 시료대의 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



상면을 구성하고 내측에 막 형상의 전극을 구비한 유전체체의 막과, 이 유전체체의 막의 상면의 외주측의 영역에 배치되고 당해 상면의 중앙측의 영역을 링 형상으로 둘러싸서 배치된 블록부와, 상기 유전체체의 막의 상면의 중앙측의 영역에 배치되고 상기 웨이퍼가 놓여진 상태에서 당해 웨이퍼와의 사이의 극간에 가스를 도입하기 위한 도입구와, 상기 유전체체의 막 내의 상기 전극에 위쪽에 배치된 상기 웨이퍼를 흡착하는 정전기력을 형성하는 전력을 공급하는 전원과, 상기 전원으로부터의 전력과 상기 도입구로부터의 가스의 양을 조절해서 상기 웨이퍼를 상기 유전체체의 막 위쪽에서 비접촉으로 유지하는 제어기를 구비한 플라스마 처리 장치.

(52) CPC특허분류

**H01J 37/32724** (2013.01)  
**H01L 21/67069** (2013.01)  
**H01L 21/67098** (2013.01)  
**H01L 21/67248** (2013.01)  
**H01L 21/6831** (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

JP2012094690 A  
 KR1020080011626 A  
 US20080280453 A1\*  
 US20090168292 A1\*  
 US20150004794 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

진공 용기 내부에 배치되고 내측에서 플라스마가 형성되는 처리실과, 이 처리실 내에 배치되고 상면(上面)에 상기 플라스마를 이용해서 처리되는 원 형상을 갖는 웨이퍼가 배치되는 시료대와, 이 시료대의 내부에 배치되고 당해 시료대의 온도를 조절하기 위한 온도 조절기와, 상기 시료대의 상기 상면을 구성하는 유전체제(誘電體製)의 막과, 당해 유전체제의 막의 상기 상면의 중앙부의 하방의 내측에 배치되고 그 외주연이 원 형상을 갖는 적어도 1개의 막 형상의 전극과, 상기 상면의 외주(外周)측의 영역에 배치되고 당해 상면의 중앙측의 영역을 링 형상으로 둘러싸서 배치된 볼록부와, 상기 상면의 중앙측의 영역에 배치되고 상기 웨이퍼가 놓여진 상태에서 당해 웨이퍼와의 사이의 극간(隙間)에 가스를 도입하기 위한 도입구와, 상기 유전체제의 막 내의 상기 전극과 전기적으로 연결되어 상기 유전체제의 막의 위쪽에 배치된 상기 웨이퍼를 흡착하는 정전기력을 형성하는 전력을 공급하는 전원과, 상기 전원으로부터의 전력과 상기 도입구로부터의 가스의 양을 조절해서 상기 웨이퍼의 처리 중에 당해 웨이퍼를 상기 유전체제의 막 위쪽에서 비접촉으로 유지하는 제어를 구비한 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 웨이퍼의 처리를 실시하기 전 또는 실시한 후에 상기 웨이퍼가 비접촉으로 유지된 상태에서 상기 웨이퍼의 온도를 변경하는 공정을 실시하는 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

다른 극성이 부여되는 적어도 2개의 상기 막 형상의 전극을 구비하는 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 유전체제의 막의 외주측에 링 형상으로 배치되고 상기 웨이퍼가 당해 유전체제의 막 상에 배치된 상태에서 이 웨이퍼를 둘러싸는 유전체제의 링과, 이 링 내에서 상기 웨이퍼의 외주를 둘러싸는 위치에 배치되고 상기 웨이퍼의 외주연(外周緣)과 같은 극성이 부여되는 링 형상의 전극을 구비한 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 회전시키면서 당해 웨이퍼를 비접촉으로 유지하는 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 볼록부의 상면에 상기 유전체제의 막의 상면의 둘레 방향에 대하여 원호 형상으로 배치되고 내측을 상기 가스가 흐르는 흐름을 구비한 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 7

진공 용기 내부의 처리실 내에 배치되고 내측에 온도 조절기를 구비한 시료대 상에 처리 대상인 원 형상을 갖는 웨이퍼를 배치하고, 상기 처리실 내에 플라스마를 형성해서 상기 웨이퍼를 처리하는 플라스마 처리 방법으로서,

상기 웨이퍼가 상기 시료대 상에 배치된 상태에서, 이 시료대의 상면을 구성하는 유전체제의 막의 중앙측의 영역을 링 형상으로 둘러싸서 배치된 볼록부의 내측의 상기 중앙측의 영역에서 웨이퍼와의 사이의 극간에 가스를 도입함과 함께, 상기 상면의 중심을 포함하는 영역의 하방의 상기 유전체제의 막의 내부에 배치되고 이의 외주

연이 원 형상을 갖는 적어도 1개의 막 형상의 전극에 전력을 공급해서 상기 웨이퍼를 흡착하는 정전기력을 형성하고, 상기 전력과 상기 가스의 양을 조절해서 상기 웨이퍼의 처리 중에 당해 웨이퍼를 상기 유전체체의 막 위쪽에서 비접촉으로 유지하면서 상기 시료대의 온도를 소정의 범위 내의 값으로 조절하는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서,

상기 웨이퍼의 처리를 실시하기 전 또는 실시한 후에 상기 웨이퍼를 비접촉으로 유지한 상태에서 상기 웨이퍼의 온도를 변경하는 공정을 실시하는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 9

제7항에 있어서,

상기 적어도 1개의 막 형상의 전극은 서로 다른 극성이 부여되는 적어도 2개의 전극을 포함하는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 플라스마를 이용한 상기 웨이퍼의 처리 중에 상기 2개의 전극에 같은 극성이 부여되고 상기 플라스마가 형성되어 있지 않은 상태에서 서로 다른 극성이 부여되는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 11

제9항에 있어서,

상기 플라스마를 이용한 상기 웨이퍼의 처리 중에 상기 복수의 전극에 같은 값의 전압이 인가되는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 웨이퍼를 회전시키면서 당해 웨이퍼를 비접촉으로 유지하는 플라스마 처리 방법.

#### 청구항 13

제5항에 있어서,

상기 유전체체의 막 상면의 상기 도입구의 외주측에 배치되고 상기 가스가 배기되는 복수의 제1 배기구와, 상기 유전체체의 막 상면의 상기 제1 배기구의 외주측이며 놓여져서 회전하는 상기 웨이퍼의 외주연보다 중심측이며 당해 웨이퍼의 노치부의 중앙측 단부보다 외주측에 배치되고 상기 처리실 내의 가스가 배기되는 제2 배기구와, 당해 제2 배기구에 연통(連通)한 배기 경로에 연통해서 배치되고 상기 배기 경로 내의 압력의 변화를 검지하는 압력 검지기를 구비하고,

상기 제어기가 상기 압력 검지기로부터의 출력을 이용해서 검출한 웨이퍼의 회전수를 이용해서 상기 가스의 공급을 조절하는 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

상기 웨이퍼가 상기 유전체체의 막 위쪽에서 비접촉으로 유지된 상태에서, 상기 처리실 내의 압력이 상기 볼록부의 내측의 상기 유전체체의 막과 상기 웨이퍼 사이의 극간의 압력보다 낮으며 또한 상기 볼록부와 상기 웨이퍼의 극간의 압력보다 높게 된 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 15

제13항에 있어서,

각각의 상기 복수의 제1 배기구가 상기 시료대의 중심으로부터 반경 방향의 소정의 거리에서 당해 중심 둘레에 동등한 각도의 위치에 배치된 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 16

제14항에 있어서,

각각의 상기 복수의 제1 배기구가 상기 시료대의 중심으로부터 반경 방향의 소정의 거리에서 당해 중심 둘레에 동등한 각도의 위치에 배치된 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 17

제15항에 있어서,

상기 블록부 상면에 개구를 갖고 상기 중심 둘레에 링 형상으로 배치된 홈부를 구비하고, 상기 복수의 제1 배기구가 상기 홈부 내면에 배치된 플라스마 처리 장치.

#### 청구항 18

제16항에 있어서,

상기 블록부 상면에 개구를 갖고 상기 중심 둘레에 링 형상으로 배치된 홈부를 구비하고, 상기 복수의 제1 배기구가 상기 홈부 내면에 배치된 플라스마 처리 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 플라스마 처리 장치 및 플라스마 처리 방법에 관한 것이며, 특히 시료대 상의 시료를 비접촉 유지하는데 바람직한 플라스마 처리 장치 및 플라스마 처리 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 반도체 디바이스의 제조 방법에 대응하여, 웨이퍼를 서로 다른 처리 온도에서 연속적으로 처리하는 것이 요구되고 있다. 이와 같은 처리에서는 웨이퍼와 웨이퍼를 유지하는 정전 척 사이의 열팽창차에 의해서, 웨이퍼 이면과 정전 척이 마찰 파티클이 발생한다는 문제가 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 기술로서는, 예를 들면, 일본 특개2015-8249호 공보(특허문헌 1)에 개시된 것이 알려져 있었다. 특허문헌 1에는, 온도 조절 가능한 정전 척을 제1 온도로 제어한 상태에서 처리실 내에서 피처리체의 플라스마 처리를 실행한 후, 정전 척의 온도를 제1 온도보다도 낮은 제2 온도로 단계적으로 제어하는 강온 제어 공정과, 플라스마 처리를 실행한 후, 처리실 내를 불활성 가스에 의해 퍼지하는 퍼지 공정을 포함하는 온도 제어 방법으로 함으로써, 파티클의 발생을 효과적으로 억제하는 기술이 개시되고, 강온 제어 중의 열팽창차가 억제되어 파티클 발생이 효과적으로 억제되며, 또한 강온 제어 공정과 퍼지 공정을 병행해서 행함에 의해, 발생한 파티클을 바로 챔버로부터 외부로 배기하여, 파티클 수를 저감하는 것이 개시되어 있다.

[0003] 특허문헌 1에 개시된 것에서는, 웨이퍼의 이면에서 발생한 이물의 원인으로 되는 입자가 웨이퍼의 표면으로 말려 올라가는 것을 방지하기 때문에 유효하다. 그러나, 본 종래 기술은 웨이퍼의 이면에서 입자가 발생하는 것 자체를 방지할 수 없기 때문에, 예를 들면 웨이퍼를 처리실 내부로부터 외부로 반출할 때에 웨이퍼 이면에 부착된 입자가 웨이퍼 반송 경로 상에 비산하여 부착되 버려서, 다른 웨이퍼가 반송될 때에 당해 다른 웨이퍼에 부착되어서 이물로 되어 오염시켜 버릴 우려가 있다.

[0004] 또한, 이와 같은 종래 기술은 시료대의 웨이퍼 재치(載置)면을 구성하는 부재의 표면이 웨이퍼와 슬라이딩해서 마모해 버림에 의한 부재의 표면의 형상과 그 전열 특성이 경시적(經時的)으로 변화해 버리는 것을 방지할 수 없기 때문에, 당해 경시적 변화에 의한 수율의 저하를 억제할 수 없다는 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위해서는, 웨이퍼와 이것이 놓여지는 시료대의 웨이퍼 재치면을 구성하는 부재와 웨이퍼 이면 사이에서 발생하는 열팽창차에 의한 마찰이나 슬라이딩을 더 억제하는 것이 필요해진다.

[0005] 이를 위한 수단으로서, (1) 시료와 시료대의 재치면을 구성하는 부재를 같은 재료로 하는 것, 또는 (2) 시료를 시료대 상면 위쪽에서 이것을 접촉시키지 않는 상태로 유지하면서 양자 사이에서 열을 전달시키는 것 등을 생각할 수 있다. 한편, 시료대 상면을 구성하는 부재의 재료를 시료, 예를 들면 반도체 웨이퍼를 구성하는 전

형적인 재료인 실리콘 또는 그 화합물로 하는 것은, 이와 같은 재료는 종래 기술에 있어서 이용되어 온 세라믹스와 비교해서 내플라스마성이 낮기 때문에, 이와 같은 재료를 이용한 장치에서는 오히려 짧은 시간에 시료대 재치면의 보수를 행해야만 해서, 장기간에 걸쳐서 성능을 발휘할 수 없어 보수 작업의 빈도나 시간이 증대해서 장치에 의한 전체적인 처리의 효율이 저하해 버린다.

[0006] 그래서, (2)와 같이 플라스마 처리 장치 내에서 정전 척과 웨이퍼의 비접촉 상태에서의 전열을 가능하게 하는 구성이 요구된다. 이와 같이 웨이퍼를 비접촉으로 유지하는 기술로서는, 예를 들면, 일본 특개평8-264626호 공보(특허문헌 2)에 기재된 것이 알려져 있다.

[0007] 특허문헌 2에는, 유지해야 하는 시료와, 당해 시료에 대항하는 시료 유지면 사이에 유체를 흘려보냄으로써 발생 하는 베르누이 효과를 이용해서 당해 시료를 비접촉 유지하는, 시료 유지면을 구비하는 시료 유지 장치에 있어서, 시료 유지면은, 유지되어 있는 시료의 외주연과 시료 유지면 사이에 작용하는 장력의 크기가 급격히 변하는, 당해 시료 유지면 상에 형성되는 경계로 둘러싸이는 영역의 크기가, 시료의 크기와, 당해 시료 유지면에 대한 시료의 위치 어긋남을 억제해야 하는 방향에서, 거의 동일하게 되는 구성을 갖는 시료 유지 장치가 개시되어 있다.

[0008] 또한, 유체를 기체로 했을 경우, 베르누이 효과를 발생시키기 위해서 흘려 보내는 기체에 의해, 유지구(具)의 시료 유지면이 대전되고, 그 전기적 영향에 의해서 시료를 대전시켜서, 유지하고 있는 시료의 횡방향의 위치 어긋남을 억제하기 위한 억제력을 얻는 것, 및 유지구의 시료 유지면 상에 전극 등을 배치하고, 보다 적극적으로, 유지구 및 시료를 대전시키는 구성으로 하여, 보다 안정된 비접촉 유지를 실현할 수 있는 것이 개시되어 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 일본 특개2015-8249호 공보  
(특허문헌 0002) 일본 특개평8-264626호 공보

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 그러나, 상기 종래 기술은 다음의 점에 대한 고려가 불충분했기 때문에 문제가 발생하고 있었다.

[0011] 특허문헌 1은, 전술한 바와 같이, 웨이퍼의 이면에서 입자가 발생하는 것 자체를 방지할 수 없기 때문에, 다른 웨이퍼에 부착되어 오염시켜 버릴 우려가 있다. 또한, 시료대의 웨이퍼 재치면을 구성하는 부재의 표면이 웨이퍼와 슬라이딩해서 마모해 버림에 의한 부재의 표면의 형상과 그 열전달성이 경시적으로 변화해 버리는 것을 방지할 수 없기 때문에, 당해 경시적 변화에 의한 수율의 저하를 억제할 수 없다는 문제가 있다.

[0012] 또한, 특허문헌 2는, 플라스마를 이용해서 감압 하에서 시료를 처리하는 플라스마 처리 장치에의 적용에 있어서 충분히 배려되어 있지 않아, 효율적인 처리를 행할 수 없다는 문제가 있다. 즉, 웨이퍼 이면에 공급되는 기체에 의한 베르누이 효과를 나타내기 위해서는, 플라스마 처리에 이용하는 가스량에 비하여 대량의 가스를 필요로 하여, 감압 하에서의 플라스마 처리에 영향을 주어 버린다는 문제가 있다.

[0013] 예를 들면 1Pa과 같은 감압 하에서의 플라스마 처리에서는, 처리 가스 유량으로서 300SCCM의 가스가 공급되어 플라스마화된다. 이와 같은 처리 조건 하에서는, 웨이퍼 이면으로부터의 웨이퍼를 부상(浮上)시키는 가스의 유출량이 많으면 소정의 감압 분위기를 유지하기 위하여 대용량의 진공 배기 장치가 필요해져, 장치가 대형화된다는 문제가 있다. 또한, 웨이퍼 이면으로부터 유출되는 가스는 플라스마가 생성되는 처리실 내에 확산되어 버려서, 처리 가스의 플라스마 상태에 영향을 주어 소정의 처리 결과를 얻을 수 없게 된다는 문제가 있다. 이 때문에, 상기 종래 기술에서는, 반도체 웨이퍼 등 기판 형상의 시료의 처리의 수율이 손상되어, 시료의 진공 처리의 효율이 저감해 버린다는 문제가 발생한다.

[0014] 본 발명의 목적은, 처리의 수율을 향상시켜, 처리의 효율을 향상시킬 수 있는 플라스마 처리 장치 또는 플라스마 처리 방법을 제공하는 것에 있다.

## 과제의 해결 수단

- [0015] 상기 목적은, 플라스마 처리 장치 내에 피가공 시료를 설치하기 위한 시료대를 갖고, 시료대의 표면에는 도전체를 절연체로 피복한 정전 흡착막과, 적어도 3점 이상 설치된 전열 가스 공급용 통로가 있고, 전열 가스 공급 통로보다도 외주측의 시료대 표면에는 링 형상의 볼록 형상을 갖고, 피가공 시료의 외주부에는 피가공 시료의 직경 방향 이동 범위를 제한하는 절연체가 설치되고, 정전 흡착력과 전열 가스의 공급 압력을 제어함으로써, 피가공 시료 이면과 시료대 표면을 비접촉 상태로 유지하면서, 피가공 시료의 온도를 조절함에 의해 달성된다.
- [0016] 또한, 플라스마 처리 장치 내에 피가공 시료를 설치하기 위한 시료대를 갖고, 시료대의 표면에는 도전체를 절연체로 피복한 정전 흡착막과, 적어도 3점 이상 설치된 전열 가스 공급용 통로가 있고, 전열 가스 공급 통로보다도 외주측의 시료대 표면에는 링 형상의 볼록 형상을 갖고, 피가공 시료의 외주부에는 피가공 시료의 직경 방향 이동 범위를 제한하는 절연체가 설치되고, 정전 흡착력과 전열 가스의 공급 압력을 제어함으로써, 피가공 시료 이면과 시료대 표면을 비접촉 상태로 유지하며, 또한 피가공 시료를 회전시키면서, 플라스마 처리를 행함에 의해 달성된다.

## 발명의 효과

- [0017] 본 발명에 따르면, 정전 척에 의한 정전 흡착력과 전열 가스에 의한 부상력을 밸런싱함으로써, 웨이퍼를 시료대 상면에 비접촉 상태로 고정할 수 있다. 이것에 의해, 시료대를 온도 제어했을 때의 웨이퍼와 시료대 표면의 마찰을 방지하여, 마모에 의한 이물의 발생 및 전열 성능의 경시 변화를 억제할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 발명의 구성에 의해, 시료대 표면은 내플라스마성을 갖는 절연체로 되기 때문에, 정전 흡착용 전극이 플라스마에 직접 폭로(暴露)되는 것이 없어져, 정전 흡착력의 경시 변화, 및 전극 재료에 의한 처리실 내의 중금속 오염을 방지할 수 있다. 또한, 시료대 표면 외주에 링 형상의 볼록 형상을 설치함으로써, 웨이퍼 이면측의 전열 가스 압력을 면 내에서 균일화하여, 시료대 표면의 온도 프로파일을 웨이퍼에 직접 반영시킬 수 있다.
- [0019] 또한, 비접촉 고정 상태에 있어서, 웨이퍼 이면과 시료대 표면의 극간 내를 흐르는 전열 가스를 원주 방향으로 흘러보냄으로써, 웨이퍼를 회전시키는 것도 가능하다. 이것에 의해, 플라스마 처리 중에 있어서의 돌레 방향의 가공 균일성을 향상시킬 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 구성의 개략을 나타내는 종단면도.
- 도 2의 (a)는 도 1에 나타내는 장치의 시료대의 구성의 개략을 나타내는 종단면도이고, 도 2의 (b)는 도 2의 (a)를 화살표 방향 A로부터 본 평면도.
- 도 3은 도 1에 나타내는 장치가 실시하는 처리 동작의 흐름을 나타내는 임 차트.
- 도 4는 도 1에 나타내는 장치가 실시하는 다른 처리 동작의 흐름을 나타내는 타임 차트.
- 도 5는 도 1에 나타내는 장치가 실시하는 또 다른 처리 동작의 흐름을 나타내는 타임 차트.
- 도 6의 (a)는 도 3 및 도 4의 처리에 적용되는 시료대에 있어서 형성되는 정전 흡착력을 모식적으로 나타내는 종단면도이고, 도 6의 (b)는 도 5의 처리에 적용되는 시료대에 있어서 형성되는 정전 흡착력을 모식적으로 나타내는 종단면도.
- 도 7은 도 2의 시료대의 다른 예의 구성의 개략을 나타내는 종단면도.
- 도 8의 (a)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 나타내는 평면도이고, 도 8의 (b)는 도 8의 (a)를 화살표 방향 B-B로부터 본 부분 종단면도.
- 도 9의 (a)는 도 8에 나타내는 시료대의 다른 예의 구성의 개략을 나타내는 평면도이고, 도 9의 (b)는, 도 9의 (a)를 화살표 방향 C-C로부터 본 부분 종단면도.
- 도 10은 본 발명의 제3 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 나타내는 종단면도.
- 도 11의 (a)는 도 10의 시료대의 정전 흡착층의 구성의 개략을 나타내는 종단면도이고, 도 11의 (b)는 도 11의 (a)의 다른 예를 나타내는 종단면도.
- 도 12의 (a)는 도 10의 시료대를 화살표 방향 D로부터 본 왼쪽 절반이 생략된 평면도이고, 도 12의 (b)는 도 12



의 (a)의 다른 예를 나타내는 왼쪽 절반이 생략된 평면도.

도 13의 (a) 및 도 13의 (b)는 도 10의 시료대에 의한 웨이퍼(W)의 회전을 나타내는 평면도이고, 도 13의 (c)는 웨이퍼(W)의 회전 및 회전에 수반해서 검출되는 압력 변화의 예를 모식적으로 나타내는 도면.

도 14의 (a)는 도 10의 시료대에 대응하여 본 발명의 제3 실시예의 비교예를 나타내는 시료대의 구성의 개략을 나타내는 종단면도이고, 도 12의 (b)는 도 12의 (a)를 화살표 방향 E로부터 본 평면도.

도 15는 본 발명의 시료 반송기에 따른 실시예에 따른 시료 유지기의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 측면도.

도 16은 도 1 내지 10에 나타내는 실시예의 웨이퍼를 비접촉으로 유지하는 시료대와 도 15에 나타내는 실시예의 시료 반송기 사이에서 웨이퍼를 반송하는 동작을 모식적으로 나타내는 도면.

도 17은 도 15에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치를 이용해서 웨이퍼의 표면 및 이면에 플라스마 처리를 실시하는 동작의 개략을 모식적으로 나타내는 도면.

도 18은 도 15 내지 도 17에 설명한 시료 반송기(104) 및 시료대(101)를 이용해서 웨이퍼(W)의 표면 및 이면의 양면에 플라스마를 이용한 처리를 실시하는 예를 모식적으로 나타내는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 본 발명은, 진공 처리실 내에서 시료의 온도를 변경해서 시료를 처리할 경우에, 정전 척을 가진 시료대에 시료를 정전 흡착 유지시킨 후, 시료대와 시료 이면 사이에 압력이 높은 전열 가스를 공급해서 시료를 부상시키고, 전열 가스의 가스압에 의해 시료에 작용하는 부상력과 정전 척에 의해 시료에 작용하는 정전 흡착력을 밸런스시키고 함께, 시료대와 부상한 시료의 극간을 전열 가스에 의한 열전달 가능한 극간으로 유지하여 시료를 비접촉 유지하고, 시료를 비접촉 유지한 채로 소정의 온도로 변경하고, 시료 이면 외주로부터의 전열 가스의 유출을 억제해서 시료의 처리에의 영향을 방지하여 시료 처리를 행할 수 있도록 한 것이다.
- [0022] 또한, 시료 이면에 있어서의 전열 가스의 흐름에 원주 방향의 성분을 갖게 하여 시료를 비접촉 회전 유지하여, 시료 처리의 균일성을 향상시킨다.
- [0023] 또한, 시료 이면 외주로 유출되는 근소한 전열 가스를 진공 처리실 내에 유출시키지 않고, 시료대의 외주로부터 배출하여, 감압 하에서의 시료 처리에의 영향을 방지한다.
- [0024] 이하, 본 발명의 실시형태를 도면을 이용해서 설명한다.
- [0025] (실시예 1)
- [0026] 본 발명의 제1 실시예를 도 1 내지 도 4를 이용해서 설명한다.
- [0027] 도 1은, 본 발명의 실시예에 따른 플라스마 처리 장치인 유효 자장(effective magnetic field) 마이크로파 플라스마 처리 장치의 개략 구성을 나타내는 종단면도이다.
- [0028] 본 도면에 있어서, 플라스마 처리 장치(100)는, 내부에 그 내측이 처리에 적합한 소정의 진공도로 감압되는 처리실(33)을 가진 진공 용기(20)와, 그 위쪽 및 옆쪽의 주위에 배치되고 처리실(33) 내에 플라스마를 형성하기 위한 전계 또는 자계를 형성해서 공급하는 플라스마 형성 유닛과, 진공 용기(20) 아래쪽에 배치되고 처리실(33) 하부의 배기구(36)를 통해 처리실(33) 내와 연통해서 배치되고 터보 분자 펌프(38) 등의 진공 펌프를 포함하는 배기 유닛을 포함하여 구성되어 있다. 진공 용기(20)는, 처리실(33)의 외주를 둘러싸서 배치되는 원통형을 가진 금속제의 처리실 벽(31)과, 그 원형의 상단부의 위에 놓이고 석영 유리 등의 마이크로파가 투과할 수 있는 유전체로 이루어지는 원판 형상의 덮개 부재(32)를 구비하고 있다.
- [0029] 덮개 부재(32)의 외주연부 하면과 처리실 벽(31)의 상단부는, 이들 사이에 0링 등의 시일 부재가 끼워져 처리실(33)의 내외가 기밀하게 밀봉된다. 처리실(33)의 내측 하부에는, 처리 대상의 시료인 반도체 웨이퍼 등의 기판(이하, 웨이퍼(W))이 배치되는 원형 상면을 가진 시료대(101)가 배치된다. 처리실(33)의 상부에는 에칭 처리를 행하기 위한 처리 가스(35)를 처리실(33) 내에 도입하는 가스 도입관(34)이 접속되어 있다.
- [0030] 처리실(33)의 시료대(101) 아래쪽의 저면(底面)에는 배기구(36)가 배치되고, 배기구(36)는 배기용의 관로에 따라 압력 조절 밸브(37)를 개재해서 배기 유닛을 구성하는, 이 경우, 터보 분자 펌프(38)에 연통되어 있다.
- [0031] 압력 조절 밸브(37)에 의해 처리실(33)의 배기의 유량 또는 속도가 조절되어, 처리실(33) 내의 압력이 소정의



범위 내의 값으로 조절된다. 본 실시예에서는, 처리실(33) 내의 압력은 수 Pa 정도 내지 수십 Pa의 범위 내의 소정의 값으로 조절된다.

- [0032] 처리실(33)의 위쪽에는, 플라스마 형성 유닛을 구성하는 도파관(41) 및 도파관(41) 단부에 배치되는 마그네트론 등의 마이크로파 발진기(39)가 구비되어 있다. 마이크로파 발진기(39)로부터 발진된 마이크로파(40)는, 도파관(41) 내를 전파해서 도파관(41) 하단부의 확대 도파관부에서 소정의 전계의 모드로 변환되고 덮개 부재(32)를 투과해서 처리실(33) 내에 도입된다.
- [0033] 진공 용기(20)의 외주측 및 위쪽에는 진공 용기(20) 및 도파관(41)의 확대 도파관부를 둘러싸서 배치된 솔레노이드 코일(42)이 구비되어 있고, 처리실(33) 내에 코일축 방향의 자계를 형성한다. 처리실(33) 내에 도입된 처리 가스(35)는 마이크로파(40)의 전계와 솔레노이드 코일(42)에 의한 자계의 상호 작용에 의해 여기(勵起)되어 플라스마(43)가 생성된다.
- [0034] 시료대(101)에는 고주파 전원(21)으로부터 출력되는 소정의 주파수의 고주파 전력이 공급되어, 시료대(101) 상에 배치된 웨이퍼(W)에 바이어스 전위가 발생하고, 당해 바이어스 전위에 의해서 플라스마(43) 중의 하전 입자가 유인되어, 웨이퍼(W) 에칭 처리가 행해진다.
- [0035] 본 실시예에서는, 웨이퍼(W)의 처리에 적합한 소정의 웨이퍼 온도를 실현하기 위하여, 시료대(101)의 온도를 조절하는 구성을 구비하고 있다. 시료대(101)는 원통형을 가진 금속제의 부재인 전극 블록을 갖고, 그 내부에 냉매가 통류(通流)하는 냉매 유로(11)가 배치되어 있다. 냉매 유로(11)에는 진공 용기(20) 외부에 배치되고 냉매의 온도를 설정된 범위 내의 값으로 조절하는 기능을 구비한 칠러 등의 온도 유닛(26)이 관로를 통해 접속되어, 냉매의 순환로를 구성하고 있다.
- [0036] 이 구성에 있어서, 냉매 유로(11)에 공급되는 냉매는, 웨이퍼(W)와 열적으로 접속된 전극 블록과 열교환하여, 전극 블록 또는 웨이퍼(W)의 온도가 원하는 범위 내의 값으로 되도록 조절된다.
- [0037] 에칭 처리가 종점에 도달한 것이 도시하지 않은 검출기에 의해 플라스마(43)의 발광의 분석 등의 공지의 기술을 이용해서 검출되면, 고주파 전원(21)으로부터의 고주파 전력의 공급 및 전계 및 자계의 공급이 정지되어 플라스마(43)가 소화(消火)되고 에칭 처리가 정지된다. 그 후, 웨이퍼(W)는 처리실(33)로부터 반출되고 처리실(33) 내에 가스가 공급되어 처리실(33) 내의 부재 표면에 부착한 물질을 제거하기 위한 플라스마가 형성되고, 처리실(33)을 세정하는 공정이 실시된다.
- [0038] 도 2는, 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치가 구비하는 시료대의 구성의 개략을 나타낸 도면이다. 도 2의 (a)는, 시료대(101)의 종단면도, 도 2의 (b)는, 도 2의 (a)를 화살표 방향 A로부터 본 시료대(101)의 웨이퍼 제치면을 나타낸 평면도이다.
- [0039] 본 도면에 있어서, 시료대(101)는, 원판 또는 원통형을 가진 부재인 금속제의 전극 블록(202)과, 그 상면을 덮어서 배치되고 이것과 접합된 정전 척을 구성하는 정전 흡착층(203)을 구비하고 있다. 전극 블록(202)은, 상부 외주에 한 단 낮게 된 링 형상의 단차부가 형성되고, 웨이퍼(W)보다 약간 큰 원형 평탄한 중간 높이 블록부를 갖고, 그 하부 내부에 소정 범위 내로 온도 조절된 열교환 매체(이하, 냉매)가 통류하는 냉매 유로(11)가 배치되어 있다.
- [0040] 또, 본 도면에는 기재되어 있지 않지만, 시료대(101)에 있어서, 전극 블록(202)의 상부 외주연의 단차부에 석영이나 알루미늄이나 이트리아 등의 세라믹스제의 커버 링이 당해 단차부의 상면 또는 측면을 덮어서 배치되어 있다. 이 커버 링은, 처리실(33) 내에 형성되는 전극 블록(202)이 플라스마(43)와의 상호 작용에 의해 깎이거나, 전극 블록(202)에 생성물이 부착하거나 하는 것을 억제한다.
- [0041] 전극 블록(202)의 중간 높이 블록부에는 정전 흡착층(정전 척)(203)을 구비하고, 정전 흡착층(203)은, 도전체제의 막 형상의 부재인 내부 전극(203-1)과, 그 내부 전극(203-1)의 전체를 덮는 막 형상의 절연체(203-2)를 갖고 있다. 내부 전극(203-1)의 재료로서는 텅스텐이 사용되고, 절연체(203-2)의 재료로서는 내플라스마성을 갖는 알루미늄나 세라믹스나 이트리아 등의 세라믹스가 사용되고 있다.
- [0042] 정전 흡착층(203) 내에 배치된 내부 전극(203-1)에는, 시료대(101) 외부에 배치되고 이것과 전기적으로 접속된 직류 전원(207)으로부터 전력이 공급된다. 당해 전력에 의해 형성된 전압에 의해서 웨이퍼(W)와의 사이의 절연체(203-2) 내에 분극한 전하가 발생되고, 이것에 의해 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 사이에 정전기력이 발생해서, 정전 흡착층(203) 상면에 웨이퍼(W)를 흡착하는 힘이 작용한다.
- [0043] 내부 전극(203-1)의 외경은 웨이퍼(W)의 외경과 같은 값 또는 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 값으로

되어 있다. 내부 전극(203-1)은, 복수의 막 형상의 전극, 이 경우, 도 2의 (b)의 파선으로 나타내는 내외 2개의 전극으로 구성되고, 정전 흡착층(203)의 웨이퍼 채치면의 내측인 중앙부의 영역에 배치되고 상기 전압에 의해 1개의 극성이 부여되는 원형을 가진 막 형상의 내측 내부 전극(203-1a)과, 내측 내부 전극(203-1a)을 둘러싸고 내측 내부 전극(203-1a)과 절연된 링 형상이며 막 형상의 전극으로서 내측 내부 전극(203-1a)과는 서로 다른 극성이 부여되는 외측 내부 전극(203-1b)을 포함하고 있다.

[0044] 즉, 내부 전극(203-1)은 소위 쌍극형의 정전 흡착층의 전극을 구성하고, 내외의 전극에 서로 다른 극성이 부여된다. 이것에 의해, 당해 내부 전극(203-1)의 표면에 있어서 웨이퍼(W) 내의 반경 방향으로 서로 다른 극성의 전하가 분극한 상태에서 형성되고, 처리실(33) 내에 플라스마(43)가 형성되어 있지 않은 상태여도 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 위쪽에서 흡착 또는 지지하는 정전기력을 형성 가능하게 구성되어 있다.

[0045] 또, 내부 전극(203-1)의 평면 형상은 도 2의 (b)에 나타내는 원형 및 링형으로 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 극성이 부여되는 전극이 상호 인접하는 형상으로서, 빗살형의 것이나 반원형을 포함하는 복수의 부채꼴 형상 등 다른 형상이어도 된다. 또한, 내외의 내부 전극(203-1a 및 203-1b)을 반경 방향으로, 또는 둘레 방향으로 복수 분할해도 된다.

[0046] 또한, 정전 흡착층(203)은, 전극 블록(202) 상면을 덮고 절연체(203-2) 및 내부 전극(203-1)의 층을 플라스마 용사법 등에 의해서 형성해도 되고, 또는 내부 전극(203-1)을 구성하는 금속제의 막을 내부에 포함한 상태의 세라믹스 등의 재료를 막 형상으로 형성한 후에 이것을 소결(燒結)하고 판 형상으로 성형해서 형성된 소결판에 의한 것이어도 된다. 전자의 경우에는 입자가 분사되어 막 형상으로 퇴적하는 공정에 의해, 후자의 경우에는 소결판과 전극 블록(202) 상면 또는 그 위에 배치된 부재 사이에 배치된 접착제에 의해, 전극 블록(202)과 정전 흡착층(203)이 접합되어 일체의 부재로서 시료대(101)가 구성된다.

[0047] 또한, 정전 흡착층(203) 상면에는, 웨이퍼(W)의 외주부에 대응하여 시료대(101)와 동심(同心)으로 배치되고 웨이퍼(W)의 외경보다 근소하게 작게 설정된 외경 d1의 링 형상의 적어도 1개의 블록부로 이루어지는 시일부(210)가 설치되어 있다. 시일부(210)의 외경 d1을 웨이퍼(W) 직경보다 작게 하는, 환언하면 웨이퍼(W)의 내측에 위치시키는 것에 의해, 시일부(210) 상면을 플라스마로부터 보호할 수 있다. 시일부(210)의 높이는, 정전 흡착층(203) 상면으로부터 근소하게 높은, 예를 들면, 수  $\mu\text{m}$  내지 수십  $\mu\text{m}$  정도의 높이를 갖는다. 이것에 의해, 정전 흡착층(203) 상에 웨이퍼(W)를 정전 흡착했을 때에, 시일부(210)의 내측의 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 이면 사이, 특히 시일부(210)에 가까운 부분의 사이에서는 극간이 형성되기 쉬워진다. 또한, 시일부(210) 내측의 정전 흡착층(201) 상면에 시일부(210)와 동일한 높이의 부분 블록부를 복수 개소 설치함에 의해, 시일부(210) 내측 전체에 극간을 형성할 수 있다.

[0048] 시일부(210)가 둘러싸는 내측의 정전 흡착층(203)의 상면에는, 정전 흡착층(203) 및 전극 블록(202)을 관통해서 시료대(101)에 배치되는 3개 이상의 전열 가스 공급 통로(204)의 개구 및 3개의 리프트 핀(208)의 개구가 각각의 반경으로 원주 상에 배치되어 있다.

[0049] 정전 흡착층(203)의 상면에 웨이퍼(W)를 정전 흡착한 상태에서, 웨이퍼(W)의 이면과 정전 흡착층(203) 사이의 극간에 He 등의 열전달성을 갖는 전열 가스(205)가 전열 가스 공급 통로(204)를 통해 공급된다.

[0050] 전열 가스(205)가 웨이퍼(W)의 이면과 정전 흡착층(203) 사이에 공급되어 존재함에 의해, 소정의 진공도로 되는 처리실(33)의 내측이어도, 웨이퍼(W)와 시료대(101), 전극 블록(202) 또는 그 내부의 냉매 유로(11) 내를 흐르는 냉매 사이의 열전달이 촉진되어, 웨이퍼(W)의 온도를 원하는 범위 내의 값으로 실현하는 것이 용이해진다. 전열 가스(205)를 극간에 공급하는 유량 또는 속도는, 전열 가스의 유량을 검지하는 유량계(도시 생략)로부터의 출력을 이용해서 전열 가스 공급 통로(204) 상에 배치된 유량 제어 밸브(206)의 동작에 의해서 조절된다.

[0051] 또한, 본 실시예에서는, 전극 블록(202) 중앙측에 배치되고 시료대(101)를 관통하는 3개의 관통 구멍 내에 각각 리프트 핀(208)이 수납되어 있다. 시료대(101)의 하부에 있어서, 리프트 핀(208)이 배치되는 관통 구멍의 개구는, 상하 방향으로 신축하는 벨로우즈를 포함하는 플렉서블 배관(211)에 의해 둘러싸이고, 당해 개소에 배치된 O링 등의 시일 부재에 의해 플렉서블 배관(211) 및 관통 구멍 내가 기밀하게 밀봉되어 있다. 또, 도 1에 나타내는 시료대(101) 하부의 공간, 즉, 도 2의 시료대(101)의 하부는, 처리실(33)의 분위기와는 격리되어 대기압 또는 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 동등한 압력의 분위기로 되어 있다.

[0052] 전열 가스(205)는, 전열 가스 공급 통로(204)의 상측 개구로부터 정전 흡착층(203) 위쪽에, 유량 제어 밸브(206)의 동작에 의해 그 유량 또는 속도가 조절되면서 공급됨과 함께, 플렉서블 배관(211)에 연결되어 연통된 배기용 관로부터, 리프트 핀(208)이 내장된 관통 구멍을 통해서 배출된다. 전열 가스(205)의 배출의 유량 또

는 속도는, 배기용 배관 상에 배치된 배기 제어 밸브(212)의 동작에 의해서 조절되고, 정전 흡착층(203) 위쪽에 의 전열 가스(205)의 공급 조절과 함께, 배기 제어 밸브(212)를 「폐(또는 폐쇄)」 상태로 함에 의해, 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이의 극간 내의 압력을 증대시키고, 배기 제어 밸브(212)를 「개(또는 전개)」의 상태로 함으로써, 압력을 저감시킨다.

[0053] 상술한 바와 같이 구성된 플라스마 처리 장치에서는, 진공 용기(20)에 연결된 도시하지 않은 진공 반송 용기의 반송용 로봇 및 리프트 핀(208)에 의해서 시료대(101)의 상면에 웨이퍼(W)가 놓인다. 시료대(101)의 상면에 재치된 웨이퍼(W)는 정전 흡착층(203) 상에 정전 흡착된다.

[0054] 플라스마 처리 장치에는, 시료대(101) 상에 정전 흡착된 웨이퍼(W)의 이면과 정전 흡착층(203) 사이에 형성되는 극간에 전열 가스(205)를 공급하고, 그 극간 내의 가스 압력에 의해서 웨이퍼(W) 이면에 작용하는 상방향의 힘(부상력)과 정전 흡착층(203)의 내부 전극(203-1)에 공급되는 전력에 의해 웨이퍼(W)에 작용하는 정전 흡착력(흡착력)을 밸런싱해서, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 상에 부상시키고 비접촉 상태에서 지지하는 구성을 구비하고 있다. 즉, 종래와 같이 시료대(101) 상에 웨이퍼(W)를 정전 흡착하고 고정 유지하여, 웨이퍼 이면에 전열 가스를 공급해서 플라스마 처리하는 경우는, 전열 효과를 나타내는 전열 가스의 압력에 저항해서 웨이퍼(W)가 떠오르지 않도록 정전 흡착력을 설정하고 있지만, 본 실시예는, 정전 흡착력에 저항하여 웨이퍼 이면 가스압을 높이는 것에 의해 웨이퍼(W)를 부상시키고, 웨이퍼(W)를 시료대에 비접촉 유지한다.

[0055] 웨이퍼(W)를 시료대(101) 상에 정전 흡착한 상태에서, 시일부(210)의 내측인 중앙측 영역이며 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 이면 사이의 극간에 전열 가스 공급 통로(204)로부터 전열 가스를 공급한다. 공급된 전열 가스(205)는, 소정의 높이를 가진 시일부(210)에 의해서 형성되는 중앙측 영역의 극간에 확산되어, 시일부(210)의 개소에 있어서 웨이퍼(W) 외주부의 유출이 막아진다. 즉 시일부(210)에 있어서의 컨덕턴스가 저하함에 의해서, 중앙측 영역의 극간의 전열 가스(205)의 충만(充滿)이 촉진된다. 이것에 의해, 전열 가스(205)가 공급되는 링형상의 시일부(210)의 내측에 대응하는 웨이퍼(W) 이면의 가스압 분포는 웨이퍼(W) 이면에서 먼 내 분포의 불균일이 저감되어, 보다 균일에 가까워져, 당해 극간에서의 웨이퍼(W)와 시료대(101)의 열전달의 성능이 보다 균일에 가까워진다. 이것은 전열 가스 압력을 더 높게 해서 웨이퍼(W)를 시일부(210)로부터 부상시켜도 마찬가지이다.

[0056] 웨이퍼(W)가 비접촉으로 정전 흡착층(203)의 위쪽에 유지될 때, 시일부(210)의 평탄한 상면과 웨이퍼(W) 이면 사이의 극간의 크기  $h_2$ 와 시일부(210)의 중앙측의 정전 흡착층(203) 표면과 웨이퍼(W)의 이면 사이의 극간의 크기  $h_1$ 은  $h_1 > h_2$ 로 된다. 그리고, 시일부(210)에 있어서 시일부(210)가 웨이퍼(W) 이면에 접촉하지 않는 근소한 극간  $h_2$ 를 갖도록 설정되고, 시일부(210)의 높이와 극간  $h_2$ 를 합친 시일부(210)의 내측 영역의 극간  $h_1$ 의 크기는, 시일부(210)의 내측 영역의 전열 가스에 의한 충분한 전열 효과가 얻어지는 극간으로 설정된다. 예를 들면, 극간  $h_1$ 의 크기는  $15\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ 이다. 극간  $h_1$  및  $h_2$ 를 갖는 공간은, 웨이퍼(W) 외주의 처리실(33) 내의 공간과 연통 상태로 된다.

[0057] 웨이퍼(W)에 작용하는 부상력과 흡착력의 밸런싱은, 웨이퍼(W)가 부상하는 것에 의해 시일부(210)에 대향하는 웨이퍼(W) 외주부에 극간  $h_2$ 가 발생하고, 당해 극간으로부터 전열 가스가 유출해서 시일부(210)의 내측 영역의 극간  $h_1$ 의 전열 가스 압력이, 처리실(33) 내의 압력과의 차압 및 흡착력과의 관계에 있어서 밸런스함에 의해 행해진다. 전열 가스 압력이 높아지면 또한 극간  $h_1$ ,  $h_2$ 가 커져 전열 가스의 유출량이 늘고, 전열 가스 압력이 낮아지면 극간  $h_1$ ,  $h_2$ 가 작아져 전열 가스의 유출량이 적어진다.

[0058] 이와 같이 웨이퍼(W)의 외주부에 대향시켜서 링형상의 시일부(21)를 설치함에 의해, 시일부(21)로부터의 전열 가스의 유출을 억제하여 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스 압력을 높일 수 있다. 이것에 의해, 전열 가스의 공급량을 억제하여 웨이퍼(W)를 비접촉으로 유지할 수 있고, 진공 분위기 내에 있어서도 진공 유지를 위하여 대용량의 배기 펌프를 이용하지 않고, 또한 전열 가스의 처리 분위기에의 영향도 억제할 수 있다.

[0059] 또한, 상술의 웨이퍼(W)를 부상시켜서 비접촉 유지할 때의 제어는, 도시를 생략한 제어 장치에 미리 정전 흡착력과 전열 가스 유량의 관계를 데이터화해서 보존해 두고, 제어 장치에 의해서 유량 제어 밸브(206) 및 직류 전원(207)을 제어하여 행해진다.

[0060] 또한, 전열 가스(205)가 전열 가스 공급 통로(204)를 통해 웨이퍼(W)의 이면을 향해서 공급되고, 웨이퍼(W)가 시일부(210) 상면으로부터 유리(遊離)해서 부상을 개시할 때에, 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 사이의 극간이 형성되는 영역 내에 있어서, 가스 압력이 가장 높아지는 개소는 정전 흡착층(203) 표면의 전열 가스 공급 통로(204)의 개구와 그 근방으로 된다. 이로부터, 전열 가스 공급 통로(204)의 개구의 바로 위쪽의 웨이퍼(W)의 이

면은, 웨이퍼(W)를 국소적으로 지지하는 개소로 된다.

- [0061] 본 실시예에서는, 이와 같은 지지의 개소가 웨이퍼(W)의 면 내에 대응하여 3개소 이상 설치되고, 적어도 3개소의 개구끼리를 잇는 직선으로 둘러싸이는 정전 흡착층(203) 상면의 영역에 웨이퍼(W)의 중심 또는 정전 흡착층(203)의 웨이퍼(W) 재치면의 중심이 위치하도록 배치되어 있다. 바람직하게는, 지지 개소의 중심 위치를 정전 흡착층(203)의 웨이퍼(W) 재치면 중심과 동심으로 배치하여, 웨이퍼(W)의 중심 위치와 실질적으로 동심으로 함에 의해, 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 위쪽에 시일부(210)와 접한 상태에서 위쪽에 정전 흡착층(203) 표면과 평행으로 된 상태에서 압상된다.
- [0062] 전열 가스(205)가 극간에 공급된 후의 웨이퍼(W)의 유지 상태는, 직류 전원(207)의 전압값과 전열 가스(205)의 유량 또는 속도의 값을 검출하고, 이들의 값이 이용되어 제어 장치(도시 생략)가 소정의 기준과 비교해서 판정된다. 예를 들면, 내부 전극(203-1)에 공급되는 직류 전원(207)의 전압값이 일정하게 유지되어 있고 당해 극간이 어떤 이유로 감소한 경우에는, 웨이퍼(W)에 작용하는 정전 흡착력의 증가에 저항하여 부상력이 증가해서 밸런스되게 되어, 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스의 압력이 증가해 있게 된다. 환언하면, 당해 극간에 의한 개구 면적이 감소하여 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스의 유출을 억제하여 전열 가스 압력을 증가시켜서 밸런스되어 있게 된다. 즉, 시일부(210)의 상면과 웨이퍼(W) 이면에 의해 사이에 끼워진 당해 극간의 감소에 의해 전열 가스의 유출이 감소하는, 환언하면 공급하는 전열 가스(205)의 유량 또는 속도가 감소하게 된다.
- [0063] 복수의 전열 가스 공급 통로(204) 상의 각각에 배치된 유량 제어 밸브(206)에는 유량계가 구비되고, 이들로부터 검출된 전열 가스(205)의 유량 또는 속도의 크기를 비교한 결과로부터, 각각에 대응한 전열 가스 공급 통로(204)의 개구 위쪽에서의 웨이퍼(W)와 개구의 거리(극간)의 불균일을 검출할 수 있다.
- [0064] 이 검출한 결과를 이용해서, 제어 장치는, 각각의 전열 가스 공급 통로(204)로부터 공급되는 전열 가스(205)의 유량 또는 속도를 조절하는 지령 신호를 유량 제어 밸브(206)에 발신해서 동작시킨다. 이것에 의해, 제어 장치는, 전열 가스 공급 통로(204)의 개구 위쪽의 극간의 크기를 각각 증감시키고, 웨이퍼(W)의 높이의 치우침을 저감해서 정전 흡착층(203)에 평행으로, 또는 높이를 면 내 방향으로 균일에 가깝게 하는 조절을 행한다.
- [0065] 또한, 제어 장치는, 웨이퍼 처리에 수반하는 정전 흡착층(203) 표면의 경시적 변화에 의해서 정전기력에 변동이 발생한 경우에도, 전열 가스(205)의 유량 또는 속도가 웨이퍼 처리 당초의 값과 같거나 또는 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 값의 허용값으로 되도록, 직류 전원(207)의 전압값을 조절하는 동작을 행한다. 이것에 의해, 극간에 공급된 전열 가스(205)의 압력에 기인해서 형성되는 웨이퍼(W)의 상향의 힘의 변동이 저감되어 극간의 높이의 경시적인 변화가 억제된다.
- [0066] 또한, 웨이퍼(W)를 비접촉으로 지지하면서 그 위치가 시료대(101)의 반경 방향으로 어긋나 버리는 것(횡방향 어긋남)을 억제하기 위하여, 내부 전극(203-1)의 외경은 웨이퍼(W)의 외경과 같은 값 또는 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 값으로 되어 있다. 이것에 의해, 실질적으로 동경(同徑)으로 한 웨이퍼(W)와 내부 전극(203-1)의 외주부의 이간 거리가 최단으로 되어, 정전 흡착력이 강해짐과 함께, 웨이퍼(W)가 한쪽으로 어긋난 경우에 내부 전극(203-1)과 웨이퍼(W) 사이에서, 웨이퍼(W)에 대해 동일 방향의 기울기를 가진 정전 흡착력이 작용하여, 그 정전 흡착력에 웨이퍼(W)에 대해서 평행한 성분의 웨이퍼(W)의 어긋남을 되돌리는 힘이 발생하고, 이 힘이 조심(調心) 작용으로서 기능해서, 웨이퍼(W)의 직경 방향(횡방향) 이동, 즉, 사이드 슬립이 억제된다.
- [0067] 웨이퍼(W)의 직경 방향 이동량은 최대한 작게 하는 것이 바람직하므로, 내부 전극(3-1)의 외경과 웨이퍼(W)의 외경의 차는  $\pm 1\text{mm}$  이내로 되어 있다. 또한, 직류 전원(207)의 전압을 높일수록 웨이퍼(W)를 흡착하는 정전기력은 크게 할 수 있어, 웨이퍼(W)의 이동을 억제하는 힘은 보다 크게 할 수 있다.
- [0068] 본 실시예에서는, 전열 가스(205)의 공급 시의 웨이퍼(W)의 횡방향 어긋남을 억제해서 웨이퍼(W)를 비접촉 유지하기 위하여, 우선 웨이퍼(W)의 원하는 직경 방향의 구속력을 얻을 수 있는 직류 전원(7)의 출력값을 설정 또는 선택하고, 당해 값의 출력을 내부 전극(203-1)에 공급한다. 그 후, 웨이퍼(W)가 원하는 부상량으로 되도록 전열 가스(205)의 압력이나 공급량을 설정 또는 선택하고, 이 설정값으로 되도록 전열 가스(205)의 공급의 유량 또는 속도가 조절된다.
- [0069] 통상은, 상술한 바와 같이 해서 웨이퍼(W)의 횡방향 어긋남을 억제하지만, 어떤 이유에 의해서 웨이퍼(W)에 의도치 않게 직경 방향의 이동(사이드 슬립)이 발생한 경우에는, 웨이퍼(W)를 흡착해서 지지하기 위하여 작용하는 정전기력이 너무 작아졌기 때문에 웨이퍼(W)가 유지될 수 없게 되어 시료대(101) 위쪽의 위치로부터 낙하해 버릴 우려가 있다.
- [0070] 본 실시예에서는, 웨이퍼(W)의 외측에 배치되고 웨이퍼(W)의 외주연과의 사이에 소정의 극간을 갖는 링 형상의



어긋남 방지 부재(209)가 정전 흡착층(203) 상면에 설치되어 있다. 당해 극간은 정전 흡착력에 의한 웨이퍼(W)에의 조심 작용이 발생하는 범위에서 웨이퍼(W)와 어긋남 방지 부재(209)가 접촉하지 않는 극간으로 설정된다. 또한, 어긋남 방지 부재(209)는 웨이퍼(W)가 떠올랐을 때에 적어도 웨이퍼(W)의 측면이 맞닿을 가능한 높이를 갖는다. 또, 어긋남 방지 부재(209)는, 내플라스마성의 재료로 이루어지는 절연체 부재로 구성되고, 이 경우, 절연체(203-2)와 같이 세라믹스 재료로 구성되어 있다. 이 어긋남 방지 부재(209)에 의해서, 웨이퍼(W) 반경 방향의 소정 거리 이상의 웨이퍼(W)의 이동을 막을 수 있어, 웨이퍼(W)의 위치 어긋남량이 허용값을 초과하는 것을 억제할 수 있다.

[0071] 이와 같은 시료대(101)로부터 웨이퍼(W)를 제거해서 처리실(33) 외로 반출하는 경우에는, 플라스마(43)를 처리실(33)에 형성하지 않고 웨이퍼(W)를 유지하고 있는 상태와 반대의 극성을 내측 내부 전극(203-1a), 외측 내부 전극(203-1b)에 부여해서 분극하여 형성된 전하를 상쇄하는 제전(除電)의 공정이 실시되고, 그 후, 리프트 핀(208)이 도시하지 않은 구동용의 액추에이터의 동작에 의해 위쪽으로 이동해서 웨이퍼(W)를 시료대(101)로부터 들어올려서 이간시키고, 도시하지 않은 반송 로봇에 의해 웨이퍼(W)를 처리실(33) 외로 반출한다.

[0072] 도 3을 이용해서, 상술의 플라스마 처리 장치의 동작을 설명한다. 도 3은, 도 1에 나타내는 실시예에 따른 플라스마 처리 장치가 실시하는 처리 동작의 흐름을 나타내는 타임 차트이다. 본 도면에서는, 플라스마 처리 장치(100)에 있어서의 웨이퍼(W)에 실시되는 전형적인 처리에 대하여 나타낸다.

[0073] 도 3은, 웨이퍼(W)가 시료대(101) 상에 재치된 상태에서의 내부 전극(203-1)에 인가되는 정전 흡착용의 직류 전원(207)의 전압과, 웨이퍼(W) 이면에 공급되는 전열 가스 유량과, 시료대(101) 상의 웨이퍼(W) 부상 상태와, 시료대(101) 온도와, 웨이퍼(W) 온도의 관계를 나타낸다.

[0074] 전술한 바와 같이 정전 흡착층(203)의 내부 전극(203-1)은, 쌍극 타입의 전극이고, 내측 내부 전극(203-1a)에는 직류 전원(207-2)이, 외측 내부 전극(203-1b)에는 직류 전원(207-1)이 전기적으로 접속되어, 각각에 전력을 공급하도록 구성되어 있다(후술의 도 6의 (a) 참조). 우선, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서, 내측 내부 전극(203-1a), 외측 내부 전극(203-1b)의 각각에 직류 전원(207-2, 207-1)으로부터 전력이 공급되어, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203)에 정전 흡착시키고 웨이퍼(W)를 시료대(101) 상에 흡착·유지한다. 이 경우, 외측 내부 전극(203-1b)에는 양전위가 부여되고, 내측 내부 전극(203-1a)에는 음전위가 부여된다. 직류 전원(207-1 및 207-2)의 전압 인가보다도 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스(205)의 공급이 빠른 경우에는, 정전 흡착력에 의한 구속이 없기 때문에 웨이퍼(W)가 전열 가스의 압력에 의해 떠올라 사이드 슬립할 우려가 있다.

[0075] 그래서, 직류 전원(207)에 의한 전력 공급으로부터 소정의 시간차  $t_1$ 을 두고, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서 유량 제어 밸브(206)를 조절하고, 이 경우, 유량 Q1로 전열 가스(205)를 공급한다. 공급된 전열 가스(205)가 웨이퍼(W) 이면의 시일부(210)의 내측 영역에 충만해서 이 공간 내의 가스 압력이 높아지게 되고, 웨이퍼(W)에 작용하는 상향의 부상력이 웨이퍼(W)의 정전 흡착력보다 커지면, 웨이퍼(W)가 시일부(210) 상면으로부터 부상해서 상승하고, 정전 흡착력과 부상력이 밸런스되는 높이의 위치에서 정전 흡착층(203)에 대하여 비접촉의 상태로 유지된다.

[0076] 다음으로, 부상한 웨이퍼(W)의 위치가 소정의 높이에서 안정될 때까지의 시간으로서 미리 정한 시간차  $t_2$ 가 경과한 후에, 시료대(101)의 온도 제어 스텝이 개시된다. 또는, 제어 장치에 의해서 웨이퍼(W)의 부상 높이가 소정의 허용의 범위 내로 되어 있는 것이, 유량 제어 밸브(206)의 유량계의 출력 및 직류 전원(207)의 전압값을 이용해서 검출된 후에, 시료대(101)의 온도 제어 스텝이 개시된다. 온도 제어는, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서 시료대(101)의 온도를 변화, 이 경우, 온조 유닛(26)의 냉매 온도를 상승시켜 시료대의 온도를 높게 변화시킨다. 이것에 의해, 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스를 통해 시료대(101)와 웨이퍼(W) 사이에서 열이 전도되고, 시료대(101)의 온도에 맞춰서 웨이퍼(W)의 온도가 변화하여, 웨이퍼(W)의 온도 조절이 행해진다. 또, 온도 제어 전의 시료대(101)의 온도는, 처리실(33)에 반입되는 웨이퍼(W)의 온도, 이 경우, 상온으로 설정되어 있다.

[0077] 또한, 시료대(101)의 온도 조정, 즉, 온도의 증감은, 전극 블록(202)의 내부 또는 정전 흡착층(203) 내에 히터 등의 발열체를 배치하고, 발열체에 공급하는 전력을 조절해서 그 발열량을 증감시키도록 해도 된다.

[0078] 이와 같이 웨이퍼(W)의 온도 제어 스텝은, 웨이퍼(W)를 부상시킨 비접촉인 상태에서 실시된다. 이 때문에, 접촉한 상태에서 실시되는 웨이퍼(W)의 온도의 조절에서는 각각의 열팽창의 차에 기인해서 발생하는 마찰은 그 발생이 원리적으로 억제되어 있어, 슬라이딩에 의해서 이물의 원인으로 되는 미립자나 파편의 발생이 저감되어 웨이퍼(W)의 처리의 수율이 향상된다.

- [0079] 웨이퍼(W)의 온도가 웨이퍼의 처리 조건에 적합한 온도에 도달하여 안정된 것이 검출되면, 제어 장치로부터 발신된 지령 신호에 의거해서 유량 제어 밸브(206)가 제어되어 전열 가스(205)의 공급량이 Q1로부터 Q2까지 저감된다. 이것에 의해, 정전 흡착력>부상력으로 하여 웨이퍼(W)를 강하시켜서 비접촉 상태로부터 정전 흡착층(203)의 제치면에 재치·접촉시킨다.
- [0080] 제어 장치에 의해 웨이퍼(W)의 이면이 시일부(210) 상면에 접해서 시료대에 지지되어 있는 것이 전열 가스(205)의 유량 또는 속도의 값으로부터 검출되면, 그 후, 시간차 t3이 경과한 후에, 웨이퍼(W)의 처리 공정, 이 경우, 에칭 처리가 개시된다.
- [0081] 또, 막구조의 처리 대상을 막층마다 3개 이상의 처리 공정을 이용해서 에칭 처리하는 경우에는, 각 처리 공정 사이에 웨이퍼(W)의 온도를 다음의 처리 공정에 적합한 범위의 온도로 조절하는 스텝을 마련하여, 전술한 바와 같이 비접촉으로 웨이퍼(W)의 온도 제어를 행하고, 웨이퍼 온도가 소정 값으로 되면 웨이퍼를 시료대(101)에 흡착 유지하여, 웨이퍼의 처리를 행하고, 온도 제어 스텝과 웨이퍼 처리 공정이 필요에 따라서 반복하여 실시된다.
- [0082] 또한, 도 3에 나타난 처리 동작에서는, 웨이퍼(W)의 온도가 웨이퍼(W)를 부상시킨 후의 시간차 t2 후에 상승하도록 나타나 있지만, 당초의 시료대(101)의 온도와 웨이퍼(W)의 온도에 온도차가 있을 경우, 웨이퍼(W)를 정전 흡착했을 때부터 웨이퍼(W) 온도가 변화한다. 그러나, 전열 가스가 공급되기 전에는 가스에 의한 전열 작용이 기능하지 않기 때문에 시간차 t1에 있어서의 웨이퍼(W)의 온도 변화는 작고, 또한 전열 가스가 공급되고 나서는 웨이퍼(W)가 비접촉으로 되므로, 웨이퍼(W)와 시료대(101)의 마찰은 실질적으로 무시할 수 있다.
- [0083] 다음으로, 도 4에 도 3에 있어서의 온도 제어 스텝의 다른 예를 나타낸다. 도 4는, 도 3과 마찬가지로의 플라스마 처리 장치가 실시하는 처리 동작의 흐름을 나타내는 타임 차트이다.
- [0084] 본 도면에 있어서 직류 전원(207-1 및 207-2)의 전압, 전열 가스(205) 유량, 웨이퍼(W) 부상 상태의 동작은, 도 3과 마찬가지로이며 설명을 생략한다. 본 도면이 도 3과 서로 다른 점은, 시료대(101)의 온도가 웨이퍼 처리 시의 온도로 설정되어 일정 온도로 제어되어 있고, 이것에 수반하여 웨이퍼(W)의 온도가 조정되는 점이다.
- [0085] 웨이퍼(W)의 온도는 처리실(33) 내에 반입될 때의 진공 반송실 내의 온도(통상은 실온)로 되어 있다. 시료대(101)의 온도는 당해 실온보다도 고온 또는 저온, 이 경우, 고온의 처리 온도로 설정되어 있다. 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 상에 재치되고, 웨이퍼(W)가 정전 흡착된 후에 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이에 유량 Q1의 전열 가스(205)를 공급한다. 이것에 의해, 시간차 t1 후에 웨이퍼(W)는 정전 흡착층(203) 위쪽으로 부상하고 비접촉으로 지지됨과 함께, 시료대(101)와 웨이퍼(W) 사이의 전열 가스를 통해 열전달되어 웨이퍼(W)의 온도가 다음으로 실시되는 처리에 적합한 온도로 조절된다. 온도 제어 스텝에 있어서 웨이퍼(W)의 온도와 시료대(101) 사이의 온도차가 소정의 허용 범위 내로 된 것이 검출된 후, 전열 가스(205)의 공급량을 Q2까지 저감시키고 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 상에 강하시켜서 접촉시킨다. 그 후, 전술한 도 3과 마찬가지로 시간차 t3 후에 웨이퍼의 처리 공정을 실시한다.
- [0086] 또, 본 예와 같이 시료대(101)의 온도를 일정하게 했을 경우, 시료대(101) 또는 전극 블록(202)이나 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 사이의 온도차의 측정은, 센서 등의 수단에 의한 검지가 곤란하다. 이 때문에, 플라스마 처리 장치(100)에 의한 웨이퍼(W)의 처리의 실시 전에 미리 실험이나 테스트 등에 의해, 온도차가 원하는 허용 범위 내로 되어 온도가 안정되는 시간을 구해 두고, 이 시간에만 웨이퍼(W)를 부상시키면서 온도를 조절하는 온도 제어 스텝을 실시한다.
- [0087] 상술한 도 3의 온도 제어는 웨이퍼(W)의 처리 온도와 온도 제어하는 웨이퍼(W)의 온도의 차가 작을 때, 또는 시료대(101)의 온도 제어 시간이 단시간으로 행할 수 있을 때에 유리하다. 도 4의 온도 제어는 웨이퍼(W)의 처리 온도와 온도 제어하는 웨이퍼(W)의 온도의 차가 클 때, 또는 시료대(101)의 온도 제어에 시간을 요할 때 유리하다.
- [0088] 다음으로, 전술한 플라스마 처리 장치에 의한 처리 동작의 다른 예로서, 도 5를 이용해서 웨이퍼(W)를 비접촉으로 유지한 상태에서 에칭 처리를 행하는 예를 설명한다. 도 5는, 플라스마 처리 장치가 실시하는 처리 동작의 흐름의 다른 예를 나타내는 타임 차트이다.
- [0089] 본 예가 전 예의 도 3 및 도 4와 크게 서로 다른 점은, 웨이퍼(W)의 에칭 처리에 있어서, 전 예는 비접촉 유지하고 있던 웨이퍼(W)를 접촉 유지해서 에칭 처리하는데 반해서, 본 예는 웨이퍼(W)를 비접촉 유지인 채로 에칭 처리하는 점에 있다.

- [0090] 도 5는, 웨이퍼(W)가 시료대(101) 상에 재치된 상태에서의 내부 전극(203-1)에 인가되는 정전 흡착용의 직류 전원(207)의 전압과, 웨이퍼(W) 이면에 공급되는 전열 가스 유량과, 시료대(101) 상의 웨이퍼(W) 부상 상태와, 플라스마 형성용 전원의 전력과, 바이어스 형성용 전원의 전력의 관계를 나타낸다.
- [0091] 전술한 도 3 및 도 4와 마찬가지로 내부 전극(203-1)은, 쌍극 타입의 전극이고, 내측 내부 전극(203-1a)에는 직류 전원(207-2)이, 외측 내부 전극(203-1b)에는 직류 전원(207-1)이 전기적으로 접속되고, 각각에 전력을 공급하도록 구성되어 있다(후술의 도 6의 (b) 참조).
- [0092] 우선, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서, 내측 내부 전극(203-1a), 외측 내부 전극(203-1b)의 각각에 직류 전원(207-2, 207-1)으로부터 전력이 공급되고, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203)에 정전 흡착시키고 웨이퍼(W)를 시료대(101) 상에 흡착·유지한다. 이 경우, 외측 내부 전극(203-1b)에는 양전위가 부여되고, 내측 내부 전극(203-1a)에는 음전위가 부여된다.
- [0093] 직류 전원(207)에 의한 전력 공급으로부터 소정의 시간차  $t_1$ 을 두고, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서 유량 제어 밸브(206)를 조절하고, 전열 가스(205)를 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이의 극간에 공급한다. 공급된 전열 가스(205)가 웨이퍼(W) 이면의 시일부(210)의 내측 영역에 충만해서 이 공간 내의 가스 압력이 높아지고, 웨이퍼(W)에 작용하는 상향의 부상력이 웨이퍼(W)의 정전 흡착력보다 커지면, 웨이퍼(W)가 시일부(210) 상면으로부터 부상해서 상승하고, 정전 흡착력과 부상력이 밸런스되는 높이의 위치에서 정전 흡착층(203)에 대하여 비접촉의 상태로 유지된다.
- [0094] 다음으로, 타임 차트의 도시를 생략했지만 진공 용기(20)에 접속된 가스 도입관(34)을 통해서 처리 가스(35)가 처리실(33) 내에 공급된다. 이때, 처리실(33) 내부는 터보 분자 펌프(38)에 의해 배기구(36)로부터 배기되고, 그 배기 유량 또는 속도가 압력 조절 밸브(37)에 의해 조절되어, 처리 가스(35)의 공급과 배기의 밸런스에 의해 처리실(33) 내의 압력이 웨이퍼(W)의 처리에 적합한 값으로 조절된다.
- [0095] 이 상태에 있어서 전열 가스(205)의 공급이 개시되고 나서 시간차  $t_4$ 가 경과한 후에, 처리실(33) 내에 플라스마(43)를 형성하기 위한 전력이 공급된다. 즉, 마이크로파 발진기(39)에 의해 발진된 마이크로파(40)가 처리실(33) 내에 공급됨과 함께 솔레노이드 코일(42)에 의한 자계가 처리실(33)에 형성된다. 이것에 의해, 처리실(33) 내에 공급된 처리 가스(35)가 여기되어 처리실(33) 내에 플라스마(43)가 형성되고, 웨이퍼 처리 공정이 개시된다.
- [0096] 또, 본 예에서는 상술한 바와 같이 처리 가스의 공급을 웨이퍼(W)의 비접촉 유지 후에 행했지만, 스루풋 단축의 관점에서, 웨이퍼(W)가 시료대(101) 상에 재치되고, 진공 용기(20)의 웨이퍼 반입구를 닫은 후에, 처리 가스(205)의 공급을 개시하여 처리실(33) 내의 압력 조절을 실시하고 있는 동안에, 웨이퍼(W)의 정전 흡착 공정과, 전열 가스(205) 공급에 의한 웨이퍼(W)의 비접촉 유지 공정을 순차 행하도록 해도 된다. 모두 시간차  $t_4$  사이에 처리실(33) 내의 처리 압력 조정과 부상한 웨이퍼(W)의 높이 위치가 안정된다. 즉, 처리실(33) 내의 압력에 의해서 웨이퍼(W)에 작용하는 부상력이 영향을 주므로 처리실(33) 내의 압력이 안정되면 웨이퍼(W)의 비접촉 유지 상태도 안정화된다.
- [0097] 다음으로, 플라스마 형성용의 전력이 공급되고, 시간차  $t_5$ 가 경과한 후에, 웨이퍼(W)에 바이어스 전위를 부여하기 위한 바이어스 전력이, 고주파 전원(21)으로부터 시료대(101)에 공급되고, 웨이퍼(W)의 실질적인 에칭 처리가 개시된다. 또, 시간차  $t_5$ 는, 플라스마 형성용의 전력이 공급되고 플라스마(43)의 강도나 전위 등의 상태가 안정될 때까지의 시간이며, 도시하지 않은 제어 장치에 의해 검출되거나, 또는 사전 실험 등에 의해서 구해진 플라스마 형성용의 전력 공급으로부터 플라스마(43)가 안정될 때까지의 시간이다. 또한, 웨이퍼(W)는 시료대(101)로부터 부상하여 극간  $h_1$ 을 가진 상태로 되어 있지만, 극간  $h_1$ 은 전술한 바와 같이 극히 근소한 극간이어서, 플라스마를 통해 형성되는 고주파 바이어스의 고주파 회로의 형성에 영향은 없으며, 웨이퍼(W)를 시료대(101) 상에 재치하고 있을 때와 마찬가지로, 웨이퍼(W)에 자기 바이어스 전위가 형성되어도 내외의 내부 전극(203-1a, 203-1b)에 대응하여서, 웨이퍼(W)면 내에는 동일한 정전 흡착력이 작용하고, 안정된 비접촉 유지가 가능할 것을 이방성 에칭하여 에칭 처리가 촉진된다.
- [0098] 또한, 본 예에서는, 플라스마 형성용의 전력의 공급이 개시되거나 또는 처리실(33)에 플라스마(43)가 형성된 직후에, 직류 전원(207-1, 207-2)으로부터 공급하는 전압이 동극성이며 동전위로 조절된다. 이 경우, 내측 내부 전극(203-1a)의 전압이 음으로부터 외측 내부 전극(203-1b)과 같은 양의 값으로 되도록 조절된다. 이것에 의해, 모노폴식의 정전 흡착으로 되어, 웨이퍼(W)에 자기 바이어스 전위가 형성되어도 내외의 내부 전극(203-1a, 203-1b)에 대응하여서, 웨이퍼(W)면 내에는 동일한 정전 흡착력이 작용하고, 안정된 비접촉 유지가 가능할



게 된다.

- [0099] 제어 장치에 의해 웨이퍼(W)의 처리 대상인 막층의 에칭 종점이 검출되거나 미리 정해진 처리를 실시하는 시간의 경과가 검출되면, 제어 장치로부터의 지령 신호에 의거해서 고주파 전원(21)으로부터의 바이어스 형성용의 전력의 공급이 정지된다. 이 후, 소정의 시간차  $t_6$ 의 경과 후에, 플라스마 형성용의 전력의 공급이 정지되고 웨이퍼 처리 공정이 종료된다. 이것과 함께 직류 전원(207-2)으로부터 내측 내부 전극(203-1a)에 공급된 전압이 웨이퍼 처리 공정 전과 같은 음전위로 조절된다. 또, 직류 전원(207-2)에 의한 양전위로부터 음전압으로의 전환은, 플라스마 형성용의 전력의 공급 정지와 동시 또는 공급 정지 직전에 전환된다. 또한, 전열 가스(205)의 유량 또는 속도가 저감되어 웨이퍼(W)의 부상력이 저감되고, 웨이퍼(W)가 아래쪽으로 강하해서 정전 흡착층(203)의 시일부(210)에 접하여 시료대(101) 상에 유지된다. 또, 전열 가스(205)의 공급 저감은 시간차  $t_6$  내에 실시되어도 된다.
- [0100] 본 예에 따르면, 웨이퍼(W)의 플라스마(43)를 이용한 처리 중에도 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 위쪽에서 이것과 비접촉의 상태로 유지할 수 있고, 특히, 웨이퍼(W)의 처리 중에 플라스마(43)로부터 웨이퍼(W)에의 입열량이 크며, 이것에 의해 웨이퍼(W) 및 시료대(101)가 가열되어 현저한 열팽창이 발생하는 경우에도, 웨이퍼(W) 이면과 시료대(101)의 표면의 마찰이 발생하지 않아, 오염이나 이물의 발생을 저감해서 수율을 향상시킬 수 있다.
- [0101] 도 6은, 도 2에 나타내는 시료대에 있어서 형성되는 정전 흡착력을 모식적으로 나타내는 종단면도이다. 도 6의 (a)는 전술한 도 3 및 도 4에 대응하며, 처리실(33) 내에서 시료대(101) 위쪽에 플라스마(43)가 발생해 있지 않은 상태의 정전 흡착력을 나타내고 있다.
- [0102] 정전 흡착층(203)의 외측 내부 전극(203-1b) 및 내측 내부 전극(203-1a)의 면적이 동등하며, 이들 전극의 각각과 전기적으로 접속된 직류 전원(207-1) 및 직류 전원(207-2)으로부터의 전력에 의해 각 전극에 서로 다른 극성의 전압으로서 절대값이 동등한 전압이 형성된다. 예를 들면, 각각의 전극에 +1000V 및 -1000V의 전압이 인가된 경우에는, 각각의 전극과 웨이퍼(W) 사이에 정전 흡착층(203)을 향하는 흡착력 F1이 기능하므로 웨이퍼(W)에는 전체적으로 균일한 하향의 정전 흡착력이 작용한다.
- [0103] 도 6의 (b)는 전술한 도 5에 대응하며, 처리실(33) 내에 플라스마(43)가 발생한 상태의 정전 흡착력을 나타내고 있다. 본 도면에서는, 처리실(33) 내에 플라스마(43)가 형성됨과 함께 시료대(101)를 구성하는 전극 블록(202)에 바이어스 형성용의 고주파 전원(21)으로부터 고주파 전력을 공급하고, 도 6의 (a)와 마찬가지로 내측 내부 전극(203-1a)과 외측 내부 전극(203-1b)에 서로 다른 극성의 전압을 인가한 경우를 나타낸다.
- [0104] 이 조건에서는 웨이퍼(W)에는 자기 바이어스 전위로서 마이너스 전위 -Vdc가 발생한다. 정전 흡착력은 내부 전극(203-1)과 웨이퍼(W)의 전위의 차에 비례하기 때문에, 웨이퍼(W)의 전위가 변화하면 정전 흡착층(203) 내의 내부 전극(203-1)과의 사이의 전위차는, 플러스측의 전위차는 작아지고, 또한 마이너스측의 전위차는 커지며, 그 절대값은 웨이퍼(W)의 내측과 외측에서 서로 달라, 웨이퍼(W)에 작용하는 정전 흡착력은 웨이퍼(W)의 면 내 방향에 대하여 불균일이 커진다. 즉, 외측 내부 전극(203-1b)에 양의 전압으로서 +1000V가, 내측 내부 전극(203-1a)에 음의 전압으로서 -1000V가 인가되고, 웨이퍼(W)에는 자기 바이어스 전위로서 -300V가 발생한 경우에는, 내측 내부 전극(203-1a)과 웨이퍼(W) 사이의 전위차는 1300V로 되며, 외측 내부 전극(203-1b)과 웨이퍼(W) 사이의 전위차는 700V로 된다. 이 때문에 내측 내부 전극(203-1a) 및 외측 내부 전극(203-1b) 각각의 위쪽에서 웨이퍼(W)에 작용하는 정전 흡착력 F2(내측), F3(외측)은 전자가 커져 버려서( $F2 > F3$ 로), 웨이퍼(W)의 면 내에 있어서 흡착력의 불균일이 발생한다.
- [0105] 한편, 웨이퍼(W) 이면의 전열 가스의 압력은 균일하므로, 웨이퍼(W)의 부상력과 정전 흡착력의 밸런스가 웨이퍼(W)의 면 내에 있어서 불균일하게 되고, 웨이퍼(W)의 부상 높이가 웨이퍼(W)의 내측, 외측에서 서로 다르며, 이 경우, 내측의 흡착력이 커져 웨이퍼(W)의 중앙부가 정전 흡착층(203)에 접촉해 버릴 우려가 있다. 이 때문에, 도 5의 예에서는, 플라스마(43)를 이용한 웨이퍼(W)의 처리 중에는, 모노폴식의 정전 흡착으로 되도록 내측 내부 전극(203-1a)에 인가되는 전압의 극성을 전환함과 함께 전위를 외측 내부 전극(203-1b)에 인가되는 전위와 동전위로 하여, 흡착력에 차가 나지 않도록 했다. 또, 이 예에서는, 모노폴식으로 했지만, 다이폴식대로 하여 외측 내부 전극(203-1b)에 인가하는 양전위를 자기 바이어스만큼 크게 하고, 내측 내부 전극(203-1a)에 인가하는 음전위를 자기 바이어스만큼 작게 하여, 흡착력에 차이가 발생하지 않도록 해도 된다.
- [0106] 또, 전술한 도 3, 4, 5의 예는, 웨이퍼(W)를 진공 용기 내에서 부상시켜서 비접촉 유지하는 처리 장치의 처리 동작의 일례를 나타낸 것이며, 이들을 필요에 따라서 선택하거나 또는 조합해서 실시해도 된다.
- [0107] [변형예]

- [0108] 다음으로, 도 2에 나타난 시료대(101)의 변형예에 대하여 도 7을 이용해서 설명한다. 도 7은, 도 1에 나타내는 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 나타내는 종단면도이다.
- [0109] 본 도면이 도 2와 서로 다른 점은, 도 2에 있어서의 전극 블록(202)의 웨이퍼 재치면으로 되는 중간 높이부의 외경이 웨이퍼(W)의 외경보다도 큰데 반해, 웨이퍼(W) 외경보다도 근소하게 작게 한 점과, 전극 블록(202)의 외주 단차부에 내부 전극을 갖는 링커버를 설치한 점이다. 본 도면에 있어서 도 2와 같은 부호는 동일 부재를 나타내며, 설명을 생략한다.
- [0110] 도 3에 나타내는 바와 같이 시료대(101a)의 전극 블록(202a)의 상면에는 정전 흡착층(203a)이 설치되어 있고, 정전 흡착층(203a) 상면 외주부에는 전술과 마찬가지로의 시일부(210)가 설치되어 있다. 또한, 전극 블록(202a)의 상부 외주연의 단차부에는, 절연체로 이루어지는 링커버(209a)가 배치되어 있다. 링커버(209a)의 내부에는, 이 경우, 내측 내부 전극(203-1a) 및 외측 내부 전극(203-1b)의 높이와 같은 높이에 매설되고 웨이퍼(W)의 외경과 거의 동경의 외경을 갖는 링 형상의 전극(203-1c)이 설치되고, 전극(203-1c)은 외측 내부 전극(203-1b)에 접속된 직류 전원(207-1)과 접속되어 있다. 또한, 링커버(209a)의 내부이며 전극(203-1c)의 외측에는 거리를 두고 전극(203-3)이 매설되어 있다. 전극(203-3)에는 직류 전원(215)이 접속되어 있다. 링커버(209a)의 상부 외주에는 웨이퍼(W)의 외경보다 근소하게 큰 내경이며 내측에 절구 형상의 경사를 가진 링 형상의 볼록부가 형성되어 있다.
- [0111] 상술한 구성의 시료대(101a)에서는, 정전 흡착층(203a) 상에 웨이퍼(W)가 재치된 상태에서 웨이퍼(W)의 외주연부가 전극 블록(202a)의 상부 중앙측 영역의 볼록부 외주연보다도 둘레 전체에 걸쳐서 외주측으로 돌출하도록 구성되어 있다. 링커버(209a)는 알루미늄이나 세라믹, 석영 등, 내플라스마성을 갖는 유전체체의 재료에 의해 형성되고, 전극 블록(202a)의 단차부 상면 및 단차부를 형성하는 원통형의 볼록부 측면면을 덮는다. 링커버(209a)는, 입사한 플라스마(43) 중의 하전 입자의 충돌에 의해서 깎이거나, 플라스마 처리에 의한 부착물의 부착량이 많아진 경우에도, 링커버(209a)만을 전극 블록(202a)으로부터 분리하여 교환 가능하게 구성되어 있다. 또한, 링커버(209a)에 전극(203-1c)을 설치하고, 정전 흡착층(203) 상에서의 반경 방향의 웨이퍼(W)의 위치 결정용으로서의 기능을 부가하고 있다. 링커버(209a)의 상부의 링 형상 볼록부는 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 상에 놓인 상태에서 웨이퍼(W)의 외주연을 둘러싸 웨이퍼(W) 상면보다 위쪽으로 연장되어 있어서, 웨이퍼(W)의 예상 외의 어긋남 방지를 행하여, 웨이퍼(W)의 시료대(101)에 대한 위치 어긋남이 커져 탈락하거나 웨이퍼(W)의 반송이 불가능하게 되거나 하는 등의 문제를 방지할 수 있다.
- [0112] 또한, 웨이퍼(W)의 처리 중에, 위쪽으로부터 보았을 때 웨이퍼(W)의 외경보다도 외측에 위치하는 전극(203-3)에 직류 전원(215)으로부터 전력이 공급되어 음의 전압이 형성된다. 이것에 의해, 자기 바이어스 전위로서 마이너스 전위  $-V_{dc}$ 가 발생한 웨이퍼(W)에 대해서, 웨이퍼(W)의 외주부에 전극(203-3)에 의한 음의 전위가 형성되어, 쿨롱력(반발력)에 의해 웨이퍼(W)의 위치 어긋남을 억제할 수 있다.
- [0113] 또, 본 예의 구성을 구비한 플라스마 처리 장치에 있어서도, 실시예 1에서 나타난 흐름의 동작을 실시하여 웨이퍼(W)를 처리할 수 있는 것은 물론이다.
- [0114] (실시예 2)
- [0115] 이하, 본 발명의 제2 실시예에 대하여 도 8, 9를 이용해서 설명한다. 본 제2 실시예는, 감압 분위기 내에서 부상시켜서 비접촉 유지되는 웨이퍼(W)를 회전시키는 예이다. 도 8은, 본 발명의 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 나타내는 도면이고, 도 8의 (a)는 시료대를 상면으로부터 본 평면도이고, 도 8의 (b)는 도 8의 (a)를 BB로부터 본 전열 가스 공급 통로 구성을 모식적으로 나타내는 종단면도이다.
- [0116] 본 도면이 도 2에 나타내는 시료대와 서로 다른 점은, 시료대의 웨이퍼 재치면에 개구하는 전열 가스 공급 구멍으로부터의 전열 가스의 분출 각도이며, 도 2는 웨이퍼(W)의 이면에 대하여 직각으로 가스가 분출되도록 설치되어 있는데 반하여, 본 예는 원주 방향으로 복수 설치한 전열 가스 공급 통로로부터 동일 각도로 기울여서 가스를 분출하는 점에 있다. 웨이퍼를 시료대의 방향으로 흡인하는 힘을 발생시키기 위한 정전기력을 형성하는 전극 등의 도시를 생략하고 있지만 다른 구성은 도 2와 마찬가지로이며, 설명을 생략한다.
- [0117] 도 8의 (a)에 나타내는 바와 같이 시료대(101b)에 있어서의 정전 흡착층(203b)의 시일부(210)에 둘러싸인 중앙측의 영역의 적어도 1개의 반경의 원주 상에 복수의 전열 가스 공급 통로(204a)가 배치되고, 도 8의 (b)에 나타내는 바와 같이 전열 가스 공급 통로(204a)의 선단에 각도  $\theta$ 로 경사지는 개구(801)를 구비하고, 개구(801)가 정전 흡착층(203b)의 상면에 배치되어 있다. 또한, 이들 원통형의 개구(801)의 기울기는 정전 흡착층(203b)의 중심으로부터 봤을 때 동일 방향으로 각각 각도  $\theta$ 를 갖고서 배치되어 있다. 이 구성에 있어서, 전열 가스

(205)는 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 위쪽에 배치된 상태에서 그 이면에 대해서 각도  $\theta$ 를 이루는 방향(802)으로 공급된다.

[0118] 이 구성에 의해, 실시예 1과 마찬가지로, 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이의 극간에 전열 가스(205)가 개구(801)로부터 공급되고 당해 극간 내의 시일부(210)로 둘러싸인 영역에서의 압력을 증대시켜서 웨이퍼(W)의 상향의 힘을 작용시킨 결과 웨이퍼(W)가 부상했을 때에, 웨이퍼(W)에는 전열 가스(205)의 흐르는 방향(802)을 따라 전열 가스(205)의 흐름의 전단력이 기능해서 웨이퍼(W)의 중심 둘레로 회전시키는 힘이 작용하게 된다. 한편, 시일부(210) 내주측의 극간 내의 가스 압력은 웨이퍼(W) 이면에 수직인 방향으로 작용함과 함께, 내부 전극(203-1)에 인가된 전압에 의한 정전 흡착력이 웨이퍼(W)에 작용하여 웨이퍼(W)의 면 내 방향에 대한 변위가 억제된다.

[0119] 이 상태에서, 웨이퍼(W)는 실시예 1과 마찬가지로 정전 흡착층(203) 위쪽에서 이것과 소정의 높이에서 비접촉의 상태로 유지됨과 함께 정전 흡착층(203) 위쪽에서 웨이퍼(W) 또는 재치면의 중심 둘레로 회전한다. 본 예에 있어서, 개구(801)의 경사 각도  $\theta$  또는 전열 가스(205)의 유량이나 속도가 조절됨으로써, 웨이퍼(W)의 단위 시간당 회전수(회전 각속도)가 조절 가능하게 된다.

[0120] 또한, 복수 배치된 이들 개구(801)의 경사 각도  $\theta$ 를 서로 다르게 배치해도 된다. 예를 들면, 도 8에서는, 6개의 전열 가스 공급 통로(204a)의 개구(801)가 위쪽으로부터 보았을 때 반시계 회전으로 전열 가스(205)를 유출하는 방향(802)으로 배치되어 있지만, 6개 중의 3개가 시계 회전 방향으로 전열 가스(205)를 유출하도록 개구(801)의 축방향을 가진 구성을 구비해도 된다.

[0121] 또는, 정전 흡착층(203b)의 시일부(210)의 내주측의 재치면에 전열 가스 공급 통로(204a)를 9개 재치면의 중심축 둘레에 배치하고, 3개의 개구(801)의 축을 전열 가스(205)가 위쪽으로부터 보았을 때 반시계 회전 방향으로 유출하는 각도로, 나머지 중의 3개의 개구(801)는 시계 회전 방향으로, 나머지 3개는 재치면에 수직인 방향 또는 전극 블록(202)의 중심축을 따른 방향으로 전열 가스(205)를 유출하는 각도를 이루도록 배치해도 된다. 3개씩의 개구(801)의 집합마다 전열 가스(205)를 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이의 극간에 도입함으로써, 각각의 집합 중 시계 회전 또는 반시계 회전의 각도로 배치된 것 중 어느 하나를 웨이퍼(W)의 회전수(회전 각속도)의 증대(개시), 저감(정지)으로, 수직인 방향의 것을 웨이퍼(W)의 부상 상태의 유지라는 서로 다른 동작을 실시시킬 수 있으며, 또한 이들 등을 웨이퍼(W)의 처리 중이나 온도의 조절 시에 조합해서 사용할 수도 있다.

[0122] 또, 본 예에서는 정전 흡착층(203b)에 개구(801)가 설치되어 있지만, 정전 흡착층(203b)의 두께가 얇은 경우에는, 전극 블록(202)으로부터 개구(801)가 설치되어도 된다.

[0123] 도 9는, 도 8에 나타내는 시료대의 변형예의 개략 구성을 나타내는 도면이다. 도 9의 (a)는 시료대를 상면으로부터 본 평면도이고, 도 9의 (b)는 도 9의 (a)를 CC로부터 본 전열 가스 공급 통로를 모식적으로 나타내는 종단면도이다.

[0124] 본 변형예에서는, 시료대(101c)의 정전 흡착층(203c)의 표면에 공급되는 전열 가스(205)의 흐르는 방향을 시료대(101c)의 중심축 둘레로 회전시키기 위하여, 정전 흡착층(203c)의 외주측의 영역에 링 형상으로 배치된 가스 홈(216)을 구비하고 있다. 가스 홈(216)은, 정전 흡착층(203c)의 재치면을 구성하는 표면의 외주측의 영역에 링 형상으로 배치된 시일부(210a)의 평탄한 상면에, 위쪽으로부터 보았을 때 재치면의 중심 둘레에 서로 다른 반경 위치에 다중의 동심원 형상 또는 나선 형상으로 배치된 적어도 1개의 오목부에 의해 구성되며, 시일부(210a)의 내주측의 극간에 공급된 전열 가스(205)가 홈의 오목부 내부를 도면상 반시계 회전의 둘레 방향으로 흐름으로써, 웨이퍼(W)에 당해 방향으로의 회전을 유발하는 전단력을 작용한다.

[0125] 도 2에 나타낸 실시예에서는, 시일부(210)의 내주측의 영역에서 전열 가스 공급 통로(204)로부터 웨이퍼(W) 이면의 극간에 공급된 전열 가스(205)는, 당해 극간 내에서 확산되어 층만함과 함께 웨이퍼(W)와 시일부(210) 사이의 극간을 통해 처리실(33)로 유출된다. 즉, 당해 극간 내의 전열 가스(205)는 적어도 웨이퍼(W)의 이면의 외주측의 영역에서는 웨이퍼(W)의 중심축으로부터 외주측을 향하는 소위 반경 방향의 성분을 갖는 방향(902)의 흐름을 갖고 있다.

[0126] 본 예의 시일부(210a) 상면에 배치된 가스 홈(216)은, 시일부(210a)와 웨이퍼(W) 사이의 극간을 흐르는 전열 가스(205)의 흐름 방향을 직경 방향으로부터 둘레 방향으로 변환하고, 당해 극간을 둘레 방향으로 흐르는 전열 가스(205)의 전단력에 의해 웨이퍼(W)에 회전시키는 힘을 효율적으로 작용시킬 수 있다. 또, 본 예의 가스 홈의 적어도 1개의 종단부는, 링 형상의 시일부(210a) 상면의 외주연에 있어서 시일부(210a)의 측벽 상단부에 배치된 개구를 통해 시일부(210a)의 외주의 공간과 연통되어 있고, 가스 홈(216) 내를 흘러온 전열 가스(205)는 당해

개구로부터 처리실(33) 내로 유출된다.

- [0127] 상술한 도 8 및 도 9에 나타내는 본 예의 시료대의 구성을 이용해서, 처리실(33) 내에 형성한 플라스마(43)를 이용하여 웨이퍼(W)를 처리 중에, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 위쪽에서 이것과 비접촉으로 유지하면서 웨이퍼(W) 또는 정전 흡착층(203)의 재치면의 중심 둘레로 회전시킬 수 있다. 이것에 의해, 웨이퍼(W)의 면 내 방향, 특히 둘레 방향에 대하여 에칭 처리의 결과로서의 처리 대상인 막층의 가공 후의 형상의 불균일을 양호하게 억제해서 처리의 수율을 향상시킬 수 있다.
- [0128] 또한, 웨이퍼(W)의 처리 중으로 한정하지 않고, 플라스마(43)를 이용한 웨이퍼(W)의 처리의 공정을 개시하기 전, 또는 복수의 처리의 공정 동안에 있어서 실시되는 웨이퍼(W)의 온도를 조절하는 공정에 있어서, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 위쪽에서 이것과 비접촉으로 유지하면서 웨이퍼(W)를 회전시킴에 의해, 웨이퍼(W)의 면 내 방향, 특히 둘레 방향에 대하여 온도의 불균일을 양호하게 억제해서 다음으로 실시되는 웨이퍼(W) 상의 처리 대상인 막층 처리의 공정에 의해 적합한 웨이퍼(W)의 온도의 면 내 방향의 분포를 실현할 수 있어서, 처리의 수율을 향상시킬 수 있다. 또한, 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203) 위쪽에서 소정의 높이에서 비접촉으로 유지한 상태에서 회전시킴으로써, 웨이퍼(W)의 면 내 방향에 대한 위치를 변화시키는 어떤 외력이 작용해도 그 위치 어긋남의 발생 또는 확대를 효과적으로 억제할 수 있어, 결과적으로 웨이퍼(W)의 처리의 수율을 향상시킬 수 있다.
- [0129] 또, 상기한 실시예는 마이크로파의 전계 및 자계를 이용해서 ECR에 의해 플라스마(43)를 발생시키는 플라스마 처리 장치를 설명했지만, 다른 플라스마를 형성하는 수단, 예를 들면 유도 결합이나 용량 결합에 의해서 플라스마를 형성하는 구성이어도, 본 발명은 그 작용, 효과에 제약을 발생시키지 않으며 이것을 적용하는 것이 가능하다.
- [0130] (실시예 3)
- [0131] 이하, 본 발명의 시료대를 이용한 제3 실시예를 도 10 내지 도 13에 의해 설명한다.
- [0132] 도 10은, 본 발명의 제3 실시예에 따른 플라스마 처리 장치의 시료대의 구성의 개략을 모식적으로 나타낸 종단면도이다. 본 도면은, 본 실시예의 시료대(101d)의 주요 부분을 확대해서 나타내고 있다.
- [0133] 실시예에 따른 시료대(101d)는, 도 1에 나타내는 플라스마 처리 장치의 처리실(33) 내의 시료대(101)에 바뀌어 구비되는 것이다. 시료대(101d)는, 도 2에 나타내는 시료대(101)와 마찬가지로, 그 상부는, 원통형을 가진 금속제의 전극 블록(202)과 그 상면에 접합되어 배치된 유전체제의 정전 흡착층(203d)을 갖고 있다.
- [0134] 본 실시예의 시료대(101d)의 정전 흡착층(203d)의 상면 외주부에도, 링 형상의 시일부(210b)가 배치되어 있다. 본 예에 있어서의 도 2의 정전 흡착층(203)과의 차이는, 정전 흡착층(203d)의 중앙측 부분과 일체로 형성된 시일부(210b) 내에 배치된 적어도 2개의 전열 가스의 배기 경로를 구비하고, 이들 중 1개에 웨이퍼(W)의 노치의 통과를 검출하기 위한 검지기가 배치되어 있는 점이다.
- [0135] 전열 가스의 배기 경로는, 시일부(210b) 상면에 위쪽으로부터 보았을 때 링 형상으로 배치된 배기 홈(217)의 저면에 개구를 갖는 배기 구멍(218)과, 배기 홈(217)의 외주측의 시일부(210) 상면에 배치된 개구와 연통한 검출 구멍(222)을 구비하여 구성되어 있다. 시료대(101d)를 관통하는 배기 구멍(218)과 검출 구멍(222)의 각각은, 시료대(101d)의 하면에서 배관에 의해 구성된 배기 라인(219)을 통해 처리실(33) 외부에 배치된 진공 펌프(221)와 접속되어 있다. 이 진공 펌프(221)의 동작에 의해 배기 홈(217) 또는 배기 구멍(218)의 상단의 개구 및 검출 구멍(222) 상단의 개구를 통해서 시일부(210b) 상면과 웨이퍼(W) 이면 사이의 극간에 있는 전열 가스(205)가 배출된다.
- [0136] 또, 상술한 바와 같은 배기 홈(217), 배기 구멍(218), 검출 구멍(222)이 설치되는 정전 흡착층(203d)과 전극 블록(202)의 접합 및 이들의 조합은, 도 10에 나타낸 예로 한정되는 것은 아니며, 도 11에 나타내는 바와 같은 구성이어도 된다.
- [0137] 도 11의 (a)는, 정전 흡착층(203e)을 세라믹스 등을 원판 형상으로 소성(燒成)한 소결 부재로 구성하고, 당해 소결판으로서의 정전 흡착층(203e)과 전극 블록(202)을 이들 사이에 층 형상의 접착제(225)를 사이에 두어 일체로 접합한 구성을 나타내고 있다. 이와 같은 구성에서는, 정전 흡착층(203e) 상면의 외주측에 배치되는 링 형상의 볼록부인 시일부(210c)나 배기 홈(217), 배기 구멍(218) 등의 형상은, 정전 흡착층(203e)을 구성하는 소결판을 전극 블록(202) 상면에 접착하는 공정을 실시한 후에 절삭 가공해서 형성한다. 또, 배기 구멍(218) 및 검출 구멍(222)의 통로에 있어서의 접착층은 공동(空洞)(218-1)으로 되어 있고, 접착제(225)는 상기 양 구멍의 도중을 막지 않도록 배치되어 있다.



- [0138] 도 11의 (b)는, 정전 흡착층(203f)이 반응용 상태의 이트리아나 알루미늄 등의 세라믹스의 입자를 방사 또는 분사해서 적층하는 용사법으로 형성된 다른 변형예를 나타내고 있다. 이 경우, 전극 블록(202b)의 상면에 요철 형상을 가공한 후, 상기 용사를 실시해서 정전 흡착층(203f)을 형성함에 의해, 상기 요철 형상을 모방한 정전 흡착층(203f)을 형성할 수 있다. 이와 같은 방법에 의해, 예를 들면 수백 마이크론 오더의 비교적 큰 요철 형상을 시료대(101d) 표면에 형성할 수 있다. 필요한 요철 치수가 미세한 경우에는, 전극 블록(202b)의 상면을 평탄하게 가공하고, 그 후 용사법으로 평면 형상의 정전 흡착층(203f)을 형성하고, 마지막으로 정전 흡착층(203f) 표면에 미세 가공을 실시하면 된다.
- [0139] 이와 같이 구성된 배기 홈(217), 배기 구멍(218), 검출 구멍(222)은 도 12의 (a)에 나타내는 바와 같이 정전 흡착층(203d)의 시일부(210b)에 배치된다. 전열 가스의 배기 경로는, 원형 또는 원형으로 간주할 수 있을 정도로 동등한 형상을 가진 정전 흡착층(203d)의 중앙부를 둘러싼 시일부(210b) 상부에 링 형상의 오목부를 가진 배기 홈(217)과 그 저면에 개구를 갖고 상하 방향으로 정전 흡착층(203)을 관통하는 복수의 배기 구멍(218)을 구비하고 있다. 이 구성에서는, 배기 홈(217) 내에 흘러들어온 시일부(210b)와 웨이퍼(W) 사이의 전열 가스(205)는, 복수의 개구로부터 진공 펌프(221)의 구동에 의해 감압된 배기 구멍(218)의 내부로 흡입되어 처리실(33) 외부에 배기된다.
- [0140] 본 예에서는, 배기 구멍(218) 또는 그 상단과 연통한 개구는, 시료대(101d) 또는 정전 흡착층(203d)의 중심의 둘레에 균등 또는 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 각도를 이루는 이간한 개소에 복수 배치되어 있다. 이와 같은 링 형상의 배기 홈(217)과 그 저면에 배치된 복수의 개구를 통해서 배기되는 전열 가스(205)의 배기 구멍(218)마다의 배기 양의 불균일이 저감되어, 웨이퍼(W)의 외주부 이면과 시일부(210b) 사이의 전열 가스의 압력의 둘레 방향에 대한 분포와 이것에 의한 웨이퍼(W)의 부상 높이의 치우침이 저감된다.
- [0141] 또한, 전열 가스의 배기 경로는 전술한 구성으로 한정되는 것은 아니며 도 12의 (b)에 나타내는 바와 같이, 도 12의 (a)의 배기 홈(217)을 없애고 배기 구멍(218)이 보다 조밀하게 배치된 구성이어도 된다. 또한, 배기 구멍(218)의 하단부가, 배기 라인(219)을 통해 진공 펌프(219)와 접속되지 않고, 처리실(33)에 연통한 개소에 개구되고, 처리실(33) 내의 압력보다 높은 압력으로 된 시일부(210e)의 상면과 그 위쪽의 웨이퍼(W) 사이의 극간의 전열 가스(205)가 배기 구멍(218)을 통해서 처리실(33)로 유출되는 구성으로 해도 된다.
- [0142] 다음으로, 시일부(210b)에 설치된 검출 구멍(222) 및 압력계(223)에 의한 웨이퍼(W)의 회전 검출에 대하여 설명한다.
- [0143] 검출 구멍(222)의 배기 라인(219) 상에는, 이것으로부터 분기해서 접속된 압력계(223)가 구비되어 있다. 이것을 이용해서 처리실(33) 내에서 웨이퍼(W)가 시료대(101d)의 위쪽에 비접촉으로 유지되어 있는 상태에서 웨이퍼(W)의 회전에 따라서 압력계(223)에서 검출되는 압력의 변화를 도 13에 나타낸다.
- [0144] 도 13의 (a), (b)는 회전하는 웨이퍼(W)의 중심 둘레의 특정 각도 위치에 있어서의 웨이퍼(W)의 노치 위치를 나타내며, 도 13의 (c)는 웨이퍼(W)가 회전하고 있는 상태에서 시간의 경과에 따라 압력계(223)로부터의 출력 신호에 의해 검출된 압력의 변화를 나타낸다.
- [0145] 도 13의 (a)에 나타내는 바와 같이, 검출 구멍(222)의 상단부의 개구의 위쪽에 웨이퍼(W)의 노치부(1202)가 존재하고 있는 동안에는, 검출 구멍(222) 상단의 개구 위쪽에 이것을 덮는 웨이퍼(W)가 존재하지 않는, 소위 개방된 상태로 된다. 한편, 도 13의 (b)에 나타내는 바와 같이, 회전하는 웨이퍼(W)의 노치부(1202)가 검출 구멍(222)의 개구 위를 통과한 상태에서는, 당해 개구의 위쪽은 극간을 두고 웨이퍼(W)로 덮여 있다.
- [0146] 이와 같이, 웨이퍼(W)의 회전에 수반하는 노치부(1202)의 둘레 방향의 각도 위치의 주기적인 이동에 따라서, 시일부(210) 상면의 검출 구멍(222)의 상단부의 개구의 위쪽을 노치부(1202)가 통과해서 웨이퍼(W)가 존재하지 않는 개방된 기간이 주기적으로 발생한다. 이와 같은 구성에 있어서, 처리실(33) 내측이 소정의 압력, 예를 들면 10Pa로 감압되어 유지되어 있고, 검출 구멍(222) 내부 및 배기 라인(219)이, 동작 중의 진공 펌프(221)와 연통되어, 처리실(33) 내측의 압력보다 낮은 압력으로 되어 있는, 예를 들면 1Pa 이하까지 감압되어 있는 경우에는, 도 13의 (a)의 상태에서는 처리실(33) 및 웨이퍼(W)와 시일부(210) 사이의 극간으로부터 검출 구멍(222) 내에 많은 양의 가스가 유입되고, 이 결과, 배기 라인(219) 내의 압력이 상승한다.
- [0147] 한편, 도 13의 (b)의 상태에서는, 검출 구멍(222)의 상단부 개구는 웨이퍼(W)로 덮여 있어서, 검출 구멍(222) 내에 처리실(33) 내의 가스의 유입은 도 13의 (a)의 경우와 비교해서 상대적으로 작은 양으로 된다. 웨이퍼(W)의 주기적인 회전에 의해 검출 구멍(222)에의 가스의 유입의 양 및 내부의 압력의 값은, 도 13의 (c)에 나타내는 바와 같이, 크게 나누어 2개의 상태가 주기적으로 반복되게 된다.

- [0148] 즉, 도 13의 (a)와 같이 웨이퍼(W)의 위쪽으로부터 보았을 때 웨이퍼(W)의 노치부(1202)의 아래쪽에 투영된 영역 내에 검출 구멍(222)의 상단부의 개구가 겹쳐서 당해 영역 내에 존재하고 있는 기간은, 배기 라인(219)과 연통한 개소에 배치된 압력계(223)가 출력하는 신호로부터 검출되는 압력은, 도 13의 (b)의 기간에 검출되는 것보다 펄스 형상으로 높은 값으로 된다. 이와 같은 펄스 형상의 값으로 되는 당해 단위 시간당의 횡수를 계수(計數)함으로써 웨이퍼(W)의 단위 시간당의 회전수(회전수 속도)를 산출하는 것이 가능하게 된다.
- [0149] 본 실시예에서는, 도 10에 나타내는 압력계(223)로부터의 출력은 전압 등의 신호로서 압력계(223)와 전기적으로 접속된 회전수 제어기(224)에 송신된다. 회전수 제어기(224)는, 그 내부에 배치된 연산기가 수신한 압력계(223)의 신호와 ROM이나 하드디스크 등의 기억 장치로부터 판독된 소프트웨어의 알고리즘에 의거해서, 웨이퍼(W)의 회전수를 산출하고, 산출한 회전수와 미리 기억 장치에 기억된 데이터로서의 회전수인 목표값과 비교를 행한다.
- [0150] 회전수 제어기(224)는, 산출한 회전수가 목표값보다도 낮다고 판정된 경우에는, 전열 가스 공급 통로(204) 상에 배치된 전열 가스(205)의 유량 제어 밸브(206)에 지령 신호를 발신해서 그 개도(開度)를 증대시켜서 전열 가스(205)의 공급량을 증가시킨다. 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이의 극간의 전열 가스(205)의 공급량이 증대됨에 의해, 웨이퍼(W)에 작용해서 회전시키는 외력이 증대하여 웨이퍼(W)의 회전수가 증가한다.
- [0151] 한편, 산출된 웨이퍼(W)의 회전수가 목표값보다도 높다고 판정된 경우에는, 회전수 제어기(224)로부터의 지령 신호에 따라서 전열 가스(205)의 유량 제어 밸브(206)의 개도가 저감되어 전열 가스(205)의 공급량이 저하한다. 이것에 의해, 웨이퍼(W)의 회전수가 저감된다.
- [0152] 이와 같이, 본 실시예에서는, 이와 같이 검출된 웨이퍼(W)의 회전수를 피드백해서 전열 가스(205)의 공급이 조절됨에 의해, 웨이퍼(W)의 회전수가 원하는 범위 내의 값으로 되도록 조절된다. 본 실시예에서는 시일 부재(210) 상면에 개구를 갖고 정전 흡착층(203)의 중심측 부분을 둘러싸서 링 형상으로 배치된 배기 홈(217) 또는 복수의 배기 구멍(218)이 노치부(1202)가 위쪽에 위치해 있는 또는 통과한 것을 검출하는 검출 구멍(222)의 개구의 중심부측에 배치되어 있다.
- [0153] 이와 같은 배기 홈(217) 또는 복수의 배기 구멍(218)을 통해서 정전 흡착층(203)의 중심부와 웨이퍼(W) 사이에 공급된 전열 가스(205)를 배기함으로써, 당해 중심부로부터 웨이퍼(W)의 외주측의 처리실(33) 내부를 향하는 전열 가스(205)의 유량을 저감해서 웨이퍼(W)가 중심으로부터 노치부(1202)로부터 유출된 전열 가스(205)의 반력(反力)에 의해 수평 방향으로 위치 어긋남을 발생시키거나 그 크기가 허용 범위를 초과해 버리거나 하는 것을 억제한다. 또한, 검출 구멍(222)은 진공 펌프(221)와 연통해서 배기됨으로써 처리실(33) 내의 압력 > 검출 구멍(221) 내 압력으로 되고, 검출 구멍(222)의 개구 위쪽을 노치부(1202)가 통과해서 개방된 기간의 처리실(33) 또는 시일부(210) 극간 내로부터의 가스의 유량을 당해 개구가 웨이퍼(W)로 덮여 있는 기간의 것보다 크게 함으로써, 웨이퍼(W)의 회전에 의한 노치부(1202)의 통과와 그 횡수가 보다 명확하게 검출 가능하게 되어 있다.
- [0154] 또, 도 14에, 상기 제3 실시예가 구비하는 전열 가스의 배기 경로를 구비하지 않는 비교예를 나타낸다. 도 14의 (a)에 나타내는 시료대(101e)는, 정전 흡착층(203)의 시일부(210)에, 도 10에 나타내는 배기 홈(217), 배기 구멍(218), 검출 구멍(222)을 구비하고 있지 않다. 시일부(210)의 중앙측의 정전 흡착층(203) 상면에 전열 가스 공급 통로(204)와 연통한 개구가 배치되고, 당해 개구로부터 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 사이의 극간에 전열 가스(205)가 공급된다. 공급된 전열 가스(205)의 일부는, 시일부(210)로 둘러싸인 웨이퍼(W) 이면과 정전 흡착층(203) 상면 사이의 극간의 공간에 확산되고, 나머지 일부는 시일부(210)와 웨이퍼(W) 사이의 극간을 통해서 웨이퍼(W) 중심으로부터 방사 형상으로 웨이퍼(W)의 외주측의 처리실(33) 내부를 향해서 유출된다.
- [0155] 이와 같은 전열 가스(205)의 둘레 방향에 대한 배출량의 분포는, 웨이퍼(W)의 노치 부분인 WN의 위치에서 가장 많아진다. 이것은, 정전 흡착층(203)의 외주측 부분에 시일부(210)가 구비되고 웨이퍼(W)와 시일부(210) 사이의 극간의 높이가 정전 흡착층(203)의 중심측 부분보다 작게 되어 있음으로써, 전열 가스(205)가 당해 중심측 부분으로부터 외주측의 처리실(33)에 용이하게 유출되는 것이 막아진다. 이 구성에 있어서, 웨이퍼(W)의 노치부(1202)가 위치하는 WN의 시일부(210)에는, 그 위쪽이 웨이퍼(W)의 외주연으로 덮여 있지 않은, 소위 개방된 부분이 존재하게 되기 때문에, 시일부(210)에 의한 정전 흡착층(203) 중앙측 부분과 외주측의 처리실(33) 사이에서 극간이 작게 되어 전열 가스(205)의 통류가 막아지는(또는 시일되는) 거리가 짧아져 있기 때문이다.
- [0156] 이 때문에, 위치 WN에 있어서 전열 가스(205)의 유출량이 웨이퍼(W)의 외주연의 다른 개소와 비교해서 국소적으로 커져 둘레 방향에 대하여 불균일 또는 치우침이 커진다. 이 유출량의 치우침이 커지면 웨이퍼(W)를 중심으로 WN을 향하는 것과 반대의 방향으로 편심시켜, 웨이퍼(W) 상면의 면 내 방향에 대한 플라스마와 처리 결

과로서의 가공 후의 형상 치수의 불균일을 크게 해 버릴 우려가 있다.

- [0157] 이 때문에, 상기 제3 실시예가 구비하는 전열 가스의 배기 경로의 시일부(210) 상부 상면에 배치된 배기 홈(217) 및 배기 구멍(218)의 개구는, 웨이퍼(W)가 정전 흡착층(203) 위쪽에 비접촉으로 유지된 상태에서, 웨이퍼(W)의 반경 방향에 대하여 노치부(1202)의 가장 중앙측의 단부보다도 중앙측에 위치하도록 배치되어 있다. 또한, 시일부(210) 상면의 검출 구멍(222) 상단의 개구는, 회전하는 웨이퍼(W)의 반경 방향에 대하여 당해 웨이퍼(W)의 노치부(1202)의 가장 중앙측의 단부보다 외주측이며 웨이퍼(W)의 외주단보다 중앙측에 배치되어 있다.
- [0158] (실시예 4)
- [0159] 도 15 내지 18을 이용해서, 상기한 실시예에서 설명한 시료대 상에 웨이퍼를 비접촉으로 부상시키고 유지하는 구성을 웨이퍼의 반송에 적용한 예를 설명한다. 본 예에서는, 지금까지 설명한 실시예의 시료대(101 또는 1001)를, 로봇 암(arm) 등의 웨이퍼를 놓은 암을 반송하는 방향으로 신축시켜서 반송하는 구조체의 웨이퍼를 유지하는 부분으로서 적용한 것이다.
- [0160] 또, 시료대(101 및 1001)에 있어서 전극 블록(202)은, 고주파 전원(21)이 전기적으로 접속됨과 함께 내부에 냉매가 통류하는 냉매 유로(11)가 배치되어 온조 유닛(26)이 접속되어 있지만, 본 예의 웨이퍼의 유지용의 시료 유지기(102)의 시료대에는 고주파 전원은 접속되어 있지 않고 냉매 유로(11)도 구비되어 있지 않다. 시료 유지기(102)는, 웨이퍼를 반송 중에 회전시킬 필요가 없는 경우에는 도 2에 나타낸 실시예의 시료대(101)의 구성을, 회전시키는 경우에는 도 8 또는 9의 시료대(101) 또는 도 10에 나타낸 시료대(1001)의 구성을 구비할 수 있다.
- [0161] 도 15는, 본 발명의 시료 반송기에 따른 실시예에 따른 시료 유지기의 구성의 개략을 모식적으로 나타내는 측면도이다. 도 15의 (a)는, 시료 유지기(102) 상면 위쪽에 극간을 두고 웨이퍼(W)를 부상시키고 비접촉으로 유지한 상태에서 반송하는 본 실시예의 시료 반송기를 나타내고 있다.
- [0162] 본 도면의 웨이퍼(W)를 반송하는 시료 유지기(102)는, 원하는 방향으로 신축하는 반송 암(103)의 선단에 배치된 시료대를 포함하고, 당해 시료대는 원통 형상을 갖는 금속제의 전극 블록(202) 및 그 상면에 배치된 정전 흡착층(203)을 구비하고 있다. 본 예에 있어서도, 정전 흡착층(203) 내에 배치된 도시되지 않은 막 형상의 전극에 공급된 직류 전력에 의해 형성되고 웨이퍼(W)를 정전 흡착층(203)을 향해서 유인하는 정전 흡착력과, 웨이퍼(W)와 정전 흡착층(203) 사이에 공급되는 가스에 의한 웨이퍼(W)를 이간시키는 힘을 밸런스시켜서 웨이퍼(W)를 비접촉으로 정전 흡착층(203) 위쪽에 유지해서 반송한다.
- [0163] 또한, 본 예의 구성에 의하면, 도 15의 (a)의 구성에 있어서, 시료 유지기(102)의 상하를 반대로 해서 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203)을 아래쪽으로 향하게 한 상태에서 그 표면에 대해서 웨이퍼(W)를 이간시키고 비접촉으로 유지한 상태에서, 반송 암(103)을 신축시켜서 시료 유지기(102)를 이동시켜 웨이퍼(W)를 반송할 수 있다. 이와 같은 예를 도 15의 (b)에 나타냈다.
- [0164] 본 실시예에 있어서, 시료 유지기(102) 상에서 웨이퍼(W)를 유지해서 반송하고 있는 동안에 웨이퍼(W)의 온도를 조절하지 않는 경우에는, 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203) 표면과 웨이퍼(W) 사이에 공급되는 가스는 부상력을 발생시키는 것이면 되고, 열전도성이 높은 것을 요하지 않기 때문에, 보다 많은 종류로부터 가스를 선택할 수 있다.
- [0165] 또한, 상기한 실시예의 시료대(101) 또는 시료대(1001)와 본 예의 시료 유지기(102)를 조합함으로써, 웨이퍼(W)를 비접촉으로 로봇 암 등의 시료 반송기와 시료대 상호 간에 주고받기 가능하게 할 수 있다. 이와 같은 예를 도 16 및 도 17을 이용해서 설명한다.
- [0166] 도 16 및 도 17은, 도 1 내지 10에 나타내는 실시예의 웨이퍼를 비접촉으로 유지하는 시료대와 도 15에 나타내는 실시예의 시료 반송기 사이에서 웨이퍼를 반송하는 동작을 모식적으로 나타내는 도면이다. 또, 이들 도면에 있어서 도 2 내지 9에 나타낸 시료대(101)가 예로서 나타나 있지만, 도 10의 실시예에서 나타낸 시료대(1001)의 구성이 적용되어도 된다.
- [0167] 도 16의 (a)는, 도 15에 나타내는 시료 유지기(102) 및 암(103)을 갖는 시료 반송기(104)의 표면 상에 웨이퍼(W)가 비접촉으로 유지되어 처리실(33)의 외부로부터 시료대(101)의 정전 흡착층(203)의 위쪽까지 반송된 상태를 나타내는 도면이다. 이 상태에서, 시료대(101)의 정전 흡착층(203) 상면과 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203) 상면 또는 웨이퍼(W)의 표면(도면상 하면)은 평행 또는 이것과 동등하게 되도록 시료 유지기(102)의 위치 또는 자세가 조절된다.
- [0168] 시료 유지기(102)의 아래쪽에서 유지된 웨이퍼(W)의 상하 방향의 중심의 축이 아래쪽의 시료대(101)의 정전 흡



착층(203)으로 덮인 웨이퍼(W)가 유지되는 원형 또는 이것과 동등하다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 형상을 갖는 유지면의 중심축이 합치하거나 그렇다고 간주할 수 있을 정도로 근사한 위치에서, 도 16의 (b)에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)가 유지된 상태에서, 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203) 내의 막 형상 전극에 공급되는 직류 전력에 의해 시료 반송기(104)가 웨이퍼(W)에 대해서 발생하는 정전 흡착력을 서서히 저하시켜서, 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203) 표면에 공급되는 가스에 의해 형성되는 시료 유지대(102)의 표면 위쪽으로부터 웨이퍼(W)를 이간시키는 힘을 상대적으로 정전 흡착력보다 크게 해서, 시료대(101)측에(도면상 아래쪽에) 웨이퍼(W)를 비접촉 상태를 유지하면서 이동시킨다.

[0169] 또, 웨이퍼(W)의 이동 중에 있어서도, 시료대(101)의 정전 흡착층(203) 상면 위쪽에 전열 가스(205)를 공급함과 함께 정전 흡착층(203) 내의 막 형상의 전극에 직류 전력을 공급해서, 전열 가스(205)에 의한 시료대(101) 위쪽의 부상력과 아래쪽의 정전기력을 작용시킨다. 위쪽으로부터 이동해 오는 웨이퍼(W)에 시료대(101)로부터 이들 2개의 힘을 작용시켜서, 시료대(101)의 상면에 비접촉으로 부상시킨 위치에서 이동을 정지시키고 유지한다.

[0170] 이 후, 시료 반송기(104)는 압(103)의 수축에 의해서 처리실(33) 내부로부터 진공 용기(20)의 외부로 이동하고, 도시하지 않은 게이트 밸브가 기밀하게 게이트를 폐쇄해서 처리실(33)이 밀봉된다. 이 상태에서, 도 16의 (c)에 나타내는 바와 같이, 시료대(101) 위쪽에 웨이퍼(W)를 비접촉으로 부상시키고 상하 방향 및 수평 방향으로 위치 결정된 상태에서, 처리실(33) 내에 공급된 처리용 가스를 이용하여 형성된 플라스마(43)를 이용해서 웨이퍼(W) 상면에 배치된 막구조의 처리용의 막층의 에칭 처리가 실시된다.

[0171] 도 17의 (a)는, 도 16의 (c)에 나타낸 웨이퍼(W) 상면의 처리 대상인 막층의 소정의 에칭 처리의 종료가 도시하지 않은 검출기에 의해 검출된 후, 상기 게이트 밸브가 개방되고 처리실(33)의 외부로부터 시료 반송기(104)가 압(103)을 신장시켜서 시료 유지기(102)를 그 정전 흡착층(203)을 아래쪽의 시료대(101)를 향해서 그 상부의 정전 흡착층(203) 위쪽에 유지된 웨이퍼(W)의 위쪽까지 이동시킨 상태를 모식적으로 나타내고 있다. 압(103)은, 도 16의 (b)와 마찬가지로, 시료 유지기(102)의 정전 흡착층(203)의 웨이퍼(W)가 유지되는 원형 또는 이것과 동등한 형상을 갖는 유지면의 상하 방향의 중심의 축이 아래쪽의 시료대(101)의 정전 흡착층(203)의 웨이퍼(W)의 유지면 또는 그 위의 웨이퍼(W)의 중심축의 중심축이 합치하거나 이것과 동등한 위치에서 그 위치가 정지하고 유지된다.

[0172] 다음으로, 도 17의 (b)에 나타내는 바와 같이, 시료대(101)의 웨이퍼(W)에 대해서 발생하는 정전 흡착력이 서서히 저감되어, 시료대(101) 상의 정전 흡착층(203)과 웨이퍼(W) 사이에 공급되어 있는 전열 가스(205)에 의한 웨이퍼(W)의 부상력이 정전 흡착력보다 상대적으로 작게 된다. 이 때문에, 웨이퍼(W)는 도면상 위쪽의 시료 반송기(104)의 시료 유지기(102)를 향해 이동해서 내보내진다.

[0173] 본 도면은, 웨이퍼(W)를 비접촉 상태를 유지하면서 시료대(101)의 상면 위쪽으로부터 시료 반송기(104)의 시료 유지기(102)에 가깝게 해서 이동시킨 상태를 모식적으로 나타내는 도면이다. 또, 본 실시예의 시료 유지기(102)에서는, 아래쪽으로부터 이동해 오는 웨이퍼(W)를 그 하면 위쪽에 수취하고 유지할 때에는, 시료 유지기(102)의 하면 위쪽에 전열 가스(205)가 공급되어 형성되는 부상력과 시료 유지기(102) 하면을 구성하는 정전 흡착층(203) 내에 배치된 막 형상의 전극에 공급되는 직류 전력에 의해 형성되는 정전기력이 적절하게 조절되어, 웨이퍼(W)가 비접촉 상태에서 시료 반송기(104) 하면에 부상한 상태로 유지된다.

[0174] 이와 같이 시료 반송기(104)가 웨이퍼(W)를 유지한 상태에서, 처리실(33)의 외부에 이동함으로써 웨이퍼(W)가 처리실(33)로부터 반출된다. 도 17의 (c)는, 시료 반송기(104)의 압(103)을 수축시켜서 시료대(101) 위쪽으로부터 처리실(33) 외부로 이동하고 있는 상태를 모식적으로 나타내는 도면이다.

[0175] 도 18은, 도 15 내지 도 17에 설명한 시료 반송기(104) 및 시료대(101)를 이용해서 웨이퍼(W)의 표면 및 이면의 양면에 플라스마를 이용한 처리를 실시하는 예를 모식적으로 나타내는 도면이다. 즉, 도 15 내지 도 17에 설명한 시료대(101)와 시료 반송기(104) 사이의 웨이퍼(W)의 주고받기 구성을 이용해서, 웨이퍼(W)를 시료대(101) 및 시료 반송기(104)에 비접촉으로 유지한 상태를 유지해서 웨이퍼(W)를 양면의 각각을 시료대(101) 위쪽의 처리실(33)의 측을 향해서 비접촉 유지하여, 각각의 면에 배치된 막구조의 처리 대상인 막층을 플라스마에 폭로해서 처리를 실시할 수 있다.

[0176] 우선, 도 18의 (a)에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)는 시료대(101) 상면 위쪽에서 도 2 또는 도 7 또는 도 9에 나타낸 실시예와 마찬가지로 해서 비접촉의 상태이며 웨이퍼(W)의 A면을 플라스마가 형성되는 공간을 향한(처리실(33)의 위쪽을 향한) 상태로 유지되고, 플라스마가 처리실(33) 내에 형성되고 이것을 이용해서 A면 상에 미리

형성된 막구조의 처리가 실시된다. 그 후, 처리실(33) 내에 진입한 도 15 내지 17에 나타난 시료 반송기(104)의 시료 유지기(102) 하면에 대해서 웨이퍼(W)가 당해 하면과 극간을 두고 비접촉 상태에서 주고받기 되고, 시료 반송기(104)의 처리실(33)에의 퇴출에 의해서 처리실(33) 외로 반출된다.

[0177] 그 후, 웨이퍼(W)를 상하 역전시키고(도시하지 않음), 다시 시료 반송기(104)의 시료 유지기(102)의 하면과 극간을 두고 웨이퍼(W)가 당해 하면과 B면을 대향시킨 상태에서 비접촉으로 유지되어, 처리실(33) 내부에 반입되고, 시료대(101) 상면 위쪽에 비접촉 상태가 유지되어 주고받기 된다. 그리고, 웨이퍼(W)가 B면을 플라스마가 형성되는 공간을 향해서(처리실(33)의 위쪽을 향해서) 유지된 상태에서, 도 18의 (b)에 나타내는 바와 같이, 플라스마가 처리실(33) 내에 형성되고 이것을 이용해서 B면 상에 미리 형성된 막구조의 처리가 실시된다.

[0178] 상기한 구성에서는 웨이퍼(W)의 플라스마에 면한 상면의 막구조가 플라스마에 의해 처리되고 있는 동안에, 하면은 그 아래쪽의 시료대(101) 상면과 비접촉 상태에서 그 위쪽에서 유지되어 있기 때문에, 먼저 실시된 면의 처리에 의해 형성된 막구조의 형상이 그 후에 실시되는 면의 처리 중에 시료대(101)와 접촉해서 형상이 변화하여 수율이 손상되거나 표면이 오염되거나 하는 것이 억제된다. 이와 같이 해서, 웨이퍼(W)의 표면의 오염이나 처리의 수율의 저하를 억제하면서 웨이퍼(W)의 상하의 2면에 플라스마에 의한 처리를 실시하는 것이 가능하게 된다.

[0179] 또, 처리실(33)의 밖에서 웨이퍼(W)를 상하 역전시키는 수단으로서, 웨이퍼(W)의 A면의 처리가 종료된 후에, 웨이퍼(W)를 수납 가능한 스토크 내에 수납하고 당해 스토크의 상하를 역전시켜서 다시 설치한 후, 웨이퍼(W)를 다시 시료 반송기(104)에서 비집축으로 유지해서 스토크로부터 취출해도 된다. 이 경우, 스토크는, 웨이퍼의 외주 근방만을 파지(把持)하는 구조인 것이 바람직하다.

## 산업상 이용가능성

[0180] 본 발명은, 상기한 실시예로 한정되지 않고, 이물의 발생을 억제하면서, 정밀한 웨이퍼 온도 관리를 필요로 하는 다른 장치에도 전용(轉用)이 가능하다. 예를 들면, 웨이퍼를 고온으로 가열하면서 처리를 행하는, 애싱 장치, 스퍼터 장치, 이온 주입 장치 등에도 유용한 것으로 고려된다.

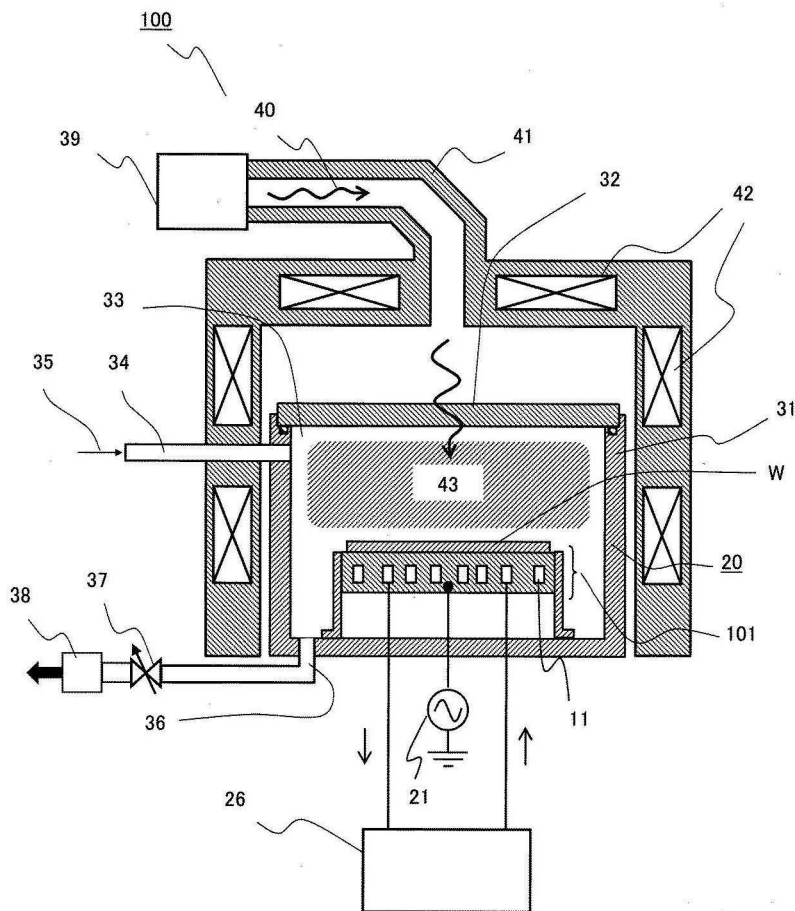
## 부호의 설명

[0181]	11 : 냉매 유로	20 : 진공 용기
	21 : 고주파 전원	26 : 온조 유닛
	31 : 처리실 벽	32 : 덮개 부재
	33 : 처리실	34 : 가스 도입관
	35 : 처리 가스	36 : 배기구
	37 : 압력 조절 밸브	38 : 터보 분자 펌프
	39 : 마이크로파 발진기	40 : 마이크로파
	41 : 도파관	42 : 솔레노이드 코일
	43 : 플라스마	202 : 전극 블록
	203 : 정전 흡착층	203-1 : 내부 전극
	203-2 : 절연체	204 : 전열 가스 공급 통로
	205 : 전열 가스	206 : 유량 제어 밸브
	207 : 직류 전원	208 : 리프트 핀
	209 : 어긋남 방지 부재	209a : 링커버
	210 : 시일부	211 : 플렉서블 배관
	212 : 배기 제어 밸브	215 : 직류 전원
	216 : 가스 흡	217 : 배기 흡

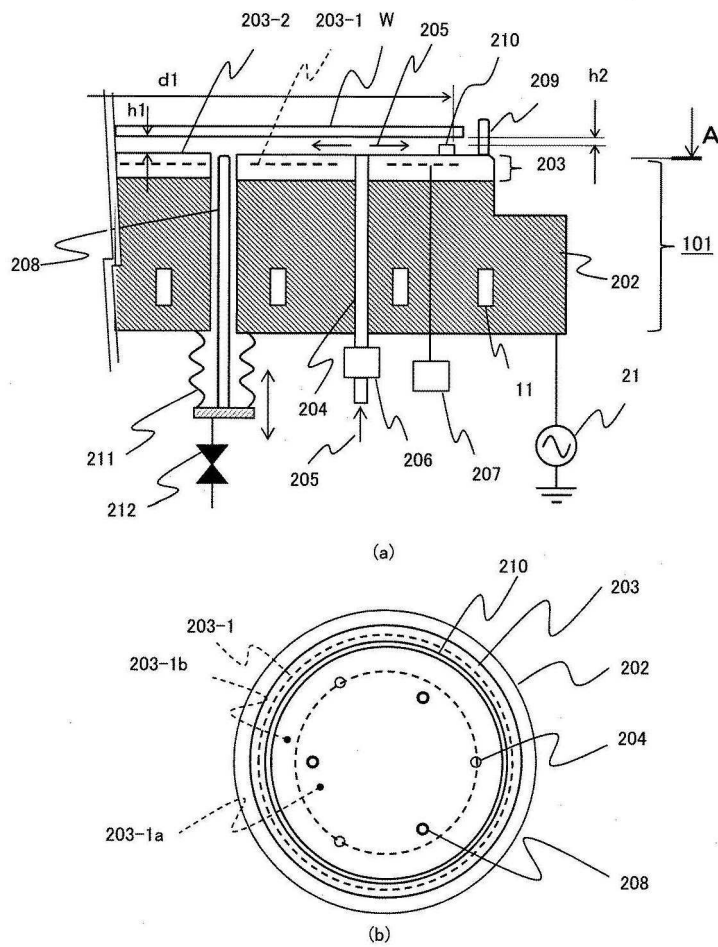
- |             |               |
|-------------|---------------|
| 218 : 배기 구멍 | 218-1 : 공동    |
| 219 : 배기 라인 | 220 : 피드스루    |
| 221 : 진공 펌프 | 222 : 검출 구멍   |
| 223 : 압력계   | 224 : 회전수 제어기 |
| 225 : 접촉제   |               |

도면

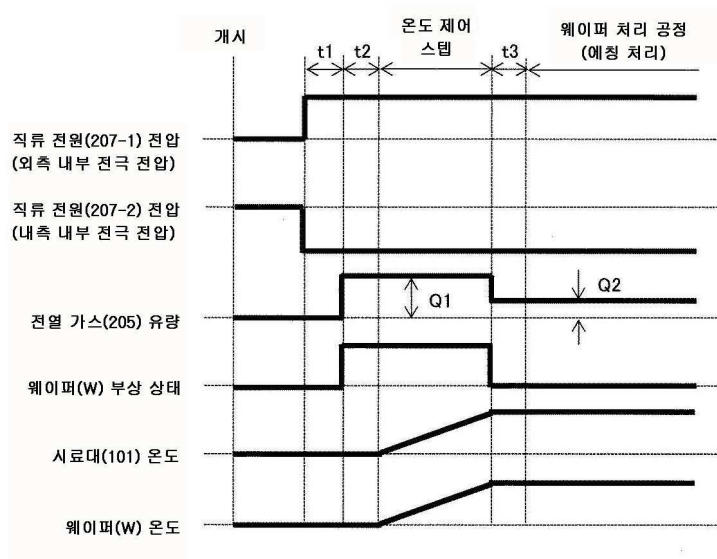
도면1



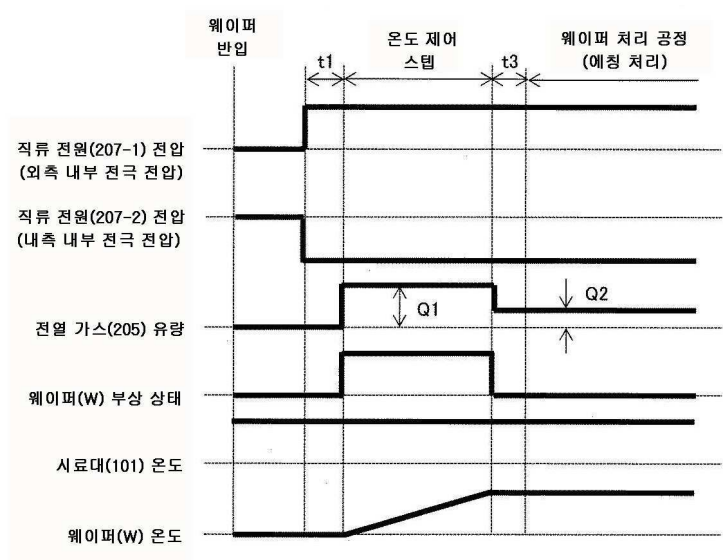
도면2



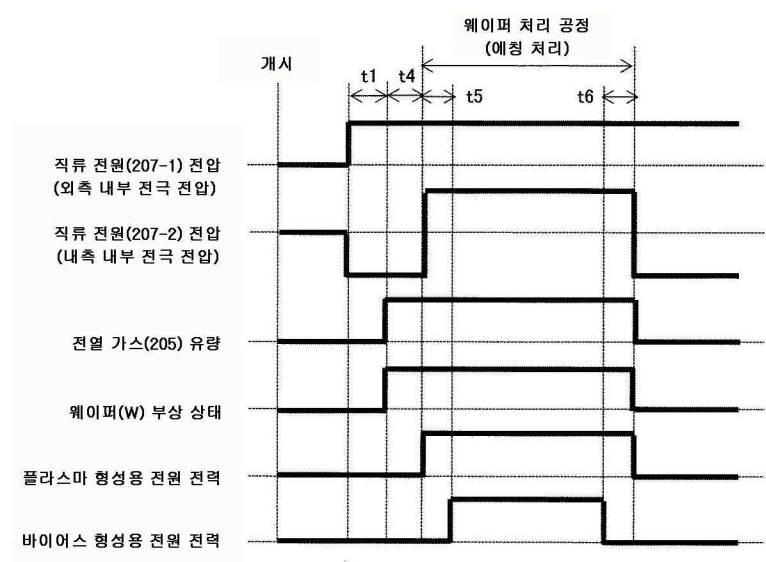
도면3



도면4

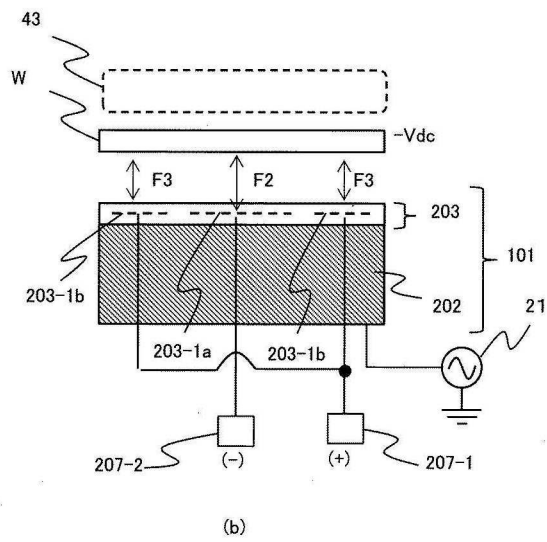
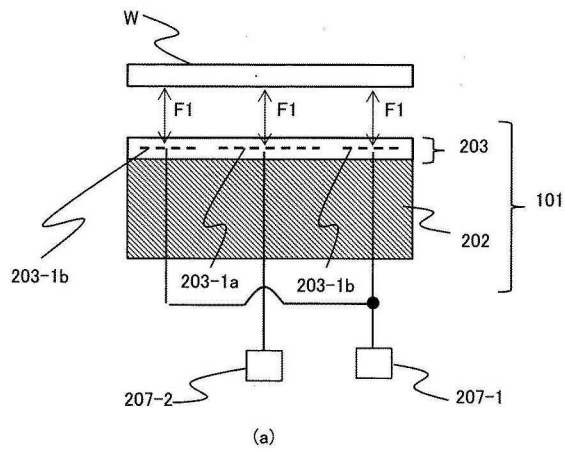


도면5

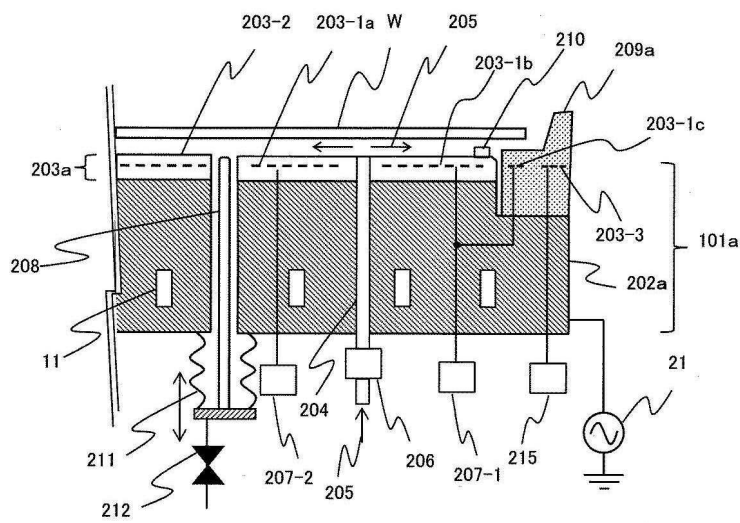




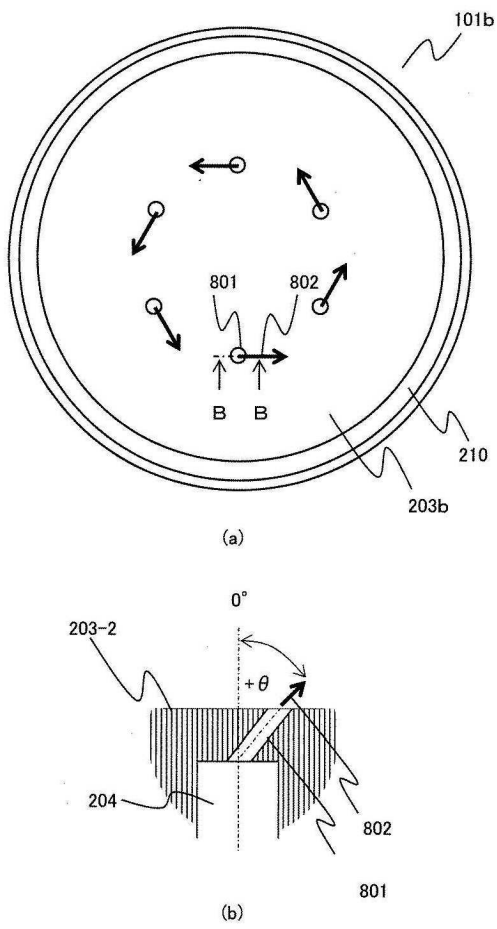
도면6



도면7

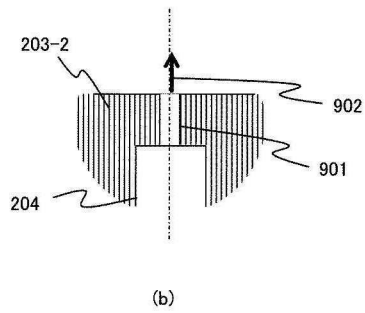
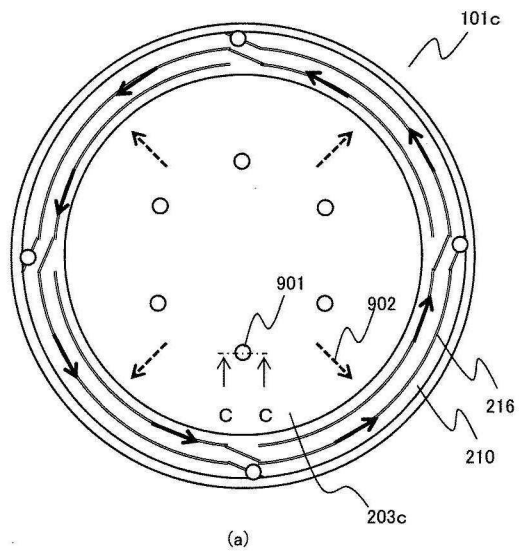


도면8

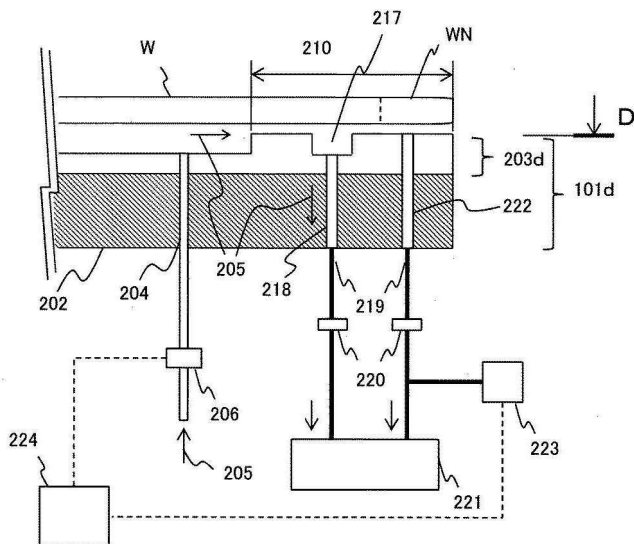




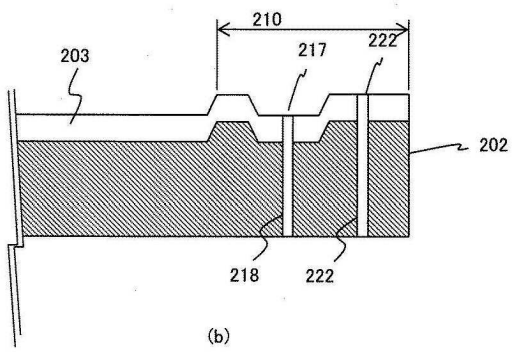
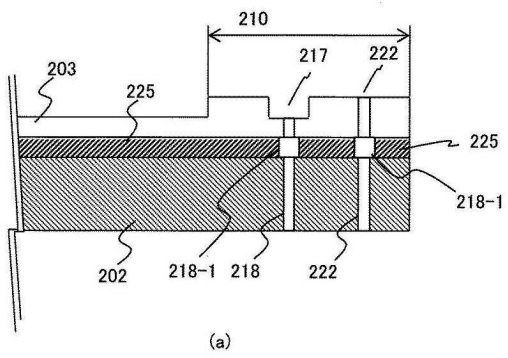
도면9



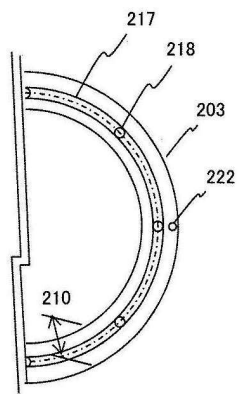
도면10



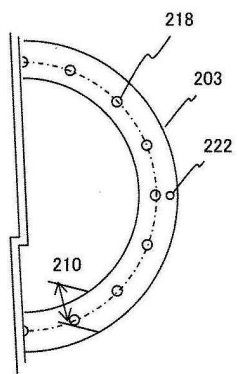
도면11



도면12

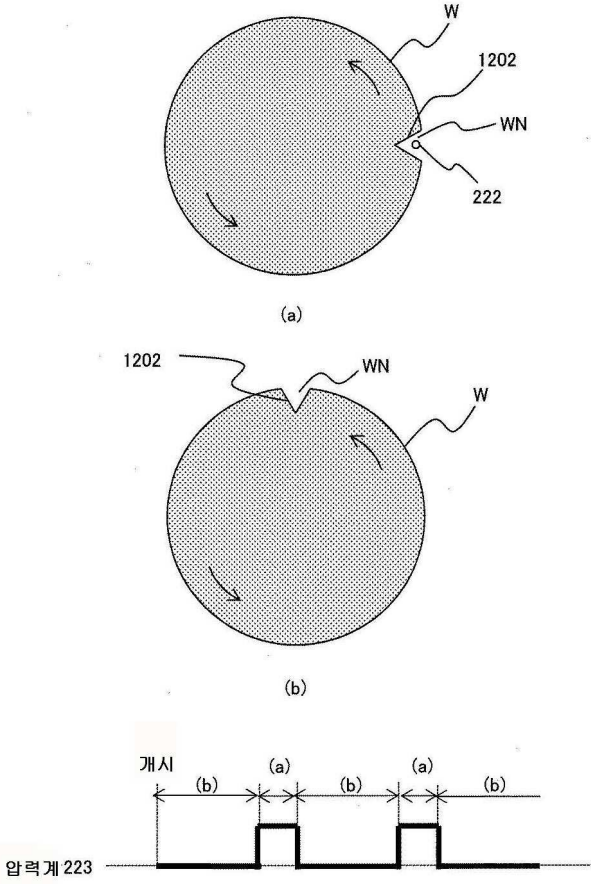


(a)

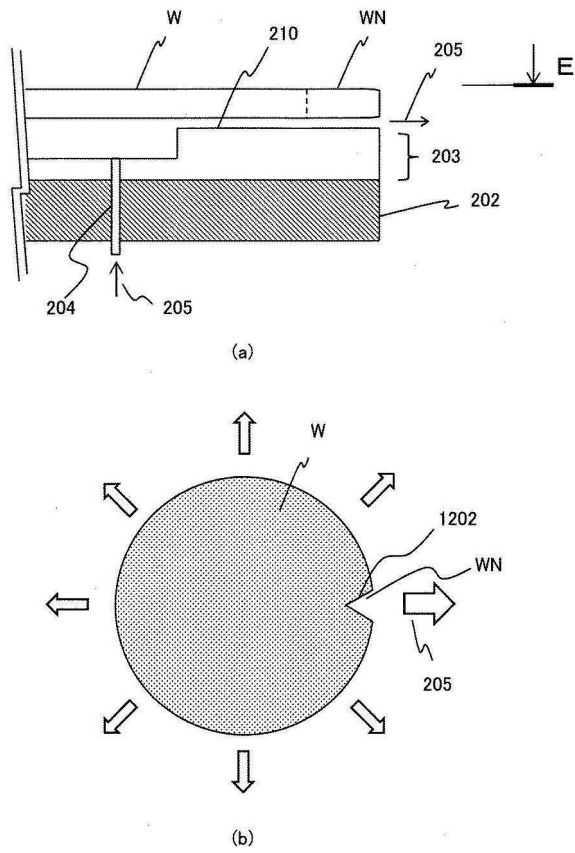


(b)

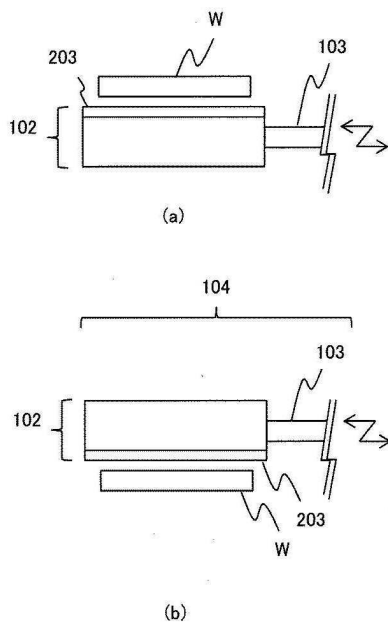
도면13



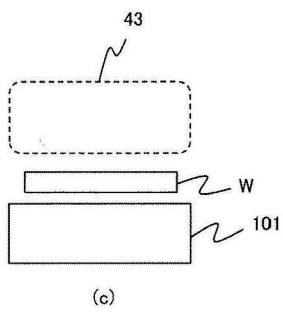
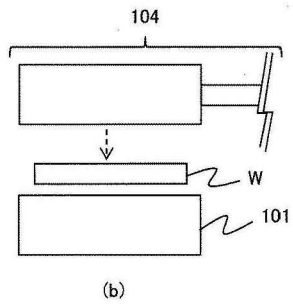
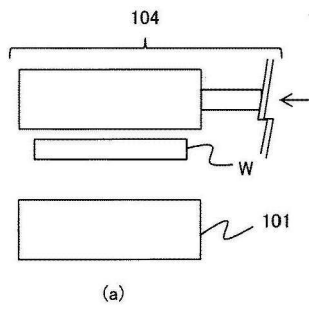
도면14



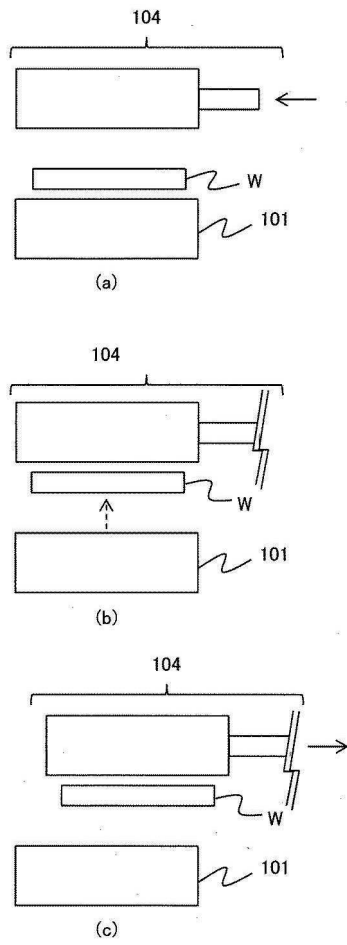
도면15



도면16



도면17



도면18

