



(19) 대한민국특허청(KR)  
 (12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

H01L 21/68 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년01월10일

(11) 등록번호 10-0666039

(24) 등록일자 2007년01월02일

(21) 출원번호 10-2004-0100147  
 (22) 출원일자 2004년12월02일  
 심사청구일자 2004년12월02일

(65) 공개번호 10-2005-0054831  
 (43) 공개일자 2005년06월10일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00408224 2003년12월05일 일본(JP)

(73) 특허권자 동경 엘렉트론 주식회사  
 일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고(72) 발명자 니시모토신야  
 일본 효고켄 아마가사키시 후소쵸 1-8 동경 엘렉트론 에이티 주식회사  
 내

나카야마히로유키  
 일본 야마나시켄 나라사카시 후지이쵸 기타케죠 2381-1 동경 엘렉트론  
 에이티 주식회사 내

기무라히데토시  
 일본 야마나시켄 나라사카시 후지이쵸 기타케죠 2381-1 동경 엘렉트론  
 에이티 주식회사 내

(74) 대리인 김창세

(56) 선행기술조사문현

CN1624892 A	JP07153825 A
JP09172055 A *	JP2000332091 A
JP2000340640 A	JP2002076105 A
JP2002222851 A	JP2002270681 A
JP2002305238 A	JP2002313898 A
JP2003086664 A	JP2003152065 A
JP2005191561 A	KR1020010018837 A
US20050207088 A1	JP2001351966A *

\* 심사관에 의하여 인용된 문현

심사관 : 이진형

전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 정전체

(57) 요약

본 발명은 정전기력을 사용하여 웨이퍼(W)를 흡착하는 정전체(16)에 관한 것으로, 정전체(16)은, 웨이퍼(W)와 접촉하는 복수의 돌기부(16C)를 갖고, 그리고 돌기부(16C)를, 1~2 $\mu$ m의 평균 입자직경을 갖는 알루미나 결정 입자를 포함하는 세라믹 유전체(16A)에 의해 형성함과 더불어, 돌기부(16C)의 웨이퍼(W)와의 접촉면을 입자직경에 의존하는 표면 조도의 Ra 0.2~0.3 $\mu$ m로 형성한다. 본 발명에 의하면, 리프터 펀에 의해 웨이퍼(W)가 튀어오르는 문제가 해결되며, 웨이퍼(W) 면내의 온도를 균일하게 제어하는 것이 가능하다.

## 대표도

도 1

### 특허청구의 범위

#### 청구항 1.

정전기력을 사용하여 피흡착 기판을 흡착하는 정전체에 있어서,

상기 정전체은, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 복수의 돌기부를 갖고, 그리고 상기 돌기부를, 소정의 입자직경을 갖는 결정 입자를 포함하는 세라믹 유전체에 의해 형성함과 동시에, 상기 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 접촉면을 상기 입자직경이 커지면 증가하고 상기 입자 직경이 작아지면 감소하는 표면 조도(粗度)로 형성하는 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 입자직경은 1~2 $\mu$ m이고, 상기 접촉면의 표면 조도는 Ra 0.2~0.3 $\mu$ m인 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 세라믹 유전체는, 산화알루미늄을 주성분으로 하는 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 세라믹 유전체는, 탄화규소를 포함하는 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 돌기부의 경도를, 비커즈 경도(Vicker's hardness)로 Hv2000 이상으로 설정한 것을 특징으로 정전체.

#### 청구항 6.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 복수의 돌기부의 상기 피흡착 기판의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 15% 이하로 설정한 것을 특징하는 정전체.

### 청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 돌기부를, 직경이  $0.5\text{mm}$  이하인 원주형상의 돌기로서 형성한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 복수의 돌기부간의 거리를,  $1\text{mm}$  이하로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 9.

제 6 항에 있어서,

상기 돌기부의 높이를,  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 10.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 접촉면의 표면 조도를, 플라즈마 클리닝에 의해 경시적으로 도달할 수 있는 표면 조도로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 11.

삭제

### 청구항 12.

삭제

### 청구항 13.

삭제

### 청구항 14.

삭제

### 청구항 15.

삭제

### 청구항 16.

삭제

### 청구항 17.

정전기력을 사용하여 피흡착 기판을 흡착하는 정전체에 있어서,

상기 정전체은, 외주연부와 그 내측에, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 제 1, 제 2 환상 돌기부를 갖고, 그리고 제 1, 제 2 환상 돌기부간 및 제 2 환상 돌기부의 내측에 각각 형성되는 제 1, 제 2 영역내에 열전도용 가스를 각각 공급하는 제 1, 제 2 가스 공급구를 갖는 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 18.

제 17 항에 있어서,

제 1 영역과 제 2 영역은, 각각 제 1, 제 2 환상 돌기부와는 상이한 복수의 제 1, 제 2 돌기부를 갖고, 제 1 돌기부와 제 2 돌기부는, 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적, 각각의 돌기부의 개수 밀도 및 각각의 돌기부의 높이의 적어도 어느 하나가 상이한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 19.

제 18 항에 있어서,

제 1 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 제 2 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율보다 크게 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 20.

제 19 항에 있어서,

제 2 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 15% 이하로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 21.

제 18 항에 있어서,

제 1 돌기부의 높이를, 제 2 돌기부의 높이보다 낮게 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 22.

제 18 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 2 돌기부의 높이를,  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

### 청구항 23.

제 18 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1 돌기부의 개수 밀도를, 제 2 돌기부의 개수 밀도보다 크게 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 24.

제 18 항 내지 제 21 항 중 어느 한 항에 있어서,

제 1, 제 2 돌기부는, 각각 동일 직경의 원주형상을 나타내고, 각각의 직경이  $0.5\text{mm}$  이하인 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 25.

제 17 항에 있어서,

상기 정전체는, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 복수의 돌기부를 더 갖고, 그리고 상기 돌기부의 상기 피흡착 기판의 단위 면적당 접촉면적 비율을 15% 이하로 설정함과 더불어 상기 돌기부의 높이를  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 26.

제 25 항에 있어서,

상기 돌기부를, 직경이  $0.5\text{mm}$  이하인 원주형상의 돌기로서 형성한 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 27.

제 25 항 또는 제 26 항에 있어서,

상기 접촉면의 표면 조도를,  $\text{Ra } 0.25\mu\text{m}$  이하로 형성한 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 28.

제 25 항 또는 제 26 항에 있어서,

상기 복수의 돌기부간의 거리를,  $1\text{mm}$  이하로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

#### 청구항 29.

제 17 항에 있어서,

상기 제 2 환상 돌기부의 폭을  $1.0\text{mm}$  내지  $1.5\text{mm}$ 로 설정함과 동시에, 상기 제 2 환상 돌기부에 인접하는 돌기부와의 거리를  $2\text{mm}$  이하로 설정한 것을 특징으로 하는 정전체.

명세서

#### 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 피흡착 기판을 정전기력에 의해 흡착 고정하는 정전체에 관한 것으로, 더욱 자세하게는, 피흡착 기판의 처리시에 내소모성을 높임과 더불어 피흡착 기판의 면내 온도를 소망하는 온도로 제어할 수 있는 정전체에 관한 것이다.

종래의 정전체(1)은, 예컨대 도 12에 도시하는 바와 같이, 피흡착 기판(예컨대, 웨이퍼) W의 플라즈마 처리시에 플라즈마 처리 장치의 탑재체의 일부로서 이용되는 것으로, 웨이퍼(W)를 탑재체(2) 상면에 정전기력으로 흡착, 고정하기 위해 이용된다. 또한, 탑재체(2)의 탑재면의 주위에는 포커스 링(3)이 배치되고, 이 포커스 링(3)에 의해 정전체(1)상의 웨이퍼(W)를 둘러싸고 있다.

또한, 탑재체(2)에는 정합기(4A)를 거쳐서 고주파 전원(4)이 접속되고, 소정의 진공도하에서 고주파 전원(4)으로부터 소정의 고주파 전력을 인가하여 상부 전극(도시하지 않음)과의 사이에서 프로세스 가스의 플라즈마를 발생시키며, 포커스 링(3)에 의해 플라즈마를 웨이퍼(W) 상면에 접속(集束)시킨다. 탑재체(2)의 내부에는 냉매 통로(2A)가 형성되고, 냉매 통로(2A)를 냉매가 순환함으로써 탑재체(2)를 냉각하여, 웨이퍼(W)를 소정의 온도로 유지한다. 또한, 탑재체(2)의 내부에는 열전도성 가스(예컨대, He 가스)의 가스 통로(2B)가 형성되고, 이 가스 통로(2B)는 탑재체(2) 상면의 복수 개소에서 개구하고 있다.

정전체(1)에는 가스 통로(2B)에 대응하는 관통 구멍(1A)이 형성되고, 가스 통로(2B)로부터 공급된 He 가스를 정전체(1)의 관통 구멍(1A)으로부터 탑재체(2)와 웨이퍼(W)간의 간극에 공급하고, 정전체(1)과 웨이퍼(W)간의 미세한 간극에 열전도성을 부여하여, 탑재체(2)에 의해 웨이퍼(W)를 효율적으로 냉각한다. 정전체(1)은 예컨대 알루미나 소결체 또는 알루미나 용사(溶射)로 이루어지는 세라믹에 의해 형성되고, 그 내부에는 직류 전원(5)에 접속된 전극판(1B)이 개재되어 있다. 정전체(1)은 직류 전원(5)으로부터 인가된 고전압에 의해 발생하는 정전기력으로 웨이퍼(W)를 정전 흡착한다. 또한, 탑재체(2)에는 복수의 리프터 핀(도시하지 않음)이 승강 가능하게 마련되어, 이들의 리프터 핀에 의해 정전체(1)상에서 웨이퍼(W)의 수수를 실행한다.

그런데, 세라믹 용사에 의한 정전체은, 웨이퍼(W)의 흡착면이 취약하고, 그 성분으로 이루어지는 파티클 등이 발생하여, 웨이퍼(W) 이면에 파티클 등이 부착하기 쉬워, 웨이퍼(W)의 세정 공정에서의 크로스 콘택미네이션의 문제를 발생하고 있다. 또한, 웨이퍼(W)의 흡착, 분리의 조작을 반복하는 동안에 정전체(1)의 표면이 서서히 거칠어져서 표면 상태가 변화하고, 웨이퍼 온도를 초기와 같이 제어할 수가 없어, 웨이퍼 온도가 경시적(經時的)으로 변화한다고 하는 문제도 있었다.

한편, 알루미나 소결체 등에 의해 형성된 정전체(1)에 대해서는, 예컨대 일본특허 제 3348140 호 공보(이하, 특허문헌 1이라 함) 및 일본 특허공개 2000-332091호 공보(이하, 특허문헌 2라 함)에 개시되어 있다. 특허문헌 1에는 할로겐계 가스의 플라즈마에 대한 내부식성을 높인 정전체에 대하여 기재되어 있다. 또한, 특허문헌 2에는, 표면에 복수의 뜯트가 형성된 정전체에 대하여 기재되어 있다. 이들의 정전체의 경우에는 전술한 바와 같은 문제를 해소할 수 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 특허문헌 1에 기재된 정전체의 경우에는, 내플라즈마성을 높일 수 있지만, 세라믹 용사의 경우와 마찬가지로, 정전체와 웨이퍼(W)간의 간극이 좁고, 게다가 정전체의 정전 용량이 크기 때문에, 리프터 핀을 이용하여 웨이퍼(W)를 정전체으로부터 분리할 때, 정전체의 잔류 전하에 의한 흡착력이 원인으로 리프터 핀에 의해 웨이퍼(W)가 튀어오를 우려가 있었다.

또한, 특허문헌 2에 기재된 정전체의 경우에는, 흡착면에 다수의 뜯트가 형성되어 있기 때문에, 웨이퍼(W)의 튀어오름에 관한 문제는 해소할 수 있다. 그러나, 정전체의 뜯트의 높이가  $5\mu\text{m}$  이하로 낮고, 정전체와 웨이퍼(W)간의 간극에 열전도성 가스를 공급하더라도 웨이퍼(W) 전면에 균일하게 널리 퍼지기 어렵기 때문에, 웨이퍼 온도를 신속하게 제어할 수 없고, 정전체의 표면에 방사상의 흠을 마련하여 열전도성 가스가 웨이퍼(W) 전면에 널리 퍼지도록 하고 있지만, 흠 부분과 그 이외의 부분에서의 열전도성 가스에 의한 열전달에 차가 발생하기 쉬워 면내 온도를 균일하게 제어하는 것이 어렵다고 하는 문제가 있었다. 또한, 뜯트와 웨이퍼(W)와의 접촉면적이 20%로 크기 때문에, 열전도성 가스에 의해 소망하는 온도 또는 온도 분포로 제어할 수 없었다. 또한, 이 정전체의 경우에는 내플라즈마성에 대해서는 분명하지 않다.

본 발명은, 상기 과제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 잔류 전하에 의한 피흡착 기판의 튀어오름이 없고, 내플라즈마 성 및 내마모성을 높일 수 있음과 더불어 피흡착 기판 전면의 면내 온도를 소망하는 온도 또는 온도 분포로 신속하고 균일하게 제어할 수 있는 정전체를 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

### 발명의 구성

본 발명의 일 태양에 따르면, 정전기력을 사용하여 피흡착 기판을 흡착하는 정전체에 있어서, 상기 정전체은, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 복수의 돌기부를 갖고, 그리고 상기 돌기부를, 소정의 입자직경을 갖는 결정 입자를 포함하는 세라믹 유전체에 의해 형성함과 동시에, 상기 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 접촉면을 상기 입자직경에 의존하는 표면 조도(粗度)로 형성하는 것을 특징으로 하는 정전체이 제공된다.

또한, 바람직하게는, 상기 입자직경은  $1\sim 2\mu\text{m}$ 이고, 상기 접촉면의 표면 조도는  $\text{Ra } 0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ 이다.

또한, 바람직하게는, 상기 세라믹 유전체는, 산화알루미늄을 주성분으로 한다.

또한, 바람직하게는, 상기 세라믹 유전체는, 탄화규소를 포함한다.

또한, 바람직하게는, 상기 돌기부의 경도를, 비커즈 경도(Vicker's hardness)로  $\text{Hv2000}$  이상으로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 복수의 돌기부의 상기 피흡착 기판의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 15% 이하로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 돌기부를, 직경이  $0.5\text{mm}$  이하인 원주형상의 돌기로서 형성한다.

또한, 바람직하게는, 상기 복수의 돌기부간의 거리를,  $1\text{mm}$  이하로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 돌기부의 높이를,  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 접촉면의 표면 조도를, 플라즈마 클리닝에 의해 경시적으로 도달할 수 있는 표면 조도로 설정한다.

또한, 본 발명의 다른 태양에 따르면, 정전기력을 사용하여 피흡착 기판을 흡착하고, 상기 피흡착 기판의 이면에 흠을 거치는 일없이 열전도용 가스를 공급하여 상기 피흡착 기판을 냉각하는 기구를 갖는 정전체에 있어서, 상기 정전체은, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 복수의 돌기부를 갖고, 그리고 상기 돌기부의 상기 피흡착 기판의 단위 면적당 접촉면적 비율을 15% 이하로 설정함과 더불어 상기 돌기부의 높이를  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한 정전체이 제공된다.

또한, 바람직하게는, 상기 돌기부를, 직경이  $0.5\text{mm}$  이하인 원주형상의 돌기로서 형성한다.

또한, 바람직하게는, 상기 접촉면의 표면 조도를,  $\text{Ra } 0.25\mu\text{m}$  이하로 형성한다.

또한, 바람직하게는, 상기 복수의 돌기부간의 거리를,  $1\text{mm}$  이하로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 정전체은, 외주연부와 그 내측에, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 제 1, 제 2 환상 돌기부를 갖고, 그리고 제 1, 제 2 환상 돌기부간 및 제 2 환상 돌기부의 내측에 각각 형성되는 제 1, 제 2 영역내에 열전도용 가스를 각각 공급하는 제 1, 제 2 가스 공급구를 갖는다.

또한, 바람직하게는, 제 2 환상 돌기부의 폭을  $1.0\text{mm}$  내지  $1.5\text{mm}$ 로 설정함과 동시에, 제 2 환상 돌기부에 인접하는 상기 돌기부와의 거리를  $2\text{mm}$  이하로 설정한다.

또한, 본 발명의 또 다른 태양에 따르면, 정전기력을 사용하여 피흡착 기판을 흡착하는 정전체에 있어서, 상기 정전체은, 외주연부와 그 내측에, 상기 피흡착 기판과 접촉하는 제 1, 제 2 환상 돌기부를 갖고, 그리고 제 1, 제 2 환상 돌기부간 및 제 2 환상 돌기부의 내측에 각각 형성되는 제 1, 제 2 영역내에 열전도용 가스를 각각 공급하는 제 1, 제 2 가스 공급구를 갖는 정전체이 제공된다.

또한, 바람직하게는, 제 1 영역과 제 2 영역은, 각각 제 1, 제 2 환상 돌기부와는 상이한 복수의 제 1, 제 2 돌기부를 갖고, 제 1 돌기부와 제 2 돌기부는, 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적, 각각의 돌기부의 개수 밀도 및 각각의 돌기부의 높이의 적어도 어느 하나가 상이하다.

또한, 바람직하게는, 제 1 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 제 2 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율보다 크게 설정한다.

또한, 바람직하게는, 제 2 돌기부의 상기 피흡착 기판과의 단위 면적당 접촉면적 비율을, 15% 이하로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 제 1 돌기부의 높이를, 제 2 돌기부의 높이보다 낮게 설정한다.

또한, 바람직하게는, 제 2 돌기부의 높이를,  $30\mu\text{m}$  이상으로 설정한다.

또한, 바람직하게는, 제 1 돌기부의 개수 밀도를, 제 2 돌기부의 개수 밀도보다 크게 설정한다.

또한, 바람직하게는, 제 1, 제 2 돌기부는, 각각 동일 직경의 원주형상을 나타내고, 각각의 직경이  $0.5\text{mm}$  이하이다.

본 발명의 정전체은, 예컨대 플라즈마 처리 장치에 이용함으로써 바람직한 결과를 얻을 수 있었다. 이하, 플라즈마 처리 장치에 이용된 정전체를 예로 들어 설명한다.

이하, 도 1 내지 도 11에 나타내는 실시형태에 근거하여 본 발명을 설명한다.

본 실시형태의 플라즈마 처리 장치(10)는, 예컨대 도 1에 도시하는 바와 같이, 고진공을 유지할 수 있는 챔버(11)와, 이 챔버(11)내에 배치되고 그리고 피흡착 기판(예컨대, 웨이퍼)(W)을 탑재하는 탑재체(12)와, 이 탑재체(12)를 챔버(11)로부터 전기적으로 절연하는 절연체(13)를 구비하고, 챔버(11)에 배기관(14A)을 거쳐서 접속된 진공 배기계(14)에 의해 소정의 진공도를 유지한 챔버(11)내에서 웨이퍼(W)에 대하여 소정의 플라즈마 처리를 실시하도록 구성되어 있다.

상기 탑재체(12)는, 전극(15)과, 전극(15)상에 접착제에 의해 부착된 정전체(16)을 구비하고 있다. 전극(15)에는 고주파 전원(17)이 접속되고, 고주파 전원(17)으로부터 전극(15)에 소정의 고주파 전력을 인가하여 챔버(11)내에서 플라즈마를 발생시킨다. 또한, 전극(15)내에는 냉매 유로(15A)가 형성되고, 냉매 유로(15A) 내에 소정의 냉매를 공급하여 전극(15) 및 정전체(16)을 거쳐서 웨이퍼(W)를 소정의 온도로 제어한다. 정전체(16)에는 후술하는 바와 같이 고전압 직류 전원(18)이 접속되고, 고전압 직류 전원(18)으로부터 정전체(16)에 고전압을 인가하여 정전체(16)에 정전기력을 발생시켜, 정전체(16)상에 웨이퍼(W)를 흡착, 고정한다.

또한, 상기 탑재체(12)에는 He 가스 등의 열전도성 가스를 공급하고, 후술하는 바와 같이 열전도성 가스에 의해 정전체(16)과 웨이퍼(W)간의 열전도성을 높여, 웨이퍼(W) 전면(全面)의 온도를 균일하게 제어하도록 되어 있다. 즉, 탑재체(12)에는 열전도성 가스를 공급하는 공급원(19)이 가스배관(19A)을 거쳐서 접속되고, 가스 배관(19A)은 2계통의 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)으로 분기되어 있다. 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)에는 각각 제 1, 제 2 가스 압력 제어기(Pressure Control Valve: PCV)(20A, 20B) 및 밸브(21A, 21B)가 부착되고, 이들의 밸브(21A, 21B)에 의해 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)을 개폐함과 더불어 가스 압력 제어기(20A, 20B)에 의해 열전도성 가스의 압력을 제어하도록 되어 있다. 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)은 밸브(21A, 21B)의 상류측에서 다시 분기되고, 밸브(22A, 22B) 및 오리피스(orifice)(23A, 23B)를 거쳐서 진공 배기계(14)에 접속되고, 진공 배기계(14)에 의해 열전도성 가스를 소정의 공급 압력으로 유지하도록 하고 있다.

그리고, 상기 정전체(16)은, 도 1, 도 2 및 도 4에 도시하는 바와 같이, 전극(15)에 접착제(A)에 의해 접착된 세라믹 유전체(16A)와, 세라믹 유전체(16A) 내에 형성된 전극층(16B)으로 구성되어 있다. 정전체(16)의 흡착면, 즉 세라믹 유전체(16A)의 상면에는 다수의 돌기부(16C)가 대략 전면에 균등하게 분산하여 형성되어 있다. 이와 같이 다수의 돌기부(16C)를 마련함으로써 정전체(16)에 있어서의 잔류 전하의 영향이 경감하고, 웨이퍼(W)를 정전체(16)로부터 분리할 때의 튀어오름을 방지할 수 있다. 이들의 돌기부(16C)는, 예컨대 도 2에 도시하는 바와 같이 서로 대략 등간격으로 이격하여 배치되고, 각각의 상단은 웨이퍼(W)와의 접촉면으로서 평탄하게 형성되어 있다.

상기 복수의 돌기부(16C)의 웨이퍼(W)와의 접촉면적은, 웨이퍼(W)의 단위 면적당 15% 이하로 설정되어 있는 것이 바람직하다. 이 접촉면적의 웨이퍼(W)에 대한 비율은 작은 쪽이 열전도성 가스에 의한 웨이퍼 온도의 제어를 용이하게 실행할

수 있지만, 지나치게 작으면 열전도성 가스보다도 높은 열전도율을 갖는 세라믹에 의해 형성되는 돌기부(16C)를 통한 웨이퍼(W)와 냉매와의 사이의 열전도가 작아져서 웨이퍼(W)의 평형 온도가 상승한다. 웨이퍼(W)의 단위 면적당 접촉면적 비율이 15%를 넘으면, 열전도성 가스에 의한 온도 제어성이 저하하기 때문에 바람직하지 못하다. 본 실시형태에서는 소망하는 평형 온도와 온도 제어성을 실현하기 위하여 15%로 설정되어 있다.

열전도성 가스에 의한 웨이퍼 온도의 제어성은, 돌기부(16C) 사이의 저면과 돌기부(16C)의 측면과의 합계의 총접촉 가스 면적에 의해 크게 변화한다. 즉, 열전도성 가스에 의한 웨이퍼(W)에의 열전도는, 웨이퍼(W) 이면과 직접접촉하고 있는 부분으로부터의 열전도 이외에, 돌기부(16C) 사이의 저면과 돌기부(16C)의 측면으로부터 돌기부(16C)를 경유하는 열전도가 존재한다. 그 때문에, 총접촉 가스 면적이 클수록 열전도성 가스에 의한 열전도 효율이 좋다.

웨이퍼(W)와 돌기부(16C)의 총 접촉면적이 동일한 경우, 돌기부(16C)의 높이가 높을수록 돌기부(16C)의 측면의 면적이 커지고, 나아가서는 총접촉 가스 면적은 커지기 때문에 바람직하다. 또한, 각각의 돌기부(16C)의 임의의 높이의 수평 단면의 형상이 동일한 돌기부가 복수 형성되어 있는 경우에는, 각각의 돌기부(16C)의 수평 단면(웨이퍼(W)와의 접촉면)이 작을수록 總接 가스 면적이 커지기 때문에 바람직하다.

돌기부(16C)는, 웨이퍼(W)와 돌기부(16C)의 단위 면적당 접촉면적 비율 [(돌기부 표면 접촉부/웨이퍼 면적)×100%] 을 15% 이하로 설정하는 것이 바람직하다. 웨이퍼 온도의 제어성을 감안하면, 돌기부(16C)는 직경 0.5mm 이하, 높이 30μm 이상이 바람직하고, 높이는 40μm 이상이 보다 바람직하다. 또한, 돌기부(16C)의 직경과 높이의 어스펙트비(높이/직경)가 1 보다 커지면, 돌기부(16C)가 웨이퍼(W)와의 스침 등에 의해 파손될 우려가 있기 때문에, 직경의 하한 및 높이의 상한은 어스펙트비가 1 이하의 범위로 되도록 설정하는 것이 바람직하다. 각각의 돌기부(16C)는, 예컨대 원주형상으로, 수평 단면의 직경이 0.5mm, 높이가 30μm로 설정되어 있다.

돌기부(16C)의 총 측면 면적을 크게 설정하기 위해서, 수평단면 형상을 원형상이 아니라 사각형상으로 하여도 무방하고, 또한 돌기부(16C)의 측면은 수직면이 아니라 경사 또는 단차를 주어서 하측의 단면이 큰 구조로 하여도 무방하다. 또한, 돌기부(16C)의 선단의 에지부는 깍임에 의한 파티클의 발생을 억제하기 위하여, 곡면형상으로 하는 것이 바람직하다. 이 경우, 웨이퍼(W)와의 접촉면은, 곡면 부분을 포함하지 않고 웨이퍼(W)와 접촉하는 부분만이다.

또한, 상기 복수의 돌기부(16C)간의 거리 δ는, 도 4에 도시하는 바와 같이, 2mm 이하, 바람직하게는 1mm 이하, 더욱 바람직하게는 웨이퍼(W)의 두께 t와 대략 동등하거나, 또는 두께 t보다 짧아지도록 설정되어 있는 것이 바람직하다. 거리 δ와 두께 t를 대략 동등하게 설정함으로써, 돌기부(16C) 상면으로부터 웨이퍼(W)의 표면까지 열 전달하는 시간과 이 돌기부(16C)로부터 인접하는 돌기부(16C)까지 열 전달하는 시간이 대략 동등하게 되어, 웨이퍼(W) 표면에서의 돌기부(16C)와 공간부와의 온도차가 작아진다.

또한, 상기 돌기부(16C)의 높이는, 높은 쪽이 정전체(16)과 웨이퍼(W)간의 공간 전체에 열 전도성 가스가 순간적으로 도달하기 때문에 바람직하다. 이와 같은 점을 감안하면 돌기부(16C)의 높이는 전술한 30μm 이상, 보다 바람직하게는 40μm 이상의 높이로 설정되어 있는 것이 바람직하다. 30μm 미만에서는 열전도성 가스가 정전체(16)과 웨이퍼(W)간의 공간 전체에 도달하는 시간이 길어져서, 웨이퍼 온도의 제어성이 저하될 우려가 있다. 이것을 실증하는 데이터가 도 5이다. 도 5는 돌기부(16C)의 높이가 10μm 및 30μm에 있어서의, 웨이퍼(W)에 있어서의 열전도성 가스의 도달 거리와 시간과의 관계를 나타내는 그래프이다. 도 5로부터도 분명한 바와 같이, 돌기부(16C)의 높이가 10μm인 경우에는 가스 공급부로부터의 거리가 길어지면 급격히 열전도성 가스의 도달 시간이 길어지지만, 그 높이가 30μm 이상의 경우에는 순간적으로 웨이퍼(W)의 전체에 도달하는 것을 알 수 있다.

또한, 돌기부(16C)의 높이가 10μm 정도로 낮은 경우에는, 돌기부(16C)가 형성되는 저면부에 예컨대 홈 등의 가스 확산 기구를 마련하고, 가스 확산 기구를 거쳐서 열전도성 가스를 신속히 확산시켜, 단시간에 웨이퍼(W) 전체에 도달시킬 필요가 있었다. 본 실시형태에서는 전술한 바와 같이, 돌기부(16C)의 높이를 30μm 이상으로 높게 설정함으로써, 가스 확산 기구를 마련할 필요가 없어져, 제조 비용을 저감하고 그리고 홈에서의 온도 불균일성 등의 문제를 발생하는 일이 없다.

또한, 도 1, 도 3에 도시하는 바와 같이 정전체(16)의 외주연부에는 다수의 돌기부(16C)와 동일 높이의 제 1 환상 돌기부(16D)가 형성되고, 이 환상 돌기부(16D)에 의해 정전체(16)과 웨이퍼(W)간의 간극에 공급되는 열전도성 가스를 웨이퍼(W) 면내에 밀봉하는 시일 링으로서 기능한다. 또한, 제 1 환상 돌기부(16D)의 내측에는 제 1 환상 돌기부(16D)와 동심원 형상으로 제 2 환상 돌기부(16E)가 복수의 돌기부(16C)와 동일 높이로 형성되고, 이 환상 돌기부(16E)에 의해 제 1 환상 돌기부(16D)내의 영역을 이분할하고 있다. 즉, 도 3에 도시하는 바와 같이, 제 1 환상 돌기부(16D)와 제 2 환상 돌기부

(16E) 사이에 링형상의 제 1 영역(16F)가 형성되고, 제 2 환상 돌기부(16E)의 내측에 원형상의 제 2 영역(16G)이 형성되며, 제 2 환상 돌기부(16E)가 제 1, 제 2 영역(16F, 16G)간의 시일 링으로서 기능한다. 또한, 도 3에서는 돌기부(16C)는 도시하지 않는다.

따라서, 정전척(16)에 의해 웨이퍼(W)를 정전 흡착하면, 웨이퍼(W)는 다수의 돌기부(16C) 및 제 1, 제 2 환상 돌기부(16D, 16E)와 각각 접촉하고, 웨이퍼(W)와 정전척(16)간에 제 1, 제 2 영역(16F, 16G)에 대응한 2개의 공간이 형성된다. 이하에서는, 제 1, 제 2 영역(16F, 16G)에 대응하는 각각의 공간을 필요에 따라서 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)이라고 칭한다.

그리고, 제 1, 제 2 영역(16F, 16G)에는 각각 도 3에 도시하는 바와 같이 제 1, 제 2 가스 공급구(16H, 16I)가 복수개씩 형성되고, 이들의 가스 공급구(16H, 16I)에는 각각 후술하는 바와 같이 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)이 접속되어 있다. 또한, 도 3에 있어서, 참조부호(16J)는 리프터 펀(24)이 승강하는 구멍이다.

제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C)은, 도 1에 도시하는 바와 같이, 절연체(13) 상면에 형성된 제 1, 제 2 환상 오목부(13A, 13B)에 접속되고, 이들의 환상 오목부(13A, 13B)내에 열전도성 가스를 공급하도록 되어 있다. 또, 동일 도면에 도시하는 바와 같이, 전극(15) 및 정전척(16)에는 각각 제 1, 제 2 영역(16F, 16G)과 연통하는 제 1, 제 2 연통로(25, 26)가 형성되어 있다. 따라서, 가스 공급원(19)의 열전도성 가스는, 제 1, 제 2 분기 배관(19B, 19C), 제 1, 제 2 환상 오목부(13A, 13B), 제 1, 제 2 연통로(25, 26) 및 제 1, 제 2 가스 공급구(16H, 16I)를 경유하여 정전척(16)의 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)에 도달한다.

정전척(16)과 웨이퍼(W)간의 공간을 제 1, 제 2 환상 돌기부(16D, 16E)에 의해 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)으로 2분할함으로써 각 공간(16F, 16G)내에 공급되는 열전도성 가스의 압력을 개별로 제어할 수 있다. 웨이퍼(W)의 플라즈마 처리를 실행하면, 웨이퍼(W)의 외주연부가 그 내측보다도 온도가 높아진다. 따라서, 제 1 공간(16F) 내의 열전도성 가스의 압력을 높게, 예컨대 40Torr로 설정하여 열전도성을 높이고, 제 2 공간(16G) 내의 열전도성 가스의 압력을 낮게, 예컨대 10Torr로 설정하여 제 1 공간(16F) 내의 열전도성을 제 2 공간(16G) 내의 열전도성보다 높게 설정함으로써 웨이퍼(W) 전면의 온도를 균일하게 제어할 수 있다.

또한, 제 1, 제 2 공간(16F, 16G) 내의 돌기부(16C)를 각각 제 1, 제 2 돌기부로 정의하면, 제 1 돌기부의 웨이퍼(W)와의 접촉면적 비율을, 제 2 돌기부의 웨이퍼(W)와의 접촉면적 비율보다 크게 설정함으로써 돌기부(16C)를 통한 웨이퍼(W)와 냉매와의 사이의 열전도를 높여 웨이퍼(W) 전면의 온도를 균일하게 제어할 수 있으나, 웨이퍼 주연부의 열전도 가스에 의한 온도 제어성은 그 내측보다도 낮게 된다. 이 때, 동일한 접촉면적 비율로 제 1 돌기부의 개수 밀도를 제 2 돌기부의 개수 밀도보다 크게 설정함으로써 웨이퍼(W) 주연부의 열전도성 가스에 의한 온도 제어성을 높일 수 있다. 또한, 제 1 돌기부의 높이를 제 2 돌기부의 높이보다 낮게 설정함으로써 마찬가지로 웨이퍼 주연부의 온도를 낮게 할 수 있다.

이와 같이 정전척(16)과 웨이퍼(W)간의 공간을 이분할하여 각각 독립적으로 열전도성 가스의 압력을 제어하는 구성을 채용함으로써, 웨이퍼(W) 주연부와 중심부 각각에 있어서의 웨이퍼 온도를 독립적으로 제어할 수 있으므로, 예컨대 플라즈마 상태가 불균일하더라도 웨이퍼(W) 면내의 예칭 속도와 예칭형상 등을 균일하게 제어할 수 있다.

제 2 환상 돌기부(16E)와 제 1, 제 2 공간부(16F, 16G) 내의 링형상으로 배치된 가장 가까운 돌기부(16C)와의 사이의 거리는, 2mm 이하, 바람직하게는 1mm 이하, 더욱 바람직하게는 웨이퍼(W)의 두께 t와 대략 동등하거나, 또는 두께 t보다 짧아지도록 설정되어 있는 것이 바람직하다. 제 2 환상 돌기부(16E)와 가장 가까운 돌기부(16C)와의 간극이 열전도에 부여하는 영향을 관찰하기 위하여 보다 영향이 나오기 쉬운 구조라고 고려되는 돌기부 영역 사이에 복수종의 폭을 가진 홈을 마련한 경우에 대하여 검증했다.

도 6a 및 도 6b는 유한 요소법을 이용하여 다음 설정 조건으로 실행한 열전도 해석의 결과를 나타내고 있다. 즉, 도 6a 및 도 6b에 나타내는 웨이퍼에 있어서의 온도 분포 및 온도차 분포는, 돌기부 영역의 접촉면적율을 15%, 그 높이를 30μm, 백사이드 가스 압력을 15Torr, 웨이퍼 두께를 0.7mm로 설정하고, 또한 하부 전극의 온도를 25°C, 웨이퍼에의 입열량을 3.4W/cm<sup>2</sup>, 홈 깊이(무한 길이)를 보다 영향이 나오기 쉬운 100μm로 설정하고, 홈 폭을 0mm, 1mm, 2mm, 3mm 및 4mm의 5종류로 설정하여 계산한 결과를 나타내고 있다.

또한, 상기 조건으로 레지스트가 도포된 웨이퍼를 산소 플라즈마에 의해 실제로 예칭하고, 예칭 속도를 측정한 바, 홈 폭 1.7mm의 경우에는 레지스트를 예칭하여도 홈에 의한 예칭에의 영향이 없는 것을 확인했다. 상기 해석 결과와 실험 결과를 비교하면, 도 6a 및 도 6b에 도시하는 해석 결과에서는 홈 폭이 2mm인 경우에는 웨이퍼의 홈 폭 중심과 그 주변에 있어서의 온도차는 약 1°C이기 때문에, 홈 주변의 온도차를 1°C 이하로 억제하기 위해서는 홈 폭을 2mm 이하로 설정하는 것이 바

람직하다는 것을 알 수 있다. 이 때, 돌기부간의 간격이 흠 폭 이상으로 크면, 온도차가 커지기 때문에, 바람직하게는 1mm 이하, 더욱 바람직하게는 웨이퍼(W)의 두께 이하로 설정되어 있는 것이 바람직하다. 본 실시예에서는 제 2 환상 돌기부(16E)와 가장 가까운 돌기부(16C)의 거리가 0.5mm로 설정되어 있다. 따라서, 웨이퍼(W) 이면이 접촉면적 비율이 작은 돌기부(16C)에 의해 형성된 정전체(16)이어도 제 2 환상 돌기부(16E)의 영향을 받는 일없이, 웨이퍼(W) 전면에서 소망하는 온도 분포를 실현할 수 있다.

웨이퍼(W)와 돌기부(16C)의 단위 면적당 접촉면적 비율이 15%, 개개의 돌기부(16C)가 원주형상, 수평단면의 직경이 0.5mm, 높이가 30μm인 조건으로, 백사이드 가스(He) 압력을 중심부에서 5Torr, 주연부에서 40Torr, 전극온도를 60°C로 설정한 상태로 웨이퍼(W)를 흡착시킨 바, 도달 평형온도의 95%의 온도에 도달하기까지의 시간은 14.4초이고, 종래의 세라믹 용사의 정전체과 대략 동등한 온도 응답성이 있었다. 따라서. 온도 응답성을 보다 양호하게 하기 위해서는, 웨이퍼(W)와 돌기부(16C)와의 단위 면적당 접촉면적 비율을 15% 이하로 하고, 동일한 접촉면적 비율에 있어서는 원주형상의 돌기부(16C)의 수평단면(웨이퍼와의 접촉면)의 직경을 0.5mm 이하, 높이를 30μm 이상으로 설정하는 것이 바람직한 것이 실증되었다. 이 경우, 평형온도가 상승하기 때문에, 냉매 온도를 내리는 등으로 하여 냉각 능력을 높게 설정하는 것이 바람직하다.

또한, 도 7a 및 도 7b는 유한 요소법을 이용하여 다음 설정 조건으로 제 1, 제 2 환상 돌기부(16D, 16E)의 밀봉 폭의 온도 분포에의 영향에 대하여 실행한 열전도 해석의 결과를 나타내고 있다. 즉, 도 7a 및 도 7b에 나타내는 웨이퍼에 있어서의 온도 분포 및 온도차 분포는, 돌기부의 접촉면적율을 15%, 그 높이를 30μm, 백사이드 가스 압력을 15Torr, 웨이퍼 두께를 0.7mm로 설정하고, 또한 하부 전극의 온도를 25°C, 웨이퍼에의 입열량을 3.4W/cm<sup>2</sup>, 밀봉 높이를 30μm로 설정하고, 밀봉 폭을 0mm, 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm 및 2.0mm의 5종류로 설정하여 계산한 결과를 나타내고 있다.

또한, 레지스트 애칭 속도의 점으로부터 온도차 약 1°C 이내가 바람직하기 때문에, 밀봉 폭을 1.5mm 이하로 설정하는 것이 바람직한 것을 알았다. 이 때, 밀봉 폭이 지나치게 좁으면 백사이드 가스가 누출될 우려가 있기 때문에, 1mm 이상으로 설정하는 것이 바람직하다. 가스 누출에 관해서는, 환상 돌기부의 표면 조도 Ra가 0.2~0.3μm인 경우에는 누출량을 1sccm 이하로 억제하기 위해서는 밀봉 폭으로서 3mm 이상이 필요하다. 제 2 환상 돌기부(15E)의 경우에는 다소의 누출이 있더라도 영향이 적기 때문에, 1.0~1.5mm의 범위로 설정하는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 정전체(16)을 형성하는 세라믹 유전체(16A)는, 소정의 평균 입자직경을 갖는 결정 입자를 포함함과 더불어 돌기부(16C)의 웨이퍼(W)와의 접촉면(상면)이 결정 입자의 평균 입자직경에 의존하는 표면 조도로 형성(가공)되어 있다. 결정 입자의 평균 입자직경에 의존하는 표면 조도란, 세라믹 유전체가 플라즈마에 의한 드라이 클리닝에 의해 표면이 스퍼터되어 경시적으로 변화하여, 최종적으로 일정한 표면 조도에 도달하여 그 이상 표면 조도가 변화하지 않고 안정될 때의 표면 조도를 말한다. 안정될 때의 표면 조도는, 결정 입자의 평균 입자직경이 작을수록 작고, 결정 입자의 평균 입자직경이 클수록 커진다.

본 실시형태에서는, 결정 입자의 평균 입자직경이 1~2μm이고, 플라즈마에 의한 드라이 클리닝에 의해 최종적으로 도달하는 표면 조도가 Ra 0.2~0.3μm로 된다. 따라서, 돌기부(16C)의 표면 조도를 미리 Ra 0.2~0.3μm로 가공하여 놓는다. 이에 의해 드라이 클리닝을 복수회 반복하여도 이 표면 조도 이상으로 돌기부(16C)의 표면이 거친 경우는 없고, 시중 안정된 열전달 성능을 유지할 수 있어, 웨이퍼 온도의 제어성이 시종 안정된다. 결정 입자의 평균 입자직경이 2μm보다 큰 경우에는, 플라즈마 처리에 의해 스퍼터되어 경시적으로 변화하여, 안정되는 표면 조도는 0.3μm보다 커지기 때문에, 돌기부(16C)의 선단은 미리 0.3μm보다 큰 소정의 표면 조도로 가공해 둘 필요가 있다. 한편, 결정 입자직경의 평균 입자직경이 1μm보다 작은 경우에는, 플라즈마 처리에 의해 스퍼터되어 경시적으로 변화하여, 안정되는 표면 조도는 0.2μm보다 작아지기 때문에, 돌기부(16C)의 선단은 미리 0.2μm보다 작은 소정의 표면 조도로 가공해 둘 필요가 있다.

또한, 도 8은 비커즈 경도(Vicker's hardness)가 높은 본 실시형태의 정전체과, 본 발명에 포함되지 않는 정전체의 운전 시간[웨이퍼(W)를 탑재하지 않은 상태로 정전체를 O<sub>2</sub> 플라즈마에 노출시키는, 웨이퍼 드라이 클리닝의 적산 시간]과 각각의 돌기부(16C)의 표면 조도를 비교한 그래프이다. 또한, 도 8에 있어서, 본 실시형태의 정전체은 ●표시로 나타내고, 그 결정 입자의 평균 입자직경은 1~2μm이었다. 또한, 본 발명에 포함되지 않는 정전체은 ▲표시로 나타내고, 그 결정 입자의 평균 입자직경은 12μm이었다. 이 도면으로부터도 분명한 바와 같이, 본 발명외의 정전체은 운전 시간 개시후 40시간에서 표면 조도가 약 0.1μm에서 0.6μm까지 급격히 높아지고, 40시간 이후에는 표면 조도가 0.5~0.6μm의 거친 상태로 악화되어 대략 안정되어 있다. 이에 대하여 본 실시형태의 정전체(16)은 운전 개시시의 표면 조도 0.1μm 약(弱)으로부터 운전 시간 100시간에서 0.1μm 강(強)까지 근소하게 높아지지만, 플라즈마에 의한 거칠기가 경미한 것을 알 수 있다.

돌기부(16C)의 표면 조도는, 결정 입자의 평균 입자직경이 상이하더라도 결정 입자의 입자직경에 의존하는 표면 조도에 의해 안정되기 때문에, 미리 안정되는 표면 조도로 가공해 놓음으로써 표면 조도의 경시변화를 없앨 수 있다. 즉, 도 8에 나타내는 본 실시형태의 정전척의 경우에는 미리 약  $Ra 0.25\mu\text{m}$ (가공 정밀도에 편차가 있기 때문에, 관리 폭은  $Ra 0.2\sim0.3\mu\text{m}$ 로 됨)로 가공하고, 동일 도면에 나타내는 본 발명 이외의 정전척의 경우에는 미리 약  $Ra 0.5\sim0.6\mu\text{m}$ 로 가공해 놓으면 되는 것을 알 수 있다.

상기 정전척(16)을 형성하는 세라믹 유전체(16A)는, 산화알루미늄을 주성분으로 하는 알루미나 소결체가 바람직하고, 또한 이 소결체는 탄화규소를 포함하고 있는 것이 바람직하다. 탄화규소를 첨가함으로써 경도 및 내마모성을 높일 수 있다. 또한, 이 정전척(16)은, 고온고압하에서 소성된 소결체인 것이 보다 바람직하다. 고온고압하에서 소성함으로써 정전척(16)의 경도를 더욱 높게 할 수 있고, 비커스 경도 Hv2000 이상의 경도를 얻을 수 있어, 내플라즈마성 및 내마모성을 더욱 향상시킬 수 있으며, 나아가서는 웨이퍼(W)의 흡착, 분리에 의한 돌기부(16C) 상면의 거칠음을 방지할 수 있다.

또한, 도 9는 본 실시형태의 정전척(16)에 이용된 소결체와 다른 세라믹의 내플라즈마성을 비교한 그래프이다. 도 9에서는, 본 실시형태에 이용된 소결체는 탄화규소를 포함하고 고온고압하에서 소성한 시료 No.3으로 나타나 있고, 비커스 경도 Hv가 2200이었다. 다른 시료 No.1은 알루미나 용사에 의한 일반적인 정전척으로, 그 비커스 경도 Hv가 1000이었다. 또한, 시료 No.2는 상압하에서 산화 알루미늄의 그린 시트를 소결한 세라믹 유전체로 이루어지는 정전척으로, 그 비커스 경도 Hv가 1000이었다. 또한, 시료 No.4는 산화 알루미늄을 주성분으로 하고, 상압하에서 그린 시트를 No.2와는 상이한 조건으로 소결한 세라믹 유전체로 이루어지는 정전척으로, 그 비커스 경도 Hv가 1400이었다. 도 9로부터도 분명한 바와 같이, 본 실시형태 이외의 어느 시료도 비커스 경도 Hv가 2000보다 낮고, 플라즈마에 의한 소모 속도가 빨라, 내플라즈마성이 떨어지는 것을 알 수 있다.

또한, 도 10은 본 실시형태의 정전척(16)에 있어서의 돌기부(16C)의 표면 조도와 웨이퍼리스(waferless) 드라이 클리닝 시간과의 관계를 나타낸 그래프이다. 정전척(16)으로서 소결체의 알루미나 입자의 결정 입자직경이 약  $1\mu\text{m}$ 인 것을 이용하고, 도 10에 도시하는 바와 같이 표면 조도 Ra가  $0.09\sim0.29\mu\text{m}$ 의 범위로 되도록 돌기부(16C)의 표면 가공을 실행하고, 각 정전척(16)과 드라이 클리닝 시간과의 관계를 보았다. 도 10으로부터도 명백한 바와 같이, 어느 표면 조도를 갖는 정전척(16)도 클리닝 시간의 경과와 함께 일정한 표면 조도로 수렴하는 것이 입증되었다. 그리고, 이 수렴값이  $Ra 0.25\mu\text{m}$ 인 것을 알 수 있다. 이 값은 다른 표면조도 Ry로 환산하면  $1.7\mu\text{m}$ 이었다. 또한, 웨이퍼리스 드라이 클리닝시의 플라즈마 전위(Vpp)는 600V이었다.

또한, 도 11은 열전도 가스(He 가스)의 각종 압력에 대한, 돌기부(16C)의 표면 조도와 웨이퍼 온도와의 관계를 나타내고 있다. 도 11로부터 분명한 바와 같이, 돌기부(16C)의 표면 조도 Ra가  $0.2\mu\text{m}$ 보다 커지면 웨이퍼 온도가 서서히 높아지고, 탑재체(12)측으로부터의 냉각 효율이 서서히 저하하고 있는 것을 알 수 있다. 특히, 표면 조도 Ra가  $0.27\mu\text{m}$  전후로부터 급격히 냉각 효율이 저하하는 경향이 있다. 그러나, 표면 조도 Ra가  $0.2\mu\text{m}$ 보다도 작아지면 대략 일정한 냉각 효율을 나타내고 있는 것을 알 수 있다. 따라서, 돌기부(16C)의 표면 조도 Ra가 본 발명의  $0.2\sim0.25\mu\text{m}$ 의 범위에서 가공 편차가 발생하였다고 하더라도, 열전도성 가스의 압력이 10Torr에서  $8^\circ\text{C}$ , 40Torr에서  $3^\circ\text{C}$ 의 변동으로 억제할 수 있어, 안정된 냉각 효율을 유지할 수 있다. 즉, 돌기부(16C) 선단면의 표면 조도 Ra가  $0.25\mu\text{m}$  이하에서는 표면 조도 Ra의 영향이 작아지고,  $0.2\mu\text{m}$  이하에서는 대략 일정한 냉각효율을 나타낸다. 또한, 40Torr 및 10Torr은 본 실시형태의 정전척(16)의 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)내의 압력이다.

돌기부(16C)의 선단면을 마무리 가공할 때에, 표면 조도 Ra를 바람직하게는  $0.25\mu\text{m}$  이하, 보다 바람직하게는  $0.2\mu\text{m}$  이하로 설정함으로써, 가공 편차 등에 의해 표면 조도 Ra가 약간 변화하더라도, 냉각 효율은 표면 조도 Ra의 영향을 받기 어렵게 된다. 돌기부(16C)의 선단면은 소정의 접촉면적으로 설계되어 있더라도, 실제로는 표면 조도 Ra의 영향으로 실질적인 접촉면적은 실제의 설계값보다도 작다. 표면 조도 Ra가 큰 경우에는 동일한 백사이드 가스압력에서도 도 11에 도시하는 바와 같이 웨이퍼(W)의 평형 온도가 높아진다. 따라서, 정전척을 설계하는 경우에는, 표면 조도 Ra를 작게 설정하여 평형 온도를 낮게 해야 한다. 이 표면 조도 Ra는, 전술한 바와 같이  $0.25\mu\text{m}$  이하, 보다 바람직하게는  $0.2\mu\text{m}$  이하가 바람직하다.

이상 설명한 바와 같이 본 실시형태에 의하면, 정전척(16)은 웨이퍼(W)와 접촉하는 복수의 돌기부(16C)를 갖고, 또한 돌기부(16C)는  $1\sim2\mu\text{m}$ 의 평균 입자직경을 갖는 알루미나 결정 입자를 포함하는 세라믹 유전체(16A)에 의해 형성됨과 더불어 돌기부(16C)의 웨이퍼(W)와의 접촉면이 평균 입자직경에 의존하는 표면 조도( $0.2\sim0.3\mu\text{m}$ )로 가공되어 있기 때문에, 내플라즈마성이 높고, 더구나 드라이 클리닝을 반복하여도 돌기부(16C)의 표면 조도가 거의 변화하지 않아, 웨이퍼 온도의 제어성을 높일 수 있음과 더불어 웨이퍼 온도의 제어성을 안정화할 수 있다. 또한, 웨이퍼(W)를 정전척(16)으로부터 분리할 때에 잔류 전하에 기인하는 웨이퍼(W)의 튀어오름이나 정전척(16)으로부터의 오염이 없다.

또한, 본 실시형태에 의하면, 정전체(16)의 세라믹 유전체는, 탄화규소를 포함시킬 수 있기 때문에, 경도 및 내마모성을 더욱 높일 수 있다. 또는, 돌기부(16C)의 비커스 경도를, Hv 2000 이상으로 설정했기 때문에, 플라즈마를 이용한 드라이 클리닝에 의한 내마모성을 높일 수 있다.

또한, 복수의 돌기부의 웨이퍼 단위 면적당 접촉면적 비율을 15% 이하로 설정했기 때문에, 웨이퍼 온도의 제어성을 더욱 높이고, 웨이퍼(W) 전면을 소망하는 온도로 제어할 수 있다. 또한, 각 돌기부(16C)의 접촉면은, 직경이 0.5mm 이하인 원주 형상으로 형성되어 있기 때문에, 돌기부(16C)와 열전도성 가스에 의한 열전달성이 양호하고, 웨이퍼(W)와 접촉하는 열전도성 가스로부터의 열전달과 함께 웨이퍼를 소망하는 온도로 제어할 수 있다. 또한, 복수의 돌기부(16C, 16C)간의 거리 8을 웨이퍼(W)의 두께 t에 상당하는 거리 이하로 설정했기 때문에, 돌기부(16C)와 접촉하지 않는 웨이퍼 부분과 돌기부(16C)와 접촉하는 웨이퍼부를 균일하게 가열할 수 있고, 나아가서는 웨이퍼(W) 전면을 소망하는 온도로 냉각할 수 있다.

또한, 돌기부(16C)를 30μm 이상의 높이로 설정했기 때문에, 열전도성 가스용 흄을 형성하지 않고 단시간에 열전도성 가스를 웨이퍼(W) 전체에 널리 퍼지게 할 수 있어, 웨이퍼(W) 전면의 온도의 응답성을 높일 수 있다. 또한 정전체(16)은, 제 1제 2 환상 돌기부(16D, 16E)를 갖고, 그리고 제 1, 제 2 환상 돌기부(16D, 16E)간 및 제 2 환상 돌기부(16E)의 내측에 각각 형성되는 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)내에 열전도용 가스를 각각 공급하는 제 1, 제 2 가스 공급구(16H, 16I)를 갖기 때문에, 제 1, 제 2 공간(16F, 16G)내에 공급하는 열전도용 가스의 압력을 개별적으로 제어하고, 제 2 공간(16G)내보다도 제 1 공간(16F)내의 열전도성 가스의 압력을 높게 설정함으로써, 온도가 높아지는 경향이 있는 웨이퍼(W) 외주연부의 온도를 내측보다도 효율적으로 냉각하여, 웨이퍼(W) 전면을 소망하는 온도로 제어할 수 있다.

또한, 본 발명은 상기 실시형태에 전혀 제한되는 것이 아니다. 본 발명의 요지를 변경하지 않는 한 본 발명에 포함된다.

본 발명은, 플라즈마 처리 장치 등의 정전체으로서 이용할 수 있다.

### 발명의 효과

본 발명의 청구항 1 내지 청구항 24에 기재된 발명에 의하면, 내플라즈마성 및 내마모성을 높일 수 있음과 더불어 피흡착 기판 전면의 면내 온도를 균일하게 제어할 수 있고, 게다가 피흡착 기판의 온도 제어성을 안정화할 수 있는 정전체를 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 정전체의 일 실시형태를 적용한 플라즈마 처리 장치를 나타내는 구성도이다.

도 2는 도 1에 나타내는 정전체의 돌기부의 분포 상태를 확대하여 나타내는 평면도이다.

도 3은 도 1에 나타내는 정전체를 나타내는 평면도이다.

도 4는 도 1에 나타내는 정전체의 주요부를 확대하여 나타내는 부분 단면도이다.

도 5는 도 1에 나타내는 정전체의 돌기부의 높이와, 웨이퍼에 있어서의 열전도성 가스의 도달 거리와 도달 시간과의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 6a 및 도 6b는 정전체의 표면 흄의 웨이퍼 온도에의 영향을 관찰하기 위한 열전도 해석 결과를 나타내는 그래프로서, 도 6a는 흄 폭과 그 근방에 있어서의 웨이퍼의 온도 분포를 나타내는 그래프, 도 6b는 그 온도차 분포를 나타내는 그래프이다.

도 7a 및 도 7b는 정전체의 환상 돌기부의 웨이퍼 온도에의 영향을 관찰하기 위한 열전도해석 결과를 나타내는 그래프로서, 도 7a는 밀봉 폭과 그 근방에 있어서의 웨이퍼의 온도 분포를 나타내는 그래프, 도 7b는 그 온도차 분포를 나타내는 그래프이다.

도 8은 도 1에 나타내는 정전체과 종래의 정전체의 표면 조도의 경시적 변화를 나타내는 그래프이다.

도 9는 도 1에 나타내는 정전체 및 종래의 정전체과 플라즈마에 의한 소모 속도와의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 10은 도 1에 나타내는 정전체의 표면 조도와 드라이 클리닝과의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 11은 열전도성 가스의 가스압과, 도 1에 나타내는 정전체의 표면 조도와, 웨이퍼(W) 온도와의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 12는 종래의 정전체을 적용한 플라즈마 처리 장치를 나타내는 구성도이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

16 : 정전체 16A : 세라믹 유전체

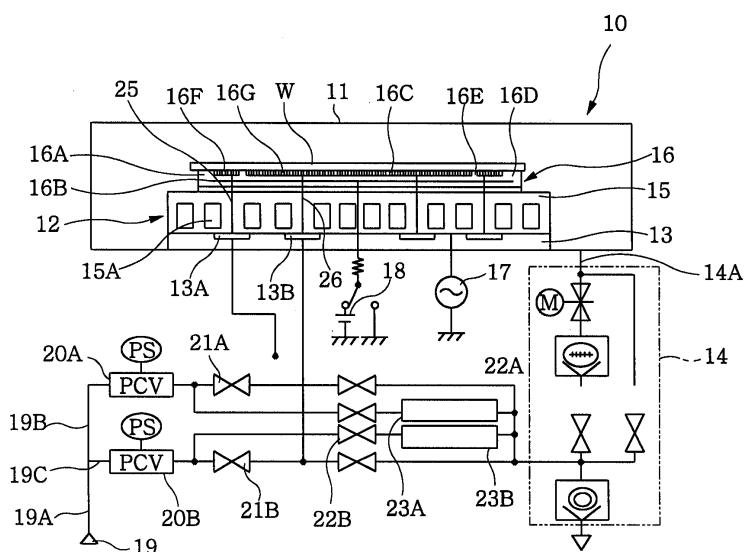
16C : 돌기부 16D : 제 1 환상 돌기부

16E : 제 2 환상 돌기부 16H : 제 1 가스 공급구

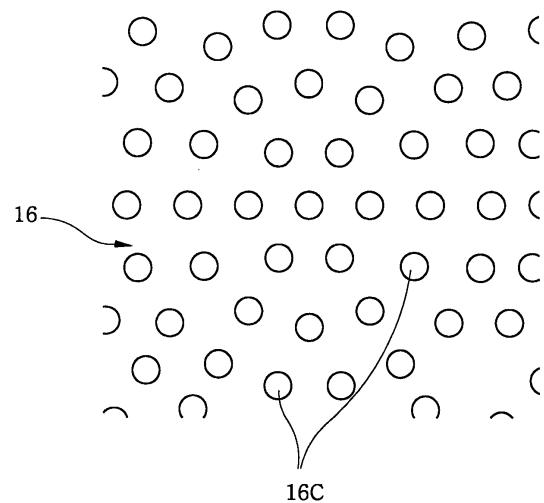
16I : 제 2 가스 공급구

도면

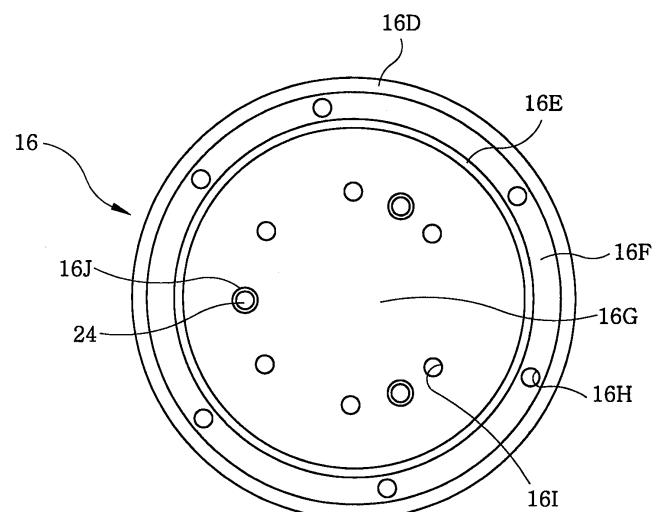
도면1



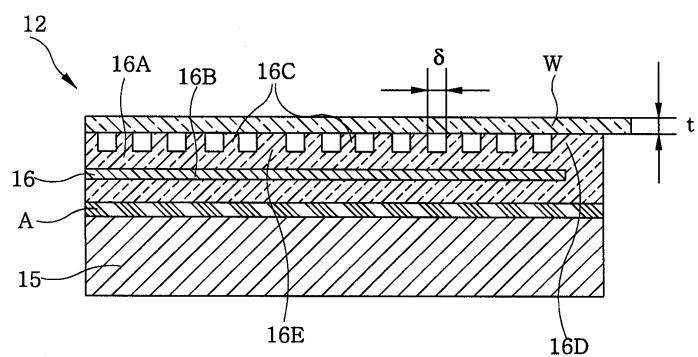
도면2



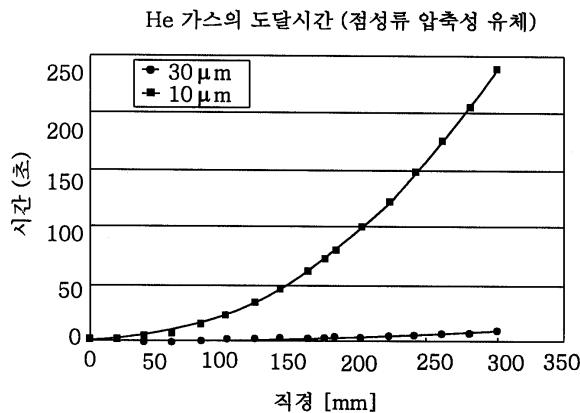
도면3



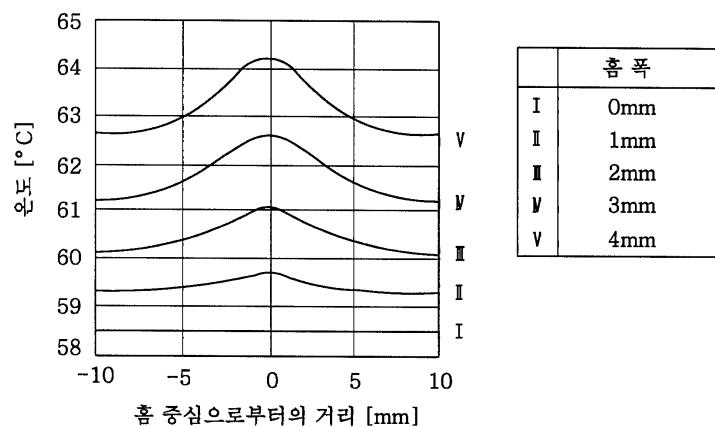
도면4



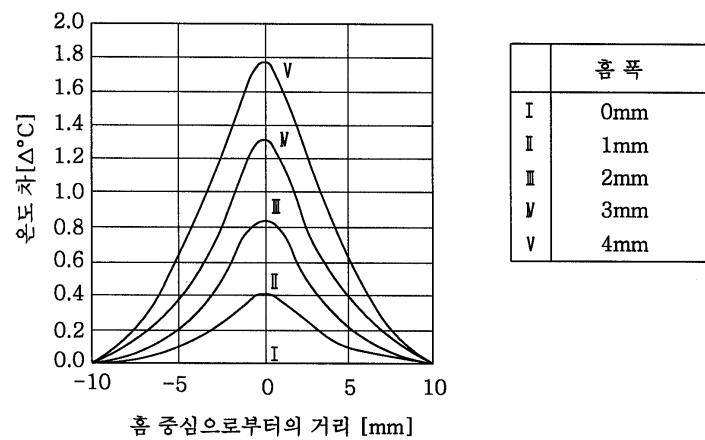
도면5



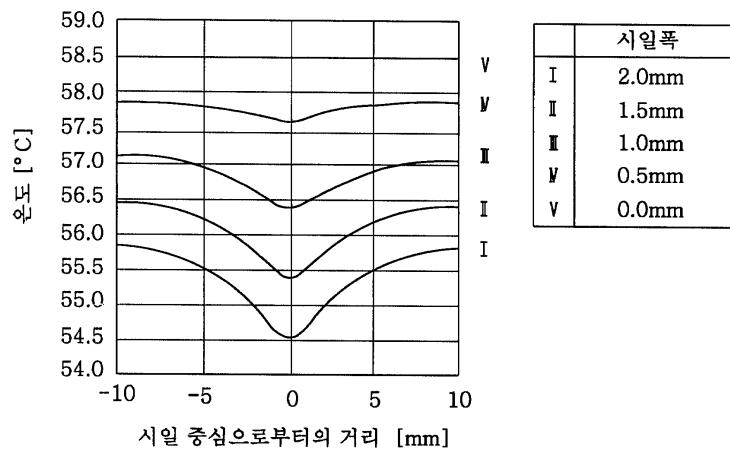
도면6a



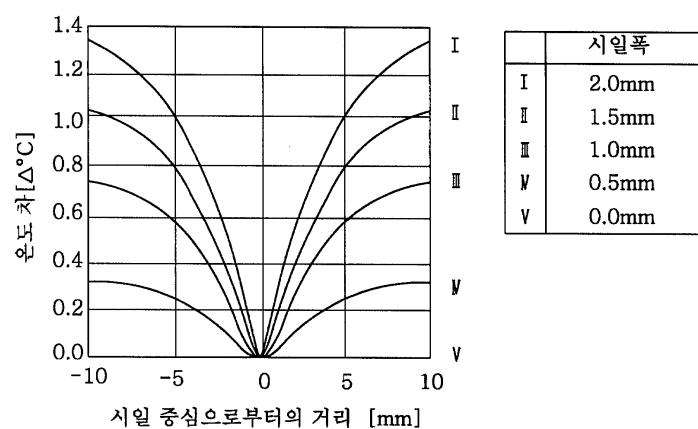
도면6b



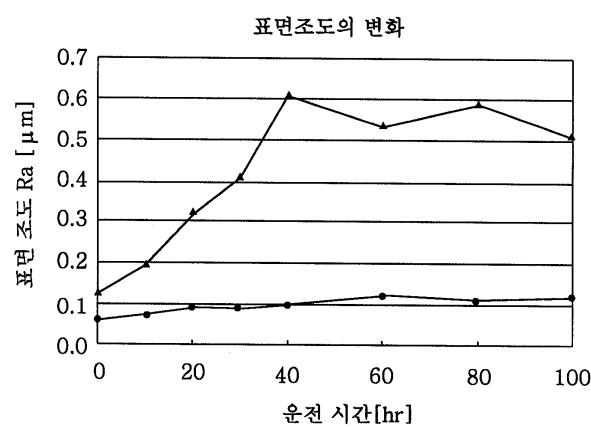
도면7a



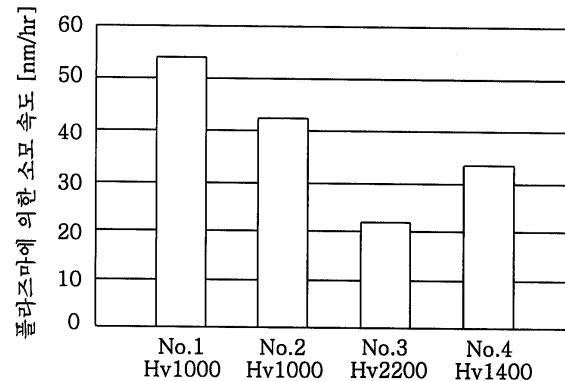
도면7b



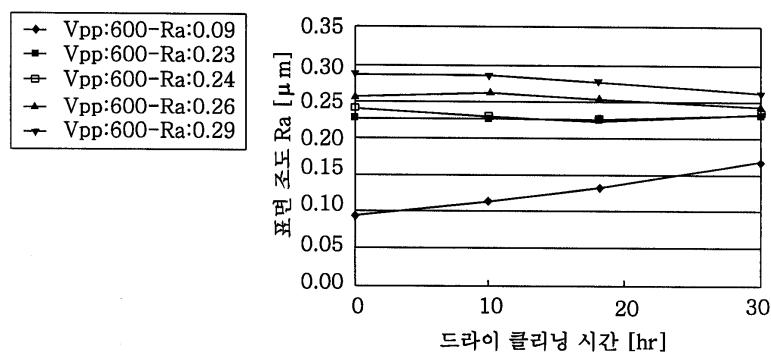
도면8



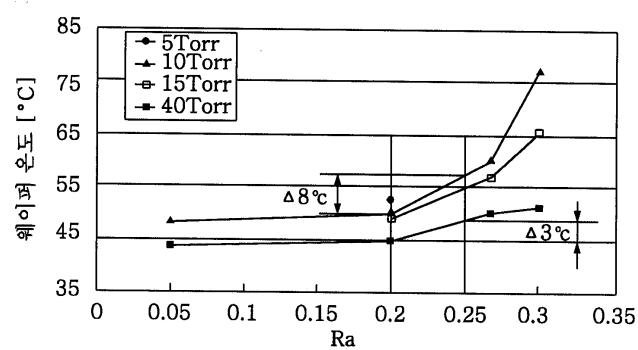
도면9



도면10



도면11



도면12

