



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0100519  
(43) 공개일자 2017년09월04일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>H01J 37/32 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>H01J 37/32935 (2013.01)<br/>H01J 37/32229 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-7017003</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2015년12월14일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2017년06월20일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/JP2015/084882</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2016/104205<br/>국제공개일자 2016년06월30일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>JP-P-2014-266025 2014년12월26일 일본(JP)</p> | <p>(71) 출원인<br/>도쿄엘렉트론가부시키키가이샤<br/>일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고</p> <p>(72) 발명자<br/>이와오 도시히코<br/>일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크<br/>노 힐즈 1 도쿄 엘렉트론 가부시키키가이샤 나이<br/>가와카미 사토루<br/>일본 9813629 미야기켄 구로카와군 다이와쵸 테크<br/>노 힐즈 1 도쿄 엘렉트론 가부시키키가이샤 나이</p> <p>(74) 대리인<br/>김태홍, 김진희</p> |
|---|--|

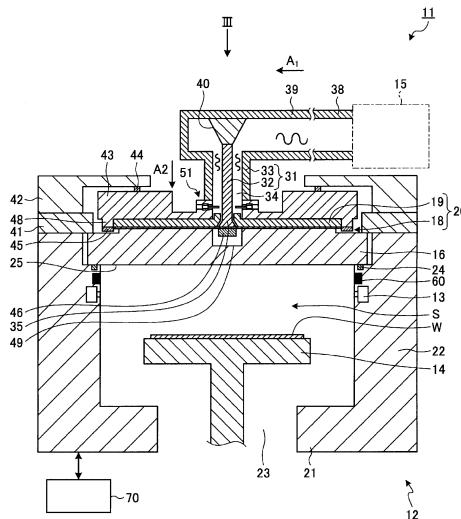
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법

(57) 요약

플라즈마 처리 장치는, 플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와, 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기판을 유지하는 유지부와, 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와, 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 플라즈마 처리 공간에 방사하는 안테나와, 안테나에 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과, 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 안테나로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테브와, 안테나로부터 방사되는 마이크로파에 의해 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 피처리 기판의 둘레 방향을 따라 측정하는 측정부와, 플라즈마의 밀도 또는 파라미터에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 제어부를 구비하였다.

대표도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와,

상기 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기판을 유지하는 유지부와,

상기 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 상기 플라즈마 처리 공간에 방사하는 안테나와,

상기 안테나에 상기 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과,

상기 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테브와,

상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파에 의해 상기 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 상기 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 상기 피처리 기판의 둘레 방향을 따라 측정하는 측정부와,

상기 플라즈마의 밀도 또는 상기 파라미터에 기초하여, 상기 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 제어부를 구비한 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 플라즈마의 밀도의 분포 또는 상기 파라미터의 분포가 상기 피처리 기판의 둘레 방향을 따라 균일한 분포가 되도록, 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 플라즈마의 밀도의 분포 또는 상기 파라미터의 분포가 상기 피처리 기판의 둘레 방향을 따라 균일하지 않은 미리 정해진 분포가 되도록, 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

#### 청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어부는, 상기 플라즈마의 밀도의 분포 또는 상기 파라미터의 분포와, 상기 플라즈마 처리 공간에서 플라즈마 처리된 상기 피처리 기판 상의 막 두께의 분포에 기초하여, 상기 플라즈마의 밀도의 분포 또는 상기 파라미터의 분포가, 상기 막 두께의 분포를 반전시켜 얻어지는 상기 미리 정해진 분포가 되도록, 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파라미터는, 상기 처리 용기의 측벽의 온도, 상기 안테나의 온도, 상기 플라즈마 처리 공간의 발광 강도 및 상기 처리 용기의 측벽에 부착된 부착물의 두께 중 적어도 어느 하나인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 측정부는, 상기 플라즈마 처리 공간에서 상기 피처리 기관을 플라즈마 처리하기 위한 복수의 프로세스가 연속적으로 실행되는 경우에, 상기 복수의 프로세스의 각각이 전환되는 타이밍에, 상기 피처리 기관의 돌레 방향을 따라, 상기 플라즈마의 밀도 또는 상기 파라미터를 측정하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

상기 동축 도파관은, 내측 도체와, 그 내측 도체의 외측에 간극을 두고 마련된 외측 도체를 포함하고,

상기 스테브는, 상기 간극에 삽입되며,

상기 스테브 중, 적어도 상기 간극에 삽입되는 부분의 재질은, 유전체 또는 도전체인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

**청구항 8**

플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와,

상기 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기관을 유지하는 유지부와,

상기 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 상기 플라즈마 처리 공간에 방사하는 안테나와,

상기 안테나에 상기 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과,

상기 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테브를 구비한 플라즈마 처리 장치에서의 플라즈마 처리 방법으로서,

상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파에 의해 상기 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 상기 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 상기 피처리 기관의 돌레 방향을 따라 측정하고,

상기 플라즈마의 밀도 또는 상기 파라미터에 기초하여, 상기 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 여러 가지 측면 및 실시형태는, 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 마이크로파에 의한 프로세스 가스의 여기를 이용한 플라즈마 처리 장치가 있다. 이 플라즈마 처리 장치는, 안테나를 이용하여 플라즈마 여기용의 마이크로파를 처리 용기의 내부에 방사하고, 처리 용기의 내부의 가스를 해리시켜 플라즈마를 생성한다. 또한, 플라즈마 처리 장치는, 동축 도파관에 의해 안테나에 마이크로파를 공급한다.

[0003] 그런데, 이러한 플라즈마 처리 장치에서는, 처리 용기 내의 플라즈마 밀도의 균일성을 유지하기 위해, 안테나로부터 방사되는 마이크로파의 분포의 균일성을 유지하는 것이 요구된다. 이에 대하여, 동축 도파관에 복수의 스테브를 삽입하고, 동축 도파관에 대한 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어함으로써, 안테나로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정하는 기술이 제안되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 일본 특허 제5440604호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나, 종래 기술에서는, 처리 용기 내의 플라즈마 밀도의 분포에 따라 마이크로파의 분포를 자동적으로 조정하는 것까지는 고려되어 있지 않다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시양태에 있어서, 플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와, 상기 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기판을 유지하는 유지부와, 상기 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와, 상기 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 상기 플라즈마 처리 공간에 방사하는 안테나와, 상기 안테나에 상기 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과, 상기 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테브와, 상기 안테나로부터 방사되는 상기 마이크로파에 의해 상기 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 상기 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 상기 피처리 기판의 둘레 방향을 따라 측정하는 측정부와, 상기 플라즈마의 밀도 또는 상기 파라미터에 기초하여, 상기 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 상기 복수의 스테브의 삽입량을 개별로 제어하는 제어부를 구비하였다.

**발명의 효과**

[0007] 개시하는 플라즈마 처리 장치의 하나의 양태에 따르면, 플라즈마 밀도의 분포에 따라 마이크로파의 분포를 자동적으로 조정할 수 있다고 하는 효과를 나타낸다.

**도면의 간단한 설명**

[0008] 도 1은 일실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치의 주요부를 나타내는 개략 단면도이다.  
 도 2는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관의 근변(近邊)을 확대하여 나타내는 개략 단면도이다.  
 도 3은 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 슬롯 안테나관을, 도 1 중의 화살표(III) 방향에서 본 도면이다.  
 도 4는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관을, 도 2 중의 IV-IV로 절단한 경우의 단면도이다.  
 도 5는 일실시형태에서의 스테브 부재의 삽입량과, 스테브 부재의 재질과, 마이크로파의 분포의 관계의 실험 결과의 일례를 나타내는 도면이다.  
 도 6은 일실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 이용한 플라즈마 처리 방법의 흐름의 일례를 나타내는 흐름도이다.  
 도 7은 다른 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관의 근변을 확대하여 나타내는 개략 단면도이다.  
 도 8은 다른 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치의 주요부를 나타내는 개략단면도이다.  
 도 9는 도 8에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관의 근변을 확대하여 나타내는 개략 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와, 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기판을 유지하는 유지부와, 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와, 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 플라즈마 처리 공간에 방사

하는 안테나와, 안테나에 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과, 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 안테나로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테르브와, 안테나로부터 방사되는 마이크로파에 의해 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 피처리 기관의 둘레 방향을 따라 측정하는 측정부와, 플라즈마의 밀도 또는 파라미터에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테르브의 삽입량을 개별로 제어하는 제어부를 구비하였다.

- [0010] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 제어부는, 플라즈마의 밀도의 분포 또는 파라미터의 분포가 피처리 기관의 둘레 방향을 따라 균일한 분포가 되도록, 복수의 스테르브의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0011] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 제어부는, 플라즈마의 밀도의 분포 또는 파라미터의 분포가 피처리 기관의 둘레 방향을 따라 균일하지 않은 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테르브의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0012] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 제어부는, 플라즈마의 밀도의 분포 또는 파라미터의 분포와, 플라즈마 처리 공간에서 플라즈마 처리된 피처리 기관 상의 막 두께의 분포에 기초하여, 플라즈마의 밀도의 분포 또는 파라미터의 분포가, 막 두께의 분포를 반전시켜 얻어지는 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테르브의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0013] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 파라미터는, 처리 용기의 측벽의 온도, 안테나의 온도, 플라즈마 처리 공간의 발광 강도 및 처리 용기의 측벽에 부착된 부착물의 두께 중 적어도 어느 하나이다.
- [0014] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 측정부는, 플라즈마 처리 공간에서 피처리 기관을 플라즈마 처리하기 위한 복수의 프로세스가 연속적으로 실행되는 경우에, 복수의 프로세스의 각각이 전환되는 타이밍에, 피처리 기관의 둘레 방향을 따라, 플라즈마의 밀도 또는 파라미터를 측정한다.
- [0015] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 장치는, 하나의 실시형태에 있어서, 동축 도파관은, 내측 도체와, 그 내측 도체의 외측에 간극을 두고 마련된 외측 도체를 포함하고, 스테르브는, 간극에 삽입되며, 스테르브 중, 적어도 간극에 삽입되는 부분의 재질은, 유전체 또는 도전체이다.
- [0016] 또한, 개시하는 플라즈마 처리 방법은, 하나의 실시형태에 있어서, 플라즈마 처리 공간을 구획하는 처리 용기와, 처리 용기의 내부에 마련되어, 피처리 기관을 유지하는 유지부와, 플라즈마 처리 공간에 가스를 공급하는 가스 공급부와, 플라즈마 처리 공간에 공급된 가스의 플라즈마를 생성하기 위한 마이크로파를 플라즈마 처리 공간에 방사하는 안테나와, 안테나에 마이크로파를 공급하는 동축 도파관과, 동축 도파관에 삽입되며, 삽입량에 따라, 안테나로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정하는 복수의 스테르브를 구비한 플라즈마 처리 장치에서의 플라즈마 처리 방법으로서, 안테나로부터 방사되는 마이크로파에 의해 플라즈마 처리 공간에서 생성되는 플라즈마의 밀도, 또는 그 플라즈마의 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 피처리 기관의 둘레 방향을 따라 측정하고, 플라즈마의 밀도 또는 파라미터에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테르브의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0017] 이하, 도면을 참조하여 여러 가지 실시형태에 대해서 상세하게 설명한다. 또한, 각 도면에 있어서 동일 또는 상당의 부분에 대해서는 동일한 부호를 붙이는 것으로 한다.
- [0018] 도 1은 일실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치의 주요부를 나타내는 개략 단면도이다. 도 2는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관의 근면을 확대하여 나타내는 개략 단면도이다. 도 3은 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 슬롯 안테나관을, 도 1 중의 화살표(III)의 방향에서 본 도면이다. 도 4는 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 구비되는 동축 도파관을, 도 2 중의 IV-IV로 절단한 경우의 단면도이다. 또한, 도 1 및 도 2에 있어서는, 지면 상하 방향을 장치의 상하 방향으로 한다. 또한, 본원 명세서 중, 직경 방향이란, 도 4에서, 동축 도파관에 포함되는 내측 도체로부터 외측 도체를 향하는 방향을 가리킨다.
- [0019] 도 1 및 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(11)는, 처리 용기(12), 유지대(14), 가스 공급부(13), 마이크로파 발생기(15), 유전체판(16), 안테나(20) 및 동축 도파관(31)을 갖는다.
- [0020] 처리 용기(12)는, 상부측이 개구하고 있고, 그 내부에서 피처리 기관(W)에 플라즈마 처리를 행하기 위한 처리 공간(S)을 구획하고 있다. 처리 용기(12)는, 유지대(14)의 하방측에 위치하는 바닥부(21)와, 바닥부(21)의 외주부로부터 상측 방향으로 연장되는 측벽(22)을 포함한다. 측벽(22)은, 원통형이다. 처리 용기(12)의 바닥부(21)

의 직경 방향 중앙측에는, 배기용의 배기 구멍(23)이 마련되어 있다. 처리 용기(12)의 상부측은 개구하고 있고, 처리 용기(12)의 상부측에 배치되는 유전체판(16) 및 유전체판(16)과 처리 용기(12) 사이에 개재되는 시일 부재로서의 O 링(24)에 의해, 처리 용기(12)는 밀봉 가능하게 구성되어 있다. 유전체판(16)의 하방측의 면(25)은, 평평하다. 유전체판(16)의 재질은, 유전체이다. 유전체판(16)의 구체적인 재질로서는, 석영이나 알루미늄 등 들 수 있다.

[0021] 가스 공급부(13)는, 처리 용기(12) 내에 플라즈마 여기용의 가스 및 플라즈마 처리용의 가스를 공급한다. 가스 공급부(13)의 일부는, 측벽(22)에 매립되도록 하여 마련되어 있고, 처리 용기(12)의 외부로부터 처리 용기(12) 내의 처리 공간(S)에 가스를 공급한다.

[0022] 유지대(14)는, 처리 용기(12) 내에 배치되어, 피처리 기관(W)을 유지한다.

[0023] 마이크로파 발생기(15)는, 처리 용기(12)의 외부에 배치되어, 플라즈마 여기용의 마이크로파를 발생시킨다. 또한, 일실시형태에 있어서는, 플라즈마 처리 장치(11)는, 마이크로파 발생기(15)에 한쪽 단부(38)가 접속되는 도파관(39)과, 마이크로파의 모드를 변환하는 모드 변환기(40)를 포함한다. 도파관(39)은, 가로 방향, 구체적으로는, 도 1 중의 지면 좌우 방향으로 연장하도록 마련되어 있다. 또한, 도파관(39)으로서는, 단면이 원형상인 것이나 단면이 직사각형상인 것이 사용된다.

[0024] 안테나(20)는, 유전체판(16)의 상면에 마련되고, 마이크로파 발생기(15)에 의해 발생하는 마이크로파에 기초하여, 유전체판(16)을 통해 플라즈마 생성용의 마이크로파를 처리 공간(S)에 방사한다. 안테나(20)는, 슬롯 안테나판(18) 및 지파관(遲波板)(19)을 갖는다.

[0025] 슬롯 안테나판(18)은, 유전체판(16)의 상방측에 배치되어, 마이크로파를 유전체판(16)에 방사하는 박판형의 부재이다. 슬롯 안테나판(18)의 판 두께 방향의 양면은, 각각 평평하다. 슬롯 안테나판(18)에는, 도 3에 나타내는 바와 같이, 판 두께 방향으로 관통하는 복수의 슬롯 구멍(17)이 마련되어 있다. 슬롯 구멍(17)은, 2개의 직사각형상의 개구부가 한쌍이 되어, 대략 T자형이 되도록 배치되어 구성되어 있다. 마련된 슬롯 구멍(17)은, 내주측에 배치되는 내주측 슬롯 구멍군(26a)과, 외주측에 배치되는 외주측 슬롯 구멍군(26b)으로 대별된다. 내주측 슬롯 구멍군(26a)은, 도 3 중의 점선으로 둘러싸인 범위 내에 마련된 8개의 슬롯 구멍(17)이다. 외주측 슬롯 구멍군(26b)은, 도 3 중의 일점 쇄선으로 둘러싸인 범위 내에 마련된 16개의 슬롯 구멍(17)이다. 내주측 슬롯 구멍군(26a)에 있어서, 8개의 슬롯 구멍(17)은 각각, 환형으로 등간격으로 배치되어 있다. 외주측 슬롯 구멍군(26b)에 있어서, 16개의 슬롯 구멍(17)은 각각, 환형으로 등간격으로 배치되어 있다. 슬롯 안테나판(18)은, 직경 방향의 중심(28)을 중심으로 한 회전 대칭성을 가지고, 예컨대, 중심(28)을 중심으로 하여 45° 회전하여도 동일한 형상이 된다.

[0026] 지파관(19)은, 슬롯 안테나판(18)의 상방측에 배치되어, 마이크로파를 직경 방향으로 전파한다. 지파관(19)의 중앙에는, 후술하는 동축 도파관(31)에 구비되는 내측 도체(32)를 배치시키기 위한 개구가 마련되어 있다. 개구의 주위를 형성하는 지파관(19)의 내직경측의 단부는, 판 두께 방향으로 돌출하고 있다. 즉, 지파관(19)은, 내직경측의 단부로부터 판 두께 방향으로 돌출하는 링형의 지파관 돌출부(27)를 구비한다. 지파관(19)은, 지파관 돌출부(27)가 상측이 되도록 부착된다. 지파관(19)의 재질은, 유전체이다. 지파관(19)의 구체적인 재질로서는, 석영이나 알루미늄 등을 들 수 있다. 지파관(19)의 내부를 전파하는 마이크로파의 파장은, 대기 중을 전파하는 마이크로파의 파장보다 짧아진다.

[0027] 유전체판(16), 슬롯 안테나판(18) 및 지파관(19)은 모두, 원판형이다. 플라즈마 처리 장치(11)를 제조할 때에는, 유전체판(16)의 직경 방향의 중심과, 슬롯 안테나판(18)의 직경 방향의 중심(28)과, 지파관(19)의 직경 방향의 중심이, 각각 일치하도록 제조된다. 이렇게 함으로써, 중심측으로부터 외직경측을 향하여 전파되는 마이크로파에 있어서, 둘레 방향에서의 마이크로파의 전파 정도를 동일하게 하여, 유전체판(16)의 하방측에 생기게 하는 플라즈마의 둘레 방향에서의 균일성을 확보하도록 하고 있다. 또한, 여기서는, 슬롯 안테나판(18)의 직경 방향의 중심(28)을 기준으로 한다.

[0028] 동축 도파관(31)은, 안테나(20)에 마이크로파를 공급하는 도파관이다. 동축 도파관(31)은, 내측 도체(32) 및 외측 도체(33)를 포함하고 있다. 내측 도체(32)는, 대략 환봉형으로 형성되어 있다. 내측 도체(32)의 한쪽 단부(35)는, 슬롯 안테나판(18)의 중심(28)에 접속된다. 외측 도체(33)는, 내측 도체(32)와 직경 방향의 간극(34)을 두고 내측 도체(32)의 외직경측에 마련된다. 외측 도체(33)는, 대략 원통형으로 형성된다. 즉, 내측 도체(32)의 외주면(36)과 외측 도체(33)의 내주면(37)이 대향하도록 내측 도체(32)와 외측 도체(33)를 조합하여, 동축 도파관(31)이 구성되어 있다. 동축 도파관(31)은, 도 1 중의 지면 상하 방향으로 연장되도록 마련되어 있다. 내측

도체(32) 및 외측 도체(33)는 각각, 별개의 부재로 제조된다. 그리고, 내측 도체(32)의 직경 방향의 중심과 외측 도체(33)의 직경 방향의 중심을 일치시키도록 하여 조합된다.

- [0029] 마이크로파 발생기(15)에서 발생시킨 마이크로파는, 도파관(39) 및 동축 도파관(31)을 통해, 안테나(20)에 전파된다. 마이크로파 발생기(15)에서 발생시키는 마이크로파의 주파수로서는, 예컨대, 2.45 GHz가 선택된다.
- [0030] 예컨대, 마이크로파 발생기(15)에서 발생시킨 TE 모드의 마이크로파는, 도파관(39) 내를 도 1 중의 화살표(A1)로 나타내는 지면 좌측 방향으로 전파하여, 모드 변환기(40)에 의해 TEM 모드로 변환된다. 그리고, TEM 모드로 변환된 마이크로파는, 동축 도파관(31) 내를 도 1 중의 화살표(A2)로 나타내는 지면 아래 방향으로 전파한다. 구체적으로는, 간극(34)이 형성되는 내측 도체(32)와 외측 도체(33) 사이 및 내측 도체(32)와 냉각관 돌출부(47) 사이에서, 마이크로파는 전파한다. 동축 도파관(31)을 전파한 마이크로파는, 지파관(19) 내를 직경 방향으로 전파하여, 슬롯 안테나판(18)에 마련된 복수의 슬롯 구멍(17)으로부터 유전체판(16)에 방사된다. 유전체판(16)을 투과한 마이크로파는, 유전체판(16)의 바로 아래에 전계를 생기게 하여, 처리 용기(12) 내에 플라즈마를 생성시킨다.
- [0031] 또한, 플라즈마 처리 장치(11)는, 측벽(22)의 개구측의 상측 단부의 상방측에 배치되어, 유전체판(16)을 상방측으로부터 누르는 유전체판 누름링(41)과, 유전체판 누름링(41)의 상방측에 배치되어, 슬롯 안테나판(18) 등을 상방측으로부터 누르는 안테나 누름(42)과, 지파관(19)의 상방측에 배치되어, 지파관(19) 등을 냉각하는 냉각판(43)과, 안테나 누름(42)과 냉각판(43) 사이에 개재되도록 배치되어, 처리 용기(12) 내외에서 전자계를 차폐하는 전자 차폐 탄력체(44)와, 슬롯 안테나판(18)의 외주부를 고정하는 외주 고정링(45)과, 슬롯 안테나판(18)의 중심을 고정하는 중심 고정판(46)을 구비한다.
- [0032] 냉각판(43)의 중앙에는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 동축 도파관(31)을 배치시키기 위한 개구가 마련되어 있다. 개구의 주위를 형성하는 냉각판(43)의 내직경측의 단부는, 판 두께 방향으로 돌출하고 있다. 즉, 냉각판(43)은, 내직경측의 단부로부터 판 두께 방향으로 돌출하는 링형의 냉각판 돌출부(47)를 구비한다. 냉각판(43)은, 냉각판 돌출부(47)가 상측이 되도록 부착된다.
- [0033] 냉각판 돌출부(47)의 상방측에는, 원통형의 외측 도체(33)가 배치된다. 냉각판 돌출부(47)의 상방측 단부와 외측 도체(33)의 하방측 단부가 접촉하는 구성이다. 이 경우, 외측 도체(33)의 내주면(37)과 냉각판 돌출부(47)의 내주면(50)이 연속하여, 내측 도체(32)의 외주면(36)과 외측 도체(33)의 내주면(37)의 직경 방향의 거리 및 내측 도체(32)의 외주면(36)과 냉각판 돌출부(47)의 내주면(50)의 직경 방향의 거리가 동일해지도록 구성된다. 외측 도체(33)의 내주면(37)과 냉각판 돌출부(47)의 내주면(50)이 연속함으로써, 냉각판 돌출부(47)는, 동축 도파관(31)의 일부로서 구성된다. 또한, 상기 지파관 돌출부(27)의 상방측에는, 내측 도체(32)와 외측 도체(33) 사이에 형성되는 간극(34)이 위치하게 된다.
- [0034] 또한, 냉각판(43)의 외주 부분에는, 유전체판(16)측에 링형으로 돌출하는 지파관 위치 결정부(48)가 마련되어 있다. 지파관(19)은, 지파관 위치 결정부(48)에 의해 직경 방향으로 위치 결정된다. 지파관 위치 결정부(48)가 마련된 직경 방향의 위치에서, 외주 고정링(45)은, 슬롯 안테나판(18)을 고정한다.
- [0035] 또한, 유전체판(16)의 상방측의 면 중, 직경 방향의 중앙에는, 중심 고정판(46)을 받아들이도록, 유전체판(16)의 상방측의 면으로부터 판 두께를 줄이도록 움푹한 수용 오목부(49)가 마련되어 있다.
- [0036] 또한, 도 2 및 도 4에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(11)는, 내측 도체(32)의 외주면(36)의 일부와, 직경 방향에서 내측 도체(32)의 외주면(36)의 일부에 대항하는 대향부의 직경 방향의 거리를 변경시키는 변경 수단으로서, 외측 도체(33)측으로부터 내측 도체(32)측을 향하여 연장 가능한 복수의 스테브 부재(51)를 구비한다. 또한, 본 실시형태에서는, 직경 방향에서 내측 도체(32)의 외주면(36)의 일부에 대항하는 대향부는, 냉각판 돌출부(47)에 상당한다.
- [0037] 스테브 부재(51)는, 외측 도체(33)측에서 지지되어, 직경 방향으로 연장되도록 마련되는 봉형부(52)와, 봉형부(52)의 직경 방향의 이동량을 조정하는 이동량 조정 부재로서의 나사부(53)를 포함한다. 나사부(53)는, 봉형부(52)의 외직경측 단부에 마련되어 있다.
- [0038] 스테브 부재(51)는, 냉각판 돌출부(47)에 삽입되어 있다. 구체적으로는, 냉각판 돌출부(47)에는, 직경 방향으로 곧게 연장되어 관통하는 나사 구멍(54)이 마련되어 있고, 이 나사 구멍(54)과 나사부(53)를 나사 결합시키도록 하여, 스테브 부재(51)가 냉각판 돌출부(47)에 삽입되어 있다. 즉, 스테브 부재(51)는, 외측 도체(33)측에서, 냉각판 돌출부(47)에 마련된 나사 구멍(54)에 나사 결합된 나사부(53)에 의해, 지지되어 있다.

- [0039] 나사부(53)를 회전시킴으로써, 봉형부(52)를 포함하는 스테브 부재(51) 전체를 직경 방향으로 이동시킬 수 있다. 도 2에 있어서는, 스테브 부재(51)는, 지면 좌우 방향으로 이동 가능하다. 또한, 그 이동량은, 나사부(53)의 회전량에 의해 조정된다.
- [0040] 스테브 부재(51)는, 둘레 방향에 대략 균등하게 배열되도록, 내측 도체(32)의 주위의 냉각판 돌출부(47) 내에 복수(도 4에서는 6개) 마련되어 있다. 예컨대, 6개의 스테브 부재(51)가 마련되는 경우에는, 6개의 스테브 부재(51)는, 둘레 방향에서 인접하는 스테브 부재 사이의 각도가, 60° 간격이 되도록 배치되어 있다.
- [0041] 복수의 스테브 부재(51)는 각각 독립적으로, 직경 방향으로 이동할 수 있다. 각각의 스테브 부재(51)의 이동은, 도시하지 않는 구동 기구를 이용하여 실행된다. 각각의 스테브 부재(51)의 나사부(53)를 회전시킴으로써, 내측 도체(32)의 외주면(36)과, 냉각판 돌출부(47)의 내주면(50) 사이에 마련된 간극(34)에의, 스테브 부재(51)[봉형부(52)]의 삽입량을 개별로 제어할 수 있다. 복수의 스테브 부재(51)는, 개별로 제어되는 삽입량에 따라, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정한다. 또한, 스테브 부재(51)의 삽입량의 제어는, 후술하는 제어부(70)에 의해 실행된다.
- [0042] 스테브 부재(51) 중, 적어도 간극(34)에 삽입되는 부분의 재질은, 유전체 또는 도전체이다. 유전체로서는, 예컨대, 석영이나 알루미늄나 등을 들 수 있다. 도전체로서는, 예컨대, 메탈 등을 들 수 있다.
- [0043] 도 5는 일실시형태에 있어서의 스테브 부재의 삽입량과, 스테브 부재의 재질과, 마이크로파의 분포의 관계의 실험 결과의 일례를 나타내는 도면이다. 도 5에 있어서, 「Center Stub」는, 각 실험 결과를 나타내고 있다. 이 실험 결과 중 「Dummy」는, 스테브 부재(51)가 마련되지 않은 경우의 실험 결과를 나타내고 있다. 또한, 「Ceramic-1-5」는, 스테브 부재(51)의 재질이 유전체이며, 스테브 부재(51)의 봉형부(52)의 선단과, 내측 도체(32) 사이의 거리(이하 「스테브 갭」이라고 함)가 1 mm이고, 또한, 기준 방향에 대한 스테브 부재(51)의 삽입 방향이 5시 방향인 경우의 실험 결과를 나타내고 있다. 또한, 「Metal-3-5」는, 스테브 부재(51)의 재질이 도전체이며, 스테브 갭이 3 mm이고, 또한, 기준 방향에 대한 스테브 부재(51)의 삽입 방향이 5시 방향인 경우의 실험 결과를 나타내고 있다. 또한, 「Metal-2-5」는, 스테브 부재(51)의 재질이 도전체이며, 스테브 갭이 2 mm이고, 또한, 기준 방향에 대한 스테브 부재(51)의 삽입 방향이 5시 방향인 경우의 실험 결과를 나타내고 있다.
- [0044] 또한, 도 5에 있어서, 「Mapping of thickness」는, 실험 결과로서 피처리 기관(W) 상의 막 두께의 분포를 나타내고 있다. 또한, 도 5에 있어서, 「Mapping of Difference(Comparig with Dummy)」는, 스테브 부재(51)가 마련되지 않은 경우의 피처리 기관(W) 상의 막 두께를 기준으로 한 막 두께차의 분포를 나타내고 있다. 또한, 도 5에 있어서, 「Max.Difference[Å]」는, 막 두께차의 최대값을 나타내고, 「Min.Difference[Å]」는, 막 두께차의 최소값을 나타내고 있다. 또한, 도 5의 예에서는, 막 두께차의 최대값의 절대값 및 막 두께차의 최소값의 절대값이 클수록, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포(전계 강도의 분포)의 조정폭이 큰 것을 나타내고 있다.
- [0045] 도 5의 실험결과로부터 분명한 바와 같이, 스테브 갭을 변화시킴으로써, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정할 수 있었다. 즉, 스테브 부재(51)의 삽입량을 제어함으로써, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포를 조정할 수 있는 것을 알 수 있었다. 발명자는, 더욱 예의 검토를 거듭한 결과, 스테브 갭이 작을수록, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포의 조정폭이 큰 것을 알 수 있었다. 또한, 도 5의 실험결과로부터, 스테브 부재(51)의 재질이 도전체인 경우, 스테브 부재(51)의 재질이 유전체인 경우와 비교하여, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파의 분포의 조정폭이 큰 것을 알 수 있었다.
- [0046] 또한, 도 1에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(11)는, 측정기(60)를 더욱 갖는다. 측정기(60)는, 안테나(20)로부터 방사되는 마이크로파에 의해 처리 공간(S)에서 생성되는 플라즈마의 밀도(이하 「플라즈마 밀도」라고 함)를 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 측정한다. 예컨대, 측정기(60)는, 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 처리 용기(12)의 측벽(22)의 내주면의 복수의 위치에 마련되고, 각 위치로부터 플라즈마 밀도를 측정한다.
- [0047] 측정기(60)는, 처리 공간(S)에서 피처리 기관(W)을 플라즈마 처리하기 위한 복수의 프로세스가 연속적으로 실행되는 경우에, 복수의 프로세스의 각각이 전환되는 타이밍에, 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 플라즈마 밀도를 측정한다.
- [0048] 또한, 도 1에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(11)는, 플라즈마 처리 장치(11)의 각 구성 요소를 제어하기 위한 제어부(70)를 갖는다. 제어부(70)는, CPU(Central Processing Unit) 등의 제어 장치, 메모리 등의 기억 장치, 입출력 장치 등을 구비하는 컴퓨터어도 좋다. 제어부(70)는, 메모리에 기억된 제어 프로그램에 따라

CPU가 동작함으로써, 플라즈마 처리 장치(11)의 각 구성 요소를 제어한다.

- [0049] 예컨대, 제어부(70)는, 측정기(60)를 이용하여 플라즈마 밀도를 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 측정하고, 측정된 플라즈마 밀도에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 이하, 제어부(70)에 의한 스테브 삽입량 제어 처리의 실시예에 대해서 설명한다.
- [0050] (제1 실시예)
- [0051] 먼저, 스테브 삽입량 제어 처리의 제1 실시예에 대해서 설명한다. 제1 실시예에서는, 제어부(70)는, 플라즈마 밀도의 분포가 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 균일한 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 예컨대, 제어부(70)는, 측정기(60)에 의해 측정되는 플라즈마 밀도를 감시하면서, 플라즈마 밀도의 측정값이 미리 정해진 기준값으로 균일화될 때까지, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 또한, 예컨대, 제어부(70)는, 측정기(60)에 의해 측정되는 플라즈마 밀도를 감시하면서, 플라즈마 밀도의 측정값의 평균값을 산출하고, 산출된 평균값에 플라즈마 밀도의 측정값이 도달할 때까지, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0052] 이와 같이, 제1 실시예에 따르면, 플라즈마 밀도의 분포가 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 균일한 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어하기 때문에, 피처리 기관(W)의 피처리면에 대하여 균일한 플라즈마 처리를 행하는 것이 가능해진다.
- [0053] (제2 실시예)
- [0054] 계속해서, 스테브 삽입량 제어 처리의 제2 실시예에 대해서 설명한다. 제2 실시예에서는, 제어부(70)는, 플라즈마 밀도의 분포가 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 균일하지 않은 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 예컨대, 제어부(70)는, 측정기(60)에 의해 측정되는 플라즈마 밀도의 분포와, 처리 공간(S)에서 플라즈마 처리된 피처리 기관(W) 상의 막 두께의 분포에 기초하여, 플라즈마 밀도의 분포가, 막 두께의 분포를 반전시켜 얻어지는 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다.
- [0055] 이와 같이, 제2 실시예에 따르면, 플라즈마 밀도의 분포가 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 균일하지 않은 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어하기 때문에, 피처리 기관(W)의 피처리면에 대하여 원하는 플라즈마 처리를 행하는 것이 가능해진다.
- [0056] 또한, 제2 실시예에 따르면, 플라즈마 밀도의 분포가, 막 두께의 분포를 반전시켜 얻어지는 미리 정해진 분포가 되도록, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어하기 때문에, 피처리 기관(W)의 피처리면 중 막 두께가 미리 정해진 값보다 작은 영역에 대하여, 안테나(20)로부터 마이크로파를 집중적으로 방사하는 것이 가능하다.
- [0057] 또한, 상기 제1 실시예 및 제2 실시예에서는, 제어부(70)는, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량의 제어를 계속하는 예를 나타내었지만, 개시된 기술은 이것에는 한정되지 않는다. 예컨대, 제어부(70)는, 처리 공간(S)에서 피처리 기관(W)을 플라즈마 처리하기 위한 복수의 프로세스가 연속적으로 실행되는 경우에는, 복수의 프로세스의 각각이 전환되는 타이밍에, 스테브 부재(51)의 삽입량을 리셋하여도 좋다.
- [0058] 다음에, 일 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(11)를 이용한 플라즈마 처리 방법의 흐름의 일례를 설명한다. 도 6은 일 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치를 이용한 플라즈마 처리 방법의 흐름의 일례를 나타내는 흐름도이다.
- [0059] 도 6에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 처리 장치(11)의 제어부(70)는, 측정기(60)를 이용하여 플라즈마 밀도를 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 측정한다(단계 S101). 계속해서, 제어부(70)는, 측정된 플라즈마 밀도에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다(단계 S102).
- [0060] 이상, 일 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(11)는, 플라즈마 밀도를 피처리 기관(W)의 둘레 방향을 따라 측정하고, 측정된 플라즈마 밀도에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 그 결과, 일 실시형태에 따르면, 플라즈마 밀도의 분포에 따라 마이크로파의 분포를 자동적으로 조정할 수 있다.
- [0061] 또한, 상기한 실시형태에서는, 플라즈마 처리 장치(11)가, 플라즈마 밀도에 기초하여, 마이크로파의 분포의 조정에 이용되는 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어하는 예를 설명하였지만, 개시된 기술은 이것에

한정되지 않는다. 예컨대, 플라즈마 처리 장치(11)는, 플라즈마 밀도 대신에, 플라즈마 밀도와 상관성을 갖는 파라미터에 기초하여, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어하여도 좋다. 이 경우, 플라즈마 처리 장치(11)의 측정기(60)는, 플라즈마 밀도 대신에, 플라즈마 밀도와 상관성을 갖는 파라미터를 측정한다. 플라즈마 밀도와 상관성을 갖는 파라미터란, 예컨대, 처리 용기(12)의 측벽(22)의 온도, 안테나(20)의 온도, 처리 공간(S)의 발광 강도 및 처리 용기(12)의 측벽(22)에 부착된 부착물의 두께 중 적어도 어느 하나이다. 그리고, 제어부(70)는, 플라즈마 밀도와 상관성을 갖는 파라미터에 기초하여, 복수의 스테브 부재(51)의 삽입량을 개별로 제어한다. 이에 의해, 플라즈마 밀도의 상관성을 갖는 파라미터의 분포에 따라 마이크로파의 분포를 자동적으로 조정할 수 있다.

[0062] 또한, 상기한 실시형태에서는, 스테브 부재의 연신 방향이 수평 방향, 즉, 스테브 부재가 직경 방향으로 곧게 연장되는 예를 나타내었지만, 도 7에 나타내는 바와 같이, 스테브 부재의 연신 방향이 경사 하측 방향이어도 좋다. 도 7은 이 경우의 플라즈마 처리 장치의 동축 도파관의 근변을 확대하여 나타내는 개략 단면도이며, 도 2에 상당한다. 도 7을 참조하여, 이 외의 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(81)에 구비되는 냉각판(82)의 냉각판 돌출부(83)에는, 내직경측을 하측으로 한 경사 하측 방향으로 연장되도록 냉각판 돌출부(83)의 일부를 관통하는 복수의 나사 구멍(84)이 마련되어 있다. 그리고, 각 나사 구멍(84)에 대해서, 스테브 부재(85)가 경사 하측 방향으로 연신하도록 부착되어 있다. 이와 같이 구성함으로써, 스테브 부재(85)가 작용하는 포인트, 구체적으로는, 스테브 부재(85)의 선단 부분을 지파관(19)에 근접시키도록 할 수 있다. 전자계 분포의 둘레 방향의 치우침을 없애기 위해서는, 될 수 있는 한 지파관(19)에 가까운 위치에서 조정할 수 있는 것이 바람직하다. 따라서, 스테브 부재(85)를 경사 하측 방향으로 연신할 수 있도록 마련함으로써, 보다 효과적으로 전자계 분포의 둘레 방향에서의 조정을 행할 수 있다.

[0063] 또한, 상기한 실시형태에서는, 스테브 부재는, 냉각판 돌출부에서 지지되는 것으로 하였지만, 이에 한정되지 않고, 외측 도체로 지지되는 구성으로 하여도 좋다. 구체적으로는, 외측 도체에서, 직경 방향으로 관통하는 나사 구멍을 마련하고, 이 나사 구멍과 나사부를 나사 결합시키도록 하여 스테브 부재를 부착하도록 한다. 이 경우, 내측 도체의 외주면의 일부에 대향하는 대향부는, 외측 도체의 내주면의 일부가 된다.

[0064] 또한, 상기한 실시형태에서는, 스테브 부재는, 회전 대칭성을 갖는 등간격의 배치로 하였지만, 회전 대칭성을 가지면, 스테브 부재의 배치는 등간격이 아니어도 좋다.

[0065] 또한, 상기한 실시형태에서는, 스테브 부재는, 둘레 방향에 함께 6개 마련하는 것으로 하였지만, 이 개수에 한정되지 않고, 예컨대, 4개, 8개 등, 필요에 따라 임의의 개수의 스테브 부재가 마련된다.

[0066] 또한, 상기한 실시형태에서는, 동축 도파관이 연장되는 방향에 1개, 즉, 상하 방향의 동일한 위치에 6개의 스테브 부재를 마련하는 것으로 하였지만, 이것에 한정되지 않고, 스테브 부재를, 동축 도파관이 연장되는 방향에 간격을 두고 복수 마련하는 것으로 하여도 좋다. 전자계 조정 수단으로서의 스테브 부재를 마련하면, 마이크로파의 일부가 상기한 봉형부에 의해 상측 방향에 반사된다. 여기서, 반사파의 전계 강도를 입사파의 전계 강도로 나눈 값으로 나타내는 반사율만큼, 파워 손실을 생기게 할 우려가 있으며, 이 반사파에서의 영향으로, 전자계의 조정이 복잡해져, 전자계 분포를 균일하게 하는 것이 곤란해질 우려가 있다. 그래서, 동축 도파관이 연장되는 방향으로 간격을 두고 복수 스테브 부재를 마련함으로써, 스테브 부재에 의한 반사파의 영향을 크게 저감하고, 전자계의 조정을 쉽게 하여, 전자계 분포를 둘레 방향에 의해 균일하게 할 수 있다.

[0067] 이에 대해서, 구체적으로 설명한다. 도 8은 이 경우에서의 플라즈마 처리 장치의 일부를 나타내는 단면도이며, 도 2에 상당하는 단면이다. 도 8을 참조하여, 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 플라즈마 처리 장치(91)에는, 도 8에서의 상하 방향에서, 2개의 스테브 부재군(92a, 92b)이 마련되어 있다. 하방측에 마련되는 전자계 조정 기구로서의 제1 스테브 부재군(92a)은, 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치(11)에 마련되는 경우와 마찬가지로, 냉각판(43) 중의 냉각판 돌출부(47)에 마련되어 있다. 제1 스테브 부재군(92a) 중의 각 스테브 부재는, 도 1에 나타내는 플라즈마 처리 장치에 마련되는 스테브 부재와 동일한 구성이다. 즉, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 각 스테브 부재는, 직경 방향으로 연장 가능하며, 직경 방향으로 곧게 연장되어, 냉각판 돌출부(47)에 마련된 나사 구멍에 나사 결합하도록 마련된 나사부 및 봉형부를 구비하는 구성이다. 한편, 상방측에 마련되는 반사파 보상 기구로서의 제2 스테브 부재군(92b)은, 동축 도파관(31) 중 외측 도체(33)에 마련되어 있다. 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 각 스테브 부재에 대해서도, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 각 스테브 부재와 동일한 구성이고, 직경 방향으로 연장 가능하며, 직경 방향으로 곧게 연장되어, 외측 도체(33)에 마련된 나사 구멍에 나사 결합하도록 마련된 나사부 및 봉형부를 구비하는 구성이다.

[0068] 2개의 스테브 부재군 중, 제1 스테브 부재군(92a)에 대해서는, 도 1에 나타내는 경우와 마찬가지로 스테브 부재

가 둘레 방향에 대략 균등한 배열로 6개 마련되어 있다. 제2 스테브 부재군(92b)에 대해서도, 스테브 부재가 둘레 방향에 대략 균등한 배열로 6개 마련되어 있다. 또한, 여기서 말하는 2개의 스테브 부재군이란, 둘레 방향에 간격을 두고 마련된 6개의 스테브 부재로 구성되는 스테브 부재의 군이, 상하 방향에서 각각 간격을 두고 마련되어 있다고 하는 의미이다.

[0069] 제1 및 제2 스테브 부재군(92a, 92b) 중의 각 스테브 부재가 마련되는 둘레 방향의 위치에 대해서는, 제1 스테브 부재군(92a) 중의 각 스테브 부재와 제2 스테브 부재군(92b) 중의 각 스테브 부재가 동일한 위치가 되도록 구성되어 있다. 즉, 도 8에서의 상측 방향에서 본 경우에, 도 4에 나타내는 바와 같이 보이며, 제1 스테브 부재군(92a) 중의 각각의 스테브 부재와 제2 스테브 부재군(92b) 중의 각각의 스테브 부재가 겹쳐 보이도록 구성되어 있다. 또한, 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b)의 상하 방향의 간격, 즉, 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b) 사이의 거리(L4)에 대해서는, 동측 도파관(31)의 관내 파장의 4분의 1이 되도록 구성되어 있다. 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b) 사이의 거리(L4)는, 도 8 중의 일점 쇄선으로 나타내는 제1 스테브 부재군(92a)에서의 축방향, 즉, 상하 방향의 중앙의 위치와, 도 8 중의 이점 쇄선으로 나타내는 제2 스테브 부재군(92b)에서의 상하 방향의 중앙의 위치 사이의 거리이다. 또한, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 각 스테브 부재에서의 마이크로파의 반사율과, 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 각 스테브 부재에서의 마이크로파의 반사율이 동일해지도록 구성되어 있다. 제1 및 제2 스테브 부재군(92a, 92b)에 구비되는 각 스테브 부재의 재질은, 예컨대, 알루미늄이나 금속 등이다.

[0070] 이와 같이 구성함으로써, 전자계 조정 기구로서 작용하는 제1 스테브 부재군(92a) 및 반사파 보상 기구로서 작용하는 제2 스테브 부재군(92b)에 의해, 보다 효율적으로 전자계 분포를 균일하게 할 수 있다. 또한, 도 1 및 도 2에 나타내는 플라즈마 처리 장치(11)와 동일한 구성에 대해서는, 도 8 및 후술하는 도 9에서 동일한 부호로 나타내며, 이들의 설명을 생략한다.

[0071] 여기서, 상기한 도 8에 나타내는 플라즈마 처리 장치(91)에서의 원리에 대해서 설명한다. 도 9는 도 8에 나타내는 플라즈마 처리 장치(91)에 구비되는 동측 도파관(31)의 근변을 확대하여 나타내는 개략 단면도이다. 또한, 이해의 용이의 관점에서, 도 9에서, 제1 및 제2 스테브 부재군(92a, 92b)의 구성 등을 개략적으로 나타내고 있다.

[0072] 도 8 및 도 9를 참조하여, 상측으로부터 하측 방향을 향하여 입사되는 입사파(C1)가 전자계 조정 기구로서의 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 스테브 부재에 도달한 후에, 그 일부가 반사파(C2)로서 상측 방향에 반사된다. 또한, 입사파(D1)가 반사파 보상 기구로서의 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 스테브 부재에 도달한 후에, 그 일부가 반사파(D2)로서 상측 방향에 반사된다. 여기서, 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b) 사이의 거리(L4)의 왕복의 길이만큼 시간이 지연된 반사파(C2)가, 반사파(D2)와 간섭한다. 이 경우에서, 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b) 사이의 거리(L4)는, 동측 도파관(31)의 관내 파장의 4분의 1이기 때문에, 제1 스테브 부재군(92a)과 제2 스테브 부재군(92b) 사이의 거리의 왕복의 길이는, 동측 도파관(31)의 관내 파장의 2분의 1이 된다. 그렇게 되면, 각각의 반사파(C2, D2)의 위상이, 180도 어긋나게 된다. 여기서, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 스테브 부재에서의 반사율과 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 스테브 부재에서의 반사율이 동일하기 때문에, 반사파(C2, D2)가 정확하게 상쇄되게 되어, 반사파의 영향이 크게 저감된 전자계 조정이 가능해진다. 따라서, 보다 효율적으로 전자계를 균일하게 공급할 수 있다.

[0073] 여기서, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 스테브 부재의 반사율과 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 스테브 부재의 반사율을 동일하게 하는 것으로 하였지만, 구체적인 실시형태에 따르면, 각각의 반사율이 0.1~0.2가 되고, 토달로서 반사율을 0.03 이하로 할 수 있다. 그러나, 엄밀하게는, 상기 입사파(C1)는, 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 스테브 부재에 의해 일부 반사되어 작아진다. 그래서, 이 영향을 고려하여, 제1 스테브 부재군(92a)에 구비되는 스테브 부재의 반사율과, 제2 스테브 부재군(92b)에 구비되는 스테브 부재의 반사율을 바꾸는 것으로 하여도 좋다.

[0074] 또한, 상기 도 8에 나타내는 실시형태에서는, 제1 스테브 부재군과 제2 스테브 부재군의 상하 방향의 간격은, 동측 도파관의 관내 파장의 4분의 1로 하는 것으로 하였지만, 이것에 한정되지 않고, 동측 도파관의 관내 파장의 4분의 1의 홀수배로 하여도 좋다. 이렇게 함으로써, 각각의 반사파의 위상을 180도 어긋나게 할 수 있어, 상기한 효과를 나타낼 수 있다. 또한, 동측 도파관의 관내 파장의 4분의 1의 홀수배보다 다소 어긋나 있어도, 반사파의 영향을 저감할 수 있다.

[0075] 또한, 상기 도 8에 나타내는 실시형태에서는, 제1 스테브 부재군에 구비되는 각 스테브 부재의 둘레 방향의 위치와 제2 스테브 부재군에 구비되는 각 스테브 부재의 둘레 방향의 위치를 동일하게 하는 것으로 하였지만,

이에 한정되지 않고, 다소 틀레 방향으로 어긋나 있어도 상관없다. 또한, 제1 스테브 부재군에 구비되는 스테브 부재의 수와, 제2 스테브 부재군에 구비되는 스테브 부재의 수를 상이하게 한 것으로 하여도 좋다.

[0076] 또한, 상기 도 8에 나타내는 실시형태에서는, 제1 및 제2 스테브 부재군에 구비되는 각 스테브 부재에 대해서, 직경 방향으로 곧게 연장되도록 마련하는 것으로 하였지만, 이것에 한정되지 않고, 각 스테브 부재의 연신 방향을 경사 하측 방향으로 하는 것으로 하여도 좋다. 이 경우, 제1 및 제2 스테브 부재군 중 어느 한쪽의 군에 구비되는 스테브 부재에서, 연신 방향을 경사 하측 방향으로 하여도 좋고, 제1 및 제2 스테브 부재군의 쌍방에 구비되는 각 스테브 부재에서, 연신 방향을 경사 하측 방향으로 하여도 좋다.

[0077] 또한, 상기 실시형태에서는, 스테브 부재를 변경 수단으로 하는 것으로 하였지만, 이에 한정되지 않고, 변경 수단은, 다른 구성이어도 좋다. 즉, 예컨대, 외측 도체의 내주면에서, 직경 방향으로 연장 가능하며, 연장 거리를 조정 가능한 돌기부를 마련하여, 이것을 변경 수단으로 하는 것으로 하여도 좋다. 또한, 외측 도체의 외직경면을 움푹하게 하면, 이 함몰에 따라 외측 도체의 내주면과 내측 도체의 외주면의 거리가 변경되는 구성으로 하여도 좋다.

[0078] 또한, 상기 실시형태에서는, 외측 도체측에 변경 수단을 마련하는 것으로 하였지만, 이에 한정되지 않고, 내측 도체측에 변경 수단을 마련하는 것으로 하여도 좋다. 구체적으로는, 변경 수단을, 내측 도체측에서, 내측 도체의 외주면을 외직경측, 즉, 간극이 형성되어 있는 방향을 향하여 연장 가능하며, 연장 거리를 조정 가능한 구성으로 한다.

[0079] 이상, 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명하였지만, 본 발명은, 도시한 실시형태의 것에 한정되지 않는다. 도시한 실시형태에 대하여, 본 발명과 동일한 범위 내에서, 혹은 균등의 범위 내에서, 여러 가지 수정이나 변형을 가하는 것이 가능하다.

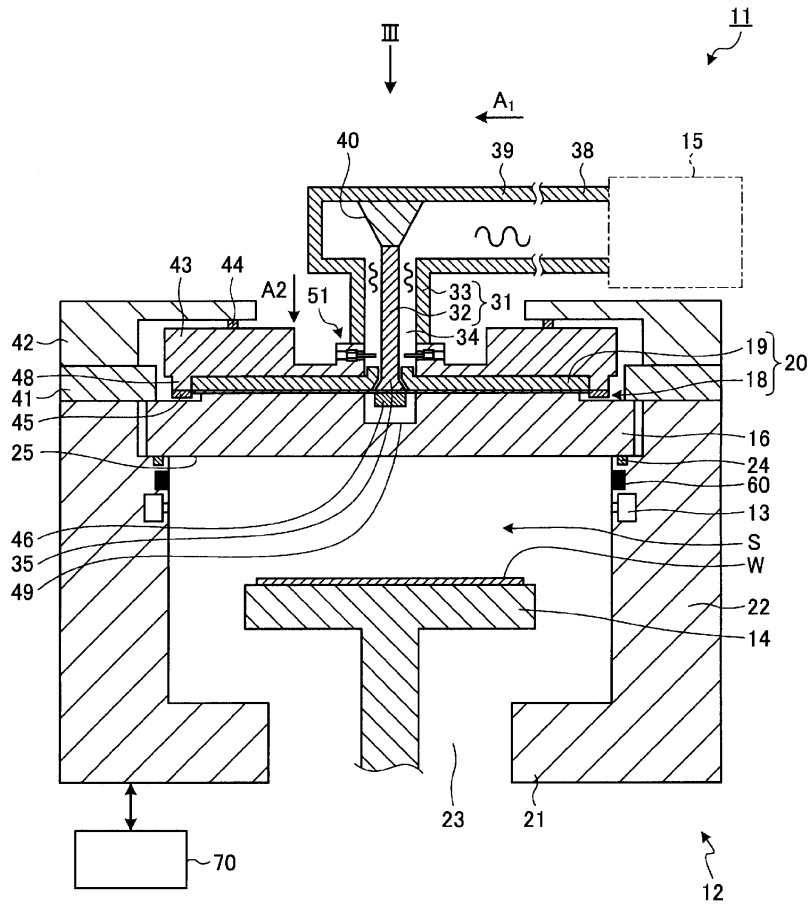
**부호의 설명**

- [0080] 11, 81, 91 플라즈마 처리 장치
- 12 처리 용기
- 13 가스 공급부
- 14 유지대
- 15 마이크로파 발생기
- 16 유전체판
- 17 슬롯 구멍
- 18 슬롯 안테나판
- 19 지파관
- 20 안테나
- 21 바닥부
- 22 측벽
- 23 배기 구멍
- 24 O 링
- 25 면
- 26a 내주측 슬롯 구멍군
- 26b 외주측 슬롯 구멍군
- 27 지파관 돌출부
- 28 중심
- 31 동축 도파관

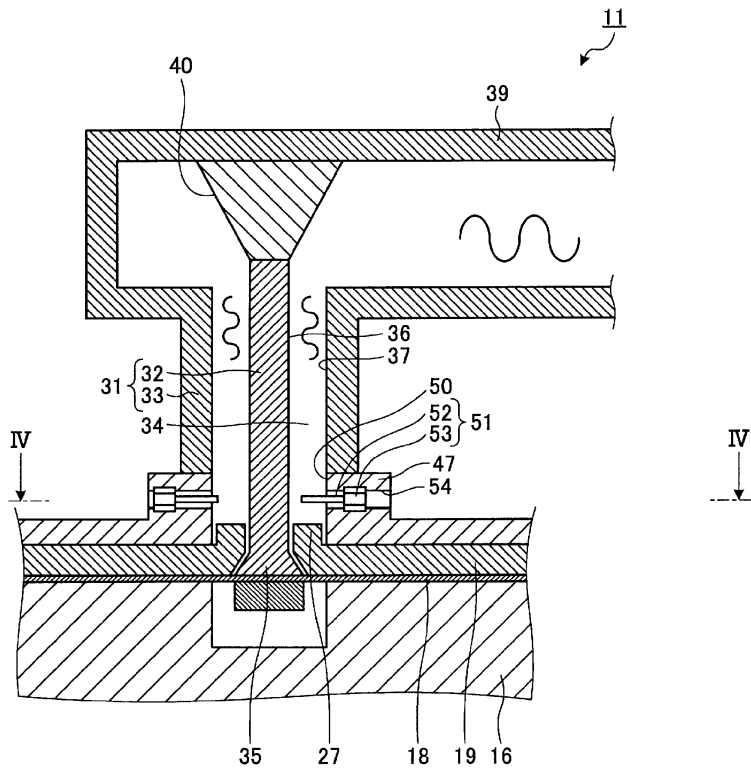
- 32 내측 도체
- 33 외측 도체
- 34 간극
- 35, 38 단부
- 36 외주면
- 37, 50 내주면
- 39 도파관
- 40 모드 변환기
- 41 유전체판 누름링
- 42 안테나 누름
- 43, 82 냉각판
- 44 전자 차폐 탄력체
- 45 외주 고정링
- 46 중심 고정판
- 47, 83 냉각판 돌출부
- 48 지파관 위치 결정부
- 49 수용 오목부
- 51, 85 스테브 부재
- 52 봉형부
- 53 나사부
- 54, 84 나사 구멍
- 60 측정기
- 70 제어부
- 92a 제1 스테브 부재군
- 92b 제2 스테브 부재군

도면

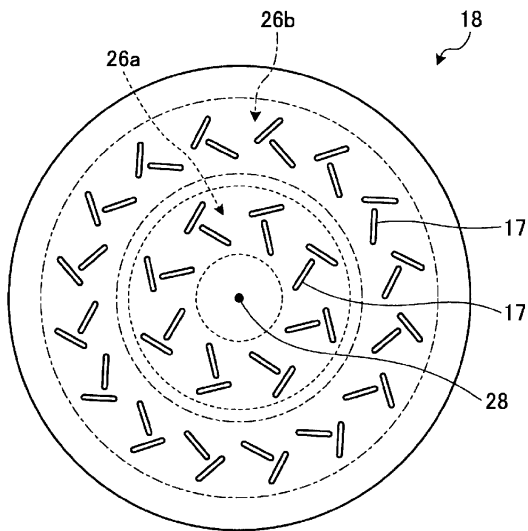
도면1



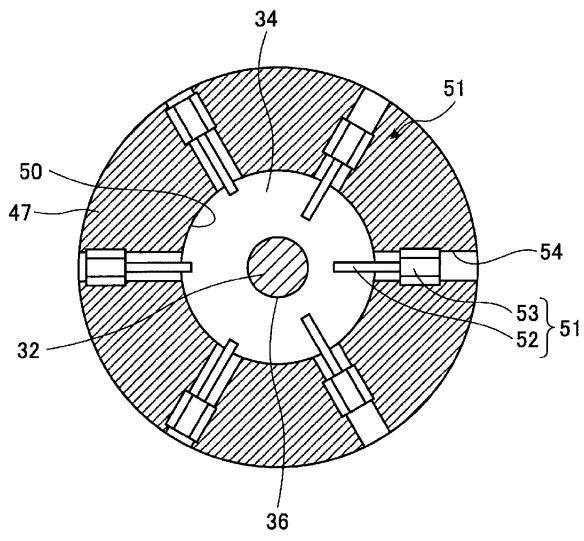
도면2



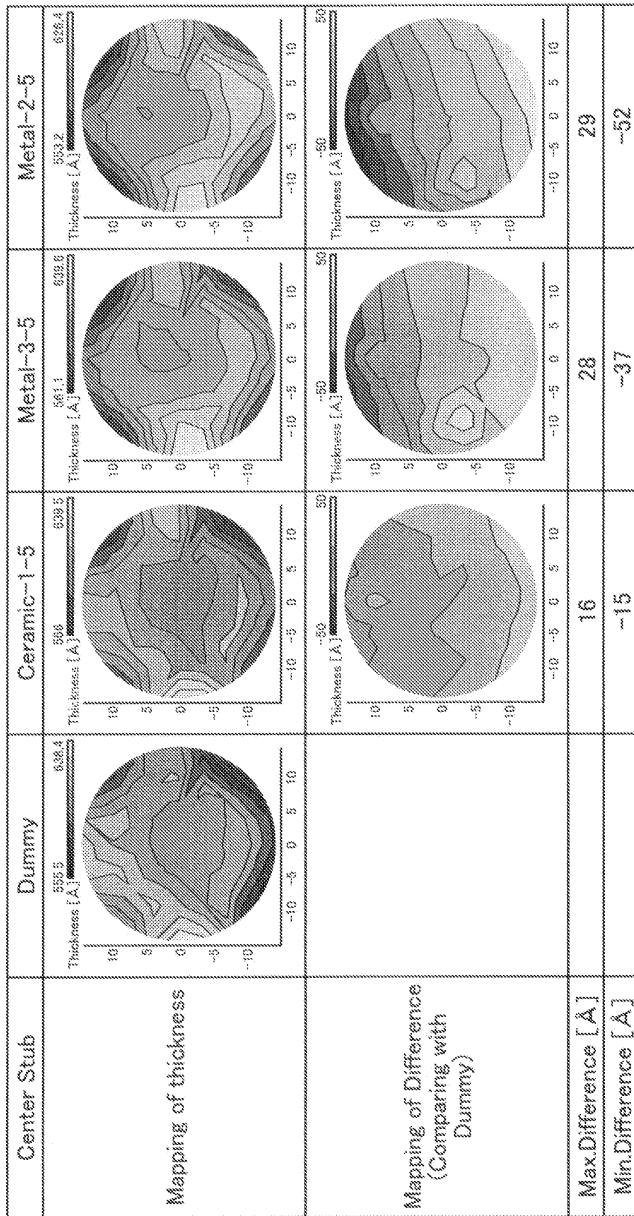
도면3



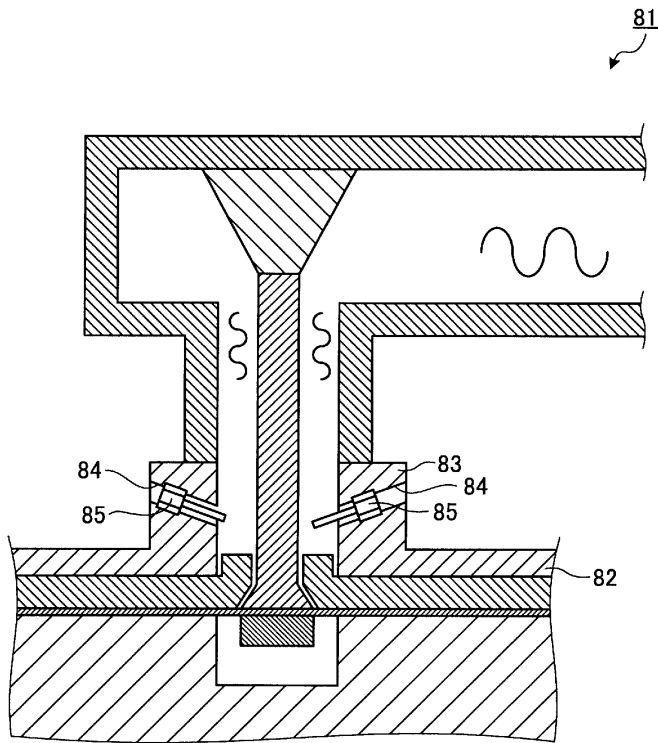
도면4



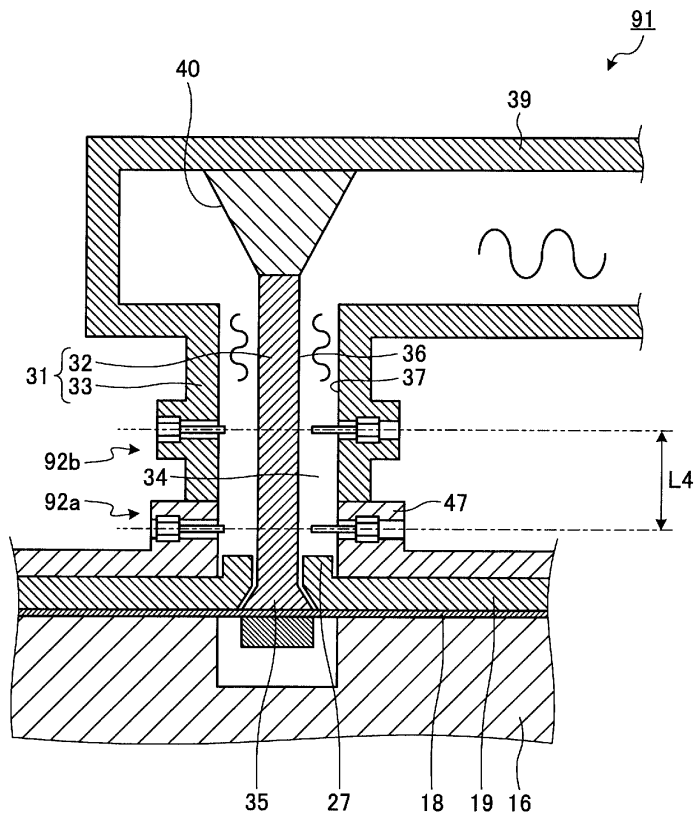
도면5



도면7



도면8



도면9

