



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년04월08일
(11) 등록번호 10-0820615
(24) 등록일자 2008년04월02일

(51) Int. Cl.

H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-7026433(분할)
(22) 출원일자 2007년11월14일
심사청구일자 2007년11월14일
번역문제출일자 2007년11월14일
(65) 공개번호 10-2007-0116184
(43) 공개일자 2007년12월06일
(62) 원출원 특허 10-2006-7012843
원출원일자 2006년06월26일
심사청구일자 2006년06월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/007650
국제출원일자 2003년06월17일
(87) 국제공개번호 WO 2004/001822
국제공개일자 2003년12월31일
(30) 우선권주장
JP-P-2002-00178129 2002년06월19일 일본(JP)
JP-P-2002-00351250 2002년12월03일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

US5824158 A

전체 청구항 수 : 총 2 항

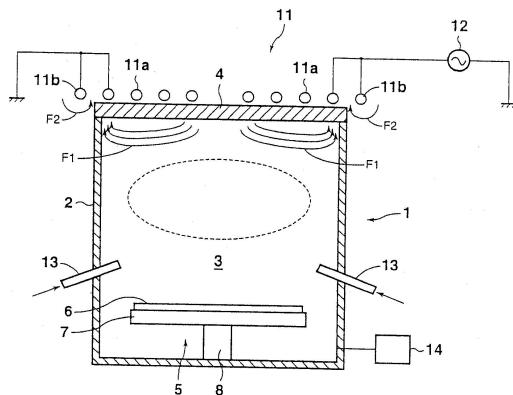
심사관 : 오창석

(54) **플라즈마 처리 장치, 플라즈마 처리 방법, 플라즈마 막형성장치 및 플라즈마 막형성 방법**

(57) 요 약

안테나 (11a) 주위의 천장면의 바깥쪽에 위치하여 배치되는 제 2 안테나 (11b) 와, 급전 수단에 의해 안테나 (11a) 에 공급되는 전류의 방향에 역방향으로 흐르는 전류를 제 2 안테나 (11b) 에 공급하고, 제 2 안테나 (11b) 부위에서, 안테나 (11a) 부위에 나타나는 자력선 (F1) 의 방향에 역방향으로 향하는 자력선 (F2) 을 발생시키는 플라즈마 막형성 장치 (플라즈마 처리 장치) 를 개시한다. 따라서, 통형상 용기 (2) 내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

처리실의 천장면 상부에 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 안테나에 급전하여 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리장치에 있어서,

안테나에 2kW 내지 15kW 의 출력과 10MHz 내지 30MHz 의 주파수를 가지는 고주파 전원이 접속되고,

안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 190mm 이상으로 설정하고,

전자가 cm^3 당 10^{10} 개 이상 존재하는 고밀도 플라즈마 영역이되, 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 저전자 온도 영역에 기판을 위치시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

처리실의 천장면 상부에 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 안테나에 급전하여 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리장치에 있어서,

안테나에 2kW 내지 15kW 의 출력과 10MHz 내지 30MHz 의 주파수를 가진 고주파원이 접속되고,

안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 190~250mm 의 범위로 설정하고,

전자가 cm^3 당 10^{10} 개 이상 존재하는 고밀도 플라즈마 영역이되, 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 저전자 온도 영역에 기판을 위치시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1>

본 발명은, 플라즈마를 발생시켜 기판을 처리하는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

<2>

또한, 본 발명은, 플라즈마를 발생시켜 기상 성장법에 의해 기판의 표면에 막을 형성하는 플라즈마 막형성 장치 및 플라즈마 막형성 방법에 관한 것이다.

배경기술

<3>

현재, 반도체의 제조에서는, 플라즈마 CVD (Chemical Vapor Deposition) 장치를 사용한 막의 형성이 알려져 있다. 플라즈마 CVD 장치는, 막의 시재로서 기능하는 재료 가스를 통형상 용기내의 막형성실 안에 도입하고, 고주파 안테나로부터 고주파를 입사시켜 그 재료 가스를 플라즈마 상태로 변환하고, 플라즈마 내의 활성 여기 원자에 의해 기판 표면의 화학적인 반응을 촉진시켜 막을 형성하는 장치이다. 플라즈마 CVD 장치에서는, 기판과 대향하는 천장면의 상부에 평면 링형상의 고주파 안테나를 배치하고, 고주파 안테나에 급전함으로써 고주파를 통형상 용기내에 입사시키고 있다.

<4>

플라즈마 처리 장치로는, 예를 들어 일본 특허 제 3,172,340 호에 개시되어 있다.

<5>

기판과 대향하는 천장면의 상부에 평면 링형상의 고주파 안테나가 배치된 유도 결합형 플라즈마 CVD 장치에서는, 고주파 안테나의 최외주측 코일의 자력선 (자속 밀도선) 이 통형상 용기의 벽 (통면) 을 관통할 우려가 있었다. 자력선 (자속 밀도선) 이 통형상 용기의 벽 (통면) 을 관통하면 전자와 이온이 자력선을 따라 이동하기 때문에, 전자와 이온이 통형상 용기의 벽에 충돌하여 과열 상태가 되거나 애칭 작용에 의해 파티클 발생의 원인이 될 우려가 있었다.

<6>

전자와 이온의 벽면에 대한 충돌을 억제하기 위해, 평면 링형상의 고주파 안테나의 직경을 통형상 용기의 직경 보다도 작게 하여, 통형상 용기의 벽 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도가 작아지도록 하는 것도 고려되고 있

다. 이 경우, 통형상 용기의 크기에 대하여 넓은 범위에 걸쳐 균일한 플라즈마를 발생시키기가 어려워진다. 이는 효율이 감소되고 통형상 용기내의 플라즈마 균일성이 저하되는 문제를 발생시킨다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <7> 본 발명은 상기 상황을 고려하여 이루어져 있다. 본 발명의 목적은 통형상 용기내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것이다.
- <8> 또한, 플라즈마 CVD 장치 (플라즈마 처리 장치) 에서는, 플라즈마 밀도가 높아, 공간의 전위차로 인해 반도체 표면의 전극에 전압이 인가된 상태가 되어 반도체 소자를 파괴할 (차아징 효과로 인한 소자 파괴) 우려가 있었다. 현재, 차아징 효과로 인한 소자 파괴를 억제할 수 있는 플라즈마 처리 장치의 개발이 요구되고 있다.
- <9> 본 발명은 상기 상황을 고려하여 이루어져 있다. 본 발명의 또 다른 목적은 차아징 효과로 인한 소자 파괴를 억제할 수 있는 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

- <10> 본 발명의 플라즈마 처리 장치는, 처리실의 천장면 상부에 평면 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 급전하여 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 있어서,
- <11> 안테나의 주위에 천장면의 바깥쪽에 위치하는 제 2 안테나를 배치하고,
- <12> 안테나에 공급되는 전류의 방향에 역방향으로 흐르는 전류를 제 2 안테나에 공급하는 제 2 급전 수단을 구비한 것을 특징으로 한다.
- <13> 그 결과, 제 2 안테나의 부위에서는, 안테나 부위에서 나타나는 자력선의 방향에 역방향으로 향하는 자력선이 발생하여, 통형상 용기내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있는 플라즈마 처리 장치를 구성할 수 있다.
- <14> 또한, 플라즈마 처리 장치는 급전 수단과 제 2 급전 수단을 동일한 교류 전원으로 한 것을 특징으로 한다.
- <15> 또한, 플라즈마 처리 장치는, 급전 수단으로서의 교류 전원과 안테나와의 접속 및 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원과 제 2 안테나와의 접속을 동일한 방향으로 하고, 급전 수단으로서의 교류 전원의 위상과 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원의 위상을 서로 반대로 하는 위상 변경 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <16> 또한, 플라즈마 처리 장치는 급전 수단으로서의 교류 전원과 안테나와의 접속 및 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원과 제 2 안테나와의 접속을 역방향으로 한 것을 특징으로 한다.
- <17> 또한, 플라즈마 처리 장치는 기판의 표면에 대한 처리가 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 막을 제조하는 막형성 처리인 것을 특징으로 한다.
- <18> 본 발명의 플라즈마 처리 방법은, 처리실의 천장면 상부로부터의 급전에 의해 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법에 있어서,
- <19> 천장면의 바깥쪽에서 플라즈마의 발생을 위해 공급되는 전류의 방향에 역방향으로 흐르는 전류를 발생시켜 처리를 실시하는 것을 특징으로 한다.
- <20> 그 결과, 플라즈마 처리 방법은 통형상 용기내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있도록 구성될 수 있다.
- <21> 본 발명의 플라즈마 막형성 장치는, 기판을 수용하는 통형상 용기와, 통형상 용기에 원료 가스를 공급하는 원료 가스 공급 수단과, 통형상 용기의 천장면의 상면에 배치되어 급전에 의해 통형상 용기의 내부를 플라즈마화하는 평면 링형상의 안테나와, 안테나에 급전하여 통형상 용기내에 원료 가스의 플라즈마를 발생시키는 급전 수단을 구비하고, 통형상 용기내의 플라즈마에 의해 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 막을 제조하

도록 구성된 플라즈마 막형성 장치에 있어서,

<22> 안테나의 주위에 배치되어 천장면의 바깥쪽에 위치하는 제 2 안테나; 및

<23> 급전 수단에 의해 안테나에 공급되는 전류의 방향에 역방향으로 흐르는 전류를 제 2 안테나에 공급하는 제 2 급전 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

<24> 그 결과, 플라즈마 막형성 장치는, 제 2 안테나의 부위에서는, 안테나 부위에 나타나는 자력선의 방향에 역방향으로 향하는 자력선이 발생하여, 통형상 용기내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있도록 구성될 수 있다.

<25> 또한, 플라즈마 막형성 장치는 급전 수단과 제 2 급전 수단을 동일한 교류 전원으로 한 것을 특징으로 한다.

<26> 또한, 플라즈마 막형성 장치는 급전 수단으로서의 교류 전원과 안테나와의 접속 및 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원과 제 2 안테나와의 접속을 동일한 방향으로 하고, 급전 수단으로서의 교류 전원의 위상과 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원의 위상을 서로 반대로 하는 위상 변경 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

<27> 또한, 급전 수단으로서의 교류 전원과 안테나와의 접속 및 제 2 급전 수단으로서의 교류 전원과 제 2 안테나와의 접속을 역방향으로 한 것을 특징으로 한다.

<28> 본 발명의 플라즈마 막형성 방법은, 통형상 용기의 천장면 상부로부터의 급전에 의해 통형상 용기내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 막을 제조하는 플라즈마 막형성 방법에 있어서,

<29> 천장면의 바깥쪽에서 플라즈마의 발생을 위해 공급되는 전류의 방향에 역방향인정반대인 방향으로 흐르는 전류를 발생시켜 막을 제조하는 것을 특징으로 한다.

<30> 그 결과, 플라즈마 막형성 방법은 통형상 용기내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있도록 구성될 수 있다.

<31> 본 발명의 플라즈마 처리 장치는, 처리실의 천장면 상부에 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 안테나에 급전하여 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 있어서,

<32> 플라즈마가 고밀도이더라도 저전자 온도를 가지는 영역에 기판을 위치시킨 것을 특징으로 한다.

<33> 그 결과, 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판을 위치시킬 수 있다. 전자 온도가 낮은 영역이 되어 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 억제할 수 있다.

<34> 또한, 플라즈마가 고밀도인 영역은, cm^3 당 10^{10} 개 이상의 전자가 존재하는 전자 밀도를 가지며, 플라즈마가 저전자 온도를 가지는 영역은, 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 영역인 것을 특징으로 한다.

<35> 따라서, 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 확실히 억제할 수 있다.

<36> 본 발명의 플라즈마 처리 장치는, 처리실의 천장면 상부에 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 안테나에 급전함으로써 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 있어서,

<37> 안테나에 2kW 내지 15kW 의 출력과 10MHz 내지 30MHz 의 주파수를 가지는 고주파 전원이 접속되고,

<38> 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 영역에 기판을 위치시키기 위하여 안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 190mm 이상으로 설정한 것을 특징으로 한다.

<39> 따라서, 플라즈마가 고밀도이더라도 저전자 온도를 가지는 영역에 기판을 위치시킬 수 있다. 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판을 위치시키므로 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 억제할 수 있다.

<40> 본 발명의 플라즈마 처리 장치는, 처리실의 천장면 상부에 링형상의 안테나를 배치하고, 급전 수단에 의해 안테나에 급전함으로써 처리실내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 있어서,

- <41> 안테나에 2kW 내지 15kW 의 출력과 10MHz 내지 30MHz 의 주파수를 가진 고주파원이 접속되고,
- <42> 안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 200mm 이상으로 설정한 것을 특징으로 한다.
- <43> 따라서, 플라즈마가 고밀도이더라도 저전자 온도를 가지는 영역에 기판을 위치시킬 수 있다. 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판을 위치시키므로 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 확실히 억제할 수 있다.
- <44> 본 발명의 플라즈마 처리 방법은, 통형상 용기의 천장면 상부로부터의 급전에 의해 통형상 용기내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법에 있어서,
- <45> 플라즈마가 고밀도이더라도 저전자 온도를 가지는 영역에서 기판에 처리를 실시하는 것을 특징으로 한다.
- <46> 그 결과, 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판을 위치시킬 수 있다. 전자 온도가 낮은 영역이 되어 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 억제할 수 있다.

효과

- <47> 본 발명의 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 따르면 통형상 용기내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있는 이점이 있다. 또한, 차아징 효과로 인한 소자 파괴를 억제할 수 있는 이점도 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <48> 다음으로, 본 발명을 첨부된 도면을 참조하여 더 상세히 설명한다.
- <49> 먼저, 본 발명의 일 실시형태를 설명한다.
- <50> 본 발명은, 막형성실에 원료 가스 (재료 가스: 예를 들어 SiH₄) 를 공급하여 플라즈마를 발생시키고 원자와 분자를 여기 및 활성화하여 그 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 산화규소 또는 질화규소의 막을 형성하는 플라즈마 막형성 장치이다. 이 장치에 따르면, 천장면의 상부로부터 평면 링형상의 안테나에 급전하여 통형상 용기내에 유도 결합 방식에 의해 플라즈마를 발생시켜서 기판의 표면에 산화규소나 질화규소의 막을 형성하는 것이다.
- <51> 이 때, 플라즈마를 발생시키는 급전 전류의 방향과 역방향으로 흐르는 전류를 천장면의 바깥쪽에 발생시켜, 벽의 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 하여 전자와 이온이 통형상 용기의 벽에 충돌하는 것을 억제한다. 그 결과, 통형상 용기의 직경에 알맞은 직경을 가지는 안테나를 사용하여 넓은 범위에 걸쳐서 통형상 용기내에서 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 동시에, 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 하여 과열 상태가 되는 것을 억제하고 에칭 작용에 의한 파티클의 발생을 억제할 수 있다.
- <52> 따라서, 통형상 용기내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있는 플라즈마 막형성 장치를 제공하는 것이 가능해진다.
- <53> 또한, 본 발명은 플라즈마를 발생시키고 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 에칭 등의 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치에 적용할 수도 있다.
- <54> 본 발명을 플라즈마 막형성 장치 (플라즈마 CVD 장치)에 적용한 실시예를 도면에 기초하여 설명한다.
- <55> 도 1에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 CVD 장치 (1)에는 원통형상의 알루미늄제 통형상 용기 (2; 용기) 가 구비되고, 용기 (2) 내에 막형성실 (3)이 형성되어 있다. 용기 (2)의 상부에는 절연체 재료로 만든 (예를 들어 알루미늄: Al₂O₃) 원형의 천장판 (4)이 설치되고, 용기 (2)의 중심의 막형성실 (3)에는 웨이퍼 지지대 (5)가 구비되어 있다. 웨이퍼 지지대 (5)는 반도체의 기판 (6)을 유지하는 디스크형상의 탑재부 (7)를 가지며, 탑재부 (7)는 지지축 (8)에 의해 지지되어 있다.
- <56> 천장판 (4) 위에는, 예를 들어 원형 코일 링형상 (평면 링형상)의 고주파 안테나 (11)가 배치되고, 고주파 안테나 (11)에는 정합기(미도시)를 통하여 고주파 전원 (12; 교류 전원)이 접속되어 있다 (급전 수단). 고주파 안테나 (11)에 전력을 공급함으로써 전자파가 용기 (2)의 막형성실 (3)에 입사된다. 용기 (2) 내로 입사된 전자파는, 막형성실 (3) 내의 가스를 이온화하여 플라즈마를 발생시킨다.

- <57> 용기 (2)에는 예를 들어 실란 (예를 들어 SiH_4) 등의 재료 가스를 공급하는 원료 가스 공급 수단으로서의 가스 공급 노즐 (13)이 설치된다. 가스 공급 노즐 (13)을 통하여 막형성실 (3)내로 막형성 재료 (예를 들어 Si)로서 기능하는 원료 가스를 공급한다. 또한, 용기 (2)에는 아르곤 또는 헬륨 등의 불활성 가스 (희가스) 또는 산소나 수소 등의 보조 가스를 공급하는 절연체 재료로 만든 (예를 들어 알루미나: Al_2O_3) 보조 가스 공급 노즐 (미도시)이 설치된다. 용기 (2)의 내부는 진공 장치 (14)에 의해 소정 압력으로 유지된다.
- <58> 또한, 도시를 생략하였지만 용기 (2)에는 기판 (6)의 반입/반출구가 설치된다. 이 반입/반출구를 통하여, 기판 (6)은 반송실 (미도시)로부터 용기 (2)로 반입되고, 용기 (2)로부터 반송실로 반출된다.
- <59> 상술한 플라즈마 CVD 장치 (1)에서는, 웨이퍼 지지대 (5)의 탑재부 (7)에 기판 (6)이 탑재되어 유지된다 (예를 들어 정전 척). 가스 공급 노즐 (13)을 통하여 소정 유량의 원료 가스를 막형성실 (3)내로 공급하는 동시에 보조 가스 공급 노즐을 통하여 소정 유량의 보조 가스를 막형성실 (3)내로 공급하여, 막형성실 (3)내부를 막형성 조건에 적합한 소정 압력으로 설정한다. 그 후, 고주파 전원 (12)으로부터 고주파 안테나 (11)에 전력을 공급하여 고주파를 발생시킨다.
- <60> 이 절차에 의해, 막형성실 (3)내의 재료 가스가 방전되어 일부가 플라즈마 상태로 된다. 이 플라즈마는 재료 가스 중의 다른 중성 분자에 충돌하여 더욱 중성 분자를 전리 또는 여기시킨다. 이와 같이 생성된 활성 입자들은, 기판 (6)의 표면에 흡착되어 양호한 효율로 화학 반응을 일으키고, 퇴적되어 CVD 막을 형성한다.
- <61> 기판 (6)과 대향하는 천장면의 상부에 배치되는 평면 링형상의 고주파 안테나 (11)가 배치된 유도 결합형 플라즈마 CVD 장치 (1)에서는, 고주파 안테나 (11)의 최외주측 코일의 자력선 (자속 밀도선)이 용기 (2)의 벽 (통면)을 관통할 우려가 있었다. 자력선 (자속 밀도선)이 용기 (2)의 벽 (통면)을 관통하면, 전자와 이온이 자력선을 따라 이동하기 때문에, 전자나 이온이 용기 (2)의 벽에 충돌하여 과열 상태가 되거나 에칭 작용에 의해 파티클 발생의 원인이 될 우려가 있었다.
- <62> 따라서, 본 실시형태에서는, 천장면의 바깥쪽에 위치하는 안테나 주위에 제 2 안테나가 배치되어, 안테나에 공급되는 전류의 방향에 역방향으로 흐르는 전류가 제 2 안테나에 공급된다.
- <63> 즉, 도 2에 나타내는 바와 같이, 고주파 안테나 (11)는 대략 천장면의 직경과 동일한 직경의 부분인 안테나 (11a)로 제조되고, 천장면의 바깥쪽에 위치하는 부분이 제 2 안테나 (11b)로 되어 있다. 제 2 안테나 (11b) 부위에는 안테나 (11a) 부위와는 반대의 접속 상태에서 고주파 전원 (12)으로부터 전류가 급전된다 (즉, 제 2 급전 수단). 즉, 제 2 안테나 (11b) 부위에서는, 안테나 (11a) 부위의 접지측 코일에 고주파 전원 (12)이 접속되고, 안테나 (11a) 부위의 고주파 전원 (12)이 접속되는 측의 코일은 접지 상태로 되어 있다.
- <64> 상술한 특징으로 인하여, 제 2 안테나 (11b) 부위에서는 안테나 (11a) 부위에 나타나는 자력선 (F1)의 방향에 역방향으로 향하는 자력선 (F2)이 발생한다. 용기 (2)의 벽 (통면)을 관통하는 자력선 (F1)이 역방향으로 하는 자력선 (F2)과 합성되어 용기 (2)의 벽 (통면)을 관통하는 자력선을 감소시킨다. 따라서, 용기 (2)의 벽의 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도가 작아진다. 이는 전자와 이온이 용기 (2)의 벽에 충돌하여 과열 상태가 되거나 또는 에칭 작용에 의해 파티클 발생의 원인이 되는 문제점을 제거한다.
- <65> 또한, 안테나 (11a)는 대략 천장면의 직경과 동일한 직경을 갖는다. 따라서, 용기의 크기에 대하여 넓은 범위에서 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있어, 효율의 저하없이 용기 (2)내의 플라즈마 균일성을 유지할 수 있다. 따라서, 플라즈마 CVD 장치 (1)는 용기 (2)내에서 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있고, 과열 상태가 되는 것을 피하고, 에칭 작용에 의해 파티클이 발생하는 것을 방지할 수 있도록 구성된다.
- <66> 도 3 내지 도 5에 기초하여 다른 실시형태에 따른 안테나 및 급전 수단을 구비한 플라즈마 CVD 장치의 다른 실시예를 설명한다. 안테나 및 급전 수단 이외의 구성 부재는 도 1의 구성부재와 동일하다. 따라서, 도 2에 대응하는 도 3 내지 도 5의 평면도를 참조하여 설명하고, 동일한 부분의 구성에 대한 설명은 생략한다.
- <67> 도 3에 기초하여 제 2 실시형태를 설명한다.
- <68> 도 3에 나타낸 실시형태에서는, 안테나로서의 고주파 안테나 (11)는 그 구성에 대하여 도 1 및 도 2와 동일하고 평면 코일형상을 가진다. 안테나 (11a) 부위에는 고주파 전원 (12)이 접속되는 반면에 제 2 안테나

(11b) 부위에는, 제 2 급전 수단으로서의 제 2 고주파 전원 (21) 이 접속되어 있다. 전류는 안테나 (11a) 부위와는 반대의 접속 상태에서 제 2 고주파 전원 (21) 으로부터 제 2 안테나 (11b) 부위로 급전된다. 즉, 제 2 안테나 (11b) 부위에서는, 안테나 (11a) 부위의 접지측 코일에 제 2 고주파 전원 (12) 이 접속되어, 안테나 (11a) 부위의 고주파 전원 (12) 이 접속되는 측의 코일은 접지 상태로 되어 있다.

<69> 상술한 구성으로 인해, 도 1 에 나타낸 실시형태와 같이, 제 2 안테나 (11b) 부위에서는, 안테나 (11a) 부위에서 나타나는 자력선 (F1) 의 방향에 역방향으로 향하는 자력선 (F2) 을 발생하다. 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선 (F1) 이 역방향으로 향하는 자력선 (F2) 과 합성되어 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선을 감소시킨다. 따라서, 용기 (2) 의 벽의 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도가 작아진다. 이는 전자와 이온이 용기 (2) 의 벽에 충돌하여 과열 상태가 되거나 또는 에칭 작용에 의해 파티클을 발생시키는 문제점을 해결한다.

<70> 또한, 안테나 (11a) 는 대략 천장면의 직경과 동일한 직경을 가진다. 용기의 크기에 대하여 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있어, 효율의 저하없이 용기 (2) 내의 플라즈마 균일성을 유지할 수 있다. 따라서, 용기 (2) 내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있고, 과열 상태를 피할 수 있고, 에칭 작용에 의한 파티클의 발생을 방지할 수 있도록 플라즈마 CVD 장치를 구성한다.

<71> 도 4 에 기초하여 제 3 실시형태를 설명한다.

<72> 도 4 에 나타낸 실시형태에서는, 천장판 (4) 의 직경과 대략 동일한 직경을 가지는 안테나로서의 평면 코일형상의 고주파 안테나 (22) 가 배치된다. 고주파 안테나 (22) 와는 다른 구성을 갖는 제 2 안테나 (23) 가 고주파 안테나 (22) 의 외측 즉 천장면의 바깥쪽에 배치되어 있다. 고주파 안테나 (22) 에는 고주파 전원 (12) 이 접속되는 반면에 제 2 안테나 (23) 에는 제 2 급전 수단으로서의 제 2 고주파 전원 (24) 이 접속되어 있다. 고주파 안테나 (22) 와 제 2 고주파 전원 (24) 은 동일한 방향으로 고주파 전원 (12) 과 제 2 고주파 전원 (24) 에 접속된다. 제 2 안테나 (23) 에는 위상 변경 수단으로서의 위상 시프터 (25) 를 통하여 제 2 고주파 전원 (24) 이 접속되어 있다.

<73> 고주파 전원 (12) 으로부터 고주파 안테나 (22) 에 공급되는 전류와는 역 위상의 전류를 위상 시프터 (25) 를 통하여 제 2 고주파 전원 (24) 으로부터 제 2 안테나 (23) 에 공급한다. 도 1 에 나타낸 실시형태와 마찬가지로, 제 2 안테나 (23) 부위에서는, 고주파 안테나 (22) 부위에서 나타나는 자력선의 방향과는 역방향으로 향하는 자력선이 발생한다. 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선이 역방향으로 향하는 자력선과 합성되어 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선을 감소시킨다. 따라서, 용기 (2) 의 벽의 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도가 작아진다. 이는 전자와 이온이 용기 (2) 의 벽에 충돌하여 과열 상태를 야기하거나 또는 에칭 작용에 의해 파티클을 발생시키는 문제점을 해결한다.

<74> 또한, 고주파 안테나 (22) 는 천장면의 직경과 대략 동일한 직경을 가진다. 따라서, 용기 (2) 의 크기에 대하여 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있어, 효율의 저하없이 용기 (2) 내의 플라즈마 균일성을 유지할 수 있다. 따라서, 용기 (2) 내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있고, 과열 상태를 피할 수 있고, 에칭 작용에 의한 파티클의 발생을 방지할 수 있도록 플라즈마 CVD 장치가 된다.

<75> 도 5 에 기초하여 제 4 실시형태를 설명한다.

<76> 도 5 에 나타낸 실시형태에서는, 천장판 (4) 의 직경과 대략 동일한 직경을 가지는 고주파 안테나 (31) 가 동심 링형상의 안테나 (31a, 31b, 31c, 31d) 각각에 의해 구성되어 있다. 링형상의 제 2 안테나 (32) 는 고주파 안테나 (31) 의 외측 즉 천장면의 바깥쪽에 배치되어 있다. 안테나 (31a, 31b, 31c, 31d) 에는 고주파 전원 (12) 이 병렬로 접속되고, 제 2 안테나 (32) 에는 링 안테나 (31) 와는 반대의 접속 상태에서 고주파 전원 (12) 에 접속되어 있다. 즉, 제 2 안테나 (32) 는 안테나 (31) 의 고주파 전원 (12) 과 접속 상태와 반대의 상태로 즉, 제 2 안테나 (32) 의 접속측과 접지측이 안테나 (31) 의 것과 반대가 되도록 고주파 전원 (12) 에 접속되어 있다.

<77> 이 구성에 의해, 도 1 에 나타낸 실시형태와 마찬가지로, 제 2 안테나 (32) 부위에서는, 안테나 (31) 부위에서 나타나는 자력선의 방향과 반대 방향으로 향하는 자력선이 발생한다. 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선이 반대 방향으로 향하는 자력선과 합성되어 용기 (2) 의 벽 (통면) 을 관통하는 자력선이 감소된다. 따라서, 용기 (2) 의 벽의 위치에서의 벽면 방향의 자속 밀도가 작아진다. 이는 전자와 이온이 용기 (2)

의 벽에 충돌하여 과열 상태를 야기시키거나 에칭 작용에 의해 파티클을 발생시키는 문제점을 해결한다.

<78> 또한, 안테나 (31)는 천장면의 직경과 대략 동일한 직경을 가진다. 따라서, 용기 (2)의 크기에 대하여 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시킬 수 있어, 효율의 저하없이 용기 (2) 내의 플라즈마 균일성을 유지할 수 있다. 따라서, 용기 (2) 내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있어, 과열 상태를 피하고, 에칭 작용에 의한 파티클의 발생을 방지할 수 있도록 플라즈마 CVD 장치를 구성한다.

<79> 다른 실시형태예를 설명한다.

<80> 본 발명은, 막형성실에 원료 가스 (재료 가스: 예를 들어 SiH_4)를 공급하여, 플라즈마를 발생시켜 원자 및 분자를 여기 및 활성화하여 그 여기 및 활성화된 원자 및 분자를 기판의 표면에 산화규소나 질화규소의 막을 형성하는 플라즈마 막형성 장치이다. 이 장치에 따르면 통형상 용기내에 천장면의 상측으로부터 링형상의 안테나에 급전하고 유도 결합 방식하에 통형상 용기내에 플라즈마를 발생시켜 기판의 표면에 산화규소 또는 질화규소의 막을 형성한다.

<81> 그리고, 플라즈마가 고밀도이더라도 저전자 온도를 가지는 영역에 기판을 배치한다. 플라즈마가 고밀도인 영역은, cm^3 당 10^{10} 개 이상의 전자가 존재하도록 전자 밀도를 가지고, 플라즈마가 저전자 온도가 되는 영역은, 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 영역이다.

<82> 또한, 안테나에는 10MHz 내지 30MHz의 고주파 전원이 접속되고, 전자 온도가 1 일렉트론볼트 이하가 되는 영역에 기판을 위치시키기 위하여 안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 190mm 이상으로 설정한다.

<83> 또한, 안테나에는 10MHz 내지 30MHz의 고주파 전원이 접속되고, 안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리를 200mm 이상으로 설정한다.

<84> 따라서, 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판이 위치된다. 전자 온도가 낮은 영역이기 때문에 차아정 효과로 인한 소자 파괴를 억제할 수 있다.

<85> 본 발명으로서 플라즈마를 발생시켜 원자 및 분자를 여기 및 활성화시켜 그 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 에칭이나 애싱 등의 처리를 실시하는 플라즈마 처리 장치를 적용할 수도 있다.

<86> 본 발명을 플라즈마 막형성 장치 (플라즈마 CVD 장치)에 적용한 실시형태를 도면에 기초하여 설명한다.

<87> 도 6에 나타내는 바와 같이, 플라즈마 CVD 장치 (81)에는, 원통형상의 알루미늄제 통형상 용기 (82)가 구비되고, 용기 (82) 내에 막형성실 (83) (예를 들어, 직경 250mm 내지 500mm)이 형성되어 있다. 용기 (82)의 상부에는 절연체 재료로 제조된 (예를 들어 알루미나: Al_2O_3 , 두께 30mm) 원형의 천장판 (84)이 설치되고, 용기 (82)의 중심에서의 막형성실 (83)에는 웨이퍼 지지대 (85)가 구비되어 있다. 웨이퍼 지지대 (85)는 반도체의 기판 (86)을 유지하는 디스크형상의 탑재부 (87)를 갖고, 기판 (86)은 예를 들어 정전 척 수단 (88)에 의해 탑재부 (7)에 유지되어 있다.

<88> 천장판 (84) 위에는, 예를 들어 원형 코일 링(평면 링)의 형상의 안테나로서의 고주파 안테나 (91)가 배치되고, 고주파 안테나 (91)에는 정합기(미도시)를 통하여 고주파 전원 (92)(교류 전원)이 접속되어 있다 (고주파원). 고주파 안테나 (91)에 전력을 공급함으로써 전자파가 용기 (82)의 막형성실 (83)에 입사된다. 용기 (82) 내에 입사된 전자파는, 막형성실 (83) 내의 가스를 이온화하여 플라즈마를 발생시킨다.

<89> 고주파 안테나 (91)에는, 2kW 내지 15kW (예를 들어 5kW)의 출력과 10MHz 내지 30MHz (예를 들어 13.56MHz)의 주파수를 가지는 고주파원이 접속되어 있다.

<90> 용기 (82)에는, 예를 들어 실란 (예를 들어, SiH_4) 등의 재료 가스를 공급하는 가스 공급 노즐 (13)이 설치된다. 가스 공급 노즐 (13)로부터 막형성실 (83)내로 막형성 재료 (예를 들어, SiO_2)로서 기능하는 원료 가스가 공급된다. 또한, 용기 (82)에는 아르곤 또는 헬륨 등의 불활성 가스 (희가스) 또는 산소, 수소 등의 보조 가스를 공급하는 절연체 재료로 제조된 (예를 들어 알루미나: Al_2O_3) 보조 가스 공급 노즐 (미도시)이 설치된다. 용기 (82)의 내부는 진공 장치 (94)에 의해 소정 압력 (예를 들어, 0.1Pa 내지 10Pa 정도의 감압 분위기)으로 유지된다.

<91> 도시되어 있지 않지만 용기 (82)에는 기판 (86)의 반입/반출구가 제공된다. 이 반입/반출구를 통하여 반

송실 (미도시)로부터 용기 (82)로 운반된다.

- <92> 상기 서술한 플라즈마 CVD 장치 (81)에서는, 웨이퍼 지지대 (85)의 탑재부 (87)에 기판 (86)이 탑재되어 유지된다 (예를 들어, 정전 척 수단 (88)). 가스 공급 노즐 (93)로부터 소정 유량의 원료 가스를 막형성실 (83)로 공급하고 보조 가스 공급 노즐로부터 소정 유량의 보조 가스를 막형성실 (83)로 공급하고, 막형성실 (83)의 내부를 막형성 조건에 적합한 소정 압력으로 설정한다. 그 후, 고주파 전원 (92)으로부터 고주파 안테나 (91)에 전력을 공급하여 고주파의 전자파를 발생시킨다.
- <93> 이 절차에 의해, 막형성실 (83) 내의 재료 가스가 방전되어 일부가 플라즈마 상태가 된다. 이 플라즈마는 재료 가스 내의 다른 중성 분자와 충돌하여 더욱 중성 분자를 전리 또는 여기시킨다. 이렇게 해서 생긴 활성 입자들은 기판 (86)의 표면에 흡착되어 양호한 효율로 화학 반응을 일으켜서 퇴적된다.
- <94> 웨이퍼 지지대 (85)의 탑재부 (87)에 유지된 기판 (86)은, 플라즈마가 고밀도를 가지더라도 플라즈마가 저전자 온도를 가지는 영역에 위치된다. 즉, 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)가 190mm 내지 250mm (바람직하게는 200mm 정도)가 되도록 기판 (86)의 위치 (탑재부 (87)의 높이)가 설정되어 있다. 기판 (86)의 위치를 조정하기 위해, 탑재부 (87)는 송강이 자유롭게 될 수도 있다.
- <95> 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)가 190mm 내지 250mm 가 되도록 기판 (86)의 위치를 설정함으로써, cm^3 당 10^{10} 개 이상의 전자를 가지며, 1 일렉트론볼트 (eV) 이하의 전자온도를 가지는 고밀도의 플라즈마 영역을 생성한다.
- <96> 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판 (86)을 위치시킴으로써, 전자 온도가 낮은 영역이기 때문에 차아징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 억제할 수 있다.
- <97> 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)와 전자 온도와의 관계를 도 7에 기초하여 설명한다.
- <98> 도 7에 나타내는 바와 같이, 거리 (H)가 0mm 내지 190mm 미만의 범위를 가지는 경우에, 전자 온도는 수 eV가 된다. 거리 (H)가 190mm 이면, 전자 온도는 1eV이다. 190mm 이상의 거리 (H)에서는 전자 온도가 1eV 이하가 된다. 따라서, 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)를 190mm 내지 250mm로 설정하면, 전자 온도가 낮은 영역이 되어 차아징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 억제할 수 있다.
- <99> 거리 (H)가 300mm를 초과하더라도 전자 온도가 낮은 영역이 되어 차아징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 억제할 수 있다. 그러나, 거리 (H)가 커지면 막형성률이 저하되어 막형성 시간이 길어진다. 따라서, 막형성 속도를 유지한 상태로 차지징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 억제하기 위해서는, 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)를 190mm 내지 250mm로 설정해야 하는 것이 바람직함을 알 수 있다.
- <100> 거리 (H)가 200mm를 초과하더라도, 막형성 레이트를 저하시키지 않고 전자 온도를 충분히 저하시켜, 차아징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 확실하게 억제할 수 있다. 200mm로 설정된 거리 (H)를 포함하는 연구에 의해, 케이트 산화막과 전극의 면적비가 2,000.000 : 1인 1000 장의 막을 형성하더라도 차아징 효과에 의해 기판 (86)의 소자가 하나도 파괴되지 않음을 확인하였다.
- <101> 따라서, 고주파 안테나 (91)의 하면으로부터 기판 (86) 까지의 거리 (H)가 190mm 내지 250mm 가 되도록 기판 (86)의 위치를 설정함으로써, cm^3 당 10^{10} 개 이상의 전자가 존재하는 전자 밀도를 가지는 고밀도의 플라즈마 영역이 1 일렉트론볼트 (eV) 이하의 전자 온도를 가지는 영역이 된다. 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판 (86)이 위치한다. 전자 온도가 낮은 영역이기 때문에 차아징 효과로 인한 기판 (86)의 소자 파괴를 억제할 수 있다.
- <102> 이상과 같이, 통형상 용기의 천장면 상부로부터의 급전에 의해 통형상 용기내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기 및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 막을 제조하는 플라즈마 막형성 방법을 개시하였다. 이 방법에서는 천장면의 바깥쪽에서 플라즈마의 발생에 의한 급전 전류의 방향에 역방향인 전류를 발생시켜 막을 제조한다. 따라서, 통형상 용기내에 넓은 범위에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 발생시키더라도 벽면 방향의 자속 밀도를 작게 할 수 있는 플라즈마 막형성 방법을 제공하는 것이 가능해진다.
- <103> 또한, 통형상 용기의 천장면 상부로부터의 급전에 의해 통형상 용기내에 플라즈마를 발생시키고 거기에서 여기

및 활성화된 원자 및 분자에 의해 기판의 표면에 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법이 개시되어 있다. 이 방법에서는, 플라즈마가 고밀도이더라도 플라즈마가 저전자 온도를 가지는 영역에서 기판에 처리를 실시한다. 따라서, 전자 밀도가 높더라도 전자 온도가 낮은 영역에 기판을 위치시킬 수 있다. 따라서, 전자 온도가 낮은 영역이 되어 차아징 효과로 인한 기판의 소자 파괴를 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<104> 도 1 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 플라즈마 CVD 장치의 개략 측면도이다.

<105> 도 2 는 안테나의 형상을 나타내는 플라즈마 CVD 장치의 평면도이다.

<106> 도 3 은 안테나의 형상을 나타내는 플라즈마 CVD 장치의 평면도이다.

<107> 도 4 는 안테나의 형상을 나타내는 플라즈마 CVD 장치의 평면도이다.

<108> 도 5 는 안테나의 형상을 나타내는 플라즈마 CVD 장치의 평면도이다.

<109> 도 6 은 본 발명의 또 다른 실시형태에 따른 플라즈마 CVD 장치의 개략 측면도이다.

<110> 도 7 은 안테나의 하면으로부터 기판까지의 거리와 전자 온도의 관계를 나타내는 그래프이다.

<111> *도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

<112> 1 : CVD 장치 2 : 용기

<113> 3 : 막형성설 4 : 천장판

<114> 5 : 지지대 6 : 기판

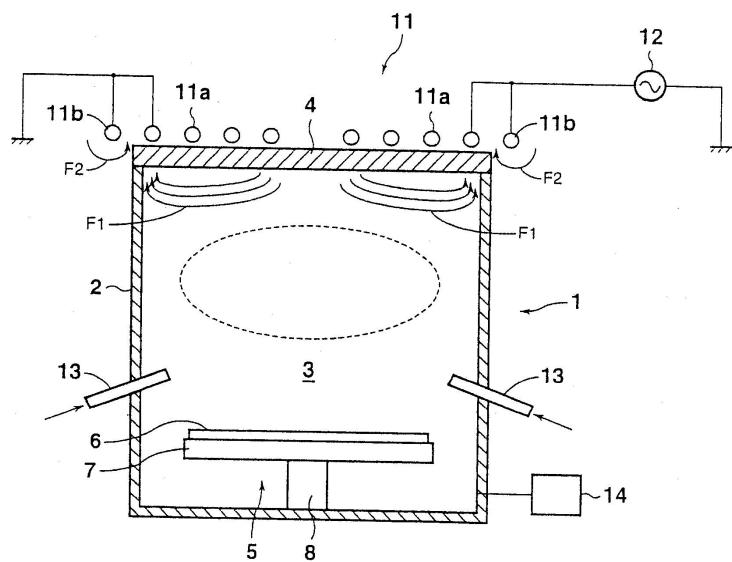
<115> 7 : 탐재부 8 : 지지축

<116> 11 : 고주파 안테나 12 : 고주파 전원

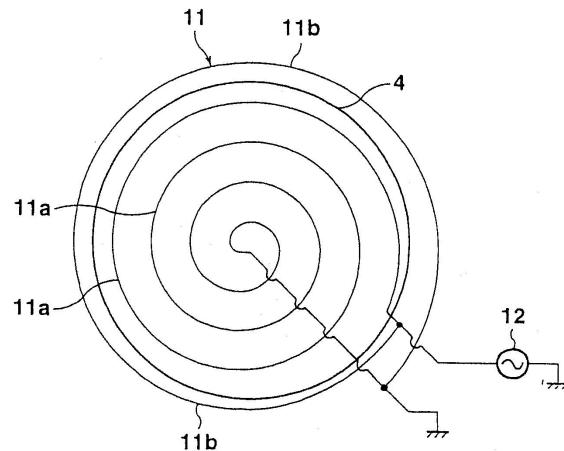
<117> 13 : 가스 공급 노즐 25 : 위상 시프터

도면

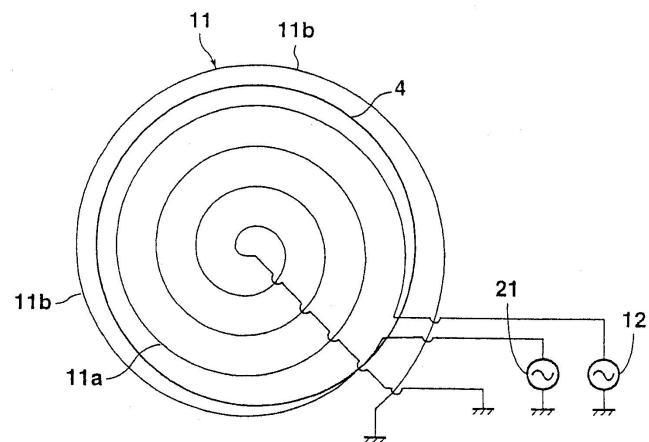
도면1



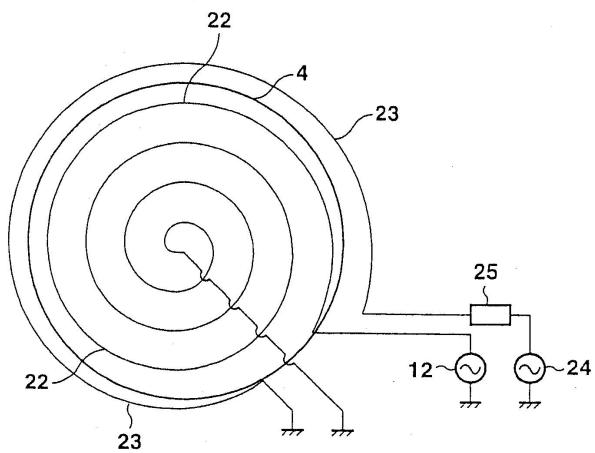
도면2



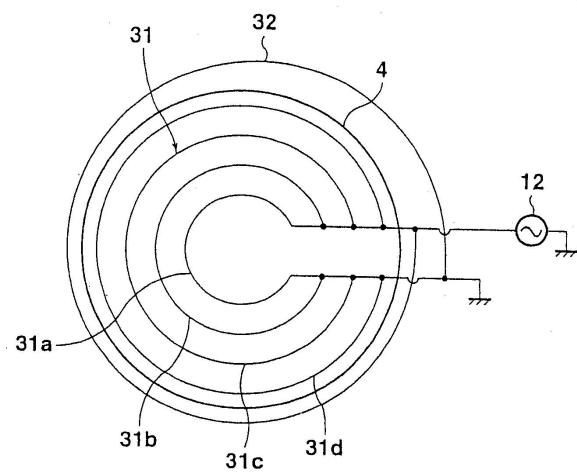
도면3



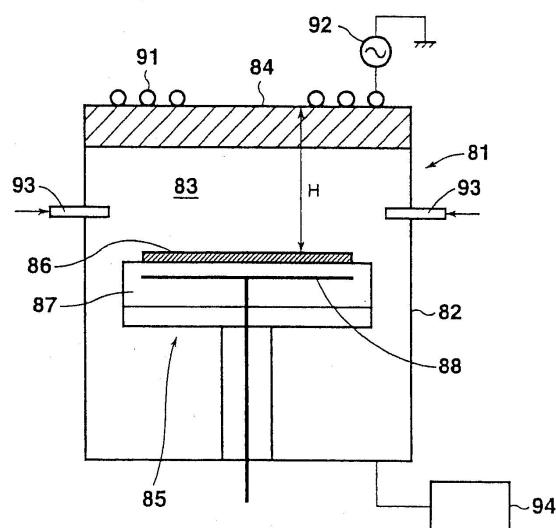
도면4



도면5



도면6



도면7

