



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월02일
(11) 등록번호 10-1281188
(24) 등록일자 2013년06월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0007745
(22) 출원일자 2007년01월25일
심사청구일자 2012년01월06일
(65) 공개번호 10-2008-0070125
(43) 공개일자 2008년07월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP평성07029890 A
JP2004356511 A
US20030062840 A1
전체 청구항 수 : 총 4 항

(73) 특허권자
최대규
경기도 용인시 기흥구 흥덕중안로105번길 40, 흥덕마을 1505동 405호 (영덕동, 우남퍼스트빌리젠트)
(72) 발명자
최대규
경기도 용인시 기흥구 흥덕중안로105번길 40, 흥덕마을 1505동 405호 (영덕동, 우남퍼스트빌리젠트)
(74) 대리인
특허법인조율, 김수익

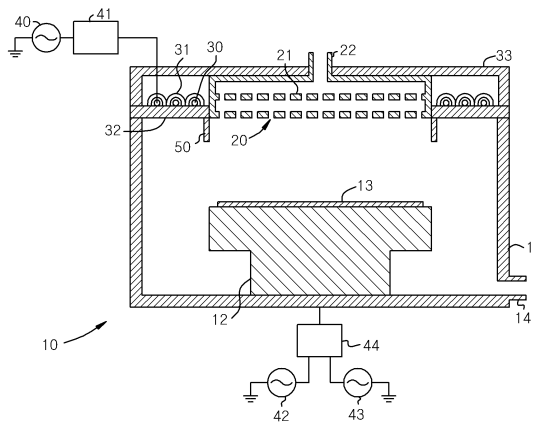
심사관 : 박귀만

(54) 발명의 명칭 유도 결합 플라즈마 반응기

(57) 요약

유도 결합 플라즈마 반응기가 개시된다. 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기는 피처리 기판이 놓이는 기판 지지대를 갖는 진공 챔버, 진공 챔버의 상부에 설치되며 중심부에 개구부를 갖는 유전체 윈도우, 유전체 윈도우의 개구부에 설치된 가스 샤워 헤드, 유전체 윈도우 상부에서 가스 샤워 헤드의 주변으로 설치되는 무선 주파수 안테나, 무선 주파수 안테나를 덮도록 유전체 윈도우의 상부에 설치되는 마그네틱 코어 커버 및, 진공 챔버의 내부에서 개구부의 테두리를 따라서 장착되는 방전 방지벽을 포함한다. 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기에 의하면, 방전 방지벽에 의해 플라즈마 반응기의 무선 주파수 안테나와 진공 챔버 내부의 전극(샤워 헤드) 사이에 정전 결합이 발생하는 것이 방지되며, 마그네틱 코어 커버에 의해 자속 전달 효율이 향상되어 보다 균일한 대면적의 고밀도 플라즈마를 발생시킬 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

피처리 기판이 놓이는 기판 지지대를 갖는 진공 챔버;
 진공 챔버의 상부에 설치되며 중심부에 개구부를 갖는 유전체 윈도우;
 유전체 윈도우의 개구부에 설치된 가스 샤워 헤드;
 유전체 윈도우 상부에서 가스 샤워 헤드의 주변으로 설치되는 무선 주파수 안테나;
 무선 주파수 안테나를 덮도록 유전체 윈도우의 상부에 설치되는 마그네틱 코어 커버; 및
 진공 챔버의 내부에서 개구부의 테두리를 따라서 장착되는 방전 방지벽을 포함하는 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 방전 방지벽은 세라믹 재료로 구성되는 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 3

제1항에 있어서, 진공 챔버 내부로 노출된 상기 가스 샤워 헤드의 저면이 유전체 윈도우와 동일하거나 또는 낮게 배치되는 것 중 어느 하나의 위치를 갖는 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 기판 지지대는 하나 이상의 바이어스 전원 공급원에 의해 하나 이상의 바이어스 전원을 공급 받아 바이어스 되는 유도 결합 플라즈마 반응기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- [0016] 본 발명은 무선 주파수(radio frequency)를 이용한 유도 결합 플라즈마 반응기(inductively coupled plasma reactor)에 관한 것으로, 구체적으로는 플라즈마 이온 에너지에 대한 제어 능력이 높고 보다 균일한 대면적의 고밀도 플라즈마를 발생할 수 있는 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다.
- [0017] 플라즈마는 같은 수의 음이온(positive ions)과 전자(electrons)를 포함하는 고도로 이온화된 가스이다. 플라즈마 방전은 이온, 자유 라디칼, 원자, 분자를 포함하는 활성 가스를 발생하기 위한 가스 여기에 사용되고 있다. 활성 가스는 다양한 분야에서 널리 사용되고 있으며 대표적으로 반도체 제조 공정 예들 들어, 식각(etching), 증착(deposition), 세정(cleaning), 에싱(ashing) 등에 다양하게 사용된다.
- [0018] 플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 소스는 여러 가지가 있는데 무선 주파수(radio frequency)를 사용한 용량 결합 플라즈마(capacitive coupled plasma)와 유도 결합 플라즈마(inductive coupled plasma)가 그 대표적인 예이다.
- [0019] 용량 결합 플라즈마 소스는 정확한 용량 결합 조절과 이온 조절 능력이 높아서 타 플라즈마 소스에 비하여 공정 생산력이 높다는 장점을 갖는다. 반면, 무선 주파수 전원의 에너지가 거의 배타적으로 용량 결합을 통하여 플라즈마에 연결되기 때문에 플라즈마 이온 밀도는 용량 결합된 무선 주파수 전력의 증가 또는 감소에 의해서만 증가 또는 감소될 수 있다. 그러나 무선 주파수 전력의 증가는 이온 충격 에너지를 증가시킨다. 결과적으로 이온 충격에 의한 손상을 방지하기 위해서는 공급되는 무선 주파수 전력의 한계성을 갖게 된다.
- [0020] 한편, 유도 결합 플라즈마 소스는 무선 주파수 전원의 증가에 따라 이온 밀도를 쉽게 증가시킬 수 있으며 이에 따른 이온 충격은 상대적으로 낮아서 고밀도 플라즈마를 얻기에 적합한 것으로 알려져 있다. 그럼으로 유도 결합 플라즈마 소스는 고밀도의 플라즈마를 얻기 위하여 일반적으로 사용되고 있다. 유도 결합 플라즈마 소스는

대표적으로 무선 주파수 안테나(RF antenna)를 이용하는 방식과 변압기를 이용한 방식(변압기 결합 플라즈마(transformer coupled plasma)라고도 함)으로 기술 개발이 이루어지고 있다. 여기에 전자석이나 영구 자석을 추가하거나, 용량 결합 전극을 추가하여 플라즈마의 특성을 향상 시키고 재현성과 제어 능력을 높이기 위하여 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0021] 무선 주파수 안테나는 나선 타입 안테나(spiral type antenna) 또는 실린더 타입 안테나(cylinder type antenna)가 일반적으로 사용된다. 무선 주파수 안테나는 플라즈마 반응기(plasma reactor)의 외부에 배치되며, 석영과 같은 유전체 윈도우(dielectric window)를 통하여 플라즈마 반응기의 내부로 유도 기전력을 전달한다. 무선 주파수 안테나를 이용한 유도 결합 플라즈마는 고밀도의 플라즈마를 비교적 손쉽게 얻을 수 있으나, 안테나의 구조적 특징에 따라서 플라즈마 균일도가 영향을 받는다. 그럼으로 무선 주파수 안테나의 구조를 개선하여 균일한 고밀도의 플라즈마를 얻기 위해 노력하고 있다.

[0022] 그러나 대면적의 플라즈마를 얻기 위하여 안테나의 구조를 넓게 하거나 안테나에 공급되는 전력을 높이는 것은 한계성을 갖는다. 예를 들어, 정상파 효과(standing wave effect)에 의해 방사선상으로 비균일한 플라즈마가 발생하는 것으로 알려져 있다. 또한, 안테나에 높은 전력이 인가되는 경우 무선 주파수 안테나의 용량성 결합(capacitive coupling)이 증가하게 됨으로 유전체 윈도우를 두껍게 해야 하며, 이로 인하여 무선 주파수 안테나와 플라즈마 사이의 거리가 증가함으로 전력 전달 효율이 낮아지는 문제점이 발생된다. 무선 주파수 안테나를 구비한 유도 결합 플라즈마 반응기의 경우 유도 결합 플라즈마 반응기의 무선 주파수 안테나와 진공 챔버 내부의 전극(샤워 헤드) 사이에 정전 결합이 발생되어 플라즈마 밀도가 불균일하게 될 수 있다.

[0023] 최근 반도체 제조 산업에서는 반도체 소자의 초미세화, 반도체 회로를 제조하기 위한 실리콘 웨이퍼 기판의 대형화, 액정 디스플레이를 제조하기 위한 유리 기판의 대형화 그리고 새로운 처리 대상 물질 등장 등과 같은 여러 요인으로 인하여 더욱 향상된 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다. 특히, 대면적의 피처리물에 대한 우수한 처리 능력을 갖는 향상된 플라즈마 소스 및 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0024] 본 발명의 목적은 유도 결합 플라즈마 반응기의 무선 주파수 안테나와 진공 챔버 내부의 전극(샤워 헤드) 사이에 정전 결합이 발생되어 플라즈마 밀도가 불균일하게 되는 것을 방지하고, 자속 전달 효율을 향상시켜서 보다 균일한 대면적의 고밀도 플라즈마를 발생할 수 있는 유도 결합 플라즈마 반응기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

[0025] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면은 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기는: 피처리 기판이 놓이는 기판 지지대를 갖는 진공 챔버; 진공 챔버의 상부에 설치되며 중심부에 개구부를 갖는 유전체 윈도우; 유전체 윈도우의 개구부에 설치된 가스 샤워 헤드; 유전체 윈도우 상부에서 가스 샤워 헤드의 주변으로 설치되는 무선 주파수 안테나; 무선 주파수 안테나를 덮도록 유전체 윈도우의 상부에 설치되는 마그네틱 코어 커버; 및 진공 챔버의 내부에서 개구부의 테두리를 따라서 장착되는 방전 방지벽을 포함한다.

[0026] 일 실시예에 있어서, 상기 방전 방지벽은 세라믹 재료로 구성된다.

[0027] 일 실시예에 있어서, 진공 챔버 내부로 노출된 상기 가스 샤워 헤드의 저면이 유전체 윈도우와 동일하거나 또는 낮게 배치되는 것 중 어느 하나의 위치를 갖는다.

[0028] 일 실시예에 있어서, 상기 기판 지지대는 하나 이상의 바이어스 전원 공급원에 의해 하나 이상의 바이어스 전원을 공급 받아 바이어스된다.

[0029] 본 발명과 본 발명의 동작상의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야 한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예로 인해 한정되어 지는 것으로 해석되어져서는 안 된다. 본 실시예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공 되어지는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이다. 각 도면을 이해함에 있어서, 동일한 부재는 가능한 한 동일한 참조부호로 도시하고자 함에 유의하여야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.

- [0030] (실시예)
- [0031] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기를 상세히 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유도 결합 플라즈마 반응기의 단면도이고, 도 2는 도 1의 방전 방지벽을 아래에서 올려다본 사시도이다.
- [0033] 삭제
- [0034] 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기는 챔버 바디(11)와 챔버 바디(11)의 천정을 덮는 상부 커버(33)를 갖는 진공 챔버(10)를 구비한다. 진공 챔버(10)의 내부에는 피처리 기관(W)이 놓이는 기관 지지대(12)가 구비된다. 피처리 기관(W)은 예를 들어, 반도체 장치를 제조하기 위한 실리콘 웨이퍼 기관 또는 액정 디스플레이나 플라즈마 디스플레이 등의 제조를 위한 유리 기관이다. 진공 챔버(10)의 내측 상부에는 중심부가 개구된 유전체 윈도우(32)가 설치된다. 유전체 윈도우(32)의 개구부에는 가스 샤워 헤드(20)가 설치된다. 챔버 바디(11)의 하단에는 가스 배기를 위한 가스 출구(14)가 구비된다. 가스 출구(14)는 진공 펌프(미도시)에 연결된다.
- [0035] 챔버 바디(11)는 알루미늄, 스테인리스, 구리와 같은 금속 물질로 제작된다. 또는 코팅된 금속 예를 들어, 양극 처리된 알루미늄이나 니켈 도금된 알루미늄으로 제작될 수 있다. 또는 내화 금속(refractory metal)로 제작될 수 있다. 또 다른 대안으로 챔버 바디(11)를 전체적으로 석영, 세라믹과 같은 전기적 절연 물질로 제작하는 것도 가능하며, 의도된 플라즈마 프로세스가 수행되기에 적합한 다른 물질로도 제작될 수 있다. 유전체 윈도우(32)는 예를 들어, 석영이나 세라믹과 같은 절연 물질로 구성된다.
- [0036] 유전체 윈도우(32)의 상부에는 무선 주파수 안테나(30)가 설치된다. 무선 주파수 안테나(30)는 유전체 윈도우(32) 영역 내에서 평판 나선형 구조를 갖는다. 무선 주파수 안테나(30)는 마그네틱 코어 커버(31)에 의해 덮여진다. 마그네틱 코어 커버(31)는 수직 단면 구조가 말편자 형상을 갖고 무선 주파수 안테나(30)를 따라서 덮여지도록 설치되어 자속 출입구가 유전체 윈도우(32)를 향하도록 설치된다. 그럼으로 무선 주파수 안테나(30)에 의해 발생된 자기장은 마그네틱 코어 커버(31)에 의해 자속이 집중됨으로 자속의 손실을 최소화 할 수 있다. 진공 챔버(10)의 내측 상부로 전달되는 자기장에 의해 유도되는 전기장은 유전체 윈도우(32)에 본질적으로 평행하게 발생된다.
- [0037] 마그네틱 코어 커버(31)는 페라이트 재료로 제작되지만 다른 대안의 재료로 제작될 수도 있다. 마그네틱 코어 커버(31)는 다수의 말편자 형상의 페라이트 코어 조각들을 조립하여 구성할 수 있다. 또는 일체형의 페라이트 코어를 사용할 수도 있다. 여러 개의 조각을 사용하여 구성하는 경우에는 각 조각의 조립면에 절연 물질과 같은 비자성 물질층을 삽입하여 연결할 수 있다. 도면에는 구체적으로 냉각수 공급 채널을 도시하지 않았으나 예를 들어, 무선 주파수 안테나(30)와 마그네틱 코어 커버(31)의 사이에 냉각수 공급 채널이 구비될 수 있다.
- [0038] 유전체 윈도우(32)의 개구부에 설치된 가스 샤워 헤드(20)는 하나 이상의 가스 분배판(21)을 구비하고 가스 입구(22)를 통하여 가스 공급원(미도시)와 연결된다. 가스 샤워 헤드(20)가 무선 주파수 안테나(30)와 정전 결합되는 것을 방지하기 위한 방전 방지벽(50) 진공 챔버(10)의 내부에 구비된다. 방전 방지벽(50)은 진공 챔버(10)의 내부에서 유전체 윈도우(32)의 개구부의 테두리를 따라 설치된다. 방전 방지벽(50)은 세라믹 재료를 사용하여 구성한다.
- [0039] 무선 주파수 안테나(30)는 임피던스 정합기(41)를 통하여 무선 주파수를 공급하는 제1 전원 공급원(40)에 연결된다. 기관 지지대(12)는 서로 다른 무선 주파수를 공급하는 제2 및 제3 전원 공급원(42, 43)에 임피던스 정합기(44)를 통하여 전기적으로 연결되어 바이어스 된다. 제2 및 제3 전원 공급원(54, 55)은 서로 다른 무선 주파수를 기관 지지대(12)로 공급한다. 기관 지지대(12)의 이중 바이어스 구조는 진공 챔버(10)의 내부에 플라즈마 발생을 더욱 용이하게 하고, 피처리 기관(W)의 표면에서 플라즈마 이온 에너지 조절을 더욱 개선시켜 공정 생산력을 더욱 향상시킬 수 있다. 제2 및 제3 전원 공급원(42, 43)은 별도의 임피던스 정합기 없이 출력 전압의 제어가 가능한 무선 주파수 전원 공급원을 사용하여 구성할 수도 있다. 기관 지지대(12)는 이중 바이어스 구조를 갖지만, 하나의 전원 공급원에 의한 단일 바이어스 구조를 가질 수도 있다.
- [0040] 가스 샤워 헤드(20)를 통하여 진공 챔버의 내부로 공정 가스가 주입되고, 제1 전원 공급원(40)으로부터 무선 주파수 전원이 무선 주파수 안테나(30)로 공급되면 진공 챔버(10)의 내부에 플라즈마가 발생된다. 무선 주파수

안테나(30)는 가스 샤워 헤드(20)의 주변으로 설치됨으로 실질적으로 기관 지지대(12)의 가장자리 영역에서 플라즈마 밀도가 향상되는 효과를 얻을 수 있다. 방전 방지벽(50)은 무선 주파수 안테나(30)와 샤워 헤드(20) 사이에 발생할 수 있는 정전 결합을 차단하여 플라즈마가 불균일하게 발생하는 것을 방지한다. 또한, 마그네틱 코어 커버(31)에 의해 자속 전달 효율이 향상되어 보다 균일한 대면적의 고밀도 플라즈마를 발생시킬 수 있다.

[0041] 도 3은 본 발명의 변형예에 따른 유도 결합 플라즈마 반응기의 단면도이고, 도 4는 도 3의 방전 방지벽을 아래에서 올려다본 사시도이다.

[0042] 도 3 및 도 4를 참조하여, 변형예의 유도 결합 플라즈마 반응기는 상술한 실시예와 동일한 구성을 갖는다. 다만 진공 챔버(10)의 내부로 노출된 가스 샤워 헤드(20)의 저면이 유전체 윈도우(32) 보다 낮게 설치된다. 이러한 경우 가스 샤워 헤드(20)와 기관 지지대 사이의 거리를 보다 짧게 할 수 있어서 정전 결합 효율을 높일 수 있다.

[0043] 이상에서 설명된 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기의 실시예는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 잘 알 수 있을 것이다. 그럼으로 본 발명은 상기의 상세한 설명에서 언급되는 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 한다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이며, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

발명의 효과

[0044] 상술한 바와 같은 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기에 의하면, 방전 방지벽에 의해 플라즈마 반응기의 무선 주파수 안테나와 진공 챔버 내부의 전극(샤워 헤드) 사이에 정전 결합이 발생하는 것이 방지되며, 마그네틱 코어 커버에 의해 자속 전달 효율이 향상되어 보다 균일한 대면적의 고밀도 플라즈마를 발생시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 본 발명의 상세한 설명에서 사용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여, 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.

[0002] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 유도 결합 플라즈마 반응기의 단면도이다.

[0003] 도 2는 도 1의 방전 방지벽을 아래에서 올려다본 사시도이다.

[0004] 도 3은 본 발명의 변형예에 따른 유도 결합 플라즈마 반응기의 단면도이다.

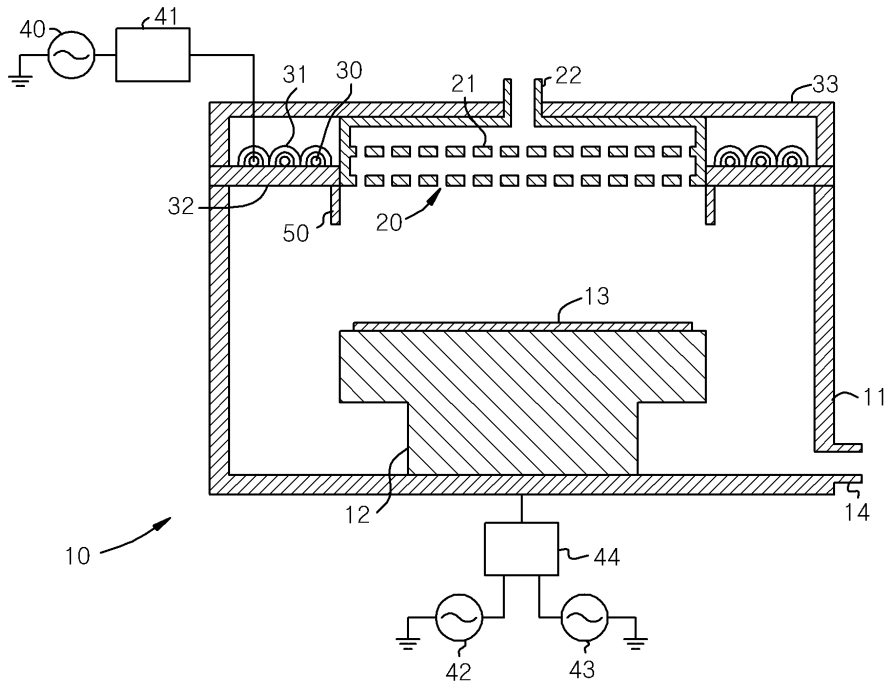
[0005] 도 4는 도 3의 방전 방지벽을 아래에서 올려다본 사시도이다.

[0006] *도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명*

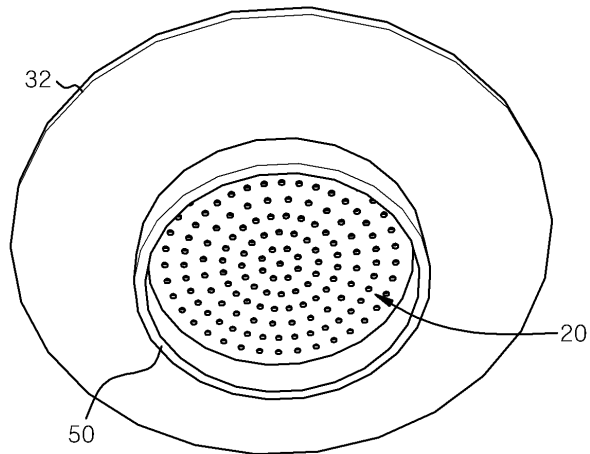
- | | |
|-----------------------|----------------|
| [0007] 10: 진공 챔버 | 11: 챔버 바디 |
| [0008] 12: 기관 지지대 | 13: 피처리 기관 |
| [0009] 14: 가스 출구 | 20: 샤워 헤드 |
| [0010] 21: 가스 분배관 | 30: 무선 주파수 안테나 |
| [0011] 31: 마그네틱 코어 커버 | 32: 유전체 윈도우 |
| [0012] 33: 상부 커버 | 40: 제1 전원 공급원 |
| [0013] 41: 임피던스 정합기 | 42: 제2 전원 공급원 |
| [0014] 43: 제3 전원 공급원 | 44: 임피던스 정합기 |
| [0015] 50: 방전 방지벽 | |

도면

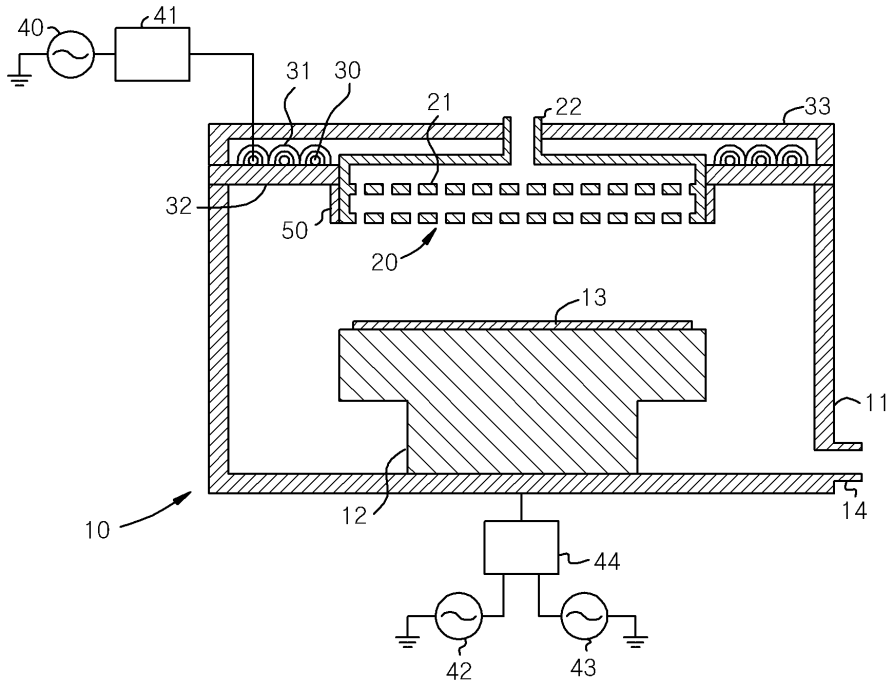
도면1



도면2



도면3



도면4

