



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년04월30일  
(11) 등록번호 10-1139824  
(24) 등록일자 2012년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H05H 1/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0123429

(22) 출원일자 2009년12월11일

심사청구일자 2009년12월11일

(65) 공개번호 10-2011-0066682

(43) 공개일자 2011년06월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050007397 A

KR100761688 B1

KR100772451 B1

(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

김수익

전체 청구항 수 : 총 9 항

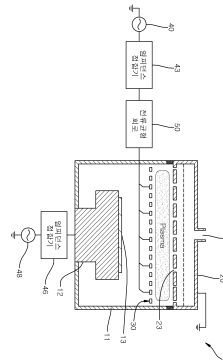
심사관 : 김기완

(54) 발명의 명칭 **대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기**

**(57) 요약**

본 발명은 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기는 피처리 기판을 지지하는 기판 지지대가 내부에 구비되는 반응기 몸체; 상기 반응기 몸체의 상부에 구비되고 접지되며 상기 반응기 몸체 내부로 공정 가스를 공급하기 위한 가스 공급부; 상기 기판 지지대와 상기 가스 공급부 사이의 공간을 분할하도록 설치된 중간전극; 및 상기 중간전극에 주파수 전원을 인가하기 위한 전원 공급원을 포함하여 접지된 상기 가스 공급부와 상기 중간 전극 사이에서 방전이 이루어져 플라즈마가 생성된다. 본 발명의 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 의하면, 중간전극과 가스 공급부 사이에 방전이 이루어져 플라즈마를 발생시킨다. 또한 중간전극을 결합하거나 형태를 변형하여 다양한 형태나 크기의 피처리 기판에 따라 형성할 수 있다. 또한 균일한 대면적의 플라즈마를 이용하여 피처리 기판을 보다 균일하게 처리할 수 있다.

**대표도 - 도2**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

피처리 기관을 지지하는 기관 지지대가 내부에 구비되는 반응기 몸체;

상기 반응기 몸체의 상부에 구비되고 접지되며 상기 반응기 몸체 내부로 공정 가스를 공급하기 위한 가스 공급부;

상기 기관 지지대와 상기 가스 공급부 사이의 공간을 분할하도록 설치되며 접지된 상기 기관 지지대에 대응하여 용량 결합 전극으로 동작하는 중간전극; 및

상기 중간전극에 주파수 전원을 인가하기 위한 전원 공급원을 포함하고,

상기 접지된 가스 공급부와 상기 주파수 전원이 공급되는 중간 전극 사이에서 용량 결합 플라즈마 방전이 이루어지는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 중간전극은 상기 전원 공급원에서 공급되는 주파수 전원이 입력되기 위한 적어도 하나의 전원 입력단; 및

생성된 상기 플라즈마가 통과되기 위한 복수 개의 관통홀을 포함하여 관 형상으로 형성된 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 중간전극은 복수 개가 결합되어 중간전극 어셈블리를 형성하는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 중간전극 어셈블리는 상기 복수 개의 중간전극이 거치되기 위한 프레임을 더 포함하는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 중간전극은 사각 형상 또는 원 형상 중 어느 하나로 형성된 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 6**

제4항에 있어서,

상기 중간전극 어셈블리는 복수 개의 상기 중간전극이 결합되어 사각 형상 또는 원 형상으로 형성된 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 7**

제3항에 있어서,

상기 플라즈마 반응기는 상기 중간전극 어셈블리에 포함된 복수 개의 중간전극으로 공급되는 전류의 상호 균형을 자동으로 조절하는 적어도 하나의 전류 균형 회로를 포함하는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 8**

제7항에 있어서,

상기 전류 균형 회로는 적어도 두 개로 분리되는 급전라인을 포함하고, 상기 급전라인의 말단에는 중간전극이 연결되어 인접한 급전라인 간에 전류의 상호 균형을 자동적으로 조절하는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**청구항 9**

피처리 기판을 지지하는 기판 지지대가 내부에 구비되는 반응기 몸체;

상기 반응기 몸체의 상부에 구비되고 상기 반응기 몸체 내부로 공정 가스를 공급하기 위한 가스 공급부;

상기 가스 공급부의 하부에 구비되어 복수 개의 용량 결합 전극을 갖는 용량 결합 전극 어셈블리;

상기 기판 지지대와 상기 가스 공급부 사이의 공간을 분할하도록 설치된 중간전극; 및

상기 용량 결합 전극 어셈블리에 주파수 전원을 인가하기 위한 전원 공급원을 포함하여 접지된 상기 중간전극과 상기 용량 결합 전극 어셈블리 사이에서 방전이 이루어지는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 관한 것으로, 구체적으로는 대면적의 플라즈마를 보다 균일하게 발생하여 대면적의 피처리 대상에 대한 처리 효율을 향상시킬 수 있는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 플라즈마는 같은 수의 양이온(positive ions)과 전자(electrons)를 포함하는 고도로 이온화된 가스이다. 플라즈마 방전은 이온, 자유 래디칼, 원자, 분자를 포함하는 활성 가스를 발생하기 위한 가스 여기에 사용되고 있다. 활성 가스는 다양한 분야에서 널리 사용되고 있으며 집적 회로 장치, 액정 디스플레이, 태양 전지등과 같은 장치를 제조하기 위한 여러 반도체 제조 공정 예들 들어, 식각(etching), 증착(deposition), 세정(cleaning), 예싱(ashing) 등에 다양하게 사용된다.

[0003] 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. 용량 결합 플라즈마 소스는 정확한 용량 결합 조절과 이온 조절 능력이 높아서 타 플라즈마 소스에 비하여 공정 생산력이 높다는 장점을 갖는다. 그러나 대형화되는 피처리 기판을 처리하기 위하여 용량 결합 전극을 대형화하는 경우 전극의 열화에 의해 전극에 변형이 발생되거나 손상될 수 있다. 이러한 경우 전계 강도가 불균일하게 되어 플라즈마 밀도가 불균일하게 될 수 있으며 반응기 내부를 오염시킬 수 있다. 유도 결합 플라즈마 소스의 경우에도 유도 코일 안테나의 면적을 크게 하는 경우 마찬가지로 플라즈마 밀도를 균일하게 얻기가 어렵다.

[0004] 최근 반도체 제조 산업에서는 반도체 소자의 초미세화, 반도체 회로를 제조하기 위한 실리콘 웨이퍼 기판이나 유리 기판 또는 플라스틱 기판과 같은 피처리 기판의 대형화 그리고 새로운 처리 대상 물질의 개발되고 있는 등과 같은 여러 요인으로 인하여 더욱 향상된 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다. 특히, 대면적의 피처리 기판에 대한 우수한 처리 능력을 갖는 향상된 플라즈마 소스 및 플라즈마 처리 기술이 요구되고 있다. 더욱이 레이저를 이용한 다양한 반도체 제조 장치가 제공되고 있다. 레이저를 이용하는 반도체 제조 공정은 피처리 기판에 대한 증착, 식각, 어닐링, 세정 등과 같은 다양한 공정에 넓게 적용되고 있다. 이와 같은 레이저를 이용한 반도체 제조 공정의 경우에도 상술한 문제점이 존재한다.

[0005] 피처리 기판의 대형화는 전체적인 생산 설비의 대형화를 야기하게 된다. 생산 설비의 대형화는 전체적인 설비 면적을 증가시켜 결과적으로 생산비를 증가시키는 요인이 된다. 그럼으로 가급적 설비 면적을 최소화 할 수 있는 플라즈마 반응기 및 플라즈마 처리 시스템이 요구되고 있다. 특히, 반도체 제조 공정에서는 단위 면적당 생산성이 최종 제품의 가격에 영향을 미치는 중요한 요인의 하나로 작용한다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- [0006] 본 발명의 목적은 플라즈마 반응기 내부 공간에 중간전극을 설치하여 대면적의 플라즈마를 균일하게 발생 및 유지할 수 있는 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기를 제공하는데 있다.
- [0007] 본 발명의 다른 목적은 처리하고자하는 피처리 기관에 따라 중간 전극의 형태를 다르게 하여 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기를 제공하는데 있다.

**과제 해결수단**

- [0008] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면은 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기는 피처리 기관을 지지하는 기관 지지대가 내부에 구비되는 반응기 몸체; 상기 반응기 몸체의 상부에 구비되고 접지되며 상기 반응기 몸체 내부로 공정 가스를 공급하기 위한 가스 공급부; 상기 기관 지지대와 상기 가스 공급부 사이의 공간을 분할하도록 설치된 중간전극; 및 상기 중간전극에 주파수 전원을 인가하기 위한 전원 공급원을 포함하여 접지된 상기 가스 공급부와 상기 중간 전극 사이에서 방전이 이루어져 플라즈마가 생성된다.
- [0009] 일 실시예에 있어서, 상기 중간전극은 상기 전원 공급원에서 공급되는 주파수 전원이 입력되기 위한 적어도 하나의 전원 입력단; 및 생성된 상기 플라즈마가 통과되기 위한 복수 개의 관통홀을 포함하여 판 형상으로 형성된다.
- [0010] 일 실시예에 있어서, 상기 중간전극은 복수 개가 결합되어 중간전극 어셈블리를 형성한다.
- [0011] 일 실시예에 있어서, 상기 중간전극 어셈블리는 상기 복수 개의 중간전극이 거치되기 위한 프레임이 더 포함한다.
- [0012] 일 실시예에 있어서, 상기 중간전극은 사각 형상 또는 원 형상 중 어느 하나로 형성된다.
- [0013] 일 실시예에 있어서, 상기 중간전극 어셈블리는 복수 개의 상기 중간전극이 결합되어 사각 형상 또는 원 형상으로 형성된다.
- [0014] 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마 반응기는 상기 중간전극 어셈블리에 포함된 복수 개의 중간전극으로 공급되는 전류의 상호 균형을 자동으로 조절하는 적어도 하나의 전류 균형 회로를 포함한다.
- [0015] 일 실시예에 있어서, 상기 전류 균형 회로는 적어도 두 개로 분리되는 급전라인을 포함하고, 상기 급전라인의 말단에는 중간전극이 연결되어 인접한 급전라인 간에 전류의 상호 균형을 자동적으로 조절한다.
- [0016] 본 발명의 또 다른 면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기는 피처리 기관을 지지하는 기관 지지대가 내부에 구비되는 반응기 몸체; 상기 반응기 몸체의 상부에 구비되고 상기 반응기 몸체 내부로 공정 가스를 공급하기 위한 가스 공급부; 상기 가스 공급부의 하부에 구비되어 복수 개의 용량 결합 전극을 갖는 용량 결합 전극 어셈블리; 상기 기관 지지대와 상기 가스 공급부 사이의 공간을 분할하도록 설치된 중간전극; 및 상기 용량 결합 전극 어셈블리에 주파수 전원을 인가하기 위한 전원 공급원을 포함하여 접지된 상기 중간전극과 상기 용량 결합 전극 어셈블리 사이에서 방전이 이루어진다.

**효과**

- [0017] 본 발명의 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기에 의하면, 중간전극과 가스 공급부 사이에 방전이 이루어져 플라즈마를 발생시킨다. 또한 중간전극을 결합하거나 형태를 변형하여 다양한 형태나 크기의 피처리 기관에 따라 형성할 수 있다. 또한 균일한 대면적의 플라즈마를 이용하여 피처리 기관을 보다 균일하게 처리할 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0018] 본 발명을 충분히 이해하기 위해서 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명한다. 본 발명의 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상세히 설명하는 실시예로 한정되는 것으로 해석되어서는 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 위해

서 과장되어 표현될 수 있다. 각 도면에서 동일한 부재는 동일한 참조부호로 도시한 경우가 있음을 유의하여야 한다. 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.

[0019] 도 1은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 사각 형상의 중간전극판을 구비하고 가스 공급부가 접지된 상태의 플라즈마 반응기의 분리 사시도이고, 도 2는 도 1에 도시된 플라즈마 반응기의 단면을 도시한 도면이다.

[0020] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 플라즈마 반응기(10)는 반응기 몸체(11), 가스 공급부(20) 및 중간전극(30)을 구비한다. 반응기 몸체(11)의 내부에는 피처리 기관(13)이 놓이는 기관 지지대(12)가 구비된다. 가스 공급부(20)는 반응기 몸체(11)의 상부에 구비된다. 가스 공급부(20)는 하나의 가스 입구(21)와 복수 개의 가스 분사구(23)가 구비된다. 가스 공급원(미도시)으로부터 제공되는 공정 가스는 가스 공급부(20)의 가스 입구(21)로 제공되고 가스 분사구(23)를 통해 반응기 몸체(11) 내부로 공급된다. 중간전극(30)은 가스 공급부(20)와 기관 지지대(12) 사이의 공간이 분할되도록 반응기 몸체(11)의 내부에 설치된다.

[0021] 플라즈마 반응기(10)는 반응기 몸체(11)와 그 내부에 피처리 기관(13)이 놓이는 기관 지지대(12)가 구비된다. 반응기 몸체(11)는 진공펌프(미도시)에 연결된다. 반응기 몸체(11)는 알루미늄, 스테인리스, 구리와 같은 금속 물질로 제작될 수 있다. 또는 코팅된 금속 예를 들어, 양극 처리된 알루미늄이나 니켈 도금된 알루미늄으로 제작될 수도 있다. 또는 탄소나노튜브가 공유 결합된 복합 금속을 사용할 수도 있다. 또는 내화 금속(refractory metal)로 제작될 수도 있다. 또 다른 대안으로 반응기 몸체(11)를 전체적 또는 부분적으로 석영, 세라믹과 같은 전기적 절연 물질로 제작하는 것도 가능하다. 이와 같이 반응기 몸체(11)는 의도된 플라즈마 프로세스가 수행되기 적합한 어떠한 물질로도 제작될 수 있다. 반응기 몸체(11)의 구조는 피처리 기관(13)에 따라 그리고 플라즈마의 균일한 발생을 위하여 적합한 구조 예를 들어, 원형 구조나 사각형 구조 그리고 이외에도 어떠한 형태의 구조를 가질 수 있다. 피처리 기관(13)은 예를 들어, 반도체 장치, 디스플레이 장치, 태양전지 등과 같은 다양한 장치들의 제조를 위한 웨이퍼 기관, 유리 기관, 플라스틱 기관 등과 같은 기관들이다.

[0022] 플라즈마 반응기(10)의 내부에는 피처리 기관(13)을 지지하기 위한 기관 지지대(12)가 구비된다. 기관 지지대(12)는 바이어스 전원 공급원(48)(서로 다른 무선 주파수 전원을 공급하는 두 개의 바이어스 전원 공급원이 연결될 수 있다)에 연결되어 바이어스 된다. 바이어스 전원 공급원(48)이 임피던스 정합기(46)(또는 각각의 임피던스 정합기)를 통하여 기관 지지대(12)에 전기적으로 연결된다. 기관 지지대(12)의 이중 바이어스 구조는 플라즈마 반응기(10)의 내부에 플라즈마 발생을 용이하게 하고, 플라즈마 이온 에너지 조절을 더욱 개선시켜 공정 생산력을 향상시킬 수 있다. 또는 기관 지지대(12)는 바이어스 전원의 공급 없이 제로 퍼텐셜(zero potential)을 갖는 구조로 변형 실시될 수도 있다. 그리고 기관 지지대(12)는 정전척을 포함할 수 있다. 또는 기관 지지대(12)는 히터를 포함할 수 있다. 기본적으로 기관 지지대(12)는 고정형 또는 수직으로 승하강이 가능한 구조로 구성된다. 또는 기관 지지대(12)는 중간전극(30)과 평행하게 선형 또는 회전 이동 가능한 구조를 갖는다. 이러한 이동 가능한 구조에서 기관 지지대(12)를 선형 또는 회전 이동하기 위한 구동 메커니즘을 포함할 수 있다. 반응기 몸체(11)의 하부에 가스의 균일한 배기를 위하여 배기 배플(미도시)이 구성될 수 있다.

[0023] 가스 공급부(20)와 기관 지지대(12) 사이에는 중간전극(30)이 구비된다. 중간전극(30)은 가스 공급부(20)와 기관 지지대(12) 사이의 공간을 분할하도록 설치된다. 이때 가스 공급부(20)는 접지로 연결되고, 중간전극(30)은 전원 공급원(40)이 연결되어 무선 주파수 전원이 공급된다. 여기서, 플라즈마 반응기(10)는 서로 다른 주파수를 선택적으로 공급하기 위한 둘 이상의 전원 공급원을 구비할 수도 있다. 전원 공급원(40)으로부터 발생된 주파수 전원은 임피던스 정합기(43)를 통하여 중간전극(30)에 제공된다. 접지된 가스 공급부(20)와 무선 주파수 전원이 공급된 중간전극(30) 사이에서 용량 결합 플라즈마 방전이 발생된다. 즉, 접지된 가스 공급부(20)는 접지된 하나의 용량 결합 전극을 구성하고 이에 대응하여 주파수 전원이 공급되는 중간전극(30)은 다른 하나의 용량 결합 전극을 구성함으로써 가스 공급부(20)와 중간전극(30) 사이에서 용량 결합 플라즈마 방전이 이루어진다. 가스 공급부(20)와 중간전극(30) 사에서 발생된 플라즈마는 중간전극(30)을 통과하여 중간전극(30)과 기관 지지대(12) 사이의 영역으로 분사된다. 중간전극(30)은 하나의 중간전극판으로 형성될 수도 있고, 복수 개의 중간전극판이 구비된 중간전극 어셈블리로 형성될 수 있다. 이러한 중간전극판은 다양한 형상으로 형성될 수 있는바, 본 발명에서는 글래스 또는 웨이퍼 가공에 용이한 형태인 사각형이나 원형의 중간전극판을 도시하여 설명한다. 이하에서는 하나의 중간전극판과 중간전극 어셈블리에 대하여 상세하게 설명한다. 또한 먼저 사각 형상의 중간전극판 및 중간전극 어셈블리를 설명하고, 원 형상의 중간전극판 및 중간전극 어셈블리를 설명한다.

- [0024] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따라 다양한 형상을 갖는 관통홀이 구비된 중간전극판을 도시한 평면도이다.
- [0025] 도 3 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 중간전극판(32)은 하나의 전원 입력단(32a)과 복수 개의 관통홀(32b)을 구비한다. 전원 입력단(32a)은 하나 이상 중간전극판(32)에 구비되어 전원 공급원(40)과 연결된다. 관통홀(32b)은 중간전극판(32)에 복수 개가 구비된다. 가스 공급부(20)와 중간전극판(32) 사이에 형성된 플라즈마는 중간전극판(32)에 구비된 관통홀(32b)을 통해 피처리 기관(13)으로 공급된다. 이러한 관통홀(32b)은 도면에 도시된 바와 같이 사각형, 원형, 육각형 등과 같이 다양한 형태로 형성될 수 있다.
- [0026] 또한 중간전극판(32)의 테두리에 안테나 코일(미도시)을 권선하여 피처리 기관(13)의 주변 영역에 대한 플라즈마 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 안테나 코일(미도시)에 마그네틱 코어(미도시)를 더 설치하여 플라즈마 효율을 향상시킬 수도 있다.
- [0027] 도 6은 복수 개의 중간 전극판을 구비한 사각 형상의 중간전극 어셈블리를 도시한 도면이다.
- [0028] 도 6에 도시된 바와 같이, 중간전극 어셈블리(34)는 복수 개의 중간전극판(32)이 구비되어 형성된다. 즉, 본 발명의 일 실시예에서는 복수 개의 사각 형상의 중간전극판(32)을 배열하여 중간전극 어셈블리(34)의 전체적인 형상이 사각형이 되도록 한다. 이때 중간전극 어셈블리(34)는 각각의 중간전극판(32) 사이가 절연되면서도 중간전극판(32)이 거치될 수 있는 프레임(34a)이 구비된다. 프레임(34a)은 중간전극판(32)의 형상 및 설치되는 개수에 대응된 거치 공간을 구비하여 복수 개의 중간전극판(32)을 각 거치 공간에 설치함으로써 중간전극 어셈블리(34)를 형성한다. 그러므로 복수 개의 중간전극판(32)을 배열하여 사용할 수 있어 대면적의 플라즈마를 형성할 수 있다. 또한 처리하고자하는 피처리 기관(13)의 크기에 따라 중간전극판(32)을 필요한 만큼 배열하여 사용할 수 있다. 또한 중간전극 어셈블리(34)의 테두리에 안테나 코일(미도시)을 권선하여 피처리 기관(13)의 주변 영역에 대한 플라즈마 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 안테나 코일(미도시)에 마그네틱 코어(미도시)를 더 설치하여 플라즈마 효율을 향상시킬 수도 있다.
- [0029] 도 7은 중간전극판이 반응기 몸체에 거치된 상태를 도시한 단면도이다.
- [0030] 도 7에 도시된 바와 같이, 반응기 몸체(11)는 중간전극판(32)이 설치될 수 있도록 내부에 걸림턱(11a)이 구비된다. 즉, 반응기 몸체(11)의 내벽에 구비된 걸림턱(11a)에 중간전극판(32)의 일부가 걸리지면서 설치된다. 이러한 걸림턱(11a)은 반응기 몸체(11) 내벽을 따라 구비될 수도 있고, 내벽의 일부분에만 설치될 수도 있다. 또한 도면에는 미도시 되었으나 중간전극 어셈블리(34)의 프레임(34a)이 걸림턱(11a)에 걸쳐져 반응기 몸체(11)에 설치될 수도 있다.
- [0031] 도 8은 중간전극 어셈블리를 반응기 몸체에 거치할 수 있도록 중간전극판의 전원 입력단을 이용한 도면이다.
- [0032] 도 8에 도시된 바와 같이, 중간전극 어셈블리(34)에 구비된 각 중간전극판(32)의 전원 입력단(32a)을 이용하여 중간전극 어셈블리(34)를 반응기 몸체(11)에 설치할 수 있다. 중간전극판(32)의 전원 입력단(32a)은 전원 공급원(40)에 급전라인으로 연결된다. 즉, 복수 개의 중간전극판(32)에 구비된 전원 입력단(32a)의 길이를 가스 공급부(20)의 상부에 위치하는 전원분배부(미도시)로 연장함으로써 중간전극 어셈블리(34)가 반응기 몸체(11)의 내부에 고정될 수 있다. 또한 하나의 중간전극판(32)도 전원 입력단(32a)의 길이를 연장하여 고정할 수 있다.
- [0033] 도 9는 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이고, 도 10은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0034] 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 중간전극판(32)의 관통홀(32b) 크기는 서로 다르게 형성될 수 있다. 관통홀(32b)은 일정한 비율로 크기가 다를 수도 있고 랜덤한 크기로 형성될 수도 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 예를 들어, 관통홀(32b)의 크기는 중간전극판(32)의 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성될 수 있고, 중간전극판(32)의 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성될 수도 있다. 이렇듯 관통홀(32b)의 크기를 다르게 형성함으로써 관통홀(32b)을 통과하는 플라즈마의 양을 조절할 수 있어 피처리 기관(13)의 중심영

역과 주변영역의 처리 효율을 조절할 수 있다.

- [0035] 도 11은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 서로 다른 크기의 관통홀이 구비된 복수 개의 중간전극판을 포함하는 중간전극 어셈블리를 도시한 평면도이다.
- [0036] 도 11에 도시된 바와 같이, 서로 다른 크기의 관통홀(32b)이 형성된 중간전극판(32)을 구비하여 중간전극 어셈블리(34)를 형성한다. 중간전극 어셈블리(34)는 관통홀(32a) 크기가 서로 다르게 형성된 복수 개의 중간전극판(32)을 구비한다. 본 발명에서의 중간전극 어셈블리(34)는 외측에 설치된 중간전극판(32)의 관통홀(32b) 크기가 중간전극 어셈블리(34)의 내측에 설치된 중간전극판(32)의 관통홀(32b) 크기에 비해 더 크게 형성한다. 즉, 중간전극 어셈블리(34)의 전체적인 관통홀(32b) 크기가 중간전극 어셈블리(34)의 내측으로 갈수록 크게 형성된다. 이렇듯 중간전극 어셈블리(34)의 관통홀(32b) 크기를 조절하여 관통홀(32b)을 통과하는 플라즈마의 양을 조절할 수 있다.
- [0037] 도 12는 관통홀의 상부 및 하부 크기가 동일하거나 서로 다른 경우를 도시한 단면도이다.
- [0038] 도 12에 도시된 바와 같이, 예를 들어 관통홀(32b)이 원형인 경우 관통홀(32b)의 상부지름(r1)과 하부지름(r2)의 길이를 같거나 다르게 형성할 수 있다. 관통홀(32b)의 상부지름(r1)과 하부지름(r2)을 같거나 다르게 형성함으로써 관통홀(32b)을 통과하는 플라즈마의 분포 정도를 조절할 수 있다. 즉, 도 12의 (a)에 도시된 바와 같이, 관통홀(32b)의 상부지름(r1)과 하부지름(r2)을 같게 형성하여 플라즈마가 균일하게 분포될 수 있다. 또한 도 12의 (b)에 도시된 바와 같이, 관통홀(32b)의 하부지름(r2)을 상부지름(r1)보다 크게 형성하여 플라즈마가 관통홀(32b)을 통과하면서 보다 넓게 분포될 수 있다. 또한 도 12의 (c)에 도시된 바와 같이, 관통홀(32b)의 상부지름(r1)을 하부지름(r2)보다 크게 형성하여 플라즈마가 관통홀(32b)을 통과하면서 보다 집중적으로 분포될 수 있다.
- [0039] 도 13 및 도 14는 중간전극 어셈블리에 구비된 복수 개의 중간전극판으로 전원을 공급하기 위한 급전라인의 배열을 도시한 도면이다.
- [0040] 다시 도 2를 참조하면 전원 공급원(40)으로부터 발생된 주파수 전원은 임피던스 정합기(43)와 전류 균형 회로(50)를 통하여 중간전극(30)에 제공된다. 즉, 플라즈마 반응기(10)에 복수 개의 중간전극판(32)을 구비한 중간전극 어셈블리(34)가 설치되면 각 중간전극판(32)은 전류 균형 회로(50)를 통해 전류를 균형적으로 공급받는다. 본 발명에서는 복수 개의 전류 균형 회로(50)를 구비하고, 각 전류 균형 회로(50)는 적어도 두 개로 분리되는 급전라인을 포함한다.
- [0041] 도 13 및 도 14에 도시된 바와 같이, 먼저 전류 균형 회로(50)는 급전라인(60)인 N001에 연결된다. N001은 두 개의 N002로 분기된다. 분기된 N002는 각각 N010과 N020으로 다시 분기된다. 이런 방식으로 급전라인은 N111, N112 ~ N322까지 분기되어 복수 개의 중간전극판(32)의 전원 입력단(32a)과 연결된다. 여기서, 급전라인(60)은 중간전극 어셈블리(34)에 구비된 중간전극판(32)의 개수와 동일한 개수로 분기된다. 이때 복수 개의 전류 균형 회로는 하나의 급전라인에서 분기된 급전라인 사이에 설치되어 분기된 각 급전라인 노드로 균일한 전류를 공급한다. 또한 전류 균형 회로는 누설 전류의 보상을 위한 보상 커패시터(미도시)와 같은 보상 회로가 부가될 수 있다.
- [0042] 도 15는 인접한 급전라인 간에 상호 작용으로 전류의 균형을 이루는 상태를 도시한 도면이다.
- [0043] 다시 도 14 및 도 15에 도시된 바와 같이, 인접한 급전라인(60) 간에 상호 작용으로 전류의 균형을 이룰 수 있다. 예를 들어, N111과 N112는 각각의 중간전극판(32)에 전원을 공급한다. 이때 N111과 N112를 인접하게 설치함으로써 상호 작용을 통하여 전원 공급원(40)으로부터 각 급전라인(60)으로 전류가 균형적으로 공급될 수 있다.
- [0044] 도 16은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 원 형상의 중간전극판을 도시한 평면도이다.
- [0045] 도 16에 도시된 바와 같이, 중간전극판(36)은 원 형상으로 형성될 수 있다. 이때 중간전극판(36)은 제1 실시예의 중간전극판(32)과 동일하게 적어도 하나의 전원 입력단(36a)과 복수 개의 관통홀(36b)이 구비된다. 이때의 관통홀(36b)은 제1 실시예의 중간전극판(32)과 마찬가지로 관통홀(36b)을 다양한 형태로 형성할 수 있다. 또한 중간전극판(36)의 테두리에 안테나 코일(미도시)을 권선하여 피처리 기관(13)의 주변 영역에 대한 플라즈마 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 안테나 코일(미도시)에 마그네틱 코어(미도시)를 더 설치하여 플라즈마 효율을 향

상시킬 수도 있다.

- [0046] 도 17 및 도 18은 복수 개의 중간전극관을 구비한 원 형상의 중간전극 어셈블리를 도시한 도면이다.
- [0047] 도 17 및 도 18에 도시된 바와 같이, 중간전극 어셈블리(38)는 전체적으로 원 형상으로 형성될 수 있다. 이때 중간전극 어셈블리(38)는 복수 개의 부채꼴 형상의 중간전극판(38b)이 결합되어 형성된다. 이러한 중간전극판(38b)은 상기에 설명된 사각 형상의 중간전극판(32)과 동일하게 전원 입력단(38a)과 복수 개의 관통홀(38c)를 포함한다. 또한 중간전극판(38b)은 동일한 크기로 형성될 수도 있고, 서로다른 크기로 형성될 수도 있다. 원 형상의 중간전극 어셈블리(38)는 각각의 중간전극판(38b) 사이가 절연되면서도 중간전극판(38b)이 거치될 수 있는 프레임(39)이 구비된다. 프레임(39)은 중간전극판(38b)의 형상 및 설치되는 개수에 대응된 거치 공간을 구비하여 복수 개의 중간전극판(38b)을 각 거치 공간에 설치함으로써 중간전극 어셈블리(38)를 형성한다. 그러므로 복수 개의 중간전극판(38b)을 배열하여 사용할 수 있어 대면적의 플라즈마를 형성할 수 있다. 또한 중간전극 어셈블리(38)의 테두리에 안테나 코일(미도시)을 권선하여 피처리 기관(13)의 주변 영역에 대한 플라즈마 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 안테나 코일(미도시)에 마그네틱 코어(미도시)를 더 설치하여 플라즈마 효율을 향상시킬 수도 있다.
- [0048] 도 19는 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이고, 도 20은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0049] 도 19 및 도 20에 도시된 바와 같이, 중간전극판(36)의 관통홀(36b) 크기는 서로 다르게 형성될 수 있다. 관통홀(36b)은 일정한 비율로 크기가 다를 수도 있고 랜덤한 크기로 형성될 수도 있다. 본 발명의 일 실시예에서는 예를 들어, 관통홀(36b)의 크기는 중간전극판(36)의 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성될 수 있고, 중간전극판(36)의 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성될 수도 있다. 이렇듯 관통홀(36b)의 크기를 다르게 형성함으로써 관통홀(36b)을 통과하는 플라즈마의 양을 조절할 수 있어 피처리 기관(13)의 중심영역과 주변영역의 처리 효율을 조절할 수 있다.
- [0050] 도 21은 중간전극 어셈블리에 구비된 복수 개의 중간전극판으로 전원을 공급하기 위한 급전라인의 배열을 도시한 도면이다.
- [0051] 도 21에 도시된 바와 같이, 중간전극 어셈블리(38)에 구비된 복수 개의 중간전극판(36)은 인접한 중간전극판(38b) 사이에 급전라인(60)으로 연결된다. 이때 급전라인(60)은 제1 실시예에서 설명된 급전라인 구조와 동일한 형태로 분기 구성되어 전류 균형 회로(50)에 연결된다. 또한 인접한 급전라인(60)간에 상호작용이 이루어져 전류 균형이 이루어진다.
- [0052] 도 22는 중간전극이 접지된 플라즈마 반응기를 도시한 도면이다.
- [0053] 도 22에 도시된 바와 같이, 플라즈마 반응기(10')는 반응기 몸체(11)와 가스 공급부(20)와 용량 결합 전극(15) 및 중간전극(30)을 구비한다. 용량 결합 전극(15)은 가스 공급부(20)의 하부에 구비되고, 절연층(17)에 의해 가스 공급부(20)와 절연된다. 여기서, 용량 결합 전극(15)은 전원 공급원(40)에 연결되고, 중간전극(30)은 접지 연결된다. 즉, 무선 주파수 전원이 공급된 용량 결합 전극(15)과 접지된 중간전극(30) 사이에서 방전이 발생되어 플라즈마가 형성된다. 플라즈마는 상기에 설명된 바와 같이, 피처리 기관(13)을 처리한다.
- [0054] 이상에서 설명된 본 발명의 대면적의 플라즈마를 발생시키는 플라즈마 반응기의 실시예는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속한 기술분야의 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 형태로만 한정되는 것은 아님을 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다. 또한, 본 발명은 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 그 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

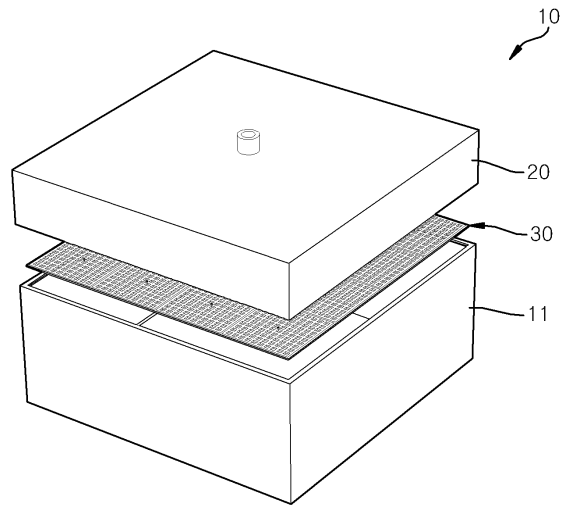
**도면의 간단한 설명**



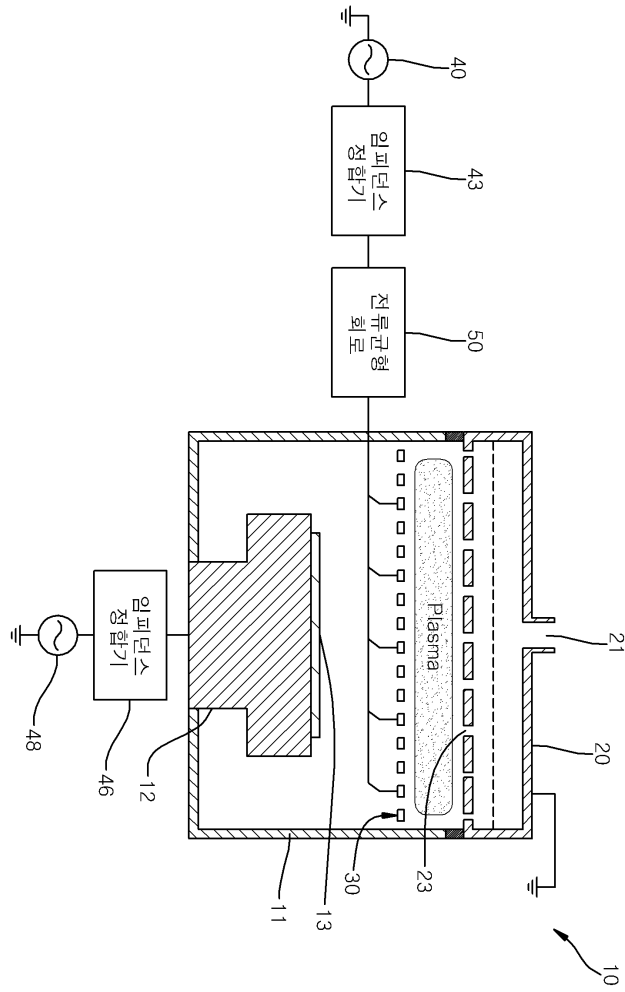
- [0055] 도 1은 본 발명의 바람직한 제1 실시예에 따라 사각 형상의 중간전극판을 구비하고 가스 공급부가 접지된 상태의 플라즈마 반응기의 분리 사시도이다.
- [0056] 도 2는 도 1에 도시된 플라즈마 반응기의 단면을 도시한 도면이다.
- [0057] 도 3 내지 도 5는 본 발명에 따라 다양한 형상을 갖는 관통홀이 구비된 중간전극판을 도시한 평면도이다.
- [0058] 도 6은 복수 개의 중간 전극판을 구비한 사각 형상의 중간전극 어셈블리를 도시한 도면이다.
- [0059] 도 7은 중간전극판이 반응기 몸체에 거치된 상태를 도시한 단면도이다.
- [0060] 도 8은 중간전극판을 반응기 몸체에 거치할 수 있도록 중간전극판의 전원 입력단을 이용한 도면이다.
- [0061] 도 9는 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0062] 도 10은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0063] 도 11은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 서로 다른 크기의 관통홀이 구비된 복수 개의 중간 전극판을 포함하는 중간전극 어셈블리를 도시한 평면도이다.
- [0064] 도 12a, 도 12b 및 도 12c는 관통홀의 상부 및 하부 크기가 동일하거나 서로 다른 경우를 도시한 단면도이다.
- [0065] 도 13 및 도 14는 중간전극 어셈블리에 구비된 복수 개의 중간전극판으로 전원을 공급하기 위한 급전라인의 배열을 도시한 도면이다.
- [0066] 도 15는 인접한 급전라인 간에 상호 작용으로 전류의 균형을 이루는 상태를 도시한 도면이다.
- [0067] 도 16은 본 발명의 바람직한 제2 실시예에 따른 원 형상의 중간전극판을 도시한 평면도이다.
- [0068] 도 17 및 도 18은 복수 개의 중간전극판을 구비한 원 형상의 중간전극 어셈블리를 도시한 도면이다.
- [0069] 도 19는 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 작아지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0070] 도 20은 관통홀의 크기가 외측에서 내측으로 갈수록 점점 커지도록 형성된 중간 전극판을 도시한 평면도이다.
- [0071] 도 21은 중간전극 어셈블리에 구비된 복수 개의 중간전극판으로 전원을 공급하기 위한 급전라인의 배열을 도시한 도면이다.
- [0072] 도 22는 중간전극이 접지된 플라즈마 반응기를 도시한 도면이다.
- [0073] \*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명\*
- [0074] 10: 플라즈마 반응기
- [0075] 11: 반응기 몸체                      11a: 걸림턱
- [0076] 12: 기관 지지대                      13: 피처리 기관
- [0077] 20: 가스 공급부                      21: 가스 입구
- [0078] 삭제
  
- [0079] 23: 가스 분사구                      30: 중간전극
- [0080] 32, 36, 38b: 중간전극판              32a, 36a, 38a: 전원 입력단
- [0081] 32b, 36b, 38c: 관통홀                34, 38: 중간전극 어셈블리
- [0082] 34a, 39: 프레임                      40: 전원 공급원
- [0083] 43: 임피던스 정합기                  46: 임피던스 정합기
- [0084] 48: 바이어스 전원 공급원          50: 전류 균형 회로
- [0085] 60: 급전라인

도면

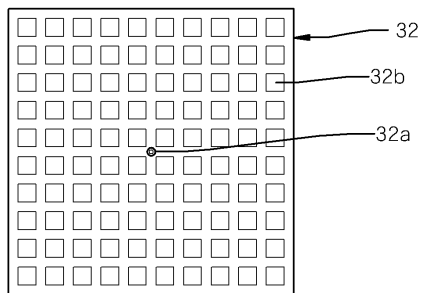
도면1



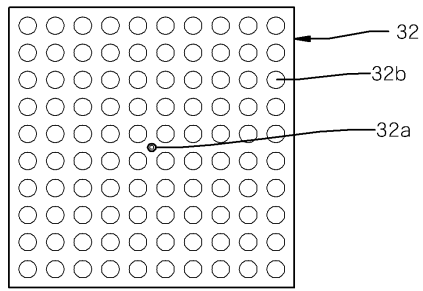
도면2



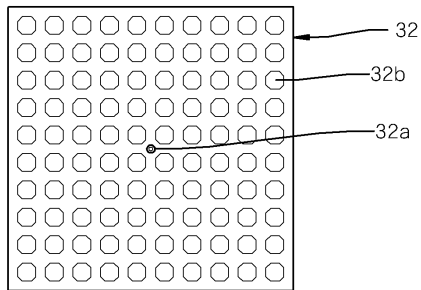
도면3



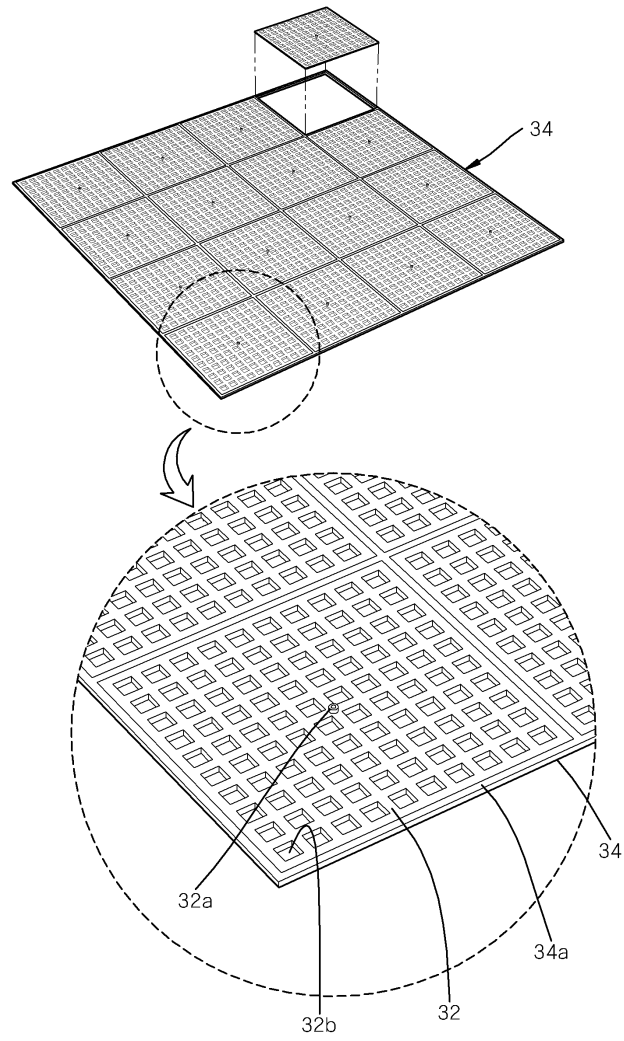
도면4



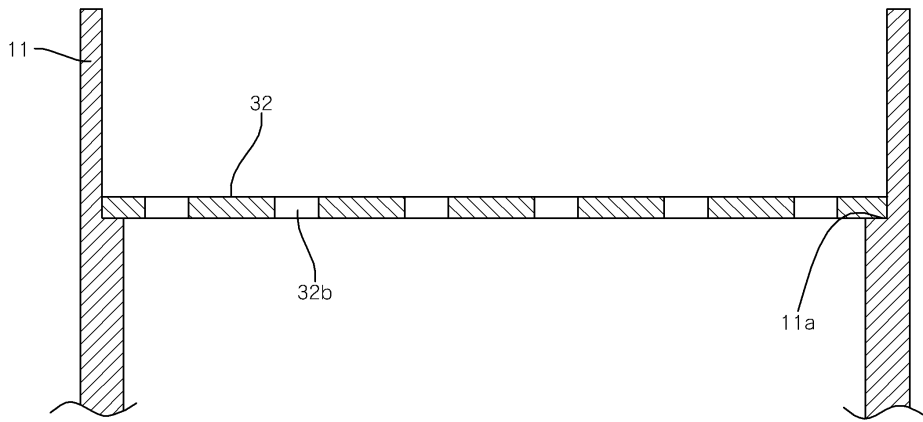
도면5



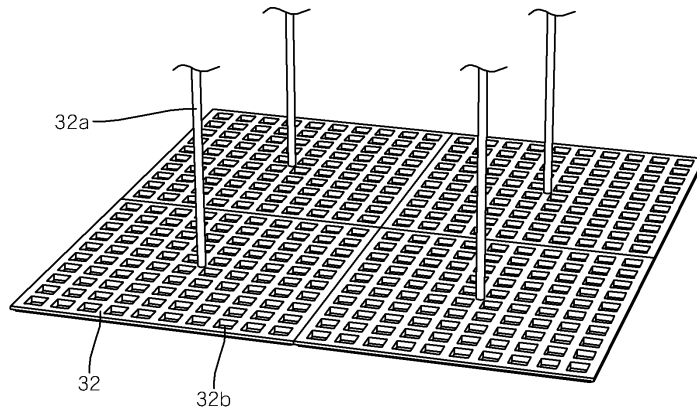
도면6



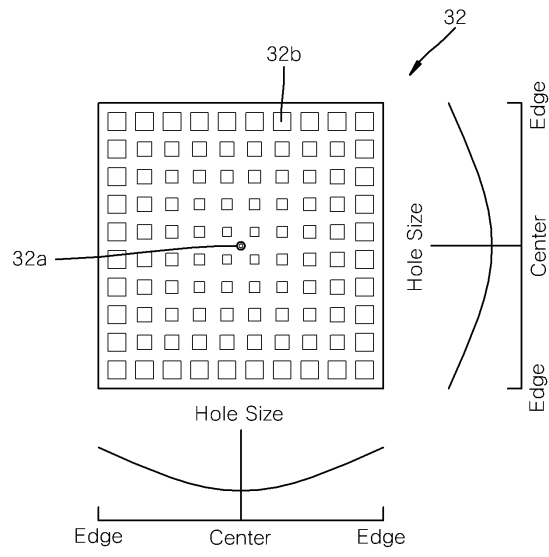
도면7



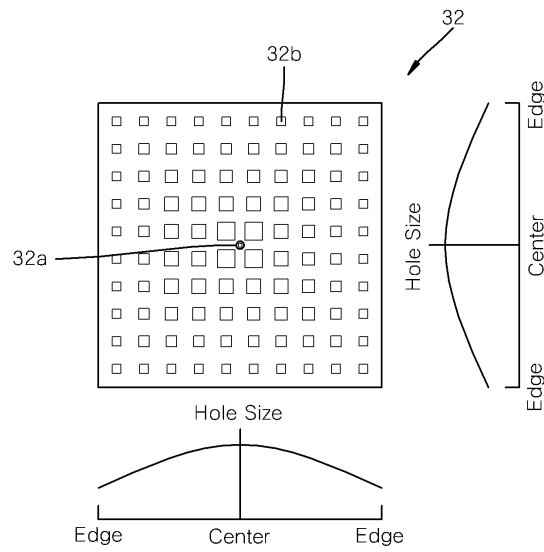
도면8



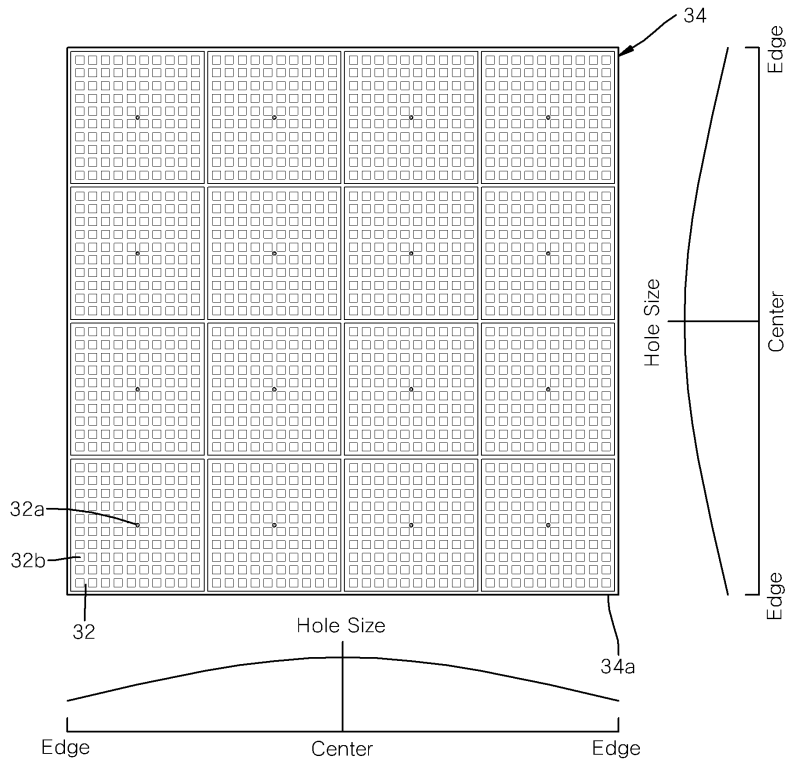
도면9



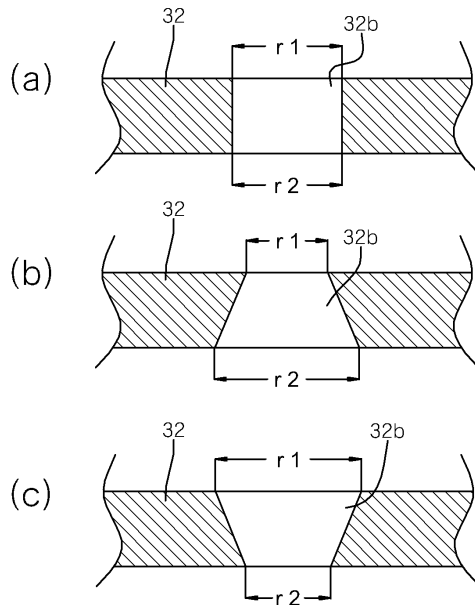
도면10



도면11

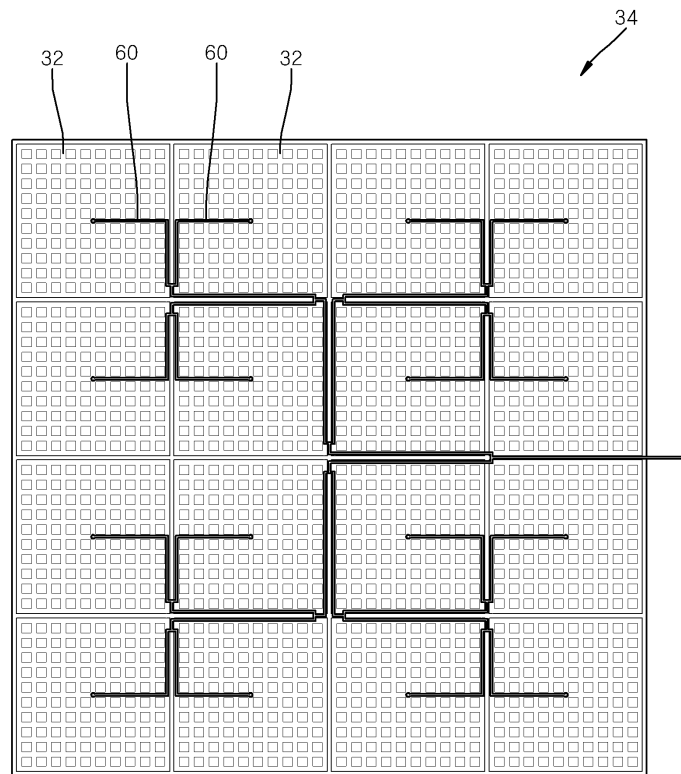


도면12

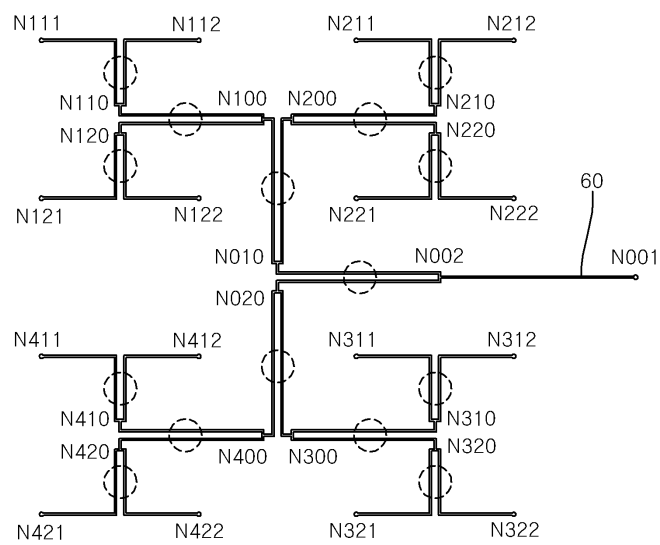




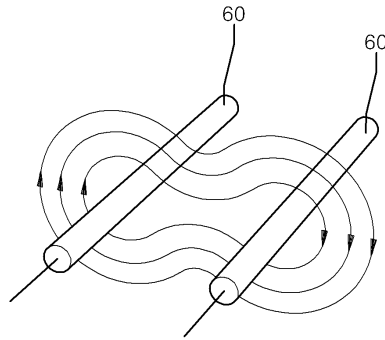
도면13



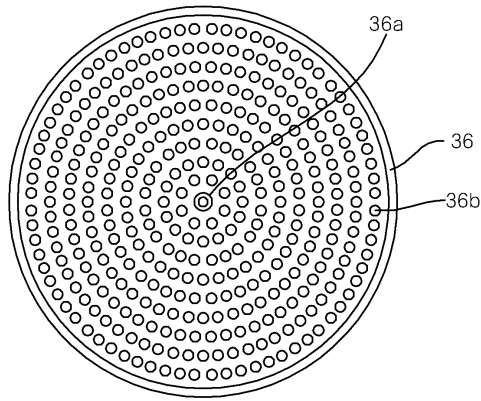
도면14



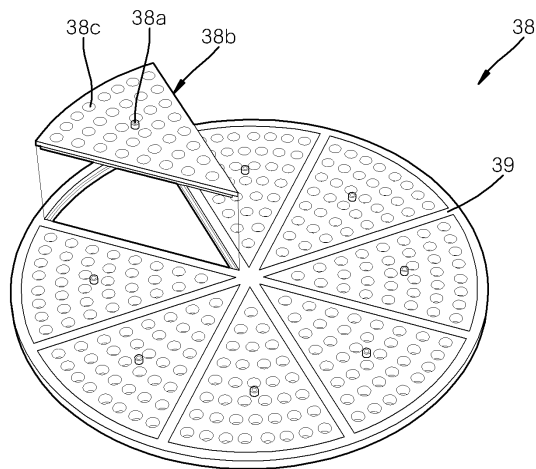
도면15



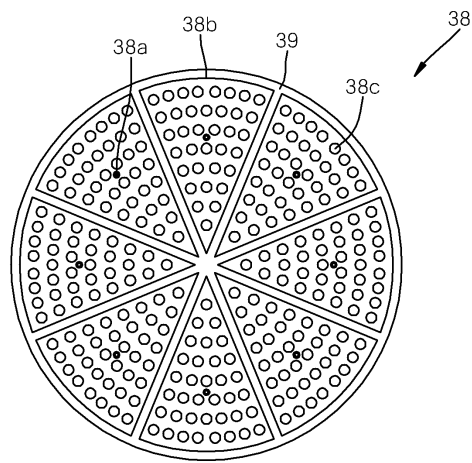
도면16



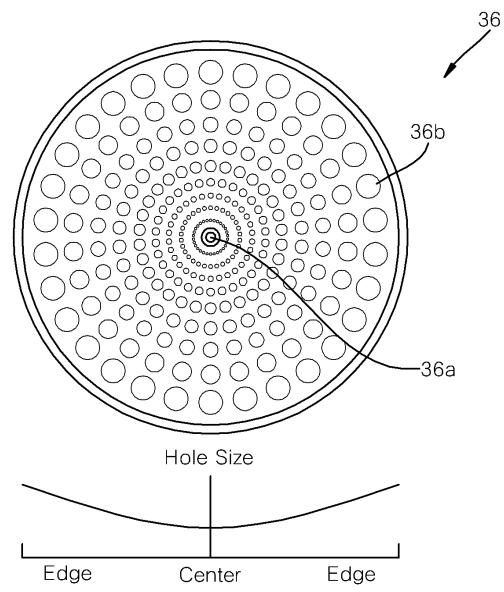
도면17



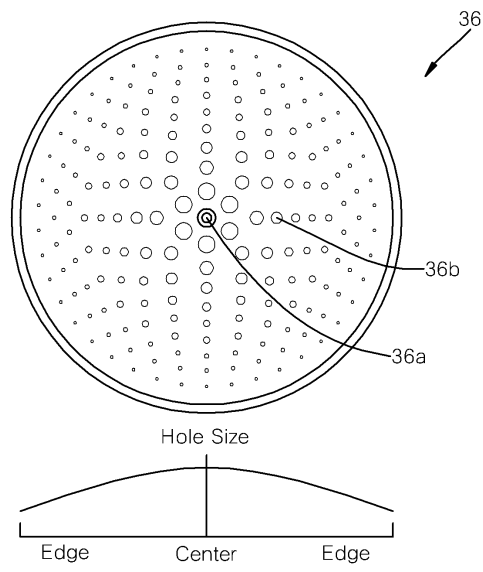
도면18



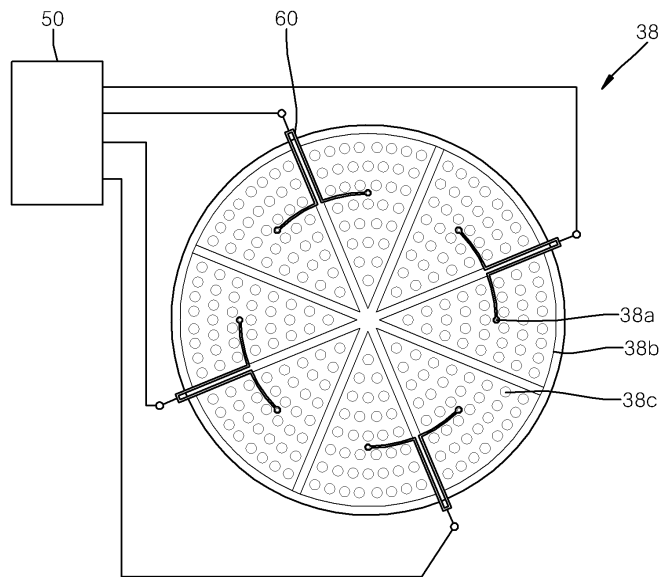
도면19



도면20



도면21



도면22

