



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0024693
(43) 공개일자 2008년03월19일

(51) Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0089119

(22) 출원일자 2006년09월14일

심사청구일자 2006년09월14일

(71) 출원인

주식회사 뉴파워 프라즈마

경기도 수원시 영통구 신동 361-2

(72) 발명자

최대규

서울 강동구 암사1동 462-7 10/5

(74) 대리인

김수익

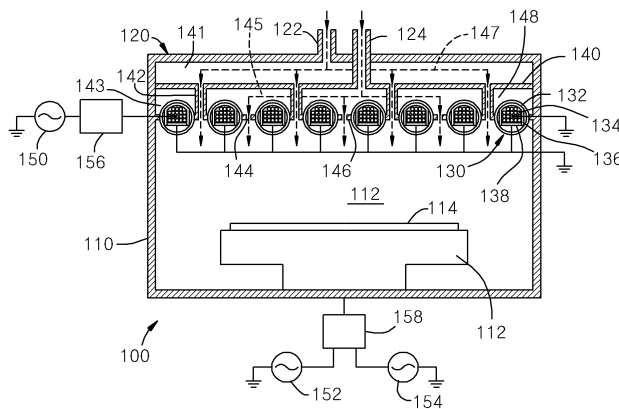
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기

(57) 요약

본 발명은 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것으로, 구체적으로는 대면적화가 매우 용이한 구조를 갖는 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 유도 결합 플라즈마 반응기는 피처리 기관이 놓이는 서셉터를 갖는 진공 챔버, 진공 챔버의 상부에 가로질러 설치되는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛을 포함한다. 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛은 병렬로 배열된 복수개의 유전체관, 복수개의 선형 유전체관을 따라서 설치되며 메인 전원 공급원으로부터 무선 주파수 전력을 제공받아 진공 챔버의 내부로 유도 결합 플라즈마 발생을 위한 유도 기전력을 전달하는 안테나 코일을 포함한다. 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기에 의하면, 대면적의 고밀도 플라즈마를 균일하게 발생시킬 수 있다. 특히, 선형 플라즈마 발생 유닛의 구조적 특징은 대면적화 되어가는 기관 사이즈의 증가에 맞추어 대면적으로 확장이 매우 용이한 구조를 갖으면서도 더불어 대면적에 걸쳐서 균일한 고밀도 플라즈마 발생이 이루어질 수 있어 피처리 기관에 대한 균일한 플라즈마 처리가 가능하게 된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

피처리 기관이 놓이는 서셉터를 갖는 진공 챔버;

진공 챔버의 상부에 가로질러 설치되는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛, 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛은: 병렬로 배열된 복수개의 유전체관; 복수개의 선형 유전체관을 따라서 설치되며 메인 전원 공급원으로부터 무선 주파수 전력을 제공받아 진공 챔버의 내부로 유도 결합 플라즈마 발생을 위한 유도 기전력을 전달하는 안테나 코일; 및 안테나 코일을 따라서 설치되고 안테나 코일의 아래에 위치하도록 복수개의 유전체관 내부의 바닥에 각기 설치되는 평판 전극을 포함하고; 그리고

평판 전극에 인가되는 전력을 조절하기 위한 전력 조절부를 포함하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 전력 조절부는: 안테나 코일의 양단 중 어느 하나의 끝단과 접지 사이에 연결되는 전압 분압 수단; 및 전압 분압 수단에 의해 분압된 전압 중 어느 하나를 평판 전극으로 인가하는 멀티 탭 스위칭 회로를 포함하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 전압 분압 수단은: 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일, 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 직렬 커패시터 어레이, 또는 일차측이 안테나 코일의 양단 중 어느 하나와 접지 사이에 일차측이 연결되고 이차측으로 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 트랜스포머 중 어느 하나로 구성되는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 전압 분압 수단은: 안테나 코일을 따라서 병렬로 권선되며 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일을 포함하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 5

제1항 내지 제4항에 있어서, 복수개의 유전체관 내부에 각기 설치되되 안테나 코일을 상측에서 감싸도록 설치되어 진공 챔버 내부로 유도되는 자기장의 세기를 강화시키기 위한 마그네틱 코어를 포함하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 6

제1항 내지 제4항에 있어서, 상기 안테나 코일은 복수개의 유전체관의 내부를 따라서 지그재그로 한번 이상 권선되는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 7

제1항 내지 제4항에 있어서, 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛의 사이를 따라서 공정 가스를 공급하는 가스 공급부를 포함하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 가스 공급부는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛의 사이를 따라서 교대적으로 두 가지 이상의 공정 가스를 분리 공급하는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 서셉터는 하나 이상의 바이어스 전원에 의해 바이어스 되는 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것으로, 구체적으로는 대면적화가 매우 용이한 구조를 갖는 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다.
- <14> 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.
- <15> 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. 용량 결합 플라즈마 소스는 무선 주파수 전원의 증가에 따라 이온 밀도를 쉽게 증가시킬 수 있어서 고밀도의 플라즈마를 얻기 위하여 일반적으로 사용되고 있다. 그러나 무선 주파수 전력의 증가는 이온 충격 에너지를 증가시킨다. 결과적으로 이온 충격에 의한 손상을 방지하기 위해서는 무선 주파수 전력의 한계성을 갖게 된다.
- <16> 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.
- <17> 무선 주파수 안테나는 나선형 타입 안테나(spiral type antenna) 또는 실린더 타입의 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. 그러므로 무선 주파수 안테나의 구조를 개선하여 균일한 고밀도의 플라즈마를 얻기 위해 노력하고 있다.
- <18> 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 발생되는 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.
- <19> 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

- <20> 따라서 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 그 목적은 대면적화 되어가는 기판 사이즈의 증가에 맞추어 대면적으로 확장이 매우 용이한 구조를 갖으면서도 더불어 플라즈마 발생 및 처리의 균일성을 높일 수 있는 그리고 플라즈마 이온 에너지에 대한 제어 능력이 높은 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기를 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <21> 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일면은 유도 결합 플라즈마 반응기에 관한 것이다. 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기는: 피처리 기판이 놓이는 서셉터를 갖는 진공 챔버; 진공 챔버의 상부에 가

로질러 설치되는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛, 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛은: 병렬로 배열된 복수개의 유전체관; 복수개의 선형 유전체관을 따라서 설치되며 메인 전원 공급원으로부터 무선 주파수 전력을 제공받아 진공 챔버의 내부로 유도 결합 플라즈마 발생을 위한 유도 기전력을 전달하는 안테나 코일; 및 안테나 코일을 따라서 설치되고 안테나 코일의 아래에 위치하도록 복수개의 유전체관 내부의 바닥에 각기 설치되는 평판 전극을 포함하고; 그리고 평판 전극에 인가되는 전력을 조절하기 위한 전력 조절부를 포함한다.

- <22> 일 실시예에 있어서, 상기 전력 조절부는: 안테나 코일의 양단 중 어느 하나의 끝단과 접지 사이에 연결되는 전압 분압 수단; 및 전압 분압 수단에 의해 분압된 전압 중 어느 하나를 평판 전극으로 인가하는 멀티 탭 스위칭 회로를 포함한다.
- <23> 일 실시예에 있어서, 상기 전압 분압 수단은: 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일, 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 직렬 커패시터 어레이, 또는 일차측이 안테나 코일의 양단 중 어느 하나와 접지 사이에 일차측이 연결되고 이차측으로 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 트랜스포머 중 어느 하나로 구성된다.
- <24> 일 실시예에 있어서, 상기 전압 분압 수단은: 안테나 코일을 따라서 병렬로 권선되며 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일을 포함한다.
- <25> 일 실시예에 있어서, 복수개의 유전체관 내부에 각기 설치되며 안테나 코일을 상측에서 감싸도록 설치되어 진공 챔버 내부로 유도되는 자기장의 세기를 강화시키기 위한 마그네틱 코어를 포함한다.
- <26> 일 실시예에 있어서, 상기 안테나 코일은 복수개의 유전체관의 내부를 따라서 지그재그로 한번 이상 권선된다.
- <27> 일 실시예에 있어서, 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛의 사이를 따라서 공정 가스를 공급하는 가스 공급부를 포함한다.
- <28> 일 실시예에 있어서, 상기 가스 공급부는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛의 사이를 따라서 교대적으로 두 가지 이상의 공정 가스를 분리 공급한다.
- <29> 일 실시예에 있어서, 상기 서셉터는 하나 이상의 바이어스 전원에 의해 바이어스 된다.
- <30> 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 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 위해서 과장되어진 것이다. 각 도면을 이해함에 있어서, 동일한 부재는 가능한 한 동일한 참조부호로 표시하고자 함에 유의하여야 한다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 공지 기능 및 구성에 대한 상세한 기술은 생략된다.
- <31> (실시예)
- <32> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기를 상세히 설명한다.
- <33> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 반응기의 단면도이고, 도 2는 선형 플라즈마 발생 유닛의 내부에 설치되는 안테나 코일, 마그네틱 코어 및, 평판 전극의 조립 구성을 보여주는 부분 사시도이다.
- <34> 도 1 및 도 2를 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기(100)는 피처리 기관(114)이 놓이는 서셉터(112)를 갖는 진공 챔버(110)를 구비한다. 진공 챔버(110)의 상부에는 가로질러 설치되는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)이 설치된다. 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)은 병렬로 배열된 복수개의 유전체관(132), 복수개의 선형 유전체관(132)을 따라서 안테나 코일(136)이 설치된다.
- <35> 도 3은 병렬로 배열된 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛과 연속된 안테나 코일의 배치 구조를 보여주는 단면도이다.
- <36> 도 3을 참조하여, 안테나 코일(136)은 복수개의 유전체관(136)의 내부를 따라서 지그재그로 한번 이상 권선되는 데 왕복해서 반복 권선될 수 있으며, 다수회 권선되어 도 2에서 도시된 바와 같이 권선 다발을 구성하도록 할 수 있다. 또한, 도 5에 도시된 바와 같이, 복수개의 안테나 코일(136a, 136b)을 병렬로 권선할 수 있다.

- <37> 도 4는 연속된 안테나 코일에 의한 유도 자기장을 설명하기 위한 도면이다.
- <38> 도 4를 참조하여, 안테나 코일(136)은 메인 전원 공급원(150)으로부터 무선 주파수 전력을 제공받아 진공 챔버(110)의 내부로 유도 결합 플라즈마 발생을 위한 유도 기전력을 전달한다. 메인 전원 공급원(150)과 안테나 코일(136)의 사이에는 임피던스 정합을 위한 임피던스 정합기(156)가 구성될 수 있다.
- <39> 코일 안테나(136)에 의해 유도 되는 유도 자기장(172, 174)은 복수개의 선형 유전체관(132) 사이에서 교대적으로 상하 방향으로 발생됨을 알 수 있다. 그리고 이러한 유도 자기장(172, 174)에 의해서 복수개의 선형 유전체관(132)을 따라서 유도 전기장이 발생되어 진공 챔버(110)의 내측 상부에 대면적의 플라즈마가 발생된다.
- <40> 다시, 도 1 및 도 2를 참조하여, 안테나 코일(136)에 의해 유도되는 자기장의 세기를 강화시키기 위하여 복수개의 유전체관(132) 내부에 마그네틱 코어(134)가 각기 설치될 수 있다. 마그네틱 코어(134)는 안테나 코일(134)을 상측에서 감싸도록 설치되어 진공 챔버 내부로 유도되는 자기장의 세기를 강화시킨다.
- <41> 안테나 코일(136)을 따라서 평판 전극(138)이 설치될 수 있다. 이 평판 전극(138)은 안테나 코일(136)의 아래에 위치하도록 복수개의 유전체관(132)의 내부 바닥에 각기 설치되며 접지로 연결된다. 평판 전극(138)은 안테나 코일(136)에 의한 정전 결합을 차폐한다.
- <42> 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기(100)는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)의 사이를 따라서 공정 가스를 공급하는 가스 공급부(120)가 진공 챔버(110)의 상부에 구성된다. 가스 공급부(120)는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)의 사이를 따라서 교대적으로 두 가지 이상의 공정 가스를 분리 공급한다.
- <43> 구체적으로, 가스 공급부(120)는 제1 및 제2 가스 주입구(122, 124)와 가스 공급 분리판(140)을 구비한다. 가스 공급 분리판(140)은 가스 공급부(120)를 상부 공간(141)과 하부 공간(148)으로 분할하여 제1 및 제2 가스 공급 경로(147, 145)를 형성할 수 있도록 한다. 제1 가스 주입구(122)는 상부 공간(141)에 연결되고, 제2 가스 주입구(124)는 하부 공간(148)에 연결된다. 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)의 사이에는 진공챔버(110)의 내부 공간(112)에 접하는 가스 분사판(146)이 구성된다. 가스 분사판(146)에는 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)의 사이를 따라서 형성되는 복수개의 가스 분사구(144)가 형성된다. 복수개의 가스 분사구(144)들 중 일부는 상부 공간(141)은 다수개의 연결관(142)에 의해 연결되어 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛(130)의 사이를 따라서 교대적으로 서로 다른 두 개의 공정 가스가 분리 공급된다. 이와 같이 서로 다른 공정 가스를 분리 공급하도록 하여 플라즈마 처리의 균일도를 높일 수 있다.
- <44> 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기(100)는 서셉터(112)에 공급되는 바이어스 전력이 하나 이상의 바이어스 전원(152, 154)에 의해 서로 다른 주파수의 바이어스 전력이 서셉터(112)로 임피던스 정합기(158)를 통하여 공급하여 플라즈마 이온 에너지 조절을 더욱 개선시키며, 공정 생산력을 더욱 향상 시킬 수 있다.
- <45> 도 6 및 도 7은 평판 전극에 인가되는 전력을 제어하기 위한 전력 조절부를 구성한 예를 보여주는 도면이고, 도 8a 내지 도 8c는 전력 조절부의 변형예들을 보여주는 도면이다.
- <46> 먼저, 도 6을 참조하여, 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기(100)는 평판 전극에 인가되는 전력을 조절하기 위한 전력 조절부(200)를 포함한다. 전력 조절부(100)는 안테나 코일(136)의 후단과 접지 사이에 연결되는 전압 분압 수단(210)과 전압 분압 수단(210)에 의해 분압된 전압 중 어느 하나를 평판 전극(138)으로 인가하는 멀티 탭 스위칭 회로(220)로 구성된다. 여기서 전압 분압 수단(210)은 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일로 구성된 예이다. 전압 분압 수단(210)은 도 7에 도시된 바와 같이, 안테나 코일(136)의 전단과 접지 사이에 구성할 수도 있다.
- <47> 전압 분압 수단은 도 8a 내지 도 8c에 도시된 바와 같이 다양한 변형 실시가 가능하다. 예를 들어, 도 8a에 도시된 바와 같이, 일 변형 예의 전력 조절부(210a)는 일차측이 안테나 코일의 양단 중 어느 하나와 접지 사이에 일차측이 연결되고 이차측으로 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 트랜스포머(210a)로 전압 분압 수단을 구성할 수 있다. 또는 도 8b에 도시된 바와 같이, 다른 변형 예의 전력 조절부(210b)는 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 직렬 커패시터 어레이(210b)로 전압 분압 수단을 구성할 수 있다. 또는 도 8c에 도시된 바와 같이, 또 다른 변형 예의 전력 조절부(210c)는 안테나 코일(136)을 따라서 병렬로 권선되며 분압된 전압을 출력하기 위한 멀티 탭을 갖는 인덕터 코일(210c)로 전압 분압 수단을 구성할 수 있다.
- <48> 이와 같은 전력 조절부(200)에 의해서 평판 전극(138)으로 인가되는 전력을 가변적으로 제어할 수 있다. 그럼으로 진공 챔버(110)의 내부(112)에서 발생하는 플라즈마 이온 에너지에 대한 제어 능력을 높일 수 있어서 피처

리 기관에 대한 보다 균일한 플라즈마 처리와 고품질의 박막을 형성할 수 있다.

<49> 이상에서 설명된 본 발명의 대면적 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

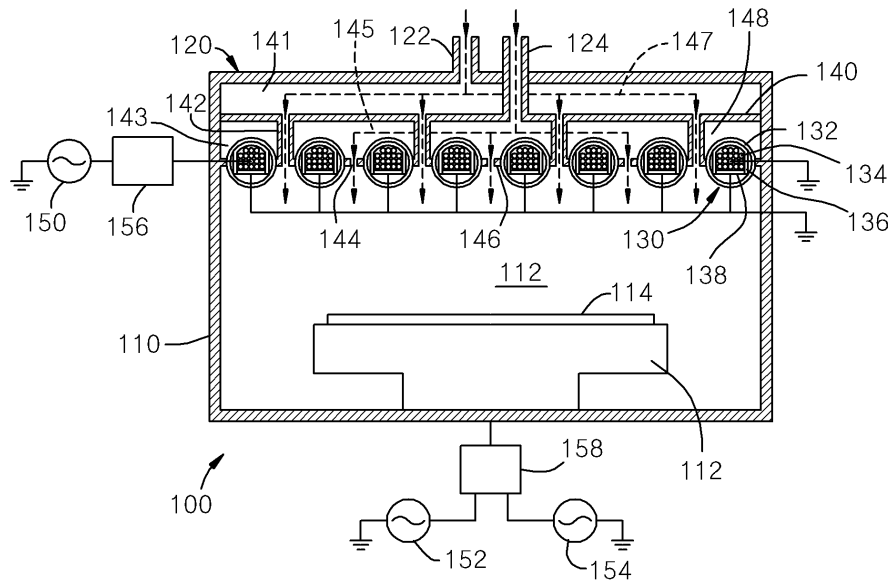
<50> 상술한 바와 같은 본 발명의 대면적 유도 결합 플라즈마 반응기에 의하면, 대면적의 고밀도 플라즈마를 균일하게 발생시킬 수 있다. 특히, 선형 플라즈마 발생 유닛의 구조적 특징은 대면적화 되어가는 기관 사이즈의 증가에 맞추어 대면적으로 확장이 매우 용이한 구조를 갖으면서도 더불어 대면적에 걸쳐서 균일한 고밀도 플라즈마 발생이 이루어질 수 있어 피처리 기관에 대한 균일한 플라즈마 처리가 가능하게 된다. 또한 평판 전극에 대한 전력을 가변적으로 제어할 수 있어서 플라즈마 이온 에너지에 대한 제어 능력을 높일 수 있으므로 피처리 기관에 대한 보다 균일한 플라즈마 처리와 고품질의 박막을 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

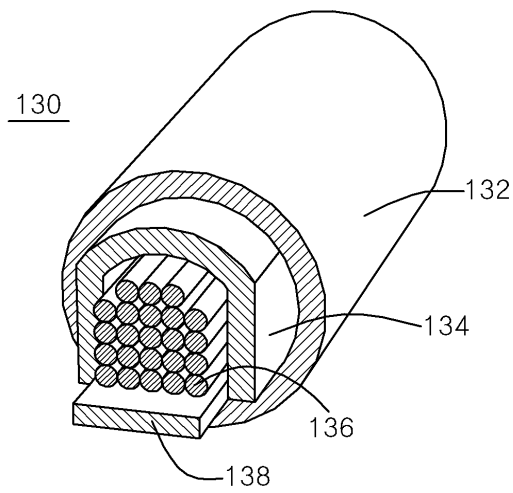
- <1> 본 발명의 상세한 설명에서 사용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여, 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.
- <2> 도 1은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 플라즈마 반응기의 단면도이다.
- <3> 도 2는 선형 플라즈마 발생 유닛의 내부에 설치되는 안테나 코일, 마그네틱 코어 및, 평판 전극의 조립 구성을 보여주는 부분 사시도이다.
- <4> 도 3은 병렬로 배열된 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛과 연속된 안테나 코일의 배치 구조를 보여주는 단면도이다.
- <5> 도 4는 연속된 안테나 코일에 의한 유도 자기장을 설명하기 위한 도면이다.
- <6> 도 5는 병렬로 배열된 복수개의 선형 플라즈마 발생 유닛과 병렬로 권선되는 복수개의 안테나 코일의 배치 구조를 보여주는 단면도이다.
- <7> 도 6 및 도 7은 평판 전극에 인가되는 전력을 제어하기 위한 전력 조절부를 구성한 예를 보여주는 도면이다.
- <8> 도 8a 내지 도 8c는 전력 조절부의 변형예들을 보여주는 도면이다.
- <9> *도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명*
- <10> 100: 유도 결합 플라즈마 반응기 110: 진공 챔버
- <11> 120: 가스 공급부 130: 선형 플라즈마 발생 유닛
- <12> 200: 전력 조절부

도면

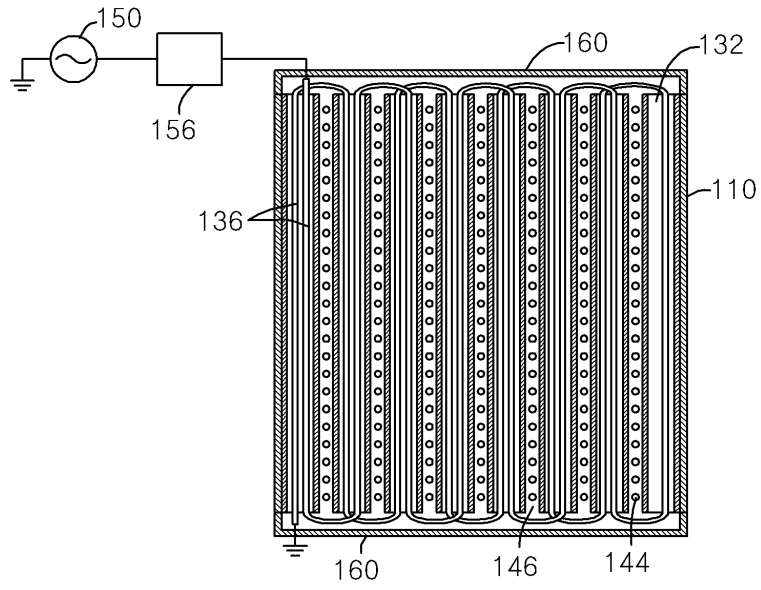
도면1



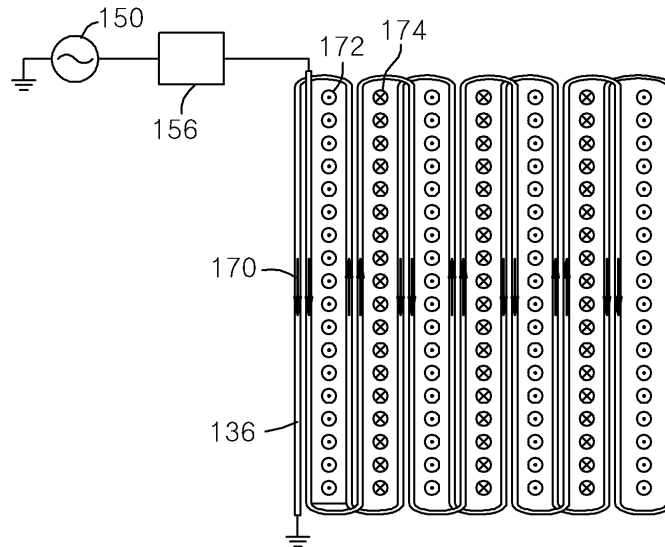
도면2



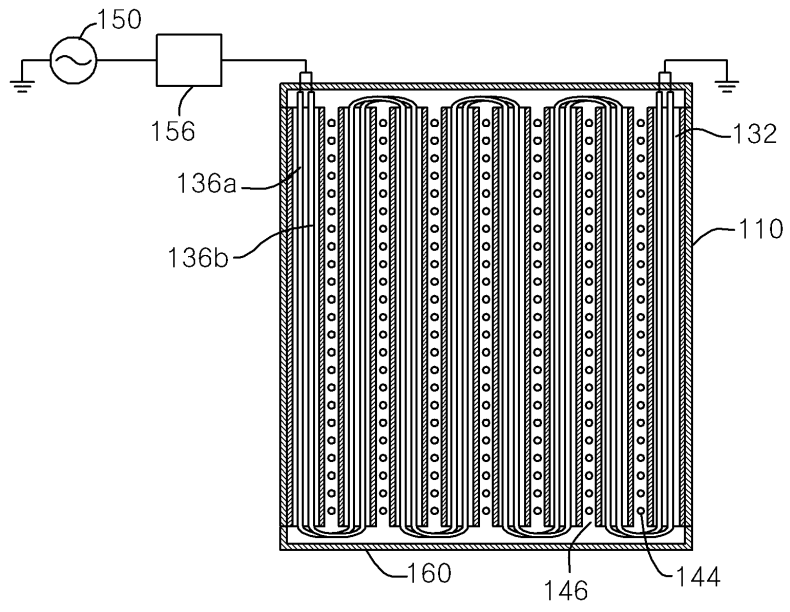
도면3



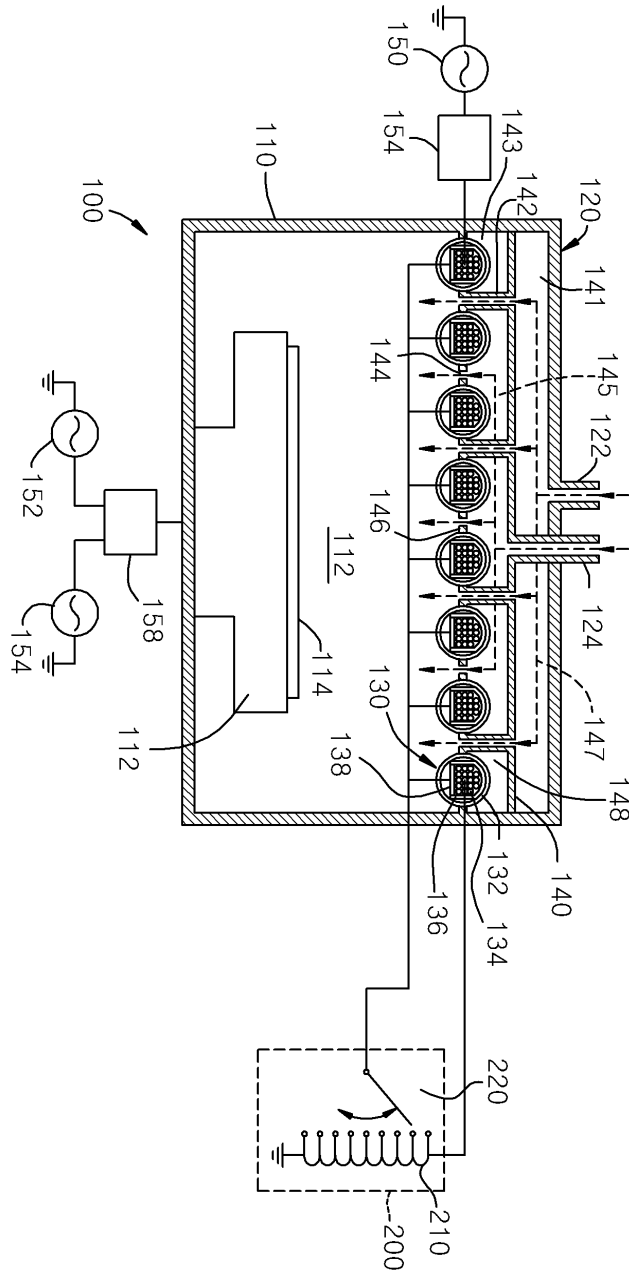
도면4



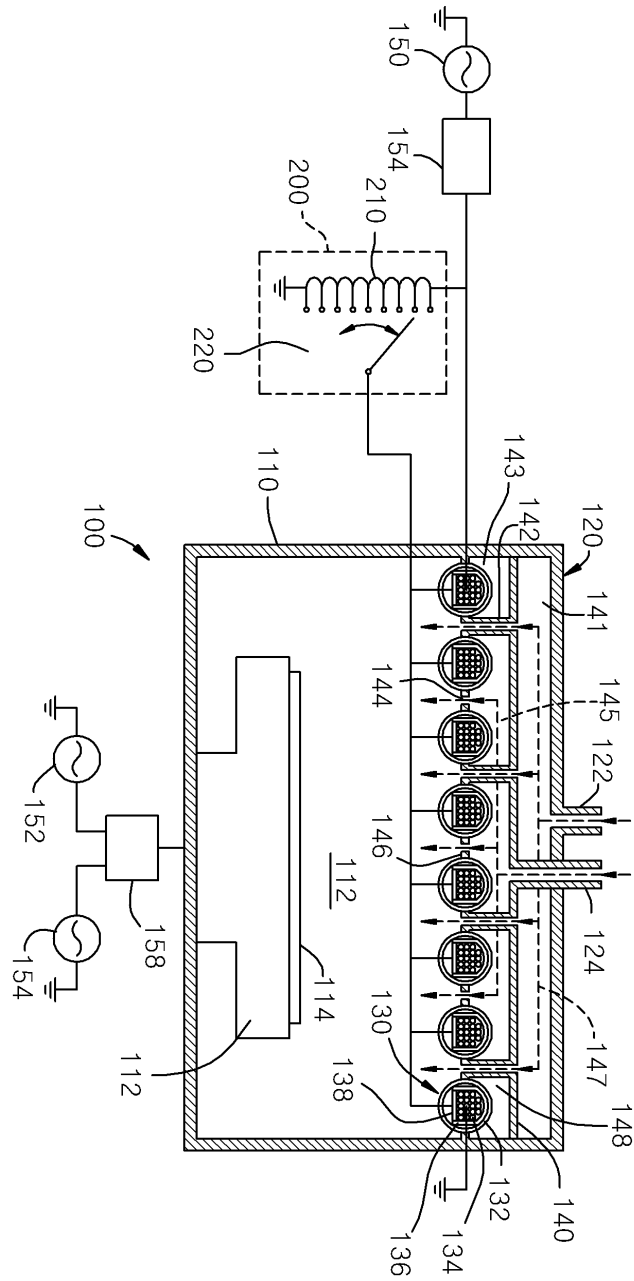
도면5



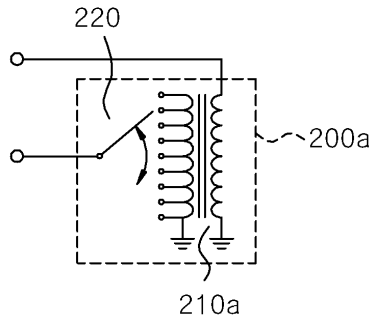
도면6



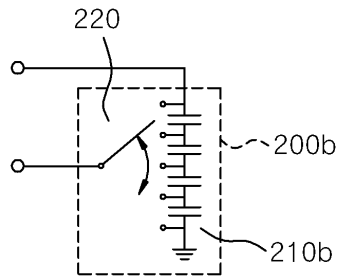
도면7



도면8a



도면8b



도면8c

