



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월07일
 (11) 등록번호 10-1427732
 (24) 등록일자 2014년08월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05H 1/46 (2006.01) H01L 21/3065 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2012-0006458
 (22) 출원일자 2012년01월20일
 심사청구일자 2012년01월20일
 (65) 공개번호 10-2013-0085590
 (43) 공개일자 2013년07월30일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2003529216 A*
 JP06122983 A*
 JP2005259836 A*
 JP2006310883 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 한국과학기술원
 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
 (72) 발명자
 장홍영
 대전 유성구 대학로 291, 물리학과 2327호 (구성동, 한국과학기술원)
 서상훈
 대전 유성구 어은로 57, 138동 1003호 (어은동, 한빛아파트)
 박기정
 대전 유성구 대학로 291, 자연과학동 2326호 (구성동, 한국과학기술원)
 (74) 대리인
 이평우

전체 청구항 수 : 총 6 항

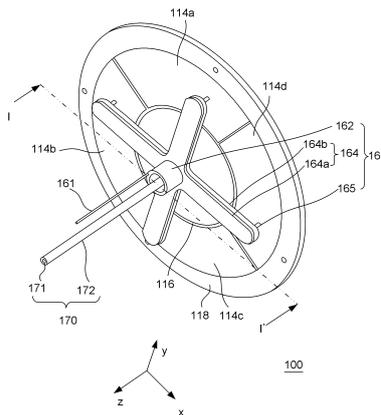
심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 **플라즈마 발생 장치 및 기판 처리 장치**

(57) 요약

본 발명은 플라즈마 발생 장치 및 기판 처리 장치를 제공한다. 이 플라즈마 발생 장치는 플라즈마를 형성하도록 제1 주파수의 제1 RF 전력을 공급받는 원판형의 제1 전극, 제1 전극의 둘레에 배치되고 제2 주파수의 제2 RF 전력을 공급받는 와셔 형태의 제2 전극, 제1 전극과 제2 전극 사이에 배치된 절연 스페이서, 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원, 및 제2 전극에 전력을 공급하는 제2 RF 전원을 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415122920

부처명 지식경제부

연구사업명 전자정보디바이스산업원천기술개발

연구과제명 고밀도 플라즈마를 이용한 10nm급 반도체 및 10세대 디스플레이용 핵심원천 기술개발

기여율 1/1

주관기관 한국과학기술원

연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

제1 전극;

상기 제1 전극의 주위에 배치된 제2 전극;

상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원;

상기 제2 전극에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원; 및

상기 제2 전극에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부를 포함하고,

상기 제2 전극은 복수의 제2 전극들로 분할되고,

상기 제1 전극은 플라즈마와 직접 접촉하고, 상기 제2 전극은 상기 플라즈마와 직접 접촉하고,

상기 제2 RF 전력 분배부는:

제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원을 통하여 제공받는 전력 입력부;

상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및

상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고,

상기 분기된 전력 분배라인은 상기 분할된 제2 전극에 연결되는 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극은 원판형이고, 상기 제2 전극은 와셔 형태인 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극은 사각형이고,

상기 제2 전극은 상기 제1 전극을 감싸는 사각형 고리 형상이고,

상기 제2 전극은 중심축에 대하여 대칭적으로 4 분할된 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전력 공급부를 더 포함하고,

상기 제1 전극에 접촉하는 제1 RF 전력 공급 라인;

상기 제1 전력 공급 라인을 감싸는 제1 RF 전력 내부 절연 자켓;

상기 제1 RF 전력 내부 절연 자켓을 감싸는 제1 RF 접지 외피; 및

상기 제1 RF 접지 외피를 감싸는 제1 RF 전력 외부 절연 자켓을 포함하고,

상기 제2 RF 전력 분배부의 상기 전력 입력부는 상기 제1 RF 전력 외부 절연 자켓을 감싸도록 배치되는 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 분할된 제2 전극은 동일한 면적을 가지는 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 관통하여 형성되어 가스를 공급하는 노즐들을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 축전 결합 플라즈마 발생 장치.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 플라즈마 발생 장치에 관한 것으로, 더 구체적으로 복수 개의 전극을 가지는 축전 결합 플라즈마 발생 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 반도체용 대면적 플라즈마를 형성하기 위하여, 상부 전극과 하부 전극이 서로 이격되어 배치된다. 하부 전극 상에는 기판이 배치된다. 상부 전극에 인가되는 RF 전력은 주로 높은 플라즈마 밀도를 형성하고, 하부 전극에 인가되는 RF 전력은 이온의 에너지 분포를 조절한다. 기판의 크기가 증가함에 따라 정상과 효과 등에 의하여 통상 요구되는 5 퍼센트의 플라즈마 균일도 달성이 어렵다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 해결하고자 하는 일 기술적 과제는 복수의 전극에 RF 전력을 공급하여, 균일한 반도체 기판 처리용 플라즈마 발생 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 플라즈마를 형성하도록 제1 주파수의 제1 RF 전력을 공급받는 원판형의 제1 전극; 상기 제1 전극의 둘레에 배치되고 제2 주파수의 제2 RF 전력을 공급받는 와셔 형태의 제2 전극; 상기 제1 전극과 상기 제2 전극 사이에 배치된 절연 스페이서; 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원; 및 상기 제2 전극에 전력을 공급하는 제2 RF 전원을 포함한다.

[0005] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전력 공급부; 및 상기 제2 전극에 상기 제2 RF 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부를 더 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 RF 전력 분배부는 상기 제1 RF 전력 공급부를 주위에 배치된 전력 입력부; 상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및 상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고, 상기 제2 전력 분배 라인의 일단은 상기 전력 입력부에 연결되고, 상기 제2 전력 분배 라인의 타단은 상기 제2 전극에 대칭적으로 연결될 수 있다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 전극은 중심축에서 반경 방향으로 절단된 복수의 제2 전극들로 분할되

고, 상기 분할된 제2 전극들 각각은 상기 제2 전력 분배 라인의 타단에 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 RF 전력 공급부는 상기 제1 전극에 접촉하는 제1 RF 전력 공급 라인; 상기 제1 전력 공급 라인 감싸는 제1 RF 전력 내부 절연 자켓; 상기 제1 RF 전력 절연 자켓을 감싸는 제1 RF 접지 외피; 및 상기 제1 RF 접지 외피를 감싸는 제1 RF 전력 외부 절연 자켓 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0009] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극의 면적과 분할된 제2 전극의 면적은 동일할 수 있다.
- [0010] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 주파수는 제1 주파수와 다를 수 있다.
- [0011] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극의 하부면과 상기 제2 전극의 하부면은 서로 다르고, 상기 절연 스페이서는 상기 제1 전극의 외측면과 상기 제2 전극의 내측면을 채울 수 있다.
- [0012] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 제1 전극의 두께는 상기 절연 스페이서의 두께와 동일하고, 상기 제2 전극의 하부면은 외곽으로 갈수록 변할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 제3 주파수를 가지고 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제3 RF 전원; 및 제4 주파수를 가지고 상기 제2 전극에 전력을 공급하는 제4 RF 전원 중에서 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 상기 제3 RF 전원의 전력은 상기 제1 RF 전력 공급부를 통하여 상기 제1 전극에 공급되고, 상기 제4 RF 전원의 전력은 상기 제2 RF 전력 분배부를 통하여 상기 제2 전극에 공급될 수 있다.
- [0014] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 외부 가스 공급 라인을 통하여 가스를 공급받고 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극 상에 형성된 가스 확산 공간; 및 상기 가스 확산 공간에 연결되고 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극을 관통하는 노즐을 더 포함할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 제1 전극; 상기 제1 전극의 주위에 배치된 제2 전극; 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원; 상기 제2 전극에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원; 및 상기 제2 전극에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부를 포함하고, 상기 제2 전극은 복수의 제2 전극들로 분할된다.
- [0016] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극은 원판형이고, 상기 제2 전극은 와셔 형태일 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 RF 전력 분배부는 상기 분할된 제2 전극들 각각에 제2 RF 전력을 분배할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 RF 전력 분배부는 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원을 통하여 제공받는 전력 입력부; 상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및 상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고, 상기 분기된 전력 분배라인은 상기 분할된 제2 전극에 연결될 수 있다.
- [0019] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 분할된 제2 전극은 동일한 면적을 가질 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극을 관통하여 형성되어 가스를 공급하는 노즐들을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 제1 전극; 상기 제1 전극의 주위에 배치된 제2 전극; 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원; 상기 제2 전극에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원; 및 상기 제2 전극에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부를 포함한다.
- [0022] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 RF 전력 분배부는: 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원을 통하여 제공받는 전력 입력부; 상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및 상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고, 상기 분기된 전력 분배라인은 상기 제2 전극에 연결될 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 전극은 동일한 면적을 가지도록 분할될 수 있다.
- [0024] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 제1 전극; 상기 제1 전극의 주위에 배치된 제2 전극; 상기 제2 전극에 전력을 분배하는 제2 전력 분배부; 및 상기 제1 전극 및 제2 전극과 상기 제2 전력 분배부 사이에 배치되어 가스 확산 공간을 가지는 절연 지지부를 포함한다.
- [0025] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 RF 전력 분배부는 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원을 통하여 제공받는 전력 입력부; 상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및 상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고, 상기 분기된 전력 분배라인은 상기 제2 전극에 연결될 수 있다.

- [0026] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 가스 확산 공간에 연결되어 상기 제1 전극 또는 상기 제2 전극을 관통하여 형성된 노즐을 더 포함할 수 있다.
- [0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 기관 처리 장치는 진공 용기의 내부에 축전 결합 플라즈마를 형성하는 플라즈마 발생부; 및 상기 플라즈마 발생부에 대향하여 배치되고 기관을 장착하는 기관 홀더를 포함한다. 상기 플라즈마 발생부는 제1 전극; 상기 제1 전극의 주위에 배치된 제2 전극; 상기 제1 전극에 전력을 공급하는 제1 RF 전원; 상기 제2 전극에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원; 및 상기 제2 전극에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부 포함한다.
- [0028] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 플라즈마 발생부는 상기 진공 용기의 내부 또는 진공 용기의 뚜껑에 장착될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 전극은 복수의 제2 전극들로 분할되고, 상기 제2 RF 전력 분배부는 상기 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원을 통하여 제공받는 전력 입력부; 상기 전력 입력부에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인; 및 상기 제2 전력 분배 라인을 감싸는 접지 부재를 포함하고, 상기 분기된 전력 분배라인은 상기 분할된 제2 전극에 연결될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따른 기관 처리 장치는 플라즈마를 이용하여 대면적 반도체 기관을 균일하게 처리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 평면도이다.
- 도 3은 도 1의 I-I' 선을 따라 자른 단면도이다.
- 도 4 내지 도 6은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 플라즈마 발생 장치들을 설명하는 도면들이다.
- 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 변형된 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다.
- 도 10a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다. 도 10b는 도 10a의 다른 방향에서 자른 단면도이다.
- 도 11a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 평면도이다. 도 11b는 도 11a의 II-II' 선을 따라 자른 단면도이다.
- 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치(100f)를 설명하는 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치(100g)를 설명하는 도면이다.
- 도 14 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 밀도 분포의 측정 결과를 설명하는 도면들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 반도체 기관의 지름은 300 mm이고, 조만간 반도체 기관의 지름은 450 mm로 증가할 예정이다. 현재, 300 mm 기관용 축전 결합 플라즈마 장치는 개발되어 있다. 종래의 300 mm 기관용 축전 결합 플라즈마 발생 장치의 기본적인 특성을 유지하면서, 450 mm 기관용 축전 결합 플라즈마 발생 장치의 개발이 요구된다.
- [0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치는 대면적 플라즈마의 균일성 확보를 위하여 서로 절연된 내측 전극 및 외측 전극을 사용한다. 외측 전극은 실질적으로 동일한 넓이로 분할된다. 또한, 내측 전극 및 분할된 외측 전극의 면적은 실질적으로 동일하다. 따라서, 내측 전극과 분할된 외측 전극은 실질적으로 동일한 임피던스를 가질 수 있다. 내측 전극에는 저주파의 RF 전력이 인가되고, 분할된 외측 전극에는 고주파의 RF 전력이 인가될 수 있다. 고주파의 RF 전력은 플라즈마 발생 효율이 높다. 따라서, 분할된 외측 전극에 형성된 플라즈마는 확산에 의한 손실됨에도 불구하고, 내측 전극 및 분할된 외측 전극에서 소모되는 전력 수준은 거의 동일할 수

있다.

- [0034] 분할된 외측 전극들은 각각 RF 전력을 공급받을 수 있다. 이를 위하여, 외측 전극용 RF 전력 분배부는 한점으로 전력을 입력받아 복수의 지점으로 출력할 수 있다. 상기 RF 전력 분배부는 각 지점에서 동일한 임피던스를 제공하기 위하여 동일한 전력선 길이를 가질 수 있다. 또한, RF 전력 분배부는 외부의 영향을 차단하기 위하여 동축 케이블 구조를 가질 수 있다.
- [0035] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예는 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되어지는 것이다. 도면들에 있어서, 구성요소는 명확성을 기하기 위하여 과장되어진 것이다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호로 표시된 부분들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0036] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 사시도이다.
- [0037] 도 2는 도 1의 평면도이다. 도 3은 도 1의 I-I' 선을 따라 자른 단면도이다.
- [0038] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 플라즈마 발생 장치(100)는 플라즈마를 형성하도록 제1 주파수의 제1 RF 전력을 공급받는 원판형의 제1 전극(112), 상기 제1 전극(112)의 둘레에 배치되고 제2 주파수의 제2 RF 전력을 공급받는 와셔 형태의 제2 전극(114), 상기 제1 전극(112)과 상기 제2 전극(114) 사이에 배치된 절연 스페이서(116), 상기 제1 전극(112)에 전력을 공급하는 제1 RF 전원(122), 및 상기 제2 전극(114)에 전력을 공급하는 제2 RF 전원(132)을 포함한다.
- [0039] 상기 플라즈마 발생 장치(100)는 상기 제1 전극(112) 및 제2 전극(114)에 대향하여 배치되고 기관(184)을 장착하는 기관 홀더(186)를 포함한다. 상기 플라즈마 발생 장치는 식각 공정, 증착 공정, 또는 세정 공정을 수행할 수 있다.
- [0040] 상기 진공 용기(182)는 가스 공급부(미도시) 및 배기부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 진공 용기(182)는 원통형상일 수 있다. 상기 진공 용기(182)는 원통형상의 몸체부와 상기 몸체부의 개방된 상부를 덮고 있는 상판(182a)을 포함할 수 있다.
- [0041] 상기 기관 홀더(186)는 원판형일 수 있다. 상기 기관 홀더(186)는 기관을 장착할 수 있도록 정전척(electrostatic chuck) 또는 기계척(mechanical chuck)을 포함할 수 있다. 상기 기관은 450 mm 반도체 기관일 수 있다. 상기 기관 홀더(186)는 상기 진공 용기(182)의 내부에 상기 플라즈마 발생부(100)의 상기 제1 전극(112) 및 상기 제2 전극(114)을 바라보도록 배치될 수 있다.
- [0042] 상기 기관 홀더(186)에는 저주파 RF 전원(192)과 고주파 RF 전원(194)이 연결될 수 있다. 상기 저주파 RF 전원(192)의 전력은 저주파 임피던스 매칭 네트워크(193)를 통하여 상기 기관 홀더(186)에 제공될 수 있다. 상기 고주파 RF 전원(194)의 전력은 고주파 임피던스 매칭 네트워크(195)를 통하여 상기 기관 홀더(186)에 제공될 수 있다. 상기 저주파 임피던스 매칭 네트워크(193)의 출력 및 상기 고주파 임피던스 매칭 네트워크의 출력(195)은 결합되어 상기 기관 홀더(186)의 한 지점 또는 복수의 지점에 제공될 수 있다.
- [0043] 상기 제1 전극(112)의 일면, 상기 제2 전극(114)의 일면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 상기 제2 전극(112)의 타면, 상기 제2 전극(114)의 타면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 타면은 동일한 평면일 수 있다.
- [0044] 상기 제1 전극(112)은 원판형일 수 있다. 상기 제1 전극(112)의 지름(d1)은 105 mm 정도일 수 있다. 상기 절연 스페이서(116)의 폭(g)는 수 mm 내지 수십 mm일 수 있다.
- [0045] 상기 제2 전극(114)은 와셔 형상을 가지고, 상기 제2 전극의 중심축에서 반경 방향으로 대칭적으로 절단될 수 있다. 바람직하게는 상기 제2 전극(114)은 4 분할될 수 있다. 상기 분할된 제2 전극은 서로 절연 스페이서(116)를 통하여 분리될 수 있다. 상기 분할된 제2 전극의 형상 및 면적은 모두 동일할 수 있다. 상기 분할된 제2 전극과 상기 제1 전극의 면적은 실질적으로 동일할 수 있다. 상기 제2 전극(114)의 폭(d2)은 110 mm 정도일 수 있다. 상기 제2 전극(114)의 외경(d)는 450 mm 정도일 수 있다. 상기 분할된 제2 전극들 사이는 절연 스페이서가 채울 수 있다.
- [0046] 상기 제1 전극(112)과 상기 제2 전극(114)은 서로 분리된다. 이에 따라, 상기 제1 전극(112)과 상기 제2 RF 전극(114)의 상호 간섭은 최소화될 수 있다. 상기 제2 주파수(f2)는 제1 주파수(f1)보다 클 수 있다. 예를 들어,

상기 제1 주파수(f_1)는 13.56 Mhz이고, 상기 제2 주파수(f_2)는 60 Mhz일 수 있다.

- [0047] 상기 제1 전극(112) 및 상기 제2 전극(114)은 표면이 절연체로 코팅된 알루미늄 같은 도전성 물질로 형성될 수 있다. 상기 절연 스페이서(116)는 유전체로 형성될 수 있다. 상기 절연 스페이서(116)는 알루미늄, 세라믹, 또는 사파이어일 수 있다.
- [0048] 외측 절연부(118)는 상기 제2 전극(114)의 외측 주위에 상기 제1 전극(112)과 동일한 평면에 배치될 수 있다. 상기 외측 절연부(118)는 와서 형상으로 유전체로 형성될 수 있다.
- [0049] 상기 외측 절연부(118), 상기 제2 전극(114), 상기 절연 스페이서(116), 및 상기 제1 전극(112) 상에 절연 지지부(151)가 배치될 수 있다. 상기 절연 지지부(151)는 고정 수단(119)을 통하여 상기 외측 절연부(118)와 결합할 수 있다. 상기 절연 지지부(151)는 유전체일 수 있다.
- [0050] 상기 절연 지지부(151)의 일면은 상기 제1 전극(112)의 일면과 접촉할 수 있다. 상기 절연 지지부(151)의 타면에는 함몰부(154)가 형성될 수 있다. 상기 함몰부(154)의 직경은 상기 제1 전극(112)의 지름보다 클 수 있다. 제2 RF 전력 분배부(160)는 상기 함몰부(154)에 삽입될 수 있다.
- [0051] 덮개부(152)는 상기 절연 지지부(151)와 동일한 직경을 가질 수 있다. 상기 덮개부(152)는 상기 절연 지지부(151)의 타면과 접촉하고 상기 절연 지지부(151)와 결합 수단(156)에 의하여 결합할 수 있다. 상기 덮개부(152)는 원판 형상으로 도전성 물질로 형성될 수 있다. 상기 덮개부(152)는 원통 형상의 연장부(153)에 연결될 수 있다.
- [0052] 상기 연장부(153)는 상기 덮개부(152)의 중심에 배치될 수 있다. 상기 연장부(153)는 상기 진공 용기(182)의 상판(182a)에 형성된 관통홀을 통하여 외부로 돌출될 수 있다. 상기 연장부(153)의 내부는 대기압일 수 있다.
- [0053] 상기 제1 RF 전원(122)의 전력은 제1 임피던스 매칭 네트워크(124)를 통하여 상기 제1 전극(112)에 공급될 수 있다. 상기 제1 임피던스 매칭 네트워크(124)의 출력은 동축 케이블 구조의 제1 RF 전력 공급부(170)를 통하여 상기 제1 전극(112)의 중심에 전력을 공급할 수 있다.
- [0054] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 상기 제1 전극의 중심 이외에 다른 위치에서 제1 RF 전력을 제1 전극에 공급할 수 있다. 또한, 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 상기 제2 RF 전력 분배부(160)와 일체형으로 제작되지 않고, 서로 공간적으로 분리될 수 있다.
- [0055] 상기 제2 RF 전원(132)의 전력은 제2 임피던스 매칭 네트워크(134)를 통하여 상기 제2 전극(114)의 복수의 위치에 공급될 수 있다. 상기 제2 임피던스 매칭 네트워크(134)의 출력은 제2 RF 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부(160)를 통하여 상기 제2 전극(114)의 복수의 위치에 제공될 수 있다.
- [0056] 상기 제어부(142)는 상기 제1 RF 전원(122)의 전력과 상기 제2 RF 전원(132)의 전력의 비를 제어할 수 있다. 이에 따라, 상기 플라즈마의 균일도가 제어된다. 상기 제2 전극이 4 분할된 경우, 상기 제2 RF 전력은 상기 제1 RF 전력의 4 배일 수 있다.
- [0057] 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 상기 제2 전극(114)에 동일한 임피던스를 가지도록 상기 제2 RF 전력을 분배할 수 있다. 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 상기 제1 RF 전력 공급부(170)를 감싸는 원통 형상의 전력 입력부(162), 상기 전력 입력부(162)에서 대칭성을 가지고 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인(163), 및 상기 제2 전력 분배 라인(163)을 감싸는 접지 부재(164)를 포함할 수 있다. 상기 제2 전력 분배 라인(163)의 일단은 상기 전력 입력부(162)에 대칭적으로 연결되고, 상기 제2 전력 분배 라인(163)의 타단은 연결기둥(165)을 통하여 상기 분할된 제2 전극(114)에 대칭적으로 연결될 수 있다. 상기 전력 입력부(162)는 제2 RF 전력 공급 라인(161)을 통하여 제2 RF 전력을 공급받을 수 있다.
- [0058] 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 복수의 위치에 상기 제2 전극(114)에 전력을 공급한다. 4 개의 브랜치에서 상기 분할된 제2 전극(114)을 바라본 방향의 임피던스가 서로 다르면, 상기 제2 RF 전원(132)의 전력은 일부의 브랜치에 집중된다. 따라서, 상기 제2 RF 전력 분배부(160)의 각 브랜치는 동일한 임피던스를 가지도록 동축 케이블 구조를 가지고 동일한 길이를 가진다.
- [0059] 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 제2 RF 전력을 분할된 제2 전극들에 제2 RF 전력을 분배할 수 있다. 상기 분할된 제2 전극은 동일한 임피던스를 가지도록 동일한 형상 및 구조를 가질 수 있다. 또한, 상기 제2 전력 분배부(160)는 동일한 임피던스를 가지도록 동축 케이블 구조 및 분기 구조를 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 전력 분배부는 동일한 임피던스를 가지고 상기 분할된 제2 전극들에 전력을 분배할 수 있다.

- [0060] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제2 전력 분배부(160)는 진공 용기 내부에 배치되지 않고 외부에 배치될 수 있다. 또한, 상기 제2 전력 분배부(160)는 변압기 구조를 가지고 상기 분할된 제2 전극들에 전력을 분배할 수 있다.
- [0061] 상기 접지 부재(164)는 상부 접지 부재(164a)와 하부 접지 부재(164b)로 구성될 수 있다. 상기 상부 접지 부재(164a)와 하부 접지 부재(164b)는 결합할 수 있다. 상기 접지 부재(164)는 내부에 트렌치가 형성되고, 상기 제2 전력 분배 라인(163)은 상기 트렌치에 배치된다. 절연 부재(미도시)는 상기 접지 부재(164)와 상기 제2 전력 분배 라인(163)의 전기적 접촉을 방지하기 위하여 상기 접지 부재(164)와 상기 제2 전력 분배 라인(163) 사이에 개재될 수 있다.
- [0062] 상기 제2 전력 분배라인(163)은 방사형으로 배치된 4개의 브랜치를 가질 수 있다. 상기 제2 전력 분배라인(163)은 방위각 대칭성을 가질 수 있다. 상기 제2 전력 분배라인(163)의 일단은 상기 전력 입력부(162)의 둘레에 연결된다. 상기 제2 전력 분배 라인(163)의 타단은 연결 기둥(165)을 통하여 상기 분할된 제2 전극(114)에 연결된다. 상기 연결기둥(165)의 주위에는 실링 부재가 배치되어 진공이 유지될 수 있다. 상기 연결 기둥(165)은 상기 제2 전력 분배 라인(163)과 상기 분할된 제2 전극(114)을 결합시켜 고정시킨다.
- [0063] 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 동축 케이블 형상을 가지고 상기 제1 전극(112)의 중심에 전력을 공급할 수 있다. 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 상기 제1 전극(112)에 접촉하는 제1 RF 전력 공급 라인(171), 상기 제1 전력 공급 라인(171)을 감싸는 제1 RF 전력 내부 절연 자켓(172), 상기 제1 RF 전력 절연 자켓(172)을 감싸는 제1 RF 접지 외피(173), 및 상기 제1 RF 접지 외피(173)를 감싸는 제1 RF 전력 외부 절연 자켓(174)을 포함할 수 있다.
- [0064] 상기 제1 전력 공급 라인(171)의 일단은 상기 접지 부재(164)의 중심을 관통하도록 배치된다. 상기 제1 RF 전력 공급 라인(171)은 상기 절연 지지부(151)의 중심을 관통하여 상기 제1 전극(112)의 중심에 고정된다. 상기 제1 RF 전력 공급 라인(171)의 일단의 주위에는 진공을 유지하기 위하여 실링 부재가 배치된다. 상기 제1 RF 전력 공급 라인(171)의 일단은 상기 제1 전극에 결합한다.
- [0065] 상기 제1 RF 전력 공급부(170)의 타단은 전기 커넥터(104)에 연결된다. 상기 전기 커넥터(104)는 지지판(102)에 고정된다. 상기 지지판(102)은 상기 진공 용기(182)의 상판(182a)에 지지 기둥(103)을 통하여 고정될 수 있다.
- [0066] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 동축 케이블 구조를 가지고 상기 제2 전력 분배부와 공간적으로 분리되어 배치될 수 있다.
- [0067] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제1 전극(112)은 가스를 상기 진공 용기 내부에 공급하기 위한 제1 노즐들(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 제2 전극(114)은 가스를 상기 진공 용기 내부에 공급하기 위한 제2 노즐들(미도시)을 포함할 수 있다. 상기 제1 노즐들은 상기 제1 전극의 일면 또는 상기 절연 지지판의 일면에 형성된 트렌치를 통하여 서로 연결될 수 있다. 상기 제2 노즐들은 상기 제2 전극의 일면 또는 상기 절연 지지판의 일면에 형성된 트렌치를 통하여 서로 연결될 수 있다.
- [0068] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 가스 확산 공간(미도시)은 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 상에 배치될 수 있다. 구체적으로, 상기 가스 확산 공간은 상기 제1 전극(112) 또는 상기 제2 전극(114)과 상기 제2 전력 분배부(160) 사이에 배치될 수 있다. 상기 가스 확산 공간은 상기 절연 지지판에 형성될 수 있다.
- [0069] 본 발명의 변형된 실시예에 따르면, 상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수는 동일할 수 있다.
- [0070] 도 4 내지 도 6은 본 발명의 다른 실시예들에 따른 플라즈마 발생 장치들을 설명하는 도면들이다.
- [0071] 도 4를 참조하면, 제1 전극(112)의 일면, 제2 전극(114)의 일면, 및 절연 스페이서(116)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 상기 제2 전극(112)의 타면, 상기 제2 전극의 타면(114), 및 상기 절연 스페이서(116)의 타면은 동일한 평면일 수 있다. 제1 전극의 두께(t1)는 상기 제2 전극의 두께(t2)와 같을 수 있다. 제2 전극(114)은 4 분할될 수 있다.
- [0072] 도 5를 참조하면, 제1 전극(112)의 두께(t1)는 제2 전극(114)의 두께(t2)보다 작고, 상기 절연 스페이서(116)는 외곽으로 갈수록 두께가 증가할 수 있다. 상기 제1 전극(112)의 일면, 상기 제2 전극(114)의 일면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 제2 전극(114)은 4 분할될 수 있다.
- [0073] 도 6을 참조하면, 제1 전극(112)의 두께(t1)는 상기 절연 스페이서(116)의 두께와 동일할 수 있다. 제2 전극(114)의 두께(t2)는 외곽으로 갈수록 두께가 증가할 수 있다. 상기 제1 전극(112)의 일면, 상기 제2 전극(114)

의 일면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 제2 전극(114)은 4 분할될 수 있다.

- [0074] 도 7은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다.
- [0075] 도 7을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치(100a)는 제1 전극(112), 상기 제1 전극(112)의 주위에 배치된 제2 전극(114), 상기 제2 전극(114)에 전력을 분배하는 제2 전력 분배부(160), 및 상기 제1 전극(112) 및 제2 전극(114)과 상기 제2 전력 분배부(160) 사이에 배치되어 가스 확산 공간(33)을 가지는 절연 지지부(151)를 포함한다.
- [0076] 상기 절연 지지부(151)는 상부 절연 지지부(151a) 및 하부 절연 지지부(151b)를 포함한다. 상기 상부 절연 지지부(151a)와 상기 하부 절연 지지부(151b)는 서로 결합한다. 상기 상부 절연 지지부(151a)의 하부면 또는 상기 하부 절연 지지부(151b)의 상부면에는 함몰부가 형성될 수 있다. 상기 함몰부는 가스 확산 공간(33)을 형성할 수 있다.
- [0077] 상기 가스 확산 공간(33)은 외부 가스 라인(32)을 통하여 가스 저장부(31)로부터 가스가 공급된다. 상기 가스 확산 공간(33)은 상기 제1 전극(112) 또는 제2 전극(114) 상에 배치되고 단일 공간인 것이 바람직할 수 있다.
- [0078] 노즐(35)은 상기 가스 확산 공간(33)에 연결되어 상기 제1 전극(112) 또는 상기 제2 전극(114)을 관통하여 형성될 수 있다. 상기 노즐(35)은 가스를 분사할 수 있다.
- [0079] 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원(132)을 통하여 제공받는 전력 입력부(161), 상기 전력 입력부(161)에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인(163), 및 상기 제2 전력 분배 라인(163)을 감싸는 접지 부재(164)를 포함하고, 분기된 제2 전력 분배라인(163)은 분할된 제2 전극(114)에 연결될 수 있다.
- [0080] 연결 기둥(165)은 상기 가스 확산 공간(33) 또는 상기 절연 지지부(151)를 관통하여 상기 제2 전력 분배라인(163)과 상기 분할된 제2 전극(114)을 연결할 수 있다. 상기 연결 기둥(165)은 동축 케이블 구조를 가질 수 있다.
- [0081] 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다.
- [0082] 도 8을 참조하면, 플라즈마 발생 장치(100b)는 제1 전극(112), 상기 제1 전극(112)의 주위에 배치된 제2 전극(114), 상기 제1 전극(112)에 전력을 공급하는 제1 RF 전원(122), 상기 제2 전극(114)에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원(132), 및 상기 제2 전극(114)에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부(160)를 포함한다. 상기 제2 전극(114)은 복수의 제2 전극들로 분할된다.
- [0083] 상기 제1 전극(112)은 원판형이고, 상기 제2 전극(114)은 와셔 형태일 수 있다. 상기 제2 전극(114)은 방사형으로 분할되고, 상기 분할된 제2 전극(114)은 동일한 면적을 가질 수 있다.
- [0084] 제2 RF 전력 분배부(160)는 상기 분할된 제2 전극(114)에 전력을 분배할 수 있다.
- [0085] 상기 제2 RF 전력 분배부(160)는 제2 RF 전력을 상기 제2 RF 전원(132)을 통하여 제공받는 전력 입력부(162), 상기 전력 입력부(162)에서 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인(163), 및 상기 제2 전력 분배 라인(163)을 감싸는 접지 부재(164)를 포함할 수 있다. 상기 분기된 제2 전력 분배라인(163)은 상기 분할된 제2 전극(114)에 연결될 수 있다.
- [0086] 상기 제1 전극(112)의 일면, 상기 제2 전극(114)의 일면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 상기 제2 전극(112)의 타면, 상기 제2 전극(114)의 타면, 및 상기 절연 스페이서(116)의 타면은 동일한 평면일 수 있다.
- [0087] 제1 전극(112)의 외측 둘레는 턱을 가질 수 있다. 또한, 상기 절연 스페이서(116)의 내측 및 외측에는 턱을 가질 수 있다. 또한, 상기 제2 전극(114)의 내측 및 외측에는 턱을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 절연 스페이서(116)와 상기 제2 전극(114)은 끼움 결합하고, 제1 전극과 상기 절연 스페이서는 끼움 결합할 수 있다. 상기 분할된 제2 전극들(114) 사이의 공간은 상기 절연 스페이서(116)가 연장될 수 있다.
- [0088] 외측 절연부(118)는 상기 제2 전극(114)의 외측 주위에 상기 제1 전극(112)과 동일한 평면에 배치될 수 있다. 상기 외측 절연부(118)는 와셔 형상으로 유전체로 형성될 수 있다. 상기 외측 절연부(118)의 외측 둘레 및 내측 둘레는 턱을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 외측 절연부(118)는 상기 제2 전극(114)은 끼움 결합할 수 있다.
- [0089] 상기 외측 절연부(118)의 둘레에는 상판(119)이 배치될 수 있다. 상기 상판(119)은 와셔 형상을 가지고, 상기 상판(119)의 내측 둘레는 턱을 가질 수 있다. 이에 따라, 상기 상판(119)과 상기 외측 절연부(118)는 끼움 결합

할 수 있다.

- [0090] 도 9는 본 발명의 변형된 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다. 도 8에서 설명한 것과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0091] 도 9를 참조하면, 상기 플라즈마 발생 장치(100c)는 제3 주파수를 가지고 상기 제1 전극(112)에 전력을 공급하는 제3 RF 전원(123), 및 제4 주파수를 가지고 상기 제2 전극(114)에 전력을 공급하는 제4 RF 전원(133)을 포함할 수 있다. 제1 RF 전원(122)의 전력 및 상기 제3 RF 전원(123)의 전력은 상기 제1 RF 전력 공급부(170)를 통하여 상기 제1 전극(112)에 공급될 수 있다. 상기 제2 RF 전원(132)의 전력 및 상기 제4 RF 전원(133)의 전력은 상기 제2 RF 전력 분배부(160)를 통하여 상기 제2 전극(114)에 공급될 수 있다. 상기 제2 전극은 복수 개로 분할될 수 있다.
- [0092] 상기 제어부(142)는 상기 제1 및 제3 RF 전원의 전력 및 상기 제2 및 제4 RF 전원의 전력을 조절하여 플라즈마 균일도를 제어할 수 있다. 상기 제3 RF 전원(123)의 출력은 제3 임피던스 매칭 네트워크(125)를 통하여 상기 제1 임피던스 매칭 네트워크(124)의 출력과 결합한다. 상기 제4 RF 전원(133)의 출력은 제4 임피던스 매칭 네트워크(135)를 통하여 상기 제2 임피던스 매칭 네트워크(134)의 출력과 결합한다.
- [0093] 도 10a는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 도면이다. 도 10b는 도 10a의 다른 방향에서 자른 단면도이다.
- [0094] 도 10a 및 도 10b를 참조하면, 플라즈마 발생 장치(100d)는 제1 전극(212), 상기 제1 전극(212)의 주위에 배치된 제2 전극(214), 상기 제1 전극(212)에 전력을 공급하는 제1 RF 전원(222), 상기 제2 전극(214)에 제2 RF 전력을 공급하는 제2 RF 전원(232), 및 상기 제2 전극(214)에 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부(260)를 포함한다.
- [0095] 상기 진공 용기(182)는 가스 공급부(미도시) 및 배기부(미도시)를 포함할 수 있다. 상기 진공 용기(182)는 원통형상일 수 있다. 상기 진공 용기(182)는 원통형상의 몸체부와 상기 몸체부의 개방된 상부를 덮고 있는 상판(182a)을 포함할 수 있다.
- [0096] 상기 기관 홀더(186)는 원판형일 수 있다. 상기 기관 홀더(186)는 기관을 장착할 수 있도록 정전척(electrostatic chuck) 또는 기계척(mechanical chuck)을 포함할 수 있다. 상기 기관은 450 mm 반도체 기관일 수 있다. 상기 기관 홀더(186)는 상기 진공 용기(182)의 내부에 상기 플라즈마 발생부(200)의 상기 제1 전극(212) 및 상기 제2 전극(214)을 바라보도록 배치될 수 있다.
- [0097] 상기 기관 홀더(186)에는 저주파 RF 전원(192)과 고주파 RF 전원(194)이 연결될 수 있다. 상기 저주파 RF 전원(192)의 전력은 저주파 임피던스 매칭 네트워크(193)를 통하여 상기 기관 홀더(186)에 제공될 수 있다. 상기 고주파 RF 전원(194)의 전력은 고주파 임피던스 매칭 네트워크(195)를 통하여 상기 기관 홀더(186)에 제공될 수 있다. 상기 저주파 임피던스 매칭 네트워크(193)의 출력 및 상기 고주파 임피던스 매칭 네트워크의 출력(195)은 결합되어 상기 기관 홀더(186)의 한 지점 또는 복수의 지점에 제공될 수 있다.
- [0098] 상기 플라즈마 발생 장치(100d)는 상기 제1 전극(212), 상기 제2 전극(214), 및 상기 절연 스페이서(216)를 포함할 수 있다. 상기 제1 전극, 제2 전극, 및 절연 스페이서는 다양하게 변형될 수 있다.
- [0099] 상기 제1 전극(212)의 일면, 상기 제2 전극(214)의 일면, 및 상기 절연 스페이서(216)의 일면은 동일한 평면일 수 있다. 상기 제2 전극(212)의 타면, 상기 제2 전극(214)의 타면, 및 상기 절연 스페이서(216)의 타면은 동일한 평면일 수 있다. 상기 제2 전극(214)은 와서 형태를 가지고 중심축에서 반경 방향을 따라 복수 개로 분할될 수 있다. 상기 절연 스페이서(216)은 상기 분할된 제2 전극들 사이에 공간으로 연장될 수 있다.
- [0100] 외측 절연부(218)는 상기 제2 전극(214)의 외측 주위에 상기 제1 전극(212)과 동일한 평면에 배치될 수 있다. 상기 외측 절연부(218)는 와서 형상으로 유전체로 형성될 수 있다.
- [0101] 상기 외측 절연부(218), 상기 제2 전극(214), 상기 절연 스페이서(216), 및 상기 제1 전극(212) 상에 절연 지지부(251)가 배치될 수 있다. 상기 절연 지지부(251)는 고정 수단(219)을 통하여 상기 외측 절연부(218)와 결합할 수 있다. 상기 절연 지지부(251)는 유전체일 수 있다.
- [0102] 상기 절연 지지부(251)의 일면은 상기 제1 전극(212)의 일면과 접촉할 수 있다. 상기 절연 지지부(251)의 타면에는 함몰부(254)가 형성될 수 있다. 상기 함몰부(254)의 직경은 상기 제1 전극(212)의 지름보다 클 수 있다.
- [0103] 덮개부(152)는 원판 형상으로 상기 절연 지지부(151) 상에 배치될 수 있다. 상기 덮개부(152)는 원판 형상으로

도전성 물질로 형성될 수 있다. 상기 덮개부(252)는 원통 형상의 연장부(253)에 연결될 수 있다. 상기 연장부(253)는 상기 덮개부(252)의 중심에 배치될 수 있다. 상기 연장부(253)는 상기 진공 용기(182)의 상판(182a)에 형성된 관통홀을 통하여 외부로 도출될 수 있다. 상기 연장부(253)의 내부는 대기압일 수 있다.

- [0104] 상기 제1 RF 전원(222)의 전력은 제1 임피던스 매칭 네트워크(224)를 통하여 상기 제1 전극(212)에 공급될 수 있다. 상기 제1 임피던스 매칭 네트워크(224)의 출력은 동축 케이블 형상의 제1 RF 전력 공급부(270)를 통하여 상기 제1 전극(212)에 전력을 공급할 수 있다.
- [0105] 상기 제2 RF 전원(232)의 전력은 제2 임피던스 매칭 네트워크(234)를 통하여 상기 제2 전극(214)의 복수의 위치에 공급될 수 있다. 상기 제2 임피던스 매칭 네트워크(234)의 출력은 제2 RF 전력을 분배하는 제2 RF 전력 분배부(260)를 통하여 상기 분할된 제2 전극(214)에 제공될 수 있다.
- [0106] 상기 제어부(242)는 상기 제1 RF 전원(222)의 전력과 상기 제2 RF 전원(232)의 전력의 비를 제어한다. 이에 따라, 상기 플라즈마의 균일도가 제어된다.
- [0107] 상기 제2 RF 전력 분배부(260)는 상기 제2 전극(114)의 복수의 위치에 동일한 임피던스를 가지도록 상기 제2 RF 전력을 분배할 수 있다. 상기 제2 RF 전력 분배부(260)는 원판 형상의 전력 입력부(262), 상기 전력 입력부(262)에서 대칭성을 가지고 방사형으로 분기하는 제2 전력 분배 라인(263), 및 상기 전력 분배 라인(263)을 감싸는 접지 부재(264)를 포함할 수 있다. 상기 전력 분배 라인(263)의 일단은 상기 전력 입력부(262)에 대칭적으로 연결되고, 상기 전력 분배 라인(263)의 타단은 연결기둥(265)을 통하여 상기 제2 전극(214)에 대칭적으로 연결될 수 있다. 상기 전력 입력부(262)는 제2 RF 전력 공급 라인(261)을 통하여 전력을 공급받을 수 있다.
- [0108] 상기 제2 RF 전력 분배부(260)는 복수의 위치에 상기 제2 전극(214)에 전력을 공급한다. 4개의 브랜치 각각의 상기 제2 전극(214)을 바라본 방향의 임피던스가 서로 다르면, 상기 제2 RF 전원(232)의 전력은 일부의 브랜치에 집중된다. 따라서, 상기 제2 RF 전력 분배부(260)의 각 브랜치는 동일한 임피던스를 가지도록 동축 케이블 구조를 가지고 동일한 길이를 가진다.
- [0109] 상기 접지 부재(264)는 상부 접지 부재(264a)와 하부 접지 부재(264b)로 구성될 수 있다. 상기 상부 접지 부재(264a)와 하부 접지 부재(264b)는 결합할 수 있다. 상기 상부 접지 부재(264a)는 상기 덮개부(252)와 상기 절연 지지부(251) 사이에 배치될 수 있다. 상기 하부 접지 부재(264b)는 원판 형상이고, 내부에 트렌치가 형성될 수 있다. 상기 제2 전력 분배 라인(163)은 상기 트렌치에 배치된다. 절연 부재(267)는 상기 접지 부재(264)와 상기 제2 전력 분배 라인(263)의 전기적 접촉을 방지하기 위하여 상기 접지 부재(264)와 상기 제2 전력 분배 라인(263) 사이에 개재될 수 있다. 고정 수단(269)은 상기 상부 접지 부재(264a), 상기 하부 접지 부재(264b), 및 절연 지지부(251)를 관통하여 상기 제2 전극에 결합할 수 있다.
- [0110] 상기 전력 분배라인(263)은 4개의 브랜치를 가질 수 있다. 상기 전력 분배라인은 방위각 대칭성을 가질 수 있다. 상기 전력 분배라인(263)의 일단은 상기 전력 입력부(262)의 둘레에 연결된다. 상기 전력 분배 라인(263)의 타단은 연결 기둥(265)을 통하여 상기 제2 전극(214)에 연결된다. 상기 연결 기둥(265)은 상기 전력 분배라인(263)과 상기 제2 전극(214)을 결합시켜 고정시킨다.
- [0111] 상기 제1 RF 전력 공급부(270)는 동축 케이블 형상을 가지고 상기 제1 전극(212)의 중심에 전력을 공급할 수 있다. 상기 제1 RF 전력 공급부(270)는 상기 제1 전극(212)에 접촉하는 제1 RF 전력 공급 라인(271), 상기 제1 RF 전력 공급 라인(271)을 감싸는 제1 RF 접지 외피(273)를 포함할 수 있다. 제1 RF 전력 공급 라인(271)은 연결부재(271a)를 통하여 상기 제1 전극(212)에 고정 결합할 수 있다. 상기 연결부재(271a) 주위에는 원통 형상의 절연 고정 부재(268)가 배치될 수 있다.
- [0112] 상기 제1 전력 공급부(271)의 일단은 상기 접지 부재(264)의 중심을 관통하도록 배치된다. 상기 제1 RF 전력 공급 라인(271)은 상기 절연 지지부(251)의 중심을 관통하여 상기 제1 전극(212)의 중심에 고정된다. 상기 제1 RF 전력 공급 라인(271)의 일단은 상기 제1 전극에 결합한다.
- [0113] 도 11a은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치를 설명하는 평면도이다. 도 11b는 도 11a의 II-II'선을 따라 자른 단면도이다. 도 1 내지 도 3 에서 설명한 것과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0114] 도 11a 및 도 11b를 참조하면, 상기 플라즈마 발생 장치(100e)는 제1 전극(112), 상기 제1 전극(112)의 주위에 배치된 제2 전극(114), 및 상기 제2 전극(114)에 전력을 분배하는 제2 전력 분배부(160), 및 상기 제1 전극(112) 및 제2 전극(114)과 상기 제2 전력 분배부(160) 사이에 배치되어 가스 확산 공간(33)을 가지는 절연 지지부(151)를 포함한다.

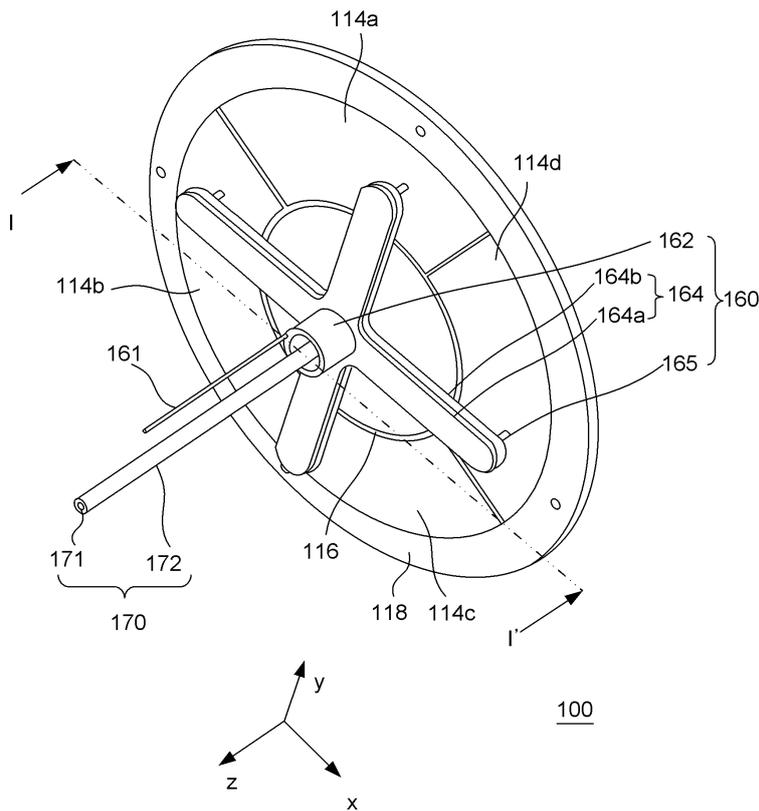
- [0115] 상기 제2 전극(114)은 복수 개로 분할될 수 있다. 상기 분할된 제2 전극(114) 각각은 상기 제2 전력 분배부(160)를 통하여 전력을 공급받는다. 상기 가스 확산 공간(33)은 와서 형태를 가질 수 있으며, 단일 공간인 것이 바람직할 수 있다. 이에 따라, 외부 가스 공급 라인을 통하여 공급된 가스는 상기 가스 확산 공간(33)에서 저장 및 확산되어 노즐들(35)을 통하여 분사될 수 있다. 상기 노즐(35)은 상기 제1 전극(112) 및 제2 전극(114)을 관통하여 형성될 수 있다. 상기 연결 기둥(165)은 동축 케이블 구조를 가지고 상기 가스 확산 공간(33) 또는 상기 절연 지지부(151)를 관통하도록 배치될 수 있다. 상기 연결 기둥(165)은 상기 제2 전력 분배라인(163)과 상기 분할된 제2 전극들(114)을 서로 전기적으로 연결할 수 있다.
- [0116] 상기 제1 RF 전력 공급부(170)는 동축 케이블 형상을 가지고 상기 가스 확산 공간(33)의 중심을 관통하여 상기 제1 전극(112)의 중심에 전력을 공급할 수 있다.
- [0117] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치(100f)를 설명하는 도면이다. 도 1 내지 도 3에서 설명한 것과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0118] 도 12를 참조하면, 제2 전극(114a~114d)은 와서 형상을 가지고, 반경 방향으로 복수 개로 분할될 수 있다. 상기 분할된 제2 전극(114a~114d) 각각은 제2 전력 분배부(160)를 통하여 적어도 2 개의 위치에서 전력을 공급받을 수 있다. 제2 전력 분배부(160)의 분기점에서 제2 전극 방향의 출력 임피던스는 동일하도록 구성될 수 있다.
- [0119] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 플라즈마 발생 장치(100g)를 설명하는 도면이다. 도 1 내지 도 3에서 설명한 것과 중복되는 설명은 생략한다.
- [0120] 도 13을 참조하면, 제1 전극(112)은 사각형 일 수 있다. 제2 전극(114a~114d)은 상기 제1 전극(112)을 감싸는 사각형 고리 형상일 수 있다. 상기 제2 전극(114a~114d)은 중심 축에서 대하여 대칭적으로 4 분할될 수 있다. 상기 분할된 제2 전극(114a~114d)은 모서리의 일부분이 사각형 형상으로 제거된 형상일 수 있다. 가스 확산 공간(33)은 상기 제1 전극 및 상기 제2 전극 상에 배치되고 노즐(35)을 통하여 가스를 기관에 제공할 수 있다.
- [0121] 도 14 내지 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 플라즈마 밀도 분포의 측정 결과를 설명하는 도면들이다.
- [0122] 도 14 내지 도 17을 참조하면, 도 1의 플라즈마 발생 장치가 사용되었다. 상기 기관 홀더는 제거되고 상기 기관 홀더의 위치에 전기 탐침 어레이가 배치되었다. 상기 전기 탐침 어레이로 측정된 플라즈마 밀도는 피팅하여 2차원적으로 표시되었다. 제2 전극은 와서 형상으로 4 분할되었다. 플라즈마 밀도의 단위는 $10^{10}/\text{cm}^3$ 이다. 상기 전기 탐침 어레이는 300 mm X 300 mm 영역에 일정한 간격을 가지고 2 차원적으로 배열되어 있다.
- [0123] 제1 전극의 직경은 105 mm이고, 제2 전극의 폭은 110 mm이다. 또한, 제1 전극에 인가된 제1 RF 전원의 제1 주파수는 8 Mhz이고, 제2 RF 전원의 제2 주파수는 13.56 Mhz이다. 플라즈마 발생 장치는 450 mm 용으로 제작되었으나, 상기 전기 탐침 어레이는 300 mm 기관용으로 제작되었다. 상기 전기 탐침 어레이는 매트릭스 형태로 전기 탐침이 배치된다. 상기 전기 탐침 어레이는 상기 제1 전극으로부터 수직으로 12 센치미터(cm) 이격되었다. 가스는 아르곤 가스를 사용하였으며, 압력은 100 밀리토르(mTorr)이었다.
- [0124] 도 14를 참조하면, 제1 RF 전원의 전력이 50 와트이고 제1 전극에 공급되고, 제2 RF 전력이 200 와트로, 분할된 제2 전극에 공급되는 경우, 측정된 300 mm 범위에서 플라즈마 밀도의 불균일도는 5.4 퍼센트이었다. 제1 RF 전원의 전력과 제2 RF 전원의 전력을 세밀하게 조절하는 경우, 플라즈마 밀도의 불균일도는 5.4 퍼센트 이하로 감소할 수 있다.
- [0125] 도 15를 참조하면, 제1 RF 전원의 전력이 50 와트이고, 제2 RF 전력이 300 와트인 경우, 측정된 300 mm 범위에서 플라즈마 밀도의 불균일도는 15.3 퍼센트이었다.
- [0126] 도 16을 참조하면, 제1 RF 전원의 전력이 75 와트이고, 제2 RF 전력이 200 와트인 경우, 측정된 300 mm 범위에서 플라즈마 밀도의 불균일도는 29.5 퍼센트이었다.
- [0127] 도 17을 참조하면, 제1 RF 전원의 전력이 75 와트이고, 제2 RF 전력이 300 와트인 경우, 측정된 300 mm 범위에서 플라즈마 밀도의 불균일도는 27.17 퍼센트이었다.
- [0128] 이상에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였으나, 본 발명은 이러한 실시예에 한정되지 않으며, 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 실시할 수 있는 다양한 형태의 실시예들을 모두 포함한다.

부호의 설명

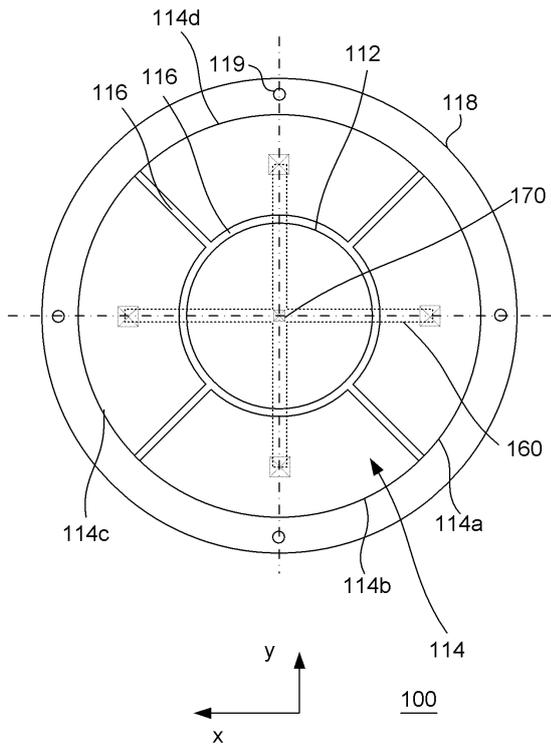
- [0129] 100: 축전 결합 플라즈마 발생 장치
- 112: 제1 전극
- 114: 제2 전극
- 114a~114d: 분할된 제2 전극
- 116: 절연 스페이서
- 122: 제1 RF 전원
- 132: 제2 RF 전원
- 142: 제어부

도면

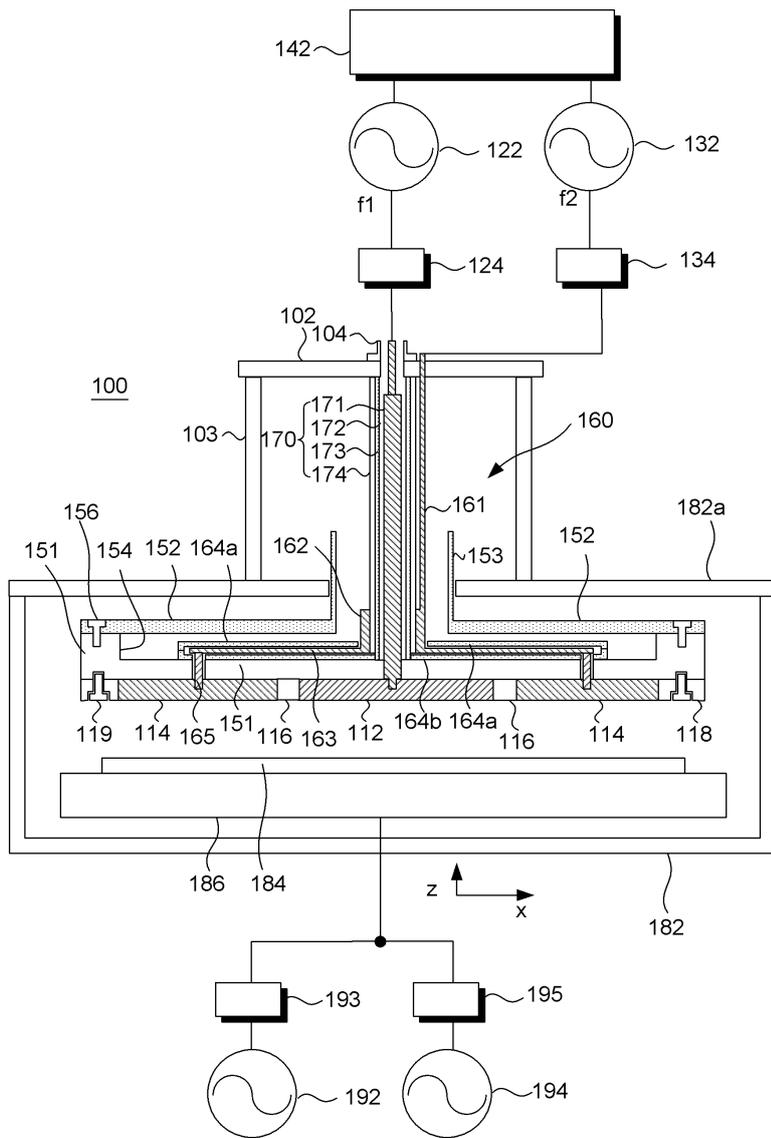
도면1



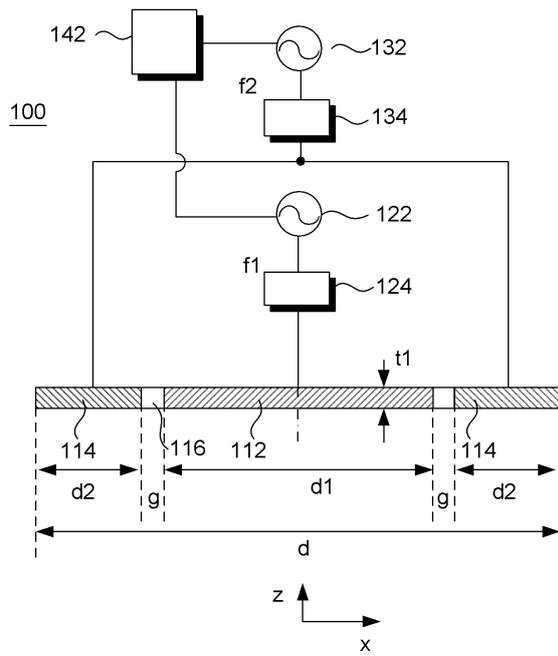
도면2



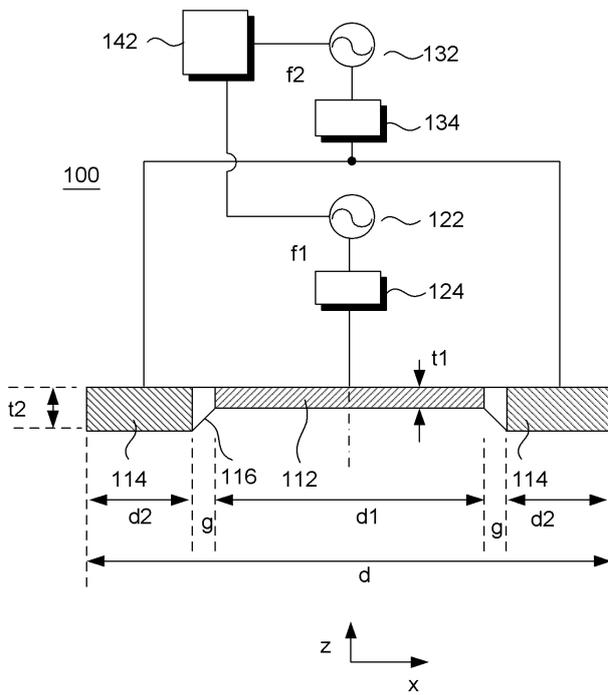
도면3



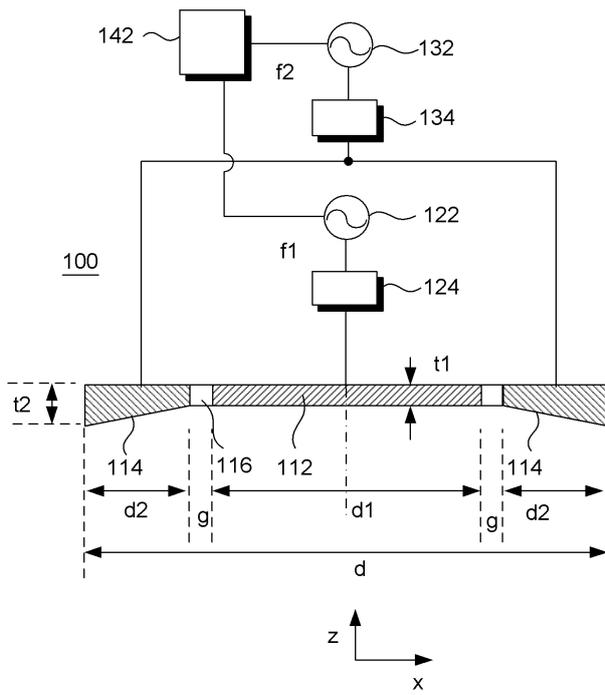
도면4



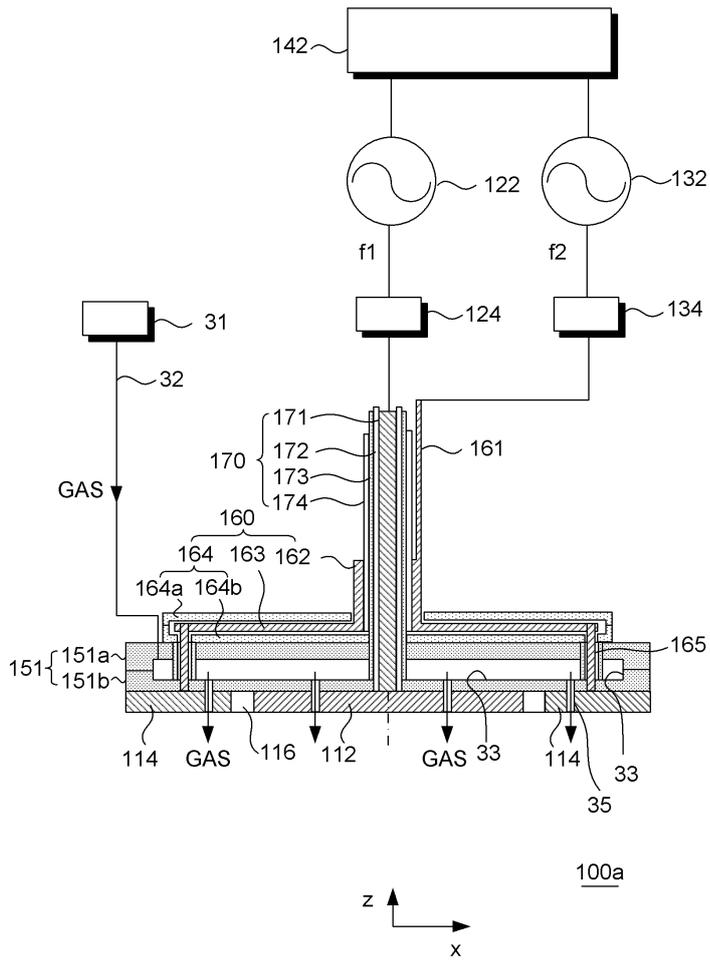
도면5



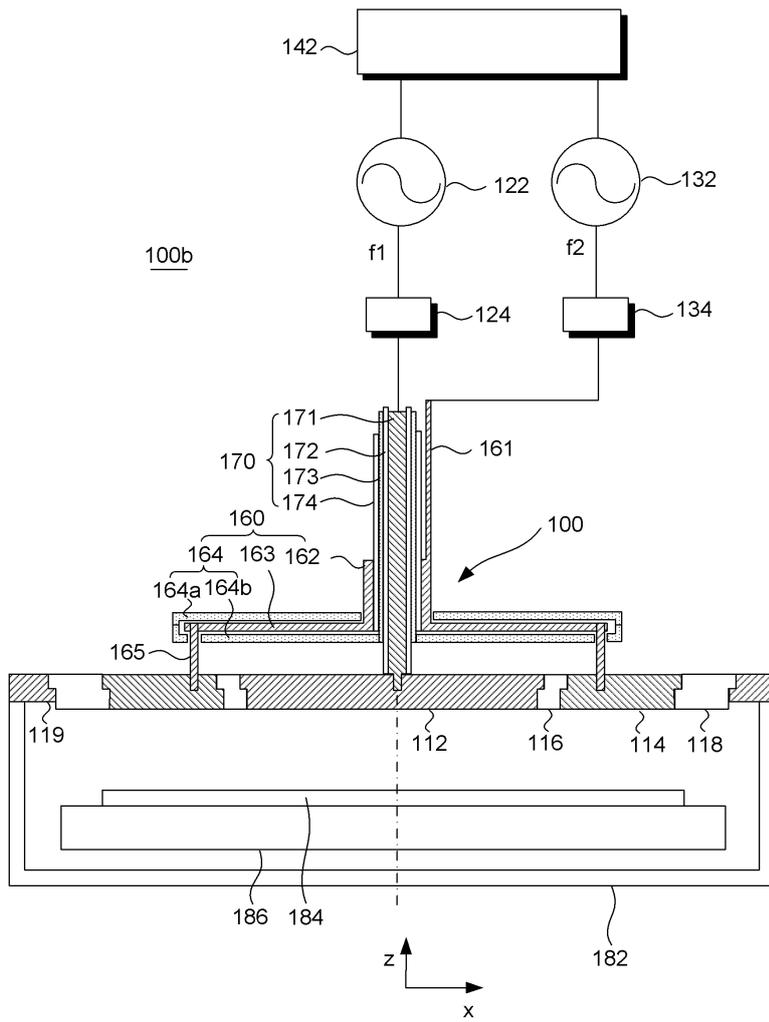
도면6



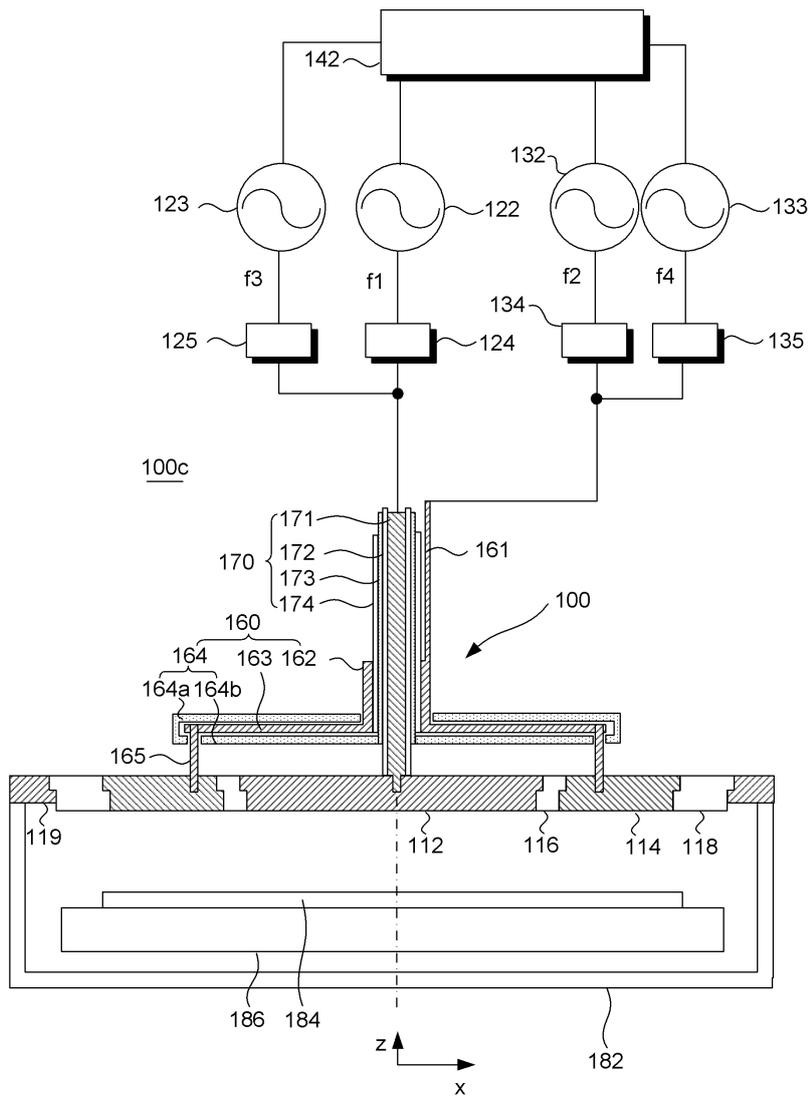
도면7



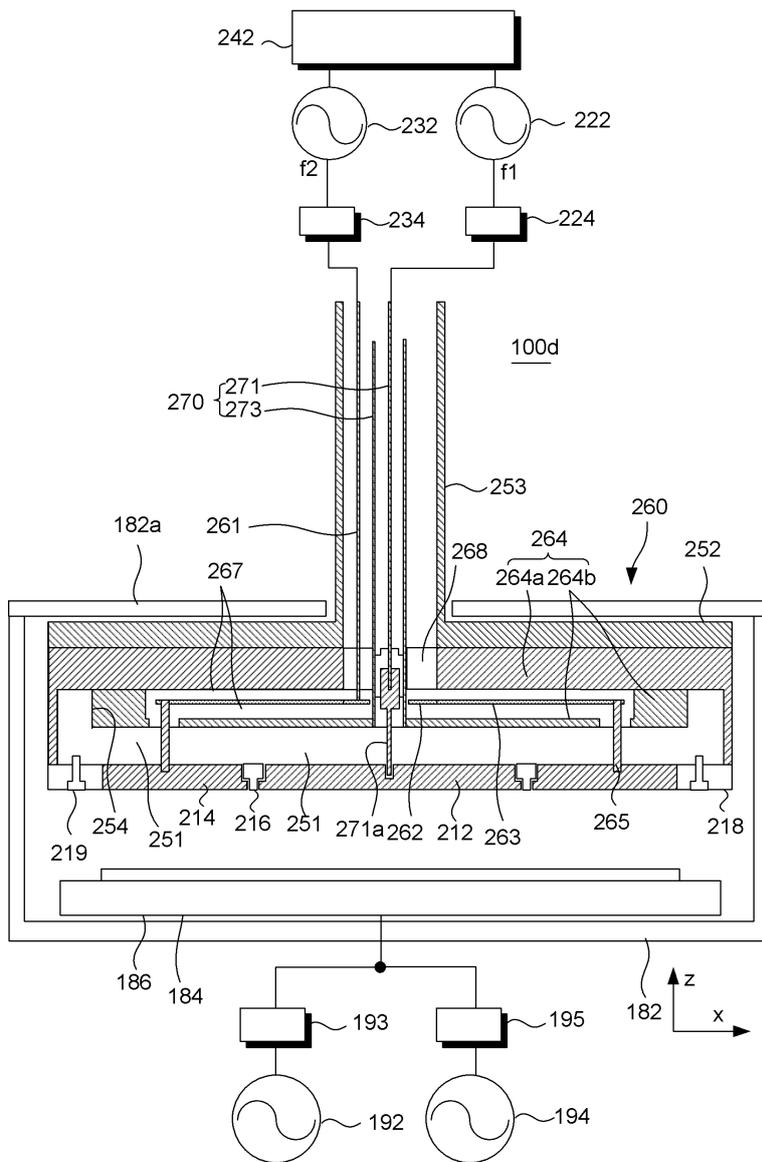
도면8



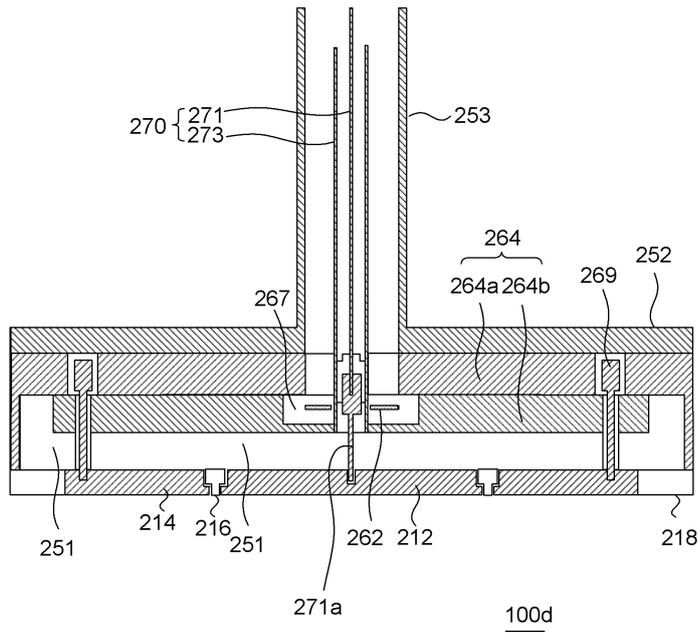
도면9



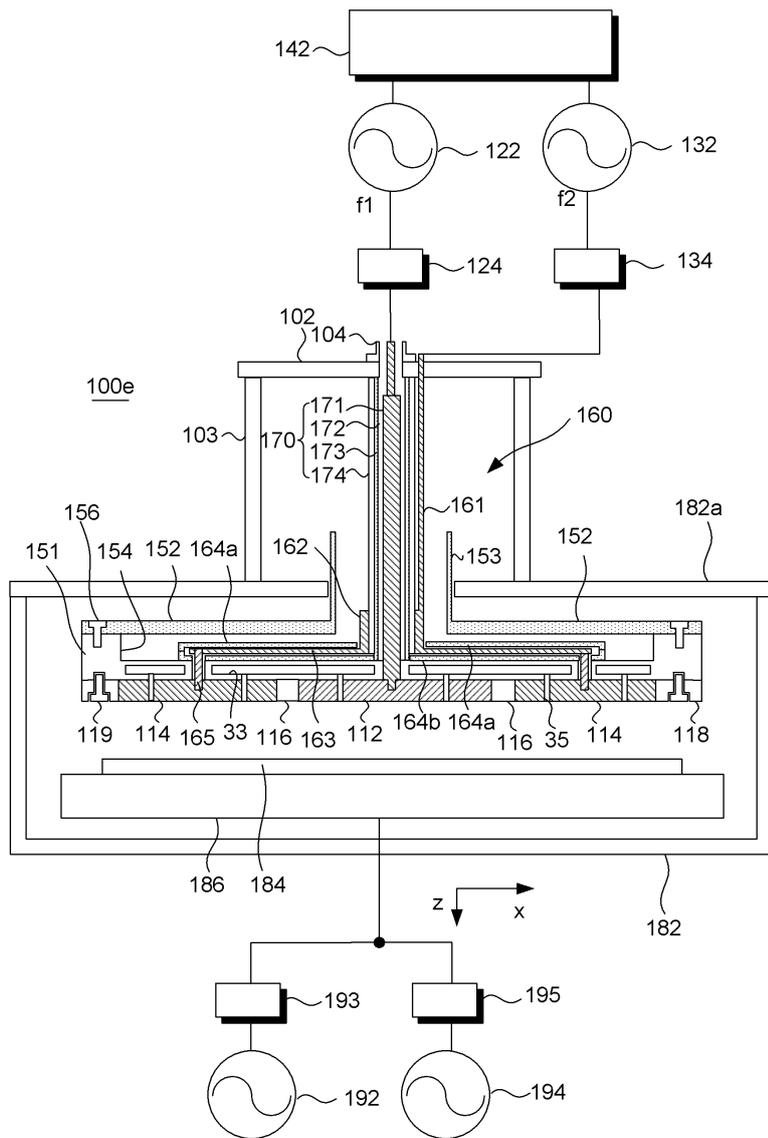
도면10a



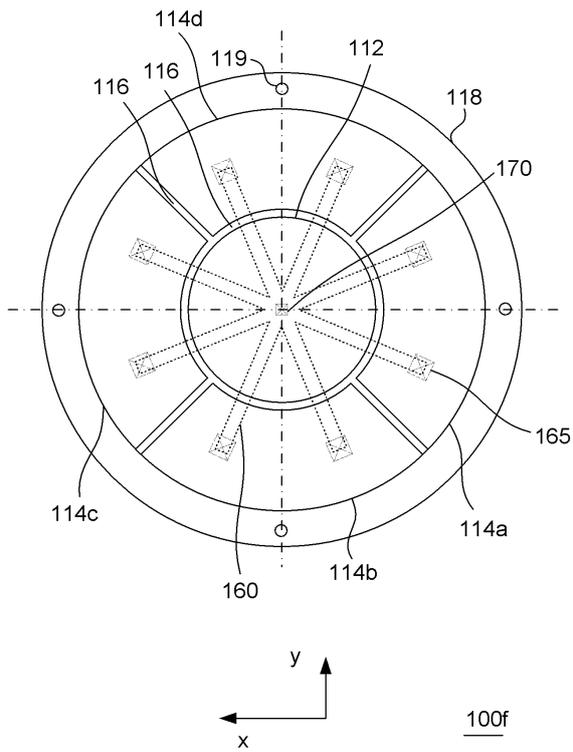
도면10b



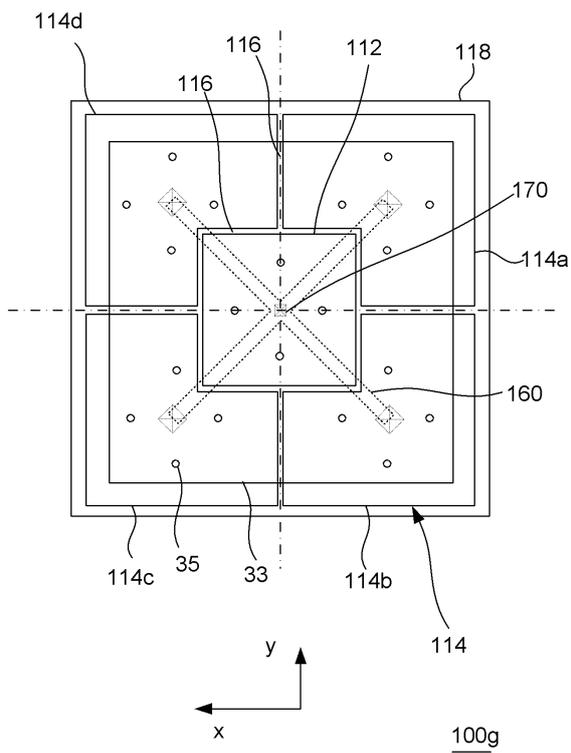
도면11b



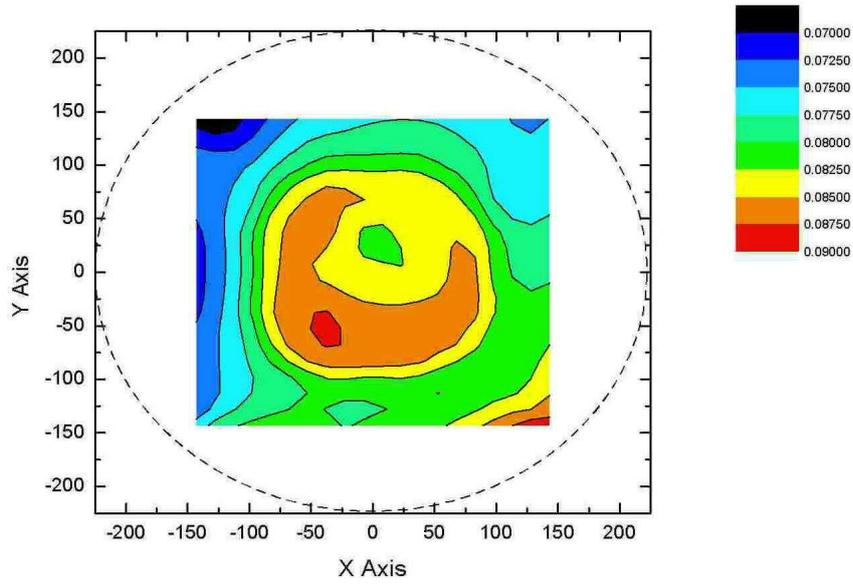
도면12



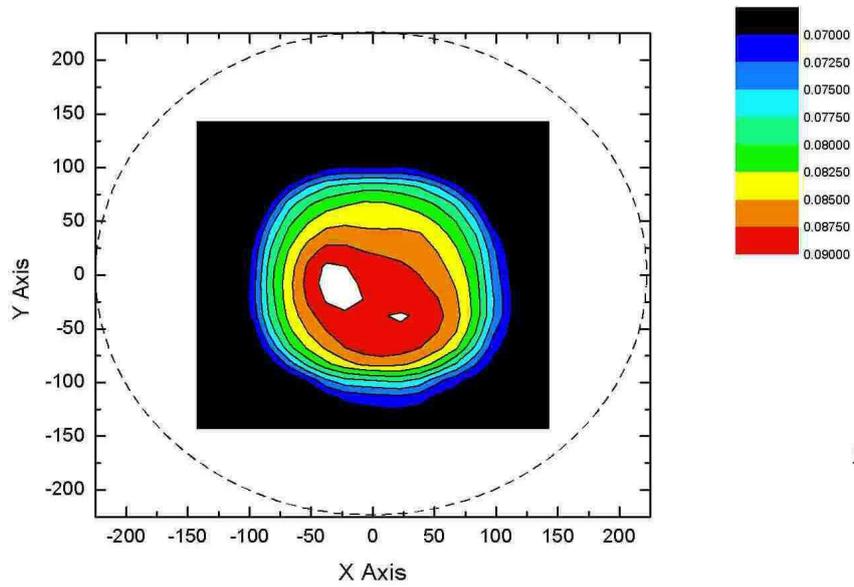
도면13



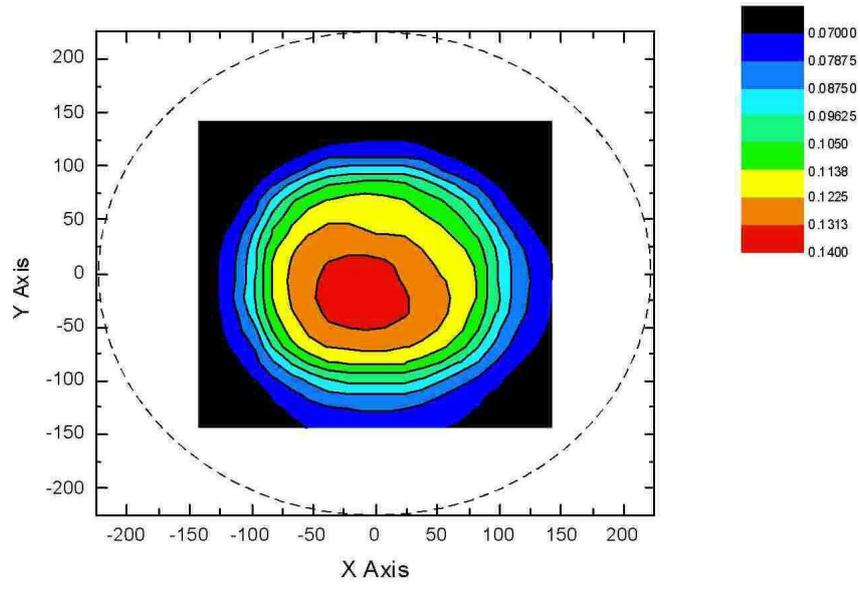
도면14



도면15



도면16



도면17

