



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월15일
 (11) 등록번호 10-1450592
 (24) 등록일자 2014년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H05H 1/46 (2006.01) C23C 16/511 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0005306
 (22) 출원일자 2013년01월17일
 심사청구일자 2013년01월17일
 (65) 공개번호 10-2014-0093035
 (43) 공개일자 2014년07월25일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060043769 A
 JP2001085194 A
 JP10144497 A
 KR100520635 B1

(73) 특허권자
 한국기초과학지원연구원
 대전광역시 유성구 과학로 169-148 (어은동)
 (72) 발명자
 김종식
 전라북도 군산시 수송로 49 금호타운1차아파트
 107동 1403호 (나운동, 금호타운아파트)
 홍승표
 대전광역시 유성구 신성남로111번길 7 201호 (신성동, 오성빌라)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 남건필, 차상윤

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 이민형

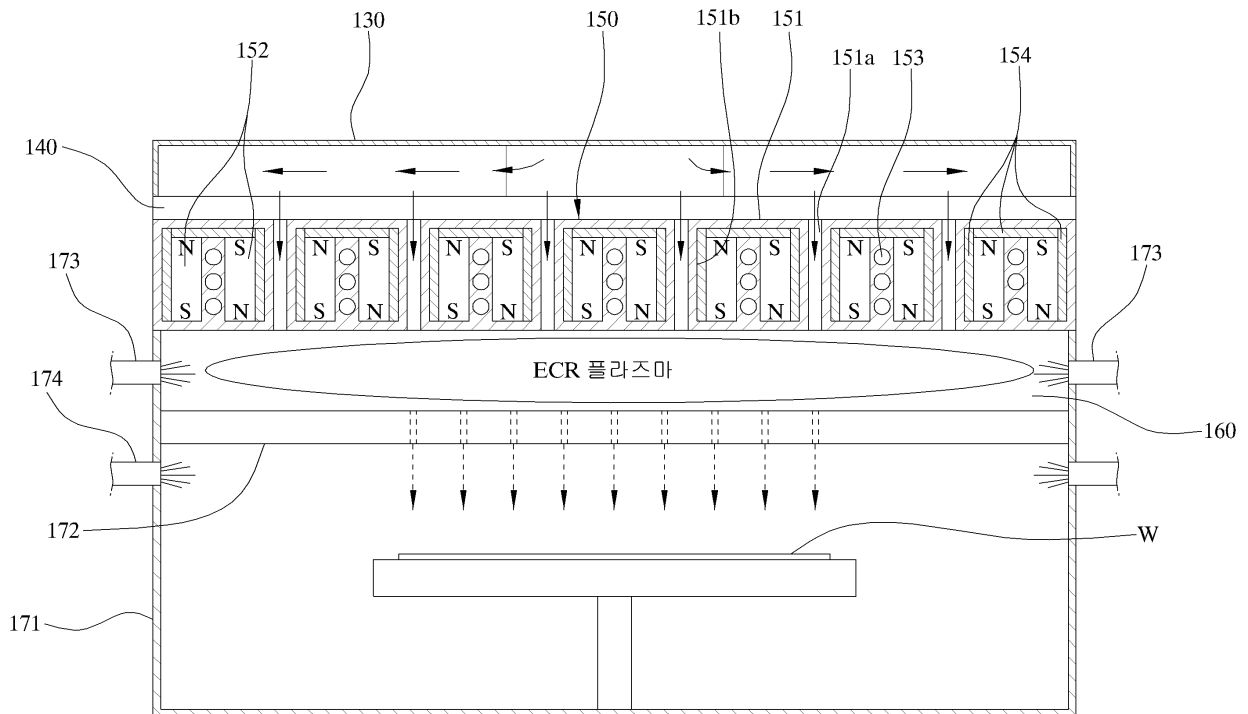
(54) 발명의 명칭 **고밀도 플라즈마 발생장치**

(57) 요약

본 발명은 자기장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한 전자파(Microwave)를 주어 발생하는 전자 사이클로트론 공명(ECR:Electron Cyclotron Resonance)상태에 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키는 ECR 플라즈마 발생장치로서, 전자파(Microwave)가 유입되는 제 1 도파관; 상기

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



도파관의 개방단으로부터 연장되고, 상기 도파관의 개방단을 부채꼴 형상으로 확대하여 상기 전자파를 전송하기 위한 혼 안테나; 상기 혼 안테나의 전방에 배치되고, 상기 혼 안테나와 연통되어 내부로 상기 전자파가 전송되고, 저면부가 개방된 제 2 도파관; 상기 제 2 도파관의 개방된 저면부를 밀폐하고, 상기 제 2 도파관의 내부로 전송된 전자파를 하측 방향으로 전달시키는 유전체창; 상기 유전체창을 통해 전달된 전자파가 통과되기 위한 복수의 슬릿이 배치되고, 서로 이웃하는 슬릿들 사이에 자석이 배치되며, 상기 슬릿을 통과하는 전자파에 대응하는 공진 자기장을 형성하기 위한 자석 배치 구조물; 및 상기 자석 배치 구조물의 하부 위치한 ECR 플라즈마 발생 영역을 포함하고, 상기 플라즈마 발생 영역으로 플라즈마 발생 가스가 주입되고, 상기 유전체창을 통해 전달된 전자파, 상기 공진 자기장, 및 상기 주입된 플라즈마 발생 가스에 기초하여, ECR 플라즈마가 상기 ECR 플라즈마 발생 영역에 발생하는, ECR 플라즈마 발생장치에 관한 것이다.

(72) 발명자

김영우

경기도 화성시 동탄반석로 71 446동 1801호 (반송동, 쌍용예가)

유석재

전라북도 군산시 미룡로 42 304동 1004호

특허청구의 범위

청구항 1

자기장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한 전자파(Microwave)를 주어 발생하는 전자 사이클로트론 공명(ECR:Electron Cyclotron Resonance)상태에 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키는 ECR 플라즈마 발생장치로서,

전자파(Microwave)가 유입되는 제 1 도파관;

상기 도파관의 개방단으로부터 연장되고, 상기 도파관의 개방단을 부채꼴 형상으로 확대하여 상기 전자파를 전송하기 위한 혼 안테나;

상기 혼 안테나의 전방에 배치되고, 상기 혼 안테나와 연통되어 내부로 상기 전자파가 전송되고, 저면부가 개방된 제 2 도파관;

상기 제 2 도파관의 개방된 저면부를 밀폐하고, 상기 제 2 도파관의 내부로 전송된 전자파를 하측 방향으로 전달시키는 유전체창;

상기 유전체창을 통해 전달된 전자파가 통과되기 위한 복수의 슬릿이 배치되고, 서로 이웃하는 슬릿들 사이에 자석이 배치되며, 상기 슬릿을 통과하는 전자파에 대응하는 공진 자기장을 형성하기 위한 자석 배치 구조물; 및
상기 자석 배치 구조물의 하부 위치한 ECR 플라즈마 발생 영역을 포함하고,

상기 플라즈마 발생 영역으로 플라즈마 발생 가스가 주입되고,

상기 유전체창을 통해 전달된 전자파, 상기 공진 자기장, 및 상기 주입된 플라즈마 발생 가스에 기초하여, ECR 플라즈마가 상기 ECR 플라즈마 발생 영역에 발생하는,

ECR 플라즈마 발생장치

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유전체창은 석영 또는 알루미늄나 계열의 재질인,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 발생 가스는 아르곤 가스(Ar), 질소 가스(N₂) 중 어느 하나인,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 자석 배치 구조물은:

케이스로서, 상기 케이스의 상면부 및 하면부를 수직으로 관통하는 하나 이상의 슬릿, 서로 이웃하는 슬릿들 사이에 형성된 복수의 수용공간을 포함하는 케이스;

상기 각 수용공간들의 내부에 설치되는 다수의 자석;

상기 각 수용공간들의 내부에 설치되고, 냉각수가 순환되면서 상기 자석을 냉각시키기 위한 다수의 냉각수 라인을 포함하는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 다수의 자석은 상기 각 수용공간들의 내부에서 한 쌍을 이루도록 설치되며, 한 쌍을 이루는 자석들은 서로 상대되는 자기극(magnetic pole)끼리 마주하도록 배치되고, 한 쌍을 이루는 자석들의 사이에는 상기 냉각수 라인이 배치되는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 케이스의 상기 수용공간들 내부에 설치되고, 상기 수용공간 내부의 두 측면부 및 상면부에 배치되며, 상기 자석들 둘레를 덮어서 상기 자석들에 의한 자기장이 상기 케이스의 상부로 형성되는 것을 차단하기 위한 자석 덮개부를 포함하는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 자석덮개부는 자화되는 성질을 가지는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 자석덮개부의 재질은 연철인,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 9

제1항 또는 제6항에 있어서,

상기 제 1 도파관, 상기 혼 안테나, 상기 제 2 도파관의 내부로 삽입되고, 상기 전자파의 진행 방향과 평행하게 배치되는 적어도 하나의 삽입체를 추가로 포함하는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 삽입체는 원기둥 형상인,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 삽입체는 원기둥 형상의 종방향에 따라 간격을 이뤄 기둥의 외면에 위치한 환형부재를 포함하는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 삽입체는 길이 방향에 따라 길이 조절 가능하도록 구성됨,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 13

제8항에 있어서,

상기 자석 배치 구조물의 하부에 배치되고, 내부가 진공이며, 플라즈마로 처리될 대상이 위치하는 공정 챔버 및 상기 자석 배치 구조물과 상기 공정 챔버를 나누는 경계막을 포함하고,

상기 경계막은 다수의 개구를 가지고,

상기 다수의 개구를 통해 상기 ECR 플라즈마가 상기 공정 챔버로 전달되는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 전자파는 2.45 GHz의 주파수를 가지며, 상기 공진 자기장은 875 가우스인,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 공정 챔버는 공정가스가 주입될 수 있는 주입구를 포함하는,

ECR 플라즈마 발생장치.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 공정 가스는 박막 증착을 위해서, SiH₄, SiH₂Cl₂, SiHCl₃, SiCl₄, GeH₄, B₂H₆, BBr₃, BCl₃, AsH₃, PH₃, TeH₂, SnCl₄, GeCl₄, WF₆, NH₃, CH₄, Cl₂, 및 MoF₆ 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스이고,

식각이나 세정을 위해서, SiF₄, CF₄, C₃F₈, C₂F₆, CHF₃, CClF₃, NF₃, CF₄, C₂F₆, C₃F₈, 및 SF₆ 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스인,

ECR 플라즈마 발생장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 ECR 플라즈마 발생장치에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 넓은 영역에 ECR 플라즈마를 발생시킬 수 있는 ECR 플라즈마 발생장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 이미 알려진 바와 같이 ECR 플라즈마 발생장치는 전자 사이클로트론 공명현상(ECR:Electron Cyclotron Resonance)을 이용하는 것이다. 전자 사이클로트론 공명현상은, 자기장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한 전자파(Microwave)를 주면 공명이 일어나는 상태를 말한다.

[0003] ECR 플라즈마 발생장치는 전자 사이클로트론 공명현상을 이용하기 위하여, 필수적으로 전자파의 입력조건 및 자기장의 형성 조건, ECR 발생 영역에 대한 구성이 요구된다. 이를 위하여, 대부분의 ECR 플라즈마 발생장치는 챔버, 챔버의 일측에 설치되는 전자파의 입력을 위한 도파관, 전자파의 진행 방향과 평행하거나 수직한 방향에 위치하도록 챔버 내에 설치되는 자기장의 형성을 위한 자기 코일 또는 영구 자석, 챔버의 일측에 설치되고 ECR 플

라즈마 발생 영역으로 가스를 주입하기 위한 가스주입구가 구비될 수 있다.

[0004] ECR 플라즈마 발생장치는 ECR 발생영역에서 ECR 플라즈마를 생성하기 위하여, 자기 코일 또는 영구 자석에 의해 챔버 내부에 자기장이 형성된 상태에서 도입관을 통해 챔버 내부로 전자파가 입력되면, 자기장에 의한 전자의 회전주파수와 전자파 주파수가 일치하여 전자 사이클로트론 공명현상이 발생되고, 상기 ECR 영역에 가스를 주입하면 가스가 이온화 되어 플라즈마가 형성 되고 플라즈마 내 전자는 이 영역을 지나면서 공명 현상에 의해 가속이 되어 큰 에너지를 얻게 되고 자기장에 의해서 반응기 벽으로의 확산 손실이 감소하여 기체의 이온화율이 증가하기 때문에 고밀도 플라즈마가 발생한다.

[0005] 이러한 ECR 플라즈마 발생장치는 반도체, 디스플레이 및 재료 등의 처리 시설에서 증착, 식각 또는 표면처리 등의 공정을 위한 ECR 플라즈마 소스로서 이용될 수 있다.

[0006] 그러나 대부분의 ECR 플라즈마 발생장치는 전자파를 입력하기 위하여 도파관이 이용되는데, 도파관의 제한된 특성 임피던스에 의해 도파관을 통해 전자파가 입력될 수 있는 영역이 제한적일 수 밖에 없다. 따라서 종래의 ECR 플라즈마 발생장치는 ECR 플라즈마 발생 영역이 협소해질 수 밖에 없으며, 협소한 ECR 플라즈마 발생 영역 내에서 ECR 플라즈마가 발생되므로 반도체 처리 시설에 이용되는 경우, 대면적의 반도체 기판 처리가 불가능하고, 하나의 기판을 반복적으로 공정 챔버 내로 투입하여 처리할 수 밖에 없었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 전자파가 입력되는 도파관의 개방단을 확장할 수 있고, 도파관이 확장됨에 따라 전자파를 넓은 영역에 걸쳐 전송 및 고르게 방출할 수 있으므로 ECR 플라즈마 발생 영역을 넓게 형성할 수 있도록 한 ECR 플라즈마 발생장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치는, 자기장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한 전자파(Microwave)를 주어 발생하는 전자 사이클로트론 공명(ECR:Electron Cyclotron Resonance)상태에 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키는 ECR 플라즈마 발생장치로서, 전자파(Microwave)가 유입되는 제 1 도파관; 상기 도파관의 개방단으로부터 연장되고, 상기 도파관의 개방단을 부채꼴 형상으로 확대하여 상기 전자파를 전송하기 위한 혼 안테나; 상기 혼 안테나의 전방에 배치되고, 상기 혼 안테나와 연통되어 내부로 상기 전자파가 전송되고, 저면부가 개방된 제 2 도파관; 상기 제 2 도파관의 개방된 저면부를 밀폐하고, 상기 제 2 도파관의 내부로 전송된 전자파를 하측 방향으로 전달시키는 유전체창; 상기 유전체창을 통해 전달된 전자파가 통과되기 위한 복수의 슬릿이 배치되고, 서로 이웃하는 슬릿들 사이에 자석이 배치되며, 상기 슬릿을 통과하는 전자파에 대응하는 공진 자기장을 형성하기 위한 자석 배치 구조물; 및 상기 자석 배치 구조물의 하부 위치한 ECR 플라즈마 발생 영역을 포함하고, 상기 플라즈마 발생 영역으로 플라즈마 발생 가스가 주입되고, 상기 유전체창을 통해 전달된 전자파, 상기 공진 자기장, 및 상기 주입된 플라즈마 발생 가스에 기초하여, ECR 플라즈마가 상기 ECR 플라즈마 발생 영역에 발생한다. 이때, 상기 전자파는 2.45 GHz의 주파수를 가지며, 상기 공진 자기장은 875 가우스일 수 있다.

[0009] 여기서, 상기 유전체창은 일 예로, 석영 또는 알루미늄나 계열의 재질로 이루어질 수 있고, 상기 플라즈마 발생 가스는 일 예로, 아르곤 가스, 질소 가스 중 어느 하나일 수 있다.

[0010] 한편, 상기 자석 배치 구조물은 케이스, 다수의 자석, 다수의 냉각수 라인을 포함할 수 있다. 상기 케이스는 상면부 및 하면부를 수직으로 관통하는 하나 이상의 슬릿들 사이에 형성된 복수의 수용공간을 포함할 수 있고, 각 수용공간들의 내부에는 상기 자석이 설치될 수 있고, 또한 각 수용공간들의 내부에는 상기 냉각수 라인이 설치될 수 있다. 상기 냉각수 라인은 냉각수가 순환되면서 상기 자석을 냉각시키기 위한 것이다.

[0011] 이때, 다수의 자석은 상기 각 수용공간들의 내부에서 한 쌍을 이루도록 설치될 수 있고, 한 쌍을 이루는 자석들은 서로 상대되는 자기극(magnetic pole)끼리 마주하도록 배치될 수 있으며, 한 쌍을 이루는 자석들의 사이에는 상기 냉각수 라인이 배치될 수 있다.

[0012] 한편 상기 자석 배치 구조물은 자석덮개부를 추가로 포함할 수 있다. 상기 자석덮개부는 상기 케이스의 상기 수용공간들 내부에 설치되고, 상기 수용공간 내부의 두 측면부 및 상면부에 배치되며, 상기 자석들 둘레를 덮어서 상기 자석들에 의한 자기장이 상기 케이스의 상부로 형성되는 것을 차단할 수 있다. 이러한 자석덮개부는 자화

되는 성질을 가지는 재료이다. 바람직하게는 연철일 수 있다.

[0013] 상기 ECR 플라즈마 발생장치는 ECR 플라즈마를 소스로 하여, 예를 들면, 반도체, 디스플레이 및 재료 등의 처리 대상물을 처리하는데 이용될 수 있다. 이를 위해, 상기 자석 배치 구조물의 하부에 배치되고, 내부가 진공이며, 플라즈마로 처리될 대상이 위치하는 공정 챔버 및 상기 자석 배치 구조물과 상기 공정 챔버를 나누는 경계막을 포함할 수 있다. 상기 경계막은 다수의 개구를 가질 수 있고, 상기 다수의 개구를 통해 상기 ECR 플라즈마가 상기 공정 챔버로 전달될 수 있다.

[0014] 본 발명의 추가적인 실시예에 따르면, 상기 제 1 도파관, 상기 혼 안테나, 상기 제 2 도파관의 내부로 삽입되고, 상기 전자파의 진행 방향과 평행하게 배치되는 적어도 하나의 삽입체를 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 삽입체는 원기둥 형상일 수 있다. 삽입체의 구성을 통해, 전자파가 다수의 슬릿을 균일하게 통과할 수 있고, 슬릿 아래에서 발생하는 전기장이 균일하게 분포될 수 있다.

[0015] 상기 공정 가스는 박막 증착을 위해서, SiH_4 , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , GeH_4 , B_2H_6 , BBr_3 , BCl_3 , AsH_3 , PH_3 , TeH_2 , SnCl_4 , GeCl_4 , WF_6 , NH_3 , CH_4 , Cl_2 , 및 MoF_6 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스이고, 식각이나 세정을 위해서, SiF_4 , CF_4 , C_3F_8 , C_2F_6 , CHF_3 , CClF_3 , NF_3 , CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , 및 SF_6 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스이다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따른 ECR 플라즈마 발생장치는 ECR 플라즈마 발생 영역을 넓게 형성할 수 있고, ECR 플라즈마 발생 영역이 넓게 형성되므로 ECR 플라즈마를 넓은 영역으로 형성할 수 있으며, 이러한 특징에 따라 대면적의 반도체 등의 기판 처리가 가능할 뿐 아니라, 다수의 반도체 등의 기판을 동시에 처리하는 것도 가능할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치의 외관을 나타낸 사시도이다.
 도 2는 도 1의 단면도이다.
 도 3은 도 2에 도시된 자석 배치 구조물에서 자기장이 형성되는 상태를 나타낸 부분 확대 단면도이다.
 도 4는 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치에 삽입체가 설치된 상태를 나타낸 사시도이다.
 도 5는 삽입체의 다른 형태를 나타낸 사시도이다.
 도 6은 삽입체가 없는 상태로 전자파를 입력했을 때 경우의 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
 도 7은 도 4에 도시된 삽입체가 제1 도파관, 혼 안테나, 제2 도파관의 내부로 삽입된 상태로 전자파를 입력했을 때 전자파를 통해 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
 도 8은 도 5에 도시된 삽입체가 제1 도파관, 혼 안테나, 제2 도파관의 내부로 삽입된 상태로 전자파를 입력했을 때 전자파를 통해 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다.
 다양한 실시예들이 이제 도면을 참조하여 설명되며, 전체 도면에서 걸쳐 유사한 도면번호는 유사한 엘리먼트를 나타내기 위해서 사용된다. 설명을 위해 본 명세서에서, 다양한 설명들이 본 발명의 이해를 제공하기 위해서 제시된다. 그러나 이러한 실시예들은 이러한 특정 설명 없이도 실행될 수 있음이 명백하다. 다른예들에서, 공지된 구조 및 장치들은 실시예들의 설명을 용이하게 하기 위해서 블록다이어그램 형태로 제시된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 하기 설명은 본 발명의 실시예에 대한 기본적인 이해를 제공하기 위해서 하나 이상의 실시예들의 간략화된 설명을 제공한다. 본 섹션은 모든 가능한 실시예들에 대한 포괄적인 개요는 아니며, 모든 엘리먼트들 중 핵심 엘리먼트를 식별하거나, 모든 실시예의 범위를 커버하고자 할 의도도 아니다. 그 유일한 목적은 후에 제시되는 상세한 설명에 대한 도입부로서 간략화된 형태로 하나 이상의 실시예들의 개념을 제공하기 위함이다.

[0019] 본 발명은 자장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한

전자파(Microwave)를 주어 발생하는 전자 사이클로트론 공명(ECR:Electron Cyclotron Resonance)상태에 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키는 ECR 플라즈마 발생장치이다.

- [0020] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치의 외관을 나타낸 사시도이고, 도 2는 도 1의 종단면 도이며, 도 3은 도 2에 도시된 자석 배치 구조물에서 자기장이 형성되는 상태를 나타낸 부분 확대 단면도이다.
- [0021] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 본 발명은 전자 사이클로트론 공명 상태를 제공하고, 가스를 도입하여 플라즈마를 발생시키기 위하여, 제1 도파관(110), 혼 안테나(120), 제2 도파관(130), 유전체창(140), 자석 배치 구조물(150), ECR 플라즈마 발생 영역(160)을 포함할 수 있다.
- [0022] 제1 도파관(110), 혼 안테나(120), 제2 도파관(130)은 서로 연통하여 전자파를 전송하기 위한 구성일 수 있다.
- [0023] 제1 도파관(110)은 마이크로웨이브 발진기(미도시)와 연결되고, 마이크로웨이브 발진기로부터 전자파가 입력될 수 있다. 일 예로, 제1 도파관(110)은 2.45GHz의 주파수 범위의 전자파가 입력될 수 있는 임피던스를 갖는 도파관일 수 있다. 그리고 마이크로웨이브 발진기는 2.45GHz의 주파수 범위의 전자파를 발진하는 마그네트론이 사용될 수 있다.
- [0024] 혼 안테나(120)는 광대역성을 갖는 안테나로서, 제1 도파관(110)의 특성 임피던스에 따라 제한되는 이득을 높여 제1 도파관(110)의 단면적보다 큰 단면적을 갖는 제2 도파관(130) 내부로 전자파를 전송하여 광대역성의 전자파를 전달할 수 있다. 이를 위해, 혼 안테나(120)는 제1 도파관(110)의 개방단으로부터 연장되고, 제1 도파관(110)의 개방단을 부채꼴 형상으로 확대하도록 부채꼴 형상을 가질 수 있다. 따라서 혼 안테나(120)는 제1 도파관(110)으로 입력되는 전자파를 큰 단면적을 갖는 제2 도파관(130)의 내부로 용이하게 전송 및 분포시킬 수 있다.
- [0025] 제2 도파관(130)은 제1 도파관(110)의 단면적보다 큰 단면적을 가질 수 있다. 예를 들면, 제2 도파관(130)의 단면적은 혼 안테나(120)의 확대된 개방단의 단면적과 동일할 수 있고, 단면적에 대응하는 넓은 면적을 갖는 직육면체 또는 정육면체 형상일 수 있다. 제2 도파관(130)의 내부 공간에는 제1 도파관(110) 및 혼 안테나(120)를 통해 전송되는 전자파가 공급 및 분포될 수 있다. 일 예로, 제2 도파관(130)의 저면부는 개방될 수 있다. 개방된 저면부를 통해 제2 도파관(130)의 내부 공간으로 공급된 전자파가 출력될 수 있고, 개방된 저면부를 통해 출력되는 전자파는 유전체창(140)을 통하여 제2 도파관(130)의 하측 방향으로 전달될 수 있다.
- [0026] 유전체창(140)은 제2 도파관(130) 내부 공간에 공급된 전자파를 하측 방향, 즉 자석 배치 구조물(150)측으로 전달할 수 있다. 전자파를 하측 방향으로 전달하기 위하여, 예를 들면, 유전체창(140)은 석영 또는 알루미늄 계열의 재질로 형성될 수 있다. 유전체창(140)은 제2 도파관(130)의 저면부 면적과 동일한 면적을 갖는 플레이트 형상으로 형성될 수 있고, 제2 도파관(130)의 개방된 저면부를 밀폐할 수 있다.
- [0027] 자석 배치 구조물(150)은 유전체창(140)을 통해 전달되는 전자파와 공명할 수 있는 공진 자기장을 형성할 수 있다. 일 예로, 자석 배치 구조물(150)은 공진 자기장을 형성하기 위하여, 전자파가 통과할 수 있는 하나 이상의 슬릿(151a)을 형성할 수 있고, 하나 이상의 슬릿(151a)들 사이에 자석(152)이 배치되도록 구성될 수 있다.
- [0028] 자석 배치 구조물(150)은 슬릿(151a) 및 자석(152)의 배치를 위하여, 케이스(151)를 포함할 수 있다. 일 예로, 케이스(151)는 제2 도파관(130) 및 유전체창(140)의 면적과 동일한 넓은 면적을 갖는 직육면체 형상일 수 있고, 슬릿(151a)이 케이스(151)의 상면부 및 하면부를 수직으로 관통하도록 형성될 수 있으며, 슬릿(151a)은 케이스(151)에 소정의 간격으로 다수 배열될 수 있다. 하나 이상의 슬릿(151a)은 케이스(151)의 종방향 또는 횡방향으로 길게 연장될 수 있고, 그 연장 길이는 제2 도파관(130) 및 케이스(151)가 갖는 면적에 근접하는 길이로 연장될 수 있다. 하나 이상의 슬릿(151a)에는 유전체창(140)을 통해 전달되는 전자파가 통과될 수 있다. 슬릿(151a)을 통과하는 전자파는, 예를 들면, 2.45GHz의 전자파일 수 있다.
- [0029] 그리고 서로 이웃하는 슬릿(151a)들 사이에는 복수의 수용공간(151b)이 형성될 수 있고, 각 수용공간(151b)들의 내부에는 복수의 자석(152)이 설치될 수 있다. 예를 들면, 복수의 자석(152)은 각 수용공간(151b)들의 내부에서 한 쌍을 이루도록 설치될 수 있다. 한 쌍을 이루는 자석(152)들은 서로 상대되는 자기극(magnetic pole)끼리 마주하도록 배치될 수 있다. 서로 상대되는 자기극끼리 마주하도록 배치된 한 쌍의 자석(152)에 의해 케이스(151)의 주변에는 자기장이 형성될 수 있다. 자기장이 형성되는 형태는 도 3에 도시되어 있다.
- [0030] 케이스(151) 주변에 형성되는 자기장은 유전체창(140)이 위치한 케이스(151)의 상부예까지 형성될 수 있는데, 케이스(151)의 상부예까지 자기장이 형성되는 경우, 자기장에 의해 유전체창(140)의 손상이 발생될 수 있는바, 유전체창(140)의 손상을 방지하기 위하여, 케이스(151)의 각 수용공간(151b) 내부에는 자석덮개부(154)를 추가

로 포함할 수 있다. 자석덮개부(154)는 자석(152)들에 의해 형성되는 자기장이 케이스(151)의 상부로 형성되는 것을 차단할 수 있다. 일 예로, 자석덮개부(154)는 연철일 수 있고, 각 수용공간(151b) 내부의 두 측면부 및 상면부에 배치되어, 각 수용공간(151b) 내부의 한 쌍의 자석(152) 둘레를 덮도록 설치될 수 있다. 이러한 자석덮개부(154)에 의해 자석(152)들에 의해 형성되는 자기장이 케이스(151)의 상부로 형성되는 것이 차단됨에 따라 자석(152)들에 의해 형성되는 자기장은 케이스(151)의 하부로만 형성될 수 있다.

[0031] 한 쌍의 자석(152)을 통해 케이스(151)의 하부로 형성되는 자기장은, 예를 들면, 슬릿(151a)을 통과하는 2.45GHz 주파수에 대응하는 875 가우스 영역의 공진 자기장일 수 있다. 따라서 875 가우스 영역의 공진 자기장 안에서 사이클로트론 운동(회전 운동)하고 있는 전자에 대하여 사이클로트론 주파수와 동일한 2.45GHz의 전자파가 가해지므로 자석 배치 구조물(150)의 하부에는 전자 사이클로트론 공명이 발생될 수 있다. 전자 사이클로트론 공명이 발생하는 영역은 ECR 플라즈마 발생 영역(160)일 수 있다.

[0032] 전자 사이클로트론 공명의 발생 과정에서 케이스(151)의 수용공간(151b) 내에 설치된 한 쌍의 자석(152)은 발열될 수 있는데, 한 쌍의 자석(152)의 발열을 저지하기 위하여, 각 수용공간(151b)의 내부에는 한 쌍의 자석(152) 사이에 배치되는 냉각수 라인(153)이 다수 설치될 수 있다. 일 예로, 냉각수 라인(153)은 자석 배치 구조물(150) 외부의 냉각수 공급 라인(미도시)과 연결되어 냉각수가 공급될 수 있으며, 냉각수 라인(153) 내부로 공급되는 냉각수를 통해 한 쌍의 자석(152)을 냉각시킬 수 있다.

[0033] ECR 플라즈마 발생 영역(160)은 ECR 플라즈마가 발생하는 영역이다. ECR 플라즈마 발생 영역(160) 내에서는 위에서 논의된 바와 같이 전자 사이클로트론 공명 현상이 발생되며, 전자 사이클로트론 공명 상태에서 플라즈마 발생 가스를 주입하면, ECR 플라즈마가 발생될 수 있다. 주입되는 플라즈마 발생 가스는, 예를 들면, 아르곤(Ar) 가스, 질소(N₂) 가스 중 어느 하나일 수 있다. ECR 플라즈마 발생 영역(160)은 위에서 논의된 바와 같이 제2 도파관(130)이 큰 면적으로 형성되고, 슬릿(151a)이 제2 도파관(130)의 면적에 근접하는 길이로 연장되므로 유전체창(140)을 통해 제2 도파관(130)으로부터 전달되는 전자파는 넓은 영역에 걸쳐 전달될 수 있고, 이에 따라 ECR 발생 영역이 넓게 형성될 수 있고, ECR 플라즈마는 ECR 플라즈마 발생 영역(160) 내의 넓은 영역 전체에 발생될 수 있다.

[0034] 이러한 본 발명의 ECR 플라즈마 발생장치는 ECR 플라즈마로 처리될 대상, 예를 들면, 반도체 기판(W)을 처리하는데 이용될 수 있다. 반도체 기판(W)의 처리는 증착, 식각 또는 표면처리 등의 공정을 말한다.

[0035] 반도체 기판(W)을 처리하는데 이용되기 위하여, 본 발명의 ECR 플라즈마 발생장치는 추가적으로 공정 챔버(171) 및 경계막(172)을 포함할 수 있다.

[0036] 공정 챔버(171)는 상기 ECR 플라즈마 발생 영역(160)의 하부에 위치할 수 있고, 진공 상태로써, 공정 챔버 내부 공간을 외부로부터 보호하고, 외부로부터 공정 챔버 내부 공간을 밀폐시킬 수 있다. 공정 챔버(171)의 내부 공간에는 ECR 플라즈마로 처리될 반도체 기판(W)이 위치할 수 있다. 반도체 기판(W)은 경계막(172)의 하부에 위치할 수 있다. 그리고 공정 챔버(171)의 상부에는 ECR 플라즈마 발생 영역(160)에 플라즈마 발생 가스를 주입하기 위한 가스 주입구(173)가 설치될 수 있다.

[0037] 경계막(172)은 ECR 플라즈마 발생 영역(160)과 공정 챔버(171)를 나누는 경계막일 수 있다. 예를 들면, 경계막(172)은 공정 챔버(171)의 내부에 배치되어 ECR 플라즈마 발생 영역(160)과 반도체 기판(W)이 위치하는 공간으로 나눌 수 있다. 일 예로, 경계막(172)은 공정 챔버(171)의 내면 둘레 형상에 대응되는 형상일 수 있다. 예를 들면, 공정 챔버(171)가 직육면체 형상인 경우, 사각 플레이트 형상일 수 있다.

[0038] 일 예로, 경계막(172)은 경계막(172)을 수직으로 관통하는 다수의 개구(172a)를 포함할 수 있다. 다수의 개구(172a)를 통해 ECR 플라즈마 발생 영역(160)에서 발생하는 ECR 플라즈마에 의해 생성된 라디칼(Radical)이 공정 챔버(171)의 내부 공간, 즉 경계막(172)의 하부에 위치하는 처리 대상물인 반도체 기판(W)에 전달될 수 있다.

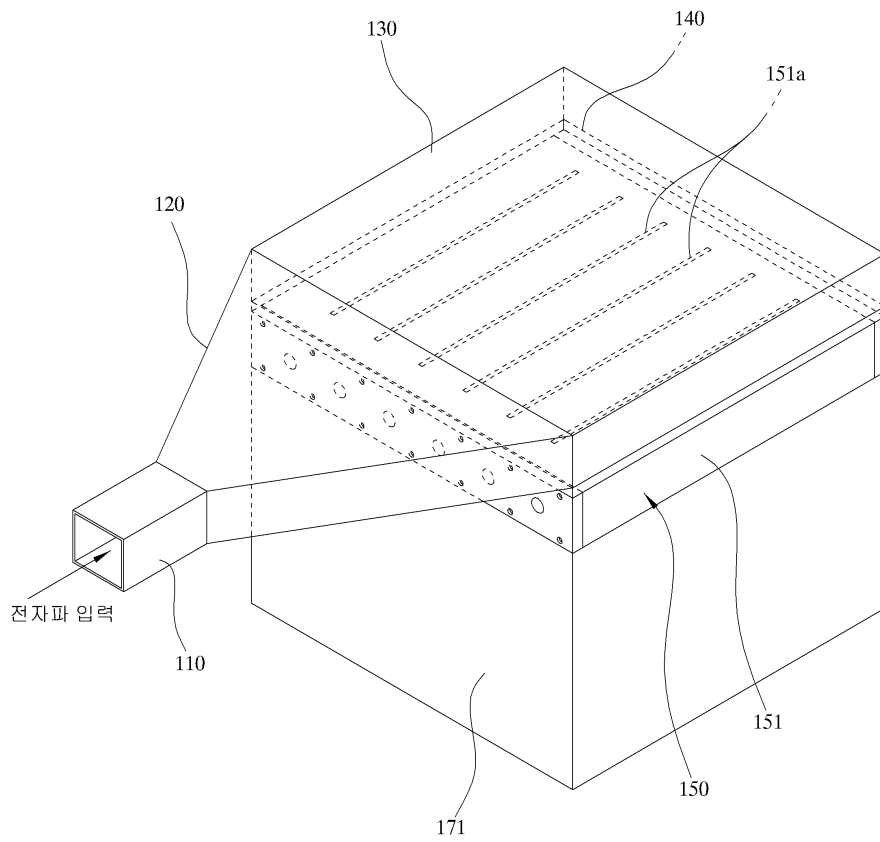
[0039] 공정 챔버(171)는 공정가스가 주입될 수 있는 주입구(174)를 포함한다. 상기 공정 가스는 예를 들어, 실리콘 계열 증착을 위한 경우 실란(SiH₄)과 같은 가스일 수 있다.

[0040] 공정가스의 다른 예로서, 박막 증착을 위해서, SiH₄, SiH₂Cl₂, SiHCl₃, SiCl₄, GeH₄, B₂H₆, BBr₃, BCl₃, AsH₃, PH₃, TeH₂, SnCl₄, GeCl₄, WF₆, NH₃, CH₄, Cl₂, 및 MoF₆ 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스이고, 식각이나 세정을 위해서, SiF₄, CF₄, C₃F₈, C₂F₆, CHF₃, CClF₃, NF₃, CF₄, C₂F₆, C₃F₈, 및 SF₆ 으로 구성되는 군으로부터 선택되는 하나 이상의 가스일 수 있다.

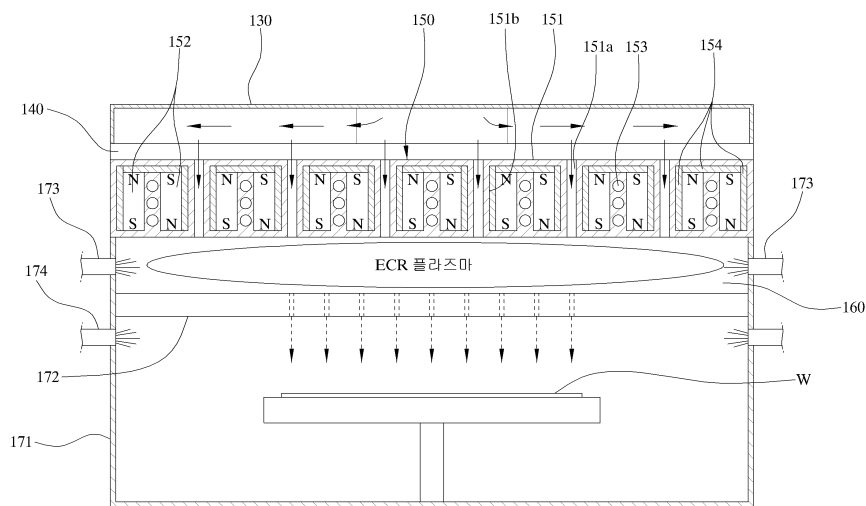
- [0041] 이러한 본 발명에 따른 ECR 플라즈마 발생장치를 이용하면, 혼 안테나(120)를 이용하여 도파관(110)이 확장될 수 있고, 도파관이 확장됨에 따라 전자파를 넓은 영역에 걸쳐 전송 및 고르게 방출할 수 있으므로 ECR 플라즈마 발생 영역(160)을 넓게 형성할 수 있고, ECR 플라즈마 발생 영역이 넓게 형성되므로 ECR 플라즈마를 넓은 영역으로 형성할 수 있으며, 이러한 특징에 따라 대면적의 반도체 기판 처리가 가능할 뿐 아니라, 다수의 반도체 기판을 동시에 처리하는 것도 가능할 수 있다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치에 삽입체가 설치된 상태를 나타낸 사시도이고, 도 1 내지 도 3에 도시된 구성들과 동일 유사한 구성들에 대하여는 동일한 부호를 사용하였다.
- [0043] 도 4를 참조하면, 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 ECR 플라즈마 발생장치는 삽입체(180)를 추가로 포함할 수 있고, 나머지 구성들은 모두 도 1 및 도 2와 동일 유사하다.
- [0044] 삽입체(180)는 제1 도파관(110), 혼 안테나(120), 제2 도파관(130)의 내부로 삽입되고, 전자파의 진행 방향과 평행하게 배치될 수 있다. 일 예로, 삽입체는 원기둥 형상일 수 있다. 또는, 상기 삽입체는 원기둥 형상의 종방향에 따라 간격을 이뤄 기둥의 외면에 위치한 환형부재를 포함할 수 있다. 상기 삽입체는 길이 방향(도 5의 화살표 방향)에 따라 길이 조절 가능하도록 구성되어 ECR 발생 영역을 환경에 따라 조절 가능하도록 한다.
- [0045] 도 5는 도 4에 도시된 삽입체(180)가 제1 도파관, 혼 안테나, 제2 도파관의 내부로 삽입된 상태로 전자파를 입력했을 때 전자파를 통해 슬릿(151a) 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 5에서 타원형으로 연속되는 영역은 슬릿(151a)을 나타내며, 슬릿(151a)을 나타내는 영역 내에 표시된 붉은색들은 전기장의 분포를 나타낸다.
- [0046] 도 5를 참조하면, 슬릿(151a)을 나타내는 영역들 전체에 붉은색이 표시되고 있으며, 이는 슬릿(151a) 아래에서 발생하는 전기장이 균일하게 분포되고 있음을 알 수 있다. 따라서, 제1 도파관(110), 혼 안테나(120), 제2 도파관(130)의 내부로 삽입되는 삽입체(181)를 추가로 배치하면, 전자파가 다수의 슬릿(151a)을 균일하게 통과할 수 있고, 슬릿(151a) 아래에서 발생하는 전기장이 균일하게 분포될 수 있다. 전기장이 균일하게 분포됨에 따라 ECR 플라즈마 발생 영역(160) 내에서 전자 사이클로트론 공명 상태가 더욱 활발해질 수 있고, 넓은 영역의 ECR 플라즈마 발생 영역(160) 전체에 균일하게 ECR 플라즈마가 발생될 수 있다.
- [0047] 도 6은 삽입체가 없는 상태로 전자파를 입력했을 때 경우의 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 6에서 타원형으로 연속되는 영역은 슬릿을 나타내며, 슬릿을 나타내는 영역 내에 표시된 붉은색들은 전기장의 분포를 나타낸다.
- [0048] 도 7은 도 4에 도시된 삽입체가 제1 도파관, 혼 안테나, 제2 도파관의 내부로 삽입된 상태로 전자파를 입력했을 때 전자파를 통해 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 8은 도 5에 도시된 삽입체가 제1 도파관, 혼 안테나, 제2 도파관의 내부로 삽입된 상태로 전자파를 입력했을 때 전자파를 통해 슬릿 아래에서 발생하는 전기장의 분포 효과를 확인하기 위한 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 7 및 8을 참조하면, 슬릿을 나타내는 영역들 전체에 붉은색이 표시되고 있으며, 도 7 및 8에서 붉은색이 표시되는 영역이 도 6에 비해 더욱 증가된 것을 비교하여 확인할 수 있다. 이는 삽입체(181)가 배치되는 경우, 전자파가 다수의 슬릿을 균일하게 통과되는 효과와, 슬릿 아래에서 발생하는 전기장이 균일하게 분포되는 효과가 더욱 증가될 수 있음을 알 수 있다.
- [0049] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

도면

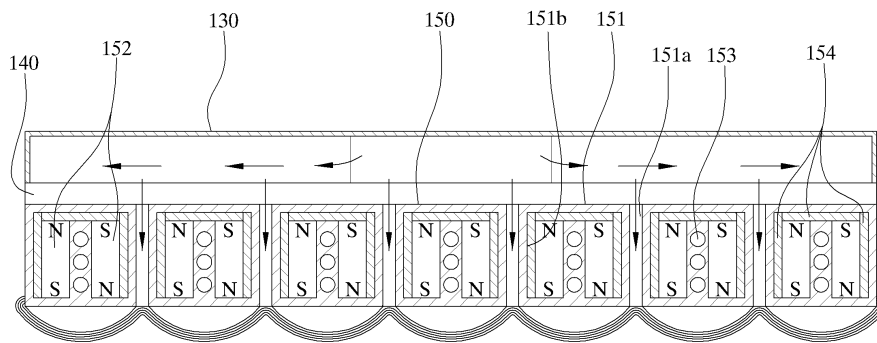
도면1



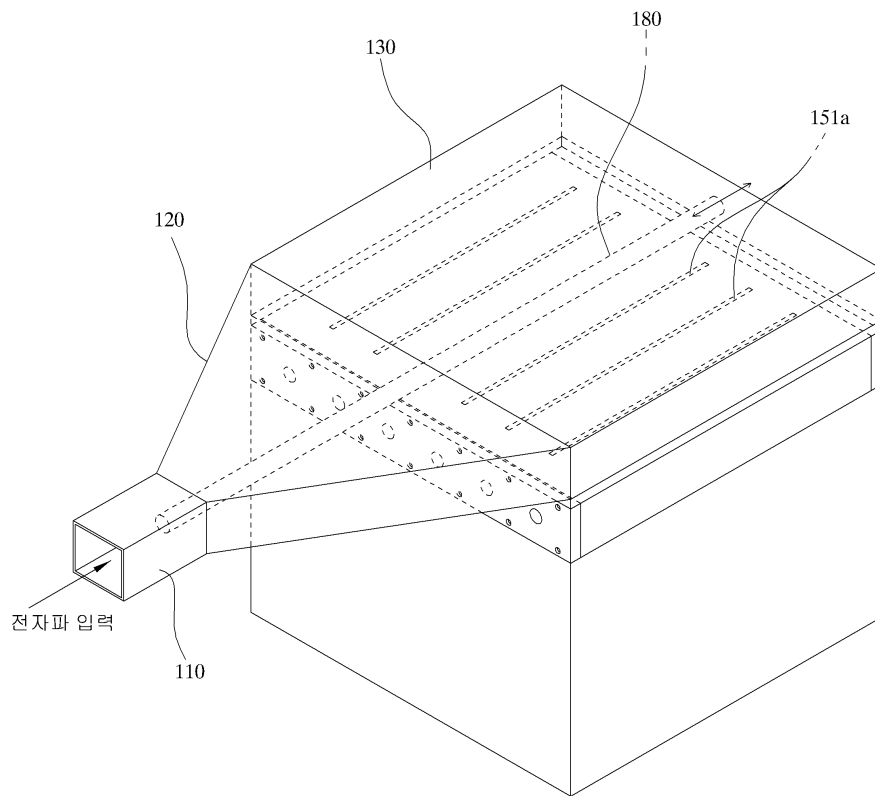
도면2



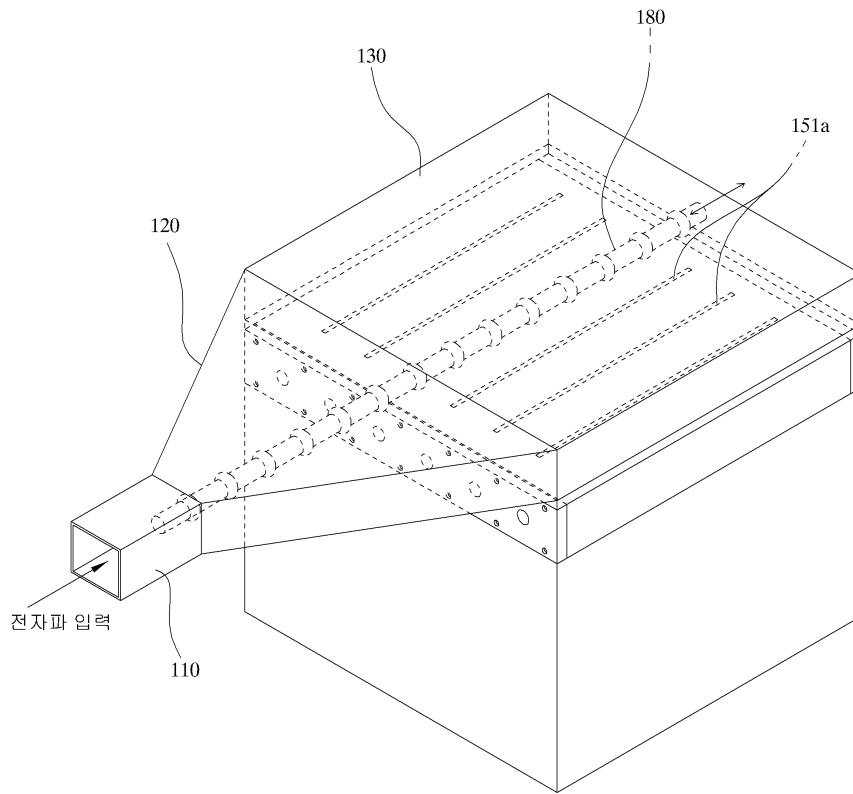
도면3



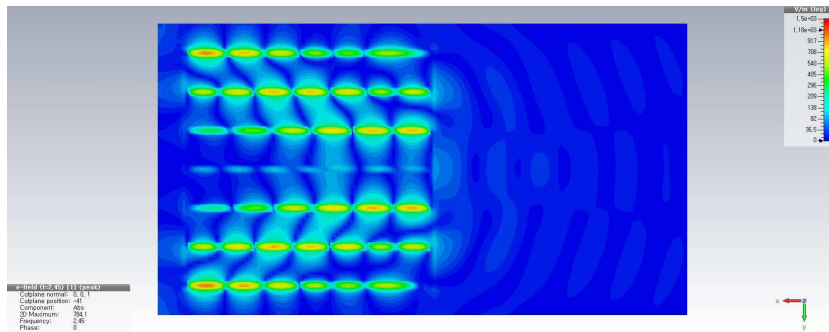
도면4



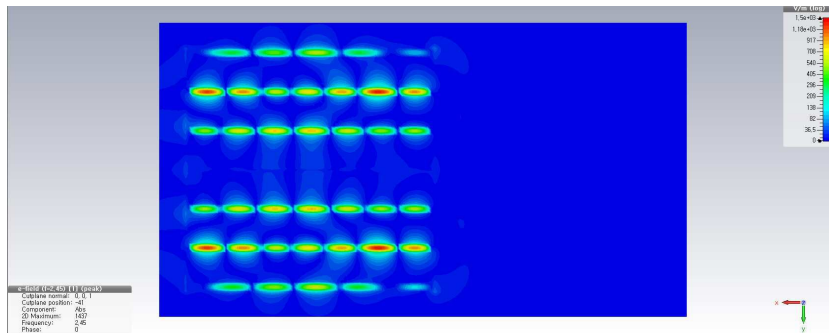
도면5



도면6



도면7



도면8

