



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0099375
(43) 공개일자 2020년08월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 37/32 (2006.01) C23C 16/511 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 37/32669 (2013.01)
C23C 16/511 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0017295
(22) 출원일자 2019년02월14일
심사청구일자 2019년02월14일

(71) 출원인
주식회사 썬빛
경기도 용인시 처인구 양지면 주북로 161 ,1층
(72) 발명자
김재용
경기도 용인시 수지구 정평로 61, 507동 1704호
(풍덕천동, 신정마을성지아파트)
심승술
강원도 춘천시 동내면 금촌로 64-10
(74) 대리인
특허법인 이노

전체 청구항 수 : 총 7 항

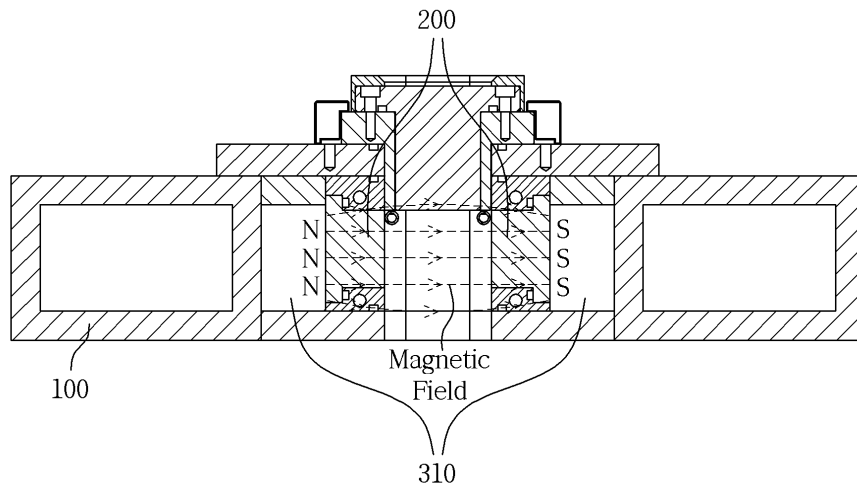
(54) 발명의 명칭 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치

(57) 요약

본 발명은 증착 균일성을 월등히 높일 수 있는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 제공한다.

본 발명에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치는, 도파관 공명기; 상기 도파관 공명기에 연결되어 상기 도파관 공명기의 내부 공간으로 마이크로파를 공급하기 위한 마이크로파 제공부; 및 상기 도파관 공명기 사이에 배치되는 선형 반응 챔버; 및 상기 도파관 공명기의 측면에 상기 선형 반응 챔버와 마주하도록 배치되는 복수의 자기장 발생 수단을 포함하고, 상기 도파관 공명기를 따라 복수의 슬릿이 관통 형성되며, 상기 자기장 발생 수단은 서로 이웃하는 상기 슬릿들의 사이에 각각 배치될 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01J 37/32229 (2013.01)

H01J 37/32256 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 S2608704

부처명 중소기업벤처부

연구관리전문기관 중소기업기술정보진흥원

연구사업명 산학연 지역유망 사업

연구과제명 중성입자를 이용한 선형 Poly-Si 증착기 개발

기 여 율 1/1

주관기관 주식회사 썬빛

연구기간 2018.06.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

도파관 공명기;

상기 도파관 공명기에 연결되어 상기 도파관 공명기의 내부 공간으로 마이크로파를 공급하기 위한 마이크로파 제공부; 및

상기 도파관 공명기 사이에 배치되는 선형 반응 채임버;

상기 도파관 공명기의 측면에 상기 선형 반응 채임버와 마주하도록 배치되는 복수의 자기장 발생 수단

을 포함하고,

상기 도파관 공명기를 따라 복수의 슬릿이 형성되며, 상기 자기장 발생 수단은 서로 이웃하는 상기 슬릿들의 사이에 각각 배치되는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도파관 공명기는 직선의 형태로 서로 소정 간격 이격되어 평행하게 대향하는 한 쌍으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하며, 상기 영구 자석은 상기 슬릿을 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 동일한 극성으로 마주하며, 상기 영구 자석은 상기 슬릿을 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치되는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 6

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 마이크로파 제공부는 각각의 상기 도파관 공명기에서 서로 반대 방향을 향하도록 구비되는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

청구항 7

제2항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

적용되는 공정에 따라 상기 도파관 공명기 사이의 상부에 수평으로 배치되는 리플렉터를 더 포함하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치에 관한 것으로, 구체적으로는 기관 등의 표면을 증착 처리하기 위한 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 다양한 제품의 가공 공정에서 플라즈마를 이용한 기술이 사용되고 있으며, 특히 반도체용 웨이퍼나 LCD(liquid crystal display) 기관의 표면에 소정의 물질을 증착하기 위한 기술로서 매우 유용하다.

[0003] 플라즈마 장치는 플라즈마를 발생시키는 방식에 따라 용량 결합 플라즈마(Capacitively Coupled Plasma; CCP), 유도 결합 플라즈마(Inductively Coupled Plasma; ICP) 및 전자 사이클로트론 공명(Electron Cyclotron Resonance; ECR) 등이 있으며, 각 방식을 함께 사용하는 복합 수단들도 제안되고 있다.

[0004] 이 중에서 전자 사이클로트론 공명은 마이크로파(microwave)를 인가하고 마이크로파의 주파수와 동일한 플라즈마 내 전자의 사이클론 주파수가 발생하도록 자기장을 인가하면 공명이 일어나는 현상을 이용한 고밀도 플라즈마 발생 현상을 말하며, 이를 이용한 다양한 증착 장치들이 제시되어 있다.

[0005] 일반적으로 전자 사이클로트론 공명 증착 장치는 전자파의 입력조건, 자기장의 형성 조건 및 ECR 발생 영역에 대한 구성이 요구되며, 작업 공간을 위한 챔버, 챔버 일측의 마이크로파 입력 수단, 챔버에 설치되는 자기 코일 또는 영구 자석 등의 자기 발생 수단 및 ECR 플라즈마 발생 영역으로 가스를 공급하기 위한 가스 공급 수단이 구비될 수 있다.

[0006] 이의 작동을 설명하면, 자기 발생 수단에 의해 챔버 내부에 자기장이 형성된 상태에서 챔버 내부로 마이크로파가 입력되면 전자 사이클로트론 공명 현상이 발생하고, 발생 영역에 공급된 가스가 이온화되어 플라즈마가 형성되며, 플라즈마 내의 전자는 공명 현상에 의해 가속되어 기체의 이온화율이 증가하므로 고밀도 플라즈마가 발생한다. 이러한 장치는 디스플레이 패널이나 반도체 등의 증착 등의 공정에 사용된다.

[0007] 도1은 종래의 ECR 장치의 내부 구조를 나타내는 평단면도 및 도2는 종래의 ECR 장치의 내부 구조를 나타내는 측단면도이다.

[0008] 종래의 ECR 장치는 도파관 공명기(20), 자석 및 챔버(40)를 포함한다.

[0009] 도파관 공명기(20)는 도파관 내의 마이크로파의 파장 λ 의 1/2인 $\lambda/2$ 의 배수 길이로 타원을 이루고 있으며 $\lambda/2$ 의 길이 마다 타원 안쪽 방향으로 만들어진 슬릿(21)을 통하여 마이크로 웨이브가 입사하며 타원 안쪽 공간에 플라즈마가 형성되게 된다. 이때 도파관 공명기(20) 일측에 상하로 위치한 영구 자석(30)의 자력이 875 Gauss가 형성되는 타원 안 챔버(40)의 일정 영역에서 마이크로웨이브 주파수와 플라즈마 주파수가 resonance가 발생하며 high density plasma가 형성된다.

[0010] $\lambda/2$ 거리로 챔버(40)를 향하여 배치되는 슬릿(21)은 도파관 공명기(20)의 직선 부분에만 배치되며 곡선 구간은 생략되고 곡선 구간 외부에 영구 자석(30)만 배치된다. 그러므로 마이크로 웨이브가 입사되는 슬릿(21)들은 챔버(40)를 중심으로 서로 마주보고 있게 된다.

[0011] 도파관 공명기(20)는 타원 형상으로 형성되며, 슬릿(21)은 도파관 공명기(20)의 직선 구간에 형성된다. 도파관

공명기(20)에는 복수의 자석(31)이 결합되는데, 서로 이웃하는 슬릿(21)의 사이에서 채임버(40)와 마주하도록 각각 배치된다. 또한, 자석은 상부 자석(31) 및 하부 자석(32)으로서 상하로 배치되며, 상부 자석(31)과 하부 자석(32)은 서로 다른 극성을 가지도록 배치된다. 즉, 예를 들어 상부 자석(31)이 S극이면 하부 자석(32)은 N극일 수 있다.

[0012] 도파관 공명기(20)의 일측에는 튜너(50)가 설치되며, 마이크로파 발전기(파워 제너레이터)에서 발생된 마이크로파는 튜너를 거쳐 도파관 공명기(20)로 전달된다.

[0013] 하지만, 종래의 기술에 따르면, 채임버(40) 내의 플라즈마 분포가 균일하지 못하여 기관의 증착 두께가 불균일한 단점이 있다. 도3을 참조하면, 상부 자석(31)과 하부 자석(32) 사이에 마그네틱 필드(magnetic field)가 형성되어 ECR 발생 영역이 불균일할 수 있다. 이에 따라 채임버(40) 내에서 플라즈마의 편차가 발생된다.

[0014] 이를 상세하게 설명하면, N극과 S극 사이에 형성되는 마그네틱 필드(magnetic field)에서 플라즈마 주파수와 마이크로파 주파수 사이에 공명(resonance)을 이루는, 일례로서 875 Gauss 자력이 형성되는 지점은 소정 거리와 영역으로서 국한될 수 밖에 없다. 일반적으로 공명 지역에서 형성되는 고밀도(high density plasma)는 입자들 간의 스캐터링(scattering)에 의해 그 외 지역으로 확산된다. 따라서, 채임버(40) 내에서 공명이 일어나는 영역과 주변 영역의 플라즈마 밀도는 필연적으로 차이가 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 플라즈마를 균일하게 발생시킬 수 있는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 제공함에 목적이 있다.

[0016] 본 발명은 장치의 높이를 낮출 수 있는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 제공함에 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0017] 본 발명에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치는, 도파관 공명기; 상기 도파관 공명기에 연결되어 상기 도파관 공명기의 내부 공간으로 마이크로파를 공급하기 위한 마이크로파 제공부; 및 상기 도파관 공명기 사이에 배치되는 선형 반응 채임버; 및 상기 도파관 공명기의 측면에 상기 선형 반응 채임버와 마주하도록 배치되는 복수의 자기장 발생 수단을 포함하고, 상기 도파관 공명기를 따라 복수의 슬릿이 형성되며, 상기 자기장 발생 수단은 서로 이웃하는 상기 슬릿들의 사이에 각각 배치될 수 있다.

[0018] 바람직하게는, 상기 도파관 공명기는 직선의 형태로 서로 소정 간격 이격되어 평행하게 대향하는 한 쌍으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치.

[0019] 바람직하게는, 상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치될 수 있다.

[0020] 바람직하게는, 상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하며, 상기 영구 자석은 상기 슬릿을 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치될 수 있다.

[0021] 바람직하게는, 상기 자기장 발생 수단은 영구 자석을 포함하고, 상기 영구 자석은 상기 선형 반응 채임버를 사이에 두고 서로 동일한 극성으로 마주하며, 상기 영구 자석은 상기 슬릿을 사이에 두고 서로 다른 극성으로 마주하도록 배치될 수 있다.

[0022] 바람직하게는, 상기 마이크로파 제공부는 각각의 상기 도파관 공명기에서 서로 반대 방향을 향하도록 구비될 수 있다.

[0023] 바람직하게는, 적용되는 공정에 따라 상기 도파관 공명기 사이의 상부에 수평으로 배치되는 리플렉터를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치는, 기관 표면을 균일하게 증착시킬 수 있으며, 장치의 높이를 낮춰 리플렉터와 시료 사이의 거리를 좁힘으로써 증착 특성을 개선하고 장치를 소형화할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도1은 종래의 ECR 장치의 내부 구조를 나타내는 평단면도,
- 도2는 종래의 ECR 장치의 내부 구조를 나타내는 측단면도,
- 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면,
- 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 측단면도,
- 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 내부를 나타내는 개략도,
- 도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 평단면도,
- 도7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면, 및
- 도8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 본 발명은 다양한 변경을 도모할 수 있고, 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 아래에서 설명되고 도면에 도시된 예시들은 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 출원 시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0028] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면, 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 측단면도, 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 내부를 나타내는 개략도 및 도6은 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치의 평단면도이다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치는, 도파관 공명기(100) 및 선형 반응 챔버(200)를 포함한다.
- [0030] 한 쌍의 도파관 공명기(100)는 직선의 형태로 서로 소정 간격 이격되어 평행하게 대향하도록 배치된다. 마주하는 도파관 공명기(100)의 사이에는 선형 반응 챔버(200)가 배치된다.
- [0031] 도파관 공명기(100)에는 도파관 공명기(100)의 길이 방향을 따라 복수의 슬릿(110)이 형성된다. 슬릿(110)은 선형 반응 챔버(200)를 향하도록 제작되며, 서로 이웃하는 슬릿(110)의 사이에는 자기장 발생 수단인 자석(310)이 각각 구비된다. 즉, 자석(310)과 슬릿(110)이 교대로 배치된다.
- [0032] 본 발명의 일 실시예에서 자기장 발생 수단은 영구 자석이지만 이에 한정되는 것은 아니며, 자기 코일 등 자기장 발생이 가능한 어떠한 수단이라도 가능하다.
- [0033] 자석(310)은 슬릿(110)과 밀착되지 않고 슬릿(110)으로부터 이격될 수도 있으나, 본 발명의 일 실시예와 같이 자석(310)의 양 단부가 슬릿(110)에 각각 밀착되도록 구비되고, 자석(310)의 양 단부에 소정 각도로 경사진 경사면이 형성되는 것이 바람직하다. 이로써 슬릿(110)을 지나가는 마이크로파가 서로 이웃하는 자석(310)의 사이를 지나면서 확산되어 선형 반응 챔버(200) 내부로 공급될 수 있다.
- [0034] 각 도파관 공명기(100) 일단에는 마이크로파 제너레이터를 포함하는 마이크로파 공급 수단(미도시)이 연결되며, 마이크로파 공급 수단으로부터 공급되는 마이크로파는 도파관 공명기(100) 내부로 유입된다. 도파관 공명기(100) 내의 마이크로파는 슬릿(110)을 통하여 선형 반응 챔버(200) 내부로 공급된다. 이때, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도파관 공명기(100) 내의 마이크로파는 정상파(standing wave)이며, 슬릿(110)은 도파관 공명기(100) 내의 마이크로파 파장의 절반인 $\lambda/2$ 의 거리마다 형성될 수 있다. 또한, 가스 공급 수단(미도시)에 의해 선형 반응 챔버(200) 내부로 가스가 공급될 수 있다.

- [0035] 또한, 서로 마주하는 도파관 공명기(100)에 서로 반대 방향으로부터 마이크로파가 공급되어 선형 반응 챔버(200) 내의 균일한 플라즈마 발생이 가능하다.
- [0036] 즉, 같은 방향으로 마이크로파가 입사될 경우 마이크로파가 입사되는 도파관 공명기(100) 입구 부분에 강한 에너지가 서로 더해질 수 있어 플라즈마 균일도에 문제가 생길 수 있고 장치의 하드웨어 측면에서도 내구성 문제가 있을 수 있는 반면, 본 발명에서는 서로 마주하는 도파관 공명기(100)가 서로 반대 방향으로부터 마이크로파를 공급 받으므로 마이크로파의 편차가 상쇄되어 균일한 플라즈마 발생이 가능하다. 또한, 마이크로파가 직선 구간만 지나므로 마이크로파 에너지의 왜곡 및 손실이 최소화될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일실시예에 따르면, 선형 반응 챔버(200)를 사이에 두고 마주하는 자석(310)은 서로 다른 극성을 가진다. 즉, 도4 내지 도5를 참조하면, 선형 반응 챔버(200)의 일측에 배치되는 자석(310)들은 선형 반응 챔버(200)를 향하여 S극을 가지도록 배치되고, 선형 반응 챔버(200)의 타측에 배치되는 자석(310)들은 선형 반응 챔버(200)를 향하여 N극을 가지도록 배치된다. 따라서, 서로 마주하는 자석(310)들의 사이에 균일한 직선의 자기장(MF)이 형성되고 선형 반응 챔버(200)를 가로질러 형성되는 이러한 자기장이 875 Gauss가 되도록 양 측에 적절한 자력의 영구자석을 배치한다면 선형 반응 챔버(200) 내에서 형성되는 ECR 플라즈마의 균일한 분포가 가능하다. 도2를 참조하면, 종래 기술에서 서로 상반되는 극성의 상부 자석(31)와 하부 자석(32) 사이의 공간에서 자력이 타원 형태를 이루는 것과 달리, 본 발명에서는 서로 마주하는 자석(310) 사이의 선형 반응 챔버(200) 내 공간에 직선 형태의 균일한 자력이 형성된다. 본 발명의 일실시예에 형성되는 자력을 875 Gauss가 되도록 자석(310)을 배치하면 선형 반응 챔버(200) 내의 전 영역에 ECR 플라즈마가 균일하게 형성될 수 있다.
- [0039] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 자석(310)의 높이가 낮아 장치의 높이를 낮출 수 있다. 도2를 참조하면, 종래의 장치는 상부 자석(31) 및 하부 자석(32)이 상하로 배치되어 상하 높이를 줄이는 것이 불가능하다. 하지만, 도5를 참조하면, 본 발명에서는 동일한 단면 크기의 도파관 공명기(100)를 사용하는 경우에 도파관 공명기(100)의 단면의 가로와 세로 방향 중 길이가 작은 부분을 이용하여 챔버(200)를 형성하면 리플렉터를 사용하는 공정일 경우 리플렉터와 시료 간의 거리를 줄일 수 있다. 즉, 본 발명에서 자석(310)의 크기가 제한되지 않으므로 도파관 공명기(100)의 단면 중 길이가 짧은 측면을 자석(310)에 마주하도록 하고 자석의(310) 크기를 이에 대응하도록 조절하는 것이다. 따라서, 종래 기술에 비하여 장치의 높이를 현저히 줄일 수 있으며, 도2 및 도5를 참조하면 종래의 기술과 비교하여 길이 a와 b의 차이만큼 높이를 줄일 수 있다.
- [0040] 이를 다시 자세히 살펴보면, 일반적인 경우에 선형 구간을 가지는 도파관 공명기(100) 내부로 공급되어 형성되는 마이크로파 파장의 절반인 $\lambda/2$ 거리마다 만들어진 슬릿(110)을 통하여 선형 반응 챔버(200) 내부로 에너지가 전달되며, 도파관 공명기(100)의 길이는 마이크로파 파장 길이의 정수배로 이루어진다.
- [0041] 종래에는 슬릿 사이에 배치되는 자석들이 자석의 높이와 동일한 거리를 사이에 두고 상하로 배치된다. 일례로서, 상하로 배치된 자석 사이의 마그네틱 필드에서 875 Gauss의 자력이 형성된 지점에서 플라즈마 주파수(전자-전자 충돌 주파수)와 마이크로파 주파수가 일치하여 형성되는 공명(resonance)으로 인하여 고밀도 플라즈마(high density plasma)가 가능하다. 즉, 기본적으로 상하의 자석 사이에 마그네틱 필드가 형성되어야 하므로 이들 사이에 최소한의 간격이 요구되며, 일반적으로 자석의 높이와 동일하거나 유사한 상호 간격이 필요하다.
- [0042] 하지만, 본 발명에서는 선형 반응 챔버(200)의 플라즈마 발생 영역 상에 위치하는 리플렉터(미도시)와 선형 반응 챔버(200) 하부에 배치되는 시료(작업 대상) 사이의 거리가 짧아져 공정 특성이 향상될 수 있다. 즉, 플라즈마 내의 양 이온들이 리플렉터에 충돌 후 중성 입자가 되어 플라즈마 영역을 통과하여 박막 위에 충돌함에 있어서, 이러한 중성 입자들은 증착이나 식각에 필요한 일부 에너지원이 되며 증착 공정의 경우(NPSD Neutral Particle Showering CVD) 일반적인 증착 공정에 비해 증착 특성이 우수하다.
- [0043] 정리하면, 본 발명의 경우에 ECR 플라즈마 내의 ECR에 의한 고밀도 플라즈마 영역을 높혀 전체 플라즈마 밀도를 높이고 플라즈마 균일 특성 역시 향상되는 효과가 있다. 또한, 선형 반응 챔버(200) 내의 ECR 플라즈마 발생 영역의 높이를 낮춰 기재와 리플렉터 사이의 거리를 줄일 수 있으므로, 기재에 도달하는 중성입자의 flux를 높혀 리플렉터를 사용하는 NPSD 공정 또는 이와 유사한 공정에서 공정 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0045] 도7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면으로서, 일렬로 배열된 자석(310)이 서로 다른 극성을 가지도록 교대로 배치되고, 이들과 선형 반응 챔버(200)를 사이에 두고 서로

로 마주하는 자석(310)들은 각각 서로 다른 극성을 가지고 마주하도록 배치되는 것이다. 예를 들어 일측의 도파관 공명기(100)의 자석(310)들이 차례대로 N극, S극, N극, S극...의 순서로 배치된다면, 이와 마주하는 타측의 도파관 공명기(100)의 자석들은 차례대로 S극, N극, S극, N극...의 순서로 배치된다.

[0047] 도8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 개선된 ECR 균일 플라즈마 발생 장치를 나타내는 도면으로서, 일렬로 배열된 자석(310)이 서로 다른 극성을 가지도록 교대로 배치되고, 이들과 선형 반응 챔버(200)를 사이에 두고 서로 마주하는 자석(310)들은 각각 서로 동일한 극성을 가지고 마주하도록 배치되는 것이다. 예를 들어 일측의 도파관 공명기(100)의 자석(310)들이 차례대로 N극, S극, N극, S극...의 순서로 배치된다면, 이와 마주하는 타측의 도파관 공명기(100)의 자석들 또한 차례대로 N극, S극, N극, S극...의 순서로 배치된다.

[0049] 한편, 도5, 도7 및 도8에서 이해를 위하여 구조가 간략하게 도시되었다.

[0051] 요약하면, 기존의 선형 ECR plasma 챔버의 구조는 마이크로파 제너레이터로부터 생성된 마이크로파가 조절기를 통하여 도파관 공명기로 유입된 후 도파관 공명기 내부에서 형성된 마이크로파장의 절반인 $\lambda/2$ 길이 마다 만들어진 슬릿을 통하여 챔버 내부로 에너지가 전달된다. 도파관공 명기의 길이는 마이크로파장 길이의 정수배로 이루어진다.

[0052] 슬릿들 사이에 배치된 영구 자석들은 N과 S극이 일반적으로는 영구 자석 크기와 동일한 크기의 공간을 사이에 두고 상하로 배치된다. 영구 자석의 N과 S극은 챔버 내의 마그네틱 필드 설계에 따라 각각 여러 조합으로 배치될 수 있다.

[0053] N극과 S극 사이의 마그네틱 필드 중 875 Gauss 의 자력이 형성된 지점에서 플라즈마 주파수(전자-전자 충돌 주파수)와 마이크로파 주파수가 일치되며 만들어내는 resonance가 high density plasma를 가능하게 한다.

[0054] 기본적으로 이 구조는 N극과 S극 사이에 마그네틱 필드가 형성되어야 하므로 양극 사이에 공간이 필요하다. 일반적으로 영구 자석의 크기와 동일한 크기의 공간이 양극 사이에 마련된다. 이것은 필연적으로 N극과 S극 사이에 일정 거리가 필수적으로 존재할 수 밖에 없다. 이 거리에 영향을 받는 공정은 이 거리가 짧은 구조가 필요할 수 있다.

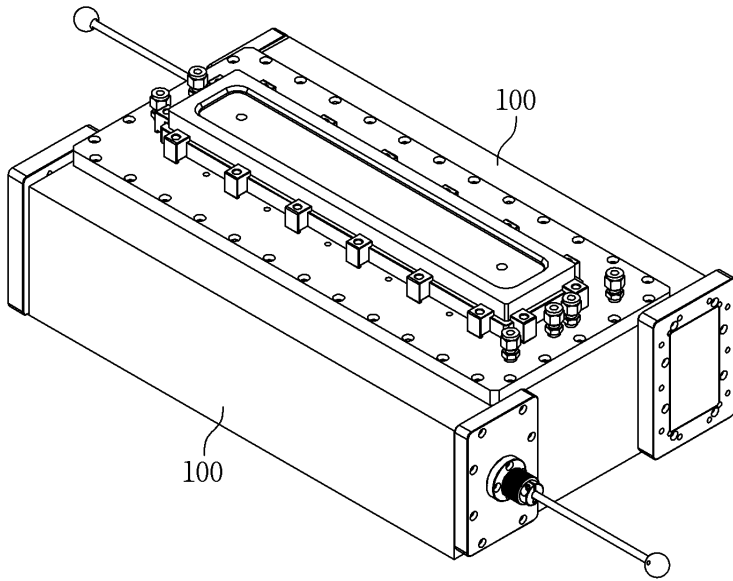
[0055] 또한 N극과 S극 사이에 형성되는 마그네틱 필드 중 플라즈마 주파수와 마이크로파 주파수 사이에 resonance를 이루는 875 Gauss 자력이 형성되는 지점은 일정 거리에 국한될 수밖에 없다. 일반적으로 resonance 지역에서 형성되는 high density plasma는 입자들 간의 scattering에 의해 그 외 지역으로 확산된다. 그러므로 플라즈마 지역 전체를 보면 resonance가 일어나는 지역과 그 외 지역의 플라즈마 밀도에는 차이가 필연적으로 발생한다.

[0056] 본 발명은 챔버를 이루는 선형 ceramic wall 뒷부분에 위치하는 영구 자석을 N극 또는 S극으로 동일하게 배치하고 챔버를 중심으로 반대편에 그 반대극의 영구 자석을 설치한다. 기존의 배치에서 자력이 N극과 S극 사이의 공간을 중심으로 타원 형태를 이루는 것과 달리 본 발명은 N극과 S극 사이에 위치하는 해당 챔버 공간에 직선 형태의 균일한 자력이 형성되게 된다. 계산에 의해 자력이 875 Gauss가 되도록 영구 자석을 배치하면 챔버 전 영역에 ECR plasma가 형성될 수 있다.

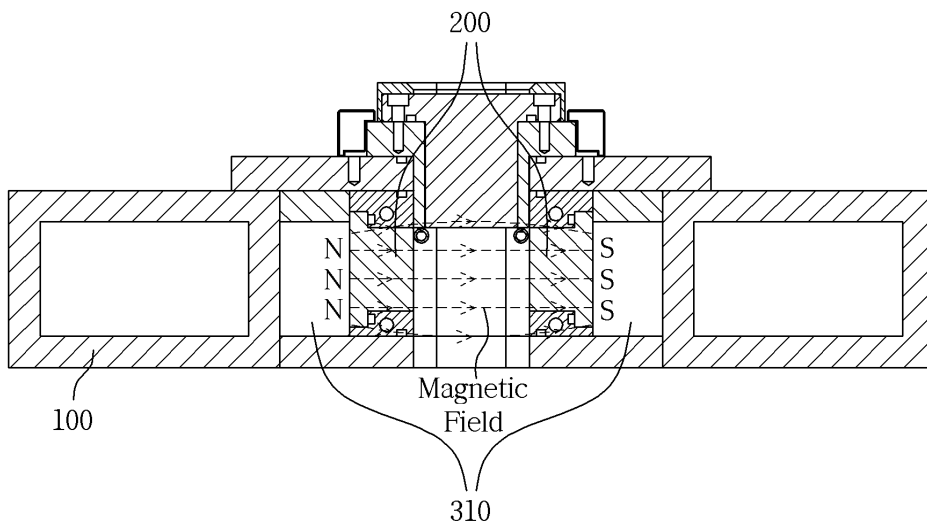
[0057] 본 발명에서 사용되는 N극과 S극을 이루는 영구 자석은 크기에 제한이 없으므로 도파관 공명기의 짧은 면을 사용하여 마이크로파가 챔버로 유입되게 설계하고 그 구조에 맞추어 제작될 수 있다. 이 구조는 챔버 내 발생하는 플라즈마 영역의 높이를 현격하게 줄일 수 있다.

[0058] 챔버 내에 플라즈마가 발생하는 영역 위에 메탈 플레이트(리플렉터)를 설치하고 이 메탈 플레이트에 음극의 바이어스를 가하게 되면 플라즈마 내의 양 이온들이 음극을 가한 메탈 플레이트에 충돌 후 중성 입자가 되어 플라즈마 영역을 통과하여 박막 위에 충돌한다. 이러한 중성 입자들은 증착이나 식각에 필요한 에너지원이 되어 증착 공정의 경우(NPSD Neutral Particle Showering CVD) 일반적인 증착 공정에 비해 많은 장점을 제공한다. 이 공정의 경우 플라즈마 밀도가 높을수록 공정 압력이 낮을수록 그리고 리플렉터와 시료 사이의 거리가 짧을수록 유리하다. 본 발명은 이러한 공정에 유용한 구조를 제공한다.

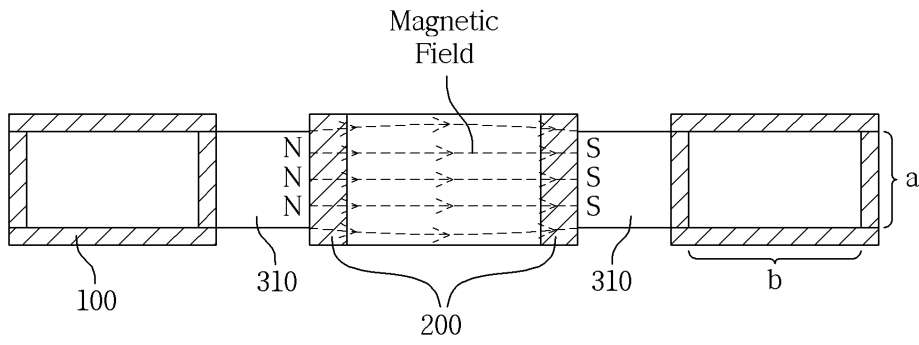
도면3



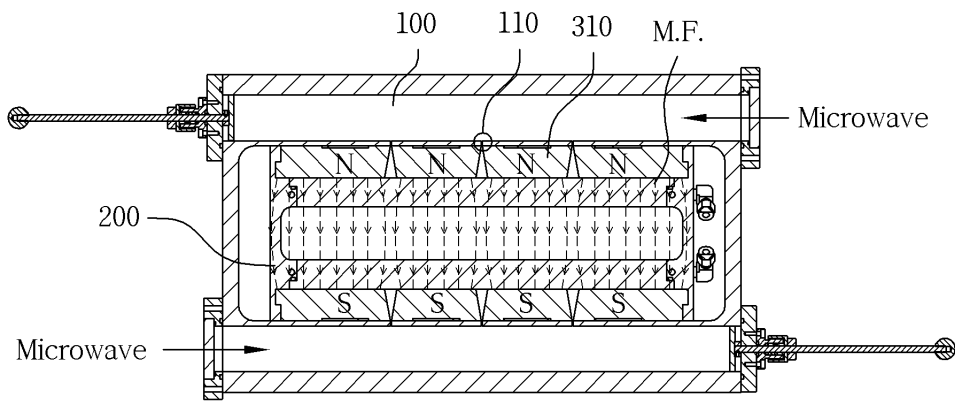
도면4



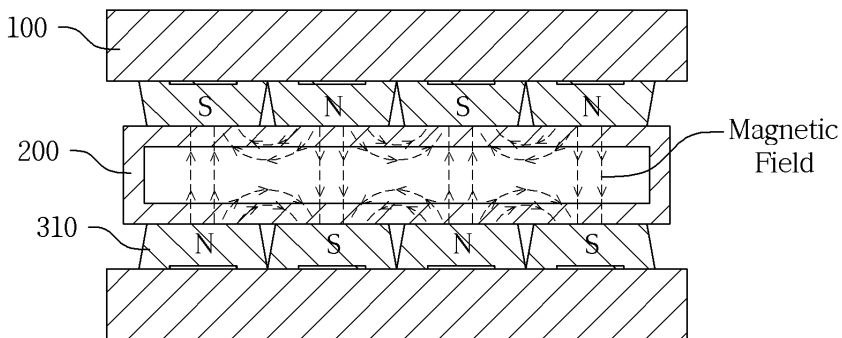
도면5



도면6



도면7



도면8

