

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁷
H01L 21/3065

(45) 공고일자 2005년04월27일
(11) 등록번호 10-0485235
(24) 등록일자 2005년04월15일

(21) 출원번호	10-2003-7002437	(65) 공개번호	10-2003-0031166
(22) 출원일자	2003년02월20일	(43) 공개일자	2003년04월18일
번역문 제출일자	2003년02월20일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2002/006110	(87) 국제공개번호	WO 2003/001578
국제출원일자	2002년06월19일	국제공개일자	2003년01월03일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구와바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리제, 모잠비크, 에쿠아도르, 필리핀, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨, 콜롬비아, 튀니지, 잠비아,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아, 잠비아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우, 적도 기니,

(30) 우선권주장 JP-P-2001-00186915 2001년06월20일 일본(JP)

(73) 특허권자 동경 엘렉트론 주식회사
일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

오미 다다히로
일본국 미야기켄 센다이시 아오바쿠 고메가후쿠로 2초메 1반 17고 301

(72) 발명자 오미 다다히로
일본국 미야기켄 센다이시 아오바쿠 고메가후쿠로 2초메 1반 17고 301

히라야마 마사키
일본미야기켄센다이시아오바쿠아라마키아자아오바04도호쿠대학미래
과학기술공동연구센터내

고토 데츠야
일본미야기켄센다이시아오바쿠아라마키아자아오바04도호쿠대학미래
과학기술공동연구센터내

(74) 대리인

강승욱

심사관 : 이윤직

(54) 마이크로파 플라즈마 처리 장치, 플라즈마 처리 방법 및 마이크로파 방사 부재

요약

처리 용기(22)의 내부에 반도체 웨이퍼(W)가 적재되는 적재대(24)가 설치된다. 마이크로파 발생기(76)에 의해 마이크로파를 발생시켜 평면 안테나 부재(66)를 통해 처리 용기(22)에 마이크로파를 도입한다. 평면 안테나 부재(66)는 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯(84)을 갖고, 복수의 원주는 서로 비동심원이다. 평면 안테나 부재(66)의 직경 방향에 있어서의 플라즈마 밀도 분포가 균일하게 된다.

대표도

도 2

명세서

기술분야

본 발명은 플라즈마 처리 장치에 관한 것으로, 특히 반도체 웨이퍼 등의 피처리 기관에 대하여 마이크로파에 의해 생성된 플라즈마를 작용시켜 처리를 실시하기 위한 마이크로파 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법에 관한 것이다.

배경기술

최근, 반도체 제품의 고밀도화 및 고미세화에 따라 반도체 제품의 제조 공정에 있어서, 성막, 에칭, 애싱 등의 처리를 위해 플라즈마 처리 장치가 사용되고 있다. 특히, 마이크로파를 이용하여 플라즈마를 발생시키는 마이크로파 플라즈마 처리 장치는 0.1~수십 mTorr 정도의 비교적 압력이 낮은 고진공 상태에서도 안정적으로 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 예컨대 2.45 GHz의 마이크로파를 이용한 마이크로파 플라즈마 처리 장치가 주목받고 있다.

마이크로파 플라즈마 처리 장치에서는, 일반적으로 진공 탈기 가능하게 이루어진 처리 용기의 천장부에 마이크로파를 투과하는 유전체판이 설치되고, 유전체판 위에 원판형의 평탄한 안테나 부재(마이크로파 방사 부재)가 부착되어 있다. 안테나 부재에는 다수의 관통 구멍(슬롯)이 형성되어 있고, 안테나 부재에 그 중심에서부터 공급되어 방사 방향으로 전파되는 마이크로파를 슬롯을 통해 처리 용기 내에 도입한다. 처리 용기 내에 도입된 마이크로파에 의해 처리 가스의 플라즈마가 생성되어 처리 용기 내에 적재된 반도체 웨이퍼에 플라즈마 처리가 실시된다.

일본 특허 제27220709호 공보 및 일본 특허 제2928577호 공보에는 마이크로파를 처리 용기에 도입하기 위한 안테나 부재를 갖는 마이크로파 플라즈마 처리 장치가 개시되어 있다. 이들 특허 공보에 개시된 안테나 부재는 원형상이며, 다수의 슬롯 또는 슬롯쌍이 복수의 동심원을 따라서 형성되어 있다. 또한, 다수의 슬롯 또는 슬롯쌍이 나선형으로 배열된 안테나 부재도 개시되어 있다.

전술한 바와 같이 원형의 안테나 부재의 중앙 부분에 공급된 마이크로파는 방사 방향으로 전파되고 슬롯에 의해 직각으로 방향이 바뀌어 유전체판을 투과하여 처리 용기에 도입된다. 이 때, 안테나 부재와 플라즈마 사이(유전체판)를 방사 방향으로 전파하는 표면파는 유전체판의 외주면에서 반사되어, 중앙 부분으로 되돌아온다. 여기서, 안테나 부재의 슬롯이 복수의 동심원을 따라서 배열되어 형성되어 있는 경우, 유전체판의 전체 둘레에서 반사된 표면파가 안테나 부재의 중앙 부분에 대응하는 한 점에 집중된다. 따라서, 이 표면파의 전계는 안테나 중앙 부분에서 크고, 주위 부분을 향하여 작아진다.

도 1은 동심원형의 슬롯을 갖는 안테나 부재에 있어서의 표면파의 전파와, 플라즈마 공간에 있어서의 전자 밀도의 분포를 도시한 도면이다. 도 1의 (a)는 유전체판의 표면파 전파를 안테나 부재에 대응시켜 나타내고, 도 1의 (b)는 안테나 부재의 직경 방향에 있어서의 플라즈마 공간의 전자 밀도의 분포를 나타내는 그래프이다. 도 1의 (b)에 도시한 바와 같이, 안테나 부재의 중앙 부분에 있어서 플라즈마 공간의 전자 밀도(n_e)는 최대가 되고, 안테나 부재의 주위를 향하여 전자 밀도(n_e)는 감소한다. 따라서, 동심원형으로 배열된 슬롯을 갖는 안테나 부재에서는 안테나 부재의 중앙 부분에 대응하는 플라즈마 농도가 주위의 플라즈마 농도에 비해서 높아져, 플라즈마 밀도가 불균일하게 된다고 하는 문제가 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 총괄적일 목적은 전술한 문제를 해소한 개량된 유용한 마이크로파 플라즈마 처리 장치 및 플라즈마 처리 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 보다 구체적인 목적은 안테나 부재의 직경 방향에 있어서의 플라즈마 밀도 분포를 균일하게 할 수 있는 마이크로파 플라즈마 처리 장치, 플라즈마 처리 방법 및 안테나 부재를 제공하는 것이다.

전술한 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 한 면에 따르면, 피처리 기체에 플라즈마 처리를 실시하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치에 있어서, 상기 피처리 기체가 적재되는 적재대가 내부에 설치된 처리 용기와, 마이크로파를 발생시켜 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기와, 상기 마이크로파 발생기와 처리 용기 사이에 설치되어 마이크로파를 처리 용기 내의 공간으로 방사하기 위한 마이크로파 방사 부재를 포함하며, 마이크로파 방사 부재는 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 원주는 서로 비동심원인 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치가 제공된다.

전술한 발명에 있어서, 복수의 원주의 중심은 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 다른 방향으로 편심되어 있더라도 좋다. 또한, 복수의 원주의 중심은 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 동일한 방향으로 편심되어 있고, 복수의 원주 중심의 편심량은 마이크로파 방사 부재의 외주를 향하여 커지는 것으로 하여도 좋다. 또한, 슬롯의 하나와 그 하나의 슬롯에 근접한 슬롯에 의해 T자형으로 배열된 슬롯쌍을 구성하고, 상기 슬롯쌍이 복수의 원주를 따라서 배열되는 것으로 하여도 좋다.

또한, 본 발명의 다른 면에 따르면, 피처리 기체가 적재되는 적재대가 내부에 설치된 처리 용기와, 마이크로파를 발생시켜 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기와, 상기 마이크로파 발생기와 처리 용기 사이에 설치되어 마이크로파를 처리 용기 내의 공간으로 방사하기 위한 마이크로파 방사 부재를 포함하며, 마이크로파 방사 부재는 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 원주는 서로 비동심원인 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치를 이용하는 플라즈마 처리 방법으로서, 피처리 기체의 처리면을 마이크로파 방사 부재에 대향하도록 적재대에 적재하고, 마이크로파 방사 부재에 마이크로파를 공급하여 비동심원형으로 배열된 슬롯으로부터 마이크로파를 처리 용기 내에 도입하며, 도입한 마이크로파에 의해 처리 용기 내에 플라즈마를 발생시켜 발생한 플라즈마에 의해 피처리 기체에 플라즈마 처리를 실시하는 플라즈마 처리 방법이 제공된다.

또한, 본 발명의 다른 면에 따르면, 플라즈마 처리를 실시하는 처리 용기와, 마이크로파를 발생시켜 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기를 포함하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치에 이용되는 마이크로파 방사 부재로서, 상기 마이크로파 방사 부재는 처리 용기에 부착되고, 마이크로파 발생기에 접속되며, 서로 비동심원인 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 슬롯에 의해 마이크로파를 처리 용기에 도입하는 마이크로파 방사 부재가 제공된다.

전술한 발명에 있어서, 복수의 원주의 중심은 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 다른 방향으로 편심되어 있더라도 좋다. 또한, 복수의 원주의 중심은 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 동일한 방향으로 편심되어 있고, 복수의 원주의 중심의 편심량은 마이크로파 방사 부재의 외주를 향하여 커지는 것으로 하여도 좋다. 또한, 슬롯의 하나와 그 하나의 슬롯에 근접한 슬롯에 의해 T자형으로 배열된 슬롯쌍을 구성하고, 상기 슬롯쌍이 복수의 원주를 따라서 배열되는 것으로 하여도 좋다.

전술한 발명에 따르면, 마이크로파 방사 부재의 복수의 슬롯을 복수의 비동심원형으로 배열함으로써, 발생하는 플라즈마의 밀도를 균일하게 할 수 있다. 복수의 비동심원을 다른 방향으로 편심시킴으로써, 마이크로파 방사 부재의 중앙 부분에 있어서 높아지는 전자 밀도를 낮출 수 있어, 플라즈마 밀도를 균일하게 할 수 있다. 또한, 복수의 비동심원을 같은 방향으로 편심시킴으로써, 의도적으로 전자 밀도 분포의 기울기를 발생시켜, 다른 요인에 의한 플라즈마 밀도의 기울기와 합성하여 보정함으로써, 플라즈마 밀도를 균일하게 할 수 있다.

본 발명의 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부한 도면을 참조하면서 이하의 상세한 설명을 읽음으로써, 한층 더 명료해 질 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 동심원형의 슬롯을 갖는 안테나 부재에 있어서의 유전체판 중의 표면파의 전파와, 플라즈마 공간에서의 전자 밀도의 분포를 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 의한 안테나 부재가 설치된 마이크로파 플라즈마 처리 장치의 개략적인 구성을 도시한 단면도이다.

도 3은 도 2에 도시한 평면 안테나 부재의 평면도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 의한 평면 안테나 부재를 이용한 경우의 전자 밀도의 분포를 도시한 그래프이다.

도 5a 내지 도 5f는 슬롯의 평면 형상을 도시한 도면이다.

도 6은 T자형 슬롯쌍을 이용한 평면 안테나 부재의 평면도이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 의한 평면 안테나 부재의 평면도이다.

도 8은 도 7에 도시한 평면 안테나 부재에 의해 생기는 전자 밀도의 분포를 도시한 그래프이다.

도 9는 도 7에 도시한 평면 안테나 부재에 의해 전자 밀도의 기울기를 보정하는 구성을 설명하기 위한 그래프이다.

실시예

이하에, 본 발명의 실시예에 관해서 도면을 참조하면서 설명한다. 한편, 도면에서 동일한 구성 부품에는 동일한 부호를 붙인다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 의한 안테나 부재가 설치된 마이크로파 플라즈마 처리 장치의 개략적인 구성을 도시한 단면도이다. 또한, 도 2에 도시한 마이크로파 플라즈마 처리 장치는 플라즈마 CVD 처리 장치를 예로 나타내고 있다.

도 2에 도시한 플라즈마 CVD 장치(20)는 전체가 통 형상으로 형성된 처리 용기(22)를 갖고 있다. 처리 용기(22)는 알루미늄 등의 도체에 의해 구성되고, 내부에 밀폐된 처리 공간(S)을 갖는다.

처리 용기(22) 내에는 상면에 피처리쌍으로서의 반도체 웨이퍼(W)를 적재하는 적재대(24)가 수용된다. 적재대(24)는 예컨대 알루미늄 처리한 알루미늄 등에 의해 중앙부가 볼록형으로 평탄하게 이루어진 대략 원주형으로 형성되어 있다. 적재대(24)의 하부는 마찬가지로 알루미늄 등에 의해 원주형으로 형성된 지지대(26)에 의해 지지된다. 지지대(26)는 처리 용기(22) 내의 바닥부에 절연재(28)를 통해 설치되어 있다.

적재대(24)의 상면에는 반도체 웨이퍼(W)를 유지하기 위한 정전척 또는 클램프 기구(도시하지 않음)가 설치되어 있다. 적재대(24)는 급전선(30)을 통해 매칭 박스(32) 및 바이어스용 고주파 전원(34)에 접속되어 있다. 바이어스용 고주파 전원은 예컨대 13.56 MHz의 고주파를 발생시켜 공급하는 것이지만, 반드시 설치할 필요는 없다.

적재대(24)를 지지하는 지지대(26)에는 플라즈마 처리 시의 웨이퍼(W)를 냉각하기 위한 냉각수가 흐르는 냉각 자켓(36)이 설치된다. 또한, 필요에 따라서 적재대(24) 중에 가열용 히터를 내장하더라도 좋다.

처리 용기(22)의 측벽에는 가스 공급 수단으로서, 용기 내에 플라즈마용 가스, 예컨대 아르곤 가스를 공급하는 석영 파이프체의 플라즈마 가스 공급 노즐(38)과, 처리 가스, 예컨대 증착 가스를 도입하기 위한 예컨대 석영 파이프체의 처리 가스 공급 노즐(40)이 설치된다. 노즐(38, 40)은 각각의 가스 공급로(42, 44)에 의해 매스 플로우 제어기(46, 48) 및 개폐 밸브(50, 52)를 통해 각각 플라즈마 가스원(54) 및 처리 가스원(56)에 접속되어 있다. 처리 가스로서의 증착 가스는 SiH_4 , O_2 , N_2 가스 등을 이용한다.

또한, 처리 용기(22)의 측벽의 외주에는 이 내부에 대하여 웨이퍼(W)를 반입 반출할 때에 개폐하는 게이트 밸브(58)가 설치된다. 또한, 처리 용기(22)의 바닥부에는 진공 펌프(도시하지 않음)에 접속된 배기구(60)가 설치되어 있어, 필요에 따라서 처리 용기(22) 내를 소정의 압력까지 진공 탈기할 수 있게 되어 있다. 그리고, 처리 용기(22)의 천장부는 개구되어 있고, 여기에 질화알루미늄(AlN)이나 산화알루미늄(Al_2O_3) 등의 세라믹재나 산화규소(SiO_2)로 이루어지는 유전체판(62)이 시일 부재(64)를 통해 기밀하게 설치된다. 유전체판(62)의 두께는 예컨대 20 mm 정도이며, 마이크로파에 대해 투과성을 갖고 있다.

유전체판(62)의 상면에는 원판형의 평면 안테나 부재(마이크로파 방사 부재)(66)가 설치된다. 구체적으로는, 이 평면 안테나 부재(66)는 처리 용기(22)와 일체적으로 형성된 중공 원통형 용기로 이루어지는 도파 상자(68)의 바닥판으로서 구성된다. 평면 안테나 부재(66)는 처리 용기(22) 내의 적재대(24)에 대향하여 설치된다. 도파 상자(68)의 상부의 중심에는 동축 도파관(70)의 외부 도체(70A)가 접속되고, 내부의 내부 도체(70B)는 평면 안테나 부재(66)의 내부에 접속된다. 그리고, 동축 도파관(70)은 모드 변환기(72) 및 도파관(74)을 통해 예컨대 2.45 GHz의 마이크로파 발생기(76)에 접속되어, 평면 안테나 부재(66)에 마이크로파를 전파하도록 구성되어 있다. 마이크로파의 주파수는 2.45 GHz로 한정되는 것은 아니며, 예컨대 8.35 GHz를 이용하더라도 좋다. 도파관으로서, 단면이 원형 또는 직사각형인 도파관이나, 동축 도파관을 이용할 수 있다. 도 2에 도시한 마이크로파 플라즈마 처리 장치에서는, 동축 도파관이 이용되고 있다. 그리고, 도파 상자(68) 내부에 있어서, 평면 안테나 부재(66)의 상면에는 예컨대 Al_2O_3 으로 이루어지고 소정의 유전률과 소정의 두께를 갖는 지파재(遅波材)(82)를 설치하여, 이 파장 단축 효과에 의해 마이크로파의 관내 파장을 짧게 하고 있다. 또한, 지파재(82)는 필요에 따라서 설치하는 것으로 하여도 좋다.

다음에, 본 발명의 제1 실시예에 의한 마이크로파 방사 부재로서의 평면 안테나 부재(66)에 관해서 도 3을 참조하면서 상세히 설명한다. 도 3은 평면 안테나 부재(66)의 평면도이다. 평면 안테나 부재(66)는 8인치 사이즈의 웨이퍼에 대응하는 경우는, 예컨대 직경이 30~40 cm, 두께가 1~수 mm의 금속제 원판으로 이루어진다. 보다 구체적으로, 평면 안테나 부재(66)는 표면이 은 도금된 동판이나 알루미늄판 등의 금속판으로 이루어진다.

평면 안테나 부재(66)에는 그 두께 방향으로 관통하고 평면 형상이 곡선으로 이루어지는 다수의 슬롯(84)이 형성되어 있다. 도 3에 도시한 바와 같이, 슬롯(84)의 각각은 가늘고 긴 타원형이며, 3개의 다른 원주(P1, P2, P3)를 따라서 배치되어 있다. 또한, 슬롯(84)은 원주(P1, P2, P3)의 각각의 전체 둘레에 걸쳐 형성되어 있지만, 도 3에서는 간략하게 나타내기 위해서 그 일부만을 나타내고 있다. 여기서, 원주(P1, P2, P3)의 중심은 평면 안테나 부재(66)의 외형의 중심에서 벗어나 있고(편심되어 있고), 그 각각의 벗어나 있는 방향(편심 방향)은 서로 다르다.

즉, 내측의 원주(P1)의 중심이 평면 안테나 부재(66)의 외형의 중심에서 벗어나 있는 방향에 대하여, 중앙의 원주(P2)의 중심이 평면 안테나 부재(66)의 외형의 중심에서 벗어나 있는 방향은 120° 다르다. 또한, 중앙의 원주(P2)의 중심이 평면 안테나 부재(66)의 외형의 중심에서 벗어나 있는 방향에 대하여, 외측의 원주(P3)의 중심이 평면 안테나 부재(66)의 외형의 중심에서 벗어나 있는 방향은 120° 다르다. 이와 같이, 원주(P1, P2, P3)의 중심은 서로 다른 방향으로 벗어나 있다.

이와 같이, 복수의 비동심원을 따라서 슬롯(84)을 배열하면, 유전체판(62)의 표면을 방사 방향으로 전파하여 외주면에 의해 반사된 표면파는 평면 안테나 부재(66)의 중앙부를 향하여 되돌아가지만, 평면 안테나 부재(66)의 중심의 한 점에 집중되는 일은 없다. 즉, 원주(P1, P2, P3)의 편차량에 따라서 어느 정도 크기의 범위로 되돌아가게 된다. 따라서, 본 실시예에

의한 평면 안테나 부재(66)의 슬롯(84)의 배치에 따르면, 원주(P1, P2, P3)가 동심원인 경우에 표면파가 한 점에 집중됨으로써 플라즈마 공간의 전자 밀도에 불균일성이 발생하던 종래의 평면 안테나 부재에 비해서 불균일성이 개선되어, 플라즈마 밀도의 분포를 어느 정도 균일하게 할 수 있다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 의한 평면 안테나 부재(66)를 이용한 경우의 전자 밀도(n_e)의 분포를 도시한 그래프이며, 종래의 슬롯이 동심원형으로 배열된 경우의 전자 밀도의 분포를 점선으로 나타내고 있다. 도 4로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 의한 비동심원형으로 배치된 슬롯을 갖는 평면 안테나 부재(66)에 따르면, 종래의 동심원형으로 배열된 슬롯의 경우의 전자 밀도의 분포에 비해서 평면 안테나 부재(66)의 중앙 부분에 대응하는 영역의 전자 밀도는 낮아지고, 주위 부분에 대응하는 영역의 전자 밀도는 높아진다. 따라서, 본 발명의 제1 실시예에 의한 평면 안테나 부재(66)에 따르면, 평면 안테나 부재(66)의 직경 방향(즉, 웨이퍼(W)의 직경 방향)에 있어서의 플라즈마 밀도가 종래에 비해서 균일화되어, 웨이퍼(W)에 대하여 균일한 플라즈마 처리를 실시할 수 있다.

도 3에 도시한 예에서는, 슬롯(84)의 평면 형상을 가늘고 긴 타원형으로 했지만, 이것에 한정되지 않으며, 예컨대 도 5a에 도시한 바와 같이 원형으로 하여도 좋고, 도 5b에 도시한 바와 같이 이심율(離心率)이 다른 타원 형상으로 하여도 좋다. 또한, 도 5c에 도시한 바와 같이 장방형의 한쌍의 짧은 변을 원호형으로 형성하더라도 좋고, 도 5d, 도 5e 및 도 5f에 도시한 바와 같이 삼각형, 정방형 또는 장방형의 각각의 각부(角部)(84B)를 곡선 형상으로 형성하더라도 좋다. 또한, 도시하지 않았지만, 5각형 이상의 다각형의 각각의 각부를 곡선 형상으로 형성하더라도 좋다.

이상의 경우에는, 슬롯(84)의 평면 형상에 있어서 전계의 집중이 생기기 쉬운 각부가 포함되어 있지 않기 때문에, 이상 방전을 억제하여 큰 전력을 투입할 수 있다고 하는 효과를 발휘할 수도 있다.

또한, 도 3에 도시한 슬롯(84)은 원주 접선 방향으로 연장되도록 배치되어 있지만, 원주의 접선 방향에 대하여 예컨대 45°와 같이 소정의 각도로 배치하는 것으로 하여도 좋다.

또한, T자형으로 배치한 한쌍의 슬롯을 비동심원형으로 배열하는 것으로 하여도 좋다. 도 6에 도시한 평면 안테나 부재(66A)에서는 4쌍의 원주(도면에서 일점 쇄선으로 나타냄)에 따라서 T자형으로 배치한 슬롯(92A 및 92B)으로 이루어지는 슬롯쌍(92)이 배열되어 있다. 또한, 도 6에서, 일점 쇄선으로 도시한 원주 중 서로 근접한 2개의 원주가 쌍을 이루고, 쌍을 이루는 원주는 동심원이다. 이 한쌍의 원주 상에 배치된 슬롯(92A)과 슬롯(92B)에 의해 슬롯쌍(92)이 구성된다.

여기서, 4쌍의 원주는 서로 벗어나 있는 방향(편심 방향)이 90° 다르다. 즉, 가장 안쪽에 있는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66A)의 외형의 중심(O)에서 아래쪽으로 벗어나 있고, 그 바깥쪽에 있는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66A)의 외형의 중심(O)에서 도면의 왼쪽으로 벗어나 있다. 또한, 그 바깥쪽에 있는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66A)의 외형의 중심(O)에서 위쪽으로 벗어나 있다. 또한, 가장 바깥쪽에 있는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66A)의 외형의 중심(O)에서 오른쪽으로 벗어나 있다. 따라서, 도 3에 도시한 평면 안테나 부재(66)와 같은 방식으로, 평면 안테나 부재의 측면에서 반사된 표면파가 평면 안테나 부재(66)의 중심의 한 점에 집중되는 일이 없어, 중심 부분에서 플라즈마 밀도가 커지는 것이 억제된다.

여기서, 슬롯(92A)의 길이 방향과 슬롯(92B)의 길이 방향은 서로 직교하고 있고, 슬롯(92B)의 일단은 슬롯(92A)의 길이 방향의 중앙에 근접하고 있다. 또한, 슬롯(92A)의 길이 방향은 슬롯(92A)의 중앙 부분과 슬롯(92A)이 배열된 원주의 중심을 연결한 선에 대하여 약 45°로 경사져 있고, 마찬가지로, 슬롯(92B)의 길이 방향은 슬롯(92B)의 중앙 부분과 슬롯(92B)이 배열된 원주의 중심을 연결한 선에 대하여 약 45°로 경사져 있다. 이러한 T자형의 슬롯쌍(92)에 따르면, 방사 방향으로 전파되어 오는 마이크로파를 효율적으로 원편파의 전계로 변환할 수 있어, 균일한 플라즈마를 효율적으로 발생시킬 수 있다.

다음에, 본 발명의 제2 실시예에 관해서 도 7을 참조하면서 설명한다. 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 의한 평면 안테나 부재(66B)의 평면도이다.

여기서, 도 2에 도시한 바와 같이, 플라즈마 처리 장치 내의 웨이퍼(W)에 대하여 측방으로부터 플라즈마용 가스를 공급한 경우, 플라즈마 공간의 전자 밀도에 도 8에 도시한 바와 같은 기울기가 생긴다. 즉, 플라즈마용 가스가 공급되는 방향의 상류측에서의 전자 밀도는 낮아지고, 하류측의 전자 밀도는 높아진다. 따라서 플라즈마 밀도가 불균일하게 되어 버린다.

본 발명의 제2 실시예에 의한 평면 안테나 부재(66B)는 슬롯의 배열을 고려함으로써 전술한 문제를 해결하는 것이다. 즉, 슬롯의 배열에 기울기를 갖게 함으로써 의도적으로 마이크로파 방사 분포에 기울기를 갖게 하여, 플라즈마용 가스의 공급 방법에 기인하는 플라즈마 밀도 분포의 기울기를 평면 안테나 부재에 의한 마이크로파 방사의 기울기에 의해 보정하는 것이다.

도 7에 도시한 평면 안테나 부재(66B)는 도 6에 도시한 평면 안테나 부재(66A)와 같은 방식의 T자형 슬롯쌍(92)을 갖고 있고, 배열되는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66B)의 중심(O)에서 벗어나 있다. 다만, 평면 안테나 부재(66B)에서는, 4쌍의 원주의 중심은 모두 동일한 방향으로 벗어나 있다. 도 7에서는, 가장 안쪽에 있는 원주쌍의 중심은 평면 안테나 부재(66B)의 중심과 일치하고 있지만, 그 바깥쪽에 있는 원주쌍의 중심은 모두 왼쪽으로 벗어나 있고, 그 편차량도 외주쪽으로 갈수록 커지고 있다.

따라서, 도 7에 도시한 평면 안테나 부재(66B)에서는, 오른쪽 부분에 있어서 슬롯쌍(92)의 밀도가 커지고, 왼쪽 부분에 있어서 밀도가 작아진다. 이에 따라, 방사되는 마이크로파 전계 강도는 평면 안테나 부재(66B)의 오른쪽 부분(슬롯 밀도가 큰 부분)에 있어서 커지고, 평면 안테나 부재(66B)의 왼쪽 부분(슬롯 밀도가 작은 부분)에 있어서 작아진다.

따라서, 도 9에 도시한 바와 같이 비동심원형의 슬롯 배치의 안테나 부재를 이용한 경우, 플라즈마용 가스 공급 방법에 기인하여 전자 밀도가 작아지는 부분에 대하여, 평면 안테나 부재의 슬롯의 배열에 의해 마이크로파 방사 강도가 커지는 부분을 대응시킴으로써, 전자 밀도의 기울기를 보정할 수 있다.

이상과 같이, 본 실시예에서도, 비동심원인 복수의 원주형으로 슬롯을 배치하는 구성의 평면 안테나 부재에 있어서, 각각의 원주가 벗어나 있는 방향을 일치시킴으로써, 전자 밀도의 기울기를 의도적으로 발생시켜, 다른 원인으로 생기는 전자 밀도의 기울기를 보정할 수 있어, 균일한 플라즈마 밀도를 달성할 수 있다.

또한, 본 발명의 제2 실시예에 있어서도 제1 실시예와 마찬가지로, 슬롯쌍이 아니라 단독의 슬롯을 이용하여 그 평면 형상을 도 5a 내지 도 5f에 도시한 바와 같은 여러 가지의 평면 형상으로 하여도 좋다.

본 발명은 전술한 구체적으로 개시된 실시예에 한정되는 것이 아니라, 본 발명의 범위 내에서 여러가지 변형에 및 개량예를 이룰 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

피처리 기체에 플라즈마 처리를 실시하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치에 있어서,

상기 피처리 기체가 적재되는 적재대가 내부에 설치된 처리 용기와,

마이크로파를 발생시켜 상기 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기와,

상기 마이크로파 발생기와 상기 처리 용기 사이에 설치되어 마이크로파를 상기 처리 용기 내의 공간으로 방사하기 위한 마이크로파 방사 부재

를 포함하며,

상기 마이크로파 방사 부재는 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 원주는 서로 비동심원인 것을 특징으로 하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 복수의 원주의 중심은 상기 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 다른 방향으로 편심되어 있는 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 복수의 원주의 중심은 상기 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 동일한 방향으로 편심되어 있고, 상기 복수의 원주의 중심의 편심량은 상기 마이크로파 방사 부재의 외주를 향하여 커지는 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치.

청구항 4.

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 슬롯의 하나와 그 하나의 슬롯에 근접한 슬롯에 의해 T자형으로 배열된 슬롯쌍을 구성하고, 상기 슬롯쌍이 상기 복수의 원주를 따라서 배열되는 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치.

청구항 5.

피처리 기체가 적재되는 적재대가 내부에 설치된 처리 용기와, 마이크로파를 발생시켜 상기 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기와, 상기 마이크로파 발생기와 상기 처리 용기 사이에 설치되어 마이크로파를 상기 처리 용기 내의 공간으로 방사하기 위한 마이크로파 방사 부재를 포함하며, 상기 마이크로파 방사 부재는 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 원주는 서로 비동심원인 것인 마이크로파 플라즈마 처리 장치를 이용하는 플라즈마 처리 방법으로서,

상기 피처리 기체의 처리면을 상기 마이크로파 방사 부재에 대향하도록 상기 적재대에 적재하고,

상기 마이크로파 방사 부재에 마이크로파를 공급하여 상기 비동심원형으로 배열된 슬롯으로부터 마이크로파를 상기 처리 용기 내에 도입하며,

도입한 마이크로파에 의해 상기 처리 용기 내에 플라즈마를 발생시켜 발생한 플라즈마에 의해 상기 피처리 기체에 플라즈마 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리 방법.

청구항 6.

플라즈마 처리를 실시하는 처리 용기와, 마이크로파를 발생시켜 상기 처리 용기에 공급하는 마이크로파 발생기를 포함하는 마이크로파 플라즈마 처리 장치에 이용되는 마이크로파 방사 부재로서,

상기 마이크로파 방사 부재는 상기 처리 용기에 부착되고, 상기 마이크로파 발생기에 접속되며, 서로 비동심원인 복수의 원주를 따라서 배열된 복수의 슬롯을 갖고, 상기 복수의 슬롯에 의해 마이크로파를 상기 처리 용기에 도입하는 것을 특징으로 하는 마이크로파 방사 부재.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 복수의 원주의 중심은 상기 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 다른 방향으로 편심되어 있는 것인 마이크로파 방사 부재.

청구항 8.

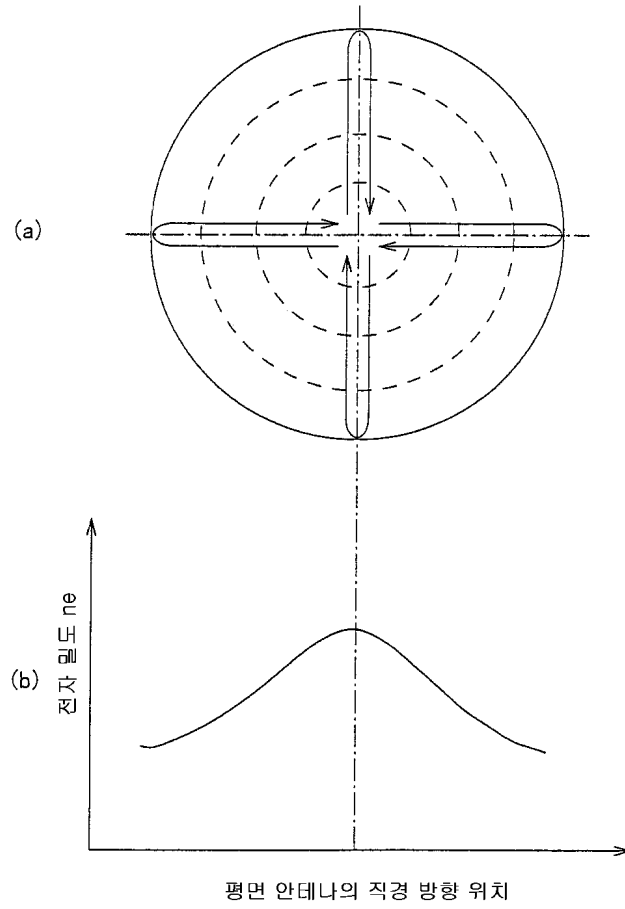
제6항에 있어서, 상기 복수의 원주의 중심은 상기 마이크로파 방사 부재의 중심에 대하여 서로 동일한 방향으로 편심되어 있고, 상기 복수의 원주의 중심의 편심량은 상기 마이크로파 방사 부재의 외주를 향하여 커지는 것인 마이크로파 방사 부재.

청구항 9.

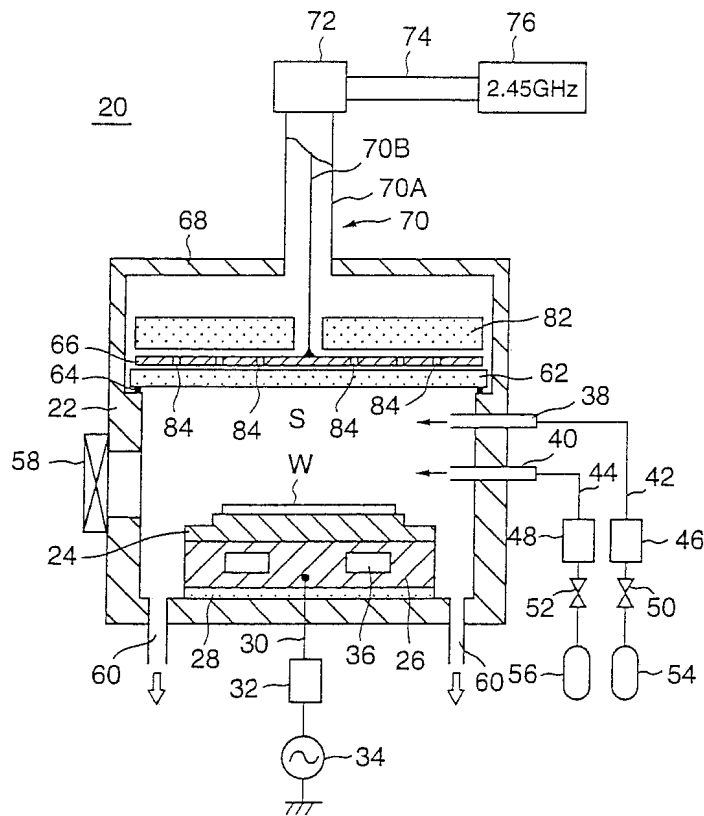
제6항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 슬롯의 하나와 그 하나의 슬롯에 근접한 슬롯에 의해 T자형으로 배열된 슬롯쌍을 구성하고, 상기 슬롯쌍이 상기 복수의 원주를 따라서 배열되는 것인 마이크로파 방사 부재.

도면

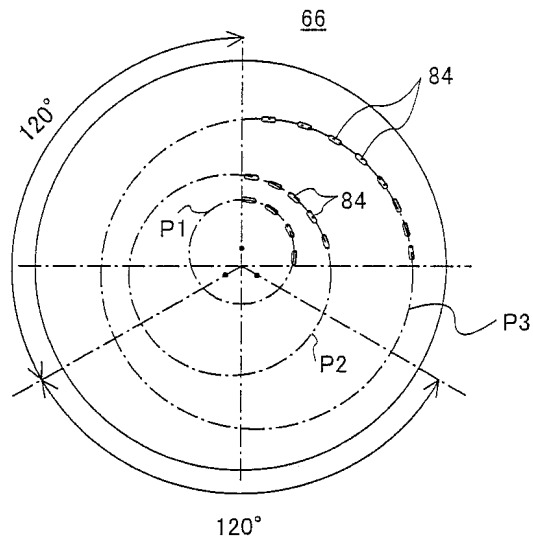
도면1



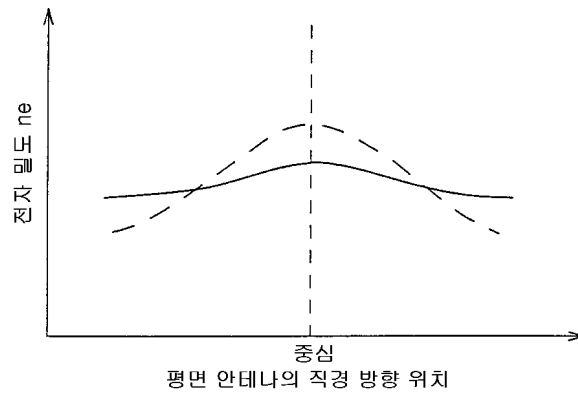
도면2



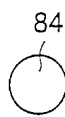
도면3



도면4



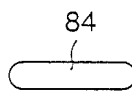
도면5a



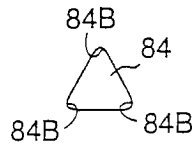
도면5b



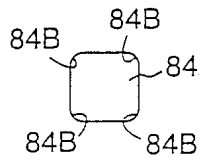
도면5c



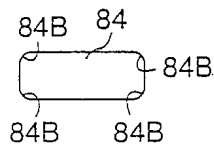
도면5d



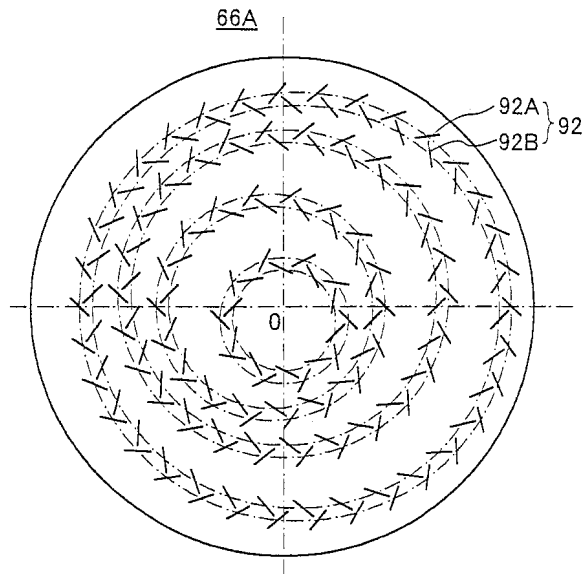
도면5e



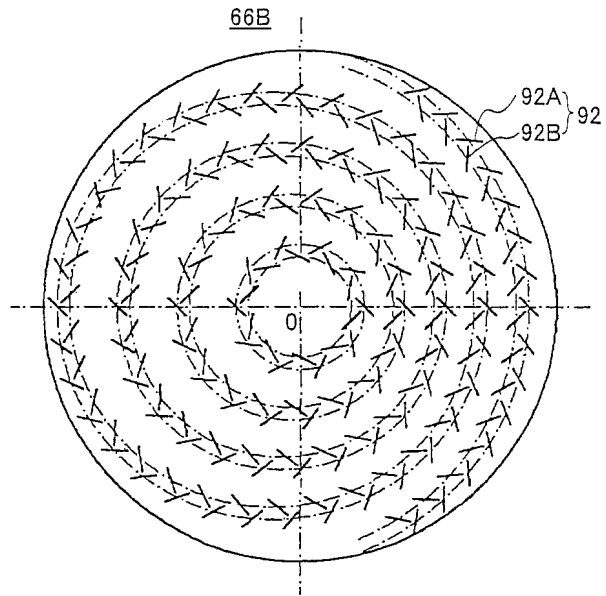
도면5f



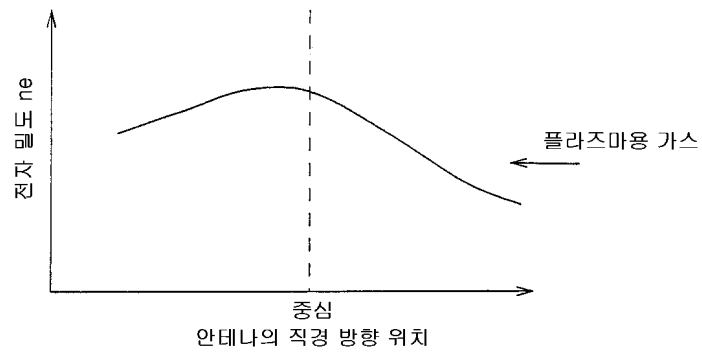
도면6



도면7



도면8



도면9

