

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H05H 1/18

(45) 공고일자 2000년01월15일

(11) 등록번호 10-0238627

(24) 등록일자 1999년10월14일

(21) 출원번호 10-1994-0000420

(65) 공개번호 특 1994-0019196

(22) 출원일자 1994년01월12일

(43) 공개일자 1994년08월19일

(30) 우선권주장

93-19193 1993년01월12일 일본(JP)

93-19217 1993년01월12일 일본(JP)

93-92511 1993년03월27일 일본(JP)

(73) 특허권자

동경엘렉트론주식회사 히가시 데쓰로

일본국 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 6고

(72) 발명자

이시이 노부오 일본국 야마나시켄 나카고마군 시키시마쵸 나카시모쵸 282-6

하타 지로

일본국 야마나시켄 나카고마군 구시가다쵸 히라오카 1998-45

(74) 대리인

강동수, 강일우, 흥기천

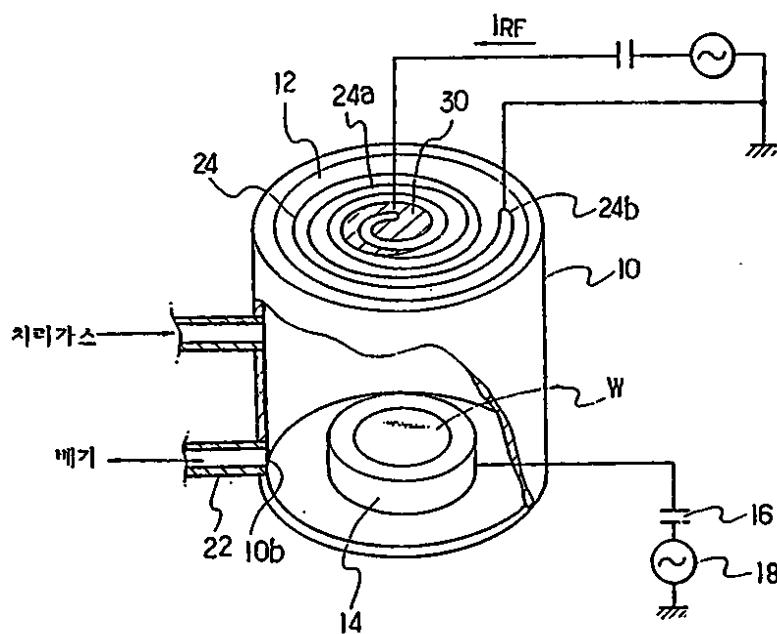
**심사관 : 정연우**

**(54) 플라즈마 처리장치**

**요약**

반도체 웨이퍼가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입관과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 안테나와, 적어도 그 일부가 안테나에 겹치도록 배치된 상자성체 금속으로 되는 판재를 구비하는 플라즈마 처리장치가 개시된다.

**대표도**



**명세서**

[발명의 명칭]

플라즈마 처리장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 제 1 실시예에 관한 플라즈마 처리장치를 나타내는 사시도,

제2도는 본 발명의 제 1 실시예에 관한 플라즈마 처리장치를 나타내는 단면도,  
 제3도는 피처리체로서의 반도체 웨이퍼 면상의 플라즈마 밀도 분포를 나타내는 도면,  
 제4도는 제 1 실시예에 있어서의 유도부분의 1예로서의 단일 루프 형상 안테나를 나타내는 개략도,  
 제5도는 제 1 실시예에 있어서의 유도부분의 1예로서의 중앙부가 절취된 형상의 나선형 안테나를 나타내는 개략도,  
 제6도는 제 2 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 1예로서 중앙부가 절취된 형상의 나선형 안테나를 나타내는 개략도,  
 제7도는 제 2 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 1예로서 안테나 도체의 피치를 반경 방향으로 변화시킨 나선형상 안테나를 나타내는 개략도,  
 제8도는 제 3 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 1예로서의 2중 링상 안테나를 나타내는 개략도,  
 제9도는 제 3 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 1예로서 2개의 나선형상 안테나를 동심형상으로 배치한 안테나를 나타내는 개략도,  
 제10도는 제 3 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 1예로서 나선형상 안테나와 링형상 안테나를 동심형상으로 배치한 안테나를 나타내는 개략도,  
 제11도는 본 발명의 제 4 실시예에 관한 플라즈마 처리장치를 나타내는 단면도,  
 제12도는 본 발명의 제 4 실시예에 관한 플라즈마 처리장치를 나타내는 평면도,  
 제13도는 제11도에 나타낸 장치에 사용되는 자장 형성수단의 1예를 나타내는 개략도,  
 제14도 내지 제16도는 제 4 실시예에 있어서의 상자성체(常磁性體) 부재의 다른 예를 나타내는 도면,  
 제17도 및 제18도는 제 4 실시예에 있어서의 유도전계 형성부재의 다른 예를 나타내는 도면,  
 제19a도 내지 제19c도는 각각 챔버내에 처리가스를 도입하기 위한 샤크 헤드를 나타내는 사시도, 배면도, 단면도,  
 제20도 및 제21도는 유도전계 형성부재의 변형예를 나타내는 개략도,  
 제22도는 유도전계 형성부재를 사용한 다른 플라즈마 처리장치를 나타내는 단면도,  
 제23도는 제22도 장치의 플라즈마 발생부를 나타내는 사시도,  
 제24도는 제22도 장치의 플라즈마 발생부를 나타내는 수평 단면도,  
 제25도 및 제26도는 제22도 장치에 있어서의 제 1 가스 공급관으로부터 챔버내로 가스 공급기구의 다른 예를 나타내는 단면도,  
 제27도는 제23도 장치의 변형예를 나타내는 단면도,  
 제28도는 제27도의 장치에 사용되는 안테나를 나타내는 개략도이다.

〈도면의 주요부분에 대한 부호의 설명〉

10 : 챔버	12 : 상벽
14 : 얹어놓는대	16, 26A, 26B : 캐퍼시터
18, 28, 28A, 28B : 고주파 전원	20 : 공급관
24A, 24B, 34 : 안테나	30 : 박판
36 : 콘트롤러	38 : 배기계
40 : 상자성체 부재	42 : 자장 형성수단
42a~42f : 영구자석	50 : 샤크 헤드
51 : 가스도입구	52 : 버퍼실
53 : 통기구멍	102 : 석영관
103 : 안테나	103c : 연결부재
104 : 매칭박스	105 : 제 1 고주파전원
106 : 전자코일	107 : 콘트롤러
110 : 제 1 도입관로	111 : 피처리실
112 : 서셉터	118 : 제 2 가스원
119 : 제 2 가스공급관로	116 : 배기관로
117 : 자장형성수단	114 : 전원
122 : 다공성 재료	130 : 석영판

A : 플라즈마 발생부

B : 플라즈마 처리부

E : 교번자계

W : 웨이퍼

## [발명의 상세한 설명]

본 발명은 플라즈마를 사용하여 소정의 처리를 하는 플라즈마 처리장치에 관한 것이다.

예를들면, 반도체 집적회로의 제조에 있어서는 애싱(Ashing), 에칭, CVD, 스퍼터링등의 제공정으로 처리가스의 이온화나 화학반응등을 촉진하기 위하여 플라즈마가 이용되고 있다. 종래로 부터 이 종류의 플라즈마를 발생시키는 방법으로서 고주파(RF)를 사용한 평행 사변형의 플라즈마장치가 많이 사용되고 있으나, 플라즈마의 에너지 밀도분포 및 플라즈마와 서셉터와의 사이의 바이어스 전위를 보다 높은 정밀도로 조절하는 관점 및 전극으로부터의 중금속 오염을 감소시키는 관점으로부터 나선형상의 안테나를 사용하는 고주파 유도방식의 플라즈마 처리장치가 제안되고 있다. 이 고주파 유도방식은 예를들면, 유럽 특히 공개 명세서 제 379828 호에 기재된 바와같이 웨이퍼 얹어놓는대와 대향하는 챔버부분(일반적으로 상벽)을 석영유리등의 절연물로 구성하여 그 바깥쪽의 벽면에 나사형의 안테나를 고정하고, 이에 고주파 전류를 흘려 챔버내에 고주파 전자장을 만들고, 이 전자장 공간내에서 흐르는 전자를 처리가스의 중성입자에 충돌시키어 가스를 전리시키고, 플라즈마를 생성하도록 하고 있다.

이와같은 고주파 유도방식을 사용하는 플라즈마 처리장치에서는 챔버내의 나선형상 안테나 아래의 공간에 플라즈마가 생성된다.

이 플라즈마의 생성밀도는 각 위치에서의 전계강도에 거의 비례하여 나선형상 안테나의 반경반향에 있어서 이 중심과 바깥과의 중간부 만큼에 대응하는 위치에서 플라즈마 밀도가 가장 높고, 이것에 의하여 내측 및 외측으로 향하는 만큼 플라즈마 밀도가 낮게 된다.

이와 같이 반경방향에 있어서 불균일한 밀도분포로 발생한 플라즈마는 고밀도 영역으로 부터 저밀도 영역으로 확산하기 때문에 아래쪽의 반도체 웨이퍼 근처에서 플라즈마 밀도가 거의 균일하게 된다. 그러나 이 종류의 플라즈마 처리 장치에 있어서는 플라즈마의 반경방향의 확산에 의하여 반도체 웨이퍼의 표면상에서 웨이퍼 중심부근처의 플라즈마 밀도가 웨이퍼 외주연부 근처의 플라즈마 밀도보다 높게 되는 경향이 있고, 플라즈마 처리의 균일성, 재현성이 아직 충분하지 않다.

본 발명은 이러한 문제점을 감안하여 이루어진 것으로 그 목적은 고주파 유도방식에 있어서 피처리면 부근의 플라즈마 밀도의 균일성이 높고, 플라즈마처리의 균일성 및 재현성에 우수한 플라즈마 처리장치를 제공하는 것이다.

본 발명에 의하면, 첫째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재와, 적어도 그 일부가 상기 유도전계 형성부재와 겹치도록 설치된 자성체 부재를 구비하는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

둘째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 유도전계 형성부재는 그 중앙부에 공간영역을 가지는 나선형상을 이루는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

세째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 유도전계 형성부재는 그 바깥쪽과 중심부에서 피치가 다른 나선형상을 이루는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

네째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 적어도 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 적어도 2개의 유도전계 형성부재는 어느쪽도 단일 루프 형상을 이루고, 이들이 동심원형상으로 설치되는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

다섯째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 2개의 유도전계 형성부재는 각각 단일 루프형상 및 나선형상으로 이루어지고, 이들이 동심원상으로 설치되는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

여섯째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 2개의 유도전계 형성부재는 어느쪽도 나선형상을 이루고, 이들이 동심원상으로 설치되는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

일곱째로, 피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽의 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파 전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 유도전계 형성부재와, 챔버의 바깥쪽의 상기 유도전계 형성부재의 근처에 설치된 상자성체(常磁性體) 부재를 구비하는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

이하 첨부도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명한다.

제 1 도 및 제 2 도는 본 발명의 제 1 실시예에 관한 플라즈마 처리장치의 구성을 개략적으로 나타내는

사시도 및 단면도이다.

제 1 도에 나타낸 바와 같이 이 플라즈마 처리장치의 챔버(10)는 바닥벽 및 측벽이 금속, 예를들면, 알루미늄으로 구성되고, 상벽(12)이 절연체 예를들면, 석영유리 또는 세라믹재료로 구성된 원통형상의 밀폐용기이다. 또 상벽(12)으로서 투명한 석영유리를 사용한 경우에는 챔버(10)내의 플라즈마의 발광 형태를 시각 인식하는 것이 가능하다.

챔버(10)의 바닥면 중앙부에는 원반 또는 원추형상의 얹어놓는대(서셉터)(14)가 설치되고, 이 얹어놓는대(14)의 상면에 피처리체로서 반도체 웨이퍼(W)가 재치된다. 또 이 얹어놓는대(14)는 예를들면, 표면이 양극 산화처리된 알루미늄으로 구성된다.

이 플라즈마 처리장치가 애칭장치의 경우 얹어놓는대(14)의 매칭회로로서 캐패시터(16)를 통하여 애칭용의 예를들면, 13.56MHz의 고주파전원(18)이 접속된다. 얹어놓는대(14)의 내부에는 고주파에 의한 가열을 방지하기 위한 냉각수가 도시되지 아니한 냉각수 공급부에 의하여 공급된다. 이와같은 고주파 전원(18)을 설치하고, 사용되는 처리가스나 가스압력에 따라서 얹어놓는대(14)에 고주파 안테나(24)에 고주파 전류( $i_{RF}$ )가 흐르고, 후술하는 바와같이 안테나(24) 바로 아래의 챔버내 공간에서 유도전계가 형성되고, 이것에 의하여 처리가스의 플라즈마가 생성된다. 또 고주파 전원(18) 및 (28)은 콘트롤러(36)에 의하여 콘트롤된다.

이 실시예에서는 이 고주파 안테나(24)의 중심부와 석영유리(12)와의 사이에 상자성(常磁性) 금속 예를들면, 동으로 되는 원형의 박판(30)이 절연물을 통하여 삽입된다. 이 원형 박판(30)의 직경은 안테나(24)의 형상, 치수, 고주파 전원(28)의 출력전력, 반도체 웨이퍼(W)의 직경, 안테나(24)와 웨이퍼(W)사이의 거리 등에 따라서 적절이 선택된다. 이 원형박판(30)에 의하여 후술하는 바와같이 안테나(34)의 바로 아래의 챔버내 공간에 있어서의 교번자계(B)가 조정되고, 또한 유기된 E가 조절되어 그 결과 플라즈마가 확산하고 더욱 반도체 웨이퍼(W)의 표면부근에서 플라즈마 밀도가 균일화된다.

다음에 제 2 도를 참조하여 본 실시예의 플라즈마 처리장치에 있어서의 플라즈마 생성 및 플라즈마 처리에 대하여 설명한다.

피처리 물체인 반도체 웨이퍼(W)는 챔버(10)에 접속하는 로드록실(도시안됨)로 부터 미리 감압 분위기 예를들면,  $10^{-6}$  Torr로 배기된 챔버(10)내에 반송되고, 챔버(10)내의 얹어놓는대(14)상의 정전체(靜電 chuck: 30)에 의하여 재치되고, 유지된다.

다음에 가스 공급관(20)을 통하여 반도체 웨이퍼(W)에 소정의 처리가스 예를들면,  $CHF_3$ 나  $CF_4$ 가 챔버(10)내에 도입된다. 이때 처리실(2)내의 압력은 예를들면,  $10^{-3}$  Torr로 조정된다.

그리고 이 상태에 있어서 나선형 안테나(24)에 고주파 전원(28)으로 부터 고주파 전압이 인가된다.

이와 같은 고주파전압의 인가에 의하여 나선형 안테나(24)에 고주파 전류( $i_{RF}$ )가 흐르면, 안테나 도체의 주위에 교번자계(B)가 발생하고, 그 자속의 많음은 안테나 중심부를 종방향으로 통하여 폐(閉)루프를 형성한다. 이와 같은 교번자계(B)에 의하여 안테나(24)의 바로 아래에서 미리 중심원상으로 원주방향의 교번전계(E)가 유기되고, 이 교번전계(E)에 의하여 원주 방향으로 가속된 전자가 처리가스의 중성입자에 충돌하는 것으로 가스가 전리하여 플라즈마가 생성된다.

이와 같이 하여 안테나(24)의 바로 아래에서 생성하는 플라즈마는 제 2 도에서 개략적으로 나타낸 바와 같이 안테나(24)의 반경방향에 있어서의 중심과 바깥쪽과의 중간부 과정에 대응하는 위치에서 플라즈마 밀도가 가장 많고, 이것에 의하여 안쪽 및 바깥쪽으로 향할수록 플라즈마 밀도가 낮아진다.

본 실시예에서는 동판(30)내에서 자속(B)의 관통을 방해하지 않고, 전류가 흐르기 때문에 자속(B)은 안테나 중심부를 통과하기 어렵게 되고, 동판(30)이 없는 경우 점선에서 나타내는 자속(B')보다 바깥을 통한다.

이때문에 안테나 아래의 플라즈마 생성영역(P)은 동판(30)이 없는 경우 점선으로 나타내는 플라즈마 생성영역(P')보다도 반경방향으로 바깥쪽으로 변위한다.

상술한 바와같은 동판(30)이 없는 경우 플라즈마는 고밀도 부분으로 부터 저밀도 영역으로 확산하여 반도체 웨이퍼 부근에서 플라즈마 밀도가 균일해지는 결과 제 3 도의  $Pd'$ 로 나타낸 바와같이 웨이퍼(W) 중심부 근처의 플라즈마 밀도가 웨이퍼 외주연부 부근의 플라즈마 밀도보다 높게된다. 따라서 웨이퍼 표면에서 불균일한 처리가 행해진다.

이것에 대하여 동판(30)이 존재하는 경우에는 상술한 바와같이 동판(30)이 없는 경우의 점선으로 나타내는 플라즈마 생성영역 P'보다도 반경방향으로 변위하는 플라즈마 생성영역(P)이 형성되는 결과 플라즈마가 반경 방향 및 아래방향으로 확산하여 반도체 웨이퍼(W) 부근에서 플라즈마 밀도가 균일하게 되고, 반도체 웨이퍼(W)의 표면부근에서는 제 3 도의  $Pd$ 로 나타낸 바와같이 플라즈마 밀도가 반경방향으로 거의 일정하게 균일하게 된다.

따라서, 플라즈마에 포함된 이온, 전자나 그외의 활성 종류가 반도체 웨이퍼(W)의 표면전체에 균일하게 공급 또는 조사되고, 웨이퍼 표면전체에서 균일하게 소정의 플라즈마 처리가 행해진다.

예를들면, 플라즈마 애칭에서는 플라즈마에서 활성상태로 여기된 가스분자가 웨이퍼표면의 피가공 물질과 화학반응하여 그 반응생성물이 기화하고 웨이퍼표면이 식각된다. 플라즈마 CVD에서는 플라즈마 활성상태로 여기된 가스분자끼리가 반응하여 그 반응생성물이 웨이퍼 표면에 적층되어 CVD막이 형성된다. 이와 같이 어느쪽의 플라즈마 처리장치에 있어서도 본 발명의 플라즈마 처리장치에서는 반도체 웨이퍼(W)의 표면전체가 플라즈마가 균일한 밀도로 작용하기 때문에 웨이퍼 표면상에 균일한 처리가 행해진다. 챔버(10)내에 있어서, 웨이퍼(W)의 처리가 완료하면 배기계(38)에 의하여 챔버(10)내의 잔류처리가스나 반응생성을 충분하게 배기한 후에 반송아암에 의하여 얹어놓는대(14)상의 반도체 웨이퍼(W)를 로드록실에 반출하

여 프로세스가 종료한다.

상기와 같이 본 실시예의 플라즈마처리장치에서는 유도전계 형성부재로서 안테나(24)의 일부(예를들면 안테나 중심부)와 중복하여 배치된 상자성금속부재로서의 기판(30)이 자석의 관통을 약하게 하도록 작용하는 것에 의하여 그 기판과 대칭하는 챔버내 공간의 위치에서 교번자계가 약하게 되고, 플라즈마 생성밀도도 낮아진다. 따라서, 이 기판(30)을 안테나(24)의 중심부에 설치한 경우에는 안테나 바로 아래 플라즈마 생성영역(P)가 반경방향 바깥으로 변위되고 결과적으로 반도체 웨이퍼(W)의 표면(피처리면)상에서 플라즈마 밀도가 균일화된다. 이것에 의하여 웨이퍼(W)에 균일하게 재연성있는 플라즈마 처리를 실시할 수가 있다.

이 실시예에 있어서는 유도전계 형성부재로서의 안테나(24)는 상술한 바와 같이 나선형상의 것에 한정되지 않고, 제 4 도에 나타낸 바와같이 단일 루프형상인 링형상의 것도 좋다. 이와같이 일자형상 안테나의 경우에도 나선형상의 경우와 동일한 구조로 교번자계가 형성되고, 비교적 균일한 플라즈마가 형성된다. 먼저 제 5 도에 나타낸 바와같이 나선의 중앙부가 짤라낸 형상의 것도 좋다. 이들의 경우에도 상자성 금속부재의 상기 작용에 의하여 플라즈마 밀도가 보다 균일화 된다. 또 제 5 도에 나타낸 안테나의 경우 중앙부의 공간 영역의 지름은 안테나(24)의 나선수(선회수), 고주파 전원(28)의 출력전력, 반도체 웨이퍼(W)의 직경, 안테나(24)와 웨이퍼(W)사이의 거리등에 따라서 적절 선택된다.

또 상자성 금속부재는 상술한 바와같이 판체에 한정되지 아니한다. 또 상자성 금속부재는 유도전계 형성부재로서의 안테나의 근처에 배치되어 있으면, 안테나의 중심부 이외의 개소에 배치되어도 좋고, 필요에 따라서 복수의 개소(예를들면, 안테나 중심부와 안테나 외주부)로 설치하여도 좋다. 또 본 발명에 의한 상자성 금속부재는 안테나상에 절연물을 통하여 겹치게 배치하여도 좋다.

다음에 본 발명의 제 2 실시예에 대하여 설명한다.

이 실시예에서는 기본적인 장치구성을 상기 제 1 기능과 동일하다.

그러나 이 실시예에서는 상자성 금속을 사용하지 않고, 나선형상의 안테나(24)의 형태를 변화하므로써 플라즈마를 조절한다.

제 6 도에서는 유도전계 형성부재로서의 안테나(24)가 중앙부에 공간영역을 가지는 나선형상을 이루고 있다. 이와같이 중앙부에 공간영역을 가지는 나선형상을 이루는 안테나(24)에서는 안테나 중심부를 종방향으로 관통하는 자속의 개수가 감소하기 때문에 그 직경으로 유기되는 교번전계의 전계강도가 적게되고, 제 1 실시예와 동일하게 플라즈마 생성영역(P)이 반경방향에 있어서 바깥쪽으로 변위한다. 따라서 제 1 실시예와 동일한 작용에 의하여 플라즈마 밀도가 균일화 된다. 이 경우 상기 제 1 실시예의 상자성 금속부재가 존재하지 않기 때문에 안테나 중앙부의 공간영역의 직경(R)이 제 5 도에 있어서의 경우 직경보다는 크게 할 필요가 있고, 예를들면 6인치 웨이퍼(W)의 직경에 상당하는 직경이 선택된다.

또 제 6 도에 나타낸 바와같이 안테나의 경우도 중앙부의 공간영역의 지름은 안테나(24)의 나선수(선회수), 고주파 전원(28)의 출력전력, 반도체 웨이퍼(W)의 직경, 안테나(24)와 웨이퍼(W)사이의 거리등에 따라서 적절 선택된다.

제 7 도에서는 나선형상 안테나(24)에 있어서, 안테나 도체의 피치를 반경방향으로 변화시키어 안테나 바깥쪽에서는 조밀하고, 안테나 중심부에서는 헐겁게 되어 있다. 이와같은 나선 구조에 의하면, 안테나 바로 아래에 유기되는 중심원 형상의 교번자계가 상대적으로 내주부(중심부)에서 적게 되기 때문에 플라즈마 생성영역도 반경방향 바깥쪽으로 변위하여 거의 제 2 실시예와 동일한 효과가 얻어진다. 다음에 제 3 실시예에 대하여 설명한다.

이 실시예에서는 유도전계 형성부재로서 2개의 안테나를 동심적으로 설치하고, 이들 2개의 안테나에 공급되는 고주파 전압을 각각 독립하게 제어하도록 되어 있다.

제 8 도에서는 링형상 안테나(24A) 및 (24B)를 동심원상으로 바람직하게는 동일평면상에 설치하고, 바깥쪽의 안테나(24A)의 단자(24Aa) 및 (24Ab)와의 사이에는 매칭회로로서 캐패시터(26A)를 통하여 제 1 고주파 전원(28A)이 접속되어 있다. 또 내측의 안테나(24B)의 단자(24Ba) 및 (24Bb)와의 사이에는 매칭회로로서 캐패시터(26B)를 통하여 제 1 고주파 전원(28B)이 접속되어 있다.

제 1 및 제 2 의 고주파 전원(28A), (28B)는 각각 독립한 제 1 및 제 2 의 고주파 전력을 동일주파수(예를들면 13.56MHz)이고, 동위상에서 각각 외측 및 내측의 링형상 안테나(24A), (24B)에 공급된다. 그리고, 안테나가 기본적으로 제 1 도 및 제 2 도와 동일한 위치로 배치되는 경우에는 제 1 의 고주파 전력에 대하여 제 2 고주파 전력이 낮은값으로 선택된다. 이것에 의하여 외측의 링형상 안테나(24A)에는 상대적으로 커다란 고주파 전류( $i_{ARF}$ )가 흐름과 동시에 내측의 링형상 안테나(24B)에는 상대적으로 적은 고주파 전류( $i_{BRF}$ )가 흐른다. 이 경우 안테나 아래의 챔버내 공간에 있어서의 플라즈마 생성영역(P)이 제 2 도에 나타낸 단일의 안테나(24)에 동일한 고주파 전류( $i_{RF}$ )가 흐른 경우의 플라즈마 생성영역( $P'$ )보다도 바깥쪽으로 변위하므로 상기 실시예와 동일한 작용으로 플라즈마 밀도의 균일화를 도모할 수가 있다. 이 경우에 제 8 도에 나타낸 바와같이 바깥쪽의 링형상의 안테나(24A)와 내측의 링형상 안테나(24B)와의 사이에 대응하는 위치로 피처리체로서 반도체 웨이퍼(W)가 위치하도록 각 안테나를 배치하는 것이 플라즈마 밀도를 한층 균일화하는 것으로 바람직하다.

또 유도전계 형성부재로서의 안테나를 이와같이 구성하는 것에 의하여 내측의 안테나와 외측의 안테나에서 고주파 전력을 독립하게 설정할 수 있기 때문에 플라즈마 생성영역을 보다 세밀하고 광범위하게 제어할 수가 있다. 또 고주파 전류와 양 안테나(24A), (24B)와의 사이에 전력 분배회로를 설치하는 것으로 제 1 및 제 2 의 고주파 전원(28A), (28B)을 1개의 고주파전원으로 공동화하는 것도 가능하다.

제 9 도에서는 동심원형상으로 2개의 나선 안테나(24A) 및 (24B)를 배치한 예를 나타낸다. 즉, 나선형상 안테나(24A)의 내측에 나선형상 안테나(24B)를 설치하고, 각각 캐패시터(26A), (26B)를 통하여 고주파 전원(28A), (28B)을 접속한 것이다.

이 경우에도 제 8 도에 나타낸 예와 동일한 효과가 얻어진다. 또 각 나선형상 안테나의 권수는 각 고주파 전원의 출력, 반도체 웨이퍼의 직경, 안테나와 웨이퍼와의 거리등에 따라서 임의로 선택할 수가 있다.

또 링형상 안테나는 제 8 도와 같이 2개로 한정되지 않고, 3개이상 있어도 좋다.

제 10 도에서는 나선형상 안테나(24A)와 링형상 안테나(24B)를 동심형상으로 배치한 예인 것이다, 이 경우에도 동일한 효과를 얻을 수가 있다. 또 제 10 도와 같이 링형상 안테나가 내측에 있어도 좋고, 링 형상 안테나가 외측에 있어도 좋다.

또 제 8 도 내지 제 10 도 예에 있어서 제 1 실시예에서 사용된 상자성 금속부재를 겸하여 사용하는 것도 가능하다. 이 경우에는 고주파전력과 상자성 금속과의 양쪽에 의하여 플라즈마의 조정을 할 수가 있다.

다음에 제 3 실시예에 대하여 설명한다. 제 11 도는 이 실시예에 관한 플라즈마 처리장치를 나타내는 단면도, 제 12 도는 이 평면도이다. 이 장치의 기본구성은 제 1 도 및 제 2 도에 나타낸 장치와 대략 동일하기 때문에 양자에 공통의 것은 동일 부호를 붙여서 설명을 생략한다.

이 실시예에서는 절연체로 되는 챔버(10)의 상벽(12)의 위쪽에는 피처리체로서의 반도체 웨이퍼(W)에 대응하는 영역을 포함하도록 유도전계 형성부재로서 링형상 안테나(24)가 배치되고, 상벽(12)상의 거의 중앙으로서 링형상 안테나(24)의 내측의 웨이퍼(W)에 대응하는 위치에 챔버(10)내의 플라즈마 생성영역에 자장을 작용시키기 위한 상자성체 부재(40)가 절연물을 통하여 설치되어 있다. 상자성체 부재(40)는 강자성재료로 구성되나, 도전성이 낮은 것이 바람직하고, 예를들면, 소프트 페라이트를 사용할 수가 있다. 소프트 페라이트로서는 예를들면, Ni-Zn 계의 것을 적합하게 사용할 수가 있다. 도전성이 높은 재료를 상자성체 부재(40)로서 사용한 경우에는 고주파 전원을 인가한 경우에 발생되는 교번자계에 의하여 과전류가 발생하고, 챔버(10)내에 소망의 자장을 형성할 수가 없을 우려가 있다. 상자성체 부재(40)는 플라즈마의 밀도를 상대적으로 높게 하는 영역으로 작용하는 자장을 형성하는 부분의 두께가 상대적으로 크게 되고, 그외 다른 영역에 작용하는 자장을 형성하는 부분의 두께가 상대적으로 적게 구성된다. 이와같이 상자성체 부재(40)의 두께를 조절하므로써 플라즈마 밀도분포를 자유롭게 조절할 수가 있다. 예를들면, 도시한 바와같이 챔버내의 플라즈마 밀도분포의 면내 균일화를 도모하는 관점으로 부터 외주부가 두껍고 중앙부가 얇게 구성되어 있다. 다만 상자성체 부재(40)의 형상은 이것에 한정 되는 것은 아니고, 처리조건에 따라서 적당히 정해지는 것이 가능하다.

또 상기 상자성체 부재(40)의 수평방향 단면적, 즉 챔버(10)내의 피처리체(W)의 처리면에 대략 수평한 평면으로 절단한 단면적에 대하여는 그 피처리체(W)의 처리면의 면적 보다도 크게 하도록 구성하는 것이 바람직하다. 이러한 구성에 의하여 피처리체(W)의 처리면 전체에 걸쳐 상기 상자성체 부재(40)에 의한 자장을 작용시키는 것이 가능하게 되고, 플라즈마의 밀도분포를 보다 정밀하게 제어 할 수가 있다.

또 플라즈마를 발생시키기 위하여 고주파 전류를 안테나(24)에 인가한 경우에는 상자성체 부재(40)에 반자장이 생기고, 상자성체 부재(40)에 의하여 발생하는 자장에 불리하게 작용할 우려가 있다. 따라서 상자성체 부재(40)의 두께는 그 반자장의 영향을 무시 할 수 있는 정도인 것이 바람직하다. 또 반자장의 영향을 제거하기 위하여 자로를 길게 하는등의 궁리를 하는 것이 바람직하다.

또한 이 실시예에 있어서는 챔버(10)의 주위를 둘러 싸도록 예를들면 영구자석으로 되는 자장 형성수단(42)이 설치되어 있다. 이 자장 형성수단(42)은 예를들면, 제 13 도에 나타낸 바와같이 복수의 영구자석(42a~42f)을 교대로 극성이 상이하도록 환형상으로 배치하여 있고, 제 3 도의 화살표로 나타낸 바와 같은 자력선을 가지는 다극자장을 구성하고 있다. 이 다극자장의 작용에 의하여 챔버(10)의 내벽에 충돌하도록 한 플라즈마 흐름을 챔버(10)내의 중앙으로 되돌리고, 피처리체인 반도체 웨이퍼(W)의 처리표면 부근에 플라즈마를 정형 유지하는 기능을 가진다.

다음에 이 실시예에 있어서의 상자성체 부재(40)의 작용에 대하여 상세하게 설명한다.

일반적으로 챔버(10)내의 플라즈마의 밀도분포는 챔버(10)내의 자장분석에 영향준다. 이때문에 이 실시예에 있어서는 챔버(10)내의 자장 분포를 조절하기 위하여 절연체로 구성된 상벽(12)상에 소프트 페라이트 등으로 구성되는 상자성체 부재(40)를 배치하고, 이 형상을 변경하므로써 챔버(10)내의 자장분포를 조절하고, 플라즈마의 밀도분포를 조절하는 것이다. 즉, 상술한 바와같이 플라즈마의 밀도를 상대적으로 높게 하기 위한 영역으로 작용하는 자장을 형성하는 부분의 두께를 상대적으로 크게하고, 그외의 영역에 작용하는 자장을 형성하는 부분의 두께가 상대적으로 적게 하면 좋다.

이 경우에 피처리체로서 반도체 웨이퍼(W)의 처리면 전체에 걸쳐 플라즈마의 밀도분포를 제어 가능하게 구성하기 위하여는 자성부재로서의 소프트 페라이트(40)의 수평방향 단면적, 즉 상기 피처리체(W)의 처리면에 대략 평행한 평면으로 절단한 절단의 면적이 그 처리면의 면적보다도 크게 되도록 구성하면 좋다. 또 상술한 바와같이 고주파 전류를 안테나(24)에 인가하면, 상자성체 부재(40)내에 반자성이 생기기 때문에 자성체(40)의 두께를 그 영향이 무시할 수 있을 정도가 바람직하다.

이와같은 상자성체 부재(40)의 형상을 적당하게 조절하므로써 챔버(10)내의 플라즈마의 밀도분포를 자유롭게 조절 할 수가 있다.

예를들면, 제 11 도에 있어서 상자성체 부재(40)를 설치하지 아니한 경우에는 제 1 실시예에서 설명한 바와같이 일반적으로 챔버(10)내의 주위부의 플라즈마 밀도분포가 중심부의 밀도분포 보다도 낮기 때문에 그 플라즈마의 균일화를 도모하기 위하여 상기 소프트 페라이트(40)의 종단면에 있어서 주위부를 중심부 보다도 두껍게 구성하는 것, 또는 자로가 길게 되도록한 구조이면 좋다.

필요한 플라즈마의 밀도분포는 처리되는 피처리체의 종류, 반응성가스, 가스압력등의 요인에 의하여 다르므로 본 발명에 의하면, 상기 소프트 페라이트(40)의 형상을 적당하게 조절하므로써 소망의 최적한 플라즈마 밀도분포를 얻는 것이 가능하다.

예를들면, 제 14 도의 예에서는 루프형상 안테나(24)의 주위를 완전하게 자성체(40)로 덮은것에 의하여 안테나(24)에 고주파 전류를 인가하므로써 생기는 반자장의 영향을 상쇄함과 동시에 반도체 웨이퍼(W)의

처리면 전체에 걸쳐 자장을 제공하는 것이 가능하다.

또 제 15 도에 나타낸 바와 같은 예에서는 안테나(24)의 바깥쪽을 상자성체 부재(40)로 덮으므로써 상술한 반자장의 영향을 상쇄함과 동시에 상자성체 부재(40)중의 중앙부를 주위보다도 얇게 구성하므로써 챔버(10)내의 플라즈마의 면내(面內) 균일화를 촉진할 수가 있다.

제 16 도에 나타낸 예에서는 상자성체 부재(40)를 안테나(24)와 상벽(12)과의 사이에 설치하고 있다. 이 경우에는 상자성체 부재(40)를 특정의 전위(예를들면, 접지전위)로 설정하는 것에 의하여 정전차폐(靜電遮蔽) 효과를 얻을 수가 있다.

제 11 도는 안테나(24)를 단일 루프형상의 단순한 구조로서 나타냈지만, 안테나(24)는 고주파 전원을 인가하므로써 양호한 교번자계를 챔버(10)내에 형성 하면 좋고, 이 구조는 특히 한정되지 아니한다. 예를들면, 제 17 도에 나타낸 바와같이 단일 루프 형상을 겹쳐서 배치하고, 교번자계의 강화를 도모하는 구성으로 하는 것도 가능하다. 또 상기 실시예와 같이 나선형상 안테나를 사용하여 광범위하게 걸쳐 교번자계를 형성 하도록 구성하는 것도 가능하다.

또한 제 18 도에 나타낸 바와같이 2개의 링형상(단일 루프 형상)의 안테나(24A), (24B)를 동심원상으로 배치하는 것도 가능하다. 이것에 의하여 제 3 실시예에서 설명한 바와 같이 2개의 고주파 전계에 고유되는 고주파 전력을 독립하게 제어하는 것이 가능하게 되고, 플라즈마 밀도의 제어성이 한층 높게된다.

상기 어느쪽의 실시예에 있어서도 처리가스의 공급은 챔버(10)의 상면에 제 19a도~제 19c도에 나타낸 사위 헤드(50)를 설치하여 그 샤워헤드(50)로 부터 공급되는 것이 바람직하다. 제 19a 도는 그의 사시도, 제 19b 도는 하면도, 제 19c 도는 단면도이다. 이 샤워헤드(50)는 예를들면, 용융 실리카, 석영, 세라믹스등의 절연체로 구성되고, 내부에 가스 도입구(51) 및 버퍼실(buffer室:52)을 가지며, 배면에 다수의 통기구멍(53)를 가진다. 가스 도입구(51)에는 가스 공급관(20)이 접속된다. 가스 도입구(53)로부터 버퍼실(52)에 도입된 처리가스는 여기에서 일단 막혀 있기 때문에 각 통기구멍(53)으로부터 균일한 압력, 유량으로 아래쪽의 처리실로 토출 또는 분사된다. 이 샤워 헤드(50)를 사용하므로써 샤워(10)내에 처리가스가 균일하게 공급되고, 플라즈마 밀도의 균일화에 기여한다.

또 본 발명에 있어서 고주파 안테나는 판체, 봉체, 관체등 임의의 형상이 가능하고, 도체 직경(굵기)은 일정하지 않아도 좋고, 가운데가 빈 형상의 파이프를 사용하여 그 관내에 냉각매체를 흘려 냉각하도록 구성하여도 좋다.

또 본 발명은 플라즈마 에칭장치 및 플라즈마 CVD 장치에 한정되는 것은 아니고, 플라즈마 스퍼터장치나 플라즈마 애싱장치등의 플라즈마 장치에도 적용 가능하고, 피처리물체도 반도체 웨이퍼에 한정되지 않고, LCD 기판 그외의 피처리물체에도 가능하다. LCD 기판등의 사각형의 피처리체를 사용하는 경우에는 안테나(24)로서 제 20 도에 나타낸 바와같이 4각형상의 단일 루프 안테나 또는 제 21 도에 나타낸 4각형상의 나선 안테나가 사용된다.

다음에 유도전계 형성부재를 사용한 다른 플라즈마장치에 대하여 설명한다. 이 장치는 플라즈마 발생부와 플라즈마 처리부로 구성되고, 플라즈마 발생부에서 발생된 플라즈마 흐름을 상기 플라즈마 처리부에 도입함으로써, 그 처리실내에 있어서, 피처리체에 대하여 플라즈마 처리를 하기 위한 플라즈마 장치로서, 플라즈마 발생부에는 고주파 전류를 인가함으로써, 절연부재를 통하여 상기 처리실내에 교번전계를 형성하는 유도전계 형성부재와, 상기 플라즈마 발생부를 둘러싸도록 배치되어 상기 교번전계와 직교하는 방향으로 정자장(靜磁場)을 형성하는 자계형성수단이 설치되고, 상기 교번전계와 정자장을 조절함으로써 상기 처리실내에 전자 싸이크론 공진영역을 형성하는 것이다. 이 장치는 전자 싸이크론공진(ECR)를 이용한 플라즈마 장치이다. 근년에 반도체 웨이퍼등이 피처리체에 실시하는 패턴의 미세화가 촉진되고 싸이크론의 단위로 보다 고정밀도로 플라즈마 처리를 하는 것이 요구되고 있다. 이때문에 에칭공정을 예를들면 수직에칭이 가능한 것, 피처리영역의 순상을 주는 오염되지 않는 것, 디바이스 특성에 악영향을 주지않는 것, 선택성이 좋은 것등의 엄밀한 제조건을 동시에 만족하는 것이 중요하다. 이와같은 기술요건중에서 전자 싸이크론공진(ECR)을 이용한 플라즈마 장치가 크로즈업되어 오고 있다. 즉, 특공평 3-43774 호에 전형적으로 나타낸 바와같은 종래의 ECR 플라즈마 장치에 의하면, 종래의 RIE 플라즈마 장치에 비교하여 낮은 이온 에너지로 높은 이방성 및 선택성의 패턴을 가공하는 것이 가능하기 때문에 차세대의 서브미크론 디바이스의 생성공정에 도입되는 것이 기대되고 있다.

상기와 같은 종래방식의 ECR 플라즈마 장치는 마그네트론 발진장치로부터 적당한 도파관을 통하여 방전부로 도입된 2.45GHz의 마이크로파와, 그 방전부 주변에 배치된 전자코일에 의하여 여기된 875Gauss의 자장을 작용시키어 방전부내의 적당한 영역에서 ECR 조건을 달성하는 것에 의하여 플라즈마파를 형성하도록 구성되어 있다.

그러나, 상기와 같은 종래의 ECR 플라즈마 장치는 플라즈마파에 의하여 ECR 조건을 형성하고 있기 때문에 마이크론 파를 전달하기 위하여 특별한 도파관을 필요로 하고 있었다. 또, 공업적으로 이용가능한 2.45GHz의 마이크로파에 대응하기 위하여는 875Gauss 것의 자장을 방전부 영역에 형성할 필요가 있기 때문에 크고 무거운 마그네트를 설치할 필요가 있었다. 이와같은 구성은 반도체 웨이퍼의 대구경화에 따라 플라즈마 처리장치의 대형화나 고가격화를 초래하고 있기 때문에 무언인가의 대책이 필요로 되고 있었다. 또, 상기와 같이 커다란 자장을 발생자계의 플라즈마파에 대한 영향도 무시할 수 없다.

상기 장치는, 부적합에 감안하여 보다 적은 주파수 영역을 이용함으로써, 보다 적은 자장으로 ECR조건을 달성할 수가 있고, 따라서 플라즈마 처리장치의 소형화, 저가격화를 도모하는 것이 가능한 것이다. 이하, 첨부도면을 참조하면서, 이 플라즈마 장치를 ECR 플라즈마 에칭장치에 적용한 예에 대하여 설명한다. 이 플라즈마 장치를 제 22 도에 개략적으로 나타낸 바와같이 플라즈마 발생부(A)와 플라즈마 처리부(B)로 달성되고 있다. 플라즈마 발생부(A)는 예를들면 정점부가 동형상의 원통 석영관(102)과, 이 석영관(102)의 주위를 둘러쌓은 유도전계 형성부재로서의 안테나(103)와, 그 안테나(103)의 위쪽에 있어서 상기 석영관(102)를 둘러 싸도록 배치된 전자코일(106)로 구성된다.

상기 안테나(103)는 매칭 박스(104)를 통하여 제 1 고주파 전원(105)에 접속되고 콘트롤러(107)로 부터

지령에 따라서 고주파 전류를 인가 하는 것이 가능하다. 또 상기 전자코일(106)은 전원(107)에 접속되어 콘트롤러(108)로 부터 지령에 따라서 소망의 정자장을 여기 가능하게 구성되어 있다. 또 상기 석영관(102)의 동부분의 정점부에는 제 2 의 가스원(109)로부터 제 1 의 프로세스, 예를들면, 아르곤등의 불활성 가스를 도입가능한 제 1 가스 도입관로(110)이 부착되어 있다. 제 23 도에 상세하게 나타낸 바와 같이 상기 안테나(103)은 상기 링부재(103a), 하부링부재(103b) 및 양 링을 연결하는 연결부재(103c)로 구성되고, 상기 제 1 고주파 전원(105)로부터 상기 매칭 박스(104)를 통하여 제 23 도에 화살표로 나타낸 바와 같이 소망의 고주파 전류를 인가함으로써 상기 원통 석영관(102)내에 교번전계를 형성하는 것이 가능하도록 구성되었다. 또, 안테나의 구조는 교번전계와 소망의 영역에 형성되면 좋고, 상기 형상으로 특정되지 않는다. 또, 제 23 도 및 제 24 도로부터 명백한 바와 같이 상기 전자코일(106)은 상기 안테나(103)의 상부에 있어서, 상기 원통 석영관(102)을 둘러싸도록 설치되어 있다. 또, 제 23 도에서는 구조의 이해를 용이하게 하기 위하여 상기 전자코일(106)의 대략 반부분을 절결한 상태로 나타내고 있다. 제 24 도의 평면도에 화살표로 나타낸 바와 같이 상기 전원(107)에 의하여 여기함으로써 상기 교번전계와 직교하는 방향 즉 도시의 예에서는 수직방향(원통 석영관의 축방향)아래쪽으로 향하는 정자장이 형성된다. 또, 플라즈마 발생부를 구성하는 상기 석영관(102), 안테나(103), 전자코일(106)이 첫수 및 출력은 후술하는 바와 같이 피처리체(W)의 반응 표면의 윗쪽 약 20~30mm 부근, 즉, 제 22 도 예에서는 상기 석영관(102)와 상기 처리실(111)의 접속부분근처에 ECR 영역 E가 형성되도록 조정된다. 재차 제 22 도를 참조하여 이 ECR을 이용한 플라즈마 처리장치의 플라즈마 처리부(B)의 구성에 대하여 설명한다. 상기 플라즈마 처리부(B)는 상기 플라즈마 발생부(A)에서 발생한 플라즈마 흐름에 의하여 처리실(111)내에는 상기 피처리체(W)를 얹어놓고 고정하기 위한 서셉터(112)가 설치되어 있다. 이 서셉터(112)는 매칭 박스(113)를 통하여 제 2 고주파 전원(114)에 접속되어 있고, 상기 콘트롤러(108)로부터 지령에 의하여 에칭처리한때에는 RF 바이어스를 상기 서셉터(112)에 인가하는 것이 가능하게 구성되어 있다. 상기 처리실(111) 원쪽 상측에는 제 2 가스원(118)로부터 제 2 프로세스 가스를 도입가능한 제 2 가스 공급관로(119)가 설치되어 있고, 동 처리실(111)의 반대쪽 아래쪽에는 진공펌프등을 구비한 배기계(115)에 연통하는 배기관로(116)이 접속되어 있고, 처리공정에 따라서 상기 처리실(111)내에 프로세스 가스를 도입하거나, 또는 상기 처리실(111)내를 진공흡입할 수가 있다. 또한 처리실(111)의 측벽을 둘러쌓은 자장 형성수단(117)이 배치되어 있다. 이 자장형성수단(117)은 상기 제 11 도의 자장 형성수단(117)이 배치되어 있다. 이 자장형성수단(117)은 상기 제 11 도의 자장 형성수단(42)과 동일하게 구성되어 있고, 플라즈마 발생부(A)로부터 도입된 플라즈마 흐름을 피처리체인 반도체(W)의 처리표면 부근에서 정형 유지할 수가 있다.

이와같은 ECR 플라즈마 에칭장치에 의하여 에칭처리를 하는 경우에는 피처리체인 반도체 웨이퍼(W)가 처리실에 근접하는 로드록실(도시안됨)로부터 미리 감압분위기 예를들면  $10^{-6}$ Pa로 설정된 처리실(111)내에 반송되고 그 처리실(111)내의 서셉터(112)상에 정전적(도시안됨)등의 고정수단에 의하여 흡착되어 유지된다.

다음에 석영관(102)의 동 정점부의 상기 제 1 가스 공급관(110) 및 상기 처리실(111)의 외쪽 상측에 설치된 상기 제 2 가스 공급관(119)로부터 반도체 웨이퍼(W)에 플라즈마 에칭을 실시하기 위한 소정의 프로세스가스가 상기 석영관(2) 및 상기 처리실(111)에 도입된다. 이때 처리실(111)내의 압력은 예를들면  $10^{-3}$ Torr로 조절된다. 예를들면 상기 제 1 가스 공급관로(110)로부터 아르곤등의 불활성가스를 도입하고 제 2 가스 공급관(119)로부터  $Cl_2$ 나  $CHF_3$ 을 공급하는 것이 가능하다. 이와같이 2계열의 가스공급관으로부터 플라즈마 발생부(A) 및 플라즈마 처리부(B)에 프로세스가스를 공급가능하도록 구성함으로써 에칭에 최적한 프로세스 혼합비를 플라즈마 발생부(A) 및 플라즈마 처리부(B)의 각각에 있어서, 별개로 파라미터를 설정함으로써, 제어성이 우수한 플라즈마 에칭처리가 가능하게 된다.

플라즈마를 발생시킨 때에는 제 1 고주파 전원(105)로부터 적당한 고주파 전류를 안테나(103)에 보냄으로서 처리실내에 교번전계를 형성함과 동시에 전원(107)에 의하여 전자 코일(106)을 여기하는 것에 의하여 수직방향 아래쪽 즉 석영관의 축방향으로 자력선을 가지는 정자장이 형성된다. 후술하는 ECR 조건이 만족되면, ECR 영역에 존재하는 전자는 그 자계의 자력선에 감기도록 나선운동을 하여 플라즈마 전위에 도달하고, 약자계방향 즉 수직방향 아래쪽으로 가속된다. 이결과 피처리체의 처리표면에 대하여 수직 방향을 향하여 플라즈마 흐름을 형성하는 것이 가능하게 된다. 여기서 전자 사이크론 공진(ECR) 조건은  $B = 2\pi mefc/e$ 를 만족시키는 것으로 얻어진다. 다만 상기 식에 있어서, B는 자속밀도, me는 전자의 질량, fc은 주파수, e는 전하이다. 이 때문에 종래의 마이크로파 ECR 플라즈마 장치에 있어서는 공업적으로 이용 가능한 2.45GHz의 마이크로파에 대하여 ECR 조건을 만족하는 자장으로서 875Gauss가 필요하므로 자장을 얻기 위하여 크고 무거운 마그네트가 필요하게 되고, 장치가 대형화 시키지 않으면 안되었다. 또 마이크로파를 전단하기 위한 특별한 도파관도 필요하였다.

그러나 낮은 주파수를 사용하면, 이것만으로 낮은 자장에서 ECR 조건을 달성하는 것이 가능한것은 상기식으로부터 명백하다. 여기서 본 발명에 따른 플라즈마 장치에 의하면, 안테나에 예를들면 100MHz 이하의 고주파 전류를 공급하므로써 교번전계를 형성하는 것이 가능한것으로 예를들면, 35Gauss정도의 대단히 적은 자장을 형성하면, ECR 조건을 만족시키는 것이 가능하다. 이때문에 종래의 장치에 비교하여 매우 적은 전자 코일을 사용하면, 충분하므로 장치의 간략화, 소형화를 도모할 수가 있다.

제 24 도에 나타낸 바와같이 제 1 의 자장 형성수단에 의한 자력선은 수직방향 아래쪽에 향한것에 대하여 처리실 바깥으로 젖혀서 발산자계를 형성하고 있다. 이때문에 피처리체(W)에 향하여 플라즈마 흐름도 발산하는 경향을 가지고 있다. 특히 종래의 마이크로파 ECR 플라즈마 장치에서는 875Gauss라고 하는 커다란 자계를 사용하지 않으면 안되므로 처리실(11)내에 형성되는 발산자계도 크게 되는 것이되고, 플라즈마 흐름의 발산경향도 커지게 되고, 피처리체(W)의 처리표면에 플라즈마 흐름을 수직으로 입사시키는 것이 곤란하였다.

그러나 상기의 플라즈마 처리장치에 의하면, 예를들면, 35Gauss인 적은 자장을 사용하는 것이 가능하므로 처리실(11)내에 생기는 발산자계도 적게 할 수가 있고, 상기 처리실(111)내에 도입된 플라즈마 흐름의 발산경향을 최소한으로 억제하는 것이 가능하다. 특히 ECR 영역도 20 ~ 30cm 정도 분리된 지점에서는 발산자계의 영향은 거의 무시 할 수가 있으므로 피처리체(W)의 처리표면에 플라즈마 흐름을 수직으로 안내하

는것이 가능하므로 선택비가 높은 양호한 이방성 예칭을 달성할 수가 있다. 또 제 22 도에 나타낸 바와같이 플라즈마 장치의 처리실(11)의 주위에는 다극자계가 배치되어 있으므로 플라즈마 발생부(A)로부터 처리실(11)내로 도입된 플라즈마 흐름을 피처리체(W)의 처리표면에 대응하도록 정형 유지 하는 것이 가능하다. 또 이러한 다극장에 의하여 상술한 플라즈마 흐름의 발산경향을 감소시키고, 처리표면에 수직입사하는 플라즈마 흐름으로 하는 것으로 높은 선택비 및 예칭의 균일화를 확보 하는 것이 가능하게 된다.

또 제 22 도에 나타낸 장치에서는 서셉터(112)에 매칭 박스(103)를 통하여 제 2 고주파 전원(114)로부터 RF 바이어스를 인가하는 것이 가능하도록 구성되어 있다. 이때문에 사용되는 처리가스나 가스압력에 따라서 RF 바이어스를 적절 인가 하므로써 플라즈마 흐름중의 이온의 가속을 도모함과 동시에 이온 흐름의 균일화를 도모 할 수가 있는 것이 가능하다. 상기와 같이 하여 피처리물체의 처리가 완료하면, 배기계(115)에 의하여 상기 처리실(111)내의 잔류 처리가스나 반응생성물을 충분하게 배기한후에 반송아암에 의하여 서셉터상의 피처리체의 로드록실에 반출된다.

다음에 석영관(102)의 정점부 둘부분의 제1 가스 공급관로(110)으로 부터 프로세스의 도입경로에 관한 또 다른 실시예에 대하여 제 25 도 및 제 26 도를 참조하면서 설명한다.

제 22 도의 실시예에 있어서는 석영관(102)의 정점부 둘부분에 형성된 제1 가스 공급관으로 부터 가스가 직접 석영관(102)내에 도입되지만, 처리가스를 처리실내에 균일하고, 신속하게 분산시키기 때문에 제 25 도 또는 제 26 도에 나타내는 구성을 채용하는 것이 가능하다. 제 25 도에 나타내는 예에 있어서는 복수의 관통구멍(120)이 돌출 설치된 판부재(121)를 통하여 처리가스를 도입하므로써 가스 분산의 균일화 및 가속을 도모하고 있다. 또 제 26 도에 나타낸 예에 있어서의 스폰지 형상의 다공성 재료(122)가 상기 제 1 가스 공급관(110)근처에 설치되어 있고, 처리가스는 상기 다공성 재료(122)중의 미소구멍(123)을 통하여 플라즈마 발생부(A)에 도입하고, 가스분산의 균일화 및 가속을 도모할 수 있도록 구성되어 있다.

다음에 제 27 도 및 제 28 도를 참조하여 ECR 플라즈마 예칭장치의 또 다른 예에 대하여 설명한다. 다만 제 22 도에 나타내는 장치와 동일한 기능 및 구조를 가지는 부재에 대하여는 동일한 번호를 붙이는 것에 의하여 설명을 생략한다. 이 장치에 있어서는 제 22 도에 나타내는 석영관(102) 대신에 석영판(130)이 처리실(111)의 상면에 설치되어 있고, 이 석영판(130)의 바깥쪽 표면상에 안테나(131)가 설치된다. 이 안테나(131)는 제 28 도에 나타낸 바와같이 나선형상을 가지는 나선 안테나이고, 고주파 전원(105)으로 부터 매칭박스(104)를 통하여 고주파 전원을 인가 하므로써 효율좋게 교번전계를 형성하는 것이 가능하다. 또 석영판(130)의 외측표면에 설치된 안테나 구조에 대하여는 소망의 영역으로 소망의 교류전계를 형성 할수 있으면 좋고, 상기 형상에 한정되지 아니한다.

또, 이 장치에 있어서도 제 22 도에 나타낸 실시예와 동일하게 상기 안테나(131)에 대응하여 전자 코일(106)이 설치되어 있고, 수직 방향에 향하여 서서히 발산하는 자력선을 가지는 정자장을 형성하는 것이 가능하게 구성되어 있다. 이와같이 본 실시예에 있어서도 상기 안테나(131)와 상기 전자 코일(106)의 출력을 적당하게 조절하므로써 소망의 영역 예를들면, 피처리체의 처리면적의 위쪽 20~30cm영역에 ECR 영역을 형성 하는것이 가능하다. 또한 이장치에 의하면, 제 22 도에 나타낸 실시예와 같이 석영관(102)와 같은 관이 커다란 구성부재를 사용할 필요가 없으므로 플라즈마 장치로 부터 소형화를 촉진하는 것이 가능하다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재와, 적어도 그 일부가 상기 유도전계 형성부재와 겹치도록 배치된 상자성체 부재를 구비하는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 나선형상을 이루고 있는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 단일 일형상을 이루고 있는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 동심형상으로 설치된 2개의 단일 루프형상 부재를 가지는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 상기 2개의 단일 루프형상 부재는 공급되는 고주파전력이 독립으로 제어되는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 상자성 금속부재는 판형상을 이루고 있는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 상자성 금속부재는 동으로 구성되어 있는 플라즈마 처리장치.

### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 상자성 금속부재는 상기 유도전계 형성부재의 중앙부에 대응하여 설치되어 있는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 9

제1항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 그 중앙부에 공간영역을 가지는 나선형상을 이루고 있는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 가스 도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스 토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 안가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 12

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 유도전계 형성부재는 그 중앙부에 공간영역을 가지는 나선형상을 이루는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 13

제12항에 있어서, 상기 가스도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 14

제12항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 15

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하기 위한 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 유도전계 형성부재는 그 바깥쪽과 중심부에서 피치가 다른 나선형상을 이루는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 16

제15항에 있어서, 상기 가스 도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 17

제15항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 18

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 적어도 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 적어도 2개의 유도전계 형성부재는 어느쪽도 단일루프 형상을 이루고, 이들이 동심형상으로 배치되는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 적어도 2개의 유도전계 형성부재는 공급되는 고주파 전력이 독립하여 제어되는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 20

제18항에 있어서, 상기 가스 도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스 토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 21

제18항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 22

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 적어도 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 적어도 2개의 유도전계 형성부재는 각각 단일루프 형상 및 나선형상을 이루며 이들이 동심원상으로 배치되고, 상기 2개의 유도전계 형성

부재는 공급되는 고주파 전력이 독립으로 제어되는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 23

제22항에 있어서, 상기 가스도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 24

제22항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 25

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 적어도 2개의 유도전계 형성부재를 구비하고, 상기 적어도 2개의 유도전계 형성부재는 어느쪽도 나선형상을 이루며, 이들이 동심원상으로 배치되며, 상기 2개의 유도전계 형성부재는 공급되는 고주파 전력이 독립으로 제어되는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 26

제25항에 있어서, 상기 가스도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 27

제25항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 28

피처리체가 삽입되는 챔버와, 챔버내에 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단과, 절연체를 통하여 상기 챔버의 바깥쪽 상기 피처리체에 대향하는 부분에 설치되고, 고주파전력이 공급되므로써 피처리체 근처에 유도전계를 형성하는 적어도 2개의 유도전계 형성부재와, 상기 챔버의 바깥쪽 상기 유도전계 형성부재의 근처에 배치된 상자성체 부재를 구비하는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 29

제28항에 있어서, 상기 상자성체 부재는 소프트 페라이트로 구성되는 있는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 30

제28항에 있어서, 상기 상자성체 부재는 얄도록한 플라즈마 밀도분포에 따라서 두께가 조절되는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 31

제30항에 있어서, 상기 상자성체 부재는 외주부가 두껍고 중앙부가 얇게 구성되어 있는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 32

제28항에 있어서, 상기 상자성체 부재는 그 피처리체면과 평행한 면에서 절단된 단면의 단면적이 상기 피처리체의 피처리면 면적보다도 큰 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 33

제28항에 있어서, 상기 상자성체 부재는 그 두께가 상기 유도전계 형성부재에 인가된 고주파 전류에 의하여 여기된 반자장의 영향이 무시할 정도인 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 34

제28항에 있어서, 상기 가스도입수단은 상기 챔버의 상벽에 설치되고, 절연체로 되는 본체와, 가스도입구와, 다수의 가스토출구를 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 35

제28항에 있어서, 피처리체에 고주파 바이어스를 인가하는 고주파 인가수단을 더 가지는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 36

제28항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 단일 루프형상을 이루고 있는 플라즈마 처리장치.

#### 청구항 37

제28항에 있어서, 상기 유도전계 형성부재는 동심형상으로 설치된 2개의 단일 루프형상 부재를 가지는 플라즈마 처리장치.

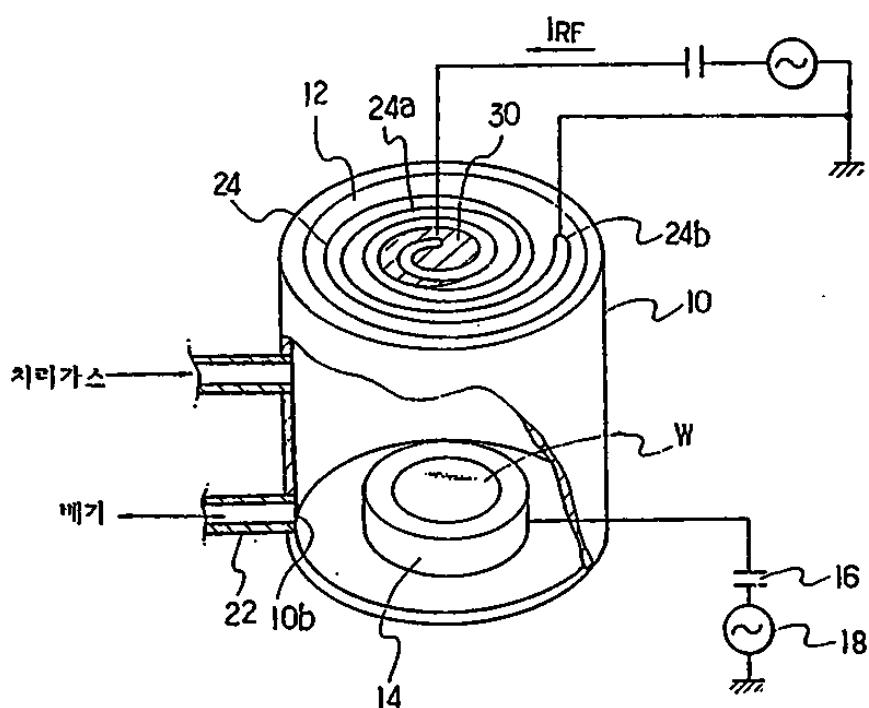
#### 청구항 38

제37항에 있어서, 상기 2개의 단일 루프형상 부재는 공급되는 고주파 전력이 독립으로 제어되는 플라즈마 처리장치.

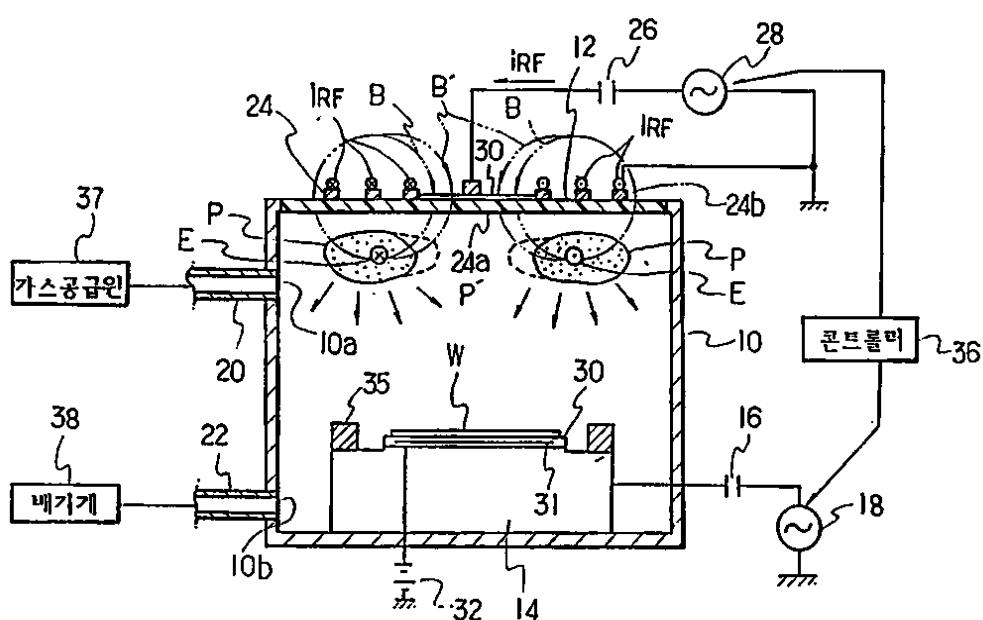
### 청구항 39

제28항에 있어서, 더 상기 챔버내에 형성되는 플라즈마를 제어하는 자장을 형성하기 위하여 자장형성 수단을 구비하고 있는 플라즈마 처리장치.

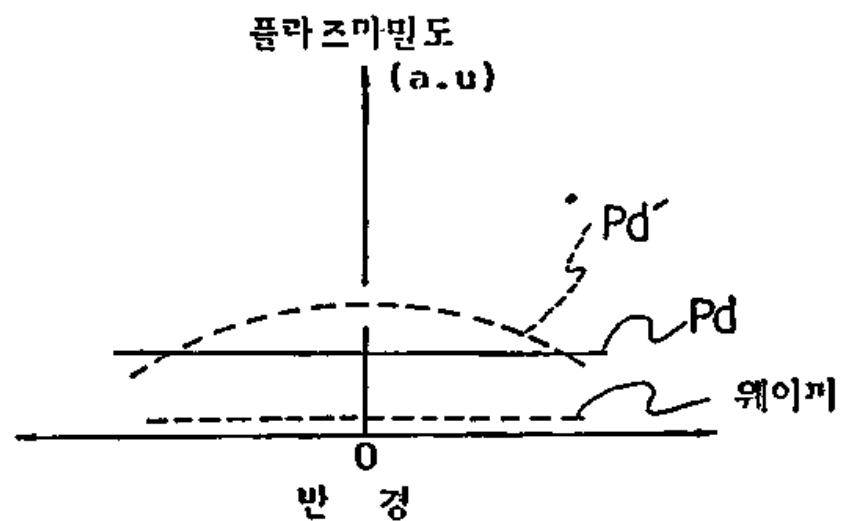
### 도면1



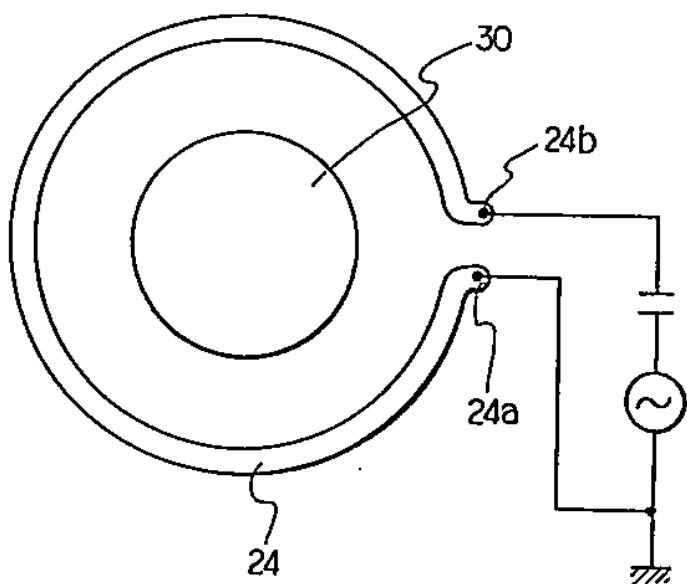
### 도면2



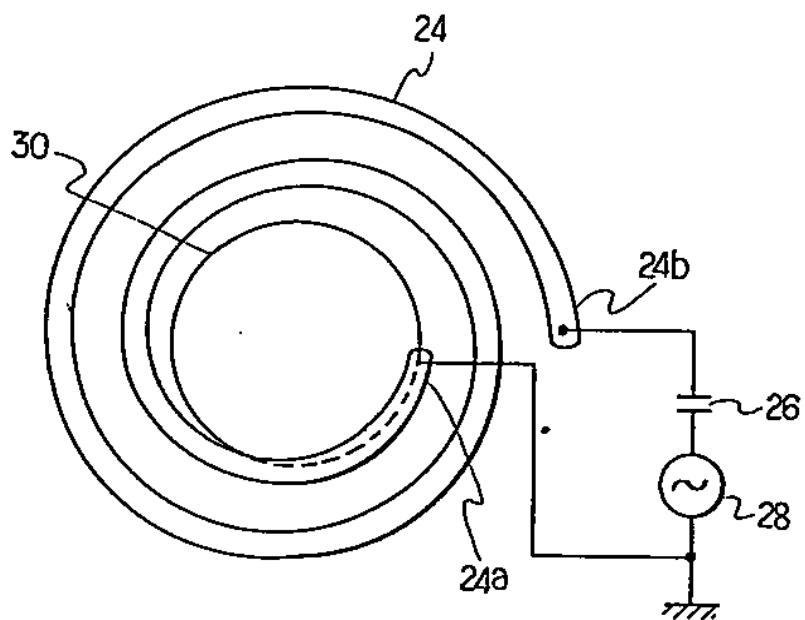
도면3



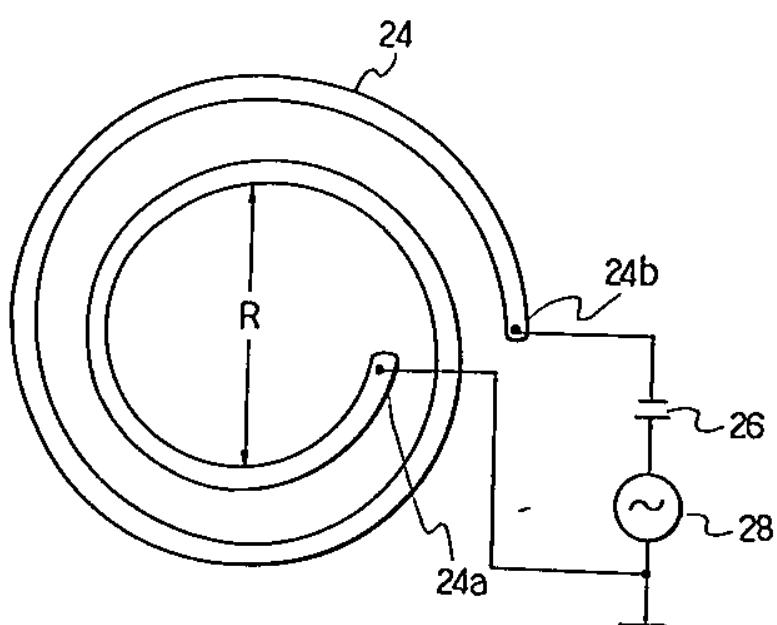
도면4



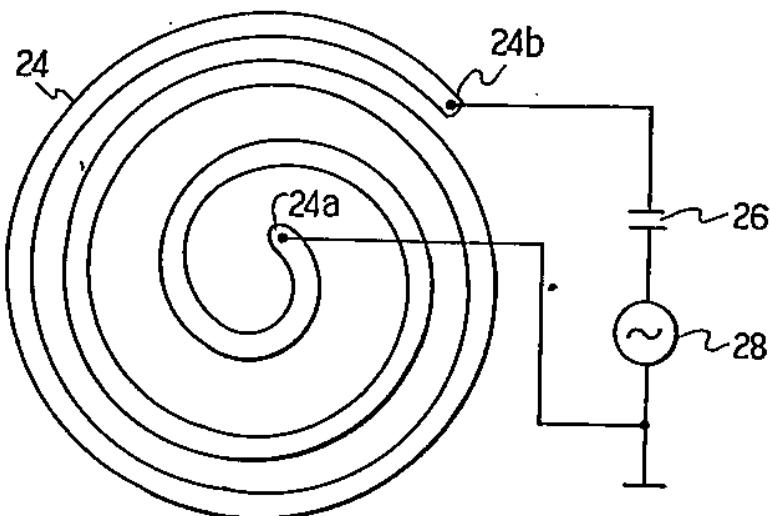
도면5



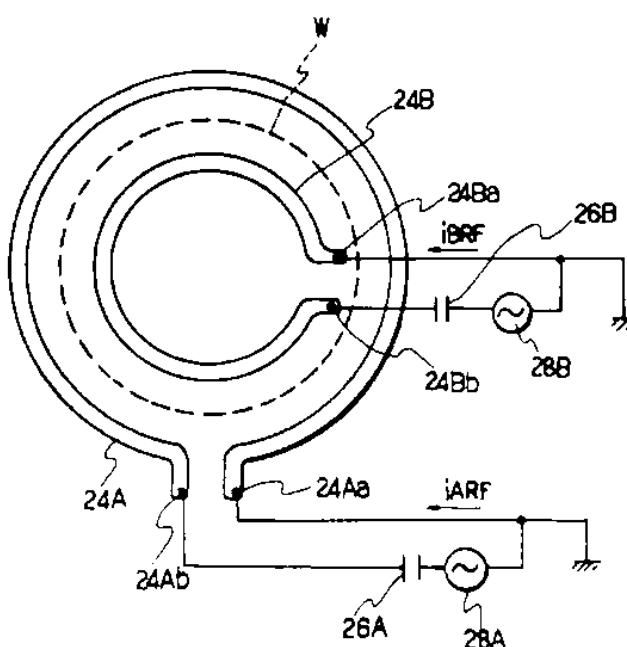
도면6



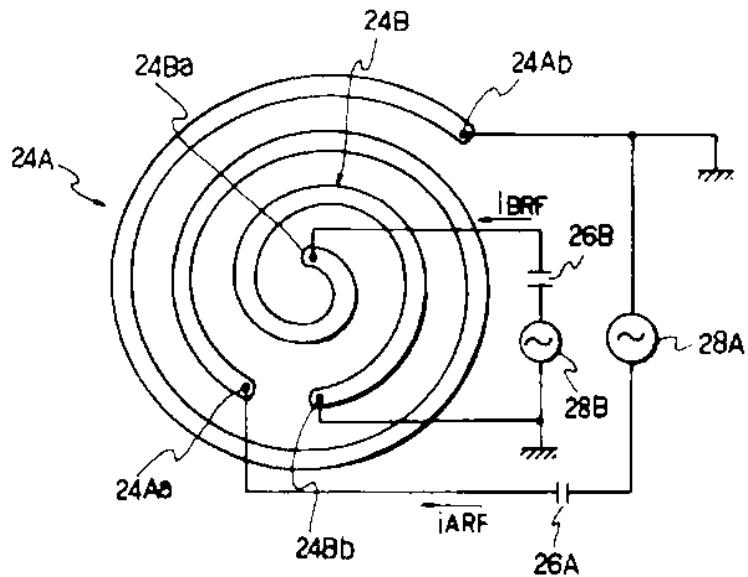
도면7



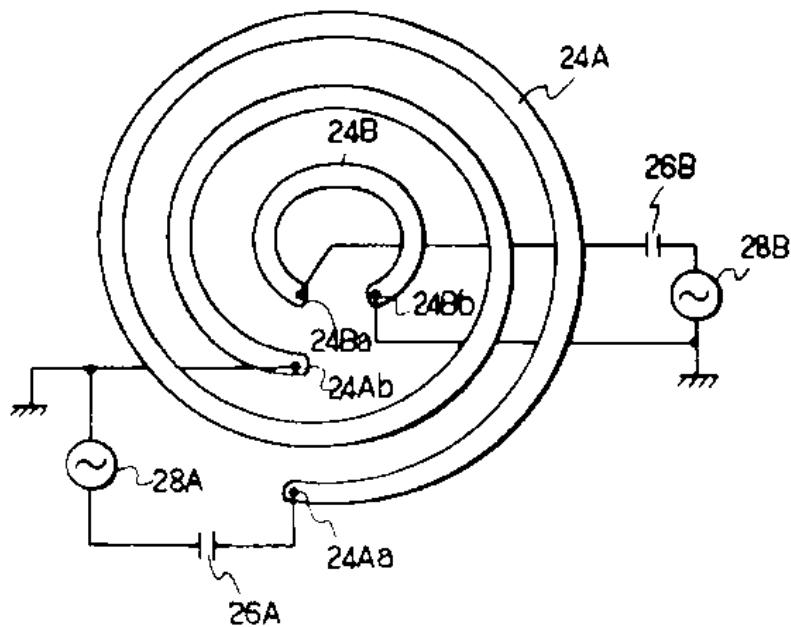
도면8



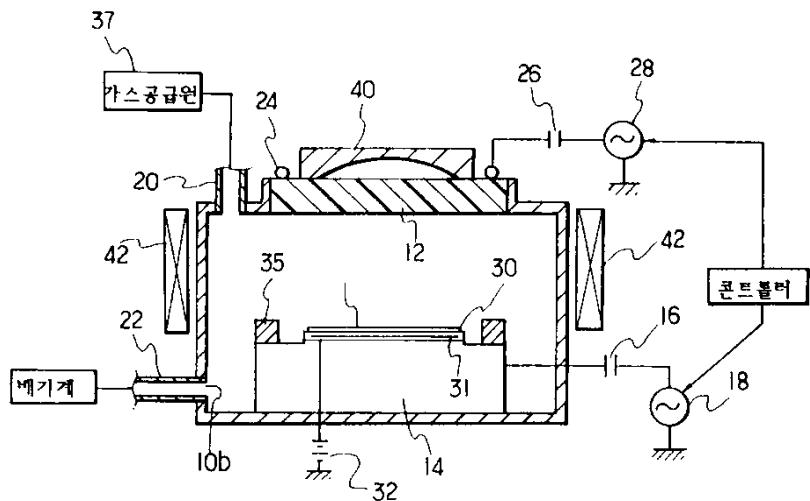
도면9



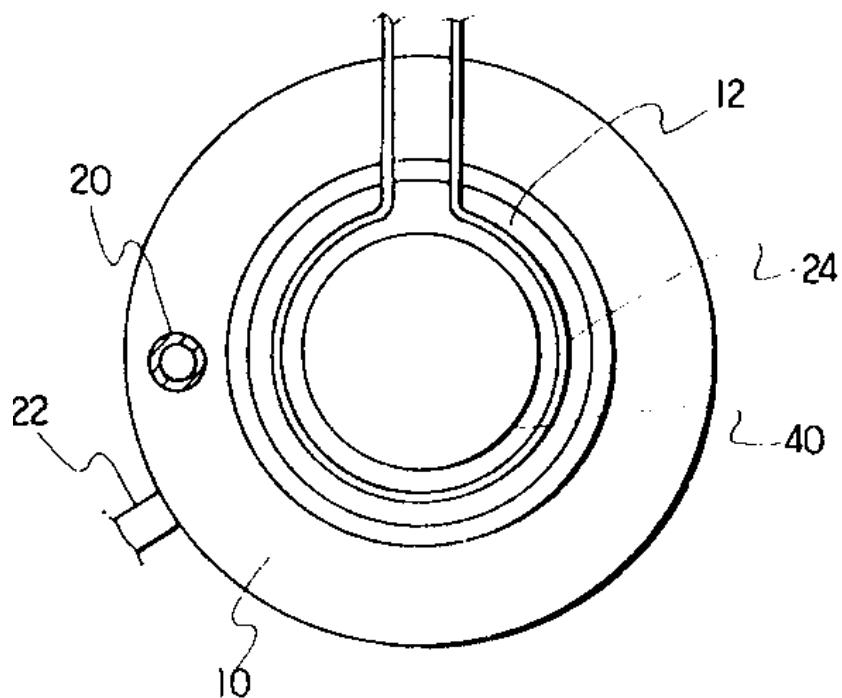
도면10



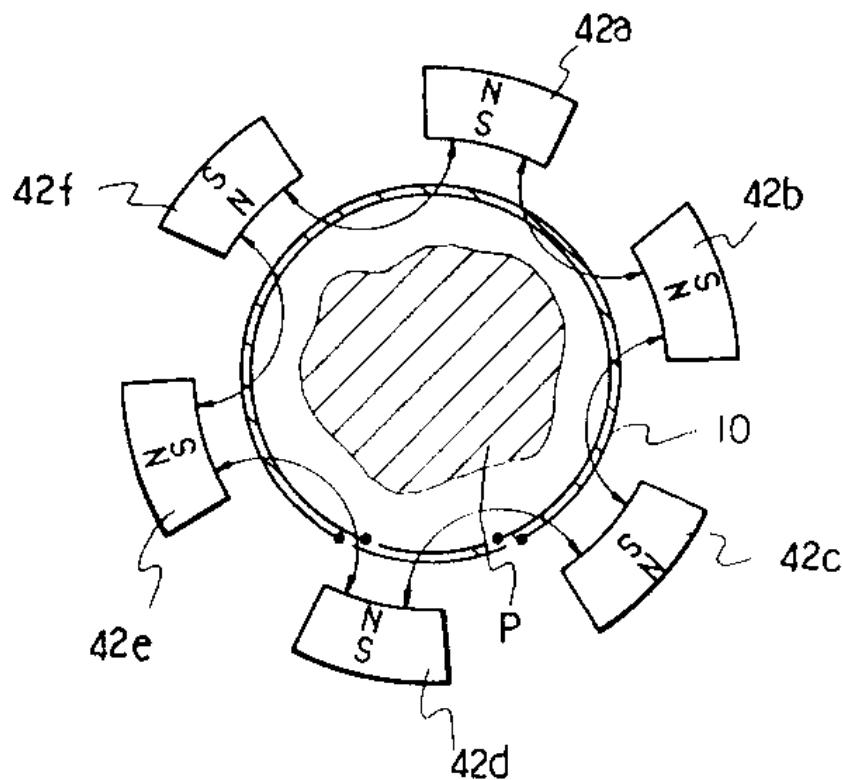
도면11



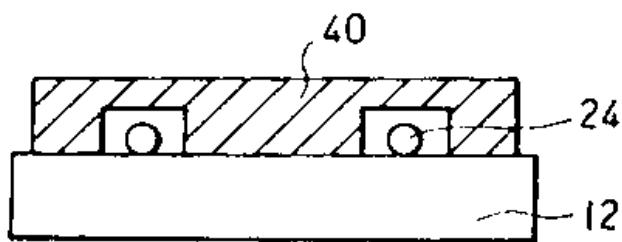
도면12



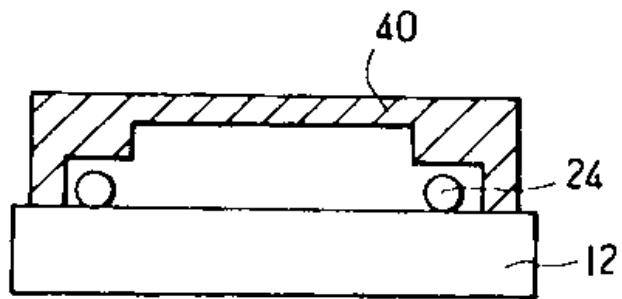
도면13



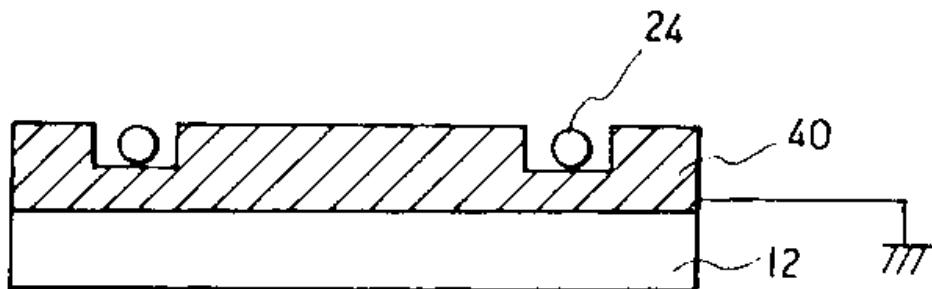
도면14



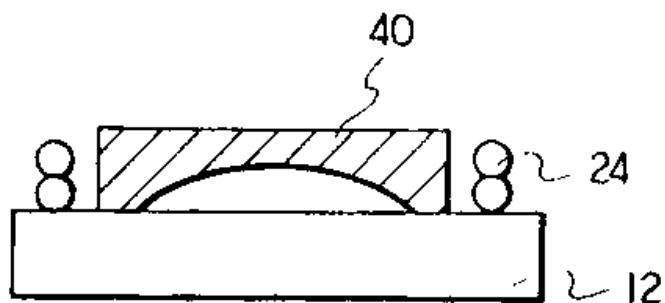
도면15



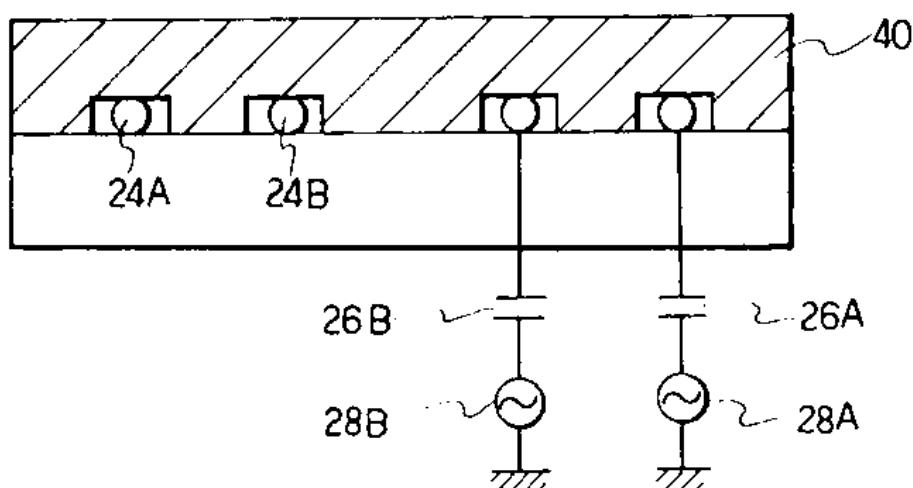
도면16



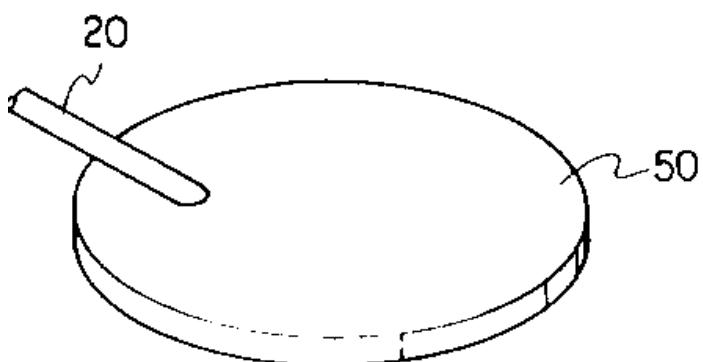
도면17



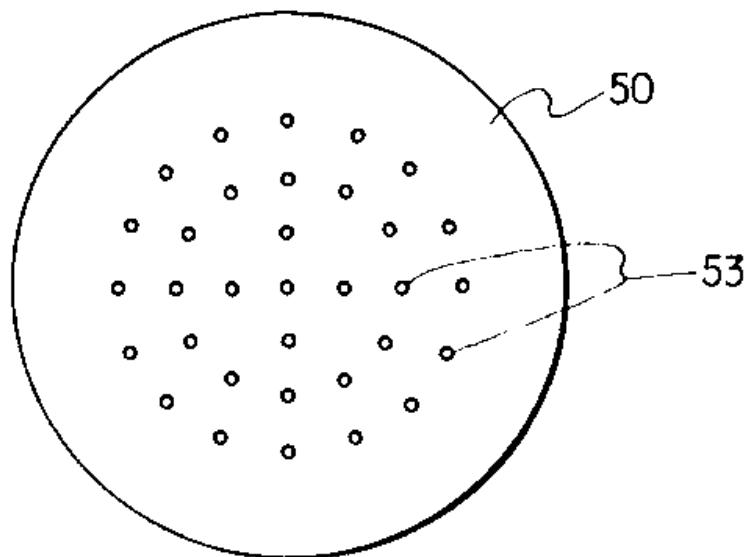
도면18



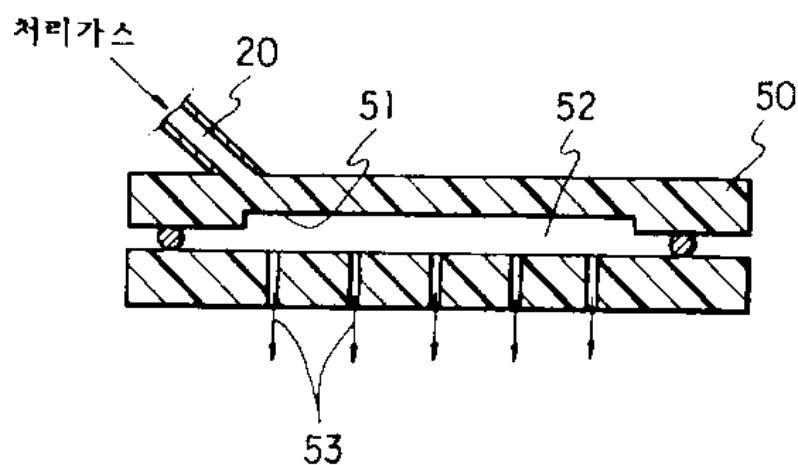
도면19a



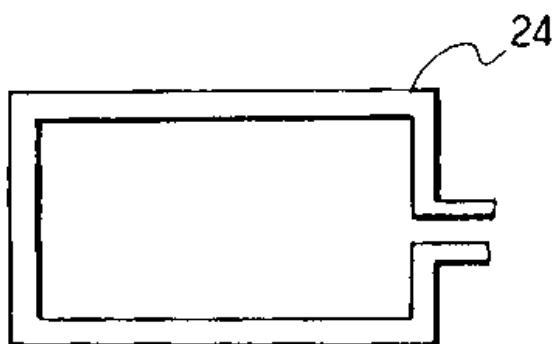
도면 19b



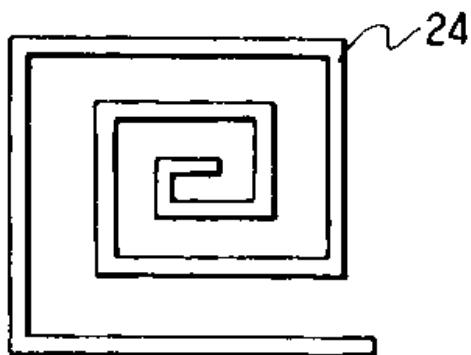
도면 19c



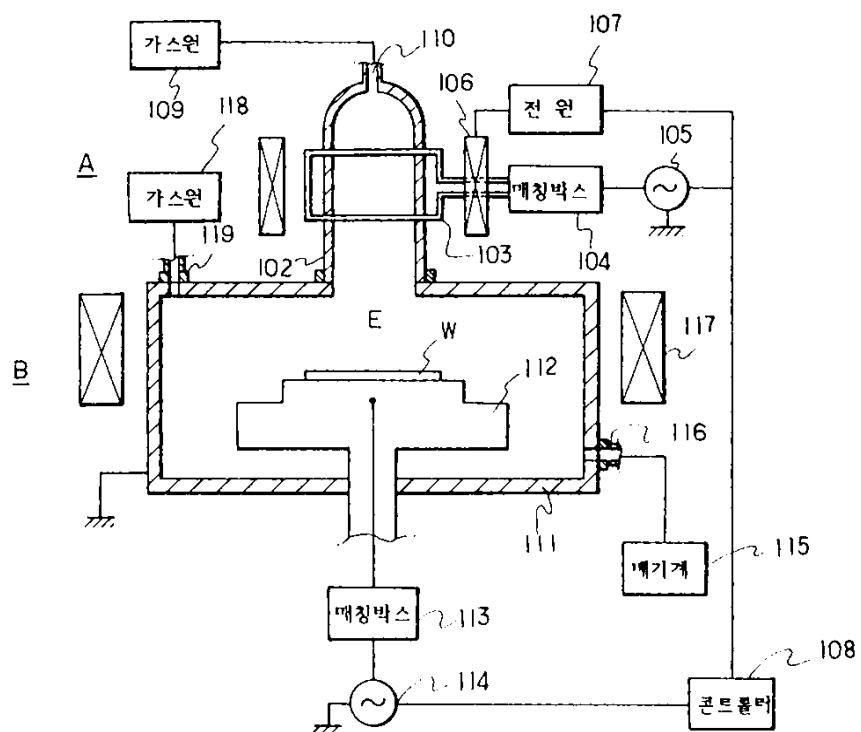
도면 20



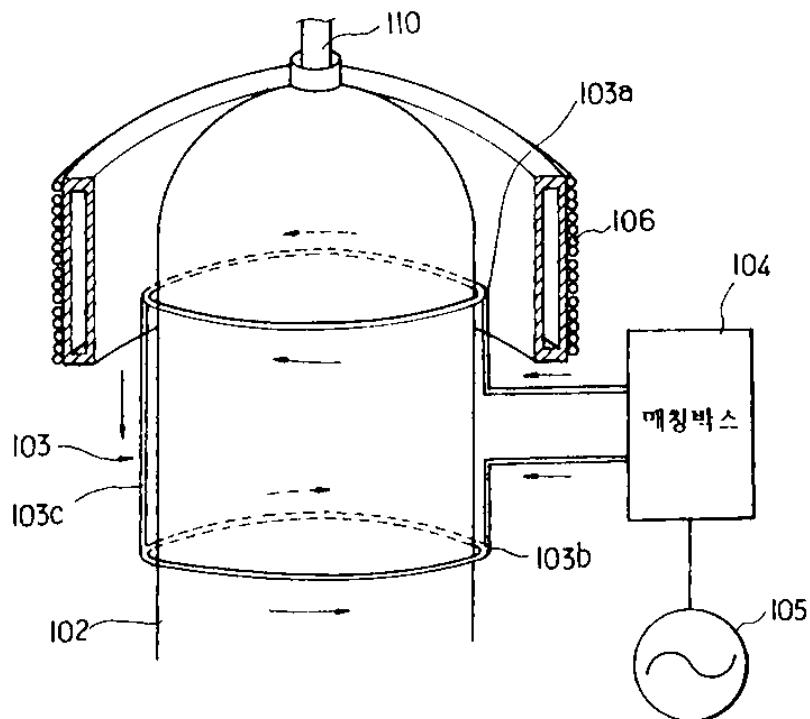
도면21



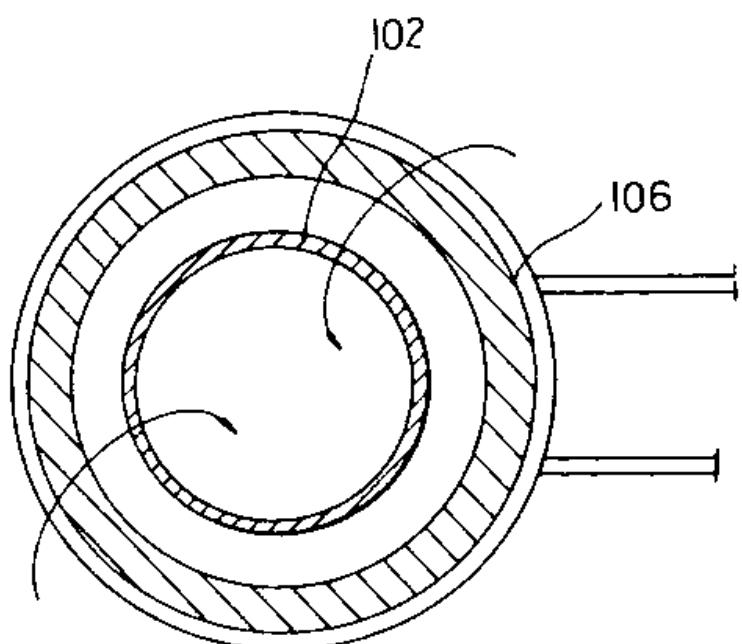
도면22



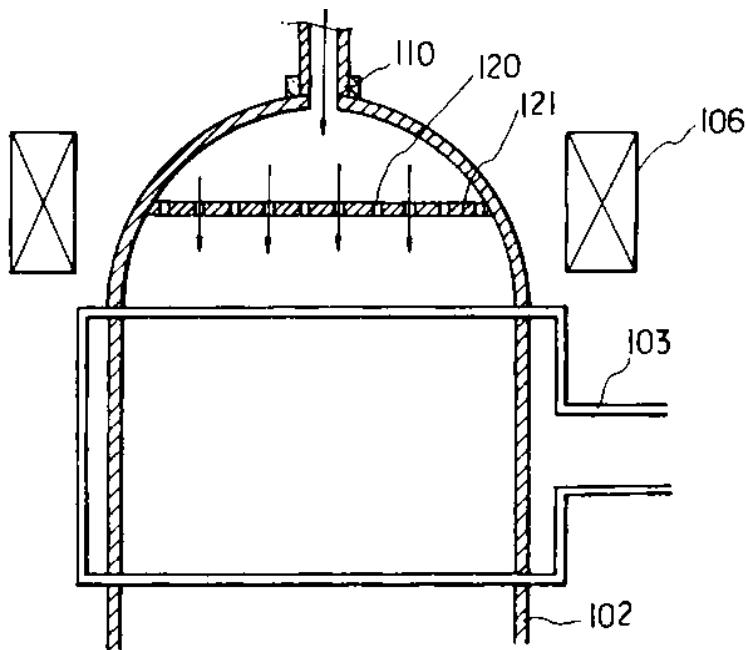
## 도면23



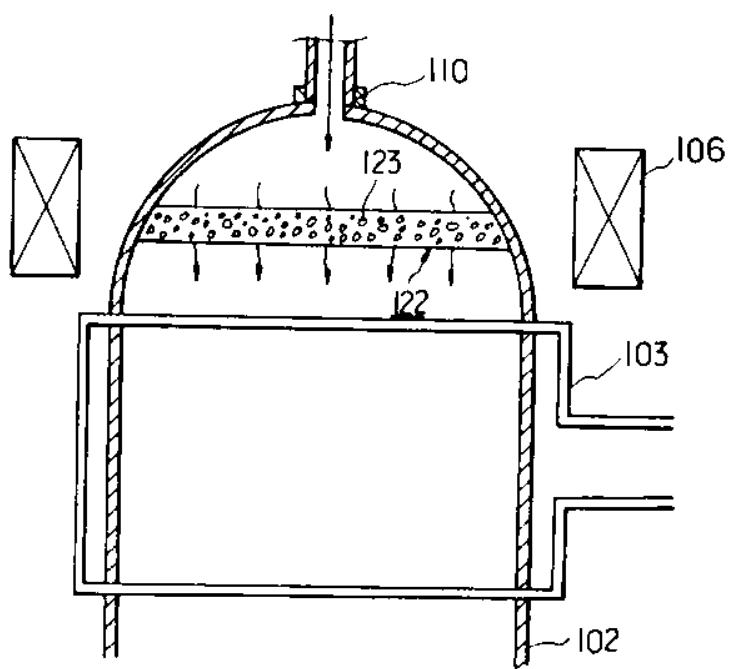
도면24



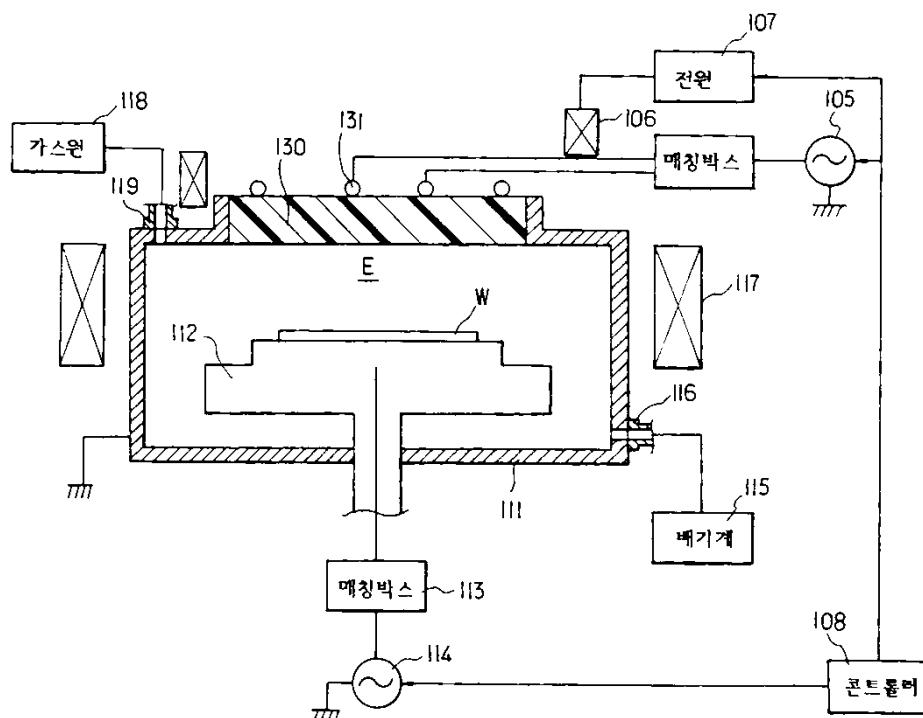
도면25



도면26



## 도면27



도면28

