



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월13일
(11) 등록번호 10-1274515
(24) 등록일자 2013년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/3065
(2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0075837
(22) 출원일자 2011년07월29일
심사청구일자 2011년07월29일
(65) 공개번호 10-2013-0007385
(43) 공개일자 2013년01월18일
(30) 우선권주장
JP-P-2011-143406 2011년06월28일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문현
KR1020070024258 A*
JP2002305184 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문현

(73) 특허권자
가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지스
일본국 도쿄도 미나토구 니시신바시 1쵸메 24-14
(72) 발명자
데츠카 츠토무
일본국 도쿄도 치요다쿠 마루노우치 1쵸메 6번 1
고, 가부시키가이샤 히다치 세이사쿠쇼 지적재산
권본부 내
니시오 료지
일본국 암마구치켄 구다마쓰시 히가시도요이 794
반치, 가부시키가이샤 히다치 하이테크놀로지스
가사도 사업소 내
(74) 대리인
특허법인화우

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 김한수

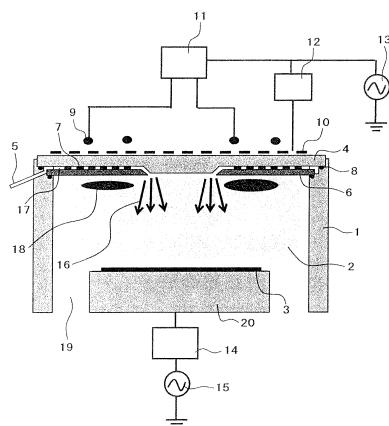
(54) 발명의 명칭 **플라즈마 처리장치**

(57) 요 약

본 발명은, 유도 결합 방식과 같이 전자계 강도가 강한 경우에도 이상 방전되지 않아, 시료 전면에 걸쳐 균일한 플라즈마 처리가 가능한 플라즈마 처리장치를 제공하는 것이다.

이를 위하여 본 발명에서는, 처리실(1)과, 제1 유전체의 진공창(4)과, 유도 코일(9)과, 고주파 전원(13)과, 가스 공급 수단과, 피처리체(3)를 재치하는 시료대(20)를 구비한 플라즈마 처리장치에 있어서, 가스 공급 수단은, 진공창(4)의 하방에 근접하여 설치되고, 중앙부에 가스 방출구를 구비한 제2 유전체의 가스 방출판(6)과, 진공창(4)과 가스 방출판(6)의 간극에 설치되며, 제1 및 제2 유전체보다 비유전율이 높은 제3 유전체의 섬 형상의 부재를 가진다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

피처리체에 플라즈마 처리를 행하기 위한 처리실과, 당해 처리실의 상부를 진공 밀봉하는 유전체의 진공창과, 당해 진공창의 상방에 배치된 유도 코일과, 당해 유도 코일에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 가스 방출판을 거쳐 상기 처리실 안에 가스를 공급하는 가스 공급 수단과, 상기 처리실 안에 설치되어 상기 피처리체를 제치(置)하는 시료대를 구비한 플라즈마 처리장치에 있어서,

상기 가스 방출판은, 상기 진공창의 하방에 배치되고, 중앙부에 가스 방출구를 갖고, 제1 유전체로 이루어지며, 제2 유전체로 이루어지는 부재가 상기 진공창과 상기 가스 방출판 사이에 소정의 간격으로 복수 설치되며,

상기 가스 공급 수단으로부터 공급된 가스를 상기 가스 방출구에 수송하는 가스 유로는, 상기 가스 방출판에 대하여 평행 방향으로 복수 설치되고, 상기 진공창과 상기 가스 방출판과 복수의 상기 부재로 형성되는 공간이며,

상기 가스 유로의 높이는 상기 소정의 간격에 의해 규정되고,

상기 가스 유로의 높이는 상기 진공창과 상기 가스 방출판의 간격에 의해 규정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 부재는, 절연체를 용사, 성막 처리, 또는 절연 시트를 부착함으로써 형성된 것임을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 가스 방출구는, 복수의 가스 방출 구멍을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 부재는, 평면 형상이 직사각형 또는 부채 형상인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 소정의 간격을 W , 상기 가스 유로의 높이를 H 라고 한 경우, W/H 의 비가 2.5 이하인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 부재의 내부는, 도체로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 부재는, 상기 유도 코일의 하방에 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 8

피처리체에 플라즈마 처리를 행하기 위한 처리실과, 당해 처리실의 상부를 진공 밀봉하는 유전체의 진공창과,

당해 진공창의 상방에 배치된 유도 코일과, 당해 유도 코일에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 가스 방출판을 거쳐 상기 처리실 안에 가스를 공급하는 가스 공급 수단과, 상기 처리실 안에 설치되어 상기 피처리체를 재치하는 시료대를 구비한 플라즈마 처리장치에 있어서,

상기 가스 방출판은, 상기 진공창의 하방에 배치되고, 중앙부에 가스 방출구를 갖고, 유전체로 이루어지며,

도체의 부재가 상기 진공창과 상기 가스 방출판 사이에 소정의 간격으로 복수 설치되며,

상기 가스 공급 수단으로부터 공급된 가스를 상기 가스 방출구에 수송하는 가스 유로는, 상기 가스 방출판에 대하여 평행 방향으로 복수 설치되고, 상기 진공창과 상기 가스 방출판과 복수의 상기 부재로 형성되는 공간이며,

상기 가스 유로의 폭은 상기 소정의 간격에 의해 규정되고,

상기 가스 유로의 높이는 상기 진공창과 상기 가스 방출판의 간격에 의해 규정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 부재는, 상기 가스에 대하여 내부식성을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 가스 방출구는, 복수의 가스 방출 구멍을 가지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 부재는, 평면 형상이 직사각형 또는 부채 형상인 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 부재는, 상기 유도 코일의 하방에 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특히 유도 결합 고주파 방식(IPC)의 플라즈마 처리장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 플라즈마 처리장치는, 반도체 디바이스의 제조에 있어서 성막이나 에칭 처리에 널리 이용되고 있다. 각종 처리에서는, 처리 내용에 따라 다양한 가스를 사용하여 플라즈마를 생성하여 균일한 처리가 행하여진다.

[0003] 종래, 마이크로파 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스의 공급 방법으로서는, 특허문헌 1에 기재된 플라즈마 처리장치가 이용되고 있다. 특허문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이, 플라즈마 생성을 위한 마이크로파가 투과되는 처리실 상부의 석영창에 밀접하게 석영판을 설치하고, 석영판의 중앙에는 가스 공급구를 가지고, 처리실 측벽 가까이에서 석영창과 석영판 사이에 도입된 가스가 석영판 중앙의 가스 공급구에서 처리실로 가스가 방출된다. 방출된 가스는 플라즈마 중에서 해리, 전리되고 일부의 반응성 라디칼은 처리실 하방의 시료대에 재치(載置)된 시료의 처리에 제공된다. 처리실에는 가스의 배기구가 있어, 공급된 가스가 플라즈마 중을 통과하여 배기구로 흘러가서 배기된다.

[0004] 마이크로파 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 공급 방식으로서는, 특허문헌 2에 기재된 플라즈마 처리장치가 이용되고 있다. 특허문헌 2에 기재되어 있는 바와 같이, 마이크로파를 처리실에 방사하는 안테나, 안테나에 간격을 두고 배치된 유전체의 커버 플레이트, 및 커버 플레이트의 바로 아래에 놓인 다수의 가스 구멍을

구비한 유전체의 샤워 플레이트가 설치되어 있다. 샤워 플레이트의 가스 방출 구멍에는, 샤워 플레이트 상면과 이것에 부분적으로 맞닿는 커버 플레이트 하면 사이에 설치된 가스 유통 공간을 거쳐 처리 가스가 공급되고, 이 상태에서 안테나로부터 마이크로파가 방사되면, 샤워 플레이트 하면의 공간에 플라즈마가 발생한다. 이 경우, 플라즈마에 접하는 샤워 플레이트의 유전율보다 커버 플레이트의 유전율을 낮게 함으로써, 가스 유통 공간 내의 모서리부에서의 전계 집중을 억제하여 이상 방전을 방지하고 있다.

[0005] 유도 결합 고주파 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 공급 방식으로서는, 특허문헌 3에 기재된 플라즈마 처리장치가 이용되고 있다. 특허문헌 3에 기재되어 있는 바와 같이, 유도 결합 고주파 방식의 경우, 플라즈마 생성용 고주파 안테나로서 처리실 상부에 평면 형상의 유도 코일이 놓여 있고, 코일 바로 아래에는 유전체의 진공창이 설치되어 있다. 처리 가스의 공급은, 처리실 측벽에 설치된 구멍으로부터 가스를 방출함과 함께, 분사 튜브에 의해 측면으로부터 시료를 향하여 가스를 방사하여 가스 공급 분포를 제어하고 있다.

[0006] 유도 결합 고주파 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 공급 방식의 다른 방식으로서는, 특허문헌 4에 기재된 플라즈마 처리장치가 이용되고 있다. 특허문헌 4에 기재되어 있는 바와 같이, 처리실 상부의 유전체 부재의 진공창의 중심부에 착탈 가능한 가스 주입부를 설치하여, 진공창 중앙으로부터 처리 가스를 공급하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 제2005-101656호

(특허문헌 0002) 일본 공개특허공보 제2005-196994호

(특허문헌 0003) 일본 공표특허공보 제2002-511905호

(특허문헌 0004) 일본 공표특허공보 제2002-534797호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 최근, 처리해야 할 시료인 웨이퍼나 디스플레이 기판 등이 점차 대형화되고 있어, 플라즈마 처리장치에 있어서, 시료를 균일하게 처리하기 위하여 처리 가스를 시료면에 대하여 제어하면서 공급하는 것이 중요해지고 있다. 이것은, 공급되는 모(母)가스가 해리 및 전리됨으로써 플라즈마 분포의 공간 분포가 결정되고, 모가스가 플라즈마 내에서 여기되어 반응성의 라디칼이 되어 처리 특성의 분포에 직접적으로 영향을 주기 때문이다. 또한, 모가스의 흐름 분포에 따라, 처리에 제공하는 반응성 라디칼의 수송과 함께, 처리를 저해하는 반응 생성물의 배기에 영향을 주기 때문이다.

[0009] 또, 시료가 대형이 되면 플라즈마도 상응하여 대구경화가 필요하게 되어, 플라즈마 생성에 필요한 투입 전력도 고전력이 된다. 그 때문에, 플라즈마 처리장치의 가스 공급 기구로서는, 고전력의 전자장이 방사되는 대구경 플라즈마에 대하여 가스 공급 분포를 제어할 수 있는 것이 중요하게 된다.

[0010] 특허문헌 1에 기재된 마이크로파 플라즈마 처리장치의 경우에는, 석영의 진공창과 석영판 사이에 처리 가스를 통하여 처리실 중앙에 가스를 공급할 수 있어, 가스 공급 분포의 제어가 가능하다. 그러나, 유도 결합 방식과 같이 유도 코일의 단자간 전압이 고전압인 경우에는, 당해 방식을 적용할 수 없다. 그 이유에 대하여, 이하에 설명한다.

[0011] 유전체의 진공창과 유전체판 사이에서 이상 방전이 발생할 때의 전압은, 비특허문헌 1의 제436쪽, 도 14.4에 기재된 평행 평판 사이의 절연 파괴 전압(파센의 곡선)으로부터 어림잡아진다. 일반적으로, 가스 유로 내의 가스 압력은 수100Pa로 유전체판 사이의 간격이 1mm 이하이지만, 가령 가스압(P)을 500Pa, 유전체판 간격(d)을 1mm로 하면 절연 파괴 전압의 파라미터(Pd)(Torr-cm)가, $Pd=0.37$ 이 되고, 아르곤 가스의 경우에 절연 파괴 전압은 약 200V로 어림잡아진다. 어림잡아진 절연 파괴 전압은, 가스 종류나 가스 압력에 따라 달라지나, 유도 결합 방식의 유도 코일 근방에서는 용이하게 절연 파괴 이상이 될 수 있다. 일반적으로, 웨이퍼 직경이 300mm용의 플라즈마 처리장치에서는, 고주파(주파수 13.56MHz)를 이용하는 경우에 유도 코일의 단자간 전압은 수kV가 된다. 즉, 유도 결합 방식의 경우, 이대로는 이상 방전을 피할 수 없다. 그 때문에, 가스 유로부의 전계 강도를 절연

파괴 전압 이하로 저감하는 기술이 필요하게 된다.

- [0012] 가스를 방출하는 사워 플레이트의 유전율보다 커버 플레이트의 유전율을 낮은 재질로 구성함으로써 모서리부의 전계 집중을 저감하는 방식은, 유도 결합 방식과 같이 전자체적으로 전계가 강해지는 경우에 가스 유로 내부의 이상 방전을 억제하는 효과가 없다.
- [0013] 유도 결합 방식에서 이용되고 있는 것과 같은 처리실 측벽으로부터 처리 가스를 방출하는 경우에는, 처리해야 할 시료가 대구경이 되면 처리 가스를 시료 전면에 걸쳐 제어하고 방사하는 것이 곤란해진다. 또한, 측벽으로부터 가스를 방사하는 방식으로는, 처리의 과정에서 시료면으로부터 발생하는 반응 생성물을 외주부에 있는 배기구를 향하여 신속하게 흐르게 할 수 없다.
- [0014] 또한, 유도 코일에 의한 유도 전자장이 비교적 약한 코일 중심부에 가스 방출부를 설치하는 방식은, 유도 코일이 여기하는 전자장이 비교적 약한 코일 중심부의 좁은 영역에 한정되기 때문에, 가스 주입부는 전자장에 영향을 주기 어려운 유전체로 구성되는 것이 바람직하고 사이즈도 소형으로 할 필요가 있다. 따라서, 가스의 공급 장소가 중심부로 제한되기 때문에 시료면에 대한 가스의 공급 분포의 제어성이 반드시 좋지는 않다. 또한, 가스 방출부를 유도 코일 중심부에 설치하기 위해서는, 유도 코일 및 패러데이 실드의 형상에 제약을 준다.
- [0015] 또한, 상기 서술한 대로, 유도 결합 방식의 유도 코일 근방에 가스 유로를 설치한 경우, 가스 유로의 깊이를 극력 얕게 하지 않으면 가스 유로에서 이상 방전이 발생한다. 이 때문에, 유전체(예를 들면, Al_2O_3)의 진공창에 직접, 가스 유로를 설치하기 위해서는, Al_2O_3 제의 진공창에 1mm 이하의 가스 유로용 홈을 가공해야 한다. 그러나, Al_2O_3 제의 진공창에 1mm 이하의 가스 유로용 홈을 고정밀도로 가공하는 것은 용이하지 않다.
- [0016] 본 발명의 목적은, 상기 문제를 감안하여, 유도 결합 방식과 같이 전자계 강도가 강한 경우에도 이상 방전되지 않고, 시료 전면에 걸쳐 균일한 플라즈마 처리가 가능한 플라즈마 처리장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0017] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시형태로서, 피처리체에 플라즈마 처리를 행하기 위한 처리실과, 당해 처리실의 상부를 진공 밀봉하는 유전체의 진공창과, 당해 진공창의 상방에 배치된 유도 코일과, 당해 유도 코일에 고주파 전력을 공급하는 고주파 전원과, 가스 방출판을 거쳐 상기 처리실 안에 가스를 공급하는 가스 공급 수단과, 상기 처리실 안에 설치되어 상기 피처리체를 재치(載置)하는 시료대를 구비한 플라즈마 처리장치에 있어서, 상기 가스 방출판은, 상기 진공창의 하방에 배치되고, 중앙부에 가스 방출구를 갖고, 제1 유전체로 이루어지며, 제2 유전체로 이루어지는 부재가 상기 진공창과 상기 가스 방출판 사이에 소정의 간격으로 복수 설치되며, 상기 가스 공급 수단으로부터 공급된 가스를 상기 가스 방출구에 수송하는 가스 유로는, 상기 가스 방출판에 대하여 평행 방향으로 복수 설치되고, 상기 진공창과 상기 가스 방출판과 복수의 상기 부재로 형성되는 공간이며, 상기 가스 유로의 폭은 상기 소정의 간격에 의해 규정되고, 상기 가스 유로의 높이는 상기 진공창과 상기 가스 방출판의 간격에 의해 규정되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치로 한다.
- [0018] 또한, 상기 구성에 있어서, 제2 유전체로 이루어지는 부재 대신 도체를 사용할 수 있다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명에 의하면, 진공창을 구성하는 제1 유전체 및 가스 방출체를 구성하는 제2 유전체보다 비유전율이 높은 제3 유전체를 이들 사이에 배치함으로써, 유도 결합 방식과 같이 전자계 강도가 강한 경우에도 이상 방전되지 않아, 시료 전면에 걸쳐 균일한 플라즈마 처리가 가능한 플라즈마 처리장치를 제공할 수 있다. 또, 제3 유전체의 섬 형상의 부재 대신 도체를 사용해도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 발명의 제1 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치의 개략 구성 단면도이다.
- 도 2는 도 1에 나타낸 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판의 상세도이고, 상부 도면은 평면도, 하부 도면은 XX' 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제2 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판의 상세도이고, 상부 도면은 평면도, 중간 도면은 AA' 단면도, 하부 도면은 BB' 단면도를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 제3 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판의 상세 단면도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예의 설명도이고, (a)는 도 1에 나타낸 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판 부근의 개략 구성 단면도, (b)는 (a)에 나타낸 가스 유로(높이 H, 폭 W)에 있어서의 규격화된 전계 강도(계산 결과)와 W/H의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예의 가스 유로에 있어서의 전계 벡터의 계산 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하에, 본 발명의 실시예에 대하여 도면을 참조하면서 설명한다.

[0022] [실시예 1]

[0023] 본 발명의 제1 실시예에 대하여 도 1을 이용하여 설명한다. 도 1은, 본 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치의 개략도를 나타낸다. 반도체 디바이스용 웨이퍼나 액정 디스플레이 기판 등의 처리해야 할 시료(피처리체)(3)는, 처리실(1) 안에 설치한 정전 흡착 기능을 구비한 시료 지지 전극(시료대)(20)에 재치된다. 시료(3)에는, 고주파 전원(15)으로부터의 수10MHz 이하의 고주파가 정합기(14)를 통해 인가함으로써, 시료(3)에 입사하는 플라즈마(2)로부터의 이온 에너지를 제어한다. 본 실시예에서는, 시료(3)는 반도체 디바이스용 300mm 직경 웨이퍼로, 고주파 전원(15)은 주파수 800kHz 전원을 사용하였다. 처리실(1)은, 측벽이 알루미늄 모재에 세라믹 용사(溶射)가 실시되어 있고, 처리실(1) 상방에는 석영제의 유전체 진공창(4)이 0링(8)을 이용하여 진공 밀봉되어 있다. 처리실(1)의 하방에는, 시료(3)를 재치하는 전극(시료대)(20)과 처리실(1)의 측벽 사이에 배기구(19)가 있어, 처리실(1) 안의 압력을 0.1Pa에서 수10Pa의 범위에서 설정 압력이 되도록 제어된다.

[0024] 플라즈마 처리에 제공하는 가스는, 처리실(1)의 측벽에 설치한 가스 공급관(5)으로부터 도입되고, 유전체 진공창(4)과 석영제의 가스 방출판(6) 사이의 가스 유로(17)를 통과해 시료(3)의 상방으로부터 처리 가스(16)가 방출된다. 처리 가스(16)의 방출은, 유전체 진공창(4)의 중앙부에 설치된 원형의 사다리꼴 형상 돌기와 가스 방출판(6)의 중앙부에 설치된 원형의 개구부 사이에 형성되는 원주 방향의 슬릿으로부터 방출된다. 또한, 사다리꼴 형상 돌기와 개구부 사이에 형성되는 슬릿의 간극(H)을 충분히 좁게 함으로써, 파센의 곡선으로부터 어림잡아지는 절연 파괴 전압에 대하여 간극의 전위차(H×전계 강도)를 저감할 수 있기 때문에, 이상 방전의 발생을 억제할 수 있다. 가스 방출의 방법은, 원주 방향의 슬릿 외에 가스 방출판(6)에 뚫은 복수 개의 구멍으로부터 샤크 형상으로 처리 가스(16)를 시료(3) 방향으로 분사해도 된다. 또한, 처리 가스(16)를 분사하는 장소와 각도는, 시료(3)에 대한 반응성 라디칼의 공급과 반응 생성물의 배기와 관련하여 최적화할 수 있다.

[0025] 유전체 진공창(4)과 가스 방출판(6)의 간격은 1mm 이하로, 가스 유로(17) 안에는 알루미나 세라믹제의 유전체(7)이 섬 형상으로 삽입되어 있다. 유전체(7)를 삽입하는 것의 목적은 가스 유로(17) 안의 전계를 저감하는 것 이기 때문에, 고주파 안테나(유도 코일)(9)의 근방이나 패러데이 실드(10)와 고밀도 플라즈마 영역 사이에만 유전체(7)를 삽입해도 된다.

[0026] 플라즈마(2)를 생성하기 위한 전자장은, 주파수 13.56MHz의 고주파 전원(13)의 출력을, 정합기(11)를 통해 코일 형상의 고주파 안테나(9)에 인가함으로써 처리실(1) 안에 방사된다. 고주파 전원(13)의 출력이 수kW인 경우, 고주파 안테나(9)의 인덕턴스가 수 μ H이고 고주파 전류가 수10A가 되기 때문에 단자간 전압은 수kV가 된다. 고주파 안테나(9)의 고전압이 직접 플라즈마(2)에 인가되는 것을 방지하기 위하여, 금속판에 방사상으로 슬릿을 낸 패러데이 실드(10)가, 고주파 안테나(9)와 플라즈마(2) 사이에 놓여 있다. 패러데이 실드(10)의 전위는, 고주파 전원(13)에 연결된 정합기(12)에 의해 접지 또는 고주파를 인가할 수 있다. 코일 형상의 고주파 안테나(9)에서 발생하는 전자계는, 고주파 안테나(9) 근방의 플라즈마 표면에 강하게 유도 전류(18)를 발생시킨다.

[0027] 그 때문에, 고주파 안테나(9)와 플라즈마(2) 사이에는 고전계가 발생한다. 특히 고주파 안테나 가까이의 유전체 진공창(4) 및 가스 유로(17)에서는 고전계가 되고, 가스 유로(17) 내부에서의 이상 방전이 우려된다. 또한, 가스 유로(17) 안의 가스압은 통상 수100Pa 정도로 고압으로 유지된 상태이기 때문에, 반응 가스는 가스 유로(17) 안으로부터 저압(수10Pa 이하)의 처리실(1) 안에 분사된다. 그 때문에, 가스 유로(17) 안에서는 높은 가스압 때문에 이상 방전이 비교적 일어나기 쉽게 되어 있다. 이때, 고주파 안테나(9)의 바로 아래의 고밀도의 플라즈마의 저항이 도체와 같이 작아지기 때문에, 패러데이 실드(10)와 플라즈마(2)의 상면이 대향하는 평행 평판 전극 사이에 세로 방향의 강한 전장이 발생한다.

[0028] 유전체(7)의 상세를 도 2로 설명한다. 도 2는 유전체(7)가 설치된 가스 방출판의 상세도로서, 상부 도면은 평

면도, 하부 도면은 XX'에 있어서의 단면도를 나타낸다. 가스 방출판(6)은, 플라즈마 발생 때문에 전자파의 투과에 있어서의 손실이 작아, 반응성 가스나 플라즈마에 대하여 내성이 높은 석영을 이용하고, 외경이 약 400mm이고 판 두께는 10mm로 하였다. 가스 방출판(6)의 재질로서는, 석영 외에 알루미나나 산화이트륨 등의 세라믹이나 질화 실리콘(SiN)이나 질화 알루미늄(AlN), 지르코니아 등 화합물도 사용할 수 있다. 유전체(7)는, 가스 방출판(6)과 동일하게 전자파의 손실이 없어 반응성 가스에 내성이 있는 알루미나 세라믹(비유전율 : 약 10)으로 가스 방출판(6)의 석영(비유전율 : 약 3.5)보다 비교적 유전율의 높은 재질을 사용하였다. 유전체(7)의 형상은, 한 변이 수10mm의 정사각형이고 두께(H)가 약 0.5mm이다. 이 유전체(7)를 가스 방출판(6)의 표면에 거리(W)(약 1mm)를 두고 배열하여, 시판의 내열 세라믹 접착제로 접착하였다. 가스 방출판(6)의 주위를 둘러싸는 외주부로부터 공급되는 처리 가스는, 각 유전체(7) 사이의 가스 유로(17)를 통하여 가스 방출판(6)의 중심부까지 흐른다. 본 실시예에서는 유전체(7)를 접착제로 붙였으나, 유전체 재질을 가스 방출판(6)에 용사나 성막 처리, 또는 간단히 유전체 진공창으로 끼워 유지하는 등으로 하여도 된다. 또한, 본 실시예에서는 가스 방출판(6)에 유전체(7)를 장착하였으나, 가스 방출판(6)과 대향하는 유전체 진공창에 부착이나 용사 등에 의해 유전체(7)를 장착할 수도 있다.

[0029] 유전체(7)에 의한 전계 저감의 효과를 도 5(a), 5(b)에 의해 설명한다. 본 계산에서는, 패러데이 실드(10)에 전압을 인가하여 플라즈마(2)를 접지 전위로 하였다. 도 5(a)에 가스 유로 부근의 개략 구성 단면도를 나타낸다. 유전체 진공창(4)은 두께 20mm의 석영제로, 가스 방출판(6)은 두께 10mm의 석영제(비유전율 약 3.5)로, 유전체(7)는 알루미나 세라믹제(비유전율 약 10)로 두께 2mm로 하였다. 이때, 가스 유로(17)의 전계 강도(E)(V/m)를 유전체(7)가 없는 경우의 전계 강도(E0)(V/m)로 규격화하여 도 5(b)에 나타내었다. 가스 유로(17)의 전계 강도(E)는, 가스 유로 안에서 가장 전계 강도가 강한 중앙부의 값을 이용하였다. 가스 유로(17)는, 높이(H)가 2mm이고 유전체(7)의 간격(W)을 파라미터로 하여, 유도 결합 방식의 체계를 고려하여 계산하였다. 계산 결과, 가스 유로(17)의 규격화한 간격(W/H)이 좁아짐에 따라, 가스 유로(17)의 전계 강도가 저감하는 것을 알 수 있다. 즉, 가스 유로(17)에 있어서의 전계는 유전체(7)의 간격(W)에 의존하여 변화되어, 간격(W)이 좁을 수록 전계 강도가 저하되는 것을 알 수 있다. 전계 강도를 효과적으로 저감하는 기준으로서, 본 체계에 있어서는 전계 강도를 유효하게 저감하여 1/2로 하기 위해서는, 간격(W)을 W/H=2.5 이하로 하면 된다.

[0030] 가스 유로(17)의 전계가 저감하는 이유를 도 6으로 설명한다. 도 6은, 도 5(a)의 체계에 있어서의 전계 벡터를 나타내고 있고, 석영제의 판 부재(41)와 가스 방출판(6)의 간극 4mm에 알루미나(비유전율 약 10)의 고유전체(7)를 삽입한 경우의 전계 벡터(40)이다. 전계 벡터(40)는, 가스 유로(17)의 상하의 유전체 진공창 및 가스 방출판에 있어서는 벡터의 방향이 개략 상하 방향을 향하고 있다. 이 경우, 전계 벡터(40)는 가스 방출판(6)의 하방에 있는 플라즈마를 향하는 Z 방향으로 주로 향하고 있다. 가스가 흐르는 간극(43)은, 통상은 희박한 가스가 흐르는 공간으로 비유전율은 1이다. 간극(43)에 고유전율의 유전체(7)를 설치하면, 전계 벡터(40)는 유전체(7)를 향하기 때문에 간극(43)의 가스가 흐르는 공간의 전계 강도를 저감할 수 있다. 즉, 유전체(7)의 근방에 있어서는, 전계 벡터는 비교적 유전율이 큰 유전체(7)를 향하고 있고, 그 결과 가스 유로(17)[간극(43)에 상당] 내부의 전계 강도가 저감한다. 이것은, 전계 벡터(40)가 유전율이 큰 유전체 내부를 향하여 전파하기 때문으로, 바람직하게는 가스 방출판(6)의 유전율과 비교하여 유전율이 더 높은 것이다. 이 점에서, 가스 유로(17)의 전계 강도의 저감의 정도는, 유전체(7)의 비유전율과 도 5에 있어서의 유전체의 간격(W)에 의존하는 것을 알 수 있다. 또한, 유전체로서 석영 등보다 비유전율이 작은 재료로는 상기 효과는 얻어지지 않는다.

[0031] 도 1에 나타낸 유도 결합 방식의 플라즈마 처리장치를 이용하여 반도체 기판의 가공을 행한 결과, 이상 방전이 억제되어, 균일성에도 우수한 플라즈마 처리를 행할 수 있었다.

[0032] 이상 설명한 대로, 본 실시예에 의하면, 유전체 진공창이나 가스 방출판보다 유전율이 높은 유전체를 그것들 사이의 가스 유로에 배치함으로써, 유도 결합 방식과 같이 전자계 강도가 강한 경우에도 이상 방전되지 않고, 반응 가스를 처리실 중앙 상부로부터 도입하는 것이 가능하게 되어, 시료 전면에 걸쳐 균일한 플라즈마 처리가 가능한 플라즈마 처리장치를 제공할 수 있다. 또한, 가스 유로의 높이(H)와 폭(W)의 비(W/H)를 2.5 이하로 함으로써, 이상 방전을 더 효과적으로 억제할 수 있다.

[0033] [실시예 2]

[0034] 본 발명의 제2 실시예에 대하여 도 3을 이용하여 설명한다. 또한, 실시예 1에 기재되고 본 실시예에 기재되지 않은 사항은 특별한 사정이 없는 한 본 실시예에도 적용할 수 있다. 도 3은, 본 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판의 상세도이고, 상부 도면은 평면도, 중간 도면은 AA' 단면도, 하부 도면은 BB' 단면도를 나타낸다. 본 실시예는, 제1 실시예의 유전체 진공창(4)과 가스 방출판(6) 및 유전체(7) 부분을

도 3에 나타내는 유전체 진공창(4), 가스 방출판(6) 및 유전체(7)의 구조로 바꾼 것이다. 가스 방출판(6)은, 석영제로서 가스 방출판(6)의 중앙부에 가스를 방출하기 위한 공경(孔徑) 약 0.5mm의 가스 방출 구멍(25)이 복수 형성되어 있다. 유전체(7)는, 두께(H) 약 0.5mm의 알루미나 세라믹제로서 가스 방출판(6)의 외주로부터 공급되는 가스를, 가스 유로(17)를 통하여 중앙부에 흐르게 하기 위해 간격(W)이 약 1mm로 가스 방출판(6)에 부착되어 있다. 본 실시예에 따라, 시료에 대하여 처리 가스를 면 형상으로 분사할 수 있다.

[0035] 도 1에 나타낸 유도 결합 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서, 도 3에 나타낸 유전체를 구비한 가스 방출판을 사용하여 반도체 기판의 가공을 행한 결과, 이상 방전이 억제되어, 균일성에도 우수한 플라즈마 처리를 행할 수 있었다.

[0036] 이상 설명한 대로, 본 실시예에 의하면, 실시예 1과 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 가스 방출판 중앙에 복수의 구멍을 형성함으로써, 처리 가스를 면 형상으로 분사할 수 있기 때문에, 균일성을 더 향상시킬 수 있다.

[0037] [실시예 3]

[0038] 본 발명의 제3 실시예에 대하여 도 4를 이용하여 설명한다. 또한, 실시예 1 또는 2에 기재되고 본 실시예에 기재되지 않은 사항은 특별한 사정이 없는 한 본 실시예에도 적용할 수 있다. 도 4는, 제3 실시예와 관련되는 플라즈마 처리장치에 있어서의 가스 방출판의 상세 단면도이다. 본 실시예는, 실시예 1이나 2에서 사용한 고유전체(7) 대신, 유전체(70)로 꾸며진 도체(32)를 배치한 것이다. 고유전체(7) 대신 도체(32)를 사용해도 실효적으로 고유전체(7)와 동일하게 전계 백터를 당해 도체(32)를 향해, 당해 가스 유로(17)의 전계 강도를 저감하는 효과가 있다. 즉, 가스 유로(17)의 전계를 저감하는 효과는 도체(32)에 의해서도 얻어진다. 다만, 가스 유로(17)에는 반응성 가스도 흐르기 때문에, 금속 등의 도체로는 부식되는 것이 우려된다. 그 때문에, 도체의 표면을 세라믹 용사나 수지 도포 등에 의한 유전체(70)의 보호막을 형성하고 있다. 도체에 대하여 부식성이 없는 반응 가스를 사용하는 경우에는 유전체(70)가 불필요한 것은 말할 필요도 없다. 또한, 도체의 보호막으로서의 유전체(70)는, 반드시 고유전체일 필요는 없다.

[0039] 도 1에 나타낸 유도 결합 방식의 플라즈마 처리장치에 있어서, 도 4에 나타낸 유전체로 꾸며진 도체를 구비한 가스 방출판을 이용하여 반도체 기판의 가공을 행한 결과, 이상 방전이 억제되어, 균일성에도 우수한 플라즈마 처리를 행할 수 있었다.

[0040] 이상 설명한 대로, 본 실시예에 의하면, 실시예 1과 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 도체는 가공하기 쉽기 때문에 저비용화에 유효하다.

[0041] 또한, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되는 것이 아니고, 여러가지 변형 예가 포함된다. 예를 들면, 상기한 실시예는 본 발명을 이해하기 쉽게 설명하기 위하여 상세하게 설명한 것으로서, 반드시 설명한 모든 구성을 구비하는 것에 한정되는 것은 아니다. 또한, 어느 실시예의 구성의 일부를 다른 실시예의 구성으로 치환하는 것도 가능하고, 또한, 어느 실시예의 구성에 다른 실시예의 구성을 가하는 것도 가능하다. 또한, 각 실시예의 구성의 일부에 대하여, 다른 구성의 추가·삭제·치환을 하는 것이 가능하다.

부호의 설명

1 : 처리실	2 : 플라즈마
3 : 시료(피처리체)	4 : 유전체 진공창
5 : 가스 공급관	6 : 가스 방출판
7 : 유전체	8 : O링
9 : 고주파 안테나(유도 코일)	10 : 패러데이 실드
11 : 정합기	12 : 정합기
13 : 고주파 전원	14 : 정합기
15 : 고주파 전원	16 : 처리 가스
17 : 가스 유로	18 : 유도 전류
19 : 배기구	20 : 시료대(시료 지지 전극)

25 : 가스 방출 구멍

32 : 도체

40 : 전계 벡터

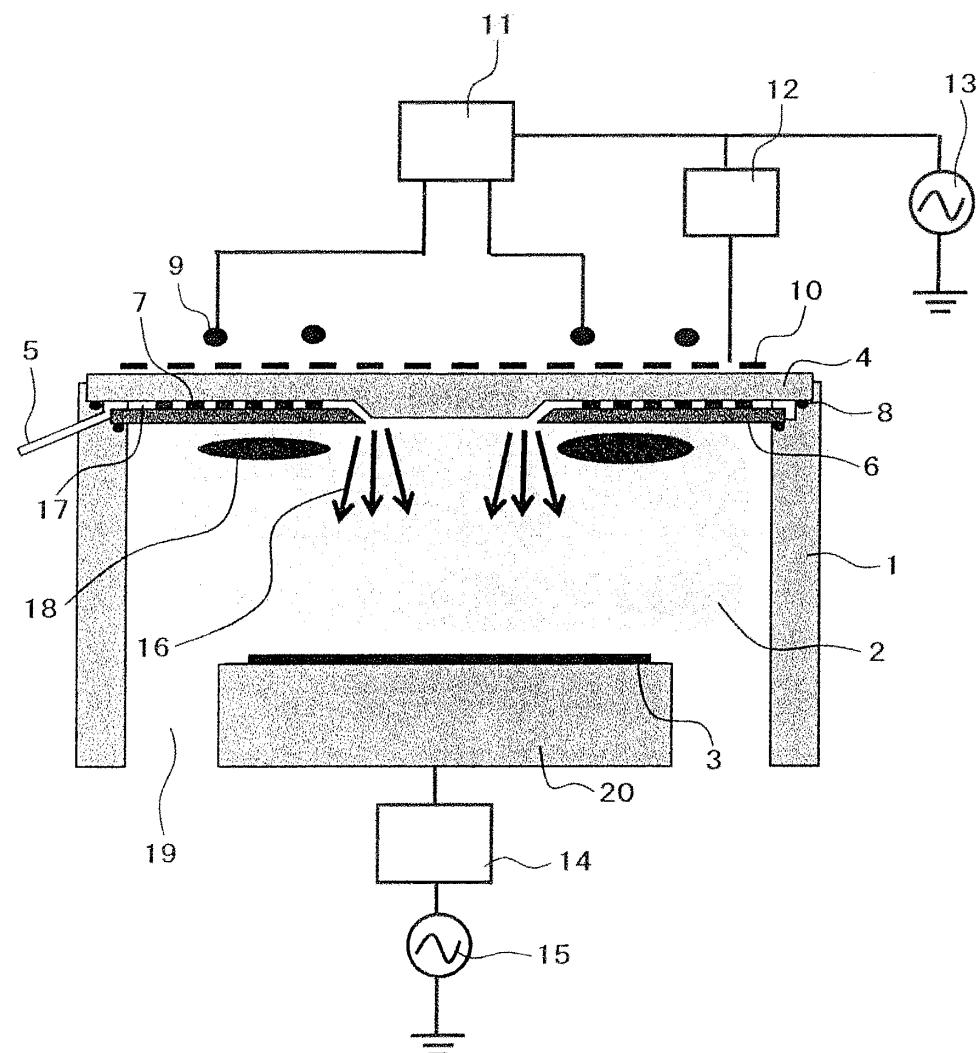
41 : 판 부재

43 : 간극

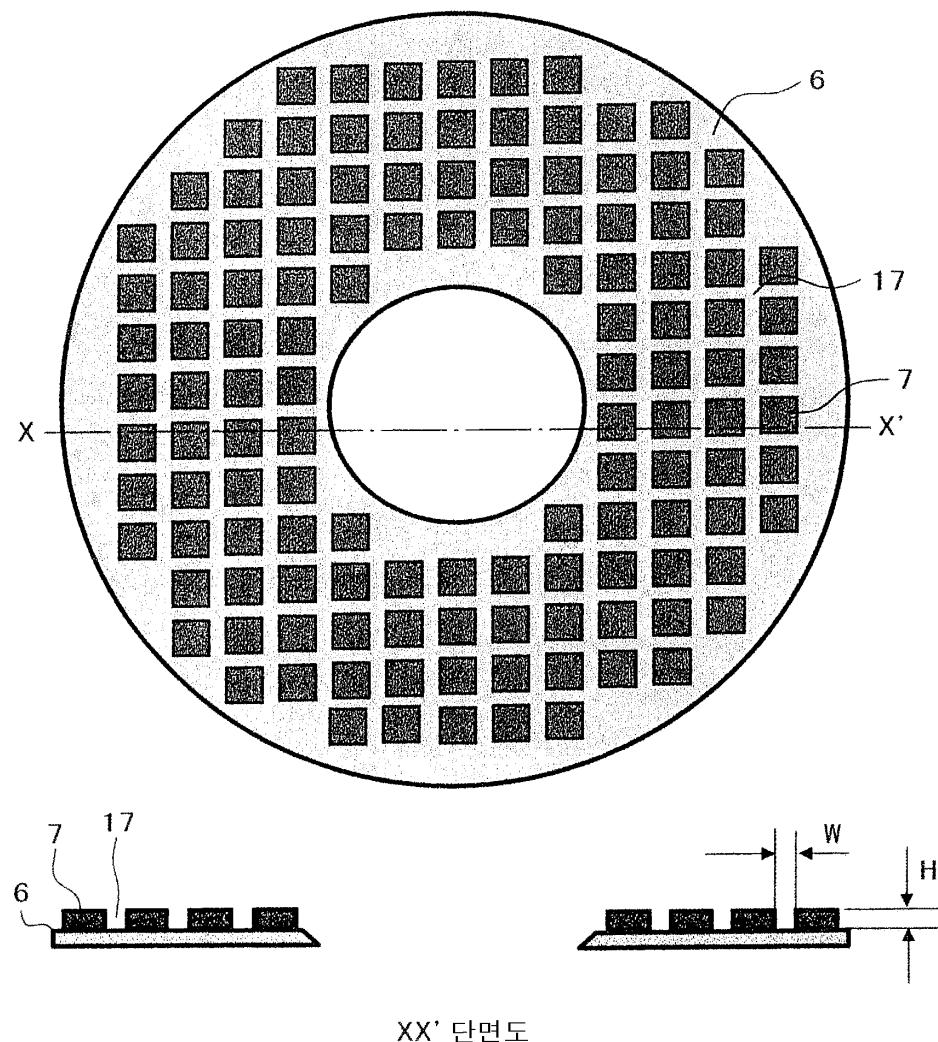
70 : 유전체

도면

도면1

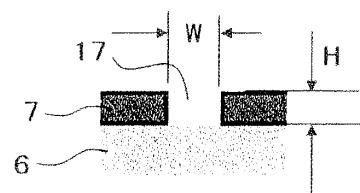
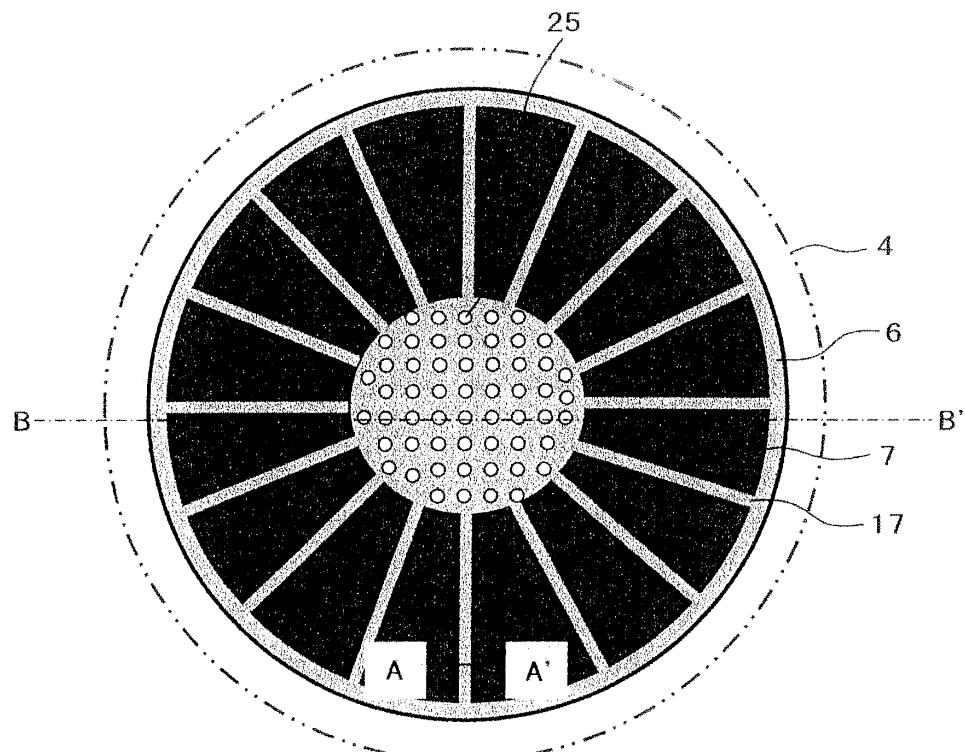


도면2



XX' 단면도

도면3

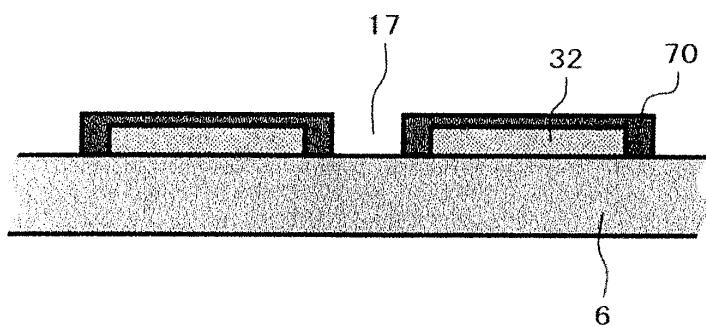


AA' 단면도



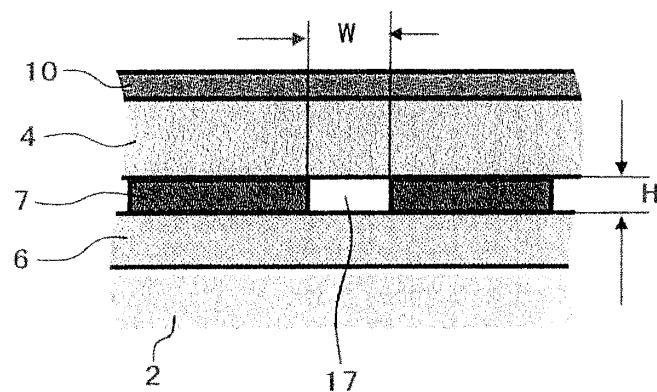
BB' 단면도

도면4

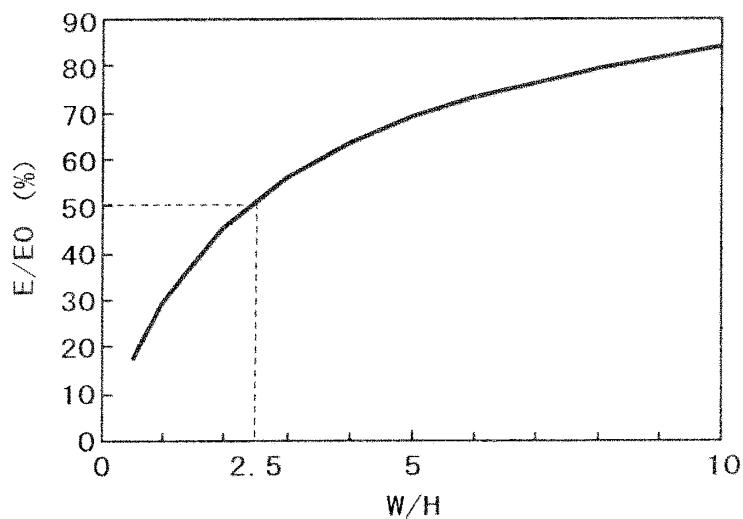


도면5

(a)



(b)



도면6

