

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
H01L 21/302

(45) 공고일자 1999년 10월 15일

(11) 등록번호 10-0223394

(24) 등록일자 1999년 07월 09일

(21) 출원번호	10-1996-0003289	(65) 공개번호	특 1996-0032626
(22) 출원일자	1996년 02월 12일	(43) 공개일자	1996년 09월 17일
(30) 우선권 주장	95-24050 1995년 02월 13일 일본(JP) 95-340682 1995년 12월 27일 일본(JP)		

(73) 특허권자 미쓰비시덴키 가부시카이가이샤 다니구찌 이찌로오, 기타오카 다카시
일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2초메 2반 3고

(72) 발명자 다키 마사카즈
일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2-2-3 미쯔비시 덴키(주) 내
오오모리 다쓰오
일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2-2-3 미쯔비시 덴키(주) 내
오오테라 히로키

(74) 대리인 일본국 도쿄도 지요다구 마루노우치 2-2-3 미쯔비시 덴키(주) 내
이병호

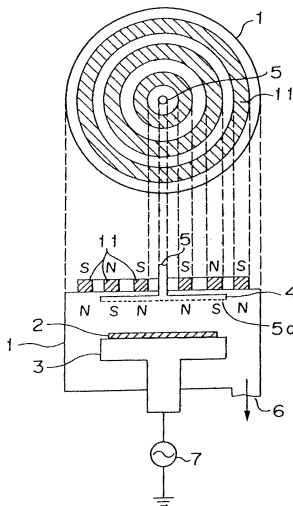
심사관 : 김종진

(54) 플라즈마 처리장치

요약

본 발명은 넓은 표면에 걸쳐서 플라즈마를 균일하게 형성할 수 있는 플라즈마 처리 장치에 의하여 큰 직경을 가진 샘플이 균일하게 처리될 수 있도록 한다. 상기 플라즈마 처리장치는 가공물(2)이 놓이는 제 1 전극(3)과, 상기 제 1 전극(3)에 대면되게 배치된 제 2 전극(4) 및, 원주 방향에서 동일한 극성을 각각 구비하는 다수의 링 형상 영구자석(11)을 구비하고, 상기 자석이 인접한 링 형상 자석의 반경방향에 대항된 극성이 서로 반대가 되도록 제 2 전극(4)에 대하여 분위기의 측면에 동심으로 배치된다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

플라즈마 처리장치

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도.

제 2 도는 제 1 실시예에 따른 장치에서 알루미늄(Al)의 에칭속도와 횡방향의 자기장 사이의 관계를 도시하는 특성도.

- 제 3 도는 본 발명의 제 1 실시예에 따른 또하나의 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 4 도는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 5 도는 본 발명의 제 1 실시예와 제 2 실시예에 따른 에칭장치에서 반경방향으로 분포된 자기장 세기의 관계를 도시하는 다이어그램.
 제 6 도는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 개략도.
 제 7 도는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 또하나의 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 8 도는 본 발명의 에칭 장치에서 반경 방향으로 분포된 자기장의 세기와 자석의 정렬과의 관계를 도시하는 다이어그램.
 제 9 도는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 10 도는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 11 도는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 12 도는 본 발명의 제 7 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 13 도는 본 발명의 제 8 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 14 도는 본 발명의 제 9 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 15a 도는 종래의 플라즈마 처리장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 15b 도는 종래의 플라즈마 처리장치의 특성을 도시하는 다이어그램.
 제 16a 도는 종래의 다른 플라즈마 처리장치의 단면을 도시하는 개략도.
 제 16b 도는 종래의 플라즈마 처리장치의 특성을 도시하는 다이어그램.
 제 17 도는 제 16 도에 도시된 플라즈마 처리장치에서 플라즈마의 드리프트(drift)를 설명하기 위한 다이어그램.
 제 18 도는 종래의 플라즈마 처리장치에서 건식 에칭장치를 도시하는 다이어그램.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|------------|-----------------|
| 2 : 가공물 | 3 : 제 1 전극 |
| 4 : 제 2 전극 | 7 : 제 1 고주파 전력원 |
| 8 : 매칭회로 | 10 : 냉각장치 |
| 16 : 방출포트 | 22 : 플라즈마 발생실 |
| 23 : 구획판 | 26 : 스테이지 |

[발명의 상세한 설명]

[발명의 분야]

본 발명은 플라즈마를 사용하여 샘플의 표면에 얇은 막을 형성하거나 상기 샘플의 표면을 에칭하기 위한 플라즈마 처리장치에 관한 것이다.

[발명의 배경]

제 15a 도는 예를 들면 미심사된 일본 특허출원 제90-4952호에 기재된 종래의 플라즈마 처리장치의 단면을 도시하는 구조적인 다이어그램이다. 제 15a 도에서, 도면부호 1은 에칭하고자 하는 샘플(이하에서는 가공물(workpiece)로 칭한다)이 위치한 제 1 전극(3)과, 상기 제 1 전극(3)에 대향하도록 배치된 제 2 전극(4)을 포함하는 진공용기를 도시한다. 에칭용 가스는 가스 도입포트(5)를 통하여 진공용기(1)내로 도입되고, 상기 가스는 방출포트(6)를 통하여 방출된다. 고주파의 전력원(7)은 매칭회로(matching circuit; 8)를 거쳐서 제 1 전극(3)에 연결된다. 영구자석(9)은 제 2 전극(4)의 분위기 안에서 측면에 배치된다. 도면부호 10은 냉각 장치를 도시하고; 부호 E는 전기장을, 부호 B는 영구자석(9)에 의해 유도되는 자기장에서 제 1 전극(3)에 평행한 벡터를 나타낸다.

다음은 상기 종래의 장치의 작동을 설명한다. 에칭용 가스가 가스 유도 파이프를 통하여 플라즈마 챔버인 진공 용기(1)내로 도입되면, 플라즈마는 제 1 전극(3)에 인가된 고주파 전력으로 인하여 제 1 전극(3)과 제 2 전극(4) 사이에서 발생된다.

제 15a 도에 도시된 장치는 저압 상태하에서도 마그네트론 방전에 의해 고밀도 전자를 얻을 수 있는 장치이고, 상기 목적을 위하여 제 1 전극(3) 표면에서의 자속 밀도는 약 200 가우스(Gauss)로 정해져 있다. 이 경우에, 차폐영역(플라즈마가 제 1 전극(3)에 접촉하는 영역)에서, 차폐된 전기장과 자기장의 영향에 의한 사이클로이드 운동으로 하전 입자(전자와 이온)를 $E \times B$ 의 방향으로 드리프트시킨다. 그 결과, 전자와 중성자(원자, 분자)사이의 충돌 가능성이 증가함으로써 이온화를 가속시킨다. 따라서, 비록 저압의 상태일지라도 고밀도의 플라즈마가 발생되고 높은 에칭속도가 얻어진다. 또한 상기 경우에, 플라즈마 손실은 영구 자석(9)에 의해 형성된 자기장에 의해 감소된다. 따라서, 가공물(2)을 에칭하는 동안에도 고밀도의 플라즈마를 유지할 수 있다.

한편 8 inch(20.3cm) 또는 10 inch(24.5cm)와 같은 큰 직경의 가공물을 처리하기 위한 종래 기술에서는, 큰 표면적에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 형성하는 것이 필요하였다. 그러나, 단일의 영구 자석을 사용하는

구조를 가진 제 15a 도에 도시된 종래의 장치는 균일한 자속 밀도를 만들 수 없었다. 즉, 제 2 전극(4)의 표면을 따라서 횡방향에서 불균일한 자속 밀도를 발생시킨다. 다시 말하면, 형성된 자속 밀도는 제 15b 도에 도시된 바와 같이 중앙에서 작게 되고 외부를 향하여 점점 증가되었다. 그래서 가공물에 균일한 자기장을 형성하기가 어려웠다. 플라즈마 확산에 의해 자기장 균일효과를 얻을 수 있을지라도, 큰 표면적에 걸쳐서 균일한 플라즈마를 형성하기는 어려웠다. 제 15b 도는 자석이 200mm 의 직경과 50mm 의 높이를 가지며 자석을 통하여 균일한 3kG 의 표면 자속 밀도를 발생시키는 경우에, 자석으로부터 35mm 이격된 위치에서 제 2 전극(4)의 표면 근처에서 횡방향의 자기장의 분포를 도시하는 그래프이다. 제 15b 도에서, 세로축은 횡방향의 자기장 세기 $B_{\perp}(G)$ 를 나타내고, 가로축은 중심으로부터의 거리 $r(mm)$ 를 나타낸다.

또한, 제 1 전극(3) 위에 위치한 가공물 표면 근처의 자기장 분포는 불균일하게 된다. 상기 하전 입자의 운동이 실질적으로 자기장의 분포에 의해 영향을 받기 때문에, 가공물의 표면으로 끌린 하전입자의 플럭스는 자기장의 불균일한 분포로 인하여 불균일하게 된다. 결과적으로 하전 입자의 불균일한 분포가 가공물 표면근처에 발생되므로 제조될 장치는 손상을 입게 된다.

인접한 자석들의 극성이 동일하도록 배치한 다수의 영구자석을 사용하는 것이 제안되어 있다. 이 경우에서도, 자기장의 분포는 상술한 바와 같이 단일 자석을 사용하는 경우와 동일한 방법으로 불균일하게 되고, 그 결과 플라즈마 확산으로인한 자기장 균일 효과가 고려될지라도 플라즈마의 균일성은 불충분하였다.

또한, 미심사된 일본 특허출원 제90-9452호는 인접한 자석들의 극성이 제 16a 도에 도시된 바와 같이 서로 반대가 되도록 정렬된 다수의 봉모양의 영구자석을 기재한다. 극성이 교대로 바뀌면, 제 2 전극(4)의 표면 근처에서 횡방향 분포된 자속밀도 B_{\perp} 의 반경 방향 분포는 제 16b 도에 도시된 바와 같이 파형으로 된다. 제 16b 도에 도시된 바와 같이, 횡방향에서의 자기장의 세기 B_{\perp} 는 반경 방향에서는 균일하지 않다. 그러나 피크(peak)의 위치는 자석사이의 거리를 변화시킴으로써 제어될 수 있다. 플라즈마가 이러한 자석 정렬로부터 발생된 자기장에서 발생되면, 플라즈마는 플라즈마 확산으로 인하여 약한 자기장 부분으로 퍼지므로, 플라즈마는 균일하게 될 수 있다. 플라즈마 손실이 자기장을 형성하지 않는 경우와 비교하여 감소될 수 있기 때문에, 균일하게 형성된 고밀도의 플라즈마가 얻어질 수 있다.

그러나 다수의 봉모양의 영구자석이 예를 들면 제 16a 도에 도시된 바와 같이 평행한 관계로 정렬되면, 자기장 B_1 및 B_2 가 형성된다. 따라서, 가공물 근처의 영역(A)에서 전기장 E와 자기장 B_1 에 의해 발생하는 하전 입자의 $E \times B$ 드리프트 때문에 도면의 표면을 관통하는 방향으로 플라즈마가 불균일하게 발생된다. 또한, 영역(B)에서 전기장 E와 자기장 B_2 때문에 종이표면을 관통하는 방향과는 반대방향으로 불균일한 분포가 발생된다. 그리고, 제 2 전극(4)의 표면 근처에서 차폐 부분의 하전 입자의 운동에 주의하면, 드리프트의 방향($E \times B$ 드리프트)은 제 17 도에 화살표로 도시된 바와 같이 인접한 자석의 영역에서 서로 다르고, 고밀도 플라즈마를 가진 부분이 드리프트 방향으로 발생되고 이에 의해 해칭선(hatched line)으로 도시된 고밀도의 부분을 형성한다. 그래서 자석의 평행배열은 플라즈마 밀도의 불균일성을 만들기 쉬우며, 따라서 에칭속도의 균일성은 악화된다. 이것은 자석의 평행 배열의 근본적인 문제점이다.

제 18 도는 서로 개별적으로 형성된 플라즈마 발생실과 처리실을 가진 종래의 플라즈마 처리 장치를 도시하는 구조적인 다이어그램이고, 이것은 예를 들면 미심사된 일본 특허출원 제76-88182호에 기재되어 있다. 제 18 도에서, 도면부호 21은 처리실의 공기를 진공상태로 방출시키는 주 밸브(31)를 통하여 확산 펌프(32) 및 보조용 로터리 펌프(33)와 소통되는 처리실을 도시한다. 플라즈마 발생실(22)은 처리실(21) 위에 형성된다. 대향된 전극(18, 19)은 플라즈마 발생실(22) 안에 배치된다. 상기 대향전극(19)은 다수의 개구(20)를 가지고, 상기 전극(19)은 플라즈마 발생실(22)을 처리실(21)로부터 분리하는 구획판으로서 작용한다. 가스 실린더(34)는 가스 도입 파이프(15)에 연결된다.

다음은 상기 종래 장치의 작동을 설명한다. 에칭용 가스가 가스도입 파이프(15)를 통하여 플라즈마 발생실(22) 내로 도입되면, 상기 가스는 플라즈마 발생실(22)을 통하여 처리실(21)로 공급되어 진공 펌프 수단에 의해 방출된다. 이 경우에, 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21) 사이에 형성된 개구(20)의 컨덕턴스에 의해 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21) 사이에 압력차가 발생된다. 상기 개구의 직경이 0.1 내지 0.8 mm인 상태에서, 개구의 수는 7 개이고, 방출 시스템의 효과적인 방출비는 1000 L/초이고 가스 유량은 50 - 100cc/분 이며, 이것은 상술된 특허출원에서 규정된 수치로서 기재되어 있고, 플라즈마 발생실의 압력은 1 내지 5×10^{-1} Torr 로 유지되고 처리실의 압력은 1×10^{-3} Torr 이하로 유지된다. 그래서, 고주파의 전력이 고주파 전력원(17)으로부터 대향 전극 (18, 19)으로 공급되면, 플라즈마가 플라즈마 발생실(22)에서 발생된다. 상기 플라즈마가 개구(20)를 통과함으로써 처리실(21)에 배치된 상기 테이블(26) 위에 놓인 가공물(2)이 에칭된다.

상술한 구조를 가진 플라즈마 처리장치에서, 고주파 전력의 평행한 전기 방전 때문에 플라즈마 발생실(22)에서 발생된 플라즈마 밀도는 최대로 5×10^8 (pieces/cm³) 내지 5×10^9 (pieces/cm³) 의 범위에 있다. 한편, 가공물(2)의 처리 속도는 가공물에 주어진 플라즈마 밀도에 비례한다. 따라서, 발생된 플라즈마 밀도의 양이 불충분하면, 고밀도의 플라즈마가 처리실(21)내로 도입될 수 없고, 고속으로 가공물을 처리하는 것이 불가능하다. 게다가, 고주파 전력의 평행한 전기 방전이 유지되어야만 하는 플라즈마 발생실(22)의 압력이 약 0.1 Torr 이기 때문에, 상기 가공물은 더 높은 진공도의 상태하에서 처리될 수 없는 문제점이 있었다.

제 15 도에 도시된 바와 같이 단일 자석을 사용하는 구조를 가진 종래의 플라즈마 처리장치에서, 자속 밀도는 중앙에서 외부로 균일하게 증가됨으로써, 자기장의 균일한 분포는 형성될 수 없고 이 때문에 플라즈마 밀도를 불균일하게 만든다.

또한 다수 자석의 극성이 제 16 도에 도시된 바와 같이 교대로 변화되며 다수의 자석이 서로 평행하게 정렬되는 경우에는, 하전입자의 드리프트 방향은 인접된 자석에서 서로 다르게 된다. 특히, 고밀도의 플라즈마를 가진 부분이 드리프트 방향에서 발생됨으로써 플라즈마 밀도를 불균일하게 만든다. 따라서, 큰 표면적을 가진 가공물은 균일하게 에칭될 수 없다는 문제가 있었다.

또한, 플라즈마 발생실이 처리실로부터 분리되게 형성되어 있는 제 18 도에 도시된 플라즈마 처리 장치에서, 플라즈마 발생실에서 발생된 플라즈마 밀도는 낮으며, 그리고 고밀도의 플라즈마가 처리실내로 도입될 수 없으므로, 가공물은 고속으로 처리될 수 없다. 또한 플라즈마 밀도를 증가시키고자 하면 높은 진공상태하에서 가공물을 처리할 수 없다는 문제점이 발생되었다.

[발명의 요약]

본 발명의 목적은 상술한 종래 장치의 문제점을 제거하고, 큰 표면적에 걸쳐서 플라즈마를 균일하게 형성할 수 있으며 큰 직경의 가공물을 처리할 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 제 2 목적은 가공물이 높은 진공상태에서 고속으로 처리될 수 있도록 플라즈마 발생실에서 플라즈마 밀도를 증가시킬 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것이다.

또한 본 발명의 제 3 목적은 큰 표면적을 가지는 가공물이 높은 진공 상태에는 고속으로 균일하게 처리될 수 있도록 큰 표면적을 통하여 고밀도의 플라즈마를 균일하게 형성할 수 있는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 제 1 구조에 따라, 가공물이 놓이는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극에 대면하도록 위치한 제 2 전극 및, 제 1 전극에 대면되는 제 2 전극의 후방면 측에 배치된 자석을 포함하는 플라즈마 처리장치에 있어서, 상기 자석은 원주방향에서 동일한 극성을 각각 가지는 다수의 링형상 자석으로 구성되며, 상기 링형상 자석은 인접된 링형상 자석의 반경 방향으로 대향하는 극성이 서로 반대가 되도록 동심으로 정렬되어 있는 플라즈마 처리장치가 제공된다.

본 발명의 제 2 구조는 상기 제 1 구조에 있어서, 제 2 전극 근처의 자석에 의해 형성되는 자기장의 세기가 최대 100 Gauss 이상이고, 상기 제 1 전극 근처의 자석에 의해 형성되는 자기장의 세기는 최대 20 Gauss 이하로 된다.

본 발명의 제 3 구조는 상기 제 2 구조에 있어서, 제 2 자석이 링형상 자석의 중앙부분에 배치된다.

본 발명의 제 4 구조는 상기 제 3 구조에 있어서, 링형상 자석의 중앙부분에 배치된 제 2 자석의 전방면의 자기장 세기는 링형상 자석의 자기장 세기보다 더 크게 되어 있다.

본 발명의 제 5 구조에서, 플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 발생실과, 가공물이 놓이고 플라즈마 발생실로부터 다수의 개구를 가지는 구획판에 의해 구획되는 플라즈마 처리장치에 있어서, 플라즈마는 고주파 전력을 공급하고 자석을 사용하여 자기장을 형성함으로써 발생하는 플라즈마 처리장치를 제공한다.

본 발명의 제 6 구조는 상기 제 5 구조에 있어서, 고주파 전력이 전극으로 공급되도록 전극을 구획판과 마주보게 하여 플라즈마 발생실내에 배치하고; 상기 자석은 원주 방향에서 동일 극성을 각각 구비하는 다수의 링형상 자석으로 구성되며, 인접한 링형상 자석의 반경방향에서 대향된 극성이 서로 반대가 되도록 상기 링형상 자석이 전극의 후방측에 동심으로 배치된다.

본 발명의 제 7 구조는 상기 제 6 구조에 있어서, 상기 구획판과 대면하도록 배치된 상기 전극에는 제 1 고주파 전력이 인가되고, 상기 구획판에는 제 2 고주파 전력이 인가된다.

본 발명의 제 8 구조는 상기 제 7 구조에 있어서, 상기 구획판에는 고주파 전력이 인가되고; 상기 자석은 원주방향에서 동일한 극성을 각각 가지는 다수의 링형상 자석으로 구성되고, 인접한 링형상 자석의 반경 방향에서 대향된 극성이 서로 반대가 되도록 상기 링형상 자석이 플라즈마 발생실에서 동심으로 배치된다.

본 발명의 제 9 구조는 상기 제 4 내지 제 7 구조중 어느 하나의 구조에 있어서, 가스가 일련의 펄스 방법으로 플라즈마 발생실로 공급된다.

본 발명의 제 10 구조는 상기 제 5 내지 제 7 구조중 어느 하나의 구조에 있어서, 고주파 전력이 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가된다.

[양호한 실시예의 상세한 설명]

본 발명의 플라즈마 처리장치의 양호한 실시예는 동일한 도면부호가 동일하거나 대응되는 부분을 지시하는 예칭장치를 예를 들어 설명하기로 한다.

[제 1 실시예]

제 1 도는 본 발명의 특징을 보다 명확하게 도시하고자 평면도와 함께 도시되고, 본 발명의 제 1 실시예에 따른 플라즈마 예칭장치의 단면을 도시하는 개략도이다. 처리실(1)은 예칭하고자 하는 가공물(2)이 놓이는 제 1 전극(3)과 제 2 전극(4)을 포함한다. 제 2 전극(4)은 예칭가스 도입포트(5)를 통하여 상기 전극(3,4) 사이의 공간으로 가스를 공급하기 위한 개구(5a)를 가진다. 또한 상기 처리실(1)은 가스방출포트(6)를 가진다. 상기 제 2 전극(4)는 접지 전위(earth potential)로 유지시키기 위하여 처리실(1)에 연결된다. 상기 제 1 전극(3)은 처리실(1)로부터 전기적으로 절연되며 고주파 전력원(7)에 연결된다. 다수의 링형상 영구자석(11)(이 경우에는 3 개의 자석)이 제 2 전극(4)의 분위기안의 측면에 동심으로 정렬된다. 상기 링형상 영구자석(11)의 동심의 중심은 가공물의 중심에 해당된다. 각각의 영구자석(11)은 원주방향으로 동일한 극성과 표면 자기장 세기를 가진다. 상기 자석의 극성은 제 1 도에 도시된 바와 같이 수직방향으로 결정되고, 인접한 영구자석의 극성은 서로 반대이다. 사용된 영구자석(11)은 SmCo 시리즈 또는 Nd 시리즈가 될 수 있다. 또한, 영구자석(11)은 크랙 또는 부식의 발생을 방지하기 위하여 니켈 도금 또는 수지 몰드로 코팅될 수 있다. 상기 자석은 방전에 의한 열로 인하여 자석 특성의 변화를 피하기 위하여 냉각상태하에 배치되는 것이 양호하다.

상술한 바와 같이 구성된 예칭 장치에서, 예칭용 가스가 가스도입포트(5)로부터 도입되면, 상기 가스는 가스 개구(5a)를 통과하여 방출퍼프(도시않음)에 의해 외부로 방출된다. 가스 도입시 고주파 전력원(7)으로부터 발생된 고주파 전력은 제 1 전극(3)에 인가되고, 이에 따라 플라즈마는 제 1 전극(3)과 제 2 전극

(4)을 가로질러 발생된다. 이때, 플라스마 손실은 감소될 수 있고 고밀도의 플라스마가 3 개의 링형상 영구자석(11)에 의해 형성된 자기장으로 유지될 수 있다. 자기장 발생 원리는 종래 장치의 원리와 동일하다.

또한 종래 장치를 참조로 하여 설명한 바와 같이, $E \times B$ 드리프트는 가공물(2) 근처에 형성된 전기장과 자기장으로 인하여 발생된다. 그러나, 종래 장치에서 나타난 것과 같은 불균일한 분포의 플라스마는 발생되지 않는다. 왜냐하면 상기 링형상 영구자석(11)이 동심으로 정렬되고 동시에 인접한 영구자석(11)의 반경방향으로 대향된 극성이 서로 반대로 되어 있기 때문이다.

특히 링형 영구자석(11)이 동심으로 정렬되어 있기 때문에, 가공물 근처에 발생된 자기장에서 가공물 직경에 대응하는 원주방향의 자기장 성분이 제거되고, 균일한 자기장이 가공물의 원주방향에 대하여 형성됨으로써, 플라스마는 원주방향에서 균일하게 형성될 수 있다. 하전입자가 원주방향으로 드리프트되기 때문에, 플라스마 밀도는 동일한 원주상에서 균일하게 될 수 있다. 또한 플라스마는 플라스마 확산에 의해 균등하게 되어 있다. 게다가, 링형상 영구자석이 반경 방향에서의 극성이 서로 반대가 되도록 배열되어 있으므로, 반경 방향에서의 자기장이 파형으로 분포되고, 상기 플라스마는 플라스마 확산에 의해 균일하게 형성될 수 있다. 따라서, 상기 플라스마는 에칭을 균일하게 하는 큰 표면적을 통하여 균일하게 형성될 수 있다.

반경 방향에서 파형으로 분포된 자기장은 링형상의 영구자석(11)의 표면 자기장 세기와 정렬(거리) 등을 적절하게 결정함으로써 자기장의 파형 분포에서 피크의 높이 및 위치에 대하여 제어될 수 있다. 즉, 반경 방향에서의 자기장 세기의 차이는 사용되는 자석 및 정렬 등을 적절하게 선택함으로써 제어될 수 있다. 자기장 세기의 차이를 최소화 시킴으로써, 플라스마는 더욱더 균일하게 될 수 있고, 큰 직경의 균일한 플라스마를 발생시키는 것이 가능하다. 상기 자석의 정렬 등을 적절히 결정함으로써, 큰 직경을 가지는 웨이퍼가 예를 들면 가공물을 구동하기 위한 구동기구를 사용하지 않고도 단순한 구조의 장치로 처리될 수 있다.

다음은 상기 실시예의 에칭장치를 사용하여 반도체를 제조할 때에 알루미늄 결선(aluminum wirings)을 에칭시킴으로써 형성되는 경우를 설명한다.

사용된 가공물(2)은 15.3cm(6 인치)이었다. 상기 링형상 영구자석(11)의 표면 자기장 세기는 3000 Gauss 이었다. 상기 인접한 링형상 영구자석사이의 거리는 50mm이었다. 링형상 영구자석(11)과 제 1 전극(1)사이의 거리는 40mm이었다. 제 1 전극(3)과 제 2 전극(4) 사이의 거리는 80mm이었다. Cl_2/BCl_3 의 가스 혼합물은 에칭용 가스로서 사용되고, 처리실(1)의 압력은 에칭을 위해 50mTorr 로 설정되었다. 알루미늄 결선의 에칭에서, 1000 nm/분의 에칭속도와, 5%의 에칭속도의 균일성 지수(가공물의 전체 에칭속도에 대한 일부분에서의 에칭속도의 편차 또는 산란)를 얻었다.

상술한 구조가 링형상 영구자석(11)의 표면 자기장 세기 및 정렬과 함께 사용되면, 최대값이 100 Gauss 이상의 자기장 세기가 제 2 전극(4) 근처에 형성되고, 20 Gauss 이하의 자기장 세기가 제 1 전극(3) 근처에 형성된다. 따라서, 높은 자기장 세기 때문에 상기 제 2 전극(4) 근처에서 플라스마 손실은 감소되고, 고밀도의 플라스마가 유지될 수 있다. 또한, 낮은 자기장 세기가 가공물(2) 근처에 형성됨으로써 낮은 에칭 손실이 낮고 질이 좋은 제품이 얻어질 수 있다.

제 2 도의 특성 다이어그램은 알루미늄 결선에 대한 에칭속도와 횡방향의 자기장 세기 B_{\perp} 사이의 관계를 도시하고, 상기 에칭속도는 횡방향의 자기장(전극 표면에 평행한 성분) B_{\parallel} 의 일차 함수로 표현될 수 있다. 횡방향의 자기장 세기가 증가하면, 전극을 향한 플라스마의 확산은 억제되고 전자 밀도는 증가됨으로써, 가공물(웨이퍼)에 조사되는 이온량은 증가된다고 생각된다. 상술한 바와 같이, 에칭속도를 증가시키기 위해서는 B_{\perp} 를 증가시키는 것이 필요하다. 예를 들면 실질적으로 사용되는 에칭속도를 500nm/분으로 하기 위해서는, 자기장 세기 B_{\perp} 는 알루미늄 결선의 에칭에서 100 G 이상이 되어야만 한다. 제 2 도에서, 세로 좌표는 A1에 대한 에칭속도(nm/분)를 나타내고, 가로좌표는 자기장 세기(G)를 나타낸다. 특성곡선 (a)는 전극 사이의 거리가 37mm 인 경우에 A1 에 대한 에칭속도의 B_{\perp} 의존성을 나타내고, 특성곡선 (b)는 전극 사이의 거리가 57mm 인 경우에 A1 에 대한 에칭속도의 B_{\perp} 의존성을 나타낸다. 그러나 강한 자기장이 웨이퍼 표면 근처에서 형성되면, 전자 또는 이온과 같은 하전입자는 자기장의 영향에 의해 운동을 함으로써, 에칭에서 웨이퍼에 손상을 입힐 수 있는 차지업(charge-up) 현상이 지역적으로 발생된다. 에칭에 의한 그러한 손상의 발생을 방지하기 위하여, 자기장 세기가 실질적인 작동에서 문제가 적다고 생각되는 20 G 이하로 감소되도록 낮은 자기장이 제 1 전극(3) 근처에 형성된다. 따라서, 가공물이 양질을 가지도록 처리될 수 있다. 또한 가공물 위에 형성된 장치의 손상이 방지된다. 자기장이 영구자석에 의해 형성되므로 가공물(웨이퍼)에서의 균일 자기장 형성이 어렵고 그리고 자기장의 불균일한 분포가 피할 수 없이 형성된다고 생각할 수 있다. 이 경우에, 자기장 세기가 크다면, 에칭속도는 자기장의 불균일한 분포에 의해 나타나는 불균일한 패턴을 가진다. 그러나 본 발명에 따라, 상기 문제는 20 G 이하의 약한 자기장이 형성되기 때문에 발생되지 않는다.

제 3 도는 본 발명의 제 1 실시예의 변경예로서 플라스마 에칭 장치의 단면 및 평면을 도시하는 개략도이다. 제 3 도에서, 부호 12는 제 1 실시예에서 사용된 링형상 영구자석(11) 대신에 사용되는 직사각형 프리즘을 각각 갖는 영구자석을 가리킨다. 직사각형 프리즘 형상의 다수의 영구자석은 제 2 전극의 분위기의 측면에 다수의 동심원 형태로 정렬된다. 상기 변경예에 따라, 에칭 장치의 크기에 맞추도록 영구자석을 준비할 필요는 없고, 직사각형 프리즘 형상 또는 원통형이 될 수 있고 표준화될 수 있으므로 값이싼 다수의 영구자석을 정렬하는 것으로 충분하다. 상기 영구자석 정렬의 변화는 디자인(시방서)의 변화가 요구될 때 쉽게 이루어질 수 있다.

상기 변경예의 에칭 장치에서, 직사각형 프리즘 형상 영구자석(12)이 다수의 동심원으로 정렬되기 때문에, 가공물 근처에 형성된 자기장의 전체 성분 사이에서 가공물의 직경에 대응하는 원주방향의 자기장 성분은 거의 없게 된다. 따라서, 제 1 실시예에 기재된 것과 동일한 방법에서, 불균일 분포가 거의 없는 균일한 플라스마가 형성되고, 제 1 실시예와 거의 동일한 에칭효과가 얻어질 수 있다. 이 실시예에서, 영구자석의 극성이 제 1 도 및 제 3 도에 도시된 수직방향으로 항상 결정되는 것이 아니고 횡방향

될 수 있다.

[제 2 실시예]

제 4 도는 본 발명의 제 2 실시예에 따른 플라즈마 에칭장치의 단면 및 평면을 도시하는 개략도이다. 제 1 실시예와 동일한 방법에서, 다수(제 4 도에서는 3개)의 링형상 영구자석(11)은 제 2 전극(4)의 분위기의 측면에 동심으로 정렬된다. 상기 영구자석(11)의 동심원의 중심은 가공물의 중심에 대응되고, 영구자석(11) 각각은 원주방향에서 동일한 극성과 동일한 표면 자기장 세기를 가진다. 자석의 극성은 수직방향에 형성되고, 인접한 영구자석의 반경방향으로 대향하는 극성은 서로 반대이다. 또한 원통형 영구자석(13)은 링형상 영구자석(11)의 동심원의 중심에 배치된다. 따라서, 가스 도입포트(5)는 동심원의 중심으로부터 벗어나서 형성된다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 1 실시예와 동일한 방법으로 실행된다. 그러나 제 2 실시예에서, 반경방향의 자기장 세기는 원통형 영구자석(13)이 링형 영구자석(11)의 동심원의 중심에 배치되기 때문에 더 균일하고, 이에 의해 상기 중심 근처의 자기장 세기(전극에 평행한 자기장 성분)는 증가된다.

제 5 도는 제 2 실시예의 에칭 장치에서 제 2 전극(4)의 표면 근처의 반경방향 자기장 세기의 분포를 도시하는 다이어그램이고, 여기서 상기 자기장 세기의 분포는 자석의 정렬에 대응하는 것으로 도시되어 있다. 3000 G의 표면 자기장 세기를 각각 구비하는 링형상 영구자석(11)이 제 5 도에 도시된 바와 같이 정렬되는 상태에서 측정되었다. 제 5 도에서, 세로 좌표는 제 2 전극의 표면에서 횡방향의 자기장 세기 B_⊥(G)를 나타내고, 가로좌표는 중심 r(mm)로부터의 거리를 나타낸다. 특성곡선 (a)는 제 1 실시예의 경우에 대응되는 중심에 배치되는 영구자석(13)이 없는 경우에 자기장의 분포를 나타내고, 특성곡선 (b)는 각각의 링형 영구자석(11)의 자기장 세기와 동일하고 3000 G의 표면 자기장 세기를 가진 원통형 영구자석(13)이 중심에 위치한 경우에 자기장 분포를 나타낸다. 이 도면에 도시된 바와 같이, 자기장 세기는 중심 주위에서 증가되므로, 분포는 균일하게 이루어지고 따라서 균일한 플라즈마가 큰 표면에 걸쳐서 발생되고 에칭이 균일하게 실시된다.

특성곡선 (c)는 중심에 위치한 영구자석(13)의 표면 자기장 세기가 링형상 영구자석(11)의 표면 자기장 세기보다 더 큰 5000 G 인 경우에 자기장 세기의 분포를 도시하고, 특성곡선 (d)는 중심에 위치한 영구자석(13)의 표면 자기장 세기가 7500 G 인 경우에 자기장 세기의 분포를 나타낸다. 상기 영구자석(13)의 표면 자기장 세기가 링형상 영구자석(11)의 표면 자기장 세기보다 더 크면, 중심 주위의 자기장 세기는 2개의 영구자석(11, 13)이 동일한 표면 자기장 세기를 가지는 자기장 분포에 비하여 더욱더 증가되므로, 자기장은 반경방향으로 균일하게 형성된다. 결과적으로, 더욱 균일한 플라즈마가 발생되어 균일한 에칭을 허용하게 된다.

링형상(동심의) 자석(11)이 중심자석(13)으로부터 40-50mm 이격되고 자석(11, 13)의 표면과 제 2 전극(4)의 표면 사이의 거리가 30-50mm 인 경우에, 상기 제 2 전극(4)의 표면에서 자기장 세기가 약 100-150 G 가 되도록 결정되면, 상기 자석의 표면 자기장 세기는 2-3 kG 가 되어야 한다. 상술한 장치에서, 제 2 전극(4)의 표면의 중심 근처의 위치에서 100-150 G 이상의 피크를 형성하기를 원하면, 중심자석(13)의 표면 자기장 세기는 약 4-5 kG 가 되어야 한다. 현재, 쉽게 이용가능한 영구자석의 표면 자기장 세기의 최대값은 약 5-6 kG 이다.

표 1은 제 2 실시예에서 자석의 정렬(영구자석의 표면 자기장 세기와 중심으로부터의 거리)과 에칭특성의 관계를 도시한다.

[표 1]

자석의 정렬			AI에 대한 에칭속도(A/min)	균일성 (%)
중심 자석	링형상 영구자석			
-	1 kG 25 mm	1 kG 75 mm	4423	50.6
-	3 kG 25 mm	3 kG 100 mm	5522	39.4
5 kG	3 kG 57.5 mm		6331	12.9

[제 3 실시예]

제 6 도는 본 발명의 제 3 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면 및 평면을 도시하는 개략도이고, 여기서 도면 부호 11은 제 1 실시예에 사용되는 것과 같은 링형상 영구자석을 도시하고, 도면 부호 4는 제 1 및 제 2 전극 사이의 간극에 대응되는 위치에서 처리실(1)의 원주벽에 배치된 바아형 영구자석을 도시한다. 상기 바아형 영구자석은 원주벽 자석이고, 상기 원주벽 주위에 배치된 자석의 수는 12 개이다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 1 실시예와 동일한 방법으로 실행된다. 그러나 제 3 실시예에서, 플라즈마가 전극을 가로질러 발생되면, 원주벽 방향에서의 플라즈마 손실은 처리실(1)의 원주벽 주위에 정렬된 원주벽 자석(14)에 의해 형성된 자기장으로 인하여 감소될 수 있다. 따라서, 고밀도의 플라즈마가 전극 사이의 실질적인 부분에서 균일하게 발생됨으로써 에칭은 균일하게 실행된다. 제 3 실시예에서, 원주벽 자석(14)의 극성은 수직 방향으로 결정되고, 상기 가장 바깥쪽의 링형상 영구자석(11)에 인접한 바아형 원주벽 자석(14)의 극성은 상기 바깥쪽의 링형상 영구자석(11)의 극성과 동일하다. 이러한 배열에서, 플라즈마 밀도의 균일성은 에칭을 균일하게 하고자 더욱 증가된다.

상기 바아형 원주벽 자석(14)의 극성은 제 7 도에 도시된 횡방향으로 결정될 수 있다. 이 경우에서도, 원주벽 방향의 플라즈마 손실은 감소될 수 있으므로, 고밀도의 플라즈마가 균일하게 형성되어 에칭을 균일하게 만든다.

제 8 도는 에칭 장치의 실시예에서 중앙의 영구자석(13)과, 링형상 영구자석(11)과, 원주벽 자석(14)과 반경 방향의 자기장 세기의 분포에 대한 위치 정렬 사이의 관계를 도시하는 다이어그램이고, 여기서 세로 좌표는 횡방향의 자기장 세기 $B_{\perp}(G)$ 를 나타내고, 가로 좌표는 중심 $r(mm)$ 로부터의 거리를 나타낸다.

특성 곡선 (a)는 제 2 전극의 표면에서 자기장 분포를 나타내고, 특성 곡선(b)는 제 1 전극의 표면에서 자기장 분포를 나타낸다.

[제 4 실시예]

제 9 도는 본 발명의 제 4 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면 및 평면을 도시하는 개략도이고, 여기서 도면부호 7a는 제 1 실시예의 제 1 전극에 연결된 제 1 고주파 전력원과 동일한 제 2 전극(4)에 연결된 제 2 고주파 전력원을 도시한다. 제 2 전극(4)은 처리실(1)로부터 전기적으로 절연된다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 1 실시예와 동일한 방법으로 실행된다. 고주파 전력이 제 2 전극(4)에 공급되면, 상기 제 2 전극(4) 근처에 형성된 전기장과 자기장으로 인한 하전입자의 $E \times B$ 드리프트에 의해 이온화가 가속된다. 결과적으로 고밀도의 플라즈마가 발생되고 가공물에 대한 처리 속도가 증가된다.

다음은 제 4 실시예의 변경 실시예가 설명된다. 변경 실시예에서, 상기 제 2 전극(4)에 연결된 제 2 고주파 전력원(7a)으로부터 발생된 고주파 전력원의 주파수는 예를 들면 13.56 MHz 로 결정되고, 상기 제 1 전극(3)에 연결된 제 1 고주파 전력원(7)으로부터 발생된 고주파 전력의 주파수는 가변성이며, 예를 들면 400kHz 내지 2MHz의 범위로 결정된다. 그래서, 제 1 전극(3)과 제 2 전극(4)에는 서로 다른 고주파 전력의 주파수가 인가된다.

상기 변경 실시예의 에칭 장치에서, 에칭은 제 1 실시예와 동일한 방법으로 실행된다. 그러나 이 경우에, 전극을 가로질러 발생된 플라즈마는 다음과 같다. 13.56MHz의 고주파 전력이 제 2 전극(4)에 공급되기 때문에, 이온화는 제 2 전극(4) 주위에 형성되는 전기장과 자기장에 의해 하전입자의 $E \times B$ 드리프트에 의해 가속됨으로써, 고밀도의 플라즈마가 발생된다. 한편, 주파수가 변할 수 있는 제 1의 고주파 전력원(7)이 제 1 전극(3)에 연결되어 있으므로, 전력의 주파수는 가공물의 재료와 형상 등에 따라 변할 수 있으며, 따라서 에칭에 적합한 플라즈마 특성이 얻어질 수 있다. 예를 들면, 에칭 특성을 결정하는 데 주요 소 중의 하나인 가공물에 적용되는 이온 에너지는 주파수를 변화시킴으로써 제어될 수 있다. 결과적으로, 고속도의 에칭이 충분한 제어하에서 가능하다.

또한 제 2 고주파 전력원(7a)의 주파수를 가변성으로 만듦으로써, 전자의 밀도 및 온도는 이온 에너지의 제어와 함께 넓은 범위에서 제어가능하다.

[제 5 실시예]

제 10 도는 본 발명의 제 5 실시예에 따른 플라즈마 건식 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도이다. 도면부호 21은 가공물(2)이 스테이지(26) 위에 놓여 있는 처리실을 나타낸다. 도면부호 22는 플라즈마 발생실을 나타낸다. 에칭용 가스는 가스 도입 파이프(15)를 통하여 플라즈마 발생실(22)로 공급된다. 도면부호 23은 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21) 사이에 있는 다수의 개구(24)를 가진 구획판을 도시한다. 처리실(21)의 공기는 진공 펌프(도시 않음)에 의해 방출포트(16)를 통하여 진공화된다. 상기 처리실(21)은 플라즈마 발생실(22) 보다 더 높은 진공도로 유지된다. 전극(25)은 구획판(23)에 대향된 위치에서 플라즈마 발생실(22)에 배치되고, 상기 전극에는 고주파 전력원(27)으로부터 고주파 전력을 공급받게 된다. 다수의 링형상 영구자석은 전극(25)의 분위기의 측면에 배치된다. 도면부호 28은 고주파 전력에 대하여 플라즈마 발생실(22)의 벽으로부터 전극(25)을 절연하기 위한 지지부재를 나타내고, 상기 지지부재는 플라즈마 발생실(22)과 전극(25)으로부터 진공상태로 밀봉된다.

상술한 구조를 가진 건식 에칭 장치에서, 플라즈마 발생실(22)내로 도입되는 에칭용 가스는 구획판(23)에 형성된 개구(24)를 거쳐서 처리실(21)을 통하여 방출 포트(5)로부터 방출된다. 에칭용 가스의 도입 및 방출시, 고주파 전력이 플라즈마 발생실(22)의 전극(27)에 인가되면, 이온화는 전극(25) 근처에 배치된 영구자석(11)에 의해 발생하는 전기장과 자기장으로 인한 $E \times B$ 드리프트에 의해 가속되므로, 고밀도의 플라즈마가 발생된다. 플라즈마 발생실(22)에서 발생하는 플라즈마는 구획판(23)의 개구(24)를 통하여 처리실(21)로 이송되므로 스테이지(26) 위에 놓인 가공물(2)이 에칭된다.

다음은 에칭을 위한 치수 값을 예를 들어서 큰 직경을 가진 가공물을 에칭하기에 적합한 에칭 장치의 구조에 대하여 설명한다.

본 발명의 제 1 실시예에 관한 제 1 도와 동일한 방법에서, 3개의 링형상 영구자석(11)은 플라즈마 발생실(22)에서 전극(25)의 분위기의 측면에 동심으로 정렬된다. 이러한 정렬에서, $E \times B$ 드리프트가 전극(25) 근처에 발생하는 전기장과 자기장에 의해 전극(25) 근처에서 발생되지만, 불균일한 분포의 플라즈마는 발생되지 않는다. 상기 링형상 영구자석의 동심 정렬로 인하여 전극(25) 근처에 형성된 자기장에서 전극(25)의 원주방향에는 자기장 성분이 발생되지 않는다. 따라서, 플라즈마는 큰 표면적에 걸쳐서 균일하게 발생될 수 있다.

상기 장치에서, 링형상 영구자석(11)의 표면 자기장 세기는 3000 G 이다. 인접한 링형상 영구자석 사이의 거리는 50mm 이다. 링형상 영구자석(11)과 전극(25) 사이의 거리는 40mm 이다. 전극(25)과 구획판(23) 사이의 거리는 80mm 이다. 플라즈마 발생실(22)의 체적은 10 ℓ 이다. 처리실(21)의 체적은 50 ℓ 이다. 진공의 효과적인 방출 속도는 1000 ℓ / 초이다. 구획판(23)의 개구(24)의 전체 표면적은 약 7.0 cm² 이다. Cl₂ 가스는 에칭용 가스로서 사용된다. 플라즈마 발생실의 압력이 5m Torr 로 설정되면, 처리실(21)의 압력은 약 1m Torr 가 된다. 전기 방전이 상술한 상태 하에서 실행되면, 플라즈마 발생실(22)에서 발생하는 플라

즈마 밀도는 자기장이 형성되지 않는 경우 보다 한 등급 더 높은 5×10^9 (pieces/cm²) 내지 5×10^{10} (pieces/cm²) 범위에 있게 된다. 또한, 처리실(21)은 높은 진공도로 유지되므로, 미세한 패턴이 만들어질 수 있다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치를 사용하여 반도체를 제조하는 게이트 회로(gate circuit)용 폴리 실리콘 재료의 에칭에서, 6 인치의 직경을 가진 가공물 (2)은 100 nm/분의 에칭속도와 5%의 균일성으로 처리될 수 있었다.

본 발명의 제 2 실시예에 대한 제 4 도에 도시된 동일한 방법으로, 원통형 영구자석(13)이 링형상 영구자석(11)의 중심원의 중심에 배치되면, 에칭속도의 균일성은 더욱 향상될 수 있다. 이 경우에, 자기장의 균일성은 링형상 자석의 표면 자기장 세기의 3000 G 보다 더 높거나 더 낮게 원통형 영구자석의 표면 자기장 세기를 결정함으로써 제어될 수 있다. 결과적으로, 플라즈마는 플라즈마 발생실에서 균일하게 발생되고, 따라서 에칭이 균일하게 실행될 수 있다.

또한, 링형상 영구자석(11)의 상술한 정결과 표면 자기장 세기를 가진 장치를 사용하면, 100 G 이상의 자기장 세기가 플라즈마 발생실(22)에 형성되고 20 G 이하의 자기장 세기가 처리실(2)의 스테이지(26) 근처에 형성된다. 결과적으로, 플라즈마 형성은 플라즈마 발생실(22)의 전극(25) 근처의 높은 자기장에서 가속되고, 고밀도의 플라즈마가 유지된다. 또한 낮은 자기장이 가공물(2) 근처에 형성되기 때문에, 에칭 손실이 작고 높은 질을 가진 제품이 고속도에서 얻어질 수 있다.

[제 6 실시예]

제 11 도는 본 발명의 제 6 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도이다. 도면부호 23a는 고주파 전력에 대해 절연 성질을 가진 지지부재(28a)에 고정되는 플라즈마 발생실(22)에 제공된 구획판을 가리킨다. 상기 구획판(23a)에는 제 2 고주파 전력원(27a)으로부터 고주파 전력을 공급받는다, 상기 링형상 자석(11)은 플라즈마 발생실(22)에서 구획판(23a)에 대향될 수 있도록 정렬된다.

에칭은 제 5 실시예에 대하여 설명된 것과 동일한 방법으로 실행된다. 플라즈마 발생실(22)에서, 플라즈마는 구획판(23a)에 인가되는 고주파 전력으로 인하여 구획판(23a) 주위에 발생된다. 고주파 방전은 구획판(23a)에 대하여 플라즈마 발생실(22) 측과 처리실(21) 측에 나타난다. 이 경우에, 플라즈마 발생실(22)의 압력은 처리실(21)의 압력보다 더 크게 발생되므로, 처리실(21) 측의 전기 방전은 작게 된다. 또한, 플라즈마 발생실(22)에서의 구획판(23a)에 대향되게 배치된 자석(11)은 플라즈마 발생실(22)의 벽을 향하는 플라즈마 확산을 제어한다. 결과적으로, 구획판(23a) 근처에 발생하는 플라즈마 부분은 구획판(23a)으로부터 처리실(21)로 약화되지 않고 빠르게 이송된다. 따라서, 가공물(2)은 고밀도의 플라즈마에 의해 빠르게 에칭된다.

[제 7 실시예]

제 12 도는 제 6 실시예의 수정예인 본 발명에 따른 제 7 실시예의 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도이다. 따라서, 동일한 도면 부호는 동일하거나 대응되는 부분을 나타낸다. 플라즈마 발생실(22)에 배치된 구획판(23a)은 고주파 전력원에 대해 절연 성질을 가지는 지지부재(28a)에 고정된다. 고주파 전력은 상기 제 2 고주파 전력원(27a)으로부터 구획판(23a)으로 제공된다. 또한, 고주파 전력은 제 1 고주파 전력원(27)으로부터 전극(25)에 제공되고, 여기서 상기 전극(25)은 플라즈마 발생실(22)의 구획판(23a)에 대향되게 배치되어 고주파 전력에 대하여 절연되어 있는 지지부재(28)에 고정된다. 상기 링형상 자석(11)은 전극(25)의 분위기의 측면에 배열된다. 상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 5 실시예에 기재된 동일한 방법으로 실행된다. 플라즈마가 플라즈마 발생실(22)에서 발생되면, 이온화는 고주파 전력원(27)과 전극(25) 근처의 자석(21)에 의해 형성된 전기장으로 인하여 E x B 드리프트로 가속 되므로 고밀도의 플라즈마가 발생된다. 또한, 플라즈마가 제2 고주파가 인가되는 구획판(23a) 근처에서 발생된다. 결과적으로, 제 5 실시예에 비해 고밀도의 플라즈마가 발생되고, 상기 가공물(2)은 고속으로 에칭될 수 있다.

[제 8 실시예]

제 13 도는 본 발명의 제 8 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도이다. 에칭용 가스는 가스 도입 파이프(15)로부터 작동 장치(30)에 작동되는 펄스 가스 공급 수단인 펄스 가스 밸브(29)를 통하여 플라즈마 발생실(22)로 공급된다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 5 실시예에 대하여 기재된 바와 동일한 방법으로 실행된다. 이 경우에, 펄스 가스 밸브(29)는 작동 장치(30)로부터의 신호에 따라 온(ON) 및 오프(OFF) 운동을 하게 된다. 상기 펄스 가스 밸브(29)가 온 상태에서 개방될 때 가스가 도입되고, 오프 상태로 폐쇄될 때 가스 공급은 정지된다. 진공 성능이 일정하면, 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21)의 압력은 펄스 가스 밸브(29)의 운동에 반응하여 시간에 따라 변하게 된다. 즉 가스가 플라즈마 발생실(22) 내로 도입되면, 챔버의 압력은 일시적으로 증가되고 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21) 사이의 압력차는 크게 된다. 따라서, 가스가 일정하게 공급되는 제 5 실시예와 비교하여 플라즈마 발생실(22)과 처리실(21) 사이에서 큰 압력차를 유지시키는 것이 가능하다. 예를 들면, 에칭용 가스가 제 5 실시예에 사용되는 장치에서 펄스 방법으로 공급되고, 그리고 플라즈마 발생실(22)의 시간당 평균압력이 5m Torr 로 결정된다면, 처리실(21) 내의 시간당 평균 압력은 약 0.5m Torr 이다. 그래서 1 등급 이상의 수치 값으로 압력차를 얻을 수 있다. 큰 직경의 가공물을 처리하고자 하면, 큰 표면적을 가지는 플라즈마가 처리실(21)에서 형성되어야 한다. 이 경우에, 구획판(23)의 개구(24) 직경이 증가되고 다수의 개구(24)가 구획판에 형성될지라도 소정의 압력차가 유지될 수 있다.

또한 처리실(21)의 분위기가 높은 진공도로 유지될 수 있기 때문에, 플라즈마 입자의 충돌 또는 이들의 랜덤한 운동(random movement)의 가능성은 감소되므로 플라즈마 입자는 균일한 방향으로 가공물에 조사될 수 있다. 가공물의 표면에 수직인 성분을 가진 플라즈마가 형성될 수 있기 때문에, 가공물의 표면에 수직인 에칭 작용과 마이크로로딩(microloading) 효과가 적은 미세한 처리가 가능하다.

[제 9 실시예]

제 14 도는 본 발명의 제 9 실시예에 따른 플라즈마 에칭 장치의 단면을 도시하는 개략도이고, 도면부호 27b는 고주파 전력에 대하여 처리실(21)로부터 절연된 스테이지(26)에 연결된 제 3 고주파 전력을 나타낸다.

상술한 구조를 가진 에칭 장치에서, 에칭은 제 5 실시예와 동일한 방법으로 실행된다. 플라즈마 발생실에서 발생된 플라즈마는 가공물(2)을 에칭하기 위하여 처리실(21)로 이송된다. 플라즈마 공급시, 고주파 전력이 스테이지(26)로 인가된다. 그 다음, 가공물(2) 근처의 플라즈마 특성이 변하게 된다. 즉, 고주파 전력이 가공물(2)로 인가되면, 에칭 특성을 결정하기 위한 인자인 플라즈마의 이온 에너지는 변하게 된다. 그래서, 상기 스테이지(26)에 인가되는 고주파 전력을 변화시킴으로써, 에칭 특성은 가공물의 재료에 따라 최적의 상태로 된다.

상술한 실시예에서, 에칭 장치의 사용을 설명하였다. 그러나, 본 발명은 동일한 효과를 얻기 위하여 플라즈마 CVD 장치 또는 플라즈마 스퍼터링 장치에 적용가능하다. 예를 들면, 실란(silane) 형의 SiH_4 가 CVD 가스로서 도입될때, 상기 가스는 전기 방전에 의해 분해되므로 증착된 실리콘층이 가공물에 형성된다.

본 발명의 플라즈마 처리 장치의 제 1 구조에서, 다수의 영구자석이 링 형태로 형성되어 동심으로 정렬되므로, 가공물 근처에 형성된 자기장의 모든 성분에서 가공물의 직경에 대응하는 원주방향의 자기장 성분은 제거되고, 이에 의해 균일한 자기장이 원주 방향에서 형성될 수 있으며 플라즈마는 상기 방향에서 균일하게 발생된다. 하전 입자가 원주방향에서 드리프트되기 때문에, 동일한 원주방향의 플라즈마 밀도는 균일하고, 상기 플라즈마는 플라즈마 확산 때문에 균일하게 이루어진다. 또한 인접한 자석의 반경 방향으로 대향된 극성은 서로 반대가 되도록 결정되고, 영구자석의 거리와 표면 자기장 세기는 적절하게 선택되며, 자기장의 반경 방향에서 파형 형태로 분포되는 자기장의 피크 또는 피크들의 위치가 제어될 수 있다. 또한, 반경 방향의 자기장 세기의 차이는 작게 만들어질 수 있으므로 플라즈마는 더욱 균일하게 된다. 또한, 큰 표면적에 걸쳐서 균일하게 플라즈마를 발생시킬 수 있다.

상기 제 1 구조에 부가하여 본 발명의 제 2 구조에 따라, 제 1 또는 제 2 구조에 추가하여 자석에 의해 형성되는 자기장 세기는 제 2 전극 주위에서 최대값이 100 G 이상으로 크게 만들어진다. 따라서 플라즈마의 손실은 감소되므로 고밀도의 플라즈마를 유지한다. 또한, 상기 자기장 세기는 제 1 전극 주위에서 20 G 이하로 낮게 형성되므로, 상기 가공물은 에칭에 의하여 손상을 덜 입게 되는 고품질의 제품을 얻을 수 있도록 처리될 수 있으므로, 가공물에 형성된 장치에 손상을 주는 것을 방지할 수 있다. 큰 직경을 가지는 가공물이 손상이 없이 균일하게 처리될 수 있다.

상기 제 3 구조에 따라, 제 1 또는 제 2 구조에 부가하여, 직사각형 프리즘 형태 또는 원통형 형태의 자석이 링 형상의 자석 중앙부에 배치된다. 따라서 링형상 자석의 중앙부에서의 자기장 세기는 증가될 수 있고 반경 방향의 자기장 세기는 더욱 균일하게 될 수 있으므로, 플라즈마가 균일하게 형성되어 큰 직경의 가공물을 균일하게 처리할 수 있다.

상기 제 4 구조에 따라, 제 2 구조에 부가하여, 링 형상 자석의 중앙부에 배치된 자석의 표면 자기장 세기는 링 형상 자석의 표면 자기장 세기보다 더 크게 만들어져 있다. 따라서, 링 형상 자석의 중앙부에서의 자기장 세기는 더욱 증가될 수 있다. 반경 방향의 자기장 세기는 더욱 균일하게 된다. 플라즈마는 균일하게 형성될 수 있고, 큰 직경의 가공물이 균일하게 처리될 수 있다.

제 5 구조에 따라, 제 1 내지 제 4 구조중 어느 한 구조에 부가하여, 원주벽 자석은 서로 대향된 제 1 및 제 2 전극 사이에 형성된 공간에 대응되는 위치와 그리고 전극을 둘러싸고 있는 외부 원주벽에서 또 각각의 원주벽 자석의 극성이 가장 바깥쪽의 링 형상 자석의 극성과 동일하게 되도록 배치되고, 이에 의해 원주방향의 플라즈마 손실이 감소될 수 있다. 이것은 플라즈마 세기의 균일성을 증가시키고, 가공물은 균일하게 처리될 수 있다.

또한 본 발명의 제 6 구조에 따라, 플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 발생실과 가공물이 배치된 처리실이 다수의 개구를 가지는 구획판에 의하여 분리되기 때문에, 상기 플라즈마는 고주파 전력에 의해 발생하는 전기장과 자석에 의해 발생하는 자기장에서 발생되고, 발생된 플라즈마의 밀도는 증가되고 가공물은 높은 진공도의 상태로 유지된 처리실에서 빠르게 처리될 수 있다.

상기 제 7 구조에서는, 제 6 구조에 부가하여, 고주파 전력이 구획판에 대향된 위치에 있는 플라즈마 발생실의 전극에 인가되고, 원주 방향에서 동일한 극성을 각각 구비하는 다수의 링 형상 자석이 전극의 후방표면 측에 동심으로 정렬되므로, 인접한 링 형상 자석의 반경 방향으로 대향된 극성은 서로 반대가 된다. 따라서, 고밀도의 플라즈마가 큰 표면적에 걸쳐서 균일하게 발생할 수 있다. 그 결과, 큰 직경의 가공물이 높은 진공 상태에서 균일하고 빠르게 처리될 수 있다.

상기 제 8 구조에서, 제 6 구조에 부가하여, 제 1 고주파 전력이 구획판에 대향되게 놓인 전극에 인가되고 제 2 고주파 전력은 구획판에 인가된다. 따라서, 플라즈마는 제 2 고주파 전력이 인가되는 구획판 근처에서 발생되므로, 플라즈마의 밀도는 더욱 증가될 수 있다. 그러므로, 가공물은 고속도로 처리될 수 있다.

상기 제 9 구조에서, 제 6 구조에 부가하여, 고주파 전력이 구획판에 인가되고, 원주방향에서 동일한 극성을 각각 구비하는 다수의 링 형상 자석이 플라즈마 발생실에서 구획판에 대향된 위치에서 동심적으로 정렬되므로, 인접한 링 형상 자석의 반경 방향에 대향된 극성은 서로 반대이다. 따라서, 고밀도의 플라즈마가 큰 표면적에 걸쳐서 균일하게 발생할 수 있다. 결과적으로, 큰 직경의 가공물은 높은 진공 상태에서 균일하고 빠르게 처리될 수 있다.

상기 제 10 구조에서, 제 6 구조 내지 제 9 구조중 어느 한 구조에 부가하여, 가스는 펄스 방법으로 플라즈마 발생실 내로 도입된다. 따라서, 플라즈마 발생실과 처리실의 사이에 소정의 압력차가 유지되는 동안에 큰 표면적을 가진 플라즈마가 처리실로 이송될 수 있다. 따라서, 큰 직경의 가공물이 처리될 수 있다.

상기 제 11 구조에서, 제 6 구조 내지 제 10 구조중 어느 한 구조에 부가하여, 가공물에 조사되는 이온 에너지와 플라즈마 양은 가공물에 고주파 전력을 인가함으로써 제어될 수 있다. 따라서 에칭 특성은 가공물 재료에 따라 최적상태로 될 수 있다.

본 발명의 다양한 수정예와 변경예는 상술한 설명에 따라 가능하다. 그러므로, 첨부된 청구범위의 범위에서 본 발명은 다르게 실행될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

가공물이 놓이는 제 1 전극과;

상기 제 1 전극에 대향될 수 있도록 배치된 제 2 전극과;

상기 제 1 전극에 대향하는 제 2 전극의 후방면 측에 배치된 자석을 포함하고,

상기 자석은 원주방향에서 동일한 극성을 각각 구비한 다수의 링 형상 자석으로 구성되고, 상기 링 형상 자석은 인접된 링 형상 자석의 반경 방향으로 대향된 극성이 서로 반대가 되도록 동심으로 정렬되는 구성으로 된 플라즈마 처리 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 전극 근처에서 자석에 의해 형성된 자기장 세기는 최대값이 100 가우스 (Gauss) 이상이고, 상기 제 1 전극 근처에서 자석에 의해 형성된 자기장의 세기는 최대값이 20 가우스 (Gauss) 이하로 되어있는 플라즈마 처리 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 링 형상 자석의 중앙부에 제 2 자석이 배치되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 링 형상 자석의 중앙부에 배치된 제 2 자석의 전방면에서의 자기장 세기는 링 형상 자석의 자기장 세기보다 더 크게 되어있는 플라즈마 처리 장치.

청구항 5

플라즈마를 발생하기 위한 플라즈마 발생실과, 상기 플라즈마 발생실로부터 다수의 개구를 가진 구획판에 의해 구획되고 가공물이 놓이는 처리실을 포함하고,

플라즈마는 고주파 전력을 공급하고 자석을 사용하여 자기장을 형성함으로써 발생하는 것으로 이루어진 플라즈마 처리 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 고주파 전력이 전극에 인가되도록 전극이 구획판에 대향되게 플라즈마 발생실에 배치되고; 상기 자석은 원주 방향에서 동일한 극성을 각각 구비하는 다수의 링 형상 자석으로 구성되고, 상기 링 형상 자석은 인접한 링 형상 자석의 반경방향에 대향된 극성이 서로 반대가 되도록 전극의 후방측에 동심으로 배치되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 구획판에 대면되게 배치된 상기 전극에는 제 1 고주파 전력이 인가되고, 상기 구획판에는 제 2 고주파 전력이 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 8

제 5 항에 있어서, 상기 구획판에는 고주파 전력이 인가되고; 상기 자석은 원주 방향에서 동일한 극성을 각각 구비하는 다수의 링 형상 자석으로 구성되며, 상기 링 형상 자석이 인접한 링 형상 자석의 반경방향에 대향된 극성이 서로 반대가 되도록 구획판에 대향된 위치에서 플라즈마 발생실에 동심으로 배치되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 9

제 5 항에 있어서, 일련의 펄스(a series of pulses) 방식으로 플라즈마 발생실에 가스가 공급되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서, 일련의 펄스 방식으로 플라즈마 발생실에 가스가 공급되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 11

제 7 항에 있어서, 일련의 펄스 방식으로 플라즈마 발생실로 가스가 공급되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 12

제 5 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 13

제 6 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 14

제 7 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 15

제 9 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 16

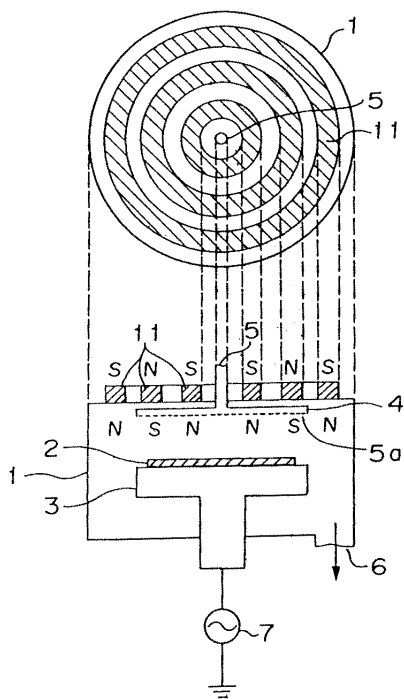
제 10 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

청구항 17

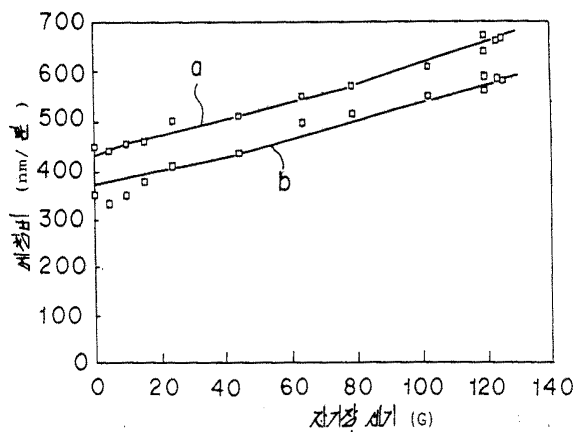
제 11 항에 있어서, 상기 고주파 전력은 가공물이 놓여 있는 스테이지에 인가되는 플라즈마 처리 장치.

도면

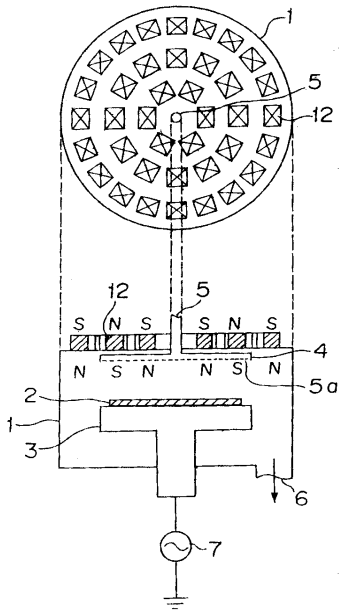
도면1



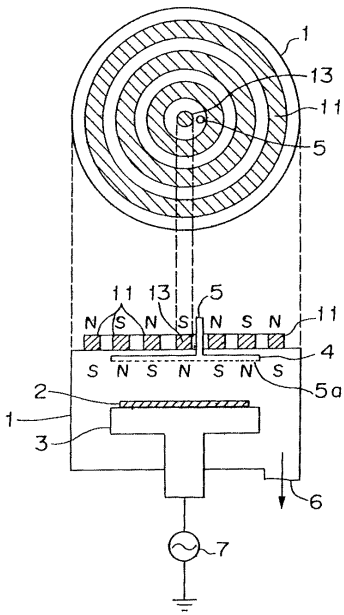
도면2



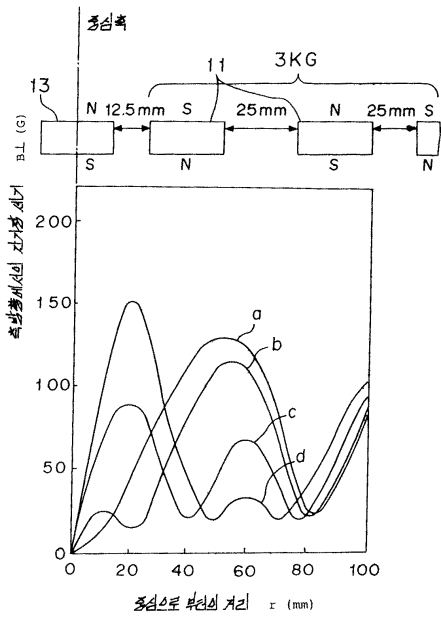
도면3



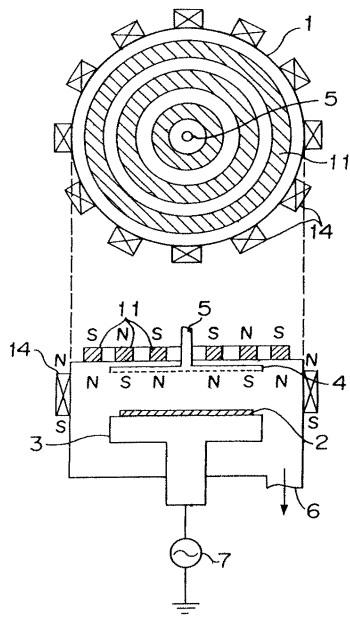
도면4



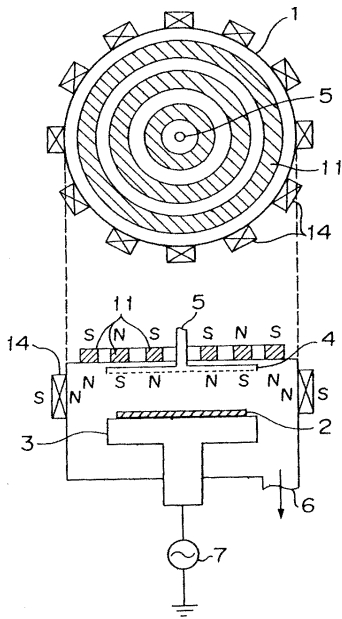
도면5



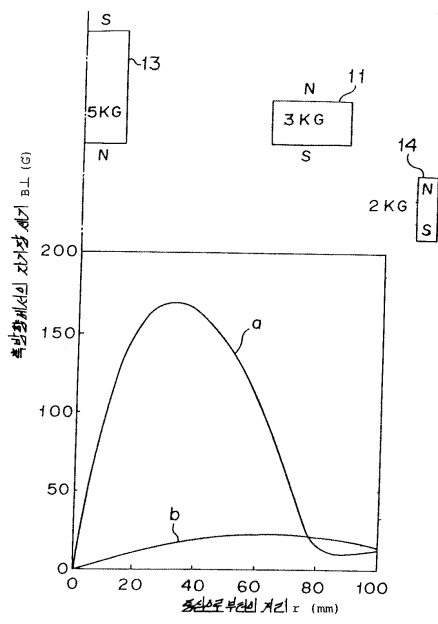
도면6



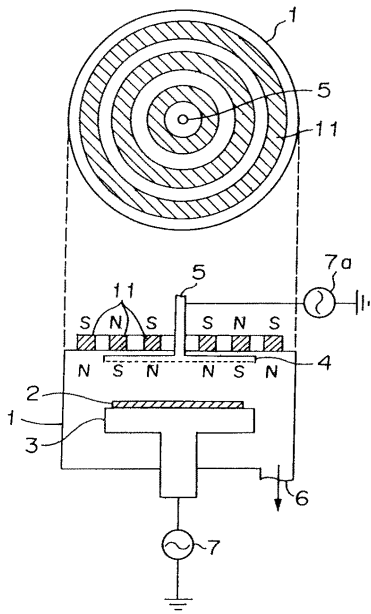
도면7



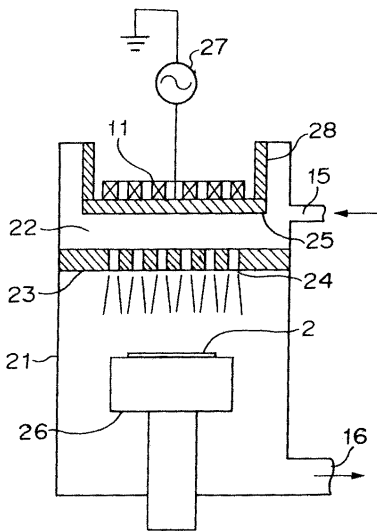
도면8



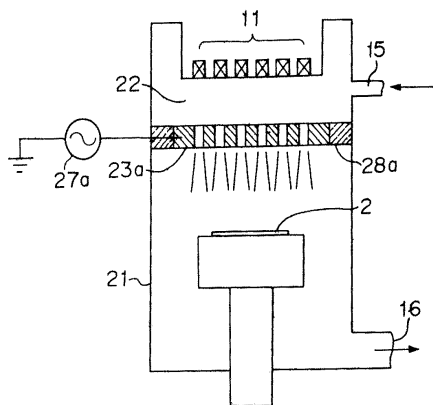
도면9



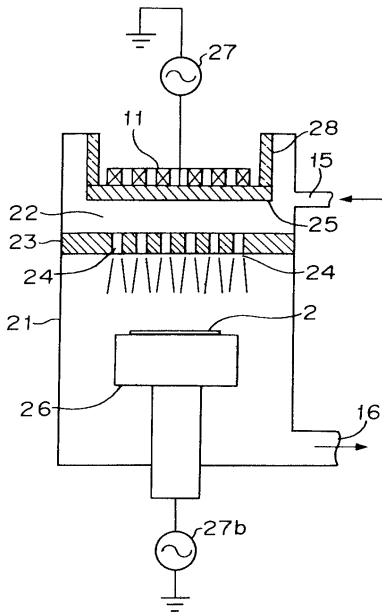
도면10



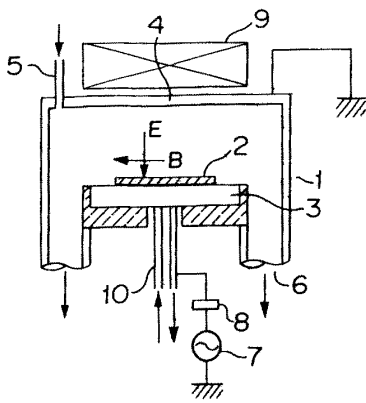
도면11



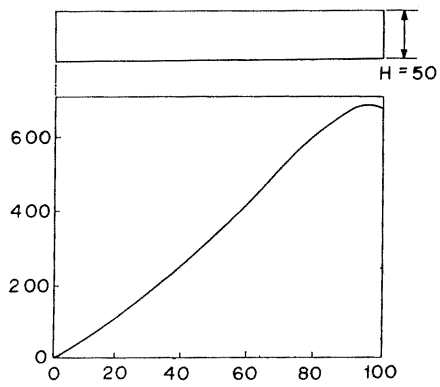
도면 14



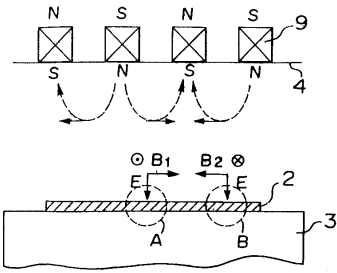
도면 15a



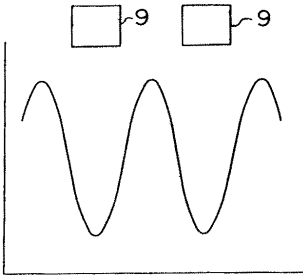
도면 15b



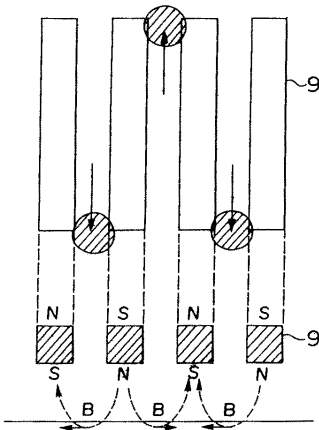
도면 16a



도면 16b



도면 17



도면 18

