

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ C23C 16/50 C23C 14/34	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	1999년 12월 01일 10-0232039 1999년 09월 02일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 (30) 우선권주장	10-1996-0038568 1996년 09월 06일 95-286342 1995년 10월 09일	(65) 공개번호 (43) 공개일자 일본(JP)
(73) 특허권자 (72) 발명자 (74) 대리인	아네르바 가부시키가이샤 일본국 도쿄도 후쥬시 요쓰야 5초메 8방 1고 도베 료키 일본국 도쿄도 하치오지시 산다초 2-36-11 사사키 마사오 일본국 도쿄도 히노시 만간지 189-2 세키구치 아츠시 일본국 도쿄도 하치오지시 나가누마마치 205-1 장용식, 정진상	

심사관 : 이한욱

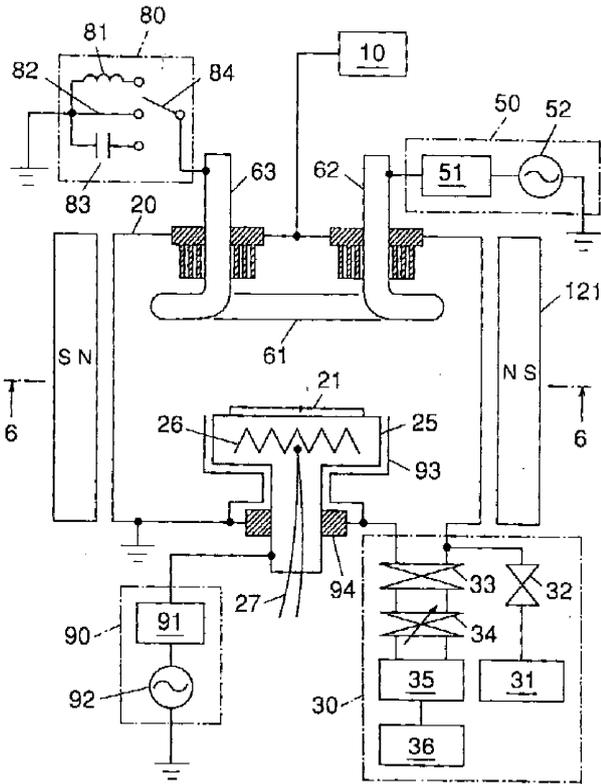
(54) 플라즈마 CVD 장치, 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 CVD 방법

요약

플라즈마 발생전극과 처리실 사이의 전기절연부재에 홈을 형성함으로써, 기체상에 도전막을 퇴적할 경우에도 전기절연부재의 절연성능이 저하되지 않게 한다.

플라즈마 발생전극(61)은 실질적으로 1턴의 코일이고, 처리실(20) 벽을 관통하는 한쌍의 도입부분(62, 63)을 구비하고 있다. 이 도입부분과 처리실(20) 사이에는 석영유리제의 절연링(71)이 배치되어 있다. 이 절연링(71)은 원판(72)중앙에 원형의 관통구멍(73)이 형성되어 있고, 원판(72) 한쪽측(처리실 공간에 노출되는 측)에 3개의 원환상 돌기(74)가 서로 동심상으로 형성되어 있다. 이 원환상 돌기(74) 사이에는 2개의 원환상 홈(79)이 형성된다. 3개의 원환상 돌기(74)는 모두 높이가 50mm, 두께가 1mm이고, 홈(79) 깊이도 50mm이다. 홈(79)의 폭은 1mm이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

플라즈마 CVD장치, 플라즈마 처리장치 및 플라즈마 CVD방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 플라즈마 CVD장치의 1실시형태의 구성도.

제2도는 가스도입기구의 구성도.

제3도는 플라즈마 발생전극의 평면도.

제4도는 절연링의 일부를 절단한 사시도.

제5도는 플라즈마 발생전극을 처리실에 부착하는 부분의 조립구조를 나타내는 정면단면도.

제6도는 제1도의 6-6단면도.

제7도는 저부 피복층의 바이어스용 전력 의존성을 나타내는 그래프.

제8도는 본 발명의 플라즈마 CVD장치의 다른 실시형태의 주요부 구성도.

제9도는 절연링의 변경예를 나타내는 정면단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|----------------|---------------|
| 10 : 가스도입기구 | 20 : 처리실 |
| 21 : 기체 | 25 : 기체heater |
| 30 : 배기구 | 50 : 전력공급원 |
| 61 : 플라즈마 발생전극 | 62, 63 : 도입부분 |
| 71 : 절연링 | 72 : 원판 |
| 73 : 관통구멍 | 74 : 원환상 돌기 |
| 79 : 원환상 홈 | 80 : 접지결합기구 |

90 : 바이어스 전력공급원

[발명의 상세한 설명]

[발명이 속하는 기술분야]

본 발명은 처리실 내부에 플라즈마 발생전극을 구비하는 플라즈마 CVD장치에 관한 것이며, 또 이 플라즈마 CVD장치를 이용하여 도전막을 퇴적시키는 플라즈마 CVD방법에 관한 것이다. 또, 본 발명은 처리실 내부에 플라즈마 발생전극을 구비하는 플라즈마 처리장치에 관한 것이다.

[종래의 기술]

플라즈마 CVD법은 플라즈마를 이용하여 원료가스를 화학반응시켜서 기체상에 박막을 퇴적시키는 박막형성 방법인데, 이 플라즈마 CVD법은 반도체 집적회로소자, 초전도소자, 각종 전자소자, 각종 센서를 구성하고 있는 금속막, 반도체막, 절연막, 광도전체막, 확산방지막, 밀착층막의 박막을 제작하는 수법으로서 널리 사용되고 있다. 처리실내에 플라즈마를 발생시키기 위해서는 플라즈마 발생전극을 사용하는 것이 일반적이고, 전형적으로는 이 플라즈마 발생전극에 고주파 전력을 인가하고 있다. 이 플라즈마 발생전극의 형식을 분류하면, 용량결합방식과 유도결합방식으로 분류할 수 있고, 또 다른 관점으로는, 처리실 외부에 전극을 배치하는 외부전극방식과 처리실 내부에 전극을 배치하는 내부전극방식으로 분류할 수 있다. 이들 형식중에서 널리 쓰이고 있는 것은 용량결합방식이고 또한 내부전극방식인 평행평판형 플라즈마 CVD장치이다. 또, 유도결합방식이고 또한 외부전극방식인 예로는 석영유리제의 방전실 주위에 코일전극을 감은 플라즈마 CVD장치도 흔히 사용되고 있다. 본 발명은 내부전극방식의 플라즈마 CVD장치에 관련된 것이고, 또 이 플라즈마 CVD장치를 이용하여 도전막을 퇴적시키는 것에 관련된 것이다.

내부전극방식의 플라즈마 CVD장치에서는, 고주파 전력이 인가되는 플라즈마 발생전극은 처리실 벽을 통하여 처리실 내부로 도입되고 있다. 이 도입장소에서는 플라즈마 발생전극과, 접지되어 있는 금속제 처리실 사이에 전기절연 부재를 삽입하여 플라즈마 발생전극과 처리실을 전기적으로 절연하고 있다.

[발명이 해결하고자 하는 과제]

그런데, 이와같은 내부전극방식의 플라즈마 CVD장치를 이용하여 기체상에 도전막을 퇴적할 경우에는 다음과 같은 문제가 생긴다. 상기 전기절연부재에 도전성 막이 부착하면 절연성능이 열화되어, 안정된 플라즈마가 생성되지 않게 된다. 따라서, 이 전기절연부재에 도전막이 가급적 부착하지 않도록, 플라즈마 발생전극이나 그 주위의 구조를 공리할 필요가 있다. 평행평판형 플라즈마 CVD장치는 대향하는 평판전극 사이에서 플라즈마가 발생하므로, 평판전극 배면측에 배치되는 전기절연부재에는 도전막이 부착하기 어렵다. 그러나, 유도결합방식의 내부전극(코일상의 전극)을 사용할 경우에는 플라즈마 발생전극주위에 플라즈마가 발생하므로, 도입장소의 전기절연부재는 플라즈마에 노출될 가능성이 높아 도전막이 부착하기 쉽다.

이와 같은 문제점에 관련하여, 전기절연부재에 홈을 설치하여 도전막 부착에 의한 절연열화를 방지하게 한 종래기술이 일본국 특공소 60-7937호 공보에 개시되어 있다. 이 종래기술은 처리실내에 배치된 대향하는 2매의 평판전극 사이에 삽입한 절연 스페이서에 관한 것으로, 이 절연 스페이서에 홈을 형성하여 도전막 부착에 의한 절연열화를 방지하고 있다.

또, 일본국 특개평 7-18433호 공보는 유도결합방식의 내부전극을 이용하여 스퍼터링 처리를 행하는 장치를 개시하고 있다. 이 종래기술에서는 내부전극을 진공용기내에 도입하는 절연부분에 금속막이 퇴적하지 않도록, 절연부분이 용기내에서 사각위치가 되는 구조로 한다고 되어 있으나, 절연부분의 구체적 형상과 배치상태는 개시되어 있지 않다.

또한, 외부전극방식을 이용하여 도전막을 퇴적하면, 상기와 같은 전기절연부재의 문제가 없어지나, 다음과 같은 다른 문제도 있다. 외부전극방식의 일례로서, 석영유리제방전실 주위에 코일상 전극을 감아 플라즈마를 발생시킬 경우를 설명하면, 방전실내벽에 도전막이 퇴적함으로써 이 도전막은 코일상 전극에 인가한 고주파 전력을 실드해버린다. 이 때문에 방전실내의 플라즈마 상태가 불안정하게 되고, 심할 때는 플라즈마 생성이 불가능해진다. 따라서, 외부전극방식의 종래의 플라즈마 CVD장치를 이용하여 기체상에 도전막을 퇴적시킬 경우는, 방전실 내벽면을 가끔 세정할 필요가 있다.

본 발명의 목적은 처리실 내부에 플라즈마 발생전극을 구비하는 플라즈마 CVD장치에 있어서, 기체상에 도전막을 퇴적할 경우에도 플라즈마 발생전극과 처리실 사이의 절연성능이 저하되지 않게 하여 장기간에 걸쳐 안정된 플라즈마를 유지함에 있다.

[과제를 해결하기 위한 수단]

본 발명은 처리실 내부에 플라즈마 발생전극을 갖는 플라즈마 CVD장치에 있어서, 플라즈마 발생전극의 도입부분과 처리실 사이에 배치한 전기절연부재에 특징이 있다. 이 전기절연부재는 플라즈마 발생전극의 도입부분이 통과할 수 있는 원형의 관통구멍과, 처리실내에 노출되는 쪽의 표면에 형성된 환상의 홈을 구비하고, 이 홈이 상기 관통구멍을 둘러싸고 있다. 이 환상의 홈의 개구부는 관통구멍의 축선에 수직인 평면내에 있어도 되고(즉, 환상의 홈의 깊이방향은 관통구멍의 축선에 평행이다), 또는 관통구멍과 동심의 원통면내에 있어도 된다(즉, 환상의 홈의 깊이방향은 관통구멍의 축선에 수직이다). 전기절연부재의 처리실내에 노출되는 쪽의 표면은 조면화(粗面化)하는 것이 바람직하다.

환상의 홈의 폭은 0.01mm~3mm의 범위내로 하고, 바람직하게는 0.3mm~2mm의 범위내로 한다. 홈의 폭이 이 상한 범위를 넘으면 플라즈마가 홈 안에 들어가기 쉽게 되고, 이 플라즈마 CVD장치로 기체상에 도전막을 퇴적할 경우에 홈 내부에도 도전막이 퇴적하기 쉬워진다(즉, 절연부재의 절연열화가 진행된다). 홈의 폭이 하한 범위를 밑돌면, 홈 가장자리 양측에 퇴적한 도전막이 서로 접촉하기 쉬워지고, 또 홈 가공도 곤란해진다.

홈의 폭에 대한 홈의 깊이의 비율(아스펙트비)은 2~1000의 범위내로 하고, 바람직하게는 5~100으로 한다.

아스펙트비가 이 하한범위보다 작으면 성막중간종(成膜中間種)이 직접 홈 저부에 도달하기 쉬워져서, 절연부재의 절연열화가 진행된다. 아스펙트비가 상한 범위를 넘으면, 홈이 극단으로 깊어지므로 절연부재의 점유 공간이 커지게 되고, 홈의 가공도 곤란하다.

본 발명은 내부전극방식의 유도결합형 플라즈마 발생전극에 적용하면 효과적이다. 이 플라즈마 발생전극은 실질적으로 1턴(turn)코일로 한 것, 또는 복수턴 코일로 된 것을 생각할 수 있다. 이와 같은 유도결합형 플라즈마 발생전극은 일단이 고주파 전원엔 접속되고, 타단이 접지결합기구를 경유하여 접지된다. 이 접지결합기구는 콘덴서, 금속판 및 코일중의 적어도 어느 하나를 포함하는 것으로, 이들을 바꾸어 사용하여도 된다.

본 발명의 플라즈마 CVD장치로 도전체 박막을 제작할 경우를 생각하면, 플라즈마 발생전극과 처리실을 전기적으로 절연하는 전기절연부재에 홈이 형성되어 있으므로, 이 홈 내부에 도전막이 부착되기 어려워 전기절연부재의 절연능력이 열화되기 어렵다. 즉, 홈이 형성되어 있지 않는 경우와 비교하여 장기간에 걸쳐 절연능력이 열화되지 않고 안정된 플라즈마가 유지된다. 홈의 효과는 다음과 같이 생각된다. 이 홈의 폭이 가스분자의 평균 자유 행정보다 상당히 작아지면 이 홈내에 플라즈마가 들어가지 않으므로 홈의 벽면이나 저면에 도전막이 부착할 확률은 대단히 작아진다. 가스분자의 평균자유행정은 처리실내의 압력이나 온도, 및 가스분자의 직경에 의존하나, 플라즈마 CVD법의 실용적 압력으로서 가령 1Pa정도를 상정하면, 가스분자의 평균자유행정은 수 mm 정도이다. 따라서, 홈의 폭을 이보다 상당히 작게 하면 막부착방지에 대단히 효과적이다. 또, 홈에 직접 날아오는 성막중간종을 생각하면, 홈의 아스펙트비를 크게하면 홈저부까지 도달하는 성막중간종이 적어지므로 효과적이다. 또, 홈을 형성한 부착적 효과로서, 전기절연부재표면에 따른 절연거리가 길어지고, 이에 의해서도 전기절연능력의 열화가 어려워진다.

본 발명은 플라즈마 CVD장치의 이외의 플라즈마 장치에도 적용가능하다. 가령, 스퍼터링 장치, 드라이 에칭장치, 플라즈마 플리닝 장치, 표면개질(표면산화, 표면질화) 처리장치에도 적용된다.

[발명의 실시형태]

제1도는 본 발명의 플라즈마 CVD장치의 1실시형태의 구성도이고, 처리실 부분은 정면단면도를 나타내고 있다. 진공으로 유지가능한 처리실(20) 내부에는 기체홀더(25)와 플라즈마 발생전극(61)이 배치되어 있어, 기체홀더(25)에는 바이어스 전력공급원(90)이 접속되고, 플라즈마 발생전극(61)에는 전력공급원(50)과 접지결합기구(80)가 접속되어 있다. 또, 처리실(20)에는 가스도입기구(10)와 배기기구(30)가 이어져 있다.

우선, 가스도입기구(10)에 대하여 설명한다. 제2도는 가스도입기구(10)의 구성도이다. 이 가스도입기구(10)는 3종류의 원료가스를 사용할 수 있도록 되어 있다. 원료용기(1a)는 상온상압에서 액체상태인 원료를 소정온도로 가열하는 항온조이고, 이 항온조에서 증기화된 원료는 유량제어기(12a)와 밸브(13a)를 경유하여 처리실(20)에 도입된다. 원료용기(1b, 1c)는 고압가스펌프이고, 이 안에 들어 있는 원료가스는 감압밸브(11b, 11c)로 감압되고, 유량제어기(12b, 12c)로 유량제어되며, 밸브(13b, 13c)를 열면 처리실(20)에 도입된다. 가스도입기구(10)의 출구는 플라즈마 발생전극(61)의 중심 부근으로 개구하고 있다. 밸브(13a, 13b, 13c)는 원료가스를 도입할 때에 열리는 것이나, 처리실(20) 내부를 대기로 할 때는 원료가스가 대기로 오염되는 것을 막기 위하여 밸브(13a, 13b, 13c)를 닫는다.

다음에, 제1도로 돌아가서 기체홀더(25)의 구조를 설명한다.

기체(21)는 기체홀더(25)위에 놓인다. 기체홀더(25)내부에는 히터(26)와 열전쌍(27)이 있다. 기체홀더(25)의 온도는 열전쌍(27)으로 측정되고, 도시하지 않은 기체온도조절장치에 의해 히터(26)에 전력이 공급되어 기체(21)의 온도가 제어된다.

이 기체온도 조절장치는 PID제어방법을 이용하고 있으나, 필요에 따라 파지회로를 병용하거나, PI제어나 단순한 ON-OFF제어를 채용하여도 된다.

다음에, 배기기구(30)를 설명한다. 거친(roughing) 펌프(31)는 기름 회전 펌프(배기속도는 매분 650리터)이고, 거친 밸브(32)를 통하여 처리실(20)에 접속된다.

처리실(20)의 청결성이 매우 중요할 경우에는, 거친 펌프(31)로서 오일프리 펌프를 사용할 수 있고, 또, 보전성을 향상시킬 때는 드라이펌프를 사용하여도 된다. 주펌프(35)는 가변 오리피스(34)와 주밸브(33)를 통하여 처리실(20)에 접속되고, 후단에는 보조펌프(36)가 접속된다. 주펌프(35)는 복합형 터보분자펌프(배기속도는 매초 1300리터)이고, 처리실(20)내의 청결성이 그다지 중요하지 않으면 기름 확산 펌프를 사용할 수도 있다. 보조펌프(36)는 기름 회전 펌프(배기속도는 매분 1180리터)이고, 거친 펌프(31)와 동일하게 드라이 펌프를 사용하여도 된다.

처리실(20)을 대기압에서 배기할 때는 우선, 거친 밸브(32)를 열고 거친 펌프(31)로 처리실(20)을 배기한다. 처리실(20)내부의 압력이 소정압력(배기계에 따라 다르겠지만 본 실시예에서는 100Pa)까지 배기된 후에 거친 밸브(32)를 닫고, 주밸브(33)를 열어 주펌프(35)로 다시 저압력 영역까지 배기한다.

진공계에서 측정된 처리실 압력을 기초로 가변 오리피스(34)를 개폐하여 처리실(20)내의 압력을 소정 값으로 조절할 수 있다. 재현성이 좋은 안정된 플라즈마를 얻기 위해서는 가변 오리피스(34)를 사용하는 것이 유효하다.

다음에, 플라즈마 발생장치를 설명한다. 이 플라즈마 발생장치는 처리실(20) 내부에 플라즈마를 발생시키기 위한 것으로, 전력공급원(50), 플라즈마 발생전극(61), 및 접지 결합기구(80)를 구비하고 있다. 플라즈마 발생전극(61)은 실질적으로 1턴 코일이며, 처리실(20)벽을 관통하는 한쌍의 도입부분(62, 63)을 구비하고 있다. 플라즈마 발생전극(61)은 기체(21)에 대향하고 있다. 제3도는 플라즈마 발생전극(61)의 평면도이다. 이 플라즈마 발생전극(61)은 금속 파이프를 대략 1주(周)의 원환상으로 구부린 것으로, 이 원환상 부분에 대하여 수직이 되도록 도입부분(62, 63)이 형성되어 있다.

이 금속파이프 내부에 냉각수를 통과시키면 전극을 수냉할 수 있다.

단, 필요에 따라 공냉으로 할 수 있고, 소전력의 경우는 냉각하지 않아도 된다.

이 실시형태에서는, 플라즈마 발생전극(61)은 1턴 코일로 하였으나 2턴 코일이나 3턴 코일로 하여도 된다. 또, 와류형상의 전극으로 하여도 좋다.

제1도로 돌아가서, 플라즈마 발생전극(61)의 한쪽 도입부분(62)은 임피던스 정합회로(51)를 통하여 고주파 전원(52)에 접속되어 있다.

이 임피던스 정합회로(51)와 고주파 전원(52)으로 전력공급원(50)이 구성된다.

고주파 전원(52)의 주파수는 13.56MHz로, 정격출력은 3kW이다.

단, 주파수는 이에 한정되지 않고, kHz 오더나 60MHz나 100MHz를 사용하여도 되고, 사용가능범위는 10kHz~600MHz정도이다. 이 범위의 상한을 초과하면 도전체를 배선재료로서 사용할 수 없게 되고, 하한을 밑돌면 전파로서 발신하지 않게 된다.

또, 이 출력파형도 정현파만이 아니라 이것에 소정의 변형을 가한 파형이어도 좋다. 임피던스 정합회로(51)는 π (파이)형 회로를 사용하고 있으나, 이 이외의 가령 T형회로를 사용하여도 된다. 고주파 전원(52)에 의해 유기된 교번(交番) 전력은 임피던스 정합회로(51)로 임피던스 조정되어 플라즈마 발생전극(61)에 공급된다.

다음에, 플라즈마 발생전극(61)의 도입부분(62, 63)을 처리실(20)에 부착하는 구조를 설명한다. 제4도는 플라즈마 발생전극 도입부분과 처리실 사이에 설치되는 절연링의 일부를 절단한 사시도이다. 이 절연링(71)은 전기절연재료인 석영유리로 되어 있다. 이 절연링(71)은 원판(72)중앙에 원형의 관통구멍(73)이 형성되어 있고, 원판(72) 한쪽(처리실 공간에 노출되는 측)에 3개의 원환상 돌기(74)가 서로 동심상으로 형성되어 있다. 이 원환상 돌기(74)사이에는 2개의 원환상 홈(79)이 형성되어 있다.

홈(79)의 개구부는 관통구멍(73)의 축선에 수직인 평면내에 있고, 홈(79)의 깊이방향은 관통구멍(73)의 축선에 평행이다.

이들 돌기(74)와 홈(79)은 전부 관통구멍(73)에 대하여 동심이다.

관통구멍(73)에는 플라즈마 발생전극의 원통상 도입부분(62; 제1도 참조)이 삽입된다. 3개의 원환상 돌기(74)는 모두 높이가 50mm, 두께가 1mm이다.

따라서, 홈(79)의 깊이도 50mm이다. 또, 홈(79)의 폭(인접한 돌기(74)의 간격)은 1mm이다. 따라서, 홈(79)의 아스펙트비는 50이다. 원환상 돌기(74)의 전면과, 원판(72) 처리실에 노출되는 쪽의 표면(제4도의 상측면)은 블라스트 처리가 실시되어 조면화되어 있다. 이 조면화에 의해 절연링(71)에 부착한 막을 박리하기 어렵게 하여, 막의 박리에 의한 처리실 내부의 분진 오염을 방지하고 있다.

이것을 상세히 설명하면, 절연링(71)에 있어서, 홈(79)의 내부 이외의 부분에는 막이 부착할 가능성이 있고, 가령 돌기(74)의 정면(頂面)이나 가장 외측돌기(74)의 외주면이나, 이보다 외측의 원판표면에는 막이 부착할 가능성이 있다.

이들 부위에 조면화가 실시되어 있으면, 이 부분에 부착한 막이 벗겨지기 어렵게 된다.

제5도는 플라즈마 발생전극을 처리실에 부착하는 부분의 조립구조를 나타내는 정면 단면도이다. 플라즈마 발생전극의 도입부분(62)은 상기 절연링(71), 절연칼라(75) 및 0링 누름부재(76)를 이용하여 처리실(20)에 부착하고 있다. 절연칼라(75)와 0링 누름부재(76)는 전기절연재료, 가령 폴리이미드 수지로 만들어져 있다.

절연칼라(75)와 0링 누름부재(76)에는 도입부분(62)이 지나는 관통구멍이 형성되어 있다. 절연칼라(75)의 내벽면 일단에는 테이퍼가 형성되고, 이 테이퍼 부분에 바이톤 고무로 제조된 0링(77)이 삽입된다. 이 0링(77)은 절연칼라(75) 내벽면의 테이퍼 부분과 0링 누름부재(76)하면과 도입부분(62) 외주면 사이에 삽입되어 도입부분(62)외주면과 절연칼라(75)내벽면 사이를 진공밀봉하고 있다. 처리실(20)의 천판에는 원형의 관통구멍이 형성되어 있어, 이 관통구멍에 절연칼라(75)의 단차부가 삽입된다. 또, 처리실(20)의 천판 상면에는 환상의 0링 홈이 형성되어 있어, 이 0링 홈안에 바이톤 고무로 제조된 0링(78)이 끼워져 있다. 이 0링(78)은 절연칼라(75)와 처리실(20)사이를 진공밀봉하고 있다. 0링 누름부재(76)는 나사(100)에 의해 절연칼라(75)에 고정되어 있고, 절연칼라(75)는 나사(101)에 의해 처리실(20)천판에 고정되어 있다. 절연링(71)의 원판부분은 절연칼라(75)의 단차부 하면과 중공원판상 부착금구(102)상면 사이에 유지된다.

부착금구(102)는 나사(103)에 의해 처리실(20)의 천판 하면에 고정되어 있다.

플라즈마 발생전극의 다른 한편의 도입부분(63; 제1도 참조)도 제5도와 같은 구조로 처리실에 부착되어 있다.

제9도는 절연링의 변경예이다. 제9(a)도의 절연링(71a)은 3개의 중공원판(74a)이 관통구멍의 축선을 따라 서로 평행이 되게 형성되어 있다.

중공원판(74a)사이에 형성된 홈(79a)은 그 개구부가 관통구멍과 동심의 원통면내에 있고, 홈(79a)의 깊이방향은 관통구멍의 축선에 수직이다.

제9(b)도의 절연링(71b)은 (A)와 같이, 3개의 중공원판(74a)이 관통구멍의 축선을 따라 서로 평행이 되게 형성되어 있으나 홈(79a)의 개구부가 도입부분(62)을 향하여 열려 있다. 이 경우에도, 홈(79a)의 개구부는 관통구멍과 동심의 원통면내에 있고, 그 깊이방향은 관통구멍의 축선에 수직이다.

제9(c)도의 절연링(71c)은, (A)의 절연링의 특징과 제4도에 나타난 절연링의 특징을 조합시킨 것이다. 즉, 3개의 중공원판(74c)이 관통구멍의 축선을 따라 서로 평행이 되게 형성되어 있고, 그 외측에는 2개의 원환상 돌기(74d)가 형성되어 있다.

따라서, 이 절연링(71c)은 개구부가 관통구멍과 동심의 원통면내에 있는 홈(79c)과, 개구부가 관통구멍의 축선에 수직인 평면내에 있는 홈(79d)을 구비하고 있다.

다음에, 제1도로 돌아가서, 접지결합기구(80)를 설명한다.

이 접지결합기구(80)는 플라즈마 발생전극(61)의 도입부분(63)과 어스 사이에 설치된 것이다. 접지결합기구(80)는 코일(81)과 구리제의 금속판(82)과 콘덴서(83)를 구비하고, 이들이 병렬접속되어 있다. 이들의 일단은 모두 어스에 접속되어 있고, 이들의 타단은 스위치(84)에 의해 선택적으로 도입부분(63)에 접속가능하게 되어 있다.

전형적인 사용방법은 스위치(84)를 금속판(82)에 접속하여 이 금속판(82)을 통하여 플라즈마 발생전극(61)의 일단을 어스에 직류적으로 접속하는 방법이다.

그러나, 이와 같이 직류적으로 플라즈마 발생전극(61)의 일단을 어스에 접속하면 때때로 플라즈마가 불안정하게 되는 수가 있다. 그 경우는, 콘덴서(83)를 통하여 접지한다. 이에 따라 플라즈마 발생전극(61)의 일단은 직류적으로 어스에서 차단되나, 고주파적으로 접지된다. 이 실시형태의 콘덴서(83) 용량은 약 500pF이나, 이 용량에 한정되지 않고 200~1200pF 정도의 용량을 사용할 수 있다. 이에 비해, 플라즈마 발생전극(61)과 처리실(20)사이의 부유용량은 수 pF정도이다. 콘덴서(83)로는 고주파 특성이 우수하여 내전압성이 있는 세라믹 콘덴서가 적합하다. 또, 플라즈마 발생전극(61)의 재질이 스퍼터되어 버릴 경우에는, 코일(81)을 통하여 접지하는 것도 유효하다.

즉, 플라즈마 발생전극(61)의 일단을 고주파적으로 임피던스를 통하여 접지하는 것이다.

다음에, 기체에 바이어스 전력을 인가하는 기구에 대하여 설명한다.

기체 홀더(25)는 임피던스 정합회로(91)를 통하여 바이어스용 고주파 전극(92)에 접속되어 있다. 이 임피던스 정합회로(91)와 바이어스용 고주파 전원(92)으로 바이어스 전력공급원(90)이 구성되어 있다. 바이어스용의 임피던스 정합회로(91)의 회로정수는 플라즈마 발생용 임피던스 정합회로(51)의 그것과는 상이하다.

바이어스용 고주파 전원(92)에 의해 유기(誘起)된 교번전력은 임피던스 정합회로(91)로 임피던스 조정되어 기체홀더(25)에 공급되고, 기체(21)의 바이어스 전압이 조정된다. 기체홀더(25) 주위에는 처리실(20)에 접속된 실드판(93)이 있고, 기체홀더(25)는 절연체(94)에 의해 처리실(20)에서 전기적으로 절연되어 있다.

바이어스용 고주파 전원(92)의 주파수는 플라즈마 발생용의 고주파 전원(52)의 주파수와는 적어도 500Hz 이상 상이한 것이 필요하다.

그렇지 않으면, 2개의 고주파 전원이 간섭하여 안정된 플라즈마를 얻을 수 없다.

본 실시형태에서는 플라즈마 발생용 고주파 전원(51)의 주파수를 13.560MHz, 바이어스용 고주파 전원(92)의 주파수를 13.562MHz로 하였다.

다음에, 자장발생기구를 설명한다.

처리실(20) 주위에는 상하방향으로 가느다란 많은 영구자석(121)이 설치되어 있다.

제6도는 제1도의 6-6단면도로서, 처리실(20)의 수평단면을 도시하고 있다.

24개의 영구자석(121)은 처리실(20) 주위에 서로 등간격으로 배치되어 있고, 인접한 영구자석(121)은 서로 반대의 극성으로 되어 있다.

즉, 처리실(20) 내부를 향하여 N극과 S극이 번갈아 배치되어 있다. 이들 영구자석(121)의 작용에 의해 처리실(20) 내벽면 근방에는 멀티커스프 자장(122)이 형성된다.

또한, 영구자석의 형상이나 개수는 이에 한정되지 않고, 처리실(20) 내부를 향하여 N극과 S극이 번갈아 배치되는 한, 다른 구성으로 하여도 된다.

이와 같은 멀티커스프 자장(122)을 이용하면, 자장에 의한 플라즈마 가두기 효과에 의해 처리실(20) 내벽면 근방까지 플라즈마가 확산하지 않고 균일한 고밀도의 플라즈마를 유지할 수 있다. 이 멀티커스프 자장과 바이어스 전력공급원을 병용하면 대형기체의 표면에 균일하게 대전류의 이온을 유입시킬 수 있다.

다음에, 이 플라즈마 CVD장치를 이용한 박막제작방법의 예를 예시한다.

우선, 질화티탄막 제작예를 설명한다. 제1도와 제2도에 있어서, 원료용기(1a)에 넣는 제1원료로서 4염화티탄을 이용하고, 원료용기(1b)에 넣는 제2 원료로서 수소가스를, 원료용기(1c)에 넣는 제3원료로서 질소가스를 이용하였다. 유량은 4염화티탄이 매분 20밀리리터, 수소가스가 매분 200밀리리터, 질소가스가 매분 20밀리리터이다.

처리실(20)내의 압력을 약 1Pa로 설정하고, 기체(21)온도를 450℃~600℃로 설정하였다. 고주파 전원(52)의 출력은 3.0kW로 하였다. 이 조건으로 박막을 제작하면, 질화티탄을 주성분으로 한 막이 매분 약60nm의 속도로 퇴적하였다.

질화티탄을 주성분으로 한 막은 저항률 80 $\mu\Omega\text{cm}$ 이었다. 그때, 종래장치에서 볼 수 있던 플라즈마의 시간 경과에 따른 변화나, 플라즈마가 생기지 않게되는 현상은 관찰되지 않고, 본 발명의 장치는 질화티탄과 같은 도전체 박막 제작에 유효하였다.

이와 같은 질화티탄 박막은 가령, 반도체 집적회로의 접촉부의 확산방지막으로 사용되고 있다. 이 용도에서는 직경이 0.35 μm 이하이고 깊이가 1.5 μm 정도인 구멍의 바닥에 성막하지 않으면 안된다.

제7도는 이 경우의 저부 피복률의 바이어스용 전력 의존성을 나타낸다.

저부피복을 설명하면, 평탄부의 막두께를 a로 하고, 접촉 구멍 바닥에 퇴적한 막두께를 b로 하면, 저부피복률은 다음과 같이 정의된다. 저부피복률(%) = $(b/a) \times 100$. 이 저부피복률은 그래프로 알 수 있듯이 바이어스용 전력을 증가시킴에 따라 급속히 양호한 값이 되었다. 그 이유는 플라즈마내에 생겨 있는 이온이 기체(21)의 바이어스 전압의 작용에 의해 기체(21)에 수직으로 입사하고, 이 사실에 의해 저부피복률이 개선 되었기 때문이라 추측된다.

처리실 내벽면 근방에 멀티커스프 자장을 형성하면, 처리실 내벽면에서 약 5cm 이상 떨어진 처리실 중심부에서 비교적 균일성 좋은 플라즈마를 유지할 수 있다.

대형기체를 균일성(막두께 분포, 막질분포, 저부피복률의 균일성) 좋게 성막하기 위해서는 이 멀티커스프 자장을 형성하는 것은 대단히 유익하다. 특히 바이어스 전력공급원과 병용하면 양호한 저부피복률이 균일성 좋게 얻어져, 더 한층의 효과가 있다.

다음에, 다른 박막 제작예를 예시한다.

제1원료로서 4염화티탄을, 제2원료로서 수소가스를, 제3원료로서 아르곤 가스를 사용한다. 유량은 4염화티탄이 매분 20밀리리터, 수소가스가 매분 30밀리리터, 아르곤 가스가 매분 35밀리리터이다. 처리실(20) 내의 압력을 약 1Pa로 설정하고, 기체(21)의 온도를 550°C~600°C로 설정하였다. 고주파 전원(52)의 출력은 2.5kW로 하였다.

이 조건으로 박막을 작성하면, 밀바탕의 재질에 따라 막 조성이 달라진다.

가령, 밀바탕이 산화실리콘 막인 경우, 얻어지는 박막은 금속티탄이다.

또, 밀바탕이 실리콘인 경우에는 얻어지는 박막은 티탄실리사이드($TiSi_2$)이다.

이와 같은 박막제작에 있어서, 종래장치에서 볼 수 있던 플라즈마의 시간경과에 따른 변화나, 플라즈마를 생성시키기가 불가능하게 되는 현상은, 본 발명 장치에서는 관찰되지 않고, 안정된 재현성이 좋은 도전체 박막의 퇴적을 행하는 것이 가능하다.

이와 같은 금속티탄 박막이나 티탄실리사이드 박막은 가령, 반도체 집적회로의 접촉부의 접촉 저항 감소막으로 사용된다. 이 경우, 상기 멀티커스프 자장이나 바이어스 전력공급원을 사용하면 균일성이 좋고 저부 피복률이 좋은 박막을 얻을 수 있다.

이상과 같은 금속티탄 박막 또는 티탄을 함유하는 화합물 박막을 제작할 경우, 플라즈마 발생전극으로서 금속티탄제의 파이프를 사용하면, 플라즈마 발생전극이 다소 스퍼터되더라도 티탄이 불순물이 되지 않으므로 불순물 혼입이 없는 양호한 막질의 박막을 얻을 수 있다.

다음에, 비결정성 실리콘 박막의 제작예를 설명한다.

원료용기(1a, 1c)는 사용하지 않고, 원료용기(1b)의 원료로서 실란을 사용하였다. 실란의 유량은 매분 20밀리리터로 하였다. 처리실(20)내의 압력을 약 1 Pa로 설정하고, 기체(21) 온도를 150°C~300°C로 설정하였다. 고주파 전원(52)의 출력은 0.5kW로 하였다. 이 조건으로 비결정성 실리콘 막을 퇴적시킬 수 있었다.

이 경우에 있어서도, 종래장치에서 관찰된 플라즈마의 시간경과에 따른 변화나 플라즈마를 생성시킬 수 없게 되는 현상은 관찰되지 않았다.

다음에, 산화실리콘 박막의 제작예를 설명한다. 원료용기(1a)는 사용하지 않고, 원료용기(1b)의 원료로서 실란을 사용하고, 원료용기(1c)의 원료로서 산소가스를 사용하였다. 유량은 실란이 매분 80밀리리터, 산소가스가 매분 160밀리리터이다.

처리실(20)내의 압력을 1Pa로 설정하고, 기체(21) 온도를 150°C~300°C로 설정하였다.

고주파 전원(52)의 출력은 2.5kW로 하였다. 이 조건으로 산화실리콘 박막을 퇴적시킬 수 있었다. 이 경우, 본 발명의 장치를 사용하면, 외부전극방식에서 사용되는 큰 고주파창을 설치할 필요가 없어, 고주파창의 파손에 의한 사고발생을 방지할 수 있다.

이 산화실리콘 박막 제작의 경우, 기체에 가령, 1.0~2.5kW의 바이어스 전력을 인가하면 기체상의 각종 배선막간의 미세한 갭중에 산화실리콘막을 매립시킬 수 있다.

이 사실 때문에, 본 발명 장치는 각종 배선막간의 층간절연막 제작용으로도 유용하다.

제8도는 본 발명의 플라즈마 CVD장치의 다른 실시형태의 주요부 구성도이다.

이 실시형태는 플라즈마 발생전극(61)상방에 솔레노이드 코일(130)이 배치되어 있다. 그 이외의 구성은 제1도의 실시형태와 같다. 이 솔레노이드 코일(130)이 발생하는 자력선(131)은 1턴 코일 형상의 플라즈마 발생전극(61)의 중심부근을 통과하여 발산한다.

이 자력선(131)의 작용에 의해 처리실(20)내에 더욱 고밀도의 플라즈마를 발생시킬 수 있다. 또, 이 실시형태의 장치는 방전 개시가 용이해진다.

이 장치를 사용하면, 제1도에 도시한 장치와 같이, 질화티탄, 금속티탄, 티탄실리사이드, 비결정성 실리콘, 산화실리콘 등의 박막을 제작할 수 있다.

[발명의 효과]

본 발명은 플라즈마 발생전극과 처리실을 전기적으로 절연하는 전기절연부재에 있어서, 플라즈마 발생전극의 도입부분을 통과시키는 관통구멍을 둘러싸도록 환상의 홈이 형성되어 있으므로, 기체상에 도전막을 퇴적할 경우에, 상기 홈 내부에 도전막이 부착하기 어려워져, 전기절연부재의 절연성능이 열화되기 어렵다.

따라서, 시간경과에 따른 변화가 적은 안정된 플라즈마가 장기간 유지된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

처리실, 처리실내를 진공으로 배기하는 배기기구, 원료가스를 처리실에 도입하는 가스도입기구, 및 처리실내에 배치된 플라즈마 발생전극을 구비하고, 플라즈마 발생전극에 전력을 공급하여 플라즈마를 발생시킴으로써 처리실내의 기체상에 막을 퇴적시키는 플라즈마 CVD장치에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극은 상기 처리실 벽을 관통하는 원통형상의 도입부분을 구비하고, 이 도입부분과 처리실 사이에 전기절연부재가 배치되고, 이 전기절연부재는 상기 도입부분이 통과할 수 있는 원형의 관통구멍과, 처리실내에 노출되는 쪽의 표면에 형성된 환상의 홈을 구비하고, 이 홈이 상기 관통구멍을 둘러싸고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 환상 홈의 개구부는 상기 관통구멍의 축선에 수직인 평면내에 있고, 상기 환상 홈의 깊이방향은 상기 관통구멍의 축선에 평행인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 환상 홈의 개구부는 상기 관통구멍과 동심의 원통면내에 있고, 상기 환상 홈의 깊이방향은 상기 관통구멍의 축선에 수직인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 환상 홈이 복수개 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 환상 홈이 복수개 형성되고, 일부 홈의 개구부는 상기 관통구멍의 축선에 수직인 평면내에 있고, 나머지 홈의 개구부는 상기 관통구멍과 동심의 원통면내에 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 전기절연부재의 처리실내에 노출하는 쪽의 표면이 조면화되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 홈의 폭이 0.01mm~3mm의 범위내인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 홈의 폭에 대한 홈의 깊이의 비율이 2~1000인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극은 1턴 코일인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극은 1주 이상으로 감긴 코일인 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극은 2개의 도입부분을 구비하고 있으며, 한쪽의 도입부분은 고주파 전원에 접속되어 있고, 다른쪽 도입부분은 접지결합기구를 경유하여 접지되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 접지결합기구는 상기 플라즈마 발생전극과 어스를 접속하는 콘덴서, 상기 플라즈마 발생전극과 어스를 접속하는 금속판, 및 상기 플라즈마 발생 전극과 어스를 접속하는 코일중의 적어도 하나를 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 접지결합기구는 상기 플라즈마 발생전극과 어스를 접속할 수 있는 콘덴서, 상기 플라즈마 발생전극과 어스를 접속할 수 있는 금속판, 상기 플라즈마 발생전극과 어스를 접속할 수 있는 코일중의 적어도 둘을 포함하고 있고, 이들의 접속이 스위치 장치에 의해 선택적으로 전환되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD장치.

청구항 14

처리실, 처리실내를 진공으로 배기하는 배기기구, 처리용 가스를 처리실에 도입하는 가스도입기구, 및 처

리실내에 배치된 플라즈마 발생전극을 구비하고, 플라즈마 발생전극에 전력을 공급하여 플라즈마를 발생 시킴으로써 처리실내의 기체를 처리하는 플라즈마 처리장치에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극은 상기 처리실 벽을 관통하는 원통형상의 도입부분을 구비하고, 이 도입부분과 처리실 사이에 전기절연부재가 배치되고, 이 전기절연부재는 상기 도입부분이 통과할 수 있는 원형의 관통구멍과, 처리실내에 노출되는 쪽의 표면에 형성된 환상의 홈을 구비하고, 이 홈이 상기 관통구멍을 둘러싸고 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 처리장치.

청구항 15

처리실에 원료가스를 도입하는 단계, 처리실내에 배치된 플라즈마 발생전극에 전력을 공급하여 플라즈마를 발생시킴으로써 처리실내의 기체상에 도전성 막을 퇴적시키는 단계로 이루어진 플라즈마 CVD방법에 있어서, 상기 처리실 벽을 관통하는 원통형상의 도입부분을 구비하고, 이 도입부분과 처리실 사이에 전기절연부재가 배치되고, 이 전기절연부재는 상기 도입부분이 통과할 수 있는 원형의 관통구멍과, 처리실내에 노출되는 쪽의 표면에 형성된 환상의 홈을 구비하고, 이 홈이 상기 관통구멍을 둘러싸고 있는 플라즈마 발생전극을 사용하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 원료가스로서 4염화티탄, 질소가스 및 수소가스를 사용하여 기체상에 질화티탄의 막을 퇴적시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 원료가스로서 4염화티탄과 수소가스를 사용하여 기체상에 티탄의 막을 퇴적시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD방법.

청구항 18

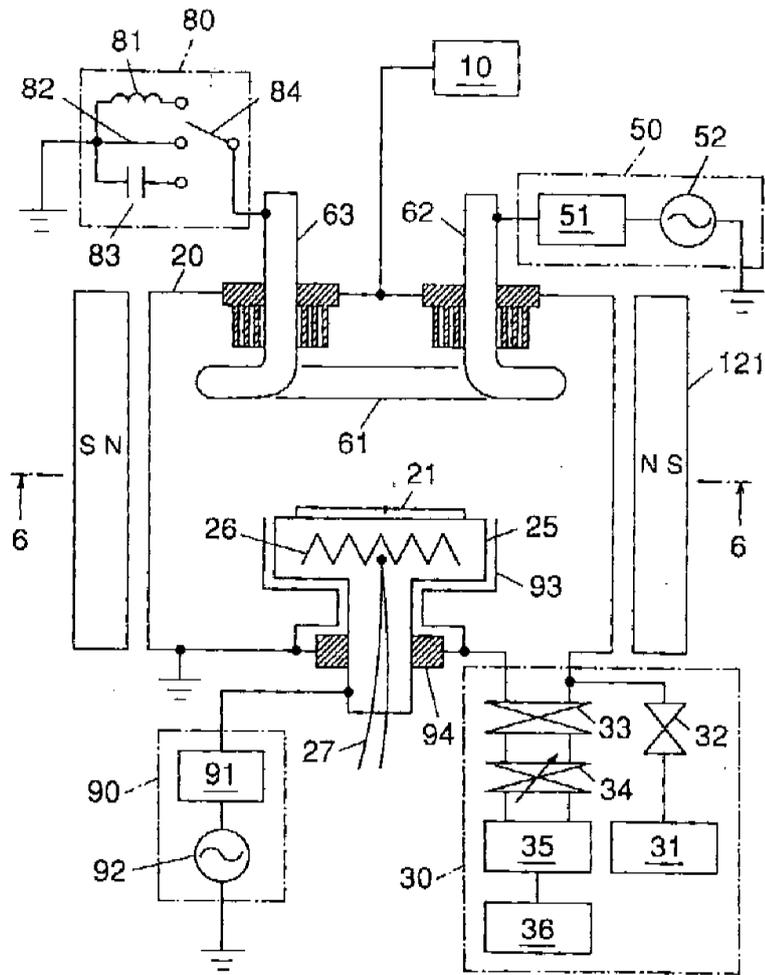
제15항에 있어서, 상기 원료가스로서 4염화티탄과 수소가스를 사용하고, 또한 상기 기체로서 실리콘을 사용하여 기체상에 티탄 실리사이드의 막을 퇴적시키는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD방법.

청구항 19

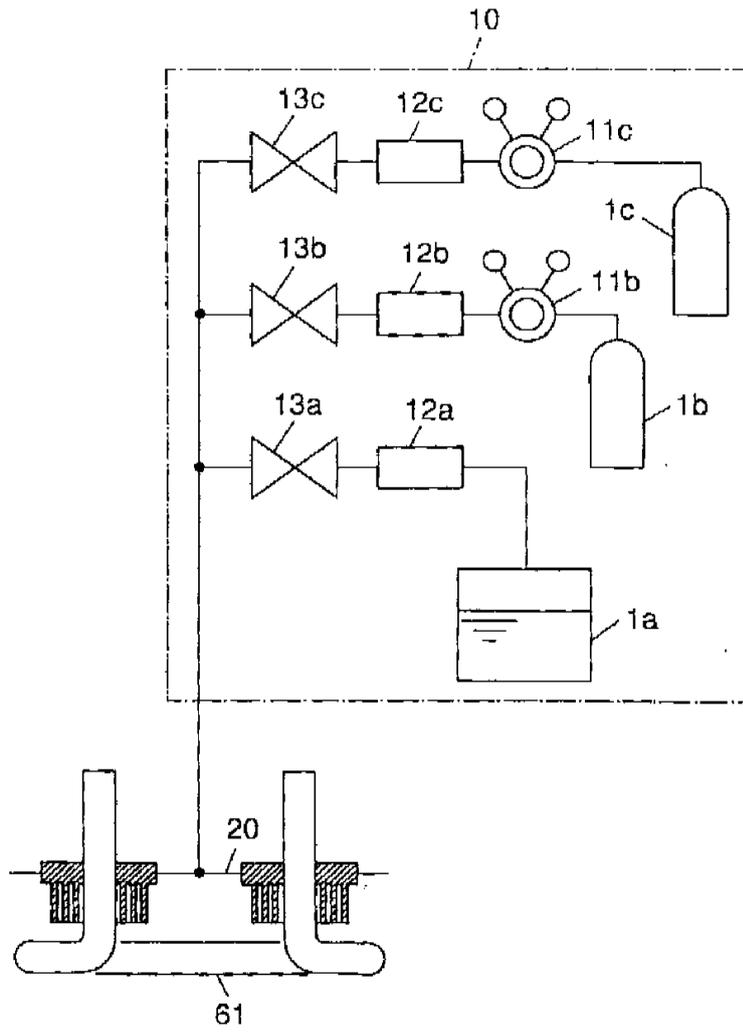
제16항 내지 제18항중의 어느 한 항에 있어서, 상기 플라즈마 발생전극의 재질로서 티탄을 사용하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 CVD방법.

도면

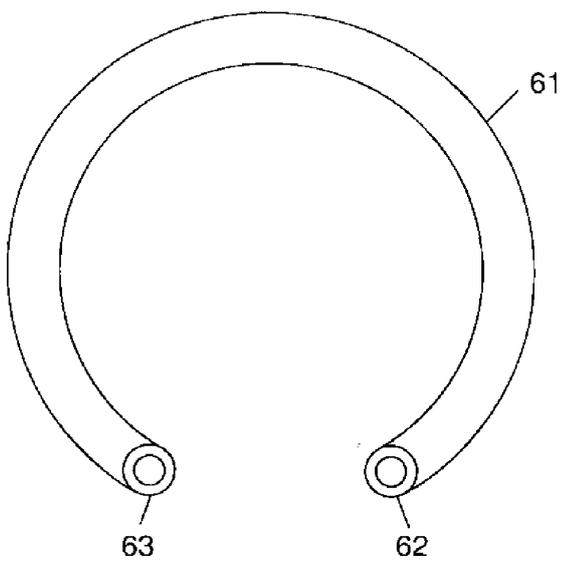
도면1



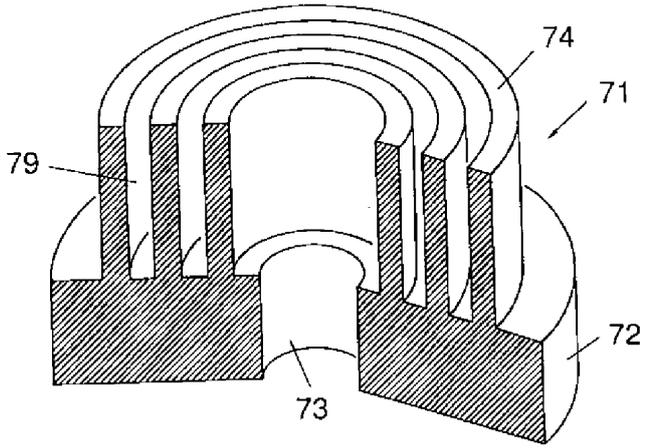
도면2



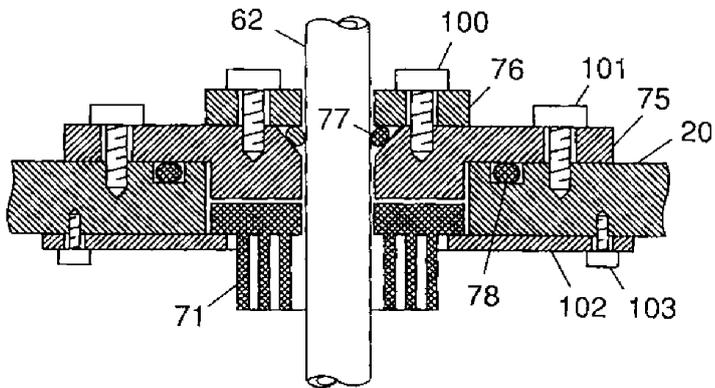
도면3



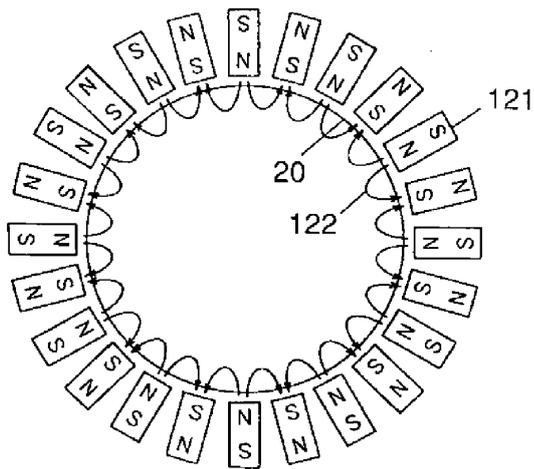
도면4



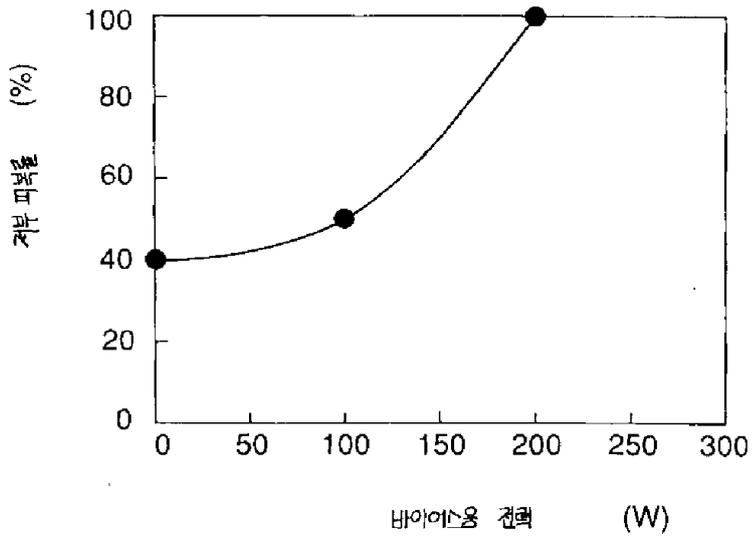
도면5



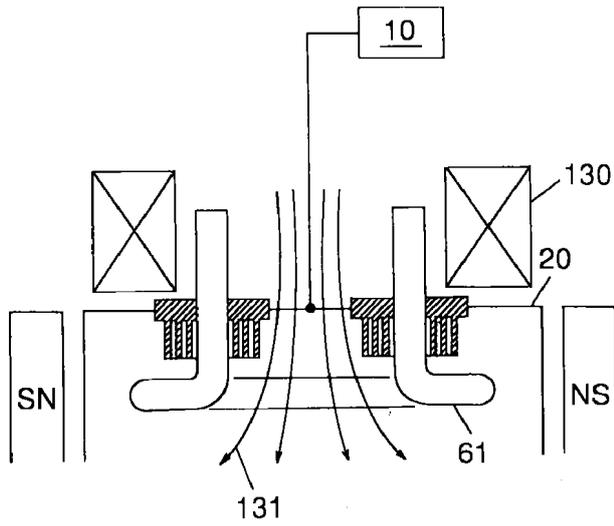
도면6



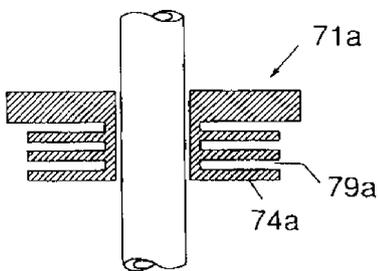
도면7



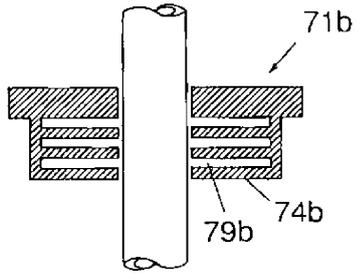
도면8



도면9a



도면9b



도면9c

