



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년11월22일
 (11) 등록번호 10-0778294
 (24) 등록일자 2007년11월15일

(51) Int. Cl.
H05H 1/10 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2001-0011090
 (22) 출원일자 2001년03월05일
 심사청구일자 2006년02월06일
 (65) 공개번호 10-2001-0102839
 공개일자 2001년11월16일
 (30) 우선권주장
 2000-067107 2000년03월10일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP08203873 A
 KR1019990014799A
 KR1019990081764A

(73) 특허권자
사무코 가부시킴이샤
 일본국 교토후 교토시 후시미쿠 다케다 와라야쵸 36반치
 (72) 발명자
히라모토미치히로
 일본국교토후교토시후시미구다케다와라야쵸36반치 가부시킴이샤사무코인터내셔널켄큐쇼나이
나카노히로히코
 일본국교토후교토시후시미구다케다와라야쵸36반치 가부시킴이샤사무코인터내셔널켄큐쇼나이
츠지오사무
 일본국교토후교토시후시미구다케다와라야쵸36반치 가부시킴이샤사무코인터내셔널켄큐쇼나이
 (74) 대리인
특허법인맥

전체 청구항 수 : 총 7 항

심사관 : 정중환

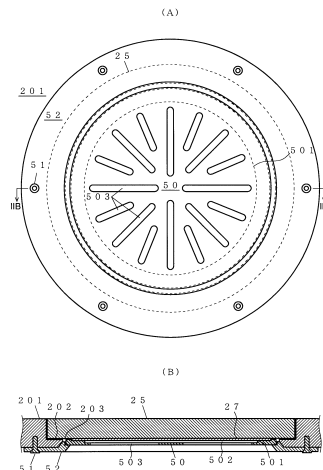
(54) 유도결합형 플라즈마 처리장치

(57) 요약

유전체창(誘電體窓)의 표면의 금속막의 형성에 의하여, 처리실 내로의 고주파 전력의 공급이 저해되지 않는 유도 결합형 플라즈마(inductively coupled plasma) 처리장치를 제공한다.

유전체창(창재(窓材; 25) 및 버림판(27)의 통합체)의 하면에 장착된 마스크부재(50)에는 복수의 슬릿(slit; 503)이 형성되어 있다. 플라즈마 에칭 중에 시료(試料)로부터 깎여 비산(飛散)하는 금속원자의 일부는 마스크부재(50)의 표면에 부착하여 금속막을 형성하지만, 슬릿(503)의 부분은 금속막이 형성되지 않고 공백영역이 된다. 이 공백영역에 의하여, 코일 전극(26)의 권선(捲線)을 따르는 유도전류의 경로가 분단되어 있기 때문에, 전류에 의한 고주파 전력의 손실은 발생하지 않는다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

금속원자를 포함하는 에칭 대상물을 수납하기 위한 처리실,

상기 처리실 내에 고주파 전력을 도입하기 위하여 이 처리실에 설치된 유전체창(誘電體窓),

상기 유전체창의 배후(背後)에 배치된 코일 전극, 및

상기 코일 전극에 고주파 전압을 인가(印加)하기 위한 고주파 전원을 구비하는 유도결합형 플라즈마 (inductively coupled plasma) 처리장치에 있어서,

에칭 처리중에 상기 처리 대상물로부터 비산(飛散)한 상기 금속원자가 상기 유전체창의 상기 처리실 내부를 향한 면에 부착하여, 이 면 상에 형성하는 금속막의 기하형상(幾何形狀)이 상기 코일 전극으로부터 발생하는 고주파 자계(磁界)의 작용에 의하여 이 금속막 내에 유기(誘起)되는 전류의 흐름이 도중에 차단되는 형상이 되도록, 상기 유전체창의 상기 면의 일부를 은폐하기 위한 마스크부재를 구비하고,

상기 마스크부재는, 상기 유전체창의 상기 처리실 내부를 향한 면을 가리는 부재에, 상기 코일 전극의 중심으로부터 방사상(放射狀)으로 뻗는 슬릿을 복수 개 형성하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 마스크부재는, 상기 유전체창의 상기 처리실 내부를 향한 면을 가리는 부재에, 상기 코일 전극의 권선 방향과 교차하도록 뻗는 슬릿(slit)을 1개 또는 복수 개 형성하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 3

삭제

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 마스크부재는, 상기 유전체창의 상기 처리실 내부를 향한 면에 설치한, 상기 코일 전극과 교차하는 1개 또는 복수 개의 봉 형상부(棒狀部)로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 5

제2항 또는 제4항에 있어서,

상기 마스크부재는, 상기 유전체창으로부터 미소 간극만 떨어뜨려 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 간극이 0.1 ~ 0.5mm인 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 코일 전극이 나선 형상(螺旋狀)이고,

상기 유전체창이 이 코일 전극의 내부로 돌출된 원통 형상 또는 종(鐘) 형상이며,

상기 마스크부재는 이 유전체창의 내벽면(內壁面)을 은폐하는 원통상의 마스크 모체(母體)에 그 모선(母線)에

평행하게 대응되도록 형성된 슬릿을 1개 또는 복수 개 설치한 것인 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 코일 전극이 나선 형상이고,

상기 유전체창이 이 코일 전극의 내부로 돌출된 원통 형상 또는 중 형상이며,

상기 마스크부재는 이 코일 전극의 모선에 평행하게 대응되도록 형성된 1개 또는 복수 개의 봉 형상부재로 이루어지는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <15> 본 발명은 유도결합형 플라즈마(inductively coupled plasma) 처리장치에 관한 것이다.
- <16> 가공 대상물의 표면에 미세가공을 행하는 방법으로서 스퍼터 에칭(sputter etching)법이 종래로부터 알려져 있다. 이 방법에서는 가공 패턴의 마스크(mask)를 피가공면에 형성한 가공 대상물을 기밀(氣密)의 처리실 내부에 수납한다. 그리고, 처리실 내를 저압으로 유지하면서 처리실 내에 처리가스(Ar, Cl₂ 등)를 공급하여, 처리실 내에 고주파 자계(磁界)를 발생시킴으로써 처리가스를 플라즈마화한다. 이 플라즈마에 포함되는 이온을 바이어스(bias) 전압으로 가속하여 가공 대상물의 피가공면에 충돌시킴으로써, 피가공면의 마스크되어 있지 않은 부분을 깎아낸다(스퍼터링(sputtering)).
- <17> 상기와 같은 처리를 행하기 위한 장치의 하나로서, 유도결합형 플라즈마(ICP) 처리장치가 알려져 있다. ICP 처리장치는 처리실 내로 고주파 전력을 공급하는 전력 도입구가 되는 창(窓), 이 창의 외측에 설치된 코일 전극 및 코일 전극에 고주파 전압을 인가(印加)하기 위한 고주파 전원을 구비하고 있다. 창은 일반적으로 석영과 같은 유전체(誘電體)로 구성된다. 이와 같은 창을 이하에서는 유전체창(誘電體窓)이라고 부르기로 한다.
- <18> 유전체창은 코일 전극으로부터 발생하는 고주파 자계가 이를 통하여 처리실 내로 들어가는 창구가 된다고 하는 기능면에 착안하여 창이라고 불리우는 것으로서, 그 형상은 반드시 이른바 창 형상(窓狀)일 필요는 없다. 한편, 유전체창의 형상이 결정되면, 이에 따라 코일 전극의 형상도 대응되어 결정된다. 예를 들어 유전체창이 원판 형상(圓板狀)일 경우, 유전체창의 배면(背面; 처리실 내와는 반대측)에 소용돌이 형상(渦狀) 코일을 배치한다. 또, 유전체창이 원통상(圓筒狀) 또는 중상(鐘狀)일 경우, 그 외주 벽면에 나선 형상(螺旋狀) 코일을 장착한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <19> ICP 처리장치를 사용한 미세가공에서는, 일반적으로 금속(예를 들면, Pt, Ir, Ni) 또는 금속 산화물(예를 들면, 산화 이리듐, 산화 주석 등)로 이루어지는 도전체 박막(導電體 薄膜)을 가공 대상으로 하는 경우가 많다. 이와 같은 금속계 대상물을 다수 또는 장시간에 걸쳐 가공하면, 플라즈마 이온에 의하여 스퍼터되어 대상물로부터 비산(飛散)한 금속이, 유전체창의 표면에 서서히 부착하여 여기에 막을 형성한다. 이렇게 하여 유전체창의 표면에 금속막이 형성되면, 코일 전극으로부터 처리실 내로의 고주파 전력의 공급이 어려워진다. 본 발명은 이와 같은 과제를 해결하기 위하여 이루어진 것으로서, 그 목적으로 하는 것은, 유전체창의 표면의 금속막의 형성에 의하여, 고주파 전력의 공급이 저해되지 않는 유도결합형 플라즈마 처리장치를 제공함에 있다.

발명의 구성 및 작용

- <20> 상기의 과제를 해결하기 위하여 이루어진 본 발명은
- <21> 금속원자를 포함하는 에칭 대상물을 수납하기 위한 처리실,
- <22> 상기 처리실 내에 고주파 전력을 도입하기 위하여 이 처리실에 설치된 유전체창,

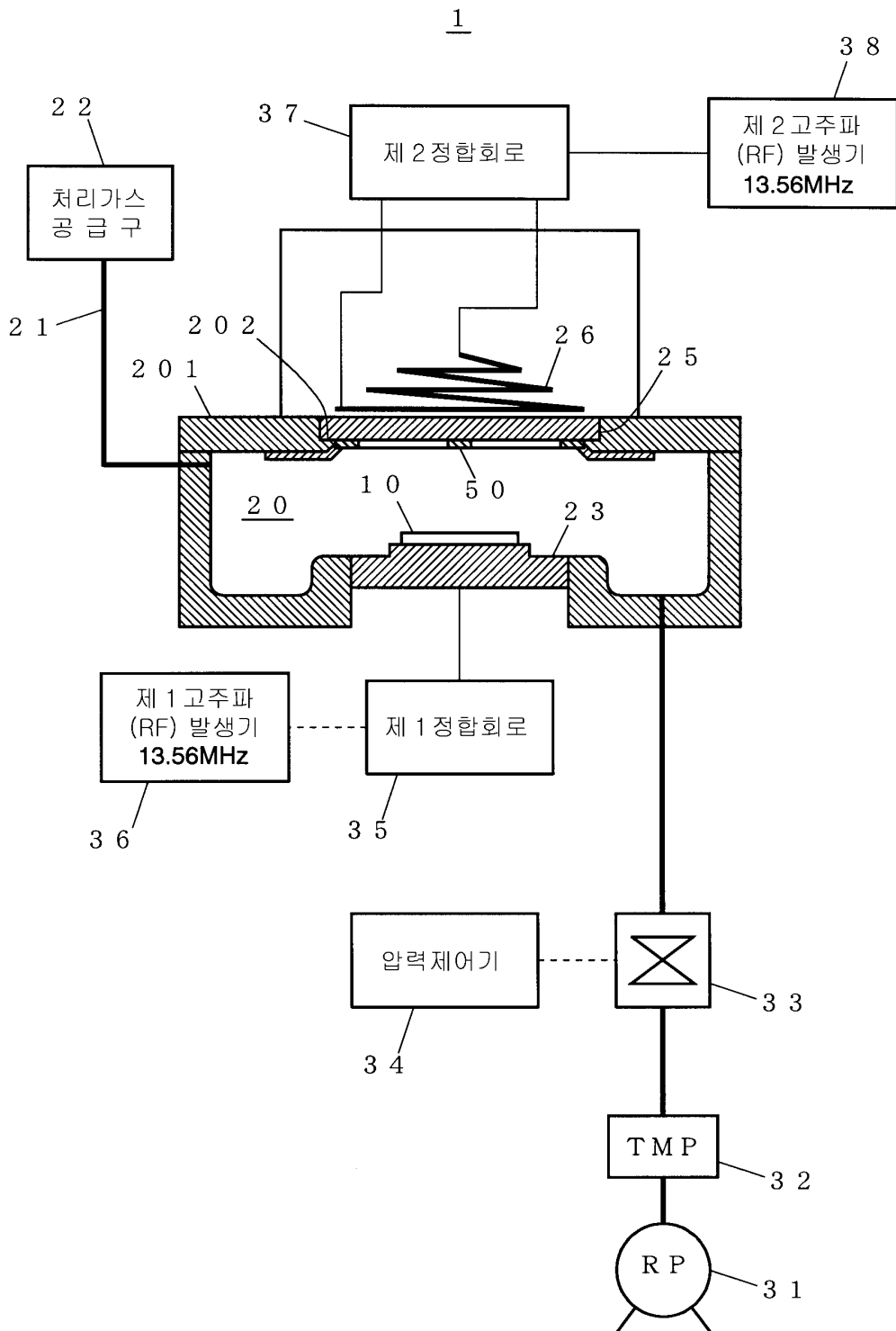
- <23> 상기 유전체창의 배후(背後)에 배치된 코일 전극, 및
- <24> 상기 코일 전극에 고주파 전압을 인가하기 위한 고주파 전원을 구비하는 유도결합형 플라즈마 처리장치에 있어서,
- <25> 에칭 처리중에 상기 처리 대상물로부터 비산한 상기 금속원자가 상기 유전체창의 상기 처리실 내부를 향한 면에 부착하여, 이 면 상에 형성하는 금속막의 기하형상(幾何形狀)이 상기 코일 전극으로부터 발생하는 고주파 자계의 작용에 의하여 이 금속막 내에 유기(誘起)되는 전류의 흐름이 도중에 차단되는 형상이 되도록, 상기 유전체창의 상기 면의 일부를 은폐하기 위한 마스크부재를 구비하는 것을 특징으로 하는 유도결합형 플라즈마 처리장치를 제공한다.
- <26> 상술한 바와 같이, 유전체창의 표면에 금속막이 형성되면 고주파 전력의 처리실 내로의 공급이 저해되는 것은, 고주파 자계의 작용에 의하여 금속막 내에 발생하는 유도전류에 의하여 고주파 전력이 소비되기 때문이라고 판단된다. 이 유도전류는 유도결합형 플라즈마 처리장치의 경우, 대부분 코일 전극의 권선(捲線)을 따르는 방향으로 흐르려고 한다. 그래서, 본 발명에 관한 ICP 처리장치에서는, 유전체창의 처리실 내부를 향한 면(이하, 유전체창의 내면이라고 함)의 일부를 마스크부재로 은폐함으로써, 상기 금속막이 코일 전극으로부터 발생하는 고주파 자계에 의하여 유기(誘起)되는 전류의 흐름이 도중에 차단되는 기하형상이 되도록 한 것이다.
- <27> 마스크부재는 유전체창(및 코일 전극)의 형상을 고려하여 구성된다. 예를 들어 유전체창이 원판 형상일 경우, 마스크부재는 유전체창과 같은 재료로 작성된 동 유전체창과 대응되는 크기의 원판에, 그 중심(즉, 코일 전극의 중심)으로부터 방사상(放射狀)으로 뻗는 1개 또는 복수 개의 슬릿(slit)을 형성한 구성으로 할 수 있다.
- <28> 상기 슬릿을 형성한 마스크부재를 유전체창의 내면에 장착하면, 에칭 대상물로부터 비산한 금속원자의 대부분이 마스크부재의 처리실 내부를 향한 면(이하, 마스크부재의 노출면이라 함)에 부착되고, 일부 금속원자만이 슬릿을 통과하여 유전체창의 내면에 부착한다. 그 결과, 유전체창의 내면에는 마스크부재의 슬릿에 대응하는 1개 또는 복수 개의 선상(線狀)영역에만 금속막이 형성되지만, 이들 영역은 코일 전극의 권선 방향에서는 서로 분리되어 있기 때문에, 상술한 바와 같이 유도전류가 흐르지는 않는다. 한편, 마스크부재의 노출면에는 슬릿에 대응하는 방사상의 공백영역을 가지는 금속막이 형성된다. 이 금속막에 코일 전극의 권선을 따르는 전류를 발생시키는 유도기전력(誘導起電力)이 작용하여도, 권선을 따르는 경로는 상기 공백영역에 의하여 분단되어 있기 때문에, 유도전류는 발생하지 않는다.
- <29> 상기 마스크부재를 유전체창에 밀착시킨 경우, 예를 들어 슬릿의 내주 벽면에 금속막이 형성되면, 이에 따라 마스크부재의 노출면의 금속막과 유전체창의 내면의 금속막이 단락(短絡)되어, 상술한 바와 같은 전류 차단작용이 저해될 우려가 있다. 이와 같은 사태를 방지하기 위하여, 상기 마스크부재는 유전체창으로부터 미소 간극만 떨어져 배치하는 것이 바람직하다. 이와 같이 하면, 마스크부재와 유전체창 사이의 절연(絶緣)이 보다 확실하게 된다. 하지만, 상기 간극이 너무 작으면, 유전체창의 내면에 형성되는 금속막의 가장자리부(緣部)에 의하여 마스크부재와 유전체창 사이의 간극이 폐색(閉塞)되어 버릴 우려가 있는 한편, 동 간극이 너무 크면, 슬릿을 통과한 금속원자가 마스크부재의 이면(裏面)으로 돌아 들어가서, 유전체창의 내면에 넓게 부착할 우려가 있다. 이와 같은 문제는, 예를 들어 마스크부재와 유전체창 사이의 간극을 0.1 ~ 0.5mm로 함으로써 해결할 수 있다.
- <30> 마스크부재의 형태는 상기와 같은 슬릿을 가지는 것으로 한정되지는 않는다. 예를 들어, 코일 전극의 중심으로부터 밖으로 방사상으로(즉, 코일 전극과 교차하도록) 뻗는 1개 또는 복수 개의 봉 형상부(棒狀部)를 가지는 봉 형상(棒狀) 또는 별 형상(星狀)의 마스크부재를 사용하여도, 상기와 같은 전류 차단효과를 얻을 수 있다.
- <31> 또, 코일 전극이 나선 형상(스파이럴 형상(spiral狀))일 경우, 유전체창은 원통상 또는 종상이 되는 경우가 많다. 이와 같은 경우, 그 내벽면(內壁面)을 은폐하는 원통 형상의 마스크 모체(母體)를 작성함과 동시에, 그 마스크 모체에는 원통의 모선(母線)에 평행하게 대응되도록 형성된 복수 개의 슬릿을 설치함으로써, 마스크부재로써 코일 전극의 권선을 따르는 유도전류의 발생을 방지할 수 있다.
- <32> 마찬가지로, 스파이럴 형상의 코일 전극의 모선에 평행하게 대응되도록 형성된 1개 또는 복수 개의 봉 형상부를 설치한 것을 마스크부재로 할 수도 있다.
- <33> <실시예>
- <34> 도 1은 본 발명의 1실시예인 ICP 처리장치의 개략구성도이다. 본 실시예의 ICP 처리장치(1)는 금속 또는 금속 산화물로 이루어지는 시료(試料; 10)를 수납하는 기밀의 처리실(20)을 가진다. 처리실(20)의 상부에는 처리가스 통로(21)가 접속되어 있으며, 이를 통하여 처리가스 공급부(22)로부터 플라즈마 에칭처리용 가스가 처리실(20)

내부로 공급된다. 처리실(20) 내부의 압력은 로터리 펌프(rotary pump; 31), 터보분자 펌프(32), 밸브(33) 및 압력제어기(34)를 포함하는 압력제어기구에 의하여 저압으로 제어된다.

- <35> 처리실(20)의 바닥부(底部)에는 시료(10)를 올려놓기 위한 하부 전극(23)이 구비되어 있다. 하부 전극(23)은 제1정합회로(35)를 통하여 제1고주파(RF) 발생기(36)에 접속되어 있다. 제1고주파(RF) 발생기(36)는 처리실(20) 내에 발생하는 플라즈마 이온을 시료(10)를 향하여 가속하기 위한 바이어스 전압을 하부 전극(23)에 인가한다.
- <36> 처리실(20)의 천정(상벽면; 201)에는 개구(開口)를 가지는 원형의 유전체받이부(202)가 설치되어 있으며, 여기에 유전체로 이루어지는 원판 형상의 창재(窓材; 25)가 배치되어 있다. 창재(25)의 내면은 버림판(27)(도 2 참조)에 의하여 은폐되어 있으며, 또한 그 버림판(27)의 하면에 마스크부재(50)가 장착되어 있다. 한편, 창재(25)의 상면에는 소용돌이상의 코일 전극(26)이 배치되어 있다. 코일 전극(26)은 제2정합회로(37)를 통하여 제2고주파(RF) 발생기(38)에 접속되어 있다. 제2고주파(RF) 발생기(38)는 고주파 자계를 코일 전극(26)으로부터 발생시키기 위한 고주파 전압을 코일 전극(26)에 인가한다.
- <37> 마스크부재(50)의 구조를 도 2에 나타내었다. 도 2에 있어서, 도 2(A)는 처리실(20) 내에서 아래에서 본 마스크부재(50)를 나타내며, 도 2(B)는 도 2(A)의 II-B-II-B선의 마스크부재(50)의 단면을 나타낸다. 상술한 바와 같이, 창재(窓材; 25)의 내면은 버림판(27)에 의하여 은폐되어 있다. 이 버림판(27)과 창재(25)를 포함한 전체가 본 발명에서 말하는 유전체창에 해당한다. 마스크부재(50)는 처리실(20)의 유전체받이부(202)에 형성된 원형의 개구(203) 내에 배치되며, 나사(51)에 의하여 천정(201)에 고정된 링 형상의 마스크 지지부품(52)에 의하여 버림판(27)의 아래에 지지되어 있다. 마스크부재(50)의 상면에는 원주를 따라 단부(段部; 501)가 형성되어 있으며, 이에 의하여 버림판(27)과 마스크부재(50) 사이에 간극(502)이 형성되어 있다. 또, 마스크부재(50)의 단부(501)보다 내측에는 다수의 슬릿(503)이 방사상으로 형성되어 있다.
- <38> 플라즈마 에칭처리의 진행에 수반되는 유전체창의 표면(본 실시예에서는 버림판(27)의 표면)에서의 금속막의 형성과정에 대하여, 도 3 및 도 4를 참조하면서 설명한다. 그리고, 도 3(A) 및 도 3(B)는 종래의 ICP 처리장치에 있어서의 금속막의 형성과정을 나타낸다. 또, 도 4(A) 및 도 4(B)는 본 실시예의 ICP 처리장치(1)에 있어서의 금속막의 형성과정을 나타내며, 도 4(C)는 도 4(B)에서 원(C)으로 표시된 부분의 확대도이다.
- <39> 먼저, 종래의 장치에 있어서의 금속막의 형성과정에 대하여 설명한다. 코일 전극(26)으로부터 창재(25) 및 버림판(27)을 통하여 처리실(20) 내에 고주파(RF) 전력이 공급되면, 처리실(20) 내의 처리가스가 플라즈마화된다. 이 플라즈마 중에 포함되는 이온은 하부 전극(23)에 인가된 바이어스 전압에 의한 전기(電界)에 의하여 가속되어, 시료(10)의 상면에 충돌한다. 이 이온 충돌에 의하여, 시료(10)의 상면으로부터 금속원자가 깎여 처리실(20) 내에 비산한다(스퍼터링; 도 3(A)). 스퍼터된 금속원자의 일부는 버림판(27)의 표면에 도달하고, 거기에 서서히 퇴적된다. 이렇게 하여 버림판(27)의 표면에 금속원자의 막(55)이 형성되면, 상술한 바와 같이 막(55) 내에 유도전류가 발생하여 고주파(RF) 전력을 소비해 버리기 때문에, 처리실(20) 내로의 고주파(RF) 전력의 공급이 어려워지고, 최종적으로는 전력공급이 중단되어 버린다(도 3(B)). 이와 같이 된 경우, 종래에는 버림판(27)을 세정하거나 새 것으로 교환하였다.
- <40> 다음으로, 본 실시예의 ICP 처리장치(1)에 있어서의 금속막의 형성과정에 대하여 설명한다. 먼저, 스퍼터링에 있어서 처리실(20) 내에 금속원자가 비산하는 과정은 종래의 장치의 경우(도 3(A))와 동일하다(도 4(A)). 스퍼터된 금속원자의 일부는 마스크부재(50)의 하면에 서서히 퇴적하여 금속막(551)을 형성하지만, 슬릿(503) 부분에는 금속원자는 퇴적하지 않는다. 이 결과, 금속막(551)은 복수의 슬릿 형상의 구멍이 방사상으로 개구된 원형상이 된다. 한편, 스퍼터된 금속원자의 다른 일부는 마스크부재(50)의 슬릿(503)을 통과하여 버림판(27)에 도달하고, 거기에 슬릿(503)과 대응되는 형상 및 치수를 가지는 복수 개의 장척상(長尺狀; 긴 자 형상)의 금속막(552)을 형성한다(도 4(B) 및 도 4(C)). 이와 같이 본 실시예의 장치에서는 마스크부재(50) 및 버림판(27)의 표면에 각각 금속막(551 및 552)이 형성되기 때문에, 코일 전극(26)의 권선 방향을 따르는 유도전류는 발생하지 않아, 고주파(RF) 전력의 처리실(20) 내로의 공급이 어려워지지 않는다(도 4(B) 및 도 4(C)).
- <41> 본 발명의 효과를 확인하기 위하여, 종래의 ICP 처리장치 및 본 발명에 따라 구성된 ICP 처리장치를 사용한 에칭속도의 비교실험을 실시하였다. 이 실험에서는 직경 약 125mm의 백금(Pt)이 부착된 석영 웨이퍼(백금의 두께 = 200nm)를 시료로 하여 복수 회의 백금 에칭처리를 실행하여, 처리회수에 따른 에칭속도의 변화를 조사하였다. 그리고, 에칭속도는 하마마츠 포토닉스(Hamamatsu Photonics K.K.) 제작의 플라즈마 모니터를 사용하여 얻어진 엔드포인트 데이터에 기초하여 산출하였다. 실험결과를 도 5에 나타내었다. 도 5에서 알 수 있듯이, 종래의 장치에서 높은 에칭속도로 처리가 진행된 것은 1회째 뿐으로, 2회째 이후는 처리회수가 증가함에 따라 급격하게 에칭속도가 저하하여, 5회째 이후는 전혀 에칭이 진행되지 않게 되었다. 이것은 상술한 바와 같이, 처리실 내로

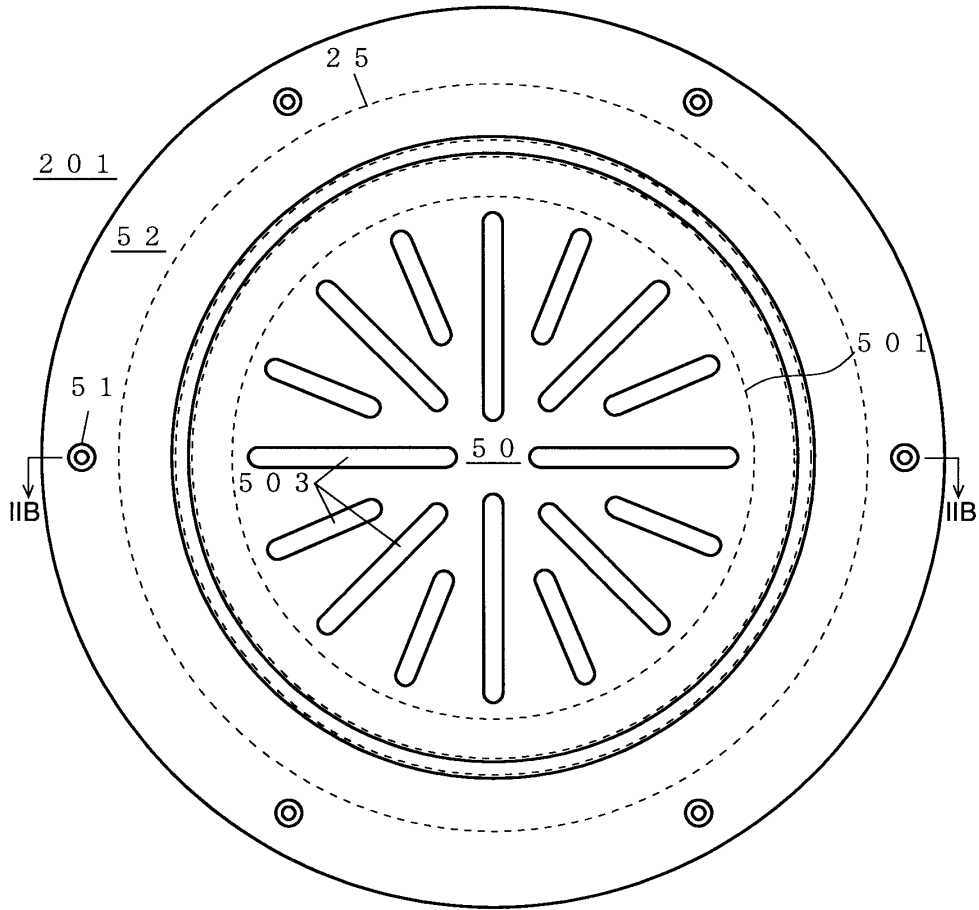
도면

도면1

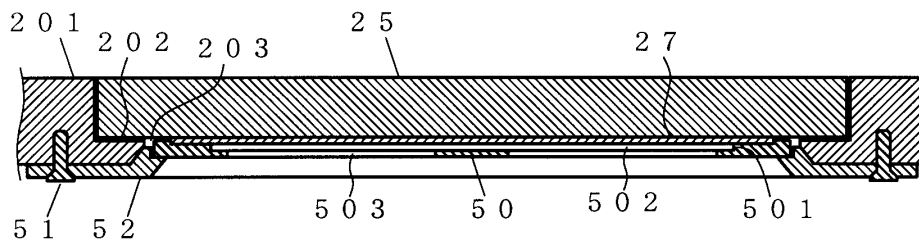


도면2

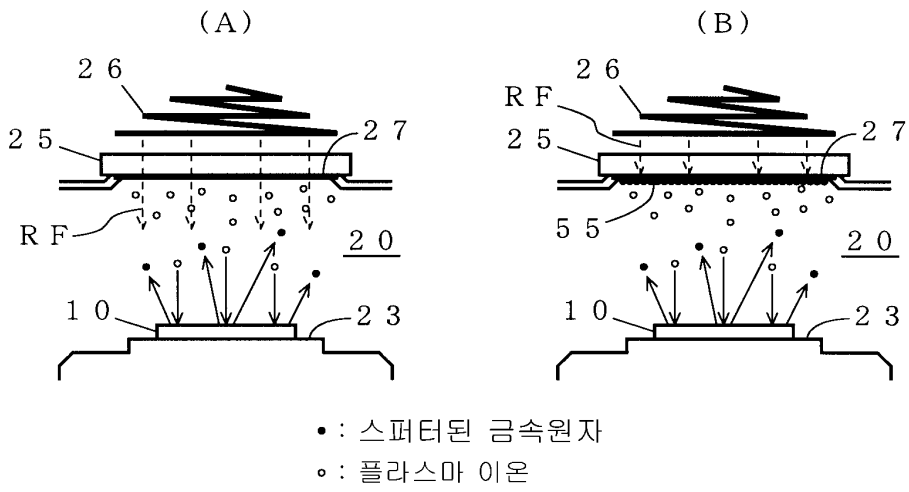
(A)



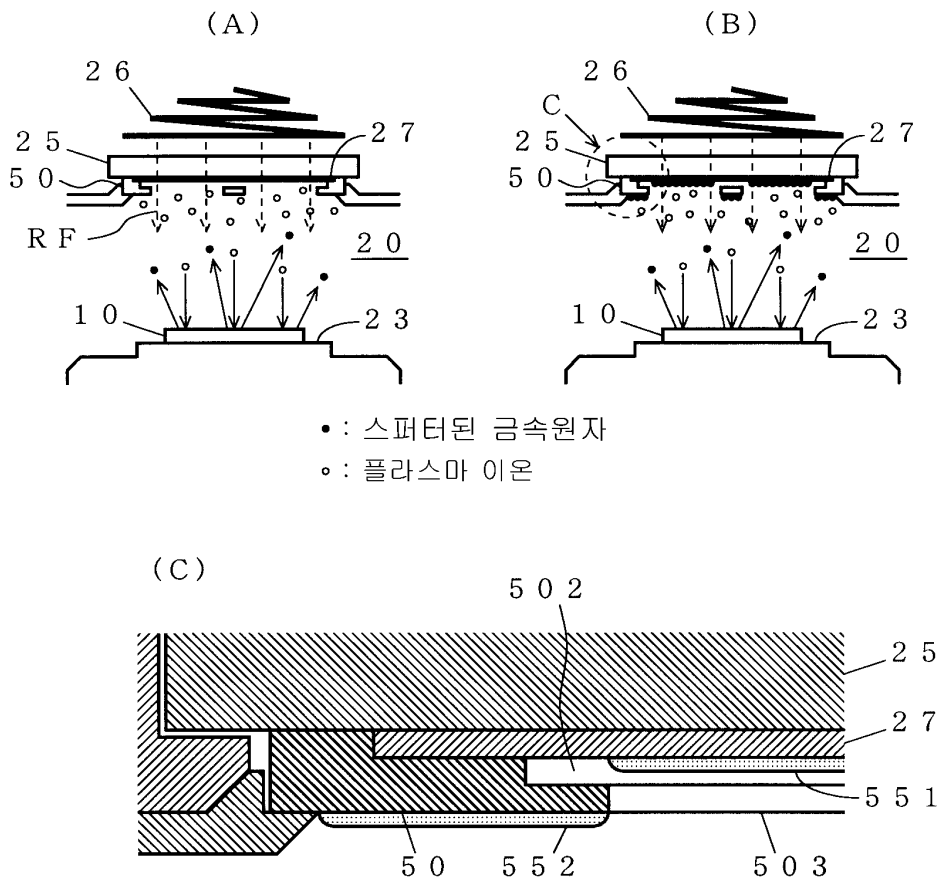
(B)



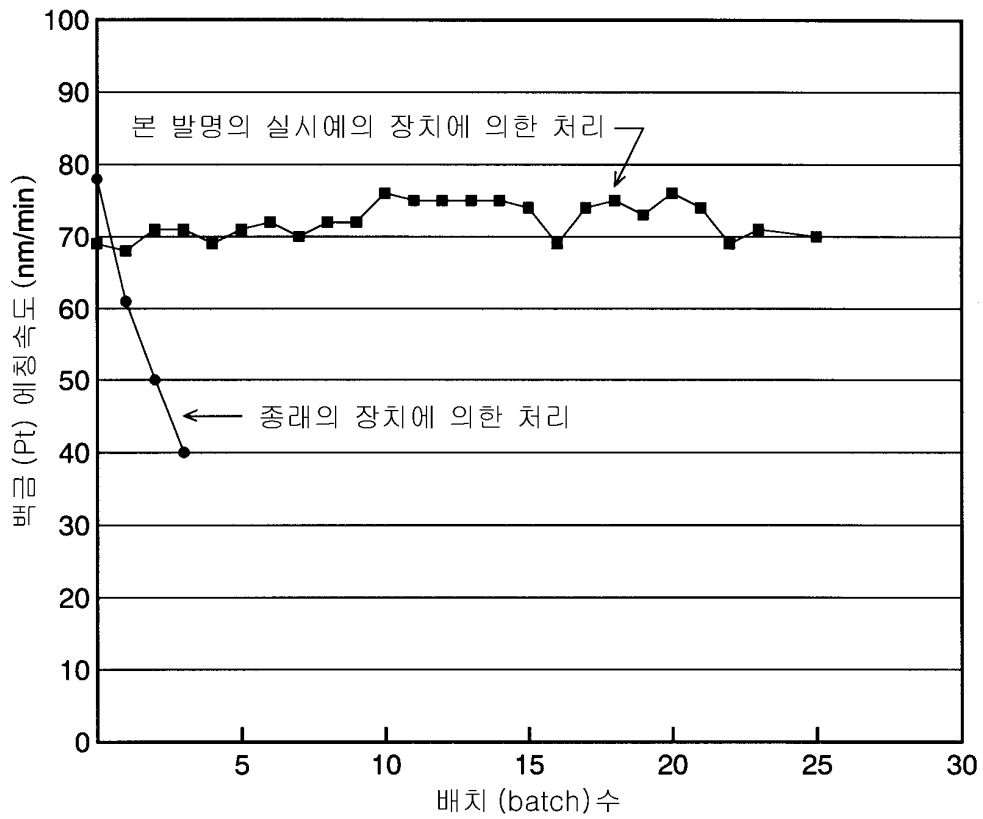
도면3



도면4



도면5



시 료 : 백금 (Pt) 이 부착된 석영 웨이퍼
 (직경 125 mm, 백금 (Pt)의 두께 200 nm)
 측정방법 : 하마마츠 포토닉사 제작의 플라즈마 모니터에 의한
 엔드포인트 데이터로부터 에칭속도 산출

도면6

