



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월28일

(11) 등록번호 10-1523893

(24) 등록일자 2015년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/205 (2006.01) *H01L 21/3065* (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7022431(분할)

(22) 출원일자(국제) 2011년08월02일

심사청구일자 2014년08월11일

(85) 번역문제출일자 2014년08월11일

(65) 공개번호 10-2014-0108331

(43) 공개일자 2014년09월05일

(62) 원출원 특허 10-2013-7005321

원출원일자(국제) 2011년08월02일

심사청구일자 2013년02월28일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2011/067698

(87) 국제공개번호 WO 2012/018024

국제공개일자 2012년02월09일

(30) 우선권주장

JP-P-2010-173507 2010년08월02일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003332307 A

JP2002016056 A

JP08222399 A

(73) 특허권자

가부시키가이샤 이엠디

일본국 시가켄 야스시 미카미 2426-1

(72) 발명자

세츠하라 유이치

일본국 오사카 수이타시 야마다오카 1-1 오사카
유니버시티 내

에베 아키노리

일본국 시가켄 야스시 미카미 2426-1 가부시키가
이샤 이엠디 내

(74) 대리인

특허법인태평양

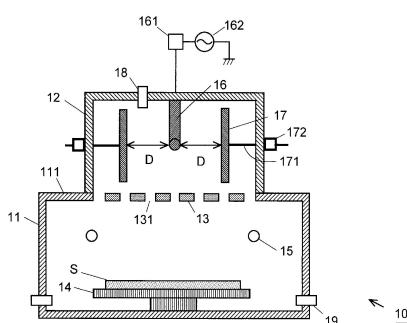
전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 김한수

(54) 발명의 명칭 플라스마 처리장치

(57) 요약

본 발명의 과제는, 해리시키는 가스분자의 종류나 그 해리 에너지에 따라 플라스마 중의 전자의 에너지 분포를 용이하게 제어할 수 있는 플라스마 처리장치를 제공하는 것이다. 본 발명에 관한 플라스마 처리장치(10)는 플라스마 처리실(11)과, 플라스마 처리실(11)과 연통하는 플라스마 생성실(12)과, 플라스마를 생성하기 위한 고주파 안테나(16)와, 플라스마 중의 전자의 에너지를 제어하기 위한 플라스마 제어판(17)과, 플라스마 제어판(17)의 위치를 조정하기 위한 조작봉(171) 및 이동기구(172)를 구비한다. 이 플라스마 처리장치(10)에서는 이동기구(172)에 의해 조작봉(171)을 길이방향으로 움직이고, 고주파 안테나(16)와 플라스마 제어판(17)의 사이의 거리를 조정하는 것만으로, 플라스마 생성실(12) 내에서 생성된 플라스마의 전자의 에너지 분포를 제어할 수 있기 때문에, 해리시키는 가스분자의 종류나 그 해리 에너지에 따른 플라스마 처리를 용이하게 행할 수 있다.

대 표 도 - 도4

명세서

청구범위

청구항 1

플라스마 생성실과, 상기 플라스마 생성실 내에 마련된 고주파 안테나와, 플라스마를 생성하기 위한 가스를 상기 플라스마 생성실 내로 도입하는 플라스마 생성가스 도입수단과, 상기 플라스마 생성실과 연통하는 플라스마 처리실과, 상기 플라스마 처리실 내로 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단을 구비하는 플라스마 처리장치에 있어서,

상기 플라스마 생성실 내에 마련되고, 상기 고주파 안테나와의 거리를 변경 가능한 플라스마 제어판과,

상기 플라스마 제어판을 이동시키기 위한 이동수단과,

상기 플라스마 생성실 내의 진공 배기를 행하는 진공 배기수단과,

상기 플라스마 처리실의 하부에 설치되어, 상기 플라스마 처리실 내의 배기를 행하는 하부 배기구와,

상기 플라스마 처리실의 상부에 설치되는 상부 배기구, 및

상기 상부 배기구의 배기량을 조정하는 배기량 조정부를 구비하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 플라스마 생성실이 복수 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

청구항 3

청구항 1 또는 2에 있어서,

상기 플라스마 생성실과 상기 플라스마 처리실의 사이에 차압(差壓)을 생성하는 차압생성수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 차압생성수단이 관통구멍을 다수 가지는 판재를 상기 플라스마 생성실과 상기 플라스마 처리실의 경계에 마련한 것인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 판재의 상기 플라스마 처리실 측의 면에 상기 처리가스를 도입하기 위한 처리가스 도입구멍이 마련되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 플라스마 제어판은 상기 차압생성수단의 판재에 대해 수직인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리장치.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 폐처리기판에 대해서 퇴적(제막)이나 에칭 등의 소정의 처리를 행하기 위한 플라스마 처리장치에 관

한 것이다.

배경기술

[0002] 종래부터, 기판상에 박막을 형성하는 제막(製膜)공정이나, 기판에 대한 에칭공정 등에서는 플라스마 처리장치가 이용되고 있다. 플라스마 처리장치에는 용량 결합형이나 유도 결합형 등 여러가지 형태인 것이 있지만, 그들 중에서도 유도 결합형 플라스마 처리장치는 고밀도의 플라스마를 생성할 수 있기 때문에, 처리속도가 빠르다고 하는 특징을 가진다(예를 들면 특허문현 1을 참조).

[0003] 플라스마 처리장치에 의한 실리콘 박막의 형성은, 통상, 이하와 같이 행해진다. 우선 수소(H_2)가스와 실란(silane)(SiH_4)가스를 진공용기 내로 도입하고, 방전(放電)전력을 투입함으로써 진공용기 내에 플라스마를 생성한다. 이 때, 수소가스분자 및 실란가스분자에 전자가 충돌함으로써 이들 분자가 분해되고, 이것에 의해 생성된 원자상태의 수소 래디칼(radical) 및 실란계 래디칼(SiH_3 , SiH_2 , SiH , Si)이 진공용기 내에서 확산하여 기판 표면에 도달하고, 실리콘 박막이 기판 표면에 형성된다.

선행기술문현

특허문현

[0004] (특허문현 0001) 특허문현 1 : 일본국 특개2006-286536호공보([0003])

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 상기의 수법에 의해 실리콘 박막을 형성하는 경우, 실란계 래디칼과 원자상태의 수소 래디칼을 고밀도로 생성하는 것이 중요하지만, 특히 미(微)결정 실리콘 박막을 형성하는 경우, 아모퍼스(amorphous) 실리콘 박막의 경우와 비교해서 원자상태의 수소 래디칼을 고밀도로 생성하는 것이 불가결하다.

[0006] 전자충돌에 의해서 분자를 해리(解離)하기 위해서 필요한 전자의 에너지는, 수소분자의 경우가, SiH_4 분자의 경우 보다도 높다. 따라서, 수소분자를 해리하기 위한 고에너지 전자를 증가시키거나, 혹은 플라스마 밀도를 높이거나 하면, 고밀도의 원자상태의 수소 래디칼의 생성과 아울러 실란계 분자의 현저한 해리를 일으켜, SiH_2 , SiH , Si 라고 하는 부착 계수가 높은, 즉 형성 중의 미결정 실리콘 박막에 부착하기 쉬운 래디칼을 많이 생성시킬 것이다. 이와 같은 부착 계수가 높은 래디칼이 생성되면, 막 중에 결함이 형성되거나 막밀도가 저하된다고 하는 문제가 발생함과 더불어, 기상(氣相)에 있어서 고차 실란 래디칼(Si_xH_y ($x>2$))가 생성되며, 그것에 의해 더욱 막 중에 결함이 형성되어 버린다고 하는 문제가 발생한다.

[0007] 따라서, 막밀도가 높고, 막 중 결함(단글링 본드(dangling bond))이 적은 양질인 미결정 실리콘 박막을 형성하는 데에는, 실란계 분자의 과도한 분해를 억제함으로써, SiH_2 , SiH , Si 보다도 부착 계수가 낮은(1/10정도) SiH_3 래디칼의 밀도를 높이는 것이 중요하다.

[0008] 그렇지만, 종래의 플라스마 처리장치에서는 실란계 분자의 과도한 분해를 억제하면서, 고밀도의 원자상태의 수소 래디칼을 생성하는 것은 곤란했다.

[0009] 본 발명이 해결하려고 하는 과제는, 가스분자의 종류나 그 해리 에너지에 따라 플라스마 중의 전자의 에너지 분포를 용이하게 제어할 수 있는 플라스마 처리장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해서 이루어진 본 발명에 관한 플라스마 처리장치는,

[0011] 플라스마 생성실과, 상기 플라스마 생성실 내에 마련된 고주파 안테나와, 플라스마를 생성하기 위한 가스를 상기 플라스마 생성실 내로 도입하는 플라스마 생성가스 도입수단과, 상기 플라스마 생성실과 연통하는 플라스마 처리실과, 상기 플라스마 처리실 내로 처리가스를 도입하는 처리가스 도입수단을 구비하는 플라스마 처리장치에

있어서,

[0012] 상기 플라스마 생성실 내에 마련되고, 상기 고주파 안테나와의 거리를 변경 가능한 플라스마 제어판과,

[0013] 상기 플라스마 제어판을 이동시키기 위한 이동수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 플라스마 생성실과 상기 플라스마 처리실의 사이에 차압을 생성하는 차압생성수단을 이용하는 것이 바람직하다. 차압생성수단을 이용하여 플라스마 생성실의 압력을 플라스마 처리실보다도 높게 함으로써, 플라스마 처리실 내의 처리가스가 플라스마 생성실 내로 침입하여 처리가스의 해리가 과도하게 진행하는 것을 막을 수 있다. 차압생성수단에는 관통구멍을 다수 가지는 판재를 상기 플라스마 생성실과 상기 플라스마 처리실의 경계에 마련한 것이다, 상기 처리가스 도입수단으로서 상기 플라스마 처리실 측에 구멍을 가지는 처리가스 도입판을, 틈새를 마련하여 다수, 상기 플라스마 생성실과 상기 플라스마 처리실의 경계에 늘어놓은 것을 이용할 수 있다.

[0015] 또, 본 발명에 관한 플라스마 처리장치에서는, 피처리기판의 대면적화에 대응하여, 복수의 플라스마 생성실을 구비할 수 있다. 이 때, 플라스마 생성실이 플라스마 처리실의 하나의 벽면에 일정한 간격을 두고 배치되며, 이를 플라스마 생성실의 사이에 플라스마 처리실 내의 배기를 행하는 배기수단과 배기량을 조정하는 배기량 조정수단이 마련되어 있다는 구성을 이용하는 것이 바람직하다. 이를 배기수단 및 배기량 조정수단은 플라스마 처리실 내로 도입된 처리가스가 플라스마 처리실 내에 존재하는 시간을 대략 일정하게 유지하기 위한 것이며, 이것에 의해 플라스마 생성실에서 생성된 플라스마에 의해 플라스마 처리실 내의 처리가스의 해리가 너무 진행되어서 버리는 것을 막을 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 관한 플라스마 처리장치는, 플라스마 생성실 내에 마련된 플라스마 제어판을 이 플라스마 생성실 내의 고주파 안테나와의 사이의 거리를 조정함으로써, 플라스마 중의 전자의 에너지 분포를 제어하는 것이다. 고주파 안테나에 플라스마 제어판을 접근시키면, 플라스마 생성실 내에서 생성된 플라스마 중의 전자가 이 플라스마 제어판과의 충돌에 의해서 소멸하여, 전자밀도가 저하한다. 이 전자밀도의 저하에 의해 플라스마 내의 전자끼리의 충돌이 감소하기 때문에, 플라스마 내에는 높은 에너지의 전자가 많이 남게 된다. 이것에 의해 전자의 에너지 분포에 있어서 고에너지 영역의 전자의 비율이 증가한다. 이와 같이 플라스마 제어판과 고주파 안테나의 사이의 거리를 조정하는 것만으로 전자의 에너지 분포를 제어할 수 있다. 이것을 이용하여, 가스분자의 종류에 따라 그 해리도를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 고주파 안테나와 플라스마 제어판의 거리에 대한 플라스마 특성의 변화를 조사하기 위한 실험장치를 나타내는 개략 종단면도(a) 및 개략 횡단면도(b).

도 2는 고주파 안테나와 플라스마 제어판의 거리에 대한 전자온도의 변화를 나타내는 그래프(a) 및 전자밀도의 변화를 나타내는 그래프(b).

도 3은 고주파 안테나와 플라스마 제어판의 거리에 대한 전자의 에너지 분포의 변화를 나타내는 그래프(a) 및 그 상대비의 변화를 나타내는 그래프(b).

도 4는 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제1 실시예를 나타내는 개략 종단면도.

도 5는 플라스마 생성실과 플라스마 처리실의 경계에 마련된 구획판을 나타내는 하면도.

도 6은 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제2 실시예를 나타내는 개략 종단면도.

도 7은 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제3 실시예를 나타내는 개략 종단면도.

도 8은 제3 실시예의 플라스마 처리장치의 제1 변형예를 나타내는 개략 종단면도.

도 9는 제3 실시예의 플라스마 처리장치의 제2 변형예를 나타내는 개략 종단면도(a) 및 이 변형예로 이용한 구획판을 나타내는 하면도(b).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본원 발명자는 고주파 안테나와 플라스마 제어판의 거리에 대한 플라스마 특성의 변화에 대해서, 도 1의 개략도

에 나타내는 실험장치를 이용하여 실험을 행했다.

[0019] 이 실험장치는 연직(이하, 「세로」 또는 「상하」라고 칭함)방향 및 수평(이하, 「가로」라고 칭함)방향으로 연장하는 직경 150mm의 2개의 원통관이 서로 크로스한 구조를 가지는 스테인리스제의 크로스관 챔버(51)와, 크로스관 챔버(51)의 가로방향으로 연장하는 원통관의 한쪽의 단부로부터 크로스관 챔버(51) 내에 개삽(介挿)된, 'U'자형 도체로 이루어지는 고주파 안테나(52)와, 다른 한쪽의 단부로부터 크로스관 챔버(51) 내에 개삽된, 플라스마의 각종 상태를 측정하기 위한 랭뮤어 프로브(Langmuir probe)(53)와, 고주파 안테나(52)의 양측의 등간격의 위치에 배치한 세로 280mm, 가로 97mm, 두께 6mm의 2매의 알루미늄제 평판으로 이루어지는 플라스마 제어판(54)을 가진다.

[0020] 고주파 안테나(52)는 'U'자의 양단을 상하로 늘어놓아 챔버(51) 내에 개삽되어 있다. 여기서, 고주파 안테나(52)의 한쪽의 단부에는 임피던스(impedance) 정합기(整合器)(521)를 통하여 주파수 13.56MHz, 최대 출력 1250W의 고주파 전원(522)이 접속되어 있으며, 다른 한쪽의 단부는 접지되어 있다. 또, 안테나 도체가 플라스마에 스퍼터(sputter)되는 것을 막기 위해, 챔버(51)의 내부에서는 고주파 안테나(52)는 유전체제(製)의 파이프로 덮여 있다. 또한, 챔버(51)의 내부에서의 고주파 안테나(52)의 치수는 세로 55mm, 가로 110mm이다.

[0021] 플라스마 제어판(54)은 그 면에 수직인 방향으로 연장하는 조작봉 및 이동기구(도시생략)가 장착되어 있다. 이 조작봉은 이동기구에 의해서 길이방향으로 이동시킬 수 있기 때문에, 플라스마 제어판(54)과 고주파 안테나(52)의 거리를 자유롭게 조절할 수 있다.

[0022] 또, 도시하고 있지 않기는 하지만, 상하방향으로 연장하는 원통관의 상부에는 플라스마 생성용의 가스를 챔버(51) 내로 도입하는 도입구가 마련되어 있으며, 하부에는 챔버(51) 내의 진공배기를 행하는 배기구가 마련되어 있다.

[0023] 이상의 구조의 실험장치를 이용하여, 고주파 안테나(52)와 플라스마 제어판(54)의 사이의 거리(D)에 대한 플라스마 특성의 변화를 조사했다. 그 실험결과를 도 2 및 3에 나타낸다. 실험조건은 플라스마 생성가스로서 수소를 유량 5sccm으로 도입하고, 고주파 전원의 출력을 800W, 챔버(51) 내의 압력을 10Pa로 했다. 또, 랭뮤어 프로브(53)의 선단과 고주파 안테나(52)와의 거리를 120mm로 하여 플라스마의 계측을 행했다. 또한, 도면 중에 나타내는 D=75mm의 데이터는 플라스마 제어판(54)을 실험장치로부터 제거한 경우의 실험결과이다.

[0024] 도 2의 (a) 및 (b)에 나타내는 바와 같이, 거리(D)가 짧아질수록 전자온도는 증가하고, 전자밀도는 저하한다. 또한, 도 3의 실험 데이터로부터 거리(D)가 짧아질수록 고에너지 영역의 전자의 비율이 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 도 2의 각 데이터로부터 플라스마 중의 전자가 플라스마 제어판(54)과의 충돌에 의해 소멸하며, 전자밀도가 저하함으로써 플라스마 중의 전자끼리의 충돌이 줄어들고, 그 결과, 고에너지의 전자가 많이 남기 때문이라고 추측된다.

[0025] 이상의 실험결과로부터, 본원 발명자는 플라스마 중의 전자의 에너지 분포의 제어로, 플라스마 제어판을 이용하여 고주파 안테나와의 거리를 조정하는 것이 유효하다라는 지견을 얻을 수 있었다. 이하, 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 실시예를 나타낸다.

0026] 실시예 1

[0027] 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제1 실시예를 도 4의 개략 종단면도에 나타낸다. 본 실시예의 플라스마 처리장치(10)는 직방체 모양의 진공용기로 이루어지는 플라스마 처리실(11)과, 동일하게 직방체 모양의 진공용기로 이루어지는, 플라스마 처리실(11)의 천판(天板)(상벽)(111)에 장착된 플라스마 생성실(12)을 가진다. 또, 플라스마 처리실(11)과 플라스마 생성실(12)의 경계에는 플라스마 처리실(11)과 플라스마 생성실(12)에 차압을 생성하기 위한, 다수의 관통구멍(131)이 마련된 구획판(13)이 배치되어 있다.

[0028] 플라스마 처리실(11) 내에는, 구획판(13)과 대향하도록, 기판(S)을 얹어 놓기 위한 기판대(14)가 마련되어 있다. 기판대(14)에는 히터가 내장되어 있으며, 필요에 따라서 박막 생성 중에 기판(S)을 가열할 수 있다. 또, 플라스마 처리실(11) 내의 구획판(13)과 기판대(14)의 사이의 위치에, 플라스마 처리실(11) 내로 처리가스를 도입하기 위한 처리가스 도입구(15)가 마련되어 있다. 플라스마 처리실(11)의 하부에는 플라스마 처리실 내의 배기를 행하는 배기구(19)가 마련되어 있다.

[0029] 플라스마 생성실(12) 내에는 막대 모양의 도체를 'U'자형으로 굽혀서 이루어지는 고주파 안테나(16)가 마련되어 있다. 고주파 안테나(16)의 양단은 플라스마 생성실(12) 상벽에 장착되어 있으며, 도 1의 실험장치와 마찬가지로, 일단은 임피던스 정합기(161)를 통하여 고주파 전원(162)에 접속되고, 타단은 접지되어 있다.

[0030] 또, 고주파 안테나(16)를 사이에 두도록, 플라스마 제어판(17)이 2배, 고주파 안테나(16)로부터 등거리의 위치에 배치되어 있다. 플라스마 제어판(17)에는 조작봉(171)이 장착되어 있으며, 이동기구(172)에 의해 조작봉(171)을 길이방향으로 플라스마 제어판(17)을 이동시킬 수 있다. 제어판(17)의 이동수단인 이를 조작봉(171) 및 이동기구(172)의 기능에 의해, 플라스마 제어판(17)과 고주파 안테나(16)의 거리를 조절할 수 있다. 또, 플라스마 생성실(12)의 벽에는 실내로 플라스마 생성가스를 도입하기 위한 플라스마 생성가스 도입구(18)가 마련되어 있다.

[0031] 제1 실시예의 플라스마 처리장치(10)의 동작을, 실리콘 박막을 생성하는 경우를 예로 설명한다.

[0032] 우선, 플라스마 생성실(12) 내에 플라스마 생성가스 도입구(18)로부터 플라스마 생성가스로서 수소(H_2)가스를 도입함과 아울러, 플라스마 처리실(11) 내에 처리가스 도입구(15)로부터 처리가스로서 SiH_4 가스를 함유하는 기체를 도입한다. 여기서, 플라스마 처리실(11) 내의 압력은 1Pa 이하로 하고, 플라스마 생성실(12) 내의 압력은 플라스마 처리실(11) 내보다도 높은 2Pa로 한다. 이와 같이 플라스마 처리실(11)과 플라스마 생성실(12)에 차압을 마련함으로써, 플라스마 처리실(11) 내로 도입된 처리가스(SiH_4 가스)가 구획판(13)의 관통구멍을 통해 플라스마 생성실(12) 내로 비집고 들어가는 것을 막을 수 있다.

[0033] 다음으로, 고주파 안테나(16)에 주파수 13.56MHz, 전력 1000W의 고주파 전력을 투입한다. 이것에 의해, 플라스마 생성실(12) 내에서 원자상태의 수소 래디칼과 전자를 포함하는 플라스마가 생성된다. 플라스마 생성실(12)에서 생성된 플라스마는 구획판(13)의 관통구멍을 통과하여 플라스마 처리실(11) 내로 확산하며, 마찬가지로 플라스마 생성실(12)로부터 확산해 온 전자에 의해 처리가스 도입구(15)로부터 도입된 SiH_4 가스가 분해하여, SiH_3 를 포함하는 실란계 래디칼이 생성된다. 그리고, 플라스마 생성실에서 생성되고, 구획판(13)의 관통구멍을 통과해 온 수소 래디칼과 플라스마 처리실에서 생성된 실란계 래디칼에 의해, 기판(S)상에 실리콘 박막이 형성된다. 또한, 실리콘 박막의 제막 중에는 히터에 의해 기판(S)의 온도가 200°C로 유지된다.

[0034] 이상은 종래의 플라스마 처리장치의 동작과 거의 동일하지만, 본 실시예의 플라스마 처리장치(10)에 특유의 기능으로서, 플라스마 제어판(17)과 고주파 안테나(16)의 사이의 거리를 조정함으로써, 플라스마 생성실(12) 내의 플라스마 중의 전자의 에너지 분포를 제어할 수 있다. 상기의 실험에서 나타낸 바와 같이, 고주파 안테나(16)에 플라스마 제어판(17)을 접근시킴으로써 고에너지 영역의 전자의 비율이 증가한다. 이 때문에, 원자상태의 수소 래디칼의 생성을 촉진시킬 수 있다. 또, 래디칼의 해리 반응이 너무 진행되지 않도록 플라스마의 전자온도를 미(微)조정할 수도 있다. 이와 같이 플라스마 중의 전자의 에너지 분포나 전자온도를 제어 · 조정함으로써, 막 질이 높은 박막을 제조하는 것이 가능하게 된다.

[0035] 또한 종래의 플라스마 처리장치에서는 실현되는 것이 곤란한, 본 실시예의 플라스마 처리장치(10)에서의 특유의 기능은 플라스마 생성실(12)과 플라스마 처리실(11)과의 사이에 구획판(13)을 개재시키고, 플라스마 생성실(12)의 압력을 플라스마 처리실(11)의 압력보다도 높게 함으로써, 플라스마 처리실(11)로 도입한 SiH_4 가스가 고에너지 전자의 비율이 높은 플라스마 생성실(12)로 역류하여 이 플라스마 생성실(12) 내의 안테나(16) 근방의 영역을 통과하는 것을 억제하며, SiH_4 분자의 과도한 해리를 억제할 수 있는 것이다. 또한, 본 실시예와 같이, 플라스마 생성실(12)에서 생성한 플라스마를 구획판(13)을 통하여 플라스마 처리실(11)로 도입한 확산 플라스마 중의 전자의 에너지 분포는 플라스마 생성실(12)에서 생성된 플라스마 중의 전자의 에너지 분포와 비교하여, 고에너지 전자의 비율이 낮게 된다. 이 때문에, 플라스마 처리실(11) 내에서의 이 확산 플라스마에 의한 SiH_4 가스의 과도한 해리는 효과적으로 억제된다. 종래의 플라스마 처리장치에서는 고밀도의 원자상태의 수소 래디칼을 생성하려고 하면, 동일한 플라스마 생성 영역을 SiH_4 분자가 통과하기 때문에 SiH_4 가스의 과도한 해리를 억제하는 것이 곤란했지만, 본 실시예의 플라스마 처리장치(10)에서는 H_2 가스의 해리에 의해 원자상태의 수소 래디칼을 생성하는 반응 영역인 플라스마 생성실(12)과 SiH_4 가스를 해리하는 반응 영역인 플라스마 처리실(11)을 공간적으로 분리하는 것이 가능하다. 이 때문에 종래는, 고밀도의 원자상태의 수소 래디칼의 생성과 SiH_4 가스의 과도한 해리의 억제를 양립시키는 것이 곤란했지만, 본 실시예의 플라스마 처리장치에서는, 고밀도의 원자상태의 수소 래디칼의 생성과 SiH_4 가스의 과도한 해리 억제를 양립시켜, 기판상에서 양질의 실리콘 박막을 형성하는 것이 가능하다.

[0036] 또한, 구획판(13)으로서는, 관통구멍(131)만이 마련된 것(도 5의 (a)) 외에, 처리가스 도입구멍(132)이 마련된 것(도 5의 (b))을 이용할 수도 있다. 이 처리가스 도입구멍(132)은 구획판(13)의 플라스마 처리실(11) 측의 면

예만 마련되어 있으며, 판재 중에 매립된 처리가스 도입관(1321)으로 도입된 처리가스를 플라스마 처리실(11) 내로 보낼 수 있다. 이와 같은 구조를 채용함으로써, 관통구멍(131)의 근방으로부터 처리가스를 도입할 수 있기 때문에, 관통구멍(131)을 통하여 플라스마 처리실(11)로 도입된 확산 플라스마에 의해, 효율 좋게 처리가스를 분해시킴과 아울러, 처리가스의 과도한 해리를 억제할 수 있다.

[0037] 또 본 실시예에서는 실리콘 박막을 형성하는 예를 들고 있지만, 산화막이나 질화막을 형성하는 경우에도 본 실시예의 플라스마 처리장치(10)를 유효하게 이용할 수 있다. 산화막을 형성하는 경우, 플라스마 생성실(12)에 산소 가스를 도입하여 고밀도의 원자상태의 산소 래디칼을 생성함과 동시에, 플라스마 처리실(11)에 유기 금속 가스(예를 들면 TMA1(tri-methyl-aluminum) : 알루미늄의 원료)를 도입함으로써, 기판상에서 양질인 산화막을 형성할 수 있다. 또, 질소막의 경우에도 플라스마 생성실(12)에 암모니아(NH₃) 가스를 도입해 고밀도의 원자상태의 질소 래디칼을 생성하여, 플라스마 처리실(11)로 도입하는 유기 금속 가스와 반응시켜 질화막을 형성한다.

[0038] 또한, 플라스마 제어판(17)과 고주파 안테나(16)의 사이의 거리는 제막조건에 따라 적절히 설정된다. 예를 들면, 상기 거리를 변경하면서 예비 실험을 행한 결과에 근거하여 이 거리를 설정해 두고, 박막의 제작 중에는 이 거리를 고정하도록 해도 된다. 혹은, 랭류어 프로브를 이용하여 플라스마 생성실(12) 내 또는/및 플라스마 처리실(11) 내의 전자의 에너지를 측정하면서 수시로 이 거리를 변화하도록 해도 된다.

실시예 2

[0040] 도 6에 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제2 실시예의 개략 종단면도를 나타낸다. 본 실시예의 플라스마 처리장치(20)는 1개의 플라스마 처리실(11)의 천판(111)상에 복수의 플라스마 생성실(22)을 마련한 점을 제외하고, 제1 실시예의 플라스마 처리장치(10)와 동일한 구성을 가진다.

[0041] 본 실시예의 플라스마 처리장치(20)에서는 각각의 플라스마 생성실(22)에 있어서 독립적으로 플라스마 제어판(17)의 위치를 조절함으로써, 각 플라스마 생성실(22) 내에서의 플라스마 중의 전자의 에너지를 개별적이고 또한 용이하게 제어할 수 있다. 이것에 의해, 기판(S)의 각부의 퇴적 속도가 균일하게 되도록 제어할 수 있기 때문에, 대면적의 기판에 대해서도 균일성이 높은 박막을 제조하는 것이 가능하게 된다. 또, 각 플라스마 생성실에서 다른 가스를 도입하는 등, 플라스마 상태를 개별적으로 변화시킬 수 있어, 자유도가 높은 제막을 행할 수도 있다.

실시예 3

[0043] 도 7에 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제3 실시예의 개략 종단면도를 나타낸다. 본 실시예의 플라스마 처리장치(30)는 제2 실시예에서 나타낸 플라스마 처리장치(20)에 있어서, 다수 있는 플라스마 생성실(22)의 사이의 천판(111)에 플라스마 처리실(11) 내의 배기를 행하는 상부 배기구(31)를 마련한 것이다. 이 상부 배기구(31)에는 도시하지 않은 진공 펌프(배기수단) 및 진공 펌프의 배기량의 조정을 행하는 배기량 조정부가 구비되어 있다.

[0044] 통상, 플라스마 처리실(11) 내의 진공배기는 기판(S)보다도 하부에 배치된 배기구(하부 배기구)(19)를 통해 행해진다. 이것은, 제막에 이용되는 처리가스가 필요 이상으로 배기되지 않도록 하기 위함이다. 한편, 본 실시예의 플라스마 처리장치(30)에서는, 그것과는 다른 배기구(구체적으로는 상부 배기구(31))를 균등하게 플라스마 처리실(11) 내에 배치하고, 각각의 배기량을 배기량 조정부에서 조정함으로써 플라스마 처리실(11) 내로 도입된 처리가스가 플라스마 처리실 내에 존재하는 시간을 거의 일정하게 유지하도록 조정하고 있다. 이것에 의해, 플라스마 생성실에서 생성된 플라스마에 의해 플라스마 처리실 내의 처리가스의 해리가 너무 진행되어 버리는 것을 막을 수 있기 때문에, 보다 막 질이 높은 대면적의 실리콘 박막, 산화막, 질화막 등의 반도체막을 기판상에 형성할 수 있다.

[0045] 또한, 이 상부 배기구(31)를 마련하는 것은 도 8에 나타내는 플라스마 제어판(17)을 구비하지 않은 구조의 플라스마 처리장치에 대해서도 바람직하게 이용할 수 있다.

[0046] 또, 제3 실시예의 다른 변형예로서, 도 9에 나타내는 구조의 플라스마 처리장치를 이용할 수도 있다. 이 플라스마 처리장치는, 복수의 플라스마 생성실(22)을, 구획판(33)을 통하여 플라스마 처리실(11)에 접속한 것이다. 도 9의 (a)의 종단면도 및 도 9의 (b)의 하면도에 나타내는 바와 같이, 구획판(33)에는 각 플라스마 생성실(22)의 바로 아래에서는 관통구멍(331) 및 처리가스 도입구멍(332)이 마련되고, 각 플라스마 생성실(22)의 사이의 영역에서는 배기구멍(333)이 마련되어 있다. 이 배기구멍(333)이 제3 실시예의 상부 배기구(31)에 상당하게 된다. 배기구멍(333)은 구획판(33)의 판재에 매립된 배기관(331)과 연결되어 있으며, 배기관(331)에 마련된 도시하

지 않은 진공 펌프 및 배기량 조정부에 의해, 플라스마 처리실(11) 내로 도입된 처리가스가 플라스마 처리실 내에 존재하는 시간을 거의 일정하게 유지하도록 조정한다.

[0047] 이상, 본 발명에 관한 플라스마 처리장치의 제1 ~ 제3 실시예를 설명했지만, 본 발명은 이들 실시예에는 한정되지 않는다. 예를 들면, 상기 각 실시예에서는 'U'자형의 고주파 안테나를 이용하는 예를 나타냈지만, 판 모양의 고주파 안테나나 권회(卷回)코일 등, 종래의 유도 결합형 플라스마 처리장치에서 이용되고 있는 고주파 안테나를 사용할 수도 있다. 또, 고주파 안테나는, 상기 실시예에서는 플라스마 생성실 내에 1개씩 마련했지만, 각 플라스마 생성실 내에 복수 개 마련할 수도 있다. 또, 플라스마 생성실의 밖에 마련할 수도 있다.

[0048] 또, 상기 각 실시예에서는 제막 프로세스에 대해서 설명했지만, 본 발명은 제막 프로세스에는 한정되지 않는다. 예를 들면 애칭 프로세스나 애싱(ashing) 프로세스 혹은 클리닝 프로세스를 비롯해서 래디칼 밀도 제어가 필요한 플라스마 프로세스에도 이용할 수 있다.

부호의 설명

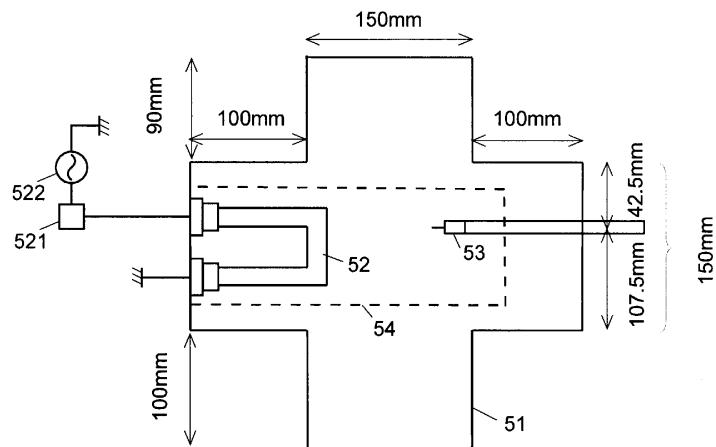
[0049] 10, 20, 30 … 플라스마 처리장치 11 … 플라스마 처리실

111 … 천판	12, 22 … 플라스마 생성실
13, 33 … 구획판	131, 331 … 관통구멍
132, 332 … 처리가스 도입구멍	1321, 3321 … 처리가스 도입판
133, 333 … 배기구멍	1331, 3331 … 배기관
14 … 기관대	15 … 처리가스 도입구
16 … 고주파 안테나	161, 521 … 임피던스 정합기
162, 522 … 고주파 전원	17, 54 … 플라스마 제어판
171 … 조작봉	172 … 이동기구
18 … 플라스마 생성가스 도입구	19 … 배기구(하부 배기구)
31 … 상부 배기구	51 … 크로스판 챔버
52 … 고주파 안테나	

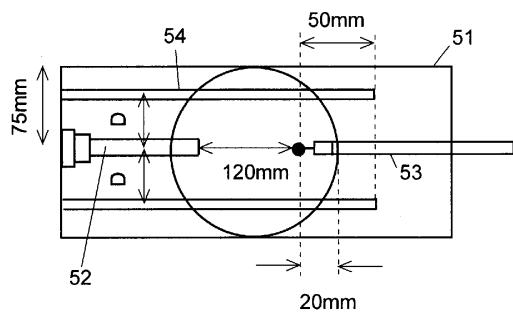
도면

도면1

(a)

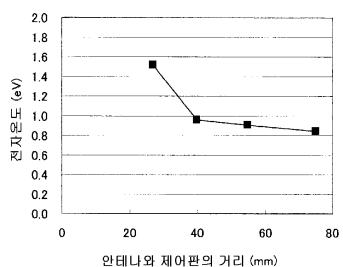


(b)

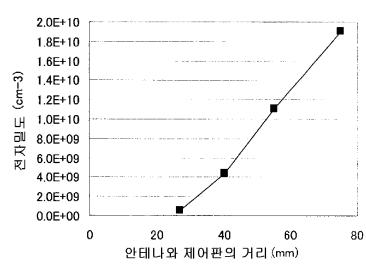


도면2

(a)

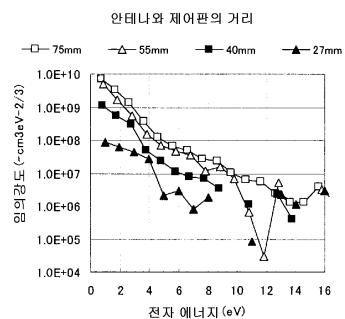


(b)

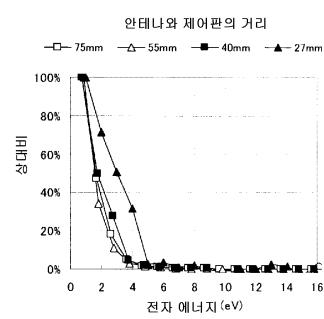


도면3

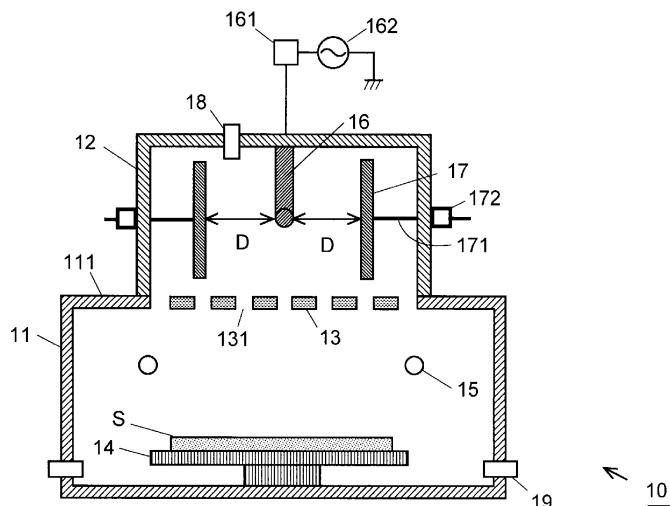
(a)



(b)

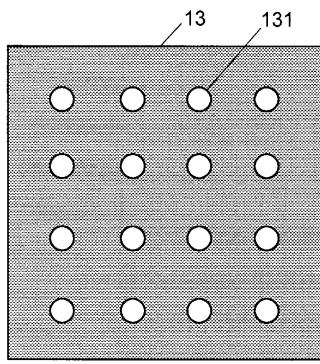


도면4

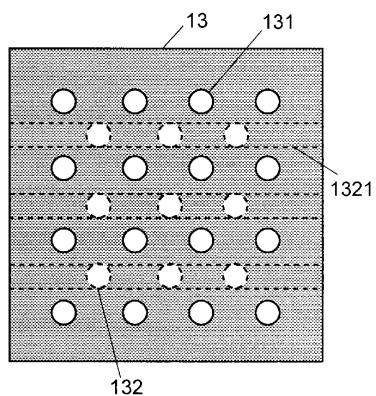


도면5

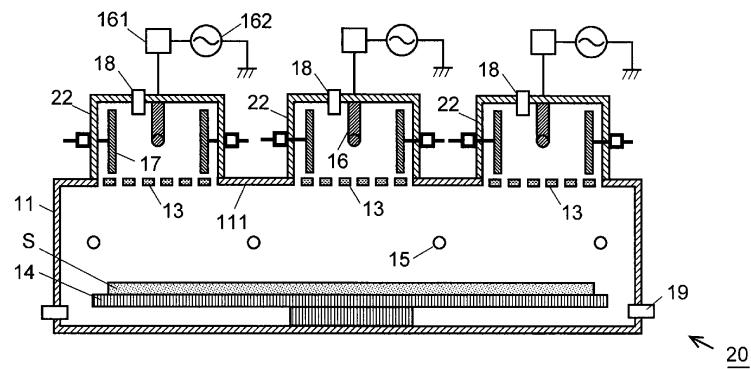
(a)



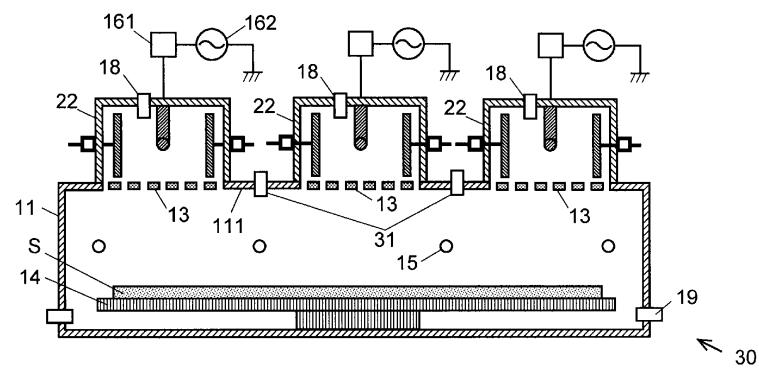
(b)



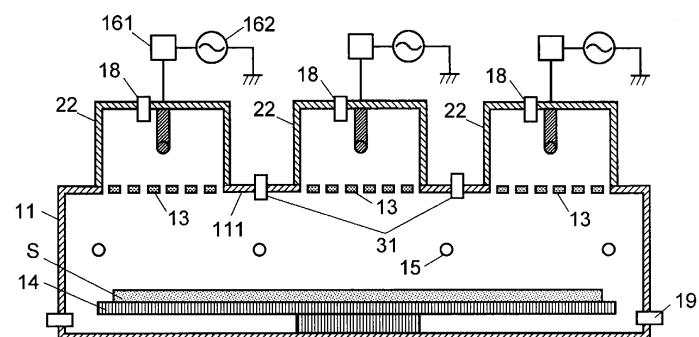
도면6



도면7

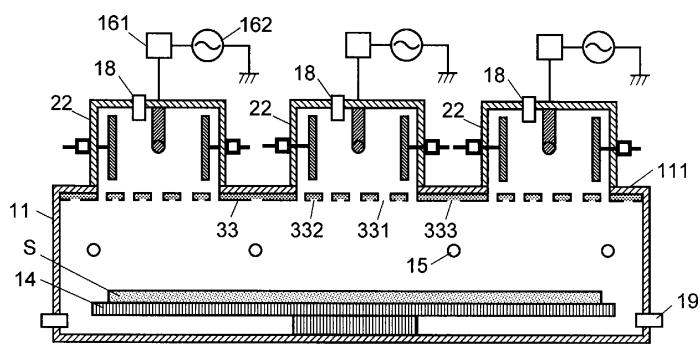


도면8



도면9

(a)



(b)

