



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월04일
(11) 등록번호 10-1953946
(24) 등록일자 2019년02월25일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H05H 1/50 (2006.01) *C23C 14/32* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7027089
(22) 출원일자(국제) 2013년02월27일
 심사청구일자 2017년03월20일
(85) 번역문제출일자 2014년09월26일
(65) 공개번호 10-2014-0143373
(43) 공개일자 2014년12월16일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2013/055231
(87) 국제공개번호 WO 2013/153865
 국제공개일자 2013년10월17일
(30) 우선권주장
 JP-P-2012-090921 2012년04월12일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP07254315 A

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 7 항

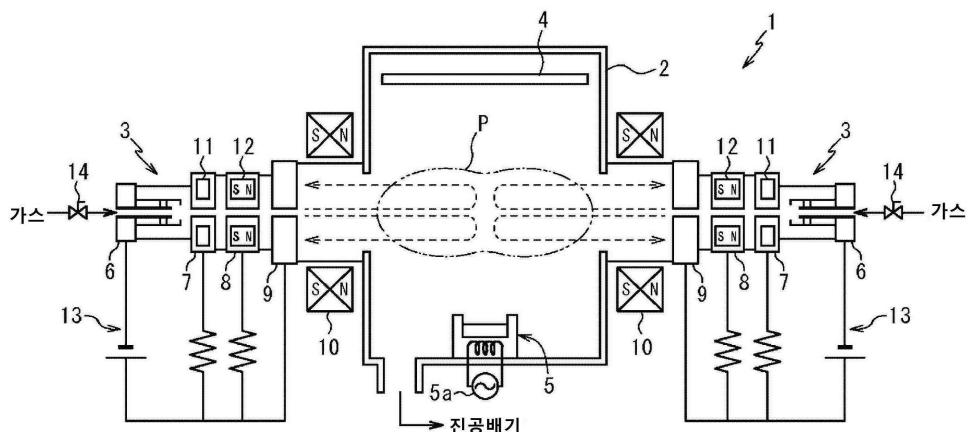
심사관 : 이민형

(54) 발명의 명칭 플라스마 발생 장치와 증착 장치 및 플라스마 발생 방법

(57) 요약

광범위하게 균일한 플라스마를 발생할 수 있는 플라스마 발생 장치를 제공한다.

본 발명에 의한 플라스마 발생 장치(1)는, 전자를 방사하는 캐소드(6)와 방사된 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수령 코일(10)을 각각 구비하고 있으며, 전리하는 방전 가스를 분사하는, 2개의 플라스마 암을, 대향해 배치하고, 2개의 플라스마 암(3)은, 캐소드(6)에 대한 수령 코일(10)의 극성이 서로 반대 방향인 것을 특징으로 한다.

대 표 도

(56) 선행기술조사문현
KR1020070095999 A
KR1020080056767 A
KR1020080099273 A
US20100003423 A1

명세서

청구범위

청구항 1

전자를 방사하는 캐소드와 방사된 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일을 각각 구비하고 있으며, 전리하는 방전 가스를 분사하는, 2개의 플라스마 암을, 대향해 배치하고,

상기 2개의 플라스마 암은, 상기 캐소드에 대한 상기 수렴 코일의 극성이 서로 반대 방향인 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 장치.

청구항 2

청구항 1의 기재에 있어서,

상기 플라스마 암은, 상기 캐소드와 상기 수렴 코일과의 사이에, 제1의 전극 및 제2의 전극을 구비하는 압력 기울기형 플라스마 암이며,

상기 제2의 전극은, 내부에, 상기 수렴 코일이 형성하는 자속과 같은 방향의 자속을 형성하는 극내 자석이 배설되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 장치.

청구항 3

청구항 1의 기재에 있어서,

상기 2개의 플라스마 암은, 서로 절연된 구동 회로에 의해 구동되는 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 장치.

청구항 4

청구항 1의 기재에 있어서,

상기 수렴 코일은, 위치 및 각도의 적어도 어느 하나를 개별적으로 조절 가능한 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 장치.

청구항 5

청구항 1의 기재에 있어서,

상기 플라스마 암은, 상기 캐소드가 방사한 전자를 회수하는 귀환 전극을 구비하고, 상기 귀환 전극은, 대향하는 상기 플라스마 암의 회로에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 장치.

청구항 6

청구항 1 내지 5의 어느 하나에 기재된 플라스마 발생 장치를 가지는 것을 특징으로 하는 증착 장치.

청구항 7

전자를 방사하는 캐소드와 방사된 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일을 각각 구비하고 있으며, 전리하는 방전 가스를 분사하는, 2개의 플라스마 암을, 대향해 배치하고,

상기 2개의 플라스마 암의, 상기 캐소드에 대한 상기 수렴 코일의 극성을 서로 반대 방향으로 하고,

상기 2개의 플라스마 암의 방전 전압을 동일하게 하고, 상기 2개의 플라스마 암의 적어도 어느 하나의 상기 방전 가스의 분사량을, 상기 2개의 플라스마 암의 방전 전류가 동일하게 되도록 조정하는 것을 특징으로 하는 플라스마 발생 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 플라스마 발생 장치와 증착 장치 및 플라스마 발생 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 증착을 실시할 때, 챔버 내에 플라스마를 발생시키는 것으로 증착 재료의 화학 반응을 촉진하는 플라스마 어시스트법이 알려져 있다. 플라스마 어시스트법에 있어서, 통상적으로, 플라스마는, 플라스마화하는 방전 가스를 분사하면서, 방전 가스를 전리시키는 전자를 방사하는 플라스마 암에 의해서 형성된다.

[0003] 플라스마 암은, 일반적으로, 방출한 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일을 구비한다. 플라스마 암으로부터 방출된 전자는, 수렴 코일이 형성한 자계에 휘감기듯이 이동하기 때문에, 수렴 코일을 구비하는 것에 의해, 플라스마 암으로부터 보다 면 위치까지 플라스마를 발생하게 한다.

[0004] 그렇지만, 수렴 코일을 사용하더라도, 플라스마 암에 의해 형성할 수 있는 플라스마의 범위는 한정되어 있다. 이 때문에, 증착 피막을 형성해야 할 피증착체가 커지면, 예를 들어 특허 문헌 1에 기재되어 있는 바와 같이, 2개의 플라스마 암을 대향해 배치하고, 광범위하게 플라스마를 형성할 필요가 있다.

[0005] 도 3에, 챔버(21)의 양측에, 플라스마 암(22)을 대향해 배치한 증착 장치를 나타낸다. 이 플라스마 암(22)은, 압력 기울기형 플라스마 암이며, 전자를 사출하는 캐소드(23)와, 전압 기울기를 형성하는 제1의 전극(24) 및 제2의 전극(25)과, 전자를 회수하는 귀환 전극(26)과, 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일(27)을 가지고, 그것들의 중심을 관통해 방전 가스를 분사한다.

[0006] 이 증착 장치에 있어서, 서로 대향하는 플라스마 암(22)의 수렴 코일(27)에 의해 형성된 자속은, 서로 반발한다. 플라스마 암(22)으로부터 방출된 전자는, 수렴 코일(27)이 형성한 자속에 휘감기듯이 나아가기 때문에, 파선으로 도시한 바와 같이, 서로 배척하는 자속을 따라 되돌아와서 귀환 전극(26)에 환류한다. 따라서, 서로 대향하는 플라스마 암(22)의 중간 위치에는 전자가 충분히 공급되지 않고, 플라스마가 회박하게 되어, 도시하는 바와 같이 불균일한 방전 영역(P)을 형성한다.

[0007] 이 때문에, 대형 패널에 증착하는 경우, 플라스마 밀도가 낮은 중앙부의 화학 반응이 불충분하게 되어, 증착 피막의 밀착성이 낮아지는 등, 피막의 균일성을 얻을 수 없다고 하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 일본국 특개평7-254315호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기 문제점에 비추어, 본 발명은, 광범위하게 균일한 플라스마를 발생할 수 있는 플라스마 발생 장치 및 플라스마 발생 방법, 그리고 균일한 증착 피막을 형성할 수 있는 증착 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명에 의한 플라스마 발생 장치는, 전자를 방사하는 캐소드와 방사된 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일을 각각 구비하고 있으며, 전리하는 방전 가스를 분사하는, 2개의 플라스마 암을, 대향해 배치하고, 상기 2개의 플라스마 암은, 상기 캐소드에 대한 상기 수렴 코일의 극성이 서로 반대 방향인 것으로 한다.

[0011] 이 구성에 의하면, 대향하는 플라스마 암의 수렴 코일이 형성하는 자속이 일체가 되고, 양쪽 모두의 플라스마 암을 관통하는 자속이 형성된다. 이것에 의해, 플라스마 암으로부터 방사된 전자의 직진성이 높아져서, 중앙부의 플라스마 밀도가 저하하지 않도록 할 수 있다. 또한, 증착에 이용하는 경우에는, 증착의 화학 반응을 광범위하게 균일화할 수 있다.

- [0012] 또한, 본 발명의 플라스마 발생 장치에 있어서, 상기 플라스마 암은, 상기 캐소드와 상기 수렴 코일과의 사이에, 제1의 전극 및 제2의 전극을 구비한 압력 기울기형 플라스마 암이며, 상기 제2의 전극은, 내부에, 상기 수렴 코일이 형성하는 자속과 같은 방향의 자속을 형성하는 극내 자석이 배설되어 있어도 팬찮다.
- [0013] 이 구성에 의하면, 극내 자석이 형성하는 자속과 수렴 코일이 형성하는 자속이 일체화하므로, 플라스마 암의 내부에서 자속에 전자를 포착시키고, 안정된 방전이 가능하다.
- [0014] 또한, 본 발명의 플라스마 발생 장치에 있어서, 상기 2개의 플라스마 암은, 서로 절연된 구동 회로에 의해 구동 되어도 팬찮다.
- [0015] 이 구성에 의하면, 플라스마 암의 방전량을 개별적으로 조정할 수 있으므로, 공간의 비대칭성 등에 기인해, 한쪽 플라스마 암의 방전량이 많아져, 플라스마가 불균형이 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 플라스마 발생 장치에 있어서, 상기 수렴 코일은, 위치 및 각도의 적어도 어느 하나를 개별적으로 조절 가능하게 해도 좋다.
- [0017] 이 구성에 의하면, 공간의 비대칭성 등에 기인한 플라스마류의 불균형을, 수렴 코일의 위치 및 각도를 조정하는 것에 의해서 교정할 수 있어, 균일한 플라스마를 발생하게 한다.
- [0018] 또한, 본 발명의 플라스마 발생 장치에 있어서, 상기 플라스마 암은, 상기 캐소드가 방사한 전자를 회수하는 귀환 전극을 구비하고, 상기 귀환 전극은, 대향하는 상기 플라스마 암의 회로에 접속되어 있어도 팬찮다.
- [0019] 이 구성에 의하면, 한쪽의 플라스마 암이 방사한 전자를 다른쪽의 플라스마 암에 있어서 회수하므로, 전자의 적진성이 높아져서, 플라스마 밀도를 균일하게 할 수 있다.
- [0020] 또한, 본 발명에 의한 증착 장치는, 상기 플라스마 발생 장치의 어느 하나를 가지는 것으로 한다.

발명의 효과

- [0021] 이상과 같이, 본 발명에 의하면, 균일한 플라스마를 광범위하게 발생시킬 수 있다. 이 때문에, 증착시에는, 증착 재료에 균일한 화학 반응을 일으키게 하고, 커다란 피증착체에도 균일한 증착 피막을 형성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태의 증착 장치의 개략 구성도이다.
 도 2는, 본 발명의 제2 실시 형태의 증착 장치의 개략 구성도이다.
 도 3은, 종래의 증착 장치의 개략 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이로부터, 본 발명의 실시 형태에 대하여, 도면을 참조하면서 설명한다. 도 1은, 본 발명의 제1 실시 형태인 증착 장치(1)의 구성을 나타낸다. 증착 장치(1)는, 내부를 진공 배기 가능한 챔버(2)와, 챔버(2) 양측의 측벽에 설치한 개구로부터 챔버(2)의 내부를 바라보도록 배설된 한쌍의 압력 기울기형 플라스마 암(3)을 가진다.
- [0024] 챔버(2)는, 내부 공간의 상부에, 표면에 금속을 증착해야 할 피증착체인 유리 기판(4)를 보유할 수 있고, 바닥 부에 증착 재료를 용해하기 위한 도가니(5)가 배설되어 있다. 도가니(5)는 증착 재료를 가열하기 위한 히터(5a)를 구비한다. 히터(5a)는, 직류 또는 교류의 저항 가열 방식 외에, 전자빔을 이용하는 방식의 것을 채용할 수 있다.
- [0025] 플라스마 암(3)은, 전자를 방출하는 캐소드(6)와, 전자의 궤도를 따라 전위 기울기를 형성하는 제1의 전극(7) 및 제2의 전극(8)과, 캐소드(6)가 방출한 전자를 회수하는 귀환 전극(9)과, 캐소드(6)가 방출한 전자를 안내하는 자속을 형성하는 수렴 코일(10)을 가진다. 제1의 전극(7)은, 내부에 영구자석으로 이루어진 제1의 극내 자석(11)을 수용한 중공 환상의 전극이다. 제2의 전극은, 내부에 공심 코일(air-core coil)로 이루어진 제2의 극내 자석(12)를 수용한 중공 환상의 전극이다. 플라스마 암(3)의 구성 요소간 및 플라스마 암(3)과 챔버(2)는, 기밀성을 확보하기 위해, 금속제나 유리제의 관 등으로 접속되어 있다.
- [0026] 또한, 2개의 플라스마 암(3)은, 캐소드(6), 제1의 전극(7), 제2의 전극(8) 및 귀환 전극(9)에 방전 전압을 인가하기 위한 구동 회로(13)를 가진다. 2개의 구동 회로(13)는, 서로 전기적으로 절연되어 있고, 개별적으로 조정 가능하다. 게다가, 플라스마 암(3)은, 예를 들면 아르곤과 같은 전리하여 플라스마화하는 방전 가스를, 캐소드

(6), 제1의 전극(7), 제2의 전극(8), 귀환 전극(9) 및 수렴 코일(10)의 중심을 관통해 분사하게 되어 있고, 분사하는 방전 가스의 유량을 개별적으로 조절하기 위한 조절 밸브(14)를 각각 가진다.

[0027] 수렴 코일(10) 및 제2의 극내 자석(12)에는, 양자의 극성이 같은 방향이 되도록, 미도시의 전원으로부터 직류 전압이 인가된다. 수렴 코일(10) 및 제2의 극내 자석(12)은, 플라스마 암(3)의 중심축 회전에 전류를 주회시키도록 감겨져 있고, 코일의 내부를 관통하는 자속을 형성한다. 따라서, 도시한 극성은, 단지 자극의 방향을 나타낼 뿐, 도시한 극으로부터 자속이 연장되는 것을 의미하지 않는다.

[0028] 여기서, 좌우의 플라스마 암(3)은, 각각의 캐소드(6)에 대해, 수렴 코일(10) 및 극내 자석(12)의 극성이 반대 방향이 되어 있는 것에 주의가 필요하다. 즉, 모든 수렴 코일(10) 및 극내 자석(12)은, 절대적인 극성이 일치하고 있다. 구체적으로는, 도면에 있어서, 모두 좌측이 S극, 우측이 N극이 되어 있다. 이 때문에, 양측의 수렴 코일(10) 및 극내 자석(12)이 형성한 자속이 일체화하고, 좌우의 플라스마 암(3)의 중심축을 따라 좌우의 플라스마 암(3)을 직선적으로 관통하는 자속이 형성된다.

[0029] 캐소드(6)로부터 방사된 전자는, 좌우의 플라스마 암(3)의 사이를 직진하는 자속에 휘감기듯이 나아간다. 따라서, 파선으로 도시하는 바와 같이, 양측의 플라스마 암(3)으로부터 방출된 전자는, 챔버(2)의 중앙부에 있어서 쿨롱력에 따라 서로 반발하는 것으로, 자속으로부터 이탈하여, 각각의 귀환 전극(9)에 환류한다. 2개의 플라스마 암(3)의 구동 회로(13)가 서로 결연되어 있기 때문에, 각 귀환 전극(9)에는, 같은 플라스마 암(3)의 캐소드(6)로부터 방출된 전자와 같은 수의 전자가 환류한다. 이전에 의해, 한쪽의 귀환 전극(9)에 많은 전자가 환류하는 일이 없어, 챔버(2) 내 전자의 흐름에 불균형이 생기지 않는다.

[0030] 챔버(2)의 내부를 진공 상태로 하고, 플라스마 암(3)으로부터 방전 가스를 공급하면서 전자를 방출하는 것으로, 방전 가스를 전리시켜 플라스마를 발생, 또는, 플라스마 영역(P)을 형성할 수 있다. 본 실시 형태에서는, 챔버(2)의 중앙부까지 자속에 의해 전자를 안내하는 것으로, 챔버(2) 중앙부의 방전 가스까지 플라스마화하고, 발생하는 플라스마의 밀도를 균일하게 할 수 있다. 또한, 좌우의 플라스마 암(3)이 방출하는 전자의 흐름이 대칭이 되기 때문에, 챔버(2) 내에 형성되는 플라스마 영역(P)도 좌우 대칭이 된다.

[0031] 증착 장치(1)에 있어서 증착을 실시하는데는, 챔버(2) 내에 플라스마 영역(P)을 형성한 상태로, 도가니(5)의 증착 재료를 히터(5a)에 의해 용해하고, 챔버(2) 내에 증착 재료와 화학 반응을 일으키게 하기 위한 반응 가스를 도입한다. 이것에 의해, 증착 재료가 반응 가스와의 화학 반응하면서, 유리 기판(4)에 도달하고, 유리 기판(4)의 표면에 피막을 형성한다. 플라스마 영역(P)의 내부에서는, 플라스마에 의해 이 증착 재료와 반응 가스와의 화학 반응이 촉진된다. 증착 장치(1)에서는, 상술한 바와 같이 균일한 밀도의 플라스마 영역(P)을 형성하므로, 균일하고 고품질의 증착 피막을 형성할 수 있다. 또한, 반응 가스는, TEOS 등의 플라스마 CVD 가스여도 괜찮다. 기판은, 유리 기판 이외에 금속이나 플라스틱이라도 괜찮다. 또한, 기판의 형상은, 판재에서도 롤투롤(roll to roll) 기구로부터 공출되는 후프재여도 좋다.

[0032] 또한, 실제의 증착 장치(1)에서는, 챔버(2)의 형상이나 진공 배기에 의한 비대칭성, 플라스마 암(3)의 구조의 오차, 외부의 자계나 전계의 영향 등에 의해서도, 좌우의 플라스마 암(3)의 작용이 불균형이 될 수 있다. 그래서, 본 실시 형태에서는, 조정 밸브(14)에 의해, 각각의 플라스마 암(3)의 방전 가스 유량을 개별적으로 조절 가능하게 하는 것에 의해, 좌우의 플라스마 암(3)의 플라스마 형성 능력을 균형되게 하고 있다.

[0033] 각각의 플라스마 암(3)이 형성하는 플라스마의 에너지는, 각 플라스마 암(3)의 방전 전력, 즉, 방전 전압과 방전 전류의 곱(積)에 의존한다. 이 때문에, 증착 장치(1)에서는, 좌우의 플라스마를 대칭으로 형성하기 때문에, 각 구동 회로의 출력 전력을 동일하게 하는 것이 바람직하다. 표 1에, 증착 장치(1)에 있어서의 플라스마 방전의 대칭화의 실험예를 나타낸다.

표 1

조건	방전 전압 조정		방전 가스 유량 조정	
	플라스마 암(1)	플라스마 암(2)	플라스마 암(1)	플라스마 암(2)
방전 압력(Pa)	0.09		0.09	
방전 전력(kw)	7.8	7.8	7.8	7.8
방전 전류(A)	120	102	120	120
방전 전압(V)	65	76	65	65
방전 가스(sccm)	30	30	30	38

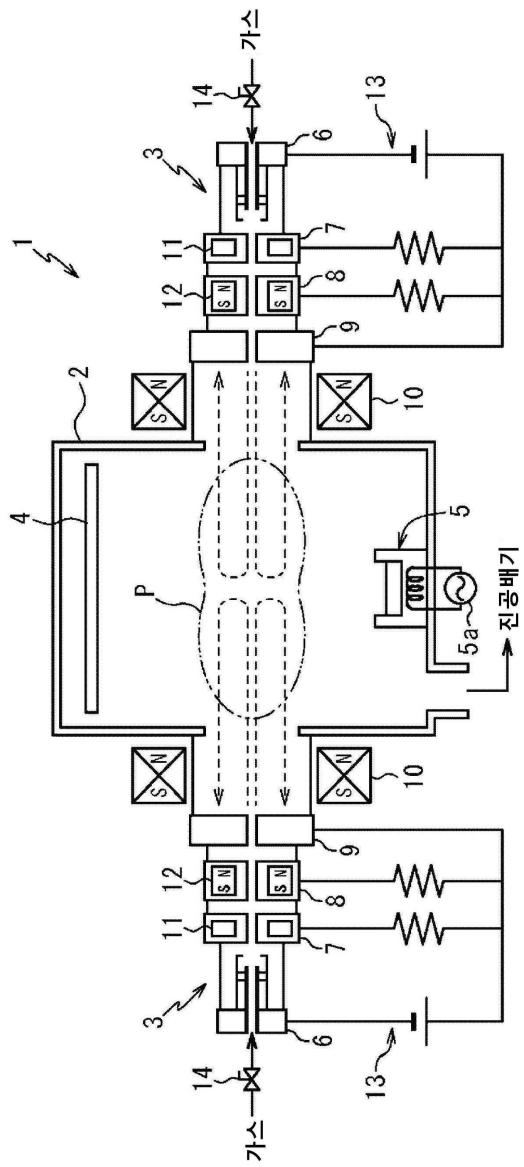
- [0035] 표는, 좌우의 플라스마 암(3)(플라스마 암(1,2))의 방전 가스의 유량을 동일하게 하고, 방전 전압의 조정에 의해 방전 전력을 동일하게 했을 경우와, 좌우의 플라스마 암(3)의 방전 전압을 동일하게 하고, 조정 밸브(14)에 의한 방전 가스의 유량의 조정에 의해 방전 전력을 동일하게 했을 경우를 나타낸다.
- [0036] 방전 전압에 의해 방전 전력을 균형있게 한 경우, 방전 전압의 차이에 의해 방출한 전자의 운동 에너지가 다른 것과 동시에, 방전 전류의 값, 즉, 방출하는 전자의 수가 불균형하게 되고, 방전 가스의 전리 상태도 다른 것이 되었다. 한편, 방전 가스의 유량에 의해 방전 전력을 균형있게 한 경우, 방전 가스의 양은 다르지만, 플라스마 암(3)의 방전 전압 및 방전 전류, 즉, 방출되는 전자의 양 및 운동 에너지가 같기 때문에, 좌우의 플라스마(전리한 방전 가스)의 상태에 차이는 인정되지 않았다.
- [0037] 이와 같이, 증착 장치(1)에서는, 좌우의 플라스마 암(3)의 방전 전압을 동일하게 설정하고, 방전 가스의 유량을 조정하는 것에 의해, 방전 전류가 동일해지도록 하면, 좌우의 플라스마 암(3)의 플라스마 형성 능력을 균형있게 할 수 있다. 덧붙여, 증착 장치(1)에서는, 수렴 코일(10)의 위치나 각도를 개별적으로 조절 가능하게 하고, 좌우의 플라스마 암(3)의 작용을 밸런스있게 구성하는 것이 바람직하다.
- [0038] 이어서, 도 2에, 본 발명의 제2 실시 형태의 증착 장치(1a)를 나타낸다. 본 실시 형태에 있어서, 제1 실시 형태와 같은 구성 요소에는 같은 부호를 붙이고, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0039] 본 실시 형태의 플라스마 암(3a)은, 수렴 코일(10)의 전방, 즉, 챔버(2)측에, 상하 한쌍의 시트화 자석(15)을 가진다. 시트화 자석(15)은, 수렴 코일(10)의 출구측의 극과 같은 자극이 서로 대향하도록 배치된 자석이며, 수렴 코일(10)이 형성한 자속을 배척하는 자계를 형성하고, 수렴 코일(10)이 발생한 자속을 상하로 압축한다. 이 것에 의해, 챔버 내에 형성하는 자속이, 수평 방향으로 퍼져서 분포하고, 이것에 맞춰 플라스마의 형성 범위를 상하로 압축하고, 수평으로 넓힐 수 있다.
- [0040] 또한 본 실시 형태의 증착 장치(1a)에서는, 귀환 전극(9)이 대향하는 플라스마 암(3)의 구동 회로(13a)에 접속되어 있다. 즉, 본 실시 형태에서는, 각각의 귀환 전극(9)이, 대향하는 플라스마 암(3)의 구동 회로(13)의 전원으로부터만 급전 되도록 되어 있다. 이 때문에, 한쪽의 플라스마 암(3)으로부터 방출된 전자는, 과선으로 도시하는 바와 같이, 챔버(2)의 중앙에서 되돌아오는 일 없이, 다른쪽의 플라스마 암(3)의 귀환 전극(9)에 환류한다. 이것에 의해, 발생하는 플라스마의 밀도를 보다 균일하게 할 수 있다.
- 부호의 설명**
- [0041]
- | | |
|---------|--------------|
| 1, 1a | 증착 장치 |
| 2 | 챔버 |
| 3 | 플라스마 암 |
| 4 | 유리 기판 (피증착체) |
| 5 | 도가니 |
| 5a | 히터 |
| 6 | 캐소드 |
| 7 | 제1의 전극 |
| 8 | 제2의 전극 |
| 9 | 귀환 전극 |
| 10 | 수렴 코일 |
| 11 | 제1의 극내 자석 |
| 12 | 제2의 극내 자석 |
| 13, 13a | 구동 회로 |
| 14 | 조정 밸브 |
| 15 | 시트화 자석 |

P

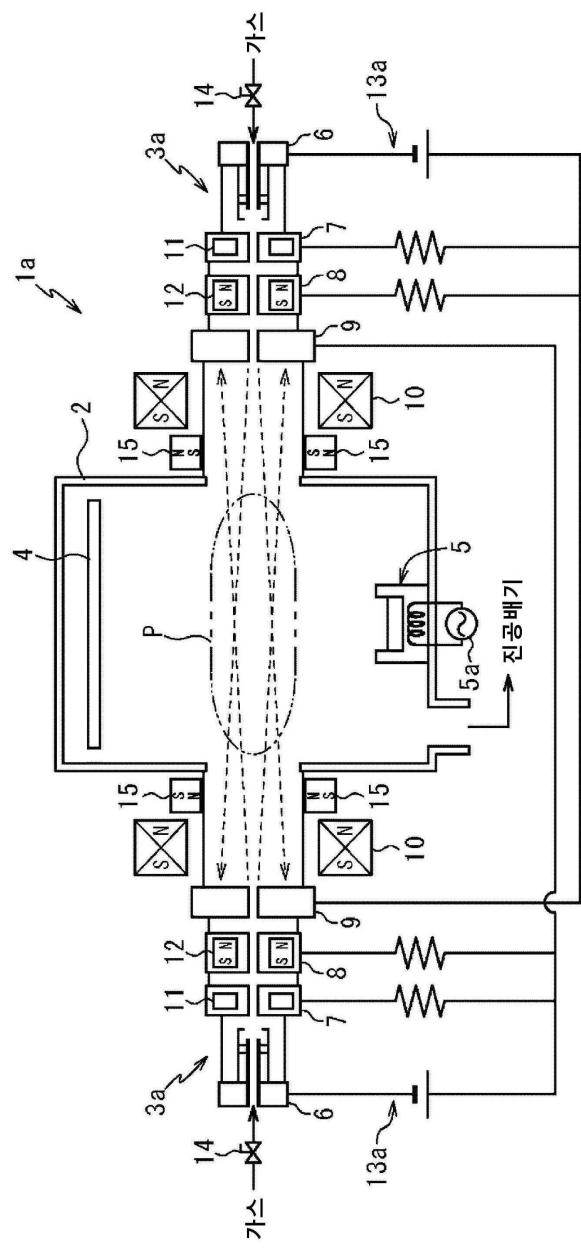
플라스마 영역

도면

도면1



도면2



도면3

