(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0137986
(43) 공개일자 2017년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 27/02 (2006.01) *H01F 1/147* (2006.01)
H01F 7/02 (2006.01) *H01F 7/06* (2006.01)
H01J 27/08 (2006.01) *H01J 37/08* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01J 27/022 (2013.01)
H01F 1/147 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0069479
(22) 출원일자 2016년06월03일
심사청구일자 2016년06월03일

(71) 출원인
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
이승훈
경상남도 창원시 성산구 가음정로23번길 10-21 103동 1202호 (가음동,가음한림풀에버)
김도근
경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79 112동 205호
정성훈
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797(상남동, 재료연구소)
(74) 대리인
특허법인이지

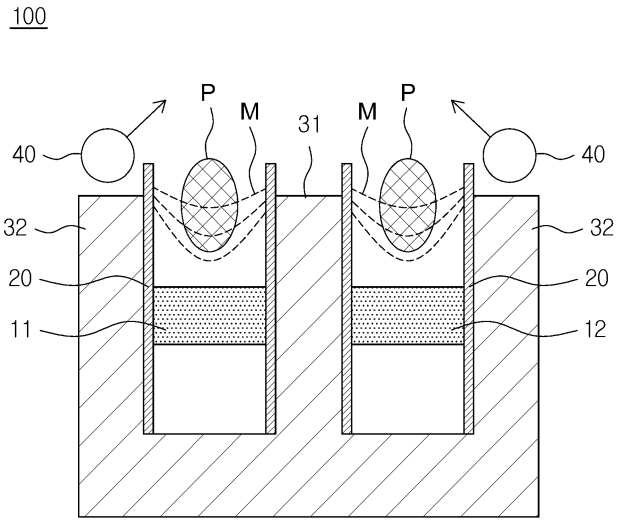
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **아킹 제어된 이온빔 소스**

(57) 요 약

본 발명은 제1음극; 상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극; 상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며, 상기 양극이 자성체로 이루어진 아킹이 제어된 이온빔 소스에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 제1음극; 상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극; 상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며, 상기 제1음극 및 제2음극의 내부에 자성체가 구비되는 아킹이 제어된 이온빔 소스에 관한 것이다. 상기 본 발명에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스는 이온빔 소스 내에서 플라즈마 분포를 제어하여 상기 플라즈마에 의한 절연체 표면 축전을 저감함으로써, 아크방전, 절연체의 손상 및 불순물 발생을 감소시키는 기능이 구현되어 방전 안정성 및 수명을 증가시킬 수 있다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
H01F 7/02 (2013.01)
H01F 7/06 (2013.01)
H01J 27/08 (2013.01)
H01J 37/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 PNK4732
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 국가과학기술연구회
연구사업명 주요사업
연구과제명 에너지 소자용 기판 연속 플라즈마처리 기술(2/3)
기 여 율 1/1
주관기관 한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

제1음극;

상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극;

상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며,

상기 양극이 자성체로 이루어진 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 2

제1음극;

상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극;

상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며,

상기 제1음극 및 제2음극의 내부에 자성체가 구비되는 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2음극의 외측에 구비되는 자성체를 더 포함하는 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 자성체는 전자석 코일 또는 영구자석인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자성체에 의해 상기 이온빔 인출부와 상기 양극 사이의 공간에 형성되는 방전 영역 내 자기장이 우물형으로 형성되는 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자성체는 Fe, Ni, Cr, Co, Si, 마르텐사이트계 스테인리스 스틸 및 이의 혼합물로부터 선택되는 것인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 자성체의 투자율(permeability, μ_r)은 1 내지 30000인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1음극과 상기 제2음극이 마주보는 벽면 내측에 구비되는 절연층을 더 포함하는 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 절연층이 제1음극 및 제2음극의 상면보다 높게 구비된 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 절연층이 상기 양극과 동일한 높이로 구비된 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 11

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전개시전압은 2kV 이하인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 12

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온빔 소스의 운전압력이 0.001 내지 0.1 Torr인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 13

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온빔 소스의 자기 거울 비율이 1 내지 20인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

청구항 14

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전전압이 1 내지 13.56 MHz의 주파수를 가지는 교류인 아킹이 제어된 이온빔 소스.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 아킹이 제어된 이온빔 소스에 관한 것으로, 보다 상세하게는 플라즈마의 분포를 제어하여 아크방전, 절연체의 손상 및 불순물 발생을 저감시키고 방전 안정성 및 이온빔 소스의 수명을 향상시킨 선형 이온빔 소스에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로 이온빔 소스는 전극과 자극을 이용하여 전자기장에 수직방향인 폐쇄 경로를 형성하고, 이 경로를 따라 전자를 구속 및 가속하는 형태로 구성된다. 이온화시킬 중성 가스를 이온빔 소스에 주입하고, 가속된 전자와 중성 가스 간 충돌에 의해 이온화된 가스를 생성한다. 이 후, 자기장에 쉽게 구속되지 않는 이온은 전기장을 통해 수백 eV ~ 수천 eV로 가속되어 빔의 형태로 인출된다. 상기 이온빔에 의해 조사된 제품 표면은 미세 조성, 구조, 화학 결합 상태가 변화되고, 그 결과 제품의 표면 특성이 기계적, 화학적, 전기적으로 변화할 수 있다.

[0004] 따라서, 이온빔 소스는 이온빔 조사된 기판의 표면 식각, 개질 및 박막 증착에 적용되고 있으며, 최근 유연소재의 연속 처리 및 대면적 처리를 위한 선형 이온빔 소스 및 공정기술이 개발되고 있다.

[0006] PCT 공개특허 제2002-26004호는 이온소스 내부로 가스를 공급받기 위한 분사기기를 구비하고 있고, 이온화시킬 가스를 공급받아, 이온 소스의 내부에서 플라즈마를 발생시키고 플라즈마 내 이온을 전기장으로 가속시켜 인출한다. 이때, 이온빔의 인출방향 및 플라즈마 구속 영역이 적절히 제어되지 않으면 이온빔 소스 구조물과의 충돌

이 빈번히 발생하고, 이는 이온빔 소스 구조물의 전하 충전, 열부하 및 식각을 발생시킨다. 따라서, 종래의 이온 소스는 이온을 인출하는 과정에서 전극 면에 아킹 및 식각 현상이 일어난다.

[0007] 상기 아킹이나 식각에 의해 외부로 분출되는 불순물들은 이온빔 처리 대상 표면을 오염시킨다. 또한, 이온빔 소스 구조물이 식각된 입자들이 이온빔 소스 전극에 달라붙는 비율이 증가하고, 이로 인해 전극 사이에 아킹이 발생한다. 이러한 불순물 생성이나 아킹 발생은 이온빔 소스의 운전 안정성을 저하하여 연속적 공정 또는 후속 공정에 방해가 되는 원인이 되고 있다.

[0009] 나아가, 종래의 이온빔 소스는 이온빔 인출 시 이온이 절연체에 부딪히게 되므로 사용시간의 증가에 따라서 절연체의 표면에 식각 현상이 발생하고, 플라즈마 발생시 가속된 전자충돌에 의한 열부하에 의해 변성하여 절연체로써의 기능을 상실하게 된다. 이렇게 절연체가 기능을 상실하면, 전기적 단락이 발생하여 방전 안정성이 떨어진다. 또한, 불순물이 발생하여 수명이 감소하고 전원장치 부하에 의한 전원장치 고장의 발생이 증가한다.

[0011] 이와 같은 문제를 해결하고자 대한민국 공개특허 제10-2000-0006860호에서는 블록 절연체의 표면에 생성되는 도전층의 불순물 침전 현상을 해결하고자 도전층이 침전되는 부분의 표면적을 늘려 도전층의 침전속도를 완화시키는 방법으로 상기 블록 절연체의 수명을 연장하는 방법이 개시되어 있다.

[0013] 또한, 이와 같은 문제를 해결하고자 대한민국 공개특허 제10-2013-0067501호에서는 절연부가 함몰부 및 돌출부를 포함하여, 이로 인해 오염물이 증착되더라도 단락이나 아킹이 발생할 가능성을 줄일 수 있는 방법이 개시되어 있다.

[0015] 그러나, 여전히 이온빔 소스 내 제어되지 않은 플라즈마 분포 의한 절연체 손상은 발생되고 있고 이에 따라 절연 성능이 감소하고 단락 또는 아크방전을 발생시키는 문제점이 있어 근본적인 해결책이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 목적은 이온빔 소스 내에서 플라즈마 분포를 자기장 구조를 통해 제어함으로써, 상기 이온빔 소스의 아킹 발생을 감소시키는 기능이 구현된 개선된 선형 이온빔 소스를 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명의 다른 목적은 이온빔 소스 내에서 플라즈마 분포를 제어하여 절연체의 손상이 저감되고 불순물 발생이 감소됨으로써, 방전 안정성 및 이온빔 소스의 수명을 증가하는 선형 이온빔 소스를 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명의 일 측면에 따르면, 제1음극; 상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극; 상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며, 상기 양극이 자성체로 이루어진 아킹이 제어된 이온빔 소스가 제공된다.

[0025] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 제1음극; 상기 제1음극을 둘러싸며, 상기 제1음극과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극; 상기 이온빔 인출부 하부에서 제1음극 및 제2음극 사이에 이격되도록 배치된 양극을 포함하며,

상기 제1음극 및 제2음극의 내부에 자성체가 구비되는 아킹이 제어된 이온빔 소스가 제공된다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 자성체가 상기 제2음극의 외측에 더 포함될 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 자성체가 전자석 코일 또는 영구자석일 수 있다.

[0029] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 자성체에 의해 상기 이온빔 인출부와 상기 양극 사이의 공간에 형성되는 방전 영역 내 자기장이 우물형으로 형성될 수 있다.

[0030] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 자성체는 Fe, Ni, Cr, Co, Si, 마르텐사이트계 스테인리스 스틸 및 이의 혼합물로부터 선택될 수 있다.

[0031] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 자성체의 투자율(permeability, μ_r)은 1 내지 30000일 수 있다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 절연층이 제1음극과 제2음극이 마주보는 벽면 내측에 구비될 수 있다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 절연층이 제1음극 및 제2음극의 상면보다 높게 구비될 수 있다.

[0034] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 절연층이 상기 양극과 동일한 높이로 구비될 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전개시전압은 2kV 이하일 수 있다.

[0036] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온빔 소스의 운전압력이 0.001 내지 0.1 Torr일 수 있다.

[0037] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온빔 소스의 자기 거울 비율은 1 내지 20일 수 있다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전전압이 1 ~ 13.56 MHz의 주파수를 가지는 교류일 수 있다.

발명의 효과

[0040] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 이온빔 소스 내에서 플라즈마 분포를 제어함으로써, 아킹 발생 저감, 절연체의 손상 및 불순물 발생을 감소시키는 기능이 구현되어 방전 안정성 및 이온빔 소스의 수명을 증가시킬 수 있다.

[0042] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0044] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 사시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 A-A' 단면도이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 양극 하부에 전자석 코일을 포함하는 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 A-A' 단면도이다.

도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 양극 하부 및 이온빔 소스 외부에 전자석 코일을 포함하는 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 A-A' 단면도이다.

도 4a는 본 발명에서 개선하고자 하는 종래의 이온빔 소스의 자기장 형태를 보여주는 선형 이온빔 소스의 단면도이다.

도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 제1음극 및 제2음극으로부터 상부로 돌출된 형태이며, 자성체의 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A' 단면도이다.

도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 제1양극 및 제2양극과 동일한 높이로 구비되며, 자성체의 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A' 단면도이다.

도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 없으며, 자성체의 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A' 단면도이다.

도 5는 본 발명의 비교예인 이온빔 소스가 운전시 아킹을 발생하는 모습을 보여주는 사진이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 0.001 Torr의 압력에서 산소 플라즈마 이온빔 소스를 보여주는 사진이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 0.02 Torr의 압력에서 산소 플라즈마 이온빔 소스를 보여주는 사진이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 0.07 Torr의 압력에서 산소 플라즈마 이온빔 소스를 보여주는 사진이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0045] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0046] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0047] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0049] 본 발명에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 실시예는 첨부도면을 참조하여 상세히 설명하기로 하며, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.

[0051] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 사시도이고, 도 2는 상기 사시도에서 A-A' 면의 단면도이다.

[0053] 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명의 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스(100)는 이온 소스의 몸체를 구성하는 제1음극(31); 상기 제1음극(31)을 둘러싸며, 상기 제1음극(31)과 사이에 이온빔 인출부를 형성하는 제2음극(32); 상기 이온빔 인출부 하부에서 상기 제1음극(31)과 제2음극(32) 사이에 이격되도록 배치되며, 상기 제1음극(31) 및 제2음극(32) 사이에 전기장을 발생시켜 가스를 이온화하는 제1양극(11) 및 제2양극(12)을 포함하고; 상기 제1양극(11) 및 제2양극(12)이 자성체로 구비되는 것을 특징으로 한다.

[0055] 도 1 및 도 2를 참조하면, 이온빔 소스(100)는 가스 방전을 이용하여 증착 또는 식각 공정을 수행할 수 있으며 몸체(110), 제1음극(31), 제2음극(32), 제1양극(11) 및 제2양극(12)을 포함하는 양극(10), 및 가스분사부(40)를 포함한다.

[0057] 상기 몸체(110)는 직육면체와 같은 형태를 가질 수 있고, 상면이 개방된 형태로 일정한 깊이로 형성되는 방전공간을 갖는다. 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 방전 공간은 몸체(110)의 형태를 따라 내부에 형성되며 링 형상을 가질 수 있다. 상기 몸체는 방전공간으로 분리된 중앙부와 가장자리부로 구분될 수 있으며, 상기 중앙부는 제1음극(31)을 포함하고, 상기 가장자리부는 제2음극(32)을 포함할 수 있다. 몸체(110)는 자성체 금속 재질

로 이루어질 수 있다.

[0059] 상기 가스분사부(40)는 몸체의 상면, 양단에 구비될 수 있고, 다수개가 일정간격으로 이격된 가스 분사구(42)를 포함할 수 있다. 이를 통해, 방전 공간으로 균일하게 가스를 공급할 수 있다.

[0061] 제1음극(31)은 몸체(110)의 상면에 중앙부에 바(bar) 형태로 구비될 수 있다.

[0063] 제2음극(32)은 몸체(110)의 상면에 가장자리부를 따라 링(ring) 형태로 구비될 수 있다.

[0065] 제1음극(31)에 일정한 간격만큼 이격되어 제2음극(32)이 배치되고, 사이에 방전공간을 형성한다. 상기 방전공간으로 가스를 분사하여 이온화하고, 이는 이온빔의 형태로 인출될 수 있다.

[0067] 제1양극(11) 및 제2양극(12)을 포함하는 양극(10)은 몸체(110)의 내부 공간에 구비된다. 양극(10)은 제1음극(31) 및 제2음극(32) 사이의 공간을 따라 이격되도록 배치될 수 있다.

[0069] 상기 양극(10)은 외부의 전원과 연결된다. 따라서, 양극(10)은 외부로부터 인가되는 구동 전원과 연동하여 제1음극(31) 및 제2음극(32)과 양극(10) 사이의 공간에서 전기장을 발생한다. 일반적으로 상기 음극(30)은 전기적으로 접지되고, 특수한 경우에는 부유전위로 사용된다. 상기 전기장에 의해 상기 중성 가스가 플라즈마화 되며, 상기 전기장에 의해 이온이 가속되어 이온빔을 형성한다.

[0071] 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 양극(10)이 자성체인 경우 플라즈마 방전 공간 내에서 자기력선의 양끝점에서 중심부로 갈수록 곡선을 그리는 우물형 자기장을 형성한다. 전자는 자기력선에 Larmor 반경으로 구속되어 자기력선을 따라 운동한다. 본 발명에서 사용하는 자기장 세기는 약 500~3000 Gauss 수준이며, 이에 해당하는 전자의 Larmor 회전 반경은 1mm 이하이다. 따라서, 도 2에 도시된 단면도의 자기력선을 따라 전자가 운동한다. 이때, 자기력선이 제1음극(31)과 제2음극(32)와 교차하는 위치의 자기장 세기(B_max)와 제1양극(11)과 제2양극(12)의 정중앙 위치의 자기장 세기 (B_min)의 비율을 자기 거울 비율(B_max/B_min)이라 한다. 자기 거울의 비가 클수록 본 발명에서 제시하는 자기장 구조 내에 전자를 효과적으로 구속할 수 있으며, 절연체(20)와 자기장이 수평으로 존재할수록 절연체(20)과의 충돌을 줄일 수 있다. 따라서 본 발명에서는 상기 자기 거울 비율이 1 이상의 값을 가지고 절연체와 평행한 구조로 자기장이 설계되었다. 또한, 20 이상의 자기 거울 비율을 구현하기 위해서는 음극 구조의 구조적인 어려움이 있어 20 이하의 자기거울 비율이 적합하다. 그러나 상기 자기비율에 한정되는 것은 아니다.

[0073] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 양극 하부에 전자석 코일을 포함하는 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 A-A’ 단면도이다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 상기 자성체가 제1양극(11) 및 제2양극(12)을 포함하는 양극(10)의 하부에 구비될 수 있고, 이때 양극은 비자성체일 수 있다. 상기 자성체는 전자석 코일 또는 영구자석일 수 있다.

[0075] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 양극 하부 및 이온빔 소스 외부에 전자석 코일을 포함하는 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 A-A’ 단면도이다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 상기 자성체가 이온빔 소스 장치의 외부에 추가로 구비될 수 있다.

[0077] 도 4a는 본 발명에서 개선하고자 하는 종래의 이온빔 소스의 자기장 형태를 보여주는 선형 이온빔 소스의 단면

도이다. 이러한 자기장 형태에서는 전자가 낮은 자기 거울 비율과 수직으로 절연체(20)와 만나는 자기력선에 의해 절연층과 충돌할 확률이 높다. 따라서, 자기장 구속을 벗어난 전자는 자기 거울 양 끝단을 통해 빠져나가 절연체(20) 표면과 충돌하고, 전자가 절연체에 축전되는 현상이 쉽게 발생하여 전자의 과충전에 의한 아킹을 쉽게 유발한다.

[0078] 상기 아킹은 방전 공간 내에서 발생한 플라즈마 내의 전자가 제1음극, 제2음극 표면에 증착된 불순물 표면에서도 발생한다. 상기 아킹의 발생은 이온빔 소스 운전 시 발생하는 스파크로 확인할 수 있다.

[0080] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 절연층이 제1음극과 제2음극이 마주보는 벽면에 구비될 수 있다.

[0082] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 절연층이 제1음극 및 제2음극으로부터 상부로 돌출된 형태일 수 있다. 이를 통해 발생한 플라즈마가 방전 공간 외부의 제2음극으로 빠져나가는 것을 보다 효과적으로 방지할 수 있다.

[0084] 도 4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 제1음극 및 제2음극으로부터 상부로 돌출된 형태이며, 자성체의 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A’ 단면도이다.

[0086] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 절연층이 제1음극 및 제2음극과 동일한 높이일 수 있다.

[0088] 도 4c는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 제1양극 및 제2양극과 동일한 높이로 구비되며, 자성체인 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A’ 단면도이다. 자기장에 의해 방전 공간 내 전자가 절연체(20)와 충돌하지 않고 분포하여 절연체가 없는 구조에서도 방전을 안정적으로 유지할 수 있다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 절연층이 존재하지 않을 수 있다.

[0092] 도 4d는 본 발명의 일 실시예에 따른 절연층이 구비되지 않으며, 자성체의 양극을 포함하는 실시예의 자기력선을 나타낸 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스 A-A’ 단면도이다. 양극에 5 kV 이상의 고전압이 인가되지 않는 경우 음극(30) 과 양극(10) 간 공간에서 방전이 발생하지 않으며, 이는 가스의 방전개시 전압 조건을 이용해 설계 가능하다.

[0094] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 자성체는 Fe, Ni, Cr, Co, Si, 마르텐사이트계 스테인리스 스틸 또는 이의 혼합물로부터 선택되는 것일 수 있다.

[0096] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 자성체의 투자율(permeability, μ_r)은 1 내지 30000일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 자성체의 투자율 범위 내이면 아크 방전을 적절하게 제어할 수 있다. 투자율이 1 이하인 경우는 우물형 자기장을 만들기 위해 자기장을 왜곡하는 양극의 역할이 충분하지 못해 효과적인 플라즈마 구속을 구현할 수 없다. 또한, 투자율이 30000 이상으로 유지하기 위한 초전도체 사용은 기기의 복잡성을 증가시켜 바람직하지 못하다.

[0098] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전개시전압은 2kV 이하일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 방전개시전압의 범위 내이면 아크 방전을 적절하게 제어할 수 있다. 2 kV이상의 방전개시전압이 인가될 경우, 이온빔 발생기 구조물과 양극 간 절연파괴 위험성이 증가하여

일반적으로 2 kV 이하의 방전 전압을 사용하는 것이 바람직하다.

[0100] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 이온빔 소스의 운전압력이 0.001 내지 0.1 Torr일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 운전압력 범위 내이면 아크 방전을 적절하게 제어할 수 있다. 이온빔 소스가 표면처리 공정을 위해 사용되는 진공도는 일반적으로 0.001 내지 0.1 Torr 이다. 0.001 Torr 이하의 압력에서는 플라즈마 및 이온 발생에 필요한 가스의 밀도가 낮아 표면처리에 충분한 양의 이온을 발생시키기 어렵다. 또한, 0.1 Torr 이상의 압력에서는 높은 가스 밀도로 인해 플라즈마에 의한 기상 화학 반응이 빈번히 발생하여 흔히 더스트(Dust)라 불리는 이물질이 발생해 증착 공정에 적용하기 어렵다. 따라서, 본 발명의 실시예는 운전압력을 상기와 같이 설정하였다.

[0102] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 이온 형성을 위해 제1양극 및 제2양극에 인가되는 방전전압이 1 kHz ~ 13.56 MHz의 주파수를 가지는 교류일 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 방전전압이 1 kHz ~ 13.56 MHz의 주파수를 가지는 교류이면 아크 방전을 적절하게 제어할 수 있다. 1 kHz 이하의 주파수는 플라즈마 또는 이온빔에 의해 급속히 충전되는 전하를 아킹이 발생하기 전에 방전시키기 어렵다. 또한, 13.56 MHz 이상 주파수의 전압은 본 발명에서 제안한 이온빔 소스에 반사 전력을 최소화하며 인가하기 어려워 플라즈마 발생을 위해 사용하기 부적합 할 수 있다.

[0104] 이하, 본 발명에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 효과를 확인하기 실험예를 통해 상세히 설명한다.

[0106] **실험예: 산소방전가스 압력에 따른 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 운전**

[0108] 본 발명의 실시예는 도 1과 동일한 구조로, 자성체인 양극을 사용하고 제1음극 및 제2음극으로부터 돌출된 절연층을 구비하였다.

[0109] 이에 대해, 본 발명의 비교예는 비자성체인 양극을 사용하였다. 이후, 실시예 1 및 비교예는 0.001 Torr의 산소 분위기 압력 조건에서 상기 양극에 전압을 인가하여 방전을 평가한 결과이다. 인가 방전 전압은 2kV로 동일하게 운전되었다. 또한, 실시예 2는 0.02 Torr의 산소 분위기 압력 조건에서 방전 전압 2 kV로 운전되었으며, 실시예 3은 0.07 Torr의 산소 분위기 압력 조건에서 방전 전압 500 V로 운전되었다. 이때, 사용된 전압은 20 kHz 교류 전원을 사용하였다.

[0111] **결과**

[0112] 비교예의 경우, 방전시 가스 주입부 및 제2음극 표면에 다수의 아킹이 발생하였고 도 5를 통해 확인 할 수 있다. 반면에 실시예 1, 2 및 3의 경우에는 방전시 아크방전을 발견할 수 없었으며 안정적으로 플라즈마 방전이 가능하였다. 실시예의 플라즈마가 이온 소스 몸체 내부로 구속된 모습은 도 6 내지 도 8을 통해 확인할 수 있다. 이를 통해, 자성체 양극을 통해 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스의 방전 안정성이 향상하는 것을 확인하였다.

부호의 설명

[0114] 10, 10' : 양극

11, 11' : 제1양극

12, 12' : 제2양극

13: 전자석 코일

20: 절연층

30: 음극

31: 제1음극

32: 제2음극

40: 가스 분사기

42: 가스 분사구

M: 자기장선

P: 플라즈마

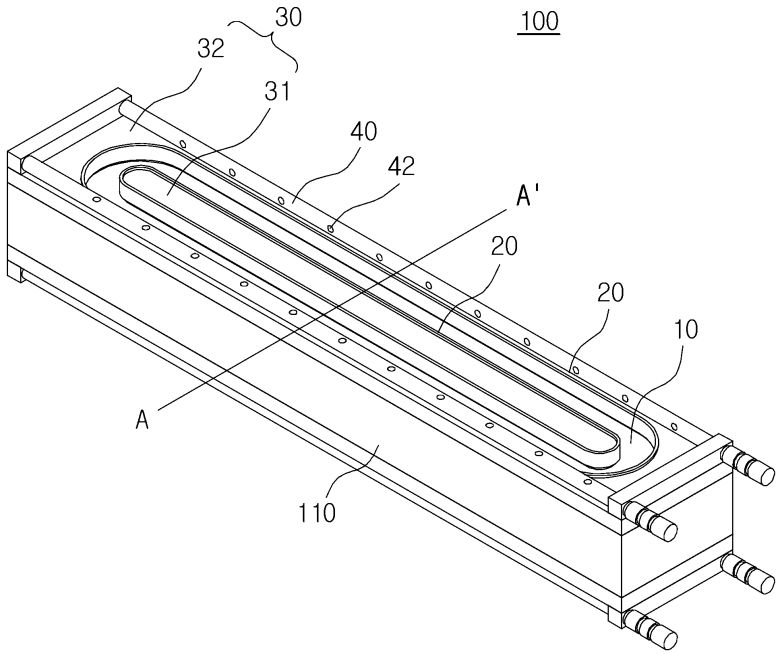
A: 아크방전

100: 아킹이 제어된 선형 이온빔 소스

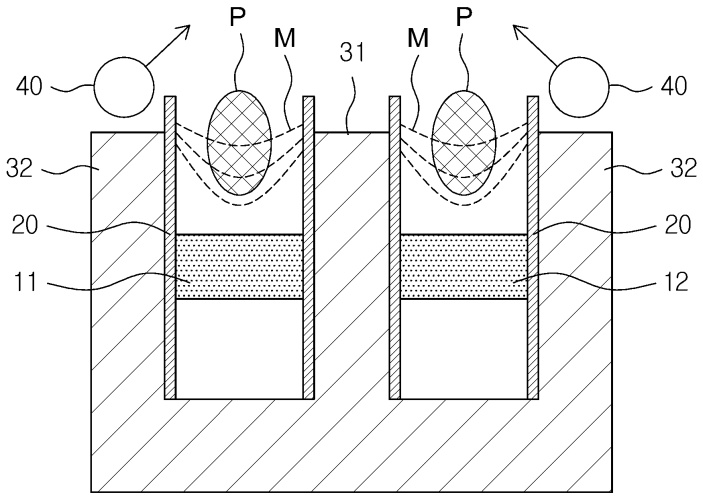
110: 몸체

도면

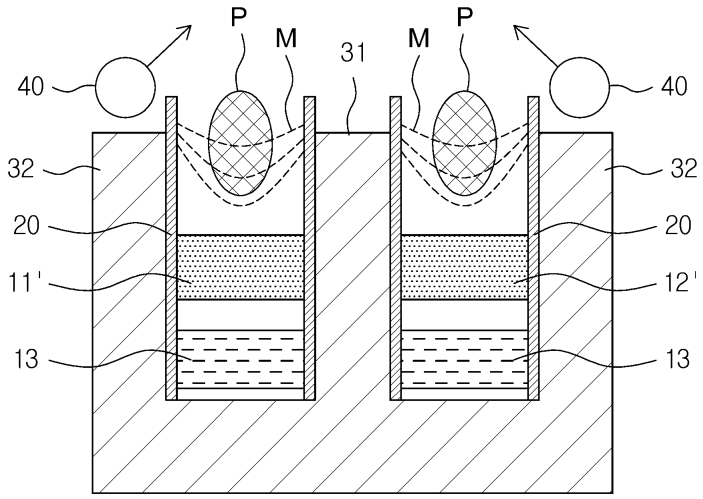
도면1



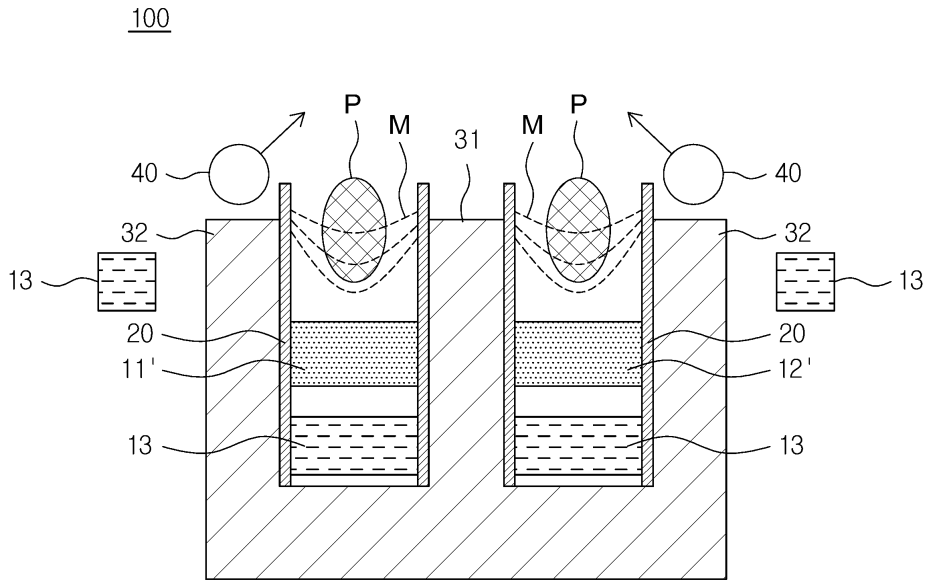
도면2


100
P
M
31
M
P
40
40
32
32
20
20
11
12

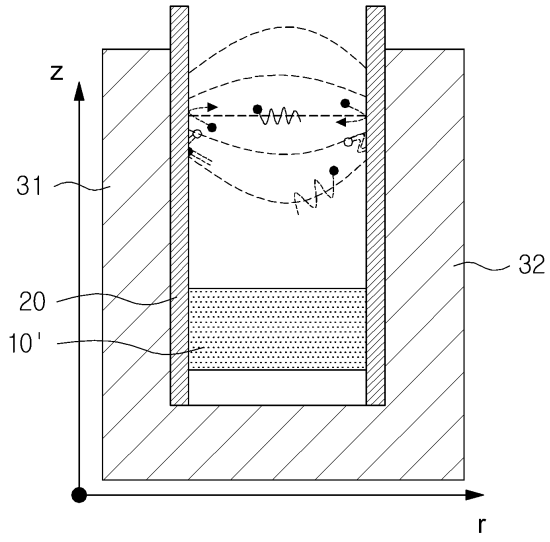
도면3a


100
P
M
31
M
P
40
40
32
32
20
20
11'
12'
13
13

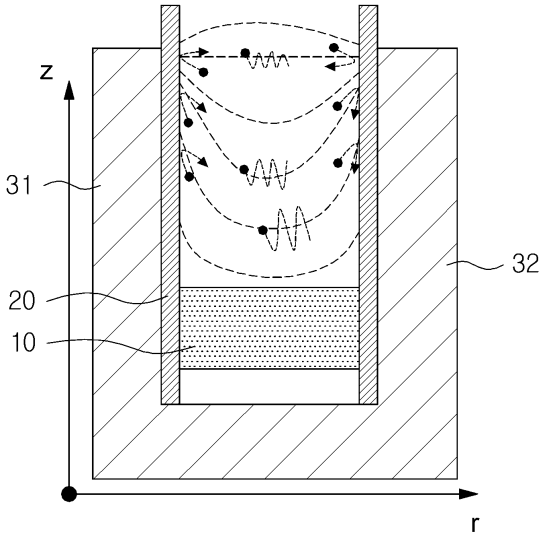
도면3b



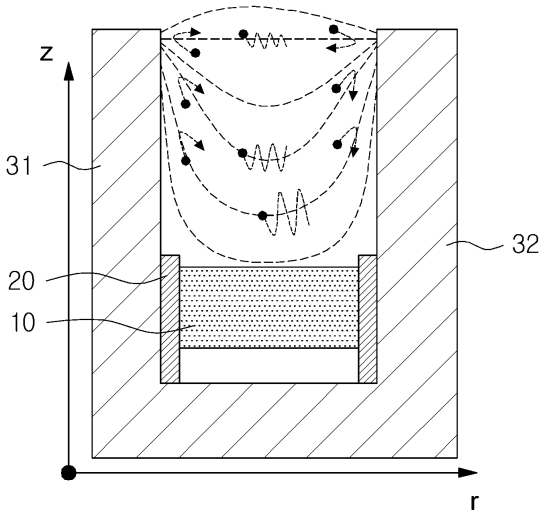
도면4a



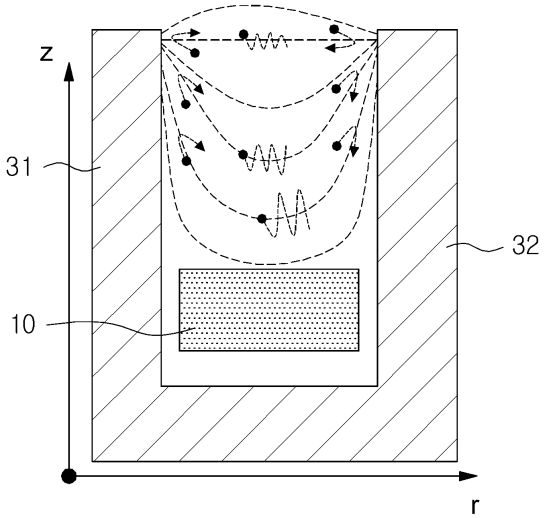
도면4b



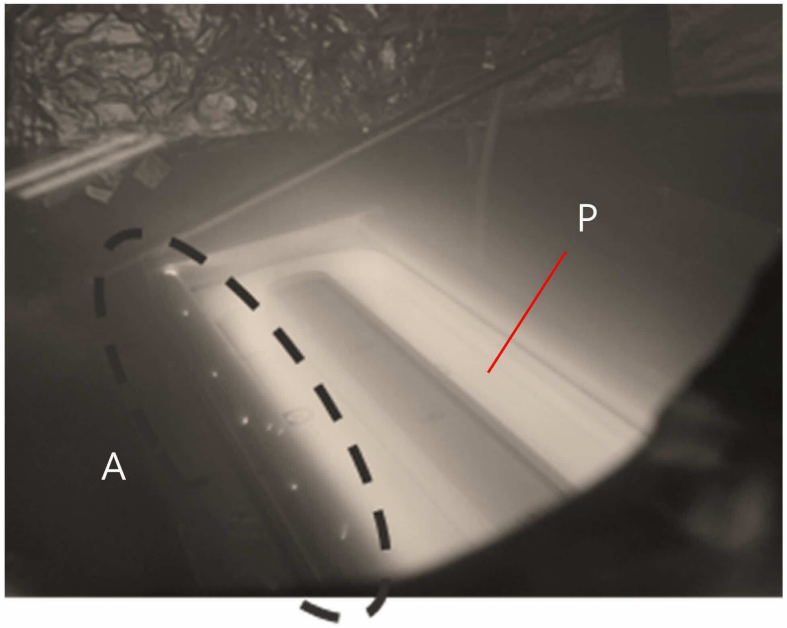
도면4c



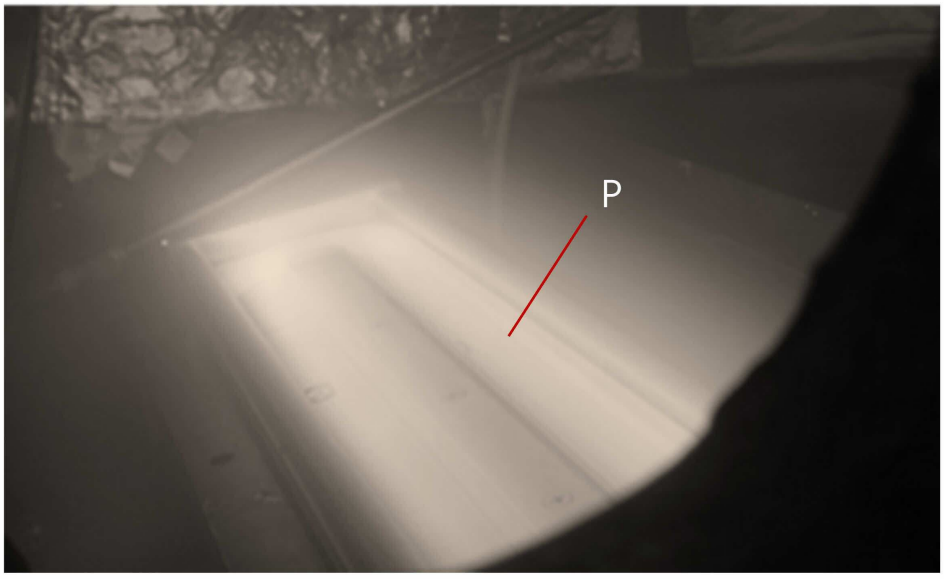
도면4d



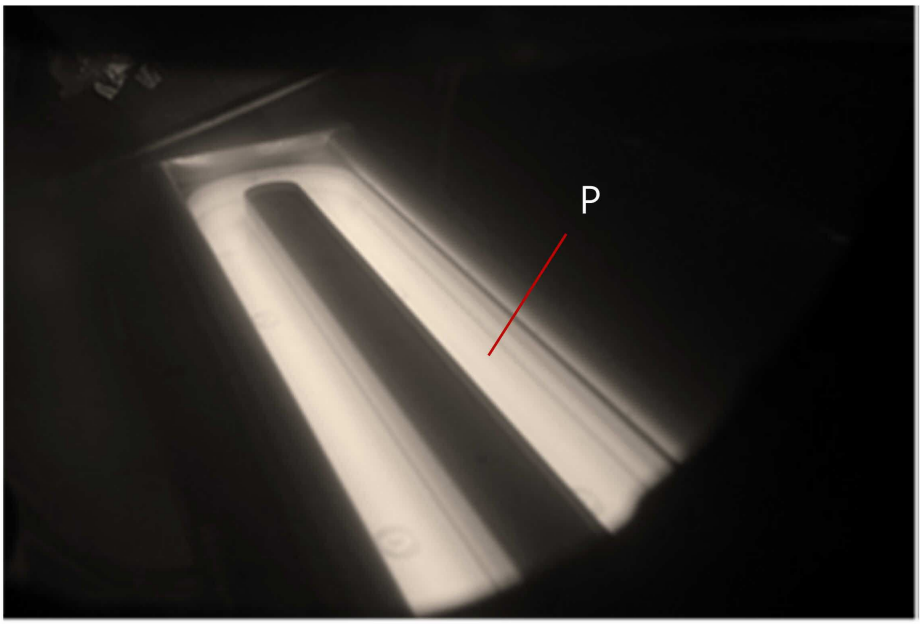
도면5



도면6



도면7



도면8

