(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월04일
(11) 등록번호 10-1458341
(24) 등록일자 2014년10월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 27/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0046888
(22) 출원일자 2014년04월18일
심사청구일자 2014년04월18일
(56) 선행기술조사문헌
US7598500 B2
JP2009540534 A
US7589474 B2
US6147354 A

(73) 특허권자
한국기계연구원
대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
(72) 발명자
김종국
경상남도 창원시 성산구 비음로 150 사파동성아파트 109동 202호
김기택
대전광역시 대덕구 대화3길 4
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이동건

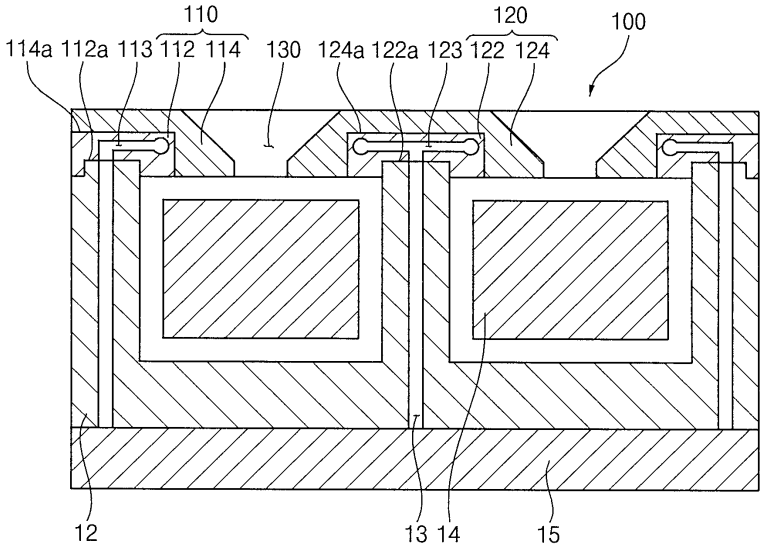
전체 청구항 수 : 총 3 항 심사관 : 한상일

(54) 발명의 명칭 **이온빔 소스의 음극**

(57) 요 약

이온빔 소스의 음극은 이온빔 소스의 몸체 상면에 구비되며, 서로 일정 간격 이격되도록 배치되어 이온빔을 인출하기 위한 개구를 형성하는 제1 음극 및 제2 음극을 포함한다. 상기 제1 음극 및 제2 음극 중 적어도 하나는 상기 몸체에 의해 지지되며 내부에 냉매를 순환시키기 위한 유로를 갖는 음극 몸체부 및 상기 음극 몸체부 상에 구비되며, 상기 이온빔의 반복적인 인출로 인해 상기 간격이 변화되는 경우 상기 간격이 일정하게 유지되도록 주기적인 교체가 가능한 교체부로 이루어진다. 따라서, 상기 인출 이온빔으로 인해 상기 음극이 손상되더라도 상기 교체부만을 신속하게 교체할 수 있다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

이승훈

경상남도 창원시 성산구 원이대로878번길 7 재료연구소아파트 201호

강용진

경상남도 사천시 용현면 죽천강길 56 동강아뜨리에 아파트 101동 501호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415130274
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	신성장동력장비경쟁력강화사업
연구과제명	1.5 m급 대형 표면처리용 선형 이온빔 인출장치 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국기계연구원부설재료연구소
연구기간	2013.09.01 ~ 2014.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

이온빔 소스의 몸체 상면에 구비되며, 서로 일정 간격 이격되도록 배치되어 이온빔을 인출하기 위한 개구를 형성하는 제1 음극 및 제2 음극을 포함하고,

상기 제1 음극 및 제2 음극 중 적어도 하나는,

상기 몸체에 의해 지지되며 내부에 냉매를 순환시키기 위한 유로를 갖는 음극 몸체부; 및

상기 음극 몸체부 상에 구비되며, 상기 이온빔의 반복적인 인출로 인해 상기 간격이 변화되는 경우 상기 간격이 일정하게 유지되도록 주기적인 교체가 가능한 교체부로 이루어지는 것을 특징으로 하는 이온빔 소스의 음극.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 음극은 일 방향으로 연장된 링 형상을 가지며, 상기 제2 음극은 상기 제1 음극의 내부에 배치되며 상기 일 방향으로 연장된 바 형상을 갖는 것을 특징으로 하는 이온빔 소스의 음극.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 교체부는 상기 음극 몸체부와 결합을 위해 결합홈을 갖는 것을 특징으로 하는 이온빔 소스의 음극.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 진공 표면처리에 사용되는 이온빔 소스의 전극구조에 관한 것으로, 보다 상세하게는 이온빔 소스의 장시간 사용 후 음극 유지보수를 위한 음극의 탈부착이 용이함과 동시에 음극 냉각을 효과적으로 할 수 있는 이온빔 소스의 음극에 관한 것이다

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 이온빔 소스는 일정 간격으로 이격되어 배치된 양극과 음극에 전압을 인가하고 상기 이격된 공간에 가스를 주입하여 이온을 발생시키고, 상기 이온을 전기장으로 가속하여 빔 형태로 인출한다. 상기 이온빔 기술은 필라멘트 혹은 RF 주파수를 활용하여 이온을 발생시킨 후 별도의 가속 전극을 통해 이온을 가속 인출하는 방식과 이온의 발생과 가속이 동시에 가능한 구조의 인출 방식으로 크게 나뉜다.

[0003] 상기 이온의 발생과 가속이 동시에 가능한 구조의 인출방식의 경우, 폐회로 운동을 하는 전자를 이용한 폐회로 운동(Closed Drift) 형태의 이온 소스를 주로 활용한다. 상기 폐회로 운동 형태의 이온빔 소스는 이온 발생 영역을 선형으로 쉽게 확장할 수 있으며, 구조가 간단하여 다양한 표면처리 산업 분야에 사용되고 있다. 상기와 같이 상기 폐회로 운동 형태의 이온빔 소스는 표면처리에 적용하기 용이하여, 이를 적용한 특허들의 예로는 미국등록특허 제6864486호, 제6984942호, 제7425709호, 제6919690호, 제7718983호 등이 있다.

[0004] 상기 특허들은 표면개질, 증착 등의 다양한 표면처리 공정에 적용하기 위한 이온 소스의 구조 및 장비에 관해 다루고 있다. 특히, 유지보수시 발생할 수 있는 조립 공차 억제를 통한 일정한 이온빔 인출 성능 유지 방법(미국등록특허 제7425709호), 장시간 사용에 따른 전극의 열축적에 의한 팽창을 고려한 이온빔 성능 유지 방법(미국등록특허 제6984942호)등을 제시함으로써, 상기 이온빔 소스의 활용도를 크게 하였다. 이러한 이온빔 소스의 안정화 및 성능유지를 위한 기술들은 다양한 상기 폐회로 운동 형태의 이온 소스에 맞게 개발되어 사용되고 있다.

[0005] 상기 이온빔 소스는 가스 방전에 의해 양극 및 음극에 많은 열이 축적되며, 이에 따라 과열에 의한 전극 팽창 및 파괴 방지, 상기 폐회로 운동 운동을 위한 자장 발생용 자석의 탈자 방지를 위해 전극의 냉각이 필요하다.

[0006] 도 1은 종래 기술에 따른 이온빔 소스의 전극과 냉각 유로를 설명하기 위한 단면도이다.

[0007] 도 1을 참조하면, 이온빔 소소는 몸체(2)가 전극(4)을 지지하고, 전극(4)의 냉각을 위해 냉각수가 전극을 투과

하여 흐를 수 있도록 냉각 유로(6)이 몸체(2)와 전극(4)을 지나는 구조를 갖는다. 이때, 상기 냉각수에 의한 열 배출 효과를 높이기 위해 접촉 면적이 넓은 냉각 유로(6)를 전극(4)에 용접하여 일체형으로 사용한다. 상기 일체형 구조는 냉각 성능은 좋지만, 전극(4)의 유지보수시 냉각 유로(6)를 같이 제거해야 하는 불편함이 있다.

[0008] 또한, 상기 이온빔 소스에서 이온빔은 전극(4) 중 음극 간 개구를 통해 인출된다. 이때, 상기 이온빔 중 일부가 상기 음극과 충돌한다. 따라서 상기 이온빔 소스를 장시간 사용하는 경우, 상기 이온빔에 의해 상기 음극이 식각되어 상기 음극의 모양이 변형되어 이온빔 인출 특성을 저하시키게 되며, 상기 음극을 주기적으로 교체해야 한다.

[0009] 그리고, 증착공정에 상기 이온빔 소스를 사용할 경우, 장시간 증착공정 사용에 따른 전극 표면 오염에 의해 주기적으로 샌드 블라스트 등의 물리적인 세정 작업이 수행된다. 이때, 전극 물질도 오염물질과 같이 제거되어 전극 구조에 변형이 발생하게 된다.

[0010] 따라서 상기 음극의 교체시 상기 음극에 상기 냉각 유로가 일체로 연결된 상기 냉각 유로를 같이 교체해야 한다. 그러므로, 상기 음극의 교체에 비용이 증가할 수 있으며, 교체 과정이 복잡하고 시간이 오래 걸려 상기 이온빔 소스를 활용한 양산 공정 운영시 생산 효율이 떨어지는 단점이 있다.

[0011] 따라서, 냉각효율이 우수하면서 유지보수가 용이한 구조의 전극 개발이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0012] (특허문헌 0001) 미국등록특허 제6864486호(2005.03.08. 등록)

(특허문헌 0002) 미국등록특허 제6984942호(2006.01.10. 등록)

(특허문헌 0003) 미국등록특허 제7425709호(2008.09.16. 등록)

(특허문헌 0004) 미국등록특허 제6919690호(2005.07.19. 등록)

(특허문헌 0005) 미국등록특허 제7718983호(2010.05.18. 등록)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 음극을 냉각하기 위한 냉매 유로를 가지며 주기적 교체가 용이한 이온빔 소스의 음극을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명에 따른 이온빔 소스의 음극은 이온빔 소스의 몸체 상면에 구비되며, 서로 일정 간격 이격되도록 배치되어 이온빔을 인출하기 위한 개구를 형성하는 제1 음극 및 제2 음극을 포함하고, 상기 제1 음극 및 제2 음극 중 적어도 하나는 상기 몸체에 의해 지지되며 내부에 냉매를 순환시키기 위한 유로를 갖는 음극 몸체부 및 상기 음극 몸체부 상에 구비되며, 상기 이온빔의 반복적인 인출로 인해 상기 간격이 변화되는 경우 상기 간격이 일정하게 유지되도록 주기적인 교체가 가능한 교체부로 이루어질 수 있다.

[0015] 본 발명의 일 실시예들에 따르면, 상기 제1 음극은 일 방향으로 연장된 링 형상을 가지며, 상기 제2 음극은 상기 제1 음극의 내부에 배치되며 상기 일 방향으로 연장된 바 형상을 가질 수 있다.

[0016] 본 발명의 일 실시예들에 따르면, 상기 교체부는 상기 음극 몸체부와 결합을 위해 결합홈을 가질 수 있다.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따른 이온빔 소스의 음극은 냉매 유로가 포함된 음극 몸체부와 주기적 교체가 가능한 교체부로 이루어진다. 따라서, 상기 교체부를 교체함으로써 인출되는 이온빔에 의해 손상된 음극을 유지 보수할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 냉매 유로가 형성된 음극 몸체부는 교체할 필요가 없으므로, 상기 교체부의 교체를 신속하게 수행할 수 있으며, 상기 음극의 유지 보수에 사용되는 비용을 절감할 수 있다.

[0019] 그리고, 상기 음극 몸체부의 냉매 유로를 통해 냉매를 공급할 수 있으므로, 상기 음극에서 발생하는 열을 용이하게 냉각할 수 있다. 따라서, 상기 음극에서 발생하는 열로 인한 상기 음극의 변형을 방지할 수 있고, 상기 이온빔 소스에서의 이온빔 생성 효율도 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 종래 기술에 따른 이온빔 소스의 전극과 냉각 유로를 설명하기 위한 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온빔 소스의 음극을 설명하기 위한 단면도이다.

도 3은 도 2에 도시된 이온빔 소스의 음극에 대한 다른 예를 설명하기 위한 단면도이다.

도 4는 도 2에 도시된 이온빔 소스에서 전극 사이의 간격에 따른 방전 전류의 변화를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 이온빔 소스의 음극에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0022] 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. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0023] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 이온빔 소스의 음극을 설명하기 위한 단면도이다.

[0026] 도 2를 참조하면, 음극(100)은 몸체(12)의 상부면에 양극(14)과 일정한 간격만큼 이격되도록 구비된다. 음극(100)은 외부로부터 인가되는 전원을 이용하여 양극(14)과의 사이로 공급되는 가스를 이온화한다. 몸체(12)의 하부에는 상기 가스가 균일하게 공급되도록 상기 가스를 분배하는 가스 분배기(15)가 구비될 수 있다.

[0027] 음극(100)은 제1 음극(110) 및 제2 음극(120)을 포함한다.

[0028] 제1 음극(110)은 몸체(12)의 상면 가장자리 부위를 따라 구비된다. 예를 들면, 제1 음극(110)은 링(ring) 형상을 갖는다.

[0029] 제2 음극(120)은 몸체(12)의 상면 중앙 부위에 구비된다. 예를 들면, 제2 음극(120)은 바(bar) 형상을 갖는다.

[0030] 제1 음극(110)과 제2 음극(120)은 서로 일정한 간격만큼 이격되어 배치되며 개구(130)를 형성한다. 제1 음극(110)과 제2 음극(120) 사이의 개구(130)를 통해 몸체(12)의 내부 공간이 노출된다. 개구(130)를 통해 이온화된 가스가 이온빔 형태로 인출될 수 있다. 이때, 개구(130)는 상기 일 방향으로 연장된 링 형상을 갖는다.

[0031] 제1 음극(110)은 제1 음극 몸체부(112) 및 제1 교체부(114)로 이루어지고, 제2 음극(120)은 제2 음극 몸체부

(122) 및 제2 교체부(124)로 이루어진다.

[0032] 제1 음극 몸체부(112)는 몸체(12)의 상면 가장자리 부위에 의해 지지되며, 내부에 냉매를 순환시키기 위한 제1 유로(113)를 갖는다. 제2 음극 몸체부(122)는 몸체(12)의 상면 중앙 부위에 의해 지지되며, 내부에 냉매를 순환시키기 위한 제2 유로(123)를 갖는다.

[0033] 제1 유로(113) 및 제2 유로(123)는 몸체(12)의 제3 유로(13)와 연결될 수 있다. 따라서, 제1 음극 몸체부(112)의 내부 및 제2 음극 몸체부(122)의 내부로 상기 냉매를 순환시킬 수 있다. 그러므로, 제1 음극(110) 및 제2 음극(120)을 용이하게 냉각할 수 있다.

[0034] 제1 음극 몸체부(112)와 제2 음극 몸체부(122)의 저면에는 몸체(12)와의 결합을 위한 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)이 구비된다.

[0035] 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)은 각각 한 개의 홈이 연장된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 제1 체결홈(112a)은 링 형상을 가지며, 제2 체결홈(122a)은 바 형상을 갖는다.

[0036] 다른 예로, 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)은 각각 다수 개의 홈이 일정 간격으로 배열된 형태를 가질 수 있다. 구체적으로, 제1 체결홈(112a)은 다수개의 홈들이 링 형상을 가지도록 배열되며, 제2 체결홈(122a)은 다수개의 홈들이 바 형상을 갖도록 배열된다. 이 경우, 몸체(12)의 상면도 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)의 형태와 대응하는 형상을 갖는다.

[0037] 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)은 몸체(12)의 상면을 수용한다. 제1 체결홈(112a) 및 제2 체결홈(122a)을 이용하여 제1 음극 몸체부(112)와 제2 음극 몸체부(122)를 몸체(12)의 상면에 정확하게 위치시킬 수 있다.

[0038] 제1 교체부(114)는 제1 음극 몸체부(112) 상에 교체 가능하도록 구비되고, 제2 교체부(124)는 제2 음극 몸체부(122) 상에 교체 가능하도록 구비된다. 이때, 제1 교체부(114)는 제1 음극 몸체부(112)의 상면을 완전히 커버하며, 제2 교체부(124)는 제2 음극 몸체부(122)의 상면을 완전히 커버할 수 있다.

[0039] 도 3은 도 2에 도시된 이온빔 소스의 음극에 대한 다른 예를 설명하기 위한 단면도이다.

[0040] 도 3을 참조하면, 제1 교체부(114)는 제1 음극 몸체부(112)의 상면 중 일부가 노출되도록 제1 음극 몸체부(112)를 커버한다. 제2 교체부(124)는 제2 음극 몸체부(122)의 상면 중 일부, 즉 제2 음극 몸체부(122)의 상면 중앙이 노출되도록 제2 음극 몸체부(122)를 커버할 수 있다.

[0041] 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)는 개구(130)를 한정한다. 상기 이온빔이 개구(130)를 통해 인출되면서 개구(130)를 한정하는 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)와 충돌한다. 따라서, 상기 이온빔 인출이 반복되는 경우, 상기 이온빔에 의해 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)가 식각되어 개구(130)의 크기에 변화가 발생할 수 있다.

[0042] 도 4는 도 2에 도시된 이온빔 소스에서 전극 사이의 간격에 따른 방전 전류의 변화를 나타내는 그래프이다.

[0043] 도 4를 참조하면, C-C는 제1 음극(110)과 제2 음극(120) 사이의 간격, C-A는 음극(100)과 양극(14) 사이의 간격을 나타내며, Discharge current는 각 조건에서의 방전 전류를 나타낸다.

[0044] 상기 이온빔에 의해 음극(100)이 식각되는 경우, 이온빔 인출 성능이 저하된다. 구체적으로, 상기 이온빔에 의한 식각으로 인해 제1 음극(110)과 제2 음극(120) 사이의 간격이 증가함에 따라 상기 방전 전류가 급속히 감소함을 알 수 있다. 상기 방전 전류가 감소함에 따라 상기 이온빔의 인출 성능도 저하된다. 그러므로, 상기 이온빔을 이용한 표면처리 공정을 통해 제품을 생산할 때, 생산 효율을 저하시키는 주요 원인으로 작용한다. 따라서, 상기 이온빔 식각에 의한 음극(100)의 형상 변형시 신속한 교체가 필요하다.

[0045] 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)가 제1 음극 몸체부(112) 및 제2 음극 몸체부(122) 상에 각각 교체 가능하도록 구비되므로, 제1 음극(110) 및 제2 음극(120) 전체를 교체하지 않고 상기 이온빔에 의해 식각되는 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)만을 선택적으로 교체할 수 있다. 이때, 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)는 주기적으로 교체될 수 있다.

[0046] 제1 유로(113)를 갖는 제1 음극 몸체부(112) 및 제2 유로(123)를 갖는 제2 음극 몸체부(122)를 교체하지 않고 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)만 교체하므로, 제1 음극(110) 및 제2 음극(120)의 유지 보수를 신속하게 수행할 수 있다.

[0047] 또한, 제1 음극(110) 및 제2 음극(120)의 형상 변경이 필요한 경우, 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)만을

가공하여 제1 음극 몸체부(112) 및 제2 음극 몸체부(122) 상에 각각 결합하여 새로운 형상의 제1 음극(110) 및 제2 음극(120)을 구비할 수 있다. 제1 음극(110) 및 제2 음극(120) 전체를 새로 가공할 필요가 없으므로, 음극(100)의 제작 비용 및 유지 보수 비용을 절감할 수 있다.

[0048] 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)의 저면에는 제1 음극 몸체부(112) 및 제2 음극 몸체부(122)와 각각 결합을 위한 제3 체결홈(114a) 및 제4 체결홈(124a)이 구비된다. 제3 체결홈(114a) 및 제4 체결홈(124a)을 이용하여 제1 교체부(114) 및 제2 교체부(124)를 제1 음극 몸체부(112) 및 제2 음극 몸체부(122)의 상면에 정확하게 위치시킬 수 있다.

[0049] 또한, 몸체(12)에 자성체(미도시)가 내장되는 경우, 상기 자성체의 자력으로 인해 금속 재질의 제1 음극(110)과 제2 음극(120)을 몸체(12)의 상면에 정확하게 위치시키기 어렵다. 그러나, 제1 체결홈(112a), 제2 체결홈(122a), 제3 체결홈(114a) 및 제4 체결홈(124a)을 이용하면 몸체(12)에 상기 자성체가 내장되더라도 제1 음극(110)과 제2 음극(120)을 몸체(12)의 상면에 정확하게 위치시킬 수 있다.

[0050] 제1 음극(110)과 제2 음극(120)을 몸체(12)의 상면에 정확하게 위치시킬 수 있으므로, 제1 음극(110)과 제2 음극(120) 사이의 간격을 일정하게 유지할 수 있다. 또한, 음극(100)과 양극(14) 사이의 간격도 일정하게 유지할 수 있다.

[0051] 상기에서는 제1 음극(110)과 제2 음극(120)이 모두 음극 몸체부(112, 122)와 교체부(114, 124)로 이루어지는 것으로 설명되었지만, 제1 음극(110)과 제2 음극(120) 중 어느 하나만 음극 몸체부와 교체부로 이루어질 수도 있다.

산업상 이용가능성

[0052] 상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 이온빔 소스는 음극을 냉각할 수 있고, 이온빔 인출로 인해 상기 음극이 손상되더라도 냉매 유로가 형성된 음극 몸체부를 제외한 교체부만을 선택적으로 교체할 수 있다. 따라서, 상기 음극의 유지 보수에 소요되는 시간과 비용을 절감할 수 있다.

[0053] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

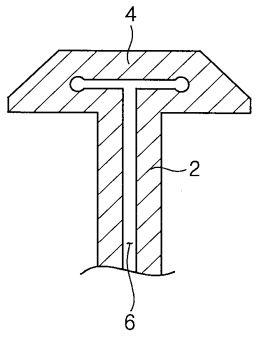
부호의 설명

[0054]

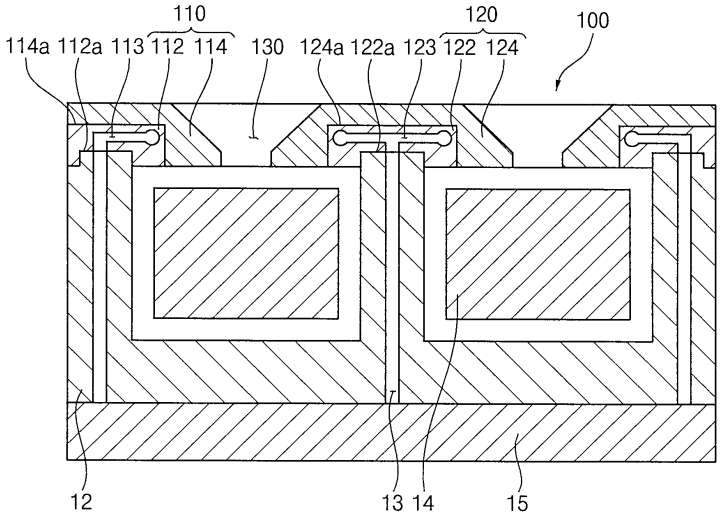
100 : 음극	110 : 제1 음극
112 : 제1 음극 몸체부	113 : 제1 유로
114 : 제1 교체부	120 : 제2 음극
122 : 제2 음극 몸체부	123 : 제2 유로
124 : 제2 교체부	12 : 몸체
13 : 제3 유로	14 : 양극

도면

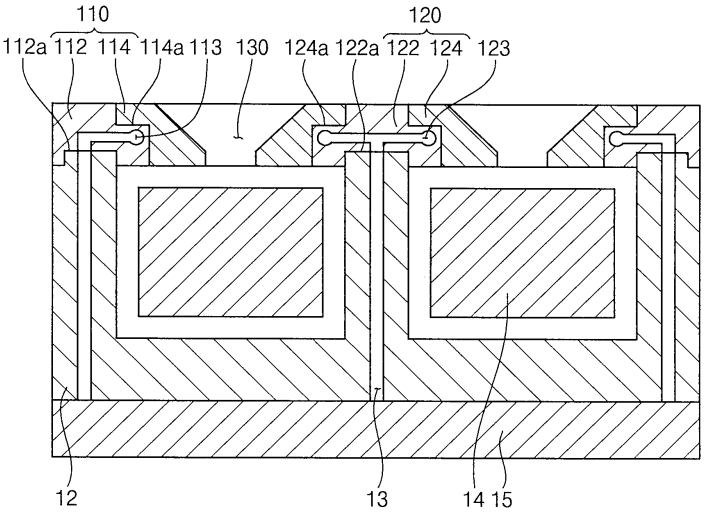
도면1



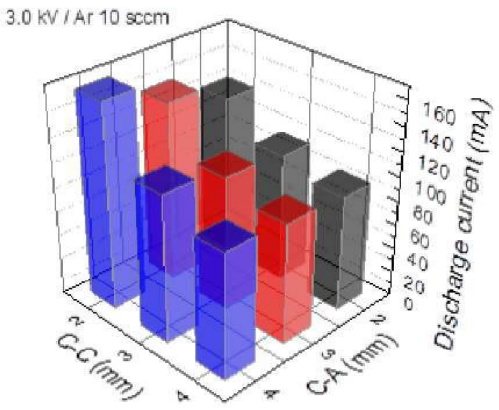
도면2



도면3



도면4


3.0 kV / Ar 10 sccm
Discharge current (mA)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
C-A (mm)
C-C (mm)