



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0113635

(43) 공개일자 2015년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01J 37/147 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0037881

(22) 출원일자 2014년03월31일

심사청구일자 2014년03월31일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

박규창

서울 광진구 아차산로70길 17-21, 1동 1301호 (광장동, 삼성차아파트)

김완선

서울특별시 동대문구 한천로 300 108동 702호(휘경동 동일스위트리버)

(74) 대리인

오세중

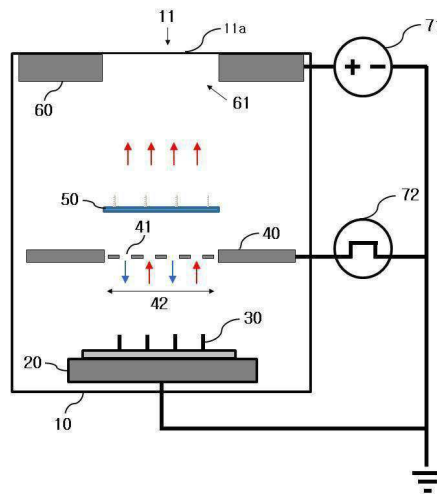
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 스핀 편향 전자총과 이를 이용한 의료장치 및 전자현미경

(57) 요약

본 발명에 따른 스핀 편향 전자총은 전자를 방출하는 적어도 하나 이상의 에미터, 에미터 상에 이격되게 마련되어 에미터에서 방출된 전자의 스핀을 편향시키는 스핀필터를 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345213421

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 일반연구자지원(교육부)

연구과제명 1000 ° C 환경에 견디는 마이크로 엑스레이용 탄소나노튜브 에미터 기술

기 여 율 1/1

주관기관 경희대학교

연구기간 2013.05.01 ~ 2014.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

전자를 방출하는 적어도 하나 이상의 에미터;

상기 에미터 상에 이격되게 마련되어 상기 에미터에서 방출된 전자의 스핀을 편향시키는 스핀필터를 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 스핀필터는,

자기 조립 단분자층(self assembly monolayer); 및

상기 자기 조립 단분자층 상에 마련된 다수의 나선 구조체를 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 나선 구조체는 바이오펜질로 이루어진 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 바이오펜질은 DNA나 단백질(protein)인 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 스핀필터는,

자성 물질로 이루어진 제1자성층 및 제2자성층;

상기 제1자성층과 제2자성층 사이에 마련된 절연층을 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1자성층 및 제2자성층은 동일한 방향으로 자기 정렬되게 형성된 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 7

제1항에 있어서,

서로 이격되게 마련된 캐소드, 상기 캐소드 상의 게이트 및 상기 게이트 상의 애노드를 더 포함하며,

상기 에미터는 상기 캐소드 상에 구비되는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 게이트는 메쉬 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 9

제7항에 있어서,

스핀 편향된 전자가 관통하는 제1개구부를 구비하고,

상기 캐소드, 에미터, 게이트, 애노드 및 스핀필터를 내부에 구비한 챔버를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 챔버는 상기 제1개구부를 덮는 절연성의 제1박막층을 더 구비한 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 애노드는 전자가 관통하는 제2개구부를 더 포함하며,

상기 제1개구부는 상기 제2개구부 상에 위치하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 12

제7항에 있어서,

전자가 관통하는 제1개구부를 구비하며, 상기 캐소드, 에미터 및 게이트를 내부에 구비한 챔버; 및

상기 제1개구부를 덮는 애노드 결합체를 더 포함하되,

상기 애노드 결합체는,

전자가 관통하는 제2개구부를 구비한 애노드;

상기 제2개구부를 덮도록 상기 애노드의 상부에 마련된 절연성의 제2박막층; 및

상기 제2개구부와 연결되는 제3개구부를 구비하며, 상기 애노드의 하부에 마련된 절연성의 제3박막층을 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 스핀필터는 애노드 상에 위치하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 챔버 내부의 게이트 상에 이격되게 마련되고, 상기 에미터에서 방출된 전자를 집속하는 집속 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 15

제7항에 있어서,

상기 에미터를 상부에 안착한 전계방출기관; 및

상기 전계방출기관과 캐소드 사이에 마련된 금속성의 제1캐리어층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 제1캐리어층은 하부에 요철이 형성된 제1요철부를 구비하며,

상기 캐소드는 상부에 상기 제1캐리어층의 제1요철부에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2요철부를 구비하고, 상

기 제2요철부가 상기 제1캐리어층의 제1요철부에 요철 결합되는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 17

제15항에 있어서,

하부에 요철이 형성된 제3요철부를 구비하며, 상기 제1캐리어층과 캐소드 사이에 마련된 금속성의 제2캐리어층을 더 포함하며,

상기 캐소드는 상부에 상기 제2캐리어층의 제3요철부에 대응하는 반대 요철이 형성된 제4요철부를 구비하고, 상기 제4요철부가 상기 제2캐리어층의 제3요철부에 요철 결합되는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1캐리어층과 제2캐리어층 사이에 마련된 전도성 접착 중간재층을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 스핀 편향 전자총.

청구항 19

세포가 자기 정렬되도록 자기장을 형성하는 자기 발생부;

자기 정렬된 세포에 스핀 편향된 전자를 조사하는 제1항 내지 제18항 중 어느 한 항의 스핀 편향 전자총; 및

자기 정렬된 세포에 스핀 편향된 전자가 흡수되는 정도를 측정하는 측정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 의료 장치.

청구항 20

전자를 조사하는 전자소스부로서 제1항 내지 제18항 중 어느 한 항의 스핀 편향 전자총을 구비한 것을 특징으로 하는 전자현미경.

청구항 21

제20항에 있어서,

상기 전자현미경은,

주사전자현미경(scanning electron microscope), 터널전자현미경(tunneling electron microscope) 및 주사터널링현미경(scanning tunneling microscope) 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 전자현미경.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 스핀 편향 전자총에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 스핀이 편향된 전자를 방출하는 전자총에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전자빔을 발생시키는 전자총은 RF 발진 및 증폭기, 디스플레이(Display), 가속기, 전자현미경, 센서, 각종 공정 장비 등 다양한 장치에 널리 이용된다. 전자총은 전자빔을 발생시키는 방식에 따라 그 종류가 나뉘며, 열전자 방식과 냉음극 방식이 대표적이다.

[0003] 상기 열전자 방식은 금속을 가열하여 금속표면에서 튀어나오는 열전자를 가속하는 방식이다. 하지만 상기 열전자 방식은 가열과정이 필요하므로 소모 전력이 크고 구조가 복잡해지는 문제점이 있다.

[0004] 반면, 상기 냉음극 방식은 가열 없이 전압을 인가하여 전계방출(Field Emission)을 통해 전자를 얻는 방식으로, 음극을 가열해야 하는 과정이 없으므로, 소모 전력이 적고 구조가 간단하다는 장점이 있다. 특히, 에미터를 구비한 냉음극 방식의 경우, 마이크로미터 또는 나노미터 스케일의 전계방출이 용이한 에미터와 마이크로미터 스케일의 전극을 활용할 수 있어, 전자총을 사용하는 각종 소자의 크기를 획기적으로 줄일 수 있고 수 볼트

(Volt)의 작은 전압으로도 기변조된 전자빔(Pre-modulated electron beam)을 얻을 수 있는 등의 장점이 있다.

- [0005] 한편, 스핀 방향이 일정하게 정렬된 전자빔을 발생시키는 스핀 편향 전자총이 있다. 하지만 종래의 스핀 편향 전자총은 광전효과를 이용하여 광원에서 나온 빛이 금속 박막을 맞고 나오는 과정에서 간접적으로 방출된 전자를 이용함으로써, 방출되는 전자의 양이 작아 스핀 편향 효율이 떨어지는 한계가 있었을 뿐만 아니라, 광전 효과를 발생하기 위하여 초고진공($<10^{-9}$ torr) 환경, 레이저 소스의 광원 및 금속 박막이 필요하여 전자총의 부피가 큰 문제점이 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) KR 10-2008-0044365 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 에미터에서 직접적으로 전자를 방출하되 스핀이 편향된 전자를 방출하는 전자총을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 (1) 전자를 방출하는 적어도 하나 이상의 에미터, (2) 상기 에미터 상에 이격되게 마련되어 상기 에미터에서 방출된 전자의 스핀을 편향시키는 스핀필터를 포함하여 구성된다.
- [0009] 상기 스핀필터는 (1) 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer), (2) 상기 자기 조립 단분자층 상에 마련된 다수의 나선 구조체를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0010] 이때, 상기 나선 구조체는 바이오펜질로 이루어지는 것이 바람직하며, 구체적으로 DNA나 단백질(protein)일 수 있다.
- [0011] 또한, 상기 스핀필터는 (1) 자성 물질로 이루어진 제1자성층 및 제2자성층, (2) 상기 제1자성층과 제2자성층 사이에 마련된 절연층을 포함하여 구성될 수 있다. 이때, 상기 제1자성층 및 제2자성층은 동일한 방향으로 자기 정렬되게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0012] 또한, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 (1) 서로 이격되게 마련된 캐소드, (2) 상기 캐소드 상의 게이트 및 상기 게이트 상의 애노드를 더 포함할 수 있으며, 이때 상기 에미터는 상기 캐소드 상에 구비되는 것이 바람직하다.
- [0013] 이때, 상기 게이트는 메쉬 구조를 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 스핀 편향된 전자가 관통하는 제1개구부를 구비하고, 상기 캐소드, 에미터, 게이트, 애노드 및 스핀필터를 내부에 구비한 챔버를 더 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 챔버는 상기 제1개구부를 덮는 절연성의 제1박막층을 더 구비할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 애노드는 전자가 관통하는 제2개구부를 더 포함하며, 상기 제1개구부는 상기 제2개구부 상에 위치할 수 있다.
- [0017] 한편, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 (1) 전자가 관통하는 제1개구부를 구비하며, 상기 캐소드, 에미터 및 게이트를 내부에 구비한 챔버, (2) 상기 제1개구부를 덮는 애노드 결합체를 더 포함하되, 상기 애노드 결합체는 ① 전자가 관통하는 제2개구부를 구비한 애노드, ② 상기 제2개구부를 덮도록 상기 애노드의 상부에 마련된 절연성의 제2박막층, ③ 상기 제2개구부와 연결되는 제3개구부를 구비하며, 상기 애노드의 하부에 마련된 절연성의 제3박막층을 포함하는 것이 바람직하다.
- [0018] 이때, 상기 스핀필터는 상기 애노드 상에 위치하는 것이 바람직하다.

- [0019] 또한, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 상기 챔버 내부의 게이트 상에 이격되게 마련되고, 상기 에미터에서 방출된 전자를 집속하는 집속 전극을 더 포함할 수 있다.
- [0020] 한편, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 (1) 에미터를 상부에 안착한 전계방출기판, (2) 상기 전계방출기판과 캐소드 사이에 마련된 금속성의 제1캐리어층을 더 포함할 수 있다.
- [0021] 이때, 상기 제1캐리어층은 하부에 요철이 형성된 제1요철부를 구비하며, 상기 캐소드는 상부에 상기 제1캐리어층의 제1요철부에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2요철부를 구비하고, 상기 제2요철부가 상기 제1캐리어층의 제1요철부에 요철 결합될 수 있다.
- [0022] 한편, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 (1) 하부에 요철이 형성된 제3요철부를 구비하며, (2) 상기 제1캐리어층과 캐소드 사이에 마련된 금속성의 제2캐리어층을 더 포함할 수 있다.
- [0023] 이때, 상기 캐소드는 상부에 상기 제2캐리어층의 제3요철부에 대응하는 반대 요철이 형성된 제4요철부를 구비하고, 상기 제4요철부가 상기 제2캐리어층의 제3요철부에 요철 결합되는 것이 바람직하다.
- [0024] 또한, 본 발명에 따른 스핀편향 전자총은 상기 제1캐리어층과 제2캐리어층 사이에 마련된 전도성 접착 중간재층을 더 포함할 수 있다.
- [0025] 한편, 본 발명에 따른 의료장치는 (1) 세포가 자기 정렬되도록 자기장을 형성하는 자기 발생부, (2) 자기 정렬된 세포에 스핀 편향된 전자를 조사하는 스핀 편향 전자총, (3) 자기 정렬된 세포에 스핀 편향된 전자가 흡수되는 정도를 측정하는 측정부를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0026] 상술한 바와 같이 구성되는 본 발명의 실시예에 따른 전자총은 소모 전력이 적고 10^{-9} torr 이하의 초고진공환경이 요구되지 않아, 부피 및 제조비용이 감소될 뿐 아니라, 전자방출 특성이 향상된 에미터에서 직접적으로 전자를 방출하되 스핀이 한쪽 방향으로 정렬된 전자를 고효율로 방출할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 전자총은 전류 세기 조절이 가능한 3극관 구조로 구성되어 있어 전자 방출의 스위칭이 가능함에 따라 수 μ s 펄스의 전자빔을 방출할 수 있을 뿐 아니라, 의료장치, 전자현미경, 입자물리 실험장치 등 다양한 장치에도 응용이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 스핀 편향 전자총을 나타내는 도면.
- 도 2(a),(b)는 본 발명의 제1실시예에 따른 게이트 및 애노드의 평면을 나타내는 도면.
- 도 3(a),(b)는 스핀필터의 일 실시예로서, 각각 측면 및 평면을 나타내는 도면.
- 도 4(a),(b)는 스핀필터의 다른 일 실시예로서, 각각 측면 및 평면을 나타내는 도면.
- 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총을 나타내는 도면.
- 도 6은 본 발명의 애노드 결합체의 측면을 나타내는 도면.
- 도 7(a),(b),(c)는 애노드 결합체의 평면을 나타내는 도면.
- 도 8 내지 도 10은 애노드 결합체가 제1개구부를 덮는 각 실시예를 나타내는 도면.
- 도 11은 애노드 결합체 및 스핀필터의 일 실시예를 나타내는 도면.
- 도 12는 애노드 결합체 및 스핀필터의 다른 일 실시예를 나타내는 도면.
- 도 13은 전자방출 효율을 향상시키기 위한 본 발명의 제1실시예로서, 에미터에 부가된 구성을 나타내는 도면.
- 도 14는 전자방출 효율을 향상시키기 위한 본 발명의 제2실시예로서, 에미터에 부가된 구성을 나타내는 도면.
- 도 15는 전자방출 효율을 향상시키기 위한 본 발명의 제3실시예로서, 에미터에 부가된 구성을 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시

예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 다만 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

[0029] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자 외에 하나 이상의 다른 구성요소, 단계, 동작 및/또는 소자의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않은 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0030] 본 발명에 따른 스핀 편향 전자총은 전자를 방출하되, 스핀이 일정한 방향으로 정렬된, 즉 편향된 전자를 방출하는 장치이다. 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 실시예들을 첨부 도면을 참조하면서 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 스핀 편향 전자총을 나타낸다.

[0032] 본 발명의 제1실시예에 따른 스핀 편향 전자총은, 도 1에 도시된 바와 같이, 챔버(10), 캐소드(20), 에미터(30), 게이트(40), 스핀필터(50) 및 애노드(60)를 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0033] 챔버(10)는 스핀 편향된 전자가 관통하는 제1개구부(11)를 상측에 구비한다. 또한 챔버(10)는 캐소드(20), 에미터(30), 게이트(40), 스핀필터(50) 및 애노드(60)를 내부에 실장한다. 캐소드(20), 게이트(40) 및 애노드(60)는 서로 이격되게 위치하되, 캐소드(20) 상에 게이트(40)가 위치하며, 게이트(40) 상에 애노드(60)가 위치한다. 제1개구부(11)의 평면은 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0034] 챔버(10)는 내부가 10^{-7} Torr 이하의 진공 상태로 유지되어야 한다. 이에 따라, 제1개구부(11)를 덮어 내부를 밀폐시키는 제1박막층(11a)을 더 구비하는 것이 바람직하다. 제1박막층(11a)은 절연물질로 이루어지며, 전자가 관통할 수 있도록 두께가 100nm 내지 500nm로 형성되는 것이 바람직하다. 제1박막층(11a)은 산화실리콘, 질화실리콘, 산화알루미늄(AlO_x) 등의 절연 필름이나, ZnO, InGaZnO, AlZnO 등의 산화물 반도체로 이루어질 수 있다. 특히, 공정 시간 및 비용을 고려할 경우, 제1박막층(11a)은 질화실리콘이나 산화물 반도체로 이루어지는 것이 가장 바람직하다.

[0035] 도 2(a),(b)는 본 발명의 제1실시예에 따른 게이트(40)(도 2(a) 참조) 및 애노드(60)(도 2(b) 참조)의 평면을 나타낸다.

[0036] 캐소드(20) 및 애노드(60)는 통상적으로 사용되는 양극 및 음극이다. 즉, 캐소드(20) 및 애노드(60)는 Au, Ni, Ti, Cr 등의 금속, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), AZO(aluminum zinc oxide), IZTO(indium zinc tin oxide) 등의 투명전도성산화물(TCO), 도전성 폴리머, 그래핀 등의 도전성 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 캐소드(20) 및 애노드(60)의 평면은 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0037] 특히, 애노드(60)는, 도 1 및 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 전자가 관통하는 제2개구부(61)를 구비하는 것이 바람직하다. 이때, 에미터(30)로부터 방출된 전자가 챔버(10) 내의 벽면에 부딪혀 전자 방출이 막히지 않도록, 제1개구부(11)와 제2개구부(61)의 위치가 서로 일치하는 것이 바람직하다. 즉, 제2개구부(61) 상에 제1개구부(11)가 위치하는 것이 바람직하다. 제2개구부(61)의 평면은, 도 2(b)에 도시된 바와 같이, 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0038] 게이트(40)는 입력되는 전압에 따라 에미터(30)에서 방출되는 전자의 흐름을 조절하는 구성이다. 게이트(40)는, 도 1 및 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 다수의 제3개구부(41)를 구비한 메쉬 구조(42)(mesh)를 포함하는 것이 바람직하다. 이때, 각 에미터(30)는 제3개구부(41)의 하부에 위치하며, 이에 따라 게이트(40)는 에미터(30)에서 방출된 전자를 확산시켜 전자가 골고루 방출되게 하는 역할을 한다. 게이트(40)는 도전성 물질로 이루어지며, Au, Ni, Ti, Cr 등의 금속, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), AZO(aluminum zinc oxide), IZTO(indium zinc tin oxide) 등의 투명전도성산화물(TCO), 도전성 폴리머, 그래핀 등의 전도성 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 메쉬 구조(42)의 평면은, 도 2(a)에 도시된 바와 같이, 원형으로 형성되는 것이 바람직하

나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0039] 에미터(30)로부터 방출된 전자가 챔버(10) 내의 벽면에 부딪혀 전자 방출이 막히지 않도록, 에미터(30), 제1개 구부(11), 제2개구부(61) 및 메쉬 구조(42)의 위치가 서로 일치하는 것이 바람직하다. 즉, 에미터(30) 상에 메쉬 구조(42)가 위치하고, 메쉬 구조(42) 상에 제2개구부(61)가 위치하며, 제2개구부(61) 상에 제1개구부(11)가 위치하는 것이 바람직하다.
- [0040] 에미터(30)는 캐소드(20)에 의해 공급받은 전자를 애노드(60)를 향해 방출시키는 구성이다. 에미터(30)는 캐소드(20) 상에 적어도 1개 이상이 마련되는 것이 바람직하다. 에미터(30)가 다수개 구비될 경우, 각 에미터(30)는 캐소드(20) 상에 가로 방향 및 세로 방향으로 각각 일정한 간격을 가지고 배열되는 것이 바람직하다. 에미터(30)는 탄소나노튜브(CNT) 외에도 탄소나노파이버, 반도체 나노와이어, 도전성 나노막대, 그래파이트 등으로 구성될 수 있으며, 침상의 형상 외에도 뿔형, 삼각형 등 다양한 형상으로 형성될 수 있다. 특히, 본 발명의 제1실시예에서는 탄소나노튜브로 제조된 에미터(30)가 사용됨으로써 탄소나노튜브 특유의 고효율 전계 방출 특성을 확보할 수 있다. 탄소나노튜브 에미터(30)는 레이저 기상증착법(laser vaporization), 아크방전법(arc discharge), 열-CVD(thermal-CVD), 플라즈마-CVD, HF-CVD(hot filament chemical vapor deposition) 등의 방법으로 형성될 수 있다.
- [0041] 캐소드(20), 게이트(40) 및 애노드(60)는, 도 1에 도시된 바와 같이, 각각 전압을 공급하는 전원(71, 72)에 연결되며, 특히 에미터(30)에서 방출되는 전자의 흐름을 조절할 수 있도록, 캐소드(20)와 게이트(40)는 펄스전압을 공급할 수 있는 전원(72)에 연결되는 것이 바람직하다.
- [0042] 스핀필터(50)는 에미터(30)에서 방출된 전자를 통과시키면서 전자의 스핀(spin)을 일정한 방향으로 정렬시킨다. 스핀필터(50)는 챔버(10) 내에서 에미터(30) 상에 에미터(30)와 이격되게 구비된다. 즉, 스핀필터(50)는 게이트(40)와 애노드(60) 사이에, 더욱 상세하게는 제2개구부(61)와 제3개구부(41) 사이에 구비된다.
- [0043] 도 3(a),(b)는 스핀필터(50)의 일 실시예를 나타내는 도면으로서, 각각 스핀필터(50)의 측면(도 3(a) 참조) 및 평면(도 3(b) 참조)을 나타낸다.
- [0044] 스핀필터(50)는, 도 3(a)에 도시된 바와 같이, 기재층(51), 기재층(51) 상에 마련된 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer, SAM)(52) 및 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52) 상에 마련된 다수의 나선 구조체(53)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0045] 기재층(51)은 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)을 지지하는 층으로서, 전자가 관통할 수 있도록 10nm 내지 100nm의 두께로 형성된다. 기재층(51)의 재질은 특별히 한정되는 것은 아니지만, 플라스틱(plastic), 유리(glass), 석영(quartz) 및 사파이어(sapphire)로 이루어지는 군으로부터 선택될 수 있다.
- [0046] 기재층(51)이 플라스틱으로 이루어질 경우, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리메틸메타아크릴레이트(PMMA), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에테르술폰(PES), 고리형 올레핀 고분자(COC), TAC(Triacetylcellulose), 폴리비닐알코올(Polyvinyl alcohol; PVA) 필름, 폴리이미드(Polyimide; PI), 폴리스틸렌(Polystyrene; PS), 이축연신폴리스틸렌(K레진 함유 biaxially oriented PS; BOPS), 폴리프로필렌(PP), 트리아세틸셀룰로오스(TAC)로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0047] 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)은 접착력이 매우 우수하여 상부에 나선 구조체(63)를 부착시키는 층이다. 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)은 실란계 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)이거나, thiol계 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)으로 이루어질 수 있다. 구체적으로 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)은 100도 이하의 낮은 온도에서 아민 그룹 또는 카르복실산 그룹의 고분자 화합물을 사용하여, 딥 코팅(Dip coating), 스핀코팅(Spin coating), 스프레이 코팅(Spray coating), 프린팅(Printing) 등의 모든 용액 공정을 이용하여 100Å 이하의 두께로 형성될 수 있다.
- [0048] 기재층(51) 및 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)의 평면은 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0049] 나선 구조체(53)는 나선 형태로 형성된 구조체로서, 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(52)에 상에 다수개가 구비된다. 이는 전자가 나선 구조를 갖는 물체를 통과할 경우, 그 스핀(spin) 방향이 일정한 방향으로 정렬되는 현상(chiral-induced spin selectivity ; CISS)이 발생하기 때문이다. 즉, 스핀이 정렬되지 않은 전자들이 비대칭 나선형 구조체(chiral molecule)를 통과하면서 정전기적 필드(electrostatic field)를 받게 되고, 이는 곧 자기장(magnetic field)을 형성하게 된다. 이 자기장은 전자의 스핀에 영향을 주어, 비정렬된 스핀

중에 한 방향의 스핀만 나선 구조체를 통과할 수 있게 한다. 이를 chiral-induced spin selectivity 현상이라고 한다. 구체적으로, 나선 구조체(63)는 DNA나 단백질(protein) 등과 같이 비대칭 나선 구조를 갖는 바이오물질(chiral biomaterial)로 이루어질 수 있다.

[0050] 도 4(a),(b)는 스핀필터(50)의 다른 일 실시예를 나타내는 도면으로서, 각각 스핀필터(50)의 측면(도 4(a) 참조) 및 평면(도 4(b) 참조)을 나타낸다.

[0051] 스핀필터는, 도 4에 도시된 바와 같이, 자성 물질로 이루어진 제1자성층(54) 및 제2자성층(56), 제1자성층(54)과 제2자성층(56) 사이에 마련된 절연층(55)을 포함하는 것이 바람직하다.

[0052] 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)은 자성을 갖는 층으로서, 터널링 자기저항(Tunneling magnetoresistance ; TMR)을 갖는다. 즉, 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)은 자계에 따라 전기 저항이 변하는 특성이 있으며, 특히 낮은 전기 저항일 때 그에 상응하는 스핀 편향된 전자를 통과시킨다.

[0053] 예를 들어, 제1자성층(54)이 스핀업(spin-up) 전자만 통과할 수 있도록 자기 정렬되어 있고, 제2자성층(56)이 스핀다운(spin-down) 전자만 통과할 수 있도록 자기 정렬되어 있다면, 스핀업(spin-up) 전자는 제2자성층(56)에서 자기 저항의 영향을 받아 통과하지 못하게 되고, 스핀다운(spin-down) 전자는 제1자성층(54)에서 자기 저항의 영향을 받아 통과하기 못하게 된다. 반면, 제1 및 제2자성층(54, 56) 모두가 같은 방향으로 자기 정렬되어 있다면, 스핀이 동일한 전자만이 이들 제1 및 제2자성층(54, 56)을 모두 통과하게 된다. 이때, 전자는 제1 및 제2자성층(54, 56) 사이에 구비된 박막의 절연층(55)을 터널링 효과(tunneling effect)에 의해 통과하게 된다.

[0054] 즉, 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)은 동일한 자화방향을 갖도록 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 전자기장을 인가한 상태에서 자성 물질을 스퍼터링 방식으로 증착함으로써, 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)의 자화 방향을 정렬할 수 있다. 또한, 자성 물질을 외부 자기장이 없는 상태에서 증착한 후, 전자기장을 인가할 수 있는 챔버 내로 이동시켜 강한 전자기장을 인가함으로써, 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)의 자화 방향을 정렬할 수도 있다.

[0055] 구체적으로, 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)은 각각 Ni, Co, Fe로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나를 이용하여 형성되거나, 이들 중 어느 하나 이상을 포함하는 합금을 이용하여 형성될 수 있다. 예를 들어, 합금의 경우, CoFe, CoFeB, CoNi, NiFe, CoFeSiB, FePt, NiPt, CoPt, 호이슬러 합금(Heusler alloy, CoCrFeAl) 등이 될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1자성층(54) 및 제2자성층(56)은 화학기상증착법(CVD), 플라즈마 여기 CVD(plasma enhanced CVD, PECVD), 저압 CVD(low pressure CVD, LPCVD), 물리기상증착법(physical vapor deposition, PVD), 스퍼터링(sputtering), 원자층 증착법(atomic layer deposition, ALD) 등의 증착 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0056] 절연층(55)은 절연물질로 이루어지는 층으로서, 전자가 갖는 스핀(spin) 방향에 따라 전자를 선택적으로 투과시킨다. 절연층(55)은 너무 두꺼울 경우 전자의 투과가 잘 일어나지 않을 수 있으므로, 이를 고려하여 수Å 내지 수십Å의 두께로 마그네슘 산화물(Mg_xO_y)이나 금속산화물로 형성되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 절연층(55)이 금속산화물일 경우, 알루미늄 산화물(Al_xO_y), 하프늄 산화물(Hf_xO_y), 지르코늄 산화물(Zr_xO_y), 이트륨 산화물(Y_xO_y), 란탄 산화물(La_xO_y), 탄탈륨 산화물(Ta_xO_y), 프라세오디뮴 산화물(Pr_xO_y), 및 티타늄 산화물(Ti_xO_y), 알루미늄 실리콘 산화물($AlxSi_yO_z$), 지르코늄 실리콘 산화물($ZrSi_xO_y$), 및 하프늄 실리콘 산화물($HfSi_xO_y$) 중의 어느 하나를 포함할 수 있으며, 이들의 조합으로 이루어질 수도 있다.

[0057] 제1자성층(54), 절연층(55) 및 제2자성층(56)의 평면은, 도 4(b)에 도시된 바와 같이, 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0058] 본 발명의 제1실시예에 따른 스핀 편향 전자층은 냉음극 전자 방출(cold cathode emission)에 의해 전자를 방출하는 것으로서, 전자를 방출하는 원리는 다음과 같다. 즉, 게이트(40)와 캐소드(20)에 인가된 전압에 따라 캐소드(20)를 거쳐 에미터(30)로 공급된 전자들은 애노드(60)에 인가된 전압에 의해 가속화되어 에미터(30)로부터 방출된다. 이때 방출된 전자들의 스핀은, 도 1에 파란색 및 붉은색으로 표시된 바와 같이, 방향이 일정하지 않다. 하지만 이 전자들은 에미터(30) 상에 이격되게 구비된 스핀필터(50)를 통과하면서, 도 1에 붉은색으로 표시된 바와 같이, 그 스핀(spin)의 방향이 일정하게 정렬되며, 이와 같이 스핀 편향된 전자들은 챔버(10)의 제1개 구부(11)를 거쳐 외부로 최종 방출된다.

- [0059] 도 5는 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총을 나타낸다.
- [0060] 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은, 도 5에 도시된 바와 같이, 챔버(100), 캐소드(200), 에미터(300), 게이트(400), 애노드 결합체(500), 스핀필터(600) 및 집속전극(700)을 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.
- [0061] 본 발명의 제1실시예와 동일하게, 챔버(100)는 제1개구부(110)를 포함하고, 게이트(400)는 다수의 제2개구부(410)를 구비한 메쉬 구조(420)를 포함한다.
- [0062] 챔버(100), 제1개구부(110), 캐소드(200), 에미터(300), 게이트(400), 제3개구부(410) 및 메쉬 구조(420)는 본 발명의 제1실시예에서 설명한 내용과 동일하므로, 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0063] 도 6은 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총의 애노드 결합체(500)의 측면을 나타낸다.
- [0064] 도 7(a),(b),(c)는 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총의 애노드 결합체(500)의 평면을 나타낸다.
- [0065] 애노드 결합체(500)는 제1개구부(110)를 덮어 챔버(100)를 밀폐시키는 것으로서, 에미터(300)에서 방출된 전자를 관통시켜 챔버(100)의 외부로 배출한다. 애노드 결합체(500)는, 도 6에 도시된 바와 같이, 애노드(510), 제2박막층(520) 및 제3박막층(530)을 포함하여 구성된다.
- [0066] 애노드(510)는 통상적으로 사용되는 양극으로서, 전자가 관통하는 제2개구부(511)를 구비한다. 애노드(510)와 제2개구부(511)는 본 발명의 제1실시예에서 설명한 내용과 동일하므로, 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0067] 제2박막층(520)은 애노드(510)의 상부에 마련되는 절연막으로서, 제2개구부(511)를 덮도록 형성되어 제1개구부(110)를 밀폐시킨다. 또한, 제3박막층(530)은 애노드(510)의 하부에 마련되는 절연막으로서, 제2개구부(511)와 연결되는 제4개구부(531)를 구비한다. 제3박막층(530)이 애노드(510)의 하부에 구비됨에 따라, 에미터(300)에서 방출되어 애노드(510) 측으로 유도된 전자는 애노드(510)로 흡수되지 않고, 제4개구부(531) 및 제2개구부(511)를 거쳐 제2박막층(520)을 관통하여 외부로 배출된다. 제2박막층(520) 및 제3박막층(530)은 산화실리콘, 질화실리콘, 알루미늄산화막(AlO_x) 등의 절연 필름이나, ZnO , $InGaZnO$, $AlZnO$ 등의 산화물 반도체로 이루어질 수 있다.
- [0068] 애노드(510), 제2박막층(520), 제3박막층(530), 제2개구부(511) 및 제4개구부(531)의 평면은, 도 7(a),(b),(c)에 도시된 바와 같이, 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0069] 애노드 결합체(500)는 본 발명의 제1실시예에 따른 스핀 편향 전자총에서 애노드(60) 및 제1박막층(11)을 대체할 수도 있다.
- [0070] 도 8 내지 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총에서 애노드 결합체(500)가 제1개구부(110)를 덮는 각 실시예를 나타낸다.
- [0071] 도 8 내지 도 10을 참조하면, 애노드 결합체(500)는 제1개구부(110) 상에 구비될 수 있고(도 8 참조), 제1개구부(110)의 하부에 구비될 수 있으며(도 9 참조), 제1개구부(110) 사이에 구비될 수도 있다.
- [0072] 도 11은 애노드 결합체(500) 및 스핀필터(600)의 일 실시예를 나타낸다.
- [0073] 도 12는 애노드 결합체(500) 및 스핀필터(600)의 다른 일 실시예를 나타낸다.
- [0074] 스핀필터(600)는, 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 애노드 결합체(500) 상에 위치하는 것이 바람직하다. 다만, 도 11에 도시된 바와 같이, 다수의 나선 구조체(620)를 포함하는 스핀필터(600)의 경우, 도 3에 도시된 기재층(51)은 제외하고, 제2박막층(520) 상에 자기 조립 단분자층(self assembly monolayer)(610)이 구비되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0075] 도 11 및 도 12에 도시된 스핀필터(600)의 구체적인 구성, 즉 자기 조립 단분자층(610), 나선 구조체(620), 제1자성층(630), 절연층(640) 및 제2자성층(650)은 도 3 및 도 4에서 설명한 내용과 동일하므로, 이하 설명을 생략하도록 한다.
- [0076] 집속 전극(700)은 에미터(300)에서 방출되어 게이트(400)를 거치면서 넓게 퍼지게 된 전자를 집속시키는 전극이다. 집속 전극(700)은, 도 5에 도시된 바와 같이, 전자가 집속 관통하는 제5개구부(710)를 구비하며, 게이트(400)와 애노드 결합체(500) 사이에 위치하는 것이 바람직하다. 집속 전극(700)은 Au, Ni, Ti, Cr 등의 금속,

ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), AZO(aluminum zinc oxide), IZTO(indium zinc tin oxide) 등의 투명전도성산화물(TCO), 도전성 폴리머, 그래핀 등의 도전성 물질로 형성되는 것이 바람직하다. 집속 전극(700)과 제5개구부(710)의 평면은 원형으로 형성되는 것이 바람직하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0077] 특히, 에미터(300)로부터 방출된 전자가 챔버(100) 내의 벽면에 부딪혀 전자 방출이 막히지 않도록, 에미터(300), 제1개구부(110), 메쉬 구조(420) 및 제5개구부(710)의 위치가 서로 일치하는 것이 바람직하다. 즉, 에미터(300) 상에 메쉬 구조(420)가 위치하고, 메쉬 구조(420) 상에 제5개구부(710)가 위치하며, 제5개구부(710) 상에 제1개구부(110)가 위치하는 것이 바람직하다.

[0078] 캐소드(200), 게이트(400) 및 애노드 구조체(600)는, 도 5에 도시된 바와 같이, 각각 전압을 공급하는 전원(810, 820, 830)에 연결되며, 특히 에미터(300)에서 방출되는 전자의 흐름을 조절할 수 있도록, 게이트(400)는 펄스전압을 공급할 수 있는 전원(820)에 연결되는 것이 바람직하다. 또한, 애노드 구조체(600)에 그라운드(GND)를 연결하고, 캐소드(200)에 음의 전압을 공급할 수도 있다.

[0079] 이하에서는 도 13 내지 도 15를 참조하여 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총에서 에미터(30, 300)의 전자방출 특성을 향상시키기 위해 부가되는 구성에 관하여 설명한다.

[0080] 먼저, 에미터(30, 300)의 전자방출 특성을 향상시키기 위해, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은, 도 13 내지 도 15에 도시된 바와 같이, 캐소드(20, 200)와 에미터(30, 300) 사이에 마련된 전계방출기관(900)을 더 포함한다.

[0081] 전계방출기관(900)은 전계방출소자에서 에미터를 구비하도록 마련되는 통상적인 웨이퍼이다. 즉, 전계방출기관(900)은 에미터(30, 300)를 상부에 실장한다.

[0082] 전계방출기관(900) 상부에 형성된 에미터(30, 300)의 전자방출 특성은 캐소드(20, 200)와 전계방출기관(900) 간의 접촉 저항에 영향을 크게 받는다. 만일, 캐소드(20, 200)와 전계방출기관(900) 간의 접촉이 균일하지 않을 경우에는 접촉 저항의 증가로 인해 전자방출 특성이 크게 저하된다. 특히, 캐소드(20, 200)와 전계방출기관(900)을 접착제를 이용하여 접착하게 되면 가스배출(outgasing)과 진공 접합 공정 중의 열에 의한 접착특성 저하, 접착제 확산에 의해 단선(Short) 또는 이물질에 의한 아킹(arc)이 발생할 수도 있다.

[0083] 즉, 캐소드(20, 200)와 전계방출기관(900)을 균일하게 안정적으로 접착시키면서 동시에 접촉 저항을 감소시킴으로써, 전자방출의 특성을 향상시킬 필요가 있다.

[0084] 이를 위한 제1실시예로서, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은, 도 13에 도시된 바와 같이, 전계방출기관(900)의 하부에 마련된 금속성의 제1캐리어층(910)을 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0085] 제1캐리어층(910)은 금속층으로서, 균일하고 안정적으로 접착되고 접촉 저항이 감소될 수 있도록 열합착 공정을 통해 전계방출기관(900)에 접착되는 것이 바람직하다. 구체적으로, 제1캐리어층(910)은 금, 은, 구리, 주석, 알루미늄, 니켈, 아연, 백금, 몰리브덴, 티탄으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 금속 또는 이들 금속의 합금 중 어느 하나로 구성되는 것이 바람직하다.

[0086] 또한, 제1캐리어층(910)은 하부에 제1요철부(911)를 구비할 수 있다. 즉, 전자방출의 특성을 향상시키기 위한 제2실시예로서, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은, 도 14에 도시된 바와 같이, 하부에 요철이 형성된 제1요철부(911)를 구비하며, 전계방출기관(900)의 하부에 마련된 금속성의 제1캐리어층(910)을 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0087] 제2실시예에 따라, 캐소드(20, 200)는, 상부에 제1캐리어층(910)의 제1요철부(911)에 대응하는 반대 요철이 형성된 제2요철부(21, 210)를 구비하고, 제2요철부(21, 210)가 제1캐리어층(910)의 제1요철부(911)에 요철 결합된다.

[0088] 특히, 요철 결합은 제1캐리어층(910)과 캐소드(20, 200) 간에 분리 및 재결합이 가능한 형태인 것이 바람직하다. 즉, 제1캐리어층(910)에 형성된 요철은 나사산이나 핀 형상으로 형성된다. 이에 따라, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은 에미터(30, 300)의 수명이 다할 경우에 새로운 에미터(30, 300)로 교체할 수 있어 비용 경제적이다. 이와 같이 제1캐리어층(910)을 캐소드(20, 200)에 결합할 때, 열합착 방식, 볼트·너트 결합방식, 또는 핀고정 방식 등을 이용하는 것이 바람직하다.

[0089] 또한, 전자방출의 특성을 향상시키기 위한 제3실시예로서, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자

층은 전계방출기관(900) 및 제1캐리어층(910) 외에도, 도 15에 도시된 바와 같이, 하부에 요철이 형성된 제3요철부(921)를 구비하고, 제1캐리어층(910)의 하부에 마련된 금속성의 제2캐리어층(920)을 더 포함하여 구성되는 것이 바람직하다.

[0090] 제3실시예에 따라, 캐소드(20, 200)는, 상부에 제2캐리어층(920)의 제3요철부(921)에 대응하는 반대 요철이 형성된 제4요철부(22, 220)를 구비하고, 제4요철부(22, 220)가 제2캐리어층(920)의 제3요철부(921)에 요철 결합된다.

[0091] 제2캐리어층(920)은 금속층으로서, 열합착 공정을 통해 제1캐리어층(910)에 접착될 수 있으나, 전도성 접착 중간재층(930)을 이용하여 제1캐리어층(910)에 접착되는 것이 바람직하다. 구체적으로, 제2캐리어층(920)은 금, 은, 구리, 주석, 알루미늄, 니켈, 아연, 백금, 몰리브덴, 티탄으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나의 금속 또는 이들 금속의 합금 중 어느 하나로 구성될 수 있으며, 특히, 알루미늄, 서스(SUS), 코바(Kovar)로 구성되는 것이 가장 바람직하다.

[0092] 중간재층(930)은 제1캐리어층(910)과 제2캐리어층(920)을 라미네이팅하는 전도성 재질의 금속 접착제로서, 공지의 접착제, 탄성중합체 및 수지가 사용될 수 있다. 예컨대, 중간재층(930)은 시아노아크릴레이트(cyanoacrylate) 접착제, 에폭시 접착제, 아크릴 접착제, 폴리우레탄 접착제, 나일론 수지 및 열경화성 수지인 페놀 수지일 수 있으며, 이것으로만 제한되는 것은 아니다.

[0093] 특히, 요철 결합은 제2캐리어층(920)과 캐소드(20, 200) 간에 분리 및 재결합이 가능한 형태인 것이 바람직하다. 즉, 제2캐리어층(920)에 형성된 요철은 나사산이나 핀 형상으로 형성된다. 이에 따라, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은 에미터(30, 300)의 수명이 다할 경우에 새로운 에미터(30, 300)로 교체할 수 있어 비용 경제적이다. 이와 같이, 제2캐리어층(920)을 캐소드(20, 200)에 결합할 때, 열합착 방식, 볼트·너트 결합방식, 또는 핀고정 방식 등을 이용하는 것이 바람직하다.

[0094] 이상과 같이 설명한 제1캐리어층(910) 및 제2캐리어층(920)은 캐소드(20, 200)와 전계방출기관(900) 간의 접착을 균일하게 유지시키고, 저항을 감소시키며, 이에 따라 이들을 구비한 에미터(30, 300)는 전자방출 특성이 향상된다.

[0095] 또한, 서로 요철 결합되는 제1요철부(911)와 제2요철부(21, 210), 제3요철부(921)와 제4요철부(22, 220)는 각각 다수의 요철이 형성되어 요철 결합될 수도 있다.

[0096] 한편, 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총은 의료장치, 전자를 조사하여 시료 표면을 관찰하는 전자현미경(electron microscope), 시료 표면의 스핀 편향 정도나 전하 밀도(charge density)를 측정하는 입자물리 실험장치 등 다양한 장치에 이용될 수 있으며, 구체적으로 이러한 장치들에서 전자를 조사하는 전자소스부에 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총이 이용된다.

[0097] 전자현미경(electron microscope)으로는 전자빔을 샘플 표면 한 점에 맞추어 보고자 하는 시료영역을 스캔(scan)하여 영상을 생성하는 주사전자현미경(scanning electron microscope, SEM), 전자빔이 전기장에 의해 시료로 가속되고, 자기장을 이용한 전자렌즈에 의해 형광판이나 사진필름에 초점을 만들고 시료를 투과시켜 영상을 생성하는 터널전자현미경(tunneling electron microscope, TEM) 및 시료 표면에 전자를 조사한 후 전자가 터널링을 일으키는 현상으로부터 시료의 구조를 알아내는 주사터널링현미경(scanning tunneling microscope, STM)이 있다.

[0098] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치를 설명하도록 한다.

[0099] 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치는 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총을 포함하여 구성되는 것으로서, 사람이나 동물의 신체 특정 부위의 상태를 알아보기 위해 사용된다.

[0100] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치는, 자기 발생부, 스핀 편향 전자총 및 측정부를 포함하여 구성된다.

[0101] 자기 발생부는 사람이나 동물의 신체 특정 부위의 세포가 자기 정렬되도록 자기장을 형성한다. 신체 특정 부위에 강한 자기장을 걸어주는 이유는 세포 속의 비정렬된 스핀 전자들을 어느 정도 정렬시킨 후, 스핀 편향된 전자를 조사하여 전자가 흡수되는 정도에 따라 세포(예를 들어, 일반세포와 암세포)들을 구분하기 위함이다. 예를

들어, 자기 발생부는 원통형의 코어, 코어를 중심으로 권선되어 전원이 공급되면 자기장을 발생시키는 도체, 권선된 도체 사이를 절연시키는 절연체로 포함하여 구성될 수 있다. 코어는 도체가 권선될 수 있도록 도체를 지지하는 중심부로서, 원통형 외에도 다양한 형상으로 형성될 수 있고, 유리섬유재질이나 기타 다양한 절연(絶緣) 물질로 이루어질 수 있으며, 그 외에도 도전물질로 이루어질 수 있다. 도체는 전류의 공급에 의해 자기장을 발생시키도록 도전물질로 이루어지는 것으로서, 코일형상이나 소정의 두께를 갖는 판 형상으로 형성되어 코어에 권선될 수 있다. 절연체는 코어에 권선된 도체 사이의 부분이 통전되는 것을 막기 위해 구비되는 것으로서, 에폭시그라스, 마이카쉬트, 폴리이미드, 폴리에스터필름 및 유리섬유 등의 다양한 절연물질로 이루어질 수 있으며, 도체의 표면에 코팅되어 도체와 함께 코어에 권선될 수도 있다.

[0102] 스핀 편향 전자총은 도 1 내지 도 12에 따라 설명한 본 발명의 제1 및 제2실시예에 따른 스핀 편향 전자총으로서, 자기 발생부에서 발생된 자기장에 의해 자기 정렬된 사람이나 동물의 신체 특정 부위의 세포에 스핀 편향된 전자를 조사한다.

[0103] 측정부는 자기 정렬된 세포에서 스핀 편향된 전자가 흡수되는 정도를 측정하는 것으로서, 전자를 수집하는 검출기를 포함한다. 즉, 세포의 종류에 따라 스핀 편향된 전자를 흡수하는 정도가 달라지며, 측정부는 세포에 조사된 후 재방출되는 전자를 검출하여 세포의 전자 흡수율을 측정하게 된다.

[0104] 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치를 이용하여, 세포 주변에 자기장을 형성하여 세포들을 정렬하고, 자기장에 의해 정렬된 세포에 스핀 편향된 전자를 조사하면, 이들 세포의 종류에 따라 스핀 편향된 전자를 흡수되는 정도가 다르게 된다. 예를 들어, 암 세포나 일반 세포는 스핀 편향 전자에 대해 서로 다른 흡수율을 갖고 있으며, 이를 이용하면 실시간으로 암 검진 및 암 치료가 가능하다. 이는 일반 세포와 암세포의 자화율(magnetic susceptibility)이 서로 차이가 나기 때문이다. 즉, 자화율에 따라 스핀 편향된 전자의 흡수 정도가 달라지므로, 일반세포와 암세포를 구분할 수 있게 된다.

[0105] 의학 분야에서 암 세포와 일반 세포의 구분은 매우 중요하다. 암 세포는 수술로 제거한다 할지라도 일부가 남아 있으면 다시 재발할 수 있고, 이를 우려하여 대부분 수술 시 불필요하게 일반 세포까지 제거하게 되어 암 수술 이후에도 환자들의 회복이 더디게 되거나, 기존 장기가 기능을 제대로 수행하기 어렵게 된다. 또한, 암 세포 제거 수술 후에도 의료 진단 장비를 이용하여 암 세포의 잔존 여부도 확인해야 한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치를 이용하면, 일반 세포와 암 세포를 정밀하게 구분하여 일반 세포의 보존과 함께 암 세포만을 정확하게 제거할 수 있어, 상기와 같은 복잡한 과정을 줄일 수 있다.

[0106] 구체적으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 의료장치를 이용한 암 치료의 과정은 다음과 같다.

[0107] 먼저, 환자의 장기에 국부적으로 자기장을 걸어 세포들을 자기 정렬시킨 다음, 스핀 편향된 전자를 이들 세포에 조사하여 일반 세포(X), 암 세포(Y)의 흡수율을 측정한다. 그 후, 해당 장기의 암 세포 부위를 제거한 다음, 수술 부위에 스핀 편향된 전자를 재조사하여 흡수율을 측정한다. 흡수율이 일반 세포의 흡수율에 해당하는 값이 나오면, 암 세포가 완전히 제거된 것이며, 그렇지 않을 경우, 암 세포가 완전히 제거되지 않은 것이므로 암 세포 부위를 다시 제거한다. 이에 따라, 수술 중에 암 세포 제거의 성공여부를 바로 확인할 수 있어, 수술의 효율성을 높이고 암 세포를 완전히 제거할 수 있다.

[0108] 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 발명의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

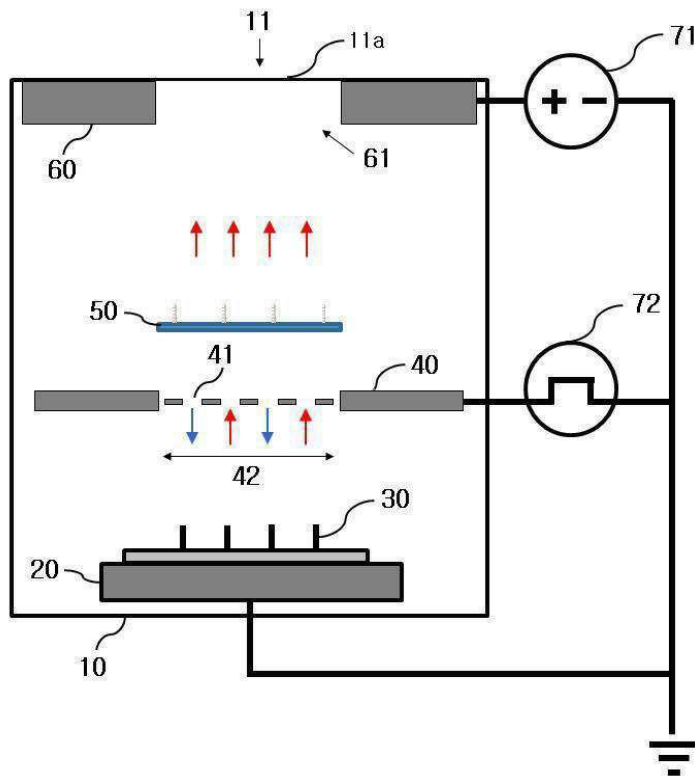
부호의 설명

[0109] 10, 100 : 챔버 11, 110 : 제1개구부
11a : 제1박막층 20, 200 : 캐소드
21, 210 : 제2요철부 22, 220 : 제4요철부
30, 300 : 에미터 40, 400 : 게이트

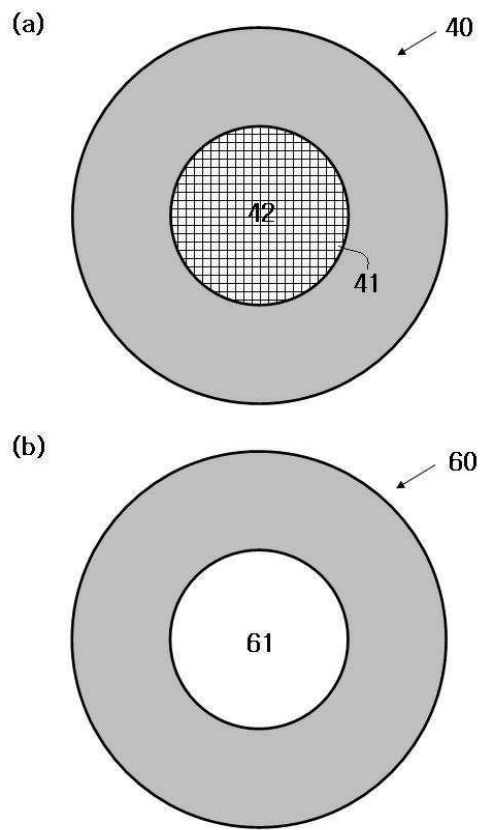
41, 410 : 제3개구부 42, 420 : 메쉬 구조
 50, 600: 스핀필터 51 : 기재층
 52, 610 : 자기 조립 단분자층
 53, 620 : 나선 구조체 54, 630 : 제1자성층
 55, 640 : 절연층 56, 650 : 제2자성층
 60, 510 : 애노드 61, 511 : 제2개구부
 71, 72, 810, 820, 830 : 전원
 500 : 애노드 결합체 520 : 제2박막층
 530 : 제3박막층 531 : 제4개구부
 700 : 집속 전극 900 : 전계방출기판
 910 : 제1캐리어층 911 : 제1요철부
 920 : 제2캐리어층 921 : 제3요철부
 930 : 중간재층

도면

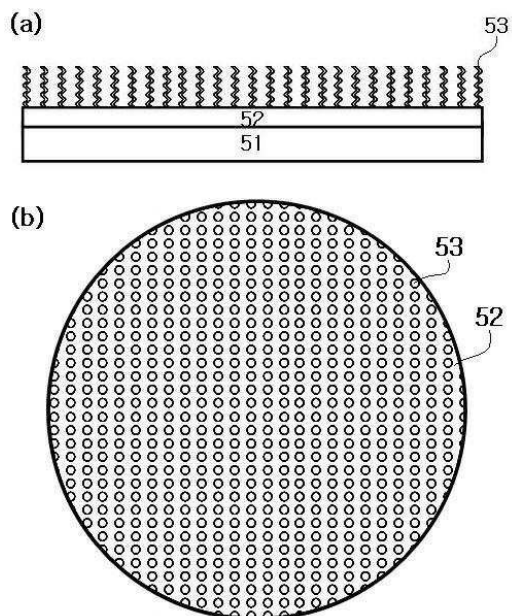
도면1



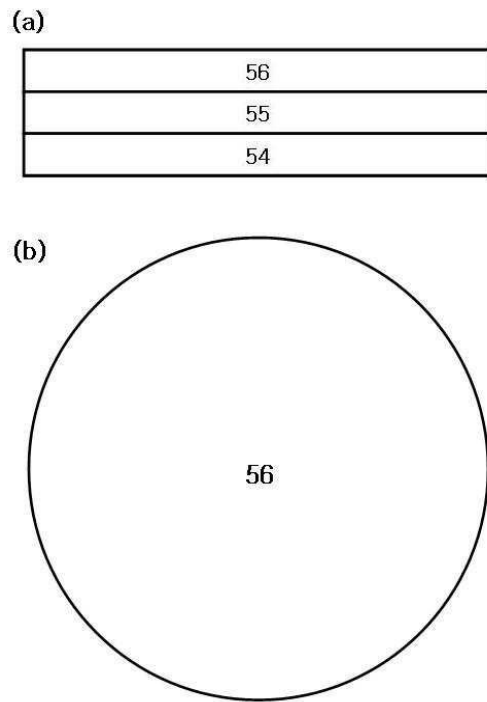
도면2



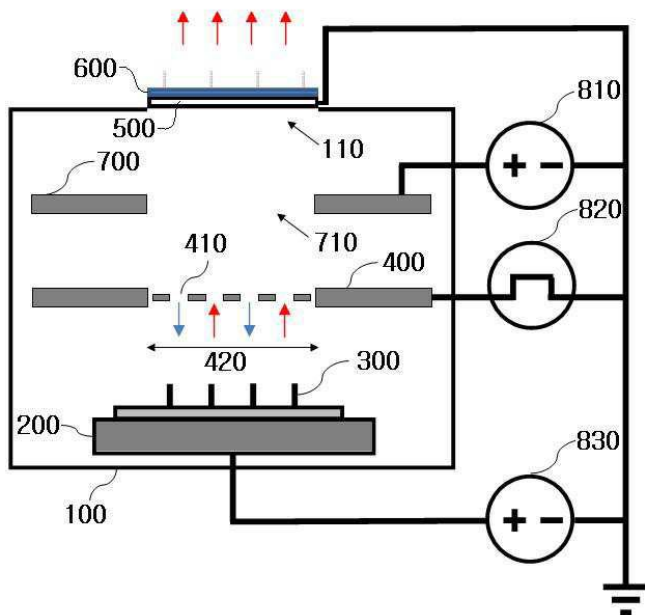
도면3



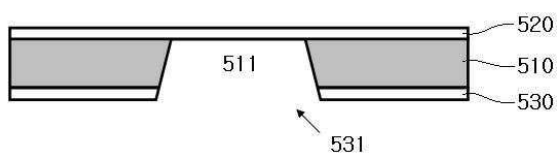
도면4



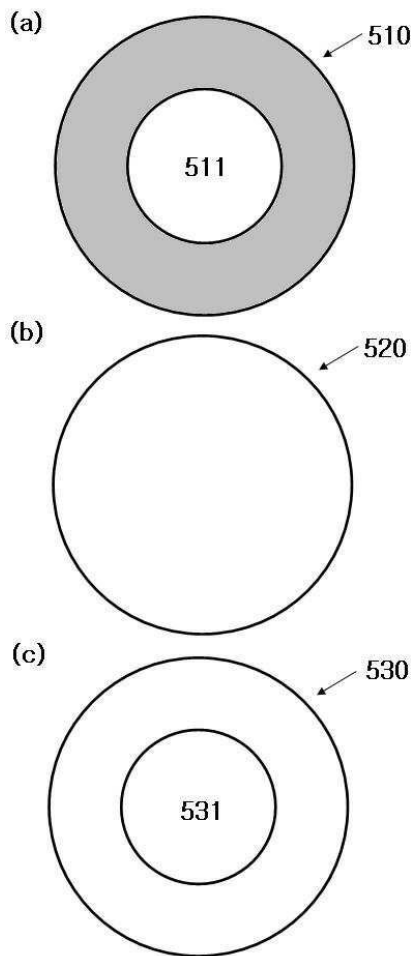
도면5



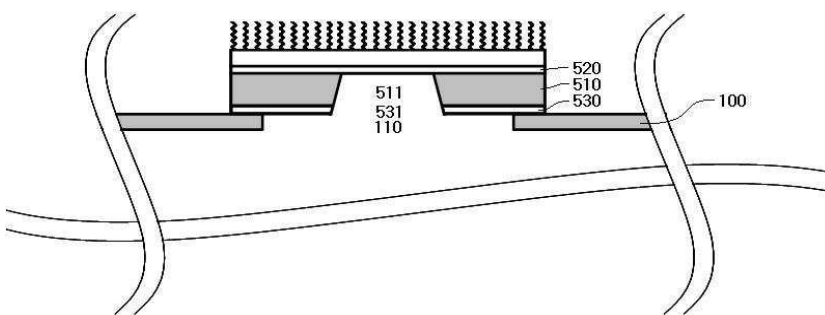
도면6



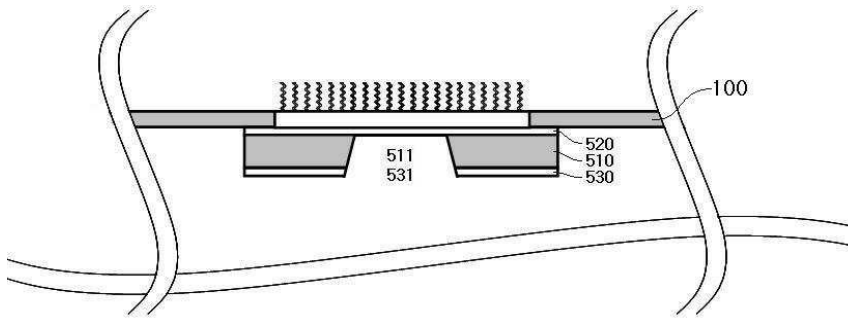
도면7



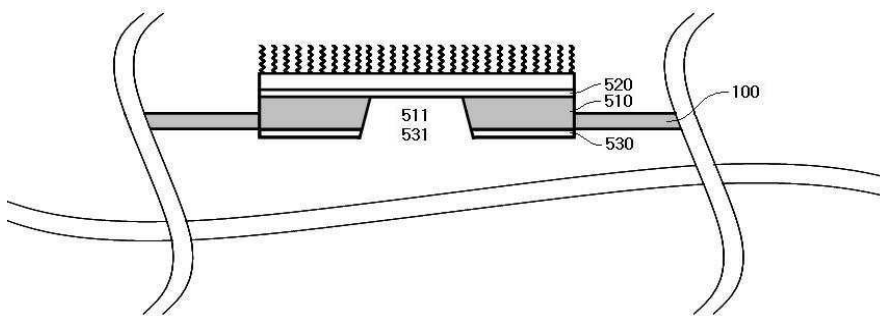
도면8



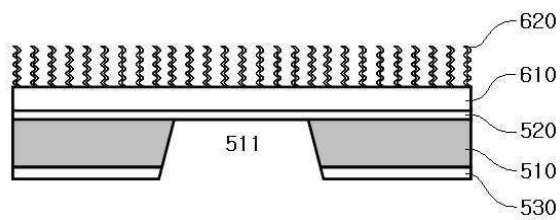
도면9



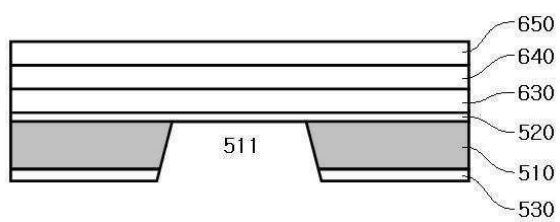
도면10



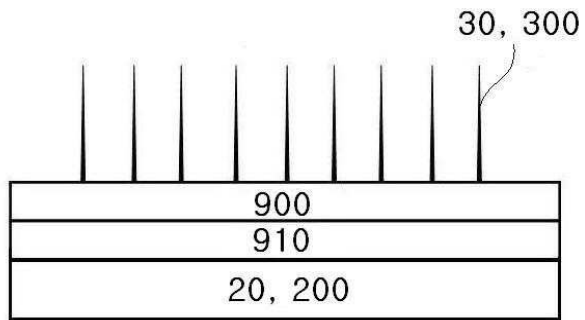
도면11



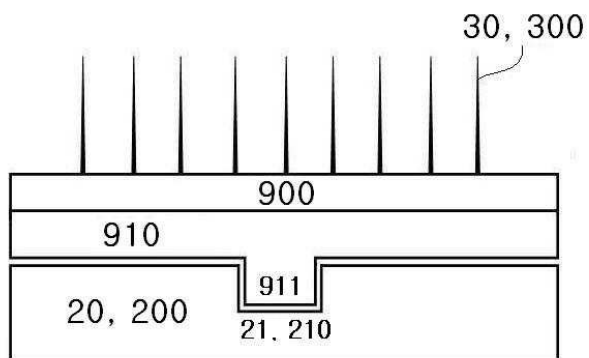
도면12



도면13



도면14



도면15

