



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년08월09일
(11) 등록번호 10-1172811
(24) 등록일자 2012년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01J 1/304 (2006.01) H01J 9/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0090969
(22) 출원일자 2010년09월16일
심사청구일자 2010년09월16일
(65) 공개번호 10-2012-0029104
(43) 공개일자 2012년03월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050058857 A

(73) 특허권자
한국전기연구원
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
(72) 발명자
방 옥
경상남도 창원시 상남동 45 성원아파트 504동 502호
차승일
경상남도 창원시 의창구 창원천로94번길 19, 103동 2508호 (대원동, 더시티세븐 자이)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인부경

전체 청구항 수 : 총 10 항

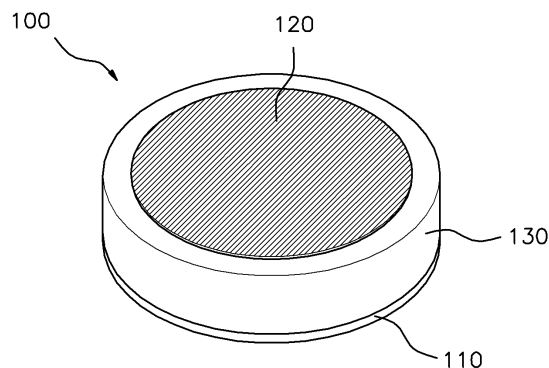
심사관 : 박남현

(54) 발명의 명칭 **금속산화물을 이용한 고출력 전계방출 소자의 제조방법 및 금속산화물을 이용한 고출력 전계방출 소자**

(57) 요약

본 발명은 전계방출 소자의 제조방법 및 그 전계방출 소자에 관한 것으로서, 금속 디스크를 가공하는 제1단계와; 상기 가공된 금속 디스크의 배면에 내산화층을 형성하는 제2단계와; 상기 금속 디스크의 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착하는 제3단계와; 상기 금속층이 증착된 금속 디스크를 산화시켜, 상기 금속 디스크의 상면에서 상기 금속층이 증착되지 않은 부분에서는 금속 나노선을 성장시키고, 상기 금속층이 증착된 금속 디스크의 측면 및 상면 가장자리 부분에는 금속산화물 절연층을 성장시키는 제4단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고출력 전계방출 소자의 제조방법 및 이러한 제조방법에 의해 제조된 금속산화물을 이용한 고출력 전계방출 소자를 기술적 요지로 한다. 이에 의해 금속 디스크의 배면 및 측면 그리고 가장자리에서의 나노선 성장을 억제하는 공정을 개발하여 간단한 공정으로 저가의 나노선을 이용한 전계방출 소자의 제작이 가능하며, 전계방출 소자의 가장자리에서 발생하는 아크방전으로 인해 소자 및 전원회로의 파괴를 막아 소자의 특성을 향상시킬 수 있어 고효율, 고출력의 전계방출 소자의 제조를 용이하게 하는 이점이 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

강인호

경상남도 진주시 강남로 45, 115동 402호 (주약동,
금호석류마을)

주성재

경상남도 창원시 성산구 삼정자로 79, 111동 403호
(성주동, 유니온빌리지)

황규현

경상남도 창원시 성산구 가음정로 85, 한국전기연
구원아파트 나동 302호 (가음동)

신윤지

경상남도 김해시 장유면 계동로 76-56, 갑오마을부
영아파트 606동 1801호

특허청구의 범위

청구항 1

금속 디스크(100)를 가공하는 제1단계와;

상기 가공된 금속 디스크(100)의 배면에 내산화층(110)을 형성하는 제2단계와;

상기 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착하는 제3단계와;

상기 금속층이 증착된 금속 디스크(100)를 산화시켜, 상기 금속 디스크(100)의 상면에서 상기 금속층이 증착되지 않은 부분에서는 금속 나노선(120)을 성장시키고, 상기 금속층이 증착된 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에는 금속산화물 절연층(130)을 성장시키는 제4단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 금속 디스크(100)는 Cu를 사용하며, 상기 금속 나노선(120)은 CuO인 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 내산화층(110)은,

Au, Pt, Mo, Mo 버퍼층 상면에 Au막을 증착한 것 4가지 중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 금속층은 Al을 사용하며, 상기 금속산화물 절연층(130)은 Al₂O₃인 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법.

청구항 5

제 1항 내지 제 4항 중의 어느 한 항에 있어서, 제4단계의 산화조건은 공기 분위기에서 350℃~600℃의 온도범위에서 3시간~6시간 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법.

청구항 6

전계방출 소자의 음극으로 사용되는 금속 디스크(100)와;

상기 금속 디스크(100)의 배면에 형성된 내산화층(110)과;

상기 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착하여 이를 산화시켜 형성되고, 상기 금속 디스크(100)의 상면에서 상기 금속층이 증착되지 않은 부분에 형성되어 전계방출 소자의 전계방출팁으로 사용되는 금속 나노선(120)과;

상기 금속 나노선(120)과 동시에 형성되며, 상기 금속층이 증착된 상기 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리에 형성되는 금속산화물 절연층(130);을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자.

청구항 7

제 6항에 있어서, 상기 금속 디스크(100)는 Cu를 사용하며, 상기 금속 나노선(120)은 CuO인 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자.

청구항 8

제 6항에 있어서, 상기 내산화층(110)은,

Au, Pt, Mo, Mo 버퍼층 상면에 Au막을 증착한 것 4가지 중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자.

청구항 9

제 6항에 있어서, 상기 금속층은 Al을 사용하며, 상기 금속산화물 절연층(130)은 Al₂O₃인 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자.

청구항 10

제 6항 내지 제 9항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에 증착된 금속층의 산화는 공기 분위기에서 350℃~600℃의 온도범위에서 3시간~6시간 동안 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 전계방출 소자의 제조방법 및 그 전계방출 소자에 관한 것으로서, 특히 금속 디스크로부터 특정한 면에 나노선을 성장시키고 동시에 가장자리 부분에는 절연층을 성장시켜 전계방출 소자의 제조를 간단하게 하며, 전계방출 소자의 가장 자리에서의 아크 방전을 억제하는 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자의 제조방법 및 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 전계방출 효과를 이용한 디바이스를 만들기 위해서는 음극으로부터 전계에 의해 전자를 효율적으로 방출할 수 있는 구조가 중요하다. 따라서, 음극은 구조적으로는 전계 집중이 쉽게 일어나야 하기 때문에 곡률반경이 작은 구조가 유리하며, 재료적으로는 전계에 의해 전자가 쉽게 탈출할 수 있도록 일함수가 작은 물질을 음극으로 사용하는 것이 유리하다. 이러한 음극의 형태로는 피라미드형 혹은 원뿔형의 침모양이 많이 사용되었으나, 최근에는 나노막대 혹은 나노튜브 또는 나노입자가 많이 사용되고 있다.

[0003] 최근 반도체 금속산화물 나노선을 이용하여 전계방출 소자로 적용하고자 많은 시도들이 있었다. 그중에서도 CuO 나노선의 경우에는 공기중에서 산화공정을 통해 나노선 제작이 가능하기 때문에 향후 저가의 나노선 소자로서의 가능성이 큰 물질이다. C. -T. Hsieh 등(Appl. Phys. Lett., 83, 3383(2003))에 의하면 CuO 나노선의 직경이 100nm일때와 50nm일때의 전류밀도가 2.9mA/cm²와 9mA/cm²로 크게 차이남을 보고하고 있다. 이러한 CuO 나노선의 성장은 A. M. B. Goncalves 등(J. Appl. Phys., 106, 034303(2009))에 의하면 Cu막 표면에 Cu₂O 박막이 형성된 후 입자경계(grain boundary)를 통해 확산된 Cu원소들이 표면의 산소와 만나 CuO 나노선을 형성하는 것으로 알려져 있다.

[0004] 이러한 CuO 나노선을 제작하기 위해, 디스크(disc) 형태나 금속막 형태로 제작하는데, Cu 디스크(disc)를 바로 소자로서 적용하기 위해서는 성장된 CuO 나노선이 최적의 전계 방출 효과를 얻기 위한 적절한 패턴(pattern)의 형성이 용이하지 않다는 문제점이 있다. 또한, 금속막 형태로 Cu막을 이용하는 경우 CuO 나노선 성장후 기판과의 부착력이 문제가 되는 경우가 많고, 이를 해결하기 위해 여러 가지 층을 형성시키기 위해 다수의 공정이 필요한 점, 기판과의 전기전도도를 저하시키지 않기 위해 금속층을 이용하여야 하나 이들 금속이 산화공정 중 Cu와의 우선적 반응에 의해 CuO 나노선 성장을 억제하는 등의 문제가 있다.

[0005] 또한, 이중 기판(예, Si 기판등)을 이용하여 성장시킨 CuO 나노선의 경우 추후 최종적으로 사용하기 위해 별도의 가공공정을 거치게 되고 이때 성장된 CuO 나노선에 영향을 주지 않기 위해 별도의 패시베이션(passivation) 등의 공정이 필요하여 비경제적인 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 금속 디스크로부터 특정한 면에 나노선을 성장시키고 동시에 가장자리 부분에는 절연층을 성장시켜 전계방출 소자의 제조를 간단하게 하며, 전계방출 소자의 가장 자리에서

의 아크 방전을 억제하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법 및 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제공을 그 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 금속 디스크를 가공하는 제1단계와; 상기 가공된 금속 디스크의 배면에 내산화층을 형성하는 제2단계와; 상기 금속 디스크의 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착하는 제3단계와; 상기 금속층이 증착된 금속 디스크를 산화시켜, 상기 금속 디스크의 상면에서 상기 금속층이 증착되지 않은 부분에서는 금속 나노선을 성장시키고, 상기 금속층이 증착된 금속 디스크의 측면 및 상면 가장자리 부분에는 금속산화물 절연층을 성장시키는 제4단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자의 제조방법 및 이러한 제조방법에 의해 제조된 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자를 기술적 요지로 한다.
- [0008] 또한 상기 금속 디스크는 Cu를 사용하며, 상기 금속 나노선은 CuO인 것이 바람직하다.
- [0009] 또한, 상기 내산화층은 Au, Pt, Mo 및 Mo을 버퍼층으로 하여 그 위에 Au막을 증착한 것 중에 어느 하나를 사용하는 것이 바람직하다.
- [0010] 또한, 상기 금속층은 Al을 사용하며, 상기 금속산화물 절연층은 Al₂O₃인 것이 바람직하다.
- [0011] 여기에서, 제4단계의 산화조건은 공기 분위기에서 350℃~600℃의 온도범위에서 3시간~6시간 동안 이루어지는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0012] 상기 과제 해결 수단에 의해 본 발명은, 금속 디스크를 이용한 전계방출소자의 제작에 있어 금속 디스크의 배면 및 측면 그리고 가장자리에서의 나노선 성장을 억제하는 공정을 개발하여 간단한 공정으로 저가의 나노선을 이용한 전계방출 소자의 제작이 가능한 효과가 있다.
- [0013] 또한, 전계방출 소자의 가장자리에서 발생하는 아크방전으로 인해 소자 및 전원회로의 파괴를 막아 소자의 특성을 향상시킬 수 있어 고효율, 고풍력의 전계방출 소자의 제조를 용이하게 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1 - 본 발명에 따른 다른 다른 금속산화물을 이용한 고풍력 전계방출 소자에 대한 모식도.
- 도 2 - 본 발명의 실시예에 따른 CuO 나노선(a) 및 실시예에 따라 제작된 전계방출 소자에 대한 사진을 나타낸 도(b).

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 본 발명은 전계방출 소자용 소자에 관한 것으로서, 도 1에 도시된 바와 같이, 음극으로 사용하기 위한 별도의 금속막을 증착하기 위한 증착공정이 필요없이, 금속 디스크(100)를 이용하여 전계방출 소자를 제작하고자 한다. 특히, 금속 디스크(100)의 배면 및 측면에서의 금속 나노선(120)의 성장을 억제하여 고효율이면서 간단한 공정으로 저가의 금속 나노선(120)을 이용한 전계방출 소자를 제작하고자 하는 것이다.
- [0016] 이를 위해, 먼저 금속 디스크(100)를 사용하고자 하는 최종의 목적에 부합하는 크기로 가공하고, 상기 가공된 금속 디스크(100)의 배면에 내산화성이 큰 금속으로 이루어진 내산화층(110)을 형성한다.
- [0017] 그리고, 상기 가공된 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착한다. 즉, 상기 금속 디스크(100)의 가장자리 부분을 제외한 상면 및 배면을 제외하고 측면 및 상면 가장자리 부분에 금속층을 증착한다. 여기에서 금속 디스크(100)의 재료 부분이 그대로 노출되는 가장자리를 제외한 상면 부분에는 새도우 마스크(shadow mask)를 이용하여 금속층이 증착되지 않도록 한다.
- [0018] 그 다음, 상기 금속층이 증착된 금속 디스크(100)를 적정 온도, 적정 시간에서 산화시켜 상기 금속 디스크(100)의 상면에서 상기 금속층이 증착되지 않아 금속 디스크(100)의 재료가 그대로 노출된 부분에서는 금속 나노선(120)을 성장시키고, 동시에 상기 금속층이 증착된 금속 디스크(100)의 측면 및 상면 가장자리 부분에는 금속산화물 절연층(130)을 성장시키게 된다.

[0019] 즉, 금속 디스크(100)의 상면에만 선택적으로 전계방출 소자의 전계방출팁으로 사용되는 금속 나노선(120)이 성장되도록 하고, 상면 가장자리 및 측면에서는 상기 금속층을 산화시킨 금속산화물 절연층(130)이 성장되도록 하며, 배면에는 산화되지 않는 내산화층(110)을 형성하여, 가장자리에서의 전계집중 효과를 억제하고, 성장된 나노선에서의 전계집중 효과가 잘 일어나도록 하여 고효율 전계방출 소자로 사용될 수 있도록 한 것이다.

[0020] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명하고자 한다. 도 1은 본 발명에 따른 따른 금속산화물을 이용한 고효율 전계방출 소자에 대한 모식도이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 CuO 나노선(a) 및 실시예에 따라 제작된 전계방출 소자에 대한 사진을 나타낸 도(b)이다.

[0021] 먼저, 금속 디스크(100)의 재료로 Cu를 사용하며, 원형의 Cu 디스크를 직경 12mm로 가공하여 배면에 산화방지를 위한 금속으로 Pt 내산화층(110)을 스퍼터링(sputtering) 방법으로 증착하였다. 이때 내산화층(110)은 Pt 이외에도 Mo, Au등을 사용할 수도 있고, Mo를 버퍼층으로 사용하고 그 위에 Au막을 증착시킨 금속을 사용할 수도 있다.

[0022] 그 다음 상기 Cu 디스크의 측면 및 상면 가장자리 부분에 스퍼터링 방법으로 금속층을 증착하며, 본 실시예에서는 Al층을 증착하였다. 이때 Cu 디스크 상면 직경 10mm의 중심부 세도우 마스크(shadow mask)를 이용하여 Al층이 증착되지 않아 Cu가 그대로 드러나 있는 상태로 유지시켰다.

[0023] 이후 Cu 디스크를 공기중에서 350℃~600℃의 온도범위에서 3시간~6시간 동안 산화시키게 되는데, 본 실시예에서는 400℃의 온도에서 5시간 동안 산화시켰다. 이때 Cu 디스크의 상면의 Al층이 증착되지 않은 부분의 표면에서 CuO 나노선이 성장하게 되고, 그 외의 디스크의 가장자리 및 측면 부분에서 Al_2O_3 가 증착되어 전기적 패시베이션(passivation) 역할을 하게 된다.

[0024] 이렇게 성장되는 CuO 나노선은 그 길이와 직경 등이 성장온도와 성장시간에 따라 변화하게 되는데, 600℃에서 성장된 CuO 나노선 보다 400℃에서 성장한 CuO 나노선이 그 직경이 50nm정도로 전계 방출소자로서의 특성은 우수하였다. 또한 CuO 나노선은 Cu가 표면에 드러난 영역에서만 성장하여 소자 가장자리의 아크 방전 및 우선적 전계 방출로 인한 소자특성 열화를 억제할 수 있었다.

[0025] 도 2는 이와 같은 공정을 거친 Cu 디스크의 가장자리 부분을 제외한 상면 부분에 성장된 CuO 나노선에 대한 전자현미경 사진(도 2(a))과 실제 제작된 전계방출 소자로 사용되는 CuO 디스크를 나타낸 것(도 2(b))으로서, 상면 중심부에 CuO 나노선이 성장되고, 가장자리 및 측면에는 Al_2O_3 가 형성되어, 이 부분이 절연층(passivation) 역할을 하게 되는 것이다.

[0026] 이와 같이 본 발명은, 금속 디스크(100)로부터 특정한 면에 금속 나노선(120)을 성장시키고 동시에 가장자리 부분에는 금속산화물 절연층(130)을 성장시켜 전계방출 소자의 제조를 간단하게 하며, 전계방출 소자의 가장 자리에서의 아크 방전을 억제하기 위해 금속산화물 절연층(130)을 형성하여 고효율 전계방출 소자를 제공하도록 하는 것이다.

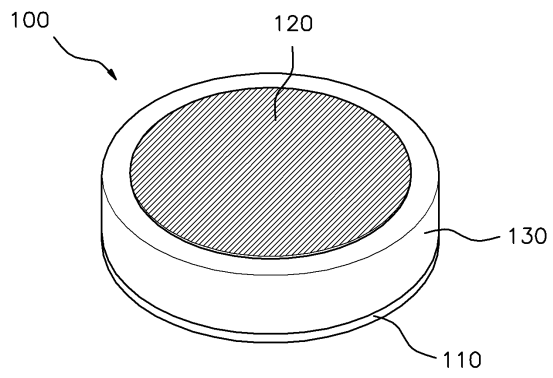
부호의 설명

[0027]

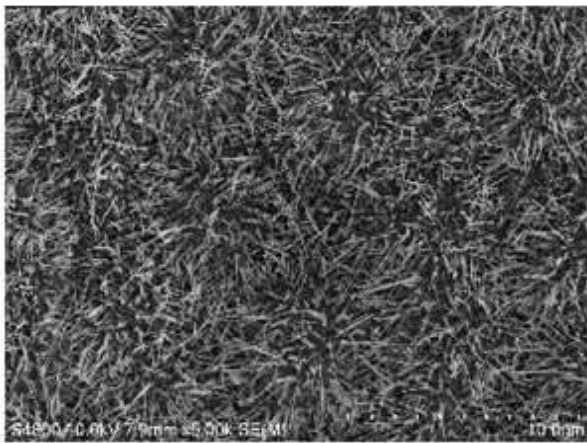
100 : 금속 디스크	110 : 내산화층
120 : 금속 나노선	130 : 금속산화물 절연층

도면

도면1



도면2



(a)



(b)