(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0059993
(43) 공개일자 2009년06월11일

(51) Int. Cl.
H01J 1/304 (2006.01) *H01J 9/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0127117
(22) 출원일자 2007년12월07일
심사청구일자 2007년12월07일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경남 창원시 사림동 9 창원대학교내
(72) 발명자
이 웅
경기 안양시 만안구 안양6동 588-128
명재민
경기도 고양시 일산동구 마두동 783 강촌한신아파트 207-1202
최희규
부산 동래구 온천2동 럭키아파트 19동 107호
(74) 대리인
김선준

전체 청구항 수 : 총 4 항

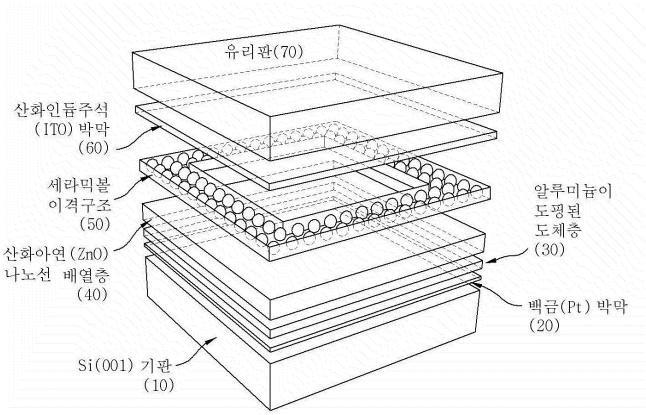
(54) 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자

(57) 요 약

본 발명은 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 관한 것이다. 무촉매 유기금속화학증착법(Metal Organic Chemical Vapour Deposition, MOCVD)에 의해서 제조되는 산화아연(ZnO) 나노선의 배열 기반의 품질 개선을 위해 알루미늄(Al)이 도핑 된 도체층을 더 구성하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 관한 것이다.

본 발명은 규소 기판과, 백금 박막과, 산화아연 나노선 배열층과, 세라믹 볼 이격부재와, 알루미늄이 도핑 된 도체층과, 산화인듐주석 박막과, 유리층이 순차적으로 적층되어 형성되는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 있어서,

규소 기판과, 백금 박막과, 산화아연 나노선 배열층과, 세라믹 볼 이격부재와, 산화인듐주석 박막과, 유리층이 순차적으로 적층되고, 규소 기판 상에 알루미늄이 도핑 된 도체층을 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

알루미늄이 도핑 된 도체층은 산화아연 나노선 배열층과 백금 박막 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자.

청구항 3

제2항에 있어서,

백금 박막과 알루미늄이 도핑 된 도체층과 산화아연 나노선 배열층은 음극이고, 산화인듐주석 박막은 양극이고, 세라믹볼 이격부재는 음극과 양극간의 간격을 유지하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중의 어느 한 항에 있어서,

도체층은 산화아연을 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

<1> 본 발명은 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 알루미늄(Al) 도핑 된 도체층을 포함하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 관한 것이다.

배 경 기 술

<2> 최근에 액정디스플레이(LCD), 플라즈마 디스플레이 패널(PDP) 그리고 전계방출 디스플레이(FED)와 같이 두께가 얇은 평판 디스플레이가 공간을 차지하는 면적이 작고 화상재현성이 뛰어나기 때문에 많은 각광을 받고 있다. 이들 평판 디스플레이 중에서 전계방출 디스플레이는 두께가 약 수 ㎜로 매우 얇고, 화면에 굴곡이 없으며, 자발형광으로 CRT에 필적하는 표시품위를 실현할 수 있는 동시에 상하, 좌우 모두 160도 이상의 광시야각을 구현하고 구동시 낮은 소비전력을 기대할 수 있다는 등 많은 장점 때문에 차세대 정보 디스플레이로 크게 주목을 받고 있다.

<3> 전계방출 디스플레이에 사용되는 전계방출 소자는 기본적으로 애노드 전극이 부착된 투명 전면판과 캐소드 전극이 부착된 배면판 사이에 게이트 전극이 배치되고 캐소드 전극이 형성되는 기판상에 전계방출 소자가 형성된다. 이와 같이 전계 방출 디스플레이에 사용되는 전계 방출소자를 에미터(Emitter)라고도 한다.

<4> 전계방출 소자는 게이트 전극과 캐소드 전극 사이에 저전압을 인가하면 전계방출 소자가 진공채널 중으로 전자를 방출시키고, 이때 애노드 전극에 고전압을 인가하게 되면 전계방출 소자에서 방출된 전자는 애노드 전압에 이끌려 가속되어 애노드 전극하부에 도포된 형광체에 부딪혀 빛을 방사하는 방식으로 필요한 정보를 표시하게 된다.

<5> 전계방출 소자에서 전자를 방출시키는 핵심기술이므로 이러한 전계방출 소자의 가공기술과 안정성이 중요한 연구개발의 목표가 되고 있다.

<6> 탄소나노튜브(이하 CNT)와 나노선 등과 같은 일차원 나노구조는 독특한 물리적, 화학적 특성에 의해 다양한 나노전자소자의 기본 구성요소로의 적용성이 모색되고 있다. 일차원 나노구조의 적용분야 중의 하나로 차세대 디스플레이 소자를 위한 전계방출 소자가 있다. 전계방출 소자로의 적용을 위해서 뛰어난 전기적 특성과 고유의 기하학적인 이점(높은 종횡비)이 있는 CNT의 응용에 연구가 집중되어 왔다. 그러나 고전압 방전 시 CNT의 구조적 불안정성과 제어된 합성이 곤란성 등으로 역시 높은 종횡비를 가지고 구조제어가 용이하며 안정성이 뛰어난 화합물 반도체인 산화아연 나노선이 주목받고 있다.

<7> 산화아연 나노선은 약 3.37 eV의 넓은 띠간격과 60 meV의 엑시톤(Exciton) 결속에너지를 가진 반도체로서 발광다이오드, 레이저 다이오드, 압전소자, 화학센서 등에 응용될 수 있다. 특히, 최근 수직 배향 산화아연 나노선의 평판 디스플레이의 전계방출 소자에 적용이 가능하다.

<8> 이러한 다양한 응용성을 가진 산화아연 나노선에 관한 연구는 원하는 모양, 크기, 길이 등으로 우수한 산화아연 나노선의 실제적인 응용이 필요하다. 최근에 기판의 다양한 전처리(pre-treatment)를 통하여 산화아연 나노선을 성장, 배열하는 방법과, 보다 좋은 전계방출 특성을 가지기 위해서 높은 결정성과 광학적 특성을 지니는 나노선의 합성에 대한 연구가 수행되고 있다. 또한, 전계방출에 영향을 주는 중요한 요인인 표면흡착 화학종의 역할에 대한 연구가 일부 수행되고 있다.

<9> 산화아연 나노선의 수직 배향은 산화아연와 결정학적 특성이 유사한 기판의 사용으로 가능하나 이러한 물질은 모두 부도체이다. 한편, 전류전달 경로 유지를 위한 도핑된 실리콘 또는 금속박막 증착 기판의 사용은 산화아연 나노선의 수직배향에 부정적 영향을 준다. 따라서 현재까지 알려진 산화아연 나노선 전계방출 소자는 상충하는 기술적 문제를 해결하고 있지 못하다.

<10> 종래 기술에 따른 산화아연 나노선에 기반한 전계방출 소자의 구성에 있어서, 종래의 산화아연 나노선 전계방출 소자 구조는 전기전도 경로가 나노선 배열로 제공하기 위하여 도핑된 실리콘 또는 금속박막이 증착된 기판을 적용한다. 하지만 종래 기술의 경우 산화아연 나노선의 수직배향이 어려운 문제가 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<11> 본 발명은 알루미늄이 도핑 된 도체층을 적용하여 산화아연 나노선 전계방출 소자 구조를 개선하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

<12> 또한, 본 발명에서는 알루미늄이 도핑 된 도체층이 전류전달 경로 유지하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결수단

<13> 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자에 있어서, 규소 기판과, 백금 박막과, 산화아연 나노선 배열층과, 세라믹 볼 이격부재와, 산화인듐주석 박막과, 유리층이 순차적으로 적층되고, 규소 기판 상에 알루미늄이 도핑 된 도체층을 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공한다.

<14> 또한, 본 발명에서는 알루미늄이 도핑 된 도체층은 산화아연 나노선 배열층과 백금 박막 사이에 형성되는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공한다.

<15> 또한, 본 발명에서는 백금 박막과 알루미늄이 도핑 된 도체층과 산화아연 나노선 배열층의 적층이 음극이고, 산화인듐주석 박막은 양극이고, 세라믹볼 이격부재는 음극과 양극간의 간격을 유지하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공한다.

<16> 또한, 본 발명에서는 도체층은 산화아연을 포함하는 것을 특징으로 하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자를 제공한다.

효 과

<17> 상기와 같이 형성된 본 발명의 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자는 기판에 산화아연 나노선의 수직 배향성이 우수할 뿐만 아니라 배열 합성이 용이한 이점이 있다.

<18> 또한, 본 발명에서는 알루미늄 도핑 된 산화아연 박막 상에 균일한 크기로 매우 조밀하게 분포되어 있어

전기적, 광학적 특성이 우수한 전계방출 소자에 용이하게 사용될 수 있다.

<19> 또한, 본 발명에서는 산화아연 나노선 전계방출 소자의 결정성과 전류전달 경로를 유지함으로써 전기적 접촉이 향상되어 산화아연 나노선 기반 전계방출형 디스플레이 소자에 용이하게 사용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<20> 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<21> 도 1은 알루미늄이 도핑된 도체층을 포함하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자의 사시도이다. 산화아연 나노선 기반 전계방출 소자 구조는 규소(Si) 기판(10)과, 백금(Pt) 박막(20)과, 알루미늄(Al)이 도핑 된 도체층(30)과, 산화아연(ZnO) 나노선 배열층(40)과, 세라믹볼 이격부재(50)와, 산화인듐주석(ITO) 박막(60)과 유리층(70)이 순차적으로 적층되어 있다.

<22> 상기 산화아연 나노선 기반 전계방출 소자 구조의 백금(Pt) 박막(10)과, 알루미늄이 도핑 된 도체층(30)과, 산화아연 나노선 배열층(40)은 음극이고, 산화인듐주석 박막(60)은 양극이며, 세라믹볼 이격부재(50)는 나노선 방출자로부터의 전계방출을 위한 음극과 양극간의 간격을 미세하게 유지하는 역할을 한다. 상기 백금(Pt) 박막(10)은 산화아연 나노선 배열층(40)으로 전류가 전달될 수 있도록 구성되고, 산화주석인듐(ITO)은 투명전극으로 사용된다.

<23> 산화아연 나노선 배열층(40)은 무촉매 유기 금속 화학 증착법(Metal Organic Chemical Vapour Deposition, 이하 MOCVD)으로 제조되며, 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자의 제조 공정은 진공 중에서 실시하여 산화아연 나노선 방출자로부터의 전계방출이 가능하도록 한다.

<24> 알루미늄(Al)이 도핑 된 도체층(30)의 도체층은 산화아연을 포함하며, 알루미늄이 도핑 된 투명 전도성 산화아연 완화층이라고도 할 수 있으며, 산화아연 나노선 배열층(40)과 백금 박막(20) 사이에 형성된다. 알루미늄(Al)이 도핑 된 산화아연 박막(30)은 전극과 나노선 배향의 이중 목적층의 성격을 가지며, 전기전도도가 6×10^{-3} Ωm로 측정되어 전도층으로서의 기본적 성능요건을 가지고 있다.

<25> 도 2는 알루미늄이 도핑 된 도체층에 합성된 산화아연 나노선의 주사전자현미경(SEM) 사진이다. 알루미늄이 도핑 된 산화아연 박막(30) 상에 무촉매 유기 금속화학 증착법으로 합성한 산화아연 나노선이 나타나 있다. 산화아연 나노선의 길이와 직경은 대략 1.6 μm와 40 nm로 종횡비 40에 해당한다.

<26> 도 2의 우측에 확대한 배율에서의 산화아연 나노선 그림에 나타난 산화아연 나노선은 기판에 수직하게 잘 배향되었음을 알 수 있다. 우측에 나타난 산화아연 나노선이 좌측에 나타난 기존의 규소 기판 또는 금속 기판상에 합성한 산화아연 나노선 보다 수직 배향이 우수한 것을 알 수 있다.

<27> 도 3은 알루미늄이 도핑 된 도체층 상에 합성된 산화아연 나노선의 X-선 회절 스펙트럼을 나타낸 것이다. 도 2에 나타난 산화아연 나노선의 수직배향은 도 3에 보인 나노선 배열층에 대한 x-선 회절 스펙트럼을 통해 검증할 수 있다.

<28> 상기 그래프에서 나타난 산화아연의 면지수는 작을수록 면간거리가 증가하므로 회절 피크 중 가장 낮은 2Θ에 나타나 있는 것이 가장 낮은 면지수에 해당하는 면에서 일어난 회절 피크이다. 산화아연 나노선은 [0001] 방향으로 성장하는 경향을 보이며, 로그 스케일로 나타낸 도 3의 회절 피크 세기는 (0002) 면에서 최대로 관측되고 있어 결정성이 우수한 것을 알 수 있다. 기타 (10-11)면 피크는 (0002)면 피크의 세기의 대비가 1% 미만 수준으로 나타나 산화아연 나노선들이 [0001] 방향으로 잘 배향되었음을 확인할 수 있다. 이러한 결과들로부터 산화아연 나노선이 우수한 광 특성을 가지는 것을 알 수 있다.

<29> 또한, x-선 회절 스펙트럼을 분석해서 계산되는 산화아연 나노선의 (0002)면의 면간거리가 5.207Å로 기준 면간거리의 값 5.202Å 대비 0.096% 차이를 보여 알루미늄이 도핑 된 산화아연 박막의 적용이 산화아연 나노선의 잔류 응력 해소에도 기여함을 알 수 있다.

<30> 도 4는 본 발명에 의한 산화아연 나노선의 인가전압에 따른 전계방출 전류밀도변화 그래프이다. 좀더 상세하게, 도 1에서 제시된 소자구조의 동작특성을 보이는 인가전계-방출전류밀도의 상관관계를 그래프로 나타내었다.

<31> 일반적으로 전계방출 현상은 전기장의 세기가 5×10^{7} V/cm 이상에서 일어난다. 그러나 전기장의 세기가 5×10^{5} V/cm 이상일 경우 평편한 금속 전극사이에서는 유전파괴 현상이 발생한다. 따라서 금속의 경우 전계방출을 쉽게 일어나게 하기 위해서는 뾰족한 팁의 형태로 음극을 제작해야 한다. 소자의 재료의 일함수 역시 전계방출에 큰

영향을 미치며, 일반적으로 낮은 일함수를 가져 전계방출이 쉽게 일어나게 한다.

<32> 도 4에서 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자 구조의 켜짐전압이 5V/㎛로 명확하게 정의되는 것을 알 수 있으며, 전계-전류밀도 변화가 지수적 관계를 따르고 있어 측정된 전류가 파울러- 노드하임(Folwer- Nordheim) 터널링을 준수하는 전계방출에 의한 것임을 확인할 수 있다. 즉, 알루미늄이 도핑 된 산화아연 박막(30)이 전도층으로서 정상적으로 작동함이 도 4의 그래프로 입증됨을 알 수 있다.

<33> 본 발명에 따라 형성된 산화아연 나노선은 산화물이기 때문에 기계적, 열적 안정성이 뛰어날 뿐만 아니라, 금속 촉매를 사용하지 않는 유기금속 화학증착법에 의해 성장되므로 결함이 적고, 결정성이 우수하며, 면적이 큰 다양한 기판 상에서도 길이, 두께 및 밀도분포가 균일하게 수직 방향으로 잘 배향되어 성장된다.

<34> 상기와 같이 형성된 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자는 전계방출 소자의 구성 시 알루미늄이 도핑 된 산화아연 박막(30)을 전극과 나노선 배향의 이중 목적층으로 적용함으로써 산화아연 나노선이 기판 표면에 수직으로 잘 배향이 되는 동시에 산화아연 나노선 배향층(40)으로의 전기전도 경로를 제공하는 새로운 전계방출 소자 구조를 구현할 수 있다.

<35> 또한, 산화아연 박막에 알루미늄을 도핑하면 디스플레이용 투명전극으로 현재 적용되고 있는 산화인듐주석 수준의 전기전도도 구현이 가능하며 산화아연 박막의 결정학적 특성이 산화아연 나노선과 동일하므로 나노선의 수직 배향 및 무결함 전극, 산화아연 나노선 계면의 구현 역시 가능하여 계면에서의 접촉저항, 퍼텐셜 차이 등에 기인하는 소자 동작특성 열화의 방지도 가능하다.

<36> 따라서, 산화아연 나노선 전계방출 소자로서의 적정한 전류전달 경로를 제공하면서도 산화아연 나노선이 전계장출 소자 기판 표면에 수직 배향성이 우수해야 하는 요구조건이 해결되어 산화아연 나노선 기반 전계방출형 디스플레이 소자의 실용화에 기여할 것이다.

<37> 이상의 실시예들 및 도면에 의해 본 발명의 범위가 제한되지는 않으며, 본 발명의 범위는 후술한 특허청구범위에 기재된 내용에 의해서만 제한될 것이다.

도면의 간단한 설명

<38> 도 1은 알루미늄이 도핑 된 도체층을 포함하는 산화아연 나노선 배열 기반 전계방출 소자의 모식도.

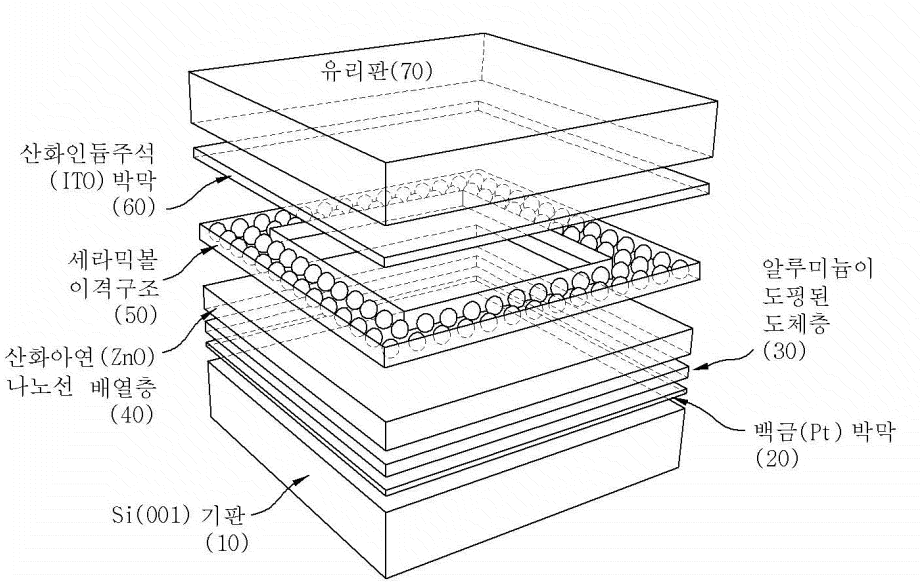
<39> 도 2는 알루미늄이 도핑 된 도체층에 합성된 산화아연 나노선의 주사전자현미경(SEM) 사진.

<40> 도 3은 알루미늄이 도핑 된 도체층 상에 합성된 산화아연 나노선의 X-선 회절 스펙트럼.

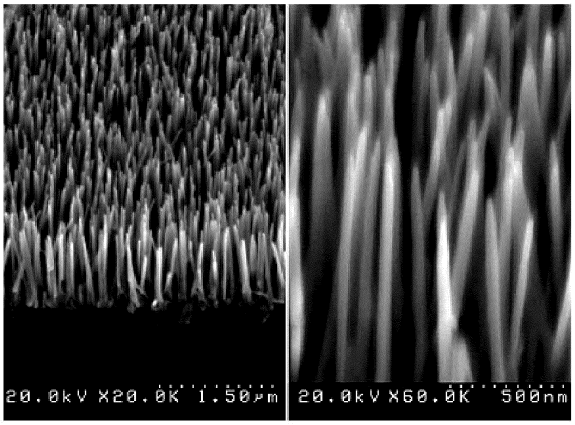
<41> 도 4는 본 발명에 의한 산화아연 나노선의 인가전압에 따른 전계방출 전류밀도변화 그래프.

도면

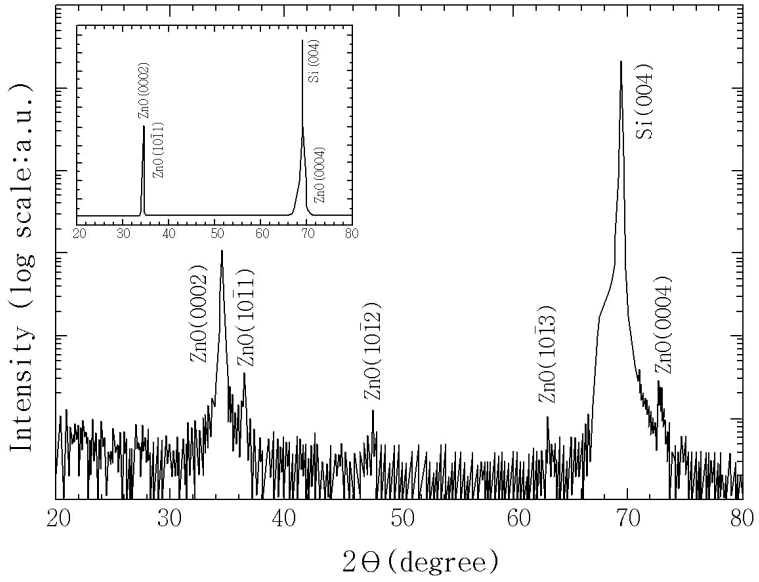
도면1


유리판(70)
산화인듐주석
(ITO) 박막
(60)
세라믹볼
이격구조
(50)
산화아연(ZnO)
나노선 배열층
(40)
Si(001) 기판
(10)
알루미늄이
도핑된
도체층
(30)
백금(Pt) 박막
(20)

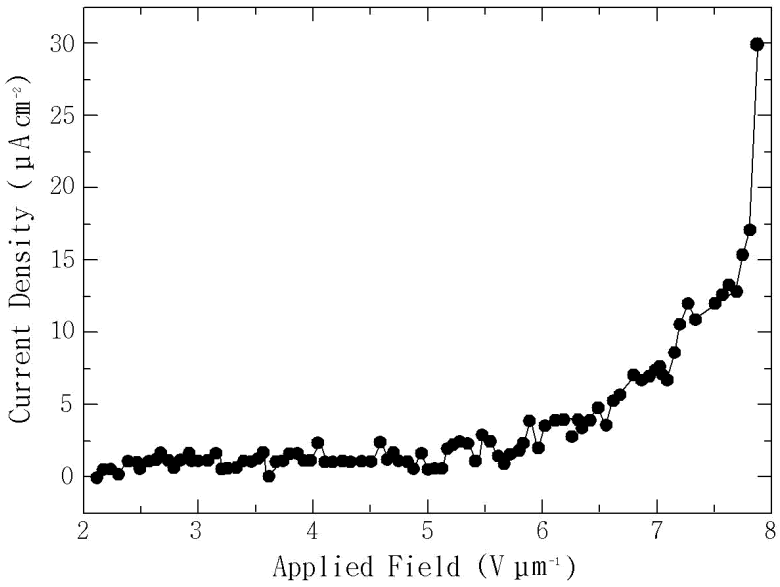
도면2


20.0kV X20.0K 1.50μm
20.0kV X60.0K 500nm

도면3


Intensity (log scale:a.u.)
2Θ(degree)
ZnO(0002)
ZnO(10$\bar{1}$1)
ZnO(10$\bar{1}$2)
ZnO(10$\bar{1}$3)
ZnO(0004)
Si(004)
20
30
40
50
60
70
80

도면4


Current Density (μA cm^{-2})
Applied Field (V μm^{-1})
0
5
10
15
20
25
30
2
3
4
5
6
7
8