



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월06일
(11) 등록번호 10-2417113
(24) 등록일자 2022년06월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 51/56 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02205 (2013.01)
H01L 21/02225 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0117751
(22) 출원일자 2017년09월14일
심사청구일자 2020년07월20일
(65) 공개번호 10-2019-0030799
(43) 공개일자 2019년03월25일
(56) 선행기술조사문헌
KR100998310 B1*
KR1020130095065 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김태상
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
김현재
서울특별시 마포구 마포대로 195, 402동 1101호
(아현동, 마포 래미안 푸르지오)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

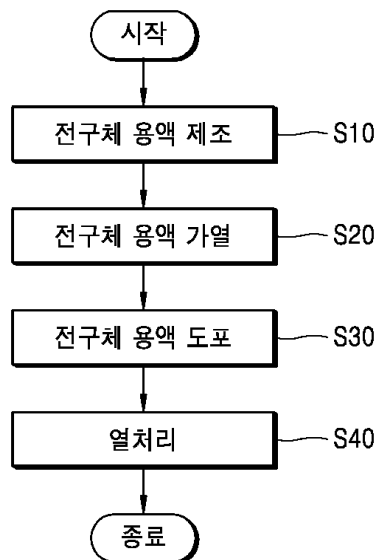
심사관 : 양진석

(54) 발명의 명칭 절연막 형성 방법 및 이를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예는, 전구체 용액을 제조하는 단계, 상기 전구체 용액을 가열하는 단계, 가열된 상기 전구체 용액을 기판 상에 도포하는 단계, 및 도포된 상기 전구체 용액을 열처리하여 절연막을 형성하는 단계를 포함하고, 상기 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행되는 절연막 형성 방법을 개시한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/324 (2013.01)

H01L 27/3258 (2013.01)

H01L 27/3262 (2013.01)

H01L 51/5237 (2013.01)

H01L 51/56 (2013.01)

(72) 발명자

임준형

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

정주성

서울특별시 서대문구 연희로6길 21, 402호 (연희동)

명세서

청구범위

청구항 1

전구체 용액을 제조하는 단계;

상기 전구체 용액을 가열하는 단계;

가열된 상기 전구체 용액을 기관 상에 도포하는 단계; 및

도포된 상기 전구체 용액을 열처리하여 절연막을 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행되며,

상기 기관 상에는 도전체가 형성되고, 상기 전구체 용액은 상기 도전체를 덮도록 형성되는 절연막 형성 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전구체 용액은 상기 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도에서 가열되는 절연막 형성 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전구체 용액의 가열온도는 상기 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮은 절연막 형성 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 전구체 용액 내의 기체가 제거되는 절연막 형성 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 전구체 용액의 전가수분해 반응이 일어나며, 상기 전가수분해 반응에서 발생하는 기체는 제거되는 절연막 형성 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기관은 가요성 기관인 절연막 형성 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전구체 용액은 지르코늄화합물, 알루미늄화합물, 갈륨화합물, 네오디뮴화합물, 크롬화합물, 세륨화합물, 이트륨화합물, 탄탈륨화합물, 타이타늄화합물, 바륨화합물, 란타넘화합물, 망간화합물, 스트론튬화합물, 하프늄화합물, 마그네슘화합물, 스칸듐화합물 중 적어도 어느 하나의 물질을 포함하고,

상기 절연막은 상기 적어도 어느 하나의 물질의 산화물을 포함하는 절연막 형성 방법.

청구항 9

기판 상에 박막 트랜지스터를 형성하는 단계; 및

상기 기판 상에 상기 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결되는 표시 소자를 형성하는 단계;를 포함하고,

상기 박막 트랜지스터는,

제1 절연층을 사이에 두고 서로 마주보는 게이트 전극과 활성층을 포함하고,

상기 제1 절연층은, 상기 제1 절연층을 형성하기 위한 가열된 제1 전구체 용액을 상기 기판 상에 도포하고, 도포된 상기 제1 전구체 용액을 열처리하여 형성되며,

상기 제1 전구체 용액은, 상기 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열되고, 상기 게이트 전극 또는 상기 활성층을 덮도록 상기 기판 상에 도포되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 전구체 용액의 가열온도는 상기 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮은 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 제1 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 제1 전구체 용액 내의 기체가 제거되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 제1 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 제1 전구체 용액의 전가수분해 반응이 일어나며, 상기 전가수분해 반응에서 발생하는 기체는 제거되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 활성층은 상기 게이트 전극 하부에 위치하고,

상기 박막 트랜지스터는, 상기 게이트 전극을 덮는 제2 절연층을 더 포함하며,

상기 제2 절연층은, 상기 제2 절연층을 형성하기 위한 가열된 제2 전구체 용액을 상기 게이트 전극을 덮도록 상기 기판 상에 도포하고, 도포된 상기 제2 전구체 용액을 열처리하여 형성되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 제2 전구체 용액은 상기 제2 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제1 절연층 및 상기 제2 절연층 중 적어도 어느 하나는, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 17

제9항에 있어서,

상기 박막 트랜지스터를 덮는 패시베이션막을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 표시 소자는 상기 패시베이션막 상에 형성되는 디스플레이 장치의 제조 방법.

청구항 18

제9항에 있어서,

상기 표시 소자는 유기발광소자를 포함하는 디스플레이 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예들은, 절연막 형성 방법 및 이를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 디스플레이 장치는 다양한 층들이 적층된 구성을 갖게 된다. 예컨대, 상기 다양한 층들은, 도전성을 가지는 층들과 상기 도전성을 가지는 층들 간의 절연을 위한 절연층들을 포함할 수 있는데, 이때 절연층은 유기물 및/또는 무기물로 형성될 수 있다.

[0003] 한편, 절연층이 무기물로 형성되는 경우, 절연층은 진공증착법에 의해 형성될 수 있다. 그러나, 진공증착법은 고가의 장비를 사용하여야 하고, 증착 속도가 느리므로, 이를 대체하기 위해 전구체 용액을 도포하고 이를 열처리함으로써 절연층을 형성하는 방법이 각광받고 있다. 다만, 용액공정으로 형성된 절연층은 진공증착법에 의해 형성된 절연층보다 박막 밀도가 낮고, 용액공정으로 절연층을 형성할 때, 도포된 용액은 350℃ 이상의 고온에서 열처리하여야 하는바, 낮은 유리 전이 온도를 가지는 플렉서블 기판 상에는 용액공정을 통한 절연층을 형성하기 어려운 점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 실시예들은, 치밀하고 우수한 전기적 특성을 가지는 절연막의 형성 방법 및 이를 이용한 디스플레이 장치의 제조 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 일 실시예는, 전구체 용액을 제조하는 단계; 상기 전구체 용액을 가열하는 단계; 가열된 상기 전구체 용액을 기판 상에 도포하는 단계; 및 도포된 상기 전구체 용액을 열처리하여 절연막을 형성하는 단계;를 포함하고, 상기 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행되는 절연막 형성 방법을 개시한다.

[0006] 본 실시예에 있어서, 상기 전구체 용액은 상기 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도에서 가열될 수 있다.

[0007] 본 실시예에 있어서, 상기 전구체 용액의 가열온도는 상기 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다.

[0008] 본 실시예에 있어서, 상기 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 전구체 용액 내의 기체가 제거될 수 있다.

[0009] 본 실시예에 있어서, 상기 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 전구체 용액의 전가수분해 반응이 일어나며, 상기 전가수분해 반응에서 발생하는 기체는 제거될 수 있다.

[0010] 본 실시예에 있어서, 상기 기판은 가요성 기판일 수 있다.

[0011] 본 실시예에 있어서, 상기 기판 상에는 도전체가 형성되고, 상기 전구체 용액은 상기 도전체를 덮도록 형성될

수 있다.

- [0012] 본 실시예에 있어서, 상기 전구체 용액은 지르코늄화합물, 알루미늄화합물, 갈륨화합물, 네오디뮴화합물, 크롬화합물, 세륨화합물, 이트륨화합물, 탄탈화합물, 타이타늄화합물, 바륨화합물, 란사늄화합물, 망간화합물, 스트론튬화합물, 하프늄화합물, 마그네슘화합물, 스칸듐화합물 중 적어도 어느 하나의 물질을 포함하고, 상기 절연막은 상기 적어도 어느 하나의 물질의 산화물을 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 다른 실시예는, 기판 상에 박막 트랜지스터를 형성하는 단계; 및 상기 기판 상에 상기 박막 트랜지스터와 전기적으로 연결되는 표시 소자를 형성하는 단계;를 포함하고, 상기 박막 트랜지스터는, 제1 절연층을 사이에 두고 서로 마주보는 게이트 전극과 활성층을 포함하고, 상기 제1 절연층은, 상기 제1 절연층을 형성하기 위한 가열된 제1 전구체 용액을 상기 기판 상에 도포하고, 도포된 상기 제1 전구체 용액을 열처리하여 형성되며, 상기 제1 전구체 용액은, 상기 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열되고, 상기 게이트 전극 또는 상기 활성층을 덮도록 상기 기판 상에 도포되는 디스플레이 장치의 제조 방법을 개시한다.
- [0014] 본 실시예에 있어서, 상기 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행될 수 있다.
- [0015] 본 실시예에 있어서, 상기 제1 전구체 용액의 가열온도는 상기 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다.
- [0016] 본 실시예에 있어서, 상기 제1 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 제1전구체 용액 내의 기체가 제거될 수 있다.
- [0017] 본 실시예에 있어서, 상기 제1 전구체 용액을 가열하는 단계에서, 상기 제1전구체 용액의 전가수분해 반응이 일어나며, 상기 전가수분해 반응에서 발생하는 기체는 제거될 수 있다.
- [0018] 본 실시예에 있어서, 상기 활성층은 상기 게이트 전극 하부에 위치하고, 상기 박막 트랜지스터는, 상기 게이트 전극을 덮는 제2 절연층을 더 포함하며, 상기 제2 절연층은, 상기 제2 절연층을 형성하기 위한 가열된 제2 전구체 용액을 상기 게이트 전극을 덮도록 상기 기판 상에 도포하고, 도포된 상기 제2 전구체 용액을 열처리하여 형성될 수 있다.
- [0019] 본 실시예에 있어서, 상기 제2 전구체 용액은 상기 제2 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열될 수 있다.
- [0020] 본 실시예에 있어서, 상기 제1 절연층 및 상기 제2 절연층 중 적어도 어느 하나는, 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함할 수 있다.
- [0021] 본 실시예에 있어서, 상기 박막 트랜지스터를 덮는 패시베이션막을 형성하는 단계를 더 포함하고, 상기 표시 소자는 상기 패시베이션막 상에 형성될 수 있다.
- [0022] 본 실시예에 있어서, 상기 표시 소자는 유기발광소자를 포함할 수 있다.
- [0023] 진술한 것 외의 다른 측면, 특징, 이점이 이하의 도면, 특허청구범위 및 발명의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 실시예들에 의하면, 치밀하고 우수한 전기적 특성을 가지는 절연막을 용액 공정을 통해 형성할 수 있다. 또한, 절연막의 형성시 낮은 온도에서 열처리를 수행하므로, 플렉서블 기판 상에 용액 공정을 통해 절연막을 형성할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 절연막 형성방법의 순서를 개략적으로 도시한 순서도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 절연막을 포함하는 전자소자의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- 도 3 및 도 4는 각각 절연막의 전기적 특성을 도시한 도이다.
- 도 5는 도 2의 전자소자의 전기적 특성을 도시한 도이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0027] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.
- [0028] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0029] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0030] 이하의 실시예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0031] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0032] 어떤 실시예가 달리 구현 가능한 경우에 특정한 공정 순서는 설명되는 순서와 다르게 수행될 수도 있다. 예를 들어, 연속하여 설명되는 두 공정이 실질적으로 동시에 수행될 수도 있고, 설명되는 순서와 반대의 순서로 진행될 수 있다.
- [0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하기로 한다.
- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 절연막 형성방법의 순서를 개략적으로 도시한 순서도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 절연막을 포함하는 전자소자의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0035] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 절연막(40) 형성방법은, 전구체 용액을 제조하는 단계(S10), 전구체 용액을 가열하는 단계(S20), 가열된 전구체 용액을 기판(10) 상에 도포하는 단계(S30) 및 도포된 전구체 용액을 열처리하여 절연막(40)을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0036] 전구체 용액은, 절연막(40)을 형성하기 위한 전구체 물질과 상기 전구체 물질이 분산된 용매를 포함할 수 있으며, 졸-겔(sol-gel)법 등에 의해 제조될 수 있다.
- [0037] 일 예로, 전구체 물질은 지르코늄화합물, 알루미늄화합물, 갈륨화합물, 네오디뮴화합물, 크롬화합물, 세륨화합물, 이트륨화합물, 탄탈화합물, 타이타늄화합물, 바륨화합물, 란타넘화합물, 망간화합물, 스트론튬화합물, 하프늄화합물, 마그네슘화합물, 스칸듐화합물 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0038] 용매는 이소프로판올(isopropanol), 2-메톡시에탄올(2-methoxyethanol), 디메틸포름아마이드(dimethylformamide), 에탄올(ethanol), 탈이온수(deionized water), 메탄올(methanol), 아세틸아세톤(acetylacetone), 디메틸아민보란(dimethylamineborane), 아세토니트릴(acetonitrile) 등일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0039] 제조된 전구체 용액은 기판(10) 상에 도포되기 전에 가열될 수 있다. 전구체 용액을 가열하면, 전구체 용액 내에 포함된 기체가 제거될 수 있으며, 이에 따라 전구체 용액을 도포하여 형성되는 절연막(40)은 치밀한 막질을 가지고 형성될 수 있다. 또한, 전구체 용액을 가열하면 전가수분해(Prehydrolysis)가 촉진되어, 절연막(40)을 형성하는 과정 중에 발생하는 가스를 먼저 발생시켜 제거할 수 있다. 따라서, 절연막(40)을 형성하는 과정 중에 가스의 발생량이 감소하여, 절연막(40)의 공극률이 감소함으로써, 절연막(40)의 치밀도가 향상될 수 있다.
- [0040] 한편, 전구체 용액은, 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도에서 가열될 수 있다. 일 예로, 전구체 용액의 가열 온도는, 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다. 전구체 용액의 끓는 점과 전구체 용액의 가열 온도의 차이가 2℃ 보다 작으면, 전구체 용액에 포함된 조성들의 mol농도가 변할 수 있다. 반면에, 전구체 용액의 끓는 점과 전구체 용액의 가열 온도의 차이가 100℃ 보다 크면, 전구체 용액 내의 기체를 효과적으로 제거

하기 어려워, 치밀한 절연막(40)을 형성할 수 없다. 선택적 실시예로, 전구체 용액의 가열온도는, 전구체 용액의 끓는 점보다 30℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다.

[0041] 가열된 전구체 용액은 기판(10) 상에 도포되고, 이를 열처리 함으로써 용매 등을 증발시켜 절연막(40)을 형성한다. 절연막(40)은 전구체 물질의 산화물을 포함할 수 있다. 일 예로, 전구체 용액이 HfCl_4 를 포함하는 경우, 절연막(40)은 HfCl_4 의 가수분해로 형성된 HfO_x 를 포함할 수 있다.

[0042] 전구체 용액의 도포는 딥 코팅(dip coating), 스핀코팅(spin coating), 스프레이코팅(spray coating) 등 다양한 방법에 의할 수 있다.

[0043] 열처리는 200℃ 내지 300℃에서 수행될 수 있다. 종래에는 용액 공정에 의해 절연막(40)을 형성할 때, 도포된 용액 내의 기체를 제거하기 위해 350℃ 이상의 고온에서 열처리를 실시할 필요가 있었다. 그러나, 본 발명에 의하면 전구체 용액의 도포 전에 전구체 용액을 가열함으로써, 전구체 용액 내의 기체를 미리 제거하였기 때문에, 상대적으로 낮은 온도로 열처리를 수행하더라도 치밀한 절연막(40)을 형성할 수 있다. 또한, 낮은 온도로 열처리를 수행하므로, 기판(10)이 플렉서블한 특성을 가지더라도 열처리시 가요성 기판(10)이 손상되는 것을 방지할 수 있다.

[0044] 한편, 도 2는 도 1의 방법으로 형성된 절연막(40)을 포함하는 전자소자의 일 예를 도시한다. 일 예로 도 2는 박막 트랜지스터를 도시하고 있으나, 본 발명은 이에 한하지 않으며, 도 1의 방법으로 형성된 절연막(40)은 다양한 분야에 적용될 수 있다.

[0045] 도 2를 참조하면, 기판(10) 상에는 도전체(20)가 형성되고, 전구체 용액은 도전체(20)를 덮도록 형성될 수 있다. 또한, 절연막(40) 상에는 활성층(30)이 형성될 수 있다. 즉, 도전체(20)는 게이트 전극이며, 활성층(30)은 게이트 전극과 중첩하는 채널영역(32) 및 채널영역(32)의 양측에 배치된 소스 영역(34) 및 드레인 영역(36)을 포함할 수 있다.

[0046] 도 3 및 도 4는 절연막의 전기적 특성을 각각 도시한 그래프로써, 도 3은 전구체 용액을 가열하지 않은 상태로 기판 상에 도포하여 절연막을 형성한 경우이고, 도 4는 가열한 전구체 용액을 기판 상에 도포하여 절연막을 형성한 경우이다. 한편, 도 3 및 도 4에서 절연막은 모두 산화하프늄(HfO_2)으로 형성되었다.

[0047] 먼저 도 3은, 가열하지 않은 전구체 용액으로 절연막을 형성할 때, 열처리 온도를 각기 달리한 결과를 도시한다. 도 3에서 알 수 있는 바와 같이, 열처리 온도가 높을수록 절연막의 파괴 전압(Breakdown voltage)이 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 열처리를 고온에서 수행함으로써, 도포된 전구체 용액 내의 기체가 제거되어 절연막 내부의 결함이 감소하기 때문이다. 다만, 열처리 온도가 450℃ 이상인 경우는 절연막이 비정질 상태에서 나노크리스탈 구조로 바뀌기 때문에 오히려 파괴 전압이 낮아지는 것을 알 수 있다.

[0048] 도 4는, 가열된 전구체 용액을 사용하여 절연막을 형성한 경우로써, 열처리는 모두 200℃ 에서 수행하였으나, 전구체 용액을 각각 실온(RT), 100℃ 및 125℃에서 실시한 경우이다. 도 4에서 알 수 있는 바와 같이, 전구체 용액의 가열온도가 증가할수록 절연막의 파괴전압이 증가하는 것을 알 수 있다.

[0049] 예를 들어, 전구체 용액의 가열온도가 각각 100℃ 및 125℃인 경우, 열처리를 200℃에서 수행하더라도, 절연막의 파괴전압이, 가열하지 않은 전구체 용액으로 형성된 절연체를 350℃에서 열처리한 경우의 파괴전압과 유사한 것을 알 수 있다.

[0050] 따라서, 본 발명에 의하면, 전구체 용액을 가열하면, 낮은 온도에서 열처리를 하더라도 절연막의 전기적 특성이 우수한 것을 알 수 있다. 다만, 상술한 바와 같이 전구체 용액의 가열 온도는 전구체 용액의 끓는 점보다 낮아야 한다. 예를 들어, 전구체 용액의 가열 온도는 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다.

[0051] 도 5는 도 2의 전자소자의 전기적 특성을 도시한 그래프이다. 구체적으로, 도 2의 게이트 전극인 도전체(도 2의 20)는 P형 폴리실리콘, 절연막(도 2의 40)은 산화하프늄(HfO_2), 및 활성층(도 2의 30)은 산화인듐(In_2O_3)으로 형성하였다. 또한, 활성층(도 2의 30)에는 각각 알루미늄의 소스 전극과 드레인 전극을 부착하였으며, 활성층(도 2의 30)의 폭과 길이는 각각 150 μm , 1000 μm 로 형성하였다.

[0052] 한편, 도 5의 (A)는 절연막(도 2의 40)을 형성할 때 125℃에서 전구체 용액을 가열한 경우이며, 도 5의 (B)는 가열하지 않은 전구체 용액으로 절연막(도 2의 40)을 형성한 경우이나, (A)와 (B)의 경우 모두 200℃에서 열처리를 수행하였다.

- [0053] 도 5를 참조하면, (B)의 경우 데이터 전압(V_D)이 10.1V인 경우, 문턱전압(V_{th})이 1.1V, 온오프 전류비가 9.8×10^6 으로, (A)에 비하여 우수한 전기적 특성을 가짐을 알 수 있다.
- [0054] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 장치의 일 예를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0055] 디스플레이 장치(100)는, 기판(101) 상에 형성된 디스플레이층(200), 및 디스플레이층(200)을 밀봉하는 봉지부재(300)를 포함할 수 있다.
- [0056] 기판(101)은 다양한 재료로 형성될 수 있다. 일 예로, 기판(101)은 플렉서블한 특성을 갖는 것으로서, PET(Polyethylen terephthalate), PEN(Polyethylen naphthalate), 폴리이미드(Polyimide) 등과 같은 플라스틱 재 등, 다양한 재료로 형성된 것일 수 있다.
- [0057] 디스플레이층(200)은 박막트랜지스터(TFT)와 표시소자(230)를 구비할 수 있다. 일 예로, 표시소자(230)는 유기 발광소자일 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 표시소자(230)는 다양한 종류의 발광소자를 구비할 수 있다.
- [0058] 기판(101)의 제1 면 상에는 버퍼층(202)이 형성될 수 있다. 예를 들어, 버퍼층(202)은 실리콘 옥사이드, 실리콘 나이트라이드, 실리콘 옥시나이트라이드, 알루미늄옥사이드, 알루미늄나이트라이드, 티타늄옥사이드 또는 티타늄나이트라이드 등의 무기물이나, 폴리이미드, 폴리에스테르, 아크릴 등의 유기물을 함유할 수 있고, 예시한 재료들 중 복수의 적층체로 형성될 수 있다.
- [0059] 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(203), 게이트 전극(205), 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)을 포함할 수 있다. 이하에서는 박막 트랜지스터(TFT)가 활성층(203), 게이트 전극(205), 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)이 순차적으로 형성된 탑 게이트 타입(top gate type)인 경우를 설명한다. 그러나 본 실시예는 이에 한정되지 않고 바텀 게이트 타입(bottom gate type) 등 다양한 타입의 박막 트랜지스터(TFT)가 채용될 수 있다.
- [0060] 활성층(203)은 반도체 물질, 예컨대 비정질 실리콘(amorphous silicon) 또는 다결정 실리콘(poly crystalline silicon)을 포함할 수 있다. 그러나 본 실시예는 이에 한정되지 않고 활성층(203)은 다양한 물질을 함유할 수 있다. 선택적 실시예로서 활성층(203)은 유기 반도체 물질 등을 함유할 수 있다. 또 다른 선택적 실시예로서, 활성층(203)은 산화물 반도체 물질을 함유할 수 있다. 예컨대, 활성층(203)은 아연(Zn), 인듐(In), 갈륨(Ga), 주석(Sn) 카드뮴(Cd), 게르마늄(Ge) 등과 같은 12, 13, 14족 금속 원소 및 이들의 조합에서 선택된 물질의 산화물을 포함할 수 있다.
- [0061] 제1 절연층(204)은 활성층(203) 상에 형성된다. 제1 절연층(204)은 활성층(203)과 게이트 전극(205)을 절연하는 층으로, 게이트 절연막일 수 있다. 제1 절연층(204)은 금속 산화물 또는 금속 질화물을 포함할 수 있다.
- [0062] 제1 절연층(204)은 도 1에 도시하고 설명한 방법에 의해 형성될 수 있다. 즉, 제1 절연층(204)은, 제1 절연층(204)을 형성하기 위한 가열된 제1 전구체 용액을 기판(101) 상에 도포하고, 도포된 제1 전구체 용액을 열처리하여 형성할 수 있는데, 이때 제1 전구체 용액은, 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열될 수 있다. 예를 들어, 제1 전구체 용액의 가열온도는 제1 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다.
- [0063] 또한, 도포된 제1 전구체 용액은 200℃ 내지 300℃에서 열처리될 수 있다. 따라서, 제1 절연층(204)을 형성하기 위한 열처리를 수행하더라도 플렉서블한 성질을 가지는 기판(101)에 손상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0064] 뿐만 아니라, 제1 절연층(204)은, 가열에 의해 내부 기체가 제거된 제1 전구체 용액을 사용하여 형성됨으로써, 제1 절연층(204)의 공극률이 감소함으로써, 치밀하게 형성될 수 있다. 즉, 제1 절연층(204)의 결함이 감소하여 우수한 전기적 특성을 가지며, 이에 따라 박막 트랜지스터(TFT)는 우수한 성능을 가질 수 있다.
- [0065] 게이트 전극(205)은 제1 절연층(204)의 상부에 형성된다. 게이트 전극(205)은 박막 트랜지스터(TFT)에 온/오프 신호를 인가하는 게이트 라인(미도시)과 연결될 수 있다. 게이트 전극(205)은 저저항 금속 물질로 이루어질 수 있다. 게이트 전극(205)은, 예컨대 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다.
- [0066] 게이트 전극(205)상에는 제2 절연층(206)이 형성된다. 제2 절연층(206)은 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)과 게이트 전극(205)을 절연한다. 제2 절연층(206)은 무기 물질로 이루어진 막이 다층 또는 단층으로 형성될 수 있다. 예컨대 무기 물질은 금속 산화물 또는 금속 질화물일 수 있으며, 구체적으로 무기 물질은 실리콘산화물(SiO_2), 실리콘질화물(SiN_x), 실리콘산질화물($SiON$), 알루미늄산화물(Al_2O_3), 티타늄산화물(TiO_2), 탄탈산화물

(Ta2O5), 하프늄산화물(HfO2), 또는 아연산화물(ZnO) 등을 포함할 수 있다.

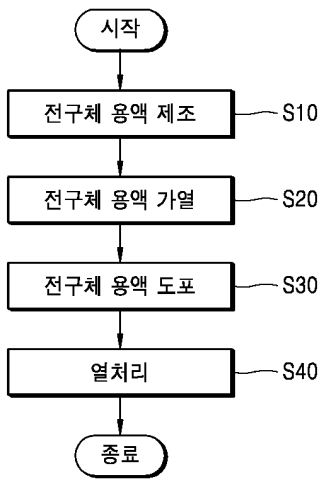
- [0067] 제2 절연층(206)은 도 1에 도시하고 설명한 방법에 의해 형성될 수 있다. 즉, 제2 절연층(206)은, 제2 절연층(206)을 형성하기 위한 가열된 제2 전구체 용액을 게이트 전극(205)을 덮도록 도포하고, 도포된 제2 전구체 용액을 열처리하여 형성할 수 있다. 이때 제2 전구체 용액은, 제2 전구체 용액의 끓는 점보다 낮은 온도로 가열될 수 있다. 예를 들어, 제2 전구체 용액의 가열온도는 제2 전구체 용액의 끓는 점보다 2℃ 내지 100℃ 낮을 수 있다. 또한, 제2 전구체 용액을 낮은 온도에서 열처리하여 제2 절연층(206) 형성할 수 있으며, 이에 의해 열처리 시 플렉서블한 성질을 가지는 기관(101) 등에 손상이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0068] 제2 절연층(206) 상에 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)이 형성된다. 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)은 활성층(203)의 영역과 접촉하도록 형성된다. 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)은 알루미늄(Al), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 니켈(Ni), 네오디뮴(Nd), 이리듐(Ir), 크롬(Cr), 리튬(Li), 칼슘(Ca), 몰리브덴(Mo), 티타늄(Ti), 텅스텐(W), 구리(Cu) 중 하나 이상의 물질로 단층 또는 다층으로 형성될 수 있다. 예를 들어, 소스 전극(207) 및 드레인 전극(208)은 티타늄(Ti), 알루미늄(Al), 및 티타늄(Ti)의 3층 적층 구조를 가질 수 있다.
- [0069] 패시베이션막(209)은 박막 트랜지스터(TFT)를 덮도록 형성될 수 있다. 패시베이션막(209)은 박막 트랜지스터(TFT)로부터 비롯된 단차를 해소하고 상면을 평탄하게 하여, 하부 요철에 의해 표시소자(230)에 불량 발생을 방지한다.
- [0070] 패시베이션막(209)은 SiO₂, SiNx, SiON, Al₂O₃, TiO₂, Ta₂O₅, HfO₂, ZrO₂, BST, PZT 등이 포함되도록 할 수 있고, 유기 절연막으로는 일반 범용고분자(PMMA, PS), 페놀계 그룹을 갖는 고분자 유도체, 아크릴계 고분자, 이미드계 고분자, 아릴에테르계 고분자, 아마이드계 고분자, 불소계고분자, p-자일렌계 고분자, 비닐알콜계 고분자 및 이들의 블렌드 등이 포함되도록 할 수 있다. 또한, 패시베이션막(209)은 무기 절연막과 유기 절연막의 복합 적층체로도 형성될 수 있다.
- [0071] 패시베이션막(209)상에는 표시소자(230)가 위치한다. 표시소자(230)는 제1 전극(231), 제1 전극(231)과 대향하는 제2 전극(232) 및 제1 전극(231)과 제2 전극(232) 사이에 개재되는 중간층(233)을 포함할 수 있다.
- [0072] 제1 전극(231)은 소스 전극(207) 또는 드레인 전극(208)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 전극(231)은 다양한 형태를 가질 수 있다.
- [0073] 제1 전극(231)은 패시베이션막(209)상에 형성되고, 패시베이션막(209)에 형성된 컨택홀을 통하여 박막 트랜지스터(TFT)와 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 전극(231)은 일 예로, 반사 전극일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(231)은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr 및 이들의 화합물 등으로 형성된 반사막과, 반사막 상에 형성된 투광성 전극층을 구비할 수 있다. 투광성 전극층은 인듐틴옥사이드(ITO; indium tin oxide), 인듐징크옥사이드(IZO; indium zinc oxide), 징크옥사이드(ZnO; zinc oxide), 인듐옥사이드(In₂O₃; indium oxide), 인듐갈륨옥사이드(IGO; indium gallium oxide) 및 알루미늄징크옥사이드(AZO; aluminum zinc oxide)를 포함하는 그룹에서 선택된 적어도 하나 이상을 구비할 수 있다.
- [0074] 제1 전극(231)과 대향되도록 배치된 제2 전극(232)은 다양한 형태를 가질 수 있는데, 예를 들면 아일랜드 형태로 패터닝되어 서로 고립된 형태로 형성될 수 있다. 제2 전극(232)은 투광성 전극일 수 있다. 제2 전극(232)은 Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Al, Ag, Mg 및 이들의 화합물을 포함하는 일함수가 작은 금속 박막으로 형성될 수 있다. 또한, 금속 박막 위에 ITO, IZO, ZnO 또는 In₂O₃ 등의 물질로 보조 전극층이나 버스 전극을 더 형성할 수 있다. 따라서, 제2 전극(232)은 중간층(233)에 포함된 유기 발광층에서 방출된 광을 투과시킬 수 있다. 즉, 유기 발광층에서 방출되는 광은 직접 또는 반사 전극으로 구성된 제1 전극(231)에 의해 반사되어, 제2 전극(232) 측으로 방출될 수 있다.
- [0075] 그러나, 본 실시예의 디스플레이층(200)은 전면 발광형으로 제한되지 않으며, 유기 발광층에서 방출된 광이 기관(101) 측으로 방출되는 배면 발광형일 수도 있다. 이 경우, 제1 전극(231)은 투광성 전극으로 구성되고, 제2 전극(232)은 반사 전극으로 구성될 수 있다. 또한, 본 실시예의 디스플레이층(200)은 전면 및 배면 양 방향으로 광을 방출하는 양면 발광형일 수도 있다.
- [0076] 한편, 제1 전극(231)상에는 절연물로 화소 정의막(219)이 형성된다. 화소 정의막(219)은 폴리이미드, 폴리아마이드, 아크릴 수지, 벤조사이클로부텐 및 페놀 수지로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 유기 절연 물질로, 스핀 코팅 등의 방법으로 형성될 수 있다. 화소 정의막(219)은 제1 전극(231)의 소정의 영역을 노출하

며, 노출된 영역에 유기 발광층을 구비한 중간층(233)이 위치한다. 즉, 화소 정의막(219)은 유기발광소자의 화소영역을 정의한다.

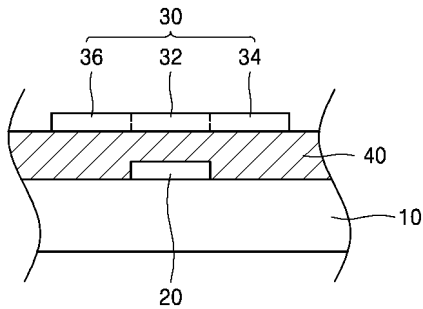
- [0077] 중간층(233)에 포함된 유기 발광층은 저분자 유기물 또는 고분자 유기물일 수 있으며, 중간층(233)은 유기 발광층 이외에 홀 수송층(HTL; hole transport layer), 홀 주입층(HIL; hole injection layer), 전자 수송층(ETL; electron transport layer) 및 전자 주입층(EIL; electron injection layer) 등과 같은 기능층을 선택적으로 더 포함할 수 있다.
- [0078] 제2 전극(232) 상에는 디스플레이층(200)을 덮어 밀봉하는 봉지 부재(300)가 형성될 수 있다. 봉지 부재(300)는 외부의 산소 및 수분을 차단하며 단일 층 또는 복수 층으로 이루어질 수 있다.
- [0079] 일 예로, 봉지 부재(300)는 적어도 하나의 유기막(330)과 적어도 하나의 무기막(310, 320)을 구비할 수 있다. 적어도 하나의 유기막(330)과 적어도 하나의 무기막(310, 320)은 서로 교번적으로 적층될 수 있다. 도 4에서는, 봉지 부재(300)가 두 개의 무기막(310, 320)과 한 개의 유기막(330)을 포함하는 예를 도시하고 있으나, 본 발명은 이에 한하지 않는다. 즉, 봉지 부재(300)는 교대로 배치된 복수 개의 추가적인 무기막 및 유기막을 더 포함할 수 있으며, 무기막 및 유기막의 적층 횟수는 제한되지 않는다.
- [0080] 무기막들(310, 320)은 실리콘 질화물, 알루미늄 질화물, 지르코늄 질화물, 티타늄 질화물, 하프늄 질화물, 탄탈륨 질화물, 실리콘 산화물, 알루미늄 산화물, 티타늄 산화물, 주석 산화물, 세륨 산화물 및 실리콘 산화질화물(SiON)로 이루어진 군으로부터 선택된 하나 이상의 물질을 포함할 수 있다.
- [0081] 유기막(330)은 화소 정의막(219)에 의한 단차를 평탄화하며, 무기막들(310, 320)에 발생한 스트레스를 완화시킬 수 있다. 유기막(330)은 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 폴리카보네이트(PC), 폴리스티렌(PS), 아크릴계 수지, 에폭시계 수지, 폴리이미드, 및 폴리에틸렌 등을 포함할 수 있다.
- [0082] 한편, 도면에 도시하지는 않았지만, 무기막들(310, 320)은 유기막(330) 보다 더 큰 면적을 가지도록 형성될 수 있다. 따라서, 유기막(330)의 외곽에서 무기막들(310, 320)은 서로 접할 수 있고, 이에 의해 외부의 산소 또는 수분의 침투를 더욱 효과적으로 방지할 수 있다.
- [0083] 봉지 부재(300) 상에는 기능층이 위치할 수 있다. 기능층은 편광층 또는 터치스크린층 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또한, 기능층은 외광 반사를 위한 광학 필름 등을 더 포함할 수 있다.
- [0084] 편광층은 디스플레이층(200)으로부터 방출되는 빛을 편광축과 동일한 방향으로 진동하는 빛만 투과시키고, 그 외의 방향으로 진동하는 빛은 흡수하거나 반사시킨다. 일 예로, 편광층은 서로 수직인 두 편광 성분에 $\lambda/4$ 만큼의 위상차를 부여하여 선편광을 원편광으로 바꾸거나 원편광을 선편광으로 바꾸는 위상차 필름과, 위상차 필름을 통과한 빛의 방향을 정렬하며, 서로 직교하는 두 가지 편광 성분으로 나누고 그 한 성분만을 통과시키고 다른 성분은 흡수 또는 분산시킬 수 있는 편광 필름 등을 포함할 수 있다. 다른 예로, 편광층은 복수의 와이어 그리드들이 배치된 와이어 그리드 편광층일 수 있다.
- [0085] 터치스크린층은 제1 전극과 제2 전극이 교차 배열된 터치센서를 포함할 수 있다. 터치센서는 일 예로, 서로 교차 배열되도록 형성되는 복수의 제1 전극과 복수의 제2 전극에서 발생하는 정전용량의 변동을 감지하여 해당부분의 접촉 여부를 판단하는 정전용량 방식일 수 있다.
- [0086] 이상에서는 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

도면

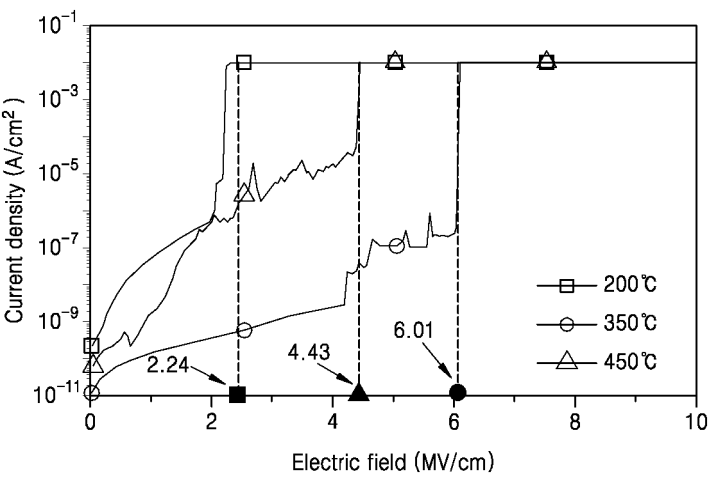
도면1



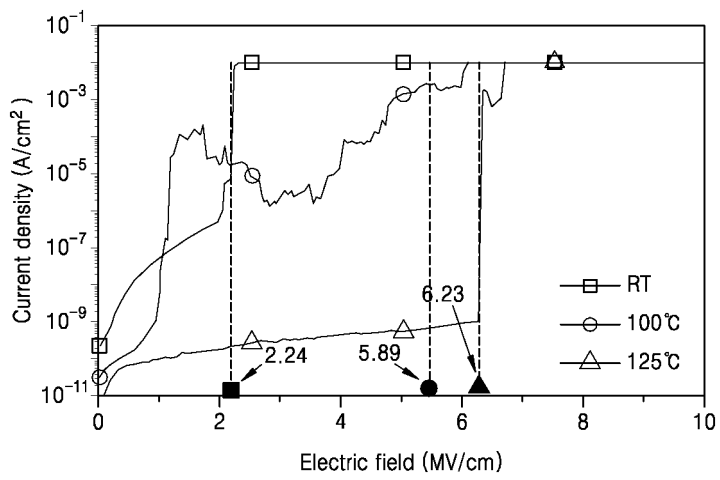
도면2



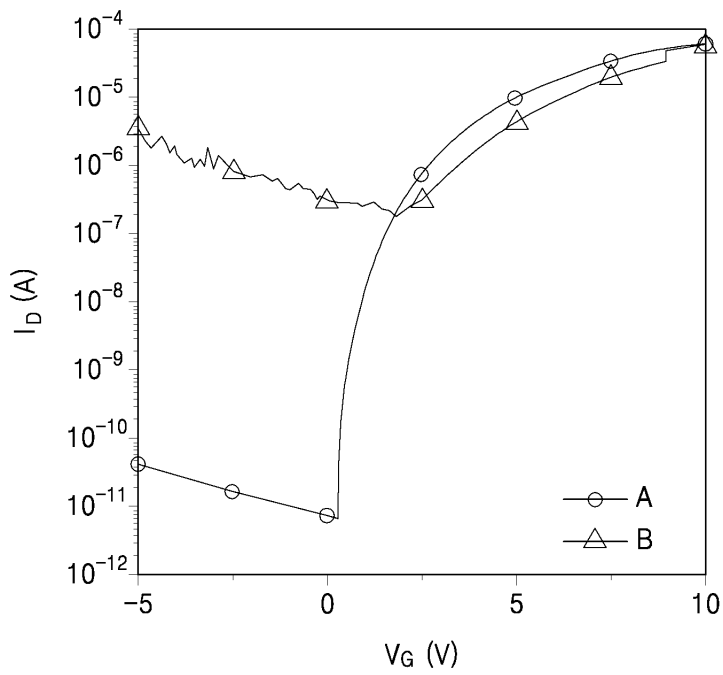
도면3



도면4



도면5



도면6

