



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0123532

(43) 공개일자 2021년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/52 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H01L 51/5032 (2013.01)

H01L 51/5203 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0040754

(22) 출원일자 2020년04월03일

심사청구일자 2021년07월02일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

강문성

서울특별시 종로구 통일로18길 9, 114동 703호 (무악동, 인왕산아이파크)

이종익

서울특별시 마포구 독막로 227-8, 203호 (신수동)

박동목

경기도 고양시 일산동구 일산로441번길 15-23, 3층 (정발산동)

(74) 대리인

특허법인엠에이피에스

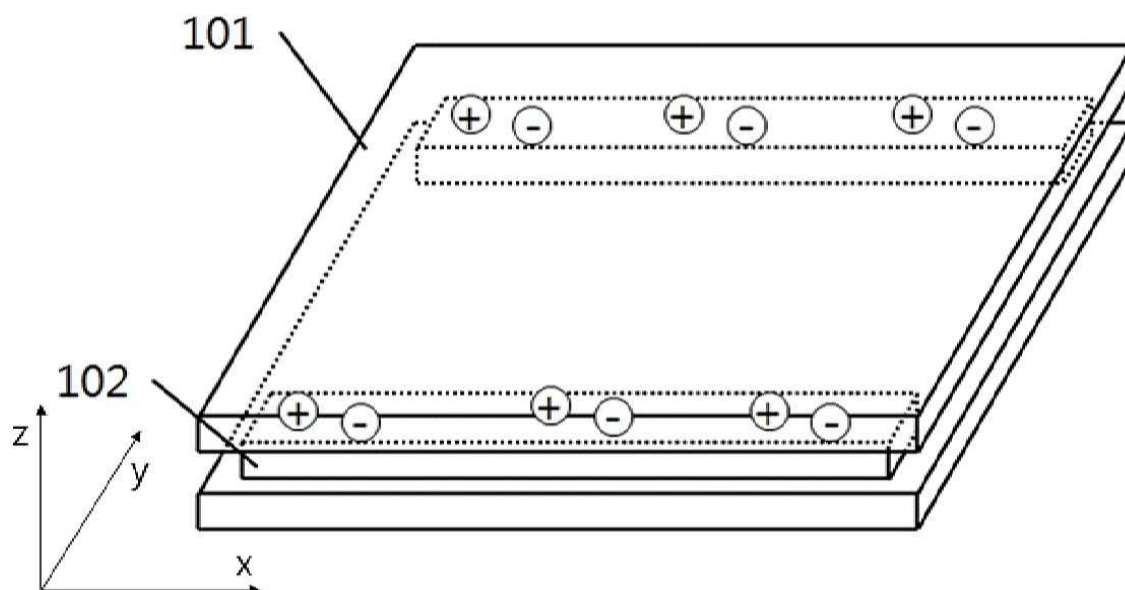
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 플로팅 전극을 포함하는 전기화학발광 디바이스

(57) 요약

본원은, 플로팅 전극을 포함하는 전기화학발광 디바이스에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 2251/5338 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711115742
과제번호	10051665
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	전자정보디바이스산업원천기술개발(R&D)
연구과제명	전기화학적 발광 소자 기반 대면적 디스플레이 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	승실대학교산학협력단
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

수평 방향으로 서로 이격되어 배치된 복수 개의 하부 전극;
상기 하부 전극과 수직 방향으로 이격되어 배치된 플로팅 상부 전극; 및
상기 하부 전극과 상기 플로팅 상부 전극 사이에 배치된 발광층
을 포함하는, 전기화학발광 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
상기 하부 전극은 애노드 및 캐소드를 포함하는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,
상기 플로팅 상부 전극은 전원이 연결되지 않은 플로팅 전극인 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
상기 하부 전극은 상기 발광층에 전위차를 인가하고, 상기 플로팅 상부 전극을 대전시키는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
상기 플로팅 상부 전극과 대향하는 상기 하부 전극의 면적만큼 면발광이 일어나는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 6

제 2 항에 있어서,
상기 애노드 및 상기 캐소드 사이의 폭은 1 μm 내지 10000 μm 인 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 하부 전극과 상기 플로팅 상부 전극 사이의 거리는 1 μm 내지 10000 μm 인 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 플로팅 상부 전극은 ITO (indium tin oxide), FTO (fluorine doped tin oxide) 또는 AZO (aluminum doped zinc oxide)를 포함하는 투명 산화물 전극; PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), 폴리아닐린 (PANI), 폴리피롤(PPy), PPV (Poly(p-phenylene vinylene)), PAC (Poly(acetylene)s) 또는 PPS (poly(p-phenylene sulfide))를 포함하는 전도성 고분자; CNT 또는 그래핀을 포함하는 탄소나노재료, 또는 금속 나노와이어를 포함하는 나노 재료; 및 반투명 금속 중에서 선택되는 것을 포함하는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 발광층은 발광 물질 및 전해질을 포함하는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 애노드 및 상기 캐소드 각각은 하나 이상이며,

상기 하나 이상의 애노드 및 상기 하나 이상의 캐소드는 서로 교대로 배치되는 것인, 전기화학발광 디바이스.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 하부 전극의 하부에 배치되는 하부 기관; 및/또는

상기 상부 전극의 상부에 배치되는 상부 기관을 추가 포함하는, 전기화학발광 디바이스.

청구항 12

제 1 항에 따른 전기화학발광 디바이스를 포함하는, 형태 가변형 기기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은, 플로팅 전극을 포함하는 전기화학발광 디바이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 상용화된 플렉서블 핸드폰, 롤러블 티비 등에 사용되는 대표적 디스플레이 중 하나로 유기 발광 다이오드 (organic light emitting diode, OLED)를 들 수 있다. OLED는 점광원이 아닌 면광원 형태로 제작되어 눈부심이 적은 조명에 사용되는 등 디스플레이 외에도 다양한 형태로 활용되고 있지만, 대부분의 경우 진공 공정을 통해 소자 제작이 이루어져야 하고 다층의 소자 구조가 필수적이므로 대면적 대량 생산에 한계가 있다. 그러므로 차세대 웨어러블 소자의 개발을 위해 OLED의 지속적인 개발 외에도 새로운 형태의 소자의 개발이 요구되는 바이다. 이 구동 방식과 차별화될 수 있는 새로운 형태의 소자로는 전기화학 반응을 통해 발광을 하는 전기화학 발광(electrochemiluminescence, ECL) 소자를 들 수 있다.

[0003] 일반적인 전기화학발광 소자는 OLED와 마찬가지로 두 개의 전극 사이에 발광층이 삽입된 구조를 가지며, 두 개의 전극 중 하나는 투명전극이어야 한다. 투명전극은 높은 투과도와 높은 전기전도도가 동시에 확보되는 것이 요구된다. 신축성 및 형태 가변성을 갖는 발광 디바이스로의 응용을 위해서는 투과도와 전기전도도뿐만 아니라 전극의 신축성, 탄성 등의 기계적 물성 확보가 동시에 이뤄져야 한다. 하지만 일반적인 투명전극은 투과도와 전기전도도, 기계적 물성, 이 세 가지 요건을 모두 충족시키기 어렵다.

[0004] 한편, 기존의 전기화학발광 디바이스는 복수의 물질층이 수직으로 적층되어 있는 적층형 구조로 이루어져 있다. 인쇄 공정과 같은 용액 공정을 통해서 이러한 적층형 구조의 소자를 제작시 하나의 물질층에 대한 용액 공정이 이미 공정되어 증착된 하부의 물질층에 영향을 줄 수 있다는 어려움이 있다. 본 발명자는 이러한 문제점을 해결하기 위해 양극과 음극을 서로 동일 평면에 배치한 발광 디바이스(대한민국 등록특허공보 제10-1864835호)를 발명하였지만, 이는 양극과 음극 사이의 면에서만 발광이 발생하여 수직 방향에서 보았을 때 선발광만 확인할 수 있다. 따라서, 선행등록특허는 면발광이 요구되는 광원 제작을 목적하는 경우에는 사용될 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본원은, 전원이 연결되지 않은 플로팅 전극을 상부 전극으로 포함함으로써 면발광이 가능한 전기화학발광 디바이스 및 상기 전기화학발광 디바이스를 포함하는 형태 가변형 기기를 제공한다.

[0006] 그러나, 본원이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본원의 제 1 측면은, 수평 방향으로 서로 이격되어 배치된 복수의 하부 전극; 상기 하부 전극과 수직 방향으로 이격되어 배치된 플로팅 상부 전극; 및 상기 하부 전극과 상기 플로팅 상부 전극 사이에 배치된 발광층을 포함하는, 전기화학발광 디바이스에 관한 것이다.

[0008] 본원의 제 2 측면은, 제 1 측면에 따른 전기화학발광 디바이스를 포함하는, 형태 가변형 기기를 제공한다.

발명의 효과

[0009] 본원의 구현예들에 있어서, 일반적인 투명전극은 전원에 연결된 상부 전극으로 사용될 때, 우수한 발광 효율을 나타내는 전기화학발광 디바이스를 위한 투과도, 전기전도도, 기계적 물성, 이 세 가지 요건을 모두 동시에 충족시키기 어려워 형태 가변형 발광 디바이스로 구현되기 어려운 문제점이 있다. 그러나, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 전원에 연결되지 않은 플로팅 전극을 상부 전극으로 사용하므로, 전기전도도가 다소 낮더라도 기계적 물성(신축성) 및 투과도가 우수한 투명전극을 상부 전극으로 사용할 수 있고, 상기 전기화학발광 디바이스는 우수한 면발광 효율과 함께 우수한 기계적 물성을 가지므로 형태 가변형 발광 디바이스에 적용할 수 있는 이점이 있다.

[0010] 본원에 일 구현예들에 전기화학발광 디바이스는, 전원에 직접 연결되지 않은 플로팅 전극을 상부 전극으로 사용함으로써 안정적인 면발광이 가능하면서도, 하부 전극의 면적만큼 면발광이 가능하므로 대면적의 면발광을 요구하는 디바이스에도 적용될 수 있는 효과가 있다.

[0011] 본원에 일 구현예들에 따른 전기화학발광 디바이스는, 용액 공정을 통해 제작되므로 제조 공정이 단순하여 대면적, 대량 생산에도 용이하고 비용이 저렴한 이점이 있고, 전기전도도는 떨어지나 신축성이 우수한 투명전극을 사용할 수 있으므로 신축성이 요구되는 플렉서블 디스플레이 등의 형태 가변형 기기에 적용될 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은, 본원의 일 구현예에 따른 전기화학발광 디바이스를 나타내는 개략도이다.

도 2a는, 도 1에서 x 방향으로 보았을 경우의 전기화학발광 디바이스를 나타내는 개략도이다.

도 2b는, 도 1에서 y 방향으로 보았을 경우의 전기화학발광 디바이스를 나타내는 개략도이다.

도 3은, 본원의 일 실시예에 따른 전기화학발광 디바이스에 있어서, 가시광에서 상부 전극의 투과도(transmittance)를 확인한 그래프이다.

도 4는, 본원의 일 실시예에 따른 전기화학발광 디바이스에 있어서, 전기화학발광 세기(ECL luminance)를 확인한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결”되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 “전기적으로 연결”되어 있는 경우도 포함한다.
- [0014] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 “상에” 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0015] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “약”, “실질적으로” 등은 언급된 의미에 고유한 제조 및 물질 허용오차가 제시될 때 그 수치에서 또는 그 수치에 근접한 의미로 사용되고, 본원의 이해를 돕기 위해 정확하거나 절대적인 수치가 언급된 개시 내용을 비양심적인 침해자가 부당하게 이용하는 것을 방지하기 위해 사용된다.
- [0016] 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~(하는) 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0017] 본원 명세서 전체에서, 마쿠시 형식의 표현에 포함된 “이들의 조합(들)”의 용어는 마쿠시 형식의 표현에 기재된 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상의 혼합 또는 조합을 의미하는 것으로서, 상기 구성 요소들로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 의미한다.
- [0018] 본원 명세서 전체에서, “A 및/또는 B”의 기재는 “A 또는 B, 또는 A 및 B”를 의미한다.
- [0020] 이하, 본원의 구현예 및 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본원이 이러한 구현예 및 실시예에 제한되지 않을 수 있다.
- [0022] 본원의 제 1 측면은, 수평 방향으로 서로 이격되어 배치된 복수 개의 하부 전극; 상기 하부 전극과 수직 방향으로 이격되어 배치된 플로팅 상부 전극; 및 상기 하부 전극과 상기 플로팅 상부 전극 사이에 배치된 발광층을 포함하는, 전기화학발광 디바이스를 제공한다.
- [0023] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 하부 전극은 애노드 및 캐소드를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 전원에 연결된 애노드 및 캐소드를 포함하는 하부 전극 상에 발광층이 위치하고, 상기 발광층 상에 전원에 연결되지 않은 플로팅 전극이 위치하는 구조이다. 일반적인 투명전극이 전원에 연결된 상부 전극으로 사용될 때, 우수한 발광 효율을 나타내는 전기화학발광 디바이스를 위한 투과도, 전기전도도, 기계적 물성, 이 세 가지 요건을 모두 동시에 충족시키기 어려워 유연 발광 디바이스로 구현되기 어려운 문제점이 있다. 그러나, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 전원에 연결되지 않은 플로팅 전극을 상부 전극으로 사용하므로, 전기전도도가 다소 낮더라도 기계적 물성(신축성) 및 투과도가 우수한 투명전극을 상부 전극으로 사용할 수 있고, 상기 전기화학발광 디바이스는 우수한 면발광 효율과 함께 우수한 기계적 물성을 가지므로 형태가변형 발광 기기에 적용될 수 있는 이점이 있다. 또한, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 용액 공정을 통해 제작되므로 제조 공정이 단순하여 대면적, 대량 생산에도 용이하고 비용이 저렴한 이점이 있고, 전기전도도는 떨어지나 신축성이 우수한 투명전극을 사용할 수 있으므로 신축성이 요구되는 플렉서블 디스플레이 등의 형태가변형 기기에 적용될 수 있는 이점이 있다.
- [0024] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 애노드 및 상기 캐소드 각각은 하나 이상일 수 있으며, 상기 하나 이상의 애노드 및 상기 하나 이상의 캐소드는 서로 교대로 배치되는 것일 수 있다.
- [0025] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 플로팅 상부 전극은 전원이 연결되지 않은 플로팅 전극인 것일 수 있다. 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 우수한 면발광 효율과 함께 우수한 기계적 물성을 가지므로 형태가변형 발광 디바이스에 적용할 수 있는 이점이 있다.

- [0026] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 하부 전극은 상기 발광층에 전위차를 인가하고, 상기 플로팅 상부 전극을 대 전시키는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 하부 전극은 애노드 및 캐소드를 포함하는 것으로서, 전압 인가시 상기 발광층에 전위차를 인가하고 상기 플로팅 상부 전극을 대전시킬 수 있다. 이 때, 상기 하부 전극과 상기 플로팅 상부 전극 사이의 발광층 내에서 이온성 발광체와 이온성 액체가 유동적으로 각각 전기화학적 반응과 각 전극 계면에서의 전기 이중층(Electrical Double Layer)을 형성할 수 있다.
- [0027] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 플로팅 상부 전극에는 전원이 연결되지 않으며, 상기 하부 전극에 의해 대전된 상기 플로팅 상부 전극은 상기 하부 전극과 전계를 형성하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 하부 전극의 애노드 및 캐소드에 전압이 인가되면 상기 플로팅 상부 전극은 각각 상기 애노드 및 상기 캐소드와 반대 전하로 상기 애노드 및 상기 캐소드의 면적만큼 대전되게 된다. 이때, 상기 플로팅 상부 전극과 상기 하부 전극의 애노드 및 캐소드에서는 발광 물질의 산화와 환원 반응일 일어나게 되고, 생성된 산화종과 환원종은 발광층에서 만나 면발광 하게 된다.
- [0028] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 플로팅 상부 전극과 대향하는 상기 하부 전극의 면적만큼 면발광이 일어나는 것일 수 있다. 종래 기술의 전기화학발광 디바이스에서는, 하부 전극 및 상부 전극 등의 복수의 물질층이 수직으로 적층된 경우 면발광이 가능하였으나, 이 경우 용액 공정을 통해서 이러한 적층형 구조의 소자를 제작시에 하나의 물질층에 대한 용액 공정이 이미 공정되어 증착된 하부의 물질층에 영향 줄 수 있고, 전기전도도가 매우 우수한 투명전극을 사용하여야 하므로 플렉서블 디스플레이에 사용되기에는 부족한 기계적 물성을 가지는 문제점이 있었다. 또한, 종래 기술의 전기화학발광 디바이스에서, 하부 전극 및 상부 전극이 수평으로 위치한 경우에는 선발광만 가능하여 발광 효율이 떨어지는 문제점이 발생할 수 있다. 그러나, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 플로팅 전극을 상부 전극으로 사용함으로써 안정적인 면발광이 가능하면서도, 하부 전극의 면적만큼 면발광이 가능하므로 대면적의 면발광을 요구하는 디바이스에도 적용될 수 있는 효과가 있다.
- [0029] 도 1, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 하부 기판(104) 상에 나란히 배치된 복수의 하부 전극(102) 및 상기 하부 전극(102) 상에 이격되어 배치된 플로팅 상부 전극(101) 및 상기 플로팅 상부 전극(101) 상에 배치된 상부 기판(103)을 포함하되, 상기 하부 전극(102)과 상기 플로팅 상부 전극(101) 사이의 공간은 발광층(100)이 포함되는 것이다. 상기 하부 전극(102)에 전압을 인가시 상기 플로팅 상부 전극(101)과 상기 하부 전극의 애노드 및 캐소드에서는 발광 물질의 산화와 환원 반응일 일어나게 되고, 생성된 산화종과 환원종이 만나 하부 전극의 면적만큼 면발광하게 된다.
- [0030] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 하부 전극의 제작 방법은 포토리소그래피(photolithography), 증착법(열 증착법(thermal evaporation), 전자빔 증착법(e-beam evaporation) 또는 스퍼터링 증착법(sputtering)), 전사 혹은 조건에 따라 스프레이 코팅이나 베큘 필터레이션(Vacuum filtration) 또는 전기방사가 가능하나 이에 제한되지는 않는다. 상기 하부 전극을 구성하는 물질은 전도성을 가지는 물질에 대하여서는 제한을 받지 않으며, 하부 전극의 위치는 하부 기판(104)없이 발광층(100) 상에서 바로 위치할 수도 있다.
- [0031] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 발광층은 발광 물질 및 전해질을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0032] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전해질은, 염(salt) 및 유기용매를 포함하는 액체 전해질; 고분자에 염(salt)이 용해된 고체형 전해질; 고분자, 염(salt) 및 유기용매를 포함하는 겔형 전해질; 또는 블록 공중합체(block copolymer) 및 이온성 액체(ionic liquid)를 포함하는 이온겔(ion gel) 전해질을 포함할 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.
- [0033] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 이온성 액체는, 1-부틸-3-메틸이미다졸륨 테트라플루오로보레이트(1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate; BMIM-BF₄), 1-에틸-3-메틸이미다졸륨비스(트리플루오로메틸설포닐) 이미드(1-ethyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide; EMIM-TFSI라 한다.), 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 테트라플루오로보레이트(1-ethyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate; EMIMBF), 1-부틸-3-메틸이미다졸륨 비스(트리플루오로메틸설포닐) 이미드(1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide; BMIM-TFSI), 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 메틸 설페이트(1-ethyl-3-methylimidazolium methyl sulfate; EMIM-SO₄), 디에틸메틸(2-메톡시에틸)암모늄 테트라플루오로보레이트(diethylmethyl(2-methoxyethyl)ammonium tetrafluoroborate; DMIM-BF₄), 디에틸메틸(2-메톡시에틸)암모늄 비스(트리플루오로메틸설포닐) 이미드(diethylmethyl(2-methoxyethyl)ammonium bis(trifluoromethylsulfonyl)imide); DMIM-TFSI) 또는 1-에틸-3-메틸이미다졸륨 테트라시아노보레이트(1-ethyl-3-methylimidazolium tetracyanoborate; EMIM-TCB)을 포함하

는 것일 수 있으며, 상기 염(salt)은, 인산염, 리튬염 또는 유기전해질로서 에틸렌 카보네이트(ethylene carbonate; EC) 및 프로필렌 카보네이트(propylene carbonate; PC)으로 이루어지는 군에서 선택된 어느 하나 또는 둘 이상의 혼합물을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.

[0034] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 발광 물질은, 이온성 전이금속 착화합물, 발광성 유기 반도체, 양자점 물질, 페로브스카이트 나노입자, 금속 나노입자 또는 탄소 나노입자를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.

[0035] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 전이금속 화합물은 루테튬(ruthenium, Ru), 이리듐(iridium, Ir), 레늄(rhenium, Re), 백금(platinum, Pt), 오스뮴(osmium, Os), 구리(copper, Cu), 철(iron, Fe) 등이 사용될 수 있다. 구체적으로, 상기 이온성 전이금속 착화합물은, tris(2,2'-bipyridine)ruthenium(II) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Ru}(\text{bpy})_3(\text{PF}_6)_2]$, tris(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline)ruthenium(II) bis(hexafluorophosphate) $[\text{Ru}(\text{dp-phen})_3(\text{PF}_6)_2]$, bis(2-phenylpyridine)(2,2'-dipyridine)iridium(III) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{bpy})\text{PF}_6]$, bis(2-phenylpyridine)(4,4'-di-tert-butyl-2,2'-dipyridyl)iridium(III) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Ir}(\text{dtbbpy})(\text{ppy})_2\text{PF}_6]$, 4,4'-di-tert-butyl-2,2'-dipyridyl-bis[2-(2',4'-difluorophenyl)pyridine]iridium(III) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Ir}(\text{ppy-F}_2)_2(\text{dtbbpy})\text{PF}_6]$, 1,10-[phenanthroline]rhenium(I) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Re}(\text{phen})\text{PF}_6]$, platinum(II) coproporphyrin $[\text{PtCP}]$ 및 tris(2,2'-bipyridine)osmium(II) 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate) $[\text{Os}(\text{bpy})_3(\text{PF}_6)_2]$ 중 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0036] 본원의 일 구현예에 있어서, 발광성 유기 반도체는 발광성 단분자 또는 고분자 등의 발광이 가능한 공액형 유기 반도체를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 루브린(rubrene)과 그의 유도체들, 안트라센(anthracene)과 유도체들, 피아렌(pyrene)과 그 유도체들, decycloxyphenyl substituted poly(1,4-phenylene vinylene [super yellow], poly(2-methoxy-5-(2-ethylhexyloxy)-1,4-phenylenevinylene) [MEH-PPV], poly(2-methoxy-5-(3',7'-dimethyloctyloxy)-1,4-phenylenevinylene) [MEMO-PPV], 및 poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole)[F8BT] 중 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0037] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 양자점 물질은 13-15족 또는 12-15족 원소의 무기 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로 상기 무기 화합물을 포함하는 양자점 물질은 셀렌화카드뮴(CdSe), 황화카드뮴(CdS), 셀렌화아연(ZnSe), 인화인듐(InP), 황화납(PbS) 및 셀렌화납(PbSe) 중 선택되는 하나 이상을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0038] 본원 구현예에 있어서, 상기 페로브스카이트 나노입자는 할라이드계 페로브스카이트를 포함하는 것일 수 있다. 구체적으로, 상기 할라이드계 페로브스카이트는 ABX_3 , A_2BX_6 또는 $\text{A}_3\text{B}_2\text{X}_9$ 의 화학식으로 표시되는 것일 수 있다: 상기 A는 유기 양이온 또는 무기 양이온일 수 있으며, 상기 B는 금속 양이온일 수 있으며, 상기 X는 할라이드 음이온일 수 있다.

[0039] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 금속 나노입자는 불연속 에너지 레벨을 나타내는 1 nm 이하의 치수를 갖는 금속 원자 클러스터를 포함하는 것일 수 있으며, 비제한적인 예로서, 금(Au) 나노입자, 은(Ag), 구리(Cu), 또는 은(Ag)-금(Au) 이원금속 나노입자를 포함하는 것일 수 있다.

[0040] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 탄소 입자는 그래핀 양자점(GQD) 또는 탄소 양자점(CQD)을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0041] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 발광층(100)은 상기 하부 전극(102) 상에 위치하고 직접적인 발광 역할과 동시에 물리적 기계적 특성을 지니는 구성요소일 수 있다. 상기 발광층(100)의 제작 방법은 몰딩법(광경화, 열 경화), 식각공정 및 스펀코팅 중에서 선택될 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다.

[0042] 본원의 일 구현예에 있어서, 플로팅 상부 전극(101)의 구성하는 물질은 하부 전극(102)과 달리 전도성을 가지는 빛 투과성 물질을 포함하는 것일 수 있다. 또한 상부 전극(101)의 위치는 상부 기판(103)없이 발광층(100) 상에 바로 위치할 수도 있다.

[0043] 본원의 일 구현예에 있어서, 플로팅 상부 전극은 투명 산화물(ITO (indium tin oxide), FTO (fluorine doped

tin oxide) 또는 AZO (aluminum doped zinc oxide) 등), 전도성 고분자(PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene)), 폴리아닐린(PANI), 폴리피롤(PPy), PPV (Poly(p-phenylene vinylene)), PAC (Poly(acetylene)s), 또는 PPS (poly(p-phenylene sulfide)) 등), 나노 재료(금속 나노와이어 또는 탄소나노 재료(CNT(carbon nanotube, 그래핀(graphene) 등)) 및 초박막 반투명 금속 중에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 구체적으로, 상기 플로팅 상부 전극은 전원에 연결되지 않은 플로팅 전극인 것으로서, 전기전도도가 다소 낮더라도 PEDOT:PSS 등의 기계적 물성(신축성) 및 투과도가 우수한 투명전극을 상부 전극으로 사용할 수 있다. 상기 ITO 등 산화물 기반의 전기전도도가 우수한 투명전극을 사용하는 것도 가능하나, 산화물 기반의 투명전극은 상기 전도성 고분자, 나노 재료 및 반투명 금속에 비해 기계적 물성이 떨어지므로 신축성이 요구되는 제품에 대해서는 선호도가 다소 떨어진다. 아울러, 상기 초박막 반투명 금속은 20 nm 이하의 두께일 수 있으며, 일반 금속에 비해 투명도가 확보된 것일 수 있다. 또한, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는, 기존의 발광 디바이스에 사용되는 직류 전원 이외에 교류전원을 사용하는 것도 가능하다.

[0044] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 하부 전극의 하부에 배치되는 하부 기판; 및/또는 상기 플로팅 상부 전극의 상부에 배치되는 상부 기판을 추가 포함하는 것일 수 있다. 상기 하부 기판 및 상부 기판은 상기 발광층 물질을 봉지하는데 사용되는 것이며, 유리, 세라믹, 실리콘, 종이, 고무 및 플라스틱 중에서 선택되는 것을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 상기 하부 기판 및 상부 기판은 단일 물질뿐만 아니라 굴절을 향상을 위해 반사면이 증착된 후처리가 수행된 것일 수 있다. 또한, 기판의 두께, 크기 또는 형상 등은 어느 하나로 제한되지 않으며, 설계자의 선택에 따라 변경 가능하고, 필요에 따라 상기 기판은 생략도 가능하다.

[0045] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 애노드 및 상기 캐소드 사이의 폭은 약 1 μm 내지 10000 μm 인 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 구체적으로, 상기 애노드 및 상기 캐소드 사이의 폭은 약 1 μm 내지 10000 μm , 약 10 μm 내지 10000 μm , 약 50 μm 내지 10000 μm , 약 100 μm 내지 10000 μm , 약 500 μm 내지 10000 μm , 약 1000 μm 내지 10000 μm , 약 5000 μm 내지 10000 μm , 약 1 μm 내지 5000 μm , 약 1 μm 내지 1000 μm , 약 1 μm 내지 500 μm , 약 1 μm 내지 100 μm , 약 1 μm 내지 10 μm , 약 10 μm 내지 5000 μm , 약 10 μm 내지 1000 μm , 약 10 μm 내지 100 μm , 약 50 μm 내지 10000 μm , 약 50 μm 내지 1000 μm , 약 50 μm 내지 100 μm , 약 100 μm 내지 5000 μm 또는 약 100 μm 내지 500 μm 인 것일 수 있다.

[0046] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 하부 전극과 상기 상부 전극 사이의 거리는 1 μm 내지 10000 μm 인 것일 수 있으나, 이에 제한되지는 않는다. 구체적으로, 상기 하부 전극과 상기 상부 전극 사이의 거리는 약 1 μm 내지 10000 μm , 약 10 μm 내지 10000 μm , 약 50 μm 내지 10000 μm , 약 100 μm 내지 10000 μm , 약 500 μm 내지 10000 μm , 약 1000 μm 내지 10000 μm , 약 5000 μm 내지 10000 μm , 약 1 μm 내지 5000 μm , 약 1 μm 내지 1000 μm , 약 1 μm 내지 500 μm , 약 1 μm 내지 100 μm , 약 1 μm 내지 10 μm , 약 10 μm 내지 5000 μm , 약 10 μm 내지 1000 μm , 약 10 μm 내지 100 μm , 약 50 μm 내지 10000 μm , 약 50 μm 내지 1000 μm , 약 50 μm 내지 100 μm , 약 100 μm 내지 5000 μm 또는 약 100 μm 내지 500 μm 인 것일 수 있다.

[0047] 도 3 및 도 4를 참조하면, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스에 있어서, 상부 전극을 각 ITO 및 PEDOT:PSS으로 사용하여 광 투과도(transmittance, %) 및 전기화학발광 세기(ECL luminance)를 확인할 수 있다. 구체적으로, 먼저 광 투과도 측면에서, PEDOT:PSS는 ITO와 유사하게 가시광 전체에 있어서 90% 이상의 고투과도를 나타내는 것을 확인하여 투명함을 확인할 수 있었다 (도 3). 또한, 애노드와 캐소드 사이의 거리가 1000 μm , 하부 전극과 플로팅 상부 전극의 사이가 100 μm 인 디바이스에서의 10 Hz 교류 구동시 전압을 변화(증가)시키는 과정에서 발광 구동 특성을 확인한 결과, 5 V_{AC} 의 경우, 플로팅 상부 전극으로 PEDOT:PSS를 사용한 경우 11.71 cd/m^2 가 나타남을 확인하였고, ITO를 사용한 경우 6.04 cd/m^2 가 나타남을 확인하였다. 즉, PEDOT:PSS는 ITO에 비해 면저항이 약 40 배 더 높은 것이나 전기화학발광 세기에 있어서는 상대적으로 크게 차이가 나지 않음을 확인할 수 있다 (도 4). 이로써, 본원에 따른 전기화학발광 디바이스는 상부 전극을 플로팅 전극으로 사용함으로써 전기전도도가 다소 떨어지나 기계적 물성(신축성) 및 투명도가 높은 물질을 사용하여도 우수한 면발광을 구현할 수 있으며, 기계적 물성 또한 우수하여 형태 가변형 디바이스에 적용될 수 있음을 확인할 수 있다.

[0049] 본원의 제 2 측면은, 제 1 측면에 따른 전기화학발광 디바이스를 포함하는, 형태 가변형 기기를 제공한다.

[0050] 본원의 일 구현예에 있어서, 상기 형태 가변형 기기는 형태 가변형 디스플레이, 형태 가변형 전기화학 센서 또는 형태 가변형 전지를 포함하는 것일 수 있다.

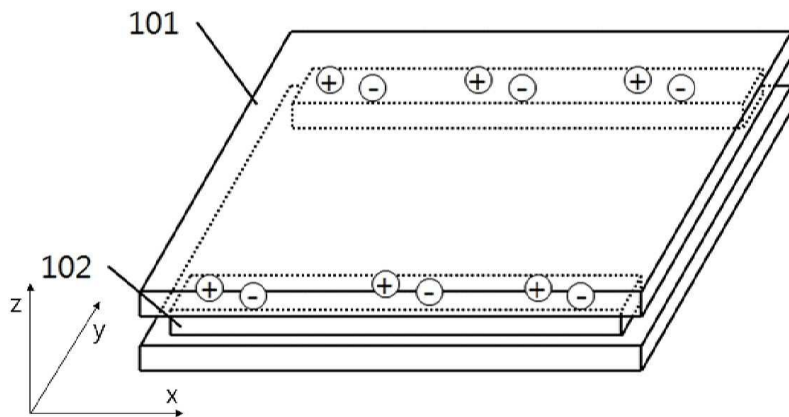
[0051] 제 1 측면 및 제 2 측면에 있어서, 서로 공통될 수 있는 내용은 그 기재가 생략되었더라도 모두 적용될 수 있다.

[0053] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

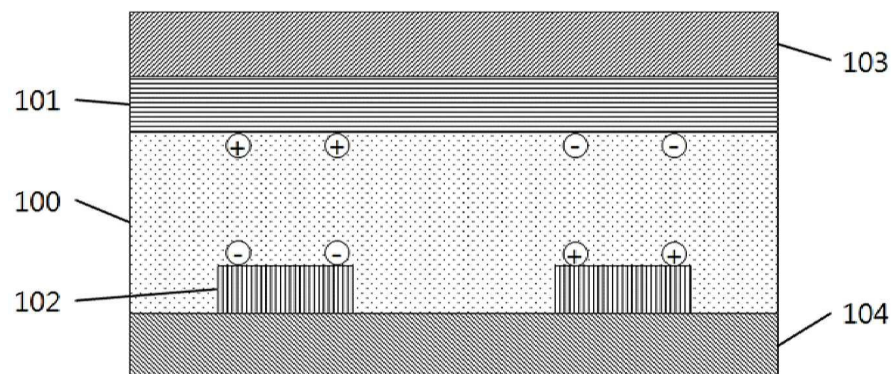
[0054] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

도면

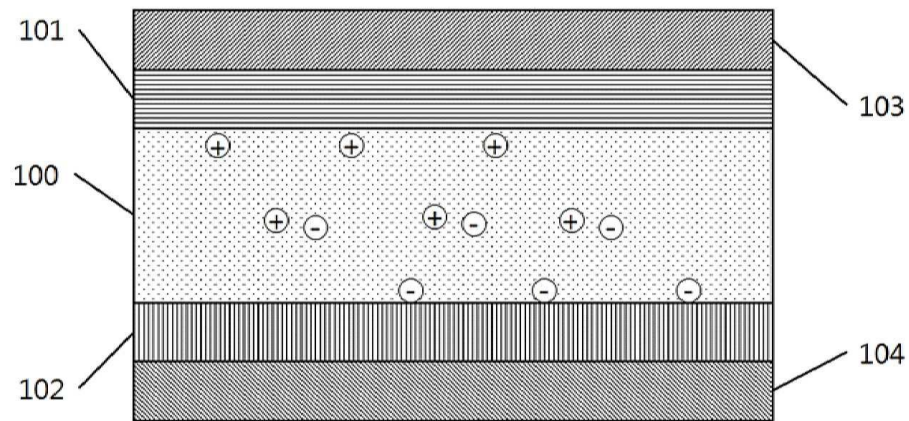
도면1



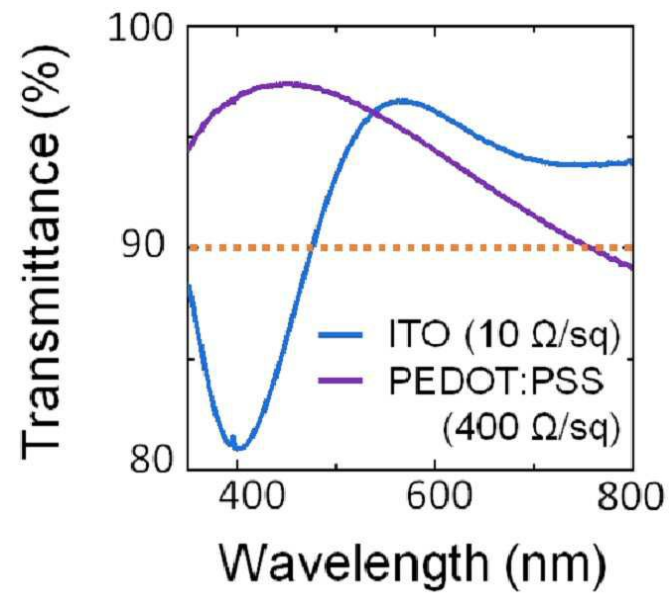
도면2a



도면2b



도면3



도면4

