



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년09월11일
(11) 등록번호 10-0757780
(24) 등록일자 2007년09월05일

(51) Int. Cl.

C09K 11/06(2006.01)

(21) 출원번호 10-2005-0031032
(22) 출원일자 2005년04월14일
심사청구일자 2005년04월14일
(65) 공개번호 10-2006-0108843
공개일자 2006년10월18일
(56) 선행기술조사문헌
KR 2003-46149 A

(73) 특허권자

한국과학기술연구원
서울 성북구 하월곡2동 39-1

(72) 발명자

김재경
서울 마포구 대흥동 태영아파트 102-702

박오욱

서울 강남구 삼성동 78-2

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장수길, 주성민

전체 청구항 수 : 총 11 항

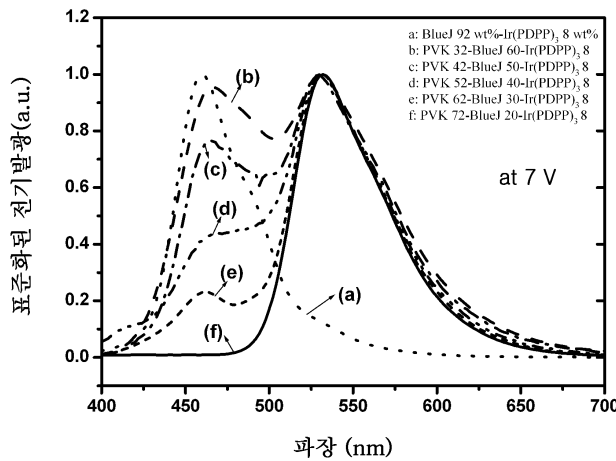
심사관 : 손창호

(54) 제어된 발광층 구조를 이용하는 고분자 전계 인광 소자

(57) 요약

본 발명은 유기 전기발광 소자에 관한 것으로서, 특히 발광 고분자들에 인광 물질을 도핑하여 발광 고분자의 에너지를 인광 물질로 전달하여 효율적인 인광을 유도한 고분자-베이스 전계 인광 소자에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 발광효율이 우수한 공액 고분자 및(또는) 인광물질과, 이들의 화학적 혼화성을 증가시키기 위해 PVK를 함께 블렌드하여 발광층을 구성하고, 구동전압을 낮추고 효율을 향상시키기 위해 구조를 이중층(double layer)으로 제어한 고분자 전계인광 소자가 제공된다. 본 발명에 의해 발광 고분자의 내부구조를 변화시킴으로써 혼화성을 높일 수가 있으며, 효율적인 에너지 전달로 인해 보다 향상된 전기발광 강도 및 효율을 갖게 된다.

대표도 - 도6



(72) 발명자

김태호

경남 마산시 합포구 대내동 경남아파트 1501호

장범진

서울 노원구 공릉2동 745 동신아파트 101-1302

유재웅

서울 서초구 반포동 952 반포아파트 104-503

진병두

경기 성남시 분당구 정자동 199 정든마을 202-2102

이수형

경기 수원시 영통구 영통동 955-1 황골마을주공아파트 125-802

특허청구의 범위

청구항 1

양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 발광형 공액 고분자와 인광물질과 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체의 블렌드로 이루어지는 것인 전계 인광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 발광형 공액 고분자가 폴리(플루오렌) 또는 그의 유도체, 폴리(파라-페닐렌) 또는 그의 유도체 또는 폴리(파라-페닐렌비닐렌) 또는 그의 유도체로서, 400 내지 480 nm 파장의 빛을 발생시키는 블루 계열의 고분자 발광 물질이며, 인광 물질은 이리듐 복합체, 유로퓸 복합체, 백금 복합체 또는 오스뮴 복합체로서 450 내지 700 nm 파장의 빛을 발생시키는 것인 전계 인광 소자.

청구항 3

투명기관,

상기 투명 기관 상의 반투명 전극,

발광형 공액 고분자, 인광물질과 PVK 또는 그의 유도체의 블렌드가 스핀 코팅된, 상기 반투명 전극 상의 발광층 및

상기 발광층 위에 증착된 금속전극

을 포함하는 전기발광 소자.

청구항 4

제3항에 있어서, 투명기관이 유리 또는 플라스틱이고, 반투명 전극이 산화인듐주석 (ITO), 폴리에틸렌 디옥시테오펜 (PEDOT), 탄소나노튜브 또는 폴리아닐린인 전기발광 소자.

청구항 5

제3항에 있어서, 금속 전극이 알루미늄, 마그네슘, 리튬, 칼슘, 구리, 은, 금 또는 이들의 합금인 전기발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서, 발광형 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도하거나 또는 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체로부터 발광형 공액 고분자로 에너지를 전달하고 그 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도하는 것인 전계 인광 소자.

청구항 7

양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체의 제1층과 인광물질의 제2층으로 이루어지는 이중 발광층인 전계 인광 소자.

청구항 8

양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 발광형 공액 고분자와 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체가 혼합된 제1층과 인광물질의 제2층으로 이루어지는 이중 발광층인 전계 인광 소자.

청구항 9

제8항에 있어서, 발광형 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지가 전달되는 것인 전계 인광 소자.

청구항 10

제8항에 있어서, 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체로부터 발광형 공액 고분자로 에너지가

전달되고, 다시 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지가 전달되는 것인 전계 인광 소자.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 발광형 공액 고분자가 400 내지 480 nm 파장의 빛을 발생시키고 상기 인광물질이 450 내지 700 nm 파장의 빛을 발생시키는 것인 전계 인광 소자.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <13> 본 발명은 유기 전기발광 소자에 관한 것으로서, 특히 발광 고분자들에 인광 물질을 도핑하여 발광 고분자의 에너지를 인광 물질로 전달하여 효율적인 인광을 유도한 고분자-베이스 전계 인광 소자에 관한 것이다.
- <14> 유기 전기발광 (Organic Electroluminescence)은 음극 (cathod)과 양극 (anode)으로부터 각각 주입되는 전자 (electron)와 정공 (hole)이 유기물 박막에서 엑시톤 (exciton)을 형성하고, 형성된 엑시톤으로부터 특정 파장의 빛이 발생하는 현상이다. 이러한 현상을 응용한 유기 전기발광 소자는 경량, 박막, 자체발광, 저전압 구동, 빠른 스위칭 속도 등의 장점을 갖는다. 특히, 1990년 영국의 R. H. Friend 교수 연구팀에 의해서 보고된 고분자 전기발광 소자 (Polymer Electroluminescent Device)는 스핀 코팅 (spin coating)법으로 박막을 형성하기 때문에, 진공증착 (vapor deposition)법으로 박막을 형성하는 저분자 전기발광 소자에 비해서 제조 공정의 비용이 저렴한 장점이 있다.
- <15> 도 1을 참조하여 고분자 전기발광 소자에 대하여 간략하게 설명한다. 고분자 전기발광 소자 (100)은 기판 (60) 위의 양극 전극층 (10)과 음극 전극층 (20)의 사이에 정공 수송층 (hole transport layer) (30), 전자 수송층 (electron transport layer) (40) 및 발광층 (emission layer) (50)이 존재하는 구조로 형성된다.
- <16> 양극 전극층 (10)으로는 가시광선 범위에서 투명하며, 일함수 (work function)가 높아서 정공의 주입이 용이한 ITO (Indium-Tin Oxide)와 같은 복합산화금속 박막을 주로 이용한다. 음극 전극층 (20)으로는 일함수가 낮은 세슘 (Cs), 리튬 (Li), 칼슘 (Ca) 등의 금속 및 일함수는 높지만 안정한 알루미늄 (Al), 구리 (Cu), 은 (Ag) 등의 금속의 합금을 주로 이용한다.
- <17> 양극 전극층 (10)과 음극 전극층 (20)에 순방향 전압을 발생시키면, 양극 전극층 (10)으로부터 주입되는 정공은 정공 수송층 (30)을 통과하여 발광층 (50)으로 이동하고, 음극 전극층 (20)으로부터 주입되는 전자는 전자 수송층 (40)을 통과하여 발광층 (50)으로 이동한다. 양극 및 음극 전극층 (10, 20)으로부터 각각 주입되는 정공과 전자는 서로 다른 이동도 (mobility)를 갖지만, 정공 수송층 (30)과 전자 수송층 (40)을 통과하면서 정공과 전자의 이동도는 비슷하게 된다. 또한, 음극 전극층 (20)으로부터 발광층 (50)으로 이동한 전자는 발광층 (50)과 정공 수송층 (30) 사이의 계면 (interface)에 존재하는 에너지 장벽에 의해 발광층 (50)내에 갇힘으로써, 전자와 정공의 재결합 (recombination) 효율이 향상된다. 결국, 발광층 (50)에서는 정공과 전자의 밀도가 균형을 이루므로써 고분자 전기발광 소자 (100)의 발광 효율을 높일 수 있다. 특히, 양극 전극층 (10)과 정공 수송층 (30)의 사이에 정공 주입층 (hole injection layer)의 역할을 하는 완충층 (buffer layer, 도시하지 않음)을 형성시킴으로써, 양극 전극층 (10)의 표면을 평탄하게 만들어 고분자 전기발광 소자 (100)의 발광 안정성을 향상시킬 수도 있다.
- <18> 상술한 바와 같이, 양극 및 음극 전극층 (10, 20)으로부터 각각 주입되는 정공과 전자는 발광층 (50)에서 재결합하여 발광 고분자 내에 엑시톤을 발생시킨다. 이러한 엑시톤은 단일항 (singlet) 상태의 엑시톤 (이하, "단일항 엑시톤"으로 표현함)과 삼중항 (triplet) 상태의 엑시톤 (이하, "삼중항 엑시톤"으로 표현함)으로 구분되며, 각각 1:3의 비율로 발생된다. 단일항 엑시톤이 여기 상태 (excited state)로부터 바닥 상태 (ground state)로 떨어지면서 특정 파장의 빛을 방출함으로써 기판 (60)을 통해서 발광 (luminescence)을 관찰하게 된다.
- <19> 교환상호작용 에너지에 의해 단일항 상태보다 삼중항 상태의 에너지가 더 낮지만, 단일항 상태에서 삼중항 상태로 전이하는 것은 스핀이 바뀌므로 허용되지 않는다. 그러나 스핀-궤도 결합 (spin-orbit coupling)에 의해 단일항 여기자는 삼중항 상태로 전이 (intersystem crossing)할 수 있다. 유기분자의 바닥상태는 스핀 단일항 상

태이므로, 양자역학적 선택률에 의하면 삼중항 여기자가 단일항인 바닥상태로 빛을 내며 천이하는 것은 금지되지만 단일항 여기자는 빛을 내며 바닥상태로 천이하여 형광 (fluorescence)을 낸다.

- <20> 그런데 스핀-궤도 결합과 같은 섭동에 의해 삼중항 여기자도 빛을 내며 천이할 수 있는데 이것을 인광 (phosphorescence)이라 한다. 인광에서는 단일항과 삼중항 여기자가 모두 발광에 기여할 수 있기 때문에, 단일항 여기자에서만 발광하는 형광소자와는 달리 발광효율이 우수하고, 내부양자효율도 이론적으로 100%에 달할 수 있는 장점이 있다(Y. Cao. 등, Nature, **397**, 414-416, 1999).
- <21> 대부분의 인광물질은 호스트 (host) 물질로부터 에너지를 전달받아 발광하기 때문에 에너지 제공 물질이 무엇보다도 중요하다. 지금까지 에너지 전달 물질로 많이 사용되어 온 고분자는 인광물질들과 화학적 혼화성이 뛰어난 폴리(N-비닐카르바졸) (Poly(N-vinylcarbazole), PVK)과 그 유도체가었으나, 이 고분자들은 공액 구조의 발광 고분자와는 달리 발광효율이 낮고, 구동전압도 높은 단점을 가지고 있다. 공액구조의 발광 고분자는 인광물질과의 혼화성이 나빠서 에너지 전달이 일어나지 않기 때문에 PVK를 주로 에너지제공 물질로써 사용해 왔으나, PVK를 호스트 고분자로 이용한 인광 소자의 경우에는 형광소자만큼의 휘도를 발견하기 어렵고, PVK와 같은 에너지 제공 물질의 한계 때문에 구동전압도 현저히 높은 단점을 가지고 있다.
- <22> 이외에 전자를 잘 주입하기 위해 2-tert-부틸페닐-5-비페닐-1,3,4-옥사디아졸 (PBD)을 발광층에 같이 블렌드하는 방법이 제시되었으나, 이 물질 또한 PVK 못지 않은 큰 에너지 밴드 갭을 가지고 있어 전하 트랩핑 (Charge Trapping) 효과를 유발하여 구동전압을 낮추는 데에 어려움이 있다 (X. Gong 등, Advanced Functional Materials, **13**, 439-444, 2003).
- <23> 따라서 발광효율이 향상된 전계인광 소자를 구성하기 위해, PVK를 대체할 수 있는 고발광효율 공액 고분자가 요구되고 있으며, 인광 소자의 문제점인 높은 구동전압도 여전히 해결해야 할 과제이다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <24> 따라서, 본 발명에서는 발광효율이 우수한 공액 고분자와 인광물질의 화학적 혼화성을 높여서 자연스러운 에너지 전달을 유도함으로써 효율적인 에너지 전달을 통한 고효율 전계 인광 소자를 제공하고, 제어된 발광 소자의 구조를 통해 구동전압이 낮은 전계 인광 소자를 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

- <25> 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 발광효율이 우수한 공액 고분자 및(또는) 인광물질과, 이들의 화학적 혼화성을 증가시키기 위해 PVK를 함께 블렌드하여 발광층을 구성하고, 구동전압을 낮추고 효율을 향상시키기 위해 구조를 이중층 (double layer)으로 제어한 고분자 전계인광 소자가 제공된다.
- <26> 구체적으로, 본 발명의 전계 인광 소자는 양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 1) 발광형 공액 고분자, 인광물질과 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체의 블렌드 또는 2) PVK 또는 그의 유도체와 인광물질의 블렌드로 이루어진다.
- <27> 상기 발광형 공액 고분자는 폴리(플루오렌) 또는 그의 유도체, 폴리(파라-페닐렌) 또는 그의 유도체 또는 폴리(파라-페닐렌비닐렌) 또는 그의 유도체로서, 400 내지 480 nm 파장의 빛을 발생시키는 블루 계열의 고분자 발광 물질이고, 이로 제한되지 않는다.
- <28> 상기 인광 물질은 이리듐 복합체, 유로퓸 복합체, 백금 복합체 또는 오스뮴 복합체로서 450 내지 700 nm 파장의 빛을 발생시키고, 이로 제한되지 않는다.
- <29> 상기 본 발명에 따른 전계 인광 소자에서 발광형 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도하거나 또는 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체로부터 발광형 공액 고분자로 에너지를 전달하고 그 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도할 수 있다.
- <30> 또한, 본 발명은 투명기관, 상기 투명 기관 상의 반투명 전극, 발광형 공액 고분자, 인광물질과 PVK 또는 그의 유도체의 블렌드가 스핀 코팅된, 상기 반투명 전극 상의 발광층 및 상기 발광층 위에 증착된 금속전극을 포함하는 전기발광 소자를 제공한다.
- <31> 상기 전기 발광 소자에서 투명기관은 유리 또는 플라스틱이고, 반투명 전극은 산화인듐주석 (ITO), 폴리에틸렌 디옥시티오펜 (PEDOT), 탄소나노튜브 또는 폴리아닐린이고, 이로 제한되지 않는다.
- <32> 금속 전극으로서는 알루미늄, 마그네슘, 리튬, 칼슘, 구리, 은, 금 또는 이들의 합금을 사용할 수 있으며, 이로

제한되지 않는다.

- <33> 추가로, 본 발명은 양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체의 제1층과 인광물질의 제2층으로 이루어지는 이중 발광층인 전계 인광 소자를 제공한다. 상기 전계 인광 소자에서, 발광형 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지가 전달된다.
- <34> 또한, 본 발명은 양극 전극층, 음극 전극층 및 발광층을 포함하는 고분자-베이스 전계 인광 소자로서, 발광층이 발광형 공액 고분자와 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체가 혼합된 제1층과 인광물질의 제2층으로 이루어지는 이중 발광층인 전계 인광 소자를 제공한다. 상기 전계 인광 소자에서, 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK) 또는 그의 유도체로부터 발광형 공액 고분자로 에너지가 전달되고, 다시 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지가 전달된다.
- <35> 이하에서는, 본 발명의 실시태양을 통해 본 발명을 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- <36> 도 1에서는 고효율 발광 고분자, 인광물질과 PVK를 발광층으로 구성된 전기발광 소자의 구조를 도시하고 있다. 발광층 내의 PVK는 화학적 혼화성을 높일 뿐만 아니라 정공 수송의 역할도 수행하고 있으므로, 정공차단층인 2,9-디메틸-4,7-디페닐-1,10-페난트롤린 (BCP)을 증착하여 소자의 효율을 향상시킨다.
- <37> 도 2에서는 낮은 구동전압과 고효율을 위해서 이중 발광층을 구성한 전기발광 소자의 구조를 에너지 밴드갭을 통해 도시한다. PVK와 인광물질을 이중층으로 구성하거나, 발광효율이 높은 공액 고분자와 PVK를 블렌드한 층과 인광물질 층을 이중으로 구성하여 구동전압을 현저히 낮추고, 발광효율을 증가시킨다.
- <38> 본 발명에 따른 고분자 전계 인광 소자에서 사용되는 에너지 제공 공액 고분자의 예로서, PVK에 비해 발광효율이 아주 우수한 폴리플루오렌-타입 블루 LEP (Lumination BlueJ Light-Emitting Polymers, 다우 메미칼 컴퍼니 (Dow Chemical Company)의 상표명, BlueJ) 등이 사용되며, PVK와 화학적 혼화성이 좋다면 어떠한 공액 고분자이든 사용 가능하다. 이 고효율 발광 고분자를 에너지 제공 물질로 사용할 때, 전하 트랩핑 효과를 감소시킴으로써 전계 인광 소자의 구동전압을 낮추고, 효과적인 Forster 에너지 전달을 통해 소자의 발광효율도 향상시킨다.
- <39> 그러나, 이 BlueJ 고분자와 본 발명에 사용된 인광물질 (*fac*-트리스[2-(2-피리디닐-kN)(5-(2,5-디메틸페닐)페닐)-kC]-이리듐(III), Ir(PDPP)₃)은 혼화성이 좋지 않고 상분리가 일어나기 때문에 에너지 전달이 일어나지 않는다. 따라서 발광층에 이 두 물질들과 화학적 혼화성이 모두 뛰어난 PVK를 같이 블렌드하여 BlueJ 고분자로부터 Ir(PDPP)₃으로 에너지 전달을 유도한다.
- <40> 도 3은 BlueJ 고분자와 Ir(PDPP)₃와 PVK의 흡수와 광 발광 (Photoluminescence, PL) 스펙트럼을 나타낸다. 400 nm 파장에서 최대인 PVK의 발광 스펙트럼은 BlueJ 고분자의 흡수 밴드와 많은 부분이 겹치고, PVK의 에너지는 BlueJ 고분자로 모두 전달된다. BlueJ의 발광 스펙트럼은 Ir(PDPP)₃의 메탈-리간드 전하전달 (Metal-ligand charge transfer [MLCT]) 흡수 밴드와 상당 부분이 겹친다. 390 nm 파장과 420 nm 파장에서의 피크는 각각 바닥상태로부터 단일항 MLCT와 삼중항 MLCT 여기상태로의 전이에 의한 흡수를 의미한다. 따라서, PVK에서 BlueJ로, 또 BlueJ로부터 Ir(PDPP)₃로 효과적인 에너지 전달이 일어나는 것이다.
- <41> 세가지 물질들을 여러 가지 비율로 블렌드하여 유리에 스핀코팅한 필름들의 표준화된 PL 스펙트럼들을 도 4에서 나타낸다. 블렌드시 Ir(PDPP)₃의 비율은 8 wt%로 고정되고, 필름들을 여기시키기 위한 광원의 파장은 PVK의 흡수 밴드인 345 nm이다. PVK가 포함되지 않은 BlueJ와 Ir(PDPP)₃의 블렌드 필름에서는 낮은 혼화성과 상분리 때문에 에너지 전달이 전혀 일어나지 않는다. 그러나 이 블렌드에 PVK를 첨가하기 시작하면, 부분적인 에너지 전달을 보인다. PVK의 함량이 많아질수록 더욱 더 BlueJ로부터 Ir(PDPP)₃로의 에너지 전달이 두드러지게 나타난다. PVK의 함량이 72wt%에 달했을 때, 블렌드 필름의 모폴로지에서 고분자들의 도메인 사이즈가 최소가 되며, BlueJ로부터의 완벽한 에너지 전달이 일어난다.
- <42> 도 5는 세가지 물질이 다양한 비율로 블렌드된 모폴로지를 나타낸다. 이 원자력 현미경 (Atomic Force Microscope (AFM)) 이미지들은 PVK와 BlueJ의 다른 비율에 따라 상분리가 어떻게 진행되는지를 보여준다 (좌측). PVK 32: BlueJ 60: Ir(PDPP)₃ 8의 블렌드 필름의 경우에는 마이크로 상분리에도 불구하고, PVK가 BlueJ와 Ir(PDPP)₃에 모두 혼화성이 뛰어나기 때문에, 상 계면에서 부분적인 에너지 전달을 보여준다 (가운데). PVK 함량의 증가에 따라, PVK 52: BlueJ 40: Ir(PDPP)₃ 8의 블렌드에서는 고분자들의 도메인 사이즈가 감소하고,

BlueJ로부터 Ir(PDPP)₃의 에너지 전달이 더욱 지배적으로 일어난다. PVK 72: BlueJ 20: Ir(PDPP)₃ 8의 블렌드에서는 열역학적으로 안정화된 상태로 상분리가 억제되며, 거의 균일한 모폴로지를 통해 PVK의 완벽한 에너지 전달이 얻어진다 (우측).

- <43> 본 발명을 하기 실시예로 보다 상세히 설명하나, 본 발명은 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.
- <44> <실시예 1>
- <45> 폴리(N-비닐카르바졸) (PVK)을 시그마-알드리치 (Sigma-Aldrich Co.)로부터 구입하고 실험실에서 정제하였으며, 상기 다른 물질들은 타 기관으로부터 제공받았다. PVK와 BlueJ, Ir(PDPP)₃를 다양한 비율로 클로로벤젠 (HPLC급, 알드리치 (Aldrich) 제품)에 용해시켰다. 산화인듐주석(ITO)이 코팅된 유리 기판을 산소 플라즈마 처리하고, PSS:PEDOT를 20 nm의 두께로 스핀코팅하여 진공 오븐에서 1시간 동안 120도에서 열처리하였다. 이후 여러 가지 비율로 블렌드되어 있는 용액들을 100 nm 두께로 스핀코팅한 뒤 용매를 완전히 제거하였다. 1×10^{-6} torr의 고진공에서 정공차단물질인 BCP를 20 nm의 두께로 진공 증착하고, 리튬:알루미늄 합금 (Li:Al 합금) 전극을 증착하여 ITO/PEDOT/블렌드 발광층/BCP/Li:Al 합금의 구조를 갖는 전기발광 소자를 제작하였다.
- <46> <실시예 2>
- <47> 실시예 1에서 제조된 각 전기발광 소자의 스펙트럼과 전압-전류-발광강도 특성 평가
- <48> 실시예 1에서 제조된 각 전계 인광 소자들의 스펙트럼과 전압-전류-발광강도 특성을 휘도계 (Luminance meter) (LS-100)과 광원 측정 장치 (source-measurement unit) (Keithley 236)으로 구성된 장비를 통하여 측정하였으며, 소자의 PL과 EL 스펙트럼들을 측정하기 위한 수단으로 형광 분광기 (fluorospectroscopy) (ISS Photon Counter Meter)를 사용하였다.
- <49> 도 6은 실시예 1에서 제조된 여러 가지 비율의 고분자 인광 블렌드 소자들의 전압 7V에서의 EL 스펙트럼을 나타낸 그래프이다. 도 4에서와 유사하게, PVK의 함량이 증가할수록 고효율 BlueJ 고분자로부터 Ir(PDPP)₃로 에너지 전달도 증가한다. PVK 72:BlueJ 20:Ir(PDPP)₃ 8의 블렌드 소자에서는 나노-스케일의 상분리된 모폴로지를 통해 완전한 에너지 전달이 일어나며, 빛은 단지 Ir(PDPP)₃ 영역에서만 발광한다.
- <50> 도 7은 실시예 1에서 제조된 각 전계 인광 소자들의 전압-전류-발광강도 특성을 나타낸 그래프이다. PVK와 Ir(PDPP)₃의 단순 블렌드 소자에 비해 72:20:8의 삼성분 블렌드 소자의 문턱 전압이 6.0 V에서 4.4 V로 감소하였고, 이는 BlueJ에서 Ir(PDPP)₃로 효율적인 에너지 전달이 일어났기 때문이다. PVK에서 에너지가 전달될 경우, 전하 트랩핑 효과 때문에 구동전압이 높은 단점이 있으나, BlueJ와 같은 고효율 공액 고분자에서 에너지가 전달될 때는 Forster 에너지 전달이 주된 메카니즘으로 작용하므로 구동전압이 현저히 낮아진다. 72:20:8 블렌드 소자의 최대 발광효율은 6.71 mA/cm^2 의 전류밀도, 7.8 V의 구동전압, 2150 cd/m^2 에서 32 cd/A 에 달했으며, 외부양자효율은 8.9%에 달한다. 최대 발광 강도는 10.8 V에서 21300 cd/m^2 이었으며, PVK:Ir(PDPP)₃ 블렌드 소자에 비해 휘도가 약 15배 가량 향상된 특성을 보였다.
- <51> 도 2에 도시된 이중 발광층 구조는 고분자:인광물질 블렌드 소자 구조에서 한단계 진보 및 향상된 시스템으로서, 제어된 발광층 내부구조를 통해 낮은 구동전압과 향상된 발광효율을 얻을 수 있다. 도 8은 PVK와 이리듐 복합체 (Ir(ppy)₃)의 이중 발광층 구조로 제작된 전기발광 소자의 전압에 따른 발광강도 특성을 PVK:Ir(ppy)₃ 단순 블렌드 층과 비교, 분석한 그래프이다. 도 8에 나타나 있는 바와 같이 이중 발광층 구조를 갖는 전계 인광 소자의 경우, 블렌드 소자에 비해 문턱전압도 낮고, 현저히 낮은 전압에서도 구동될 수 있는 특성을 갖는다. 이중발광층 구조의 EL소자는 블렌드 소자와는 달리 PVK 층과 인광물질 층의 계면에서 에너지 전달이 효율적으로 일어나며, 전압의 증가보다 휘도의 증가분이 훨씬 크게 측정된다. PVK를 60 nm 두께로 스핀코팅한 뒤, Ir(ppy)₃를 진공증착한 이중 발광층과 비교하였을 때, 같은 두께로 Ir(ppy)₃를 스핀 코팅한 소자가 더 낮은 구동전압을 보였다. 이 비교 결과는, 스핀 코팅 시, 용매에 의해 부분적으로 팽창된 PVK 층에 인광물질이 침투해 들어감으로써 효율적인 에너지 전달이 일어나고, 소자의 성능도 향상되었다는 것을 보여주는 것이다.
- <52> 이와 같은 시스템을 이용하여, 상기 명시한 PVK:공액 고분자:인광물질 블렌드 소자의 경우에서와 같이 PVK:공액 고분자 블렌드의 제1층/인광물질의 제2층의 이중 발광층 구조를 갖는 EL 소자에서도 마찬가지로 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도할 수 있다. PVK보다 발광효율이 월등히 높은 공액 고분자를, 상분리가 일

어나지 않도록 적정비율로 PVK와 블렌드하여 첫 번째 에너지 호스트 층으로 사용하고, 인광물질 층을 그 위에 스펀코팅하여 이중 발광층을 구성한다. 도 8의 결과로부터 유추해 볼 때, 이러한 이중층 구조의 EL 소자는 도 7에서 보인 블렌드 소자보다도 낮은 구동전압을 가지고, 발광 효율도 우수한 특성을 가질 것으로 예상할 수 있다.

<53> 상술한 실시예는 본 발명의 원리를 응용한 다양한 실시예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않음을 이해해야 한다. 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질로부터 벗어남이 없이 여러 가지 변형이 가능함을 명백히 알 수 있을 것이다.

발명의 효과

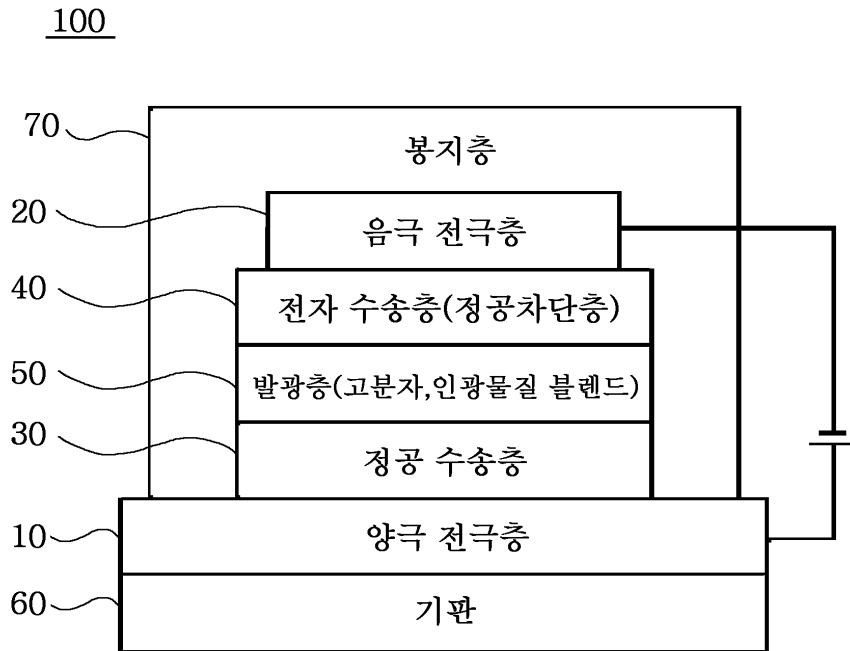
<54> 본 발명은 발광효율이 우수한 공액 고분자와 인광물질을 PVK와 블렌드하여 발광층으로 이용하는 고분자-베이스 전계 인광 소자를 제공함으로써, PVK가 다른 두 물질의 화학적 혼화성을 증가시키고, 공액 고분자로부터 인광물질로 효율적인 에너지 전달이 이루어져 소자의 발광효율을 향상시킨다. 또한 블렌드 발광층 대신 이중 발광층 구조를 전계인광 소자에 도입함으로써 층 계면에서 공액 고분자로부터 인광물질로 에너지 전달을 유도하며, 구동전압을 낮추고 발광효율을 높인다.

도면의 간단한 설명

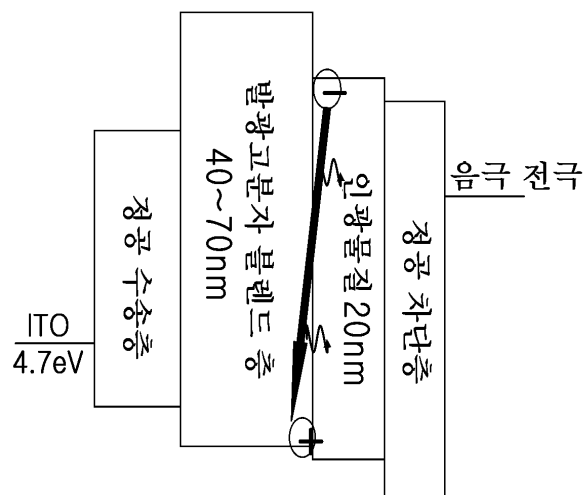
- <1> 도 1은 고분자 전계 인광 소자의 구조를 설명하기 위한 도면.
- <2> 도 2는 발광층을 이중으로 구성하여 에너지 전달을 유도한 전계 인광 소자의 구조와 에너지 밴드갭을 도시한 도면.
- <3> 도 3은 발광층에 쓰이는 발광 고분자들과 인광물질의 UV 흡수 및 광발광 특성을 설명하기 위한 그래프.
- <4> 도 4는 공액 고분자로부터 인광물질로의 에너지 전달 과정과 광발광 특성을 설명하기 위한 그래프.
- <5> 도 5는 발광층내 발광 물질들의 여러 비율에 따른 상변화를 표면 모폴로지를 통해 살펴보기 위한 도면.
- <6> 도 6은 공액 고분자로부터 인광물질로의 에너지 전달 과정과 전기 발광 특성을 설명하기 위한 그래프.
- <7> 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 고분자-베이스 전계 인광 소자의 구동 전압-전류 밀도-발광 효율 특성을 설명하기 위한 그래프.
- <8> 도 8은 이중 발광층 구조의 전계 인광 소자의 구동 전압-발광 특성을 설명하기 위한 그래프.
- <9> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <10> 10: 양극 전극층
- <11> 20: 음극 전극층
- <12> 50: 발광층

도면

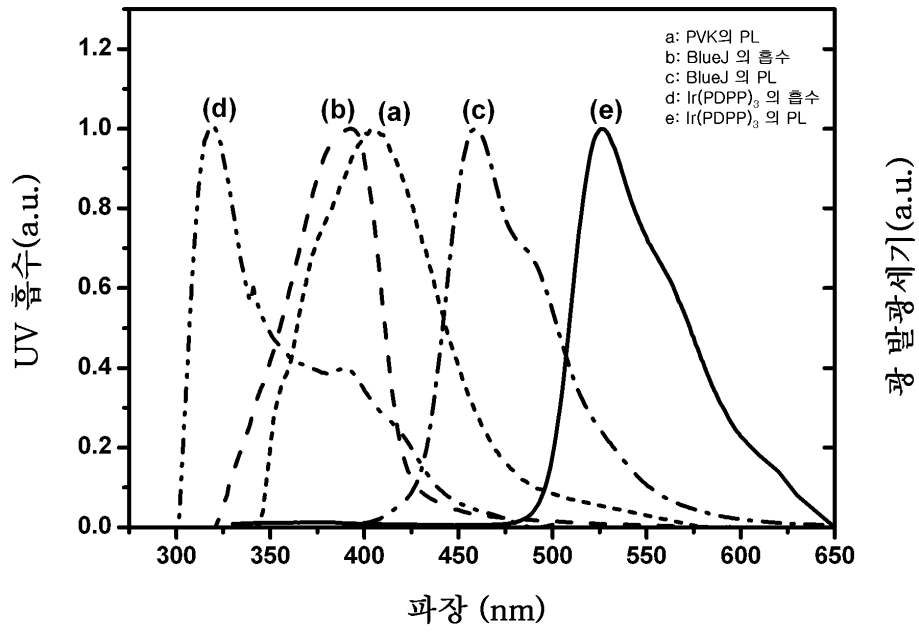
도면1



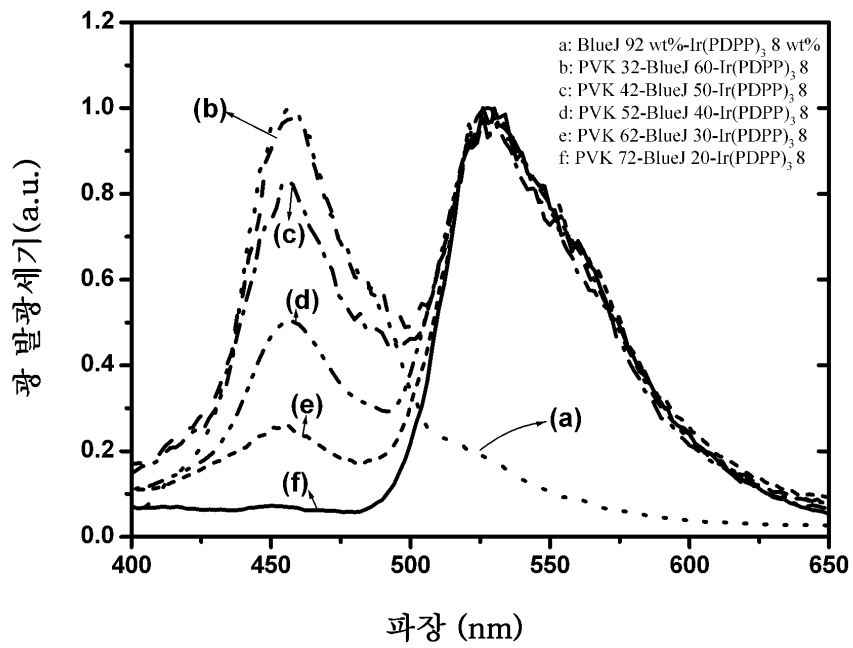
도면2



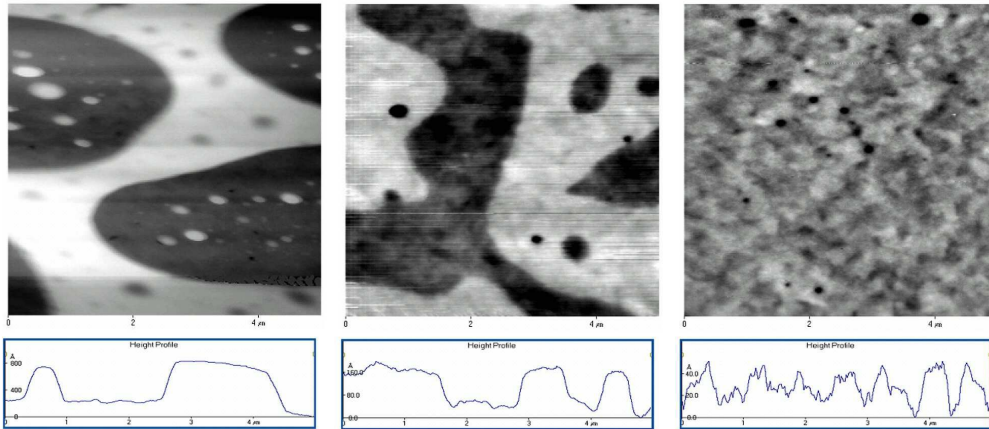
도면3



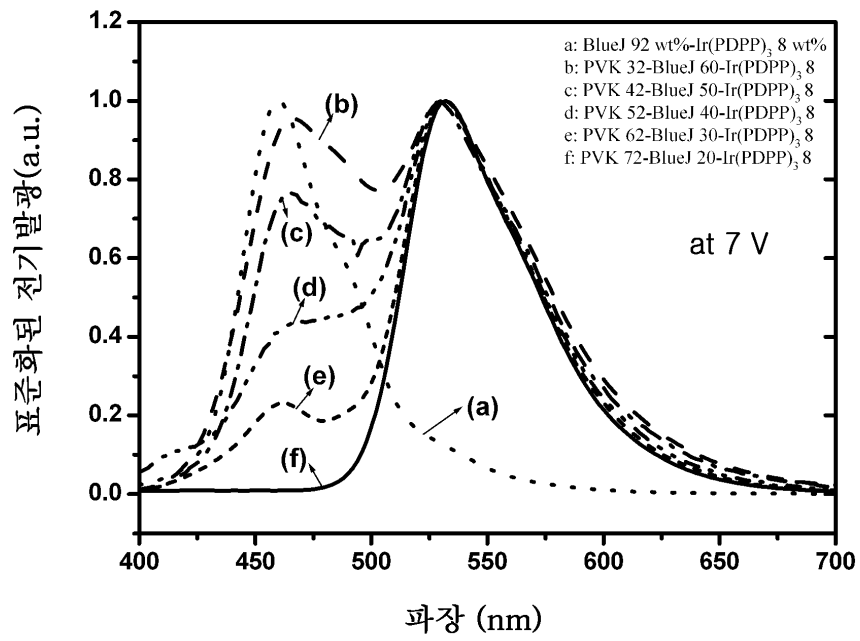
도면4



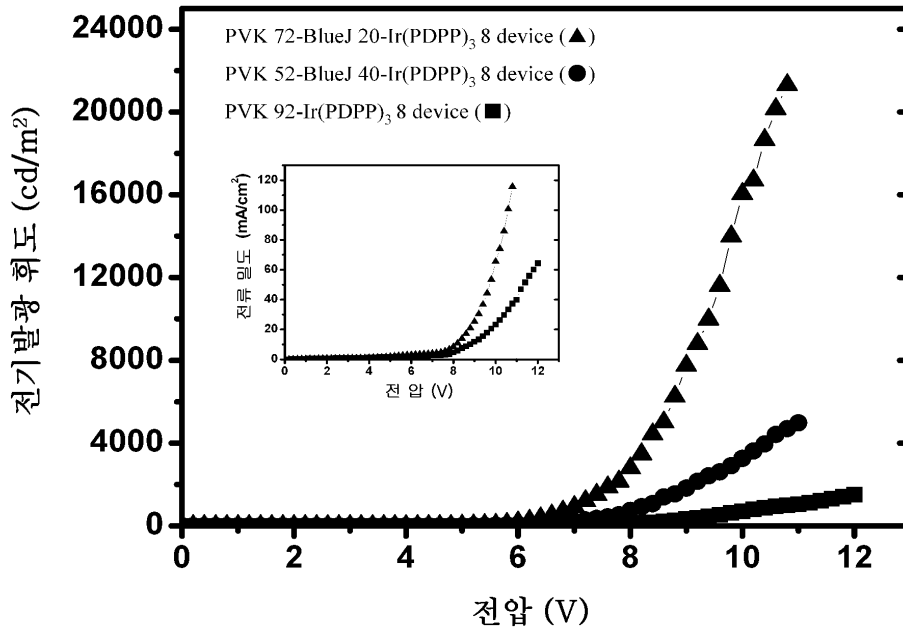
도면5



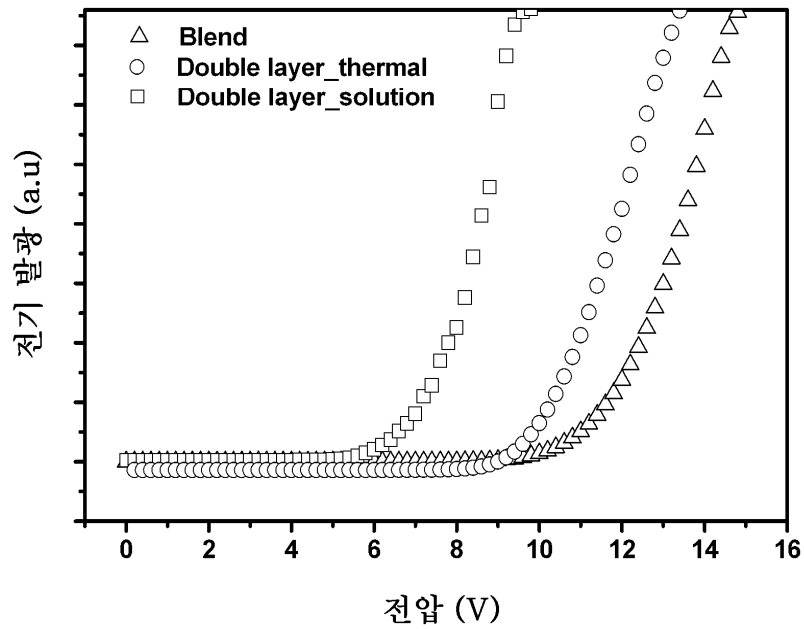
도면6



도면7



도면8



专利名称(译)	聚合物电场磷光装置采用可控的发光层结构		
公开(公告)号	KR100757780B1	公开(公告)日	2007-09-11
申请号	KR1020050031032	申请日	2005-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术研究院		
申请(专利权)人(译)	科学技术研究所韩国		
当前申请(专利权)人(译)	科学技术研究所韩国		
[标]发明人	KIM JAI KYEONG 김재경 PARK O OK 박오옥 KIM TAE HO 김태호 JANG BUM JIN 장범진 YU JAE WOONG 유재웅 CHIN BYUNG DOO 진병두 LEE SOO HYUNG 이수형		
发明人	김재경 박오옥 김태호 장범진 유재웅 진병두 이수형		
IPC分类号	C09K11/06 B82B3/00		
CPC分类号	C02F1/001 C02F2103/007 C02F2303/24 E02B7/205 E02B7/50 E02B8/023		
代理人(译)	CHU,晟敏 CHANG, SOO KIL		
其他公开文献	KR1020060108843A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

它涉及到基电致发光磷光元件 - 本发明是通过用磷光体使发光聚合物的所述能量掺杂的发光聚合物的磷光材料衍生的高效磷光体，特别是聚合物涉及有机电致发光器件。根据本发明，发光效率是增加的高共轭聚合物，和（或）的荧光体和它们的化学相容性将 PVK混合在一起以形成发光层，并且将结构控制为双层以降低驱动电压并提高效率。根据本发明，可以通过改变发光聚合物的内部结构来增加混溶性，并且可以提高电致发光强度和效率。它将有。

