



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0085987
(43) 공개일자 2017년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/44 (2006.01)
H01L 51/52 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0019 (2013.01)
H01L 51/0022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0006963
(22) 출원일자 2017년01월16일
심사청구일자 2017년01월16일
(30) 우선권주장
1020160005573 2016년01월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김덕기
서울특별시 성동구 동일로 237 서울숲아이파크
104동 1503호
(74) 대리인
특허법인이상

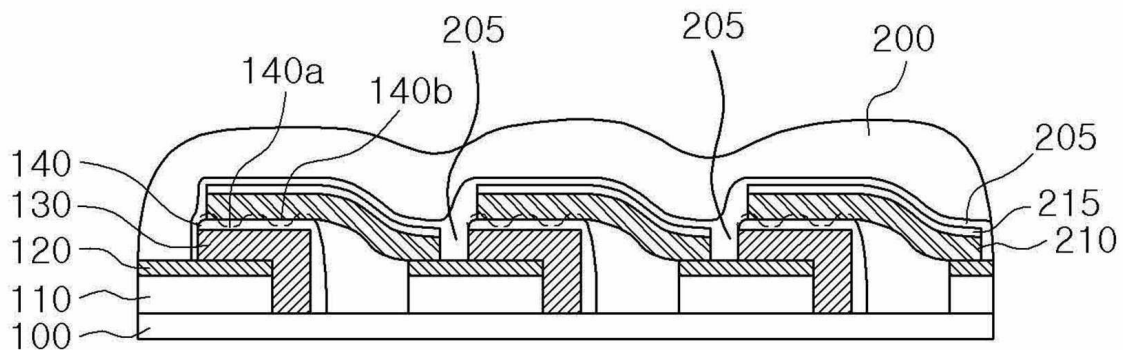
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 유기전자소자 제조방법 및 그에 의해 형성된 유기전자소자

(57) 요약

유기전자소자 제조방법을 제공한다. 유기전자소자 제조방법은, 제1 기판, 제1 기판 상에 형성된 제1 전극층, 제1 전극층 상에 형성된 소수성 유기활성층 및 소수성 유기활성층 상에 형성된 친수성의 전하수송층을 제공하는 단계, 제2 기판 상에 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 단계, 전도성 잉크 패턴층을 건조하는 단계, 전도성 잉크 패턴층이 전하수송층을 바라보도록 제2 기판을 제1 기판 상에 정렬하는 단계 및 제2 기판 상에 힘을 가하여 전도성 잉크 패턴층과 전하수송층이 접촉하여 제2 전극층을 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명에 따르면, 유기 반도체층이 형성된 기판과는 다른 기판 상에 전도성 잉크 패턴을 형성한 후, 이 전도성 잉크 패턴을 유기 반도체층 상으로 전사함에 따라 유기 반도체층과 전도성 잉크 패턴 사이의 접촉저항을 줄일 수 있고, 그 결과 유기전자소자의 효율이 향상될 수 있다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류

H01L 51/448 (2013.01)

H01L 51/5237 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관 상에 형성된 제1 전극층;

상기 제1 전극층 상에 형성된 소수성 유기활성층; 및

상기 소수성 유기활성층 상에 형성된 친수성의 전하수송층을 제공하는 단계;

제2 기관 상에 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 단계;

상기 전도성 잉크 패턴층을 건조하는 단계;

상기 전도성 잉크 패턴층이 상기 전하수송층을 바라보도록 상기 제2 기관을 상기 제1 기관 상에 정렬하는 단계; 및

상기 제2 기관 상에 힘을 가하여 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하여 제2 전극층을 형성하는 단계를 포함하는 유기전자소자 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전극층과 상기 유기활성층 사이에는 전하수송층이 배치되는 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 단계에서,

상기 전도성 잉크 패턴층은, 상기 제2 기관 상에 위치하는 점착/접착층 상에 형성되되,

상기 점착/접착층 상에 전도성을 갖는 금속 전구체, 고분자 바인더 및 용매를 함유하는 전도성 잉크를 코팅 또는 패턴링하는 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 건조는, 상기 잉크 내 고분자 바인더를 분리시켜 상기 전도성 잉크 패턴층 및 상기 점착/접착층과의 계면에 고분자 바인더층을 형성하는 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층은 매쉬 형태인 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 건조는 상기 용매를 기화시키는 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하도록 하는 단계는,
상기 제2 기판에 힘을 가한 다음, 열을 가하는 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하도록 하는 단계는,

상기 전도성 잉크 패턴층은 하나의 단위 소자 내 전하수송층과 접촉함과 동시에, 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내의 제1 전극과 접촉하는 것인, 유기전자소자 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2 기판은 봉지 필름인 것인 유기전자소자 제조방법.

청구항 10

제1 기판;

상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극층;

상기 제1 전극층 상에 형성된 소수성 유기활성층;

상기 소수성 유기활성층 상에 형성된 친수성의 전하수송층; 및

전도성 잉크 패턴층이 형성된 제2 기판을 포함하고,

상기 제1 기판과 상기 제2 기판은, 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 서로 접촉되도록 적층된 것인 유기전자소자.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제1 전극층과 상기 유기활성층 사이에는 전하수송층이 배치되는 것인 유기전자소자.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층은,

상기 제2 기판 상에 형성된 점착/접착층;

상기 점착/접착층 상에 형성된 고분자 바인더층 상에 위치하는 것인 유기전자소자.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층은 하나의 단위 소자 내 전하수송층과 접촉함과 동시에, 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내의 제1 전극과 접촉하는 것인 유기전자소자.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 전도성 잉크 패턴층은 매쉬 형태인 것인 유기전자소자.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 제2 기판은 봉지 필름인 것인 유기전자소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전자소자에 관한 것으로, 더욱 자세하게는 유기전자소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 유기전자소자의 대표적인 예인 유기태양전지와 유기발광소자는 양극(anode), 음극(cathode), 및 이들 두 전극 사이에 위치하는 광활성층 또는 발광층인 활성층을 구비하여 비슷한 구조를 갖는다.

[0003] 일반적인 유기전자소자는 애노드 및 캐소드와 상기 애노드 및 캐소드 사이에 개재된 유기층을 포함할 수 있다. 상기 유기층은, 전자주입층, 정공수송층, 발광층(유기발광소자의 경우)/광활성층(유기태양전지의 경우), 전자수송층 및 캐소드 등을 포함할 수 있다.

[0004] 유기발광소자의 경우, 상기 애노드 및 캐소드 간에 전압을 인가하면, 애노드로부터 주입된 정공은 정공수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exiton)을 생성하는데, 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

[0005] 유기태양전지의 경우, 광활성층으로 입사된 광에 의해 전자-정공 쌍이 발생하고, 이 중 전자는 전자수송층을 경유하여 캐소드로 또한 정공은 정공수송층을 경유하여 애노드로 분리되면서 전기를 발생시킨다.

[0006] 이러한 유기전자소자에서 상기 애노드와 캐소드 중 어느 하나는 전도성 잉크를 사용하여 형성할 수 있는데, 이러한 전도성 잉크 내 바인더 성분은 전극과 전극이 접하는 전하수송층의 계면에 분리(segregation)되어 얇은 바인더층을 형성하고, 이러한 바인더층은 절연체이므로 전극과 전하수송층 사이의 계면저항을 상승시켜 소자 효율을 감소시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2016-0053436호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 전도성 잉크층인 전극과 전하수송층 사이의 양호한 계면저항을 구현하여 소자 효율을 향상시킬 수 있는 유기전자소자 제조방법 및 그에 의해 형성된 유기전자소자를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 일 측면은 유기전자소자 제조방법을 제공한다. 상기 유기전자소자 제조방법은, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극층, 상기 제1 전극층 상에 형성된 소수성 유기활성층 및 상기 소수성 유기활성층 상에 형성된 친수성의 전하수송층을 제공하는 단계, 제2 기판 상에 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 단계, 상기 전도성 잉크 패턴층을 건조하는 단계, 상기 전도성 잉크 패턴층이 상기 전하수송층을 바라보도록 상기 제2 기판을 상기 제1 기판 상에 정렬하는 단계 및 상기 제2 기판 상에 힘을 가하여 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하여 제2 전극층을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0010] 상기 제1 전극층과 상기 유기활성층 사이에는 전하수송층이 배치될 수 있다. 상기 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 단계에서, 상기 전도성 잉크 패턴층은, 상기 제2 기판 상에 위치하는 점착/접착층 상에 형성되며, 상기 점착/접착층 상에 전도성을 갖는 금속 전구체, 고분자 바인더 및 용매를 함유하는 전도성 잉크를 코팅 또는 패턴링하는 것일 수 있다. 상기 건조는, 상기 잉크 내 고분자 바인더를 분리시켜 상기 전도성 잉크 패턴층 및 상기 점

착/접착층과의 계면에 고분자 바인더층을 형성하는 것일 수 있다.

- [0011] 상기 전도성 잉크 패턴층은 매쉬 형태인 것일 수 있다. 상기 건조는 상기 용매를 기화시키는 것일 수 있다. 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하도록 하는 단계는, 기 제2 기판에 힘을 가한 다음, 열을 가하는 것일 수 있다.
- [0012] 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 접촉하도록 하는 단계는, 기 전도성 잉크 패턴층은 하나의 단위 소자 내 전하수송층과 접촉함과 동시에, 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내의 제1 전극과 접촉하는 것일 수 있다. 상기 제2 기판은 봉지 필름일 수 있다.
- [0013] 상기 과제를 이루기 위하여 본 발명의 다른 측면은 유기전자소자를 제공한다. 상기 유기전자소자는, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 형성된 제1 전극층, 상기 제1 전극층 상에 형성된 소수성 유기활성층, 상기 소수성 유기활성층 상에 형성된 친수성의 전하수송층 및 전도성 잉크 패턴층이 형성된 제2 기판을 포함하고, 상기 제1 기판과 상기 제2 기판은, 상기 전도성 잉크 패턴층과 상기 전하수송층이 서로 접촉되도록 적층된 것일 수 있다.
- [0014] 상기 제1 전극층과 상기 유기활성층 사이에는 전자수송층이 배치될 수 있다. 상기 전도성 잉크 패턴층은, 상기 제2 기판 상에 형성된 점착/접착층, 상기 점착/접착층 상에 형성된 고분자 바인더층 상에 위치하는 것일 수 있다.
- [0015] 상기 전도성 잉크 패턴층은 하나의 단위 소자 내 전하수송층과 접촉함과 동시에, 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내의 제1 전극과 접촉하는 것일 수 있다. 상기 전도성 잉크 패턴층은 매쉬 형태인 것일 수 있다. 상기 제2 기판은 봉지 필름인 것일 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따르면, 유기 반도체층이 형성된 기판과는 다른 기판 상에 전도성 잉크 패턴을 형성한 후, 이 전도성 잉크 패턴을 유기 반도체층 상으로 전사함에 따라 유기 반도체층과 전도성 잉크 패턴 사이의 접촉저항을 줄일 수 있고, 그 결과 유기전자소자의 효율이 향상될 수 있다.
- [0018] 본 발명의 기술적 효과들은 이상에서 언급한 것들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전자소자의 제조방법을 순차적으로 나타낸 단면도들이다.
- 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전자소자의 일부를 나타낸 평면도이다.
- 도 5b는 도 5a의 전도성 잉크 패턴층의 다른 형태를 나타낸 모식도이다.
- 도 6은 도 5a의 I-I'를 따라 취한 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부된 도면을 참고하여 본 발명에 의한 실시예를 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0021] 본 발명이 여러 가지 수정 및 변형을 허용하면서도, 그 특정 실시예들이 도면들로 예시되어 나타내어지며, 이하에서 상세히 설명될 것이다. 그러나 본 발명을 개시된 특별한 형태로 한정하려는 의도는 아니며, 오히려 본 발명은 청구항들에 의해 정의된 본 발명의 사상과 합치되는 모든 수정, 균등 및 대용을 포함한다.
- [0022] 층, 영역 또는 기판과 같은 요소가 다른 구성요소 "상(on)"에 존재하는 것으로 언급될 때, 이것은 직접적으로 다른 요소 상에 존재하거나 또는 그 사이에 중간 요소가 존재할 수도 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- [0023] 비록 제1, 제2 등의 용어가 여러 가지 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들을 설명하기 위해 사용될 수 있지만, 이러한 요소들, 성분들, 영역들, 층들 및/또는 지역들은 이러한 용어에 의해 한정되어서는 안 된다는 것을 이해할 것이다.
- [0025] 도 1 내지 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기전자소자의 제조방법을 순차적으로 나타낸 단면도들이다.

- [0026] 도 1을 참조하면, 제1 기판(100)을 제공할 수 있다. 상기 제1 기판(100)은 평판상의 부재일 수 있고, 광투과 기판일 수 있다. 상기 기판(100)은 유리, 세라믹스 재료 또는 수지 재료일 수 있으며, 예를 들어, 상기 수지 재료는 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리이미드(PI) 및 폴리프로필렌(PP) 으로 이루어진 군으로부터 선택되는 어느 하나일 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0027] 상기 제1 기판(100)상에 제1 전극(110)을 형성할 수 있다. 상기 제1 전극(110)의 종류는 일함수와 광투과도를 고려하여 적절하게 선택될 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 전극(110)의 물질로는, 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide: ITO), 알루미늄 도프 산화아연 (aluminum doped zinc oxide: AZO), ZnO-(Ga₂O₃ 또는 Al₂O₃), 주석계 산화물, 안티몬 틴 옥사이드(antimony tin oxide, ATO), 산화아연(zinc oxide), 플루오린 틴 옥사이드(fluorine tin oxide: FTO), 이들의 조합 등의 전도성 금속산화물; 알루미늄, 니켈, 코발트, 백금, 은, 금, 구리, 몰리브덴, 티탄, 탄탈 등의 금속 또는 이들을 포함하는 합금; 흑연 등의 각종 탄소재료, 또는 이들 중 1종 또는 2종 이상을 조합하여 사용할 수 있다.
- [0028] 상기 제1 전극(110)은 증착법 또는 코팅법을 사용하여 박막을 형성한 후, 포토리소그래피법을 사용하여 패터닝하여 형성할 수 있다.
- [0029] 상기 제1 전극(110) 상에 제1 전하수송층(120)을 형성할 수 있다. 상기 제1 전하수송층(120)은 전자수송층일 수 있다. 상기 전자수송층은 n-형 반도체층으로서 ZnO 등의 무기 반도체층, 폴리에틸렌-에톡시레이티드(polyethylenimine-ethoxylated, PEIE)와 같은 유기 반도체층, 또는 이들의 조합일 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제1 전하수송층(120)은 코팅법, 예를 들어, 슬롯 다이 코팅(slot die coating), 바 코팅(bar coating); 또는 인쇄법, 예를 들어, 스크린 인쇄 또는 그라비아 인쇄를 사용하여 형성할 수 있다.
- [0030] 상기 제1 전하수송층(120) 상에 유기활성층 구체적으로, 광활성층(130)을 형성할 수 있다. 상기 광활성층(130)은 전자 주게(donor, D) 물질과 전자 받게(acceptor, A) 물질이 분리된 층들을 형성하는 이중 구조(D/A bi-layer) 또는 복합 막막((D+A) blend) 구조로 형성될 수 있다.
- [0031] 상기 전자 주게(electron donor) 물질은 P3HT(폴리(3-헥실티오펜), 폴리실록산 카르바졸, 폴리아닐린, 폴리에틸렌 옥사이드, (폴리(1-메톡시-4-(0-디스퍼스레드1)-2,5-페닐렌-비닐렌), 폴리인돌, 폴리카르바졸, 폴리피리디아진, 폴리이소티아나프탈렌, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리비닐피리딘, 폴리티오펜, 폴리플루오렌, 폴리피리딘, 또는 이들의 유도체일 수 있다. 상기 전자 받게 물질의 구체적인 예로는 플러렌 또는 그 유도체, CdSe 등의 나노 결정, 탄소 나노 튜브, 나노 로드, 나노 와이어 등을 포함하나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 일 예로서, 상기 광활성층(130)은 전자 주게 물질로서 P3HT와 전자 받게 물질로서 플러렌 유도체인 PCBM([6,6]-phenyl-C61 butyric acid methyl ester)의 혼합물로 이루어질 수 있다. 상기 광활성층(130)은 코팅법, 예를 들어, 슬롯 다이 코팅(slot die coating), 바 코팅(bar coating); 또는 인쇄법, 예를 들어, 스크린 인쇄 또는 그라비아 인쇄를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 광활성층(130)은 유기물질층으로, 소수성 물질층일 수 있다.
- [0033] 상기 광활성층(130) 상에 상기 제2 전하수송층(140)을 형성할 수 있다. 상기 제2 전하수송층(140)은 버퍼층이라고 불리워질 수도 있는 층으로 유기 반도체층일 수 있다. 이러한 제2 전하수송층(140)은 PEDOT:PSS(폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜):폴리(스티렌설포네이트))층일 수 있다. 상기 제2 전하수송층(140)은 코팅법, 예를 들어, 슬롯 다이 코팅(slot die coating), 바 코팅(bar coating); 또는 인쇄법, 예를 들어, 스크린 인쇄 또는 그라비아 인쇄를 사용하여 형성할 수 있다. 이러한 제2 전하수송층(140)은 이온성 고분자 물질로서 친수성층일 수 있다.
- [0034] 이 때, 친수성인 상기 제2 전하수송층(140)은 하부층인 광활성층(130)이 소수성을 가짐에 따라, 형성된 후 응집(agglomeration)될 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 전하수송층(140)은 그의 상부 표면(140a)이 평탄하지 않을 수 있다. 구체적으로, 상기 제2 전하수송층(140)은 두께가 얇은 영역이 존재하게 될 수 있다.
- [0036] 도 2를 참조하면, 제2 기판(200)을 제공할 수 있다. 상기 제2 기판(200)은 봉지 필름일 수 있다. 이러한 봉지 필름은 앞서 설명한 유기 물질인 전하수송층들 및 광활성층을 외부의 수분과 산소로부터 보호할 수 있는 물질로서, 유연한 물질층일 수 있다. 구체적으로, 상기 제2 기판(200)은 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리이미드(PI), 폴리프로필렌(PP) 등과 같은 수지재료일 수 있다.
- [0037] 상기 제2 기판(200) 상에 점착/접착층(205)이 형성될 수 있다. 상기 점착/접착층(205)은 상기 봉지 필름과 함께, 상기 유기발광소자의 전면을 봉지할 수 있는 것으로, 상기 점착/접착층(205)의 물질은 점착 성능을 가지

는 것이라면 어느 것이든 가능하다. 예를 들어, 상기 점착/접착층(205)은 아크릴계 점착제, 아크릴-고무계 점착제, 천연 고무계 점착제 및 부틸 고무계 등의 합성 고무계 점착제, 실리콘계 점착제, 폴리우레탄계 점착제, 에폭시계 점착제, 폴리에틸렌계 점착제 및 폴리에스테르계 점착제 중에서 선택되는 적어도 하나의 물질로 이루어질 수 있다. 예컨대, 상기 점착/접착층(205)의 두께는 10 μ m 내지 50 μ m일 수 있다.

[0038] 상기 제2 기판(200), 구체적으로 상기 점착/접착층(205) 상에 전도성 잉크 패턴층(210)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)은 전도성 잉크를 상기 점착/접착층(205)상에 코팅 또는 패터닝한 후, 건조 과정을 거쳐 형성될 수 있다. 예컨대, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)의 두께는 1 μ m 내지 100 μ m일 수 있다.

[0039] 상기 전도성 잉크는 전도성이 우수한 금속 입자, 구체적으로, 은 나노와이어 또는 은 나노입자가 고분자 바인더 및 용매를 함유하는 혼합용액 내에 분산된 것일 수 있다. 이때, 상기 전도성 잉크는 잉크의 종류, 예를 들어, 광경화 잉크, 구체적으로 자외선(UV) 경화 타입 잉크 또는 열 (thermal)경화 타입 잉크 등에 크게 제한되지 않고 사용될 수 있다.

[0040] 상기 건조 과정에서 상기 전도성 잉크 내의 용매는 거의 모두 제거될 수 있다. 이로써, 종래의 문제점인 상기 제2 전하수송층(140) 혹은 유기 반도체층 상에 직접적으로 전극층(전도성 잉크 패턴층(210))을 형성할 시 유기 반도체층으로의 용매 침투 및 침투된 용매에 의해 유기 에 의한 쇼트 발생의 우려를 없앨 수 있다.

[0041] 상기 건조 과정에서 상기 전도성 잉크 내에 분산되어 있던 고분자 바인더는, 중력 또는 물질들 사이의 표면 장력(surface tension) 등에 의하여 분리(segregation)되어 상기 점착/접착층(205)과 상기 전도성 잉크 패턴층(210)의 계면에 고분자 바인더층(215)을 형성할 수 있다. 이에 따라, 상기 전도성 잉크 패턴층(210) 내의 순도를 높이고, 분리된 고분자 바인더층(215)에 의하여 상기 전도성 잉크 패턴층(210)과 상기 제2 기판(200) 또는 점착/접착층(205) 사이에는 전기가 흐르지 않도록 하여, 잉크 내 바인더로 인하여 계면 저항이 상승되는 문제는 발생하지 않을 수 있다. 이로써, 전극의 저항을 낮추어 전도성을 향상시켜 충전율(fill factor)등의 소자의 효율을 높이는 효과를 발휘할 수 있다.

[0042] 예컨대, 상기 건조는 일 예로, 110 $^{\circ}$ C의 조건에서 1분 내지 10분간 수행될 수 있다.

[0044] 도 3을 참조하면, 상기 제2 기판(200)을 상기 전도성 잉크 패턴층(210)이 상기 제2 전하수송층(140)을 마주보도록 정렬시킬 수 있다. 이후, 상기 제2 기판(200)상에 힘(F)을 가하여 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 상기 제2 전하수송층(140) 상에 접촉하도록 한다. 이 과정에서 열을 가할 수도 있다.

[0045] 구체적으로, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 상기 제2 전하수송층(140) 상에 접촉시키는 방법으로는 레커(lacker, lacquer)(압착) 공정 또는 핫멜트(hot melt)(열 압착) 공정을 사용할 수 있다. 상기 레커 공정은 압력만을 이용하여 접합시키는 것으로, 일 예로, 상기 제2 기판(200)에 힘을 가하여, 상기 제2 전하수송층(140) 상에 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 접합시킬 수 있다.

[0046] 상기 핫멜트 공정은 열과 압력 하에 접합시키는 것으로, 이때, 상기 점착/접착층(205)은 상온에서는 고상 또는 반고상이고, 약 80 $^{\circ}$ C 이상의 온도에서는 액상으로 변하는 것일 수 있다. 즉, 상기 핫멜트 공정은 상기 점착/접착층(205)에 열을 가한 후, 상변화에 의하여 본딩(bonding)을 수행하는 것일 수 있다.

[0047] 구체적으로, 상기 제2 기판(200)을 상기 제2 전하수송층(140) 상에 정렬한 다음 접합시키되, 힘을 가하여 압착한 후에 열을 가할 수 있다. 즉, 압착 후 열을 가함으로써, 상기 제2 기판(200)이 압착되기 전에 상기 점착/접착층(205)이 열에 의하여 액상으로 변하여 전극인 전도성 잉크 패턴층(210) 및 상기 제2 전하수송층(140) 사이로 흘러 들어가는 우려를 방지할 수 있다. 이로써, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)과 상기 제2 전하수송층(140)의 접촉(contact)을 보다 향상시킬 수 있다.

[0049] 도 4를 참조하면, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)은 하나의 단위 소자 내 제2 전하수송층(140)과 접촉함과 동시에 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내 제1 전극(110)과 전기적으로 연결될 수 있다. 이 때, 도시된 바와 같이, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)과 상기 제1 전극(110) 사이에 상기 제1 전하수송층(120)이 위치할 수도 있다. 상기 전도성 잉크 패턴층(210)은 제2 전극으로서의 역할을 할 수 있다.

[0050] 이 과정에서, 앞서 도 3에서 설명된 바와 같이 상기 제2 기판(200) 상에 가해진 힘은 상기 제2 전하수송층(140)의 표면 거칠기(140a)를 완화시킬 수 있다. 다시 말해서, 상기 제2 기판(200)을 열 압착함으로써 상기 제2 전

하수송층(140)이 넓게 퍼지게 하여, 소수성의 광활성층(130) 상에 형성된 친수성의 제2 전하수송층(140)의 응집(agglomeration)으로 인한 표면 거칠기(140a)를 줄이고, 상기 제2 전하수송층(140)과 상기 광활성층(130)간의 표면 에너지 차에 의해 형성된 상기 제2 전하수송층(140) 내의 공극을 캘린더링(calendering)하여 표면을 레벨링(140b)시킬 수 있다. 이에 따라, 상기 제2 전하수송층(140)과 광활성층(130) 사이의 접촉저항이 낮아지는 효과를 발휘할 수 있다.

[0051] 또한, 상기 제2 전하수송층(140) 상에 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 직접 형성시키는 경우에는 상기 전도성 잉크 패턴층(210) 내의 용매가 상기 제2 전하수송층(140)을 용해하여 이의 두께가 낮은 부분이 제거되어 상기 광활성층(130)을 노출시키고, 그 결과, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)과 상기 광활성층(130) 사이의 쇼트를 유발할 수 있으나, 본 실시예에서는 상기 전도성 잉크 패턴층(210)이 상기 광활성층(130)과 접촉하기 전에 이미 상기 전도성 잉크 패턴층(210)으로부터 용매를 제거함에 따라 이러한 쇼트 유발 염려는 없을 수 있다. 따라서, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 형성하는 전도성 잉크를 전도도 특성만 유지된다면 값싼 것으로 교체할 수 있어 공정비용의 저감 효과를 발휘할 수 있다.

[0052] 이와 더불어서, 상기 전도성 잉크 패턴층(210)을 상기 제2 전하수송층(140) 상에 접촉시키는 과정에서 상기 제2 기관(200)도 함께 소자 상에 배치되므로, 상기 제2 기관(200)이 봉지 필름인 경우, 전극 형성 공정과 봉지 공정을 하나의 단계에서 모두 진행할 수 있는 장점이 있다. 그러나, 이에 한정되지 않고, 상기 제2 기관(200)을 제거할 수도 있다.

[0053] 위에서는 유기태양전지 위주로 설명하였으나, 상기 유기활성층(130)을 발광층으로 교체하는 경우에는 유기발광 소자가 될 수도 있다.

[0055] 도 5a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전자소자의 일부를 나타낸 평면도이고, 도 5b는 도 5a의 전도성 잉크 패턴층의 다른 형태를 나타낸 모식도이고, 도 6은 도 5a의 I-I'를 따라 취한 단면도이다.

[0056] 도 5a, 도 5b 및 도 6을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기전자소자의 구조 및 제조방법은, 후술되는 내용을 제외하고는 전술된 도 1 내지 도 4의 설명과 동일하다.

[0057] 상기 전도성 잉크 패턴층(210')은 일정 간격으로 이격되어 형성된 다수의 구멍들을 포함하는 메쉬(mesh) 형태일 수 있다. 예를 들어, 상기 메쉬 형태는 삼각형, 사각형, 오각형 및 육각형 등의 다각형이거나 원형일 수 있으나, 이에 한정되지는 않으며, 일 예로, 상기 메쉬 형태는 사각형일 수 있다. 상기 메쉬 패턴의 크기, 구체적으로 선의 두께 또는 구멍의 크기는 10 μ m 내지 1mm일 수 있다.

[0058] 상기 메쉬 형태의 전도성 잉크 패턴층(210')은 하나의 단위 소자 내 제2 전하수송층(140)과 접촉함과 동시에 상기 단위 소자에 인접한 다른 단위 소자 내 제1 전극(110)과 전기적으로 연결될 수 있다. 이때, 인접한 다른 단위 소자 내 제1 전극(110)과 연결된 부분은 상기 제2 전하수송층(140)과 접촉된 부분의 전도성 잉크 패턴층(210')과 동일한 형태의 메쉬 형상일 수도 있고, 접촉력을 향상시키기 위해 다른 형태의 메쉬 형상을 가질 수도 있다.

[0059] 상기 메쉬 형태의 전도성 잉크 패턴층(210')은 상기 제2 전하수송층(140)과 접촉된 메쉬 패턴층 내의 구멍 사이로 상기 점착/접착층(215)이 채워지면서 접촉력을 향상시키는 효과를 발휘할 수 있다.

[0061] 이하, 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위하여 본 발명에 따른 바람직한 실험예를 첨부된 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여기서 설명되어지는 실시예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다.

[0063] <제조예 1 : 유기 태양전지 제조방법(1) : 제1 기관 및 제2 기관을 별도 제조>

[0064] 제1 기관인 유리 기관 상에 인듐 틴 옥사이드(indium tin oxide: ITO)를 코팅하여 제1 전극층을 형성한 후, 아세톤, 이소프로필알콜 및 탈이온수(deionized water)를 각각 10분씩 처리하여 클리닝(Cleaning)하였다. 세척된 제1 전극층 상에 산화아연(ZnO) 분산액을 2000rpm, 40sec의 조건에서 스핀코팅한 후, 핫 플레이트를 사용하여 250 $^{\circ}$ C에서 10분간 어닐링(annealing)하여 제1 전하수송층을 형성하였다. 상기 제1 전하수송층 상에 P3HT(폴리(3-헥실티오펜)/PCBM([6,6]-phenyl-C61 butyric acid methyl ester) 분산액(중량비 1: 0.6)을 600rpm, 40sec

조건에서 스핀코팅한 후, 오븐을 사용하여 110℃에서 12분간 어닐링(annealing)하여 친수성의 광활성층을 형성하였다. 상기 광활성층 상에 PEDOT:PSS 용액을 프린팅한 다음, 110℃에서 10분간 어닐링하여 소수성 유기 반도체층인 제2 전하수송층을 형성하였다.

[0065] 한편, 제2 기판인 플라스틱 시트 상에 UV 경화 타입 은 잉크(Toyo사)를 스크린 인쇄하여 전도성 잉크 패턴층을 형성한 다음, 핫 플레이트를 이용하여 90℃에서 건조시켰다. 그런 다음, 상기 전도성 잉크 패턴층과 전술된 제2 전하수송층이 서로 마주보도록 상기 제1 기판과 제2 기판을 정렬한 후, 상기 전도성 잉크 패턴층에 힘을 가한 다음, 열을 가하여 유기 태양전지를 제조하였다.

[0067] <제조예 2: 유기 태양전지 제조방법(2) : 제1 기판 및 제2 기판을 별도 제조>

[0068] 제조예 1과 같이 전도성 잉크로 UV 경화 타입 은 잉크(Toyo사)가 아닌, 열경화 타입 잉크(FP사)를 사용하여 전도성 잉크 패턴층을 형성하는 것을 제외하고는 전술된 제조예 1과 동일한 방법으로 유기 태양전지를 제조하였다.

[0070] <비교예 : 유기 태양전지 제조방법(3) : 전하수송층 상에 전극층을 직접 인쇄>

[0071] 제조예 1과 동일한 방법으로 제1 기판 상에 제1 전극층, 제1 전극층 상에 제1 전하수송층, 제1 전하수송층 상에 광활성층 및 상기 광활성층 상에 제2 전하수송층을 제조한 다음, 상기 제2 전하수송층 상에 UV 경화 타입 은 잉크(Toyo사)를 패터닝하여 전도성 잉크 패턴층을 형성하였다. 이후, 상기 전도성 잉크 패턴층 상에 봉지 필름을 형성하였다.

[0073] <실험예 : 유기 태양전지의 효율 특성 분석>

[0074] 전술된 제조예 1, 2 및 비교예의 유기 태양전지의 단락 전류(Jsc:Short-Circuit Current density), 개방 전압(Voc:Open-Circuit Voltage), 충전율(Fill factor) 및 변환 효율(efficiency)를 측정하였다. 측정 결과는 하기의 표 1에 나타내었다.

표 1

	Jsc(mA/cm ²)	Voc(mA)	Fill factor(%)	Efficiency(%)
제조예 1	6.507	606.125	33.5	1.321
제조예 2	6.783	603.114	33.3	1.363
비교예	6.445	609.649	32.3	1.270

[0076] 표 1을 참조하면, 제조예 1 및 2는 비교예에 비하여 소자의 효율이 향상되었음을 알 수 있다. 이와 더불어서, 종래에는, 열경화 타입 전도성 잉크는 비교예와 같이 전하수송층 상에 전극층을 직접 인쇄할 경우 용매의 침투로 인한 쇼트 발생을 일으키는 문제점이 있어서, 상대적으로 고가의 UV 경화 타입 전도성 잉크를 사용할 수 밖에 없었다. 그러나, 본 발명의 제조예 1 및 2를 참조하면, 잉크의 종류와 관계없이 소자의 효율이 향상되는 것을 알 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 제조방법에 따르면, 전극층에 사용되는 전도성 잉크를 값싼 것으로 교체할 수 있어 공정비용의 저감 효과를 발휘할 수 있다.

[0078] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

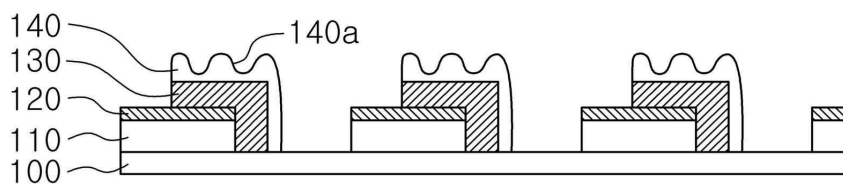
부호의 설명

[0079] 100: 제1 기판 110: 제1 전극

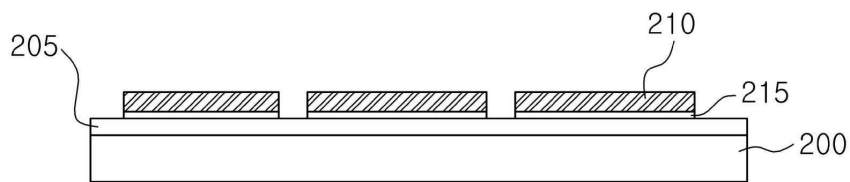
120: 제1 전하수송층(전자수송층)
 130: 광활성층(유기활성층)
 140: 제2 전하수송층(전하수송층, 유기 반도체층)
 140a: 표면거칠기
 200: 제2 기판 205: 점착/접착층
 210, 210': 전도성 잉크 패턴층
 215: 고분자 바인더층

도면

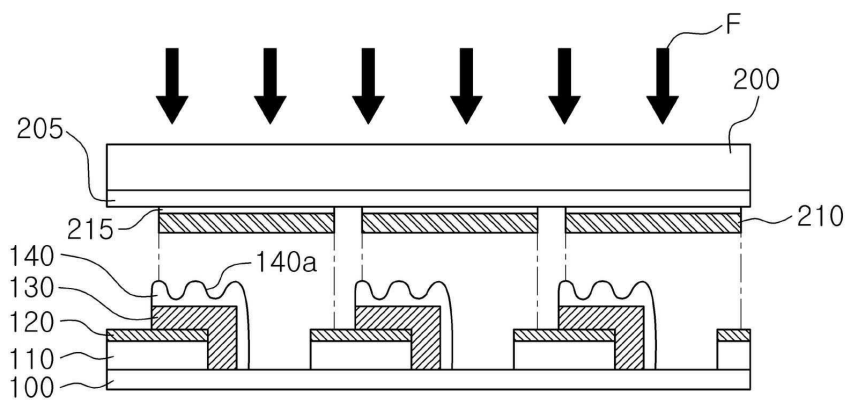
도면1



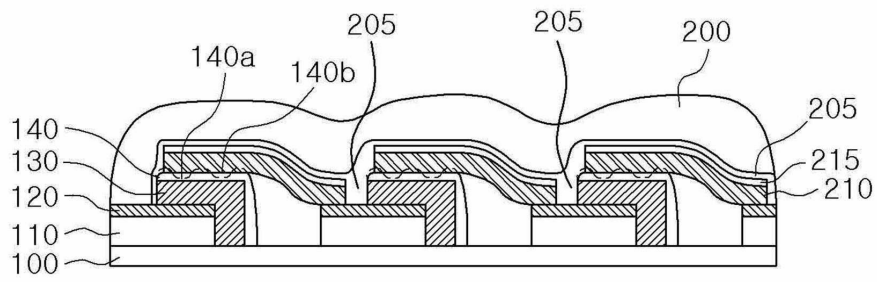
도면2



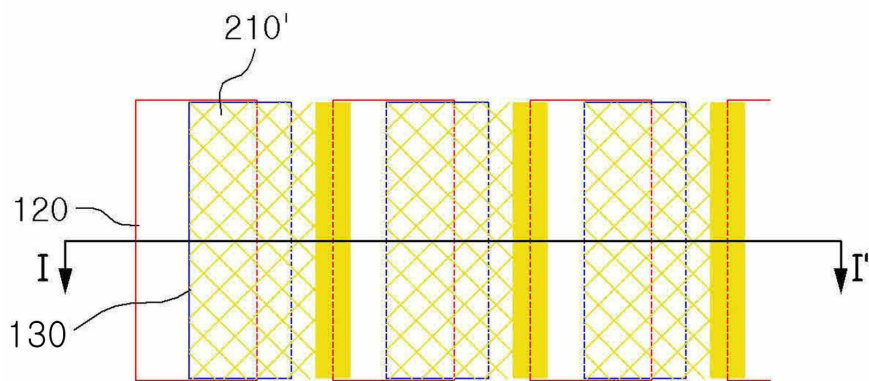
도면3



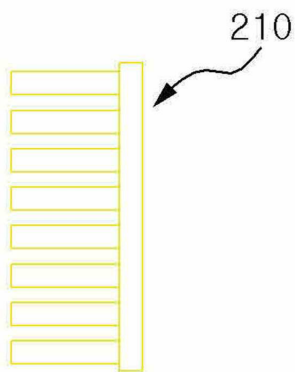
도면4



도면5a



도면5b



도면6

