



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월21일
(11) 등록번호 10-1218651
(24) 등록일자 2012년12월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/50 (2006.01) H05B 33/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0146849
(22) 출원일자 2011년12월30일
심사청구일자 2011년12월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030042169 A
KR1020040039607 A
KR1020060000760 A

(73) 특허권자
한국과학기술원
대전 유성구 구성동 373-1
(72) 발명자
임성갑
대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 생명화학공학과
(74) 대리인
특허법인 충정

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 이준석

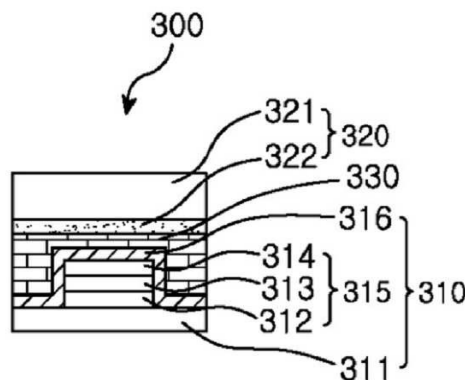
(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 제1 기판과; 상기 제1 기판 상에 형성되는 적어도 하나 이상의 발광소자와; 상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기판의 상부 전면에 형성되고, 에폭시기를 포함하는 제1 박막층과; 상기 제1 박막층의 상부 전면에 형성되는 접착제층과; 상기 접착제층의 상부 전면에 형성되고, 아민기를 포함하는 제2 박막층과; 상기 제2 박막층 상에 형성되는 제2 기판을 포함하며, 상기 접착제층은 상기 제1 박막층의 에폭시기와 상기 제2 박막층의 아민기가 화학 결합하여 형성된다.

또한, 다수의 발광 소자가 형성되는 상기 제1 기판의 상부 전면에 개시제를 이용한 화학 기상 증착법으로 에폭시기를 포함하는 고분자 박막층을 형성하고, 상기 제2 기판의 상부 전면에 플라즈마 중합법으로 아민기를 포함하는 고분자 박막층을 형성하여 소자 기판과 봉지 기판을 별도로 제조한다. 그 후, 소자 기판과 봉지 기판을 서로 합착하여 에폭시기를 포함하는 고분자 박막층과 아민기를 포함하는 고분자 박막층이 서로 가교 결합함으로써 발광 소자를 봉지할 수 있다. 이에 따라, 유기 전계 발광 소자의 봉지 공정시 발생하는 소자의 손상을 방지할 수 있게 되며, 나노(nano) 두께 봉지층으로 제조할 수 있어 박막의 유기 전계 발광 장치를 제공할 수 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관 상에 형성되는 적어도 하나 이상의 발광 소자;

상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기관의 상부 전면에 형성되고, 에폭시기를 포함하는 제1 박막층;

상기 제1 박막층의 상부 전면에 형성되는 접착제층;

상기 접착제층의 상부 전면에 형성되고, 아민기를 포함하는 제2 박막층;

상기 제2 박막층 상에 형성되는 제2 기관을 포함하고,

상기 접착제층은 상기 제1 박막층의 에폭시기와 상기 제2 박막층의 아민기가 화학 결합하여 형성되는 것을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 박막층은 폴리 글리시딜 메타크릴레이트(poly glycidyl methacrylate)를 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 박막층은 폴리 알릴아민(poly allylamine), 폴리 아미노스티렌(poly aminostyrene), 폴리 아크릴아마이드(poly acrylamide) 중 어느 하나를 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제1 기관 상에 적어도 하나 이상의 발광 소자를 형성하는 단계;

적어도 하나 이상의 상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기관 상부 전면에 개시제를 이용한 화학 기상 증착법으로 에폭시기를 포함하는 제1 박막층을 형성하는 단계;

상기 제1 기관과는 별도로 제2 기관을 준비하는 단계;

상기 제2 기관 상부 전면에 플라즈마 중합법으로 아민기를 포함하는 제2 박막층을 형성하는 단계;

상기 제1 박막층과 상기 제2 박막층을 서로 마주보도록 한 후 상기 제1 기관과 상기 제2 기관을 합착하여 접착제층을 형성하는 단계를 포함하는 유기 전계 발광 소자의 봉지 방법.

청구항 5

제1 기관 상에 적어도 하나 이상의 발광 소자를 형성하는 단계;

적어도 하나 이상의 상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기관 상부 전면에 개시제를 이용한 화학 기상 증착법으로 에폭시기를 포함하는 제1 박막층을 형성하는 단계;

상기 제1 기관과는 별도로 제2 기관을 준비하는 단계;

상기 제2 기관 상부 전면에 화학 기상 증착법으로 아민기를 포함하는 제2 박막층을 형성하는 단계;

상기 제1 박막층과 상기 제2 박막층을 서로 마주보도록 한 후 상기 제1 기관과 상기 제2 기관을 합착하여 접착제층을 형성하는 단계를 포함하는 유기 전계 발광 소자의 봉지 방법.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 합착은 1 내지 5시간 동안, 0.5 내지 1.5 Pa의 압력과 50 내지 150 ℃의 온도에서 이루어지는 유기 전계 발광 소자의 봉지 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 다수의 유기 전계 발광 소자가 형성된 소자 기판과 봉지 기판을 별도로 제작한 후 서로 합착하여 유기 전계 발광 소자를 봉지함으로써 봉지 공정시 소자의 손상을 방지할 수 있고, 접착 성능을 높여 수분에 민감한 소자의 수명을 연장시킬 수 있는 유기 전계 발광 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 디스플레이 장치의 발전은 과거 브라운관의 형식에서 대표적으로 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display: LCD)로 발전하여 평판형의 두께가 얇고 적은 전력으로 고품질의 영상을 볼 수 있게 되었다. 최근 차세대 디스플레이로 각광받고 있는 유기 전계 발광 소자(Organic Light Emitting Diode: OLED)는 기존의 액정표시장치(LCD)와는 달리 발광을 위한 별도의 광원을 필요로 하지 않으므로 두께가 얇고 무게를 가볍게 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그 원리는 전압이 인가되면 음극(cathode)과 양극(anode)으로부터 각각 전자와 정공이 발광층인 유기화합물층으로 주입되어 유기화합물층에서 이들이 결합한 여기자(exciton)가 여기상태로부터 기저상태로 떨어지면서 발광을 하도록 하는 구조를 가지고 있다.

[0003] 평판 디스플레이 장치에 구비되는 평판 표시 소자, 특히 유기 발광 소자는 전극으로 사용되는 인듐-틴-옥사이드(ITO)로부터의 산소에 의한 발광층의 열화, 발광층-계면간의 반응에 의한 열화 등 내적 요인에 의한 열화가 있는 동시에 외부의 수분, 산소, 자외선 및 소자의 제작 조건 등 외적 요인에 의해 쉽게 열화가 일어나는 단점을 가지고 있다. 특히 외부의 산소와 수분은 소자의 수명에 치명적인 영향을 주므로 유기 발광 소자의 봉지 공정이 매우 중요하다.

[0004] 현재까지 다양한 형태의 봉지 공정이 개발되었는데, 크게 두 종류의 방식이 주로 사용되고 있다. 하나는 유리나 금속의 덮개 내에 흡습제를 부착하고 이를 다시 유기 전계 발광 소자에 접착제를 이용하여 부착하는 덮개 방식, 다른 하나는 유-무기의 여러 종류의 방지막을 적층하여 이를 유기 전계 발광 소자에 부착하거나 유기 전계 발광 소자 위에 직접 이러한 적층형 방지막을 증착하는 박막 방식이다. 덮개 방식의 봉지 공정은 두께가 최소한 3 mm 이상으로 두껍고, 덮개 유리와 유기 전계 발광 소자 사이에 틈이 필요하기 때문에 유기 전계 발광 소자로부터 방출되는 빛이 간섭현상을 받거나 내부 반사에 의해 소자의 효율이 감소하는 단점이 있다. 또한, 덮개를 부착하기 위해 필연적으로 기판 위에 추가적인 면적이 필요하며 플렉시블 디스플레이에 적용도 어렵다. 박막 방식의 봉지 공정은 내부 전반사를 줄일 수 있고, 플렉시블 디스플레이에 적용이 가능하다는 장점을 갖고 있으나, 유기 전계 발광 소자 위에서 10회 이상의 유-무기 박막의 증착이 이루어져야 하므로 실질적으로 유기 전계 발광 소자의 제작 공정보다 더 복잡하고, 공정 비용도 고가이다. 또한 이러한 방지막의 증착 공정 중 무기물의 증착 공정은 필연적으로 플라즈마(plasma)와 같은 고에너지가 기판에도 가해지기 때문에 박막 방식의 봉지 공정 중 유기 전계 발광 소자가 손상을 받을 수 있다.

[0005] 한편, 한국 공개특허 제2005-0121940호에는 유기 전계 발광 소자에서 사용되는 금속 캔과 실린트의 접착 능력을 향상시켜 유기막 내에 수분 감소를 배제하는 유기 전계 발광 소자의 실링 방법에 관한 기술이 기재되어 있다. 도 1을 참조하면, 유기 전계 발광 소자는 기판(10) 위에 양극 물질인 ITO(Indium Tin Oxide)(11), 유기층(12) 및 캐소드(13)가 순차적으로 형성되고, 내부에 기능성막(15)인 유기물이 증착된 금속 캔(14)이 실린트(16)에 의해 소자를 실링하는 구조이다. 그러나 실링이 정상적으로 이루어지지 않을 경우, 즉 기능성막(15)과 실린트(16)의 접착력이 떨어질 경우 외부 수분이 소자 내로 유입되어 유기 소자가 열화될 소지가 있다.

[0006] 또한, 한국 공개특허 제2009-0053332호에는 다층의 박막을 이용하여 유기 발광 소자를 봉지하는 기술이 기재되어 있다. 도 2를 참조하면, 유기 EL(electroluminescent) 소자는 기판(20) 상부의 소정 영역에 제1 전극(21), 유기 발광층(22) 및 제2 전극(23)이 순차적으로 형성되고, 전체 구조 상부에 제1 박막층(24), 제2 박막층(25) 및 제3 박막층(26)이 증착되어 다층 구조의 봉지층이 형성된다. 이 때, 상기 제1 박막층(24)을 형성하기 위해

플라즈마를 이용하게 되면 유기 발광부를 손상시키게 되므로, 제1 박막층(24)을 플라즈마를 이용하지 않는 증착 방법인 원자층 증착(Atomic Layer Deposition: ALD), 화학 기상 증착(Chemical Vapor Deposition: CVD) 또는 이온 빔 증착, 스퍼터링을 포함하는 물리 기상 증착(Physical Vapor Deposition: PVD) 방법에 의해 형성하게 된다. 하지만, 다층의 박막을 형성해야 하므로 박막층의 두께가 두꺼워질 뿐만 아니라 다수의 박막 공정이 요구되며, 박막 형성 조건이 각각 다르므로 공정이 다소 복잡해진다는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) KR 2005-0121940 A
(특허문헌 0002) KR 2009-0053332 A

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명의 목적은 유기 전계 발광 소자의 상부에 직접 봉지막을 증착하는 데 따르는 소자의 손상을 방지하고자 하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 다른 목적은 산소 및 수분이 없는 분위기에서 진행되어야 하는 유기 전계 발광 소자의 봉지막 형성 공정을 단순화 시키고자 하는 것이다.
- [0010] 본 발명의 또 다른 목적은 유기 전계 발광 소자의 대량 생산에 따른 추가적인 봉지막의 제작 비용을 절감하도록 하는 것이다.
- [0011] 본 발명의 또 다른 목적은 유기 용매를 사용하지 않고 유기 전계 발광 소자의 봉지막을 형성하도록 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자는 제1 기판과; 상기 제1 기판 상에 형성되는 적어도 하나 이상의 발광소자와; 상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기판의 상부 전면에 형성되고, 에폭시기를 포함하는 고분자 박막층인 제1 박막층과; 상기 제1 박막층의 상부 전면에 형성되는 접착제층과; 상기 접착제층의 상부 전면에 형성되고, 아민기를 포함하는 고분자 박막층인 제2 박막층과; 상기 제2 박막층 상에 형성되는 제2 기판을 포함하며, 상기 접착제층은 상기 제1 박막층의 에폭시기와 상기 제2 박막층의 아민기가 화학 결합하여 형성되는 것을 포함한다.
- [0013] 상기 발광 소자는 제1 전극, 유기 발광층 및 제2 전극을 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 제1 박막층은 폴리 글리시딜 메타크릴레이트(poly glycidyl methacrylate)가 바람직하며, 상기 제2 박막층은 폴리 알릴아민(poly allylamine), 폴리 아미노스티렌(poly aminostyrene), 폴리 아크릴아마이드(poly acrylamide) 중 어느 하나가 바람직하다.
- [0015] 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법은 제1 기판 상에 적어도 하나 이상의 발광 소자를 형성하는 단계와; 적어도 하나 이상의 상기 발광 소자가 형성된 상기 제1 기판 상부 전면에 개시제를 이용한 화학 기상 증착법으로 에폭시기를 포함하는 제1 박막층을 형성하는 단계와; 상기 제1 기판과는 별도로 제2 기판을 준비하는 단계와; 상기 제2 기판 상부 전면에 플라즈마 중합법으로 아민기를 포함하는 제2 박막층을 형성하는 단계와; 상기 제1 박막층과 상기 제2 박막층을 서로 마주보도록 한 후 상기 제1 기판과 상기 제2 기판을 합착하는 단계를 포함한다.
- [0016] 상기 제1 기판과 상기 제2 기판을 0.5 내지 1.5 Pa의 압력을 가하여 서로 합착한 후, 상기 제1 박막층과 상기 제2 박막층을 50 내지 150 °C의 온도에서 1 내지 5시간 동안 열을 가함으로써 유기 전계 발광 소자의 접착제층을 형성한다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 의하면 유기 전계 발광 소자의 봉지막을 소자의 상부에 직접 형성하지 않아도 되므로 유기 전계 발광 소자의 손상을 방지할 수 있게 된다.
- [0018] 또한, 본 발명에 의하면 유기 전계 발광 소자의 봉지막 형성 공정이 무산소 및 무수분 분위기에서 진행될 필요가 없으므로 봉지 공정을 진행하는 조건이 복잡하지 않게 된다.
- [0019] 또한, 본 발명에 의하면 한꺼번에 대량의 봉지막을 별도로 제작할 수 있어 대량 생산에 따른 추가적인 제작 비용을 절감할 수 있게 된다.
- [0020] 또한, 본 발명에 의하면 유기용매를 사용하지 않고 고분자의 단량체와 개시제를 기화하여 중합시킴으로써 유기 전계 발광 소자 상에 안정적으로 나노(nano) 두께의 고분자 박막을 증착할 수 있어 박막의 유기 전계 발광 소자를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 종래기술에 따른 유기 전계 발광 소자의 실링 구조이다.
- 도 2는 다른 종래기술에 따른 유기 발광 소자의 개략적인 구조이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자이다.
- 도 4의 (a)는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 소자 기관의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 도면이며, (b)는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 봉지 기관의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 소자 기관과 봉지 기관을 합착하는 방법을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예를 상세히 설명하기로 한다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 일실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 일실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상에서 동일 부호는 동일한 요소를 지칭하도록 하였다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상부에", 또는 "위에" 있다고 표현되는 경우는 각 부분이 다른 부분의 "바로 상부" 또는 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 각 부분과 다른 부분 사이에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [0024] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자이다.
- [0025] 도 3에서 볼 수 있듯이, 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(300)는 소자 기관(310), 접착제층(330) 및 봉지 기관(320)을 포함하여 구성할 수 있다.
- [0026] 상기 소자 기관(310)은 제1 기관(311)과; 상기 제1 기관(311) 상에 형성되는 적어도 하나 이상의 발광 소자(315)와; 상기 발광 소자(315)가 형성된 상기 제1 기관(311)의 상부 전면에 형성되고, 예폭시기를 포함하는 고분자 박막층인 제1 박막층(316)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0027] 상기 봉지 기관(320)은 상기 제1 기관(311)에 대향하는 제2 기관(321)과; 아민기를 포함하는 고분자 박막층인 제2 박막층(322)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0028] 제1 및 제2 기관(311, 321)은 실리콘 기관, 유리 기관 또는 플렉서블 디스플레이를 구현하는 경우에는 플라스틱 기관(PE, PES, PET, PEN 등)이 사용될 수 있다.
- [0029] 상기 제1 기관(311) 상에 형성되는 발광 소자(315)는 제1 전극(312), 유기 발광층(313) 및 제2 전극(314)을 순차적으로 증착하여 형성할 수 있다.

- [0030] 상기 제1 전극(312)은 홀 주입을 위한 애노드(anode) 전극으로서 일함수가 높고 발광된 광이 소자 밖으로 나올 수 있도록 투명 금속 산화물, 예컨대 인듐-틴-옥사이드(indium tin oxide)를 이용하여 약 150 nm 두께로 형성될 수 있다. 인듐-틴-옥사이드는 광학 투명도에 대한 장점을 가지는 반면, 조절(control)이 쉽지 않다는 단점을 가져 안정성 면에서 장점을 보이는 폴리티오펜(polythiophen) 등을 포함한 화학적으로 도핑(chemically-doping)된 공액 고분자(conjugated polymer)들이 애노드 전극으로 사용될 수도 있다.
- [0031] 상기 유기 발광층(313)은 트리스(8-히드록시퀴놀리나토)알루미늄(Alq_3 , Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminium), 안트라센(anthracene) 등의 단분자 유기 EL 물질과 폴리(p-페닐렌비닐렌)(PPV, poly(p-phenylenvinylene)), 폴리씨오펜(PT, polythiophene) 등과 그들의 유도체들인 고분자 유기 전계 발광 물질들이 사용되며, 낮은 구동 전압에서의 전하 방출을 위해 유기 발광층(313)은 100 nm 정도의 두께로 형성하는 것이 바람직하다.
- [0032] 한편, 상기 제1 전극(312)과 상기 유기 발광층(313)의 사이에 홀 주입층(hole injecting layer) 및 홀 수송층(hole transporting layer)이 더 형성될 수 있으며, 유기 발광층과 제2 전극 사이에 전자 수송층(electron transporting layer)이 더 형성될 수 있다. 여기서, 홀 주입층은 2T-NATA를 이용하여 형성하고, 홀 수송층은 디아민 유도체인 N,N'-디페닐-N,N'-비스-(3-메틸페닐)-1,1'-바이페닐-4,4'-디아민(TPD, N,N'-diphenyl-N,N'-bis-(3-methylphenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine), 광전도성 고분자인 폴리(9-비닐카바졸)(poly(9-vinylcarbazole)) 이용하여 형성하며, 전자 주입층은 옥사디아졸(oxadizole) 유도체 등을 이용하여 형성할 수 있다. 이러한 수송층의 조합을 통해 양자효율(photons out per charge injected)을 높이고, 캐리어(carrier)들이 직접 주입되지 않고 수송층을 통과하는 2단계 주입과정을 통해 주입되어 구동 전압을 낮출 수 있다. 또한, 유기 발광층에 주입된 전자와 홀이 유기 발광층을 거쳐 반대편 전극으로 이동시 반대편 수송층에 막힘으로써 재결합 조절이 가능하다. 이를 통해 발광 효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0033] 상기 제2 전극(314)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode) 전극으로서, 제2 전극(314)은 낮은 일함수를 갖는 금속인 칼슘(Ca), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al) 등을 이용하여 형성한다. 이러한 일함수가 낮은 금속을 제2 전극(314)으로 사용하는 이유는 상기 제2 전극(314)과 상기 유기 발광층(313) 사이에 형성되는 장벽(barrier)을 낮추어 전자 주입에 있어 높은 전류 밀도를 얻을 수 있기 때문이다. 이를 통해 소자의 발광 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0034] 상기 발광 소자(315)가 형성된 소자 기관(310)과 상기 소자 기관(310)에 대향하는 상기 봉지 기관(320) 사이에는 두 기관을 합착할 수 있도록 접착제층(330)이 구비되는데, 상기 접착제층(330)은 상기 제1 박막층(316)의 에폭시(epoxy, CH_2OCH_2 -)기와 상기 제2 박막층(322)의 아민(amine, NH_2 -)기 사이에 개환 가교 반응을 통해 화학 결합에 의해 형성될 수 있다. 상기 접착제층(330)에 의해 상기 두 기관(310, 320)을 접착할 수 있고, 발광 소자(315)를 산소나 수분으로부터 보호하는 봉지 역할을 한다.
- [0035] 도 4의 (a)는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 소자 기관의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 도면이며, (b)는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 봉지 기관의 제조 방법을 개략적으로 나타낸 도면이다.
- [0036] 도 4(a)를 참조하면, 소자 기관(310)은 제1 기관(311)의 상부에 제1 전극(312), 유기 발광층(313) 및 제2 전극(314)이 순차적으로 증착되어 적어도 하나 이상의 발광 소자(315)가 형성되며, 상기 발광 소자(315)가 형성된 제1 기관(311)의 상부 전면에 제1 박막층(316)이 형성되어 있는 구조이다. 이 때, 상기 제1 박막층(316)은 고분자 박막으로 에폭시(epoxy, CH_2OCH_2 -)기를 포함하는 고분자 물질이라면 특별히 한정되지 않으며, 폴리 글리시딜 메타크릴레이트(Poly glycidyl methacrylate, PGMA)가 바람직하다.
- [0037] 대부분의 액상 접착제는 공정의 편의성을 위해 유기 용매에 용해되어 사용되는데, 이러한 액상 접착제로 유기 전계 발광 소자를 봉지하게 될 경우, 유기용매가 소자에 손상을 주게 된다. 또한, 기상 증착 공정을 통해 유기 용매를 사용하지 않고 무기물로 매우 높은 순도를 가진 박막을 얻을 수 있는데, 고분자 물질을 분자량이 큰 비휘발성 물질이기 때문에 이러한 일반적인 기상 증착 공정을 적용할 수가 없다. 따라서 본 발명에서는 휘발성을 가진 단량체를 기화하여 고분자의 중합 반응과 성막 공정을 동시에 진행하는 기상 중합 반응을 함으로써, 발광 소자가 형성된 제1 기관의 상부 전면에 고분자 박막을 형성할 수 있다.
- [0038] 상기 제1 박막층(316)은 개시제를 이용한 화학 기상 증착법(initiated chemical vapor deposition, iCVD)에 의해 상기 제1 기관 상부 전면에 증착할 수 있다. 개시제를 이용한 화학 기상 증착 공정에서는 유리 라디칼(free radical)을 이용한 연쇄 중합 반응을 이용하는데, 일반적으로 연쇄 중합 반응은 개시제(initiator)와 단량체(monomer)를 유기 용매에 용해시켜 액상에서 중합 반응을 일으킨다. 그러나, 개시제를 이용한 화학 기상 증착

공정은 개시제(initiator)와 단량체(monomer)를 기화하여 기상에서 중합 반응이 이루어지게 함으로써 기판의 표면에 고분자 박막을 증착하는 공정이다.

- [0039] 개시제를 이용한 기상 증착 방법(iCVD)은 기판의 손상 없이 고분자 박막을 증착할 수 있으며, 공정을 작동하는 데에는 필라멘트에 가해주는 열만 필요하므로 낮은 전력으로 공정을 진행할 수 있다는 장점이 있다. 또한 상기 제1 기판(311) 상에 상기 제1 박막층(316)을 형성할 때, 유기 용매가 사용되지 않아 유기 용매에 의한 불순물 첨가를 염려할 필요가 없고, 개시제와 단량체를 기화하는 공정이기 때문에 기화하는 과정 자체가 증류와 같은 역할을 하기 때문에 보다 높은 순도의 반응물로 고분자 박막층을 형성할 수 있다.
- [0040] 상기 단량체로는 감압 및 승온 상태에서 기화될 수 있으며, 중합 반응에 의해 에폭시기를 포함하는 고분자 물질을 형성할 수 있는 단량체라면 특별히 한정되지 않는다. 본 발명에서는 글리시딜 메타크릴레이트(Glycidyl methacrylate, GMA)가 바람직하다.
- [0041] 상기 개시제로는 산화제가 바람직하며, tert-부틸 과산화물(tert-butyl peroxide, TBPO)와 같은 과산화물(Peroxide)이 주로 사용된다. tert-부틸 과산화물(tert-butyl peroxide, TBPO)는 110 °C 정도의 끓는점을 갖는 휘발성 물질로서 약 150 °C 전후에서 열분해를 하게 된다. 기상 증착에 사용되는 필라멘트의 온도는 주로 200 내지 250 °C 전후로 유지하면 손 쉽게 기상 중합 반응을 유도할 수 있다. 이러한 필라멘트의 온도는 상기 tert-부틸 과산화물(tert-butyl peroxide, TBPO)를 열분해 하기에 충분히 높은 온도이지만, 단량체(monomer)를 포함한 대부분의 유기물들은 열분해 되지 않아 단량체의 화학적 손상 없이 상기 제1 기판 상에 고분자 박막을 증착할 수 있다. 상기 개시제의 부가량은 통상의 중합 반응에 필요한 양으로 당업계에 공지되어 있는 양으로, 예를 들어 단량체의 0.5 내지 5 mol%로 첨가될 수 있지만, 이들 범위에 한정되지 않고 상기 범위보다 적거나 많을 수 있다.
- [0042] 도 4(b)를 참조하면, 봉지 기판(320)은 제2 기판(321)의 상부 전면에 제2 박막층(322)이 형성되어 있는 구조이다. 이 때, 상기 제2 박막층(322)은 아민(amine, NH_2 -)기를 포함하는 고분자 물질이라면 특별히 한정되지 않으며, 폴리 알릴아민(poly allylamine, PAAM), 폴리 아미노스티렌(poly aminostyrene), 폴리 아크릴아마이드(poly acrylamide) 중 어느 하나가 바람직하다.
- [0043] 상기 제2 기판(321)은 상기 제1 기판(311)과 마찬가지로 실리콘 기판, 유리 기판 및 플라스틱 기판(PE, PES, PET, PEN 등)이 사용될 수 있다.
- [0044] 상기 제2 기판(321) 상에는 앞서 설명한 개시제를 이용한 화학기상증착(iCVD)법을 이용하여 아민기를 포함하는 제2 박막층을 형성할 수 있다. 또한, 상기 제2 기판(321) 상에는 상기 제1 기판과는 달리 발광 소자가 형성되어 있지 않으므로, 상기 제2 기판(321)의 상부 전면에 플라즈마 중합 반응을 이용하여 아민기를 포함하는 고분자막을 형성할 수도 있다.
- [0045] 플라즈마(plasma)는 고온에서 음전하를 가진 전자와 양전하를 띤 이온으로 분리된 기체상태로 전하 분리도가 상당히 높으면서도 전체적으로는 음과 양의 전하 수가 같아서 중성을 띠는 기체이다. 물체는 온도를 차차 높여가며 거의 모든 물체가 고체로부터 액체 그리고 기체 상태로 변화하고, 수만 °C 도에서 기체는 전자와 원자핵으로 분리되어 플라즈마 상태가 된다. 플라즈마를 이루는 각 개체가 전기를 띠고 있어서 중성 기체와는 성격이 판이하고 전기 전도도가 크고 금속 전도체와 같이 전류가 표면에만 국한되어 흐르게 된다. 따라서 내부에는 전류가 거의 흐르지 않으며 밖에서 전기장과 자기장을 가하면 전하로서 힘을 직접 받아서 쉽게 영향을 받지만 전하 밀도가 커짐에 따라 개개의 운동과는 다른 집단 운동을 한다. 이처럼 플라즈마의 고온과 활발한 화학적 성질은 종래의 방법으로는 얻기 어려운 극한 환경을 제공하여 신물질의 합성, 금속이나 고분자의 표면의 성질을 바꾸어 본체와는 다른 물리적, 화학적 성질을 주는 데 이용된다.
- [0046] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 제조 방법에서 소자 기판과 봉지 기판을 합착하는 방법을 나타낸 도면이다.
- [0047] 상기한 바와 같이, 소자 기판(310)의 제1 박막층(316)과 봉지 기판(320)의 제2 박막층(322)을 서로 마주보도록 한 후, 상기 봉지 기판(320)을 상기 소자 기판(310) 쪽으로 0.5 내지 1.5 Pa의 압력을 가하여 두 기판을 서로 합착시킨다. 서로 접촉된 상기 제1 박막층(316)과 상기 제2 박막층(322)에 1 내지 5 시간 동안 50 °C 내지 150 °C의 열을 가하면 상기 제1 박막층(316)의 에폭시(epoxy, CH_2OCH_2 -)기와 상기 제2 박막층(322)의 아민(amine, NH_2 -)기 사이에 개환 가교 반응(ring-opening curing reaction)을 일으켜 화학 결합을 하여 접착력이 생기게 된다.

- [0048] 이처럼 증착에 의해 에폭시 고분자 박막층과 아민 고분자 박막층을 형성하고, 상기 두 고분자 박막층을 합착시킴으로써 에폭시기와 아민기 사이의 개환 가교 반응을 통해 나노(nano) 두께의 접착층을 형성할 수 있다. 또한 두 기판을 접착하는 공정에 있어서, 자외선을 조사하는 일 없이 50 ℃ 내지 150 ℃의 열처리 공정만으로 두 기판 사이에 접착층을 형성하여 유기 전계 발광 소자를 봉지할 수 있고, 추가적인 휘발성 부산물이 없으므로 소자에 손상을 주지 않는다.
- [0049] 이하에서는 본 발명의 바람직한 일실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명할 것이다. 그러나 이하의 실시예는 단지 예시를 위한 것이므로 본 발명의 범위를 국한시키는 것으로 이해되어서는 안 될 것이다.
- [0050] <실시예 >
- [0051] 먼저, 발광 소자(315)가 증착된 상기 제1 기판(311)을 60초 동안 50m torr 의 산소 분위기에서 100 W의 전력으로 산소 플라즈마 처리를 행한 후, 서셉터(susceptor)에 상기 제1 기판(311)을 장착한 상태로 진공 챔버(chamber)에 투입한다. 기화된 단량체 및 개시제를 1.75 내지 2.95 sccm(cm^3/min)의 챔버 내에 흘려 보낸다. 220 ℃로 가열된 텅스텐 필라멘트에 의해 중합 반응이 개시된다. 중합 반응시 200 m torr의 압력을 유지한다. 상기 중합 반응에 의해 상기 제1 기판(311) 상에 200 nm의 두께로 폴리 글리시딜 메타크릴레이트(Poly glycidyl methacrylate, PGMA)인 제1 박막층(316)이 형성된다.
- [0052] 상기 제1 기판(311)과는 별도로 상기 제2 기판(321)을 60초 동안 50m torr 의 산소 분위기에서 100 W의 전력으로 산소 플라즈마 처리를 행한 후, 플라즈마 중합 반응기의 서셉터에 상기 제2 기판(321)을 장착한 상태로 진공 챔버 내의 양 전극 사이에 투입하고 챔버를 진공상태로 만든다. 상기 챔버 내에 알릴아민(allylamine)을 투입하고, 연속적인 RF 방전 하에서 13.56 MHz의 파워 소스의 5 W로 플라즈마 중합한다. 공정시 압력은 100 m torr이다. 10분 정도가 지나면 플라즈마 중합된 폴리 알릴아민(poly allylamine)이 100 nm 의 두께로 증착되어 상기 제2 기판(321) 상에 제2 박막층(322)이 형성된다.
- [0053] 상기 제1 박막층(316)과 상기 제2 박막층(322)을 서로 마주보도록 한 후, 1 Pa 의 압력을 가하여 상기 소자 기판(310)과 상기 봉지 기판(320)을 서로 합착한다. 상기 두 박막층(316,322)이 서로 접촉한 상태에서 70 ℃의 온도에서 1 내지 2 시간 동안 가열하면 두 박막(316,322) 사이의 에폭시기와 아민기가 가교 결합을 하여 강력한 접착력이 생기게 된다.
- [0054] 본 발명의 일실시예에 따른 유기 전계 발광 소자의 봉지 방법에 있어서, 가장 먼저 제1 기판(311) 상에 제1 전극(312), 유기 발광층(313) 및 제2 전극(314)을 포함하는 다수의 유기 발광부를 형성한다.
- [0055] 그리고 tert-butyl peroxide(TBPO)와 같은 산화제를 개시제로 사용하여 고온 필라멘트에 의해 열분해 함으로써 라디칼을 생성한다. 상기 라디칼은 기화된 단량체와 연쇄 중합하여 고분자 물질을 생성하고, 상기 유기 발광부가 형성된 상기 제1 기판(311)의 상부 전면에 에폭시기를 포함하는 고분자 물질을 증착하여 제1 박막층(316)을 형성한다.
- [0056] 한편, 제2 기판(321) 상에는 플라즈마 중합 방법에 의해 아민기를 포함하는 고분자 물질을 증착하여 제2 박막층(322)을 형성한다. (S630). 이 때에도 앞서 설명한 바와 같이, 화학기상증착(iCVD)법을 이용하여 아민기를 포함하는 제2 박막층을 형성할 수도 있다.
- [0057] 마지막으로 상기 제1 박막층(316)과 상기 제2 박막층(322)을 서로 마주보게 한 후, 상기 제2 기판(321)을 상기 제1 기판(311) 쪽으로 0.5 내지 1.5 Pa의 압력을 가하여 합착하고, 50 ℃ 내지 150 ℃의 온도에서 1 내지 5 시간 동안 열을 가하여 상기 제1 및 제2 박막층(316,322)을 가교 결합하여 접착제층(330)을 형성한다.
- [0058] 상기 제1 및 제2 박막층(316,322)은 에폭시기와 아민기가 서로 가교 결합됨으로써 강력한 접착력이 생기게 되며, 상기 제1 및 제2 박막층(316,322)은 유기 전계 발광 소자를 봉지하는 역할을 하여 수분 및 산소로부터 소자를 보호할 수 있다.
- [0059] 본 발명에 따른 봉지 방법은 OLED 제품에만 국한되어 적용되는 것이 아니라, 유기 태양 전지(Organic Photovoltaic Cells: oPVs)나 유기 박막트랜지스터(Organic Thin Film Transistors: oTFTs) 등과 같이 다른 형

태의 다양한 유기 전자 제품에도 동일하게 적용이 가능하다.

[0060] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

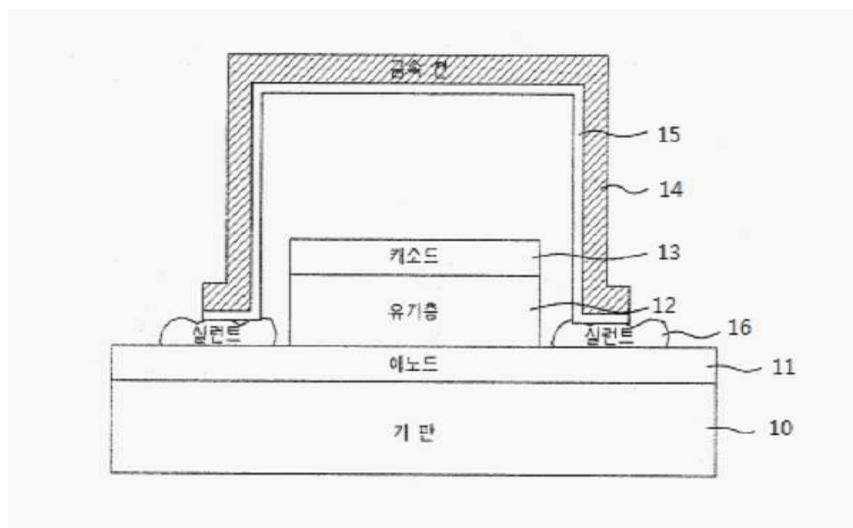
[0061] 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

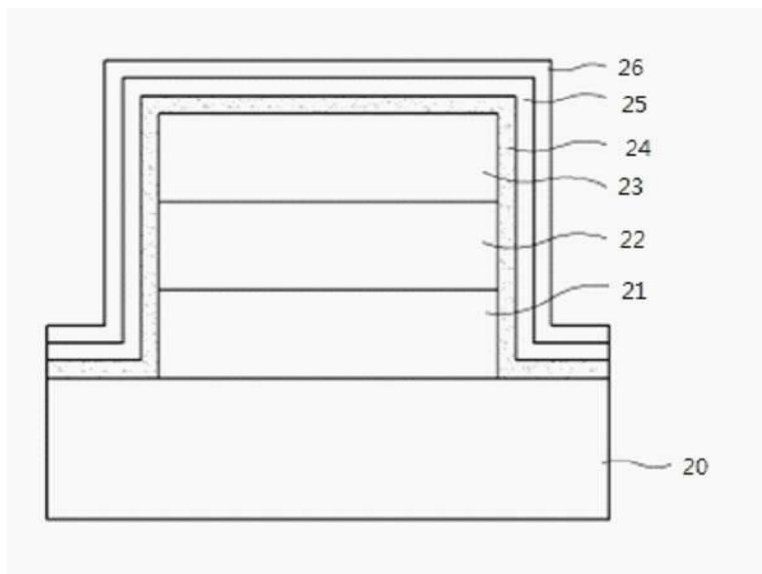
[0062]	10: 기판	11: ITO
	12: 유기층	13: 캐소드
	14: 전	15: 기능성막
	16: 실리콘트	20: 기판
	21: 제1 전극	22: 유기 발광층
	23: 제2 전극	24: 제1 박막층
	25: 제2 박막층	26: 제3 박막층
	300: 유기 전계 발광 소자	310: 소자 기판
	311: 제1 기판	312: 제1 전극
	313: 유기 발광층	314: 제2 전극
	315: 발광 소자	316: 제1 박막층
	320: 봉지 기판	321: 제2 기판
	322: 제2 박막층	330: 접착제층

도면

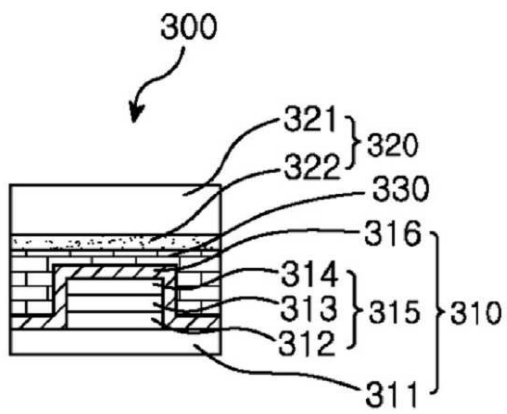
도면1



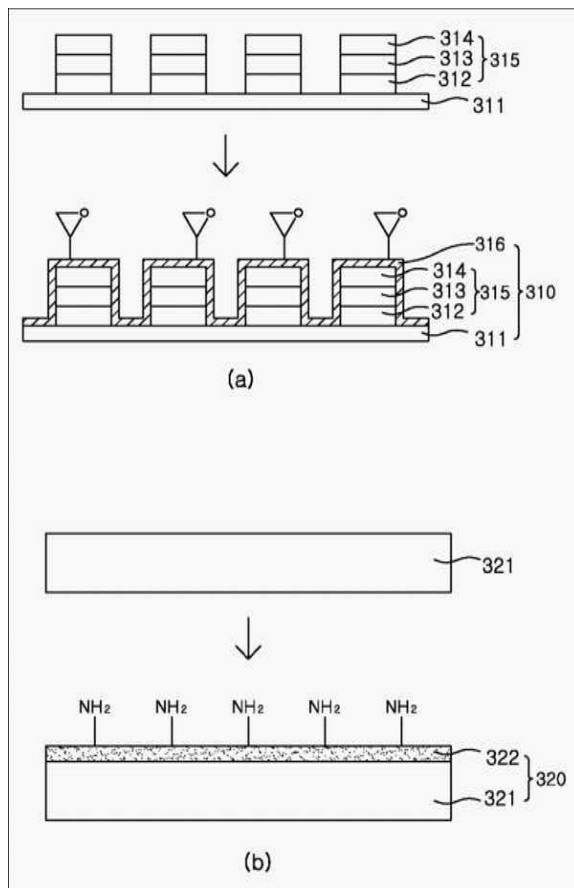
도면2



도면3



도면4



도면5

