



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H05B 33/22 (2006.01)

H05B 33/10 (2006.01)

C09K 11/06 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0088227

(43) 공개일자 2007년08월29일

(21) 출원번호 10-2006-0042042

(22) 출원일자 2006년05월10일

심사청구일자 2006년05월10일

(30) 우선권주장 1020060018017 2006년02월24일 대한민국(KR)

(71) 출원인 고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자 최중호
서울 성북구 돈암동 609-1 한신아파트 110동 1505호
유은아
서울 도봉구 창5동 신도브레뉴아파트 104동 902호
하영근
서울 도봉구 창5동 신도브레뉴아파트 104동 902호

(74) 대리인 현종철

전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 클러스터 빔 증착에 의한 유기발광표시패널 및 이의제조방법

(57) 요약

클러스터 빔 증착에 의한 유기발광표시패널 및 이의 제조방법이 개시된다.

본 발명은 투명한 기관;

상기 투명한 기관의 상부에 소정 패턴으로 구비되는 화소전극부;

상기 양극부의 상부에 개구부를 형성하며 적층되는 절연막;

상기 개구부를 덮도록 증착되고 결정성을 가지며, 그 결정성 입자의 크기가 0.45 내지 0.85 μm 인 테트라센박막;

상기 테트라센박막의 상부에 테트라센박막과 동일한 패턴으로 증착되는 전자수송층; 및

상기 전자수송층의 상부에 형성되어 상기 화소전극부와 전계를 이루도록 구비되는 대향전극부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널 및 그 제조방법으로서, 유기박막이 증착되는 기관의 유리전이온도를 고려할 필요없이 가열되지 않는 상태에서 유기박막의 표면의 형태, 결정도 및 균일성이 우수한 특징이 있다.

대표도

도 3

특허청구의 범위

청구항 1.

투명한 기관;

상기 투명한 기관의 상부에 소정 패턴으로 구비되는 화소전극부;

상기 양극부의 상부에 개구부를 형성하며 적층되는 절연막;

상기 개구부를 덮도록 증착되고 결정성을 가지며, 그 결정성 입자의 크기가 0.45 내지 0.85 μm 인 테트라센박막;

상기 테트라센박막의 상부에 테트라센박막과 동일한 패턴으로 증착되는 전자수송층; 및

상기 전자수송층의 상부에 형성되어 상기 화소전극부와 전계를 이루도록 구비되는 대향전극부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 결정성 입자의 거칠기(R_{rms})가 120Å인 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 전자수송층은 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 전자수송층은 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 테트라센박막은 그 두께가 400 내지 600Å인 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널.

청구항 6.

진공챔버의 내상측에 기관을 고정시키고, 진공챔버의 내하측에 배치된 크루서블의 내부에 있는 홀수송층으로서 테트라센을 가열하는 단계(S1단계);

상기 가열된 테트라센이 승화되어 상기 크루서블의 상부에 구비된 노즐을 통과하며 클러스터를 형성하는 단계(S2단계);

상기 기관은 상온으로 유지되는 동시에 그 하부에 상기 클러스터가 충돌하며 균일하게 증착되는 단계(S3단계); 및

상기 테트라센이 증착된 면의 상부에 전자수송층으로서 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계(S4단계);를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 클러스터는 상기 기관을 향한 방향으로의 운동에너지가 최대인 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법.

청구항 8.

제 6 항에 있어서,

상기 클러스터는 균일한 운동에너지를 가지고 상기 기관으로 향하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법.

청구항 9.

제 6 항에 있어서,

상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계에는 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 동시에 증착하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법.

청구항 10.

제 6 항에 있어서,

상기 기관은 증착중에 가열되지 않는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 클러스터 빔 증착에 의한 유기발광표시패널 및 이의 제조방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 유기박막이 증착되는 기관의 유리전이온도를 고려할 필요없이 가열되지 않는 상태에서 유기박막의 표면의 형태, 결정도 및 균일성이 우수한 클러스터 빔 증착에 의한 유기발광표시패널 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 평판표시패널이라 함은 가시광선을 내는 특성을 이용한 전면이 평판으로 된 장치로서 두 전극 사이에 강한 전압을 걸면 전극 사이에 기체(Gas) 방전이 생기고, 이때 발생하는 자외선이 형광체에 부딪혀 빛을 내는 현상을 이용한 PDP(plasma display panel), 평면으로 형성된 캐소드(Cathode)에서 방출된 전자가 형광체에 부딪혀 발광하는 FED(field emission display), 필라멘트(Filament)에 전압을 인가하여 열전자를 발생시키고, 그리드(Grid)에서 전자가 가속되어 애노드(Anode)에 도달하도록 하여, 이미 패턴(Patterning)된 형광체에 부딪혀 발광함으로써 정보를 표시하는 VFD(vacuum fluorescent diode), 형광 또는 인광 유기물 박막에 전류를 흘려주면 전자와 정공이 유기물층에서 결합하면서 빛이 발생하는 자발광형인 유기발광표시패널(organic light emitting diode) 등이 있고, 액체와 고체의 중간상태인 액정의 전기적 성질을 표시장치에 응용한 디스플레이(Display)로서 액정이 셔터(Shutter)의 역할을 하여 전압의 스위칭에 따라 빛을 투과 또는 차단하는 원리를 이용하여 정보를 표시하는 액정디스플레이(liquid crystal display)가 있다.

특히, 유기발광표시패널은 능동 발광형 표시 소자로서 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라 응답속도가 빠르다는 장점을 가지고 있어 차세대 표시 소자로서 주목을 받고 있다.

상기 유기발광표시패널은 유리나 그밖에 기관상에 양극을 형성하고, 이 양극 상부로 유기막을 형성하며, 그 위로 음극을 순차로 적층하여 형성한다.

이 때, 상기 유기막은 하부로부터 홀 수송층, 발광층, 전자 수송층이 순차로 또는 선택복합적으로 적층된 구조를 가진다.

또한, 상기 유기발광표시패널은 ITO와 같은 투명 전극인 애노드와 일함수(work function)가 낮은 금속(Ca, Li, Al : Li, Mg : Ag 등)을 사용한 캐소드 사이에 유기층이 있는 구조로 구성된다.

이러한 유기발광표시패널에 순방향의 전압을 인가하면 애노드와 캐소드에서 각각 정공(hole)과 전자(electron)가 주입되고, 주입된 정공과 전자는 결합하여 엑시톤(exciton)을 형성하고, 엑시톤이 재결합(radiative recombination)하여 전계 발광 현상을 일으킨다.

한편, 최근의 평판표시패널장치는 박형화와 아울러 플렉서블(flexible)한 특성이 요구되고 있는데, 이러한 플렉서블한 특성을 위해 디스플레이 장치의 기관을 종래의 글라스재 기관과 달리 플라스틱 기관을 사용하려는 시도가 많이 이뤄지고 있는데, 이렇게 플라스틱 기관을 사용할 경우에는 플라스틱의 고유의 유리전이온도가 낮아서 고온 공정을 사용하지 않고, 저온 공정을 사용하게 되는데, 종래의 화학기상증착법(CVD)이나 물리기상증착법(PVD)을 이용하기에는 어려운 문제가 있었다.

또한, 일반적으로 상기 유기박막은 그 하부에 양극을 형성하고 그 상부에 음극을 형성하여 외부의 인가된 전압에 의하여 구동하게 되는데, 상기 유기박막의 물리적 특성 즉, 표면의 형태, 결정도 및 균일성에 의하여 유기 발광 표시 패널의 발광 효율이 영향을 받는다. 상기 유기박막의 결정도를 향상시키기 위하여 대한민국공개특허공보 제 2005-0049837 호에서는 OMBD(organic molecular beam deposition)법을 이용하여 유기물을 증착하고 있으나, 상기 OMBD법은 분출도가니(effusion cell)에서 유기분자들이 넓은 분포의 운동에너지를 가지고 다양한 각도로 피증착물로 향하기 때문에 유기분자들이 부분적으로 적거나 혹은 많이 쌓이는 등으로 유기박막의 균일성을 확보하기 어렵고 또한, 유기박막의 균일성을 위하여 기관을 가열하는 경우에 별도의 가열수단이 필요한 문제가 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명이 이루고자 하는 첫번째 기술적 과제는 유기박막이 증착되는 기관의 유리전이온도를 고려할 필요없이 가열되지 않는 상태에서 유기박막의 표면의 형태, 결정도 및 균일성이 우수한 유기발광표시패널을 제공하는 것이다.

또한, 본 발명이 이루고자 하는 두번째 기술적 과제는 유기박막이 증착되는 기관의 유리전이온도를 고려할 필요없이 가열되지 않는 상태에서 유기박막의 표면의 형태, 결정도 및 균일성이 우수한 유기발광표시패널의 제조방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성

본 발명은 상기 첫번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

투명한 기관;

상기 투명한 기관의 상부에 소정 패턴으로 구비되는 화소전극부;

상기 양극부의 상부에 개구부를 형성하며 적층되는 절연막;

상기 개구부를 덮도록 증착되고 결정성을 가지며, 그 결정성 입자의 크기가 0.45 내지 0.85 μm 인 테트라센박막;

상기 테트라센박막의 상부에 테트라센박막과 동일한 패턴으로 증착되는 전자수송층; 및

상기 전자수송층의 상부에 형성되어 상기 화소전극부와 전계를 이루도록 구비되는 대향전극부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널을 제공한다.

본 발명의 바람직한 일실시예에 의하면, 상기 결정성 입자의 거칠기(R_{rms})가 120Å일 수 있다.

또한, 상기 전자수송층은 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 포함할 수 있다.

아울러, 상기 전자수송층은 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 더 포함할 수 있다.

또한, 상기 테트라센박막은 그 두께가 400 내지 600Å일 수 있다.

한편, 본 발명의 상기 두번째 기술적 과제를 달성하기 위하여,

진공챔버의 내상측에 기관을 고정시키고, 진공챔버의 내하측에 배치된 크루서블의 내부에 있는 홀수송층으로서 테트라센을 가열하는 단계(S1단계);

상기 가열된 테트라센이 승화되어 상기 크루서블의 상부에 구비된 노즐을 통과하며 클러스터를 형성하는 단계(S2단계);

상기 기관은 상온으로 유지되는 동시에 그 하부에 상기 클러스터가 충돌하며 균일하게 증착되는 단계(S3단계); 및

상기 테트라센이 증착된 면의 상부에 전자수송층으로서 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계(S4단계);를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기발광표시패널의 제조방법을 제공한다.

본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 클러스터는 상기 기관을 향한 방향으로의 운동에너지가 최대인 것일 수 있다.

또한, 상기 클러스터는 균일한 운동에너지를 가지고 상기 기관으로 향하는 것일 수 있다.

아울러, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계에는 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 동시에 증착하는 단계를 포함할 수 있다.

또한, 상기 기관은 증착중에 가열되지 않는 것일 수 있다.

이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면에 의거하여 상세히 설명하기로 한다.

그러나, 다음에 예시하는 본 발명의 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 다음에 상술하는 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 실시예는 당 업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위하여 제공되어지는 것이다. 도면에서 막 또는 영역들의 크기 또는 두께는 명세서의 명확성을 위하여 과장되어진 것이다.

도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 유기발광표시패널의 일부를 나타내는 단면도이다.

도 1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 유기발광표시패널은 투명한 기판(100)의 상부에 형성된 양극으로서 화소전극부(131)와, 상기 화소전극부(131)의 상부에 적층되는 테트라센박막(132)과, 상기 테트라센박막과 동일한 패턴으로 적층되는 전자수송층(133)과, 상기 전자수송층을 덮는 음극으로서 대향전극부(134)를 포함한다.

상기 투명한 기판(100)은 투명한 범위내에서 특별하게 제한할 필요는 없는데, 여기서, 투명하다는 의미는 투과율이 90% 이상인 것을 의미한다. 또한, 상기 투명한 기판으로 사용될 수 있는 재료는 유리재 또는 플라스틱재일 수 있으며, 상기 플라스틱재로는 폴리에테르술폰(PES, polyethersulphone), 폴리아크릴레이트(PAR, polyacrylate), 폴리에테르 이미드(PEI, polyetherimide), 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN, polyethylenenapthalate), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET, polyethyleneterephthalate), 폴리페닐렌 설파이드(polyphenylene sulfide: PPS), 폴리알릴레이트(polyallylate), 폴리이미드(polyimide), 폴리카보네이트(PC), 셀룰로오스 트리 아세테이트(TAC), 셀룰로오스 아세테이트 프로피오네이트(cellulose acetate propionate: CAP) 중 선택된 하나일 수 있다.

또한, 도면에 도시되지는 않지만, 상기 기판은 박막 트랜지스터를 비롯해 커패시터 등이 구비되어 일반적인 픽셀회로가 형성된 것일 수 있다.

여기서, 화소전극부(131)는 상기 기판(100)의 상부에 각 픽셀에 대응되는 패턴으로 형성될 수 있는데, 비록 도 1에는 도시하지 않았지만, 상기 기판(100)에 구비된 픽셀회로에 전기적으로 연결될 수 있다.

또한, 상기 화소전극부(131)를 덮도록 절연체로 구비된 절연막(120)이 형성되고, 상기 절연체(120)는 당업계에서 통상 사용하는 것인 한 특별하게 제한할 필요는 없다.

그리고, 상기 절연막(120)의 노출된 개구부(121)를 덮으며 테트라센박막(132)이 화소전극부(131)의 상부에 적층되는데, 테트라센박막은 결정성(crystalline)을 가지고 그 결정의 입자크기는 0.45 내지 0.85 μm 로서 균일한 크기를 가지게 된다. 여기서, 균일하다는 의미는 거칠기(R_{rms})가 120Å 정도라는 것으로 균일성의 지표라고 할 수 있다. 이러한 균일한 입자크기는 통상의 화학기상증착법 또는 물리기상증착법으로 형성하기 어려운 문제가 있어서, 클러스터 빔(cluster beam) 증착을 통하여 구현되는데, 이에 관하여 상세한 설명은 후술한다.

한편, 상기 테트라센박막의 상부에는 전자수송층(133)이 적층되는데, 이 전자수송층의 적층방법도 상기 테트라센박막의 적층방법과 동일하다.

한편, 상기 전자수송층(133)의 상부에는 대향전극부(134)가 형성된다. 상기 대향전극부(134)는 전자수송층 전체를 모두 덮도록 형성될 수 있는 데, 반드시 이에 한정되는 것은 아니며, 패턴화될 수도 있다.

또한, 상기 화소전극부(131)는 애노우드(anode) 전극의 기능을 하고, 상기 대향전극부(134)는 캐소우드(cathod) 전극의 기능을 할 수 있는 데, 그 역으로 되어도 무방하다. 본 발명의 상세한 설명은 화소전극부(131)가 애노우드 전극의 기능을 하는 경우를 예로서 설명하였으나, 그 반대의 경우도 무방함은 물론이다.

한편, 배면 발광형(bottom emission type)일 경우, 상기 화소전극부(131)는 투명전극으로 구비될 수 있고, 대향전극부(134)는 반사전극으로 구비될 수 있다. 이 때, 이러한 투명전극은 일함수가 높고 투명한 ITO, IZO, In_2O_3 , 및 ZnO 등을 사용하여 형성할 수 있고, 상기 대향전극부(134)가 되는 반사 전극은 일함수가 낮은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca 및 이들의 화합물 등에서 선택되는 하나의 금속재로 구비될 수 있다.

또한, 전면 발광형(top emission type)일 경우, 상기 화소전극부(131)는 반사전극으로 구비될 수 있고, 대향전극부(134)는 투명전극으로 구비될 수 있다. 이 때, 화소전극부(131)가 되는 반사전극은 Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca 및 이들의 화합물 등에서 선택되는 하나의 금속재로 반사막을 형성한 후, 그 위에 일함수가 높은 ITO, IZO, ZnO, 또는 In_2O_3 등을 형성하여 이루어질 수 있다. 그리고, 상기 대향전극부(134)가 되는 투명 전극은, 일함수가 작은 금속 즉, Ag, Mg, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca 및 이들의 화합물을 증착한 후, 그 위에 ITO, IZO, ZnO, 또는 In_2O_3 등의 투명 도전물질로 보조 전극층이나 버스 전극 라인을 형성할 수 있다. 상술한 바와 같이, 전면 발광형의 경우에는 상기 테트라센박막과 전자수송층의 서로 적층된 순서가 바뀌게 됨은 물론이다.

한편, 양면 발광형의 경우, 상기 화소전극부(131)와 대향전극부(134) 모두를 투명 전극으로 구비할 수 있다.

상기 화소전극부(131) 및 대향전극부(134)는 반드시 전술한 물질로 형성되는 것에 한정되지 않으며, 전도성유기물이나, Ag, Mg, Cu 등 도전입자들이 포함된 전도성 페이스트 등으로 형성할 수도 있다. 이러한 전도성 페이스트를 사용할 경우, 잉크젯 프린팅 방법을 사용하여 프린팅할 수 있으며, 프린팅 후에는 소성하여 전극으로 형성할 수 있다.

한편, 상기 테트라센박막(132)은 그 두께가 400 내지 600Å인 것이 바람직한데, 만일 400Å 미만이면, 막의 물리적 안정성이 낮아져서 실제 사용환경에서 성막 자체가 균열의 우려가 있으며, 600Å을 초과하면, 홀의 이동성이 낮아져 발광효율이 떨어질 수 있다.

또한, 상기 전자수송층으로는 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)이 단독으로 쓰일 수도 있으나, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)에서 에너지 전이가 일어나 적색(red) 발광이 가능하도록 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 더 포함할 수 있다. 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 표시 패널의 에너지준위에 대한 개략도이다. 도 2를 참조하면, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)은 단독으로 쓰이는 경우보다 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 더 포함하여 쓰는 경우가 에너지 갭(Gap)이 더 작아짐을 볼 수 있다.

다음으로 본 발명에 따르는 유기발광표시패널의 제조방법을 살펴본다.

본 발명의 유기발광표시패널의 제조방법은 종래의 물리기상증착법 또는 OMBD에 의하는 경우에 증착되는 유기박막이 불균일하게 형성되는 것과는 달리, 입자의 균일성이 우수하고, 또한 피증착물인 기판을 가열하지 아니하는 장점을 갖는다.

먼저, 진공챔버의 내상측에 기판을 고정시키고, 진공챔버의 내하측에 배치된 크루서블의 내부에 있는 테트라센을 가열하는 단계(S1단계)를 살펴보면,

상기 기판(100)은 투명한 재료인 범위 내에서 특별하게 제한할 것은 아니나, 바람직하게는 소다라임(soda-lime) 유리 또는 플라스틱재일 수 있는데, 상세한 설명은 전술한 바와 같아 생략한다.

또한, 상기 진공챔버에 관하여 보면, 진공챔버의 내상측에 피증착물인 기판을 위치시키며, 내하측에는 가열수단으로서 전열선이 구비된 크루서블을 배치하며 상기 크루서블의 상부에는 노즐을 구비한 덮개가 형성되어서 상기 크루서블은 상부의 노즐을 제외하고는 밀폐된 형상을 가지게 되고, 그 내부에는 증착되는 유기물을 위치시킨다. 또한, 증착이 완료된 증착 유기물 박막의 두께를 측정하기 위하여 설치된 두께 모니터는 증착 유기물의 증착 속도와 두께를 각각 Å/s와 kÅ 단위로 나타내며 상기 박막의 두께를 모니터링하고 적절한 두께를 조절할 수 있도록 한다. 또한, 셔터를 상기 기판과 크루서블의 중간에 위치시켜서 외부에서 열고 닫을 수 있도록 구비되어 있으며 처음에는 닫힌 상태로, 정제되지 않은 불순물이 증착되는 것을 방지하고 일정한 증착 속도에 도달했을 때 외부에서 회전시켜서 열 수 있도록 마련된다.

아울러, 상기 크루서블을 가열하는 방법으로는 당업계에서 통상 사용하는 방법인 한 특별히 제한할 필요는 없는데, 예를 들면, 온도 조절이 디지털화되어 용이한 전기저항가열방식이 바람직하다. 또한, 상기 크루서블의 재질은 테트라센을 가열하는 경우에 상기 테트라센이 흡착되거나 반응하지 않는 재질인 한 특별하게 제한할 것은 아니나, 고온에서도 열전도율이 우수하고 변형이 적은 흑연(graphite)이 바람직하다. 아울러, 상기 크루서블의 형태는 밀폐되어 그 상부에 노즐이 구비될 수 있는 한 그 형상이나 개수는 특별하게 제한할 것은 아니다. 아울러, 상기 테트라센은 이중결합과 단일결합이 교대로 결합된 유기물로서 컨쥬게이션(conjugation)되어 있어서, 전기전도성을 가질 수 있으며, 후술할 기판과의 증착되는 경우에 우수한 결합력을 가질 수 있다.

또한, 가열하는 온도는 252 내지 272℃ 일 수 있는데, 만일 상기 온도가 252℃ 미만인 경우에는 테트라센이 증기화되기 어려울 뿐만 아니라, 기판에 충돌한 이후의 클러스터의 약한 분자간 인력을 깨뜨리기 어렵거나 깨뜨린다 하여도 주변의 빈 자리를 찾아다니는 충분한 운동에너지를 얻기 어려울 수 있어서 균일한 박막을 형성할 수 없으며, 만일, 272℃를 초과하는 경우에는 상기 유기분자들이 열분해될 수 있어서, 증착되는 유기분자들이 화학적 조성이 변성될 수 있다.

다음으로, 상기 가열된 테트라센은 승화되어 상기 크루서블의 상부에 구비된 노즐을 통과하며 클러스터를 형성하는 단계를 살펴보면, 진공상태에서 상기 테트라센을 가열하면 상변화에 의하여 기체로 승화하게 된다. 승화된 테트라센 입자들은 크루서블 내부를 유동하게 된다. 유동하는 상기 테트라센 입자는 크루서블의 상부에 형성된 노즐을 통과하게 되는데, 상기

노즐의 작은 구멍(hole)을 통과하기 때문에 상부로 향하는 운동을 하는 즉, 한 방향의 운동에너지를 가진 상태의 테트라센 입자들만이 노즐을 통과할 수 있게 된다. 따라서, 상기 크루서블의 내부에서 증기화된 입자들은 크루서블 내부에서 유동하며 서로 부딪치며 약한 분자간 인력으로 클러스터(cluster)를 형성하게 되고, 상부로 향하는 방향성을 가진 상기 클러스터들만이 균일하고 일정한 운동에너지를 가지고, 빔(beam)의 형태로 노즐을 통과하여 진공챔버의 내상측을 향하여 진행하게 된다. 이렇게 상부로 향하는 방향성을 가지고 동시에 균일하고 일정한 운동에너지를 가진 클러스터는 진공챔버의 내상측에 배치된 기관의 하부에 충돌을 하게 되고, 충돌에 의하여 상기 클러스터의 약한 분자간 인력이 깨지게 되며 동시에 잔여의 운동에너지에 의하여 충돌된 주변의 빈 자리를 찾아 증착되어서 결국 형성되는 테트라센 박막의 두께가 균일하게 되어, 결정성이 우수해진다.

이에 반하여 종래의 물리기상증착(PVD)법 또는 OMBD법에 의하면, 증착하고자 하는 상기 유기분자들이 특정한 방향성을 가지고 진공챔버내에서 운동하는 것이 아니라 접시모양 또는 그릇모양의 보트(boat)가 가열됨에 따라서 진공상태인 주변 환경으로 직접 증발되는 현상이 발생된다. 이는 본 발명에 의한 클러스터빔 증착에서의 클러스터와는 다른 것으로 약한 인력으로 유기분자들이 뭉쳐져서 클러스터를 형성할 수 없게 된다. 즉, 진공상태인 주변으로 다양한 각도의 방향성을 가지고 또한 넓은 분포 크기의 운동에너지를 가진 유기분자들이 승화되는 것이다. 따라서, 넓은 범위의 운동에너지를 가진 입자들이 여러 방향으로부터 많거나 또는 적게 증착되어 기관의 하부에는 그 표면이 거친 섬(island)의 형태를 가지게 된다. 따라서, 증착되는 유기분자들로 이루어진 표면은 거칠어지게 되어 결정도(crystalline)가 떨어져서 전하이동도(mobility)가 저감된다.

다음으로, 상기 기관의 하부에 상기 클러스터가 충돌하며 균일하게 증착하는 단계를 살펴보면, 승화되어 크루서블의 노즐을 통과한 상기 클러스터는 진공챔버의 내상측으로 진행하며 기관의 하부에 충돌하게 된다. 충돌된 클러스터는 약한 분자간 결합력이 깨지며 원래 승화된 테트라센 입자로 되며 주변의 빈 자리로 이동하여 기관에 테트라센박막으로 부착된다.

또한, 상기 테트라센박막은 그 두께가 400 내지 600Å일 수 있다. 만일, 400Å 미만이면, 실제 제조공정에서 여러 공정을 거치면서 취급성으로 균열 등의 물리적 손상의 우려가 있고, 600Å을 초과하면, 홀의 이동성이 낮아져 발광효율이 저하될 수 있다.

또한, 상기 테트라센박막의 증착속도는 1 내지 2Å/S인 것이 바람직한데, 만일 증착속도가 1Å미만인 때에는 박막의 증착속도가 너무 느리기 때문에 제조공정에 적용이 어렵고, 2Å을 초과하는 경우에는 제조된 테트라센 박막의 거칠기(roughness)가 열악해질 수 있다.

한편, 클러스터 빔 증착시에 상기 기관을 가열하지 않는 것이 바람직하다. 만일, 기관을 가열하면 가열시 필요한 생산원가가 증가할 뿐만 아니라 대형화에 따라서 기관 전체의 온도균일성을 공정조건으로 수립하기 까다로운 문제가 있다.

다음으로, 상기 테트라센이 증착된 면의 상부에 전자수송층으로서 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계(S4단계)를 보면, 상술한 바와 같이 클러스터빔 증착에 의하게 되는데, 진공챔버의 내상측에 상기 테트라센이 증착된 면의 내하측을 향하게 고정시키고, 진공챔버의 내하측에 배치된 크루서블의 내부에 있는 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 가열하고, 가열된 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)은 노즐을 통과하며 클러스터를 형성하여 기관의 하부에 증착된다. 기타의 설명은 테트라센에 대하여 설명한 바와 동일 또는 유사하여 생략한다.

한편, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 증착하는 단계에는 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 동시에 증착하는 단계가 포함될 수 있는데, 먼저 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3) 및 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 동일한 노즐을 구비한 크루서블 각각 적재한다. 이를 진공챔버의 내하측에 나란하게 배치시키고 동시에 가열한다. 기타의 특징에 대한 설명은 상술한 클러스터빔 증착과 동일 또는 유사하여 생략한다.

이하 본 발명의 바람직한 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하나 본 발명이 이에 의해 제한되는 것은 아니다.

실시예 1

1-(1) 화소전극부가 형성된 기관의 형성

인듐틴옥사이드(ITO)가 스퍼터방식으로 도포된 유리기관(100)(두께 : 0.3mm, 가로×세로 : 300mm×300mm)을 습식에칭을 통하여 화소전극(131)의 형성하였다. 다음으로, 상기 유리기관(100)의 화소전극이 형성된 면에 메쉬 250인 스크린 마스크(screen-mask)로 개구부(121)가 도포되지 않게 하여 아크릴계수지로 된 절연막(120)을 인쇄하고 건조하였다.

1-(2) 테트라센박막의 증착

다음으로, 배플(baffle)이 달린 10인치 디퓨전펌프(diffusion pump)를 이용하여 진공챔버내의 진공도를 평균 1×10^{-6} Torr로 유지하였다. 상기 진공챔버의 내하측에는 상부에 약 1mm 직경의 노즐을 구비한 흑연(graphite)소재의 크루서블을 진공챔버의 내하측에 위치시키고, 상기 유리기관의 개구가 형성된 면을 아래로 향하게 하여 상기 진공챔버의 내상측에 배치하였으며, 이때 상기 유리기관과 크루서블과의 이격된 거리는 190mm이었다. 다음으로, 상기 크루서블의 내부에 테트라센을 투입하고 가열온도 262℃, 증착속도 1.5 Å의 조건으로 테트라센을 증착하여 상기 테트라센 박막의 두께가 500 Å 이 되었다.

1-(3) 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3) 및 대향전극의 증착

다음으로, 상기 진공챔버내의 진공도를 평균 1×10^{-6} Torr로 유지하며, 상기 진공챔버의 내하측에는 상부에 1mm 직경의 개구가 형성된 노즐부를 구비한 흑연(graphite)소재의 크루서블을 진공챔버의 내하측에 위치시키고, 상기 크루서블의 내부에 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 배치하고 가열하여, 두께 700 Å으로 박막을 형성하였다. 다음으로, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)의 상부에 Li:Al 합금을 진공증착하여 대향전극부를 구비한 유기발광표시패널을 제조하였다.

실시예 2

상기 실시예 1-(3)에서 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)을 단독으로 증착하지 아니하고, 상기 트리스(8-하이드록시퀴놀린)알루미늄(Alq_3)과 4-(다이시아노메틸렌)-2-메틸-6-(p-다이메틸아미노스타이릴)-4H-피란(DCM)을 각각 1mm 직경의 개구가 형성된 노즐부를 구비한 흑연(graphite)소재의 크루서블에 배치하여 공증착의 방법으로 두께 700 Å으로 박막을 형성한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일하게 실시하여 유기발광표시패널을 제조하였다.

시험예 1

원자힘현미경 (Atomic Force Microscopy, AFM)

표면의 거칠도는 AFM(Atomic Force Microscopy)를 통해서 알 수 있다. AFM은 실리콘 탐침이 박막의 표면을 주사하면서 표면의 영상을 나타낼 수 있고 기준선으로부터 거친 정도를 수치로 나타내어 준다. 실시예 1 및 2에 의해 유기발광표시패널의 테트라센의 표면에 대하여 AFM을 측정하여 그 결과를 도 3에 나타내었다. 도 3을 참조하면, 테트라센 결정의 입자 크기가 0.45 내지 0.85 μm 이고, 거칠기(R_{rms})는 약 120 Å이었다. 이를 통하여 테트라센박막의 균일성이 우수함을 알 수 있다.

시험예 2

X선회절분석(XRD)

실시예 1, 2에 의해 제조된 유기발광표시패널의 테트라센박막의 표면에 대하여 XRD를 측정하여 그 결과를 도 4에 나타내었다. 도 4를 참조하면, 증착된 테트라센의 2θ가 7.26°, 14.58°에서 구별되는 피크(peak)를 가지며, 상기 피크들의 샤프니스(sharpness) 형상을 통하여 상기 테트라센박막의 결정성이 우수함을 알 수 있다.

시험예 3

전기적 특성 측정

실시에 1 및 2와 비교예 1 및 2에 의하여 제조된 유기발광표시패널의 전류전달특성을 반도체특성분석기(Hewlett Packard사 제조, HP4155A)를 이용하여 측정하였다. 본 발명의 유기발광표시패널의 전류밀도-전압특성(도 5) 및 발광강도-전압 특성(도 6)을 나타낸 것이다. 도 5에 나타난 바와 같이, 실시예 1의 경우에는 약 11V, 실시예 2의 경우에는 약 14V에서 전기 발광에 필요한 전류가 주입되는 현상을 보이고 있으며, 이는 도 6의 발광강도-전압 특성 곡선에서의 결과와 일치한다. 또한, 도 7은 실시예 1 및 2에 의해 제조된 유기발광표시패널의 외부광효율(External quantum efficiency)을 나타내고 있는데, 상기 외부광효율은 인가된 전기장에서 빛이 발생하는 상대량을 나타내는 비율로서 실시예 1 및 실시예 2는 각각 0.1, 0.4(%)를 보이고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 제조방법에 의한 유기발광표시패널이 테트라센박막의 우수한 결정성과 균일성을 통하여 발광성능이 향상되었음을 알 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따르면 유기박막이 증착되는 기판의 유리전이온도를 고려할 필요없이 가열되지 않는 상태에서 유기박막의 표면의 형태, 결정도 및 균일성이 우수한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 바람직한 일실시예에 따른 유기발광표시패널의 일부를 나타내는 단면도이다.

도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기발광표시패널의 에너지준위에 대한 개략도이다.

도 3은 실시예 1 및 2에 의한 유기발광표시패널의 테트라센의 표면에 대하여 AFM을 측정한 결과를 보여주는 사진이다.

도 4는 실시예 1 및 2에 의한 유기발광표시패널의 테트라센의 표면에 대하여 측정한 XRD 그래프이다.

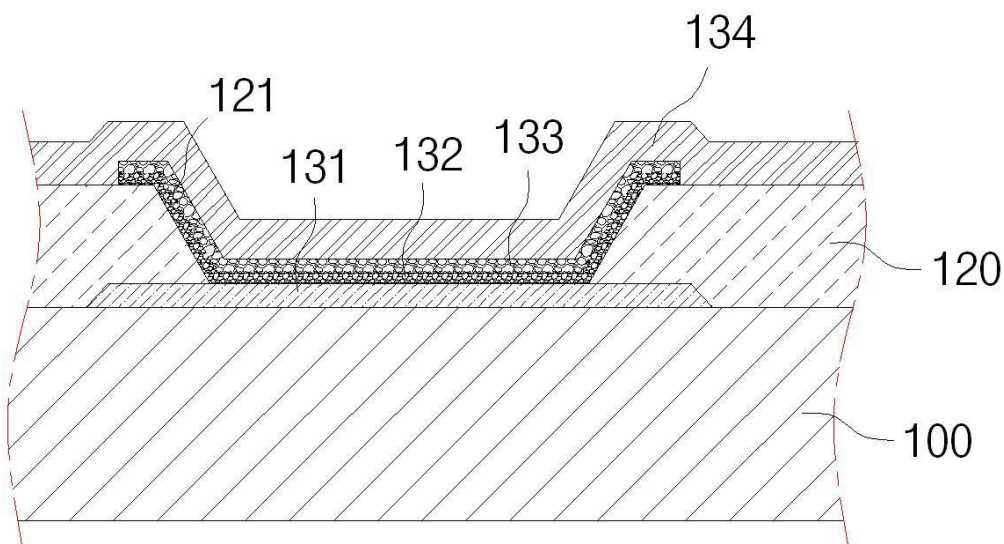
도 5는 실시예 1 및 2에 의해 제조된 유기발광표시패널의 전류밀도-전압에 대한 그래프이다.

도 6은 실시예 1 및 2에 의해 제조된 유기발광표시패널의 발광세기-전압에 대한 그래프이다.

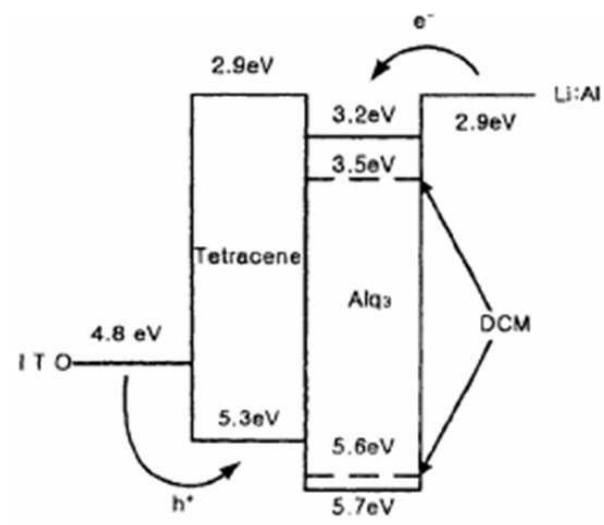
도 7은 실시예 1 및 2에 의해 제조된 유기발광표시패널의 외부광효율(External quantum efficiency)을 나타내는 그래프이다.

도면

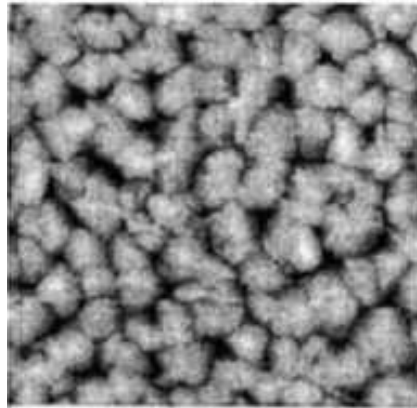
도면1



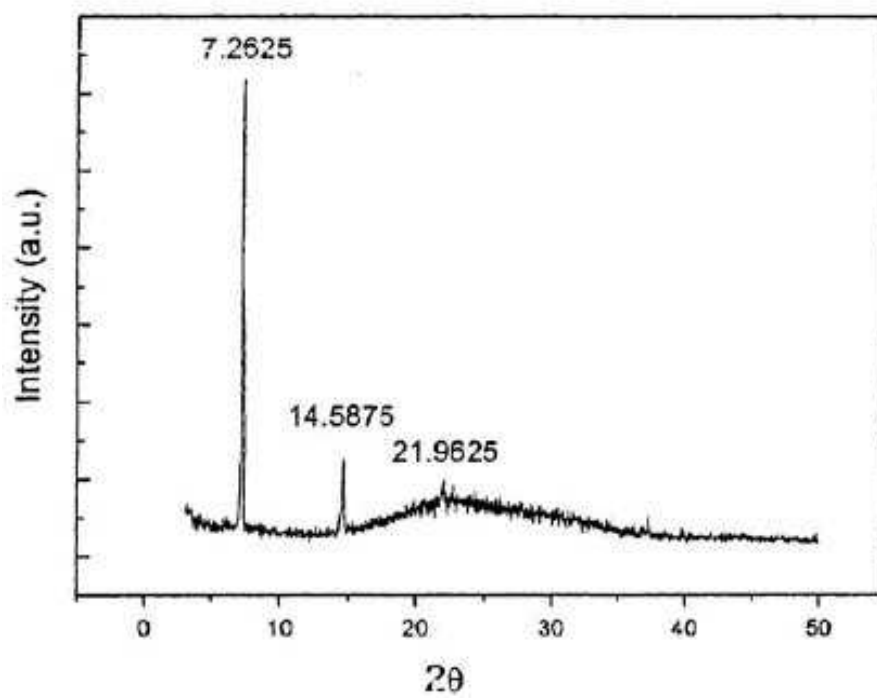
도면2



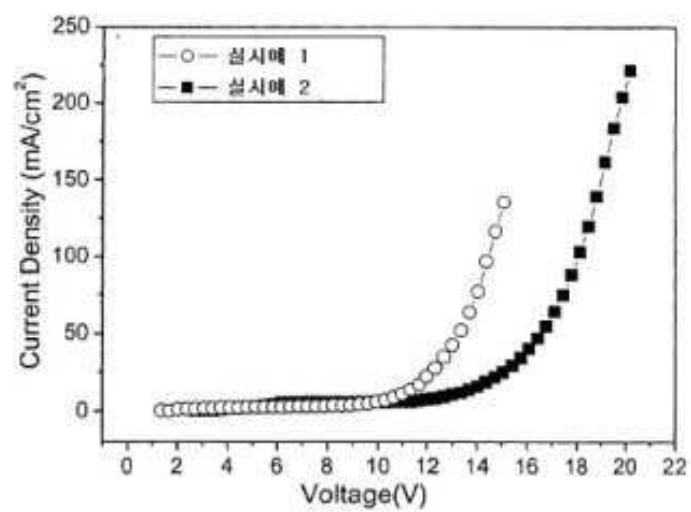
도면3



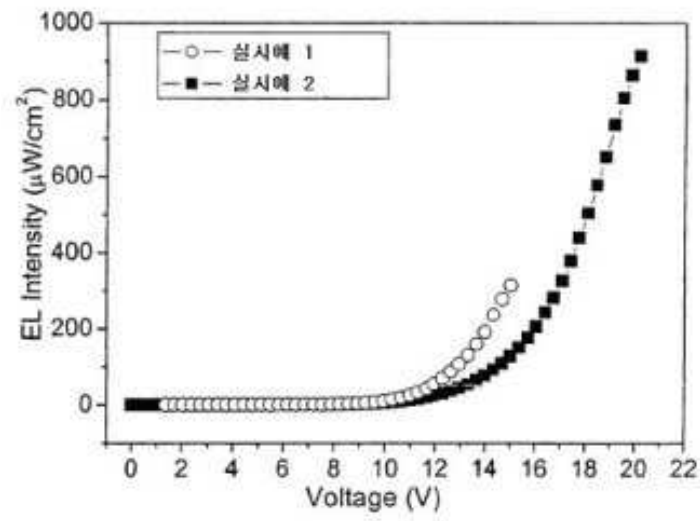
도면4



도면5



도면6



도면7

