

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) Int. Cl.⁷
H05B 33/04(11) 공개번호 10-2005-0057867
(43) 공개일자 2005년06월16일(21) 출원번호 10-2003-0090077
(22) 출원일자 2003년12월11일(71) 출원인 백홍구
서울특별시 강남구 압구정동 현대아파트 23동 202호(72) 발명자 백홍구
서울특별시 강남구 압구정동 현대아파트 23동 202호
구원희
경기도 남양주시 도농동 부영아파트 403동 505호
이성만
강원도 춘천시 퇴계동 그린타운아파트 106동 303호

(74) 대리인 김명섭

심사청구 : 없음

(54) 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기이엘소자

요약

본 발명의 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자는, 충진밀도(packing)가 높은 물질을 유기 EL소자의 상부 최외각층에 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)을 증착시킨 유기EL소자(OELD)에 관한 것이다.

본 발명은, 글래스기판(Glass Substrate) 상부로부터 순서적으로 형성되어 포함된 양전극층(Anode), 발광층(Emission Layer; EML), 음전극층(Cathode)을 각각 주 동작층으로 하며, 이러한 주 동작층 사이에 필요에 따라 전자 및 정공의 작동을 활성화시키는 층들을 부가하고 있는 유기EL소자에 있어서, 기본 물질의 결합구조(network) 상에서 존재하는 결공(void)이나 틈새(interstice) 등 물질사이에 존재하는 공극을 대체하도록, 단결합강도(single bond strength)가 상대적으로 낮은 값을 갖는 물질 가운데 전기음성도(electro-negativity)와 이온전장강도(ion field strength)는 각각 높아 공유결합특성(covalent bonding characteristic)이 상대적으로 높게 나타내는 물질을, 실리콘다이옥사이드(SiO₂)에 [2~40 %: 98~60 %]의 비율로, 상기 유기 EL소자의 상부 최외각층에 증착시켜 보호막(Passivation Layer)을 형성하는 특징을 갖는다.

따라서 본 발명은 충진밀도(packing density)를 높여 결공(void)이나 틈새(interstice)를 메워 외부의 산소나 수분의 침투를 근본적으로 차단시킴으로써 유기EL소자의 동작특성을 획기적으로 개선시키는 효과가 있다.

대표도

도 7

색인어

유기전기발광소자(OELD), 패시베이션(Passivation), 산소, 수분, 실리콘다이옥사이드, 변형인자(modification factor)

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 유기EL디스플레이소자의 구조도.

도 2는 도 1의 유기EL소자에 수분이나 산소 침투방지를 위한 봉지(passivation)한 상태의 구조조.

도 3는 본 발명의 유기EL소자에 적용하기 위한 고충진밀도 산화물질의 개념을 설명하기 위한 도면.

도 4는 본 발명에 따른 변형인자(modification factor)의 적합한 물질로 예상되는 세륨다이옥사이드(CeO_2)와의 결합상태에 대한 특성을 나타낸 그래프.

도 5는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 세륨다이옥사이드(CeO_2) 간의 비율을 변화시켜 증착한 다수의 물질에 대한 수분침투율(H_2O transmission rate)을 측정한 결과그래프.

도 6는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 틴다이옥사이드(SnO_2) 간의 결합비율 변화에 따른 이온빔조사증착(IBAD; Ion Beam Assist Deposition)과 열상증착(Thermal Evaporation)과 수분침투율(H_2O transmission rate) 간의 관계를 측정한 그래프.

도 7는 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자의 제작공정을 설명하기 위한 도면.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 >

10 : 유기EL소자

101 : 기판(Glass Substrate)

102 : 양전극층(Anode)

103 : 정공주입층(Hole Injection Layer;HIL)

104 : 정공전송층(Hole Transport Layer;HTL)

105 : 발광층(Emission Layer;EML)

106 : 전자전송층(Electron Transport Layer;ETL)

107 : 전자주입층(Electron Injection Layer;EIL)

108 : 음전극층(Cathode)

70 : 글래스기판 유기EL소자

701 : 글래스기판(Glass Substrate)

702 : 양전극층(Anode)

703 : 정공주입층(Hole Injection Layer;HIL)

704 : 정공전송층(Hole Transport Layer;HTL)

705 : 발광층(Emission Layer;EML)

706 : 전자전송층(Electron Transport Layer;ETL)

707 : 전자주입층(Electron Injection Layer;EIL)

708 : 음전극층(Cathode)

709 : 보호층(Passivation Layer)

710 : 반사층(Mirrior Layer)

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 유기전기발광소자(OELD:Organic Electro Luminescence Display, 유기EL소자)에 관한 것으로, 자세하게는 단결합강도(single bond strength)가 상대적으로 낮은 값을 갖는 물질 가운데 전기음성도(electro-negativity)와 이온전장강도(ion field strength)는 각각 높아 공유결합특성(covalent bonding characteristic)이 상대적으로 높게 나타내는 물질을, 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 일정비율로 하여, 유기 EL소자의 상부 최외각층에 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)을 증착형성함으로써 충전밀도를 높여 외부로부터의 산소 및 수분의 침투를 방지하고 디스플레이의 특성과 효율을 높인, 고충진밀도 패시베이션 클래스기판 유기EL소자를 제시한 것이다.

21세기 정보화시대에는 영상, 정보, 통신산업이 발달하면서 언제, 어디에서든지 될 수 있는 한 많은 정보를 가능한 신속 정확히 얻고자하는 요구가 많아질 것이 확실시 되고 있다.

따라서 편안하게 손에 들고 다니면서 볼 수 있는 디스플레이 소자(display device)에 대한 현대인들의 한없는 욕구를 채우기 위해서는 보다 새로운 소자가 요구되고 있다.

기존의 CRT는 대면적화에 따르는 큰 체적, 중량과 함께 동작전압이 크다는 단점이 있다. 또한 LCD는 자발광형이 아니고 백라이트(Back Light)와 인가전압에 의한 액정의 광학현상을 이용해 명암의 콘트라스트(Contrast)를 만드는 것으로, 시야각이 좁다는 것과 대면적화에 적당하지 않다는 단점이 있다.

이 때문에 기존의 CRT(Cathode Ray Tube)나 LCD(Liquid Crystal Display) 만으로는 충분하지 못하며, 기존의 CRT나 LCD와는 다른 성능을 갖는 고성능의 디스플레이를 필요로 할 것이라는 것은 의심 할 여지가 없다.

이러한 욕구를 만족시킬 수 있는 차세대 디스플레이 소자로서 선두급인 액정디스플레이소자인 LCD나 플라즈마패널디스플레이소자인 PDP와 더불어 유기EL디스플레이(OELD)라는 새로운 소자가 개발되어, 관련 업계나 학계의 비상한 관심 속에 관련 연구가 속속 진행되고 있다.

이러한 유기EL 디스플레이는 1950년 프랑스 베르나노즈 팀에 의해 유기물의 발광현상을 처음 발견된 이후, 1962년 안트라센의 단결정 연구 발표, 그리고 1987년 2층 구조의 유기발광소자의 발표 등으로 꾸준히 연구가 계속되어져 오고 있으며, 현재 가장 유망한 차세대 디스플레이로 각광받고 있다.

또한, 유기 EL 디스플레이는 LCD 같은 수광 형태의 소자에 비해 응답속도가 CRT와 같은 수준으로 빠르다는 장점을 갖고 있으며, 낮은 직류구동전압, 초박막화가 가능하기 때문에 벽걸이형, 휴대용으로 응용이 가능할 것으로 본다. 또한 면 발광이기 때문에 빛이 균일하며, 시야각 넓고, 가시영역의 모든 색상의 발광이 가능하다. 그외 주사형 발광소자에 견줄만한 발광 효율을 갖고, 고휘도의 발광을 얻을 수 있어서 옥외용으로도 가능하며, 정보화 시대에 매우 적합한 디스플레이 소자라 할 것이다.

도 1은 일반적인 유기EL디스플레이소자의 구조도이고, 도 2는 도 1 유기EL디스플레이소자의 수분침투를 방지하기 위한 봉지상태의 구조이다.

도 1과 같이, 일반적인 유기EL소자(10)는 최하부의 투명한 기판(101, Glass Substrate) 상부에 ITO(Indium Thin Oxide)와 같은 산화물질로 양전극층(102, Anode)을 증착하고, 다시 이 상부에 차례로 정공주입층(103, Hole Injection Layer;HIL), 정공전송층(104, Hole Transport Layer;HTL), 발광층(105, Emission Layer;EML), 전자전송층(106, Electron Transport Layer;ETL), 전자주입층(107, Electron Injection Layer;EIL)을 형성시킨 후, 이 상부에 음전위가 가해지는 음전극층(108, Cathode)을 형성하게 된다.

이러한 유기EL소자(10)는 양전극층(102, Anode)과 음전극층(108, Cathode)으로부터 주입된 정공과 전자가 중앙의 발광층(105, Emission Layer;EML)에서 서로 결합하는 과정에서 발생된 에너지가 빛으로 발광된다.

하지만 이러한 유기EL 디스플레이소자에 있어서, 가장 문제시 되는 것은 산소나 수분의 소자내 침투를 막는 봉지(passivation)용 층(layer)이나 막(film)을 어떻게 형성하느냐 하는 것이다.

이것은 유기EL소자의 재료가 산소나 수분과 매우 잘 결합하기 때문에 이러한 침투를 방지하는 것은 유기EL소자 수명이나 전반적인 동작특성에 영향을 끼치는 중대한 요소이다.

따라서 이를 위해 도 2의 (A)와 (B)에 도시한 바와 같이, 외부와 차단시키기 위해 유기EL소자의 외부를 감싸도록 봉지(Passivation)를 위한 실링캡(109c)을 씌워 주거나 봉지층(Passivation Layer, 109)을 형성하여 완성하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

반도체물질에서 봉지층 등 수분을 억제하는 막(layer)으로 사용되기 어렵다.

수분이나 산소가 유기EL소자 내부로 침투하게 되면, 음전극층의 물질이 유기층으로 확산됨과 동시에 음전극층도 산화되고 박리되며, 이로 인해 각 전극(층)과 유기층간의 접촉이 불량해지고 따라서 유기EL소자로서 수명을 다하게 된다.

또한 비정질(amorphous) 상태의 유기막도 결정화되고, ITO(Indium Thin Oxide)와 같은 양전극층(101)도 산소나 인듐(Indium) 확산에 의해 산화되어 동작이 불가능할 정도로 상태가 저하된다.

아울러 발광층(104)을 이루는 유기분자가 불안정하여 다른 구조로 변성되거나 이웃하는 분자와 서로 반응을 일으키면, 발광층(104)이 발광억제부분(Luminescent Quenching Site)으로 작용하여 소자의 수명을 급속히 저하시키게 된다. 또한 봉지(encapsulation)공정에 의한 패키징(Packaging)이 완벽하지 않아서 산소가 침투되거나 존재하는 경우, 이러한 산소가 촉매 작용을 하거나 직접 반응에 참여하여 유기 박막을 알데하이드(Aldehyde) 등으로 변화시켜 발광 억제 부분으로 변하게 된다.

결국 유기EL소자로 침투하거나 유기EL소자 내부에서 확산된 수분이나 산소는 구성물질과의 반응을 촉진하여 유기EL소자의 발광효율을 떨어뜨리며, 반응이 과도할 경우 유기EL소자를 동작할 수 없게 하는 치명적인 문제점을 남기게 되며, 그 수명도 단축시키는 원인이 된다.

따라서 유기EL소자에 있어서 수분이나 산소의 침투를 방지하는 것은 해결해야 할 중대한 문제인 것이다. 아울러 수분이나 산소의 침투를 방지하는 것은 모든 반도체소자의 공정에 있어서 필수적으로 요구되는 중요한 사안이다.

따라서, 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 단결합강도(single bond strength)가 상대적으로 낮은 값을 갖는 물질 가운데 전기음성도(electro-negativity)와 이온전장강도(ion field strength)는 각각 높아 공유결합특성(covalent bonding characteristic)이 상대적으로 높게 나타내는 물질을, 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 일정비율로 하여, 폴리머기판(polymer substrate)의 양면 또는 일면에 측면 및 상기 유기 EL소자의 상부 최외각층에 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)을 증착형성시킨, 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자에 대한 기술을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자를 자세히 설명한다.

도 3은 본 발명의 유기EL소자에 적용하기 위한 고충진밀도 반도체 물질의 개념을 설명하기 위한 도면으로, 도 3의 (A)는 일반적인 실리콘다이옥사이드(SiO_2)의 구조이고, 도 3의 (B)는 본 발명의 일실시예에 적용할 수 있는 고충진밀도(high packing density) 반도체 물질의 구조이다.

도 3의 (A)에 도시한 바와 같이, 실리콘다이옥사이드(SiO_2)의 물질구조를 살펴보면, 산소(Oxygen)와 실리콘(Si)의 결합한 상태에서 그물(network) 형태로 결합하여 물질을 이루고 있다.

하지만 이러한 물질구조는 중간에 결공(void)이나 틈새(interstice)가 많이 존재하는 구조이기 때문에 충진밀도(packing density)가 높지 못하다. 이러한 결공(void)이나 틈새(interstice)는 반도체 물질이나 소자의 특성을 떨어뜨리게 되며, 소자의 동작특성이 저하시키는 원인이 된다.

본 발명에서는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)의 이러한 문제점을 해결하여 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자에 적용하기 위해 변형인자(modification factor)를 함께 증착시킴으로써, 결공(void)이나 틈새(interstice)의 문제점을 해결함과 동시에 충진밀도(packing density)를 증가시키고 침투성(permeability)을 감소시키게 된다.

전술한 변형인자(modification factor)는 그 위치나 작용에 따라 크게 다음과 같이 구분할 수 있다.

변형인자(modification factor)의 제1형태는 물질의 결합을 끊고 그 사이에 침투하여 산소(O)나 실리콘(Si)과 결합을 끊어놓는 비결합상태(non-bridging)에서 결공(void) 등의 공간에 존재하는 형태라 할 수 있다. 따라서 제1형태의 물질은 결공(void) 등의 공간을 메우기 때문에 충진밀도(packing density)를 높이고 동작 특성을 개선시키는 등의 기능을 수행하게 된다.

변형인자(modification factor)의 제2형태는 위에서 서술한 제1형태와는 달리, 변형인자(modification factor)가 기본물질을 구성하고 있는 산소(O)와 실리콘(Si) 입자와 별개로 단독으로 새로운 결합을 형성함으로써, 3차원적으로 네트워크를 형성하게 되는 입자나 물질이라 할 수 있다.

변형인자(modification factor)의 또다른 제3형태는, 전술한 제1형태나 제2형태와는 다른 형태로서, 제2형태처럼 단독으로는 네트워크 결합구조를 형성할 수는 없지만 제2형태와 공존 시 네트워크 구조를 형성하는 물질이다.

도 3의 (B)에는 본 발명의 일실시예에서 채택하고자 하는 제1형태의 미시적 구조를 나타내었다.

도시한 바와 같이, 결합상태의 산소(bridging oxygen, BO)와 비결합상태의 산소(non-bridging oxygen, NBO)가 함께 존재하고 있음을 알 수 있다. 즉 변형인자(modification factor)가 산소(O)와 실리콘(Si) 간의 결합을 끊고 침투하여, 결공(void) 등과 같은 공간에 변형자(modifier)가 포함되어 존재하고 있음을 알 수 있다.

이러한 변형자(modifier)가 결공(void)이나 틈새(interstice) 등을 채움으로써 해당 소자나 층(layer)의 충진밀도(packing density)를 높이고 외부물질의 침투(permeability)를 방지하게 되며, 경도(hardness)나 긁힘(scratch)등에 강하여 일반적인 디스플레이 소자에서 야기되는 문제들도 해결해주는 효과가 있다. 따라서 반도체소자에 적용하는 경우 최고의 특성을 보이는 반도체소자를 제조하는 것이 가능하다.

이와 같은 측정결과 등을 고려하여 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자의 봉지기능(encapsulation)을 위한 변형인자(modification factor)로 적합한 물질이나 입자를 살펴보자.

먼저 본 발명의 일실시예에 따른 변형인자(modification factor)로 적합한 입자나 물질은, 먼저 단결합강도(single bond strength)가 상대적으로 낮은 값을 갖는 물질을 먼저 고려해 주고, 이러한 물질 가운데 전기음성도(electro-negativity)와 이온전장강도(ion field strength)가 상대적으로 높은 물질을 선택함으로써, 공유결합특성(covalent bonding characteristic)이 상대적으로 높게 나타내는 물질을 찾는 것이 중요하며, 이러한 물질이 충진밀도(packing density)를 높여주게 된다.

어떠한 입자나 물질의 단결합강도(single bond strength)는 선모델(Sun model)에 의해 결정된다.

선모델(Sun model)에 따르면 물질(M)-산소(O)-물질(M) 같은 구조의 3차원 네트워크 결합을 위해서는 각각의 물질(M)-산소(O) 사이의 결합이 강해야 한다. 이러한 결합의 강도를 나타내는 요소가 단결합강도(single bond strength, ϵ)이며, 이는 아래의 [수학식 1]과 같다.

$$\text{단결합강도 } \epsilon = \frac{E_D}{n} \text{ [kcal/mol]}$$

수학식 1

여기서 E_D 는 물질당 분리에너지(dissociation energy per $\text{MO}_{y/x}$)이며, n 은 배위수(coordination number)를 나타낸다.

그리고 각 경계부근에서는 서로 다른 형태로 작용하는 경우도 있으나, 단결합강도 $\epsilon < 60 \text{ kcal/mol}$ 이면 전술한 제1형태의 변형인자(modification factor)로, 단결합강도 $\epsilon > 80 \text{ kcal/mol}$ 이면 전술한 제2형태의 변형인자(modification factor)로, 그리고 $60 < \epsilon < 80 \text{ kcal/mol}$ 이면 제3형태의 변형인자(modification factor)로 작용하는 것이 일반적으로 적용될 수 있다.

또한 제2형태의 변형인자에 충진 밀도의 증가는 해당 입자나 물질의 전기 음성도에 따른 공유 결합 정도와 이온전장강도에 크게 의존한다.

아래의 [표 1]은 주요 입자나 물질에 대한 특성을 형태별로 분리한 것이다.

표 1.

	M in MO _x	Valence	Dissociation Energy per MO _x (kcal/g-atom)	Coordination Number	Single-Bond Strength (kcal/g-atom)
1형 태	Sc	3	362	6	60
	La	3	406	7	58
	Y	3	399	8	50
	Sn	4	278	6	46
	Ga	3	267	6	45
	In	3	259	6	43
	Th	4	516	12	43
	Pb	4	232	6	39
	Mg	2	222	6	37
	Li	1	144	4	36
	Pb	2	145	4	36
	Zn	2	144	4	36
	Ba	2	260	8	33
	Ca	2	257	8	32
	Sr	2	256	8	32
	Cd	2	119	4	30
	Na	1	120	6	20
	Cd	2	119	6	20
	K	1	115	9	13
	Rb	1	115	10	12
	Hg	2	68	6	11
	Cs	1	114	12	10
2형 태	B	3	356	3	119
	Si	4	424	4	106
	Ge	4	431	4	108
	Al	3	402-317	4	101-79
	B	3	356	4	89
	P	5	442	4	111-88
	V	5	449	4	112-90
	As	5	349	4	87-70
	Sb	5	339	4	85-68
	Zr	4	485	6	81
3형 태	Ti	4	435	6	73
	Zn	2	144	2	72
	Pb	2	145	2	73
	Al	3	317-402	6	53-67
	Th	4	516	8	64
	Be	2	250	4	63
	Zr	4	485	8	61
	Cd	2	119	2	60

이러한 공유결합(covalent bond) 특성은 증착된 물질 내에서의 동작과 관련되는 것으로, 물질내에서 입자간의 상호작용(interaction)에 근거하는 것이다. 즉 물질내에서 입자간의 상호작용(interaction)은 이온결합보다 공유결합의 성분이 클 때 더 세게 되며, 이온의 크기(사이즈, radius)나 전하량(charge)에 의해 표현되는 이온전장강도가 클수록 역시 세게 되기 때문이다.

따라서 이러한 이온전장강도(ion field strength)와 공유결합(covalent bond) 특성 관련부분만을 살펴보면, 일례로 리튬 산화물에서 리튬이온은(Li⁺)은 다른 입자들에 비해 전기음성도가 작기에 공유결합 성분이 상대적으로 크고, 이온 크기(radius)가 상대적으로 작고 전하량(charge)이 작기 때문에, 본 발명의 일실시예에 따른 변형인자(modification factor)로 적합한 물질이나 입자로 일단은 예상할 수 있게 된다.

본 발명의 일실시예에 따른 변형인자(modification factor)로 적합한 물질이나 입자가 되기 위해서는 전술한 조건뿐만 아니라, 실제 공정상에서 유기EL소자를 만들 수 있는 공정진행상의 조건에도 부합되어야 한다.

도 4는 본 발명에 따른 변형인자(modification factor)의 적합한 물질로 예상되는 세륨다이옥사이드(CeO₂)와의 결합상태에 대한 특성을 나타낸 그래프이다.

도시된 그래프에서, 제일 상부에 있는 실선A는 실리콘다이옥사이드(SiO₂)만을 IBAD로 증착시킨 산화물질의 특성결과이다. 그리고 파단선B는 세륨다이옥사이드(CeO₂)를 포함시켜 실리콘다이옥사이드(SiO₂)를 97%의 비율로 증착시킨 상태이고, 1점쇄선 C는 실리콘다이옥사이드(SiO₂)를 75%로, 2점쇄선 D는 실리콘다이옥사이드(SiO₂)를 35%로 각각 조절하여 증착시킨 물질의 특성을 나타낸 것이며, 마지막으로 점선E는 세륨다이옥사이드(CeO₂)만으로 증착시킨 상태의 특성결과이다.

도시한 바와 같이, 세륨다이옥사이드(CeO₂)의 비율이 증가할수록 933~942 cm⁻¹의 peak 강도가 증가하고 1000~1250 cm⁻¹의 peak 강도가 감소하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 933~942 cm⁻¹의 peak를 나타내는 비결합상태의 산소(non-bridging oxygen, NBO)가 증가하는 반면, 상대적으로 산소(O)-실리콘(Si)-산소(O)의 네트워크결합(network bonding)이 감소하고 있음을 나타내는 것이다.

이러한 결과로 볼 때, 본 발명의 일실시예에 따른 변형인자(modification factor)로서 작용하기에 적당한 비율은, $933\sim 942\text{ cm}^{-1}$ 의 peak 강도가 어느 정도 증가되어 있고 상대적으로 $1000\sim 1250\text{ cm}^{-1}$ 의 peak 강도가 감소되어 있어, 결합상태의 산소(bridging oxygen, BO)와 비결합상태의 산소(non-bridging oxygen, NBO)가 일정한 비율에서 균형을 이루고 있는, 1점쇄선C의 실리콘다이옥사이드(SiO_2) 75%선의 결합비율과 파단선B의 실리콘다이옥사이드(SiO_2)를 97%선의 결합비율로 형성시킨 물질이 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자의 보호막(또는 보호층, Passivation Layer) 물질로 적합한 것을 예상할 수 있다.

이에 반해 2점쇄선D와 같이 실리콘다이옥사이드(SiO_2)가 35%인 경우, 1050 cm^{-1} 에서 1066 cm^{-1} 까지의 peak가 현저하게 낮아진 것을 볼 수 있는데, 이는 실리콘(Si)-산소(O)-실리콘(Si)의 결합이 3차원 네트워크 구조를 유지할 수 없을 정도로 현저하게 감소하였음을 나타내고 있는 것이며, 따라서 이 경우는 본 실시예에 따른 변형자(modifier)로서의 이용은 적합하지 않다고 할 수 있다.

도 5는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 세륨다이옥사이드(CeO_2) 간의 비율을 변화시켜 증착한 다수의 물질에 대한 수분침투율(H_2O transmission rate)을 측정한 결과그래프로서, 도 4에서 나타낸 각 결합비율 종류를 중심으로 비율을 달리하여 증착시킨 재료에 따라 측정한 결과를 나타내고 있다.

전술한 바와 같이, 도 4에 대한 각 종류별 특성 가운데에서, 파단선B에 대한 결과인 실리콘다이옥사이드(SiO_2) 97% 증착 물질과, 1점쇄선 C에 대한 결과인 실리콘다이옥사이드(SiO_2) 75% 증착물질에서 0.001분해능으로서 측정할 수 없을 정도로 수분침투율(H_2O transmission rate)이 '-'의 에러 범위의 값으로 나타나고 있다.

따라서, 예상했던 바와 같이 1점쇄선C의 실리콘다이옥사이드(SiO_2) 75%선의 결합비율과 파단선B의 실리콘다이옥사이드(SiO_2)를 97%선의 결합비율로 형성시킨 물질이 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자의 보호막(또는 보호층, Passivation Layer) 물질로 적합한 것임을 알 수 있다.

도 6은 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 틴다이옥사이드(SnO_2) 간의 결합비율을 변화시키는 가운데, 이온빔조사증착(IBAD; Ion Beam Assist Deposition)과 열상증착(Thermal Evaporation)과 수분침투율(H_2O transmission rate) 간의 관계를 측정한 그래프로, 열상증착(thermal Deposition)은 좌측 눈금에, 우측은 이온빔조사증착(IBAD)에 대한 눈금이다.

도시한 바와 같이 수분침투율이 적은 이온빔조사증착(IBAD; Ion Beam Assist Deposition)을 실시하는 경우에 수분침투율이 훨씬 적으며, 따라서 이온빔조사증착(IBAD)을 이용한 산화물질 증착이 보다 좋은 특성을 갖는 반도체소자나 유기EL소자를 제작할 수 있음을 알 수 있다.

도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션이션 글래스기판 유기EL소자(70)의 제작공정을 설명하기 위한 도면으로, 도 7의 (A)는 저부방사형에 대해, 도 7의 (B)는 상부방사형에 대한 각각의 구조도이다.

도 7의 (A)와 같은 저부방사형의 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자(70)는 최초 글래스기판(701, Glass Substrate)을 준비한다.

이 후 이 글래스기판(701, Glass Substrate)의 상부에 ITO(Indium Thin Oxide)와 같은 산화물질을 이용하고, 아르곤(Ar) 등 비활성가스의 챔버(chamber) 분위기에서 스퍼터링(sputtering) 기법에 의해 양전극층(702, Anode)을 증착시키게 된다.

그리고 다시 이 상부로부터 차례로 정공주입층(703, Hole Injection Layer;HIL), 정공전송층(704, Hole Transport Layer;HTL), 발광층(705, Emission Layer;EML), 전자전송층(706, Electron Transport Layer;ETL), 그리고 전자주입층(707, Electron Injection Layer;EIL)을 스펀코팅(spin coadting) 기법을 이용하여 차례로 증착시켜 형성한다. 그리고 다시 이 상부에 리튬플로라이드(LiF)나 알루미늄(Al) 등으로 열상증착(thermal evaporation)에 의해 음전위가 가해지는 음전극층(708, Cathode)을 형성하게 된다.

그리고 마지막으로 이 음전극층(708, Cathode) 상부에 열상증착(thermal evaporation)에서 의해 외부의 산소나 수분의 침투를 막기 위한 보호층(709, Passivation Layer)을 증착시켜 형성함으로써, 도 7의 (A)와 같은 저부방사형 글래스기판 유기EL소자를 형성하게 된다.

도 7의 (B)의 상부방사형의 경우에는, 양전극층(702, Anode) 상부에 은(Ag)과 같이 반사율이 좋은 물질을 이용하여 반사층(710, Mirrior Layer)을 형성하게 된다.

아울러 본 실시예의 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)은 빛을 통과시켜야 하므로 투명성이 좋아야 하는데, 전술한 바와 같이 기본적으로 3차원 결합을 이루고 있는 기본적인 물질이 실리콘다이옥사이드(SiO_2)이므로 이러한 투명성(transparency)의 특성에도 잘 부합하는 물질이다.

따라서 중앙의 발광층(705, Emission Layer;EML)에서 발광된 빛이 글래스기판(701, Glass Substrate) 방향으로 향하는 일부는 반사층(710, Mirrior Layer)에서 반사되어 다시 음전극층(708, Cathode) 방향으로 방사된다.

결국 본 실시예와 같은 도 7 (B)의 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자는 글래스기판(701, Glass Substrate)의 반대방향인 상부방향으로 빛이 방사된다.

위의 2가지 모든 경우에 있어서, 음전극층(708, Cathode) 상부에 형성시키는 보호층(709, Passivation Layer)은 외부로부터의 수분이나 산소의 침투를 방지하기 위한 것으로, 전술한 바와 같이 기본적인 증착물질에 변형인자(modification factor)를 포함시켜 증착시킴으로써 결공(void) 등의 공간을 메우고 충진밀도(packing density)를 높여 전술한 바와 같이 수분이나 산소의 침투를 방지하게 되며, 따라서 전술한 [표 1]의 물질 가운데 실제 유기EL소자로 공정이 가능한 물질을 선택하게 되는 것이다.

이러한 물질은 충진밀도(packing density)를 높여 전술한 바와 같이 수분이나 산소의 침투를 방지할 수 있는 물질 가운데, 증착방법이 적용이 될 수 있는 것 까지 고려된 것이다.

전술한 내용에 근거하여 이러한 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)에 적용할 수 있는 중요 물질들을 선별하면 아래의 [표 2]와 같다.

표 2.

물질	녹는점 [°C]	밀도 [$\frac{g}{cm^3}$]		이온반경[Å]	이온필드세기 ION FIELD STRENGTH	전기 음성도	이온 결합성[%]	비고
Al ₂ O ₃	2072	3.97	1550	0.51(+3)		1.61	59.4	
CaO	2614	3.3	~1700	0.99(+2)	2.04	1	79	
Ce ₂ O ₃	1692	6.86		1.03(+3)	2.83	1.12	75.7	
CeO ₂	~2600	7.13	2310	0.92(+4)	4.73	1.12	75.7	
In ₂ O	~600	6.99	650	0.81(+1)	1.23	1.78	52	
Nb ₂ O ₅	1485	4.47		0.69(+5), 0.74(+4)	7.25, 5.48	1.6	59.4	
Si ₃ N ₄	1900	3.44	~800	0.(+)		1.9	47.3	
SiO	1702	2.13	850	0.(+)		1.9	47.3	
SiO ₂	1610~1710	2.1	1025	0.(+)		1.9	47.3	
SnO ₂	1630	7.28	~1000	0.(+)	7.92, 4.69	1.96	44.7	
TiO	1750	4.93	~1500	0.(+)		1.54	61.7	

이 [표 2]에서의 중요 용어는 다음과 같이 정의된다.

- 이온전장강도(ion field strength) $= \frac{q}{r^2}$,

여기서 q는 전하량이고 r은 이온반지름이다.

- 단결합강도(single bond strength, ϵ) $\epsilon = \frac{E_D}{n}$ [kcal/mol]

여기서 E_D는 물질당 분리에너지(dissociation energy per MO_{y/x})이며, n은 배위수(coordination number)이다.

본 실시예 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자(70)의 음전극층(708, Cathode) 상부에 증착시키게 되는 보호막(709, Passivation Layer)은 열상증착(thermal evaporation) 공정을 이용하게 된다.

전술한 바와 같이 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자(70)의 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)에 적용할 수 있는 물질은 다수의 물질 가운데 [표 2]에 나타난 Ce₂O₃, In₂O, Nb₂O₅, Si₃N₄, SiO, SnO₃이 실험결과 보다 적합한 것으로 판명되었다. 이는 지금까지 서술해 온 물질 가운데, 열상증착(thermal evaporation)을 적용할 수 있는 것과 연관된다.

이러한 물질의 증착과정에 통해 제작되는 도 7의 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자(70)는 충진밀도(packing density)가 증가됨으로써 결공(void)이나 틈새(interstice)를 메워 외부의 산소나 수분의 침투가 예방되며, 따라서 유기EL소자는 자체의 특성도 개선되는 등 뛰어난 동작특성을 나타낸다.

아울러 이러한 본 실시예의 고충진밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자(70)는 글래스기판을 사용하여 유기EL소자를 제작한 일례를 보인 것으로, 중앙의 각종 층들은 유기EL소자의 작동시키는 것이 가능하다면 층구조에 상관없이 형성시키는 것이 가능하다.

일예로, 정공전송층(Hole Transport Layer;HTL, 104)과 전자전송층(Electron Transport Layer;HIL, 106)은 주입된 정공(hole) 또는 전자(electron)의 전송을 도움으로써 유기EL소자로서의 작동을 활성화시키기 위한 것으로 유기EL소자의 주된 동작을 위한 필수적인 층이라고는 할 수 없으며, 따라서 유기EL소자의 제작에 있어서는 이러한 층들이 포함되지 않고도 형성하는 것이 가능하다.

또한 유기EL소자에 있어서, 유기EL소자의 기능을 활성화할 수 있다면 필요한 층들을 추가하여 형성할 수도 있으며, 이러한 새로운 유기EL소자에 있어서도 본원발명의 기술을 적용하여 보호막(Passivation Layer)을 형성하는 것이 가능하며, 유기EL소자를 이루는 각 층들의 명칭과는 관련되지 않음은 주지하는 바와 같다.

따라서 전술한 바와 같이, 결론적으로 유기EL소자로서의 작동이 가능하다면 본 실시예의 보호막(Passivation Layer)은 필요한 구조에 증착시켜 형성시키는 등 보다 다양한 구조의 글래스기판 유기EL소자를 형성시키는 것이 가능한 등, 본 발명의 기술개념을 바탕으로 다양하게 실시하는 것이 가능하다.

발명의 효과

이상에서 설명한 본 발명의 중요 효과를 요약하면 아래와 같다.

- 본 발명은 글래스기판(Glass substrate) 유기EL소자를 제작함에 있어, 충전밀도(packing density)를 높여 결공(void)이나 틈새(interstice)를 메워 외부의 산소나 수분의 침투를 근본적으로 차단시킨다.

- 본 발명의 글래스기판 유기EL소자의 충전밀도(packing density) 증가는 유기EL소자 자체의 동작특성도 개선시켜, 보다 뛰어난 글래스기판 유기EL소자의 형성을 가능하게 한다.

- 본 발명은 투명성이 뛰어나 글래스기판 유기EL소자의 상부방사형인 경우나 다른 디스플레이 소자의 제작에도 다양하게 적용시킬 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

글래스기판(Glass Substrate) 상부로부터 순서적으로 형성되어 포함된 양전극층(Anode), 발광층(Emission Layer;EML), 음전극층(Cathode)을 각각 주 동작층으로 하며, 이러한 주 동작층 사이에 필요에 따라 전자 및 정공의 작동을 활성화시키는 층들을 부가하고 있는 유기EL소자에 있어서,

기본 물질의 결합구조(network) 상에서 존재하는 결공(void)이나 틈새(interstice) 등 물질사이에 존재하는 공극을 대체하도록, 단결합강도(single bond strength)가 상대적으로 낮은 값을 갖는 물질 가운데 전기음성도(electro-negativity)와 이온전장강도(ion field strength)는 각각 높아 공유결합특성(covalent bonding characteristic)이 상대적으로 높게 나타내는 물질을, 실리콘다이옥사이드(SiO_2)에 [2~40 %: 98~60 %]의 비율로, 상기 유기 EL소자의 상부 최외각층에 증착시켜 보호막(Passivation Layer)을 형성함으로써,

충전밀도를 높여 외부로부터의 산소 및 수분의 침투를 방지하는 것을 특징으로 하는, 고충전밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자.

단 상기 내용의 중요 용어는 다음과 같이 정의된다.

- 이온세기필드(ion field strength) $= \frac{q}{r^2}$,

여기서 q는 전하량이고 r은 이온반지름이다.

- 단결합강도(single bond strength, ϵ) $\epsilon = \frac{E_D}{n}$ [kcal/mol]

여기서 E_D 는 물질당 분리에너지(dissociation energy per $\text{MO}_{y/x}$)이며, n은 배위수(coordination number)이다.

청구항 2.

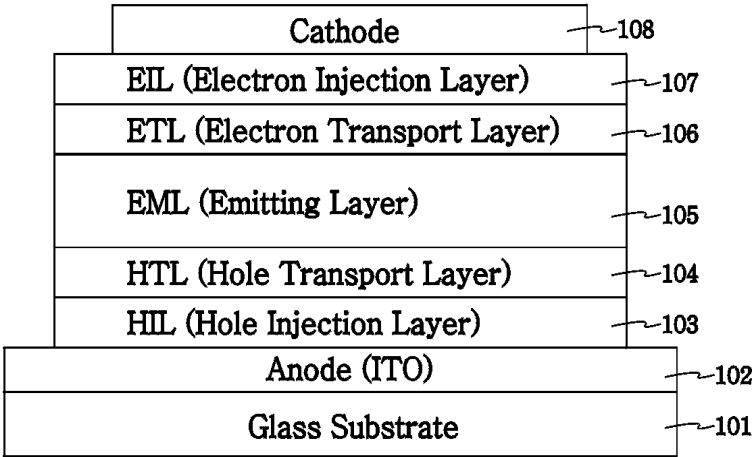
제1항에 있어서, 상기 유기EL소자는

상기 유기 EL소자의 최외각층 상부 보호막(Passivation Layer)으로 Ce_2O_3 , In_2O_3 , Nb_2O_5 , Si_3N_4 , SnO_2 중 어느 하나와, 상기 실리콘다이옥사이드(SiO_2)를 상기 [2~40 %: 98~60 %]의 비율로 증착시켜 형성하는 것을 특징으로 하는, 고충전밀도 패시베이션 글래스기판 유기EL소자.

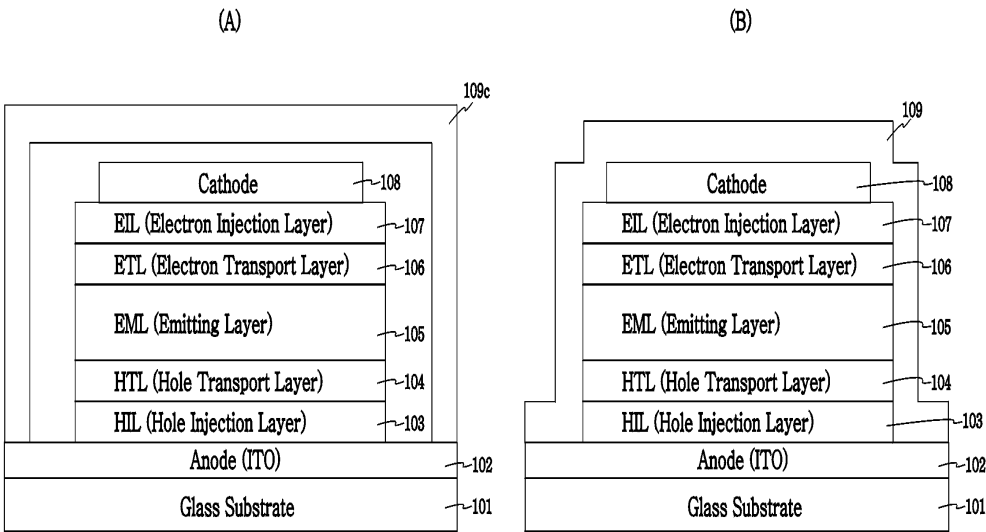
도면

도면1

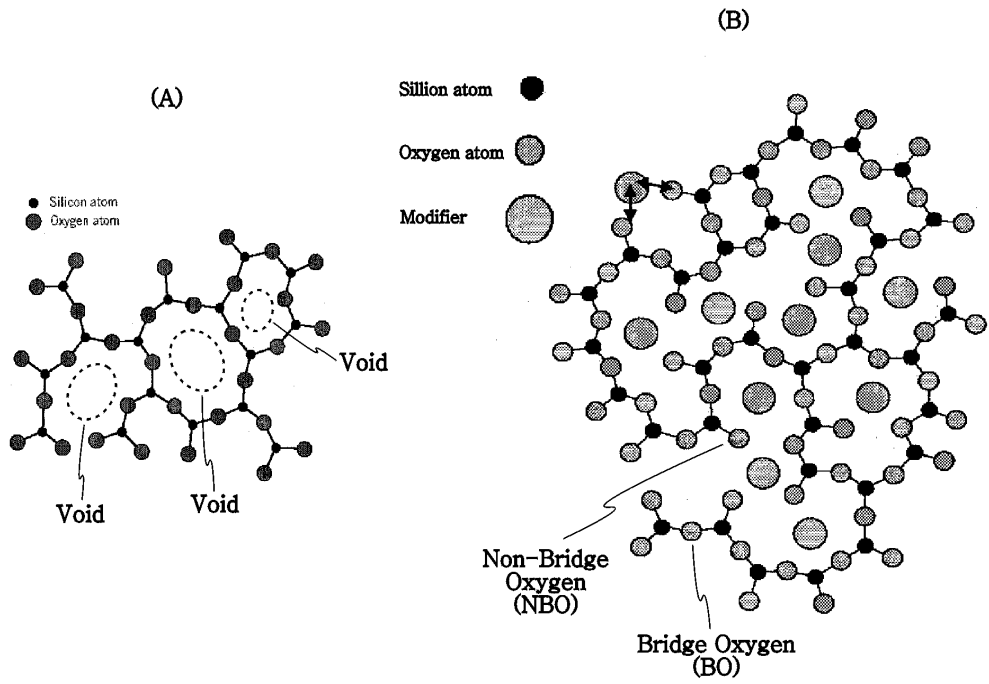
10



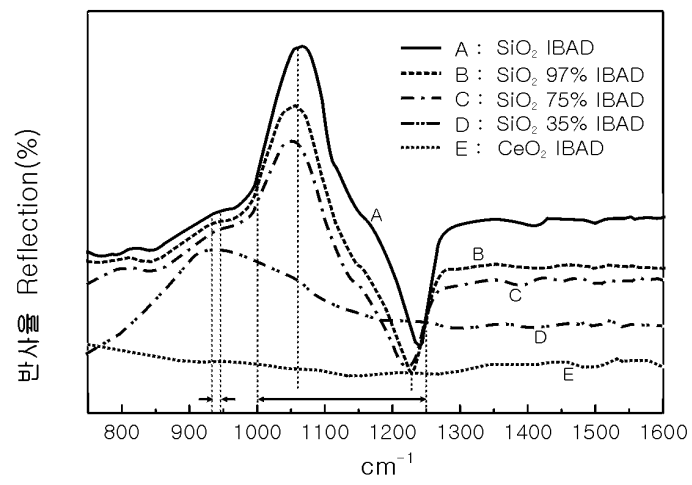
도면2



도면3



도면4



도면7

70

