

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(51) 。 Int. Cl.⁷
H05B 33/04(11) 공개번호 10-2005-0046954
(43) 공개일자 2005년05월19일(21) 출원번호 10-2003-0080805
(22) 출원일자 2003년11월15일(71) 출원인 백홍구
서울특별시 강남구 압구정동 현대아파트 23동 202호
(72) 발명자 구원희
경기도 남양주시 도농동 부영아파트 403동 505호
백홍구
서울특별시 강남구 압구정동 현대아파트 23동 202호
이성만
강원도 춘천시 퇴계동 그린타운아파트 106동 303호

(74) 대리인 김명섭

심사청구 : 없음

(54) 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기이엘소자

요약

본 발명의 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자는, 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)와 일정비율로 하여, 폴리머기판(polymer substrate)의 양면 또는 일면에 측면 및 상기 유기 EL소자의 상부 최외각층에 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)을 증착시킨, 유기EL소자(OELD)에 관한 것이다.

본 발명은, 폴리머기판(Polymer Substrate) 상부로부터 양전극층(Anode), 발광층(Emission Layer:EML), 음전극층(Cathode)을 각각 주 동작층으로 하고 다수의 층들을 포함하는 유기EL소자에 있어서, 기본 보호막 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 폴리머기판(Polymer Substrate)의 측면 및 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 차단시키고, 종래 유리재료에 의한 기판(Glass Substrate) 대신 폴리머기판(polymer substrate)을 적용한 폴리머기판 유기EL소자의 형성을 가능하게 함으로써, 폴리머기판 유기EL소자의 상용화를 앞당기는 데 일조할 것으로 예상된다.

대표도

도 6

색인어

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

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 유기EL디스플레이소자의 구조도.

도 2는 본 발명의 유기EL소자에 적용하기 위한 고충진밀도 산화물질의 개념을 설명하기 위한 도면.

도 3는 본 발명에 따른 변형인자(modification factor)의 적합한 물질로 예상되는 세륨다이옥사이드(CeO_2)와의 결합상태에 대한 특성을 나타낸 그래프.

도 4는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 세륨다이옥사이드(CeO_2) 간의 비율을 변화시켜 증착한 다수의 물질에 대한 수분침투율(H_2O transmission rate)을 측정한 결과그래프.

도 5는 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 6는 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 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)

60 : 폴리머기판 유기EL소자

601 : 폴리머기판(Polymer Substrate)

601a, 601b : 기판보호층(Sub Passivation Layer)

602 : 양전극층(Anode)

603 : 정공주입층(Hole Injection Layer;HIL)

604 : 정공전송층(Hole Transport Layer;HTL)

605 : 발광층(Emission Layer;EML)

606 : 전자전송층(Electron Transport Layer;ETL)

607 : 전자주입층(Electron Injection Layer;EIL)

608 : 음전극층(Cathode)

609 : 보호층(Passivation Layer)

610 : 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, 폴리머기판(polymer substrate)의 양면 또는 일면에 측면 및 상부 유기 EL소자의 상부 최외각층에 보호막(또는 보호층, Passivation Layer)을 증착형성함으로써 증진밀도를 높여 외부로부터의 산소 및 수분의 침투를 방지하고 디스플레이의 특성과 효율을 높인, 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자를 제시한 것이다.

반도체기술의 급속한 발전으로 디스플레이소자는 반도체디스플레이의 선두급인 박막액정디스플레이소자인 TFT-LCD나 플라즈마패널디스플레이소자인 PDP와 더불어 유기 EL디스플레이라는 새로운 소자가 개발되어, 디스플레이 시장의 차세대 소자로 급부상할 것으로 예견되고 있으며, 따라서 관련 업계나 학계의 비상한 관심 속에 관련 연구가 속속 진행되고 있다.

수 해 전까지만 해도 디스플레이 장치는 CRT가 대표격이었다. 이러한 CRT는 화질이 좋아 많이 사용되어 왔지만 부피가 커서 이동형(mobile) 기기들에서 채택될수 없는 단점을 가지고 있었다.

이러한 튜브형 디스플레이에 대한 대안으로 새롭게 대두되고 있는 것이 박막형 평판디스플레이 소자이며, 이러한 평판디스플레이 소자는 액정표시장치인 LCD와 플라즈마를 이용한 PDP 등으로 발전하여 왔다.

이러한 박막형 디스플레이장치는 공간을 보다 효율적으로 활용할 수 있도록 해줄 뿐만 아니라, 부피 및 무게로 인한 어려움을 획기적으로 개선함으로써 야외에서도 TV 시청을 가능하게 하고 있어, 디스플레이의 혁명으로도 인식되고 있다.

LCD와 PDP와 더불어 새롭게 등장하고 있는 디스플레이 장치로서 유기EL소자를 들 수 있다. 이러한 유기EL소자는 종래 LCD나 PDP에서 나타내는 대표적 문제점인 화질을 획기적으로 개선시킬 수 있는 새로운 차세대 디스플레이 소자로 급부상할 것으로 예견되고 있으며, 따라서 관련 업계나 학계의 비상한 관심 속에 관련 연구가 속속 진행되고 있다.

도 1은 일반적인 유기EL디스플레이소자의 구조도이다.

도 1과 같이, 일반적인 유기EL소자(10)는 최하부의 투명한 기판(101, Glass Substrate) 상부에 ITO(Indium Thin Oxide)와 같은 산화물질에 의해

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:HIL), 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 발광되게 된다.

이러한 종래의 유기EL소자의 가장 큰 단점은 휘어질 수 있는 정도가 적다는 것이다.

현재의 디스플레이소자는 평평한 디스플레이면에 화상이 뿌려짐으로서 '디스플레이'라는 기능에 만족하고 있는 상태이다. 향후에는 화면이 접혀지거나 휘어지는 등 디스플레이도 다양한 기능을 만족시킬 수 있는 방향으로 발전할 것이 확실시되고 있다.

따라서 이러한 디스플레이화면의 기능성 만족을 실현시키기 위해 종래 글래스재료에 의한 기판(101, Glass Substrate) 대신 폴리머기판(polymer substrate)을 적용한 폴리머기판 유기EL소자를 개발 및 상용화에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

하지만, 폴리머기판(polymer substrate)을 적용하는 경우에는 폴리머(polymer)가 무기물에 비해 증진 밀도가 떨어져서 유기EL소자 외부로부터 수분(H_2O)이나 산소(O_2)가 잘 침투되기 때문에 유기EL소자가 망가지는 문제점이 있다.

수분(H_2O)이나 산소(O_2)는 단순히 유기EL소자에서의 문제가 아니라 반도체공정을 이용한 소자의 커다란 문제를 끼치는 요인이다.

따라서 이러한 문제로 인해 폴리머기판(polymer)을 이용한 유기EL소자의 사용화가 늦어지고 있는 상황이다. 때문에 폴리머기판(polymer)을 이용한 유기EL 디스플레이소자에 있어서, 가장 문제시 되고 있는 것이 산소나 수분의 소자내 침투를 막는 것은 매우 중요하며 반드시 해결하여야 하는 문제이다.

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 폴리머기판 유기EL소자에 대한 기술을 제공하기 위한 것이다.

발명의 구성 및 작용

전술한 바와 같이, 폴리머기판(polymer substrate) 유기 EL소자는 다른 디스플레이 소자에 비해 휨(flexibility)이 뛰어나다는 것이 커다란 장점이라고 할 수 있으며, 이러한 장점으로 인해 폴리머기판(polymer substrate) 유기EL소자에 대한 개발에 큰 관심사로 대두되고 있다.

하지만 그 실현 가능성에 대한 이론적 배경에도 불구하고 그 상용화가 이루어지지 못하고 있는 이유는 외부로부터의 산소나 수분 침투를 막아야 하는 봉지기능(encapsulation)을 구현해 내지 못하고 있기 때문이다.

본 발명에서는 새로운 물질구조를 제시함으로써 폴리머기판(polymer substrate)이 휘어지는(flexible) 가운데 봉지기능(encapsulation)을 실현함으로써 전술한 문제점에 대한 해결책을 제시하고자 한다.

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

도 2는 본 발명의 유기EL소자에 적용하기 위한 고충진밀도 산화물질의 개념을 설명하기 위한 도면으로, 도 2의 (A)는 일반적인 실리콘디옥사이드(SiO_2)의 구조이고, 도 2의 (B)는 본 발명의 일실시예에 적용할 수 있는 고충진밀도(high packing density) 산화물질의 구조이다.

도 2의 (A)에 도시한 바와 같이 실리콘디옥사이드(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 자리를 많이 존재하는 구조이기 때문에 충진밀도(packing density)가 높지 못하다. 이러한 결공(void)이나 틈새(interstice)는 산소 및 수분 침투의 경로가 되기 때문에 소자의 특성을 떨어뜨리게 되며, 소자의 동작특성이 저하시키는 원인이 된다.

본 발명에서는 실리콘디옥사이드(SiO_2)의 이러한 문제점을 해결하여 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 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 제 2형태와 공존 시 네트워크 구조를 형성하는 물질이다.

도 2의 (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 폴리머기판 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 충전밀도(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 충전 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.

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.

표 1.

	M in MO _x	Valence	Dissociation Energy per MO _x (kcal/g-atom)	Coordination Number	Single-Bond Strength (kcal/g-atom)
1 형태	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
2 형태	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
3 형태	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

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 3은 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, 933~942 cm⁻¹의 peak 강도가 어느 정도 증가되어 있고 상대적으로 1000~1250 cm⁻¹의 peak 강도가 감소되어 있어, 결합상태의 산소(bridging oxygen, BO)와 비결합상태의 산소(non-bridging oxygen, NBO)가 일정한 비율에서 균형을 이루고 있는, 1점쇄선C의 실리콘다이옥사이드(SiO₂) 75%선의 결합비율과 파단선B의 실리콘다이옥사이드(SiO₂)를 97%선의 결합비율로 형성시킨 물질이 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 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 4는 실리콘다이옥사이드(SiO_2)와 세륨다이옥사이드(CeO_2) 간의 비율을 변화시켜 증착한 다수의 물질에 대한 수분침투율(H_2O transmission rate)을 측정한 결과그래프로서, 도 3에서 나타낸 각 결합비율 종류를 중심으로 비율을 달리하여 증착시킨 재료에 따라 측정한 결과를 나타내고 있다.

전술한 바와 같이, 도 3에 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 예러 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 폴리머기판 유기EL소자의 보호막(또는 보호층, Passivation Layer) 물질로 적합한 것임을 알 수 있다.

도 5는 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 6은 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션이션 폴리머기판 유기EL소자(60)의 제작공정을 설명하기 위한 도면으로, 도 6의 (A)는 저부방사형에 대해, 도 6의 (B)는 상부방사형에 대한 각각의 구조도이다.

도 6의 (A)와 같은 저부방사형의 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자(60)는 최초 폴리머기판(601, Polymer Substrate)을 준비하고 이 폴리머기판(601, Polymer Substrate)의 양쪽 측면 또는 한쪽 측면에 기판보호층(601a, 601b ; Sub Passivation Layer)을 증착시키게 된다.

이 후 기판보호층(601a, 601b ; Sub Passivation Layer)이 형성된 폴리머기판(601, Polymer Substrate)의 상부에 ITO(Indium Thin Oxide)와 같은 산화물질을 이용하고, 아르곤(Ar) 등 비활성가스의 챔버(chamber) 분위기에서 스퍼터링(sputtering) 기법에 의해 양전극층(602, Anode)을 증착시키게 된다.

그리고 다시 이 상부로부터 차례로 정공주입층(603, Hole Injection Layer;HIL), 정공전송층(604, Hole Transport Layer;HTL), 발광층(605, Emission Layer;EML), 전자전송층(606, Electron Transport Layer;HTL), 그리고 전자주입층(607, 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(608, Cathode)을 형성하게 된다.

그리고 마지막으로 이 음전극층(608, Cathode) 상부에 열상증착(thermal evaporation)에서 의해 외부의 산소나 수분의 침투를 막기 위한 보호막(609, Passivation Layer)을 증착시켜 형성함으로써, 도 6의 (A)와 같은 저부방사형 폴리머기판 유기EL소자를 형성하게 된다.

도 6는 (B)의 상부방사형의 경우에는, 양전극층(602, Anode) 상부에 은(Ag)과 같이 반사율이 좋은 물질을 이용하여 반사층(610, 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(605, Emission Layer;EML)에서 발광된 빛이 폴리머기판(601, Polymer Substrate) 방향으로 향하는 일부는 반사층(610, Mirrior Layer)에서 반사되어 다시 음전극층(608, Cathode) 방향으로 방사된다.

결국 본 실시예와 같은 도 6의 (B)의 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자는 폴리머기판(601, Polymer Substrate)의 반대방향인 상부방향으로 빛이 방사된다.

위의 2가지 모든 경우에 있어서, 폴리머기판(601, Polymer Substrate)의 양쪽 측면 또는 한쪽 측면에 증착시키는 기판보호층(601a, 601b ; Sub Passivation Layer)과 음전극층(608, Cathode) 상부에 형성하는 보호막(609, 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 충전밀도(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 충전밀도(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[A]	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_D 는 물질당 분리에너지(dissociation energy per MO_{y/x})이며, n은 배위수(coordination number)이다.

본 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자(60)의 기관보호층(601a, 601b ; Sub Passivation Layer)은 열상증착(thermal evaporation)이나 전자빔증착(e-beam evaporation)이 모두 가능하게 되며, 따라서 [표 2]에 나타난 물질은 모두 적합하다.

하지만 음전극층(608, Cathode) 상부에 증착시키게 되는 보호막(609, Passivation Layer)은 열상증착(thermal evaporation)만이 가능하므로, [표 2]에 서술한 물질들 가운데, Ce₂O₃, In₂O, Nb₂O₅, Si₃N₄, SiO, SnO₃이 적합하다. 이는 지금까지 서술해 온 본 발명에 따른 물질 가운데, 열상증착(thermal evaporation)을 적용할 수 있는 것과 연관된다.

이러한 물질의 증착과정에 통해 제작되는 도 6의 본 발명의 일실시예에 따른 고충진밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자(60)는 충전밀도(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 폴리머기판 유기EL소자(60)는 폴리머기판을 사용하여 유기EL소자를 제작한 일례를 보인 것으로, 중앙의 각종 층들은 유기EL소자의 작동시키는 것이 가능하다면 층구조에 상관없이 형성시키는 것이 가능하다.

단편적인 예로, 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 폴리머기판 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 폴리머기판 유기EL소자를 제작함에 있어, 충전밀도(packing density)를 높여 결공(void)이나 틈새(interstice)를 메워 외부의 산소나 수분의 침투를 근본적으로 차단시킨다.

- , 본 발명의 폴리머기판 유기EL소자의 충전밀도(packing density) 증가는 유기EL소자 자체의 동작특성도 개선시킨다.

- , 본 발명은 종래 실리콘다이옥사이드(SiO₂)에 의한 기판(Glass Substrate) 대신 폴리머기판(polymer substrate)을 적용한 폴리머기판 유기EL소자의 형성을 가능하게 함으로써, 폴리머기판 유기EL소자의 상용화를 앞당긴다.

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

(57) 청구의 범위

청구항 1.

폴리머기판(Polymer 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 유기 EL소자에 있어서,

기본 물질의 결합구조(network) 상에서 존재하는 결공(void)이나 틈새(interstice) 등 물질사이에 존재하는 공극을 대체 하도록, 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 폴리머기판(Polymer Substrate)의 측면 및 상기 유기 EL소자의 상부 최외각층에 증착시켜 보호막(Passivation Layer)을 형성함으로써,

충전밀도를 높여 외부로부터의 산소 및 수분의 침투를 방지하는 것을 특징으로 하는, 고충전밀도 패시베이션 폴리머기판 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 MO_{y/x})이며, n은 배위수(coordination number)이다.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 유기EL소자는

상기 폴리머기판(Polymer Substrate)의 측면 보호막(Passivation Layer)으로 Al₂O₃, CaO, Ce₂O₃, CeO₂, In₂O, Nb₂O₅, Si₃N₄, SnO₂, TiO, SiO 중 어느 하나와, 상기 실리콘다이옥사이드(SiO₂)를 상기 [2~40 %: 98~60 %]의 비율로 증착시켜 형성하는 것을 특징으로 하는, 고충전밀도 패시베이션 폴리머기판 유기EL소자.

청구항 3.

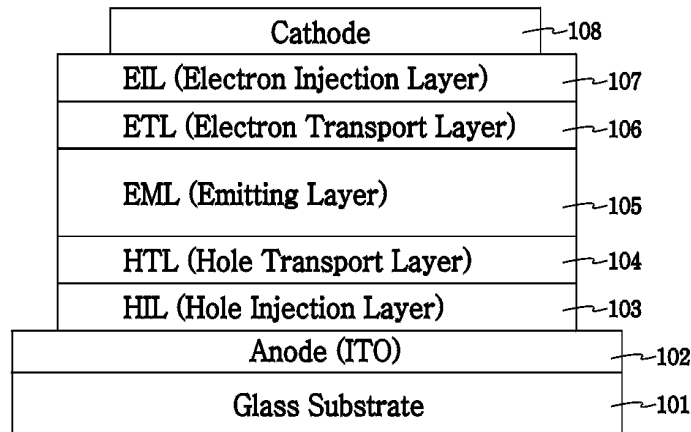
제1항에 있어서, 상기 유기EL소자는

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

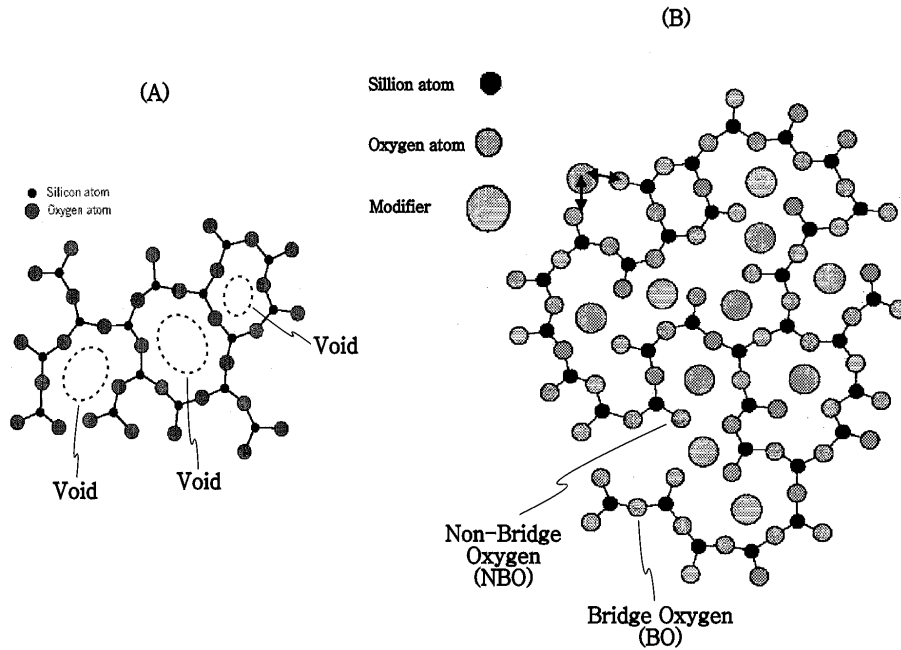
도면

도면1

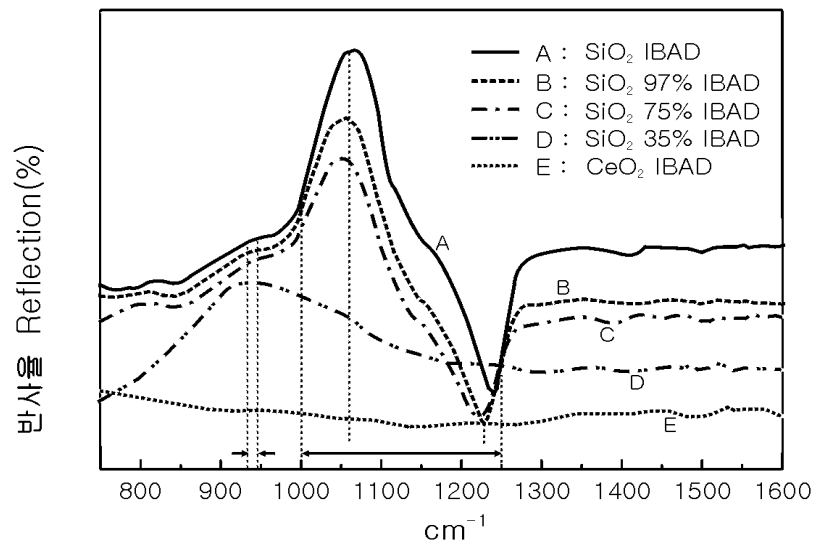
10



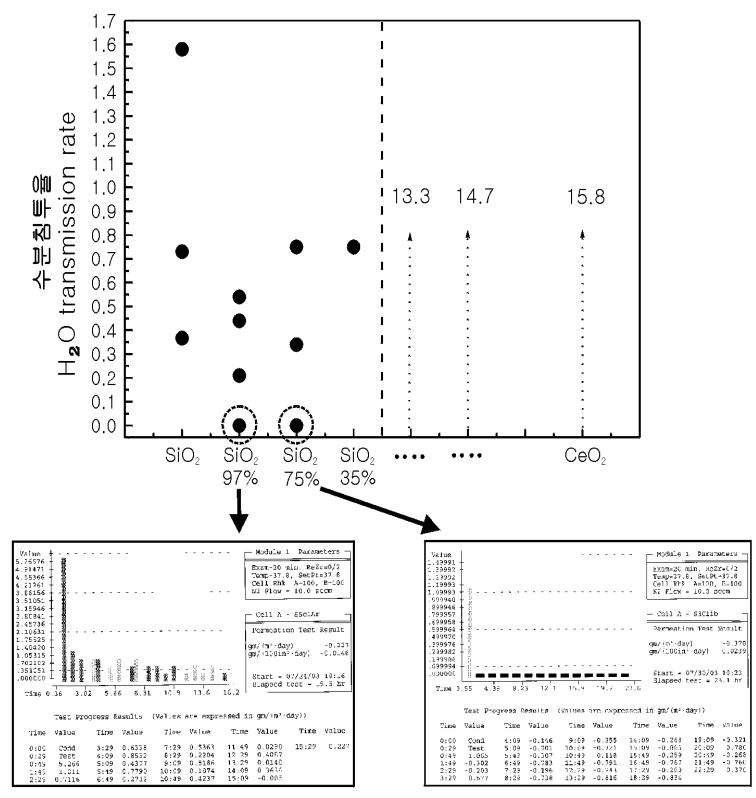
도면2



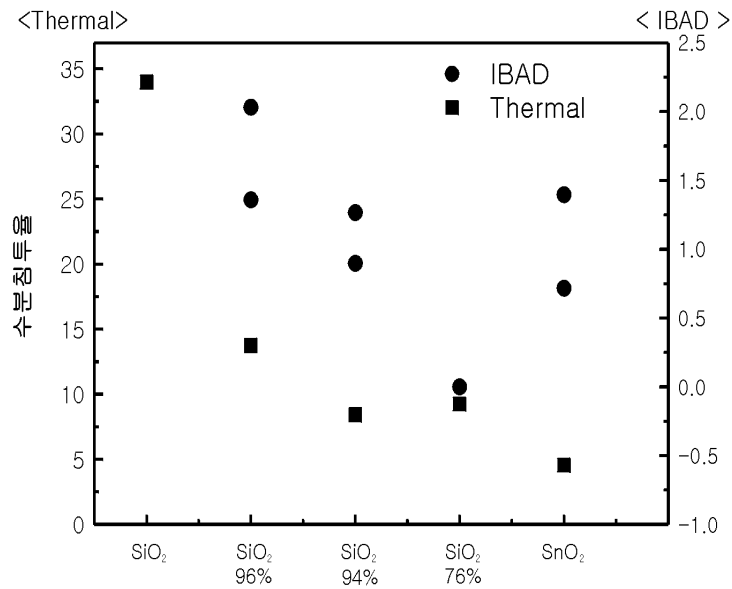
도면3



도면4



도면5



도면6

60

