

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-159629

(P2011-159629A)

(43) 公開日 平成23年8月18日(2011.8.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/04 (2006.01)	H05B 33/04	3K107
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A

審査請求 有 請求項の数 80 O L 外国語出願 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2011-43901 (P2011-43901)	(71) 出願人	308040351
(22) 出願日	平成23年3月1日(2011.3.1)		三星モバイルディスプレイ株式会社
(62) 分割の表示	特願2000-588820 (P2000-588820)の分割		Samsung Mobile Display Co., Ltd.
原出願日	平成11年12月15日(1999.12.15)		大韓民国京畿道龍仁市器興区農書洞山24
(31) 優先権主張番号	09/212,779		San #24 Nongseo-Dong,
(32) 優先日	平成10年12月16日(1998.12.16)		Giheung-Gu, Yongin-City,
(33) 優先権主張国	米国 (US)		Gyeonggi-Do 446-711
(31) 優先権主張番号	09/427,138	(74) 代理人	100083806
(32) 優先日	平成11年10月25日(1999.10.25)		弁理士 三好 秀和
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和

最終頁に続く

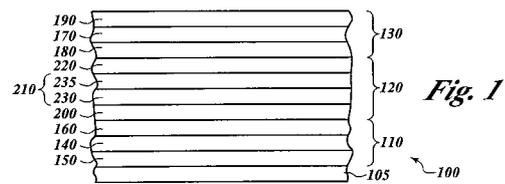
(54) 【発明の名称】 有機発光デバイスのための環境バリアー材料及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 酸素及び水蒸気の透過によって引き起こされる劣化を防止する。

【解決手段】 少なくとも1つの第一バリアー層(140)と少なくとも1つの第一ポリマー層(150, 160)とを含む第一バリアースタック(110)、当該第一バリアースタックに隣接して存在している有機発光層スタック(120)、及び当該有機発光層スタックに隣接している、少なくとも1つの第二バリアー層(170)と少なくとも1つの第二ポリマー層(180, 190)を有する第二バリアースタック(130)を含む封入された有機発光デバイス。当該封入された有機発光デバイスを製造する方法も提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの第一バリアー層と少なくとも 1 つの第一ポリマー層とを含む第一バリアー層スタック；

当該第一バリアー層スタックに隣接している有機発光層スタック；及び

少なくとも 1 つの第二バリアー層と少なくとも 1 つの第二ポリマー層とを含む第二バリアー層スタック、当該第二バリアー層スタックは当該有機発光層スタックに隣接している、を含む封入された有機発光デバイス。

【請求項 2】

当該有機発光層スタックに対して逆側上にある当該第一バリアー層スタックに隣接している基板を更に含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。 10

【請求項 3】

当該基板と当該第一バリアー層スタックとの間に配置された少なくとも 1 つの第一中間バリアー層スタックを更に含み、当該第一中間バリアー層スタックが少なくとも 1 つの第三ポリマー層と少なくとも 1 つの第三バリアー層とを含む請求項 2 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 4】

当該有機発光層スタックと第一バリアー層スタック又は第二バリアー層スタックとの間に配置された少なくとも 1 つの第二中間バリアー層スタックを更に含み、当該第二中間バリアー層スタックが少なくとも 1 つの第四ポリマー層と少なくとも 1 つの第四バリアー層とを含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。 20

【請求項 5】

当該少なくとも 1 つの第一バリアー層が、実質的に透明である請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 6】

当該少なくとも 1 つの第二バリアー層が、実質的に透明である請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 7】

少なくとも 1 つの第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つが、酸化金属、窒化金属、炭化金属、オキシ窒化金属、及びそれらの組合せから選択される材料を含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。 30

【請求項 8】

当該酸化金属を、シリカ、アルミナ、チタニア、酸化インジウム、酸化錫、インジウム錫酸化物、及びそれらの組合せから選択する請求項 7 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 9】

当該窒化金属を、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びそれらの組合せから選択する請求項 7 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 10】

当該少なくとも 1 つの第一バリアー層が、実質的に不透明である請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。 40

【請求項 11】

当該少なくとも 1 つの第二バリアー層が、実質的に不透明である請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 12】

少なくとも 1 つの第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つを、不透明な金属、不透明なポリマー、及び不透明なセラミックから選択する請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 13】

当該基板が、軟質基板材料を含む請求項 2 記載の封入された有機発光デバイス。 50

- 【請求項 1 4】
当該軟質基板材料を、ポリマー、金属、紙、織物、及びそれらの組合せから選択する請求項 1 3 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 1 5】
当該基板が、硬質基板材料を含む請求項 2 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 1 6】
当該硬質基板材料を、ガラス、金属、及び珪素から選択する請求項 1 5 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 1 7】
少なくとも 1 つの第一ポリマー層のうちの少なくとも 1 つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。 10
- 【請求項 1 8】
当該少なくとも 1 つの第二ポリマー層のうちの少なくとも 1 つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 1 9】
少なくとも 1 つの第三ポリマー層のうちの少なくとも 1 つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 3 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 2 0】
少なくとも 1 つの第四ポリマー層のうちの少なくとも 1 つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 4 記載の封入された有機発光デバイス。 20
- 【請求項 2 1】
当該有機発光層スタックが、第一電極、エレクトロルミネッセント層、及び第二電極を含む請求項 1 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 2 2】
当該エレクトロルミネッセント層が、正孔輸送層及び電子輸送層を含む請求項 2 1 記載の封入された有機発光デバイス。
- 【請求項 2 3】
以下の工程：すなわち、
少なくとも 1 つの第一バリアー層と少なくとも 1 つの第一ポリマー層とを含む第一バリアースタックを形成する工程； 30
有機発光層スタックを形成する工程；
少なくとも 1 つの第二バリアー層と少なくとも 1 つの第二ポリマー層とを含む第二バリアースタックを形成する工程；及び
当該第一バリアースタック、当該第一バリアースタックに隣接している当該有機発光層スタック、及び当該有機発光層スタックに隣接している当該第二バリアースタックを結合させて、封入された有機発光デバイスを形成する工程
を含む封入された有機発光デバイスを製造する方法。
- 【請求項 2 4】
基板を提供し、当該基板上に当該第一バリアースタックを形成する工程を更に含む請求項 2 3 記載の方法。 40
- 【請求項 2 5】
当該基板と当該第一バリアースタックとの間に、少なくとも 1 つの第三ポリマー層と少なくとも 1 つの第三バリアー層とを含む少なくとも 1 つの第一中間バリアースタックを配置する工程を更に含む請求項 2 4 記載の方法。
- 【請求項 2 6】
当該有機発光層スタックと第一又は第二のバリアースタックのいずれかとの間に、少なくとも 1 つの第四ポリマー層と少なくとも 1 つの第四バリアー層とを含む少なくとも 1 つの第二中間バリアースタックを配置する工程を更に含む請求項 2 3 記載の方法。
- 【請求項 2 7】
当該第一バリアースタックに対して当該有機発光層スタックを積層することによって、 50

当該有機発光層スタックを、当該第一バリアースタックと結合させる請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 2 8】

当該第一バリアースタック上に当該有機発光層スタックを蒸着させることによって形成すると同時に、当該有機発光層スタックを、当該第一バリアースタックと結合させる請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 2 9】

当該有機発光層スタックの上に当該第二バリアースタックを積層することによって、当該第二バリアースタックを、当該有機発光層スタックと結合させる請求項 2 3 記載の方法。

10

【請求項 3 0】

当該有機発光層スタック上に当該第二バリアースタックを蒸着させることによって形成すると同時に、当該第二バリアースタックを、当該有機発光層スタックと結合させる請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 3 1】

当該基板が、軟質材料を含む請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 3 2】

当該基板が、硬質材料を含む請求項 2 4 記載の方法。

【請求項 3 3】

当該基板を、封入された有機発光デバイスから除去する請求項 2 4 記載の方法。

20

【請求項 3 4】

当該第一バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 3 5】

当該有機発光層スタックを、真空蒸着によって形成する請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 3 6】

当該第二バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 3 7】

当該少なくとも 1 つの第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つが、実質的に透明である請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 3 8】

当該第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つが、酸化金属、窒化金属、炭化金属、オキシ窒化金属、及びそれらの組合せから選択される材料を含む請求項 2 3 記載の方法。

30

【請求項 3 9】

当該酸化金属を、シリカ、アルミナ、チタニア、酸化インジウム、酸化錫、インジウム錫酸化物、及びそれらの組合せから選択する請求項 3 8 記載の方法。

【請求項 4 0】

当該窒化金属を、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びそれらの組合せから選択する請求項 3 8 記載の方法。

【請求項 4 1】

当該少なくとも 1 つの第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つが、実質的に不透明である請求項 2 3 記載の方法。

40

【請求項 4 2】

当該少なくとも 1 つの第一及び第二バリアー層のうちの少なくとも 1 つを、不透明な金属、不透明なポリマー、及び不透明なセラミックから選択する請求項 2 3 記載の方法。

【請求項 4 3】

当該軟質基板材料を、ポリマー、金属、紙、織物、及びそれらの組合せから選択する請求項 3 1 記載の方法。

【請求項 4 4】

当該硬質基板材料を、ガラス、金属、及び珪素から選択する請求項 3 2 記載の方法。

50

【請求項 45】

ポリマー層の少なくとも1つの第一及び第二ペアのうちの少なくとも1つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 23 記載の方法。

【請求項 46】

当該第三ポリマー層が、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 25 記載の方法。

【請求項 47】

当該第四ポリマー層が、アクリレート含有ポリマーを含む請求項 26 記載の方法。

【請求項 48】

少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含む第一中間バリアースタック；

少なくとも1つの第一バリアー層と、当該第一中間バリアースタックに隣接している少なくとも1つの第一ポリマー層とを含む第一バリアースタック；

当該第一バリアースタックに隣接している有機発光層スタック；

少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含み、且つ当該有機発光層スタックに隣接している第二中間バリアースタック；及び

少なくとも1つの第二バリアー層と少なくとも1つの第二ポリマー層とを含み、且つ当該第二中間バリアースタックに隣接している第二バリアースタック

を含む封入された有機発光デバイス。

【請求項 49】

当該第一バリアースタックに対して逆側上にある当該第一中間バリアースタックに隣接している基板を更に含む請求項 48 記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 50】

以下の工程：すなわち、

少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含む第一中間バリアースタックを形成する工程；

少なくとも1つの第一バリアー層と、当該第一中間バリアースタックに隣接している少なくとも1つの第一ポリマー層とを含む第一バリアースタックを形成する工程；

当該第一バリアースタックに隣接している有機発光層スタックを形成する工程；

少なくとも1つのポリマー層と、当該有機発光層スタックに隣接している少なくとも1つのバリアー層とを含む第二中間バリアースタックを形成する工程；

少なくとも1つの第二バリアー層と、当該第二中間バリアースタックに隣接している少なくとも1つの第二ポリマー層とを含む第二バリアースタックを形成する工程；及び

当該第一中間バリアースタック、当該第一バリアースタック、当該有機発光層スタック、当該第二中間バリアースタック、及び当該第二バリアースタックを結合させて、当該封入された有機発光デバイスを形成する工程

を含む封入された有機発光デバイスを製造する方法。

【請求項 51】

当該第一中間バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 50 記載の方法。

【請求項 52】

当該第一バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 50 記載の方法。

【請求項 53】

当該有機発光層スタックを、真空蒸着によって形成する請求項 50 記載の方法。

【請求項 54】

当該第二中間バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 50 記載の方法。

【請求項 55】

当該第二バリアースタックを、真空蒸着によって形成する請求項 50 記載の方法。

【請求項 56】

基板；

当該基板に隣接している有機発光層スタック； 当該有機発光層スタックに隣接して、且つ少なくとも1つのバリアー層と少なくとも1つのポリマー層とを含むバリアース

10

20

30

40

50

タック

を含む封入された有機発光デバイス。

【請求項 57】

当該有機発光層スタックと当該バリアースタックとの間に配置されている中間バリアースタックを更に含み、当該中間バリアースタックが、少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含む請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 58】

少なくとも1つのバリアースタックが、実質的に透明である請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 59】

当該少なくとも1つのバリアー層が、酸化金属、窒化金属、炭化金属、オキシ窒化金属、及びそれらの組合せから選択される材料を含む請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 60】

当該酸化金属を、シリカ、アルミナ、チタニア、酸化インジウム、酸化錫、インジウム錫酸化物、及びそれらの組合せから選択する請求項59記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 61】

当該窒化金属を、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びそれらの組合せから選択する請求項59記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 62】

当該少なくとも1つのバリアー層が、実質的に不透明である請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 63】

少なくとも1つのバリアー層を、不透明な金属、不透明なポリマー、及び不透明なセラミックから選択する請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 64】

少なくとも1つのポリマー層の少なくとも1つが、アクリレート含有ポリマーを含む請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 65】

当該基板が、硬質基板材料を含む請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 66】

当該硬質基板材料を、ガラス、金属、及び珪素から選択する請求項65記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 67】

当該基板が、軟質基板材料を含む請求項56記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 68】

当該軟質基板材料を、ポリマー、金属、紙、織物、及びそれらの組合せから選択する請求項67記載の封入された有機発光デバイス。

【請求項 69】

以下の工程：すなわち、

その上に有機発光層スタックを有する基板を提供する工程；及び

少なくとも1つのバリアー層と少なくとも1つのポリマー層を含むバリアースタックを、当該有機発光層スタックの上に真空蒸着させて、当該有機発光層スタックを封入する工程

を含む封入された有機発光デバイスを製造する方法。

【請求項 70】

当該バリアースタックを蒸着させる前に、当該有機発光層スタック上に、少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含む中間バリアー層スタックを蒸着させる工程を更に含む請求項69記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 7 1】

以下の工程：すなわち、
その上に有機発光層スタックを有する基板を提供する工程；
当該有機発光層スタックの上に少なくとも1つのバリアー層を真空蒸着させる工程；
少なくとも1つのバリアー層の上に少なくとも1つの第一ポリマー層を蒸着させる工程
を含む封入された有機発光デバイスを製造する方法。

【請求項 7 2】

当該少なくとも1つのバリアー層を真空蒸着させる前に、当該有機発光層スタックの上に少なくとも1つの第二ポリマー層を蒸着させる工程を更に含む請求項 7 1 記載の方法。

【請求項 7 3】

当該少なくとも1つのバリアー層を蒸着させる前に、当該有機発光層スタック上に、少なくとも1つのポリマー層と少なくとも1つのバリアー層とを含む中間バリアー層スタックを蒸着させる工程を更に含む請求項 7 1 記載の方法。

【請求項 7 4】

少なくとも1つの第一ポリマー層の少なくとも1つを、大気圧下における方法を用いて蒸着させる請求項 7 1 記載の方法。

【請求項 7 5】

大気圧下における方法を、スピンコーティング及び噴霧から選択する請求項 7 4 記載の方法。

【請求項 7 6】

少なくとも1つの第一ポリマー層の少なくとも1つを、真空法を用いて蒸着させる請求項 7 1 に記載の方法。

【請求項 7 7】

少なくとも1つの第二ポリマー層の少なくとも1つを、大気圧下における方法を用いて蒸着させる請求項 7 2 記載の方法。

【請求項 7 8】

以下の工程：すなわち、
その上に有機発光層スタックを有する基板を提供する工程；及び
少なくとも1つのバリアー層と少なくとも1つのポリマー層を含むバリアースタックを、当該有機発光層スタックの上に積層して、当該有機発光層スタックを封入する工程
を含む封入された有機発光デバイスを製造する方法。

【請求項 7 9】

当該バリアースタックを、接着剤を用いて積層する請求項 7 8 記載の方法。

【請求項 8 0】

当該バリアースタックを、熱を用いて積層する請求項 7 8 記載の方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、有機発光デバイス（OLEDs）に関するものであり、更に詳しくは、本発明は、バリアースタック中に封入されたOLEDsに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

多くの異なるタイプの電子製品のための多目的視覚表示装置に関するニーズが存在する。発光ダイオード（LEDs）及び液晶ディスプレイ（LCDs）には多くの有用な用途が見出されたが、すべての状況においてそれらが充分とは言えない。OLEDs は将来が大いに期待できる比較的新しいタイプの視覚表示装置である。OLED は、基本的に、2つの電極間に配置された有機エレクトロルミネッセント物質を含む。当該電極に電圧を印可すると、エレクトロルミネッセント物質は可視光を発光する。典型的には、当該電極の1つは透明であり、光を通すことができる。参照として本明細書に取り入れられる、米国特許第 5, 6 2 9, 3 8 9 号（Roitman ら）、第 5, 7 4 7, 1 8 2 号（Friend ら）、

10

20

30

40

50

第5,844,363号(Guら)、第5,872,355号(Hueschen)、第5,902,688号(Antoniadisら)、及び第5,948,552号(Antoniadisら)は様々なOLED構造を開示している。

【0003】

フラットパネルディスプレイ及び他の情報ディスプレイにおけるOLEDsの使用は、当該デバイスの環境安定性が悪いことから制限される。G.Gustafson, Y.Cao, G.M.Treacy, F.Klavetter, N.Colaneri, and A.J.Heeger, Nature, Vol. 35, 11 June 1992, pages 477-479。湿気及び酸素により、殆どのOLEDsの有効寿命は有意に短くなる。結果として、これらのデバイスは、典型的には、OLED上に積層されたガラスカバーを有し且つ活性層から水及び酸素を排除するためのシールされたエッジを有するガラス基板に対して二次加工される。米国特許第5,872,355号は、例えばサランのようなポリマーを用いて当該デバイスをシールすることを開示している。OLEDsに対して十分な寿命を提供するのに必要とされる水蒸気透過率(WVTR)は約 10^{-6} g/m²/日と計算される。最良のポリマーフィルム(例えばサラン)のWVTR値は、OLEDを封入するためには5桁大き過ぎる。更に、サランは、真空チャンバ内で、フラッシュ蒸着、凝縮、及びその場重合によって蒸着させることができない。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従って、OLEDを封入し、また酸素及び水蒸気の透過によって引き起こされる劣化を防止するために用いることができる改良された軽量バリアー構造に関するニーズ及びそのような封入されたOLEDを製造する方法に関するニーズが存在する。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

これらのニーズは、本発明によって、すなわち封入された有機発光デバイス(OLED)によって満たされる。当該デバイスは、少なくとも1つの第一バリアー層と少なくとも1つの第一ポリマー層とを含む第一バリアースタックを含む。当該第一バリアースタックに隣接して有機発光層スタックが存在する。第二バリアースタックは、当該有機発光層スタックに隣接している。当該第二バリアースタックは、少なくとも1つの第二バリアー層及び少なくとも1つの第二ポリマー層を有する。当該デバイスは、基板と第一バリアースタックとの間に配置された少なくとも1つの第一中間バリアースタック、及び/又は有機発光層スタックと第一バリアースタック又は第二バリアースタックのいずれかとの間に配置された少なくとも1つの第二中間バリアースタックを任意に含む。第一中間バリアースタック及び第二中間バリアースタックは、少なくとも1つのポリマー層及び少なくとも1つのバリアー層を含む。

30

【0006】

好ましくは、第一及び第二バリアースタックの第一及び第二バリアー層の1つ又は両方は実質的に透明である。第一及び第二バリアー層の少なくとも1つは、好ましくは、酸化金属、窒化金属、炭化金属、オキシ窒化金属、及びそれらの組合せから選択される材料を含む。酸化金属は、好ましくは、シリカ、アルミナ、チタニア、酸化インジウム、酸化錫、インジウム錫酸化物、及びそれらの組合せから選択され、窒化金属は、好ましくは、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びそれらの組合せから選択され、炭化金属は好ましくは炭化珪素であり、及びオキシ窒化金属は好ましくはオキシ窒化珪素である。

40

【0007】

封入されたOLEDは、第一バリアースタックの、有機発光層スタックとは逆側に隣接している基板を含むこともできる。当該基板は軟質基板又は硬質基板であることができる。好ましくは、軟質基板材料であり、ポリマー、金属、紙、織物、及びそれらの組合せであることができる。硬質基板は、好ましくはガラス、金属、又は珪素である。硬質基板を用いる場合、所望ならば、使用前に取除くことができる。

【0008】

50

第一及び第二バリアースタックのポリマー層、及び第一及び第二中間バリアースタックのポリマー層は、好ましくはアクリレート含有ポリマー（本明細書では、アクリレート含有ポリマーという用語は、アクリレート含有ポリマー、メタクリレート含有ポリマー、及びそれらの組合せを含む）である。第一及び/又は第二バリアースタックにおけるポリマー層は同じか又は異なっていることができる。

【0009】

有機発光層スタックは、好ましくは、第一電極、エレクトロルミネッセント層、及び第二電極を含む。エレクトロルミネッセント層は、好ましくは、当業において公知であり且つその開示が本明細書に特に取り入れられる特許において示されている正孔輸送層及び電子輸送層を含む。

10

【0010】

また、本発明は、封入された有機発光デバイスを製造する方法も含む。当該方法は、少なくとも1つの第一バリアー層と少なくとも1つの第一ポリマー層とを含む第一バリアースタックを形成する工程、有機発光層スタックを形成する工程、少なくとも1つの第二バリアー層と少なくとも1つの第二ポリマー層とを含む第二バリアースタックを形成する工程、及び第一バリアースタック、有機発光層スタック、及び第二バリアースタックを結合させて、封入された有機発光デバイスを形成する工程を含む。中間バリアースタックは任意に形成することができる。当該層は、好ましくは真空蒸着によって形成する。

【0011】

有機発光層スタックは、第一バリアースタック及び/又は第二バリアースタックと、共に積層（ラミネート）することによって結合させることができる。別法として、1つの層を他の層上に蒸着させて形成すると同時に、当該層を結合させることができる。

20

【0012】

別の態様では、本発明は、基板、当該基板に隣接している有機発光層スタック、及び少なくとも1つのバリアー層と少なくとも1つのポリマー層とを含み且つ当該有機発光層スタックに隣接しているバリアースタックを有する封入された有機発光デバイスを含む。また、本発明は、封入された有機発光デバイスを製造する方法も含む。1つの方法は、その上に有機発光層スタックを有する基板を提供する工程、及び当該有機発光層スタックの上に少なくとも1つのバリアー層と少なくとも1つのポリマー層とを含むバリアースタックを積層して、当該有機発光バリアー層スタックを封入する工程を含む。当該バリアー層は、好ましくは、接着剤を用いて積層（エッジシール）するが、加熱することを含む他の方法を用いることもできる。

30

【0013】

別の方法は、その上に有機発光層スタックを有する基板上にバリアースタックを真空蒸着させる工程を含む。更に別の方法は、基板上に有機発光層スタックを提供し、その有機発光層スタック上に少なくとも1つのバリアー層を真空蒸着させ、更にその少なくとも1つのバリアー層上に少なくとも1つの第一ポリマー層を蒸着させる工程を含む。少なくとも1つの第二ポリマー層は、バリアー層を蒸着させる前に、有機発光層スタック上に蒸着させることができる。

【0014】

従って、封入されたOLEDを提供すること、及び前記デバイスを製造する方法を提供することは、本発明の目的である。

40

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の封入されたOLEDに関する1の態様の横断面図である。

【図2】本発明の封入されたOLEDに関する別の態様の横断面図である。

【図3】本発明の封入されたOLEDに関する1の態様の横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

本発明の1つの態様は、図1に示した封入されたOLED 100である。当該封入され

50

たOLED100は、基板105、第一バリアースタック110、有機発光層スタック120、及び第二バリアースタック130を含む。第一バリアースタック110は、第一バリアー層140及び2つのポリマー層150、160を有する。第二封入層130は、第二バリアー層170及び2つのポリマー層180、190を含む。

【0017】

図1等において、単一バリアー層の両側に単一ポリマー層を有するバリアースタックを示しているが、当該バリアースタックは、1つ以上のポリマー層及び1つ以上のバリアー層を有することができる。1つのポリマー層及び1つのバリアー層が存在できると考えられるが、1つ以上のバリアー層の片側上に多重ポリマー層又は1つ以上のバリアー層の両側に1つ以上のポリマー層が存在できると考えられる。重要な特徴は、バリアースタックが、少なくとも1つのポリマー層及び少なくとも1つのバリアー層を有する点である。

10

【0018】

有機発光層スタック120は、第一電極層200、エレクトロルミネッセント層210、及び第二電極層220を含む。エレクトロルミネッセント層210は、正孔輸送層230及び電子輸送層235を含むことができる。有機発光層スタックの厳密な形態及び組成は重要ではない。有機発光層スタックは、1つ以上の活性層の逆側上に第一及び第二電極層を含む。電極層は電源に接続される。電極の少なくとも1つは透明である。エレクトロルミネッセント層は図示してあるように多重層であっても良く、又は単一層であっても良い。エレクトロルミネッセント層は、典型的には、正孔注入層、正孔輸送層、電子輸送層、及び放射層、及びそれらの組合せを含む。誘電体層を含む追加の層も存在していても良い。有機発光層スタックは、例えば参照として本明細書に取り入れられる米国特許第5,629,389号(Roitmanら)、第5,844,363号(Guら)、第5,872,355号(Hueschen)、第5,902,688号(Antoniadisら)、及び第5,948,552号(Antoniadisら)に記載されているような公知の技術を用いて作ることができる。

20

【0019】

本発明は、発光ポリマー及び小分子から作られる有機発光層スタックに適用することができる。

【0020】

図2に示してある別の態様では、封入されたOLED300は、第一中間バリアースタック240及び第二中間バリアースタック270も含む。当該第一中間バリアースタックは、基板105と第一バリアースタック110との間に配置され、また当該第一中間バリアースタックは、ポリマー層250及びバリアー層260を含む。当該第二中間バリアースタック270は、ポリマー層280及びバリアー層290を含む。当該第二中間バリアースタック270は、有機発光層スタック120と第二バリアースタック130との間に配置される。別法として、第二中間層は、第一バリアー層と有機発光層スタックとの間に配置できると考えられる。更に、互いの上に多重第一中間バリアースタックが存在し、向上したバリアー防護を提供できると考えられる。同様に、互いの上に多重第二中間バリアースタックが存在できると考えられる。中間バリアースタックにおけるバリアー層及びポリマー層の順序は重要ではない。順序は、中間バリアースタックが配置される場所と、当該中間バリアースタックの次に配置されているのがどのような層なのかによって決定される。

30

40

【0021】

封入されたOLEDは、第一バリアースタック110、有機発光層スタック120、及び第二バリアースタック130を形成することによって作ることができる。これらのスタックは結合されて封入されたOLEDを形成する。

【0022】

好ましくは、当該スタックは、真空蒸着を用いてそれらを形成することによって結合される。この方法では、1つの層を前の層の上に真空蒸着させ、それによって、それらを形成すると同時に層を結合させる。別法として、第一バリアースタックと第二バリアースタ

50

ックとの間に有機発光層スタックを積層し、接着剤、粘着剤などを用いて又は加熱することによって、エッジに沿って有機発光層スタックをシールすることによって、有機発光層スタックを第一及び第二バリアースタックと結合させることができる。第一及び第二バリアースタックは、少なくとも1つのバリアー層及び少なくとも1つのポリマー層を含む。ポリマー/バリアー/ポリマーの構造が望ましい場合、好ましくは、次のようにして形成することができる。ポリマーの層、例えばアクリレート含有ポリマーの層を、基板又は前の層の上に蒸着させることによって、これらのバリアースタックを形成することができる。好ましくは、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂（本明細書で用いているように、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂という用語は、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー、及び樹脂、メタクリレート含有のモノマー、オリゴマー、及び樹脂、及びそれらの組合せを含む）を、その場で(in situ)蒸着及び重合させてポリマー層を形成させる。次に、アクリレート含有ポリマー層をバリアー層で被覆する。そのバリアー層上に別のポリマー層を蒸着させる。参照として本明細書に取り入れられる米国特許第5,440,446号及び第5,725,909号は、薄層バリアースタックを蒸着させる方法を説明している。

10

20

30

40

50

【0023】

バリアースタックは、好ましくは真空蒸着させる。真空蒸着は、真空下でのその場重合を伴うアクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂のフラッシュ蒸着、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂のプラズマ蒸着及び重合、ならびにスパッター、化学蒸着、プラズマ補強化学蒸着、蒸発、昇華、電子サイクロトロン共鳴・プラズマ補強化学蒸着（ECR-PECVD）、及びそれらの組合せによるバリアー層の真空蒸着を含む。

【0024】

バリアー層の一体性を守り、蒸着層における欠陥及び/又はマイクロクラックの形成を防止することは重要である。好ましくは、バリアー層が、任意の装置と、例えばウェブ被覆システムにおけるローラーと直接に接触しないように、封入OLEDを製造して、ロール又はローラー上の摩擦によって引き起こされるかもしれない欠陥を防止する。それは、任意の処理装置に接触又は触れる前に、ポリマー/バリアー/ポリマーの層の一组が蒸着されるような蒸着システムを指定することによって達成することができる。

【0025】

基板は軟質又は硬質であることができる。軟質基板は、限定するものではないが、ポリマー、例えばポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、又は高温ポリマー、例えばポリエーテルスルホン（PES）、ポリイミド、又はTransphan（商標）（Lofo High Tech Film, GMBH of Weil am Rhein, Germanyから市販されている高いガラス転移温度を有する環状オレフィンポリマー）、金属、紙、織物、及びそれらの組合せを含む任意の軟質材料であることができる。硬質基板は、好ましくはガラス、金属、又は珪素である。軟質封入OLEDが望ましく、且つ製造中に硬質基板を用いる場合、硬質基板は好ましくは使用前に除去される。

【0026】

第一及び第二バリアースタックのポリマー層及び第一及び第二中間バリアースタックのポリマー層は、好ましくは、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂、及びそれらの組合せである。第一及び第二バリアースタックのポリマー層及び第一及び第二中間バリアースタックのポリマー層は、同じか又は異なっていることができる。更に、各バリアースタック内にあるポリマー層も同じか又は異なっていることができる。

【0027】

バリアースタックにおけるバリアー層、及び中間バリアースタックは任意のバリアー材料であることができる。第一及び第二バリアースタックと第一及び第二中間バリアースタックにおけるバリアー材料は、同じか又は異なっていることができる。更に、同じか又は異なるバリアー層の多重層をスタックにおいて用いることができる。好ましい透明なバリアー材料としては、酸化金属、窒化金属、炭化金属、オキシ窒化金属、及びそれらの組合

せが挙げられるが、これらに限定されない。酸化金属は、好ましくは、シリカ、アルミナ、チタニア、酸化インジウム、酸化錫、インジウム錫酸化物、及びそれらの組合せから選択され、当該窒化金属は、好ましくは、窒化アルミニウム、窒化珪素、及びそれらの組合せから選択され、当該炭化金属は好ましくは炭化珪素であり、及び当該オキシ窒化金属は好ましくはオキシ窒化珪素である。

【0028】

当該デバイスの片側だけは透明でなければならないので、バリアー層の1つだけは透明でなければならない。この状態では、逆側上にあるバリアー層は、限定するものではないが、金属、セラミック又はポリマーを含む不透明なバリアー材料であることができると考えられる。

10

【0029】

図3には別の封入されたOLEDが示してある。封入されたOLED400は基板105を有し、当該基板上で、有機発光層スタック120を二次加工する。バリアースタック130は、有機発光層スタック120上に共形的に蒸着し、スタック120を封入する。バリアースタックにおけるポリマー層は、真空中で蒸着させることができるか、又は例えばスピンコーティング及び/もしくは噴霧のような大気圧法によって蒸着させることができる。バリアースタックを形成する好ましい方法は、真空チャンバにおいて、アクリレート含有のモノマー、オリゴマー又は樹脂をフラッシュ蒸着させ、OLED層スタック上で凝縮させ、その場で重合させる方法である。次に、当該ポリマー層上に、バリアー層を、例えば蒸発、スパッター、CVD、PECVD又はECR-PECVDのような従来の真空法を用いて蒸着させる。次に、当該バリアー層上に、第二ポリマー層を、前記方法を用いて蒸着させる。

20

【0030】

別法として、バリアースタックを含む蓋構造(lid structure)を有機発光層構造上の基板に対して積層することによってOLEDデバイスを封入することもできると考えられる。積層は、接着剤又はグルーなどを用いて、又は加熱することによって行うことができる。封入されたOLEDは、図示してあるように、中間バリアースタック270を含むこともできると考えられる。基板が透明である場合、バリアー材料は、上記したように、不透明か又は透明であることができると考えられる。

30

【0031】

PET基板上における3つの層の組み合わせ、すなわちPET基板/ポリマー層/バリアー層/ポリマー層の単一パスのロール・ツー・ロール(single pass, roll-to-roll)真空蒸着は、PET単独の上に1つの酸化物層を配置した場合に比べて、酸素及び水に対する透過性は5桁超小さくなり得る。J.D.Affinito, M.E.Gross, C.A.Coronado, G.L.Graff, E.N.Greenwell, and P.M.Martin, Polymer-Oxide Transparent Barrier Layers Produced Using PML Process, 39th Annual Technical Conference Proceedings of the Society of Vacuum Coaters, Vacuum Web Coating Session, 1996, pages 392-397; J.D.Affinito, S.Eufinger, M.E.Gross, G.L.Graff, and P.M.Martin. PML/Oxide/PML Barrier Layer Performance Differences Arising From Use of UV or Electron Beam Polymerization of the PML Layers, Thin Solid Films, Vol.308, 1997, pages 19-25を参照されたい。これは、バリアー層(酸化物、金属、窒化物、オキシ窒化物)層を有しないポリマー多層(PML)層単独の透過率に関する効果は殆ど測定できないという事実からは考えられないことである。バリアー特性の向上は2つの因子に起因すると考えられる。第一は、ロール・ツー・ロールで被覆された酸化物単独層における透過率は、蒸着中に生じる、また被覆された基板がシステムアイドラ/ローラー上に巻き取られるときに生じる当該酸化物層における欠陥によって限定されるコンダクタンスであることを発見した。基板における凸凹(高い点)は、蒸着された無機バリアー層において複製される。これらの特徴は、ウェブの処理/巻取り中に機械的損傷を受け、蒸着フィルムにおいて欠陥が形成される原因となることがある。これらの欠陥は、当該フィルムの最終的なバリアー性能を著しく制限する。単経路ポリマー/バリアー/ポリマー法では、第一アクリル層は、基板を平坦化し

40

50

、無機バリアー薄膜のその後の蒸着のための理想的な表面を提供する。第二ポリマー層は、バリアー層の損傷を最小にし、また、その後のバリアー層（又は有機発光層スタック）蒸着のための構造を平坦化する強固な「保護」フィルムを提供する。中間ポリマー層は、隣接している無機バリアー層中に存在する欠陥を分断し、ガス拡散のための蛇行性経路も創出する。本発明で用いられるバリアースタックの透過性を以下に示す。

【0032】

【表1】

サンプル	酸素透過率 (cc/m ² /日)		水蒸気透過率 (g/m ² /日) ⁺
	23°C*	38°C ⁺	38°C ⁺
	1-バリアースタック	<0.005	<0.005
2-バリアースタック	<0.005	<0.005	<0.005
5-バリアースタック	<0.005	<0.005	<0.005

* 38°C、相対湿度90%、O₂ 100%

+ 38°C、相対湿度100%

注) 透過率<0.005は、現在の測定装置 (Mocon OxTran 2/20L) の検出限界未満である。

10

20

【0033】

表1のデータから分かるように、本発明で用いられるバリアースタックは、ポリマーでは従来不可能であった卓越した環境防護を提供する。

また、本発明のバリアースタックによる封入前及び封入後において、（ガラス及び珪素で二次加工された）OLEDデバイスの性能も比較した。封入後、電流密度対電圧及び輝度対電流密度の特性は、初期状態の（封入されていない）デバイスの測定された挙動と同じであった（実験誤差内）。この事実は、バリアースタック及び蒸着法がOLEDデバイス製造と両立できることを示している。

【0034】

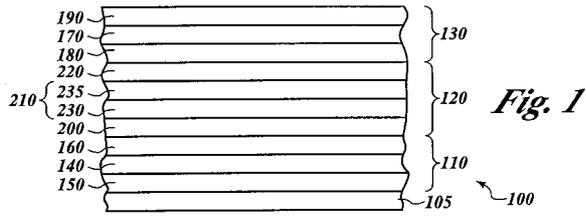
従って、本発明は、OLEDのハーメチックシールに必要な卓越したバリアー特性を有するバリアースタックを提供する。それにより、封入されたOLEDの製造が可能となる。

30

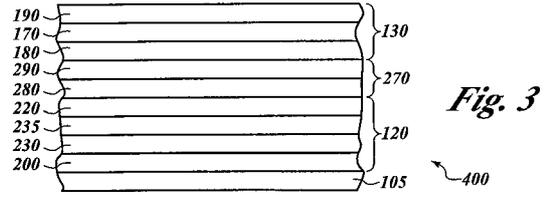
【0035】

本発明を説明する目的のために、ある種の代表的な態様及び詳細を示してきたが、添付の請求の範囲で規定されている本発明の範囲から逸脱せずに、本明細書で開示された組成及び方法を様々に変化させても良いことは当業者には明らかである。

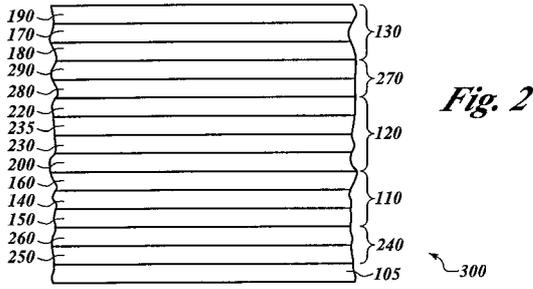
【 図 1 】



【 図 3 】



【 図 2 】



フロントページの続き

- (72)発明者 グラフ,ゴードン・エル
アメリカ合衆国ワシントン州99353,ウェスト・リッチランド,ウェストレイク・ドライブ
3750
- (72)発明者 グロス,マーク・イー
アメリカ合衆国ワシントン州99301,パスコ,デゼレット・ドライブ 50
- (72)発明者 アフィーニト,ジョン・ディー
アメリカ合衆国ワシントン州99338,ケネウィック,カイル・ロード 2718
- (72)発明者 シ,ミン-クン
アメリカ合衆国ワシントン州99352,リッチランド,ジョージ・ワシントン・ウェイ 250
0
- (72)発明者 ホール,マイケル・ジー
アメリカ合衆国ワシントン州99353,ウェスト・リッチランド,アイアントン・ドライブ 4
125
- (72)発明者 マスト,エリック・エス
アメリカ合衆国ワシントン州99352,リッチランド,チェスナット・アベニュー 634
- Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC23 DD12 DD15 DD16 DD17 EE48 EE49 EE50

【外国語明細書】

TITLE OF THE INVENTION
**ENVIRONMENTAL BARRIER MATERIAL FOR ORGANIC
LIGHT EMITTING DEVICE AND METHOD OF MAKING**

BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates to organic light emitting devices (OLEDs), and more particularly to OLEDs encapsulated in barrier stacks.

There is a need for versatile visual displays for electronic products of many different types. Light emitting diodes (LEDs) and liquid crystal displays (LCDs) have found many useful applications, but they are not adequate for all situations. OLEDs are a relatively new type of visual display which has shown great promise. An OLED basically includes an organic electroluminescent substance placed between two electrodes. When an electric potential is applied across the electrodes, the electroluminescent substance emits visible light. Typically, one of the electrodes is transparent, allowing the light to shine through. U.S. Patent Nos. 5,629,389 (Roitman et al.), 5,747,182 (Friend et al.), 5,844,363 (Gu et al.), 5,872,355 (Hueschen), 5,902,688 (Antoniadis et al.), and 5,948,552 (Antoniadis et al.), which are incorporated herein by reference, disclose various OLED structures.

The use of OLEDs in flat panel displays and other information display formats is limited by the poor environmental stability of the devices. G.Gustafson, Y.Cao, G.M.Treacy, F.Klavetter, N.Colaneri, and A.J.Heeger, *Nature*, Vol. 35, 11 June 1992, pages 477-479. Humidity and oxygen significantly reduce the useful life of most OLEDs. As a result, these devices are typically fabricated on glass substrates with glass covers laminated on top of the OLED and with the edges sealed to exclude water and oxygen from the active layers. U.S. Patent No. 5,872,355 discloses the use of a polymer such as saran to seal the device. The water vapor permeation rates (WVTR) required to provide sufficient lifetime for OLEDs is calculated to be approximately 10^{-6} g/m²/day. The best polymer films (such as saran) have WVTR values that are 5 orders of magnitude too high to be considered for OLED encapsulation.

Furthermore, saran cannot be deposited using flash evaporation, condensation, and in situ polymerization within a vacuum chamber.

Thus, there is a need for an improved lightweight, barrier construction which can be used to encapsulate the OLED and prevent the deterioration caused by permeation of oxygen and water vapor and for a method of making such an encapsulated OLED.

SUMMARY OF THE INVENTION

These needs are met by the present invention, which is an encapsulated organic light emitting device (OLED). The device includes a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer. There is an organic light emitting layer stack adjacent to the first barrier stack. A second barrier stack is adjacent to the organic light emitting layer stack. The second barrier stack has at least one second barrier layer and at least one second polymer layer. The device optionally includes at least one first intermediate barrier stack located between the substrate and the first barrier stack, and/or at least one second intermediate barrier stack located between the organic light emitting layer stack and either the first or second barrier stacks. The first and second intermediate barrier stacks include at least one polymer layer and at least one barrier layer.

Preferably, either one or both of the first and second barrier layers of the first and second barrier stacks is substantially transparent. At least one of the first and second barrier layers preferably comprises a material selected from metal oxides, metal nitrides, metal carbides, metal oxynitrides, and combinations thereof. The metal oxides are preferably selected from silica, alumina, titania, indium oxide, tin oxide, indium tin oxide, and combinations thereof, the metal nitrides are preferably selected from aluminum nitride, silicon nitride, and combinations thereof, the metal carbide is preferably silicon carbide, and the metal oxynitride is preferably silicon oxynitride.

The encapsulated OLED can also include a substrate adjacent to the first barrier stack on a side opposite to the organic light emitting layer stack. The

substrate can be either a flexible substrate or a rigid substrate. It is preferably a flexible substrate material, which can be polymers, metals, paper, fabric, and combinations thereof. The rigid substrate is preferably glass, metal, or silicon. If a rigid substrate is used, it can be removed prior to use if desired.

The polymer layers of the first and second barrier stacks and the polymer layers in the first and second intermediate barrier stacks are preferably acrylate-containing polymers (as used herein, the term acrylate-containing polymer includes acrylate-containing polymers, methacrylate-containing polymers, and combinations thereof). The polymer layers in the first and/or the second barrier stacks can be the same or different.

The organic light emitting layer stack preferably comprises a first electrode, an electroluminescent layer, and a second electrode. The electroluminescent layer preferably includes a hole transporting layer, and an electron transporting layer, as is known in the art and shown in the patents whose disclosures have been specifically incorporated herein.

The invention also involves a method of making the encapsulated organic light emitting device. The method includes forming a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer, forming an organic light emitting layer stack, forming a second barrier stack comprising at least one second barrier layer and at least one second polymer layer, and combining the first barrier stack, the organic light emitting layer stack, and the second barrier stack to form the encapsulated organic light emitting device. Intermediate barrier stacks can optionally be formed. The layers are preferably formed by vacuum deposition.

The organic light emitting layer stack can be combined with the first barrier stack and/or the second barrier stack by laminating them together. Alternatively, they can be combined simultaneously with forming by depositing one layer on the other.

In an alternative embodiment, the invention involves an encapsulated organic light emitting device having a substrate, an organic light emitting layer stack adjacent to the substrate, and a barrier stack comprising at least one barrier layer and at least one polymer layer, the barrier stack adjacent to the

organic light emitting layer stack. The invention also involves methods of making the encapsulated organic light emitting device. One method includes providing a substrate having an organic light emitting layer stack thereon, and laminating a barrier stack comprising at least one barrier layer and at least one polymer layer over the organic light emitting layer stack to encapsulate the organic light emitting barrier layer stack. The barrier stack is preferably laminated (edge sealed) using an adhesive, but other methods can be used including heat.

Another method involves vacuum depositing the barrier stack on a substrate having an organic light emitting layer stack thereon. Still another method involves providing a substrate with an organic light emitting layer stack thereon, vacuum depositing at least one barrier layer on the organic light emitting layer stack, and depositing at least one first polymer layer on the at least one barrier layer. At least one second polymer layer can be deposited on the organic light emitting layer stack before the barrier layer is deposited.

Accordingly, it is an object of the present invention to provide an encapsulated OLED, and to provide a method of making such a device.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a cross-section of one embodiment of the encapsulated OLED of the present invention.

Fig. 2 is a cross-section of an alternate embodiment of the encapsulated OLED of the present invention.

Fig. 3 is a cross-section of an embodiment of an encapsulated OLED of the present invention.

DESCRIPTION OF THE INVENTION

One embodiment of the present invention is an encapsulated OLED 100 as shown in Fig. 1. The encapsulated OLED 100 includes substrate 105, a first barrier stack 110, an organic light emitting layer stack 120, and a second barrier stack 130. The first barrier stack 110 has a first barrier layer 140 and two

polymer layers 150, 160. The second encapsulation layer 130 includes a second barrier layer 170 and two polymer layers 180, 190.

Although the Figures show barrier stacks with a single polymer layer on both sides of a single barrier layer, the barrier stacks can have one or more polymer layers and one or more barrier layers. There could be one polymer layer and one barrier layer, there could be multiple polymer layers on one side of one or more barrier layers, or there could be one or more polymer layers on both sides of one or more barrier layers. The important feature is that the barrier stack have at least one polymer layer and at least one barrier layer.

The organic light emitting layer stack 120 includes a first electrode layer 200, an electroluminescent layer 210, and a second electrode 220. The electroluminescent layer 210 can include a hole transport layer 230, and an electron transport layer 235. The exact form and composition of the organic light emitting layer stack is not critical. The organic light emitting layer stack includes first and second electrode layers on opposite sides of one or more active layers. The electrode layers are connected to a power source. At least one of the electrodes is transparent. The electroluminescent layer may be multiple layers as shown, or a single layer. The electroluminescent layer typically includes a hole injection layer, a hole transport layer, an electron transport layer, and an emissive layer, and combinations thereof. Additional layers may also be present, including dielectric layers. The organic light emitting layer stack can be made using known techniques, such as those described in U.S. Patent Nos. 5,629,389 (Roitman et al.), 5,844,363 (Gu et al.), 5,872,355 (Hueschen), 5,902,688 (Antoniadis et al.), and 5,948,552 (Antoniadis et al.), which have been incorporated herein by reference.

The present invention is compatible with organic light emitting layer stacks made with light emitting polymers and small molecules.

In the alternate embodiment shown in Fig. 2, the encapsulated OLED 300 also includes a first intermediate barrier stack 240 and a second intermediate barrier stack 270. The first intermediate barrier stack is located between the substrate 105 and the first barrier stack 110, and it includes a polymer layer 250 and a barrier layer 260. The second intermediate barrier stack 270 includes a

polymer layer 280 and a barrier layer 290. The second intermediate barrier stack 270 is located between the organic light emitting layer stack 120 and the second barrier stack 130. Alternatively, the second intermediate layer could be located between the first barrier layer and the organic light emitting layer stack. In addition, there could be multiple first intermediate barrier stacks on top of one another to provide enhanced barrier protection. Similarly, there could be multiple second intermediate barrier stacks on top of one another. The order of the barrier and polymer layers in the intermediate barrier stacks is not critical. It depends on where the intermediate barrier stack is located and what layers are next to them.

The encapsulated OLED can be made by forming the first barrier stack 110, the organic light emitting layer stack 120, and the second barrier stack 130. The stacks are combined to form the encapsulated OLED.

Preferably, the stacks are combined by forming them using vacuum deposition. In this method, one layer is vacuum deposited on the previous layer, thereby combining the layers simultaneously with forming them. Alternatively, the organic light emitting layer stack can be combined with the first and second barrier stacks by laminating it between the first and second barrier stacks and sealing it along the edges with adhesive, glue, or the like, or by heating. The first and second barrier stacks include at least one barrier layer and at least one polymer layer. If a polymer/barrier/polymer structure is desired, it can be preferably formed as follows. These barrier stacks can be formed by depositing a layer of polymer, for example an acrylate-containing polymer, onto a substrate or previous layer. Preferably, an acrylate-containing monomer, oligomer or resin (as used herein, the term acrylate-containing monomer, oligomer, or resin includes acrylate-containing monomers, oligomers, and resins, methacrylate-containing monomers, oligomers, and resins, and combinations thereof) is deposited and then polymerized *in situ* to form the polymer layer. The acrylate-containing polymer layer is then coated with a barrier layer. Another polymer layer is deposited onto the barrier layer. U.S. Patent Nos. 5,440,446 and 5,725,909, which are incorporated herein by reference, describe methods of depositing thin film, barrier stacks.

The barrier stacks are preferably vacuum deposited. Vacuum deposition includes flash evaporation of acrylate-containing monomer, oligomer, or resin with *in situ* polymerization under vacuum, plasma deposition and polymerization of acrylate-containing monomers, oligomer, or resin, as well as vacuum deposition of the barrier layers by sputtering, chemical vapor deposition, plasma enhanced chemical vapor deposition, evaporation, sublimation, electron cyclotron resonance-plasma enhanced vapor deposition (ECR-PECVD), and combinations thereof.

It is critical to protect the integrity of the barrier layer to avoid the formation of defects and/or microcracks in the deposited layer. The encapsulated OLED is preferably manufactured so that the barrier layers are not directly contacted by any equipment, such as rollers in a web coating system, to avoid defects that may be caused by abrasion over a roll or roller. This can be accomplished by designing the deposition system such that a set of layers of polymer/barrier/polymer are deposited prior to contacting or touching any handling equipment.

The substrate can be flexible or rigid. The flexible substrate may be any flexible material, including, but not limited to, polymers, for example polyethylene terephthalate (PET), polyethylene naphthalate (PEN), or high temperature polymers such as polyether sulfone (PES), polyimides, or Transphan™ (a high Tg cyclic olefin polymer available from Lofotech High Tech Film, GmbH of Weil am Rhein, Germany), metal, paper, fabric, and combinations thereof. The rigid substrate is preferably glass, metal, or silicon. If a flexible, encapsulated OLED is desired and a rigid substrate was used during manufacture, the rigid substrate is preferably removed prior to use.

The polymer layers of the first and second barrier stacks and the polymer layers of the first and second intermediate barrier stacks are preferably acrylate-containing monomer, oligomer or resin, and combinations thereof. The polymer layers of the first and second barrier stacks and first and second intermediate stacks can be the same or they can be different. In addition, the polymer layers within the each barrier stack can be the same or different.

The barrier layers in the barrier stacks and the intermediate barrier stacks may be any barrier material. The barrier materials in the first and second barrier stacks and first and second intermediate barrier stacks can be the same or different. In addition, multiple layers of the same or different barrier layers can be used in a stack. Preferred transparent barrier materials include, but are not limited to, metal oxides, metal nitrides, metal carbides, metal oxynitrides, and combinations thereof. The metal oxides are preferably selected from silica, alumina, titania, indium oxide, tin oxide, indium tin oxide, and combinations thereof, the metal nitrides are preferably selected from aluminum nitride, silicon nitride, and combinations thereof, the metal carbide is preferably silicon carbide, and the metal oxynitride is preferably silicon oxynitride.

Since only one side of the device must be transparent, only one of the barrier layers must be transparent. In this situation, the barrier layer on the opposite side could be an opaque barrier material, including, but not limited to, metal, ceramic or polymer.

An alternate encapsulated OLED is shown in Fig. 3. The encapsulated OLED 400 has a substrate 105 on which is fabricated an organic light emitting layer stack 120. A barrier stack 130 is deposited conformally over the organic light emitting layer stack 120, encapsulating it. The polymer layers in the barrier stack can be deposited in vacuum or by using atmospheric processes such as spin coating and/or spraying. A preferred method of forming the barrier stack is flash evaporating acrylate-containing monomers, oligomers or resins, condensing on the OLED layer stack, and polymerizing in-situ in a vacuum chamber. The barrier layer is then deposited on the polymer layer using conventional vacuum processes such as evaporation, sputtering, CVD, PECVD or ECR-PECVD. A second polymer layer is then deposited on the barrier layer using the process described above.

Alternatively, the OLED device could also be encapsulated by laminating a lid structure, containing the barrier stack, to the substrate over the organic light emitting layer structure. The lamination can be performed using either adhesive, or glue, or the like, or by heating. The encapsulated OLED could also include an

intermediate barrier stack 270 as shown. If the substrate is transparent, then the barrier material could be opaque, or vice versa, as discussed above.

A single pass, roll-to-roll, vacuum deposition of a three layer combination on a PET substrate, i.e., PET substrate/polymer layer/barrier layer/polymer layer, can be more than five orders of magnitude less permeable to oxygen and water vapor than a single oxide layer on PET alone. See J.D.Affinito, M.E.Gross, C.A.Coronado, G.L.Graff, E.N.Greenwell, and P.M.Martin, Polymer-Oxide Transparent Barrier Layers Produced Using PML Process, 39th Annual Technical Conference Proceedings of the Society of Vacuum Coaters, Vacuum Web Coating Session, 1996, pages 392-397; J.D.Affinito, S.Eufinger, M.E.Gross, G.L.Graff, and P.M.Martin, PML/Oxide/PML Barrier Layer Performance Differences Arising From Use of UV or Electron Beam Polymerization of the PML Layers, Thin Solid Films, Vol.308, 1997, pages 19-25. This is in spite of the fact that the effect on the permeation rate of the polymer multilayers (PML) layers alone, without the barrier layer (oxide, metal, nitride, oxynitride) layer, is barely measurable. It is believed that the improvement in barrier properties is due to two factors. First, permeation rates in the roll-to-roll coated oxide-only layers were found to be conductance limited by defects in the oxide layer that arose during deposition and when the coated substrate was wound up over system idlers/rollers. Asperities (high points) in the underlying substrate are replicated in the deposited inorganic barrier layer. These features are subject to mechanical damage during web handling/take-up, and can lead to the formation of defects in the deposited film. These defects seriously limit the ultimate barrier performance of the films. In the single pass, polymer/barrier/polymer process, the first acrylic layer planarizes the substrate and provides an ideal surface for subsequent deposition of the inorganic barrier thin film. The second polymer layer provides a robust "protective" film that minimizes damage to the barrier layer and also planarizes the structure for subsequent barrier layer (or organic light emitting layer stack) deposition. The intermediate polymer layers also decouple defects that exist in adjacent inorganic barrier layers, thus creating a tortuous path for gas diffusion. The permeability of the barrier stacks used in the present invention is shown below.

Table 1

Sample	Oxygen Permeation Rate (cc/m ² /day)		Water vapor Permeation (g/m ² /day) ⁺
	23°C*	38°C ⁺	38°C ⁺
1-barrier stack	<0.005	<0.005	0.46
2- barrier stacks	<0.005	<0.005	<0.005
5-barrier stacks	<0.005	<0.005	<0.005

* 38°C, 90% RH, 100% O₂

+ 38°C, 100% RH

NOTE: Permeation rates of <0.005 are below the detection limits of current instrumentation (Mocon OxTran 2/20L).

As can be seen from the data in Table 1, the barrier stacks used in the present invention provide exceptional environmental protection, which was previously unavailable with polymers.

We have also compared the performance of OLED devices (fabricated on glass and silicon) before and after encapsulation using the barrier stacks of the present invention. After encapsulation, the current density-versus-voltage and brightness-versus-current density characteristics were identical (within experimental error) to the measured behavior of the pristine (unencapsulated) devices. This shows that the barrier stacks and deposition methods are compatible with OLED device manufacturing.

Thus, the present invention provides a barrier stack with the exceptional barrier properties necessary for hermetic sealing of an OLED. It permits the production of an encapsulated OLED.

While certain representative embodiments and details have been shown for purposes of illustrating the invention, it will be apparent to those skilled in the art that various changes in the compositions and methods disclosed herein may be made without departing from the scope of the invention, which is defined in the appended claims.

What is claimed is:

1. An encapsulated organic light emitting device comprising:
a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer;
an organic light emitting layer stack adjacent to the first barrier stack; and
a second barrier stack comprising at least one second barrier layer and at least one second polymer layer, the second barrier stack adjacent to the organic light emitting layer stack.
2. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 further comprising a substrate adjacent to the first barrier stack on a side opposite to the organic light emitting layer stack.
3. The encapsulated organic light emitting device of claim 2 further comprising at least one first intermediate barrier stack located between the substrate and the first barrier stack, the first intermediate barrier stack comprising at least one third polymer layer and at least one third barrier layer.
4. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 further comprising at least one second intermediate barrier stack located between the organic light emitting layer stack and either the first or second barrier stacks, the second intermediate barrier stack comprising at least one fourth polymer layer and at least one fourth barrier layer.
5. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein the at least one first barrier layer is substantially transparent.
6. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein the at least one second barrier layer is substantially transparent.

7. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein at least one of the at least one first and second barrier layers comprise a material selected from metal oxides, metal nitrides, metal carbides, metal oxynitrides, and combinations thereof.

8. The encapsulated organic light emitting device of claim 7 wherein the metal oxides are selected from silica, alumina, titania, indium oxide, tin oxide, indium tin oxide, and combinations thereof.

9. The encapsulated organic light emitting device of claim 7 wherein the metal nitrides are selected from aluminum nitride, silicon nitride, and combinations thereof.

10. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein the at least one first barrier layer is substantially opaque.

11. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein the at least one second barrier layer is substantially opaque.

12. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein at least one of the at least one first and second barrier layers is selected from opaque metals, opaque polymers, and opaque ceramics.

13. The encapsulated organic light emitting device of claim 2 wherein the substrate comprises a flexible substrate material.

14. The encapsulated organic light emitting device of claim 13 wherein the flexible substrate material is selected from polymers, metals, paper, fabric, and combinations thereof.

15. The encapsulated organic light emitting device of claim 2 wherein the substrate comprises a rigid substrate material.

16. The encapsulated organic light emitting device of claim 15 wherein the rigid substrate material is selected from glass, metal, and silicon.

17. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein at least one of the at least one first polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.

18. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein at least one of the at least one second polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.

19. The encapsulated organic light emitting device of claim 3 wherein at least one of the at least one third polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.

20. The encapsulated organic light emitting device of claim 4 wherein at least one of the at least one fourth polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.

21. The encapsulated organic light emitting device of claim 1 wherein the organic light emitting layer stack comprises a first electrode, an electroluminescent layer, and a second electrode.

22. The encapsulated organic light emitting device of claim 21 wherein the electroluminescent layer comprises a hole transporting layer, and an electron transporting layer.

23. A method of making an encapsulated organic light emitting device comprising:

forming a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer;

forming an organic light emitting layer stack;

forming a second barrier stack comprising at least one second barrier layer and at least one second polymer layer; and

combining the first barrier stack, the organic light emitting layer stack adjacent to the first barrier stack, and the second barrier stack adjacent to the organic light emitting layer stack to form the encapsulated organic light emitting device.

24. The method of claim 23 further comprising providing a substrate and forming the first barrier stack on the substrate.

25. The method of claim 24 further comprising placing at least one first intermediate barrier stack comprising at least one third polymer layer and at least one third barrier layer between the substrate and the first barrier stack.

26. The method of claim 23 further comprising placing at least one second intermediate barrier stack comprising at least one fourth polymer layer and at least one fourth barrier layer between the organic light emitting layer stack and either the first or second barrier stacks.

27. The method of claim 23 wherein the organic light emitting layer stack is combined with the first barrier stack by laminating the organic light emitting layer stack to the first barrier stack.

28. The method of claim 23 wherein the organic light emitting layer stack is combined with the first barrier stack simultaneously with forming by depositing the organic light emitting layer stack on the first barrier stack.

29. The method of claim 23 wherein the second barrier stack is combined with the organic light emitting layer stack by laminating the second barrier stack over the organic light emitting layer stack.

30. The method of claim 23 wherein the second barrier stack is combined with the organic light emitting layer stack simultaneously with forming by depositing the second barrier stack on the organic light emitting layer stack.

31. The method of claim 24 wherein the substrate comprises a flexible material.

32. The method of claim 24 wherein the substrate comprises a rigid material.

33. The method of claim 24 wherein the substrate is removed from the encapsulated organic light emitting device.

34. The method of claim 23 wherein the first barrier stack is formed by vacuum deposition.

35. The method of claim 23 wherein the organic light emitting layer stack is formed by vacuum deposition.

36. The method of claim 23 wherein the second barrier stack is formed by vacuum deposition.

37. The method of claim 23 wherein at least one of the at least one first and second barrier layers is substantially transparent.

38. The method of claim 23 wherein at least one of the first and second barrier layers comprises a material selected from metal oxides, metal nitrides, metal carbides, metal oxynitrides, and combinations thereof.

39. The method of claim 38 wherein the metal oxides are selected from silica, alumina, titania, indium oxide, tin oxide, indium tin oxide, and combinations thereof.

40. The method of claim 38 wherein the metal nitrides are selected from aluminum nitride, silicon nitride, and combinations thereof.
41. The method of claim 23 wherein at least one of the at least one first and second barrier layers is substantially opaque.
42. The method of claim 23 wherein at least one of the at least one first and second barrier layers is selected from opaque metals, opaque polymers, and opaque ceramics.
43. The method of claim 31 wherein the flexible substrate material is selected from polymers, metals, paper, fabric, and combinations thereof.
44. The method of claim 32 wherein the rigid substrate material is selected from glass, metal, and silicon.
45. The method of claim 23 wherein at least one of the at least one first and second pairs of polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.
46. The method of claim 25 wherein the third polymer layer comprises an acrylate-containing polymer.
47. The method of claim 26 wherein the fourth polymer layer comprises an acrylate-containing polymer.
48. An encapsulated organic light emitting device comprising:
a first intermediate barrier stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer ;
a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer adjacent to the first intermediate barrier stack;
an organic light emitting layer stack adjacent to the first barrier stack;

a second intermediate barrier stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer, the second intermediate barrier stack adjacent to the organic light emitting layer stack; and

a second barrier stack comprising at least one second barrier layer and at least one second polymer layer, the second barrier stack adjacent to the second intermediate barrier stack.

49. The encapsulated organic light emitting device of claim 48 further comprising a substrate adjacent to the first intermediate barrier stack on a side opposite to the first barrier stack.

50. A method of making an encapsulated organic light emitting device comprising:

forming a first intermediate barrier stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer;

forming a first barrier stack comprising at least one first barrier layer and at least one first polymer layer adjacent to the first intermediate barrier stack;

forming an organic light emitting layer stack adjacent to the first barrier stack;

forming a second intermediate barrier stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer adjacent to the organic light emitting layer stack; and

forming a second barrier stack comprising at least one second barrier layer and at least one second polymer layer adjacent to the second intermediate barrier stack; and

combining the first intermediate barrier stack, the first barrier stack, the organic light emitting layer stack, the second intermediate barrier stack, and the second barrier stack to form the encapsulated organic light emitting device.

51. The method of claim 50 wherein the first intermediate barrier stack is formed by vacuum deposition.

52. The method of claim 50 wherein the first barrier stack is formed by vacuum deposition.

53. The method of claim 50 wherein the organic light emitting layer stack is formed by vacuum deposition.

54. The method of claim 50 wherein the second intermediate barrier stack is formed by vacuum deposition.

55. The method of claim 50 wherein the second barrier stack is formed by vacuum deposition.

56. An encapsulated organic light emitting device comprising:
a substrate;
an organic light emitting layer stack adjacent to the substrate;
a barrier stack comprising at least one barrier layer and at least one polymer layer, the barrier stack adjacent to the organic light emitting layer stack.

57. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 further comprising an intermediate barrier stack located between the organic light emitting layer stack and the barrier stack, the intermediate barrier stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer.

58. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the at least one barrier stack is substantially transparent.

59. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the at least one barrier layer comprises a material selected from metal oxides, metal nitrides, metal carbides, metal oxynitrides, and combinations thereof.

60. The encapsulated organic light emitting device of claim 59 wherein the metal oxides are selected from silica, alumina, titania, indium oxide, tin oxide, indium tin oxide, and combinations thereof.

61. The encapsulated organic light emitting device of claim 59 wherein the metal nitrides are selected from aluminum nitride, silicon nitride, and combinations thereof.

62. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the at least one barrier layer is substantially opaque.

63. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the at least one barrier layer is selected from opaque metals, opaque polymers, and opaque ceramics.

64. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein at least one of the at least one polymer layers comprises an acrylate-containing polymer.

65. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the substrate comprises a rigid substrate material.

66. The encapsulated organic light emitting device of claim 65 wherein the rigid substrate material is selected from glass, metal, and silicon.

67. The encapsulated organic light emitting device of claim 56 wherein the substrate comprises a flexible substrate material.

68. The encapsulated organic light emitting device of claim 67 wherein the flexible substrate material is selected from polymers, metals, paper, fabric, and combinations thereof.

69. A method of making an encapsulated organic light emitting device comprising:

providing a substrate having an organic light emitting layer stack thereon; and

vacuum depositing a barrier stack comprising at least one barrier layer and at least one polymer layer over the organic light emitting layer stack to encapsulate the organic light emitting layer stack.

70. The method of claim 69 further comprising depositing an intermediate barrier layer stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer on the organic light emitting layer stack prior to vacuum depositing the barrier stack.

71. A method of making an encapsulated organic light emitting device comprising:

providing a substrate having an organic light emitting layer stack thereon;

vacuum depositing at least one barrier layer over the organic light emitting layer stack;

depositing at least one first polymer layer over the at least one barrier layer.

72. The method of claim 71 further comprising depositing at least one second polymer layer over the organic light emitting layer stack prior to vacuum depositing the at least one barrier layer.

73. The method of claim 71 further comprising depositing an intermediate barrier layer stack comprising at least one polymer layer and at least one barrier layer on the organic light emitting layer stack prior to depositing the at least one barrier layer.

74. The method of claim 71 wherein at least one of the at least one first polymer layers is deposited using a process at atmospheric pressure.

75. The method of claim 74 wherein the process at atmospheric pressure is selected from spin coating and spraying.

76. The process of 71 wherein at least one of the at least one first polymer layers is deposited using a vacuum process.

77. The method of claim 72 wherein at least one of the at least one second polymer layers is deposited using a process at atmospheric pressure.

78. A method of making an encapsulated organic light emitting device comprising:
providing a substrate having an organic light emitting layer stack thereon; and
laminating a barrier stack comprising at least one barrier layer and at least one polymer layer over the organic light emitting layer stack to encapsulate the organic light emitting layer stack.

79. The method of claim 78 wherein the barrier stack is laminated using an adhesive.

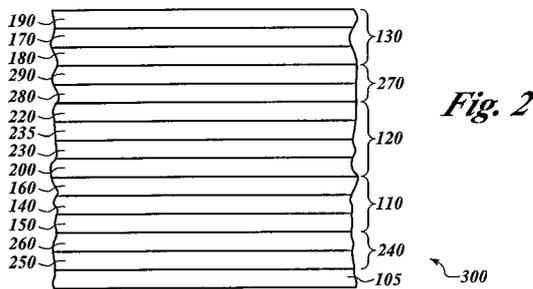
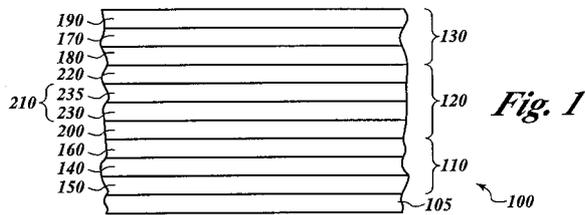
80. The method of claim 78 wherein the barrier stack is laminated using heat.

(57) Abstract

An encapsulated organic light emitting device. The device includes a first barrier stack (110) comprising at least one first barrier layer (140) and at least one first polymer layer (150, 160). There is an organic light emitting layer stack (120) adjacent to the first barrier stack. A second barrier stack (130) is adjacent to the organic light emitting layer stack. The second barrier stack has at least one second barrier layer (170) and at least one second polymer layer (180, 190). A method of making the encapsulated organic light emitting device is also provided.

Representative Drawing

Fig. 1



专利名称(译)	用于有机发光器件的环境阻隔材料及其制造方法		
公开(公告)号	JP2011159629A	公开(公告)日	2011-08-18
申请号	JP2011043901	申请日	2011-03-01
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星移动显示的股票会社		
[标]发明人	グラフゴードンエル グロスマークイー アフィーニトジョンディー シミンクン ホールマイケルジー マストエリックエス		
发明人	グラフ,ゴードン・エル グロス,マーク・イー アフィーニト,ジョン・ディー シ,ミン-クン ホール,マイケル・ジー マスト,エリック・エス		
IPC分类号	H05B33/04 H05B33/10 H01L51/50 B32B7/02 B32B9/00 H01L51/52 H01M2/08 H05B33/02		
CPC分类号	H01L51/5256 H01L2251/5338 H01M2/08		
FI分类号	H05B33/04 H05B33/10 H05B33/14.A H05B33/02		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC23 3K107/DD12 3K107/DD15 3K107/DD16 3K107/DD17 3K107/EE48 3K107/EE49 3K107/EE50		
代理人(译)	三好秀 伊藤雅一		
优先权	09/212779 1998-12-16 US 09/427138 1999-10-25 US		
其他公开文献	JP5190525B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：防止由于氧气和水蒸气渗透而导致的劣化。第一阻挡叠层(110)，其包括至少一个第一阻挡层(140)和至少一个第一聚合物层(150,160)，与第一阻挡叠层相邻存在的有机层。发光层堆叠(120)和第二阻挡堆叠(130)，其具有至少一个第二阻挡层(170)和与有机发光层堆叠相邻的至少一个第二聚合物层(180,190)。一种封装的有机发光器件，包括。还提供了一种制造封装的有机发光器件的方法。[选型图]图1

