

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3953404号
(P3953404)

(45) 発行日 平成19年8月8日(2007.8.8)

(24) 登録日 平成19年5月11日(2007.5.11)

(51) Int. Cl.	F I		
H05B 33/22 (2006.01)	H05B 33/22	Z	
H05B 33/26 (2006.01)	H05B 33/26	Z	
H05B 33/04 (2006.01)	H05B 33/04		
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10		
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A	

請求項の数 9 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2002-305626 (P2002-305626)	(73) 特許権者	390009531
(22) 出願日	平成14年10月21日(2002.10.21)		インターナショナル・ビジネス・マシー ズ・コーポレーション
(65) 公開番号	特開2004-139930 (P2004-139930A)		INTERNATIONAL BUSIN ESS MASCHINES CORPO RATION
(43) 公開日	平成16年5月13日(2004.5.13)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク 州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
審査請求日	平成15年8月27日(2003.8.27)	(74) 代理人	100086243 弁理士 坂口 博
		(74) 代理人	100091568 弁理士 市位 嘉宏
		(74) 代理人	100108501 弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機エレクトロ・ルミネッセンス素子、該有機エレクトロ・ルミネッセンス素子の製造方法、および有機エレクトロ・ルミネッセンス表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、
前記基板上に形成されたアノード電極と、
前記アノード電極から離間して配置されたカソード電極と、
前記アノード電極と前記カソード電極の間に形成された発光層を有する機能層と、
前記カソード電極と前記機能層とに隣接して配置され、アルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含有する層と、
前記カソード電極の前記基板の反対側に形成された保護層または第2カソード電極と、
前記保護層と前記カソード電極との間または前記第2カソード電極と前記カソード電極との間に形成され、前記保護層または前記第2カソード電極との境界面が前記機能層の上

10

端面から20nm以内に配置された緩衝層とを含む

有機EL素子。

【請求項2】

前記緩衝層は、酸化物を含んで構成される、請求項1に記載の有機EL素子。

【請求項3】

前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含んで構成される、請求項1に記載の有機EL素子。

【請求項4】

有機EL素子の製造方法であって、

20

基板上にアノード電極を形成するステップと、
 前記アノード電極上に発光層を含む機能層を形成するステップと、
 前記機能層に隣接してアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含む層を堆積させるステップと、
 前記アルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含む層上にカソード電極を形成するステップと、
 前記カソード電極上に緩衝層を形成するステップと、
 前記緩衝層上に保護層または第2カソード電極を形成するステップとを含み、
前記緩衝層は、前記保護層または前記第2カソード電極との境界面が前記機能層の上端面から20nm以内に配置されように形成される、

10

【請求項5】

前記緩衝層は、酸化物を含んで形成され、前記緩衝層を形成するステップは、前記カソード電極を酸化させるステップまたは前記酸化物を堆積するステップを含む、
 請求項4に記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項6】

前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含む
 請求項4に記載の有機EL素子の製造方法。

【請求項7】

基板上に形成された複数の有機EL素子を含んで構成される有機EL表示装置であって

20

、
 前記有機EL素子は、
 前記基板に隣接したアノード電極と、
 前記アノード電極から離間して配置されたカソード電極と、
 前記アノード電極と前記カソード電極の間に形成された発光層を有する機能層と、
 前記カソード電極と前記機能層とに隣接して配置され、アルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含有する層と、
 前記カソード電極の前記基板の反対側に形成された保護層または第2カソード電極と、
前記保護層と前記カソード電極との間または前記第2カソード電極と前記カソード電極との間に形成され、前記保護層または前記第2カソード電極との境界面が前記機能層の上
端面から20nm以内に配置された緩衝層とを含む
 を含む、有機EL表示装置。

30

【請求項8】

前記緩衝層は、酸化物を含んで構成される、請求項7に記載の有機EL表示装置。

【請求項9】

前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含んで構成される、請求項7に記載の有機EL表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明は、有機エレクトロ・ルミネッセンス（以下有機ELと略する。）に関し、より詳細には、ダークスポットの生成および成長を改善し、表示品質、寿命を著しく向上することを可能とした有機EL素子、該有機EL素子の製造方法、および該有機EL素子を使用した有機ELディスプレイに関する。

【0002】

【従来の技術】

有機EL素子は、応答速度が非常に速く自己発光素子であるため、表示装置に適用した場合には視野角も広い良好な平面型表示装置を提供できることが期待されている。このため、有機EL素子は、液晶表示装置に替わる平面型表示装置への適用が検討されている。

【0003】

50

上述した有機EL素子を平面型表示装置に適用する場合には、液晶表示装置と同様に、アクティブ・マトリクス駆動方法を適用することができる。アクティブ・マトリクス駆動方式が適用される有機EL表示装置においては、発光構造としてトップエミッション構造またはボトムエミッション構造を採用することができることが知られている。

【0004】

図11には、従来の有機EL素子の概略図を示す。図11(a)が、トップエミッション型の有機EL素子であり、図11(b)がボトムエミッション型の有機EL素子である。図11(a)に示す従来のトップエミッション型の有機EL素子100は、概ね基板102上に、Ni/Alといった材料から形成される反射性のアノード104を製膜し、その上に有機EL材料から構成される機能層106を形成する。この機能層106は、有機EL素子の特有的な材料および用途に応じて種々の材料から構成され、図11(a)に示した従来例では、アノード104上には、銅フタロシアニンなどを含んで構成されるキャリア注入層108と、TPDといったキャリア輸送層110と、Alq3といった発光層112とを含んで構成されている。また、発光層112上には、透明導電膜として構成されるカソード114が堆積されている。図11(a)に示された従来例では、カソード114は、アルミニウム(Al)といった材料から構成されている。さらにカソード114と、機能層106との間には、Li、K、Ca、Mgといったイオン化エネルギーの小さな材料からなる薄い層116が形成されていて、電子の注入効率を向上させている。

10

【0005】

また、上述した各構成要素を外部からの水分から保護するために、SiO_w、SiO_xN_y、SiN_zといった透明絶縁膜118が、カソード114を被覆するように堆積されていて、有機EL素子の信頼性を向上させる構成となっている。図11(a)に示したトップエミッション型の有機EL素子100においては、機能層106における発光は、矢線Aで示される方向へと放出される。

20

【0006】

また、従来では、図11(b)に示したボトムエミッション型の構成も知られている。図11(b)に示した従来のボトムエミッション型の有機EL素子120は、透明な基板122上に、透明導電膜から構成されるアノード124と、このアノード124上に堆積された機能層126と、機能層126上に堆積された、例えばAlといった金属から形成される反射性のカソード128とを含んで構成されている。機能層126には、上述したトップエミッション型の有機EL素子と同様の材料を使用することができ、機能層126における発光が、矢線Bで示される方向へと放出される構成とされている。

30

【0007】

ところで、上述した有機EL素子には、これまでダークスポットの生成という表示品質および表示寿命に対して重大な影響を与える現象が発生することが知られている。ダークスポットとは、有機EL素子における発光が生じない、スポット状の欠陥をいう。このダークスポットは、生成された後、時間の経過と共に次第に成長する。このためダークスポットの存在は、有機EL素子の発光面積が減少し、その結果有機EL素子の輝度特性の劣化を生じさせ、表示性能を時間の経過と共に劣化させてしまう、という重大な不都合となっている。このダークスポットは、素子製造時に何らかの原因で形成され、経時的にスポット状の数は増大せずその面積だけが拡大して行くということが知られている。すなわち、ダークスポットを製造時に発生させないことは、有機EL素子の寿命を著しく向上させ、良好な表示品質の有機EL素子を提供することが可能となるものと考えられている。

40

【0008】

これまで、ダークスポットを改善するべく、種々の検討が試みられている。例えば特開平10-275682号公報では、ダークスポットを改善するべく、素子の外側に封止部を構成して、酸素や、水分によるダークスポットの成長を防止することが開示されている。しかしながら、特開平10-275682号公報では、ダークスポットの生成自体を防止するものではなく、ダークスポットが拡大しないようにすることにより、素子寿命の劣化を防止するものの、本質的にダークスポットの生成を抑制することを目的とするものでは

50

ない。

【 0 0 0 9 】

また、外部からの酸素や水の進入を防止するという試みは、特開 2 0 0 0 - 4 0 5 9 4 号公報においても開示されており、特開 2 0 0 0 - 4 0 5 9 4 号公報においては、有機 E L 素子上に、損傷防止膜を形成することで外部からの影響を防止することが検討されている。特開 2 0 0 0 - 4 0 5 9 4 号公報において開示された損傷防止膜は、酸素や水、あるいはプラズマによる損傷を防止し、ひいてはダークスポットの成長に対してある程度効果を有するものと考えられる。しかしながら、特開 2 0 0 0 - 4 0 5 9 4 号公報に開示の方法もダークスポットの生成を防止することについては何ら対応するものではない。

【 0 0 1 0 】

また、これまで上述したダークスポットの生成を防止する技術は、ダークスポットが、製造時のゴミまたはアノード、カソードの堆積時の製膜の不均一性などに起因するものとし、ゴミの低減や、堆積膜の研磨などの方法を使用して対応されてきた。しかしながら、従来の対応方法では、ダークスポットの生成を完全に阻止することができるとはいえず、さらにダークスポットの生成の本質的な機能を解明することにより、より本質的にダークスポットの生成を阻止することが必要とされていた。

【 0 0 1 1 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は上述した従来技術の不都合に鑑みてなされたものであり、本発明は、ダークスポットの発生を最小化することにより、ダークスポットの生成およびその後のダークスポットの成長による有機 E L 素子の劣化を防止し、長寿命化を達成する有機 E L 素子、該有機 E L 素子の製造方法、および該有機 E L 素子を含んで構成された有機 E L 表示装置に関する。

【 0 0 1 2 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明者らは、ダークスポットの生成機構を詳細に検討することにより、本発明に至ったものである。すなわち、本発明者らは、鋭意検討を加えた結果、ダークスポットの発生が、ゴミまたは堆積層表面の堆積の不均一性の他にも、主要な要因として、有機層 - 無機層界面における微細な剥離に起因するものであることが見出された。通常、有機 E L 素子を構成する機能層の上部には、導電性を確保するために、カソードなどの無機材料が堆積される。多くの場合、発光層といった有機膜と、金属または金属酸化物などから形成されるカソード、アノードなどの無機膜との間の密着性は、それほど良好ではなく、無機層内に蓄積される応力が、有機膜と無機膜との間の界面剥離を生じさせ、これがダークスポットを生成させることを見出した。いったん生成したダークスポットは、剥離した面に沿って酸素または水が浸透してゆくことにより、時間的な経過と共に腐食などの理由により拡大して、有機 E L 素子の長期信頼性を低下させることになる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、上述したダークスポットの生成を最小化した有機 E L 素子の構造を提供することにより、ダークスポットに関連した従来の有機 E L 素子の有する不都合を解決するものである。

【 0 0 1 4 】

すなわち、本発明によれば、基板と、前記基板上に形成された第 1 の電極と、前記第 1 の電極から離間して配置された第 2 電極とを含んで構成される電極と、該電極間に形成された発光層を有する機能層と、前記第 2 の電極に含まれ、前記機能層から離間して配置された緩衝層とを含む

有機 E L 素子が提供される。

【 0 0 1 5 】

本発明においては、前記緩衝層は、前記機能層の上端面から 2 0 n m 以下の距離に形成されることが好ましい。本発明においては、前記緩衝層は、酸化物を含んで構成される。本発明の前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含んで構成することができる。本発明において

10

20

30

40

50

は、前記機能層に隣接し、アルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含有する層を含んでも良い。

【0016】

本発明によれば、有機EL素子の製造方法であって、
基板上に第1の電極を形成するステップと、
前記第1の電極上に発光層を含む機能層を形成するステップと、
前記発光層の上部に第2の電極を形成するステップと、
前記機能層の上端面から所定値以下の距離に緩衝層を形成するステップと
を含む、
有機EL素子の製造方法が提供される。

10

【0017】

本発明においては、前記緩衝層は、酸化物を含んで形成され、前記緩衝層を形成するステップは、前記第2の電極を酸化させるステップまたは前記酸化物を堆積するステップを含むことができる。本発明においては、前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含むことができる。本発明においては、前記機能層に隣接してアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含む層を堆積させるステップを含むことができる。

【0018】

本発明によれば、基板上に形成された複数の有機EL素子を含んで構成される有機EL表示装置であって、
前記有機EL素子は、
前記基板上に形成された第1の電極と、前記第1の電極から離間して配置された第2電極とを含んで構成される電極と、該電極間に形成された発光層を有する機能層と、前記第2の電極に含まれ、前記機能層から離間して配置された緩衝層と
を含む、
有機EL表示装置が提供される。

20

【0019】

本発明においては、前記緩衝層は、前記機能層の上端面から20nm以下の距離に形成することができる。本発明においては、前記緩衝層は、酸化物を含んで構成することができる。本発明においては、前記緩衝層は、酸化アルミニウムを含んで構成することができる。本発明においては、前記機能層に隣接したアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を含有する層を含むことができる。

30

【0020】

【発明の実施の形態】

以下本発明を図面に示した実施の形態を持って説明するが、本発明は図面に示した実施の形態に限定されるわけではない。

【0021】

図1は、本発明の有機EL素子の構造を示した概略図である。図1に示した有機EL素子10は、トップエミッション型の構造として構成されており、ガラスといった基板12上に、反射性のアノード14が堆積され、その上にエレクトロ・ルミネッセンスによる発光を生成するための機能層16が堆積されている。アノードは、導電性の金属材料から形成することができ、例えばNi、Al、Mo、Cr、Ni/Al、またはこれらのいかなる合金でも用いることができる。また、機能層16は、図1に示されるように、より詳細にはキャリア注入層16aと、キャリア輸送層16bと、発光層16cとを含んで構成されている。なお、本発明の他の実施の形態においては、機能層16にはさらに別の機能を有する、例えば電子輸送層などを含ませて構成することができる。さらに図1に示された実施の形態においては、LiFといった材料から構成される薄い層18が発光層16cに隣接して配置されている。

40

【0022】

キャリア発生層16aは、例えば銅フタロシアニンなどを含んで構成することができるが、本発明においては銅フタロシアニン以外でも、例えばポルフィリンまたはその誘導体な

50

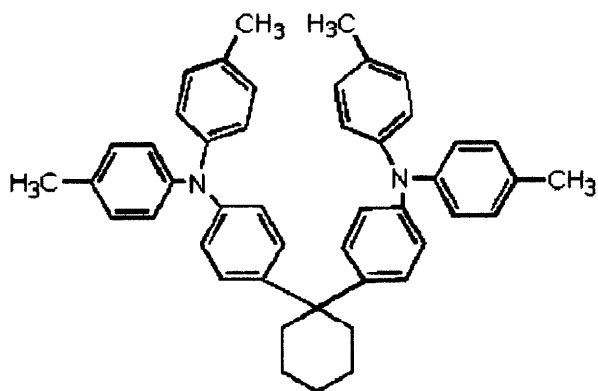
ど、いかなるキャリア発生材料を使用することができる。

【0023】

また、本発明において使用することができるキャリア輸送層16bとしては、本発明の特定の実施の形態では、TPDを使用することができるが、これ以外にも、これまで知られていかなるキャリア輸送材料またはその誘導体を用いることができる。以下に本発明において使用することができるキャリア輸送材料を例示する。

【0024】

【化1】



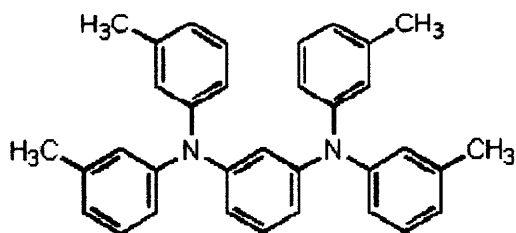
TPAC

10

20

【0025】

【化2】

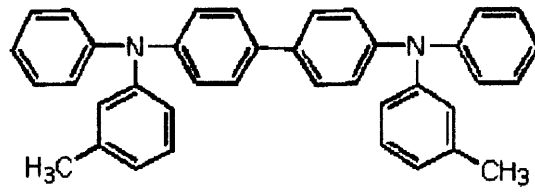


PDA

30

【0026】

【化3】

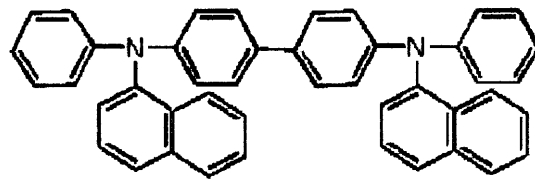


TPD

10

【 0 0 2 7 】

【 化 4 】



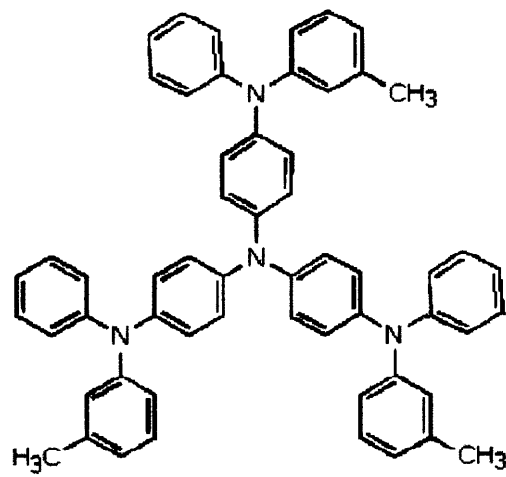
NPB

20

【 0 0 2 8 】

【 化 5 】

30



m-MTDATA

40

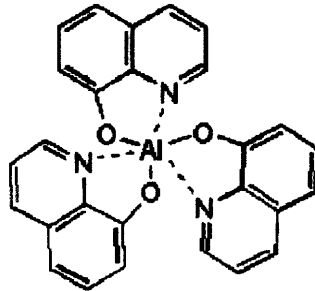
【 0 0 2 9 】

50

さらに、本発明において使用することができる発光層 16 c としては、例えば Alq 3 と
 いった錯体の他、これまで知られていかなる発光性の低分子材料または高分子材料でも用
 いることができる。以下に本発明において使用することができる発光性の材料を例示的に
 記載する。低分子量の発光材料としては、下記の化合物を挙げるることができる。

【 0 0 3 0 】

【 化 6 】

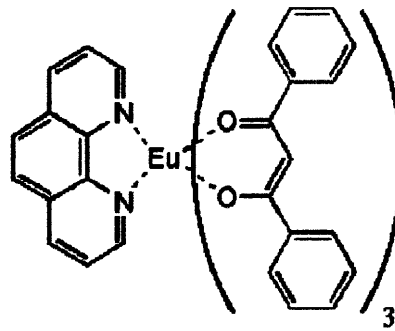


Alq

10

【 0 0 3 1 】

【 化 7 】

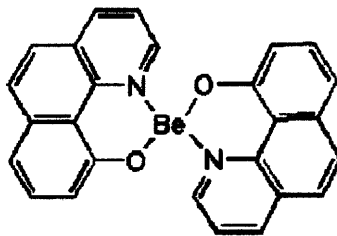


Eu(DBM)₃(Phen)

20

【 0 0 3 2 】

【 化 8 】



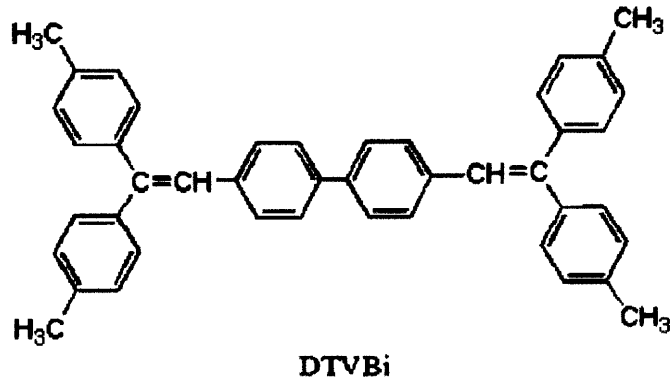
BeBq

30

40

【 0 0 3 3 】

【 化 9 】

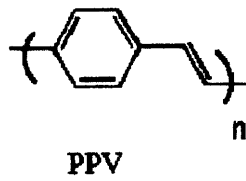


10

【 0 0 3 4 】

また、高分子発光材料としては、下記の化合物を挙げる事ができる。

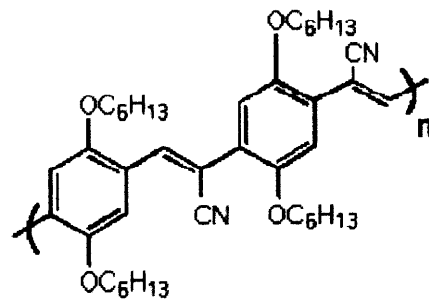
【 化 1 0 】



20

【 0 0 3 5 】

【 化 1 1 】

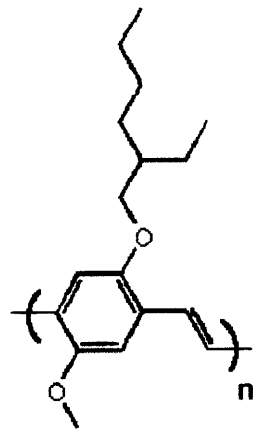


30

40

【 0 0 3 6 】

【 化 1 2 】

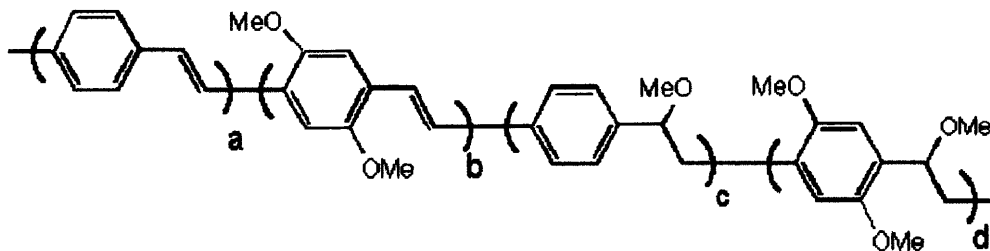


MEH-PPV

10

【0037】

【化13】



PPV copolymer

20

【0038】

これらの材料については、低分子材料は機能を分離して積層した構成として使用し、高分子材料は、単層で使用される構成が採用される場合が多い。しかしながら、本発明においては発光効率に応じて、種々のドーパントを添加することができ、さらに、上述した発光材料を適宜混合して使用することができる。

30

【0039】

上述した機能層には、種々のドーパントを発光特性を制御するために添加することができる。本発明において使用することができるドーパントとしては、必要とする発光特性を得ることができる限りいかなるドーパントでも使用することができ、例えば、昼光蛍光材料、蛍光増白剤、レーザ色素、有機シンチレータ、蛍光分析試薬用色素などから選択することができる。

【0040】

より具体的には、上述した色素としては、ナイルブルー、ナイルレッド、TPB、クマリン6、ケトクマリン、ルブレン、DCM-1(オレンジレッド)、ペリレン、p-ターフェニル、ポリフェニル1、スチルベン1、スチルベン3、クマリン2、クマリン47、クマリン102、クマリン30、ローダミン6G、ローダミンB、ローダミン700、スチリル9、HITCL、IR140などを挙げるができるが、本発明においては、これら以外にも適切な発光スペクトルを与えることができる限り、いかなる色素でも用いることができる。

40

【0041】

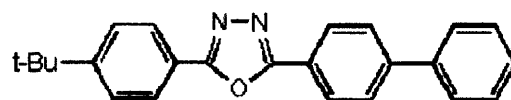
また、本発明においては必要に応じて、カソード側に電子輸送層を使用することもできる。本発明において使用することができる電子輸送層としては、下記に例示する材料を挙げ

50

ることができる。

【 0 0 4 2 】

【 化 1 4 】

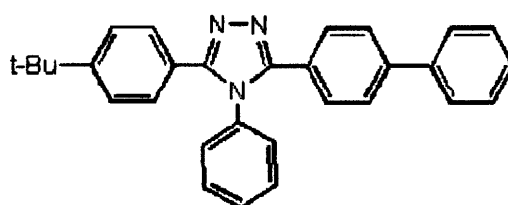


PBD

10

【 0 0 4 3 】

【 化 1 5 】

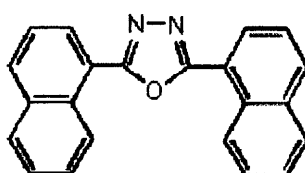


TAZ

20

【 0 0 4 4 】

【 化 1 6 】



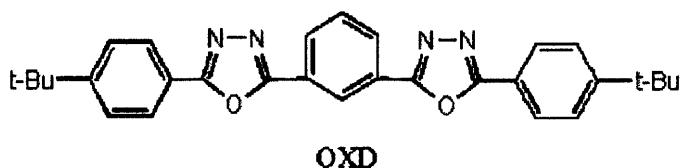
BND

30

40

【 0 0 4 5 】

【 化 1 7 】



10

で示されるオキサジアゾール化合物、またはこれまで知られたオキサジアゾール誘導体を挙げることができる。

【0046】

本発明における特定の実施の形態において使用される薄い層18は、イオン化エネルギーの小さな、光学的に透明な材料から形成することができ、例えばLi、K、Ca、Mgなどを含むアルカリ金属元素またはアルカリ土類金属元素を使用することができ、本発明の特定の実施の形態においては、LiFといったフッ化物から形成することができる。上述した薄い層18は、電子注入効率を向上させるので、特にカソード20をAlから形成する場合に好適に用いることができる。

20

【0047】

薄い層18の上には、本発明においてカソード20が形成されていて、機能層16に対して電子を供給する構成とされている。本発明の特定の実施の形態においては、カソード20は、Alから形成することができる。カソード20として使用される材料は、ボトムエミッション型の構成では、反射性であることが好ましいものの、本質的にはいかなる導電性材料でも用いることができ、例えば、Al、Ca、Sr、LiAl、Ni、Ni/Al、Cr、Ag、MgAgなどを使用することができる。さらに本発明の別の実施の形態では、カソードとしてアルカリ金属元素やアルカリ土類金属元素を含む有機導電膜を使用することができる。このような場合には、Al、ITO、Ag、Ni、Crなどの金属をといった導電膜を補助的な導電層として使用することができる。さらに、本発明においては、カソード20に隣接して緩衝層22が形成されている。この緩衝層22は、後述する保護膜により有機-無機界面に対して加えられる応力を低減させて、有機-無機界面、特に本発明の図1に示した実施の形態では、Al/機能層界面の剥離を生じさせないようにさせている。なお、本発明において有機-無機界面とは、Liを含む薄い層18が0.5nm程度と薄いため、主としてAl/機能層界面を意味する。

30

【0048】

上述した緩衝層22は、本発明の好適な実施の形態においては、発光層16cの密度、またはカソード20の密度よりも低い密度の膜として構成することができる。本発明においては、層の密度は、例えば走査型電子顕微鏡により得られた断面構造における濃淡比などを使用して決定することができる。上述した緩衝層22は、本発明の特定の実施の形態では、酸化物を含んで構成することができ、特にカソード20としてAlを使用する場合には、酸化アルミニウムとされていることが好ましい。本発明において緩衝層22は、十分に柔軟で、保護膜から加えられる応力を十分に緩衝することができるように、カソード材料よりも小さな密度を有していることが好ましい。本発明において使用される緩衝層22の膜厚は、50nm以下とすることが電子注入性を考慮すれば必要とされ、十分なキャリア輸送性を確保するためには、20nm以下の膜厚とすることが好ましく、より好ましくは、0.5nm~10nm以下の膜厚とすることが好ましい。加えて、本発明においては、カソード20と、緩衝層22とを合計した膜厚を、20nm以下とすることができる。

40

50

【0049】

すなわち、本発明においては、緩衝層22の機能層の上端面、例えば図1に示した実施の形態では発光層16cの上端面からの距離は、約20nm以下とすることが好ましい。本発明において例えば図示しない電子輸送層などを発光層16cの上部に形成して機能層16を構成する場合には、機能層16の上端面は、電子輸送層の上端面に一致することになる。

【0050】

緩衝層22の上には、機能層16およびカソードなどの構成要素を、外部の水、酸素から保護するための保護膜24が形成されている。保護膜24は、光学的に十分に透明で、かつ十分な特性を付与するために、 SiO_w 、 Si_xO_y 、 SiN_z といった材料から形成

10

【0051】

図2には、本発明の有機EL素子の別の実施の形態を示す。図2に示した有機EL素子30は、ボトムエミッション型の構成とされている。図2に示したボトムエミッション型の有機EL素子は、アノード32と、カソード34の構成を除き、図1に示した有機EL素子10と概ね同様の構成とされている。図2を使用して、本発明の別の実施の形態の有機EL素子30を説明すると、アノード32は、基板36上に堆積されていて、ボトムエミッションを可能とするべく、ITO、IZO、 SnO_2 といった透明導電性材料から形成されている。

【0052】

また、図2に示した有機EL素子のカソード34は、反射性を有するAlから形成されている。カソード34は、2段階に分割された堆積プロセスにより、カソード層34aおよびカソード層34bとして形成されている。カソード層34aの上部には、緩衝層22が、図1で説明したと同様の構成で形成されている。また、カソード34と、アノード32との間には、図1において説明した本発明の第1の実施の形態で説明したと同様の機能層16および薄い層18が形成されていて、有機EL素子を構成している。なお、図2に示した実施の形態においては、保護層は形成されていないものの、図1に示した実施の形態と同様に、保護層を形成して、より信頼性を向上させることもできる。

20

【0053】

図3～図4は、本発明の有機EL素子の製造方法を使用して形成される各段階の構造を示した図である。図3～図4に示した製造方法の実施の形態は、図1に示したトップエミッション構造を有する有機EL素子10を製造する実施の形態であるが、図3～図4に示した製造方法は、基板、アノードおよびカソードの材料を変更するだけで図2に示した有機EL素子30についても適用することができる。

30

【0054】

本発明の製造方法について、図3から説明すると、まず、図3(a)に示すように、ガラス、石英、熔融石英、シリコン(単結晶、多結晶)といった基板12上に、反射性の、例えばNi、Ni/Alといった材料をスパッタリングなどの方法を用いて堆積させ、パターンニングしてアノード14を形成する。次いで、図3(b)に示すように隣接する導電要素と画素とを画定するために、ポリマー、 SiO_x などの絶縁性材料を堆積させ、パターンニング後、絶縁構造28を形成する。その後、図3(c)に示すようにキャリア発生層、キャリア輸送層、発光層を含んで構成される機能層16を、適切なマスクを使用してスパッタリングや、蒸着といった方法を使用して堆積させる。

40

【0055】

さらに、本発明の製造方法では、図4(a)に示すように、例えばLiFを含んだ薄い層18およびカソード20をスパッタリング、蒸着などの方法を使用して堆積させる。その後、図4(b)に示すようにカソード20の表面に緩衝層22を形成する。本発明における特定の実施の形態においては、緩衝層22は、製造装置内部に酸素、空気などを導入して所定時間、所定温度で放置して、カソード20の表面を酸化させることにより形成することができる。また、本発明の製造方法の別の実施の形態においては、適切な密度の緩衝

50

層 22 を製造するために、例えば酸化アルミニウムなどの金属酸化物を CVD 法などを使用して堆積させることもできる。この際、適切な密度となるように、堆積速度を調節することができる。本発明において、緩衝層 22 の製造を、カソードの表面酸化を使用して行う場合には、特にマスクなどの材料を使用することなくカソード 20 と自己整合的に緩衝層 22 を形成することができるので、製造コストおよび製造プロセスを簡略化することができる。

【0056】

その後、緩衝層 22 上に SiO_w 、 SiO_xN_y 、 SiN_z といった材料を CVD 法により堆積させ、保護層 24 を形成して図 1 に示されるような本発明のトップエミッション型有機 EL 素子を形成する。また、保護層 24 を形成する前に、必要な接続を行うための図 10 示しない導電要素を形成しておくこともできる。なお、図 3 ~ 図 4 に示した製造方法において、アノードおよびカソードの材料を変更し、保護層 24 に代えてカソード材料を堆積させることにより、本発明の図 2 に示したボトムエミッション型有機 EL 素子を形成することができる。また、本発明においては、アノードが機能層から見て下側電極とされ、カソードが上側電極となる構成を使用することもできるし、アノードが機能層から見て上側電極とされ、カソードが下側電極となる構成を使用することもできる。

【0057】

図 5 は、本発明の有機 EL 素子または有機 EL 素子をアクティブマトリクス型に配置して形成した、有機 EL 表示装置 40 の構成を示した上面図である。図 5 に示されるように、本発明の有機 EL 表示装置 40 は、基板上に各画素 42 がマトリクス型に配置された、アクティブマトリクス型の配置として構成されている。各画素 42 には、本発明における好適な実施の形態においては、薄膜トランジスタ（以下、TFT として参照する。）44 が接続されていて、各画素ごとのスイッチング駆動を可能としている。画素 42 には、図 1 および図 2 に概略的な断面形状を示した機能層が堆積され、有機 EL 素子を構成している。画素 42 の間には、アクティブマトリクス駆動を行うために必要な、図示しない導電要素が形成されていて、外部から入力される制御信号に基づき、本発明の有機 EL 表示装置を駆動することができる構成とされている。

【0058】

図 6 は、本発明において使用することができる有機 EL 素子の駆動回路の一例を示す。図 6 では、有機 EL 素子は、符号 50 で示したダイオードとして示されている。図 7 に示した駆動回路の実施の形態においては、有機 EL 素子を駆動するための駆動回路は、スイッチング駆動を行わせるためのスイッチング TFT 54 と、このスイッチング TFT 54 により駆動され、有機 EL 素子 50 に電流を供給するためのドライバ TFT 52 と、有機 EL 素子 50 に供給される電流を安定化させるためのキャパシタ 58 とを含んで構成することができる。

【0059】

スイッチング TFT 54 には、信号線 56 が接続されていて、駆動信号を受け取り、スイッチング TFT 54 を駆動し、ドライバ TFT 52 のゲート電位を制御して、ドライバ TFT 52 をオン/オフ駆動させている。ドライバ TFT 52 のオン/オフ動作に対応して、有機 EL 素子 50 へと電流が供給され、本発明において使用する機能層内での発光が矢線 C で示されるように得られる。本発明において、上述した有機 EL 表示素子を駆動するための回路は、図 6 に示したものに限られず、これまで知られたいかなるものでも使用することができる。

【0060】

図 7 は、ボトムエミッション構造の図 2 に示した有機 EL 素子を使用した本発明の有機 EL 表示装置の 1 つの画素の発光特性を、図 11 に示した従来の有機 EL 表示装置の製造直後の発光特性と比較した図である。図 7 ~ 図 9 に示した有機 EL 素子は、カソードとして Al を使用した。緩衝層は、カソードの堆積後、製膜装置内に乾燥空気を導入して Al 表面を空気酸化させることにより酸化アルミニウム (Al_2O_3) を表面に形成させることにより形成した。

10

20

30

40

50

【0061】

さらにその後、再度A1を堆積させることにより、約200nmの膜厚で、中間に緩衝層を含むカソードを形成することにより、有機EL素子を構成した。このとき、緩衝層の密度は、走査型電子顕微鏡により得られた断面構造の濃度比を使用して見積もり、A1層よりも低密度であることを確認した。また、緩衝層は、発光層から約10nmの距離に、膜厚約2nm程度となるように形成した。また、カソードと発光層との間には、LiFの層を、約0.5nmの厚さで形成した。

【0062】

図7(a)が本発明の有機EL表示装置の1つの画素の発光特性を示し、図7(b)が従来の有機EL素子の発光特性を示した図である。図7(a)に示されるように、本発明において製造された有機EL表示装置は、ダークスポットによる黒い部分は観測されず、良好な表示品質を示している。一方で、図7(b)に示した従来の有機EL素子は、本発明において使用した緩衝層を使用しないことを除き、成膜条件を同一にして製造したにもかかわらず、ダークスポットによる表示欠陥が生成していることが示されている。図7に示されたそれぞれの有機EL素子の製造条件は同一であることから、ダークスポットの生成が、ゴミや、電極の成膜不良よりも、有機-無機界面における残留した応力を緩和させることにより、効果的に低減することができることが示されている。

10

【0063】

図8は、同一の有機EL素子の画素について約3週間後に同一の表示試験を行って得られた表示特性を示した図である。図8(a)が本発明の有機EL表示装置の表示特性を示し、図8(b)が、従来の有機EL素子の表示特性を示す。図8に示されるように、製造段階でダークスポットが生成していない場合には、経時的にも表示品質が維持されていることが示される。ところが、製造段階でダークスポットが生成されてしまうと、図8(b)に示されるように、経時的にダークスポット部分が拡大し、その結果、輝度低下、コントラスト低下、表示不良などの表示品質の低下を引き起こすこととなる。図7および図8に示す実施の形態に示されるように、本発明によれば、有機EL表示装置の表示特性の信頼性を著しく向上させることが可能となることがわかる。

20

【0064】

図9は、本発明の有機EL表示装置の発光特性の経時的な変化を、より広い範囲で示した図である。図9(a)が製造直後の発光特性を示した図であり、図9(b)が、製造後約3週間を経過した後に観測した発光特性である。本発明の有機EL表示装置は、図9(a)に示されるように、画素の形状に沿ってコントラストの高い発光を与えている。しかも、図9(b)に示されるように、本発明の有機EL表示装置は、発光特性の経時的な変化を見ても、発光特性には、経時変化はほとんどないことが示される。

30

【0065】

一方、従来の有機EL表示装置について同様の検討を行った結果を図10に示す。図10(a)が製造直後の発光特性であり、図10(b)が製造後約3週間後の発光特性を示した図である。図10(a)に示されるように、従来の有機EL表示装置の発光は、製造直後であってもダークスポットに起因した暗部に加え、画素周辺部における輝度低下が観測されている。この理由としては、現時点では推測の域を出るものではないが、残留応力が画素周辺部で解放されやすく、その結果有機-無機界面の剥離が、画素の周辺部においてより発生しやすくなるものと推定している。さらに、発光特性を経時的(約3週間)に追跡した図10(b)に示した発光特性では、ダークスポットの成長に伴い、画素ごとの輝度低下が見られ、さらに画素の形状再現性も低下するなど、有機EL表示装置の表示特性が著しく劣化しているのが示されている。

40

【0066】

上述したように、本発明によれば、ダークスポットの生成を本質的に最低化させ、表示特性の信頼性を向上した有機EL素子を提供することができる。さらに、本発明によれば、ダークスポットの生成を本質的に低減させることが可能な有機EL素子の容易、かつ低コストの製造方法を提供することができる。また、本発明によれば、表示特性の経時的な劣

50

化を生じず、良好なコントラストで表示を長期間提供することが可能な有機 E L 表示装置を提供することができる。

【 0 0 6 7 】

これまで、本発明を図面に示した実施の形態をもって詳細に説明してきたが、本発明は図面に示した実施の形態に限定されるものではなく、細部の構成、有機 L E D 素子の構造、材料、製造プロセスの順などについては、同様の構成を得ることができる限り、いかなるものでも適宜適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明のトップエミッション構成の有機 E L 素子の断面構造を示した図。

【 図 2 】 本発明のボトムエミッション構成の有機 E L 素子の断面構造を示した図。

10

【 図 3 】 本発明の有機 E L 素子の製造プロセスを示した図。

【 図 4 】 本発明の有機 E L 素子の製造プロセスを示した図。

【 図 5 】 本発明の有機 E L 表示装置の上面図。

【 図 6 】 本発明の有機 E L 表示装置の駆動回路を示した図。

【 図 7 】 有機 E L 表示装置の 1 画素の発光特性を示した図（製造直後）。

【 図 8 】 有機 E L 表示装置の 1 画素の発光特性を示した図（約 3 週間後）。

【 図 9 】 本発明の有機 E L 表示装置の発光特性を示した図。

【 図 1 0 】 従来の有機 E L 表示装置の発光特性を示した図。

【 図 1 1 】 従来の有機 E L 素子の断面構造を示した図。

【 符号の説明 】

20

1 0 ... 有機 E L 素子

1 2 ... 基板

1 4 ... アノード

1 6 ... 機能層

1 8 ... 薄い層

2 0 ... カソード

2 2 ... 緩衝層

2 4 ... 保護層

2 8 ... 絶縁構造

3 0 ... 有機 E L 素子

30

3 2 ... アノード

3 4 ... カソード

3 4 a、3 4 b ... カソード層

3 6 ... 基板

4 0 ... 有機 E L 表示装置

4 2 ... 画素

4 4 ... T F T

5 0 ... 有機 E L 素子

5 2 ... ドライバ T F T

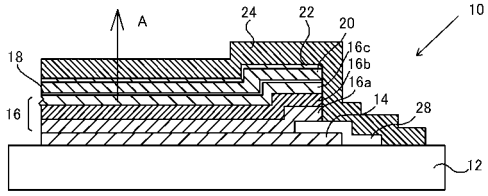
5 4 ... スイッチング T F T

40

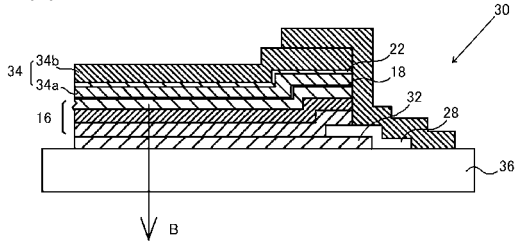
5 6 ... 信号線

5 8 ... キャパシタ

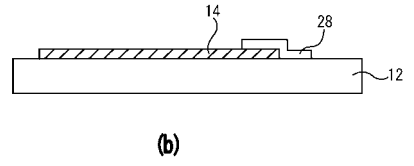
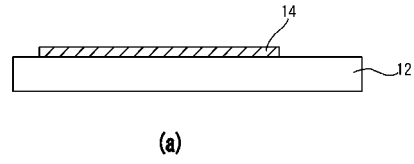
【図1】



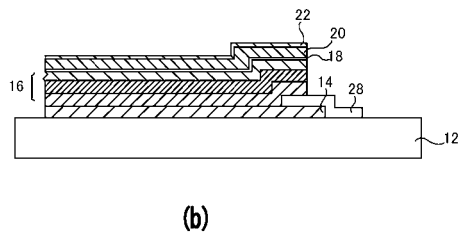
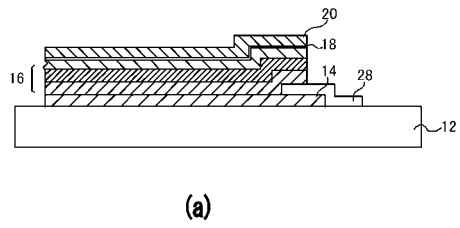
【図2】



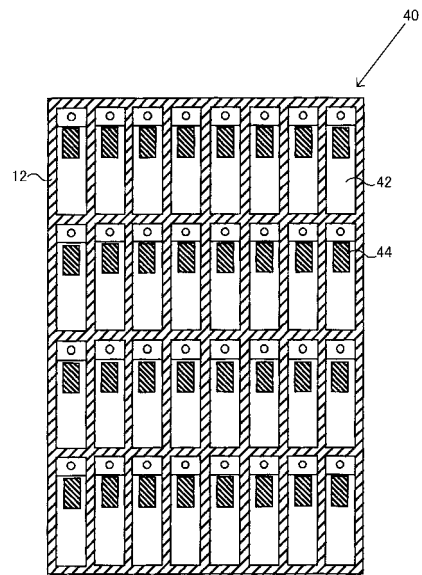
【図3】



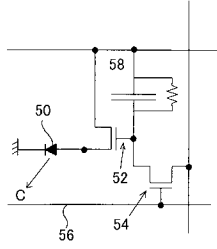
【図4】



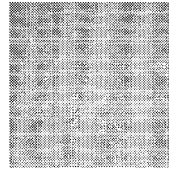
【図5】



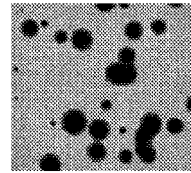
【 図 6 】



【 図 8 】

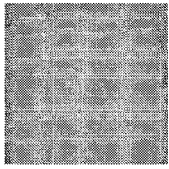


(a)

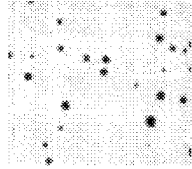


(b)

【 図 7 】

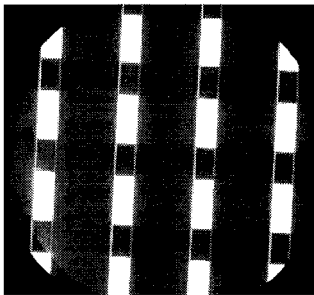


(a)

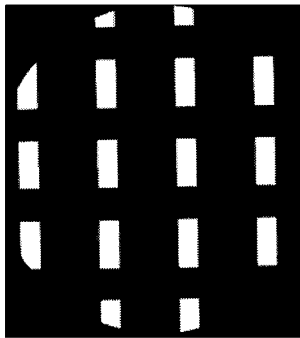


(b)

【 図 9 】

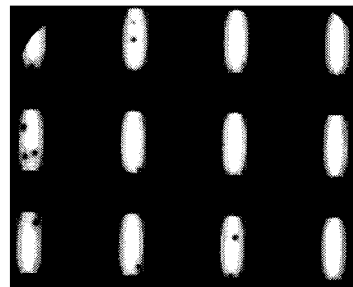


(a)

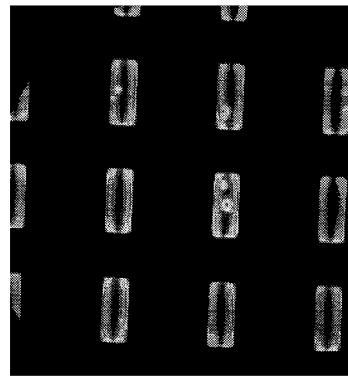


(b)

【 図 10 】

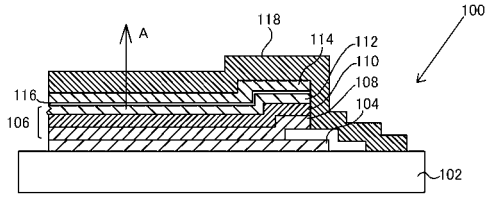


(a)

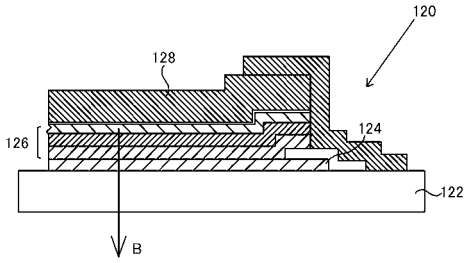


(b)

【 図 1 1 】



(a)



(b)

フロントページの続き

- (72)発明者 村山 浩二
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
- (72)発明者 田中 淳
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内

審査官 本田 博幸

- (56)参考文献 特開2001-326069(JP,A)
特開平06-295788(JP,A)
特開2000-133462(JP,A)
特開2002-184584(JP,A)
特開2002-075661(JP,A)
特開2003-257657(JP,A)
特開2004-95551(JP,A)
実開平11-339969(JP,U)
特開2001-284042(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B33/00-33/28