

(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2004-134404
(P2004-134404A)

(43) 公開日 平成16年4月30日(2004.4.30)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/10	H05B 33/10	3K007
H05B 33/14	H05B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-349750 (P2003-349750)	(71) 出願人	590000846 イーストマン コダック カンパニー アメリカ合衆国, ニューヨーク 14650 、ロチェスター, ステイト ストリート 3 43
(22) 出願日	平成15年10月8日 (2003.10.8)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(31) 優先権主張番号	10/266828	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(32) 優先日	平成14年10月8日 (2002.10.8)	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100102990 弁理士 小林 良博
		(74) 代理人	100082898 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

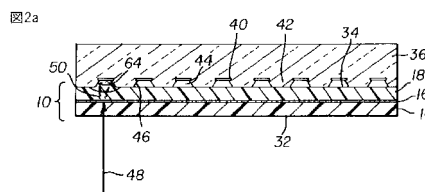
(54) 【発明の名称】 有機発光ダイオードデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザー感熱転写法によるOLEDデバイスの製造において色及び/又は均一性を改良すること。

【解決手段】 OLEDデバイスの製造工程において基板上に有機発光体層を付着させる方法であって、(a) 所望の放出スペクトルを示す有機発光体を有し、熱を受けて該基板へ転写する有機発光体層がコーティングされているドナー要素を用意し、(b) 該基板に対し、所定の間隔を置いて、材料転写関係をなすように該ドナー要素の被覆面を配置することにより減圧環境下で該発光体層を付着させるに際し、該所定の間隔を、該OLEDデバイスから放出される光のスペクトルが所望の放出スペクトルに含まれるように選定し、そして(c) 該ドナー要素を加熱することにより当該転写性層を転写させて当該有機発光デバイスの上に該発光体層を形成させることを特徴とする方法。

【選択図】 図2 a



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

OLEDデバイスの製造工程において基板上に有機発光体層を付着させる方法であって、

a) 所望の放出スペクトルを示す有機発光体を有し、熱を受けて該基板へ転写する有機発光体層がコーティングされているドナー要素を用意し、

b) 該基板に対し、所定の間隔を置いて、材料転写関係をなすように該ドナー要素の被覆面を配置することにより減圧環境下で該発光体層を付着させるに際し、該所定の間隔を、該OLEDデバイスから放出される光のスペクトルが所望の放出スペクトルに含まれるように選定し、そして

c) 該ドナー要素を加熱することにより当該転写性層を転写させて当該有機発光デバイスの上に該発光体層を形成させることを特徴とする方法。 10

【請求項 2】

該所定の間隔が 4 μm 以上 75 μm 未満である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

該所定の間隔が 25 μm 以上である、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

該有機発光体層がドーパント及びホスト材料を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

アノード、カソード、有機発光体層及び該カソードと該有機発光体層との間に配置された電子輸送層を含むOLEDデバイスの製造方法であって、 20

a) 所望の放出スペクトルを示す有機発光体を有し、熱を受けて該OLEDの表面へ転写する有機発光体層がコーティングされているドナー要素を用意し、

b) 減圧環境下、該アノードの上、又は該アノードの上にコーティングされた上層の上に対し、所定の間隔を置いて、材料転写関係をなすように該ドナー要素の被覆面を配置するに際し、該所定の間隔を、当該OLEDデバイス完成体から放出される光のスペクトルが所望の放出スペクトルに含まれるように選定し、そして

c) 該ドナー要素をレーザー光で照射して該ドナー要素を加熱することにより当該転写性層を転写させて当該有機発光デバイスの上に該発光体層を形成させることを特徴とする方法。 30

【請求項 6】

該所定の間隔が 4 μm 以上 75 μm 未満である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

該所定の間隔が 25 μm 以上である、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

該有機発光体層がドーパント及びホスト材料を含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 9】

該有機発光体が可視スペクトルの青色領域に所望の放出スペクトルを有する、請求項 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光ダイオード(OLED)デバイスの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

赤、緑及び青の色画素のような着色画素(通常RGB画素という。)を配列したカラー又はフルカラー有機電場発光(EL)ディスプレイにおいては、RGB画素を形成するため発色性有機EL媒体を精密にパターン化する必要がある。基本的なELデバイスは、共通要素として、アノード、カソード、及び該アノードと該カソードとに挟まれた有機EL媒体を含む。有機EL媒体は1又は2層以上の有機薄膜からなり、その層の一つが主として発 50

光、すなわち電場発光を担う。この特定の層を、一般に有機EL媒体の発光層と称する。有機EL媒体中に存在する他の有機層は、主として電子輸送機能を提供することができ、（正孔輸送のための）正孔輸送層又は（電子輸送のための）電子輸送層と呼ばれる。フルカラー有機ELディスプレイパネルのRGB画素を形成する際には、有機EL媒体の発光層又は有機EL媒体全体を精密にパターン化する方法を工夫する必要がある。

【0003】

典型的には、電場発光画素は、米国特許第5742129号に記載されているようなシャドーマスク技法によりディスプレイ上に形成される。この技法は有効であるが、いくつかの欠点がある。シャドーマスク技法では、解像度の高い画素サイズを達成することが困難である。さらに、画素が適切な位置に形成されるように基板とシャドーマスクとを整合させることが困難である。基板を大きくしたい場合には、整合工程の一部としてシャドーマスクを操作し適切な位置に画素を形成させることが一層困難となる。シャドーマスク技法のさらなる欠点は、マスクの孔が時間と共に目詰まりすることである。マスクの孔が目詰まりすると、ELディスプレイ上に機能しない画素が形成され、望ましくない。

10

【0004】

米国特許第4772582号明細書及びその中の引用文献に教示されているように、従前より、画像をレーザー感熱式色素転写するためのドナー材料が知られている。この方式では、ドナーシートを使用し、レーザービームによりドナーから受容体へ色素を熱転写させることにより各色を転写する。この方式は、高画質化のために用いられているが、EL材料の転写を教示するものではない。

20

【0005】

高解像度有機ELディスプレイをパターン化するのに好適な方法が、米国特許第5851709号(Grandeら)に記載されている。この方法は、(1)対向する第1表面及び第2表面を有する基板を用意し、(2)該基板の第1表面の上に透光性断熱層を形成し、(3)該断熱層の上に吸光層を形成し、(4)該基板に、該第2表面から該断熱層にまで延在する開口部の配列を設け、(5)該吸光層の上に転写可能な発色性有機ドナー層を形成し、(6)該基板の開口部とデバイス上の対応するカラー画素とが配向するように該ドナー基板をディスプレイ基板に対して精密にアラインし、そして(7)該ドナー基板上の有機層を該ディスプレイ基板に転写させるに十分な熱を該開口部上の吸光層に発生させるための輻射線源を使用する、という工程序列を含む。Grandeらの方法にまつわる問題は、ドナー基板上の開口部の配列をパターン化しなければならないことにある。このことは、ドナー基板とディスプレイ基板との間で精密に機械的にアラインメントしなければならないことをはじめとするシャドーマスク技法と同様の多くの問題を生ずる。さらに、ドナーのパターンが固定され、容易に変更できないという問題もある。

30

【0006】

Littman及びTangは、パターン化されていないドナーシートからEL基板へ有機EL材料をパターン様式で転写する方法を教示している(米国特許第5688551号)。Wolkらの一連の特許(米国特許第6114088号、同第6140009号、同第6214520号及び同第6221553号)は、ドナー要素の選ばれた部分をレーザービームで加熱することによりドナー要素から基板へELデバイスの発光層を転写することができる方法を教示している。これらの特許明細書は、当該転写のためには、接触又はほぼ接触させることが好ましいことを教示している。ドナー要素と基板との間を接触させると、ドナー要素と基板とが粘着したり、ドナーから望ましくない不純物や粒状物が受容体へ転写したりするといった問題が生じる。

40

【0007】

【特許文献1】米国特許第5742129号明細書

【特許文献2】米国特許第4772582号明細書

【特許文献3】米国特許第5851709号明細書

【特許文献4】米国特許第5688551号明細書

【特許文献5】米国特許第6114088号明細書

50

【特許文献6】米国特許第6140009号明細書

【特許文献7】米国特許第6214520号明細書

【特許文献8】米国特許第6221553号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、本発明の目的は、レーザー感熱転写法によるOLEDデバイスの製造において、色及び/又は均一性を改良することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的は、OLEDデバイスの製造工程において基板上に有機発光体層を付着させる方法であって、

a) 所望の放出スペクトルを示す有機発光体を有し、熱を受けて該基板へ転写する有機発光体層がコーティングされているドナー要素を用意し、

b) 該基板に対し、所定の間隔を置いて、材料転写関係をなすように該ドナー要素の被覆面を配置することにより減圧環境下で該発光体層を付着させるに際し、該所定の間隔を、該OLEDデバイスから放出される光のスペクトルが所望の放出スペクトルに含まれるように選定し、そして

c) 該ドナー要素を加熱することにより当該転写性層を転写させて当該有機発光デバイスの上に該発光体層を形成させることを特徴とする方法によって達成される。

【発明の効果】

【0010】

本発明の有利な効果は、ドナー要素と基板との間の接触が原因となる問題がなくなることである。本発明は、真空蒸着された有機発光体層に一層適合する放出を提供するレーザー感熱転写法により調製された有機発光体層を形成する。本法のさらなる利点は、有機発光体層の均一性が改良されることである。本発明により製造されたOLEDデバイスは、電場発光強度が高い上、一層安定であることが見出された。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

デバイスの構成要素の寸法、例えば層の厚さは、マイクロメートル以下の領域にある場合が多く、このため、図面の拡大割合は、寸法的な正確さよりも、むしろ見やすさを優先してなされていることに留意されたい。

【0012】

用語「ディスプレイ」又は「ディスプレイパネル」は、ビデオ画像又はテキストを電子的に表示することができるスクリーンをさす。用語「画素」は、当該技術分野で認識されている意味で使用され、ディスプレイパネルの一領域であって、他の領域とは独立に発光するように刺激され得る領域をさす。用語「OLEDデバイス」は、当該技術分野で認識されている意味で使用され、有機発光ダイオードを画素として含む表示装置をさす。カラーOLEDデバイスは、少なくとも1色の光を発する。用語「多色」は、異なる領域で異なる色相の光を発することができるディスプレイパネルをさし、具体的には、異なる色の画像を表示することができるディスプレイパネルをさす。これらの領域は必ずしも隣接しなくてもよい。用語「フルカラー」は、可視スペクトルの赤、緑及び青の各色域で発光し、任意の組合せの色相で画像を表示することができる多色ディスプレイパネルをさす。赤、緑及び青の各色は三原色を構成し、これらの三原色を適宜混合することにより他のすべての色を発生させることができる。用語「色相」は、可視スペクトル内の発光強度プロファイルをさし、異なる色相は視覚的に識別できる色差を示す。画素又は二次画素とは、一般に、ディスプレイパネルにおいてアドレス可能な最小単位をさす。モノクロディスプレイの場合、画素又は二次画素の間に区別はない。用語「二次画素」は、多色ディスプレイパネルにおいて使用され、特定の色を発光するために独立にアドレスすることができる画素の部分

10

20

30

40

50

をさす。例えば、青色二次画素は、青光を発するためにアドレスすることができる画素の当該部分である。フルカラーディスプレイの場合、一つの画素が、三原色の二次画素、すなわち青、緑及び赤で構成されることが一般的である。用語「ピッチ」は、ディスプレイパネルにおける2つの画素又は二次画素を隔てる距離をさす。したがって、二次画素ピッチは、2つの二次画素間の分離を意味する。

【0013】

図1に、有機発光体層18がコーティングされているドナー要素10の構造の一態様を横断面図にて示す。ドナー10要素は、最低限、軟質のドナー支持体要素14を含み、それがドナー要素10の非転写面32を構成する。ドナー支持体要素14は、少なくとも以下の要件を満たす数種の材料のいずれでできていてもよい。ドナー支持体要素は、片面が加圧された状態での光熱式転写工程に際して、また水蒸気のような揮発性成分を除去するために企図されるいかなる予備加熱工程に際しても、構造的団結性を維持できることが必要である。さらに、ドナー支持体は、片面上に比較的薄い有機ドナー材料のコーティングを受容し、このコーティングを、コーティングされた支持体の予想される保存期間内に劣化させることなく保持することができる必要もある。これらの要件を満たす支持体材料の例として、金属箔、当該支持体上のコーティングの転写性有機ドナー材料を転写させるために予測される支持体温度値よりも高いガラス転移温度を示す特定のプラスチック箔、及び繊維強化プラスチック箔が挙げられる。好適な支持体材料の選定は既知の工学的手法によることができるが、本発明の実施に有用なドナー支持体として構成されるときに、選ばれた支持体材料の特定の側面がさらなる検討に値することが認識されている。例えば、当該支持体が、転写性有機材料による予備コーティングの前に、多段階洗浄及び表面調製工程を必要とすることもあり得る。当該支持体材料が放射線透過性材料である場合には、当該支持体の内部又は表面に放射線吸収材料を含めると、適当なフラッシュランプからの放射線フラッシュ又は適当なレーザーからのレーザー光を使用する時の当該ドナー支持体の加熱効果が高くなり、これに応じて転写性有機ドナー材料の当該支持体から基板への転写性が向上することとなり有利となり得る。

10

20

【0014】

ドナー支持体要素14は、スペクトルの所定の部分の放射線を吸収して熱を発生させることができる放射線吸収層16によって均一にコーティングされる。放射線吸収性材料16は、米国特許第5578416号明細書に記載されている色素のような色素、カーボン

30

【0015】

ドナー要素10は、さらに有機発光体層18を含む。有機発光体層18は、熱を受けて基板へ転写されることができる転写性層である。当該熱は、直接適用されるか、又は放射線吸収性材料16へ適用された光によって発生させることができる。このように、ドナー支持体要素14が非転写面32を構成し、有機発光体層18がドナー要素10の被覆面34を構成する。有機発光体層18は、周知である1又は2種以上の有機発光体を含む。米国特許第4769292号及び同第5935721号に詳述されているように、有機EL要素の発光体又は発光層(LEL)は発光材料又は蛍光材料を含み、その領域において電子-正孔対が再結合する結果として電場発光が生じる。有機発光体は、単一材料で構成することもできるが、より一般的には、ホスト材料にゲスト化合物(複数可)、すなわちドーパント、をドーピングしてなり、そこで主として当該ドーパントから発光が生じ、その発光色にも制限はない。有機発光体に含まれるホスト材料は、後述する電子輸送性材料、後述する正孔輸送性材料、又は正孔-電子再結合を支援する別の材料、であることができる。ドーパントは、通常は高蛍光性色素の中から選ばれるが、リン光性化合物、例えば、国際公開第98/55561号、同第00/18851号、同第00/57676号及び同第00/70655号に記載されているような遷移金属錯体も有用である。ドーパントは、ホスト材料に対して0.01~10質量%の範囲内で塗被されることが典型的である。

40

【0016】

ドーパントとしての色素を選定するための重要な関係は、当該分子の最高被占軌道と最

50

低空軌道との間のエネルギー差として定義されるバンドギャップポテンシャルの対比である。ホストからドーパント分子へのエネルギー伝達の効率化を図るためには、当該ドーパントのバンドギャップがホスト材料のそれよりも小さいことが必須条件となる。

【0017】

有機発光体を選定する場合に考慮すべき別の重要な事項は、得られたOLEDデバイス完成品の発光スペクトルが所望の放出スペクトルに含まれること、すなわち、デバイス完成品を活性化した時のスペクトルが適当であること、である。例えば、フルカラーOLEDデバイスの場合、第1の有機発光体が可視スペクトルの緑色領域において所望の放出スペクトルを有し、第2の有機発光体が可視スペクトルの青色領域において所望の放出スペクトルを有し、そして第3の有機発光体が可視スペクトルの赤色領域において所望の放出スペクトルを有することが一般的である。

10

【0018】

有用性が知られているホスト及び発光性分子として、米国特許第4769292号、同第5141671号、同第5150006号、同第5151629号、同第5294870号、同第5405709号、同第5484922号、同第5593788号、同第5645948号、同第5683823号、同第5755999号、同第5928802号、同第5935720号、同第5935721号及び同第6020078号に記載されているものが挙げられるが、これらに限定はされない。

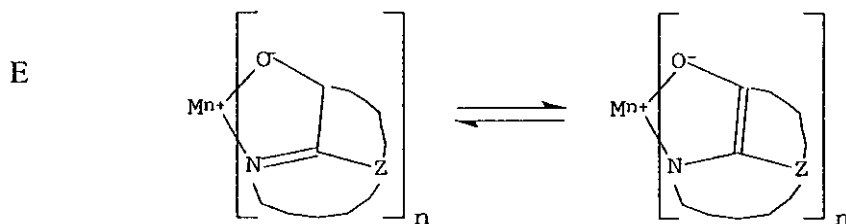
【0019】

8-ヒドロキシキノリン及び類似の誘導体の金属錯体(下記構造式E)は、電場発光を支援することができる有用なホスト化合物の一種であり、特に、500 nmよりも長い波長の光(例、緑色、黄色、橙色及び赤色)を放出させるのに適している。

20

【0020】

【化1】



30

【0021】

上式中、Mは金属を表わし、nは1~3の整数であり、そしてZは、各々独立に、縮合芳香族環を2個以上有する核を完成する原子群を表わす。

上記より、当該金属は1価、2価又は3価になり得ることが明白である。当該金属は、例えば、リチウム、ナトリウムもしくはカリウムのようなアルカリ金属、マグネシウムもしくはカルシウムのようなアルカリ土類金属、又はホウ素もしくはアルミニウムのような土類金属であることができる。一般に、有用なキレート化金属であることが知られているものであれば、1価、2価又は3価のいずれの金属でも使用することができる。

40

【0022】

Zは、その少なくとも一つがアゾール環又はアジン環である2個以上の縮合芳香族環を含有する複素環式核を完成する。必要であれば、当該2個の必須環に、脂肪族環及び芳香族環の双方を含む追加の環を縮合させてもよい。分子の嵩高さが機能向上を伴うことなく増大することを避けるため、通常は環原子の数を18以下に維持する。

【0023】

以下、有用なキレート化オキシノイド系化合物の例を示す。

CO-1: アルミニウムトリスオキシシノ〔別名、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(III)〕

50

]

C0-2: マグネシウムビスオキシシン〔別名、ビス(8-キノリノラト)マグネシウム(II)〕

C0-3: ビス[ベンゾ{f}-8-キノリノラト]亜鉛(II)

C0-4: ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- μ -オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)

C0-5: インジウムトリスオキシシン〔別名、トリス(8-キノリノラト)インジウム〕

C0-6: アルミニウムトリス(5-メチルオキシシン)〔別名、トリス(5-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)〕

C0-7: リチウムオキシシン〔別名、(8-キノリノラト)リチウム(I)〕

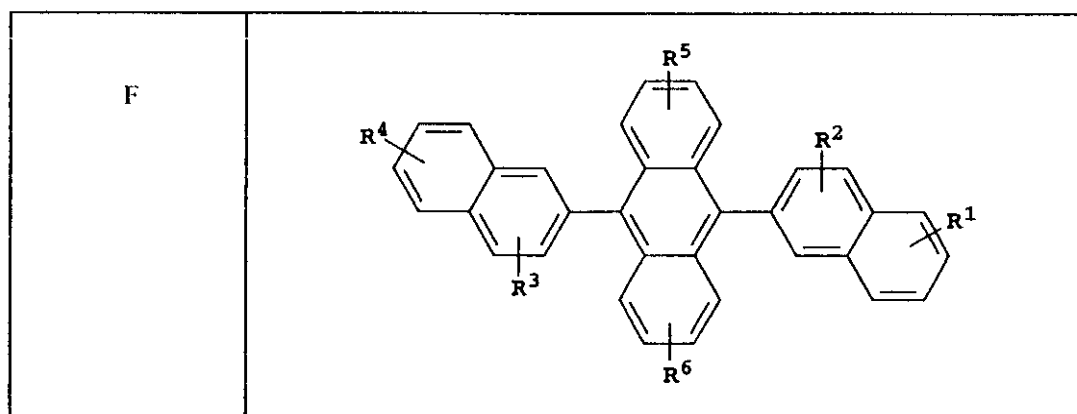
【0024】

10

9,10-ジ-(2-ナフチル)アントラセンの誘導体(下記構造式F)は、電場発光を支援することができる有用なホスト化合物の一種であり、特に、400 nmよりも長い波長の光(例、青色、緑色、黄色、橙色及び赤色)を放出させるのに適している。

【0025】

【化2】



20

30

【0026】

上式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 及び R^6 は、各環上の1又は2以上の置換基であってそれぞれ下記のグループから独立に選ばれるものを表わす。

第1グループ: 水素、又は炭素原子数1~24のアルキル;

第2グループ: 炭素原子数5~20のアリール又は置換アリール;

第3グループ: アントラセニル、ピレニルまたはペリレニルの縮合芳香族環の完成に必要な4~24個の炭素原子;

第4グループ: フリル、チエニル、ピリジル、キノリニルその他の複素環式系の縮合芳香族環の完成に必要な炭素原子数5~24のヘテロアリール又は置換ヘテロアリール;

第5グループ: 炭素原子数1~24のアルコキシルアミノ、アルキルアミノ又はアリールアミノ; 及び

40

第6グループ: フッ素、塩素、臭素又はシアノ

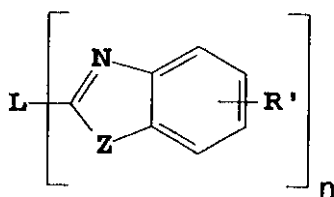
【0027】

ベンズアゾール誘導体(下記構造式G)は、電場発光を支援することができる有用なホスト化合物の一種であり、特に、400 nmよりも長い波長の光(例、青色、緑色、黄色、橙色及び赤色)を放出させるのに適している。

【0028】

【化 3】

G



10

【0029】

上式中、 n は3～8の整数であり、

Z はO、NR又はSであり、

R' は、水素、炭素原子数1～24のアルキル（例えば、プロピル、*t*-ブチル、ヘプチル、等）、炭素原子数5～20のアリールもしくはヘテロ原子置換型アリール（例えば、フェニル及びナフチル、フリル、チエニル、ピリジル、キノリニルその他の複素環式系）、ハロ（例、クロロ、フルオロ）、又は縮合芳香族環の完成に必要な原子群、であり、

L は、アルキル、アリール、置換アルキル又は置換アリールからなる結合ユニットであって、当該複数のベンズアゾール同士を共役的又は非共役的に連結させるものである。

20

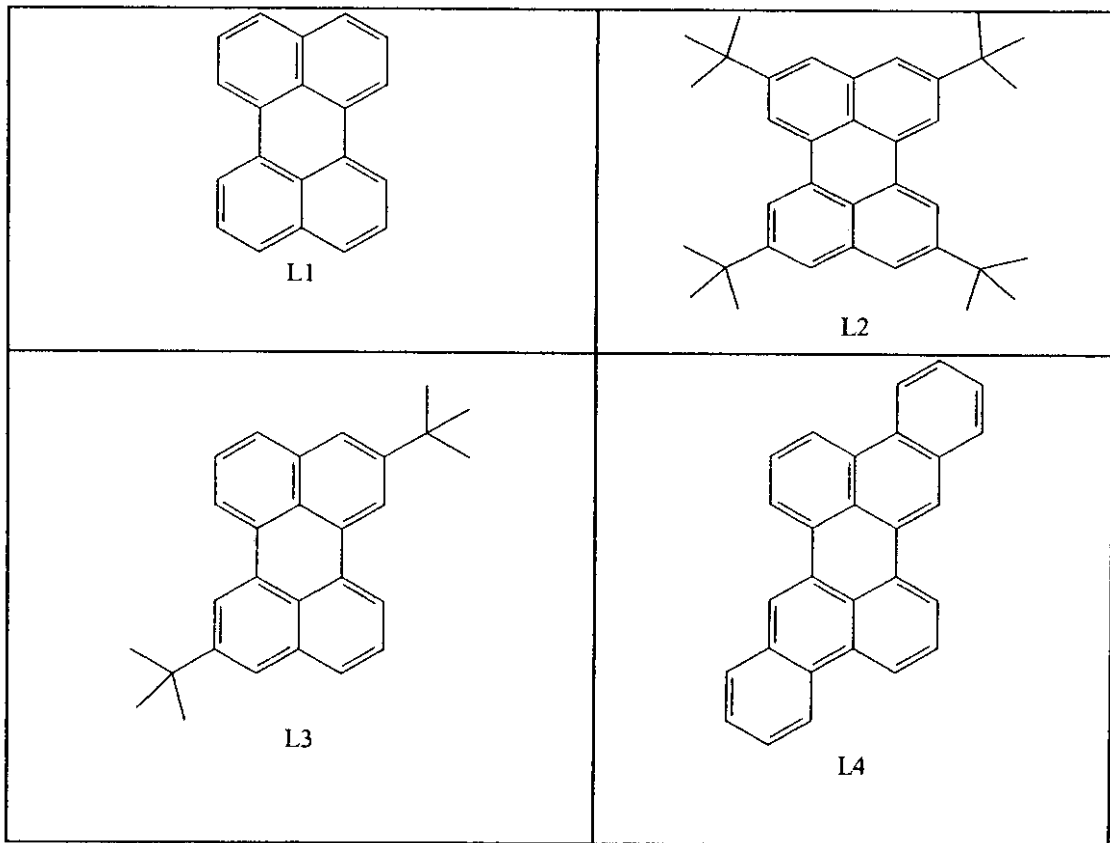
有用なベンズアゾールの一例として2,2',2''-(1,3,5-フェニレン)トリス[1-フェニル-1H-ベンズイミダゾール]が挙げられる。

【0030】

望ましい蛍光性ドーパントには、アントラセン、テトラセン、キサントレン、ペリレン、ルブレン、クマリン、ローダミン、キナクリドン、ジシアノメチレンピラン、チオピラン、ポリメチン、ピリリウム及びチアピリリウムの各化合物の誘導体並びにカルボスチリル化合物が包含される。以下、有用なドーパントの具体例を挙げるが、これらに限定はされない。

【0031】

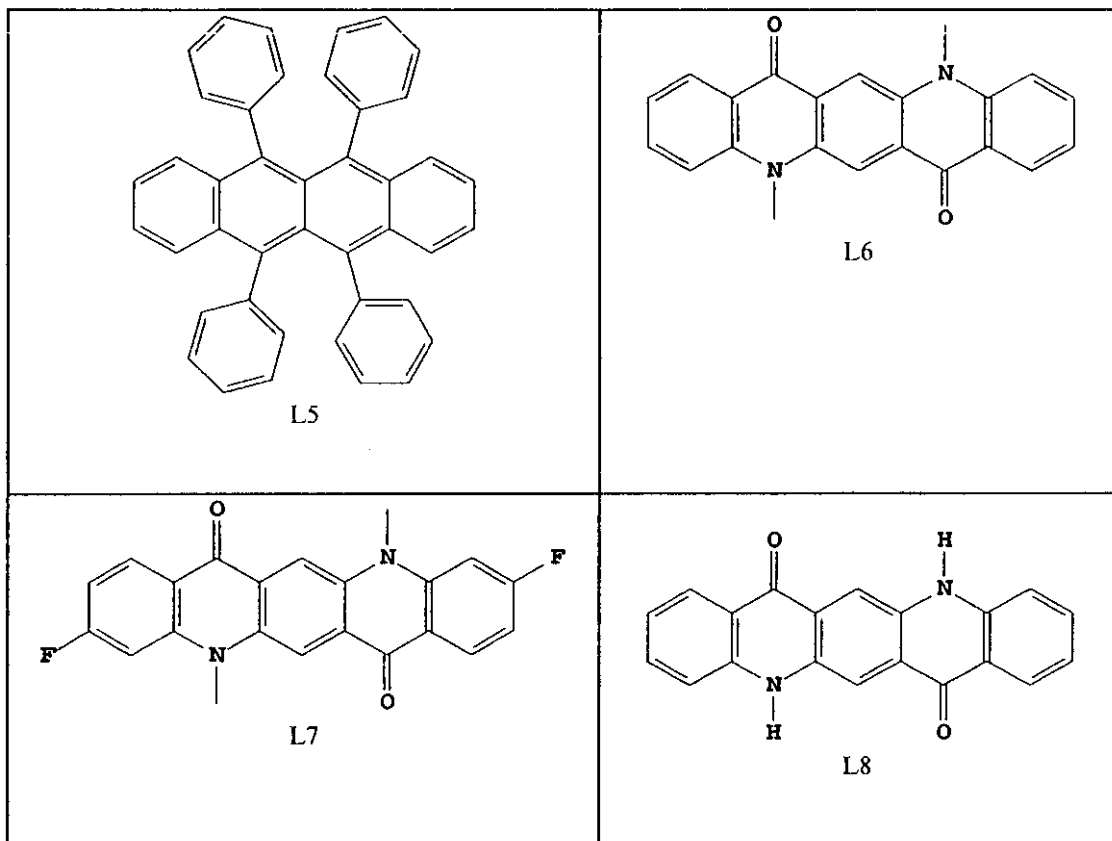
【化 4】



10

20

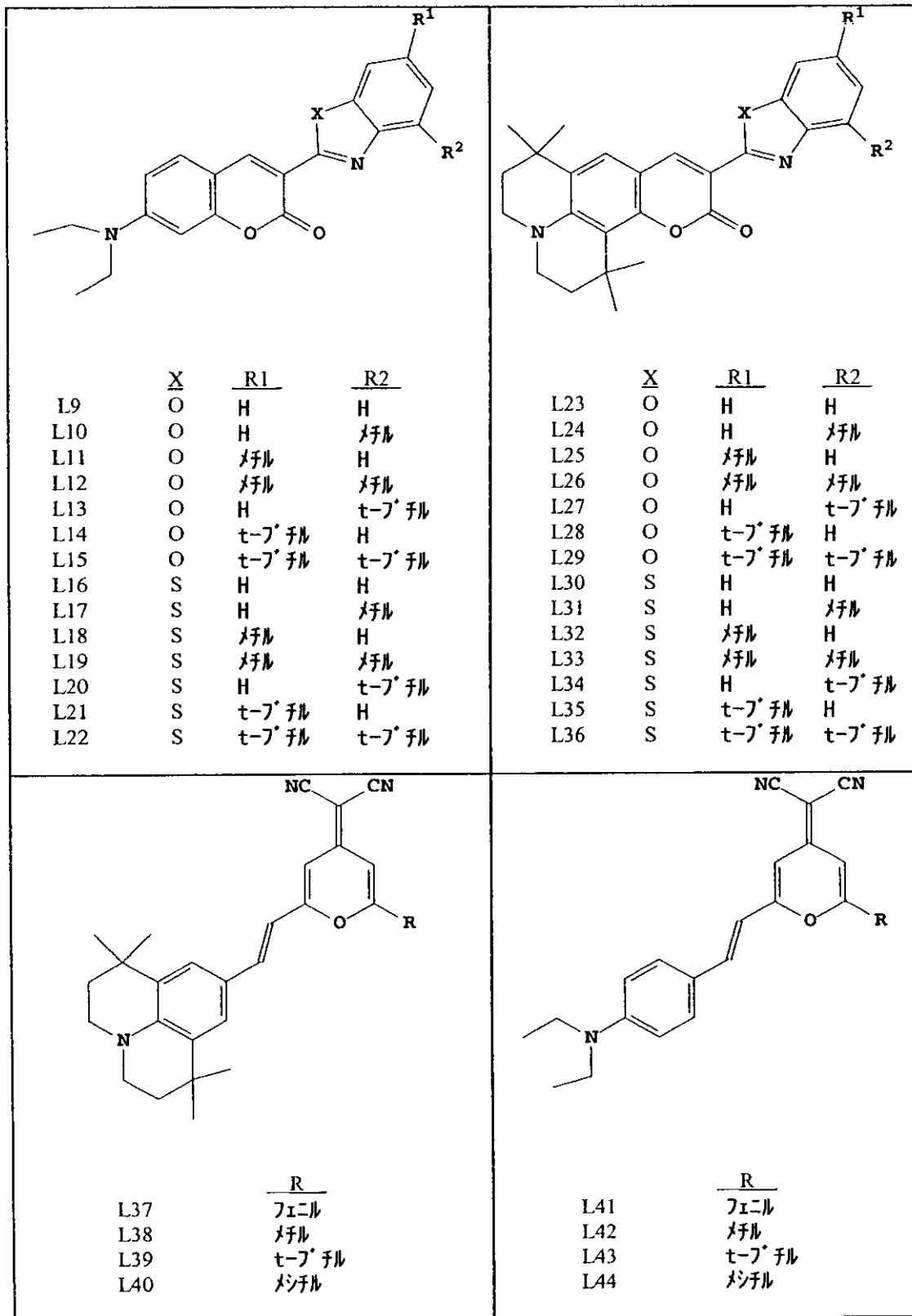
【化 5】



10

20

【化6】



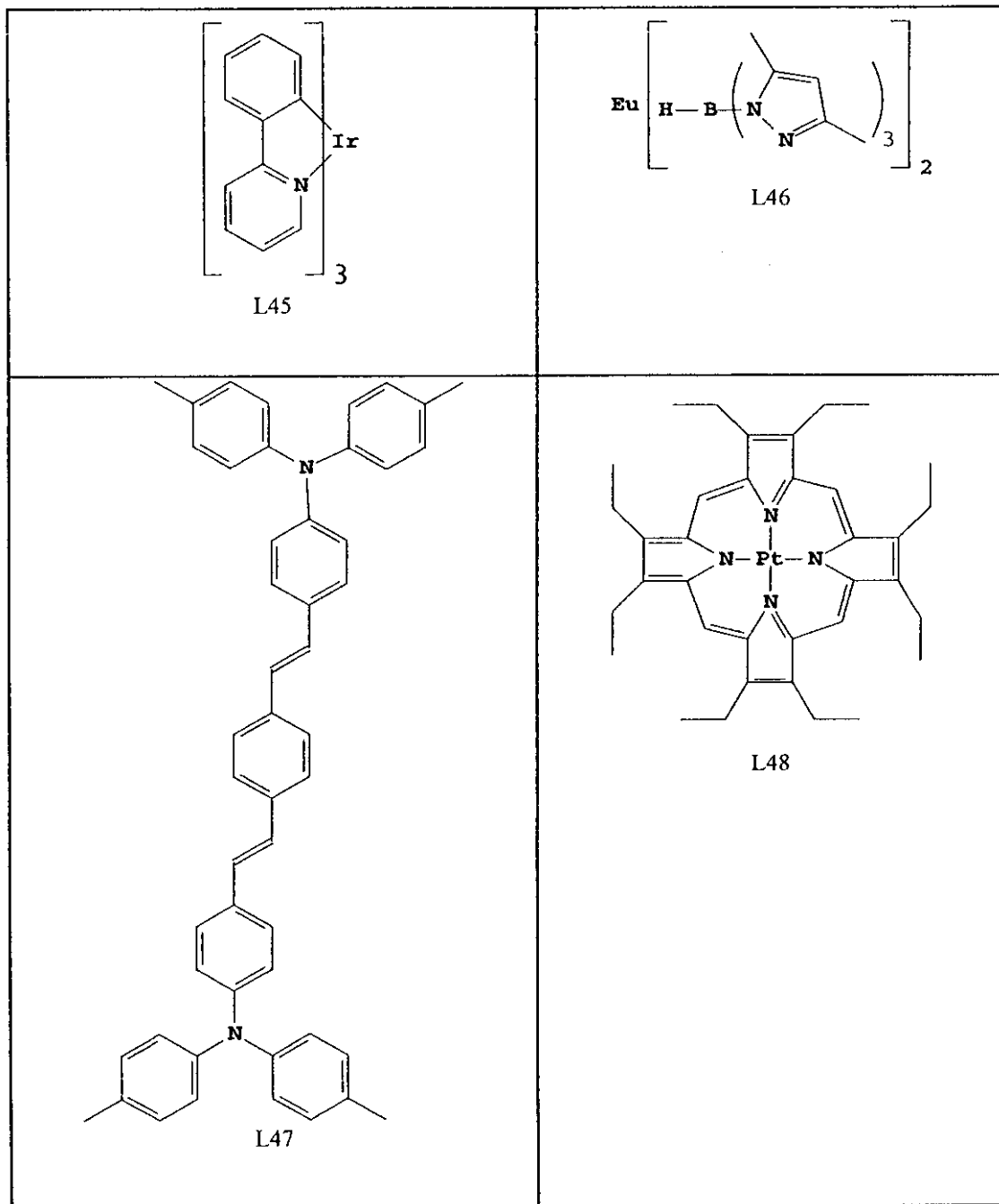
10

20

30

40

【化 7】



10

20

30

40

【0032】

その他の有機発光性材料として、高分子物質、例えば、譲受人共通の米国特許第6194119号B1 (Wolkら) 及びその中の文献に記載されているポリフェニレンビニレン誘導体、ジアルコキシ-ポリフェニレンビニレン、ポリ-パラ-フェニレン誘導体及びポリフルオレン誘導体、を使用することもできる。

【0033】

ドナー要素10は、その他の層、例えば、後述する正孔輸送性材料又は電子輸送性材料を含むことができ、これは図示されていないが、有機発光体層18の上の被覆層であることができる。

【0034】

50

正孔輸送性材料は、芳香族第三アミンのような化合物を含むことがよく知られている。芳香族第三アミンとは、少なくとも一つが芳香族環の環員である炭素原子にのみ結合している3価窒素原子を1個以上含有する化合物であると解される。一つの形態として、芳香族第三アミンはアリールアミン、例えば、モノアリールアミン、ジアリールアミン、トリアリールアミン又は高分子アリールアミンであることができる。トリアリールアミン単量体の例が、米国特許第3180730号(Klupfelら)に示されている。1以上のビニル基で置換された、及び/又は少なくとも一つの活性水素含有基を含む、その他の好適なトリアリールアミンが、米国特許第3567450号及び同第3658520号(Brantleyら)に記載されている。

【0035】

より好ましい種類の芳香族第三アミンは、米国特許第4720432号及び同第5061569号に記載されているような芳香族第三アミン部分を2個以上含有するものである。このような化合物には、下記構造式(A)で表わされるものが含まれる。

【0036】

【化8】



10

20

【0037】

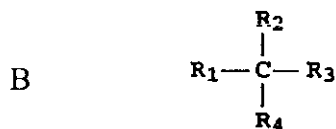
上式中、 Q_1 及び Q_2 は各々独立に選ばれた芳香族第三アミン部分であり、そしてGは、アリーレン、シクロアルキレン又は炭素-炭素結合のアルキレン基のような結合基である。一つの実施態様において、 Q_1 及び Q_2 の少なくとも一方は、多環式縮合環構造体(例、ナフタレン)を含有する。Gがアリール基である場合、それはフェニレン部分、ビフェニレン部分又はナフタレン部分であることが便利である。

構造式(A)を満たし、かつ、2つのトリアリールアミン部分を含有する有用な種類のトリアリールアミンは、下記構造式(B)で表わされる。

30

【0038】

【化9】



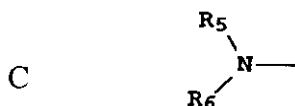
40

【0039】

上式中、 R_1 及び R_2 は、各々独立に、水素原子、アリール基もしくはアルキル基を表わすか、又は、 R_1 及び R_2 は一緒にシクロアルキル基を完成する原子群を表わし、そして R_3 及び R_4 は、各々独立に、アリール基であってそれ自体が下記構造式(C)で示されるようなジアリール置換型アミノ基で置換されているものを表わす。

【0040】

【化 1 0】



【0 0 4 1】

10

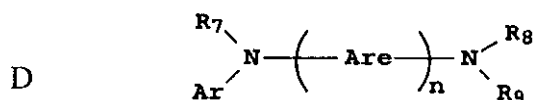
上式中、 R_5 及び R_6 は各々独立に選ばれたアリール基である。一つの実施態様において、 R_5 及び R_6 の少なくとも一方は、多環式縮合環構造体（例、ナフタレン）を含有する。

別の種類の芳香族第三アミンはテトラアリールジアミンである。望ましいテトラアリールジアミンは、アリーレン基を介して結合された、構造式（C）で示したようなジアリールアミノ基を2個含む。有用なテトラアリールジアミンには、下記構造式（D）で表わされるものが含まれる。

【0 0 4 2】

【化 1 1】

20



【0 0 4 3】

上式中、 Ar は各々独立に選ばれたアリーレン基、例えば、フェニレン又はアントラセン部分であり、

n は1～4の整数であり、そして

30

Ar 、 R_7 、 R_8 及び R_9 は各々独立に選ばれたアリール基である。

典型的な実施態様では、 Ar 、 R_7 、 R_8 及び R_9 の少なくとも一つが多環式縮合環構造体（例、ナフタレン）である。

【0 0 4 4】

上記構造式（A）、（B）、（C）、（D）の各種アルキル、アルキレン、アリール及びアリーレン部分も、各々それ自体が置換されていてもよい。典型的な置換基として、アルキル基、アルコキシ基、アリール基、アリールオキシ基、並びにフッ化物、塩化物及び臭化物のようなハロゲンが挙げられる。各種アルキル及びアルキレン部分は、典型的には約1～6個の炭素原子を含有する。シクロアルキル部分は3～約10個の炭素原子を含有し得るが、典型的には、シクロペンチル、シクロヘキシル及びシクロヘプチルの環構造体のように、5個、6個又は7個の環炭素原子を含有する。アリール部分及びアリーレン部分は、通常はフェニル部分及びフェニレン部分である。

40

【0 0 4 5】

正孔輸送層は、芳香族第三アミン化合物の単体又は混合物で形成することができる。具体的には、構造式（B）を満たすトリアリールアミンのようなトリアリールアミンを、構造式（D）が示すようなテトラアリールジアミンと組み合わせて使用することができる。トリアリールアミンをテトラアリールジアミンと組み合わせて使用する場合、後者を、トリアリールアミンと電子注入及び輸送層との間に挿入された層として配置する。以下、有用な芳香族第三アミンを例示する。

1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン

50

1,1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン
 4,4'-ビス(ジフェニルアミノ)クアドリフェニル
 ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)-フェニルメタン
 N,N,N-トリ(p-トリル)アミン
 4-(ジ-p-トリルアミノ)-4'-[4(ジ-p-トリルアミノ)-スチリル]スチルベン
 N,N,N',N'-テトラ-p-トリル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N,N,N',N'-テトラフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル
 N-フェニルカルバゾール
 ポリ(N-ビニルカルバゾール)
 N,N'-ジ-1-ナフタレニル-N,N'-ジフェニル-4,4'-ジアミノビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4''-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]-p-ターフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(3-アセナフテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン
 4,4'-ビス[N-(9-アントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4''-ビス[N-(1-アントリル)-N-フェニルアミノ]-p-ターフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-フェナントリル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(8-フルオルアンテニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ピレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ナフタセニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(2-ペリレニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 4,4'-ビス[N-(1-コロネニル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル
 2,6-ビス(ジ-p-トリルアミノ)ナフタレン
 2,6-ビス[ジ-(1-ナフチル)アミノ]ナフタレン
 2,6-ビス[N-(1-ナフチル)-N-(2-ナフチル)アミノ]ナフタレン
 N,N,N',N'-テトラ(2-ナフチル)-4,4''-ジアミノ-p-ターフェニル
 4,4'-ビス{N-フェニル-N-[4-(1-ナフチル)-フェニル]アミノ}ビフェニル
 4,4'-ビス[N-フェニル-N-(2-ピレニル)アミノ]ビフェニル
 2,6-ビス[N,N-ジ(2-ナフチル)アミン]フルオレン
 1,5-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ナフタレン

10

20

30

【0046】

別の種類の有用な正孔輸送性材料として、欧州特許第1009041号に記載されているような多環式芳香族化合物が挙げられる。オリゴマー材料をはじめとする、3個以上のアミン基を有する第三芳香族アミンを使用してもよい。さらに、ポリ(N-ビニルカルバゾール)(PVK)、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン及びPEDOT/PSSとも呼ばれているポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(4-スチレンスルホネート)のようなコポリマー、といった高分子正孔輸送性材料を使用することもできる。

【0047】

図2aに、OLEDデバイスの製造プロセスにおいて、光処理法により、ドナー要素10から基板36の部分上へ、最小間隙を差し渡して有機発光体層18を付着させる方法の横断面図を示す。基板36は、ドナーから発光材料を受容する表面を提供する有機固体、無機固体又は有機固体と無機固体の混合物であることができる。基板36は、硬質であっても軟質であってもよく、シートやウェハのような独立片として又は連続ロールとして処理されることができる。典型的な基板材料として、ガラス、プラスチック、金属、セラミック、半導体、金属酸化物、半導体酸化物、半導体窒化物又はこれらの組合せが挙げられる。基板36は、材料の均質混合物、材料の複合材、又は材料の多層であることができる。基板36は、OLED基板、すなわちOLEDデバイス製造用の一般的な基板、例えば、アクティブ型低温ポリシリコンTFT基板であることができる。基板36は、所期の発光方向に依存して、透光性又は不透明であることができる。当該基板を通してEL発光を観察する場合に

40

50

は、透光性が望まれる。このような場合には、一般に、透明なガラス又はプラスチックが用いられる。上部電極を通してEL発光を観察する用途の場合には、底部支持体の透過性は問題とならないので、透光性であっても、吸光性であっても、また光反射性であってもよい。このような場合に用いられる基板として、ガラス、プラスチック、半導体材料、セラミックス、回路基板材料その他のOLEDデバイス（パッシブ型又はアクティブ型のいずれでもよい）の形成に汎用されているものが挙げられるが、これらに限定はされない。本工程の前に、基板36に他の層を被覆してもよい。

【0048】

ドナー要素10の被覆面34が、基板36に対し、材料転写関係をなすように配置されている。「材料転写関係」とは、有機発光体層18から基板36への有機発光体の転写が促進されるようにドナー要素10と基板36が配置されていることを意味する。ドナー要素10の被覆面34は、アノードの上、又はアノードの上にコーティングされた上層の上の、薄膜トランジスタ40に対して、所定の間隔44を置いて配置される。所定の間隔は、いくつかの方法で付与されることができる。図2aの場合、所定の間隔44が基板36の構造によって付与されている。所定の間隔は、ドナー要素10の構造によって付与されることもできる。例えば、譲受人共通の米国特許第5714301号明細書（Borosonら）に記載されているように、ドナー要素10の表面にスペーサビーズを付加することにより、所定の間隔を設けることができる。

【0049】

ドナー要素10は放射線吸収層16を具備して調製されており、そして所定の間隔44が、薄膜トランジスタ40と介在する隆起表面部分42との構造によって維持される。別の態様として、所定の間隔44を他の方法で、例えば、ドナー要素10の被覆面34の上にスペーサ要素を使用する方法で維持できることを理解されたい。この方法は、譲受人共通の米国特許出願第10/060837号（出願日2002年1月30日；Mitchell S. Burberryら；発明の名称「Using Spacer Elements to Make Electroluminescent Display Devices」）に教示されており、その開示事項を本明細書の一部とする。所定の間隔の間隙は、平均自由行程が当該所定の間隔よりも大きくなる減圧環境下で維持される。このことは、当該間隙を横断する材料が何らかの残留気体と衝突する確率が低いことを意味する。一般に、これは1トル（約133Pa）以下の圧力を意味する。レーザー光48のパターンが、ドナー要素10の非転写面32を照明する。ドナー要素10の放射線吸収性層16に当たるレーザー光48の大部分が熱50に変換されるが、これは、ドナー要素10の選択的に照射された部分においてしか起こらない。このため、レーザー光48の近傍におけるドナー要素10の有機発光体層18が加熱される。有機発光体層18の加熱された部分の一部又は全部が気化転写により有機発光デバイス基板36の受容面46の上に転写され、パターン化転写された有機発光体層64を形成する。気化転写とは、材料が個別分子又は小さな分子クラスターとして間隙を横断して輸送されるプロセスとして定義される。これには、昇華、気化及びアブレーションのようなプロセスが含まれ得る。有機発光体層18は、明瞭化のため、単一層として図示されているが、それが本明細書に記載した多層コーティングを代表し得ることを理解されたい。

【0050】

図2bに、OLEDデバイスの製造プロセスにおいて、光処理法により、ドナー要素10から基板36の部分上へ、より大きな間隙を差し渡して有機発光体層18を付着させる方法の横断面図を示す。この態様では、所定の間隔54が、スペーサ要素58により、及び薄膜トランジスタ40の構造からの所定の間隔44により、維持される。当該間隙は、平均自由行程が当該所定の間隔よりも大きくなる減圧環境下で維持される。このことは、当該間隙を横断する材料が何らかの残留気体と衝突する確率が低いことを意味する。一般に、これは1トル（約133Pa）以下の圧力を意味する。レーザー光48のパターンが、非転写面32を照明する。レーザー光48が放射線吸収性層16に当たると熱50が発生する。このため、レーザー光48の近傍における有機発光体層18が加熱される。有機発光体層18の加熱された部分の一部又は全部が気化転写により基板36の受容面46の上に

転写され、パターン化転写された有機発光体層 64 を形成する。有機発光体層 18 は、明瞭化のため、単一層として図示されているが、それが本明細書に記載した多層コーティングを代表し得ることを理解されたい。

【0051】

図3に、本発明の方法により製造されたOLEDデバイスを示す。OLEDデバイス70はアノード62及びカソード68を含む。OLEDデバイス70は有機発光体層64及び電子輸送層66をも含む。電子輸送層66はカソード68と有機発光体層64との間に配置される。

【0052】

導電性アノード層は、一般に、基板上に形成され、そしてEL発光を当該アノードを介して観察する場合には、当該発光に対して透明又は実質的に透明であることが必要である。本発明に用いられる一般的な透明アノード材料はインジウム錫酸化物(ITO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)及び酸化錫であるが、例示としてアルミニウム又はインジウムをドープした酸化亜鉛、マグネシウムインジウム酸化物及びニッケルタングステン酸化物をはじめとする他の金属酸化物でも使用することができる。これらの酸化物の他、アノード材料として、窒化ガリウムのような金属窒化物、セレン化亜鉛のような金属セレン化物、及び硫化亜鉛のような金属硫化物を使用することもできる。EL発光を上部電極を介して観察する用途の場合には、アノード材料の透過性は問題とならず、透明、不透明又は反射性を問わずいずれの導電性材料でも使用することができる。このような用途向けの導体の例として、金、イリジウム、モリブデン、パラジウム及び白金が挙げられるが、これらに限定はされない。典型的なアノード材料は、透過性であってもそうでなくても、4.1 eV以上の仕事関数を有する。望ましいアノード材料は、一般に、蒸発法、スパッタ法、化学的気相成長(CVD)法又は電気化学法のような適当な手段のいずれによっても付着することができる。アノード材料は、周知のフォトリソグラフィ法によってパターン化することもできる。任意ではあるが、他の層を適用する前に、表面粗さを低減して短絡を極力抑え、又は反射性を高めるため、アノードに研磨処理を施すこともできる。

【0053】

アノードを介して発光させる場合には、カソード材料は、ほとんどすべての導電性材料を含んでなることができる。望ましい材料は、下部の有機層との良好な接触が確保されるよう良好なフィルム形成性を示し、低電圧での電子注入を促進し、かつ、良好な安定性を有する。有用なカソード材料は、低仕事関数金属(< 4.0 eV)又は合金を含むことが多い。好適なカソード材料の1種に、米国特許第4885221号明細書に記載されているMg:Ag合金(銀含有率1~20%)を含むものがある。別の好適な種類のカソード材料として、低仕事関数金属又は金属塩の薄層に、これより厚い導電性金属の層をキャップしてなる二層形が挙げられる。このようなカソードの一つに、米国特許第5677572号明細書に記載されている、LiF薄層にこれより厚いAl層を載せてなるものがある。その他の有用なカソード材料として、米国特許第5059861号、同第5059862号及び同第6140763号明細書に記載されているものが挙げられるが、これらに限定はされない。

【0054】

カソードを介して発光を観察する場合には、当該カソードは透明又はほぼ透明でなければならない。このような用途の場合、金属が薄くなければならないか、又は透明導電性酸化物もしくはこれら材料の組合せを使用しなければならない。透光性カソードについては、米国特許第4885211号、米国特許第5247190号、JP3,234,963、米国特許第5703436号、米国特許第5608287号、米国特許第5837391号、米国特許第5677572号、米国特許第5776622号、米国特許第5776623号、米国特許第5714838号、米国特許第5969474号、米国特許第5739545号、米国特許第5981306号、米国特許第6137223号、米国特許第6140763号、米国特許第6172459号、欧州特許第1076368号、米国特許第6278236号及び米国特許第6284393号に詳しく記載されている。カソード材料は、蒸発法、スパッタ法又は化学的気相成長法により付着させることができる。必要な場合に

は、例えば、マスク介在蒸着法、米国特許第5276380号及び欧州特許出願公開第0732868号明細書に記載の一体型シャドーマスク法、レーザーアブレーション法及び選択的化学的気相成長法をはじめとする多くの周知の方法により、パターンを形成させてもよい。

【0055】

本発明の電子輸送性層66に使用するのに好ましい電子輸送性材料は、オキシノ(通称8-キノリノール又は8-ヒドロキシキノリン)それ自体のキレートをはじめとする金属キレート化オキシノイド系化合物である。このような化合物は、電子の注入及び輸送を助長し、しかも高い性能レベルを示すと共に、薄膜への加工が容易である。企図されるオキシノイド系化合物の例は、既述の構造式(E)を満たす化合物である。

10

【0056】

その他の電子輸送性材料として、米国特許第4356429号に記載されている各種ブタジエン誘導体、及び米国特許第4539507に記載されている各種複素環式蛍光増白剤が挙げられる。既述の構造式(G)を満たすベンズアゾールも有用な電子輸送性材料となる。電子輸送性材料としては、トリアジンも有用であることが知られている。

【0057】

その他の電子輸送性材料として、高分子物質、例えば、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリ-パラ-フェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン、ポリアセチレンその他の導電性高分子有機材料、例えば、譲受人共通の米国特許第6221553号及びその中の文献に記載されているもの、を使用することもできる。

20

【0058】

場合によっては、単一の層に発光と電子輸送の両方を支援する機能を発揮させること、したがって発光性材料と電子輸送性材料とを含めること、が可能である。

【0059】

図4に、本発明によるOLEDデバイスの製造方法において有機発光体層を基板上に付着させる方法に含まれる全工程を示すブロック図を示す。最初に、ドナー要素10を調製する(工程200)。基板36の上にスペーサ要素(複数可)58を配置する(工程202)。次いで、スペーサ要素58の上にドナー要素10を配置する(工程204)。その後、レーザー光48を使用して、ドナー要素10から基板36へ有機発光体層18を光熱式転写させる(工程206)。このプロセスについて、後述する実施例において、さらに詳しく説明する。

30

【実施例】

【0060】

本発明とその利点は以下の比較例により一層良好に認識することができる。

ドナー要素例1(青色ドナー要素)

本発明の構成要件を満たすドナー要素を以下のように構築した。

1) 厚さ75µmのポリスルホン(UDEL)ドナー基板の上に、クロムからなる厚さ30nmの吸収層を真空蒸着した。

2) 該クロム層の上に、独立した2つの蒸発用ポートから、1.25%のテトラ-t-ブチル-ペリレン(TBP)を含む2-t-ブチル-9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(TBADN)からなる厚さ20nmの層を真空蒸着した。

40

【0061】

ドナー要素例2(赤色ドナー要素)

本発明の構成要件を満たすドナー要素を、ドナー要素例1について記載した方法において工程2)を以下のように実施したことを除き、同様に構築した。

2) 該クロム層の上に、独立した3つの蒸発用ポートから、49%のTBADN、49%のトリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(ALQ)及び2%の4-(ジシアノメチレン)-2-t-ブチル-6-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジル-9-エニル)-4H-ピラン(DCJTb)からなる全体の厚さ20nmの層を真空蒸着した。

【0062】

50

ドナー要素例 3 (緑色ドナー要素)

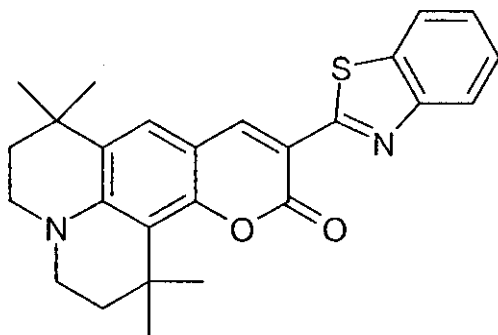
本発明の構成要件を満たすドナー要素を、ドナー要素例 1 について記載した方法において工程 2) を以下のように実施したことを除き、同様に構築した。

2) 該クロム層の上に、独立した 2 つの蒸発用ポートから、2 % の緑色ドーパント I を含む TBADN からなる厚さ 20 nm の層を真空蒸着した。

【 0 0 6 3 】

緑色ドーパント I :

【 化 1 2 】



10

20

【 0 0 6 4 】

OLEDデバイス例 1

比較用の OLED デバイスを以下のように構築した。

1) 清浄なガラス OLED 基板の上に、厚さ 40 ~ 80 nm のインジウム錫酸化物の透明電極を真空蒸着した。

2) 得られた表面にプラズマ酸素エッチング処理を施し、次いで、厚さ ~ 0.1 nm の CF_x をプラズマ蒸着した。

3) その表面に、厚さ 170 nm の NPB からなる正孔輸送層を真空蒸着した。

30

4) ドナー要素例 1 で調製したドナー要素を、NPB 層の上に配置し、そしてカバーガラスの助けを借りて真空 (1×10^{-3} トル) を使用して密着保持した。OLED 基板の放出が望まれる領域に、出力 6 W の赤外レーザービームをポリスルホン基板を通して照射することによりドナー要素から発光性材料を転写させた。ビームの大きさは、強度点 $1 / e^2$ に対して約 $1.4 \mu\text{m} \times 5 \text{mm}$ とした。ビームは、ビームの長手寸法に垂直な方向に 0.144 m / 秒で走査した。走査間の走査方向に垂直な方向にビーム幅を並進させることにより、連続刈幅を露出した。

5) 発光層の上に、トリス (8-ヒドロキシキノリン) アルミニウム (ALQ) の厚さ 35 nm の電子輸送層を真空蒸着した。

6) 電子輸送層の上に、真空蒸着法で厚さ 20 nm の銀と厚さ 200 nm のマグネシウムを共蒸着することにより、電極を形成した。

40

7) ガラスの被覆面上に金属製カバープレートを封止することにより、蒸着した層を封入した。

【 0 0 6 5 】

OLEDデバイス例 2

本発明の構成要件を満たす OLED デバイスを、OLED デバイス例 1 について記載した方法において、工程 4) で使用したドナー要素を、当該 NPB 層から、電極領域における転写を可能ならしめる $2 \text{mm} \times 2 \text{mm}$ の開口部を有する $10 \mu\text{m}$ のシムストック (shim stock) によって隔離したことを除き、同様に構築した。

【 0 0 6 6 】

50

OLEDデバイス例 3 ~ 5

本発明の構成要件を満たすOLEDデバイスを、OLEDデバイス例 2 について記載した方法において、使用するシムストックの厚さをそれぞれ 25 μm 、68 μm 及び 125 μm としたことを除き、同様に調製した。

【0067】

OLEDデバイス例 6

蒸発型の比較用OLEDデバイスを以下のように構築した。

1) 清浄な平坦なガラスOLED基板上に、厚さ 40 ~ 80 nm のインジウム錫酸化物の透明電極を真空蒸着した。

2) 得られた表面にプラズマ酸素エッチング処理を施し、次いで、厚さ ~ 0.1 nm の CFx をプラズマ蒸着した。 10

3) その表面に、厚さ 140 nm のNPBからなる正孔輸送層を真空蒸着した。

4) NPB層の上に、1.25% のTBPを含むTBADNからなる厚さ 20 nm の層を、独立した2つの蒸発用ポートから真空蒸着した。

5) 発光層の上に、トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(ALQ)の厚さ 35 nm の電子輸送層を真空蒸着した。

6) 電子輸送層の上に、真空蒸着法で厚さ 20 nm の銀と厚さ 200 nm のマグネシウムを共蒸着することにより、電極を形成した。

7) ガラスの被覆面上に金属製カバープレートを封止することにより、蒸着した層を封入した。 20

【0068】

OLEDデバイス例 7

蒸発型の比較用OLEDデバイスを、OLEDデバイス例 6 について記載した方法において、工程 1) で使用した基板を、電極領域に 1 μm のフォトレジストウェルを有するOLED基板としたことを除き、同様に構築した。

【0069】

デバイスの試験は、構築したOLEDデバイスに、プログラム可能な電源で 20 mA の一定電流を流すことからなるものとした。光出力は、フォト・リサーチ(Photo Research) PR 650 分光光度計でモニターした。初期放射輝度並びに CIE 色座標 x 及び y を記録した。さらに、デバイスの試験は、構築したOLEDデバイスに一定電流を流し、得られた電場発光の顕微鏡写真を記録して転写の均一性を測定することからなるものとした。間隙 0 で転写されたデバイスは、発光パターンにおいて干渉様縞(フリンジ)からなる不均一性を示した。これらのパターンを「強い」、「中位」又は「なし」と判定した。結果を表 1 に示す。 30

【0070】

【表 1】

表 1

例#	種別	間隙	CIE X	CIE Y	フリッジ効果
1	比較例	0	0.184	0.274	S
2	発明例	10	0.175	0.264	N
3	発明例	25	0.174	0.260	N
4	発明例	68	0.171	0.248	N
5	発明例	125	0.168	0.243	N
6	蒸発型 比較例	—	0.160	0.251	N
7	蒸発型 比較例	—	0.145	0.202	N

* S=強いフリッジパターン、M=中位フリッジ、N=フリッジなし

10

【0071】

OLEDデバイス例 8

比較用OLEDデバイスを、OLEDデバイス例 1 について記載した方法において、工程 4) で、ドナー要素例 2 で調製したドナー要素を使用したことを除き、同様に構築した。

20

【0072】

OLEDデバイス例 9

本発明の構成要件を満たすOLEDデバイスを、OLEDデバイス例 8 について記載した方法において、工程 4) で使用したドナー要素を、当該NPB層から、電極領域における転写を可能ならしめる 2 mm × 2 mm の開口部を有する 10 μm のシムストックによって隔離したことを除き、同様に構築した。

【0073】

OLEDデバイス例 10 ~ 12

本発明の構成要件を満たすOLEDデバイスを、OLEDデバイス例 9 について記載した方法において、使用するシムストックの厚さをそれぞれ 25 μm、68 μm 及び 125 μm としたことを除き、同様に調製した。

30

【0074】

デバイスの試験は、構築したOLEDデバイスに一定電流を流し、得られた電場発光の顕微鏡写真を記録して転写の均一性を測定することからなるものとした。間隙 0 で転写されたデバイスは、発光パターンにおいて干渉様縞（フリッジ）からなる不均一性を示した。これらのパターンを「強い」、「中位」又は「なし」と判定した。結果を表 2 に示す。

【0075】

【表 2】

表 2

例#	種別	間隙	フリッジ効果
8	比較例	0	S
9	発明例	10	S
10	発明例	25	N
11	発明例	68	N
12	発明例	125	N

* S=強いフリッジパターン、M=中位フリッジ、N=フリッジなし

10

【0076】

OLEDデバイス例 1 3

比較用OLEDデバイスを、OLEDデバイス例 1 について記載した方法において、工程 4) で、ドナー要素例 3 で調製したドナー要素を使用したことを除き、同様に構築した。

【0077】

OLEDデバイス例 1 4

本発明の構成要件を満たすOLEDデバイスを、OLEDデバイス例 1 3 について記載した方法において、工程 4) で使用したドナー要素を、当該NPB層から、電極領域における転写を可能ならしめる 2 mm x 2 mm の開口部を有する 10 μm のシムストックによって隔離したことを除き、同様に構築した。

20

【0078】

OLEDデバイス例 1 5 ~ 1 7

本発明の構成要件を満たすOLEDデバイスを、OLEDデバイス例 1 4 について記載した方法において、使用するシムストックの厚さをそれぞれ 25 μm、68 μm 及び 125 μm としたことを除き、同様に調製した。

【0079】

デバイスの試験は、構築したOLEDデバイスに一定電流を流し、得られた電場発光の顕微鏡写真を記録して転写の均一性を測定することからなるものとした。間隙 0 で転写されたデバイスは、発光パターンにおいて干渉様縞 (フリッジ) からなる不均一性を示した。これらのパターンを「強い」、「中位」又は「なし」と判定した。結果を表 3 に示す。

30

【0080】

【表 3】

表 3

例#	種別	間隙	フリッジ効果
13	比較例	0	S
14	発明例	10	S
15	発明例	25	M
16	発明例	68	N
17	発明例	125	N

* S=強いフリッジパターン、M=中位フリッジ、N=フリッジなし

40

【0081】

結果

青色については、x と y が共に低下すると、色が改良される。表 1 のデータは、間隙が

50

増大するにつれて実際に青色が改良されたことを示している。このことは、所定の間隔として $4 \mu\text{m}$ 以上を選定することにより、放出スペクトルが改良され得ることを示唆している。所定の間隔は、当該OLEDデバイスから放出される光のスペクトルが所望の放出波長に含まれるように、選定することができる。間隙の増大に伴ない、赤色及び緑色のセルが色を認識できるほど変化することはなかった。

【0082】

間隙0で転写された青、赤及び緑の各デバイスは、電場発光パターンにおいて干渉様縞（フリンジ）を示した。これらは、不規則さによって誘発されたドナーと受容体との間の小さなスペース変動を反映する地形的輪郭に対応するようである。間隙が大きいほど、フリンジの程度は小さくなる。間隙が $10 \mu\text{m}$ より大きくなると、フリンジパターンはほとんど又はまったく示されなかった。このことは、所定の間隔として $25 \mu\text{m}$ 以上を選定することにより、均一性が改良され得ることを示唆している。所定の間隔の上限は、有機発光体層64が基板36の上で所望の位置以外の位置に分散することによって定められる。このような上限は $75 \mu\text{m}$ 程度である。

10

【0083】

本発明は、間隙を増加させると、ドナー上の異なる位置から転写されてくる材料の空間分布及び到達時間が平均化されることにより、転写の均一性が向上するものと推測する。レーザー転写プロセスは複雑で、様々な材料の発光層を各種様式で生ぜしめ得る。例えば、青色発光セルは、 AlQ_3 状態へのエネルギー移動が発熱性であるため、望ましくない緑色放出を受けやすい。間隙が増加することによる均一性及び形態的な変化は、再結合中心の分布を生ぜしめ、望ましくない緑色を減少させ得る。赤色セルは、赤色ドーパントのエネルギー準位が Alq_3 の緑色状態よりも低いいため、望ましくない緑色放出を受けにくい。緑色セルにおいては、 Alq_3 からの放出は、實際上、緑色発光層と区別することができない。赤色、緑色及び青色のすべてのセルにおいて、電場発光に含まれるフリンジ様アーチファクトの再検出において観測されるように、間隙の増加により放出の均一性が一層高くなった。

20

【図面の簡単な説明】

【0084】

【図1】本発明により製造されたドナー要素の構造の一態様を示す略横断面図である。

【図2a】光処理法により、ドナーから基板へ、最小間隙を差し渡し有機材料を転写することを示す略横断面図である。

30

【図2b】光処理法により、ドナーから基板へ、より大きな間隙を差し渡し有機材料を転写することを示す略横断面図である。

【図3】本発明により製造されたOLEDデバイスを示す略横断面図である。

【図4】有機発光体層を基板上に付着させることに含まれる全工程を示すブロック図である。

【符号の説明】

【0085】

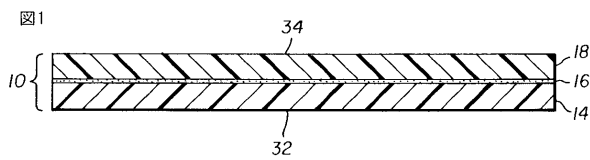
- 10 ... ドナー要素
- 14 ... ドナー支持体要素
- 16 ... 輻射線吸収層
- 18、64 ... 有機発光体層
- 30 ... 有機材料
- 32 ... 非転写面
- 34 ... 被覆面
- 36 ... 基板
- 40 ... 薄膜トランジスタ
- 42 ... 隆起表面部分
- 44、54 ... 所定の間隔
- 46 ... 受容面

40

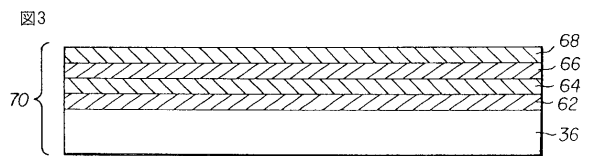
50

- 48 ... レーザ光
- 50 ... 熱
- 58 ... スペース要素
- 62 ... アノード
- 66 ... 電子輸送層
- 68 ... カソード
- 70 ... OLEDデバイス

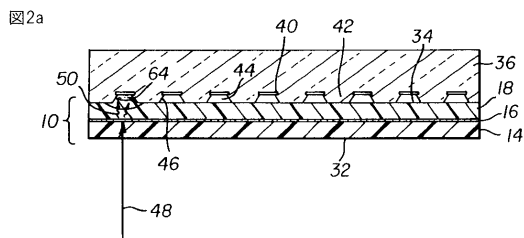
【図1】



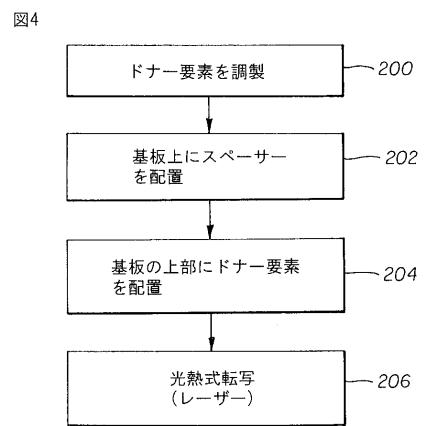
【図3】



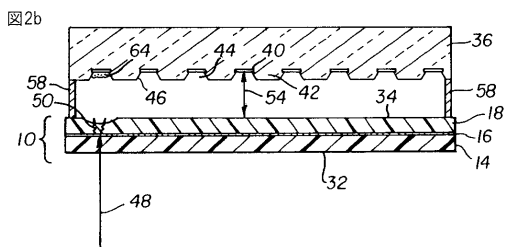
【図2a】



【図4】



【図2b】



フロントページの続き

(72)発明者 ミッチェル エス バーバリー

アメリカ合衆国, ニューヨーク 14580, ウェブスター, メイドストーン ドライブ 299

(72)発明者 フライドリッチ バザン

アメリカ合衆国, ニューヨーク 14534, ピッツフォード, バンテージ ドライブ 3

Fターム(参考) 3K007 AB04 AB17 BA06 DB03 FA01