

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-527876

(P2009-527876A)

(43) 公表日 平成21年7月30日(2009.7.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05B 33/14 (2006.01)	H05B 33/14	3K107
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/22	A
	H05B 33/22	C

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

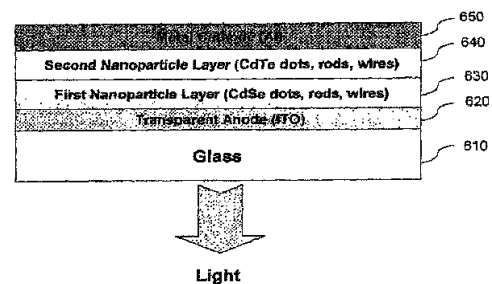
(21) 出願番号	特願2008-555536 (P2008-555536)	(71) 出願人	508244337
(86) (22) 出願日	平成19年2月20日 (2007.2.20)		ソレクサント・コーポレーション
(85) 翻訳文提出日	平成20年10月15日 (2008.10.15)		SOLEXANT CORPORATION
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/062445		N
(87) 国際公開番号	W02007/098451		アメリカ合衆国95131カリフォルニア
(87) 国際公開日	平成19年8月30日 (2007.8.30)		州サンノゼ、ペーリング・ドライブ238
(31) 優先権主張番号	60/774,794		5番
(32) 優先日	平成18年2月17日 (2006.2.17)	(74) 代理人	100100158
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 鮫島 睦
		(74) 代理人	100068526
			弁理士 田村 恭生
		(74) 代理人	100138863
			弁理士 言上 恵一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ナノ構造のエレクトロルミネセンスデバイス及びディスプレイ

(57) 【要約】

エレクトロルミネセンスデバイスは、(1)少なくとも一方が光に対して透明な第1及び第2の電極と、(2)上記第1電極に接続され、第1のナノ粒子を含んでなるホール伝導層と、(3)上記ホール伝導層及び上記第2電極に接続され、第2ナノ粒子を含んでなる電子伝導層と、任意ではあるが、(4)上記第1電極に正極が接続され、上記第2電極に負極が接続され、正及び負の電圧を発生させることができる電源と、を備える。ある実施の形態では、エレクトロルミネセンスデバイスはさらにホール伝導層及び電子伝導層との間に電子ホール結合層を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

- (1) 少なくとも一方が光に対して透明である第 1 及び第 2 の電極と、
 - (2) 上記第 1 電極に接続され、第 1 のナノ粒子を含んでなるホール伝導層と、
 - (3) 上記ホール伝導層及び上記第 2 電極に接続され、第 2 ナノ粒子を含んでなる電子伝導層と、
 - (4) 上記第 1 電極に正極が接続され、上記第 2 電極に負極が接続され、正及び負の電圧を発生させることができる電源と、
- を備えるエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 2】

さらに、上記ホール伝導層及び電子伝導層との間に電子ホール結合層を備えることを特徴とする請求項 1 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 3】

上記電子ホール結合層は、金属若しくは金属酸化物の層を含むことを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 4】

上記電子ホール結合層は、上記第 1 若しくは第 2 ナノ粒子と組み合わせた金属若しくは金属酸化物層を含むことを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 5】

上記電子ホール結合層は、上記第 1 及び第 2 ナノ粒子と組み合わせた金属若しくは金属酸化物層を含むことを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 6】

上記第 1 及び第 2 ナノ粒子は、少なくとも 1 種の金属を含み、上記電子ホール結合層の金属は、上記第 1 若しくは第 2 ナノ粒子の金属の少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 7】

上記電子ホール結合層は焼結層であることを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 8】

上記電子ホール結合層は、5 ~ 10 ナノメートルの厚さを有することを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 9】

さらに、上記第 1 電極と上記ホール伝導層との間においてこれらと接触するようにホールインжекション層を備えることを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 10】

上記ホールインжекション層が、p 型半導体、金属、若しくは金属酸化物であることを特徴とする請求項 9 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 11】

上記金属酸化物には、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、若しくは酸化チタンが含まれることを特徴とする請求項 10 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 12】

上記金属には、アルミニウム、金、若しくは銀が含まれることを特徴とする請求項 10 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 13】

上記 p 型半導体は、p ドープ Si であることを特徴とする請求項 10 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 14】

さらに、上記第 2 電極と上記電子伝導層との間において、それらと接触するように電子インжекション層を備えることを特徴とする請求項 2 記載のエレクトロルミネセンスデ

10

20

30

40

50

バイス。

【請求項 15】

上記電子伝導層は、金属、フッ化物塩、若しくは n 型半導体を含むことを特徴とする請求項 14 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 16】

上記フッ化物塩には、 NaF 、 CaF_2 若しくは BaF_2 が含まれることを特徴とする請求項 15 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 17】

上記第 1 及び第 2 ナノ粒子が、ナノ結晶であることを特徴とする請求項 1 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

10

【請求項 18】

上記ナノ結晶が、量子ドット、ナノロッド、ナノパイポッド、ナノトリポッド、ナノマルチポッド及びナノワイヤーからなる群から独立して選択される少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 17 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 19】

上記ナノ結晶が、量子ドットであることを特徴とする請求項 17 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 20】

上記ナノ結晶が、 CdSe 、 ZnSe 、 PbSe 、 CdTe 、 InP 、 PbS 、 Si 、又は II-VI 族、II-IV 族、若しくは III-V 族材料を含むことを特徴とする請求項 16 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

20

【請求項 21】

上記ホール伝導層、上記電子伝導層若しくは上記電子ホール結合層においてナノ構造体をさらに含むことを特徴とする請求項 17 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 22】

上記ナノ構造体が、ナノチューブ、ナノロッド若しくはナノワイヤーであることを特徴とする請求項 21 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 23】

上記ナノ構造体が、カーボンナノチューブであることを特徴とする請求項 22 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

30

【請求項 24】

上記ナノ粒子が、上記ナノ構造体に共有結合されていることを特徴とする請求項 21 記載のエレクトロルミネセンスデバイス。

【請求項 25】

請求項 1 に係るエレクトロルミネセンスデバイスを備えるエレクトロニックデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野

本発明は、エレクトロルミネセンスデバイス及びこれを含む発光ディスプレイに関する。

40

【0002】

優先権の主張

本願は、35 U.S.C. 119 (e) に基づき、2006 年 2 月 17 日に提出した、米国仮出願第 60/774,794 の利益を主張する。これは、全体を通して本明細書において引用して援用する。

【背景技術】

【0003】

発光ディスプレイは、ディスプレイの発光装置のタイプに依存して、3つのカテゴリー、すなわち (1) 有機発光ディスプレイ (OLED)、電場発光ディスプレイ (FED)

50

及び無機薄膜フィルムエレクトロルミネセンスディスプレイ（ＥＬ）に分けられる。これらの３つのカテゴリーの中で、ＯＬＥＤは、世界中で最も注目され資本が投下されている。およそ１００の会社が様々な態様のＯＬＥＤ技術を開発している。市販のＯＬＥＤ製品は、携帯電話及びＭＰ３マーケットにおいて見られる。ＯＬＥＤデバイスは、低分子（コダックにより開発される）若しくはポリマー（ケンブリッジディスプレイテクノロジーにより開発される）により作製されている。ＯＬＥＤデバイスは、リン光材料（ユニバーサルディスプレイテクノロジーにより開発）から構成される。市販の製品の９０％以上が、コダックの蛍光性低分子材料を用いている。一方、ポリマー材料は、スピンコーティング及びインクジェットプリンティング等の溶液プロセス技術を使用することにより、より低コストの製造が提供されている。ポリマー材料は、大きなサイズの（＞２０”）ＯＬＥＤディスプレイにおいては高い費用効果の解決策を提供することが期待されている。リン光材料は、より高い効率を提供し、電力消費を低減する。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

ＯＬＥＤディスプレイは、いくつかの材料に基づく問題、製造プロセスに依存する問題に悩まされている。ＯＬＥＤにおいては、例えば、ライフタイムが短く、時間経過によりカラーバランスが損なわれ、そして製造コストが高い。ライフタイムが短いこと及びカラーバランスの問題は、ＯＬＥＤ発光装置の化学的特性のためである。例えば、青色スペクトルにおいてはエネルギーが高いため、ＯＬＥＤにおいて使用される有機分子を不安定にする傾向にあり、青色ＯＬＥＤのライフタイムを改善することは困難である。低分子のフルカラーディスプレイの製造コストは、非常に高い。これは、赤、緑及び青の材料を析出させるためには、高価なシャドウマスクを用いることが必要であるからである。コダック等は、この問題を解決するためカラーフィルター技術を用いることにより白色ＯＬＥＤを開発した。しかしながら、カラーフィルターを使用することにより、材料の請求額が増大し、ディスプレイの品質が低下する。このため、ＯＬＥＤディスプレイの主な利点のいくつかは消失する。

20

【０００５】

ポリマー材料は、インクジェットプリンティングを用いることによって、低コストな大量生産を達成するための可能な手段を提供する。しかしながら、ポリマーは、低分子と比較して、ライフタイムがより短い。ポリマー材料が商業的に実現される前に、ライフタイムを、あるオーダーの大きさで増加させなければならない。

30

【０００６】

次世代の発光ディスプレイ技術は、量子ドット（ＱＤ）と称される新興ナノ材料に基づくものであると期待されている。ＱＤにおける発光色は、単にドットの大きさを変更することにより調整することができる。発光ディスプレイを作製する際の量子ドットの実用性は、ＱＤ-ＯＬＥＤに既に示されている。セス コーラ、ネイチャー４２０、８００（２００２）参照。これらのディスプレイにおいて、本来ＯＬＥＤ材料より安定な、ＣｄＳｅ等の無機材料を発光させる。安定な青色材料は、単に量子ドットのサイズを減少させることにより達成することができる。

40

【０００７】

ＱＤを有してなるディスプレイは、ＯＬＥＤよりあるオーダーだけ小さい量子効率を有する。ＱＤは、効率を改善するため、ＯＬＥＤ材料と組み合わせられる。米国特許第２００４／００２３０１０参照。しかしながら、この方法では、効率は僅かに改善するが、ディスプレイライフタイムは減少し、製造プロセスは複雑となる。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

エレクトロルミネセンスデバイスは、（１）少なくとも一方が光に対して透明な第１及び第２の電極と、（２）上記第１電極に接続され、第１のナノ粒子を含んでなるホール伝導層と、（３）上記ホール伝導層及び上記第２電極に接続され、第２ナノ粒子を含んでな

50

る電子伝導層と、任意ではあるが、(4) 上記第1電極に正極が接続され、上記第2電極に負極が接続され、正及び負の電圧を発生させることができる電源と、を備える。

【0009】

ある実施の形態では、エレクトロルミネセンスデバイスはまた上記ホール伝導層及び電子伝導層との間に電子ホール結合層を備える。当該電子ホール結合層は、金属若しくは金属酸化物の層であっても良い。これは、ホール及び/又は電子伝導層において使用される第1及び/又は第2ナノ粒子と組み合わせた金属若しくは金属酸化物の層であっても良い。電子ホール結合層は、上述のコンポーネントが典型的には熱により処理され、上記粒子を固体の塊に接着された焼結層であってもよい。電子ホール結合層は、単に金属若しくは金属酸化物が無い状態でホール伝導層及び電子伝導層を焼結することにより、これらの2つの層の接合部において形成される。典型的には、電子ホール結合層は5~10ナノメートルの厚さを有する。

10

【0010】

エレクトロルミネセンスデバイスはまた上記第1電極と上記ホール伝導層との間にホールインжекション層を備える。当該ホールインжекション層は、p型半導体、金属、金属酸化物を含んでいても良い。典型的な金属酸化物には、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化チタンが含まれ、一方典型的な金属には、アルミニウム、金若しくは銀が含まれる。p型半導体はpドープされたSiであってもよい。

【0011】

上記エレクトロルミネセンスデバイスは、第2電極と電子伝導層との間に電子インжекション層を含んでいても良い。当該電子インжекション層は、金属、フッ化物塩、若しくはn型半導体であってもよい。フッ化物塩の具体例には、NaF、CaF₂若しくはBaF₂が含まれる。

20

【0012】

ホール伝導層及び電子伝導層に使用されるナノ粒子は、ナノ結晶である。具体的なナノ結晶には、量子ドット、ナノロッド、ナノパイポッド、ナノトリポッド、ナノマルチポッド、若しくはナノワイヤーが含まれる。このナノ結晶は、CdSe、ZnSe、PbSe、CdTe、InP、PbS、Si若しくはII-V、II-IV若しくはIII-V材料から構成されていてもよい。

【0013】

あるエレクトロルミネセンスデバイスでは、ナノチューブ、ナノロッド、ナノワイヤー等のナノ構造体が、ホール伝導層、電子伝導層及び/又は電子ホール結合層において含まれていても良い。好ましいナノ構造体は、カーボンナノチューブである。ナノ構造体を用いる場合、ナノ粒子は、ナノ構造体と共有結合していることが好ましい。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

エレクトロルミネセンスデバイスは、(1)少なくとも一方が光に対して透明な2つの電極と、(2)第1ナノ粒子を含むホール伝導層と、(3)第2ナノ粒子を含む電子伝導層と、を備える。上記第1及び第2ナノ粒子は、組成及び/又はサイズのそれぞれにおいて異なる。さらに、上記第1及び第2ナノ粒子は、上記ホール伝導層の第1粒子がホールを伝導し、一方電子伝導層の第2粒子が電子を伝導するように選択される。上記ナノ粒子は、相対的バンドギャップがII族バンドオフセットを発生するように選択される。CdTe及びCdSeは、II族バンドオフセットを示すナノ粒子である。しかしながら、上記伝導帯及び価電子帯がII族バンドオフセットを形成する限り、異なる組成及び/又はサイズを有する異なるナノ粒子を選択しても良い。任意ではあるが、上記エレクトロルミネセンスデバイスは、正及び負の電圧を発生させる電源を含んでいても良い。これを含む場合は、上記電源の正極は電氣的に第1電極及びホール伝導層に接続され、一方負極は第2電極及び電子伝導層に接続される。

40

【0015】

ある実施の形態では、上記ホール伝導層と電子伝導層との間に電子ホール結合層を配置

50

する。当該電子ホール結合層には、金属、金属酸化物、金属若しくは金属酸化物の混合物が含まれ、ホール伝導層のナノ粒子若しくは電子伝導層のナノ粒子を有する。ある態様では、上記金属若しくは金属酸化物は、ホール伝導層のナノ粒子並びに電子伝導層のナノ粒子と組み合わせる。エレクトロルミネセンスデバイスに存在する電子ホール伝導層のタイプは、製造方法に依存する。図6は、電源を有さないエレクトロルミネセンスデバイスを示している。図6において、酸化インジウム錫等の透明性アノード(620)をガラス基板(610)上に形成する。その後、第1ナノ粒子層を積層し、続いて第2ナノ粒子層を形成する。その後金属カソード(650)を上記第2ナノ粒子層上に積層する。その後全体のデバイスをアニール/焼結し、上記第1及び第2ナノ粒子層並びに電子ホール結合層の間に連続層を形成する。上記電子ホール結合層は上記2つの層間に形成され、上記ホール伝導層及び電子伝導層からのナノ粒子で構成される。当該デバイスに亘って正及び負の電圧が加えられたときに、電子とホールは互いに結合し光を放出するのはこの領域である。放出された光線は、電子伝導性ナノ粒子の伝導帯エネルギー及びホール伝導性ナノ粒子の価電子帯エネルギー間の差異に依存する。放出された光線は、そのようなエネルギーレベルの差異に正確に関連する必要はなく、当該バンドギャップより小さいエネルギーを有する光が求められている。

10

【0016】

上記第1ナノ粒子層と第2ナノ粒子層との間に金属若しくは金属酸化物の層を配置する場合には、電子ホール結合層を形成する。上記金属層若しくは金属酸化物を上記第1ナノ粒子層上に配置し、その後上記金属層若しくは金属酸化物を上記第2ナノ粒子層が形成される前に焼結する場合、上記電子ホール結合層は金属若しくは金属酸化物だけでなく、上記第1層に由来するナノ粒子を含む。別の形態では、上記第2ナノ粒子層を、金属若しくは金属酸化物層上に積層し、その後当該デバイスを焼結してもよい。このケースでは、上記電子ホール結合層は、上記第1層と第2層からのナノ粒子と組み合わせられた金属若しくは金属酸化物を含む。上記デバイスが、ホール伝導層を最初析出させ、続いて金属若しくは金属酸化物層を形成し、さらに焼結することにより作製される場合、上記電子ホール結合層は、ホール伝導層からのナノ粒子と組み合わせられた金属若しくは金属酸化物を含む。

20

【0017】

上記エレクトロルミネセンスデバイスは、さらに電子インジェクション層及び/又はホールインジェクション層を備えていても良い。図7を参照すると、上記電子インジェクション層は、上記第2ナノ粒子層と上記カソードとの間に配置される。電子インジェクション層は、n型半導体、フッ化物塩若しくは金属を含んでも良い。例えば、n型半導体は、nドープシリコンであっても良く、一方上記フッ化物塩は、塩化ナトリウム、塩化カルシウム、若しくはフッ化バリウムであってもよい。フッ化物を用いる場合、上記層は、0.5~2ナノメートルの厚さを有する。金属を使用する場合、当該層は5~20ナノメートルの厚さを有する。

30

【0018】

ホールインジェクション層(730)は、p型半導体、金属若しくは金属酸化物であっても良い。例えば、上記金属酸化物は、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、若しくは酸化チタンであってもよく、一方上記金属は、アルミニウム、金若しくは銀であっても良い。ホールインジェクション層として用いることができるp型半導体の具体例は、pドープシリコンである。図8では、図7において前述した実施の形態にホールインジェクション層(860)が追加されている。ホールブロッキング層は、バンドギャップ3eV以上の TiO_2 、 ZnO 及び他の金属酸化物を含む。

40

【0019】

さらに、上記アノードと上記第1ナノ粒子層との間若しくは上記ホールインジェクション層と上記第1ナノ粒子層との間に電子ブロッキング層を配置しても良い。電子ブロッキング層の具体例には、 TiO_2 からなるものが含まれる。

【0020】

電子インジェクション層は、ホールブロッキング層としても作用することは理解されよ

50

う。しかしながら、ある実施の形態では、1つは電子インジェクション層として作用し、もう一方はホールプロッキング層として作用する2つの異なる材料を使用しても良い。例えば、電子インジェクション層は、 LiF 、 BaF 若しくは CaF であっても良く、ホールプロッキング層は、 TiO_2 であっても良い。

【0021】

同様に、アノードにおいて、上記ホールインジェクション層は、電子バリアー層として作用する。しかしながら、これらの機能のために異なる材料を使用する場合、ホールインジェクション層は Au から構成されていてもよく、一方電子バリアー層は、 Al_2O_3 から構成されていても良い。

【0022】

ここで使用されているように、「ナノ粒子」若しくは「蛍光ナノ粒子」なる用語は、ホール及び電子が結合する際光を発生する蛍光材料を意味する。概して、蛍光ナノ粒子は、量子ドット、ナノロッド、ナノパイポッド、ナノトリポッド、ナノマルチポッド、若しくはナノワイヤー等のナノ結晶である。

【0023】

蛍光ナノ粒子は、II-VI、II-IV、及びIII-V材料を含む化合物半導体から構成されていても良い。蛍光ナノ粒子のいくつかの具体例には、 CdSe 、 ZnSe 、 PbSe 、 InP 、 PbS 、 ZnS 、 CdHg 、 Si 、 Ge 、 SiGe 、 CdTe 、 CdHgTe 及びII-VI族、II-IV族、及びIII-V族材料が含まれる。蛍光ナノ粒子は、コアタイプであってもよく、またコア-シェルタイプであってもよい。コア-シェルナノ粒子において、上記コア及びシェルは、異なる材料から構成される。コア及びシェルの両方は、化合物半導体から構成されていても良い。

【0024】

ホール伝導層のナノ粒子は、ホールがアノードからこれらのナノ粒子まで容易に輸送されるようにある特定のバンドギャップを有する。電子伝導層は、電子がカソードからこれらのナノ粒子まで容易に輸送されるようにある特定のバンドギャップを有する。ホール伝導層及び電子伝導層に使用される材料のバンドギャップは、互いに相補的であり、電子ホール結合層においてホールと電子とを効果的に再結合することができる。

【0025】

量子ドットは、ナノ粒子の好ましいタイプである。当該技術分野において知られているように、同じ組成を有し異なる直径を有する量子ドットは、異なる波長において光を吸収しそして放出する。図1は、同じ組成を有するが異なる直径を有する3つの量子ドットを示している。小さい量子ドットは、スペクトルの青色領域において吸収及び放出を示し、一方大きい量子ドットは、可視スペクトルの緑色及び赤色領域において吸収及び放出を示す。別の実施の形態では、図2に示すように、量子ドットは、基本的に同じサイズであるが、異なる材料から構成されている。例えば、UV吸収量子ドットは、亜鉛セレナイドから構成されていても良く、一方可視及びIR量子ドットはカドミウムセレナイド、又は鉛セレナイドから構成されていても良い。異なるサイズ及び/又は組成を有するナノ粒子を、ナノ粒子層のそれぞれにおいて使用している。

【0026】

蛍光ナノ粒子は、リンカー $\text{X}_a-\text{R}_n-\text{Y}_b$ と反応させて修飾することができる。ここで、 X 、 Y は、カルボン酸基、リン酸基、スルホン酸基、アミン含有基等の反応部位であり、 a 及び b は、独立的に0又は1であり、 a 及び b の少なくとも1つが1であり、 R は例えば $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{NH}-$ 、若しくは $-\text{O}-$ 等の炭素、窒素、若しくは酸素含有の官能基であり、 n は0~10、若しくは0~5である。ある反応部位(具体的には X)は、上記ナノ粒子と反応しても良く、別の部位(Y)は、例えば(1)電極、(2)電子ホール結合層、(3)ホール若しくは電子インジェクション層、(4)ホール若しくは電子プロッキング層、若しくは(5)他のナノ粒子などの他の構造と反応することができる。ある実施の形態では、ルミネセンスナノ粒子を用いて、電子及び/又はホール伝導層において使用されるナノ構造体を修飾する。第2の反応性部位を有するか若しくは有さないリンカーは、ナ

10

20

30

40

50

ノ粒子を不動態化し、それらの安定性及びエレクトロルミネセンスを増加させることができる。それらは、また、電荷伝導層を形成するために使用される共通の有機溶媒におけるナノ粒子の溶解若しくは懸濁を改善することができる。

【0027】

電子ホール結合層において電子とホールの結合を容易にすることができる表面状態の影響を最小にするため、 $X_a - R_n - Y_b$ の組成を調整することにより、ナノ粒子の表面と、上述の全ての構造体との間の距離を調整することができる。これらの表面間の距離は、概して10オングストローム未満、好ましくは5オングストローム未満である。この距離は、電子若しくはホールが電極から電子ホール結合層に当該ギャップを通過することができるように維持される。

10

【0028】

「ナノ構造」、「電子伝導性ナノ構造」若しくは「ホール伝導性ナノ構造」なる用語は、ナノチューブ、ナノロッド、ナノワイヤー等を意味する。電子及びホール伝導性ナノ構造体は、実際は結晶性である。上記ナノ構造体は、概して、バンドギャップが、例えば3.2 eV (TiO_2)であるワイドギャップ半導体材料からなる。当該ナノ構造体は、そのバンドギャップが、太陽電池において使用される光活性ナノ粒子の最も高いバンドギャップより高くなるよう(具体的には>2.0 eV)選択する。

【0029】

電子伝導性ナノ構造体は、例えば酸化チタン、酸化亜鉛、酸化錫、酸化インジウム錫(ITO)及び酸化インジウム亜鉛から構成される。当該ナノ構造体は、カーボンナノチューブ、特にシングルウォールカーボンナノチューブ等の他の伝導性マテリアルから構成されていても良い。

20

【0030】

電子伝導性ナノ構造体は、当該技術分野において知られた方法により調製することができる。伝導性ナノ構造体は、コロイダル成長を用いることにより調製することができ、これは基板上に載置されたシード粒子により容易となる。伝導性ナノ構造体は、化学気相成長法(CVD)、有機金属化学気相成長法(MOCVD)等の真空成長プロセス、分子ビームエピタキシー(MEB)等のエピタキシャル成長法により調製することができる。

【0031】

ナノチューブの場合、当該ナノチューブの外径は、約20ナノメートルから100ナノメートル、あるケースでは20ナノメートルから50ナノメートル、別のケースでは50ナノメートルから100ナノメートルで変動する。ナノチューブの内径は、約10~80ナノメートル、あるケースでは、20~80ナノメートル、別のケースでは、60~80ナノメートルである。ナノチューブの壁の厚さは、10~25ナノメートル、15~25ナノメートル、若しくは20~25ナノメートルであってもよい。あるケースでは、ナノチューブの長さは、100~800ナノメートル、400~800ナノメートル、若しくは200~400ナノメートルである。

30

【0032】

ナノワイヤーの場合、その直径は約100ナノメートルから約200ナノメートルであり、50~100 μm であってもよい。ナノロッドが、約2~200ナノメートルの直径を有してもよいが、通常直径は5~100若しくは20~50ナノメートルである。それらの長さは、20~100ナノメートルであってもよいが、通常直径は50~500若しくは20~50の間である。

40

【0033】

上述のように、エレクトロルミネセンスデバイス(電源無し)は、有機ホール伝導ポリマー若しくは有機電子伝導ポリマーを含まない。有機リンカーを使用する場合を除いて、当該デバイスは基本的に全体を通して無機である。

【0034】

エレクトロルミネセンスデバイスは、発光ディスプレイに使用しても良い。発光ディスプレイは、フラットパネルディスプレイ(単独若しくは最終製品と関連するその他のコン

50

ポーネントと共に)並びに他のエレクトロデバイスを含む。

【実施例】

【0035】

実施例 1 : ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを図 6 に示す。透明性導電層 ITO 620 を、当該技術分野において良く知られた方法により、ガラス基板 (610) 上に積層した。ITO の表面は、プラズマ処理若しくは当該技術分野において良く知られた他のプロセスに供され、ITO の仕事関数を調整する。その後、上記 ITO 層に第 1 電荷伝導性ナノ粒子層 (630) を積層する。スピンコーティング若しくはインクジェットプリンティング若しくは他のプリンティングプロセスを用いて、適切な溶媒に分散されたナノ粒子を積層してもよい。層 630 におけるナノ粒子は、ドット、ロッド若しくはワイヤーであっても良い。この実施の形態における第 1 のナノ粒子層は、CdSe からなる。第 2 のナノ粒子層 (640) は、上記第 1 ナノ粒子層 (630) の上面に直接積層する。スピンコーティング若しくはインクジェットプリンティング若しくは他のプリンティングプロセスを用いて、適切な溶媒に分散されたナノ粒子を積層してもよい。上記基板を約 200 度まで約 15 分間加熱して溶媒を除去することにより、ナノ粒子層を含まない連続的なピンホールを得ることができる。層 640 におけるナノ粒子は、ドット、ロッド、若しくはワイヤーであってもよい。当該実施の形態における第 2 のナノ粒子層 (640) は、CdTe からなる。第 1 ナノ粒子層 (630) における CdSe と、第 2 ナノ粒子層 (640) における CdTe の粒子サイズは、所望の発光色が得られるように調整する。青色を発するためには、3 μ m のドットを使用する。赤色を発するためには、6 μ m のドットを使用する。他の色は、当該技術分野においてよく知られた方法を用いてナノ粒子サイズを調整することにより発することができる。メタノール中に CdCl₂ が飽和された溶液において基板を加熱することにより、若しくは当該技術分野においてよく知られた方法により、2 つのナノ粒子層間の界面を改善することができる。このような処理により、第 1 ナノ粒子層と上記第 2 ナノ粒子層との間において適切な界面が形成され、当該界面において効果的な電子ホール再結合が起る。その後、上記第 2 ナノ粒子層の上面にアルミニウム金属電極 (650) を積層し、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを完成させる。

10

20

【0036】

実施例 2 : ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの他の実施の形態を図 7 に示す。透明性導電層 ITO 720 をガラス基板 (710) 上に積層した。実施例 1 に記載されているように、酸化アルミニウム等のホールインジェクション層 (730) を当該技術分野において知られた方法により ITO 層 720 上に積層し、その後、第 1 及び第 2 のナノ粒子層 (740 及び 750) を実施例 1 に記載のように積層する。LiF 等の電子インジェクション層 (760) を当該技術分野においてよく知られた方法により、上記第 2 ナノ粒子層上に積層する。そしてアルミニウム金属電極 (670) を上記第 2 ナノ粒子層の上面に積層し、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを完成させる。

30

【0037】

実施例 3 : ナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイの他の実施の形態を図 8 に示す。ITO ホールインジェクション層、第 1 及び第 2 ナノ粒子層を実施例 2 に記載したように形成する。TiO₂ からなるホールブロッキング層 (860) を当該技術分野においてよく知られた方法により第 2 ナノ粒子層上に積層する。その後、LiF 等の電子インジェクション層 (870) を当該技術分野においてよく知られた方法により積層し、アルミニウム金属電極 (80) を上記第 2 ナノ粒子層上に積層し、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを完成させる。

40

【0038】

実施例 4 : ナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイの他の実施の形態を図 9 に示す。ITO 層 (920) を実施例 1 に示すようにガラス基板 (910) 上に積層し、その後 ITO 層上に実施例 1 に記載したように第 1 ナノ粒子層 (930) を積層する。当該実施例におけるナノ粒子 (CdSe ドット、ロッド、パイポッド、トリポッド、マルチポッド若しくはワイヤー) は、機能化されたシングルウォールカーボンナノチューブ (SWC

50

N T)を修飾することにより作製された、当該実施の形態における第1ナノ粒子層(930)等のナノ構造体と関連する。第2ナノ粒子層(940)を第1ナノ粒子層(930)の上面に直接積層する。実施例1に記載したように、第2層(940)におけるナノ粒子、機能化されたCdTeドット、ロッド、パイポッド、トリポッド、マルチポッド若しくはワイヤーは、機能化されたシングルウォールカーボンナノチューブ(SWCNT)に関連する。その後、アルミニウム金属電極(950)を第2ナノ粒子層の上面に積層し、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを完成させる。

【0039】

実施例5：ナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイの他の実施の形態を図10に示す。ITO、第1及び第2ナノ粒子層、並びに金属カソード層を実施例4に記載したように形成する。しかしながら、当該実施の形態において、第2ナノ粒子層の上面にアルミニウム金属電極(1070)を積層する前に、LiF等の電子インジェクション層(1060)を上記第2ナノ粒子層の上面に積層する。

10

【0040】

実施例6：ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの他の実施の形態を図11に示す。当該デバイスは、ホールブロッキング層(1160)を上記第2ナノ粒子層の上面に積層させる以外、実施例5に記載したように作製する。

【0041】

上記実施の形態において使用されるITO層の膜厚は、100nmであり、アルミニウム層の膜厚は150nmである。ホールインジェクション層は約5オングストロームの厚さを有し、電子インジェクション層の厚さは約10オングストロームである。当該ナノ粒子層は、10～100nmの範囲の厚さを有する。

20

【0042】

上記実施の形態は、本発明を適用するための実施例である。上記実施の形態において用いられる材料例に代えて、当該技術分野においてよく知られた他の材料及び材料の組み合わせを用い、本発明に係るナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスを作製することは当該技術分野における当業者にとって自明であろう。例えば、ITOの代わりに、アノードとして他の透明性導電材料を使用することができる。酸化アルミニウムの代わりに、ホールインジェクション材料として他の金属酸化物を使用することができる。LiFの代わりに、電子インジェクション材料として他の金属ハロゲン化物を使用して、本発明に係るナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイを作製することができる。アルミニウムに代えて、Ag、Ca等の他の金属をカソードとして使用して、本発明に係るナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイを作製することができる。CdSeやCdTeのナノ粒子を、上記第1及び第2ナノ粒子層の具体例として使用する。CdSeやCdTeに代えて、適切なバンドギャップを有する他のルミネセントナノ粒子を使用して、本発明に係るナノ構造エレクトロルミネセントディスプレイを作製することができる。

30

【0043】

上記の実施の形態は、ボトムエミッティングディスプレイを示している。当該技術分野においてよく知られた適切なカソード及びアノード材料を用いることにより、本発明に係るトップエミッティングディスプレイを作製することができることは、当該技術分野における当業者にとって自明である。

40

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】図1は、サイズの違いのため異なる色で吸収及び放出する量子ドットを示している(従来例)。これらの量子ドットはナノメートルのサイズである。小さいドットは、スペクトルの青色端において吸収する一方、大きいドットはスペクトルの赤色端において吸収する。

【図2】図2は、UV、可視及びIRのそれぞれにおいて吸収及び放出するZnSe、CdSe及びPbSeからなる同じサイズの量子ドットを示している(従来例)。

【図3】図3は、トリ-n-オクチルホスフィンオキサイド(TOPO)等の溶媒でキャッ

50

ブされたナノ粒子を示している（従来例）。

【図 4】図 4 は、リンカーにより機能化されたナノ粒子を示している。

【図 5】図 5 は、リンカーにより機能化されたコア - シェルナノ粒子を示している。

【図 6】図 6 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

【図 7】図 7 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

【図 8】図 8 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

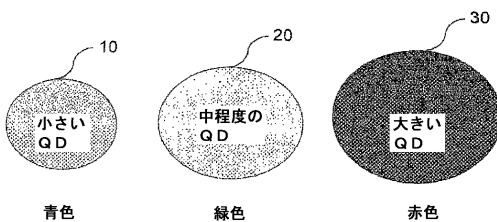
【図 9】図 9 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

【図 10】図 10 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

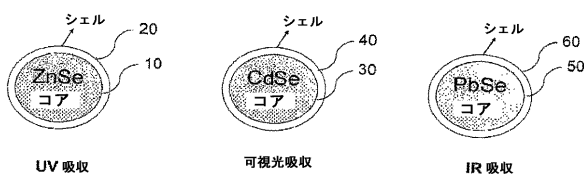
【図 11】図 11 は、ナノ構造エレクトロルミネセンスデバイスの様々な実施の形態を示している。

10

【図 1】



【図 2】



【図 3】

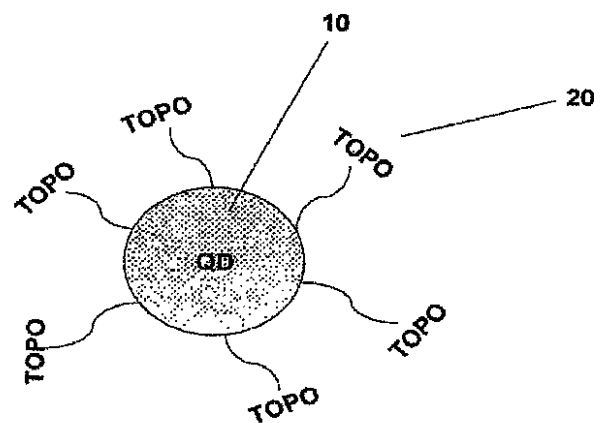


Figure 3

【図 4】

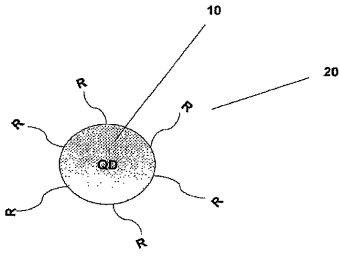


Figure 4

【図 5】

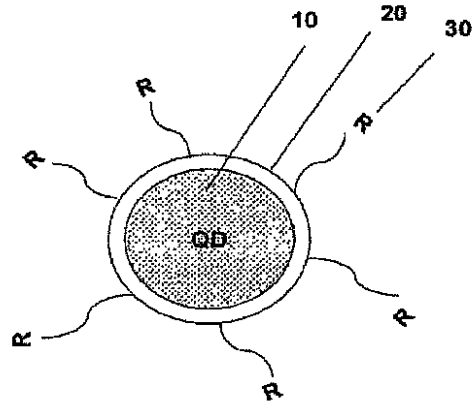
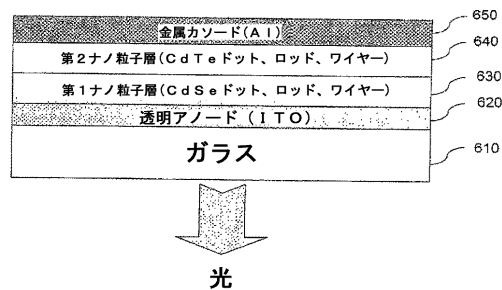
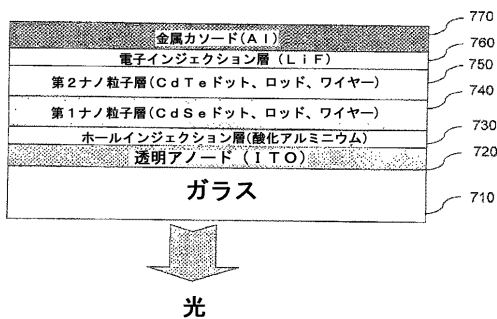


Figure 5

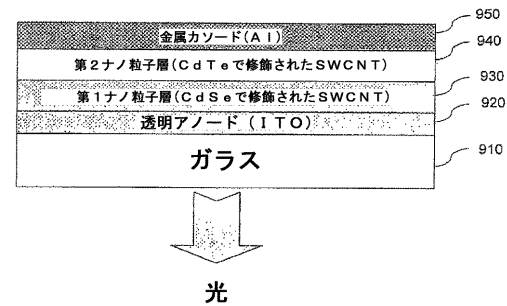
【図 6】



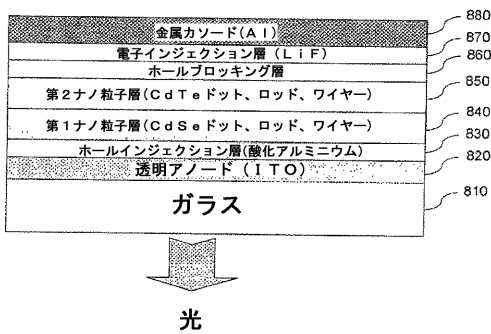
【図 7】



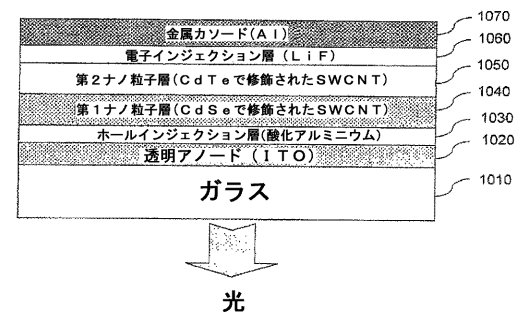
【図 9】



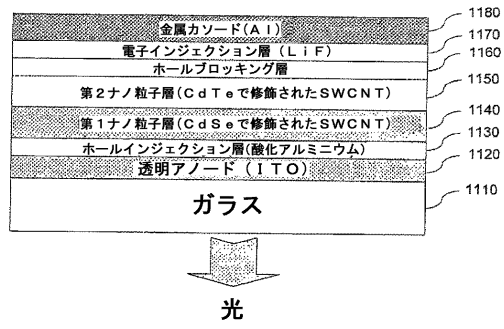
【図 8】



【図 10】



【図 11】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2007/062445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01L51/50 H05B33/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/150541 A1 (SCHER ERIK [US] ET AL SCHER ERIK C [US] ET AL) 14 July 2005 (2005-07-14)	1,2,6,7, 17-20,25
Y	paragraphs [0011], [0029], [0032], [0135] - [0137]; figure 12	21-24
X	KR 2005 0112938 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR]) 1 December 2005 (2005-12-01) abstract & US 2006/063029 A1 (JANG EUN J [KR] ET AL) 23 March 2006 (2006-03-23) paragraphs [0036], [0037], [0054] - [0061], [0065], [0066]; figure 2 ----- -/-	1-8, 17-20,25

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 July 2007

Date of mailing of the international search report

11/07/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5316 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 81 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bakos, Tamás

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/062445

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 023 073 A (STRITE SAMUEL CLAGETT [CH]) 8 February 2000 (2000-02-08) column 6, line 25 - column 7, line 42 column 11, line 51 - column 12, line 30; figure 7a	1, 2, 9, 14, 25
Y	J. M. HAREMZA ET AL.: "Attachment of single CdSe nanocrystals to individual single-walled carbon nanotubes" NANO LETTERS, vol. 2, no. 11, 1 November 2002 (2002-11-01), pages 1253-1258, XP002440383 Am. Chem. Soc. page 1254, column 1, paragraph 2 - column 2, paragraph 2	21-24
A	US 2004/150328 A1 (CZERW RICHARD [US] ET AL) 5 August 2004 (2004-08-05) paragraphs [0040] - [0044], [0056] - [0059], [0062]; figure 3	21-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/062445

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005150541 A1	14-07-2005	US 2005214967 A1 US 2004118448 A1 US 2005126628 A1	29-09-2005 24-06-2004 16-06-2005
KR 20050112938 A	01-12-2005	US 2006063029 A1	23-03-2006
US 2006063029 A1	23-03-2006	KR 20050112938 A	01-12-2005
US 6023073 A	08-02-2000	DE 69531509 D1 DE 69531509 T2 EP 0864182 A1 WO 9720355 A1 JP 11504754 T JP 3327558 B2	18-09-2003 24-06-2004 16-09-1998 05-06-1997 27-04-1999 24-09-2002
US 2004150328 A1	05-08-2004	JP 2004231958 A	19-08-2004

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ダモダー・レディ

アメリカ合衆国 9 5 0 3 2 カリフォルニア州ロス・ガトス、ウエスト・モーツァルト・アベニュー
1 6 4 5 7 番

Fターム(参考) 3K107 AA06 BB01 CC04 CC07 CC21 CC45 DD54 DD55 DD57 DD71
DD74 DD84 DD85 DD86 FF15

专利名称(译)	纳米结构的电致发光器件和显示器		
公开(公告)号	JP2009527876A	公开(公告)日	2009-07-30
申请号	JP2008555536	申请日	2007-02-20
[标]申请(专利权)人(译)	索洛森公司		
申请(专利权)人(译)	Sorekusanto公司		
[标]发明人	ダモダーレディ		
发明人	ダモダーレディ		
IPC分类号	H05B33/14 H01L51/50		
CPC分类号	B82Y20/00 B82Y30/00 C09K11/883 H01L51/5012 H01L51/502 H01L51/5048 H01L51/5088 H01L2251/5369 H05B33/14 Y10T428/25 H01L21/02576 H01L21/02579 H01L51/5092		
FI分类号	H05B33/14.Z H05B33/22.A H05B33/22.C		
F-TERM分类号	3K107/AA06 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC07 3K107/CC21 3K107/CC45 3K107/DD54 3K107/DD55 3K107/DD57 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/DD84 3K107/DD85 3K107/DD86 3K107/FF15		
代理人(译)	言上 恵一		
优先权	60/774794 2006-02-17 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种电致发光器件，包括：(1)第一和第二电极，其中至少一个对光是透明的；(2)空穴传导层，连接到第一电极并且包括第一纳米颗粒(3)连接到空穴传导层和第二电极并包括第二纳米颗粒的电子传导层，尽管是可选的，(4)具有连接到第一电极的正电极的电源，连接到第二电极的负电极，并且能够产生正电压和负电压。在一个实施方案中，电致发光器件还包括在空穴传导层和电子传导层之间的电子空穴耦合层。

【图3】

