

(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2007-281454
(P2007-281454A)

(43) 公開日 平成19年10月25日(2007. 10. 25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 51/50 (2006.01)	H O 5 B 33/22 A	3 K 1 〇 7
H O 5 B 33/10 (2006.01)	H O 5 B 33/10	
	H O 5 B 33/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2007-75886 (P2007-75886)	(71) 出願人 503141075
(22) 出願日 平成19年3月23日 (2007. 3. 23)	統寶光電股▲ふん▼有限公司
(31) 優先権主張番号 11/278, 689	台灣苗栗縣竹南鎮科中路 1 2 號 新竹科學工業園區
(32) 優先日 平成18年4月5日 (2006. 4. 5)	(74) 代理人 230104019
(33) 優先権主張国 米国 (US)	弁護士 大野 聖二
	(74) 代理人 100106840
	弁理士 森田 耕司
	(74) 代理人 100115679
	弁理士 山田 勇毅
	(72) 発明者 徐 湘倫
	台灣苗栗市國福路 2 1 巷 9 号
	F ターム (参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 DD74 DD76
	DD84 FF15

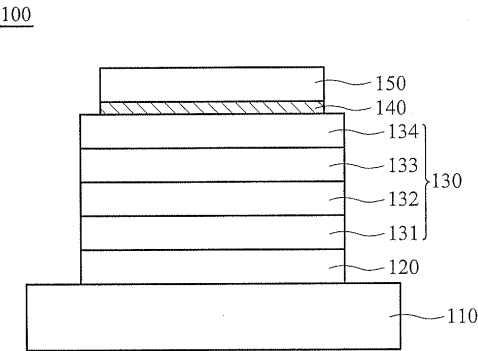
(54) 【発明の名称】 エレクトロルミネセンス素子を含む画像表示システムおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 陰極からエレクトロルミネセンス（EL）層に電子を注入する改善された効率性を有するエレクトロルミネセンス素子とその製造方法を提供する。

【解決手段】 エレクトロルミネセンス素子を含む画像表示システムであって、基板、前記基板の上に形成された陽極、前記陽極の上に形成されたエレクトロルミネセンス層、前記エレクトロルミネセンス層の上に形成され、ランタニド含有層、または、アクチニド含有層を含む電子注入層、および前記電子注入層の上に直接形成された陰極を含むシステム。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エレクトロルミネセンス素子を含む画像表示システムであって、
基板、
前記基板の上に形成された陽極、
前記陽極の上に形成されたエレクトロルミネセンス層、
前記エレクトロルミネセンス層の上に形成され、ランタニド含有層、または、アクチニド含有層を含む電子注入層、および
前記電子注入層の上に直接形成された陰極を含むシステム。

【請求項 2】

10

前記電子注入層は、0.1～5 nmの厚さを有する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記エレクトロルミネセンス層は、ホール輸送層、発光層と、電子輸送層を含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記電子注入層は、前記電子輸送層と前記陰極の間に形成される請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記アクチニド含有層は、アクチニドフッ化物 (actinide fluoride)、アクチニド塩化物 (actinide chloride)、アクチニド臭化物 (actinide bromide)、アクチニド酸化物 (actinide oxide)、アクチニド窒化物 (actinide nitride)、アクチニド硫化物 (actinide sulfide)、アクチニド炭酸 (actinide carbonate)、またはその組合せを含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記ランタニド含有層は、ランタニドフッ化物 (lanthanide fluoride)、ランタニド塩化物 (lanthanide chloride)、ランタニド臭化物 (lanthanide bromide)、ランタニド酸化物 (lanthanide oxide)、ランタニド窒化物 (lanthanide nitride)、ランタニド硫化物 (lanthanide sulfide)、ランタニド炭酸塩 (lanthanide carbonate)、またはその組合せを含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記電子注入層は、ハロゲン化セリウム (cerium halide)、窒化セリウム (cerium nitride)、酸化セリウム (cerium oxide)、硫化セリウム (cerium sulfide)、酸フッ化セリウム (cerium oxyfluoride)、炭酸セリウム (cerium carbonate)、またはその組合せを含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記電子注入層は、 CeF_3 、 CeF_4 、またはその組合せを含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記エレクトロルミネセンス素子は、前記ディスプレイパネルの一部を形成する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

電子素子を更に含み、前記電子素子は、
前記ディスプレイパネル、および
前記ディスプレイパネルに接続され、前記ディスプレイパネルに入力を選択的に提供することで、前記ディスプレイパネルに画像を表示させる請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

50

前記電子素子は、携帯電話、デジタルカメラ、PDA、ノート型コンピュータ、デスクトップ型コンピュータ、テレビ、カーディスプレイ、または携帯型DVDプレーヤーである請求項10に記載のシステム。

【請求項12】

画像表示システムの製造方法であって、前記システムは、エレクトロルミネセンス素子を含み、前記方法は、

基板を提供するステップ、

前記基板上に、陽極、エレクトロルミネセンス層、電子注入層および陰極を順次に形成するステップを含み、前記電子注入層はランタニド含有層またはアクチニド含有層を含むことを特徴とする製造方法。

10

【請求項13】

前記電子注入層は、0.1～5nmの厚さを有する請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記エレクトロルミネセンス層は、ホール輸送層、発光層と、電子輸送層を含む請求項12に記載の方法。

【請求項15】

前記電子注入層は、前記電子輸送層と前記陰極の間に形成される請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記アクチニド含有層は、アクチニドフッ化物 (actinide fluoride)、アクチニド塩化物 (actinide chloride)、アクチニド臭化物 (actinide bromide)、アクチニド酸化物 (actinide oxide)、アクチニド窒化物 (actinide nitride)、アクチニド硫化物 (actinide sulfide)、アクチニド炭酸 (actinide carbonate)、またはその組合せを含む請求項12に記載の方法。

20

【請求項17】

前記ランタニド含有層は、ランタニドフッ化物 (lanthanide fluoride)、ランタニド塩化物 (lanthanide chloride)、ランタニド臭化物 (lanthanide bromide)、ランタニド酸化物 (lanthanide oxide)、ランタニド窒化物 (lanthanide nitride)、ランタニド硫化物 (lanthanide sulfide)、ランタニド炭酸塩 (lanthanide carbonate)、またはその組合せを含む請求項12に記載の方法。

30

【請求項18】

前記電子注入層は、ハロゲン化セリウム (cerium halide)、窒化セリウム (cerium nitride)、酸化セリウム (cerium oxide)、硫化セリウム (cerium sulfide)、酸フッ化セリウム (cerium oxyfluoride)、炭酸セリウム (cerium carbonate)、またはその組合せを含む請求項12に記載の方法。

【請求項19】

前記電子注入層は、CeF₃、CeF₄、またはその組合せを含む請求項12に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エレクトロルミネセンス素子とその製造方法に関し、特に、陰極からエレクトロルミネセンス (EL) 層に電子を注入する改善された効率性を有するエレクトロルミネセンス素子とその製造方法に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

近年、例えば、携帯電話、PDAと、ノートパソコンなどの電子製品の発展と広い用途に伴って、低電力消費と小型のフラットパネルディスプレイの需要が増加している。有機エレクトロルミネセンス素子は、自己発光で光度が高く、高視野角、高速応答、容易な組立てプロセスなどの特性を持つため、次世代のディスプレイとして最適にさせている。

【0003】

図1に示すように、有機エレクトロルミネセンス素子10は、基本的に、陽極14が基板12の上に形成され、ホール輸送層16、発光層18、電子輸送層20と、陰極22が陽極14の上に順次に堆積されて構成される。ここでは、ホール輸送層16、発光層18と、電子輸送層20は、有機材料でできている有機層である。

10

【0004】

有機エレクトロルミネセンスでは、電子は、陰極と陽極からの正孔から押し出され、供給された電場が電位差を生じさせる。よって、電子と正孔が移動し、電子輸送層、または正孔輸送層を経由して発光層にそれぞれ集め、その再結合によって発光を生じさせる。再結合は、発光層とホール輸送層（または電子輸送層）間のインターフェースに近隣の領域の発光層内で行われ、励起子を発生させる。発生された励起子は、励起された状態から接地状態に脱励起し、よって、画像を形成する。

【0005】

低駆動電圧特性と電子と正孔間の荷電平衡を改善するために、陰極から電子輸送層に電子を注入する効率を増す必要がある。このような注入効率を増すための従来の方法（特許文献1参照）は、例えば、リチウムまたはマグネシウムなどの低仕事関数を有するアルカリ金属の使用、アルカリ金属とアルミニウムまたは銀などの金属の共蒸着、またはアルカリ金属とアルミニウムまたは銀などの金属の合金の使用をそれぞれ説明している。低仕事関数を有する金属が非常に不安定で反応性に富むことから、金属の使用は、エレクトロルミネセンス素子の処理可能性と安定性の点で不利である。

20

【0006】

電子注入効率を増すその他の技術（特許文献2参照）が掲示されており、例えば、LiF、CsF、SrO、またはLi₂Oなどの無機材料を含む、厚さが5～20 Åの電子注入層が陰極と電子輸送層の間に形成されている。

30

【0007】

近年、電子注入効率を増すその他の方法が掲示されており、例えば、CH₃COOLi、C₆H₅COOLiなどの金属アルキレート（metal alkylate）、または金属アリール（metal arylate）が陰極と電子輸送層の間に形成されている。この方法もまた、5～40 Åの均一な厚さを有する薄膜を形成することが困難であり、大面積の蒸着に適さない点で問題である。

【0008】

よって、発光効率を高めるために、陰極からエレクトロルミネセンス（EL）層に電子を注入する改善された効率性を有するエレクトロルミネセンス素子のアクティブマトリクス有機EL素子が求められている。

40

【0009】

【特許文献1】米国特許第5,429,884、5,059,862と、5,059,862号

【特許文献2】米国特許第5,776,622、5,776,623、5,937,272と、5,739,635号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

陰極からエレクトロルミネセンス（EL）層に電子を注入する改善された効率性を有するエレクトロルミネセンス素子とその製造方法を提供する。

50

【課題を解決するための手段】

【0011】

画像表示システムが提供される。この点において、このようなシステムの模範的な実施例は、基板、前記基板の上に形成された陽極、前記陽極の上に形成された複数のエレクトロルミネセンス層、前記エレクトロルミネセンス層の上に形成された電子注入層と、前記電子注入層の上に直接形成された陰極を含む有機エレクトロルミネセンス素子を含む。前記電子注入層は、ランタニド含有層、または、アクチニド含有層であることができる。

【0012】

また、画像表示システムの製造方法が提供される。まず、基板が提供される。陽極、エレクトロルミネセンス層、電子注入層と、陰極が前記基板の上に順次に形成され、前記電子注入層は、ランタニド含有層、または、アクチニド含有層を含む。前記電子注入層は、前記陰極の上に直接、形成される。 10

【発明の効果】

【0013】

本発明のエレクトロルミネセンス素子を含む画像表示システムおよびその製造方法によれば、電子注入層を用いて、陰極からエレクトロルミネセンス（EL）層に電子を注入するのを促進することで、改善された効率性を有するエレクトロルミネセンス素子とその製造方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明についての目的、特徴、長所が一層明確に理解されるよう、以下に実施形態を例示し、図面を参照にしながら、詳細に説明する。 20

【実施例】

【0015】

本発明は、電子注入層を用いて陰極からエレクトロルミネセンス層に電子を注入するのを促進する。

【0016】

図2は、エレクトロルミネセンス素子100を含む画像表示システムの実施例を表している。図2に示すように、1つの実施例に基づいて、エレクトロルミネセンス素子100は、基板110、陽極120、エレクトロルミネセンス層130、電子注入層140と、陰極150を含む。基板110は、ガラス、またはプラスチックであることができる。陽極120に適する材料は、例えば、インジウムスズ酸化物（ITO）、酸化インジウム亜鉛（IZO）、aluminum zinc oxide（AZO）、または酸化亜鉛（ZnO）などの透明な金属、または金属酸化物であり、スパッタリング、電子ビーム蒸着、熱蒸着、または化学蒸着によって形成される。 30

【0017】

エレクトロルミネセンス層130は、ホール注入層131、ホール輸送層132、発光層133と、電子輸送層134を含むことができ、例えば、低分子有機材料、高分子、または有機金属錯体の有機半導体材料を含み、真空蒸着（熱蒸着）、スピンコーティング、浸漬被覆、ロールコーティング、射出充填（injection-filling）、エンボス加工、スタンピング、物理蒸着、または化学蒸着によって形成される。各層の厚さは、特に限定されないが、厚すぎた場合、固定の光出力を得るために、大量の供給電圧が必要とされ、よって、効率を減少する。逆に、薄すぎた場合、ピンホール（pin-holes）が発生する。各層131、132、133と、134の厚さは、好ましくは、1nm～1μmである。 40

【0018】

特に、電子注入層140は、ランタニド含有層、または、アクチニド含有層を含み、エレクトロルミネセンス層130と陰極150の間に形成され、その厚さは、0.1～5nmであり、好ましくは0.1～1nmである。アクチニド含有層は、アクチニドフッ化物（actinide fluoride）、アクチニド塩化物（actinide chl 50

oride)、アクチニド臭化物 (actinide bromide)、アクチニド酸化物 (actinide oxide)、アクチニド窒化物 (actinide nitride)、アクチニド硫化物 (actinide sulfide)、アクチニド炭酸 (actinide carbonate)、またはその組合せを含むことができ、ランタニド含有層は、ランタニドフッ化物 (lanthanide fluoride)、ランタニド塩化物 (lanthanide chloride)、ランタニド臭化物 (lanthanide bromide)、ランタニド酸化物 (lanthanide oxide)、ランタニド窒化物 (lanthanide nitride)、ランタニド硫化物 (lanthanide sulfide)、ランタニド炭酸塩 (lanthanide carbonate)、またはその組合せを含むことができる。ランタニド、またはアクチニド素子は、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luと、Uからなる素子のグループから選択されることができる。例えば、本発明の実施例では、電子注入層140は、ハロゲン化セリウム (cerium halide) (例えば、 CeF_3 または CeF_4)、窒化セリウム (cerium nitride)、酸化セリウム (cerium oxide)、硫化セリウム (cerium sulfide)、酸フッ化セリウム (cerium oxyfluoride)、炭酸セリウム (cerium carbonate)、またはその組合せを含むことができる。

10

20

30

40

50

【0019】

陰極150は、電子注入層140によって、電子をエレクトロルミネセンス層130に注入することができ、例えば、Ca、Ag、Mg、Al、Liまたはその合金などの低仕事関数の材料は、スパッタリング、電子ビーム蒸着、熱蒸着、または化学蒸着によって形成される。

【0020】

実施例1

100nmのITO膜のガラス基板が提供され、続いて、超音波かくはんで清浄剤、アセトンと、イソプロパノールによって洗浄される。窒素フローで乾燥した後、ITO膜は、uv/オゾン処理を受ける。次に、 10^{-5} Paでホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層と、アルミニウム電極がITO膜上に順次に形成され、エレクトロルミネセンス素子(1)を得る。明確にするために、形成される材料と層を下記に説明する。

【0021】

150nmの厚さのホール輸送層は、NPB (N,N'-ジ-1-ナフチル-N, N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)から成る。40nmの厚さの発光層18は、ドープアントとして、C545T (10-(2-ベンゾチアゾリル)-2,3,6,7-テトラヒドロ-1,1,7,7-テトラメチル-1H,5H,11H-(1)-ベンゾピロピラノ(6,7-8-i,j)キノリジン-11-ワン)、発光ホスト材料 (light-emitting material host) として、Alq₃ (トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム) から成り、Alq₃ とドープアント間の重量比は、100:1である。10nmの厚さの電子輸送層は、BeBq2(ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ベリリウム)からなる。1nmの厚さの電子注入層は、フッ化物セリウム (cerium fluoride) (CeF_4) から成る。

【0022】

エレクトロルミネセンス素子(1)の構造は、下記のように表すことができる：

ITO 100nm/NPB 150nm/Alq₃:C545T 100:1 40nm/BeBq₂ 30nm/CeF₄ 10A/Al150nm

【0023】

エレクトロルミネセンス素子(1)の光学特性は、実施例1に説明されたように、PR650 (Photo Research Inc. より購入) とミノルタTS110によって測定される。図3は、エレクトロルミネセンス素子(1)の電流密度に対する操作電圧のグラフ作図を表しており、図4は、エレクトロルミネセンス素子(1)の輝度に対する操作電圧のグラフ作図を表している。

【0024】

実施例2

100nmのITO膜のガラス基板が提供され、続いて、超音波かくはんで清浄剤、アセトンと、エタノールによって洗浄される。窒素フローで乾燥した後、ITO膜は、uv/オゾン処理を受ける。次に、 10^{-5} Paでホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層と、アルミニウム電極がITO膜上に順次に形成され、エレクトロルミネセンス素子(2)を得る。明確にするために、形成される材料と層を下記に説明する。

【0025】

5nmの厚さのホール注入層は、LG101(LG Chem, LTD. より購入)から成る。150nmの厚さのホール輸送層は、NPB(N,N'-di-1-ナフチル-1-N,N'-ジフェニル-1,1'-ビフェニル-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン)から成る。40nmの厚さの発光層133は、ドーパントとして、C545T(10-(2-ベンゾチアゾリル)-2,3,6,7-テトラヒドロ-1,1,7,7-テトラメチル-1H,5H, 11H-(1)-ベンゾピロピラノ(6,7-8-i,j)キノリジン-11-ワン)、発光ホスト材料(light-emitting material host)として、Alq₃(トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム)から成り、Alq₃とドーパント間の重量比は、100:1である。10nmの厚さの電子輸送層は、BeBq₂(ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ベリリウム)からなる。0.3nmの厚さの電子注入層は、フッ化物セリウム(cerium fluoride)(CeF₄)から成る。

【0026】

エレクトロルミネセンス素子(2)の構造は、下記のように表すことができる：

ITO 100nm/LG101 5nm/NPB 150nm/Alq₃:C545T 100:1 40nm/BeBq₂ 30nm/CeF₄ 3A/Al150 nm 20

【0027】

実施例3～4

実施例3と4は、フッ化物セリウム(cerium fluoride)の厚さが0.5nmから1nmに増加されたことを除いて、実施例2と同じようにそれぞれ行われる。

【0028】

実施例5～7

実施例5～7はまた、実施例2～4にそれぞれ説明されたエレクトロルミネセンス素子の特性の違いを表している。実施例5～7では、実施例4に説明された10Å厚さのフッ化物セリウム層のエレクトロルミネセンス素子は、低操作電圧と高効率を有する。 30

【0029】

図8は、画像表示システムのもう1つの実施例を概略的に表しており、この場合は、ディスプレイ装置160、または電子素子200として実施される。説明された有機エレクトロルミネセンス素子100は、ディスプレイパネルの中に組み込まれることができ、OLEDパネルであることができる。図8に示すように、ディスプレイパネル160は、図2に示すエレクトロルミネセンス素子100のように、エレクトロルミネセンス素子を含む。ディスプレイパネル160は、各種の電子素子の一部を形成することができる。一般的に、電子素子200のような画像を表示するシステムは、ディスプレイ装置160と入力ユニット180を含むことができる。また、入力ユニット180は、ディスプレイパネル160に選択的に接続され、入力信号(例えば、画像信号)をディスプレイパネル160に提供し、画像を発生させる。電子素子200は、例えば、携帯電話、デジタルカメラ、PDA、ノート型コンピュータ、デスクトップ型コンピュータ、テレビ、カーディスプレイ、または携帯型DVDプレーヤーであることができる。 40

【0030】

以上、本発明の好適な実施例を例示したが、これは本発明を限定するものではなく、本発明の精神及び範囲を逸脱しない限りにおいては、当業者であれば行い得る少々の変更や修飾を付加することは可能である。従って、本発明が保護を請求する範囲は、特許請求の範囲を基準とする。

【図面の簡単な説明】

【0031】

- 【図 1】従来のエレクトロルミネセンス素子の断面図を表している。
- 【図 2】本発明の実施例に基づいたエレクトロルミネセンス素子の断面図を表している。
- 【図 3】実施例 1 に述べられたエレクトロルミネセンス素子 (1) の電流密度に対する操作電圧のグラフ作図を表している。
- 【図 4】実施例 1 に述べられたエレクトロルミネセンス素子 (1) の輝度に対する操作電圧のグラフ作図を表している。
- 【図 5】実施例 2 ～ 4 に述べられたエレクトロルミネセンス素子の電流密度に対する操作電圧のグラフ作図を表している。
- 【図 6】実施例 2 ～ 4 に述べられたエレクトロルミネセンス素子の輝度に対する操作電圧のグラフ作図を表している。
- 【図 7】実施例 2 ～ 4 に述べられたエレクトロルミネセンス素子の効率に対する操作電圧のグラフ作図を表している。
- 【図 8】画像表示システムのもう 1 つの実施例を概略的に表している。

10

【符号の説明】

【0032】

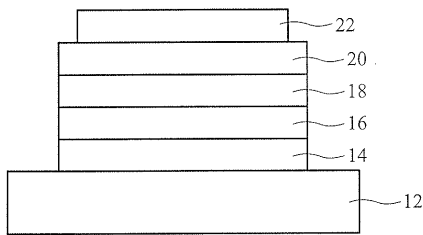
- 10 有機エレクトロルミネセンス素子
- 12 基板
- 14 陽極
- 16 ホール輸送層
- 18 発光層
- 20 電子輸送層
- 22 陰極が陽極
- 100 エレクトロルミネセンス素子
- 110 基板
- 120 陽極
- 130 エレクトロルミネセンス層
- 131 ホール注入層
- 132 ホール輸送層
- 133 発光層
- 134 電子輸送層
- 140 電子注入層
- 150 陰極
- 160 ディスプレイパネル
- 180 入力端子
- 200 エレクトロルミネセンス層の表示画像システム

20

30

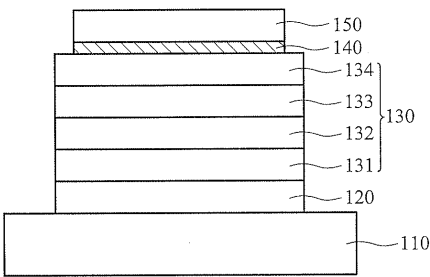
【図 1】

10

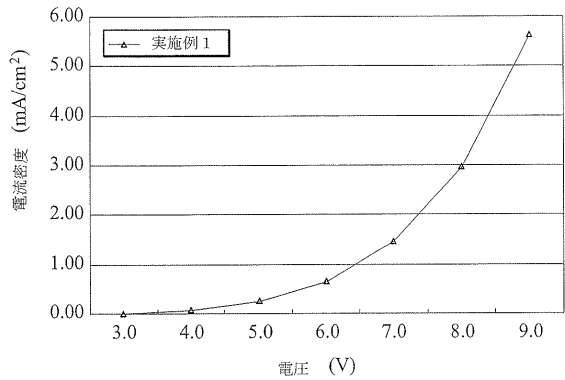


【図 2】

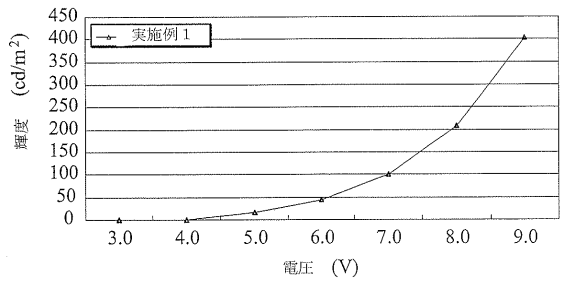
100



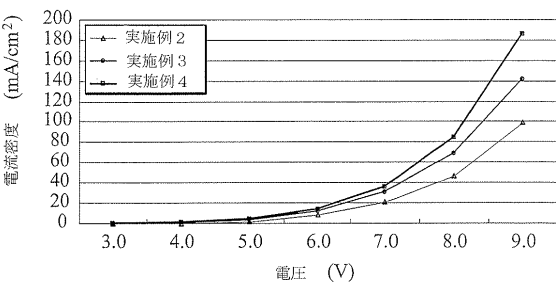
【図 3】



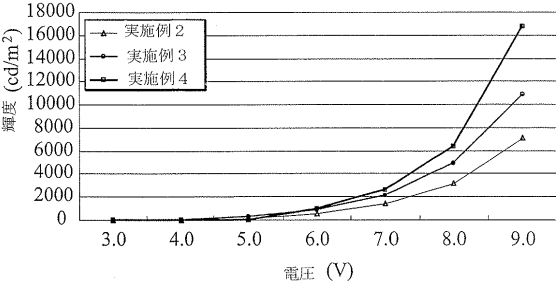
【図 4】



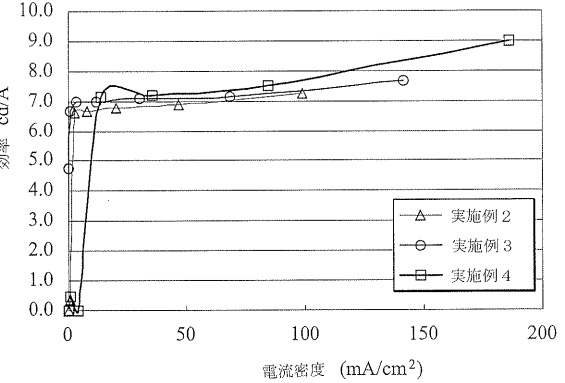
【図 5】



【図 6】

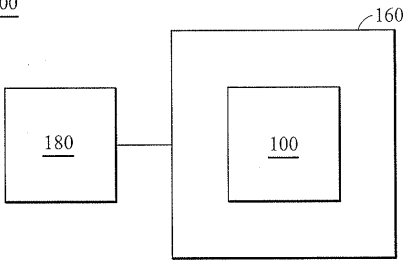


【図 7】



【図 8】

200



专利名称(译)	包括电致发光元件的图像显示系统及其制造方法		
公开(公告)号	JP2007281454A	公开(公告)日	2007-10-25
申请号	JP2007075886	申请日	2007-03-23
[标]申请(专利权)人(译)	统宝光电股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	统宝光电股▲ふん▼有限公司		
[标]发明人	徐湘倫		
发明人	徐 湘 倫		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/10		
CPC分类号	H01L51/5092 H01L51/0073 H01L51/0077 H01L51/0081		
FI分类号	H05B33/22.A H05B33/10 H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/DD74 3K107/DD76 3K107/DD84 3K107/FF15		
代理人(译)	森田浩二		
优先权	11/278689 2006-04-05 US		
其他公开文献	JP2007281454A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种具有提高效率的电致发光器件及其制造方法，该器件将来自阴极的电子注入到电致发光（EL）层中。一种图像显示系统，包括：电致发光元件，其包括基板；形成在基板上的阳极；形成在阳极上的电致发光层；以及形成在电致发光层上的电致发光层。一种系统，包括：形成的电子注入层，其包括含镧系元素的层或含act系元素的层；以及直接形成在所述电子注入层上的阴极。[选择图]图2

7)【要約】

課題】 陰極からエレクトロルミネセンス（EL）層電子を注入する改善された効率性を有するエレクトロミネセンス素子とその製造方法を提供する。
解決手段】 エレクトロルミネセンス素子を含む画像示システムであって、基板、前記基板の上に形成され陽極、前記陽極の上に形成されたエレクトロルミネセス層、前記エレクトロルミネセンス層の上に形成されランタニド含有層、または、アクチニド含有層を含む子注入層、および前記電子注入層の上に直接形成され陰極を含むシステム。