(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4913254号
(P4913254)

(45)発行日　平成24年4月11日(2012.4.11)　(24)登録日　平成24年1月27日(2012.1.27)

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

請求項の数 7　(全 8 頁)

(21)出願番号	特願2011-148422 (P2011-148422)
(22)出願日	平成23年7月4日 (2011.7.4)
(62)分割の表示	特願2000-327565 (P2000-327565)の分割
原出願日	平成12年10月26日 (2000.10.26)
(65)公開番号	特開2011-222529 (P2011-222529A)
(43)公開日	平成23年11月4日 (2011.11.4)
審査請求日	平成23年8月1日 (2011.8.1)
(31)優先権主張番号	特願平11-307903
(32)優先日	平成11年10月29日 (1999.10.29)
(33)優先権主張国	日本国(JP)

(73)特許権者　000153878
株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷３９８番地
(72)発明者　筒井　哲夫
福岡県春日市紅葉ヶ丘東８－６６番地
(72)発明者　小沼　利光
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内
(72)発明者　水上　真由美
神奈川県厚木市長谷３９８番地　株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官　濱野　隆

最終頁に続く

(54)【発明の名称】自発光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

第１の電極と第２の電極との間に挟まれたＥＬ層と、カバー材と、前記第１の電極と前記カバー材との間に挟まれたスペーサーと、を有し、

前記ＥＬ層は、発光層と電子注入層と正孔注入層とを有し、

前記第１の電極と前記カバー材との間には、空間が設けられ、

前記ＥＬ層から発生した光は、前記空間と前記カバー材とを通して射出され、

前記ＥＬ層の各層の膜厚（ｄ）と、前記発生した光の波長（λ）と、前記ＥＬ層の屈折率（ｎ）とは、ｄ≦λ／（４ｎ）なる関係式が成立することを特徴とする自発光装置。

【請求項２】

第１の電極と第２の電極との間に挟まれたＥＬ層と、ガラス、石英又はプラスチックでなるカバー材と、前記第１の電極と前記カバー材との間に挟まれたスペーサーと、を有し、

前記ＥＬ層は、発光層と電子注入層と正孔注入層とを有し、

前記スペーサーは、前記第１の電極と接しており、且つ前記カバー材と接しており、

前記第１の電極と前記カバー材との間には、空間が設けられ、

前記ＥＬ層から発生した光は、前記空間と前記カバー材とを通して射出され、

前記ＥＬ層の各層の膜厚（ｄ）と、前記発生した光の波長（λ）と、前記ＥＬ層の屈折率（ｎ）とは、ｄ≦λ／（４ｎ）なる関係式が成立することを特徴とする自発光装置。

【請求項３】

請求項１又は請求項２において、
前記スペーサと前記第２の電極は重なっていないことを特徴とする自発光装置。
【請求項４】
請求項１乃至請求項３のいずれか一項において、
前記空間には、不活性ガスが含まれていることを特徴とする自発光装置。
【請求項５】
請求項１乃至請求項４のいずれか一項において、
前記第１の電極は陽極であり、
前記第２の電極は陰極であることを特徴とする自発光装置。
【請求項６】
請求項１乃至請求項５のいずれか一項において、
前記第２の電極は、アルミニウムを主成分とする電極であることを特徴とする自発光装置。
【請求項７】
請求項１乃至請求項６のいずれか一項において、
前記第２の電極は、ＴＦＴと電気的に接続されることを特徴とする自発光装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、不透明電極（陰極）、透明電極（陽極）及びそれらの間に発光性有機材料（以下、有機ＥＬ材料という）を挟んだＥＬ素子を基板上に形成した自発光装置に関する。具体的には、ＥＬ素子からの光の取り出し効率の向上に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、有機ＥＬ材料を素子として用いたＥＬ表示装置の開発が進んでいる。これは、電圧の印加によって両面の電極から有機薄膜中に注入される電子と正孔の再結合による発光を利用する電流駆動型の自発光素子であり、発光は、面状発光として取り出される。しかし、屈折率の大きい固体薄膜中で発生した光を発光素子の外部に面状発光として取り出す際の光の取り出し効率は極めて低く、通常２０％以下である。
図２に示すように、屈折率（ｎ）の大きいａ層２０２（$n=n_1$）中の光源Ａから屈折率の小さいｂ層２０１と２０３（$n=n_2$）に出射された光のうち、ある出射角θ_0（ただし、$\theta_0=\sin^{-1}(n_2/n_1)$）より大きな角度（$\theta_1$及び$\theta_2$）
で入射する光は、全反射され屈折率の大きいａ層中を導波する。このようにして導波する光を導波光というが、この導波光の一部の成分は吸収されて消失し、残りはａ層２０２中を伝搬して端面に逃げてしまうため、出射された光は、その一部しか面状発光として取り出すことができない。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、発光素子、特にＥＬ素子において、光の取り出し効率を向上させることを課題とする。そして、発光効率の高い自発光装置を提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本発明の自発光装置は、図１に示すようにＥＬ素子に含まれるＥＬ層１０２及び透明電極１０３の膜厚を導波光が生じない膜厚とし、かつ前記透明電極とカバー材１０５との間（１０４で示される領域）に不活性ガスを挟む構造とする。なお、１０４で示される領域を本明細書中ではガス空間という。
【０００５】
本明細書中において、ＥＬ素子とは、不透明な電極からなる陰極、透明な電極でなる陽極

及びそれらに挟まれたＥＬ層を含む構造でなる素子をいう。本発明では、陰極は不透明電極（遮光性電極）であり、陽極は透明電極である。なお、本明細書中では、キャリアの注入、輸送または再結合が行われる層をＥＬ層という。

【０００６】

又、導波光が生じない膜厚とは、ＥＬ素子において生じた光の波長をλ、屈折率をｎとした時、ｄ≦λ／（４ｎ)で導かれる膜厚（ｄ）をいう。例えばＥＬ素子において生じた光の波長が５６０ｎｍで、屈折率が$ｎ_x$であるとき、ｄ≦（１４０／$ｎ_x$)であり、この膜厚（ｄ）より薄い膜中には導波光は存在し得ない。

なお、ＥＬ層を形成する膜及び透明電極の屈折率が両者とも$ｎ_x$である場合には総膜厚を（１４０／$ｎ_x$）以下にすれば良い。

【０００７】

次に透明電極とカバー材の間に不活性ガスを挟む構造に関して説明する。一般的に光がガス空間、固体層及びガス空間の順に進むとき、光を効率よく取り出せることが知られている。従って、ＥＬ素子において生じた光が透明電極を透過した後、ガス空間、固体層、ガス空間の順に通過するような構造とすることにより光の取り出し効率を向上させることが可能である。

本発明では透明電極とカバー材との間に不活性ガスを挟む構造とし、上述の構造を形成することで効率よく光を取り出すことができる。

【０００８】

また、図１に示した構造のＥＬ素子とする場合、発光層のみからなるＥＬ層１０２と透明電極１０３との間、又は発光層のみからなるＥＬ層１０２と不透明電極との間にバッファー層を設けることが望ましい。なお、バッファー層とは、キャリア（電子または正孔）の注入や輸送を促進する層を指している。即ち、電子注入層、正孔注入層、電子輸送層もしくは正孔輸送層はバッファー層として用いることができ、本明細書中では、バッファー層を設けた場合には、バッファー層もＥＬ層に含まれる。

【０００９】

バッファー層を設けることで、発光層と電極との間の界面状態が向上し、発光層において生じた光の取り出し効率が改善される。本発明の図１の構造のＥＬ素子においてバッファー層を設けた場合、さらに発光効率は向上する。また、バッファー層を発光層と透明電極との間に挟むことで、発光層上に透明電極を形成する際に発光層へダメージを与えるといった問題も解決することができる。

【００１０】

以上のように、本発明ではＥＬ素子に含まれるＥＬ層１０２を形成する各層の膜厚及び透明電極の膜厚を導波光が生じない膜厚とし、かつ透明電極とカバー材１０５との間に不活性ガスを挟む構造とすることで光の取り出し効率を大幅に高めることが可能である。

さらに、ＥＬ素子中の発光層と該発光層を挟む電極との間にバッファー層を設けて発光層とバッファー層からＥＬ層が形成される構造とすることで、さらなる取り出し効率の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の自発光装置の構成を示す図。

【図２】導波光の発生の様子を示す図。

【図３】本発明の自発光装置の構成を示す図。

【図４】本発明の自発光装置の構成を示す図。

【図５】本発明の自発光装置の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

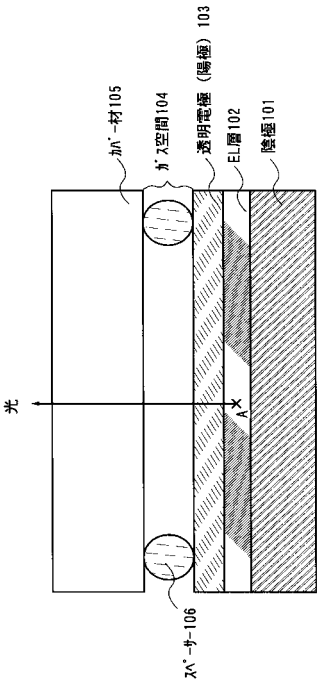
【００１２】

本発明に於いて、図１に示すようにＥＬ素子に含まれるＥＬ層１０２及び透明電極１０３の膜厚を導波光が発生しない膜厚とし、かつ透明電極１０３とカバー材１０５の間にガス空間１０４を挟む構造とする。具体的にはＥＬ層１０２の膜厚を３０ｎｍとし、透明電極

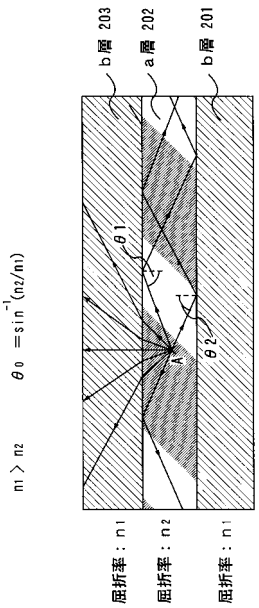
１０３の膜厚を１００ｎｍとする。
ＥＬ層１０２には、ポリマー系有機ＥＬ材料または、モノマー系有機ＥＬ材料を用いる。ポリマー系有機ＥＬ材料はポリマーの状態で溶媒に溶かして塗布することもできるし、モノマーの状態で溶媒に溶かして塗布した後に重合することもできる。
【００１３】
なお、ガス空間１０４とは、不活性ガス（代表的には、アルゴン、窒素、ネオン、クリプトン）を充填した空間をいい、カバー材１０５とは透明の部材を指し、具体的には、ガラス、石英、プラスチックなどを用いることができる。
【００１４】
さらに、発光層のみからなるＥＬ層と透明電極における界面状態を向上させるために、図３のように発光層３０３と透明電極３０６および発光層３０３と不透明電極３０１の間にバッファー層（３０２、３０４）を挟む構造として、発光層３０３とバッファー層（３０２、３０４）からなるＥＬ層３０５を形成する。
【実施例１】
【００１５】
図４に本発明のアクティブマトリクス型の自発光装置についての断面構造を示す。図４に於いて４０１は基板、４０２はＴＦＴである。なお、ＴＦＴ４０２としては公知のＴＦＴを用いることができる。
又、４０３は、アルミニウム（Ａｌ）を主成分とする電極であり、ＥＬ層４０４にはポリパラフェニレンビニレン（ＰＰＶ）を用いる。
４０５はＩＴＯでなる透明電極であり、４０６で示されるガス空間には、アルゴンを充填させる。又、カバー材４０７としてはガラスを用い、スペーサー４０８を用いてガス空間４０６が確保される。
【実施例２】
【００１６】
図５に本発明のパッシブマトリクス型の自発光装置についての断面構造を示す。
図５に於いて５０１は基板、５０２はＥＬ層である。ＥＬ層にはＰＰＶを用いる。５０３は、ストライプ状に配列された複数の不透明電極（陰極）であり、複数の不透明電極５０３と直交するようにストライプ状に複数の透明電極（陽極）５０４が設けられた構造をとる。
【００１７】
また、ＥＬ層５０２は、複数の不透明電極５０３と複数の透明電極５０４との間に挟まれている。
このとき、透明電極５０４の上にはガラスでなるカバー材５０６がスペーサー５０７を挟んで設けられている。こうしてカバー材５０６と透明電極５０４との間にガス空間５０５が形成される。本実施例ではガス空間５０５を窒素で充填する。なお、本実施例の構成は、実施例１の構成と自由に組み合わせて実施することが可能である。
【実施例３】
【００１８】
図３に示すようにＥＬ層３０５は、発光層３０３とバッファー層である電子注入層３０２及び正孔注入層３０４からなり、これらのＥＬ層３０５には、ポリマー系材料を用いる。例えば、発光層３０３には、ポリパラフェニレンビニレン、バッファー層（正孔注入層）３０４には、銅フタロシアニン又は、ＰＥＤＯＴ、バッファー層（電子注入層）３０２には、フッ化リチウム又は、リチウムを用いることができる。
【００１９】
なお、ＥＬ層３０５を形成する際、処理雰囲気は、極力水分の少ない乾燥雰囲気とし不活性ガス中で行うことが望ましい。ここで、不活性ガスとは、窒素やアルゴンなどである。ＥＬ層は水分や酸素の存在によって容易に劣化してしまうため、形成する際は、極力このような要因を排除しておく必要がある。又、これらのＥＬ層３０５は、全ての画素に共通で設ければ良いのでスピン塗布法、印刷法を用いて形成すると良い。

【００２０】
又、バッファー層である電子注入層３０２は、陰極３０１から発光層３０３に電子を注入する役割を持ち、正孔注入層３０４は、透明電極（陽極）３０６から発光層３０３に正孔を注入する役割を持つ。更に、正孔注入層３０４を設けることは、電極作製時の発光層３０３へのダメージ防止が期待できる。
なお、本実施例の構成は、実施例１または実施例２のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。
【実施例４】
【００２１】
ＥＬ素子の作製に於いて、発光層にトリス（８－キノリノラト）アルミニウム錯体（Ａｌｑ$_3$）を用い、陰極にマグネシウムと銀（ＭｇＡｇ）を用いたとき、前記発光層と前記陰極の間に挟むバッファー層として、Ａｌｑ$_3$とアセチルアセトナトリチウム錯体を共蒸着させたものを用いることができる。
なお、本実施例の構成は、実施例１～実施例３のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。
【実施例５】
【００２２】
陰極と陽極の間に発光層として有機ＥＬ材料を挟む構造の自発光装置は、明るさに優れるとともに低消費電力であることから液晶表示装置などのバックライトとしての使用が可能である。陰極と陽極及び発光層に関して、陰極と陽極が直接接触しない範囲でそれぞれを基板の全面に作製することができる。
又、前記有機ＥＬ材料には、ＰＰＶ、ＰＶＫ（ポリビニルカルバゾール）などを用いると良い。本発明はパーソナルコンピューター（ＰＣ）のモニターや携帯電話の表示部などに用いられる液晶ディスプレイのバックライトに用いる事が可能である。
なお、本実施例の構成は、実施例１～実施例４のいずれの構成とも自由に組み合わせて実施することが可能である。

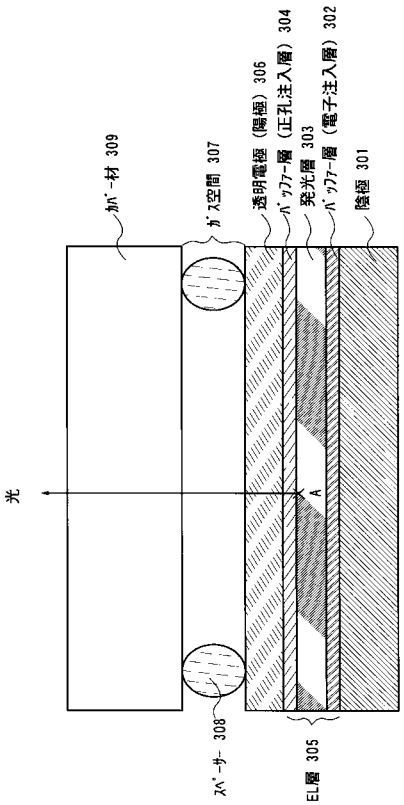
【図１】


ｶﾊﾞｰ材105
ｶﾞｽ空間104
透明電極（陽極）103
EL層102
陰極101
光
A
ｽﾍﾟｰｻｰ106

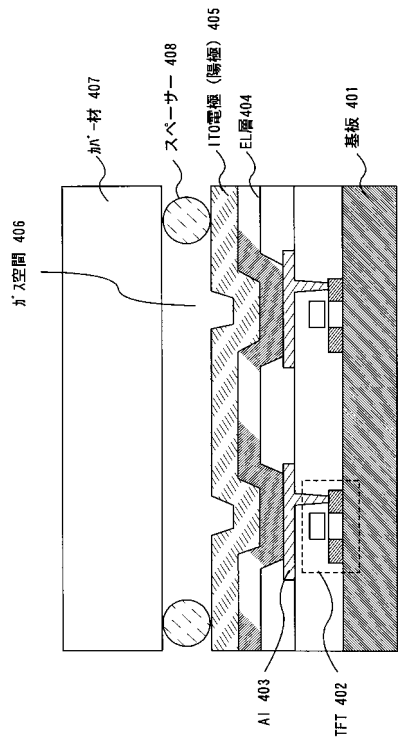
【図２】


b層 203
a層 202
b層 201
θ1
θ2
A
n1＞n2
θ0 =sin⁻¹(n2/n1)
屈折率：n1
屈折率：n2
屈折率：n1

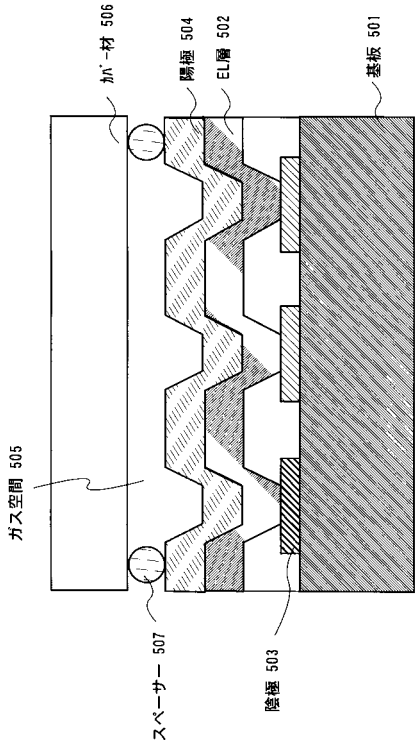
【図３】


ｶﾊﾞｰ材 309
ｶﾞｽ空間 307
透明電極（陽極）306
ﾊﾞｯﾌｧｰ層（正孔注入層）304
発光層 303
ﾊﾞｯﾌｧｰ層（電子注入層）302
陰極 301
光
A
ｽﾍﾟｰｻｰ 308
EL層 305

【図４】


ｶﾊﾞｰ材 407
スペーサー 408
ITO電極（陽極）405
EL層404
基板 401
ｶﾞｽ空間 406
Al 403
TFT 402

【図５】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平１０－２５５９７８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２１４１５２（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１８５９５５（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１６２９５２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９７／０３１５０８（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ　３３／０４
Ｈ０１Ｌ　５１／５０
Ｈ０５Ｂ　３３／２６