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

特許第5238136号
(P5238136)

(45)発行日　平成25年7月17日(2013.7.17)　(24)登録日　平成25年4月5日(2013.4.5)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 51/50	(2006.01)	H05B	33/22	C
H05B 33/28	(2006.01)	H05B	33/28	
H05B 33/10	(2006.01)	H05B	33/10	
H05B 33/22	(2006.01)	H05B	33/14	A
H05B 33/26	(2006.01)	H05B	33/22	Z

請求項の数 1　(全 25 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2006-79970(P2006-79970)
(22)出願日　平成18年3月23日(2006.3.23)
(65)公開番号　特開2006-303473(P2006-303473A)
(43)公開日　平成18年11月2日(2006.11.2)
審査請求日　平成21年2月6日(2009.2.6)
(31)優先権主張番号　特願2005-89378(P2005-89378)
(32)優先日　平成17年3月25日(2005.3.25)
(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　加藤　薫
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　山崎　舜平
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　池田　博一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】発光装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
トランジスタと、発光素子とを有する発光装置であって、
前記発光素子は、第１の電極と、第２の電極と、前記第１の電極と接する第１のキャリア発生層と、前記第２の電極と接する第２のキャリア発生層と、前記第１のキャリア発生層と前記第２のキャリア発生層との間に設けられた発光層とを有し、
前記第１のキャリア発生層と前記第２のキャリア発生層のそれぞれは、無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含む混合材料を含む層を有し、
前記混合材料を含む層は、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍであり、
前記トランジスタは、前記トランジスタ上に設けられた第１の絶縁層を貫通する第１の導電層と、第２の導電層とに電気的に接続され、
前記発光素子は、前記第１の電極と少なくとも前記第１の導電層とが接することにより前記トランジスタと電気的に接続され、
前記第１の導電層上に、前記第２の導電層を有し、
前記第２の導電層上に、第２の絶縁層を有し、
前記第１の導電層上と、前記第２の絶縁層上とに前記第１の電極を有し、
前記第１の導電層の幅は、前記第２の導電層の幅より広く、
前記第１の電極は、前記第１の導電層の側面部と、前記第２の導電層から突き出ている前記第１の導電層の上面部と、前記第２の導電層の側面部とに接する領域を有することを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子およびそれを備えた発光装置に関する。また、発光素子を用いた電気器具に関する。
【背景技術】
【０００２】
発光材料を用いた発光素子は、薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有しており、次世代のフラットパネルディスプレイへの応用が期待されている。また、発光素子をマトリクス状に配置した発光装置は、従来の液晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると言われている。
【０００３】
発光素子の基本的な構成は、一対の電極間に発光性の有機化合物を含む層（発光層）を挟んだものである。この素子に電圧を印加することにより、一対の電極から電子およびホールがそれぞれ発光層に輸送され、電流が流れる。そして、それらキャリア（電子およびホール）が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。
【０００４】
なお、有機化合物が形成する励起状態の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であり、一重項励起状態からの発光が蛍光、三重項励起状態からの発光が燐光と呼ばれている。
【０００５】
このような発光素子は、例えば０．１μｍ程度の有機薄膜で形成されるため、薄型軽量に作製できることが大きな利点である。また、キャリアが注入されてから発光に至るまでの時間はマイクロ秒程度あるいはそれ以下であるため、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。また、数ボルト～数十ボルト程度の直流電圧で十分な発光が得られるため、消費電力も比較的少ない。これらの利点から、発光素子は次世代のフラットパネルディスプレイ素子として注目されている。
【０００６】
また、発光素子は膜状に形成されるため、大面積の素子を形成することにより、面状の発光を容易に得ることができる。このことは、白熱電球やＬＥＤに代表される点光源、あるいは蛍光灯に代表される線光源では得難い特色であるため、照明等に応用できる面光源としての利用価値も高い。
【０００７】
しかしながら、これら発光素子は耐久性や耐熱性に問題があり、発光素子の発展の大きな妨げとなっている。発光素子は通常、下記非特許文献１に代表されるように、有機化合物を用いた有機薄膜を積層して形成されているため、有機化合物の低い耐久性や有機薄膜の脆弱さが上述の問題の要因であると考えられる。
【０００８】
一方では、有機薄膜ではなく、有機化合物と無機化合物を混合した層を用い、発光素子を形成するという試みもなされている。例えば、下記特許文献１では、金属酸化物中に蛍光性有機分子を分散させた発光層を用いた発光素子が開示されている。また、下記特許文献２では、シリカマトリックス中に有機化合物（ホール輸送性化合物、電子輸送性化合物、発光性化合物）を共有結合を介して分散した層を積層して形成した発光素子も開示されている。これらの文献においては、素子の耐久性や耐熱性が向上すると報告されている。
【０００９】
上記特許文献１や特許文献２で開示されているような発光素子は、絶縁性である金属酸化物中に有機化合物が分散されているだけであるため、従来の発光素子に比べて電流が流れにくくなってしまう（すなわち、ある電流を流すのに必要な電圧が高くなってしまう）という問題がある。

【００１０】
これらの発光素子は、流す電流密度に比例して発光輝度が高くなるため、電流が流れにくいということはすなわち、ある輝度を得るための電圧（すなわち駆動電圧）も高くなってしまうという問題に繋がる。したがって、金属酸化物中に有機化合物が単に分散されているだけでは、耐久性や耐熱性が得られたとしても、駆動電圧の上昇や、それに伴う消費電力の上昇を招いてしまう。
【００１１】
また、ゴミ等に起因する発光素子の短絡を抑制するためには、発光素子の膜厚を厚くすることが効果的であるが、特許文献１や特許文献２で示されているような構成で膜厚を厚くすると、駆動電圧の上昇はさらに顕在化してしまう。つまり、従来の構成では、膜厚を厚くすることは実用的には困難である。
【非特許文献１】Ｃ．Ｗ．タン（Ｃ．Ｗ．Ｔａｎｇ）、外１名、アプライド　フィジクス　レターズ、Ｖｏｌ．５１，Ｎｏ．１２，９１３－９１５（１９８７）
【特許文献１】特開平２－２８８０９２号公報
【特許文献２】特開２０００－３０６６６９号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１２】
上記問題に鑑み、本発明は、駆動電圧が低い発光素子を提供することを目的とする。また、このような発光素子を有する発光装置を提供することを目的とする。また、駆動電圧が低い発光素子を用いた電気器具に関する。
【課題を解決するための手段】
【００１３】
本発明者らは、無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを混合し、抵抗率が5×10^{4}～10×10^{5}Ω・ｃｍである混合材料を含む層を用いることにより、発光素子の駆動電圧を低減できることを見いだした。
【００１４】
つまり、本発明の発光素子は、一対の電極間に、発光物質を含む層と、無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含む混合材料を含む層とを有し、混合材料を含む層は、抵抗率が5×10^{4}～1×10^{6}Ω・ｃｍであることを特徴とする。より好ましくは、抵抗率が2×10^{5}～5×10^{5}Ω・ｃｍであることを特徴とする。
【００１５】
上記構成において、混合材料を含む層は、一対の電極のうち少なくとも一方の電極と接していることを特徴とする。
【００１６】
また、上記構成において、混合材料を含む層は、可視光の透過率が８０～１００％であることを特徴とする。
【００１７】
上記構成において、絶縁性材料は、金属酸化物、金属窒化物、金属酸化窒化物のいずれかであることが好ましい。具体的には、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、酸化チタン、酸化モリブデン、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化アルミニウム、酸化窒化珪素等が挙げられる。
【００１８】
また、上記構成において、導電性材料は、透明導電膜材料であることを特徴する。具体的には、導電性材料は、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化錫、酸化カドミウム、酸化ガリウムのいずれかを含むことを特徴とする。
【００１９】
また、本発明は、上述した発光素子と、発光素子の発光を制御する制御手段とを備えた発光装置も範疇に含めるものである。本明細書中における発光装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を含む。また、発光装置にコネクター

、例えばＦＰＣ（Ｆｌｅｘｉｂｌｅ ｐｒｉｎｔｅｄ ｃｉｒｃｕｉｔ）もしくはＴＡＢ（Ｔａｐｅ Ａｕｔｏｍａｔｅｄ Ｂｏｎｄｉｎｇ）テープもしくはＴＣＰ（Ｔａｐｅ Ｃａｒｒｉｅｒ Ｐａｃｋａｇｅ）が取り付けられたモジュール、ＴＡＢテープやＴＣＰの先にプリント配線板が設けられたモジュール、または発光素子にＣＯＧ（Ｃｈｉｐ Ｏｎ Ｇｌａｓｓ）方式によりＩＣ（集積回路）が直接実装されたモジュールも全て発光装置に含むものとする。

【００２０】

また、本発明は、表示部を有し、表示部は上述した発光素子と、発光素子の発光を制御する制御手段とを有する電気器具も範疇に含めるものである。

【発明の効果】

【００２１】

無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含み、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍ、好ましくは２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍである混合材料を含む層を用いることにより、発光素子の駆動電圧を低減できる。

【００２２】

無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含み、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍ、好ましくは２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍである混合材料を含む層を発光素子に用いることにより、混合材料を含む層を厚膜化した場合でも駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２３】

以下、本発明の実施の態様について図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【００２４】

なお、本発明において発光素子の一対の電極のうち、一方の電極の電位が高くなるように電圧をかけた際、発光が得られる。その際電位が高い電極を陽極として機能する電極と言い、電位が低い他方の電極を陰極として機能する電極と言う。

【００２５】

（実施の形態１）

本実施の形態では、本発明の発光素子に用いる混合材料について説明する。

【００２６】

本発明で用いる混合材料は、無機化合物である導電性材料と、無機化合物である絶縁性材料とを含む。導電性材料は、可視光の透過率が高い材料であることが望ましく、例えば、酸化インジウムに酸化錫を添加したインジウム錫酸化物（ＩＴＯ）、酸化インジウムに酸化チタンを添加した導電性材料（ＩＴｉＯ）等の酸化インジウムを含む酸化インジウム系材料、酸化亜鉛に酸化アルミニウムを添加したＡＺＯ、酸化亜鉛に酸化ガリウムを添加したＧＺＯ、酸化亜鉛にインジウムを添加したＩＺＯ等の酸化亜鉛を含む酸化亜鉛系材料、酸化錫に酸化アンチモンやフッ素を添加した酸化錫系材料、酸化カドミウム系材料、酸化ガリウム系材料等が挙げられる。

【００２７】

また、絶縁性材料としては、金属酸化物や金属窒化物、金属酸化窒化物等を用いることが好ましい。具体的には、酸化珪素、酸化ゲルマニウム、酸化チタン、酸化モリブデン、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化アルミニウム等を挙げることができる。また、絶縁性材料は可視光の透過率が高い材料であることが好ましい。可視光の透過率が高い材料としては、SiO_2、GeO_2、TiO_2、Al_2O_3等が挙げられる。可視光の透過率が高い絶縁性材料を用いることにより、混合材料の透過率を高くすることができる。

【００２８】

これらの導電性材料と絶縁性材料とを含む混合材料を含む層の抵抗率は５×１０^{4}～１

×１０^{6}Ω・ｃｍであることが好ましい。より好ましくは、２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍであることが望ましい。この範囲の抵抗率となるように導電性材料と絶縁性材料とを混合することにより、発光素子の低電圧駆動を実現することができる。

【００２９】

なお、混合材料を含む層の抵抗率が大きすぎると発光素子の駆動電圧が上昇してしまう。また、抵抗率が小さすぎると、隣接する発光素子とのクロストークが発生してしまう可能性がある。クロストークとは、発光素子間で漏電が起こることをいう。

【００３０】

例えば、図１０に示すように、赤系色（Ｒ）、緑系色（Ｇ）、青系色（Ｂ）を発光する発光素子は、反射電極である第１の電極１１０１、及び透光性を有する第２の電極１１０２を有しており、それぞれ第１の層１１１１Ｒ、１１１１Ｇ、１１１１Ｂ、第２の層１１１２Ｒ、１１１２Ｇ、１１１２Ｂ、第３の層１１１３Ｒ、１１１３Ｇ、１１１３Ｂ、第４の層１１１４Ｒ、１１１４Ｇ、１１１４Ｂを有している場合、緑系色（Ｇ）の発光素子の第１の電極１１０１と、赤系色（Ｒ）の発光素子の第２の電極１１０２とが短絡し、漏電することを、クロストークという。

【００３１】

よって、本発明の導電性材料と絶縁性材料とを用いた混合材料は、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍであることが好ましい。特に、２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍであると、より好ましい。

【００３２】

また、本発明で用いる混合材料は、可視光の透過率が８０～１００％であることが好ましい。本発明で用いる混合材料は可視光の透過率が高いため、発光層で発光した光を効率良く外部へ取り出すことができる。

【００３３】

また、本発明で用いる混合材料は可視光の透過率が高いため、混合材料を含む層を厚膜化した場合でも光の取り出し効率の低減を抑制することができる。よって、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、外部への光の取り出し効率が高くなるように混合材料を含む層の膜厚を最適化することが可能となる。

【００３４】

また、ゴミや衝撃などによる短絡を防止するために混合材料を含む層を厚膜化することが可能となる。

【００３５】

本発明で用いる混合材料を含む層は、スパッタリング法により形成することができる。このとき、ターゲットとしては、無機化合物からなる導電性材料と、無機化合物からなる絶縁性材料とを含むターゲットを用いる。ターゲットに含まれる導電性材料と絶縁性材料との組成比を変化させることにより、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍである混合材料を含む層を得ることができる。

【００３６】

無機化合物からなる導電性材料のターゲットと、無機化合物からなる絶縁性材料のターゲットとを用いて、共スパッタリングすることにより、当該混合材料を含む層を形成することもできる。この場合、それぞれのターゲットの面積を変えることにより、混合材料を含む層の導電性材料と絶縁性材料との組成比を変化させることが可能であり、抵抗率が５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍである混合材料を含む層を形成することができる。

【００３７】

ターゲットの作製方法としては、導電性材料の粉末と、絶縁性材料の粉末をボールミル等により混合し、加圧成形した後、加熱して焼結することにより作製することができる。このように作製したターゲットを用いて、本発明の混合材料を含む層を成膜する。

【００３８】

成膜雰囲気としては、アルゴンガス等の不活性ガスを用いる。導電性材料または絶縁性材料に酸素が含まれている場合には、不活性ガスに酸素ガスを混合することが好ましい。

酸素ガスを混合しないと、混合材料を含む層を成膜する際に、酸素が離脱していまい、組成ずれを起こす可能性がある。

【００３９】

また、本発明の混合材料を含む層は、多元スパッタリング法を用いて形成することもできる。導電性材料からなるターゲットと、絶縁性材料からなるターゲットを用い、それぞれに高周波電力を印加することにより、本発明の混合材料を含む層を形成することができる。このとき、印加する高周波電力の大きさを変化させることにより、得られる混合材料の抵抗率を制御することができる。例えば、絶縁性材料からなるターゲットに印加する高周波電力を大きくすると、混合材料に含まれる絶縁性材料の割合が大きくなり、導電性材料からなるターゲットに印加する高周波電力を大きくすると、混合材料に含まれる導電性材料の割合が大きくなる。

【００４０】

なお、有機化合物上に本発明の混合材料を含む層を形成する場合、有機化合物に与えるダメージを低減させるため、プラズマ生成領域と成膜領域とが離れた対向ターゲット式スパッタ装置を用いて混合材料を含む層を形成することが好ましい。対向ターゲット式スパッタ装置は、平行に位置する一対のターゲットと、ターゲット間の空間と対向する位置に基板が配置されており、プラズマ生成領域と成膜領域とが離れているため、基板上にすでに形成された有機化合物の層をプラズマによるダメージから守ることができる。

【００４１】

なお、本明細書中において、可視光の透過率が高い材料は、可視光の透過率が８０～１００％であることが好ましい。

【００４２】

（実施の形態２）

本発明の発光素子は、一対の電極間に複数の層を有する。当該複数の層は、電極から離れたところに発光領域が形成されるように、つまり電極から離れた部位でキャリア（担体）の再結合が行われるように、キャリア注入性の高い物質やキャリア輸送性の高い物質からなる層を組み合わせて積層されたものである。

【００４３】

本発明の発光素子の一態様について図１（ａ）を用いて以下に説明する。

【００４４】

本形態において、発光素子は、第１の電極１０２と、第１の電極１０２の上に順に積層した第１の層１０３、第２の層１０４、第３の層１０５、第４の層１０６と、さらにその上に設けられた第２の電極１０７とから構成されている。なお、本形態では第１の電極１０２は陽極として機能し、第２の電極１０７は陰極として機能するものとして以下説明をする。

【００４５】

基板１０１は発光素子の支持体として用いられる。基板１０１としては、例えばガラス、またはプラスチックなどを用いることができる。なお、発光素子を作製工程において支持体として機能するものであれば、これら以外のものでもよい。

【００４６】

第１の電極１０２としては、さまざまな金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物を用いることができる。例えば、インジウム錫酸化物（ＩＴＯ：Ｉｎｄｉｕｍ Ｔｉｎ Ｏｘｉｄｅ）、珪素を含有したインジウム錫酸化物、酸化インジウムに２～２０ｗｔ％の酸化亜鉛（ＺｎＯ）を混合したＩＺＯ（Ｉｎｄｉｕｍ Ｚｉｎｃ Ｏｘｉｄｅ）、酸化インジウムに酸化チタンを添加した導電性材料（ＩＴｉＯ）の他、金（Ａｕ）、白金（Ｐｔ）、ニッケル（Ｎｉ）、タングステン（Ｗ）、クロム（Ｃｒ）、モリブデン（Ｍｏ）、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）、チタン（Ｔｉ）、銅（Ｃｕ）、パラジウム（Ｐｄ）、アルミニウム（Ａｌ）、アルミニウム－シリコン（Ａｌ－Ｓｉ）、アルミニウム－チタン（Ａｌ－Ｔｉ）、アルミニウム－シリコン－銅（Ａｌ－Ｓｉ－Ｃｕ）または金属材料の窒化物（ＴｉＮ）等、を用いることができるが、第１の電極を陽極として用いる場合に

は、その中でも、仕事関数の大きい（仕事関数４．０ｅＶ以上）材料などで形成されていることが好ましい。

【００４７】

なお、本発明の発光素子において、第１の電極１０２は仕事関数の大きい材料に限定されず、仕事関数の小さい材料を用いることもできる。

【００４８】

第１の層１０３は、実施の形態１で示した無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含む混合材料を含む層であり、抵抗率は５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍであることが好ましい。より好ましくは、２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍであることが望ましい。

【００４９】

なお、第１の層１０３は、上記のような単層のものだけでなく、例えば無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含み、その混合比が異なる層が二層以上積層した構造としてもよい。

【００５０】

第２の層１０４は、正孔輸送性の高い物質、例えば４，４’－ビス［Ｎ－（１－ナフチル）－Ｎ－フェニルアミノ］ビフェニル（略称：α－ＮＰＤ）やＮ，Ｎ’－ビス（３－メチルフェニル）－Ｎ，Ｎ’－ジフェニル－［１，１’－ビフェニル］－４，４’－ジアミン（略称：ＴＰＤ）、４，４’，４’’－トリス（Ｎ，Ｎ－ジフェニルアミノ）トリフェニルアミン（略称：ＴＤＡＴＡ）、４，４’，４’’－トリス［Ｎ－（３－メチルフェニル）－Ｎ－フェニルアミノ］トリフェニルアミン（略称：ＭＴＤＡＴＡ）などの芳香族アミン系（即ち、ベンゼン環－窒素の結合を有する）の化合物からなる層である。ここに述べた物質は、主に１０^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の正孔移動度を有する物質である。但し、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものを用いてもよい。なお、第２の層１０４は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものであってもよい。

【００５１】

第３の層１０５は、発光性の高い物質を含む層である。例えば、Ｎ，Ｎ’－ジメチルキナクリドン（略称：ＤＭＱｄ）や３－（２－ベンゾチアゾイル）－７－ジエチルアミノクマリン（略称：クマリン６）等の発光性の高い物質とトリス（８－キノリノラト）アルミニウム（略称：$Ａｌｑ_{3}$）や９，１０－ジ（２－ナフチル）アントラセン（略称：ＤＮＡ）等のキャリア輸送性が高く膜質がよい（つまり結晶化しにくい）物質とを自由に組み合わせて構成される。但し、$Ａｌｑ_{3}$やＤＮＡは発光性も高い物質であるため、これらの物質を単独で用いた構成とし、第３の層１０５としても構わない。

【００５２】

第４の層１０６は、電子輸送性の高い物質、例えばトリス（８－キノリノラト）アルミニウム（略称：$Ａｌｑ_{3}$）、トリス（５－メチル－８－キノリノラト）アルミニウム（略称：$Ａｌｍｑ_{3}$）、ビス（１０－ヒドロキシベンゾ［ｈ］－キノリナト）ベリリウム（略称：$ＢｅＢｑ_{2}$）、ビス（２－メチル－８－キノリノラト）－４－フェニルフェノラト－アルミニウム（略称：ＢＡｌｑ）など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等からなる層である。また、この他ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）－ベンゾオキサゾラト］亜鉛（略称：$Ｚｎ（ＢＯＸ）_{2}$）、ビス［２－（２－ヒドロキシフェニル）－ベンゾチアゾラト］亜鉛（略称：$Ｚｎ（ＢＴＺ）_{2}$）などのオキサゾール系、チアゾール系配位子を有する金属錯体なども用いることができる。さらに、金属錯体以外にも、２－（４－ビフェニリル）－５－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール（略称：ＰＢＤ）や、１，３－ビス［５－（ｐ－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－１，３，４－オキサジアゾール－２－イル］ベンゼン（略称：ＯＸＤ－７）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－フェニル－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称：ＴＡＺ）、３－（４－ｔｅｒｔ－ブチルフェニル）－４－（４－エチルフェニル）－５－（４－ビフェニリル）－１，２，４－トリアゾール（略称

：ｐ－ＥｔＴＡＺ）、バソフェナントロリン（略称：ＢＰｈｅｎ）、バソキュプロイン（略称：ＢＣＰ）なども用いることができる。ここに述べた物質は、主に10^{-6}ｃｍ^{2}／Ｖｓ以上の電子移動度を有する物質である。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、上記以外の物質を第４の層１０６として用いても構わない。また、第４の層１０６は、単層のものだけでなく、上記物質からなる層が二層以上積層したものとしてもよい。

【００５３】

第２の電極１０７を形成する物質としては、仕事関数の小さい（仕事関数３．８ｅＶ以下）金属、合金、電気伝導性化合物、およびこれらの混合物などを用いることができる。このような陰極材料の具体例としては、元素周期表の１族または２族に属する元素、すなわちリチウム（Ｌｉ）やセシウム（Ｃｓ）等のアルカリ金属、およびマグネシウム（Ｍｇ）、カルシウム（Ｃａ）、ストロンチウム（Ｓｒ）等のアルカリ土類金属、およびこれらを含む合金（Ｍｇ：Ａｇ、Ａｌ：Ｌｉ）が挙げられる。しかしながら、第２の電極１０７と発光層との間に、電子注入を促す機能を有する層を、当該第２の電極と積層して設けることにより、仕事関数の大小に関わらず、Ａｌ、Ａｇ、ＩＴＯ、珪素を含むＩＴＯ等様々な導電性材料を第２の電極１０７として用いることができる。

【００５４】

なお、電子注入を促す機能を有する層としては、フッ化リチウム（ＬｉＦ）、フッ化セシウム（ＣｓＦ）、フッ化カルシウム（CaF_2）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属の化合物を用いることができる。また、この他、電子輸送性を有する物質からなる層中にアルカリ金属又はアルカリ土類金属を含有させたもの、例えばAlq_3中にマグネシウム（Ｍｇ）を含有させたもの等を用いることができる。

【００５５】

また、第１の層１０３、第２の層１０４、第３の層１０５、第４の層１０６の形成方法は、種々の方法を用いることができる。例えば、スパッタリング法、蒸着法、インクジェット法またはスピンコート法など用いても構わない。また各電極または各層ごとに異なる成膜方法を用いて形成しても構わない。

【００５６】

以上のような構成を有する本発明の発光素子は、第１の電極１０２と第２の電極１０７との間に生じた電位差により電流が流れ、発光性の高い物質を含む層である第３の層１０５において正孔と電子とが再結合し、発光するものである。つまり第３の層１０５に発光領域が形成されるような構成となっている。但し、第３の層１０５の全てが発光領域として機能する必要はなく、例えば、第３の層１０５のうち第２の層１０４側または第４の層１０６側にのみ発光領域が形成されるようなものであってもよい。

【００５７】

発光は、第１の電極１０２または第２の電極１０７のいずれか一方または両方を通って外部に取り出される。従って、第１の電極１０２または第２の電極１０７のいずれか一方または両方は、透光性を有する物質で成る。第１の電極１０２のみが透光性を有する物質からなるものである場合、図１（ａ）に示すように、発光は第１の電極１０２を通って基板側から取り出される。また、第２の電極１０７のみが透光性を有する物質からなるものである場合、図１（ｂ）に示すように、発光は第２の電極１０７を通って基板と逆側から取り出される。第１の電極１０２および第２の電極１０７がいずれも透光性を有する物質からなるものである場合、図１（ｃ）に示すように、発光は第１の電極１０２および第２の電極１０７を通って、基板側および基板と逆側の両方から取り出される。

【００５８】

なお第１の電極１０２と第２の電極１０７との間に設けられる層の構成は、上記のものには限定されない。発光領域と金属とが近接することによって生じる消光が抑制されるように、第１の電極１０２および第２の電極１０７から離れた部位に正孔と電子とが再結合する領域を設けた構成であり、且つ、無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含み、抵抗率が5×10^{4}～1×10^{6}Ω・ｃｍ、より好ましくは、２×１

0^{5}～5×10^{5}Ω・ｃｍである層を有するものであれば、上記以外のものでもよい。

【００５９】

つまり、層の積層構造については特に限定されず、電子輸送性の高い物質または正孔輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、正孔注入性の高い物質、バイポーラ性（電子及び正孔の輸送性の高い物質）の物質等から成る層を、本発明の混合材料を含む層と自由に組み合わせて構成すればよい。また、第１の電極１０２上には、酸化珪素膜等からなる層を設けることによってキャリアの再結合部位を制御したものであってもよい。

【００６０】

図２に示す発光素子は、陰極として機能する第１の電極３０２の上に電子輸送性の高い物質からなる第１の層３０３、発光性の高い物質を含む第２の層３０４、正孔輸送性の高い物質からなる第３の層３０５、本発明の混合材料を含む層である第４の層３０６、陽極として機能する第２の電極３０７とが順に積層された構成となっている。なお、３０１は基板である。

【００６１】

本実施の形態においては、ガラス、プラスチックなどからなる基板上に発光素子を作製している。一基板上にこのような発光素子を複数作製することで、パッシブ型の発光装置を作製することができる。また、ガラス、プラスチックなどからなる基板上に、例えば薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）を形成し、ＴＦＴと電気的に接続された電極上に発光素子を作製してもよい。これにより、ＴＦＴによって発光素子の駆動を制御するアクティブマトリクス型の発光装置を作製できる。なお、ＴＦＴの構造は、特に限定されない。スタガ型のＴＦＴでもよいし逆スタガ型のＴＦＴでもよい。また、ＴＦＴに用いる半導体の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体を用いてもよいし、結晶性半導体を用いてもよい。また、ＴＦＴアレイ基板に形成される駆動用回路についても、Ｎ型およびＰ型のＴＦＴからなるものでもよいし、若しくはＮ型またはＰ型のいずれか一方からのみなるものであってもよい。

【００６２】

本発明の発光素子は、導電性材料と絶縁性材料とを含む混合材料を含む層を有し、混合材料を含む層の抵抗率は5×10^{4}～1×10^{6}Ω・ｃｍ、より好ましくは、2×10^{5}～5×10^{5}Ω・ｃｍであることから、発光素子の低電圧駆動を実現することができる。

【００６３】

また、本発明で用いる混合材料は可視光の透過率が高いため、発光層で発光した光を効率良く外部へ取り出すことができる。

【００６４】

また、本発明で用いる混合材料は可視光の透過率が高いため、混合材料を含む層を厚膜化した場合でも光の取り出し効率の低減を抑制することができる。よって、駆動電圧の上昇を抑制しつつ、外部への光の取り出し効率が高くなるように混合材料を含む層の膜厚を最適化することが可能となる。

【００６５】

また、混合材料を含む層を厚膜化することにより、ゴミや衝撃等による短絡を防止することができるため、信頼性の高い発光素子を得ることができる。例えば、通常の発光素子の電極間の膜厚が１００ｎｍ～１５０ｎｍであるのに対し、混合材料を含む層を用いた発光素子の電極間の膜厚は、１００～５００ｎｍ、好ましくは、２００～５００ｎｍとすることができる。

【００６６】

また、本発明の発光素子に用いる混合材料を含む層は、電極とオーム接触することが可能であり、電極との接触抵抗が小さい。そのため、仕事関数等を考慮することなく、電極材料を選ぶことができる。つまり、電極材料の選択肢が広がる。

【００６７】

（実施の形態３）

本実施の形態では、実施の形態２に示した構成とは異なる構成を有する発光素子につい

て、図８および図９を用いて説明する。本実施の形態で示す構成は、陰極として機能する電極に接するように本発明の混合材料を含む層を設けることができる。

【００６８】

図８（ａ）に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第１の電極４０１と、第２の電極４０２との間に、第１の層４１１、第２の層４１２、第３の層４１３が積層された構成となっている。本実施の形態では、第１の電極４０１が陽極として機能し、第２の電極４０２が陰極として機能する場合について説明する。

【００６９】

第１の電極４０１、第２の電極４０２は、実施の形態２と同じ構成を適用することができる。また、第１の層４１１は発光性の高い物質を含む層である。第２の層４１２は電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む層であり、第３の層４１３は実施の形態１で示した混合材料を含む層である。第２の層４１２に含まれる電子供与性物質としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属およびそれらの酸化物や塩であることが好ましい。具体的には、リチウム、セシウム、カルシウム、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物、炭酸セシウム等が挙げられる。

【００７０】

このような構成とすることにより、図８（ａ）に示した通り、電圧を印加することにより第２の層４１２および第３の層４１３の界面近傍にて電子の授受が行われ、電子と正孔が発生し、第２の層４１２は電子を第１の層４１１に輸送すると同時に、第３の層４１３は正孔を第２の電極４０２に輸送する。すなわち、第２の層４１２と第３の層４１３とを合わせて、キャリア発生層としての役割を果たしている。また、第３の層４１３は、正孔を第２の電極４０２に輸送する機能を担っていると言える。

【００７１】

また、第３の層４１３は、極めて高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。そのため、駆動電圧を低減することができる。また、第３の層４１３を厚膜化した場合、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【００７２】

また、第３の層４１３を厚膜化しても、駆動電圧の上昇を抑制することができるため、第３の層４１３の膜厚の自由に設定でき、第１の層４１１からの発光の取り出し効率を向上させることができる。また、第１の層４１１からの発光の色純度が向上するように、第３の層４１３の膜厚を設定することも可能である。また、第３の層４１３は可視光の透過率が高く、厚膜化による発光の外部取り出し効率の低減を抑制できる。

【００７３】

なお、本実施の形態の発光素子においても、第１の電極４０１や第２の電極４０２の材料を変えることで、様々なバリエーションを有する。その模式図を図８（ｂ）、図８（ｃ）および図９に示す。なお、図８（ｂ）、図８（ｃ）および図９では、図８（ａ）の符号を引用する。また、４００は、本発明の発光素子を担持する基板である。

【００７４】

図８は、基板４００側から第１の層４１１、第２の層４１２、第３の層４１３の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極４０１を光透過性とし、第２の電極４０２を遮光性（特に反射性）とすることで、図８（ａ）のように基板４００側から光を射出する構成となる。また、第１の電極４０１を遮光性（特に反射性）とし、第２の電極４０２を光透過性とすることで、図８（ｂ）のように基板４００の逆側から光を射出する構成となる。さらに、第１の電極４０１、第２の電極４０２の両方を光透過性とすることで、図８（ｃ）に示すように、基板４００側と基板４００の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

【００７５】

図９は、基板４００側から第３の層４１３、第２の層４１２、第１の層４１１の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極４０１を遮光性（特に反射性）とし、第２の電極４０２を光透過性とすることで、図９（ａ）のように基板４００側から光を取

り出す構成となる。また、第１の電極４０１を光透過性とし、第２の電極４０２を遮光性（特に反射性）とすることで、図９（ｂ）のように基板４００と逆側から光を取り出す構成となる。さらに、第１の電極４０１、第２の電極４０２の両方を光透過性とすることで、図９（ｃ）に示すように、基板４００側と基板４００の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

【００７６】

また、図８に示すように、第１の電極４０１を形成した後、第１の層４１１、第２の層４１２、第３の層４１３を順次積層し、第２の電極４０２を形成してもよいし、図９に示すように、第２の電極４０２を形成した後、第３の層４１３、第２の層４１２、第１の層４１１を順次積層し、第１の電極４０１を形成してもよい。

【００７７】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【００７８】

（実施の形態４）

本実施の形態では、実施の形態２および実施の形態３に示した構成とは異なる構成を有する発光素子について、図３および図４を用いて説明する。本実施の形態で示す構成は、発光素子の２つの電極に接するように本発明の混合材料を含む層を設けることができる。

【００７９】

図３（ａ）に本発明の発光素子の構造の一例を示す。第１の電極２０１と、第２の電極２０２との間に、第１の層２１１、第２の層２１２、第３の層２１３、第４の層２１４が積層された構成となっている。本実施の形態では、第１の電極２０１が陽極として機能し、第２の電極２０２が陰極として機能する場合について説明する。

【００８０】

第１の電極２０１、第２の電極２０２は、実施の形態２と同じ構成を適用することができる。また、第１の層２１１は実施の形態１で示した混合材料を含む層であり、第２の層２１２は発光性の高い物質を含む層である。第３の層２１３は電子供与性物質と電子輸送性の高い化合物とを含む層であり、第４の層２１４は実施の形態１で示した混合材料を含む層である。第３の層２１３に含まれる電子供与性物質としては、アルカリ金属またはアルカリ土類金属およびそれらの酸化物や塩であることが好ましい。具体的には、リチウム、セシウム、カルシウム、リチウム酸化物、カルシウム酸化物、バリウム酸化物、炭酸セシウム等が挙げられる。

【００８１】

このような構成とすることにより、図３（ａ）に示した通り、電圧を印加することにより第３の層２１３および第４の層２１４の界面近傍にて電子の授受が行われ、電子と正孔が発生し、第３の層２１３は電子を第２の層２１２に輸送すると同時に、第４の層２１４は正孔を第２の電極２０２に輸送する。すなわち、第３の層２１３と第４の層２１４とを合わせて、キャリア発生層としての役割を果たしている。また、第４の層２１４は、正孔を第２の電極２０２に輸送する機能を担っていると言える。なお、第４の層２１４と第２の電極２０２との間に、さらに第２の層および第３の層を再び積層することで、タンデム型の発光素子とすることも可能である。

【００８２】

また、第１の層２１１や第４の層２１４は、極めて高い正孔注入性、正孔輸送性を示す。そのため、発光素子の駆動電圧を低減することができる。

また、第１の層２１１や第４の層２１４を厚膜化した場合、駆動電圧の上昇を抑制することができる。

【００８３】

また、第１の層２１１や第４の層２１４を厚膜化しても、駆動電圧の上昇を抑制することができるため、第１の層２１１や第４の層２１４の膜厚の自由に設定でき、第２の層２１２からの発光の取り出し効率を向上させることができる。また、第２の層２１２からの発光の色純度が向上するように、第１の層２１１や第４の層２１４の膜厚を設定すること

も可能である。また、第１の層２１１や第４の層２１４は可視光の透過率が高く、厚膜化による発光の外部取り出し効率の低減を抑制できる。

【００８４】

また、本実施の形態の発光素子は、発光機能を担う第２の層の陽極側および陰極側の層を非常に厚くすることが可能となり、さらに発光素子の短絡を効果的に防止できる。また、第１の層２１１と第４の層２１４を同じ材料で構成することにより、発光機能を担う層を挟んで両側に同じ材料で構成された層を設けることができるため、応力歪みを抑制する効果も期待できる。

【００８５】

なお、本実施の形態の発光素子においても、第１の電極２０１や第２の電極２０２の材料を変えることで、様々なバリエーションを有する。その模式図を図３（ｂ）、図３（ｃ）および図４に示す。なお、図３（ｂ）、図３（ｃ）および図４では、図３（ａ）の符号を引用する。また、２００は、本発明の発光素子を担持する基板である。

【００８６】

図３は、基板２００側から第１の層２１１、第２の層２１２、第３の層２１３、第４の層２１４の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極２０１を光透過性とし、第２の電極２０２を遮光性（特に反射性）とすることで、図３（ａ）のように基板２００側から光を射出する構成となる。また、第１の電極２０１を遮光性（特に反射性）とし、第２の電極２０２を光透過性とすることで、図３（ｂ）のように基板２００の逆側から光を射出する構成となる。さらに、第１の電極２０１、第２の電極２０２の両方を光透過性とすることで、図３（ｃ）に示すように、基板２００側と基板２００の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

【００８７】

図４は、基板２００側から第４の層２１４、第３の層２１３、第２の層２１２、第１の層２１１の順で構成されている場合の例である。この時、第１の電極２０１を遮光性（特に反射性）とし、第２の電極２０２を光透過性とすることで、図４（ａ）のように基板２００側から光を取り出す構成となる。また、第１の電極２０１を光透過性とし、第２の電極２０２を遮光性（特に反射性）とすることで、図４（ｂ）のように基板２００と逆側から光を取り出す構成となる。さらに、第１の電極２０１、第２の電極２０２の両方を光透過性とすることで、図４（ｃ）に示すように、基板２００側と基板２００の逆側の両方に光を射出する構成も可能となる。

【００８８】

なお、第１の層２１１が、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含み、第２の層２１２が発光性の物質を含み、第３の層２１３が実施の形態１で示した混合材料を含む層であり、第４の層２１４が、電子供与性物質の中から選ばれた一の化合物と電子輸送性の高い化合物とを含む構成にすることも可能である。

【００８９】

なお、本実施の形態における発光素子を作製する場合には、湿式法、乾式法を問わず、種々の方法を用いることができる。

【００９０】

また、図３に図示するように、第１の電極２０１を形成した後、第１の層２１１、第２の層２１２、第３の層２１３、第４の層２１４を順次積層し、第２の電極２０２を形成してもよいし、図４に図示するように、第２の電極２０２を形成した後、第４の層２１４、第３の層２１３、第２の層２１２、第１の層２１１を順次積層し、第１の電極を形成してもよい。

【００９１】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることが可能である。

【００９２】

（実施の形態５）

本実施の形態では、発光素子の光学設計について説明する。

【００９３】
実施の形態２～４に示した発光素子において、各発光色を発する発光素子ごとに、少なくとも第１の電極及び第２の電極を除く各層のいずれか一つの膜厚を異ならせることにより、発光色毎の光の取り出し効率を高めることができる。
【００９４】
例えば、図１０に示すように、赤系色（Ｒ）、緑系色（Ｇ）、青系色（Ｂ）を発光する発光素子は、反射電極である第１の電極１１０１、及び透光性を有する第２の電極１１０２を共有しており、それぞれ第１の層１１１１Ｒ、１１１１Ｇ、１１１１Ｂ、第２の層１１１２Ｒ、１１１２Ｇ、１１１２Ｂ、第３の層１１１３Ｒ、１１１３Ｇ、１１１３Ｂ、第４の層１１１４Ｒ、１１１４Ｇ、１１１４Ｂを有する。そして、第１の層１１１１Ｒ、１１１１Ｇ、１１１１Ｂの厚さを発光色毎に異ならせる。
【００９５】
なお、図１０に示す発光素子において、第２の電極１１０２の電位よりも第１の電極１１０１の電位が高くなるように電圧を印加すると、第１の層１１１１から第２の層１１１２へ正孔が注入される。第３の層１１１３および第４の層１１１４の界面近傍にて電子の授受が行われ、電子と正孔が発生し、第３の層１１１３は電子を第２の層１１１２に輸送すると同時に、第４の層１１１４は正孔を第２の電極１１０２に輸送する。正孔と、電子とが、第２の層１１１２において再結合し、発光物質を励起状態にする。そして、励起状態の発光物質は、基底状態に戻るときに発光する。
【００９６】
図１０に示すように、第１の層１１１１Ｒ、１１１１Ｇ、１１１１Ｂを発光色毎に異ならせることにより、直接第２の電極を介して認識する場合と、第１の電極で反射して第２の電極を介して認識する場合とで光路が異なることによる、光の取り出し効率の低下を防止することができる。
【００９７】
具体的には、第１の電極に光が入射した場合、反射光には位相の反転が生じ、これによって生じる光の干渉効果が生じる。その結果、発光領域と反射電極との光学距離、つまり屈折率×距離が、発光波長の（２ｍ－１）／４倍（ｍは任意の正の整数）、即ち、１／４、３／４、５／４・・・倍の時には、発光の外部取り出し効率が高くなる。一方、ｍ／２倍（ｍは任意の正の整数）即ち、１／２、１、３／２・・・倍の時には発光の外部取り出し効率が低くなってしまう。
【００９８】
したがって、本発明の発光素子において、発光領域と反射電極との光学距離、つまり屈折率×距離が、発光波長の（２ｍ－１）／４倍（ｍは任意の正の整数）となるように、第１の層から第４の層のいずれかの膜厚を各発光素子で異ならせる。
【００９９】
特に、第１の層から第４の層において、電子と正孔が再結合する層から反射電極との間の層の膜厚を異ならせるとよいが、電子と正孔が再結合する層から透光性を有する電極との間の膜厚を異ならせてもよい。さらに両者の膜厚を異ならせても構わない。その結果、発光を効率よく外部に取り出すことができる。
【０１００】
第１の層から第４の層のいずれかの膜厚を異ならせるためには、層を厚膜化する必要がある。本発明の発光素子は、厚膜化する層に、実施の形態１で示した混合材料を含む層を用いることを特徴とする。
【０１０１】
一般に、発光素子の層を膜厚化すると、駆動電圧が増加してしまうため、好ましくなかった。しかし、厚膜化する層に、実施の形態１で示した混合材料を用いると、駆動電圧自体を低くでき、厚膜化することによる駆動電圧の上昇を抑制することができる。
【０１０２】
なお、図１０では、赤系色（Ｒ）の発光素子の発光領域と反射電極との光学距離が発光

波長の１／４倍、緑系色（Ｇ）の発光素子の発光領域と反射電極との光学距離が発光波長の３／４倍、青系色（Ｂ）の発光素子の発光領域と反射電極との光学距離が発光波長の５／４倍のものを示した。なお、本発明はこの値に限られず、適宜ｍの値を設定することが可能である。また、図１０に示すように、発光波長の（２ｍ－１）／４倍のｍの値は各発光素子で異なっていてもよい。

【０１０３】

また、第１の層から第４の層のいずれかを厚膜化することにより、第１の電極と第２の電極とが短絡することを防止でき、量産性を高めることもでき、非常に好ましい。

【０１０４】

このように本発明の発光素子は、少なくとも第１の層から第４の層のいずれかの膜厚を、各発光色で異ならせることができる。このとき、電子と正孔が再結合する層から反射電極との間となる層の膜厚を、各発光色で異ならせることが好ましい。さらに厚膜化する必要のある層には、実施の形態１で示した混合材料を含む層とすると、駆動電圧が高くならず好ましい。

【０１０５】

なお、本実施の形態では、実施の形態４に示した構成の発光素子を用いて説明したが、他の実施の形態と適宜組み合わせることも可能である。

【０１０６】

（実施の形態６）

本実施の形態では、本発明の発光素子を有する発光装置について説明する。

【０１０７】

本実施の形態では、画素部に本発明の発光素子を有する発光装置について図５を用いて説明する。なお、図５（Ａ）は、発光装置を示す上面図、図５（Ｂ）は図５（Ａ）をＡ－Ａ’およびＢ－Ｂ’で切断した断面図である。点線で示された６０１は駆動回路部（ソース側駆動回路）、６０２は画素部、６０３は駆動回路部（ゲート側駆動回路）である。また、６０４は封止基板、６０５はシール材であり、シール材６０５で囲まれた内側は、空間６０７になっている。

【０１０８】

なお、引き回し配線６０８はソース側駆動回路６０１及びゲート側駆動回路６０３に入力される信号を伝送するための配線であり、外部入力端子となるＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）６０９からビデオ信号、クロック信号、スタート信号、リセット信号等を受け取る。なお、ここではＦＰＣしか図示されていないが、このＦＰＣにはプリント配線基盤（ＰＷＢ）が取り付けられていても良い。本明細書における発光装置には、発光装置本体だけでなく、それにＦＰＣもしくはＰＷＢが取り付けられた状態をも含むものとする。

【０１０９】

次に、断面構造について図５（Ｂ）を用いて説明する。素子基板６１０上には駆動回路部及び画素部が形成されているが、ここでは、駆動回路部であるソース側駆動回路６０１と、画素部６０２中の一つの画素が示されている。

【０１１０】

なお、ソース側駆動回路６０１はｎチャネル型ＴＦＴ６２３とｐチャネル型ＴＦＴ６２４とを組み合わせたＣＭＯＳ回路が形成される。また、駆動回路を形成するＴＦＴは、種々のＣＭＯＳ回路、ＰＭＯＳ回路もしくはＮＭＯＳ回路で形成しても良い。また、本実施例では、基板上に駆動回路を形成したドライバー一体型を示すが、必ずしもその必要はなく、基板上ではなく外部に形成することもできる。

【０１１１】

また、画素部６０２はスイッチング用ＴＦＴ６１１と、電流制御用ＴＦＴ６１２とそのドレインに電気的に接続された第１の電極６１３とを含む複数の画素により形成される。なお、第１の電極６１３の端部を覆って絶縁物６１４が形成されている。ここでは、ポジ型の感光性アクリル樹脂膜を用いることにより形成する。

【０１１２】
また、被覆性を良好なものとするため、絶縁物６１４の上端部または下端部に曲率を有する曲面が形成されるようにする。例えば、絶縁物６１４の材料としてポジ型の感光性アクリルを用いた場合、絶縁物６１４の上端部のみに曲率半径（０．２μｍ～３μｍ）を有する曲面を持たせることが好ましい。また、絶縁物６１４として、光の照射によってエッチャントに不溶解性となるネガ型、或いは光によってエッチャントに溶解性となるポジ型のいずれも使用することができる。
【０１１３】
第１の電極６１３上には、実施の形態１で示した混合材料を含む層と発光物質を含む層とを含む積層体６１６、および第２の電極６１７がそれぞれ形成されている。ここで、陽極として機能する第１の電極６１３に用いる材料としては、仕事関数の大きい材料を用いることが望ましい。例えば、ＩＴＯ膜、または珪素を含有したインジウム錫酸化物膜、２～２０ｗｔ％の酸化亜鉛を含む酸化インジウム膜、窒化チタン膜、クロム膜、タングステン膜、Ｚｎ膜、Ｐｔ膜などの単層膜の他、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜との積層、窒化チタン膜とアルミニウムを主成分とする膜と窒化チタン膜との３層構造等を用いることができる。なお、積層構造とすると、配線としての抵抗も低く、良好なオーミックコンタクトがとれ、さらに陽極として機能させることができる。
【０１１４】
また、実施の形態１で示した混合材料を含む層は、無機化合物である導電性材料と無機化合物である絶縁性材料とを含み、抵抗率が好ましくは５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍ、より好ましくは、２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍである層である。
【０１１５】
また、発光物質を含む層は、蒸着マスクを用いた蒸着法、インクジェット法、スピンコート法等の種々の方法によって形成される。発光物質を含む層を構成する材料としては、低分子系材料、中分子材料（オリゴマー、デンドリマーを含む）、または高分子系材料であっても良い。また、発光物質を含む層に用いる材料としては、通常、有機化合物を単層もしくは積層で用いる場合が多いが、本発明においては、有機化合物からなる膜の一部に無機化合物を用いる構成も含めることとする。
【０１１６】
さらに、混合材料を含む層と、発光物質を含む層とを含む積層体６１６上に形成され、陰極として機能する第２の電極６１７に用いる材料としては、仕事関数の小さい材料（Ａｌ、Ａｇ、Ｌｉ、Ｃａ、またはこれらの合金ＭｇＡｇ、ＭｇＩｎ、ＡｌＬｉ、$ＣａＦ_{2}$、フッ化リチウムまたは窒化カルシウム）を用いることが好ましい。なお、積層体６１６で生じた光が第２の電極６１７を透過させる場合には、第２の電極６１７として、膜厚を薄くした金属薄膜と、透明導電膜（ＩＴＯ、２～２０ｗｔ％の酸化亜鉛を含む酸化インジウム、珪素を含有したインジウム錫酸化物、酸化亜鉛（ＺｎＯ）等）との積層を用いるのが良い。
【０１１７】
さらにシール材６０５で封止基板６０４を素子基板６１０と貼り合わせることにより、素子基板６１０、封止基板６０４、およびシール材６０５で囲まれた空間６０７に発光素子６１８が備えられた構造になっている。なお、空間６０７には、不活性気体（窒素やアルゴン等）が充填される場合の他、シール材６０５で充填される構成も含むものとする。
【０１１８】
なお、シール材６０５にはエポキシ系樹脂を用いるのが好ましい。また、これらの材料はできるだけ水分や酸素を透過しない材料であることが望ましい。また、封止基板６０４に用いる材料としてガラス基板や石英基板の他、ＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒｇｌａｓｓ－Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ）、ＰＶＦ（ポリビニルフロライド）、マイラー、ポリエステルまたはアクリル等からなるプラスチック基板を用いることができる。
【０１１９】
以上のようにして、本発明の発光素子を有する発光装置を得ることができる。

【０１２０】
本発明の発光装置は、導電性材料と絶縁性材料とを含む混合材料を含む層を有し、混合材料を含む層の抵抗率は５×１０^{4}～１×１０^{6}Ω・ｃｍ、より好ましくは、２×１０^{5}～５×１０^{5}Ω・ｃｍであるため、駆動電圧を低減することができ、消費電力を低減することが可能となる。
【０１２１】
また、本発明で用いる混合材料は可視光の透過率が高いため、発光層で発光した光を効率良く外部へ取り出すことができる。
【０１２２】
また、本発明の発光装置は、導電性材料と絶縁性材料とを含む混合材料を含む層を厚くしても駆動電圧の上昇を抑制することができる。また、本発明で用いる混合材料は、可視光の透過率が高い。よって、混合材料を含む層を厚くして、発光素子の短絡を防止することができる。また、光学設計により発光の外部取り出し効率の向上を実現することができる。よって、消費電力が少なく、信頼性の高い発光装置を得ることができる。
【０１２３】
以上のように、本実施の形態では、トランジスタによって発光素子の駆動を制御するアクティブ型の発光装置について説明したが、この他、トランジスタ等の駆動用の素子を特に設けずに発光素子を駆動させるパッシブ型の発光装置であってもよい。図６には本発明を適用して作製したパッシブ型の発光装置の斜視図を示す。図６において、基板９５１上には、電極９５２と電極９５６との間には発光物質を含む層と実施の形態１で示した混合材料を含む層とを含む積層体９５５が設けられている。電極９５２の端部は絶縁層９５３で覆われている。そして、絶縁層９５３上には隔壁層９５４が設けられている。隔壁層９５４の側壁は、基板面に近くなるに伴って、一方の側壁と他方の側壁との間隔が狭くなっていくような傾斜を有する。つまり、隔壁層９５４の短辺方向の断面は、台形状であり、底辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接する辺）の方が上辺（絶縁層９５３の面方向と同様の方向を向き、絶縁層９５３と接しない辺）よりも短い。このように、隔壁層９５４を設けることで、静電気等に起因した発光素子の不良を防ぐことが出来る。また、パッシブ型の発光装置においても、低駆動電圧で動作する本発明の発光素子を含むことによって、低消費電力で駆動させることができる。
【０１２４】
（実施の形態７）
本実施の形態は、発光素子と、その発光素子の動作を制御するトランジスタを備えた発光装置の一態様について、図１１を参照して説明する。
【０１２５】
図１１において、発光素子は、第１の電極５０１と第２の電極５０３の間に、積層体５０２が挟まれた構成を有している。積層体は５０２、発光物質を含む層と、混合材料を含む層とで構成され、その詳細は実施の形態１～５で示されている。第１の電極の周辺端部は、電気絶縁性の有機樹脂材料または無機材料で形成される隔壁層５１２で覆われている。そして、隔壁層５１２の開口部、すなわち第１の電極５０１の露出部に、積層体５０２と第２の電極５０３が設けられることによって、この発光装置における発光素子が形成される構成となっている。
【０１２６】
発光素子の動作を制御するトランジスタは、半導体層５０４と、ゲート絶縁層５０６を介してその半導体層と重なるゲート電極５０５を備えている。ゲート電極５０５は、タングステン、モリブデン、チタン、タンタルなどの金属、若しくはそれらの金属層の下層側にその金属の酸化物若しくは窒化物であって導電性のある層を設けても良い。
【０１２７】
発光素子とトランジスタは、ゲート絶縁層５０６、第１の層間絶縁層５０７及び第２の層間絶縁層５０８を貫通する配線によって接続されている。配線は、異なる素子間を電気的に接続するものであり、低抵抗であることが望ましい。しかし、アルミニウムを電極と

して用いた場合、その表面が酸化してしまうと接触抵抗が増大し、良好なコンタクトを形成できなくなる問題がある。本実施の形態の場合、発光素子の第１の電極にＩＴＯを使用すると、アルミニウムの表面が酸化してしまい、また電触により接触抵抗が増大してしまう場合がある。

【０１２８】

そこで、本実施の形態に示す発光装置では、配線を、第１の導電層５０９と第２の導電層５１０で形成している。第１の導電層５０９は、酸化しても導電性を示す導電性材料または酸化しない導電性材料で形成する。代表的には、チタン、タンタル、タングステン、クロム、ニッケル、モリブデンなどの金属、またはそれらの金属の窒化物若しくは酸化物が適用される。また、第２の導電層５１０は、アルミニウムまたはアルミニウムを含む合金若しくは化合物で形成する。さらに、第２の導電層５１０の上には絶縁層５１１が形成されている。この絶縁層５１１は、第２の導電層５１０の表面が酸化し、若しくは腐食するのを防ぐために設けられている。絶縁層５１１としては、第２の導電層５１０と反応しにくいものが好ましく、フォトレジストをはじめ、ポリイミド、アクリル、その他の有機脂材料、若しくは、窒化珪素、酸化珪素、その他の無機絶縁材料を適用することができる。

【０１２９】

この配線は、第１の導電層５０９の幅が、第２の導電層５１０の幅よりも広くなるように形成されている。すなわち、第１の導電層５０９が第２の導電層５１０から突出した形状となっている。この配線の断面形状は、つばの付いた帽子型（ハット型）と見ることができる。発光素子との接続部においては、第１の電極５０１が、第１の導電層５０９の側端部と、第２の導電層５１０から突き出ている上面部と接している。第１の電極５０１は、さらに、第２の導電層５１０の側面部と、絶縁層５１１の側面部から上面部に延びている。このように、第１の電極５０１は、配線を形成する第１の導電層５０９と少なくとも接することにより、電気的な接続を形成している。このような構造により、アルミニウムの表面が酸化してしまった場合でも、配線と発光素子の電気的な接続を可能としている。

【０１３０】

第１の電極５０１は、ＩＴＯの他に、珪素を含有したインジウム錫酸化物（ＩＴＳＯ）、酸化インジウムに２～２０ｗｔ％の酸化亜鉛（ＺｎＯ）を混合した酸化インジウム錫亜鉛（ＩＺＯ）、ガリウムを添加した酸化亜鉛（ＧＺＯ）、酸化インジウムに酸化チタンを添加した導電性材料（ＩＴｉＯ）、酸化チタンを添加した酸化亜鉛（ＺｎＴｉＯ）などを用いることができる。いずれにしても、第１の電極５０１は、酸化インジウム又は酸化亜鉛の結晶化を阻害する元素若しくは化合物を含ませて、表面が平坦になるようにすることが望ましい。

【０１３１】

酸化インジウム又は酸化亜鉛に酸化チタンを含ませた場合、表面のぬれ性を改善することができる。それにより、インクジェット印刷技術やスピン塗布技術を応用した湿式法で積層体５０２を形成する場合に、酸化チタンを含ませた酸化インジウム又は酸化亜鉛を好適に用いることができる。また、第１の電極５０１を、酸化インジウムをターゲットとしてスパッタリング法で形成する場合には、酸化チタンが導電性を示すことにより、異常放電の発生を抑制することができ、成膜工程における粉体汚染や、第１の電極５０１のピンホールの発生を抑制することができる。この場合において、酸化インジウムに対して、酸化チタンを１～２０ｗｔ％、好ましくは３～１０ｗｔ％含ませたターゲットを用いると良い。

【０１３２】

なお、本実施の形態では、配線の構造として、第１の導電層５０９と、第２の導電層５１０の二層を用いる場合を例示したが、このような形態に限定されず、電気抵抗の低い導電性材料を含む層と、酸化しても導電性を示す導電性材料を含む層または酸化しない導電性材料を含む層を組み合わせて、複数の層を重ね合わせた構造で、同様な機能を発現する配線を形成しても良い。

【０１３３】
図１２は、この発光装置の入力端子部の構成を示している。外部回路と接続するための接続端子５１３は、ゲート電極５０５と同じ導電性材料で形成されている。この接続端子５１３は、第１の層間絶縁層５０７及び第２の層間絶縁層５０８が除去された開口部によって露出している。その露出面には、表面を保護するために、第１の電極５０１と同じ導電性材料で形成される導電層５１４が、接続端子５１３の表面を覆うように形成されている。また、この接続端子は、第１の導電層５０９及び第２の導電層５１０で形成される配線と接続するように配設しても良い。なお、第２の導電層５１０上には絶縁層５１１が形成されている。
【０１３４】
以上のように、本実施の形態の発光装置によれば、発光物質を含む層と、無機化合物である導電性材料と、無機化合物である絶縁性材料とを混合した混合材料を含む層とを備えた発光素子と、その発光素子の動作を制御するトランジスタとの電気的な接続を良好な状態に保つことのできる配線を適用することにより、発光装置の低消費電力化を図ることができる。つまり、混合材料を含む層を設けることにより発光素子の低駆動電圧化が可能となり、発光素子の電極と配線との接触抵抗の増大を防ぐことができるため、さらに低消費電力化が可能となる。
【０１３５】
（実施の形態８）
本実施の形態は、本発明に係る電気器具の態様を図７を参照して説明する。
【０１３６】
図７（Ａ）は本発明に係るテレビ装置であり、筐体９１０１、支持台９１０２、表示部９１０３、スピーカー部９１０４、ビデオ入力端子９１０５等を含む。このテレビ装置において、表示部９１０３は、実施の形態２～５で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、外部への光の取り出し効率が高く、ゴミや衝撃等による短絡を防止することができるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部９１０３も同様の特徴を有するため、このテレビ装置は画質の劣化がなく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、テレビ装置において、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、筐体９１０１や支持台９１０２の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係るテレビ装置は、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、それにより住環境に適合した製品を提供することができる。
【０１３７】
図７（Ｂ）は本発明に係るコンピュータであり、本体９２０１、筐体９２０２、表示部９２０３、キーボード９２０４、外部接続ポート９２０５、ポインティングマウス９２０６等を含む。このコンピュータにおいて、表示部９２０３は、実施の形態２～５で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、外部への光の取り出し効率が高く、ゴミや衝撃等による短絡を防止することができるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部９２０３も同様の特徴を有するため、このコンピュータは画質の劣化がなく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、コンピュータにおいて、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体９２０１や筐体９２０２の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係るコンピュータは、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、住環境に適合した製品を提供することができる。また、持ち運ぶことも可能となり、持ち運ぶときの衝撃にも強い表示部を有しているコンピュータを提供することができる。
【０１３８】
図７（Ｃ）は本発明に係るゴーグル型ディスプレイであり、本体９３０１、表示部９３０２、アーム部９３０３を含む。このゴーグル型ディスプレイにおいて、表示部９３０２は、実施の形態２～５で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、外部への光の取り出し効率が高く、ゴミや衝撃等による短絡

を防止することができるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部９３０２も同様の特徴を有するため、このゴーグル型ディスプレイは画質の劣化がなく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、ゴーグル型ディスプレイにおいて、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体９３０１の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係るゴーグル型ディスプレイは、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、装着したときの負担が少なく、違和感なく使用することができる製品を提供することができる。また、装着して動いたときの衝撃にも強い表示部を有するゴーグル型ディスプレイを提供することができる。

【０１３９】

図７（Ｄ）は本発明に係る携帯電話であり、本体９４０１、筐体９４０２、表示部９４０３、音声入力部９４０４、音声出力部９４０５、操作キー９４０６、外部接続ポート９４０７、アンテナ９４０８等を含む。この携帯電話において、表示部９４０３は、実施の形態２～５で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、外部への光の取り出し効率が高く、ゴミや衝撃等による短絡を防止することができるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部９４０３も同様の特徴を有するため、この携帯電話は画質の劣化がなく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、携帯電話において、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体９４０１や筐体９４０２の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係る携帯電話は、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、携帯に適した製品を提供することができる。また、携帯したときの衝撃にも強い表示部を有している製品を提供することができる。

【０１４０】

図７（Ｅ）は本発明の係るカメラであり、本体９５０１、表示部９５０２、筐体９５０３、外部接続ポート９５０４、リモコン受信部９５０５、受像部９５０６、バッテリー９５０７、音声入力部９５０８、操作キー９５０９、接眼部９５１０等を含む。このカメラにおいて、表示部９５０２は、実施の形態２～５で説明したものと同様の発光素子をマトリクス状に配列して構成されている。当該発光素子は、外部への光の取り出し効率が高く、ゴミや衝撃等による短絡を防止することができるという特徴を有している。その発光素子で構成される表示部９５０２も同様の特徴を有するため、このカメラは画質の劣化がなく、低消費電力化が図られている。このような特徴により、カメラにおいて、劣化補償機能や電源回路を大幅に削減、若しくは縮小することができるので、本体９５０１の小型軽量化を図ることが可能である。本発明に係るカメラは、低消費電力、高画質及び小型軽量化が図られているので、携帯に適した製品を提供することができる。また、携帯したときの衝撃にも強い表示部を有している製品を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０１４１】

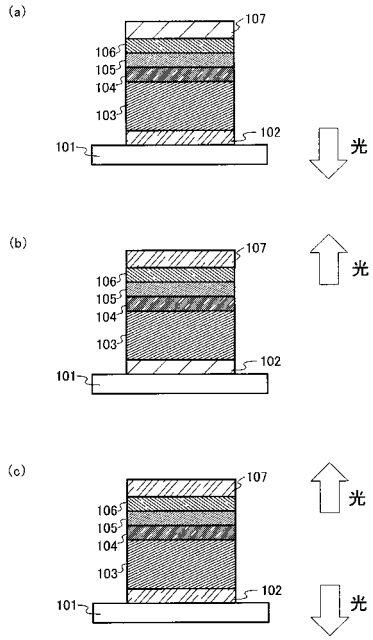
【図１】本発明の発光素子を説明する図。
【図２】本発明の発光素子を説明する図。
【図３】本発明の発光素子を説明する図。
【図４】本発明の発光素子を説明する図。
【図５】本発明の発光装置を説明する図。
【図６】本発明の発光装置を説明する図。
【図７】本発明の発光装置を有する電気器具を説明する図。
【図８】本発明の発光素子を説明する図。
【図９】本発明の発光素子を説明する図。
【図１０】本発明の発光素子を説明する図。
【図１１】発光素子と、その発光素子の動作を制御するトランジスタを備えた発光装置の一態様を示す図。
【図１２】発光素子と、その発光素子の動作を制御するトランジスタを備えた発光装置における接続端子部の一態様を示す図。

【符号の説明】
【０１４２】
１０１　基板
１０２　第１の電極
１０３　第１の層
１０４　第２の層
１０５　第３の層
１０６　第４の層
１０７　第２の電極
２００　基板
２０１　第１の電極
２０２　第２の電極
２１１　第１の層
２１２　第２の層
２１３　第３の層
２１４　第４の層
３０２　第１の電極
３０３　第１の層
３０４　第２の層
３０５　第３の層
３０６　第４の層
３０７　第２の電極
４００　基板
４０１　第１の電極
４０２　第２の電極
４１１　第１の層
４１２　第２の層
４１３　第３の層
５０１　第１の電極
５０２　積層体
５０３　第２の電極
５０４　半導体層
５０５　ゲート電極
５０６　ゲート絶縁層
５０７　第１の層間絶縁層
５０８　第２の層間絶縁層
５０９　第１の導電層
５１０　第２の導電層
５１１　絶縁層
５１２　隔壁層
５１３　接続端子
５１４　導電層
６０１　ソース側駆動回路
６０２　画素部
６０３　ゲート側駆動回路
６０４　封止基板
６０５　シール材
６０７　空間
６０８　配線
６０９　ＦＰＣ（フレキシブルプリントサーキット）

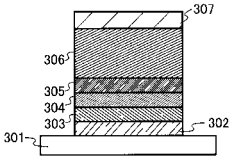
６１０　素子基板
６１１　スイッチング用ＴＦＴ
６１２　電流制御用ＴＦＴ
６１３　第１の電極
６１４　絶縁物
６１６　積層体
６１７　第２の電極
６１８　発光素子
６２３　ｎチャネル型ＴＦＴ
６２４　ｐチャネル型ＴＦＴ
９５１　基板
９５２　電極
９５３　絶縁層
９５４　隔壁層
９５５　積層体
９５６　電極
１１０１　第１の電極
１１０２　第２の電極
１１１１　第１の層
１１１２　第２の層
１１１３　第３の層
１１１４　第４の層
９１０１　筐体
９１０２　支持台
９１０３　表示部
９１０４　スピーカー部
９１０５　ビデオ入力端子
９２０１　本体
９２０２　筐体
９２０３　表示部
９２０４　キーボード
９２０５　外部接続ポート
９２０６　ポインティングマウス
９３０１　本体
９３０２　表示部
９３０３　アーム部
９４０１　本体
９４０２　筐体
９４０３　表示部
９４０４　音声入力部
９４０５　音声出力部
９４０６　操作キー
９４０７　外部接続ポート
９４０８　アンテナ
９５０１　本体
９５０２　表示部
９５０３　筐体
９５０４　外部接続ポート
９５０５　リモコン受信部
９５０６　受像部

９５０７　バッテリー
９５０８　音声入力部
９５０９　操作キー
９５１０　接眼部

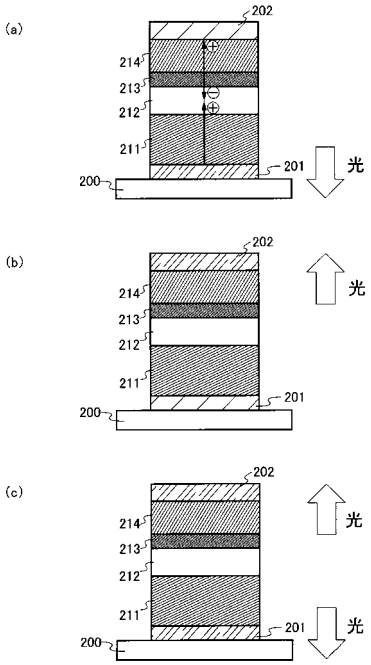
【図１】



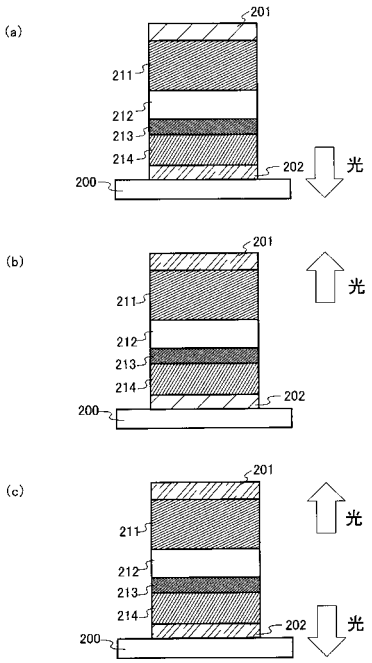
【図２】



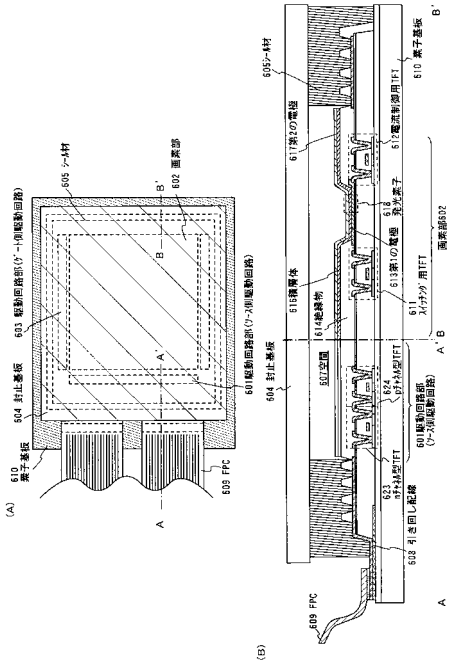
【図３】



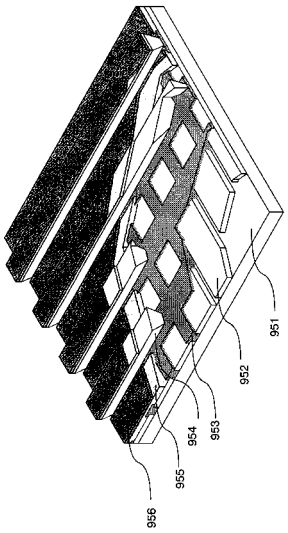
【図４】


(a)
201
211
212
213
214
202
200
光
(b)
201
211
212
213
214
202
200
光
(c)
201
211
212
213
214
202
200
光
光

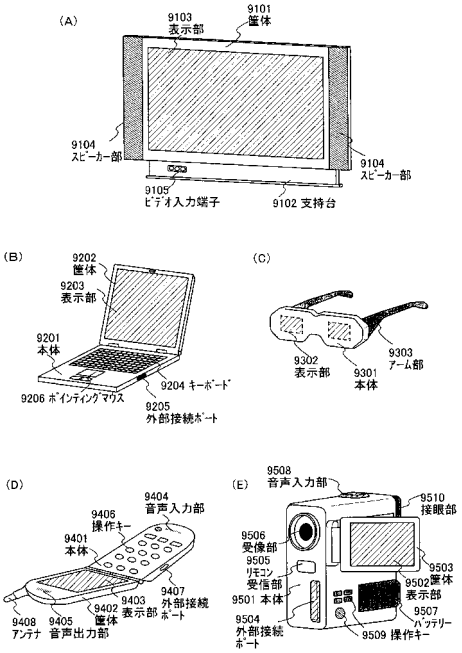
【図５】


(A)
(B)
A
A'
B
B'
605 シール材
602 画素部
603 駆動回路部(ゲート側駆動回路)
601 駆動回路部(ソース側駆動回路)
604 封止基板
610 素子基板
609 FPC
605シール材
611第2の電極
612電流制御用TFT
610 素子基板
618 発光素子
613第1の電極
616隔壁体
614絶縁物
611 スイッチング用TFT
画素部602
607空間
624 ロチャネル型TFT
601駆動回路部 (ソース側駆動回路)
623 ロチャネル型TFT
603 引き回し配線
609 FPC

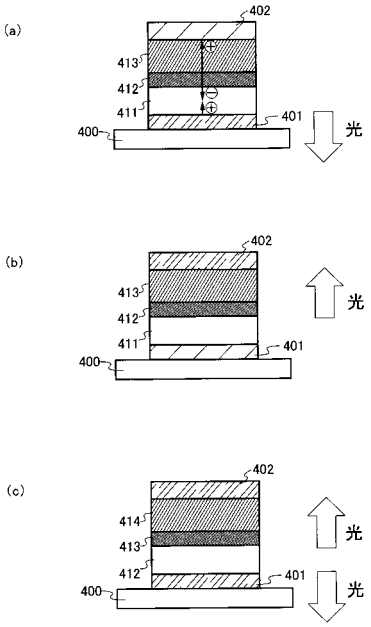
【図６】


951
952
953
954
955
956

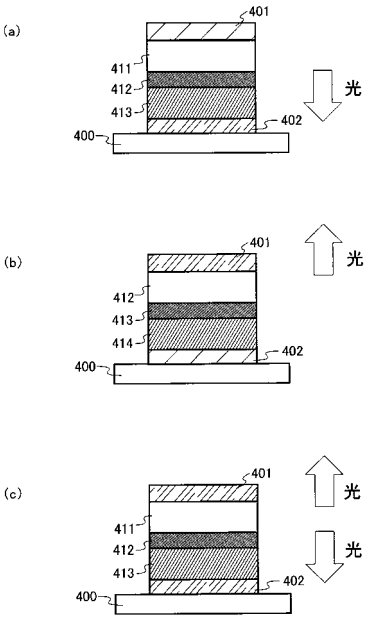
【図７】


(A)
9103 表示部
9101 筐体
9104 スピーカー部
9104 スピーカー部
9105 ビデオ入力端子
9102 支持台
(B)
9202 筐体
9203 表示部
9201 本体
9204 キーボード
9206 ポインティングマウス
9205 外部接続ポート
(C)
9302 表示部
9301 本体
9303 アーム部
(D)
9404 音声入力部
9406 操作キー
9401 本体
9407 外部接続ポート
9403 表示部
9402 筐体
9408 アンテナ
9405 音声出力部
(E)
9508 音声入力部
9510 接眼部
9506 受像部
9505 リモコン受信部
9503 筐体
9502 表示部
9501 本体
9507 バッテリー
9504 外部接続ポート
9509 操作キー

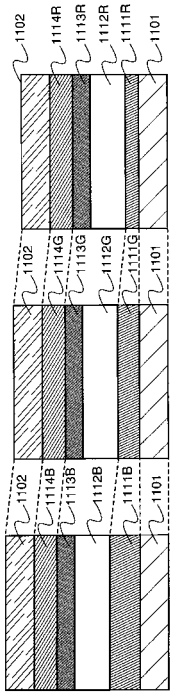
【図８】



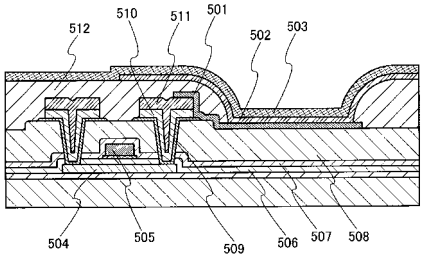
【図９】



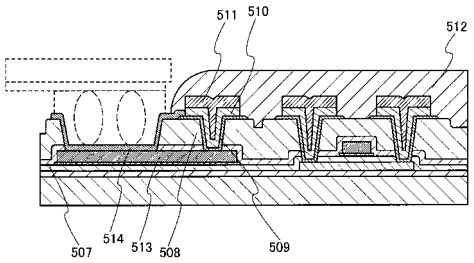
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
H05B 33/22 A
H05B 33/26

(56)参考文献 国際公開第２００４／０９５８９２（WO，Ａ１）
特開２０００－２９４３７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１３４３９５（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２７２８６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２２３２７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３５２９５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－２９０４３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１９０３９０（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１９２８７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ５１／５０－５１／５６
Ｈ０１Ｌ ２７／３２
Ｈ０５Ｂ ３３／００－３３／２８