

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4830254号
(P4830254)

(45) 発行日 平成23年12月7日(2011.12.7)

(24) 登録日 平成23年9月30日(2011.9.30)

(51) Int.Cl.

F I

H O 5 B 33/10 (2006.01)

H O 5 B 33/10

H O 1 L 51/50 (2006.01)

H O 5 B 33/14

A

H O 5 B 33/22

B

請求項の数 8 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2003-308968 (P2003-308968)
 (22) 出願日 平成15年9月1日(2003.9.1)
 (65) 公開番号 特開2004-247279 (P2004-247279A)
 (43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)
 審査請求日 平成18年3月17日(2006.3.17)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-15102 (P2003-15102)
 (32) 優先日 平成15年1月23日(2003.1.23)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100107836
 弁理士 西 和哉
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (72) 発明者 高島 猛
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 (72) 発明者 森井 克行
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL装置の製造方法及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上に第1陽極および第2陽極を形成する工程と、
 前記第1陽極と前記第2陽極との間にバンクを形成する工程と、
 前記第1陽極の上方に第1発光層を形成する工程と、
 前記第2陽極の上方に第2発光層を形成する工程と、
 前記第1発光層の上方に、アルカリ金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又はアルカリ土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又は希土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物を含む第1形成材料を塗布し、第1電子注入層を形成する工程と、
 前記第2発光層の上方に、前記第1形成材料を塗布し、第2電子注入層を形成する工程と、

前記バンクと前記第1電子注入層と前記第2電子注入層との上方に陰極を形成する工程と、を含み、

前記第1形成材料がNa、K、Rb、およびCsのいずれかの元素を含む溶液であることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項2】

基板上に第1電極を形成する工程と、
 前記第1電極の上方に発光層を形成する工程と、
 前記発光層の上方に電子注入層を形成する工程と、
 前記電子注入層の上方に第2電極を形成する工程と、を備え、

10

20

前記電子注入層の形成工程が、アルカリ金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又はアルカリ土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又は希土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物を含む第1形成材料を塗布する工程を含み、

前記第1形成材料がNa、K、Rb、およびCsのいずれかの元素を含む溶液であることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項3】

第1陽極および第2陽極を形成する工程と、

前記第1陽極の上方に第1発光層を形成する工程と、

前記第2陽極の上方に第2発光層を形成する工程と、

前記第1発光層上に、アルカリ金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又はアルカリ土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又は希土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物を含む第1形成材料を塗布することにより第1電子注入層を形成する工程と、

前記第2発光層上に、有機金属錯体を含む第2形成材料を塗布することにより第2電子注入層を形成する工程と、を含み、

前記第1形成材料がNa、K、Rb、およびCsのいずれかの元素を含む溶液であることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項4】

第1陽極および第2陽極を形成する工程と、

前記第1陽極の上方に第1発光層を形成する工程と、

前記第2陽極の上方に第2発光層を形成する工程と、

前記第1発光層上に、アルカリ金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又はアルカリ土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物、又は希土類金属のハロゲン化物若しくは酸化物を含む第1形成材料を塗布することにより第1電子注入層を形成する工程と、

前記第2発光層上に、有機金属錯体を含む第2形成材料を塗布することにより第2電子注入層を形成する工程と、を含み、

前記第1発光層が青色の光を発光する発光層形成材料からなり、前記第2発光層が青色以外の光を発光する発光層形成材料からなることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項5】

請求項4に記載の有機EL装置の製造方法において、

前記第1形成材料がNa、K、Rb、およびCsのいずれかの元素を含む溶液であることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれかに記載の有機EL装置の製造方法において、

前記第1形成材料が液滴吐出法を用いて塗布されることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項7】

請求項1に記載の有機EL装置の製造方法において、

前記陰極がスパッタ法で形成されることを特徴とする有機EL装置の製造方法。

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれかに記載の有機EL装置の製造方法によって得られた有機EL装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機EL装置の製造方法、及びこの製造方法によって得られる有機EL装置を備えた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、有機EL装置を構成する有機EL素子は、陽極と陰極との間に有機発光性材料を薄膜形成した構造となっており、両電極から注入された電子と正孔とが発光層内で再結

10

20

30

40

50

合し、励起したエネルギーが発光として放出される機構となっている。このような有機EL装置は、各電極と発光層との間の電荷注入障壁が高いため、通常は陽極バッファ層となる正孔輸送層（正孔注入層）、および陰極バッファ層となる電子輸送層（電子注入層）をそれぞれ設けた積層構造となっている。この積層構造において、特に電子輸送層としては、例えばフッ化リチウム（LiF）や酸化マグネシウム（MgO）が知られており、これらを設けることで低電圧駆動を実現した有機EL装置が知られている（例えば、非特許文献1参照）。

【0003】

ところで、現在、有機EL装置に用いられる有機発光性材料は、低分子系と高分子系とに大別されている。低分子系は、通常真空蒸着法などの気相プロセスを用いて薄膜形成され、マスクを用いてパターンニングされる（例えば、非特許文献2参照）。これに対し、高分子系発光材料は、溶剤に溶かすことができるため塗布法による成膜が可能であり、例えばインクジェット法等の液滴吐出法を用いたパターンニングが可能である（例えば、非特許文献3参照）。そして、このような液滴吐出法を用いた有機EL装置の製造方法も知られている（例えば、特許文献1参照）。

また、陽極バッファ層としての正孔輸送層についても、塗布法で成膜することのできる材料が開発されていることにより、液相プロセスで成膜が可能となっている（例えば、非特許文献4参照）。

【0004】

また、陰極バッファ層としての電子輸送層の薄膜形成については、主に真空蒸着法が用いられるため、エネルギーコスト・材料コストともに高価となり、しかも今後ディスプレイとして実用化される際に基板の大型化を妨げる一因になると考えられている。また、気相プロセスを用いた場合には下地となる有機物や基板が高熱環境に晒されることから、耐熱性に乏しい材料の場合には発光特性の劣化や基板の変形といった問題が起こることが懸念される。

一方、発光層の上に電子輸送層を液相で成膜する場合には、使用する溶媒によっては下地となる発光層が溶出してしまうといった問題がある。

【0005】

これまでに陰極バッファ層（電子輸送層）を液相プロセスで形成したという例は、電子輸送性高分子（繰り返し単位中にアルキル基またはアルコキシル基を1～5個含む）を溶解または分散して湿式法で形成する方法（例えば、特許文献2参照）や、テトラヒドロアルミン酸塩を溶解または分散させた溶液（分散液）を用い、湿式法で電子注入層を形成する（例えば、特許文献3参照）等の方法が知られている。

【特許文献1】特開平10-12377号公報

【特許文献2】特開2000-252076号公報

【特許文献3】特開2000-252079号公報

【非特許文献1】Appl.Phys.Lett.,70,(1997),p.152

【非特許文献2】Appl.Phys.Lett.,51,(1997),p.34

【非特許文献3】Appl.Phys.Lett.,71,(1997),p.34

【非特許文献4】Nature 357,477 (1992)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記の電子輸送層を液相プロセスで形成したという例では、そのいずれにも、従来の気相プロセスで実績のあるアルカリ金属やアルカリ土類金属、希土類金属のハロゲン化物（例えばLiF）や酸化物を、液相プロセスで成膜し、電子輸送層として形成したという記載はない。

【0007】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、従来、気相プロセスで実績のあるアルカリ金属やアルカリ土類金属、希土類金属のハロゲン化物（例えば

10

20

30

40

50

L i F) や酸化物を、液相プロセスで形成するようにした有機 E L 装置の製造方法、及びこれによって得られる有機 E L 装置を備えた電子機器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

前記目的を達成するため、本発明の有機 E L 装置の製造方法は、基板上に第 1 陽極および第 2 陽極を形成する工程と、前記第 1 陽極と前記第 2 陽極との間にバンクを形成する工程と、前記第 1 陽極の上方に第 1 発光層を形成する工程と、前記第 2 陽極の上方に第 2 発光層を形成する工程と、前記第 1 発光層の上方に第 1 形成材料を塗布し第 1 電子注入層を形成する工程と、前記第 2 発光層の上方に第 1 形成材料を塗布し第 2 電子注入層を形成する工程と、前記バンクと前記第 1 電子注入層と前記第 2 電子注入層との上方に陰極を形成する工程と、を含むことを特徴とする。

10

また、前記第 1 形成材料がアルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化合物若しくは酸化物を含むものであってもよい。

また、前記目的を達成するため、本発明の有機 E L 装置の製造方法は、基板上に第 1 電極を形成する工程と、前記第 1 電極の上方に発光層を形成する工程と、前記発光層の上方に電子注入層を形成する工程と、前記電子注入層の上方に第 2 電極を形成する工程と、を備え、前記電子注入層の形成工程が、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化合物若しくは酸化物を含む第 1 形成材料を塗布する工程を含むことを特徴とする。

また、前記目的を達成するため、本発明の有機 E L 装置の製造方法は、第 1 陽極および第 2 陽極を形成する工程と、前記第 1 陽極の上方に第 1 発光層を形成する工程と、前記第 2 陽極の上方に第 2 発光層を形成する工程と、前記第 1 発光層上に、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化合物若しくは酸化物を含む第 1 形成材料を塗布する工程と、前記第 2 発光層上に、有機金属錯体を含む第 2 形成材料を塗布する工程と、を含むことを特徴とする。

20

また、前記本発明の有機 E L 装置の製造方法において、前記第 1 発光層が青色の光を発光し、前記第 2 発光層が青色以外の光を発光するものであることが望ましい。

また、前記第 1 形成材料が L i F 微粒子を分散させた分散液であることが望ましい。

また、前記第 1 形成材料が N a 、 K 、 R b 、および C s のいずれかの元素を含む溶液であることが望ましい。

30

また、前記有機金属錯体が - ジケトン錯体であることが望ましい。

また、前記第 1 形成材料が液滴吐出法を用いて塗布されることが望ましい。

また、前記陰極がスパッタ法で形成されることが望ましい。

【 0 0 0 9 】

前記目的を達成するため、本発明の有機 E L 装置の製造方法では、対向する陽極と陰極との間に、少なくとも発光層を設ける有機 E L 装置の製造方法であって、前記発光層と陰極との間に、電子輸送層形成材料を液相プロセスで設けて、電子輸送層を形成する電子輸送層形成工程を備えたことを特徴としている。

この有機 E L 装置の製造方法によれば、電子輸送層を液相プロセスで形成するようにしたので、気相プロセスで行った場合の、コストが高くなるといった問題や、下地となる有機物や基板が高熱環境に晒されるといった問題を解消することができる。

40

なお、本発明で「電子輸送層」は、電子輸送性を有する「電子輸送層」、あるいは、正孔をブロックして発光層に留める「正孔ブロック層」としての意味も含む。

また、前記有機 E L 装置の製造方法においては、前記電子輸送層形成材料は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化合物あるいは酸化物を含むことを特徴としている。

この有機 E L 装置の製造方法によれば、電子輸送層形成材料としてアルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化合物あるいは酸化物を液相プロセスで設けることができる。

【 0 0 1 0 】

50

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記電子輸送層形成材料として、LiF微粒子を分散させてなる分散液を用いることを特徴としている。

従来の有機EL装置においてLiFは、特に青色の発光をなす発光層用の電子輸送層として実績があるが、このLiFは水や他の溶媒にほとんど溶解しないことから、前述したように真空蒸着法等の気相プロセスで形成されてはいるものの、液相プロセスでは形成されていない。

そこで、本発明者は、LiFを例えば粒径1 μm以下の超微粒子にしておき、この超微粒子を水等の極性溶媒（分散媒）に分散させることで液状体とし、この液状体を液滴吐出法で吐出し所望箇所に設けるようにして液相プロセスを可能にした。

このように液相プロセスでLiFを成膜して電子輸送層を形成することにより、前述したように気相プロセスで行った場合の問題を解消して良好な発光特性を有する有機EL装置を形成することができる。

【0011】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記電子輸送層形成材料として、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物を水に溶解させてなる水溶液を用いることを特徴としている。

このようにすれば、特に発光層形成材料の溶媒として非極性溶媒を用いた場合に、電子輸送層形成の工程において前記の水溶液を発光層上に設けた際、この水溶液が発光層を溶解することがなく、したがって発光層の特性を損なうことなく電子輸送層を液相プロセスで形成することができる。

【0012】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記発光層が青の発光層であることを特徴としている。

このようにすれば、青の発光層上にアルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物を含む電子輸送層形成材料が配置される。このような電子輸送層形成材料は、低仕事関数の材料であるので青の発光層の発光効率を向上させることができる。

【0013】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記電子輸送層形成材料は、有機金属錯体を含むことを特徴としている。

この有機EL装置の製造方法によれば、電子輸送層形成材料として有機金属錯体を液相プロセスで設けることができる。

【0014】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記有機金属錯体がβ-ジケトン錯体であることを特徴としている。

このようにすれば、有機金属錯体を用いて電子輸送層が形成されるので、金属からなる陰極と有機物からなる発光層との双方の界面で密着力が増し、発光層の発光効率を高めることが可能となる。また、このような有機金属錯体は、金属元素からなる中心原子をM、有機材料からなる配位子をAとして一般式 MA_n （n：中心原子Mの価数）で示される有機金属化合物である。ここで、配位子Aとして、アセチルアセトン（acac）を採用することが好ましい。また、中心原子Mとして、仕事関数が小さい金属が好ましく、Ca（カルシウム）は特に好適である。

【0015】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記発光層が緑の発光層又は赤の発光層であることを特徴としている。

このようにすれば、緑又は赤の発光層上に前記有機金属錯体が形成されるので、陰極と有機物からなる発光層との双方の界面で密着力が増し、発光層の発光効率を高めることが可能となる。

【0016】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記液相プロセスが液滴吐出法である

10

20

30

40

50

ことを特徴としている。

このようにすれば、電子輸送層形成材料を液滴吐出法によって選択的に配置塗布することができ、従って、例えば青色の発光をなす発光層上にのみ、電子輸送層を選択的に形成することができる。また、電子輸送層を発光層に合わせて塗り分けることができる。

【0017】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記電子輸送層の膜厚が0.1～20nmの範囲であることを特徴としている。

このようにすれば、先に記載した効果を奏すると共に、良好な導電性を確保することができる。従って、発光層の発光効率を高めることが可能となる。

【0018】

また、本発明の有機EL装置の製造方法においては、第1陽極と第2陽極と第3陽極を形成する工程と、前記第1陽極の上方に青の発光層を形成する工程と、前記第2陽極の上方に緑の発光層を形成する工程と、前記第3陽極の上方に赤の発光層を形成する工程と、前記青の発光層上に、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物を含む第1電子輸送層形成材料を液相プロセスで設けて、第1電子輸送層を形成する工程と、前記緑の発光層上及び前記赤の発光層上に、有機金属錯体を含む第2電子輸送層形成材料を液相プロセスで設けて、該緑の発光層上に第2電子輸送層及び該赤の発光層上に第3電子輸送層を形成する工程と、を含むことを特徴としている。

【0019】

このようにすれば、第1電子輸送層形成材料を構成するアルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物は、低仕事関数という性質を有しているので、第1電子輸送層形成材料を用いて第1電子輸送層を形成することにより、青の発光層の発光効率を向上させることができる。

また、第2電子輸送層形成材料を構成する有機錯体は、陰極と発光層との双方の界面で密着力を増加させるという性質を有しているので、第2電子輸送層形成材料を用いて第2電子輸送層、及び第3電子輸送層を形成することにより、緑及び赤の発光層の発光効率を向上させることができる。

従って、青、緑、赤の各発光層の発光効率がそれぞれ向上するので、高コントラスト、かつ良好な諧調の発光色が実現可能となる。

【0020】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記第1電子輸送層形成材料として、LiF微粒子を分散させてなる分散液を用いることを特徴としている。

ここで、LiFは、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物のうち、特に良好な低仕事関数の材料である。

このようにすれば、LiFを有する第1電子輸送層が形成されるので、青の発光層の発光効率を向上させることができる。

【0021】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記有機金属錯体が - ジケトン錯体であることを特徴としている。

ここで、 - ジケトン錯体は、前記有機金属錯体の中でも特に良好な材料である。

このようにすれば、有機金属錯体を用いて第2電子輸送層が形成されるので、陰極と発光層との双方の界面で密着力が増し、発光層の発光効率を高めることが可能となる。

【0022】

また、前記有機EL装置の製造方法においては、前記液相プロセスが液滴吐出法であることを特徴としている。

このようにすれば、第1電子輸送層形成材料、第2電子輸送層形成材料を液滴吐出法によって選択的に配置塗布することができる。

従って、例えば、青色の発光をなす発光層上にのみに対して第1電子輸送層を、また、緑色の発光をなす発光層上にのみに対して第2電子輸送層を、また、赤色の発光をなす発光層上にのみに対して第3電子輸送層を、それぞれ選択的に形成することができる。即ち

10

20

30

40

50

、第 1 電子輸送層形成材料、及び第 2 電子輸送層形成材料を、赤、緑、青のそれぞれの発光層に合わせて塗り分けることができる。

【 0 0 2 3 】

また、前記有機 E L 装置の製造方法においては、前記第 1 電子輸送層と前記第 2 電子輸送層と前記第 3 電子輸送層との膜厚が 0 . 1 ~ 2 0 n m の範囲であることを特徴としている。

このようにすれば、第 1 電子輸送層、前記第 2 電子輸送層、及び第 3 電子輸送層において、良好な導電性を確保することができる。従って、赤、緑、青のそれぞれの発光層の発光効率を高めることが可能となる。

【 0 0 2 4 】

本発明の電子機器では、前記の製造方法によって得られた有機 E L 装置を備えたことを特徴としている。

この電子機器によれば、気相プロセスに起因する、コストが高くなるといった問題や、下地となる有機物や基板が高熱環境に晒されるといった問題が解消された有機 E L 装置を備えているので、電子機器自体もコストの低減化が図られ、かつ信頼性の高いものとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明を詳しく説明する。

まず、本発明の有機 E L 装置の製造方法を説明するに先立ち、本発明の製造方法によって得られる有機 E L 装置の配線構造を、図 1 を参照して説明する。

図 1 に示す有機 E L 装置 1 は、スイッチング素子として薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor、以下では T F T と略記する) を用いたアクティブマトリクス方式の装置である。

【 0 0 2 6 】

この有機 E L 装置 1 は、図 1 に示すように、複数の走査線 1 0 1 ... と、各走査線 1 0 1 に対して直角に交差する方向に延びる複数の信号線 1 0 2 ... と、各信号線 1 0 2 に並列に延びる複数の電源線 1 0 3 ... とがそれぞれ配線された構成を有するとともに、走査線 1 0 1 ... と信号線 1 0 2 ... の各交点付近に、画素領域 X ... が設けられている。

信号線 1 0 2 には、シフトレジスタ、レベルシフタ、ビデオライン及びアナログスイッチを備えるデータ線駆動回路 1 0 0 が接続されている。また、走査線 1 0 1 には、シフトレジスタ及びレベルシフタを備える走査線駆動回路 8 0 が接続されている。

【 0 0 2 7 】

さらに、画素領域 X 各々には、走査線 1 0 1 を介して走査信号がゲート電極に供給されるスイッチング用 T F T 1 1 2 と、このスイッチング用 T F T 1 1 2 を介して信号線 1 0 2 から共有される画素信号を保持する保持容量 1 1 3 と、該保持容量 1 1 3 によって保持された画素信号がゲート電極に供給される駆動用 T F T 1 2 3 と、この駆動用 T F T 1 2 3 を介して電源線 1 0 3 に電氣的に接続したときに該電源線 1 0 3 から駆動電流が流れ込む画素電極 (陽極) 2 3 と、この画素電極 2 3 と陰極 5 0 との間に挟み込まれた機能層 1 1 0 とが設けられている。画素電極 2 3 と陰極 5 0 と機能層 1 1 0 により、発光素子 (有機 E L 素子) が構成されている。

【 0 0 2 8 】

この有機 E L 装置 1 によれば、走査線 1 0 1 が駆動されてスイッチング用 T F T 1 1 2 がオン状態になると、そのときの信号線 1 0 2 の電位が保持容量 1 1 3 に保持され、該保持容量 1 1 3 の状態に応じて、駆動用 T F T 1 2 3 のオン・オフ状態が決まる。そして、駆動用 T F T 1 2 3 のチャネルを介して、電源線 1 0 3 から画素電極 2 3 に電流が流れ、さらに機能層 1 1 0 を介して陰極 5 0 に電流が流れる。機能層 1 1 0 は、これを通る電流量に応じて発光する。

【 0 0 2 9 】

次に、図 1 に示した有機 E L 装置 1 の具体的な構成を図 2 ~ 図 5 を参照して説明する。

10

20

30

40

50

この有機EL装置1は、図2に示すように光透過性と電気絶縁性を備える基板20と、スイッチング用TFT（図示せず）に接続された画素電極が基板20上にマトリックス状に配置されてなる画素電極域（図示せず）と、画素電極域の周囲に配置されるとともに各画素電極に接続される電源線（図示せず）と、少なくとも画素電極域上に位置する平面視ほぼ矩形の画素部3（図2中一点鎖線枠内）とを具備して構成されている。また、画素部3は、中央部分の実表示領域4（図2中二点鎖線枠内）と、実表示領域4の周囲に配置されたダミー領域5（一点鎖線および二点鎖線の間の領域）とに区画されている。

【0030】

実表示領域4には、それぞれ画素電極を有する表示領域R、G、BがA-B方向およびC-D方向に離間して配置されている。

10

また、実表示領域4の図2中両側には、走査線駆動回路80、80が配置されている。これら走査線駆動回路80、80は、ダミー領域5の下側に配置されたものである。

【0031】

さらに、実表示領域4の図2中上側には、検査回路90が配置されている。この検査回路90は、有機EL装置1の作動状況を検査するための回路であって、例えば検査結果を外部に出力する検査情報出力手段（図示せず）を備え、製造途中や出荷時の表示装置の品質、欠陥の検査を行うことができるように構成されたものである。なお、この検査回路90も、ダミー領域5の下側に配置されたものである。

【0032】

走査線駆動回路80および検査回路90は、その駆動電圧が、所定の電源部から駆動電圧導通部310（図3参照）および駆動電圧導通部340（図4参照）を介して、印加されるよう構成されている。また、これら走査線駆動回路80および検査回路90への駆動制御信号および駆動電圧は、この有機EL装置1の作動制御を行う所定のメインドライバなどから駆動制御信号導通部320（図3参照）および駆動電圧導通部350（図4参照）を介して、送信および印加されるようになっている。なお、この場合の駆動制御信号とは、走査線駆動回路80および検査回路90が信号を出力する際の制御に関連するメインドライバなどからの指令信号である。

20

【0033】

有機EL装置1は、図3、図4に示すように、基板20と封止基板30とが封止樹脂40を介して貼り合わされてなるものである。基板20、封止基板30および封止樹脂40で囲まれた領域においては、封止基板30の内面に乾燥剤45が貼着されている。また、その空間部は窒素ガスが充填されて窒素ガス充填層46となっている。このような構成のもとに、有機EL装置1内部に水分や酸素が浸透するのが抑制され、これにより有機EL装置1はその寿命命が図られたものとなっている。なお、乾燥剤45に代えてゲッター剤を用いてもよい。

30

【0034】

基板20としては、いわゆるトップエミッション型の有機EL装置の場合、この基板20の対向側である封止基板30側から発光光を取り出す構成であるので、透明基板及び不透明基板のいずれも用いることができる。不透明基板としては、例えば、アルミナ等のセラミック、ステンレススチール等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したものの他に、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂などが挙げられる。

40

また、いわゆるバックエミッション型の有機EL装置の場合には、基板20側から発光光を取り出す構成であるので、基板20としては、透明あるいは半透明のものが採用される。例えば、ガラス、石英、樹脂（プラスチック、プラスチックフィルム）等が挙げられ、特にガラス基板が好適に用いられる。なお、本実施形態では、基板20側から発光光を取り出すバックエミッション型とし、よって基板20としては透明あるいは半透明のものを採用するようにする。

封止基板30としては、例えば電気絶縁性を有する板状部材を採用することができる。また、封止樹脂40は、例えば熱硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂からなるものであり、特に熱硬化樹脂の一種であるエポキシ樹脂よりになっているのが好ましい。

50

【 0 0 3 5 】

また、基板 2 0 上には、画素電極 2 3 を駆動するための駆動用 T F T 1 2 3 などを含む回路部 1 1 が形成されており、その上に発光素子（有機 E L 素子）が設けられている。発光素子は、図 5 に示すように、陽極として機能する画素電極 2 3 と、この画素電極 2 3 からの正孔を注入 / 輸送する正孔輸送層 7 0 と、電気光学物質の一つである有機 E L 物質を備える発光層 6 0 と、陰極 5 0 とが順に形成されたことによって構成されたものである。

【 0 0 3 6 】

また、本発明の有機 E L 装置 1 は、図 2 に示したように赤（ R ）、緑（ G ）、青（ B ）をそれぞれ発光するドットをその実表示領域 4 に有し、これによりフルカラー表示をなすものとなっている。図 5 に拡大図を示したように、発光層 6 0 と陰極 5 0 との間には、陰極 5 0 からの電子を注入 / 輸送する電子輸送層 6 5 B、6 5 R G が形成されており、青（ B ）を発光するドットについては電子輸送層 6 5 B が形成され、赤（ R ）及び緑（ G ）を発光するドットについては電子輸送層 6 5 R G が形成されている。これは、赤、緑、青のそれぞれの発光をなす発光層 6 0 と陰極 5 0 との間の電荷注入障壁の高さが異なるために、赤、緑、青の発光層 6 0 のそれぞれ発光効率を高める電子輸送材料を採用している。

【 0 0 3 7 】

このような構成のもとに、発光素子はその発光層 6 0 において、正孔輸送層 7 0 から注入された正孔と陰極 5 0 からの電子とが結合することにより、発光光を発生するようになっている。また、青のドットにおいては陰極 5 0 からの電子が電子輸送層 6 5 B を介して発光層 6 0 に輸送され、また、赤、緑のドットにおいては陰極 5 0 からの電子が電子輸送層 6 5 R G を介して発光層 6 0 に輸送されることにより、電子の輸送効率がより良好になっている。

【 0 0 3 8 】

陽極として機能する画素電極 2 3 は、本例ではバックエミッション型であることから透明導電材料によって形成されている。透明導電材料としては I T O が好適とされるが、これ以外にも、例えば酸化インジウム・酸化亜鉛系アモルファス透明導電膜（Indium Zinc Oxide : I Z O / アイ・ゼット・オー）（登録商標）（出光興産社製）等を用いることができる。なお、本実施形態では I T O を用いるものとするが、これに代えて、P t、I r、N i、P d 等を用いることも可能である。

【 0 0 3 9 】

画素電極 2 3 の膜厚については、5 0 ~ 2 0 0 n m とするのが好ましく、1 5 0 n m 程度とするのが特に好ましい。また、I T O（画素電極 2 3）の表面には O₂ プラズマ処理が施されたことにより、これに親液性が付与されているとともに、電極表面の洗浄、及び仕事関数の調整がなされている。O₂ プラズマ処理については、例えばプラズマパワー 1 0 0 ~ 8 0 0 k W、酸素ガス流量 5 0 ~ 1 0 0 m l / m i n、基板搬送速度 0 . 5 ~ 1 0 m m / s e c、基板温度 7 0 ~ 9 0 の条件で行われている。

【 0 0 4 0 】

正孔輸送層 7 0 は、例えばポリチオフェン誘導体やポリピロール誘導体などにポリスチレンスルホン酸が添加されてなるものにより形成されたものである。すなわち、正孔輸送層 7 0 の形成材料として具体的には、3 , 4 - ポリエチレンジオシチオフェン / ポリスチレンスルホン酸（P E D O T / P S S = 1 / 2 0）[商品名；バイترون - p（Bytron-p）：バイエル社製]の分散液、つまり、分散媒としてのポリスチレンスルホン酸に 3 , 4 - ポリエチレンジオシチオフェンを分散させ、さらにこれを極性溶媒（分散媒）である水に分散させた分散液が好適に用いられる。

【 0 0 4 1 】

なお、極性溶媒（分散媒）としては、前記の水に代えてイソプロピルアルコール（I P A）、ノルマルブタノール、γ - ブチロラクトン、N - メチルピロリドン（N M P）、1 , 3 - ジメチル - 2 - イミダゾリジノン（D M I）及びその誘導体、カルピトールアセテート、ブチルカルピトールアセテート等のグリコールエーテル類等を用いることもできる。

また、正孔輸送層の形成材料についても、前記のものに限定されることなく種々のものが使用可能である。例えば、ポリスチレン、ポリピロール、ポリアニリン、ポリアセチレンやその誘導体などを、適宜な分散媒、例えば前記のポリスチレンスルホン酸に分散させたものなどが使用可能である。

【0042】

発光層60を形成するための材料としては、蛍光あるいは燐光を発光することが可能な公知の発光材料を用いることができる。具体的には、(ポリ)パラフェニレンビニレン誘導体、ポリフェニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリビニルカルバゾール、ポリチオフェン誘導体、ペニレン系色素、クマリン系色素、ローダミン系色素、またはこれら高分子材料にルブレン、ペニレン、9,10-ジフェニルアントラセン、テトラフェニルブタジエン、ナイルレッド、クマリン6、キナクリドン等をドーブして用いることもできる。

10

【0043】

なお、このような材料を液状化するための溶媒としては、前記正孔輸送層70を再溶解しないよう、該正孔輸送層70に対して不溶な非極性溶媒が用いられる。特に、発光層形成材料を後述するようにインクジェット法等の液滴吐出法によって塗布する場合には、前記非極性溶媒として、ジハイドロベンゾフラン、トリメチルベンゼン、テトラメチルベンゼン、シクロヘキシルベンゼン、またはこれらの混合物を用いることが好ましい。また、スピンコート法やディップ法によって塗布する場合には、トルエン、キシレン等が好適に用いられる。

20

【0044】

次に、青の発光層上に形成される電子輸送層65Bと、赤と緑の発光層上に形成される電子輸送層65RGのそれぞれについて説明する。

電子輸送層65Bは、アルカリ金属、アルカリ土類金属、又は希土類金属のハロゲン化物あるいは酸化物によって形成されている。アルカリ金属としては例えばLi、Na、Csが用いられ、アルカリ土類金属としては例えばCa、Ba、Srが用いられ、希土類金属としては例えばSm、Tb、Erが用いられる。これら金属は、特にフッ化物として用いられ形成されているのが好ましいが、これ以外のハロゲン化物、すなわち塩化物や臭化物としてもよく、また、酸化物としてもよい。

【0045】

このような電子輸送層65Bの形成材料となる化合物において、LiFなど蒸着が可能なものについては、その化合物を溶媒トラップ法もしくはコールドトラップ法によるガス中蒸着法などにより、粒径が1μm以下の超微粒子に製造することが可能である(例えば「分散・凝集の解明と応用技術」(1992), P.30参照)。したがって、この超微粒子を分散媒中に均一に分散させて分散液(コロイド)とすることにより、液滴吐出法での塗布、すなわち液相プロセスでの成膜が可能となる。

30

【0046】

このような化合物から形成される電子輸送層65Bの膜厚としては、0.5~10nmとするのが好ましく、特に5nm以下の極薄膜とするのが好ましい。また、このような電子輸送層5の形成については、後述するようにインクジェット法等の液滴吐出法で行うのが、前記分散液の塗布を行った場合に、数nmオーダーの薄膜形成が可能となるため好ましい。前記超微粒子の分散に用いる分散媒としては、水、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロピルアルコール(IPA)、ジメチルケトンなどの極性溶媒を用いるのが、前記発光層60を再溶解しないことから好ましい。

40

【0047】

しかし、例外的に発光層60が前記極性溶媒に溶出してしまうおそれがある場合には、分散媒としてトルエン、キシレン、ベンゼン、ヘキサン、シクロヘキサン、テトラデカン、イソオクタンなどの非極性溶媒を用いるのが好ましい。

また、前記の電子輸送層形成材料の中には、Na、K、Rb、Csのフッ化物など水溶性を示すものもある。これらについては、極性溶媒(発光層60によっては例外的に非極

50

性溶媒)に溶解させることで溶液化することにより、液滴吐出法での塗布、すなわち液相プロセスでの成膜が可能となる。

【0048】

ここで、電子輸送層65Bの形成材料の具体例として、LiFとNaFとについてそれぞれの作製法を以下に示す。

(LiF)

まず、溶媒トラップ法もしくはコールドトラップ法によるガス中蒸着法などによって粒径がnmオーダーのLiF(フッ化リチウム)微粒子を形成する。次に、この微粒子を水に均一に分散させて分散液(コロイド)を作製する。

なお、このようにして作製した分散液をポリフルオレン系の青色発光層の上にインクジェット法(液滴吐出法)で塗布し、5nm程度の薄膜に形成したところ、下地である発光層60に再溶解などの悪影響が現れなかった。

また、このようにして液相プロセスで形成されたLiF膜からなる電子輸送層65Bについても、従来の真空蒸着で形成されたLiF膜と同様の効果が得られることが確認された。

【0049】

(NaF)

NaFは溶解度が4.15g/100g水(25℃)と水溶性であるので、微粒子にして分散液に調製することなく、水溶液として塗布することが可能である。したがって、このNaFの飽和溶液をPVA(ポリビニルアルコール)で薄めた溶液を、液滴吐出法はもちろん、例えばスピコート法で塗布することによっても良好な薄膜を得ることができる。

なお、前記のPVAで薄めた溶液をポリフルオレン系の青色発光層の上に塗布したところ、電子輸送層65Bとしての効果が得られることが確認された。

【0050】

電子輸送層65RGは、有機金属錯体によって形成されている。この金属錯体は、金属元素からなる中心原子をM、有機材料からなる配位子をAとして一般式 MA_n (n:中心原子Mの価数)で示される有機金属化合物である。このような金属錯体としては、キレート錯体やクラウンエーテル錯体等、種々の構造の錯体を用いることができる。

【0051】

具体的には、上記配位子Aとして、アセチルアセトン(acac)、ジピバロイルメタン(dpm)、ヘキサフルオロアセチルアセトン(hfa)、2,2,6,6-テトラメチル-3,5-オクタンジオアセトン(TMOD)、テノイルトリフルオロアセトン(TTA)、1-フェニル-3-イソヘプチ-1,3-プロパンジオン(商品名LIX54, LIX51;ヘンケル社)等のβ-ジケトン系の配位子、8-キノリノール(オキシシン)、2-メチル-8-キノリノール等のキノリノール系の配位子、トリオクチルホフフィンオキシド(TOPO)、リン酸トリブチル(TBP)、イソブチルメチルケトン(MBK)、ビス(2-エチルヘキシル)リン酸(D2EHPA)等のリン酸系の配位子、酢酸、安息香酸等のカルボン酸系の配位子、ジフェニルチオカルバゾン配位子等を好適に用いることができる。中でもβ-ジケトン系の配位子を有する錯体(β-ジケトン錯体)は、酸性試薬であり、かつ、酸素原子による多座配位子であり、安定な金属錯体を形成できるため好ましい。

【0052】

また、本実施形態では、電子輸送層65RGと陰極50との密着力を高めるために、中心原子Mは、陰極50を構成する金属元素と同一の金属元素によって構成されている。なお、上記中心原子Mは、この電子輸送層65RGとの界面近傍に位置する陰極の構成元素と同一であればよく、例えば陰極が複数の薄膜の積層体からなる場合には、上記錯体の中心原子Mは、上記薄膜の内、最も電子輸送層側に配置された薄膜の構成元素と同一のものであればよい。具体的には、陰極50がAlの単層膜からなる場合には、上記錯体としてこれと同じ金属元素を中心原子とする $Al(acac)_2$ 等が用いられる。また、陰極5

10

20

30

40

50

0 が C a と A l の積層膜からなる場合には、より電子輸送層側に配置された C a を中心原子とする C a (a c a c)₂ 等が用いられ、陰極 5 0 に B C P と C s の共蒸着膜を用いた場合には、上記錯体として C s (a c a c) 等が用いられる。

なお、後述のように陰極 5 0 には、少なくとも電子輸送層 6 5 R G との界面に低仕事関数の金属元素が含まれることが好ましい。この場合、錯体の中心原子 M はアルカリ金属、アルカリ土類金属、マグネシウム、希土類元素等の金属元素によって構成されることとなるが、このような錯体は電子親和力が高く電子輸送を容易にするため、一段の高効率化が期待できる。

【 0 0 5 3 】

また、上記錯体はそれ自体単独で用いることもできるし、従来から知られている電子輸送性の材料に混合させて使用することもできる。このような公知の電子輸送性物質としては、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ビススチリルベンゼン誘導体、p - フェニレン化合物、フェナントロリン誘導体、トリアゾール誘導体等が挙げられる。また、電子輸送層 6 5 R G の膜厚は、導電性を確保するために、0 . 1 n m ~ 2 0 n m であることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

陰極 5 0 は、図 3 ~ 図 5 に示すように、実表示領域 4 およびダミー領域 5 の総面積より広い面積を備え、それぞれを覆うように形成されている。

陰極 5 0 を形成するための材料としては、発光層 6 0 側（下部側）には仕事関数が小さい材料を形成することが望ましく、例えば C a 、M g などが用いられている。また、上部側（封止側）には発光層 6 0 側よりも仕事関数が高い材料、例えば A l を用いられている。陰極 5 0 の膜厚については、1 0 0 ~ 1 0 0 0 n m とするのが好ましく、特に 2 0 0 ~ 5 0 0 n m 程度とするのが好ましい。なお、本実施形態はバックエミッション型であることから、この陰極 5 0 は特に光透過性である必要はない。

【 0 0 5 5 】

また、このような発光素子の下方には、図 5 に示したように回路部 1 1 が設けられている。この回路部 1 1 は基板 2 0 上に形成されたものである。すなわち、基板 2 0 の表面には S i O₂ を主体とする下地保護層 2 8 1 が下地として形成され、その上にはシリコン層 2 4 1 が形成されている。このシリコン層 2 4 1 の表面には、S i O₂ および / または S i N を主体とするゲート絶縁層 2 8 2 が形成されている。

【 0 0 5 6 】

また、前記シリコン層 2 4 1 のうち、ゲート絶縁層 2 8 2 を挟んでゲート電極 2 4 2 と重なる領域がチャネル領域 2 4 1 a とされている。なお、このゲート電極 2 4 2 は、図示しない走査線 1 0 1 の一部である。一方、シリコン層 2 4 1 を覆い、ゲート電極 2 4 2 を形成したゲート絶縁層 2 8 2 の表面には、S i O₂ を主体とする第 1 層間絶縁層 2 8 3 が形成されている。

【 0 0 5 7 】

また、シリコン層 2 4 1 のうち、チャネル領域 2 4 1 a のソース側には、低濃度ソース領域 2 4 1 b および高濃度ソース領域 2 4 1 S が設けられる一方、チャネル領域 2 4 1 a のドレイン側には低濃度ドレイン領域 2 4 1 c および高濃度ドレイン領域 2 4 1 D が設けられて、いわゆる L D D (Light Doped Drain) 構造となっている。これらのうち、高濃度ソース領域 2 4 1 S は、ゲート絶縁層 2 8 2 と第 1 層間絶縁層 2 8 3 とにわたって開孔するコンタクトホール 2 4 3 a を介して、ソース電極 2 4 3 に接続されている。このソース電極 2 4 3 は、前述した電源線 1 0 3 (図 1 参照、図 5 においてはソース電極 2 4 3 の位置に紙面垂直方向に延在する) の一部として構成されている。一方、高濃度ドレイン領域 2 4 1 D は、ゲート絶縁層 2 8 2 と第 1 層間絶縁層 2 8 3 とにわたって開孔するコンタクトホール 2 4 4 a を介して、ソース電極 2 4 3 と同一層からなるドレイン電極 2 4 4 に接続されている。

【 0 0 5 8 】

ソース電極 2 4 3 およびドレイン電極 2 4 4 が形成された第 1 層間絶縁層 2 8 3 の上層

10

20

30

40

50

は、例えばアクリル系の樹脂成分を主体とする第2層間絶縁層284によって覆われている。この第2層間絶縁層284は、アクリル系の絶縁膜以外の材料、例えば、SiN、SiO₂などを用いることもできる。そして、ITOからなる画素電極23が、この第2層間絶縁層284の表面上に形成されるとともに、該第2層間絶縁層284に設けられたコンタクトホール23aを介してドレイン電極244に接続されている。すなわち、画素電極23は、ドレイン電極244を介して、シリコン層241の高濃度ドレイン領域241Dに接続されている。

【0059】

なお、走査線駆動回路80および検査回路90に含まれるTFT（駆動回路用TFT）、すなわち、例えばこれらの駆動回路のうち、シフトレジスタに含まれるインバータを構成するNチャネル型又はPチャネル型のTFTは、画素電極23と接続されていない点を除いて前記駆動用TFT123と同様の構造とされている。

10

【0060】

画素電極23が形成された第2層間絶縁層284の表面は、画素電極23と、例えばSiO₂などの親液性材料を主体とする親液性制御層25と、アクリルやポリイミドなどからなる有機バンク層221とによって覆われている。そして、画素電極23には親液性制御層25に設けられた開口部25a、および有機バンク221に設けられた開口部221aの開口内部に、正孔輸送層70と、発光層60とが画素電極23側からこの順で積層されている。なお、本実施形態における親液性制御層25の「親液性」とは、少なくとも有機バンク層221を構成するアクリル、ポリイミドなどの材料と比べて親液性が高いことを意味するものとする。

20

以上に説明した基板20から第2層間絶縁層284までの層が、回路部11を構成するものとなっている。

【0061】

なお、本実施形態の有機EL装置1は、前述したようにカラー表示を行うべく、各発光層60が、その発光波長帯域が光の三原色にそれぞれ対応して形成されている。例えば、発光層60として、発光波長帯域が赤色に対応した赤色用発光層60R、緑色に対応した緑色用発光層60G、青色に対応した青色用有機EL層60Bとをそれぞれに対応する表示領域R、G、Bに設け、これら表示領域R、G、Bをもってカラー表示を行う1画素が構成されている。また、各色表示領域の境界には、金属クロムをスパッタリングなどにて成膜した図示略のBM（ブラックマトリクス）が、有機バンク層221と親液性化制御層25との間に位置して形成されている。

30

【0062】

次に、本実施形態に係る有機EL装置1の製造方法により、本発明の製造方法の一例を、図6～図10を参照して説明する。なお、図6～図10に示す各断面図は、図2中のA-B線の断面図に対応した図である。

まず、図6(a)に示すように、基板20の表面に、下地保護層281を形成する。次に、下地保護層281上に、ICVD法、プラズマCVD法などを用いてアモルファスシリコン層501を形成した後、レーザアニール法又は急速加熱法により結晶粒を成長させてポリシリコン層とする。

40

【0063】

次いで、図6(b)に示すように、ポリシリコン層をフォトリソグラフィ法によりパターンニングし、島状のシリコン層241、251および261を形成する。これらのうちシリコン層241は、表示領域内に形成され、画素電極23に接続される駆動用TFT123を構成するものであり、シリコン層251、261は、走査線駆動回路80に含まれるPチャネル型およびNチャネル型のTFT（駆動回路用TFT）をそれぞれ構成するものである。

【0064】

次に、プラズマCVD法、熱酸化法などにより、シリコン層241、251および261、下地保護層281の全面に厚さが約30nm～200nmのシリコン酸化膜によって

50

、ゲート絶縁層 2 8 2 を形成する。ここで、熱酸化法を利用してゲート絶縁層 2 8 2 を形成する際には、シリコン層 2 4 1、2 5 1 および 2 6 1 の結晶化も行い、これらのシリコン層をポリシリコン層とすることができる。

【 0 0 6 5 】

また、シリコン層 2 4 1、2 5 1 および 2 6 1 にチャネルドーピングを行う場合には、例えば、このタイミングで約 $1 \times 10^{12} / \text{cm}^2$ のドーピング量でボロニオンを打ち込む。その結果、シリコン層 2 4 1、2 5 1 および 2 6 1 は、不純物濃度（活性化アニール後の不純物にて算出）が約 $1 \times 10^{17} / \text{cm}^3$ の低濃度 P 型のシリコン層となる。

【 0 0 6 6 】

次に、Pチャネル型 TFT、Nチャネル型 TFT のチャネル層の一部にイオン注入選択マスクを形成し、この状態でリンイオンを約 $1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ のドーピング量でイオン注入する。その結果、パターニング用マスクに対してセルフアライン的に高濃度不純物が導入されて、図 6 (c) に示すように、シリコン層 2 4 1 及び 2 6 1 中に高濃度ソース領域 2 4 1 S および 2 6 1 S 並びに高濃度ドレイン領域 2 4 1 D および 2 6 1 D が形成される。

10

【 0 0 6 7 】

次に、図 6 (c) に示すように、ゲート絶縁層 2 8 2 の表面全体に、ドーパドシリコンやシリサイド膜、あるいはアルミニウム膜やクロム膜、タンタル膜という金属膜からなるゲート電極形成用導電層 5 0 2 を形成する。この導電層 5 0 2 の厚さは概ね 5 0 0 nm 程度である。その後、パターニング法により、図 6 (d) に示すように、Pチャネル型の駆動回路用 TFT を形成するゲート電極 2 5 2、画素用 TFT を形成するゲート電極 2 4 2、Nチャネル型の駆動回路用 TFT を形成するゲート電極 2 6 2 を形成する。また、駆動制御信号導通部 3 2 0 (3 5 0)、陰極電源配線の第 1 層 1 2 1 も同時に形成する。なお、この場合、駆動制御信号導通部 3 2 0 (3 5 0) はダミー領域 5 に配設するものとされている。

20

【 0 0 6 8 】

続いて、図 6 (d) に示すように、ゲート電極 2 4 2、2 5 2 および 2 6 2 をマスクとして用い、シリコン層 2 4 1、2 5 1 および 2 6 1 に対してリンイオンを約 $4 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ のドーピング量でイオン注入する。その結果、ゲート電極 2 4 2、2 5 2 および 2 6 2 に対してセルフアライン的に低濃度不純物が導入され、図 6 (d) に示すように、シリコン層 2 4 1 および 2 6 1 中に低濃度ソース領域 2 4 1 b および 2 6 1 b、並びに低濃度ドレイン領域 2 4 1 c および 2 6 1 c が形成される。また、シリコン層 2 5 1 中に低濃度不純物領域 2 5 1 S および 2 5 1 D が形成される。

30

【 0 0 6 9 】

次に、図 7 (e) に示すように、Pチャネル型の駆動回路用 TFT 2 5 2 以外の部分を覆うイオン注入選択マスク 5 0 3 を形成する。このイオン注入選択マスク 5 0 3 を用いて、シリコン層 2 5 1 に対してボロニオンを約 $1.5 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ のドーピング量でイオン注入する。結果として、Pチャネル型駆動回路用 TFT を構成するゲート電極 2 5 2 もマスクとして機能するため、シリコン層 2 5 2 中にセルフアライン的に高濃度不純物がドーピングされる。したがって、低濃度不純物領域 2 5 1 S および 2 5 1 D はカウンタードーピングされ、Pチャネル型の駆動回路用 TFT のソース領域およびドレイン領域となる。

40

【 0 0 7 0 】

次いで、図 7 (f) に示すように、基板 2 0 の全面にわたって第 1 層間絶縁層 2 8 3 を形成するとともに、フォトリソグラフィ法を用いて該第 1 層間絶縁層 2 8 3 をパターニングすることにより、各 TFT のソース電極およびドレイン電極に対応する位置にコンタクトホール C を形成する。

【 0 0 7 1 】

次に、図 7 (g) に示すように、第 1 層間絶縁層 2 8 3 を覆うように、アルミニウム、クロム、タンタルなどの金属からなる導電層 5 0 4 を形成する。この導電層 5 0 4 の厚さは概ね 2 0 0 nm ないし 8 0 0 nm 程度である。この後、導電層 5 0 4 のうち、各 TFT

50

のソース電極およびドレイン電極が形成されるべき領域 240 a、駆動電圧導通部 310 (340) が形成されるべき領域 310 a、陰極電源配線の第 2 層が形成されるべき領域 122 a を覆うようにパターニング用マスク 505 を形成するとともに、該導電層 504 をパターニングして、図 8 (h) に示すソース電極 243、253、263、ドレイン電極 244、254、264 を形成する。

【0072】

次いで、図 8 (i) に示すように、これらが形成された第 1 層間絶縁層 283 を覆う第 2 層間絶縁層 284 を、例えばアクリル系樹脂などの高分子材料によって形成する。この第 2 層間絶縁層 284 は、約 1 ~ 2 μm 程度の厚さに形成されることが望ましい。なお、SiN、SiO₂ により第 2 層間絶縁膜を形成することも可能であり、SiN の膜厚として 200 nm、SiO₂ の膜厚としては 800 nm に形成することが望ましい。

10

【0073】

次いで、図 8 (j) に示すように、第 2 層間絶縁層 284 のうち、駆動用 TFT のドレイン電極 244 に対応する部分をエッチングにより除去してコンタクトホール 23a を形成する。

その後、基板 20 の全面を覆うように画素電極 23 となる導電膜を形成する。そして、この透明導電膜をパターニングすることにより、図 9 (k) に示すように、第 2 層間絶縁層 284 のコンタクトホール 23a を介してドレイン電極 244 と導通する画素電極 23 を形成すると同時に、ダミー領域のダミーパターン 26 も形成する、なお、図 3、4 では、これら画素電極 23、ダミーパターン 26 を総称して画素電極 23 としている。

20

【0074】

ダミーパターン 26 は、第 2 層間絶縁層 284 を介して下層のメタル配線へ接続しない構成とされている。すなわち、ダミーパターン 26 は、島状に配置され、実表示領域に形成されている画素電極 23 の形状とほぼ同一の形状を有している。もちろん、表示領域に形成されている画素電極 23 の形状と異なる構造であってもよい。なお、この場合、ダミーパターン 26 は少なくとも前記駆動電圧導通部 310 (340) の上方に位置するものも含むものとする。

【0075】

次いで、図 9 (l) に示すように、画素電極 23、ダミーパターン 26 上、および第 2 層間絶縁膜上に絶縁層である親液性制御層 25 を形成する。なお、画素電極 23 においては一部が開口する態様にて親液性制御層 25 を形成し、開口部 25a (図 3、図 9 (m) も参照) において画素電極 23 からの正孔移動が可能とされている。逆に、開口部 25a を設けないダミーパターン 26 においては、絶縁層 (親液性制御層) 25 が正孔移動遮蔽層となって正孔移動が生じないものとされている。続いて、親液性制御層 25 において、異なる 2 つの画素電極 23 の間に位置して形成された凹状部に BM (図示せず) を形成する。具体的には、親液性制御層 25 の前記凹状部に対して、金属クロムを用いスパッタリング法にて成膜する。

30

【0076】

次いで、図 9 (m) に示すように、親液性制御層 25 の所定位置、詳しくは前記 BM を覆うように有機バンク層 221 を形成する。具体的な有機バンク層の形成方法としては、例えばアクリル樹脂、ポリイミド樹脂などのレジストを溶媒に溶解したものを、スピンコート法、ディップコート法などの各種塗布法により塗布して有機質層を形成する。なお、有機質層の構成材料は、後述するインクの溶媒に溶解せず、しかもエッチングなどによってパターニングし易いものであればどのようなものでもよい。

40

続いて、有機質層をフォトリソグラフィ技術、エッチング技術を用いてパターニングし、有機質層にバンク開口部 221a を形成することにより、開口部 221a に壁面を有した有機バンク層 221 を形成する。なお、この場合、有機バンク層 221 は、少なくとも前記駆動制御信号導通部 320 の上方に位置するものを含むものとする。

【0077】

次いで、有機バンク層 221 の表面に、親液性を示す領域と、撥液性を示す領域とを形

50

成する。本実施形態においては、プラズマ処理によって各領域を形成するものとする。具体的には、該プラズマ処理を、予備加熱工程と、有機バンク層 221 の上面および開口部 221a の壁面ならびに画素電極 23 の電極面 23c、親液性制御層 25 の上面をそれぞれ親液性にする親インク化工程と、有機バンク層の上面および開口部の壁面を撥液性にする撥インク化工程と、冷却工程とで構成する。

【0078】

すなわち、基材（バンクなどを含む基板 20）を所定温度、例えば 70 ~ 80 程度に加熱し、次いで親インク化工程として大気雰囲気中で酸素を反応ガスとするプラズマ処理（ O_2 プラズマ処理）を行う。次いで、撥インク化工程として大気雰囲気中で 4 フッ化メタンを反応ガスとするプラズマ処理（ CF_4 プラズマ処理）を行い、その後、プラズマ処理のために加熱された基材を室温まで冷却することで、親液性および撥液性が所定箇所に付与されることとなる。

10

【0079】

なお、この CF_4 プラズマ処理においては、画素電極 23 の電極面 23c および親液性制御層 25 についても多少の影響を受けるが、画素電極 23 の材料である ITO および親液性制御層 25 の構成材料である SiO_2 、 TiO_2 などはフッ素に対する親和性に乏しいため、親インク化工程で付与された水酸基がフッ素基で置換されることがなく、親液性が保たれる。

【0080】

次いで、正孔輸送層形成工程によって正孔輸送層 70 の形成を行う。この正孔輸送層形成工程としては、液相プロセスによって数 nm ~ 数百 nm オーダーの薄膜を作製する方法が採用される。液相プロセスとは、成膜したい材料を溶解もしくは分散させることで液状体とし、この液状体をスピンコート法やディップ法、あるいは液滴吐出法（インクジェット法）等により、薄膜を作製する方法である。なお、スピンコート法やディップ法は全面塗布に適しているのに対し、液滴吐出法は任意の箇所に薄膜をパターンニングすることができることから、この正孔輸送層形成工程においては、液滴吐出法によって前記の正孔輸送層形成材料を電極面 23c 上に塗布するのが好ましい。

20

【0081】

液滴吐出法（インクジェット法）で正孔輸送層形成材料を選択的に塗布する場合、まず、液滴吐出ヘッド（図示略）に正孔輸送層形成材料を充填し、液滴吐出ヘッドの吐出ノズルを親液性制御層 25 に形成された前記開口部 25a 内に位置する電極面 23c に対向させ、液滴吐出ヘッドと基材（基板 20）とを相対移動させながら、吐出ノズルから 1 滴当たりの液量が制御された液滴を電極面 23c に吐出する。

30

【0082】

その後、乾燥処理および熱処理を行い、正孔輸送層形成材料に含まれる分散媒や溶媒を蒸発させることにより、電極面 23c 上に正孔輸送層 70 を例えば数 nm ~ 数百 nm オーダーの薄膜に形成する。この乾燥処理については、窒素雰囲気中にて室温で圧力を 133 . 3 Pa (1 Torr) 程度とする条件で行うのが好ましい。また、この乾燥処理後の熱処理については、真空中にて 200 で 10 分間程度とする条件で行うのが好ましい。

【0083】

40

ここで、吐出ノズルから吐出された液滴は、親液性処理がなされた電極面 23c 上に広がり、親液性制御層 25 の開口部 25a 内に満たされる。その一方で、撥インク処理された有機バンク層 221 の上面では、液滴がはじかれて付着しない。したがって、液滴が所定の吐出位置からはずれて有機バンク層 221 の上面に吐出されたとしても、該上面が液滴で濡れることがなく、弾かれた液滴が親液性制御層 25 の開口部 25a 内に転がり込む。

なお、この正孔輸送層形成工程以降は、正孔輸送層 70 および発光層 60 の酸化を防止すべく、窒素雰囲気、アルゴン雰囲気などの不活性ガス雰囲気で行うのが好ましい。

【0084】

次いで、図 10 (n) に示すように、発光層形成工程によって発光層 60 の形成を行う

50

。この発光層形成工程では、例えば前記の液滴吐出法により、発光層形成材料を正孔輸送層 70 上に吐出し、その後、乾燥処理および熱処理を行うことにより、有機バンク層 221 に形成された開口部 221a 内に発光層 60 を形成する。この発光層形成工程では、正孔輸送層 70 の再溶解を防止するため、発光層形成材料に用いる溶媒として、前述したように正孔輸送層 70 に対して不溶な非極性溶媒を用いる。

【0085】

なお、この発光層形成工程では、前記の液滴吐出法によって例えば青色 (B) の発光層形成材料を青色の表示領域に選択的に塗布し、乾燥処理した後、同様にして緑色 (G)、赤色 (R) についてもそれぞれその表示領域に選択的に塗布し、乾燥処理する。乾燥処理としては、液滴吐出法で塗布を行った場合、ホットプレート上にて 200 以下で加熱して乾燥蒸発させるのが好ましい。なお、スピンコート法またはディップ法によって塗布を行った場合には、基板に窒素を吹き付けるか、あるいは基板を回転させて基板表面に気流を発生させることで乾燥させるのが好ましい。

【0086】

次いで、図 10 (o) に示すように、電子輸送層形成工程によって電子輸送層 65B、65RG の形成を行う。電子輸送層形成工程では、前記の液滴吐出法によって前述した電子輸送層形成材料を吐出して形成する。

電子輸送層 65B を形成するには、LiF の分散液や NaF の水溶液を青色の発光層 60 上にのみ選択的に吐出し、その後、乾燥処理および熱処理を行うことにより、有機バンク層 221 に形成された開口部 221a 内に電子輸送層 65B を形成する。この電子輸送層形成工程では、発光層 60 の再溶解を防止するため、電子輸送層形成材料に用いる溶媒として、前述したように発光層 60 に対して不溶な非極性溶媒を用いる。

また、電子輸送層 65B を形成するには、陰極 50 の構成元素と同一の元素 (例えば、Ca) を中心原子とする有機金属錯体が用いられる。具体的には、上述の金属錯体 (例えば、Ca(acac)₂) を溶媒に溶かし、これを有機バンク層 221 に形成された開口部 221a 内に吐出することで、電子輸送層 65RG を形成する。

この電子輸送層形成工程においても、電子輸送層形成材料を塗布した後乾燥処理を行う。この乾燥処理としては、ホットプレート上にて 200 以下で加熱して乾燥蒸発させるのが好ましい。

【0087】

次いで、図 10 (p) に示すように、陰極層形成工程によって陰極 50 の形成を行う。この陰極層形成工程では、例えば蒸着法やスパッタ法等によって Al 等の陰極材料を成膜する。

その後、封止工程によって封止基板 30 の形成を行う。この封止工程では、作製した有機 EL 素子内部に水や酸素が浸入するのを防ぐため、封止基板 30 の内側に乾燥剤 45 を貼着しつつ、該封止基板 30 と基板 20 とを封止樹脂 40 にて封止する。封止樹脂 40 としては、熱硬化樹脂や紫外線硬化樹脂が用いられる。なお、この封止工程は、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガス雰囲気中で行うのが好ましい。

以上の工程を経て作製された有機 EL 装置 1 は、両電極間に 10V 以下の電圧を印可することにより、画素電極 23 側から特に青色の光を良好に取り出すことができた。

【0088】

このような有機 EL 装置 1 の製造方法にあつては、電子輸送層 65B、65RG の形成に際して、電子輸送層形成材料として LiF の分散液や NaF の水溶液、及び金属錯体 (例えば、Ca(acac)₂) を溶媒に溶解させた液状体を用いるようにしたので、電子輸送層 65B、65RG を液相プロセスで形成することができ、したがって気相プロセスで行った場合の、コストが高くなるといった問題や、下地となる有機物や基板が高熱環境に晒されるといった問題を解消することができる。

よって、この製造方法によれば、製造効率およびコストの面で有利となることから、量産化に適した方法となり、また、液滴吐出法を用いることで基板サイズが制限されることがなく、したがって大画面ディスプレイの製造に有効となる。また、蒸着マスクが不要とな

10

20

30

40

50

ることから高精細なディスプレイの製造に有効となり、さらに、耐熱性の低いプラスチック基板を用いたフレキシブルなディスプレイの開発に有効となる。

また、電子輸送層形成材料を液滴吐出法で設けるようにしたので、電子輸送層形成材料を選択的に配置塗布することができ、したがって例えば青色の発光をなす発光層 6 0 B 上にのみ電子輸送層 6 5 B として L i F を、赤色および緑色の発光をなす発光層 6 0 R G 上に電子輸送層 6 5 R G として C a (a c a c)₂ を選択的に形成することができ、これにより赤色、緑色、青色をそれぞれ発光する素子部を高輝度、高効率に形成することができる。

【 0 0 8 9 】

また、このような製造方法で得られた有機 E L 装置 1 にあっては、通常、赤、緑、青のそれぞれの発光をなす発光層 6 0 と陰極 5 0 との間の電荷注入障壁の高さが異なるために、各色を発光する発光層 6 0 上に電子輸送層 6 5 B、6 5 R G がそれぞれ形成されているので、赤色、緑色、青色のそれぞれの発光層 6 0 においてその電子の輸送効率が高くなり、したがって発光素子部が高輝度、高効率になるなど、発光特性に優れたものとなる。

【 0 0 9 0 】

なお、前記の実施形態においては、バックエミッション型を例にして説明したが、本発明はこれに限定されることなく、トップエミッション型にも、また、両側に発光光を出射するタイプのものにも適用可能である。

【 0 0 9 1 】

次に、本発明の電子機器を説明する。本発明の電子機器は、前記の有機 E L 装置 1 を表示部として有したものであり、具体的には、例えば図 1 1 に示すような携帯電話が挙げられる。

図 1 1 において符号 1 0 0 0 は携帯電話本体を示し、符号 1 0 0 1 は前記の有機 E L 装置 1 を用いた表示部を示している。

図 1 1 に示した電子機器（携帯電話）は、前記の有機 E L 装置からなる表示部 1 0 0 1 を備えているので、特に表示部 1 0 0 1 が高い表示特性を有し、良好なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 2 】

【図 1】本発明の有機 E L 装置の配線構造を示す模式図である。

【図 2】本発明の有機 E L 装置の構成を模式的に示す平面図である。

【図 3】図 2 の A - B 線に沿う断面図である。

【図 4】図 2 の C - D 線に沿う断面図である。

【図 5】図 3 の要部拡大断面図である。

【図 6】有機 E L 装置の製造方法を工程順に説明する断面図である。

【図 7】図 6 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】図 7 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】図 8 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 0】図 9 に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 1】本発明の電子機器を示す斜視図である。

【符号の説明】

【 0 0 9 3 】

1 ... 有機 E L 装置、 2 3 ... 画素電極（陽極）、 5 0 ... 陰極、 6 0 ... 発光層、 6 5 B、 6 5 R G ... 電子輸送層

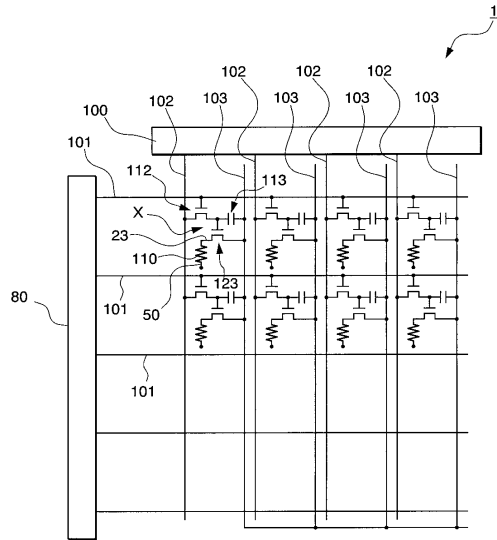
10

20

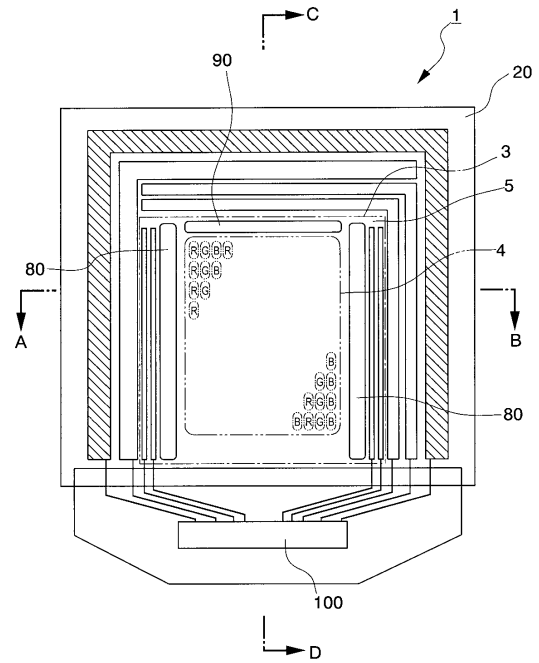
30

40

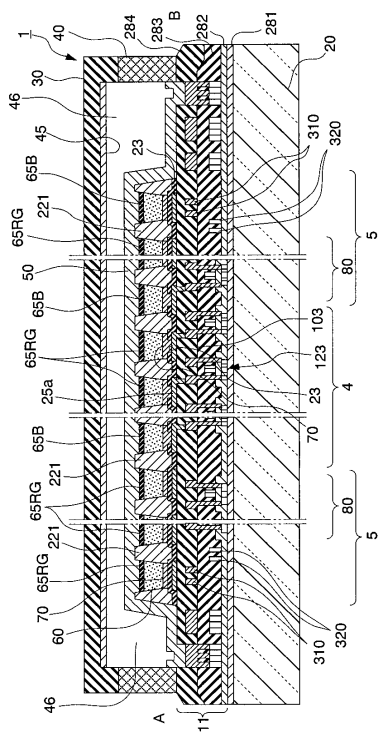
【図 1】



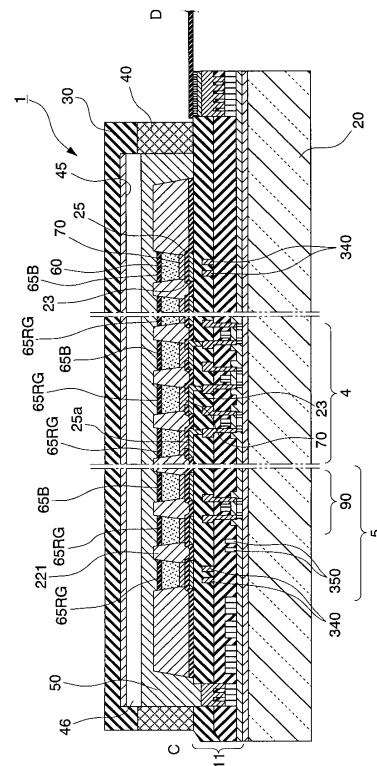
【図 2】



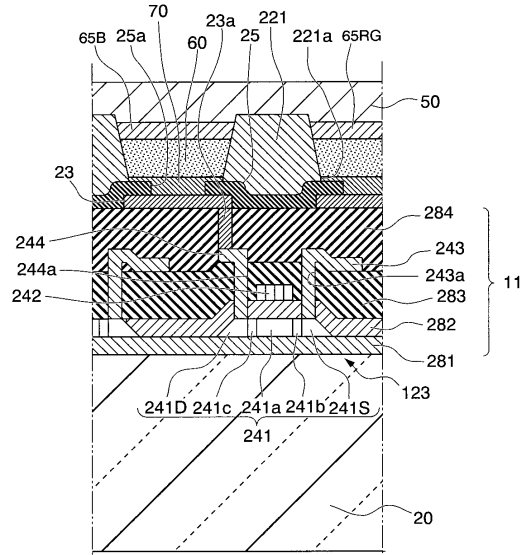
【図 3】



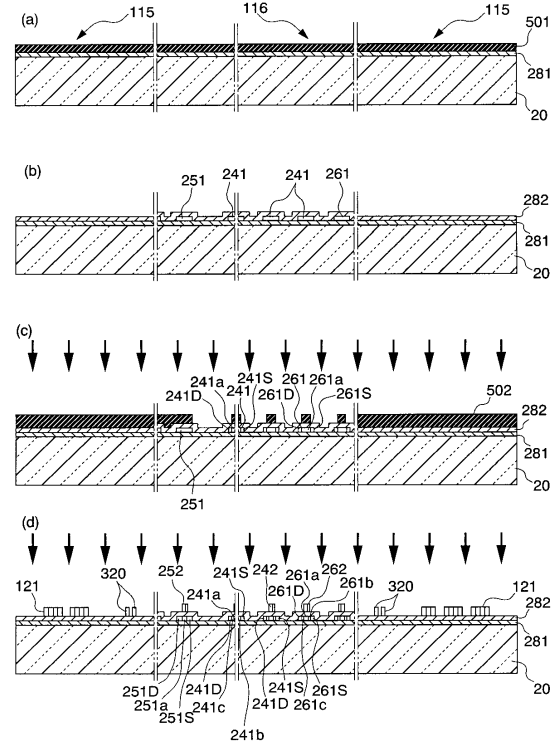
【図 4】



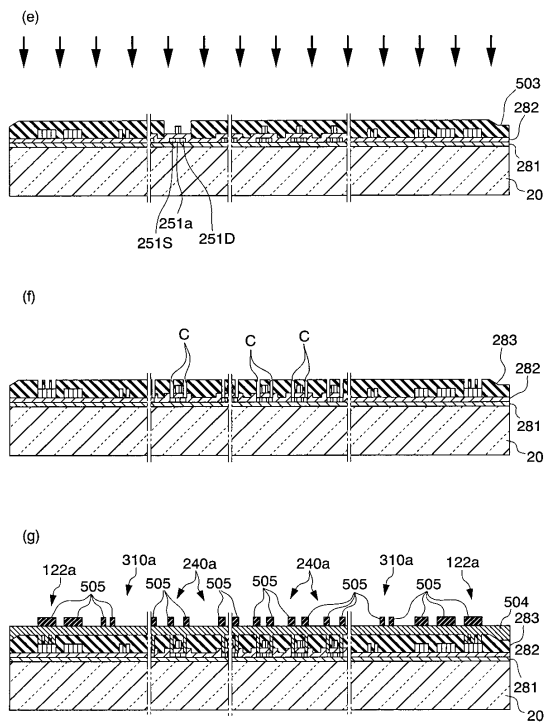
【図 5】



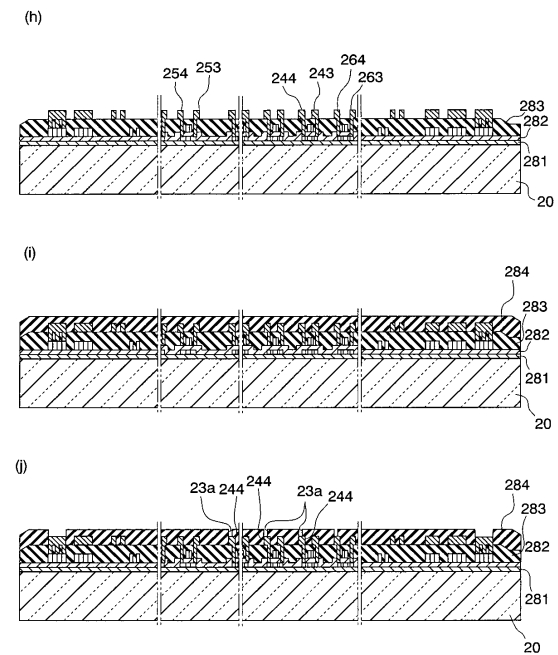
【図 6】



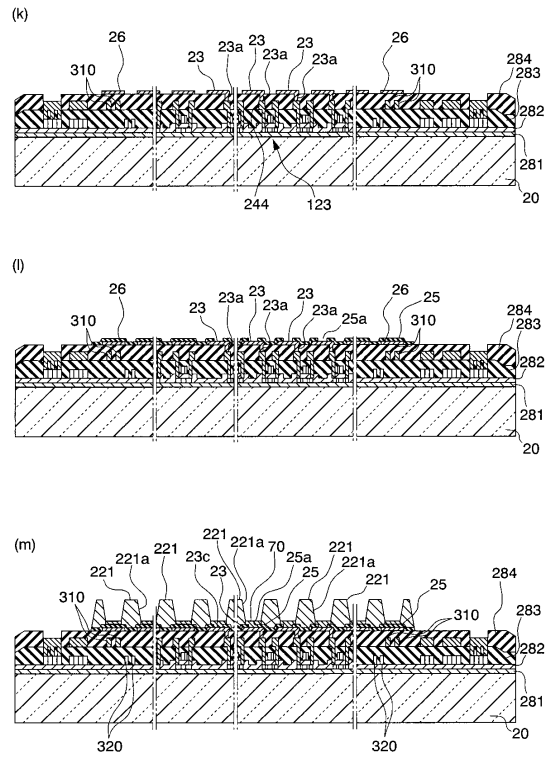
【図 7】



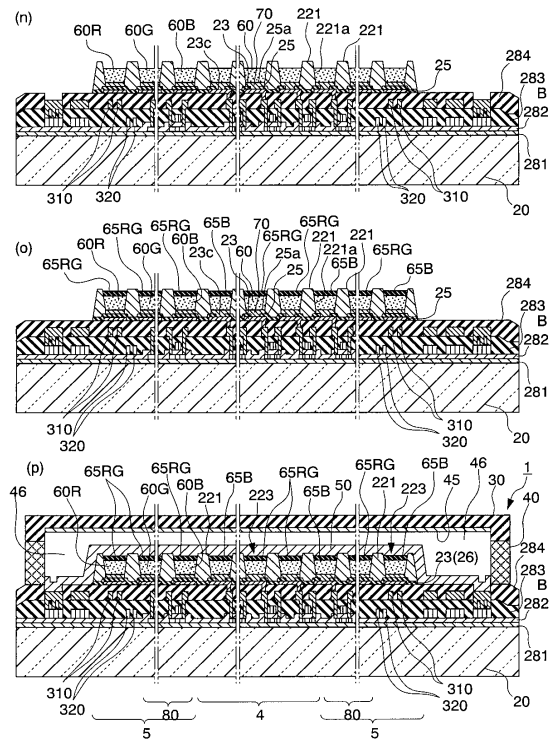
【図 8】



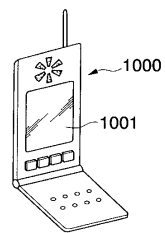
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 保刈 宏文
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 牧浦 理恵
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 武井 周一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 関 俊一
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 西岡 貴央

- (56)参考文献 特開2002-033195(JP, A)
特開2002-313573(JP, A)
米国特許出願公開第2002/0130612(US, A1)
特開2002-372921(JP, A)

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