

(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2008-141174

(P2008-141174A)

(43) 公開日 平成20年6月19日(2008.6.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>H01L 51/50</b> (2006.01)	H05B 33/22 A	3K107
<b>G09F 9/30</b> (2006.01)	G09F 9/30 365Z	5C094
<b>H01L 27/32</b> (2006.01)	G09F 9/30 338	
<b>H05B 33/12</b> (2006.01)	H05B 33/14 A	
	H05B 33/12 B	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-272013 (P2007-272013)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成19年10月19日 (2007.10.19)	(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介
(31) 優先権主張番号	特願2006-304791 (P2006-304791)	(74) 代理人	100110870 弁理士 山口 芳広
(32) 優先日	平成18年11月10日 (2006.11.10)	(72) 発明者	三浦 聖志 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	伊藤 尚行 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内

最終頁に続く

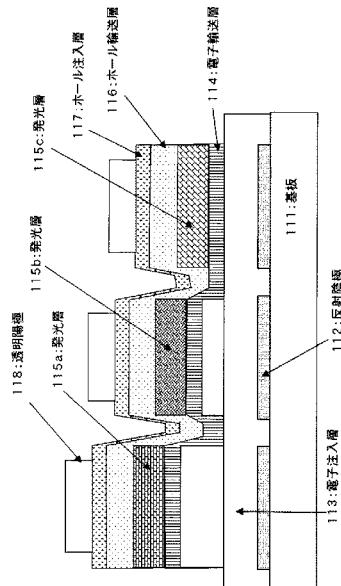
(54) 【発明の名称】有機発光装置

## (57) 【要約】

【課題】駆動電圧が低く、発光色毎の駆動電圧の差が小さい有機発光装置を提供する。

【解決手段】基板と、前記基板の上に形成された、互いに発光色の異なる複数の有機発光素子と、を有し、各有機発光素子は、前記基板の上に順に、陰極と、前記陰極に接している電子注入層と、発光層を含む有機化合物層と、光透過性の陽極と、を有し、前記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物の少なくとも1種と、有機化合物と、を含む有機発光装置において、前記電子注入層の厚みは、前記発光色の異なる複数の有機発光素子のそれぞれが前記発光層から出る光を強めるように、前記発光色毎に調節されている。

【選択図】図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

基板と、前記基板の上に形成された、互いに発光色の異なる複数の有機発光素子と、を有し、

各有機発光素子は、前記基板の上に順に、陰極と、前記陰極に接している電子注入層および発光層を含む有機化合物層と、光透過性の陽極と、を有し、

前記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物の少なくとも1種と、有機化合物と、を含む有機発光装置において、

前記電子注入層の厚みは、前記発光色の異なる複数の有機発光素子のそれぞれが前記発光層から出る光を強めるように、前記発光色毎に調節されていることを特徴とする有機発光装置。  
10

**【請求項 2】**

各有機発光素子における前記発光層を除く前記有機化合物層の厚みは、前記発光色によらず同一であることを特徴とする請求項1に記載の有機発光装置。

**【請求項 3】**

前記有機化合物層は、電荷伝導層を有し、

前記電荷伝導層は、発光色の異なる複数の有機発光素子の間を跨いで共通に形成されていることを特徴とする請求項2に記載の有機発光装置。

**【請求項 4】**

各有機発光素子における、前記発光層中の発光位置と前記陰極が有する反射面との間の光学距離が、前記発光層から出る光のピーク波長の1/4の奇数倍であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の有機発光装置。  
20

**【請求項 5】**

各有機発光素子における、前記発光層中の発光位置と前記陰極が有する反射面との間の光学距離が、前記発光層から出る光のピーク波長の3/4であることを特徴とする請求項4に記載の有機発光装置。

**【請求項 6】**

前記アルカリ金属化合物は、セシウム化合物であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか1項に記載の有機発光装置。

**【請求項 7】**

前記セシウム化合物は、炭酸セシウムを加熱して得られる物質であることを特徴とする請求項6に記載の有機発光装置。  
30

**【請求項 8】**

前記基板には、前記複数の有機発光素子を駆動するための薄膜トランジスタが複数形成されていることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の有機発光装置。

**【請求項 9】**

前記薄膜トランジスタは、nチャンネル型であることを特徴とする請求項8に記載の有機発光装置。

**【請求項 10】**

前記薄膜トランジスタを形成する半導体層は、アモルファスシリコンであることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の有機発光装置。  
40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数個の有機発光素子（有機EL素子）を有し、二色以上の発光を呈するトップエミッション型の有機発光装置の技術分野に属する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、フラットパネル対応の自発光型デバイスが注目されている。自発光型デバイスと  
50

しては、プラズマ発光表示素子、フィールドエミッショングルミネセンス（E L）素子等がある。

【0003】

この中で、特に、有機発光素子に関しては、研究開発が精力的に進められており、緑単色や、青、赤等の色を加えたエリアカラータイプの有機発光装置が製品化され、現在はフルカラー化への開発が活発化している。

【0004】

有機発光素子は、発光光が通過する有機化合物層の厚さが、発光波長と同程度か、それ以下と薄いため、所望の発光色を持ち、かつ発光効率の良い素子を得るために光学干渉の影響を考慮した設計が必要であることが知られている。

10

【0005】

特許文献1では、異なる発光色を有する有機E L素子をアレイ状に配列してなる有機エレクトロルミネッセンス多色ディスプレイにおいて、光学干渉の影響を考慮して発光効率を向上させる技術が開示されている。即ち有機エレクトロルミネッセンス多色ディスプレイにおいて、発光層を除く有機化合物材料層の同一機能を有する何れかの機能層（例えば、正孔輸送層や、電子輸送層）を、発光色に対応して、それぞれ異なる厚みとすることで、発光効率を向上させる技術である。

【0006】

一般的な有機発光素子の構造は、ガラス基板上にITO等の透明陽極、正孔輸送層、発光層、電子輸送層等からなる有機化合物層、および低仕事関数の上部反射電極が順次形成されてなる。この素子構造は一般にボトムエミッショングルミネセンス型といわれ、発光光は、光透過性を有する陽極を透過して基板裏面側から射出される。

20

【0007】

このようなボトムエミッショングルミネセンス型の有機発光素子を二次元アレイ状に配列してなる有機発光装置をアクティブマトリクス方式により駆動する場合、ボトムエミッショングルミネセンス型では、基板上の薄膜トランジスタ（TFT）や配線の為に開口率が狭くなるという問題がある。これを改善する試みとして、発光光を有機層の積層方向に射出させる、いわゆるトップエミッショングルミネセンス型の有機発光素子が提案されている。

【0008】

特許文献2および3では、トップエミッショングルミネセンス型の有機発光素子を、TFTを用いて駆動する技術が開示されており、下部反射電極を陰極、上部透明電極を陽極として駆動している。特許文献2では、さらにアモルファスシリコンTFTを用いて駆動する技術が開示されている。

30

【0009】

トップエミッショングルミネセンス型の有機発光素子では、基板方向とは反対側の有機化合物層の最表層に光透過性の電極、即ち透明または半透明電極を形成する必要があり、例えば、有機化合物層の上にITOをスパッタで成膜する。この際、有機化合物層が酸化する等のダメージを受け、素子の駆動電圧が上昇してしまう問題があることが広く知られている。このようなスパッタによるダメージを防ぐため、例えば特許文献3では、ITOの成膜を塗布法で行うとしている。また特許文献2では、有機化合物層の上にバッファ層を設けることで、スパッタによるITOの成膜による電圧上昇を解消している。

40

【0010】

特許文献3、5、6では、電子注入層として電子輸送材料と、アルカリメタル、アルカリ塩、アルカリ酸化物とを用いることで、駆動電圧の低減を果たしている。また、特許文献7では、種々の金属電極から電子注入が可能な技術として、取り扱いの容易な炭酸セシウムと電子輸送材料の混合層を電子注入層として用いる技術が開示されている。

【0011】

【特許文献1】特開2000-323277号公報

【特許文献2】特開2005-276542号公報

【特許文献3】特開2004-14360号公報

50

【特許文献4】特開平7-111341号公報  
 【特許文献5】特開平10-270171号公報  
 【特許文献6】特開平10-270172号公報  
 【特許文献7】特開2005-183265号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

有機発光素子の発光効率を向上させるためには、光学干渉を考慮する必要があり、一般に発光効率が最大となる条件は、発光波長に対して反射面と発光面との距離が $1/4$ の奇数倍である。つまり、発光波長毎に反射面と発光面との距離を変える必要があるが、一般的な電荷輸送材料で厚みの調整を行うと、電荷輸送材料が高抵抗であることに起因して、駆動電圧が発光色毎に異なってしまい、同様の駆動条件で駆動することが困難になる問題があった。この場合、発光色毎に駆動回路や配線等を変える必要が生じることになる。特に薄膜トランジスタ(TFT)を用いて有機発光素子を駆動する場合には、駆動電圧が大きく異なると、発光色毎に同一の駆動特性を満足させることが難しくなる。特に、反射面と発光面との距離を $3/4$ 以上とした場合には、電荷輸送層の厚みが増大し、駆動電圧の差がさらに広がってしまうためこの問題が顕著になることが分かった。

【0013】

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、駆動電圧が低く、かつ発光色毎の駆動電圧の差が小さい有機発光装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記背景技術の課題を解決するための手段として、請求項1に記載した発明に係る有機発光装置は、

基板と、前記基板の上に形成された、互いに発光色の異なる複数の有機発光素子と、を有し、

各有機発光素子は、前記基板の上に順に、陰極と、前記陰極に接している電子注入層および発光層を含む有機化合物層と、光透過性の陽極と、を有し、

前記電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物の少なくとも1種と、有機化合物と、を含む有機発光装置にあって、

前記電子注入層の厚みは、前記発光色の異なる複数の有機発光素子のそれぞれが前記発光層から出る光を強めるように、前記発光色毎に調節されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、厚みを厚くしても駆動電圧の上昇が少ない電子注入層の厚みを色毎に調節するため、駆動電圧が低く、発光色毎の駆動電圧の差が小さい有機発光装置を提供することが出来る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

本発明に係る有機発光装置は、基板と、基板の上に形成された、互いに発光色の異なる複数の有機発光素子と、を有する。そして、各有機発光素子は、基板の上に順に、陰極と、陰極に接している電子注入層と、発光層を含む有機化合物層と、光透過性の陽極と、を有している。電子注入層は、アルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物の少なくとも1種と、有機化合物と、を含んでおり、これらの材料を有することにより、電子注入性を高めることができる。

【0017】

そして、本発明は、電子注入層の厚みが、発光色の異なる複数の有機発光素子のそれぞれが発光層から出る光を強めるように、発光色毎に調節されていることを特徴とする。電子注入層は他の有機化合物層に比べて電気抵抗が低いため、電子注入層の厚みを調節することによって、駆動電圧の上昇を抑えつつ、発光層から出る光を強めることができる。さ

10

20

30

40

50

らに、駆動電圧の上昇が小さいことによって、発光色毎の駆動電圧の差を小さくすることができます。

〔 0 0 1 8 〕

以下、図を参照して本発明の有機発光装置の具体的な一実施形態について説明するが、本発明はこの形態に限定されるものではない。

【 0 0 1 9 】

図1に示す有機発光素子10では、基板11上に光反射性の陰極12が形成され、その上に有機化合物層として、電子注入層13、電子輸送層14、発光層15、ホール輸送層16、ホール注入層17が形成され、更に光透過性の陽極18が形成されている。

【 0 0 2 0 】

本発明の有機発光装置は、このような有機発光素子を複数個有し、二色以上の発光を呈する所謂トップエミッション型の有機発光装置である。

【 0 0 2 1 】

特に、本発明の有機発光装置は、電子注入層13が有機化合物である電子輸送材料をホストとし、同ホストにドープされるアルカリ金属、アルカリ土類金属、アルカリ金属化合物、アルカリ土類金属化合物の少なくとも1つをドーパントとして含有している。

【 0 0 2 2 】

ホスト材料として用いられる電子輸送材料は、アルミキノリノール誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェニルキノキサリン誘導体、シロール誘導体等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

〔 0 0 2 3 〕

アルカリ金属としては、Li、Na、K、Cs等が挙げられ、アルカリ土類金属としては、Ca、Sr、Ba等が挙げられる。このようなドーパントとしては、セシウムやセシウム化合物が特に好ましい。セシウムは、他のリチウムやナトリウム等と比べ電気陰性度が小さいことから、電子注入性向上の効果が大きいこと、他のアルカリメタルと比べ原子量が大きいため拡散抑制の観点から好ましい。更には、炭酸セシウムを加熱蒸着して得られる物質をドープしたものが好ましい。炭酸セシウムは、大気中で安定であり、取り扱いが容易である。

【 0 0 2 4 】

このようにして構成した電子注入層13は、他の有機化合物層と比べてその抵抗値が非常に小さいため、その厚みを厚くできる。一方で、他の有機化合物層は、干渉を考慮することなく厚みを決めることができるため、発光色によらず同一の厚みにすることができる。電子注入層を除く他の有機化合物層のうち、発光層については発光色毎に異なる材料を用いることがあるため、その場合には、発光色毎に別々に成膜する必要がある。他の有機化合物層のうち、発光層を除く有機化合物層である電荷伝導層（電子輸送層、正孔輸送層、正孔注入層）は、発光色の異なる複数の有機発光素子の間を跨いで共通に形成することができる。この場合には、成膜プロセスを簡単にできる上、低コスト化、タクトタイムの短縮にも繋がる。発光層についても、発光色によらず同一の材料を用いる場合、例えば白色の発光層を用いてカラーフィルタ等によって発光色を異ならせる場合には、同様に発光色の異なる複数の有機発光素子の間を跨いで共通に形成することができる。

【 0 0 2 5 】

なお、トップエミッショ n 素子では、反射電極と空気界面の間の光学距離も光取り出し効率に影響を与えることが知られている。光取り出し効率を向上させる目的で、発光色毎に別々に成膜する発光層の膜厚を発光色毎に変えることで膜厚を調整することができる。この場合、発光色毎に駆動電圧が大きく変えない範囲で厚みを調整することが望ましい。

〔 0 0 2 6 〕

前記電子注入層13の厚みは、有機発光素子の効率が最大となる厚み近傍に設定すると良い。

【 0 0 2 7 】

つまり、図2を使って説明すると、発光領域（発光位置）30で発光した光は直接外部

に出て行く直接光31と、反射電極32の反射面で反射して外部に取り出される反射光33とが干渉し、透明電極34を介して外部に取り出される。図2の形態では反射面は反射電極32と有機化合物層の界面である。ここで、直接光31と反射光33とが強め合う光学条件は、発光の波長をλ、反射電極32と発光領域30との距離をd、屈折率をnとして以下の式で与えられる。

【数1】

$$n d = (1/4) \times (2m - 1) \quad (m \text{は、1以上の整数})$$

すなわち、各色の有機発光素子の発光位置から反射面までの光学距離が、発光光のピーク波長(λ)の1/4倍の奇数倍である時、直接光と反射光とが干渉で強め合うことになり、外部への光の取り出し効率が高められる。

10

【0028】

そこで、本発明の有機発光装置は上記の【数1】から導かれるdの値となるように、電子注入層13の厚みが設定されている。

【0029】

したがって、上記構成の有機発光装置は、駆動電圧が低く、高効率な構成となる。

【0030】

なお、上記干渉条件は、反射電極表面での位相シフトの影響を受けるため、必ずしも上記の【数1】と一致しないため、使用される反射電極種によって最適化する必要がある。また、表示品位を考慮し、より色純度の高い発光を得るなどの観点等から、最適なdの値を用いるのが好ましい。

20

【0031】

また、m=2、すなわち3/4の光学条件に合うようにdの値を用いると、有機化合物層の厚みを厚く出来るため、発光不良となるショートノリークを抑制することが可能である。

【0032】

その他の構成部材は、従来の有機発光装置と同様であってもよい。

【0033】

基板11としては、各種のガラス基板や、polycrystalline silicon (アモルファスシリコン)等の半導体層でTFT (薄膜トランジスタ)等の駆動回路を複数形成したガラス基板、シリコンウエハー上に駆動回路を設けたもの等が挙げられる。特に、本発明では基板側に陰極を有しているため、polycrystalline siliconと比べて比較的安価なa-Siや、polycrystalline siliconであってもnチャンネル型のみで構成したpolycrystalline silicon基板を用いることが出来る。この場合、pチャンネル型と両方を用いる場合に比べ、低コスト化が可能である。

30

【0034】

また、TFTを用いて各有機発光素子の駆動を制御する場合、有機発光素子に供給される電流はTFTを通過する。通常TFTは、有機発光素子の発光色によらず同一の構成のTFTが形成されるが、有機発光素子の駆動電圧が異なると発光色によってTFTの駆動特性が異なる問題がある。本発明では、発光色毎の駆動電圧の差を小さくすることができるため、発光色によらず同一のTFTを用いても駆動特性を揃えることができ、より正確な色を表現することのできる有機発光装置を得ることができる。

40

【0035】

陰極12としては、反射率が高い材料が好ましい。その例としては、Cr、Pt、Ag、Au、Al等、およびこれらの金属材料を含む合金等が好適に用いられる。また、高反射率の金属材料上に薄膜の透明導電性材料を用いてもよい。一般的には、陰極材料としては仕事関数の小さい材料が好ましいが、特に本発明で用いる電子注入層13は電極の仕事関数によらず電子注入性が良好であるため、広い範囲の金属を使用することが出来る。

【0036】

電子輸送層14としては、アルミニノリノール誘導体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、フェニルキノキサリン誘導体、シロール誘導体等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

50

## 【0037】

発光層15としては、単一の材料で所望の発光を得る材料、またはホスト材料にゲスト材料をドープしたものが用いられる。その方法としてはホスト材料、ゲスト材料を同時に真空蒸着し、それぞれの蒸着レートを調整することで任意のドープ濃度の発光層が得られる。このとき発光色に対応し、発光層の材料、または発光層を構成するホスト／ゲストの組み合わせを変え、それぞれの有機発光素子で任意の発光色を得ることが出来る。

## 【0038】

ホール輸送層16としては、トリフェニルジアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポリフィリル誘導体、スチルベン誘導体等の低分子化合物等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

10

## 【0039】

ホール注入層17としては、鋼フタロシアニン、スターパーストアミン化合物、ポリアニリン、ポリチオフェン等の有機物や、金属酸化膜等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。また、ホール注入層17が無くても十分なホール注入性が得られる場合は、ホール注入層17は必ずしも必要ではない。

## 【0040】

これら発光層15を含めた各有機化合物層は蒸着法等によって形成されることが好ましく、特に発光層15は形成時にマスクを用いることによって、任意の位置に形成される。

## 【0041】

陽極18としては、ITO等の透明導電材料が用いられる。また、仕事関数の大きな金属材料を1nmから10nm程度の薄膜で形成し、透光性のある状態で用いても良い。更に、陽極18と陰極12とを用い、干渉効果を利用して、外部取り出し効率の向上、色純度の向上を図ることも出来る。

20

## 【0042】

このようにして作製した有機発光装置は、空気中の水分、酸素等から遮断する目的で有機発光素子の上にキャップ(図示は省略)を設けると良い。発光を基板11の膜面側より光を取り出す場合には、キャップは透光性のものが良く、ガラス等が用いられる。また、前記キャップと有機発光素子との間に空隙を設け、乾燥剤等を配置しても良い。

## 【0043】

空気中の水分、酸素等から有機発光素子を保護する別な方法として、前記有機発光素子の表面に保護膜を形成しても良い。その具体的な材料としては、窒化珪素、酸化珪素、酸化窒化珪素等のシリコンを主成分とする膜、金属酸化物を含む膜などの無機膜や高分子膜、およびそれらの積層膜等が用いられるが、水分や酸素を遮断可能で且つ透明な材料が良い。

30

## 【実施例】

## 【0044】

以下、実施例により本発明について更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

## 【0045】

まず、以下の各実施例において共通部分となるアクティブマトリクス方式の表示装置における駆動方式、およびアクティブマトリクス方式の有機発光素子を備えた基板について説明する。

40

## 【0046】

パネル周辺には、図3に示すように、走査信号ドライバー41や電圧供給源42からなる駆動回路と、情報信号ドライバー43である表示信号入力手段が配置されている。前記走査信号ドライバー41、電圧供給源42、情報信号ドライバー43は、それぞれゲート線と呼ばれるX方向走査線44、情報線と呼ばれるY方向配線45、電流供給線46に接続されている。走査信号ドライバー41は、X方向走査線44を順次選択し、これに同期して情報信号ドライバー43から画像信号が印加される。X方向走査線44とY方向配線45との交点には表示用画素が配置されている。

50

## 【0047】

次に、図4に示す等価回路を用いて、画素回路の駆動、動作について説明する。ゲート選択線51に選択信号が印加されると、TFT<sub>1</sub>52がONとなり、情報信号線からコンデンサ(Cadd)53に表示信号が供給され、TFT<sub>2</sub>54のゲート電位を決定する。各画素に配置された有機EL素子(以下「EL素子部」と略す。)55には、TFT<sub>2</sub>54のゲート電位に応じて、電流供給線56より電流が供給される。TFT<sub>2</sub>54のゲート電位は1フレーム期間中、Cadd53に保持されるため、EL素子部55にはこの期間中電流供給線56からの電流が流れ続ける。これにより1フレーム期間中、発光を維持することが可能となる。

## 【0048】

更に、図5を用いてTFTおよび有機発光素子について説明する。ガラス基板上にポリシリコンpoly-Si層60が設けられ、チャンネル領域61、ドレイン領域62、ソース領域63にそれぞれ必要な不純物が選択され、ドープされている。この上にゲート絶縁膜64を介してゲート電極65が設けられていると共に、上記ドレイン領域62、ソース領域63に接続するドレイン電極66、ソース電極67が形成されている。このとき、ドレイン電極66と画素電極68は、介在する絶縁膜69に開けたコンタクトホール70により接続される。

## 【0049】

前記画素電極68上に、多層または単層の有機発光層71、共通電極72が順次積層され、アクティブマトリクス方式の有機発光素子とされている。

## 【0050】

本発明の実施例では、画素電極68を陰極として、A1単層、またはA1とITOとの積層膜をパターニングして用いた。また、共通電極72を陽極としてITOを用いた。

## 【0051】

## &lt;実施例1&gt;

本発明の有機発光装置の実施例1の構成を、作製工程に沿って説明する。

## 【0052】

本実施例では、上記と同様の構成の有機発光素子および反射陰極112を備えた100×100ドットの基板を用意し、有機発光装置を作製した。このとき、反射陰極112としてはA1電極を用いた。この時の構成の概略を図6に示す。また、有機発光素子を構成する各部材の厚みを表1に示す。

## 【0053】

## 【表1】

	実施例1			比較例1		
	R	G	B	R	G	B
陽極	ITO 80nm			ITO 80nm		
正孔注入層(HIL)	10nm			10nm		
正孔輸送層(HTL)	30nm			30nm		
発光層(EL)	20nm	20nm	20nm	20nm	20nm	20nm
電子輸送層(ETL)	10nm			60nm	40nm	30nm
電子注入層(EIL)	60nm	40nm	30nm	10nm		
陰極	A1			A1		

## 【0054】

まず、有機化合物層の成膜は、真空蒸着法を用いて、10<sup>-4</sup>Paの真空度のもとで行った。本実施例で使用した各材料の化学構造を下記<化1>に示す。

## 【0055】

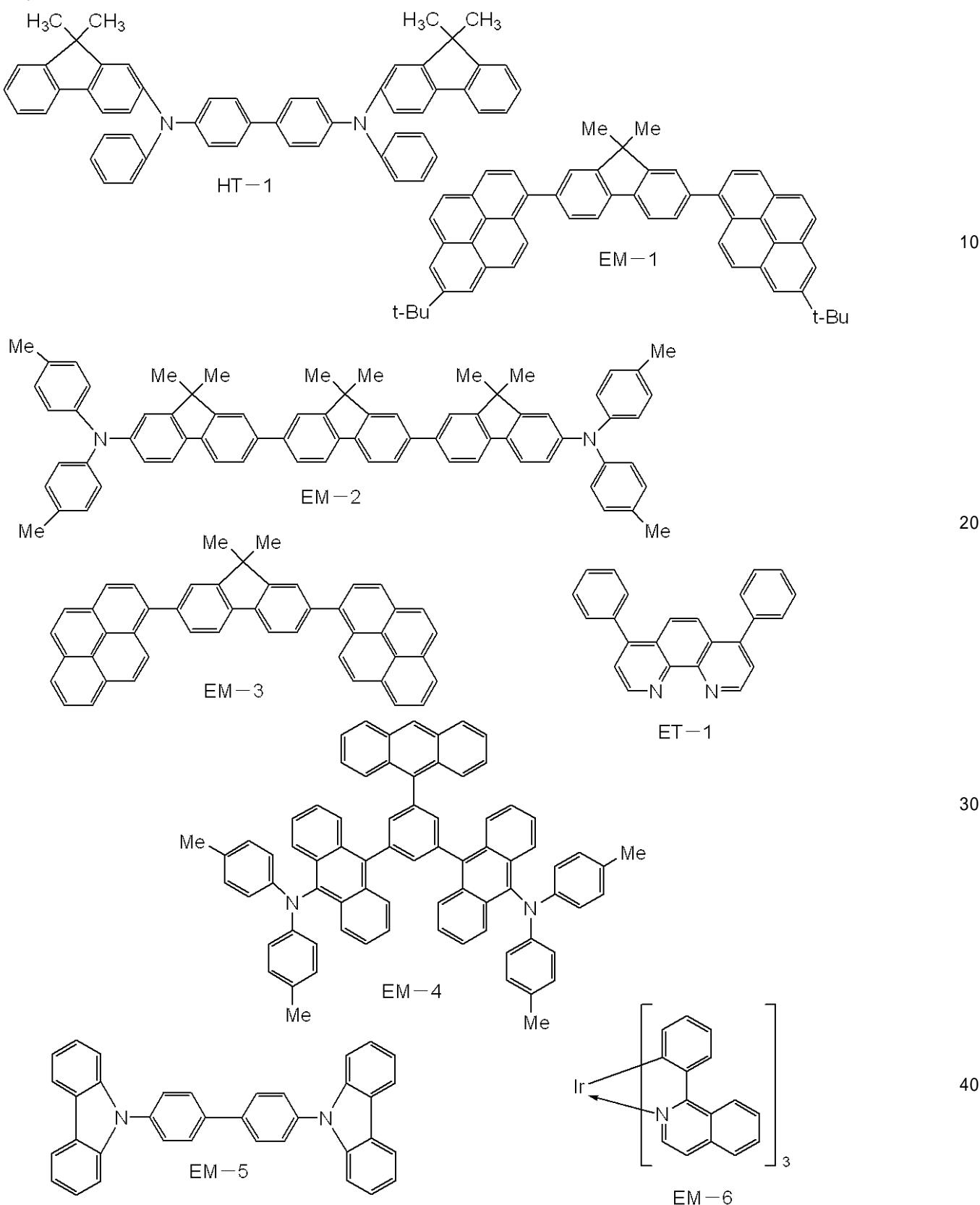
10

20

30

40

## 【化1】



## 【0056】

電子注入層 (ET-1 + Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) 113を全ての画素領域に対して共通に30nmの厚みで形成した。その成膜方法は、ET-1の蒸着レート0.3nm/secに対して、Cs<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>のドープ濃度が0.65vol%となるようにレートを調整し、共蒸着して行った。

## 【0057】

更に、シャドーマスクを用いて同様の方法で、赤発光を呈する素子の画素領域に 30 nm、緑発光を呈する素子の画素領域に 10 nm の厚みで形成した。よって、各色に対応する電子注入層 113 の厚みは赤、緑、青に対してそれぞれ、60 nm、40 nm、30 nm となる。

【0058】

その後、電子輸送層 (ET-1) 114 を蒸着レート 0.3 nm/sec で全ての画素領域に対して共通に 10 nm の厚みで形成した。これに續いて、シャドーマスクを用いて各々の赤、緑、青の発光を呈する素子の画素領域に発光層を形成した。

【0059】

赤発光用の発光層 115a として、EM-5 と EM-6 の共蒸着膜を、EM-5 を 0.09/sec、EM-6 を 0.01/sec で共蒸着を行い形成した。 10

【0060】

緑発光用の発光層 115b として、EM-3 と EM-4 の共蒸着膜を、EM-3 の蒸着レート 0.09/sec、EM-4 の蒸着レートを 0.01/sec として共蒸着を行い形成した。

【0061】

青発光用の発光層 115c として、(EM-1 + EM-2) を EM-1 の蒸着レート 0.87 nm/sec、EM-2 の蒸着レート 0.13 nm/sec となるように蒸着レートを調整し共蒸着を行った。 20

【0062】

このときの赤、緑、青の発光層の厚みは、それぞれ 20 nm とした。

【0063】

続いて、ホール輸送層 (HT-1) 116 を蒸着レート 0.3 nm/sec で 30 nm の厚みで形成した。 20

【0064】

更にホール注入層 117 として、酸化バナジウム (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) を EB (電子線) 蒸着により 10 nm の厚みで形成した。 20

【0065】

その後、スパッタ法により透明陽極 (ITO) 118 を 80 nm の厚みで形成した。 20

【0066】

ここで、各色の光学干渉条件について考えてみる。赤発光を呈する素子の反射陰極 112 から発光層 115a までの厚みは 70 nm、発光層 115a の厚みは 20 nm である。本実施例で用いている赤発光材料は燐光材料であり、その励起子寿命が 1 μsec と長いため、発光層 115a 全体が光っていると推定される。これより、発光領域を発光層 115a の中心、有機層の屈折率 1.8 と仮定し、反射陰極 112 - 発光領域間の光学距離を計算すると、(60 + 10 + 10) × 1.8 = 144 nm となる。赤発光を呈する素子のピーク波長は約 620 nm であるから、一次干渉のピークは、620 / 4 = 155 nm と計算されるが、反射時の位相シフト等が考慮され、上記の厚みに設定されている。 30

【0067】

同様に緑、青について考える。緑、青の発光を呈する素子の発光層 115b、115c は電子輸送性が高いことから、ホール輸送層 116 側に発光領域があると考えられる。発光領域を電子注入層 113 のホール輸送層 116 側の界面、有機層の屈折率 1.8 と仮定し、反射陰極 112 - 発光領域間の光学距離を計算する。緑：(40 + 10 + 20) × 1.8 = 126 nm、青：(30 + 10 + 20) × 1.8 = 108 nm となる。緑、青それぞれの干渉一次ピークは、緑：520 / 4 = 130 nm、青：450 / 4 = 113 nm と計算され、それぞれほぼ干渉条件に合うように設定されている。 40

【0068】

このようにして作製した有機発光装置の発光効率、および赤、緑、青をそれぞれ 1200 cd/m<sup>2</sup>、2400 cd/m<sup>2</sup>、4000 cd/m<sup>2</sup> とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、表 2 に示す値となった。即ち、赤の発光効率が約 10.2 cd/A、緑の発光効率 50

が約19.7cd/A、青の発光効率が約2.1cd/Aと高い効率を示した。赤、緑、青をそれぞれ1200cd/m<sup>2</sup>、2400cd/m<sup>2</sup>、400cd/m<sup>2</sup>とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、それぞれ約4.9V、約4.8V、約4.8Vであり低電圧で駆動することが出来た。また、発光色毎に駆動電圧の差が大きくならず、ほぼ同じ駆動電圧で駆動することができる有機発光装置を得ることができた。

【0069】

【表2】

	R	G	B
実施例1	10.2 Cd/A	19.7 Cd/A	2.1 Cd/A
	4.9 V	4.8 V	4.8 V
比較例1	10.5 Cd/A	20.2 Cd/A	2.3 Cd/A
	7.3 V	6.0 V	5.6 V

【0070】

なお、素子の発光不良画素割合は、約0.5%であった。

【0071】

<比較例1>

電子注入層の厚みが各色共通で10nm、電子輸送層の厚みが赤、緑、青に対応し、60nm、40nm、30nmであること以外は、実施例1と同様に有機発光装置を作製した。このときの光学干渉条件は、実施例1と同様である。また、有機発光素子を構成する各部材の厚みを表1に示す。

【0072】

このようにして作製した有機発光装置の発光効率、および赤、緑、青をそれぞれ1200cd/m<sup>2</sup>、2400cd/m<sup>2</sup>、400cd/m<sup>2</sup>とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、表2に示す値となった。即ち、赤の発光効率が約10.5cd/A、緑の発光効率が約20.2cd/A、青の発光効率が約2.3cd/Aであり、実施例1よりやや効率が向上した。しかし、赤、緑、青をそれぞれ1200cd/m<sup>2</sup>、2400cd/m<sup>2</sup>、400cd/m<sup>2</sup>とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、それぞれ約7.3V、6.0V、5.6Vであり、実施例1と比べ高電圧化した。また、発光色毎に駆動電圧の差が大きくなってしまった。

【0073】

<実施例2>

各色の干渉ピークを3/4条件とした実施例を示す(図示は省略)。すなわち、反射陰極をA1と厚み100nmのITOとの積層構造とし、電子注入層の厚みを赤、緑、青で120nm、70nm、40nmとした以外は実施例1と同様に有機発光装置を作製した。また、有機発光素子を構成する各部材の厚みを表3に示す。

【0074】

10

20

30

【表3】

	実施例2			比較例2		
	R	G	B	R	G	B
陽極	ITO 80nm			ITO 80nm		
正孔注入層(HIL)	10nm			10nm		
正孔輸送層(HTL)	30nm			30nm		
発光層(EML)	20nm	20nm	20nm	20nm	20nm	20nm
電子輸送層(ETL)	10nm			120nm	70nm	40nm
電子注入層(EIL)	120nm	70nm	40nm	10nm		
陰極	ITO 100nm			ITO 100nm		
	Al			Al		

10

## 【0075】

発光層中の発光領域、屈折率等、実施例1と同様に考え、反射陰極上のITOの屈折率を2.0と仮定し、赤、緑、青の反射陰極-発光領域間の光学距離を計算する。赤： $(120 + 10 + 10) \times 1.8 + 100 \times 2.0 = 412\text{nm}$ 、緑： $(70 + 10 + 20) \times 1.8 + 100 \times 2.0 = 380\text{nm}$ 、青： $(40 + 10 + 20) \times 1.8 + 100 \times 2.0 = 326\text{nm}$ となる。これらの値は、計算より求められる3/4条件、すなわち赤： $620 \times 3/4 = 465\text{nm}$ 、緑： $520 \times 3/4 = 390\text{nm}$ 、青： $450 \times 3/4 = 338\text{nm}$ であり、ほぼ計算した値と一致する。

20

## 【0076】

このようにして作製した有機発光装置の発光効率、および赤、緑、青をそれぞれ1200cd/m<sup>2</sup>、2400cd/m<sup>2</sup>、400cd/m<sup>2</sup>とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、表4に示す値となった。即ち、赤の発光効率が約16.2cd/A、緑の発光効率が約19.7cd/A、青の発光効率が約2.3cd/Aと高い効率を示した。白表示をさせたときの駆動電圧は、それぞれ赤：5.0V、緑：4.9V、青：4.9Vであった。電子注入層の厚みで光学距離を調整することで、駆動電圧の上昇無しに高効率の素子を作製することが出来る。また、発光色毎に駆動電圧の差が大きくならず、ほぼ同じ駆動電圧で駆動することができる有機発光装置を得ることができた。

30

## 【0077】

## 【表4】

	R	G	B
実施例2	16.2 Cd/A	19.7 Cd/A	2.3 Cd/A
	5.0 V	4.9 V	4.9 V
比較例2	12.0 Cd/A	20.2 Cd/A	2.7 Cd/A
	12.3 V	8.8 V	5.8 V

40

## 【0078】

なお、実施例1の有機発光装置における発光不良画素の割合約0.5%に対して、実施例2では約0.2%であり、発光不良画素が少なくなっていた。

## 【0079】

## &lt;比較例2&gt;

電子注入層で光学長を調整する代わりに、電子輸送層で光学長を調整した比較例を示す(図示は省略)。すなわち、電子注入層の厚みが各色共通で10nm、電子輸送層の厚みが赤、緑、青に対応し、120nm、70nm、40nmであること以外は、実施例2と同様に有機発光装置を作製した。このときの光学干渉条件は、実施例2と同様である。また、有機発光素子を構成する各部材の厚みを表3に示す。

50

## 【0080】

このようにして作製した有機発光装置の発光効率、および赤、緑、青をそれぞれ  $1200\text{ c d / m}^2$ 、 $2400\text{ c d / m}^2$ 、 $400\text{ c d / m}^2$  とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、表 4 に示す値となった。即ち、赤の発光効率が約  $12.0\text{ c d / A}$ 、緑の発光効率が約  $20.2\text{ c d / A}$ 、青の発光効率が約  $2.7\text{ c d / A}$  であり、実施例 2 よりやや効率が向上した。しかし、赤、緑、青をそれぞれ  $1200\text{ c d / m}^2$ 、 $2400\text{ c d / m}^2$ 、 $400\text{ c d / m}^2$  とし、白表示をさせたときの駆動電圧は、それぞれ約  $12.3\text{ V}$ 、 $8.8\text{ V}$ 、 $5.8\text{ V}$  であり、実施例 2 と比べ著しく高電圧化した。また、発光色毎に駆動電圧の差が大きくなってしまった。

## 【産業上の利用可能性】

10

## 【0081】

本発明の有機発光装置は、表示装置（ディスプレイ）として適用可能である。例えばデジタルカメラの画面やファインダー画面、あるいは携帯電話の画面や複写機等のプリンタの操作画面や、テレビ、パソコン用ディスプレイ、車載パネル、携帯情報端末（PDA）の表示部、携帯音楽機器の表示部等として適用可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0082】

【図 1】本発明の有機発光素子の概略を説明する図である。

【図 2】光学干渉を説明する図である。

20

【図 3】表示装置を模式的に示す平面模式図である。

【図 4】等価回路を示す説明図である。

【図 5】TFT の断面構造を示す模式図である。

【図 6】本発明の有機発光装置の断面模式図である。

## 【符号の説明】

## 【0083】

10 有機発光素子

30

11 基板

12 反射陰極

13 電子注入層

14 電子輸送層

15 発光層

16 ホール輸送層

17 ホール注入層

18 透明陽極

30 30 発光領域

31 直接光

32 反射電極

33 反射光

34 透明電極

41 走査信号ドライバー

40

42 電圧供給源

43 情報信号ドライバー

44 X 方向走査線

45 Y 方向配線

46 電流供給線

51 ゲート選択線

52 TFT<sub>1</sub>

53 Cadd

54 TFT<sub>2</sub>

55 有機発光素子

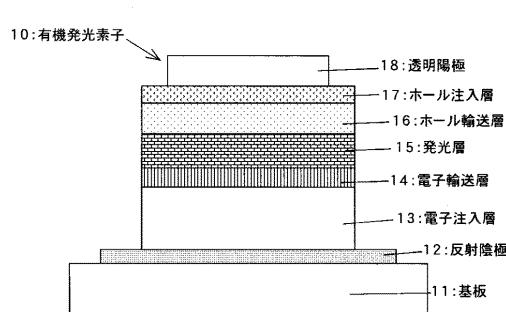
50

5 6	電流供給線
6 0	poly - Si
6 1	チャンネル領域
6 2	ドレイン領域
6 3	ソース領域
6 4	ゲート絶縁膜
6 5	ゲート電極
6 6	ドレイン電極
6 7	ソース電極
6 8	画素電極
6 9	絶縁膜
7 0	コンタクトホール
7 1	有機発光層
7 2	共通電極
1 1 1	基板
1 1 2	反射陰極
1 1 3	電子注入層
1 1 4	電子輸送層
1 1 5 a	発光層
1 1 5 b	発光層
1 1 5 c	発光層
1 1 6	ホール輸送層
1 1 7	ホール注入層
1 1 8	透明陽極

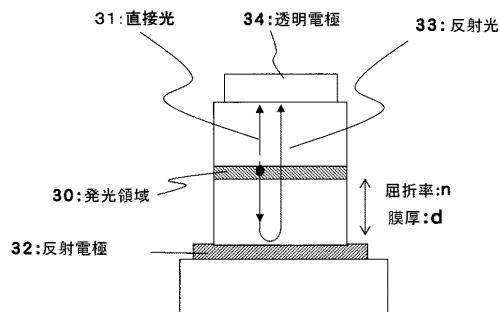
10

20

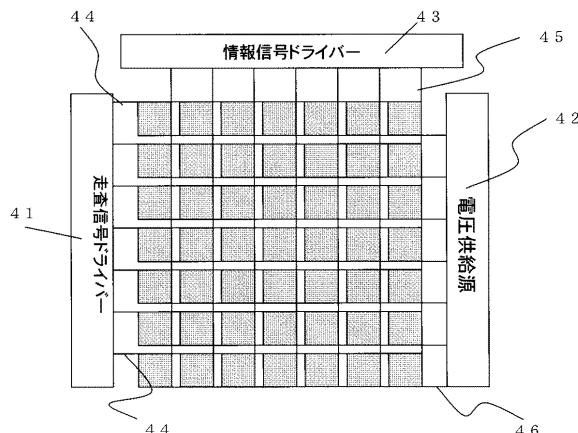
【 図 1 】



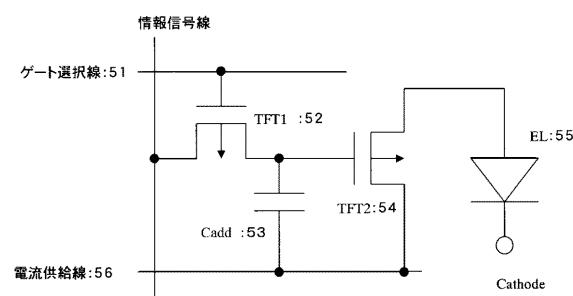
【 図 2 】



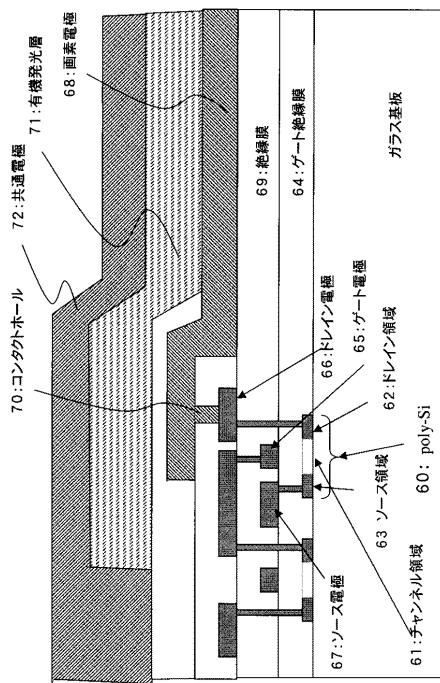
【図3】



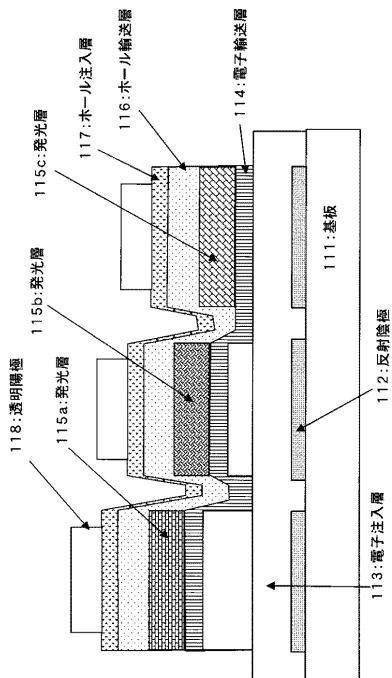
〔 义 4 〕



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松田 陽次郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

F ター&ム(参考) 3K107 AA01 BB01 BB08 CC05 CC12 DD03 DD74 DD84 EE03 EE07  
FF06 FF15 HH05  
5C094 AA21 AA53 BA03 BA27 DA13 JA01