

(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2013-12477

(P2013-12477A)

(43) 公開日 平成25年1月17日(2013.1.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO5B 33/12 (2006.01)	HO5B 33/12 E	3K107
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/12 C	
	HO5B 33/14 A	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-141595 (P2012-141595)	(71) 出願人	511011539
(22) 出願日	平成24年6月25日 (2012. 6. 25)		シーブライト・インコーポレイテッド
(31) 優先権主張番号	13/170, 382		CBRITE INC.
(32) 優先日	平成23年6月28日 (2011. 6. 28)		アメリカ合衆国 カリフォルニア州 93
(33) 優先権主張国	米国 (US)		117-3709 ゴレタ パイン・アベ
			ニュー421
			421 Pine Ave., Gole
			ta, CA 93117-3709,
			U. S. A.
		(74) 代理人	100091915
			弁理士 本城 雅則
		(74) 代理人	100099106
			弁理士 本城 吉子

最終頁に続く

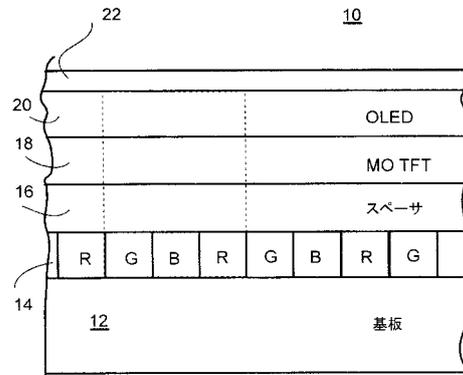
(54) 【発明の名称】 ハイブリッドのフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】最良のパフォーマンス/コスト比を有するフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供する。

【解決手段】透明な基板12、カラー・フィルタ14、および、カラー・フィルタ上に重なる関係で配置され、かつ、ピクセルのアレイを画定する金属酸化物薄膜トランジスタ・バックパネル18を含む。OLEDのアレイ20は、バックパネル上に形成され、フルカラー・ディスプレイのバックパネル、カラー・フィルタ、およびの基板を通して光を下方へ透過するために配置される。各OLEDによって発光された光は、複数の原色うちの2つの範囲にわたって広がる波長を有する第1発光帯域、および、残りの原色の範囲にわたって広がる波長を有する第2発光帯域を含む。カラー・フィルタは、各ピクセルのために、第1発光帯域を2つの別個の原色に分離する2つのゾーン、および、第2発光帯域を透過させる第3のゾーンを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

透明な基板と、
前記基板の上部表面に配置されたカラー・フィルタと、
前記カラー・フィルタ上に重なる関係で配置され、かつ、ピクセルのアレイを画定する金属酸化物薄膜トランジスタ・バックパネルと、

前記バックパネル上に形成され、かつ、光を、フルカラー・ディスプレイの前記バックパネル、前記カラー・フィルタ、および前記基板を通して下方へ発光するために配置された有機発光装置のアレイであって、前記有機発光装置のそれぞれによって発光された前記光は、3つの原色の波長範囲を含み、前記有機発光装置のそれぞれは、前記3つの原色のうちの2つの原色にわたって実質的に広がる波長を有する第1発光帯域、および、前記3つの原色のうちの残りの原色の範囲にわたって実質的に広がる第2発光帯域を含む、有機発光装置のアレイと、

から構成され、

前記カラー・フィルタは、前記ピクセルのアレイ内の各ピクセルのために、前記有機発光装置のアレイの前記3つの原色に対応する少なくとも3つの原色ゾーンを含み、前記少なくとも3つの原色ゾーンのうちの2つのゾーンは、前記第1発光帯域を、前記3つの原色のうちの2つの個別の原色に分離し、前記少なくとも3つの原色ゾーンのうちの第3のゾーンは、前記第2発光帯域を、前記3つの原色のうちの第3の原色として透過させる、ことを特徴とするフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 2】

前記第1および前記第2発光帯域のうちの1つは、有機材料のパターン化されない層によって画定され、前記第1および前記第2発光帯域の他の1つは、前記パターン化されない層上のパターン化された領域によって画定されることを特徴とする請求項1記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 3】

前記第1発光層は、パターン化されず、かつ、青緑色光を発光するために構築され、また、前記第2発光層は、前記第1発光層上にパターン化され、かつ、赤色光を発光するために構築されることを特徴とする請求項2記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 4】

前記第1発光層は、パターン化されず、かつ、青色光を発光するために構築され、また、前記第2発光層は、前記第1発光層上にパターン化され、かつ、黄色（緑赤色）光を発光するために構築されることを特徴とする請求項2記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 5】

前記少なくとも3つの原色ゾーンのうちの前記2つのゾーンは、1組の長波長透過カラー・フィルタおよび短波長透過カラー・フィルタを含むことを特徴とする請求項1記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 6】

前記有機発光装置のそれぞれによって発光された前記光は、前記3つの原色に第4の色を加えた波長領域を含み、前記カラー・フィルタの各ピクセルは、前記3つの原色のゾーン、および、前記有機発光装置のそれぞれによって発光された前記第4の色に対応する第4の色のゾーンを含むことを特徴とする請求項1記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 7】

前記カラー・フィルタの各ピクセルの前記第4の色のゾーンは、前記第4の色が直接透過するために構築されることを特徴とする請求項6記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記カラー・フィルタは、前記色のゾーンのそれぞれを囲むブラック・マトリクスを含むことを特徴とする請求項 1 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 9】

前記有機発光装置のアレイの前記有機発光装置のそれぞれは、前記第 1 発光帯域を発光するために設計された第 1 発光層、および、前記第 1 発光層上にパターン化され、かつ、前記第 2 発光帯域を発光するために設計された第 2 発光層を含むことを特徴とする請求項 1 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 10】

前記パターン化された第 2 発光層は、インクジェット印刷、ソリューション・ディスプレイング、転写印刷、オフセット印刷、レーザ誘起熱転写、および接触印刷の 1 つによって形成された、印刷または塗布された層を含むことを特徴とする請求項 9 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 11】

前記 3 つの原色は、赤色、緑色、および青色であり、前記第 1 発光帯域は、約 400 nm から 600 nm の範囲に広がり、前記第 2 発光帯域は、約 600 nm を超えて広がることを特徴とする請求項 9 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 12】

前記第 1 発光層は、二重層内の青色および緑色エミッタ、混合形式の青色および緑色エミッタ、および、積層形式の青色および緑色エミッタのうちの 1 つを含むことを特徴とする請求項 9 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 13】

前記有機発光装置のアレイの前記有機発光装置のそれぞれは、前記第 2 発光帯域を発光するために設計された第 1 発光層、および、前記第 1 発光層上にパターン化され、かつ、前記第 1 発光帯域を発光するために設計された第 2 発光層を含むことを特徴とする請求項 1 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【請求項 14】

前記 3 つの原色は、赤色、緑色、および青色であり、前記第 2 発光帯域は、約 400 nm から 500 nm の範囲に広がり、前記第 1 発光帯域は、約 500 nm から 700 nm の範囲に広がることを特徴とする請求項 13 記載のフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、金属酸化物 TFT およびカラー・フィルタを有するフルカラー有機発光ディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光装置が有する特性ゆえに、有機発光ディスプレイ (OLED) に対して高い関心が寄せられている。一般に、これらの装置は、非常に低電流、低電力、かつ高発光であるという特徴を有する。さらに、有機発光装置は、事実上あらゆる色を発光するように製造することができるので、カラー・ディスプレイが可能である。当業者間で知られているように、カラー・ディスプレイは、各アレイが赤色、緑色、および青色のサブピクセルを含む、フルカラー・ピクセルのアレイを必要とする。しかしながら、カラー・ピクセルのアレイ内に有機発光装置を製作することは非常に難しい。現時点で唯一の実用的方法は、「ファイン・シャドウ・マスキング」として知られるプロセス (パターン化された発色層を堆積させるためにシャドウ・マスクを使用する) を用いることにより、必要とされるカラー材料の様々な層を堆積する方法である。最大の問題は、このシャドウ・マスクは、製作が非常に難しい上に高価であるということである。次に、このシャドウ・マスクは、寸

10

20

30

40

50

法が変形するために、特定の堆積サイクルにしか使用できない。さらに、シャドウ・マスク・プロセスを使用できるサイズには上限があり、比較的小型のディスプレイに対するプロセスに限定される。他方、3 Gまたは4 Gのマルチメディア・アプリケーション用のディスプレイは、各ディスプレイのために十分なピクセル数が必要であり、マスク・アライメントの精度および対応する発色のクロストーク（混色）によって、赤色、緑色、および青色のサブピクセルのサイズに限界が生じる。

【0003】

高情報量のカラー・アレイは、アクティブ・マトリクス型のピクセル制御およびアドレス・システムを使用する。一般に、制御するトランジスタはアレイ内に形成されるので、薄膜トランジスタ（TFT）が使用される。先行技術では、ポリシリコンが、アクティブ・マトリクスOLEDディスプレイ（AMOLED）内のスイッチングおよび制御トランジスタに使用される。しかしながら、ポリシリコンは、比較的高温での処理を必要とし、したがって、回路と基板との隣接が厳しく制限される。さらに、ポリシリコンの結晶の大きさおよび位置は多様であるために、ポリシリコンで形成されたトランジスタの特性は、アレイ内の隣接する装置間でさえ相違する。この問題をよりよく理解するために、例えば、数ミクロン長のゲートの下で導電領域において、異なるトランジスタのそれぞれが、1または2個から数個のポリシリコン結晶の粒を含む場合があり、そして、導電領域内の結晶の数が異なることによって、異なる特性が生じるであろう。異なる粒の大きさおよびそれらの物理的特性もまた異なる。さらに、ポリシリコンは光電性があり、すなわち、そのI-V特性が、可視光線への露出によって変化する。アモルファス・シリコンもまた光電性であるので、これらの材料のどちらかで製作された装置は、光シールドを必要とし、この光シールドによって、製造工程がさらに複雑化するとともに、開口率（ピッチ領域に対する発光領域）が減少する。開口率が小さくなると、OLEDは、目標とするディスプレイ輝度を達成するためにより激しく駆動される必要があるので、OLEDの動作寿命に対する要求がより高くなる。

【0004】

基本的に、アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイのためのピクセル・ドライバは、2つのトランジスタおよび1つのストレージ・キャパシタを含む。1つのトランジスタは、スイッチの役割を果たし、もう1つのトランジスタは、OLEDのための電流レギュレータの役割を果たす。ストレージ・キャパシタは、電流レギュレータ・トランジスタのゲートとドレイン（またはソース）との間に接続され、スイッチング・トランジスタが切断された後、データ・ライン上の電圧を記憶する。さらに、ピクセル・ドライバは、それぞれが周辺の制御回路に結合された3つのバス・ライン、すなわち、スキャンまたは選択ライン、データ・ライン、およびパワー・ラインに接続される。しかしながら、アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイにおける先行技術または現状では、實際上、記述されたようなピクセル・ドライバを、十分な性能を有するように、および/または低価格で完成させることはできない。

【0005】

低温ポリシリコン（LTPS：low temperature poly-silicon）およびアモルファス・シリコン（a-Si）は、アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイのバックパネルのためのピクセル・ドライバ回路を構築するために使用されてきた。これに関連して、用語「バックパネル」は、スイッチング回路の任意のアレイを意味し、一般に列および行の形状に配置され、また、各ピクセルまたはピクセル要素は、有機発光ダイオードに接続されたピクセル電極（発光された光を透過または反射する）を有する。現時点では、市場におけるアクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイの全てが、LTPSバックパネルを用いて製作される。LTPSは、OLEDを駆動するために必要とされる十分な動作寿命を提供するが、TFTの性能が不均一であるために生じる「むら（斑）」欠陥は、OLEDを駆動するために使用されるLTPS-TFTにとって、液晶ディスプレイ（LCD）を駆動する場合よりも、はるかに重大な問題である。その結果、むら（不均一）を補うために、一般には、2つを越えるトランジスタがピクセル・ドライバ内で使用される。さらに

10

20

30

40

50

、いくつかの実施例では、3つ(データ・ライン、選択ライン、パワー・ライン)を越えるバス・ラインが、補償回路のために含まれる。さらに、LTFSバックパネルは、スイッチング・トランジスタ内の比較的高い「OFF」電流のために、より大きいストレージ・キャパシタを必要とする。LTFSバックパネル内のより高い移動度は、より小さい幅/長さ(W/L)比率を有するトランジスタを許容するが、スイッチング・トランジスタ内のより高いOFF電流は、複数のゲート設計(例えば、ソース電極とドレイン電極との間の櫛型パターン内に2つまたは3つのゲート電極を有するTFT)を必要とするので、ソース電極とドレイン電極との間に、より大きいスペースを必要とする。その結果、各ピクセル・ドライバに必要な実効領域は、総ピッチ領域と比較して大きくなる。したがって、OLEDエミッタは、上部から発光用のピクセル・ドライバを配列または堆積されなければならない。さらに、LTFSの小さいエネルギーギャップによって、LTFS TFTを、発光された光から(同様に周辺光からも)シールドする必要が生じる。

10

【0006】

a-Si TFTを使用して、アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイのバックパネルを製作するために非常な努力がなされてきた。しかしながら、a-Si TFT内のI-V(電流-電圧)性能は、DC動作の下では安定しない(Vthシフトおよび移動度は、欠陥密度の増加により減少する)ので、バックパネル内でドライバまたは電流レギュレータ・トランジスタのためにa-Si TFTを使用するのは難しい。トランジスタの性能を安定させるために、より多くのトランジスタ、キャパシタ、およびバス・ラインを有するピクセル制御回路が提案されてきたが、そのいずれもが、商品化に必要とされる安定性を実証できなかった。さらに、低いキャリア移動度(0.1から0.7 cm²/Vsecまで)は、ドライバまたは電流レギュレータ・トランジスタのためのより大きなW/L比率(したがって、より大きいTFTサイズ)を必要とする。その結果、ボトム・エミッションのOLED発光パッドのための十分な余地が無くなるので、トップ・エミッション構造を使用する必要がある。

20

【0007】

トップ・エミッションのアクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイの設計では、平坦化層は、2つの部分間の光学的および電氣的混色を除去するために、OLEDエミッタの底部電極からTFTを分離する必要がある。平坦化層を通るビアを形成するため、および、OLED用の底部電極をパターン化するために、2つから3つの写真処理工程が必要である。多くの場合、フルカラーOLED処理のためのバンク構造(インクジェット印刷がフルカラー・エミッタ層をパターン化するために使用される場合に、有機エミッタ・インクを閉じ込めるために使用される井戸のようなもの)を構築するために、さらに別の1つから2つの写真処理段階がある。透明な上部電極(典型的には、インジウム酸化スズまたはアルミニウム酸化亜鉛で作成される)のバルク導電率は、電流をピクセルから周辺のドライバ・チップへ流すために、共通電極にとって十分ではないので、多くの場合は別のビアが必要であり、また、バックパネル上に別の金属バス・ラインが必要である。この設計は、トップ・エミッションのアクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ製品の開口率を、~50%の範囲に厳しく制限する。ここで、「開口率」とは、サブピクセルのピッチ・サイズに対する発光ゾーンの比率を意味する。さらに、OLED層上への透明な金属酸化物の堆積は、典型的には、スパッタリング処理によって行われるので、上部電極内のOLED性能(電力効率および動作寿命の両方)を保持することが、残りの課題の1つである。

30

40

【0008】

このように、OLEDパッドのための十分な開口率を有し、かつ、アクティブ・マトリクス液晶ディスプレイのような他のディスプレイ技術と少なくとも競争できるような低価格のプロセスを用いた、ボトム・エミッションのアクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ構造に対する強い関心が存在する。

【0009】

ゆえに、先行技術に本来的に存する前述したような欠点および他の欠点を改善すること

50

は、大いに有利であろう。

【0010】

したがって、本発明の目的は、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0011】

本発明の他の目的は、比較的単純かつ安価で製造することができ、その結果、生産歩留り率がより高い、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0012】

本発明の他の目的は、比較的均一な特性を有するピクセル制御回路を利用する、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0013】

本発明の他の目的は、比較的大面積で構築することができる、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0014】

本発明の他の目的は、高いピクセル密度で構築することができる、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0015】

本発明の他の目的は、ボトム・エミッション構造で、かつ比較的高い開口率を有する、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0016】

本発明の他の目的は、他のディスプレイ技術と少なくとも競争できるような低価格のプロセスを用いた、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0017】

本発明の他の目的は、より速いスイッチ速度、および60Hzを越えるより速いフレーム速度(MO-TFT内のより高いキャリア移動度により、120Hzまで、またはそれを越えるフレーム速度が可能になる)を有する、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを提供することである。

【0018】

本発明の他の目的は、製造コストが低く、製造歩留り率が高いことに加えて、最適化されたエネルギー効率、色域、動作寿命を有する、新規かつ改善されたフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイ、すなわち、最良のパフォーマンス/コスト比を有するフルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイを設計することである。

【発明の概要】

【0019】

簡潔に述べると、本発明の好適な実施例に従って、本発明が希求する目的を達成するために、フルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイが提供され、それは、透明な基板、基板の上部表面に配置されたカラー・フィルタ、ならびに、カラー・フィルタ上に重なる関係を以って配置され、かつ、ピクセルのアレイを画定する金属酸化物薄膜トランジスタのバックパネルを含む。有機発光装置のアレイは、バックパネル上に形成され、かつ、光を、フルカラー・ディスプレイのバックパネル、カラー・フィルタ、および基板を通して下方へ発光するために配置される。

【0020】

光を発光するピクセルのアレイは、第1波長ゾーンで光を発光する第1サブグループ、および第2波長ゾーンで光を発光する第2サブグループを有する2つのサブグループに分類され、第2波長ゾーンは、第1波長ゾーンより長い波長を有する。第1発光ゾーンを担

10

20

30

40

50

当するO L E Dスタック内の発光層（第1サブグループ）は、パターン化されないフィルム形成方法で作成される。一方、発光ピクセルの第2サブグループは、シャドウ・マスクを通した熱蒸着を用いて、あるいはエレクトロルミネセンス・インクを使用する印刷方法の1つを用いて、フルカラー・ピクセル・レベルでパターン化された、対応する発光層によって形成される。

【0021】

伝統的に、フルカラー・ディスプレイのピクセルは、青色（400～500nm）、緑色（500～600nm）、および赤色（600～700nm）を発光する3つの原色またはサブグループ（ここではサブピクセルと称する）によって構築される。先行技術において、そのような原色を達成するための1つのアプローチは、白色O L E Dエミッタにカラー・フィルタ・セットを加える方法である。必要とされる色純度を達成するために、その方法は、長波長側および短波長側の両方から発光プロフィールをカットし、ディスプレイの色標準に従って発光プロフィールを形成しなければならない（すなわち、十分に純粋な白色光を生成するのは単純な作業ではない）。さらに、3つの原色を得るために白色光をフィルタリングする結果、光の実質的な損失（3分の2より大きい）を招く。そのようなアプローチの課題は、製品に要求される十分な光または電力効率を達成することができないことである。

10

【0022】

本発明では、2つの原色をカバーする発光プロフィール（例えば、100～200nmの範囲のプロフィール帯域幅）を有するO L E Dから、2つの原色のサブピクセルを形成する新しい方法が、発光プロフィールの中間近くでカットオフを有する1対の長波長透過および短波長透過光学フィルタと共に示される。先行技術とは対照的に、本発明で利用される光学フィルタは、透過域で光を吸収しない。望ましくない領域内に発光された光のみをカットし、かつ、透過領域内で光の吸収が生じないカラー・フィルタによって、必要とされる発光プロフィールを達成することができる。このようにして、フルカラー・ディスプレイのエネルギー効率が最適化される。

20

【0023】

従来、赤色、緑色、および青色を発光する材料を有するO L E Dのために3つのパターンニング・ステップが必要であったのとは対照的に、上記のようなフルカラーA M O L E Dアレイを組み立てるためには、フルカラー・ピクセル・レベルにおいて、一つのファイン・パターンニングのみが必要である。したがって、フルカラー構造および対応する製作プロセスが、著しく単純化される。さらに、このプロセスによって、3つのファイン・パターンニング・ステップに基づく既存のA M O L E D組立てラインが、3倍のスループットに改善（または対応する製造コストが削減）される。このようなプロセス単純化によって、さらに製造歩留りも改善する。

30

【0024】

フルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイの好適な実施例における1つの配置では、第1発光ゾーンの有機発光材料は、400～600nmの範囲をカバーするために選択される。O L E Dスタック内の他の層と同様に、発光層は、ファイン・パターンニング・プロセスを用いずに堆積される。600～700nmの範囲の発光プロフィールを有する赤色発光材料は、既知のパターン化の手法または技術の1つによって、赤色ピクセルの位置に対応する位置に形成される。O L E Dエミッタのアレイは、空色（400～600nmの範囲の発光プロフィール）を発光するピクセルの第1グループ、および、赤色（600～700nmの範囲の発光プロフィール）を発光するピクセルの第2グループの、2つのサブグループに分類される。赤色、緑色、および青色のサブピクセルを含むフルカラー・ディスプレイ・ピクセルは、そのような2色のO L E Dアレイと、対応するピクセルの位置にある1組のカラー・フィルタとを組み合わせることにより達成することができる。赤色のピクセルに対応するカラー・フィルタ層は、オープンにされたままでもよく、あるいは、色域を最大限にするために、赤色O L E Dエミッタをトリミングするだけのフィルタを有してもよい。500nm近くのカットオフ波長を有する長波長透過フィ

40

50

ルタ(long-wavelength-pass filter)は、望ましい緑色を達成するために空色エミッタの前に配置される。500nm近くのカットオフ波長を有する短波長透過フィルタ(short-wavelength-pass filter)は、望ましい青色を達成するために空色エミッタの前に配置される。ディスプレイの効率を最大限にし、かつ、ディスプレイの色域を豊富にするために、第4のサブピクセルを、フィルタされない(すなわち光学フィルタの無い)空色エミッタを加えることも可能であろう。

【0025】

フルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイの好適な実施例における他の配置では、第1発光ゾーンの有機発光材料は、400~500nmの発光範囲をカバーするために選択される。OLEDスタックの他の層と同様に、この発光層は、ファイン・パターンニング・プロセスを用いずに堆積される。500~700nmの範囲の発光プロフィールを有する黄色を発光する材料は、標準的なパターンニング方法の1つを用いて、緑色および赤色のピクセルの位置に対応する位置に形成される。OLEDエミッタのアレイは、青色(400~500nmの範囲の発光プロフィール)を発光するピクセルの第1サブグループ、および、黄色(500~700nmの範囲の発光プロフィール)を発光するピクセルの第2サブグループの、2つのサブグループに分類される。赤色、緑色、および青色のサブピクセルを含むフルカラー・ディスプレイのピクセルは、2色のOLEDアレイと、対応するピクセル位置にある1組のカラー・フィルタとを組み合わせることにより達成することができる。青色のピクセルに対応するカラー・フィルタ層は、オープンにしたままでもよく、あるいは、さらに望ましいカラー・コーディネイトのために、青色のOLEDエミッタをトリミングするだけのフィルタを有してもよい。600nm近くの長波長透過フィルタは、望ましい赤色を達成するために黄色のエミッタの前に配置される。600nmの近くの短波長透過フィルタは、望ましい緑色を達成するために黄色のエミッタの前に配置される。フルカラー・ピクセル・セットでは、ディスプレイ効率を最大限にし、かつ、ディスプレイの色域を豊富にするために、さらに、第4のサブピクセルに光学フィルタを有しない黄色のエミッタを加えることもできる。

【0026】

本発明の希求する目的は、さらに、フルカラー・アクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイの製作を、好適な方法に従って達成することである。本方法は、ガラス、有機フィルム、およびそれらの組合せのうちの1つ、ならびに、硬質材料および柔軟材料のうちの1つで作成された透明な基板を提供する段階、基板の上部表面上にカラー・フィルタを配置する段階、カラー・フィルタの上部表面上にスペーサ層を堆積させる段階、ならびに、スペーサ層の上部表面上に金属酸化物薄膜トランジスタのバックパネルを形成し、かつ、ピクセルのアレイを画定する段階を含む。本方法は、さらに、フルカラー・ディスプレイ内のバックパネル、スペーサ層、カラー・フィルタ、およびの基板を通して光を下方へ発光するために、バックパネル上に有機発光装置のアレイを配置する段階を含む。発光ピクセルのアレイは、第1発光波長ゾーン内で発光する第1サブグループ、および、第2発光波長ゾーン内で発光する第2サブグループの2つのサブグループに分類されるが、第2波長は第1波長よりも長い。第1発光ゾーンを担当するOLEDスタック内の発光層は、パターン化されないフィルム形成方法によって作成される。一方、発光ピクセルの第2グループは、シャドウ・マスクを通じた熱蒸着を用いて、あるいは、ガスまたは液体または固体の状態のエレクトロルミネセント・インクから周知の印刷方法の1つを用いて、フルカラー・ピクセル・レベルでパターン化された、対応する発光材料によって形成される。

【0027】

本方法は、さらに、長波長透過または短波長透過形式で、対応するカラー・フィルタを形成する段階を含む。そのようなフィルタ・セットを、2つの原色をカバーする発光プロフィールを有するOLEDの前に配置し、対応する透過ゾーン内に、光学的損失無しに、赤色、緑色、および青色の原色を有する発光ピクセルを形成する。本方法は、さらに、ディスプレイ効率および色の豊富さをさらに改善するために、フィルタの無いOLEDエミッタを加えることを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

スペーサ層、およびバックパネルの材料は、より大きい開口率を有する有機発光装置から発光される光に対して実質的に透明になるように選択される。バックパネルの薄膜トランジスタ内で使用される金属酸化物は、全アレイまたはマトリクス上の薄膜トランジスタの反復性、または均一性、および信頼性を本質的に改善するために、アモルファス（または、ナノメータ範囲の粒子サイズを有し、実質的に T F T の大きさよりも小さいもの）が好適である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

本発明のさらなる特定の目的および利点は、好適な実施例に関する以下の詳細な記述をそれらの図面と共に読むことにより、当業者には容易に明白になるであろう。

【 図 1 】 本発明に従った、ディスプレイの単純化された層の図である。

【 図 2 】 本発明に従った、単一のカラー要素の回線図である。

【 図 3 】 本発明に従った、単一のカラー要素の他の実施例の回線図である。

【 図 4 】 O L E D アレイ内のフルカラー O L E D ピクセル領域内の層を表わす、単純化された層の図である。

【 図 5 】 図 4 の単一の O L E D にマッチする単一のピクセルのカラー・フィルタのためのカラー・フィルタ配置を示す。

【 図 6 】 図 5 に示されたカラー・フィルタ配置に対応するフルカラー・ピクセルの正面図である。

【 図 7 】 O L E D アレイの単一の O L E D 内の層を表わす、単純化された層の図である。

【 図 8 】 図 7 の単一の O L E D にマッチする単一のピクセルのカラー・フィルタのためのカラー・フィルタ配置を示す。

【 図 9 】 図 8 に示された単一のピクセル・カラー・フィルタ配置の正面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

図 1 に関し、本発明に従ってディスプレイ 1 0 の単純化した層の図が示される。ディスプレイ 1 0 は、基板 1 2 を含む。基板 1 2 は、本実施例ではガラスが好適であるが、様々なプラスチック等のような、比較的硬質のクリアまた透明な任意の材料でもよい。これに関連して、用語「透明な」または「ほぼ透明な」とは、70%以上で可視光線範囲（400nm～700nm）の光を光学的に透過させることができる材料を意味すると定義される。さらに、ディスプレイ 1 0 は、現代のテレビ、コンピュータ・モニタ、または携帯用電子機器内で使用されるディスプレイに類するサイズであることを意図している。1組の赤色、緑色、および青色のサブピクセルを含むフルカラー・ピクセルのサイズは、大画面テレビ用で何百マイクロメートルであり、また、マルチメディア、高情報量携帯電話、および同種のもの用に数十マイクロメートルである。カラー・フィルタ 1 4 は、基板 1 2 の上部表面に堆積され、一般に、比較的耐熱性の低い（すなわち 250℃以下）プラスチック材料を含む。カラー・フィルタ 1 4 は、周知の方法により3色（赤色、緑色、青色）のピクセルで形成される。すなわち、各ピクセルは3つのカラー要素を含み、3つのカラー要素のそれぞれは、各色の選択量を加えるために制御することが可能であり、周知の手順に従って、任意の選択された最終的な色または混合した色を生成することができる。

【 0 0 3 1 】

スペーサ層 1 6 は、カラー・フィルタ 1 4 の上部表面上に堆積される。スペーサ層 1 6 は、カラー・フィルタ 1 4 の平坦化を含む様々な機能、およびより親和性を有するインタフェースを提供する（すなわち、層 1 6 は、化学的および光学的に、各インタフェースにおける材料間のよりよい接合を確保する）。カラー・フィルタ 1 4 の多様な材料が個別の層に堆積されるので、平坦化は、次のコンポーネントを堆積させるためのよりよい表面を提供するために好ましい。

【 0 0 3 2 】

金属酸化物薄膜トランジスタ（MOTFT）層 1 8 は、スペーサ層 1 6 の上部表面上に

形成される。金属酸化物薄膜トランジスタは、比較的低温（例えば、室温と同じくらいの温度）で、PVD（physical vapor deposition）法のようなプロセスによって、あるいは、印刷または塗布を含むソリューション・プロセスによって、あるいは、表面化学反応によって形成される。印刷は、例えば、インクジェット、ディスペンシング、オフセット印刷、グラビア印刷、スクリーン印刷等のような、あらゆるプロセスを含む。塗布は、例えば、スロット塗布、カーテン塗布、スプレー塗布等のような、あらゆるプロセスを含む。PVD法は、例えば、スパッタリング、熱蒸着、e-ビーム蒸着等のような、あらゆるプロセスを含む。表面化学反応は、ガスまたは液体環境中での表面反応を含む。

【0033】

平坦化に加えて、スペーサ層16は、MOTFT層18の製作中、カラー・フィルタ14に対するヒート・プロテクションを提供する。例えば、金属酸化層のアニーリングによって、トランジスタの信頼性および特性が改善されることが知られている。このアニーリング手順は、各トランジスタのゲート金属を、パルス赤外線エネルギーで300を超えて温度で熱することにより行なわれる。ゲート金属によって吸収された熱は、ゲート金属に隣接する金属酸化物半導体をアニーリングし、そして、スペーサ層16は、カラー・フィルタを過度の熱（250未満）から保護する。このプロセスに関する追加情報として、「Laser Annealing of Metal Oxide Semiconductor On Temperature Sensitive Substrate Formations」という名称で2008年5月21日に出願された米国特許出願（出願番号12/124,420）を参照としてここに組み入れる。金属酸化物TFTは、例えば、ZnO、InO、AlZnO、ZnInO、InAlZnO、InGaZnO、ZnSnO、GaSnO、InGaCuO、InCuO、AlCuO等のようなアモルファス金属酸化物半導体中で形成される。ここで、用語「アモルファス」とは、TFTのチャネル寸法よりも著しく小さいフィルム面に、粒子サイズのあらゆる半結晶または非晶質の金属酸化物を含むと解されるべきである。アモルファス金属酸化物は、小さい、標準的な粒子サイズを有するので、層18内で形成されたTFTの特性は、互いに実質的に異なる。さらに、金属酸化物は、光に対して透明であるので、光は、層18、層16、カラー・フィルタ14、および基板12を通過して下方へ透過される。スペーサ層16のための好適な材料としては、例えば、SiO₂、SiN、ポリイミド、BCB、またはアクリル・ポリマが含まれる。

【0034】

移動度が μ である場合、薄膜トランジスタ（TFT）の性能指数は、 $\mu V / L^2$ によって定義される。Vは電圧であり、Lはゲート長である。近年における金属酸化物半導体材料の進歩（ $80 \text{ cm}^2 / \text{V秒}$ と同じくらい高い移動度が実証された）により、主要な問題は部分的に改善されている。金属酸化物半導体のユニークな特徴の1つは、キャリア移動度が、フィルムの粒子サイズにそれほど依存しないということ、すなわち、高移動度のアモルファス金属酸化物が可能なことである。しかしながら、高機能アプリケーションに必要な高い移動度を達成するためには、金属酸化物チャネルのボリューム・キャリア密度が高くなければならず、かつ、金属酸化膜の厚さが薄くなければならない（例えば、 $< 100 \text{ nm}$ 、好ましくは、 $< 50 \text{ nm}$ ）。しかしながら、これらの非常に薄いチャネルのために、下部および上部に重なる材料を有する金属酸化物の界面の相互作用は、もはや無視できないことが知られている。

【0035】

界面の相互作用の制御は、2つの方法、すなわち、（1）下部に重なる構造との相互作用の制御、および（2）上部に重なる構造との相互作用の制御、のいずれかまたは両方により実行することができる。TFTを組み立てるために、上部および下部に重なる構造に対して、下記の機能のいくつかまたは全てを用いることができる。例えば、異なる機能を、TFTの異なる部分または表面上で用いることができる。異なる機能を用いる例としては、弱い相互作用は、TFTの閾値を調整するために用いることができ、また、強い相互作用は、ソース/ドレイン領域内の良好なオーム接触のために好適である。上部に重なる構造について考えられ得る機能は、（1）パッシベーション - 弱い相互作用を提供するか

10

20

30

40

50

、または、相互作用を提供しない、(2)ゲート - 弱い相互作用を提供するか、または、相互作用を提供しない、および(3)ソース/ドレイン - 強い相互作用を提供する、を含む。さらに、下部に重なる構造について考えられ得るいくつかの機能は、(1)パッシベーション - 弱い相互作用を提供するか、または、相互作用を提供しない、(2)ゲート - 弱い相互作用を提供するか、または、相互作用を提供しない、および(3)ソース/ドレイン - 強い相互作用を提供する、を含む。TFTのあらゆる特定の実施例に必要なとされる上部および下部に重なる構造の機能は、TFTの構成に依存する。複数の機能が、上部または下部のいずれかに重なる構造に必要な場合もある。界面の相互作用の制御に関する追加情報として、2008年7月16日に「Metal Oxide TFT with Improved Carrier Mobility」の名称で出願された米国特許出願(出願番号12/173,995)を参照としてここに組み入れる。

10

【0036】

有機発光装置(OLED)の層20は、MOTFT層18の表面上に形成され、その結果、OLED層20内で生成された光は、MOTFT層18、スペーサ層16、カラー・フィルタ14および基板12を通過して下方へ向かう。OLED層20は、上部および下部上の2つの接触電極間に、有機材料のスタック(詳細については、以下で図4および図7に関して説明する)を含む。下部電極はパターン化され、層18に形成されたピクセル・ドライバに接続される。OLEDのレイは、形成され、MOTFT層18によって然るべくアドレスされる。フルカラーAMOLEDは、OLED層20内のパターン化されない有機的なスタックを、層14内の1組の赤色、緑色、および青色のカラー・フィルタと共に用いて、白色発光OLEDのみを使用することにより達成される。白色エミッタからの発光の約2/3は、ディスプレイの正面視野からカットオフ(フィルタ)されるので、ディスプレイ効率がこのアプローチの現在の課題である。さらに、原色に必要なとされる発光ゾーンの透過プロフィールは、原色に必要なとされる純度を達成するために、吸収法によって形成されることを要する。その結果、白色OLEDエミッタから生成された赤色、緑色、および青色のピクセルに、吸収タイプのカラー・フィルタ・セットを加えたものは、特に、充電式電池で電力供給される携帯型ディスプレイ用の製品設計に必要なとされる電力効率を提供しない。このアプローチに対する改善策の1つは、赤色、緑色、青色の原色サブピクセルに、フィルタされない白色OLEDサブピクセルを追加し、4つのサブピクセルのフルカラー・ピクセル・セットを形成することである。

20

30

【0037】

フルカラーAMOLEDは、赤色、緑色、および青色のゾーンで発光する1セットのOLEDによって作成することもできる。十分な色純度を有するので、カラー・フィルタ層は必要としない。異なる材料を用いた発光層をサブピクセル・レベルまでパターン化することは、しばしば、目標とするサブピクセルの発光パッド領域に対応する窓を有するシャドウ・マスクを用いて行なわれる。このアプローチの課題は、3色の発光層のために、少なくとも3つの堆積チャンバおよび3つのファイン・マスク・セットが必要なことである。赤色、緑色、および青色のOLED発光要素のパフォーマンスが完全に最適化される場合には、OLEDスタック内の他の層もまたパターン化される必要がある。さらに、OLED製作中のマスク間のアライメントは冗長であり、フルカラー・ディスプレイの作成における主要な歩留り損失要因である。機器のコスト、プロセスのスループットおよび大規模化、ならびにファイン・シャドウ・マスクングもまた、このアプローチを難しくする要因である。

40

【0038】

本来、本実施例は、空色(スカイブルー)の発光(400~600nm波長の青緑色の発光)を提供する、パターン化されないOLED層20を有するフルカラーAMOLEDを開示する。そして、青色サブピクセルは、約500nmのカットオフ波長を有する層14内の短波長透過カラー・フィルタを用いて、空色OLEDから形成される。緑色サブピクセルは、約500nmのカットオフ波長を有する層14内の長波長透過カラー・フィルタを用いて、空色OLEDから形成される。赤色サブピクセルは、カラー・ディスプレイ内

50

の対応する位置で、層14内のエネルギー下方変換カラー・フィルタによって形成される。エネルギー下方変換カラー・フィルタは、OLEDによって発光された空色光を吸収し、それに応じて600~700nm領域の光を発光する。このアプローチは、カラー・フィルタと空色OLEDエミッタとの間の良好なエネルギーのマッチング、フィルタ層内の良好な吸収効率、ならびに高い変換効率を有する、エネルギー変換カラー・フィルタに依存する。

【0039】

このアプローチによって提供されるAMOLEDの電力効率をさらに改善するために、フィルタされない空色サブピクセルをフルカラー・ピクセルに加えることもできる。このようにして、青色、緑色、赤色、および空色の4つのサブピクセルを有するフルカラー・ディスプレイ要素が形成される。フィルタされないサブピクセルによって、色が豊富になると共にディスプレイ電力効率が改善される。

10

【0040】

本発明では、フルカラーAMOLEDディスプレイ構造が、対応する組立方法と共に開示される。本方法は、単一のファイン・パターンニング・プロセスを用いて作成された、2つの発光色を有する層20内に、OLEDアレイを形成することを含む。このアプローチは、異なるファイン・マスク間のアラインメントを必要としないので、その結果、近隣のサブピクセル間の混色を除去することができる。2色の層20を、層14内の対応する長波長透過フィルタまたは短波長透過フィルタと組み合わせることによって、フルカラーAMOLEDディスプレイを、安い製作コストで、しかも、高い色域、および、あらゆるサイズの高度情報ディスプレイに必要とされる高い電力効率を有するように達成することができる。

20

【0041】

単一のファイン・パターンニング・プロセスで作成された2つの発光色のOLEDに関連して、高効率で赤色サブピクセルを達成するための1つのアプローチは、空色OLED用のパターン化されない有機層内の対応する位置に、パターン化された赤色発光層を挿入することである。フルカラー・ピクセル内でのこのような単一ステップのファイン・パターンニングによって、先行技術における赤色、緑色、青色のエミッタのための複数のファイン・パターンニングに見られるようなアラインメントの複雑さを生じることがなく、AMOLEDディスプレイにおいてフルカラー・ピクセルを得る際の単純性が保持される。

30

【0042】

以下には、一般に、ハイブリッド構造およびプロセスを含むフルカラーOLEDディスプレイの2つの特定の例が示される。2つの例の各々は、2つの原色を含み、それらは、2つの原色の範囲をカバーする発光ゾーンを有するOLEDエミッタ、および、発光ゾーン内に位置する第3の原色をカバーする発光を有するパターン化された発光層によって画定される。1組の長波長透過および短波長透過光学フィルタは、発光ゾーン内の発光を2つの原色に分離する。

【0043】

図4~図6には、本発明に従って、第1の特定タイプのOLEDジェネレータ50およびカラー・フィルタ60が示される。特に図4には、OLEDアレイの単一のOLED50内の層(図1の層20に対応する)を表わす、単純化された層の図が示される。この特定の例において、OLED50は、カソード52、電子注入層53、および電子輸送層54を含む。このOLEDの特定の配置は、各サブピクセルに対応するパターン化されたアノード・パッド(上述されたが、図示されない)、正孔注入層55、および正孔輸送層56を含む。これらの様々な層の多くは、他の層と個別に提供されてもよく(図示されたように)、あるいは他の層と結合されてもよく、あるいは他の層内へ結合されてもよいが、ここで図示された様々な層は、単に例示であると理解されるべきである。発光層57, 58は、電子輸送層54と正孔輸送層56との間に提供される。ある特定の実施例では、それに代えて、層58が、層57と電子輸送層54との間に挿入されてもよい。下部アノード構成が図示されかつ記述されているが、OLEDスタックを逆にすることによって下部

40

50

共通カソード構成を用いてもよいことが理解されるであろう。有機層（53, 54, 55, 56, 57）の全ては、ピクセル・レベルでのファイン・パターンニング無しに堆積されることに特に注目すべきである。層58だけがパターンニングを必要とするが、それは、ファイン・シャドウ・マスクを通した熱蒸着によって、あるいは、当該分野の技術者に知られている印刷方式によって達成することができる。

【0044】

当該技術分野で理解されているように、電子および正孔は、発光層内で結合して光子または光を生成し、その後、特定の方向、本実施例ではアノードの方向に発光する。さらに、発光する光の色は、発光層57, 58に組み込まれた材料に従って制御または選択される。この実施例では、発光層57は、約400nmから600nmまでの範囲または帯域内の青緑色（空色）の光を発光するために構築される。青緑色のエミッタは、青色および緑色をカバーする広範囲の発光プロフィールを有する単一のエミッタによって、あるいは、二重層または混合する形の青色および緑色のエミッタによって作成することができるが、緑色および青色のOLEDをスタックする形で作成することもできるであろう。第2の発光層58は、一般に赤色光の範囲または帯域内で光を発光するために構築され、発光層57よりはるかに小さい。第2の発光層58は、適宜な手段、例えば、インクジェット印刷、ソリューション・ディスペンシング、転写印刷、オフセット印刷等を含む印刷または塗布プロセス（上記の記述を参照）の1つによるファイン・マスクを用いた熱蒸着、あるいは熱転写を含むレーザ、あるいはコンタクト印刷、を用いて発光層57上にパターン化される。パターン化されない層57は、パターン化された赤色発光層58を含むスタックの領域において、赤色発光サブピクセル位置内の電子輸送および正孔ブロック機能に役立つ。この斬新なプロセスでは、1つのファイン・パターンニング・ステップのみが必要であり、そして、OLEDスタック内の残りの層の全てについては、先行技術では3つのファイン・パターンニング・ステップが必要とされるのに対して、ファイン・パターンニングを必要とせずに作成されることに注目すべきである。

10

20

【0045】

赤色発光層58内のキャリアのエネルギー準位は、空色発光層57内のキャリアのエネルギー準位よりも低いことに注目すべきである。したがって、キャリアは、空色発光層57を通過して、赤色発光層58のより低いエネルギー準位へ移動する傾向があり、赤色発光層58において、キャリアは周知の方法で結合して赤色光を生成する。このように、赤色発光層58が空色発光層57上に位置する領域では、実質的に赤色発光のみが生じ、そして空色発光層57は、電子輸送および正孔ブロック機能のみを提供する。

30

【0046】

さらに図5および図6には、OLEDジェネレータ50のアレイと共に使用するための単一のフルカラー・ピクセル用のカラー・フィルタ配置60が示される。カラー・フィルタ60は、オプションのブラック・マトリクス（または包囲パターン）で示され、4つの開口またはゾーン、すなわち、青色ゾーン62、赤色ゾーン63、緑色ゾーン64、およびオプションの空色ゾーン65を有する。この実施例では、青色ゾーン62は、約500nmから600nmの範囲の光を吸収し、500nmより短い波長範囲の青色のみを透過するマゼンタ・カラー・フィルタまたは短波長透過フィルタによって形成される。緑色ゾーン64は、500nmより短い範囲の光を吸収し、500nmより長い波長を有する光を透過する黄色のカラー・フィルタによって形成される。赤色ゾーン63は、カラー・フィルタを有しないか、あるいは、NTSCによって要求される赤色度標準に赤色発光プロフィールを調整するフィルタを有するかのいずれかである。オプションの空色ゾーンは、層57からのオリジナルの発光プロフィールを透過させるために、カラー・フィルタを有しない。

40

【0047】

このように、本発明に従って、特定タイプのOLEDジェネレータ50、およびこれにマッチするカラー・フィルタ60が図示され、開示された。一般に、カラー・フィルタ60は、図1に示されるような透明な基板上に配置されるであろう。スペーサ層および/ま

50

たはオプションの平坦化層は、カラー・フィルタ上に配置されるか、あるいはカラー・フィルタの一部であると考えてもよい。スペーサ層が存在しないか、あるいはスペーサ層がカラー・フィルタのコンポーネントとして形成される場合、金属酸化物薄膜トランジスタ(MOTFT)層は、スペーサ層の上部表面またはカラー・フィルタ上に形成される。有機発光装置(OLED)の層は、MOTFT層の表面上に形成されるので、その結果、OLED層内で生成された光は、MOTFT層、カラー・フィルタ、および基板を通過して下方へ向かう。上記から理解されるように、OLEDジェネレータ50の形成において、一つのファイン・パターンニング・ステップしか必要としないので、それによって、実質的に加工コストおよび歩留り損失が減少し、かつ、実質的にディスプレイの解像度が向上する。

10

【0048】

図7~図9には、本発明に従って、第2の特定タイプのOLEDジェネレータ70およびカラー・フィルタ80が示される。OLEDジェネレータ70およびカラー・フィルタ80は、上記でOLEDジェネレータ50およびカラー・フィルタ60に関して記述されたように、一般にディスプレイに組み込まれる。特に図7には、OLEDアレイの単一のOLED70内の層(図1の層20に対応する)を表わす、単純化された層の図が示される。この特定の例において、OLED70は、共通カソード72、電子注入層73、および電子輸送層74を含む。このOLEDの特定の配置は、同一のサブピクセル位置で対応するピクセル・ドライバに接続されたアノード・パッドのアレイ(上述されたが、図示されない)、正孔注入層75、および正孔輸送層76を含む。これらの様々な層の多くは、他の層と個別に提供されてもよく(図示されたように)、あるいは他の層と結合されてもよく、あるいは他の層内へ結合されてもよいが、ここで図示された様々な層は、単に例示であるとして理解されるべきである。発光層77, 78は、電子輸送層74と正孔輸送層76との間に提供される。下部アノード底構成が図示されかつ記述されているが、OLEDスタックを逆にすることによって下部カソード構成を用いてもよいことが理解されるであろう。

20

【0049】

上述のように、発光される光の色は、発光層77, 78に組み込まれた材料に従って制御または選択することができる。この実施例では、発光層77は、約400nmから500nmの範囲または帯域内の青色光を発光するために構築される。それは、発光層78以外のOLED層内の他の層と同様に、ピクセル・レベルでパターン化せずに堆積される。第2の発光層78は、約500nmから700nmの範囲または帯域内の黄色(緑赤色)の光を発光するために構築され、ファイン・マスクを用いた熱蒸着によって、あるいは当該分野の技術者に知られている印刷方法によって堆積される。黄色(緑赤色)エミッタは、500~700nmの範囲の広い発光を有する単一の発光材料を用いて、あるいは、二重層または混合形式での緑色および赤色のエミッタを用いて作成されるが、緑色および赤色OLEDのスタッキング形式で作成することも可能であろう。第2の発光層78は、例えば、インクジェット印刷、ソリューション・ディスペンシング、転写印刷、オフセット印刷等を含む印刷または塗布プロセス(上記の記述を参照)の1つによるファイン・マスクを用いた熱蒸着、あるいは熱転写を含むレーザ、あるいはコンタクト印刷のような適切な手段によって青色発光層77上にパターン化される。黄色発光を提供するパターン化された層78を有するOLEDピクセルにおいて、パターン化された層78によって被覆された層77は、エネルギー準位の差異のためにスタック内で電子輸送層および正孔ブロック層になる(これについては上述された)。特定のアプリケーションでは、層78および層77の順序は、相対的なエネルギー準位構造およびキャリア輸送特性に基づいて、逆であってもよい。

30

40

【0050】

図8および図9には、OLEDジェネレータ70のアレイと共に使用するための単一のフルカラー・ピクセル用のカラー・フィルタ配置80が示される。カラー・フィルタ80は、オプションのブラック・マトリクスまたは包囲パターンで示され、3つの開口または

50

ゾーン、すなわち、青色ゾーン 8 2、緑色ゾーン 8 3、および赤色ゾーン 8 4 を有する。この実施例では、青色ゾーン 8 2 は、フィルタを有しておらず、発光層 7 7 から生成された青色光を単に透過する。それに代えて、青色の発光色を最適化するために、色調整/整形フィルタをゾーン 8 2 内に配置することも可能であろう。緑色ゾーン 8 3 は、黄色 O L E D エミッタの前に短波長透過フィルタ（約 6 0 0 n m より長い波長の光のみを吸収する）を配置することにより形成される。赤色ゾーン 8 4 は、黄色 O L E D エミッタの前に長波長透過フィルタ（約 6 0 0 n m より短い波長の光のみを吸収する）を配置することにより形成される。図 8 および図 9 には、A M O L E D ディスプレイの原色として、赤色、緑色、および青色のサブピクセルから成るフルカラー・ピクセルを示す。フィルタされない黄色 O L E D 発光を有する付加的な第 4 のサブピクセルは、ディスプレイの電力効率および色の豊かさを増加させるために、フルカラー・セットに追加することができるであろう。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

このように、本発明に従って、特定タイプの O L E D ジェネレータ 7 0、およびそれにマッチするカラー・フィルタ 8 0 が示された。上記の記述から理解されるように、O L E D ジェネレータ 7 0 の生産において、ただ 1 つのファイン・パターニング・ステップのみが必要とされる。さらに、ファイン・パターニング・ステップは、2 つのサブピクセルを被覆するので、その結果、プロセス精度はさほど要求されない。すなわち、このプロセスは、これに含まれるファイン・パターニングがより少ないために、実質的に加工コストおよび歩留り損失が減少し、かつ、実質的にディスプレイ解像度が改善される。

【 0 0 5 2 】

このように、この開示において用語「フルカラー」ディスプレイとは、ピクセルが、少なくとも 3 つの異なるカラー要素である赤色、緑色、および青色を含み、いくつかの特定のアプリケーションでは、フィルタされない、広い O L E D 発光を透過させる第 4 のエミッタ・サブピクセルを含むディスプレイを意味すると定義される。

【 0 0 5 3 】

O L E D スタック内の有機質層（図 4 および図 7 を参照）は、層 5 8 および層 7 8 以外をパターン化せずにそれぞれ作成されることを理解することが重要である。そのような構造および対応するプロセスは、赤色、緑色、および青色エミッタ層をピクセル・レベルでパターン化する従来のフルカラー O L E D 形成方法に比べて、大いに単純である。ファイン・マスク間のクロス・アラインメントは、この新方式では必要としない。一般に、シールまたは保護コーティング 2 2 は、周囲大気から O L E D をシールするために、全構造上に形成され、それは、継続的な動作にとって有害となることがある。

【 0 0 5 4 】

このように、低電力、高出力の O L E D を使用するディスプレイを、比較的安価で製造することができる。さらに、本発明では、大型ディスプレイ上に単一のパターニング・マスクを作成することが可能であるので、したがって、典型的にはメータ長のサイズのガラスで作成される現代のテレビジョン・スクリーン、コンピュータ・モニタ（第五世代ライン、またはそれより高い）と競争できるほど十分に大きいディスプレイを製造することが可能である。他方では、単一のパターニング・プロセスは、複数のファイン・マスク・プロセスで生成されるアライメント・エラーを除去するので、パターンをカバーする 2 つのサブピクセル（先行技術における 1 つよりも）を用いて、フルカラー・ディスプレイは、ファイン・ピッチ・サイズを達成することができる、すなわち、携帯用ディスプレイ製品内の高情報量およびデジタル・ディスプレイ・フォーマットを可能にする。大型のフルカラー A M O L E D または高密度ピクセルの小型ディスプレイは、先行技術におけるファイン・シャドウ・マスク・プロセスまたは同種のものを使用することによっては可能ではなかった。さらに、O L E D は、比較的 low 電力で動作可能であること、および、比較的高い光の量を産出または生成することが知られている。フィルタされない広帯域 O L E D サブピクセルをフルカラー・エミッタ・セットに加えることによって、ディスプレイの電力効率および色の豊かさがさらに改善される。

【 0 0 5 5 】

バックパネル 18 内で使用される金属酸化物薄膜トランジスタは、低温（例えば室温）で堆積され、最低限の動作を必要とする。例えば、MOTFT バックパネル 18 は、4 つのフォトマスクを使用して製造されるが、化合物半導体パターンが印刷法（例えば、インクジェット、ディスペンシング、オフセット印刷、グラビア印刷、スクリーン印刷など）によって形成される場合は、バックパネルを 3 つのフォトマスクで完成させることができる。さらに、TFT の特性は、記述された手順に従って、アニーリング、および、カラー・フィルタ 14 を過熱することなく行なわれる界面の相互作用の制御により増強することができる。金属酸化物半導体材料の比較的高い移動度および低い漏れ電流（低 OFF 電流）は、小型のストレージ・キャパシタの使用を許容するが、それがパワー・ラインで覆われるので、さらに、エミッタ・パッド、したがってサブピクセルの開口率に利用可能なスペースを増加させることができる。低い漏れおよび単純化された生産技術は、トランジスタ・チャンネル領域およびキャパシタ領域にゲート誘電体を形成するために、低温でゲート金属素材を選択的にアノード処理することによってさらに増強される。好適な実施例では、アクティブ・マトリクス有機発光ダイオードのピクセル・ドライバ（バックパネル）は、50% より大きい開口率で構築され、そして、金属のパワー・ラインおよび TFT 領域だけが可視光線に対して不透明であるので、エミッタ・パッドを画定するために残りの領域を使用することができる。特定の実施例では、選択ライン、データ・ライン、およびパワー・ラインは、不透明な金属で形成され、ピクセル電極パターニングのためのマスクとして使用される。透明なピクセル電極は、各ピクセルの透明領域上に堆積されかつパターン化され、あるいは裏側から自己整合パターニング・プロセスを通して堆積されかつパターン化される。100 ppi のフルカラー・ピクセルのディスプレイのために、80% の開口率より大きい、 $85 \mu\text{m} \times 255 \mu\text{m}$ のサブピクセル領域を達成することができた。

10

20

30

【 0 0 5 6 】

一例において、TFT は、ゲート電極として Al、およびゲート絶縁体として AlO により形成された。インジウム酸化スズ (ITO) またはアルミニウムは、ソース電極およびドレイン電極として使用された。In-Zn-O または I-Al-Zn-O は、チャンネルおよびソース/ドレイン領域上でスパッタリングおよびパターン化された。チャンネルの幅および長さは、それぞれ $200 \mu\text{m}$ および $20 \mu\text{m}$ であった。全ての堆積およびパターニング・プロセスは、基板またはカラー・フィルタの加熱をせずに実行された。ポスト・ベーキングは、150 で 30 ~ 90 分間行なわれた。各要素内の少なくとも 1 つの TFT は、n 型特性を有し、20V で約 0.5 mA の ON 電流であり、-20V で数ピコアンペアの OFF 電流であった。ON/OFF 比率は、20V で 10^7 以上であり、また、電子移動度は、 $5 \text{ cm}^2 / \text{V s e c}$ から $20 \text{ cm}^2 / \text{V s e c}$ の範囲で観察された。この例は、高移動度、高スイッチ速度の TFT を実証するものであり、低温でアモルファス金属酸化物半導体材料を用いて製作することができる。このような低い処理温度によって、金属酸化物ベースの TFT を、柔軟なプラスチック基板上の電子結合回路に使用することが可能になる。

【 0 0 5 7 】

ここで図 2 に移り、図 2 には、ピクセル内の単一のカラー要素 30 の回線図が示される。以下の開示から理解されるように、MOS トランジスタの斬新な構築および使用のために、2 つのトランジスタ、1 つのキャパシタ、3 つのバス・ラインを含む要素 30 が考えられる。ピクセル 30 は、共通カソード配置であり、ここでは、アレイ内の全ての要素の全てのカソードが、共通の端子または導体に接続される。カラー要素 30 に類似する 3 つのカラー要素は、各フルカラー・ピクセル内に組み込まれ、各ピクセルのために赤色/緑色/青色を照光することが理解されるであろう。当業者間で理解されているように、フルカラー・ディスプレイには、一般に行および列に方向づけられたピクセルのアレイが組み込まれ、その各フルカラー・ピクセルは 3 原色の要素を含み、各要素は、カラー・フィルタ 14 の赤色、緑色、および青色の領域のうちの 1 つに関連する。本発明の一部として示されるように、OLED からのフィルタされない広い発光は、ディスプレイの電力効率お

40

50

よび色の豊かさ（全範囲）を増加させるために、各フルカラー・ピクセル・セットに加えることができる。

【0058】

カラー要素30は、データ・ライン32と選択ライン34との間に結合される。要素30を有する列内の各ピクセルは、データ・ライン32および個別の選択ライン34に結合される。同様に、要素30を有する行内の各要素は、選択ライン34および異なるデータ・ラインに結合される。したがって、データ・ライン32および選択ライン34をアドレスすることによって、ピクセル30が特に選択される。同様の方法で、アレイ内の要素は、選択またはアドレスされ、そして、輝度がデータ・ライン上の信号によって制御される。

10

【0059】

要素30の制御回路は、スイッチング・トランジスタ36、電流レギュレータまたはドライバ・トランジスタ38、および、ストレージ・キャパシタ40を含む。スイッチング・トランジスタ36のゲートは、選択ライン34に接続され、ソース・ドレインは、データ・ライン32とドライバ・トランジスタ38のゲートとの間に接続される。制御回路によって制御されているOLED42は、共通端子または導体に接続されたカソードを有し、また、アノードは、ドライバ・トランジスタ38のソース・ドレインを通して電源V_ddに接続される。ストレージ・キャパシタ40は、電源V_ddとドライバ・トランジスタ38のゲートとの間に接続される。

【0060】

したがって、選択信号が選択ライン34上に現われ、かつ、データ信号がデータ・ライン32上に現われた場合、ピクセル30はアドレスされ、かつ選択される。選択ライン34上の信号は、スイッチング・トランジスタ36のゲートに印加され、トランジスタをONにする。データ・ライン32上のデータ信号は、スイッチング・トランジスタ36のソース・ドレインを通してドライバ・トランジスタ38のゲートに印加され、データ信号の振幅および/または持続時間に従ってドライバ・トランジスタをONにする。その後、ドライバ・トランジスタ38は、一般に駆動電流の形で、OLED42に電力を供給し、OLED42によって生成される輝度または光の強度は、供給された電流の量および/または持続時間に依存する。OLED42の効率のために、駆動電流（すなわちドライバ・トランジスタ38によって提供される要素電流）は、一般にサブマイクロアンペアから数マイクロアンペアの範囲内である。ストレージ・キャパシタ40は、スイッチング・トランジスタ36がオフにされた後も、データ・ライン32上の電圧を記憶する。

20

30

【0061】

ここで図3に移り、図3には、ピクセル内の、単一のカラー要素30'の別の実施例の回線図が示される。この実施例では、図2のコンポーネントと同様のコンポーネントは同様の番号で示されるが、異なる実施例を表わすために、各番号にダッシュ（'）が付加されている。ピクセル30'は、共通アノード配置であり、ここでは、アレイ内の全ての要素の全てのアノードが、共通の端子または導体に接続される。カラー要素30'は、データ・ライン32'と選択ライン34'との間に結合される。要素30'を有する列内の各ピクセルは、データ・ライン32'および個別の選択ライン34'に結合される。同様に、要素30'を有する行内の各要素は、選択ライン34'および異なるデータ・ラインに結合される。したがって、データ・ライン32'および選択ライン34'をアドレスすることによって、ピクセル30'が特に選択される。同様の方法で、アレイ内の各要素は選択またはアドレスされ、そして、輝度がデータ・ライン上の信号によって制御される。

40

【0062】

要素30'の制御回路は、スイッチング・トランジスタ36'、電流レギュレータまたはドライバ・トランジスタ38'、およびストレージ・キャパシタ40'を含む。スイッチング・トランジスタ36'のゲートは、選択ライン34'に接続され、ソース・ドレインは、データ・ライン32'とドライバ・トランジスタ38'のゲートの間に接続される。制御回路によって制御されているOLED42'は、共通端子または導体に接続された

50

アノードを有し、また、カソードは、ドライバ・トランジスタ 38' のソース・ドレインを通して電源 V_{SS} に接続される。ストレージ・キャパシタ 40' は、電源 V_{SS} とドライバ・トランジスタ 38' のゲートとの間に接続される。

【0063】

以上のように、フルカラーのアクティブ・マトリクス有機発光ディスプレイが開示された。それは、透明な基板、基板の上部表面上に配置されたカラー・フィルタ、カラー・フィルタの上部表面上に形成されたスペーサ層、スペーサ層上に形成され、かつピクセルのアレイを画定する金属酸化物薄膜トランジスタ・バックパネル、および、バックパネル上に形成され、かつ、バックパネルを通して下方へ2つの発光プロフィールで可視光線を発光するために配置された有機発光装置のアレイ、スペーサ層、カラー・フィルタ、およびフルカラー・ディスプレイ内の基板を含む。カラー・フィルタ、および、単一のファイン・パターンニング・ステップにより作成された有機発光装置のアレイの組合せによって、有機発光装置の製造、したがって装置の使用を単純化することができる。さらに、金属酸化物薄膜トランジスタ・バックパネルによって、光をバックパネルおよび基板を通して下方へ透過させることができるので、ピクセル・サイズを実質的に縮小（または発光を改良）するために開口率を実質的に増加させることが可能になる。

10

【0064】

当業者であれば、例示目的としてここで選択された実施例に対する様々な変更および修正を、容易に想起することができるであろう。そのような修正および変更は、本発明の精神から逸脱しない限り、本発明の範囲に含まれると解すべきであり、それは下記の請求項の公平な解釈によってのみ評価される。

20

【0065】

本発明は、当業者がそれを理解しかつ実行できるように、明瞭かつ簡潔な用語で十分に記述された。

【符号の説明】

【0066】

- 10 ディスプレイ
- 12 基板
- 14 カラー・フィルタ
- 16 スペーサ層
- 18 MOTET層（バックパネル）
- 20 OLED層（アレイ）
- 22 シール（保護コーティング）
- 30, 30' カラー要素（ピクセル）
- 32, 32' データ・ライン
- 34, 34' 選択ライン
- 36, 36' スイッチング・トランジスタ
- 38, 38' ドライバ・トランジスタ（電流レギュレータ）
- 40 ストレージ・キャパシタ
- 42, 42' OLED
- 50, 70 OLEDジェネレータ
- 52, 72 カソード
- 53, 73 電子注入層
- 54, 74 電子輸送層
- 55, 75 正孔注入層
- 56, 76 正孔輸送層
- 57, 58, 77, 78 発光層
- 60, 80 カラー・フィルタ
- 62, 82 青色ゾーン
- 63 赤色ゾーン

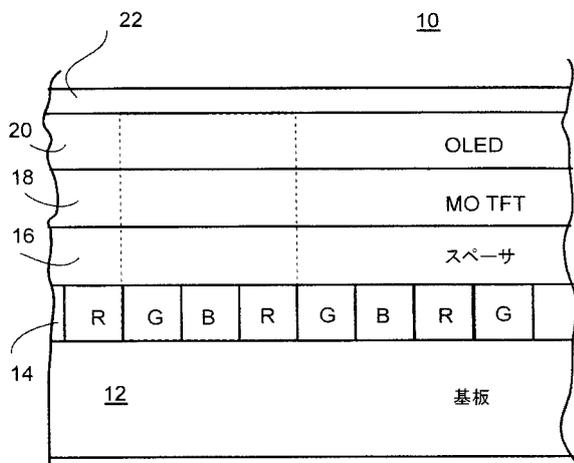
30

40

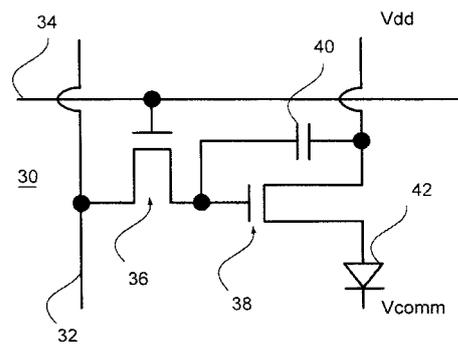
50

- 6 4 緑色ゾーン
- 6 5 空色ゾーン
- 8 3 緑色ゾーン
- 8 4 赤色ゾーン

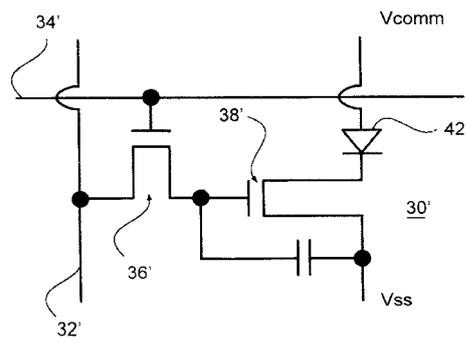
【図 1】



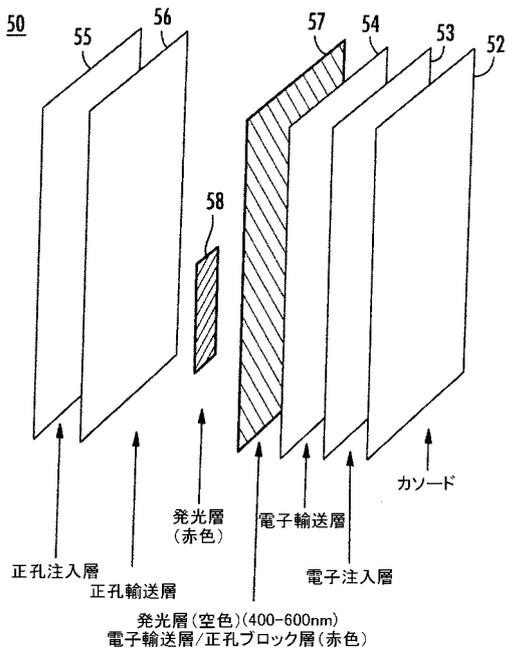
【図 2】



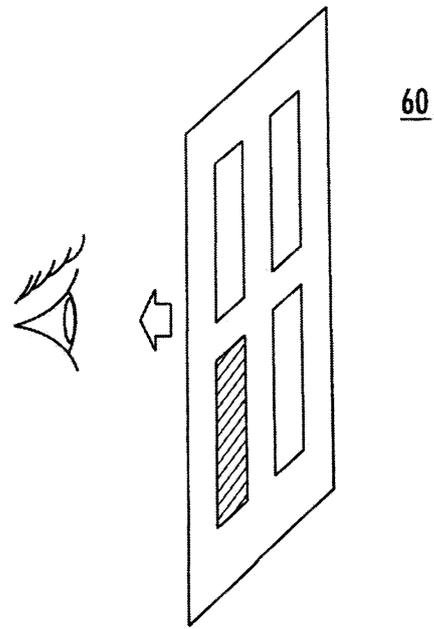
【図 3】



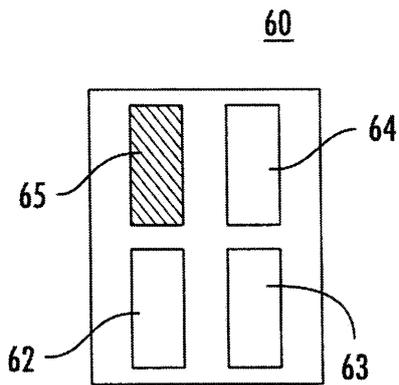
【 図 4 】



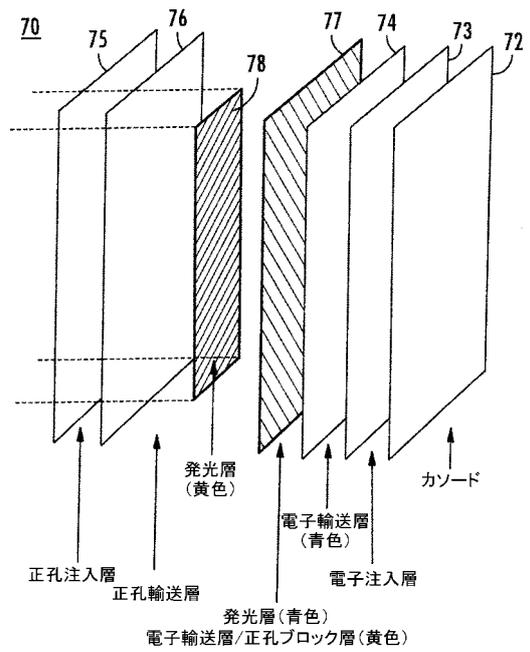
【 図 5 】



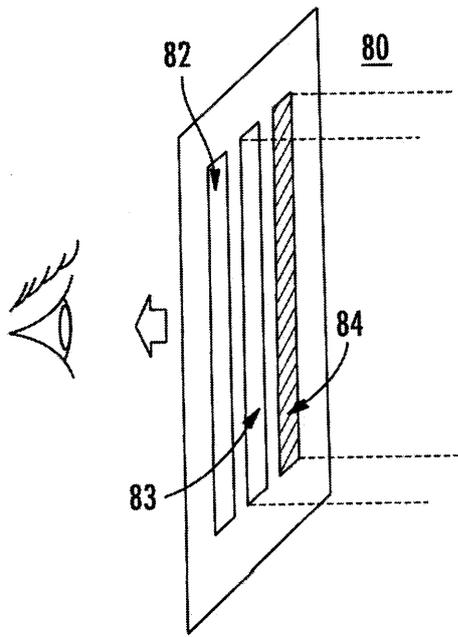
【 図 6 】



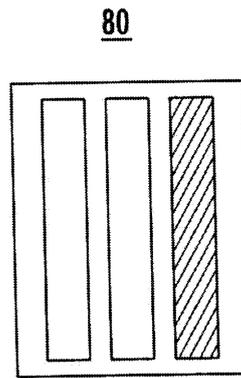
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 シェ, チャンロン

アメリカ合衆国 アリゾナ州 8 5 2 5 3 パラダイス・バレー イースト・バー・ジュー・レー
ン 6 7 3 9

(72)発明者 ユ, ガン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 3 1 1 1 サンタ・バーバラ カミノ・カンパーナ 6 6 7

Fターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC14 CC21 CC31 CC33 CC35 CC42 CC45 DD02
DD51 EE04 EE22 EE27 FF13 GG07 GG08 GG09 GG11

【外国語明細書】

2013012477000001.pdf