

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-537631

(P2008-537631A)

(43) 公表日 平成20年9月18日(2008.9.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10	3K107
G09F 9/30 (2006.01)	G09F 9/30	5C094
H01L 27/32 (2006.01)	G09F 9/30	5F110
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/00	5G435
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14	A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁) 最終頁に続く

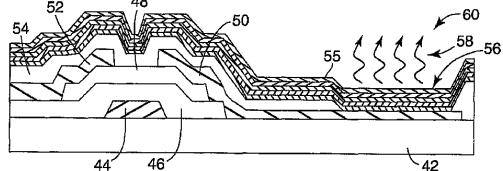
(21) 出願番号	特願2008-504230 (P2008-504230)	(71) 出願人	599056437 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー
(86) (22) 出願日	平成18年3月27日 (2006.3.27)		アメリカ合衆国 55133-3427
(85) 翻訳文提出日	平成19年11月27日 (2007.11.27)		ミネソタ州, セントポール, スリーエム センター ポスト オフィス ボックス 33427
(86) 國際出願番号	PCT/US2006/011130	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(87) 國際公開番号	W02006/105028	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敏
(87) 國際公開日	平成18年10月5日 (2006.10.5)	(74) 代理人	100087413 弁理士 古賀 哲次
(31) 優先権主張番号	11/094, 928	(74) 代理人	100111903 弁理士 永坂 友康
(32) 優先日	平成17年3月31日 (2005.3.31)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ディスプレイの製造方法

(57) 【要約】

ディスプレイの形成方法を記載する。ディスプレイは、酸化亜鉛行ドライバーおよび酸化亜鉛列ドライバーを酸化亜鉛ピクセルトランジスターと有機発光ダイオードと同一のディスプレイ基板上に一体化して有する。有機発光ダイオードは、少なくとも部分的には、ドナーシートからの熱転写プロセスを用いて作製される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

一連の酸化亜鉛チャネル薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーをディスプレイ基板上にパターニングする工程と、

一連の酸化亜鉛チャネルピクセル薄膜トランジスターを前記ディスプレイ基板上にパターニングする工程であって、前記ピクセル薄膜トランジスターは、前記薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーに電気接触した状態である工程と、

一連の有機発光ダイオードを前記ディスプレイ基板上に形成する工程であって、各有機発光ダイオードは、第1の電極と、第2の電極と、前記第1の電極と前記第2の電極との間に配置された発光材料と、を含み、少なくとも1つの有機発光ダイオードの形成は、

第1の電極を少なくとも1つのピクセル薄膜トランジスターに電気接触した状態で提供する工程と、

第1のドナー基材と、第1の発光材料を含む第1の熱転写層と、を含む第1のドナーシートを作製する工程と、

前記第1のドナーシートから前記第1の熱転写層を転写する工程であって、前記第1の熱転写層は、前記第1の電極に隣接して転写される工程と、

第2の電極を堆積する工程であって、前記第1の熱転写層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間に配置される工程と、

を含む工程と、

を含む、ディスプレイの作製方法。

【請求項 2】

前記ドナーシートが、前記ドナー基材と前記第1の転写層との間に配置された光熱変換層をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記第1の熱転写層を転写する工程が、放射線放出源により前記ドナーシートを加熱する工程を含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

前記ドナーシートが、前記光熱変換層と前記第1の熱転写層との間に配置された中間層をさらに含む、請求項2に記載の方法。

【請求項 5】

前記有機発光ダイオードの第1の電極が、少なくとも1つの薄膜トランジスターのソース電極またはドレイン電極に電気接触した状態である、請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

前記ディスプレイ基板と反対側の前記第1の電極の表面上に緩衝層を堆積する工程をさらに含み、前記第1の電極および前記緩衝層が両方とも、前記ディスプレイ基板と前記第1の転写層との間に配置される、請求項1に記載の方法。

【請求項 7】

前記緩衝層上に電荷輸送層、電荷遮断層、電荷注入層、またはそれらの組合せを堆積する工程をさらに含む、請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記ドナーシートが、電荷輸送材料、電荷注入材料、電荷遮断材料、緩衝材料、またはそれらの組合せを含む第2の熱転写層をさらに含み、前記第2の熱転写層が、前記第1の熱転写層と共に転写される、請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

第2のドナー基材と第2の熱転写層とを含む第2のドナーシートを作製する工程と、

前記第2のドナーシートから前記第2の熱転写層を転写する工程であって、前記第2の転写層は、前記第1の電極と前記第2の電極との間に配置される工程と、
をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 10】

前記第2の熱転写層が、電荷輸送材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料、また

10

20

30

40

50

はそれらの組合せを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 1】

前記第 1 の熱転写層を転写する工程が、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極と間の第 1 の領域への第 1 の転写を含み、かつ前記第 2 の転写層を転写する工程が、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極と間の第 2 の領域への第 2 の転写を含み、前記第 1 の領域が、前記第 2 の領域と重ならない、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記第 2 の熱転写層が、前記第 1 の発光材料と異なる波長領域で光を放出する第 2 の発光材料を含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記第 1 の熱転写層を転写する工程が、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極と間の第 1 の領域への第 1 の転写を含み、かつ前記第 2 の転写層を転写する工程が、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極と間の第 2 の領域への第 2 の転写を含み、前記第 1 の領域が、前記第 2 の領域と重なる、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記第 2 の熱転写層が、電荷輸送材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料、またはそれらの組合せを含む、請求項 1 3 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記ディスプレイ基板上に前記一連の酸化亜鉛チャネル薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーをパターニングする工程ならびに前記一連の酸化亜鉛チャネルピクセル薄膜トランジスターをパターニングする工程が、フォトリソグラフィーにより形成する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記ディスプレイ基板上に前記一連の酸化亜鉛チャネル薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーをパターニングする工程ならびに前記一連の酸化亜鉛チャネルピクセル薄膜トランジスターをパターニングする工程が、高分子アパーチャーマスクを使用する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記行ドライバーおよび前記列ドライバーならびに前記ピクセル薄膜トランジスターの上に封入材層をパターニングする工程をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に第 2 の層を堆積する工程をさらに含み、前記第 2 の層が、電荷移動材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料、またはそれらの組合せを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第 2 の層が、高分子アパーチャーマスクを用いてパターニングされる、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第 1 の電極が透明である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 2 の電極が透明である、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

ディスプレイの形成方法を提供する。ディスプレイは、酸化亜鉛行ドライバーおよび酸化亜鉛列ドライバーを酸化亜鉛ピクセルトランジスターと有機発光ダイオードと同一のディスプレイ基板上に一体化して有する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

ディスプレイのバックプレーンは、ディスプレイデバイスにおいて、たとえば、液晶デ

10

20

30

40

50

ディスプレイ（LCD）、有機発光ダイオードディスプレイ（OLED）、または他のディスプレイ手段において、重要な要素である。ディスプレイのバックプレーンは、表示スクリーンに画像を表示させるように回路が形成されるプラットフォームとして機能する基板を含む。典型的には、そのようなディスプレイのバックプレーンは、光を発生させて目視画像を形成するようにOLEDセルなどのピクセル素子のアレイに電気信号を提供するピクセルトランジスターのアレイを含む。ディスプレイ用の他の回路は、行ドライバーおよび列ドライバーを含むが、これらは、典型的には、バックプレーン上に配置されない。行ドライバーおよび列ドライバーは、入力ビデオデータをデコードしてピクセルトランジスターを個別にアクティブにすることによりピクセルを個別に制御する。

【0003】

10

ピクセルトランジスターは、典型的には、バックプレーン上にじかに配置されるので、薄型スクリーンコンピューターや薄型テレビモニターのような薄型ディスプレイ、電話機、および他の小型デバイスで使用する場合、ピクセルトランジスターは、薄膜トランジスターとして形成される。行ドライバーおよび列ドライバーは、典型的には、バックプレーン上に配置されないので、それらは、必ずしも薄膜トランジスターであるとは限らない。しかしながら、行ドライバーおよび列ドライバーは、ディスプレイ回路ボードに実装された集積回路チップ上などで個別スペースを占有する。

【0004】

20

行ドライバーおよび列ドライバーとバックプレーンアレイとの相互接続は、複雑になることもある。行および列の数が増加するにつれて、相互接続密度は増大する。行ドライバーおよび列ドライバーが、ガラスに結合されたシリコンチップである場合でさえも、相互接続の複雑度レベルは、極端に高くなることもある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

いくつかの表示スクリーン用途では、行ドライバーおよび列ドライバーのチップに必要とされるスペースを排除するかもしくは他の目的のために確保すること、ならびに／または行ドライバーおよび列ドライバーをピクセルトランジスターに、より近接させることが望ましい。したがって、行ドライバーおよび列ドライバーは、ピクセルトランジスターと共にバックプレーン上を直接移動させるようにすることが望ましい。しかしながら、行ドライバーおよび列ドライバーは、非常に高速にスイッチングを行う能力を有していなければならぬので、アモルファスシリコンのような低移動度の半導体チャネルを利用する従来の薄膜トランジスター構成では、問題を生じるようになる。

【0006】

40

とくに有機発光ダイオード型ディスプレイの場合、できるかぎり大きい電子移動度を有する半導体を含む薄膜トランジスターを備えることが有利である。一般的には、電子移動度は、トランジスターの速度および／またはトランジスターのサイズに直接影響を及ぼす。アモルファスシリコンのような半導体は、 $0.5 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 程度の電界効果移動度を有しうる。ポリシリコンのような材料は、より高い移動度（ $20 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 超）を有するが、より高い加工温度およびより複雑な製造手順を必要とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

本発明の実施形態は、ディスプレイ基板上にモノリシックに一体化された（すなわち、併行してかつ実質的に同一のプロセスによりパターン化された）行ドライバーおよび列ドライバーならびにピクセルトランジスターを利用するとともに表示素子として有機発光ダイオード（OLED）をも利用するディスプレイとディスプレイの製造方法とを提供することにより、これらの問題および他の問題に対処する。行ドライバーおよび列ドライバーならびにピクセルトランジスターは、表示信号を適切にデコードしてOLEDピクセルをアクティブにするのに必要なスイッチング速度を達成にするのに十分な高移動度を有する酸化亜鉛（ZnO）チャネルを備えた薄膜トランジスターとして作製される。酸化亜鉛行

ドライバーおよび酸化亜鉛列ドライバーは、表示スクリーン上に画像を形成するようにアレイのOLEDをアクティブにする酸化亜鉛ピクセルトランジスターのアドレス指定を行う。

【0008】

ディスプレイの形成方法は、ディスプレイ基板（たとえば、バックプレーン基板）上に一連の酸化亜鉛チャネル薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーをパターニングすることを含む。本方法はさらに、ピクセル薄膜トランジスターが薄膜行ドライバーおよび薄膜列ドライバーと電気接触するようにディスプレイ基板上に一連の酸化亜鉛チャネルピクセル薄膜トランジスターをパターニングすることを含む。本方法はまた、ディスプレイ基板上に一連の有機発光ダイオードを形成することを含む。各有機発光ダイオードは、第1の電極と、第2の電極と、第1の電極と第2との電極との間に配置された発光材料と、を含む。有機発光ダイオードのうちの少なくとも1つは、第1の電極を少なくとも1つのピクセル薄膜トランジスターに電気接触した状態で提供することと、第1のドナー基材と、第1の発光材料を含む第1の熱転写層と、を含む第1のドナーシートを作製することと、第1の熱転写層が第1の電極に隣接するように第1のドナー基材から第1の転写層を転写することと、第1の熱転写層が第1の電極と第2の電極との間に配置されるように第2の電極を堆積することと、により形成される。

10

【0009】

本明細書中で使用する場合、「隣接」という用語は、一方の層が他方の層の近傍に配置されることを意味する。隣接層は、1層以上の層に接触した状態またはそれらにより分離された状態をとりうる。隣接層は、典型的には、一方の層の領域が他方の層の領域内に存在するよう互いにアライメントされる。

20

【0010】

上記の本発明の概要は、本発明のそれぞれの開示された実施形態やすべての実装態様について記述することを意図したものではない。以下の図面、詳細な説明、および実施例により、これらの実施形態についてより具体的に説明する。

【0011】

本発明の種々の実施形態に関する以下の詳細な説明を添付の図面に関連させて検討すれば、本発明は、より完全に理解されうる。

30

【0012】

本発明は種々の変更形態および代替形態に適用しうるが、図面ではそれらの特定例を例示的に示した。これらの特定例について詳細に説明する。しかしながら、当然のことではあるが、本発明を記載の特定の実施形態に限定しようとするものではない。そうではなく、本発明の趣旨および範囲に包含されるすべての変更形態、等価形態、および代替形態に適用されることが意図されるものとする。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は、酸化亜鉛行ドライバーと酸化亜鉛列ドライバーとの組合せを酸化亜鉛ピクセルトランジスターとOLEDと同一のディスプレイ基板（たとえば、バックプレーン基板）上に一体化して有するディスプレイの形成方法を提供する。こうして得られるディスプレイは、一体化された行ドライバーおよび列ドライバーのコンパクト性および低減された外部相互接続と共にOLEDの優れた目視特性を提供する。酸化亜鉛半導体は、少なくとも $5 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ まで、少なくとも $10 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ まで、少なくとも $15 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ まで、または少なくとも $20 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ までの電界効果移動度を有しうる。これらの比較的高い移動度は、たとえば、行ドライバーおよび列ドライバーまたはそれらの組合せにおいて、速いトランジスタースイッチング速度、速いデータ転送速度を可能にしうる。

【0014】

ディスプレイの形成方法は、ディスプレイ基板上に一連の酸化亜鉛チャネル薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーをパターニングすることを含む。本方法は

50

さらに、ピクセル薄膜トランジスターが薄膜行ドライバーおよび薄膜列ドライバーと電気接觸するようにディスプレイ基板上に一連の酸化亜鉛チャネルピクセル薄膜トランジスターをパターニングすることを含む。本方法はまた、ディスプレイ基板上に一連の有機発光ダイオードをパターニングすることを含む。各有機発光ダイオードは、第1の電極と、第2の電極と、第1の電極と第2との電極との間に配置された発光材料と、を含む。少なくとも1つの有機発光ダイオードは、第1の電極を少なくとも1つのピクセル薄膜トランジスターに電気接觸した状態で提供することと、第1のドナー基材と、第1の発光材料を含む第1の熱転写層と、を含む第1のドナーシートを作製することと、第1の熱転写層が第1の電極に隣接するように第1のドナー基材から第1の転写層を転写することと、第1の熱転写層が第1の電極と第2の電極との間に配置されるように第2の電極を堆積することと、により形成される。

10

【0015】

有機発光ダイオード、ピクセル薄膜トランジスター、ならびに行ドライバーおよび列ドライバーの薄膜トランジスターのパターニングまたは形成の順序を変更することが可能である。さらに、有機発光ダイオードの部分形成または完全形成の前または後、いずれかのトランジスターの部分形成または完全形成を行うことが可能である。

20

【0016】

当技術分野で公知の種々の技術を利用して、ディスプレイ基板上にトランジスターをパターニングすることが可能である。いくつかの実施形態では、フォトリソグラフィーを利用して、行ドライバーおよび列ドライバーとして使用される薄膜トランジスターならびにピクセル薄膜トランジスターをパターニングすることが可能である。他の実施形態では、アパーチャーマスクを利用して、行ドライバーおよび列ドライバーとして使用される薄膜トランジスターならびにピクセル薄膜トランジスターをパターニングすることが可能である。さらに他の実施形態では、シャドウマスクを用いてピクセル薄膜トランジスターを形成するとともにフォトリソグラフィーを用いて行ドライバーおよび列ドライバーの薄膜トランジスターを形成することが可能であるか、またはフォトリソグラフィーを用いてピクセル薄膜トランジスターを形成するとともにシャドウマスクを用いて行ドライバーおよび列ドライバーの薄膜トランジスターを形成することが可能である。

20

【0017】

トランジスターを作製するためにアパーチャーマスクを利用する例示的な手順は、米国特許出願公開第2003/0152691号明細書および同第2003/0150384号明細書（参照により本明細書に援用されるものとする）に記載されている。アパーチャーマスキングプロセスについてさらに説明する。図1は、薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバー、ピクセル薄膜トランジスター、またはその両方をパターニングするためにアパーチャーマスクを使用しうる堆積ステーションの簡易図である。特定的には、材料を気化させてアパーチャーマスク20を介してディスプレイ基板12上に堆積させる気相堆積プロセスを行うように堆積ステーション10を構築することが可能である。堆積される材料は、薄膜トランジスター層に好適な任意の材料、たとえば、さまざまな素子を形成するために使用される半導体材料、誘電体材料、または導電性材料でありうる。たとえば、有機材料または無機材料を堆積させることができある。いくつかの場合には、有機材料および無機材料の両方を堆積させることができる。

30

【0018】

開口のパターンを有するアパーチャーマスク20は、堆積ステーション10内にディスプレイ基板12に近接させて配置される。ディスプレイ基板12は、形成される所望のディスプレイ回路に依存して任意のさまざまな材料を含みうる。たとえば、ディスプレイ基板12は、可撓性材料、剛性材料、またはそれらの組合せを含みうる。任意のディスプレイ基板、たとえば、ガラス基板、シリコン基板、剛性プラスチック基板、絶縁層のコーティングが施された金属箔などを使用することも可能性がある。

40

【0019】

堆積ステーション10は、典型的には、真空チャンバーである。アパーチャーマスク2

50

0 中のパターンをディスプレイ基板 12 に近接させて固定した後、堆積ユニット 14 を用いても材料 16 を堆積させることが可能である。たとえば、堆積ユニット 14 は、材料 16 を堆積させるようにスパッタリングされるターゲットを含みうる。堆積される材料は、アパーチャーマスク 20 中の開口を介してディスプレイ基板 12 上にパターンを形成する。堆積される材料は、ディスプレイ基板 12 上に回路層の少なくとも一部を提供するよう使用することが可能である。ディスプレイ基板 12 上の堆積パターンは、アパーチャーマスク 20 中の開口のパターンにより規定される。アパーチャーマスク 20 は、以上に記載したような堆積プロセスを用いる小型回路素子の形成が容易になるように十分に小さい開口およびギャップを含みうる。このほかに、アパーチャーマスク 20 中のパターンは、任意の好適な寸法を有しうる。スパッタリングのほかに、たとえば、e ビーム蒸発、抵抗加熱、パルスレーザー堆積などの種々の他の堆積技術を使用することが可能である。

10

【0020】

さらに、アパーチャーマスクを介する堆積は、同様にディスプレイ基板上に存在しかつピクセル薄膜トランジスターに電気接触した状態にある 1 層以上の OLED 層をパターニングするために使用することが可能である。いくつかの実施形態では、熱転写技術を用いて 1 層以上の追加の層を作製するとともに、アパーチャーマスクを用いて 1 層以上の OLED 層を作製することが可能である。たとえば、熱転写技術を用いて少なくとも 1 層の発光層を形成するとともに、アパーチャーマスクを用いて電荷輸送層、電荷注入層、電荷遮断層、緩衝層、またはそれらの組合せを堆積させることが可能である。実施例 2 では、アパーチャーマスクを利用することにより薄膜トランジスターと少なくとも 1 層の OLED 層とをパターニングする一方法についてさらに説明する。

20

【0021】

金属からではなくポリイミドのような高分子材料から構築されたアパーチャーマスクを利用することが有利なこともある。いくつかの実施形態では、高分子アパーチャーマスクは、再配置可能である。メタリックアパーチャーマスクではなく高分子アパーチャーマスクをパターニングに使用する利点の 1 つとしては、薄膜トランジスターまたは OLED の構築に使用される種々の材料に対するアパーチャーマスクによる損傷の可能性がより低いことが挙げられる。高分子アパーチャーマスクを使用する他の利点としては、熱膨張のような種々の原因に基づくマスクの寸法変化を緩和するようにアパーチャーマスクを伸長する能力が挙げられる。

30

【0022】

アパーチャーマスク手順の代わりに、フォトリソグラフィーにより酸化亜鉛型薄膜トランジスター回路をパターニングすることが可能である。酸化亜鉛ピクセル回路を規定するために周知のフォトリソグラフィー技術を利用することが可能である。そのようなフォトリソグラフィー技術の例は、バディー・エル・カレー (Badih El-Kareh) 著、半導体加工技術の基礎 (Fundamentals of Semiconductor Processing Technologies)、クルーウー・アカデミック・パブリッシャーズ (Kluwer Academic Publishers) 刊、ボストン (Boston)、第 4 章、590 - 592 頁 (1995 年) に開示されている。したがって、図 1 のアパーチャーマスクプロセスは、例示を目的として提供されたものであり、ディスプレイの薄膜トランジスターのパターニングに使用される方法に関して限定することを意図したものではない。フォトリソグラフィー技術を用いれば、室温で、または 50 以下、80 以下、もしくは 100 以下の温度で酸化亜鉛ピクセル回路の堆積を行うことが可能である。これらの比較的低い堆積温度を用いれば、より高い堆積温度を必要とするポリシリコンのようないくつかの他の半導体を用いた場合には使用できないディスプレイ基板材料を使用することが可能である。

40

【0023】

図 2 の例は、共通ディスプレイ基板 42 の上へのピクセル薄膜トランジスターおよび OLED の堆積を示している。この例では、OLED 56 は、上面発光型である (すなわち、ディスプレイ基板を介してではなくはそれから離れる方向に発光する)。図 1 に関連し

50

て以上で述べたように、ディスプレイ基板42は、剛性、可撓性、またはそれらの組合せである種々の材料から構築可能である。好適な基板としては、ガラス、金属フォイル、高分子材料、たとえば、ポリオレフィン、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネート、ポリエステル（たとえば、ポリエチレンテレフタレートまたはポリエチレンナフタレート）、ポリアリーレート、およびポリイミド、高分子多層フィルムなどが挙げられる。

【0024】

チタンや金のような導電性材料で構築されたゲート電極44をディスプレイ基板42上に直接パターニングし、次に、シリカ(SiO₂)やアルミナ(Al₂O₃)のようなゲート誘電体46をゲート電極44の上にパターニングして半導体チャネル48からゲート電極44を完全に絶縁することが可能である。半導体チャネル48は、ゲート誘電体46の上にパターニングされた酸化亜鉛層である。すなわち、ゲート誘電体46は、ゲート電極44と半導体チャネル48との間に配置される。10

【0025】

アルミニウムのような導電性材料で構築されたドレイン電極52は、半導体チャネル48の一方の側にパターニングされ、これに対して、個別ソース電極50は、半導体チャネル48の他方の側にパターニングされる。ドレイン電極52およびソース電極50に使用される導電性材料は、同一でありうるかまたは異なりうる。ソース電極50は、ディスプレイ基板42上に延在し、ディスプレイ基板42と他方のOLED56の部分との間に配置される。ソース電極50の延長部は、OLED56用の第1の電極として機能しうる。OLED56が形成されるソース電極50の領域の上方にボイドを残した状態で、ソース/ドレイン電極50、52およびチャネル48を備えた薄膜トランジスター層の上に、光画像形成性エポキシのような材料またはシリカのような他の材料で構築された封入材層54をパターニングすることが可能である。当然のことであろうが、OLED56の第1の電極は、選択される回路設計に依存してソースまたはドレインのいずれかに電気接觸した状態をとりうるので、ソース電極50およびドレイン電極52という用語の使用は、いくらか任意性があることに留意すべきである。20

【0026】

典型的には、ソース電極特徴部およびドレイン電極特徴部は、1マイクロメートル～50マイクロメートル（たとえば、1～40マイクロメートル、5～40マイクロメートル、1～30マイクロメートル、5～30マイクロメートル、1～20マイクロメートル、または5～20マイクロメートル）の半導体チャネル長により分離されるようにパターニングされる。フォトリソグラフィーによりパターニングされた薄膜トランジスターの場合、ゲート長は、1マイクロメートル程度またはそれ以下でありうるが、5マイクロメートルが典型的である。アパーチャーマスクによりパターニングされた薄膜トランジスターの場合、ゲート電極長は、5～60マイクロメートルである可能性が高いが、典型的なゲート長は20～30マイクロメートルである。30

【0027】

図2に示されるピクセル薄膜トランジスターなどの薄膜トランジスターの層をパターニングするいくつかの例示的なプロセスでは、アパーチャーマスクを利用することにより薄膜トランジスターをパターニングすることが可能である。図2に示されるピクセル薄膜トランジスターなどの薄膜トランジスターの層をパターニングする他の例示的なプロセスでは、フォトリソグラフィーにより薄膜トランジスターをパターニングすることが可能である。フォトリソグラフィーによりパターニングする例示的な方法については、実施例1に記載されている。いずれの場合においても、薄膜トランジスター型の行ドライバーおよび列ドライバーならびにピクセル薄膜トランジスターがディスプレイ基板42上にモノリックに一体化されるように、実質的に同時にかつ実質的に同一のプロセスにより薄膜トランジスターをパターニングすることが可能である。40

【0028】

OLED56は、有機材料、有機金属材料、無機材料、またはそれらの組合せよりなる1層以上の層を、第1の電極と第2の電極との間に配置して含む。これらの層のうちの少50

なくとも 1 層は、電気的にアクティブなときに光を放出するエレクトロルミネセンス材料である発光材料を含む。これらの層に含まれる他の好適な材料としては、電荷輸送材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料などが挙げられる。種々の具体例の O L E D 5 6 内のこれらの材料およびそれらの特定の順序については、以下に記載される図 4 A ~ 4 D に示されている。

【 0 0 2 9 】

O L E D 5 6 を通る電流路を完成させるために、第 1 の電極 5 0 と第 2 の電極 5 5 との間に発光材料が配置されるように第 2 の電極 5 5 をパターニングする。第 1 の電極 5 0 および第 2 の電極 5 5 は、典型的には、アライメントされる。第 2 の電極 5 5 を介して光が放出されうるように、第 2 の電極 5 5 は、多くの場合、インジウムスズ酸化物 (I T O) 10 層や薄金属層のような透明材料から構築される。電流が印加されると、O L E D 5 6 のエレクトロルミネセンス材料は、光を放出しうる。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示される構成の動作時、電圧は、ドレイン電極 5 2 に印加される。しかしながら、半導体チャネル 4 8 は、低導電率状態に保持されているので、ゲート電極 4 4 にも電圧が印加されないかぎり、電流はほとんど、ソース電極 5 0 まで流れることはできない。ゲート電極 4 4 に電圧を印加すると、半導体チャネル 4 8 は、より導電性が高くなり、電流は、半導体チャネルを通ってソース電極 5 0 まで流れ、さら O L E D 5 6 を通って流れ、それにより、O L E D 5 6 は、ディスプレイ基板 4 2 から離れる方向に光 5 8 を放出する。したがって、T F T および O L E D のアレイがこのようにアドレス指定されると、画像が表示される。 20

【 0 0 3 1 】

図 3 に示される例は、ガラスや透明ポリマーのような材料で構築された共通透明ディスプレイ基板 6 2 の上へのピクセル薄膜トランジスターおよび O L E D の堆積を示している。ただし、O L E D は、底面発光型である（すなわち、基板を介して光を放出する）。ゲート電極 6 4 は、ディスプレイ基板 6 2 上に直接パターニングされ、次に、ゲート誘電体 6 6 は、半導体チャネル 6 8 からゲート電極 6 4 を完全に絶縁するようにゲート電極 6 4 の上にパターニングされる。この場合も、半導体チャネル 6 8 は、ゲート誘電体 6 6 の上にパターニングされた酸化亜鉛層である。ドレイン電極 7 2 は、半導体チャネル 6 8 の一方の側にパターニングされ、これに対して、個別ソース電極 7 0 は、半導体チャネル 6 8 の他方の側にパターニングされる。O L E D が第 1 の電極 7 7 およびディスプレイ基板 6 2 を介して光を放出することができるように、ソース電極 7 0 は、I T O 電極のような O L E D の透明な第 1 の電極 7 7 に接触する。透明な第 1 の電極 7 7 および O L E D 7 6 の残りの部分がパターニングされる領域の上方にボイドを残した状態で、ソース / ドレイン電極 7 0 、7 2 および半導体チャネル 6 8 を備えた薄膜トランジスター層の上に、この場合も光画像形成性エポキシのような材料またはシリカのような他の材料で構築された封入材層 7 4 をパターニングすることが可能である。発光材料が第 1 の電極 7 7 と第 2 の電極 7 5 との間の層中に含まれるように、第 2 の電極 7 5 を O L E D 7 6 の上に堆積させる。 30

【 0 0 3 2 】

動作時、電圧は、ドレイン電極 7 2 に印加される。しかしながら、半導体チャネル 6 8 は、低導電率状態に保持されているので、ゲート電極 6 4 にも電圧が印加されないかぎり、電流はほとんど、ソース電極 7 0 まで流れない。ゲート電極 6 4 に電圧を印加すると、半導体チャネル 6 8 は、より導電性が高くなり、電流は、半導体チャネルを通ってソース電極 7 0 まで流れ、さら O L E D 7 6 を通って流れ、それにより、O L E D は、第 1 の電極 7 7 およびディスプレイ基板 6 2 を介して光 7 8 を放出する。T F T および O L E D のアレイがこのようにアドレス指定されると、画像が表示される。 40

【 0 0 3 3 】

O L E D は、少なくとも 1 種の発光材料を含む。発光材料は、電気的にアクティブなときに光を放出するエレクトロルミネセンス材料である。各 O L E D は、少なくとも 1 層の発光層を有する。O L E D がアクティブなとき、電子は、カソード（たとえば、第 2 の電

極)から発光層に注入され、正孔は、アノード(たとえば、第1の電極)から発光層に注入される。注入された電荷が反対に荷電した電極の方へ移動するにつれて、それらは、発光層内で再結合し、典型的にはエキシトンと呼ばれる電子・正孔ペアを形成することが可能である。一般にエキシトンが形成されるデバイスの領域は、再結合ゾーンと呼ぶことが可能である。これらのエキシトン、すなわち、励起状態種は、基底状態に戻るときに、光の形態でエネルギーを放出することが可能である。

【0034】

発光層のほかに、他の任意層を第1の電極と第2の電極との間でOLED中に存在させることも可能である。これらの他の層としては、正孔輸送層、電子輸送層、正孔注入層、電子注入層、正孔遮断層、電子遮断層、緩衝層などが挙げられる。さらに、たとえば、エレクトロルミネセンス材料により放出された光の色を他の色に変換するために、OLEDの発光層中または他の層中にフォトoluminescence材料を存在させることが可能である。これらのおよび他のそのような層および材料を用いれば、たとえば、所望の電流/電圧レスポンス、所望のデバイス効率、所望の色、所望の明るさなどを達成するために、OLEDの電子的性質および挙動を変化させたり調整したりすることが可能である。

10

【0035】

図4A~4Dは、種々の代表的なOLED構成を示している。各構成は、ディスプレイ基板250、アノード252(たとえば、第1の電極)、カソード254(たとえば、第2の電極)、および発光層256を含む。また、図4Cおよび4Dの構成は、正孔輸送層258を含み、図4Bおよび4Dの構成は、電子輸送層260を含む。これらの層は、それぞれ、アノードからの正孔またはカソードからの電子を伝導する。

20

【0036】

アノード252およびカソード254は、典型的には、金属、合金、メタリック化合物、導電性金属酸化物、導電性分散体、および導電性ポリマーのような導電性材料、たとえば、金、銀、ニッケル、クロム、バリウム、白金、パラジウム、アルミニウム、カルシウム、チタン、インジウムスズ酸化物(ITO)、フッ素スズ酸化物(FTO)、アンチモンスズ酸化物ATO)、インジウム亜鉛酸化物(IZO)、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)/ポリ(スチレンスルホネート)、ポリアニリン、他の導電性ポリマー、それらの合金、またはそれらの組合せを用いて形成される。アノード252およびカソード254は、導電性材料の単一層でありうるか、または導電性材料の多層を含みうる。たとえば、アノードまたはカソードは、アルミニウム層と金層、カルシウム層とアルミニウム層、アルミニウム層とフッ化リチウム層、または金属層と導電性有機層を含みうる。

30

【0037】

基板を被覆するアノード252の材料は、導電性であり、光学的に透明、半透明、または不透明でありうる。有機エレクトロルミネセンスデバイス用の典型的なアノードは、インジウムスズ酸化物(ITO)である。ITOのほかに、好適なアノード材料としては、酸化インジウム、フッ素スズ酸化物(FTO)、酸化亜鉛、インジウム亜鉛酸化物(IZO)、酸化バナジウム、亜鉛スズ酸化物、金、白金、パラジウム、銀、他の高仕事関数金属、およびそれらの組合せが挙げられる。多くの好適なアノードは、1種以上の金属酸化物を含有する表面を有する。

40

【0038】

いくつかの実施形態では、アノードは、ピクセル薄膜トランジスター中のソース電極またはドレイン電極の形成に使用されるものと同一の導電性材料から調製可能である。そのようなアノードは、所望により、ピクセル薄膜トランジスター中の対応する電極と同時にまたは異なる時間で形成可能である。他の実施形態では、アノードは、ピクセル薄膜トランジスター中のソース電極またはドレイン電極の形成に使用されるものとは異なる導電性材料から調製可能である。

【0039】

典型的なカソード254は、アルミニウム、バリウム、カルシウム、サマリウム、マグ

50

ネシウム、銀、マグネシウム／銀合金、リチウム、イッテルビウム、およびカルシウム／マグネシウム合金のような低仕事関数金属を含む。カソードは、これらの材料の単一層または多層でありうる。たとえば、カソードは、フッ化リチウム層、アルミニウム層、および銀層を含みうる。カソード254は、透明、半透明、または不透明でありうる。

【0040】

いくつかの実施形態では、カソードは、ピクセル薄膜トランジスター中のソース電極またはドレイン電極の形成に使用されるものと同一の導電性材料から調製可能である。そのようなカソードは、所望により、ピクセル薄膜トランジスター中の対応する電極と同時にまたは異なる時間で形成可能である。他の実施形態では、カソードは、ピクセル薄膜トランジスター中のソース電極またはドレイン電極の形成に使用されるものとは異なる導電性材料から調製可能である。

10

【0041】

OLEDの各構成は、1種以上の発光ポリマー(LEP)または他の発光分子、たとえば、小分子(SM)発光化合物を含む発光層256を含む。LEPおよびSM発光化合物をはじめとするさまざまな発光材料を使用することが可能である。

【0042】

いくつかの実施形態では、発光層は、発光ポリマーを含有する。典型的には、LEP材料は、好ましくは溶液処理に適した十分なフィルム形成性を有する共役ポリマー分子または共役オリゴマー分子である。本明細書中で使用する場合、「共役ポリマーまたは共役オリゴマー分子」とは、ポリマー主鎖に沿って非局在化電子系を有するポリマーまたはオリゴマーを意味する。そのようなポリマーまたはオリゴマーは、半導電性であり、高分子鎖またはオリゴマー鎖に沿って正および負の電荷キャリヤーを担持しうる。

20

【0043】

代表的なLEP材料としては、ポリ(フェニレンビニレン)類、ポリ(パラ-フェニレン)類、ポリフルオレン類、現在公知のもしくは今後開発される他のLEP材料、またはそれらのコポリマーもしくはブレンドが挙げられる。好適なLEPはまた、小分子発光化合物をドープしたり、蛍光性もしくは燐光性の染料またはフォトルミネセンス材料と共に分散させたり、活性もしくは非活性の材料とブレンドしたり、活性もしくは非活性の材料と共に分散させたりすることも可能である。好適なLEP材料の例は、クラフト(Kraft)ら著、応用化学国際版(Angew. Chem. Int. Ed.)、第37巻、402-428頁(1998年);米国特許第5,621,131号明細書;同第5,708,130号明細書;同第5,728,801号明細書;同第5,840,217号明細書;同第5,869,350号明細書;同第5,900,327号明細書;同第5,929,194号明細書;同第6,132,641号明細書;および同第6,169,163号明細書;ならびにPCT特許出願公開、国際公開第99/40655号パンフレットにさらに記載されている。

30

【0044】

SM材料は、一般的には、OLEDディスプレイおよびデバイスにおいて、エミッター材料として、電荷輸送材料として、エミッター層中(たとえば、放出された色を制御するために)または電荷輸送層中のドーパントとして、および類似の形で、使用しうる非高分子の有機もしくは有機金属の分子材料である。代表的なSM材料としては、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ジフェニルベンジン(TPD)および金属キレート化合物、たとえば、トリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム(A1q3)およびビフェニラトビス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(BA1q)が挙げられる。他のSM材料は、たとえば、C.H.チェン(C.H.Chen)ら著、高分子シンポジウム(Macromol. Symp.), 第125巻、1頁(1997年);特開2000-195673号公報;米国特許第6,030,715号明細書;同第6,150,043号明細書;および同第6,242,115号明細書;ならびにPCT特許出願公開、国際公開第00/18851号パンフレット(二価ランタニド金属錯体)、同第00/70655号パンフレット(環状金属化イリジウム化合物など)、および同第98/5

40

50

5561号パンフレットに開示されている。これらの小分子のうちのいくつかは、蛍光性および/または発光性でありうる。

【0045】

発光層は、ドーパントと組み合わされたホスト材料を含有しうる。ホスト材料の励起状態は、典型的には、ホスト材料からドーパントにエネルギーを移動できるようにドーパントの励起状態よりも高いエネルギー準位にある。励起されたホスト材料は、典型的には、励起されたドーパントよりも短い波長の光を放出する。たとえば、青色光を放出するホスト材料は、緑色光または赤色光を放出するドーパントにエネルギーを移動することが可能であり、緑色光を放出するホスト材料は、赤色光を放出するドーパントにエネルギーを移動することは可能であるが、青色光を放出するドーパントにエネルギーを移動することはできない。ホスト材料とドーパントとの代表的な組合せとしては、クマリン染料でドープされたトリス(8-ヒドロキシキノリン)アルミニウム、およびルブレンでドープされたビフェニラトビス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウムが挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0046】

正孔輸送層258を用いると、アノードからデバイス中への正孔の注入および再結合ゾーンへのその移動が容易になる。正孔輸送層258はさらに、アノード252への電子の移動に対するバリヤーとして機能しうる。正孔輸送層258は、たとえば、ジアミン誘導体、たとえば、N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン(TPD)、N,N'-ビス(2-ナフチル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン(-NPB)、N,N'-ビス(1-ナフチル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン(NPB)など；またはトリアリールアミン誘導体、たとえば、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(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(MTDA)、4,4',4"-トリ(N-フェノキサジニル)トリフェニルアミン(TPOTA)、1,3,5-トリス(4-ジフェニルアミノフェニル)ベンゼン(TDAPB)などを含みうる。

【0047】

電子輸送層260を用いると、電子の注入および発光層256内の再結合ゾーンへのその移動が容易になる。所望により、電子輸送層260はさらに、カソード254への正孔の移動に対するバリヤーとして機能しうる。例として、電子輸送層260は、トリス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(A1q3)やビフェニラトビス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(BA1q)のような有機金属化合物を用いて形成可能である。電子輸送層260に有用な電子輸送材料の他の例としては、1,3-ビス[5-(4-(1,1-ジメチルエチル)フェニル)-1,3,4-オキサジアゾール-2-イル]ベンゼン；2-(ビフェニル-4-イル)-5-(4-(1,1-ジメチルエチル)フェニル)-1,3,4-オキサジアゾール；9,10-ジ(2-ナフチル)アントラセン(ADN)；2-(4-ビフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール；または3-(4-ビフェニリル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(TAZ)が挙げられる。

【0048】

他の層、たとえば、銅フタロシアニン(CuPc)や亜鉛フタロシアニンのようなポルフィリン系化合物などを含有する正孔注入層；アルカリ金属酸化物やアルカリ金属塩などを含有する電子注入層；2-(4-ビフェニル)-5-(4-t-ブチルフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール(PBD)、2,9-ジメチル-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン(BCP)、ビフェニラトビス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム(BA1q)、または3-(4-ビフェニル)-4-フェニル-5-(4-tert-ブチルフェニル)-1,2,4-トリアゾール(TAZ)のような分子状のオキサジアゾール誘導体やトリアゾール誘導体などを含有する正孔遮断層；N,N'-ビス(1-ナフチル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン(NPB)や4,4',4"-ト

10

20

30

40

50

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 (M T D A T A)などを含有する電子遮断層 ; などもまた、有機発光素子中に存在しうる。さらに、たとえば、エレクトロルミネセンス材料により放出された光の色を他の色に変換するために、これらの層中にフォトルミネセンス材料を存在させることが可能である。これらのおよび他のそのような層および材料を用いれば、たとえば、所望の電流 / 電圧レスポンス、所望のデバイス効率、所望の色、所望の明るさ、所望のデバイス寿命、またはこれらの特徴の所望の組合せのような 1 つ以上の特徴を達成するために、層状 O L E D の電子的性質および挙動を変化させたり調整したりすることが可能である。

【 0 0 4 9 】

O L E D は、アノード、カソードの一表面、またはそれらの組合せの上に典型的には被覆される緩衝層を場合により有しうる。緩衝層は、典型的には、電極からの注入を促進し、さらには電極の平坦化を支援することも可能である。この平坦化は、電極の不均一性に起因する短絡の減少または排除を支援しうる。このほかに、緩衝層は、緩衝層上での他の層の形成、たとえば、熱転写による緩衝層上での他の層の形成を促進しうる。米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 0 0 4 4 3 3 A 1 号明細書にさらに記載されかつ参照により本明細書に援用されるいくつかの代表的な緩衝層は、トリアリールアミン正孔輸送材料と電子受容体材料とを含みうる。他の例として、アノードの表面上の緩衝層は、共役ポリマーおよびポリマーブレンド、たとえば、ポリ(エチレンジオキシチオフェン) / ポリ(スチレンスルホネート)(P E D O T / P S S)、小分子、たとえば、銅フタロシアニン(C u P C)などを含みうる。カソードの表面上の緩衝層は、たとえば、金属リチウムまたはリチウム塩と一緒に共堆積されたアルミニウムトリス(8 - ヒドロキシキノリン)(A l q)のような金属ドープ小分子を含みうる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

とくに上述されていないが、当然のことながら、図 2 および 3 に示される O L E D を包囲する封入材を組み込むことにより周囲の素子への暴露から O L E D を保護することが可能である。その場合、図 2 および 3 に示される封入材はさらに、薄膜トランジスターおよび O L E D スタックを封入する。

【 0 0 5 1 】

一連の O L E D のうちの少なくとも 1 つの O L E D は、第 1 の電極を少なくとも 1 つのピクセル薄膜トランジスターに電気接触した状態で提供することと、第 1 のドナー基材と、第 1 の発光材料を含有する第 1 の熱転写層と、を含む第 1 のドナーシートを作製することと、第 1 の熱転写層が第 1 の電極に隣接するように第 1 のドナー基材から第 1 の転写層を転写することと、第 1 の熱転写層が第 1 の電極と第 2 の電極との間に配置されるように第 2 の電極を堆積することと、により形成される。

【 0 0 5 2 】

O L E D の形成プロセスにおいて、ドナー基材上にコーティングされた少なくとも 1 層の熱転写層を含むドナーシートを作製することが可能である。次に、選択的熱転写を介してドナーシートからレセプターに熱転写層をパターニングすることが可能である(たとえば、第 1 の電極上にまたは第 1 の電極に隣接してパターニングすることが可能である)。レセプターとは、ドナーシートから熱転写層を受容する表面のことである。いくつかの実施形態では、レセプターは、第 1 の電極である。他の実施形態では、レセプターは、第 1 の電極上にすでに堆積されている他の層、たとえば、緩衝層、電荷輸送層、電荷遮断層、電荷注入層などである。

【 0 0 5 3 】

ドナー基材上に熱転写層をコーティングし、続いてドナーシートからの選択的熱転写を介してパターニングを行うことは、コーティング形成工程をパターニング工程から分離することを意味する。コーティング工程とパターニング工程とを分離する利点は、従来のパターニングプロセスを用いた場合には、たとえ可能であったとしても、パターニングすることが困難である他の材料の上にまたはその隣に材料をパターニングしうる点である。たとえば、溶媒コーティング層を溶媒の影響を受けやすい材料上に直接コーティングしたと

きに溶媒の存在下で溶解されたり、攻撃されたり、浸透したり、かつ／またはその所定の目的に合った操作ができなくなったりするような溶媒の影響を受けやすい材料の上に溶媒コーティング層をパターニングすることが可能である。

【0054】

ドナーシートは、ドナー基材を1層以上の熱転写層でコーティングすることにより作製される。熱転写層のうちの少なくとも1層は、発光材料を含む。たとえば、1層の熱転写層は、発光層を含みうる。そして第2の熱転写層は、電荷輸送材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料などから選択される材料を含みうる。

【0055】

複数の熱転写層を有するドナーシートは、たとえば、ドナー基材上に第1の材料を溶媒コーティングすることと、コーティングを適切に乾燥させることと、次に、第1の材料をコーティングするために使用した溶媒の影響を受ける可能性のある材料を含む第2の層を堆積させることと、により作製可能である。第2の層の損傷は、第2の層をコーティングする前に溶媒の大部分もしくはほとんどを第1の層から蒸発させるかまたは他の方法で除去することにより、最小限に抑えられるかまたは回避することが可能である。多層ユニットを熱転写させると、レセプター上に転写された層は、ドナーシート上の順序とは逆の順序になる。このため、溶媒の影響を受けやすい層は、溶媒コーティング層の下側にパターンングされうる。そのほか、第1および第2の層は、個別ドナーシートからレセプターに転写させる必要はない。溶媒の影響を受けやすい材料を、任意の好適な方法により、たとえば、ドナーから熱転写されることにより、パターンングしてから、他のドナーを用いて溶媒コーティング材料を転写させる他の熱転写工程を行うことが可能である。溶媒との適合性がない可能性のあるレセプター上の材料または層の隣に（ただし、必ずしも接触した状態である必要はない）溶媒コーティング材料をパターン熱転写する場合にも、同じことがあてはまる。

10

20

30

40

【0056】

図5に示されるように、ドナーシート200は、ドナー基材210、任意の下層212、任意の光熱変換（LTHC）層214、任意の中間層216、および第1の熱転写層218を含みうる。追加の熱転写層は、第1のサーマル層218に隣接させてドナーシートに組み込むことが可能である。

【0057】

ドナー基材210は、ポリマーフィルムまたは任意の他の好適な（好ましくは透明な）基材でありうる。1つの好適なタイプのポリマーフィルムは、ポリエスチルフィルム、たとえば、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムまたはポリエチレンナフタレート（PEN）フィルムである。しかしながら、特定の用途に応じて、十分な光学的性質（たとえば、特定の波長における高い光透過性）または十分な機械的安定性および熱的安定性を備えた他のフィルムを使用することが可能である。少なくともいくつかの場合には、上側に均一なコーティングを形成しうるように、ドナー基材はフラットである。ドナー基材はまた、典型的には、ドナーシートの1層以上の層を加熱したとしても安定に保持される材料から選択される。しかしながら、以下に記載されるように、基材とLTHC層との間に下層を組み込むことにより、画像形成時にLTHC層中で発生した熱がドナー基材に伝達しないようにすることができます。ドナー基材の典型的な厚さは、0.025～0.15mm、0.05～0.15mm、または0.05～0.1mmの範囲内であるが、より厚いまたはより薄いドナー基材を使用することも可能である。

50

【0058】

ドナー基材および任意の隣接する下層を形成するために使用される材料は、ドナー基材と下層との間の接着性の改良、ドナー基材と下層との間の熱輸送の制御、LTHC層へのイメージング放射線の伝達の制御、イメージング欠陥の減少などが達成されるように選択可能である。ドナー基材上に後続層をコーティングする際の均一性を増大させるために、ドナー基材と隣接層と間の結合強度を増大させるために、またはその組合せを目的として、任意の下地層を使用することが可能である。

50

【 0 0 5 9 】

任意の下層 212 は、ドナー基材と LTHC 層との間にコーティング可能であるかまたは他の方法により配設可能である。下層は、画像形成時に基材と LTHC 層との間の熱流動を制御するように、または保存時、取扱い時、ドナー加工時、もしくは画像形成時にドナー要素に機械的安定性を付与するように機能しうる。好適な下層および下層を提供する方法の例は、米国特許第 6,284,425 号明細書（参照により本明細書に援用されるものとする）に開示されている。

【 0 0 6 0 】

下層は、ドナー要素に所望の機械的性質または熱的性質を付与する物質を含みうる。たとえば、下層は、ドナー基材と比較して低い（比熱 × 密度）または低い熱伝導率を呈する材料を含みうる。そのような下層を用いて転写層への熱流動を増大させることにより、たとえば、ドナーのイメージング感度を改良することが可能である。

10

【 0 0 6 1 】

下層は、その機械的性質を得るために添加されるかまたはドナー基材と LTHC との間の接着性を増大させるために添加され材料をも含みうる。所望により、基材と LTHC 層との間の接着性を改良する下層を用いることにより、転写画像の歪みを減少させることができある。いくつかの場合には、下層を用いることにより、それを用いなければドナーシートの画像形成時に発生するおそれのある LTHC 層などの離層または分離を減少させるかまたは回避することが可能である。これにより、熱転写層の転写部分が呈する物理的歪みの量を減少させることができる。しかしながら、他の場合には、たとえば、断熱機能を提供しうる層間エアギャップを画像形成時に生成するために、層間の分離を少なくともある程度促進する下層を画像形成時に使用することが望ましいこともある。また、画像形成時に分離を起こせば、画像形成時に LTHC 層を加熱することにより発生する可能性のあるガスを逃がすためのチャネルを提供することが可能である。そのようなチャネルを提供することにより、イメージング欠陥を減少させることができる。

20

【 0 0 6 2 】

下層は、イメージング波長で実質的に透過性でありうるか、またはイメージング放射線に対して少なくとも部分的に吸収性もしくは反射性でありうる。下層によりイメージング放射線を減衰または反射させることにより、画像形成時に発熱を制御することが可能である。

30

【 0 0 6 3 】

放射線エネルギーをドナーシート中に結合するために、図 5 に示される LTHC 層 214 をドナーシート中に組み込むことが可能である。LTHC 層には、多くの場合、入射放射線（たとえば、レーザー光）を吸収し、入射放射線の少なくとも一部分を熱に変換することにより、ドナーシートからレセプターへの転写層の転写を可能にする放射線吸収剤が含まれる。

40

【 0 0 6 4 】

一般的には、LTHC 層中の放射線吸収剤は、電磁スペクトルの赤外、可視、または紫外の領域の光を吸収し、吸収した放射線を熱に変換する。放射線吸収剤は、典型的には、所定のイメージング放射線に対してかなり吸収性が大きく、イメージング放射線の波長で約 0.2 ~ 3 の範囲内またはそれ以上の光学濃度を有する LTHC 層を提供する。層の光学濃度とは、層を透過した光の強度と層に入射した光の強度との比の対数（10 を底とする）の絶対値のことである。

【 0 0 6 5 】

放射線吸収材料は、LTHC 層全体にわたり均一に配置することができるか、または不均一に分布させることができる。たとえば、米国特許第 6,228,555 号明細書に記載されているように、不均一な LTHC 層を用いてドナーシート中の温度プロファイルを制御することが可能である。これにより、改良された転写性（たとえば、意図した転写パターンと実際の転写パターンとの間のより良好な忠実度）を有するドナーシートを得ることが可能である。

50

【0066】

好適な放射線吸収材料としては、染料（可視染料、紫外染料、赤外染料、蛍光染料、および放射線偏光染料）、顔料、金属、金属化合物、金属膜などが挙げられる。代表的な放射線吸収剤としては、カーボンブラック、金属酸化物、金属スルフィドなどが挙げられる。好適なLTHC層の一例は、カーボンブラックのような顔料と、有機ポリマーのようなバインダーと、を含む。他の好適なLTHC層は、薄膜として形成された金属または金属／金属酸化物、たとえば、ブラックアルミニウム（すなわち、黒色の外観を有する部分酸化アルミニウム）を含む。メタリック化合物および金属化合物の膜は、たとえば、スパッタリングや蒸発堆積のような技術により形成することが可能である。バインダーおよび任意の好適な乾式もしくは湿式のコーティング法を用いて、微粒子コーティングを形成することが可能である。LTHC層としては、類似のもしくは異なる材料を有する2層以上の層も挙げられる。たとえば、カーボンブラックをバインダー中に配置して含有するコーティングを覆うようにブラックアルミニウムの薄層を気相堆積させることにより、LTHC層を形成することが可能である。

10

【0067】

LTHC層中の放射線吸収剤として使用するのに好適な染料は、バインダー材料中に分散されたまたはバインダー材料中に少なくとも部分的に溶解された微粒子の形態で存在しいうる。分散された微粒子放射線吸収剤を用いる場合、粒子サイズは、少なくともいくつかの場合には、約10マイクロメートル以下にすることが可能であり、約1マイクロメートル以下にすることも可能である。好適な染料としては、スペクトルのIR領域で吸収する染料が挙げられる。特定のバインダーまたはコーティング溶媒への溶解性およびそれらとの相溶性ならびに吸収の波長域のような因子に基づいて、特定の染料を選択することが可能である。

20

【0068】

放射線吸収剤として顔料材料をLTHC層中で使用することも可能である。好適な顔料の例としては、カーボンブラックおよび黒鉛、ならびにフタロシアニン類、ニッケルジチオレン類、さらには米国特許第5,166,024号明細書および同第5,351,617号明細書に記載されている他の顔料が挙げられる。このほか、たとえば、ピラゾロンイエロー、ジアニシジンレッド、およびニッケルアゾイエローの銅またはクロムの錯体をベースとする黒色アゾ顔料も有用でありうる。たとえば、アルミニウム、ビスマス、スズ、インジウム、亜鉛、チタン、クロム、モリブデン、タンゲステン、コバルト、イリジウム、ニッケル、パラジウム、白金、銅、銀、金、ジルコニウム、鉄、鉛、およびテルルのような金属の酸化物および硫化物を含む無機顔料を使用することも可能である。金属のホウ化物、炭化物、窒化物、炭窒化物、プロンズ構造酸化物、および構造上プロンズ族に関連する酸化物（たとえば、WO_{2.9}）を使用することも可能である。

30

【0069】

金属放射線吸収剤は、たとえば、米国特許第4,252,671号明細書に記載されているような粒子の形態で、または米国特許第5,256,506号明細書に開示されているような膜として、使用することも可能である。好適な金属としては、たとえば、アルミニウム、ビスマス、スズ、インジウム、テルル、および亜鉛が挙げられる。

40

【0070】

LTHC層に使用するのに好適なバインダーとしては、フィルム形成性ポリマー、たとえば、フェノール樹脂（たとえば、ノボラック樹脂およびレゾール樹脂）、ポリビニルブチラール樹脂、ポリビニルアセテート、ポリビニルアセタール、ポリビニリデンクロリド、ポリアクリレート、セルロースエーテルおよびセルロースエステル、ニトロセルロース、ならびにポリカーボネートなどが挙げられる。好適なバインダーとしては、重合もしくは架橋されたまたは重合もしくは架橋しうるモノマー、オリゴマー、またはポリマーが挙げられうる。LTHCバインダーの架橋を促進するために、光開始剤のような添加剤を組み込むことが可能である。いくつかの実施形態では、バインダーは、主に、任意のポリマーと共に架橋性のモノマーまたはオリゴマーのコーティングを用いて形成される。

50

【0071】

熱可塑性樹脂（たとえば、ポリマー）を組み込むことにより、少なくともいくつかの場合には、LTHC層の性能（たとえば、転写性または塗布性）を改良することが可能である。熱可塑性樹脂によりドナー基材へのLTHC層の接着性を改良しうると考えられる。一実施形態では、バインダーは、25～50重量パーセントの熱可塑性樹脂を含む（重量パーセントを計算する際、溶媒を除外する）。たとえば、バインダーは、25～45重量パーセントまたは30～34重量パーセントの熱可塑性樹脂を含みうる。他の実施形態では、バインダーは、1～30重量パーセント、1～20重量パーセント、または1～15重量パーセントの熱可塑性樹脂を含有する。熱可塑性樹脂は、典型的には、バインダーの他の材料と相溶性であるように（すなわち、1相の組合せ物を形成するように）選択される。少なくともいくつかの実施形態では、熱可塑性樹脂は、 $9 \sim 13 (\text{cal/cm}^3)^{1/2}$ の範囲内または $9.5 \sim 12 (\text{cal/cm}^3)^{1/2}$ の範囲内の溶解度パラメーターを有する。好適な熱可塑性樹脂の例としては、ポリアクリル、スチレン・アクリルポリマーおよび樹脂、ポリビニルブチラールなどが挙げられる。

10

【0072】

コーティングプロセスを容易に行えるように、界面活性剤や分散剤のような従来型のコーティング助剤を添加することが可能である。LTHC層は、当技術分野で公知のさまざまなコーティング法を用いてドナー基材上にコーティングすることが可能である。高分子または有機のLTHC層は、少なくともいくつかの場合には、0.05～20マイクロメートル、0.5～15マイクロメートル、1～10マイクロメートル、または1～7マイクロメートルの厚さにコーティング可能である。無機LTHC層は、少なくともいくつかの場合には、0.0005～10マイクロメートル、0.001～10マイクロメートル、または0.001～1マイクロメートルの範囲内の厚さにコーティング可能である。

20

【0073】

図5において、任意の中間層216は、LTHC層214と第1の転写層218との間に配設可能である。中間層は、たとえば、転写層の転写部分の損傷および汚染を最小限に抑えるために使用することが可能であり、これにより、転写層の転写部分の歪みを低減させることも可能である。中間層はまた、ドナーシートの残りの部分への転写層の接着性に影響を及ぼすこともある。典型的には、中間層は、高い耐熱性を有する。好ましくは、中間層は、とくに、転写画像の機能が損なわれるほど、イメージング条件下で歪んだり、化学分解したりしない。中間層は、典型的には、転写プロセス時、LTHC層に接触した状態で保持され、実質的に転写層と共に転写されることはない。

30

【0074】

好適な中間層としては、たとえば、ポリマーフィルム、金属層（たとえば、気相堆積金属層）、無機層（たとえば、無機酸化物（たとえば、シリカ、チタニア、および他の金属酸化物）のゾル・ゲル堆積層および気相堆積層）、ならびに有機／無機複合層が挙げられる。中間層材料として好適な有機材料としては、熱硬化性材料および熱可塑性材料の両方が挙げられる。好適な熱硬化性材料には、熱、放射線、または化学的処理により架橋される樹脂が含まれ、例としては、架橋されたまたは架橋しうるポリアクリレート類、ポリメタクリレート類、ポリエステル類、エポキシ類、およびポリウレタン類が挙げられる。たとえば、熱可塑性前駆体として熱硬化性材料をLTHC層上にコーティングし、続けて架橋することにより架橋中間層を形成することが可能である。

40

【0075】

中間層に好適な熱可塑性材料としては、たとえば、ポリアクリレート類、ポリメタクリレート類、ポリスチレン類、ポリウレタン類、ポリスルホン類、ポリエステル類、およびポリイミド類が挙げられる。これらの熱可塑性有機材料は、従来のコーティング法（たとえば、溶媒コーティング、スプレーコーティング、または押し出しコーティング）により適用可能である。典型的には、中間層で使用するのに好適な熱可塑性材料のガラス転移温度(T_g)は、少なくとも25以上、少なくとも30、少なくとも40、または少なくとも50である。いくつかの実施形態では、中間層は、画像形成時に転写層中で到達

50

するいかなる温度よりも高い T_g を有する熱可塑性材料を含む。中間層は、イメージング放射線波長で、透過性、吸収性、反射性、またはそれらのなんらかの組合せでありうる。

【0076】

中間層材料として好適な無機材料としては、たとえば、イメージング光波長で高透過性もしくは高反射性である材料を含めて、金属、金属酸化物、金属硫化物、および無機炭素コーティングが挙げられる。これらの材料は、従来法（たとえば、真空スパッタリング、真空蒸発、またはプラズマジェット堆積）により、光熱変換層に適用することが可能である。

【0077】

中間層は、所望により、いくつかの利点を提供しうる。中間層は、光熱変換層からの材料の転写に対するバリヤーになりうる。それはまた、熱的に不安定な材料を転写させることができるように、転写層中で到達する温度を調整することも可能である。たとえば、中間層は、LTHC層中で到達する温度に対して中間層と転写層との境界部の温度を制御する熱拡散器として機能しうる。これにより、転写された層の品質（すなわち、表面粗さ、エッジ粗さなど）を改良することが可能である。また、中間層を存在させることにより、転写される材料のプラスチックメモリーを改良することが可能である。

10

【0078】

中間層は、たとえば、光開始剤、界面活性剤、顔料、可塑剤、コーティング助剤などをはじめとする添加剤を含有しうる。中間層の厚さは、たとえば、中間層の材料、LTHC層の材料および性質、転写層の材料および性質、イメージング放射線の波長、ならびにイメージング放射線へのドナーシートの暴露時間のような因子に依存しうる。ポリマー中間層の場合、中間層の厚さは、典型的には、0.05～10マイクロメートルの範囲内である。無機中間層（たとえば、金属または金属化合物の中間層）の場合、中間層の厚さは、典型的には、0.005～10マイクロメートルの範囲内である。

20

【0079】

図5について再度説明する。熱転写層218がドナーシート200に組み込まれている。転写層218は、単独でまたは他の材料との組合せで1層以上の層の形態に配設された1種もしくは複数種の任意の好適な材料を含みうる。転写層218は、ドナー要素を直接加熱に付したとき、または光熱変換体材料に吸収されて熱に変換されうるイメージング放射線に露出したとき、任意の好適な転写機構により一体としてまたはいくつかに分けて選択的に転写されうる。その際、転写層は、ドナー要素から、近接して配置されたレセプター基材（たとえば、OLEDの第1の電極）に、選択的に熱転写されうる。所望により、单一のドナーシートを用いて多層構成体を熱転写すべく、2層以上の転写層を存在させることができる。熱転写層の露出表面は、場合により、レセプターへの転写層の転写部分の接着を促進するようにプラズマ処理される。

30

【0080】

熱転写層中の材料がレセプターに熱物質転写されるモードは、利用される選択的加熱のタイプ、ドナーシートに照射する放射線を用いるのであればそのタイプ、ドナーシート構成体に含まれうる任意の光熱変換（LTHC）層の材料のタイプおよび性質、熱転写層中の材料のタイプ、ドナーシートの全体構成、レセプターのタイプなどに依存して変化しうる。いかなる理論にも拘束されることを望むものではないが、熱転写は、一般的には、1つ以上の機構を介して行われ、そのうちの1つ以上の機構は、イメージング条件、ドナー構成などに依存して、選択的転写時に強調されたり弱調されたりしうる。

40

【0081】

熱転写の一機構は、熱転写層とドナーシートの残りの部分との境界部で局所加熱を行うことにより、所定の位置でドナーシートへの熱転写層の接着性を低下させうる熱溶融固着転写を含む。熱転写層の所定の部分が、ドナーシートに接着するよりも強くレセプターに接着しうるので、その結果として、ドナーシートが除去されたとき、熱転写層の所定の部分がレセプター上に保持される。

【0082】

50

熱転写の他の機構は、局所加熱を用いてドナーシートから熱転写層の一部分を融除することにより、融除された材料をレセプターの方向に誘導しうる融除転写を含む。熱転写のさらに他の機構は、熱転写層中に分散された材料をドナーシート中で発生させた熱により昇華させうる昇華を含む。昇華された材料の一部は、レセプター上で凝縮可能である。

【0083】

さまざまな放射線放出源を用いて、ドナーシートを加熱することが可能である。アナログ法（たとえば、マスクを介する照射）では、高出力光源（たとえば、キセノンフラッシュランプおよびレーザー）が有用である。デジタルイメージング法では、赤外、可視、および紫外のレーザーがとくに有用である。好適なレーザーとしては、たとえば、高パワー（100mW）シングルモードレーザーダイオード、ファイバー結合レーザーダイオード、およびダイオード励起固体レーザー（たとえば、Nd:YAGおよびNd:YLF）が挙げられる。レーザー照射持続時間は、たとえば、数百分の1マイクロ秒から数十マイクロ秒までまたはそれ以上のさまざまな値をとりうる。また、レーザーフルエンスは、たとえば、約0.01から約5J/cm²までの範囲内またはそれ以上でありうる。とくに、ドナーシートの構成、転写層の材料、熱物質転写のモード、および他のそのような因子によっては、他の放射線源および条件が好適なこともある。

10

【0084】

大きい基材領域全体にわたりスポットの位置決め確度を高くすることが望まれる場合（たとえば、高情報量ディスプレイおよび他のそのような用途向けの素子をパターニングする場合）、放射線源としてレーザーがとくに有用でありうる。レーザー源はまた、大きい剛性基材（たとえば、1m×1m×1.1mmのガラス）および連続のまたはシート状のフィルム基材（たとえば、厚さ100マイクロメートルのポリイミドシート）の両方に適している。

20

【0085】

画像形成時、ドナーシートをレセプターに十分に接触させうるか、またはドナーシートをレセプターからいくらか距離を隔てて配置しうる。少なくともいくつかの場合には、レセプターと十分に接触した状態にドナーシートを保持するために、圧力または真空を使用することが可能である。場合により、ドナーシートとレセプターとの間にマスクを配置することが可能である。転写後、そのようなマスクを除去しうるか、またはレセプター上に保持しうる。光熱変換体材料がドナー中に存在する場合、放射源を用いてLTHC層（または放射線吸収剤を含有する他の層）を画像様に（たとえば、デジタル方式によりまたはマスクを介してアナログ照射により）加熱して、ドナーシートからレセプターに転写層を画像様転写させるかまたはパターニングすることが可能である。

30

【0086】

典型的には、ドナーシートの他の層（たとえば、任意の中間層もしくは任意のLTHC層またはその両方）の有意な部分を転写させることなく、熱転写層の所定の部分をレセプターに転写させる。任意の中間層を存在させることにより、LTHC層からレセプターへの材料の転写を回避もしくは低減したり、または熱転写層の転写部分の歪みを低減したりすることが可能である。好ましくは、イメージング条件下で、LTHC層に対する任意の中間層の接着性は、熱転写層に対する中間層の接着性よりも大きい。中間層は、イメージング放射線に対して透過性、反射性、または吸収性でありうる。中間層を用いることにより、ドナーを透過するイメージング放射線のレベルを減衰させたりもしくは他に形で制御したり、またはドナー中の温度を管理したりすることが可能である。たとえば、画像形成時における熱もしくは放射線による転写層の損傷を低減させることが可能である。複数の中間層を存在させることができる。

40

【0087】

1メートル以上の寸法の長さおよび幅を有するドナーシートなどの大きいドナーシートを使用することが可能である。動作時、レーザーが選択的に動作され、所望のパターンに従ってドナーシートの部分に照射されるように、大きいドナーシートを横切ってレーザーをラスター走査するかまたは他の形で移動させることができ。他の選択肢として、

50

レーザーを固定し、ドナーシートまたはレセプター基材をレーザー下で移動させることも可能である。

【0088】

いくつかの場合には、2枚以上の異なるドナーシートを逐次的に使用して、単一のOLEDまたは複数のOLEDをレセプター上に形成することが、必要であるか、望ましいか、または便利であることもある。たとえば、異なるドナーシートから複数の個別の層または複数の個別の層スタックを転写することにより、第1および第2の電極間に多層を有するOLEDを形成することが可能である。いずれの単一層も、1種以上の材料を含有しうる。

【0089】

たとえば、多層ドナーシートは、第1のサーマル層と少なくとも1層の第2のサーマル層とを含みうる。第1の熱転写層は、発光材料を含有しうる。一方、第2のサーマル層は、電荷輸送材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料、またはそれらの組合せを含有しうる。

【0090】

複数のドナーシートを用いてレセプター上の同一層中に個別要素を形成することも可能である。たとえば、異なる色（たとえば、赤色、緑色、および青色）を放ししうる発光材料を含有する熱転写層をそれぞれ有する3つの異なるドナーを用いて、フルカラー偏光光放出電子ディスプレイ用の赤色、緑色、および青色のサブピクセルOLEDを形成することが可能である。すなわち、複数のドナーシートを用いて、異なる発光材料、たとえば、異なる波長領域で光を放出する発光材料（たとえば、第1の発光材料は、第2の発光材料と異なる波長領域で光を放しうる）を熱転写することが可能である。他の例として、1枚のドナーシートから導電性もしくは半導電性の高分子を熱転写によりパターニングし、続いて、1つ以上の他のドナーから発光層を選択的に熱転写することにより、ディスプレイ中に複数のOLEDを形成することが可能である。

【0091】

隣接するOLEDまたは同一OLEDの異なる部分を形成するように、個別のドナーシートからレセプター上の他の材料に隣接して材料を転写することが可能である。すなわち、第1の熱転写層および第2の熱転写層が堆積される領域の重なりは存在しない。一例として、複数のドナーシートを用いて、同一のOLEDの異なる領域の複数の発光層または異なるOLEDの複数の発光層を熱転写することが可能である。

【0092】

他の選択肢として、熱転写またはなにか他の方法（たとえば、フォトリソグラフィー、シャドウマスクを介する堆積など）によりレセプター上にあらかじめパターニングされた他の層もしくは材料の上にまたはそれと部分的に重なるように位置合せを行って、個別のドナーシートから材料を直接転写することが可能である。たとえば、第1の熱転写層および第2の熱転写層が堆積される領域に少なくともいくらかの重なりが存在しうる。1枚のドナーシートを用いて発光材料を熱転写することが可能であり、そして第2のドナーシートを用いて、電荷移動材料、電荷遮断材料、電荷注入材料、緩衝材料、またはそれらの組合せを熱転写することが可能である。第1のドナーシートから転写される材料は、同一OLEDの同一領域に存在しうる。

【0093】

図6は、単一の発光セルの回路80の具体例であり、この場合、2つの酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターが使用されている。第1の電圧源82は、酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスター86をゲート制御するために周期的にイネーブルパルスを提供する。酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスター86は、オン状態に切り換わると、第2の電圧源84からのデータパルスに基づいて、コンデンサー88と酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスター90のゲートとを充電する。酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスター90のゲートが充電されると、酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスター90は、より導電性の高い状態に切り換わり、それにより、電流は、電源電圧94からOLED92を通って流れ、画像を形成する

10

20

30

40

50

ための光を生成する。イネーブルパルスを提供している第1の電圧源82は、図9～11に関連して以下で論述される行ドライバー回路からの出力を表し、一方、データパルスを提供している第2の電圧源84は、図9～11に関連して以下に論述される列ドライバー回路からの出力を表す。

【0094】

図7は、図6に示される構成に基づく発光セルのアレイの代表的な回路図である。説明のために4つのセルが示されており、この例では、セル1つあたり2つの酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターが存在する。各セルの1つの酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターが、酸化亜鉛薄膜トランジスター型行ドライバー回路95、98の出力からのイネーブルパルスにより駆動されるとともに、各セルの各OLEDが、酸化亜鉛薄膜トランジスター型列ドライバー回路の出力97、99からのデータパルスによりさらに駆動されて、電圧源96から各OLEDに電力が提供される。したがって、OLEDのアレイは、個々のOLEDをアクティブにする行ドライバーおよび列ドライバーの出力によるデコーディングの結果として画像を生成する。

10

【0095】

図8は、1つの他の選択肢の発光セル設計を示す代表的な回路図である。この設計は、酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターに基づくものであり、他の手段ではOLEDの性能を損なうおそれのある酸化亜鉛薄膜トランジスターのパラメーター変動の変化を低減させる。図6および8に示される汎用回路は、トランジスターが酸化亜鉛型である点を除けば、当技術分野で公知である。具体的には、図8に示されるような回路レイアウトは、イー・ホーア(Yi He)ら著、IEEE電子デバイスレター(IEEE Electron Device Letters)、第21巻(第12号)、590-592頁(2000年)に図示され説明されている。

20

【0096】

図8に示されるこの回路では、酸化亜鉛トランジスター106および108は、電圧源102からの信号でオン状態に切り換わる。電流源104は、所望の電流レベルで酸化亜鉛トランジスター114をドライブするのに必要な電圧レベルに蓄積コンデンサー110を充電しながら、この時間にわたりデータを提供し、電流源104からの電流を酸化亜鉛トランジスター114に流す。この時間にわたり、電源118が酸化亜鉛トランジスター114のドレイン電極よりも低電圧にあれば、電流は、酸化亜鉛トランジスター112を通って流れないのである。このプロセスは、経時的に生じる可能性のあるトランジスター・レス・ショルド電圧シフトに適応する。その際、酸化亜鉛ピクセルトランジスター114を通って電流が流れると、OLED116がアクティブになって光を放出する。電源102からのセレクト信号がオフ状態である場合、酸化亜鉛トランジスター106および108は、オフ状態になるが、このときに電圧源118により供給される電流は、蓄積コンデンサー110が充電状態に保持されているかぎり、継続して酸化亜鉛トランジスター114およびOLED116を通って流れれる。図8に示されるセルはまた、図7に示されるものに類似したセルのアレイを生成するように拡張可能である。

30

【0097】

図9は、図6～8に関連して以上で論述したイネーブルパルスおよびデータパルスを生成する行ドライバーおよび列ドライバーの回路の構成ブロックとして使用しうる酸化亜鉛薄膜トランジスター型ディジタル論理ゲートを示す代表的な回路図である。図9に示される特定の論理ゲートは、「NOT OR」(NOR)ゲート120の例である。しかしながら、当然のことであろうが、酸化亜鉛薄膜トランジスターで形成される他の論理ゲート設計、たとえば、OR、AND、「NOT AND」(NAND)、および「EXCLUSIVE OR」(XOR)論理ゲートを、行ドライバーおよび列ドライバーの回路の構成ブロックとして利用することが可能である。この例では、第1の酸化亜鉛薄膜トランジスター124は、電圧源122から電力を受ける。薄膜トランジスター124は、導電状態に保持され、出力125は、薄膜トランジスター124のソースから得られる。しかしながら、出力125はまた、酸化亜鉛薄膜トランジスター126および酸化亜鉛薄膜ト

40

50

ンジスター 130 のドレインにも接続される。薄膜トランジスター 126 のゲート 128 または薄膜トランジスター 130 のゲート 132 のいずれかでロジックハイが提供される場合、出力 125 は、ロジックローにプルされる。

【0098】

本発明の実施形態では、これらの論理ゲート 120 は、酸化亜鉛型ピクセル薄膜トランジスターおよびOLEDと共に示される電気的構成でディスプレイ基板上にパターニングされた酸化亜鉛型薄膜トランジスター 124、126、130 により形成される。論理ゲートの酸化亜鉛薄膜トランジスターは、以上に挙げたアバーチャーマスクに基づくパターニングプロセスまたはフォトリソグラフィーに基づくパターニングプロセスのいずれかにより、ディスプレイのディスプレイ基板上に酸化亜鉛型ピクセル薄膜トランジスターと共にモノリシックに一体化させることが可能である。行ドライバーおよび列ドライバーの回路を形成する酸化亜鉛型論理ゲートの電気接続のパターニングは、以下に論述される図 10 および 11 を参照すれば明らかになるであろう。

10

【0099】

図 10 は、標準的なフリップフロップ 134 を示しているが、このフリップフロップは、ディスプレイのディスプレイ基板上に酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターと共にモノリシックに一体化された図 9 に示される酸化亜鉛型薄膜トランジスターで形成された一連の相互連結された NOR ゲート 120 により形成されている。クロック入力 136 は、データ入力 138 の場合と同じように提供される。フリップフロップ 134 は、出力 140 および反転出力 142 を提供する。当然のことであろうが、行ドライバーおよび列ドライバーの回路を構築する際、フリップフロップ以外の他の論理デバイスを利用することが可能である。

20

【0100】

図 11 は、図 10 に示されるようなカスケード式フリップフロップ 134 で形成された標準的シフトレジスター 144 を示している。これは、ディスプレイ基板上にパターン化された酸化亜鉛型薄膜トランジスターを含む論理ゲートから構成される。クロック信号 136 およびデータ信号 138 は、表示データを生成するデバイスのビデオデータバスから逐次的に提供される。この例では、シフトレジスター 144 は、ピクセルのアレイの列のデータ信号を逐次的に受信するが、シリアルデータをパラレルデータに変換することによりシリアルデータを多重分離しなければならない。パラレルデータであれば、各ピクセルは、逐次的に行われるときは対照的に、その 1 つもしくは複数の制御ビットを同時に受信しうる。クロック信号 136 は、出力 140 から提供されているデータ信号がディスプレイの適切な列に対応するまで、カスケード式フリップフロップを介してデータ信号伝搬を同期させる。

30

【0101】

伝搬中、一連のシフトレジスターのような論理デバイスでもありうる行ドライバー回路は、ピクセルデータ信号が列シフトレジスター 144 の適切な列出力 140 に位置するまで、各行ラインに対してロジックロー出力を保持する。このタイミングは、行ドライバー回路の最後のロジックハイ出力以降のクロックパルスの数に基づく。これは、図 6 に示されるトランジスター 86 のようなゲートトランジスターにより、不正データ信号が、OLED に直接接続されたピクセルトランジスターのゲートに送られるのを防止する。データ信号が個々の列に適切にアライメントされると、行ドライバー回路は、ロジックハイ出力を提供し、各出力 140 でゲート制御される酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターは、導電性になる。その際に、各列のデータ信号は、OLED に直接接続された酸化亜鉛ピクセル薄膜トランジスターのゲートに送られるので、OLED は、データ信号の値に依存して、光を放出したりしなかったりする。

40

【0102】

図 9 ~ 11 は、行および列の回路の一例を提供するものであるが、当然のことであろうが、ディスプレイ基板上にパターン化された酸化亜鉛型薄膜トランジスターから構築される多種多様な行および列の回路が存在しうる。したがって、図 9 ~ 11 は、単にそのよう

50

な行および列の回路の一例を示すために提供されているにすぎない。

【実施例】

【0103】

とくに明記されていないかぎり、部はすべて、重量部であり、比およびパーセントはすべて、重量基準である。簡潔にするために、種々の略号が実施例で使用される。これらは、与えられた意味を有しかつ／または以下に記載のごとく入手可能な材料を記述する。

【0104】

【表1】

略号	説明 / 供給業者
FTCNQ	マサチューセッツ州ウォードヒルのランカスター・ケミカルズの子会社アルファ・エイサー (Lancaster Chemicals, a subsidiary of Alfa Aesar, Ward Hill, MA) から入手可能な2, 3, 5, 6-テトラフルオロ-7, 7, 8, 8-テトラシアノジキノジメタン
1-TNATA	フロリダ州ジュピターのH. W. サンズCorp. (H. W. Sands Corp., Jupiter, FL) から製品番号OSA 2290として入手可能な4, 4', 4''-トリス(N-(2-ナフチル)-N-フェニル-アミノ)-トリフェニルアミン
BAlq	ニューヨーク州ロチェスターのイーストマン・コダック・カンパニー (Eastman Kodak Company, Rochester, NY) から入手可能なビス-(2-メチル-8-キノラト)-4-(フェニル-フェノラト)-アルミニウム-(III), 昇華型
イルガキュア369 (Irgacure 369)	ニューヨーク州タリー・タウンのチバ・スペシャルティー・ケミカルズ・コーポレーション (Ciba Specialty Chemicals Corporation, Tarrytown, NY) からイルガキュア369 (Irgacure 369) として入手可能な2-ベンジル-2-(ジメチルアミノ)-1-(4-(モルホリニル)フェニル)ブタノン
イルガキュア184 (Irgacure 184)	ニューヨーク州タリー・タウンのチバ・スペシャルティー・ケミカルズ・コーポレーション (Ciba Specialty Chemicals Corporation, Tarrytown, NY) からイルガキュア184 (Irgacure 184) として入手可能な1-ヒドロキシシクロヘキシリルフェニルケトン
M7Q film	日本国大阪の帝人 (Teijin, Osaka, Japan) からM7Qとして入手可能な厚さ0.1 mmの表面処理ポリエチレンテレフタレートフィルム
銀	ウィスコンシン州ミルウォーキーのアルドリッヂ・ケミカル (Aldrich Chemical, Milwaukee, WI) から20, 436-6として入手可能な銀ショット
SR 351HP	ペンシルベニア州エクストンのサートマー (Sartomer, Exton, PA) からSR 351HPとして入手可能なトリメチロールプロパントリアクリレートエステル
LTHC	光熱変換
ラーベン760ウルトラ (Raven 760 Ultra)	ジョージア州アトランタのコロンビアン・ケミカルCo. (Columbian Chemical Co., Atlanta, GA) からラーベン760ウルトラ (Raven 760 Ultra) として入手可能なカーボンブラック顔料
ビューツバルB-98 (Butvar B-98)	ミズーリ州セントルイスのソルーシアInc. (Solutia, Inc., St. Louis, MO) からビューツバルB-98 (Butvar B-98) として入手可能なポリビニルブチラール樹脂
ジョンクリル67 (Joncryl 67)	ウィスコンシン州ラシーンのS. C. ジョンソン&サンズ (S. C. Johnson & Sons, Racine, WI) からジョンクリル67 (Joncryl 67) として入手可能なアクリル樹脂

10

20

30

40

【表2】

略号	説明 / 供給業者
ディスパー ビック161 (Disperbyk 161)	コネチカット州ウォーリングフォードのビックケミーUSA (Byk-Chemie, USA, Wallingford, CT) からディスパー ビック161 (Disperbyk 161) として入手可能な分散剤
アルミニウム	マサチューセッツ州ウォードヒルのアルファ・エイサー (Alfa Aesar, Ward Hill, MA) から入手可能なプラトロニック (Puratronic) アルミニウムショット, 99.999重量パーセント
エベクリル629 (Ebecryl 629)	サウスカロライナ州ノースオーガスタのUCBラドキュアInc. (UCB Radcure Inc., N. Augusta, SC) からエベクリル629 (Ebecryl 629) として入手可能なエポキシノボラックアクリレート
エルバサイト2669 (Elvacite 2669)	テネシー州メンフィスのICIアクリリックスInc. (ICI Acrylics Inc., Memphis, TN) からエルバサイト2669 (Elvacite 2669) として入手可能なアクリル樹脂
NPB	フロリダ州ジュピターのH. W. サンズCorp. (H. W. Sands Corp., Jupiter, FL) から製品番号ELD-7534として入手可能なN,N'-ビス(ナフタレン-1-イル)-N,N'-ビス(フェニル)ベンジジン
C545T	フロリダ州ジュピターのH. W. サンズCorp. (H. W. Sands Corp., Jupiter, FL) から製品OPB5545として入手可能な10-(2-ベンゾチアゾリル)-1, 1, 7, 7-テトラメチル-2, 3, 6, 7-テトラヒドロ-1H, 5H, 11H-[1]-ベンゾピラノ(6, 7, 8-ij)キノリジン-11-オン
PtOEP	フロリダ州ジュピターのH. W. サンズCorp. (H. W. Sands Corp., Jupiter, FL) から製品番号OPA6299として入手可能な2, 3, 7, 8, 12, 13, 17, 18-オクタエチル-21H, 23H-ポルフィン白金(II)
Alq3	フロリダ州ジュピターのH. W. サンズCorp. (H. W. Sands Corp., Jupiter, FL) から製品番号ORA4487として入手可能なトリス(8-ヒドロキシキノラト)アルミニウム, 再昇華
LiF	マサチューセッツ州ウォードヒルのアルファ・エイサー (Alfa Aesar, Ward Hill, MA) から製品番号36359として入手可能なフッ化リチウム, 99.85重量パーセント

10

20

30

40

【0105】

以上の表に載っていない材料は、ウィスコンシン州ミルウォーキーのアルドリッヂ・ケミカル・カンパニー (Aldrich Chemical Company, Milwaukee, WI) から入手可能である。

【0106】

実施例1

フォトリソグラフィーを用いるZnOアクティブマトリックスディスプレイの作製工程
アルコールリンスを用いて2インチ×2インチのガラススライドを清浄化する。フォトレジスト(PR)接着性を改良するために、スライドを120°で60秒間プレベーキングする。ネガ型フォトレジスト(ニュージャージー州フランクリンのフューチャーレックス(Futurrex, Inc., Franklin, NJ)から入手可能なフューチャーレックスNR7-1000PY(FUTURREX NR7-1000PY))をスピンドルティングによりスライドに適用する(60秒間の5000RPMスピンドル、続いて、150°で60秒間のソフトベーク)。ゲートレベルフォトリソグラフィーマスクに合わせてフォトレジストに180mJ/cm²の照射を行い、次に、100°で60秒間、照射後焼成する。照射されたフォトレジストを有するスライドをフューチャーレックスRD6

50

(FUTURREX RD6) 現像液により約10秒現像する。次に、現像されたスライドを水で濯ぎ、窒素で乾燥させ、そして検査する。続いて、500のチタン、600の金、および20のチタンをスライド上まで蒸発させた。電子ビームを用いてチタンを蒸発させ、熱により金を蒸発させる。アセトン中およびメタノール水リンス中で金属のリフトオフを行うことにより、ゲート金属層のパターニングを終了する。

【0107】

次に、高周波(rf)スパッタリングを用いてゲート誘電体を堆積させる。500のSiO₂連続層をスパッタリングにより形成する(700W/8インチSiO₂ターゲット/0.1mTorr酸素および1.9mTorrアルゴン)。次に、500のZnO連続層(100W/6インチZnOターゲット/15mTorrアルゴン)をスパッタリングにより形成する。次のようにフォトリソグラフィーによりZnOをパターニングする。5000RPMで60秒間スピンドルコーティングすることによりポジ型フォトレジスト(フューチャーレックスPR1-1000A(FUTURREX PR1-1000A))を基板に適用し、続いて、120で120秒間ソフトベーリングする。半導体レベルフォトリソグラフィーマスクを介してレジストに120mJ/cm²の照射を行う。フューチャーレックスRD6(FUTURREX RD6)現像液に40秒間暴露することによりレジストを現像する。次に、サンプルを水で濯ぎ、窒素で乾燥させ、そして検査する。次に、基板を0.5重量パーセントの塩酸中で7秒間エッチングし、フォトレジストを除去する。

10

20

30

【0108】

SiO₂を次のようにエッチングする。ZnOがエッチングされた基板を120で60秒間プレベーリングする。5000RPMで60秒間スピンドルコーティングすることによりポジ型フォトレジスト(フューチャーレックスPR1-1000A(FUTURREX PR1-1000A))を、プレベーリングされた基板に適用し、続いて、120で120秒間ソフトベーリングする。ゲート誘電体レベルフォトリソグラフィーマスクを介してレジストに120mJ/cm²の照射を行い、フューチャーレックスRD6(FUTURREX RD6)現像液により現像し、水中で濯ぎ、窒素で乾燥させ、そして検査する。次に、基板を120で120秒間ハードベーリングする。サンプルをパッド・エッチ4(PAD ETCH 4)(オハイオ州ダブリンのアッシュランド・スペシャルティ・ケミカルズ(Ashland Specialty Chemicals, Dublin, OH)から入手可能)により35秒間エッチングし、続いて、フォトレジストを除去する。

30

【0109】

ソース電極およびドレイン電極を次のようにフォトリソグラフィーによりパターニングする。エッチングされた酸化物基板を120で60秒間プレベーリングする。5000RPMで60秒間スピンドルコーティングすることによりネガ型フォトレジスト層(フューチャーレックスNR7-1000PY(FUTURREX NR7-1000PY))を適用し、150で60秒間ソフトベーリングする。ソース/ドレインフォトリソグラフィーマスクを介してフォトレジストに180mJ/cm²の照射を行い、100で60秒間、ポストベーリングし、フューチャーレックスRD6(FUTURREX RD6)により10秒間現像し、水で濯ぎ、窒素で乾燥させ、次に検査する。最後に、Ca(60)/Au(600)/Ag(500)を基板の上に逐次的に堆積させる。アセトン中、続いてメタノール水リンス中で、堆積された金属のリフトオフを行い、そして窒素でブロー乾燥させることにより、ソース/ドレイン金属層のパターニングを終了する。この電極は、OLED用の第1の電極として機能する。

40

【0110】

封入材を次のように適用する。ネガ型エポキシ系フォトレジスト(マサチューセッツ州ニュートンのマイクロケム(MicroChem, Newton, MA)から入手可能なSU-8-2000.2)を0.45マイクロメートルフィルターを通して濾過し、次に、5000RPMで60秒間スピンドルコーティングすることにより一体化TFT基板に適用

50

し、続いて、100で2分間ソフトベーキングする。フォトマスクを介してサンプルに54mJ/cm²の照度の照射を行い、続いて、100で2分間、照射後ベーキングする。SU-8ディベロッパー(SU-8 DEVELOPER)(マイクロケム(MicroChem))によりサンプルを10秒間現像し、続いて、イソプロパノールで灌ぎ、そして窒素で乾燥させる。次に、サンプルを検査し、その後、150で2分間ハードベーキングする。一体化TFT回路は、この時点で完全であり、OLED素子に利用可能な状態である。

【0111】

ドナー要素の作製

ドナー要素を次のように作製する。3.55部のラーベン760ウルトラ(Raven 760 Ultra)、0.63部のビュ-ツバルB-98(Butvar B-98)、1.90部のジョンクリル67(Joncryl 67)、0.32部のディスパー ビック161(Disperbyk 161)、12.09部のエベクリル629(Ebecryl 629)、8.06部のエルバサイト2669(Elvacite 2669)、0.82部のイルガキュア369(Irgacure 369)、0.12部のイルガキュア184(Irgacure 184)、45.31部の2-ブタノン、および27.19部の1,2-プロパンジオールモノメチルエーテルアセテートを混合することによりLTHC溶液を作製する。150ヘリカルセル/インチを有するマイクログラビアロールを備えたヤスイ・セイキ・ラボ・コーティング(Yasui Seiki Lab Coater),モデルCAG-150(インディアナ州ブルーミングトンのヤスイ・セイキ USA(Yasui Seiki USA, Bloomington, IN)から入手可能)を用いて、この溶液をM7Qフィルム上にコーティングする。LTHC層を80でインライン乾燥させ、そしてフュージョンUVシステムズInc.(Fusion UV Systems Inc.)製の600ワットDバルブにより供給されるUV線下、100パーセントのエネルギー出力(UVA 320~390nm)で、6.1m/分の照射速度を用いて硬化させる。

【0112】

14.85部のSR 351HP、0.93部のビュ-ツバルB-98(Butvar B-98)、2.78部のジョンクリル67(Joncryl 67)、1.25部のイルガキュア369(Irgacure 369)、0.19部のイルガキュア184(Irgacure 184)、48部の2-ブタノン、および32部の1-メトキシ-2-プロパノールを混合することにより中間層溶液を作製する。180ヘリカルセル/線インチを有するマイクログラビアロールを備えたヤスイ・セイキ・ラボ・コーティング(Yasui Seiki lab coater),モデルCAG-150を用いて輪転グラビア法により、この溶液を硬化されたLTHC層上にコーティングする。中間層を60でインライン乾燥させ、そしてフュージョンUVシステムズInc.(Fusion UV Systems Inc.)製の600ワットDバルブにより供給されるUV線下、60パーセントのエネルギー出力(UVA 320~390nm)で、6.1m/分で硬化させる。

【0113】

緑色OLEDをパターニングするために、1重量パーセントのC545Tでドープされた500のAlq3(1/秒)を有する層を中間層上に真空堆積させる。

【0114】

赤色OLEDをパターニングするために、10重量パーセントのPtOEPでドープされた500のBA1q(1/秒)を有する層を第2のドナー要素の中間層上に真空堆積させる。

【0115】

有機エレクトロルミネセンスデバイスの作製

ディスプレイを次のように作製する。3重量パーセントのFTCNQでドープされた3000の1-TNATAと続いて400のNPBとを有する緩衝層を、以上で作製さ

10

20

30

30

40

50

れたZnOアクティブマトリックスディスプレイ上に真空堆積させる。

【0116】

レーザー誘起サーマルイメージングを用いて、緑色発光材料層をドナー要素から緩衝層コーティング付き基板に画像様に熱転写させて緑色サブピクセルを形成する。イメージング平面において1~8ワットの出力で、三角形のディザーパターンおよび400kHzの周波数を用いて一方向スキャンにより、1台のレーザーを使用する。要求される線幅は、100~120ミクロンであり、照射量は、0.5~0.9J/cm²である。第1のドナー要素を取り除いて、その代わりに、赤色発光材料を含有する第2のドナー要素をディスプレイ上に配置した後、熱転写プロセスを反復して赤色サブピクセルを形成する。200のBA1qおよび100のA1q3を全発光領域にわたり真空堆積させることにより、青色サブピクセルおよび正孔遮断/電子輸送層を形成する。

10

【0117】

次に、10の厚いLiF層、20の厚いアルミニウム層、および最後に180の厚いAg層を逐次的に堆積させることにより、半透明トップカソードを適用する。

【0118】

実施例2

シャドウマスク堆積を用いるZnOアクティブマトリックスディスプレイの作製

アルコールで濯ぐことにより、2インチ×2インチのガラススライドを清浄化する。出願人の米国特許出願公開第2003/0152691号明細書および同第2003/0150384号明細書にすでに記載されているように、高分子シャドウマスクを形成する。レーザーアブレーションを用いてシャドウマスク中にアパーチャーを形成する。

20

【0119】

ゲートレベルシャドウマスクパターンをガラス基板の中心に配置する。真空チャンバー内でシャドウマスクを介して100のeビームチタンをガラス基板上に堆積させ、続いて、750の熱蒸発金を堆積させる。基板およびシャドウマスクを真空系から取り出し、窒素でブローイングすることにより基板を清浄化する。

【0120】

ゲート誘電体を次のように堆積させる。ゲート誘電体パターン用のアパーチャーを有するシャドウマスクを基板上のゲートレベル堆積パターンにアライメントして位置整合させる。真空チャンバー内でシャドウマスクを介して1600のSiO₂を堆積させる。450W、20sccmの酸素および120sccmのアルゴン、4mTorrの条件でSiターゲットを用いてスパッタリングすることにより、SiO₂を堆積させる。基板およびシャドウマスクを真空系から取り出し、窒素ブローにより基板を清浄化する。

30

【0121】

ZnO半導体を次のように堆積させる。半導体パターン用のアパーチャーを有するシャドウマスクを基材上のゲート誘電体およびゲートレベル堆積パターンにアライメントして位置整合させる。真空チャンバー内で500のZnOを堆積させる(100W、Ar流中10重量パーセントのO₂、0.4sccm、15mTorr)。基板およびシャドウマスクを真空系から取り出し、窒素ブローにより基板を清浄化する。

40

【0122】

適切なシャドウマスクを介して熱蒸発によりソース電極およびドレイン電極(600のA1)を同様に堆積させる。この時点で、一体化されたTFTは完全である。

【0123】

OLED層をTFT層および集積回路層から分離するために、一体化されたTFTの上に封入材を堆積させる。封入材シャドウマスクをすでにパターニングされている層にアライメントすることにより、封入材を堆積させる。電子ビーム蒸発Al₂O₃を封入材として使用する。真空堆積により3000の厚さに堆積させる。

【0124】

ドナー要素の作製

ドナー要素を次のように作製する。3.55部のラーベン760ウルトラ(Raven

50

760 Ultra)、0.63部のビューツバルB-98(Butvar B-98)、1.90部のジョンクリル67(Joncryl 67)、0.32部のディスパー¹⁰ビック161(Disperbyk 161)、12.09部のエベクリル629(Eb e cryl 629)、8.06部のエルバサイト2669(Elvacite 2669)、0.82部のイルガキュア369(Irgacure 369)、0.12部のイルガキュア184(Irgacure 184)、45.31部の2-ブタノン、および27.19部の1,2-プロパンジオールモノメチルエーテルアセテートを混合することによりLTHC溶液を作製する。150ヘリカルセル/インチを有するマイクログラビアロールを備えたヤスイ・セイキ・ラボ・コーティング(Yasui Seiki Lab Coater),モデルCAG-150(インディアナ州ブルーミングトンのヤスイ・セイキUSA(Yasui Seiki USA, Bloomington, IN)から入手可能)を用いて、この溶液をM7Qフィルム上にコーティングする。LTHC層を80でオンライン乾燥させ、そしてフュージョンUVシステムズInc.(Fusion UV Systems Inc.)製の600ワットDバルブにより供給されるUV線下、100パーセントのエネルギー出力(UVA 320~390nm)で、6.1m/分の照射速度を用いて硬化させる。

【0125】

14.85部のSR 351HP、0.93部のビューツバルB-98(Butvar B-98)、2.78部のジョンクリル67(Joncryl 67)、1.25部のイルガキュア369(Irgacure 369)、0.19部のイルガキュア184(Irgacure 184)、48部の2-ブタノン、および32部の1-メトキシ-2-プロパノールを混合することにより中間層溶液を作製する。²⁰ 180ヘリカルセル/インチを有するマイクログラビアロールを備えたヤスイ・セイキ・ラボ・コーティング(Yasui Seiki lab coater),モデルCAG-150を用いて輪転グラビア法により、この溶液を硬化されたLTHC層上にコーティングする。中間層を60でオンライン乾燥させ、そしてフュージョンUVシステムズInc.(Fusion UV Systems Inc.)製の600ワットDバルブにより供給されるUV線下、60パーセントのエネルギー出力(UVA 320~390nm)で、6.1m/分で硬化させる。

【0126】

緑色OLEDをパターニングするために、1重量パーセントのC545Tでドープされた500のAlq3(1/秒)の層を中間層上に真空堆積させる。³⁰

【0127】

赤色OLEDをパターニングするために、10重量パーセントのPtOEPでドープされた500のBA1q(1/秒)の層を第2のドナー要素の中間層上に真空堆積させる。

【0128】

有機エレクトロルミネセンスデバイスの作製

ディスプレイを次のように作製する。3重量パーセントのFTCNQでドープされた3000の1-TNATAと続いて400のNPBとよりなる緩衝層を、以上で作製されたZnOアクティブマトリックスディスプレイ上に真空堆積させる。⁴⁰

【0129】

レーザー誘起サーマルイメージングを用いて、緑色発光材料層をドナー要素から緩衝層コーティング付き基板に画像様に熱転写させて緑色サブピクセルを形成する。イメージング平面において1~8ワットの出力で、三角形のディザーパターンおよび400kHzの周波数を用いて一方向スキャンにより、1台のレーザーを使用する。要求される線幅は、100~120ミクロンであり、照射量は、0.5~0.9J/cm²である。第1のドナー要素を取り除いて、その代わりに、赤色発光材料を含有する第2のドナー要素をディスプレイ上に配置した後、熱転写プロセスを反復して赤色サブピクセルを形成する。200のBA1qおよび100のAlq3を全発光領域にわたり真空堆積させることによ⁵⁰

り、青色サブピクセルおよび正孔遮断／電子輸送層を形成する。

【0130】

次に、10の厚いLiF層、20の厚いアルミニウム層、および最後に180の厚いAg層を逐次的に堆積させることにより、半透明トップカソードを適用する。

【図面の簡単な説明】

【0131】

【図1】共通ディスプレイ基板の上に酸化亜鉛行ドライバーおよび酸化亜鉛列ドライバーならびに酸化亜鉛ピクセルトランジスターを構築するために利用しうるアパートチャーマスキーリングプロセスを示している。

【図2】ディスプレイ基板から離れる方向に光を放出する上面発光型OLEDを駆動する酸化亜鉛薄膜ピクセルトランジスターを備えた基板の一例の断面図を示している。 10

【図3】ディスプレイ基板を介して光を放出する底面発光型OLEDを駆動する酸化亜鉛薄膜ピクセルトランジスターを備えた基板の他の例の断面図を示している。

【図4A-4D】種々のOLED構成の具体例である。

【図5】OLEDの作製に利用されるドナーシートの具体例である。

【図6】ディスプレイの単一ピクセルを形成する酸化亜鉛ピクセルトランジスターおよびOLED回路の1つのセルの具体例である。

【図7】ディスプレイのピクセルのアレイを形成する酸化亜鉛ピクセルトランジスターおよびOLED回路のセルのアレイの具体例である。

【図8】ディスプレイの単一ピクセルを形成する酸化亜鉛ピクセルトランジスターおよびOLED回路の1つのセルの他の具体例である。 20

【図9】セルのアレイとのインターフェースをとる行ドライバーおよび列ドライバーの回路を形成するために使用される酸化亜鉛薄膜トランジスター型ディジタル論理(NOR)ゲートの具体例である。セルのアレイは、たとえば、図6または8のいずれかの回路に基づく図7に示されるものでありうる。

【図10】行ドライバーおよび列ドライバーの回路の一部を形成するように酸化亜鉛薄膜トランジスター型ディジタル論理ゲートを用いて形成されたディジタル論理フリップフロップの具体例である。ディジタル論理ゲートは、たとえば、図9に示されるものでありうる。 30

【図11】行ドライバーまたは列ドライバーの回路の一部を提供するように酸化亜鉛薄膜トランジスター型ディジタル論理フリップフロップを用いて形成されたディジタル論理シフトレジスターの具体例である。ディジタル論理フリップフロップは、たとえば、図10に示されるものでありうる。

【図 1】

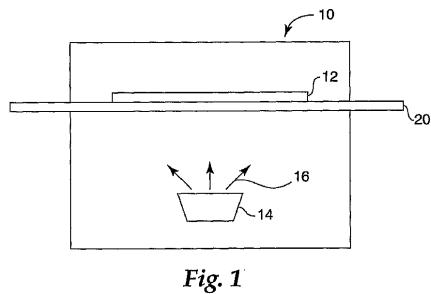


Fig. 1

【図 2】

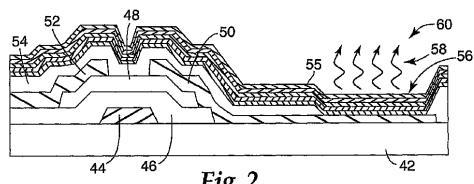


Fig. 2

【図 3】

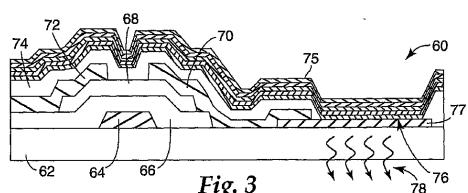


Fig. 3

【図 4 D】

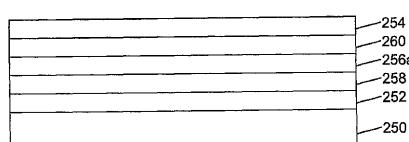


FIG. 4D

【図 5】

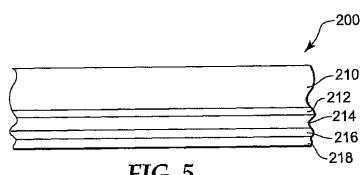


FIG. 5

【図 4 A】

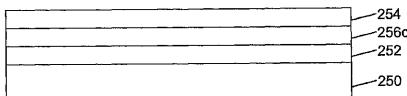


FIG. 4A

【図 4 B】

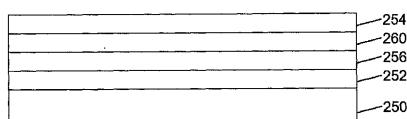


FIG. 4B

【図 4 C】

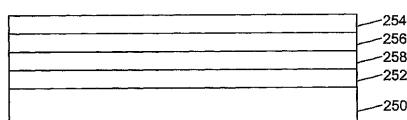


FIG. 4C

【図 6】

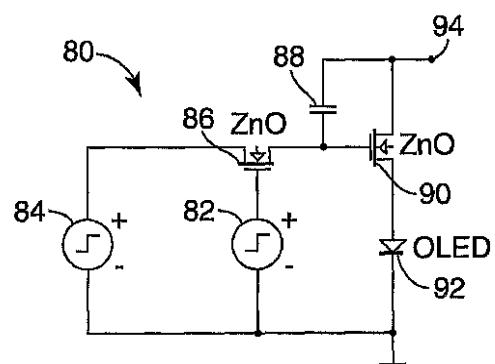


Fig. 6

【図 7】

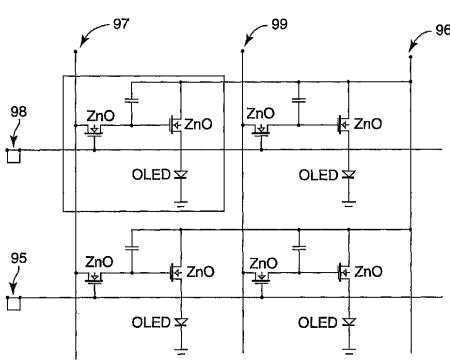


Fig. 7

【図 8】

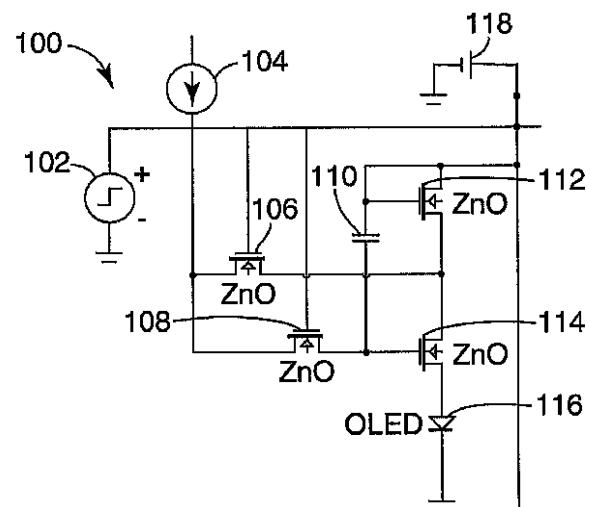


Fig. 8

【図 9】

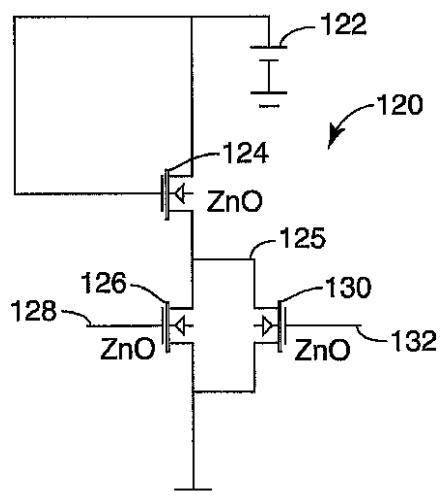


Fig. 9

【図 10】

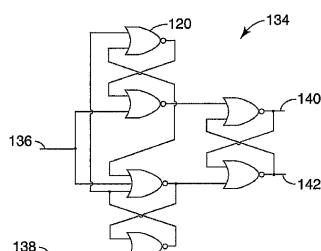


Fig. 10

【図 11】

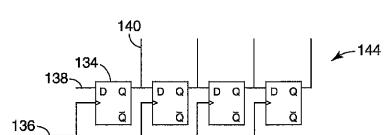


Fig. 11

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2006/011130
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01L27/32 H01L51/56		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/047785 A1 (KAWASAKI MASASHI ET AL) 13 March 2003 (2003-03-13) column 5, line 20 – line 36 column 6, line 53 – line 59 column 11, line 1 – column 14, line 40 -----	1-21
Y	US 6 114 088 A (WOLK ET AL) 5 September 2000 (2000-09-05) column 1, line 56 – column 2, line 24 column 4, line 45 – column 5, line 49 column 13, line 31 – line 40 column 14, line 31 – line 64 column 17, line 55 – line 64 column 18, line 56 – column 19, line 6 ----- -/-	1-5, 8-14, 20, 21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the International search	Date of mailing of the International search report	
10 August 2006	28/08/2006	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Welter, S	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2006/011130

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/045021 A1 (AKAI TOMONORI) 6 March 2003 (2003-03-06) paragraphs [0046] - [0056], [0062], [0067], [0075] - [0097] -----	1-12,17, 20,21
Y	WO 03/069015 A (3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY) 21 August 2003 (2003-08-21) page 14, line 14 - page 18, line 31 example 2 -----	6,16,18, 19
Y	US 2003/218222 A1 (WAGER JOHN F ET AL) 27 November 2003 (2003-11-27) paragraphs [0027], [0028], [0050], [0071] -----	15
A	WAGER J F ET AL: "Transparent electronics and prospects for transparent displays" PROCEEDINGS OF THE SPIE, SPIE, BELLINGHAM, VA, US, vol. 5080, no. 1, 2004, pages 330-339, XP002377408 ISSN: 0277-786X the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/US2006/011130

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 2003047785	A1	13-03-2003	CN JP TW	1405898 A 2003086808 A 552718 B		26-03-2003 20-03-2003 11-09-2003
US 6114088	A	05-09-2000	AU AU CN DE DE EP JP WO US US US US US	2723700 A 4199799 A 1337905 A 69903978 D1 69903978 T2 1144198 A1 2002534782 T 0041892 A1 6194119 B1 6140009 A 6270944 B1 6214520 B1 6221553 B1		01-08-2000 01-08-2000 27-02-2002 19-12-2002 17-07-2003 17-10-2001 15-10-2002 20-07-2000 27-02-2001 31-10-2000 07-08-2001 10-04-2001 24-04-2001
US 2003045021	A1	06-03-2003	JP	2003077651 A		14-03-2003
WO 03069015	A	21-08-2003	AU CN EP JP US US	2003209328 A1 1633518 A 1481111 A2 2005519187 T 2003150384 A1 2005191572 A1		04-09-2003 29-06-2005 01-12-2004 30-06-2005 14-08-2003 01-09-2005
US 2003218222	A1	27-11-2003	US	2003218221 A1		27-11-2003

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
H 05 B 33/12 (2006.01)	H 05 B 33/12	B
H 05 B 33/28 (2006.01)	H 05 B 33/28	
H 01 L 29/786 (2006.01)	H 01 L 29/78	6 1 8 B
	H 01 L 29/78	6 1 2 B

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LC,LK,L
R,LS,LT,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,SY,
,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 タイス , スティーブン ディー .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

(72)発明者 パウド , ポール エフ .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

(72)発明者 ハーセ ,マイケル エー .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

(72)発明者 ヘメッシュ ,エリック ダブリュ .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

(72)発明者 リウ , ヤオクイ

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

(72)発明者 ラマンスキー ,セルゲイ エー .

アメリカ合衆国 , ミネソタ 55133-3427 , セント ポール , ポスト オフィス ボックス 33427 , スリーエム センター

F ターム(参考) 3K107 AA01 BB01 CC06 CC11 CC45 DD02 DD03 DD22 DD24 DD27

DD29 EE04 EE58 FF13 GG09 GG12 GG28

5C094 AA21 AA43 AA46 AA53 BA03 BA27 CA19 DA09 DA13 DA20

DB04 GB10

5F110 AA01 BB02 BB03 CC07 DD01 DD02 EE02 EE04 EE43 FF01

FF02 FF28 GG04 GG06 GG28 GG43 HK03 NN02 NN23 NN27

NN71 NN73 QQ14

5G435 AA16 BB05 CC09 KK05

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2008537631A5	公开(公告)日	2009-04-30
申请号	JP2008504230	申请日	2006-03-27
[标]申请(专利权)人(译)	明尼苏达州采矿制造公司		
申请(专利权)人(译)	3M创新公司		
[标]发明人	タイススティーブンディー バウドポールエフ ハーセマイケルエー ヘメッシュエリックダブリュ リウヤオクイ ラマンスキーセルゲイエー		
发明人	タイス,スティーブン ディー. バウド,ポール エフ. ハーセ,マイケル エー. ヘメッシュ,エリック ダブリュ. リウ,ヤオクイ ラマンスキー,セルゲイ エー.		
IPC分类号	H05B33/10 G09F9/30 H01L27/32 G09F9/00 H01L51/50 H05B33/12 H05B33/28 H01L29/786		
CPC分类号	H01L51/0013 H01L27/3244 H01L29/7869 H01L2251/5315 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/10 G09F9/30.338 G09F9/30.365.Z G09F9/00.338 H05B33/14.A H05B33/12.B H05B33/28 H01L29/78.618.B H01L29/78.612.B		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC06 3K107/CC11 3K107/CC45 3K107/DD02 3K107/DD03 3K107/DD22 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD29 3K107/EE04 3K107/EE58 3K107/FF13 3K107/GG09 3K107/GG12 3K107/GG28 5C094/AA21 5C094/AA43 5C094/AA46 5C094/AA53 5C094/BA03 5C094/BA27 5C094/CA19 5C094/DA09 5C094/DA13 5C094/DA20 5C094/DB04 5C094/GB10 5F110/AA01 5F110/BB02 5F110/BB03 5F110/CC07 5F110/DD01 5F110/DD02 5F110/EE02 5F110/EE04 5F110/EE43 5F110/FF01 5F110/FF02 5F110/FF28 5F110/GG04 5F110/GG06 5F110/GG28 5F110/GG43 5F110/HK03 5F110>NN02 5F110>NN23 5F110>NN27 5F110>NN71 5F110>NN73 5F110/QQ14 5G435 /AA16 5G435/BB05 5G435/CC09 5G435/KK05		
代理人(译)	青木 笃 石田 敬		
优先权	11/094928 2005-03-31 US		
其他公开文献	JP2008537631A		

摘要(译)

描述了形成显示器的方法。显示器具有与氧化锌像素晶体管和有机发光二极管集成在同一显示基板上的氧化锌行和列驱动器。有机发光二极管至少部分地使用来自供体片的热转移过程制备。

