

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4467861号
(P4467861)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl.

F I

H 0 5 B 33/26 (2006.01)

H 0 5 B 33/26 Z

H 0 5 B 33/04 (2006.01)

H 0 5 B 33/04

H 0 1 L 51/50 (2006.01)

H 0 5 B 33/14 A

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-527379 (P2001-527379)
 (86) (22) 出願日 平成12年9月25日(2000.9.25)
 (65) 公表番号 特表2003-514343 (P2003-514343A)
 (43) 公表日 平成15年4月15日(2003.4.15)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2000/026315
 (87) 国際公開番号 W02001/024290
 (87) 国際公開日 平成13年4月5日(2001.4.5)
 審査請求日 平成16年11月2日(2004.11.2)
 (31) 優先権主張番号 09/410,130
 (32) 優先日 平成11年9月30日(1999.9.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501469788
 テレダイン・ライセンシング・エルエルシ
 ー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州9135
 8-0085, サウザンド・オークス, エ
 ムシーエイ 15, カミノ・ドス・リオス
 1049, ピー・オー・ボックス 10
 85
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠式
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 透明で導電性の亜鉛酸化物薄膜を組み入れた電子的光放射型ディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁放射を発生させる装置であって、

アノードと、

カソードと、

前記アノードと前記カソードとの間に挟まれた発光素子と、

を備えており、

前記カソードは、ガリウムと水素とを用いて共ドーピングされたZnOのパターニングされ
 た層を有し、前記ガリウムと水素とは、前記カソードの仕事関数を低下させることにより
 前記カソードが前記発光素子の最低非占有分子軌道エネルギーと実質的に一致する仕事関数
 を有し、よって、前記カソードから前記発光素子の中への電子の注入への潜在的エネルギー
 ・バリアを実質的に縮小させるのに十分な濃度で共ドーピングされ、

前記アノードと前記カソードとの間に加えられた電圧により前記発光素子に電流が流れ
 、前記電流により電磁放射が前記発光素子によって放出される
 ことを特徴とする装置。

【請求項2】

請求項1記載の装置において、前記アノードは前記発光素子の最高占有分子軌道エネルギー
 と実質的に一致するフェルミ・レベルを有する高い仕事関数を有していることを特徴とす
 る装置。

【請求項3】

請求項 1 記載の装置において、前記発光素子は発光有機ポリマを含むことを特徴とする装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の装置において、前記パターンニングされた層は共ドーブされた ZnO の薄膜を含んでおり、この装置は、更に、前記 ZnO 薄膜上にパッシベーション層を備えていることを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の装置において、前記アノードと前記カソードとは前記電磁放射のスペクトルの少なくとも一部に対して実質的に透明であることを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

本発明は、n 型亜鉛酸化物薄膜を、化学的に安定で低仕事関数のカソードとして、有機発光ダイオード (Organic Light Emissive Diode: OLED) ディスプレイ、電界放出 (Field Emission Display: FED) および真空マイクロエレクトロニクス・ディスプレイ装置に応用することに関する。

【背景技術】

【0002】

表示 (ディスプレイ) 装置は、電子工学市場において急速に発達している部分である。歴史的に、商業的に現実的なディスプレイは、信頼性及び入手可能性という観点から、陰極線管 (CRT) および液晶技術に依存してきた。CRT 技術は成熟しており、高分解能、高輝度 (明るさ)、低コストおよび長い寿命を達成することが可能である。残念なことに、CRT ディスプレイは、高い動作電圧を必要とし、携帯可能な応用例のためには重すぎる。また、CRT は、大きな形状因子 (bulky form factor) を有する。近年では、フラットパネル LCD が多くの応用例で受け入れられているが、その理由は、バッテリー動作と互換性を有する電力レベルで動作し、軽量で、薄い形状因子 (thin form factor) を有するからである。LCD パネルは光を反射するか透過させるので、外部の光源が必要である。また、LCD パネルは限られた視野角 (viewing angle) を有するので、ユーザは、斜めの視野角からは表示された情報を見ることが可能でない。LCD ディスプレイは、その視野角が長年にわたって改善されてきたが、CRT および他の発光型表示技術と比較すると劣っている。LCD ディスプレイの他の弱点は、刺激に対する液晶材料の反応が低温では遅いということである。このように、LCD ディスプレイは、極度の低温での動作が必要になりうる携帯型、自動車又は軍事への応用には適切でない選択肢である。したがって、リアルタイム・イメージング能力をフラットパネルの形状因子において広い動作温度範囲において示す安価で低電力のディスプレイ技術に対する大きなニーズが存在する。

20

30

【0003】

携帯型の応用例と互換性を有する CRT の光源効率および分解能と LCD のフラットパネルの形状因子とを提供する多くの代替的な技術は、多く存在する。発光装置は、LCD ディスプレイの形状因子を有するが、外部の光源に依存していない。放射型の装置も、CRT の広い視野角を有し、広い温度領域で動作する。放射 (放出) 型の装置 (emissive devices) の 2 つの例として、有機発光ダイオード (OLED) ディスプレイ装置と、電界効果ディスプレイ装置がある。放射型の表示装置は、軽量であり、広い温度領域の上で高いコントラスト比でビデオレートイメージを投影できる。優れた視野角度特性および高いビデオレートを有するため、放射型表示は LCD に代わるものとして大きい見込みを有する。さらに、LCD とは異なり、放射型ディスプレイの応答速度 (response rate) は、低い周囲動作温度によって影響を受けない。

40

【0004】

図 1 は、従来技術による OLED 装置 10 の一部を例示している。装置 10 は、トランスペアレント (透過的、透明) な基板 18 に配置された透過的なアノード電極 14 と間隔を置いて配置された不透明なカソード電極 12 を有する。有機発光媒体 20 が、カソード電極 12 とアノード電極 14 とに挟まれており、カソード電極がアノード電極と重なる場

50

所にピクセルが定義されている。層 2 3 はカソード電極 1 2 の上に適用され、装置 1 0 をカプセル化し保護する。カソードから媒体 2 0 に注入される電子がアノードで注入されるホール（正孔）と結合すると、 h^+ として示され下方への矢印で示される光が生成され、透過的なアノード 1 4 および基板 1 8 を透過（伝送）する。

【 0 0 0 5 】

カソード電極 1 2 は、通常、例えばアルカリ土類金属やリアクティブな（反応性の）金属合金のように、不透明で反射性の低仕事関数の金属である。従来技術でのカソード電極の例には、カルシウム、マグネシウム／銀（magnesium/silver）またはアルミニウム／リチウム（aluminum/lithium）が含まれる。一般的に、アノード電極 1 4 は、透過的なインジウムスズ酸化物（ITO）の高仕事関数の薄膜である。用語「仕事関数」は、自由電子と当該材料のフェルミ準位での電子との間の電子ボルト（eV）を単位とするエネルギー差を意味する。用語「フェルミ準位」は、エネルギー状態が占められる確率が 0.5 に等しいエネルギー準位を意味する。エネルギー障壁を最小にするためには、フェルミ準位が有機媒体の最低空軌道（最低非占有分子軌道、LUMO）のエネルギー準位と一致するように、カソードの仕事関数が低いことが必要となる。同様に、アノードの仕事関数は、有機媒体の最高被占軌道（最高占有分子軌道、HOMO）のエネルギー準位と一致することを必要とする。ITOはトランスペアレントなアノードのための選択肢である材料なので、従来技術での調査は、装置効率を達成するために低い仕事関数を有するアルカリ土類金属の陰極の使用に集中していた。しかし、アルカリ土類金属は、非常に反応性が高く（リアクティブであり）透過的でない。

【 0 0 0 6 】

従来技術のディスプレイにおける深刻な問題は、電極と放射性の媒体との間の界面が電荷（チャージ）を媒体に注入できる前に克服されなければならないエネルギー障壁を生じさせるということである。1つの電極におけるエネルギー障壁が他方の電極よりもはるかに大きい場合には、供給電圧は、より大きな障壁を克服し装置に供給されなければならない電力を増加させるのに十分でなければならない。図 2 は、図 1 に図解されている従来技術の OLED 装置の位置エネルギー図を図解している。示されているように、ITO（22 に示されるように、仕事関数は約 4.7 eV である）のフェルミ準位は、有機媒体の HOMO エネルギー準位より上にある。例えば、MEH-PPV 有機ポリマに対する HOMO が約 4.9 eV であるので、有機媒体への電位エネルギー障壁のエネルギーを超えて、ホールを注入するのに h^+ で表されるエネルギーが必要となる。更に、金属カソードのフェルミ準位（24 に示されているように、典型的アルカリ土類金属では約 3 eV から 4 eV である）は媒体の LUMO（約 2.8 eV）よりも下であるから、 e^- で表される電子を媒体 2 0 の中に注入するにはエネルギーが必要になる。このように、光が生じる前に電子とホールとの両方を媒体の中に注入するには、動作電圧は、電位（ポテンシャル）障壁を克服するのに十分でなければならない。多くの従来技術による OLED 装置において、ホール注入と電子注入との比率のインバランスが、熱散逸（heat dissipation）を生じさせる。この種の加温は、媒体の劣化と OLED 装置の低効率とを生じさせる。

【 0 0 0 7 】

ITOをトランスペアレントな電極（アノード）として、また、反応性で低仕事関数の金属をカソードとして使用することは、OLED装置の設計を、図 1 に図解されている従来のアーキテクチャに制限する。1つの例は、シリコン基板上の駆動電気回路とモノリシックに一体化された小型の OLED ディスプレイである。この装置は、不透明で反応性の（リアクティブな）金属カソード（Ca、Mg）がシリコン・バックプレーン上に配置され、ITOアノードが有機発光媒体の上に配置されることを必要とする。しかし、リアクティブなカソードは、有機媒体の界面を容易に酸化し、劣化させる可能性がある。また、リアクティブな金属は、半導体処理技術と互換性がなく、シリコン基板上の駆動電気回路を劣化させる可能性がある。したがって、バリヤ層を含む複雑な半導体製造工程が、従来技術による OLED ディスプレイ装置を共通の基板上で電子的な素子と組み合わせるために必要となる。明らかに、必要なのは、制御回路と共に一般のシリコン基板上で処理及び

10

20

30

40

50

統合が可能なデザイン及び一定の成分材料を有するO L E Dディスプレイ装置である。低仕事関数と低処理温度とを有し透過的で安定なカソード材料を有し、従来技術における反応性の金属カソードに代わるものとして用いることが望まれる。

【0008】

電界放出ディスプレイ(F E D)装置とは、独立にアドレス可能な電子流がそれぞれのピクセルを励起するという点で、従来型のC R Tディスプレイ技術と類似する他のタイプの放射型ディスプレイを意味する。C R Tは単一の電子源を用いて蛍光面の背面全体にわたって単一の電子ビームを掃引するが、F E D装置は、エミッタ(カソード)のアレイを組み込んでいて、それぞれが、電界が与えられると、電子流を放出し、対向側のディスプレイ表面(アノード)における対応するピクセルを励起する。単一の電子銃とC R Tディスプレイのスクリーン全体においてビームを掃引スペクトル必要とをなくすことにより、奥行き、すなわち、F E Dの形状因子を著しく減少させることができる。

10

【0009】

F E D装置のそれぞれのエミッタは、底部においてカソード電極に結合された鋭い点部に終端するピラミッド状または円錐状の頂部を有する。コントロール・ゲートは、それぞれのエミッタまたはエミッタ群のすぐ上に存在する。それぞれの個々にアドレス可能なゲートおよびカソード電極間に電圧を与えることにより、結果的に電子流が生じ、これがアノードにおけるリン光体を刺激し、結果的に可視光を生じる。アノード電極は、電子流を引きつけるバイアス電圧を設定するが、それ以外はアドレス可能である必要はない。残念なことに、従来技術のF E Dは、容認できないほど短い動作寿命を有し、エミッタに関するさまざまな材料的な限界のため、高い動作電圧を必要とする。大部分の従来技術のF E Dは、シリコンや非反応性(refractory)の金属などの材料で作られたエミッタを有する。従って、それらは高い仕事関数を有し、十分な電界放射電子を生成するのに高い動作電圧を必要とする。さらに、酸化物の絶縁層が、エミッタ表面に段階的に生じることで、その仕事関数を増大させ、電子放射への障壁として機能し、結果として、当該ディスプレイの動作寿命の間にわたって、輝度を低下させ、表示されるイメージの明るさを不均衡にする。類似する技術的な問題が、個々にゲート制御されたソリッドステート・マイクロエレクトロニクス・エミッタを有する様々な形の真空管電子デバイスに対応する真空マイクロエレクトロニクス装置の動作性能を低下させる。したがって、F E Dおよび真空マイクロエレクトロニクス装置は、酸化抵抗性で、低仕事関数の電子エミッタを有することにより利益を得る。

20

30

【発明の概要】

【0010】

本発明は、有機発光ダイオード(O L E D)ディスプレイ、電界放出ディスプレイ(F E D)および真空マイクロエレクトロニクス装置のカソードとして共ドープされた亜鉛酸化物(n型)の使用に関する。本発明は、従来技術に関する上述した及びそれ以外の限界を克服するが、これは、この明細書を読み理解することで明らかになる。本発明は、装置効率を最大化し、装置の信頼性を改良し、柔軟性を新たな装置アーキテクチャまで拡張する。

【0011】

1つの好適な実施例において、共ドープされた亜鉛酸化物の膜が、ガラス基板に配置される。発光性の有機媒体が、共ドープされた(n型の)亜鉛酸化物のカソードと高仕事関数の金属(例えば金(Au)、白金(Pt)またはニッケル(Ni))によって作られるアノードとにはさまれる。光が、亜鉛酸化物のカソードおよびガラス基板を通過する。この装置は、低仕事関数のカソードと高仕事関数のアノードとを用いて、装置効率を最大にするために電子注入および正孔(ホール)注入エネルギー障壁を最小化する。

40

【0012】

他の好適な実施例において、双方向性のO L E Dディスプレイは、透過的なインジウムスズ酸化物(I T O)のアノードと透過的で共ドープされた亜鉛酸化物カソードとの間に挟まれた放射性の有機媒体を有する。両方の電極が透過的であるから、光は、装置の頂部

50

及び底部の両方から双方向的に放射される。共ドーブされた亜鉛酸化物カソードは、ディスプレイ装置がより能率的に動作するように、有機媒体にカソードから電子を注入するための潜在的なエネルギー障壁を最小にする低い仕事関数を有する。共ドーブされた亜鉛酸化物薄膜は、低温で堆積可能であるから、有機発光媒体の上にその媒体を劣化させることなく配置可能である。この低温での蒸着過程は、トランスペアレントなZnOカソードがガラス基板に配置されていない任意のOLEDデバイスを作成するのに適している。

【0013】

発光型表示装置の他の好適な実施例において、アノードは高仕事関数の金属（例えば白金（Pt）または金（Au））である。反射性で高仕事関数金属のアノードは、有機媒体にホールを注入するポテンシャル障壁を最小にし、改良された一方向性ディスプレイを提供する。非反応性金属のアノードは、有機物層の上に積層されパターニングされるトランスペアレントな電極（カソード）としての共ドーブされた亜鉛酸化物と共に、シリコン又は別の基板の上に配置される。両方の電極が非反応性であるので、発光型表示装置は、単一基板上の制御用電子装置と組み合わせることができる。この実施例は、特にミニチュア・ディスプレイへの応用に役立つ。シリコン上のミニチュア・フラットパネル・ディスプレイは、共通の基板において駆動用の電子装置とディスプレイとを組み合わせることを可能にする。この種のミニチュア・ディスプレイは、高分解能および低コストを可能にするのであるが、これらは、低電力および高効率を重量を最小化しバッテリー寿命を増加させる無線又はモバイル装置への応用において特に望まれている性質である。

【0014】

また、共ドーブされた亜鉛酸化物電極の低い仕事関数及び化学的なローバスト（堅固）性は、FED及び真空マイクロエレクトロニクス装置のための電界放射材料としての応用を有する。本発明は、従来技術のディスプレイにおいて一般的であったカソードの酸化に対する耐性を改善する。また、本発明は、材料の低仕事関数によって、高い動作効率を提供する。

【0015】

ある実施例では、共ドーブされた亜鉛酸化物薄膜は、FED装置または真空マイクロエレクトロニクス装置のエミッタ表面に配置される。このコーティングは、エミッタの表面酸化により誘発される性能劣化を最小化し、材料の低仕事関数によって電子放射効率を向上させる。

他の実施例は、電界放射光源に関するものである。この構成では、複数のトランスペアレントな亜鉛酸化物エミッタが、トランスペアレントな基板に作られ、リン光体層が金属アノードに適用される。電界が、エミッタとリン光体との間に与えられ、電子流をアノードの方向に加速させ、リン光体の上に衝突させる。リン光体層の上で生成される光は、トランスペアレントなカソードを通過する。この装置配置では、電子流とリン光体との間の相互作用の間に生成される熱は、金属アノードの中に散逸する。金属アノードの高い熱伝導率により、熱は効率的に除去され、ハイパワー動作が可能になり、結果的に高い光強度出力が得られる。

【発明の実施の形態】

【0016】

好適な実施例に関する以下の説明では、（この出願の一部を形成する）添付の図面が参照される。これらの図面においては、本発明が実現される特定の実施例が図解によって示されている。以下の記述においては、多数の具体的な詳細が、本発明の完全な理解を提供するために記載される。本発明がこれらの具体的な詳細なしで実現されることは、当業者にとって明らかである。どのような実際のインプリメンテーションを開発する場合であっても、開発者のゴールを達成するためには、多数のインプリメンテーションに特有の決定を下さなくてはならない。そして、開発者のゴールは、それぞれのインプリメンテーションに応じて変化するのである。したがって、本発明を不明瞭にしないため、周知の構造およびテクニックは、示されないか、または詳細には論じない。更に、この明細書では、図面に示されるエレメントが必ずしも寸法通りになっているというわけではない。図面に

いて意図されているのは、エレメントの間の関係を図解することである。

【0017】

本発明は、ディスプレイ技術の改良に関する。本発明の原理を、表示されたイメージを生成するのに用いるのに適した様々な放出（放射）型ディスプレイ・システムにおいて図解し説明する。本発明による軽量のディスプレイ・システムは、形状因子（フォーム・ファクタ）が小さく、高分解能であり、高い輝度（明るさ）を有し、長い動作寿命を有する。ガリウム原子と水素原子とを同時に電子ドナーとして注入した共ドーピングされた（co-doped）亜鉛酸化物の薄膜は、従来技術における深刻な問題点を解消することができる。共ドーピングされた亜鉛酸化物薄膜の性質は、1999年3月30日に出願されこの出願を譲渡された出願人でもあるロックウェル・サイエンス・センタLLCに譲渡されている米国特許出願第09/281,198号に記載されており、この米国特許出願の内容は、本願明細書において引用する。単一のドーパントを用いてドーピングされた従来のn型亜鉛酸化物と比較して、共ドーピングされた亜鉛酸化物は、成長温度がより低く、OLEDプロセスとの互換性を有し、結果的にフェルミ準位を実質的に上昇させ低い仕事関数を達成するような高い電子濃度を有する。全てのこれらの性質は、OLED、FED及び真空マイクロエレクトロニクス装置の性能を向上させるために望ましいものである。

【0018】

次に図面を参照するが、特に、図3を参照すると、本発明による改良された有機発光ダイオード（OLED）ディスプレイ装置28の実施例の概略が図解されている。装置28の実施例のカソード30は、透過的（トランスペアレント）な基板32上に共ドーピングされた亜鉛酸化物の薄膜が積層されている。この明細書では、「共ドーピングされた（co-doped）」という用語は、上述した米国特許出願において説明されているように、ガリウム（Ga）と水素（H）との両方を用いて、亜鉛酸化物の薄膜がドーピングされていることを意味する。カソードの薄膜は、エッチング技術を用いてパターニングされるか、又は、シャドーマスクを用いた積層によって形成される。基板32は、摂氏200度を超える温度での積層（蒸着、deposition）や処理に耐えることができるソーダライム・ガラス基板である。しかし、基板32が高い処理温度にさらされないのであれば、共ドーピングされる亜鉛酸化物の低い積層温度のために、プラスチック基板を用いることができる。本発明については、柔軟基板は、ポリアクリレート、ウレタン、ポリスチレン、ポリカーボネート、スチレンアクリロニトリルコポリマー、スチレンブタジエン・コポリマー、セルロース誘導体、アクリロニトリルブタジエンスチレン、ポリ塩化ビニル、熱可塑性ポリエステル、ポリプロピレン、ナイロン、ポリエステル炭酸エステル、イオノマ、ポリエチレンテレフタレートで環式オレフィン共重合体からなる群から選択されることができる。基板材料がこのように広範囲であることにより、発光型ディスプレイ装置をカスタム化して、応用例の環境や価格上の要求に合致させることが可能になる。

【0019】

いったんカソード30が積層されパターニングされると、有機媒体20が、カソード30の上に積層される。例えば、媒体20を積層するには湿式の化学的蒸着や真空蒸着を用いることができるが、どの媒体を選択するかによって、最適の積層技術を決定することができる。もし必要であるならば、積層技術によって導かれる可能性があるすべての揮発性溶剤や不純物を排除するように処理される。媒体20の厚さは、媒体20に関する特定の選択と意図された応用例とに依存する工学的な考慮である。多くの応用例において、この媒体の厚さは、約1000 Åである。媒体20は、MEH-PPVなどの発光性有機ポリマーや、アルミニウム8-ヒドロキシキノリン（Alq₃）や色素ドーピングされたAlq₃などの小さな分子から選ばれる。いくつかの応用例では、発光媒体として、蛍光金属キレート錯体やそれ以外の発光有機材料も適切である。あるいは、媒体20は、アノードに近接して配置されたテトラアリールベンジジン（tetraarylbenzidine）誘導体（TPD）やTPDデリバティブ（NPB）など正孔（ホール）輸送層と、カソードに近接して配置されたAlq₃などの電子輸送層とを有することがある。多くの場合、2つの層は、電極の一方においてではなく、これらの層のインターフェースでの再結合を強制するのに用いられ

10

20

30

40

50

る。都合のよいことに、本発明では、両方の電極での潜在的なエネルギー・バリアが最小化されることにより、ディスプレイ装置は、正孔と電子との実質的に等しい注入を有することになる。荷電担体がこのように平衡していることにより、担体が放射的に再結合する可能性が最大化され、より少数の担体が、結合して光を発生することなく媒体中を移動するため、消費電力が最小化される。

【 0 0 2 0 】

媒体 20 が積層されると、次にアノード 34 が積層され、媒体 20 はアノードとカソードとの間に挟まれることになる。アノードの積層は、例えば摂氏 50 度よりも低い低温での真空蒸着により行われるが、それ以外の既知の積層技術を用いて行うことも可能である。好ましくは、アノード 34 は、金 (Au)、白金 (Pt) またはニッケル (Ni) の薄膜で構成される。より具体的には、アノードは、有機媒体 20 の最高被占軌道 (HOMO) エネルギー・レベル以下のフェルミ準位を有する金属から選択される。積層の間、アノード 34 は、カソード電極とアノード電極との関係が協調して所望のパターンが形成されるように、パターニングされる。パターニングは、好ましくは、シャドーマスクのような周知の半導体処理技術を用いて実行される。カプセル化層 36 がアノード 34 の上に積層され、環境からの保護を提供する。

10

【 0 0 2 1 】

媒体 20 が 2 つの電極の間に挟まれ、電極が電氣的に付勢されると、光が生じる。十分な大きさの電圧がアノード 34 とカソード 30 との間に加えられると、電子がカソードから媒体 20 に注入され、正孔がアノードから媒体 20 に注入される。注入された正孔と電子とが媒体 20 の中で結合するため、光が放出される。カソード 30 と基板 32 とが透過的であるため、生じた光は、カソード及び基板を通過する。

20

【 0 0 2 2 】

図 4 には、本発明によるディスプレイの他の好適実施例が図解されている。ディスプレイ装置 40 は、共ドープされた亜鉛酸化物カソード 30 と放射性媒体 20 とを有するように示されている。基板 32 の上に積層されているアノード 34 は、例えば、上述したような仕事関数が高い金属である。好ましくはアルミニウムである金属接点 38 は、カソード 30 の上に積層されパターニングされて、共ドープされた亜鉛酸化物との間にオーミック接点を生じる。透過的なカプセル化層 36 が、金属接点と露出したカソードとを被覆するように積層され、この装置を周囲から保護する。有機金属から生じる光は、カソードを通過して伝送する。

30

【 0 0 2 3 】

他の実施例が図 5 に例示されているが、これは、集積回路 (図示せず) を含むシリコン基板 42 の上に形成されるミニチュア発光型表示である。この集積回路は、この技術分野において周知である標準的な半導体処理技術を用いて製造される。絶縁性の酸化物層 (図示せず) が基板の上に積層されパターニングされた後で、ディスプレイ 50 の構成要素が積層されパターニングされる。高い仕事関数を有する金属のアノード 34 が、基板の上に積層される。より具体的には、このアノードは、摂氏 200 未満の温度ではケイ素と相互作用をせず媒体 20 の HOMO エネルギー準位に近い又はそれよりも低いフェルミ準位を有する金属から選ばれる。金 (Au) および白金 (Pt) は、特にこのアノードの材料に適している。集積回路とアノードとの間には、酸化物層を通過して集積回路の金属層の表面にパイアを提供することによって、接続される。有機発光媒体 20 は、次に、アノードと共ドープされた亜鉛酸化物カソード 30 との間にはさまれる。アルミニウムのオーミック接点 38 が、カソード 30 の上に積層されパターニングされる。オーミック接点 38 と集積回路との間の接続は、ワイヤボンディング又はそれ以外の金属による相互接続手段による。カプセル化 (encapsulating) 層 36 が、この装置を環境から保護する。この装置は、シリコン基板上の駆動回路とモノリシックに一体化されたミニチュア発光型表示である。拡大レンズを、ディスプレイとのアライメント (位置合わせ) が維持できるように接着又は配置することにより、ビューワ (視聴者) が知覚する表示領域を拡大することができる。

40

【 0 0 2 4 】

50

図 3、図 4 および図 5 との関係で説明される実施例は、共ドーピングされた亜鉛酸化物の性質を利用して、高い光透過性、低い仕事関数、低い積層温度および優れた化学安定性を達成している。次に図 6 を参照すると、ディスプレイ装置 40 及び 50 と関連するポテンシャル障壁（バリア）が示されている。共ドーピングされた亜鉛酸化物カソードと高い仕事関数を有する金属のアノードとを用いることにより、アノードとカソードとのフェルミ準位を、有機媒体の LUMO 及び HOMO のそれぞれと一致させることが容易になる。その結果として、ホールおよび電子の伝達バリアが最小化又は低下させることが出来る。これらのバリアを除去することにより、動作電圧を低下させ、より高い効率を得ることが可能になる。動作電圧の低下により、内部的な熱発生が最小化され、ディスプレイの寿命が改善されるはずである。こうして、安価で効率的で軽量の発光型ディスプレイが、小さな形状因子において可能となる。

10

【0025】

他の実施例である双方向性の OLED 装置が、図 7 に図解されている。ここで用いる「双方向的」という用語は、光放射がアノードおよびカソードの両方を通過することを意味する。装置 60 では、アノードは、透過的な基板 32 の上に積層された ITO の薄膜 14 を含む。いったんアノード 14 がパターニングされると、有機媒体 20 がアノード 14 の上に積層される。媒体 20 の積層の態様と厚さとの選択は、前述したように、媒体 20 と意図している応用例との特定の選択に応じた工学的な考慮によって決まる。カソード 30 は、媒体 20 の上に積層されている共ドーピングされた亜鉛酸化物を含む。いったん積層されると、又は、積層の最中に、カソード 30 は、アノード電極とカソード電極との間の関係が所望のパターンを形成するように協同するように、パターニングされる。パターニングは、好ましくは、シャドーマスクのような周知の半導体処理技術を用いて実行される。コンタクト層 38 は、カソード 30 の上に配置され、やはりコンタクト 38 を形成する既知のパターニング及びエッチング技術を用いてパターニングされる。コンタクト 38 は、アルミニウムであるか、又は、オーム接触を共ドーピングされた亜鉛酸化物とのオーミック接点を形成するそれ以外の材料でありうる。コンタクト層は、また、低温で積層される。保護のための透過的なパッシベーション層 36 が、環境から保護を提供するために、カソード 30 のコンタクト 38 と露出部分との上に積層される。

20

【0026】

2つの電極にはさまれる媒体 20 により、電極が電氣的に付勢されると、光が生成される。十分な大きさの電圧がアノード 14 とカソード 30 との間に加えられると、電子はカソードから媒体 20 に注入され、ホールはアノードから媒体 20 に注入される。注入されたホールおよび電子が媒体 20 において結合すると、光が生じる。アノード 14、基板 32、カソード 30 およびカプセル化層 36 の全てが透過的であるから、生じた光 ($h\nu$) は、装置の頂部と底部との両方を、双方向的に通過する。レンズ、反射鏡またはディスプレイの他の要素は、頂部又は底部のいずれか、あるいは、頂部及び底部の両方に配置することができる。

30

【0027】

次に、図 8 を参照すると、別の本発明による好適ディスプレイ実施例が、電界放出ディスプレイ (FED) 装置の分野のものとして図解されている。ディスプレイ 70 は、二次元マトリックスまたは格子状のパターンの単一のピクセルを示している FED 装置の一部である。それぞれのピクセルは、エミッタ 78、ゲート 82 およびアノード 88 上のリン光体層 86 という 3つの基本成分から成る。

40

【0028】

エミッタ 78 から放出された電子 92 の流れがリン光体層 86 と衝突すると、光が生じる。それぞれのエミッタ 78 は、抵抗層 76 によって、カソード電極 74 に結合されている。エミッタ 78 と層 86 との間の領域は、真空がエミッタ 78 とリン光体層 86 との間に存在するように、密封して封止され真空化される空洞 84 を形成する。ゲート電極 82 は絶縁層 80 によってエミッタから分離されているが、それぞれのエミッタ 78 に加えられる電界を変調する。これにより、エミッタからアノードに移動する電子の数が制御され

50

る。ゲート 8 2 とカソード電極 7 4 との間に電圧が印加されると、電子の流れ 9 2 が放出され、カソード 7 4 とアノード 8 8 との間の電界によって、リン光体層 8 6 の方へ加速される。リン光体に衝突する電子によって生成される光は、透過的なアノード電極 8 8 と透過的な基板 9 0 とを通過して放出される。

【 0 0 2 9 】

電子エミッタは、多くの既知の処理によって形成される。この処理には、選択的エッチング、選択的成長、エネルギーを与えられた粒子の衝撃による表面の不規則化、シャドーマスクによる積層などが含まれる。図 9 A - 9 C は、例えばコーン 9 2、ポスト 9 4 または鋭い隆起 9 6 など、エミッタのためのいくつかの一般的な形状を図解している。他の従来技術では、急峻なエッジ形状を有するランダムな表面構造を含むエミッタが使用される。10
実際のエミッタの形状とは関係なく、エミッタの材料は、酸化抵抗性であり低い仕事関数を有することが望ましい。これらの理由のために、本発明の好適な実施例は、エミッタ 9 2、9 4 及び 9 6 の少なくとも頂部に積層された共ドープされた亜鉛酸化物の薄いコーティング 9 8 を含む。共ドープされた亜鉛酸化物のコーティングは仕事関数を低下させ、よって、ディスプレイ装置の効率を向上させる。更に、図 8 のディスプレイ 7 0 が動作する間、真空空洞表面からの残留ガスおよび一定のガス放出が時間経過と共に領域 8 4 における真空を減少させることは、周知である。共ドープされた亜鉛酸化物コーティングがなければ、真空レベルが減少するにつれて酸化物層がエミッタの上に形成されるのが一般的である。この酸化物層は、エミッタの仕事関数を増大させ与えられた電界強度のための電子流を減少させる絶縁物として作用する。仕事関数がこのように増大すると、一定の電子流 20
を維持するために、より高い動作電圧が必要となる。共ドープされた亜鉛酸化物 9 8 の層（図 9 の A - C）が酸化に対するバリヤ層を形成するのだと考えられる。更に、共ドープされた亜鉛酸化物層はエミッタの仕事関数を低下させるので、この F E D 装置は、従来技術のケイ素または金属エミッタと比較して放出効率が向上し寿命も長くなるはずである。

化学的に安定で共ドープされた亜鉛酸化物のコーティングは、例えば、ケイ素またはタングステン冷陰極（すなわち、スタンドアロンの室温で動作する電子源）、真空マイクロエレクトロニクス装置、電界放出光源などの、本発明による他の高密度の電界放出装置においても用いられる。このコーティングは、エミッタの酸化に対する耐性を増大させ、電子放出の効率を向上させる。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 には、本発明の更に別の好適な実施例が開示されている。この実施例では、電界放出光源 1 0 0 は、パターンニングされた金属プレート 1 0 8 などの熱導体に適用されたリン光体層 1 0 6 と、透過的な基板 1 0 2 の上に配置された透過的で共ドープされた亜鉛酸化物エミッタ 1 0 4 とを有する。光源 1 0 0 のエミッタは、共ドープされた亜鉛酸化物の薄膜コーティングを透過的な基板の上に前もって製造されているマイクロ構造物に適用することによって製造されるシャープ（sharp）なマイクロ構造物の稠密なアレイから構成される。あるいは、このエミッタは、ドライ・エッチング又はウェット・エッチング技術を用いてシャープなマイクロ構造物を得るためにエッチングされる厚い共ドープされた亜鉛酸化物膜のマイクロ構造物を含むこともある。

【 0 0 3 1 】

光源 1 0 0 が動作する間、エミッタ 1 0 4 は、付勢されると、電子の流れ 1 1 2 を発生する。金属アノード 1 0 8 とエミッタ 1 0 4 との間に電圧が加えられ、電子を引き寄せ加速させてリン光体 1 0 6 に衝突させ、光を生じさせる。光は、透過的なエミッタを通過して放出される。電子とリン光体との相互作用の間に生じる熱は、ヒートシンクとして機能する金属アノードの中に消滅する。熱の除去は、金属アノードからの放射によって受動的になされるか、または、例えば、冷却管 1 1 0 の中を循環する冷却剤を金属アノードの背面に付着させることによって能動的になされるか、のいずれかである。この構成によって、電界放出光源は、過熱せずに、強い光を放出する非常に高いパワーレベルでの動作が可能になる。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

本発明の様々な実施例において、大きな外部光源の必要とすることなく光の放出を発生するディスプレイ装置が記載されている。本発明によるディスプレイ装置は、小さな形状因子を有し、軽量であり、単一の集積回路装置の上の駆動回路や制御回路との一体化が容易である。

特定の例示的な好適実施例についての説明がなされ、添付の図面において図解されているが、これらの実施例は、単に説明の目的を有するだけであり、広範囲にわたる本発明に対する制限を意図していない。更に、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、この技術分野の当業者に様々な修正や変更が可能なのであるから、本発明は、以上で説明し図面に図解されている特定の構成や配置には限定されないことを理解すべきである。

なお、添付の図面においては、同じ参照番号は、全ての図面を通じて、対応する部材を表している。

10

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】金属カソードとITOアノードとを有する従来技術による典型的な有機発光装置の図である。

【図2】従来技術による典型的なOLED装置のバンド図であり、電子および正孔（ホール）の注入に対する位置エネルギーのバリヤが示されている。

【図3】ガラス基板の上の共ドーピングされた亜鉛酸化物カソードと高い仕事関数を有する金属アノードとを有するOLED装置のある実施例の概略図である。

【図4】ガラス基板の上にあり高い仕事関数を有する金属アノードと共ドーピングされた亜鉛酸化物の薄膜カソードとを有するOLED装置のある実施例の概略図である。

20

【図5】モノリシックな駆動集積電子回路を備えたシリコン基板の上のOLED装置の概略図である。

【図6】本発明による共ドーピングされた亜鉛酸化物の薄膜カソードと高い仕事関数を有する金属アノードとを有するOLED装置の場合のポテンシャル・エネルギー・バリヤの図である。

【図7】ガラス基板の上のITOアノードと共ドーピングされた亜鉛酸化物のカソードとを有するOLED装置の概略図である。

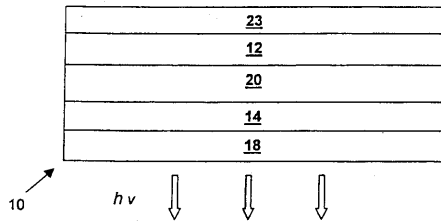
【図8】FED装置の1つのピクセルの概略図である。

【図9】A、BおよびCは、図8のFED装置の1つのエミッタのための様々な構成図を示しており、それぞれのエミッタが共ドーピングされた亜鉛酸化物コーティングを有している。

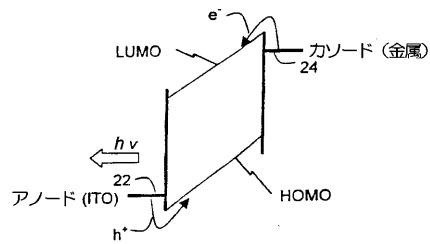
30

【図10】本発明の電界放出光源の第2の実施例の別の概略図である。

【図 1】



【図 2】



【図 3】

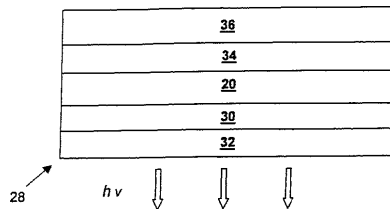
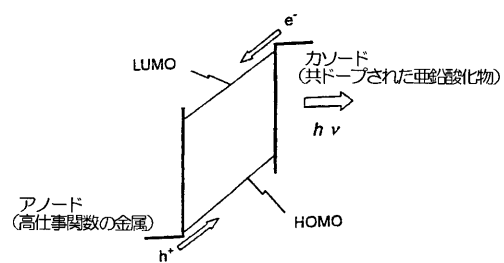


FIGURE 3

【図 6】



【図 7】

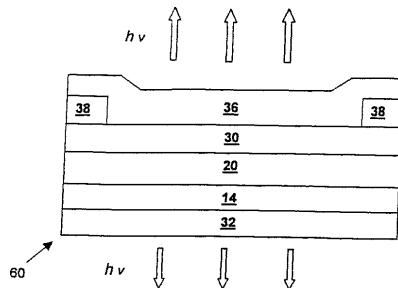


FIGURE 7

【図 4】

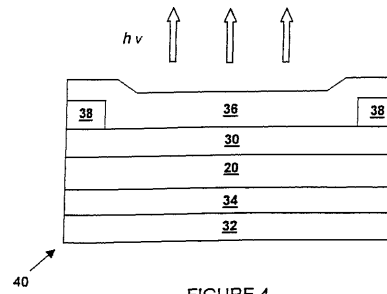
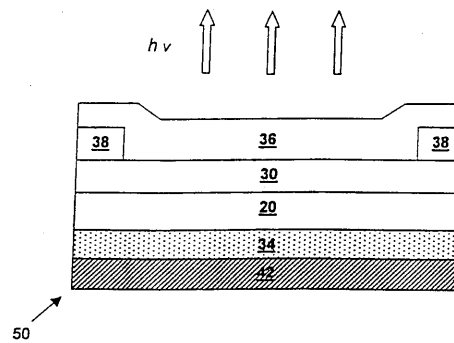


FIGURE 4

【図 5】



【図 8】

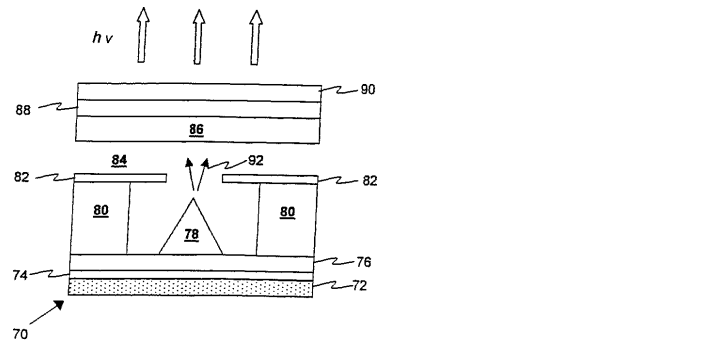


FIGURE 8

【図 9 A】

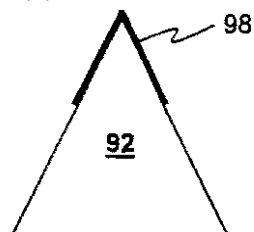


FIGURE 9A

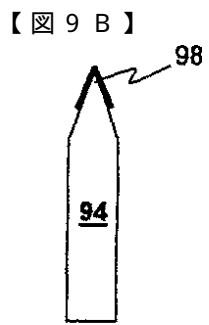


FIGURE 9B

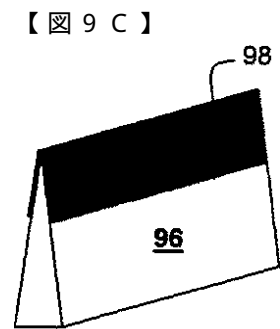


FIGURE 9C

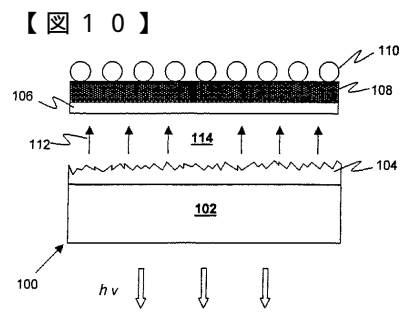


FIGURE 10

フロントページの続き

- (74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100087424
弁理士 大塚 就彦
- (72)発明者 ウォーレン, レスリー・エフ, ジュニア
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 3 0 1 2 - 9 2 7 4, カマリロ, ラ・ラマダ・ドライブ 1 9
0 2
- (72)発明者 ズッアン, ズィミン
アメリカ合衆国イリノイ州 9 1 3 6 0, ホウィーリング, ヒンツ・レーン 1 5 8 2, ナンバー
1 ビー
- (72)発明者 ウィリアムズ, ジョージ・エム
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 1 3 6 0, サウザンド・オークス, コート・デ・キャンション
3 7 4 9
- (72)発明者 チェン, ジェフリー・ティー
アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 1 3 6 0, サウザンド・オークス, カミノ・フローレス 1 0
5 0

審査官 本田 博幸

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 0 4 1 2 8 6 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 6 3 7 7 1 (J P , A)
特開平 1 0 - 1 6 2 9 5 9 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

H05B 33/26
H05B 33/04
H01L 51/50

专利名称(译)	包含透明导电氧化锌薄膜的电子发光显示器		
公开(公告)号	JP4467861B2	公开(公告)日	2010-05-26
申请号	JP2001527379	申请日	2000-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	创新技术Licensing LLC的		
申请(专利权)人(译)	创新科技Licensing, LLC公司		
当前申请(专利权)人(译)	Teledyne公司Licensing, LLC公司		
[标]发明人	ウォーレンレスリーエフジュニア ズウアンズイミン ウィリアムズジョージエム チェンジエフリーティー		
发明人	ウォーレン,レスリー・エフ,ジュニア ズウアン,ズイミン ウィリアムズ,ジョージ・エム チェン,ジェフリー・ティー		
IPC分类号	H05B33/26 H05B33/04 H01L51/50 H01J1/304 H01J29/04 H01J31/12 H01L27/32 H01L51/52 H05B33/02		
CPC分类号	H01L27/32 H01J1/304 H01L51/5234 H01L51/529 H01L2251/5315 H01L2251/5323		
FI分类号	H05B33/26.Z H05B33/04 H05B33/14.A		
代理人(译)	小林 泰 千叶昭夫		
审查员(译)	本田博之		
优先权	09/410130 1999-09-30 US		
其他公开文献	JP2003514343A JP2003514343A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供共掺杂氧化锌到平板, 发光显示装置和真空微电子器件, 以提高它们的效率和寿命。该材料具有低生长温度并且与金属氧化物半导体 (MOS) 处理技术兼容。它是透明的, 化学稳定的并且具有低功函数, 当用作上述装置的阴极时, 这导致许多优点。在发光显示装置的一个实施例中, 有机发光二极管 (OLED) 显示器具有高功函数金属阳极, 例如铂 (Pt), 金 (Au) 或镍 (Ni) 和低功函数共掺杂锌。氧化物阴极。由于这两种材料提供的能级对准, 从阴极注入电子和从阳极注入有机发光介质的空穴的潜在能量障碍被最小化, 因此显示装置更有效地操作。

【図 6】

