【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第１区分
【発行日】平成17年6月30日(2005.6.30)

【公表番号】特表2001-521269(P2001-521269A)
【公表日】平成13年11月6日(2001.11.6)
【出願番号】特願2000-517452(P2000-517452)
【国際特許分類第７版】
　Ｈ０５Ｂ　33/14
　Ｈ０１Ｌ　51/00
　Ｈ０５Ｂ　33/10
　Ｈ０５Ｂ　33/12
【ＦＩ】
　Ｈ０５Ｂ　33/14　　Ｂ
　Ｈ０５Ｂ　33/10
　Ｈ０５Ｂ　33/12　　Ｂ
　Ｈ０１Ｌ　29/28

【誤訳訂正書】
【提出日】平成15年9月25日(2003.9.25)
【誤訳訂正１】
【訂正対象書類名】明細書
【訂正対象項目名】全文
【訂正方法】変更
【訂正の内容】
【発明の名称】インクジェット印刷技術を使って有機半導体装置を製造する方法、およびこれを利用した装置およびシステム
【特許請求の範囲】
【０００１】
【請求項１】　刺激が加えられるとこれに対応して表示を発する半導体装置であって、
【０００２】
　半導体装置を支持する基板、
　基板に支持される少なくとも１つの第１電極、
　基板に支持され、少なくとも１つの第１電極との間に電流を流すための、少なくとも１つの第２電極、
　少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極との間に支持され、少なくとも１つの第１電極および少なくとも１つの第２電極との間を流れる電流を制御するための、少なくとも１つの共役有機バッファ層、および
　少なくとも１つの共役有機バッファ層に接触し、かつ少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極との間に位置し、刺激が加えられたときこれに対応して半導体装置が発する表示を形成する少なくとも１つのインクジェット印刷された共役有機堆積物を備える半導体装置。
【請求項２】　少なくとも１つの共役有機堆積物は導電性物質からなり、少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極とに対して電圧刺激が加えられるとこれに対応して、共役堆積物および少なくとも１つの共役有機バッファ層に電流が流れるようにすることを特徴とする請求項１記載の装置。
【請求項３】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、少なくとも１つの共役有機バッファ層は電流が流れると発光できる物質からなることを特徴とする請求項２記載の装置。
【請求項４】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、少なくとも１つの共

役有機堆積物は電流が流れると発光できる物質からなることを特徴とする請求項２記載の装置。
【請求項５】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、少なくとも１つの共役有機堆積物は発光できるゲスト物質からなり、少なくとも１つの共役有機バッファ層は発光できるホスト物質からなり、ゲスト物質は部分的にホスト物質に拡散し、
【０００３】
ゲスト物質のバンドギャップ幅およびエネルギーレベルはホスト物質を超えることはないため、少なくとも１つの第１電極および少なくとも１つの第２電極に電圧刺激が加えられるとこれに対応して、半導体装置がゲスト物質に応じた発光を生じ、その結果ゲスト物質およびホスト物質を介して少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極との間に電流が流れることを特徴とする、請求項１記載の装置。
【請求項６】　前記装置は複数の群の共役有機堆積物を含み、各群は、赤、緑、青に発光できるゲスト物質を含む３つの共役有機堆積物で構成されることを特徴とする請求項５記載の装置。
【請求項７】　少なくとも１つの共役有機バッファ層はポリフルオレン誘導体からなり、少なくとも１つの共役有機堆積物は可溶性ポリ（ｐ－フェニレンビニレン）誘導体およびポリフルオレン誘導体からなり、少なくとも１つの第１電極は酸化インジウムスズからなることを特徴とする請求項５記載の装置。
【請求項８】　刺激が加えられるとこれに対応して表示を発する半導体装置であって、
【０００４】
半導体装置を支持するための基板、
基板に支持された、電流の流れを誘導する複数のソース電極、
基板に支持され、電流の流れを制御する複数のゲート電極、
複数のソース電極と複数のゲート電極との間に支持され、ソース電極に接続されたソース端子、ゲート電極に接続されたゲート端子、およびドレイン端子をそれぞれ備える、電流の流れを制御する複数のトランジスタ、
複数のトランジスタに支持され、複数のトランジスタのドレイン端子との間に電流が流れ易くする第２電極、
複数のトランジスタと第２電極との間に、トランジスタのドレイン端子と第２電極とに接触するように支持され、複数のトランジスタのドレイン端子と第２電極との間に流れる電流を制御する共役有機バッファ層、および
それぞれのトランジスタに支持されかつ共役有機バッファ層に接触し、刺激が加えられたときこれに対応して半導体装置が発する表示を形成する、インクジェット印刷された複数の共役有機堆積物を備える装置。
【請求項９】　刺激が加えられたときこれに対応して表示を発する半導体装置であって、
【０００５】
半導体装置を支持する基板、
基板に支持され、流体を濾過する少なくとも１つの共役有機バッファ層、および
少なくとも１つの共役有機バッファ層に設けられ、刺激が加えられたときこれに対応して半導体が発する表示を形成する、少なくとも１つのインクジェット印刷された共役有機堆積物を備える装置。
【請求項１０】　共役堆積物中に流体サンプルが拡散して刺激が加わったとき、これに対応してそれぞれの共役有機堆積物が発光することを特徴とする請求項９記載の装置。
【請求項１１】　それぞれの共役有機堆積物中に設けられ、共役有機堆積物内の導電率を感知する１対の第１電極および第２電極をさらに備え、それぞれの共役有機堆積物の導電率は、共役有機堆積物中に流体サンプルが拡散して刺激が加わったときこれに対応して変化することを特徴とする請求項９記載の装置。
【請求項１２】　刺激が加えられたときこれに対応して表示を発することのできる半導体装置を製造する方法であって、
【０００６】

基板上に少なくとも１つの第１電極を支持し、
少なくとも１つの第１電極上に少なくとも１つの共役有機バッファ層を支持して、共役有機バッファ層がそれぞれの第１電極と接触するようにし、
少なくとも１つの第１電極上に少なくとも１つの共役有機物をインクジェット印刷して、それぞれの共役有機堆積物が少なくとも１つの共役有機バッファ層と接触するようにし、
最上部の共役有機バッファ層上に少なくとも１つの第２電極を支持する各工程を包含する方法。
【請求項１３】　最上部の共役有機バッファ層上に少なくとも１つの第２電極を支持する工程が、
【０００７】
最上部の共役有機バッファ層の上に接触するかたちで少なくとも１つの有機マスクをインクジェット印刷し、少なくとも１つの有機マスクは弱い接着力で最上部の共役有機バッファ層と接触し、
最上部の共役有機バッファ層および少なくとも１つの有機マスクの上に接触するかたちで第２電極材を支持し、第２電極材は強い接着力で最上部共役有機バッファ層および少なくとも１つの有機マスクに接触し、
第２電極材に接着シートを貼りつけ、
接着シートを除去し、少なくとも１つの有機マスクおよび少なくとも１つの有機マスクの上の第２電極材も同時に除去する各工程を包含することを特徴とする請求項１２記載の方法。
【請求項１４】　最上部の共役有機バッファ層の上に少なくとも１つの第２電極を支持する工程が、
【０００８】
最上部の共役有機バッファ層の、仕切りを使って第２電極材を堆積させない領域にシャドウマスクを施し
仕切り同士の間に第２電極材をインクジェット印刷する各工程を包含することを特徴とする請求項１２記載の方法。
【請求項１５】　刺激が加えられたときこれに対応して表示を発することのできる半導体装置を製造する方法であって、
【０００９】
基板上に複数のソース電極を支持し、
基板上に複数のゲート電極を支持し、
複数のソース電極と複数のゲート電極との間に複数のトランジスタを支持し、ここで、各トランジスタはソース電極に接続されたソース端子、ゲート電極に接続されたゲート端子、およびドレイン端子を備えており、
複数のトランジスタ上に第２電極を支持し、
複数のトランジスタのドレイン端子および第２電極に接触するかたちで、複数のトランジスタと第２電極との間に共役有機バッファ層を支持し、
それぞれのトランジスタ上に複数の共役有機堆積物をジェットインク印刷して、複数の共役有機堆積物が共役有機バッファ層および第２電極に接触するようにする各工程を包含する方法。
【請求項１６】　刺激が加えられたとき、これに対応して表示を発することのできる半導体装置を製造する方法であって、
【００１０】
基板上に少なくとも１つの共役有機堆積物をインクジェット印刷し、
それぞれの共役有機堆積物上に第１共役有機バッファ層を支持させて、それぞれの共役有機堆積物が第１の共役有機バッファ層に接触するようにする各工程を包含する方法。
【請求項１７】　基板上に少なくとも１つの共役有機堆積物をインクジェット印刷する工程の前に、基板上に少なくとも一対の第１電極および第２電極を支持し、それぞれの共役

有機堆積物は一対の第１電極および第２電極にインクジェット印刷されるようにする工程を包含することを特徴とする請求項１６記載の方法。
【請求項１８】　第１共役有機バッファ層の上に少なくとも１つの共役有機堆積物を有する層を少なくとも１つさらに追加してインクジェット印刷し、
【００１１】
少なくとも１つの共役有機堆積物を有する追加されたそれぞれの層の上にさらに追加して共役有機バッファ層を支持させ、少なくとも１つの共役有機堆積物を有するそれぞれの追加された層が、追加された共役有機バッファ層の上に接触するようにする各工程をさらに包含することを特徴とする請求項１６記載の方法。
【請求項１９】　少なくとも１つの共役有機堆積物を有する少なくとも１つの追加された層を第１の共役有機バッファ層にインクジェット印刷する工程の前に、第１の共役有機バッファ層上に少なくとも一対の第１電極および第２電極を支持して、それぞれの共役有機堆積物が一対の第１電極および第２電極上にインクジェット印刷されるようにする工程をさらに包含することを特徴とする請求項１８記載の方法。
【請求項２０】　画像を表示する発光システムであって、
【００１２】
発光システムを支持する基板、
基板に支持される少なくとも１つの第１電極、
基板に支持され、少なくとも１つの第１電極との間に電流を流すための、少なくとも１つの第２電極、
少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極との間に支持され、電流の流れを制御するための、少なくとも１つの共役有機バッファ層、および
基板によって支持される少なくとも１つの第１電極、
基板に支持される少なくとも１つの第２電極であって、少なくとも１つの第１電極と少なくとも１つの第２電極とのあいだに電流を流れさすための電極、
少なくとも１つの第１電極および少なくとも１つの第２電極との間に支持され、電流の流れを制御するための少なくとも１つの共役有機バッファ層、
複数のインクジェット印刷された共役有機堆積物であって、それぞれ少なくとも１つの共役有機バッファ層と接触しかつ１つの第１電極と１つの第２電極との間に設けられており、第１電極および第２電極に対して電圧刺激が印加されたときに表示を発する共役有機堆積物、および
少なくとも１つの第１電極および少なくとも１つの第２電極に対して選択的に電圧刺激を加えるための電圧源を備える発光システム。
【請求項２１】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、複数の共役有機堆積物は導電性物質からなり、電圧刺激が加えられるとこれに対応して、少なくとも１つの共役有機堆積物、および共役有機堆積物に接触しているそれぞれの共役有機バッファ層を電流が部分的に流れるよう促し、少なくとも１つの共役有機バッファ層は発光性物質からなり、電流が流れたときに発光することを特徴とする請求項２０記載のシステム。
【請求項２２】　連続的な共役有機堆積物の少なくとも１つのグループが印刷され、連続的な共役有機堆積物のグループは少なくとも１つの共役有機バッファ層に電流が流れたとき発光ロゴを形成することを特徴とする請求項２１記載のシステム。
【請求項２３】　独立した共役有機堆積物の複数のグループが印刷され、それぞれのグループの共役有機堆積物の密度はほぼ一定であり、印刷された複数のグループは、少なくとも１つの共役有機バッファ層に電流が流れたときグレースケール発光画像を形成することを特徴とする請求項２１記載のシステム。
【請求項２４】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、複数の共役有機堆積物はグループになって規則正しいアレーに配列され、それぞれのグループは赤、緑、青に発光することのできるゲスト物質でできた３種類の共役有機堆積物からなり、規則正しいアレーは、電流が共役有機堆積物を流れたときに多色発光ディスプレイを構成することを特徴とする請求項２０記載のシステム。

【請求項２５】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であって、複数の共役有機堆積物は発光できるゲスト物質からなり、少なくとも１つの共役有機バッファ層は発光できるホスト物質からなり、ゲスト物質は部分的にホスト物質に拡散しており、
【００１３】
複数の共役有機堆積物はグループになって規則正しいアレーに配列されており、それぞれのグループは赤、緑、青に発光できるゲスト物質でできた３種類の共役有機堆積物からなり、ゲスト物質のバンドギャップ幅およびエネルギーレベルはホスト物質を超えることがないため、電圧刺激が加えられたときこれに対応してそれぞれのグループが赤、緑、青に発光し、
電流が共役有機堆積物を流れたとき規則正しいアレーは多色発光ディスプレイを形成することを特徴とする請求項２０記載のシステム。
【請求項２６】　画像を形成するための発光システムであって、
【００１４】
発光システムを支持するための基板、
基板に支持された、電流の流れを誘導する複数のソース電極、
基板に支持され、電流の流れを制御する複数のゲート電極、
複数のソース電極と複数のゲート電極との間に支持され、ソース電極に接続されたソース端子、ゲート電極に接続されたゲート端子、およびドレイン端子をそれぞれ備える、電流の流れを制御する複数のトランジスタ、
複数のトランジスタに支持され、複数のトランジスタのドレイン端子との間に電流が流れ易くする第２電極、
複数のトランジスタと第２電極との間に、トランジスタのドレイン端子と第２電極とに接触するように支持され、複数のトランジスタのドレイン端子と第２電極との間に流れる電流を制御する共役有機バッファ層、
それぞれのトランジスタ上に、共役有機バッファ層に接触して支持され、ソース電極および第２電極に電圧刺激が印加されたときに表示を発する複数のインクジェット印刷された共役有機堆積物、および
発光システムに電気的に接続され、複数のソース電極および第２電極に選択的に電圧刺激を加える電圧源を備える発光システム。
【請求項２７】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であり、複数の共役有機堆積物はグループとなって規則正しいアレーに配列されており、それぞれのグループは赤、緑、青に発光できるゲスト物質からなる３種類の共役有機堆積物を備え、規則正しいアレーは共役有機堆積物に電流が流れたとき多色発光ディスプレイを形成することを特徴とする請求項２６記載のシステム。
【請求項２８】　基板および少なくとも１つの第１電極は透明であって、複数の共役有機堆積物は発光できるゲスト物質からなり、少なくとも１つの共役有機バッファ層は発光できるホスト物質からなり、ゲスト物質は部分的にホスト物質に拡散しており、
【００１５】
複数の共役有機堆積物はグループになって規則正しいアレーに配列されており、それぞれのグループは赤、緑、青に発光できるゲスト物質でできた３種類の共役有機堆積物からなり、ゲスト物質のバンドギャップ幅およびエネルギーレベルはホスト物質を超えることがないため、電圧刺激が加えられたときこれに対応してそれぞれのグループが赤、緑、青に発光し、
電流が共役有機堆積物を流れたとき規則正しいアレーは多色発光ディスプレイを形成することを特徴とする請求項２６記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【００１６】
（技術分野）
本発明は一般に有機半導体装置に関し、特定の実施態様においてはインクジェット印刷技術を使用して有機半導体装置を製造する方法、およびこれを適用した装置およびシステ

ムに関する。
【００１７】
（背景技術）
シリコンなどの無機半導体はしばしば、今日の半導体フォトニクス装置の製造に使用される。このような無機半導体装置の処理は複雑で費用がかかることがあり、典型的には結晶成長工程、ウェハのスライシングおよび研磨工程、ウェハ上に集積電子回路を形成する工程などを含む。比較すると、従来のポリマー（プラスチックとよぶこともある）は比較的処理が容易である。たとえば、従来のプラスチック部品の製造は、溶融プラスチック材を金型の中に射出する工程のような比較的単純な工程を含む。従来のポリマーはまた柔軟かつ軽量で、広い面積上に製造することができる。しかしながら、従来のプラスチックは半導体的性質を持たないため、半導体装置の製造には適さない。
【００１８】
共役ポリマーは半導体の電気的および光学的特性と従来のプラスチックの加工性とを組み合わせた有機物質である。共役ポリマーの半導体的特性は、ポリ（フェニレンビニレン）、ポリチオフェン（ＰＴ）、およびポリ（２－メトキシ－５－２’－エチル－ヘキシロキシ）－１，４－フェニレンビリレン（ＭＥＨ－ＰＰＶ）などの化合物を含有する炭素中に形成された、非局在化π軌道に由来する。従来のポリマーとは異なり、共役ポリマーは二重結合を有するため絶縁性ではなく半導体的性質を有する。共役ポリマーは加工費が安く、柔軟性かつ軽量で、従来のポリマーが有する大量生産性とシリコンが有する一般的な半導体的特性とを合わせ持つ。
【００１９】
共役ポリマー装置は、スピンコーティングによって製造するのが一般的である。スピンコーティングではポリマーの溶液加工性を利用する。すなわち、液状共役ポリマーの大きな水滴を含有する基板を軸のまわりで高速回転させることにより、この液状共役ポリマーを外側に流れさせ、基板を材料の薄膜で被覆する。しかしながら、スピンコーティングには以下のような欠点がある。すなわち、スピンコーティングは、液状共役ポリマーの殆どが表面を被覆せずに飛散してしまうため、溶液の浪費である。さらに、スピンコーティングは基板表面上に存在するほこりやその他の欠陥に弱い。これは、液状有機物質が基板表面上に塗布されるとき、いかなる隆起も存在すれば陰が形成されるため、その欠陥の後ろ側に比較的薄い有機物質の放射状の跡が残るからである。
【００２０】
液状共役ポリマーの流れはあまりコントロールできないため、スピンコーティング中に所望のパターンを形成することは不可能である。このため、共役ポリマーの実用化には限度がある。例えば、２つの電極間に挟持された発光共役ポリマーは発光ダイオード（ＬＥＤ）や発光ロゴ（ＬＥＬ）の製造に使用される場合があるが、スピンコーティングによって形成された共役ポリマーの層は単一でパターン化されていないため装置の色が単色に限定されてしまい、電極をパターン化する必要がある。また、通常であればパターン化電極の作成に用いることのできるフォトリソグラフィー技術は、共役ポリマー層をパターン化するには利用できない。これは、フォトリソグラフィー技術によって共役有機物質の二重結合が破壊されるおそれがあるためである。
【００２１】
その他の種類の有機半導体物質としては共役小有機分子がある。本発明において共役有機化合物（有機物）とは、ポリマー（分子鎖あたり２つより多くの反復単位を有する有機物）および小有機分子（単一の分子からなる有機物）を意味するものとして定義される。小有機分子は、共役ポリマーと同じ（電気的および光学的）特性を有するが、利用する加工技術が若干異なる。有機分子は通常、超高真空環境下で熱昇華を利用して加工され、所望の薄膜を形成する。薄膜の厚さは典型的には約１００ｎｍである。有機分子はしばしは、共役ポリマーと同じ装置構造、すなわち、有機薄膜を２つの電極に挟持するという装置構造を利用する。有機薄膜のパターン化はシャドウマスクを使用して行うことができるが、この方法ではシャドウマスクを正確に位置合せしなければならないため、時間も費用も

かかる。さらに、水平解像度も制限される。有機分子は従来のスピンコーティング法により加工することもできるが、この方法ではパターン化ができない。有機分子は、ホスト共役ポリマーと混合されることによって加工されるのが一般的であり、その結果得られる混合物は薄膜形成に有利なポリマーの機械的性質を得る。バッファ層およびインクジェット印刷堆積物の典型的な有機化合物の例を図３１、図３２および図３３に示す。

【００２２】

デスクトップパブリッシングにおいて一般的な技術であるインクジェット印刷（ＩＪＰ）技術を利用して、解像度の高いパターン化共役有機材を堆積することもできる。インクジェット印刷技術をパターン化共役有機物の堆積に適用することは、「応用物理学」（Applied Physics Letters）の第７２巻、５１９頁（１９９８年）に掲載された、T.R.Hebnerらによる「有機発光装置のための、ドープトポリマーのインクジェット印刷（Ink-jet printing of doped polymers for organic light emitting devices）」というタイトルの記事に記載されている。この文献は、本願において引用する。しかしながら、従来のインクジェット印刷技術では低濃度の色素含有ポリマー溶液を印刷するため、高品質の半導体装置には不適切な粗悪な膜となる。

【００２３】

下部電極上に共役有機物の適切なパターンを堆積できたとしても、まだ問題が残る。インクジェット印刷ではドットを形成するため、インクジェット印刷を使用して印刷した有機膜はピンホールを有する場合がある。パターン化共役有機薄膜上に上部電極材を堆積すると、上部電極材がピンホールを介して下部電極と接触する場合があり、その結果短絡が生じて装置が使用できなくなる。

【００２４】

（開示の概要）

本発明の実施態様の目的は、ハイブリッドインクジェット印刷技術を使用して有機半導体装置を製造する方法、これを使ったシステムおよび装置を提供することである。この方法においては、基板表面上の欠陥に対して比較的強く、従来の半導体が有する電気的および光学的特性と、従来の有機物が有する低コストの加工性、柔軟性、軽量、および大量生産性とが組み合わされる。

【００２５】

本発明の実施態様の他の目的は、ハイブリッドインクジェット印刷技術を使用して有機半導体装置を製造する方法、およびこれを使ったシステムおよび装置を提供することである。この方法によれば、正確にパターン化された単色または多色で、独立した発光領域を有する発光型ディスプレイ、装置、ロゴ、およびグレースケール画像を形成することが可能である。

【００２６】

本発明の実施態様のさらに他の目的は、ハイブリッドインクジェット印刷技術を使用して有機半導体装置を製造する方法、およびこれを使ったシステムおよび装置を提供することである。この方法によれば、半導体装置、バイオセンサ、光起電力型装置および光電検出器を製造するための高品質シャドウマスクを形成することができる。

【００２７】

上記およびその他の目的は、画像を形成するための発光システムによって達成される。このような発光システムは典型的には、基板上に接触した状態で堆積された第１電極を有する。その後、第１電極の上に接触した状態で１つ以上の共役有機バッファ層が堆積され、その次に、共役有機バッファ層の上に第２電極が堆積される。共役有機バッファ層は、第１および第２電極間の電流の流れを制御する。それぞれの共役有機バッファ層を堆積する前または後、ただし第２電極を堆積する前に、少なくとも１つの共役有機バッファ層と接触するように共役有機堆積物をインクジェット印刷する。

【００２８】

共役有機堆積物は、第１および第２電極に対して電圧刺激が加えられたときに、そのこと示す表示を発する役割をはたす。共役有機堆積物の素材によって、この表示は発光、蛍

光、導電などがある。選択的に電圧刺激を第１および第２電極に加えるためには電圧源を使用する。

【００２９】

本発明の実施態様の上記およびその他の目的、特徴、利点は、以下に説明する本発明の実施態様を、添付の図面および特許請求の範囲とともに読むことにより当業者にとって明らかである。

【００３０】

（好ましい実施の形態の詳細な説明）

以下、実施態様の説明において添付図面を参照する。この添付図面は実施態様の一部をなし、本発明を実施する特定の実施態様を説明するものである。本発明の好ましい実施態様の範囲から逸脱することなくその他の実施態様を利用しまた改変を行い得ることは当業者にとって明らかである。

【００３１】

共役有機物は、従来の有機物が有する低コストの加工性、柔軟性、軽量および大量生産性と、無機物半導体が有する一般的な半導体的特性を兼ね備える。図１は、本発明の実施態様による共役有機半導体装置１０を示す。共役有機半導体装置１０においては、従来の堆積技術によって金属または酸化金属からなる第１電極１４が基板１２上に形成されている。基板１２は、ガラス、プラスチック、半導体ウェハ、および金属板などの固体物質からなり、上に絶縁性薄膜が設けられているか、またはプラスチックおよび金属箔などの軟質物質からなり、上に絶縁性薄膜が設けられている。好ましい実施態様においては、第１電極１４は酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）からなる。第１電極１４の上には、厚さ約１～１０００ｎｍのほぼ均一な共役有機バッファ層１６がスピンコーティング、熱昇華またはその他の従来の塗布方法によって形成される。共役有機バッファ層１６上には、インクジェット印刷ヘッド１８を使用して少なくとも１つの共役有機堆積物２０が印刷される。インクジェット印刷を使う理由は、スピンコーティングと違って、インクジェット印刷は精細な解像度を有する共役有機堆積物２０を印刷することができ、また、共役有機堆積物２０は共役有機バッファ層１６に対して水平に流されるのではなく垂直に噴射されるためほこりや基板に存在する欠陥に比較的強く、さらに塗布工程において材料を浪費することがないためである。

【００３２】

図２に示すように、従来の金属堆積技術を使用して、共役有機堆積物２０および共役有機バッファ層１６上に第２電極２２を堆積する。共役有機バッファ層１６は十分な絶縁性を有するため、第２電極２２と第１電極１４との間に短絡が生じることはない。

【００３３】

図４に示す本発明の他の実施態様においては、インクジェット印刷を使用して直接第１電極１４上に共役有機堆積物２０を堆積する。その後、スピンコーティングまたは他の従来の塗布方法によって、共役有機バッファ層１６を共役有機堆積物２０および第１電極１４上に形成する。その後、従来の金属堆積技術を使用して共役有機バッファ層１６上に第２電極２２を堆積する。

【００３４】

図６および図８に示されるさらに他の実施態様においては、複数の共役有機バッファ層１６および共役有機堆積物の複数の層を形成することによって半導体装置に縦方向または第３の寸法を与え、機能密度が向上する。

【００３５】

図２、図４、図６および図８は単一の第１電極１４および単一の第２電極２２を採用した実施態様を示しているが、図３、図５、図７、図９および図１０に示す本発明の他の実施態様では、複数の第１電極１４および第２電極２２をそれぞれの共役有機堆積物２０上に堆積してもよい。図３、図５、図７、図９および図１０には示されていないが、複数の第１電極１４は複数の第２電極２２に対して横方向に形成されている（図３、図５、図７、図９および図１０の端面図を参照のこと）。

【００３６】
図１０に示される実施態様において、複数の第１電極１４（図示せず）は基板１２上にインクジェット印刷されている。その後、スピンコーティングまたはその他の従来の塗装方法によって、共役有機バッファ層１６を複数の第１電極１４上に形成する。そして、複数の第２電極２２を共役有機バッファ層１６上にインクジェット印刷する。
【００３７】
図１１および図１２に示す本発明のその他の実施態様では、説明のために一つだけ共役有機堆積物２０を示す。共役有機堆積物２０は導電または電荷移動有機材からなる。導電／電荷移動共役有機堆積物２０は電極物質よりも電荷注入特性が良いため、第２電極２２および第１電極１４に電圧が印加されると、電流２４が第２電極２２と第１電極１４との間で、導電／電荷移動共役有機堆積物が印刷されている共役有機バッファ層１６にだけ流れる。
【００３８】
さまざまな有機半導体装置のうち、特に目を引くのがエレクトロルミネセンス（ＥＬ）装置である。これは、光源、単色または多色ディスプレイ、発光ロゴ、多色発光型装置、グリーティングカード、および低密度および高密度案内ディスプレイに将来適用できる可能性があるからである。従って、さらに他の実施態様においては、第１電極１４および基板１２は透明であり、共役有機バッファ層１６は発光材からなる。このような実施態様では、電流２４が共役有機バッファ層１６を流れることによって共役有機半導体装置１０から発光３２が生じる。
【００３９】
図１３および図１４に示される本発明の他の実施態様においては、説明のために共役有機堆積物２０をひとつだけ示す。共役有機堆積物２０および共役有機バッファ層１６は発光有機材からなり、第１電極１４および基板１２は透明である。第２電極２２および第１電極に対して十分高い電圧を印加すると、第２電極２２と第１電極１４との間で、共役有機バッファ層１６を電流２４が流れる。共役有機堆積物２０が存在しない部分では、共役有機バッファ層１６が発する色（参照符号２６を参照のこと）は共役有機バッファ層１６の組成に左右される。共役有機堆積物２０が存在する部分では、発光の色は電子および正孔が再結合する場所に左右される。一般に、共役有機堆積物２０が十分に厚い場合、電子と正孔とは共役有機堆積物２０内で再結合し、発光の色（参照符号３２を参照のこと）は共役有機堆積物２０の組成に左右される。共役有機堆積物２０が十分に薄い場合、電子と正孔とは共役有機バッファ層１６内で再結合し、発光の色は共役有機バッファ層１６の組成に左右される。しかしながら、共役有機堆積物２０の厚さが共役有機バッファ層１６とほぼ同じであれば、電子は共役有機堆積物２０と共役有機バッファ層１６との境界付近で再結合するため、発光は共役有機堆積物２０と共役有機バッファ層１６両方の組成による色となる。
【００４０】
図１５に示す本発明のその他の実施態様においては、説明のために共役有機堆積物２０を一つだけ示す。共役有機堆積物２０は、共役有機バッファ層１６に部分的に拡散できる共役有機材からなる。共役有機バッファ層１６は、ポリ－９－ビニルカルバゾール（ＰＶＫ）またはポリフルオレン（ＰＦ）または類似の他の化合物からなり、共役有機堆積物２０は、可溶性ポリ（ｐ－フェニレンビニレン）（ＰＰＶ）、ＭＥＨ－ＰＰＶ、有機染料、ポリフルオレン誘導体、または類似の他の化合物からなる。このような実施態様において、少量の導電性共役有機堆積物２０が共役有機バッファ層１６中に拡散し（参照符号３０を参照のこと）、共役有機バッファ層１６内で電荷移動ドーパントとして作用する。ゲストドーパント（共役有機堆積物２０）がホストバッファ層（共役有機バッファ層１６）に拡散することは、ホストおよびゲスト材の材料特性と、ホストおよびゲスト材の溶剤相溶性（極性または無極性）による作用である。第２電極２２および第１電極１４に対して電圧が印加される場合、導電性共役有機堆積物２０の領域においてホストからゲストへのエネルギー移動を容易にし、第２電極２２と第１電極との間に電流２４を流すには、少量の

ドーパントがあればよい。

【００４１】

さらに他の実施態様においては、共役有機バッファ層１６、および部分的に共役有機バッファ層１６に拡散することのできる共役有機堆積材は発光性であり、第１電極１４および基板は透明である。電流２４が共役有機バッファ層１６を流れると、共役有機堆積物２０が部分的に共役有機バッファ層１６に拡散している部分（参照符号３０を参照のこと）が、共役有機堆積物２０および共役有機バッファ層１６を構成する材料のバンドギャップおよびエネルギーレベルによる色に発光する。一般に、共役有機堆積材のバンドギャップが共役有機バッファ層よりも小さく、エネルギーレベルが共役有機バッファ層よりも低い場合は、発光の色（参照符号２８を参照のこと）は共役有機堆積物２０の組成に左右される。そうでない場合は、発光の色は共役有機バッファ層１６の組成に左右される。

【００４２】

図３、図５、図７、図９、および図１０に示すように、インクジェット印刷を利用して、それぞれの共役有機堆積物２０上に複数の第１および第２電極（１４および２２）を形成することも可能である。図１６に示すように、図３の複数の第２電極を形成するためには、まず最初に共役有機バッファ層１６上にインクジェット印刷によって有機マスク７２を堆積する。次に、スピンコーティングまたはその他の従来の塗布方法によって、第２電極材７４を有機マスク７２および共役有機バッファ層１６上に堆積する。第２電極材７４および有機マスク７２を構成する素材としては、第２電極材７４は共役有機バッファ層１６にしっかりと付着するようなものを選択し、有機マスク７２の素材は共役有機バッファ層１６にあまり付着しないようなものを選択する。その後接着テープなどの接着シート７６を第２電極材７４にしっかりと押し付ける。そして、接着シート７６を除去すると、図１７に示すように、第２電極材７４と有機マスク７２とは接着特性が異なるため、接着シート７６とともに有機マスク７２および第２電極材７４の一部が除去される。残った第２電極材７４は複数の第２電極を構成する。複数の第２電極を形成するこの方法は、図５、図７、図９および図１０に示す第１電極１４および第２電極２２にも適用できる。

【００４３】

本発明の実施態様では、ミクロンサイズの有機発光ダイオードの規則正しい（regular）アレーを形成する方法を提供する。この方法においては、発光ダイオードの寸法はインクジェット印刷ヘッドのノズル寸法によってのみ制限される。共役有機発光ダイオードの規則正しいアレーの用途の一つとして、テレビスクリーンやコンピュータモニタなどの多色発光型ディスプレイがある。このような用途においては、赤、緑、青のドットを使用してカラー画像を形成する。図１８に示すように、赤、緑、青にそれぞれ対応するバンドギャップおよびエネルギーレベルを有するいくつかの異なる発光拡散共役有機堆積物３４、３６および３８を、青に対応するバンドギャップおよびエネルギーレベルを有する共役有機バッファ層４０上に堆積する。発光拡散共役有機堆積物３４、３６、および３８は部分的にバッファ層４０中に拡散し、電圧が第２電極２２および第１電極１４に印加されたとき、発光拡散共役有機堆積物３４、３６、および３８の下のバッファ層４０が赤４２、緑４４、および青４６に発光するようにバッファ層４０の発光スペクトルを変更する。それぞれの第２電極２２および第１電極１４間に選択的に電圧を印加することにより、赤、緑、および青の発光ダイオードをつけたり消したりすることができ、単純マトリックス多色発光型ディスプレイが得られる。

【００４４】

図１９に示す他の実施態様においては、アクティブマトリックス多色発光型ディスプレイを示す。インクジェット印刷または他の従来使用される堆積技術によって、基板１２上に接触するように複数のゲート電極９２が堆積される。絶縁材５０、ソース電極９０、およびドレイン電極８８を備えるトランジスタ４８を複数のゲート電極９２上に作成する。次に、スピンコーティングまたは他の従来の塗装方法によって共役有機バッファ層４０をトランジスタ上に堆積し、共役有機バッファ層４０はドレイン電極８８と接触した状態となる。そして発光拡散共役有機堆積物３４、３６および３８を共役有機バッファ層４０上

にインクジェット印刷する。最後に、単一の第２電極２２を発光拡散共役有機堆積物３４、３６および３８上に堆積する。ソース電極９０、トランジスタ４８、共役バッファ層４０、共役有機堆積物３４、３６または３８、および第２電極２２を流れる電流、および拡散共役有機バッファ層４０の発光はゲート端子５２における電圧によって制御される。図１９は説明のために示したにすぎず、本発明の実施態様ではトランジスタをベースとするアクティブマトリックス多色発光型ディスプレイを製造するその他の従来の方法を使用してもよい。

【００４５】

一般に、バンドギャップとエネルギーレベルがより高い発光材料（例えば図１８に示す青のバッファ層４０）が、バンドギャップとエネルギーレベルが同じかより低い発光材料（例えば図１８に示す赤、緑、青の有機堆積物３４，３６および３８）にドーピングされている場合は、得られる材料は、バイアス電圧を印加するとより低いバンドギャップおよびエネルギーレベルのほうの色を発する。好ましい実施態様においては、このように色を変化させるには約２５パーセント未満のドーピング物質をバッファ層４０に拡散する必要がある。図２０は、異なる濃度のＭＥＨ－ＰＰＰをポリマー系に導入した場合、どのようにポリ（パラ－フェニレン）（ＰＰＰ）発光ダイオードの発光色が変化するかを示すものである。図２１は、ＭＥＨ－ＰＰＰの濃度に関わらず、電流－電圧（Ｉ－Ｖ）特性が同じである事を示すものである。

【００４６】

図２２および図２３に示すさらに他の実施態様においては、前もってパターン化された横方向の電極５６が印刷された透明基板１２上に設けられたケイ素酸化物（SiO_2）またはポリマー仕切りを使用して、赤、緑、青の発光ダイオードのアレーを製造する。酸化ケイ素仕切り５４によって、共役有機バッファ層１６、および赤、緑、青の導電／電荷移動ポリマー３４、３６、３８を直接、横方向の電極５６上にインクジェット印刷することができる。SiO_2仕切り５４はまた、第２電極２２を堆積するさいのシャドウマスクとしての役割もはたす。

【００４７】

発光共役有機半導体装置１０のその他の用途としては、有機発光ロゴおよび単色または多色発光型装置がある。この場合、インクジェット印刷は、導電／電荷移動共役有機材のパターンを印刷するように制御される。目で見た通りに色のパターンが絶えず変化する多色ディスプレイとは異なり、発光ロゴおよび単色または多色発光型装置は、寸法は大きいが色が固定の発光領域を有するのが一般的である。このような装置を形成するために、導電／電荷移動および／または発光共役有機堆積物２０を直接共役有機バッファ層１６上に印刷する（図１１を参照のこと）か、透明第１電極１４上に印刷する（図１２を参照のこと）。共役有機堆積物２０のパターンが発光領域を画定する。第２電極２２と第１電極１４との間に電圧を印加することによって、大きな発光ロゴを点灯することができる。電流は共役有機堆積物２０を流れるがそれに取り去られてしまうことはないため、共役有機堆積物２０には分離部分を設けることができる（物理的に隔離されたパターン）。バイアス電圧を調整することにより、発光ロゴを背景に対して高いコントラストとすることができる。また、発光ロゴの輝度は、数十分の一カンデラ（ｃｄ）／m^2から１００ｃｄ／m^2までの広範囲に渡って調整することができる。

【００４８】

本発明の好ましい実施態様による発光ロゴの製造を図２４に示す。まず、ガラス基板６０上に堆積された酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）電極５８に、洗浄剤、脱イオン水（ＤＩ）、アセトン、アルコールを連続的に使用しながら通常の超音波洗浄を行い、表面上の汚れを洗いさる。次に、ＩＴＯ電極５８およびガラス基板６０を高温で約１２時間焼く。次に、インクジェット印刷により、３，４－ポリエチレンジオキシチオフェン－ポリスチレンスルフォネート（ＰＥＤＯＴ）の水溶液から、ＩＴＯ電極５８上に導電性ポリマーロゴ６２を堆積する。そして、ＰＥＤＯＴ導電性ポリマーロゴ６２を大気中で約１００℃で約１２時間乾燥させる。他の実施例においては、Adv. Materialsの第９巻、４７５～４７７

頁（１９９７年）に掲載された、J.A.Rogersらによる「湾曲した基板上に対するミクロ接触印刷および電気めっき、独立型三次元金属微構造（Microcontact printing and electo plating on curved substrates; production of free-standing three-dimensional metallic microstructures）」に記載のスタンピング法などの他の方法を使用してもよい。この文献は、本願において引例として挙げられる。図２５に示すように、約１パーセントのＭＥＨ－ＰＰＶ溶液から作られるＭＥＨ－ＰＰＶバッファ層６４を、毎分回転数約２５００（ＲＰＭ）でＰＥＤＯＴ導電性ポリマーロゴ６２上にスピンコーティングし、カルシウム（Ｃａ）カソードをＭＥＨ－ＰＰＶバッファ層６４上に堆積させる。得られた装置は、アクティブカソード領域をアルミニウムまたはカバーガラス６８によってエポキシ化（epoxying）することによって封じ込める。本発明の製造方法において、上述の特性と類似の特性を有する他の素材を使用することも可能である。

【００４９】

図２６は、ＰＥＤＯＴ導電性ポリマー層をもつ装置（参照符号７０）およびもたない装置（参照符号７８）の代表的な輝度－電圧（Ｌ－Ｖ）曲線を示す。この図より、ＰＥＤＯＴ導電性ポリマー層を形成することにより性能が向上することがわかる。例えば、装置を５ボルトにて作動させた場合、ＰＥＤＯＴ導電性ポリマー層を有する発光ダイオードは約２００ｃｄ／ｍ^2 の輝度レベルとなる。一方、ＰＥＤＯＴ導電性ポリマー層を持たない発光ダイオードの輝度レベルは約３桁ほど小さい。

【００５０】

本発明の他の実施態様においては、グレースケール発光画像を形成するための特定用途に発光ロゴを使用してよい。図２７は発光ドット密度によって定義される四準位グレースケール８０を表し、図２８は発光ドットの輝度と密度との代表的な関係を示す輝度曲線８２を示す。本発明の実施態様を適用したグレースケールは、ドットの大きさまたはドットの密度を変化させることによってほぼ連続的に変化させることが可能である。

【００５１】

有機発光ロゴおよびディスプレイに加えて、本発明の実施態様はその他の有機電子装置および光電子装置に適用することができる。その例としては、これらに限定されるわけではないが、トランジスタ、光起電性セル、人工鼻、物理装置、化学装置、バイオ装置、および電子集積回路などである。物理装置の例としては、これらに限定されるわけではないが、光センサ（アレー）、Ｘ線検出器（アレー）、イメージセンサ（アレー）、光電検出器、および光起電装置などがある。化学装置の例としては、これらに限定されるわけではないが、ガスセンサ（アレー）および水分（溶剤）センサなどである。バイオ装置の例としては、これらに限定されるわけではないが、血糖（ぶどう糖）や酵素を検出するためのセンサなどがある。さらに、インクジェット印刷によって、コンピュータのチップ間およびチップ内通信や、電気通信装置などに使用する光源として半導体ウェハ上に発光ダイオードを効率よく製造できる。本発明の実施態様において、電子装置にパターン形成するために使用できる材料の例としては、これらに限定されるわけではないが、有機共役分子、共役ポリマー、無機ナノクリスタル、有機ナノクリスタル、色素分子、およびこれらの組合せなどがある。上記の装置は、すでに述べたように、発光、導電、または蛍光の形で出力を行う。

【００５２】

本発明の実施態様の一例として、導電または蛍光を表示手段とする人工鼻がある。図２９に示すように、共役有機堆積物２０および共役有機バッファ層１６の複数の層が基板１２上に上述の技術によって形成されている。しかながら、各共役有機堆積物２０をインクジェット印刷する前に、２つの電極８４を形成し、共役有機堆積物２０この２つの電極８４上に設けるようにする。各共役有機堆積物２０は、共役有機バッファ層１６および共役有機堆積物２０中に流体または気体サンプル８６が拡散したとき、それぞれの導電率が変化するような特殊な素材からなる。共役有機堆積物２０それぞれの導電率は、共役有機堆積物２０内の２つの電極によって感知される。それぞれの層に設けられた複数の共役有機堆積物２０は、流体または気体サンプル８６の化学組成を識別するのに使用できる導電「

信号」を発する。さらに他の実施態様においては、複数の共役有機バッファ層１６は、それぞれが流体または気体分離膜として機能するような特殊な素材からなる。従って、共役有機堆積物２０のそれぞれの層は、特定の種類の流体または気体のみを試験するよう構成されている。なぜならその他の種類の流体または気体は複数の共役有機バッファ層１６によって濾過されるからである。

【００５３】

図３０に示される本発明のその他の実施態様においては、複数の共役有機堆積物２０は特定の条件下で蛍光を発する。共役有機堆積物２０内には電極は存在しない。共役有機堆積物はそれぞれ、共役有機バッファ層１６および共役有機堆積物２０中に流体または気体サンプル８６が拡散すると蛍光が変化するような特殊な素材からなる。それぞれの共役有機堆積物２０の蛍光は、装置全体を紫外線で光らせることによって表される。それぞれの層に設けられた複数の共役有機堆積物２０は、流体または気体サンプル８６の化学組成を識別するのに利用できる蛍光「信号」を発する。さらに他の実施態様においては、複数の共役有機バッファ層１６は、流体または気体分離膜として機能するような特殊な素材からなる。従って、共役有機堆積物２０のそれぞれの層は、特定の種類の流体または気体のみを試験するよう構成されている。なぜならその他の種類の流体または気体は複数の共役有機バッファ層１６によって濾過されるからである。

【００５４】

上述のように、本発明の実施態様はインクジェット印刷技術によって有機半導体装置を製造する方法、これを使ったシステムおよび装置を提供するものである。この方法においては、基板表面上の欠陥に対して比較的強く、従来の半導体が有する電気的および光学的特性と、従来の有機物が有する低コストの加工性、柔軟性、軽量、および大量生産性とが組み合わされる。さらに本発明の実施態様によると、正確にパターン化された単色または多色で、独立した発光領域を有する発光型ディスプレイ、装置、ロゴ、およびグレースケール画像を形成することが可能である。さらに本発明の実施態様によれば、半導体装置、バイオセンサ、光起電力型装置および光電検出器を製造するための高品質シャドウマスクを形成することができる。

【００５５】

以上に述べた本発明の実施態様は説明上のものであり、本発明を限定するものではない。本発明の範囲はこの実施態様の記載に網羅されるものでも限定されるものではなく、添付の特許請求において定義されるものである。

【図面の簡単な説明】

【００５６】

【図１】

本発明の実施態様により、共役有機バッファ層上の共役有機堆積物のインクジェット印刷を示す図である。

【図２】

本発明の実施態様により、単一の共役有機バッファ層上に印刷された共役有機堆積物の単一の層を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図３】

本発明の実施態様により、単一の共役有機バッファ層の上に印刷された共役有機堆積物の単一の層を挟持した複数の第２電極および複数の第１電極（図示せず）を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図４】

本発明の実施態様により、共役有機堆積物の単一の層の上に堆積された単一の共役有機バッファ層を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図５】

本発明の実施態様により、共役有機堆積物の単一の層の上に堆積された単一の共役有機

バッファ層を挟持した複数の第２電極および複数の第１電極（図示せず）を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図６】

本発明の実施態様により、複数の共役有機バッファ層の上に印刷された共役有機堆積物の複数の層を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図７】

本発明の実施態様により、共役有機バッファの複数の層の上に印刷された共役有機堆積物の複数の層を挟持した複数の第２電極および複数の第１電極（図示せず）を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図８】

本発明の実施態様により、共役有機堆積物の複数の層の上に堆積された複数の共役有機バッファ層を挟持した単一の第２の電極および単一の第１の電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図９】

本発明の実施態様により、共役有機堆積物の複数の層の上に堆積された複数の共役バッファ層を挟持した複数の第２電極および複数の第１電極（図示せず）を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１０】

本発明の実施態様により、単一の共役有機バッファ層を挟持した複数の第２の電極および複数の第１の電極（図示せず）を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１１】

本発明の実施態様により、単一の共役有機バッファ層上に印刷された単一の導電／電荷移動共役有機堆積物を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１２】

本発明の実施態様により、単一の導電／電荷移動共役有機堆積物上に堆積された単一の共役有機バッファ層を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１３】

本発明の実施態様により、単一の発光共役有機バッファ層の上に印刷された単一の発光共役有機堆積物を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１４】

本発明の実施態様により、単一の発光共役有機堆積物上に堆積された単一の発光共役有機バッファ層を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１５】

本発明の実施態様により、単一の発光共役有機バッファ層の上に印刷された単一の発光拡散共役有機堆積物を挟持した単一の第２電極および単一の第１電極を備える、共役有機半導体装置を示す図である。

【図１６】

本発明の実施態様により、共役有機半導体装置に複数の第２電極を形成するにあたり有機マスク、第２電極材、および接着シートを堆積することを示す図である。

【図１７】

本発明の実施態様により、共役有機半導体装置に複数の第２電極を形成するにあたり接着シートおよび有機マスクを除去することを示す図である。

【図１８】

本発明の実施態様により、単純マトリックス多色発光型ディスプレイにおける、赤、緑、青の共役有機発光ダイオードを示す図である。

【図１９】
本発明の実施態様により、アクティブマトリックス多色発光型ディスプレイにおける、赤、緑、青の共役有機発光ダイオードおよび制御トランジスタを示す図である。
【図２０】
本発明の実施態様により、濃度の異なる発光共役有機ドーパント材を発光共役有機バッファ層に導入した際、共役有機発光ダイオードの発光色がどのように変わるかを示すグラフである。
【図２１】
本発明の実施態様により、発光共役有機バッファ層に導入する発光共役有機ドーパント材の濃度にかかわりなく、共役有機発光ダイオードの電流－電圧（Ｉ－Ｖ）特性は同じであることを示すグラフである。
【図２２】
本発明の実施態様により、酸化シリコン仕切りを使用して、多色発光型ディスプレイ用共役有機発光ダイオードアレーを製造することを示す図である。
【図２３】
本発明の実施態様により、酸化シリコン仕切りを使用して、多色発光型ディスプレイ用共役有機発光ダイオードアレーを製造することを示す側面図である。
【図２４】
本発明の実施態様により、発光ロゴ（ＬＥＬ）を製造することを示す図である。
【図２５】
図２４に示す発光ロゴの製造を示す側面図である。
【図２６】
本発明の実施態様により、共役有機堆積物のある装置およびない装置の代表的な輝度－電圧（Ｌ－Ｖ）特性を示すグラフであり、共役有機堆積物を添加することで性能が向上することを示している。
【図２７】
本発明の実施態様により、発光画像を形成するのに使用する発光ドット密度によって定義される四準位グレースケールを示す図である。
【図２８】
図２７のグレースケールの輝度と発光ドット密度との代表的な関係を示す輝度曲線のグラフである。
【図２９】
本発明の実施態様により、導電表示を有する人工鼻を示す図である。
【図３０】
本発明の実施態様により、蛍光表示を有する人工鼻を示す図である。
【図３１】
バッファ層およびインクジェット印刷堆積物に適した代表的な有機化合物の例を示す図である。
【図３２】
バッファ層およびインクジェット印刷堆積物に適した代表的な有機化合物の例を示す図である。
【図３３】
バッファ層およびインクジェット印刷堆積物に適した代表的な有機化合物の例を示す図である。