





GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：表示装置の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は表示装置の製造方法に関する。

背景技術

[0002] フルカラーの有機ＥＬ（Electro luminescence）表示装置は、一般的に、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）、青（Ｂ）の各色の有機ＥＬ素子をサブ画素として基板上に配列形成してなり、ＴＦＴを用いて、これら有機ＥＬ素子を選択的に所望の輝度で発光させることにより画像表示を行う。

[0003] このような有機ＥＬ表示装置の製造においては、各色に発光する有機発光材料からなる発光層が、発光素子である有機ＥＬ素子毎にパターン形成される。発光層のパターン形成を行う方法としては、例えば、シャドウマスクと称される蒸着用のマスクを用いた蒸着法が知られている。

[0004] 特許文献１には、シャドウマスクを用いた蒸着装置および蒸着方法について記載されている。図１２は、特許文献１の蒸着装置における真空チャンバ内の被成膜基板とマスクユニットとを被成膜基板側から見た平面図である。図１３は、特許文献１の蒸着装置における要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図１２のＢ－Ｂ矢視断面図である。

[0005] 図１２および１３に示すように、特許文献１の蒸着装置２５０は、真空チャンバ２６０と、マスクユニット２８０と、図示しない基板移動機構とを備えている。マスクユニット２８０は、図１２に示すように、シャドウマスク２８１と、蒸着源２８５とを備えている。

[0006] シャドウマスク２８１には、複数の開口部２８２が設けられている。蒸着源２８５は、各色に発光する発光層を形成するために、上記各色に対応した蒸着粒子を個別に収容しており、蒸着材料を蒸着粒子として射出させる複数の射出口２８６を有している。

[0007] 図１３に示すように、被成膜基板２００は、シャドウマスク２８１との間

の隙間 g_1 が一定となるように保持されており、蒸着源 285 は、シャドウマスク 281 との間に一定の隙間 g_2 を有して対向配置されている。

[0008] 特許文献 1 の蒸着装置は、図 12 中に矢印で示すように、被成膜基板 200 をマスクユニット 280 に対して相対移動させ、これにより、蒸着源 285 の射出口 286 から射出させた蒸着粒子を、シャドウマスク 281 の開口部 282 を介して被成膜基板 200 の蒸着面における蒸着領域 210 に順次蒸着させることで、被成膜基板 200 の蒸着領域 210 に、サブ画素に対応して蒸着膜 211 のパターンを成膜するものである。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献 1：国際公開第 2011/034011 号パンフレット（2011 年 3 月 24 日公開）

特許文献 2：日本国公開特許公報「特開 2011-233521 号公報（2011 年 11 月 17 日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 蒸着粒子は、各射出口から一定の広がりを持って拡散するように射出される。図 13 に示すように、開口部 282 は一定の幅を有しており、シャドウマスク 281 と TFT 基板 290 とは g_1 の間隔を有しており、蒸着源 285 とシャドウマスク 281 とは g_2 の間隔を有している。

[0011] そのため、各射出口から射出され開口部 282 を通過した蒸着粒子は、シャドウマスク 281 と TFT 基板 290 との間において広がり、TFT 基板 290 に到達する。そのため、TFT 基板 290 上に形成される発光層 291 は、平坦には形成されず、開口部 282 の幅より広い範囲に及び、漸減的に広がるように形成される。

[0012] そのため、例えば、赤のサブ画素内に射出されるべき赤色蒸着粒子が、隣の緑のサブ画素内に及んでしまい、緑色蒸着粒子と赤色蒸着粒子とが混ざる

こととなる。以下、異なる複数の色の蒸着粒子により1つの発光層が形成されることを、混色という。

[0013] 混色を生じたサブ画素の発光層からは、所望の波長の光が出射されなかったり、発光しなかったりという不具合を生じるため、表示装置としての表示品位が低下する。

[0014] 図14は、特許文献2の薄膜蒸着装置により製造された有機発光ディスプレイ装置のうち、一画素を図示した断面図である。

[0015] 特許文献2の有機発光ディスプレイ装置は、薄膜トランジスタTFTのドレイン電極357に連結され、プラス電源を供給される第1電極361と、全体画素を覆うように備えられてマイナス電源を供給する第2電極363、及びこれら第1電極361と第2電極363との間に配されて発光する有機層362とを備えている。有機層362は、発光層362R、362G、362Bと補助層362R'、362G'とを備えている。

[0016] そして、有機層362は、青色発光層362Bの一端部上に緑色補助層362G'及び緑色発光層362Gの一端部がオーバーラップされ、緑色発光層362Gの他端部上に赤色補助層362R'及び赤色発光層362Rの一端部がオーバーラップされるように形成される。

[0017] これにより、青色発光層362Bと緑色発光層362Gとの間に緑色補助層362G'が介在され、互いに隣接した青色発光層362Bと緑色発光層362Gとが直接接触しなくなる。また、緑色発光層362Gと赤色発光層362Rとの間に赤色補助層362R'が介在され、互いに隣接した緑色発光層Gと赤色発光層Rとが直接接触しなくなる。

[0018] 特許文献2には、上記の構成により発光層の発光効率が大きく向上し、混色現象が消え、色座標改善効果が生じることが記載されている。

[0019] しかしながら、特許文献2の有機発光ディスプレイ装置のように、各色間に補助層を挿入する場合、有機層の形成工程の工数が増大し、生産性が著しく低下するという問題がある。

[0020] 本発明は、上記の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、生産

性を低下させることなく、発光層の混色による表示品位の低下を抑制した表示装置及び表示装置の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0021] 発明者らは、マスクを用いた蒸着により形成された発光層の形状について検証を行った結果、発光層の断面形状において、膜厚が漸減的に広がる領域には、2つの領域が含まれていることを見出した。2つの領域とは、蒸着装置の幾何学的構造に基づいて、平面視における発光層の中心からの距離に比例して膜厚が小さくなる理論テーパー領域（理論テーパー部）と、上記理論テーパー領域の外側にあり、発光層の中心からの距離に基づいて曲線的に膜厚が小さくなる実測テーパー領域（実測テーパー部）である。
- [0022] この実測テーパー部は、理論テーパー部よりも外側に広がって形成されるため、蒸着装置の幾何学的構造に基づいて膜厚を算出し、蒸着を行った場合、発光層の実測テーパー部が他の画素にまで及んでしまうことがある。この場合、混色を生じてしまう。
- [0023] 発明者らは、実測テーパー部における発光層の形状を観察したところ、理論テーパー部と実測テーパー部との境界部から3 μm 外側の位置であれば、膜厚が十分に薄いため、隣の画素に及んで形成されたとしても発光層の発光特性に与える影響は小さく、表示装置としてのことを確認した。
- [0024] 発明者らは、上記の検証結果を考慮して、表示品位を低下させることなく、発光層を備える表示装置を製造する方法を見出した。
- [0025] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る表示装置の製造方法は、基板を有しており、上記基板上に、光を発する領域である複数の画素開口部と、互いに隣り合う上記画素開口部の間の領域であり、光を発しない領域である非表示領域とが規定されており、上記基板上に、上記各画素開口部に対応して、互いに異なる色の光を発する複数種の発光層が形成されている表示装置の製造方法であって、上記基板と、マスク開口部を有する蒸着マスクと、蒸着粒子を射出する射出口を有する蒸着源とをこの順に配置し、上記基板に、上記マスク開口部を介して上記蒸着粒子を蒸着させることで、上記

基板上の上記画素開口部に対応する位置に上記発光層を形成する発光層蒸着工程を含んでおり、上記発光層蒸着工程において、上記画素開口部のうちの一つである第1画素開口部に対応して第1発光層を形成し、上記非表示領域を介して上記第1画素開口部に隣接する第2画素開口部に対応して、上記第1発光層が発する光の色とは異なる色の光を発する第2発光層を形成するように、上記基板に上記蒸着粒子を蒸着させるときに、上記マスク開口部の幅をMとし、上記射出口の幅をW_nとし、上記基板と上記蒸着マスクとの間の距離をGとし、上記基板と上記蒸着源との間の距離をT_sとし、上記第1画素開口部の幅をPとし、上記非表示領域の幅をL_cとすると、 $P + 2L_c \geq \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m$ と、 $3\mu m \leq D_m \leq 5\mu m$ と、を満足することを特徴とする。

発明の効果

[0026] 本発明の一態様によれば、生産性を低下させることなく、発光層の混色による表示品位の低下を抑制した表示装置及び表示装置の製造方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の実施形態1に係るRGBフルカラー表示の有機EL表示装置の概略構成を示す断面図である。

[図2]本発明の実施形態1に係る有機EL表示装置を構成する画素の構成を示す平面図である。

[図3]本発明の実施形態1に係る有機EL表示装置におけるTF₂T基板の、図2のA-A線矢視断面図である。

[図4]有機EL表示装置の製造工程を工程順に示すフローチャートである。

[図5]蒸着装置を用いてTF₂T基板に発光層を形成する工程を説明するための、TF₂T基板および蒸着装置の断面図である。

[図6]発光層蒸着工程によりTF₂T基板上に形成された発光層の、TF₂T基板に垂直な方向に切断したときの断面図である。

[図7]実施形態1の有機EL表示装置のTF₂T基板および発光層の断面図であ

る。

[図8]発光層蒸着工程を説明するための、T F T基板、発光層、および蒸着装置の断面図である。

[図9]実施形態1の有機E L表示装置のT F T基板および発光層の他の例の断面図である。

[図10]実施形態2の有機E L表示装置のT F T基板および発光層の断面図である。

[図11]実施形態3の有機E L表示装置のT F T基板および発光層の断面図である。

[図12]従来技術としての特許文献1の蒸着装置における真空チャンバ内の被成膜基板とマスクユニットとを被成膜基板側から見た平面図である。

[図13]従来技術としての特許文献1の蒸着装置における要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図13のB-B矢視断面図である。

[図14]従来技術としての特許文献2の薄膜蒸着装置により製造された有機発光ディスプレイ装置のうち、一画素を図示した断面図である。

発明を実施するための形態

[0028] 〔実施形態1〕

以下、本発明の実施の一形態について、図1～図9に基づいて詳細に説明する。

[0029] 本実施の形態では、本実施の形態に係る表示装置の一例として、T F T基板側から光を取り出すボトムエミッション型でR G Bフルカラー表示の有機E L表示装置を例に挙げて説明する。

[0030] <表示装置の構成>

まず、上記有機E L表示装置1の全体構成について以下に説明する。

[0031] 図1は、本実施形態のR G Bフルカラー表示の有機E L表示装置の概略構成を示す断面図である。また、図2は、図1に示す有機E L表示装置を構成する画素の構成を示す平面図であり、図3は、図2に示す有機E L表示装置において、サブ画素2 R・2 G・2 Bが並ぶ方向に切断した場合のT F T基

板および有機EL素子のA-A線矢視断面図である。

[0032] 図1に示すように、本実施の形態の有機EL表示装置1は、TFT基板10上に、有機EL素子20、接着層30、封止基板40が、この順に設けられた構成を有している。

[0033] 図1に示すように、有機EL素子20は、該有機EL素子20が積層されたTFT基板10を、接着層30を用いて封止基板40と貼り合わせることで、これら一对の基板（TFT基板10、封止基板40）間に封入されている。

[0034] 上記有機EL表示装置1は、このように有機EL素子20がTFT基板10と封止基板40との間に封入されていることで、有機EL素子20への酸素や水分の外部からの浸入が防止されている。

[0035] 図3に示すように、TFT基板10は、絶縁基板11上に、TFT12（スイッチング素子）、層間膜13（層間絶縁膜、平坦化膜）、配線14、第1電極21、エッジカバー15がこの順に形成された構成を有している。

[0036] 絶縁基板11上には、図2に示すように、水平方向に敷設された複数のゲート線と、垂直方向に敷設され、ゲート線と交差する複数の信号線とからなる複数の配線14が設けられている。ゲート線には、ゲート線を駆動する図示しないゲート線駆動回路が接続され、信号線には、信号線を駆動する図示しない信号線駆動回路が接続されている。

[0037] 有機EL表示装置1は、フルカラーのアクティブマトリクス型の有機EL表示装置であり、平面視において、これら配線14で囲まれた領域に、それぞれ、赤（R）、緑（G）、青（B）の各色の光を発するサブ画素2R・2G・2Bが、マトリクス状に配列されている。

[0038] すなわち、これら配線14の交点に対応して、1つのサブ画素（ドット）が規定されており、サブ画素毎にR、G、Bの発光領域が規定されている。

[0039] 画素2（すなわち、1画素）は、赤色の光を発する赤色サブ画素2R、緑色の光を発する緑色サブ画素2G、青色の光を発する青色サブ画素2Bの、3つのサブ画素2R・2G・2Bによって構成されている。

- [0040] TFT基板10上には、各サブ画素2R・2G・2Bに対応して、各色の光を発する領域である画素開口部16R・16G・16Bが規定されている。画素開口部16R・16G・16Bには、各サブ画素2R・2G・2Bにおける発光を担う、互いに異なる色の光を発する発光層23R・23G・23Bが設けられている。
- [0041] 以下の説明では、発光層として、赤色発光層23Rと、緑色発光層23Gと、青色発光層23Bとを備える有機EL表示装置1について説明するが、発光層の種類は3つに限定されず、複数種の発光層を備えていけばよい。
- [0042] これら発光層23R・23G・23Bは、発光する光の色毎に、蒸着によりパターン形成されている。なお、画素開口部16R・16G・16Bについては後述する。
- [0043] 各サブ画素2R・2G・2Bに対応して、第1電極21と、第1電極21に接続されたTFT12とが設けられている。各サブ画素2R・2G・2Bの発光強度は、配線14およびTFT12による走査および選択により決定される。このように、有機EL表示装置1は、TFT12を用いて、有機EL素子20を選択的に所望の輝度で発光させることにより画像表示を実現している。
- [0044] 層間膜13は、各TFT12を覆うように、上記絶縁基板11上に、上記絶縁基板11の全領域に渡って積層されている。
- [0045] また、層間膜13には、第1電極21をTFT12に電氣的に接続するためのコンタクトホール13aが設けられている。
- [0046] 第1電極21は、後述する有機EL層に正孔を注入（供給）する機能を有する層である。第1電極21は、前記したようにコンタクトホール13aを介してTFT12と接続されている。
- [0047] エッジカバー15は、第1電極21のパターン端部で有機EL層が薄くなったり電界集中が起こったりすることで、有機EL素子20における第1電極21と第2電極29とが短絡することを防止するための絶縁層である。
- [0048] エッジカバー15は、層間膜13上に、第1電極21の端部を被覆するよ

うに形成されている。

[0049] 各サブ画素 2 R・2 G・2 Bにおいて、第 1 電極 2 1 のうちエッジカバー 1 5 により覆われていない部分は、光を発する発光領域となる。

[0050] すなわち、平面視において、T F T 基板 1 0 に第 1 電極 2 1 が設けられ、かつ第 1 電極 2 1 がエッジカバー 1 5 により覆われることなく露出している部分が、画素開口部 1 6 R・1 6 G・1 6 Bである。

[0051] 一方、平面視において、T F T 基板 1 0 上の、エッジカバー 1 5 が設けられている領域は、光を発しない非表示領域 1 5 R・1 5 G・1 5 Bである。

[0052] <有機 E L 素子>

有機 E L 素子 2 0 は、低電圧直流駆動による高輝度発光が可能な発光素子であり、第 1 電極 2 1 上に、有機 E L 層、第 2 電極 2 9 が、この順に積層されている。

[0053] 図 3 に示すように、有機 E L 層としては、第 1 電極 2 1 側から、正孔注入層兼正孔輸送層 2 2、発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 B、電子輸送層 2 7、電子注入層 2 8 がこの順に形成された構成を有していてもよい。

[0054] なお、上記積層順は、第 1 電極 2 1 を陽極とし、第 2 電極 2 9 を陰極としたものであり、第 1 電極 2 1 を陰極とし、第 2 電極 2 9 を陽極とする場合には、有機 E L 層の積層順は反転する。

[0055] 正孔注入層兼正孔輸送層 2 2 は、第 1 電極 2 1 およびエッジカバー 1 5 を覆うように、上記 T F T 基板 1 0 における表示領域全面に一様に形成されている。

[0056] 正孔注入層兼正孔輸送層 2 2 上には、発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 Bが、画素開口部 1 6 R・1 6 G・1 6 Bを覆うように、それぞれ、サブ画素 2 R・2 G・2 Bに対応して形成されている。

[0057] 発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 Bは、第 1 電極 2 1 側から注入されたホール（正孔）と第 2 電極 2 9 側から注入された電子とを再結合させて光を出射する機能を有する層である。

[0058] 電子輸送層 2 7 は、第 2 電極 2 9 から発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 Bへの

電子輸送効率を高める機能を有する層である。また、電子注入層 28 は、第 2 電極 29 から発光層 23 R・23 G・23 B への電子注入効率を高める機能を有する層である。

[0059] 電子輸送層 27 は、発光層 23 R・23 G・23 B および正孔注入層兼正孔輸送層 22 を覆うように、これら発光層 23 R・23 G・23 B および正孔注入層兼正孔輸送層 22 上に、上記 T F T 基板 10 における表示領域全面に渡って一様に形成されている。また、電子注入層 28 は、電子輸送層 27 を覆うように、電子輸送層 27 上に、上記 T F T 基板 10 における表示領域全面に渡って一様に形成されている。

[0060] 第 2 電極 29 は、上記のような有機層で構成される有機 E L 層に電子を注入する機能を有する層である。第 2 電極 29 は、電子注入層 28 を覆うように、電子注入層 28 上に、上記 T F T 基板 10 における表示領域全面に渡って一様に形成されている。

[0061] なお、発光層 23 R・23 G・23 B 以外の有機層は有機 E L 層として必須の層ではなく、要求される有機 E L 素子 20 の特性に応じて適宜形成すればよい。

[0062] 上記有機 E L 素子 20 の構成としては、例えば、下記 (1) ~ (8) に示すような層構成を採用することができる。

- (1) 発光層／第 2 電極
- (2) 正孔輸送層／発光層／電子輸送層／第 2 電極
- (3) 正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／第 2 電極
- (4) 正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／電子注入層／第 2 電極
- (5) 正孔注入層／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／電子注入層／第 2 電極
- (6) 正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／第 2 電極
- (7) 正孔注入層／正孔輸送層／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層

／電子注入層／第2電極

(8) 正孔注入層／正孔輸送層／電子ブロッキング層（キャリアブロッキング層）／発光層／正孔ブロッキング層／電子輸送層／電子注入層／第2電極
有機EL素子20の構成は上記例示の層構成に限定されるものではなく、上記したように、要求される有機EL素子20の特性に応じて所望の層構成を採用することができる。

[0063] <有機EL表示装置の製造方法>

図4は、上記有機EL表示装置の製造工程を工程順に示すフローチャートである。

[0064] 図4に示すように、本実施の形態に係る有機EL表示装置1の製造方法は、例えば、TF基板作製工程(S1)、第1電極作製工程(S2)、正孔注入層・正孔輸送層蒸着構成(S3)、発光層蒸着工程(S4)、電子輸送層蒸着工程(S5)、電子注入層蒸着工程(S6)、第2電極蒸着工程(S7)、封止工程(S8)を備えている。

[0065] 発光層蒸着工程(S4)においては、正孔注入層兼正孔輸送層22上に、画素開口部16R・16G・16Bを覆うように、サブ画素2R・2G・2Bに対応して発光層23R・23G・23Bをそれぞれ塗り分け形成（パターン形成）する。

[0066] 本実施形態の発光層23R・23G・23Bを塗り分け形成する方法について説明する。

[0067] 本実施形態の有機EL表示装置1の製造方法の発光層蒸着工程(S4)においては、蒸着マスクを用いて、TF基板10上に発光層23R・23G・23Bを蒸着することができる。

[0068] 図5は、蒸着装置を用いてTF基板に発光層を形成する工程を説明するための、TF基板および蒸着装置の断面図である。図5は、発光層23Rを正孔注入層兼正孔輸送層22の上に形成する工程を示す図である。なお、図5は、主に本実施形態の発光層蒸着工程における蒸着装置とTF基板との位置関係を説明するための図であって、説明のために発光層の厚みや形状

を簡略化して図示している。

[0069] 図5に示すように、蒸着装置70は、蒸着源60と蒸着マスク50とを含んでおり、蒸着マスク50とTFT基板10とが対向するように設けられている。本実施形態の有機EL表示装置1の発光層23R・23G・23Bは、蒸着源60から射出される蒸着粒子を、TFT基板10上に蒸着することで形成される。

[0070] TFT基板10と蒸着源60との間には、マスク開口部51を備える蒸着マスク50が設けられ、蒸着粒子は、上記マスク開口部51を介して、TFT基板10上に蒸着される。

[0071] 上記蒸着源60は、例えば、上方に向けて蒸着粒子を射出する機構を有している。上記蒸着源60は、蒸着マスク50との対向面に、上記蒸着材料を蒸着粒子として射出（飛散）させる複数の蒸着源開口部61（射出口）を有している。蒸着粒子は、蒸着源開口部61から、一定の等方性を有して射出される。

[0072] 蒸着源60の蒸着源開口部61の幅を W_n とし、蒸着マスク50のマスク開口部51の幅を M とする。なお、マスク開口部51の幅 M とは、蒸着マスク50に設けられた貫通穴の、平面視における幅であるものとする。

[0073] また、蒸着源60とTFT基板10との間の距離を T_s とし、蒸着マスク50とTFT基板10との間の距離を G とする。

[0074] 発光層蒸着工程においては、蒸着源開口部61の中心と、マスク開口部51の中心と、画素開口部16R・16G・16Bの中心とが同一直線上に配された状態で、蒸着を行うことが好ましい。

[0075] 特許文献1に記載された発明のように、TFT基板10を蒸着マスク50に対して相対移動させ、蒸着粒子を、マスク開口部51を介してTFT基板10の蒸着面における蒸着領域に順次蒸着させることで、TFT基板10に、発光層を形成する方法を用いる場合、TFT基板10と蒸着マスク50との間に一定の隙間を設けておく必要がある。

[0076] 上記のように、TFT基板10と蒸着マスク50との間に一定の隙間 G を

設けた場合、平面視において、T F T基板10上に、蒸着源開口部61の全ての位置から射出される蒸着粒子が蒸着される領域（図中W tの幅を有する領域）と、蒸着源開口部61の一部の位置から射出される蒸着粒子が蒸着される領域（図中W bの幅を有する領域）とがある。

[0077] T F T基板10上の、蒸着源開口部61の全ての位置から射出される蒸着粒子が蒸着される領域では、蒸着粒子が均一に蒸着されるため、当該領域における発光層23 R・23 G・23 Bの膜厚は略均一となる。

[0078] このように、発光層23 R・23 G・23 Bにおいて、その膜厚が均一であり、断面形状が平坦な部分が形成される。これを、発光層23 R・23 G・23 Bの平坦部ということとする。

[0079] 一方で、T F T基板10上の、蒸着源開口部61の一部の位置から射出される蒸着粒子が蒸着される領域では、蒸着粒子が均一に蒸着されず、平面視における発光層23 R・23 G・23 Bの中心部からの距離に応じて、発光層23 R・23 G・23 Bの膜厚は小さくなる。

[0080] このように、T F T基板10上における位置に応じて膜厚が変化し、断面形状が平坦でない部分を、発光層23 R・23 G・23 Bのテーパ部ということとする。

[0081] 発光層23 R・23 G・23 Bのテーパ部が、隣接する他のサブ画素2 R・2 G・2 Bの画素開口部16 R・16 G・16 Bに及んで形成されてしまい、1つの画素開口部16 R・16 G・16 Bに、互いに異なる色の光を発する発光層23 R・23 G・23 Bが形成された場合、すなわち混色を生じた場合、所望の色以外の発光が起こり、または非発光となる。

[0082] そのため、画素開口部16 R・16 G・16 Bにおいて混色を生じることとは、表示装置の表示品位を低下させることとなる。

[0083] <テーパ部の断面形状>

図6は、発光層蒸着工程によりT F T基板上に形成された発光層の、T F T基板に垂直な方向に切断したときの断面図である。

[0084] 図6においては、発光層23 Rを図示して説明するが、発光層23 G・2

3 Bについても同様である。

[0085] 蒸着源60とTF T基板10との間の距離 T_s 、蒸着マスク50とTF T基板10との間の距離 G 、蒸着源開口部61の幅 W_n 、およびマスク開口部51の幅 M から、発光層23Rの膜厚および形状は理論的に求められる。

[0086] 図6中の破線は、理論的に求められた発光層23Rの断面形状である。

[0087] 理論的に求められた発光層23Rの断面形状によれば、発光層23Rは、その膜厚が一定となる部分である平坦部（以下、理論平坦部）と、理論平坦部の周囲にあり、発光層23Rの中心軸 y からの距離に比例して膜厚が減少する部分であるテーパ部（以下、理論テーパ部）とを含んでいる。

[0088] そして、理論平坦部の幅 W_t は、

$$W_t = \{ (T_s \times M) / (T_s - G) \} - W_b$$

と、表される。また、通常の蒸着装置を用いた蒸着方法においては、 $T_s \gg G$ であるため、

$$W_t = M - W_b$$

と、近似される。

[0089] また、理論テーパ部 W_b の幅は、

$$W_b = (G \times W_n) / (T_s - G)$$

と、表される。 $T_s \gg G$ であるため、

$$W_b = (G \times W_n) / T_s$$

と、近似される。

[0090] しかしながら、実際にTF T基板10上に形成された発光層23Rの形状は、理論的に求められる形状とは異なり、また、実測することも容易ではなく、その存在を特定できない場合もあった。

[0091] 発明者らは、精度のよい段差計とTOF-SIMS (Time of Flight Secondary Ion Mass Spectroscopy) による測定手段、および校正サンプルを用いることによって、発光層23R・23G・23Bの膜厚を精度よく測定することに成功した。なお、TOF-SIMSとして、ION-TOF社製のTOF-SIMS IVを用いた。

[0092] 図6中の実線は、膜厚を実測することにより得られた発光層23Rの断面

形状である。

[0093] 本発明者らの行った発光層 2 3 R の膜厚測定（断面形状測定）により、発光層 2 3 R は、その膜厚が一定となる部分である平坦部（以下、実測平坦部）と、発光層 2 3 R の中心軸 y からの距離に応じて膜厚が減少する部分であるテーパ部（以下、実測テーパ部）とを含んでおり、実測平坦部と実測テーパ部との境界部分は、なだらかな R 形状を有しており、平面視において、実測平坦部の幅は理論平坦部の幅よりも小さいことがわかった。

[0094] また、本発明者らの検証により、図 6 に示すように、実測テーパ部は、平面視において、発光層の中心軸 y からの距離に応じて、膜厚が線形的に減少していく実測線形テーパ部（線形テーパ部）と、実測線形テーパ部の外側にあり、膜厚が曲線的に減少していく実測曲線テーパ部（曲線テーパ部）とを含んでいることがわかった。

[0095] なお、実測線形テーパ部における発光層 2 3 R の膜厚は、理論テーパ部における発光層 2 3 R の膜厚と同等であり、理論的に算出することができる。

[0096] しかしながら、理論テーパ部における発光層 2 3 R の膜厚とは異なり、実測曲線テーパ部における発光層 2 3 R の膜厚を理論的に算出することは困難である。実測曲線テーパ部が形成される要因としては様々なものが想定されるが、主には蒸着粒子そのものの散乱要因が考えられる。

[0097] そして、発明者らの検証によれば、理論平坦部における発光層 2 3 R の膜厚を 100% とした場合、実測線形テーパ部と実測曲線テーパ部との境界部における発光層 2 3 R の膜厚は、2% となる（理論平坦部における発光層 2 3 R の膜厚の $1/50$ となる）ことがわかった。さらに、実測線形テーパ部と実測曲線テーパ部との境界部と、実測曲線テーパ部において膜厚が 1% となる部分との間の領域を周縁領域とすると、平面視における周縁領域の幅 W_u は、 $3 \sim 5 \mu m$ ($3 \mu m \leq W_u \leq 5 \mu m$) であることがわかった。そして、周縁領域は、理論テーパ部の外側にまで及んで形成されることがわかった。

[0098] <発光層>

発光層 2 3 R の形状に基づき、本実施形態の発光層 2 3 R の好ましい形成方法について、隣接サブ画素における混色と、自サブ画素における発光特性との観点から詳細に説明する。

[0099] (1) 隣接サブ画素における混色

サブ画素 2 R に対応して形成される発光層 2 3 R が、隣接するサブ画素 2 G・2 B において混色することによる表示品位の低下を防止するための、発光層 2 3 R の形成方法について説明する。

[0100] 上記のとおり、混色を生じたサブ画素からは、所望の波長の光が出射されなかったり、発光しなかったりという不具合を生じる。

[0101] このような表示品位の低下は、サブ画素 2 R のうちの画素開口部 1 6 R において混色を生じることにより生じる。一方で、非表示領域 1 5 R においては、混色を生じても表示品位の低下は起こらない。

[0102] 言い換えると、第 1 電極 2 1 の露出部において混色を生じた場合、表示品位の低下が起こるが、エッジカバー 1 5 の上部において混色を生じても表示品位の低下は起こらない。

[0103] また、発明者らは、画素開口部 1 6 G・1 6 B における発光層 2 3 G・2 3 B の膜厚を 1 0 0 % とした場合に、他の色の発光層 2 3 R が混入することにより当該画素開口部 1 6 G・1 6 B において混色を生じたとしても、当該他の色の発光層 2 3 R の膜厚が発光層 2 3 G・2 3 B の膜厚の 1 % 以下であれば、発光特性に大きな影響を与えないことを見出した。

[0104] 上記に基づいて、表示品位の低下を起こさないための、発光層 2 3 R の形成方法について説明する。

[0105] 図 7 は、発光層蒸着工程により T F T 基板上に発光層を形成したときの、本実施形態の有機 E L 表示装置の T F T 基板および発光層の断面図である。図 7 は、図 2 の A - A 矢視断面図に相当する。なお、図 7 においては、T F T 基板 1 0 の詳細な構成は省略して図示している。また、説明のために、T F T 基板 1 0 と、T F T 基板 1 0 上に形成された発光層 2 3 R とを、離間して図示している。

- [0106] サブ画素 2 R・2 G・2 Bの画素開口部 1 6 R・1 6 G・1 6 Bのそれぞれに、同等の膜厚を有する発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 Bを形成する場合において、本実施形態の有機 E L 表示装置 1 の発光層 2 3 R・2 3 G・2 3 Bの膜厚は、以下のように制御される。
- [0107] すなわち、図 7 に示すように、平面視において、画素開口部 1 6 R（第 1 画素開口部）に対応して形成された発光層 2 3 R（第 1 発光層）の実測線形テーパ部と実測曲線テーパ部との境界部（第 1 境界部）と、サブ画素 2 R に隣接するサブ画素 2 G の画素開口部 1 6 G（第 2 画素開口部）との間の最短距離は、 $3\text{ }\mu\text{m}$ 以上であり、より好ましくは $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上である。
- [0108] ここで、上述したように、平面視において、周縁領域の幅 W_u は、 $3\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ ($3\text{ }\mu\text{m}\leq W_u\leq 5\text{ }\mu\text{m}$) である。
- [0109] そのため、発光層 2 3 R のうち画素開口部 1 6 G に形成される部分は周縁領域の外側であり、その膜厚は、理論平坦部における発光層 2 3 R の膜厚の 1 % 以下となる。
- [0110] また、発光層 2 3 G の膜厚は発光層 2 3 R の膜厚と同等であるとすれば、発光層 2 3 R のうち画素開口部 1 6 G に形成される部分の膜厚は、理論平坦部における発光層 2 3 G の膜厚の 1 % 以下であるといえる。
- [0111] 画素開口部 1 6 G に形成される発光層 2 3 R の膜厚が、発光層 2 3 G（第 2 発光層、図示しない）の平坦部における膜厚の 1 % 以下であるため、画素開口部 1 6 G の発光層 2 3 G からは正常に緑色の光が発光され、画素開口部 1 6 G の発光特性に影響を与えることがない。
- [0112] （2）自サブ画素における発光特性
サブ画素 2 R において好ましい発光特性を得るための、発光層 2 3 R の形成方法について説明する。
- [0113] 発光層 2 3 R の発光特性は、膜厚に大きく依存する。画素開口部 1 6 R において均一な発光特性を得るために、画素開口部 1 6 R における発光層 2 3 R の膜厚は均一であることが好ましい。
- [0114] そのため、図 7 に示すように、T F T 基板 1 0 に発光層 2 3 R を形成する

場合、画素開口部 1 6 R が発光層 2 3 R の理論平坦部で覆われるように、発光層 2 3 R を形成することが好ましい。

[0115] 例えば、平面視において、理論平坦部と理論テーパー部との境界部分が、画素開口部 1 6 R の端部と重なり合うように、T F T 基板 1 0 上の画素開口部 1 6 R に発光層 2 3 R を形成する。

[0116] これにより、画素開口部 1 6 R における発光層 2 3 R の膜厚がほぼ一定となるため、サブ画素 2 R における発光特性がほぼ均一になる。

[0117] 以上のように、隣接サブ画素における混色と、自サブ画素における発光特性とを考慮して発光層 2 3 R を形成することで、画素開口部 1 6 G ・ 1 6 B における混色による表示品位の低下を防止し、かつ、サブ画素 2 R において均一な発光特性を得ることができる。

[0118] <蒸着設計>

本実施形態の有機 E L 表示装置の製造工程の一部である発光層蒸着工程において、上記の発光層 2 3 R を形成するための蒸着装置 7 0 および画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の設計について、隣接サブ画素における混色と、自サブ画素における発光特性との観点から詳細に説明する。

[0119] (1) 隣接サブ画素における混色防止

発光層 2 3 R を形成する際の、隣接するサブ画素 2 G ・ 2 B における混色による表示品位の低下を防止するための、蒸着装置 7 0 および画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の設計について説明する。

[0120] 図 8 は、本実施形態の発光層蒸着工程を説明するための、T F T 基板、発光層、および蒸着装置の断面図である。図 8 の T F T 基板 1 0 および発光層 2 3 R は、図 2 の A - A 矢視断面図に相当する。

[0121] 図 8 に示すように、発光層蒸着工程においては、画素開口部の中心と、マスク開口部 5 1 の中心と、蒸着源開口部 6 1 の中心とが、一直線上に配されるように、T F T 基板 1 0 と、蒸着マスク 5 0 と、蒸着源 6 0 とを位置合わせする。

[0122] ここで、画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の幅（第 1 電極 2 1 の露出部

の幅)をPとし、非表示領域15R・15G・15Bの幅(エッジカバー15の幅)をL_cとする。

[0123] 発光層蒸着工程において、発光層23Rのうち画素開口部16G・16Bに形成される部分の膜厚が、発光層23Rの平坦部における膜厚の1%以下となるための、画素開口部の幅Pと、非表示領域の幅L_cとの大きさは、以下の範囲内であることが必要である。

[0124] $P + 2L_c \geq W_t + 2W_g$ ・・・式(1)

ここで、幅W_gは、発光層のテーパ領域であって、その膜厚が1μm以上の領域の平面視における幅である。

[0125] また、図8に示すように、発光層のテーパ領域であって、その膜厚が理論平坦部の2%以上の領域の平面視における幅をW_b' とすると、幅W_gは、以下の式で表される。

[0126] $W_g = W_b' + W_u$

このとき、底辺の幅がW_bであり、発光層の実測テーパ部を斜辺とする三角形と、底辺の幅がW_b' であり、発光層の実測テーパ部の一部を斜辺とする三角形とは、互いに相似な三角形である。

[0127] この2つの三角形の高さの比から、W_bとW_b' の比は、以下のように求められる。

[0128] $W_b : W_b' = 1 : 0.98$

すなわち、

$W_b' = 0.98W_b$

となる。

[0129] そのため、W_gは、理論テーパ部の幅W_bと、周縁領域W_uとを用いて以下のように表される。

[0130] $W_g = 0.98W_b + W_u$

よって、上記式(1)から、画素開口部の幅Pと、非表示領域の幅L_cと、理論平坦部の幅W_tと、理論テーパ部の幅W_bとの関係は、以下の式を満たす必要があることがわかる。

[0131] $P + 2L_c \geq W_t + 1.96W_b + 2W_u \cdots$ 式(2)

また、上述したように、理論平坦部の幅 W_t および理論テーパー部の幅 W_b は、それぞれ、

$$W_t = \{ (T_s \times M) / (T_s - G) \} - W_b$$

$$W_b = \{ (G \times W_n) / (T_s - G) \}$$

であるから、式(2)は以下のように表すことができる。

[0132] $P + 2L_c \geq \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2W_u \cdots$ 式(3)

ここで、画素開口部の幅 P と、非表示領域の幅 L_c と、マスク開口部51の幅 M と、蒸着源60とTFT基板10との間の距離 T_s と、蒸着マスク50とTFT基板10との間の距離 G と、蒸着源開口部61の幅 W_n とは、発光層蒸着工程における設計パラメータであり、蒸着条件を変更することにより制御可能である。一方で、周縁領域 W_u の幅は蒸着条件を変更することにより制御することは困難である。

[0133] また、上述したように、周縁領域は、理論テーパー部よりも外側に広がって形成される。

[0134] そこで、本実施形態の蒸着方法は、この周縁領域が形成されることを考慮して、蒸着装置70およびTFT基板10を設計することを特徴とする。

[0135] 具体的には、周縁領域が形成されることを考慮して、 P 、 L_c 、 M 、 T_s 、 G 、および W_n が、以下の式を満たすように、蒸着条件を決定する。

[0136] $P + 2L_c = \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m \cdots$ 式(4) ここで、 D_m は、周縁領域が形成されることを考慮して確保された設計マージンであり、平面視における第1境界部から隣接画素の画素開口部までの最短距離である。

[0137] そのため、

$$D_m \geq W_u$$

を満たすことで、周縁領域の発光層が隣接画素の画素開口部にまで及ぶことがなく、混色による表示品位の低下を防止することができる。

[0138] 上述したように、周縁領域の幅 W_u は、

$$3\ \mu\text{m} \leq W_u \leq 5\ \mu\text{m}$$

であるから、

$$3\ \mu\text{m} \leq D_m \cdots \text{式(5)}$$

であれば、周縁領域の発光層が隣接画素の画素開口部にまで及ぶことを抑制し、混色による表示品位の低下を抑制することができる。また、

$$5\ \mu\text{m} \leq D_m \cdots \text{式(6)}$$

であれば、より確実に周縁領域の発光層が隣接画素の画素開口部にまで及ぶことを抑制し、混色による表示品位の低下を抑制することができる。

[0139] ここで、通常の出光層蒸着工程においては、蒸着装置70のアライメント、蒸着マスク50の寸法精度、TFT基板10の寸法精度を考慮して、蒸着条件に一定の蒸着マージンを設けておくことが好ましい。

[0140] そこで、図8に示すように、蒸着マージン W_m を考慮し、設計マージン D_m を、

$$D_m \geq W_u + W_m$$

とすることが好ましい。

[0141] すなわち、設計マージン D_m を、

$$3\ \mu\text{m} + W_m \leq D_m \cdots \text{式(7)}$$

または、

$$5\ \mu\text{m} + W_m \leq D_m \cdots \text{式(8)}$$

とすることが好ましい。

[0142] 具体的には、蒸着マージン W_m として、 $5\ \mu\text{m} \sim 20\ \mu\text{m}$ を考慮し、設計マージン D_m を設計することが好ましい。

[0143] 幅Pの画素開口部を備えるTFT基板に出光層を形成する出光層蒸着工程において、以上の式(4)、および、式(5)～(8)の何れかの関係を満たすように、蒸着源60、蒸着マスク50、およびTFT基板10の配置と、マスク開口部51の幅Mおよび蒸着源開口部61の幅 W_n を設計することで、混色による表示品位の低下を生じることなく、出光層23Rを形成する

ことができる。

[0144] 言い換えると、TF T基板10上に、幅Pの第1画素開口部と幅Lc非表示領域とが規定されている場合に、混色による表示品位の低下を生じることなく発光層23Rを形成するための、マスク開口部の幅Mと、射出口の幅Wnと、基板と蒸着マスクとの間の距離Gと、基板と蒸着源との間の距離Tsと、を設定することができる。

[0145] なお、通常の発光層蒸着工程においては、 $T_s \gg G$ であるため、

$$W_t = M - W_b$$

$$W_b = (G / W_n) \times T_s$$

と、近似され、式(4)は、

$$P + 2L_c = M + \{ (0.96 \times G \times W_n) / T_s \} + 2D_m \cdots (9)$$

と表すことができる。

[0146] 例えば、式(9)と式(5)とを満たすように蒸着条件を決定する場合を考える。式(9)を変形すると、

$$[P + 2L_c - M - \{ (0.96 \times G \times W_n) / T_s \}] / 2 = D_m$$

であり、

上記式に式(5)を代入すると、

$$[P + 2L_c - M - \{ (0.96 \times G \times W_n) / T_s \}] / 2 \geq 3 \mu m$$

となる。

[0147] 以上から、TF T基板10の設計値であるPおよびLcから、上式を満たすように蒸着装置70のパラメータ(G、Ts、M)を定めれば、蒸着などの試作実験を経ずとも、非常に短時間で混色を防止するプロセスを構築することができる。

[0148] なお、蒸着マージンWmを考慮に入れる場合には、式(9)と式(7)とを満たすように蒸着条件を決定すればよい。すなわち、

$$[P + 2L_c - M - \{ (0.96 \times G \times W_n) / T_s \} - W_m] / 2 \geq 3 \mu m$$

となる。

[0149] (2) 自サブ画素における発光特性

サブ画素 2 R における発光特性を均一とするための、蒸着装置 7 0 および画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の設計について説明する。

[0150] サブ画素 2 R における発光特性を均一とするためには、画素開口部 1 6 R が発光層 2 3 R の理論平坦部により覆われることが好ましい。画素開口部 1 6 R が発光層 2 3 R の理論平坦部により覆われるように発光層 2 3 R を形成するための、画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の幅 P は、以下のように表される。

[0151] $P \leq W_t$

すなわち、

$$P \leq \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} \cdots \text{式 (10)}$$

表示装置の開口率を高めるためには、画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の幅 P は大きいことが好ましい。そのため、

$$P = \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} \cdots \text{式 (11)}$$

であることがより好ましい。

[0152] 幅 P の画素開口部を備える T F T 基板に発光層を形成する発光層蒸着工程において、以上の式 (11) を満たすように、蒸着源 6 0、蒸着マスク 5 0、および T F T 基板 1 0 の配置と、マスク開口部 5 1 の幅 M および蒸着源開口部 6 1 の幅 W_n を設計することで、開口率を最大としつつ、サブ画素 2 R において均一な発光特性を得ることができるよう、発光層 2 3 R を形成することができる。

[0153] <発光層の他の例>

図 9 は、発光層蒸着工程により T F T 基板上に発光層を形成したときの、本実施形態の T F T 基板および発光層の他の例の断面図である。図 9 は、図 2 の A - A 矢視断面図に相当する。

[0154] 上述したように、発光層蒸着工程においては蒸着マージン W_m が存在し、発光層 2 3 R ・ 2 3 G ・ 2 3 B の形状にはバラつきが生じる。

[0155] また、上述したように、発光層 2 3 R の膜厚を実測したところ、実測平坦部と実測テーパ部との境界部分は、なだらかな R 形状を有しており、平面視において、実測平坦部の幅 W_{rt} は理論平坦部の幅 W_t よりも狭く、実測平坦部は理論平坦部の内側にある。

[0156] そこで、発光層蒸着工程における上記バラつきと、実測平坦部の領域を考慮して、画素開口部 1 6 R が発光層の実測平坦部により覆われるように、発光層 2 4 R を形成するために、図 9 中に幅 W_m で示すマージンを発光層の設計に含めてもよい。

[0157] すなわち、図 9 に示すように、理論平坦部のうち、外側から幅 W_m の部分は、平面視において非表示領域に重なるように形成されることが好ましい。

[0158] これにより、平面視において、画素開口部 1 6 R と発光層 2 3 R の実測平坦部とが重なるように発光層 2 4 R を形成することができ、画素開口部 1 6 R における発光層 2 4 R の膜厚をより均一にすることができる。

[0159] <蒸着設計>

図 9 に示すような、他の例の発光層 2 4 R ・ 2 4 G ・ 2 4 B を形成するための、蒸着装置 7 0 および画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の設計について説明する。

[0160] 画素開口部 1 6 R が発光層 2 4 R の実測平坦部により覆われるように発光層 2 4 R を形成するための、画素開口部 1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B の幅 P は、以下のように表される。

[0161] $P \leq W_t - 2W_m \cdots$ 式 (12)

すなわち、

$P \leq \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} - 2W_m \cdots$ 式 (13)

好ましくは、

$P = \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} - 2W_m \cdots$ 式 (14)

である。

[0162] 幅Pの画素開口部を備えるTFT基板に発光層を形成する発光層蒸着工程において、以上の式(14)を満たすように、蒸着源60、蒸着マスク50、およびTFT基板10の配置と、マスク開口部51の幅Mおよび蒸着源開口部61の幅Wnを設計することで、開口率を最大としつつ、サブ画素2Rにおいてより均一な発光特性を得ることができるよう、発光層23Rを形成することができる。

[0163] なお、式(1)において、蒸着マージンWmを考慮すると、

$$P + 2L_c \geq W_t + 2W_g + 2W_m \cdots \text{式(15)}$$

となる。画素開口率をより大きくするために、好ましくは、式(12)および式(15)は、それぞれ、

$$P = W_t - 2W_m \cdots \text{式(16)}$$

$$P + 2L_c = W_t + 2W_g + 2W_m \cdots \text{式(17)}$$

と表される。

[0164] 上記式(16)と式(17)とから、Wmを消去すると、

$$P + L_c = W_t + W_g$$

となる。すなわち、

$$P + L_c = W_t + 0.98W_b + W_u \cdots \text{式(18)}$$

となる。ここで、

$$W_t = \{ (T_s \times M) / (T_s - G) \} - W_b$$

$$W_b = \{ (G \times W_n) / (T_s - G) \}$$

より、式(18)は、

$$P + L_c = \{ (T_s \times M - 0.02 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + W_u \cdots \text{式(19)}$$

と表される。

[0165] そのため、周縁領域が形成されることを考慮して、P、Lc、M、Ts、G、およびWnが、以下の式(20)を満たすように、蒸着条件を決定してもよい。

$$[0166] \quad P + 2L_c = \{ (T_s \times M - 0.02 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + D$$

m・・式(20)

〔実施形態2〕

本発明の他の実施形態について、図10に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0167] <発光層>

図10は、発光層蒸着工程によりTF T基板上に発光層を形成したときの、本実施形態のTF T基板および発光層の断面図である。図10は、図2のA-A矢視断面図に相当する。

[0168] サブ画素2R・2G・2Bの画素開口部16R・16G・16Bのそれぞれに、同等の膜厚を有する発光層25R・25G・25Bを形成する場合において、本実施形態の有機EL表示装置の発光層25R・25G・25Bの膜厚は、以下のように制御される。

[0169] すなわち、平面視において、発光層24Rの実測線形テーパー部と実測曲線テーパー部との境界部である第1境界部(図示せず)と、サブ画素2Rに隣接するサブ画素2Gの画素開口部16Gとの間の最短距離は、 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ または $3\mu\text{m}+W\text{m}\sim 5\mu\text{m}+W\text{m}$ である。

[0170] そのため、実施形態1の有機EL表示装置1と同様に、発光層24Rのうち画素開口部16Gに形成される部分は、周縁領域の外側であり、その膜厚は、平坦部における発光層24Gの膜厚の1%以下であるため、画素開口部16Gの発光特性に影響を与えることなく、画素開口部16Gからは正常に緑色の光が発光される。

[0171] さらに、実施形態1の有機EL表示装置1とは異なり、理論平坦部の膜厚を100%とした場合に発光層24Rの膜厚が1%である位置と、サブ画素2Rに隣接するサブ画素2Gの画素開口部16Gの端部とが平面視において重なっている。そのため、TF T基板10の面積に占める非表示領域15R・15G・15Bの割合を小さくすることができ、有機EL表示装置の開口率を向上させることができる。

[0172] <蒸着設計>

本実施形態の有機EL表示装置の製造工程の一部である発光層蒸着工程において、上記の発光層25Rを形成するための蒸着装置70および画素開口部16R・16G・16Bの設計について説明する。

[0173] 本実施形態の発光層形成工程においては、画素開口部の幅Pと、非表示領域の幅Lcと、マスク開口部51の幅Mと、蒸着源60とTFT基板10との間の距離Tsと、蒸着マスク50とTFT基板10との間の距離Gと、蒸着源開口部61の幅Wnと、設計マージンDmの関係を示す式(4)において、

$$3\mu\text{m} \leq Dm \leq 5\mu\text{m} \cdots \text{式}(21)$$

を満たすように、蒸着条件を決定する。

[0174] このように、蒸着条件を設計し、発光層蒸着工程を実施することで、混色による表示品位の低下を生じることなく、発光層25Rを形成することができる。

[0175] ここで、通常の発光層蒸着工程においては、上述したように蒸着条件に一定の蒸着マージンを設けておくことが好ましい。

[0176] そこで、蒸着マージンWmを考慮し、設計マージンDmを、

$$3\mu\text{m} + Wm \leq Dm \leq 5\mu\text{m} + Wm \cdots \text{式}(22)$$

と設計することが好ましい。

[0177] [実施形態3]

本発明の他の実施形態について、図11に基づいて説明すれば、以下のとおりである。なお、説明の便宜上、前記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を省略する。

[0178] <発光層>

図11は、発光層蒸着工程によりTFT基板上に発光層を形成したときの、本実施形態のTFT基板および発光層の断面図である。図11は、図2のA-A矢視断面図に相当する。

[0179] 実施形態1～2の有機EL表示装置においては、TFT基板10の画素開

口部 16 R が発光層の理論平坦部または実測平坦部により覆われるように、発光層が形成されていた。

[0180] これに対して、本実施形態の有機 EL 表示装置においては、TFT 基板 10 の画素開口部 16 R は、発光層 26 R の理論平坦部の膜厚を 100% とすると、90% 以上の膜厚を有する部分により覆われている。言い換えると、発光層 26 R の理論平坦部の膜厚を 1 とすると、画素開口部 16 R の端部における発光層 26 R の膜厚は、 $9/10$ 以上 1 未満である。

[0181] 画素開口部における発光層の膜厚の最大値を 100% としたときに、多くの場合、画素開口部に形成された発光層の膜厚が 90% 以上であれば、サブ画素における発光特性にほとんど差がない場合が多い。

[0182] そこで、本実施形態の有機 EL 表示装置は、画素開口部 16 R が、発光層 26 R の膜厚が 90% 以上の領域で覆われるように、発光層 26 R が形成されている。

[0183] 図 11 に示すように、発光層 26 R の膜厚が 90% 以上である領域の幅 W_t' は、以下の式で表され、理論平坦部の幅 W_t よりも大きい。

[0184] $W_t' = W_t + 2 \times 0.1 \times W_b$

そのため、画素開口部 16 R の幅を、 W_t' まで広げることで、TFT 基板 10 上に占める画素開口部 16 R・16 G・16 B の割合を大きくし、開口率をさらに大きくすることができる。

[0185] <蒸着設計>

本実施形態の有機 EL 表示装置の製造工程の一部である発光層蒸着工程において、上記の発光層 26 R を形成するための蒸着装置 70 および画素開口部 16 R・16 G・16 B の設計について説明する。

[0186] 画素開口部 16 R が発光層 26 R の、膜厚の 90% 以上の部分により覆われるように発光層 2 R を形成するための、画素開口部 16 R・16 G・16 B の幅 P は、以下のように表される。

[0187] $P \leq W_t' \cdots$ 式 (23)

すなわち、

$$P \leq W_t + 2 \times 0.1 \times W_b = \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) \cdots \text{式 (24)}$$

また、表示装置の開口率を高めるためには、画素開口部 16R・16G・16B の幅 P は大きいことが好ましい。そこで、

$$W_t \leq P \leq W_t' \cdots \text{式 (23')}$$

すなわち、

$$\{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} \leq P \leq \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) \cdots \text{式 (24')}$$

上記式 (24') を満足することで、実施形態 1 の発光層蒸着工程に比べて、画素開口部の幅 P を大きくすることができる。

[0188] 特には、

$$P = \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) \cdots \text{式 (25)}$$

であることが好ましい。

[0189] これにより、画素開口部 16R・16G・16B が、発光層 26R・26G・26B の膜厚が 90% 以上の領域で覆われるように、発光層 26R・26G・26B を形成することができる。

[0190] 幅 P の画素開口部を備える TFT 基板に発光層を形成する発光層蒸着工程において、以上の式 (25) を満たすように、蒸着源 60、蒸着マスク 50、および TFT 基板 10 の配置と、マスク開口部 51 の幅 M および蒸着源開口部 61 の幅 W_n を設計することで、サブ画素 2R における均一な発光特性を確保しつつ、開口率を最大とするように、発光層 26R を形成することができる。

[0191] また、実施形態 1 の式 (12) と同様に、蒸着マージン W_m を考慮する場合、式 (23) は、

$$P \leq W_t' - 2W_m \cdots \text{式 (26)}$$

となるため、式 (25) は、

$$P = \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) - 2W_m \cdot$$

・ ・ 式 (2 7)

となる。

[0192] 〔まとめ〕

本発明の態様 1 に係る表示装置の製造方法は、基板 (T F T 基板 1 0) を有しており、上記基板上に、光を発する領域である複数の画素開口部と、互いに隣り合う上記画素開口部の間の領域であり、光を発しない領域である非表示領域とが、規定されており、上記基板上に、上記各画素開口部に対応して、互いに異なる色の光を発する複数種の発光層が形成されている表示装置の製造方法であって、上記基板と、マスク開口部 (5 1) を有する蒸着マスク (5 0) と、蒸着粒子を射出する射出口 (蒸着源開口部 6 1) を有する蒸着源 (6 0) とをこの順に配置し、上記蒸着粒子を、上記マスク開口部を介して上記基板に蒸着させることで、上記基板上の上記画素開口部に対応する位置に上記発光層を形成する発光層蒸着工程を含んでおり、上記発光層蒸着工程において、上記画素開口部のうちの一つである第 1 画素開口部に対応して第 1 発光層を形成し、上記非表示領域を介して上記第 1 画素開口部に隣接する第 2 画素開口部に対応して、上記第 1 発光層が発する光の色とは異なる色の光を発する第 2 発光層を形成するように、上記基板に上記蒸着粒子を蒸着させるときに、上記マスク開口部の幅を M とし、上記射出口の幅を W_n とし、上記基板と上記蒸着マスクとの間の距離を G とし、上記基板と上記蒸着源との間の距離を T_s とし、上記第 1 画素開口部の幅を P とし、上記非表示領域の幅を L_c とすると、 $P + 2 L_c \geq \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2 D_m$ と、 $3 \mu m \leq D_m \leq 5 \mu m$ と、を満足する。

[0193] 蒸着源と蒸着マスクの間に一定の間隔を有した状態で蒸着を行った場合、従来の方法では、 T F T 基板上の第 1 画素開口部に形成される第 1 発光層は、平坦には形成されず、第 1 画素開口部の幅より広い範囲に及び、漸減的に広がるように形成される。その結果、第 2 画素開口部に及んで形成され、第 2 画素開口部において混色を生じる場合がある。

[0194] これに対して、本発明の表示装置の製造方法は、発光層が漸減的に広がる

領域における発光層の膜厚を考慮し、発光層蒸着工程を設計している。

[0195] そのため、第1発光層が第2画素開口部において混色することによる表示品位の低下を防止することができる。

[0196] 本発明の態様2に係る表示装置の製造方法は、上記態様1において、上記発光層蒸着工程における蒸着マージンを W_m とすると、 $P + 2L_c = \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m$ と、 $3\mu m + W_m \leq D_m \leq 5\mu m + W_m$ と、を満足してもよい。

[0197] 本発明の態様3に係る表示装置の製造方法は、上記態様1または2において、平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、上記第1画素開口部と上記第2画素開口部とが並ぶ方向において、 $P \leq \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) \} / (T_s - G)$ を満足してもよい。

[0198] 上記の工程により、第1画素開口部に形成される第1発光層の膜厚を均一にすることができる。これにより、第1画素開口部における第1発光層の発光特性を均一にすることができる。

[0199] 本発明の態様4に係る表示装置の製造方法は、上記態様1または2において、平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、上記第1画素開口部と上記第2画素開口部とが並ぶ方向において、 $\{ (T_s \times M) - (G \times W_n) / (T_s - G) \} \leq P \leq \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G)$ を満足してもよい。

[0200] 上記の工程により、第1画素開口部に形成される第1発光層の膜厚は、最も膜厚が大きい部分の膜厚の90%以上100%以下となるように、第1発光層を形成することができる。

[0201] このように第1発光層を形成すれば、第1画素開口部における第1発光層の発光特性は、表示品位を過度に低下させるものとはならない。

[0202] 一方で、上記の工程により、表示品位を過度に低下させない範囲内において、第1画素開口部を最大とすることができる。これにより、表示装置の開口率を大きくすることができる。

[0203] 本発明の態様4に係る表示装置の製造方法は、上記態様2において、平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、上記第1画素開口部と上記第2画素開口部とが並ぶ方向において、 $P = \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) - 2W_m$ を満足してもよい。

[0204] 本発明の態様6に係る表示装置の製造方法は、上記態様1～5の何れかにおいて、上記第1画素開口部と上記第2画素開口部とが並ぶ方向において、幅がPである上記第1画素開口部と、幅が L_c である上記非表示領域とが、上記基板上に規定されており、上記発光層蒸着工程において、 $P + 2L_c \geq \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2W_u$ と、 $3\mu m \leq W_u \leq 5\mu m$ と、を満足するように、上記マスク開口部の幅Mと、上記射出口の幅 W_n と、上記基板と上記蒸着マスクとの間の距離Gと、上記基板と上記蒸着源との間の距離 T_s と、を設定し、上記基板に上記蒸着粒子を蒸着させてもよい。

[0205] 上記の工程により、第1発光層が第2画素開口部において混色することによる表示品位の低下を防止するように、マスク開口部の幅Mと、射出口の幅 W_n と、基板と蒸着マスクとの間の距離Gと、基板と蒸着源との間の距離 T_s を設定し、基板に上記蒸着粒子を蒸着させることができる。

産業上の利用可能性

[0206] 本発明は、各サブ画素に発光層を備える有機EL表示装置に利用することができる。

符号の説明

[0207] 1 有機EL表示装置（表示装置）

10 TFT基板（基板）

1 5 R ・ 1 5 G ・ 1 5 B 非表示領域

1 6 R ・ 1 6 G ・ 1 6 B 画素開口部

2 3 R ・ 2 3 G ・ 2 3 B 発光層

2 4 R ・ 2 4 G ・ 2 4 B 発光層

2 5 R ・ 2 5 G ・ 2 5 B 発光層

2 6 R ・ 2 6 G ・ 2 6 B 発光層

5 0 蒸着マスク

5 1 マスク開口部

6 0 蒸着源

6 1 蒸着源開口部（射出口）

請求の範囲

[請求項1] 基板を有しており、上記基板上に、光を発する領域である複数の画素開口部と、互いに隣り合う上記画素開口部の間の領域であり、光を発しない領域である非表示領域とが規定されており、上記基板上に、上記各画素開口部に対応して、互いに異なる色の光を発する複数種の発光層が形成されている表示装置の製造方法であって、

上記基板と、マスク開口部を有する蒸着マスクと、蒸着粒子を射出する射出口を有する蒸着源とをこの順に配置し、上記基板に、上記マスク開口部を介して上記蒸着粒子を蒸着させることで、上記基板上の上記画素開口部に対応する位置に上記発光層を形成する発光層蒸着工程を含んでおり、

上記発光層蒸着工程において、上記画素開口部のうちの一つである第1画素開口部に対応して第1発光層を形成し、上記非表示領域を介して上記第1画素開口部に隣接する第2画素開口部に対応して、上記第1発光層が発する光の色とは異なる色の光を発する第2発光層を形成するように、上記基板に上記蒸着粒子を蒸着させるときに、

上記マスク開口部の幅をMとし、上記射出口の幅をW_nとし、上記基板と上記蒸着マスクとの間の距離をGとし、上記基板と上記蒸着源との間の距離をT_sとし、上記第1画素開口部の幅をPとし、上記非表示領域の幅をL_cとすると、

$$P + 2L_c = \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m$$

と、

$$3 \mu m \leq D_m \leq 5 \mu m$$

と、を満足することを特徴とする表示装置の製造方法。

[請求項2] 上記発光層蒸着工程における蒸着マージンをW_mとすると、

$$P + 2L_c = \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m$$

と、

$$3 \mu m + W_m \leq D_m \leq 5 \mu m + W_m$$

と、を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置の製造方法。

[請求項3] 平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、

上記第 1 画素開口部と上記第 2 画素開口部とが並ぶ方向において、

$$P \leq \{ (T_s \times M) - (G \times W_n) \} / (T_s - G)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表示装置の製造方法。

[請求項4] 平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、

上記第 1 画素開口部と上記第 2 画素開口部とが並ぶ方向において、

$$\{ (T_s \times M) - (G \times W_n) \} / (T_s - G) \leq P \leq \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G)$$

を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表示装置の製造方法。

[請求項5] 平面視において、上記画素開口部の中心と、上記マスク開口部の中心と、上記射出口の中心とが、一直線上に配されるように、上記基板と、上記蒸着マスクと、上記蒸着源とを位置合わせをし、

上記第 1 画素開口部と上記第 2 画素開口部とが並ぶ方向において、

$$P = \{ (T_s \times M) - (0.8 \times G \times W_n) \} / (T_s - G) - 2 W_m$$

を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の表示装置の製造方法。

[請求項6] 上記第 1 画素開口部と上記第 2 画素開口部とが並ぶ方向において、

幅がPである上記第1画素開口部と、幅がL_cである上記非表示領域とが、上記基板上に規定されており、

上記発光層蒸着工程において、

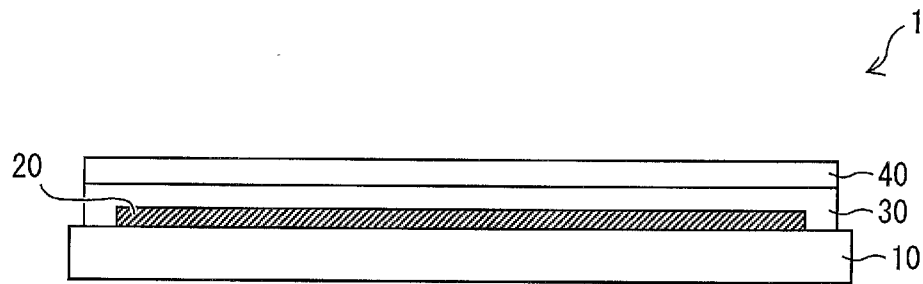
$$P + 2L_c = \{ (T_s \times M + 0.96 \times G \times W_n) / (T_s - G) \} + 2D_m$$

と、

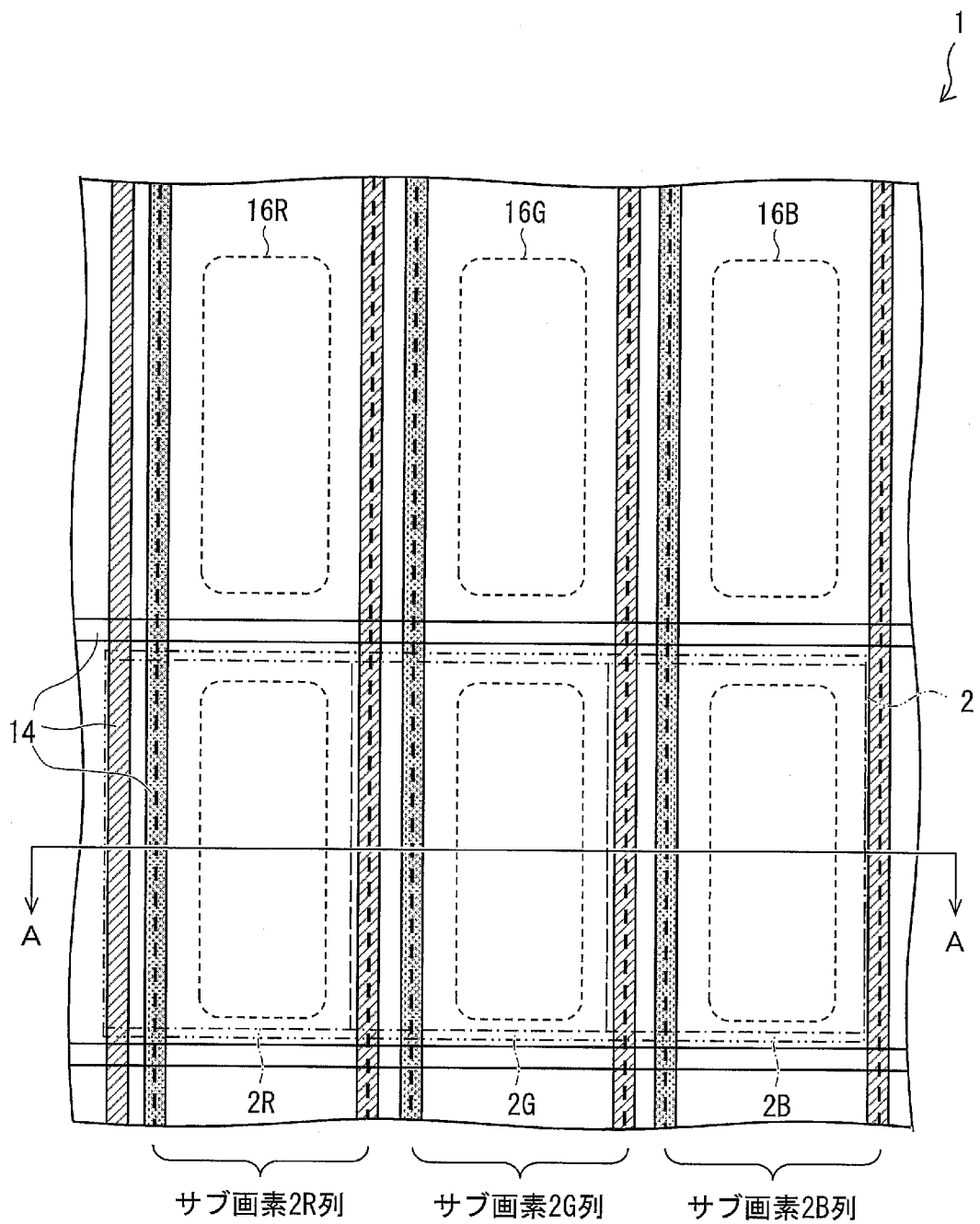
$$3\mu m \leq D_m \leq 5\mu m$$

と、を満足するように、上記マスク開口部の幅Mと、上記射出口の幅W_nと、上記基板と上記蒸着マスクとの間の距離Gと、上記基板と上記蒸着源との間の距離T_sと、を設定することを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の表示装置の製造方法。

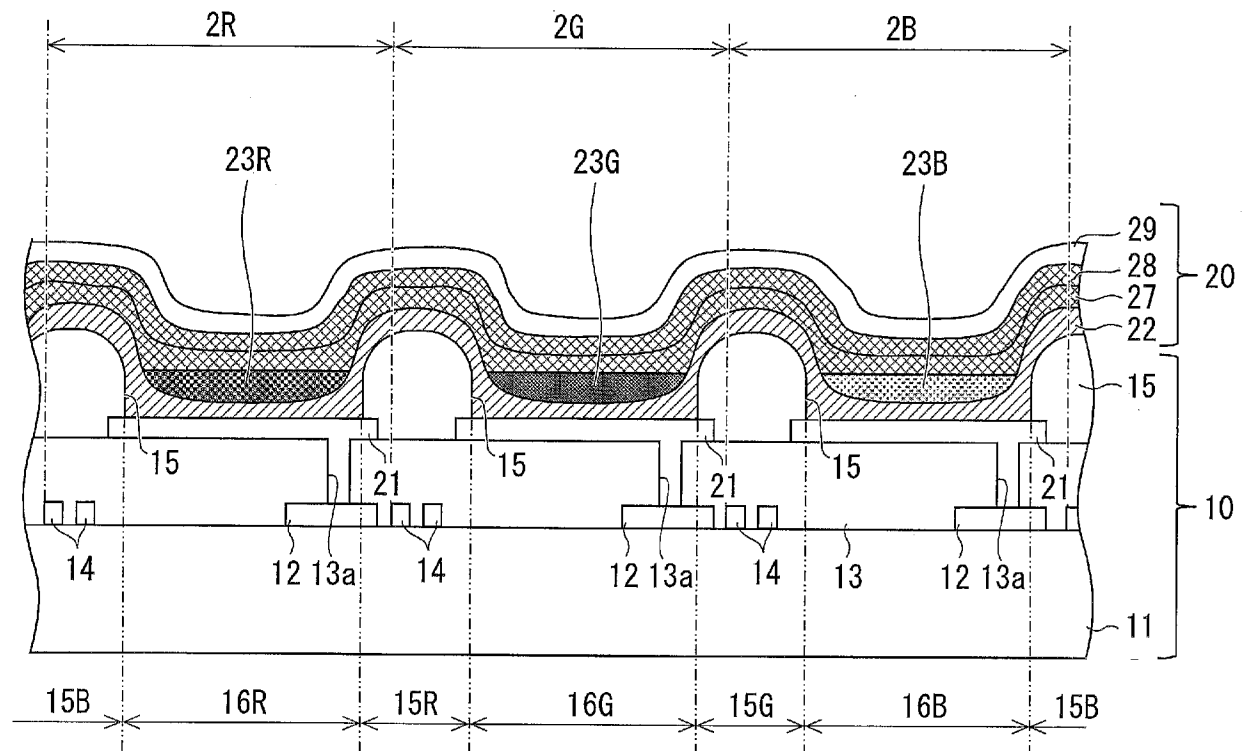
[図1]



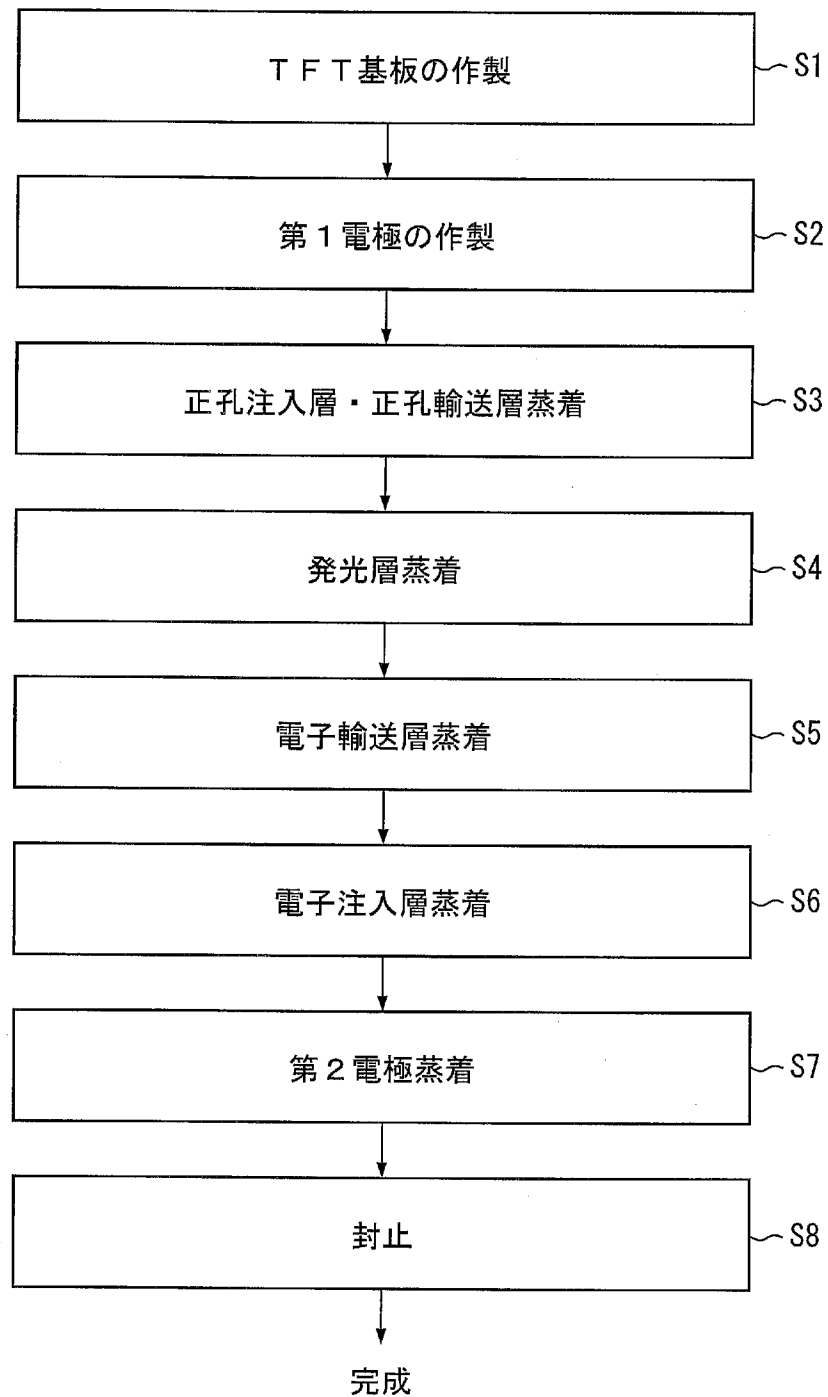
[図2]



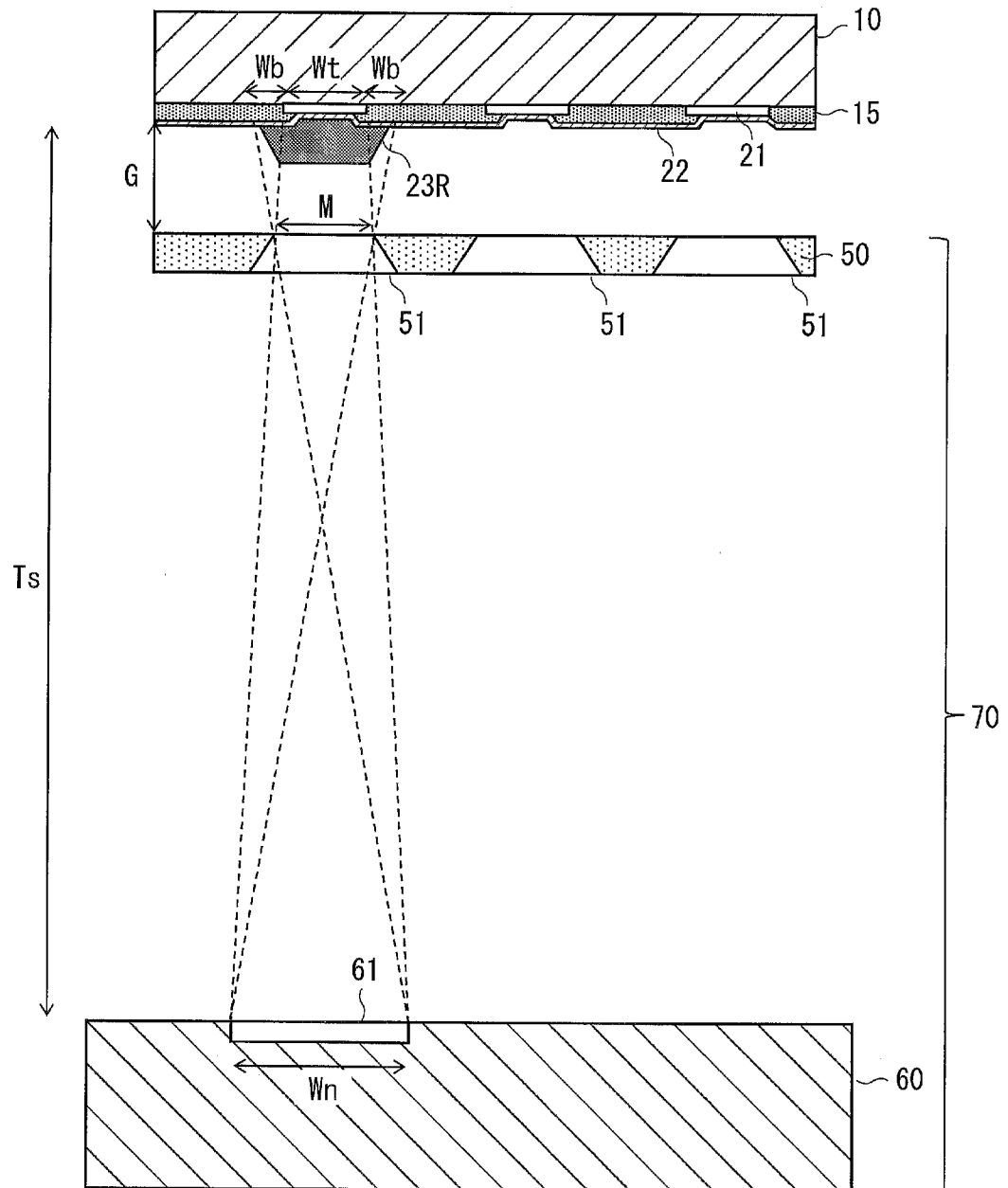
[図3]



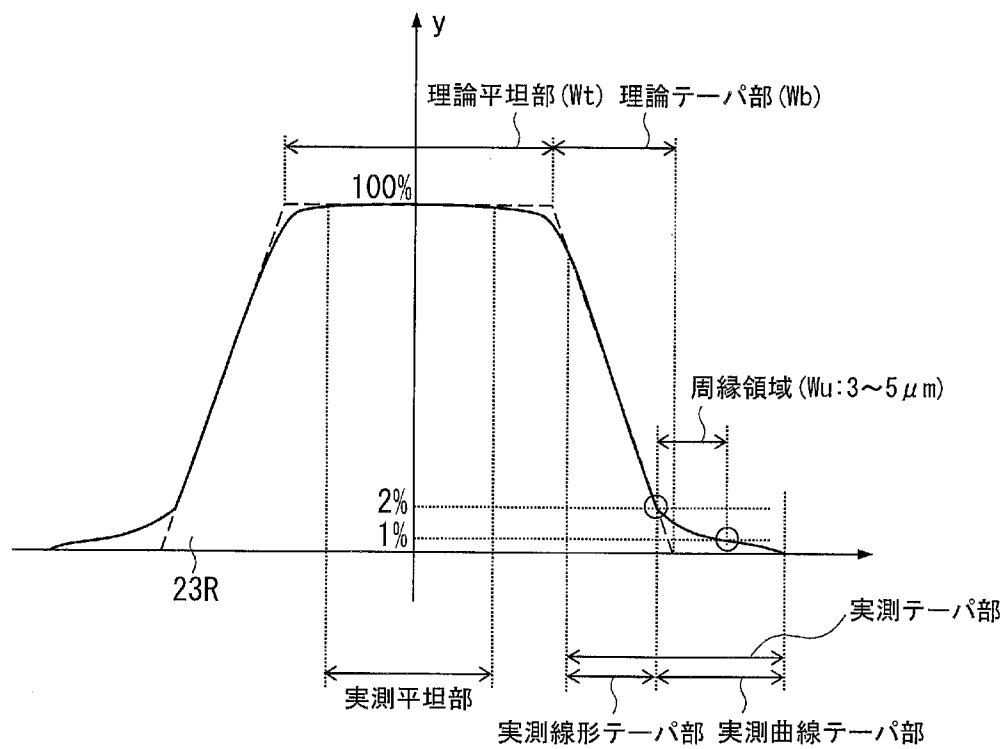
[図4]



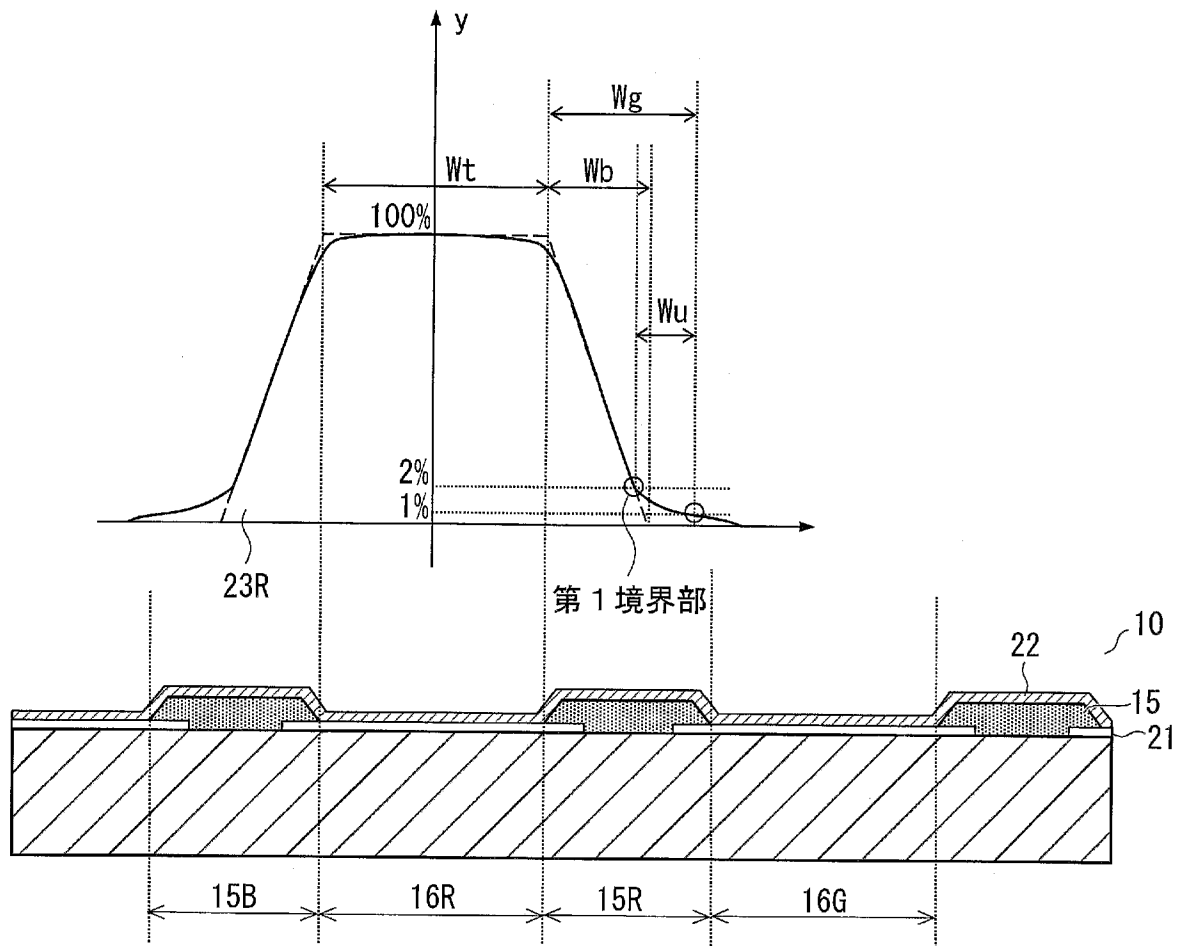
[図5]



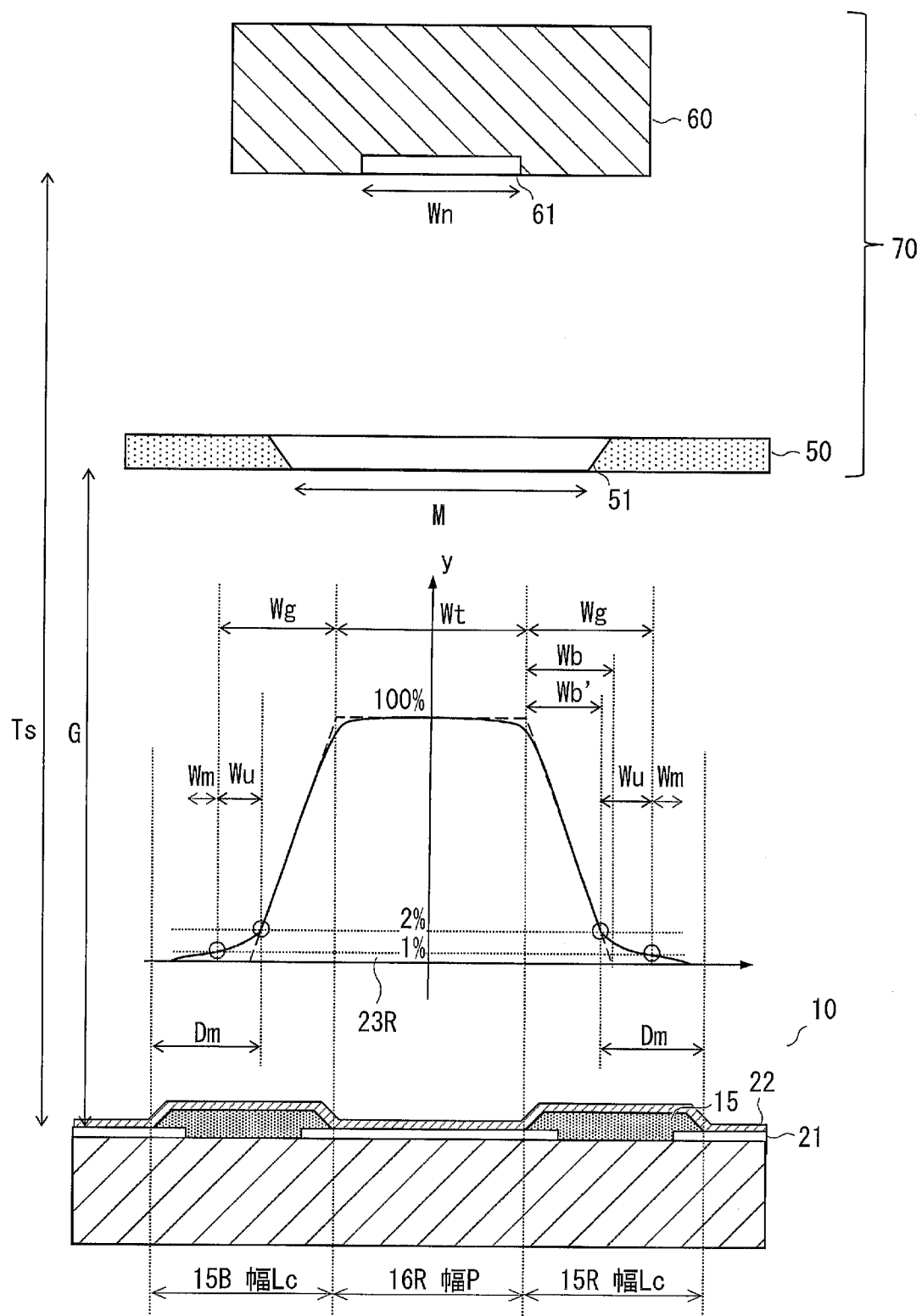
[図6]



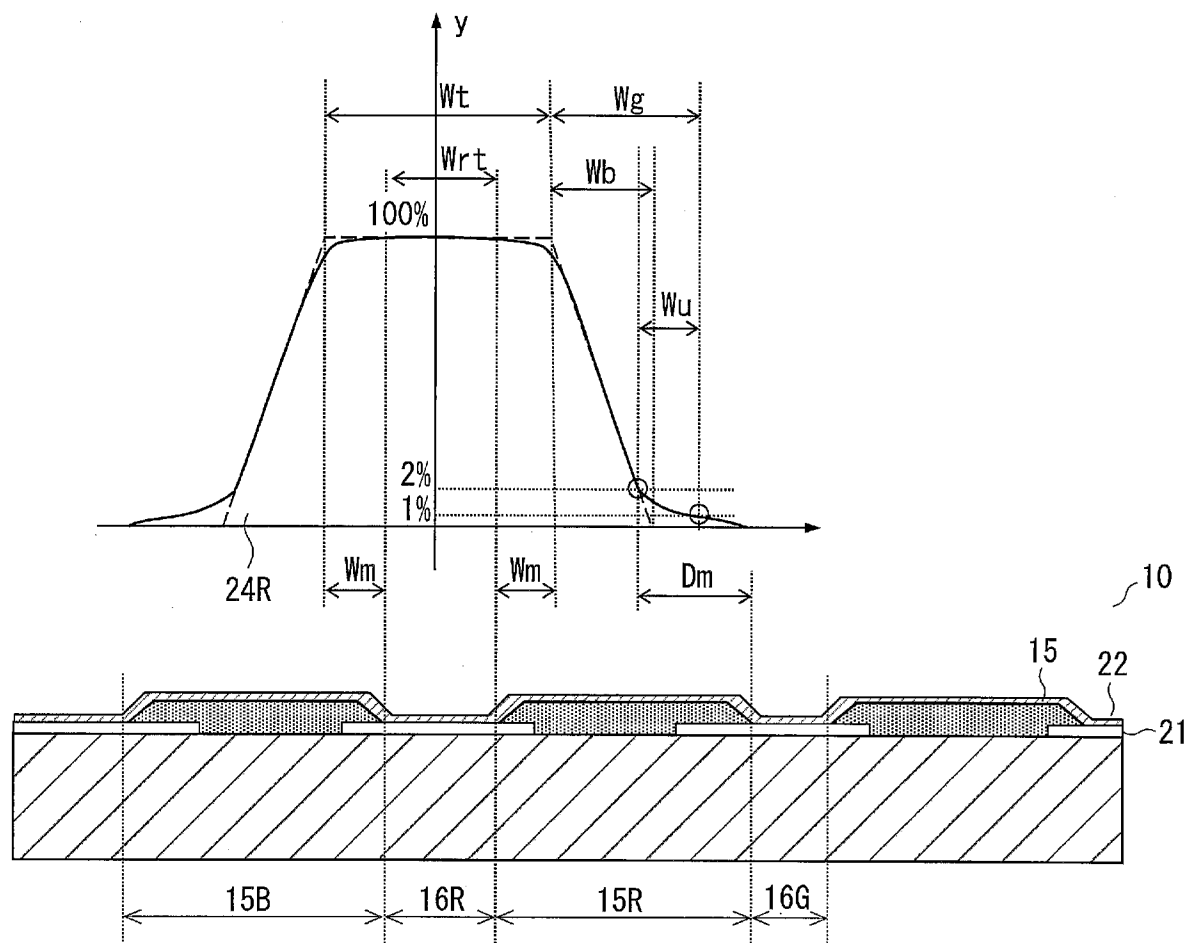
[図7]



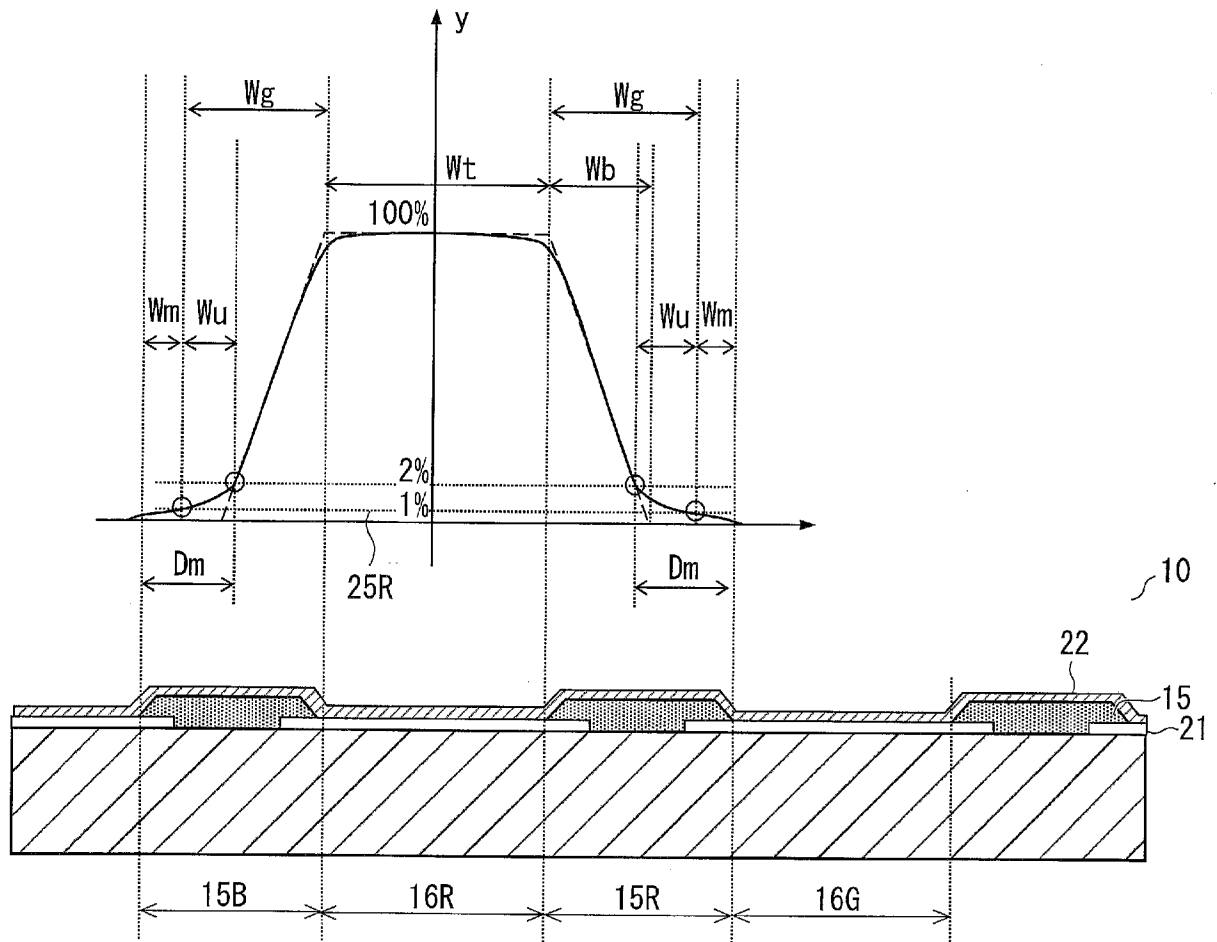
[図8]



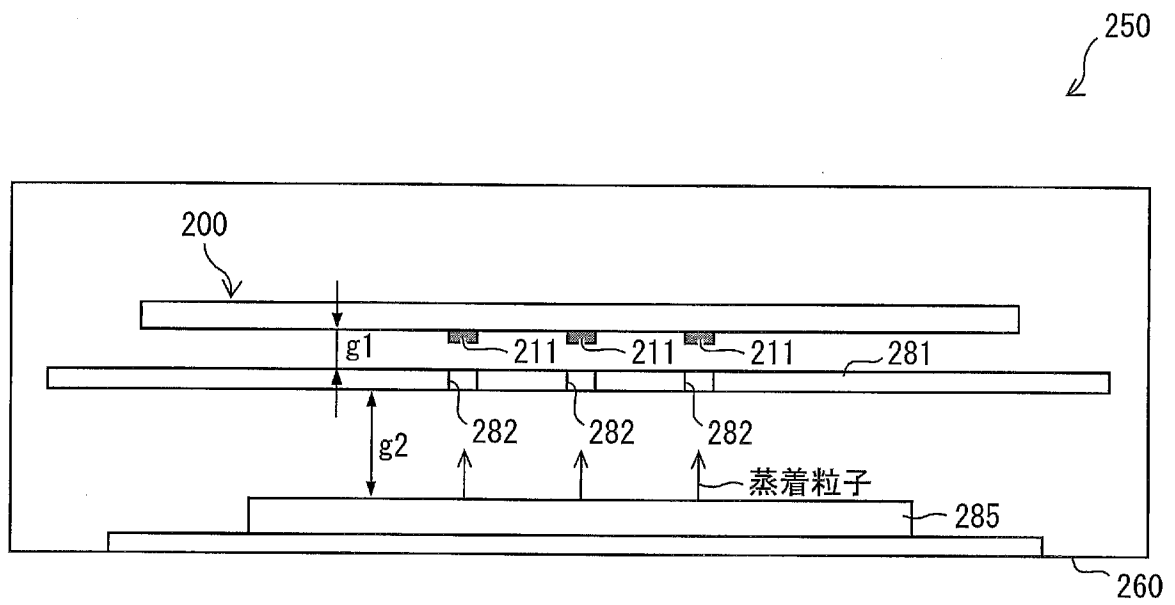
[図9]



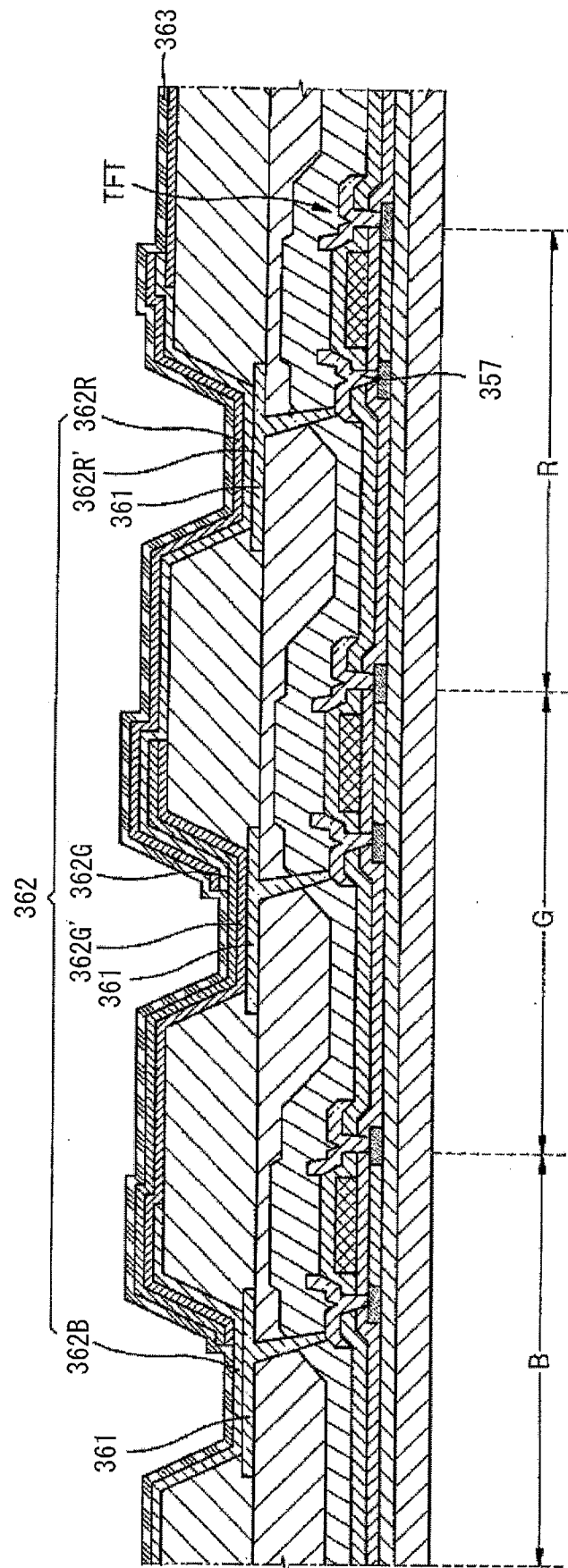
[図10]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/051993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B33/10(2006.01)i, C23C14/24(2006.01)i, G09F9/00(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i, H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

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)

H05B33/10, C23C14/24, G09F9/00, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-167309 A (Canon Tokki Corp.), 06 September 2012 (06.09.2012), claims; paragraphs [0014], [0095] to [0120], [0136]; fig. 17, 19 & WO 2012/108426 A1 & TW 201247912 A	1-6
A	JP 2012-197467 A (Canon Tokki Corp.), 18 October 2012 (18.10.2012), entire text; all drawings & WO 2012/127957 A1 & TW 201250026 A	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
02 April, 2014 (02.04.14)

Date of mailing of the international search report
15 April, 2014 (15.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/10(2006.01)i, C23C14/24(2006.01)i, G09F9/00(2006.01)i, G09F9/30(2006.01)i,
H01L27/32(2006.01)i, H01L51/50(2006.01)i, H05B33/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H05B33/10, C23C14/24, G09F9/00, G09F9/30, H01L27/32, H01L51/50, H05B33/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2012-167309 A（キヤノントッキ株式会社）2012.09.06, 【特許 請求の範囲】, 【0014】, 【0095】 - 【0120】, 【0136】, 【図 17】, 【図 19】 & WO 2012/108426 A1 & TW 201247912 A	1-6
A	JP 2012-197467 A（キヤノントッキ株式会社）2012.10.18, 全文、 全図 & WO 2012/127957 A1 & TW 201250026 A	1-6

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

後藤 慎平

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1

2 0

4 0 0 7