

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7264669号

(P7264669)

(45)発行日 令和5年4月25日(2023.4.25)

(24)登録日 令和5年4月17日(2023.4.17)

(51)国際特許分類

F I

G 0 9 F 9/30 (2006.01)

G 0 9 F 9/30 3 3 0

G 0 9 F 9/33 (2006.01)

G 0 9 F 9/30 3 3 8

H 0 1 L 33/62 (2010.01)

G 0 9 F 9/30 3 4 9 D

G 0 9 F 9/33

H 0 1 L 33/62

請求項の数 11 (全21頁)

(21)出願番号 特願2019-37721(P2019-37721)

(22)出願日 平成31年3月1日(2019.3.1)

(65)公開番号 特開2020-140171(P2020-140171
A)

(43)公開日 令和2年9月3日(2020.9.3)

審査請求日 令和4年2月28日(2022.2.28)

(73)特許権者 502356528

株式会社ジャパンディスプレイ
東京都港区西新橋三丁目7番1号

(74)代理人 110002147

弁理士法人酒井国際特許事務所

(72)発明者 池田 雅延

東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式
会社ジャパンディスプレイ内

(72)発明者 伊東 理

東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式
会社ジャパンディスプレイ内

(72)発明者 金谷 康弘

東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式
会社ジャパンディスプレイ内

審査官 石本 努

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板に設けられた複数の画素と、

複数の前記画素の各々に設けられ、第1の面に設けられたアノード端子と、前記第1の面と対向する第2の面に設けられたカソード端子とを有する発光素子と、

前記発光素子に電氣的に接続される第1電極と、

前記基板に設けられ、前記第1電極と電氣的に接続されるトランジスタと、

前記基板に垂直な方向において、前記第1電極と前記アノード端子との間に設けられ、複数の導電性ナノ粒子を含む接続層と、

複数の前記発光素子の間に設けられ、前記発光素子と重なる位置に貫通孔を有する素子絶縁膜と、前記発光素子の側面と対向して設けられ、複数の導電性ナノ粒子を含む反射層と、を有し、前記貫通孔の、前記発光素子の側面と対向する面は、上に凸形状の表面を有し、前記反射層は、前記上に凸形状の表面を覆うように形成され、

前記接続層は、前記カソード端子と接することなく設けられている、

表示装置。

【請求項2】

前記接続層は、複数の前記導電性ナノ粒子の間に空隙を有する

請求項1に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記基板に垂直な方向からの平面視で、前記第 1 電極の面積は、前記発光素子の面積よりも大きい

請求項 1 又は請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記基板に垂直な方向からの平面視で、前記第 1 電極の面積は、前記アノード端子の面積よりも大きい

請求項 1 又は請求項 2 に記載の表示装置。

【請求項 5】

複数の前記発光素子及び前記素子絶縁膜を覆って、複数の前記発光素子に電氣的に接続される第 2 電極、を有する

10

請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記反射層の下端は前記第 1 電極と電氣的に接続され、前記反射層の上端は前記第 2 電極と離隔する

請求項 5 に記載の表示装置。

【請求項 7】

前記導電性ナノ粒子は、銀又は銀合金を含む

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 8】

前記第 1 電極は、モリブデン、チタンの金属のいずれか 1 つ以上を含む、又は前記金属のいずれか 1 つ以上を含む合金、又は透光性導電材料のいずれかを有する

20

請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 9】

前記第 1 電極は、複数の導電性ナノ粒子を含む

請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 10】

発光素子基板と、前記発光素子基板に設けられた、少なくとも一つの前記発光素子と、前記発光素子基板に設けられ、前記発光素子を駆動する少なくとも一つの回路素子とを含むチップ部品を有し、

30

前記チップ部品は前記基板にアレイ状に配列するように複数設けられる

請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の表示装置。

【請求項 11】

前記チップ部品には、互いに異なる発光を呈する前記発光素子がそれぞれ少なくとも一つずつ設けられる

請求項 10 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、表示素子として微小サイズの発光ダイオード（マイクロ LED（micro LED））を用いたディスプレイが注目されている（例えば、特許文献 1 参照）。複数の発光ダイオードは、例えばハンダなどの接続部材を介して、アレイ基板上の電極に接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特表 2017 - 529557 号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

発光ダイオードは、熱圧着によりアレイ基板上に接続される。このため、発光ダイオードとアレイ基板との接続部分には、冷却後に残留応力が残る。また、発光ダイオードの小型化に伴い発光ダイオードの接続面積も小さくなるため、残留応力により接続信頼性が低下する可能性がある。

【0005】

本発明は、発光素子とアレイ基板との接続信頼性を向上させることができる表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明の一態様の表示装置は、基板と、前記基板に設けられた複数の画素と、複数の前記画素の各々に設けられる発光素子と、前記発光素子に電氣的に接続される第1電極と、前記基板に設けられ、前記第1電極と電氣的に接続されるトランジスタと、前記基板に垂直な方向において、前記第1電極と前記発光素子との間に設けられ、複数の導電性ナノ粒子を含む接続層と、を有する。

【図面の簡単な説明】**【0007】**

【図1】図1は、第1実施形態に係る表示装置を模式的に示す平面図である。

【図2】図2は、複数の画素を示す平面図である。

【図3】図3は、画素回路を示す回路図である。

【図4】図4は、表示装置の動作例を示すタイミングチャートである。

【図5】図5は、図2のV-V'断面図である。

【図6】図6は、図1のVI-VI'断面図である。

【図7】図7は、発光素子とアノード電極との接続工程を説明するための説明図である。

【図8】図8は、接続層のパターニング方法を説明するための説明図である。

【図9】図9は、接続層のパターニング方法の第1変形例を説明するための説明図である。

【図10】図10は、接続層のパターニング方法の第2変形例を説明するための説明図である。

【図11】図11は、第2実施形態に係る表示装置を示す断面図である。

【図12】図12は、第3実施形態に係る表示装置を示す断面図である。

【図13】図13は、第4実施形態に係る表示装置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】**【0008】**

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

【0009】

本明細書及び特許請求の範囲において、ある構造体の上に他の構造体を配置する態様を表現するにあたり、単に「上に」と表記する場合、特に断りの無い限りは、ある構造体に接するように、直上に他の構造体を配置する場合と、ある構造体の上方に、さらに別の構造体を介して他の構造体を配置する場合との両方を含むものとする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

(第 1 実施形態)

図 1 は、第 1 実施形態に係る表示装置を模式的に示す平面図である。図 1 に示すように、表示装置 1 は、アレイ基板 2 と、画素 P i x と、駆動回路 1 2 と、駆動 I C (Integrated Circuit) 2 1 0 と、カソード配線 6 0 と、を含む。アレイ基板 2 は、各画素 P i x を駆動するための駆動回路基板であり、バックプレーン又はアクティブマトリックス基板とも呼ばれる。アレイ基板 2 は、基板 2 1、複数のトランジスタ、複数の容量及び各種配線等を有する。

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すように、表示装置 1 は、表示領域 A A と、周辺領域 G A とを有する。表示領域 A A は、複数の画素 P i x と重なって配置され、画像を表示する領域である。周辺領域 G A は、複数の画素 P i x と重ならない領域であり、表示領域 A A の外側に配置される。

10

【 0 0 1 2 】

複数の画素 P i x は、基板 2 1 の表示領域 A A において、第 1 方向 D x 及び第 2 方向 D y に配列される。なお、第 1 方向 D x 及び第 2 方向 D y は、基板 2 1 の表面に対して平行な方向である。第 1 方向 D x は、第 2 方向 D y と直交する。ただし、第 1 方向 D x は、第 2 方向 D y と直交しないで交差してもよい。第 3 方向 D z は、第 1 方向 D x 及び第 2 方向 D y と直交する方向である。第 3 方向 D z は、例えば、基板 2 1 の法線方向に対応する。なお、以下、平面視とは、第 3 方向 D z から見た場合の位置関係を示す。

【 0 0 1 3 】

駆動回路 1 2 は、駆動 I C 2 1 0 からの各種制御信号に基づいて複数のゲート線（例えば、発光制御走査線 B G、リセット制御走査線 R G、補正制御走査線 C G、初期化制御走査線 I G、書込制御走査線 S G（図 3 参照））を駆動する回路である。駆動回路 1 2 は、複数のゲート線を順次又は同時に選択し、選択されたゲート線にゲート駆動信号を供給する。これにより、駆動回路 1 2 は、ゲート線に接続された複数の画素 P i x を選択する。

20

【 0 0 1 4 】

駆動 I C 2 1 0 は、表示装置 1 の表示を制御する回路である。駆動 I C 2 1 0 は、基板 2 1 の周辺領域 G A に C O G (Chip On Glass) として実装される。これに限定されず、駆動 I C 2 1 0 は、基板 2 1 の周辺領域 G A に接続されたフレキシブルプリント基板やリジット基板の上に C O F (Chip On Film) として実装されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

カソード配線 6 0 は、基板 2 1 の周辺領域 G A に設けられる。カソード配線 6 0 は、表示領域 A A の複数の画素 P i x 及び周辺領域 G A の駆動回路 1 2 を囲んで設けられる。複数の発光素子 3 のカソードは、共通のカソード配線 6 0 に電氣的に接続され、固定電位（例えば、グラウンド電位）が供給される。より具体的には、発光素子 3 のカソード端子 3 2（図 5 参照）は、カソード電極 2 2（第 2 電極）を介して、カソード配線 6 0 に接続される。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、複数の画素を示す平面図である。図 2 に示すように、1つの画素 P i x は、複数の副画素 4 9 を含む。例えば、画素 P i x は、第 1 副画素 4 9 R と、第 2 副画素 4 9 G と、第 3 副画素 4 9 B とを有する。第 1 副画素 4 9 R は、第 1 色としての原色の赤色を表示する。第 2 副画素 4 9 G は、第 2 色としての原色の緑色を表示する。第 3 副画素 4 9 B は、第 3 色としての原色の青色を表示する。図 2 に示すように、1つの画素 P i x において、第 1 副画素 4 9 R と第 3 副画素 4 9 B は第 1 方向 D x で並ぶ。また、第 2 副画素 4 9 G と第 3 副画素 4 9 B は第 2 方向 D y で並ぶ。なお、第 1 色、第 2 色、第 3 色は、それぞれ赤色、緑色、青色に限られず、補色などの任意の色を選択することができる。以下において、第 1 副画素 4 9 R と、第 2 副画素 4 9 G と、第 3 副画素 4 9 B とをそれぞれ区別する必要がない場合、副画素 4 9 という。

40

【 0 0 1 7 】

副画素 4 9 は、それぞれ発光素子 3 と、アノード電極 2 3（第 1 電極）と、接続層 2 4

50

と、を有する。表示装置 1 は、第 1 副画素 4 9 R、第 2 副画素 4 9 G 及び第 3 副画素 4 9 B において、発光素子 3 R、3 G、3 B ごとに異なる光（例えば、赤色、緑色、青色の光）を出射することで画像を表示する。発光素子 3 は、複数の副画素 4 9 の各々に設けられる。発光素子 3 は、平面視で、 $3\mu\text{m}$ 以上、 $300\mu\text{m}$ 以下程度の大きさを有する発光ダイオード（LED: Light Emitting Diode）チップであり、マイクロ LED（micro LED）と呼ばれる。各画素にマイクロ LED を備える表示装置 1 は、マイクロ LED 表示装置とも呼ばれる。なお、マイクロ LED のマイクロは、発光素子 3 の大きさを限定するものではない。

【0018】

なお、複数の発光素子 3 は、4 色以上の異なる光を出射してもよい。また、複数の副画素 4 9 の配置は、図 2 に示す構成に限定されない。例えば、第 1 副画素 4 9 R は第 2 副画素 4 9 G と第 1 方向 D x に隣り合っているもよい。また、第 1 副画素 4 9 R、第 2 副画素 4 9 G 及び第 3 副画素 4 9 B が、この順で第 1 方向 D x に繰り返し配列されてもよい。

【0019】

図 3 は、画素回路を示す回路図である。図 3 に示す画素回路 PIC - R、PIC - G、PIC - B は、それぞれ第 1 副画素 4 9 R、第 2 副画素 4 9 G 及び第 3 副画素 4 9 B に対応して設けられる。図 3 では、画素回路 PIC - B の回路図を示し、画素回路 PIC - R、PIC - G については省略して示しているが、画素回路 PIC - B についての説明は、画素回路 PIC - R、PIC - G にも適用できる。

【0020】

図 3 に示すように、画素回路 PIC - B は、発光素子 3 と、5 つのトランジスタと、3 つの容量とを含む。具体的には、画素回路 PIC - B は、発光制御トランジスタ BCT、補正トランジスタ CCT、初期化トランジスタ IST、書込トランジスタ SST 及び駆動トランジスタ DRT を含む。一部のトランジスタは、隣接する複数の副画素 4 9 で共有されているもよい。図 3 に示す例では、発光制御トランジスタ BCT は、共通配線 L 5 を介して、3 つの副画素 4 9 で共有される。また、リセットトランジスタ RST は、周辺領域 GA に、例えば副画素 4 9 の各行に 1 つ設けられる。リセットトランジスタ RST のドレインは、共通配線 L 5 を介して複数の画素回路 PIC - R、PIC - G、PIC - B に接続される。

【0021】

発光制御トランジスタ BCT、補正トランジスタ CCT、初期化トランジスタ IST、書込トランジスタ SST、駆動トランジスタ DRT 及びリセットトランジスタ RST は、それぞれ n 型 TFT（Thin Film Transistor）で構成される。ただし、これに限定されず、各トランジスタは、それぞれ p 型 TFT で構成されてもよい。p 型 TFT を用いる場合は、適宜電源電位や保持容量 Cs の接続を適合させてもよい。

【0022】

発光制御走査線 BG は、発光制御トランジスタ BCT のゲートに接続される。リセット制御走査線 RG は、リセットトランジスタ RST のゲートに接続される。補正制御走査線 CG は、補正トランジスタ CCT のゲートに接続される。初期化制御走査線 IG は、初期化トランジスタ IST のゲートに接続される。書込制御走査線 SG は、書込トランジスタ SST のゲートに接続される。

【0023】

発光制御走査線 BG、リセット制御走査線 RG、補正制御走査線 CG、初期化制御走査線 IG 及び書込制御走査線 SG は、それぞれ、周辺領域 GA に設けられた駆動回路 1 2 に接続される。駆動回路 1 2 は、発光制御走査線 BG、リセット制御走査線 RG、補正制御走査線 CG、初期化制御走査線 IG 及び書込制御走査線 SG に、それぞれ、発光制御信号 Vbg、リセット制御信号 Vrg、補正制御信号 Vcg、初期化制御信号 Vig 及び書込制御信号 Vsg を供給する。

【0024】

複数の画素回路 PIC - R、PIC - G、PIC - B には、スイッチ素子 SELR、S

10

20

30

40

50

E L G、S E L Bを介して、映像信号V s i gが供給される。駆動I C 2 1 0（図1参照）は、スイッチ素子S E L R、S E L G、S E L Bに制御信号を出力して、複数の画素回路P I C - R、P I C - G、P I C - Bに、時分割で映像信号V s i gを供給する。映像信号V s i gは、映像信号線L 3を介して書込トランジスタS S Tに供給される。また、駆動I C 2 1 0は、初期化信号線L 4を介して、初期化電位V i n iを初期化トランジスタI S Tに供給する。駆動回路1 2は、リセット信号線L 6を介して、リセット電源電位V r s tをリセットトランジスタR S Tに供給する。

【0025】

発光制御トランジスタB C T、補正トランジスタC C T、初期化トランジスタI S T、書込トランジスタS S T及びリセットトランジスタR S Tは、2ノード間の導通と非導通とを選択するスイッチング素子として機能する。駆動トランジスタD R Tは、ゲートとドレインとの間の電圧に応じて、発光素子3に流れる電流を制御する電流制御素子として機能する。

10

【0026】

発光素子3のカソード（カソード端子3 2）は、カソード電源線L 2に接続される。また、発光素子3のアノード（アノード端子3 3）は、駆動トランジスタD R T、補正トランジスタC C T及び発光制御トランジスタB C Tを介してアノード電源線L 1に接続される。アノード電源線L 1には、アノード電源電位P V D Dが供給される。カソード電源線L 2には、カソード配線6 0及びカソード電極2 2を介してカソード電源電位P V S Sが供給される。アノード電源電位P V D Dは、カソード電源電位P V S Sよりも高い電位である。なお、発光素子3の発光動作については後述する。

20

【0027】

また、画素回路P I C - Bは、保持容量C s及び容量C l e d、C a dを含む。保持容量C sは、駆動トランジスタD R Tのゲートとソースとの間に形成される容量である。容量C l e dは、発光素子3のアノードとカソードとの間に形成される寄生容量である。容量C a dは、駆動トランジスタD R Tのソース及び発光素子3のアノードと、アノード電源線L 1との間に形成される付加容量である。

【0028】

図4は、表示装置の動作例を示すタイミングチャートである。図4に示す期間G 1から期間G 4のそれぞれが1水平期間である。なお、図4では、1行目の副画素4 9から4行目の副画素4 9を駆動する動作を示しているが、5行目以降、最終行の副画素4 9まで継続して駆動される。また、以下の説明では、1行目の副画素4 9から最終行の副画素4 9までの駆動を行う期間をフレーム期間と表す。

30

【0029】

図4に示す期間t 0から期間t 6までの動作例について、以下詳細に説明する。期間t 0は、前フレーム発光期間である。つまり、あるフレーム期間での処理が開始されるまでの期間t 0では、副画素4 9は、前フレームの発光状態を継続している。

【0030】

次に、期間t 1は、駆動トランジスタD R Tのソース初期化期間である。具体的には、期間t 1では、駆動回路1 2から供給される各制御信号により、発光制御走査線B G 1、B G 2の電位がL（ロウ）レベルとなり、補正制御走査線C G 1、C G 2の電位がH（ハイ）レベルとなり、リセット制御走査線R G 1、R G 2の電位がHレベルとなる。これにより、発光制御トランジスタB C Tがオフ（非導通状態）となり、補正トランジスタC C T及びリセットトランジスタR S Tがオン（導通状態）となる。

40

【0031】

なお、発光制御走査線B G 1は、1行目の副画素4 9に接続された発光制御走査線B Gを示し、発光制御走査線B G 2は、2行目の副画素4 9に接続された発光制御走査線B Gを示す。発光制御走査線B G 3は、3行目の副画素4 9に接続された発光制御走査線B Gを示し、発光制御走査線B G 4は、4行目の副画素4 9に接続された発光制御走査線B Gを示す。補正制御走査線C G 1、C G 2、リセット制御走査線R G 1、R G 2等の各走査

50

線も同様である。

【 0 0 3 2 】

期間 t_1 では、1 行目及び 2 行目に属する副画素 4 9 において、アノード電源線 L_1 からの電流が発光制御トランジスタ BCT により遮断される。発光素子 3 の発光が停止するとともに、副画素 4 9 内に残留していた電荷が、リセットトランジスタ RST を通じて外部に流れる。これにより、駆動トランジスタ DRT のソースがリセット電源電位 V_{rst} に固定される。リセット電源電位 V_{rst} は、カソード電源電位 $PVSS$ に対して所定の電位差を有して設定される。この場合、リセット電源電位 V_{rst} とカソード電源電位 $PVSS$ との電位差は、発光素子 3 が発光を開始する電位差よりも小さい。

【 0 0 3 3 】

次に、期間 t_2 は、駆動トランジスタ DRT のゲート初期化期間である。具体的には、期間 t_2 では、駆動回路 1 2 から供給される各制御信号により、初期化制御走査線 IG_1 、 IG_2 の電位が H レベルとなる。初期化トランジスタ IST は、オンとなる。1 行目及び 2 行目に属する副画素 4 9 において、初期化トランジスタ IST を介して駆動トランジスタ DRT のゲートが初期化電位 V_{ini} に固定される。初期化電位 V_{ini} は、リセット電源電位 V_{rst} に対して、駆動トランジスタ DRT のしきい値よりも大きい電位を有している。このため、駆動トランジスタ DRT はオンとなる。ただし、期間 t_2 では、発光制御トランジスタ BCT がオフの状態を維持しているため、駆動トランジスタ DRT には電流が流れない。

【 0 0 3 4 】

次に、期間 t_3 は、オフセットキャンセル動作期間である。具体的には、期間 t_3 では、駆動回路 1 2 から供給される各制御信号により、発光制御走査線 BG_1 、 BG_2 の電位が H レベルとなり、リセット制御走査線 RG_1 、 RG_2 の電位が L レベルとなる。これにより、発光制御トランジスタ BCT がオンとなり、リセットトランジスタ RST がオフとなる。

【 0 0 3 5 】

駆動トランジスタ DRT は、期間 t_2 の動作によりオン状態となっている。このため、アノード電源線 L_1 (アノード電源電位 $PVDD$) から、発光制御トランジスタ BCT 及び補正トランジスタ CCT を介して駆動トランジスタ DRT に電流が供給される。

【 0 0 3 6 】

この段階では、発光素子 3 のアノードとカソードとの間の電圧は、発光開始電圧よりも小さいので、電流が流れない。したがって、アノード電源電位 $PVDD$ によって駆動トランジスタ DRT のソースが充電され、ソースの電位が上昇する。駆動トランジスタ DRT のゲート電位は、初期化電位 V_{ini} となっている。このため、駆動トランジスタ DRT のソース電位が $(V_{ini} - V_{th})$ となった段階で駆動トランジスタ DRT がオフになり、電位の上昇が停止する。ここで、 V_{th} は、駆動トランジスタ DRT のしきい値電圧 V_{th} である。

【 0 0 3 7 】

しきい値電圧 V_{th} は、副画素 4 9 ごとにばらつきがある。このため、電位の上昇が停止したときの駆動トランジスタ DRT のソースの電位は、副画素 4 9 ごとに異なる。つまり、期間 t_3 の動作によって、各副画素 4 9 で、駆動トランジスタ DRT のしきい値電圧 V_{th} に相当する電圧が取得される。このとき、発光素子 3 には、 $((V_{ini} - V_{th}) - PVSS)$ の電圧が印加される。この電圧は、発光素子 3 の発光開始電圧よりも小さいので、発光素子 3 には電流が流れない。

【 0 0 3 8 】

なお、図 4 に示す動作例では、期間 t_1 から期間 t_3 において、2 行分の副画素 4 9 の駆動が同時に実施されているが、これに限定されない。駆動回路 1 2 は、1 行の副画素 4 9 ごとに駆動してもよいし、3 行分の副画素 4 9 を同時に駆動してもよい。

【 0 0 3 9 】

次に、期間 t_4 及び期間 t_5 は、映像信号書込動作期間である。具体的には、期間 t_4

10

20

30

40

50

では、駆動回路 1 2 から供給される各制御信号により、補正制御走査線 C G 1、C G 2 の電位が L レベルとなり、初期化制御走査線 I G 1、I G 2 の電位が L レベルとなり、書込制御走査線 S G 1 が H レベルとなる。期間 t 5 では、駆動回路 1 2 から供給される各制御信号により、補正制御走査線 C G 1、C G 2 の電位が L レベルとなり、初期化制御走査線 I G 1、I G 2 の電位が L レベルとなり、書込制御走査線 S G 2 が H レベルとなる。

【 0 0 4 0 】

これにより、補正トランジスタ C C T がオフになり、初期化トランジスタ I S T がオフになり、書込トランジスタ S S T がオンになる。期間 t 4 では、1 行目に属する副画素 4 9 において、映像信号 V s i g が駆動トランジスタ D R T のゲートに入力される。駆動トランジスタ D R T のゲート電位は、初期化電位 V i n i から映像信号 V s i g の電位に変化する。一方、駆動トランジスタ D R T のソースの電位は、 $(V i n i - V t h)$ を維持している。この結果、駆動トランジスタ D R T のゲートとソースとの間の電圧は、 $(V s i g - (V i n i - V t h))$ となり、副画素 4 9 間のしきい値電圧 V t h のばらつきが反映されたものとなる。

10

【 0 0 4 1 】

期間 t 5 では、同様に、2 行目に属する副画素 4 9 において、映像信号 V s i g が駆動トランジスタ D R T のゲートに入力され、駆動トランジスタ D R T のゲートとソースとの間の電圧は、 $(V s i g - (V i n i - V t h))$ となる。

【 0 0 4 2 】

映像信号線 L 3 は、第 2 方向 D y (図 1 参照) に延在し、同列に属する複数行の副画素 4 9 に接続される。このため、映像書込動作を行う期間 t 4 及び期間 t 5 は、1 行ごとに実施される。

20

【 0 0 4 3 】

次に、期間 t 6 は、発光動作期間である。具体的には、期間 t 6 では、駆動回路 1 2 から供給される各制御信号により、補正制御走査線 C G 1、C G 2 の電位が H レベルとなり書込制御走査線 S G 1、S G 2 が L レベルとなる。これにより、補正トランジスタ C C T がオンになり、書込トランジスタ S S T がオフになる。アノード電源線 L 1 (アノード電源電位 P V D D) から、発光制御トランジスタ B C T 及び補正トランジスタ C C T を介して駆動トランジスタ D R T に電流が供給される。

【 0 0 4 4 】

30

駆動トランジスタ D R T は、期間 t 5 までに設定されたゲートソース間の電圧に応じた電流を、発光素子 3 に供給する。発光素子 3 は、この電流に応じた輝度で発光する。このとき、発光素子 3 のアノードとカソードとの間の電圧は、駆動トランジスタ D R T を通して供給された電流値に応じた電圧となる。これにより、発光素子 3 のアノードの電位が上昇する。ここで、駆動トランジスタ D R T のゲートとソースとの間の電圧は、保持容量 C s によって保持される。このため、保持容量 C s のカップリングにより、発光素子 3 のアノードの電位上昇に伴って、駆動トランジスタ D R T のゲート電位も上昇する。

【 0 0 4 5 】

実際には、駆動トランジスタ D R T のゲートには、保持容量 C s に加えて容量 C a d 等の付加容量が存在するので、アノードの電位上昇よりも、駆動トランジスタ D R T のゲート電位の上昇はわずかに小さくなる。ただし、この値は既知であるため、最終的な駆動トランジスタ D R T のゲートとソースとの間の電圧において、所望の電流値となるように、映像信号 V s i g の電位を決定すればよい。

40

【 0 0 4 6 】

以上の動作を 1 行目から最終行まで完了すると、1 フレーム分の画像の表示が行われる。例えば、3 行目及び 4 行目に属する副画素 4 9 のリセット動作は、期間 t 3 と重なる期間に実行される。3 行目及び 4 行目に属する副画素 4 9 のオフセットキャンセル動作は、期間 t 3 から期間 t 5 と重なる期間に実行される。3 行目及び 4 行目に属する副画素 4 9 の映像信号書込動作は、期間 t 6 と重なる期間に行われる。以後、このような動作を繰り返して映像の表示が行われる。

50

【 0 0 4 7 】

なお、上述した図 3 に示す画素回路 P I C の構成及び図 4 に示す動作例はあくまで一例であり、適宜変更することができる。例えば 1 つの副画素 4 9 での配線の数及びトランジスタの数は異なってもよい。また、画素回路 P I C はカレントミラー回路等の構成を採用することもできる。

【 0 0 4 8 】

次に、表示装置 1 の断面構成について説明する。図 5 は、図 2 の V - V ' 断面図である。図 6 は、図 1 の V I - V I ' 断面図である。図 5 に示すように、発光素子 3 は、アレイ基板 2 の上に設けられる。アレイ基板 2 は、基板 2 1、アノード電極 2 3、接続層 2 4、対向電極 2 5、接続電極 2 6 a、各種トランジスタ、各種配線及び各種絶縁膜を有する。

10

【 0 0 4 9 】

基板 2 1 は絶縁基板であり、例えば、石英、無アルカリガラス等のガラス基板、又はポリイミド等の樹脂基板が用いられる。基板 2 1 として、可撓性を有する樹脂基板を用いた場合には、シートディスプレイとして表示装置 1 を構成することができる。また、基板 2 1 は、ポリイミドに限らず、他の樹脂材料を用いても良い。

【 0 0 5 0 】

なお、本明細書において、基板 2 1 の表面に垂直な方向において、基板 2 1 から発光素子 3 に向かう方向を「上側」又は単に「上」とする。また、発光素子 3 から基板 2 1 に向かう方向を「下側」又は単に「下」とする。

【 0 0 5 1 】

20

基板 2 1 の上にアンダーコート膜 9 1 が設けられる。アンダーコート膜 9 1 は、例えば、絶縁膜 9 1 a、9 1 b、9 1 c を有する 3 層積層構造である。絶縁膜 9 1 a はシリコン酸化膜であり、絶縁膜 9 1 b はシリコン窒化膜であり、絶縁膜 9 1 c はシリコン酸化膜である。下層の絶縁膜 9 1 a は、基板 2 1 とアンダーコート膜 9 1 との密着性向上のために設けられる。中層の絶縁膜 9 1 b は、外部からの水分及び不純物のブロック膜として設けられる。上層の絶縁膜 9 1 c は、絶縁膜 9 1 b のシリコン窒化膜中に含有する水素原子が半導体層 6 1 側に拡散しないようにするブロック膜として設けられる。

【 0 0 5 2 】

アンダーコート膜 9 1 の構成は、図 5 に示すものに限定されない。例えば、アンダーコート膜 9 1 は、単層膜あるいは 2 層積層膜であってもよく、4 層以上積層されていてもよい。また、基板 2 1 がガラス基板である場合、シリコン窒化膜は比較的密着性が良いため、基板 2 1 上に直接シリコン窒化膜を形成してもよい。

30

【 0 0 5 3 】

遮光膜 6 5 は、絶縁膜 9 1 a の上に設けられる。遮光膜 6 5 は、半導体層 6 1 と基板 2 1 との間に設けられる。遮光膜 6 5 により、半導体層 6 1 のチャネル領域 6 1 a への基板 2 1 側からの光の侵入を抑制することができる。あるいは、遮光膜 6 5 を導電性材料で形成して、所定の電位を与えることで、駆動トランジスタ D R T へのバックゲート効果を与えることができる。なお、遮光膜 6 5 は、基板 2 1 上に設けられ、遮光膜 6 5 を覆って絶縁膜 9 1 a が設けられていてもよい。

【 0 0 5 4 】

40

駆動トランジスタ D R T は、アンダーコート膜 9 1 の上に設けられる。なお、図 5 では、複数のトランジスタのうち、駆動トランジスタ D R T を示しているが、画素回路 P I C に含まれる発光制御トランジスタ B C T、初期化トランジスタ I S T、補正トランジスタ C C T、書込トランジスタ S S T 及び周辺領域 G A に設けられるリセットトランジスタ R S T も、駆動トランジスタ D R T と同様の積層構造を有する。

【 0 0 5 5 】

駆動トランジスタ D R T は、半導体層 6 1、ソース電極 6 2、ドレイン電極 6 3 及びゲート電極 6 4 を有する。半導体層 6 1 は、アンダーコート膜 9 1 の上に設けられる。半導体層 6 1 は、例えば、ポリシリコンが用いられる。ただし、半導体層 6 1 は、これに限定されず、微結晶酸化物半導体、アモルファス酸化物半導体、低温ポリシリコン等であって

50

もよい。駆動トランジスタDRTとして、n型TFETのみ示しているが、p型TFETを同時に形成しても良い。n型TFETでは、半導体層61は、チャネル領域61a、ソース領域61b、ドレイン領域61c及び低濃度不純物領域61dを有する。低濃度不純物領域61dは、チャネル領域61aとソース領域61bとの間に設けられ、また、チャネル領域61aとドレイン領域61cとの間に設けられる。

【0056】

ゲート絶縁膜92は、半導体層61を覆ってアンダーコート膜91の上に設けられる。ゲート絶縁膜92は、例えばシリコン酸化膜である。ゲート電極64は、ゲート絶縁膜92の上に設けられる。また、ゲート電極64と同層に第1配線66が設けられる。ゲート電極64及び第1配線66は、例えば、モリブデンタングステン(MoW)が用いられる。図5に示す例では、駆動トランジスタDRTは、ゲート電極64が半導体層61の上側に設けられたトップゲート構造である。ただし、これに限定されず、駆動トランジスタDRTは、半導体層61の下側にゲート電極64が設けられたボトムゲート構造でもよく、半導体層61の上側及び下側の両方にゲート電極64が設けられたデュアルゲート構造でもよい。

【0057】

層間絶縁膜93は、ゲート電極64を覆ってゲート絶縁膜92の上に設けられる。層間絶縁膜93は、例えば、シリコン窒化膜とシリコン酸化膜との積層構造を有する。ソース電極62及びドレイン電極63は、層間絶縁膜93の上に設けられる。ソース電極62は、ゲート絶縁膜92及び層間絶縁膜93に設けられたコンタクトホールを介して、ソース領域61bに接続される。ドレイン電極63は、ゲート絶縁膜92及び層間絶縁膜93に設けられたコンタクトホールを介して、ドレイン領域61cに接続される。ソース電極62には、引き回し配線となる第2配線67が接続される。ソース電極62、ドレイン電極63及び第2配線67は、例えば、チタン(Ti)、アルミニウム(Al)、チタン(Ti)の3層積層構造を採用することができる。

【0058】

第2配線67の一部は、第1配線66と重なる領域に形成される。層間絶縁膜93を介して対向する第1配線66と第2配線67とで、保持容量Csが形成される。また、第1配線66は、半導体層61の一部と重なる領域に形成される。保持容量Csは、ゲート絶縁膜92を介して対向する半導体層61と第1配線66とで形成される容量も含む。

【0059】

平坦化膜94は、駆動トランジスタDRT及び第2配線67を覆って層間絶縁膜93の上に設けられる。平坦化膜94としては感光性アクリル等の有機材料が用いられる。感光性アクリル等の有機材料は、CVD等により形成される無機絶縁材料に比べ、配線段差のカバレッジ性や、表面の平坦性に優れる。

【0060】

平坦化膜94の上に、対向電極25、容量絶縁膜95、アノード電極23、接続層24、アノード電極絶縁膜96の順に積層される。対向電極25は、例えばITO(Indium Tin Oxide)等の透光性を有する導電性材料で構成される。対向電極25と同層に接続電極26aが設けられる。接続電極26aは、平坦化膜94に設けられたコンタクトホールH1の内部を覆って設けられ、コンタクトホールH1の底部で第2配線67と接続される。

【0061】

容量絶縁膜95は、対向電極25及び接続電極26aを覆って設けられ、コンタクトホールH1と重なる領域に開口を有する。容量絶縁膜95は、例えば、シリコン窒化膜である。アノード電極23は、容量絶縁膜95を介して対向電極25と対向する。アノード電極23は、コンタクトホールH1を介して接続電極26a及び第2配線67と電氣的に接続される。これにより、アノード電極23は、駆動トランジスタDRTと電氣的に接続される。アノード電極23は、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)の積層構造としている。ただし、これに限定されず、アノード電極23は、モリブデン、チタンの金属のいずれか1つ以上を含む材料であってもよい。又は、アノード電極23は、モリブデン、

10

20

30

40

50

チタンのいずれか 1 つ以上を含む合金、又は透光性導電材料であってもよい。

【 0 0 6 2 】

容量絶縁膜 9 5 を介して対向するアノード電極 2 3 と対向電極 2 5 との間に容量 C a d が形成される。また、I T O で形成される対向電極 2 5 は、アノード電極 2 3、接続層 2 4 を形成する工程において、第 2 配線 6 7 等の各種配線を保護するためのバリア膜としての機能も有する。ところで、アノード電極 2 3 のパターニング時、一部において対向電極 2 5 がエッチング環境にさらされるが、対向電極 2 5 の形成からアノード電極 2 3 の形成までの間に行われるアニール処理によって、対向電極 2 5 はアノード電極 2 3 のエッチングに対し十分な耐性を有する。

【 0 0 6 3 】

接続層 2 4 は、アノード電極 2 3 の上に設けられる。接続層 2 4 は、複数の導電性ナノ粒子 5 1 を含む。接続層 2 4 は、複数の導電性ナノ粒子 5 1 を含む導電性インクや導電性ペーストを用いてインクジェット印刷やスクリーン印刷等によりパターニングすることができる。接続層 2 4 のパターニング方法については、後述する。

【 0 0 6 4 】

アノード電極絶縁膜 9 6 は、アノード電極 2 3 及び接続層 2 4 を覆って設けられる。アノード電極絶縁膜 9 6 は、例えばシリコン窒化膜である。アノード電極絶縁膜 9 6 は、接続層 2 4 の周縁部を覆っており、隣り合う副画素 4 9 のアノード電極 2 3 を絶縁する。

【 0 0 6 5 】

アノード電極絶縁膜 9 6 は、接続層 2 4 と重なる位置に、発光素子 3 を実装するための開口 O P を有する。開口 O P の大きさは、発光素子 3 の実装工程における実装ズレ量等を考慮し、発光素子 3 よりも大きい面積の開口とする。すなわち、基板 2 1 に垂直な方向からの平面視で、接続層 2 4 の面積は、発光素子 3 の面積よりも大きい。また、基板 2 1 に垂直な方向からの平面視で、アノード電極 2 3 の面積は、発光素子 3 の面積よりも大きい。さらに、発光素子 3 は、少なくとも 2 つの端子（アノード端子 3 3 及びカソード端子 3 2 ）を有し、基板 2 1 に垂直な方向からの平面視で、アノード電極 2 3 の面積は、少なくとも 2 つの端子（アノード端子 3 3 及びカソード端子 3 2 ）の一方の面積よりも大きい。例えば発光素子 3 が平面視で、 $10\text{ }\mu\text{m} \times 10\text{ }\mu\text{m}$ 程度の実装面積である場合、開口 O P の面積として、 $20\text{ }\mu\text{m} \times 20\text{ }\mu\text{m}$ 程度は確保されることが好ましい。

【 0 0 6 6 】

発光素子 3 R、3 G、3 B は、それぞれに対応するアノード電極 2 3 に接続層 2 4 を介して実装される。つまり、基板 2 1 に垂直な方向において、接続層 2 4 は、アノード電極 2 3 と発光素子 3 との間に設けられる。発光素子 3 は、半導体層 3 1、カソード端子 3 2 及びアノード端子 3 3 を有する。半導体層 3 1 は、n 型クラッド層、活性層及び p 型クラッド層が積層された構成を採用することができる。

【 0 0 6 7 】

半導体層 3 1 は、例えば、窒化ガリウム（G a N）、アルミニウムインジウム燐（A l I n P）等の化合物半導体が用いられる。半導体層 3 1 は、発光素子 3 R、3 G、3 B ごとに異なる材料が用いられてもよい。また、活性層として、高効率化のために数原子層からなる井戸層と障壁層とを周期的に積層させた多重量子井戸構造（M Q W 構造）が採用されてもよい。また、発光素子 3 として、半導体基板上に半導体層 3 1 が形成された構成でもよい。あるいは、発光素子 3 単体がアレイ基板 2 に実装される構成に限定されず、発光素子 3 を含む L E D チップがアレイ基板 2 に実装される構成であってもよい。L E D チップは、例えば、発光素子基板と、発光素子基板に設けられた発光素子 3 と、発光素子基板に設けられ、発光素子 3 を駆動する回路素子群とを有し、発光素子基板、発光素子 3 及び回路素子群が 1 チップに集積された構成が挙げられる。L E D チップ上には、発光素子 3 は複数設けられても良く、かつそれらは互いに異なる発光色を呈する物であっても良い。

【 0 0 6 8 】

発光素子 3 は、アノード端子 3 3 が接続層 2 4 に接するように実装される。これにより、アノード電極 2 3 は、接続層 2 4 を介して発光素子 3 と電氣的に接続される。複数の発

10

20

30

40

50

光素子 3 の間に素子絶縁膜 9 7 が設けられる。素子絶縁膜 9 7 は樹脂材料で形成される。素子絶縁膜 9 7 は、発光素子 3 の側面を覆っており、発光素子 3 のカソード端子 3 2 は、素子絶縁膜 9 7 から露出する。素子絶縁膜 9 7 の上面と、カソード端子 3 2 の上面とが同一面を形成するように、素子絶縁膜 9 7 は平坦に形成される。ただし、素子絶縁膜 9 7 の上面の位置は、カソード端子 3 2 の上面の位置と異なってもよい。

【 0 0 6 9 】

カソード電極 2 2 は、素子絶縁膜 9 7 の上面と、カソード端子 3 2 の上面とに亘って設けられる。カソード電極 2 2 は、例えば I T O 等の透光性を有する導電性材料が用いられる。これにより、発光素子 3 からの出射光を効率よく外部に取り出すことができる。カソード電極 2 2 は、表示領域 A A に実装された複数の発光素子 3 のカソード端子 3 2 と電氣的に接続される。

10

【 0 0 7 0 】

図 6 に示すように、カソード電極 2 2 は、表示領域 A A の外側に設けられた陰極コンタクト部（コンタクトホール H 2 ）で、アレイ基板 2 側に設けられたカソード配線 6 0 と接続される。なお、図 6 では、周辺領域 G A の断面構成と、表示領域 A A の断面構成との対応関係を分かりやすくするために、周辺領域 G A と表示領域 A A とを併せて示している。

【 0 0 7 1 】

図 6 に示すように、表示装置 1 は、周辺領域 G A において、端子部 2 7、折曲領域 F A 及び陰極コンタクト部（コンタクトホール H 2 ）を有する。端子部 2 7 は、駆動 I C 2 1 0 又はフレキシブルプリント基板等の配線基板と接続される端子である。折曲領域 F A は、アレイ基板 2 のうち、端子部 2 7 側の周辺領域 G A を折り曲げるため領域である。なお、折曲領域 F A が設けられる場合には、基板 2 1 として可撓性を有する樹脂材料が用いられる。

20

【 0 0 7 2 】

具体的には、アンダーコート膜 9 1、ゲート絶縁膜 9 2 及び層間絶縁膜 9 3 は、表示領域 A A から周辺領域 G A に亘って、基板 2 1 の端部まで設けられている。アンダーコート膜 9 1、ゲート絶縁膜 9 2 及び層間絶縁膜 9 3 は、折曲領域 F A で除去される。アンダーコート膜 9 1、ゲート絶縁膜 9 2 及び層間絶縁膜 9 3 は、折曲領域 F A において、エッチングにより除去される。この場合、ポリイミド等の樹脂材料で構成される基板 2 1 の表面が一部エッチングにより浸食されて凹部が形成される場合がある。

30

【 0 0 7 3 】

カソード配線 6 0 は、層間絶縁膜 9 3 の上に設けられる。つまり、カソード配線 6 0 は、ソース電極 6 2、ドレイン電極 6 3 及び第 2 配線 6 7 と同層に設けられ、同じ材料で形成される。カソード配線 6 0 は、折曲領域 F A に跨がって設けられ、アンダーコート膜 9 1、ゲート絶縁膜 9 2 及び層間絶縁膜 9 3 と、基板 2 1 とで形成される段差に沿って設けられる。また、カソード配線 6 0 は、折曲領域 F A において基板 2 1 の上に設けられ、折曲領域 F A と基板 2 1 の端部との間において、層間絶縁膜 9 3 の上に設けられる。

【 0 0 7 4 】

平坦化膜 9 4 は、周辺領域 G A の、折曲領域 F A 及び折曲領域 F A と基板 2 1 の端部との間の領域で除去される。平坦化膜 9 4 には、折曲領域 F A と表示領域 A A との間の領域にコンタクトホール H 2 が設けられる。カソード配線 6 0 はコンタクトホール H 2 の底面に露出する、また、素子絶縁膜 9 7 の厚さは、表示領域 A A の周縁部から周辺領域 G A に向かって、薄くなるように設けられる。カソード電極 2 2 は、コンタクトホール H 2 の内部に設けられた接続電極 2 6 b を介して、カソード配線 6 0 と電氣的に接続される。接続電極 2 6 b は、対向電極 2 5 及び接続電極 2 6 a と同層に設けられ、対向電極 2 5 及び接続電極 2 6 a と同じ材料で形成される。

40

【 0 0 7 5 】

また、端子部 2 7 は、折曲領域 F A と基板 2 1 の端部との間の領域で、カソード配線 6 0 の上に設けられる。容量絶縁膜 9 5 は、端子部 2 7 を覆って設けられ、端子部 2 7 と重なる領域に開口を有する。

50

【 0 0 7 6 】

以上のように、表示素子として発光素子 3 を用いた表示装置 1 が構成される。なお、表示装置 1 は、必要に応じて、カソード電極 2 2 の上側に、カバーガラスやタッチパネル等を設けてもよい。また、この場合、表示装置 1 とカバーガラス等の部材との間に、樹脂などを用いた充填材が設けられていてもよい。また、表示装置 1 において、発光素子 3 の上部でカソード電極 2 2 に接続されるフェースアップ構造に限定されず、発光素子 3 の下部が、アノード電極 2 3 及びカソード電極 2 2 に接続される、いわゆるフェースダウン構造であってもよい。

【 0 0 7 7 】

次に、発光素子 3 とアノード電極 2 3 との接続方法について説明する。図 7 は、発光素子とアノード電極との接続工程を説明するための説明図である。なお、図 7 では、発光素子 3 のアノード端子 3 3 側の一部のみ示している。

10

【 0 0 7 8 】

図 7 に示すように、アノード電極 2 3 の上に塗布膜 5 0 が形成され、塗布膜 5 0 上に発光素子 3 のアノード端子 3 3 が接する（ステップ S T 1）。塗布膜 5 0 は、複数の導電性ナノ粒子 5 1 が溶剤 5 3 中に分散された導電性ペーストや導電性インクを用いて、印刷形成される。塗布膜 5 0 は、スクリーン印刷、フレキソ印刷又はインクジェット印刷により形成することができる。

【 0 0 7 9 】

導電性ナノ粒子 5 1 の表面には、有機樹脂材料である被膜 5 2 が形成されている。このため、アノード電極 2 3 とアノード端子 3 3 とは、被膜 5 2 により非導通状態となっている。

20

【 0 0 8 0 】

次に、塗布膜 5 0 に加熱処理を施すことで、被膜 5 2 を分解、除去する（ステップ S T 2）。これにより、複数の導電性ナノ粒子 5 1 の表面が接する。

【 0 0 8 1 】

さらに加熱を行うことで、導電性ナノ粒子 5 1 が焼結して、接続層 2 4 が形成される（ステップ S T 3）。これにより、アノード電極 2 3 とアノード端子 3 3 とは、接続層 2 4 を介して電氣的に接続される。

【 0 0 8 2 】

導電性ナノ粒子 5 1 は、例えば、銀（A g）又は銀合金が用いられる。導電性ナノ粒子 5 1 は、それぞれの粒径がナノオーダー（例えば 1 n m 以上、3 0 n m 以下程度）であり、高い表面エネルギーを有する。このため、導電性ナノ粒子 5 1 を焼結する際には、例えば、はんだ材料を用いたリフロー工程や、通常の銀粉末（例えば、粒径 1 μ m 以上）を含む導電ペーストの焼結に比べて低い温度で焼結することが可能である。したがって、発光素子 3 の接続工程の冷却時に、発光素子 3 の収縮量と接続層 2 4 の収縮量との差を抑制することができる。これにより、冷却後に、発光素子 3 とアノード電極 2 3 との接続部分における残留応力を抑制することができる。

30

【 0 0 8 3 】

また、図 7 に示すように、焼結後の接続層 2 4 の内部には、複数の導電性ナノ粒子 5 1 の間に微小な空隙 S P が複数形成される。このため、接続層 2 4 に発生する残留応力を抑制することができる。この結果、表示装置 1 は、アレイ基板 2 と発光素子 3 との接続信頼性を向上させることができる。また、表示装置 1 が曲面ディスプレイとして構成される場合、アレイ基板 2 は曲面を有する。この場合であっても、接続層 2 4 は、発光素子 3 とアノード電極 2 3 との接続部分に発生する応力を抑制して、発光素子 3 とアレイ基板 2 との接続信頼性を向上させることができる。

40

【 0 0 8 4 】

なお、接続層 2 4 の材料として用いられる導電性ナノ粒子 5 1 の粒径は、例えば、レーザ回折散乱法により測定することができる。上述したように、接続層 2 4 は、スクリーン印刷、フレキソ印刷又はインクジェット印刷等の印刷方法によりパターンニングすることが

50

できる。ただし、これに限定されず、接続層 2 4 のパターニングには種々の方法を適用することができる。

【0085】

図 8 は、接続層のパターニング方法を説明するための説明図である。図 8 に示すように、成膜装置 1 0 0 は、エアロゾル発生装置 1 0 1 と、配管 1 0 2 と、ノズル 1 0 3 と、X Y ステージ 1 0 4 とを有する。成膜装置 1 0 0 は、エアロゾルデポジション法により接続層 2 4 を形成することができる。エアロゾル発生装置 1 0 1 には、原料となる導電性ナノ粒子 5 1 が投入される。導電性ナノ粒子 5 1 は、エアロゾル発生装置 1 0 1 内で攪拌、混合されてエアロゾル化される。エアロゾル粒子は、配管 1 0 2 を通して高密度化されてノズル 1 0 3 に搬送される。ノズル 1 0 3 に搬送されたエアロゾル粒子は、キャリアガス G によって加速される。これにより、ノズル 1 0 3 の開口からエアロゾルビーム 5 5 がアレイ基板 2 に向かって射出される。

10

【0086】

エアロゾル粒子がアレイ基板 2 のアノード電極 2 3 に衝突することにより、エアロゾル粒子とアノード電極 2 3 とが結合され、かつ、エアロゾル粒子間の結合が実現される。これにより、成膜装置 1 0 0 は、アノード電極 2 3 上に接続層 2 4 を形成することができる。また、成膜装置 1 0 0 は、X Y ステージ 1 0 4 を駆動することにより、所定のパターンで接続層 2 4 を形成することができる。このように、成膜装置 1 0 0 は、エアロゾル化された導電性ナノ粒子 5 1 により直接、アノード電極 2 3 上に接続層 2 4 を形成することができる。

20

【0087】

図 9 は、接続層のパターニング方法の第 1 変形例を説明するための説明図である。成膜装置 2 0 0 は、電源 1 0 6 と、ノズル 1 0 7 と、電極 1 0 8 と、X Y ステージ 1 1 0 とを有する。成膜装置 2 0 0 は、静電塗布法により接続層 2 4 を形成することができる。ノズル 1 0 7 内に、導電性ナノ粒子 5 1 が分散された溶液 1 0 9 が投入される。電極 1 0 8 は、ノズル 1 0 7 内に設けられて溶液 1 0 9 と接する。電源 1 0 6 は、アレイ基板 2 とノズル 1 0 7 内の溶液 1 0 9 との間に正極性の高電圧を印加する。

【0088】

ノズル 1 0 7 の先端部の溶液 1 0 9 にはプラスの電荷が生じ、アレイ基板 2 側にはマイナスの電荷が生じる。溶液 1 0 9 とアレイ基板 2 との間に発生する静電力により、溶液 1 0 9 の一部がアレイ基板 2 に向かって射出される。溶液 1 0 9 の導電性ナノ粒子 5 1 は、静電力によりアノード電極 2 3 上に引き寄せられて、接続層 2 4 が形成される。成膜装置 2 0 0 は、電源 1 0 6 が印加する電圧を変更することで、ノズル 1 0 7 から射出される溶液 1 0 9 の量や、形状等を調整することができる。これにより、成膜装置 2 0 0 は、微細な形状に接続層 2 4 をパターニングすることができる。

30

【0089】

図 1 0 は、接続層のパターニング方法の第 2 変形例を説明するための説明図である。第 2 変形例において、接続層 2 4 は、フォトリソグラフィ技術により形成される。図 1 0 に示すように、成膜装置は、アレイ基板 2 の全面に、導電性ナノ粒子 5 1 を含む塗布膜 5 0 を塗布形成する（ステップ S T 1 1）。塗布膜 5 0 は、複数のアノード電極 2 3 を覆って形成される。塗布膜 5 0 は、加熱処理が施されて、導電性ナノ粒子 5 1 の表面を覆う被膜 5 2 及び溶剤 5 3（図 7 参照）が除去される。この場合、複数の導電性ナノ粒子 5 1 の焼結温度よりも低い温度で加熱処理が施される。これにより、アレイ基板 2 の上に複数の導電性ナノ粒子 5 1 が堆積された状態となる。

40

【0090】

次に、成膜装置は、アノード電極 2 3 と重なる領域、すなわち、接続層 2 4 が設けられる予定の領域において、複数の導電性ナノ粒子 5 1 の上にレジスト 2 0 1 を形成する（ステップ S T 1 2）。

【0091】

次に、成膜装置は、レジスト 2 0 1 と重ならない領域の複数の導電性ナノ粒子 5 1 を、

50

エッチングにより除去する（ステップ S T 1 3）。ステップ S T 1 2 の状態では、複数の導電性ナノ粒子 5 1 は焼結されていないので、複数の導電性ナノ粒子 5 1 はアノード電極 2 3 に比べてエッチングレートが高い。これにより、アノード電極 2 3 の上に、複数の導電性ナノ粒子 5 1 を含む接続層 2 4 が形成される。その後、接続層 2 4 及びアノード電極 2 3 を覆ってアノード電極絶縁膜 9 6 が形成される。アノード電極絶縁膜 9 6 には、接続層 2 4 と重なる領域に開口 O P が形成される。

【 0 0 9 2 】

以上のように、第 2 変形例では、フォトリソグラフィ技術により接続層 2 4 が形成されるので、アレイ基板 2 の製造工程と同じ工程で接続層 2 4 を形成することができる。このため、表示装置 1 は、製造コストを抑制することができる。

10

【 0 0 9 3 】

（第 2 実施形態）

図 1 1 は、第 2 実施形態に係る表示装置を示す断面図である。なお、以下の説明においては、上述した実施形態で説明したものと同一の構成要素には同一の符号を付して重複する説明は省略する。

【 0 0 9 4 】

第 2 実施形態の表示装置 1 A は、第 1 実施形態に対して、アノード電極 2 3 A が複数の導電性ナノ粒子 5 1 により形成されている構成が異なる。発光素子 3 のアノード端子 3 3 は、アノード電極 2 3 A の上に接続される。言い換えると、アノード電極 2 3 A は、接続層 2 4 の機能を兼ねる。

20

【 0 0 9 5 】

第 2 実施形態においても、アノード電極 2 3 A が複数の導電性ナノ粒子 5 1 を含んでいるので、アノード電極 2 3 A と発光素子 3 とを接続する際に、低い温度で導電性ナノ粒子 5 1 を焼結することができる。これにより、発光素子 3 とアノード電極 2 3 A との接続部分における残留応力を抑制することができる。また、アノード電極 2 3 A が接続層 2 4 を兼ねるので、表示装置 1 A は、第 1 実施形態に比べてアレイ基板 2 の積層数を少なくすることができる。

【 0 0 9 6 】

また、第 2 実施形態においても、アノード電極 2 3 A と発光素子 3 との接続方法及びアノード電極 2 3 A のパターニング方法は、上述した第 1 実施形態及び各変形例と同様の方法を採用することができる。

30

【 0 0 9 7 】

（第 3 実施形態）

図 1 2 は、第 3 実施形態に係る表示装置を示す断面図である。第 3 実施形態の表示装置 1 B は、上述した実施形態に対して、反射層 2 8 を有する構成が異なる。図 1 2 に示すように、反射層 2 8 は、発光素子 3 の側面と対向して設けられ、複数の導電性ナノ粒子 5 1 を含む。

【 0 0 9 8 】

より具体的には、素子絶縁膜 9 7 には、発光素子 3 と重なる領域に貫通孔 9 7 a が設けられる。発光素子 3 は、貫通孔 9 7 a の内壁に囲まれて接続層 2 4 の上に配置される。反射層 2 8 は、貫通孔 9 7 a の内壁に沿って設けられる。反射層 2 8 の下端は、接続層 2 4 を介してアノード電極 2 3 と電氣的に接続される。また、反射層 2 8 の上端は、カソード電極 2 2 と離隔している。本実施形態では、発光素子 3 を実装するための開口 O P の面積は、反射層 2 8 の下端で囲まれた領域となる。

40

【 0 0 9 9 】

貫通孔 9 7 a の内部には、反射層絶縁膜 9 8 が設けられる。反射層絶縁膜 9 8 は、発光素子 3 の側面を覆うとともに、反射層 2 8 を覆う。カソード電極 2 2 は、素子絶縁膜 9 7、反射層絶縁膜 9 8 及び発光素子 3 を覆って設けられ、カソード端子 3 2 と電氣的に接続される。反射層絶縁膜 9 8 は、反射層 2 8 の上端とカソード電極 2 2 との間にも設けられる。

50

【 0 1 0 0 】

反射層 2 8 は、光沢を有する複数の導電性ナノ粒子 5 1 で形成される。また、反射層 2 8 は、基板 2 1 の法線方向に対して傾斜して設けられる。これにより、反射層 2 8 は、発光素子 3 の出射光のうち横方向（側面方向）に出射された光を反射して、基板 2 1 の法線方向に沿った方向に反射光を出射する。これにより、表示装置 1 B は、発光素子 3 からの光の取り出し効率を向上させることができる。

【 0 1 0 1 】

なお、反射層 2 8 は、発光素子 3 の周囲を囲んで設けられていてもよいし、発光素子 3 の側面の一部と対向して設けられていてもよい。また、表示装置 1 B において、第 2 実施形態の構成を適用することも可能である。

【 0 1 0 2 】

（第 4 実施形態）

図 1 3 は、第 4 実施形態に係る表示装置を示す断面図である。上述した第 1 実施形態から第 3 実施形態では、素子絶縁膜 9 7 の上面と、カソード端子 3 2 の上面とが同一面を形成するように、素子絶縁膜 9 7 が設けられているがこれに限定されない。図 1 3 に示すように、第 4 実施形態の表示装置 1 C において、素子絶縁膜 9 7 の高さは、発光素子 3 の高さよりも低い。

【 0 1 0 3 】

素子絶縁膜 9 7 は、アノード電極 2 3 及び接続層 2 4 を覆う。また、素子絶縁膜 9 7 は、発光素子 3 の側面の一部を覆って設けられ、少なくともアノード端子 3 3 の側面を覆う。カソード電極 2 2 は、素子絶縁膜 9 7 の上面、発光素子 3 のカソード端子 3 2 及び発光素子 3 の側面の一部を覆う。

【 0 1 0 4 】

第 4 実施形態においても、素子絶縁膜 9 7 は、隣り合う副画素 4 9 において、アノード電極 2 3 の絶縁を確保することができる。また、素子絶縁膜 9 7 は、発光素子 3 とアノード電極 2 3 との接続強度を確保することができる。また、表示装置 1 C において、第 2 実施形態の構成を適用することも可能である。

【 0 1 0 5 】

これまでの説明において、アノード端子 3 3、カソード端子 3 2 として表記してきた部分においては、発光素子 3 の接続方向、及び電圧の印加方向によっては明細書中の記載に限定するものではなく、逆転していても良い。また、図 5、図 1 1、図 1 2 等においては、発光素子 3 の一方の電極が下側に、他方の電極が上側にある構成を示しているが、その両方が下側、つまりアレイ基板 2 に対面する側に有る構成であっても良い。

【 0 1 0 6 】

以上、本発明の好適な実施の形態を説明したが、本発明はこのような実施の形態に限定されるものではない。実施の形態で開示された内容はあくまで一例にすぎず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で行われた適宜の変更についても、当然に本発明の技術的範囲に属する。上述した各実施形態及び各変形例の要旨を逸脱しない範囲で、構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも 1 つを行うことができる。

【符号の説明】

【 0 1 0 7 】

- 1、1 A、1 B、1 C 表示装置
- 2 アレイ基板
- 3、3 R、3 G、3 B 発光素子
- 1 2 駆動回路
- 2 1 基板
- 2 2 カソード電極
- 2 3、2 3 A アノード電極
- 2 4 接続層

10

20

30

40

50

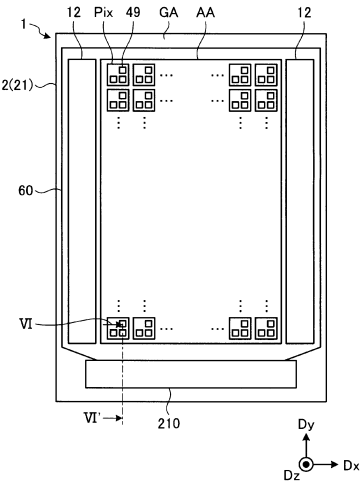
- 2 7 端子部
- 2 8 反射層
- 3 1 半導体層
- 3 2 カソード端子
- 3 3 アノード端子
- 4 9 副画素
- 5 1 導電性ナノ粒子
- 6 0 カソード配線
- 1 0 0、2 0 0 成膜装置
- 2 1 0 駆動 I C
- D R T 駆動トランジスタ
- B C T 発光制御トランジスタ
- I S T 初期化トランジスタ
- C C T 補正トランジスタ
- S S T 書込トランジスタ
- P i x 画素
- R S T リセットトランジスタ
- B G 発光制御走査線
- S G 書込制御走査線
- R G リセット制御走査線
- I G 初期化制御走査線
- C G 補正制御走査線

10

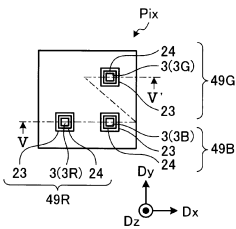
20

【図面】

【図 1】



【図 2】

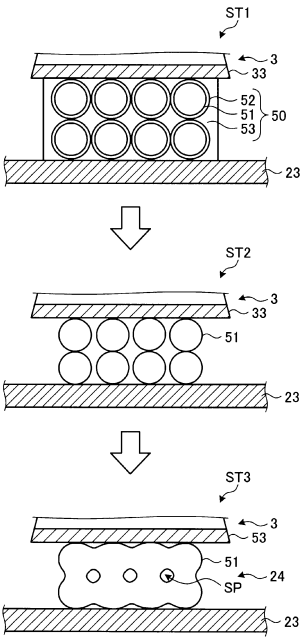


30

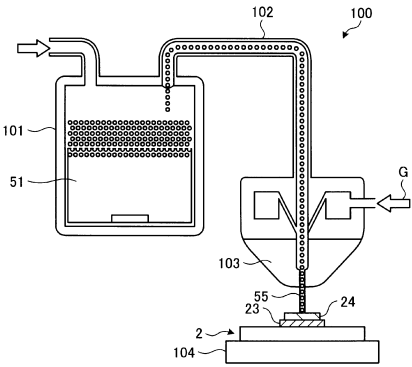
40

50

【図 7】



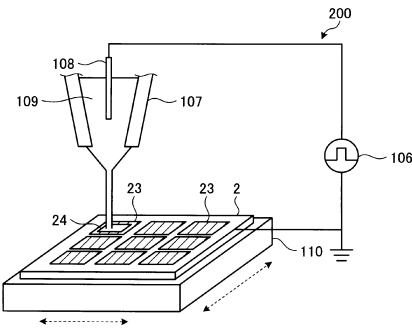
【図 8】



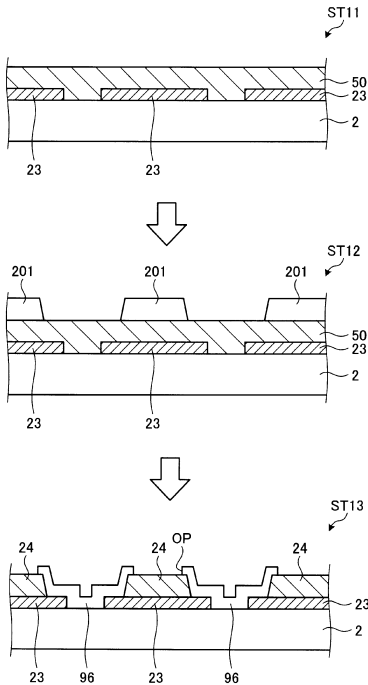
10

20

【図 9】



【図 10】

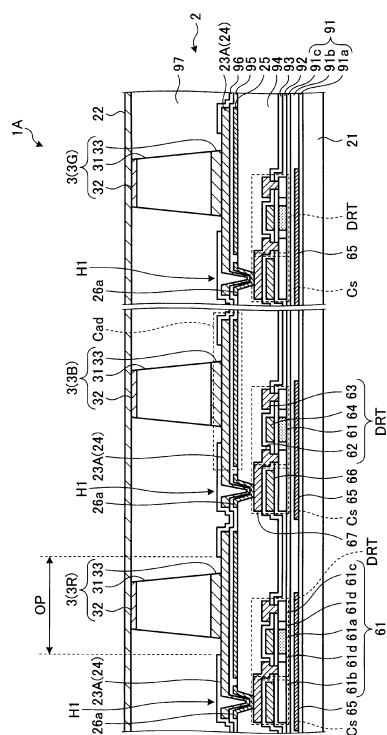


30

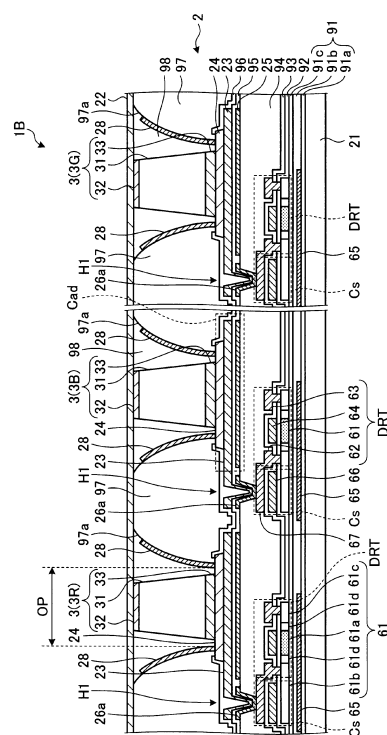
40

50

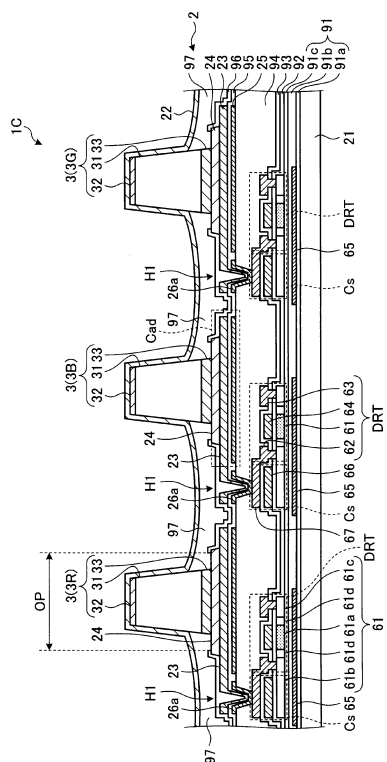
【 図 1 1 】



【圖 1 2】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表 2 0 1 6 - 5 1 2 3 4 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 1 4 7 4 7 (W O , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 2 1 2 5 5 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 8 2 2 8 2 (J P , A)
特表 2 0 1 8 - 5 2 3 8 4 8 (J P , A)
特表 2 0 1 6 - 5 0 3 9 5 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 0 7 6 1 8 2 (U S , A 1)
特開 2 0 1 8 - 2 0 6 5 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 1 7 1 4 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 8 7 9 7 6 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 F 1 / 1 3 4 3 - 1 / 1 3 4 5
1 / 1 3 5 - 1 / 1 3 6 8
G 0 9 F 9 / 0 0 - 9 / 4 6
H 0 1 B 1 / 0 0 - 1 / 2 4
5 / 0 0 - 5 / 1 6
H 0 1 L 2 1 / 4 4 7 - 2 1 / 4 4 9
2 1 / 6 0 - 2 1 / 6 0 7
2 3 / 1 2 - 2 3 / 1 5
2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 7
2 5 / 1 0 - 2 5 / 1 1
2 5 / 1 6 - 2 5 / 1 8
3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4