

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-106673

(P2006-106673A)

(43) 公開日 平成18年4月20日(2006.4.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/30 (2006.01)	G09G 3/30 J	3K007
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/30 K	5C080
H01L 51/50 (2006.01)	G09G 3/20 611A	
	G09G 3/20 611H	
	G09G 3/20 624B	
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 37 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-145344 (P2005-145344)	(71) 出願人	000004329
(22) 出願日	平成17年5月18日 (2005.5.18)		日本ビクター株式会社
(31) 優先権主張番号	特願2004-154887 (P2004-154887)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
(32) 優先日	平成16年5月25日 (2004.5.25)	(74) 代理人	100085235
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 松浦 兼行
(31) 優先権主張番号	特願2004-155373 (P2004-155373)	(72) 発明者	大島 芳則
(32) 優先日	平成16年5月26日 (2004.5.26)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	増地 重博
(31) 優先権主張番号	特願2004-168752 (P2004-168752)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
(32) 優先日	平成16年6月7日 (2004.6.7)	(72) 発明者	広畑 直人
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2004-263088 (P2004-263088)		
(32) 優先日	平成16年9月9日 (2004.9.9)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

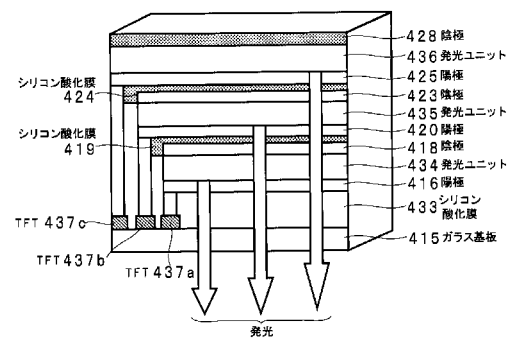
(57) 【要約】

【課題】 表示装置の表示面内における画素毎の輝度のばらつきを大幅に低減し、高精度の階調表示ができると共に、電力損失を低減し、かつ、長寿命の表示装置を提供する。

【解決手段】 表示装置は、発光素子と第1の駆動部と電源と第2の駆動部とを備える。発光素子は、陽極と、 m 層の有機膜発光層と($m-1$)層の電荷生成層とが交互に積層されたマルチフォトン構造の発光部434~436と、陰極とを順に積層して形成した単位素子を n 個積層して1画素内の各色1ドットを形成する。第1の駆動部437a~437cは発光層を発光または非発光とするよう駆動し、電源は発光素子に第1の駆動部を介して電流を流す。第2の駆動部は、 n 個の発光層に対してそれぞれ発光輝度の重み付けを設定した状態で n 個の発光層を発光させることにより、各ドットの階調を表現するよう駆動する。

【選択図】

図25



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数色のドットにより 1 画素が構成され、複数の画素が配列された表示装置において、陽極と、 m 層 (m は自然数) の有機膜発光層と ($m - 1$) 層の電荷生成層とが交互に積層されたマルチフォトン構造の発光部と、陰極とを順に積層して形成した単位素子を n 個 (n は 2 以上の自然数) 積層して各ドットを形成する発光素子と、

前記発光部を発光又は非発光とするよう駆動する第 1 の駆動部と、

前記発光素子における n 個の前記発光部に対して発光輝度の重み付けを設定した状態で前記 n 個の発光部を発光させることにより前記各ドットの階調を表現するよう駆動する第 2 の駆動部とを備えることを特徴とする表示装置。

10

【請求項 2】

2 層の前記有機膜発光層の間に挟まれた前記電荷生成層は、一方の有機膜発光層に電子を注入し、他方の有機膜発光層に正孔を注入することを特徴とする請求項 1 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係り、特にエレクトロルミネッセンスディスプレイなどの発光層を複数層に積層して、画像の階調を表現する表示装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

有機エレクトロルミネッセンスディスプレイ (OELD: organic electro luminescence display) は、超薄型、高コントラスト、高速応答、高視野角のディスプレイとして注目されている (以下、エレクトロルミネッセンスを EL と表記する)。有機 EL ディスプレイは、有機化合物が電気を光に変えるエレクトロルミネッセンスという現象を利用している。また、アクティブ・マトリックス駆動法を適用することにより、エネルギー効率がより良い状態で有機 EL ディスプレイを使用できるため、エネルギー消費を少なくできる。これらのメリット・理由により、有機 EL ディスプレイは次世代のディスプレイとして有力視されている。

【0003】

30

有機 EL ディスプレイを発光させるには、図 28 (a)、図 28 (b) のような層構成が一般に用いられる。図 28 (a) は有機 EL ディスプレイの基本的な層構成を示す。ガラス基板 40 の上には陽極 41 が形成される。陽極 41 は、光を透過させるために透明な ITO (Indium Tin Oxide) 電極を用いる。ITO 電極はインジウムとスズの酸化物で、液晶表示装置などでも広く使用されている。

【0004】

陽極 41 の上には、有機化合物からなる蛍光体である発光層 42 が形成される。有機材料には、低分子系と高分子系の材料が存在するが、材料の特性、用途、製造法に応じて適宜に選択する。発光層 42 上には陰極 43 が形成される。図 28 (a) に示す従来例では、発光層 42 から出力される光をガラス基板 40 の方向から取り出すようにしているので、陰極 43 はアルミニウムなどの金属を材質とする電極である。

40

【0005】

電源 44 から直流電圧を陽極 41 と陰極 43 の間に印加することによって、陽極 41 から正孔が発光層 42 に注入され、一方、陰極 43 からは電子が発光層 42 に注入される。注入された正孔と電子は、発光層 42 で再結合して不安定な高いエネルギー状態である励起状態となり、その後すぐに元の安定した低いエネルギー状態である基底状態に戻り、そのときに発光層 42 でエネルギーが放出されて発光する。

【0006】

図 28 (b) は 5 層の層構成からなる有機 EL ディスプレイを示す。この 5 層の有機 EL ディスプレイは、図 28 (b) に示すように、ガラス基板 45 上に、陽極 46、正孔注

50

入層 47、正孔輸送層 48、発光層 49、電子輸送層 50、電子注入層 51 及び陰極 52 が順次積層された構造である。この従来例では、陽極 46 から正孔を取り出し易いように、正孔注入層 47 と、その正孔を発光層 49 に輸送する正孔輸送層 48 とが設けられている。一方、陰極 52 から電子を取り出し易いように、電子注入層 51 と、その電子を効率的に発光層 49 に輸送するための電子輸送層 50 とが設けられている。

【0007】

電源 53 から直流電圧を陽極 46 と陰極 52 の間に印加することによって、陽極 46 から正孔が正孔注入層 47 及び正孔輸送層 48 をそれぞれ通過して発光層 49 に注入される。一方、陰極 52 からは電子が電子注入層 51 及び電子輸送層 50 をそれぞれ通過して発光層 49 に注入される。注入された正孔と電子は、発光層 49 で再結合して不安定な高いエネルギー状態である励起状態となり、その後すぐに元の安定した低いエネルギー状態である基底状態に戻り、そのときに発光層 49 でエネルギーが放出されて発光する。以上のように役割を分担した構造を用いることによって、有機 EL ディスプレイはより効率的に発光するようになった。

【0008】

層構成は図 28 (a)、図 28 (b) に示したもののだけでなく、2 層から 4 層構造のものもあり、発光層及び電極の特性に合わせて、使用する正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層を自在に組み合わせることができる。更に、有機材料は、正孔注入層と正孔輸送層の両者の機能を持ち合わせた材料もあり、多様に選択できる。有機 EL ディスプレイは、図示したように陽極 41、46 と陰極 43、52 との間に有機化合物の蛍光体である発光層 42、49 を挟み込む構造であり、この挟まれた発光層 42、49 が発光する。

【0009】

図 29 は従来が表示装置における画素構造の一例の断面図を示す。ガラス基板 54 の上には、シリコン酸化膜 55 及び薄膜トランジスタ (TFT) 59 が形成される。シリコン酸化膜 55 は、ガラス基板 54 から金属イオンが陽極 56 に移動していかないようにする機能を有し、TFT 59 は画素の発光をオン/オフする機能を有している。シリコン酸化膜 55 の上には陽極 56 が形成され、その上に有機膜発光層 57 が形成される。有機膜発光層 57 は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層及び電子輸送層の組み合わせからなる。

【0010】

そして、有機膜発光層 57 の上に陰極 58 が形成される。陰極 58 は、アルミニウムなどの金属を用いる。ここで示した従来例は、有機膜発光層 57 から出力される光が、TFT 59 を備えるガラス基板 54 側から取り出される下面光取り出し構造である。なお、発光効率を上げるために陰極 58 側から光を取り出すときには、陰極 58 に透明な ITO を使用する。これを上面光取り出し構造と呼ぶ。

【0011】

実際にディスプレイに映像を表示するにあたり、多くの画素駆動法が開発されている。最も一般的な方法は、階調駆動を実現するため画素内にアナログメモリ、及び電圧 - 電流変換回路を搭載し、アナログメモリの電圧に対応して有機 EL 素子の駆動電流を制御する方法である。この階調駆動方法による表示パネルの一例を図 30 に示す。図 30 は、後述する有機 EL とアクティブ素子で構成される画素 67 を駆動するための表示パネルドライバの一例の構成図を示す。表示パネルには、二次元マトリクス状に複数の画素 67 が配置されている。

【0012】

表示パネルには、水平方向の画素を駆動するために、水平ドライバ 68 が備えられる。電源回路 69 はすべての画素 67 に電源電圧を供給する。垂直方向に並んだ画素 67 の駆動には垂直ドライバ 70 が備えられる。例えば、最上段の表示ラインを走査したい場合、垂直ドライバ 70 に接続されている水平方向の表示ラインのうち、最上段の表示ラインに供給する電圧を、垂直ドライバ 70 内に設けているゲートドライバ 65 (図 31 に図示)

10

20

30

40

50

によって各画素をそれぞれオンさせる。また、これと同時に、垂直ドライバ 70 は、最上段の表示ライン以外の表示ライン上の各画素 67 のゲートドライバ 65 がオフとなるような電圧を、最上段の表示ライン以外の表示ラインへ出力する。

【0013】

このとき、水平ドライバ 68 から 1 走査ライン（表示ライン）の映像信号に対応する電圧を出力し、最上段の表示ラインの各画素 67 のコンデンサ 62 にデータ電圧を加える。こうすることでコンデンサ 62 の両端には電源とデータ電圧が印加され、この電位差を保持するのに十分な電荷が蓄えられる。すなわち、コンデンサ 62 には表示データが書き込まれ、記憶される。その後、垂直ドライバ 70 をオフにすれば、最上段の表示ラインの各画素 67 のコンデンサ 62 に記憶されたデータに基づき有機 EL が発光し、1 走査ラインの映像が表示されることとなる。続けて同様に、垂直ドライバ 70 を上から下方向に順番に各表示ライン単位で駆動すると共に、これに同期して水平ドライバ 68 から 1 ライン毎に映像データを出力することにより、表示パネル内の全画素 67 を走査できることとなる。

10

【0014】

図 31 に各画素 67 の回路図を示す。有機 EL 60 は、図 29 の有機膜発光層 57 に相当する。有機 EL 60 の発光輝度を定めるデータはデータ入力端子 64 から入力される。ここでゲートドライバ 65 に TFT 61 がオンするように、TFT 61 のゲートに電圧が加えられると、端子 64 に入力されたデータは、TFT 61 のソースとドレインを通してコンデンサ 62 と TFT 63 のゲートにそれぞれ印加される。この電位に基づいて、TFT 63 のソースとドレイン間を通して有機 EL 60 に供給される電流が制御される。

20

【0015】

その後、TFT 61 をオフにすると、電源 66 とデータ入力端子 64 の間の電位差がコンデンサ 62 に記憶される。有機 EL 60 は、電流発光デバイスであるために、加えられた電流に比例した明るさで発光する。よって、有機 EL 60 が発光する明るさは、端子 64 を介して入力されるデータの電位に依存し、このデータから表示装置に出力する映像の階調を表現できる。

【0016】

図 29 で従来の表示装置の画層構造を示し、図 31 でそれを階調駆動方法で駆動するための回路を示したが、駆動方法は他にも様々なものが考えられている。例えば、パルス幅変調（PWM）信号にて 1 フレーム内の発光期間をアナログ変調するクランプド・インバータ（CLAMPED INVERTER）法がある（例えば、非特許文献 1 参照）。この方法は、アクティブ素子である TFT における素子特性である閾値のばらつきを補償でき、TFT の数も少ないので回路構成も簡単である。また、無発光期間があるために歯切れのある動画表示が可能である。

30

【0017】

デジタル表示駆動方法では、有機 EL 素子は画素のスイッチトランジスタにより点灯もしくは非点灯状態のいずれかの状態となるよう制御される。この方式の一つとして、画像を時間軸方向に複数のサブフレームに分割し、サブフレームの重み付けの合計で階調を表す方法がある（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0018】

また、画素を表示装置の表示面内で複数の副画素に分割し、その画素の発光個数で階調を表現する面積分割法がある（例えば、特許文献 2 参照）。更に、同様な副画素を用いる方式として、第 1 の副画素を、中間調を含む多階調を表示するようにアナログ駆動制御し、第 2 の副画素を、明表示または暗表示の 2 値表示を行うように駆動制御する方法が知られている（例えば、特許文献 3 参照）。

【0019】

【非特許文献 1】An Innovative Pixel-Driving Scheme for 64-Level Gray Scale Full-Color Active Matrix OLED Displays、SID2002、32.2

【特許文献 1】特開平 10 - 214060 号公報

50

【特許文献2】特開平11-073159号公報

【特許文献3】特開2003-280593号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

図31に示した回路図により階調駆動方法で各画素を駆動する従来の表示装置は、階調駆動を実現するため画素内にアナログメモリ及び電圧-電流変換回路を搭載し、アナログメモリの電圧に対応して有機EL素子の駆動電流を制御するものである。しかし、アクティブ素子であるTFTの素子特性が画素毎に大きなばらつきを持つため、有機発光層に流れる電流量にばらつきが発生する。そのため画素毎に発光輝度のばらつきが大きくなり、結果として表示装置の表示輝度が不均一となり、画質の向上は困難であった。

【0021】

これを改良した非特許文献1記載のクランプド・インバータ法による従来の表示装置は、TFTのばらつきを無くすために有効なドライブ方法で動作する装置である。TFTをオン/オフのみで制御し、発光期間をアナログパルス幅で制御する(PWM)ことによって階調を表現するアナログ発光期間変調方式により動作するため、TFTのばらつきの影響を少なくできる。しかし、この駆動方法による従来の表示装置は、発光輝度に応じた電流量が、1つの発光層にすべて流れるので負担が大きく、長寿命化という点で不利である。しかも、階調毎に発光と非発光の期間があるため、フリッカなどの問題が発生することが予見できる。

【0022】

また、特許文献2記載のサブフレーム法を用いるデジタル駆動法による従来の表示装置においては、表示輝度のばらつきを無くすために画素の有機EL素子をオン/オフの2値駆動する。また、階調駆動を得るために1フレーム時間を複数のサブフレーム期間に分割し、サブフレーム期間毎に全ての画素を走査し、各階調のビット構成の2値表示データを画素に書き込み、表示期間に階調毎に所定の輝度で所定の時間点灯させている。しかし、このサブフレーム法を用いるデジタル駆動法による従来の表示装置においては、TFTのばらつきを無くすという効果があるが、同時に動画疑似輪郭等の妨害が発生するという問題がある。

【0023】

更に、特許文献3記載の面積分割法による従来の表示装置においては、一画素を構成するために複数の副画素が必要であり、今後予想される、パネルの高解像度化の流れに適していない。

【0024】

本発明は以上の点に鑑みなされたもので、表示装置の表示面内における画素毎の輝度のばらつきを大幅に低減し、高精度の階調表示ができると共に、電力損失を低減し、かつ、長寿命の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】

【0025】

上述した課題を解決するために、本発明は、次の(a)、(b)の表示装置を提供するものである。

【0026】

(a)複数色のドットにより1画素が構成され、複数の画素が配列された表示装置において、陽極(402)と、m層(mは自然数)の有機膜発光層(403、405、407、409)と(m-1)層の電荷生成層(404、406、408)とが交互に積層されたマルチフォトン構造の発光部と、陰極(410)とを順に積層して形成した単位素子をn個(nは2以上の自然数)積層して各ドットを形成する発光素子と、前記発光部を発光又は非発光とするよう駆動する第1の駆動部(458)と、前記発光素子におけるn個の前記発光部に対して発光輝度の重み付けを設定した状態で前記n個の発光部を発光させることにより前記各ドットの階調を表現するよう駆動する第2の駆動部(457、459)

とを備えることを特徴とする表示装置。

【0027】

(b) 2層の前記有機膜発光層の間に挟まれた前記電荷生成層は、一方の有機膜発光層に電子を注入し、他方の有機膜発光層に正孔を注入することを特徴とする(a)記載の表示装置。

【発明の効果】

【0028】

表示装置の表示面内における画素毎の輝度のばらつきを大幅に低減し、高精度の階調表示ができると共に、電力損失を低減し、かつ、長寿命の表示装置とすることができる。

【0029】

また、発光素子をデジタル駆動して輝度の重み付け合計で1ドットの階調表現を行うことにより、第1の駆動部の閾値のばらつきの影響がない状態で発光素子を駆動できる。そのため、表示装置における輝度むらを無くすることができ、また、電力損失を低減できる。

【0030】

また、発光輝度に応じた電流量が、1つの発光層にすべて流ることがないため、各発光層の負担を分散でき、従来と比較してより長寿命な表示装置を実現することができる。

【0031】

更に、n個の発光層の発光輝度の合計で1ドットの階調表現を行うようにしたため、1つの発光層に発光輝度に応じた電流量を全て流す構成の従来の表示装置に比べて、長寿命な表示装置を構成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

第一実施形態

図1は、本発明の第一実施形態の表示装置における画素の層構成を示す。表示装置は例えば有機ELディスプレイである。ガラス基板1は表示装置の表示面である。このガラス基板1は、有機膜の層を形成できるものであるならば、プラスチックのようなものであってもよい。このガラス基板1の上に陽極2が形成される。この陽極2としては、例えば透明電極であるITOなどが使用される。

【0033】

陽極2の上には有機膜発光層3が形成される。有機膜発光層3は正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、そして有機化合物からなる蛍光体である発光層との組み合わせで構成される。この組み合わせは、有機ELの特性によって適切に選択されなければならない。

【0034】

有機膜発光層3の上には陰極4が形成される。陰極4として透明電極であるITOを使用する場合は、そのままでは陰極として動作しないため、ITOと有機膜発光層3との間に陰極用のリチウムなどを薄く挿入する必要がある。

【0035】

電源13が、陽極2と陰極4との間に直流電圧を印加するために接続される。陽極2と陰極4との間に挟まれた有機膜発光層3の発光原理は従来例と同じである。陰極4の上にはシリコン酸化膜11と陽極5が順次積層形成される。シリコン酸化膜11は陽極5と陰極4を絶縁する効果を持っている。陽極5の上には上記同様に有機膜発光層6、陰極7、シリコン酸化膜12、陽極8、有機膜発光層9、そして陰極10が順次積層形成される。第一実施形態のように陰極10側から光を取り出さない下面光取り出し構造では、陰極10はアルミニウムなどの金属とする。

【0036】

電源14、15がそれぞれ、陽極5と陰極7との間、陽極8と陰極10との間に直流電圧を印加するため接続される。これにより、有機膜発光層6、9には電源14、15を通じて陽極5、8と陰極7、10から変換された電流が供給される。それぞれの有機膜発光層3、6、9は変換された電流値に比例した輝度で発光し、光はガラス基板1側から取り

10

20

30

40

50

出される。なお、この構造は、有機 E L だけでなく無機 E L でも勿論実現可能であり、アクティブ駆動だけでなくパッシブ駆動の表示装置でも実現可能である。

【0037】

有機膜発光層 3、6、9 は、デジタル駆動すなわち、電源のオン/オフの 2 値により点灯と消灯（発光または非発光）を切り替えられる。有機膜発光層 3、6、9 はそれぞれ所定の輝度で発光する材料を選択して形成する。

【0038】

図 2 は、本発明の第一実施形態である表示装置の画素構造を示す。図 2 において、図 1 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。図 2 では、1 画素を構成する各色（例えば赤、緑、青など）のうちの 1 ドットを示している。ここで、ガラス基板 1 上には、アクティブ素子である薄膜トランジスタ（TFT）16a、16b、16c が形成され、それぞれ陽極 2、5、8 に接続される。TFT 16a ~ 16c は有機膜発光層 3、6、9 を駆動制御可能なものであるならば、p-Si（低温ポリシリコン）、a-Si（アモルファスシリコン）など、どのようなアクティブ素子で作成されていてもよい。

10

【0039】

TFT 16a ~ 16c は、有機膜発光層 3、6、9 に印加される電源をオン/オフする回路機能を持ち、電源をオン/オフすることで上記したように、有機膜発光層 3、6、9 を発光または非発光とするよう駆動する。また、ガラス基板 1 と陽極 2 との間に形成されたシリコン酸化膜 17 は、ガラス基板 1 から金属イオンが陽極 2 に移動していかないようにする膜である。陰極 4、陰極 7、陰極 10 は共通電極である。

20

【0040】

図 2 に示す画素の下側であるガラス基板 1 側から光を取り出す場合、画素の上側である陰極 10 から光が漏れないようにするため、陰極 10 はアルミニウムなどの金属で形成される。これによって、有機膜発光層 3、6、9 からそれぞれ出た光は上下に放射されるが、陰極 10 側に出た光は陰極 10 で反射して下側に向かうため、ガラス基板 1 側からのみ取り出されることとなる。

【0041】

なお、本実施形態ではガラス基板 1 に TFT 16a ~ 16c が備えられ、ガラス基板 1 側から光を取り出す下面光取り出し構造としたが、陰極 10 を透明電極で形成し、陽極 2 をアルミニウムなどの金属で形成して、陰極 10 側から光を取り出す上面光取り出し構造としてもよい。

30

【0042】

ここで、TFT 16a ~ 16c は、通常複数個必要とする。ここでは、TFT 16a ~ 16c を素子駆動部（第 1 の駆動部）と呼ぶこととする。有機膜発光層と素子駆動部とは単位素子となっている。図 2 に示す有機 E L ディスプレイは、表示装置の表示面に対して垂直方向に 3 個の発光層が積層された 3 層構造の発光素子を有するものである。

【0043】

図 3 (a) は、図 1 及び図 2 に示したように画素が有機膜発光層 3、6、9 を有する 3 層構造の場合の、各層の輝度重み付けを表す。輝度重み付けとは、それぞれの有機膜発光層の発光輝度を、ある値を基準として相対的に数値化したものである。ここで有機膜発光層 3 を第 1 層、有機膜発光層 6 を第 2 層、有機膜発光層 9 を第 3 層とし、第 1 層の輝度を「1」とした場合、第 2 層が輝度「2」、第 3 層が輝度「4」となるように有機膜発光層 3、6、9 の材料、構成を選択する。

40

【0044】

ここで、各有機膜発光層 3、6、9 の輝度は電源電圧をオンとした際の発光輝度を表し、各有機膜発光層 3、6、9 は電源電圧のオン/オフでデジタル駆動される。

【0045】

図 3 (b) は、有機膜発光層が 5 層構造の場合の、各層の輝度重み付けの一例を示す。5 層構造の場合、図 1 及び図 2 に示した構造に、更に 2 つの単位素子が設けられる。この 5 つの有機膜発光層を光が取り出される側に近い方から順に、第 1 層、第 2 層、第 3 層、

50

第 4 層及び第 5 層とし、第 1 層の輝度を「 1 」とした場合、第 2 層は輝度「 2 」、第 3 層は輝度「 4 」、第 4 層は輝度「 8 」、第 5 層は輝度「 16 」となる。

【 0 0 4 6 】

有機膜発光層の輝度重み付けは、図 3 (a)、3 (b) に示すように 2 の n 乗の輝度重み付けにすることが有機膜発光層を少なく形成できるので望ましいが、この限りではない。また、層毎の輝度の重み付けは、図 3 (a)、3 (b) で示したような光が取り出される側に近い層から昇順とする必要は無く、降順としても、また任意に並べ替えてもよい。なお、この輝度重み付け方法は、有機 EL だけでなく無機 EL でも勿論実現可能であり、アクティブ駆動だけでなくパッシブ駆動の表示装置でも実現可能である。

【 0 0 4 7 】

図 4 は、本発明の第一実施形態の表示装置における画素の階調表現の一例を示す。この例は、図 3 (a) に示した有機膜発光層が 3 層構造の場合の輝度重み付けの階調表現であり、有機膜発光層が 3 層であるために、2 の 3 乗、つまり 8 階調の表現が可能となる。図 4 において、横軸は有機膜発光層が何層目かを示し、縦軸が表示装置に表示される階調を示す。また、黒丸はその選択された層が点灯することを意味し、印が無い層は発光しない。

【 0 0 4 8 】

例えば、階調「 0 」では、第 1 層と第 2 層と第 3 層はすべて発光しない。このため、黒となる。階調「 1 」では、第 1 層のみ点灯し、この輝度重み付けが「 1 」であるために階調「 1 」を表す。階調「 2 」では、第 2 層のみが点灯し、この輝度重み付けが「 2 」であるために階調「 2 」を表す。階調「 3 」では、第 1 層と第 2 層が共に点灯し、それぞれの輝度重み付けが「 1 」、「 2 」であり、この合計「 3 」が階調となる。階調「 4 」では、第 3 層のみ点灯し、この輝度重み付けが「 4 」であるので階調「 4 」を表す。

【 0 0 4 9 】

階調「 5 」では、第 1 層と第 3 層が共に発光し、それぞれの輝度重み付けが「 1 」と「 4 」であるのでこの合計「 5 」が階調となる。階調「 6 」では、第 2 層と第 3 層が共に発光し、それぞれの輝度重み付けが「 2 」と「 4 」であるので、この合計「 6 」が階調となる。階調「 7 」では、第 1 層と第 2 層と第 3 層のすべてが点灯し、この輝度重み付け「 1 」、「 2 」、「 4 」の合計「 7 」が階調となる。

【 0 0 5 0 】

図 5 は、本発明の第一実施形態の表示装置の表示パネルのドライバ構成図を示す。図 5 において、一つの画素 36 は図 6 で後述する画素回路に相当する。表示パネルには、二次元マトリクス状に配置された複数の画素 36 にデータを送るための水平ドライバ 37、画素を駆動するための電源回路 38 と、垂直方向のラインを選択する垂直ドライバ 39 とが備えられている。なおここで、水平ドライバ 37 と垂直ドライバ 39 とを第 2 の駆動部とする。

【 0 0 5 1 】

複数の画素 36 は、垂直方向に並んだ行 Y と水平方向に並んだ列 X とからなる二次元マトリクス状に配置されている。図 5 では一例として Y 1 ~ Y 4 の 4 行で、X 1 ~ X 6 の 6 列の表示パネルを示している。実際の表示パネルは図 5 に示すものよりも多くの行列を有しているが、ここでは便宜上このように示した。

【 0 0 5 2 】

第一実施形態では、水平ドライバ 37 にはデータドライバ 37 1 ~ 37 6 が、電源回路 38 には電源部 38 1 ~ 38 6 が、垂直ドライバ 39 にはゲートドライバ 39 1 ~ 39 4 がそれぞれ組み込まれている。

【 0 0 5 3 】

例えば、図 5 に示す表示パネルの最上段である Y 1 行の表示ラインを走査したい場合、垂直ドライバ 39 のゲートドライバ 39 1 が Y 1 行の各画素 36 をオンさせる。その他の表示ライン Y 2 行 ~ Y 4 行は、ゲートドライバ 39 2 ~ 39 4 がオフさせる。このとき水平ドライバ 37 から映像データの 1 ライン分のデータを出力し、各画素 36 に供給する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

次に、ゲートドライバ 3 9 1 が Y 1 行の各画素 3 6 をオフさせることにより、Y 1 行の 1 ラインの映像が表示されることになる。続けて同様に、垂直ドライバ 3 9 を Y 2 行のゲートドライバ 3 9 2 から Y 4 行のゲートドライバ 3 9 4 まで順番に駆動し、水平ドライバ 3 7 から 1 ライン毎に映像データを出力することにより、すべての表示パネル内の画素 3 6 を走査できることとなる。

【 0 0 5 5 】

図 6 は第一実施形態の画素を駆動するための回路図を示す。図 6 において、有機 E L 発光層 1 8、1 9、2 0 は、図 1 及び図 2 に示した有機膜発光層 3、6、9 に相当する。第一実施形態の画素 3 6 は、有機 E L 発光層 1 8、1 9、2 0 (有機膜発光層 3、6、9) をそれぞれ発光輝度の異なる材料で形成することで図 3 (a) に示した重み付けを行う。従って有機 E L 発光層 1 8、1 9、2 0 それぞれに流れる電流、及びその流れる時間は同じである。

10

【 0 0 5 6 】

有機 E L 発光層 1 8 ~ 2 0 の各一端 (図ではアノード) は、駆動用 T F T 2 4 ~ 2 6 の各ソース、ドレインを介して電源部 3 8 1 を構成する電源 3 0 ~ 3 2 に接続されている。また、T F T 2 4 ~ 2 6 の各ゲートは、ゲートトランジスタとしての T F T 2 7 ~ 2 9 の各ソースに接続される一方、コンデンサ 2 1 ~ 2 3 を介して電源 3 0 ~ 3 2 に接続されている。

【 0 0 5 7 】

電源部 3 8 1 の電源 3 0、3 1 及び 3 2 は、図 1 に示した電源 1 3、1 4 及び 1 5 に相当する。電源 3 0 ~ 3 2 は、個別の電源でも共通の電源であってもよく、有機 E L 発光層 1 8 ~ 2 0 を所定の重み付けで所定の輝度で発光させるように設定する。更に、T F T 2 7 ~ 2 9 の各ドレインは、データドライバ 3 7 1 内のデータ保持部 3 5 0 ~ 3 5 2 に接続され、各ゲートはゲートドライバ 3 9 1 に共通接続されている。

20

【 0 0 5 8 】

ここでは、データドライバ 3 7 1、電源部 3 8 1、ゲートドライバ 3 9 1 について示したが、図 6 に示すように、データドライバ 3 7 2 ~ 3 7 6、電源部 3 8 2 ~ 3 8 6、ゲートドライバ 3 9 2 ~ 3 9 4 も同様の構成である。データドライバ 3 7 1 ~ 3 7 6、電源部 3 8 1 ~ 3 8 6、ゲートドライバ 3 9 1 ~ 3 9 4 は表示パネルの各行 Y、各列 X の画素 3 6 を駆動する。

30

【 0 0 5 9 】

次に、この駆動回路の動作について説明する。図 6 において、まず、画素 3 6 に表示する所定階調のデータ 3 3 (3 ビット) がデータドライバ 3 7 1 に入力される。データ 3 3 は、デジタルのシリアルデータ又はパラレルデータであることが望ましい。データドライバ 3 7 1 に入力されたデータ 3 3 は、有機 E L 発光層 1 8、1 9、2 0 のうち表示装置に表示する階調に対応した有機 E L 発光層を発光させるために使用される。

【 0 0 6 0 】

データ 3 3 の各ビット (1 または 0) がデータ保持部 3 5 0 ~ 3 5 2 に保持され、ゲートドライバ 3 9 1 は、ゲートトランジスタ 2 7 ~ 2 9 のゲートに所定の第 1 の電位を印加してこれらをオン状態にする。データドライバ 3 7 1 から出力されるデータが、ゲートトランジスタ 2 7 ~ 2 9 の各ドレイン、ソースを通して、コンデンサ 2 1 ~ 2 3 に送られる。これにより、コンデンサ 2 1 ~ 2 3 の両端には電源とデータ電圧が印加され、その電位差を保持するのに十分な電荷がコンデンサ 2 1 ~ 2 3 に蓄えられる。すなわち、データドライバ 3 7 1 から出力される表示データが、データ保持のためのコンデンサ 2 1 ~ 2 3 に書き込まれ、記憶される。続いてゲートドライバ 3 9 1 は、ゲートトランジスタ 2 7 ~ 2 9 のゲートに所定の第 2 の電位を印加してこれらをオフ状態にする。ゲートトランジスタ 2 7 ~ 2 9 をオフにすると、コンデンサ 2 1 ~ 2 3 に蓄えられた電荷が保持される。コンデンサ 2 1 ~ 2 3 に保持される電荷は、電源 3 0 ~ 3 2 とデータドライバ 3 7 1 の出力電圧との電位差である。

40

50

【 0 0 6 1 】

例えば表示装置に階調「5」の映像を表示する場合を説明する。図4より、階調「5」では第1層と第3層の有機EL発光層18と20を点灯させる必要がある。入力されたデータ33は、データドライバ371で対応する有機EL発光層の信号線に繋がるデータ列に変換されるが、この場合、データ保持部350と352に有機EL発光層18と20とを発光させるデータが保持される。

【 0 0 6 2 】

このときコンデンサ21には、TF T 24をオンする電圧が印加され、コンデンサ23にも、TF T 26をオンする電圧が印加されているため、TF T 24と26がそれぞれオン状態とされる。一方、コンデンサ22には、TF T 25を駆動する電圧が印加されていないため、TF T 25はオフ状態である。

10

【 0 0 6 3 】

従って、TF T 24と26がオン状態なので、電源30、32から電流がTF T 24、26の各ドレイン、ソースを通して有機EL発光層18、20に供給され、有機EL発光層18、20が発光する。このとき有機EL発光層18と20の発光輝度の重み付けは「1」と「4」であるので、この合計である階調「5」が表示装置に映し出される。

【 0 0 6 4 】

第一実施形態の画素の駆動において、駆動用TF T 24～26はオン/オフのみの動作となる。そのため回路構成は図6に示すように駆動用TF T 24～26をオン/オフするためのデータを蓄えるコンデンサ21～23と、それを保持するためのゲートトランジスタ27～29というとても簡単な回路構成で済む。

20

【 0 0 6 5 】

また、駆動用TF T 24～26の動作はオン/オフのみとなるために、従来の有機EL表示装置で問題であった、アクティブ素子であるTF Tの素子特性による閾値ばらつきの影響の無い飽和領域で動作させることができる。このため、表示パネル内における表示輝度むら、および階調ずれ等の問題を限りなく少なくできる。更に、飽和領域での動作はTF Tによる電力損が少ないため、従来例と比較すると低消費電力である。

【 0 0 6 6 】

更に、第一実施形態において有機ELに供給される電流は複数の発光層に分散される。有機ELの寿命は電流値の2乗に逆比例するといわれている。電流が複数の層に分散されることによって、一層あたりの電流量を少なくすることができるため、従来の回路構成と比較して長寿命となる。

30

【 0 0 6 7 】

第二実施形態

次に、本発明の第二実施形態の表示装置における画素について詳述する。上述した第一実施形態では、各有機膜発光層を所定の輝度で発光するような異なる材料で形成して輝度重み付けを行った。第二実施形態では、各有機膜発光層は同一の材料で形成し、各有機膜発光層に与える電流値及び電流を与える時間を異ならせることで所定の輝度での発光を実現させる。以下、第二実施形態の具体的構成と、第二実施形態の好適な実施例である第一実施例から第七実施例による輝度重み付け方法について詳述する。画素の層構成、画素構造は図1及び図2に示した第一実施形態の画素と同じであるため、その説明を省略する。また各層の輝度重み付けは図3(a)に従い、階調表現は図4に従う。

40

【 0 0 6 8 】

図7は、本発明の第二実施形態の表示装置の表示パネルのドライバ構成図を示す。図7において、一つの画素362は後述する図8の画素回路に相当する。図7において、図5と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。第二実施形態の表示パネルには、時間長制御部800、水平ドライバ37内にデータドライバ371'～376'、電流制御部900、電源回路38内に電源部381'～386'を新たに設けた。

【 0 0 6 9 】

図8は、第二実施形態の画素362を駆動する回路を示す。図8において、図6と同一

50

構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。時間長制御部 800 内にある時間長テーブル保持部 80 は時間長テーブルを保持し、時間長制御信号発生部 81 は時間長テーブルより読み出した時間長データに基づき時間長制御信号をセクタ制御部 82 に出力する。切替信号発生部 820 ~ 822 は時間長制御信号に基づいてデータドライバ 371' 内のセクタ 830 ~ 832 が選択する端子 a、b を切り替える。セクタ 830 ~ 832 のそれぞれの端子 a にはデータ 33 の各ビットが入力され、端子 b は接地されて 0 が入力されている。なお、データドライバ 371' は端子 a の前に図 6 ですでに示したデータ保持部 350 ~ 352 と同等のものを備える。

【0070】

電流制御部 900 内にある電流値テーブル保持部 90 は電流値テーブルを保持し、電流制御信号発生部 91 は電流値テーブルより読み出した電流値データに基づき各ビットの電流値切替信号 $S_{i0} \sim S_{i2}$ を電流値切替信号発生部 910 ~ 912 より出力する。また、電流切替信号発生部 91 には各フレームの先頭でハイになるフレーム同期パルスをもつフレーム信号 S_f が入力される。図 9 に示すように、電流値切替信号 $S_{i0} \sim S_{i2}$ はフレーム信号 S_f に同期して切り替えられる。電流値切替信号発生部 910 ~ 912 に電源部 381' を構成する可変器 330 ~ 332 がそれぞれ接続され、可変器 330 ~ 332 はそれぞれ電流値切替信号 $S_{i0} \sim S_{i2}$ に基づいて電流値を切り替える。可変器 330 ~ 332 は電源 30 ~ 32 から供給される電流を可変して、所定の電流値の電流をそれぞれ有機 EL 発光層 18 ~ 20 に供給する。

10

【0071】

なお、ここでは時間長テーブル保持部 80 を時間長制御部 800 内に、電流値テーブル保持部 90 を電流制御部 900 内に設けたがこれに限定されることはなく、時間長テーブル保持部 80 と電流値テーブル保持部 90 を同一の記憶装置内に設けてもよい。

20

【0072】

更にここでは、データドライバ 371'、電源部 381'、ゲートドライバ 391 について示したが、図 8 に示すように、データドライバ 372' ~ 376'、電源部 382' ~ 386'、ゲートドライバ 392 ~ 394 も同様の構成である。データドライバ 371' ~ 376'、電源部 381' ~ 386'、ゲートドライバ 391 ~ 394 は表示パネルの各行 Y、各列 X の画素 362 を駆動する。

【0073】

ここで、全ての実施例は、各有機 EL 発光層 18 ~ 20 が発光する発光輝度がそれぞれ「1」、「2」、「4」となるよう重み付けするものとし、特記しない限りは重み付けとはこれを指す。また、有機 EL 発光層 18 に輝度重み付け「1」を表示する際に、電源 30 から TFT 24 へ流れる電流を I_1 とし、TFT 24 がオンする時間を T_1 とする。同様に有機 EL 発光層 19 に輝度重み付け「2」を表示する際に、電源 31 から TFT 25 へ流れる電流を I_2 とし、TFT 25 がオンする時間を T_2 とし、有機 EL 発光層 20 に輝度重み付け「4」を表示する際に、電源 32 から TFT 26 へ流れる電流を I_3 とし、TFT 26 がオンする時間を T_3 とする。

30

【0074】

(重み付けの第一実施例)

まず、有機 EL 発光層 18、19、20 へそれぞれ異なった電流値を流し、重み付けする例について示す。TFT 24 ~ 26 がオンする時間は $T_1 = T_2 = T_3 = t$ である。ここで、有機 EL 発光層 18 へ流れる電流 I_1 の電流値を i 、有機 EL 発光層 19 へ流れる電流 I_2 の電流値を $2i$ 、有機 EL 発光層 20 へ流れる電流 I_3 の電流値を $4i$ と設定する。上述のように設定された電流値は、電流制御部 900 と電源回路 38 内の電源部 381' とで供給される。なお、有機 EL 発光層 18 ~ 20 へ流れる電流値と時間長とを掛け合わせたものが、それぞれの層の輝度重み付けとなる。

40

【0075】

(重み付けの第二実施例)

次に、有機 EL 発光層 18 ~ 20 へ同じ電流値の電流をそれぞれ異なった時間長で流し

50

、重み付けする例について示す。有機EL発光層18～20へ流れる電流値はそれぞれ等しく、 $I_1 = I_2 = I_3 = i$ である。ここで、有機EL発光層18が点灯している時間 T_1 の時間長を t 、有機EL発光層19が点灯している時間 T_2 の時間長は $2t$ 、有機EL発光層20が点灯している時間 T_3 の時間長は $4t$ と設定する。上述したようにそれぞれの時間長データは時間長制御部800に設定される。

【0076】

第一実施例及び第二実施例では、有機EL発光層18～20への発光輝度の重み付けの方法として、それぞれ異なった電流値を同じ時間流す方法と、同じ電流値の電流をそれぞれ異なった時間長で流す方法について説明したが、これらに限定されることはなく、後述する第三実施例、第四実施例のように2つの方法を共に用いてもよい。

10

【0077】

（重み付けの第三実施例）

続いて、電流値と時間長をそれぞれ全て異なるように設定する例について示す。有機EL発光層18へ流れる電流 I_1 を電流値 i 、点灯している時間 T_1 を時間長 t とし、有機EL発光層19へ流れる電流 I_2 を電流値 $(3/2)i$ 、点灯している時間 T_2 を時間長 $(4/3)t$ とし、有機EL発光層20へ流れる電流 I_3 を電流値 $2i$ 、点灯している時間 T_3 を時間長 $2t$ と設定する。

【0078】

（重み付けの第四実施例）

2つの方法を共に用いる他の一例として、電流値や時間長がそれぞれ部分的に異なるよう設定する例について示す。例えば、有機EL発光層18へ流れる電流 I_1 を電流値 i 、点灯している時間 T_1 を時間長 t とし、有機EL発光層19へ流れる電流 I_2 を電流値 i 、点灯している時間 T_2 を時間長 $2t$ とし、有機EL発光層20へ流れる電流 I_3 を電流値 $2i$ 、点灯している時間 T_3 を時間長 $2t$ と設定する。

20

【0079】

次に、上記の第一実施例～第四実施例を更に改良し、電流値や発光時間長を発光層毎に異なるよう設定しながらも、所定時間内で平均化した場合に各発光層間の電流値や発光時間長を均等にさせる方法について説明する。図10(a)、10(b)、10(c)はフレーム毎（インターレース駆動時にはフィールド毎）の階調表現方法を説明するためのテーブルを示す。図10(a)～10(c)共に、第1層～第3層である各有機EL発光層18～20において、フレーム毎で変化するように設定した電流値や時間長の関係を示す。また、いずれも1フレーム内で全ての発光層が発光した場合の合計輝度は等しい。

30

【0080】

（重み付けの第五実施例）

図10(a)は、各有機EL発光層へ異なる電流値を流すよう設定し、1フレーム毎に切り替えて重み付けする第五実施例のテーブルを示す。なお、時間長 t は全て等しい。図10(a)のテーブルより、第1フレームでは第1層の電流値を「 i 」、第2層の電流値を「 $2i$ 」、第3層の電流値を「 $4i$ 」と設定する。第2フレームでは、第1層の電流値を「 $2i$ 」、第2層の電流値を「 $4i$ 」、第3層の電流値を「 i 」と設定する。第3フレームでは、第1層の電流値を「 $4i$ 」、第2層の電流値を「 i 」、第3層の電流値を「 $2i$ 」と設定する。このように、各有機EL発光層に供給する電流の電流値をフレーム毎に切り替えることで、各有機EL発光層に対する重み付けをフレーム毎に切り替える。第五実施例では、第4フレーム以降は設定された第1フレームから第3フレームまでの各層の電流値を順次繰り返す。

40

【0081】

すなわち、3フレームで各層の電流値が一巡するように設定する。従って、第五実施例では3種類の重み付けを設定した。更に、全てのフレームで全ての有機EL発光層が発光した場合、各有機EL発光層における合計輝度は3フレーム単位でいずれも同じ値である。このように設定することで、各有機EL発光層に流れる電流値の総量が平均化され、各有機EL発光層の寿命が均一化される効果がある。上述したように、電流値テーブル保持

50

部 90 に保持された図 10 (a) のテーブルに基づいて、電流値は切り替えられる。

【 0082 】

図 11 は第五実施例のタイミングチャートである。図 11 (A) ~ (C) は第 1 層から第 3 層の各有機 EL 発光層の電流印加の状態を示している。図 11 (A) ~ (C) の縦方向は表示パネルの各行を示しており、ここでは図 7 に従って Y1 ~ Y4 行として示している。横方向は、時間 (TIME) を示している。また、1 フレームは 16.6 ミリ秒 (ms) であり、時間の経過に伴いフレームが順次切り替わる。

【 0083 】

時刻 t_{m1} において図 7 のゲートドライバ 391 が Y1 行の各画素 362 をオンすると、Y1 行の各画素 362 は時刻 t_{m2} までの時間長 t で駆動される。続いてゲートドライバ 392 が Y2 行の各画素 362 をオンし、Y2 行の各画素 362 は時間長 t で駆動される。このように、ゲートドライバ 391 ~ 394 が順次 Y1 ~ Y4 行をオンさせる。時刻 t_{m3} において Y4 行がオンされ、時刻 t_{m4} までの時間長 t で駆動される。

10

【 0084 】

(重み付けの第六実施例)

図 10 (b) は、各発光層 (第 1 層 ~ 第 3 層) へ異なった時間長で同じ電流値の電流を流すよう設定し、1 フレーム毎に切り替えて重み付けする第六実施例のテーブルを示す。第 1 フレームでは、第 1 層の時間長が「 t 」、第 2 層の時間長が「 $2t$ 」、第 3 層の時間長が「 $4t$ 」と設定する。第 2 フレームでは、第 1 層の時間長が「 $2t$ 」、第 2 層の時間長が「 $4t$ 」、第 3 層の時間長が「 t 」と設定する。第 3 フレームでは、第 1 層の時間長が「 $4t$ 」、第 2 層の時間長が「 t 」、第 3 層の時間長が「 $2t$ 」と設定する。このように各発光層に対する重み付けをフレーム毎に切り替えて、第 4 フレーム以降は、設定された第 1 フレームから第 3 フレームまでの各層の時間長を順次繰り返す。

20

【 0085 】

上述したように、時間長テーブル保持部 80 に記録された図 10 (b) のテーブルに基づいて、時間長は切り替えられる。すなわち、3 フレームで各発光層へ流す電流の時間長が一巡するように設定していく。第六実施例では 3 種類の重み付けを設定した。このように設定することで、各発光層に流れる電流値の総時間量が平均化され、各発光層の寿命が均一化される効果がある。第六実施例では、各発光層は時分割 (PWM) の発光をするようになり、よりきめ細かな階調表現ができる。

30

【 0086 】

図 12 は第六実施例のタイミングチャートである。図 12 (A) ~ (C) は第 1 層から第 3 層の各有機膜発光層の電流印加の状態を示している。縦方向及び横方向に示すものは図 11 と同じであるため説明を省略する。なお図 12 では、図 11 における時間長 t の $1/4$ を時間長 t としている。従って図 12 の時間長 $4t$ と図 11 の時間長 t とが等しい。

【 0087 】

第五実施例と同様に時刻 t_{m1} において Y1 行の各画素 362 がオンされると、各画素 362 の第 1 層は時刻 t_{m2} までの時間長 t 、第 2 層は時刻 t_{m3} までの時間長 $2t$ 、第 3 層は時刻 t_{m4} までの時間長 $4t$ で駆動される。

【 0088 】

40

(重み付けの第七実施例)

図 10 (c) は、各発光層へそれぞれ異なった電流値で、かつ、それぞれ異なった時間長の電流を流すよう設定し、1 フレーム毎に切り替えて重み付けする第七実施例のテーブルを示す。図 10 (c) では、第 1 フレームにおいて、第 1 層の電流値が「 i 」で時間長が「 t 」、第 2 層の電流値が「 $(3/2)i$ 」で時間長が「 $(4/3)t$ 」、第 3 層の電流値が「 $2i$ 」で時間長が「 $2t$ 」と設定する。第 2 フレーム以降は、輝度重み付けが「1」、「2」、「4」となる電流値と時間長の組み合わせが、各層で 3 フレーム単位毎に一巡するように設定する。すなわち、各層において第 1 フレームから第 3 フレームの間に輝度重み付けが「1」、「2」、「4」となる電流値と時間長の組み合わせが一巡し、各フレームの合計輝度は常に「7」であるよう設定する。第 4 フレーム以降も同様に設定す

50

るが、一巡する組み合わせの順序は図10(c)に示すように3フレーム毎に変えてもよいし、同じとしてもよい。

【0089】

第七実施例では3種類の時間長と電流値の組み合わせを設定して、3種類の重み付けを設定した。このように設定することで、各発光層に流れる電流値と時間長の総量が平均化され、各発光層毎の寿命が均一化される効果がある。第七実施例も、各発光層は時分割(PWM)の発光をするようになっており、よりきめ細かな階調表現ができる。

【0090】

図13は第七実施例の、タイミングチャートである。図13(A)~(C)は第1層から第3層の各発光層の電流印加の状態を示している。図12で示したものと同一のものについては説明を省略する。

10

【0091】

図10(a)~10(c)では、有機膜発光層が3層の場合の輝度重み付けの一例を示したが、これに限定されることはなく、更に多層化された場合でも適用可能である。その場合には、発光層の層数をn層としたとき、それぞれの層に対する重み付けをフレーム毎に切り替え、m種類(mはn以下の自然数)の電流値と時間長の組み合わせがnフレームで一巡するように設定する。更に、上記したように各フレームにおいて全ての発光層が発光した場合の合計輝度は、いずれも同じ値となるように設定する。また、全てのフレームで全ての発光層が発光した場合、各発光層における合計輝度はnフレーム単位でいずれも同じ値となるように設定する。

20

【0092】

また、図10(a)~10(c)では、各有機発光層毎に全て異なった電流値や時間長を設定したが、これに限定することはない。例えば、第1層~第3層の電流値や時間長を「1」、「1」、「1」のように同じ電流値や時間長としてもよいし、「1」、「2」、「2」のように部分的に同じ電流値や時間長としてもよい。

【0093】

なお、以上で述べた実施例では、第1層から第3層、あるいは、第1層から第5層の有機膜発光層を同じ材料で構成するとしたが、これに限定されることはない。有機膜発光層の材料が異なっても、上記のようにそれぞれの有機膜発光層に対して、電流値や電流を流す時間長を異ならせることにより、トータルとしての輝度を図3(a)の場合、第1層が「1」、第2層が「2」、第3層が「4」となるように構成し、図3(b)の場合、第1層が「1」、第2層が「2」、第3層が「4」、第4層が「8」、第5層が「16」となるように構成していればよい。

30

【0094】

第二実施形態の素子によれば、n個の発光素子に対してそれぞれ発光輝度の重み付けを設定した状態でn個の発光素子が発光させることにより各ドットの階調表現を行うようにしたため、1個の発光素子にのみ電流を供給して階調表現する従来装置に比べて発光素子が長寿命な表示装置の実現ができる。また、階調毎に発光と非発光の期間がないため、フリッカを無くすることができ、更に、デジタル駆動であるため、素子駆動部にTFTを用いた場合のTFTの持つ素子特性のばらつきによる輝度むらを無くすることができる。

40

【0095】

また、第二実施形態の素子によれば、発光素子の各発光層に対して電流を流す時間長及び電流値のうち、一方を同じ値に他方をm種類の値として設定したとき、あるいは時間長と電流値の組み合わせをm種類の値として設定したとき、m種類の値をnフレーム(インターレース駆動時にはnフィールド)の期間で一巡するように設定することにより、各発光層に流れる電流値と時間長の総量を平均化するようにしたため、各発光層の寿命を均一化できる。

【0096】

第三実施形態

次に、本発明の第三実施形態の表示装置における画素について詳述する。第一及び第二

50

実施形態では、各有機膜発光層がデジタル駆動されるデジタル駆動層のみで形成されている画素を使用した。第三実施形態では、アナログ駆動されるアナログ駆動層とデジタル駆動層とからなる画素を使用する。

【0097】

図14に、本発明の第三実施形態の表示装置における画素の層構成を示す。表示装置は例えば有機ELディスプレイである。図14において、ガラス基板301は表示装置の表示面である。このガラス基板301は、有機膜の層を形成できるものであるならば、プラスチックのようなものであってもよい。このガラス基板301の上に陽極302が形成される。陽極302としては、例えば透明電極であるITOなどが使用される。

【0098】

陽極302の上には有機膜発光層303が形成される。この有機膜発光層303は正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、そして有機化合物からなる蛍光体である発光層との組み合わせで構成される。この組み合わせは、有機ELの特性によって適切に選択されなければならない。

【0099】

有機膜発光層303の上には、陰極304が形成される。陰極304として透明電極であるITOを使用する場合は、そのままでは陰極として動作しないため、ITOと有機膜発光層303との間に陰極用のリチウムなどを薄く挿入する必要がある。

【0100】

電源3013が、陽極302と陰極304との間に直流電圧を印加するために接続される。陽極302と陰極304との間に挟まれた有機膜発光層303の発光原理は従来例と同じである。

【0101】

陰極304の上にはシリコン酸化膜3011と陽極305が順次積層形成される。シリコン酸化膜3011は、陽極305と陰極304を絶縁する効果を持っている。陽極305の上には上記同様に有機膜発光層306、陰極307、シリコン酸化膜3012、陽極308、有機膜発光層309、陰極3010、シリコン酸化膜3103、陽極3100、有機膜発光層3101、そして陰極3102が順次積層形成される。第三実施形態のように陰極3102側から光を取り出さない下面光取り出し構造では、陰極3102はアルミニウムなどの金属とする。

【0102】

電源3014、3015、3104がそれぞれ、陽極305と陰極307との間、陽極308と陰極3010との間、及び陽極3100と陰極3102との間に直流電圧を印加するため接続される。これにより、それぞれの有機膜発光層306、309、3101には電源3014、3015、3104を通じて陽極と陰極とから、直流電圧から変換された電流が供給される。

【0103】

それぞれの有機膜発光層303、306、309、3101は変換された電流値に比例した輝度で発光し、光はガラス基板301側から取り出される。なお、この構造は、有機ELだけでなく無機ELでも勿論実現可能であり、アクティブ駆動だけでなくパッシブ駆動の表示装置でも実現可能である。ここで、有機膜発光層303、306、309は、電源のオン/オフの2値により発光と非発光(点灯と消灯)を切り替えられるデジタル駆動層である。有機膜発光層303、306、309はそれぞれ所定の輝度で発光する材料を選択して形成する。

【0104】

これに対し、有機膜発光層3101は、電源3104から供給される電流量に比例して輝度が変化する材料を選択し、所定の輝度で発光させる。すなわち、有機膜発光層3101は、電流の大きさを变化させる動作によって、輝度が変化するアナログ駆動層であり、中間調レベルの発光ができる。従って第三実施形態の素子は、デジタル駆動層が3層、アナログ駆動層が1層の構造である。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 5 】

図 1 5 は、本発明の第三実施形態である表示装置の画素構造を示す。図 1 5 において、図 1 4 と同一構成部分には同一符号を付し、その説明を省略する。図 1 5 では、1 画素を構成する各色（例えば赤、緑、青など）のうちの 1 ドットを示している。ここで、ガラス基板 3 0 1 上には、アクティブ素子である薄膜トランジスタ（T F T）3 0 1 6 a、3 0 1 6 b、3 0 1 6 c、3 0 1 6 d が形成され、それぞれ陽極 3 0 2、3 0 5、3 0 8、3 1 0 0 に接続される。T F T 3 0 1 6 a ~ 3 0 1 6 d は有機膜発光層 3 0 3、3 0 6、3 0 9、3 1 0 1 を駆動制御可能なものであるならば、p - S i（低温ポリシリコン）、a - S i（アモルファスシリコン）など、どのようなアクティブ素子で作成されていてもよい。

10

【 0 1 0 6 】

T F T 3 0 1 6 a ~ 3 0 1 6 d は、有機膜発光層 3 0 3、3 0 6、3 0 9、3 1 0 1 に供給される電源をオン / オフする回路機能を持つ。また、ガラス基板 3 0 1 と陽極 3 0 2 との間に形成されたシリコン酸化膜 3 0 1 7 は、ガラス基板 3 0 1 から金属イオンが陽極 3 0 2 に移動していかないようにする膜である。陰極 3 0 4、陰極 3 0 7、陰極 3 0 1 0、陰極 3 1 0 2 は共通電極である。

【 0 1 0 7 】

図 1 5 に示す画素の下側であるガラス基板 3 0 1 側から光を取り出す場合、画素の上側である陰極 3 1 0 2 側から光が漏れないようにするため、陰極 3 1 0 2 はアルミニウムなどの金属で形成される。これによって、有機膜発光層 3 0 3、3 0 6、3 0 9、3 1 0 1 からそれぞれ出射された光は上下に放射されるが、陰極 3 1 0 2 側に出射された光は陰極 3 1 0 2 で反射して下側に向かうため、ガラス基板 3 0 1 側からのみ取り出されることとなる。

20

【 0 1 0 8 】

なお、第三実施形態ではガラス基板 3 0 1 に T F T 3 0 1 6 a ~ 3 0 1 6 d が備えられ、ガラス基板 3 0 1 側から光を取り出す下面光取り出し構造としたが、陰極 3 1 0 2 を透明電極で形成し、陽極 3 0 2 をアルミニウムなどの金属で形成して、陰極 3 1 0 2 側から光を取り出す上面光取り出し構造としてもよい。

【 0 1 0 9 】

ここで T F T 3 0 1 6 a ~ 3 0 1 6 d は、通常複数個必要とする。ここでは、T F T 3 0 1 6 a ~ 3 0 1 6 d を素子駆動部（第 1 の駆動部）と呼ぶこととする。有機膜発光層と素子駆動部とは単位素子となっている。図 1 4 に示す有機 E L ディスプレイは、表示装置の表示面に対して垂直方向に 4 個の発光層が積層された 4 層構造の発光素子を有するものである。

30

【 0 1 1 0 】

図 1 4 及び図 1 5 に示した第三実施形態の画素における有機膜発光層 3 0 3、3 0 6、3 0 9 の輝度重み付け方法は、図 3（a）、3（b）に既に示した方法に従う。有機膜発光層 3 0 3 を第 1 層、有機膜発光層 3 0 6 を第 2 層、有機膜発光層 3 0 9 を第 3 層とする。

【 0 1 1 1 】

図 3（b）は、有機膜発光層が 5 層構造の場合の例を示すので、図 1 4 及び図 1 5 に示した構造に更に 1 つの単位素子が設けられた 5 層構造を考える。5 つの有機膜発光層のうち、光が取り出される側に近い方から順に第 1 層、第 2 層、第 3 層、第 4 層及び第 5 層とする。

40

【 0 1 1 2 】

第三実施形態の表示装置における画素の階調表現の一例は図 4 に示し、既に説明したとおりである。

【 0 1 1 3 】

図 1 6 は、本発明の第三実施形態の表示装置の表示パネルのドライバ構成図を示す。図 1 6 において、一つの画素 3 0 3 6 は後述する図 1 7 の画素回路に相当する。第三実施形

50

態の表示パネルには、二次元マトリクス状に配置された複数の画素 3036 に、アナログデータ及び 3 ビットのデジタルデータを送るための水平ドライバ 3037 と、画素を駆動するための電源回路 3038 と、垂直方向のラインを選択する垂直ドライバ 3039 とが備えられている。

【0114】

複数の画素 3036 は、垂直方向に並んだ行 Y と水平方向に並んだ列 X とからなる二次元マトリクス状に配置されている。図 16 では一例として Y1 ~ Y4 の 4 行で、X1 ~ X6 の 6 列の表示パネルを示している。実際の表示パネルは図 16 に示すものよりも多くの行列を有しているが、ここでは便宜上このように示した。第三実施形態では、水平ドライバ 3037 にはデータドライバ 3371 ~ 3376 が、電源回路 3038 には電源部 3381 ~ 3386 が、垂直ドライバ 3039 にはゲートドライバ 3391 ~ 3394 がそれぞれ組み込まれている。なおここで、水平ドライバ 3037 及び垂直ドライバ 3039 を第 2 の駆動部とする。

10

【0115】

例えば、図 16 に示す表示パネルの最上段である Y1 行の表示ラインを走査したい場合、垂直ドライバ 3039 のゲートドライバ 3391 (ゲート用 TFT) が Y1 行の各画素 3036 をオンさせる。その他の表示ライン Y2 行 ~ Y4 行は、ゲートドライバ 3392 ~ 3394 がオフさせる。このとき水平ドライバ 3037 から映像データの 1 ライン分のデータ (デジタルデータとアナログデータからなる) を出力し、各画素 3036 に供給する。

20

【0116】

次に、ゲートドライバ 3391 が Y1 行の各画素 3036 をオフさせることにより、Y1 行の 1 ラインの映像が表示されることになる。続けて同様に、垂直ドライバ 3039 を Y2 行のゲートドライバ 3392 から Y4 行のゲートドライバ 3394 まで順番に駆動し、水平ドライバ 3037 から 1 ライン毎に映像データを出力することにより、すべての表示パネル内の画素 3036 を走査できることとなる。

【0117】

図 17 は、本発明の第三実施形態の画素を駆動するための駆動回路の回路図を示す。図 17 において、有機 EL 発光層 3018、3019、3020、3105 は、図 14 及び図 15 に示した有機膜発光層 303、306、309、3101 に相当する。第三実施形態の画素は、デジタル層が 3 層で、アナログ層が 1 層の計 4 層構造を示し、デジタル層を構成するそれぞれの層の輝度重み付けは図 3 (a) と同様に「1」、「2」、「4」である。

30

【0118】

有機 EL 発光層 3018 ~ 3020、3105 の各一端 (図ではアノード) は、駆動用 TFT 3024 ~ 3026、3107 の各ソース、ドレインを介して電源部 3381 を構成する電源 3030 ~ 3032、3109 に接続されている。また、TFT 3024 ~ 3026、3107 の各ゲートは、TFT 3027 ~ 3029、3108 の各ソースに接続される一方、コンデンサ 3021 ~ 3023、3106 を介して電源 3030 ~ 3032、3109 に接続されている。

40

【0119】

電源 3030、3031、3032 及び 3109 は、それぞれ図 14 に示した電源 3013、3014、3015 及び 3104 に相当する。電源 3030 ~ 3032 及び 3109 は、個別の電源でも共通の電源であってもよく、有機 EL 発光層 3018 ~ 3020、3105 を所定の重み付けで所定の輝度で発光させるように設定する。更に、TFT 3027 ~ 3029 の各ドレインは、データドライバ 3371 内のデータ保持部 3350 ~ 3352 に接続され、各ゲートはゲートドライバ 3391 に共通接続されている。また、TFT 3107 のゲートは、TFT 3108 のソース、ドレインを介してアナログデータ 3110 が印加される。

【0120】

50

ここでは、データドライバ 3371、電源部 3381、ゲートドライバ 3391 について示したが、図 16 に示すように、データドライバ 3372 ~ 3376、電源部 3382 ~ 3386、ゲートドライバ 3392 ~ 3394 も同様の構成である。データドライバ 3371 ~ 3376、電源部 3381 ~ 3386、ゲートドライバ 3391 ~ 3394 は表示パネルの各行 Y、各列 X の画素 3036 を駆動する。図 17 では便宜上、ゲートトランジスタ 3027 ~ 3029 とゲートトランジスタ 3108 とに接続するゲートドライバ 3391 (~ 3394) を別体の如く図示している。

【0121】

次に、この駆動回路の動作について説明する。最初に、デジタル層である有機 EL 発光層 3018、3019 及び 3020 を、オン / オフの 2 値により発光 / 非発光を行うようにデジタル駆動させる場合について説明する。 10

【0122】

まず、画素 3036 に表示する所定階調のデータ 3033 (3 ビット) がデータドライバ 3371 に入力される。データ 3033 は、デジタルのシリアルデータ又はパラレルデータであることが望ましい。データドライバ 3371 に入力されたデータ 3033 は、有機 EL 発光層 3018 ~ 3020 のうち表示装置に表示する階調に対応した有機 EL 発光層を発光させるために使用される。

【0123】

データ 3033 の各ビット (1 または 0) がデータ保持部 3350 ~ 3352 に保持され、ゲートドライバ 3391 は、ゲートトランジスタ 3027 ~ 3029 のゲートに所定の第 1 の電位を印加してこれらをオン状態にする。データドライバ 3371 から出力される表示データが、ゲートトランジスタ 3027 ~ 3029 の各ドレイン、ソースを通して、データ保持のためのコンデンサ 3021 ~ 3023 に書き込まれ、記憶される。 20

【0124】

続いて、ゲートドライバ 3391 は、ゲートトランジスタ 3027 ~ 3029 のゲートに所定の第 2 の電位を印加してこれらをオフ状態にする。ゲートトランジスタ 3027 ~ 3029 をオフにすると、コンデンサ 3021 ~ 3023 に蓄えられたデータが保持される。コンデンサ 3021 ~ 3023 に保持される電荷は、電源 3030 ~ 3032 とデータドライバ 3371 の出力電圧との電位差である。

【0125】

例えば、表示装置に階調「5」の映像を表示する場合を例にとって説明する。図 4 より階調「5」では、第 1 層と第 3 層の有機 EL 発光層 3018 と 3020 を点灯させる必要がある。ここでは、有機 EL 発光層 3018 を第 1 層、有機 EL 発光層 3019 を第 2 層、有機 EL 発光層 3020 を第 3 層とした。 30

【0126】

入力されたデータ 3033 は、データドライバ 3371 で対応する発光層の信号線に繋がるデータ列に変換されるが、この場合、データ保持部 3350 と 3352 に有機 EL 発光層 3018 と 3020 が発光させるデータが保持される。このときコンデンサ 3021 には、TF T 3024 をオンする電圧が印加され、コンデンサ 3023 にも、TF T 3026 をオンする電圧が印加されているため、TF T 3024 と 3026 がそれぞれオン状態とされる。一方、コンデンサ 3022 には、TF T 3025 を駆動する電圧が印加されていないため、TF T 3025 はオフ状態である。 40

【0127】

従って、TF T 3024 と 3026 がオン状態なので、電源 3030、3032 から電流が TF T 3024、3026 の各ドレイン、ソースを通して有機 EL 発光層 3018、3020 に供給され、有機 EL 発光層 3018、3020 が発光する。このとき有機 EL 発光層 3018 と 3020 の発光輝度の重み付けは「1」と「4」であるので、この合計である階調「5」が表示装置に映し出される。

【0128】

次に、有機 EL 発光層 3105 を用いて中間調レベルの発光を行うように、アナログ駆 50

動させる場合を説明する。まず、画素に表示したい階調のアナログデータ 3 1 1 0 が入力される。アナログデータ 3 1 1 0 は、デジタルデータ 3 0 3 3 で表現できる最小発光輝度よりも小さいレベルの発光輝度に対応した階調のデータが用いられる。

【 0 1 2 9 】

ここで、表示装置に階調「 0 . 3 」を表示する場合を例にして考える。アナログデータ 3 1 1 0 が入力されると、ゲートドライバ 3 3 9 1 により T F T 3 1 0 8 がオン状態とされるため、アナログデータ 3 1 1 0 は T F T 3 1 0 8 のドレイン、ソースを介して、データ保持のためのコンデンサ 3 1 0 6 に蓄えられる。続いて、ゲートドライバ 3 3 9 1 により T F T 3 1 0 8 がオフ状態に制御されるため、コンデンサ 3 1 0 6 にアナログデータ 3 1 1 0 が保持される。

10

【 0 1 3 0 】

このとき、コンデンサ 3 1 0 6 に保持される電荷は、電源 3 1 0 9 とアナログデータ 3 1 1 0 との電位差であり、これは階調データ「 0 . 3 」に応じた電流量が駆動用 T F T 3 1 0 7 に流れるような値である。コンデンサ 3 1 0 6 に保持された電荷により、駆動用 T F T 3 1 0 7 が動作し、電源 3 1 0 9 から電流が T F T 3 1 0 7 のドレイン、ソースを介して有機 E L 発光層 3 1 0 5 に供給され、有機 E L 発光層 3 1 0 5 が発光する。このとき、階調「 0 . 3 」が表示装置に映し出される。

【 0 1 3 1 】

第三実施形態のデジタル駆動法においては、図 1 7 に示した駆動用 T F T 3 0 2 4 ~ 3 0 2 6 はオン / オフのみの動作となる。そのため回路構成は駆動用 T F T 3 0 2 4 ~ 3 0 2 6 をオン / オフするためのデータを蓄えるコンデンサ 3 0 2 1 ~ 3 0 2 3 と、これらのコンデンサ 3 0 2 1 ~ 3 0 2 3 に上記のデータを保持するためのゲート用 T F T 3 0 2 7 ~ 3 0 2 9 とからなる、極めて簡単な回路構成で済む。また、駆動用 T F T 3 0 2 4 ~ 3 0 2 6 は、オン / オフのスイッチング動作となるために、従来の有機 E L 表示装置で問題であった、アクティブ素子である T F T の素子特性による閾値ばらつきの影響の無い飽和領域で動作させることができる。このため、表示装置面内における表示輝度むら、および階調ずれ等の問題を限りなく少なくできる。

20

【 0 1 3 2 】

また、第三実施形態のデジタル駆動法においては、駆動用 T F T 3 0 2 4 ~ 3 0 2 6 は、オン / オフのスイッチング動作だけを行うため、T F T による電力損が少ない飽和領域で動作させることができる。このため、従来の表示装置と比較すると低消費電力にできる。

30

【 0 1 3 3 】

更に第三実施形態においては、有機 E L 発光層に供給される電流は、複数の有機 E L 発光層に分散される。有機 E L の寿命は電流値の 2 乗に逆比例するといわれている。電流が複数の有機 E L 発光層に分散されることによって、一層あたりの電流量を少なくすることができるため、従来の回路構成と比較して長寿命となる。

【 0 1 3 4 】

更にまた第三実施形態では、デジタル駆動とアナログ駆動の方法として、アナログデータ 3 1 1 0 はデジタルデータ 3 0 3 3 で表現できる最小発光輝度よりも小さいレベルの発光輝度に対応した階調のデータが用いられるように構成する方法について説明したが、これに限定されるものではない。アナログデータ 3 1 1 0 に、デジタルデータ 3 0 3 3 で表現できる最大発光輝度よりも大きいレベルの発光輝度に対応した階調のデータが用いられるように構成する方法であってもよい。

40

【 0 1 3 5 】

(階調表現の第一実施例)

次に、第三実施形態の表示装置における画素の階調表現方法について説明する。

【 0 1 3 6 】

図 1 8 は、図 1 4 に示した第三実施形態の画素を用いて、直線的特性を持った階調を表現する第一実施例を示す。既述したように、デジタル駆動層は電源のオン / オフの動作に

50

よって発光 / 非発光となり、アナログ駆動層は電流の大きさを変化させることで輝度が変化する。

【 0 1 3 7 】

図 1 8 において、縦軸は画素全体の発光輝度を示し、横軸は入力データ（入力階調）を示す。後述する図 1 9 ~ 図 2 1 も同様である。ここで全体の発光輝度は、1 画素を構成する積層された複数の有機膜発光層の全体の発光輝度（複数の有機膜発光層の輝度合計）である。

【 0 1 3 8 】

デジタル駆動層が 3 層構造の場合、デジタル駆動層のみによる階調表現は 0 も含めて 8 段階しか表現できないため、図 1 8 に I で示すように発光輝度レベルの段差が大きくなって細かな階調表現が難しい。デジタル駆動層の層数を増やせば、階調数もそれに応じて増えるが、パネル構造も比例して複雑になり、工法も複雑になってしまう。

【 0 1 3 9 】

そこで、第三実施形態の画素のようにアナログ層を 1 層追加してデジタル層の階調段差を補間するように発光させる。具体的には、入力データが「32」、「64」、「96」、「128」、「160」、「192」、「224」と 32 の倍数の場合は、デジタル駆動層の階調レベルを 0 ~ 7 まで段階的に先に述べた第 1 層から第 3 層である有機膜発光層 303、306、309 の輝度重み付けにより上げ、発光輝度を上げる。ここで、第 1 層から第 3 層に対して図 3 (a) に既に示した 3 種類の重み付けを設定した。

【 0 1 4 0 】

入力データが「0」~「31」の場合は、デジタル駆動層を駆動するデジタル駆動部は階調レベルを「0」に設定する。アナログ駆動層を駆動するアナログ駆動部は、有機膜発光層 3101 が入力データ「0」~「31」に応じて発光するよう階調レベルを設定する。

【 0 1 4 1 】

同様に、入力データが「32」~「63」の場合は、デジタル駆動層の階調レベルを「1」にして、アナログ駆動層の階調レベルを入力データ「32」~「63」から「32」を引いた「0」~「31」に応じて発光するように設定する。入力データが「64」~「95」の場合は、デジタル駆動層の階調レベルを「2」にして、アナログ駆動層の階調レベルを入力データ「64」~「95」から「64」を引いた「0」~「31」に応じて発光するように設定する。入力データが「96」~「127」の場合は、デジタル駆動層の階調レベルを「3」にして、アナログ駆動層の階調レベルを入力データ「96」~「127」から「96」を引いた「0」~「31」に応じて発光するように設定する。

【 0 1 4 2 】

同様にして、入力データが「128」~「159」の場合、「160」~「191」の場合、「192」~「223」の場合、「224」~「255」の場合、デジタル駆動層の階調レベルを「4」、「5」、「6」、「7」と増加させて、アナログ駆動層の階調レベルを「0」~「31」に応じて発光するように設定する。

【 0 1 4 3 】

このように設定することで、アナログ駆動層による輝度レベルは図 1 8 に II で示すように、直線的な特性を持った階調表現をする。このように、アナログ駆動層はデジタル駆動層のみの構造に比べて、多階調を実現できる効果があり、デジタル駆動層はアナログ駆動層のみの構造に比べて、輝度むらを低減する効果がある。

【 0 1 4 4 】

（階調表現の第二実施例）

図 1 9 は、第三実施形態の画素が、図 1 8 のような直線的特性ではなく、ガンマ特性を持った階調を表現する第二実施例を示す。画素がデジタル駆動層のみの構造の場合、図 1 9 に III で示すように入力データの階調が大きくなるほど発光輝度レベルの段差が大きくなって細かな階調表現が難しい。そこで、アナログ駆動層を 1 層追加してデジタル駆動層の階調段差を補間するように発光させる。

【 0 1 4 5 】

ただし、図 1 8 に示した第一実施例と異なり、アナログ駆動層の階調レベルを入力データ「0」～「31」に比例させず、ガンマ特性を持たせて発光するように設定する。すなわち、入力データと全体の発光輝度との関係が図 1 9 のような曲線を描くガンマ特性を有するように、アナログ駆動層の輝度レベルが入力データに応じて図 1 9 の IV を示すような設定をする。

【 0 1 4 6 】

このように設定することで、アナログ駆動層はデジタル駆動層のみの構造に比べて、多階調を実現できる効果があり、デジタル駆動層はアナログ駆動層のみの構造に比べて、輝度むらを低減する効果がある。またディスプレイの特性に合わせたガンマ補正が可能である。

10

【 0 1 4 7 】

(階調表現の第三実施例)

図 2 0 は、3 層のデジタル駆動層と、2 層のアナログ駆動層とで発光素子 (多層部) を構成する第三実施形態の画素を用いた、ガンマ特性を持った階調を表現する場合の第三実施例を示す。すでに述べているようにデジタル駆動層が 3 層構造であると、デジタル駆動層のみによる階調表現は 0 も含めて 8 段階しか表現できない。そのため、入力データと全体の発光輝度との関係にガンマ特性を持たせようとする、図 2 0 に V で示すように発光輝度レベルの段差が大きくなって細かな階調表現が難しい。

【 0 1 4 8 】

20

そこで、図 2 0 に VI で示すように、1 層目のアナログ駆動層の入力データと発光輝度レベルとの関係がデジタル駆動層の階調段差を補間し、更に図 2 0 に VII で示すように、2 層目のアナログ駆動層の入力データと発光輝度レベルとの関係がガンマ特性を微調整するように発光させる。この 2 層目のアナログ駆動層は、ディスプレイ毎の特性ばらつき、経時変化に合わせてガンマ特性を変化できるように設定する。

【 0 1 4 9 】

このように設定することで、アナログ駆動層はデジタル駆動層のみの構造に比べて、多階調を実現できる効果があり、デジタル駆動層はアナログ駆動層のみの構造に比べて、輝度むらを低減する効果がある。またディスプレイの特性に合わせたガンマ補正が可能である。

30

【 0 1 5 0 】

(階調表現の第四実施例)

図 2 1 は、3 層のデジタル駆動層と、2 層のアナログ駆動層とで多層部を構成する第三実施形態の画素を用いた、ピーク輝度を上げる場合の階調表現方法である第四実施例を示す。デジタル駆動層が 3 層構造であると、デジタル駆動層のみによる階調表現は 0 も含めて 8 段階しか表現できない。そのため、入力データと全体の発光輝度との関係のピーク輝度を高めるように設定する場合、図 2 1 に VIII で示すように発光輝度レベルの段差が大きくなって細かな階調表現が難しい。

【 0 1 5 1 】

そこで、図 2 1 に IX で示すように、1 層目のアナログ駆動層の入力データと発光輝度レベルとの関係がデジタル駆動層の階調段差を補間し、更に図 2 1 に X で示すように、2 層目のアナログ駆動層の入力データと発光輝度レベルとの関係が、ピーク輝度が 1 0 0 % を超えたレベルで表現する時のみ発光させるようにする。

40

【 0 1 5 2 】

このように設定することで、アナログ駆動層はデジタル駆動層のみの構造に比べて、多階調を実現できる効果があり、デジタル駆動層はアナログ駆動層のみの構造に比べて、輝度むらを低減する効果がある。また、ピーク輝度を上げることでインパクトのある画像出力が可能である。

【 0 1 5 3 】

以上説明した第三実施形態の素子は、デジタル層とアナログ層とを組み合わせた構成と

50

したため、 n 個の発光層の全てをデジタル駆動して発光する構成に比べてアナログ層を形成することで多階調を表現することができ、更には所望の 1 ドットの所望の階調特性の階調表現ができる。また、 n 個の発光層の全てをアナログ駆動して発光する構成に比べて、画素毎の輝度のばらつきを大幅に低減できるため、輝度むらや階調ずれを低減できると共に電力損失を低減できる。

【0154】

上記の図 18 から図 21 に示した第一実施例～第四実施例では、画素が 3 層のデジタル駆動層と 1 層または 2 層のアナログ駆動層を有するものを用いて一例を示したが、これに限定されることはなく、更に多層化された場合でも適用可能である。

【0155】

第四実施形態

図 22 は、マルチフォトンを用いた実施形態である本発明の第四実施形態の表示装置における画素の層構成を示す。表示装置は例えば有機 EL ディスプレイである。図 22 において、ガラス基板 401 は表示装置の表示面である。このガラス基板 401 は、有機膜の層を形成できるものであるならば、プラスチックのようなものであってもよい。このガラス基板 401 の上に陽極 402 が形成される。この陽極 402 としては、例えば透明電極である ITO などが使用される。

【0156】

陽極 402 の上には有機膜発光層 403 が形成される。有機膜発光層 403 は正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、そして有機化合物からなる蛍光体である発光層との組み合わせで構成される（後述の有機膜発光層 405、407、409 も同様）。この組み合わせは、有機 EL の特性によって適切に選択されなければならない。

【0157】

有機膜発光層 403 の上には図 22 に示すように電荷生成層 404 が形成される。電荷生成層 404 は、電子と正孔の注入層として動作する。電荷生成層 404 には、ITO 又は V_2O_5 などが適応できる。電荷生成層 404 の上には有機膜発光層 405 が形成され、更にその上に電荷生成層 406、有機膜発光層 407、電荷生成層 408、有機膜発光層 409 が順次に積層される。そして、有機膜発光層 409 の上には陰極 410 が形成され、電源 411 が陰極 410 と陽極 402 に接続される。

【0158】

第四実施形態の表示装置は、陽極 402 と陰極 410 との間に有機膜発光層と電荷生成層とが交互に多層積層された構造で、このような構造のものをマルチフォトンと呼ぶ。ここでは、陽極 402 と陰極 410 との間に挟まれたマルチフォトン構造による発光素子部を、発光ユニットと呼ぶこととする。

【0159】

ガラス基板 401 から光を取り出す場合は、陰極 410 はアルミニウムなどの光を反射する金属で形成される。陽極 402 と陰極 410 との間に挟まれた各有機膜発光層 403、405、407、409 の発光原理は従来例と同じである。これに電源 411 が備えられる。

【0160】

図 23 はマルチフォトンの動作原理を示す。図 23 中、図 22 と同一構成部分には同一符号を付してある。図 23 において、電荷生成層 404、406、408 は、隣接する有機膜発光層 403、405、407、409 に電子と正孔を注入する機能を持つ。有機膜発光層 403、405、407、409 では、電子と正孔が再結合し、発光する。有機 EL から出力される明るさは、それぞれの有機膜発光層 403、405、407、409 から発光される各輝度の合計となる。

【0161】

ここではマルチフォトンが、4 層の有機膜発光層 403、405、407、409 で構成されているが、それぞれの有機膜発光層に同じ特性の発光材料を用いて、それぞれの層に 1 層の場合と同じ電圧を印加した場合、従来の有機膜発光層が 1 層の構成と比較して 4

10

20

30

40

50

倍の輝度を得られる。これより、マルチフォトンで従来の構成と同じ輝度を得る場合、各有機膜発光層を流れる電流を4分の1にすることができるため、有機膜発光層の長寿命化を達成できる。第四実施形態では、マルチフォトンの各層に同じ発光材料を使用する事を前提に考えているが、同じ発光特性が得られる場合にはこの限りではない。

【0162】

図24はマルチフォトンに適応した第四実施形態の表示装置の画素構成を示す。第四実施形態では、まず、ガラス基板415の上に陽極416が形成され、その上に有機膜発光層417が形成される。有機膜発光層417は従来例の構成と同じである。有機膜発光層417上に陰極418が形成される。陽極416と陰極418には電源430から電圧が印加される。

10

【0163】

これらの層の上には、シリコン酸化膜419が形成される。シリコン酸化膜419は、シリコン酸化膜419の上に形成される陽極420と、下に形成されている陰極418とを電氣的に絶縁する効果を持つ。陽極420の上に有機膜発光層421a、電荷生成層422、有機膜発光層421bおよび陰極423の順で積層される。陽極420と陰極423との間の構造は2層構成のマルチフォトンである。

【0164】

有機膜発光層421a及び421bは有機膜発光層417と同材料で形成され、それぞれの層に同じ電圧が加えられた場合、同じ特性で発光する。陽極420と陰極423の間には電源431が接続されて電圧が印加される。

20

【0165】

陰極423の上にはシリコン酸化膜424が形成される。シリコン酸化膜424はシリコン酸化膜424の上に形成される陽極425と、下に形成されている陰極423とを電氣的に絶縁する効果を持つ。この陽極425の上に有機膜発光層426a、電荷生成層427a、有機膜発光層426b、電荷生成層427b、有機膜発光層426c、電荷生成層427c、有機膜発光層426dおよび陰極428の順で積層される。陽極425と陰極428との間の構造は4層構成のマルチフォトンである。

【0166】

有機膜発光層426a～426dは有機膜発光層417と同材料で形成され、それぞれの層に同じ電圧が加えられた場合、同じ特性で発光する。陽極425と陰極428の間には電源432が接続されて電圧が印加される。なお、陰極428側から光を取り出す上面光取り出し構造である場合は、陰極428はITOなどの透明電極で構成される。

30

【0167】

それぞれの有機膜発光層417、421a、421b、426a～426dは印加される電流に比例した輝度で発光し、光はガラス基板415側から取り出される。ここでは、各有機膜発光層417、421a、421b、426a～426dから出力される輝度を同じにするために、各有機膜発光層417、421a、421b、426a～426dに同じ電圧が印加されるように、電源430、431、432の電源値を決める。ここでは、電源430、431、432には、1:2:4の比率の電源電圧が印加される。なお、この第四実施形態の構造は、有機ELだけでなく無機ELでも勿論実現可能であり、アクティブ駆動だけでなくパッシブ駆動の表示装置でも実現可能である。

40

【0168】

各マルチフォトン層は、電源のオン/オフの2値により発光と非発光(点灯と消灯)を切り替えることで、それぞれ所定の輝度で発光する。すなわち、電源のオン/オフの動作によって、有機膜発光層417、421a、421b、426a～426dはデジタル駆動となる。

【0169】

ここで前述したように、一つの陽極と一つの陰極との間に挟まれた、有機膜発光層と電荷生成層とからなるマルチフォトンによる発光部を、発光ユニットと呼ぶこととすると、図24の表示装置は、図25に示す画素構造で示される。ここでは、1画素を構成する各

50

色（例えば赤緑青など）のうちの１ドットを示している。図２５中、図２４と同一構成部分には同一符号を付してある。

【０１７０】

図２５において、ガラス基板４１５の上にはシリコン酸化膜４３３、陽極４１６、発光ユニット４３４、陰極４１８が順次積層され、更にその上にはシリコン酸化膜４１９、陽極４２０、発光ユニット４３５、陰極４２３が順次積層される。更にその上には、シリコン酸化膜４２４、陽極４２５、発光ユニット４３６、陰極４２８が順次積層されている。

【０１７１】

発光ユニット４３４は有機膜発光層４１７に相当し、発光ユニット４３５は有機膜発光層４２１ａ、電荷生成層４２２及び有機膜発光層４２１ｂからなる２層のマルチフォトンによる発光部に相当する。発光ユニット４３６は、有機膜発光層４２６ａ、電荷生成層４２７ａ、有機膜発光層４２６ｂ、電荷生成層４２７ｂ、有機膜発光層４２６ｃ、電荷生成層４２７ｃ及び有機膜発光層４２６ｄからなる４層のマルチフォトンによる発光部に相当する。

10

【０１７２】

ここで第四実施形態において、一つの発光ユニット及びこれを挟む陽極と陰極、陽極と陰極に電源電圧を供給する電源とを合わせて単位素子と呼ぶこととすると、陽極４１６、発光ユニット４３４、陰極４１８は図示しない電源と共に一つの単位素子を構成している。同様に、陽極４２０、発光ユニット４３５、陰極４２３は図示しない電源と共に一つの単位素子を構成しており、陽極４２５、発光ユニット４３６、陰極４２８は図示しない電源と共に一つの単位素子を構成している。従って図２５に示す有機ＥＬディスプレイは、表示装置の表示面に対して垂直方向に３個の単位素子が積層された３層構造の発光素子を有するものである。

20

【０１７３】

また、ガラス基板４１５上には、図２５に示すように、アクティブ素子である薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）４３７ａ、４３７ｂ、４３７ｃが形成され、それぞれ陽極４１６、４２０、４２５に接続される。ＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃは有機膜発光層を駆動制御可能なものであるならば、ｐ－Ｓｉ（低温ポリシリコン）、ａ－Ｓｉ（アモルファスシリコン）、さらには有機トランジスタなどのどのようなアクティブ素子で作成されていてもよい。

【０１７４】

ＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃは、発光ユニット４３４～４３６に印加される電源をオン／オフする回路機能を持つ。電源をオン／オフすることでＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃは上記したように、発光ユニット４３４～４３６（発光部）を発光または非発光とするようデジタル駆動する。

30

【０１７５】

シリコン酸化膜４３３は、ガラス基板４１５から金属イオンが陽極４１６に移動していかないようにする膜である。図示していないが、陰極４１８、陰極４２３、陰極４２８は共通電極である。

【０１７６】

画素の下側であるガラス基板４１５側から光を取り出す場合、画素の上側である陰極４２８側から光が漏れないようにするため、陰極４２８はアルミニウムなどの金属で形成される。これによって、発光ユニット４３４～４３６から出た光は上下に放射されるが、陰極４２８側に出た光は陰極４２８で反射して下側に向かうため、ガラス基板４１５側からのみ取り出されることとなる。

40

【０１７７】

ここで、ガラス基板４１５にＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃが備えられ、ガラス基板４１５側から光を取り出す下面光取り出し構造と、陰極４２８を透明電極で形成し、陽極４１６をアルミニウムなどの金属で形成して、陰極４２８側から光を取り出す上面光取り出し構造とがあるが、本発明ではどちらの構造を用いてもよい。ここで、ＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃは、通常複数個必要とする。ここでは、ＴＦＴ４３７ａ～４３７ｃを素子駆動部（第

50

１の駆動部）と呼ぶこととする。

【０１７８】

図２５に示すように発光ユニットが３層構造の場合、各層の輝度重み付けは図３（ａ）に示すように行う。輝度重み付けとは、それぞれの発光層の発光輝度をある値を基準として相対的に数値化したものである。

【０１７９】

ここで、図２４及び図２５に示した発光ユニット４３４を第１層、発光ユニット４３５を第２層、発光ユニット４３６を第３層とし、第１層の輝度を「１」、第２層が輝度「２」、第３層が輝度「４」と設定する。これは、マルチフォトン構造の各有機膜発光層に印加される電圧が同じである場合、各発光ユニットから出力される輝度は、各発光ユニットが有する有機膜発光層の数の整数倍となることによる。ここで、各発光ユニットの輝度は電源電圧をオンとした際の発光輝度を表し、各発光ユニットは電源電圧のオン／オフでデジタル駆動される。

10

【０１８０】

図３（ｂ）は、発光ユニットが５層構造の場合の輝度重み付け方法の一例を示す。５層構造の場合、図２４及び図２５に示した構造に更に２つの単位素子が積層され、発光ユニットが全部で５つとなるように形成される。この５つの発光ユニットのうち、光が取り出される側に近い方から順に第１層、第２層、第３層、第４層及び第５層としたとき、図３（ｂ）に示すように、第１層の輝度を「１」とした場合、第２層は輝度「２」、第３層は輝度「４」、第４層は輝度「８」、第５層は輝度「１６」となる。

20

【０１８１】

図４は、図３（ａ）の輝度重み付けの場合における階調表現の方法を示し、既に説明したとおりである。

【０１８２】

図２６は本発明の第四実施形態の表示装置における画素を用いた表示パネルのドライバ構成図を示す。図２６において、一つの画素４５６は後述する画素回路に相当する。表示パネルには、二次元マトリクス状に配置された複数の画素４５６に、３ビットのデジタルデータを送るための水平ドライバ４５７と、画素を駆動するための電源回路４５８と、垂直方向のラインを選択する垂直ドライバ４５９とが備えられている。

【０１８３】

複数の画素４５６は、垂直方向に並んだ行Ｙと水平方向に並んだ列Ｘとからなる二次元マトリクス状に配置されている。図２６では一例としてＹ１～Ｙ４の４行で、Ｘ１～Ｘ６の６列の表示パネルを示している。実際の表示パネルは図２６に示すものよりも多くの行列を有しているが、ここでは便宜上このように示した。

30

【０１８４】

第四実施形態では、水平ドライバ４５７にはデータドライバ４７１～４７６が、電源回路４５８には電源部４８１～４８６が、垂直ドライバ４５９にはゲートドライバ４９１～４９４がそれぞれ組み込まれている。なおここで、水平ドライバ４５７及び垂直ドライバ４５９を第２の駆動部とする。

【０１８５】

例えば、図２６に示す表示パネルの最上段であるＹ１行の表示ラインを走査したい場合、垂直ドライバ４５９のゲートドライバ４９１がＹ１行の各画素４５６をオンさせる。その他の表示ラインＹ２行～Ｙ４行は、ゲートドライバ４９２～４９４がオフさせる。このとき水平ドライバ４５７から映像データの１ライン分のデータを出力し、各画素４５６に供給する。

【０１８６】

次に、ゲートドライバ４９１がＹ１行の各画素４５６をオフさせることにより、Ｙ１行の１ラインの映像が表示されることになる。続けて同様に、垂直ドライバ４５９をＹ２行のゲートドライバ４９２からＹ４行のゲートドライバ４９４まで順番に駆動し、水平ドライバ４５７から１ライン毎に映像データを出力することにより、すべての表示パネル内の

40

50

画素 4 5 6 を走査できることとなる。

【 0 1 8 7 】

図 2 7 は本発明の第四実施形態の画素を駆動するための回路図を示す。図 2 7 において、発光ダイオードのシンボルで記載した 4 3 4、4 3 5 及び 4 3 6 は、図 2 5 に示した発光ユニット 4 3 4、4 3 5 及び 4 3 6 に相当する。第四実施形態では、デジタル層が 3 層構造を示し、デジタル層を構成するそれぞれの有機膜発光層の輝度重み付けは図 3 (a) と同様に「 1 」, 「 2 」, 「 4 」である。

【 0 1 8 8 】

また、発光ユニット 4 3 4 ~ 4 3 6 の各一端 (図ではアノード) は、駆動用 T F T 4 4 4 ~ 4 4 6 の各ソース、ドレインを介して電源部 4 8 1 を構成する電源 4 5 0 ~ 4 5 2 に接続されている。また、T F T 4 4 4 ~ 4 4 6 の各ゲートは、T F T 4 4 7 ~ 4 4 9 の各ソースに接続される一方、コンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 を介して電源 4 5 0 ~ 4 5 2 に接続されている。

10

【 0 1 8 9 】

電源 4 5 0 ~ 4 5 2 は、個別の電源でも共通の電源であってもよく、発光ユニット 4 3 4 ~ 4 3 6 を所定の重み付けで所定の輝度で発光させるように設定する。更に、T F T 4 4 7 ~ 4 4 9 の各ドレインは、データドライバ 4 7 1 内のデータ保持部 4 6 0 ~ 4 6 2 に接続され、各ゲートはゲートドライバ 4 9 1 に共通接続されている。

【 0 1 9 0 】

ここでは、データドライバ 4 7 1、電源部 4 8 1、ゲートドライバ 4 9 1 について示したが、図 2 7 に示すように、データドライバ 4 7 2 ~ 4 7 6、電源部 4 8 2 ~ 4 8 6、ゲートドライバ 4 9 2 ~ 4 9 4 も同様の構成である。データドライバ 4 7 1 ~ 3 7 6、電源部 4 8 1 ~ 3 8 6、ゲートドライバ 4 9 1 ~ 4 9 4 は表示パネルの各行 Y、各列 X の画素 4 5 6 を駆動する。

20

【 0 1 9 1 】

次に、この駆動回路の動作について説明する。まず、画素 4 5 6 に表示する所定階調のデータ 4 5 3 (3 ビット) がデータドライバ 4 7 1 に入力される。データ 4 5 3 は、デジタルのシリアルデータ又はパラレルデータであることが望ましい。データドライバ 4 7 1 に入力されたデータ 4 5 3 は、発光ユニット 4 3 4、4 3 5、4 3 6 のうち表示装置に表示する階調に対応した発光ユニットを発光させるために使用される。

30

【 0 1 9 2 】

データ 4 5 3 の各ビット (1 または 0) がデータ保持部 4 6 0 ~ 4 6 2 に保持され、ゲートドライバ 4 9 1 は、ゲートトランジスタ 4 4 7 ~ 4 4 9 のゲートに所定の第 1 の電位を印加してこれらをオン状態にする。データドライバ 4 7 1 から出力される表示データが、ゲートトランジスタ 4 4 7 ~ 4 4 9 の各ドレイン、ソースを通して、データ保持のためのコンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 に書き込まれ、記憶される。

【 0 1 9 3 】

続いてゲートドライバ 4 9 1 は、ゲートトランジスタ 4 4 7 ~ 4 4 9 のゲートに所定の第 2 の電位を印加してこれらをオフ状態にする。ゲートトランジスタ 4 4 7 ~ 4 4 9 をオフにすると、コンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 に蓄えられた電荷が保持される。コンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 に保持される電荷は、電源 4 5 0 ~ 4 5 2 とデータドライバ 4 7 1 の出力電圧との電位差である。

40

【 0 1 9 4 】

いま、表示装置に階調「 5 」の映像を表示する場合を例にとって説明する。図 4 より階調「 5 」では、第 1 層と第 3 層の発光ユニット 4 3 4 と 4 3 6 を点灯させる必要がある。入力されたデータ 4 5 3 はデータドライバ 4 7 1 で、対応する発光層の信号線に繋がるデータ列に変換される。この場合、データ保持部 4 6 0 と 4 6 2 に発光ユニット 4 3 4 と 4 3 6 とを発光させるデータが保持される。

【 0 1 9 5 】

このときコンデンサ 4 4 1 には、T F T 4 4 4 をオンする電圧が印加され、コンデンサ

50

4 4 3 にも、T F T 4 4 6 をオンする電圧が印加されているため、T F T 4 4 4 と 4 4 6 がそれぞれオン状態とされる。一方、コンデンサ 4 4 2 には、T F T 4 4 5 を駆動する電圧が印加されていないため、T F T 4 4 5 はオフ状態である。

【0 1 9 6】

従って、T F T 4 4 4 と 4 4 6 がオン状態なので、電源 4 5 0、4 5 2 から電流が T F T 4 4 4、4 4 6 の各ドレイン、ソースを通して発光ユニット 4 3 4、4 3 6 に供給され、発光ユニット 4 3 4、4 3 6 が発光する。このとき発光ユニット 4 3 4、4 3 6 の発光輝度の重み付けは「1」と「4」であるので、この合計である階調「5」が表示装置に映し出される。

【0 1 9 7】

第四実施形態の表示パネルのデジタル駆動法においては、駆動用 T F T 4 4 4 ~ 4 4 6 はオン/オフのみの動作となる。そのため回路構成は駆動用 T F T 4 4 4 ~ 4 4 6 をオン/オフするためのデータを蓄えるコンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 と、これらのコンデンサ 4 4 1 ~ 4 4 3 に上記のデータを保持するためのゲート用 T F T 4 4 7 ~ 4 4 9 とからなる、極めて簡単な回路構成で済む。

【0 1 9 8】

また、駆動用 T F T 4 4 4 ~ 4 4 6 は、オン/オフのスイッチング動作となるために、従来の有機 E L 表示装置で問題であった、アクティブ素子である T F T の素子特性による閾値ばらつきの影響の無い飽和領域で動作させることができる。このため、表示装置面内における表示輝度むら、および階調ずれ等の問題を限りなく少なくできる。

【0 1 9 9】

更に T F T による電力損が少ない飽和領域で動作させることができる。このため、従来の表示装置と比較すると低消費電力にできる。

【0 2 0 0】

第四実施形態の素子においては、発光ユニット 4 3 4 ~ 4 3 6 にマルチフォトン構造を採用しているために、各有機膜発光層に流れる電流を少なくしたまま従来以上の輝度が得られる。有機 E L の寿命は電流値の 2 乗に逆比例するため、従来の回路構成と比較して長寿命となる。

【0 2 0 1】

更にデジタル表示をするにあたり、各発光ユニットにマルチフォトンを適応し、その各発光層に同じ特性の材料を使用することで、デジタル表示に必要な整数倍の輝度の階調を容易に得ることができる。

【0 2 0 2】

なお、本発明は以上の第一実施形態から第四実施形態のように例えば、第 1 層から第 3 層、あるいは、第 1 層から第 5 層までの有機膜発光層（発光ユニット）を異なる材料で構成しても同じ材料で構成してもかまわない。例えば有機膜発光層の材料が異なっても、上記のようにそれぞれの有機膜発光層に対して、電流値や電流を流す時間長を異ならせることにより、トータルとしての輝度を図 3 (a) の場合、第 1 層が「1」、第 2 層が「2」、第 3 層が「4」となるように構成し、図 3 (b) の場合、第 1 層が「1」、第 2 層が「2」、第 3 層が「4」、第 4 層が「8」、第 5 層が「16」となるように構成していればよい。

【0 2 0 3】

また、有機膜発光層及び発光ユニットの輝度重み付けは、発光層を少なく形成できる 2 の n 乗の輝度重み付けにすることが望ましいが、この限りではない。また、層毎の輝度の重み付けは、図 3 (a)、3 (b) で示したような光が取り出される側に近い層から昇順とする必要は無く、降順としても、また任意に並べ替えてもよい。

【0 2 0 4】

更には例えば、図 4 では、各発光層毎に異なった輝度重み付けとして説明してきたがこれに限定されるものではなく、第 1 層と第 2 層と第 3 層の輝度重み付けを「1」, 「1」, 「1」のように同じ輝度重み付けとしてもよいし、第 1 層と第 2 層と第 3 層の輝度を「

10

20

30

40

50

「1」, 「2」, 「2」のように部分的に同じ輝度重み付けとしてもよい。

【0205】

また、本発明は、有機ELだけでなく無機ELでも勿論実現可能であり、アクティブ駆動だけでなくパッシブ駆動の表示装置でも実現可能である。更に、本発明の素子によれば、一画素を構成するための複数の副画素が不要であるので、今後のパネルの高解像度化に充分対応できる。

【産業上の利用可能性】

【0206】

本発明は、エレクトロルミネッセンスを用いた表示デバイスに適用できる。さらに発光層を多層に積層できる構造の表示デバイスであればエレクトロルミネッセンス以外の表示

10

【図面の簡単な説明】

【0207】

【図1】第一実施形態の表示装置における画素の層構成を示す図である。

【図2】第一実施形態の画素構造を示す図である。

【図3】有機膜発光層が3層構造と5層構造の各場合の、各層の輝度重み付けの一例を示す図である。

【図4】本発明表示装置における階調表現方法の一例を示す図である。

【図5】第一実施形態の表示パネルのドライバ構成を示す図である。

20

【図6】第一実施形態の画素を駆動するための回路図である。

【図7】第二実施形態の表示パネルのドライバ構成を示す図である。

【図8】第二実施形態の画素を駆動するための回路図である。

【図9】フレーム信号と電流値切替信号との関係を示す図である。

【図10】第二実施形態の表示装置におけるフレーム毎の階調表現方法を説明するためのテーブルを示す図である。

【図11】第五実施例のタイミングチャートである。

【図12】第六実施例のタイミングチャートである。

【図13】第七実施例のタイミングチャートである。

【図14】第三実施形態の表示装置における画素の層構成を示す図である。

30

【図15】第三実施形態の画素構造を示す図である。

【図16】第三実施形態の表示パネルのドライバ構成を示す図である。

【図17】第三実施形態の画素を駆動するための回路図である。

【図18】階調表現方法の第一実施例の説明図である。

【図19】階調表現方法の第二実施例の説明図である。

【図20】階調表現方法の第三実施例の説明図である。

【図21】階調表現方法の第四実施例の説明図である。

【図22】第四実施形態の表示装置における画素の層構成を示す図である。

【図23】マルチフォトンの動作原理を示す図である。

【図24】第四実施形態の画素の構成を示す図である。

40

【図25】第四実施形態の画素構造を示す図である。

【図26】第四実施形態の表示パネルのドライバ構成を示す図である。

【図27】第四実施形態の画素を駆動するための回路図である。

【図28】有機ELディスプレイの基本的な層構成と5層構成を示す図である。

【図29】従来の表示装置の画素構造の一例の断面図である。

【図30】従来の表示装置におけるパネルドライバ構成の一例を示す図である。

【図31】従来の表示装置における駆動回路の一例を示す図である。

【符号の説明】

【0208】

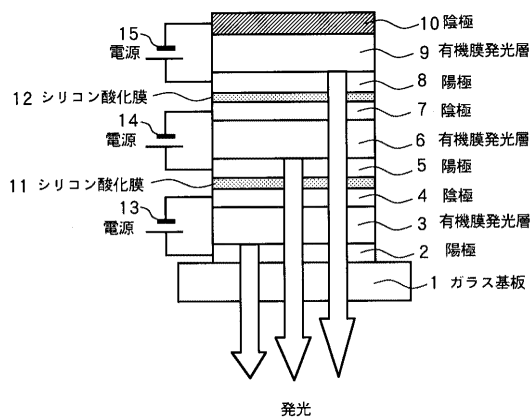
1 ガラス基板

50

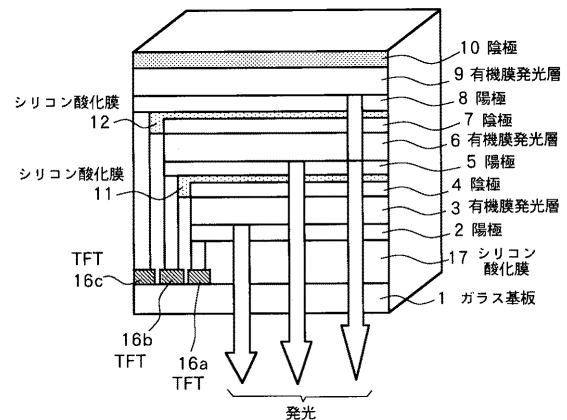
- 2、5、8 陽極
- 3、6、9 有機膜発光層
- 4、7、10 陰極
- 11、12、17 シリコン酸化膜
- 13、14、15 直流電源
- 16a、16b、16c 薄膜トランジスタ（TFT）
- 18、19、20 有機EL発光層
- 21、22、23 コンデンサ
- 24、25、26 駆動用TFT
- 27、28、29 ゲートTFT
- 35 データドライバ
- 36 画素回路
- 37 水平ドライバ
- 38 電源回路
- 39 垂直ドライバ

10

【図1】



【図2】



【図3】

発光層	輝度重み付け
第1層	1
第2層	2
第3層	4

(a) 3層構造の場合の輝度重み付け

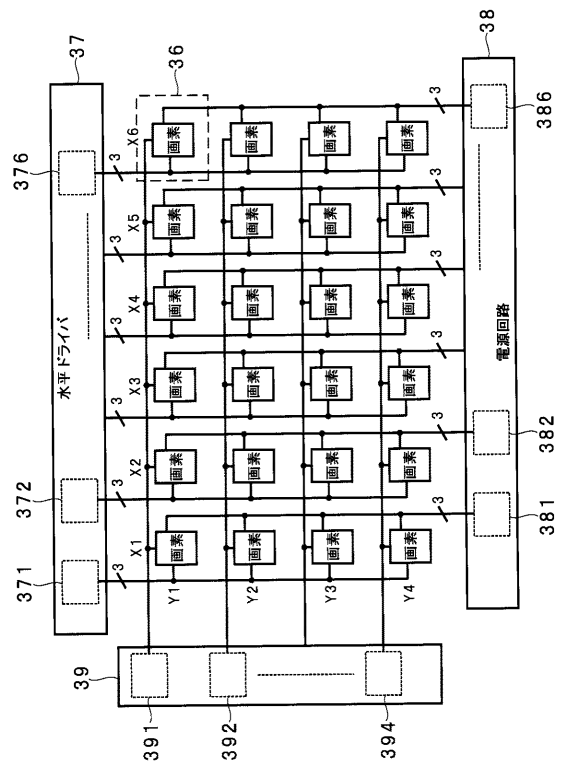
発光層	輝度重み付け
第1層	1
第2層	2
第3層	4
第4層	8
第5層	16

(b) 5層構造の場合の輝度重み付け

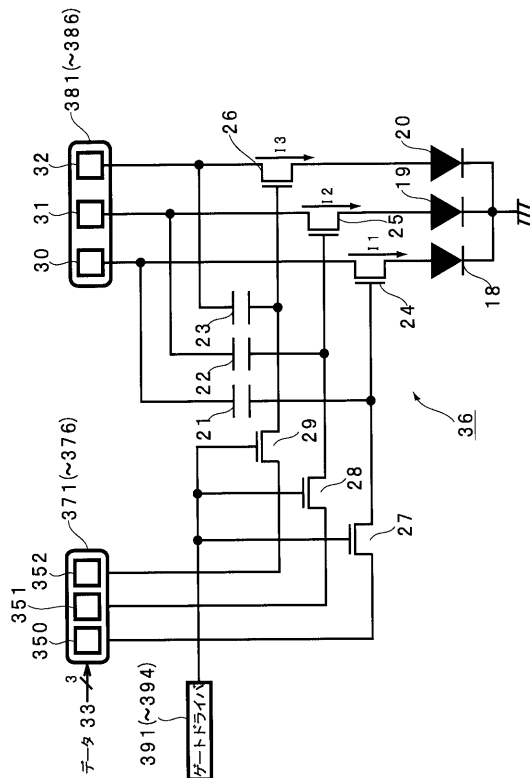
【 図 4 】

	輝度重み付け		
	第1層	第2層	第3層
階調	1	2	4
0			
1	●		
2		●	
3	●	●	
4			●
5	●		●
6		●	●
7	●	●	●

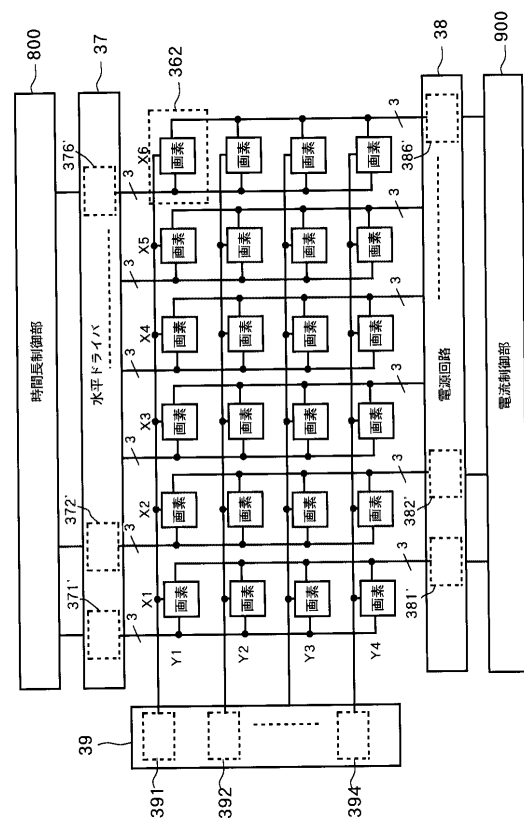
【 図 5 】



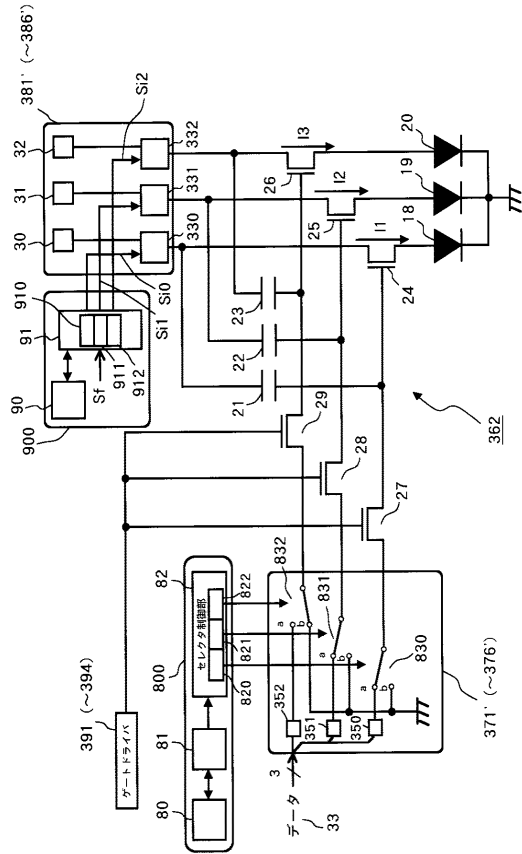
【 図 6 】



【 圖 7 】



【図 8】



【図 10】

フレーム	電流値			輝度合計
	第1層	第2層	第3層	
1	1	2	4	7
2	2	4	1	7
3	4	1	2	7
4	1	2	4	7
5	2	4	1	7
6	4	1	2	7
7	1	2	4	7
...	...	...	...	...

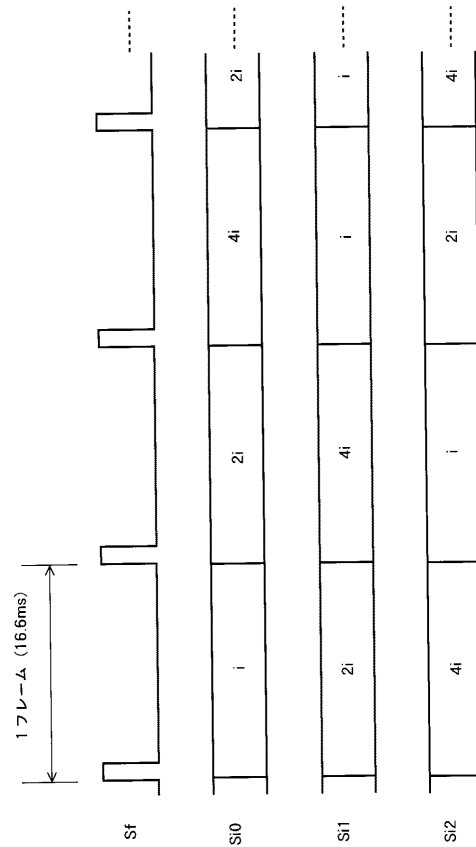
フレーム	時間長			輝度合計
	第1層	第2層	第3層	
1	1	2	4	7
2	2	4	1	7
3	4	1	2	7
4	1	2	4	7
5	2	4	1	7
6	4	1	2	7
7	1	2	4	7
...	...	...	...	...

(b) 時間長を異ならせた場合の一例

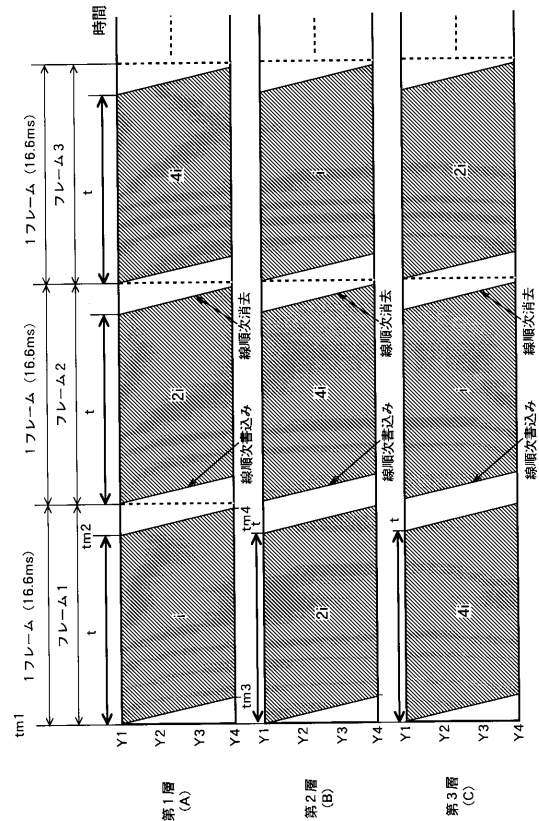
フレーム	電流値			時間長			輝度合計
	第1層	第2層	第3層	第1層	第2層	第3層	
1	1	3/2	2	1	4/3	2	7
2	3/2	2	1	4/3	2	1	7
3	2	1	3/2	2	1	4/3	7
4	3/2	1	2	4/3	1	2	7
5	2	3/2	1	2	4/3	1	7
6	1	2	3/2	1	2	4/3	7
7	2	3/2	1	2	4/3	1	7
8	1	2	3/2	1	2	4/3	7
9	3/2	1	2	4/3	1	2	7
10	1	3/2	2	1	4/3	2	7
...	...	...	...	...	...	...	...

(c) 電流値と時間長を異ならせた場合の一例

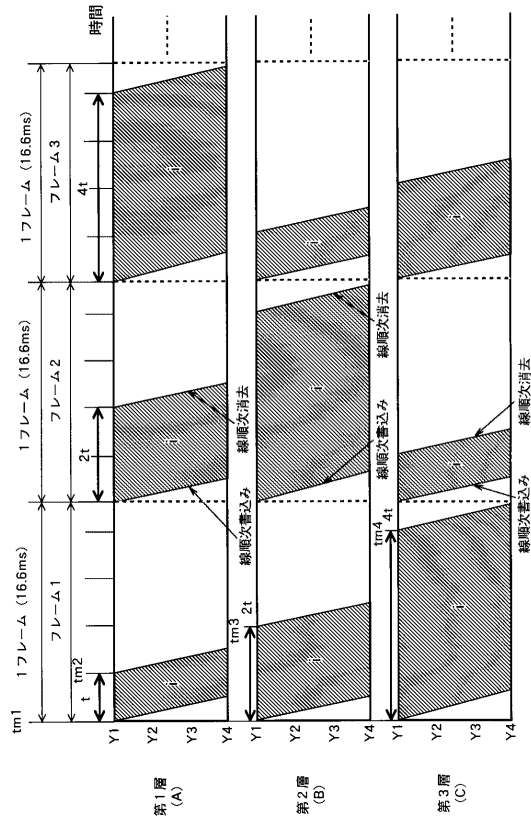
【図 9】



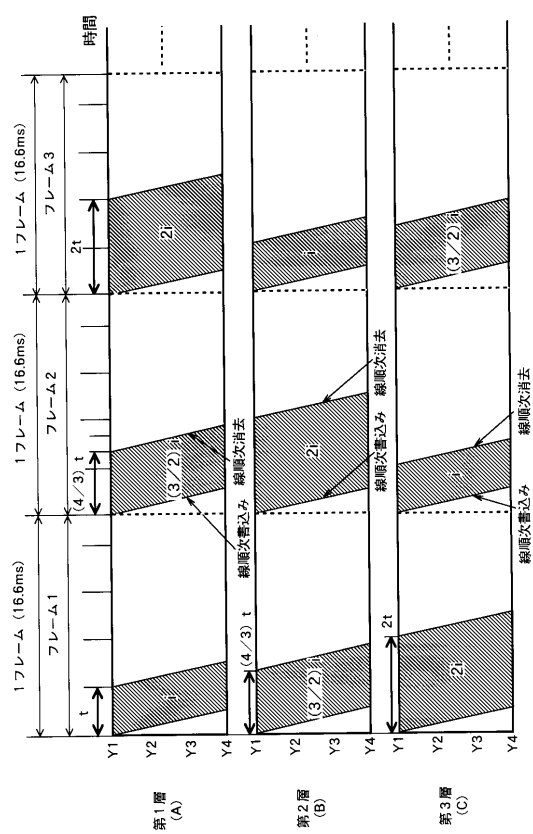
【図 11】



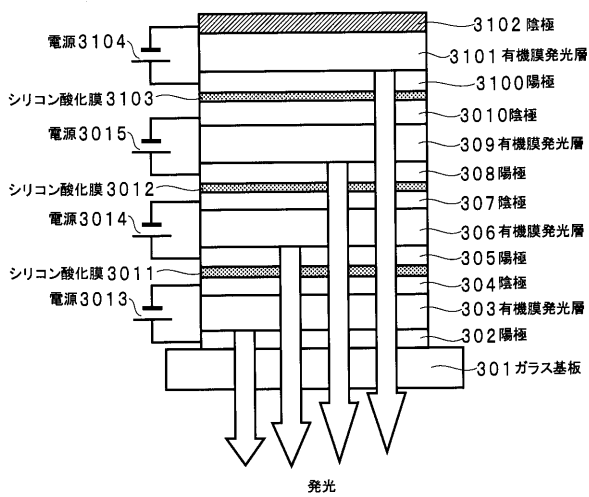
【図 1 2】



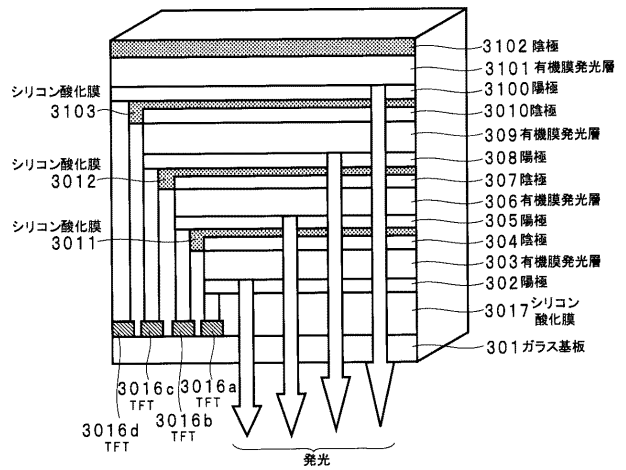
【図 1 3】



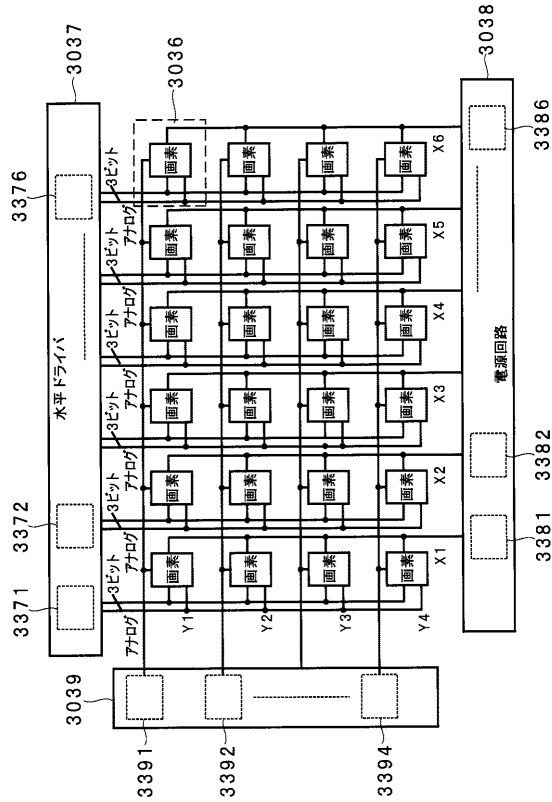
【図 1 4】



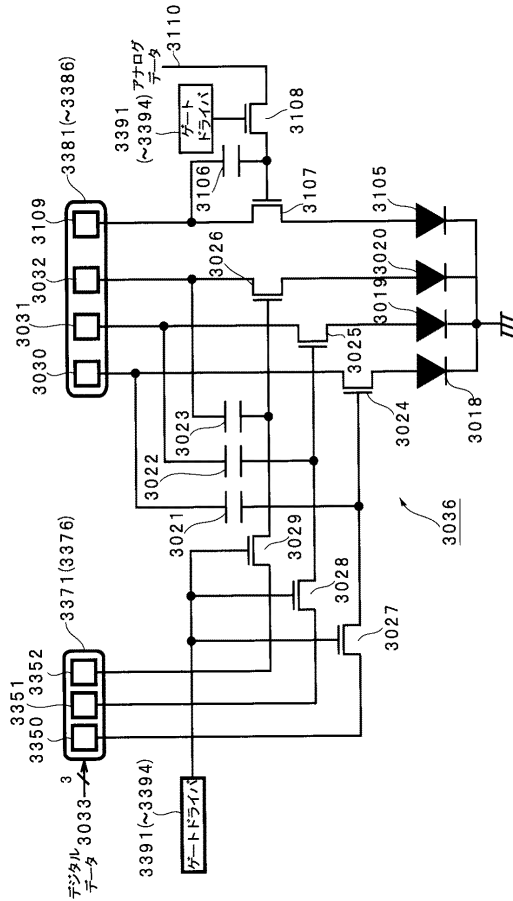
【図 1 5】



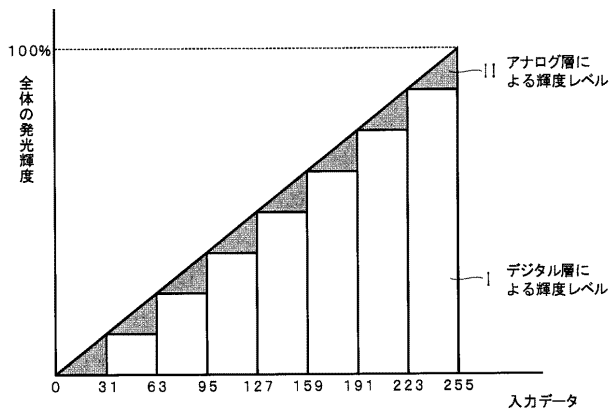
【図 16】



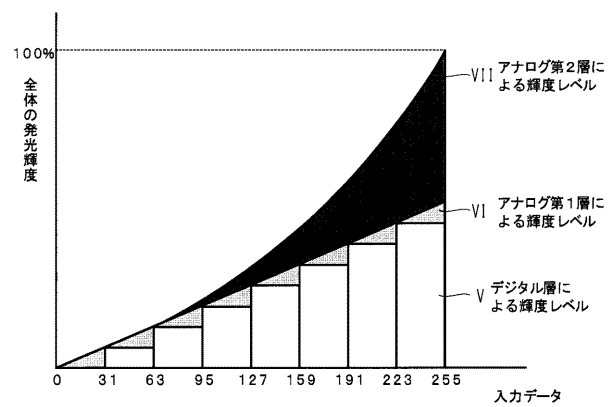
【図 17】



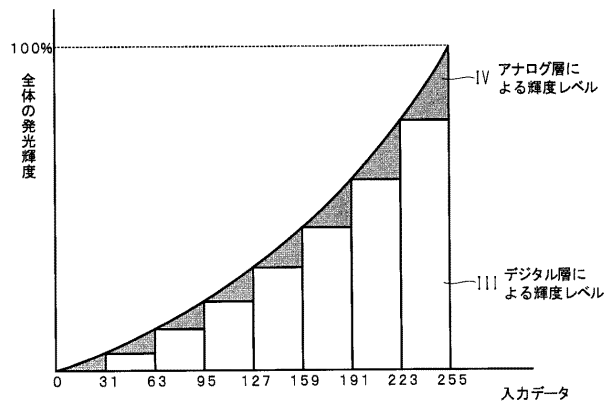
【図 18】



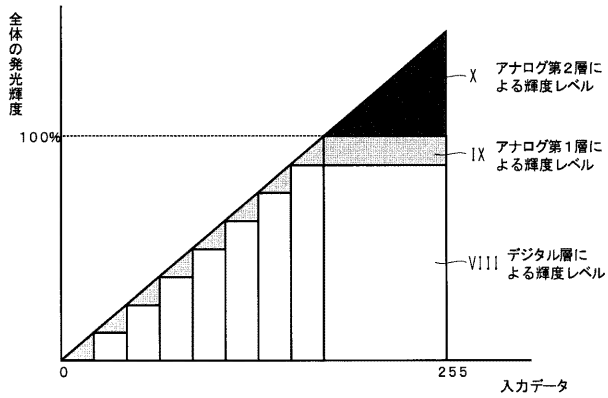
【図 20】



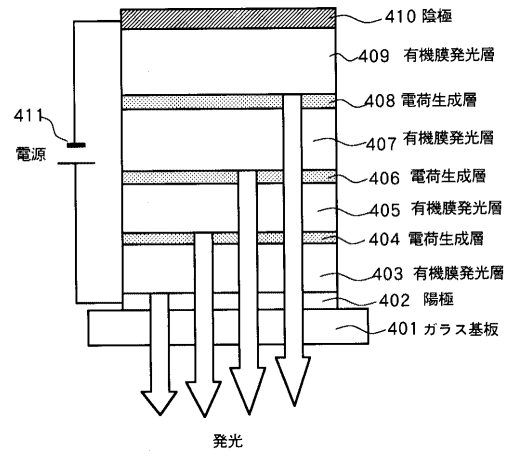
【図 19】



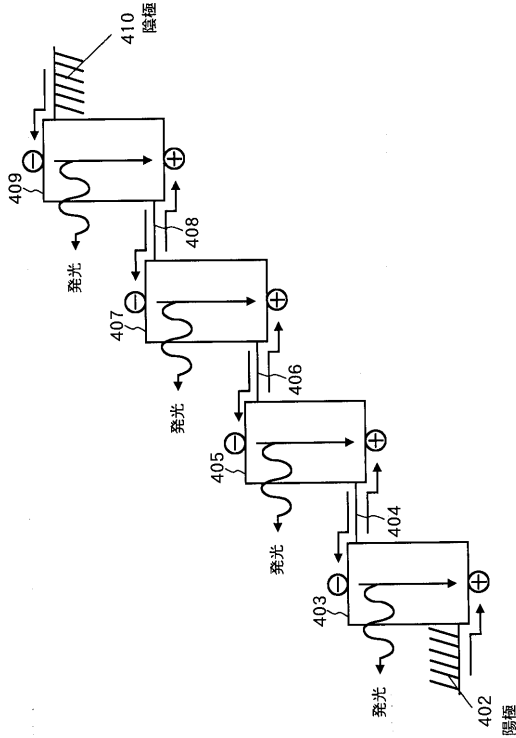
【図 2 1】



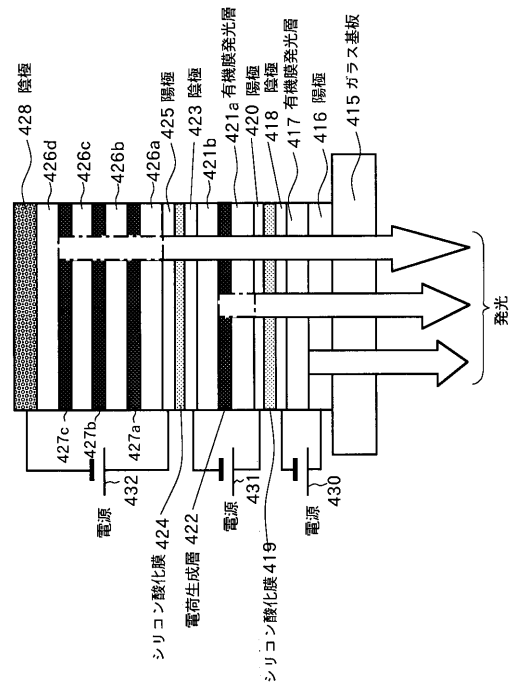
【図 2 2】



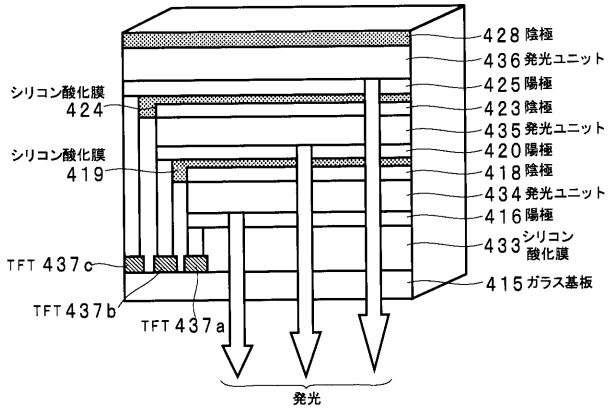
【図 2 3】



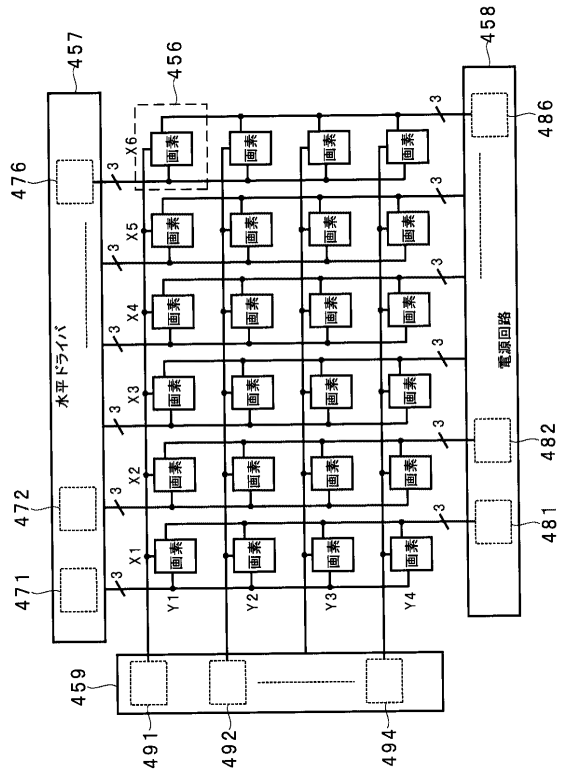
【図 2 4】



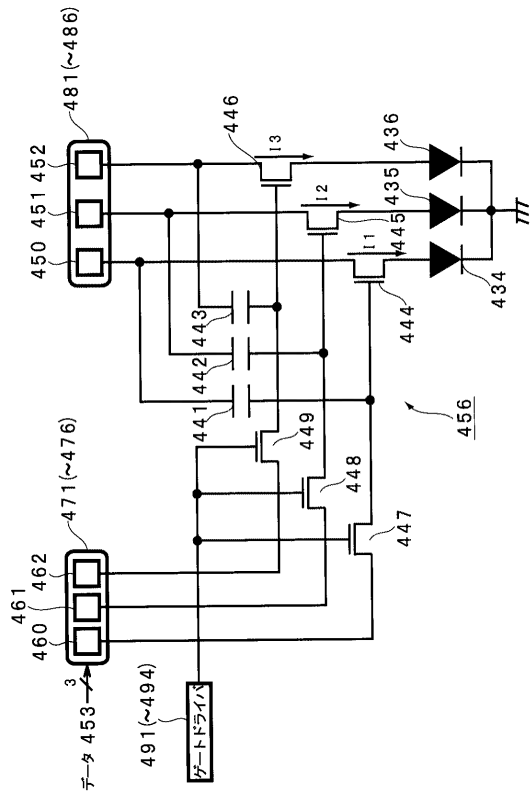
【図 25】



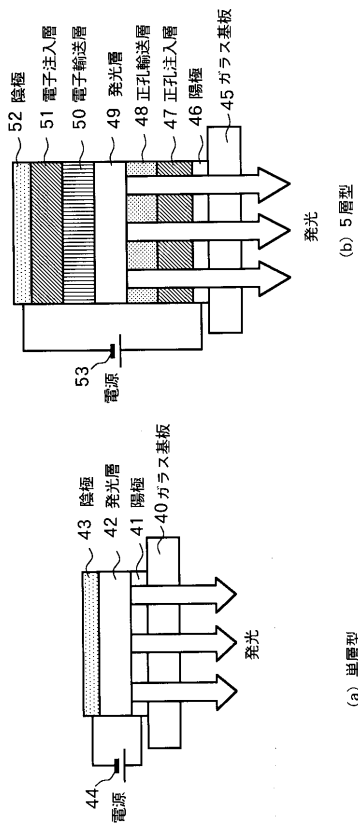
【図 26】



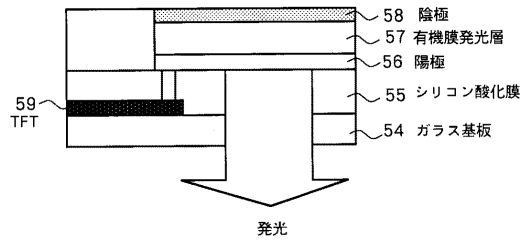
【図 27】



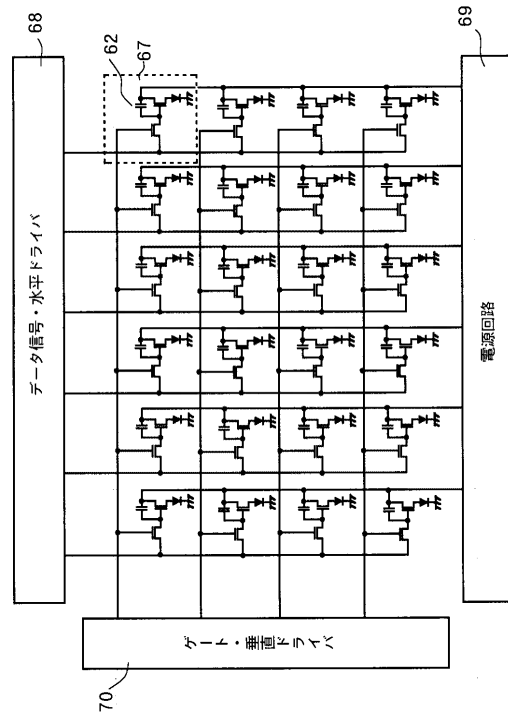
【図 28】



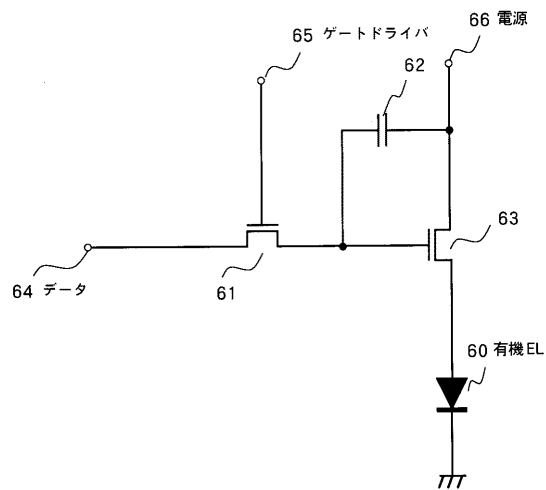
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	G 0 9 G 3/20	6 4 1 D
	G 0 9 G 3/20	6 4 2 A
	G 0 9 G 3/20	6 4 2 J
	H 0 5 B 33/14	A

F ターム(参考) 3K007 AB03 AB11 AB17 BA06 DB03 GA04
5C080 AA06 BB05 DD05 DD26 EE30 FF11 JJ02 JJ03 JJ04 JJ05
JJ06

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2006106673A5	公开(公告)日	2007-08-30
申请号	JP2005145344	申请日	2005-05-18
[标]申请(专利权)人(译)	日本胜利株式会社		
申请(专利权)人(译)	日本有限公司Victor公司		
[标]发明人	大島芳則 増地重博 広畑直人		
发明人	大島 芳則 増地 重博 広畑 直人		
IPC分类号	G09G3/30 G09G3/20 H01L51/50		
FI分类号	G09G3/30.J G09G3/30.K G09G3/20.611.A G09G3/20.611.H G09G3/20.624.B G09G3/20.641.D G09G3/20.642.A G09G3/20.642.J H05B33/14.A		
F-TERM分类号	3K007/AB03 3K007/AB11 3K007/AB17 3K007/BA06 3K007/DB03 3K007/GA04 5C080/AA06 5C080/BB05 5C080/DD05 5C080/DD26 5C080/EE30 5C080/FF11 5C080/JJ02 5C080/JJ03 5C080/JJ04 5C080/JJ05 5C080/JJ06 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC14 3K107/CC21 3K107/CC33 3K107/CC35 3K107/CC42 3K107/DD52 3K107/DD71 3K107/DD74 3K107/EE03 3K107/EE11 3K107/HH04 3K107/HH05 5C380/AA01 5C380/AA02 5C380/AB05 5C380/AB06 5C380/AB08 5C380/AB11 5C380/AB12 5C380/AB16 5C380/AB22 5C380/AB24 5C380/AB25 5C380/AB34 5C380/AC04 5C380/AC05 5C380/BA01 5C380/BA24 5C380/BA39 5C380/BB02 5C380/BB05 5C380/BB09 5C380/BB22 5C380/BB25 5C380/BD02 5C380/BD12 5C380/BD16 5C380/BE11 5C380/CA04 5C380/CA05 5C380/CA06 5C380/CA08 5C380/CA12 5C380/CA14 5C380/CA26 5C380/CB01 5C380/CB31 5C380/CC02 5C380/CC21 5C380/CC26 5C380/CC30 5C380/CC33 5C380/CC41 5C380/CC52 5C380/CC62 5C380/CC63 5C380/CC80 5C380/CD012 5C380/CD036 5C380/CD048 5C380/CE05 5C380/CE08 5C380/CF13 5C380/CF51 5C380/DA02 5C380/DA06 5C380/DA07 5C380/DA08 5C380/DA15 5C380/DA16 5C380/DA19 5C380/DA35 5C380/DA47 5C380/HA05		
优先权	2004154887 2004-05-25 JP 2004155373 2004-05-26 JP 2004168752 2004-06-07 JP 2004263088 2004-09-09 JP		
其他公开文献	JP2006106673A		

摘要(译)

解决的问题：提供一种显示装置，其中显示装置的显示表面中的每个像素的亮度变化被显著减小，可以进行高精度的灰度显示，减少了功率损耗，并且提供了长寿命。显示装置包括发光元件，第一驱动单元，电源和第二驱动单元。发光元件通过依次层叠阳极，具有交替层叠有m层有机膜发光层和 (m-1) 层电荷产生层的多光子结构的发光单元434～436和阴极而形成。形成的单位元件以n的数量堆叠以在一个像素中为每种颜色形成一个点。第一驱动单元437a至437c驱动发光层以发光或不发光，并且电源经由第一驱动单元向发光元件供应电流。第二驱动单元通过在为n个发光层的每一个设置发光亮度的权重的状态下使n个发光层发光来驱动n个发光层以表达每个点的灰度。[选择图]图25

