

(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2009-133913

(P2009-133913A)

(43) 公開日 平成21年6月18日(2009.6.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/30 (2006.01)	G09G 3/30 J	3K107
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 624C	5C080
H01L 51/50 (2006.01)	G09G 3/20 611H	
	G09G 3/20 670J	
	G09G 3/20 642A	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 42 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2007-307861 (P2007-307861)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成19年11月28日 (2007.11.28)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100086298
			弁理士 船橋 國則
		(72) 発明者	内野 勝秀
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		(72) 発明者	山本 哲郎
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株
			式会社内
		Fターム(参考)	3K107 AA01 BB01 CC26 CC33 CC45
			EE04 HH05
			5C080 AA06 BB05 DD03 DD05 DD29
			JJ02 JJ03 JJ04 JJ05 KK07

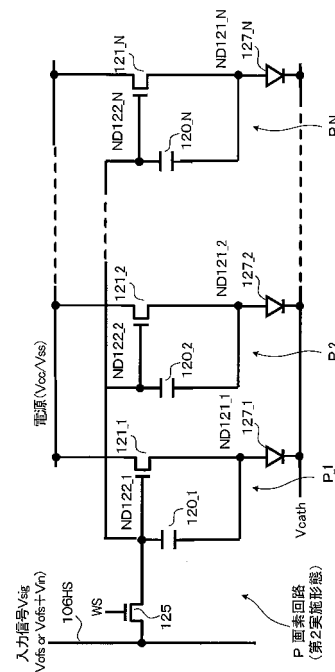
(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【要約】

【課題】有機EL表示装置において発光しない減点を目立たなくできる画素回路にすることで、表示装置の良品率の向上を図る。

【解決手段】従来の1画素を複数の領域に分け、それぞれに有機EL素子127_kと、有機EL素子127_kを独立に駆動する保持容量120_kおよび駆動トランジスタ121_kを設ける。1つのサンプリングトランジスタ125が分割画素P_1~P_Nに対して共通に使用されるように構成する。何れかの分割画素P_kの有機EL素子127_kが減点となる場合であっても、特段の対処をしなくとも、減点素子が正常な残りの正常素子と電気的に切り離される。他の正常素子で表示すれば、見かけ上、点欠陥として見えないという効果を享受でき、1画素が完全に減点化することを防ぐことができるので、製造歩留まりを向上できる。

【選択図】 図9B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動電流を生成する駆動トランジスタ、映像信号の信号振幅に応じた情報を保持する保持容量、前記駆動トランジスタの出力端側に接続された電気光学素子、および前記保持容量に前記信号振幅に応じた情報を書き込むサンプリングトランジスタを具備し、前記保持容量に保持された情報に基づく駆動電流を前記駆動トランジスタで生成して前記電気光学素子に流すことで当該電気光学素子が発光する画素回路が行列状に配置されている画素アレイ部を備え、

前記画素回路は、1画素が複数の画素に分割され、分割された分割画素ごとに独立に、前記電気光学素子、前記保持容量、および前記駆動トランジスタを有する

10

ことを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

1つの前記サンプリングトランジスタが、前記分割画素に対して共通に使用されるように構成されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路をさらに備えている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記駆動信号一定化回路は、基準電位と信号電位で切り替わる映像信号をサンプリングトランジスタに供給するとともに、駆動電流を前記電気光学素子に流すために使用される第 1 電位に対応する電圧が前記駆動トランジスタの電源供給端に供給されかつ映像信号における基準電位が前記サンプリングトランジスタに供給されている時間帯で前記サンプリングトランジスタを導通させることで前記駆動トランジスタの閾値電圧に対応する電圧を前記保持容量に保持させる閾値補正機能を実現するように構成されたものである

20

ことを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

【請求項 5】

前記駆動信号一定化回路は、前記駆動トランジスタの閾値電圧に対応する電圧を前記保持容量に保持させる閾値補正機能と、閾値補正動作の後に、前記サンプリングトランジスタを導通させることで前記保持容量に信号電位に応じた情報を書き込む際、前記駆動トランジスタの移動度に対する補正分を前記保持容量に書き込まれる信号に加える移動度補正機能とを実現するように構成されたものである

30

ことを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

【請求項 6】

前記駆動信号一定化回路は、前記保持容量が前記駆動トランジスタの制御入力端と出力端側の間に接続されることでブートストラップ機能を実現するように構成されたものである

ことを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、電気光学素子（表示素子や発光素子とも称される）を具備する画素回路（画素とも称される）が行列状に配列された画素アレイ部を有する表示装置に関する。より詳細には、駆動信号の大小によって輝度が変化する電気光学素子を表示素子として有する画素回路が行列状に配置されてなり、画素回路ごとに能動素子を有して当該能動素子によって画素単位で表示駆動が行なわれるアクティブマトリクス型の表示装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

画素の表示素子として、印加される電圧や流れる電流によって輝度が変化する電気光学素子を用いた表示装置がある。たとえば、印加される電圧によって輝度が変化する電気光

50

学素子としては液晶表示素子が代表例であり、流れる電流によって輝度が変化する電気光学素子としては、有機エレクトロルミネッセンス（Organic Electro Luminescence, 有機 E L, Organic Light Emitting Diode, OLED; 以下、有機 E L と記す）素子が代表例である。後者の有機 E L 素子を用いた有機 E L 表示装置は、画素の表示素子として、自発光素子である電気光学素子を用いたいわゆる自発光型の表示装置である。

【 0 0 0 3 】

有機 E L 素子は下部電極と上部電極との間に有機正孔輸送層や有機発光層を積層させてなる有機薄膜（有機層）を設けてなり、有機薄膜に電界をかけると発光する現象を利用した電気光学素子であり、有機 E L 素子を流れる電流値を制御することで発色の階調を得ている。

10

【 0 0 0 4 】

有機 E L 素子は比較的低い印加電圧（たとえば 1 0 V 以下）で駆動できるため低消費電力である。また有機 E L 素子は自ら光を発する自発光素子であるため、液晶表示装置では必要とされるバックライトなどの補助照明部材を必要とせず、軽量化および薄型化が容易である。さらに、有機 E L 素子の応答速度は非常に高速である（たとえば数 μ s 程度）ので、動画表示時の残像が発生しない。これらの利点があることから、電気光学素子として有機 E L 素子を用いた平面自発光型の表示装置の開発が近年盛んになっている。

【 0 0 0 5 】

ところで、液晶表示素子を用いた液晶表示装置や有機 E L 素子を用いた有機 E L 表示装置を始めとする電気光学素子を用いた表示装置においては、その駆動方式として、単純（パッシブ）マトリクス方式とアクティブマトリクス方式とを採ることができる。ただし、単純マトリクス方式の表示装置は、構造が単純であるもの、大型でかつ高精細の表示装置の実現が難しいなどの問題がある。

20

【 0 0 0 6 】

このため、近年、画素内部の発光素子に供給する画素信号を、同様に画素内部に設けた能動素子、たとえば絶縁ゲート型電界効果トランジスタ（一般には、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor ; T F T) をスイッチングトランジスタとして使用して制御するアクティブマトリクス方式の開発が盛んに行なわれている。

【 0 0 0 7 】

ここで、画素回路内の電気光学素子が発光させる際には、映像信号線を介して供給される入力画像信号をスイッチングトランジスタ（サンプリングトランジスタと称する）で駆動トランジスタのゲート端（制御入力端子）に設けられた保持容量（画素容量とも称する）に取り込み、取り込んだ入力画像信号に応じた駆動信号を電気光学素子に供給する。

30

【 0 0 0 8 】

電気光学素子として液晶表示素子を用いる液晶表示装置では、液晶表示素子が電圧駆動型の素子であることから、保持容量に取り込んだ入力画像信号に応じた電圧信号そのもので液晶表示素子を駆動する。これに対して、電気光学素子として有機 E L 素子などの電流駆動型の素子を用いる有機 E L 表示装置では、保持容量に取り込んだ入力画像信号に応じた駆動信号（電圧信号）を駆動トランジスタで電流信号に変換して、その駆動電流を有機 E L 素子などに供給する。

40

【 0 0 0 9 】

有機 E L 素子を代表例とする電流駆動型の電気光学素子では、駆動電流値が異なると発光輝度も異なる。よって、安定した輝度で発光させるためには、安定した駆動電流を電気光学素子に供給することが肝要となる。たとえば、有機 E L 素子に駆動電流を供給する駆動方式としては、定電流駆動方式と定電圧駆動方式とに大別できる（周知の技術であるので、ここでは公知文献の提示はしない）。

【 0 0 1 0 】

有機 E L 素子の電圧 - 電流特性は傾きの大きい特性を有するので、定電圧駆動を行なうと、僅かな電圧のばらつきや素子特性のばらつきが大きな電流のばらつきを生じ大きな輝度ばらつきをもたらす。よって、一般的には、駆動トランジスタを飽和領域で使用する定

50

電流駆動が用いられる。もちろん、定電流駆動でも、電流変動があれば輝度ばらつきを招くが、小さな電流ばらつきであれば小さな輝度ばらつきしか生じない。

【 0 0 1 1 】

逆に言えば、定電流駆動方式であっても、電気光学素子の発光輝度が不変であるためには、入力画像信号に応じて保持容量に書き込まれ保持される駆動信号が一定であることが重要となる。たとえば、有機 E L 素子の発光輝度が不変であるためには、入力画像信号に応じた駆動電流が一定であることが重要となる。

【 0 0 1 2 】

ところが、プロセス変動により電気光学素子を駆動する能動素子（駆動トランジスタ）の閾値電圧や移動度がばらついてしまう。また、有機 E L 素子などの電気光学素子の特性が経時的に変動する。このような駆動用の能動素子の特性ばらつきや電気光学素子の特性変動があると、定電流駆動方式であっても、発光輝度に影響を与えてしまう。

【 0 0 1 3 】

このため、表示装置の画面全体に亘って発光輝度を均一に制御するため、各画素回路内で上述した駆動用の能動素子や電気光学素子の特性変動に起因する輝度変動を補正するための仕組みが種々検討されている。

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 2 1 5 2 1 3 号公報

【 0 0 1 5 】

たとえば、特許文献 1 に記載の仕組みでは、有機 E L 素子用の画素回路として、駆動トランジスタの閾値電圧にばらつきや経時変化があった場合でも駆動電流を一定にするための閾値補正機能や、駆動トランジスタの移動度にばらつきや経時変化があった場合でも駆動電流を一定にするための移動度補正機能や、有機 E L 素子の電流 - 電圧特性に経時変化があった場合でも駆動電流を一定にするためのブートストラップ機能が提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 6 】

しかしながら、有機 E L 素子を始めとする電気光学素子が、パネル製造時に埃（ダスト）などが付着することで、発光が正常になされない滅点（光らない点）となり、パネルに画素欠陥が生じてしまい歩留まり低下の原因となる。このような表示上の欠陥は、表示装置の良品率を高める上で阻害要因となっており、表示装置の低コスト化を阻む。

【 0 0 1 7 】

また、特許文献 1 に記載の仕組みでは、前述のように、5 T R 駆動の構成を採っており、画素回路の構成が複雑である。画素回路の構成要素が多いことから、表示装置の高精細化の妨げとなる。その結果、5 T R 駆動の構成では、携帯機器（モバイル機器）などの小型の電子機器で用いられる表示装置への適用が困難になる。

【 0 0 1 8 】

このため、画素回路の簡素化を図りつつ、発光が正常になされない滅点を目立たなくする仕組みの開発要求がある。この際には、滅点を目立たなくするとともに、画素回路の簡素化に伴って、5 T R 駆動の構成では生じていない問題が新たに発生することがないようにすることも考慮されるべきである。

【 0 0 1 9 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、先ず、発光が正常になされない滅点を目立たなくし、表示装置の良品率の向上を図ることのできる仕組みを提供することを目的とする。

【 0 0 2 0 】

さらに好ましくは、画素回路の簡素化により表示装置の高精細化を可能にする仕組みを提供することを目的とする。

【 0 0 2 1 】

また、画素回路の簡素化に当たっては、好ましくは、駆動トランジスタや電気光学素子

10

20

30

40

50

の特性ばらつきによる輝度変化を抑制することの可能な仕組み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】

【0022】

本発明に係る表示装置の一実施形態は、映像信号に基づいて画素回路内の電気光学素子を発光させる表示装置であって、先ず、画素アレイ部に行列状に配される画素回路内に、少なくとも、駆動電流を生成する駆動トランジスタ、駆動トランジスタの出力端側に接続された電気光学素子、映像信号線を介して供給される映像信号の内の信号電位に応じた情報を保持する保持容量、および保持容量に映像信号における信号電位に応じた情報を書き込むサンプリングトランジスタを備える。この画素回路においては、保持容量に保持された情報に基づく駆動電流を駆動トランジスタで生成して電気光学素子に流すことで電気光学素子を発光させる。

10

【0023】

サンプリングトランジスタで保持容量に信号電位に応じた情報を書き込むので、サンプリングトランジスタは、その入力端（ソース端もしくはドレイン端の一方）に信号電位を取り込み、その出力端（ソース端もしくはドレイン端の他方）に接続された保持容量に信号電位に応じた情報を書き込む。もちろん、サンプリングトランジスタの出力端は、駆動トランジスタの制御入力端にも接続されている。

【0024】

なお、ここで示した画素回路の接続構成は、駆動トランジスタとサンプリングトランジスタと言った2つのトランジスタを含む最も基本的な2TR構成を示したもので、画素回路は、少なくとも前述の各構成要素を含むものであればよく、これらの構成要素以外（つまり他の構成要素）が含まれていてもよい。また、「接続」は、直接に接続されている場合に限らず、他の構成要素を介在して接続されている場合でもよい。

20

【0025】

たとえば、接続間には、必要に応じてさらに、スイッチング用のトランジスタや、ある機能を持った機能部などを介在させるなどの変更が加えられることがある。典型的には、表示期間（換言すれば非発光時間）を動的に制御するためにスイッチング用のトランジスタを、駆動トランジスタの出力端と電気光学素子との間に、もしくは駆動トランジスタの電源供給端（ドレイン端が典型例）と電源供給用の配線である電源線との間に、もしくは駆動トランジスタの出力端と基準電圧線との間に配することがある。

30

【0026】

このような変形態様の画素回路であっても、本項（課題を解決するための手段）で説明する構成や作用を実現し得るものである限り、それらの変形態様も、本発明に係る表示装置の一実施形態を実現する画素回路である。

【0027】

また、画素回路を駆動するための周辺部には、たとえば、サンプリングトランジスタを水平周期で順次制御することで画素回路を線順次走査して、1行分の各保持容量に映像信号の信号電位に応じた情報を書き込む書込走査部と、書込走査部での線順次走査に合わせて映像信号がサンプリングトランジスタに供給されるように制御する水平駆動部を具備する制御部を設ける。

40

【0028】

また、表示装置は、駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路を備えたものとする。駆動信号一定化回路は、画素回路を構成する素子の接続態様や画素回路を走査駆動する走査部の組合せで構成される。これに対応して、制御部には、駆動信号一定化回路を制御する走査部を設ける。

【0029】

駆動信号一定化回路とは、電気光学素子の電流 - 電圧特性の経時変化や駆動トランジスタの特性変化があった場合でも、駆動トランジスタの駆動電流を一定に維持しようとする回路を意味する。その具体的な回路構成はどのようなものであってもよい。サンプリング

50

トランジスタ（スイッチングトランジスタの一例）および駆動トランジスタ以外に、駆動電流を一定に維持する制御を行なうための他のスイッチングトランジスタが設けられることもある。

【0030】

たとえば、好ましくは、制御部は、駆動トランジスタの閾値電圧に対応する電圧を保持容量に保持するための閾値補正動作を行なうように制御する。2TR構成の場合、好ましくは、駆動電流を電気光学素子に流すために使用される第1電位に対応する電圧が駆動トランジスタの電源供給端に供給されかつ映像信号における基準電位がサンプリングトランジスタに供給されている時間帯でサンプリングトランジスタを導通させることで閾値電圧に対応する電圧を保持容量に保持させる。

10

【0031】

このため、2TR構成の場合、好ましくは、書込走査部での線順次走査に合わせて1行分の各駆動トランジスタの電源供給端に印加される電源供給を制御するための走査駆動パルスを出力する駆動走査部を制御部に設け、また、水平駆動部は、各水平周期内で基準電位と信号電位で切り替わる映像信号をサンプリングトランジスタに供給する。サンプリングトランジスタは、駆動信号一定化機能に関わるスイッチングトランジスタとして機能し、その機能の実現のために、オン/オフ動作が制御される。

【0032】

閾値補正動作は、必要に応じて、信号電位の保持容量への書込みに先行する複数の水平周期で繰り返し実行するとよい。ここで「必要に応じて」とは、1水平周期内の閾値補正期間では駆動トランジスタの閾値電圧に相当する電圧を十分に保持容量へ保持させることができない場合を意味する。閾値補正動作の複数回の実行により、確実に駆動トランジスタの閾値電圧に相当する電圧を保持容量に保持させるのである。

20

【0033】

また、さらに好ましくは、制御部は、閾値補正動作に先立って、駆動トランジスタの制御入力端と出力端の電位や保持容量を、両端の電位差が閾値電圧以上になるように初期化を実行するように制御する。2TR構成の場合、好ましくは、第2電位に対応する電圧が駆動トランジスタの電源供給端に供給されかつサンプリングトランジスタの入力端（ソース端もしくはドレイン端の一方）に基準電位が供給されている時間帯でサンプリングトランジスタを導通させて駆動トランジスタの制御入力端を基準電位に設定しかつ出力端を第2電位に設定する。

30

【0034】

さらに好ましくは、制御部は、閾値補正動作の後、サンプリングトランジスタを導通させることで保持容量に信号電位に応じた情報を書き込む際、駆動トランジスタの移動度に対する補正分を保持容量に書き込まれる信号に加えるように制御する移動度補正機能を実現するようにする。この際、2TR構成の場合、好ましくは、サンプリングトランジスタに信号電位が供給されている時間帯内の所定位置で、その時間帯より短い期間だけサンプリングトランジスタを導通させるとよい。

【0035】

さらに好ましくは、保持容量は、ブートストラップ機能を実現するべく、駆動トランジスタの制御入力端と出力端側（事実上、電気光学素子の一方の端子側）の間に接続する。制御部は、保持容量に信号電位に対応する情報が書き込まれた時点でサンプリングトランジスタを非導通状態にして駆動トランジスタの制御入力端への映像信号の供給を停止させ、駆動トランジスタの出力端の電位変動に制御入力端の電位が連動するブートストラップ動作を行なうように制御する。

40

【0036】

ここで、本発明に係る表示装置の一実施形態における特徴的な事項として、先ず、1画素を複数の画素に分割し、分割した分割画素ごとに、電気光学素子、保持容量、および駆動トランジスタを独立に設ける。

【0037】

50

サンプリングトランジスタも分割画素ごとに独立に設けることが考えられるが、好ましくは、１つのサンプリングトランジスタが、分割画素に対して共通に使用されるように構成するのがよい。

【００３８】

分割画素の電気光学素子を駆動する駆動回路として、少なくとも保持容量および駆動トランジスタを、分割した分割画素ごとに設けることで、何れかの分割画素の電気光学素子が滅点であっても、特段の対処をしなくとも、その滅点の電気光学素子（滅点素子と称する）と残りの正常な電気光学素子（正常素子と称する）を電氣的に分離可能にしておくのである。

【００３９】

つまり、１画素を複数に分割し、分割画素別に電気光学素子を独立に駆動可能な駆動回路を設けることで、滅点素子と正常素子とが特段の対処をしなくとも電氣的に分離されるような画素回路にすることで、画素が完全に滅点化することを防ぐのである。

【発明の効果】

【００４０】

本発明の一実施形態によれば、１画素を複数の画素に分割し、分割した分割画素ごとに電気光学素子と、この電気光学素子を駆動する駆動回路（保持容量および駆動トランジスタ）を設けて画素回路を構成した。

【００４１】

１画素を複数に分割し、分割画素別に電気光学素子を独立に駆動可能な駆動回路を設けることで、滅点素子と正常素子とが特段の対処をしなくとも電氣的に分離されるような画素回路となる。このため、何れかの分割画素の電気光学素子が滅点となる場合であっても、特段の対処をしなくとも、滅点素子が正常な残りの分割画素の電気光学素子と電氣的に切り離される。他の正常な分割画素の電気光学素子で表示すれば、見かけ上、点欠陥として見えないという効果を楽しむことができ、１画素が完全に滅点化することを防ぐことができるので、製造歩留まりを向上させることができる。

【００４２】

ここで、閾値補正機能およびそれに先立つ閾値補正準備機能（初期化機能）や移動度補正機能を実現するに当たって、駆動トランジスタの電源供給端を第１電位と第２電位との間で遷移させる、つまり電源電圧をスイッチングパルスとして使用することが有効に機能する。すなわち、閾値補正機能や移動度補正機能を組み込むため、各画素回路の駆動トランジスタに供給する電源電圧をスイッチングパルスとして使用すると、補正用のスイッチングトランジスタやその制御入力端を制御する走査線が不要になる。

【００４３】

結果として、２ＴＲ駆動の構成をベースとして各トランジスタの駆動タイミングなどの変形を加えるだけでよく、画素回路の構成素子数と配線本数が大幅に削減でき、画素アレイ部を縮小することができ、表示装置の高精細化を達成し易くなる。画素回路の簡素化を図りつつ、滅点によるパネルの歩留まり低下を防止することができる。素子数や配線数が少ないため高精細化に適しており、高精細の表示が求められる小型の表示装置を容易に実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４４】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

【００４５】

< 表示装置の全体概要 >

図１は、本発明に係る表示装置の一実施形態であるアクティブマトリクス型表示装置の構成の概略を示すブロック図である。本実施形態では、たとえば画素の表示素子（電気光学素子、発光素子）として有機ＥＬ素子を、能動素子としてポリシリコン薄膜トランジスタ（ＴＦＴ；Thin Film Transistor）をそれぞれ用い、薄膜トランジスタを形成した半導体基板上に有機ＥＬ素子を形成してなるアクティブマトリクス型有機ＥＬディスプレイ（

10

20

30

40

50

以下「有機ＥＬ表示装置」と称する)に適用した場合を例に採って説明する。

【００４６】

なお、以下においては、画素の表示素子として有機ＥＬ素子を例に具体的に説明するが、これは一例であって、対象となる表示素子是有機ＥＬ素子に限らない。一般的に電流駆動で発光する表示素子の全てに、後述する全ての実施形態が同様に適用できる。

【００４７】

図１に示すように、有機ＥＬ表示装置１は、複数の表示素子としての有機ＥＬ素子（図示せず）を持った画素回路（画素とも称される）Ｐが表示アスペクト比である縦横比が $X:Y$ （たとえば $9:16$ ）の有効映像領域を構成するように配置された表示パネル部１００と、この表示パネル部１００を駆動制御する種々のパルス信号を発するパネル制御部の一例である駆動信号生成部２００と、映像信号処理部３００を備えている。駆動信号生成部２００と映像信号処理部３００とは、１チップのＩＣ（Integrated Circuit；半導体集積回路）に内蔵されている。

10

【００４８】

製品形態としては、図示のように、表示パネル部１００、駆動信号生成部２００、および映像信号処理部３００の全てを備えたモジュール（複合部品）形態の有機ＥＬ表示装置１として提供されることに限らず、たとえば、表示パネル部１００のみで有機ＥＬ表示装置１として提供することも可能である。また、このような有機ＥＬ表示装置１は、半導体メモリやミニディスク（ＭＤ）やカセットテープなどの記録媒体を利用した携帯型の音楽プレイヤーやその他の電子機器の表示部に利用される。

20

【００４９】

表示パネル部１００は、基板１０１の上に、画素回路Ｐが n 行 $\times$ m 列のマトリクス状に配列された画素アレイ部１０２と、画素回路Ｐを垂直方向に走査する垂直駆動部１０３と、画素回路Ｐを水平方向に走査する水平駆動部（水平セクタあるいはデータ線駆動部とも称される）１０６と、外部接続用の端子部（パッド部）１０８などが集積形成されている。すなわち、垂直駆動部１０３や水平駆動部１０６などの周辺駆動回路が、画素アレイ部１０２と同一の基板１０１上に形成された構成となっている。

【００５０】

ここで、本実施形態の有機ＥＬ表示装置１は、詳細は後述するが、画素回路Ｐの構成として、有機ＥＬ素子がダストなどの欠陥によって滅点（発光しない画素）となってしまった場合の対応を採る。

30

【００５１】

垂直駆動部１０３としては、たとえば、書込走査部（ライトスキャナ WS ；Write Scan）１０４や電源供給能力を有する電源スキャナとして機能する駆動走査部（ドライブスキャナ DS ；Drive Scan）１０５を有する。

【００５２】

垂直駆動部１０３と水平駆動部１０６とで、信号電位の保持容量への書込みや、閾値補正動作や、移動度補正動作や、ブートストラップ動作を制御する制御部１０９が構成される。

【００５３】

図示した垂直駆動部１０３および対応する走査線の構成は、画素回路Ｐが後述する本実施形態の２ＴＲ構成の場合に適合させて示したものであるが、画素回路Ｐの構成によっては、その他の走査部が設けられることもある。

40

【００５４】

画素アレイ部１０２は、一例として、図示する左右方向の一方側もしくは両側から書込走査部１０４および駆動走査部１０５で駆動され、かつ図示する上下方向の一方側もしくは両側から水平駆動部１０６で駆動されるようになっている。

【００５５】

端子部１０８には、有機ＥＬ表示装置１の外部に配された駆動信号生成部２００から、種々のパルス信号が供給されるようになっている。また同様に、映像信号処理部３００か

50

ら映像信号 Vsig が供給されるようになっている。

【0056】

一例としては、垂直駆動用のパルス信号として、垂直方向の書込み開始パルスの一例であるシフトスタートパルスSPDS、SPWSや垂直走査クロックCKDS、CKWSなど必要なパルス信号が供給される。また、水平駆動用のパルス信号として、水平方向の書込み開始パルスの一例である水平スタートパルスSPH や水平走査クロックCKH など必要なパルス信号が供給される。

【0057】

端子部108の各端子は、配線199を介して、垂直駆動部103や水平駆動部106に接続されるようになっている。たとえば、端子部108に供給された各パルスは、必要に応じて図示を割愛したレベルシフト部で電圧レベルを内部的に調整した後、バッファを介して垂直駆動部103の各部や水平駆動部106に供給される。

【0058】

画素アレイ部102は、図示を割愛するが（詳細は後述する）、表示素子としての有機EL素子に対して画素トランジスタが設けられた画素回路Pが行列状に2次元配置され、この画素配列に対して行ごとに走査線が配線されるとともに、列ごとに信号線が配線された構成となっている。

【0059】

たとえば、画素アレイ部102には、走査線（ゲート線）104WS、電源供給線105DSL、および映像信号線（データ線）106HSが形成されている。両者の交差部分には図示を割愛した有機EL素子とこれを駆動する薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）が形成される。有機EL素子と薄膜トランジスタの組み合わせで画素回路Pを構成する。

【0060】

具体的には、マトリクス状に配列された各画素回路Pに対しては、書込走査部104によって書込駆動パルスWSで駆動されるn行分の書込走査線104WS₁～104WS_nおよび駆動走査部105によって電源駆動パルスDSLで駆動されるn行分の電源供給線105DSL₁～105DSL_nが画素行ごとに配線される。

【0061】

書込走査部104および駆動走査部105は、駆動信号生成部200から供給される垂直駆動系のパルス信号に基づき、書込走査線104WSおよび電源供給線105DSLを介して各画素回路Pを順次選択する。水平駆動部106は、駆動信号生成部200から供給される水平駆動系のパルス信号に基づき、選択された画素回路Pに対し映像信号線106HSを介して映像信号Vsigの内の所定電位をサンプリングして保持容量に書き込ませる。

【0062】

本実施形態の有機EL表示装置1においては、一例として線順次駆動について考えており、垂直駆動部103の書込走査部104および駆動走査部105は線順次で（つまり行単位で）画素アレイ部102を走査するとともに、これに同期して水平駆動部106が、画像信号を、1水平ライン分を同時に、画素アレイ部102に書き込む。

【0063】

たとえば、水平駆動部106は、線順次駆動に対応するため、全列の映像信号線106HS上に設けられた図示を割愛したスイッチを一斉にオンさせるドライバ回路を備えて構成され、映像信号処理部300から入力される画素信号を、垂直駆動部103によって選択された行の1ライン分の全ての画素回路Pに同時に書き込むべく、全列の映像信号線106HS上に設けられた図示を割愛したスイッチを一斉にオンさせる。

【0064】

垂直駆動部103の各部は、線順次駆動に対応するため、論理ゲートの組合せ（ラッチも含む）によって構成され、画素アレイ部102の各画素回路Pを行単位で選択する。なお、図1では、画素アレイ部102の一方側にのみ垂直駆動部103を配置する構成を示しているが、画素アレイ部102を挟んで左右両側に垂直駆動部103を配置する構成を

10

20

30

40

50

採ることも可能である。

【0065】

同様に、図1では、画素アレイ部102の一方側にのみ水平駆動部106を配置する構成を示しているが、画素アレイ部102を挟んで上下両側に水平駆動部106を配置する構成を採ることも可能である。

【0066】

<画素回路>

図2は、図1に示した有機EL表示装置1を構成する本実施形態の画素回路Pに対する第1比較例を示す図である。なお、表示パネル部100の基板101上において画素回路Pの周辺部に設けられた垂直駆動部103と水平駆動部106も合わせて示している。

10

【0067】

図3は、本実施形態の画素回路Pに対する第2比較例を示す図である。なお、表示パネル部100の基板101上において画素回路Pの周辺部に設けられた垂直駆動部103と水平駆動部106も合わせて示している。

【0068】

図4は有機EL素子や駆動トランジスタの動作点を説明する図である。図4Aは、有機EL素子や駆動トランジスタの特性ばらつきが駆動電流 I_{ds} に与える影響を説明する図である。

【0069】

図5は、本実施形態の画素回路Pに対する第3比較例を示す図である。後述する本実施形態の画素回路PにおけるEL駆動回路は、この第3比較例の画素回路Pにおける少なくとも保持容量120と駆動トランジスタ121を具備したEL駆動回路をベースとする。そういった意味では、第3比較例の画素回路Pは、事実上、本実施形態の画素回路PのEL駆動回路と同様の回路構造を持つと言っても過言ではない。なお、表示パネル部100の基板101上において画素回路Pの周辺部に設けられた垂直駆動部103と水平駆動部106も合わせて示している。

20

【0070】

<比較例の画素回路：第1例>

図2に示すように、第1比較例の画素回路Pは、基本的にpチャネル型の薄膜電界効果トランジスタ(TFT)でドライブトランジスタが構成されている点に特徴を有する。また、ドライブトランジスタの他に走査用に2つのトランジスタを使用した3Tr駆動の構成を採っている。

30

【0071】

具体的には、第1比較例の画素回路Pは、pチャネル型の駆動トランジスタ121、アクティブLの駆動パルスが供給されるpチャネル型の発光制御トランジスタ122、アクティブHの駆動パルスが供給されるnチャネル型のサンプリングトランジスタ125、電流が流れることで発光する電気光学素子(発光素子)の一例である有機EL素子127、および保持容量(画素容量とも称される)120を有する。駆動トランジスタ121は、制御入力端子であるゲート端Gに供給される電位に応じた駆動電流を有機EL素子127に供給するようになっている。

40

【0072】

なお、一般的には、サンプリングトランジスタ125はアクティブLの駆動パルスが供給されるpチャネル型に置き換えることもできる。発光制御トランジスタ122はアクティブHの駆動パルスが供給されるnチャネル型に置き換えることもできる。

【0073】

サンプリングトランジスタ125は、駆動トランジスタ121のゲート端G(制御入力端子)側に設けられたスイッチングトランジスタであり、また、発光制御トランジスタ122もスイッチングトランジスタである。

【0074】

一般に、有機EL素子127は整流性があるためダイオードの記号で表わしている。な

50

お、有機EL素子127には、寄生容量C_{el}が存在する。図では、この寄生容量C_{el}を有機EL素子127と並列に示す。

【0075】

画素回路Pは、垂直走査側の各走査線104WS、105DSと水平走査側の走査線である映像信号線106HSの交差部に配されている。書込走査部104からの書込走査線104WSは、サンプリングトランジスタ125のゲート端Gに接続され、駆動走査部105からの駆動走査線105DSは発光制御トランジスタ122のゲート端Gに接続されている。

【0076】

サンプリングトランジスタ125は、ソース端Sを信号入力端として映像信号線106HSに接続され、ドレイン端Dを信号出力端として駆動トランジスタ121のゲート端Gに接続され、その接続点と第2電源電位V_{c2}（たとえば正電源電圧、第1電源電位V_{c1}と同じでもよい）との間に保持容量120が設けられている。括弧書きで示すように、サンプリングトランジスタ125は、ソース端Sとドレイン端Dとを逆転させ、ドレイン端Dを信号入力端として映像信号線106HSに接続し、ソース端Sを信号出力端として駆動トランジスタ121のゲート端Gに接続することもできる。

10

【0077】

駆動トランジスタ121、発光制御トランジスタ122、および有機EL素子127は、第1電源電位V_{c1}（たとえば正電源電圧）と基準電位の一例である接地電位GNDの間で、この順に直列に接続されている。具体的には、駆動トランジスタ121は、ソース端Sが第1電源電位V_{c1}に接続され、ドレイン端Dが発光制御トランジスタ122のソース端Sに接続されている。発光制御トランジスタ122のドレイン端Dが、有機EL素子127のアノード端Aに接続され、有機EL素子127のカソード端Kが接地電位GNDに接続されている。

20

【0078】

なお、より簡易な構成としては、図2に示した画素回路Pの構成においては、最も単純な回路として、発光制御トランジスタ122を取り外した2Tr駆動の構成を採ることもできる。この場合、有機EL表示装置1としては駆動走査部105を取り外した構成を採ることになる。

【0079】

図2に示した3Tr駆動や図示を割愛した2Tr駆動の何れにおいても、有機EL素子127は電流発光素子のため、有機EL素子127に流れる電流量をコントロールすることで発色の諧調を得る。このため、駆動トランジスタ121のゲート端Gへの印加電圧を変化させることで、有機EL素子127に流れる電流値をコントロールする。

30

【0080】

具体的には、まず書込走査部104からアクティブHの書込駆動パルスWSを供給して書込走査線104WSを選択状態とし、水平駆動部106から信号線106HSに画素信号V_{sig}を印加すると、nチャネル型のサンプリングトランジスタ125が導通して画素信号V_{sig}が保持容量120に書き込まれる。

【0081】

保持容量120に書き込まれた信号電位が駆動トランジスタ121のゲート端Gの電位となる。続いて、書込駆動パルスWSをインアクティブ（本例ではLレベル）にして書込走査線104WSを非選択状態とすると、信号線106HSと駆動トランジスタ121とは電氣的に切り離されるが、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧V_{gs}は保持容量120によって、原理的には、安定に保持される。

40

【0082】

続いて、駆動走査部105からアクティブLの走査駆動パルスDSを供給して駆動走査線105DSを選択状態にすると、pチャネル型の発光制御トランジスタ122が導通し、第1電源電位V_{c1}から接地電位GNDに向かって駆動電流が駆動トランジスタ121、発光制御トランジスタ122、および有機EL素子127を流れる。

【0083】

50

次に、走査駆動パルスDSをインアクティブ（本例ではHレベル）にして駆動走査線105 DSを非選択状態とすると、発光制御トランジスタ122がオフし、駆動電流は流れなくなる。

【0084】

発光制御トランジスタ122は、1フィールド期間に占める有機EL素子127の発光時間（デューティ）を制御するために挿入されたものであり、先にも述べたことから推測されるように、画素回路Pとしては、当該発光制御トランジスタ122を備えていることは必須ではない。

【0085】

駆動トランジスタ121および有機EL素子127に流れる電流は、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} に応じた値となり、有機EL素子127はその電流値に応じた輝度で発光し続ける。

【0086】

このように、書込走査線104 WSを選択して信号線106 HSに与えられた画素信号 V_{sig} を画素回路Pの内部に伝える動作を、以下「書込み」と呼ぶ。このように、一度信号の書込みを行なえば、次に書き換えられるまでの間、有機EL素子127は一定の輝度で発光を続ける。

【0087】

このように、第1比較例の画素回路Pでは、駆動トランジスタ121のゲート端Gに供給する印加電圧を入力信号（画素信号 V_{sig} ）に応じて変化させることで、EL有機EL素子127に流れる電流値を制御している。このとき、pチャネル型の駆動トランジスタ121のソース端Sは第1電源電位 V_{c1} に接続されており、この駆動トランジスタ121は常に飽和領域で動作している。

【0088】

< 比較例の画素回路：第2例 >

次に、本実施形態の画素回路Pの特徴を説明する上での比較例として、図3に示す第2比較例の画素回路Pについて説明する。画素アレイ部102に第2比較例の画素回路Pを備える有機EL表示装置1を第2比較例の有機EL表示装置1と称する。

【0089】

第2比較例および本実施形態の画素回路Pは、基本的にnチャネル型の薄膜電界効果トランジスタでドライブトランジスタが構成されている点に特徴を有する。

【0090】

pチャネル型のトランジスタではなく、nチャネル型のトランジスタで駆動トランジスタを構成することができれば、トランジスタ作成において従来のアモルファスシリコン（a-Si）プロセスを用いることが可能になる。これにより、トランジスタ基板の低コスト化が可能となり、このような構成の画素回路Pの開発が期待される。

【0091】

第2比較例の画素回路Pは、基本的にnチャネル型の薄膜電界効果トランジスタでドライブトランジスタが構成されている点で本実施形態と同じであるが、有機EL素子127の経時劣化による駆動電流 I_{ds} に与える影響を防ぐための駆動信号一定化回路が設けられていない。

【0092】

具体的には、第2比較例の画素回路Pは、それぞれnチャネル型の駆動トランジスタ121、発光制御トランジスタ122、およびサンプリングトランジスタ125と、電流が流れることで発光する電気光学素子の一例である有機EL素子127とを有する。

【0093】

駆動トランジスタ121は、ドレイン端Dが第1電源電位 V_{c1} に接続され、ソース端Sが発光制御トランジスタ122のドレイン端Dに接続されている。発光制御トランジスタ122のソース端Sが、有機EL素子127のアノード端Aに接続され、有機EL素子127のカソード端Kが接地電位GNDに接続されている。このような画素回路Pでは、駆動

10

20

30

40

50

トランジスタ 121 のドレイン端 D 側が第 1 電源電位 V_{c1} に接続され、ソース端 S が有機 EL 素子 127 のアノード端 A 側に接続されることで、全体としてソースフォロワ回路を形成するようになっている。

【0094】

サンプリングトランジスタ 125 は、ソース端 S が映像信号線 HS に接続され、ドレイン端 D は駆動トランジスタ 121 のゲート端 (制御入力端) G に接続され、その接続点と第 2 電源電位 V_{c2} (たとえば正電源電圧、第 1 電源電位 V_{c1} と同じでもよい) を供給する基準線との間に保持容量 120 が設けられている。括弧書きで示すように、サンプリングトランジスタ 125 は、ソース端 S とドレイン端 D とを逆転させた接続態様とすることもできる。

10

【0095】

このような画素回路 P では、発光制御トランジスタを設けるか否かに関わらず、有機 EL 素子 127 を駆動するときには、駆動トランジスタ 121 のドレイン端 D 側が第 1 電源電位 V_{c1} に接続され、ソース端 S が有機 EL 素子 127 のアノード端 A 側に接続されることで、全体としてソースフォロワ回路を形成するようになっている。

【0096】

なお、より簡易な構成としては、図 3 に示した画素回路 P の構成においても、最も単純な回路として、発光制御トランジスタ 122 を取り外した 2Tr 駆動の構成を採ることもできる。この場合、有機 EL 表示装置 1 としては駆動走査部 105 を取り外した構成を採ることになる。

20

【0097】

次に、図 3 に示す第 2 比較例の画素回路 P の動作を説明する。ここでは、発光制御トランジスタ 122 の動作を割愛して説明する。まず、信号線 HS から供給される映像信号 V_{sig} の電位 (以下、映像信号線電位とも称する) の内の有効期間の電位 (信号電位と称する) をサンプリングし、発光素子の一例である有機 EL 素子 127 を発光状態にする。

【0098】

具体的には、映像信号線 106 HS が映像信号 V_{sig} の有効期間である信号電位にある時間帯に、書込走査線 WS の電位が高レベルに遷移することで、n チャンネル型のサンプリングトランジスタ 125 はオン状態となり、信号線 HS から供給される映像信号線電位を保持容量 120 に充電する。これにより駆動トランジスタ 121 のゲート端 G の電位 (ゲート電位 V_g) は上昇を開始し、ドレイン電流を流し始める。そのため、有機 EL 素子 127 のアノード電位は上昇し発光を開始する。

30

【0099】

この後、書込駆動パルス WS が低レベルに遷移すると、保持容量 120 にその時点の映像信号線電位、つまり、映像信号 V_{sig} の電位の内の有効期間の電位 (信号電位) が保持される。これによって、駆動トランジスタ 121 のゲート電位 V_g が一定となり、発光輝度が次のフレーム (またはフィールド) まで一定に維持される。書込走査線 WS の電位が高レベルにある期間が映像信号 V_{sig} のサンプリング期間となり、書込駆動パルス WS が低レベルに遷移した以降が保持期間となる。

【0100】

この後、書込駆動パルス WS が低レベルに遷移すると、保持容量 120 にその時点の映像信号線電位、つまり、映像信号 V_{sig} の電位の内の有効期間の電位 (信号電位) が保持される。これによって、駆動トランジスタ 121 のゲート電位 V_g が一定となり、発光輝度が次のフレーム (またはフィールド) まで一定に維持される。書込走査線 WS の電位が高レベルにある期間が映像信号 V_{sig} のサンプリング期間となり、書込駆動パルス WS が低レベルに遷移した以降が保持期間となる。

< 発光素子の $I_{el} - V_{el}$ 特性と駆動トランジスタの $I - V$ 特性 >

一般的に、図 4 に示すように、駆動トランジスタ 121 はドレイン・ソース間電圧に関わらず駆動電流 I_{ds} が一定となる飽和領域で駆動される。よって、飽和領域で動作するトランジスタのドレイン端 - ソース間に流れる電流を I_{ds} 、移動度を μ 、チャンネル幅 (ゲート幅) を W 、チャンネル長 (ゲート長) を L 、ゲート容量 (単位面積当たりのゲート酸化膜容量) を C_{ox} 、トランジスタの閾値電圧を V_{th} とすると、駆動トランジスタ 121 は下記の式 (1) に示した値を持つ定電流源となっている。なお、“ $\wedge$ ” はべき乗を示す。式 (1) から明らかなように、飽和領域ではトランジスタのドレイン電流 I_{ds} はゲート・ソース間電圧 V_{gs} によって制御され定電流源として動作する。

40

【0101】

50

【数 1】

$$I_{ds} = \frac{1}{2} \mu \frac{W}{L} C_{ox} (V_{gs} - V_{th})^2 \cdots (1)$$

【0102】

ところが、一般的に有機 EL 素子を始めとする電流駆動型の発光素子の I - V 特性は、図 4 A (1) に示すように時間が経過すると劣化する。図 4 A (1) に示す有機 EL 素子で代表される電流駆動型の発光素子の電流 - 電圧 (I_{el} - V_{el}) 特性において、実線で示す曲線が初期状態時の特性を示し、破線で示す曲線が経時変化後の特性を示している。

【0103】

たとえば、発光素子の一例である有機 EL 素子 1 2 7 に発光電流 I_{el} が流れるとき、そのアノード・カソード間電圧 V_{el} は一意的に決定される。ところが、図 4 A (1) に示すように、発光期間中では、有機 EL 素子 1 2 7 のアノード端 A は駆動トランジスタ 1 2 1 のドレイン・ソース間電流 I_{ds} (= 駆動電流 I_{ds}) で決定される発光電流 I_{el} が流れ、それによって有機 EL 素子 1 2 7 のアノード・カソード間電圧 V_{el} 分だけ上昇する。

【0104】

図 2 に示した第 1 比較例の画素回路 P は、この有機 EL 素子 1 2 7 のアノード・カソード間電圧 V_{el} 分の上昇の影響は駆動トランジスタ 1 2 1 のドレイン端 D 側に現れるが、駆動トランジスタ 1 2 1 が飽和領域で動作する定電流駆動であるため、有機 EL 素子 1 2 7 には定電流 I_{ds} が流れ続け、有機 EL 素子 1 2 7 の I_{el} - V_{el} 特性が劣化してもその発光輝度が経時劣化することはない。

【0105】

駆動トランジスタ 1 2 1 と発光制御トランジスタ 1 2 2 と保持容量 1 2 0 とサンプリングトランジスタ 1 2 5 とを備え、図 2 に示した接続態様とされた画素回路 P の構成にて、電気光学素子の一例である有機 EL 素子 1 2 7 の電流 - 電圧特性の変化を補正して駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路が構成されるようになっているのである。

【0106】

つまり、画素回路 P を映像信号 V_{sig} で駆動するとき、p チャネル型の駆動トランジスタ 1 2 1 のソース端 S は第 1 電源電位 V_{c1} に接続されており、常に飽和領域で動作するように設計されているので、式 (1) に示した値を持つ定電流源となる。

【0107】

また、第 1 比較例の画素回路 P においては、有機 EL 素子 1 2 7 の I_{el} - V_{el} 特性の経時変化 (図 4 A (1)) とともに、駆動トランジスタ 1 2 1 のドレイン端 D の電圧が変化してゆくが、駆動トランジスタ 1 2 1 は、保持容量 1 2 0 のブートストラップ機能によってゲート・ソース間電圧 V_{gs} が原理的には一定に保持されるため、駆動トランジスタ 1 2 1 は定電流源として動作し、その結果、有機 EL 素子 1 2 7 には一定量の電流が流れ、有機 EL 素子 1 2 7 を一定の輝度で発光させることができ、発光輝度は変化しない。

【0108】

第 2 比較例の画素回路 P でも、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース端 S の電位 (ソース電位 V_s) は、駆動トランジスタ 1 2 1 と有機 EL 素子 1 2 7 との動作点で決まるし、駆動トランジスタ 1 2 1 は飽和領域で駆動されるので、動作点のソース電圧に対応したゲート・ソース間電圧 V_{gs} に関し、前述の式 (1) に規定された電流値の駆動電流 I_{ds} を流す。

【0109】

ところが、第 1 比較例の画素回路 P の p チャネル型の駆動トランジスタ 1 2 1 を n チャネル型に変更した単純な回路 (第 2 比較例の画素回路 P) では、ソース端 S が有機 EL 素子 1 2 7 側に接続されてしまう。その結果、前述の図 4 A (1) に示したように経時劣化する有機 EL 素子 1 2 7 の I_{el} - V_{el} 特性により、同じ発光電流 I_{el} に対するアノード・カソード間電圧 V_{el} が V_{el1} から V_{el2} へと変化することで、駆動トランジスタ 1 2 1 の動作点が変化してしまい、同じゲート電位 V_g を印加しても駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s は変化してしまう。これにより、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート・ソース

10

20

30

40

50

間電圧 V_{gs} は変化してしまう。

【0110】

特性式(1)から明らかなように、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が変動すると、たとえゲート電位 V_g が一定であっても駆動電流 I_{ds} が変動し、同時に有機EL素子127に流れる電流値(発光電流 I_{el})が変化し、発光輝度は変化してしまうことになる。

【0111】

このように第2比較例の画素回路Pでは、発光素子の一例である有機EL素子127の $I_{el} - V_{el}$ 特性の経時変動による有機EL素子127のアノード電位変動が、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} の変動となって現れ、ドレイン電流(駆動電流 I_{ds})の変動を引き起こす。この原因による駆動電流 I_{ds} の変動は画素回路Pごとの発光輝度のばらつきや経時変動となって現れ、画質の劣化が起きる。

10

【0112】

これに対して、詳細は後述するが、nチャネル型の駆動トランジスタ121を使用する場合においても、駆動トランジスタ121のソース端Sの電位 V_s の変動にゲート端Gの電位 V_g が連動するようにするブートストラップ機能を実現する回路構成および駆動タイミングとすることで、有機EL素子127の特性の経時変動による有機EL素子127のアノード電位変動(つまり駆動トランジスタ121のソース電位変動)があっても、その変動を相殺するようにゲート電位 V_g を変動させる。これにより、画面輝度の均一性(ユニフォর্মリティ)を確保できる。ブートストラップ機能により、有機EL素子を代表とする電流駆動型の発光素子の経時変動補正能力を向上させることができる。

20

【0113】

もちろん、このブートストラップ機能は、発光開始時点で、有機EL素子127に発光電流 I_{el} が流れ始め、それによってアノード・カソード間電圧 V_{el} が安定となるまで上昇していく過程で、そのアノード・カソード間電圧 V_{el} の変動に伴って駆動トランジスタ121のソース電位 V_s が変動する際にも機能する。

【0114】

< 駆動トランジスタの $V_{gs} - I_{ds}$ 特性 >

また、第1および第2比較例では、駆動トランジスタ121の特性については特に問題視していなかったが、画素ごとに駆動トランジスタ121の特性が異なると、その影響が駆動トランジスタ121に流れる駆動電流 I_{ds} に影響を及ぼす。一例としては、式(1)から分かるように、移動度 μ や閾値電圧 V_{th} が画素によってばらついた場合や経時的に変化した場合、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が同じであっても、駆動トランジスタ121に流れる駆動電流 I_{ds} にばらつきや経時変化が生じ、有機EL素子127の発光輝度も画素ごとに変化してしまうことになる。

30

【0115】

たとえば、駆動トランジスタ121の製造プロセスのばらつきにより、画素回路Pごとに閾値電圧 V_{th} や移動度 μ などの特性変動がある。駆動トランジスタ121を飽和領域で駆動する場合においても、この特性変動により、駆動トランジスタ121に同一のゲート電位を与えても、画素回路Pごとにドレイン電流(駆動電流 I_{ds})が変動し、発光輝度のばらつきになって現れる。

40

【0116】

たとえば、図4A(2)は、駆動トランジスタ121の閾値ばらつきに着目した電圧電流($V_{gs} - I_{ds}$)特性を示す図である。閾値電圧が V_{th1} と V_{th2} で異なる2個の駆動トランジスタ121について、それぞれ特性カーブを挙げてある。

【0117】

前述のように、駆動トランジスタ121が飽和領域で動作しているときのドレイン電流 I_{ds} は、特性式(1)で表される。特性式(1)から明らかなように、閾値電圧 V_{th} が変動すると、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が一定であってもドレイン電流 I_{ds} が変動する。つまり、閾値電圧 V_{th} のばらつきに対して何ら対策を施さないと、図4A(2)に示すように、閾値電圧が V_{th1} のとき V_{gs} に対応する駆動電流が I_{ds1} となるのに対して、閾値電

50

圧が V_{th2} のときの同じゲート電圧 V_{gs} に対応する駆動電流 I_{ds2} は I_{ds1} と異なってしまう。

【0118】

また、図4A(3)は、駆動トランジスタ121の移動度ばらつきに着目した電圧電流 ($V_{gs} - I_{ds}$) 特性を示す図である。移動度が μ_1 と μ_2 で異なる2個の駆動トランジスタ121について、それぞれ特性カーブを挙げてある。

【0119】

特性式(1)から明らかなように、移動度 μ が変動すると、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が一定であってもドレイン電流 I_{ds} が変動する。つまり、移動度 μ のばらつきに対して何ら対策を施さないと、図4A(3)に示すように、移動度が μ_1 のとき V_{gs} に対応する駆動電流が I_{ds1} となるのに対して、移動度が μ_2 のときの同じゲート電圧 V_{gs} に対応する駆動電流が I_{ds2} となり、 I_{ds1} と異なってしまう。

10

【0120】

図4A(2)や図4A(3)に示すように、閾値電圧 V_{th} や移動度 μ の違いで $V_{in} - I_{ds}$ 特性に大きな違いが出てしまうと、同じ信号振幅 V_{in} を与えても、駆動電流 I_{ds} すなわち発光輝度が異なってしまう、画面輝度の均一性(ユニフォーミティ)が得られない。

【0121】

< 閾値補正および移動度補正の概念 >

これに対して、閾値補正機能および移動度補正機能を実現する駆動タイミング(詳細は後述する)とすることで、それらの変動の影響を抑制でき、画面輝度の均一性(ユニフォーミティ)を確保できる。

20

【0122】

本実施形態の閾値補正動作および移動度補正動作では、詳細は後述するが、書込みゲインが1(理想値)であると仮定した場合、発光時のゲート・ソース間電圧 V_{gs} が " $V_{in} + V_{th} - \Delta V$ " で表されるようにすることで、ドレイン・ソース間電流 I_{ds} が、閾値電圧 V_{th} のばらつきや変動に依存しないようにするとともに、移動度 μ のばらつきや変動に依存しないようにする。結果として、閾値電圧 V_{th} や移動度 μ が製造プロセスや経時により変動しても、駆動電流 I_{ds} は変動せず、有機EL素子127の発光輝度も変動しない。

【0123】

移動度補正時には、大きな移動度 μ_1 に対しては移動度補正パラメータ ΔV_1 が大きくなるようにする一方、小さい移動度 μ_2 に対しては移動度補正パラメータ ΔV_2 も小さくなるように負帰還をかけることになる。こういった意味で、移動度補正パラメータ ΔV を負帰還量 ΔV とも称する。

30

【0124】

< 比較例の画素回路：第3例 >

図3に示す第2比較例の画素回路Pにおける有機EL素子127の経時劣化による駆動電流変動を防ぐ回路(ブートストラップ回路)を搭載し、また駆動トランジスタ121の特性変動(閾値電圧ばらつきや移動度ばらつき)による駆動電流変動を防ぐ駆動方式を採用したのが本実施形態の画素回路Pにてベースとする図5に示す第3比較例の画素回路Pである。第3比較例の画素回路Pを画素アレイ部102に備える有機EL表示装置1を第3比較例の有機EL表示装置1と称する。

40

【0125】

第3比較例の画素回路Pは、第2比較例の画素回路Pと同様に、nチャネル型の駆動トランジスタ121を使用する。加えて、有機EL素子の経時劣化による当該有機EL素子への駆動電流 I_{ds} の変動を抑制するための回路、すなわち電気光学素子の一例である有機EL素子の電流-電圧特性の変化を補正して駆動電流 I_{ds} を一定に維持する駆動信号一定化回路を備えた点に特徴を有する。さらに、有機EL素子の電流-電圧特性に経時変化があった場合でも駆動電流を一定にする機能を備えた点に特徴を有する。

【0126】

すなわち、駆動トランジスタ121の他に走査用に1つのスイッチングトランジスタ(

50

サンプリングトランジスタ 125) を使用する 2TR 駆動の構成を採るとともに、各スイッチングトランジスタを制御する電源駆動パルスDSL および書込駆動パルスWSのオン/オフタイミングの設定により、有機EL素子 127 の経時劣化や駆動トランジスタ 121 の特性変動(たとえば閾値電圧や移動度などのばらつきや変動)による駆動電流 I_{ds} に与える影響を防ぐ点に特徴を有する。

【0127】

2TR 駆動の構成であり、素子数や配線数が少ないため、高精細化が可能であることに加えて、映像信号 V_{sig} の劣化なくサンプリングできるため、良好な画質を得ることができる。

【0128】

図3に示した第2比較例に対しての構成上の大きな違いは、保持容量 120 の接続態様を変形して、有機EL素子 127 の経時劣化による駆動電流変動を防ぐ回路として、駆動信号一定化回路の一例であるブートストラップ回路を構成する点にある。駆動トランジスタ 121 の特性変動(たとえば閾値電圧や移動度などのばらつきや変動)による駆動電流 I_{ds} に与える影響を抑制する方法としては、各トランジスタ 121, 125 の駆動タイミングを工夫することで対処する。

【0129】

具体的には、第3比較例の画素回路Pは、保持容量 120、 n チャネル型の駆動トランジスタ 121、およびアクティブH(ハイ)の書込駆動パルスWSが供給される n チャネル型のサンプリングトランジスタ 125、電流が流れることで発光する電気光学素子(発光素子)の一例である有機EL素子 127 を有する。

【0130】

駆動トランジスタ 121 のゲート端G(ノードND122)とソース端Sとの間に保持容量 120 が接続され、駆動トランジスタ 121 のソース端Sが直接に有機EL素子 127 のアノード端Aに接続されている。保持容量 120 は、ブートストラップ容量としても機能するようになっている。有機EL素子 127 のカソード端Kは基準電位としてのカソード電位 V_{cath} とされる。好ましくはこのカソード電位 V_{cath} は、図3に示した第2比較例と同様に基準電位を供給する全画素共通の配線 V_{cath} (GND) に接続されている。

【0131】

駆動トランジスタ 121 のドレイン端Dは、電源スキャナとして機能する駆動走査部 105 からの電源供給線 105 DSL に接続されている。電源供給線 105 DSL は、この電源供給線 105 DSL そのものが、駆動トランジスタ 121 に対しての電源供給能力を備える点に特徴を有する。

【0132】

具体的には、駆動走査部 105 は、駆動トランジスタ 121 のドレイン端Dに対して、それぞれ電源電圧に相当する高電圧側の第1電位 V_{cc} と低電圧側の第2電位 V_{ss} とを切り替えて供給する電源電圧切替回路を具備している。

【0133】

第2電位 V_{ss} としては、映像信号線 106 HSにおける映像信号 V_{sig} の基準電位 V_o (オフセット電位 V_{ofs} とも称する) より十分低い電位とする。具体的には、駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} (ゲート電位 V_g とソース電位 V_s の差) が駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} より大きくなるように、電源供給線 105 DSL の低電位側の第2電位 V_{ss} を設定する。なお、オフセット電位 V_{ofs} は、閾値補正動作に先立つ初期化動作に利用するとともに映像信号線 106 HSを予めプリチャージにしておくためにも利用する。

【0134】

サンプリングトランジスタ 125 は、ゲート端Gが書込走査部 104 からの書込走査線 104 WSに接続され、ドレイン端Dが映像信号線 106 HSに接続され、ソース端Sが駆動トランジスタ 121 のゲート端G(ノードND122)に接続されている。そのゲート端Gには、書込走査部 104 からアクティブHの書込駆動パルスWSが供給される。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 5 】

サンプリングトランジスタ 1 2 5 は、ソース端 S とドレイン端 D とを逆転させた接続態様とすることもできる。また、サンプリングトランジスタ 1 2 5 としては、ディプレッション型およびエンハンスメント型の何れをも使用できる。

【 0 1 3 6 】

< 第 3 比較例の画素回路の動作 >

図 6 は、図 5 に示した第 3 比較例の画素回路 P に関する第 3 比較例（実質的に本実施形態と同様）の駆動タイミングの基本例を説明するタイミングチャートである。図 6 B ~ 図 6 L は、図 6 に示したタイミングチャートの各期間における等価回路と動作状態を説明する図である。図 7 は、閾値補正動作時における駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s の変化を示す図である。図 7 A は、移動度補正動作時における駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s の変化を示す図である。

【 0 1 3 7 】

以下では、説明や理解を容易にするため、特段の断りのない限り、書込みゲインが 1（理想値）であると仮定して、保持容量 1 2 0 に信号振幅 V_{in} の情報を、書き込む、保持する、あるいはサンプリングするなど簡潔に記して説明する。書込みゲインが 1 未満の場合、保持容量 1 2 0 には信号振幅 V_{in} の大きさそのものではなく、信号振幅 V_{in} の大きさに対応するゲイン倍された情報が保持されることになる。

【 0 1 3 8 】

因みに、信号振幅 V_{in} に対応する保持容量 1 2 0 に書き込まれる情報の大きさの割合を、書込みゲイン G_{input} と称する。ここで、書込みゲイン G_{input} は、具体的には、電気回路的に保持容量 1 2 0 と並列に配置される寄生容量を含めた全容量 C_1 と、電気回路的に保持容量 1 2 0 と直列に配置される全容量 C_2 との容量直列回路において、信号振幅 V_{in} を容量直列回路に供給したときに容量 C_1 に配分される電荷量に関係する。式で表せば、 $g = C_1 / (C_1 + C_2)$ とすると、書込みゲイン $G_{input} = C_2 / (C_1 + C_2) = 1 - C_1 / (C_1 + C_2) = 1 - g$ となる。以下の説明において、“ g ” が登場する記載は書込みゲインを考慮したものである。

【 0 1 3 9 】

また、説明や理解を容易にするため、特段の断りのない限り、ブートストラップゲインが 1（理想値）であると仮定して簡潔に記して説明する。因みに、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート・ソース間に保持容量 1 2 0 が設けられている場合に、ソース電位 V_s の上昇に対するゲート電位 V_g の上昇率をブートストラップゲイン（ブートストラップ動作能力） G_{bst} と称する。ここで、ブートストラップゲイン G_{bst} は、具体的には、保持容量 1 2 0 の容量値 C_s 、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート・ソース間に形成される寄生容量 C_{121gs} の容量値 C_{gs} 、ゲート・ドレイン間に形成される寄生容量 C_{121gd} の容量値 C_{gd} 、およびサンプリングトランジスタ 1 2 5 のゲート・ソース間に形成される寄生容量 C_{125gs} の容量値 C_{ws} に関係する。式で表せば、ブートストラップゲイン $G_{bst} = (C_s + C_{gs}) / (C_s + C_{gs} + C_{gd} + C_{ws})$ となる。

【 0 1 4 0 】

図 6 においては、時間軸を共通にして、書込走査線 1 0 4 WS の電位変化、電源供給線 1 0 5 DSL の電位変化、および映像信号線 1 0 6 HS の電位変化を表してある。また、これらの電位変化と並行に、1 行分（図では 1 行目）について駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート電位 V_g およびソース電位 V_s の変化も表してある。

【 0 1 4 1 】

基本的には、書込走査線 1 0 4 WS や電源供給線 1 0 5 DSL の 1 行ごとに、1 水平走査期間だけ遅れて同じような駆動を行なう。図 6 における各タイミングや信号は、処理対象行を問わず、第 1 行目のタイミングや信号と同じタイミングや信号で示す。そして、説明中において区別が必要とされるときには、そのタイミングや信号に、処理対象行を “_” 付きの参照子で示すことで区別する。

【 0 1 4 2 】

10

20

30

40

50

また、第3比較例の駆動タイミングでは、映像信号 V_{sig} が非有効期間であるオフセット電位 V_{ofs} にある期間を1水平期間の前半部とし、有効期間である信号電位($V_{ofs} + V_{in}$)にある期間を1水平期間の後半部とする。また、映像信号 V_{sig} の有効期間と非有効期間を合わせた1水平期間ごとに、閾値補正動作を3回に亘って繰り返すようにする。その各回の映像信号 V_{sig} の有効期間と非有効期間の切替タイミング(t_{13V} , t_{15V})、および書込駆動パルス WS のアクティブとインアクティブの切替タイミング(t_{13W} , t_{15W})については、そのタイミングに、各回を“_”なしの参照子で示すことで区別する。

【0143】

第3比較例では、1水平期間を処理サイクルとして、閾値補正動作を3回に亘って繰り返すようにしているが、この繰り返し動作は必須ではなく、1水平期間を処理サイクルとして、1回のみの閾値補正動作を実行するようにしてもよい。

【0144】

1水平期間が閾値補正動作の処理サイクルとなるのは、行ごとに、サンプリングトランジスタ125が信号振幅 V_{in} の情報を保持容量120にサンプリングする前に、閾値補正動作に先立って、電源供給線105DSLの電位を第2電位 V_{ss} にセットし、また駆動トランジスタ121のゲートをオフセット電位 V_{ofs} にセットし、さらにソース電位を第2電位 V_{ss} にセットする初期化動作を経てから、電源供給線105DSLの電位が第1電位 V_{cc} にある状態であつ映像信号線106HSがオフセット電位 V_{ofs} にある時間帯でサンプリングトランジスタ125を導通させて駆動トランジスタ121の閾値電圧 V_{th} に対応する電圧を保持容量120に保持させようとする閾値補正動作を行なうからである。

【0145】

必然的に、閾値補正期間は、1水平期間よりも短くなってしまう。したがって、保持容量120の容量 C_s や第2電位 V_{ss} の大きさ関係やその他の要因で、この短い1回分の閾値補正動作期間では、閾値電圧 V_{th} に対応する正確な電圧を保持容量120に保持仕切れないケースも起こり得る。第3比較例において、閾値補正動作を複数回実行するのは、この対処のためである。すなわち、信号振幅 V_{in} の情報の保持容量120へのサンプリング(信号書込み)に先行する複数の水平周期で、閾値補正動作を繰り返し実行することで、確実に駆動トランジスタ121の閾値電圧 V_{th} に相当する電圧を保持容量120に保持させるのである。

【0146】

ある行(ここでは第1行目とする)について、タイミング t_{11} 以前の前フィールドの発光期間 B では、書込駆動パルス WS がインアクティブ L でありサンプリングトランジスタ125が非導通状態である一方、電源駆動パルス DSL は高電位の電源電圧側である第1電位 V_{cc} にある。

【0147】

したがって、図6Bに示すように、映像信号線106HSの電位に関わらず、前フィールドの動作によって保持容量120に保持されている電圧状態(駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs})に応じて有機EL素子127に駆動トランジスタ121から駆動電流 I_{ds} が供給され、全画素共通の配線 V_{cath} (好ましくはGND)に流れ込むことで、有機EL素子127が発光状態にある。このとき、駆動トランジスタ121は飽和領域で動作するように設定されているため、有機EL素子127に流れる駆動電流 I_{ds} は保持容量120に保持されている駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} に応じて式(1)に示される値をとる。

【0148】

この後、線順次走査の新しいフィールドに入って、先ず、駆動走査部105は、書込駆動パルス WS がインアクティブ L にある状態で、1行目の電源供給線105DSL₁に与える電源駆動パルス DSL_1 を高低電位側の第1電位 V_{cc} から低電位側の第2電位 V_{ss} に切り替える(t_{11_1} :図6Cを参照)。このタイミング(t_{11_1})は、図6に示すように、映像信号 V_{sig} が有効期間の信号電位($V_{ofs} + V_{in}$)にある期間内としている。しかし

10

20

30

40

50

、 t_{11_1} は、必ずしもこのタイミングで遷移させる必要はない。

【0149】

次に、書込走査部104は、電源供給線105DSL₁が第2電位 V_{ss} にある状態のまま、書込駆動パルスWSをアクティブHに切り替える(t_{13W0})。このタイミング(t_{13W0})は、直前の水平期間における映像信号 V_{sig} が非有効期間であるオフセット電位 V_{ofs} から有効期間の信号電位($V_{ofs} + V_{in}$)に切り替わり、その後、オフセット電位 V_{ofs} に切り替わるタイミング(t_{13V0})と同じかそれよりも少し遅れたタイミングにする。この後に書込駆動パルスWSをインアクティブLに切り替えるタイミング(t_{15W0})は、オフセット電位 V_{ofs} から信号電位($V_{ofs} + V_{in}$)に切り替わるタイミング(t_{15V0})と同じかそれよりも少し前のタイミングにする。

10

【0150】

つまり、好ましくは、書込駆動パルスWSをアクティブHにする期間($t_{13W} \sim t_{15W}$)は、映像信号 V_{sig} が非有効期間であるオフセット電位 V_{ofs} にある時間帯($t_{13V} \sim t_{15V}$)内とする。これは、電源供給線105DSLが第1電位 V_{cc} にある状態のときで映像信号 V_{sig} が信号電位($V_{ofs} + V_{in}$)にあるときに書込駆動パルスWSをアクティブHにすると信号振幅 V_{in} の情報の保持容量120へのサンプリング動作(信号電位の書込み動作)がなされてしまい、閾値補正動作としては不都合が生じるからである。

【0151】

タイミング $t_{11_1} \sim t_{13W0}$ (放電期間Cと称する)では、電源供給線105DSLの電位は第2電位 V_{ss} まで放電され、さらに駆動トランジスタ121のソース電位 V_s は第2電位 V_{ss} に近い電位まで遷移する。さらに、駆動トランジスタ121のゲート端Gとソース端Sとの間には保持容量120が接続されており、その保持容量120による効果によって、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s の変動にゲート電位 V_g が連動する。

20

【0152】

電源駆動パルスDSLを低電位側の第2電位 V_{ss} にしたままで、書込駆動パルスWSをアクティブHに切り替えると(t_{13W0})、図6Dに示すように、サンプリングトランジスタ125が導通状態になる。

【0153】

このとき、映像信号線106HSはオフセット電位 V_{ofs} にある。したがって、駆動トランジスタ121のゲート電位 V_g は導通したサンプリングトランジスタ125を通じて映像信号線106HSのオフセット電位 V_{ofs} となる。これと同時に、駆動トランジスタ121がオンすることで、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s は低電位側の第2電位 V_{ss} に固定される。

30

【0154】

つまり、電源供給線105DSLの電位が高電位側の第1電位 V_{cc} から映像信号線106HSのオフセット電位 V_{ofs} より十分低い第2電位 V_{ss} にあることで、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s が映像信号線106HSのオフセット電位 V_{ofs} より十分低い第2電位 V_{ss} に初期化(リセット)される。このようにして、駆動トランジスタ121のゲート電位 V_g およびソース電位 V_s を初期化することで、閾値補正動作の準備が完了する。次に電源駆動パルスDSLを高電位側の第1電位 V_{cc} にするまでの期間($t_{13W0} \sim t_{14_1}$)が、初期化期間Dとなる。なお、放電期間Cと初期化期間Dとを合わせて、駆動トランジスタ121のゲート電位 V_g とソース電位 V_s を初期化する閾値補正準備期間とも称する。

40

【0155】

電源供給線105DSLの配線容量が大きい場合は比較的早いタイミングで電源供給線105DSLを高電位 V_{cc} から低電位 V_{ss} に切り替えるとよい。この放電期間Cおよび初期化期間D($t_{11_1} \sim t_{14_1}$)を十分に確保することで、配線容量やその他の画素寄生容量の影響を受けないようにしておく。このため、第3比較例では、初期化処理を2回行なうようにしている。すなわち、電源供給線105DSL₁が第2電位 V_{ss} にある状態のまま、書込駆動パルスWSをインアクティブLに切り替えた後(t_{15W0})、映像信号 V_{sig}

50

を信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に切り替える (t_{15V0})。さらに、映像信号 V_{sig} をオフセット電位 V_{ofs} に切り替えた後 (t_{13V1})、書込駆動パルス WS をアクティブ H に切り替える (t_{13W1})。

【0156】

放電期間 C において、第2電位 V_{ss} が有機 EL 素子 127 の閾値電圧 V_{thEL} とカソード電位 V_{cath} の和よりも小さいとき、つまり “ $V_{ss} < V_{thEL} + V_{cath}$ ” であれば有機 EL 素子 127 は消光する。また、駆動トランジスタ 121 のソース端とドレイン端が事実上逆転して電源供給線 105 DSL が駆動トランジスタ 121 のソース側となり、有機 EL 素子 127 のアノード端 A は第2電位 V_{ss} に充電される (図6Cを参照)。

【0157】

さらに、初期化期間 D においては、駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は “ $V_{ofs} - V_{ss}$ ” という値をとる (図6Dを参照)。この “ $V_{ofs} - V_{ss}$ ” が駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} よりも大きくないと閾値補正動作を行なうことができないために、“ $V_{ofs} - V_{ss} > V_{th}$ ” とする。

【0158】

次に、書込駆動パルス WS をアクティブ H にしたままで、電源供給線 105 DSL に与える電源駆動パルス DSL を第1電位 V_{cc} に切り替える (t_{14_1})。駆動走査部 105 は、それ以降は、次のフレーム (あるいはフィールド) の処理まで、電源供給線 105 DSL の電位を第1電位 V_{cc} に保持しておく。

【0159】

電源供給線 105 DSL を第1電位 V_{cc} に切り替えると (t_{14_1})、駆動トランジスタ 121 のソース端とドレイン端が再度逆転して電源供給線 105 DSL が駆動トランジスタ 121 のドレイン側となる (図6Eを参照)。これにより、駆動電流 I_{ds} が保持容量 120 に流れ込み、駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} を補正 (キャンセル) する第1回目の閾値補正期間 (第1閾値補正期間 E と称する) に入る。この第1閾値補正期間 E は、書込駆動パルス WS がインアクティブ L にされるタイミング (t_{15W1}) まで継続する。

【0160】

ここで、本実施形態の駆動走査部 105 は、電源供給線 105 DSL の電位を、低電位側である第2電位 V_{ss} から高電位側である第1電位 V_{cc} に遷移させるタイミング (t_{14_1}) を、映像信号線 106 HS が映像信号 V_{sig} の非有効期間であるオフセット電位 V_{ofs} 30にある時間帯 ($t_{13V1} \sim t_{15V1}$)、さらに好ましくは書込駆動パルス WS がアクティブである時間帯 ($t_{13W1} \sim t_{15W1}$) とする。

【0161】

ところで、タイミング (t_{14_1}) 以降の第1閾値補正期間 E では、図6Eに示すように、電源供給線 105 DSL の電位が低電位側の第2電位 V_{ss} から高電位側の第1電位 V_{cc} に遷移することで、駆動トランジスタ 121 のソース電位 V_s が上昇を開始する。

【0162】

すなわち、駆動トランジスタ 121 のゲート端 G は映像信号 V_{sig} のオフセット電位 V_{ofs} に保持されており、駆動トランジスタ 121 のソース端 S の電位 V_s が上昇して駆動トランジスタ 121 がカットオフするまで駆動電流 I_{ds} が流れようとする。カットオフすると駆動トランジスタ 121 のソース電位 V_s は “ $V_{ofs} - V_{th}$ ” となる。40

【0163】

すなわち、有機 EL 素子 127 の等価回路はダイオードと寄生容量 C_{el} の並列回路で表されるため、“ $V_{el} - V_{cath} + V_{thEL}$ ” である限り、つまり、有機 EL 素子 127 のリーク電流が駆動トランジスタ 121 に流れる電流よりもかなり小さい限り、駆動トランジスタ 121 の駆動電流 I_{ds} は保持容量 120 と寄生容量 C_{el} を充電するために使われる。

【0164】

この結果、駆動トランジスタ 121 に駆動電流 I_{ds} が流れると、有機 EL 素子 127 のアノード端 A の電圧 V_{el} つまりノード $ND121$ の電位は、図7に示すように、時間とともに上昇してゆく。そして、ノード $ND121$ の電位 (ソース電位 V_s) とノード $ND1$ 50

22の電圧（ゲート電位 V_g ）との電位差がちょうど閾値電圧 V_{th} となったところで閾値補正期間を終了させる。つまり、一定時間経過後、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は閾値電圧 V_{th} という値をとる。

【0165】

ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が閾値電圧 V_{th} となるまでは、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は閾値電圧 V_{th} よりも大きいため、図6Eに示すように駆動電流 I_{ds} が流れる。このとき、有機EL素子127には逆バイアスがかかっているため有機EL素子127が発光することはない。

【0166】

ここで、実際には、閾値電圧 V_{th} に相当する電圧が、駆動トランジスタ121のゲート端Gとソース端Sとの間に接続された保持容量120に書き込まれることになる。しかしながら、第1閾値補正期間Eは、書込駆動パルスWSをアクティブHにしたタイミング（ t_{13W1} ）（詳しくはその後電源駆動パルスDSLを第1電位 V_{cc} に戻した時点 t_{14} ）からインアクティブLに戻すタイミング（ t_{15W1} ）までであり、この期間が十分に確保されていないときには、それ以前に終了してしまうこととなる。

10

【0167】

具体的には、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が V_{x1} （ $> V_{th}$ ）になったとき、つまり、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s が低電位側の第2電位 V_{ss} から“ $V_{ofs} - V_{x1}$ ”になったときに終わってしまう。このため、第1閾値補正期間Eが完了した時点（ t_{15W1} ）では、 V_{x1} が保持容量120に書き込まれる。

20

【0168】

次に、駆動走査部105は、1水平期間の後半部で、書込駆動パルスWSをインアクティブLに切り替え（ t_{15W1} ）、さらに水平駆動部106は、映像信号線106HSをオフセット電位 V_{ofs} から信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）に切り替える（ t_{15V1} ）。これにより、図6Fに示すように、映像信号線106HSが信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）に変化する一方、書込走査線104WSの電位（書込駆動パルスWS）はローレベルになる。

【0169】

このときには、サンプリングトランジスタ125は非導通（オフ）状態にあり、それ以前に保持容量120に保持された V_{x1} に応じたドレイン電流が有機EL素子127に流れることで、ソース電位 V_s が僅かに上昇する。この上昇分を V_{a1} とすると、ソース電位 V_s は“ $V_{ofs} - V_{x1} + V_{a1}$ ”となる。さらに、駆動トランジスタ121のゲート端Gとソース端Sとの間には保持容量120が接続されており、その保持容量120による効果によって、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s の変動にゲート電位 V_g が連動することで、ゲート電位 V_g が“ $V_{ofs} + V_{a1}$ ”となる。

30

【0170】

第1閾値補正期間E後の、水平駆動部106が映像信号線106HSを信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）からオフセット電位 V_{ofs} に切り替え（ t_{13V2} ）、駆動走査部105が書込駆動パルスWSをアクティブHに切り替える（ t_{13W2} ）までの期間（他行書込み期間と称する）Fは、他の行の画素に対する信号振幅 V_{in} の情報のサンプリング期間となり、この処理対象行のサンプリングトランジスタ125はオフ状態にする必要がある。これで、1回目の1水平期間の処理が完結する。

40

【0171】

次の1水平周期（1H）の前半になると、水平駆動部106が映像信号線106HSを信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）からオフセット電位 V_{ofs} に切り替え（ t_{13V2} ）、駆動走査部105が書込駆動パルスWSをアクティブHに切り替える（ t_{13W2} ）。これにより、ドレイン電流が保持容量120に流れ込み、駆動トランジスタ121の閾値電圧 V_{th} を補正（キャンセル）する第2回目の閾値補正期間（第2閾値補正期間Gと称する）に入る。この第2閾値補正期間Gは、書込駆動パルスWSがインアクティブLにされるタイミング（ t_{15W2} ）まで継続する。

【0172】

50

第2 閾値補正期間 G では、第1 閾値補正期間 E と同様の動作をする。具体的には、図 6 G に示すように、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート端 G は映像信号 V_{sig} のオフセット電位 V_{ofs} に保持されることとなり、ゲート電位が直前の “ $V_g = \text{オフセット電位 } V_{ofs} + V_{a1}$ ” からオフセット電位 V_{ofs} に切り替わる。このときの駆動トランジスタのゲート端 G の電位変動量 V_{a1} の情報が、保持容量 1 2 0、駆動トランジスタのゲート・ソース間の寄生容量 C_{gs} を介して駆動トランジスタのソース端 S に入力される。このときのソース端 S への入力量は $g V_{a1}$ と表され、ソース電位 V_s は、直前の “ $V_{ofs} - V_{x1} + V_{a1}$ ” から $g V_{a1}$ だけ低下するので、 “ $V_{ofs} - V_{x1} + (1 - g) V_{a1}$ ” となる。

【 0 1 7 3 】

ここで、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート・ソース間電圧 $V_{x1} - (1 - g) V_{a1}$ が駆動トランジスタ 1 2 1 の閾値電圧 V_{th} よりも大きいならば、この後、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース端 S の電位 V_s が上昇して駆動トランジスタ 1 2 1 がカットオフするまでドレイン電流が流れようとする。カットオフすると駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s は “ $V_{ofs} - V_{th}$ ” となる。

【 0 1 7 4 】

しかしながら、第2 閾値補正期間 G は、書込駆動パルス WS をアクティブ H にしたタイミング (t_{13W2}) からインアクティブ L に戻すタイミング (t_{15W2}) までであり、この期間が十分に確保されていないときには、それ以前に終了してしまうこととなる。この点は、第1 閾値補正期間 E と同じであり、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} が $V_{x2} (< V_{x1}, \text{かつ} > V_{th})$ になったとき、つまり、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s が “ $V_{ofs} - V_{x1}$ ” から “ $V_{ofs} - V_{x2}$ ” になったときに終わってしまう。このため、第2 閾値補正期間 G が完了した時点 (t_{15W2}) では V_{x2} が保持容量 1 2 0 に書き込まれる。

【 0 1 7 5 】

次に、駆動走査部 1 0 5 は、1 水平期間の後半部で、他の行の画素に対する信号電位のサンプリングを行なうため、書込駆動パルス WS をインアクティブ L に切り替え (t_{15W2})、さらに水平駆動部 1 0 6 は、映像信号線 1 0 6 HS をオフセット電位 V_{ofs} から信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に切り替える (t_{15V2})。これにより、図 6 H に示すように、映像信号線 1 0 6 HS が信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に変化する一方、書込走査線 1 0 4 WS の電位 (書込駆動パルス WS) はローレベルになる。

【 0 1 7 6 】

このときには、サンプリングトランジスタ 1 2 5 は非導通 (オフ) 状態にあり、それ以前に保持容量 1 2 0 に保持された V_{x2} に応じたドレイン電流が有機 EL 素子 1 2 7 に流れることで、ソース電位 V_s が僅かに上昇する。この上昇分を V_{a2} とすると、ソース電位 V_s は “ $V_{ofs} - V_{x2} + V_{a2}$ ” となる。さらに、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート端 G とソース端 S との間には保持容量 1 2 0 が接続されており、その保持容量 1 2 0 による効果によって、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s の変動にゲート電位 V_g が連動することで、ゲート電位 V_g が “ $V_{ofs} + V_{a2}$ ” となる。

【 0 1 7 7 】

第2 閾値補正期間 G 後の、水平駆動部 1 0 6 が映像信号線 1 0 6 HS を信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) からオフセット電位 V_{ofs} に切り替え (t_{13V3})、駆動走査部 1 0 5 が書込駆動パルス WS をアクティブ H に切り替える (t_{13W3}) までの期間 (他行書込み期間と称する) H は、他の行の画素に対する信号振幅 V_{in} の情報のサンプリング期間となり、この処理対象行のサンプリングトランジスタ 1 2 5 はオフ状態にする必要がある。これで、2 回目の 1 水平期間の処理が完結する。

【 0 1 7 8 】

さらに、次の 1 水平周期 (1 H) の前半になると、水平駆動部 1 0 6 が映像信号線 1 0 6 HS を信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) からオフセット電位 V_{ofs} に切り替え (t_{13V3})、駆動走査部 1 0 5 が書込駆動パルス WS をアクティブ H に切り替える (t_{13W3})。これにより、ドレイン電流が保持容量 1 2 0 に流れ込み、駆動トランジスタ 1 2 1 の閾値電圧 V_{th}

10

20

30

40

50

を補正（キャンセル）する第3回目の閾値補正期間（第3閾値補正期間Iと称する）に入る。この第3閾値補正期間Iは、書込駆動パルスWSがインアクティブLにされるタイミング（ t_{15W3} ）まで継続する。

【0179】

この第3閾値補正期間Iでは、第1閾値補正期間Eや第2閾値補正期間Gと同様の動作をする。具体的には、図6Iに示すように、駆動トランジスタ121のゲート端Gは映像信号Vsigのオフセット電位Vofsに保持されることとなり、ゲート電位が直前の“ $V_g = \text{オフセット電位 } V_{ofs} + V_{a2}$ ”からオフセット電位Vofsに切り替わる。このときの駆動トランジスタのゲート端Gの電位変動量 V_{a2} の情報が、保持容量120、駆動トランジスタのゲート・ソース間の寄生容量 C_{gs} を介して駆動トランジスタのソース端Sに入力される。このときのソース端Sへの入力量は gV_{a2} と表され、ソース電位Vsは、直前の“ $V_{ofs} - V_{x2} + V_{a2}$ ”から gV_{a2} だけ低下するので、“ $V_{ofs} - V_{x1} + (1 - g)V_{a2}$ ”となる。

10

【0180】

この後、駆動トランジスタ121のソース端Sの電位Vsが上昇して駆動トランジスタ121がカットオフするまでドレイン電流が流れようとする。ゲート・ソース間電圧Vgsがちょうど閾値電圧Vthとなったところでドレイン電流がカットオフする。カットオフすると駆動トランジスタ121のソース電位Vsは“ $V_{ofs} - V_{th}$ ”となる。

【0181】

つまり、複数回（本例では3回）に亘る閾値補正期間での処理によって、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧Vgsは閾値電圧Vthという値をとる。ここで、実際には、閾値電圧Vthに相当する電圧が、駆動トランジスタ121のゲート端Gとソース端Sとの間に接続された保持容量120に書き込まれることになる。

20

【0182】

なお、3回に亘る閾値補正期間E、G、Iでは、何れもドレイン電流が専ら保持容量120側や有機EL素子127の寄生容量 C_{el} 側に流れ、カソード電位Vcath側には流れないようにするため、有機EL素子127がカットオフとなるように共通接地配線cathの電位Vcathを設定しておく。

【0183】

この後、水平駆動部106により信号線106HSに信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）を実際に供給して、書込駆動パルスWSをアクティブHにする期間を、保持容量120への信号振幅 V_{in} の情報の書込み期間（サンプリング期間とも称する）とする。この信号振幅 V_{in} の情報は駆動トランジスタ121の閾値電圧Vthに足し込む形で保持される。詳しくは、書込みゲインGinputを考慮したとき、前述の比率gが関与する。

30

【0184】

この結果、駆動トランジスタ121の閾値電圧Vthの変動は常にキャンセルされる形となるので、閾値補正を行なっていることになる。この閾値補正によって、保持容量120に保持されるゲート・ソース間電圧Vgsは“ $V_{in} + V_{th}$ ”となる。書込みゲインGinputを考慮したときには、 $(1 - g)V_{in} + V_{th} = G_{input} \cdot V_{in} + V_{th}$ となる。また、同時に、このサンプリング期間で移動度補正を実行する。すなわち、本実施形態の駆動タイミングにおいて、サンプリング期間は移動度補正期間を兼ねることとなる。信号振幅 V_{in} は階調に応じた電圧である。

40

【0185】

具体的には、先ず、書込駆動パルスWSをインアクティブLに切り替え（ t_{15W3} ）、さらに水平駆動部106は、映像信号線106HSをオフセット電位Vofsから信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）に切り替える（ t_{15V3} ）ことで、最後（本例では3回目）の閾値補正期間を完了させる。こうすることで、図6Jに示すように、サンプリングトランジスタ125が非導通（オフ）状態とされ、次のサンプリング動作および移動度補正動作の準備が完了する。次に書込駆動パルスWSをアクティブHにするタイミング（ t_{16_1} ）まで期間を書込み&移動度補正準備期間Jと称する。

50

【 0 1 8 6 】

次に、映像信号線 1 0 6 HSを信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に保持したままで、書込走査部 1 0 4 は、書込駆動パルスWSをアクティブHに切り替え (t_{16_1})、水平駆動部 1 0 6 が映像信号線 1 0 6 HSの電位を信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) からオフセット電位 V_{ofs} に切り替えるタイミング (t_{18_1}) までの間での適当なタイミングで、つまり、映像信号線 1 0 6 HSが信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) にある時間帯での適当なとき、インアクティブLに切り替える (t_{17_1})。この書込駆動パルスWSがアクティブHにある期間 ($t_{16_1} \sim t_{17_1}$) を、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K と称する。

【 0 1 8 7 】

これにより、図 6 K に示すように、サンプリングトランジスタ 1 2 5 が導通 (オン) 状態となり、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート電位 V_g は信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) となる。したがって、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K では、駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート端 G が信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に固定された状態で、駆動トランジスタ 1 2 1 に駆動電流 I_{ds} が流れる。

【 0 1 8 8 】

駆動トランジスタ 1 2 1 のゲート電位 V_g はサンプリングトランジスタ 1 2 5 をオンしているために信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) となるが、電源供給線 1 0 5 DSL から電流が流れるためソース電位 V_s は時間とともに上昇してゆく。

【 0 1 8 9 】

後述するが、有機 EL 素子 1 2 7 の閾値電圧を V_{thEL} としたとき、書込みゲインを考慮したときは " $V_{ofs} - V_{th} + g V_{in} + \Delta V < V_{thEL} + V_{cath}$ " と設定しておくことで、有機 EL 素子 1 2 7 は、逆バイアス状態におかれ、カットオフ状態 (ハイインピーダンス状態) にあるため、発光することはない、また、ダイオード特性ではなく単純な容量特性を示すようになる。このときのソース電位 V_s が有機 EL 素子 1 2 7 の閾値電圧 V_{thEL} とカソード電位 V_{cath} の和を越えなければ、駆動トランジスタ 1 2 1 に流れるドレイン電流 (駆動電流 I_{ds}) は保持容量 1 2 0 の容量値 C_s と有機 EL 素子 1 2 7 の寄生容量 (等価容量) C_{el} の容量値 C_{el} の両者を結合した容量 " $C = C_s + C_{el}$ " に書き込まれていく。これにより、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s は上昇していく。このとき、駆動トランジスタ 1 2 1 の閾値補正動作は完了しているため、駆動トランジスタ 1 2 1 が流す駆動電流 I_{ds} は移動度 μ を反映したものとなる。

【 0 1 9 0 】

図 6 のタイミングチャートでは、この上昇分を ΔV で表してある。書込みゲインを考慮したときは、この上昇分、すなわち移動度補正パラメータである負帰還量 ΔV は、閾値補正によって保持容量 1 2 0 に保持されるゲート・ソース間電圧 " $V_{gs} = (1 - g) V_{in} + V_{th}$ " から差し引かれることになり、" $V_{gs} = (1 - g) V_{in} + V_{th} - \Delta V$ " となるので、負帰還をかけたことになる。このとき、駆動トランジスタ 1 2 1 のソース電位 V_s は、ゲート電位 $V_g (= V_{ofs} + V_{in})$ から保持容量に保持される電圧 " $V_{gs} = (1 - g) V_{in} + V_{th} - \Delta V$ " を差し引いた値 " $(1 - g) V_{ofs} + g (V_{ofs} + V_{in}) - V_{th} + \Delta V$ " = " $V_{ofs} + g V_{in} - V_{th} + \Delta V$ " となる。

【 0 1 9 1 】

このようにして、第 3 比較例の駆動タイミングでは、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K ($t_{16} \sim t_{17}$) において、映像信号 V_{sig} における信号振幅 V_{in} のサンプリングと移動度 μ を補正する負帰還量 (移動度補正パラメータ) ΔV の調整が行なわれる。負帰還量 ΔV は $\Delta V = I_{ds} \cdot t / (C_{el} + C_{gs} + C_s)$ である。

【 0 1 9 2 】

書込走査部 1 0 4 は、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K の時間幅を調整可能であり、これにより保持容量 1 2 0 に対する駆動電流 I_{ds} の負帰還量を最適化することができる。ここで「負帰還量を最適化する」とは、映像信号電位の黒レベルから白レベルまでの範囲で、どのレベルにおいても適切に移動度補正を行なうことができるようにすることを意味する。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 3 】

負帰還量 ΔV は $\Delta V = I_{ds} \cdot t / (C_{el} + C_{gs} + C_s)$ であるから、ゲート・ソース間電圧 V_{gs} にかかる負帰還量 ΔV は、ドレイン電流 I_{ds} の取り出し時間すなわちサンプリング期間 & 移動度補正期間 K に依存しており、この期間を長くとるほど、負帰還量が大きくなる。その際、移動度補正期間 t は必ずしも一定である必要はなく、逆に駆動電流 I_{ds} に応じて調整することが好ましい場合がある。たとえば、駆動電流 I_{ds} が大きい場合、移動度補正期間 t は短めにし、逆に駆動電流 I_{ds} が小さくなると、移動度補正期間 t は長めに設定することがよい。

【 0 1 9 4 】

また、負帰還量 ΔV は $\Delta V = I_{ds} \cdot t / (C_{el} + C_{gs} + C_s)$ であるから、駆動トランジスタ 121 のドレイン・ソース間電流である駆動電流 I_{ds} が大きいほど、負帰還量 ΔV は大きくなる。逆に、駆動トランジスタ 121 の駆動電流 I_{ds} が小さいとき、負帰還量 ΔV は小さくなる。このように、負帰還量 ΔV は駆動電流 I_{ds} に応じて決まる。

【 0 1 9 5 】

また、信号振幅 V_{in} が大きいほど駆動電流 I_{ds} は大きくなり、負帰還量 ΔV の絶対値も大きくなる。したがって、発光輝度レベルに応じた移動度補正を実現できる。その際、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K は必ずしも一定である必要はなく、逆に駆動電流 I_{ds} に応じて調整することが好ましい場合がある。たとえば、駆動電流 I_{ds} が大きい場合、移動度補正期間 t は短めにし、逆に駆動電流 I_{ds} が小さくなると、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K は長めに設定するのがよい。

【 0 1 9 6 】

たとえば、映像信号線電位（信号線 106 HS の電位）の立上りもしくは書込走査線 104 WS の書込駆動パルス WS の遷移特性に傾斜をつけることで、移動度補正期間を映像線信号電位に自動的に追従させて、その最適化を図る。信号線 106 HS の電位が高いとき（駆動電流 I_{ds} が大きいとき）補正期間が短くなり、信号線 106 HS の電位が低いとき（駆動電流 I_{ds} が小さいとき）補正期間は長くなるように、自動的に調整する。こうすることで、映像信号電位（映像信号 V_{sig} ）に追従して、適切な補正期間を自動的に設定できるため、画像の輝度や絵柄によらず最適な移動度補正が可能となる。

【 0 1 9 7 】

また、負帰還量 ΔV は、 $I_{ds} \cdot t / (C_{el} + C_{gs} + C_s)$ であり、画素回路 P ごとに移動度 μ のばらつきに起因して駆動電流 I_{ds} がばらつく場合でも、それぞれに応じた負帰還量 ΔV となるので、画素回路 P ごとの移動度 μ のばらつきを補正することができる。つまり、信号振幅 V_{in} を一定とした場合、図 7 A に示すように、駆動トランジスタ 121 の移動度 μ が大きいほど駆動電流 I_{ds} が大きく、ソース電位 V_s の上昇が早く、負帰還量 ΔV の絶対値が大きくなる。逆に移動度 μ が小さいものは駆動電流 I_{ds} が小さく、ソース電位 V_s の上昇は遅く、負帰還量 ΔV の絶対値が小さくなる。換言すると、移動度 μ が大きいほど負帰還量 ΔV が大きくなるので、駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は移動度 μ を反映して小さくなり、一定時間経過後に完全に移動度 μ を補正するゲート・ソース間電圧 V_{gs} となるので、画素回路 P ごとの移動度 μ のばらつきを取り除くことができる。

【 0 1 9 8 】

このようにして、第 3 比較例の駆動タイミングでは、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K にて、信号振幅 V_{in} のサンプリングと移動度 μ のばらつきを補正するための負帰還量 ΔV の調整が同時に行なわれる。もちろん、負帰還量 ΔV はサンプリング期間 & 移動度補正期間 K の時間幅を調整することで最適化可能である。

【 0 1 9 9 】

次に、書込走査部 104 は、映像信号線 106 HS が信号電位（ $V_{ofs} + V_{in}$ ）にある状態で、書込駆動パルス WS をインアクティブ L に切り替える（ t_{17_1} ）。これにより、図 6 L に示すように、サンプリングトランジスタ 125 が非導通（オフ）状態となり発光期間 L に進む。水平駆動部 106 は、その後の適当な時点で映像信号線 106 HS への信号電

10

20

30

40

50

位 ($V_{ofs} + V_{in}$) の供給を停止してオフセット電位 V_{ofs} に戻す (t_{18_1})。この後、次のフレーム (もしくはフィールド) に移って、再び、閾値補正準備動作、閾値補正動作、移動度補正動作、および発光動作が繰り返される。

【0200】

この結果、駆動トランジスタ121のゲート端Gは映像信号線106HSから切り離される。駆動トランジスタ121のゲート端Gへの信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) の印加が解除されるので、駆動トランジスタ121のゲート電位 V_g は上昇可能となる。

【0201】

このとき、駆動トランジスタ121に流れる駆動電流 I_{ds} は有機EL素子127に流れ、有機EL素子127のアノード電位は駆動電流 I_{ds} に応じて上昇する。この上昇分を V_{el} とする。やがて、ソース電位 V_s の上昇に伴い、有機EL素子127の逆バイアス状態は解消されるので、駆動電流 I_{ds} の流入により有機EL素子127は実際に発光を開始する。このときの有機EL素子127のアノード電位の上昇 (V_{el}) は、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s の上昇に他ならず、駆動トランジスタ121のソース電位 V_s は、 $(1 - g)V_{ofs} + g(V_{ofs} + V_{in}) - V_{th} + \Delta V + V_{el} = V_{ofs} + gV_{in} - V_{th} + \Delta V + V_{el}$ となる。

【0202】

駆動電流 I_{ds} 対ゲート電圧 V_{gs} の関係は、先のトランジスタ特性を表した式 (1) の V_{gs} に $V_{in} - \Delta V + V_{th}$ を代入することで、式 (2-1) のように表すことができる。書込みゲインを考慮したときには、式 (1) の V_{gs} に $(1 - g)V_{in} - \Delta V + V_{th}$ を代入することで、式 (2-2) のように表すことができる。式 (2-1) や式 (2-2) (纏めて式 (2) と称する) において、 $k = (1/2)(W/L)C_{ox}$ である。

【0203】

【数2】

$$\left. \begin{aligned} I_{ds} &= k\mu (V_{gs} - V_{th})^2 = k\mu (V_{in} - \Delta V)^2 \cdots (2-1) \\ I_{ds} &= k\mu (V_{gs} - V_{th})^2 = k\mu ((1-g)V_{in} - \Delta V)^2 \cdots (2-2) \end{aligned} \right\} \cdots (2)$$

【0204】

この式 (2) から、閾値電圧 V_{th} の項がキャンセルされており、有機EL素子127に供給される駆動電流 I_{ds} は駆動トランジスタ121の閾値電圧 V_{th} に依存しないことが分かる。基本的に駆動電流 I_{ds} は信号振幅 V_{in} によって決まる。換言すると、有機EL素子127は信号振幅 V_{in} に応じた輝度で発光することになる。

【0205】

その際、保持容量120に保持される情報は帰還量 ΔV で補正されている。この補正量 ΔV はちょうど式 (2) の係数部に位置する移動度 μ の効果を打ち消すように働く。したがって、駆動電流 I_{ds} は実質的に信号振幅 V_{in} のみに依存することになる。駆動電流 I_{ds} は閾値電圧 V_{th} に依存しないので、閾値電圧 V_{th} が製造プロセスにより変動しても、ドレイン・ソース間の駆動電流 I_{ds} は変動せず、有機EL素子127の発光輝度も変動しない。

【0206】

また、駆動トランジスタ121のゲート端Gとソース端Sとの間には保持容量120が接続されており、その保持容量120による効果により、発光期間の最初でブートストラップ動作が行なわれ、駆動トランジスタ121のゲート・ソース間電圧 V_{gs} を一定に維持したまま、駆動トランジスタ121のゲート電位 V_g およびソース電位 V_s が上昇する。駆動トランジスタ121のソース電位 V_s が $V_{ofs} + gV_{in} - V_{th} + \Delta V + V_{el}$ となることで、ゲート電位 V_g は $V_{ofs} + V_{in} + V_{el}$ となる。

【0207】

10

20

30

40

50

このとき、駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電圧 V_{gs} は一定であるので、駆動トランジスタ 121 は、一定電流（駆動電流 I_{ds} ）を有機 EL 素子 127 に流す。その結果、有機 EL 素子 127 のアノード端 A の電位（＝ノード ND 121 の電位）は、有機 EL 素子 127 に飽和状態での駆動電流 I_{ds} という電流が流れ得る電圧まで上昇する。

【0208】

ここで、有機 EL 素子 127 は、発光時間が長くなるとその $I-V$ 特性が変化してしまう。そのため、時間の経過とともに、ノード ND 121 の電位も変化する。しかしながら、このような有機 EL 素子 127 の経時劣化によりそのアノード電位が変動しても、保持容量 120 に保持されたゲート・ソース間電圧 V_{gs} は常に一定に維持される。

【0209】

駆動トランジスタ 121 が定電流源として動作することから、有機 EL 素子 127 の $I-V$ 特性が経時変化し、これに伴って駆動トランジスタ 121 のソース電位 V_s が変化したとしても、保持容量 120 によって駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電位 V_{gs} が一定（ $V_{in} - \Delta V + V_{th}$ もしくは $(1 - g) V_{in} - \Delta V + V_{th}$ ）に保たれているため、有機 EL 素子 127 に流れる電流は変わらず、したがって有機 EL 素子 127 の発光輝度も一定に保たれる。

【0210】

このような、有機 EL 素子 127 の特性変動に拘らず、駆動トランジスタ 121 のゲート・ソース間電圧を一定に維持し輝度を一定に維持する補正のための動作（保持容量 120 の効果による動作）をブートストラップ動作と呼ぶ。このブートストラップ動作により、有機 EL 素子 127 の $I-V$ 特性が経時的に変化しても、それに伴う輝度劣化のない画像表示が可能になる。

【0211】

つまり、第 3 比較例の画素回路 P とそれを駆動する第 3 比較例の駆動タイミングでは、電気光学素子の一例である有機 EL 素子 127 の電流・電圧特性の変化を補正して駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路の一例であるブートストラップ回路が構成され、ブートストラップ動作が機能するようになっているのである。よって、有機 EL 素子 127 の $I-V$ 特性が劣化しても一定電流 I_{ds} が常に流れ続けるため、有機 EL 素子 127 は画素信号 V_{sig} に応じた輝度で発光を続けることになり輝度が変化することはない。

【0212】

また、第 3 比較例の画素回路 P とそれを駆動する第 3 比較例の駆動タイミングでは、駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} を補正して駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路の一例である閾値補正回路が構成され閾値補正動作が機能するようになっている。駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} を反映させたゲート・ソース間電位 V_{gs} として、当該閾値電圧 V_{th} のばらつきの影響を受けない一定電流 I_{ds} を流すことができる。

【0213】

特に、第 3 比較例の駆動タイミングでは、1 回の閾値補正動作の処理サイクルを 1 水平期間とし、複数回に亘って閾値補正動作を繰り返すようにしており、確実に閾値電圧 V_{th} を保持容量 120 に保持させるようにしている。このため、閾値電圧 V_{th} の画素間差が確実に除去され、階調に拘らず、閾値電圧 V_{th} のばらつきに起因する輝度ムラを抑制できる。

【0214】

これに対して、閾値補正動作を 1 回にするなど閾値電圧 V_{th} の補正が不十分な場合は、つまり閾値電圧 V_{th} が保持容量 120 に保持されていない場合には、異なる画素回路 P の間で、低階調の領域では輝度（駆動電流 I_{ds} ）に差が出てしまう。よって閾値電圧の補正が不十分な場合は、低階調で輝度のムラが現れ画質を損なうことになる。

【0215】

加えて、第 3 比較例の駆動タイミングでは、サンプリングトランジスタ 125 による信号振幅 V_{in} の保持容量 120 への書込み動作と連動して駆動トランジスタ 121 の移動度 μ を補正して駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路の一例である移動度補正回路

10

20

30

40

50

が構成され移動度補正動作が機能するようになっている。駆動トランジスタ 121 のキャリア移動度 μ を反映させたゲート・ソース間電位 V_{gs} として、当該キャリア移動度 μ のばらつきの影響を受けない一定電流 I_{ds} を流すことができる。

【0216】

つまり、第3比較例の画素回路 P は、駆動タイミングを工夫することで、閾値補正回路や移動度補正回路が自動的に構成され、駆動トランジスタ 121 の特性ばらつき（本例では閾値電圧 V_{th} およびキャリア移動度 μ のばらつき）による駆動電流 I_{ds} に与える影響を防ぐために、閾値電圧 V_{th} およびキャリア移動度 μ による影響を補正して駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路として機能するようになっているのである。

【0217】

ブートストラップ動作だけでなく、閾値補正動作と移動度補正動作とを実行しているため、ブートストラップ動作で維持されるゲート・ソース間電圧 V_{gs} は、閾値電圧 V_{th} に相当する電圧と移動度補正用の電圧 ΔV とによって調整されているため、有機 EL 素子 127 の発光輝度は駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} や移動度 μ のばらつきの影響を受けることがないし、有機 EL 素子 127 の経時劣化の影響も受けない。入力される信号振幅 V_{in} に対応する安定した階調で表示でき、高画質の画像を得ることができる。

【0218】

また、第3比較例の画素回路 P は、nチャネル型の駆動トランジスタ 121 を用いたソースフォロア回路によって構成することができるために、現状のアノード・カソード電極の有機 EL 素子をそのまま用いても、有機 EL 素子 127 の駆動が可能になる。

【0219】

また、駆動トランジスタ 121 およびその周辺部のサンプリングトランジスタ 125 をも含めて nチャネル型のみトランジスタを用いて画素回路 P を構成することができ、TFT 作成においてもアモルファスシリコン (a-Si) プロセスを用いることができるようになるため、TFT 基板の低コスト化が図れることになる。

【0220】

<< 画素欠陥について >>

図8および図8Aは、画素アレイ部 102 の画素回路 P における点欠陥を説明する図である。図8は、滅点発生時の有機 EL 素子 127 の等価回路を説明する図である。図8Aは、半導体基板上における有機 EL 素子 127 の配置関係を説明する図である。詳しくは、図8Aは、一般的な有機 EL 表示装置における1画素分の平面図である。

【0221】

図5に示した画素回路 P において、有機 EL 素子 127 がダストなどの欠陥によって滅点（発光しない画素）となってしまった場合を考える。有機 EL 素子 127 が滅点となる場合には、有機 EL 素子 127 の等価回路は、図8に示すように、正常な有機 EL 素子 127 に並列に抵抗素子 127R が存在する状態と考えてよい。ショートによって滅点となる場合には低抵抗値と考えてよく、駆動トランジスタ 121 からの駆動電流 I_{ds} が有機 EL 素子 127 よりも抵抗素子 127R 側により多く流れることで有機 EL 素子 127 の発光が無い状態となるからである。

【0222】

図8Aに示す1画素分の平面図のように、基板 101 上に下部電極（たとえばアノード電極）504 が配置され、その下部電極 504 上に有機 EL 素子 127 の開口部（以下 EL 開口部と称する）127a が形成されている。下部電極 504 には接続孔（たとえば TFT-アノードコンタクト）504a が設けられ、この接続孔 504a を介して下部電極 504 下に配された駆動トランジスタ 121 の入出力端（本例ではソース電極）に下部電極 504 が接続されるようになっている。

【0223】

下部電極 504 の周囲は絶縁膜パターン 505 で覆われて、有機 EL 素子 127 を構成する下部電極 504 や図示しない有機層および上部電極が積層されている部分のみが発光有効領域 127b となるように広く露出した EL 開口部 127a とされている。

【0224】

このように、画素回路PにおけるEL開口部127aは、1画素に1つであるため、有機EL素子127がダストなどにより滅点となってしまうと、その画素は点欠陥となってしまう歩留まり低下の原因となる。

【0225】

そこで、有機EL素子127そのものがダストなどにより滅点となってしまうことで、その画素が点欠陥となってしまう問題を緩和する仕組みを採る。その仕組みの基本は、1画素を複数の画素に分割し、各分割画素に少なくとも1つの有機EL素子127を配置する。さらに、その分割した分割画素別に、その分割画素に属する有機EL素子127を他の分割画素とは独立に駆動する駆動回路を設ける。分割画素の有機EL素子127のアノードを他の分割画素の有機EL素子127とは電氣的に接続しないで、分割画素のそれぞれに個別の駆動回路で駆動する構成にすることである。

10

【0226】

この分割画素別に独立な駆動回路は、前述の1画素についての画素回路Pと同様の構成とすればよい。2TR構成を基本とする場合であれば、保持容量120、駆動トランジスタ121をそれぞれ分割画素別に設ける。つまり、1画素内に、保持容量120、駆動トランジスタ121、発光部となる有機EL素子127を複数持つ構成を採るのである。

【0227】

従来の1画素を複数の領域に分割し、それぞれが有機EL素子とそれを駆動する駆動回路を独立に有するようにすることで、分割画素の何れかが滅点となる場合であっても、他の正常な分割画素の有機EL素子で表示すれば、見かけ上、点欠陥として見えないという効果を享受できる。以下、具体的に説明する。

20

【0228】

<<滅点素子対策対応の画素回路：第1実施形態>>

図9および図9Aは、本実施形態の滅点素子対策の第1実施形態を説明する図である。図9は、滅点素子対策機能を備えた第1実施形態の画素回路Pを示す図である。図9Aは、滅点素子対策の第1実施形態において、半導体基板上における有機EL素子127の配置関係を説明する1画素分の平面図である。

【0229】

第1実施形態の画素回路Pは、図9に示すように、従来の1画素を、分割画素P_1と分割画素P_2の2つの領域に分け、各分割画素P_1、P_2には、先ずそれぞれ1つの有機EL素子127を設ける。各有機EL素子127_1、127_2を駆動する2TR構成の駆動回路は、前述の第3比較例の画素回路Pと同様に保持容量120と駆動トランジスタ121とを有する構成のものを、分割画素P_1、P_2の別に備える構成を採用する。これにより、分割画素P_1の有機EL素子127_1と分割画素P_2の有機EL素子127_2とが、それぞれ個別の駆動回路で駆動される構成となる。

30

【0230】

2つの領域に分けた分割画素P_1、P_2において、各駆動トランジスタ121_1、121_2のゲートと保持容量120_1、120_2の接続点であるノードND122_1、ND122_2は、共通のサンプリングトランジスタ125と接続する。こうすることで、分割画素P_1、P_2は共通の映像信号Vsigで駆動されることになる。サンプリングトランジスタ125も分割画素P_1、P_2の別に設けることも考えられるが、本実施形態では素子数低減のため採用しない。

40

【0231】

平面構成としては、図9Aに示すように、1画素内において、2つの領域に分けた分割画素P_1と分割画素P_2のそれぞれに対応する2つのEL開口部127a_1、127a_2を有する。

【0232】

駆動トランジスタ121の出力端（ソース）と有機EL素子127のカソード電位間に、有機EL素子127が接続されている表示装置において、1画素内に、有機EL素子1

50

27のEL開口部127a、有機EL素子127と駆動トランジスタ121を接続するコンタクトとしての接続孔504a、アノードメタルとしての下部電極504、駆動トランジスタ121、保持容量120が複数存在することを特徴とする画素回路Pとしている。

【0233】

2つの有機EL素子127_1, 127_2が滅点でなければ、双方のEL開口部127a_1, 127a_2が発光部となるので、EL開口部127a_1, 127a_2の総面積を、分割前のEL開口部127aの面積とほぼ等しくなるようにしておくことで、実質的には、表示装置の開口率を減少させない。

【0234】

このような構成とすることで、1画素内に、保持容量120、駆動トランジスタ121、有機EL素子127、発光部となるEL開口部127aを2つ持つ構成となる。左右の分割画素P_1, P_2は、有機EL素子127_1, 127_2が回路上電氣的に接続されていないため、左右どちらの有機EL素子127_1, 127_2が滅点化しても、逆側の有機EL素子127_1, 127_2に影響を及ぼすことはない。このため、たとえば左右どちらかの有機EL素子127_1, 127_2が滅点となった場合でも、逆側の有機EL素子127_1, 127_2は単独で発光することとなり、画素は滅点とはならない。

【0235】

従来の1画素を複数の分割画素に分け、有機EL素子127およびそのEL開口部127a（発光部）と、有機EL素子127のそれぞれを独立に駆動するための駆動トランジスタおよび画素容量を、それぞれ分割画素別に持たせる。こうすることで、分割画素の有機EL素子127のアノードを他の分割画素のアノードと電氣的に接続しないで済み、画素が完全に滅点となるのを防ぐことができる。

【0236】

第1実施形態の仕組みでは、従来の1画素を、分割画素P_1, 分割画素P_2の2つの領域に分け、EL開口部127a_1, 127a_2の2つの発光部を備えるようにしていることから、両方が滅点になる可能性は低くなる。これにより、1画素が完全に滅点になるのを防ぐことができ、点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。

【0237】

<<滅点素子対策対応の画素回路：第2実施形態>>

図9Bは、本実施形態の滅点素子対策の第2実施形態を説明する図であり、滅点素子対策機能を備えた第2実施形態の画素回路Pを示す図である。

【0238】

第2実施形態の滅点素子対策は、従来の1画素を2分割した第1実施形態の滅点素子対策の仕組みを、N分割に発展させた形態である。すなわち、第2実施形態の画素回路Pは、図9Bに示すように、従来の1画素を、分割画素P_1, ..., P_NのN個の領域に分け、各分割画素P_1, ..., P_Nには、それぞれ1つの有機EL素子127_1, ..., 127_Nを設ける。

【0239】

各有機EL素子127_1, ..., 127_Nを駆動する2TR構成の駆動回路は、前述の第3比較例の画素回路Pと同様に保持容量120と駆動トランジスタ121を有する構成のものを、分割画素P_1, ..., P_Nの別に備える構成を採用する。これにより、分割画素P_kが、それぞれ個別の駆動回路で駆動される構成となる。

【0240】

N個の領域に分けた分割画素P_1, ..., P_Nにおいて、各駆動トランジスタ121_1, ..., 121_Nのゲートと保持容量120_1, ..., 120_Nの接続点であるノードND122_1, ..., ND122_Nは、共通のサンプリングトランジスタ125と接続する。こうすることで、分割画素P_1, ..., P_Nは共通の映像信号Vsigで駆動されることになる。サンプリングトランジスタ125も分割画素P_1, ..., P_Nの別に設けることも考えられるが、本実施形態では素子数低減のため採用しない。

【0241】

10

20

30

40

50

平面構成としては、図示を割愛するが、1画素内に、分割画素 $P_1, \dots, P_N$ に対応する N 個の EL 開口部を有することになる。すなわち、有機 EL 素子 127 の開口部（発光部）を1画素に N 個持たせることに特徴を持つ。 N 個の有機 EL 素子 127₁, ..., 127_N が滅点でなければ、各 EL 開口部 127a₁, ..., 127a_N が発光部となるので、 EL 開口部 127a₁, ..., 127a_N の総面積を分割前の EL 開口部 127a の面積とほぼ等しくなるようにしておくことで、実質的には、表示装置の開口率を減少させない。

【0242】

各分割画素 P_k は、有機 EL 素子 127_k が回路上電氣的に他の分割画素 P_j (j は k 以外) の駆動回路とは接続されないため、何れの有機 EL 素子 127_k が滅点化しても、残りの有機 EL 素子 127_j に影響を及ぼすことはない。このため、何れかの有機 EL 素子 127_k が滅点となった場合でも、残りの有機 EL 素子 127_j はそれぞれ単独で発光することとなり、画素は滅点とはならない。

10

【0243】

第2実施形態の画素回路 P を用いることで、 N 個の開口部が1つの画素内に存在するために、全ての開口部が滅点となる可能性は低くなり、点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。1画素内の開口部の数 N が多いほど点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。

【0244】

1画素に複数の有機 EL 素子 127_k の開口部（発光部）と、各有機 EL 素子 127_k を独立に駆動する分割画素別の駆動回路を持たせることで、その画素が完全に滅点化することを防ぐことができ、高歩留まりを得ることができる。

20

【0245】

<<滅点素子対策対応の画素回路：比較例>>

図10および図10Aは、本実施形態の滅点素子対策に対する比較例を説明する図である。図10は、滅点素子対策機能を備えた比較例の画素回路 P を示す図である。図10Aは、滅点素子の有無およびその場所を特定する滅点検査工程を説明する図である。

【0246】

比較例の滅点素子対策は、従来の1画素を N 分割した第2実施形態の滅点素子対策の仕組みを採りつつ、その分割画素の有機 EL 素子に対して、何れかの有機 EL 素子が滅点となっているときにその滅点素子を特定するために、テストスイッチとして機能するスイッチトランジスタを介して駆動電流 I_{ds} を駆動トランジスタから有機 EL 素子に選択的に供給し得るように構成する点に特徴を有する。

30

【0247】

そして、製造時には、画素回路 P を動作させてスイッチトランジスタの選択動作により滅点素子の有無およびその場所を特定し、滅点素子に関しては、たとえばレーザ光などのエネルギービームを照射することにより、正常な画素回路 P から電氣的に分離する。その後の通常動作時には、残りの正常な有機 EL 素子にて表示を行なうべく、スイッチトランジスタをオンさせて使用する。

【0248】

具体的には、比較例の画素回路 P は、図10に示すように、従来の1画素を、分割画素 $P_1, \dots, P_N$ の N 個の領域に分け、各分割画素 $P_1, \dots, P_N$ には、それぞれ1つの有機 EL 素子 127₁, ..., 127_N を備える。各有機 EL 素子 127₁, ..., 127_N を駆動する2TR構成の駆動回路は、第3比較例の画素回路 P と同様の構成を、各分割画素 $P_1, \dots, P_N$ に共通に1つ設ける構成を採用している。これにより、各有機 EL 素子 127₁, ..., 127_N が、共通の駆動回路で駆動される構成となる。

40

【0249】

N 個の領域に分けた分割画素 $P_1, \dots, P_N$ において、1つ（図では分割画素 P_N の有機 EL 素子 127_N）を除く各有機 EL 素子 127₁, ..., 127_{N-1} に関しては、テストトランジスタ 128₁, ..., 128_{N-1} をテストスイッチとして、駆動トランジスタ 121 のソース端と有機 EL 素子 127₁, ..., 127_{N-1} のアノード端との間に、それぞ

50

れ独立に有する。「それぞれ独立に」とは、1つの有機EL素子127_kに対して1つのテストトランジスタ128_kが介在するようにすることを意味する。

【0250】

各テストトランジスタ128₁, ..., 128_{N-1}のゲート端には、当該テストトランジスタ128₁, ..., 128_{N-1}をオン/オフ制御するためのテストパルスTest₁, ..., Test_{N-1}を供給する。テストトランジスタ128₁, ..., 128_{N-1}は、テストパルスTest₁, ..., Test_{N-1}が、Lレベルのときオフし、Hレベルのときオンする。通常発光時、各テストトランジスタ128₁, ..., 128_{N-1}は常にオンした状態とする。

【0251】

平面構成としては、図示を割愛するが、第2実施形態と同様に、1画素内に、分割画素P₁, ..., P_Nに対応するN個のEL開口部を有することになる。すなわち、有機EL素子127の開口部(発光部)を1画素にN個持たせる点では、第2実施形態と相違ない。

【0252】

減点対策機能をもつ比較例の画素回路Pにおいて、減点素子の有無およびその場所を特定する減点検査工程では、図10Aに示すように、テストトランジスタ128₁, ..., 128_{N-1}を全てオフの状態から、順次オンさせて検出する。

【0253】

減点対策機能を持つ比較例の画素回路Pの場合、有機EL素子127_kに対して駆動電流(駆動電圧)の供給を独立に制御できるようにテストトランジスタ128_kを配置しているので、テストトランジスタ128_kをオンさせる順番は不問である。また、検査済みの有機EL素子127_kに介在するテストトランジスタ128_kについては、その後の他の素子の検査時には、オンしたままとしておいてもよいしオフさせてもよい。図では、テストトランジスタ128_kをオンさせる順番や検査対象の有機EL素子127_kの順番を、N-1, ..., 1の順で示している。

【0254】

有機EL素子127_kが減点素子であるときには、その有機EL素子127_kに対しての駆動電流I_{ds}の電流路となる配線(たとえば駆動トランジスタ121と接続されるアノード側の配線)に、レーザ光などのエネルギービームを照射することにより、その配線を溶断して、正常な画素回路Pから電氣的に分離することで減点のリペアを行なう。

【0255】

比較例の画素回路Pを用いることで、N個の開口部が1つの画素内に存在するために、全ての開口部が減点となる可能性は低くなる。また、リペアによって1つの画素が完全に減点になるのを防ぐことができ、点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。1画素内の開口部の数Nが多いほど点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。

【0256】

しかしながら、比較例の画素回路Pを採用する場合、テストトランジスタ128のオン/オフによって減点部分の検出とリペアが可能であるが、パネルの生産工程に、テストトランジスタ128のオン/オフ制御を伴う減点検出工程や減点箇所のリペア工程が必要となる難点がある。また、スイッチングトランジスタであるテストトランジスタ128の分だけ、パネルの消費電力が増加してしまう難点もある。

【0257】

これに対して、本実施形態の仕組みでは、分割画素別に保持容量120、駆動トランジスタ121、有機EL素子127を備える構成を採用することで、何れかの有機EL素子127_kが減点となった場合でも、残りの有機EL素子127_jがそれぞれ単独で発光することで、画素が減点となることを防止している。

【0258】

このため、本実施形態の仕組みでは、テストトランジスタ128のオン/オフ制御を伴う減点検出工程や減点箇所のリペア工程が不要になるため工程数が少なく済み、低コスト化が可能となる。加えて、有機EL素子127と駆動トランジスタ121の間にはスイッチングトランジスタであるテストトランジスタ128が存在しないため、低消費電力化

10

20

30

40

50

が可能である。

【0259】

以上、本発明について実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。発明の要旨を逸脱しない範囲で上記実施形態に多様な変更または改良を加えることができ、そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

【0260】

また、上記の実施形態は、クレーム（請求項）に係る発明を限定するものではなく、また実施形態の中で説明されている特徴の組合せの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。前述した実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜の組合せにより種々の発明を抽出できる。実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、効果が得られる限りにおいて、この幾つかの構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0261】

< 駆動タイミングの変形例 >

駆動タイミングの側面では、電源供給線 105 DSL の電位が第 2 電位 V_{ss} から第 1 電位 V_{cc} に遷移するタイミングを映像信号 V_{sig} の非有効期間であるオフセット電位 V_{ofs} の期間としつつ、様々な変形が可能である。

【0262】

たとえば、第 1 の変形例として、図示を割愛するが、図 6 に示した駆動タイミングに対して、サンプリング期間 & 移動度補正期間 K の設定方法を変形することができる。具体的には、先ず映像信号 V_{sig} がオフセット電位 V_{ofs} から信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) に遷移するタイミング t_{15V} を図 6 に示した駆動タイミングよりも 1 水平期間の後半側にシフトさせて、信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) の期間を狭くする。

【0263】

また、閾値補正動作の完了時（閾値補正期間 I の完了時）には、先ず、書込駆動パルス WS をアクティブ H にしたままで、水平駆動部 106 により映像信号線 106 HS に信号電位 ($V_{ofs} + V_{in}$) を供給して (t_{15})、書込駆動パルス WS をインアクティブ L にするまで (t_{17}) の間を、保持容量 120 への信号振幅 V_{in} の情報の書き込み期間とする。この信号振幅 V_{in} の情報は駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} に足し込む形で保持される。この結果、駆動トランジスタ 121 の閾値電圧 V_{th} の変動は常にキャンセルされる形となるので、閾値補正を行なっていることになる。

【0264】

この閾値補正動作によって、保持容量 120 に保持されるゲート・ソース間電圧 V_{gs} は “ $(1 - g) V_{in} + V_{th}$ ” となる。また、同時に、信号書込期間 $t_{15} \sim t_{17}$ で移動度補正を実行する。すなわち、タイミング $t_{15} \sim t_{17}$ は、信号書込期間と移動度補正期間の双方を兼ねることとなる。

【0265】

なお、この移動度補正を実行する期間 $t_{16} \sim t_{17}$ では、有機 EL 素子 127 は実際には逆バイアス状態にあるので発光することはない。この移動度補正期間 $t_{16} \sim t_{17}$ では、駆動トランジスタ 121 のゲート端 G が映像信号 V_{sig} のレベルに固定された状態で、駆動トランジスタ 121 に駆動電流 I_{ds} が流れる。以下、図 6 に示した駆動タイミングと同様である。

【0266】

各駆動部 (104, 105, 106) は、水平駆動部 106 が映像信号線 106 HS に供給する映像信号 V_{sig} と書込走査部 104 が供給する書込駆動パルス WS との相対的な位相差を調整して、移動度補正期間を最適化することができる。

【0267】

ただし、書込み & 移動度補正準備期間 J が存在せずに、タイミング $t_{15V3} \sim t_{17}$ がサンプリング期間 & 移動度補正期間 K となる。このため、書込走査線 104 WS や映像信

10

20

30

40

50

号線 106HS の配線抵抗や配線容量の距離依存の影響に起因する波形特性の相違がサンプリング期間 & 移動度補正期間 K に影響を与えてしまう可能性がある。画面の書込走査部 104 に近い側と遠い側（すなわち画面の左右）でサンプリング電位や移動度補正時間が異なることになるので、画面の左右で輝度差が生じ、シェーディングとして視認される難点が懸念される。

【0268】

また、第 2 の変形例として、電源供給のオフタイミング（第 2 電位 V_{ss} 側への遷移タイミング）に変更を加えることもできる。具体的には、当該行のオフタイミングとオンタイミングの双方を同じ水平期間にすることができる。

【0269】

この第 2 の変形例の駆動タイミングでは、ともに映像信号 V_{sig} のオフセット電位 V_{ofs} の期間に電源スイッチング動作をさせており、またこのときにはサンプリングトランジスタ 125 をオンさせて駆動トランジスタ 121 のゲート端 G をオフセット電位 V_{ofs} に固定してローインピーダンス化しており電源パルス（電源駆動パルス DSL）に起因するカップリングノイズに対する耐性が向上する。

【0270】

< 画素回路の変形例 >

画素回路の側面では、駆動電流を一定に維持する駆動信号一定化回路の一例であるブートストラップ回路や閾値 & 移動度補正回路の構成例として、駆動トランジスタ 121 として n チャネル型を用いた 2TR 構成としつつ駆動タイミングを工夫する例を示したが、これは有機 EL 素子 127 を駆動するための駆動信号を一定に維持する駆動信号一定化回路および駆動タイミングの一例に過ぎず、有機 EL 素子 127 の経時劣化や n チャネル型の駆動トランジスタ 121 の特性変動（たとえば閾値電圧や移動度などのばらつきや変動）による駆動電流 I_{ds} に与える影響を防ぐための駆動信号一定化回路としては、その他の様々な回路を適用することができる。

【0271】

たとえば、回路理論上は「双対の理」が成立するので、画素回路 P に対しては、この観点からの変形を加えることができる。この場合、図示を割愛するが、先ず、図 5 に示した 2TR 構成の画素回路 P が n チャネル型の駆動トランジスタ 121 を用いて構成しているのに対し、 p チャネル型の駆動トランジスタ（以下 p 型駆動トランジスタ 121 p と称する）を用いて画素回路 P を構成する。これに合わせて、映像信号 V_{sig} の信号振幅 V_{in} の極性や電源電圧の大小関係を逆転させるなど、双対の理に従った変更を加える。

【0272】

なお、ここで説明した変形例は、図 5 に示した 2TR 構成に対して「双対の理」に従った変更を加えたものであるが、回路変更の手法はこれに限定されるものではなく、サンプリングトランジスタ（スイッチングトランジスタの一例）および駆動トランジスタ以外に、駆動電流を一定に維持する制御を行なうための他のスイッチングトランジスタが設けられた、2TR 構成以外であってもよい。ただし、高精細の表示が求められる小型の表示装置を実現する点では、2TR 構成にて駆動信号一定化機能を実現するのが最適である。

【0273】

ここで、各種の変形例においても、従来の 1 画素を複数の領域に分割し、それぞれが有機 EL 素子と駆動回路を有するようにすることで、分割画素の何れかが滅点となる場合であっても、他の分割画素で発光させることで、その分割画素の滅点箇所を目立たなくして、点欠陥による歩留まり低下を避けることができる。

【0274】

本実施形態において、従来の 1 画素を複数の領域に分割して滅点対策を採るに当たり、分割画素ごとに独立した駆動回路を設ける構成としている点に鑑みれば、元となる駆動回路の構成においてトランジスタ数が少ないほど適用が容易である。結果として、2TR 駆動の構成をベースとして従来の 1 画素を複数の領域に分割して滅点対策を採るのが最適である。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0275】

【図1】本発明に係る表示装置の一実施形態であるアクティブマトリクス型表示装置の構成の概略を示すブロック図である。

【図2】本実施形態の画素回路に対する第1比較例を示す図である。

【図3】本実施形態の画素回路に対する第2比較例を示す図である。

【図4】有機EL素子や駆動トランジスタの動作点を説明する図である。

【図4A】有機EL素子や駆動トランジスタの特性ばらつきが駆動電流に与える影響を説明する図である。

【図5】本実施形態の画素回路の構成例を示す図である。

10

【図6】図5に示した本実施形態の画素回路に関する本実施形態の駆動タイミングの基本例を説明するタイミングチャートである。

【図6B】図6に示した駆動タイミングにおける発光期間Bの等価回路と動作説明の図である。

【図6C】図6に示した駆動タイミングにおける放電期間Cの等価回路と動作説明の図である。

【図6D】図6に示した駆動タイミングにおける初期化期間Dの等価回路と動作説明の図である。

【図6E】図6に示した駆動タイミングにおける第1閾値補正期間Eの等価回路と動作説明の図である。

20

【図6F】図6に示した駆動タイミングにおける他行書込み期間Fの等価回路と動作説明の図である。

【図6G】図6に示した駆動タイミングにおける第2閾値補正期間Gの等価回路と動作説明の図である。

【図6H】図6に示した駆動タイミングにおける他行書込み期間Hの等価回路と動作説明の図である。

【図6I】図6に示した駆動タイミングにおける第3閾値補正期間Iの等価回路と動作説明の図である。

【図6J】図6に示した駆動タイミングにおける書込み&移動度補正準備期間Jの等価回路と動作説明の図である。

30

【図6K】図6に示した駆動タイミングにおけるサンプリング期間&移動度補正期間Kの等価回路と動作説明の図である。

【図6L】図6に示した駆動タイミングにおける発光期間Lの等価回路と動作説明の図である。

【図7】閾値補正動作時における駆動トランジスタのソース電位の変化を示す図である。

【図7A】移動度補正動作時における駆動トランジスタのソース電位 V_s の変化を示す図である。

【図8】画素回路における点欠陥を説明する図であって、滅点発生時の有機EL素子等価回路を説明する図である。

【図8A】画素回路における点欠陥を説明する図であって1画素分の平面図である。

40

【図9】滅点素子対策機能を備えた第1実施形態の画素回路を示す図である。

【図9A】滅点素子対策の第1実施形態において、半導体基板上における有機EL素子の配置関係を説明する1画素分の平面図である。

【図9B】滅点素子対策機能を備えた第2実施形態の画素回路を示す図である。

【図10】滅点素子対策機能を備えた比較例の画素回路を示す図である。

【図10A】滅点素子対策機能を備えた比較例の画素回路において、滅点素子の有無およびその場所を特定する滅点検査工程を説明する図である。

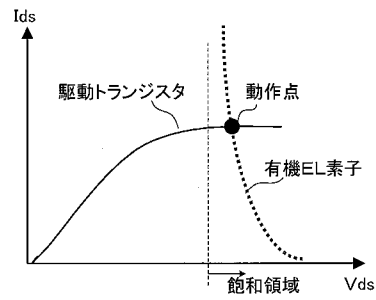
【符号の説明】

【0276】

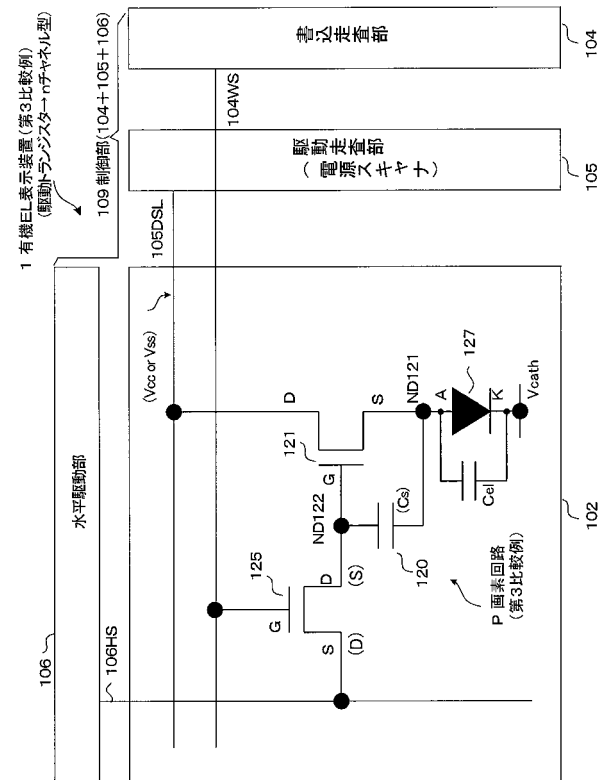
1 ... 有機EL表示装置、100 ... 表示パネル部、101 ... 基板、102 ... 画素アレイ部

50

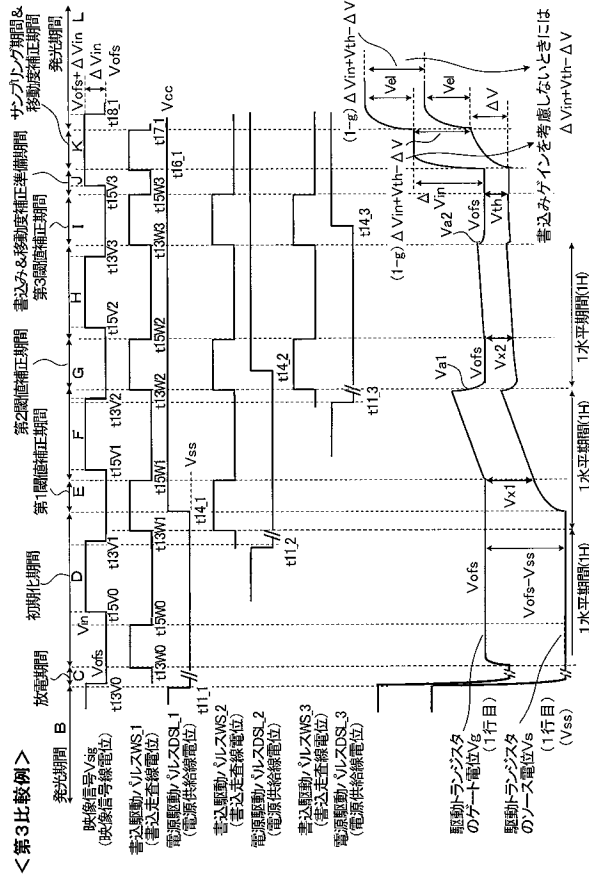
【 図 4 】



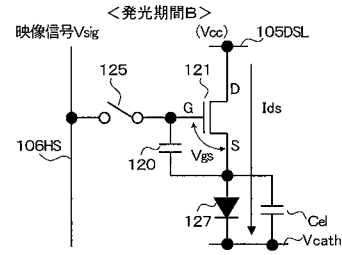
【 図 5 】



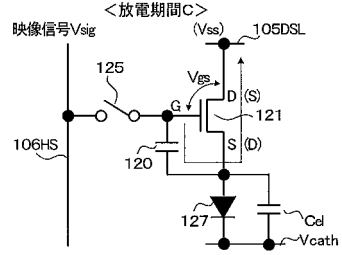
【図 6】



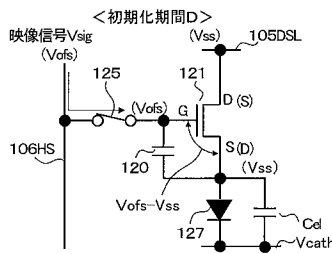
【図 6 B】



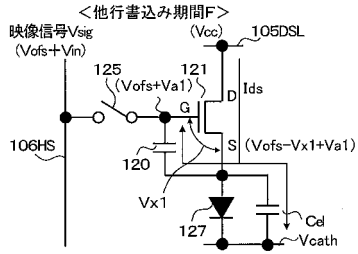
【図 6 C】



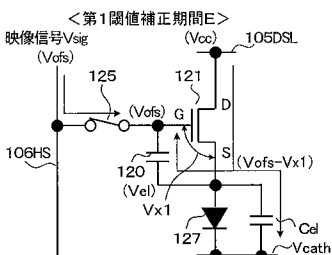
【図 6 D】



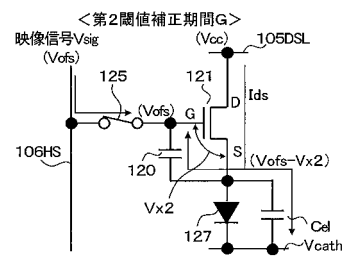
【図 6 F】



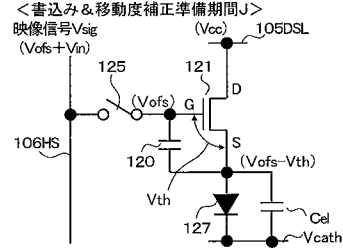
【図 6 E】



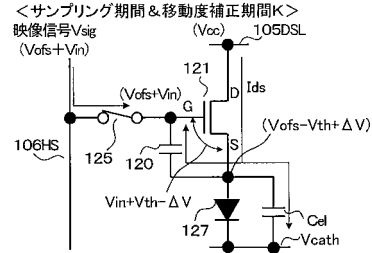
【図 6 G】



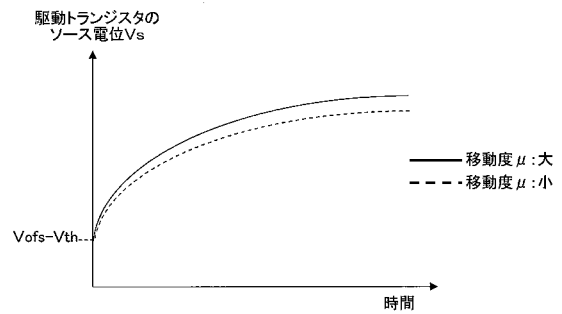
【 図 6 J 】



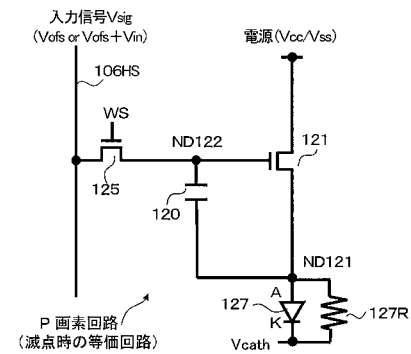
【 図 6 K 】



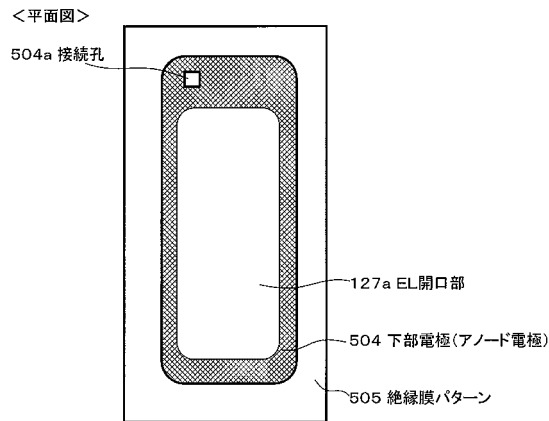
【 図 7 A 】



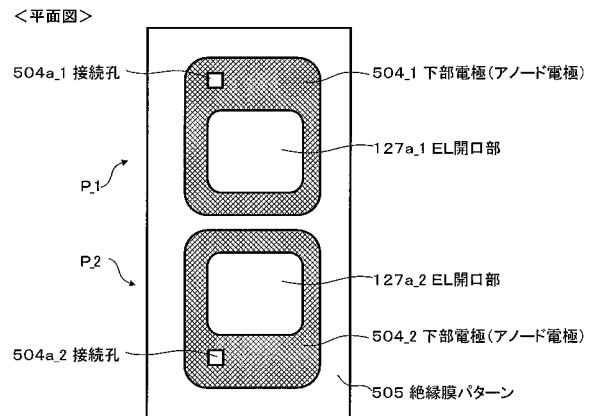
【 図 8 】



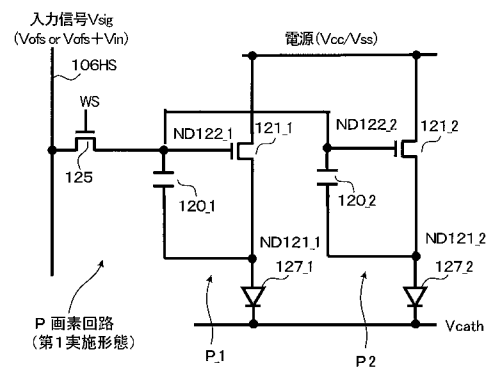
【図 8 A】



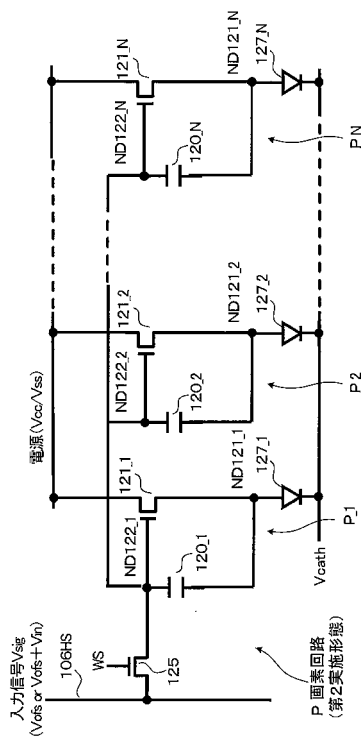
【図 9 A】



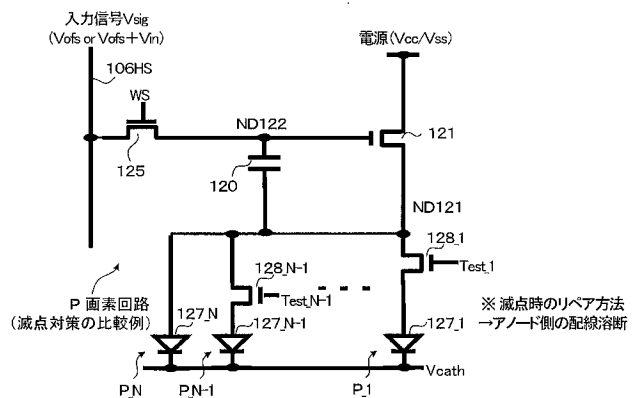
【図 9】



【図 9 B】



【図 10】



【図 10 A】

128k	127,N	127,N-1	...	127,2	127,1
Test,k:L 全てオフ	発光→正常	不問		不問	不問
	非発光→減点	不問		不問	不問
↓	減点特定済み				
Test,N-1:H 128,N-1:オン	正常	発光→正常		...	...
	不問(正常)	非発光→減点			
↓				...	...
↓				減点特定済み	発光→正常
Test,k:H 全てオン				正常	
				不問(正常)	非発光→減点

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 2 C

G 0 9 G 3/20 6 7 0 A

H 0 5 B 33/14 A

专利名称(译)	表示装置		
公开(公告)号	JP2009133913A	公开(公告)日	2009-06-18
申请号	JP2007307861	申请日	2007-11-28
[标]申请(专利权)人(译)	索尼公司		
申请(专利权)人(译)	索尼公司		
[标]发明人	内野勝秀 山本哲郎		
发明人	内野 勝秀 山本 哲郎		
IPC分类号	G09G3/30 G09G3/20 H01L51/50		
CPC分类号	G09G3/3233 G09G3/3291 G09G2300/0819 G09G2300/0842 G09G2300/0866 G09G2320/043 G09G2320/045		
FI分类号	G09G3/30.J G09G3/20.624.C G09G3/20.611.H G09G3/20.670.J G09G3/20.642.A G09G3/20.642.C G09G3/20.670.A H05B33/14.A G09G3/20.621.J G09G3/20.624.B G09G3/3233 G09G3/3266 G09G3/ /3275 G09G3/3291		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC26 3K107/CC33 3K107/CC45 3K107/EE04 3K107/HH05 5C080 /AA06 5C080/BB05 5C080/DD03 5C080/DD05 5C080/DD29 5C080/JJ02 5C080/JJ03 5C080/JJ04 5C080/JJ05 5C080/KK07 5C380/AA01 5C380/AB06 5C380/AB15 5C380/AB16 5C380/AB18 5C380 /AB22 5C380/AB23 5C380/AB46 5C380/AC04 5C380/AC05 5C380/BA01 5C380/BA08 5C380/BA12 5C380/BA13 5C380/BA14 5C380/BA19 5C380/BA20 5C380/BA27 5C380/BA28 5C380/BA29 5C380 /BA31 5C380/BA33 5C380/BA34 5C380/BA36 5C380/BA38 5C380/BA39 5C380/BB02 5C380/BB21 5C380/BC02 5C380/BD02 5C380/BD13 5C380/CA08 5C380/CA12 5C380/CA29 5C380/CA48 5C380 /CA49 5C380/CA53 5C380/CA54 5C380/CB01 5C380/CB02 5C380/CB17 5C380/CB18 5C380/CB20 5C380/CB26 5C380/CB27 5C380/CB33 5C380/CC02 5C380/CC03 5C380/CC04 5C380/CC05 5C380 /CC06 5C380/CC07 5C380/CC26 5C380/CC27 5C380/CC28 5C380/CC30 5C380/CC33 5C380/CC39 5C380/CC41 5C380/CC45 5C380/CC51 5C380/CC57 5C380/CC62 5C380/CC63 5C380/CC68 5C380 /CC71 5C380/CC72 5C380/CC77 5C380/CD012 5C380/CD013 5C380/CD023 5C380/CE04 5C380 /CF22 5C380/CF24 5C380/CF41 5C380/DA02 5C380/DA06 5C380/DA30 5C380/DA32 5C380/DA47 5C380/DA50 5C380/GA05 5C380/GA09 5C380/GA12 5C380/HA03 5C380/HA05 5C380/HA11		
代理人(译)	船桥 国则		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过形成能够使在有机EL显示装置中不发光的暗点不显眼的像素电路，来提高显示装置的合格率。将常规像素划分为多个区域，并且在每个区域中设置有机EL元件127_k，用于独立地驱动有机EL元件127_k的存储电容器120_k以及驱动晶体管121_k。一个采样晶体管125被配置为共同用于划分的像素P_1至P_N。即使当被划分的像素P_k中的任何一个的有机EL元件127_k变为暗点时，该暗点元件也与正常剩余的正常元件电分离，而无需任何特殊措施。用其他普通元素进行显示可以享受视觉上无法识别为点缺陷的效果，并且可以防止一个像素完全变成黑点，从而提高了生产良率。[选择图]图9B

