(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6012766号
(P6012766)

(45)発行日　平成28年10月25日(2016.10.25)　(24)登録日　平成28年9月30日(2016.9.30)

(51)Int.Cl.		F I		
G09G 3/34	(2006.01)	G09G	3/34	C
G09G 3/20	(2006.01)	G09G	3/20	611E
		G09G	3/20	621E
		G09G	3/20	612U
		G09G	3/20	621D

請求項の数 6　(全 34 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-555702 (P2014-555702)
(86)(22)出願日　平成25年1月31日 (2013.1.31)
(65)公表番号　特表2015-508909 (P2015-508909A)
(43)公表日　平成27年3月23日 (2015.3.23)
(86)国際出願番号　PCT/US2013/024106
(87)国際公開番号　WO2013/116494
(87)国際公開日　平成25年8月8日 (2013.8.8)
審査請求日　平成26年9月26日 (2014.9.26)
(31)優先権主張番号　61/593,361
(32)優先日　平成24年2月1日 (2012.2.1)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　500080214
イー　インク　コーポレイション
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０１８２１，　ビレリカ，　テクノロジー　パーク　ドライブ　１０００
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹
(72)発明者　アムンドソン，　カール　レイモンド
アメリカ合衆国　マサチューセッツ　０２１３８，　ケンブリッジ，　スパークス　ストリート　６７，　アパートメント　ナンバー２

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気光学ディスプレイを駆動する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、

前記電気光学ディスプレイにおける白色－白色遷移を受ける画素に、前記画素の少なくとも１つの隣接する画素が可視的な遷移を受ける場合には、１つまたは複数の均衡パルス対のみを印加し、

前記画素のいずれの隣接する画素も可視的な遷移を受けない場合には、前記画素に、均衡パルス対は印加されず、

各均衡パルス対は、前記均衡パルス対の正味インパルスが実質的にゼロであるように、反対極性の一対の駆動パルスを備える、方法。

【請求項２】

前記可視的な遷移は、（非白色）－白色遷移である、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記均衡パルス対が印加される画素の割合は、前記電気光学ディスプレイの画素の総数の所定の割合に限定される、請求項２に記載の方法。

【請求項４】

電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、

前記電気光学ディスプレイにおける白色－白色遷移を受ける画素に、前記画素の少なくとも１つの隣接する画素が可視的な遷移を受ける場合には、（ｉ）少なくとも１つのトップオフパルスおよび少なくとも１つのクリアリングパルス、または（ｉｉ）少なくとも１

つのトップオフパルスのみを印加し、
前記画素のいずれの隣接する画素も可視的な遷移を受けない場合には、前記画素に、トップオフパルスは印加されず、
前記少なくとも１つのトップオフパルスは、前記画素をその白色状態に駆動する極性を有し、
前記少なくとも１つのクリアリングパルスおよび前記少なくとも１つのトップオフパルスは、ＤＣ均衡化されたシーケンスを形成する、方法。

【請求項５】
前記可視的な遷移は、（非白色）－白色遷移である、請求項４に記載の方法。

【請求項６】
前記少なくとも１つのトップオフパルスが印加される画素の割合は、前記電気光学ディスプレイの画素の総数の所定の割合に限定される、請求項４に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】
本願は、米国特許第５，９３０，０２６号、米国特許第６，４４５，４８９号、米国特許第６，５０４，５２４号、米国特許第６，５１２，３５４号、米国特許第６，５３１，９９７号、米国特許第６，７５３，９９９号、米国特許第６，８２５，９７０号、米国特許第６，９００，８５１号、米国特許第６，９９５，５５０号、米国特許第７，０１２，６００号、米国特許第７，０２３，４２０号、米国特許第７，０３４，７８３号、米国特許第７，１１６，４６６号、米国特許第７，１１９，７７２号、米国特許第７，１９３，６２５号、米国特許第７，２０２，８４７号、米国特許第７，２５９，７４４号、米国特許第７，３０４，７８７号、米国特許第７，３１２，７９４号、米国特許第７，３２７，５１１号、米国特許第７，４５３，４４５号、米国特許第７，４９２，３３９号、米国特許第７，５２８，８２２号、米国特許第７，５４５，３５８号、米国特許第７，５８３，２５１号、米国特許第７，６０２，３７４号、米国特許第７，６１２，７６０号、米国特許第７，６７９，５９９号、米国特許第７，６８８，２９７号、米国特許第７，７２９，０３９号、米国特許第７，７３３，３１１号、米国特許第７，７３３，３３５号、米国特許第７，７８７，１６９号、米国特許第７，９５２，５５７号、米国特許第７，９５６，８４１号、米国特許第７，９９９，７８７号、米国特許第８，０７７，１４１号、および、米国特許出願公開第２００３／０１０２８５８号、米国特許出願公開第２００５／０１２２２８４号、米国特許出願公開第２００５／０１７９６４２号、米国特許出願公開第２００５／０２５３７７７号、米国特許出願公開第２００６／０１３９３０８号、米国特許出願公開第２００７／００１３６８３号、米国特許出願公開第２００７／００９１４１８号、米国特許出願公開第２００７／０１０３４２７号、米国特許出願公開第２００７／０２００８７４号、米国特許出願公開第２００８／００２４４２９号、米国特許出願公開第２００８／００２４４８２号、米国特許出願公開第２００８／００４８９６９号、米国特許出願公開第２００８／０１２９６６７号、米国特許出願公開第２００８／０１３６７７４号、米国特許出願公開第２００８／０１５０８８８号、米国特許出願公開第２００８／０２９１１２９号、米国特許出願公開第２００９／０１７４６５１号、米国特許出願公開第２００９／０１７９９２３号、米国特許出願公開第２００９／０１９５５６８号、米国特許出願公開第２００９／０２５６７９９号、米国特許出願公開第２００９／０３２２７２１号、米国特許出願公開第２０１０／００４５５９２号、米国特許出願公開第２０１０／０２２０１２１号、米国特許出願公開第２０１０／０２２０１２２号、米国特許出願公開第２０１０／０２６５５６１号、米国特許出願公開第２０１１／０２８５７５４号に関連する。

【０００２】
前述の特許および出願は、便宜上、以降では集合的に「ＭＥＤＥＯＤ」（電気光学ディスプレイを駆動する方法）出願と称され得る。これらの特許および同時係属出願、ならびに、以下で記述される全ての他の米国特許および出願公開および同時係属出願の内容全体

は、参照することにより本明細書に組み込まれる。

【０００３】

本発明は、電気光学ディスプレイ、特に、双安定電気光学ディスプレイを駆動する方法、およびそのような方法で使用するための装置に関する。より具体的には、本発明は、そのようなディスプレイにおいて「残影」およびエッジ効果の低減、ならびに点滅の低減を可能にし得る駆動方法に関する。本開示は、排他的ではないが、特に、１つ以上の種類の荷電粒子が流体中に存在し、１つ以上の種類の荷電粒子がディスプレイの外観を変化させるように電場の影響下で流体を通して移動させられる粒子ベースの電気泳動ディスプレイとともに使用することを目的としている。

【背景技術】

【０００４】

電気光学ディスプレイに関する背景用語および最先端技術は、読者がさらなる情報について参照する米国特許第７，０１２，６００号で詳細に議論されている。したがって、この用語および最先端技術を以下で簡潔に要約する。

【０００５】

材料またはディスプレイに適用されるような「電気光学」という用語は、画像技術におけるその従来の意味において、少なくとも１つの光学特性が異なる第１表示状態および第２の表示状態を有する材料であって、材料への電場の印加によって、その第１の表示状態からその第２の表示状態に変化させられる材料を指すために、本明細書で使用される。光学特性は、典型的には、人間の眼に知覚可能な色であるが、例えば、光の透過率、反射率、発光率、または機械読取を対象としたディスプレイの場合は、可視領域外の電磁波長の反射率の変化という意味での疑似カラーが、別の光学特性であり得る。

【０００６】

「グレー状態」という用語は、画像技術におけるその従来の意味において、画素の２つの極限光学状態の中間の状態を指すために、本明細書で使用され、必ずしもこれら２つの極限状態の間の黒白遷移を暗示するわけではない。例えば、以下で参照されるＥ　Ｉｎｋの特許および出願公開のうちのいくつかは、中間の「グレー状態」が実際には淡い青色となるように、極限状態が白色および濃い青色である電気泳動ディスプレイを説明する。実際には、既述のように、光学状態の変化は、全く色の変化ではなくてもよい。「黒色」および「白色」という用語は、ディスプレイの２つの極限状態を指すために以降で使用され得、通常、厳密には黒色および白色ではない極限光学状態（例えば、上記の白色および青色状態）を含むと理解されるべきである。「モノクロ」という用語は、画素を介在グレー状態のないそれらの２つの極限光学状態に駆動するのみである駆動スキームを表すために以降で使用され得る。

【０００７】

「双安定」および「双安定性」という用語は、当技術分野におけるそれらの従来の意味において、少なくとも１つの光学特性が異なる第１の表示状態および第２の表示状態を有する表示要素を備えるディスプレイであって、その第１の表示状態または第２の表示状態のうちのいずれか一方を呈するように、有限持続時間のアドレス指定パルスを用いて、所与の要素が駆動されてから、アドレス指定パルスが終了した後に、表示要素の状態を変化させるために必要とされるアドレス指定パルスの最小持続時間の少なくとも数倍（例えば、少なくとも４倍）の間、その状態が続くようなディスプレイを指すために、本明細書で使用される。米国特許第７，１７０，６７０号では、グレースケールが可能ないくつかの粒子ベースの電気泳動ディスプレイが、その極限の黒色状態および白色状態においてだけではなく、それらの中間グレー状態においても、安定しており、同じことがいくつかの他の種類の電気光学ディスプレイにも当てはまることが示されている。本種類のディスプレイは、双安定よりもむしろ「多安定」と正しくは呼ばれるが、便宜上、「双安定」という用語が、双安定および多安定ディスプレイの両方を網羅するために本明細書で使用され得る。

【０００８】

「インパルス」という用語は、時間に関する電圧の積分というその従来の意味において、本明細書で使用される。しかしながら、いくつかの双安定電気光学媒体は、電荷変換器の役割を果たし、そのような媒体では、インパルスの代替的な定義、すなわち、経時的な電流の積分（印加される全電荷に等しい）が使用され得る。媒体が電圧時間インパルス変換器または電荷インパルス変換器の役割を果たすかどうかに応じて、インパルスの適切な定義が使用されるべきである。

【０００９】

以下の議論の大部分は、初期グレーレベルから最終グレーレベル（初期グレーレベルとは異なる場合もあり、異ならない場合もある）までの遷移を通して、電気光学ディスプレイの１つ以上の画素を駆動する方法に焦点を合わせる。「波形」という用語は、１つの特定の初期グレーレベルから特定の最終グレーレベルまでの遷移を達成するために使用される電圧対時間曲線全体を表すために使用される。典型的には、そのような波形は、複数の波形要素を備え、その場合、これらの要素は、本質的に長方形であり（すなわち、所与の要素が、ある期間の間一定の電圧の印加を含む）、要素は、「パルス」または「駆動パルス」と呼ばれ得る。「駆動スキーム」という用語は、特定のディスプレイのグレーレベル間の全ての可能な遷移を達成するために十分な一式の波形を表す。ディスプレイは、１つより多くの駆動スキームを利用してもよい。例えば、前述の米国特許第７，０１２，６００号は、ディスプレイの温度、またはその寿命の間に動作している時間等のパラメータに応じて、駆動スキームが修正される必要があり得、したがって、ディスプレイには、異なる温度等で使用される複数の異なる駆動スキームが提供され得ることを教示する。このようにして使用される一式の駆動スキームは、「一式の関連駆動スキーム」と称され得る。また、前述のＭＥＤＥＯＤ出願のうちのいくつかで説明されるように、同一のディスプレイの異なる領域において同時に１つより多くの駆動スキームを使用することも可能であり、このようにして使用される一式の駆動スキームは、「一式の同時駆動スキーム」と称され得る。

【００１０】

いくつかの種類の電気光学ディスプレイが公知であり、例えば、

（ａ）回転２色部材ディスプレイ（例えば、米国特許第５，８０８，７８３号、第５，７７７，７８２号、第５，７６０，７６１号、第６，０５４，０７１号、第６，０５５，０９１号、第６，０９７，５３１号、第６，１２８，１２４号、第６，１３７，４６７号、および第６，１４７，７９１号を参照）、

（ｂ）エレクトロクロミックディスプレイ（例えば、Ｏ’Ｒｅｇａｎ，Ｂ．，ら，Ｎａｔｕｒｅ １９９１，３５３，７３７、Ｗｏｏｄ，Ｄ．，Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｄｉｓｐｌａｙ，１８（３），２４（Ｍａｒｃｈ ２００２）、Ｂａｃｈ，Ｕ．，ら，Ａｄｖ．Ｍａｔｅｒ．，２００２，１４（１１），８４５、ならびに米国特許第６，３０１，０３８号、第６，８７０．６５７号、および第６，９５０，２２０号を参照）、

（ｃ）エレクトロウェッティングディスプレイ（Ｈａｙｅｓ，Ｒ．Ａ．，ら，“Ｖｉｄｅｏ－Ｓｐｅｅｄ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐａｐｅｒ Ｂａｓｅｄ ｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｗｅｔｔｉｎｇ”，Ｎａｔｕｒｅ，４２５，３８３－３８５（２５ Ｓｅｐｔｅｍｂｅｒ ２００３）、および米国特許公開第２００５／０１５１７０９号を参照）、

（ｄ）複数の荷電粒子が電場の影響下で流体を通って移動する粒子ベースの電気泳動ディスプレイ（米国特許第５，９３０，０２６号、第５，９６１，８０４号、第６，０１７，５８４号、第６，０６７，１８５号、第６，１１８，４２６号、第６，１２０，５８８号、第６，１２０，８３９号、第６，１２４，８５１号、第６，１３０，７７３号、および第６，１３０，７７４、米国特許出願公開第２００２／００６０３２１号、第２００２／００９０９８０号、第２００３／００１１５６０号、第２００３／０１０２８５８号、第２００３／０１５１７０２号、第２００３／０２２２３１５号、第２００４／００１４２６５号、第２００４／００７５６３４号、第２００４／００９４４２２号、第２００４／

０１０５０３６号、第２００５／００６２７１４号、および第２００５／０２７０２６１号、ならびに国際出願公開第ＷＯ　００／３８０００号、第ＷＯ　００／３６５６０号、第ＷＯ　００／６７１１０号、および第ＷＯ　０１／０７９６１号、ならびに欧州特許第１，０９９，２０７　Ｂ１号、第１，１４５，０７２　Ｂ１号、ならびに前述の米国特許第７，０１２，６００号で議論される他のＭＩＴおよびＥ　Ｉｎｋの特許および出願を参照）である。

【００１１】

電気泳動媒体のいくつかの異なる変形例がある。電気泳動媒体は、液体またはガス状流体を使用することができ、ガス状流体については、例えば、Ｋｉｔａｍｕｒａ，　Ｔ．，ら，“Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ　ｔｏｎｅｒ　ｍｏｖｅｍｅｎｔ　ｆｏｒ　ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　ｐａｐｅｒ－ｌｉｋｅ　ｄｉｓｐｌａｙ”，ＩＤＷ　Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ　ＨＣＳ１－１、およびＹａｍａｇｕｃｈｉ，　Ｙ．，ら，“Ｔｏｎｅｒ　ｄｉｓｐｌａｙ　ｕｓｉｎｇ　ｉｎｓｕｌａｔｉｖｅ　ｐａｒｔｉｃｌｅｓ　ｃｈａｒｇｅｄ　ｔｒｉｂｏｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ”，ＩＤＷ　Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ　ＡＭＤ４－４）、米国特許公開第２００５／０００１８１０号、欧州特許出願１，４６２，８４７、第１，４８２，３５４号、第１，４８４，６３５号、第１，５００，９７１号、第１，５０１，１９４号、第１，５３６，２７１号、第１，５４２，０６７号、第１，５７７，７０２号、第１，５７７，７０３号、および第１，５９８，６９４号、国際出願第ＷＯ　２００４／０９０６２６号、第ＷＯ　２００４／０７９４４２号、および第ＷＯ　２００４／００１４９８号を参照されたい。媒体は、カプセル化されて、多数の小型カプセルを備えてもよく、そのそれぞれは、媒体を浮遊させる液体中に浮遊させられた電気泳動的に移動性の粒子を含む内相と、内相を包囲するカプセル壁とを備える。典型的には、カプセルは、２つの電極間に位置決めされたコヒーレント層を形成するように、ポリマー性バインダ内に保持される。前述のＭＩＴおよびＥ　Ｉｎｋの特許および出願を参照されたい。代替として、カプセル化された電気泳動媒体中の個別のマイクロカプセルを包囲する壁は、連続相に置換されてもよく、したがって、電気泳動媒体が、電気泳動流体の複数の個別の液滴と、ポリマー材料の連続相とを備える、いわゆるポリマー分散電気泳動ディスプレイを生成する。例えば、米国特許第６，８６６，７６０号を参照されたい。本願の目的で、そのようなポリマー分散電気泳動媒体は、カプセル化された電気泳動媒体の亜種と見なされる。別の変形例は、荷電粒子および流体が、典型的には、ポリマー性薄膜であるキャリア媒体内に形成された複数の空洞内に保持される、いわゆる「マイクロセル電気泳動ディスプレイ」である。例えば、米国特許第６，６７２，９２１号および第６，７８８，４４９号を参照されたい。

【００１２】

カプセル化電気泳動ディスプレイは、典型的には、従来の電気泳動デバイスの集塊化および沈降失敗モードを被らず、多種多様の可撓な基板および剛な基板上にディスプレイを印刷または被覆する能力等のさらなる利点を提供する。（「印刷」という言葉の使用は、限定ではないが、事前計量コーティング（例えば、パッチダイコーティング、スロットまたは押出コーティング、スライドまたはカスケードコーティング、カーテンコーティング）、ロールコーティング（例えば、ナイフオーバーロールコーティング、フォワード・リバースロールコーティング）、グラビアコーティング、ディップコーティング、スプレーコーティング、メニスカスコーティング、スピンコーティング、ブラシコーティング、エアナイフコーティング、シルクスクリーン印刷プロセス、静電印刷プロセス、感熱印刷プロセス、インクジェット印刷プロセス、電気泳動堆積（米国特許第７，３３９，７１５号参照）、および他の類似技法を含む、あらゆる形態の印刷およびコーティングを含むことを意図している。）したがって、結果として生じるディスプレイは、可撓であり得る。さらに、ディスプレイ媒体を（種々の方法を使用して）印刷することができるため、ディスプレイ自体を安価に作製することができる。

【００１３】

電気泳動媒体は、（例えば、多くの電気泳動媒体では、粒子が、ディスプレイを通る可

視光の透過を実質的に阻止するため）多くの場合、不透明であり、反射モードで動作するが、多くの電気泳動ディスプレイは、１つの表示状態が実質的に不透明であり、１つの表示状態が光透過性である、いわゆる「シャッタモード」で動作するよう作製され得る。例えば、前述の米国特許第６，１３０，７７４号および第６，１７２，７９８号、ならびに米国特許第５，８７２，５５２号、第６，１４４，３６１号、第６，２７１，８２３号、第６，２２５，９７１号、および第６，１８４，８５６号を参照されたい。電気泳動ディスプレイに類似するが、電場強度の変動に依存する誘電泳動ディスプレイは、類似モードで動作することができる。例えば、米国特許第４，４１８，３４６号を参照されたい。

【００１４】

他の種類の電気光学媒体もまた、本発明のディスプレイで使用されてもよい。

【００１５】

粒子ベースの電気泳動ディスプレイ、および類似挙動を表示する他の電気光学ディスプレイ（そのようなディスプレイは、便宜上、以降で「インパルス駆動型ディスプレイ」と称され得る）の双安定または多安定挙動は、従来の液晶（「ＬＣ」）ディスプレイの挙動と好対照である。ねじれネマチック液晶は、双安定または多安定ではないが、電圧変換器の役割を果たすため、そのようなディスプレイの画素に所与の電場を印加することにより、その画素に以前存在していたグレーレベルにかかわらず、その画素において特定のグレーレベルを生成する。さらに、ＬＣディスプレイは、１つの方向（非透過性または「暗」から透過性または「明」）にしか駆動されず、電場を低減または排除することによって、より明るい状態からより暗い状態への逆遷移が達成される。最終的に、ＬＣディスプレイの画素のグレーレベルは、電場の極性ではなく、その大きさのみに敏感であり、実際に技術的理由により、市販のＬＣディスプレイは、通常、頻繁な間隔で駆動場の極性を逆転させる。対照的に、双安定電気光学ディスプレイは、第１次近似に対して、インパルス変換器の役割を果たすため、画素の最終状態は、印加される電場およびこの電場が印加される時間だけでなく、電場の印加の前の画素の状態にも依存する。

【００１６】

高解像度ディスプレイを得るために、使用される電気光学媒体が双安定であるかどうかにかかわらず、ディスプレイの個々の画素は、隣接する画素からの干渉を伴わずにアドレス可能でなければならない。この目的を達成する１つの方法は、「アクティブマトリクス」ディスプレイを生成するように、少なくとも１つの非線形要素が各画素に関連付けられているトランジスタまたはダイオード等の非線形要素のアレイを提供することである。１つの画素をアドレス指定するアドレス指定または画素電極が、関連非線形要素を通して適切な電圧源に接続される。典型的には、非線形要素がトランジスタであるとき、画素電極は、トランジスタのドレインに接続され、この配列が、以下の説明で想定されるが、それは、本質的に恣意的であり、画素電極をトランジスタのソースに接続することができる。従来、高解像度アレイでは、画素は、行および列の２次元アレイで配列されるため、任意の特定の画素は、１つの特定行および１つの特定列の交差点によって一意的に画定される。各列における全てのトランジスタのソースが、単一の列電極に接続される一方で、各行における全てのトランジスタのゲートは、単一の行電極に接続され、また、行へのソースの割当および列へのゲートの割当は、従来的であるが、本質的に恣意的であり、所望される場合、逆転させられ得る。行電極は、行ドライバに接続され、行ドライバは、任意の所与の瞬間に１つの行のみが選択されること、すなわち、選択された行における全てのトランジスタが伝導性であることを確実にするように、選択された行電極に電圧が印加されている一方で、選択されていない行における全てのトランジスタが非伝導性のままであることを確実にするように、すべての他の行に電圧が印加されていることを本質的に確実にする。列電極は、列ドライバに接続され、列ドライバは、選択された行における画素を所望の光学状態に駆動するように選択された電圧を種々の列電極に印加する。（前述の電圧は、一般的な前面電極に関連し、前面電極は、従来、非線形アレイから電気光学媒体の反対側に提供され、ディスプレイ全体を横断して延在する。）「ラインアドレス時間」として知られている事前選択された間隔後、選択された行が選択解除され、次の行が選択され、

列ドライバ上の電圧は、ディスプレイの次のラインが書かれるように変化させられる。このプロセスは、ディスプレイ全体が行ごとに書かれるように繰り返される。

【００１７】

最初に、そのようなインパルス駆動型電気光学ディスプレイをアドレスするための理想的な方法は、各画素が、その初期グレーレベルからその最終グレーレベルまで直接遷移するように、コントローラが画像の各書き込みを編成する、いわゆる「一般グレースケール画像フロー」であると考えられ得る。しかしながら、必然的に、インパルス駆動型ディスプレイ上に画像を書き込む際に、何らかの誤差がある。実践において遭遇するいくつかのそのような誤差として、以下が挙げられる。

（ａ）以前の状態依存性。少なくともいくつかの電気光学媒体では、画素を新規の光学状態に切り替えるために必要とされるインパルスは、現在および所望の光学状態だけでなく、画素の以前の光学状態にも依存する。

（ｂ）滞留時間依存性。少なくともいくつかの電気光学媒体では、画素を新規の光学状態に切り替えるために必要とされるインパルスは、画素がその種々の光学状態において費やした時間に依存する。この依存性の正確な性質は、よく理解されていないが、一般に、画素がより長くその現在の光学状態にあるほど、より多くのインパルスが必要とされる。

（ｃ）温度依存性。画素を新規の光学状態に切り替えるために必要とされるインパルスは、温度に大きく依存する。

（ｄ）湿度依存性。画素を新規の光学状態に切り替えるために必要とされるインパルスは、少なくともいくつかの種類の電気光学媒体では、周囲湿度に依存する。

（ｅ）機械的均一性。画素を新規の光学状態に切り替えるために必要とされるインパルスは、ディスプレイの機械的変動、例えば、電気光学媒体または関連積層接着剤の厚さの変動の影響を受け得る。他の種類の機械的不均一性が、媒体の異なる製造バッチ間の必然的変動、製造公差、および材料変動から生じ得る。

（ｆ）電圧誤差。画素に印加される実際のインパルスは、ドライバによって送達される電圧の回避不可能なわずかな誤差のため、理論的に印加されるインパルスとは必然的にわずかに異なる。

【００１８】

したがって、一般的なグレースケール画像フローは、良好な結果を生じるために、印加されるインパルスの非常に正確な制御を必要とし、経験的に、電気光学ディスプレイの技術の現状では、一般的なグレースケール画像フローは、市販のディスプレイで実行不可能であることが分かっている。

【００１９】

ある状況下では、単一のディスプレイが複数の駆動スキームを利用することが望ましくあり得る。例えば、２つより多くのグレーレベルが可能なディスプレイは、全ての可能なグレーレベルの間で遷移を達成することができるグレースケール駆動スキーム（「ＧＳＤＳ」）、および２つのグレーレベルの間のみで遷移を達成するモノクロ駆動スキーム（「ＭＤＳ」）を利用してもよく、ＭＤＳは、ＧＳＤＳよりも迅速なディスプレイの書換を提供する。ＭＤＳは、ディスプレイの書換中に変更されている全ての画素が、ＭＤＳによって使用される２つのグレーレベルの間のみで遷移を達成しているときに使用される。例えば、前述の米国特許第７，１１９，７７２号は、グレースケール画像を表示することが可能であり、また、表示された画像に関するテキストをユーザが入力することを可能にするモノクロダイアログボックスを表示することも可能である、電子書籍または類似デバイスの形態のディスプレイを説明する。ユーザがテキストを入力しているとき、ダイアログボックスの迅速な更新のために、高速ＭＤＳが使用され、したがって、入力されているテキストの迅速確認をユーザに提供する。一方で、ディスプレイ上に示されたグレースケール画像全体が変更されているときには、より低速のＧＳＤＳが使用される。

【００２０】

代替として、ディスプレイは、「直接更新」駆動スキーム（「ＤＵＤＳ」）と同時にＧＳＤＳを利用してもよい。ＤＵＤＳは、２つまたは２つより多いグレーレベル、典型的に

は、ＧＳＤＳより少ないグレーレベルを有してもよいが、ＤＵＤＳの最も重要な特性は、ＧＳＤＳで多くの場合に使用される「間接的」遷移とは対照的に、遷移が初期グレーレベルから最終グレーレベルへの単純な一方向性駆動によって取り扱われることであり、「間接的」遷移における少なくともいくつかの遷移では、画素が初期グレーレベルから１つの極限光学状態に駆動され、次いで、逆方向に最終グレーレベルまで駆動される。場合によっては、遷移は、初期グレーレベルから１つの極限光学状態に駆動し、そこから反対の極限光学状態に駆動し、そしてようやく最終極限光学状態に駆動することによって達成されてもよい。例えば、前述の米国特許第７，０１２，６００号の図１１Ａおよび図１１Ｂで図示される駆動スキームを参照されたい。したがって、本電気泳動ディスプレイが、飽和パルスの長さの約２倍から３倍（「飽和パルスの長さ」が期間として定義される場合、特定の電圧において、それは１つの極限光学状態から他方の極限光学状態にディスプレイの画素を駆動するのに十分である）、または約７００～９００ミリ秒のグレースケールモードでの更新時間を有し得る一方で、ＤＵＤＳは、飽和パルスの長さに等しいか、または約２００～３００ミリ秒の最大更新時間を有する。

【００２１】

しかしながら、駆動スキームの変動は、使用されるグレーレベルの数の差に限定されない。例えば、駆動スキームは、駆動電圧が全体的更新駆動スキーム（より正確には「全体的完全」または「ＧＣ」駆動スキームと称される）が適用されている領域（ディスプレイ全体またはそのある画定された部分であり得る）中の全画素に印加される全体的駆動スキーム、および、駆動電圧が非ゼロ遷移（すなわち、初期グレーレベルおよび最終グレーレベルが相互に異なる遷移）を受けている画素のみに印加されるが、ゼロ遷移（初期グレーレベルおよび最終グレーレベルが同一である）中にいかなる駆動電圧も印加されない部分的更新駆動スキームに分割されてもよい。中間形態の駆動スキーム（「全体的限定」または「ＧＬ」駆動スキームと指定される）は、いかなる駆動電圧もゼロ白色－白色遷移を受けている画素に印加されないことを除いて、ＧＣ駆動スキームに類似する。例えば、白い背景上に黒いテキストを表示する電子書籍リーダとして使用されるディスプレイでは、特に、余白、および、テキストの１つのページから次のページまで不変のままであるテキスト行の間に、多数の白色画素があり、したがって、これらの白色画素を書き換えないことにより、ディスプレイ書換の明白な「点滅性」を実質的に低減させる。しかしながら、特定の問題が、この種類のＧＬ駆動スキームには残っている。第１に、前述のＭＥＤＥＯＤ出願のうちのいくつかで詳細に議論されるように、双安定電気光学媒体は、典型的には、完全には双安定ではなく、１つの極限光学状態に置かれた画素は、数分から数時間の期間にわたって中間グレーレベルに向かって徐々にドリフトする。特に、白色に駆動される画素は、明るいグレーの色に向かってゆっくりとドリフトする。したがって、ＧＬ駆動スキームでは、白色画素が、いくつかのページをめくることを通して駆動されないままであることが可能にされ、その間に、他の白色画素（例えば、テキストの文字の部分を形成する画素）が駆動される場合、新たに更新された白色画素は、駆動されていない白色画素よりわずかに明るくなり、最終的に、差は、一般的なユーザにさえも明白となる。

【００２２】

第２に、駆動されていない画素が、更新されている画素に隣接して位置するとき、駆動された画素の駆動が、駆動される画素の面積よりわずかに広い面積にわたって光学状態の変化を引き起こし、この面積が、隣接画素の面積に侵入する、「ブルーミング」として知られている現象が起こる。そのようなブルーミングは、駆動されていない画素が駆動された画素に隣接して位置するエッジに沿って、エッジ効果として現れる。領域更新（ディスプレイの特定の領域のみが、例えば、画像を示すように更新される）により、エッジ効果が更新されている領域の境界で発生することを除いて、領域更新を使用するときに、類似エッジ効果が発生する。経時的に、そのようなエッジ効果は、視覚的に邪魔になり、消去されなければならない。これまで、そのようなエッジ効果（および駆動されていない白色画素における色ドリフトの効果）は、典型的には、間隔を置いて単一のＧＣ更新を使用することによって除去されてきた。残念ながら、そのような時折のＧＣ更新の使用は、「点

滅性」更新という問題を再導入し、実際に、更新の点滅性は、点滅性更新が長い間隔のみで起こるという事実によって高められ得る。

【００２３】

本発明は、依然として可能な限り点滅性更新を回避しながら、上記で議論される問題を低減または排除することに関する。しかしながら、前述の問題、すなわち、全体的ＤＣ均衡の必要性を解決しようとする際に、さらなる複雑な事態がある。前述のＭＥＤＥＯＤ出願の多くで議論されるように、ディスプレイの電気光学的特性および耐用年数は、使用される駆動スキームが実質的にＤＣ均衡化されていない場合に（すなわち、同一のグレーレベルで開始および終了する任意の一連の遷移中に、画素に印加されるインパルスの代数和がゼロに近くない場合に）、悪影響を受け得る。特に、１つより多くの駆動スキームを使用して実行される遷移を伴う、いわゆる「異種ループ」におけるＤＣ均衡化の問題について議論している前述の米国特許第７，４５３，４４５号を参照されたい。ＤＣ均衡駆動スキームは、所与の時間における全正味インパルスバイアスが（有限数のグレー状態について）有界であることを確実にする。ＤＣ均衡駆動スキームでは、ディスプレイの各光学状態は、インパルスポテンシャル（ＩＰ）が割り当てられ、光学状態間の個々の遷移は、遷移の正味インパルスが、遷移の初期状態および最終状態の間のインパルスポテンシャルの差に等しいように定義される。ＤＣ均衡駆動スキームでは、任意の往復正味インパルスは、実質的にゼロであるように要求される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００２４】

【特許文献１】米国特許第７，０１２，６００号明細書
【特許文献２】米国特許第７，１７０，６７０号明細書
【特許文献３】米国特許第５，８０８，７８３号明細書
【特許文献４】米国特許第５，７７７，７８２号明細書
【特許文献５】米国特許第５，７６０，７６１号明細書
【特許文献６】米国特許第６，０５４，０７１号明細書
【特許文献７】米国特許第６，０５５，０９１号明細書
【特許文献８】米国特許第６，０９７，５３１号明細書
【特許文献９】米国特許第６，１２８，１２４号明細書
【特許文献１０】米国特許第６，１３７，４６７号明細書
【特許文献１１】米国特許第６，１４７，７９１号明細書
【特許文献１２】米国特許第６，３０１，０３８号明細書
【特許文献１３】米国特許第６，８７０．６５７号明細書
【特許文献１４】米国特許第６，９５０，２２０号明細書
【特許文献１５】米国特許出願公開第２００５／０１５１７０９号明細書
【特許文献１６】米国特許第５，９３０，０２６号明細書
【特許文献１７】米国特許第５，９６１，８０４号明細書
【特許文献１８】米国特許第６，０１７，５８４号明細書
【特許文献１９】米国特許第６，０６７，１８５号明細書
【特許文献２０】米国特許第６，１１８，４２６号明細書

【非特許文献】

【００２５】

【非特許文献１】Ｏ’Ｒｅｇａｎ，Ｂ．，ら，Ｎａｔｕｒｅ １９９１，３５３，７３７、Ｗｏｏｄ，Ｄ．，Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ Ｄｉｓｐｌａｙ，１８（３），２４（Ｍａｒｃｈ ２００２）
【非特許文献２】Ｂａｃｈ，Ｕ．，ら，Ａｄｖ．Ｍａｔｅｒ．，２００２，１４（１１），８４５
【非特許文献３】Ｈａｙｅｓ，Ｒ．Ａ．，ら，“Ｖｉｄｅｏ－Ｓｐｅｅｄ Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ Ｐａｐｅｒ Ｂａｓｅｄ ｏｎ Ｅｌｅｃｔｒｏｗｅｔｔｉｎｇ”，Ｎ

ａｔｕｒｅ，　４２５，　３８３－３８５（２５　Ｓｅｐｔｅｍｂｅｒ　２００３）
【発明の概要】
【課題を解決するための手段】
【００２６】
したがって、一側面では、本発明は、全ての画素が各遷移で駆動される第１の駆動スキームと、いくつかの遷移を受ける画素が駆動されない第２の駆動スキームとを使用して、複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する（第１の）方法を提供する。本発明の第１の方法では、第１の駆動スキームが、ディスプレイの第１の更新中に画素の非ゼロのわずかな割合に適用される一方で、第２の駆動スキームは、第１の更新中に残りの画素に適用される。第１の更新に続く第２の更新中に、第１の駆動スキームが、画素の異なる非ゼロのわずかな割合に適用される一方で、第２の駆動スキームは、第２の更新中に残りの画素に適用される。
【００２７】
本発明のこの第１の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「選択的全体更新」または「ＳＧＵ」方法と称され得る。
【００２８】
本発明は、複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する（第２の）方法を提供すし、複数の画素のそれぞれは、第１の駆動スキームまたは第２の駆動スキームのいずれか一方を使用して駆動されることができる。全体的完全更新が必要とされるとき、画素は、２つ（以上）のグループに分割され、異なる駆動スキームが、各グループに使用され、駆動スキームは、少なくとも１つの遷移について、光学状態間の同一の遷移を伴う異なるグループ内の画素が同一の波形を受けないように、相互に異なる。本発明のこの第２の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「全体的完全複数駆動スキーム」または「ＧＣＭＤＳ」方法と称され得る。
【００２９】
上記で議論されるＳＧＵおよびＧＣＭＤＳ方法は、画像更新の知覚される点滅性を低減する。しかしながら、本発明はまた、双安定電気光学ディスプレイを駆動するときにエッジアーチファクトを低減または排除するための複数の方法も提供する。以降では本発明の第３の方法と称される、１つのそのようなエッジアーチファクト低減方法は、画素における白色－白色遷移中に、１つ以上の均衡パルス対（均衡パルス対の正味インパルスが実質的にゼロであるように、反対極性の一対の駆動パルスである均衡パルス対または「ＢＰＰ」）の印加を必要とし、その画素は、エッジアーチファクトを生じる可能性が高いものとして識別されることができ、均衡パルス対がエッジアーチファクトを消去または低減することにおいて有効となるように時空間構成にある。望ましくは、ＢＰＰが印加される画素は、ＢＰＰが他の更新アクティビティによって覆い隠されるように選択される。各ＢＰＰが、本質的にゼロ正味パルスを有し、したがって、駆動スキームのＤＣ均衡を変更しないため、１つ以上のＢＰＰの印加は、駆動スキームの望ましいＤＣ均衡に影響を及ぼさないことに留意されたい。本発明のこの第３の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「均衡パルス対白色／白色遷移駆動スキーム」または「ＢＰＰＷＷＴＤＳ」方法と称され得る。
【００３０】
エッジアーチファクトを低減または排除するための本発明の関連する第４の方法では、画素における白色－白色遷移中に、トップオフパルスが印加され、その画素は、エッジアーチファクトを生じる可能性が高いものとして識別されることができ、トップオフパルスがエッジアーチファクトを消去または低減することにおいて有効となるように、時空間構成にある。本発明のこの第４の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「白色／白色トップオフパルス駆動スキーム」または「ＷＷＴＯＰＤＳ」方法と称され得る。
【００３１】
本発明の第５の方法もまた、エッジアーチファクトを低減または排除しようとする。この第５の方法は、特別な調整がない場合に、駆動された画素と駆動されていない画素との間の直線状エッジに沿って発生するようなアーチファクトを排除しようとする。そのよう

な第５の方法では、第１の段階で、直線状エッジの「駆動されていない」側に位置するいくつかの「余剰」画素が、実際に、エッジの「駆動された」側の画素と同一の色に駆動されるように、２段階駆動スキームが使用される。第２の段階では、エッジの駆動された側の画素、およびエッジの駆動されていない側の余剰画素の両方が、それらの最終光学状態まで駆動される。したがって、本発明は、複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法を提供し、ディスプレイの第１の領域中に位置する複数の画素が、それらの光学状態を変化させるよう駆動され、ディスプレイの第２の領域中に位置する複数の画素が、それらの光学状態を変化させるように要求されず、第１の領域および第２の領域が、直線に沿って連続的であるとき、２段階駆動スキームが使用され、第１の段階では、第２の領域内に位置し、直線に隣接するいくつかの画素が、実際に、直線に隣接する第１の領域中の画素と同一の色に駆動される一方で、第２の段階では、第１の領域中の画素、および第２の領域中の該数の画素の両方は、それらの最終光学状態まで駆動される。余剰画素によって画定される蛇行するエッジに沿って発生する任意のエッジアーチファクトが、元の直線状エッジに沿った対応するエッジアーチファクトほど顕著ではないため、このようにして限られた数の余剰画素を駆動することにより、エッジアーチファクトの可視性を多大に低減させることが分かっている。本発明のこの第５の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「直線状エッジ余剰画素駆動スキーム」または「ＳＥＥＰＤＳ」方法と称され得る。

【００３２】

本発明の第６の方法は、画素がＤＣ均衡から一時的に逸脱することを可能にする。一時的に画素がＤＣ均衡から逸脱することを可能にすることが有益である多くの状況が発生する。例えば、暗いアーチファクトを含むことが予測されるため、１つの画素が、白色に向かった特別なパルスを必要とし得るか、または均衡に必要とされる完全インパルスを印加することができないように、高速ディスプレイ切替が必要とされ得る。予測されない事象により、遷移が中断され得る。そのような状況では、特に、短い時間尺度で、インパルス逸脱を可能にして是正する方法を有することが必要であるか、または少なくとも望ましい。

【００３３】

本発明の第６の方法では、ディスプレイは、ディスプレイの各画素の１つの値を含む「インパルスバンクレジスタ」を維持する。画素が通常のＤＣ均衡駆動スキームから逸脱することが必要である場合、関連画素のインパルスバンクレジスタは、逸脱を表すように調整される。任意の画素に対するレジスタ値が非ゼロであるとき（すなわち、画素が通常のＤＣ均衡駆動スキームから逸脱したとき）、通常のＤＣ均衡駆動スキームの対応する波形とは異なり、レジスタ値の絶対値を低減させる波形を使用して、画素の少なくとも１つの後続の遷移が行われる。任意の画素のレジスタ値の絶対値は、所定量を超過することができない。本発明のこの第６の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「インパルスバンク駆動スキーム」または「ＩＢＤＳ」方法と称され得る。

【００３４】

本発明はまた、本発明の方法を実行するように配列された新規のディスプレイコントローラも提供する。１つのそのような新規のディスプレイコントローラでは、標準画像または一連の標準画像のうちの１つが、第１の恣意的な画像から第２の恣意的な画像への遷移の中間段階で、ディスプレイ上に点滅される。そのような標準画像を表示するために、表示された標準画像における所与の画素の状態に応じて、その画素の第１の画像から第２の画像への遷移に使用される波形を変化させることが必要である。例えば、標準画像がモノクロである場合、特定の画素が標準画像の中で黒色であるか白色であるかに応じて、２つの可能な波形が、第１の画像および第２の画像における特定のグレーレベル間の各遷移に必要とされる。一方で、標準画像が１６のグレーレベルを有する場合、１６の可能な波形が各遷移に対して必要とされる。この種類のコントローラは、便宜上、以降では本発明の「中間標準画像」または「ＩＳＩ」コントローラと称され得る。

【００３５】

さらに、本発明の方法のうちのいくつかの方法（例えば、ＳＥＥＤＰＳ方法）では、ディスプレイの恣意的な領域を更新することが可能なコントローラを使用することが必要であるか、または望ましく、本発明は、便宜上、以降では本発明の「恣意的領域割当」または「ＡＲＡ」コントローラと称され得る、そのようなコントローラを提供する。

【００３６】

本発明の全ての方法では、ディスプレイは、上記で議論される種類の電気光学媒体のうちのいずれかを利用してもよい。したがって、例えば、電気光学ディスプレイは、回転２色部材またはエレクトロクロミック材料を含んでもよい。代替として、電気光学ディスプレイは、流体中に配置され、かつ電場の影響下で流体を通って移動することが可能な複数の荷電粒子を含む電気泳動材料を含んでもよい。荷電粒子および流体は、複数のカプセルまたはマイクロセル内に閉じ込められてもよい。代替として、荷電粒子および流体は、ポリマー性材料を含む連続相によって包囲される複数の別個の液滴として存在してもよい。流体は、液体またはガス状であってもよい。

例えば、本願発明は以下の項目を提供する。

（項目１）

複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、白色－白色遷移を受ける画素であって、容易に可視的な遷移を受ける少なくとも１つの他の画素に隣接して位置する画素において、１つまたは複数の均衡パルス対が前記画素に印加されており、各均衡パルス対は、前記均衡パルス対の正味インパルスが実質的にゼロであるように、反対極性の一対の駆動パルスを備える、方法。

（項目２）

前記均衡パルス対は、白色－白色遷移を受ける少なくともいくつかの画素に印加され、前記少なくともいくつかの画素は、（非白色）－白色遷移を受けるその８つの隣接画素のうちの少なくとも１つを有する、項目１に記載の方法。

（項目３）

いずれか１つの遷移において前記均衡パルス対が印加される画素の割合は、画素の総数の所定の割合に限定される、項目２に記載の方法。

（項目４）

複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、白色－白色遷移を受ける画素であって、容易に可視的な遷移を受ける少なくとも１つの他の画素に隣接して位置する画素において、前記画素をその白色状態に駆動する極性を有する少なくとも１つのトップオフパルスが前記画素に印加される、方法。

（項目５）

前記少なくとも１つのトップオフパルスは、白色－白色遷移を受ける少なくともいくつかの画素に印加され、前記少なくともいくつかの画素は、（非白色）－白色遷移を受けるその８つの隣接画素のうちの少なくとも１つを有する、項目４に記載の方法。

（項目６）

いずれか１つの遷移において前記少なくとも１つのトップオフパルスが印加される画素の割合は、画素の総数の所定の割合に限定される、項目４に記載の方法。

（項目７）

全ての画素が各遷移で駆動される第１の駆動スキームと、いくつかの遷移を受ける画素が駆動されない第２の駆動スキームとを使用して、複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、前記方法は、

前記第１の駆動スキームを前記画素の非ゼロのわずかな割合に適用することによって、前記ディスプレイの第１の更新を行うことであって、前記第２の駆動スキームは、残りの画素に適用される、ことと、

前記第１の駆動スキームを前記画素の異なる非ゼロのわずかな割合に適用することによって、前記第１の更新に続いて第２の更新を行うことであって、前記第２の駆動スキームは、残りの画素に適用される、ことと

を含む、方法。

（項目８）
前記第１の駆動スキームは、全体的完全駆動スキームであり、駆動電圧は、前記全体的完全更新駆動スキームが適用される領域中の全画素に印加され、前記第２の駆動スキームは、全体的限定駆動スキームであり、駆動電圧は、ゼロ白色－白色遷移を受ける画素を除いて全ての画素に印加される、項目７に記載の方法。
（項目９）
前記ディスプレイは、連続した画素のグループに分割され、各グループ内の１つの画素は、各遷移中に前記第１の駆動スキームを適用される、項目７に記載の方法。
（項目１０）
各更新において前記第１の駆動スキームを使用する前記画素は、平行四辺形または疑似六角格子に配列される、項目９に記載の方法。
（項目１１）
前記第１の駆動スキームは、全体的完全駆動スキームであり、駆動電圧は、前記全体的完全更新駆動スキームが適用される領域中の全画素に印加され、前記第２の駆動スキームは、部分的更新駆動スキームであり、駆動電圧は、非ゼロ遷移を受ける全ての画素に印加される、項目７に記載の方法。
（項目１２）
複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、前記複数の画素のそれぞれは、第１の駆動スキームまたは第２のいずれか一方を使用して駆動することができ、駆動電圧が全画素に印加される全体的完全更新は、少なくとも２つのグループに分割される前記ディスプレイの前記画素を分割することによって達成され、異なる駆動スキームは、各グループに対して使用され、前記駆動スキームは、少なくとも１つの遷移について、光学状態間の同一の遷移を伴う異なるグループ内の画素が同一の波形を受けないように、相互に異なっている、方法。
（項目１３）
前記画素グループのうちの少なくとも１つ、および、使用される前記波形は、前記全体的完全駆動スキームを使用して、連続する画像更新の間で調整される、項目１２に記載の方法。
（項目１４）
前記画素は、チェッカー盤格子上で２つのグループに分割され、一方のパリティの画素は、第１のクラスに割り当てられ、他方のパリティの画素は、第２のクラスに割り当てられ、白色－白色遷移を受ける前記画素は、中間点で前記画素を黒色に駆動する波形によって駆動され、前記２つのクラスの白色－白色波形は、前記２つのクラスが決して同時に黒色状態にはないように、時間においてオフセットされるように選択される、項目１２に記載の方法。
（項目１５）
白色－白色遷移を受ける前記画素は、均衡パルス対波形を使用して駆動され、前記均衡パルス対波形は、等しいインパルスであるが反対極性の２つの矩形電圧パルスを備え、一方のクラスの画素に対する前記波形は、他方のクラスの画素に対して単一のパルスの持続時間だけ遅延させられる、項目１４に記載の方法。
（項目１６）
前記少なくとも１つの遷移は、少なくとも１つの中間グレー－中間グレー遷移を備え、２つの中間グレーレベルは、同一であってもよく、または、異なってもよく、２つの異なる単一レールバウンス波形が、この遷移を受ける異なる画素のグループに対して使用され、一方の波形が、前記画素を中間グレーレベルから白色に駆動し、中間グレーに戻す一方で、他方の波形は、前記画素を前記中間グレーレベルから黒色に駆動し、次いで、中間グレーに戻す、項目１２に記載の方法。
（項目１７）
クラスへの前記画素の分割は、少なくとも１つの一過性のモノクロ画像が更新中に表示されるように編成される、項目１２に記載の方法。

（項目１８）
前記少なくとも１つの一過性のモノクロ画像は、少なくとも１つのモノクロチェッカー盤、会社ロゴ、ストライプ、時計、ページ数、または、エッシャープリントを備える、項目１７に記載の方法。
（項目１９）
複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、前記ディスプレイの第１の領域中に位置する複数の画素がそれらの光学状態を変化させるよう駆動され、かつ、前記ディスプレイの第２の領域中に位置する複数の画素がそれらの光学状態を変化させるように要求されず、かつ、前記第１の領域および第２の領域が直線に沿って連続的であるとき、２段階駆動スキームが使用され、第１の段階では、前記第２の領域内に位置し前記直線に隣接するいくつかの画素が、実際に、前記直線に隣接する前記第１の領域中の前記画素と同一の色に駆動される一方で、第２の段階では、前記第１の領域中の前記画素および前記第２の領域中の前記いくつかの画素の両方は、それらの最終光学状態まで駆動される、方法。
（項目２０）
ＤＣ均衡駆動スキームおよび少なくとも１つのＤＣ不均衡駆動スキームを使用して、電気光学ディスプレイを駆動する方法であって、前記方法は、
前記ディスプレイの各画素に対して１つの値を含むインパルスバンクレジスタを維持することであって、任意の画素に対するレジスタ値の絶対値は、所定量を超過することができない、ことと、
画素がＤＣ不均衡駆動スキームを使用した遷移を受けるとき、結果として導入されるＤＣ不均衡を可能にするように、関連画素に対する前記インパルスバンクレジスタを調整することと、
任意の画素に対する前記インパルスバンクレジスタ値が非ゼロであるとき、前記ＤＣ均衡駆動スキームの対応する波形とは異なる波形を使用して、前記画素の少なくとも１つの後続の遷移を行うことであって、前記波形は、前記レジスタ値の前記絶対値を低減させる、ことと
を含む、方法。
（項目２１）
非ゼロインパルスバンクレジスタ値は、時間とともに低減されるように編成される、項目２０に記載の方法。
【図面の簡単な説明】
【００３７】
【図１Ａ】添付図面の図１Ａおよび１Ｂは、本発明のＧＣＭＤＳ方法で使用され得る２つの均衡対波形の電圧対時間曲線を示す。
【図１Ｂ】添付図面の図１Ａおよび１Ｂは、本発明のＧＣＭＤＳ方法で使用され得る２つの均衡対波形の電圧対時間曲線を示す。
【図１Ｃ】図１Ｃは、図１Ａおよび１Ｂに示される波形を使用して、等しい数の画素が駆動されるディスプレイの反射率対時間のグラフを示す。
【図２】図２、図３、図４、および、図５は、中間画像を介して続行する、本発明のＧＣＭＤＳ方法を概略的に図示する。
【図３】図２、図３、図４、および、図５は、中間画像を介して続行する、本発明のＧＣＭＤＳ方法を概略的に図示する。
【図４】図２、図３、図４、および、図５は、中間画像を介して続行する、本発明のＧＣＭＤＳ方法を概略的に図示する。
【図５】図２、図３、図４、および、図５は、中間画像を介して続行する、本発明のＧＣＭＤＳ方法を概略的に図示する。
【図６】図６Ａおよび図６Ｂは、それぞれ、本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳおよび従来技術の全体的限定駆動スキームを使用して達成された種々のグレーレベルのＬ＊値の差を図示する。

【図７】図７Ａおよび図７Ｂは、それぞれ、図６Ａおよび図６Ｂのグラフに類似するグラフであるが、本発明のあるＢＰＰＷＷＴＤＳにおいて発生し得る過剰補正を図示する。
【図８－１】図８Ａ－図８Ｄは、図７Ａのグラフに類似するグラフであるが、本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳにおいて、それぞれ、１つ、２つ、３つ、および４つの均衡パルス対を使用することの効果を示す。
【図８－２】図８Ａ－図８Ｄは、図７Ａのグラフに類似するグラフであるが、本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳにおいて、それぞれ、１つ、２つ、３つ、および４つの均衡パルス対を使用することの効果を示す。
【図９】図９は、本発明の組み合わせＷＷＴＯＰＤＳ／ＩＢＤＳにおいて発生する種々の遷移を概略的に示す。
【図１０】図１０Ａおよび図１０Ｂは、それぞれ、図６Ａおよび図６Ｂのグラフに類似するグラフであるが、図９で図示される本発明の組み合わせＷＷＴＯＰＤＳ／ＩＢＤＳを使用して達成されたグレーレベルの誤差を示す。
【図１１】図１１Ａおよび図１１Ｂは、それぞれ、図１０Ａおよび図１０Ｂのグラフに類似するグラフであるが、ＤＣ不均衡に関係なくトップオフパルスが印加される、本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法を使用して達成されたグレーレベルの誤差を示す。
【図１２】図１２Ａおよび図１２Ｂは、従来技術の駆動方法、および、ディスプレイにおいて同一の全体的変化を達成する本発明のＳＥＥＰＤＳ駆動スキームで発生する遷移をいくぶん概略的に図示する。
【図１３】図１３は、長方形の領域の選択のみを可能にする、従来技術のコントローラと比較して、恣意的な形状およびサイズの領域が更新されることを可能にするＳＥＥＰＤＳに必要とされるコントローラアーキテクチャを概略的に図示する。
【発明を実施するための形態】
【００３８】
先述の内容から、本発明は、電気光学ディスプレイを駆動すること、およびそのような方法で使用するための装置に関する、複数の別個の発明を提供することが明白である。これらの種々の発明を以下で別々に説明するが、単一のディスプレイが、これらの発明のうちの１つより多くを組み込んでもよいことが理解される。例えば、単一のディスプレイは、本発明の選択的全体更新および直線状エッジ余剰画素駆動スキーム方法を利用し、本発明の恣意的領域割当コントローラを使用できることが、容易に明白である。
【００３９】
Ａ部：本発明の選択的全体更新方法
上記で説明されるように、本発明の選択的全体更新（ＳＧＵ）方法は、複数の画素を有する電気光学ディスプレイで使用するために意図されている。本方法は、全ての画素が各遷移で駆動される第１の駆動スキームと、いくつかの遷移を受ける画素が駆動されない第２の駆動スキームとを利用する。ＳＧＵ方法では、第１の駆動スキームが、ディスプレイの第１の更新中に画素の非ゼロのわずかな割合に適用される一方で、第２の駆動スキームは、第１の更新中に残りの画素に適用される。第１の更新に続く第２の更新中に、第１の駆動スキームが、画素の異なる非ゼロのわずかな割合に適用される一方で、第２の駆動スキームは、第２の更新中に残りの画素に適用される。
【００４０】
ＳＧＵ方法の好ましい形態では、第１の駆動スキームは、ＧＣ駆動スキームであり、第２の駆動スキームは、ＧＬ駆動スキームである。この場合、ＳＧＵ方法は、本質的に、ほとんどの更新が（比較的非点滅性の）ＧＬ駆動スキームを使用して実行され、時折の更新が（比較的点滅性の）ＧＣ駆動スキームを使用して実行される従来技術の方法を、画素のわずかな割合が各更新でＧＣ駆動スキームを使用し、画素の大きな割合がＧＬ駆動スキームを使用する方法と置換する。ＧＣ駆動スキームを使用した画素の分布の慎重な選択によって、本発明のＳＧＵ方法を使用した各更新は、（専門家ではないユーザにとって）純ＧＬ更新より有意に点滅性として知覚されない様式で達成することができる一方で、低頻度で点滅性の邪魔な純ＧＣ更新は回避される。

【００４１】
例えば、特定のディスプレイは、４回の更新毎の１回の更新のためにＧＣ駆動スキームの使用を必要とすることが分かっていると仮定する。本発明のＳＧＵ方法を実装するために、ディスプレイを画素の２×２グループに分割することができる。第１の更新中に、ＧＣ駆動スキームを使用して、各グループ内の１つの画素（例えば、左上の画素）が駆動される一方で、ＧＬ駆動スキームを使用して、３つの残りの画素が駆動される。第２の更新中に、ＧＣ駆動スキームを使用して、各グループ内の異なる画素（例えば、右上の画素）が駆動される一方で、ＧＬ駆動スキームを使用して、３つの残りの画素が駆動される。ＧＣ駆動スキームを使用して駆動される画素は、各更新で交代する。理論上、各更新は、純ＧＣ更新の４分の１の点滅性であるが、点滅性の増加は、特に顕著ではなく、従来技術の方法における各４番目の更新時の邪魔な純ＧＣ更新が回避される。

【００４２】
どの画像が各更新においてＧＣ駆動スキームを受け取るかに関する決定は、上記で議論された２×２グループ化配列の場合のように、何らかのモザイクパターンを使用して系統的に決定され、または、画素の適切な割合が各更新時にランダムに選択される状態で、例えば、画素の２５パーセントが各更新時に選択される状態で、統計的に決定されてもよい。特定の「ノイズパターン」（すなわち、選択された画素の分布）が、他のものより良好に機能し得ることが、視覚心理学の当業者に明白となる。例えば、各更新時にＧＣ駆動スキームを使用するために各隣接３×３グループから１つの画素を選択する場合、各更新時に各グループ内の対応する画素を設定しないことが有利であり得る。なぜなら、各更新時に各グループ内の対応する画素を設定することは、各グループ内の異なる画素を選択することによって引き起こされる「点滅性」画素の少なくとも疑似ランダムアレイよりも顕著であり得る「点滅性」画素の規則的アレイを生じさせるからである。

【００４３】
少なくともいくつかの場合において、各更新時にＧＣ駆動スキームを使用する画素の種々のグループを平行四辺形または疑似六角格子に配列することが望ましくあり得る。次いで、両方向に繰り返されると、そのような平行四辺形または疑似六角格子を提供する画素の正方形または長方形の「タイル」の例は、以下の通りである（数字は、ＧＣ駆動スキームが画素に適用される更新番号を指定する）。

1 2 5 4 6 3
6 3 1 2 5 4
5 4 6 3 1 2

および

1 2 6 7 8 3 4 5
3 4 5 1 2 6 7 8
6 7 8 3 4 5 1 2
5 1 2 6 7 8 3 4
8 3 4 5 1 2 6 7
2 6 7 8 3 4 5 1
4 5 1 2 6 7 8 3
7 8 3 4 5 1 2 6

【００４４】
異なる使用モデルを考慮するために、選択された画素の１つより多くのパターンを使用することができる。更新中にページに軽く透かしを入れるために、異なる強度の１つより多くのパターンを使用することができる（例えば、ＧＣ駆動スキームを使用する１つの画素を有する３×３ブロックと比較して、ＧＣ駆動スキームを使用した１つの画素を有する２×２ブロック）。この透かしは、実行中に変化することができる。パターンは、他の望ましい透かしパターンを作成するような方法で、相互に対して移動させられることができる。

【００４５】

本発明のＳＧＵ方法は、当然ながら、ＧＣ駆動スキームおよびＧＬ駆動スキームの組み合わせに限定されず、一方の駆動スキームが他方ほど点滅性ではないと同時に、第２のスキームがより良好な性能を提供する限り、他の駆動スキームとともに使用されてもよい。また、２つ以上の駆動スキームを使用し、どの画素が部分的更新を受け、どれが完全更新を受けるかを変更することによって、同様の効果がもたらされる。

【００４６】

本発明のＳＧＵ方法は、以下で詳細に説明される本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳまたはＷＷＴＯＰＤＳ方法と組み合わせて有用に使用されることができる。ＳＧＵ方法を実装することは、（本方法が従来技術の駆動スキームの組み合わせを使用することができるため）修正された駆動スキームの広範な開発を必要としないが、ディスプレイの明白な点滅性の実質的な低減を可能にする。

【００４７】

Ｂ部：本発明の全体的完全複数駆動スキーム方法

上記で説明されるように、本発明の全体的完全複数駆動スキームまたはＧＣＭＤＳ方法は、複数の画素を有する電気光学ディスプレイを駆動する第２の方法であり、複数の画素のそれぞれは、第１の駆動スキームまたは第２の駆動スキームのいずれか一方を使用して駆動されることができる。全体的完全更新が必要とされるとき、画素は、２つ（以上）のグループに分割され、異なる駆動スキームが、各グループに対して使用され、駆動スキームは、少なくとも１つの遷移について、光学状態間の同一の遷移を伴う異なるグループ内の画素が同一の波形を経験しないように、相互に異なる。

【００４８】

従来技術の全体的完全（ＧＣ）更新の点滅性の理由の一部は、そのような更新において、典型的には、多数の画素が同時に同一の波形を受けていることである。上記で説明される理由により、多くの場合、これは白色－白色波形であるが、他の場合においては（例えば、白いテキストが黒い背景上に表示されるとき）、黒色－黒色波形が点滅性の大部分に関与し得る。ＧＣＭＤＳ方法では、同一の波形と同時に同一の遷移を受けるディスプレイの全画素を駆動する（したがって点滅させる）代わりに、少なくともいくつかの遷移について、異なる波形が同一の遷移を受ける異なるグループの画素に適用されるように、画素はグループ値が割り当てられる。したがって、同一画像状態遷移を受ける画素は、（必ずしも）同一の波形を受けず、したがって、同時に点滅しない。さらに、使用される画素グループおよび／または波形は、画像更新間で調整されてもよい。

【００４９】

ＧＣＭＤＳ方法を使用して、全体的完全更新の知覚された点滅性の実質的な低減を達成することが可能である。例えば、画素がチェッカー盤格子上で分割され、一方のパリティの画素がクラスＡに割り当てられ、他方のパリティの画素がクラスＢに割り当てられると仮定する。次いで、２つのクラスの白色－白色波形は、２つのクラスが決して同時に黒色状態にないように、時間においてオフセットされるように選択されることができる。そのような波形を配列する１つの方法は、両方の波形に従来の均衡パルス対波形（すなわち、等しいインパルスであるが反対極性の２つの矩形電圧パルスを備える波形）を使用するが、単一のパルスの持続時間だけ１つの波形を遅延させることである。この種類の一対の波形は、添付図面の図１Ａおよび図１Ｂで図示されている。図１Ｃは、画素の半分が図１Ａの波形を使用して駆動され、他方の半分が図１Ｂの波形を使用して駆動されるディスプレイの時間に対する反射率を示す。図１Ｃから、ディスプレイの反射率は、例えば、図１Ａの波形のみが使用された場合にそうであるように、決して黒色に近づかないことが分かる。

【００５０】

他の波形対（またはより大きい多重線、すなわち、２つより多くのクラスの画素が使用されてもよい）が、同様の有益性を提供することができる。例えば、中間グレー－中間グレー遷移については、２つの「単一レールバウンス」波形を使用することができ、そのうちの一方は、中間グレーレベルから白色、および黒色から中間グレーへ画素を駆動する一

方で、他方の波形は、中間グレーレベルから黒色へ駆動し、次いで、中間グレーに戻す。また、水平または垂直ストライプ、またはランダム白色雑音等の画素クラスの他の空間的配列も可能である。

【００５１】

ＧＣＭＤＳ方法の第２の形態では、クラスへの画素の分割は、１つ以上の一過性のモノクロ画像が更新中に表示されるように編成される。これは、むしろ、マジシャンがステージ右側から進入する象から観客の注目をそらせるのと同様に、更新中に発生する任意の点滅ではなく、中間画像（単数または複数）にユーザの注目を引くことによって、ディスプレイの明白な点滅性を低減させる。採用され得る中間画像の例は、モノクロチェッカー盤、会社ロゴ、ストライプ、時計、ページ数、またはエッシャープリントを含む。例えば、添付図面の図２は、２つの一過性の水平ストライプ画像が遷移中に表示されるＧＣＭＤＳ方法を図示し、図３は、２つの一過性のチェッカー盤画像が遷移中に表示されるＧＣＭＤＳ方法を図示し、図４は、２つの一過性のランダムノイズパターンが遷移中に表示されるＧＣＭＤＳ方法を図示し、図５は、２つの一過性のエッシャー画像が遷移中に表示されるＧＣＭＤＳ方法を図示する。

【００５２】

上記で議論された２つの着想（複数の波形の使用および一過性の中間画像の使用）は、遷移の点滅性を低減させること、および、中間画像に注目を引くことによってユーザの気を散らすことの両方のために、同時に使用されてもよい。

【００５３】

ＧＣＭＤＳ方法の実装は、典型的には、画素クラスのマップを維持することができるコントローラを必要とし、そして、そのようなマップは、コントローラの中へ配線で接続されるか、またはソフトウェアを介してロードされてもよく、後者は、画素マップを任意に変更できるという利点を有することが理解される。各遷移に必要とされる波形を導出するために、コントローラは、マップから関連画素の画素クラスを取り出し、種々の可能な波形を定義するルックアップテーブルの中への付加的なポインタとしてその画素クラスを使用する。前述のＭＥＤＥＯＤ出願、特に、米国特許第７，０１２，６００号を参照されたい。代替として、種々の画素クラスの波形が、単純に単一の基本波形の遅延バージョンである場合、より単純な構造を使用することができ、例えば、２つの別個のクラスの画素を更新するために、単一の波形ルックアップテーブルを参照することができ、その場合、２つの画素クラスは、基本駆動パルス長の倍数に等しくあり得る時間シフトとともに更新し始める。クラスへの画素のいくつかの分割では、任意の画素のクラスが単にその行数および列数から計算されてもよいため、マップは不必要であり得る。例えば、図２に示されるストライプパターン点滅では、その行数が偶数であるか、奇数であるかに基づいて、画素をそのクラスに割り当てることができる一方で、図３に示されるチェッカー盤パターンでは、その行数および列数の合計が偶数であるか、奇数であるかに基づいて、画素をそのクラスに割り当てることができる。

【００５４】

本発明のＧＣＭＤＳ方法は、双安定ディスプレイの更新中に点滅の視覚的影響を低減させる比較的単純なメカニズムを提供する。種々の画素クラスの時間遅延波形を用いたＧＣＭＤＳ方法の使用は、全体的更新時間にいくらか負担をかけてＧＣＭＤＳ方法の実装を大幅に単純化する。

【００５５】

Ｃ部：本発明の均衡パルス対白色／白色遷移駆動スキーム方法

上記で説明されるように、本発明の均衡パルス対白色／白色遷移駆動スキーム（ＢＰＰＷＷＴＤＳ）は、双安定電気光学ディスプレイを駆動するときにエッジアーチファクトを低減または排除することを目的としている。エッジアーチファクトを生じる可能性が高いものとして識別され得、均衡パルス対（単数または複数）がエッジアーチファクトを消去または低減することに有効であるように時空間構成にある画素における白色－白色遷移中に、ＢＰＰＷＷＴＤＳは、１つ以上の均衡パルス対（均衡パルス対の正味インパルスが実

質的にゼロであるように、反対極性の一対の駆動パルスである均衡パルス対、つまり「ＢＰＰ」）の印加を必要とする。

【００５６】

ＢＰＰＷＷＴＤＳは、遷移中に邪魔になる外観がない様式で、かつ有界ＤＣ不均衡を有する様式で、蓄積誤差の可視性を低減しようと試みる。これは、１つ以上の均衡パルス対をディスプレイの画素の部分集合に印加することによって達成され、部分集合の中の画素の割合は、均衡パルス対の印加が視覚的に邪魔ではないように十分に小さい。ＢＰＰの印加によって引き起こされる視覚的な邪魔は、容易に可視的な遷移を受ける他の画素に隣接する、ＢＰＰが印加される画素を選択することによって、低減させられてもよい。例えば、ＢＰＰＷＷＴＤＳの１つの形態では、ＢＰＰは、白色－白色遷移受ける任意の画素に印加され、その画素は、（非白色）－白色遷移を受けるその８つの隣接画素のうちの少なくとも１つを有する。（非白色）－白色遷移は、それが適用される画素と白色－白色遷移を受ける隣接画素との間に可視的なエッジを誘導する可能性が高く、本可視的なエッジは、ＢＰＰの印加によって低減または排除されることができる。ＢＰＰが印加される画素を選択するためのこのスキームは、単純であるという利点を有するが、他の（特に、より保守的な）画像選択スキームが使用されてもよい。保守的スキーム（すなわち、画素のわずかな割合のみが、いずれか１つの遷移中にＢＰＰを印加させられることを確実にするもの）は、そのようなスキームが遷移の全体的外観に最小の影響を及ぼすため、望ましい。

【００５７】

既に示されたように、本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳで使用されるＢＰＰは、１つ以上の均衡パルス対を備えることができる。均衡パルス対の各半分は、対のそれぞれが同量を有するという条件でのみ、単一または複数の駆動パルスから成ってもよい。ＢＰＰの電圧は、ＢＰＰの２つの半分が同一の振幅を有するが、符号が反対でなければならないという条件でのみ、変化してもよい。ゼロ電圧の期間が、ＢＰＰの２つの半分の間、または連続するＢＰＰの間で起こってもよい。例えば、１つの実験（その結果が以下で説明される）では、均衡ＢＰＰは、一連の６つのパルス、＋１５Ｖ、－１５Ｖ、＋１５Ｖ、－１５Ｖ、＋１５Ｖ、－１５Ｖを含み、各パルスは、１１．８ミリ秒続く。ＢＰＰの列が長くなるほど、得られるエッジ消去が大きくなることが経験的に分かっている。ＢＰＰが、（非白色）－白色遷移を受ける画素に隣接する画素に印加される場合に、（非白色）－白色遷移に対して時間的にＢＰＰを偏移させることもまた、得られるエッジ低減の程度に影響を及ぼすことも分かっている。現在、これらの所見の完全な理論的説明はない。

【００５８】

先行段落で参照される実験では、従来技術の全体的限定（ＧＬ）駆動スキームと比較して、ＢＰＰＷＷＴＤＳが蓄積エッジの可視性を低減させるのに効果的であることが分かった。添付図面の図６は、２つの駆動スキームに対する種々のグレーレベルのＬ＊値の差を示し、ＢＰＰＷＷＴＤＳのＬ＊差は、ＧＬ駆動スキームのＬ＊差よりはるかにゼロに近い（同一である）ことが分かる。ＢＰＰＷＷＴＤＳの適用後のエッジ領域の顕微鏡検査は、改善を考慮し得る２つの種類の応答を示す。場合によっては、実際のエッジがＢＰＰＷＷＴＤＳの適用によって損なわれることが考えられる。他の場合においては、エッジは、あまり損なわれないが、暗いエッジに隣接して、別の明るいエッジが形成されることが考えられる。このエッジ対は、通常のユーザ距離から視認されたときに打ち消される。

【００５９】

場合によっては、ＢＰＰＷＷＴＤＳの適用は、実際に、エッジ効果を過剰補正し得ることが分かっている（負の値を成すＬ＊差によって、図６のプロットにようにプロットで示される）。４つのＢＰＰの列を使用した実験でのそのような過剰補正を示す、図７を参照されたい。そのような過剰補正が発生した場合、採用されるＢＰＰの数を低減させることによって、または（非白色）－白色遷移に対してＢＰＰの時間的位置を調整することによって、過剰補正が低減または排除され得ることが分かっている。例えば、図８は、エッジ効果を補正するために１つから４つのＢＰＰを使用した実験の結果を示す。特定の媒体が試験されると、２つのＢＰＰが最良のエッジ補正を生じると考えられる。ＢＰＰの数およ

び／または（非白色）－白色遷移に対するＢＰＰの時間的位置は、予測されるエッジ可視性の最適な補正を提供するように、時変的に（例えば、実行中に）調整されることができる。

【００６０】

上記で議論されたように、双安定電気光学媒体に使用される駆動スキームは、通常は、ＤＣ均衡化されるべきであり、すなわち、駆動スキームの公称ＤＣ不均衡は、有界であるべきである。ＢＰＰは、本質的にＤＣ均衡化されると考えられ、したがって、駆動スキームの全体的ＤＣ均衡に影響を及ぼすべきではないが、双安定電気光学媒体を駆動するために使用される、通常は裏面に存在する画素キャパシタ上の電圧の急激な逆転（例えば、米国特許第７，１７６，８８０号参照）は、実践でいくらかのＤＣ不均衡を誘導し得るＢＰＰの第２の半分の間にキャパシタの不完全な充電をもたらし得る。隣接画素のうちのいずれも非ゼロ遷移を受けていない画素に印加されるＢＰＰは、画素の白色化または光学状態の他の変動につながり得、白色以外への遷移を受けている隣接画素を有する画素に印加されるＢＰＰは、画素のいくらかの暗色化をもたらし得る。したがって、ＢＰＰを受け取る画素が選択される規則を選択する際に、かなりの注意を払うべきである。

【００６１】

本発明のＢＰＰＷＷＴＤＳの１つの形態では、特定の画素が遷移中に１つ以上のＢＰＰを印加させられるべきかどうかを決定するように、論理関数が初期画像および最終画像（すなわち、遷移の前および後の画像）に適用される。例えば、ＢＰＰＷＷＴＤＳの種々の形態は、４つ全ての主要隣接画素（すなわち、問題となっている画素と、単に角ではなく、共通のエッジを共有する画素）が最終白色状態を有し、少なくとも１つの主要隣接画素が、初期非白色状態を有する場合に、白色－白色遷移を受ける画素が、ＢＰＰを印加させられることを特定し得る。この条件が適用されない場合、ゼロ遷移が画素に適用され、すなわち、画素は遷移中に駆動されない。当然ながら、他の論理選択規則を使用することができる。

【００６２】

ＢＰＰＷＷＴＤＳの別の変形例は、事実上、エッジクリーニングをさらに増加させるように、白色－白色遷移を受ける特定の選択された画素に全体的完全駆動スキームを適用することによって、ＢＰＰＷＷＴＤＳを本発明のＳＧＵ駆動スキームと組み合わせる。ＳＧＵ駆動スキームの議論において上述のように、白色－白色遷移のＧＣ波形は、典型的には、非常に点滅性であり、いずれか１つの遷移中に、この波形を画素のわずかな割合のみに適用することが重要である。例えば、その主要隣接画素のうちの３つが関連遷移中に非ゼロ遷移を受けているときにのみ、ＧＣ白色－白色波形が画素に適用されるという論理規則を適用し得る。そのような場合において、ＧＣ波形の点滅性は、３つの遷移する主要隣接画素のアクティビティの間で隠される。さらに、第４の主要隣接画素がゼロ遷移を受けている場合、関連画素に印加されているＧＣ白色－白色波形は、ＢＰＰをこの第４の主要隣接画素に印加することが望ましくあり得るように、第４の主要隣接画素の中のエッジを縁取りしてもよい。

【００６３】

ＢＰＰＷＷＴＤＳの他の変形例は、背景の領域、すなわち、初期状態および最終状態の両方が白色である領域を選択するように、ＧＣ白色－白色（以降では「ＧＣＷＷ」）遷移の適用を伴う。これは、所定数の更新の間に全画素が一度に表示されるように行われ、それによって、経時的にエッジおよびドリフトアーチファクトの表示を消去する。先行段落で議論された変形例との主な違いは、どの画素がＧＣ更新を受け取るべきかに関する決定が、隣接画素のアクティビティではなく、空間的位置および更新数に基づくことである。

【００６４】

１つのそのような変形例では、ＧＣＷＷ遷移は、更新ごとに交代する基準で、背景画素のディザー部分母集団に適用される。上記のＡ部で議論されるように、これは、画像ドリフトの効果を低減させることができる。なぜなら、更新中に背景白色状態で軽微な点滅または浸潤のみを生じながら、いくつかの所定数の更新後に、全ての背景画素が更新される

からである。しかしながら、本方法は、周辺画素自体が更新されるまで持続する各自のエッジアーチファクトを更新される画像の周囲に生じる。ＢＰＰWWＴＤＳに従って、有意なエッジアーチファクトを導入することなく、背景画素を更新することができるように、エッジ低減ＢＰＰが、ＧＣWW遷移を受ける画素の隣接画素に印加されてもよい。

【００６５】

さらなる変形例では、ＧＣWW波形を用いて駆動されている画素の部分集合は、下位部分母集団にさらに分離される。結果として生じた下位部分母集団のうちの少なくともいくつかは、それらの一部のみが、遷移中の所与の時に暗状態であるように、ＧＣWW波形の時間遅延バージョンを受け取る。これは、更新中に既に弱化した点滅の影響をさらに軽減する。ＢＰＰ信号の時間遅延バージョンはまた、これらの下位部分母集団の隣接画素にも適用される。この手段を用いて、画像ドリフトへの暴露の一定の低減のために、明白な背景点滅を低減させることができる。下位部分母集団の数は、容認可能と見なされる更新時間の増加（遅延信号の使用によって引き起こされる）によって限定される。典型的には、２つの下位部分母集団が使用される、これは、名目上、更新時間を１つの基本駆動パルス幅（典型的には、２５℃では２４０ミリ秒）だけ増加させる。また、過剰に低密度の下位部分母集団を有することによっても、個々の更新背景画素を、心理視覚的により明白にし、これは、望ましくない場合がある、異なる種類の邪魔を追加する。

【００６６】

本発明のＢＰＰWWＴＤＳの種々の形態を実装するためのディスプレイコントローラ（前述の米国特許第７，０１２，６００号で説明されるもの等）の修正は、容易である。１つ以上のバッファが、遷移の初期画像および最終画像を表すグレースケールデータを記憶する。このデータ、ならびに、温度および駆動スキーム等の他の情報から、コントローラは、各画素に印加する正しい波形をルックアップテーブルから選択する。ＢＰＰWWＴＤＳを実装するために、隣接画素によって受けられている遷移、各画素が属するサブグループ、および更新数（画素の異なるサブグループが異なる更新において更新されているとき）に応じて、同一の初期グレー状態および最終（特に、白色を表す状態）のためのいくつかの異なる遷移の間で選択するように、メカニズムが提供されなければならない。この目的で、コントローラは、付加的なグレーレベルであるかのような付加的な「準状態」を記憶することができる。例えば、ディスプレイが１６のグレートーン（ルックアップテーブルでは０から１５と番号付けされる）を使用する場合、必要とされる白色遷移のタイプを表すために、状態１６、１７、および１８を使用することができる。これらの準状態値は、本システムにおいて種々の異なるレベルで、例えば、ホストレベルで、ディスプレイバッファへのレンダリングの点で、またはＬＵＴアドレスを生成するときにコントローラにおいてさらに低いレベルで、生成されることができる。

【００６７】

本発明のＢＰＰWWＴＤＳのいくつかの変形例を想定することができる。例えば、均衡パルス対の代わりに、駆動パルスの任意の短いＤＣ均衡、またはＤＣ不均衡シーケンスさえも使用することができる。均衡パルス対は、トップオフパルスに置換されることができ（以下のＤ部を参照）、またはＢＰＰおよびトップオフパルスを組み合わせて使用されることができる。

【００６８】

本発明のＢＰＰWWＴＤＳは、主に白色状態エッジ低減に関して上記で説明されているが、ＢＰＰWWＴＤＳで使用される駆動パルスの極性を単に低減させることによって容易に達成され得る暗状態エッジ低減にも適用可能であり得る。

【００６９】

本発明のＢＰＰWWＴＤＳは、多くのユーザによって不快と見なされる、周期的な全体的完全更新を必要としない「無点滅」駆動スキームを提供することができる。

【００７０】

Ｄ部：本発明の白色／白色トップオフパルス駆動スキーム方法

上記で説明されるように、エッジアーチファクトを低減または排除するための本発明の

第４の方法は、画素における白色－白色遷移中に、「特別なパルス」が印加されるという点で、上記で説明されるＢＰＰＷＷＴＤＳに類似しており、その画素は、エッジアーチファクトを生じる可能性が高いものとして識別されることができ、特別なパルスがエッジアーチファクトを消去または低減することに有効となるように、時空間構成にある。しかしながら、この第４の方法は、特別なパルスが均衡パルス対ではなく、むしろ「トップオフ」または「リフレッシュ」パルスであるという点で、第３の方法とは異なる。「トップオフ」または「リフレッシュ」パルスという用語は、前述の米国特許第７，１９３，６２５号と同様に、画素をその極限光学状態に向かって駆動する傾向がある、１つの極限光学状態（通常は白色または黒色）またはその付近にある画素に印加されるパルスを指すために本明細書で使用される。本事例において、「トップオフ」または「リフレッシュ」パルスという用語は、画素をその極限白色状態に駆動する極性を有する駆動パルスの白色またはほぼ白色の画素への印加を指す。本発明のこの第４の駆動方法は、便宜上、以降では本発明の「白色／白色トップオフパルス駆動スキーム」または「ＷＷＴＯＰＤＳ」方法と称され得る。

【００７１】

本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法においてトップオフパルスが印加される画素を選択するための基準は、上記で説明されるＢＰＰＷＷＴＤＳ方法における画素選択のための基準に類似する。したがって、いずれか１つの遷移中にトップオフパルスが印加される画素の割合は、トップオフパルスの印加が視覚的に邪魔ではないように十分に小さくあるべきである。トップオフパルスの印加によって引き起こされる視覚的な邪魔は、容易に可視的な遷移を受ける他の画素に隣接する、トップオフパルスが印加される画素を選択することによって、低減されてもよい。例えば、ＷＷＴＯＰＤＳの１つの形態では、トップオフパルスは、白色－白色遷移受ける任意の画素に印加され、その画素は、（非白色）－白色遷移を受けるその８つの隣接画素のうちの少なくとも１つを有する。（非白色）－白色遷移は、それが適用される画素と白色－白色遷移を受ける隣接画素との間に可視的なエッジを誘導する可能性が高く、この可視的なエッジは、トップオフパルスの印加によって低減または排除されることができる。トップオフパルスが印加される画素を選択するためのこのスキームは、単純であるという利点を有するが、他の（特に、より保守的な）画像選択スキームが使用されてもよい。保守的スキーム（すなわち、画素のわずかな割合のみが、いずれか１つの遷移中にトップオフパルスを印加させられることを確実にするもの）は、そのようなスキームが遷移の全体的外観に最小の影響を及ぼすため、望ましい。例えば、典型的な黒色－白色波形が、隣接画像にエッジを誘導する可能性は低いため、他の予測エッジ蓄積が画素にない場合、トップオプパルスを隣接画素に印加する必要がない。例えば、シーケンスを表示する２つの隣接画素（Ｐ１およびＰ２と指定される）を考慮されたい。

ＰＩ：Ｗ－＞Ｗ－＞Ｂ－＞Ｗ－＞Ｗ、および

Ｐ２：Ｗ－＞Ｂ－＞Ｂ－＞Ｂ－＞Ｗ

Ｐ２は、その白色－黒色遷移中にＰ１にエッジを誘導する可能性が高いが、このエッジは、後にＰ１の黒色－白色遷移中に消去されるため、最終的なＰ２の黒色－白色遷移がＰ１におけるトップオフパルスの印加を引き起こさないはずである。多くのより複雑な保守的なスキームを開発することができる。例えば、エッジの誘導は、隣接画素ごとに予測されることができる。さらに、ある所定の閾値を下回る場合に、いくつかの少数のエッジを触れないままにしておくことが望ましくあり得る。代替として、エッジ効果が非常に異なるグレーレベルを有する２つの画素の間のエッジに隣接して位置するときに、エッジ効果が容易に可視的ではない傾向があるため、画像が白色画素のみによって包囲される状態になるまで、エッジを消去する必要がない場合がある。

【００７２】

１つの画素へのトップオフパルスの印加が、（非白色）－白色遷移を受けるその８つの隣接画素のうちの少なくとも１つと相関しているとき、隣接画素上の遷移に対するトップオフパルスのタイミングが、達成されるエッジ低減の程度に実質的な影響を及ぼし、トップオフパルスが隣接画素に印加される波形の終了と一致するときに、最良の結果が得られ

ることが、経験的に分かっている。この経験的所見の理由は、現在、完全には理解されていない。

【００７３】

本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法の１つの形態では、トップオフパルスが、インパルスバンキング駆動スキームと併せて印加される（それに関しては以下のＦ部を参照）。そのような組み合わせＷＷＴＯＰＤＳ／ＩＢＤＳでは、トップオフパルスの印加に加えて、ＤＣ均衡が復元されるときに、クリアリングスライドショー波形（すなわち、画素をその極限光学状態に繰り返し駆動する波形）が、画素に時折印加される。この種類の駆動スキームは、添付図面の図９で図示されている。トップオフおよびクリアリング（スライドショー）波形の両方は、画素選択条件が満たされたときのみ印加され、全ての他の場合においては、ゼロ遷移が使用される。そのようなスライドショー波形は、画素からエッジアーチファクトを除去するが、可視的な遷移である。この種類の１つの駆動スキームの結果は、添付図面の図１０に示され、これらの結果は、図６のものと比較されてもよいが、垂直スケールが２組のグラフで異なることに留意されたい。クリアリングパルスの周期的な印加により、シーケンスは単調ではない。スライドショー波形の印加は、稀にしか起こらず、他の可視的なアクティビティに隣接してのみ起こるように制御されることができるため、顕著である場合はほとんどない。スライドショー波形は、画素を本質的に完全にクリーニングするという利点を有するが、クリーニングを必要とするエッジアーチファクトを隣接画素に誘導するという不利点を有する。これらの隣接画素は、エッジアーチファクトを含む可能性が高いものとしてフラグ付けされてもよく、したがって、次の利用可能な機会にクリーニングを必要とするが、結果として生じた駆動スキームは、エッジアーチファクトの複雑な発展につながり得ることが理解される。

【００７４】

本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法の別の形態では、ＤＣ不均衡にかかわらず、トップオフパルスが印加される。これは、ディスプレイへの長期間の損傷というあるリスクを呈するが、おそらく、長期時間枠にわたって拡散したそのようなわずかなＤＣ不均衡は、有意とならないはずであり、実際に、正および負の電圧方向へのＴＦＴ上の不均等な蓄電キャパシタ充電により、市販のディスプレイは、同程度のＤＣ不均衡を既に受けている。この種類の１つの駆動スキームの結果は、添付図の図１１に示され、これらの結果は、図６のものと比較されてもよいが、垂直スケールが２組のグラフの中では異なることに留意されたい。

【００７５】

本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法は、ＤＣ不均衡が数学的に有界であることなく、トップオフパルスが統計的にＤＣ均衡化されるように適用されてもよい。例えば、典型的な電気光学媒体について平均して均衡化される様式で、「トップオフ」遷移を均衡化するように「ペイバック」遷移を適用することができるが、正味インパルスのいかなる集計も、個々の画素について追跡されない。エッジ可視性を低減させる時空間の状況で印加されるトップオフパルスは、それらが動作する正確なメカニズムにかかわらず有用であることが分かっている。場合によっては、エッジが有意に消去されると考えられる一方で、他の場合においては、エッジアーチファクトの暗さを局所的に補償する程度まで、画素の中心が明るくされると考えられる。

【００７６】

トップオフパルスは、１つまたは１つより多くの駆動パルスを含むことができ、単一の駆動電圧、または異なる駆動パルスにおける一連の異なる電圧を使用してもよい。

【００７７】

本発明のＷＷＴＯＰＤＳ方法は、多くのユーザによって不快と見なされる周期的な全体的完全更新を必要としない「無点滅」駆動スキームを提供することができる。

【００７８】

Ｅ部：本発明の直線状エッジ余剰画素駆動スキーム方法

既述のように、本発明の「直線状エッジ余剰画素駆動スキーム」または「ＳＥＥＰＤＳ

」方法は、駆動された画素と駆動されていない画素との間の直線状エッジに沿って発生するエッジアーチファクトを低減または排除しようとする。人間の眼は、特に、線形エッジアーチファクト、特に、ディスプレイの行または列に沿って延在するものに敏感である。ＳＥＥＰＤＳ方法では、駆動された領域と駆動されていない領域との間の直線状エッジに隣接して位置するいくつかの画素は、遷移によって引き起こされる、いかなるエッジ効果も直線状エッジに沿って位置するのみならず、この直線状エッジと垂直なエッジを含むように、実際に駆動される。このようにして限られた数の余剰画素を駆動することにより、エッジアーチファクトの可視性を大幅に低減させることが分かっている。

【００７９】

ＳＥＥＰＤＳ方法の基本原理は、添付図面の図１２Ａおよび図１２Ｂで図示されている。図１２Ａは、上半分が黒色であり、下半分が白色である第１の画像から、全て白色である第２の画像へ遷移するために、領域または部分的更新が使用される従来技術の方法を図示する。領域または部分的駆動スキームが更新のために使用され、第１の画像の黒色の上半分のみが書き換えられるため、元の黒色領域と白色領域との間の境界に沿って、エッジアーチファクトが結果として生じる可能性が高い。そのような長い水平エッジアーチファクトは、ディスプレイの観察者に容易に可視的となり、不快となる傾向がある。図１２Ｂで図示されるようなＳＥＥＰＤＳ方法に従って、更新は、２つの別個のステップに分けられる。更新の第１のステップは、元の黒色／白色境界の理論上「駆動されていない」側（すなわち、初期画像および最終画像の両方において、画素が同一の色、すなわち、白色である側）のある白色画素を黒色に変え、したがって、黒色領域と白色領域との間の境界が蛇行し、元の直線境界に、元の境界と垂直に延在する多数の区画が提供されるように、黒色に駆動される白色画素が、元の境界に隣接する一連の実質的に三角形の領域内に配置される。第２のステップは、第１のステップにおいて黒色に駆動された「余剰」画素を含む全ての黒色画素を白色に変える。たとえこの第２のステップが、第１のステップ後に存在する白色領域と黒色領域との間の境界に沿ったエッジアーチファクトを残しても、これらのエッジアーチファクトは、図１２Ｂに示される蛇行する境界に沿って分配され、図１２Ａに示される直線状境界に沿って延在する類似アーチファクトほど観察者にとってはるかに可視的ではない。エッジアーチファクトは、場合によっては、第１のステップ後に確立された蛇行する境界に隣接する黒色画素の少なくとも大部分を有するため、短期間にわたって１つの光学状態にのみとどまっているとき、いくつかの電気光学媒体があまり可視的ではないエッジアーチファクトを表示するため、さらに低減させられ得る。

【００８０】

ＳＥＥＰＤＳ方法で実行されるパターンを選択するときに、図１２Ｂに示される蛇行する境界の周波数が高すぎないことを確実にするように、注意を払うべきである。画素間隔の周波数に匹敵する高すぎる周波数は、元の境界と垂直なエッジに、不鮮明でより暗い外観を持たせ、エッジアーチファクトを低減させるよりむしろ強化する。そのような場合において、境界の周波数は、低減させられるべきである。しかしながら、低すぎる周波数もまた、アーチファクトを高度に可視的にし得る。

【００８１】

ＳＥＥＰＤＳ方法では、更新スキームは、以下のようなパターンに従ってもよい。

－領域－＞標準画像［任意の時間量］－領域（新しいエッジを捕捉するようにわずかに拡張される）－＞修正されたエッジを伴う画像－領域－＞次の画像、または、

－部分－＞標準画像［任意の時間量］－部分－＞修正されたエッジを伴う画像－部分－＞次の画像

代替として、完全更新が特定の領域中で使用されている場合、パターンは以下であってもよい。

－全領域－＞標準画像［任意の時間量］－領域（新しいエッジを捕捉するようにわずかに拡張される）－＞次の画像

【００８２】

ディスプレイの電気光学特性への容認できない干渉があるならば、ディスプレイは、以

下のパターンに従って、常にＳＥＥＰＤＳ方法を利用し得る。
－部分－＞修正されたエッジを伴う標準画像［任意の時間量］－部分－＞次の画像
【００８３】
複数の更新にわたってエッジアーチファクトを低減させるために、反復更新における反復エッジ成長を低減させるために図１２Ｂに示されるもの等の蛇行する境界の曲線の位置を変化させるように、ＳＥＥＰＤＳ方法を編成することができる。
【００８４】
ＳＥＥＰＤＳ方法は、領域および／または部分的更新を利用するディスプレイにおいて、可視的なエッジアーチファクトを実質的に低減させることができる。本方法は、使用される全体的駆動スキームの変更を必要とせず、ＳＥＥＰＤＳ方法のいくつかの形態は、ディスプレイコントローラの変更を必要とすることなく実装されることができる。本方法は、ハードウェアまたはソフトウェアのいずれか一方を介して実装されることができる。
【００８５】
Ｆ部：本発明のインパルスバンク駆動スキーム方法
既述のように、本発明のインパルスバンク駆動スキーム（ＩＢＤＳ）方法では、画素は、インパルス「負債」を追跡する「バンク」からインパルス単位を借りるか、または返すことを「可能にされる」。一般に、画素は、ある目標を達成する必要があるときに、バンクから（正または負のいずれか一方である）インパルスを借り、完全ＤＣ均衡駆動スキームに必要とされるものよりも小さいインパルスを使用して、次の所望の光学状態に達することが可能であるときに、インパルスを返す。実践では、インパルス返還波形は、低減したインパルスを伴う所望の光学状態を達成するために、均衡パルス対およびゼロ電圧の期間等のゼロ正味インパルス調整要素を含むことができる。
【００８６】
明らかに、ＩＢＤＳ方法は、ディスプレイが、ディスプレイの各画素の１つの値を含む「インパルスバンクレジスタ」を維持することを要求する。画素が通常のＤＣ均衡駆動スキームから逸脱する必要があるとき、関連画素のインパルスバンクレジスタは、逸脱を表すように調整される。任意の画素のレジスタ値が非ゼロであるとき（すなわち、画素が通常のＤＣ均衡駆動スキームから逸脱したとき）、通常のＤＣ均衡駆動スキームの対応する波形とは異なり、レジスタ値の絶対値を低減させる低減したインパルス波形を使用して、画素の少なくとも１つの後続の遷移が行われる。過剰なＤＣ不均衡は、画素の性能に悪影響を及ぼす可能性が高いため、いずれか１つの画素が借りることができるインパルスの最大量は、所定の値に限定されるべきである。所定のインパルス限界に達した状況に対処するように、用途特有の方法が開発されるべきである。
【００８７】
ＩＢＤＳ方法の単純な形態が、添付図面の図９に示されている。この方法は、１６グレーレベルディスプレイを制御するように設計されている市販の電気泳動ディスプレイコントローラを使用する。ＩＢＤＳ方法を実装するために、通常、１６のグレーレベルに割り当てられる１６のコントローラ状態は、４つのグレーレベル、および４つのインパルス負債レベルに再び割り当てられる。ＩＢＤＳコントローラの商業的実装は、定数のグレーレベルが、いくつかのインパルス負債レベルで使用されることを可能にするように、付加的な記憶を可能にすることが理解される。以下のＧ節を参照されたい。図９で図示されるＩＢＤＳ方法では、所定の条件（ゼロ遷移が通常はゼロ正味インパルスを有するはずである）下で白色－白色遷移中にトップオフパルスを行うように、単一の単位（－１５Ｖ駆動パルス）のインパルスが借りられる。インパルスは、白色に向かった１つの駆動パルスが欠如している黒色－白色遷移を行うことによって返済される。いかなる是正措置も存在しない場合に、１つの駆動パルスの省略は、結果として生じた白色状態を、定数の駆動パルスを使用した白色状態よりわずかに暗くする傾向がある。しかしながら、プレパルス均衡パルス対、または満足できる白色状態を達成することができるゼロ電圧の中間期間等の、いくつかの既知の「調整」方法がある。最大インパルス借用（３単位）に達した場合、完全な白色－白色スライドショー遷移が不足している３インパルス単位であるクリアリング遷

移が適用され、この遷移に使用される波形は、当然ながら、インパルス不足の視覚効果を除去するように調整させられなければならない。そのようなクリアリング遷移は、そのより大きな可視性により、望ましくなく、したがって、ＩＢＤＳがインパルス借用において保守的であり、インパルス返済において迅速であるための規則を設計することが重要である。ＩＢＤＳ方法の他の形態は、インパルス返済に付加的な遷移を利用し、それによって、強制クリアリング遷移が必要とされる回数を削減することができる。ＩＢＤＳ方法のさらに他の形態は、ＤＣ均衡が短い時間尺度にわたってのみ維持されるように、インパルス欠如または余剰が時間とともに減衰するインパルスバンクを利用することができ、少なくともいくつかの種類の電気光学媒体が、そのような短期ＤＣ均衡のみを必要とするといういくつかの経験的証拠がある。明らかに、インパルス欠如または余剰を時間とともに減衰させることにより、インパルス限界に達する機会の数、したがって、クリアリング遷移が必要とされる機会の数を削減する。

【００８８】

本発明のＩＢＤＳ方法は、非点滅性駆動スキームにおけるエッジ残影等の双安定性ディスプレイにおけるいくつかの実用的問題を低減または排除することができ、依然としてＤＣ不均衡に境界を維持しながら、個別画素レベルまでの駆動スキームの対象依存性適合を提供する。

【００８９】

Ｇ部：ディスプレイコントローラ

先述の説明から容易に明白となるように、本発明の方法の多くは、従来技術のディスプレイコントローラの望ましい修正を要求または提供する。例えば、中間画像が２つの所望の画像の間にディスプレイ上で点滅させられる、上記のＢ部で説明されたＧＣＭＤＳ方法の形態（この変形例は、以降で「中間画像ＧＣＭＤＳ」または「ＩＩ－ＧＣＭＤＳ」方法と称される）は、同一の全体的遷移を受ける（すなわち、同一の初期グレーレベルおよび最終グレーレベルを有する）画素が、中間画像内の画素のグレーレベルに応じて、２つ以上の異なる波形を受けることを要求し得る。例えば、図５で図示されるＩＩ－ＧＣＭＤＳ方法では、初期画像および最終画像の両方の中で白色である画素は、それらが第１の中間画像の中で白色であり、第２の中間画像の中で黒色であるか、第１の中間画像の中で黒色であり、第２の中間画像の中で白色であるかに応じて、２つの異なる波形を受ける。したがって、そのような方法を制御するために使用されるディスプレイコントローラは、通常、遷移画像（単数または複数）と関連付けられる画像マップに従って、各画素を利用可能な遷移のうちの１つにマップしなければならない。明確に、２つより多くの遷移が、同一の初期状態および最終状態と関連付けられ得る。例えば、図４で図示されるＩＩ－ＧＣＭＤＳ方法では、初期画像および最終画像との間の白色－白色遷移が４つの異なる波形と関連付けられ得るように、画素は、両方の中間画像で黒色、両方の中間画像で白色、または一方の中間画像で黒色、および他方の中間画像で白色であってもよい。

【００９０】

遷移情報の記憶を可能にするために、ディスプレイコントローラの種々の修正を使用することができる。例えば、通常、最終画像の中の各画像のグレーレベルを記憶する画像データテーブルは、各画素が属するクラスを指定する１つ以上の付加的なビットを記憶するように修正されてもよい。例えば、画素が最終画像の中で１６のグレーレベルのうちのいずれを成すかを示すように、各画素に対して４ビットを以前に記憶した画像データテーブルは、各画素に対して５ビットを記憶するように修正され得、各画素の最上位ビットは、画素がモノクロ中間画像の中で２つの状態（黒色または白色）のうちのいずれを成すかを定義する。明確に、中間画像がモノクロではない場合、または１つより多くの中間画像が使用される場合に、１つより多くの付加的なビットが、各画素のために記憶される必要があり得る。

【００９１】

代替として、遷移状態マップに基づいて、異なる画像遷移を、異なる波形モードに符号化することができる。例えば、波形モードＡが、画素に中間画像で白色状態を有した遷移

を通過させる一方で、波形モードＢは、画素に中間画像で黒色状態を有した遷移を通過させる。

【００９２】

中間画像が円滑に出現するように、両方の波形モードが同時に更新し始めることが明確に望ましく、この目的で、ディスプレイコントローラの構造の変化が必要である。ホストプロセッサ（すなわち、画像をディスプレイコントローラに提供するデバイス）は、画像バッファにロードされる画素が波形モードＡまたはＢのいずれか一方と関連付けられることをディスプレイコントローラに示さなければならない。この能力は、従来技術のコントローラには存在しない。しかしながら、合理的な近似は、現在のコントローラの領域更新特徴（すなわち、コントローラがディスプレイの異なる領域中で異なる駆動スキームを使用することを可能にする特徴）を利用すること、および１つのスキャンフレームによってオフセットされた２つのモードを開始することである。中間画像が適正に出現することを可能にするために、この単一スキャンフレームオフセットを念頭に置いて、波形モードＡまたはＢが構築されなければならない。加えて、ホストプロセッサは、２つの画像を画像バッファにロードし、２つの領域更新を命令するように要求される。画像バッファにロードされる画像１は、波形モードＡ領域を受ける画素のみが変化させられる、初期画像および最終画像の複合画像でなければならない。複合画像がロードされると、ホストは、波形モードＡを使用して領域更新を開始するようにコントローラに命令しなければならない。次のステップは、画像２を画像バッファにロードし、波形モードＢを使用して全体的更新を命令することである。第１の領域更新コマンドを用いて命令された画素が、既に更新に組み込まれているため、波形モードＢに割り当てられた中間画像の暗領域中の画素のみが、全体的更新を受ける。現在のコントローラアーキテクチャを用いると、画素毎パイプラインアーキテクチャを伴い、かつ／または長方形領域サイズに制限がないコントローラのみが、先述の手順を達成することができる。

【００９３】

波形モードＡおよび波形モードＢでの各個別遷移は、同一であるが、それらのそれぞれの第１のパルスの長さだけ単純に遅延させられるため、単一の波形を使用して、同一の成果を達成することができる。ここで、第２の更新（前の段落での全体的更新）は、第１の波形パルスの長さだけ遅延させられる。次いで、画像２は、画像バッファにロードされ、同一の波形を使用した全体的更新を用いて命令される。長方形領域との同一の自由が必要である。

【００９４】

ディスプレイコントローラの他の修正が、上記のＣ部で説明された本発明のＢＰＰＷＷＴＧ方法によって必要とされる。既に説明されたように、ＢＰＰＷＷＴＧ方法は、均衡パルス対が印加され得る画素の隣接画素によって受けられている遷移を考慮に入れる規則に従って、特定の画素への均衡パルス対の印加を必要とする。これを達成するために、少なくとも２つの付加的な遷移（グレーレベルの間ではない遷移）が必要であるが、現在の４ビット波形は、付加的な状態に適応することができず、したがって、新しいアプローチが必要とされる。３つのオプションが以下で議論される。

【００９５】

第１のオプションは、ＧＣＭＤＳ方法を参照して上記で説明されるのと同様に、各画素に対して少なくとも１つの付加的なビットを記憶することである。そのようなシステムが稼働するために、次の状態情報の計算が、ディスプレイコントローラ自体の上流の全画素で行われなければならない。ホストプロセッサは、画素の適正な波形を決定するように、全画素の初期画像および最終画像、ならびにその最も近い隣接画素の初期および最終を評価しなければならない。そのような方法のためのアルゴリズムが、上記で提案されている。

【００９６】

ＢＰＰＷＷＴＧ方法を実装するための第２のオプションは、この場合もまた、ＧＣＭＤＳ方法を実装するための方法に類似し、すなわち、（グレーレベルを表す通常の１６の状

態に加えて）付加的な画素状態を２つの別個の波形モードに符号化することである。実施例は、光学的なグレーレベル間の遷移を符号化する従来の１６状態波形である波形モードＡ、および２つの状態（状態１６および１７）およびそれらと状態１５との間の遷移を符号化する新しい波形モードである波形モードＢ。しかしながら、これは、モードＢでの特別な状態のインパルスポテンシャルが、モードＡで同一ではないという潜在的な問題を生じる。１つの解決策は、白色－白色遷移と同じくらい多くのモードを有し、各モードでその遷移のみを使用して、モードＡ、Ｂ、およびＣを生成することであるが、これは非常に非効率的である。代替として、最初に、モードＢ－モードＡ遷移を行う画素を状態１６にマップし、次いで、後続のモードＡ遷移において状態１６から遷移する、ゼロ波形を送ることができる。

【００９７】

このような二重モード波形システムを実装するために、二重波形実装オプション３に類似する対策を考慮することができる。第１に、コントローラは、画素の初期画像状態および最終画像状態、ならびにその最も近い隣接画素の初期画像状態および最終画像状態の画素単位の調査を通して、全画素の次の状態を変更する方法を決定しなければならない。遷移が波形モードＡに入る画素について、これらの画素の新しい状態が、画像バッファにロードされなければならず、次いで、これらの画素の領域更新が、波形モードＡを使用するように命令されなければならない。１つのフレーム後に、遷移が波形モードＢに入る画素について、これらの画素の新しい状態が、画像バッファにロードされなければならず、次いで、これらの画素の領域更新が、波形モードＢを使用するように命令されなければならない。現在のコントローラアーキテクチャを用いると、画素毎パイプラインアーキテクチャを伴い、かつ／または長方形領域サイズに制限がないコントローラのみが、先述の手順を達成することができる。

【００９８】

第３のオプションは、随意的な状態情報のための付加的なメモリ空間とともに、別個の最終画像バッファおよび初期画像バッファ（連続画像と交互にロードされる）を有する新しいコントローラアーキテクチャを使用することである。これらは、各画素の最も近い隣接画素の初期状態、最終状態、および付加的な状態、ならびに検討中の画素への影響を考慮しながら、全画素に種々の演算を行うことができるパイプラインオペレータを供給する。オペレータは、各画素に対して波形テーブルインデックスを計算し、これを別個のメモリ位置に記憶し、必要に応じて、画素の保存された状態情報を変更する。代替として、メモリ形式が使用されてもよく、それによって、メモリバッファの全てが、各画素に対する単一の大型ワードに接合される。これは、全画素の異なるメモリ位置からの読取の数の削減を提供する。加えて、３２ビットワードが、各画素の波形ルックアップテーブルへの恣意的な入力を可能にするように、フレームカウントタイムスタンプフィールドとともに提案される（画素毎パイプライン方式）。最終的に、オペレータ構造へのデータの効率的な移動を可能にするように、３つの画像行が高速アクセスレジスタにロードされる、オペレータのためのパイプライン構造が提案される。

【００９９】

フレームカウントタイムスタンプおよびモードフィールドは、モードのルックアップテーブルの中への一意の指示子を作成して、画素毎パイプラインの錯覚を提供するために使用されることができる。これら２つのフィールドは、各画素が、１５の波形モード（１つのモード状態が選択された画素へのアクションがないことを示すことを可能にする）のうちの１つおよび８１９６のフレーム（現在はディスプレイを更新するために必要とされるフレーム数を十分に超えている）のうちの１つに割り当てられることを可能にする。波形インデックスを、従来技術のコントローラ設計のような１６ビットから３２ビットに拡張することによって達成されるこの追加順応性の代償は、ディスプレイスキャン速度である。３２ビットシステムでは、全画素の２倍多いビットがメモリから読み取られなければならず、コントローラは、限定されたメモリ帯域幅（メモリからデータを読み取ることができる速度）を有する。これは、波形テーブルインデックス全体（ここでは各画素の３２ビ

ットワードから成る）が、ありとあらゆるスキャンフレームについて読み取らなければならないため、パネルをスキャンすることができる速度を制限する。

【０１００】

オペレータは、以下のような、調査中の画素およびその最も近い隣接画素について単純な演算が可能な汎用算術論理演算ユニット（ＡＬＵ）であってもよい。

ビット単位論理演算（ＡＮＤ、ＮＯＴ、ＯＲ、ＸＯＲ）、
整数算術演算（加算、減算、および必要に応じて、乗算および除算）、および
ビット偏移演算

【０１０１】

最も近い隣接画素は、調査中の画素を包囲する鎖線ボックスの中で識別される。ＡＬＵに対する命令は、ハードコード化されるか、またはシステム不揮発性メモリに記憶され得、起動時にＡＬＵ命令キャッシュにロードされ得る。このアーキテクチャは、画像処理のための新しい波形およびアルゴリズムを設計することにおいて多大な順応性を可能にする。

【０１０２】

ここで、本発明の種々の方法によって必要とされる画像前処理を考慮する。二重モード波形、または均衡パルス対を使用する波形については、ｎビット画像をｎ＋１ビット状態にマップすることが必要であり得る。この演算へのいくつかのアプローチが使用されてもよい。

（ａ）アルファブレンディングが、遷移マップ／マスクに基づいて二重遷移を可能にし得る。遷移モードＡおよび遷移モードＢと関連付けられる領域を識別する画素毎１ビットアルファマスクが維持される場合、このマップは、ｎ＋１ビット波形を使用することができるｎ＋１ビット遷移マップ画像を作成するように、ｎビットの次の画像と混合されてもよい。好適なアルゴリズムは、

ＤＰ＝αＩＰ＋（１－α）Ｍ
｛（ｉｆ　Ｍ＝０，　ＤＰ＝０．５ＩＰ，　Ｄｅｓｉｇｎａｔｉｎｇ　ｓｈｉｆｔ　ｒｉｇｈｔ　１－ｂｉｔ　ｆｏｒ　ＩＰ　ｄａｔａ
ｉｆ　Ｍ＝１，　ＤＰ＝ＩＰ，　Ｄｅｓｉｇｎａｔｉｎｇ　ｎｏ　ｓｈｉｆｔ　ｏｆ　ｄａｔａ）｝

であり、

ＤＰ＝ディスプレイ画素
ＩＰ＝画像画素
Ｍ＝画素マスク（１または０のいずれか一方）
α＝０．５

である。

上記で議論される４ビットグレーレベル画像画素を有する５ビットの例については、このアルゴリズムは、遷移モードＡ領域内に位置する画素（画素マスク内で０によって指定される）を１６－３１範囲の中に置き、遷移モードＢ領域中に位置する画素を０－１５範囲の中に置く。

（ｂ）単純ラスタ演算が、より実装し易いことが証明され得る。マスクビットを画像データの最上位ビットに単純にＯＲ演算することにより、同一の結果を達成する。

（ｃ）加えて、遷移マップ／マスクに従って、遷移領域のうちの１つと関連付けられる画像画素に１６を追加することもまた、問題を解決する。

【０１０３】

均衡パルス対を使用する波形については、上記のステップは、必要であり得るが、十分ではない。二重モード波形が固定マスクを有する場合において、ＢＰＰは、適正な遷移に必要な一意のマスクを生成するために、ある非自明な計算を必要とする。この計算ステップは、別個のマスキングステップを不必要にしてもよく、その場合、画像分析およびディスプレイ画素計算が、マスキングステップを組み込むことができる。

【０１０４】

上記のＥ部で議論されるＳＥＥＰＤＳ方法は、コントローラアーキテクチャにおける付加的な複雑な事態、すなわち、「人工的な」エッジの作成、つまり、図１２Ｂに示されるもの等の、初期画像または最終の中で出現しないが、遷移中に生じる中間画像を定義するために必要とされるエッジを伴う。従来技術のコントローラアーキテクチャは、領域更新が単一の連続的な長方形の境界内で行われることを可能にするのみである一方で、ＳＥＥＰＤＳ方法（およびおそらく他の駆動方法）は、図１３で図示されるように、恣意的な形状およびサイズの複数の不連続領域が同時に更新されることを可能にするコントローラアーキテクチャを必要とする。

【０１０５】

この要件を満たすメモリおよびコントローラアーキテクチャは、領域に含むために任意の画像を指定するように、画像バッファメモリの中に（領域）ビットを保存する。領域ビットは、更新バッファの修正、およびルックアップテーブル番号の割当のための「ゲートキーパ」として使用される。領域ビットは、異なる波形モードを割り当てることできる、別個の同時更新可能な恣意的に成形された領域を示すために使用することができる、複数のビットを実際に備えてもよく、したがって、新しい波形モードを作成することなく、恣意的な領域が選択されることを可能にする。

【図１Ａ】

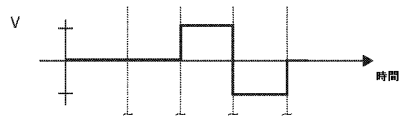


Fig. 1A

【図１Ｂ】

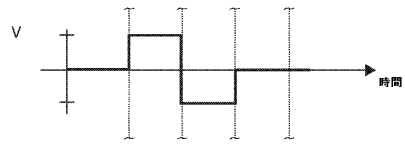


Fig. 1B

【図１Ｃ】

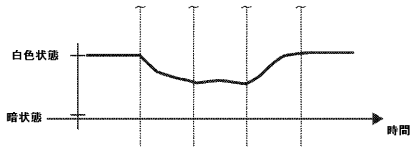


Fig. 1C

【図２】

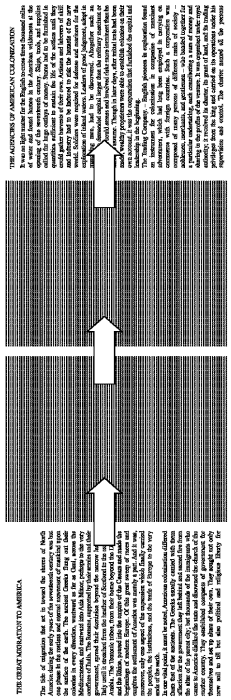


Fig. 2

【図３】

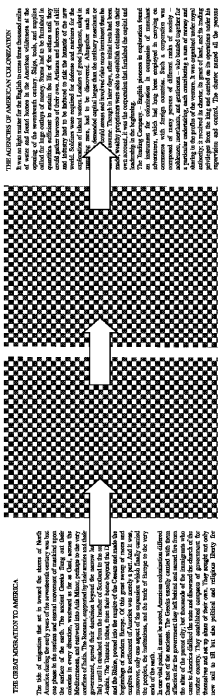


Fig. 3

【図４】

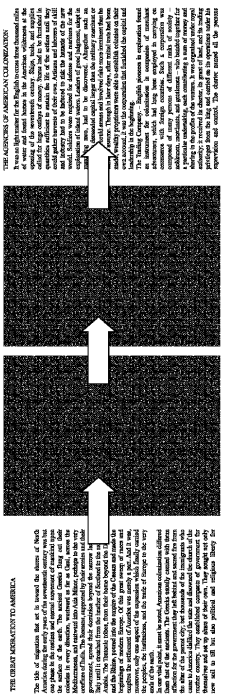


Fig. 4

【図５】

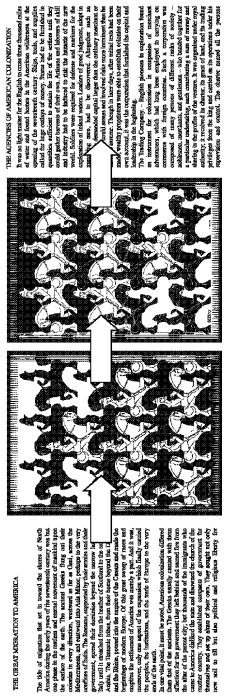


Fig. 5

【図６】

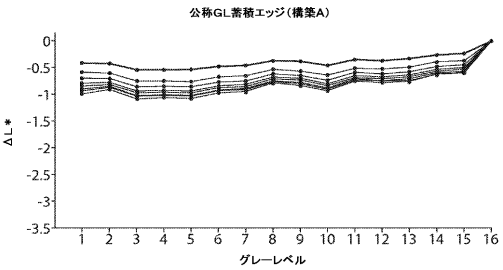


Fig. 6A

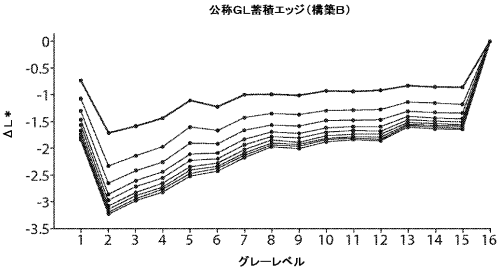


Fig. 6B

【図７】

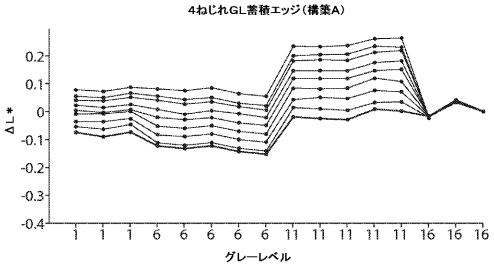


Fig. 7A

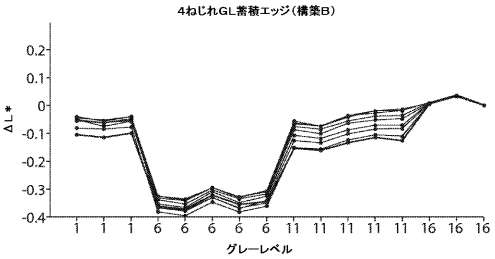


Fig. 7B

【図８－１】

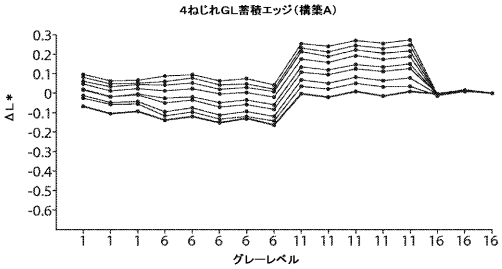


Fig. 8A

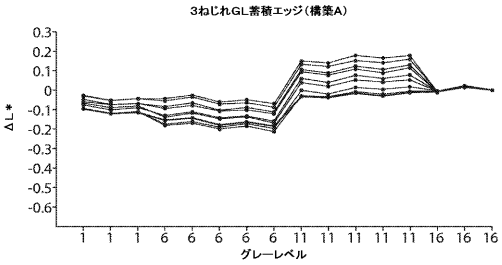


Fig. 8B

【図８－２】

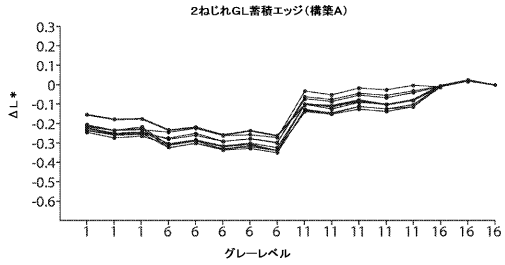


Fig. 8C

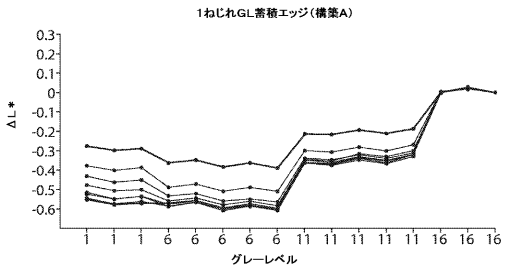


Fig. 8D

【図９】

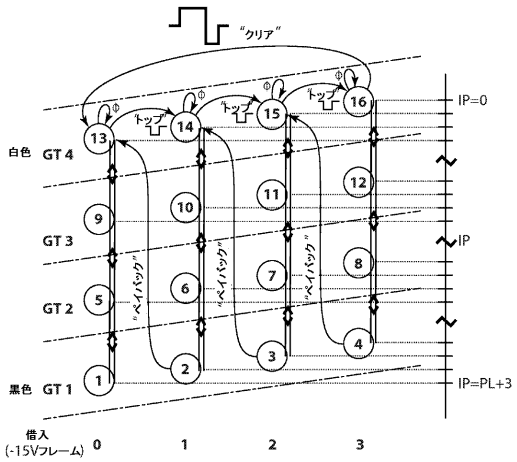


Fig. 9

【図１０】

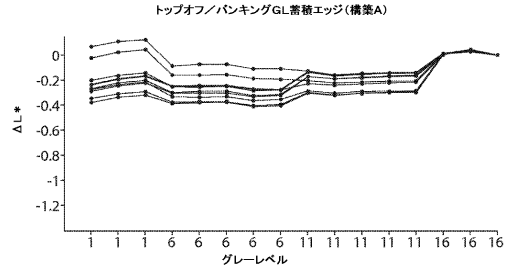


Fig. 10A

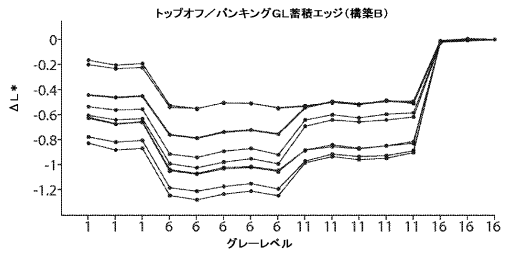


Fig. 10B

【図１１】

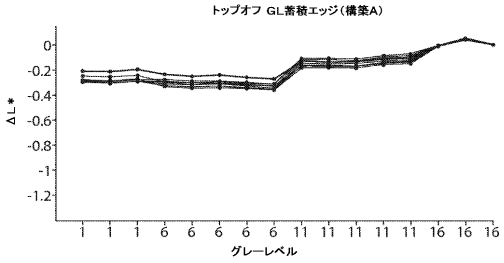


Fig. 11A

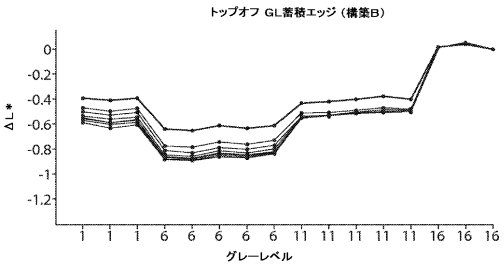


Fig. 11B

【図１２Ａ】

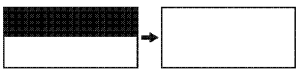


Fig. 12A

【図１２Ｂ】



Fig. 12B

【図１３】

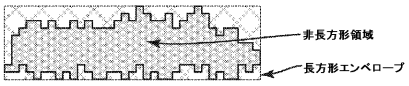


Fig. 13

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
G09G 3/20 641J
G09G 3/20 641T

(72)発明者 アプレア, マシュー ジェイ.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２４８２, ウェルスレイ, ウェストン ロード ２３９
(72)発明者 クラウンス, ケネス アール.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２１４３, サマービル, マウンテン アベニュー ３
(72)発明者 ハリントン, デメトリアス マーク
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２７４８, ダートマス, ロックランド ストリート １８５
(72)発明者 リン, ジェイソン
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２１４８, モールデン, １エスティー ストリート ２１
(72)発明者 ショーディン, セオドア エー.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２４２１, レキシントン, フリーモント ストリート ２４
(72)発明者 スー, チアーチェン
アメリカ合衆国 マサチューセッツ ０２１４０, ケンブリッジ, リンジ アベニュー １２５, アパートメント ４

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特表２００７－５０６１４１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
G09G 3／００ － 3／３８
G02F 1／１６７