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

特許第4672727号
(P4672727)

(45)発行日　平成23年4月20日(2011.4.20)　(24)登録日　平成23年1月28日(2011.1.28)

(51)Int.Cl.			F I		
G02F	1/167	(2006.01)	G02F	1/167	
G09G	3/34	(2006.01)	G09G	3/34	C
G09G	3/20	(2006.01)	G09G	3/20	621B
G09G	3/38	(2006.01)	G09G	3/20	621A
			G09G	3/20	623C

請求項の数 19　(全 65 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2007-525873 (P2007-525873)
(86)(22)出願日　平成17年8月15日(2005.8.15)
(65)公表番号　特表2008-509449 (P2008-509449A)
(43)公表日　平成20年3月27日(2008.3.27)
(86)国際出願番号　PCT/US2005/028965
(87)国際公開番号　WO2006/031347
(87)国際公開日　平成18年3月23日(2006.3.23)
審査請求日　平成19年2月8日(2007.2.8)
(31)優先権主張番号　60/601,242
(32)優先日　平成16年8月13日(2004.8.13)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　60/522,372
(32)優先日　平成16年9月21日(2004.9.21)
(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　０２１３８，　ケンブリッジ，　コンコード　アベニュー　７３３
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100062409
弁理士　安村　高明
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

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と装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数のピクセルであって、その各々が二つの極限光学状態を含む少なくとも４つの異なるグレーレベルを達成する能力のある複数のピクセル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、該方法は、波形を各ピクセルに印加することを含み、該波形は、該ピクセルの極限光学状態の一つにまたはその近くに該ピクセルを駆動するのに十分なリセットパルスと、それに続く、該一つの極限光学状態とは異なる最終グレーレベルに該ピクセルを駆動するのに十分なセットパルスとを備えており、該リセットパルスは、該セットパルスの直前の該ディスプレイ上のイメージが実質的に該セットパルスに続く最終イメージの逆モノクロ投影であるように選ばれる、方法。

【請求項２】

第１のリセットパルスと第２のリセットパルスと前記セットパルスとを含む波形が各ピクセルに印加され、該第１のリセットパルスは、各ピクセルをそのピクセルの極限光学状態の一つにまたはその近くに駆動するのに十分な第１のリセットパルスであり、該第２のリセットパルスは、各ピクセルをそのピクセルのもう一方の極限光学状態にまたはその近くに駆動するのに十分な第２のリセットパルスであり、該第１のリセットパルスは、該第２のリセットパルスの直前の前記ディスプレイ上のイメージが、実質的に該セットパルスに続く該最終イメージのモノクロ投影であるように選ばれる、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記波形は、

（ａ）少なくとも一つの平衡パルスペアを該波形に挿入すること、
（ｂ）少なくとも一つの平衡パルスペアを該波形から削除すること、および
（ｃ）ゼロ電圧の少なくとも一つの期間を該波形に挿入すること
のうちの少なくとも一つによって修正され、「平衡パルスペア」は、該平衡パルスペアの総インパルスが実質的に０になるような、一連の逆極性の二つのパルスを意味する、請求項１に記載の方法。
【請求項４】
前記平衡パルスペアの二つのパルスは各々、定電圧であるが、逆極性であり、長さが等しい、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記少なくとも一つの削除された平衡パルスペアによって占有されるベース波形における期間は、ゼロ電圧の期間によって置き換えられる、請求項３に記載の方法。
【請求項６】
少なくとも一つの平衡パルスペアはベース波形から削除され、該ベース波形のその他のエレメントは、該少なくとも一つの削除された平衡パルスペアによって以前に占有された期間を占有するように時間的にシフトされ、ゼロ電圧の期間は、該少なくとも一つの削除された平衡パルスペアによって占有された時点とは異なる時点で挿入される、請求項３に記載の方法。
【請求項７】
０、＋Ｖ、または－Ｖの電圧は、任意の時点で前記ピクセルに印加され、Ｖは所定の駆動電圧である、請求項１に記載の方法。
【請求項８】
前記ディスプレイは、回転二色メンバまたはエレクトロクロミック媒体を備える、請求項１に記載の方法。
【請求項９】
前記ディスプレイは、流体における複数の電気的に帯電した粒子であって、該流体に対し電界を印加したとき該流体中を移動する能力のある複数の電気的に帯電した粒子を備えた電気泳動電気光学媒体を備えている、請求項１に記載の方法。
【請求項１０】
前記流体は、気体である、請求項９に記載の方法。
【請求項１１】
前記帯電した粒子および前記流体は、複数のカプセルまたは複数のマイクロセル内に閉じ込められている、請求項９に記載の方法。
【請求項１２】
ソフトウェアコードが記憶されているコンピュータ読み取り可能な媒体であって、コンピュータが該ソフトウェアコードを実行すると、該コンピュータに、請求項１に記載の方法を実行させる、コンピュータ読み取り可能な媒体。
【請求項１３】
双安定電気光学ディスプレイ上に最終のグレースケールイメージを書き込む方法であって、該双安定電気光学ディスプレイは複数のピクセルを有し、該複数のピクセルの各々は、少なくとも４つのグレーレベルで表示する能力があり、第１のセットの波形を該ディスプレイに印加することにより、中間のイメージを生成することと、その後、第２のセットの波形を該ディスプレイに印加することにより、該最終のイメージを生成することとを該方法は含み、該方法は、該中間のイメージが該ディスプレイのグレーレベルのサブセット上への該最終のイメージの投影であるように該第１のセットの波形が選ばれることを特徴とする、方法。
【請求項１４】
前記ディスプレイは、回転二色メンバまたはエレクトロクロミック媒体を備える、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】

前記ディスプレイは、流体の中に配置された電気的に帯電した複数の粒子であって、電界の影響を受けて該流体中を移動する能力がある複数の粒子を備えた電気泳動材料を備えている、請求項１３に記載の方法。
【請求項１６】
前記電気的に帯電した複数の粒子および前記流体は、複数のカプセルまたはマイクロセル内に閉じ込められる、請求項１５に記載の方法。
【請求項１７】
前記電気的に帯電した複数の粒子および前記流体は、ポリマー材料を含む連続相によって囲まれた複数のディスクリート液滴として存在する、請求項１５に記載の方法。
【請求項１８】
前記流体は、気体である、請求項１５に記載の方法。
【請求項１９】
ソフトウェアコードが記憶されているコンピュータ読み取り可能な媒体であって、コンピュータが該ソフトウェアコードを実行すると、該コンピュータに、請求項１３に記載の方法を実行させる、コンピュータ読み取り可能な媒体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
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装置（コントローラ）に関する。より具体的には、本発明は、電気光学ディスプレイのピクセルのグレー状態をより正確に制御可能にすることを意図された駆動方法に関する。また本発明は、ピクセルが遷移の前の特定の光学状態を保持する「休止時間」を補償することを可能にし、その一方、ディスプレイを駆動するために使用される駆動スキームがＤＣ平衡にされ得る方法で、そのようなディスプレイが駆動され得ることを意図された駆動方法に関する。本発明は、特に、しかし排他的ではなく、粒子ベースの電気泳動ディスプレイと共に使用することを意図されており、その電気泳動ディスプレイにおいて、一つ以上の種類の電気的に帯電した粒子が液体中を懸濁し、それらの粒子は、電界の影響によって液体中を動かされてディスプレイの表示を変化させる。
【背景技術】
【０００２】
本出願は、特許文献１、特許文献２、特許文献３、特許文献４、特許文献５に密接に関係しており、読者は、それらの特許文献によって、電気光学ディスプレイの駆動における最新技術の状況に関する背景情報を参照する。以下の記述は、これらの出願に対する親近性を与え、これらの出願は以下、便宜上総称的に、「ＭＥＤＥＯＤ」（Ｍｅｔｈｏｄ ｆｏｒ Ｄｒｉｖｉｎｇ Ｅｌｅｃｔｒｏ－Ｏｐｔｉｃ Ｄｉｓｐｌａｙｓ（電気光学ディスプレイを駆動する方法））出願といい得る。
【０００３】
電気光学材料は内部が液体または気体が充満した空間を有し得る、あるいはしばしば有しているけれども、本発明の方法が使用される電気光学ディスプレイは、該電気光学材料は固体の表面を有するという意味で固体である電気光学材料をしばしば含む。固体電気光学材料を使用するそのようなディスプレイは以下、便宜上、「固体電気光学ディスプレイ」といい得る。
【０００４】
材料またはディスプレイに適用される「電気光学」という術語は、本明細書において、映像技術における従来の意味で使用され、少なくとも一つの光学特性において異なる第１のディスプレイ状態および第２のディスプレイ状態を有する材料を言い、その材料に電界を印加することにより、該材料は第１のディスプレイ状態から第２のディスプレイ状態に変化する。光学特性は、代表的には、人間の目に知覚できる色であるが、それは、他の光学特性、たとえば、光学透過、反射率、ルミネセンス、または、機械読取り用のディスプレイの場合は、可視光範囲外の電磁波長の反射率における変化という意味での擬似色など

であり得る。

【０００５】

「グレー状態」という術語は、本明細書において、ピクセルの二つの極限状態の中間状態を言う映像技術における従来の意味で使用され、これらの二つの極限状態間の黒白遷移の意味を必ずしも含まない。たとえば、以下で言及されるいくつかの特許および公開出願は、電気泳動ディスプレイをいい、このディスプレイでは、極限状態は、白および濃いブルーで、その結果、中間の「グレー状態」は実際には薄いブルーである。実際、既述のとおり、二つの極限状態間の遷移は、全く色の変化ではないことがあり得る。「グレーレベル」という術語は、本明細書で、二つの極限光学状態を含む、ピクセルの起こり得る光学状態を示すために使用される。

【０００６】

「双安定な」および「双安定性」という術語は、本明細書において、少なくとも一つの光学特性において異なる第１および第２のディスプレイ状態を有するディスプレイエレメントを備えるディスプレイに関する技術分野における従来の意味で用いられ、そのディスプレイは、任意のエレメントが駆動された後に、有限持続時間のアドレスパルスによって、第１または第２のディスプレイ状態のいずれかにし、アドレスパルスが終了した後に、その状態を少なくとも何度か、たとえばディスプレイエレメントの状態を変化させるのに必要なアドレスパルスの最小持続時間である少なくとも４度、持続するようにする。特許文献６には、グレースケールが可能な粒子ベースのいくつかの電気泳動ディスプレイは、ディスプレイの極限黒白状態においてのみならず、中間のグレー状態においても安定していることが示され、このことは、電気光学ディスプレイのいくつかの他のタイプについても事実である。「双安定」という術語は、本明細書において、便宜上、双安定および多安定ディスプレイの両方を意味するために使用し得るけれども、このタイプのディスプレイは、双安定よりはむしろ「多安定」と適切に呼ばれる。

【０００７】

「インパルス」という術語は、本明細書において、時間に対する電圧の積分である従来の意味において使用される。しかしながら、いくつかの双方向電気光学媒体は、電荷トランスデューサとして動作し、そのような媒体に関して、インパルスの代わりの定義、すなわち時間に対する電流の積分（印加された全電荷に等しい）が使用し得る。インパルスの適切な定義は、媒体が電圧－時間インパルストランスデューサとして動作するかまたは電荷インパルストランスデューサとして動作するかに応じて、使用されるべきである。

【０００８】

下記の討議の多くは、初期グレーレベルから最終グレーレベル（これは初期グレーレベルと異なるかまたは異ならないかであり得る）への遷移によって、電気光学ディスプレイの一つ以上のピクセルを駆動する方法に焦点をあてる。「波形」という術語は、一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への遷移を達成するために使用される、時間曲線に対する全電圧を示すために使用される。代表的には、下記に示すように、そのような波形は、複数の波形エレメントを備え、これらのエレメントは、本質的に矩形（すなわち、この場合、定められたエレメントはある期間、定電圧を印加する）である場合、エレメントは、「電圧パルス」または「駆動パルス」と呼ばれ得る。「駆動スキーム」という術語は、特定のディスプレイのためのグレーレベル間に起こり得るすべての遷移を達成するのに十分な波形の一式を示す。

【０００９】

いくつかのタイプの電気光学ディスプレイは公知である。一つのタイプの電気光学ディスプレイは、回転二色メンバタイプであり、たとえば、特許文献７、特許文献８、特許文献９、特許文献１０、特許文献１１、特許文献１２、特許文献１３、特許文献１４、特許文献１５に記述されている。（このタイプのディスプレイは、しばしば「回転二色ボール」ディスプレイと言われるが、「回転二色メンバ」という術語は、上記の特許のいくつかにおいて回転メンバは球形ではないので、より正確であるとして好しい。）そのようなディスプレイは、異なる光学特性を有する二つ以上のセクションと内部双極子とを有する多

数の小体（代表的には球形または円柱形）を使用する。これらの小体は、マトリクス内の液体で満たされた小胞内で漂わせられ、該小胞は、小体が自由に回転するように液体で満たされている。ディスプレイの表示は、それに電界を印加し、それによって、小体を種々の位置に回転させ、小体のどのセクションが視界表面を通して見られるかを変動させるように変化される。

【００１０】

別のタイプの電気光学ディスプレイは、電気クロム媒体、たとえば、ナノクロムフィルムの形式における電気クロム媒体を使用し、該ナノクロムフィルムは、少なくとも半導体金属酸化からの部分に形成された電極と、該電極に取り付けられた、可逆的な色の変化が可能な複数の色素分子とから形成される。たとえば、非特許文献１および非特許文献２を参照されたい。また非特許文献３も参照されたい。この種のタイプのナノクロムフィルムはまた、たとえば、特許文献１６、特許文献１７および特許文献１８に記述されている。このタイプの媒体もまた、代表的には双安定である。

【００１１】

長年、集中的な研究開発のテーマであった別のタイプの電気光学ディスプレイは、粒子ベースの電気泳動ディスプレイであり、このディスプレイにおいて、複数の荷電粒子は電界の影響の下で流体の中を動く。電気流動ディスプレイは、液晶ディスプレイと比較して、良い輝度とコントラスト、広視野角、状態双安定性、および低消費電力の属性を有し得る。それにもかかわらず、これらのディスプレイの長期間における画像品質に関する問題は、これらのディスプレイの広範囲の使用を妨げてきた。たとえば、電気泳動ディスプレイを構成する粒子は、沈下する傾向があり、これらのディスプレイの不適切なサービス寿命という結果になる。

【００１２】

上記から分かるように、電気泳動媒体は、流体の存在を必要とする。殆どの従来技術の電気泳動媒体において、この流体は液体であるが、電気泳動媒体は、気体流体を使用して製作し得る。たとえば、非特許文献４および非特許文献５を参照されたい。また特許文献１９、特許文献２０、特許文献２１、特許文献２２、特許文献２３、特許文献２４、特許文献２５、特許文献２６、特許文献２７、特許文献２８、特許文献２９、特許文献３０、特許文献３１、特許文献３２も参照されたい。そのような気体ベースの電気泳動媒体が、粒子の沈下を許容するような向きで、たとえば、媒体が垂直面に配置される標識において使用されるとき、気体ベースの電気泳動媒体は、粒子沈下に起因する液体ベースの電気泳動媒体と同じ種類の問題を受けやすいように見える。実際、粒子沈下は、液体ベースの電気泳動媒体におけるより気体ベースの電気泳動媒体において、より深刻な問題であるように見える。理由は、液体流体に比較して気体流体の低い粘性は、電気泳動粒子のより急速な沈下を許容するからである。

【００１３】

Ｍａｓｓａｃｈｕｓｅｔｔｓ Ｉｎｓｔｉｔｕｔｅ ｏｆ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ（ＭＩＴ）およびＥ Ｉｎｋ Ｃｏｒｐｏｒａｔｉｏｎに譲渡されるかまたはそれらの名前でなされた多数の特許および出願は、最近公開され、カプセル化した電気泳動媒体を記述している。そのようなカプセル化した媒体は、多数の小さなカプセルを備え、そのカプセルの各々自身が、流体中で漂わせられた、電気泳動的に可動な粒子を含む内部相、および内部相を囲むカプセル壁を備える。典型的には、カプセル自体は、高分子バインダ内に保持され、２個の電極間に位置するコヒーレント層を形成する。この種のカプセル化した媒体は、たとえば、特許文献６、特許文献１８、特許文献３３～１６７に記載されている。

【００１４】

前述の特許及び特許出願の多くは、カプセル化した電気泳動媒体におけるディスクリート（ｄｉｓｃｒｅｔｅ）なマイクロカプセルを囲む壁は、連続相によって置き換え得、従って、いわゆる「ポリマー分散電気泳動ディスプレイ」を生成することを認識しており、そのディスプレイでは、電気泳動媒体は、電気泳動流体の複数のディスクリート液滴およびポリマー材料の連続相を含んでいる。また、前述の特許および特許出願の多くは、その

ようなポリマー分散電気泳動ディスプレイ内の電気泳動流体のディスクリート液滴は、どのディスクリートカプセル膜も各個々の液滴と関連しないとしても、カプセルまたはマイクロカプセルとみなされ得ることを認識している。たとえば、前述の特許文献１６８を見られたい。従って、本出願の目的のため、そのようなポリマー分散電気泳動媒体は、カプセル化した電気泳動媒体の亜種と見なされる。

【００１５】

カプセル化した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クラスタ化および沈下の不良モードの害を受けることがなく、広範囲の種々の柔軟で堅い基板上のディスプレイにプリントまたはコートする能力などのさらなるメリットを提供する。（「プリンティング」という単語の使用は、以下の技術を含むがこれらに限定されない。パッチダイコーティング、スロットまたは押出しコーティング、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などのプレメータ（ｐｒｅ－ｍｅｔｅｒｅｄ）コーティング；ナイフオーバロール（ｋｎｉｆｅ　ｏｖｅｒ　ｒｏｌｌ）コーティング；前進後退ロールコーティングなどの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；スプレイコーティング；凹凸コーティング；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；シルクスクリーンプリンティング処理；静電気プリンティング処理；熱プリンティング処理；インクジェットプリンティング処理；およびその他の類似の技術）従って、その結果ディスプレイは柔軟性がある。さらに、ディスプレイ媒体は、（種々の方法を使用して）プリントされ得るので、ディスプレイ自体は、安価に製作し得る。

【００１６】

電気泳動ディスプレイの関連タイプは、いわゆる「マイクロセル電気泳動ディスプレイ」である。マイクロセル電気泳動ディスプレイにおいて、荷電粒子および流体は、カプセル内にカプセル化されないで、その代わり、典型的にはポリマーフィルムであるキャリア媒体内に形成される複数の空洞内に保持される。たとえば、両方ともＳｉｐｉｘ　Ｉｍａｇｉｎｇ，Ｉｎｃ．に譲渡された特許文献１６９および特許文献１７０を見られたい。

【００１７】

電気光学媒体のその他のタイプもまた、本発明のディスプレイにおいて使用し得る。

【００１８】

電気泳動媒体は、しばしば不透明で（たとえば、多くの電気泳動媒体において、粒子は、ディスプレイを通した可視光線の透過を実質的にブロックするため）、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、いわゆる「シャッタモード」で動作するように作られ、そのモードにおいて、一方のディスプレイ状態は実質的に不透明であり、他方の状態では、光透過である。たとえば、前述の特許文献４２および特許文献４３、および特許文献１７１、特許文献１７２、特許文献１７３、特許文献１７４、および特許文献１７５を見られたい。電気泳動ディスプレイと似ているが、電界強度の変動に依存する誘電気泳動ディスプレイは、同様なモードで動作し得る。特許文献１７６を見られたい。

【００１９】

粒子ベースの電気泳動ディスプレイの双安定または多安定動作、および同様の動作を表示するその他の電子光学ディスプレイ（そのようなディスプレイは、以下便宜上、「インパルス駆動ディスプレイ」という）は、従来の液晶（「ＬＣ」）ディスプレイの作用と著しい対称をなす。ツイストネマチック液晶動作は、双安定または多安定ではなく、電圧トランスデューサとして動作し、その結果、所定の電界をそのようなディスプレイのピクセルに印加すると、そのピクセルに以前存在したグレーレベルに拘わらず、ピクセルにおいて特定のグレーレベルが生成される。さらに、ＬＣディスプレイは、一方向のみに駆動され（非透過または「暗」から透過または「明」へ）、明るい状態からより暗い状態への逆の遷移は、電界を減少または除去することによって達成される。最後に、ＬＣディスプレイのピクセルのグレーレベルは、電界の極性に感知可能ではなく、振幅のみに感知可能で、また確かに技術的な理由で、市販のＬＣディスプレイは普通、駆動フィールドの極性を頻繁な間隔で逆にする。対照的に、双安定電子光学ディスプレイは、インパルストランス

デューサとして、第一の近似値に向けて動作し、その結果、ピクセルの最終状態は、印加された電界およびこの電界に印加された時間に依存するのみならず、電界の印加の前のピクセルの状態にも依存する。

【００２０】

そのようなインパルス駆動電気光学ディスプレイをアドレスする理想的な方法は、いわゆる「一般グレースケールイメージフロー」であることと最初は見えるかもしれない。その一般グレースケールイメージフローでは、コントローラは、各ピクセルがその初期グレーレベルから最終グレーレベルに直接に遷移するようにイメージの各書き込みを構成する。しかしながら、インパルス駆動ディスプレイ上のイメージ書き込みにおいてあるエラーが必然的にある。実際に遭遇するいくつかのそのようなエラーは以下のものを含む。

【００２１】

（ａ）事前状態依存；少なくともいくつかの電気光学媒体に関して、ピクセルを新しい光学状態に切り替えるために必要なインパルスは、現在および要求される光学状態に依存するのみならず、ピクセルの以前の光学状態にも依存する。

【００２２】

（ｂ）休止時間依存；少なくともいくつかの電気光学媒体に関して、ピクセルを新しい光学状態に切り替えるために必要なインパルスは、ピクセルがその種々な光学状態にいた時間に依存する。この依存の正確な本質はよく理解されておらず、一般に、ピクセルが現在の光学状態に長くいればいるほど、より多くのインパルスが必要である。

【００２３】

（ｃ）温度依存；ピクセルを新しい光学状態に切り替えるのに必要なインパルスは、温度に非常に依存する。

【００２４】

（ｄ）湿度依存；ピクセルを新しい光学状態に切り替えるのに必要なインパルスは、電気光学媒体の少なくともいくつかのタイプに関して、周囲湿度に依存する。

【００２５】

（ｅ）機械的均一性；ピクセルを新しい光学状態に切り替えるのに必要なインパルスは、ディスプレイにおける機械的な変動、たとえば、電気光学媒体または関連ラミネーション接着剤の厚さにおける変動、によって影響され得る。機械的不均一性のその他のタイプは、媒体の異なる製造バッチ、製造耐性および材料変動の間における必然的な変動から発生し得る。

【００２６】

（ｆ）電圧エラー；ピクセルに印加された実際のインパルスは、ドライバによって供給された電圧における避けられないわずかなエラーのために、理論的に印加されたインパルスと必然的に異なる。

【００２７】

一般グレースケールイメージフローは、「エラーの蓄積」現象を被る。たとえば、温度依存は、各遷移における正方向の０．２Ｌ＊エラーという結果になると想定されたい。（Ｌ＊は通常のＣＩＥ定義を有し、Ｒは反射率，R_0は標準反射率値であるとき、

$$L^* = 116(R/R_0)^{1/3} - 16)$$

５０回の遷移後、このエラーは、１０Ｌ＊まで蓄積される。たぶん、より現実的には、ディスプレイの理論的反射率と実際の反射率との間の差の観点から表される各遷移における平均エラーは、±０．２Ｌ＊である。１００回の連続遷移後、ピクセルは、それらの２Ｌ＊の期待状態からの平均偏差を表示する。そのような偏差は、あるタイプのイメージに関して平均的な観察者にとってはっきりと見える。

【００２８】

エラーの蓄積現象は、温度に起因するエラーに対して適用されるのみならず、上記にリストされたすべてのタイプのエラーにも適用される。前述の特許文献１１９において記述されているように、そのようなエラーを補償することは可能であるが、限定された正確度までのみである。たとえば、温度エラーは、温度センサおよびルックアップを使用するこ

とによって、補償し得るが、温度センサは、限定された分解能を有し、電気光学媒体の温度とわずかに異なる温度を読み取り得る。同様に、以前の状態の依存は、以前の状態を記憶することによって、および多次元遷移マトリクスを使用することによって補償され得るが、コントローラメモリは、記録され得る状態数、および記憶され得る遷移マトリクスのサイズを制限し、このタイプの補償の精度に対して制限を置く。

【００２９】

従って、一般グレースケールイメージフローは、良い結果を出すために印加された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在の状態において、一般グレースケールイメージフローは、市販のディスプレイにおいて実行不可能であることがわかっている。

【００３０】

ほとんどすべての電気光学媒体は、固有のリセット（エラー制限）機構、すなわち、「光学レール」として機能する媒体の極限（典型的には、黒および白）光学状態、を有する。特定のインパルスが電気光学ディスプレイのピクセルに印加された後、そのピクセルは、より白い（またはより黒い）ものを得ることはできない。たとえば、カプセル化した電気泳動ディスプレイにおいて、特定のインパルスが印加された後、すべての電気泳動粒子は互いにまたはカプセルの壁にぶつけられ、それ以上動けなくなってしまい、従って、制限する光学状態あるいは光学レールを生成する。そのような媒体では電気泳動粒子サイズおよび電荷の分布があるので、いくつかの粒子は他の粒子より先にレールにぶつかり、「柔らかいレール」現象を作り、それによって、遷移の最終光学状態が極限の黒および白の状態に近づくとき、必要とされるインパルス精度は減少され、一方、必要とされる光学精度は、ピクセルの光学範囲の中央に近いところで終了する遷移において劇的に増加する。

【００３１】

光学レールのメリットを有する、電気光学ディスプレイ用の種々の駆動スキームは公知である。たとえば、前述の特許文献１１９の図９および１０、およびパラグラフ［０１７７］～［０１８０］における関連記述は、「スライドショー」駆動スキームを記述し、「スライドショー」駆動スキームにおいて、ディスプレイ全体は、新しいイメージが書き込まれる前に少なくとも一つの光学レールに駆動される。明らかに、純粋な一般グレースケールイメージフロー駆動スキームは、グレーレベルにおけるエラーを防ぐために光学レールを使用することに頼り得ない。理由は、そのような駆動スキームにおいて、任意のピクセルは、どちらの光学レールにも一切触れずにグレースケールにおける無限大の数の変化を受け得るからである。

【００３２】

さらに進む前に、スライドショー駆動スキームをより正確に定義することが望ましい。基本的なスライドショー駆動スキームは、初期光学状態（グレーレベル）から最終（所望の）光学状態（グレーレベル）への遷移は有限数の中間状態に遷移を行うことによって達成され、この場合中間状態の最小数は１である、ということである。好適には、中間状態は、使用される電気光学媒体の極限状態かまたはその近辺にあることである。遷移はディスプレイにおけるピクセルによって異なる。理由は、遷移は初期および最終光学状態に依存するからである。ディスプレイの所定のピクセルのための特定の遷移用の波形は、下記のとおり表される。初期光学状態R_2と最終光学状態R_1との間に少なくとも一つの中間またはゴール状態があるとき、

R_2→ゴール$_1$→ゴール$_2$→・・・→ゴール$_n$→R_1（スキーム１）

である。ゴール状態は、一般に、初期および最終光学状態の関数である。中間状態の現在好適な数は２であるが、それより多いまたは少ない数の中間状態が使用し得る。全体遷移内の個々の遷移の各々は、ピクセルをシーケンスの一つの状態から次の状態に駆動するに十分な波形エレメント（代表的には、電圧パルス）を使用して達成される。たとえば、上記の記号的に示される波形において、R_2からゴール$_1$への遷移は、代表的には、波形エレメントまたは電圧パルスを使用して達成される。この波形エレメントは、有限時間の単

一電圧（すなわち、単一電圧パルス）を有し得、または正確なゴール$_1$状態が達成されるように種々の電圧を含み得る。この波形エレメントの後に、ゴール$_1$からゴール$_2$への遷移を達成するために、第２の波形エレメントが続く。二つのゴール状態のみが使用された場合、第２の波形エレメントの後に第３の波形エレメントが続き、第３の波形エレメントは、ピクセルをゴール$_2$状態から最終光学状態Ｒ$_1$へ駆動する。ゴール状態は、Ｒ$_2$およびＲ$_1$の両方と無関係であり得、または一つまたは両方に依存し得る。

【００３３】

本発明は、グレーレベルの改善した制御を達成する電気光学ディスプレイ用の改善したスライドショー駆動スキームを提供しようとする。本発明は、特にしかし専用ではないが、パルス幅変調駆動スキームにおける使用を意図されており、パルス幅変調駆動スキームにおいて、ディスプレイの任意の所定のピクセルに任意の所定の時間に印加される電圧は、Ｖが任意の電圧であるとき、－Ｖ、０、または＋Ｖのみであり得る。より特定的には、本発明は、スライドショー駆動スキームにおける二つの明確な改善タイプ、すなわち、（ａ）ある修正エレメントをそのような駆動スキーム用のベース波形へ挿入すること、および（ｂ）少なくともあるグレーレベルが、所望のグレーレベルよりさらなる光学レールからアプローチされるように駆動スキームを配置すること、に関する。

【００３４】

別の側面において、本発明は、電気光学ディスプレイ用の駆動スキームにおける休止時間補償に関する。ＭＥＤＥＯＤ出願において討議されたように、少なくとも多くの粒子ベースの電気光学ディスプレイの場合において、（人間の目または標準の光学装置により判定される）グレースケールにおける同等の変化によって所定のピクセルを変化させるのに必要なインパルスは、必ずしも定数ではないし、交換可能（ｃｏｍｍｕｔａｔｉｖｅ）でもないことが判明した。たとえば、各ピクセルが、０（白）、１、２または３（黒）のグレーレベルを有益的にはスペースを空けて、表示し得るディスプレイを考慮されたい。（レベル間のスペースは、目または器具によって測定されように、パーセント反射率においてリニアであるが、他のスペースも使用し得る。たとえば、スペースは、Ｌ＊においてリニアであり得、または特定のガンマを提供するために選択し得、２．２ガンマはしばしばモニタ用に採用され、電気光学ディスプレイがモニタの代替として使用される場合、同様なガンマが使用されるのが望ましい。）ピクセルをレベル０からレベル１に変化させるのに必要なインパルス（以下便宜上「０－１遷移」という）は、１－２または２－３遷移に必要なインパルスとしばしば同じではないことが判明した。さらに１－０遷移に必要なインパルスは、０－１遷移に必要なインパルスの逆と必ずしも同じではない。さらに、いくつかのシステムは、（たとえば）０－１遷移に必要なインパルスは特定のピクセルが０－０－１、１－０－１、または３－０－１遷移を受けるどうかに多少従って変動するように、「メモリ」効果を表示するように見える。（表記「ｘ－ｙ－ｚ」は、ｘ、ｙ、およびｚがすべて、光学状態０、１、２、または３であるとき、時間シーケンシャルに行われる光学状態のシーケンスを示す。）これらの問題は、必要とするピクセルを他の状態に駆動する前に、実質的な期間にディスプレイのすべてのピクセルを極限状態の一つに駆動することによって、減少または解決し得るが、その結果生じる濃い色の「フラッシュ」は、しばしば許容し得ない。たとえば、電子本の読者は、本の本文をスクリーン上でスクロールダウンすることを望み得、ディスプレイが頻繁に濃い黒または白をフラッシュする必要がある場合、注意をそらされ得、または、位置を失い得る。さらに、ディスプレイのそのようなフラッシュは、ディスプレイのエネルギ消費を増加し、ディスプレイの動作寿命を短縮し得る。最後に、少なくともある場合において、特定の遷移に必要なインパルスは、温度およびディスプレイの全動作時間によって影響されること、および、正確なグレースケール実行を確実にするために、これらの要因を補償することが望ましいことが判明した。

【００３５】

簡単に上記したように、少なくともいくつかの場合において、双安定電子光学ディスプレイにおける所定の遷移に必要なインパルスは、ピクセルの光学状態におけるピクセルの滞留時間と共に変動することが判明し、「休止時間感度」という術語はいくつかの従来の

文書において使用されたが、この現象は、以下「休止時間依存」または「ＤＴＤ」という。従って、ピクセルの初期光学状態におけるピクセルの休止時間の関数として所定の遷移のために印加されるインパルスを変動することは望ましく、または実際のいくつかの場合において、必要でさえあり得る。

【００３６】

休止時間依存の現象はここで、添付図面の図１を参照して、より詳細に説明される。図１は、$R_3 \rightarrow R_2 \rightarrow R_1$で示される遷移のシーケンスの時間の関数であるピクセルの反射率を示す。このとき（上記に使用された名称を一般化すると）、R_k術語の各々は、グレーレベルのシーケンスにおけるグレーレベルを示し、より大きい指数を有するＲは、より小さい指数を有するＲの前に発生する。また、R_3とR_2との間およびR_2とR_1との間の遷移も示される。ＤＴＤは、休止期間といわれる光学状態R_2において費やされる時間における変動によって引き起こされる最終光学状態R_1の変動である。異なる休止時間の異なる波形または以前の光学状態における休止時間の異なる範囲を選ぶことによって、ＤＴＤを補償し得る。補償のこの方法は、「休止時間補償」、「ＤＴＣ」、または単に「時間補償」と呼ばれる。

【００３７】

しかしながら、そのようなＤＴＣは、駆動スキームの他の望ましい特性と対立し得る。特に、ＭＥＤＥＯＤ出願において詳細に討議された理由によって、多くの電気光学ディスプレイに関して、同じ光学状態において開始し終了する任意のシリーズの遷移に対して、印加されるインパルス（すなわち、時間に対する印加される電圧の積分）は０であるという意味で、使用される駆動スキームは直流（ＤＣ）平衡であることを確実にすることが非常に望ましい。このことは、ディスプレイの任意のピクセルが受けるネットインパルス（「ＤＣ不平衡」とも呼ばれる）が、そのピクセルが受ける遷移の正確なシリーズに関係なく、既知値によって定められることを保証する。たとえば、１５Ｖ、３００ミリ秒パルスは、ピクセルを白から黒へ駆動するために使用され得る。この遷移後に、ピクセルは、４．５Ｖ秒のＤＣ不平衡インパルスを受ける。ピクセルを白に戻すよう駆動するために－１５Ｖ、３００ミリ秒のパルスが使用される場合、ピクセルは、白から黒へ、および白への戻りの全エクスカーションについてＤＣ平衡である。このＤＣ平衡は、一つの最初の光学状態から、その最初の光学状態と同じか異なるシリーズの光学状態への、その後最初の光学状態へ戻る、すべての起こり得るエクスカーションの間、持続する。

【００３８】

駆動スキームは、電圧特徴をベース駆動スキームに追加またはそこから除去することによって、休止時間補償され得る。たとえば、１つは、２光学状態（黒と白）ディスプレイ用の駆動スキームで開始し得、駆動スキームは、次の４つの波形を含む。

【００３９】

【表１】

表１

遷移	波形
黒から黒へ	０Ｖ　420ミリ秒間
黒から白へ	-15Ｖ 400ミリ秒間、その後０Ｖ　20ミリ秒間
白から黒へ	+15Ｖ 400ミリ秒間、その後０Ｖ　20ミリ秒間
白から白へ	０Ｖ　420ミリ秒間

この駆動スキームは、ＤＣ平衡である。理由は、ピクセルをその最初の光学状態に戻す任意のシリーズの遷移はＤＣ平衡、すなわち、遷移の全シリーズに対する電圧プロファイルの下でのネット領域は０であるからである。

【００４０】

光学エラーは、ディスプレイのＤＴＤから発生し得る。たとえば、ピクセルは、白状態において開始し、黒状態に駆動し、一次休止し、その後白状態に戻り得る。最終の白状態反射率は、黒状態において費やされた時間の関数である。

【００４１】
非常に小さいＤＴＤを有することは望ましい。このことが特定の電子光学ディスプレイにおいて可能でない場合、本発明の一側面に従って、前の光学状態における休止時間の異なる範囲に対して異なる波形を選択することによって、ＤＴＤを補償することが望ましい。たとえば、今の例における最終白状態が、前の黒状態における長い休止時間後より前の黒状態における短い休止時間後において、明るいことが判明し得る。一つの休止時間補償スキームは、最終光学状態のこのＤＴＤを減殺するためにピクセル層を黒から白にするパルスの持続時間を修正することである。たとえば、前の黒状態における休止時間が短いとき、黒から白への遷移におけるパルス長を短くし得、前の黒状態における長い休止時間に対して、パルスを長い状態に維持し得る。これは、より短い前の状態の休止時間に対してより暗い白を生成する傾向があり、このことはＤＴＤの影響を減殺する。たとえば、下記表２に従い黒状態における休止時間と共に変動する黒から白への波形を選び得る。
【００４２】
【表２】

表２

休止時間	波形
0～0.3秒	-15Ｖ 280ミリ秒間 ,0Ｖ 140ミリ秒間
0.3～1秒	-15Ｖ 340ミリ秒間 ,0Ｖ 80ミリ秒間
1～3秒	-15Ｖ 380ミリ秒間 ,0Ｖ 40ミリ秒間
3秒以上	-15Ｖ 400ミリ秒間 ,0Ｖ 20ミリ秒間

【特許文献１】国際公開第０５／０５４９３３号パンフレット
【特許文献２】国際公開第０５／００６２９０号パンフレット
【特許文献３】国際公開第０４／０９０８５７号パンフレット
【特許文献４】国際公開第０３／１０７３１５号パンフレット
【特許文献５】国際公開第０３／０４４７６５号パンフレット
【特許文献６】米国特許出願公開第２００２／０１８０６８７号明細書
【特許文献７】米国特許第５，８０８，７８３号明細書
【特許文献８】米国特許第５，７７７，７８２号明細書
【特許文献９】米国特許第５，７６０，７６１号明細書
【特許文献１０】米国特許第６，０５４，０７１号明細書
【特許文献１１】米国特許第６，０５５，０９１号明細書
【特許文献１２】米国特許第６，０９７，５３１号明細書
【特許文献１３】米国特許第６，１２８，１２４号明細書
【特許文献１４】米国特許第６，１３７，４６７号明細書
【特許文献１５】米国特許第６，１４７，７９１号明細書
【特許文献１６】米国特許第６，３０１，０３８号明細書
【特許文献１７】国際公開第０１／２７６９０号パンフレット
【特許文献１８】米国特許出願公開第２００３／０２１４６９５号明細書
【特許文献１９】欧州特許出願公開第１，４２９，１７８号明細書
【特許文献２０】欧州特許出願公開第１，４６２，８４７号明細書
【特許文献２１】欧州特許出願公開第１，４８２，３５４号明細書
【特許文献２２】欧州特許出願公開第１，４８４，６２５号明細書
【特許文献２３】国際公開第０４／０９０６２６号パンフレット
【特許文献２４】国際公開第０４／０７９４４２号パンフレット
【特許文献２５】国際公開第０４／０７７１４０号パンフレット
【特許文献２６】国際公開第０４／０５９３７９号パンフレット
【特許文献２７】国際公開第０４／０５５５８６号パンフレット
【特許文献２８】国際公開第０４／００８２３９号パンフレット
【特許文献２９】国際公開第０４／００６００６号パンフレット
【特許文献３０】国際公開第０４／００１４９８号パンフレット

【特許文献３１】国際公開第０３／０９１７９９号パンフレット
【特許文献３２】国際公開第０３／０８８４９５号パンフレット
【特許文献３３】米国特許第５，９３０，０２６号明細書
【特許文献３４】米国特許第５，９６１，８０４号明細書
【特許文献３５】米国特許第６，０１７，５８４号明細書
【特許文献３６】米国特許第６，０６７，１８５号明細書
【特許文献３７】米国特許第６，１１８，４２６号明細書
【特許文献３８】米国特許第６，１２０，５８８号明細書
【特許文献３９】米国特許第６，１２０，８３９号明細書
【特許文献４０】米国特許第６，１２４，８５１号明細書
【特許文献４１】米国特許第６，１３０，７７３号明細書
【特許文献４２】米国特許第６，１３０，７７４号明細書
【特許文献４３】米国特許第６，１７２，７９８号明細書
【特許文献４４】米国特許第６，１７７，９２１号明細書
【特許文献４５】米国特許第６，２３２，９５０号明細書
【特許文献４６】米国特許第６，２４９，２７１号明細書
【特許文献４７】米国特許第６，２５２，５６４号明細書
【特許文献４８】米国特許第６，２６２，７０６号明細書
【特許文献４９】米国特許第６，２６２，８３３号明細書
【特許文献５０】米国特許第６，３００，９３２号明細書
【特許文献５１】米国特許第６，３１２，３０４号明細書
【特許文献５２】米国特許第６，３１２，９７１号明細書
【特許文献５３】米国特許第６，３２３，９８９号明細書
【特許文献５４】米国特許第６，３２７，０７２号明細書
【特許文献５５】米国特許第６，３７６，８２８号明細書
【特許文献５６】米国特許第６，３７７，３８７号明細書
【特許文献５７】米国特許第６，３９２，７８５号明細書
【特許文献５８】米国特許第６，３９２，７８６号明細書
【特許文献５９】米国特許第６，４１３，７９０号明細書
【特許文献６０】米国特許第６，４２２，６８７号明細書
【特許文献６１】米国特許第６，４４５，３７４号明細書
【特許文献６２】米国特許第６，４４５，４８９号明細書
【特許文献６３】米国特許第６，４５９，４１８号明細書
【特許文献６４】米国特許第６，４７３，０７２号明細書
【特許文献６５】米国特許第６，４８０，１８２号明細書
【特許文献６６】米国特許第６，４９８，１１４号明細書
【特許文献６７】米国特許第６，５０４，５２４号明細書
【特許文献６８】米国特許第６，５０６，４３８号明細書
【特許文献６９】米国特許第６，５１２，３５４号明細書
【特許文献７０】米国特許第６，５１５，６４９号明細書
【特許文献７１】米国特許第６，５１８，９４９号明細書
【特許文献７２】米国特許第６，５２１，４８９号明細書
【特許文献７３】米国特許第６，５３１，９９７号明細書
【特許文献７４】米国特許第６，５３５，１９７号明細書
【特許文献７５】米国特許第６，５３８，８０１号明細書
【特許文献７６】米国特許第６，５４５，２９１号明細書
【特許文献７７】米国特許第６，５８０，５４５号明細書
【特許文献７８】米国特許第６，６３９，５７８号明細書
【特許文献７９】米国特許第６，６５２，０７５号明細書
【特許文献８０】米国特許第６，６５７，７７２号明細書

【特許文献８１】米国特許第６，６６４，９４４号明細書
【特許文献８２】米国特許第６，６８０，７２５号明細書
【特許文献８３】米国特許第６，６８３，３３３号明細書
【特許文献８４】米国特許第６，７０４，１３３号明細書
【特許文献８５】米国特許第６，７１０，５４０号明細書
【特許文献８６】米国特許第６，７２１，０８３号明細書
【特許文献８７】米国特許第６，７２４，５１９号明細書
【特許文献８８】米国特許第６，７２７，８８１号明細書
【特許文献８９】米国特許第６，７３８，０５０号明細書
【特許文献９０】米国特許第６，７５０，４７３号明細書
【特許文献９１】米国特許第６，７５３，９９９号明細書
【特許文献９２】米国特許第６，８１６，１４７号明細書
【特許文献９３】米国特許第６，８１９，４７１号明細書
【特許文献９４】米国特許第６，８２２，７８２号明細書
【特許文献９５】米国特許第６，８２５，０６８号明細書
【特許文献９６】米国特許第６，８２５，８２９号明細書
【特許文献９７】米国特許第６，８２５，９７０号明細書
【特許文献９８】米国特許第６，８３１，７６９号明細書
【特許文献９９】米国特許第６，８３９，１５８号明細書
【特許文献１００】米国特許第６，８４２，１６７号明細書
【特許文献１０１】米国特許第６，８４２，２７９号明細書
【特許文献１０２】米国特許第６，８４２，６５７号明細書
【特許文献１０３】米国特許第６，８６４，８７５号明細書
【特許文献１０４】米国特許第６，８６５，０１０号明細書
【特許文献１０５】米国特許第６，８６６，７６０号明細書
【特許文献１０６】米国特許第６，８７０，６６１号明細書
【特許文献１０７】米国特許第６，９００，８５１号明細書
【特許文献１０８】米国特許第６，９２２，２７６号明細書
【特許文献１０９】米国特許出願公開第２００２／００６０３２１号明細書
【特許文献１１０】米国特許出願公開第２００２／００６３６６１号明細書
【特許文献１１１】米国特許出願公開第２００２／００９０９８０号明細書
【特許文献１１２】米国特許出願公開第２００２／０１１３７７０号明細書
【特許文献１１３】米国特許出願公開第２００２／０１３０８３２号明細書
【特許文献１１４】米国特許出願公開第２００３／００１１５６０号明細書
【特許文献１１５】米国特許出願公開第２００３／００２０８４４号明細書
【特許文献１１６】米国特許出願公開第２００３／００２５８５５号明細書
【特許文献１１７】米国特許出願公開第２００３／０１０２８５８号明細書
【特許文献１１８】米国特許出願公開第２００３／０１３２９０８号明細書
【特許文献１１９】米国特許出願公開第２００３／０１３７５２１号明細書
【特許文献１２０】米国特許出願公開第２００３／０２２２３１５号明細書
【特許文献１２１】米国特許出願公開第２００４／００１２８３９号明細書
【特許文献１２２】米国特許出願公開第２００４／００１４２６５号明細書
【特許文献１２３】米国特許出願公開第２００４／００２７３２７号明細書
【特許文献１２４】米国特許出願公開第２００４／００７５６３４号明細書
【特許文献１２５】米国特許出願公開第２００４／００９４４２２号明細書
【特許文献１２６】米国特許出願公開第２００４／０１０５０３６号明細書
【特許文献１２７】米国特許出願公開第２００４／０１１２７５０号明細書
【特許文献１２８】米国特許出願公開第２００４／０１１９６８１号明細書
【特許文献１２９】米国特許出願公開第２００４／０１３６０４８号明細書
【特許文献１３０】米国特許出願公開第２００４／０１５５８５７号明細書

【特許文献１３１】米国特許出願公開第２００４／０１８０４７６号明細書
【特許文献１３２】米国特許出願公開第２００４／０１９０１１４号明細書
【特許文献１３３】米国特許出願公開第２００４／０１９６２１５号明細書
【特許文献１３４】米国特許出願公開第２００４／０２２６８２０号明細書
【特許文献１３５】米国特許出願公開第２００４／０２３９６１４号明細書
【特許文献１３６】米国特許出願公開第２００４／０２５２３６０号明細書
【特許文献１３７】米国特許出願公開第２００４／０２５７６３５号明細書
【特許文献１３８】米国特許出願公開第２００４／０２６３９４７号明細書
【特許文献１３９】米国特許出願公開第２００５／０００００８１３号明細書
【特許文献１４０】米国特許出願公開第２００５／０００１８１２号明細書
【特許文献１４１】米国特許出願公開第２００５／０００７３３６号明細書
【特許文献１４２】米国特許出願公開第２００５／０００７６５３号明細書
【特許文献１４３】米国特許出願公開第２００５／００１２９８０号明細書
【特許文献１４４】米国特許出願公開第２００５／００１７９４４号明細書
【特許文献１４５】米国特許出願公開第２００５／００１８２７３号明細書
【特許文献１４６】米国特許出願公開第２００５／００２４３５３号明細書
【特許文献１４７】米国特許出願公開第２００５／００３５９４１号明細書
【特許文献１４８】米国特許出願公開第２００５／００４１００４号明細書
【特許文献１４９】米国特許出願公開第２００５／００６２７１４号明細書
【特許文献１５０】米国特許出願公開第２００５／００６７６５６号明細書
【特許文献１５１】米国特許出願公開第２００５／００７８０９９号明細書
【特許文献１５２】米国特許出願公開第２００５／０１０５１５９号明細書
【特許文献１５３】米国特許出願公開第２００５／０１２２２８４号明細書
【特許文献１５４】米国特許出願公開第２００５／０１２２３０６号明細書
【特許文献１５５】米国特許出願公開第２００５／０１２２５６３号明細書
【特許文献１５６】米国特許出願公開第２００５／０１２２５６４号明細書
【特許文献１５７】米国特許出願公開第２００５／０１２２５６５号明細書
【特許文献１５８】米国特許出願公開第２００５／０１５１７０９号明細書
【特許文献１５９】米国特許出願公開第２００５／０１５２０２２号明細書
【特許文献１６０】国際公開第９９／６７６７８号パンフレット
【特許文献１６１】国際公開第００／０５７０４号パンフレット
【特許文献１６２】国際公開第００／３８０００号パンフレット
【特許文献１６３】国際公開第００／３６５６０号パンフレット
【特許文献１６４】国際公開第００／６７１１０号パンフレット
【特許文献１６５】国際公開第００／６７３２７号パンフレット
【特許文献１６６】国際公開第０１／０７９６１号パンフレット
【特許文献１６７】国際公開第０３／１０７，３１５号パンフレット
【特許文献１６８】米国特許出願公開第２００２／０１３１１４７号明細書
【特許文献１６９】国際公開第０２／０１２８１号パンフレット
【特許文献１７０】米国特許出願公開第２００２／００７５５５６号明細書
【特許文献１７１】米国特許第５，８７２，５５２号明細書
【特許文献１７２】米国特許第６，１４４，３６１号明細書
【特許文献１７３】米国特許第６，２７１，８２３号明細書
【特許文献１７４】米国特許第６，２２５，９７１号明細書
【特許文献１７５】米国特許第６，１８４，８５６号明細書
【特許文献１７６】米国特許第４，４１８，３４６号明細書
【非特許文献１】Ｏ’Ｒｅｇａｎ，Ｂ．ら、Ｎａｔｕｒｅ　１９９１，３５３，７３７
【非特許文献２】Ｗｏｏｄ，Ｄ．，Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ　Ｄｉｓｐｌａｙ，１８（３），２４（Ｍａｒｃｈ　２００２）
【非特許文献３】Ｂａｃｈ，Ｕ．らＡｄｖ．Ｍａｔｅｒ．，２００２，１４（１１），８

４５
【非特許文献４】Ｋｉｔａｍｕｒａ，Ｔ．ら、“Ｅｌｅｃｔｒｉｃａｌ ｔｏｎｅｒｍｏｖｅｍｅｎｔ ｆｏｒ ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ ｐａｐｅｒ-ｌｉｋｅ ｄｉｓｐｌａｙ”，ＩＤＷ Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ ＨＣＳ１－１
【非特許文献５】Ｙａｍａｇｕｃｈｉ，Ｙ．ら、“Ｔｏｎｅｒ ｄｉｓｐｌａｙ ｕｓｉｎｇ ｉｎｓｕｌａｔｉｖｅ ｐａｒｔｉｃｌｅｓ ｃｈａｒｇｅｄ ｔｒｉｂｏｅｌｅｃｔｒｉｃａｌｌｙ”，ＩＤＷ Ｊａｐａｎ，２００１，Ｐａｐｅｒ ＡＭＤ４－４）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００４３】
駆動スキームのＤＴＣへのアプローチについての問題は、駆動スキームは全体として、もはやＤＣ平衡ではない。黒から白への遷移に対するインパルスは、黒状態において費やされた時間の関数であり、同様に、白から黒への遷移に対するインパルスは、白状態における休止時間の関数であり得るので、黒、白、黒へのシーケンスにわたるネットインパルスは、一般に、ＤＣ平衡ではない。たとえば、このシーケンスが、２８０ミリ秒＝－４．２Ｖ秒インパルスに対して－１５Ｖの電圧パルスを使用した、黒における短い休止時間後に黒から白への遷移によって、またその後の、６Ｖ秒のインパルスに対して４００ミリ秒間１５Ｖの電圧パルスを使用した、白状態における長い休止後に白から黒への遷移によって、実行されると、想定されたい。このシーケンス（黒－白－黒ループ）におけるネットインパルスは、－４．２Ｖ秒＋６Ｖ秒＝－１．８Ｖ秒である。このループを繰り返すことによって、ＤＣ不平衡の立ち上がりがなされ、このＤＣ不平衡はディスプレイの性能に有害であり得る。
【課題を解決するための手段】
【００４４】
このように、本発明のこの側面は、波形または駆動スキームのＤＣ平衡を保つＤＣ平衡波形または駆動スキームの休止時間補償の方法を提供する。
【００４５】
本発明の別の側面は、ユーザ入力に対して迅速な応答が可能な電気光学ディスプレイを駆動するための方法と装置に関する。前述のＭＥＤＥＯＤ出願は電気光学ディスプレイを駆動するいくつかの方法とコントローラを記述する。これらの方法とコントローラのほとんどは、二つのイメージバッファを有するメモリを利用し、第１のイメージバッファは、第１または初期イメージ（ディスプレイの遷移の最初または再書き込み時に存在する）を記憶し、第２のイメージバッファは、最終イメージを記憶し、第２のバッファは、再書き込み後、最終イメージをディスプレイに置くことを要求する。コントローラは初期と最終のイメージを比較し、それらが異なる場合、駆動電圧をディスプレイの種々のピクセルに印加し、その駆動電圧は、再書き込み（代わりに更新と呼ばれる）の最後に、最終イメージがディスプレイ上に形成されるように、ピクセルが光学状態における変化を受けるようにする。
【００４６】
しかしながら、前述の方法およびコントローラのほとんどにおいて、一旦更新が開始されると、更新が完了するまで、メモリはいかなる新しいイメージデータも受付けできないという意味で、更新動作は「アトミック」である。このことは、更新が達成されるまでコントローラはユーザ入力に応答しないので、たとえば、キーボードまたは同様なデータ入力装置を介してユーザ入力を受け付けるアプリケーションのためにディスプレイを使用することが要求されているとき、困難を引き起こす。二つの極限光学状態間の遷移が数百ミリ秒を要し得る電気泳動媒体に関して、この不応答期間は約８００ミリ秒～約１８００ミリ秒で変動し得、この期間の大部分は電気光学材料によって必要とされる更新サイクルに帰せられる。不応答期間の持続時間は、更新時間を増加させるいくつかの性能アーチフェクトを除去することによって、また電気光学材料の応答速度を向上することによって、減少し得るけれども、そのような技術のみでは、不応答期間を約５００ミリ秒以下に減少さ

せることはありそうにない。これでも、対話アプリケーション、たとえば、ユーザはユーザ入力に対して迅速な応答を期待する電子辞書において望ましい時間より長い。従って、不応答期間を減少したイメージ更新方法およびコントローラの必要がある。

【００４７】

本発明のこの側面は、不応答期間の持続時間を減少するために、非同期イメージ更新のコンセプトを利用する。（Ｚｈｏｕらによる論文、「Ｄｒｉｖｉｎｇ ａｎ Ａｃｔｉｖｅ Ｍａｔｒｉｘ Ｅｌｅｃｔｒｏｐｈｏｒｅｔｉｃ Ｄｉｓｐｌａｙ」，Ｐｒｏｃｅｅｄｉｎｇｓ ｏｆ ｔｈｅ ＳＩＤ ２００４による論文を見られたい）この論文に記述された方法は、コントローラの複雑さとメモリ要求におけるほんのわずかの増加で、不応答期間を、従来技術の方法およびコントローラと比較して最大６５パーセント減らすために、グレースケールイメージディスプレイ用に開発された構造を使用する。

【００４８】

最後に本発明は、駆動スキームを定義するために使用されるデータが特別な方法で圧縮される電子光学ディスプレイを駆動するための方法および装置に関する。前述のＭＥＤＥＯＤ出願は、使用される駆動スキーム（あるいは複数の駆動スキーム）を定義するデータは一つ以上のルックアップ表（「ＬＵＴ」）に記憶される電子光学ディスプレイを駆動するための方法および装置を記述する。そのようなＬＵＴは、もちろん、各駆動スキームの各波形のための波形を定義するデータを含まなければならず、単一の波形は、代表的には、複数バイトを必要とする。ＭＥＤＥＯＤ出願に記述されるように、ＬＵＴは、温度、湿度、媒体の動作時間などの係数の調整と共に、２つ以上の光学状態を考慮に入れるべきであり得る。従って、波形情報を保持するに必要なメモリ量は、重要であり得る。ディスプレイコントローラのコストを減らすため波形情報に割り当てられたメモリ量を減らすことが望ましい。ディスプレイコントローラまたはホストコンピュータに現実的に収容され得る簡単な圧縮スキームは、ディスプレイコントローラのコストを減らすことにおいて助けとなる。本発明は、電気光学ディスプレイに対して特にメリットがあるように見える簡単な圧縮スキームに関する。

【００４９】

従って、一つの側面において、本発明は、二つの極限光学状態を含む少なくとも三つの異なるグレーレベルを達成する能力のある少なくともひとつのピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動する方法を提供する。この方法は、ベース波形をピクセルに印加することを包含し、該ベース波形は、極限の光学状態の一つにまたはその近くにピクセルを駆動するのに十分な少なくとも一つのリセットパルスと、それに続く上記の一つの極限光学状態とは異なるグレーレベルにピクセルを駆動するに十分な少なくとも一つのセットパルスとを備えている。しかしながら、ベース波形は、次の少なくとも一つによって修正される。

（ａ）少なくとも一つの平衡パルスペアをベース波形に挿入すること
（ｂ）少なくとも一つの平衡パルスペアをベース波形から削除すること
（ｃ）ゼロ電圧の少なくとも一つの期間をベース波形に挿入すること

ここにおいて、「平衡パルスペア」は、平衡パルスペアの全インパルスが実質的に０になるような、一連の逆極性の二つのパルスを示す。

【００５０】

以下便宜上、本発明の方法は、本発明の「平衡パルスペアスライドショー」または「ＢＰＰＳＳ」方法という。そのような方法が、少なくとも一つの平衡パルスペア（「ＢＰＰ」）の挿入または削除によるベース波形の修正を含むとき、平衡パルスペアの二つのパルスは各々、定電圧であるが、逆極性であり、長さが等しい。ベース波形の修正が少なくとも一つのＢＰＰの削除を含むとき、該各削除されたＢＰＰによって占められるベース波形における期間は、ゼロ電圧の期間によって置き換えられ得る。代わりに、ベース波形の他のエレメントは、以前に該各削除されたＢＰＰによって占められた期間を占めるように時間的にシフトされ得、ゼロ電圧の期間は、該各削除されたＢＰＰによって占められた時点とは異なる時点で挿入され得る。

【００５１】
本発明のＢＰＰＳＳ方法の好適な形式において、ベース波形は、連続して、ピクセルをその極限光学状態の一つかまたはその近くに駆動するに十分な第一のリセットパルスと、ピクセルをその他の極限光学状態の一つにまたはその近くに駆動するに十分な第二のリセットパルスと、少なくとも一つのセットパルスとを備える。
【００５２】
ＢＰＰＳＳ方法は、電圧変調、パルス幅変調またはその両方が可能な駆動回路網を使用して実行され得る。しかしながら、Ｖが所定の駆動電圧であるとき、０、＋Ｖまたは－Ｖの電圧をピクセルに任意の時点に印加するトライレベル駆動スキームに対して特に有用であることが判明している。
【００５３】
下記の詳細に説明される理由によって、ＢＰＰＳＳ方法において、ベース波形に対する修正の合計数（挿入されたまたは削除された平衡パルスペア、およびゼロ電圧の挿入された期間の合計数）は、制限することが望ましい。一般に、修正のこの合計数は、６を越えず、望ましくは４を越えず、好適には２を越えない。
【００５４】
前述のＭＥＤＥＯＤ出願において討議されたように、本発明のＢＰＰＳＳ方法はＤＣ平衡であることが望ましく、できる限り、使用される駆動スキームの各個々の波形もＤＣ平衡であることが望ましい。
【００５５】
本発明のＢＰＰＳＳ方法は、上記に討議された任意のタイプの電気光学ディスプレイと共に使用し得る。従って、ディスプレイは、たとえば、回転二色メンバまたはエレクトロクロミック媒体を備え得る。代わりに、ディスプレイは、流体において複数の帯電した粒子であって、流体に電界が印加されると流体内を動く能力がある複数の粒子を備えた電気泳動電気光学媒体を備え得る。このタイプのディスプレイにおいて、流体は、気体または液体であり得る。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得る。
【００５６】
本発明は、ディスプレイコントローラ、特定用途向け集積回路または本発明のＢＰＰＳＳ方法を実行するように構成されたソフトウェアコードに拡張し得る。
【００５７】
別の側面において、本発明は、複数のピクセルであって、各ピクセルが二つの極限光学状態を含む４つの異なるグレーレベルを達成する能力がある複数のピクセル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、この方法は、各ピクセルに波形を印加することを包含し、該波形は、極限の光学状態の一つにまたはその近くにピクセルを駆動するのに十分なリセットパルスと、それに続く上記の一つの極限光学状態とは異なる最終グレーレベルにピクセルを駆動するに十分なセットパルスとを備えている。この場合、リセットパルスは、該セットパルスの直前のディスプレイ上のイメージが実質的に、セットパルスに続く最終イメージの逆モノクロ投影であるように、選ばれる。
【００５８】
以下便宜上、本発明のこの方法は、本発明の「逆モノクロ投影」または「ＩＭＰ」方法という。下記にさらに詳しく説明されるように、グレースケールイメージのモノクロ投影は、投影であり、その投影において、グレースケールイメージにおけるすべてのピクセルであって、一つの極限光学状態、または所定の閾値（たとえば、白または薄いグレーピクセル）よりその極限光学状態に近いグレー状態にあるピクセルは、その極限光学状態（たとえば、白）またはそれに近い状態に変更され、一方、逆極限光学状態または所定の閾値（たとえば、黒または濃いグレーピクセル）よりその逆極限光学状態に近いグレー状態にあるピクセルは、その逆極限光学状態（たとえば、黒）またはそれに近い状態に変更される。逆モノクロ投影は、モノクロ投影の反対である。
【００５９】

本発明のＩＭＰ方法の好適な形式において、波形が各ピクセルに印加され、該波形は、各ピクセルをその極限光学状態の一つにまたはその近くに駆動するに十分な第一のリセットパルスと、各ピクセルをもう一方の極限光学状態の一つにまたはその近くに駆動するに十分な第二のリセットパルスと、セットパルスとを備えており、第一のリセットパルスは、第二のリセットパルスの直前のディスプレイ上のイメージが実質的に、セットパルスに続く最終イメージのモノクロ投影であるように、選ばれる。

【００６０】

ＩＭＰ方法において、波形は以下によって修正され得る。

（ａ）少なくとも一つの平衡パルスペアを波形に挿入すること

（ｂ）少なくとも一つの平衡パルスペアを波形から削除すること

（ｃ）ゼロ電圧の少なくとも一つの期間を波形に挿入すること

「平衡パルスペア」は、上記に定義されたとおりである。そのような修正された波形において、平衡パルスペアの二つのパルスは各々、定電圧であり得るが、逆極性で、長さが等しい。ベース波形の修正が少なくとも一つのＢＰＰの削除を含むとき、各削除されたＢＰＰによって占められるベース波形における期間は、ゼロ電圧の期間によって置き換えられ得る。代わりに、ベース波形の他のエレメントは、以前に該各削除されたＢＰＰによって占められた期間を占めるように時間的にシフトされ得、ゼロ電圧の期間は、該各削除されたＢＰＰによって占められた時点とは異なる時点で挿入され得る。

【００６１】

ＢＰＰＳＳ方法に関するように、本発明のＩＭＰ方法は、電圧変調、パルス幅変調またはその両方が可能な駆動回路網を使用して実行され得る。しかしながら、ＩＭＰ方法は、Ｖが所定の駆動電圧であるとき、０、＋Ｖまたは－Ｖの電圧をピクセルに任意の時点に印加するトライレベル駆動スキームに対して特に有用であることが判明している。また、ＢＰＰＳＳ方法に関するように、ＩＭＰ方法は、上記に討議された電気光学ディスプレイの任意のタイプと共に使用し得る。従って、たとえば、ディスプレイは、回転二色メンバまたはエレクトロクロミック媒体を備え得る。代わりに、ディスプレイは、流体において複数の帯電した粒子であって、流体に電界が印加されたとき流体内を動く能力がある複数の粒子を備えた電気泳動電気光学媒体を備え得る。このタイプのディスプレイにおいて、流体は、気体または液体であり得る。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得る。

【００６２】

本発明は、ディスプレイコントローラ、特定用途向け集積回路または本発明のＩＭＰ方法を実行するように構成されたソフトウェアコードに拡張し得る。

【００６３】

別の側面において、本発明は、少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成する能力がある少なくとも一つのピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動する方法を提供する。少なくとも二つの異なる波形は、遷移が開始される状態におけるピクセルの休止時間の持続時間による、特定のグレーレベル間における同じ遷移に使用され、これらの二つの波形は、以下の少なくとも一つによって互いに異なる。

（ａ）少なくとも一つの平衡パルスペアを挿入すること

（ｂ）少なくとも一つの平衡パルスペアを削除すること

（ｃ）ゼロ電圧の少なくとも一つの期間を挿入すること

ここにおいて、「平衡パルスペア」は、上記に定義されたとおりである。

【００６４】

以下便宜上、本発明のこの方法は、本発明の「休止時間補償平衡パルスペア」または「ＤＴＣＢＰＰ」方法という。そのような方法において、駆動スキーム全体は非常に望ましくＤＣ平衡であり、好適には、すべての波形はそれら自身ＤＣ平衡である。そのような方法が少なくとも１つのＢＰＰの挿入あるいは削除によってベース波形の修正を含むとき、平衡パルスペアの二つのパルスは、各々定電圧であるが逆極性であり、長さが等しい。ベース波形の修正が少なくとも一つのＢＰＰの削除を含むとき、該各削除されたＢＰＰによ

って占められるベース波形における期間は、ゼロ電圧の期間によって置き換えられ得る。代わりに、ベース波形の他のエレメントは、以前に該各削除されたＢＰＰによって占められた期間を占めるように時間的にシフトされ得、ゼロ電圧の期間は、該各削除されたＢＰＰによって占められた時点とは異なる時点で挿入され得る。

【００６５】

ＢＰＰＳＳおよびＩＭＰ方法に関するように、本発明のＤＴＣＢＰＰ方法は、電圧変調、パルス幅変調またはその両方が可能な駆動回路網を使用して実行され得る。しかしながら、ＤＴＣＢＰＰ方法は、Ｖが所定の駆動電圧であるとき、０、＋Ｖまたは－Ｖの電圧をピクセルに任意の時点に印加するトライレベル駆動スキームに対して特に有用であることが判明している。下記の詳細に説明される理由によって、ＤＴＣＢＰＰ方法において、ベース波形に対する修正の合計数（すなわち、挿入または削除された平衡パルスペアおよびゼロ電圧の挿入された期間の合計数）を、制限することが望ましい。一般に、修正のこの合計数は、６を越えず、望ましくは４を越えず、好適には２を越えない。

【００６６】

また、ＢＰＰＳＳおよびＩＭＰ方法に関するように、ＤＴＣＢＰＰ方法は、上記に討議された電気光学ディスプレイの任意のタイプと共に使用し得る。従って、たとえばディスプレイは、回転二色メンバまたはエレクトロクロミック媒体を備え得る。代わりに、ディスプレイは、流体において複数の帯電した粒子であって、流体に電界が印加されたとき流体内を動く能力がある粒子を備えた電気泳動電気光学媒体を備え得る。このタイプのディスプレイにおいて、流体は、気体または液体であり得る。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得る。

【００６７】

本発明は、ディスプレイコントローラ、特定用途向け集積回路、または本発明のＤＴＣＢＰＰ方法を実行するように構成されたソフトウェアコードに拡張し得る。

【００６８】

別の側面において、本発明は、電気光学ディスプレイが更新されるとき、不応答期間を減らす二つの関連方法を提供する。これらの方法の第一は、複数のピクセルを有し、それらのピクセルの各々は少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成する能力がある、電気光学ディスプレイを駆動するときに使用するためであり、その方法は、以下を備える。

（ａ）該ディスプレイの各ピクセルの要求される最終状態を定義するデータを受け取るように構成された最終データバッファを提供すること

（ｂ）該ディスプレイの各ピクセルの初期状態を定義するデータを記憶するように構成された初期データバッファを提供すること

（ｃ）該ディスプレイの各ピクセルのターゲット状態を定義するデータを記憶するように構成されたターゲットデータバッファを提供すること

（ｄ）該初期データバッファにおけるデータと最終データバッファにおけるデータとが異なる時を決定し、そのような相違が判明したとき、ターゲットデータにおける値を以下の方法によって更新する。（ｉ）初期データバッファと最終データバッファとが特定のピクセルに対して同じ値を含むとき、ターゲットデータバッファをこの値に設定し、（ｉｉ）初期データバッファが特定のピクセルに対し最終データバッファより大きい値を含むとき、ターゲットデータバッファを、初期データバッファの値にインクリメントをプラスした値に設定し、および（ｉｉｉ）初期データバッファが特定のピクセルに対し最終データバッファより小さい値を含むとき、ターゲットデータバッファを、初期データバッファの値に上記インクリメントをマイナスした値に設定すること

（ｅ）ディスプレイ上のイメージを、各ピクセルの初期状態と最終状態のそれぞれとして初期データバッファにおけるデータとターゲットデータバッファにおけるデータとを使用して更新すること

（ｆ）ステップ（ｅ）後、ターゲットデータバッファからのデータを初期データバッファにコピーすること

（ｇ）初期データバッファと最終データバッファとが同じデータを含むまで、（ｄ）～（

ｆ）のステップを繰り返すこと
これら二つの方法の第二は、複数のピクセルであって、それらのピクセルの各々は少なくとも三つの異なるグレーレベルを達成する能力がある複数のピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動するときに使用するものであり、その方法は、以下を備える。
（ａ）該ディスプレイの各ピクセルの要求される最終状態を定義するデータを受け取るように構成された最終データバッファを提供すること
（ｂ）該ディスプレイの各ピクセルの初期状態を定義するデータを記憶するように構成された初期データバッファを提供すること
（ｃ）ディスプレイの各ピクセルのターゲット状態を定義するデータを記憶するように構成されたターゲットデータバッファを提供すること
（ｄ）ディスプレイの各ピクセルに対する極性ビットを記憶するように構成された極性ビットアレイを提供すること
（ｅ）初期データバッファにおけるデータと最終データバッファにおけるデータとが異なる時を決定し、そのような差異が判明したとき、極性ビットアレイにおける値とターゲットデータバッファにおける値とを以下の方法によって更新する。（ｉ）初期データバッファと最終データバッファとにおける特定のピクセルに対する値が異なり、初期データバッファにおける値がピクセルの極限の光学状態を表すとき、ピクセルに対する極性ビットを逆極限光学状態への遷移を表す値に設定し、（ｉｉ）初期データバッファと最終データバッファとにおける、特定のピクセルに対する値が異なるとき、ターゲットデータバッファを、極性ビットアレイにおける関連値に応じて、初期データバッファの値にインクリメントをプラスまたはマイナスした値に設定すること
（ｆ）各ピクセルの初期状態と最終状態のそれぞれとして初期データバッファにおける値とターゲットデータバッファにおける値とを使用して、ディスプレイ上のイメージを更新すること
（ｇ）ステップ（ｆ）後、ターゲットデータバッファからのデータを初期データバッファにコピーすること
（ｈ）初期データバッファと最終データバッファとが同じデータを含むまで、（ｅ）～（ｇ）のステップを繰り返すこと
以下便宜上、本発明のこれらの二つの関連した方法は、本発明の「ターゲットバッファ」または「ＴＢ」方法という。この二つの方法を区別するのが望ましいとき、前者は「非極性ターゲットバッファ」または「ＮＰＢＴ」方法といい、後者は、「極性ターゲットバッファ」または「ＰＴＢ」方法といい得る。この発明は、ディスプレイコントローラ、特定用途向け集積回路、または本発明のＴＢ方法を実行するように構成されたソフトウェアに拡張する。

【００６９】
最後に、この方法は、電気光学ディスプレイを駆動するために記憶する必要があるデータ量を減らす方法を提供する。従って、この発明は、複数のピクセルであって、それらのピクセルの各々は少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成する能力がある複数のピクセル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、その方法は、以下を備える。

【００７０】
グレーレベル間のピクセルによる特定遷移時に印加されるべき一連の電圧を定義するベース波形を記憶すること
増倍率を記憶すること
該一連の電圧を、該増倍率によって決まる期間の間上記ピクセルに印加することによって、上記特定の遷移を達成すること
以下便宜上、この方法は、本発明の「波形圧縮」または「ＷＣ」方法という。

【発明を実施するための最良の形態】

【００７１】
前述の要約から、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

を駆動する多数の異なる方法、およびそのような方法を実行するように適合された装置およびソフトウェアを提供することがわかる。本発明の種々の方法は、主として別に以下に記述されるが、単一の電気光学ディスプレイ、またはそのコンポーネントは、本発明の二つ以上の側面を使用し得ることは理解されるべきである。たとえば、単一電気光学ディスプレイは、本発明のＢＰＰＳＳ側面とＩＭＰ側面とＤＴＣＢＰＰ側面とを利用し得る。また、平衡パルスペアの好適な形式は、そのようなパルスペアを利用する本発明のすべての側面に共通であり、そのようなパルスペアのサイズ、およびそのようなペア、および／またはゼロ電圧の期間の挿入または削除を提供するために波形の長さを調整する方法に対する好適な制限がそうであることにも注意すべきである。最後に、前述のＭＥＤＥＯＤ出願および下記に討議されるように、ＤＣ平衡駆動スキームおよびＤＣ平衡波形の望ましいものは、本発明のすべての側面にも共通であることに注意すべきである。

セクションＡ：平衡パルスペアスライドショー方法および装置

既に述べられているように、本発明のＢＰＰＳＳ方法は、二つの極限光学状態を含む少なくとも三つの異なるグレーレベルを達成する能力がある少なくとも一つのピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動する方法である。この方法は、ベース波形をピクセルに印加することを包含し、該ベース波形は、極限の光学状態の一つにまたはその近くにピクセルを駆動するのに十分な少なくとも一つのリセットパルスと、それに続く上記の一つの極限光学状態とは異なる最終グレーレベルにピクセルを駆動するに十分な少なくとも一つのセットパルスとを含み、ベース波形は以下の少なくとも一つによって修正される。

（ａ）少なくとも一つの平衡パルスペアをベース波形に挿入すること

（ｂ）少なくとも一つの平衡パルスペアをベース波形から削除すること

（ｃ）ゼロ電圧の少なくとも一つの期間をベース波形に挿入すること

また、既に述べられているように、「平衡パルスペア」という術語は、平衡パルスペアの全インパルスが実質的に０になるような、一連の逆極性の二つのパルスを示す。ＢＰＰＳＳの好適な形式において、平衡パルスペアの二つのパルスは、各々定電圧であるが、逆極性であり、長さが等しい。「ベース波形エレメント」または「ＢＷＥ」という術語は、以下に、ベース波形の任意のリセットまたはセットパルスをいうために使用され得る。平衡パルスペアおよび／またはゼロ電圧期間（以下「ギャップ」と呼ばれ得る）の挿入は、単一ベースエレメント内または二つの連続する波形エレメント間において達成し得る。これらのすべての修正は、波形のネットインパルスに影響しないという特性を有し、ネットインパルスは、波形の持続時間に対し積分された波形電圧曲線の積分を意味する。平衡パルスペアおよびゼロ電圧休止は、もちろんゼロネットインパルスを有する。ＢＰＰのパルスは、代表的には、互いに隣接して挿入されるけれども、これは本質的ではなく、二つのパルスは離れた場所に挿入され得る。

【００７２】

ＢＰＰＳＳ方法に従うベース波形の修正が少なくとも一つのＢＰＰの削除を含む場合、該各削除されたＢＰＰによって以前に占められた期間は、ゼロ電圧の期間としてそのままにされ得る。代わりに、この期間は、時間的に早く、後の波形エレメントのいくつかまたはすべてを動かすことによって「閉鎖」され得るが、この場合、波形の全長が維持されることを確実にするために、波形のある後の段階に、代表的にはその最後の段階に、ゼロ電圧の期間を波形に挿入することが通常必要である。理由は、ディスプレイのすべてのピクセルは、同じ長さの波形で駆動されることを確実にすることが通常必要であるからである。もちろん代わりに、波形の早い段階、代表的には波形の開始時に、ゼロ電圧の期間を挿入すると共に、時間的に後に、より早い波形エレメントのいくつかまたはすべてを動かすことによって、期間は「閉鎖」され得る。

【００７３】

既に示されるように、本発明のＢＰＰＳＳ波形は、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されるベーススライドショー波形の修正である。上記に討議されたように、スライドショー波形は、ピクセルを一つの極限光学状態（光学レール）に、あるいは少なくともその近くに動かす一つ以上のリセットパルスを備え、波形が二つ以上のリセットパルスを含む

場合、第１の後の各リセットパルスは、ピクセルを逆の極限光学状態に動かし、従って、実質的に全光学範囲をトラバースする。（たとえば、ディスプレイが（たとえば）４～４０パーセントの反射率の範囲を有する電気光学媒体を使用する場合、第１の後の各リセットパルスは、ピクセルを８～３５パーセント反射率でトラバースさせる。）二つ以上のリセットパルスが使用された場合、連続するリセットパルスは、もちろん逆極性でなければならない。

【００７４】

スライドショー波形は、ピクセルを、最後のリセットパルスによってピクセルがそのままとされていた極限の光学状態からピクセルの所望の最終グレーレベルへ、ピクセルを駆動するセットパルスをさらに備える。この所望の最終グレーレベルが極限光学状態の一つで、最後のリセットパルスがピクセルをこの所望の極限光学状態のままにするとき、セットパルスはゼロ持続時間であり得る。同様に、スライドショー波形の印加の前のピクセルの初期状態が極限状態の一つにある場合、第１リセットパルスは、ゼロ持続時間であり得る。

【００７５】

本発明の好適なＢＰＰＳＳ波形は、添付図面を参照した例示のみであるが、ここで記述される。

【００７６】

添付図面の図２Ａおよび２Ｂは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されるタイプの従来技術（ベース）スライドショー駆動スキームにおける二つの異なる遷移に使用される波形を示す。このスライドショー駆動スキームは、各遷移に対して三つのリセットパルスを使用する。図２Ｃおよび図２Ｄは、図２Ａおよび２Ｂの波形がそれぞれ印加されるピクセルの光学状態（反射率）における時間に対する対応する変動を示す。前述のＭＥＤＥＯＤ出願において使用される規則に従って、図２Ｃおよび２Ｄは、下の水平線は黒の極限光学状態、上の水平線は白の極限光学状態、その中間レベルはグレー状態を表すように、描かれる。波形のリセットおよびセットパルスの開始と終了は、図２Ａおよび２Ｂにおいて破線で示され、種々のＢＷＥ（すなわちリセットおよびセットパルス）は、１０以下の等しい長さのパルスから構成されるものとして示される。ただし、一般に、ＢＷＥはより任意の長さであり得、等しい長さのパルスのシリーズから構成される場合、１０を越えるそのようなパルスが通常、最大長のＢＷＥに使用される。

【００７７】

図２Ａおよび２Ｃに示されるベース波形（全体に１００と示される）は、白から白への遷移（すなわち、ピクセルの初期および最終状態の両方が白の極限状態である「遷移」）を達成する。波形１００は、ピクセルをその黒の極限光学状態に駆動する第１ネガティブ（すなわち黒行き）リセットパルス１０２と、ピクセルをその白の極限光学状態に駆動する第２のポジティブ（白行き）リセットパルス１０４と、ピクセルをその黒の極限光学状態に駆動する第３のネガティブ（黒行き）リセットパルス１０６と、ピクセルをその白の極限光学状態に駆動するセットパルス１０８と、を備える。４つのパルス１０２、１０４、１０６、および１０８の各々は、最大１０単位の持続時間を有する。（「持続時間の単位」と頻繁にいうわずらわしさを避けるために、これらの単位は以下に、「時間単位」または「ＴＵ」という。）

図２Ｂおよび２Ｄは、図２Ａおよび２Ｃの場合と同じ３リセットパルス駆動スキームを使用する、暗いグレーから明るいグレーへの遷移の波形（全体に１５０と示される）を示す。波形１５０は、第１のリセットパルス１５２を備え、そのリセットパルスは波形１００の第１リセットパルス１０２のように、ネガティブで黒行きである。しかしながら、波形１５０が使用される遷移は、暗いグレーレベルから開始するので、第１リセットパルス１５２の持続時間（４つのＴＵとして示される）はリセットパルス１０２の持続時間より短い。理由は、より短い第１リセットパルスが、第１リセットパルスの最後にピクセルをその黒の極限光学状態にするのに必要であるからである。第１リセットパルス１５２の残りの６つのＴＵの間に、ゼロ電圧がピクセルに印加される。（図２Ｂおよび２Ｄは、関連

期間の最後に負電圧の４つのＴＵを有する第１リセットパルス１５２を示すが、これは任意で、負電圧およびゼロ電圧の期間は、要求されるように配置され得る。）

波形１５０の第２および第３リセットパルス１０４および１０６は、波形１００の対応するパルスと同一である。波形１５０のセットパルス１５８は、波形１００のセットパルス１０８のように、ポジティブで白行きである。しかしながら、波形１５０が使用される遷移は明るいグレーレベルで終了するので、セットパルス１５８の持続時間（７つのＴＵとして示される）はセットパルス１０８の持続時間より短い。理由は、ピクセルをその最終の明るいグレーレベルにするのに、より短いセットパルスが必要であるからである。セットパルス１５８の残りの３つのＴＵの間に、ゼロ電圧がピクセルに印加される。（再び、セットパルス１５８内の正電圧およびゼロ電圧の期間の分配は任意で、期間は要求されるように配置され得る。）

前述から、図２Ａ～２Ｄに示される従来技術のスライドショー駆動スキームにおいて、第１のリセットパルスおよびセットパルスの持続時間は、ピクセルの初期および最終状態に従ってそれぞれ変動し、ある場合において、これらのパルスの一つまたは両方はゼロ持続時間であり得る。たとえば、図２Ａ～２Ｄの駆動スキームにおいて、黒から黒への遷移は、ゼロ持続時間の第１リセットパルスを有し得（理由は、ピクセルは、第１リセットパルス１０２および１５２の終端に到達した黒の極限光学状態に既にあるからである）、ゼロ持続時間のセットパルスを有し得る（理由は、第３リセットパルス１０６の終端において、ピクセルは、既に要求される極限黒光学状態にあるからである）。

【００７８】

一般に、ディスプレイが迅速に再書き込みできるように、波形全体の持続時間をできるだけ短く保つことが望ましい。これは、ユーザは新しいイメージを迅速に表示するディスプレイを好むという明らかな理由のためである。各リセットパルスは実質的な期間を占有するので、リセットパルス数を、ディスプレイによって許容可能なグレースケール性能に一致する最小数に減らすことが望ましく、一般に、一つか二つのリセットパルススライドショー駆動スキームが好適である。添付図面の図３Ａおよび３Ｂは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されたタイプの２リセットパルス従来技術スライドショー駆動スキームにおける二つの異なる遷移の波形を示す。

【００７９】

図３Ａは、ピクセルをその初期白状態から黒へ駆動するリセットパルス２０２と、ピクセルを黒から明るいグレーに駆動するセットパルス２０８（図２Ｂのパルス１５８と同一）とを備える白から明るいグレーへの単一リセットパルス波形（全体に２００と示される）を示す。波形２００は、単一のリセットパルスのみを使用するけれども、そのリセットパルスは、図３Ａの左側ゼロ電圧の期間によって表示されるように、ゼロ持続時間の第１リセットパルスを有する２リセットパルススライドショー駆動スキームの一部であることを理解されたい。

【００８０】

図３Ｂは、ピクセルをその初期黒状態から白へ駆動する第１リセットパルス２５２と、ピクセルを白から黒に駆動する第２リセットパルス２５４と、ピクセルを黒から明るいグレーに駆動する、図３Ａのリセットパルスと同一のセットパルス２０８とを備える、黒から明るいグレーへの２リセットパルス波形（全体に２５０と示される）を示す。

【００８１】

既に述べられているように、本発明のＢＰＰＳＳ波形は、少なくとも一つの平衡パルスペアをベース波形へ挿入すること、少なくとも一つの平衡バランスペアをベース波形から削除すること、またはゼロ電圧の少なくとも一つの期間をベース波形に挿入することによって、図２Ａ、２Ｂ、３Ａおよび３Ｂに示される波形などのベーススライドショー波形から発生する。ＢＰＰの削除の場合、その結果生じるギャップは、閉鎖かまたはゼロ電圧の期間として残されるかのどちらかであり得る。これらの修正の組み合わせが使用し得る。

【００８２】

図４Ａ～４Ｃは、本発明のＢＰＰＳＳ波形における使用のための好適な平衡パルスペア

を示す。図４Ａに示されるＢＰＰ（全体に３００と示される）は、定電圧のネガティブパルス３０２、その直後に続く、パルス３０２と同じ持続時間および電圧であるが、逆極性であるポジティブパルス３０４とを備える。ＢＰＰ３００はゼロネットインパルスをピクセルに印加することは明らかである。図４Ｂに示されるＢＰＰ（全体に３１０と示される）は、パルスの順序が逆であること以外はＢＰＰ３００と同一である。図４Ｃに示されるＢＰＰ（全体に３２０と示される）は、ポジティブパルス３０４とネガティブパルス３０２との間にゼロ電圧の期間３２２を導入することによってＢＰＰ３１０から引き出される。

【００８３】

図５Ａ～５Ｄは、本発明に従うＢＰＰによるベース２リセットパルススライドショー波形の修正を示す。図５Ａは、白から明るいグレーへの遷移に使用されるベース波形（全体に４００と示される）を示す。波形４００は、リセットパルスの順序が逆である点は除き、図３Ｂに示される波形２５０と一般に同様である。従って、波形４００は、１６ＴＵネガティブ黒行き第１リセットパルス４０２（これはピクセルをその元の白状態からその黒極限光学状態へ駆動する）と、１６ＴＵポジティブ白行き第２リセットパルス４０４（これはピクセルをその黒極限光学状態からその白極限光学状態へ駆動する）と、ピクセルをその白極限光学状態から要求される最終の明るいグレー状態へ駆動する３ＴＵネガティブ黒行きセットパルス４０８とを備える。

【００８４】

図５Ｂは、図４ＢのＢＰＰを、第２リセットパルス４０４とそのセットパルス４０８との間の図５Ａの波形４００に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に４２０と示される）を示す。図５Ｂからわかるように、この挿入の効果は、ＢＰＰのポジティブパルス３０４は第２のリセットパルス４０４を１７ＴＵに延ばし、一方ＢＰＰのネガティブパルス３０２はセットパルス４０８を４ＴＵに延ばす。

【００８５】

図５Ｃは、図４ＣのＢＰＰをセットパルス４０８の後の図５Ａの波形４００に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に４４０と示される）を示す。

【００８６】

図５Ｄは、図５Ｂに示される波形４２０の更なる修正によって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に４６０と示される）を示す。波形４６０は、第１リセットパルス４０２と第２リセットパルス４０４との間にそれぞれ挿入された第２ＢＰＰ３０４’，３０２’を有し、この第２ＢＰＰは、両方のパルスの持続時間は２倍になること以外は、ＢＰＰ３０４，３０２と同様である。

【００８７】

上述され、また図５Ｄに示されているように、本発明のＢＰＰＳＳ波形は、複数のＢＰＰ、削除、休止、およびそれらの組み合わせ（以下総称的に「追加波形エレメント」または「ＡＷＥ」という）を含み得る。しかしながら、波形によって生成される最終グレーレベルの制御における要求される精度に一致した、最少数のＡＷＥを使用することが、一般に好適である。ＢＰＰおよび休止の両方は波形を長くし、いくつかのそのようなＢＰＰおよび／または休止の結合は、ディスプレイの再書き込みに必要な期間の望ましくない延長を必要とし得る。たとえば、図５Ｄの波形４６０は短い３ＴＵセットパルス４０８のみを使用するが、波形４６０は、ディスプレイの更新用の全期間を占有し（図５Ｄにおける垂直破線間の期間）、任意のさらなるＢＰＰまたは休止の導入は、この期間を延長することを必要とする。従って、本発明の修正波形の全長は、望ましくは対応するベース波形の長さを越えず、このベース波形では、セットパルスの持続時間は、ピクセルを一つの極限光学状態からもう一方の極限状態に駆動するに十分である。多くの場合において（もちろん、ディスプレイにおいて使用される正確な電気光学媒体および駆動電子回路のその他の特性により）、グレーレベルの良い制御は、多くて二つのＡＷＥを備える波形で達成し得、他の場合多くて４つ以下で、普通は多くて６つのＡＷＥが必要とされ得るが、ＡＷＥにおける任意のさらなる増加は一般に望ましくない。

【００８８】
図６Ａ～６Ｄは、本発明に従ったＢＰＰの削除によるベース２リセットパルス波形の修正を示す。比較の目的のために、図６Ａは、図５Ａと同じ波形４００を示す。波形４００は、セットパルス４０８の終了後に７ＴＵを終了することとみなされる。理由は、図６Ａは、図２Ａ、２Ｂ、３Ａおよび３Ｂにおいて、印加された電圧の１０ＴＵは、ピクセルを完全にその極限光学状態間で駆動するために必要であり、その結果、同じ駆動スキームのその他の波形において、セットパルス４０８を最大１０ＴＵまで延ばすことが必要であると考えられるからである。図６Ｂは、波形４００からＢＰＰを削除することによって生成される本発明の修正ＢＰＰＳＳ波形（全体に５２０と示される）を示し、そのＢＰＰは、第１のリセットパルス４０２の最後の２ＴＵと、第２のリセットパルス４０４の最初の２ＴＵとを備え、修正された１４ＴＵ第１リセットパルス４０２’および修正された１４ＴＵ第２リセットパルス４０４’を４つのＴＵ休止５２２によって分離された状態にし、その期間、ゼロ電圧がピクセルに印加される。

【００８９】
図６Ｃは、図６Ａの波形４００の交互の修正によって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に５４０と示される）を示す。波形５４０は、波形４００から第２リセットパルス４０４の最後のＴＵおよびセットパルス４０８の最初のＴＵを備えるＢＰＰを削除し、時間的に後に２ＴＵだけ第１および第２リセットパルスを動かすことによって、削除されたＢＰＰによって初めに占有された期間を「閉鎖」することによって、生成される。従って、波形５４０は、２ＴＵ休止５４４、１６ＴＵ第１リセットパルス４０２、１５ＴＵ第２リセットパルス４０４“、および２ＴＵセットパルス４０８’を備える。セットパルス４０８’は、ベース波形４００のセットパルス４０８と全く同じ時間に、波形の終了前に７ＴＵを終了することに注意されたい。

【００９０】
図６Ｄは、図６Ａの波形４００の更なる修正によって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に５６０と示される）を示す。波形５６０は、波形４００から、第１リセットパルス４０２の最後の２ＴＵおよび第２リセットパルス４０４の最初の２ＴＵを備えるＢＰＰを削除し、時間的に４ＴＵだけ早くなるよう第２リセットリセットパルスおよびセットパルスを動かすことによって、削除されたＢＰＰによって初めに占有された期間を「閉鎖」することによって、生成される。従って、波形５６０は、１４ＴＵ第１リセットパルス４０２’（図５Ｂのリセットパルスと同一）と、１４ＴＵ第２リセットパルス４０４’（タイミングを除き図５Ｂにおけるリセットパルスと同一）と、３ＴＵ休止４０８とを備える。第２リセットパルス４０４’およびセットパルス４０８のシフトのために、セットパルス４０８に続くゼロ電圧の最終期間５６２は、７から１１ＴＵに拡張されることに注意されたい。

【００９１】
これまで討議された好適なＢＰＰＳＳ波形修正は、連続するベース波形エレメント間またはベース波形の最後におけるＢＰＰの挿入または削除を伴う。しかしながら、本発明のＢＰＰＳＳ側面は、そのような修正に限定されず、図７Ａおよび７Ｂを参照して示されるように、ＢＰＰが単一のＢＷＥ内に挿入される修正に拡張される。図７Ａは、第１リセットパルス４０２と第２リセットパルス４０４との間に、ポジティブパルスとネガティブパルスの順序が逆となること以外は図５Ｄに示すものと同様なＢＰＰ３０２’，３０４’を挿入することによるベース波形４００（図５Ａまたは６Ａ）を修正することによって、生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形６２０を示す。図７Ｂはまた、ＢＰＰ３０２’、３０４’を挿入することによるベース波形４００を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形６４０を示すが、波形６４０において、ＢＰＰ３０２’，３０４’は第２リセットパルス４０４の中点に挿入され、従ってこのパルスを二つの別々のセクション４０４Ａおよび４０４Ｂに分割する。従って、波形６４０は、連続して、１６ＴＵ第１リセットパルス４０２（波形４００のリセットパルスと同一）、８ＴＵパルス４０４Ａ、第２リセットパルスの第１セクション、ＢＰＰ３０２’，３０４’、８ＴＵパルス４０

４Ｂ、第２リセットパルスの第２セクション、および３ＴＵリセットパルス４０８（波形４００のリセットパルスと同一）を備える。

【００９２】

既に述べられているように、本発明のＢＰＰＳＳ側面は、ベース波形へのＢＰＰの挿入または削除のみならず、休止（ゼロ電圧の期間）のベース波形への挿入をも含み、休止のそのような挿入はここで図８Ａ～８Ｄを参照して示される。比較のため、図８Ａは、図５Ａおよび６Ａと同じベース波形４００を示す。図８Ｂは、第２リセットパルス４０４とセットパルス４０８との間のベース波形４００に２ＴＵ休止７２２を導入することによって生成される本発明の修正ＢＰＰＳＳ波形（全体に７２０と示される）を示す。休止７２２の挿入は、セットパルス４０８に続くゼロ電圧の期間の長さを７ＴＵから５ＴＵに必然的に減らすことに注意すべきである。

【００９３】

図８Ｃは、第２リセットパルス４０４の第１の１２ＴＵ後に２ＴＵ休止が挿入され、従って、この第２のリセットパルスを第１セクション４０４Ｃと第２セクション４０４Ｄに分割すること以外は波形７２０と一般に同様である本発明の別のＢＰＰＳＳ波形（全体に７４０と示される）を示す。従って、波形７４０は、連続して、１６ＴＵ第１リセットパルス４０２（波形４００のリセットパルスと同一）、１２ＴＵパルス４０４Ｃ、第２リセットパルスの第１セクション、２ＴＵ休止７２２’、４ＴＵパルス４０４Ｄ、第２リセットパルスの第２セクション、および３ＴＵリセットパルス４０８（波形４００のリセットパルス）を備える。

【００９４】

図８Ｄは、２ＴＵ休止をベース波形４００に挿入することによって再び生成する本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に７６０として示される）を示す。しかしながら、波形７６０において、休止７２２”は、第１リセットパルス４０２の前に挿入される。従って、波形７６０は、連続して、休止７２２”、第１リセットパルス４０２、第２リセットパルス４０４およびセットパルス４０８を備え、最後の三つのエレメントはすべて、ベース波形４００の対応するエレメントと同一である。

【００９５】

既に示されているように、本発明によって提供されるＢＰＰＳＳ波形は、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のグレーレベル性能の改善に有用である。本発明のＢＰＰＳＳ波形は、そのような改善されたグレーレベル性能を達成し得、一方ディスプレイの長期ＤＣ平衡をなおも保つ。（前述のＭＥＤＥＯＤ出願において詳細に討議された理由のために、ピクセルが駆動される一連の光学状態に関わらず、所定のピクセルについて時間に対する印加された電圧の積分は制限されるという意味で、少なくともいくつかの電気光学ディスプレイを駆動するために使用される駆動スキームはＤＣ平衡であることは重要である）。ピクセルの最終グレーレベルは、本発明のＢＰＰＳＳ側面に従って、ＢＰＰの挿入または削除、および／または休止の挿入によって調整され得ることが判明している。また、ピクセルの最終グレーレベルは、ＢＰＰの挿入または削除、および／または休止の挿入が達成される位置によって影響されることも判明している。一般に、最終グレーレベルの良い制御は、隣接するＢＷＥ間にＢＰＰを挿入することによって達成され得るが、図７Ｂに示されるように、最終グレーレベルの「同調性」の程度を変更するために、ＢＰＰは単一ＢＷＥ内に挿入し得る。たとえば、二つのリセットパルス間に加えられたＢＰＰが、最終グレーレベルの十分に細かい同調性を提供しない場合、ＢＰＰをＢＷＥの中間点に動かすことによって、最終グレーレベルのより細かい微調整を提供し得る。

【００９６】

たとえば、図５Ｂの波形４２０は、通常、図５Ａの対応するベース波形４００によって生成されるグレーレベルよりわずかに暗いグレーレベルを生成する。理由は、ＢＰＰ３０４，３０２のパルス３０４は、ピクセルのグレーレベルにほとんどまたは全く影響しないためであり、これは、このグレーレベルは、第２リセットパルス４０４の最後で白極限光学状態であり、一方パルス３０２は、セットパルス４０８を効果的に長くすることによっ

て、最終グレーレベルを白極限光学状態からいくらか遠くになるようにする（すなわち、わずかに色が暗くなる）からである。対照的に、図６Ｃに示された波形５４０は、通常、図６Ａの対応するベース波形４００によって生成されるグレーレベルよりわずかに明るいグレーレベルを生成する。図５Ａ、６Ａおよび６Ｃは、示された電圧を１０ＴＵ（上記の）に対して印加することによってピクセルがその極限光学状態間をシフトし得るという想定に基づいているので、ベース波形４００の１６ＴＵ第２リセットパルス４０４は、ピクセルを白光学レール（白極限光学状態）へ実質的に「過剰駆動」する、すなわち、第２リセットパルス４０４は、ピクセルがその極限の白光学状態に既に到達した後も実質的な期間の間継続する。従って、波形５４０の１５ＴＵ第２リセットパルス４０４”を生成するために、１６ＴＵ第２リセットパルス４０４を１ＴＵだけ短くすることは、第２リセットパルス４０４”の最後におけるグレーレベルに対してほとんどまたは全く影響を及ぼさない。対照的に、波形５４０の２ＴＵセットパルス４０８’を生成するために、波形４００の３ＴＵセットパルス４０８を１ＴＵだけ短くすることは、第２リセットパルス４０４”の最後に存在する白極限光学状態を黒に向けて駆動する程度まで大幅に減らし、その結果、波形５４０の最後にある最終グレーレベルはベース波形４００の最後におけるグレーレベルより大幅に暗くなる。

【００９７】

既に示されているように、休止（ゼロ電圧の期間）は最終グレーレベルを調整するために使用され得ることも判明している。たとえば、最後のリセットパルスとセットパルスとの間に休止を追加することは、最終グレーレベルに影響を及ぼす。休止を最後のリセットパルスにおけるより早い点に動かすこともまた、最終グレーレベルのわずかな変化を引き起こす。従って、休止位置は、ＢＰＰＳＳ波形によって生成される最終グレーレベルを調整するために使用され得る。一般に休止は波形の任意の点に追加し得る。さらに、波形のすべてのＢＷＥをディスプレイの完全な再書き込みのための割り当てられた更新時間間隔内で時間的により早くまたはより遅くにシフトし、それによって、初期状態から最終状態までの全体遷移内において起こる種々の遷移の相対的な一時的位置をシフトすることは有利であり得る。そのような一時シフトは、いくつかの理由、たとえば、遷移時にディスプレイの望まない過渡動作を減らすこと、たとえば、同じグレーレベルになるように意図されるピクセル間の変動を少なくすることによって、より好ましい最終イメージに導くことなどの理由で有利であり得る。

【００９８】

本発明のさらに好適なＢＰＰＳＳ波形および駆動スキームは、ここで、添付の図面の図９Ａ～９Ｄ、１０Ａ～１０Ｃおよび１１Ａ～１１Ｃを参照して記述される。図９Ａおよび９Ｂは、従来技術の２リセットパルススライドショー駆動スキームの二つのベース波形を示し、この波形において、第１および第２リセットパルスおよびセットパルスの数は、最大１２ＴＵを占有し得る。図９Ａは、黒から白への遷移を達成するための波形８００を示し、波形８００は、１２ＴＵ黒行き第１リセットパルス８０２と、１２ＴＵ第２白行きリセットパルス８０４と、１２ＴＵ黒行きセットパルス８０８とを備える。図２Ａおよび２Ｂを参照して上記に討議されるように、ピクセルの初期状態および最終状態が、ピクセルの黒および白の極限光学状態間にある中間のグレーレベルである場合、第１のリセットおよびセットパルスは、長さにおいて調整される必要があり、図９Ｂは、７ＴＵ第１リセットパルス８１２と１２ＴＵ第２リセットパルス８０４（波形８００の対応するパルスと同一）と６ＴＵセットパルス８１８とを備えるベース波形８１０を示す。波形８１０を波形８００と同じ全３６ＴＵ長に「パディング」するためには、ゼロ電圧の５ＴＵ期間８２２は第１リセットパルス８１２に先行し、ゼロ電圧の６ＴＵ期間８２４はセットパルス８２４の後に続く。

【００９９】

図９Ｃは、図９Ｂにおいて示された波形８１０の修正によって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に８４０と示される）を示す。特に、波形８４０は、第１リセットパルス８１２の直前に、ポジティブ１ＴＵパルス８４２と同様のネガティブパルス８４４とを

含む第１ＢＰＰを挿入し、セットパルス８１８直後に第２の同様のＢＰＰ８４６、８４８を備える第２ＢＰＰを挿入することによって、波形８１０から引き出される。パルス８１２、８０４および８１８は変更されないが、波形８４０の全長を維持しながら、ＢＰＰを収容するために、ゼロ電圧の初期期間８２２’は、３ＴＵに減少され、ゼロ電圧の最終期間８２４’は４ＴＵに減少される。

【０１００】

図９Ｃに示される方法における二つのＢＰＰを使用することによって、少なくともいくつかの場合において、単一のＢＰＰで達成され得るより、最終グレーレベルのより正確な制御が可能となる。セットパルス後に配置されたＢＢＰ（波形８４０におけるＢＰＰ８４６，８４８など）は、最終グレーレベルにおける大幅な変更を引き起こし、使用されるドライバが、ＢＰＰの各半分の持続時間の比較的粗い調整を可能にするのみの場合（この持続時間は、たとえば、図９Ｃにおける１ＴＵのインクリメントで調整されるのみの場合）、最小インクリメントによるＢＰＰの各半分持続時間を変更することによって可能となるグレーレベル間の差は、許容できないほど大きくなり得る。はるかに早い時点で波形に挿入されたＢＰＰ（波形８４０におけるＢＰＰ８４２，８４４など）は、セットパルス後に挿入されたＢＰＰより、最終グレーレベルに対しはるかに小さい影響を及ぼし、従って、最終グレーレベルのより細かい変動が可能になる。従って、波形８４０は、最終グレーレベルの粗調整を達成するためにＢＰＰ８４６，８４８の持続時間を制御し、このグレーレベルの微調整を達成するためにＢＰＰ８４２，８４４の持続時間を制御することによって、最終グレーレベルのかなりの範囲の調整を可能にする。

【０１０１】

図９Ｄは、波形８１０の別の修正によって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に８６０と示される）を示す。波形８４０のように、波形８６０は、セットパルス８１８に続くＢＰＰ８４６，８４８を備える。しかしながら、波形８６０は、波形のより早い時点に第２ＢＰＰを含まないが、代わりに、第２リセットパルス８０４とセットパルス８１８との間に４ＴＵ休止８５０を含む。休止の影響は、波形における同じ点の同じ長さのＢＰＰより小さい傾向があり、休止８５０は、最終グレーレベルの微調整を達成するために貢献する休止８５０の長さの変動を伴う波形のＢＰＰ８４２，８４４と同様の方法で動作する。波形８６０において、ゼロ電圧の最終期間８２４’は、波形８４０の場合と同じ４ＴＵ長であるが、ゼロ電圧の初期期間８２２”の持続時間は、波形の全３６ＴＵ長をなおも維持しながら、４ＴＵ休止８５０を収容するために１ＴＵに減少されることに注意されたい。

【０１０２】

図１０Ａ～１０Ｃは、図９Ｂの波形８１０の種々の修正によって生成される発明のさらに三つのＢＰＰＳＳ波形を示す。図１０Ａの波形（全体に９２０と示される）は、波形８１０（図９Ｂ）のセットパルス８１８の後に、ＢＰＰ８４６’，８４８’を追加することによって形成され、ＢＰＰの各パルス８４６’および８４８’は２ＴＵ長である。ゼロ電圧の最終期間８２４”は、ＢＰＰの４ＴＵ長を収容するために、２ＴＵに減少される。

【０１０３】

図９Ｃを参照して上記に討議されるように、セットパルスに続くＢＰＰの長さを変動することは、最終グレーレベルの十分な微調整を提供し得ず、図１０Ｂは、この微調整問題を克服するために波形９２０をさらに修正することによって生成される波形（全体に９４０と示される）を示す。波形９４０は、第２リセットパルス８０４とセットパルス８１８との間に第２ＢＰＰ８４２’，８４４’を組み込む。ＢＰＰ８４２’，８４４’の長さを変動することによる最終グレーレベルに対する影響は、ＢＰＰ８４６’，８４８’の長さの対応する変動より少なく、従って、ＢＰＰ８４２’，８４４’は、最終グレーレベルの微調整のために使用され得る。

【０１０４】

ＢＰＰ８４２’，８４４の長さを変動させることによる最終グレーレベルに対する影響は、ＢＰＰ８４６’，８４８’の長さの対応する変動より少ないけれども、波形のなおも

より早い時点に挿入されたＢＰＰ長、たとえば、図９ＣにおけるＢＰＰ８４２，８４４の長さを変動する影響よりなおも大きい。波形９４０におけるＢＰＰ８４２’，８４４’が最終グレーレベルの十分な微調整を提供しない場合は、第２ＢＰＰが波形のより早い時点に挿入され得、一般に、ＢＰＰが波形に挿入される時点が早ければ早いほど、ＢＰＰの長さの所定の変更によって生成される最終グレーレベルにおける変動は小さくなる。たとえば、図１０Ｃは、本発明のＢＰＰＳＳ波形（全体に９６０と示される）を示し、ＢＰＰＳＳ波形は、ＢＰＰ８４２’，８４４’が第１リセットパルス８１２と第２リセットパルス８０４との間に配置されたＢＰＰ９６２，９６４によって置き換えられることを除いて、波形９４０と同様である。（ＢＰＰ９６２，９６４は、ネガティブパルス９６２がポジティブパルス９６４に先行するという意味で、ＢＰＰ８４２’，８４４’に対して逆極性であり、ＢＰＰの極性はもちろん最終グレーレベルに対するその影響を変化するけれども、どちらかの極性のＢＰＰは、波形内の任意の場所において使用し得る。）

最後に、図１１Ａ～１１Ｃは、波形にＢＰＰおよび休止を導入することによるベース波形の修正を示す。図１１Ａは、第２リセットパルス８０４とセットパルス８１８との間にＢＰＰ８４２’，８４４’を挿入し、ゼロ電圧の最終期間８２４’の長さを対応する４ＴＵへ減少させることでベース波形８１０を修正することによって、生成される波形（全体に１０２０と示される）を示す。上記に討議された理由により、ＢＰＰ８４２’，８４４’の長さの変動は、最終グレーレベルの十分な微調整を提供し得ず、図１１Ｂは、波形１０２０の更なる修正によって、特に第２リセットパルス内に２ＴＵ休止１０４２を導入し、これによりこのパルスを第１セクション８０４Ａと第２セクション８０４Ｂに分割することによって、生成されるＢＰＰＳＳ波形（全体に１０４０と示される）を示す。休止１０４２を収容するために、ゼロ電圧の初期期間８２２’の長さは３ＴＵに減少される。ゼロ電圧の最終期間８２４’の長さは５ＴＵのままである。

【０１０５】

休止１０４２は最終グレーレベルの微調整用に使用される。ＢＰＰに関して、最終グレーレベルの休止の影響は、休止長によるのみならず、波形内の休止の位置によって変動するように、そのような微調整は、休止１０４２の持続時間および／または第２リセットパルス８０４Ａ、８０４Ｂ内の休止の位置を変動させることによって達成し得る。本発明の、ＢＰＰＳＳ側面は、もちろん、単一の休止の使用に限られず、たとえば、休止１０４２は各々が１ＴＵ持続時間の二つの別の休止によって置き換えられ得、その結果、第２リセットパルスは、二つよりはむしろ三つのセクションに分割される。

【０１０６】

既に述べられたように、波形がディスプレイを更新するために利用される全期間を占有しないとき（同じ駆動スキームのより長い波形８００を適応させるためにディスプレイを更新するのに少なくとも３６ＴＵの期間が必要であるが、たとえば、２５ＴＵしか占有しない図９Ｂの波形８１０に関するように）、たとえば、更新時に一時の視覚効果を減少するために、全波形を更新期間内にシフトすることが有利であり得る。図１１Ｃは、図１１Ｂの全波形１０４０を２ＴＵだけ時間を早めるようにシフトし（実際は図１１Ｃに示されるように、２ＴＵギャップをセットパルス８１８の直後に挿入する）、これによって、ゼロ電圧の初期期間８２２”をわずか１ＴＵに減少させ、ゼロ電圧の最終期間８２４Ａ長を６ＴＵに増加させることによって生成される波形（全体に１０６０で示される）を示す。

セクションＢ：逆モノクロ投影方法および装置

既に述べられているように、本発明の第２側面は、複数のピクセルであって、各ピクセルが二つの極限光学状態を含む少なくとも４つの異なるグレーレベルを達成する能力がある複数のピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動する方法を提供する。この方法は、波形をピクセルに印加することを包含し、該波形は、極限光学状態の一つにまたはその近くにピクセルを駆動するのに十分なリセットパルスと、それに続く上記の一つの極限光学状態とは異なる最終グレーレベルにピクセルを駆動するに十分なセットパルスとを備えている。リセットパルスは、セットパルスの直前のディスプレイ上のイメージが実質的に、セットパルスに続く最終イメージの「逆モノクロ投影」であるように、選ばれる。その

ような処理は、ここで、「逆モノクロ投影」または「ＩＭＰ」方法という。

【０１０７】

上記スキーム１において使用される「ゴール状態」という用語を使用して、ＩＭＰ方法は、最終ゴール状態がおおよそ、ディスプレイの要求される最終状態（R_1）の逆モノクロ投影である方法として定義され得る。ＩＭＰ方法の好適な形式において、最終ゴール状態の直前のゴール状態（スキーム１の用語におけるゴール$_{n-1}$）は、おおよそディスプレイの要求される最終状態（R_1）のモノクロ投影である。そのような好適なＩＭＰ処理は図１２に示されるスキーム２におけるように記号的に表され得、図１２において$R_{1.m}$はR_1のモノクロ投影を表し、オーバーライニングはイメージ反転を示す。

【０１０８】

光学状態のモノクロ投影は、イメージにおけるすべての起こり得るグレーレベルを各ピクセルの二つの極限光学状態の一つまたは（下記に説明される理由により）極限光学状態の一つに近い状態へのマップである。現在の目的のために、グレーレベルは、１，２，３．．．，Ｎで示され、ここでＮはグレーレベル数で、最小反射率（代表的には黒）を有するグレーレベルは１で示され、次に最小の反射率を有するグレーレベルは２、などで示され、最大反射率を有するグレーレベル（代表的には白）はＮで示される。グレースケールイメージのモノクロ投影は、閾値以下のグレーレベルは、グレーレベル１またはそれに近い状態にマップされ、閾値より大きいグレーレベルはグレーレベルＮまたはそれに近い状態にマップされるものである。閾値は最も好適にはＮ／２であるが、実際には、１からＮまでの範囲の中央の半分の範囲内のどこにでも有効に設定し得、すなわち閾値は少なくともＮ／４および多くて３Ｎ／４である。

【０１０９】

モノクロ投影の例は、図１３に示される。この例において、グレースケールイメージ（図１３の左側に記号的な方法で示される）は、８つのグレースケールレベルを含み、１から８で示される。グレーレベル１～３は、図の右側に記号的に示されるモノクロ投影において、接続線によって示されるようにグレーレベル１にマップされ、グレーレベル４～８は、グレーレベル８にマップされる。逆モノクロ投影は、もちろん単にモノクロ投影において使用される二つの状態を逆にすることによって生成される。

【０１１０】

ＩＭＰ方法の前の参照は、「実質的に」逆モノクロ投影を生成し、そのような投影は極限光学状態の一つに「近い」光学状態を伴う投影であるが、説明を要する。原則的に、モノクロ投影および逆モノクロ投影は、極限状態の一つへの投影を必要とする。しかしながら、実際には、電気光学ディスプレイを駆動する駆動スキームおよび波形は、ディスプレイの個々のピクセルに印加される電圧パルスまたはその他の波形エレメントの点から定義され、定義された電圧パルスまたは波形エレメントの印加の結果生じる正確な光学状態の点から定義されない（ただしこれらは緊密に関係している）。前述のＭＥＤＥＯＤ出願において詳細に討議されているように、少なくともいくつかの双安定電気光学媒体の所定の波形または波形エレメントに対する応答は、ピクセルの初期光学状態および正確な波形または波形エレメントに依存するのみならず、ピクセルの以前のある光学状態、および波形または波形エレメントが印加される前にピクセルが同じ光学状態にどのくらいの時間とどまっていたかなどの要因にも依存する（前述の休止時間依存問題）。スライドショー波形は、代表的には、すべてのそのような関連要因を許容するわけではないので、モノクロ投影または逆モノクロ投影における種々のピクセルによって達成される実際の光学状態は、そのような投影において理論的に達成される極限光学状態とはわずかに異なり得る。

【０１１１】

ピクセルの実際の光学状態の極限光学状態からのこの逸脱は、図１４および１５を参照して示され、これらの図は、本発明の２リセットパルススライドショーＩＭＰ方法における、ある選択された遷移に使用される波形を示し、このＩＭＰ方法は、＋１５Ｖ２００ミリ秒パルスを使用して黒（グレーレベル１）から白（グレーレベル４）へ、また－１５Ｖ２００ミリ秒パルスを使用して白から黒へ駆動され得る４グレーレベル電気光学媒体を使

用する。図１４に示される第１波形（全体に１４２０と示される）は、黒（グレーレベル１）から白（グレーレベル４）への遷移であり、ピクセルを黒から白へ駆動する第１リセットパルス１４２２と、ピクセルを白から黒へ駆動する第２リセットパルス１４２４と、黒から白へピクセルを駆動するセットパルス１４２６とを備える。図１４はまた、グレーレベル２（暗いグレー）からグレーレベル４（白）への遷移用の波形１４４０を示す。この波形１４４０は、波形１４２０のリセットパルス１４２２の場合のように２００ミリ秒よりはむしろ、１４０ミリ秒長に過ぎない第１リセットパルス１４２８を有する。波形１４４０の第２リセットパルス１４２４およびセットパルス１４２６は、波形１４２０のパルスと同一である。最後に、図１４はまた、グレーレベル４（白）からグレーレベル４への遷移用の波形１４６０示す。この場合、第１リセットパルスはゼロ持続時間（すなわち、波形の初めにゼロ電圧の２００ミリ秒の期間が単にある）であるが、波形１４６０の第２リセットパルス１４２４およびセットパルス１４２６は、波形１４２０のパルスと同一である。

【０１１２】

図１５は、図１４の場合と同じ駆動スキームからのさらなる波形を示す。図１５に示される第１波形（全体に１４８０と示される）は、グレーレベル１（黒）からグレーレベル１への遷移用であり、本質的に図１４に示される波形１４６０の逆波形である。波形１４８０は、ゼロ持続時間（すなわち、波形の最初にゼロ電圧の２００ミリ秒の期間が単にある）である第１リセットパルスと、ピクセルを黒から白へ駆動する第２リセットパルス１４８２と、ピクセルを白から黒へ駆動するセットパルス１４８４とを有する。図１５はまた、グレーレベル１（黒）からグレーレベル３（ライトグレー）への遷移用に使用される波形１５００を示す。この波形１５００は、図１４に示される波形１４２０のパルスと同一である第１リセットパルス１４２２を有し、該第１リセットパルス１４２２はピクセルを黒から白へ駆動する。波形１５００はまた、ピクセルを白から黒へ駆動する第２リセットパルス１５０２と、ピクセルを黒からグレーレベル３（ライトグレー）へ駆動する１３０ミリ秒セットパルス１５０４とを有する。最後に完全さのために、図１５は、図１４からの黒から白への（グレーレベル１～グレーレベル４）波形を繰り返す。

【０１１３】

図１４および１５から以下のことが判明する。種々の波形におけるセットパルスの直前のオーバーラインされた$R_{1,m}$によって示されるように、示された駆動スキームはＩＭＰ駆動スキームであり、セットパルスの直前のディスプレイ上のイメージは、セットパルス後の最終イメージの逆モノクロ投影であり、より特定的には、グレーレベル３または４で終了するすべての遷移において、ピクセルはセットパルスの直前の黒であり、一方グレーレベル１または２で終了するすべての遷移に対して、ピクセルはセットパルスの直前の白である。さらに、種々の波形における第２リセットパルスの直前の$R_{1,m}$によって示されるように、ＩＭＰ方法の好適な変形に従って、第２リセットパルスの直前のディスプレイのイメージは、セットパルス後の最終イメージのモノクロ投影であり、より特定的には、グレーレベル３または４で終了するすべての遷移において、ピクセルは第２リセットパルス直前の白であり、一方グレーレベル１または２で終了するすべての遷移に対して、ピクセルは第２リセットパルスの直前の黒である。

【０１１４】

しかしながら、図１４および１５から推定され得るが、種々の波形における種々の点において達成される所定のグレーレベルの反射率は、必ずしも正確に同じではない。ただしおそらく同じグレーレベルにあるピクセル間の差は、ディスプレイの全ダイナミックレンジと比較して小さい(二つの極限光学状態の反射率間の差)。たとえば、第２リセットパルスの直前において、図１４における波形１４２０および１４６０を受けるピクセルは、両方とも、グレーレベル４（白）にあるはずである。しかしながら、波形１４２０を受けるピクセルは、この時点で黒から白への遷移をちょうど完了し、一方波形１４６０を受けるピクセルは、ある時間白状態にあり、（前述のＭＥＤＥＯＤ出願のいくつかにおいて討議されているように）双安定電気光学媒体の光学状態が駆動されていない間に、該光学状態

が「ドリフト」（すなわち時間の経過とともに徐々に変化する）する傾向がある。従って、波形１４６０を受けるピクセルの実際の白状態は、波形１４２０を受ける新たに再書き込みされたピクセルの白状態とわずかに異なり得る。以下で議論されるようなＩＭＰ駆動スキームに対する修正は、種々のゴール状態および波形におけるその他の点において達成される反射率を修正し得、従って種々ゴールおよびその他の状態の反射率は、そのような修正がない場合に達成したであろうゴール状態における反射率から相当逸脱し得る。

【０１１５】

図１４および１５に示されたＩＭＰ駆動スキームは、二つのリセットパルスのみを使用し、従って二つのゴール状態を使用するけれども、本発明のＩＭＰ側面は、もちろんリセットパルスおよびゴール状態の特定な数に限られない。たとえば、図１６は、ＩＭＰ駆動スキームを図１２と同じ方法で記号を用いて示し、ＩＭＰ駆動スキームは、モノクロ投影ゴール状態および逆モノクロ投影ゴール状態の前の中間の黒（Ｂ）状態および白（Ｗ）状態を含む。

【０１１６】

ディスプレイのすべてのピクセルが、初期イメージから所望の最終イメージへのディスプレイの再書き込み時に、所定のゴール状態（たとえば、逆モノクロ投影ゴール状態）に同時点に到達するとは限らないことに注意すべきである。ゴール状態が到達する遷移における時点は、初期のグレーレベルR_2と所望の最終グレーレベルR_1のそれぞれの関数である。理想的には（および本明細書に通常示されているように）、R_2およびR_1の時点は、ディスプレイ全体が、種々のゴール状態を介して駆動され、これらのゴール状態がすべてのピクセルにより同時に到達される状態で整合する。しかしながら、駆動スキームの種々の波形の相対タイミングをシフトすることがしばしば望ましい。波形のタイムシフトは、美的な理由、たとえば遷移の出現またはその結果のイメージの出現を改善するためになされ得る。また、下記に討議されるような変形は、ゴール状態の相対時間位置をシフトし得、その結果、R_1およびR_2の種々の組み合わせによって、ゴール状態は、遷移時に異なる時間に到達される。

【０１１７】

ＩＭＰ駆動スキームの代わりの定義を逆モノクロ投影の明白な参照なしで与えることが可能である。ＩＭＰ駆動スキームは、一つの極限状態および少なくとも一つの非極限状態が閾値の各サイドにあるように、ディスプレイの種々のグレーレベルが閾値によって分割され得るスキームであり、各セットパルスが閾値を横切って遷移を達成するように、スライドショー駆動スキームのセットパルスは定義される。この定義が明らかにするように、ＩＭＰ駆動スキームにおいて、各波形の最終セットパルスは、所望のグレーレベルからさらに遠い極限光学状態から、所望の最終グレーレベルに駆動する。ここで、「さらに」とは、所望の最終グレーレベルと二つの極限光学状態との間のグレーレベル数の差を単純に数えることよりはむしろ「閾値の反対側において」を示すために使用される。

【０１１８】

ＩＭＰ駆動スキームは、最終グレーレベルの正確な制御を可能にし、広い温度実行範囲を提供することが判明している。これらのメリットは、「さらなる」極限光学状態から最終グレーレベルへ駆動するために使用される比較的長いセットパルスと、ディスプレイ更新の際の駆動電気回路における、結果的に生じる比較的一定な電力消費とに関連づけられると信じられている（ただし本発明は決してこの考えに限定されない）。

【０１１９】

上記の基本ＩＭＰ駆動スキームは、いくつかの異なる方法で有効に変更することができ、この変更は、達成された最終グレーレベルにおける小さな調整を行うために、また遷移時にディスプレイの表示を変更するために、また所望のイメージ品質を達成するために、行われる。

【０１２０】

ＩＭＰ駆動スキームの第１のタイプの変更はは、上記セクションＡに討議されたように、ＢＰＰＳＳ駆動スキームにおいて達成される方法と同様な方法で行われる、平衡パルス

ペアの挿入と削除、および／または波形へのゼロ電圧の期間の挿入である。使用される平衡パルスペアは、たとえば、図４Ａ～４Ｃに示される任意の形式を有し得る。ＢＰＰの挿入または削除またはゼロ電圧（休止）の期間の挿入を行う基本ＩＭＰ波形の変形は、以前に記述された任意の方法において達成し得る。ＢＰＰは、二つの連続したベース波形エレメント間にまたは単一のベース波形エレメント内に挿入し得る。多くの場合、このことは、特定のゴール状態へのおよびそこから離れての両方のパルス長を増加する効果を有する。削除されたＢＰＰは、ゼロ電圧の期間によって置き換えられ得、またはその他のベース波形エレメントは、削除されたＢＰＰによって以前に占有された期間を「閉鎖」するために時間的にシフトされ得、またゼロ電圧の期間は、波形のそのほかの点に挿入され得る。ＢＰＰＳＳ駆動スキームにおけるように、達成された最終グレーレベルは、ＢＰＰが挿入または削除または休止が挿入されるのが早ければ早いほど、最終グレーレベルに対する変更の影響は少なくなるという規則の下で、波形におけるＢＰＰの存在および休止の存在を感知するのみならず、波形内のそれらの位置決めをも感知する。

【０１２１】

そのような波形変形は、最終光学状態（すなわち最終グレーレベル）のみではない反射率のみならず、中間のゴール状態に影響を及ぼす。基本ＩＭＰ波形のゴール状態は、一般に、極限光学状態（光学レール）の一つに近くにあり、また定義によって、ＩＭＰ駆動スキームの好適な形式における最後のゴール状態または最後の二つのゴール状態に対する光学レールの近くにあり、上記の変形は、光学レールから離れたゴール状態の反射率をシフトし得る。最終光学状態（グレーレベル）における小さな調整を行うのは、光学レールに向けた駆動の程度における変更である。

【０１２２】

ＢＰＰを備える電圧パルスの各々のインパルスを比較的小さく保つことは望ましいことが判明している。ＢＰＰの振幅は、パラメータｄによって定義され得、その絶対値は、ＢＰＰの二つの電圧パルスの各々の長さを記述し、その記号は二つのパルスの第２の記号を示す。たとえば、図４Ａおよび４Ｂにおいて示されたＢＰＰは、それぞれｄ値＋１およびｄ値－１が割り当てられ得る（一方、図４ＣのＢＰＰは、一貫したスキームにおいてその後、二つのパルス間にギャップ変形が挿入された状態で、－１のｄ値を割り当てられる）。ＩＭＰ駆動スキームの好適な実施形態において、使用されるすべてのＢＰＰは、ｄ値を有し、その振幅はＰＬより小さく、好適にはＰＬ／２より小さく、ここで、ＰＬ（ＢＰＰの測定のために使用されるのと同じ単位で）は、ピクセルを一つの極限光学状態からもう一方へ駆動するのに必要な電圧パルスの長さとして、または、駆動スキームの駆動電圧特性において、二つの方向おける遷移の長さは同じではない場合、この電圧パルスの平均値として定義される。今の例において、ｄはディスプレイスキャンフレームの単位で表され、図４Ａおよび４ＢのＢＰＰは、各々１スキャンフレーム長である電圧パルスを有する。この場合、ＰＬもスキャンフレームで定義される。すべての量は、もちろん代わりに、秒またはミリ秒などの時間単位で表し得る。

【０１２３】

添付図面の図１７は、図１４に示されるＩＭＰ波形１４４０をＢＰＰの挿入によって変形することによって生成される三つの波形を示す。図１７に示される第１の波形（全体に１７００と示される）は、－１５Ｖ１０ミリ秒パルスとそれに続く＋１５Ｖ１０ミリ秒パルスとを備えるＢＰＰ１７０２が、波形の最後に挿入されることを除いて、波形１４４０と同一である。図１７に示される第２の波形（全体に１７２０と示される）は、ＢＰＰ１７０２と同一であるＢＰＰ１７２２を挿入するが、波形の第２リセットパルスとセットパルスとの間に挿入され、ＢＰＰ１７２２を適応するために、波形の最初のゼロ電圧の期間における対応する減少と共に、二つのリセットパルスは２０秒だけ早くなるようシフトされる。図１７に示される第３の波形（全体に１７４０と示される）は、波形の第１および第２リセットパルス間に挿入されるＢＰＰ１７４２を有し、ＢＰＰ１７４２は、ＢＰＰ１７０２および１７２２と比較して逆のパルスの順序を有し、各パルスは２０ミリ秒長である。ＢＰＰ１７４２を適応するために、波形の最初のゼロ電圧の期間における対応する減

少を伴って、第１リセットパルスは４０ミリ秒だけ早くなるようにシフトされる。

【０１２４】

添付図面の図１８は、図１４に示されるＩＭＰ波形１４４０を、該波形からのＢＰＰの削除により変形することによって生成される三つの波形を示す。図１８に示される第１の波形（全体に１７６０と示される）は、第２リセットパルスの最後の１０ミリ秒スキャンフレームおよびセットパルスの第１スキャンフレームを備えるＢＰＰ１７６２を、残りの波形エレメントの変化を伴わない状態で、波形１４４０から削除することによって生成される。図１８に示される第２の波形（全体に１７８０と示される）は、第１リセットパルスの最後の二つのスキャンフレームと、第２リセットパルスの第１の二つのスキャンフレームとを備えるＢＰＰ１７８２を、残りの波形エレメントに変化がない状態で、従って、削除されたＢＰＰによって占有される点におけるゼロ電圧の４０ミリ秒期間をそのままにして、波形１４４０から削除することによって生成される。最後に、図１８に示される第３の波形（全体に１８００と示される）は、第１リセットパルスの最後のスキャンフレームおよび第２リセットパルスの第１スキャンフレームを備えるＢＰＰを波形１４４０から削除し、第１リセットパルスの残りのスキャンフレームを２０ミリ秒後に動かすことによる結果として生じたギャップを閉鎖することによって、波形の最初におけるゼロ電圧期間における対応する増加を伴って、生成される。

【０１２５】

添付図面の図１９は、図１７に示される波形１７２０の起こり得るさらなる変形を示す。図１９の上部は、図１７からのＢＰＰ１７２２を含む基本波形１７２０を繰り返す。図１９もまた、ＢＰＰ１７２２と同様であるが、第２リセットパルスの最後の４つのスキャンフレームの前に、４０ミリ秒早く挿入されたＢＰＰ１９２２を備える第２の変形した波形（全体に１９２０と示される）を示す。図１９もまた、ＢＰＰ１７２２と同様であるが、第２リセットパルスの最後の１３個のスキャンフレームの前に、１３０ミリ秒早く挿入されたＢＰＰ１９４２を備える第２の変形した波形（全体に１９４０と示される）を示す。上述したように、図１９に示される波形のような波形によって達成される最終グレーレベルは、平衡パルスペアの挿入の位置の関数であり、それで、図１９に示される変形のような変形は最終グレーレベルの微調整用に使用し得る。

【０１２６】

添付図面の図２０は、ゼロ電圧の期間（休止）を図１４に示される基本ＩＭＰ波形１４４０に挿入することによって生成される変形したＩＭＰ波形を示す。図２０に示される第１の波形（全体に２０００と示される）は、２０ミリ秒休止（２００２と示される）を波形の第２リセットパルスとセットパルスとの間に挿入することによって、二つのリセットパルスが２０ミリ秒早くシフトされ、波形の最初においてゼロ電圧の期間における対応する減少する状態において、生成される。図２０に示される第２の波形（全体に２０２０と示される）は、一般に波形２０００と同様であるが、波形２０２０は、セットパルスの最初の４つのスキャンフレーム後に休止２００２より４０ミリ秒後に挿入されたその休止（２０２２と示される）を有する。図２０に示される第３の波形（全体に２０４０と示される）もまた、一般に、波形２０００と同様であるが、波形２０４０は、セットパルスの最初の１３個のスキャンフレーム後に休止２００２より１３０ミリ秒後に挿入されたその休止（２０４２と示される）を有する。２０２０および２０４０の両方の波形において、休止２０２２または２０４２にそれぞれ先行するセットパルスのスキャンフレームは、休止を収容するために、波形２０００と比較して、２０ミリ秒だけ早く動かされる。既に述べられているとおり、波形によって達成される最終グレーレベルは、休止の存在および場所の両方に感知し、従って、図２０に示される変形のようなベース波形の変形は、波形によって生成された最終グレーレベルの微調整を行うために使用し得る。

【０１２７】

上述したように、任意のグレーレベルループ（すなわち、同じグレーレベルにおいて開始および終了する任意の一連のグレーレベル）に関して、ピクセルに印加されるインパルスの代数の合計は０であるという意味で、ＩＭＰ駆動スキームはＤＣ平衡であることが望

ましい。グレーレベルループの例は、以下の通りである。

【０１２８】

１→１

２→３→２

４→４→３→２→４

グレーレベルのシーケンスとして既約グレーレベルループを定義し得、そのシーケンスにおいて、最初のグレーレベルから開始し、０以上のグレーレベルを通過し、最初のグレーレベルで終了し、上述したように、最初と同じでなければならない最終グレーレベルを除き、どのグレーレベルにも２回以上は行かない。明らかに、任意のグレースケールに関して、既約ループの有限数がある。さらに、任意の一連のグレースケール、たとえば、複合シーケンス、

１→４→３→２→３→２→３→２→１→２→１

は、一連の既約ループと、既約ループ内に埋め込まれた既約ループに減少され得る。たとえば、上記シーケンスは、有限セットの既約ループに分解し得る。すなわち、１→４→３→２→１ループに埋め込まれた二つの連続２→３→２と、ループそれに続くループ１→２→１とである。

【０１２９】

すべての既約ループがＤＣ平衡の場合、同じグレーレベルで開始および終了するすべての起こり得るシーケンスは、ＤＣ平衡である。ＩＭＰ駆動スキームの好適な実施形態は、すべての既約ループに対するネット電圧インパルスは０であり、すなわち、波形はＤＣ平衡であるものである。

【０１３０】

ＩＭＰ波形をＤＣ平衡にすることは、絶対に必要というわけではない。大きなＤＣ不平衡はディスプレイのイメージ性能を損なうが、少しのＤＣ不平衡は許容され得る。完全なＤＣ平衡を達成することが可能でないとき、ＩＭＰ駆動スキームは以下のように制御されるのが望ましい。Ｑが、ピクセルの二つの極限光学状態間の遷移のためのネットインパルスの絶対値の小さい方の４分の１であるとき、またインパルスが駆動スキームの特性電圧を使用して判定されるとき、任意の既約ループにおける遷移の数で割られる既約ループのネットインパルスは、Ｑより少なくなるようにする。イメージフィルムを一つの極限光学状態からもう一方の極限光学状態へ駆動するに必要なネットインパルスは、媒体の特性インパルスを表し、近くのＤＣ不平衡は、この特性インパルスとの比較で測定される。

【０１３１】

ＩＭＰ駆動スキームは「ピケットフェンス」タイプであることもしばしば望ましい。前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されているように、二つの駆動電圧のみを供給し得る駆動回路網を使用して電気光学ディスプレイを駆動することがしばしば必要または望ましい。双安定電気光学媒体は普通、その極限光学状態間の両方向に駆動されることが必要であるので、一見、少なくとも三つの駆動電圧が必要であるように見える。すなわち、０、＋Ｖ、－Ｖであり、ここで、Ｖは本質的に任意の駆動電圧で、その結果、特定のピクセル用の一つの電極（代表的には従来のアクティブマトリクスディスプレイの共通前面電極）は、０に保持され、一方、もう一方の電極（そのピクセル用のピクセル電極）は、ピクセルが駆動される必要がある方向に従って、＋Ｖまたは－Ｖに保持され得る。２電圧駆動回路網が使用されるとき、駆動スキームの各波形は、時間セグメントに分割され、代表的には、これらの時間セグメントは、持続時間が等しいが、このことは必ずしもそうであるとは限らない。非ヒケッとフェンス駆動スキームにおいて、任意の時間セグメントにおいて、正駆動電圧、０駆動電圧、または負駆動電圧が任意の特定のピクセルに印加され得る。たとえば、３駆動電圧システムにおいて、共通前面電極は０に保持され得、一方、個々のピクセル電極は、＋Ｖ、０、あるいは－Ｖに保持される。ピケットフェンス駆動スキームにおいて、各時間セグメントは、事実上二つに分割され、その結果の二つのセグメントのうち一つにおいて、０またはネガティブ駆動電圧のみが任意の特定のピクセルに印加され得、一方、その結果のもう一方のセグメントにおいて、ポジティブ駆動電圧または０駆動

電圧のみが任意の特定のピクセルに印加され得る。たとえば、Ｖ＞ｖのとき、駆動電圧Ｖとｖとを有する二つの駆動電圧システムを考えられたい。各ペアのセグメントの第１において、共通前面電極はＶに設定され、ピクセル電極はＶ（０駆動電圧）またはｖ（ネガティブ駆動電圧）のいずかに設定される。各ペアのセグメントの第２において、共通前面電極はｖに設定され、ピクセル電極はｖ（０駆動電圧）またはＶ（ポジティブ駆動電圧）のいずれかに設定される。その結果生じる波形は、対応する非ヒケットフェンス波形の２倍の長さである。

【０１３２】

ＩＭＰ駆動スキームはローカル更新ができることもしばしば望ましい。前述のＭＥＤＥＯＤ出願に記述されているように、変化を受けるディスプレイの特定のエリアのローカル更新が、ディスプレイの残りのエリアは変化しない状態で、可能であるような方法で、電気光学ディスプレイを駆動することは、しばしば望ましい。たとえば、ユーザがディスプレイの背景イメージを更新することなくテキストに入る対話ボックスを更新することが望ましい。任意のＩＭＰ駆動スキームのローカル更新バージョンは、ゼロ遷移（たとえば、ひとつのグレーレベルから同じグレーレベルへの遷移）用の波形からすべての非ゼロ電圧を除去することによって作成し得る。たとえば、グレーレベル２からグレーレベル２への波形は、普通、一連の電圧パルスによって構成される。非ゼロ電圧をこの波形から除去し、すべての他のゼロ遷移に対してそのようにすることは、結果として、ＩＭＰ波形のローカル更新バージョンとなる。そのようなローカル更新バージョンは、遷移時の無関係なフラッシングを最小にすることが望ましいとき、有利になり得る。

【０１３３】

下記の実験は、ＩＭＰ駆動スキームによって生成されるグレーレベルの微調整における上記で討議した変形の使用を示す。

【０１３４】

内部相を備えるカプセル化した電気泳動媒体で、炭化水素液体にあるポリマー被覆のチタニアおよびポリマー被覆のカーボンブラック粒子を備え、ゼラチン／アカシアカプセルにカプセル化された電気泳動媒体は、前述の特許文献６のパラグラフ［００６９］～「００７６」にすべて実質的に記述されているように、準備され、実験的な単一ピクセルディスプレイに組み込まれる。実験的ディスプレイは、次に４グレーレベルＩＭＰ駆動スキームを使用して、駆動される。ディスプレイは、＋１５Ｖ，５００ミリ秒のパルスによってグレーレベル４（白）からグレーレベル１（黒）へ駆動され、－１５Ｖ，５００ミリ秒のパルスによって、逆遷移がなされ、基本２リセットパルスＩＭＰ駆動スキームが、それに従って構成されることが判明した。添付図面の図２１は、高度に図式化された方法で、与えられた第１数が最終グレー状態を表すように［R_1R_2］のラベル付けされるこの基本ＩＭＰ駆動スキームのすべての１６個の波形を示す。たとえば、図２１の右上角に示される［１　４］波形は、グレーレベル４（白）からグレーレベル１（黒）への遷移を達成し、ピクセルを黒に駆動する第１＋１５Ｖ５００ミリ秒リセットパルスと、ピクセルを白に駆動する第２－１５Ｖ５００ミリ秒リセットパルスと、ピクセルを黒に駆動する＋１５Ｖ５００ミリ秒セットパルスと、を備える。

【０１３５】

実験的ディスプレイは、変動する一連のグレーレベル、および各シーケンスの終了時に測定されたディスプレイの反射率を介して、基本ＩＭＰ駆動スキームを使用して駆動され、その結果は図２２に示される。図２２における各点は、横座標に示される最終グレーレベルに到達する前の、異なる一連のグレーレベルに続く反射率を表す。図２２から分かることは、同じ公称グレーレベルで達成される反射率はかなり変動することで、そのような変動は、マルチピクセルディスプレイによって生成されるイメージの品質に不利に影響するため、もちろん望ましくない。特に人間の目は、同じグレーレベルにあると考えられるピクセルのブロック内に発生するグレーレベルにおける小さな変動に非常に敏感で、図２２は、そのような変動が従来のピクセルのグレーレベルにおける差の結果として予想され得ることを示す。

【０１３６】
ＩＭＰ駆動スキームは、次に、種々のグレーレベルシーケンス後に一貫したグレーレベルを達成し、図２３に示す変形したＩＭＰ駆動スキームを生成するために、平衡パルスペアの挿入および削除（削除の場合結果として生じるギャップの閉鎖を伴う）、および種々の波形の最初と最後におけるゼロ電圧の期間の挿入または除去による上記の方法で変形される。図２４は、図２２におけるものと同じグレーレベルシーケンスを使用して、図２３の変形したＩＭＰ駆動スキームによって生成されるグレーレベルを示す。図２４からわかることは、図２４の変形されたＩＭＰ駆動スキームが図２１の変形されない駆動スキームよりはるかに一貫したグレーレベルを生成することである。
【０１３７】
セクションＣ：平衡パルスペア休止時間補償方法および装置
既に述べられているように、本発明の第３側面において、本発明は、少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成することができる少なくとも一つピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動する方法を提供する。この方法において、遷移が開始する状態におけるピクセルの休止時間の持続時間による、特定のグレーレベル間の同じ遷移に少なくとも二つの異なる波形が使用され、これらの二つの波形は、少なくとも一つの平衡パルスペアの少なくとも一つの挿入および／または削除、またはゼロ電圧の少なくとも一つの期間の挿入によって互いに異なり、ここで「平衡パルスペア」は以前に定義された意味を有する。そのような方法において、駆動スキームは、上記で定義されているようなＤＣ平衡であることが非常に好適である。
【０１３８】
そのような平衡パルスペア休止時間補償（ＢＰＰＤＴＣ）方法において（既に記述されたＢＰＰＳＳおよびＩＭＰ方法におけるように）、平衡パルスペアおよび／またはゼロ電圧期間（休止）の挿入または削除は、単一波形エレメント内かまたは二つの連続する波形エレメント間のいずれかにおいて達成し得る。遷移が開始する初期状態における異なる休止時間に続く同じ遷移に使用される二つの波形は、以下「代替休止時間」または「ＡＤＴ」といい得る。
【０１３９】
ＡＤＴ波形は、波形内のＢＰＰまたは休止の場所および／または持続時間によって互いに異なり得（たとえば、下記の図２５Ｂ～２５Ｅの討議を参照）、理由は、ＢＰＰまたは休止のそのような動きは、一箇所におけるＢＰＰまたは休止の削除と異なる場所でのＢＰＰまたは休止の挿入との組み合わせ、または（同じ場所における持続時間の変更の場合）その場所におけるＢＰＰまたは休止の削除と同じ場所における異なるＢＰＰまたは休止の挿入との組み合わせ、と形式的に考えられる。
【０１４０】
ＢＰＰＤＴＣ駆動スキームにおいて、ＢＰＰおよび／または休止の削除の挿入は同じ問題を引き起こし、上記のセクションＡおよびＢに記述されるＢＰＰＳＳおよび変形ＩＭＰ駆動スキームにおけると同じ方法で処理され得る。従って、本発明のＢＰＰＤＴＣ側面に従うＡＤＴ波形間の相違が、少なくとも一つのＢＰＰの削除を含む場合、上記各削除されたＢＰＰによって以前に占有された期間はゼロ電圧の期間としてそのままにされ得る。代わりに、波形の全長が維持されることを確実にするために、普通、ゼロ電圧の期間を波形の後のある段階に、代表的には波形の最後に挿入することを伴って、波形エレメントのいくつかまたはすべてを時間的に早めるように動かすことによって、この期間は「閉鎖」され得る。（普通、少なくとも数千のピクセルを有する任意の実際のディスプレイにおいて、任意の遷移において普通、起こり得るあらゆる遷移を受ける少なくとも一つのピクセルがあり、すべてのピクセルの波形が同じ長さではない場合、コントローラ論理は極端に複雑になる。）代わりに、もちろん、前の波形エレメントのいくつかまたはすべてを時間的に早くに動かすことによって、波形のより早い段階に、代表的にはその最初においてゼロ電圧の期間を挿入すると共に、期間は「閉鎖」され得る。
【０１４１】

同様に、ＢＰＰの挿入は、ゼロ電圧の存在する期間が同時に除去されない場合、波形の総持続時間に追加となる。駆動スキームの一つの波形が挿入されたＢＰＰを有するとき、駆動スキームのすべての波形は、非常に好適に同じ全長を有するので、ＢＰＰの挿入によって引き起こされる波形の全長の増加を補償するために、駆動スキームのすべてのその他の波形はそれに追加されたゼロ電圧の期間を持つか、またはその他のなんらかの変形がなされるべきである。たとえば、上記表１に示されるように、４０ミリ秒ＢＰＰが黒から白への波形に挿入される場合（波形は４２０ミリ秒の波形長を有する）、すべての波形が４６０ミリ秒長を有するように、表１に示されるように、４０ミリ秒休止が残りの三つの波形に追加され得る。明らかに適切な場合、ＢＰＰは休止よりはむしろその他の三つの波形に追加され、またはＢＰＰと合計４０ミリ秒の休止とのある組み合わせが使用され得る。

【０１４２】

本発明のＢＰＰＤＴＣ側面の好適な駆動スキームおよび波形は、図示によってのみであるが、ここで記述される。そのような駆動スキームおよび波形において使用される平衡パルスペアは、上記のタイプのいずれかであり得、図４Ａ～４Ｃに示されたＢＰＰのタイプが使用され得る。

【０１４３】

図２５Ａ～２５Ｅは、本発明のＢＰＰＤＴＣ側面に従って、単一の遷移に使用され得る、代わりの休止時間波形を示す。図２５Ａは、上記表１の３行目および表２の最終行において述べられた黒から白への波形を示す。この波形は、黒状態における長い休止時間後の黒から白への遷移に適切な波形であるので、黒状態におけるより短い休止時間後の黒から白への遷移に適切な波形を生成するために、本発明のＢＰＰＤＴＣ側面に従って変形される黒から白へのベース波形と見なされ得る。上述したように、図２５Ａのベース波形は、－１５Ｖ，４００ミリ秒パルスとそれに続く２０ミリ秒の０Ｖから構成される。

【０１４４】

図２５Ｂは、図２５Ａのベース波形の変形を示し、この変形は、初期黒状態において０．３秒以下のほんの短い休止時間後に黒から白への遷移が達成されたときに、最終の白状態の反射率を減少させるのに効果的であると考えられる。図２５Ｂの波形は、図２５Ａの波形の－１５Ｖ，４００ミリ秒のパルスの最後に図４Ａに示されるＢＰＰ３００と同様なＢＰＰを挿入することによって生成され、その結果、図２５Ｂの波形は、－１５Ｖ，４２０ミリ秒パルスと、それに続く＋１５Ｖ，２０ミリ秒のパルスと、２０ミリ秒間の０Ｖとを備える。

【０１４５】

図２５Ｃおよび２５Ｄは、図２５Ａおよび２５Ｂの波形と同じ黒から白への遷移用の二つの更なるＡＤＴ波形を示す。図２５Ｃおよび２５Ｄの波形は、黒から白への遷移が黒状態におけるそれぞれ０．３～１秒の休止期間および１～３秒の休止時間後に達成されるとき、最終白状態の反射率を標準化することに有効であると考えられる。図２５Ｃおよび２５Ｄの波形は、図２５ＢにおけるＢＰＰと同じＢＰＰを図２５Ａの波形に挿入することによって生成されるが、該ＢＰＰは、図２５Ｂにおいて使用される場所とは異なる場所にある。上記のように、ＢＰＰがベース波形に挿入（または削除）される位置は、遷移に続く最終光学状態に対して重要な影響を有し、従って、ベース波形を有するＢＰＰの挿入位置をシフトすることは、初期光学状態におけるピクセルの休止時間の変動に対して波形を補償する効果的な手段であると考えられる。

【０１４６】

図２５Ｅは、黒状態における長い休止時間（３秒以上）後の黒から白への遷移を達成するための図２５Ａの波形に対する好適な代案である。図２５Ｅの波形は、同じＢＰＰを図２５Ａの波形に挿入することによって生成される点において、図２５Ｂ～２５Ｄの波形と、概ね同様である。しかしながら、図２５Ｅにおいて、ＢＰＰは波形の最初に挿入されており、持続時間が２０ミリ秒よりはむしろ４０ミリ秒のパルスを作ることが望ましいと考えられる。このことは、波形の全持続時間を５００ミリ秒にするので、図２５Ｅの波形が図２５Ｂ～２５Ｄの波形に関連して使用されるとき、図２５Ｂ～２５Ｄの波形の最後に０

Ｖの４０ミリ秒を追加することにより、該波形を「パディング」する必要がある。従って、黒から白への遷移用のＡＤＴ波形の好適なセットは、下記表３に示すとおりである。

【０１４７】

【表３】

表３

休止時間	波形
0～0.3秒（図25B，パディッド）	-15V 420ミリ秒間，15V 20ミリ秒間，0V 60ミリ秒間
0.3～1秒（図25C，パディッド）	-15V 220ミリ秒間，15V 20ミリ秒間，-15V 200ミリ秒間，0V 60ミリ秒間
1～3秒（図25D，パディッド）	-15V 20ミリ秒間，15V 20ミリ秒間，-15V 400ミリ秒間，0V 60ミリ秒間
3秒以上（図25E）	-15V 40ミリ秒間，15V 40ミリ秒間，-15V 400ミリ秒間，0V 20ミリ秒間

黒から白への遷移用のインパルスは－１５Ｖ＊４００ミリ秒、すなわち、表３のＡＤＴ波形のすべてに対して、従ってすべての初期休止時間に対して、６Ｖ秒であり、その結果、駆動スキームはＤＣ平衡であることに注意を要する。

【０１４８】

上述したように、ＤＴＣは、ベース波形からＢＰＰを削除することによっても達成し得る。たとえば、下記表４に示された駆動スキームを考えられたい。

【０１４９】

【表４】

表４

遷移	波形
黒から黒へ	０Ｖ　820ミリ秒間
黒から白へ	+15Ｖ 400ミリ秒間、-15V400ミリ秒間，その後０Ｖ 20ミリ秒間
白から黒へ	-15Ｖ 400ミリ秒間、+15V400ミリ秒間，その後０Ｖ 20ミリ秒間
白から白へ	０Ｖ　820ミリ秒間

この駆動スキームにおいて、全体の駆動スキームのみならず、すべての波形は「内部的に」ＤＣ平衡となっており、そのような内部ＤＣ平衡の望ましさは、上記特許文献３に詳細に討議されていることが分かる。再び、ＤＴＣの方法は、黒から白への遷移を参照し討議されるが、黒から白への遷移のＤＴＣは、同様な方法で達成されることは理解されるべきである。

【０１５０】

この場合、黒から白への遷移のＤＴＣは、ＢＰＰを削除することによって、すなわち、逆極性の一つ電圧パルスの類似の部分および同等な持続時間を同時に除去しながら、一つの極性の一つの電圧パルスの部分および一つの持続時間を除去することによって、達成し得る。削除されたパルスセクションはゼロ電圧の期間で置き換えることができ、または波形の残りの部分は、削除されたパルスペアによって以前に占有された期間を占有するように時間的にシフトされ得、全更新時間を維持するために、削除されたペアの持続時間に適合したゼロ電圧セグメントは別のところ、代表的には波形の最初か最後に追加され得る。

【０１５１】

図２６Ａ、２６Ｂおよび２６Ｃは、黒状態において０．３秒未満の短い休止時間でＤＴＣについての上記の表４の第３行にリストされた黒から白への波形の変形のための処理を模式的に示す。図２６Ａは表４からのベース波形を示す。図２６Ｂは、図２６Ａの波形からのポジティブ電圧パルスの最後の８０ミリ秒部分およびネガティブ電圧パルスの最初の８０ミリ秒によって形成されるＢＰＰの除去であって、そこにおいて、結果的に生じるギャップを図２６Ｂにおいて矢印で示されるようにネガティブパルスを時間的に早めるようにシフトすることによって除去されるものを模式的に示している。図２６Ｃには、結果的に生じる休止時間補償波形が示されており、該休止時間補償波形は、３２０ミリ秒ポジティブパルスと３２０ミリ秒ネガティブパルスとゼロ電圧の１８０ミリ秒期間とを備えてい

る。

【０１５２】

この場合、すべての休止時間のＤＴＣは、削除されたＢＰＰ長を単に変えることによって達成し得、黒状態における３秒以上の長い休止時間に対しては、図２６Ａのベース波形は、十分であると考えられる。従って、この場合における黒から白への遷移のためのＡＤＴ波形の全リストは下記図５に示すとおりである。

【０１５３】

【表５】

表５

休止時間	波形
0～0.3秒	+15Ｖ320ミリ秒間,-15V320ミリ秒間, その後 0Ｖ180ミリ秒間
0.3～1秒	+15Ｖ360ミリ秒間, -15V360ミリ秒間, その後 0Ｖ100ミリ秒間
1～3秒	+15Ｖ380ミリ秒間,-15V380ミリ秒間, その後 0Ｖ 60ミリ秒間
3秒以上	+15Ｖ400ミリ秒間, -15V400ミリ秒間, その後 0Ｖ 20ミリ秒間

上述したように、ＢＰＰが図２６Ｂに示された方法で波形から削除されるとき、残りのコンポーネントが時間的にシフトされるのは本質的ではなく、削除されたＢＰＰは、ゼロ電圧の期間によって、単に置き換えられ得る。下記表６は、表５のＡＤＴ波形と類似しているが、削除されたＢＰＰがゼロ電圧の期間によって置き換えられたＡＤＴ波形の変形されたセットを示す。

【０１５４】

【表６】

表６

休止時間	波形
0～0.3秒	+15Ｖ320ミリ秒間, 0V160ミリ秒間, -15V320ミリ秒間, その後 0Ｖ20ミリ秒間
0.3～1秒	+15Ｖ360ミリ秒間, 0V80ミリ秒間, -15V360ミリ秒間, その後 0Ｖ20ミリ秒間
1～3秒	+15Ｖ380ミリ秒間, 0V40ミリ秒間, -15V380ミリ秒間, その後 0Ｖ 60ミリ秒間
3秒以上	+15Ｖ400ミリ秒間, -15V400ミリ秒間, その後 0Ｖ 20ミリ秒間

本発明のＢＰＰＤＴＣ側面は、二つのグレーレベルのみを有するディスプレイを主として参照して上で述べたが、それはそのように限定されるのではなく、より多数のグレーレベルを有するディスプレイに適用し得る。また、図面に示された特定の波形において、ＢＰＰの二つのエレメントの挿入または削除は、波形内の一点において達成されるが、本発明は、ＢＰＰの挿入または削除が一点において達成される波形に限定されないで、ＢＰＰの二つのエレメントは異なる点で挿入または削除され得るもので、すなわち、ＢＰＰを構成する二つのパルスは、すぐに続いている必要はなく、時間間隔よって分離され得る。さらにＢＰＰの一つまたは両方のパルスはセクションに再分割され得、これらのセクションは、次にＤＴＣ用の波形に挿入または削除され得る。たとえば、ＢＰＰは＋１５Ｖ，６０ミリ秒パルスと、－１５Ｖ，６０ミリ秒パルスとで構成され得る。このＢＰＰは、二つのコンポーネント、たとえば、＋１５Ｖ、６０ミリ秒パルスと、その直後に続く－１５Ｖ，２０ミリ秒パルスと、－１５Ｖ，４０ミリ秒パルスと、に分割され得、これらの二つのコンポーネントは、ＤＴＣを達成するために、波形に同時に挿入または削除される。

【０１５５】

ゼロ電圧セグメントを波形に挿入または削除することは、遷移後の最終グレーレベルに影響を及ぼすとも考えられ、従って、ゼロ電圧セグメントのそのような挿入または削除は、ＤＴＣを達成するための最終グレーレベルを調整する第２の方法を提供する。ゼロ電圧セグメントのそのような挿入または削除は、単独またはＢＰＰの挿入または削除との組み合わせにおいて使用され得る。

【０１５６】

本発明のＢＰＰＤＴＣ側面は、任意の所定時間にピクセルに印加される電圧が－Ｖ、０または＋Ｖのみであり得るパルス幅変調波形を主として参照して上で述べたが、本発明は、そのようなパルス幅変調波形と共に使用されることに限定されないで、電圧変調波形、

またはパルス変調および電圧変調の両方を使用する波形と共に使用され得る。平衡パルスペアの上記の定義は、ゼロネットインパルスを有する逆極性の二つのパルスによって満たされ得、二つのパルスは同じ電圧または持続時間であることを必要としない。たとえば、電圧変調駆動スキームにおいて、ＢＰＰは、＋１５Ｖ，２０ミリ秒パルスと、それに続く－５Ｖ，６０ミリ秒パルスとで構成され得る。

【０１５７】

前述のことから、本発明のＢＰＰＤＴＣ側面は、駆動スキームのＤＣ平衡を維持しながら、駆動スキームの休止時間補償を可能にする。そのようなＤＴＣは、電気光学ディスプレイのゴーストレベルを減少し得る。

セクションＤ：ターゲットバッファ方法および装置

既に述べたように、本発明は、複数のピクセルであって、それらのピクセルの各々は少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成することができる複数のピクセルを有する電気光学ディスプレイを駆動するためのターゲットバッファを使用する二つの異なる方法を提供する。これらの二つの方法の第１、非極性ターゲットバッファ方法は、初期データバッファと最終データバッファとターゲットデータバッファとを提供すること、初期データバッファにおけるデータと最終データバッファにおけるデータとが異なる時を決定すること、そのような相違が判明したとき、ターゲットデータバッファにおける値を以下の方法によって更新することを備える。（ｉ）初期データバッファと最終データバッファとが特定のピクセルに対して同じ値を含むとき、ターゲットデータバッファをこの値に設定し、（ｉｉ）初期データバッファが特定のピクセルに対し最終データバッファより大きい値を含むとき、ターゲットデータバッファを、初期データバッファの値にインクリメントをプラスした値に設定し、（ｉｉｉ）初期データバッファが特定のピクセルに対し最終データバッファより小さい値を含むとき、ターゲットデータバッファを初期データバッファの値から上記インクリメントをマイナスした値に設定し、ディスプレイ上のイメージを、各ピクセルの初期状態および最終状態として、初期データバッファにおけるデータとターゲットデータバッファにおけるデータとをそれぞれ使用して更新し、次に、該データをターゲットデータバッファからを初期データバッファにコピーし、これらのステップを、初期データバッファと最終データバッファとが同じデータを含むまで行う。

【０１５８】

これらの方法における第２、極性ターゲットバッファ方法において、ディスプレイの各ピクセルに対する極性ビットを記憶するように構成された極性ビットアレイと共に、最終データバッファと、初期データバッファと、ターゲットデータバッファとは再び提供される。再び、初期データバッファにおけるデータとターゲットデータバッファにおけるデータとは比較され、それらが異なるとき、極性ビットアレイにおける値とターゲットデータバッファにおける値とは以下の方法によって更新される。（ｉ）初期データバッファと最終データバッファとにおける特定のピクセルに対する値が異なり、初期データバッファにおける値がピクセルの極限の光学状態を表すとき、ピクセルの極性ビットは反対の極限光学状態へ向かう遷移を表す値に設定され、ターゲットデータバッファは、極性ビットアレイにおける関連値による、初期データバッファの値にインクリメントをプラスまたはマイナスした値に設定される。次に、ディスプレイ上のイメージは、第１の方法と同じ方法で、更新され、その後、ターゲットデータバッファからのデータは初期データバッファにコピーされる。これらのステップは、初期データバッファと最終データバッファとが同じデータを含むまで、繰り返される。

【０１５９】

代表的に、電気光学ディスプレイに対する従来技術のコントローラは、以下のリスト１に示されるものと類似した論理を用いる（本明細書における全てのリストは、擬似コードで書かれている）。

【０１６０】

【化１】

リスト 1

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := final
        if (host has new data)
                final := new_image
                update_display (initial, final)
```

この方法で動作するコントローラで、ディスプレイは新しいイメージ情報を受信するために待機し、次に、そのような新しいイメージ情報が受信されたとき、新しい情報がディスプレイに送られるようにする前に全更新を実行する。すなわち、一旦新しいイメージがディスプレイによって受け入れられると、ディスプレイは、第１の新しいイメージを表示するのに必要なディスプレイの再書き込みが完了するまで、第２の新しいイメージは受け付けることができず、ある場合において、この再書き込み手順は、上記セクションＡ～Ｃにて説明される駆動スキームのいくつかと比較して、数１００ミリ秒を要し得る。従って、ユーザがスクロールまたはタイプするとき、ディスプレイは、この全更新（再書き込み）時間の間、ユーザ入力を感知できないように見える。

【０１６１】

対照的に、本発明の非極性ターゲットバッファ方法を達成するコントローラは、下記のリスト２によって例示される論理によって動作する（このタイプのコントローラは便宜上以下「リスト２コントローラ」と呼ぶ）。

【０１６２】

【化２】

リスト 2

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
pixel array target [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := target
        final := host_frame_buffer
        if initial != final
        for each pixel in initial
                        if Initial == final then target := initial
                        if Initial > final then target := initial + 1
                        if initial < final then target := initial -1
                update_display (initial, target)
```

ＮＰＴＢ方法用のこの変形されたコントローラにおいて、三つのイメージバッファがある。初期および最終バッファは、従来のコントローラにおけるものと同じで、新しい第３のバッファは、「ターゲット」バッファである。ディスプレイコントローラは、新しいイメージデータを最終バッファにいつでも受け付け得る。コントローラが最終バッファにおけるデータが最初のバッファにおけるデータにもはや等しくないことを見つけたとき（すなわち、イメージの再書き込みが必要）、新しいターゲットデータセットは、初期および最終バッファにおける関連値間の差に応じて、初期バッファにおける値を１だけインクリメントまたはデクリメントする（またはそれらの値を変化させずにそのままにしておく）ことによって構成される。コントローラは次に、初期およびターゲットバッファからのデ

ータを使用して、通常の方法でディスプレイ更新を実行する。この更新が完了すると、コントローラは、ターゲットバッファからの値を初期バッファにコピーし、次に、新しいターゲットバッファを生成するために初期および最終バッファ間の差分演算を繰り返し、初期および最終バッファが同じデータセットを有するとき、全更新は完了する。

【０１６３】

従って、このＮＰＴＢ方法において、全更新は、一連の副更新演算によって達成され、そのような副更新演算の一つは、イメージが初期データバッファとターゲットデータバッファとを使用して更新されるときに発生する。術語「メゾフレーム（ｍｅｓｏ－ｆｒａｍｅ）」は以下、これらの副更新演算の各々に必要な期間に使用され、そのようなメゾフレームは、もちろん、ディスプレイの単一スキャンフレームに必要な期間（前述のＭＥＤＥＯＤ出願を参照されたい）とスーパーフレームとの間の期間、または全更新を完了するために必要な期間を示す。

【０１６４】

本発明のＮＰＴＢ方法は、二つの方法で対話性能を改善する。第１に、従来技術において、最終データバッファは、更新処理時にコントローラによって使用され、その結果、更新が行われている間、新しいデータはこの最終データバッファに書き込まれ得ず、従って、ディスプレイは更新に必要な全期間の間、新しい入力に対する応答はできない。本発明のＮＰＴＢ方法において、最終データバッファは、ターゲットデータバッファにおけるデータセットの計算のみに使用され、この計算は、単純なコンピュータ計算であるので、電気光学材料からの物理的応答を必要とする更新演算よりはるかに速く達成し得る。一旦、ターゲットデータバッファにおけるデータセットの計算が完了すると、更新は最終データバッファへのさらなるアクセスは必要とぜず、その結果、最終データバッファは新しいデータを受け付け可能である。

【０１６５】

前述のＭＥＤＥＯＤ出願において討議され、また波形に関して以下にさらに討議されている理由によって、ピクセルが以下のような意味において循環的な方法で駆動されることがしばしば望ましい。一旦ピクセルが、一つの極性の電圧パルスによって、一つの極限光学状態から離れるように駆動されると、逆極性の電圧パルスは、ピクセルがそのもう一方の極限光学状態に到達するまで、そのピクセルに印加されない。たとえば、図１１Ａおよび１１Ｂ、および前述の特許文献１１９の関連記述を見られたい。この制限は、下記のリスト３によって例示される論理で動作するコントローラを使用し得る本発明のＰＴＢ方法によって満たされる（このタイプのコントローラは便宜上以下、「リスト３コントローラ」と呼び、このリストは、黒の１から４の白までの番号がつけられたグレーレベルを有する４グレーレベルシステムを想定している。但し、当業者は、動作の擬似コードを異なる数のグレーレベルで容易に変形し得る）。

【０１６６】

【化３－１】

リスト 3

```
pixel array initial [x_size, y_size]
pixel array final [x_size, y_size]
pixel array target [x_size, y_size]
```

【０１６７】

【化３－２】

```
bit array polarity [x_size, y_size]
while() #endless loop
        initial := target
        final := host_frame_buffer
        if initial != final
        for each pixel in initial
                if initial == 1 then polarity := 1
                if initial == 4 then polarity := 0
                if initial != final then target :=  initial + (polarity-
0.5)*2
        update_display (initial, target)
```

このＰＴＢ方法は、４つのイメージバッファを必要とし、第４番目はディスプレイの各ピクセルに対する単一ビットを有する「極性」バッファであり、この単一ビットは、関係ピクセルの遷移の現在の方向、すなわちピクセルは現在、白から黒（０）と黒から白（１）とのいずれに遷移しているかを示す。関係ピクセルが現在遷移を受けていない場合、極性ビットは、以前の遷移からのその値を保持する。たとえば、明るいグレー状態に静止して、以前は白であったピクセルは、極性ビット０を有する。

【０１６８】

ＰＴＢ方法において、新しいターゲットバッファデータセットが構成されたとき、極性ビットアレイが考慮される。ピクセルが現在黒または白であり、反対状態への遷移が要求される場合、極性ビットの値は、それに従って設定され、ターゲット値はそれぞれ黒か白に最も近いグレーレベルに設定される。代わりに、ピクセルの初期状態が中間（グレー）状態である場合、ターゲット値は、極性ビットの値（極性＝１の場合＋１、極性＝０の場合－１）に従って、その状態を１だけインクリメントまたはデクレメントすることによって、計算される。

【０１６９】

この駆動スキームにおいて、中間状態におけるピクセルの行動はそのピクセルの最終状態の現在値と無関係であることに注意すべきである。ピクセルは、黒から白へまたは白から黒への遷移を開始次第、それが反対の光学レール（極限光学状態で、代表的には黒または白）に到達するまで同じ方向で継続する。所望のイメージおよび従ってターゲット状態が遷移時に変化する場合、ピクセルは次に、反対方向に戻るなど行う。

【０１７０】

本発明のＴＢ方法で用いる好適な波形は、ここで討議される。下記の表７は、本発明のＮＰＴＢおよびＰＴＢ方法で用いる、１ビット（モノクロ）動作に使用され得る一つの可能な遷移マトリクスを示し、この遷移マトリクスは二つの中間状態を使用する。

【０１７１】

【表７】

表７

		初期状態			
		1	2	3	4
ターゲット	1	A(*)	B	-	-
状態	2	C	-	E	-
	3	-	F	-	H
	4	-	-	I	J(*)

黒、白、および二つの中間グレー状態を有するこの遷移マトリクスの構造は、ＭＥＤＥＯＤ出願において記述された駆動スキームなどの従来の２ビット駆動スキームにおいて使

用されるものと非常に似ているように見える。しかしながら本発明のＴＢ方法において、これらの中間状態は、固定のグレー状態に対応するのではなく、ただ遷移状態であり、一つのメゾフレームの完了と次の開始との間のみに存在し、これらの中間状態の反射率の均一性に対する制限はない。

【０１７２】

表７に示された遷移マトリクスにおいて、エレメントの多くは（ダッシュで示される）、許可されないことに注意すべきである。コントローラのみが、各遷移がグレーレベルをどちらかの方向に１単位だけ変化させることを可能にし、その結果、グレーレベルにおける複数の変化を伴う遷移（たとえば、直接１－４黒から白への遷移）は禁止される。遷移マトリクスの主要な対角線上のエレメント（ゼロ遷移に対応）は、中間状態に対し禁止され、そのような主要な対角線上のエレメントは、白状態および黒状態に推奨されないが、表７にアスタリスクで示されるように、厳格には禁止されない。

【０１７３】

モノクロＮＰＴＢ方法において、更新シーケンスは、一連の状態として現れ、該一連の状態は、極限の光学状態（光学レール）において開始、終了し、一連の中間グレー状態がゼロ休止時間によって分離される。たとえば、黒から白への単純な遷移は、

１→２→３→４

として現れる。一方、ディスプレイの最終状態が更新中に変化する場合、この遷移は、

１→２→３→２→１

となる。最終状態における多数の変化は、

１→２→３→２→３→４

などの遷移を生成し得る。

【０１７４】

より一般的に、極限黒光学状態と極限白光学状態と間の遷移に４つの起こり得るタイプがある。

【０１７５】

１→２→３（→２→３）→４

１→２（→３→２）→１

４→３→２（→３→２）→１

４→３（→２→３）→４

ここで、括弧は、括弧内のシーケンスの０回以上の繰り返しを意味する、

ＮＰＴＢ駆動スキームのこのクラスの最適化（「同調」）は、括弧内のシーケンスの繰り返し数に無関係に、１（黒）および４（白）状態に対して調和した反射率を確実にするため、遷移マトリクスの非ゼロエレメントを調整することを必要とする。波形は、黒および白の極限光学状態における任意の休止時間の間動作しなければならないが、中間状態における休止時間は常に０であり、その結果、上述のとおり、遷移状態の反射率は重要ではない。

【０１７６】

一般に、任意の単一のメゾフレーム更新に必要な時間は、遷移マトリクスにおいて最長エレメントの長さに等しい。従って、全更新の時間は、この最長エレメントの長さの３倍である。ベストの場合、黒から白へおよび白から黒へ（それぞれ、１→４および４→１）の波形は三つの等しい長さの要素に分割され得る。このアプローチは、更新待ち時間を全更新時間の３分の１に減らし、一方、全更新に対する同じ持続時間を維持する。波形の最適化の結果であり得るメゾフレーム更新の長さが長くなると、利益はより実質的でなくなる。たとえば、一つのエレメントが２倍の長さになる場合、待ち時間は、単純な更新時間の３分の２に増加し、全遷移は、以前の２倍の時間が必要となる。所定のメゾフレームにおける存在する最長のエレメントを見つけることを検証し、更新時間をその長さに動的に調整することは可能であるが、この余分の計算の利益は重要ではなさそうである。

【０１７７】

媒体のどの電気光学の特性が、該媒体を使用するディスプレイをこのタイプのＮＰＴＢ

駆動スキームと共に使用することのみを適切なものとするかについて考慮されるべきである。第１に、媒体の休止時間依存は０（理想的には、または少なくとも非常に低い）であるべきである。理由は、この波形は、メゾフレーム間の一連の近いゼロ休止時間を、遷移間の潜在的にはるかに長い休止時間と結合するからである。第２に、媒体は、特定の遷移の初期状態に先行する光学状態に対してほとんどまたは全く感度を有しない。理由は、遷移の方向は、流れの中で変化し得る。たとえば、２→１遷移は、１→２遷移または３→２遷移のいずれかによって、先行され得る。最後に、電気光学媒体は、特に黒および白状態の近くで、その応答において対照的である。同じ黒状態または同じ白状態にそれぞれ到達する１→２→１遷移または４→３→４遷移を実行し得るＤＣ平衡波形を生成することは難しい。

【０１７８】

上記の理由により、ＮＰＴＢ駆動スキームにおける「中間反転」は、最適な波形を開発することを非常に難しくする。対照的に、ＰＴＢ駆動スキームは、電気光学媒体に対する要求を大幅に減少し、従って、性能向上をなおも提供しながらＮＴＰＢ駆動スキームの最適化における困難性の多くを軽減する。

【０１７９】

ＰＴＢ駆動スキーム用の遷移マトリクスの構造はＮＰＴＢ駆動スキーム用の遷移マトリクスの構造と同一であるが、ＰＴＢ駆動スキームは、二つの黒から白への遷移および白から黒への遷移のみを可能にし、すなわち、

１→２→３→４

４→３→２→１

である。実際、これらの二つの遷移は、三つの等しい部分に分割されている遷移を持つ普通の１→４遷移および４→１遷移と同じである。いくらかのわずかの再同調は、メゾフレーム間の遅延に対しては望ましいが、調整は、複雑ではない。簡単なタイプ入力について、この駆動スキームは、結果的に待ち時間の３分の２の減少をもたらす。

【０１８０】

ＰＴＢ方法にとっていくつかの欠点がある。極性ビットアレイに余分のメモリが必要であり、より複雑なコントローラがこのより簡易駆動スキームを動作する。理由は、各ピクセルにおける遷移の方向に対する許可は、遷移に対する初期状態および最終状態に加えて、余分のデータ（極性ビット）を考慮することが必要であるからである。また、ＰＴＢ方法は、更新を開始するための待ち時間を減少するが、コントローラは、遷移を反転する前に更新が完了するまで、待たなければならない。この制限は、ユーザーが文字をタイプし、次にすぐにそれを消した場合、明らかである。文字が消される前の遅延は、全更新時間に等しい。このことは、カーソルトラッキングまたはスクローリングに関してＰＴＢ方法の有用性を制限する。

【０１８１】

ＮＰＴＢおよびＰＴＢ方法は、主としてモノクロ駆動スキームに関して上に記述されているが、それらの方法は、グレースケール駆動スキームとも互換性がある。ＮＰＴＢ方法は、本来、グレースケールと完全に互換性がある。ＰＴＢ方法のグレースケール互換性は以下で討議される。

【０１８２】

駆動スキームの観点から、ＮＰＴＢ方法用の動作可能なグレースケール駆動スキームを生成することは、対応するモノクロ駆動スキームを生成することより難しいことは明らかである。なぜならグレースケール駆動スキームにおいて、中間状態は、実際のグレーレベルに対応し、そのためこれらの中間状態の光学値は、制限されるからである。ＰＴＢ方法のグレースケール駆動スキームを生成することもまた、かなり難しい。待ち時間を減らすために、メゾフレーム遷移は、大幅に短くしなければならない。たとえば、２→３遷移は、スタンドアロン遷移、１→２→３遷移の最終段階、または２→３→４遷移の初期段階であり得る。従って、この遷移を（より短い全更新を達成するために）短くし、（遷移がグレーレベル３で停止する場合に）正確にするために競合する要求がある。

【０１８３】
グレースケールＰＴＢ方法は、複数のグレーレベルステップを導入することによって（すなわち、上記表７に示されものなどの関連する遷移マトリクスの読み取れる対角線上から除去された２以上のステップにエレメントを再挿入することに対応する、２以上の単位により各メゾフレームの間にグレーレベルを変更させることを可能にすることによって）、変形し得、従って、前のパラグラフに記述されたメゾフレームステップの退化を除去する。この変形は、極性ビットマトリクスをカウンタアレイで置き換えることによって、達成し得、該カウンアタアレイは、ディスプレイの各ビット毎に、２以上のビットから全グレースケールイメージ表現に必要な数のビットまでを含む。波形は、また、各波形が４つ（またはメゾフレームのその他の本質的に任意の数）に等しく分割された状態で、全Ｎ×Ｎ遷移までを含む。

【０１８４】
上記に討議された特定のＴＢ方法は、二つの中間グレーレベルを有する２ビットグレースケール方法であるが、ＴＢ方法は、もちろん、任意の数のグレーレベルと共に使用し得る。しかしながら、減少した待ち時間の増大した利益は、グレースケールの数が増えるに従い、減る傾向がある。

【０１８５】
従って、本発明は、コントローラアルゴリズムの複雑性を最小にしながら、モノクロモードにおける更新待ち時間の大幅な減少を行うＴＢ方法の二つのタイプを提供する。これらの方法は、対話１ビット（モノクロ）アプリケーション、たとえば、ユーザー入力に対する迅速な応答が最重要である個人のデジタル支援および電子辞書など、において特に有用であることが判明し得る。

セクションＥ：波形圧縮方法および装置

上述したように、本発明の最後の主要な側面は、双安定電子光学ディスプレイを駆動するために記憶されなければならない波形データの量を減らす方法に関する。より特定的には、本発明のこの側面は、電気光学ディスプレイを駆動する「波形圧縮」または「ＷＣ」方法を提供する。その電子光学ディスプレイは、複数のピクセルであって、該ピクセルの各々は、少なくとも二つの異なるグレーレベルを達成することができる複数のピクセルを有する。該方法は、グレーレベル間でのピクセルによる特定の遷移の際に印加される一連の電圧を定義するベース波形を記憶し、特定の遷移に対する増倍率を記憶し、増倍率に依存する期間の間、一連の電圧をピクセルに印加することによって特定の遷移を達成することを備える。

【０１８６】
インパルス駆動電気光学ディスプレイが駆動されているとき、代表的にはグレーレベル間の遷移である、一つの光学状態から別の光学状態への遷移を達成するために、ディスプレイの各ピクセルは、電圧パルス（すなわち、そのピクセルに関係した二つの電極間の電圧差）または一時の一連の電圧パルス（すなわち、波形）を受ける。各遷移用の波形のセット（完全な駆動スキームを構成する）を定義するために必要なデータは、メモリ、一般にはディスプレイコントローラ上に記憶される。ただし、データは、代わりに、ホストコンピュータまたはその他の補助的デバイスに記憶され得る。駆動スキームは多数の波形を備えることができ、また（前述のＭＥＤＥＯＤ出願に記述されているように）、温度および湿度などの環境パラメータにおける変動、および電気光学媒体の動作寿命などの非環境の変動を許容する波形データの複数のセットを記憶する必要があり得る。従って、波形データを保持するのに必要なメモリ量は、実質的であり得る。ディスプレイコントローラのコストを減らすために、メモリ量を減らすことが望ましい。ディスプレイコントローラまたはホストコントローラに現実的に適応され得る簡易圧縮スキームは、波形データに必要なメモリ量を減らし、それによってディスプレイコントローラコストを減らすことにおいて有益である。本発明の波形圧縮方法は、電気泳動ディスプレイおよびその他の公知の双安定ディスプレイにとって特に有利な簡易圧縮スキームを提供する。

【０１８７】

特定の遷移用の非圧縮波形データは、一般的に一連のビットデータとして記憶され、各ビットセットは、波形における特定点で印加されるべき特定の電圧を指定する。例として、トライレベル電圧駆動スキームを考えられたい。このトライレベル電圧駆動スキームでは、ピクセルが、ポジティブ電圧（この例では＋１０Ｖ）を使用して黒へ、ネガティブ電圧（－１０Ｖ）を使用して白へ駆動され、ゼロ電圧で現在の光学状態に保持されるように駆動される。所定の時間エレメント（アクティブマトリクスディスプレイ用のスキャンフレーム）は、２ビットを使用して（たとえば、下記の表８に示されるように）コード化され得る。

【０１８８】

【表８】

表８

所望の電圧 (V)	２進法表現
+10	01
-10	10
0	00

この２進法表現を使用して、アクティブマトリクスドライブに使用する波形であって、５スキャンフレーム間続く＋１０Ｖパルスと、それに続くゼロ電圧の２スキャンフレームとを備える波形は、以下のように表される。

【０１８９】

０１０１０１０１００００

多数の時間セグメントを備える波形は、波形データの多数のビットセットの記憶を必要とする。

【０１９０】

本発明のＷＣ方法に従って、波形データはベース波形（上記の２進法表現のように）および増倍率として記憶される。ディスプレイコントローラ（またはその他の適当なハードウェア）は、増倍率に依存する期間の間、ベース波形によって定義される一連の電圧をピクセルに印加する。そのようなＷＣ方法の好適な形式において、ビットセット（上記のものなど）は、ベース波形を表すのに使用されるが、各ビットセットによって定義される電圧は、ｎ時間セグメント用のピクセルに印加され、ここで、ｎは波形に関係した増倍率である。増倍率は自然数でなければならない。増倍率１に関して、印加される波形は、ベース波形から不変である。１より大きい増倍率に関して、電圧シリーズの表現は、少なくともいくつかの波形に対して圧縮される。すなわち、これらの波形を表現するのに必要なビットは、データが非圧縮形式で記憶された場合に必要であろうビットより少ない。

【０１９１】

例として、表８の３つの電圧レベルの２進法表現を使用して、＋１０Ｖの１２個のスキャンフレームと、それに続く－１０Ｖの９個のスキャンフレームと、それに続く＋１０Ｖの６個のスキャンフレームと、それに続く０Ｖの３個のスキャンフレームとを必要とする波形を考えられたい。この波形は非圧縮形式で以下のように表わされ、

０１０１０１０１０１０１０１０１０１０１１０１０１０１０１０１０１０１００１０１０１０１０１０１０００００

圧縮形式では、

増倍率：３

ベース波形：０１０１０１１０１０１００１０１００

各波形に割り当てられなければならない電圧シーケンスの長さは、最長波形によって決定される。カプセル化した電気泳動ディスプレイおよびその他の電気光学ディスプレイに関して、最長波形は、代表的に、最低温度において必要であり、該最低温度では、電気光学媒体が、印加されたフィールドに対してゆっくりと応答する。同時に、うまく遷移を達成するために必要な解像度は、応答がゆっくりのとき、減少し、従って、本発明のＷＣ方法によって、連続するスキャンフレームをグループ化することによって光学状態の精度におけるロスがほとんどない。この圧縮方法を使用して、更新時間が短い適度な高温度で波

形に適切である多数のスキャンフレーム（または一般に時間セグメント）は、各波形に割り当てられ得る。必要なスキャンフレームの数がメモリ割り当てを越え得る低い温度において、１を越える増倍率が長い波形を生成するために使用され得る。このことが、最終的には、削減されたメモリ要求およびコストの減少を生じることとなる。

【０１９２】

本発明のＷＣ方法は、原理的に、種々の温度におけるアクティブマトリクスのフレーム時間を単に変化することと同等である。たとえば、ディスプレイは、室温において５０Ｈｚで、また許容できる波形時間を広げるために、０℃において２５Ｈｚで駆動し得る。しかしながら、バックプレインは、所定のスキャンレートにおける容量性の電圧アーチフェクトおよび抵抗性の電圧アーチフェクトを最小にするように設計されるため、ＷＣ方法は優れている。この最適なスキャンレートからどちらかの方向に大幅に逸脱すると、少なくとも一つのタイプのアーチフェクトが起こる。従って、ＷＣ方法を使用して、スキャンフレームをグループ化しながら、実際のスキャンレートを一定に保つことがベターであり、ＷＣ方法は、物理的なスキャンレートを実際に変化さないで、スキャンレートにおける仮想の変化を達成する方法を事実上提供する。

【図面の簡単な説明】

【０１９３】

【図１】既に述べられているように、添付図面の図１は、時間の関数としての、電気光学ディスプレイのピクセルの反射率を示し、休止時間依存の現象を示す。

【図２Ａ】図２Ａは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されたタイプの、従来の技術の三つのパルススライドショー駆動スキームにおける遷移の波形を示す。

【図２Ｂ】図２Ｂは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されたタイプの、従来の技術の三つのパルススライドショー駆動スキームにおける、図２Ａとは異なる遷移の波形を示す。

【図２Ｃ】図２Ｃは、図２Ａの波形が印加される電気光学ディスプレイのピクセルの反射率の、時間の経過に伴う変動を示す。

【図２Ｄ】図２Ｄは、図２Ｂの波形が印加される電気光学ディスプレイのピクセルの反射率の、時間の経過に伴う変動を示す。

【図３Ａ】図３Ａは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されたタイプの、従来の技術の２リセットパルススライドショー駆動スキームにおける遷移の波形を示す。

【図３Ｂ】図３Ｂは、前述のＭＥＤＥＯＤ出願において記述されたタイプの、従来の技術の２リセットパルススライドショー駆動スキームにおける、図３Ａとは異なる遷移の波形を示す。

【図４Ａ】図４Ａは、本発明のＢＰＰＳＳ方法に従って、図２Ａ、２Ｂ、３Ａおよび３Ｂに示される波形などの従来技術スライドショーの波形を修正するために使用され得る平衡パルスペアを示す。

【図４Ｂ】図４Ｂは、本発明のＢＰＰＳＳ方法に従って、図２Ａ、２Ｂ、３Ａおよび３Ｂに示される波形などの従来技術スライドショーの波形を修正するために使用され得る平衡パルスペアを示す。

【図４Ｃ】図４Ｃは、本発明のＢＰＰＳＳ方法に従って、図２Ａ、２Ｂ、３Ａおよび３Ｂに示される波形などの従来技術スライドショーの波形を修正するために使用され得る平衡パルスペアを示す。

【図５Ａ】図５Ａは、従来技術の２リセットパルススライドショー駆動スキームの波形を示す。

【図５Ｂ】図５Ｂは、図５Ａの波形を修正することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。

【図５Ｃ】図５Ｃは、図５Ａの波形を修正することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。

【図５Ｄ】図５Ｄは、図５Ａの波形を修正することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。

【図６Ａ】図６Ａは、図５Ａと同じ従来技術のベース波形を示す。
【図６Ｂ】図６Ｂは、平衡パルスペアを図６Ａのベース波形から削除することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳの波形を示す。
【図６Ｃ】図６Ｃは、平衡パルスペアを図６Ａのベース波形から削除することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳの波形を示す。
【図６Ｄ】図６Ｄは、平衡パルスペアを図６Ａのベース波形から削除することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳの波形を示す。
【図７Ａ】図７Ａは、平衡パルスペアをベース波形の二つのベース波形エレメント間に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図７Ｂ】図７Ｂは、図７Ａと同じ平衡パルスペアを図７Ａと同じベース波形の単一のベース波形エレメント内に挿入することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図８Ａ】図８Ａは、図５Ａおよび図６Ａと同じ従来技術のベース波形を示す。
【図８Ｂ】図８Ｂは、異なる場所にあるゼロ電圧の期間を図８Ａのベース波形に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図８Ｃ】図８Ｃは、異なる場所にあるゼロ電圧の期間を図８Ａのベース波形に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図８Ｄ】図８Ｄは、異なる場所にあるゼロ電圧の期間を図８Ａのベース波形に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図９Ａ】図９Ａは、本発明のＢＰＰＳＳ波形を生成するために修正され得る従来技術の波形を示す。
【図９Ｂ】図９Ｂは、本発明のＢＰＰＳＳ波形を生成するために修正され得る従来技術の波形を示す。
【図９Ｃ】図９Ｃは、二つの平衡パルスペアを図９Ｂのベース波形に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図９Ｄ】図９Ｄは、平衡パルスペアとゼロ電圧の期間とを図９Ｂのベース波形に挿入することによって生成される本発明のＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１０Ａ】図１０Ａは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１０Ｂ】図１０Ｂは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１０Ｃ】図１０Ｃは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１１Ａ】図１１Ａは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１１Ｃ】図１１Ｃは、図９Ａおよび９Ｂのベース波形を修正することによって生成される本発明のさらなるＢＰＰＳＳ波形を示す。
【図１２】図１２は、本発明の逆モノクロ投影方法の記号表現である。
【図１３】図１３は、本発明の好適な逆モノクロ投影方法において達成され得るような、グレースケールイメージのグレーレベルがイメージのモノクロ投影にマップされる方法を示す。
【図１４】図１４は、本発明の第１の逆モノクロ投影方法の際に使用される選択された波形を示す。
【図１５】図１５は、本発明の第１の逆モノクロ投影方法の際に使用される選択された波形を示す。
【図１６】図１６は、図１２の記号表現に似た、本発明のさらなる逆モノクロ投影方法の記号表現である。
【図１７】図１７は、平衡パルスペアを波形に挿入することによる図１４に示されるＩＭ

Ｐ波形の一つの修正を示す。
【図１８】図１８は、平衡パルスペアを波形から削除することによる図１４に示されるＩＭＰ波形の一つの修正を示す。
【図１９】図１９は、平衡パルスペアの挿入の位置の変動による図１７に示されるＩＭＰ波形の一つのさらなる修正を示す。
【図２０】図２０は、平衡パルスペアが削除される位置の変動による図１８に示されるＩＭＰ波形の一つのさらなる修正を示す。
【図２１】図２１は、本発明のさらなるＩＭＰスキームの波形を、高度に図式化された方法によって示す。
【図２２】図２２は、図２１に示される駆動スキームによって生成されるグレーレベルを示すグラフである。
【図２３】図２３は、図２１に示されるＩＭＰ駆動スキームの修正された形を図２１と同じ方法で示すグラフである。
【図２４】図２４は、図２３に示される修正された駆動スキームによって生成されるグレーレベルを示すグラフである。
【図２５Ａ】図２５Ａは、本発明の第１休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２５Ｂ】図２５Ｂは、本発明の第１休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２５Ｃ】図２５Ｃは、本発明の第１休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２５Ｄ】図２５Ｄは、本発明の第１休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２５Ｅ】図２５Ｅは、本発明の第１休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２６Ａ】図２６Ａは、本発明の第２休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２６Ｂ】図２６Ｂは、本発明の第２休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。
【図２６Ｃ】図２６Ｃは、本発明の第２休止時間補償平衡パルスペア駆動スキームにおいて使用される休止時間補償波形のセットを示す。

【図１】

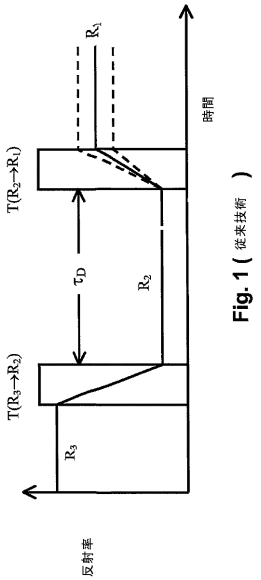


Fig. 1 (従来技術)

【図２Ａ】

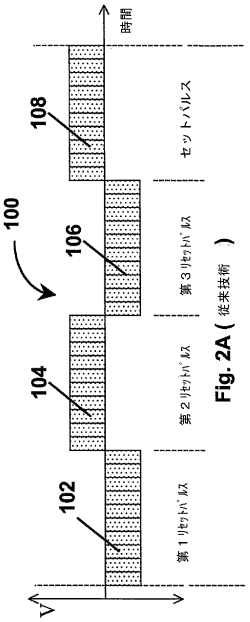


Fig. 2A (従来技術)

【図２Ｂ】

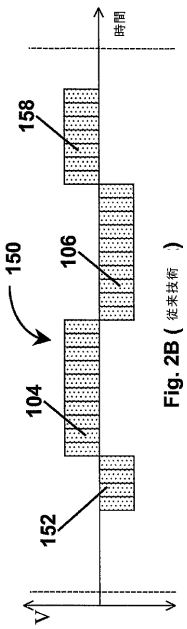


Fig. 2B (従来技術)

【図２Ｃ】

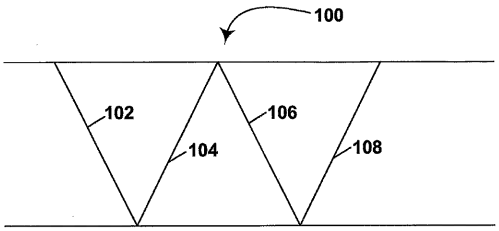


Fig. 2C (従来技術)

【図２Ｄ】

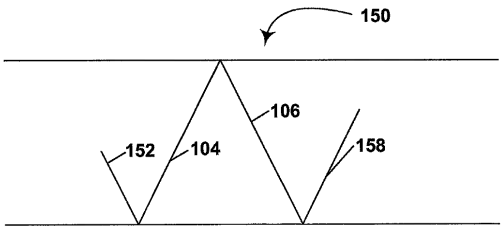


Fig. 2D (従来技術)

【図３Ａ】

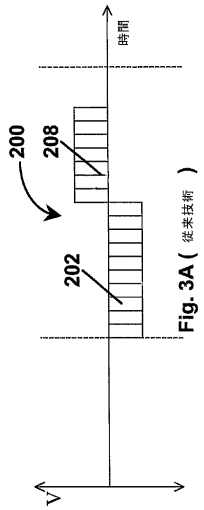


Fig. 3A（従来技術）

【図３Ｂ】

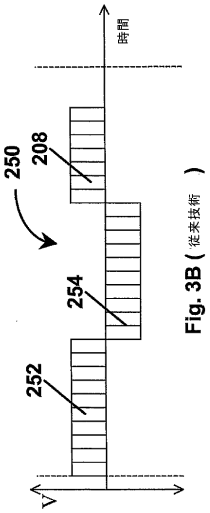


Fig. 3B（従来技術）

【図４Ａ】

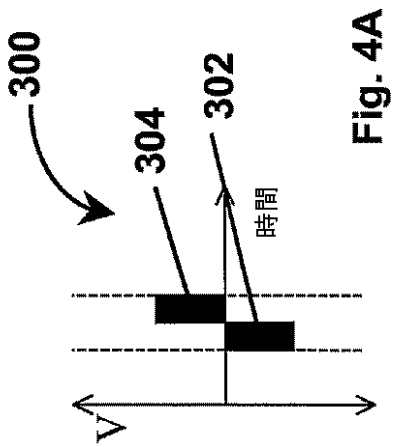


Fig. 4A

【図４Ｂ】

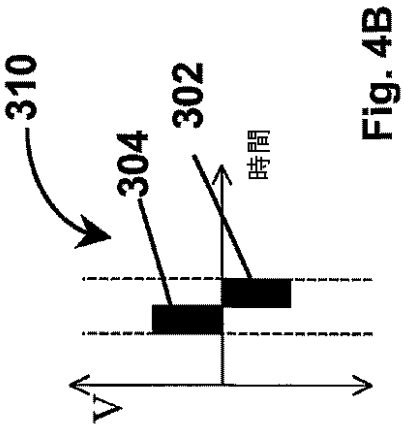


Fig. 4B

【図４Ｃ】

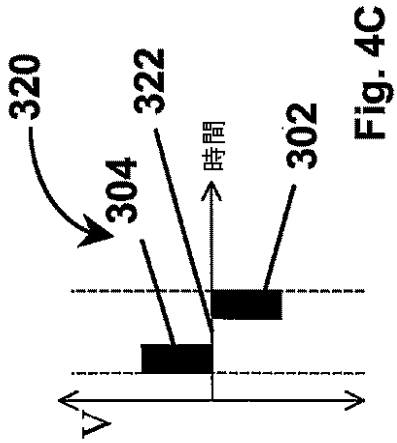


Fig. 4C

【図５Ａ】

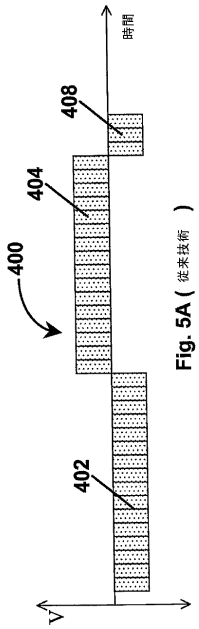


Fig. 5A (従来技術)

【図５Ｂ】

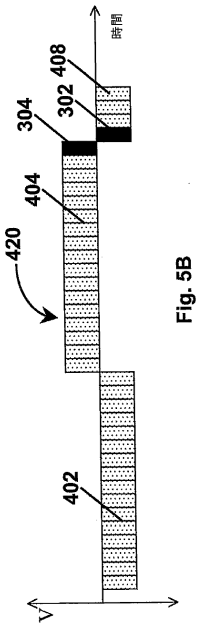


Fig. 5B

【図５Ｃ】

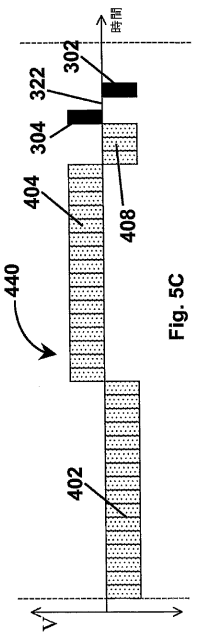


Fig. 5C

【図５Ｄ】

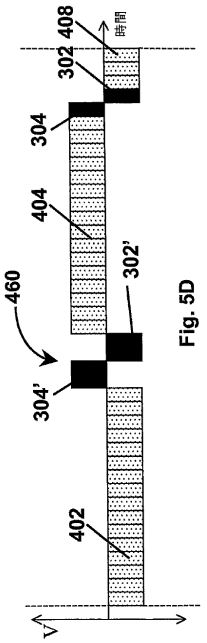


Fig. 5D

【図６Ａ】

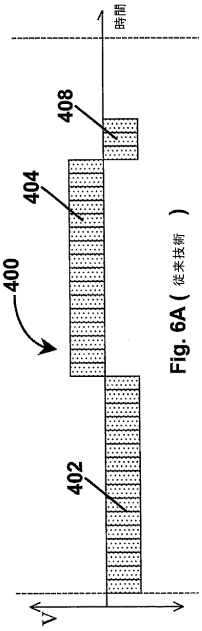


Fig. 6A（従来技術）

【図６Ｂ】

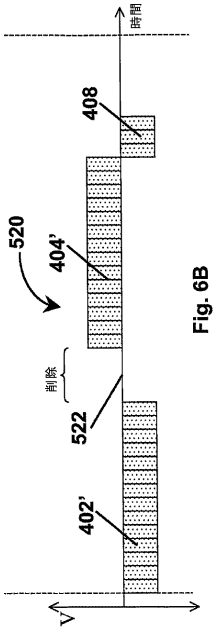


Fig. 6B

【図６Ｃ】

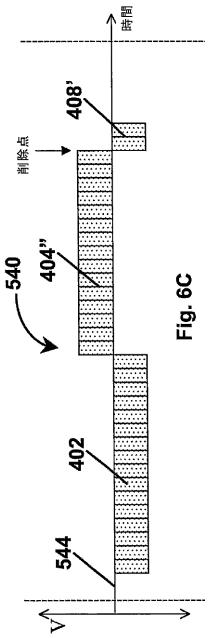


Fig. 6C

【図６Ｄ】

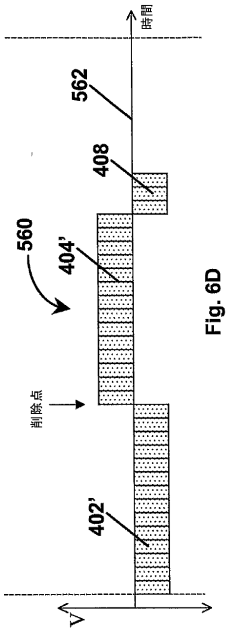


Fig. 6D

【図７Ａ】

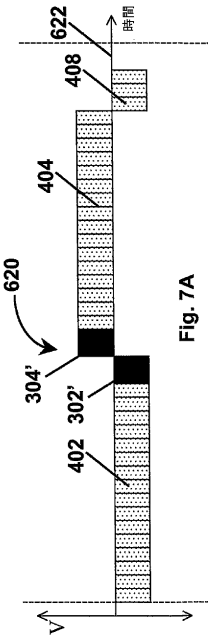


Fig. 7A

【図７Ｂ】

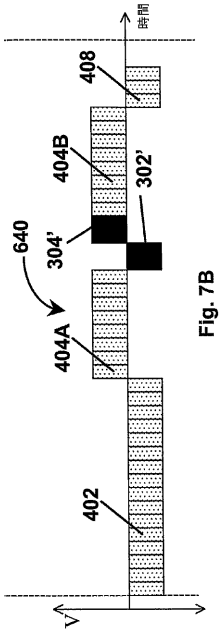


Fig. 7B

【図８Ａ】

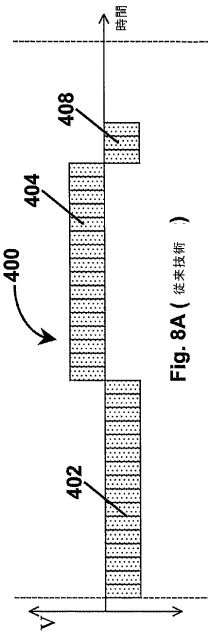


Fig. 8A（従来技術）

【図８Ｂ】

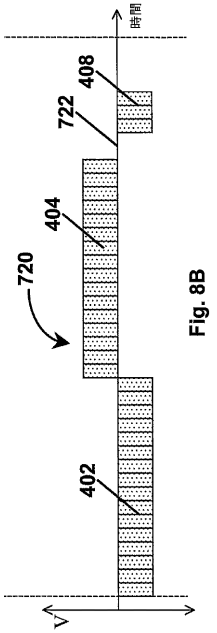


Fig. 8B

【図８Ｃ】

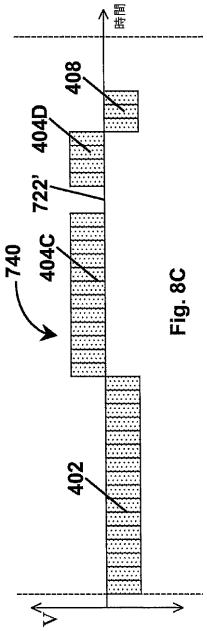


Fig. 8C

【図８Ｄ】

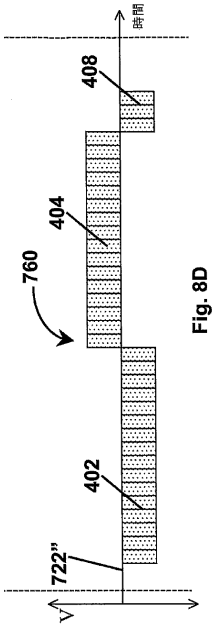


Fig. 8D

【図９Ａ】

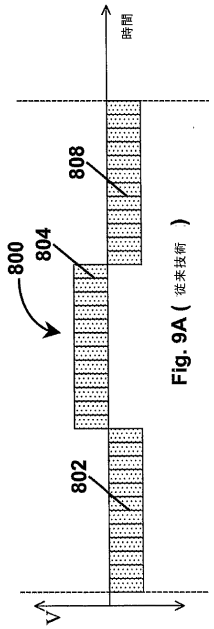


Fig. 9A（従来技術）

【図９Ｂ】

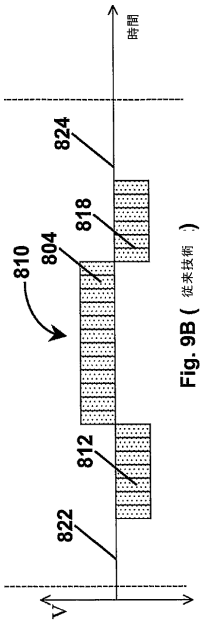


Fig. 9B (従来技術)

【図９Ｃ】

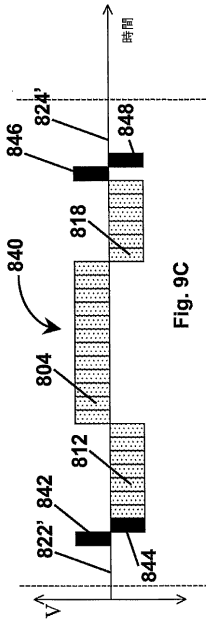


Fig. 9C

【図９Ｄ】

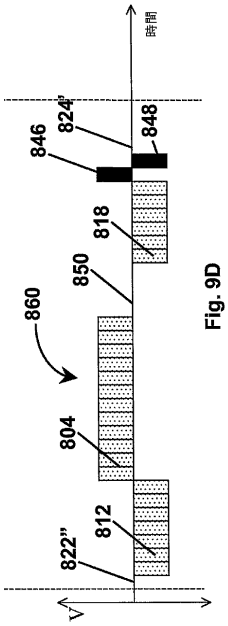


Fig. 9D

【図１０Ａ】

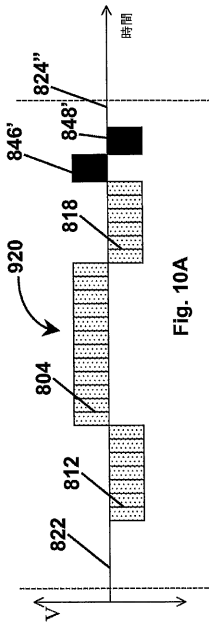


Fig. 10A

【図１０Ｂ】

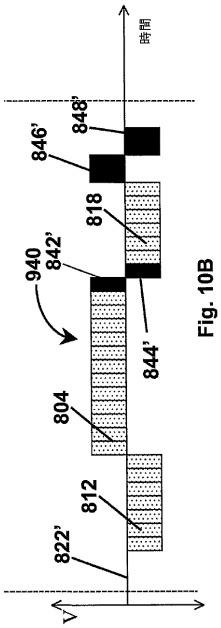


Fig. 10B

【図１０Ｃ】

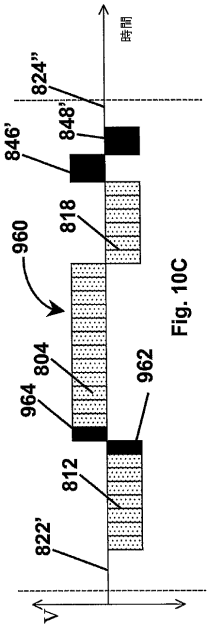


Fig. 10C

【図１１Ａ】

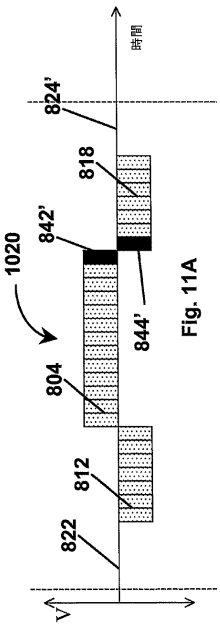


Fig. 11A

【図１１Ｂ】

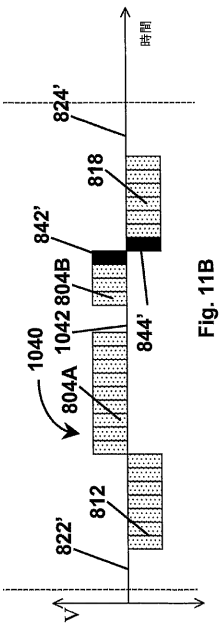


Fig. 11B

【図１１Ｃ】

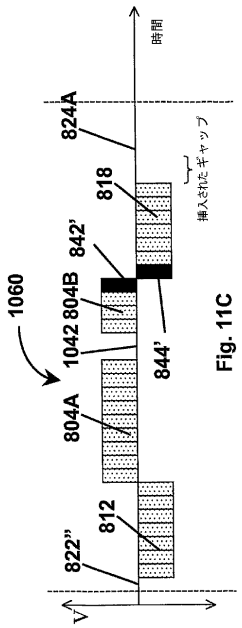


Fig. 11C

【図１２】

$$R_2 \rightarrow R_{1,m} \rightarrow \overline{R_{1,m}} \rightarrow R_1$$ (スキーム 2)

Fig. 12

【図１３】

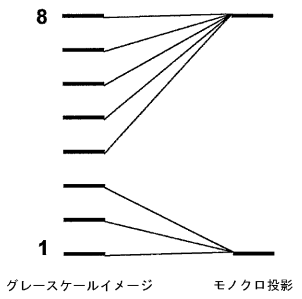


Fig. 13

【図１４】

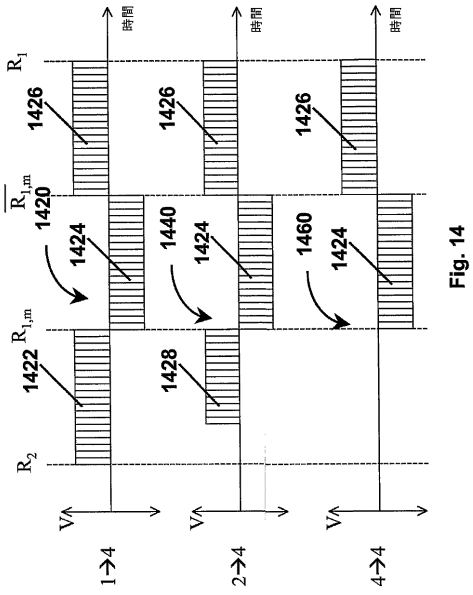


Fig. 14

【図１５】

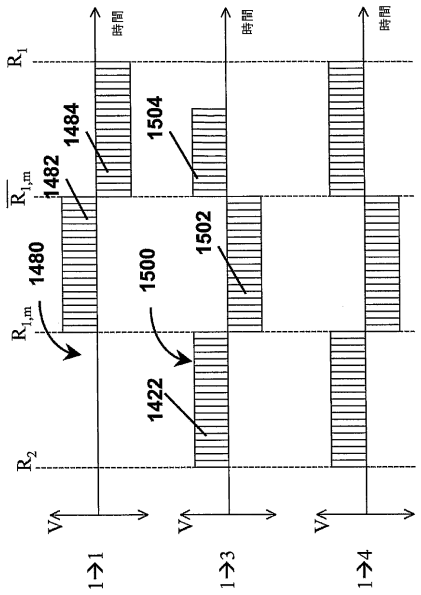


Fig. 15

【図１６】

$$R_2 \rightarrow B \rightarrow W \rightarrow R_{1,m} \rightarrow \overline{R_{1,m}} \rightarrow R_1$$

Fig. 16

【図１７】

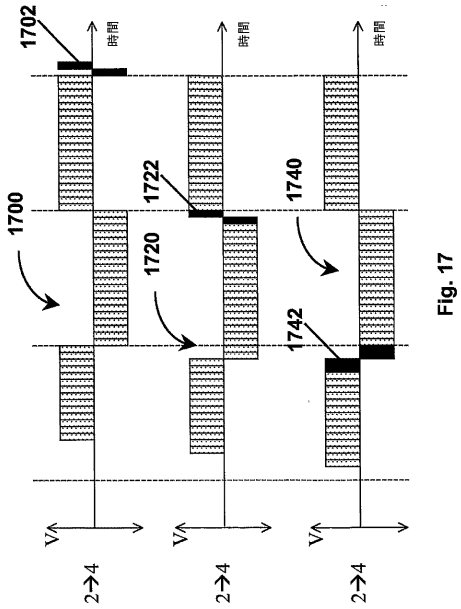


Fig. 17

【図１８】

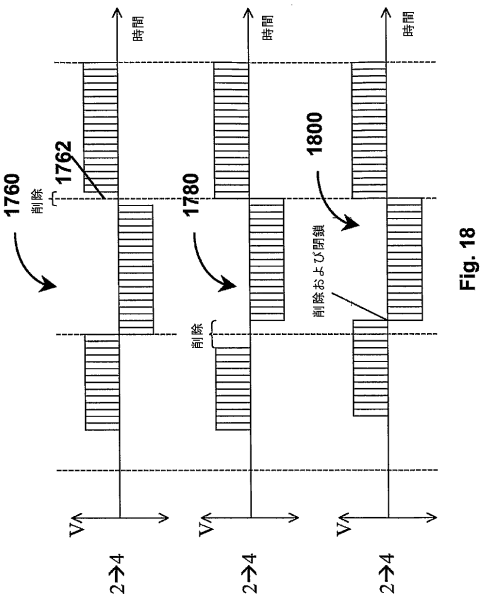


Fig. 18

【図１９】

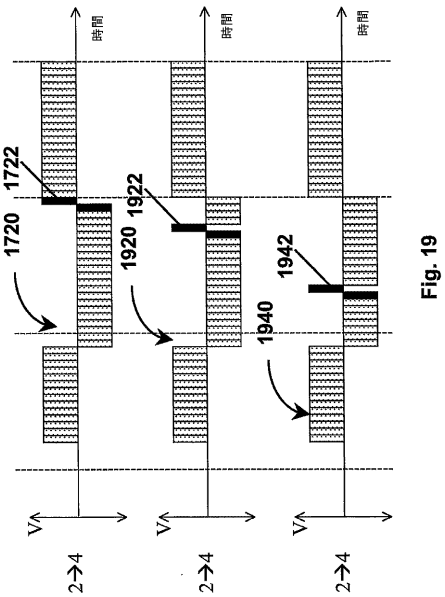


Fig. 19

【図２０】

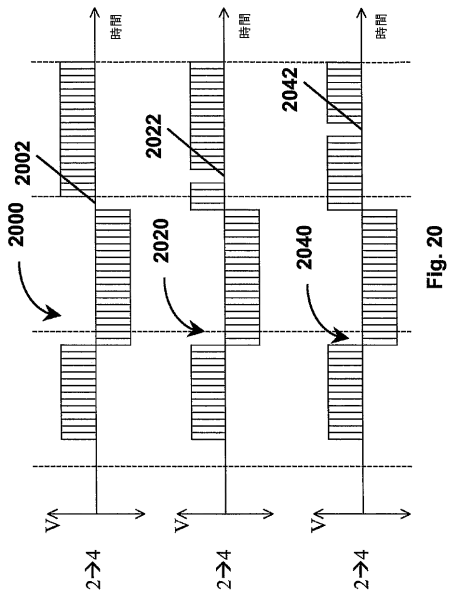


Fig. 20

【図２１】

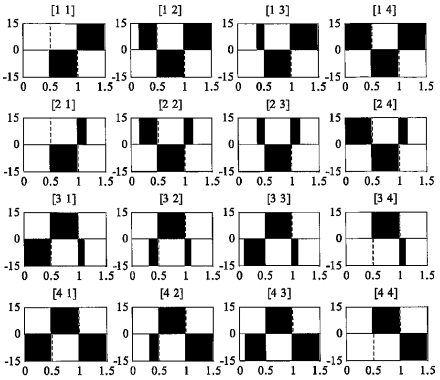


Fig. 21

【図２２】

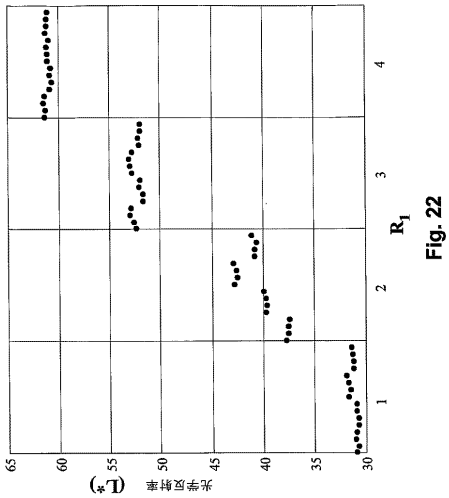


Fig. 22

【図２３】

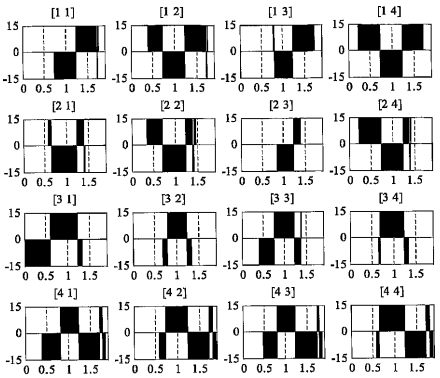


Fig. 23

【図２４】

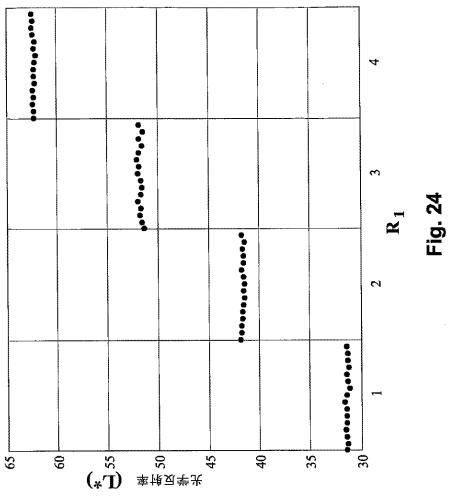


Fig. 24

【図２５Ａ】

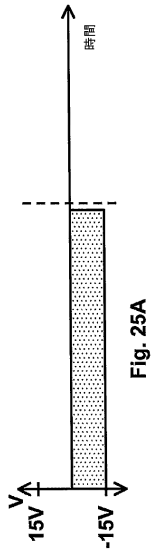


Fig. 25A

【図２５Ｂ】

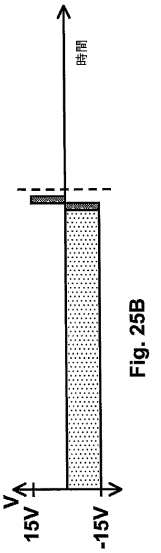


Fig. 25B

【図２５Ｃ】

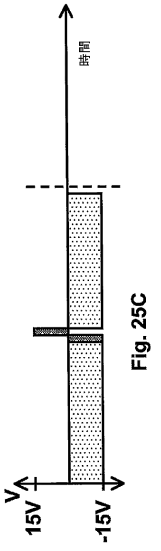


Fig. 25C

【図２５Ｄ】

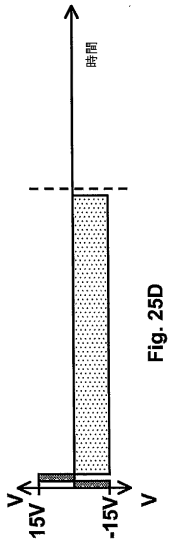


Fig. 25D

【図２５Ｅ】

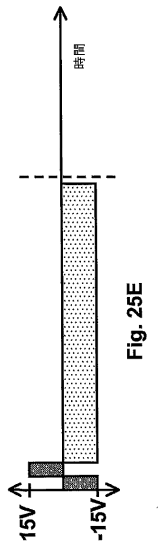


Fig. 25E

【図２６Ａ】

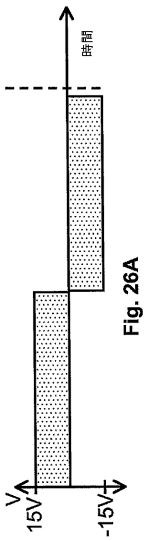


Fig. 26A

【図２６Ｂ】

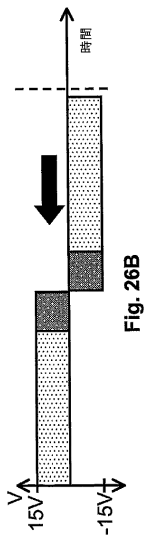


Fig. 26B

【図２６Ｃ】

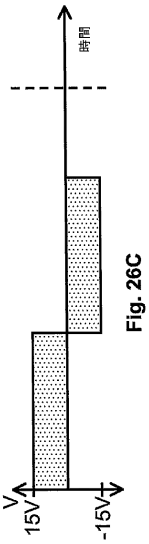


Fig. 26C

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		
	G09G	3/20	623D
	G09G	3/38	
	G09G	3/34	Z
	G09G	3/20	641A
	G09G	3/20	611A
	G09G	3/20	670K

(31)優先権主張番号 60/522,393
(32)優先日 平成16年9月24日(2004.9.24)
(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 アマンズン, カール アール.
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
(72)発明者 ジーナー, ロバート ダブリュー.
アメリカ合衆国 ニューヨーク 10009, ニュー ヨーク, イースト 7ティーエイチ ストリート 118, アパートメント 2ダブリュー
(72)発明者 シェーディン, セオドア エー.
アメリカ合衆国 マサチューセッツ 02453, ウォルサム, フローレンス ロード 46

審査官 前川 慎喜

(56)参考文献 特開2004-271609(JP, A)
特表2007-511794(JP, A)
国際公開第2003/100757(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/15 - 1/19
G02F 1/133