

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-233555

(P2004-233555A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

G09G 3/34
G02F 1/133
G09G 3/20
G09G 3/36

F I

G09G 3/34 J
G09G 3/34 D
G02F 1/133 510
G02F 1/133 535
G02F 1/133 575

テーマコード (参考)

2H093
5C006
5C080

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-20768 (P2003-20768)

(22) 出願日 平成15年1月29日 (2003.1.29)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫

(72) 発明者 吉原 敏明

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 牧野 哲也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 別井 圭一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

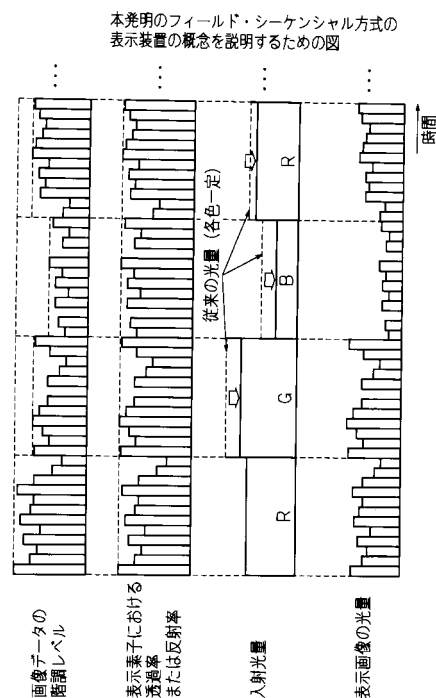
(54) 【発明の名称】 表示装置及び表示方法

(57) 【要約】

【課題】表示画質の劣化、特に輝度の低下を招くことなく、消費電力の低減化を図れる表示装置及び表示方法を提供する。

【解決手段】赤、緑、青の画像データの階調レベルを各サブフレーム毎に検出し、その検出結果に基づいて、液晶パネルへの入射光の強度及び液晶パネルの透過率を調整する。赤、緑、青の各サブフレームにおいて最大の透過光量を必要とする画像データについて液晶パネルの透過率が最大になるようにその透過率を調整し、この透過率の調整結果に応じて入射光の強度を低減させる。表示素子への入射光量を必要最小限にして、階調レベルに応じた各色の表示画像を維持したまま、バックライトの消費電力を最大限に抑える。

【選択図】 図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表示素子へ入射される複数の色の光の順次的な切換えと表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させて表示を行うフィールド・シーケンシャル方式の表示装置において、前記表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記表示素子へ入射される各色の光毎に行うようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の表示装置。 10

【請求項 3】

前記検出手段は、所定期間における表示データの最大の明るさの階調レベルを検出し、該最大の明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子における入射光の透過率または反射率が最大となるように前記表示素子での光制御量を調整し、調整した光制御量に応じて、入射される光の強度を調整するようにしたことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の表示装置。

【請求項 4】

最大の明るさの階調レベル以外の階調レベルにおける明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子での光制御量を調整するようにしたことを特徴とする請求項 3 記載の表示装置。 20

【請求項 5】

前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を行った後の前記表示素子へ入射される光の強度が、前記調整を行わない場合に前記表示素子へ入射される光の強度より小さいことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 6】

前記表示素子へ入射される光の入射領域が分割されており、前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記各入射領域毎に行うようにしたことを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 7】

複数の色のカラーフィルタを設けた表示素子への白色光の入射と表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてカラー表示を行う表示装置において、前記表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする表示装置。 30

【請求項 8】

表示素子へ入射される複数の色の光の順次的な切換えと表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてフィールド・シーケンシャル方式の表示を行う表示方法において、前記表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする表示方法。 40

【請求項 9】

複数の色のカラーフィルタを設けた表示素子への白色光の入射と表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてカラー表示を行う表示方法において、前記表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする表示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示素子へ入射する各色の光の切換えと各色の表示データによる表示素子での光制御とを同期させて表示を行うフィールド・シーケンシャル方式の表示装置及び表示方法、並びに、カラーフィルタを設けた表示素子への白色光の入射と各色の表示データによる表示素子での光制御とを同期させてカラー表示を行うカラーフィルタ方式の表示装置及び表示方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のいわゆる情報化社会の進展に伴って、パーソナルコンピュータ、PDA (Personal Digital Assistants) 等に代表される電子機器が広く使用されるようになってきている。このような電子機器の普及によって、オフィスでも屋外でも使用可能な携帯型の需要が発生しており、それらの小型・軽量化が要望されている。そのような目的を達成するための手段の一つとして液晶表示装置が広く使用されている。液晶表示装置は、単に小型・軽量化のみならず、バッテリー駆動される携帯型の電子機器の低消費電力化のためには必要不可欠な技術である。

【0003】

液晶表示装置は大別すると反射型と透過型とに分類される。反射型は液晶パネルの前面から入射した光線を液晶パネルの背面で反射させてその反射光で画像を視認させる構成であり、透過型は液晶パネルの背面に備えられた光源（バックライト）からの透過光で画像を視認させる構成である。反射型は環境条件によって反射光量が一定しなくて視認性に劣るため、特に、マルチカラーまたはフルカラー表示を行うパーソナルコンピュータ等の表示装置としては一般的に、カラーフィルタを用いた透過型のカラー液晶表示装置が使用されている。

【0004】

カラー液晶表示装置は、現在、TFT (Thin Film Transistor) などのスイッチング素子を用いたTN (Twisted Nematic) 型のものが広く使用されている。このTFT駆動のTN型液晶表示装置は、STN (Super Twisted Nematic) 型に比して表示品質は高いが、液晶パネルの光透過率が現状では4%程度しかないので、高い画面輝度を得るためには高輝度のバックライトが必要になる。このため、バックライトによる消費電力が大きくなってしまう。また、カラーフィルタを用いたカラー表示であるため、1画素を3個の副画素で構成しなければならず、高精細化が困難であり、その表示色純度も十分ではない。

【0005】

このような問題を解決するために、本発明者等はフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置を開発している（例えば非特許文献1，2参照）。このフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置は、カラーフィルタ方式の液晶表示装置と比べて、副画素を必要としないため、より精度が高い表示が容易に実現可能であり、また、カラーフィルタを使わずに光源の発光色をそのまま表示に利用できるため、表示色純度にも優れる。更に光利用効率も高いので、消費電力が少なく済むという利点も有している。しかしながら、フィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置を実現するためには、液晶の高速応答性（2ms以下）が必須である。

【0006】

そこで、本発明者等は、上述したような優れた利点を有するフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置、または、カラーフィルタ方式の液晶表示装置の高速応答化を図るべく、従来に比べて100～1000倍の高速応答を期待できる自発分極を有する強誘電性液晶等の液晶のTFT等のスイッチング素子による駆動を研究開発している。強誘電性液晶は、図13に示すように、電圧印加によってその液晶分子の長軸方向がチルト角 θ だけ変化する。強誘電性液晶を挟持した液晶パネルを偏光軸が直交した2枚の偏光板で挟み、液晶分子の長軸方向の変化による複屈折を利用して、透過光強度を変化させる。

【0007】

図14は、従来のフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置における表示制御を示

すタイムチャートの一例であり、図14(a)は液晶パネルの各ラインの走査タイミング、図14(b)はバックライトの赤、緑、青各色の点灯タイミングを示す。1フレームを3つのサブフレームに分割し、例えば図14(b)に示すように第1番目のサブフレームにおいて赤色を発光させ、第2番目のサブフレームにおいて緑色を発光させ、第3番目のサブフレームにおいて青色を発光させる。

【0008】

一方、図14(a)に示すとおり、液晶パネルに対しては赤、緑、青の各色のサブフレーム中に、画像データの書込み走査と消去走査とを行う。但し、書込み走査の開始タイミングが各サブフレームの開始タイミングと一致するように、また消去走査の終了タイミングが各サブフレームの終了タイミングと一致するようにタイミングを調整し、書込み走査及び消去走査に要する時間はそれぞれ各サブフレームの半分に設定する。書込み走査、消去走査にあっては、同じ画像データに基づく大きさが等しくて極性が異なる電圧が液晶パネルに印加される。また各色の発光時間は、サブフレームの時間に等しい(例えば特許文献1参照)。

10

【0009】

【特許文献1】

特開平11-119189号公報

【非特許文献1】

T. Yoshihara, et. al. : AM-LCD '99 Digest of Technical Papers, 185 (1999)

20

【非特許文献2】

T. Yoshihara, et. al. : SID '00 Digest of Technical Papers, 1176 (2000)

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

フィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置は、光利用効率が高くて、消費電力の低減化が可能であるという利点を有してはいるが、携帯機器への搭載のためには更なる消費電力の低減化が求められている。このような消費電力の低減化の要求は、表示素子として液晶表示素子を用いるフィールド・シーケンシャル方式の表示装置だけでなく、デジタルマイクロデバイス(DMD)などの他の表示素子を用いるフィールド・シーケンシャル方式の表示装置においても、更には、カラーフィルタ方式の表示装置についても同様である。

30

【0011】

本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、表示画質の劣化、特に輝度の低下を招くことなく、消費電力の低減化を図れる表示装置及び表示方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

第1発明に係るフィールド・シーケンシャル方式の表示装置は、表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする。

40

【0013】

第8発明に係るフィールド・シーケンシャル方式の表示方法は、表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする。

【0014】

第1、第8発明にあっては、複数の色の光が光源から表示素子へ順次入射され、表示素子へ入射される光の切換えと表示画像に応じた各色の表示データによる表示素子での光制御(スイッチング)とを同期させてフィールド・シーケンシャル方式で表示を行う際に、表示素子へ入射される色の光に対応する表示データの階調レベルを検出し、その検出結果に

50

基づいて、表示素子へ入射される光の強度及び表示素子での光制御量（スイッチング量）を調整する。よって、表示データに応じて入射光の強度と光制御量とを調整することが可能となり、最も明るい表示を必要としない表示データにあっては、表示素子へ入射される光の強度を抑え、表示素子における入射光の透過率または反射率が高まるように光制御量を調整することにより、表示素子への入射光の強度及び表示素子での光制御量を調整しない場合と同等の画面の明るさを維持したまま、光源の消費電力を抑えることができる。

【0015】

このような本発明の概念を従来例と比較して説明する。図15、図16は、夫々従来例、本発明のフィールド・シーケンシャル方式の表示装置の概念を説明するための図である。図15に示す従来例では、表示素子への入射光量は各色毎に一定であり、表示素子での光制御による透過率または反射率は、表示データの階調レベルに応じた値である。この透過率または反射率のみの調整によって、表示データの階調レベルに応じた各色の表示画像を得ている。 10

【0016】

これに対して、図16に示す本発明では、表示素子への入射光量及び表示素子での光制御による透過率または反射率を、表示データの階調レベルに応じて調整しており、調整を行わない場合（図15）に比べて、表示素子への入射光量は小さくなり、透過率または反射率は大きくなる。これによって、階調レベルに応じた各色の表示画像を維持したまま、消費電力の低減化を図れる。

【0017】

第2発明に係る表示装置は、第1発明において、前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記表示素子へ入射される各色の光毎に行うようにしたことを特徴とする。 20

【0018】

第2発明にあっては、階調レベルの検出、並びに、入射光の強度及び光制御量の調整を、表示素子へ入射される各色の光毎に（即ち、サブフレーム単位で）行う。よって、入射光の強度及び光制御量の調整を各色毎に行えるため、より細かな調整が可能となる。

【0019】

第3発明に係る表示装置は、第1または第2発明において、前記検出手段は、所定期間における表示データの最大の明るさの階調レベルを検出し、該最大の明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子における入射光の透過率または反射率が最大となるように前記表示素子での光制御量を調整し、調整した光制御量に応じて、入射される光の強度を調整するようにしたことを特徴とする。 30

【0020】

第3発明にあっては、最大の明るさの階調レベルを検出し、それに対応した明るさを実現するため、表示素子における入射光の透過率または反射率が最大となるように表示素子での光制御量を調整し、それに応じて入射光の強度を調整する。よって、各サブフレームにおける最大の明るさの階調レベルにおいて、表示素子への入射光の透過量または反射量が最大になるように表示素子での光制御量を調整するので、表示素子への入射光量を必要最小限にすることができ、光源の消費電力を最大限に抑えることが可能となる。 40

【0021】

第4発明に係る表示装置は、第3発明において、最大の明るさの階調レベル以外の階調レベルにおける明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子での光制御量を調整するようにしたことを特徴とする。

【0022】

第4発明にあっては、最大の明るさの階調レベル以外の階調レベルにおいても所望の明るさが得られるように、表示素子での光制御量を調整する。よって、入射光の強度を下げて、入射光の強度及び光制御量の調整を行わない場合と同程度の明瞭な表示を実現できる。

【0023】

第5発明に係る表示装置は、第1～第4発明のいずれかにおいて、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を行った後の前記表示素子へ入射される光の強度が、前記調整を行わない場合に前記表示素子へ入射される光の強度より小さいことを特徴とする。

【0024】

第5発明にあつては、入射光の強度及び光制御量の調整を行った後の入射光の強度が、調整を行わない場合の入射光の強度より小さくなるように調整を行う。よって、光源の消費電力を確実に低減できる。

【0025】

第6発明に係る表示装置は、第1～第5発明のいずれかにおいて、前記表示素子へ入射される光の入射領域が分割されており、前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記各入射領域毎に行うようにしたことを特徴とする。 10

【0026】

第6発明にあつては、表示素子へ入射される光の分割された各入射領域毎に、階調レベルの検出、並びに、入射光の強度及び光制御量の調整を行う。よって、より細かい調整を行えるため、入射光の強度を低くできる割合が増加して、更なる消費電力の低減化を図れる。

【0027】

第7発明に係るカラーフィルタ方式の表示装置は、表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする。 20

【0028】

第9発明に係るカラーフィルタ方式の表示方法は、表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする。

【0029】

上述した第1～第6及び第8発明における特徴は、フィールド・シーケンシャル方式の表示装置及び表示方法に限るものではなく、表示素子に複数色（赤、緑、青）のカラーフィルタを設け、表示素子へ光源から白色光を入射して、カラー表示を行うカラーフィルタ方式の表示装置（第7発明）及び表示方法（第9発明）にも適用され得る。 30

【0030】

本発明において、表示素子として液晶表示素子を用いる場合には、小型・薄型の直視型の表示装置、大画面化可能なプロジェクトタイプの表示装置を実現できる。また、液晶材料として、自発分極を有する液晶材料、例えば強誘電性液晶材料または反強誘電性液晶材料を用いる場合には、フィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置に必要な2ms以下の高速応答性を容易に実現して、安定した表示を行える。また、表示素子としてDMDを用いる場合には、大画面化可能なプロジェクトタイプの表示装置を容易に実現できる。

【0031】

本発明において、表示素子へ入射される複数の色の光が、赤色光、緑色光及び青色光、または、赤色光、緑色光、青色光及び白色光である場合には、フルカラー表示が可能である。 40
赤、緑、青の表示データの階調レベル r 、 g 、 b を、3色の共通部分の白の表示データの階調レベル w により、 $r' = r - w$ 、 $g' = g - w$ 、 $b' = b - w$ 、 w の4色の表示データの階調レベルに変換する場合、白の階調レベル w は赤、緑、青の階調レベル r 、 g 、 b の中の最低階調レベルとなることが一般的であり、変換後の階調レベル r' 、 g' 、 b' の少なくとも1つは0となる。そして、これらの変換後の階調レベル r' 、 g' 、 b' 、 w に基づいて入射光強度及び光透過量を調整する場合には、より低い消費電力にてフルカラー表示を実現できて、カラーブレイクも抑制可能である。

【0032】

【発明の実施の形態】

本発明をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。なお、以下では、表示 50

素子が透過型の液晶表示素子であり、光源がＬＥＤアレイであるフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置を例として説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではない。

【００３３】

（第１実施の形態）

図１は第１実施の形態による液晶表示装置の回路構成を示すブロック図、図２は液晶パネル及びバックライトの模式的断面図、図３は液晶表示装置の全体の構成例を示す模式図、並びに、図４はバックライトの光源であるＬＥＤアレイの構成例を示す図である。

【００３４】

図１において、２１，２２は図２に断面構造が示されている液晶パネル、バックライトを示している。バックライト２２は、図２に示されているように、赤、緑、青の各色を発光するＬＥＤアレイ７と導光及び光拡散板６とで構成されている。 10

【００３５】

図２及び図３で示されているように、液晶パネル２１は上層（表面）側から下層（背面）側に、偏光フィルム１，ガラス基板２，共通電極３，ガラス基板４，偏光フィルム５をこの順に積層して構成されており、ガラス基板４の共通電極３側の面にはマトリクス状に配列された画素電極（ピクセル電極）４０，４０…が形成されている。

【００３６】

これら共通電極３及び画素電極４０，４０…間にはデータドライバ３２及びスキャンドライバ３３等よりなる駆動部５０が接続されている。データドライバ３２は、信号線４２を介してＴＦＴ４１と接続されており、スキャンドライバ３３は、走査線４３を介してＴＦＴ４１と接続されている。ＴＦＴ４１はデータドライバ３２及びスキャンドライバ３３によりオン／オフ制御される。また個々の画素電極４０，４０…は、ＴＦＴ４１に接続されている。そのため、信号線４２及びＴＦＴ４１を介して与えられるデータドライバ３２からの信号により、個々の画素の透過光強度が制御される。 20

【００３７】

ガラス基板４上の画素電極４０，４０…の上面には配向膜１２が、共通電極３の下面には配向膜１１がそれぞれ配置され、これらの配向膜１１，１２間に液晶物質が充填されて液晶層１３が形成される。なお、１４は液晶層１３の層厚を保持するためのスペーサである。 30

【００３８】

バックライト２２は、液晶パネル２１の下層（背面）側に位置し、発光領域を構成する導光及び光拡散板６の端面に臨ませた状態でＬＥＤアレイ７が備えられている。このＬＥＤアレイ７は図４に示されているように、導光及び光拡散板６と対向する面に３原色、即ち赤（Ｒ），緑（Ｇ），青（Ｂ）の各色を発光するＬＥＤが順次的且つ反復して配列されている。そして、赤、緑、青の各サブフレームにおいては赤、緑、青のＬＥＤをそれぞれ点灯させる。導光及び光拡散板６はこのＬＥＤアレイ７の各ＬＥＤから発光される光を自身の表面全体に導光すると共に上面へ拡散することにより、発光領域として機能する。

【００３９】

この液晶パネル２１と、赤、緑、青の時分割発光が可能であるバックライト２２とを重ね合わせる。このバックライト２２の点灯タイミング及び発光色は、液晶パネル２１の画像データの書込み走査／消去走査に同期して制御される。 40

【００４０】

図１において、２３は外部の例えばパーソナルコンピュータから表示画像に応じた画像データＰＤを入力し、各色（赤、緑、青）毎にその階調レベルを検出する階調レベル検出回路である。階調レベル検出回路２３は、各色（赤、緑、青）毎に検出した画像データＰＤの階調レベルを表す階調レベル信号ＧＬを制御信号発生回路３１へ出力する。制御信号発生回路３１は、パーソナルコンピュータから同期信号ＳＹＮが入力され、表示に必要な各種の制御信号ＣＳを生成する。画像メモリ部３０からは画像データＰＤが画素単位で、データドライバ３２へ出力される。画像データＰＤ、及び印加電圧の極性を変えるための制 50

御信号CSに基づき、データドライバ32を介して液晶パネル21には、極性が異なり大きさが略等しい電圧が、データ書込み走査時とデータ消去走査時とにそれぞれ印加される。

【0041】

基準電圧発生回路34は、基準電圧VR1及びVR2を生成し、生成した基準電圧VR1をデータドライバ32へ、基準電圧VR2をスキन्दライバ33へそれぞれ出力する。データドライバ32は、画像メモリ部30からの画像データPDと制御信号発生回路31からの制御信号CSとに基づいて、画素電極40の信号線42に対して信号を出力する。この信号の出力に同期して、スキन्दライバ33は、画素電極40の走査線43をライン毎に順次的に走査する。またバックライト制御回路35は、駆動電圧をバックライト22に与えバックライト22のLEDアレイ7が有している赤、緑、青の各色のLEDを時分割してそれぞれ発光させる。

10

【0042】

階調レベル検出回路23からの階調レベル信号GLに基づいて制御信号発生回路31で生成された制御信号CSが、バックライト制御回路35及びデータドライバ32へ送られ、その制御信号CSに応じて、光源であるバックライト22から表示素子である液晶パネル21へ入射される光の強度と、液晶パネル21での光制御量（スイッチング量）とが調整される。

【0043】

次に、本発明に係る液晶表示装置の動作について説明する。パーソナルコンピュータから階調レベル検出回路23へ表示用の画像データPDが入力され、その赤色、緑色、青色における階調レベルが検出され、その検出結果を示す階調レベル信号GLが制御信号発生回路31へ送られる。画像メモリ部30は、この画像データPDを一旦記憶した後、制御信号発生回路31から出力される制御信号CSを受け付けた際に、この像データPDを画素単位で出力する。制御信号発生回路31で発生された制御信号CSは、データドライバ32と、スキन्दライバ33と、基準電圧発生回路34と、バックライト制御回路35とに与えられる。基準電圧発生回路34は、制御信号CSを受けた場合に基準電圧VR1及びVR2を生成し、生成した基準電圧VR1をデータドライバ32へ、基準電圧VR2をスキन्दライバ33へそれぞれ出力する。

20

【0044】

データドライバ32は、制御信号CSを受けた場合に、画像メモリ部30から出力された画像データPDに基づいて、画素電極40の信号線42に対して信号を出力する。スキन्दライバ33は、制御信号CSを受けた場合に、画素電極40の走査線43をライン毎に順次的に走査する。データドライバ32からの信号の出力及びスキन्दライバ33の走査に従ってTF T41が駆動し、画素電極40に電圧が印加され、画素の透過光強度が制御される。この際の透過率は、画像データの階調レベルに基づいて調整される。

30

【0045】

バックライト制御回路35は、制御信号CSを受けた場合に、画像データの階調レベルに基づいて調整された駆動電圧をバックライト22に与えてバックライト22のLEDアレイ7が有している赤、緑、青の各色のLEDを時分割して発光させて、経時的に赤色光、緑色光、青色光を順次発光させる。

40

【0046】

以下、具体例について説明する。画素電極40，40…（画素数640×480，対角3.2インチ）を有するTF T基板と共通電極3を有するガラス基板2とを洗浄した後、ポリイミドを塗布して200℃で1時間焼成することにより、約200Åのポリイミド膜を配向膜11，12として成膜した。更に、これらの配向膜11，12をレーヨン製の布でラビングし、ラビング方向が平行となるようにこれらの2枚の基板を重ね合わせ、両者間に平均粒径1.8μmのシリカ製のスペーサ14でギャップを保持した状態で重ね合わせて空パネルを作製した。この空パネルの配向膜11，12間に、TF T駆動時に図5に示すようなハーフV字型の電気光学応答特性を有する強誘電性液晶材料を封入して液晶層1

50

3とした。封入した液晶材料の自発分極の大きさは 8 nC/cm^2 であった。作製したパネルをクロスニコル状態の2枚の偏光フィルム1, 5で挟んで液晶パネル21とし、電界を印加しないときに暗状態になるようにした。

【0047】

このようにして作製した液晶パネル21と、赤、緑、青の単色面発光スイッチングが可能なLEDアレイ7を光源としたバックライト22とを重ね合わせ、後述するような駆動シーケンスに従って、フィールド・シーケンシャル方式によるカラー表示を行った。

【0048】

前述した図16に示す本発明の概念に基づき、赤、緑、青の画像データの階調レベルを各サブフレーム毎に検出し、その検出結果に基づいて、バックライト22から液晶パネル21への入射光の強度と、液晶パネル21の透過率とを調整した。具体的には、赤、緑、青の各サブフレームにおいて最大の透過光量を必要とする画像データについて液晶パネル21の透過率が最大になるようにその透過率を調整し、この透過率の調整結果に応じて入射光の強度を低減させた。

【0049】

図6は、表示制御を示すタイムチャートであり、図6(a)は液晶パネル21の各ラインの走査タイミング、図6(b)はバックライト22(LED)の赤、緑、青各色の点灯タイミングを示す。1フレーム(1/60s)を3つのサブフレームに分割し、例えば1フレーム内の第1番目のサブフレームにおいて赤のLEDを点灯させて赤色の画像データの書込み/消去走査を行い、次の第2番目のサブフレームにおいて緑のLEDを点灯させて緑色の画像データの書込み/消去走査を行い、最後の第3番目のサブフレームにおいて青のLEDを点灯させて青色の画像データの書込み/消去走査を行う。即ち、各サブフレームで2回ずつ画像データの走査を行い、その色と強度とを各サブフレーム期間毎に切り換える。

【0050】

なお、書込み走査と消去走査とにおいて各画素の液晶に印加される電圧は、極性が反対であって大きさが実質的に等しい電圧とした。これにより、封入されている液晶材料が図5に示すような特性を有しているため、1回目の走査(データ書込み走査)においては高い透過率の画像が表示され、2回目の走査(データ消去走査)においては1回目の走査時より透過率が低い(略0)画像が得られる。よって、表示ムラがない画像を得ることが可能となり、印加電圧の偏りも抑制できるので、表示の焼付きを防止できる。

【0051】

以上のように、赤、緑、青の画像データの階調レベルを各サブフレーム毎に検出し、その検出結果に基づいて、液晶パネル21への入射光の強度及び液晶パネル21の透過率を調整することにより、以下に述べる比較例に比べて、バックライト22の消費電力を抑えることができ、消費電力の低減化を実現できた。なお、表示特性は、比較例と同等であり、画質劣化は見られなかった。

【0052】

(比較例)

上述した第1実施の形態と同様の液晶パネル及びバックライトを使用して、第1実施の形態と同様の図6に示す駆動シーケンスに従って、カラー表示を行った。但し、前述した図15に示すように、液晶パネルへの各色における入射光の強度は、各色毎で常に一定とした。

【0053】

この結果、ほとんどの表示画像において、第1実施の形態と比べて大きい消費電力を必要とした。これは、バックライトの各色における発光強度が、画像データの階調レベルに関係なく一定であるため、つまり、非常に暗い画像においても明るい画像表示と同じ発光強度としているため、無駄が多いことに起因している。

【0054】

(第2実施の形態)

10

20

30

40

50

第2実施の形態では、バックライトの発光領域を複数の領域に分割し、分割した各領域毎に、本発明による画像データの階調レベルに基づく入射光強度及び透過率の調整を行う。なお、使用する液晶パネルの構成及び液晶表示装置の回路構成は、前述した第1実施の形態と同様であるので、それらの説明は省略する。

【0055】

バックライト22の領域を、図7に示すように、4個の小領域22a～22dに分割することにより、液晶パネル21への光入射領域を4個の小入射領域に分割する。そして、赤、緑、青の画像データの階調レベルを各サブフレーム内の各小領域毎に検出し、その検出結果に基づいて、バックライト22から液晶パネル21への入射光の強度と、液晶パネル21の透過率とを調整した。具体的には、赤、緑、青の各サブフレーム内の各小領域において最大の透過光量を必要とする画像データについて液晶パネル21の透過率が最大になるようにその透過率を調整し、この透過率の調整結果に応じて入射光の強度を低減させた。

10

【0056】

図8は、表示制御を示すタイムチャートであり、図8(a)は液晶パネル21の各ラインの走査タイミング、図8(b)はバックライト22(LED)の赤、緑、青各色の点灯タイミングを示す。1つのサブフレーム内において4個の小領域毎にバックライト22の点灯を制御している。そして、各サブフレームで2回ずつ画像データの走査を行い、液晶パネル21への入射光の強度と液晶パネル21の透過率とを各サブフレーム内の各小領域毎に切り換えている。各サブフレームにおける2回のデータ走査の内容は、図6に示した第1実施の形態の場合と同じである。なお、この第2実施の形態における2回の画像データの走査では、1回目の走査終了タイミングと2回目の走査開始タイミングとを一致させている。

20

【0057】

以上のように、赤、緑、青の画像データの階調レベルを各サブフレーム内の分割した小領域毎に検出し、その検出結果に基づいて、液晶パネル21への入射光の強度及び液晶パネル21の透過率を調整することにより、第1実施の形態に比べて、バックライト22の消費電力を更に抑えることができ、消費電力の更なる低減化を実現できた。なお、表示特性は、第1実施の形態及び比較例と同等であり、画質劣化は見られなかった。

【0058】

(第3実施の形態)

第3実施の形態では、入力される赤、緑、青の3色の画像データを赤、緑、青、白の4色の画像データに変換し、変換した4色の画像データを用いてフルカラー表示を行う。まず、この変換の手法について説明する。

【0059】

図9(a)は各フレームにおける元の赤(r)、緑(g)、青(b)の階調レベルを示しており、図9(b)は各フレームにおける変換後の赤(r'), 緑(g'), 青(b'), 白(w)の階調レベルを示している。各フレームにおいて、赤、緑、青の画素データの階調レベルを比較して最低階調レベルを検出する。例えば、図9(a)に示す最初のフレームにおいては、緑表示のデータの階調レベルが最も低い。この場合、赤表示、青表示のサブフレームにおいては、比較前の赤、青の階調レベル(r, b)から緑の階調レベル(g)を差し引いた階調レベル($r' = r - g$, $b' = b - g$)に応じた赤表示、青表示を行う。

40

【0060】

赤、緑、青の混合色である白表示のサブフレームにおいては、緑の階調レベル(g)に応じた白表示($w = g$)を行う。なお、緑表示のサブフレームにおいても、比較前の緑の階調レベル(g)から緑の階調レベル(g)を差し引いた階調レベル($g' = g - g$)に応じた緑表示を行うことになるが、その差し引いた階調レベル(g')は0となるので、これは一般的に”黒”表示となる。このような変換処理により、各サブフレームにおける最大の透過光量が、このような変換処理を行わない場合に比べて小さくなるので、消費電力

50

の更なる低減化を図れる。

【0061】

図10は、第3実施の形態における液晶表示装置の回路構成を示すブロック図である。図10において、図1と同一または同様の部材には同一番号を付している。液晶パネル21の構成は第1実施の形態と同様であり、また、バックライト22を第2実施の形態と同様に4個の小領域に分割している。なお、白色のサブフレームにおいては、LEDアレイ7における赤、緑、青のLEDを同時に点灯させる。

【0062】

図10において、24は、外部の例えばパーソナルコンピュータから入力される3色の画像データPDを、上述した手法に従って表示用の4色の画像データPD'に変換する画像データ変換回路24であり、画像データ変換回路24は、変換した画像データPD'を階調レベル検出回路23へ出力する。階調レベル検出回路23は、各色（赤、緑、青、白）毎に検出した画像データPD'の階調レベルを表す階調レベル信号GLを制御信号発生回路31へ出力する。そして、階調レベル検出回路23からの階調レベル信号GLに基づいて制御信号発生回路31で生成された制御信号CSが、バックライト制御回路35及びデータドライバ32へ送られ、その制御信号CSに応じて、バックライト22から液晶パネル21へ入射される光の強度と液晶パネル21の透過率とが、各サブフレーム内の各小領域毎に調整される。

【0063】

なお、データドライバ32、スキャンドライバ33、基準電圧発生回路34等の他の部材の構成及び動作は、画像データPDが変換画像データPD'に変わるだけであって、第1実施の形態と基本的に同様であるので、その説明は省略する。

【0064】

図11は、表示制御を示すタイムチャートであり、図11(a)は液晶パネル21の各ラインの走査タイミング、図11(b)はバックライト22(LED)の赤、緑、青、白各色の点灯タイミングを示す。1つのサブフレーム内において4個の小領域毎にバックライト22の点灯を制御している。そして、各サブフレームで2回ずつ画像データの走査を行い、液晶パネル21への入射光の強度と液晶パネル21の透過率とを各サブフレーム内の各小領域毎に切り換えている。

【0065】

なお、各サブフレームにおける2回のデータ走査の内容と各データ走査のタイミングとは、図8に示した第2実施の形態の場合と同じである。

【0066】

以上のように、赤、緑、青の画像データを赤、緑、青、白の画像データに変換した後、この変換した画像データの階調レベルを各サブフレーム内の分割した小領域毎に検出して、その検出結果に基づいて、液晶パネル21への入射光の強度及び液晶パネル21の透過率を調整することにより、第1、第2実施の形態に比べて、バックライト22の消費電力を更に抑えることができ、消費電力の更なる低減化を実現できた。なお、表示特性は、第1、第2実施の形態及び比較例と同等であり、画質劣化は見られなかった。

【0067】

なお、上述した各実施の形態では、表示素子として透過型の液晶表示素子を用いるフィールド・シーケンシャル方式の液晶表示装置を例として説明したが、他の表示素子、例えばデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)等を用いた他の表示装置であっても、本発明を同様に適用できることは勿論である。このDMDを用いる場合には、検出した表示データの階調レベルに基づいて、表示素子への入射光の強度と表示素子における反射率とを調整する。また、使用する光源は、LED光源としたが、EL等のスイッチング可能な光源であれば特にLED光源に限定されることはない。

【0068】

更に、カラーフィルタを用いたカラー表示装置においても同様の効果が得られることは言うまでもない。なぜならば、カラーフィルタ方式においては、上述した第1、第2実施の

形態における赤、緑、青の発光色を白として、液晶パネルにカラーフィルタを設ければ、本発明を同様に適用できるからである。

【0069】

図12は、カラーフィルタを用いる液晶表示装置における液晶パネル及びバックライトの模式的断面図である。図12において、図2と同一部分には、同一番号を付してそれらの説明を省略する。各画素電極（ピクセル電極）40、40…の下部には、3原色（R、G、B）のカラーフィルタ60、60…が設けられている。あるいは、各画素電極（ピクセル電極）40、40…に対向する共通電極3とガラス基板2との間にカラーフィルタが設けられている。また、バックライト22は、白色光を出射する白色光源70と導光及び光拡散板6とから構成されている。

10

【0070】

このようなカラーフィルタ方式の表示装置にあっては、上述したフィールド・シーケンシャル方式での各サブフレームにおける表示データの階調レベルに基づく表示素子への入射光の強度及び表示素子での光制御量の調整と同様の調整を各フレームにおいて実行することにより、表示画質（輝度）の劣化を招くことなく、消費電力の低減化を図れる。

【0071】

（付記1） 表示素子へ入射される複数の色の光の順次的な切換えと表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させて表示を行うフィールド・シーケンシャル方式の表示装置において、前記表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする表示装置。

20

（付記2） 前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記表示素子へ入射される各色の光毎に行うようにしたことを特徴とする付記1記載の表示装置。

（付記3） 前記検出手段は、所定期間における表示データの最大の明るさの階調レベルを検出し、該最大の明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子における入射光の透過率または反射率が最大となるように前記表示素子での光制御量を調整し、調整した光制御量に応じて、入射される光の強度を調整するようにしたことを特徴とする付記1または2記載の表示装置。

（付記4） 最大の明るさの階調レベル以外の階調レベルにおける明るさを得る際に、前記調整手段は、前記表示素子での光制御量を調整するようにしたことを特徴とする付記3記載の表示装置。

30

（付記5） 前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を行った後の前記表示素子へ入射される光の強度が、前記調整を行わない場合に前記表示素子へ入射される光の強度より小さいことを特徴とする付記1～4のいずれかに記載の表示装置。

（付記6） 前記表示素子へ入射される光の入射領域が分割されており、前記検出手段による階調レベルの検出、並びに、前記調整手段による光の強度及び光制御量の調整を、前記各入射領域毎に行うようにしたことを特徴とする付記1～5のいずれかに記載の表示装置。

（付記7） 前記表示素子は液晶表示素子であることを特徴とする付記1～6のいずれかに記載の表示装置。

40

（付記8） 前記液晶表示素子に用いられる液晶材料は自発分極を有することを特徴とする付記7記載の表示装置。

（付記9） 前記表示素子はデジタルマイクロデバイスであることを特徴とする付記1～6のいずれかに記載の表示装置。

（付記10） 前記表示素子へ入射される複数の色の光は、赤色光、緑色光及び青色光であることを特徴とする付記1～9のいずれかに記載の表示装置。

（付記11） 前記表示素子へ入射される複数の色の光は、赤色光、緑色光、青色光及び白色光であることを特徴とする付記1～9のいずれかに記載の表示装置。

（付記12） 赤、緑、青の画像データを赤、緑、青、白の画像データに変換する変換手

50

段を備えており、前記検出手段は、該変換手段で得られる画像データの階調レベルを検出するようにしたことを特徴とする付記 1 1 記載の表示装置。

(付記 1 3) 複数の色のカラーフィルタを設けた表示素子への白色光の入射と表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてカラー表示を行う表示装置において、前記表示データの階調レベルを検出する検出手段と、該検出手段の検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整する調整手段とを備えることを特徴とする表示装置。

(付記 1 4) 表示素子へ入射される複数の色の光の順次的な切換えと表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてフィールド・シーケンシャル方式の表示を行う表示方法において、前記表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする表示方法。 10

(付記 1 5) 複数の色のカラーフィルタを設けた表示素子への白色光の入射と表示画像に応じた各色の表示データによる前記表示素子での光制御とを同期させてカラー表示を行う表示方法において、前記表示データの階調レベルを検出し、該階調レベルの検出結果に基づいて、前記表示素子へ入射される白色光の強度及び前記表示素子での光制御量を調整することを特徴とする表示方法。

【0072】

【発明の効果】

以上のように、本発明では、表示素子へ入射される光に対応する表示データの階調レベルを検出し、その検出結果に基づいて、表示素子へ入射される光の強度及び表示素子での光制御量を調整するようにしたので、表示データに応じて表示素子への入射光の強度と表示素子での光制御量とを調整することが可能となり、例えば、最も明るい表示を必要としない表示データにあっては、表示素子へ入射される光の強度を抑え、表示素子による入射光の透過率または反射率が高まるように光制御量を調整することにより、入射光の強度及び光制御量を調整しない場合と同等の画面の明るさを維持して、表示画質の劣化、特に輝度の低下を招くことなく、消費電力の低減化を図ることができる。 20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の液晶表示装置（第 1、第 2 実施の形態）の回路構成を示すブロック図である。 30

【図 2】液晶パネル及びバックライトの模式的断面図である。

【図 3】液晶表示装置の全体の構成例を示す模式図である。

【図 4】LED アレイの構成例を示す図である。

【図 5】本発明で使用する液晶材料の電気光学応答特性を示すグラフである。

【図 6】本発明の液晶表示装置（第 1 実施の形態）における表示制御を示すタイムチャートである。

【図 7】本発明の液晶表示装置（第 2、第 3 実施の形態）におけるバックライトの分割例を示す図である。

【図 8】本発明の液晶表示装置（第 2 実施の形態）における表示制御を示すタイムチャートである。 40

【図 9】本発明の液晶表示装置（第 3 実施の形態）における画像データの変換例を示す図である。

【図 10】本発明の液晶表示装置（第 3 実施の形態）の回路構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の液晶表示装置（第 3 実施の形態）における表示制御を示すタイムチャートである。

【図 12】カラーフィルタ方式の液晶表示装置における液晶パネル及びバックライトの模式的断面図である。

【図 13】強誘電性液晶パネルにおける液晶分子の配列状態を示す図である。

【図 14】従来の液晶表示装置における表示制御を示すタイムチャートである。 50

【図 1 5】従来のフィールド・シーケンシャル方式の表示装置の概念を説明するための図である。

【図 1 6】本発明のフィールド・シーケンシャル方式の表示装置の概念を説明するための図である。

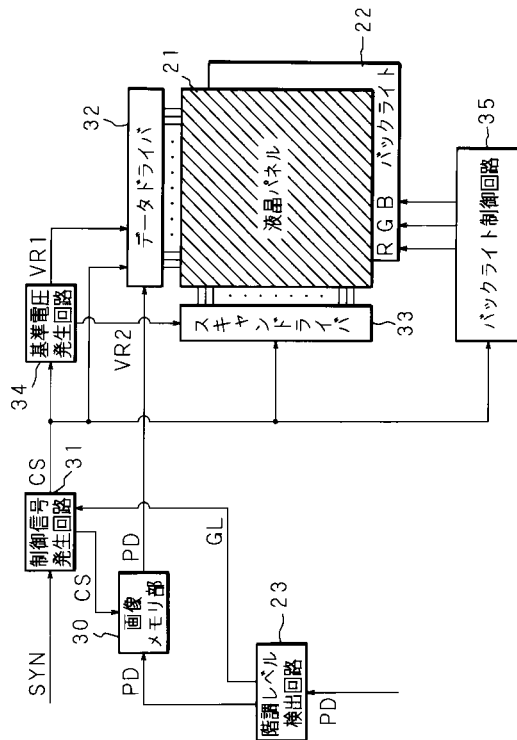
【符号の説明】

- 3 共通電極
- 7 LEDアレイ
- 21 液晶パネル
- 22 バックライト
- 23 階調レベル検出回路
- 24 画像データ変換回路
- 31 制御信号発生回路
- 32 データドライバ
- 35 バックライト制御回路
- 60 カラーフィルタ
- 70 白色光源

10

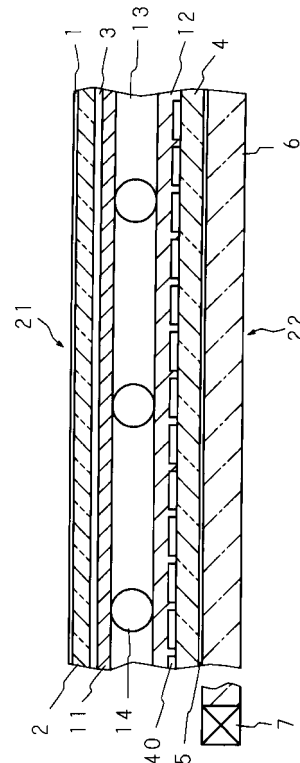
【図 1】

本発明の液晶表示装置（第1、第2実施の形態）の回路構成を示すブロック図



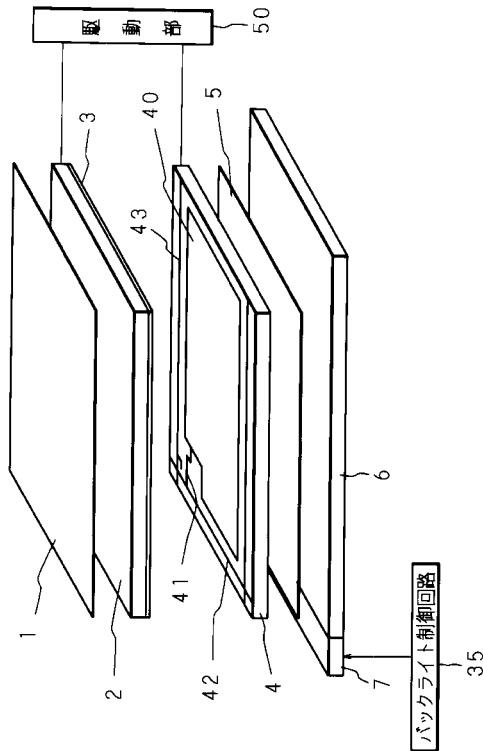
【図 2】

液晶パネル及びバックライトの模式的断面図



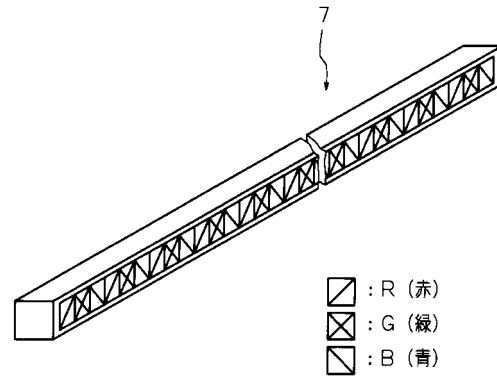
【図 3】

液晶表示装置の全体の構成例を示す模式図



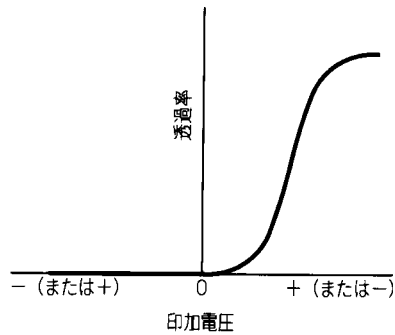
【図 4】

LEDアレイの構成例を示す図



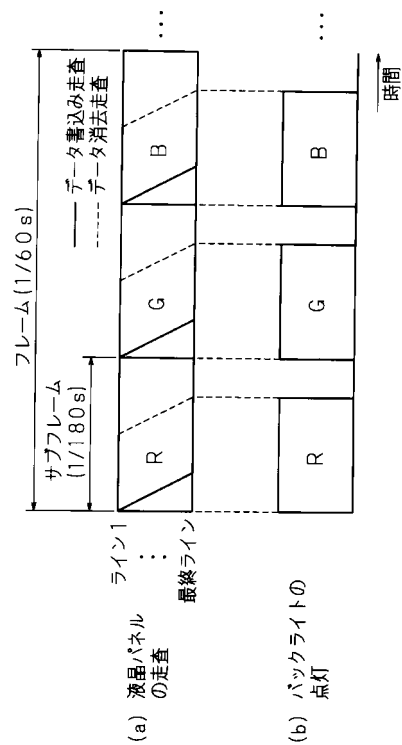
【図 5】

本発明で使用する液晶材料の電気光学応答特性を示すグラフ



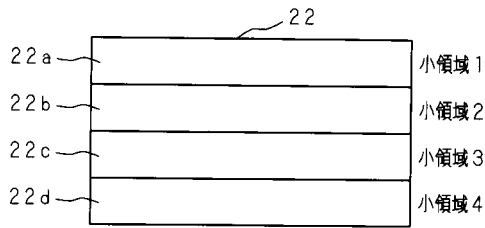
【図 6】

本発明の液晶表示装置（第1実施の形態）における表示制御を示すタイムチャート



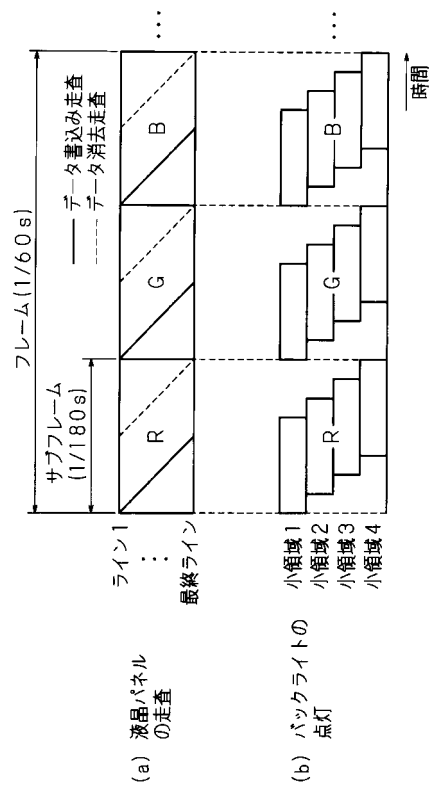
【図 7】

本発明の液晶表示装置（第2、第3実施の形態）におけるバックライトの分割例を示す図



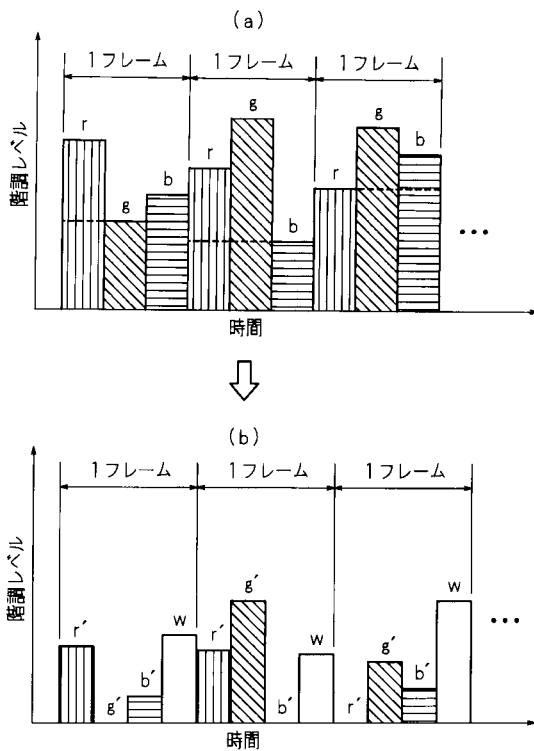
【図 8】

本発明の液晶表示装置（第2実施の形態）における表示制御を示すタイムチャート



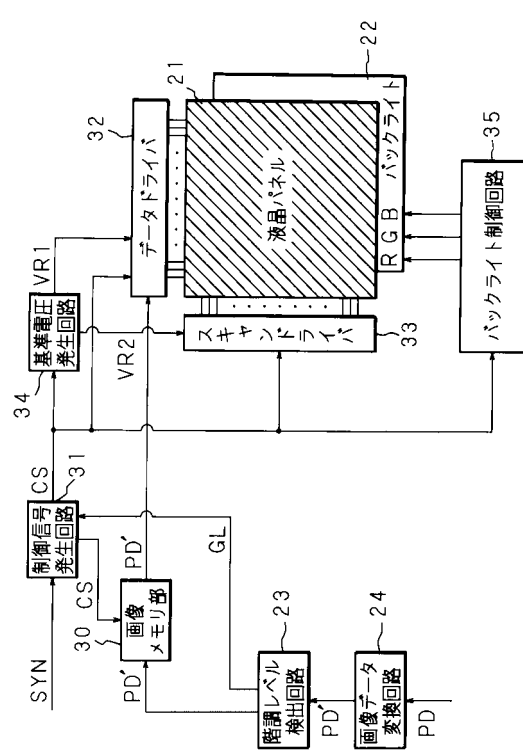
【図 9】

本発明の液晶表示装置（第3実施の形態）における画像データの変換例を示す図



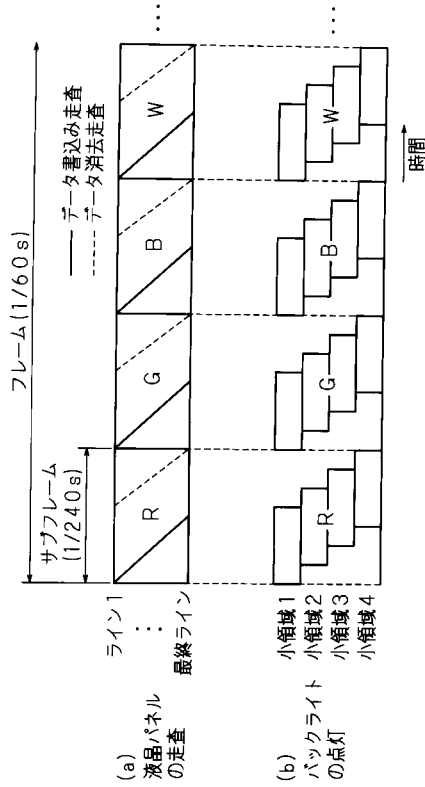
【図 10】

本発明の液晶表示装置（第3実施の形態）の回路構成を示すブロック図



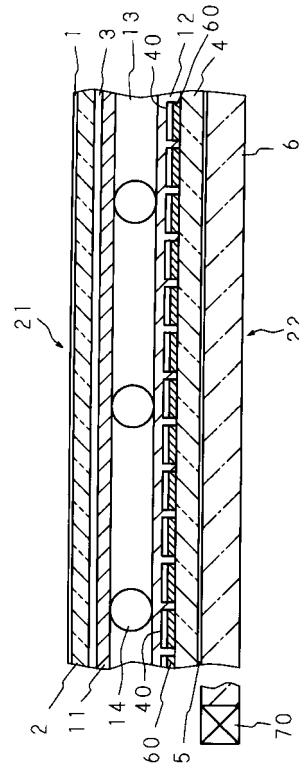
【図 1 1】

本発明の液晶表示装置（第3実施の形態）における表示制御を示すタイムチャート



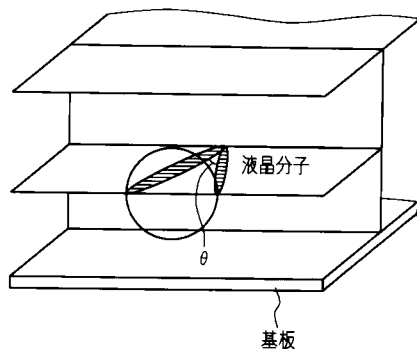
【図 1 2】

カラーフィルタ方式の液晶表示装置における液晶パネル及びバックライトの模式的断面図



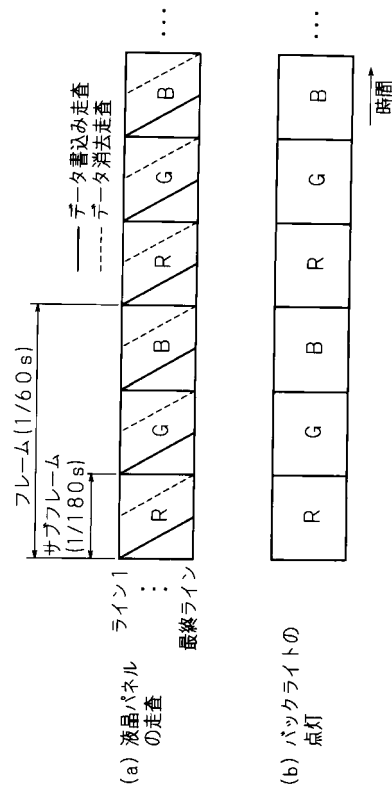
【図 1 3】

強誘電性液晶パネルにおける液晶分子の配列状態を示す図



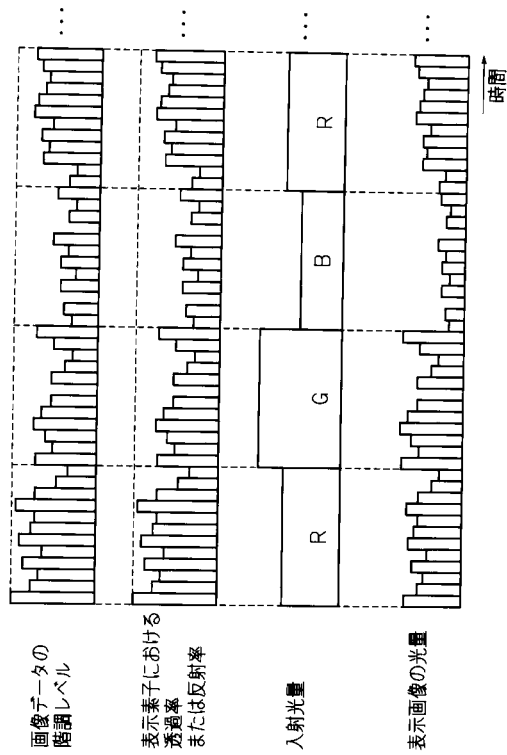
【図 1 4】

従来の液晶表示装置における表示制御を示すタイムチャート



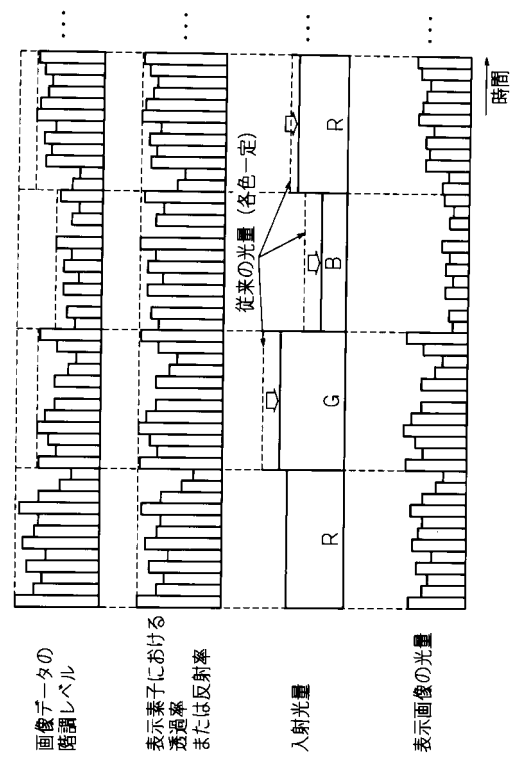
【図 15】

従来のフィールド・シーケンシャル方式の
表示装置の概念を説明するための図



【図 16】

本発明のフィールド・シーケンシャル方式の
表示装置の概念を説明するための図



フロントページの続き(51)Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

G 0 9 G	3/20	6 1 1 A
G 0 9 G	3/20	6 1 2 U
G 0 9 G	3/20	6 4 2 C
G 0 9 G	3/36	

F ターム(参考)	2H093	NA16	NA65	NC34	NC42	NC43	NC44	NC58	ND06	ND09	ND17
		NE06									
	5C006	AA22	AF44	AF45	AF54	BB16	BB29	EA01	FA47		
	5C080	AA10	BB05	DD26	EE30	FF11	JJ02	JJ05	JJ06		