

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5301681号
(P5301681)

(45) 発行日 平成25年9月25日 (2013. 9. 25)

(24) 登録日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 9 G 3 / 3 6 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 2 0 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 3 4 (2006. 01)

G 0 9 G 3 / 3 6

G 0 9 G 3 / 2 0 6 1 2 U

G 0 9 G 3 / 3 4 J

G 0 9 G 3 / 2 0 6 2 1 E

G 0 9 G 3 / 2 0 6 4 2 D

請求項の数 1 (全 54 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-541832 (P2011-541832)
 (86) (22) 出願日 平成22年7月23日 (2010. 7. 23)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/062452
 (87) 国際公開番号 W02011/061966
 (87) 国際公開日 平成23年5月26日 (2011. 5. 26)
 審査請求日 平成24年4月25日 (2012. 4. 25)
 (31) 優先権主張番号 特願2009-265386 (P2009-265386)
 (32) 優先日 平成21年11月20日 (2009. 11. 20)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号
 (74) 代理人 110000914
 特許業務法人 安富国際特許事務所
 (72) 発明者 上野 哲也
 日本国大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番
 2 2 号 シャープ株式会社内

審査官 鳥居 祐樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3 色の画像信号が外部から入力されることで表示を行う液晶表示装置であって、
 前記液晶表示装置は、液晶表示パネルと、バックライトと、前記バックライトの発光強度
 を 1 フレーム毎に決定するバックライト強度決定回路とを備え、

前記液晶表示パネルの表示領域には、4 色以上の絵素をそれぞれ含む複数の画素が形成さ
 れ、

各画素は、前記画像信号の色に対応する色のカラーフィルタがそれぞれ形成された 3 色の
 絵素と、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくと
 も 1 色の絵素とを含み、

前記バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御可能であり、
 前記表示領域に単色又は単色に近い色を表示した時の前記バックライトの発光強度は、前
 記表示領域に白色を表示した時の発光強度よりも大きく、

前記バックライトは、互いに独立して発光強度の制御が可能な複数の点灯部を有し、
 前記複数の点灯部のいずれかに対応する前記表示領域のある部分に前記単色又は前記単色
 に近い色を表示した時の当該点灯部の発光強度は、該部分に白を表示した時の発光強度よ
 りも大きく、

前記バックライト強度決定回路は、外部から入力された 3 色の画像信号を絵素の色に対応
 する 4 色以上の信号に変換し、前記 4 色以上の信号に基づいて前記バックライトの必要最
 低限の発光強度を画素毎に求める第 1 のバックライト光量計算回路と、

前記必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求める第1の最大値判別回路と、
前記第1の最大値判別回路で決定された発光強度を用いて前記3色の画像信号を絵素の色
に対応する4色以上の信号に変換し、前記4色以上の信号に基づいて前記バックライトの
必要最低限の発光強度を画素毎に求める第2のバックライト光量計算回路と、
前記第2のバックライト光量計算回路で算出された必要最低限の発光強度の内の最も大
きな発光強度を求める第2の最大値判別回路とを含み、
前記第1及び第2のバックライト光量計算回路において求められる前記バックライトの必
要最低限の発光強度は、前記外部から入力された3色の画像信号を表示するために必要
な最低限のバックライトの発光強度であり、
前記バックライトは、前記第2の最大値判別回路で決定された発光強度で発光する
ことを特徴とする液晶表示装置。

10

ただし、前記単色に近い色とは、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくとも1色の絵素のうち前記単色を透過光の成分に含む絵素を最高階調以外の階調に設定し、かつ前記単色を透過する絵素を最高階調に設定したときの色を意味する。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置及びその制御方法に関する。より詳しくは、多原色の液晶表示装置及びその制御方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来から、薄型化や軽量化が可能な表示装置として、液晶表示装置が知られている。液晶表示装置は、マトリックス状に配列された複数の画素を有する液晶表示パネルを備える。

【0003】

このような液晶表示装置においてカラー表示するために、映像信号に揃えて、画素毎に、赤のカラーフィルタを備えた絵素と、緑のカラーフィルタを備えた絵素と、青のカラーフィルタを備えた絵素とを形成することが広く知られている。

【0004】

30

また近年、色再現範囲を広げるため等の目的で、RGB以外の色（例えば、白色）の絵素が形成された液晶表示パネル（多原色パネル）が提案されている。多原色パネルに関する技術としては、具体的には例えば以下の技術が開示されている。

【0005】

多原色への色変換において、白を適切に再現するための技術として、入力された画像データの複数の色の数を、画像を表示する表示装置が用いる複数の色の数へと色変換する色変換装置であって、前記入力された画像データの複数の色のうち白に対応する画像データの色変換値、又は白に対応する所定点に対して色変換値を計算する白色色変換値計算手段と、前記白に対応する色変換値に基づいて、色空間において調整後の白に対応する色変換値が前記表示装置の表示可能な色再現領域の内側に位置するような調整値を計算する調整値計算手段と、前記調整値を用いて、前記入力された画像データの色変換値を調整する調整手段と、を備える色変換装置が開示されている（例えば、特許文献1参照。）。

40

【0006】

また、消費電力及び色変換時間を削減しつつ、カラートラッキングを抑制するための技術として、XYZ表色系の三刺激値XYZを、多原色表示装置で表示可能な予め定めたn原色（ $n \geq 4$ ）の中から選択した3原色の組み合わせにおける3原色信号値に変換するための色変換マトリクスを、各原色の特性に基づいて作成する色変換マトリクス作成方法であって、所定階調の三刺激値XYZに対応する3原色信号値を所定の色変換マトリクスを用いて求めるステップと、求めた3原色信号値に対応する3原色階調値を前記多原色表示装置の中間調再現特性から求めるステップと、求めた3原色階調値に対応する三刺激値XYZ

50

を前記多原色表示装置のデバイスプロファイルから求めるステップと、求めた所定階調の三刺激値X Y Zの輝度を基準階調の三刺激値X Y Zの輝度に合わせた上で、前記所定階調の三刺激値X Y Zと前記基準階調の三刺激値X Y Zとの色差を求めるステップと、求めた色差が予め定めた閾値を越える場合、当該所定階調の三刺激値X Y Zに基づいて色変換マトリクスを作成して記憶すると共に、前記基準階調を当該所定階調に変更するステップと、前記所定階調を1階調又は複数階調変更するステップと、を含む処理を全階調について繰り返し実行する処理を、3原色全てについて且つ3原色の組合わせ全てについて実行すると共に、前記閾値は、3原色のうち最も短波長の原色については、他の原色の閾値よりも小さい値に設定される色変換マトリクス作成方法が開示されている（例えば、特許文献2参照。）。 10

【0007】

更に、赤系の表示輝度を向上させるとともに、白色点が緑色側にシフトするのを抑制するための技術として、複数のサブ画素が設けられ、赤系の第1着色層、青系の第2着色層、青から黄までの色相の中で任意に選択された第3及び第4の2種類の色の着色層のいずれかを前記サブ画素に備える表示パネルと、青色光を発光する第1の光源、前記青色光の一部を黄色光に変換する青色光波長変換手段、及び、赤色光を発光する第2の光源から構成され、前記青色光と前記黄色光と前記赤色光の合成光を前記表示パネルに出射する光源と、を備える電気光学装置が開示されている（例えば、特許文献3参照。）。 20

【0008】

そして、赤、緑、青及び白の絵素を有するパネルにおいて色再現性を良くするための技術として、三原色及び白の4色の複数の画素が交互にマトリクス状に配列させて形成され、互いに隣合う前記三原色及び白の各色1つずつの4つの画素を1単位とする複数の表示要素によりカラー画像を表示する液晶表示素子の駆動方法において、入力された三原色の階調データに基づいて、前記三原色及び白の4色の画素それぞれの最大階調輝度に対するこれらの画素を駆動するための駆動階調データに対応する輝度の割合を輝度率、前記複数の表示要素毎の前記三原色の画素相互の前記輝度率の差の絶対値のうちの最大値を最大輝度率差とすると、前記複数の表示要素毎の前記三原色及び白の4色の画素の前記輝度率がそれぞれ、前記三原色の画素それぞれの前記輝度率に、前記白色画素の特性に応じて予め定めた任意の値の設定輝度率の前記最大輝度率差に相当する階調数以外の階調数に対応する割合の輝度率を加算して得られる値に、1画面のカラー画像を表示するための1フレームにおける全ての表示要素の前記最大輝度率差に応じて定められる係数を乗じ、且つ前記白色画素の前記輝度率を差し引いた値となるように、前記複数の表示要素毎の三原色及び白の4色の階調値を設定し、これらの階調値の駆動階調データにそれぞれ対応した前記4色のデータ信号を前記複数の表示要素の三原色及び白の4色の画素にそれぞれ供給する液晶表示素子の駆動方法が開示されている（例えば、特許文献4参照。）。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2007-134752号公報

【特許文献2】特開2007-274600号公報 40

【特許文献3】特開2007-206585号公報

【特許文献4】特開2009-86278号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、多原色パネルを備える従来の液晶表示装置では、以下のような点で改善の余地があった。図40～43を参照して、例として、赤（R）の絵素（カラーフィルタ）、緑（G）の絵素（カラーフィルタ）及び青（B）の絵素（カラーフィルタ）に、黄（Y）の絵素（カラーフィルタ）を加えた場合について説明する。

【0011】

通常の映像信号はR、G、Bの3色信号であるため、3色信号から4色信号へ変換する必要がある。この時、白色信号（R G B全ての信号が最大階調）が入力されると、全ての絵素が最大透過率となるように制御される（図40の左側参照）。これは、最も光を強く出さなければならない白色表示時に光の利用効率を最大にするためである。この制御を行うと、3色の絵素を用いていた場合に実現できていた輝度及び色度の組み合わせの範囲で、再現できなくなる点が発生する。ここでは、4つ目の絵素として黄色を加えている。黄色の絵素からは赤と緑の光が放射される。白色信号を表示する時、全ての絵素を最大透過率に設定するため、赤の光はR絵素とY絵素から、緑の光はG絵素とY絵素から放射される（図40の右側参照）。

【0012】

10

これに対し、赤色信号（R信号が最大階調、G B信号が最低階調）が入力された場合を考える。すなわち、R絵素が最大階調、G絵素及びB絵素が最低階調という設定の場合である。この場合、赤色の輝度が低くなるのが原因による表示の不具合が発生し、この不具合が全ての色度点での最大輝度の低下に影響することになる。

【0013】

白色信号を表示する時、赤の光はR絵素とY絵素の両方から放射されていたが、赤色信号を表示する時はR絵素からのみ放射されることになる。したがって、赤色信号を表示する時、白色表示時にY絵素から放射されていた分だけ赤の光の放射量が減ることになる。これに対し、R G Bの3色カラーフィルタを用いた液晶表示パネルでは、赤色信号を表示する場合と白色信号を表示する場合とで、赤の光の放射量に関する絵素は、R絵素のみとなり、更に、両場合でR絵素は最大透過率となるように設定される。そのため、両場合で赤の光の放射量は変わらない。

20

【0014】

同様の現象は緑の光についても発生する。したがって、Y絵素を加えると、赤又は緑の単色を表示した時の輝度の最大値が低下し、再現できる輝度の範囲が狭くなる。

【0015】

また、単色表示時の最大輝度だけでなく、その他の色の最大輝度も低下する。図41のように横軸を白色色度点から赤色色度点までの色度、縦軸を赤色輝度（白色時の最大輝度を1として規格化）とすると、R G Bの3色カラーフィルタを使用した時の赤色輝度は1であるのに対し、R G B Yの4色カラーフィルタを使用した時の赤色輝度は、Y絵素を光が透過しない分だけ低下する。白色点と赤色点の間の範囲では、白色点に近づくほど緑色の光が必要となるため、Y絵素の透過率を上げることが可能となる。よって、Y絵素から赤色の光を放射することが可能となる。ある程度白色点に近づくと、Y絵素の透過率を最大にすると緑の光の放射量が必要量と一致するA点が存在する。このA点と赤色点の間の領域では放射可能となる赤色輝度が白色点に比べて小さくなり、図42の斜線で塗られた領域は4色カラーフィルタでは再現不可能となる。

30

【0016】

これを全ての色で混色した規格化輝度値で表示したのが図43となる。斜線で塗られた色度と輝度の組み合わせが、R G Bの3色カラーフィルタで実現できていたが、R G B Yの4色カラーフィルタにすることで実現できなくなった領域である。

40

【0017】

緑色の輝度についても同様の現象が発生する。このため、黄色のカラーフィルタを加えた4色カラーフィルタを用いた場合、色度図上において、単色赤色点とその周辺、単色緑色とその周辺のある一定範囲の最大輝度が低下し、その影響でR G Bの3色カラーフィルタで実現できていた色度及び輝度の光で実現できないものが発生する。

【0018】

4色目のカラーフィルタをシアンにした場合は、前述の説明における赤と緑を緑と青に、マゼンタにした場合は、赤と緑を赤と青に変えることにより、全ての説明が成立する。

【0019】

4色目のカラーフィルタを白にした場合、同様の理由より、赤色、緑色、青色全ての原色

50

点の周辺について、色度及び輝度の組み合わせで実現できる範囲が狭くなる。

【0020】

このように、多原色パネルを備える従来の液晶表示装置では、単色付近の色度範囲において、最大輝度が低下することがあった。

【0021】

また、上記特許文献3に記載の技術によれば、赤色の輝度を向上させることはできるが、他の色の輝度は向上できない。また、消費電力が増加してしまう。

【0022】

本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、単色又は単色に近い色の表示品位の向上が可能な多原色パネルを備える液晶表示装置及びその制御方法を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明者らは、単色又は単色に近い色の表示品位の向上が可能な多原色パネルを備える液晶表示装置について種々検討したところ、バックライトの駆動方法に着目した。そして、入力される画像信号に応じてバックライトの発光強度を制御し、表示領域に単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を表示領域に白色を表示した時のバックライトの発光強度よりも大きくすることにより、単色又は単色に近い色の色度範囲において輝度を向上できることを見だし、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

20

【0024】

すなわち、本発明は、3色の画像信号が外部から入力されることで表示を行う液晶表示装置であって、前記液晶表示装置は、液晶表示パネル及びバックライトを備え、前記液晶表示パネルの表示領域には、4色以上の絵素をそれぞれ含む複数の画素が形成され、各画素は、前記画像信号の色に対応する色のカラーフィルタがそれぞれ形成された3色の絵素と、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくとも1色の絵素とを含み、前記バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御可能であり、前記表示領域に単色又は単色に近い色を表示した時の前記バックライトの発光強度は、前記表示領域に白色を表示した時の発光強度（前記バックライトの発光強度）よりも大きい液晶表示装置である。

30

【0025】

ただし、本明細書において、単色に近い色とは、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくとも1色の絵素のうち前記単色を透過光の成分に含む絵素を最高階調以外の階調に設定し、かつ前記単色を透過する絵素を最高階調に設定したときの色を意味する。

【0026】

これにより、単色又は単色に近い色の色度範囲において輝度を向上できるので、単色又は単色に近い色の表示品位を向上することができる。

【0027】

また、バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力の増加を抑制することができる。

40

【0028】

本発明の液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。

【0029】

前記バックライトは、互いに独立して発光強度の制御が可能な複数の点灯部を有し、前記複数の点灯部のいずれかに対応する前記表示領域のある部分に前記単色又は前記単色に近い色を表示した時の当該点灯部の発光強度は、該部分（前記表示領域のある部分）に白を表示した時の発光強度よりも大きいことが好ましい。これにより、更なる低消費電力化が可能になる。

50

【0030】

本発明はまた、3色の画像信号が外部から入力されることで表示を行う液晶表示装置であって、前記液晶表示装置は、液晶表示パネルと、バックライトと、前記バックライトの発光強度を1フレーム毎に決定するバックライト強度決定回路とを備え、前記液晶表示パネルの表示領域には、4色以上の絵素をそれぞれ含む複数の画素が形成され、各画素は、前記画像信号の色に対応する色のカラーフィルタがそれぞれ形成された3色の絵素と、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくとも1色の絵素とを含み、前記バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御可能であり、前記バックライト強度決定回路は、外部から入力された3色の画像信号を絵素の色に対応する4色以上の信号に変換し、前記4色以上の信号に基づいて前記バックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求めるバックライト光量計算回路と、前記必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求める最大値判別回路とを含み、前記バックライトは、前記最大値判別回路で決定された発光強度（前記最も大きな発光強度）で発光する液晶表示装置でもある。

10

【0031】

これにより、単色又は単色に近い色の色度範囲において輝度を向上できるので、単色又は単色に近い色の表示品位を向上することができる。

【0032】

また、バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力の増加を抑制することができる。

20

【0033】

更に、3色の画像信号をそのまま4色以上の信号に変換した場合には、バックライトの発光強度不足が原因で、ソースドライバに出力される画像信号の階調が最大階調以上になる不具合が発生することがある。しかしながら、本発明では、3色の画像信号から一旦、4色以上の信号に変換し、更に、これらの信号に基づいてバックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求め、そして、この必要最低限の発光強度の内で最も大きな発光強度を求めることができる。そのため、上記不具合が発生するのを防止することができる。また、表示画面全体が暗い場合には、バックライトの発光強度を更に落とすことが可能であるので、更なる低消費電力化が可能になる。

【0034】

本発明の第二の液晶表示装置の構成としては、このような構成要素を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素により特に限定されるものではない。

30

本発明の第二の液晶表示装置における好ましい形態について以下に詳しく説明する。

【0035】

前記バックライト光量計算回路は、画像信号の色に対応する色のカラーフィルタ（基準カラーフィルタ）を透過する光の大きさと、画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタ（追加カラーフィルタ）を透過する光に含まれる基準カラーフィルタを透過する光の成分の大きさに基づいて、3色の画像信号を4色以上の信号に変換してもよい。

【0036】

前記3色の画像信号はそれぞれ、階調データからなり、前記バックライト強度決定回路は、階調データからなる画像信号（前記階調データからなる3色の画像信号）を逆ガンマ変換して、輝度データからなる3色の画像信号を生成する逆ガンマ変換回路と、前記輝度データからなる3色の画像信号を前記最も大きな発光強度で除算する除算回路とを更に含むことが好ましい。これにより、バックライトの発光強度が負の値となるのを防止することができる。

40

【0037】

前記バックライトは、互いに独立して発光強度の制御が可能な複数の点灯部を有し、前記最大値判別回路において、各点灯部に対応する前記表示領域の部分毎に、前記必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求め、前記バックライト強度決定回路は、前記必要最低限の発光強度で各点灯部が発光した時の前記パネルの被照射面での輝度分布を加算

50

する点灯模様算出回路を更に含むことが好ましい。これにより、更なる低消費電力化が可能になる。

【0038】

前記バックライト光量計算回路は、第1のバックライト光量計算回路であり、前記最大値判別回路は、第1の最大値判別回路であり、前記バックライト強度決定回路は、前記第1の最大値判別回路で決定された発光強度（前記最も大きな発光強度）を用いて前記3色の画像信号を絵素の色に対応する4色以上の信号に変換し、前記4色以上の信号に基づいて前記バックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求める第2のバックライト光量計算回路と、前記第2のバックライト光量計算回路で算出された必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求める第2の最大値判別回路とを更に含み、前記バックライトは、前記第2の最大値判別回路で決定された発光強度（前記最も大きな発光強度）で発光してもよい。すなわち、前記バックライトは、前記第1の最大値判別回路で決定された発光強度ではなく、前記第2の最大値判別回路で決定された発光強度で発光してもよい。これにより、更なる低消費電力化が可能になる。

10

【0039】

本発明は更に、3色の画像信号が外部から入力されることで表示を行う液晶表示装置の制御方法であって、前記液晶表示装置は、液晶表示パネル及びバックライトを備え、前記液晶表示パネルの表示領域には、4色以上の絵素をそれぞれ含む複数の画素が形成され、各画素は、前記画像信号の色に対応する色のカラーフィルタがそれぞれ形成された3色の絵素と、前記画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタが形成された少なくとも1色の絵素とを含み、前記バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御可能であり、前記制御方法は、前記バックライトの発光強度を1フレーム毎に決定するバックライト強度決定工程を含み、前記バックライト強度決定工程は、(1)外部から入力された3色の画像信号を絵素の色に対応する4色以上の信号に変換し、前記4色以上の信号に基づいて前記バックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求める工程と、(2)前記必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求める工程とを含み、前記バックライトは、前記工程(2)で決定された発光強度（前記最も大きな発光強度）で発光する液晶表示装置の制御方法でもある。

20

【0040】

これにより、単色又は単色に近い色の色度範囲において輝度を向上できるので、単色又は単色に近い色の表示品位を向上することができる。

30

【0041】

また、バックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力の増加を抑制することができる。

【0042】

更に、本発明では、3色の画像信号から一旦、4色以上の信号に変換し、更に、これらの信号に基づいてバックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求め、そして、この必要最低限の発光強度の内で最も大きな発光強度を求める。そのため、上述の階調が最大階調以上になる不具合が発生するのを防止することができる。また、表示画面全体が暗い場合には、バックライト強度を更に落とすことが可能であるので、更なる低消費電力化が可能になる。

40

【0043】

本発明の液晶表示装置の制御方法の構成としては、このような構成要素及び工程を必須として形成されるものである限り、その他の構成要素及び工程により特に限定されるものではない。

本発明の液晶表示装置の制御方法における好ましい形態について以下に詳しく説明する。

【0044】

前記工程(1)は、画像信号の色に対応する色のカラーフィルタ（基準カラーフィルタ）を透過する光の大きさと、画像信号の色以外の色に対応する色のカラーフィルタ（追加カラーフィルタ）を透過する光に含まれる基準カラーフィルタを透過する光の成分の大きさ

50

とに基づいて、3色の画像信号を4色以上の信号に変換してもよい。

【0045】

前記3色の画像信号はそれぞれ、階調データからなり、前記バックライト強度決定工程は、(3)階調データからなる画像信号(前記階調データからなる3色の画像信号)を逆ガンマ変換して、輝度データからなる3色の画像信号を生成する工程と、(4)前記輝度データからなる3色の画像信号を前記最も大きな発光強度で除算する工程とを更に含むことが好ましい。これにより、バックライトの発光強度が負の値となるのを防止することができる。

【0046】

前記バックライトは、互いに独立して発光強度の制御が可能な複数の点灯部を有し、前記工程(2)において、各点灯部に対応する前記表示領域の部分毎に、前記必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求め、前記バックライト強度決定工程は、(5)前記必要最低限の発光強度で各点灯部が発光した時の前記パネルの被照射面での輝度分布を加算する工程を更に含むことが好ましい。これにより、更なる低消費電力化が可能になる。

10

【0047】

前記バックライト強度決定回路は、(6)前記工程(2)で決定された発光強度(前記最も大きな発光強度)を用いて前記3色の画像信号を絵素の色に対応する4色以上の信号に変換し、前記4色以上の信号に基づいて前記バックライトの必要最低限の発光強度を画素毎に求める工程と、(7)前記工程(6)で算出された必要最低限の発光強度の内の最も大きな発光強度を求める工程とを更に含み、前記バックライトは、前記工程(7)で決定された発光強度(前記最も大きな発光強度)で発光してもよい。すなわち、前記バックライトは、前記工程(2)で決定された発光強度ではなく、前記工程(7)で決定された発光強度で発光してもよい。これにより、更なる低消費電力化が可能になる。

20

【発明の効果】

【0048】

本発明の第一及び第二の液晶表示装置と、本発明の液晶表示装置の制御方法とによれば、単色又は単色に近い色の表示品位の向上が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】実施形態1の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

30

【図2】実施形態1の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

【図3】実施形態2の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

【図4】実施形態2の液晶表示パネルの構成を示す断面模式図である。

【図5】実施形態2の液晶表示装置の画素配列を示す平面模式図である。

【図6】実施形態2の液晶表示装置の別の画素配列を示す平面模式図である。

【図7】実施形態2の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

【図8】実施形態2の液晶表示装置の回路を示すブロック図である。

【図9】実施形態2におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

【図10】実施形態2の液晶表示装置のブロック構成を示す図である。

40

【図11】実施形態2のバックライト強度決定回路における処理の流れを示す。

【図12】実施形態2のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

【図13】実施形態2の色変換回路における処理の流れを示す。

【図14】実施形態2の色変換回路のブロック図を示す。

【図15】実施形態3の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

【図16】実施形態3における3色信号から4色信号への変換アルゴリズムを説明するための図である。

【図17】実施形態3における3色信号から4色信号への変換アルゴリズムを説明するための図である。

【図18】実施形態3におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図

50

である。

【図 1 9】実施形態 3 の色変換回路における処理の流れを示す。

【図 2 0】実施形態 3 の色変換回路のブロック図を示す。

【図 2 1】実施形態 4 の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 2 2】実施形態 4 におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

【図 2 3】実施形態 4 のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

【図 2 4】実施形態 5 の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

【図 2 5】実施形態 5 におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

10

【図 2 6】実施形態 6 の液晶表示装置の回路を示すブロック図である。

【図 2 7】実施形態 6 におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

【図 2 8】実施形態 6 のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

【図 2 9】実施形態 7 の液晶表示装置の回路を示すブロック図である。

【図 3 0】実施形態 8 の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

【図 3 1】実施形態 8 のバックライトの構成を示す平面模式図である。

【図 3 2】実施形態 8 のバックライト強度決定回路における処理の流れを示す。

【図 3 3】実施形態 8 のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

【図 3 4】実施形態 8 の点灯模様算出回路の機能を説明するための図である。

20

【図 3 5】実施形態 8 の点灯模様算出回路の機能を説明するための図である。

【図 3 6】実施形態 8 のバックライト強度決定回路の別の構成を示すブロック図を示す。

【図 3 7】実施形態 8 のバックライト強度決定回路の別の構成を示すブロック図を示す。

【図 3 8】実施形態 9 の液晶表示装置の画素配列を示す平面模式図である。

【図 3 9】実施形態 9 の色変換回路のブロック図を示す。

【図 4 0】多原色パネルを備える従来の液晶表示装置の課題を説明するための図である。

【図 4 1】多原色パネルを備える従来の液晶表示装置の課題を説明するための図である。

【図 4 2】多原色パネルを備える従来の液晶表示装置の課題を説明するための図である。

【図 4 3】多原色パネルを備える従来の液晶表示装置の課題を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0 0 5 0】

以下に実施形態を掲げ、本発明を図面を参照して更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではない。

【0 0 5 1】

本明細書では、赤を R 又は r、緑を G 又は g、青を B 又は b、白を W 又は w、黄を Y、シアンを C、マゼンタを M とも略記する。

【0 0 5 2】

(実施形態 1)

図 1 は、実施形態 1 の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

本実施形態の液晶表示装置は、赤、緑及び青の発光強度を独立で変化することができるバックライトユニット（バックライト 1 0 2）と、R G B 以外の色のカラーフィルタを持つ液晶表示パネル 1 0 1 とを組み合わせた透過型液晶表示装置である。

40

【0 0 5 3】

液晶表示パネル 1 0 1 を利用する際は、バックライトで白色を点灯し、単色を表示した時の輝度の低下が問題となる。しかしながら、バックライト 1 0 2 と液晶表示パネル 1 0 1 を組み合わせ、バックライト 1 0 2 の発光強度（点灯強度）を変化させることにより補うことができる。

基本的な駆動方法は、

- ・入力信号の階調に応じて、
- ・バックライトの発光強度（以下、バックライト強度とも言う。）を調整し、

50

・発光強度と入力信号の階調から計算した出力信号を液晶表示パネルに送るというものである。この駆動方法をそのまま実行するだけでは、単色輝度の低下は発生する。この輝度低下を防ぐための具体的な駆動方法を以下に示す。

【0054】

図2は、実施形態1の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

例えば、カラーフィルタを通常のRGBと、新たに黄色を加えたものを利用するとする。すなわち、RGBの3色の絵素に、Y絵素を加えるとする。また、黄色のカラーフィルタはRの光とGの光を通すものとする。白色表示を行う場合（全て255階調のRGB信号を入力する場合）は、効率を考慮すると各色絵素は全て255階調に制御するのがよい。この時に白色バランスが取れている必要があるが、r光とg光は黄色フィルタからも透過するため、その分だけrとgのバックライト強度は下げられることになる（図2の左列参照）。これに対し、赤色表示（R信号を255階調、GB信号は0階調）を行う場合、R絵素は255階調、GB絵素とY絵素は0階調となる。バックライトはRのみ点灯することとなる。この場合、r光は、黄色フィルタから透過せず、Rフィルタからのみ放射するため、r光の透過量は白色表示の時よりも少なくなる（図2の中列参照）。これはr光の放射量を黄フィルタで補うことができないことに原因がある。仮にY絵素の透過率を上げると不必要なg光が黄フィルタから放射されるため、表示に不具合が発生する。そこで、R光で足りなくなった分だけバックライトのr光強度を強くする。これにより、表示に足りなかったr光の強度を補うことができる（図2の右列参照）。このようにして、単色輝度の低下を防ぐことができる。本実施形態は、RGBバックライトのいずれの色も、255階調の時に最高の発光強度となるのではなく、単色表示の時に最高の発光強度となる制御を行うことを特徴としている。

【0055】

本実施形態によれば、RGB以外の色のカラーフィルタを持つ液晶表示パネル101を利用する際に問題となる、バックライトで白色を点灯し、単色を表示した時の輝度の低下が、RGBのみのカラーフィルタを持つ液晶表示パネルを用いた時に比べて大きくなることを防ぐことができる。

【0056】

ここで、数式を用いて必要な発光強度の大きさを説明する。まず、以下に記号の定義を示す。

R：R絵素から放射される光の強度

G：G絵素から放射される光の強度

B：B絵素から放射される光の強度

r_{BL} ：rのバックライト強度

g_{BL} ：gのバックライト強度

b_{BL} ：bのバックライト強度

r_R ：r光のR絵素の透過率

g_G ：g光のG絵素の透過率

b_B ：b光のB絵素の透過率

r_Y ：r光のY絵素の透過率であり、R絵素に比べてa倍のr光を通す。

g_Y ：g光のY絵素の透過率であり、G絵素に比べてb倍のg光を通す。

【0057】

通常のRGBからRGBYへの変換を考える（R光のみに注目）。

RGB信号の全てが255階調である場合（全白と呼ぶ。）、従来では通常、最も明るく点灯させるためにバックライトは全色100%点灯、最も光を透過させる状態にさせるために全色の絵素が255階調、という制御を行う。RGBYに変換した場合に同様の考えを用いると、バックライトは全色100%点灯、全色の絵素が255階調となるため、 $r_{BL} = 1$ 、 $r_R = 1$ 、 $r_Y = a$ となる。

$$R_{全白} = r_{BL} \times (r_R + r_Y) = 1 + a$$

【0058】

R信号のみ255階調である場合（全赤と呼ぶ）、バックライトはrを100%点灯でその他は0（無点灯）、R絵素のみ255階調でその他は0階調となるため、 $r_{BL} = 1$ 、 $r_R = 1$ 、 $r_Y = 0$ となる。

$$R_{全赤} = r_{BL} \times (r_R + r_Y) = 1$$

【0059】

したがって、全白に比べて全赤では、パネルを透過する赤成分の光強度が $1 / (1 + a)$ となる。

$R_{全白} = R_{全赤}$ とするために、液晶の透過率を変える方法と、バックライトの発光強度を変える方法との2通りが考えられる。全白、全赤どちらの場合についてもバックライトの光の利用効率を下げないようにするため、本実施形態では、液晶の透過率を固定し、バックライトの発光強度で調整する方法を選択する。この場合、

$$r_{BL全赤} = r_{BL全白} \times (1 + a)$$

となる。同様に、

$$G_{全白} = g_{BL} \times (g_G + g_Y) = 1 + b$$

$$G_{全緑} = g_{BL} \times (g_G + g_Y) = 1$$

$$g_{BL全緑} = g_{BL全白} \times (1 + b)$$

となる。

【0060】

このように、本実施形態は、全白時よりもバックライト強度を強くする方法を提案する。以下の実施形態でより詳細に説明する。なお、以下の実施形態において、バックライト強度の100%は全白表示時のバックライト強度を基準値としている。

【0061】

（実施形態2）

図3は、実施形態2の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

本実施形態の液晶表示装置は、発光強度を変化することができる白色バックライトユニット（バックライト202）と、RGBの3原色のカラーフィルタと、RGB以外の原色のカラーフィルタを持つ液晶表示パネル201とを組み合わせた透過型液晶表示装置である。バックライト202の発光強度は、発光面の全面で一律に制御（変化）される。

【0062】

ここでいう白色バックライトとは、RGBとその他の色のカラーフィルタ（絵素）を持つ液晶表示パネルと組み合わせる場合、全てのカラーフィルタ（絵素）の階調を最大階調にした時に表示色が白色になることを理想とするバックライトである。ホワイトバランスを微調整することにより、全てのカラーフィルタ（絵素）が最大階調でないところで白色表示をしてもよい。また、白色バックライトの光源は特に限定されず、冷陰極管（CCFL）でもホワイトLEDでもRGB3種類の発光ダイオード（LED）でもよい。

【0063】

ここでは黄色のカラーフィルタ（Y絵素）を加えたものを説明するが、シアンカラーフィルタ（C絵素）を加えた場合はRをBに、マゼンタのカラーフィルタ（M絵素）を加えた場合はGをBに置き換えることにより、同様の説明を行うことができる。

【0064】

図4に、実施形態2の液晶表示パネルの構成を示す。図5に、実施形態2の液晶表示装置の画素配列を示す。図6に、実施形態2の液晶表示装置の別の画素配列を示す。

液晶表示パネル201は、一对の透明基板2、3と、これらの基板2、3間の間隙に封入された液晶層4と、基板2、3の一方、例えば観察側（図において上側）とは反対側の基板2の内面に、行方向（画面の左右方向）及び列方向（画面の上下方向）にマトリクス状に配列させて形成された複数の透明な画素電極5と、他方の基板、つまり観察側の基板3の内面に、複数の画素電極5の配列領域に対応させて形成された一枚膜状の透明な対向電極6と、基板2、3の外面にそれぞれ配置された一对の偏光板11、12とを備える。

【0065】

液晶表示パネル201は、TFT（薄膜トランジスタ）を能動素子として有するアクティ

10

20

30

40

50

ブマトリクス型の液晶表示素子である。図4では省略しているが、画素電極5が形成された基板2の内面に、画素電極5にそれぞれ対応させて配置され、これらの画素電極5にそれぞれ接続された複数のTFTと、各行のTFTにゲート信号を供給するための複数の走査線と、各列のTFTにデータ信号を供給するための複数のデータ線とが設けられている。

【0066】

液晶表示パネル201は、その観察側とは反対側に配置されたバックライト202から照射された光の透過を制御して画像を表示する。また、液晶表示パネル201は、複数の画素14を有する。画素14においては、画素電極5と対向電極6とが互いに対向する領域にデータ信号が供給されることによって、つまり電極5、6間にデータ信号に対応した電圧が印加されることによって、液晶層4の液晶分子の配向状態が変化し、その結果、光の透過が制御される。

10

【0067】

画素14は、画素電極5に対応する領域にマトリクス状に配列され、各画素14は、図5に示すように、赤色カラーフィルタ7Rを備えたR絵素13Rと、緑色カラーフィルタ7Gを備えたG絵素13Gと、青色カラーフィルタ7Bを備えたB絵素13Bと、黄色カラーフィルタ7Yを備えたY絵素13Yとをそれぞれ含んで構成される。4色の絵素の配列としては、図5に示すように、2絵素×2絵素の配列でもよいし、図6に示すように、ストライプ配列でもよいし、図示しないがモザイク型の配列やデルタ型の配列を用いることもできる。

20

【0068】

カラーフィルタ7R、7G、7B、7Yは、基板2、3のいずれか一方、例えば観察側基板3の内面に形成されている。

【0069】

なお、対向電極6は、カラーフィルタ7R、7G、7B、7Yの上に形成されており、また、基板2、3の内面にはそれぞれ、画素電極5及び対向電極6を覆って配向膜9、10が設けられている。

【0070】

そして、基板2、3は、予め定めた間隙を設けて対向配置され、画素14がマトリクス状に配列された表示領域を囲む枠状のシール材（図示せず）によって接合されており、これらの基板2、3間の前記シール材で囲まれた領域に液晶層4が封入されている。

30

【0071】

液晶表示パネル201は、液晶層4の液晶分子をツイスト配向させたTN又はSTN型、液晶分子を基板2、3面に対して実質的に垂直に配向させた垂直配向型、液晶分子をツイストさせることなく基板2、3面に対して実質的に平行に配向させた水平配向型、液晶分子をベンド配向させるベンド配向型のいずれか、あるいは強誘電性又は反強誘電性液晶表示素子である。偏光板11、12は、それぞれの透過軸の向きを、各画素14の電極5、6間に電圧を印加しないときの表示が黒になるように設定して配置されている。

【0072】

なお、図4に示した液晶表示パネル201は、一对の基板2、3の内面それぞれに設けられた電極5、6間に電界を生じさせて液晶分子の配向状態を変化させるものであるが、それに限らず、一对の基板のいずれか一方の内面に、複数の画素を形成するための例えば櫛状の第1及び第2の電極を設け、これらの電極間に横電界（基板面に沿う方向の電界）を生じさせて液晶分子の配向状態を変化させる横電界制御型のものでもよい。

40

【0073】

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。図7は、実施形態2の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

白色を最大階調で表示する時のバックライト強度と絵素の階調との関係は、図7の左列の通りである。各色絵素は最大階調となる。次にバックライトの発光強度を変えずに赤色を最大階調で表示する場合を考える（図7の中列参照）。この場合、絵素はRのみ最大階調

50

となり、その他の絵素は全て0階調に制御される。この時、表示は赤色表示となるが、この赤色輝度は白色表示の時と比べて暗くなる。この原因は、白色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光と黄フィルタを透過した赤色の光とを合わせたものであるのに対し、赤色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光のみになることにある。この赤色輝度が低下する原因を取り除くために、バックライトの発光強度を上げるという制御を行う（図7の右列参照）。仮に、白色表示時に黄色フィルタから透過する赤色の光の量がRフィルタから透過する赤色の光の量の α 倍であると仮定すると、中列の赤色輝度は左列の赤色輝度の $1 / (1 + \alpha)$ 倍となる。したがって、白色を最大階調で表示する場合と赤色を最大階調で表示する場合とで赤色輝度を等しくするためには、バックライトの発光強度を $(1 + \alpha)$ 倍すればよい。上記説明は全画面に同一階調を表示する場合についての説明であったが、実際に表示を行う場合、バックライトの発光強度は全ての画素に対して同一となる。このため制御手順は、

（１）全ての画素に対して最低限必要のバックライト強度を抽出し、その中から最も大きなバックライト強度を算出する。

（２）算出したバックライト強度に対して、各色絵素に入力する階調を算出する。
となる。

【0074】

前記のシステムを実現するためのシステムブロック図が図8の通りになる。

入力信号はバックライト強度決定回路へ入力される。この回路で、入力信号に応じて表示に最低限必要のバックライト強度を求める。求められたバックライト強度はバックライト強度信号としてバックライトに送信される。入力信号は、変更されたバックライト強度に応じた信号に変換され、色変換回路（３色４色変換回路）へ入力され、４色信号に変換される。バックライトをコントロールする回路（バックライト駆動回路）にバックライト強度信号を入力し、パネルをコントロールする回路（ソースドライバ）に４色信号を入力することにより、映像を出力することができる。このシステムを用いると、入力信号をそのまま色変換回路に入力した場合に発生しうる、バックライト強度の不足が原因の出力階調が最大階調以上になるという不具合が解消される。また同時に、表示画面全体が暗い場合にバックライト強度を落とすことが可能であるというメリットがある。必要なバックライト強度は、３色信号を４色信号に変換する方式によって異なる。このため、以下では先に３色から４色への信号変換のためのアルゴリズムを説明し、その後、バックライト強度決定のためのアルゴリズムを説明する。

【0075】

R G B入力信号をR' G' B' Y'信号に変換するためのアルゴリズムを示す。

ここで、本説明の前提として、入力信号は最大階調を1とした光の透過量で示されているとする。赤色の光の黄フィルタからの透過量がRフィルタからの透過量の α 倍であるとする。緑色の光の黄フィルタからの透過量がGフィルタからの透過量の β 倍であるとする。

【0076】

まず、入力信号BはB'フィルタからのみ放射されるため、変換前後で値は変わらない。したがって、

$$B' = B$$

【0077】

次に入力信号R GをR' G' Y'に変換する。上述した前提条件より、次の等式が成立する。

$$R = 1 / (1 + \alpha) \times R' + \alpha / (1 + \alpha) \times Y' \cdots (a)$$

$$G = 1 / (1 + \beta) \times G' + \beta / (1 + \beta) \times Y' \cdots (b)$$

【0078】

$Y' = \text{MAX}(R, G)$ とおくと、 $(\text{MAX}(R, G))$ はRとGのうち大きいほうの値をとるという関数であるとする。）

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G) \cdots (c)$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G) \cdots (d)$$

となる。 R' 、 G' はそれぞれ $0 \leq R' \leq 1$ 、 $0 \leq G' \leq 1$ である必要がある。バックライト強度を強くすることにより1を超えない値にすることは可能であるが、バックライト強度の調整により負の値をとらないようにすることは不可能であるため、条件わけを行う必要がある。分け方は、(1) (c)、(d)ともに正の値を取る、(2) (c)が負の値を取る、(3) (d)が負の値を取る、という3通りである。

【0079】

(1) (c)、(d)ともに正の値を取る場合
変換式は上述の通りである。

【0080】

(2) (c)が負の値を取る場合

10

(c)で2項目が大きくなる場合であるが、 $R > G$ の場合は $\text{MAX}(R, G) = R$ となるため、常に $R' > 0$ であるため、 $R < G = \text{MAX}(R, G)$ である必要がある。よって、(c)が負の値を取る時の条件は、

$$G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

となる。この時、 R が G に比べて値が非常に小さい。このため、 $Y' = G$ とすると黄フィルタから赤色の光が必要以上に外部へ放射されている状態である。このため、 $R' < 0$ という条件が必要になる。この場合、赤光は黄フィルタから全て放射するという制御を行えばよく、 $R' = 0$ とすればよい。この時、

$$Y' = (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \{ \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \} \times R$$

20

が成立する。

【0081】

(3) (d)が負の値を取る時

(2)の R と G 、 R' と G' 、 α と β を入れ替えればよい。 $R > (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、

$$G' = 0$$

$$Y' = (1 + \beta) / \beta \times G$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \{ \alpha \times (1 + \beta) / \beta \} \times G$$

【0082】

次に、バックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

30

図9は、実施形態2におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

手順としては、まず、画素ごとに必要なバックライト強度を求め、そして、その最大値を表示に必要なバックライト強度に設定する。画素ごとに必要なバックライト強度 w の求め方を示す。 w は入力信号 RGB の値が全て1で、 $R'G'B'Y'$ が1と変換された時に1という強度値を取る。

【0083】

上述のように、 $R'G'B'Y'$ 信号に変換された値は次の通りである。

$$B' = B \text{ (全ての場合で共通)}$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G) \text{ ((1)の時)}$$

40

$$= 0 \text{ ((2)の時)}$$

$$= (1 + \alpha) \times R - \{ \alpha \times (1 + \beta) / \beta \} \times G \text{ ((3)の時)}$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G) \text{ ((1)の時)}$$

$$= (1 + \beta) \times G - \{ \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \} \times R \text{ ((2)の時)}$$

$$= 0 \text{ ((3)の時)}$$

$$Y' = \text{MAX}(R, G) \text{ ((1)の時)}$$

$$= (1 + \alpha) / \alpha \times R \text{ ((2)の時)}$$

$$= (1 + \beta) / \beta \times G \text{ ((3)の時)}$$

ここで列挙した条件(1)～(3)は以下の通りである。

$$(1) R < (1 + \beta) / \beta \times G \text{ かつ } G < (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

50

$$(2) G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$(3) R > (1 + \beta) / \beta \times G$$

このため、ある入力信号RGBの組み合わせの画素に必要なバックライト強度は上の値の最大値となる。

【0084】

このうち、(1)の場合の最大値はMAX(R, G, B)、(2)の場合の最大値はBもしくは $(1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$ 、(3)の場合の最大値はBもしくは $(1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$ であるので、ある入力信号RGBの組み合わせの画素に必要なバックライト強度wは、

R、G、B

$$(1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$(1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$$

という5つの値の最大値である。

【0085】

バックライトの強度が必要以上に大きくても、液晶で光の透過量を絞ることができるため、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は、全ての入力信号RGBの組み合わせに対して求めた上述した5つの値の最大値の中の、最大値となる。

【0086】

このように、本実施形態では、画素ごとに必要最低限のバックライト強度を決定する。(図9の上から3段目参照)そして、入力信号RGBをここで求めた必要なバックライト強度wで除算する。(図9の上から4段目参照)そして、その除算した入力信号RGBに対して4色信号への変換を行う。(図9の上から5段目参照)したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても(図9の上から2段目参照)、R'G'B'Y'の値は全て0以上1以下の数となる。

【0087】

次に、液晶表示パネル201及びバックライト202の駆動及び制御部分の構成について詳細に説明する。

図10は、実施形態2の液晶表示装置のブロック構成を表したものである。

図10に示したように、液晶表示パネル201を駆動して映像を表示するための駆動回路は、液晶表示パネル201内の各画素電極へ映像信号に基づくデータ電圧を供給するソースドライバ206と、液晶表示パネル201内の各画素電極を走査線に沿って線順次駆動するゲートドライバ207と、バックライト強度決定回路203と、色変換回路204と、バックライト強度決定回路203において決定された最大輝度 L_{MAX} でバックライト202の点灯動作を制御するバックライト駆動回路205とを含んで構成されている。

【0088】

図11に、実施形態2のバックライト強度決定回路における処理の流れを示す。バックライト強度決定回路203では、1フレーム毎に以下の処理を行う。

まず、階調データからなるRGBの画像(映像)信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} が入力される(S1)。

【0089】

次に、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号R1、G1、B1に変換する(S2)。

【0090】

次に、画素ごとに必要なバックライト光量Lを求める(S3)。

【0091】

次に、画素ごとに求めたバックライト光量Lの中から最大輝度 L_{MAX} を1つ求める(S4)。

【0092】

次に、画像信号R1、G1、B1を画素ごとに最大輝度 L_{MAX} で除算し、画像信号 $R1 / L_{MAX}$ 、 $G1 / L_{MAX}$ 、 $B1 / L_{MAX}$ を算出する(S5)。

【0093】

そして、画像信号 $R1/L_{MAX}$ 、 $G1/L_{MAX}$ 、 $B1/L_{MAX}$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_{MAX} を出力する (S6)。

【0094】

図12に、実施形態2のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

図12に示すように、バックライト強度決定回路203は、逆ガンマ変換回路208と、輝度信号保持回路209と、バックライト光量計算回路210と、最大値判別回路211と、除算回路212と、バックライト強度保持回路213と、ガンマ変換回路214とを備える。

10

【0095】

逆ガンマ変換回路208は、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を生成する。そして、画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ は、輝度信号保持回路209に出力され、一定期間 (例えば、1フレーム間)、保存される。

【0096】

バックライト光量計算回路210は、輝度信号保持回路209から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ に基づき、上述のように、画素ごとに必要なバックライト光量 L を算出する。バックライト光量 L は、上述の計算のように、5つの輝度 R 、 G 、 B 、 $(1+\beta) \times G - \beta \times (1+\alpha) / \alpha \times R$ 及び $(1+\alpha) \times R - \alpha \times (1+\beta) / \beta \times G$ の内のいずれかとなる。

20

【0097】

最大値判別回路211は、バックライト光量計算回路210から出力された各画素のバックライト光量 L の中から最も大きな輝度 L_{MAX} を1つ決定する。

【0098】

バックライト強度保持回路213は、最大値判別回路211から出力された最大輝度 L_{MAX} を一定期間 (例えば、1フレーム間)、保存するとともに、最大輝度 L_{MAX} をバックライト駆動回路205に出力する。

【0099】

除算回路212は、輝度信号保持回路209から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を画素ごとに最大輝度 L_{MAX} で除算し、画像信号 $R1/L_{MAX}$ 、 $G1/L_{MAX}$ 、 $B1/L_{MAX}$ を算出する。

30

【0100】

ガンマ変換回路214は、除算回路212から出力された画像信号 $R1/L_{MAX}$ 、 $G1/L_{MAX}$ 、 $B1/L_{MAX}$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を生成するとともに、色変換回路204に出力する。

【0101】

図13に、実施形態2の色変換回路における処理の流れを示す。色変換回路204では、1フレーム毎に以下の処理を行う。

まず、バックライト強度決定回路203から、階調データからなるRGBの画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ が入力される (S1)。

40

【0102】

次に、画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ に変換する (S2)。

【0103】

次に、画素ごとに3色の画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ から4色の画像信号へ変換する変換式を決定する (S3)。

【0104】

次に、決定された変換式により、画素ごとに3色の画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ を4色の画像信号 $R4$ 、 $G4$ 、 $B4$ 、 $Y4$ へ変換する (S4)。

50

【0105】

そして、画像信号 R 4、G 4、B 4、Y 4 にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} 、 Y_{out} を出力する (S 5)。

【0106】

図 1 4 に、実施形態 2 の色変換回路のブロック図を示す。

図 1 4 に示すように、色変換回路 2 0 4 は、逆ガンマ変換回路 2 1 5 と、入力信号判別回路 2 1 6 と、色変換計算回路 2 1 7 と、ガンマ変換回路 2 1 8 とを備える。

【0107】

逆ガンマ変換回路 2 1 5 は、画像信号 R 2、G 2、B 2 に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 R 3、G 3、B 3 を生成する。

10

【0108】

入力信号判別回路 2 1 6 は、逆ガンマ変換回路 2 1 5 から出力された 3 色の画像信号 R 3、G 3、B 3 に基づき、上述の計算のように、4 色の画像信号 R 4、G 4、B 4、Y 4 に変換するためのアルゴリズムを決定する。すなわち、上記式 (c)、(d) と同様に、

$$R 4 = (1 + \alpha) \times R 3 - \alpha \times \text{MAX}(R 3, G 3) \cdots (c)'$$

$$G 4 = (1 + \beta) \times G 3 - \beta \times \text{MAX}(R 3, G 3) \cdots (d)'$$

の式から R 4、G 4 を算出する。そして、(1) (c)'、(d)' とともに正の値を取る場合、(2) (c)' が負の値を取る場合、(3) (d)' が負の値を取る場合のいずれかを判断し、以下のいずれの変換式を用いるかを示す制御信号 D を色変換計算回路 2 1 7 に出力する。

20

B 4 = B 3 (全ての場合で共通)

$$R 4 = (1 + \alpha) \times R 3 - \alpha \times \text{MAX}(R 3, G 3) \quad ((1) \text{の時})$$

$$= 0 \quad ((2) \text{の時})$$

$$= (1 + \alpha) \times R 3 - \{\alpha \times (1 + \beta) / \beta\} \times G 3 \quad ((3) \text{の時})$$

$$G 4 = (1 + \beta) \times G 3 - \beta \times \text{MAX}(R 3, G 3) \quad ((1) \text{の時})$$

$$= (1 + \beta) \times G 3 - \{\beta \times (1 + \alpha) / \alpha\} \times R 3 \quad ((2) \text{の時})$$

$$= 0 \quad ((3) \text{の時})$$

$$Y 4 = \text{MAX}(R 3, G 3) \quad ((1) \text{の時})$$

$$= (1 + \alpha) / \alpha \times R 3 \quad ((2) \text{の時})$$

$$= (1 + \beta) / \beta \times G 3 \quad ((3) \text{の時})$$

30

ここで列挙した条件 (1) ~ (3) は以下の通りである。

$$(1) R 3 < (1 + \beta) / \beta \times G 3 \text{ かつ } G 3 < (1 + \alpha) / \alpha \times R 3$$

$$(2) G 3 > (1 + \alpha) / \alpha \times R 3$$

$$(3) R 3 > (1 + \beta) / \beta \times G 3$$

【0109】

色変換計算回路 2 1 7 は、入力信号判別回路 2 1 6 から出力された制御信号 D により決定された上記いずれかの変換式により、3 色の画像信号 R 3、G 3、B 3 を 4 色の画像信号 R 4、G 4、B 4、Y 4 へ変換する。

【0110】

ガンマ変換回路 2 1 8 は、色変換計算回路 2 1 7 から出力された画像信号 R 4、G 4、B 4、Y 4 にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} 、 Y_{out} を生成するとともに、ソースドライバに出力する。

40

【0111】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0112】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0113】

50

(実施形態 3)

本実施形態の液晶表示装置は、黄色のカラーフィルタ（Y 絵素）の代わりに、カラーフィルタを備えない白色絵素を設けたこと以外は、実施形態 2 と同様の構成を有する。

【0114】

なお、観察側基板の内面には、白色画素にそれぞれ対応させて、この白色画素の液晶層厚を、前記赤、緑、青の 3 色の画素 13R、13G、13B の液晶層厚と同程度に調整するための無色の透明膜が形成されている。

【0115】

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。

図 15 は、実施形態 3 の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

白色を最大階調で表示する時のバックライト強度と絵素の階調との関係は、図 15 の左列の通りである。各色絵素は最大階調となる。次にバックライトの発光強度を変えずに赤色を最大階調で表示する場合を考える（図 15 の中列参照）。この場合、絵素は R のみ最大階調となり、その他の絵素は全て 0 階調に制御される。この時、表示は赤色表示となるが、この赤色輝度は白色表示の時と比べて暗くなる。この原因は、白色表示時の赤色輝度は R フィルタを透過した赤色の光と白フィルタを透過した赤色の光とを合わせたものであるのに対し、赤色表示時の赤色輝度は R フィルタを透過した赤色の光のみになることにある。この赤色輝度が低下する原因を取り除くために、バックライトの発光強度を上げるという制御を行う（図 15 の右列参照）。仮に、白色表示時に白色フィルタから透過する赤色の光の量が R フィルタから透過する赤色の光の量の α 倍であると仮定すると、中列の赤色輝度は左列の赤色輝度の $1 / (1 + \alpha)$ 倍となる。したがって、白色を最大階調で表示する場合と赤色を最大階調で表示する場合とで赤色輝度を等しくするためには、バックライトの発光強度を $(1 + \alpha)$ 倍すればよい。上記説明は全画面に同一階調を表示する場合についての説明であったが、実際に表示を行う場合、バックライトの発光強度は全ての画素に対して同一となる。このため制御手順は、

(1) 全ての画素に対して最低限必要のバックライト強度を抽出し、その中から最も大きなバックライト強度を算出する。

(2) 算出したバックライト強度に対して、各色絵素に入力する階調を算出する。

となる。

【0116】

前記のシステムを実現するためのシステムブロックは、実施形態 2 の図 8 で示したものと同様であり、入力信号から 4 色信号を生成する流れも同じである。バックライト強度決定のためのアルゴリズムが異なるので以下に説明する。

【0117】

図 16 及び 17 は、実施形態 3 における 3 色信号から 4 色信号への変換アルゴリズムを説明するための図である。

RGB 入力信号を R' 、 G' 、 B' 、 W' に変換するためのアルゴリズムを示す。ここで、赤色の光の白フィルタからの透過量が赤フィルタからの透過量の α 倍であるとする。緑色の光の白フィルタからの透過量が緑フィルタからの透過量の β 倍であるとする。青色の光の白フィルタからの透過量が青フィルタからの透過量の γ 倍であるとする。

【0118】

実施形態 2 の時と同様の理由で、 $W' = \text{MAX}(R, G, B)$ とすると、 $(\text{MAX}(R, G, B))$ は R、G 及び B のうち最も大きい値をとるという関数であるとする。）

$$R = R' \times 1 / (1 + \alpha) + W' \times \alpha / (1 + \alpha)$$

$$G = G' \times 1 / (1 + \beta) + W' \times \beta / (1 + \beta)$$

$$B = B' \times 1 / (1 + \gamma) + W' \times \gamma / (1 + \gamma)$$

であるので、

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G, B)$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G, B)$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times \text{MAX}(R, G, B)$$

となる。

【0119】

ここで、 R' 、 G' 、 B' 全ての数が0以上でなければならないが、入力信号の値によっては負の数を取ることがある。この場合は、 W' を含めて値を変更する必要がある。 R' 、 G' 、 B' 全ての数が0以上である場合は、図16の左列に示す通りである。

【0120】

I) 上式が $R' < 0$ 、 $G' > 0$ 、 $B' > 0$ となる時

$R' = 0$ として、 G' 、 B' 、 W' を再計算する。

$$W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

10

【0121】

II) 上式が $R' > 0$ 、 $G' < 0$ 、 $B' > 0$ となる時

$$G' = 0$$

$$W' = (1 + \beta) / \beta \times G$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G$$

【0122】

III) 上式が $R' > 0$ 、 $G' > 0$ 、 $B' < 0$ となる時 (図16の右列参照)

$$B' = 0$$

$$W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

20

【0123】

IV) 上式が $R' < 0$ 、 $G' < 0$ 、 $B' > 0$ となる時

$R' = 0$ もしくは $G' = 0$ として計算を行うが、これは R と G の大小関係により異なる。

I)で $G' > 0$ であればI)の式を、II)で $R' > 0$ であればII)の式を用いることができるが、その境界は

$$(1 + \beta) / \beta \times G = (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

である。

30

$(1 + \beta) / \beta \times G < (1 + \alpha) / \alpha \times R$ の時、I)で $G' < 0$ となるためII)を

$(1 + \beta) / \beta \times G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$ の時、II)で $R' < 0$ となるためI)を

用いる。

【0124】

V) 上式が $R' > 0$ 、 $G' < 0$ 、 $B' < 0$ となる時 (図17参照)

$(1 + \gamma) / \gamma \times B < (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、II)で $B' < 0$ となるためIII)を

$(1 + \gamma) / \gamma \times B > (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、III)で $G' < 0$ となるためII)を用いる。

【0125】

VI) 上式が $R' < 0$ 、 $G' > 0$ 、 $B' < 0$ となる時

$(1 + \alpha) / \alpha \times R < (1 + \gamma) / \gamma \times B$ の時、III)で $R' < 0$ となるためI)を

$(1 + \alpha) / \alpha \times R > (1 + \gamma) / \gamma \times B$ の時、I)で $B' < 0$ となるためIII)を用いる。

40

【0126】

以上より、RGBから R' G' B' W' への変換は

$(1) R > \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$G > \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$B > \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ の時、

$$W' = \text{MAX}(R, G, B)$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G, B)$$

50

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G, B)$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times \text{MAX}(R, G, B)$$

(2) $R < \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \beta) / \beta \times G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ

$(1 + \alpha) / \alpha \times R < (1 + \gamma) / \gamma \times B$ の時、

$$W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$R' = 0$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$$

(3) $G < \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \beta) / \beta \times G < (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ

$(1 + \gamma) / \gamma \times B > (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、

$$W' = (1 + \beta) / \beta \times G$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$$

$$G' = 0$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G$$

(4) $B < \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \alpha) / \alpha \times R > (1 + \gamma) / \gamma \times B$ かつ

$(1 + \gamma) / \gamma \times B < (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、

$$B' = 0$$

$$W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

$$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$$

のいずれかとなる。

【0127】

次に、バックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

図18は、実施形態3におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。

手順としては、まず、画素ごとに必要なバックライト強度を求め、そして、その最大値を表示に必要なバックライト強度に設定する。画素ごとに必要なバックライト強度 w の求め方を示す。 w は入力信号 RGB の値が全て1で、 $R' G' B' W'$ が1と変換された時に1という強度値を取る。

【0128】

実施形態2と同様に求めることができ、上述のように、 $R' G' B' W'$ 信号に変換された値のうち、最大値を取る可能性があるのは次の9つの値となる。

R, G, B

$$(1 + \alpha) \times R - \{ \alpha (1 + \beta) / \beta \} \times G$$

$$(1 + \beta) \times G - \{ \beta (1 + \alpha) / \alpha \} \times R$$

$$(1 + \alpha) \times R - \{ \alpha (1 + \gamma) / \gamma \} \times B$$

$$(1 + \gamma) \times B - \{ \gamma (1 + \alpha) / \alpha \} \times R$$

$$(1 + \gamma) \times B - \{ \gamma (1 + \beta) / \beta \} \times G$$

$$(1 + \beta) \times G - \{ \beta (1 + \gamma) / \gamma \} \times B$$

このため、ある入力信号 RGB の組み合わせの画素に必要なバックライト強度は上の9つの値の最大値となる。

【0129】

バックライトの強度が必要以上に大きくても、液晶で光の透過量を絞ることができるため、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は、全ての入力信号 RGB の組み合わせに対して求めた上述した9つの値の最大値の中の、最大値となる。

【0130】

このように、本実施形態では、画素ごとに必要最低限のバックライト強度を決定する。(

10

20

30

40

50

図18の上から3段目参照)そして、入力信号RGBをここで求めた必要なバックライト強度wで除算する。(図18の上から4段目参照)そして、その除算した入力信号RGBに対して4色信号への変換を行う。(図18の上から5段目参照)したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても(図18の上から2段目参照)、 $R'G'B'W'$ の値は全て1以下の数となる。以上より、バックライト強度の制御により $R'G'B'W'$ の値が1以下に、3色から4色への変換時の場合分けにより $R'G'B'W'$ の値が0以上になる。

【0131】

本実施形態の液晶表示装置は、図10で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。

10

【0132】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路においては、図11で示した実施形態2と同様の処理を行う。

【0133】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路は、図12で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。ただし、画素ごとに必要なバックライト光量Lは、上述の計算のように、9つの輝度R、G、B、 $(1+\alpha) \times R - \{\alpha(1+\beta)/\beta\} \times G$ 、 $(1+\beta) \times G - \{\beta(1+\alpha)/\alpha\} \times R$ 、 $(1+\alpha) \times R - \{\alpha(1+\gamma)/\gamma\} \times B$ 、 $(1+\gamma) \times B - \{\gamma(1+\alpha)/\alpha\} \times R$ 、 $(1+\gamma) \times B - \{\gamma(1+\beta)/\beta\} \times G$ 、 $(1+\beta) \times G - \{\beta(1+\gamma)/\gamma\} \times B$ の内のいずれかとなる。

20

【0134】

図19に、実施形態3の色変換回路における処理の流れを示す。本実施形態の色変換回路では、1フレーム毎に以下の処理を行う。

まず、バックライト強度決定回路から、階調データからなるRGBの画像信号R2、G2、B2が入力される(S1)。

【0135】

次に、画像信号R2、G2、B2に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号R3、G3、B3に変換する(S2)。

【0136】

次に、画素ごとに3色の画像信号R3、G3、B3から4色の画像信号へ変換する変換式を決定する(S3)。

30

【0137】

次に、決定された変換式により、画素ごとに3色の画像信号R3、G3、B3を4色の画像信号R4、G4、B4、W4へ変換する(S4)。

【0138】

そして、画像信号R4、G4、B4、W4にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} 、 W_{out} を出力する(S5)。

【0139】

図20に、実施形態3の色変換回路のブロック図を示す。

図20に示すように、本実施形態の色変換回路は、逆ガンマ変換回路315と、入力信号判別回路316と、色変換計算回路317と、ガンマ変換回路318とを備える。

40

【0140】

逆ガンマ変換回路315は、画像信号R2、G2、B2に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号R3、G3、B3を生成する。

【0141】

入力信号判別回路316は、逆ガンマ変換回路315から出力された3色の画像信号R3、G3、B3に基づき、上述の計算のように、4色の画像信号R4、G4、B4、W4に変換するためのアルゴリズムを決定する。すなわち、

$$R4 = (1 + \alpha) \times R3 - \alpha \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

$$G4 = (1 + \beta) \times G3 - \beta \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

50

$$B4 = (1 + \gamma) \times B3 - \gamma \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

の式から $R4$ 、 $G4$ 、 $B4$ を算出する。そして、下記 (1) ~ (4) のいずれの場合であるかを計算する。そして、下記変換式のいずれを用いるかを示す制御信号 D を色変換計算回路 317 に出力する。

【0142】

(1) $R4 > 0$ 、 $G4 > 0$ 、 $B4 > 0$ の場合

色変換計算回路へ次の式で計算するよう制御信号 D が出力される。

$$W4 = \text{MAX}(R, G, B)$$

$$R4 = (1 + \alpha) \times R3 - \alpha \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

$$G4 = (1 + \beta) \times G3 - \beta \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

$$B4 = (1 + \gamma) \times B3 - \gamma \times \text{MAX}(R3, G3, B3)$$

10

【0143】

(2) $R4 < 0$ 、 $(1 + \beta) / \beta \times G3 > (1 + \alpha) / \alpha \times R3$ 、 $(1 + \alpha) / \alpha \times R3 < (1 + \gamma) / \gamma \times B3$ の場合

色変換計算回路へ次の式で計算するよう制御信号 D が出力される。

$$W4 = (1 + \alpha) / \alpha \times R3$$

$$R4 = 0$$

$$G4 = (1 + \beta) \times G3 - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R3$$

$$B4 = (1 + \gamma) \times B3 - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R3$$

【0144】

20

(3) $G4 < 0$ 、 $(1 + \beta) / \beta \times G4 < (1 + \alpha) / \alpha \times R4$ 、 $(1 + \gamma) / \gamma \times B4 > (1 + \beta) / \beta \times G4$ の場合

色変換計算回路へ次の式で計算するよう制御信号 D が出力される。

$$W4 = (1 + \beta) / \beta \times G3$$

$$R4 = (1 + \alpha) \times R3 - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G3$$

$$G4 = 0$$

$$B4 = (1 + \gamma) \times B3 - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G3$$

【0145】

(4) $B4 < 0$ 、 $(1 + \alpha) / \alpha \times R3 > (1 + \gamma) / \gamma \times B3$ 、 $(1 + \gamma) / \gamma \times B3 < (1 + \beta) / \beta \times G3$ の場合

30

色変換計算回路へ次の式で計算するよう制御信号 D が出力される。

$$W4 = (1 + \gamma) / \gamma \times B3$$

$$R4 = (1 + \alpha) \times R3 - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B3$$

$$G4 = (1 + \beta) \times G3 - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B3$$

$$B4 = 0$$

【0146】

色変換計算回路 317 は、入力信号判別回路 316 から出力された制御信号 D により決定された上記いずれかの変換式により、3色の画像信号 $R3$ 、 $G3$ 、 $B3$ を4色の画像信号 $R4$ 、 $G4$ 、 $B4$ 、 $W4$ へ変換する。

【0147】

40

ガンマ変換回路 318 は、色変換計算回路 317 から出力された画像信号 $R4$ 、 $G4$ 、 $B4$ 、 $W4$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} 、 W_{out} を生成するとともに、ソースドライバに出力する。

【0148】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0149】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

50

【0150】

(実施形態4)

本実施形態の液晶表示装置は、白色バックライトユニットの代わりに、RGBの発光強度を独立で変化させることのできるRGBバックライトユニットを備えること以外は、実施形態2と同様の構成を有する。

【0151】

バックライト光源はRGB3種類のLEDでもよいが、RGBそれぞれを独立で発光強度調整できるユニットであればどのような光源を用いてもよい。

【0152】

ここでは黄色のカラーフィルタ(Y絵素)を加えたものを説明するが、シアンのカラーフィルタ(C絵素)を加えた場合はRをBに、マゼンタのカラーフィルタ(M絵素)を加えた場合はGをBに置き換えることにより、同様の説明を行うことができる。

【0153】

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。

図21は、実施形態4の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

白色を最大階調で表示する時のバックライト強度と絵素の階調との関係は、図21の左列の通りである。各色絵素を最大階調とすることで、光の利用効率を最大にする。次にバックライトの発光強度を変えずに赤色を最大階調で表示する場合を考える(図21の中列参照)。この場合、絵素はRのみ最大階調となり、その他の絵素は全て0階調に制御される。この時、表示は赤色表示となるが、この赤色輝度は白色表示の時と比べて暗くなる。この原因は、白色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光と黄フィルタを透過した赤色の光とを合わせたものであるのに対し、赤色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光のみになることにある。この赤色輝度が低下する原因を取り除くために、赤色光源のみ発光強度を上げるという制御を行う(図21の右列参照)。仮に、白色表示時に黄色フィルタから透過する赤色の光の量がRフィルタから透過する赤色の光の量の α 倍であると仮定すると、中列の赤色輝度は左列の赤色輝度の $1/(1+\alpha)$ 倍となる。したがって、白色を最大階調で表示する場合と赤色を最大階調で表示する場合とで赤色輝度を等しくするためには、赤色光源の発光強度を $(1+\alpha)$ 倍すればよい。上記説明は全画面に同一階調を表示する場合についての説明であったが、実際に表示を行う場合、バックライトの発光強度は全ての画素に対して同一となる。このため制御手順は、

(1) 全ての画素に対して最低限必要のバックライト強度をRGBそれぞれについて抽出し、そのうち最も大きなバックライト強度をRGBそれぞれについて算出する。

(2) 算出したバックライト強度に対して、各色絵素に入力する階調を算出する。

となる。

【0154】

前記のシステムを実現するためのシステムブロックは、実施形態2の図8で示したものと同様であり、入力信号から4色信号を生成する流れも同じである。

【0155】

また、色変換回路に入力されるRGB入力信号をR'G'B'Y'信号に変換するためのアルゴリズムも実施形態2の場合と同じである。

【0156】

以下に、本実施形態におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

図22は、実施形態4におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。バックライト強度はr、g、bで示す。

【0157】

色変換回路に入力される前に元の入力信号がバックライト強度で割られたものに変換される。このため、元の入力信号RGBに対して、4色に変換された信号R'G'B'Y'は次の関係が成立する。

【0158】

常に $B' = B/b \cdots (a)$

10

20

30

40

50

【0159】

(1) $G/g < (1+\alpha)/\alpha \times R/r$ かつ $R/r < (1+\beta)/\beta \times G/g$ のとき

$$R' = (1+\alpha) \times R/r - \alpha \times \text{MAX}(R/r, G/g) \cdots (b)$$

$$G' = (1+\beta) \times G/g - \beta \times \text{MAX}(R/r, G/g) \cdots (c)$$

$$Y' = \text{MAX}(R/r, G/g) \cdots (d)$$

【0160】

(2) $G/g > (1+\alpha)/\alpha \times R/r$ のとき

$$R' = 0$$

$$G' = (1+\beta) \times G/g - \{\beta \times (1+\alpha)/\alpha\} \times R/r \cdots (e)$$

$$Y' = (1+\alpha)/\alpha \times R/r \cdots (f)$$

10

【0161】

(3) $R/r > (1+\beta)/\beta \times G/g$ のとき

$$R' = (1+\alpha) \times R/r - \{\alpha \times (1+\beta)/\beta\} \times G/g \cdots (g)$$

$$G' = 0$$

$$Y' = (1+\beta)/\beta \times G/g \cdots (h)$$

【0162】

$R' G' B' Y'$ 全ての値が0以上1以下でなければならない。3色から4色への変換において負の数を取らない制限がかかっているため、 $R' G' B' Y'$ の全てが1以下になるという条件を満たすように $r g b$ を設定すればよい。

【0163】

20

まず、(a)と(d)より、 $r \geq R$ 、 $g \geq G$ 、 $b \geq B$ である必要がある。これを満たしていれば(b)(c)は条件を満たす。

【0164】

次に(2)、(3)の場合に必要な $r g$ の値について考える。(e)より、 r の値が大きければ大きいほど G' の値が大きくなるため、必要な g の値は大きくなる。同様に、(g)より g の値が大きければ大きいほど必要な r の値は大きくなる。このため、1画素内のみで r と g の必要な値を考慮しても、不足が発生する可能性がある。このため、(e)において r の取りうる最も大きな値を仮定することにより、その画素で必要とされる g の値を、(g)において g の取りうる最も大きな値を仮定することにより、その画素で必要とされる r の値を求める。 g の取りうる最も大きな値は、

30

$$G' = (1+\beta) \times G/g - \{\beta \times (1+\alpha)/\alpha\} \times R/r \leq (1+\beta)/g \leq 1$$

であることより、 $R=0$ 、 $G=1$ の時で $1+\beta$ となる。同様に (g) を用いて、 r の取りうる最も大きな値は $1+\alpha$ となる。

(e)に $r=1+\alpha$ を代入し、当該画素が必要とする g の値を求めると、

$$G' = (1+\beta) \times G/g - \{\beta \times (1+\alpha)/\alpha\} \times R/(1+\alpha) \leq 1 \text{ より、 } g = \alpha \times (1+\beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$$

となる。同様に、(g)に $g=1+\beta$ を代入すると、 $r = \beta \times (1+\alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$ となる。

【0165】

したがって、ある画素の入力信号がRGBであった時、その画素に対して最低限必要なバックライト強度は

40

r : R と $\beta \times (1+\alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$ のうち大きいほうの値

g : G と $\alpha \times (1+\beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$ のうち大きいほうの値

b : B

となる。

【0166】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対して $r g b$ それぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。

【0167】

このように、本実施形態では、画素ごとに必要最低限のバックライト強度 $r g b$ を決定す

50

る。(図22の上から3段目参照)そして、入力信号RGBをここで求めた必要なバックライト強度 $r g b$ で除算する。(図22の上から4段目参照)そして、その除算した入力信号RGBに対して4色信号への変換を行う。(図22の上から5段目参照)したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても(図22の上から2段目参照)、 $R' G' B' Y'$ の値は全て0以上1以下の数となる。

【0168】

なお、図22ではある画素内での必要なバックライト強度を、最大透過量を超えたものに対してあげることしかしていない。(2)の場合について説明すると、これは、他の画素で必要な g の強度が1である場合を仮定した変更である。仮に、他の画素の影響を考慮しても g の強度を下げるができるならば、入力信号/BL強度の G の値は上昇することになり、他の画素でさらに g の強度を上げる必要があるならば、入力信号/BL強度の G の値は下降することになる。

【0169】

本実施形態の液晶表示装置は、図10で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。

【0170】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路においては、図11で示した実施形態2と同様の処理を行う。ただし、S3では、RGBそれぞれの色の光源について、必要なバックライト光量 $L(R)$ 、 $L(G)$ 、 $L(B)$ を求める。また、S4では、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(R)$ の中からR光源の最大輝度 L_R を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(G)$ の中からG光源の最大輝度 L_G を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(B)$ の中からB光源の最大輝度 L_B を1つ求める。更に、S5では、画像信号 $R1$ を画素ごとに最大輝度 L_R で除算することで画像信号 $R1/L_R$ を算出し、画像信号 $G1$ を画素ごとに最大輝度 L_G で除算することで画像信号 $G1/L_G$ を算出し、画像信号 $B1$ を画素ごとに最大輝度 L_B で除算することで画像信号 $B1/L_B$ を算出する。そして、S6では、画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_R 、 L_G 、 L_B を出力する。

【0171】

図23に、実施形態4のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

図23に示すように、実施形態4のバックライト強度決定回路は、逆ガンマ変換回路408と、輝度信号保持回路409と、バックライト光量計算回路410と、最大値判別回路411と、除算回路412と、バックライト強度保持回路413と、ガンマ変換回路414とを備える。

【0172】

逆ガンマ変換回路408は、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を生成する。そして、画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ は、輝度信号保持回路409に出力され、一定期間(例えば、1フレーム間)、保存される。

【0173】

バックライト光量計算回路410は、輝度信号保持回路409から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ に基づき、上述のように、画素ごとに必要なバックライト光量 $L(R)$ 、 $L(G)$ 、 $L(B)$ を算出する。上述の計算のように、バックライト光量 $L(R)$ は、 R と $\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L(G)$ は、 G と $\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L(B)$ は、 B となる。

【0174】

最大値判別回路411は、バックライト光量計算回路410から出力された各画素のバックライト光量 $L(R)$ の中から最も大きな輝度 L_R を1つ決定し、また、バックライト光量計算回路410から出力された各画素のバックライト光量 $L(G)$ の中から最も大きな

10

20

30

40

50

輝度 L_G を1つ決定し、更に、バックライト光量計算回路410から出力された各画素のバックライト光量 $L(B)$ の中から最も大きな輝度 L_B を1つ決定する。

【0175】

バックライト強度保持回路413は、最大値判別回路411から出力された最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B を一定期間（例えば、1フレーム間）、保存するとともに、最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B をバックライト駆動回路に出力する。

【0176】

除算回路412は、輝度信号保持回路409から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を画素ごとに最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B で除算し、画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ を算出する。

10

【0177】

ガンマ変換回路414は、除算回路412から出力された画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を生成するとともに、色変換回路に出力する。

【0178】

また、本実施形態の色変換回路においては、図13で示した実施形態2と同様の処理を行う。

【0179】

更に、本実施形態の色変換回路は、図14で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。また、本実施形態の色変換回路が行う処理も実施形態2の場合と同じである。

20

【0180】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0181】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0182】

（実施形態5）

本実施形態の液晶表示装置は、白色バックライトユニットの代わりに、RGBの発光強度を変化させることのできるRGBバックライトユニットを備えること以外は、実施形態3と同様の構成を有する。

30

【0183】

バックライト光源はRGB3種類のLEDでもよいが、RGBそれぞれを独立で発光強度調整できるユニットであればどのような光源を用いてもよい。

【0184】

ここでは白色のカラーフィルタを加えたものを説明する。

【0185】

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。

図24は、実施形態5の液晶表示装置の駆動方法を説明するための図である。

40

白色を最大階調で表示する時のバックライト強度と絵素の階調との関係は、図24の左列の通りである。各色絵素を最大階調とすることで、光の利用効率を最大にする。次にバックライトの発光強度を変えずに赤色を最大階調で表示する場合を考える（図24の中列参照）。この場合、絵素はRのみ最大階調となり、その他の絵素は全て0階調に制御される。この時、表示は赤色表示となるが、この赤色輝度は白色表示の時と比べて暗くなる。この原因は、白色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光と白フィルタを透過した赤色の光とを合わせたものであるのに対し、赤色表示時の赤色輝度はRフィルタを透過した赤色の光のみになることにある。この赤色輝度が低下する原因を取り除くために、赤色光源のみ発光強度を上げるという制御を行う（図24の右列参照）。仮に、白色表示時に白色フィルタから透過する赤色の光の量がRフィルタから透過する赤色の光の量の α 倍

50

であると仮定すると、中列の赤色輝度は左列の赤色輝度の $1 / (1 + \alpha)$ 倍となる。したがって、白色を最大階調で表示する場合と赤色を最大階調で表示する場合とで赤色輝度を等しくするためには、赤色光源の強度を $(1 + \alpha)$ 倍すればよい。上記説明では全面同一階調で表示する場合についての説明であったが、実際に表示を行う場合、バックライトの照射強度は全ての画素に対して同一となる。このため制御手順は、

(1) 全ての画素に対して最低限必要のバックライト強度を RGB それぞれについて抽出し、そのうち最も大きなバックライト強度を RGB それぞれについて算出する。

(2) 算出したバックライト強度に対して、各色絵素に入力する階調を算出する。
となる。

【0186】

10

前記のシステムを実現するためのシステムブロックは、実施形態2の図8で示したものと同様であり、入力信号から4色信号を生成する流れも同じである。

【0187】

また、色変換回路に入力される RGB 入力信号を $R' G' B' Y'$ 信号に変換するためのアルゴリズムは実施形態3の場合と同じである。

すなわち、RGB から $R' G' B' W'$ への変換は

(1) $R > \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $G > \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $B > \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ の時、
 $W' = \text{MAX}(R, G, B)$

20

$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G, B)$

$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G, B)$

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times \text{MAX}(R, G, B)$

(2) $R < \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $(1 + \beta) / \beta \times G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ
 $(1 + \alpha) / \alpha \times R < (1 + \gamma) / \gamma \times B$ の時、
 $W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R$

$R' = 0$

$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$

30

(3) $G < \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $(1 + \beta) / \beta \times G < (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ
 $(1 + \gamma) / \gamma \times B > (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、
 $W' = (1 + \beta) / \beta \times G$

$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$

$G' = 0$

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G$

(4) $B < \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \alpha) / \alpha \times R > (1 + \gamma) / \gamma \times B$ かつ

$(1 + \gamma) / \gamma \times B < (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、

40

$B' = 0$

$W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B$

$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$

$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$

のいずれかとなる。

【0188】

以下に、本実施形態におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

図25は、実施形態5におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。バックライト強度は r 、 g 、 b で示す。

【0189】

50

色変換回路に入力される前に元の入力信号がバックライト強度で割られたものに変換される。このため、元の入力信号RGBに対して、4色に変換された信号R'G'B'W'は次の関係が成立する。

【0190】

(1)

$$W' = \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (a)$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (b)$$

$$G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (c)$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (d)$$

【0191】

(2) (1) で $R' < 0$ であり、かつ $R' = 0$ とすることで、 $G' \geq 0$ 、 $B' \geq 0$ とできる場合

$$W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (e)$$

$$R' = 0$$

$$G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (f)$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (g)$$

【0192】

(3) (1) で $G' < 0$ であり、かつ $G' = 0$ とすることで、 $R' \geq 0$ 、 $B' \geq 0$ とできる場合

$$W' = (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (h)$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (i)$$

$$G' = 0$$

$$B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (j)$$

【0193】

(4) (1) で $B' < 0$ であり、かつ $B' = 0$ とすることで、 $G' \geq 0$ 、 $R' \geq 0$ とできる場合

$$W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (k)$$

$$R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (l)$$

$$G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (m)$$

$$B' = 0$$

【0194】

R'G'B'W' 全ての値が0以上1以下でなければならない。3色から4色への変換において負の数を取らない制限がかかっているため、R'G'B'W'の全てが1以下になるという条件を満たすようにrgbを設定すればよい。

【0195】

まず、(a)より、 $r \geq R$ 、 $g \geq G$ 、 $b \geq B$ である必要がある。これを満たしていれば(b)(c)(d)は条件を満たす。

【0196】

実施形態4と同様に考えると、(2)で他の入力信号がどのようなものであっても $G' \leq 1$ が成立するためのgの値を求めるには、rが取る可能性のある最大値 $r = (1 + \alpha)$ を入力した場合を想定すればよく、その時のgの値は(f)に $r = (1 + \alpha)$ を代入し、 $G' = 1$ と解けばよいので、

$$g = \alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$$

となる。

【0197】

同様に(g)、(i)、(j)、(l)、(m)より、

$$b = \alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R)$$

$$r = \beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$$

$$b = \beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G)$$

$$r = \gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B)$$

10

20

30

40

50

$$g = \gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B)$$

となる。(e)式は、(2)の条件分岐に入る場合に用いる条件(b)式の $R' < 0$ を満たしている場合である。よって、

$$(1 + \alpha) \times R / r - \alpha \times \text{MAX}(R / r, G / g, B / b) < 0$$

(a)より、 $\text{MAX}(R / r, G / g, B / b) \leq 1$ であるため、

$$(1 + \alpha) \times R / r < \alpha \times \text{MAX}(R / r, G / g, B / b) \leq \alpha$$

$$(1 + \alpha) / \alpha \times R / r < 1$$

となるため、(e)式を用いる場合は常に条件を満たす。同様に、(h)、(k)も常に条件を満たす。

【0198】

10

以上より、ある入力信号RGBに対して必要なバックライトの強度rgbは、

r : R、 $\{\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)\}$ 、 $\{\gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B)\}$ のうち最大値

g : G、 $\{\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)\}$ 、 $\{\gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B)\}$ のうち最大値

b : B、 $\{\alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R)\}$ 、 $\{\beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G)\}$ のうち最大値

となる。

【0199】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対してrgbそれぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。

20

【0200】

このように、本実施形態では、画素ごとに必要最低限のバックライト強度rgbを決定する。(図25の上から3段目参照)そして、入力信号RGBをここで求めた必要なバックライト強度rgbで除算する。(図25の上から4段目参照)そして、その除算した入力信号RGBに対して4色信号への変換を行う。(図25の上から5段目参照)したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても(図25の上から2段目参照)、 $R'G'B'W'$ の値は全て1以下の数となる。以上より、バックライト強度の制御により $R'G'B'W'$ の値が1以下に、3色から4色への変換時の場合分けにより $R'G'B'W'$ の値が0以上になる。

30

【0201】

なお、図25ではある画素内での必要なバックライト強度を、最大透過量を超えたものに対して上げることしかしていない。(3)の場合について説明すると、これは、他の画素で必要なg、bの強度が1である場合を仮定した変更である。仮に、他の画素の影響を考慮してもg、bの強度を下げる事ができるならば、入力信号/BL強度のG、Bの値は上昇することになり、他の画素でさらにg、bの強度を上げる必要があるならば、入力信号/BL強度のG、Bの値は下降することになる。

【0202】

本実施形態の液晶表示装置は、図10で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。

40

【0203】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路においては、図11で示した実施形態2と同様の処理を行う。ただし、S3では、RGBそれぞれの色の光源について、必要なバックライト光量L(R)、L(G)、L(B)を求める。また、S4では、画素ごとに求めたバックライト光量L(R)の中からR光源の最大輝度 L_R を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量L(G)の中からG光源の最大輝度 L_G を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量L(B)の中からB光源の最大輝度 L_B を1つ求める。更に、S5では、画像信号R1を画素ごとに最大輝度 L_R で除算することで画像信号 $R1 / L_R$ を算出し、画像信号G1を画素ごとに最大輝度 L_G で除算することで画像信号 $G1 / L_G$ を算出し、画像信号B1を画素ごとに最大輝度 L_B で除算することで画像信号 $B1 / L_B$ を算出

50

する。そして、S6では、画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_R 、 L_G 、 L_B を出力する。

【0204】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路は、図23で示した実施形態4と同様のブロック構成を有する。ただし、上述の計算のように、画素ごとに必要なバックライト光量 $L(R)$ は、 R 、 $\{\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)\}$ 、 $\{\gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B)\}$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L(G)$ は、 G 、 $\{\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)\}$ 、 $\{\gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B)\}$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L(B)$ は、 B 、 $\{\alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R)\}$ 、 $\{\beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G)\}$ のうちの最大値となる。

10

【0205】

また、本実施形態の色変換回路においては、図19で示した実施形態3と同様の処理を行う。

【0206】

更に、本実施形態の色変換回路は、図20で示した実施形態3と同様のブロック構成を有する。また、本実施形態の色変換回路が行う処理も実施形態3の場合と同じである。

【0207】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

20

【0208】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0209】

(実施形態6)

本実施形態の液晶表示装置は、実施形態4と同様の構成を有する。すなわち、RGBの発光強度を独立で変化させることのできるRGBバックライトユニットを備える。

【0210】

バックライト光源はRGB3種類のLEDでもよいが、RGBそれぞれを独立で発光強度調整できるユニットであればどのような光源を用いてもよい。

30

【0211】

ここでは黄色のカラーフィルタ(Y絵素)を加えたものを説明するが、シアンのカラーフィルタ(C絵素)を加えた場合はRをBに、マゼンタのカラーフィルタ(M絵素)を加えた場合はGをBに置き換えることにより、同様の説明を行うことができる。

【0212】

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。

実施形態4でバックライト強度を決定する時、 r の強度を決めるために g の強度が最大である場合を仮定し、 g の強度を決めるために r の強度が最大である場合を仮定した。しかし、 r の強度が最大になる場合はR絵素が最大階調、かつG絵素が最小階調という画素が存在する場合のみであり、非常に限定された条件である。同様に g の強度が最大になる場合はG絵素が最大階調、かつR絵素が最小階調という画素が存在する場合のみであり、こちらも非常に限定された条件である。このため、実施形態4で求めたバックライト強度は、通常、必要最低限のバックライト強度よりも高い強度である。本実施形態では、 g のバックライト強度を求めるために実施形態4で求めたバックライト強度 $r1$ の値を用いて再計算し、 r のバックライト強度を求めるために実施形態4で求めたバックライト強度 $g1$ の値を用いて再計算をするという方法を提案する。これより、バックライトの発光強度を実施形態4に比べてより小さく設定できるので、更なる低消費電力化が可能である。

40

【0213】

50

前記のシステムを実現するためのシステムブロック図が図26の通りになる。

まず、図26において、入力信号R、G、Bは第1のバックライト強度決定部に入力され、出力は r_1 、 g_1 、 b_1 となる。 r_1 、 g_1 、 b_1 はそれぞれ実施形態4で求めた r 、 g 、 b である。第2のバックライト強度決定部には、入力信号R、G、Bと第1のバックライト強度決定部から出力された r_1 、 g_1 、 b_1 が入力され、出力は、バックライト強度信号 r 、 g 、 b がバックライト駆動回路へ、入力信号R、G、Bをそれぞれ r 、 g 、 b で割った信号が色変換回路へ出力される。色変換回路に入力された信号は R' 、 G' 、 B' 、 Y' 信号に変換され、そして出力される。

【0214】

色変換回路に入力されるRGB信号を R' 、 G' 、 B' 、 Y' 信号に変換するためのアルゴリズムは、実施形態2、4と同じである。

10

【0215】

以下に、本実施形態におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

まず、第1のバックライト強度決定部のアルゴリズムを説明する。

図27は、実施形態6におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを説明するための図である。バックライト強度は r 、 g 、 b で示す。

【0216】

色変換回路に入力される前に元の入力信号がバックライト強度で割られたものに変換される。このため、元の入力信号RGBに対して、4色に変換された信号 R' 、 G' 、 B' 、 Y' は次の関係が成立する。

20

【0217】

常に $B' = B / b \cdots (a)$

【0218】

(1) $G / g < (1 + \alpha) / \alpha \times R / r$ かつ $R / r < (1 + \beta) / \beta \times G / g$ のとき

$R' = (1 + \alpha) \times R / r - \alpha \times \text{MAX}(R / r, G / g) \cdots (b)$

$G' = (1 + \beta) \times G / g - \beta \times \text{MAX}(R / r, G / g) \cdots (c)$

$Y' = \text{MAX}(R / r, G / g) \cdots (d)$

【0219】

(2) $G / g > (1 + \alpha) / \alpha \times R / r$ のとき

$R' = 0$

30

$G' = (1 + \beta) \times G / g - \{ \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \} \times R / r \cdots (e)$

$Y' = (1 + \alpha) / \alpha \times R / r \cdots (f)$

【0220】

(3) $R / r > (1 + \beta) / \beta \times G / g$ のとき

$R' = (1 + \alpha) \times R / r - \{ \alpha \times (1 + \beta) / \beta \} \times G / g \cdots (g)$

$G' = 0$

$Y' = (1 + \beta) / \beta \times G / g \cdots (h)$

【0221】

R' 、 G' 、 B' 、 Y' 全ての値が0以上1以下でなければならない。3色から4色への変換において負の数を取らない制限がかかっているため、 R' 、 G' 、 B' 、 Y' の全てが1以下になるという条件を満たすように r 、 g 、 b を設定すればよい。

40

【0222】

まず、(a)と(d)より、 $r \geq R$ 、 $g \geq G$ 、 $b \geq B$ である必要がある。これを満たしていれば(b)(c)は条件を満たす。

【0223】

次に(2)、(3)の場合に必要な r 、 g の値について考える。(e)より、 r の値が大きければ大きいほど G' の値が大きくなるため、必要な g の値は大きくなる。同様に、(g)より g の値が大きければ大きいほど必要な r の値は大きくなる。このため、1画素内のみで r と g の必要な値を考慮しても、不足が発生する可能性がある。このため、(e)において r の取りうる最も大きな値を仮定することにより、その画素で必要とされる g の値

50

を、(g)においてgの取りうる最も大きな値を仮定することにより、その画素で必要とされるrの値を求める。gの取りうる最も大きな値は、

$$G' = (1 + \beta) \times G / g - \{ \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \} \times R / r \leq (1 + \beta) / g \leq 1$$

であることより、 $R = 0$ 、 $G = 1$ の時で $1 + \beta$ となる。同様に(g)を用いて、rの取りうる最も大きな値は $1 + \alpha$ となる。

(e)に $r = 1 + \alpha$ を代入し、当該画素が必要とするgの値を求めると、

$$G' = (1 + \beta) \times G / g - \{ \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \} \times R / (1 + \alpha) \leq 1 \text{ より、 } g = \alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R) \cdots (i)$$

となる。同様に、(g)に $g = 1 + \beta$ を代入すると、 $r = \beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G) \cdots (j)$ となる。

10

【0224】

したがって、ある画素の入力信号がRGBであった時、その画素に対して最低限必要なバックライト強度は

r : Rと $\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$ のうち大きいほうの値

g : Gと $\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$ のうち大きいほうの値

b : B

となる。

【0225】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対してrgbそれぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。ここで求めたバックライト強度はr1、g1、b1として出力される。

20

【0226】

次に、第2のバックライト強度決定部のアルゴリズムを示す。

ほぼ第1のバックライト決定部と同じアルゴリズムであるが、第1のバックライト強度決定部では(i)を求める際にrの最大強度を $r = 1 + \alpha$ としたが、この値が第2のバックライト強度決定部では第1のバックライト強度決定部の出力値r1を用いる。同様に、(j)を求める際に $g = 1 + \beta$ としたところを第1のバックライト強度決定部の出力値g1を用いる。よって(i)のg、(j)のrはそれぞれ次のように変更される。

$$g = \{ \alpha \times (1 + \beta) \times r1 \} / \{ (\alpha \times r1 + \beta \times (1 + \alpha) R) \} \times G$$

$$r = \{ \beta \times (1 + \alpha) \times g1 \} / \{ (\beta \times g1 + \alpha \times (1 + \beta) G) \} \times R$$

30

となる。

【0227】

したがって、ある画素の入力信号がRGBだった時、その画素に対して最低限必要なバックライト強度は

r : Rと $\{ \beta \times (1 + \alpha) \times g1 \} / \{ (\beta \times g1 + \alpha \times (1 + \beta) G) \} \times R$ のうち大きいほうの値

g : Gと $\{ \alpha \times (1 + \beta) \times r1 \} / \{ (\alpha \times r1 + \beta \times (1 + \alpha) R) \} \times G$ のうち大きいほうの値

b : B

となる。

40

【0228】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対してrgbそれぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。

【0229】

このように、画素ごとに必要最低限のバックライト強度rgbを決定する。(図27の上から3段目参照)そして、入力信号RGBをここで求めた必要なバックライト強度rgbで除算する。(図27の上から4段目参照)そして、その除算した入力信号RGBに対して4色信号への変換を行う。(図27の上から5段目参照)したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても(図27の上から2段目参照)、 $R' G' B' Y'$ の値は全て0以上1以下の数となる。

50

【0230】

本実施形態の液晶表示装置は、図10で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。

【0231】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路においては、図11で示した実施形態2と同様の処理を行う。ただし、S3では、RGBそれぞれの色の光源について、必要なバックライト光量 $L(R)$ 、 $L(G)$ 、 $L(B)$ を求める。また、S4では、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(R)$ の中からR光源の最大輝度 L_R を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(G)$ の中からG光源の最大輝度 L_G を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L(B)$ の中からB光源の最大輝度 L_B を1つ求める。また、S5では、画像信号R1を画素ごとに最大輝度 L_R で除算することで画像信号 $R1/L_R$ を算出し、画像信号G1を画素ごとに最大輝度 L_G で除算することで画像信号 $G1/L_G$ を算出し、画像信号B1を画素ごとに最大輝度 L_B で除算することで画像信号 $B1/L_B$ を算出する。更に、S6では、画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号R2、G2、B2を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_R 、 L_G 、 L_B を出力する。そして、S3のステップを複数回行う。すなわち、S4で求めた最大輝度を用いて、必要なバックライト光量 $L(R)$ 、 $L(G)$ 、 $L(B)$ を再計算する。

10

【0232】

図28に、実施形態6のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

20

図28に示すように、実施形態6のバックライト強度決定回路は、逆ガンマ変換回路608と、輝度信号保持回路609と、バックライト光量計算回路610、619と、最大値判別回路611、620と、除算回路612と、バックライト強度保持回路613と、ガンマ変換回路614とを備える。

【0233】

逆ガンマ変換回路608は、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号R1、G1、B1を生成する。そして、画像信号R1、G1、B1は、輝度信号保持回路609に出力され、一定期間（例えば、1フレーム間）、保存される。

【0234】

バックライト光量計算回路610は、輝度信号保持回路609から出力された画像信号R1、G1、B1に基づき、上述のように、画素ごとに必要なバックライト光量 $L(R)$ 、 $L(G)$ 、 $L(B)$ を算出する。上述の計算のように、バックライト光量 $L(R)$ は、 R と $\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L(G)$ は、 G と $\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L(B)$ は、 B となる。

30

【0235】

最大値判別回路611は、バックライト光量計算回路610から出力された各画素のバックライト光量 $L(R)$ の中から最も大きな輝度 L_R' （仮定の最大輝度値）を1つ決定し、また、バックライト光量計算回路610から出力された各画素のバックライト光量 $L(G)$ の中から最も大きな輝度 L_G' （仮定の最大輝度値）を1つ決定し、更に、バックライト光量計算回路610から出力された各画素のバックライト光量 $L(B)$ の中から最も大きな輝度 L_B' （仮定の最大輝度値）を1つ決定する。

40

【0236】

バックライト光量計算回路619は、輝度信号保持回路609から出力された画像信号R1、G1、B1と、最大値判別回路611から出力された輝度 L_R' 、 L_G' 、 L_B' とに基づき、上述のように、画素ごとに必要なバックライト光量 $L2(R)$ 、 $L2(G)$ 、 $L2(B)$ を算出する。上述の計算のように、バックライト光量 $L2(R)$ は、 R と $\{\beta \times (1 + \alpha) \times g1\} / \{(\beta \times g1 + \alpha \times (1 + \beta) \times G)\} \times R$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L2(G)$ は、 G と $\{\alpha \times (1 + \beta) \times r1\} / \{(\alpha \times r1$

50

$\{ + \beta \times (1 + \alpha) R \} \times G$ のうち大きいほうの値となり、バックライト光量 $L_2(B)$ は、 B となる。

【0237】

最大値判別回路 620 は、バックライト光量計算回路 619 から出力された各画素のバックライト光量 $L_2(R)$ の中から最も大きな輝度 L_R を 1 つ決定し、また、バックライト光量計算回路 619 から出力された各画素のバックライト光量 $L_2(G)$ の中から最も大きな輝度 L_G を 1 つ決定し、更に、バックライト光量計算回路 619 から出力された各画素のバックライト光量 $L_2(B)$ の中から最も大きな輝度 L_B を 1 つ決定する。

【0238】

バックライト強度保持回路 613 は、最大値判別回路 620 から出力された最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B を一定期間（例えば、1 フレーム間）、保存するとともに、最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B をバックライト駆動回路に出力する。

10

【0239】

除算回路 612 は、輝度信号保持回路 609 から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を画素ごとに最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B で除算し、画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ を算出する。

【0240】

ガンマ変換回路 614 は、除算回路 612 から出力された画像信号 $R1/L_R$ 、 $G1/L_G$ 、 $B1/L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を生成するとともに、色変換回路に出力する。

20

【0241】

また、本実施形態の色変換回路においては、図 13 で示した実施形態 2 と同様の処理を行う。

【0242】

更に、本実施形態の色変換回路は、図 14 で示した実施形態 2 と同様のブロック構成を有する。また、本実施形態の色変換回路が行う処理も実施形態 2 の場合と同じである。

【0243】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

30

【0244】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0245】

更に、一度算出したバックライト強度を基に、バックライト強度の再計算を行っているので、更なる低消費電力化が可能である。

【0246】

なお、バックライト強度の計算回数は 2 回に特に限定されず、3 回以上であってもよい。

【0247】

また、最大値判別回路の数はバックライト光量計算回路の数と必ずしも同じである必要はなく、バックライト光量計算回路の数よりも少なくてもよく、例えば 1 個でもよい。具体的には、例えば、最大値判別回路 620 を設けず、最大値判別回路 611 で最大輝度 L_R 、 L_G 、 L_B を決定してもよい。

40

【0248】

（実施形態 7）

本実施形態の液晶表示装置は、実施形態 5 と同様の構成を有する。すなわち、RGB の発光強度を独立で変化させることのできる RGB バックライトユニットを備える。

【0249】

本実施形態では、加えるカラーフィルタを白色であるとする。

【0250】

50

以下に、本実施形態の液晶表示装置の制御方法について説明する。

実施形態5でバックライト強度を決定する時、 r の強度を決めるために g の強度が最大である場合、もしくは b の強度が最大である場合を仮定し、 g の強度を決めるために r の強度が最大である場合、もしくは b の強度が最大である場合を仮定し、 b の強度を決めるために r の強度が最大である場合、もしくは g の強度が最大である場合を仮定した。しかし、 r の強度が最大になる場合は R 絵素が最大階調、かつ G もしくは B 絵素が最小階調という画素が存在する場合のみであり、非常に限定された条件である。同様に g の強度が最大になる場合は G 絵素が最大階調、かつ R もしくは B 絵素が最小階調という画素が存在する場合のみ、 b の強度が最大になる場合は B 絵素が最大階調、かつ R もしくは G 絵素が最小階調という画素が存在する場合のみであり、これらも非常に限定された条件である。このため、実施形態5で求めたバックライト強度は、通常、必要最低限のバックライト強度よりも高い強度である。本実施形態では、 g のバックライト強度を求めるために実施形態5で求めたバックライト強度 r_1 、 b_1 の値を用いて再計算し、 r のバックライト強度を求めるために実施形態5で求めたバックライト強度 g_1 、 b_1 の値を用いて再計算し、 b のバックライト強度を求めるために実施形態5で求めたバックライト強度 g_1 、 r_1 の値を用いて再計算をするという方法を提案する。これより、バックライトの発光強度を実施形態5に比べてより小さく設定できるので、更なる低消費電力化が可能である。

10

【0251】

前記のシステムを実現するためのシステムブロック図が図29の通りになる。

まず、図29において、入力信号 R 、 G 、 B は第1のバックライト強度決定部に入力され、出力は r_1 、 g_1 、 b_1 となる。 r_1 、 g_1 、 b_1 はそれぞれ実施形態5で求めた r 、 g 、 b である。第2のバックライト強度決定部には、入力信号 R 、 G 、 B と第1のバックライト強度決定部から出力された r_1 、 g_1 、 b_1 が入力され、出力は、バックライト強度信号 r 、 g 、 b がバックライト駆動回路へ、入力信号 R 、 G 、 B をそれぞれ r 、 g 、 b で割った信号が色変換回路へ出力される。色変換回路に入力された信号は R' 、 G' 、 B' 、 W' 信号に変換され、そして出力される。

20

【0252】

色変換回路に入力される RGB 信号を R' 、 G' 、 B' 、 W' に変換するためのアルゴリズムを示す。このアルゴリズムは、実施形態3、5と同じである。

すなわち、 RGB から R' 、 G' 、 B' 、 W' への変換は

30

(1) $R > \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $G > \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $B > \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ の時、
 $W' = \text{MAX}(R, G, B)$

$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times \text{MAX}(R, G, B)$

$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times \text{MAX}(R, G, B)$

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times \text{MAX}(R, G, B)$

(2) $R < \alpha / (1 + \alpha) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \beta) / \beta \times G > (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ

$(1 + \alpha) / \alpha \times R < (1 + \gamma) / \gamma \times B$ の時、

40

$W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R$

$R' = 0$

$G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R$

(3) $G < \beta / (1 + \beta) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ

$(1 + \beta) / \beta \times G < (1 + \alpha) / \alpha \times R$ かつ

$(1 + \gamma) / \gamma \times B > (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、

$W' = (1 + \beta) / \beta \times G$

$R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G$

$G' = 0$

50

$B' = (1 + \gamma) \times B - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G$
 (4) $B < \gamma / (1 + \gamma) \times \text{MAX}(R, G, B)$ かつ
 $(1 + \alpha) / \alpha \times R > (1 + \gamma) / \gamma \times B$ かつ
 $(1 + \gamma) / \gamma \times B < (1 + \beta) / \beta \times G$ の時、
 $B' = 0$
 $W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B$
 $R' = (1 + \alpha) \times R - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$
 $G' = (1 + \beta) \times G - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B$
 のいずれかとなる。

【0253】

10

以下に、本実施形態におけるバックライト強度の決定アルゴリズムを示す。

まず、第1のバックライト強度決定部の決定アルゴリズムを示す。バックライト強度は r 、 g 、 b で示す。

【0254】

色変換回路に入力される前に元の入力信号がバックライト強度で割られたものに変換される。このため、元の入力信号 RGB に対して、4色に変換された信号 $R'G'B'W'$ は次の関係が成立する。

【0255】

(1)

$W' = \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (a)$
 $R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (b)$
 $G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (c)$
 $B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times \text{MAX}(R/r, G/g, B/b) \cdots (d)$

20

【0256】

(2) (1) で $R' < 0$ であり、かつ $R' = 0$ とすることで、 $G' \geq 0$ 、 $B' \geq 0$ とできる場合

$W' = (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (e)$
 $R' = 0$
 $G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (f)$
 $B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times (1 + \alpha) / \alpha \times R/r \cdots (g)$

30

【0257】

(3) (1) で $G' < 0$ であり、かつ $G' = 0$ とすることで、 $R' \geq 0$ 、 $B' \geq 0$ とできる場合

$W' = (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (h)$
 $R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (i)$
 $G' = 0$
 $B' = (1 + \gamma) \times B/b - \gamma \times (1 + \beta) / \beta \times G/g \cdots (j)$

【0258】

(4) (1) で $B' < 0$ であり、かつ $B' = 0$ とすることで、 $G' \geq 0$ 、 $R' \geq 0$ とできる場合

40

$W' = (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (k)$
 $R' = (1 + \alpha) \times R/r - \alpha \times (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (l)$
 $G' = (1 + \beta) \times G/g - \beta \times (1 + \gamma) / \gamma \times B/b \cdots (m)$
 $B' = 0$

【0259】

$R'G'B'W'$ 全ての値が0以上1以下でなければならない。3色から4色への変換において負の数を取らない制限がかかっているため、 $R'G'B'W'$ の全てが1以下になるという条件を満たすように rgb を設定すればよい。

【0260】

まず、(a) より、 $r \geq R$ 、 $g \geq G$ 、 $b \geq B$ である必要がある。これを満たしていれば (

50

b) (c) (d) は条件を満たす。

【0261】

実施形態4と同様に考えると、(2)で他の入力信号がどのようなものであっても $G' \leq 1$ が成立するための g の値を求めるには、 r が取る可能性のある最大値 $r = (1 + \alpha)$ を入力した場合を想定すればよく、その時の g の値は (f) に $r = (1 + \alpha)$ を代入し、 $G' = 1$ と解けばよいので、

$$g = \alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)$$

となる。

【0262】

同様に (g)、(i)、(j)、(l)、(m) より、

$$b = \alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R)$$

$$r = \beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)$$

$$b = \beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G)$$

$$r = \gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B)$$

$$g = \gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B)$$

となる。(e)式は、(2)の条件分岐に入る場合に用いる条件 (b) 式の $R' < 0$ を満たしている場合である。よって、

$$(1 + \alpha) \times R / r - \alpha \times \text{MAX}(R / r, G / g, B / b) < 0$$

$$(a) \text{より、} \text{MAX}(R / r, G / g, B / b) \leq 1 \text{ であるため、}$$

$$(1 + \alpha) \times R / r < \alpha \times \text{MAX}(R / r, G / g, B / b) \leq \alpha$$

$$(1 + \alpha) / \alpha \times R / r < 1$$

となるため、(e)式を用いる場合は常に条件を満たす。同様に、(h)、(k)も常に条件を満たす。

【0263】

以上より、ある入力信号RGBに対して必要なバックライトの強度 $r g b$ は、

$r : R, \{ \beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G) \}, \{ \gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B) \}$ のうち最大値

$g : G, \{ \gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B) \}, \{ \alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R) \}$ のうち最大値

$b : B, \{ \alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R) \}, \{ \beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G) \}$ のうち最大値

となる。

【0264】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対して $r g b$ それぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。ここで求めたバックライト強度は $r 1, g 1, b 1$ として出力される。

【0265】

次に、第2のバックライト強度決定部のアルゴリズムを示す。

第2のバックライト強度決定部では、実施形態6の時と同様に、最大値条件を求める際に用いた r, g, b の最大値を $r = r 1, g = g 1, b = b 1$ として再計算する。これより、ある入力信号RGBに対して必要なバックライト強度 $r g b$ は

$r : R, \{ \beta \times (1 + \alpha) \times g 1 \} / \{ (\beta \times g 1 + \alpha \times (1 + \beta) G) \} \times R, \{ \gamma \times (1 + \alpha) \times b 1 \} / \{ (\gamma \times b 1 + \alpha \times (1 + \gamma) B) \} \times R$ のうち最大値

$g : G, \{ \gamma \times (1 + \beta) \times b 1 \} / \{ (\gamma \times b 1 + \beta \times (1 + \gamma) B) \} \times G, \{ \alpha \times (1 + \beta) \times r 1 \} / \{ (\alpha \times r 1 + \beta \times (1 + \alpha) R) \} \times G$ のうち最大値

$b : B, \{ \alpha \times (1 + \gamma) \times r 1 \} / \{ (\alpha \times r 1 + \gamma \times (1 + \alpha) R) \} \times B, \{ \beta \times (1 + \gamma) \times g 1 \} / \{ (\beta \times g 1 + \gamma \times (1 + \beta) G) \} \times B$ のうち最大値

【0266】

画素ごとに上記値を求め、全ての入力信号に対して $r g b$ それぞれの最大値を求めることにより、バックライトユニット全体として必要なバックライト強度は求められる。

【0267】

このように、画素ごとに必要最低限のバックライト強度 $r g b$ を決定する。そして、入力信号 $R G B$ をここで求めた必要なバックライト強度 $r g b$ で除算する。そして、その除算した入力信号 $R G B$ に対して4色信号への変換を行う。したがって、入力信号をそのまま4色に変換すると出力階調が最大階調以上になる場合であっても、 $R' G' B' W'$ の値は全て1以下の数となる。以上より、バックライト強度の制御により $R' G' B' W'$ の値が1以下に、3色から4色への変換時の場合分けにより $R' G' B' W'$ の値が0以上になる。

【0268】

本実施形態の液晶表示装置は、図10で示した実施形態2と同様のブロック構成を有する。

10

【0269】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路においては、図11で示した実施形態2と同様の処理を行う。ただし、S3では、 $R G B$ それぞれの色の光源について、必要なバックライト光量 $L (R)$ 、 $L (G)$ 、 $L (B)$ を求める。また、S4では、画素ごとに求めたバックライト光量 $L (R)$ の中からR光源の最大輝度 L_R を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L (G)$ の中からG光源の最大輝度 L_G を1つ求め、画素ごとに求めたバックライト光量 $L (B)$ の中からB光源の最大輝度 L_B を1つ求める。また、S5では、画像信号 $R1$ を画素ごとに最大輝度 L_R で除算することで画像信号 $R1 / L_R$ を算出し、画像信号 $G1$ を画素ごとに最大輝度 L_G で除算することで画像信号 $G1 / L_G$ を算出し、画像信号 $B1$ を画素ごとに最大輝度 L_B で除算することで画像信号 $B1 / L_B$ を算出する。更に、S6では、画像信号 $R1 / L_R$ 、 $G1 / L_G$ 、 $B1 / L_B$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_R 、 L_G 、 L_B を出力する。そして、S3のステップを複数回行う。すなわち、S4で求めた最大輝度を用いて、必要なバックライト光量 $L (R)$ 、 $L (G)$ 、 $L (B)$ を再計算する。

20

【0270】

また、本実施形態のバックライト強度決定回路は、図28で示した実施形態6と同様のブロック構成を有する。ただし、上述の計算のように、画素ごとに必要なバックライト光量 $L (R)$ は、 R 、 $\{\beta \times (1 + \alpha) \times R / (\beta + \alpha \times G)\}$ 、 $\{\gamma \times (1 + \alpha) \times R / (\gamma + \alpha \times B)\}$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L (G)$ は、 G 、 $\{\gamma \times (1 + \beta) \times G / (\gamma + \beta \times B)\}$ 、 $\{\alpha \times (1 + \beta) \times G / (\alpha + \beta \times R)\}$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L (B)$ は、 B 、 $\{\alpha \times (1 + \gamma) \times B / (\alpha + \gamma \times R)\}$ 、 $\{\beta \times (1 + \gamma) \times B / (\beta + \gamma \times G)\}$ のうちの最大値となる。

30

【0271】

また、画素ごとに必要なバックライト光量 $L2 (R)$ は、 R 、 $\{\beta \times (1 + \alpha) \times g1\} / \{(\beta \times g1 + \alpha \times (1 + \beta) G)\} \times R$ 、 $\{\gamma \times (1 + \alpha) \times b1\} / \{(\gamma \times b1 + \alpha \times (1 + \gamma) B)\} \times R$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L2 (G)$ は、 G 、 $\{\gamma \times (1 + \beta) \times b1\} / \{(\gamma \times b1 + \beta \times (1 + \gamma) B)\} \times G$ 、 $\{\alpha \times (1 + \beta) \times r1\} / \{(\alpha \times r1 + \beta \times (1 + \alpha) R)\} \times G$ のうちの最大値となり、画素ごとに必要なバックライト光量 $L2 (B)$ は、 B 、 $\{\alpha \times (1 + \gamma) \times r1\} / \{(\alpha \times r1 + \gamma \times (1 + \alpha) R)\} \times B$ 、 $\{\beta \times (1 + \gamma) \times g1\} / \{(\beta \times g1 + \gamma \times (1 + \beta) G)\} \times B$ のうちの最大値となる。

40

【0272】

また、本実施形態の色変換回路においては、図19で示した実施形態3と同様の処理を行う。

【0273】

更に、本実施形態の色変換回路は、図20で示した実施形態3と同様のブロック構成を有する。また、本実施形態の色変換回路が行う処理も実施形態3の場合と同じである。

50

【0274】

以上、本実施形態では、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくすることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0275】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0276】

更に、一度算出したバックライト強度を基に、バックライト強度の再計算を行っているので、更なる低消費電力化が可能である。

10

【0277】

なお、バックライト強度の計算回数は2回に特に限定されず、3回以上であってもよい。

【0278】

また、最大値判別回路の数はバックライト光量計算回路の数と必ずしも同じである必要はなく、バックライト光量計算回路の数よりも少なくてもよく、例えば1個でもよい。

【0279】

(実施形態8)

図30は、実施形態8の液晶表示装置の構成を示す断面模式図である。

本実施形態の液晶表示装置は、発光強度が発光面の全面で一律に制御されるバックライトユニットの代わりに、特定の発光領域ごとに発光強度を変化させることのできるバックライトユニット（エリアアクティブバックライトユニット、バックライト802）を備えること以外は、実施形態2～7と同様の構成を有する。

20

【0280】

図31は、実施形態8のバックライトの構成を示す平面模式図である。

バックライト802は、図31に示すように、発光面が複数の発光領域850に分割されている。図31では、例として、縦6エリア、横10エリアに発光面を分割した場合を示す。また、各発光領域850には、互いに独立して発光強度の制御が可能な点灯部851が設けられている。したがって、各点灯部851の発光強度は、それぞれの点灯部851によって照射される領域内にある画素に入力される画像信号のみを考慮すればよい。すなわち、本実施形態の液晶表示装置は、画面内に複数の小さなディスプレイが存在すると考えてよい。

30

【0281】

また、図31では、各点灯部851は、互いに独立して制御可能なr光源、g光源及びb光源を含んで構成されている。これにより、図30に示すように、各発光領域850において、発光強度のみならず色まで変化することができる。

【0282】

なお、バックライト802は白色単色のみで駆動されてもよく、この場合、r光源、g光源及びb光源の全てをw光源に置き換えればよい。

【0283】

本実施形態では、入力信号RGBはバックライト強度決定回路に入力され、発光領域850ごとのバックライト強度信号rgbが出力される。発光領域850ごとのバックライト強度の求め方は、実施形態2～7に記載した方法とほぼ同じである。異なる点は、バックライト強度を求める際、全ての画素に対する最大値を求めているが、「全ての画素」という条件を「発光領域内の全ての画素」という条件に置き換えればよい。

40

【0284】

本実施形態の色変換回路では、実施形態2～7のそれぞれに対応したアルゴリズムをそのまま用いればよい。

【0285】

図32に、実施形態8のバックライト強度決定回路における処理の流れを示す。本実施形態のバックライト強度決定回路では、1フレーム毎に以下の処理を行う。

50

まず、階調データからなるRGBの画像（映像）信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} が入力される（S1）。

【0286】

次に、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ に変換する（S2）。

【0287】

次に、画素ごとに必要なバックライト光量 L を求める（S3）。

【0288】

次に、画素ごとに求めたバックライト光量 L の中から最大輝度 L_{MAX} を発光領域ごとに1つずつ求める（S4）。 10

【0289】

次に、バックライトから放射された光のパネル面での分布 L を計算し、画素ごとに入射される光量 L_p を求める（S5）。

【0290】

次に、画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を画素ごとに光量 L_p で除算し、画像信号 $R1/L_p$ 、 $G1/L_p$ 、 $B1/L_p$ を算出する（S6）。

【0291】

そして、画像信号 $R1/L_p$ 、 $G1/L_p$ 、 $B1/L_p$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号 $R2$ 、 $G2$ 、 $B2$ を出力するとともに、バックライトを制御するデータとして光量 L_{MAX} を出力する（S7）。 20

【0292】

なお、rgb光源を採用した場合は、各ステップの光量を色毎に算出すればよい。

【0293】

図33に、実施形態8のバックライト強度決定回路のブロック図を示す。

図33に示すように、実施形態8のバックライト強度決定回路は、逆ガンマ変換回路808と、輝度信号保持回路809と、バックライト光量計算回路810と、最大値判別回路811と、除算回路812と、バックライト強度保持回路813と、ガンマ変換回路814と、点灯模様算出回路821とを備える。

【0294】

逆ガンマ変換回路808は、画像信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ を生成する。そして、画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ は、輝度信号保持回路809に出力され、一定期間（例えば、1フレーム間）、保存される。 30

【0295】

バックライト光量計算回路810は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ に基づき、上述のように、画素ごとに必要なバックライト光量 L を算出する。

【0296】

最大値判別回路811は、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 L の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_{MAX} を生成する。 40

【0297】

バックライト強度保持回路813は、最大値判別回路811から出力された行列 L_{MAX} を一定期間（例えば、1フレーム間）、保存するとともに、行列 L_{MAX} をバックライト駆動回路及び点灯模様算出回路821に出力する。

【0298】

点灯模様算出回路821は、図34に示すように、ある発光領域850が点灯した時に生じるパネル面（パネルの被照射面）での輝度分布を保持している。そして、図35に示すように、入力された行列 L_{MAX} を基に全表示領域におけるパネル面での輝度分布（点灯模様）がどのようなになるかを計算する回路である。すなわち、点灯模様算出回路821は 50

、行列 L_{MAX} に含まれる全輝度値の全表示領域におけるパネル面での輝度分布を加算して、点灯模様を算出する。そして、この点灯模様を基に各画素に入射される光量を決定し、該光量からなる行列 $L_{p, MAX}$ を生成する。

【0299】

除算回路812は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号R1、G1、B1を画素ごとに行列 $L_{p, MAX}$ の対応する輝度値で除算し、画像信号 $R1 / L_{p, MAX}$ 、 $G1 / L_{p, MAX}$ 、 $B1 / L_{p, MAX}$ を算出する。

【0300】

ガンマ変換回路814は、除算回路812から出力された画像信号 $R1 / L_{p, MAX}$ 、 $G1 / L_{p, MAX}$ 、 $B1 / L_{p, MAX}$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号R2、G2、B2を生成するとともに、色変換回路に出力する。

10

【0301】

図36に、実施形態8のバックライト強度決定回路の別の構成を示すブロック図を示す。図36では、バックライト光量計算回路810は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号R1、G1、B1に基づき、RGBの各色光源について、絵素ごとに必要なバックライト光量 $L(L(R), L(G), L(B))$ を算出する。

【0302】

最大値判別回路811は、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(R)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_R を生成する。また、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(G)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_G を生成する。更に、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(B)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_B を生成する。

20

【0303】

バックライト強度保持回路813は、最大値判別回路811から出力された行列 L_R 、 L_G 、 L_B を一定期間（例えば、1フレーム間）、保存するとともに、行列 L_R 、 L_G 、 L_B をバックライト駆動回路及び点灯模様算出回路821に出力する。

【0304】

点灯模様算出回路821は、行列 L_R に含まれる輝度値のパネル上での輝度分布を加算して、Rの点灯模様を算出する。そして、このRの点灯模様を基に各R絵素に入射される光量を決定し、該光量からなる行列 $L_{p, R}$ を生成する。また、行列 L_G に含まれる輝度値のパネル上での輝度分布を加算して、Gの点灯模様を算出する。そして、このGの点灯模様を基に各G絵素に入射される光量を決定し、該光量からなる行列 $L_{p, G}$ を生成する。更に、行列 L_B に含まれる輝度値のパネル上での輝度分布を加算して、Bの点灯模様を算出する。そして、このBの点灯模様を基に各B絵素に入射される光量を決定し、該光量からなる行列 $L_{p, B}$ を生成する。

30

【0305】

除算回路812は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号R1、G1、B1を画素ごとに行列 $L_{p, R}$ 、 $L_{p, G}$ 、 $L_{p, B}$ の対応する輝度値で除算し、画像信号 $R1 / L_{p, R}$ 、 $G1 / L_{p, G}$ 、 $B1 / L_{p, B}$ を算出する。

40

【0306】

ガンマ変換回路814は、除算回路812から出力された画像信号 $R1 / L_{p, R}$ 、 $G1 / L_{p, G}$ 、 $B1 / L_{p, B}$ にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号R2、G2、B2を生成するとともに、色変換回路に出力する。

【0307】

図37に、実施形態8のバックライト強度決定回路の別の構成を示すブロック図を示す。図37では、バックライト光量計算回路810は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号R1、G1、B1に基づき、RGBの各色光源について、絵素ごとに必要なバックライト光量 $L(L(R), L(G), L(B))$ を算出する。

50

【0308】

最大値判別回路811は、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(R)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_R' （仮定の行列）を生成する。また、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(G)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_G' （仮定の行列）を生成する。更に、バックライト光量計算回路810から出力された各画素のバックライト光量 $L(B)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_B' （仮定の行列）を生成する。

【0309】

バックライト光量計算回路819は、輝度信号保持回路809から出力された画像信号 $R1$ 、 $G1$ 、 $B1$ と、最大値判別回路811から出力された行列 L_R' 、 L_G' 、 L_B' とに基づき、 RGB の各色光源について、絵素ごとに必要なバックライト光量 $L2(R)$ 、 $L2(G)$ 、 $L2(B)$ を再計算する。

【0310】

最大値判別回路820は、バックライト光量計算回路819から出力された各画素のバックライト光量 $L2(R)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_R を生成する。また、バックライト光量計算回路819から出力された各画素のバックライト光量 $L2(G)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_G を生成する。更に、バックライト光量計算回路819から出力された各画素のバックライト光量 $L2(B)$ の中から最も大きな輝度を各発光領域内で1つずつ決定し、該輝度値からなる行列 L_B を生成する。

【0311】

なお、図37に示す形態で、バックライト強度の計算回数は2回に特に限定されず、3回以上であってもよい。

【0312】

また、図37に示す形態で、最大値判別回路の数はバックライト光量計算回路の数と必ずしも同じである必要はなく、バックライト光量計算回路の数よりも少なくてもよく、例えば1個でもよい。具体的には、例えば、最大値判別回路820を設けず、最大値判別回路811で行列 L_R 、 L_G 、 L_B を決定してもよい。

【0313】

以上、本実施形態でも、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくできることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0314】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0315】

バックライトを複数の発光領域に分割しない場合、表示映像全体で最も光を必要にする部分に合わせてバックライトの発光強度を決定する必要がある。 RGB 以外の絵素を加えた4色パネルのメリットとして、色度図上の色再現範囲を広げることに加え、 RGB よりも透過量の多い絵素を加えることによる光利用効率の向上が挙げられる。しかしながら、バックライトの発光強度を発光面の全面で一律に制御する場合（全面均一制御の場合）、白色表示時よりもバックライトの発光強度を強くしなければ、単色付近の色度範囲において必要な輝度を確保できないことが増加してしまう。すなわち、バックライトの発光強度を増やさなければならず、光利用効率を効果的に向上できず、その結果、消費電力を効果的に削減できないことがある。それに対して、エリアアクティブバックライトシステムと4色パネルとを組み合わせることにより、全面均一制御に比べて、白色表示時よりもバックライトの発光強度を強くしなければならない場合を減らすことができる。その結果、より低消費電力化を実現することができる。

10

20

30

40

50

【0316】

(実施形態9)

本実施形態の液晶表示装置は、4色のカラーフィルタを持つ液晶表示パネルの代わりに、5色のカラーフィルタを持つ液晶表示パネルを備えること以外は、実施形態2～8と同様の構成を有する。

【0317】

ここでは黄色及びシアン(C)のカラーフィルタを加えたものを説明するが、RGB以外の2色としては、例えば、黄色、シアン(C)及びマゼンタの内の2色、上記3色の内の1色と白色等が挙げられる。

【0318】

図38は、実施形態9の液晶表示装置の画素配列を示す平面模式図である。

本実施形態では、マトリクス状に配列された複数の各画素は、図38に示すように、R絵素13R、G絵素13G、B絵素13B、Y絵素13Y及びC絵素13Cの5色の絵素(ドット)をそれぞれ備えている。

【0319】

図39に、実施形態9の色変換回路のブロック図を示す。

図39に示すように、実施形態9の色変換回路(3色5色変換回路)は、逆ガンマ変換回路915と、入力信号判別回路916と、色変換計算回路917と、ガンマ変換回路918とを備える。

【0320】

逆ガンマ変換回路915は、画像信号R2、G2、B2に逆ガンマ変換を行い、輝度データからなる画像信号R3、G3、B3を生成する。

【0321】

入力信号判別回路916は、逆ガンマ変換回路915から出力された3色の画像信号R3、G3、B3に基づき、5色の画像信号R4、G4、B4、Y4に変換するためのアルゴリズムを決定する。3色から5色への変換のためのアルゴリズムは、実施形態2～8で説明した3色から4色への変換のためのアルゴリズムと変数の数が異なるだけである。

【0322】

色変換計算回路917は、入力信号判別回路916から出力された制御信号Dにより決定された変換式により、3色の画像信号R3、G3、B3を5色の画像信号R4、G4、B4、Y4、C4へ変換する。

【0323】

ガンマ変換回路918は、色変換計算回路917から出力された画像信号R4、G4、B4、Y4、C4にガンマ変換を行い、階調データからなる画像信号R_{out}、G_{out}、B_{out}、Y_{out}、C_{out}を生成するとともに、ソースドライバに出力する。

【0324】

なお、本実施形態におけるバックライト強度決定のためのアルゴリズムも、実施形態2～8で説明したアルゴリズムと変数の数が異なるだけである。

【0325】

また、本実施形態の液晶表示装置のブロック構成や、本実施形態のバックライト強度決定回路のブロック構成についても実施形態2～8で説明した構成と同様である。

【0326】

以上、本実施形態でも、単色又は単色に近い色を表示した時のバックライトの発光強度を白色を表示した時の発光強度よりも大きくできることから、単色付近を表示した時に画面の輝度が低下するのを抑制することができる。

【0327】

また、上述のようにバックライトの発光強度は、入力される画像信号に応じて制御されるので、消費電力が増加するのを抑制することができる。

【0328】

更に、5色の絵素(5原色パネル)を備えることから、上述の実施形態によりも色再現範

10

20

30

40

50

囲をより広くすることができる。

【0329】

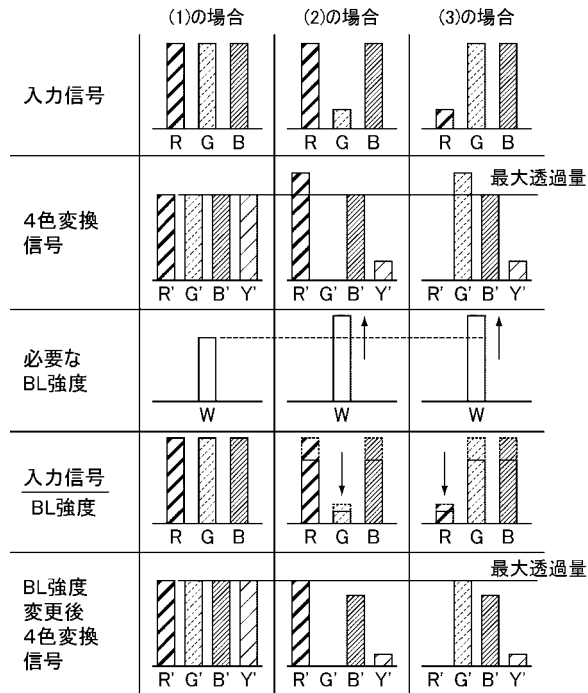
本願は、2009年11月20日に出願された日本国特許出願2009-265386号を基礎として、パリ条約ないし移行する国における法規に基づく優先権を主張するものである。該出願の内容は、その全体が本願中に参照として組み込まれている。

【符号の説明】

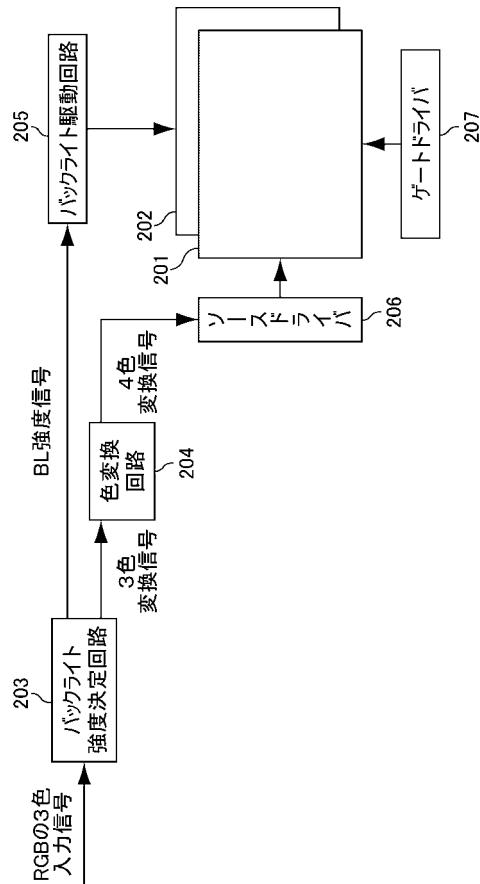
【0330】

2、3：透明基板	
4：液晶層	
5：画素電極	10
6：対向電極	
7R、7G、7B、7Y：カラーフィルタ	
9、10：配向膜	
11、12：偏光板	
13R、13G、13B、13Y、13C：絵素	
14：画素	
101、201：液晶表示パネル	
102、202、802：バックライト	
203：バックライト強度決定回路	
204：色変換回路（3色4色変換回路）	20
205：バックライト駆動回路	
206：ソースドライバ	
207：ゲートドライバ	
208、215、315、408、608、808、915：逆ガンマ変換回路	
209、409、609、809：輝度信号保持回路	
210、410、610、619、810、819：バックライト光量計算回路	
211、411、611、620、811、820：最大値判別回路	
212、412、612、812：除算回路	
213、413、613、813：バックライト強度保持回路	
214、218、318、414、614、814、918：ガンマ変換回路	30
216、316、916：入力信号判別回路	
217、317、917：色変換計算回路	
821：点灯模様算出回路	
850：発光領域	
851：点灯部	

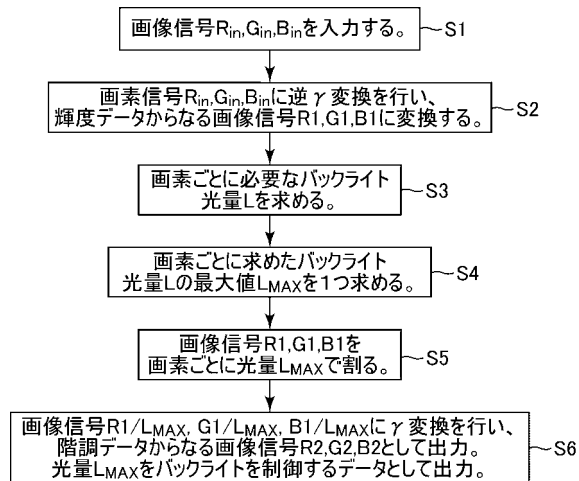
【図 9】



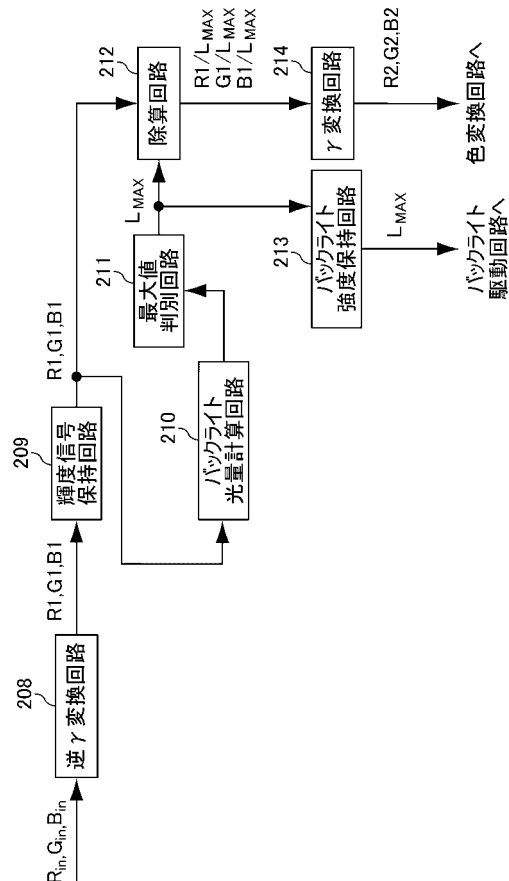
【図 10】



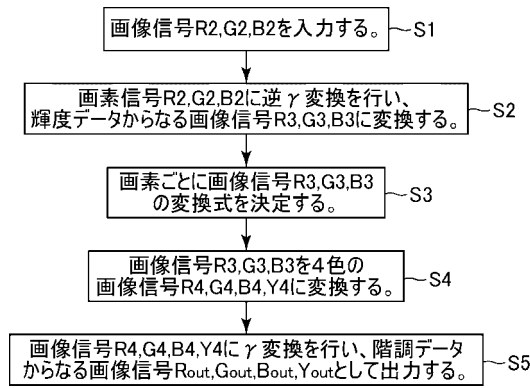
【図 11】



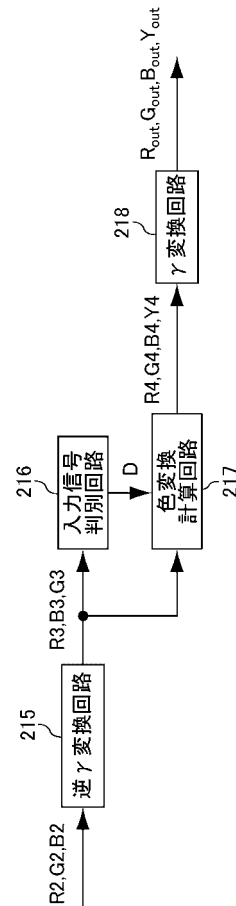
【図 12】



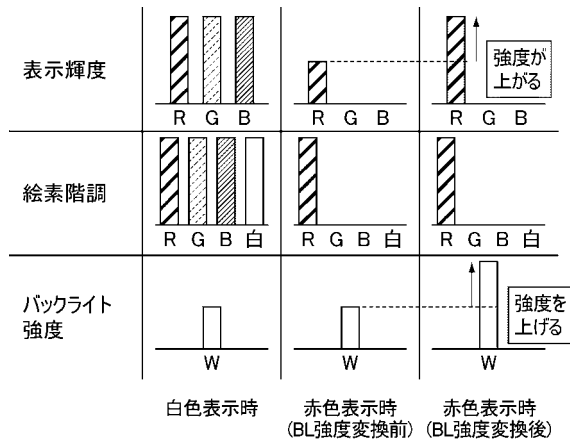
【図 1 3】



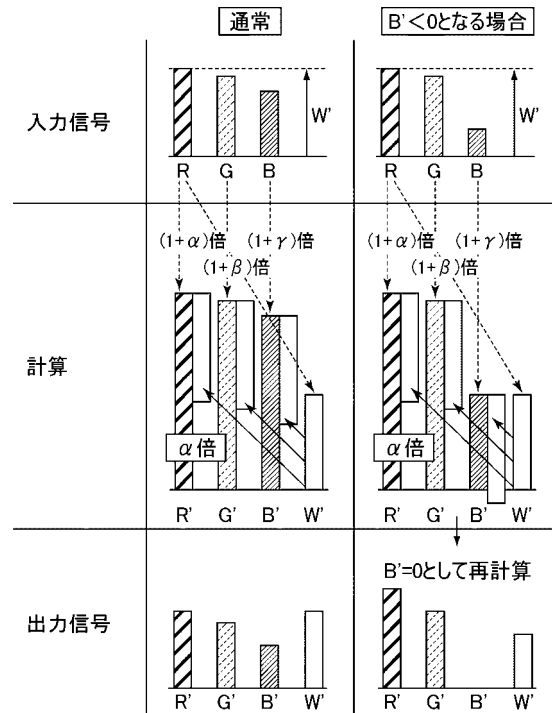
【図 1 4】



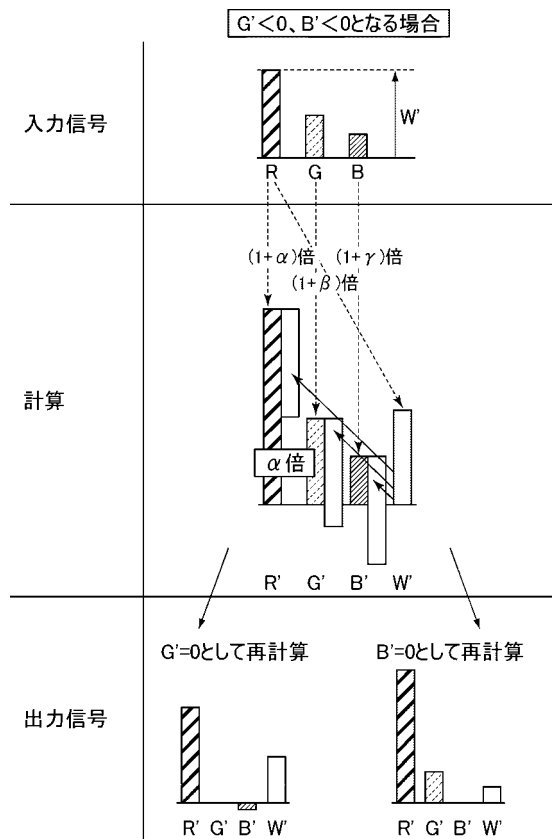
【図 1 5】



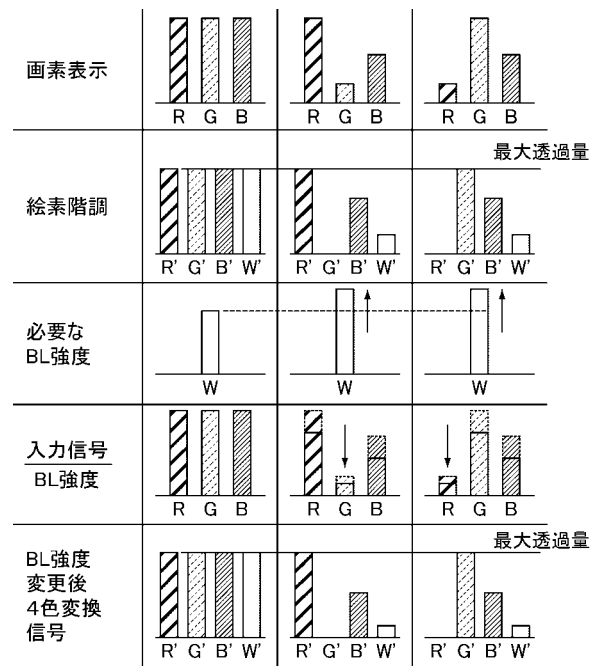
【図 1 6】



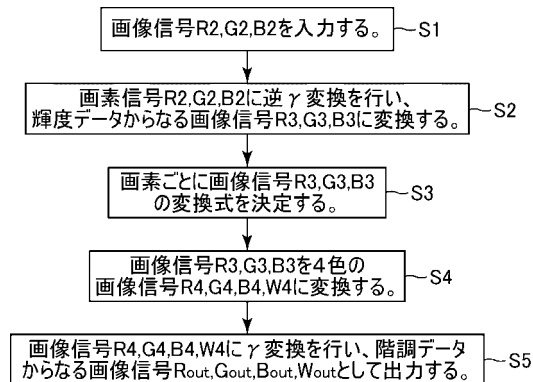
【図 17】



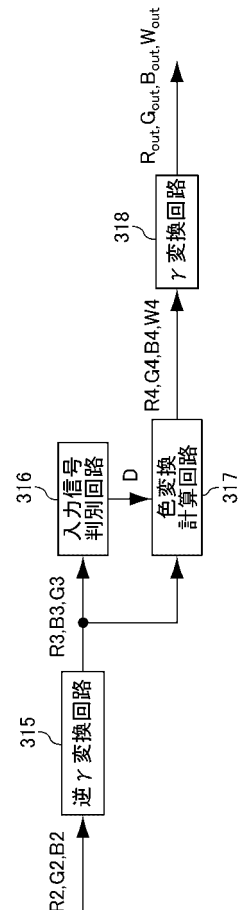
【図 18】



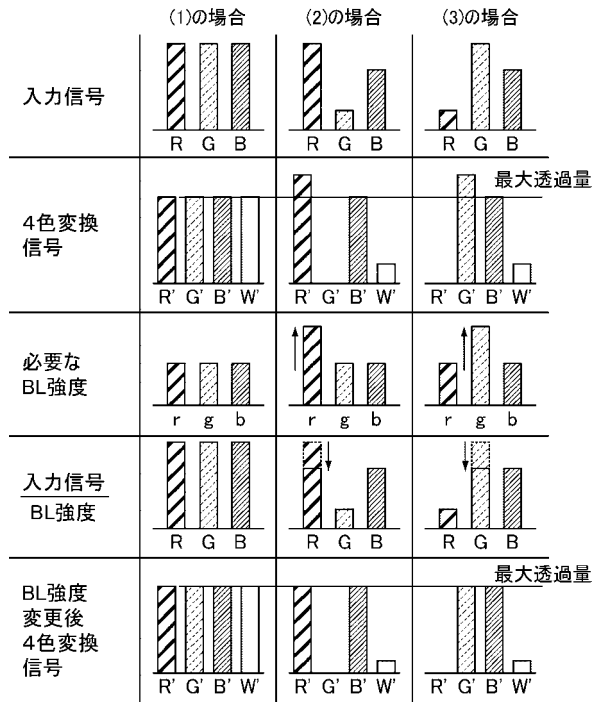
【図 19】



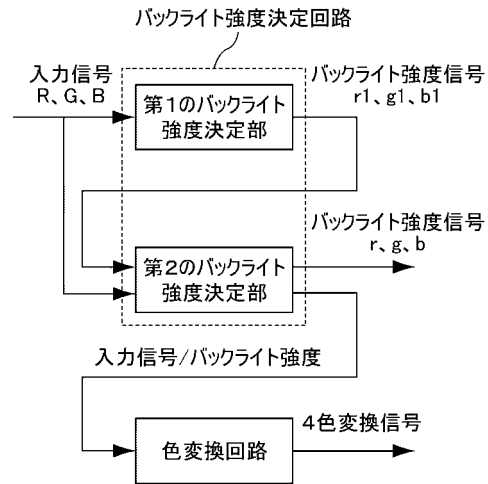
【図 20】



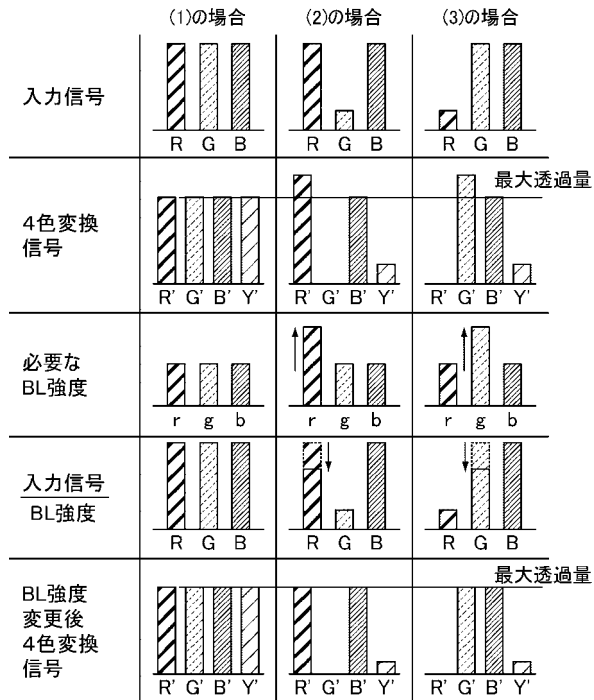
【図 25】



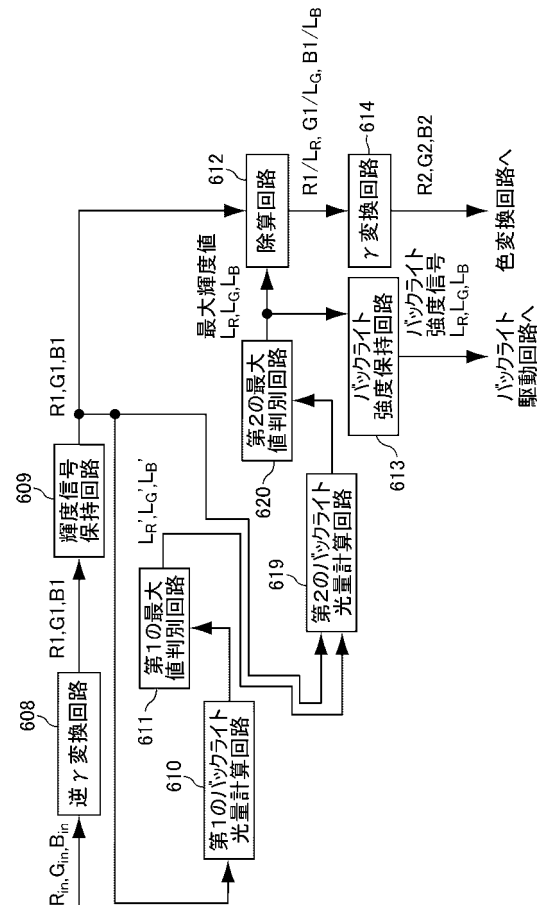
【図 26】



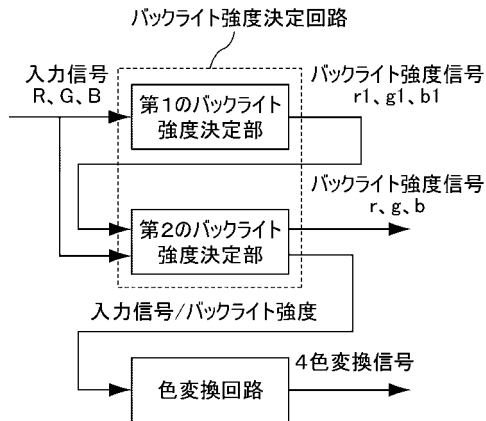
【図 27】



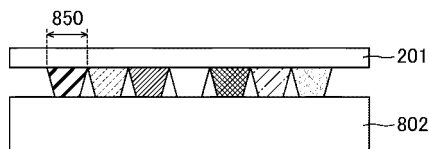
【図 28】



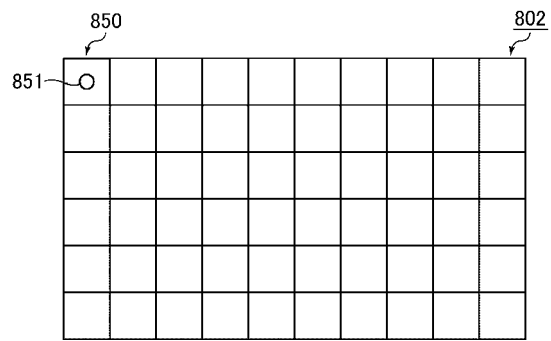
【図 29】



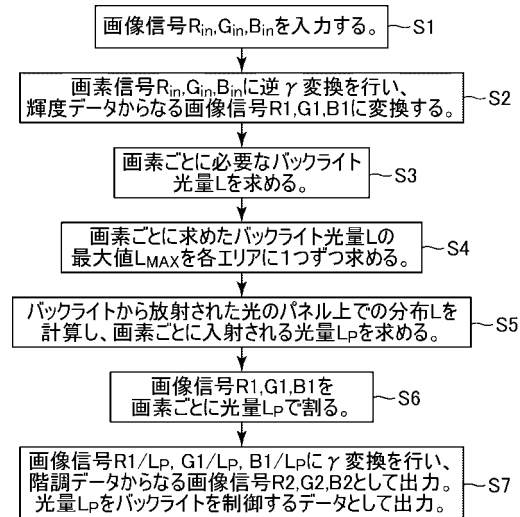
【図 30】



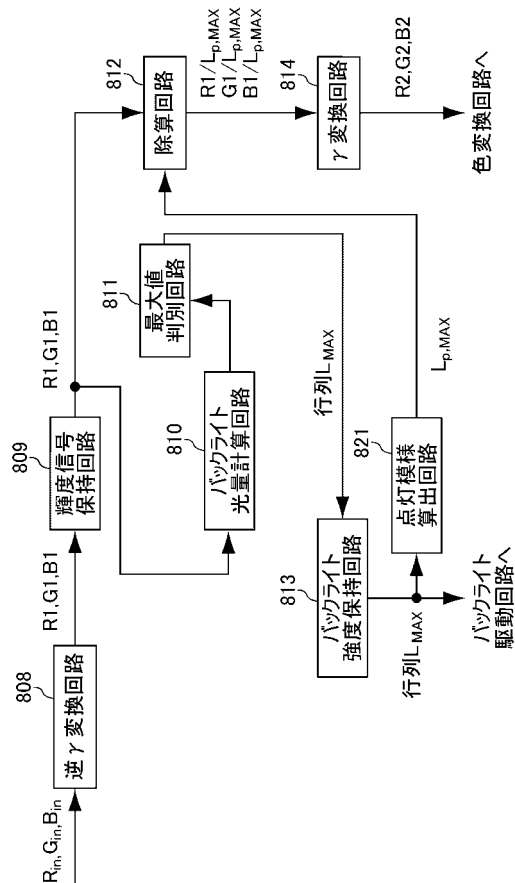
【図 31】



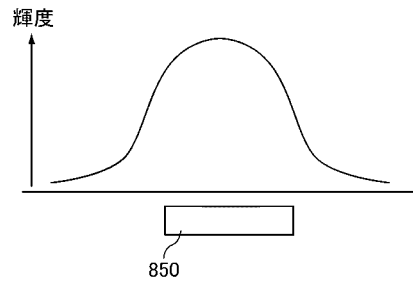
【図 32】



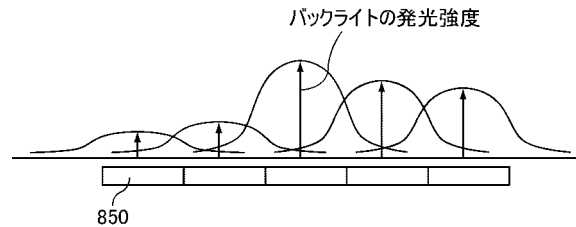
【図 33】



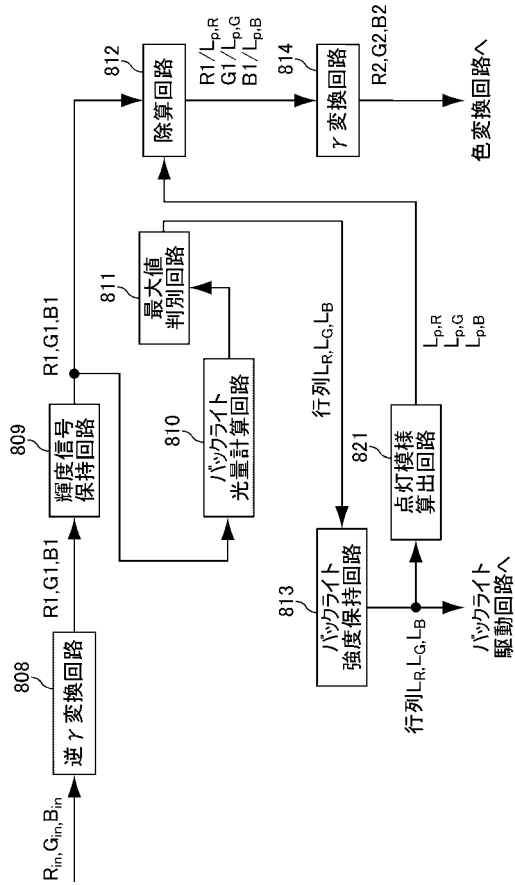
【図 34】



【図 35】



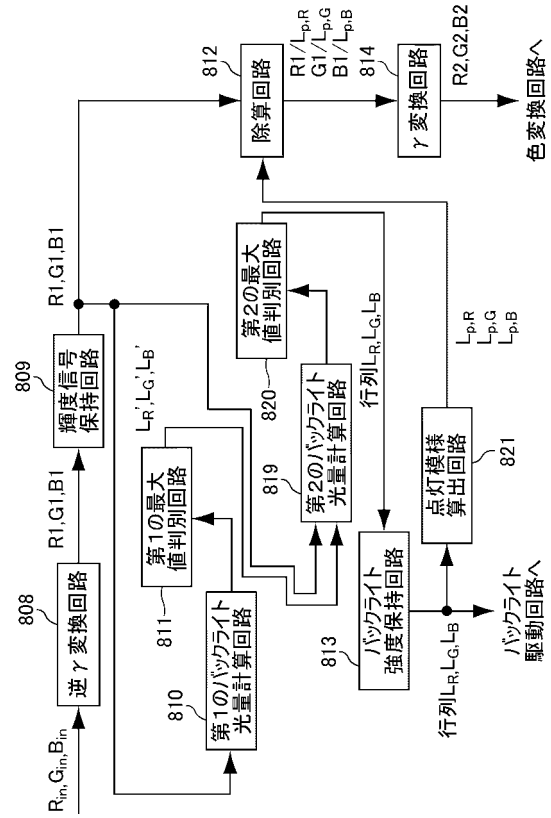
【図 3 6】



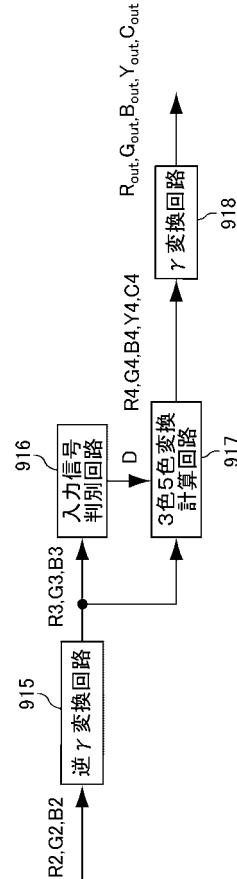
【図 3 8】

13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C
13R	13G	13B	13Y	13C	13R	13G	13B	13Y	13C

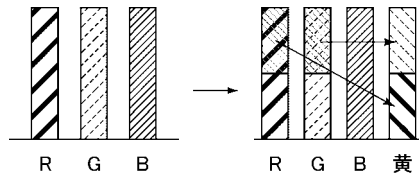
【図 3 7】



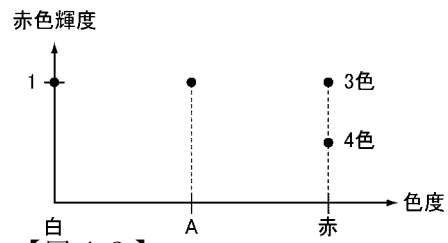
【図 3 9】



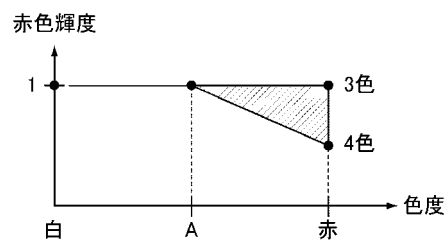
【図 4 0】



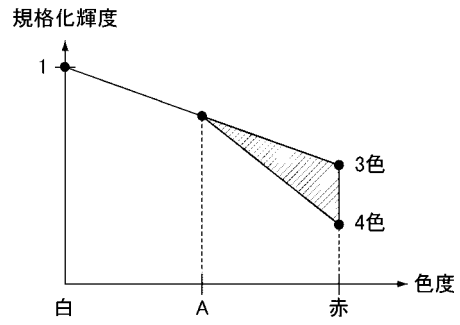
【図 4 1】



【図 4 2】



【図 4 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 3/20 6 4 2 K

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 4 2 3 0 0 (J P, A)
特開 2 0 0 9 - 0 8 6 0 5 4 (J P, A)
特開 2 0 0 2 - 1 9 1 0 5 5 (J P, A)
特開 2 0 0 5 - 2 5 8 4 0 3 (J P, A)
特開 2 0 1 0 - 1 1 3 0 9 9 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
G 0 9 G 3 / 2 0
G 0 9 G 3 / 3 4
G 0 9 G 3 / 3 6
G 0 2 F 1 / 1 3 3

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5301681B2	公开(公告)日	2013-09-25
申请号	JP2011541832	申请日	2010-07-23
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
当前申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	上野哲也		
发明人	上野 哲也		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/20 G09G3/34		
CPC分类号	G09G3/3413 G09G3/3607 G09G2300/0452 G09G2320/0242 G09G2320/0646 G09G2330/021 G09G2340/06 G09G2360/16		
FI分类号	G09G3/36 G09G3/20.612.U G09G3/34.J G09G3/20.621.E G09G3/20.642.D G09G3/20.642.K		
优先权	2009265386 2009-11-20 JP		
其他公开文献	JPWO2011061966A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示装置及其控制方法，该液晶显示装置包括能够改善单色附近的显示质量的多原色面板。本发明提供一种液晶显示装置，其通过从外部输入三种颜色的图像信号来进行显示。液晶显示装置包括液晶显示面板和背光。在液晶显示板的显示区域中形成多个像素，每个像素包括四种或更多种颜色的图像元素。每个像素包括三种颜色的图像元素，其具有颜色滤光器，其具有与图像信号的相应颜色相对应的颜色，以及至少一个其他颜色的图像元素，设置有颜色对应于颜色的颜色滤光器。除了图像信号的颜色。可以根据输入的图像信号来控制背光的发光强度。当在显示区域中显示单色或接近单色的颜色时的背光的发光强度大于在显示区域中显示白色时的发光强度。

【 図 5 】

13R	13Y	13R	13Y
13G	13B	13G	13B
13R	13Y	13R	13Y
13G	13B	13G	13B