

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5568088号  
(P5568088)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int. Cl.	F I
<b>GO2F 1/133 (2006.01)</b>	GO2F 1/133 535
<b>GO2F 1/13357 (2006.01)</b>	GO2F 1/13357
<b>GO9G 3/36 (2006.01)</b>	GO2F 1/133 550
<b>GO9G 3/34 (2006.01)</b>	GO2F 1/133 575
<b>GO9G 3/20 (2006.01)</b>	GO9G 3/36

請求項の数 7 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-532403 (P2011-532403)	(73) 特許権者	000005049
(86) (22) 出願日	平成22年2月15日 (2010.2.15)		シャープ株式会社
(65) 公表番号	特表2012-516458 (P2012-516458A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(43) 公表日	平成24年7月19日 (2012.7.19)	(74) 代理人	110000338
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/052576		特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
(87) 国際公開番号	W02010/106872	(72) 発明者	シャオファン フェン
(87) 国際公開日	平成22年9月23日 (2010.9.23)		アメリカ合衆国 ワシントン州 98607, カマス, ノースウェスト パシフィック
審査請求日	平成23年8月1日 (2011.8.1)		クリム ブールバード 5750 シャープ ラボラトリーズ オブ アメリカ
(31) 優先権主張番号	12/383,194		インコーポレイテッド内
(32) 優先日	平成21年3月19日 (2009.3.19)	審査官	鈴木 俊光
(33) 優先権主張国	米国 (US)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置および液晶表示装置に画像を表示する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

個々に制御可能な照明素子を備えたバックライトアレイと、上記個々に制御可能な照明素子からの光の透過率を制御するライトバルブとを備えた液晶表示装置に画像を表示する方法であって、

上記個々に制御可能な照明素子には、第1のカラー照明素子と、この第1のカラー照明素子とは異なる色を有し、且つ、隣接する第2のカラー照明素子と、が含まれており、

上記第1のカラー照明素子および上記第2のカラー照明素子の一方は、緑色LEDであり、

入力された画像データに基づく上記照明素子の駆動値を、点像分布関数を用いた上記画像データの畳み込みにより得られた画像に基づいて、上記第1のカラー照明素子の駆動値および上記第2のカラー照明素子の駆動値の遷移が平滑化されるように修正して上記バックライトアレイに供給し、

上記入力された画像データと、上記バックライトアレイに供給される修正された上記照明素子の駆動値とに基づいて、上記ライトバルブを駆動することを特徴とする液晶表示装置に画像を表示する方法。

【請求項2】

上記第1のカラー照明素子および上記第2のカラー照明素子の残りの一方が青色LEDであり、

点像分布関数を用いた上記緑色LEDの畳み込みにより得られた上記バックライトアレイ

イにおける上記緑色LEDの評価値に基づいて、上記青色LEDの駆動値の増加加重値を算出して、上記青色LEDの駆動値を増加させることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置に画像を表示する方法。

【請求項3】

上記バックライトアレイに供給される上記照明素子の駆動値において、上記緑色LEDの駆動値を低減させて、上記緑色LEDからの緑色光の青色フィルタからの漏洩を補正することを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置に画像を表示する方法。

【請求項4】

上記青色LEDの駆動値の増加加重値が反映されたマップをぼかしカーネルを用いて畳み込みをすることを特徴とする請求項2または請求項3に記載の液晶表示装置に画像を表示する方法。

【請求項5】

個々に制御可能な照明素子を備えたバックライトアレイと、上記個々に制御可能な照明素子からの光の透過率を制御するライトバルブと、入力された画像データを修正してライトバルブにデータを供給するための第1の修正器と、上記入力された画像データを修正してバックライトアレイにデータを供給するための第2の修正器と、を備えた液晶表示装置であって、

上記バックライトアレイの上記個々に制御可能な照明素子には、第1のカラー照明素子と、この第1のカラー照明素子とは異なる色を有し、且つ、隣接する第2のカラー照明素子と、が含まれており、

上記第1のカラー照明素子および上記第2のカラー照明素子の一方は、緑色LEDであり、

上記第2の修正器は、上記入力された画像データに基づく上記照明素子の駆動値を、点像分布関数を用いた上記画像データの畳み込みにより得られた画像に基づいて、上記第1のカラー照明素子の駆動値および上記第2のカラー照明素子の駆動値の遷移が平滑化されるように修正して上記バックライトアレイに供給し、

上記第1の修正器は、上記入力された画像データと、上記バックライトアレイに供給される修正された上記照明素子の駆動値とに基づいて、修正されたライトバルブの駆動値を上記ライトバルブに供給することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】

上記第1のカラー照明素子および上記第2のカラー照明素子の残りの一方が青色LEDであり、

上記第2の修正器においては、点像分布関数を用いた上記緑色LEDの畳み込みにより得られた上記バックライトアレイにおける上記緑色LEDの評価値に基づいて、上記青色LEDの駆動値の増加加重値を算出して、上記青色LEDの駆動値を増加させることを特徴とする請求項5に記載の液晶表示装置。

【請求項7】

上記第2の修正器においては、上記バックライトアレイに供給される上記照明素子の駆動値において、上記緑色LEDの駆動値を低減させて、上記緑色LEDからの緑色光の青色フィルタからの漏洩を補正することを特徴とする請求項6に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バックライト型表示装置および方法に関し、さらに具体的には、性能特性が改善されたバックライト型表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示(LCD)パネルまたはLCOS(liquid crystal on silicon)表示装置の局所的な透過率は、バックライト型光源から発してパネルのある領域を通過する光の強度を調整するために変化させることができ、こうすることによ

10

20

30

40

50

て、表示強度を変化させることが可能な画素を形成する。光源からの光がパネルを通過して観察者に到達するのか、あるいはブロックされるのかは、ライトバルブ内の液晶の分子の向きによって決定される。

【 0 0 0 3 】

液晶は発光しないので、可視表示を行うには外部の光源が必要である。小型で安価な LCD パネルは、パネルを通過した後に反射されて観察者に向かって進む光に依存することが多い。パネルが完全に透明ではないので、この光のかなりの部分がパネルを通過中に吸収されて、このタイプのパネルに表示される画像は、最高の照明条件でなければ視認しにくいことがある。一方で、コンピュータの表示装置およびビデオスクリーンに使用される LCD パネルは、通常、パネルの側面または背面に蛍光灯または発光ダイオード (LED) アレイが設置されたバックライト型である。光のレベルがより一様な表示装置を提供するために、これらの点または線光源からの光は、通常拡散パネル内で拡散され、その後、観察者に到達する透過を制御するライトバルブに入射する。

10

【 0 0 0 4 】

ライトバルブの透過率は、1対の偏光板の間に挟まれた液晶の層によって制御される。第1の偏光板に入射する光源からの光は、複数の平面上で振動する電磁波を含んでいる。この光の、偏光板の光学軸の面上で振動する部分だけが、偏光板を通過する。LCDにおいて、第1の偏光板および第2の偏光板の光学軸は、第1の偏光板を通過した光が、通常、第1の偏光板と対をなす第2の偏光板を通過できずブロックされるような角度をなすように構成されている。ただし、液晶の分子の層の物理的な向きは制御可能であり、また、層を横断する分子コラムを通過する光の振動面は、偏光板の光学軸と同じ方向を向くように、または同じ方向を向かないように回転可能である。同様にしてノーマリーホワイトを用いてもよいことは理解できるであろう。

20

【 0 0 0 5 】

セルギャップの壁を形成する第1の偏光板および第2の偏光板の表面には溝が形成されており、その結果、セルギャップの壁のすぐ隣の液晶の分子は溝と同じ方向を向き、こうすることによって、それぞれ対応する偏光板の光学軸と同じ方向を向く。分子力によって、隣り合う液晶分子は互いに同じ方向を向こうとし、その結果、セルギャップを横断するコラム内の分子の向きがコラムの長さ方向にわたって捻れる。同様に、この分子コラムを通過する光の振動面が「捻られ」て、第1の偏光板の光学軸から第2の偏光板の光学軸へ向きを変える。液晶がこの向きにあると、光源からの光は、半透明のパネルアッセムブリーの、対をなす上記2枚の偏光板を通過して、パネルの前側から見た場合に明るく見える表示面の領域を形成する。溝を省略できる構成が可能であることは理解できるであろう。

30

【 0 0 0 6 】

画素を暗くして画像を生成するためには、通常、電圧が薄膜トランジスタによって制御され、セルギャップの一方の壁に積層された電極アレイ内の電極に印加される。この電極に隣り合う液晶分子は、電圧が形成する電界によって引きつけられて、電界と同じ方向を向くように回転する。液晶の分子が電界によって回転すると結晶のコラムの「捻れがほどけ」て、セルの壁に隣り合う、対応する偏光板の光学軸と同じ方向を向いていた結晶の光学軸が回転して光学軸と同じ方向を向かなくなる。この結果、ライトバルブの局所的な透過率、および対応する表示画素の明るさが徐々に低下する。カラーLCD表示装置は、表示画素を構成する複数の原色(通常、赤、緑、および青)の素子1つずつについて、透過する光の強度を変化させることによって得られる。

40

【 0 0 0 7 】

LCDは、CRT(cathode ray tube; 陰極線管)に比べて明るく、解像度が高いカラー画像が生成でき、さらに薄型で軽く、しかも消費電力が少ない。その結果、LCDは、ポータブルコンピュータ、デジタル式時計、電気器具、AV機器などの電子機器の表示装置として広く用いられている。一方で、「高級市場」(例えばビデオおよびグラフィックアート)の一部におけるLCDの使用は伸び悩んでおり、その理由の1つとして、LCDの性能が限られていることがある。

50

## 【 0 0 0 8 】

したがって、必要とされているのは、ぼやけの少ない液晶表示装置である。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 9 】

個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを備えた液晶表示装置上に画像を表示する方法が開示される。この方法は、画像の入力を受け、該画像を修正してライトバルブにデータを供給し、該画像を修正してバックライトアレイにデータを供給し、このバックライトアレイは互いに異なる複数のカラー照明素子を備え、第1のカラー照明素子と、この第1のカラー照明素子とは異なる色を有し、隣接する第2のカラー照明素子との間のクロストークを低減するために、該バックライトアレイに供給されるデータが、第1のカラー照明素子の値と第2のカラー照明素子の値とのうちの少なくとも一方の値の修正の制約に少なくとも部分的に基づいて生成され、該個々に制御可能な照明素子に対応する、ライトバルブに供給されるデータが、画像にとって望ましい照明の提供に適している。

10

## 【 0 0 1 0 】

個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを備えた液晶表示装置上に画像を表示する方法が開示される。この方法は、画像の入力を受け、該画像を修正してライトバルブにデータを供給し、該画像を修正してバックライトアレイにデータを供給し、該バックライトアレイに供給されるデータが、照明素子の値が閾値未満であって、かつ、複数の照明素子の値の近傍の少なくとも1つの隣接する照明素子の値が十分に大きな値であれば、閾値未満の照明素子の値を増加させるという制約に少なくとも部分的に基づいて生成され、該個々に制御可能な照明素子に対応する、ライトバルブに供給されるデータが、画像にとって望ましい照明の提供に適している、方法。

20

## 【 0 0 1 1 】

個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを備えた液晶表示装置上に画像を表示する方法が開示される。この方法は、画像の入力を受け、該画像を修正してライトバルブにデータを供給し、該画像を修正してバックライトアレイにデータを供給し、該バックライトアレイに供給されるデータが、望ましい値を決定するために、非反復的な手法に基づいて生成される。

30

## 【 0 0 1 2 】

個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを備えた液晶表示装置上に画像を表示する方法が開示される。この方法は、画像の入力を受け、該画像を修正してライトバルブにデータを供給し、該画像を修正してバックライトアレイにデータを供給し、該ライトバルブに供給されるデータが、ほぼ線形のデータからほぼ非線形のデータに修正され、該バックライトアレイに供給されるデータが、ほぼ線形のデータからほぼ非線形のデータに修正され、ステップ(d)のデータおよびステップ(e)のデータが修正されて、その結果ほぼ非線形のデータの差を生成し、ステップ(f)の非線形のデータの差が、ほぼ非線形のデータからほぼ線形のデータに修正され、ステップ(g)のデータがバックライトアレイに供給され、該照明素子に対応する、ライトバルブに供給されるデータが、画像にとって望ましい照明の提供に適している。

40

## 【 0 0 1 3 】

個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを備えた液晶表示装置が開示される。本表示装置は、画像の入力を受けるための入力器と、画像を修正してライトバルブにデータを供給するための第1の修正器と、画像を修正してバックライトアレイにデータを供給するための第2の修正器とを備え、該バックライトアレイが互いに異なる複数のカラー照明素子を有し、第1のカラー照明素子と、この第1のカラー照明素子とは異なる色を有し、隣接する第2のカラー照明素子との間のクロストークを低減するために、該バックライトアレイに供給されるデー

50

タが、第1のカラー照明素子の値と第2のカラー照明素子の値とのうちの少なくとも一方の値の修正の制約に少なくとも部分的に基づいて生成され、該個々に制御可能な照明素子に対応する、ライトバルブに供給されるデータが、画像にとって望ましい照明の提供に適している。

【0014】

本発明の、前述およびその他の目的、特徴、および長所は、添付の図面を参照しながら、本発明の以下の詳細な説明を考慮すれば容易に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1A】液晶表示装置(LCD)の概略図である。

10

【図1B】液晶表示装置(LCD)の概略図である。

【図2】バックライトの複数の光源素子の照明を調整するためのドライバの一例の概略図である。

【図3】LCDシステムの構成の一例を示している。

【図4】ハイダイナミックレンジ画像処理法を示している

【図5】LEDの駆動値およびLCDの駆動値を示している。

【図6】トーンマッピングを示している。

【図7】LEDのPSFを示している。

【図8】シングルパスLED駆動方式を示している。

【図9】誤差拡散を示している。

20

【図10】ハロー効果によるアーティファクトを示している。

【図11】カラークロストークを示している。

【図12】カラークロストークを低減する手法を示している。

【図13】LCDの逆ガンマ補正を示している。

【図14】本発明の方法で使用するためのLCD装置を示している。

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1Aに示すように、バックライト型表示装置20は、一般に、バックライト22、拡散素子24、およびライトバルブ26(図中「{」で示した)を備え、このライトバルブ26は、バックライト22から出て、パネル28の前側で表示された画像を見ているユーザに到達する光の透過率を制御する。ライトバルブは、通常液晶装置を備え、画像素子または画素の光の透過率を電子的に制御するように構成されている。液晶は発光しないので、可視画像を表示するためには外部の光源が必要である。小型かつ安価なLCDの光源(例えばデジタル式時計や計算機などで使用される光源)は、パネルを通過した後にパネルの背面で反射された光であってもよい。同様に、LCOS(Liquid Crystal on Silicon)デバイスは、ライトバルブの背面で反射された光を利用して表示画素を照明する。ただし、LCDはアッセンブリーを通過する光の相当大きな割合を吸収する。したがって、蛍光性発光チューブを備えたバックライト22または光源アレイ30(例えば、図1Aに示す発光ダイオード(LED)および図1Bに示す蛍光灯)などの人工的な光源が、十分な明るさの画素を形成して非常に視認性の高い画像を実現する、または照明条件が悪い中で表示を照明するために有用である。光源30は、表示装置の各画素について設けられていなくてもよい。したがって、一般的な点光源(例えばLED)または一般的な線光源(例えば蛍光灯)からの光は、通常、パネル28の前側の面がより一様に照明されるように、拡散パネル24によって拡散される。

30

40

【0017】

バックライト22の光源30から放射される光は、ランダムな平面上で振動する電磁波を含んでいる。偏光板の光学軸の面上で振動する光波だけが、偏光板を通過する。ライトバルブ26は、通常は光学軸が光が上記の対をなす偏光板を通過できない角度をなすように配置された、第1の偏光板32および第2の偏光板34を有する。画像はLCDで表示可能であるが、これは、第1の偏光板32と第2の偏光板34との間に挟まれた液晶層3

50

6の局所領域を電氣的に制御して、偏光板の光学軸に対する光の振動面の向きを変更することができ、こうすることによって、表示画素のアレイ中の個々の画素36に対応する、パネルの局所領域の透過率を調整することができるからである。

【0018】

液晶分子の層36はセルギャップを満たし、このギャップには、第1の偏光板32および第2の偏光板34の表面によって壁が形成されている。セルギャップのこの壁はラビング処理を受けて、対応する偏光板の光学軸と同じ方向に延びる極小サイズの溝が形成される。この溝によって、セルギャップの壁に隣接する液晶分子の層は、対応する偏光板の光学軸と同じ方向を向く。セルギャップを横断する分子コラム中の隣り合う各分子は、分子力によって、隣接する分子と同じ方向を向こうとする。その結果、液晶分子からなる捻れた無数のコラムが、セルギャップの両面間をつなぐように液晶層に形成されることになる。光源素子42に由来し、第1の偏光板32を通過した光40が液晶コラムの半透明の各分子を通過すると、その振動面には捻れが生じ、その結果、光がセルギャップの向こう側に到達する際には、振動面が第2の偏光板34の光学軸と同じ方向を向いている。第2の偏光板34の光学軸の面上で振動する光44は第2の偏光板を通過して、表示装置28の前側に明るい画素38を形成する。

10

【0019】

画素28を暗くするためには、電圧が、セルギャップの壁に積層された複数の透明電極の矩形のアレイの空間的に対応する電極に印加される。この結果生じる電界によって、電極に隣接する液晶分子は、電界と同じ方向を向こうとして回転する。回転によって分子コラムの捻れがほどけ、電界の強度が上昇し、ライトバルブ26の局所的な透過率が低下するにつれて、光の振動面は偏光板の光学軸からずれる方向に徐々に回転する。ライトバルブ26の透過率が低下するにつれて、画素28は、光源42からの光40の最大消光が得られるまで徐々に暗くなる。カラーLCD表示装置は、表示画素を構成する複数の原色(通常、赤、緑、および青)の素子1つずつについて、透過する光の強度を変化させることによって得られる。各構造物について、他の構成を同様に用いてもかまわない。

20

【0020】

本LCDは、各画素の切り替えスイッチとしてトランジスタを使用し、フレーム期間中は表示画像がホールドされる表示方法(以下の記載では「ホールド型表示」と称する)を採用する。一方、CRT(以下の記載では「インパルス型表示装置」と称する)は、選択後にただちに暗くなる画素を有している。暗くなった画素は、CRTのようなインパルス型表示装置の場合であれば60Hzで書き込まれる、動画のフレームとフレームとの間に表示される。つまり、暗くなった画素の黒色が、画像が表示される期間を除いて表示され、動画の1つのフレームが、それぞれ観察者に対して独立した画像として表示される。したがって、インパルス型表示装置においては、画像が鮮明な画像として観察される。このように、LCDは、画像表示における時間軸ホールド特性においてCRTと根本的に異なる。したがって、動画がLCDに表示される際には、例えば画像のぼやけなどの画像の劣化が起こる。このぼやけ効果の主な原因は、たとえ画像を例えば60Hzの離散的ステップで書き込んだとしても、観察者が動画の運動しているオブジェクトを追う(観察者の眼球の動きが追っかける運動である)ことから生じる。眼球は、たとえ運動しているオブジェクトが「ホールド型」のように離散的に表示されても、特徴的に、このようなオブジェクトを滑らかに追おうとするのである。

30

40

【0021】

ホールド型表示装置では、動画の1つのフレームの表示された画像は、1フレーム期間中ホールドされ、対応する期間中静止画像として観察者に対して表示される。したがって、観察者の眼球は運動しているオブジェクトを滑らかに追うが、表示された画像は1フレーム期間中静止したままである。したがって、シフトされた画像が、運動しているオブジェクトの速さに合わせて観察者の網膜に対して表示される。このように、画像は、眼が統合することによって、観察者にとってはぼやけて見えるのである。さらに、観察者の網膜に表示される画像間の変化は速さの増加にともなって増大するので、このような画像はさ

50

らにぼやける。

【 0 0 2 2 】

バックライト型表示装置 2 0 では、バックライト 2 2 が局所的に制御可能な光源 3 0 のアレイを備えている。バックライトの個々の光源 3 0 は発光ダイオード ( L E D )、蛍光物質とレンズとの構造体、またはその他の適切な発光デバイスであってもよい。さらに、バックライトは互いに独立して制御可能な 1 組の光源 ( 例えば 1 つ以上の冷陰極線管 ) を備えていてもよい。発光ダイオードは「白色」であってもよく、および / またはバックライトアレイが異なる色の複数の照明素子を備えるように、異なる色の発光ダイオードであってもよい。バックライトアレイ 2 2 の各光源 3 0 は独立して制御可能であって、他の光源が出力する光の輝度レベルから独立した輝度レベルで光を出力でき、その結果、任意の適した信号に応じて光源を調整することができる。同様に、空間的および / または時間的な光の調整を実現するために、膜または物質をバックライトの上に重ねてもよい。

10

【 0 0 2 3 】

図 2 に示すように、アレイ 2 2 の光源 3 0 ( 図示した L E D ) は通常、矩形のアレイの行 ( 例えば行 5 0 A および行 5 0 B、図中「 [ 」で示した ) および列 ( 例えば列 5 2 A および列 5 2 B、図中「 [ 」で示した ) に配置される。バックライトの光源 3 0 の出力は、バックライトドライバ 5 3 によって制御される。光源 3 0 は、列選択トランジスタ 5 5 を作動させることによって素子列 5 2 A または 5 2 B を選択し、選択された列の選択された光源 3 0 をグラウンド 5 6 に接続することによって、素子に電力を供給する光素子ドライバ 5 4 によって駆動される。データ処理ユニット 5 8 は、表示する画像の画素のデジタル値を処理し、光ドライバ 5 4 に信号を供給して、表示画素に対応する適切な光源 3 0 を選択し、適切なレベルの光源照明を生成する電力レベルで光源を駆動する。

20

【 0 0 2 4 】

図 3 は、液晶パネル内部の典型的なデータ経路のブロック図を示している。ビデオソース ( ビデオデータ ) 1 0 0 は、例えば、テレビ放送、インターネット接続、ファイルサーバー、DVD、コンピュータ、オンデマンド・ビデオ、または放送などの任意の適したソースから供給すればよい。ビデオソース 1 0 0 は、走査およびタイミング生成器 1 0 2 に供給され、ここでビデオソースが表示装置における表示に適したフォーマットに変換される。多くの場合、データの各ラインは、表示装置の時間的応答性の遅れを補正するために、フレームバッファ 1 0 6 とともに、オーバードライブ部 1 0 4 に供給される。オーバードライブ部は、所望であれば、本質的にはアナログ式であってもよい。好ましくは、オーバードライブ部 1 0 4 からの信号がデータドライバ 1 0 8 において電圧値に変換され、この電圧値が表示装置の各データ電極に出力される。生成器 1 0 2 は、さらに、ゲートドライバ 1 1 0 にクロック信号を供給し、こうすることによって 1 行ずつ選択し、データ電極に印加された電圧データを表示装置の各画素の蓄積容量に記憶する。生成器 1 0 2 は、さらに、バックライトコントローラ 1 1 2 にバックライト制御信号を供給して、バックライトの輝度のレベル、および / または ( 例えば、画像コンテンツに基づいて、および / または表示装置の異なる領域では空間的に異なる ) 空間的に非一様なバックライトの場合に供給される光の色または色バランスを制御する。

30

【 0 0 2 5 】

液晶表示装置は、偏光板の消光比および液晶物質の欠陥が原因となり、ダイナミックレンジが限定されている。ハイダイナミックな画像を表示するために、解像度が低い発光ダイオード ( L E D ) のバックライトシステムを使用して、液晶物質に供給される光を調整してもよい。L E D と L C D との組み合わせによって、非常にハイダイナミックレンジな表示が実現可能である。コストが原因で、L E D は、通常 L C D に比べて空間解像度が低い。解像度が低い L E D のために、この技術に基づくハイダイナミックレンジ表示装置は、高い空間解像度を有するハイダイナミックパターンが表示できないが、非常に明るい画像 (  $> 2000 \text{ cd/m}^2$  ) と非常に暗い画像 (  $< 0.5 \text{ cd/m}^2$  ) とを両方同時に表示することはできる。ヒトの眼は局所領域では限られたダイナミックレンジしか有しておらず、また、視覚マスキングを使えば、ヒトの眼は、空間周波数が高いコンテンツのダイ

40

50

ナミックレンジが限定されていることをほとんど知覚できないので、高い空間解像度のハイダイナミックレンジを表示することができないことは、深刻な問題ではない。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、空間解像度が高いハイダイナミックレンジ ( H D R ) 画像を解像度が相対的に低い発光ダイオード ( L E D ) の画像および高解像度の液晶表示装置の画像に変換する、1つの既存の手法を示している。輝度は H D R 画像から抽出される。そして、抽出された輝度は、ローパスフィルタにかけられて、L E D アレイの解像度までサブサンプリングされる。このフィルタリングおよびサブサンプリング済み画像に、クロストークの影響を低減する処理を行ってもよい。クロストーク補正済みの画像は、ラスタデコーダに送られて、H D R 表示装置の L E D 層上に表示されてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

アップサンプリング後の L E D 画像に対して L E D の点像分布関数を用いて畳み込みを行うことによって、望ましいバックライト画像を予測してもよい。L C D 画像は、予測したバックライト画像を用いてもとの H D R 画像を分割し、シミュレート済みバックライトを得ることによって、導出される。最終的に表示される画像は L E D バックライトによる画像と L C D の透過率との積であるから、この手法でもとの H D R 画像が再生できる。残念なことに、この手法を用いた結果得られる表示画像は、空間的な広がりについて限定された、限定的な明るい鏡面ハイライトを有する傾向がある。したがって、多数の H D R 画像が、極めて明るい、空間的な広がりについては非常に小さな鏡面ハイライトを含んでおり、これらの H D R 画像は表示装置上で十分に表現されないことがある。

20

【 0 0 2 8 】

ローパスフィルタリングのプロセスによって、この鏡面ハイライトに汚れが付き、その結果、対応する L E D はより低い値を有すると考えられた。従来、ローパスフィルタリングのプロセスにおいて失われる空間的な詳細は、いずれも、分割操作においてリカバリすることができると考えられたこともある。フィルタリングステップで失われた任意の空間的な詳細は、理論的には、L C D 画像では分割操作によってリカバリ可能であるが、L C D は、レンジが限られているので ( 透過率が 1 を超えられない )、明るい鏡面ハイライトをリカバリできないことがわかる。したがって、H D R はこの明るいハイライトを表示することができるが、鏡面ハイライトは最終的な表示画像において失われる。

【 0 0 2 9 】

ローパスフィルタリングは、極端に明るくも暗くもない画像の領域についてはうまく機能すると考えられた。そこで、もう 1 つの基準を使用して、ローパスフィルタリングが例外的に非効果的な領域を扱ってもよい。ローパスフィルタ済み画像を用いた L E D 画像の導出に加えて、本システムは、さらに、L C D の最大透過率によって分割される H D R 画像における極大値である最大値画像 ( または、有意な値が存在する領域に関連するある値 ) を使用してもよい。

30

【 0 0 3 0 】

さらに、L E D の点像分布関数 ( P S F ) における大きな分布の結果、画像のポテンシャルコントラスト比 ( p o t e n t i a l c o n t r a s t r a t i o ) の減少が起き、この分布によって表示装置の電力消費量を最小化することはできないと考えられた。コントラスト比を改善するために、上記手法を修正して用いて L E D の駆動値を導出し、より高いコントラストをバックライト画像において達成してもよい。その結果得られる、コントラストがより高いバックライト画像は、高解像度の L C D 画像と組み合わせると、さらに非常にハイダイナミックな表示レンジを生成し、L E D バックライトの電力消費量を低減する。

40

【 0 0 3 1 】

研究をさらに進めると、動画は、考えていたよりも頻繁にフリッカ、つまり表示出力の変動を起こす傾向があることがわかった。表示装置の特定の構成 ( 具体的には、L E D アレイと組み合わせた L C D ) を考慮すると、L C D 層の時間的応答性は、フリッカの発生の仕方において、L E D アレイとは異なると考えられた。一般に、L E D は、L C D 層よ

50

りずっと速い時間的応答性を有する。さらに、フリッカの原因となるこれらの誤差は、点像分布関数の近似における精度の低さに起因しているのかもしれないが、これは個々の表示装置および個々のLEDによって変化する可能性がある。さらに、LEDアレイの粗い特性によって、LED値の選択が粗くなる（一般にオンおよびオフ）傾向がある。

【0032】

図1は、LED層をLCDのバックライトとして用いるHDR表示装置の概略図を示している。LEDアレイからの光は拡散層を通過し、LCDを照らす。バックライト画像は次式によって与えられる。

【0033】

【数1】

$$bl(x, y) = LED(i, j) * psf(x, y) \quad \dots (1)$$

10

【0034】

式中、LED(i, j)は各LEDのLED出力レベルであり、psf(x, y)は拡散層の点像分布関数である。「\*」は畳み込み演算を表わす。バックライト画像は、LCDによってさらに調整される。

【0035】

表示画像は、LEDバックライトとLCDの透過率 $T_{LCD}(x, y)$ との積である。つまり、次式が成り立つ。

【0036】

【数2】

$$img(x, y) = bl(x, y)T_{LCD}(x, y) = (led(i, j) * psf(x, y))T_{LCD}(x, y) \quad \dots (2)$$

20

【0037】

LEDとLCDとを組み合わせることによって、表示装置のダイナミックレンジは、LEDのダイナミックレンジとLCDのダイナミックレンジとの積になる。記載を簡単にするために、記述には、0~1に限定した、正規化済みのLCDおよびLEDの出力を使用することがある。

【0038】

図5は、入力されたHDR画像900を、修正済みデータをバックライトアレイに入力することによって、解像度が比較的低いLED画像902に変換（修正）し、修正済みデータをライトバルブに入力することによって、解像度が比較的高いLCD画像904に変換（修正）する手法の一例を示している。LCDの解像度は $m \times n$ 個の画素であり、各画素は、黒を表わす0から、最大透過率を表わす1までの範囲の値を取る。LEDの解像度は、 $M \times N$ であり、 $M < m$ 、 $N < n$ である。記載を簡単にするために、HDR画像はLCDと同じ解像度を有すると仮定する。HDR画像が異なる解像度を有していれば、スケーリングまたはクロッピングのステップを使用して、HDR画像をLCD画像の解像度に変換していてもよい。

30

【0039】

HDR画像は、例えばsRGB色空間では、1次元ルックアップテーブル901を用いて直線化されてもよい。直線化されたHDR画像は、拡散スクリーンの点像分布関数（または他の関数）を用いてローパスフィルタにかけられ、中間解像度（ $M1 \times N1$ ）906にまでサブサンプリング（ダウンサンプリング）される。中間解像度の一例としては、LEDの解像度の8倍（ $8M \times 8N$ ）があげられる。サブサンプリング済み画像の余分な解像度を利用して、複数のビデオフレームにわたって運動しているオブジェクトによって発生するフリッカを低減し、鏡面ハイライトを保存してもよい。ビデオ画像中に運動が発生する際には、LEDマトリクス中の余分なデータポイントを用いて、LED値の遷移を平滑化することもできるようになる。こうすることによって、あるLED（例えば、第1のカラー照明素子）の値を徐々に増加させるにつれて、これに隣接するLED（例えば、第

40

50

1のカラー照明素子とは異なる色を有する第2のカラー光素子)の値を徐々に低下させることが容易になり、変化がより急激であれば発生するであろう画像のフリッカの発生が低減する。この形態の「動きの制約」を使用することによって、第1のカラー照明素子と第2のカラー照明素子との間のクロストークが低減可能である。

【0040】

ローパスフィルタリングおよびサブサンプリングを受けた画像910の各画素ブロックについて、ブロックの最大値912(または他の適切な値)が選択される。所望であれば、各ブロックの処理は、各ブロック間での重畳を伴う中間解像度に対応してもよい。つまり、ブロックサイズは $(1+k) * (m/M * n/N)$ であってもよい。なおこの式中、 $k (= 0.25)$ は重畳率である。各ブロックについてブロック最大値(または他の適切な値)を使用して、 $LED_{max}$ の画像( $M * N$ )914が形成される。任意の適切な手法を使用して、画素の位置、領域、および/または隣接する領域に基づいて、各地点について最大値(または他の適切な値)を規定してもかまわないことは理解できるであろう。

10

【0041】

ローパスフィルタリングおよびサブサンプリングを受けた画像910の各画素ブロックについて、ブロック平均値916(または他の適切な値)が選択される。所望であれば、各ブロックの処理は、各ブロック間での重畳を伴う中間解像度に対応してもよい。つまり、ブロックサイズは $(1+k) * (m/M * n/N)$ であってもよい。なおこの式中、 $k (= 0.25)$ は重畳率である。各ブロックについて平均値(または他の適切な値)を使用して、 $LED_{mean}$ の画像( $M * N$ )918が形成される。平均値の画像918は、レンジの中の暗い部分の複数の値を一様な領域において含んでいてもよく、低いバックライトレベルと組み合わせると、LCDは、一般に非透過型となるか、一般に完全に透過型となるかのいずれかの傾向がある。LCDを極端な値で動作させると、入力にノイズが多い場合にはノイズが発生しやすい。平均値の画像918を改善し、結果として生じる視覚的なノイズを低減するためには、レンジ全体で暗領域に対するオフセットおよび非線形拡張を含む1次元ルックアップテーブル920を使用して、例えば図6に図示するように、暗領域における値を増加させてもよい。こうすることによって、オフセット平均トーン調整済み画像( $offset\ mean\ tone - adjusted\ image$ )922が得られる。任意の適切な手法を使用して、場所、領域、および/または隣接する領域に基づいて、各地点について平均値(または他の適切な値)を規定してもかまわないことは理解できるであろう。

20

30

【0042】

これらの2つのLED画像914および922から、 $LED_{max}$ 914および $LED_{mean}$ 922のうちいずれが大きき方が選択される924。大きき方の値を選択することが、ローパスフィルタリングを行うとダイナミックレンジが減少する傾向があることの原因の一部であり、こうしなければダイナミックレンジが表示装置で実現される。極大値を考慮すれば、鏡面ハイライトの保存の一助になる。所望であれば、鏡面ハイライトではない領域について、本システムは、LCDによって補正されるバックライトレベルを増加させて、LCDのトーン曲線の低い値の側での動作を保証してもよい。

【0043】

最大値924の出力が、目標とするバックライトレベルであり、その大ききはアクティブバックライトのブロックの個数( $M * N$ )と同じであってもよい。上述のように、強度の変動は一般にフリッカと称されるが、この変動がオブジェクトがLEDの境界を超えて運動する際に観察されることがある。オブジェクトの運動によって、LEDの駆動値に急激な変化が発生する。理論的には、バックライトの変化は、LCDによって補正可能であるが、LEDとLCDとの間のタイミングの違い、および補正值の算出において使用される点像分布関数とLEDの実際の点像分布関数との mismatch が原因となって、小さな強度のばらつきが存在する。小さな強度ばらつきの中でも軽微なものは不具合とならないことが多いが、観察者の眼がオブジェクトを追う際には、バックライトの小さな変化が、周期的な不具合を起こす変動になる。変動の周期は、ビデオフレームレートと1フレームあ

40

50

たりのLEDのブロック数で表わしたオブジェクトの移動の速さとの積である。オブジェクトが8個のビデオフレーム間に1つのLEDのブロックをまたいで運動し、ビデオフレームレートが60Hzであれば、フリッカ周期は $60\text{Hz} * 0.125 = 7.5\text{Hz}$ 。これは、フリッカに対するヒトの視覚の感度のピークに近く、その結果、非常に目障りなアーティファクトを発生させる。この動きに起因するフリッカを低減するために、本システムは、オブジェクトがLEDグリッドを超えて運動する際に、急激なLEDの変化を低減する動き適応型手法924を備えていてもよい。

【0044】

動き適応型手法924は、ビデオ画像を、十分な動きが存在する領域と十分な動きが存在しない領域との2つのクラスに分類する、動き検出926を使用してもよい。動きのある領域では、LEDの駆動値の急激な変化が減少するように、バックライトのコントラストを低減してもよい。十分な動きが存在しない領域では、コントラスト比を改善し、電力消費を低減するために、バックライトのコントラストを保存してもよい。

10

【0045】

動き検出は、サブサンプリング後の画像の段階で $M1 \times N1$ の解像度で実施されてもよい。現フレームにおける値を、前フレームにおける対応するブロックと比較してもよい。この差が閾値より大きければ、このブロックを含んだバックライトのブロックは、動きの存在するブロックに分類される。好適な実施形態では、バックライトの各ブロックは $8 \times 8$ 個のサブブロックを含んでいる。動き検出のプロセスを以下のように実施すればよい。

【0046】

すなわち、各フレームについて、

(1) 現フレームの入力画像におけるサブブロックの平均値を算出する。

(2) このフレームにおける平均値と前フレームのサブブロックの平均値との差が、閾値(例えば全レンジの5%)より大きければ、そのサブブロックを含んだバックライトのブロックを動きの存在するブロックに分類する。このようにして、第1の動きマップが形成される。

(3) この動きマップに対して形態的膨張処理(morphological dilation operation)を実施(動きの存在するブロックに隣接する静止ブロックを動きの存在するブロックに変更)して、拡大された第2の動きマップを生成する。

(4) 各バックライトのブロックについて、動き検出の結果に基づいて動きステータスマップを次式のように更新する。

20

30

(i) 動きの存在するブロックである場合には、 $mMap(i, j) = \min(4, mMap(i, j) + 1)$ であり、

(ii) さまなくば(静止ブロックである場合には)、 $mMap(i, j) = \max(0, mMap(i, j) - 1)$ である。

【0047】

LEDの駆動値は次式によって与えられる。

【0048】

【数3】

$$LED_2(i, j) = (1 - \frac{mMap}{4})LED_1(i, j) + \frac{mMap}{4}LED_{\max}(i, j) \quad \dots (3)$$

40

【0049】

式中、 $LED_{\max}$ は、現在のLEDを中心とするウィンドウ内でのLEDの極大値である。一例としては、 $3 \times 3$ のウィンドウがあげられる。別の例としては、 $5 \times 5$ のウィンドウがあげられる。

【0050】

別の実施形態では、動き評価を用いる。ウィンドウは動きベクトルと同じ方向を向いている。この手法によって、ウィンドウのサイズが低減され、動きのない方向ではコントラストが保存される。ただし、動きベクトルの計算は、動き検出に比べると複雑である。

50

## 【 0 0 5 1 】

より一様なバックライト画像を実現するために、LEDのPSFがLEDの間隙に比べて大きい。そのため、互いに近接するLED素子間では、かなりのクロストークが発生する。LEDは、サイズが $M1 \times N1$ 、レンジが $0 \sim 1$ であってもよい。拡散スクリーンのPSFは、より一様なバックライト画像を実現するために、通常LEDの間隙に比べて大きいので、互いに近接するLED素子間では、かなりのクロストークが発生する傾向がある。図7は、PSFが特定のLEDの境界を超えて延びる、一般的なLEDのPSFを示している。

## 【 0 0 5 2 】

拡散スクリーンのPSFのために、どのLEDも、隣接するすべてのLEDからの寄与を受ける。数式(2)を用いてバックライトを算出することは可能であるが、あるLED駆動信号が与えられたときに、目標とするバックライト画像を得るようなLED駆動信号を導出することは、逆問題である。すなわち、これは不適切な逆畳み込み問題である。従来は、数式(3)に示す畳み込みカーネルを用いてLED駆動信号を導出すればよかった。クロストーク補正カーネル係数( $c_1$ および $c_2$ )は負であり、隣接するLEDからのクロストークを補正する。

## 【 0 0 5 3 】

## 【数4】

$$crosstalk = \begin{vmatrix} c_2 & c_1 & c_2 \\ c_1 & c_0 & c_1 \\ c_2 & c_1 & c_2 \end{vmatrix} \dots (4)$$

## 【 0 0 5 4 】

クロストーク補正行列は、すぐ隣りのLEDからのクロストークの影響を低減するが、得られるバックライト画像は、コントラストが低くて依然不正確である。さらに、切り捨てる必要があり、また、より多くの誤差の原因となり得る、レンジ外の駆動値を多数生成するという別の問題もある。

## 【 0 0 5 5 】

LCD出力は1より大きくはなり得ないので、次式のように、バックライトが目標とする輝度より大きくなるように、LEDの駆動値が導出される。

## 【 0 0 5 6 】

## 【数5】

$$led(i, j) : \{ led(i, j) * psf(x, y) \geq I(x, y) \} \dots (5)$$

## 【 0 0 5 7 】

数式(5)では、「:」を用いて、波括弧にはさまれた関数が所望のLED値を取るような制約を表わしている。コントラスト比(CR)が漏洩によって限定されているため、LCD(x, y)は一般に0にはなり得ない。目標とする値がLCDの漏洩より小さい場合、LED値を低下させて暗輝度を再現することにより、この問題は解決される。

## 【 0 0 5 8 】

## 【数6】

$$led(i, j) : \{ led(i, j) \otimes psf(x, y) < I(x, y) \cdot CR \} \dots (6)$$

## 【 0 0 5 9 】

もう一つの特徴は、LED出力の合計が最小化または低減されるように、電力を節約することである。

【 0 0 6 0 】

【 数 7 】

$$led(i, j) : \left\{ \min \sum_{i,j} led(i, j) \right\} \quad \dots (7)$$

【 0 0 6 1 】

フリッカは、少なくとも部分的には、LCDとLEDとのミスマッチをともなのまま組み合わされたLEDの非正常応答が原因となり得る。このミスマッチは、空間的なミスマッチでも、時間的なミスマッチでもあり得る。点オブジェクトがLEDグリッドを通過して運動する際にLED出力全体の変動を低減することによって、フリッカを低減することができる。

10

【 0 0 6 2 】

【 数 8 】

$$led(i, j) : \left\{ \min \left( \sum_{i,j} led(i, j) - \sum_{i,j} led(i - x_0, j - y_0) \right) \right\} \quad \dots (8)$$

【 0 0 6 3 】

式中、 $x_0$  および  $y_0$  は、LEDの中心からの距離である。このフリッカは、時間IIRフィルタリングによって、さらに低減することができる。

20

【 0 0 6 4 】

数式(6)、(7)、および(8)を満たすバックライト値を導出する、演算面で効率的な手法は、以下のステップを含んでいればよい。すなわち、

- (1) LED > 0 という制約の下で、LEDの駆動値を導出するシングルパス手法。
- (2) 後処理：駆動値がa(最大値)を超えるLEDについては、閾値処理を施して駆動値を1(または他の適切な値)にし、その後、誤差拡散法を用いて、誤差を隣接する各LEDに拡散する。

【 0 0 6 5 】

反復的な手法を用いてもかまわないが、LEDの駆動値を導出(つまり、バックライトアレイに供給するデータを導出; 図5のブロック926を参照)する好ましい手法は、非反復的な手法であり、したがって、演算面ではより効率的である。好ましいシングルパス手法を図8に示す。新しいフレームの目標とするバックライト(BL)と前フレームのバックライト( $BL_{i-1}$ )との差を、算出する。前フレーム( $BL_{i-1}$ )のバックライトは、BLバッファによって供給される。この差を、例えばPSFの合計値の逆数の0.5倍~2.0倍の範囲のスケーリング率でスケーリングしてもよい。新しい駆動値(LED<sub>i</sub>)は、バックライトアレイに先に供給されたデータであるLEDの前駆動値(LED<sub>i-1</sub>)と前記のスケーリング処理を施した差との合計値である。バックライトに供給される新しいデータ(BL<sub>i</sub>)は、新しいLEDの駆動値とLEDのPSFとの畳み込みによって評価される。

30

40

【 0 0 6 6 】

好ましいシングルパス手法から導出されたLED値は0未満の値を取っても、1を超える値を取ってもかまわない。LEDは0(最小値)と1(最大値)との間でしか駆動できないので、この範囲外の値は切り捨てて、0~1の範囲に収めなければならない。切り捨てて0にしても、数式(4)は依然満たされるが、切り捨てて1にすると数式(4)は満たされない。このように切り捨てをすると、バックライトが不足する。1に対する不足分は、例えば図9に示すように、隣接する各LEDの駆動値を増加させることによって補正してもよい。こうすることによって、前のバックライト照明に関連する情報が、次のバックライトレベルを選択するために使用される。

【 0 0 6 7 】

50

後処理法を用いて、この切り捨てに関わる誤差を拡散させてもよい。具体的には以下のようになる。

- (1)  $led_{i,j} > 1$  について
- (2)  $tmpVal = led_{i,j} - 1$
- (3)  $led_{i,j} = 1$  と設定する。
- (4) 隣接する4つのLEDを昇順で並べる。
- (5) もし  $(max - min < min(diffThd, tmpVal / 2))$  であれば、隣接するLEDをすべて  $tmpVal / 2$  倍に増加させる。
- (6) そうでなければ、 $errWeight * tmpVal * 2$  倍に増加させる。

【0068】

$errWeight$  は、順位に基づいた誤差拡散係数の配列である。好適な実施形態では、 $errWeight = [0.75 \ 0.5 \ 0.5 \ 0.25]$  であって、最大の係数は、駆動値が最も低い隣接するLEDのための係数であり、最小の係数は、その駆動値を有する隣接するLEDのための係数である。一般に、照明が比較的弱いLEDの照明を増加させ、同時に、照明が比較的強いLCDからの照明を低下させることによって、光がさらに得られ、その結果、全体の照明を変化させずに済む。

【0069】

同様の拡散プロセスを用いて、誤差を角部にある隣接LED拡散させて、小さなオブジェクトの明るさをさらに増加させてもかまわない。

【0070】

LEDの解像度はLCDの解像度に比べると非常に低いので、LEDのPSFにはかなりの量の分布がある。もとの画像に急峻な遷移が存在すると、暗領域のためのバックライトは、必要な量より大幅に高くなり、したがって、LCD層が補正していてもよい。この補正には、少なくとも2つの問題がある。すなわち、(1) 限定されたコントラスト比によって、正確な補正ができない、という問題と、(2) この補正が法線方向から見た場合にはうまく機能したとしても、LCDの透過率の角度に対する依存性のために、斜めの視野角ではうまく機能しない傾向がある、という問題である。LEDバックライトとLCDとの間のこのミスマッチが原因となって、図10に示すように、所望しないハロー効果によるアーティファクトが生じることがある。

【0071】

このハロー効果によるアーティファクトを回避または低減する(図5のブロック928)のために、暗領域における急激なバックライトの変化を低減するように、LEDの駆動値を変化させてもよい。ハロー効果低減928の出力によって、LEDドライバ回路930に入力されるLED画像902が生成される。

【0072】

```

IF led(i, j) < Halo_low
  For (l = -halo_size_x : halo_size_x)
    For (k = halo_size_y : halo_size_y)
      If (led(i - k, j - l) > halo_high)
        d = sqrt(l * l + k * k)
        Led(I, j) = led(I, j) + halo_blur(d)
      End
    End
  End
End
End
End

```

こうすることによって、画素値(照明素子の値)が閾値未満であれば、本システムはその画素の近傍を見る。近傍に明るい画素があれば(つまり、十分に大きな値を有する光素子値の近傍に少なくとも1つの隣接する照明素子の値があれば)、本システムは、その明るい画素までの距離に基づいて暗いスポットの値を増加させてもよい。明るい画素に近ければ近いほど、増加量を大きくする。この場合、光素子値の近傍には、少なくとも1つの

10

20

30

40

50

隣接する照明素子が含まれる。光素子値の近傍に、少なくとも4つの隣接する照明素子を含むことも可能である。

【0073】

もう1つのアーティファクトは、カラーLEDとLCDのカラーフィルタとの間のクロストークに起因するカラーハロー効果である。図11は、青色LEDおよび緑色LEDを両方とも点灯しておいた状態での、青色(LCD)チャンネルの測定スペクトルを示している。この例では、青色LEDおよび緑色LEDのうち的一方が第1のカラー照明素子であり、もう一方が第2のカラー光素子である。波長520nmにおける二番目のピークは緑色LEDからのものである。このクロストークによって、緑色LEDと青色LCDとの積に比例する色シフトが発生する。

10

【0074】

図12に示すように、緑色LEDから青色LCDに対するクロストークを適切な手法を用いて低減してもよい。図12に示した手法は、(1)点像分布関数(PSF)を用いて緑色LEDを畳み込みすることによって、緑色バックライトを評価し、(2)青色の加重値を増加(青色LED増加加重値の算出)させ、(3)例えば図12に示すようなぼかしカーネルを用いて畳み込みをすることによって、加重済みマップに対してぼかし処理を施し、(4)青色の加重値に基づいて、青色LEDを増加させ、(5)緑色LCDを低下させて青色フィルタの漏洩を補正する。同様に、緑色LEDから赤色LEDに対するクロストーク、青色LEDから緑色LCDに対するクロストーク、青色LEDから赤色LCDに対するクロストーク、赤色LEDから青色LCDに対するクロストーク、および赤色LEDから緑色LCDに対するクロストークを、適切な手法を用いて低減してもよい。

20

【0075】

既存のシステムでは、LCDの透過率は、入力画像をバックライトによって割ることによって導出される。例えば

【0076】

【数9】

$$T_{LCD}(x,y) = img(x,y) / bl(x,y) \quad \dots (9)$$

【0077】

しかしながら、割り算は演算面では実行コストが高いため、次式のように、数式(9)の対数を取れば演算面では効率的である。

30

【0078】

【数10】

$$\log(T_{LCD}(x,y)) = \log(img(x,y)) - \log(bl(x,y)) \quad \dots (10)$$

【0079】

LED画像902にアップサンプリングを施して、バックライトによる予測スケール940を生成してもよい。このアップサンプリングによる予測画像に対して、バックライト素子の点像分布関数942を用いて畳み込みを施してもよい。この場合、この畳み込みによって得られたデータにはLCDサンプリング944までアップサンプリングが施され、バックライト密度が生成される。

40

【0080】

1次元ルックアップテーブル(1D LUT)を使用して、例えばブロック946および954のように、線形の輝度値を密度値に変換してもよい(つまり「ほぼ線形」のデータから「ほぼ非線形」のデータに変換する)。LCDの密度は、バックライト密度946を画像密度954から減じてLCD密度956を得ることによって導出してもよい。換言すれば、ほぼ非線形のデータの差が結果として得られる。図13に示すように、別の1D LUT948を使用して、LCD密度956をコード値ドメインに変換してもよい。カ

50

ラーハロー効果の補正950を1D LUT948の出力に対して適用して、LCD画像904を得てもよい。LCD画像904はLCDドライバ回路952に供給され、その結果、LCD画像が画像にとって望ましい照明の提供に適した画像になる。

【0081】

上記各方法は、例えば図14に示す液晶表示装置とも使用可能である。液晶表示装置は、個々に制御可能な照明素子のバックライトアレイと、この個々に制御可能な照明素子に対応するライトバルブとを含む。この表示装置は、画像の入力を受けるための入力器1010と、画像を修正してライトバルブにデータを供給するための第1の修正器1020と、画像を修正してバックライトアレイにデータを供給するための第2の修正器1030とを備え、該バックライトアレイが互いに異なる複数のカラー照明素子を有し、第1のカラー照明素子と、この第1のカラー照明素子とは異なる色を有し、隣接する第2のカラー照明素子との間のクロストークを低減するために、該バックライトアレイに供給されるデータが、第1のカラー素子の値と第2のカラー光素子の値とのうちの少なくとも一方の値の修正の制約に少なくとも部分的に基づいて生成され、該個々に制御可能な照明素子に対応する、ライトバルブに供給されるデータが、画像にとって望ましい照明の提供に適している。

10

【0082】

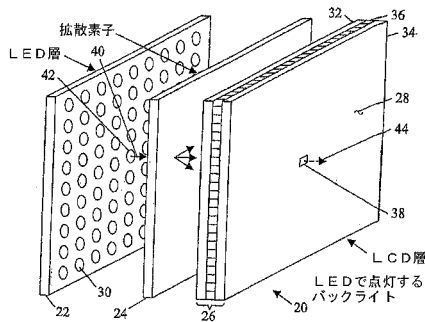
ここで引用した参照文献はすべて参照によって引用されるものとする。

【0083】

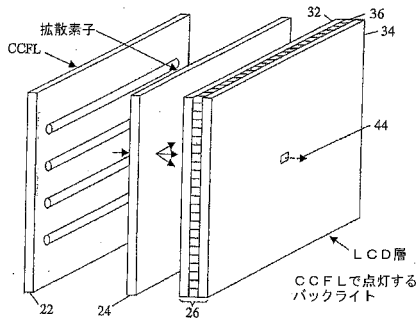
前述の明細書において使用された用語および表現は、ここでは記述のための言葉として使用されるのであって、限定のための言葉として使用されるのではない。また、このような用語および表現の使用において、図示および記載する特徴またはその一部の等価物を除外する意図はない。本発明の技術的範囲は、下記の請求項によってのみ規定および限定されるものである。

20

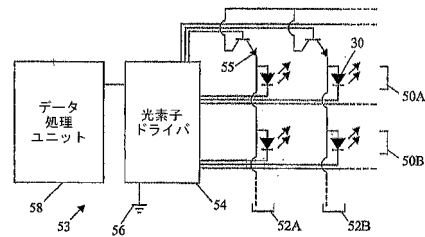
【図1A】



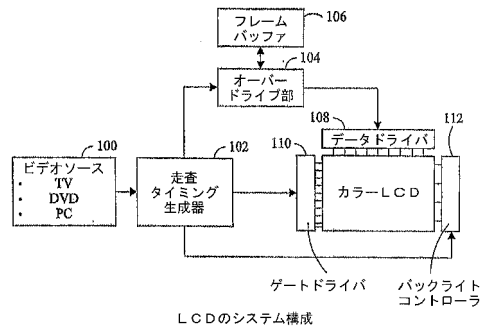
【図1B】



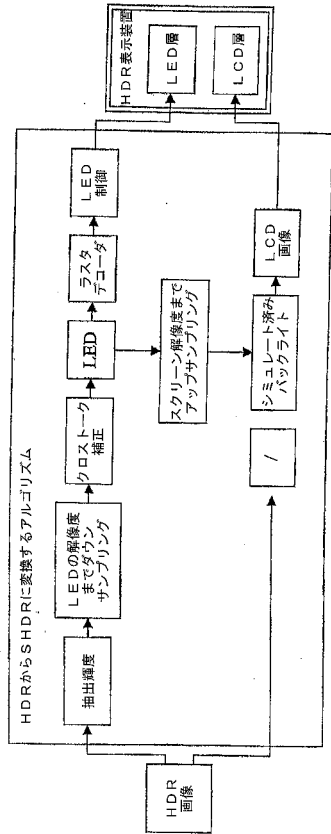
【図2】



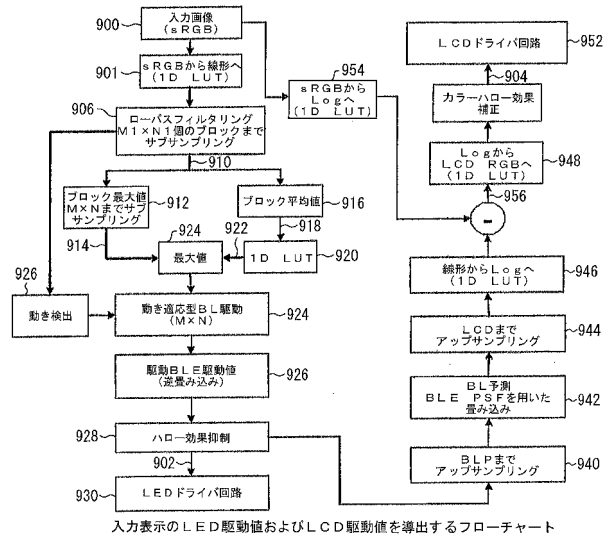
【図3】



【図4】

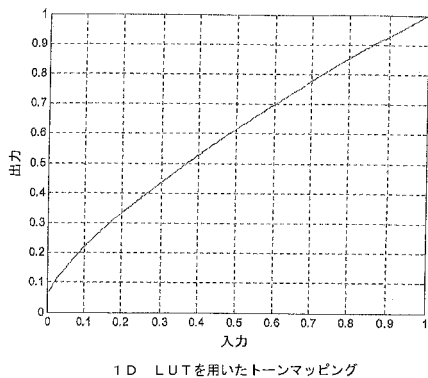


【図5】



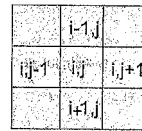
入力表示のLED駆動値およびLCD駆動値を導出するフローチャート

【図6】



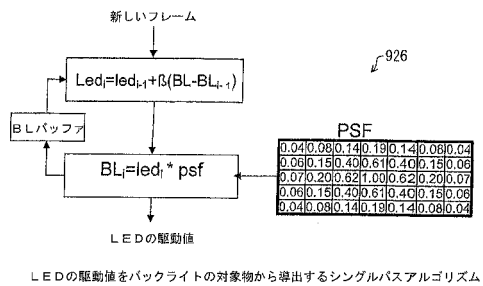
1D LUTを用いたトーンマッピング

【図9】



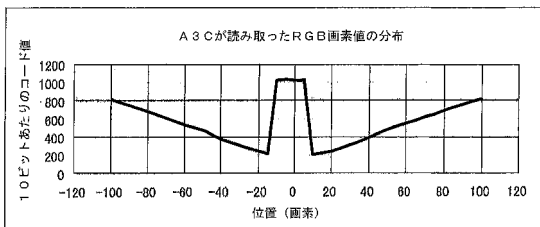
隣接するLEDへの誤差拡散の概略図

【図8】



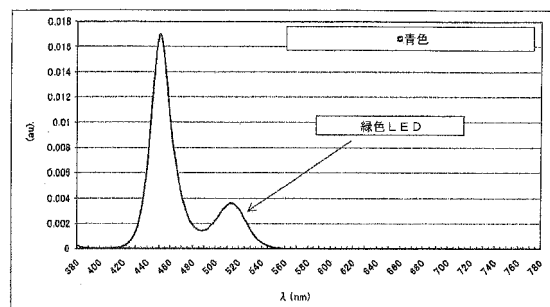
LEDの駆動値をバックライトの対象物から導出するシングルパスアルゴリズム

【図10】



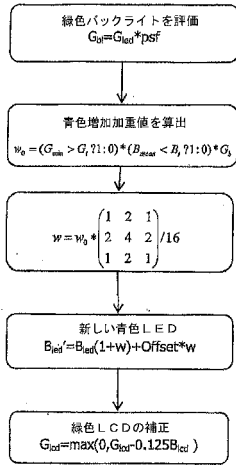
バックライトとLCDとのミスマッチに起因するハロー効果によるアーティファクト

【図11】



緑色LEDおよび青色LCDからのカラークロストーク

【図12】



PSFを用いて緑色LEDに対して畳み込みを施すことによって緑色バックライトを評価

青色LED増加加重値を算出  
・ 閾値 (0.125) 未満の最小値 G  
または平均値 G  
・ 平均値 B が閾値より大きい  
・ 緑色バックライトによって加重

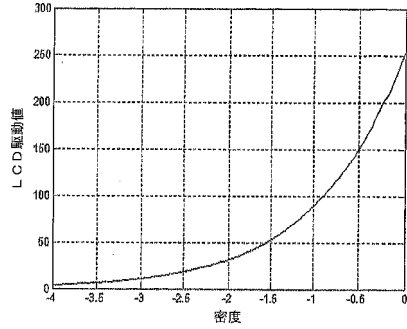
ぼかしカーネルを用いた畳み込みを施すことによって、加重マップをぼかし処理

加重に基づいて青色LEDを増加

緑色LCDが閾値より大きければ、緑色LCDを低減して、青色フィルタの濃度を補正する。さもなければ、G<sub>led</sub>を0に設定する

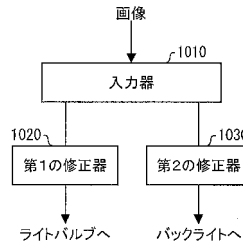
緑色LEDから青色LCDへのクロストークを低減するアルゴリズム

【図13】



logドメインからLCDコード値へのLCDの逆ガンマ補正

【図14】



【図7】



LEDのPSF (黒い囲みはLEDのグリッドを示している)

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 9 G 3/34 J  
G 0 9 G 3/20 6 1 2 U

(56)参考文献 特開2008-304908(JP,A)  
特開2005-258404(JP,A)  
特開2008-071603(JP,A)  
特開平02-077659(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 2 F 1 / 1 3 3  
G 0 9 G 3 / 3 6  
G 0 2 F 1 / 1 3 3 5 7