

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-15973

(P2010-15973A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 2/00 4 8 0	2 H 1 9 1
H 0 1 L 33/00 (2010.01)	H 0 1 L 33/00 J	2 H 1 9 3
H 0 5 B 37/02 (2006.01)	H 0 5 B 37/02 L	3 K 0 7 3
G 0 2 F 1/133 (2006.01)	G 0 2 F 1/133 5 3 5	5 F 0 4 1
G 0 2 F 1/13357 (2006.01)	G 0 2 F 1/13357	

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-44140 (P2009-44140)
 (22) 出願日 平成21年2月26日 (2009. 2. 26)
 (31) 優先権主張番号 12/037, 781
 (32) 優先日 平成20年2月26日 (2008. 2. 26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506200186
 アバゴ・テクノロジーズ・イーシービユー
 ・アイビー (シンガポール) プライベ
 ト・リミテッド
 シンガポール国シンガポール768923
 , イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
 1
 (74) 代理人 100099623
 弁理士 奥山 尚一
 (74) 代理人 100096769
 弁理士 有原 幸一
 (74) 代理人 100107319
 弁理士 松島 鉄男
 (74) 代理人 100114591
 弁理士 河村 英文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 背面照明システムの色制御

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】複数の光源と、複数のカラーセンサと、複数のPWMコントローラと、ビデオデータを受信するためのビデオ入力とを備える背面照明システム内で、色制御を行う方法を提供する。

【解決手段】白色光を発生させるための第1の動作モード中に、前記複数の白色光の光源を起動し、前記白色光を発生させるための第2の動作モード中に、前記複数の光源の中で最高強度を有する光源の強度値を監視し、その強度値の大小に応じて前記複数の光源を制御するステップとにより、色制御を行う。

【選択図】 図3

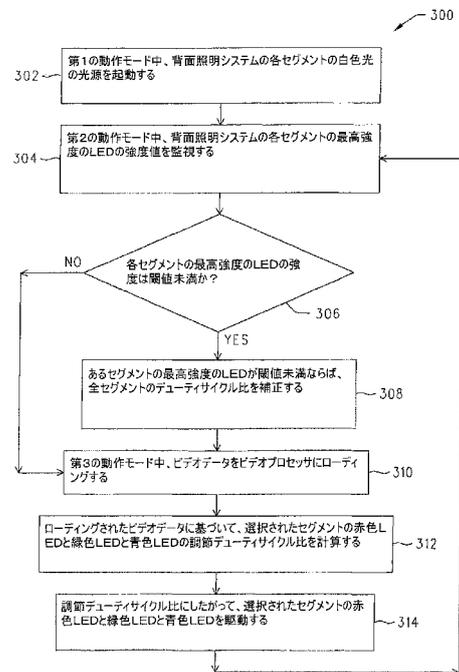


FIG. 3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光源と、複数のカラーセンサと、複数の PWM コントローラと、ビデオデータを受信するためのビデオ入力とを備える背面照明システムにおける色制御方法であって、白色光を発生させるための第 1 の動作モード中に、前記複数の光源を起動するステップと、

前記白色光を発生させるための第 2 の動作モード中に、前記複数の光源を制御するステップと、を含む方法。

【請求項 2】

第 3 の動作モード中に前記白色光の強度を変化させるステップをさらに含み、前記白色光の強度を変化させるステップは、前記第 3 の動作モード中に、一部前記ビデオデータに基づいて行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

第 3 の動作モード中に前記白色光のカラーポイントを変化させるステップをさらに含み、前記白色光のカラーポイントを変化させるステップは、前記第 3 の動作モード中に、一部前記ビデオデータに基づいて行われる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の光源が、少なくとも 1 つの赤色 LED と、少なくとも 1 つの緑色 LED と、少なくとも 1 つの青色 LED と、を備えている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記複数の光源が、少なくとも 1 つの白色 LED を備えている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 1 の動作モード中に、前記複数の光源からのスペクトル成分を測定するステップと、

前記第 1 の動作モード中に、前記複数の光源からの前記スペクトル成分と工場較正データとに基づいてセグメントの第 1 のデューティサイクル比を計算するステップと、

前記第 1 の動作モード中に、前記セグメントの前記第 1 のデューティサイクル比を前記セグメント内の PWM コントローラに送信するステップと、をさらに含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 2 の動作モード中に前記背面照明システムのセグメントの白色光を制御するステップが、

最も明るい LED を決定するステップと、

前記最も明るい LED が所定の値未満であれば、前記セグメントの第 2 のデューティサイクル比を計算するステップと、を含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 3 の動作モード中に前記背面照明システムのセグメントの白色光の強度を変化させるステップが、

前記複数の光源のスケールリング指標を求めるステップと、

前記スケールリング指標に基づいて第 3 のデューティサイクル比を計算するステップと、

を含み、

前記第 3 のデューティサイクル比が、前記第 3 の動作モード中に前記 PWM コントローラに転送される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】

前記セグメントに同期トリガ信号が伝達されたときに前記複数の光源を前記第 3 のデュー

10

20

30

40

50

ーティサイクル比により駆動するステップをさらに含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

背面照明システム内の色制御装置であって、

ビデオデータを受信するための入力と、

少なくとも 1 つの光源と、PWM コントローラと、1 つまたは複数のカラーセンサと、
を有する少なくとも 1 つのセグメントと、

を備え、

前記 1 つまたは複数のカラーセンサは、前記少なくとも 1 つの光源が放出する光を受信するように配置され、

前記 PWM コントローラは、前記少なくとも 1 つの光源および前記 1 つまたは複数のカラーセンサに電氣的に接続され、

前記少なくとも 1 つの光源は、白色光を発生させるための第 1 の動作モード中に起動され、

前記白色光のスペクトル成分は、第 2 の動作モード中に制御される、装置。

【請求項 11】

前記白色光の強度が、第 3 の動作モード中に前記ビデオデータに基づいて変更される、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記白色光のカラーポイントが、第 3 の動作モード中に前記ビデオデータに基づいて変更される、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの光源が、少なくとも 1 つの赤色 LED と、少なくとも 1 つの緑色 LED と、少なくとも 1 つの青色 LED と、を備えている、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 14】

前記少なくとも 1 つの光源が、少なくとも 1 つの白色 LED を備えている、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 15】

前記少なくとも 1 つの赤色 LED、前記少なくとも 1 つの緑色 LED、および前記少なくとも 1 つの青色 LED のデューティサイクル比が、第 1 の動作モード中に、前記少なくとも 1 つの赤色 LED、前記少なくとも 1 つの緑色 LED、および前記少なくとも 1 つの青色 LED から測定されたスペクトル成分に基づいて計算される、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 16】

前記少なくとも 1 つの赤色 LED、前記少なくとも 1 つの緑色 LED、および前記少なくとも 1 つの青色 LED の計算されたデューティサイクル比が、前記第 1 の動作モード中に、前記 PWM コントローラへ転送される、請求項 15 に記載の装置。

【請求項 17】

前記第 2 の動作モード中に前記白色光のスペクトル成分を制御することが、

最も明るい LED を決定することと、

前記最も明るい LED が所定の値未満であれば、前記セグメントの第 2 のデューティサイクル比を計算することと、

を含む、請求項 13 に記載の装置。

【請求項 18】

第 3 の動作モード中に前記ビデオデータに基づいて前記白色光の強度を変更することが、

前記少なくとも 1 つの光源のスケーリング指標を求めることと、

前記スケーリング指標に基づいて第 3 のデューティサイクル比を計算することと、

を含み、

前記第 3 のデューティサイクル比は、前記第 3 の動作モード中に前記 PWM コントローラへ転送される、請求項 13 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記セグメントに同期トリガ信号が伝達されたときに前記少なくとも1つの光源を前記第3のデューティサイクル比により駆動することをさらに含む、請求項18に記載の装置。

【請求項 20】

背面照明システム内の色制御装置であって、
少なくとも1つのコンピュータ可読媒体と、
前記少なくとも1つのコンピュータ可読媒体上に記憶されたコンピュータ可読プログラムコードと、
を備え、

前記コンピュータ可読プログラムコードは、
白色光を発生させるための第1の動作モード中に複数の光源を起動するためのコードと、

白色光を発生させるための第2の動作モード中に前記複数の光源を制御するためのコードと、

第3の動作モード中に、一部ビデオデータに基づいて前記白色光の強度を低下させるためのコードと、

を含む、装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

液晶ディスプレイ(LCD)は可変光フィルタと考えられる。液晶は2枚のガラスシート間に挟まれ、画素と呼ばれる個々のイメージピットに分割される。これらの液晶はねじれたりねじれなかつたりすることで光を偏光通過させ、画素の前に配置されたフィルタによって発光色が生成される。LCDは光を変更するだけで、それ自体は光を発生しないので、LCDの品質は後方からLCDに入射する(以下、「背面照明する」と言う)光のスペクトルによって左右される。

【0002】

LCDの背面照明には冷陰極蛍光ランプ(CCFL)が使用されることが多い。CCFLの使用で頻出する問題の1つは、CCFLを動作させるのにかなり大量の電力を要することである。CCFLの使用に関連する別の問題は、CCFLが生成できるのは純白光ではなく白色光に近い光だけであることである。LCDは、LCDが受け取った光のスペクトル内でしか色を作れないので、CCFL方式のLCDの色域(ディスプレイが生成できる色の混合範囲)は、例えば、陰極線管(CRT)やプラズマディスプレイよりも小さい。CRTおよびプラズマディスプレイは励起させた蛍光体を用いて更に純粋な色を生成している。

【0003】

LCDの背面照明に発光ダイオード(LED)アレイが使用されることもある。LCDの背面照明にLEDアレイを使用することの利点の1つは、LEDアレイのほうがCCFLよりも高いスペクトル精度を出せることである。例えば、適当量の赤色LED光、緑色LED光、および青色LED光を混合すると白色光が生じる。また、ホワイトバランスのカラーバランスは(赤色LED、緑色LED、および青色LEDの相対強度を変化させることによって)調節可能なので、LCDのカラーバランスは、そのLCDの動作寿命にわたってかなり正確に維持できる。背面照明にLEDアレイを使用することの他の利点は、LEDアレイは彩度を高くできることである。

【0004】

LEDは一般にCCFLほど壊れやすくなく、したがってCCFLよりも耐久性に優れている。LEDアレイの使用がCCFLの使用に優る他の利点は、通常、LEDアレイのほうが機能寿命が長いことである。しかし、LCD用のバックライトとしてLEDアレイを使用する場合には設計課題がある。個々のLEDが別々の速度で経年劣化しながらLED

10

20

30

40

50

Dの老朽化が進む可能性があるため、優れた均一性を達成するという点ではLEDアレイのほうが難しい。また、赤色、緑色、および青色の別個の3つの光源を使用するので、LEDが異なる速度で経年劣化するとディスプレイの白色点が動くことがある。

【0005】

LCDの背面照明に使用されるLEDは、電流制限抵抗器経由でDC電圧で作動させることもできる。この方法は多くの用途で受け容れられている。他の考慮事項（例えば、高輝度表示、低電力消費、または広い明度範囲にわたって制御可能なバックライトなど）が重要とされる場合には別の方法が用いられることが多い。

【0006】

パルス幅変調（PWM）法は、上記のDC電圧法を上回るいくつかの利点を備える。第1の利点は、同じ電力消費でありながら、DC電圧法よりPWM法のほうが明るいバックライトを達成できることである。例えば、DC電圧法のLEDを用いたLCDのLEDバックライトは、このようなディスプレイにおいて一般的な輝度である50ニト（可視光の輝度の測定単位、1ニトは1cd/m²に相当する）を発生させるのに120mAの駆動電流を要する。DC電圧法を使用する代わりにPWM法を使用した場合、上記時間の1/5の時間に上記電流の5倍に相当する600mAが消費され、平均電流は同じ120mAである。

10

【0007】

電子的に測定すればLEDの平均輝度は同じである。違いは知覚される輝度にある。人間の目は一定量の持続性を備える。明るい光にさらされると、目は短時間その光を「記憶」する。これにより、実際には映画またはテレビの画面が1秒間に24～30回点滅しているのに、しっかりした画像に見えるのである。LEDが短時間のあいだ明るく点灯された後に消灯されるとき、目は高輝度レベルの光を「記憶」している。その結果、知覚されるバックライトの輝度は、低い平均DC輝度より、高いパルス輝度に近いものとなる。

20

【0008】

PWM法を用いて低い平均電流で「普通」に見える輝度レベルを提供することで節電することもできる。所与の知覚輝度レベルを実現するのに平均電力を30%削減できる。

【0009】

LEDのバックライトの輝度は、LEDへのDC電流を変更することによるDC電圧法を用いて変化させることもできる。しかし、低電流では個々のLED放射体が見えるようになり、その結果、バックライトがむらに見える。

30

【0010】

PWM法の別の用途は、バックライトがむらに見えないLEDバックライトについて広範囲の輝度制御を容易にすることである。制御用PWM波形のデューティサイクル（パルス持続時間をパルス周期で割ったもの）を変化させることにより、極めて均一に見えるバックライトを保持しながら非常に広範囲な輝度を達成できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】9セグメントの背面照明システムの制御を示すブロック図である。

【図2】背面照明システムの色制御装置の一例示実施形態のブロック図である。

40

【図3】背面照明システムの色制御方法の一例示実施形態を示すフローチャートである。

【図4】背面照明システムの色制御装置の一例示実施形態のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本願の図面および明細書は全体として背面照明システムの色制御方法および色制御装置を開示するものである。一例示実施形態において、背面照明システムのどのセグメントを暗くするかまたは明るくするかを判断するためにビデオプロセッサのビデオデータが使用される。LCDディスプレイと組み合わせて使用されるとき背面照明システムの色制御の利点のいくつかは、優れたダイナミックカラーおよび輝度制御、高度な画像コントラスト比、および優れた省電力性である。

50

【 0 0 1 3 】

高度な画像コントラスト比は、LCDディスプレイの「暗」領域を照明する背面照明システムのセグメントを暗くすることによって得られる。優れた省電力性は、背面照明システムの1つまたは複数のセグメントを必要に応じて暗くすることによって達成できる。

【 0 0 1 4 】

図1は、9セグメント(3×3セグメント)の背面照明システム100の制御を示すブロック図である。背面照明システムのセグメントの個数はいくつであっても構わない。例えば、背面照明システムは、16(4×4)のセグメント、25(5×5)のセグメント、N×Nのセグメント、またはM×Nのセグメントを備えることもできる。ビデオデータ142は、例えば、ビデオ入力146に送信される。LCDディスプレイを駆動するために使用されるビデオデータ142は、電気接続144を経由してマイクロプロセッサ140に送信される。この例では、マイクロプロセッサ140は、セグメント102~118のどれかを暗くできるかどうか、ビデオデータ142から判断している。どのセグメント102~118を暗くできるか判断した後、マイクロプロセッサ140は電気バス138の制御により適切なセグメントを暗くする。マイクロプロセッサ140は電気バス138を通して1つまたは複数のセグメントを随時暗くすることができる。また、マイクロプロセッサ140は電気バス138を通して1つまたは複数のセグメントのカラーポイントを随時変更できる。

10

【 0 0 1 5 】

一例示実施形態では、各セグメント102~118が、光源210と、カラーセンサ206と、PWMコントローラ218とを備えている。

20

【 0 0 1 6 】

図2は、背面照明システムの色制御装置の一例示実施形態のブロック図である。ビデオプロセッサ204は電気接続244を用いてマイクロコントローラ240と通信する。電気接続244は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。詳細には、ビデオプロセッサ204はビデオデータをマイクロコントローラ240に供給する。ビデオデータはLCDディスプレイ(不図示)の表示情報を供給するためにも使用される。ビデオプロセッサ204は電気接続220を用いてメモリデバイス202とも通信する。使用されるメモリデバイス202のタイプとして、EEPROM、SRAM、DRAMなどがあげられるが、これらに限定されるものではない。電気接続220は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。

30

【 0 0 1 7 】

マイクロコントローラ240は電気接続244を用いてビデオプロセッサ204と通信する。マイクロコントローラ240は電気接続212を用いてメモリデバイス202とも通信する。電気接続212は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。適切な接続の1つは、Philips Semiconductorsから入手可能な、12Cバス規格によって提供される12C接続である。マイクロコントローラ240は電気接続214を用いてカラーセンサ206とも通信する。電気接続214は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。適切な電気接続の1つは12C接続である。マイクロコントローラ240は電気接続216を用いてPWMコントローラ218とも通信する。電気接続216は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。

40

【 0 0 1 8 】

カラーセンサ206は電気接続214を用いてマイクロコントローラ240と通信する。カラーセンサ206は光源210から放射される光222を測定する。PWMコントローラ218は電気接続219を用いて光源210と通信する。電気接続219は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。セグメント246は、カラーセンサ206と、PWMコントローラ218と、光源210とを備える。

【 0 0 1 9 】

光源210は所定のスペクトル成分を生成する。スペクトル成分は、例えば「白色」で

50

あってもよい。LCDの背面照明には一般に白色光が使われる。例えば、LEDは光源210として、特に白色光の光源として使用できる。例えば、赤色LED、緑色LED、および青色LEDの組合せを使用して白色を生成することもできる。しかし、別の色の他のLEDの組合せも同様に使用できる。また、1つまたはそれより多い白色LEDを白色光の光源として使用することもできる。LEDおよびカラーセンサ206の個数や配置は、主としてLEDの光出力および所要光出力によって決まる。

【0020】

図2は、マイクロコントローラ240と1つのセグメント246がどのように通信するかを示したものである。しかし、図1に示されるように、マイクロコントローラ140が1つまたは複数のセグメント102~118と通信することもできる。

10

【0021】

(例えば、ビデオデータがLCDディスプレイに表示される前の)第1の動作モードで、光源210からの光222がカラーセンサ206によって測定される。第1の動作モード中、各セグメント102~118は、工場較正データおよび工場で決定された初期フル輝度設定に基づいて最適なデューティサイクル比を計算するための「閉ループ」モード(光学的フィードバックあり)で作動する。工場較正データはそれぞれのセグメント102~118に固有のデータである。

【0022】

3原色発光システムという状況下では、デューティサイクル比は赤色LEDと緑色LEDと青色LEDの間のデューティサイクルの比である。分解能12ビットのPWMコントローラを想定すると、デューティサイクルは0~4095スロット(PWMサイクル内)の範囲とすることができる。例えば、3原色発光システムから特定の合成白色を得るには、赤色LED、緑色LED、および青色LEDのデューティサイクルは、それぞれ、2000/4095、3900/4095、および300/4095である。当該特定合成白色のデューティサイクル比は2000:3900:300、すなわち6.67:13:1である。

20

【0023】

一例示実施形態では、各セグメント102~118からのカラーセンサ206が、自己に対応する光源210から放射される光222を測定する。この例示実施形態では、各セグメント102~118からのカラーセンサ206がマイクロコントローラ240へ、このマイクロコントローラ240が各セグメント102~118の最適デューティサイクル比を計算するための情報をそれぞれ送信する。その後、マイクロコントローラ240はセグメント102~118別に計算したデューティサイクル比をPWMコントローラ218に送信する。

30

【0024】

第2の動作モードでは、各セグメント102~118が、先に計算されたデューティサイクル比にしたがって「閉ループ」モード(光学的フィードバックなし)で作動している状態で、マイクロコントローラ240が各セグメント102~118のカラーセンサ206と通信して、各セグメント102~118のどのLEDが最高輝度で作動しているかを判断する。各セグメント102~118の最も明るいLEDが決定されると、各セグメント102~118の最も明るいLEDの輝度値がメモリデバイス202に記憶される。

40

【0025】

各セグメント102~118の輝度値が決定されてメモリデバイス202に記憶された後、マイクロコントローラ240は各セグメント102~118の最も明るいLEDに関するカラーセンサ206測定値を読み続ける。この例示実施形態では、各セグメント102~118内の最も明るいLEDの熱特性が、当該セグメント102~118内の他のLEDの熱特性を代表していると思なす。

【0026】

1つのセグメント102~118の最も明るいLEDの輝度値が閾値未満であれば、マイクロコントローラ140はすべてのセグメント102~118に「閉ループ」モードに

50

切り換わるように命令する。閉ループモードの間、各セグメントは、新しいデューティサイクル比セットによりLEDの応答性能の低下を補償する。新しいデューティサイクル比セットはPWMコントローラ218にそれぞれ送信され、また、メモリデバイス202に送信される。

【0027】

上述のように輝度を制御することに加え、本発明の一例示実施形態では、セグメント102～118のカラーポイントも制御する。

【0028】

第3の動作モードでは、ビデオプロセッサ204が単独で、またはマイクロコントローラ240とともに、ビデオデータを分析して輝度のスケールダウンまたはスケールアップがあったセグメント102～118を決定する。セグメントの輝度は、前回のサイクルで輝度がスケールダウンされた場合にスケールアップさせてもよい。輝度の増減があったセグメント102～118が決定された後、各セグメント102～118のスケールリング指標 (scaling index) がメモリデバイス202に記憶される。次にマイクロコントローラ240はメモリデバイス202を読み、どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせる必要があるかを決定する。どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせる必要があるかの決定が行われた後、マイクロコントローラ240はスケールリング指標に基づいて上記セグメントごとにデューティサイクル比を調節する。

10

【0029】

そのとき、対象セグメントの事前調節されたデューティサイクル比が、マイクロコントローラ240によってセグメントのPWMコントローラ218から読み出される。その後、事前調節されたデューティサイクル比がスケールリング指標に基づいて調節され、それぞれのPWMコントローラ218に書き戻される。ビデオプロセッサ204がマイクロコントローラ240に同期トリガ信号を出すまで、PWMコントローラ218は新しい調節値上で作用しない。

20

【0030】

ビデオプロセッサ204から同期トリガ信号を受信した後、マイクロコントローラ240は新しい調節デューティサイクル比をPWMコントローラ218にそれぞれラッチさせる。新しい調節デューティサイクル比がPWMコントローラ218にラッチされた後、選択されたセグメントの輝度が増加または減少させられる。

30

【0031】

図4は、背面照明システムの色制御装置の一例示実施形態のブロック図である。ビデオプロセッサ404が電気接続444を用いてマイクロコントローラ440と通信する。電気接続444は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。詳細には、ビデオプロセッサ404はビデオデータをマイクロコントローラ440に供給する。ビデオデータは、LCDディスプレイ(不図示)の表示情報を供給するためにも使用される。ビデオプロセッサ404は電気接続420を用いてメモリデバイス402とも通信する。使用されるメモリデバイス402のタイプとして、EEPROM、SRAM、DRAMなどがあげられるが、これらに限定されるものではない。電気接続420は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。

40

【0032】

マイクロコントローラ440は電気接続444を用いてビデオプロセッサ404と通信する。マイクロコントローラ440は電気接続412を用いてメモリデバイス402とも通信する。電気接続412は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。適切な接続の1つは、Philips Semiconductorsから入手可能な、12Cバス規格によって提供される12C接続である。適切な電気接続の1つは12C接続である。マイクロコントローラ440は電気接続416を用いてPWMコントローラ418とも通信する。電気接続416は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。

【0033】

50

カラーセンサ 406 は電気接続 414 を用いて PWM コントローラ 418 と通信する。カラーセンサ 406 は光源 410 から放射される光 422 を測定する。PWM コントローラ 418 は電気接続 419 を用いて光源 410 と通信する。電気接続 419 は、適切なものであるなら、直列接続であっても並列接続であってもよい。セグメント 446 は、カラーセンサ 406 と、PWM コントローラ 418 と、光源 410 とを備える。

【0034】

光源 410 は所定のスペクトル成分を生成する。スペクトル成分は、例えば「白色」であってもよい。LCD の背面照明には一般に白色光が使われる。例えば、LED は光源 410 として、特に白色光の光源として、使用できる。例えば、赤色 LED、緑色 LED、および青色 LED の組合せを使用して白色を生成することもできる。しかし、別の色の他の LED の組合せも同様に使用できる。また、1つまたは複数の白色 LED を白色光の光源として使用することもできる。LED およびカラーセンサ 406 の個数や配置は、主として LED の光出力および所要光出力によって決まる。

10

【0035】

図 4 は、マイクロコントローラ 440 と 1 つのセグメント 446 がどのように通信するかを示したものである。しかし、図 1 に示されるように、マイクロコントローラ 140 が 1 つまたは複数のセグメント 102 ~ 118 と通信することもできる。

【0036】

(例えば、ビデオデータが LCD ディスプレイに表示される前の) 第 1 の動作モードで、光源 410 から光 422 がカラーセンサ 406 によって測定される。第 1 の動作モード中、各セグメント 102 ~ 118 は、工場較正データおよび工場で決定された初期フル輝度設定に基づいて最適なデューティサイクル比を計算するための「閉ループ」モード(光学的フィードバックあり)で作動する。工場較正データはそれぞれのセグメント 102 ~ 118 に固有のデータである。しかし、フル輝度設定の間、セグメント 102 ~ 118 それぞれの較正データは同一である。

20

【0037】

一例示実施形態において、各セグメント 102 ~ 118 からのカラーセンサ 406 が、自己に対応する光源 410 から放射される光を測定する。この例示実施形態では、各セグメント 102 ~ 118 のカラーセンサ 406 が PWM コントローラ 418 へ、各セグメント 102 ~ 118 の最適デューティサイクル比を計算するための情報をそれぞれ送信する。

30

【0038】

一例示実施形態において、マイクロコントローラ 440 はすべてのセグメント 102 ~ 118 に較正データを転送する。このモードの間、各セグメント 102 ~ 118 の PWM コントローラ 418 は、自身のカラーセンサ 406 から送信された情報に基づいて自身のデューティサイクル比を計算する。各セグメント 102 ~ 118 について計算されたデューティサイクル比は、それぞれの PWM コントローラ 418 に記憶される。計算されたデューティサイクル比をそれぞれの PWM コントローラ 418 に記憶した後、マイクロコントローラはすべてのセグメント 102 ~ 118 を開ループモードに切り換える。

40

【0039】

第 2 の動作モードでは、各セグメント 102 ~ 118 は、先に計算されたデューティサイクル比にしたがって「開ループ」モード(光学的フィードバックなし)で作動しており、マイクロコントローラ 440 は、各セグメント 102 ~ 118 のカラーセンサ 406 と通信して、各セグメント 102 ~ 118 のどの LED が最高輝度で作動しているか決定する。各セグメント 102 ~ 118 の最も明るい LED が決定されると、各セグメント 102 ~ 118 の最も明るい LED の輝度値がメモリデバイス 402 に記憶される。

【0040】

各セグメント 102 ~ 118 の輝度値が決定されてメモリデバイス 402 に記憶された後、マイクロコントローラ 440 は、各セグメント 102 ~ 118 の最も明るい LED に関するカラーセンサ 406 測定値を読み続ける。この例示実施形態では、各セグメント 1

50

02～118内の最も明るいLEDの熱特性が、当該セグメント102～118内の他のLEDの熱特性を代表すると見なされる。

【0041】

セグメント102～118の最も明るいLEDの輝度値が閾値未満であれば、マイクロコントローラ440は、すべてのセグメント102～118に「閉ループ」モードに切り換わるように命令する。閉ループモードの間、各セグメントは新しいデューティサイクル比セットを用いてLEDの応答性能の低下を補償する。

【0042】

上述のように輝度を制御することに加え、本発明の一例示実施形態では、セグメント102～118のカラーポイントも制御する。

【0043】

第3の動作モードでは、ビデオプロセッサ404が単独で、またはマイクロコントローラ440とともに、ビデオデータを分析して輝度のスケールダウンまたはスケールアップがあったセグメント102～118を決定する。セグメントの輝度は、前回のサイクルで輝度がスケールダウンした場合にスケールアップさせてもよい。輝度の増減があったセグメント102～118が決定された後、各セグメント102～118のスケールリング指標がメモリデバイス402に記憶される。次にマイクロコントローラ440はメモリデバイス402を読み、どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせる必要があるかを決定する。どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせる必要があるかの決定が行われた後、マイクロコントローラ440はスケールリング指標に基づいて上記セグメントごとにデューティサイクル比を調節する。

【0044】

そのとき、対象セグメントの事前調節されたデューティサイクル比が、マイクロコントローラ440によってセグメントのPWMコントローラ418から読み出される。その後、事前調節されたデューティサイクル比がスケールリング指標に基づいて調節され、それぞれのPWMコントローラ418に書き戻される。ビデオプロセッサ404がマイクロコントローラ440に同期トリガ信号を出すまで、PWMコントローラ418は新しい調節値上で作用しない。

【0045】

ビデオプロセッサ404から同期トリガ信号を受信した後、マイクロコントローラ440が新しい調節デューティサイクル比をPWMコントローラ418にそれぞれラッチさせる。新しい調節デューティサイクル比がPWMコントローラ418にラッチされた後、選択されたセグメントの輝度が増加または減少させられる。

【0046】

図3は、背面照明システムの色制御方法の一例示実施形態を示すフローチャート300である。ボックス302には、第1の動作モード中に背面照明システム200の各セグメントの白色光の光源を起動させることが記載されている。一例示実施形態において、各セグメントの白色光の光源を起動させることは、(1)工場較正データとカラーセンサ206からのフィードバックとに基づいて各セグメント102～118の最適デューティサイクル比を計算すること、および、(2)この最適なデューティサイクル比を各セグメント102～118のPWMコントローラ218に送信すること、を含む。

【0047】

第1の動作モード中、背面照明システム200の各セグメント246の白色光の光源を起動し、その後、第2の動作モード中、背面照明システム200の各セグメント246の白色光の光源が保持される。ボックス304には、第2の動作モード中に背面照明システム200の各セグメント246の白色光の光源を監視することが記載されている。一例示実施形態において、背面照明システム200の各セグメント246の白色光の光源は、マイクロコントローラ240の各サイクルで各セグメント246の最高強度のLEDの強度値を測定することによって監視される。

【0048】

10

20

30

40

50

ボックス306および308に示されているように、各セグメント246の最高強度のLEDの強度が閾値未満ならば、これらのセグメントのデューティサイクル比が補正される。これらのセグメントのデューティサイクル比が補正される第2の動作モード中、システムは開ループモードで作動する。

【0049】

ボックス306に示されているように、各セグメントの最高強度のLEDの強度が閾値未満でなければ、デューティサイクル比を再計算する必要はない。その代わりに、ボックス310に示されるように、ビデオデータがビデオプロセッサ204にローディングされる。

【0050】

第3の動作モード中、ビデオデータがビデオプロセッサ204にローディングされる。ビデオプロセッサ204単独で、またはビデオプロセッサ204とマイクロコントローラ240と一緒に、どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせる必要があるかを決定する。どのセグメントをスケールアップまたはスケールダウンさせるべきかの決定が行われた後、選択されたセグメントそれぞれについてスケールリング指標が計算される。これはボックス312に記載されている。

【0051】

ローディングされたビデオデータに基づいて、選択されたセグメントの調節デューティサイクル比を計算した後、マイクロコントローラ240は、調節デューティサイクル比をそれぞれのセグメント102~118のPWMコントローラ218に転送する。その後、PWMコントローラ218は、調節デューティサイクル比に基づいてそれぞれのセグメント102~118の光源210を起動する。これはボックス314に記載されている。セグメントをスケールダウンさせることによって、この特定セグメントが暗くなる。デューティサイクル比の調節は生成される白色光の強度を変更するだけであり、これによって白色光のスペクトル成分が変化することはない。

【0052】

特定セグメントの強度を低下させることの利点は、背面照明システム200で、より高いコントラスト比を達成できることである。特定セグメントの強度を低下させることの別の利点は、背面照明システム200で使われる電力が削減されることである。

【0053】

PWMコントローラ218が調節デューティサイクル比に基づいて光源210を駆動した後、マイクロコントローラ240は、マイクロコントローラ240の各クロックサイクルで、背面照明システム200の各セグメント246の最高強度LEDの強度値の監視に戻る。

【0054】

背面照明システム200における色制御方法の一例示実施形態を作成するために、コンピュータが読めたり実行できたりする種々のコードや電子的に実行可能な種々の命令を用いることができる。これらは、ソフトウェア、ファームウェア、配線によって接続された電子回路、またはゲートアレイ内のプログラミングとして等、適切な方法であれば、どのような方法で実施されてもよい。ソフトウェアは、機械言語、アセンブリ言語、CまたはC++などの高級言語など、どのようなプログラミング言語でプログラミングされてもよい。コンピュータプログラムは翻訳またはコンパイルすることもできる。

【0055】

コンピュータが読めたり実行できたりするコードまたは電子的に実行できる命令は、汎用プロセッサ、ソフトウェアエミュレータ、読取可能なコード、特定用途向け回路、論理ゲートで構成された回路等、コードや命令を読んだり取り入れたりして実行することができる命令実行デバイスと組み合わせるまたは接続されて使用される、あらゆるコンピュータ可読記憶媒体上またはあらゆる電子回路内に確実に組み込むことができる。

【0056】

本願明細書に記載され請求される方法は、前述のあらゆるコンピュータ可読記憶媒体上

10

20

30

40

50

またはあらゆる電子回路内に確実に組み込まれた、コンピュータが読めたり実行できたりするコードまたは電子的に実行可能な命令を実行することによって行われる。

【 0 0 5 7 】

コンピュータが読んだり実行できたりするコードまたは電子的に実行可能な命令を確実に組み込む記憶媒体は、命令実行デバイスによって使用されるかまたは命令実行デバイスと接続して使用されるコードまたは命令を記憶できる手段であれば、どのようなものであってもよい。例えば、記憶媒体として、電子式、磁気式、光学式等、あらゆる記憶デバイスがあげられる（しかし、これらに限定されるものではない）。また、記憶媒体は、電子回路デザインで表現されるコードまたは命令を備えた電子回路であることさえ可能である。具体的な例として、磁気または光ディスク、プログラムおよび消去可能型ROM・不揮発性メモリ（NMM）・光ファイバ等を含むメモリカードおよび読取専用メモリ（ROM）などの固定式または着脱可能な半導体メモリデバイスなどがあげられる。また、コードまたは命令を確実に組み込むための記憶媒体として、命令実行デバイスによって構文解析、コンパイル、アセンブル、記憶、および実行されるコードまたは命令を検索するために光学走査される紙上のコンピュータプリントアウトなど、印刷された媒体も含まれる。

10

【 0 0 5 8 】

本発明の上述の実施形態はLCDと一緒に使用することに向けられていた。しかし、他の用途の実施形態も作ることができる。例えば化粧品カウンタや食品店の照明などの用途においても色制御は非常に興味深い。

20

【 0 0 5 9 】

上記記載は例証および説明のためになされたものである。上記記載は限定的なものではなく、また、開示された通りの形態に本発明を限定するものではない。上記教示内容に鑑み他の変形例および変更例も可能である。また、例示実施形態の選択および説明は、想到される特定用途に適するように種々の実施形態および種々の変形例を当業者が最善利用できるよう、適用原理およびその実用例を最もよく説明するためになされたものである。添付された特許請求の範囲は、先行技術によって限定される場合を除き、他の代替実施形態も含むものである。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

- 1 0 0 背面照明システム
- 1 0 2 ~ 1 1 8 セグメント
- 1 3 8 電気バス
- 1 4 0 マイクロプロセッサ / マイクロコントローラ
- 1 4 2 ビデオデータ
- 1 4 4 電気接続
- 1 4 7 ビデオ入力
- 2 0 0 背面照明システム
- 2 0 2 メモリデバイス
- 2 0 4 ビデオプロセッサ
- 2 0 6 カラーセンサ
- 2 1 0 光源
- 2 1 2、2 1 4、2 1 6 電気接続
- 2 1 8 PWMコントローラ
- 2 1 9、2 2 0 電気接続
- 2 2 2 光
- 2 4 0 マイクロコントローラ
- 2 4 4 電気接続
- 2 4 6 セグメント
- 4 0 2 メモリデバイス
- 4 0 4 ビデオプロセッサ

30

40

50

- 406 カラーセンサ
- 410 光源
- 412、414、416 電気接続
- 418 PWMコントローラ
- 419、420 電気接続
- 422 光
- 440 マイクロコントローラ
- 444 電気接続
- 446 セグメント

【図1】

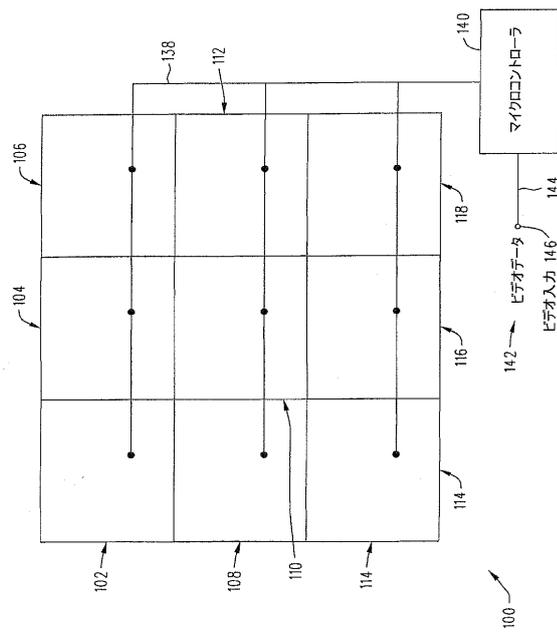


FIG. 1

【図2】

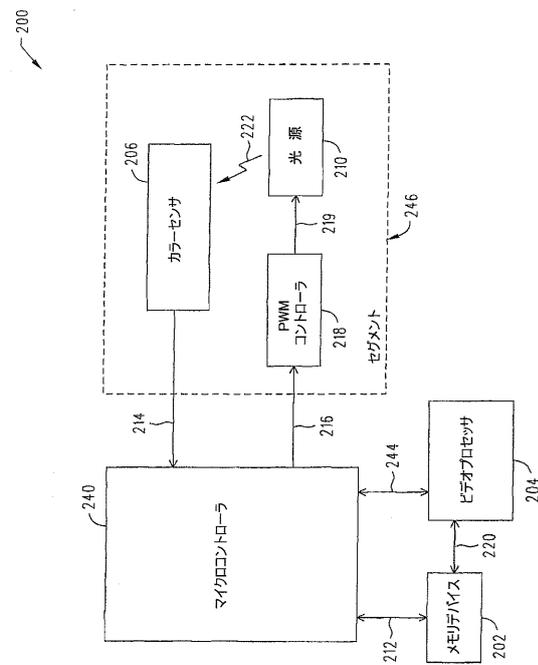


FIG. 2

【 図 3 】

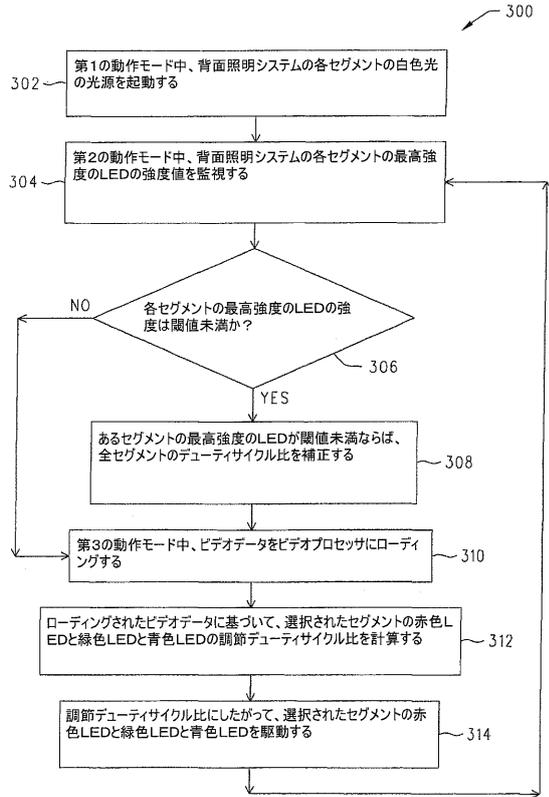


FIG. 3

【 図 4 】

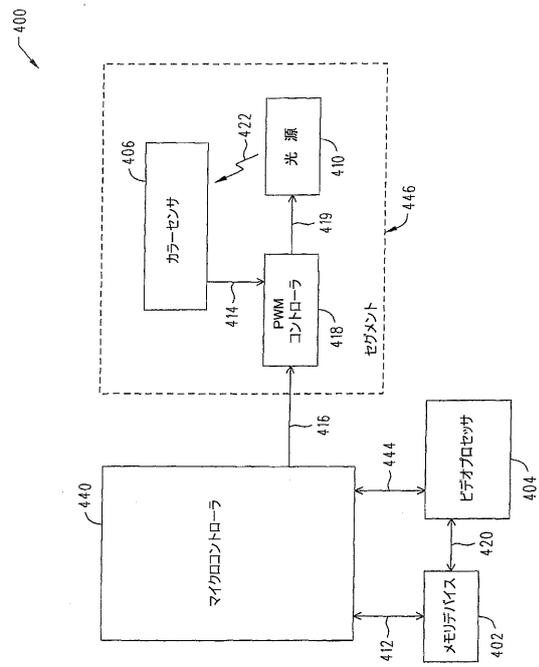


FIG. 4

フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	F 2 1 Y 101:02	
(74)代理人 100118407 弁理士 吉田 尚美		
(74)代理人 100125380 弁理士 中村 綾子		
(74)代理人 100130960 弁理士 岡本 正之		
(74)代理人 100125036 弁理士 深川 英里		
(74)代理人 100142996 弁理士 森本 聡二		
(72)発明者 ジョー・ジョー・ワン アメリカ合衆国コロラド州 8 0 5 2 5 , フォート・コリンズ, ツィーグラール・ロード		4 3 8 0
(72)発明者 タク・メン・チェン アメリカ合衆国コロラド州 8 0 5 2 5 , フォート・コリンズ, ツィーグラール・ロード		4 3 8 0
(72)発明者 ブーン・キート・タン アメリカ合衆国コロラド州 8 0 5 2 5 , フォート・コリンズ, ツィーグラール・ロード		4 3 8 0
F ターム(参考) 2H191 FA85Z GA17 GA21 LA24		
2H193 ZG14 ZG22 ZG27 ZG50 ZG51 ZG53 ZH04 ZH05 ZH08 ZH11		
ZH57 ZH58 ZP20		
3K073 AA12 AA62 AA67 AA83 BA32 CF18 CG01 CG10 CG13 CH07		
CJ17		
5F041 AA11 BB03 BB10 BB12 BB33 FF11		

【外国語明細書】

1. Title of Invention

Color Control of a Backlighting System

2. Detailed Explanation of the Invention

5

BACKGROUND

[001] A liquid-crystal display (LCD) may be considered a variable light filter. Liquid crystals are trapped between two sheets of glass and walled off from one another into image bits called pixels. These crystals twist and
10 untwist to let polarized light through, and filters placed in front of the pixels create the colors that emerge. Since an LCD only modifies light and does not create it, the quality of an LCD is dependent on the spectrum of light emerging into it from the rear, which is hereinafter referred to as backlighting.

[002] A cold-cathode fluorescent lamp (CCFL) is often used for
15 backlighting an LCD. One problem that often occurs with the use of a CCFL is that a relatively large amount of power is required to operate the CCFL. Another problem connected with the use of a CCFL is that a CCFL only produces an approximation of white light, not true white light. Since an LCD can only make color within the spectrum of the light it receives, a CCFL-based
20 LCD has a color gamut (the extent of the mix of color a display is capable of producing) smaller than for example, a cathode-ray tube (CRT) or a plasma display. The CRT and the plasma display use energized phosphors to create purer colors.

[003] An LED (Light Emitting Diode) array may also be used for
25 backlighting an LCD. One advantage of using an LED array for backlighting an LCD is that the LED array is capable of generating greater spectral accuracy than a CCFL. For example, mixing the appropriate amount of light

from red, green, and blue LEDs will produce white light. In addition, since the color balance of the white balance can be adjusted (by varying the relative intensity of the red, green, and blue LEDs), the color balance of an LCD may be maintained reasonably accurately over the operating life of the LCD.

5 Another advantage of using an LED array for backlighting is that an LED array may provide better color saturation.

[004] LEDs are generally not as fragile as CCFLs and as a result are more durable. Another advantage of using an LED array over CCFLs is that they usually have a longer functional lifetime. However, there are design
10 challenges when using an LED array as a backlight for an LCD. Good uniformity is harder to achieve as the LEDs age with each LED possibly aging at a different rate. Also, the use of three separate light sources for red, green, and blue may cause the white point of the display to move as the LEDs age at different rates.

15 [005] LEDs used for backlighting an LCD may be driven with DC voltage through a current limiting resistor. This approach is acceptable for many applications. When other considerations, (e.g. an extra bright display, low power consumption, or a backlight that can be controlled over a wide brightness range), are important, another method is often used.

20 [006] A Pulse Width Modulation (PWM) method may have several advantages over the DC voltage method. A first advantage is that a brighter backlight may be achieved with a PWM method than the DC voltage method while using the same amount of power. For example, a LED backlight on an LCD using the DC voltage method LED may require a driving current for this
25 display of 120ma which produces a typical brightness of 50 NIT (a unit of

measurement of the intensity of visible light, where 1 NIT is equal to one candela per square meter). If, instead of using the DC voltage method, a PWM method is used and five times the current, 600ma, for 1/5 of the time is used, the average current is the same, 120ma.

5 **[007]** The average brightness of the LED would be the same if measured electronically. The difference is in the brightness perceived. The human eye has a certain amount of persistence. If exposed to a bright light the eye will "remember" the light for a short period of time. This allows us to view a motion picture or TV screen as a steady image when in fact it is
10 flickering at 24 to 30 times a second. When an LED is flashed on brightly for a short time and then turned off, the eye "remembers" the light at the high brightness level. The result is that the perceived brightness of the backlight is closer to the high pulsed brightness than to the lower average DC brightness.

[008] A PWM method may also be used to give a "normal" looking
15 brightness level to the LCD but at a lower average current to save power. The average power may be cut by a factor of 30% to produce a given perceived brightness level.

[009] The LED backlight brightness may also be varied while using the DC voltage method by varying the DC current to the LED's, but at low current
20 the individual LED emitters become visible resulting in an uneven looking backlight.

[010] Another use of the PWM method is to facilitate a wide range of brightness control for the LED backlight without an uneven looking backlight. By varying the duty cycle (pulse duration divided by the pulse period) of the

controlling PWM waveform, a very wide range of brightness can be achieved while maintaining a very even appearing backlight.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

5

[011] Figure 1 is a block diagram illustrating control of a nine-segment backlighting system.

[012] Figure 2 is a block diagram of an exemplary embodiment of an apparatus for color control of a backlighting system.

10

[013] Figure 3 is a flow chart illustrating an exemplary embodiment of a method for color control of a backlighting system.

[014] Figure 4 is a block diagram of an exemplary embodiment of an apparatus for color control of a backlighting system

15

DETAILED DESCRIPTION

[015] The drawings and description, in general, disclose a method and apparatus for color control of a backlighting system. In one exemplary embodiment, video data from a video-processor is used to determine which segments of a backlighting system may be dimmed or brightened. Some of the advantages of color control of a backlighting system when used with an LCD display are improved dynamic color and brightness control, an enhanced picture contrast ratio, and improved power savings.

[016] An enhanced picture contrast ratio may be obtained by dimming segments of the backlighting system that illuminate a "dark" region of an LCD

25

display. Improved power savings may be achieved by dimming one or more of the segments of the backlighting system whenever necessary.

[017] Figure 1 is a block diagram illustrating control of a nine-segment, 3x3, backlighting system 100. A backlighting system may have any number of segments. For example, a backlighting system may comprise 16 segments (4x4), 25 segments (5x5), NxN segments, or MxN segments. Video data 142 for example is sent to a video input 146. The video data 142 used to drive an LCD display is sent to a microcontroller 140 via an electrical connection 144. The microcontroller 140 in this example determines from the video data 142 whether any of the segments, 102-118, may be dimmed. After determining which segments, 102-118, may be dimmed, the microcontroller 140 dims the appropriate segments through control of an electrical bus 138. The microcontroller 140, through the electrical bus 138, may dim one or more segments at any given time. In addition, the microcontroller 140, through the electrical bus 138, may change the color point of one or more segments at any given time.

[018] In one exemplary embodiment, each segment, 102-118, contains a light source 210, color sensors 206, and a PWM controller 218.

[019] Figure 2 is a block diagram of an exemplary embodiment of an apparatus for color control of a backlighting system. Video-processor 204 communicates with microcontroller 240 using electrical connection 244. Electrical connection 244 may be any suitable serial or parallel connection. In particular, video-processor 204 provides video data to the microcontroller 240. The video data is also used to provide display information for an LCD display (not shown). Video-processor 204 also communicates with memory device

202 using electrical connection 220. The type of memory device 202 used includes but it not limited to EEPROMs, SRAMs, and DRAMs. Electrical connection 220 may be any suitable serial or parallel connection.

[020] Microcontroller 240 communicates with video-processor 204
5 using electrical connection 244. Microcontroller 240 also communicates with memory device 202 using electrical connection 212. Electrical connection 212 may be any suitable serial or parallel connection. One suitable connection would be an I2C connection, as provided by the I2C-Bus Specification available from Philips Semiconductors. Microcontroller 240 also
10 communicates with color sensors 206 using electrical connection 214. Electrical connection 214 may be any suitable serial or parallel connection. One suitable connection would be an I2C connection. Microcontroller 240 also communicates with PWM controller 218 using electrical connection 216. Electrical connection 216 may be any suitable serial or parallel connection.

[021] Color sensors 206 communicate with microcontroller 240 using
15 electrical connection 214. Color sensors 206 measure light 222, radiated from light source 210. PWM controller 218 communicates with light source 210 using electrical connection 219. Electrical connection 219 may be any suitable serial or parallel connection. A segment 246 includes color sensors
20 206, a PWM controller 218, and a light source 210.

[022] The light source 210 creates a predetermined spectral content. The spectral content may be "white" for example. White light is commonly used for backlighting an LCD. LEDs, for example, may be used as a light source 210 and in particular as a source of white light. A combination of red,
25 green and blue LEDs, for example, may be used to create white. However,

other combinations of LEDs with different colors may be used as well. In addition, one or more white LEDs may be used as a source of white light. The number and arrangement of LEDs and the color sensors 206 is determined largely by the light output of the LEDs and the light output needed.

5

[023] Figure 2 illustrates how a microcontroller 240 communicates with a single segment 246. However, as shown in Figure 1, a microcontroller 140 may communicate with one or more segments 102-118.

[024] In a first operative mode (e.g. before video data is displayed on an LCD display), light 222 from a light source 210 is measured by the color sensors 206. During the first operative mode, each of the segments 102-118 operates in "closed loop" mode (with optical feedback) to calculate the optimum duty cycle ratio based on factory calibration data and initial factory-determined full brightness settings. The calibration data is unique for each of the segments 102-118 respectively.

[025] In the context of a tri-primary luminary system, duty cycle ratio is the ratio of duty cycle between red, green, and blue LEDs. Assuming a 12-bit resolution PWM controller, a duty cycle may range from 0 to 4095 slots (within a PWM cycle). For example, to obtain a certain white resultant color from a tri-primary luminary system, the duty cycle for red, green, and blue LEDs is 2000/4095, 3900/4095, and 300/4095 respectively. The duty cycle ratio for this particular white resultant color would be 2000:3900:300 or 6.67:13:1.

[026] In an exemplary embodiment, color sensors 206 from each of the segments 102-118 measures light 222 radiated from its own light source 210. In this exemplary embodiment, the color sensors 206 from each of the

25

segments 102-118 send information to the microcontroller 240 for the microcontroller 240 to calculate an optimum duty cycle ratio for each of the segments 102-118 respectively. The microcontroller 240 then sends the computed duty cycle ratios for each segment 102-118 to the PWM controller
5 218.

[027] In a second operative mode, with each segment 102-118 operating according to its previously calculated duty cycle ratio in "open loop" mode (with no optical feedback), the microcontroller 240 communicates with the color sensors 206 of each segment 102-118 to determine which LED of
10 each segment 102-118 is operating at the highest brightness. After the brightest LED for each segment 102-118 is determined, the brightness value for the brightest LED of each segment 102-118 is stored in the memory device 202.

[028] After the brightness value for each segment 102-118 is
15 determined and stored in memory 202, the microcontroller 240 continues to read the color sensors 206 readings for the brightest LED of each segment 102-118. In this exemplary embodiment, it is assumed that the thermal characteristics of the brightest LED in each segment 102-118 represents the thermal characteristics of the other LEDs in that particular segment 102-118.

[029] If the brightness value for the brightest LED of a segment 102-
20 118 falls below a threshold value, the microcontroller 140 instructs all the segments 102-118 to switch to "closed loop" mode. While in the closed loop mode, each segment will compensate the degradation in LED response with a new set of duty cycle ratios. The new set of duty cycle ratios is sent to the
25 PWM controllers 218 respectively and to the memory device 202.

[030] In addition to controlling brightness as described above, an exemplary embodiment of this intention may also control the color point of the segments 102-118.

[031] In a third operative mode the video-processor 204 analyses video data alone or together with the microcontroller 240, to determine which segments 102-118 should have its brightness scaled down or up. The brightness of a segment may be scaled up if its brightness was scaled down in a previous cycle. After determining which segments 102-118 should have its brightness increased or decreased, a scaling index for each segment 102-118 is stored in the memory device 202. The microcontroller 240 then reads from the memory device 202 to determine which segments need to be scaled up or down. After it is determined which segments need to be scaled up or down, the microprocessor 240 will scale the duty cycle ratio for each these segments based on the scaling index.

[032] The pre-scaled duty cycle ratios for the target segments are then read from the segments' PWM controller 218 by the microcontroller 240. The pre-scaled duty cycle ratios are then scaled back based on the scaling index and written back to the respective PWM controller 218. The PWM controller 218 will not act on the new scaled values until the video processor 204 issues a synchronize trigger signal to the microcontroller 240.

[033] After receiving the sync trigger signal from the video processor 204, the microcontroller 240 will latch the new scaled duty cycle ratios into the PWM controllers 218 respectively. After the new scaled duty cycle ratios are latched into the PWM controllers 218, the selected segments' brightness is either increased or decreased.

[034] Figure 4 is a block diagram of an exemplary embodiment of an apparatus for color control of a backlighting system. Video-processor 404 communicates with microcontroller 440 using electrical connection 444. Electrical connection 444 may be any suitable serial or parallel connection. In particular, video-processor 404 provides video data to the microcontroller 440. The video data is also used to provide display information for an LCD display (not shown). Video-processor 404 also communicates with memory device 402 using electrical connection 420. The type of memory device 402 used includes but it not limited to EEPROMs, SRAMs, and DRAMs. Electrical connection 420 may be any suitable serial or parallel connection.

[035] Microcontroller 440 communicates with video-processor 404 using electrical connection 444. Microcontroller 440 also communicates with memory device 402 using electrical connection 412. Electrical connection 412 may be any suitable serial or parallel connection. One suitable connection would be an I2C connection, as provided by the I2C-Bus Specification available from Philips Semiconductors. One suitable connection would be an I2C connection. Microcontroller 440 also communicates with PWM controller 418 using electrical connection 416. Electrical connection 416 may be any suitable serial or parallel connection.

[036] Color sensors 406 communicate with PWM controller 440 using electrical connection 414. Color sensors 406 measure light 422, radiated from light source 410. PWM controller 418 communicates with light source 410 using electrical connection 419. Electrical connection 419 may be any suitable serial or parallel connection. A segment 446 includes color sensors 406, a PWM controller 418, and a light source 410.

[037] The light source 410 creates a predetermined spectral content. The spectral content may be “white” for example. White light is commonly used for backlighting an LCD. LEDs, for example, may be used as a light source 410 and in particular as a source of white light. A combination of red, green and blue LEDs, for example, may be used to create white. However, other combinations of LEDs with different colors may be used as well. In addition, one or more white LEDs may be used as a source of white light. The number and arrangement of LEDs and the color sensors 406 is determined largely by the light output of the LEDs and the light output needed.

10

[038] Figure 4 illustrates how a microcontroller 440 communicates with a single segment 446. However, as shown in Figure 1, a microcontroller 140 may communicate with one or more segments 102-118.

[039] In a first operative mode (e.g. before video data is displayed on an LCD display), light 422 from a light source 410 is measured by the color sensors 406. During the first operative mode, each of the segments 102-118 operates in “closed loop” mode (with optical feedback) to calculate the optimum duty cycle ratio based on factory calibration data and initial factory determined full brightness settings. The calibration data is unique for each of the segments 102-118 respectively. However, during a full brightness setting the calibration data is the same for each of the segments 102-118.

20

[040] In an exemplary embodiment, color sensors 406 from each of the segments 102-118 measures light radiated from its own light source 410. In this exemplary embodiment, the color sensors 406 from each of the segments

102-118 send information to their respective PWM controllers 418 to calculate an optimum duty cycle ratio for each of the segments 102-118 respectively.

[041] In an exemplary embodiment, the microcontroller 440 transfers calibration data to all segments 102-118. While in this mode, the PWM
5 controller 418 for each segment 102-118 calculate their own duty cycle ratio based on the information sent from their own color sensors 406. The calculated duty cycle ratio for segments 102-118 is stored in its respective PWM controller 418. After storing the calculated duty cycle ratios in their
10 respective PWM controller 418, the microcontroller switches all segments 102-118 into open loop mode.

[042] In a second operative mode, with each segment 102-118 operating according to its previously calculated duty cycle ratio in "open loop" mode (with no optical feedback), the microcontroller 440 communicates with
15 the color sensors 406 of each segment 102-118 to determine which LED of each segment 102-118 is operating at the highest brightness. After the brightest LED for each segment 102-118 is determined, the brightness value for the brightest LED of each segment 102-118 is stored in the memory device 402.

[043] After the brightness value for each segment 102-118 is
20 determined and stored in memory 402, the microcontroller 440 continues to read the color sensors 406 readings for the brightest LED of each segment 102-118. In this exemplary embodiment, it is assumed that the thermal characteristics of the brightest LED in each segment 102-118 represents the thermal characteristics of the other LEDs in that particular segment 102-118.

[044] If the brightness value for the brightest LED of a segment 102-118 falls below a threshold value, the microcontroller 440 instruct all the segments 102-118 to switch to "closed loop" mode. While in the closed loop mode, each segment will compensate the degradation in LED response with a new set of duty cycle ratios.

[045] In addition to controlling brightness as described above, an exemplary embodiment of this intention may also control the color point of the segments 102-118.

[046] In a third operative mode the video-processor 404 analyses video data alone or together with the microcontroller 440, to determine which segments 102-118 should have its brightness scaled down or up. The brightness of a segment may be scaled up if its brightness was scaled down in a previous cycle. After determining which segments 102-118 should have its brightness increased or decreased, a scaling index for each segment 102-118 is stored in the memory device 402. The microcontroller 440 then reads from the memory device 402 to determine which segments need to be scaled up or down. After it is determined which segments need to be scaled up or down, the microprocessor 440 will scale the duty cycle ratio for each these segments based on the scaling index.

[047] The pre-scaled duty cycle ratios for the target segments are then read from the segments' PWM controller 418 by the microcontroller 440. The pre-scaled duty cycle ratios are then scaled back based on the scaling index and written back to the respective PWM controller 418. The PWM controller 418 will not act on the new scaled values until the video processor 404 issues a synchronize trigger signal to the microcontroller 440.

[048] After receiving the sync trigger signal from the video processor 404, the microcontroller 440 will latch the new scaled duty cycle ratios into the PWM controllers 418 respectively. After the new scaled duty cycle ratios are latched into the PWM controller 418, the selected segments' brightness are
5 either increased or decreased.

[049] Figure 3 is a flow chart illustrating an exemplary embodiment of a method for color control of a backlighting system 300. Box 302 describes activating a source of white light for each segment of the backlighting system 200 during a first operative mode. In one exemplary embodiment, activating a
10 source of white light for each segment includes 1) calculating optimum duty cycle ratios for each segment 108-118 based on factory calibration data and feedback from the color sensors 406, and 2) sending the optimum duty cycle ratios to the PWM controllers 218 of each segment 102-118.

[050] After activating a source of white light for each segment, 246, of the backlighting system, 200, during a first operative mode, the source of
15 white light for each segment, 246, of the backlighting system, 200, is maintained during a second operative mode. Box 304 describes monitoring the source of white light for each segment, 246, of the backlighting system 200 during the second operative mode. In one exemplary embodiment the
20 source of white light for each segment 246 of the backlighting system 200 is monitored on each cycle of the microcontroller 240 by measuring the intensity value of the LED with the highest intensity for each segment 246.

[051] As illustrated in boxes 306 and 308, if the intensity of an LED with the highest intensity for each segment 246 is below a threshold, the duty
25 cycle ratio for these segments is corrected. During the second mode of

operation when the duty cycle ratio for these segments is corrected, the system operates in open loop mode.

[052] As illustrated in box 306, if the intensity of an LED with the highest intensity for each segment is not below a threshold, the duty cycle ratio does not need to be recalculated. Instead video data is loaded into a video processor 204 as illustrated in box 310.

[053] During the third operative mode, video data is loaded into video processor 204. The video processor 204 alone or the video processor 204 and the microcontroller 240 together determine which segments need to be scaled up or down. After it is determined which segments should be scaled up or down, a scaling index is calculated for each of the selected segments. This is illustrated in box 312.

[054] After calculating a scaled duty cycle ratio for selected segments based on the loaded video data, the microcontroller 240 transfers the scaled duty cycle ratios to the PWM controllers 218 of the respective segments 102-118. The PWM controllers 218 then drive the light sources 210 of their respective segments 102-118 based on the scaled duty cycle ratios. This is illustrated in box 314. Scaling down a segment dims that particular segment. Scaling a duty cycle ratio only changes the intensity of the white light generated; it does not change the spectral content of the white light.

[055] An advantage of reducing the intensity of a particular segment is that a higher contrast ratio may be achieved in the backlighting system 200. Another advantage of reducing the intensity of a particular segment is that power used by the backlighting system 200 is reduced.

[056] After the PWM controller 218 drives the light source 210 based on the scaled duty cycle ratios, the microcontroller 240 returns to monitoring an intensity value of an LED with the highest intensity for each segment, 246, of the backlighting system, 200, at each clock cycle of the microcontroller 240.

5 **[057]** Various computer readable or executable code or electronically executable instructions may be used to create an exemplary embodiment of the method of color control in a backlighting system 200. These may be implemented in any suitable manner, such as software, firmware, hard-wired electronic circuits, or as the programming in a gate array, etc. Software may
10 be programmed in any programming language, such as machine language, assembly language, or high-level languages such as C or C++. The computer programs may be interpreted or compiled.

[058] Computer readable or executable code or electronically executable instructions may be tangibly embodied on any computer-readable
15 storage medium or in any electronic circuitry for use by or in connection with any instruction-executing device, such a general purpose processor, software emulator, application-specific circuit, a circuit made of logic gates, etc. that can access or embody, and execute, the code or instructions.

[059] Methods described and claimed herein may be performed by the
20 execution of computer readable or executable code or electronically executable instructions, tangibly embodied on any computer-readable storage medium or in any electronic circuitry as described above.

[060] A storage medium for tangibly embodying computer readable or executable code or electronically executable instructions includes any means
25 that can store the code or instructions for use by or in connection with the

instruction-executing device. For example, the storage medium may include (but is not limited to) any electronic, magnetic, optical, or other storage device. The storage medium may even comprise an electronic circuit, with the code or instructions represented by the design of the electronic circuit. Specific
5 examples include magnetic or optical disks, both fixed and removable, semiconductor memory devices such as a memory card and read-only memories (ROMs), including programmable and erasable ROMs, non-volatile memories (NMMs), optical fibers, etc. Storage media for tangibly embodying code or instructions also include printed media such as computer printouts on
10 paper which may be optically scanned to retrieve the code or instructions, which may in turn be parsed, compiled, assembled, stored and executed by an instruction-executing device.

[061] The above-described embodiments of the present invention have been directed to use with an LCD. However, embodiments intended for
15 other applications can also be constructed. For example, color control is of extreme interest in applications such as lighting of cosmetic counters, and food outlets.

[062] The foregoing description has been presented for purposes of illustration and description. It is not intended to be exhaustive or to limit the
20 invention to the precise form disclosed, and other modifications and variations may be possible in light of the above teachings. The exemplary embodiments were chosen and described in order to best explain the applicable principles and their practical application to thereby enable others skilled in the art to best utilize various embodiments and various modifications as are suited to the
25 particular use contemplated. It is intended that the appended claims be

construed to include other alternative embodiments except insofar as limited by the prior art.

CLAIMS

What is claimed is:

5 1) A method of color control in a backlighting system comprising a plurality of light sources, a plurality of color sensors, a plurality of PWM controllers and a video input for receiving video data, said method comprising:

activating the plurality of light sources during a first operative mode to produce white light;

10 controlling the plurality of light sources during a second operative mode to produce the white light.

2) The method of claim 1 further comprising:

changing the intensity of the white light during a third operative mode;

15 wherein changing the intensity of the white light is based in part on the video data during the third operative mode.

3) The method of claim 1 further comprising:

changing a color point of the white light during a third operative mode;

20 wherein changing the color point of the white light is based in part on the video data during the third operative mode.

4) The method of claim 1 wherein the plurality of light sources comprise at

25 least one red LED, at least one green LED, and at least one blue LED.

5) The method of claim 1 wherein the plurality of light sources comprises at least one white LED.

6) The method of claim 4 further comprising:

measuring a spectral content from the plurality of light sources during the first operative mode;

calculating a first duty cycle ratio for the segment based on the spectral content from the plurality of light sources and factory calibration data during the first operative mode;

sending the first duty cycle ratio for the segment to a PWM controller in the segment during the first operative mode.

7) The method of claim 4 wherein controlling the white light for the segment of the backlighting system during the second operative mode comprises:

determining a brightest LED;

calculating a second duty cycle ratio for the segment if the brightest LED is below a predetermined value.

8) The method of claim 2 wherein changing the intensity of the white light for the segment of the backlighting system during a third operative mode comprises:

determining a scaling index for the plurality of light sources;

calculating a third duty cycle ratio based on the scaling index;

wherein the third duty cycle ratio is transferred to the PWM controller during the third operative mode.

9) The method of claim 8 further comprising driving the plurality of light sources with the third duty cycle ratio when a sync trigger signal is communicated to the segment.

10) An apparatus for color control in a backlighting system comprising:

an input for receiving video data;

at least one segment comprising at least one light source, a PWM controller, and one or more color sensors;

wherein the one or more color sensors are localized to receive light emitted by the at least one light source;

wherein the PWM controller is electrically connected to the at least one light source and the one or more color sensors;

wherein the at least one light source is activated during a first operative mode to produce white light;

wherein a spectral content of the white light is controlled during a second operative mode.

11) The apparatus of claim 10 wherein an intensity of the white light is changed based on the video data during a third operative mode.

12) The apparatus of claim 10 wherein a color point of the white light is changed based on the video data during a third operative mode.

13) The apparatus of claim 11 wherein the at least one light source comprises at least one red LED, at least one green LED, and at least one blue LED.

14) The apparatus of claim 10 wherein the at least one light source comprises at least one white LED.

15) The apparatus of claim 13 wherein a duty cycle ratio for the at least one red LED, the at least one green LED, and the at least one blue LED is calculated based on the spectral content measured from the at least one red LED, the at least one green LED, and the at least one blue LED during a first operative mode.

16) The apparatus of claim 15 wherein the calculated duty cycle ratio for the at least one red LED, the at least one green LED, and the at least one blue LED is transferred to the PWM controller during the first operative mode.

17) The apparatus of claim 13 wherein controlling the spectral content of the white light during the second operative mode comprises:

determining a brightest LED;

calculating a second duty cycle ratio for the segment if the brightest LED is below a predetermined value.

18) The apparatus of claim 13 wherein changing the intensity of the white light during a third operative mode based on the video data comprises:

determining a scaling index for the at least one light source;

calculating a third duty cycle ratio based on the scaling index;

wherein the third duty cycle ratio is transferred to the PWM controller during the third operative mode.

19) The method of claim 18 further comprising driving the at least one light source with the third duty cycle ratio when a sync trigger signal is communicated to the segment.

20) An apparatus for color control in a backlighting system comprising:

at least one computer readable medium; and

a computer readable program code stored on said at least one computer readable medium, said computer readable program code comprising;

code for activating a plurality of light sources during a first operative mode to produce white light;

code for controlling the plurality of light sources during a second operative mode to produce light;

code for reducing the intensity of the white light during a third operative mode wherein reducing the intensity of white light is based in part on video data.

1. Abstract

In an embodiment, the invention provides a method of color control in a backlighting system comprising a plurality of light sources, a plurality of color sensors, a plurality of PWM controllers, and a video input for receiving video data. The plurality of light sources is activated during a first operative mode to produce white light. The plurality of light sources is controlled during a second operative mode to produce white light.

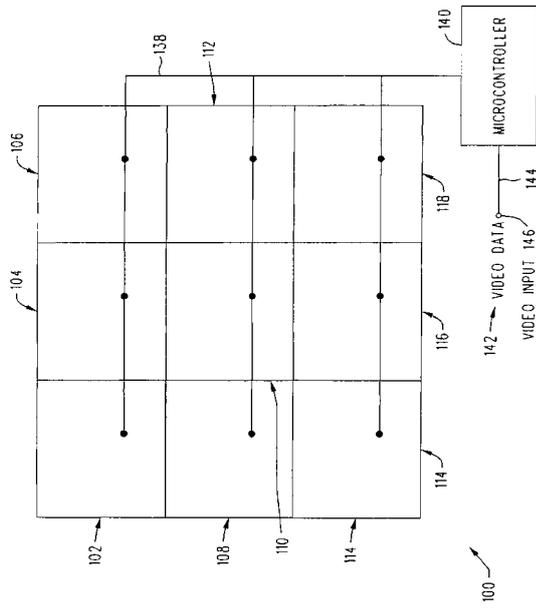


FIG. 1

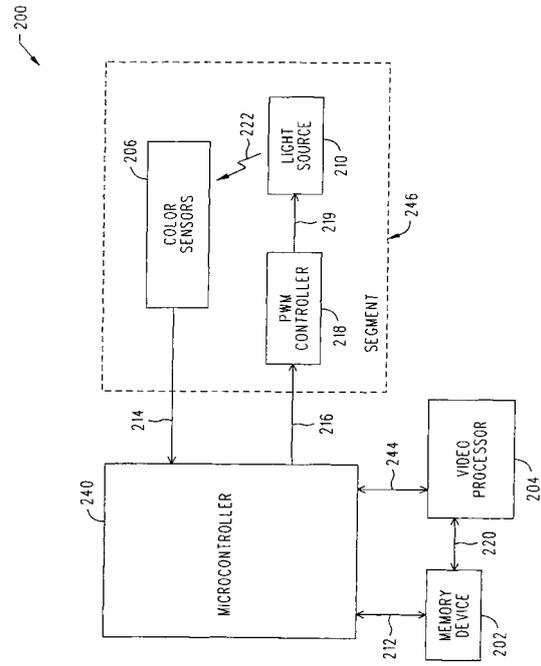


FIG. 2

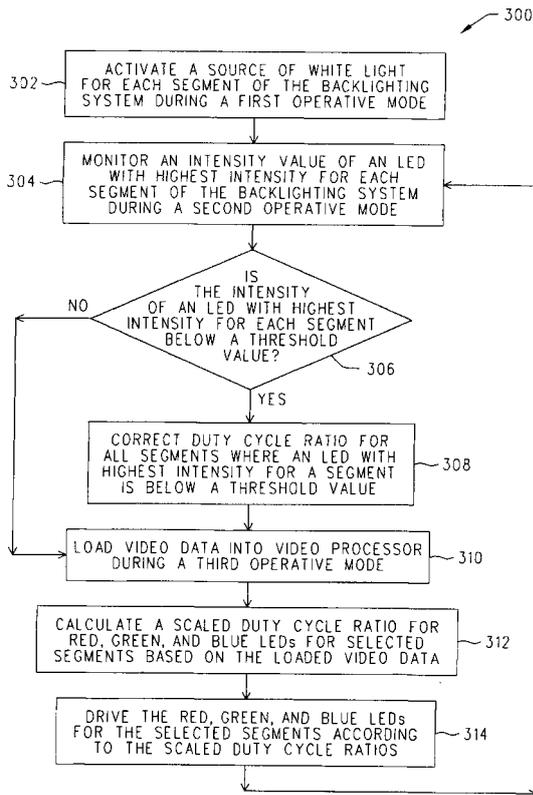


FIG. 3

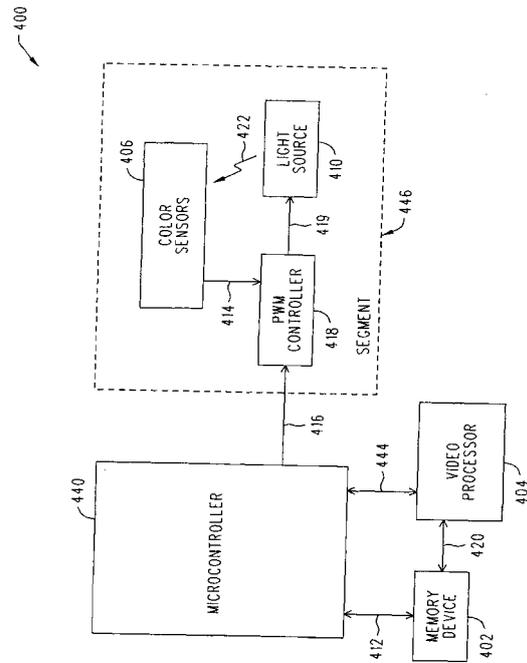


FIG. 4