

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5593921号  
(P5593921)

(45) 発行日 平成26年9月24日 (2014. 9. 24)

(24) 登録日 平成26年8月15日 (2014. 8. 15)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/36 (2006.01)  
 G09G 3/20 (2006.01)  
 G09G 3/34 (2006.01)  
 G02F 1/133 (2006.01)

G09G 3/36  
 G09G 3/20 650M  
 G09G 3/20 631V  
 G09G 3/20 632F  
 G09G 3/20 612U

請求項の数 9 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-168579 (P2010-168579)  
 (22) 出願日 平成22年7月27日 (2010. 7. 27)  
 (65) 公開番号 特開2012-27405 (P2012-27405A)  
 (43) 公開日 平成24年2月9日 (2012. 2. 9)  
 審査請求日 平成25年7月16日 (2013. 7. 16)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100098785  
 弁理士 藤島 洋一郎  
 (74) 代理人 100109656  
 弁理士 三反崎 泰司  
 (74) 代理人 100130915  
 弁理士 長谷部 政男  
 (74) 代理人 100155376  
 弁理士 田名網 孝昭  
 (72) 発明者 菊地 健  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内

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】

光源部と、

各々が、R（赤）、G（緑）、B（青）の3色のサブ画素と、これらの3色よりも高輝度を示す色であるZのサブ画素とを含んで構成された複数の画素を有し、前記光源部からの射出光を前記R、G、Bの3色に対応する入力映像信号に基づいて変調することにより映像表示を行う液晶表示パネルと、

前記入力映像信号に基づいて、前記R、G、B、Zの4色に対応する出力映像信号と前記光源部における点灯信号とをそれぞれ生成する出力信号生成部を有し、前記出力映像信号を用いて前記液晶表示パネルにおける前記R、G、B、Zの各サブ画素に対する表示駆動を行うと共に、前記点灯信号を用いて前記光源部に対する発光駆動を行う表示制御部とを備え、

前記出力信号生成部は、

前記入力映像信号に基づいて前記点灯信号を生成し、前記入力映像信号の信号レベルとこの点灯信号の信号レベルとの演算によるディミング処理を行うと共に、

前記入力映像信号が白を示す映像信号であるときに、前記光源部からの射出光に基づいて前記液晶表示パネルから射出される表示光の色度点が白色色度点となるように、前記ディミング処理後の映像信号に対して所定の色度点調整を行い、

この色度点調整後の映像信号に対して所定の色変換処理を行うことにより、前記出力映像信号を生成する

10

20

液晶表示装置。

【請求項 2】

前記出力信号生成部は、前記色変換処理の際に、

前記出力映像信号のうちの前記 Z のサブ画素用の映像信号である Z 信号の信号レベルと、この Z 信号の信号レベルを前記 R , G , B の各サブ画素用の映像信号に置き換えた場合における各映像信号の信号レベルと、の関係における非線形性に応じて予め用意された第 1 のルックアップテーブル ( L U T ) を用いる

請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記出力信号生成部は、前記出力映像信号を構成する各サブ画素用の映像信号の信号レベル間の偏りが抑えられるように、前記色変換処理を行う

請求項 1 または請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記出力信号生成部は、前記色変換処理の際に、

前記出力映像信号を構成する各サブ画素用の映像信号の信号レベルが所定の上限値を超えないように、信号レベルの制限処理を行う

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記出力信号生成部は、前記点灯信号を生成する際に、

前記入力映像信号の色度と、その色度において表現可能な最大信号レベルもしくはその最大信号レベルの逆数と、の関係を予め規定してなる第 2 のルックアップテーブル ( L U T ) を用いる

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記第 2 のルックアップテーブルにおいて、前記入力映像信号の色度変化に対する前記点灯信号の信号レベルの変化量が、所定の閾値以下に制限されている

請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

各画素は、

前記 R , G , B の 3 色のサブ画素と、

前記 Z のサブ画素としての W ( 白 ) のサブ画素とを含む

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記 3 色のサブ画素には、R , G , B の各色に対応するカラーフィルタが配設される一方、前記 W のサブ画素には、カラーフィルタが配設されていない

請求項 7 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

各画素は、

前記 R , G , B の 3 色のサブ画素と、

前記 Z のサブ画素としての Y ( 黄色 ) のサブ画素とを含む

請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、例えば、赤 ( R ) , 緑 ( G ) , 青 ( B ) , 白 ( W ) の 4 色のサブ画素からなるサブ画素構造を有する液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

近年、薄型テレビ、携帯端末装置のディスプレイとして、画素毎に T F T ( Thin Film Transistor ; 薄膜トランジスタ ) を設けたアクティブマトリクス型の液晶表示装置 ( L C

10

20

30

40

50

D ; Liquid Crystal Display) が多く用いられている。このような液晶表示装置では、一般に、画面上部から下部に向かって、各画素の補助容量素子および液晶素子に映像信号が線順次書き込まれることにより各画素が駆動される。

【 0 0 0 3 】

液晶表示装置における映像表示の際の低消費電力化を図るため、従来、液晶表示パネルにおける各画素を4色のサブ画素(サブピクセル)を用いて構成したものが提案されている(例えば、特許文献1~3参照)。この4色のサブ画素とは、具体的には、赤(R), 緑(G), 青(B)の3色のサブ画素と、これらの3色よりも高輝度を示す色(Z; 例えば白(W)や黄(Y)など)のサブ画素とのことである。このような4色のサブ画素用の映像信号を用いて映像表示を行った場合、従来のR, G, Bの3色のサブ画素構造の各画素に対してこれら3色用の映像信号を供給して映像表示を行う場合と比べ、輝度効率を向上させることができる。

10

【 0 0 0 4 】

また、上記特許文献3には、表示映像に応じて(映像信号の信号レベルに応じて)、バックライトの輝度をアクティブ(動的)に制御する(ディミング処理を行う)ようにした液晶表示装置も提案されている。この手法を用いた場合、表示輝度を保持しつつ、低消費電力化やダイナミックレンジの拡大を図ることが可能となる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

20

【 特許文献 1 】 特公平 4 - 5 4 2 0 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 4 - 3 5 5 7 2 2 号公報

【 特許文献 3 】 特許第 4 3 5 4 4 9 1 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

ところで、液晶表示装置では、バックライトから液晶層へ入射した光が映像信号の信号レベルに応じて変調され、透過光(表示光)の光量(輝度)が制御される。この液晶層からの透過光の分光特性は一般に階調依存性を示すことが知られており、映像信号の信号レベルが低くなるのに従って、透過率ピークが短波長側(青色光側)にシフトする。ここで、従来のR, G, Bの3色のサブ画素構造では、所定の波長領域の光を選択的に透過させるためのカラーフィルタが各サブ画素に配置されている。したがって、各色用の映像信号における最大信号レベルでの色度点を基準とした場合でも、上記した透過率ピークの波長シフトによって大きな弊害は生じない。

30

【 0 0 0 7 】

一方で、上記した4色のサブ画素構造を用いた液晶表示装置では、Zのサブ画素において高輝度特性を示すことから、このZのサブ画素からの透過光の分光特性が、映像信号の信号レベルに応じて大きく変化する。このため、画素全体からの透過光(表示光)の色度点も、映像信号の信号レベルに依存して大きくずれることになる。特に、Zのサブ画素としてWのサブ画素を採用した場合には、このWのサブ画素内にはカラーフィルタが配置されていないことから、このような信号レベルに応じた表示光の色度点の変動が大きい。例えば、Wのサブ画素における透過率が相対的に高い液晶分光特性を示すように、つまりGの波長領域付近に透過率ピークが位置するように、Wのサブ画素でのセル厚や駆動電圧を設定した場合、以下ようになる。すなわち、Wのサブ画素での最大信号レベルよりも低い信号レベルにおいて、Bの波長領域に透過率ピークを持つようになる。

40

【 0 0 0 8 】

このように、R, G, B, Zの4色のサブ画素構造の液晶表示装置では、信号レベルに応じてWのサブ画素における透過率ピークの変動が生じると、以下のような非線形性を示すことになる。具体的には、Zのサブ画素用の映像信号(Z信号)の信号レベルと、このZ信号の信号レベルをR, G, Bの各サブ画素用の映像信号の信号レベルに置き換えた場

50

合における各映像信号の信号レベルとの関係において、非線形性を示すことになる。

【 0 0 0 9 】

そして、このような非線形性を示す場合において、上記したバックライト輝度のアクティブ制御（ディミング処理）を行うと、場合によっては、映像信号の信号レベルも非線形に変化して色度点の変動（色ずれ）が生じ、画質が低下してしまう。また、そのような色ずれによる画質低下を抑えようとする、信号処理の際に、非線形性に起因して複雑な演算処理を要することになり、装置構成が複雑化してしまう。

【 0 0 1 0 】

このようにして従来の液晶表示装置では、R，G，B，Zの4色のサブ画素構造を用いて映像表示を行う際に、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつディミング処理を実現するのが困難であり、改善するための手法の提案が望まれていた。

10

【 0 0 1 1 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、R，G，B，Zの4色のサブ画素構造を用いて映像表示を行う際に、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつ、ディミング処理を実現することが可能な液晶表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明の液晶表示装置は、光源部と、各々が、R（赤），G（緑），B（青）の3色のサブ画素と、これらの3色よりも高輝度を示す色であるZのサブ画素とを含んで構成された複数の画素を有し、光源部からの射出光をR，G，Bの3色に対応する入力映像信号に基づいて変調することにより映像表示を行う液晶表示パネルと、入力映像信号に基づいて、R，G，B，Zの4色に対応する出力映像信号と光源部における点灯信号とをそれぞれ生成する出力信号生成部を有し、出力映像信号を用いて液晶表示パネルにおけるR，G，B，Zの各サブ画素に対する表示駆動を行うと共に、点灯信号を用いて光源部に対する発光駆動を行う表示制御部とを備えたものである。上記出力信号生成部は、入力映像信号に基づいて点灯信号を生成し、入力映像信号の信号レベルとこの点灯信号の信号レベルとの演算によるディミング処理を行うと共に、入力映像信号が白を示す映像信号であるときに、光源部からの射出光に基づいて液晶表示パネルから射出される表示光の色度点が白色色度点となるように、上記ディミング処理後の映像信号に対して所定の色度点調整を行い、この色度点調整後の映像信号に対して所定の色変換処理を行うことにより、出力映像信号を生成する。

20

30

【 0 0 1 3 】

本発明の液晶表示装置では、R，G，Bの3色に対応する入力映像信号に基づいて、R，G，B，Zの4色に対応する出力映像信号と、光源部における点灯信号とがそれぞれ生成され、出力映像信号を用いてR，G，B，Zの各サブ画素に対する表示駆動が行われると共に、点灯信号を用いて光源部に対する発光駆動が行われる。この際、入力映像信号に基づいて点灯信号が生成され、入力映像信号の信号レベルとこの点灯信号の信号レベルとの演算によるディミング処理がなされた後、このディミング処理後の映像信号に基づいて所定の色変換処理が行われることにより、出力映像信号が生成される。すなわち、R，G，Bの3色に対応する入力映像信号の段階で、点灯信号の生成およびディミング処理がなされた後に、色変換処理によってR，G，B，Zの4色に対応する出力映像信号が生成される。これにより、逆に、色変換処理によってR，G，B，Zの映像信号を生成した後に点灯信号の生成およびディミング処理を行う場合とは異なり、Zのサブ画素からの出射光におけるピーク波長領域の変動（Zのサブ画素用の映像信号（Z信号）の信号レベルと、このZ信号の信号レベルをR，G，Bの各サブ画素用の映像信号に置き換えた場合における各映像信号の信号レベルとの関係における非線形性）に起因した表示光の色ずれが、簡易な演算処理（ディミング処理）によって抑えられる。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明の液晶表示装置によれば、R，G，Bの3色に対応する入力映像信号に基づいて

50

点灯信号を生成すると共に入力映像信号の信号レベルとこの点灯信号の信号レベルとの演算によるディミング処理を行った後に、このディミング処理後の映像信号に基づいて所定の色変換処理が行うことによってR、G、B、Zの4色に対応する出力映像信号を生成するようにしたので、上記非線形性に起因した表示光の色ずれを、簡易な演算処理（ディミング処理）によって抑えることができる。よって、R、G、B、Zの4色のサブ画素構造を用いて映像表示を行う際に、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつディミング処理を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施の形態に係る液晶表示装置の全体構成を表すブロック図である。

10

【図2】図1に示した画素のサブ画素構造例を表す平面模式図である。

【図3】図2に示した各サブ画素の詳細構成例を表す回路図である。

【図4】図1に示した出力信号生成部の詳細構成を表すブロック図である。

【図5】図4に示したRGB/RGBW変換部の詳細構成を表すブロック図である。

【図6】RGB/RGBW変換の際の信号レベルの制限処理の一例について説明するための特性図である。

【図7】比較例に係るW信号の信号レベルに応じた分光透過率の波長依存性の一例を示す特性図である。

【図8】比較例に係るR、G、B、Wの各サブ画素における分光透過率の波長依存性の一例を示す特性図である。

20

【図9】RGBWサブ画素構造における理想的な色再現特性の一例をHSV色空間において表す特性図である。

【図10】比較例に係るRGBWサブ画素構造における色再現特性の一例をHSV色空間において表す特性図である。

【図11】比較例に係るRGBWサブ画素構造におけるW信号の信号レベルと、このW信号の信号レベルをR、G、B信号に置き換えた場合の信号レベルとの関係の一例を表す特性図である。

【図12】変形例1に係るBLレベル算出部において用いられる共通LUTの一例を表す特性図である。

【図13】変形例2に係るBLレベル算出部の詳細構成例を表すブロック図である。

30

【図14】図13に示したBLレベル算出部において用いられるR用LUTの一例を表す特性図である。

【図15】図13に示したBLレベル算出部において用いられるG用LUTの一例を表す特性図である。

【図16】図13に示したBLレベル算出部において用いられるB用LUTの一例を表す特性図である。

【図17】図13に示したBLレベル算出部において用いられるR用LUTの他の例を表す特性図である。

【図18】図13に示したBLレベル算出部において用いられるG用LUTの他の例を表す特性図である。

40

【図19】図13に示したBLレベル算出部において用いられるB用LUTの他の例を表す特性図である。

【図20】変形例3に係る画素のサブ画素構造例を表す平面模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1．実施の形態（RGBWパネルを用いた液晶表示装置の例）

2．変形例

50

変形例 1 ( B L レベル算出部において、 R , G , B に共通の L U T を用いる例 )

変形例 2 ( B L レベル算出部において、 R , G , B ごとに個別の L U T を用いる例 )

変形例 3 ( R G B Z パネルを用いた液晶表示装置の例 )

【 0 0 1 7 】

< 実施の形態 >

[ 液晶表示装置 1 の全体構成 ]

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る液晶表示装置 ( 液晶表示装置 1 ) の全体のブロック構成を表すものである。

【 0 0 1 8 】

液晶表示装置 1 は、外部から入力される入力映像信号 D in に基づいて映像表示を行うものである。この液晶表示装置 1 は、液晶表示パネル 2、バックライト 3 ( 光源部 )、映像信号処理部 4 1、出力信号生成部 4 2、タイミング制御部 4 3、バックライト駆動部 5 0、データドライバ 5 1 およびゲートドライバ 5 2 を有している。これらのうち、映像信号処理部 4 1、出力信号生成部 4 2、タイミング制御部 4 3、バックライト駆動部 5 0、データドライバ 5 1 およびゲートドライバ 5 2 が、本発明における「表示制御部」の一具体例に対応している。

10

【 0 0 1 9 】

液晶表示パネル 2 は、後述するバックライト 3 から射出された光を入力映像信号 D in に基づいて変調することにより、この入力映像信号 D in に基づく映像表示を行うものである。この液晶表示パネル 2 は、全体としてマトリクス状に配列された複数の画素 2 0 を有している。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 ( A )、( B ) はそれぞれ、各画素 2 0 におけるサブ画素 ( サブピクセル ) 構造例を平面模式図で表わしたものである。各画素 2 0 は、赤 ( R ) 色に対応するサブ画素 2 0 R と、緑 ( G ) 色に対応するサブ画素 2 0 G と、青 ( B ) 色に対応するサブ画素 2 0 B と、これらの 3 色よりも高輝度を示す白 ( W ) のサブ画素 2 0 W とを有している。これら R、G、B、W の 4 色のサブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W のうち、R、G、B の 3 色に対応するサブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B には、R、G、B の各色に対応するカラーフィルタ 2 4 R、2 4 G、2 4 B が配設されている。すなわち、R に対応するサブ画素 2 0 R には R に対応するカラーフィルタ 2 4 R が配設され、G に対応するサブ画素 2 0 G には G に対応するカラーフィルタ 2 4 G が配設され、B に対応するサブ画素 2 0 B には B に対応するカラーフィルタ 2 4 B が配設されている。一方、W に対応するサブ画素 2 0 W には、カラーフィルタは配設されていない。

30

【 0 0 2 1 】

ここで、図 2 ( A ) に示した例では、画素 2 0 内において、4 つのサブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W が、この順に一行に ( 例えば水平 ( H ) 方向に沿って ) 並んで配置されている。一方、図 2 ( B ) に示した例では、画素 2 0 内において、4 つのサブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W が、2 行 × 2 列でマトリクス状 ( 格子状 ) に配置されている。ただし、画素 2 0 内における 4 つのサブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W の配置構成は、これらの例には限られず、他の配置構成としてもよい。

40

【 0 0 2 2 】

本実施の形態の画素 2 0 では、このような 4 色のサブ画素構造となっていることにより、詳細は後述するが、従来の R、G、B の 3 色のサブ画素構造の場合と比べ、映像表示の際の輝度効率を向上させることが可能となっている。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、各サブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W 内の画素回路の回路構成例を表したものである。各サブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W は、液晶素子 2 2、T F T 素子 2 1 および補助容量素子 2 3 を有している。各サブ画素 2 0 R、2 0 G、2 0 B、2 0 W には、駆動対象の画素を線順次で選択するためのゲート線 G と、駆動対象の画素に対して映像電圧 ( 後述するデータドライバ 5 1 から供給される映像電圧 ) を供給するためのデ

50

ータ線Dと、補助容量線Csとが接続されている。

【0024】

液晶素子22は、データ線DからTFT素子21を介して一端に供給される映像電圧に応じて、表示動作を行うものである。この液晶素子22は、例えばVA (Vertical Alignment) モードやTN (Twisted Nematic) モードの液晶よりなる液晶層 (図示せず) を、  
10 一対の電極 (図示せず) で挟み込んだものである。液晶素子22における一対の電極のうちの一方 (一端) は、TFT素子21のドレインおよび補助容量素子23の一端に接続され、他方 (他端) は接地されている。補助容量素子23は、液晶素子22の蓄積電荷を安定化させるための容量素子である。この補助容量素子23の一端は、液晶素子22の一端およびTFT素子21のドレインに接続され、他端は補助容量線Csに接続されている。  
TFT素子21は、液晶素子22および補助容量素子23の一端同士に対し、映像信号D1に基づく映像電圧を供給するためのスイッチング素子であり、MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor - Field Effect Transistor) により構成されている。このTFT素子21のゲートはゲート線G、ソースはデータ線Dにそれぞれ接続されると共に、ドレインは液晶素子22および補助容量素子23の一端同士に接続されている。

【0025】

バックライト3は、液晶表示パネル2に対して光を照射する光源部であり、例えば発光素子として、冷陰極管 (CCFL; Cold Cathode Fluorescent Lamp) や、発光ダイオード (LED; Light Emitting Diode) などを用いて構成されている。バックライト3は、  
20 詳細は後述するが、入力映像信号Dinの輝度レベル (信号レベル) に応じた発光駆動 (発光輝度のアクティブ制御 (動的制御)) がなされるようになっている。

【0026】

映像信号処理部41は、R, G, Bの3原色に対応する画素信号からなる入力映像信号Dinに対して、例えば高画質化のための所定の画像処理 (例えば、シャープネス処理やガンマ補処理など) を行うものである。これにより、R, G, Bの3色に対応する画素信号からなる映像信号D1 (R用の画素信号D1r, G用の画素信号D1g, B用の画素信号D1b) が生成されるようになっている。

【0027】

出力信号生成部42は、映像信号処理部41から供給される映像信号D1 (D1r, D1g, D1b) に基づいて、後述する所定の信号処理を行うものである。これにより、バックライト3における発光レベル (点灯レベル) を示す点灯信号BL1と、映像信号D4 (R用の画素信号D4r, G用の画素信号D4g, B用の画素信号D4b, W用の画素信号D4w) (出力映像信号) とがそれぞれ生成されるようになっている。この際、本実施の形態では、映像信号D1に基づいて点灯信号BL1を生成し、映像信号D1とこの点灯信号BL1とに基づいて、後述する所定のディミング処理を行う。そして、このディミング処理後の映像信号 (後述する映像信号D2) に基づいて後述する所定の色変換処理を行うことにより、映像信号D4を生成している。なお、この出力信号生成部42の詳細構成については後述する (図4~図6)。

【0028】

タイミング制御部43は、バックライト駆動部50、ゲートドライバ52およびデータドライバ51の駆動タイミングを制御すると共に、出力信号生成部42から供給される映像信号D4をデータドライバ51へ供給するものである。

【0029】

ゲートドライバ52は、タイミング制御部43によるタイミング制御に従って、液晶表示パネル2内の各画素20 (各サブ画素20R, 20G, 20B, 20W) を、前述したゲート線Gに沿って線順次駆動するものである。一方、データドライバ51は、液晶表示パネル2の各画素20 (各サブ画素20R, 20G, 20B, 20W) へそれぞれ、タイミング制御部43から供給される、映像信号D4に基づく映像電圧を供給するものである。すなわち、サブ画素20RにはR用の画素信号D4rを供給し、サブ画素20GにはG用の画素信号D4gを供給し、サブ画素20BにはB用の画素信号D4bを供給し、サブ  
50

画素 20W には W 用の画素信号  $D_{4w}$  を供給する。具体的には、データドライバ 51 は、映像信号 D4 に対して D/A (デジタル/アナログ) 変換を施すことにより、アナログ信号である映像信号 (上記映像電圧) を生成し、各画素 20 (各サブ画素 20R, 20G, 20B, 20W) へ出力する。このようにして、映像信号 D4 に基づく表示駆動が、液晶表示パネル 2 内の各画素 20 (各サブ画素 20R, 20G, 20B, 20W) に対してなされるようになっている。

#### 【0030】

バックライト駆動部 50 は、タイミング制御部 43 によるタイミング制御に従って、出力信号生成部 42 から出力される点灯信号 BL1 に基づく、バックライト 3 に対する発光駆動 (点灯駆動) を行うものである。具体的には、詳細は後述するが、入力映像信号 Din の輝度レベル (信号レベル) に応じた発光駆動 (発光輝度のアクティブ制御 (動的制御)) を行う。

#### 【0031】

[出力信号生成部 42 の詳細構成]

次に、図 4 ~ 図 6 を参照して、出力信号生成部 42 の詳細構成について説明する。図 4 は、出力信号生成部 42 のブロック構成を表したものである。この出力信号生成部 42 は、BL レベル算出部 421、LCD レベル算出部 422、色度点調整部 423 および RGB/RGBW 変換部 424 を有している。

#### 【0032】

BL レベル算出部 421 は、映像信号 D1 ( $D_{1r}$ ,  $D_{1g}$ ,  $D_{1b}$ ) に基づいて、バックライト 3 における点灯信号 BL1 を生成するものである。具体的には、映像信号 D1 の輝度レベル (信号レベル) を解析することにより、その輝度レベルに応じた点灯信号 BL1 を得るようになっている。なお、この BL レベル算出部 421 における点灯信号 BL1 の生成動作の詳細については、後述する。

#### 【0033】

LCD レベル算出部 422 は、映像信号 D1 ( $D_{1r}$ ,  $D_{1g}$ ,  $D_{1b}$ ) と、BL レベル算出部 421 から出力される点灯信号 BL1 とに基づいて、映像信号 D2 (R 用の画素信号  $D_{2r}$ , G 用の画素信号  $D_{2g}$ , B 用の画素信号  $D_{2b}$ ) を生成するものである。具体的には、映像信号 D1 と点灯信号 BL1 とに基づいて所定のディミング処理を行う (ここでは、映像信号 D1 の信号レベルを点灯信号 BL1 の信号レベルで除算する) ことにより、映像信号 D2 を生成している。詳細には、LCD レベル算出部 422 は以下の (1) ~ (3) 式を用いて、映像信号 D2 を生成する。

$$D_{2r} = (D_{1r} / BL1) \quad \dots\dots (1)$$

$$D_{2g} = (D_{1g} / BL1) \quad \dots\dots (2)$$

$$D_{2b} = (D_{1b} / BL1) \quad \dots\dots (3)$$

#### 【0034】

色度点調整部 423 は、映像信号 D2 ( $D_{2r}$ ,  $D_{2g}$ ,  $D_{2b}$ ) に対して所定の色度点調整を行うことにより、映像信号 D3 ( $D_{3r}$ ,  $D_{3g}$ ,  $D_{3b}$ ) を生成するものである。具体的には、映像信号 D2 ( $D_{1r}$ ) が白 (W) を示す映像信号であるときに、バックライト 3 からの射出光に基づいて液晶表示パネル 2 から射出される表示光の色度点が白色色度点となるように、色度点調整を行う。なお、「映像信号 D2 ( $D_{1r}$ ) が W を示す映像信号であるとき」とは、各画素信号の  $D_{2r}$ ,  $D_{2g}$ ,  $D_{2b}$  ( $D_{1r}$ ,  $D_{1g}$ ,  $D_{1b}$ ) の輝度レベル (信号レベル, 輝度階調) がいずれも最大値となっている場合に相当する。

#### 【0035】

この際、色度点調整部 423 は、例えば以下の (4) 式により規定される変換行列 (変換マトリクス)  $M_{d2 \rightarrow d3}$  を用いて、そのような色度点調整を行う。すなわち、映像信号 D2 (画素信号  $D_{2r}$ ,  $D_{2g}$ ,  $D_{2b}$ ) に対して変換行列  $M_{d2 \rightarrow d3}$  を乗算する (行列演算を行う) ことにより、映像信号 D3 (画素信号  $D_{3r}$ ,  $D_{3g}$ ,  $D_{3b}$ ) を生成する。ここで、この変換行列  $M_{d2 \rightarrow d3}$  は、(4) 式に示したように、変換行列  $M_{d2 \rightarrow XYZ}$  と変換行



列  $M_{XYZ \rightarrow d3}$  との乗算（行列演算）により得ることができる。これらのうち、変換行列  $M_{d2 \rightarrow XYZ}$  は、白色色度点における、映像信号  $D2$  から 3 刺激値（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）への変換行列である。一方、変換行列  $M_{XYZ \rightarrow d3}$  は、この 3 刺激値（ $X$ ， $Y$ ， $Z$ ）から映像信号  $D3$  への変換行列であり、以下の（5）式を用いて求めることができる。この（5）式において、（ $X_w$ ， $Y_w$ ， $Z_w$ ）は、サブ画素  $20W$  における 3 刺激値を表し、（ $W_r$ ， $W_g$ ， $W_b$ ）は、サブ画素  $20W$  用の映像信号（ $W$  信号）の信号レベルを各サブ画素  $20R$ ， $20G$ ， $20B$  用の映像信号に置き換えた場合における、各映像信号の信号レベルを表している。

【0036】

【数 1】

10

$$M_{d2 \rightarrow d3} = (M_{d2 \rightarrow XYZ}) \times (M_{XYZ \rightarrow d3}) \quad \cdots \cdots (4)$$

$$\begin{pmatrix} W_r \\ W_g \\ W_b \end{pmatrix} = M_{XYZ \rightarrow d3} \begin{pmatrix} X_w \\ Y_w \\ Z_w \end{pmatrix} \quad \cdots \cdots (5)$$

【0037】

（ $A$ ：RGB/RGBW変換部424について）

RGB/RGBW変換部424は、色度点調整部423から出力される、 $R$ ， $G$ ， $B$ の3色に対応する映像信号  $D3$ （ $D3r$ ， $D3g$ ， $D3b$ ）に対して、所定のRGB/RGBW変換処理（色変換処理）を行うものである。これにより、 $R$ ， $G$ ， $B$ ， $W$ の4色に対応する映像信号  $D4$ （ $D4r$ ， $D4g$ ， $D4b$ ， $D4w$ ）が生成されるようになっている。

20

【0038】

図5は、RGB/RGBW変換部424のブロック構成を表したものである。このRGB/RGBW変換部424は、 $R$ ， $G$ ， $B$ の各色用のLUT（ルックアップテーブル）61R，61G，61Bと、Min選択部62と、 $R$ ， $G$ ， $B$ の各色用のLUT63R，63G，63Bと、Max選択部64と、Min選択部65と、 $R$ ， $G$ ， $B$ の各色用のLUT66R，66G，66Bと、減算部67R，67G，67Bとを有している。

30

【0039】

なお、ここでは、入力信号である画素信号  $D3r$ ， $D3g$ ， $D3b$ をそれぞれ、 $S_r$ ， $S_g$ ， $S_b$ として説明する。また、LUT61R，61G，61Bはそれぞれ、後述する逆関数  $invfr$ ， $invfg$ ， $invfb$ に対応するLUTであるため、図中では「 $Invfr - LUT$ 」，「 $Invfg - LUT$ 」，「 $Invfb - LUT$ 」として示している。同様に、LUT63R，63G，63Bはそれぞれ、後述する逆関数  $invFr$ ， $invFg$ ， $invFb$ に対応するLUTであるため、図中では「 $InvFr - LUT$ 」，「 $InvFg - LUT$ 」，「 $InvFb - LUT$ 」として示している。また、LUT66R，66G，66Bはそれぞれ、後述する関数  $fr$ ， $fg$ ， $fb$ に対応するLUTであるため、図中では「 $fr - LUT$ 」，「 $fg - LUT$ 」，「 $fb - LUT$ 」として示している。

40

【0040】

（変換処理の際の算出式）

まず、このRGB/RGBW変換処理の際には、サブ画素  $20W$  用の画素信号  $D4w$ （ $Sw$ ）の信号レベルが、サブ画素  $20R$ ， $20G$ ， $20B$  用の画素信号に置き換えた場合（前述した  $W_r$ ， $W_g$ ， $W_b$  に対応）にどの信号レベルの組み合わせで実現できるのかを示すルックアップテーブル（LUT）を用いる。すなわち、後述する図11に示した非線形性（ $Sw$ の信号レベルと、 $W_r$ ， $W_g$ ， $W_b$ の信号レベルとの関係における非線形性）に応じて予め用意されたLUTである、LUT66R，66G，66B（第1のLUT）を用いる。

50

## 【 0 0 4 1 】

ここで、これらの L U T 6 6 R , 6 6 G , 6 6 B に対応する関数をそれぞれ、 $f_r(S_w)$  ,  $f_g(S_w)$  ,  $f_b(S_w)$  とすると、R G B / R B G W 変換部 4 2 4 における R G B / R B G W 変換は、以下の ( 6 ) 式により表わすことができる。ただし、この R G B / R B G W 変換後の各画素信号  $D 4 r (= S_r - f_r(S_w))$  ,  $D 4 g (= S_g - f_g(S_w))$  ,  $D 4 b (= S_b - f_b(S_w))$  ,  $D 4 w (= S_w)$  の信号レベルは、いずれも正の値でなければならない。このため、以下の ( 7 ) ~ ( 9 ) 式で表わされる条件式を満たす必要がある。

## 【 0 0 4 2 】

## 【 数 2 】

10

$$(S_r, S_g, S_b) \Rightarrow (S_r - f_r(S_w), S_g - f_g(S_w), S_b - f_b(S_w), S_w) \cdots \cdots (6)$$

$$S_r \geq f_r(S_w) \cdots \cdots (7)$$

$$S_g \geq f_g(S_w) \cdots \cdots (8)$$

$$S_b \geq f_b(S_w) \cdots \cdots (9)$$

## 【 0 0 4 3 】

ここで、これら ( 7 ) ~ ( 9 ) 式の条件式を満たすようにするため、関数  $f_r(S_w)$  ,  $f_g(S_w)$  ,  $f_b(S_w)$  の逆関数  $invf_r(S_r)$  ,  $invf_g(S_g)$  ,  $invf_b(S_b)$  をそれぞれ用いる。言い換えると、これらの逆関数  $invf_r(S_r)$  ,  $invf_g(S_g)$  ,  $invf_b(S_b)$  に対応する L U T 6 1 R , 6 1 G , 6 1 B をそれぞれ用意する。これらの L U T 6 1 R , 6 1 G , 6 1 B ではそれぞれ、入力 (  $S_r$  ,  $S_g$  ,  $S_b$  ) の信号レベルが、例えば図 1 1 に示したグラフ中の各色の縦軸の最大値を超えた場合には、 $S_w$  の最大値 ( = 1 . 0 ) が出力されるようになっている。また、例えば図 1 1 中の  $W_b$  が示す曲線のように折り返し点があるような場合も、縦軸の最大値を超えた場合には  $S_w$  の最大値 ( = 1 . 0 ) が出力されるようになっている。つまり、折り返し点があつて逆関数の解が 2 つ存在するような場合には、それらのうちの値が小さい方の解のみを出力するようにする。

20

30

## 【 0 0 4 4 】

このとき、逆関数  $invf_r(S_r)$  ,  $invf_g(S_g)$  ,  $invf_b(S_b)$  の値うちの最小のものを  $S_{w\_1}$  とすると、この  $S_{w\_1}$  よりも値の小さい W 信号  $S_w$  を選択するようにすれば、上記 ( 7 ) ~ ( 9 ) 式の条件式が満たされることになる。すなわち、以下の ( 1 0 ) 式に示した条件式を満たすようにすれば、R G B / R B G W 変換後の各画素信号  $D 4 r$  ,  $D 4 g$  ,  $D 4 b$  ,  $D 4 w ( S_w )$  の信号レベルは、いずれも正の値となる。

## 【 0 0 4 5 】

## 【 数 3 】

40

$$S_w \leq S_{w\_1} = \text{Min} \{ invf_r(S_r), invf_g(S_g), invf_b(S_b) \} \cdots \cdots (10)$$

## 【 0 0 4 6 】

ここで、液晶表示パネル 2 内の全ての画素 2 0 のうち、最大の輝度レベルを示す画素 2 0 では、R G B / R B G W 変換後の各画素信号  $D 4 r$  ,  $D 4 g$  ,  $D 4 b$  ,  $D 4 w$  の信号レベルも、その上限値である 1 . 0 近くとなる。したがって、画素信号  $D 4 w$  ( W 信号  $S_w$  ) の信号レベルを変化させると上限値を超えてしまうため、この W 信号  $S_w$  は一義的に決定されることになり、信号レベルの自由度がない。一方で、液晶表示パネル 2 内の全ての画素 2 0 のうち、最大の輝度レベルを示す画素を除く画素 2 0 では、上記 ( 1 0 ) 式で規定される条件 ( 制約 ) と、各画素信号  $D 4 r$  ,  $D 4 g$  ,  $D 4 b$  ,  $D 4 w$  の信号レベルがそ

50

れらの上限値である  $1.0$  以下であるという制約との範囲内で、W 信号  $S_w$  の信号レベルに自由度がある。したがって、そのような画素  $20$  では、W 信号  $S_w$  の信号レベルを一意的に決定するには、上記 (10) 式の他にもう 1 つの制約条件が必要となる。

#### 【0047】

このもう 1 つの制約条件とは、ここでは、各画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  ,  $D4w$  の信号レベル (信号振幅) が最小となるようにする、というものである。この条件は、画素  $20$  内のサブ画素  $20R$  ,  $20G$  ,  $20B$  ,  $20W$  において、できるだけ輝度の偏りがないように (輝度が均等となるように) 表示光を出射し、一様な色を表示した際の画像の粒状感 (サブ画素構造による粒状感) を軽減することを可能とする利点がある。このことから、以下説明するように、RGB / RGBW 変換部  $424$  では、映像信号  $D4$  を構成する各画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  ,  $D4w$  の信号レベル間の偏りが抑えられるように、RGB / RGBW 変換処理を行うようにするのが望ましいと言える。

10

#### 【0048】

ここで、各画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  ,  $D4w$  の信号レベル (信号振幅) が最小となっているときには、画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  のうちの最も大きな信号レベルと、画素信号  $D4w$  (W 信号  $S_w$ ) の信号レベルとが、互いに等しくなっている。このような W 信号  $S_w$  が上記した  $S_w\_1$  以下の範囲内で存在すれば、それが、もう 1 つの制約条件を満たす W 信号の信号レベルとなる。

#### 【0049】

そこで、まず、各画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  の信号レベルと、W 信号  $S_w$  の信号レベルとが等しくなるときの、W 信号の信号レベルを求める。このときの解となるのは、画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  のうち最大の信号レベルと等しくなるものであるため、上記解のうち最大のものとなる。これを式で表わすと、以下の (11) ~ (14) 式ようになる。次に、これらの解を簡単に探すため、以下の (14) ~ (16) 式により規定される関数  $F_r(S_w)$  ,  $F_g(S_w)$  ,  $F_b(S_w)$  を用意する。これらの関数  $F_r(S_w)$  ,  $F_g(S_w)$  ,  $F_b(S_w)$  の逆関数  $invF_r(S_w)$  ,  $invF_g(S_w)$  ,  $invF_b(S_w)$  を用いて、以下の (17) 式により求められる W 信号の信号レベル  $S_w\_2$  が、もう 1 つの制約条件を満たす W 信号の信号レベルとなる。すなわち、逆関数  $invF_r(S_w)$  ,  $invF_g(S_w)$  ,  $invF_b(S_w)$  の値のうちの最大のものが、 $S_w\_2$  となる。ここで、この  $S_w\_2$  が解となるためには、RGB / RGBW 変換後の信号レベルが正の値である条件 ( $S_w\_2 < S_w\_1$ ) を満たす必要がある。ただし、 $S_w\_2$  のほうが  $S_w\_1$  よりも大きい場合には、各画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  ,  $D4w$  の信号レベル (信号振幅) ができるだけ小さくするには、画素信号  $D4r$  ,  $D4g$  ,  $D4b$  のうちのいずれか 1 つを「0」にする  $S_w\_2$  を選択することになる。これらのことから、最終的に RGB / RGBW 変換処理の際に求められる W 信号  $S_w$  は、以下の (18) 式により表わされる。すなわち、 $S_w\_1$  および  $S_w\_2$  のうちの値の小さい (最小の) ものが、W 信号  $S_w$  となる。

20

30

#### 【0050】

## 【数 4】

$$S_r - f_r(S_w) = S_w \quad \cdots \cdots (11)$$

$$S_g - f_g(S_w) = S_w \quad \cdots \cdots (12)$$

$$S_b - f_b(S_w) = S_w \quad \cdots \cdots (13)$$

$$F_r(S_w) = S_w + f_r(S_w) \quad \cdots \cdots (14)$$

$$F_g(S_w) = S_w + f_g(S_w) \quad \cdots \cdots (15)$$

$$F_b(S_w) = S_w + f_b(S_w) \quad \cdots \cdots (16)$$

$$S_{w\_2} = \text{Max}(\text{inv}F_r(S_r), \text{inv}F_g(S_g), \text{inv}F_b(S_b)) \quad \cdots \cdots (17)$$

$$S_w = \text{Min}(S_{w\_1}, S_{w\_2}) \quad \cdots \cdots (18)$$

10

## 【0051】

(各ブロックの説明)

次に、以上の説明を踏まえつつ、RGB/RBGW変換部424における各ブロックについて説明する。

## 【0052】

LUT61Rは、上記した逆関数 $\text{inv}f_r(S_r)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3r(S_r)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}f_r(S_r)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。同様に、LUT61Gは、上記した逆関数 $\text{inv}f_g(S_g)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3g(S_g)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}f_g(S_g)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。また、LUT61Bは、上記した逆関数 $\text{inv}f_b(S_b)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3b(S_b)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}f_b(S_b)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。

20

## 【0053】

Min選択部62は、各LUT61R, 61G, 61Bから出力される値(信号レベル)のうちの最小のものを、 $S_{w\_1}$ として選択して出力するものであり、前述の(10)式に対応する演算処理を行う部分である。

30

## 【0054】

LUT63Rは、上記した逆関数 $\text{inv}F_r(S_r)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3r(S_r)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}F_r(S_r)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。同様に、LUT63Gは、上記した逆関数 $\text{inv}F_g(S_g)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3g(S_g)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}F_g(S_g)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。また、LUT63Bは、上記した逆関数 $\text{inv}F_b(S_b)$ に対応するLUTであり、画素信号 $D3b(S_b)$ の入力に対して、逆関数 $\text{inv}F_b(S_b)$ により表わされる値(信号レベル)を出力するものである。

40

## 【0055】

Max選択部64は、各LUT63R, 63G, 63Bから出力される値(信号レベル)のうちの最大のものを、 $S_{w\_2}$ として選択して出力するものであり、前述の(17)式に対応する演算処理を行う部分である。

## 【0056】

Min選択部65は、 $S_{w\_1}$ ,  $S_{w\_2}$ のうちの最小のもの(信号レベルが小さいほう)を、 $S_w$ として選択して出力するものであり、前述の(18)式に対応する演算処理を行う部分である。

## 【0057】

LUT66Rは、上記した関数 $f_r(S_w)$ に対応するLUTであり、W信号 $S_w$ の入

50

力に対して、関数  $f_r(S_w)$  により表わされる値（信号レベル）を出力するものである。同様に、LUT66Gは、上記した関数  $f_g(S_w)$  に対応するLUTであり、W信号  $S_w$  の入力に対して、関数  $f_g(S_w)$  により表わされる値（信号レベル）を出力するものである。また、LUT66Bは、上記した関数  $f_b(S_w)$  に対応するLUTであり、W信号  $S_w$  の入力に対して、関数  $f_b(S_w)$  により表わされる値（信号レベル）を出力するものである。

#### 【0058】

減算部67Rは、画素信号  $D3_r(S_r)$  からLUT66Rの出力 ( $f_r(S_w)$ ) を減算するものであり、これにより画素信号  $D4_r(=S_r - f_r(S_w))$  が生成されるようになっている。同様に、減算部67Gは、画素信号  $D3_g(S_g)$  からLUT66Gの出力 ( $f_g(S_w)$ ) を減算するものであり、これにより画素信号  $D4_g(=S_g - f_g(S_w))$  が生成されるようになっている。また、減算部67Bは、画素信号  $D3_b(S_b)$  からLUT66Bの出力 ( $f_b(S_w)$ ) を減算するものであり、これにより画素信号  $D4_b(=S_b - f_b(S_w))$  が生成されるようになっている。

#### 【0059】

（信号レベルの制限処理）

ここで、図5中には図示していないが、RGB/RGBW変換部424では、このようなRGB/RGBW変換処理の際に、各画素信号  $D4_r$  ,  $D4_g$  ,  $D4_b$  ,  $D4_w$  の信号レベルが所定の上限值（例えば、1.0）を超えないように、信号レベルの制限処理を行うのが望ましい。これは、以下の理由によるものである。

#### 【0060】

すなわち、まず、R, G, B, Wの4色のサブ画素構造の液晶表示パネルでは、同じ画素数からなるR, G, Bの3色のサブ画素構造の液晶表示パネルと比べてサブ画素の総数が4/3倍となるため、各サブ画素の開口率は相対的に小さくなる。そのため、4色のサブ画素構造では、各サブ画素における表示輝度は、バックライトの電力を同一にした場合、3色のサブ画素構造の場合と比べて相対的に低くなる傾向にある。

#### 【0061】

そこで、例えばRGB/RGBW変換処理後の各画素信号  $D4_r$  ,  $D4_g$  ,  $D4_b$  ,  $D4_w$  に対して、所定のゲイン係数を乗じる補正を行うことにより、それらの信号レベル（輝度レベル）を大きくすることが考えられる。ただし、この場合、例えば最大明度（V）付近の映像信号に対してゲイン係数を乗じると、所定の上限值（例えば、1.0）を超えてしまう場合が生じ得る。上限値を超えた場合には全て（一律に）上限値に設定してしまうことも考え得るが、その場合にはその部分における階調性が失われてしまい（階調がつぶれてしまい）、輝度階調の不連続性が生じてしまう。

#### 【0062】

これらのことから、本実施の形態では、具体的には以下のようにして、上記した信号レベルの制限処理を行うのが望ましい。すなわち、例えば、映像信号（各画素信号  $D4_r$  ,  $D4_g$  ,  $D4_b$  ,  $D4_w$  ）の信号レベルのうちの最大のものに依拠して決定される、図6（A）に示したようなゲイン係数を、それぞれの信号に乗ずることにより、信号レベルの補正（制限処理）を行う。詳細には、信号レベルがある閾値以上となったときには、図中の矢印で示したように、ゲイン係数の値が徐々に（ここでは直線的に）小さくなるようにする。これにより、例えば図6（B）に示したように、補正後の映像信号の信号レベルを補正前よりも大きくしつつ、その信号レベルが所定の上限值（ここでは1.0）を超えないようにすることができる。すなわち、信号レベルに応じてゲイン係数の値を徐々に小さくすることにより、図中の矢印で示したように、補正後の映像信号の信号レベルの増加率も徐々に小さくし、補正前の信号レベルが最大値（ここでは1.5）に達したときに、ちょうど上限値となるようにすることができる。これにより、上記した輝度階調の不連続性を回避しつつ、R, G, B, Wの4色のサブ画素構造を用いたことによる表示輝度の相対的低下を抑えることが可能となる。

#### 【0063】

なお、厳密に言うと、後述する図 1 1 に示した非線形性 ( $S_w$  の信号レベルと、 $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$  の信号レベルとの関係における非線形性) に起因して、このようなゲイン係数の乗算を行うと色度点が変化してしまうことになるが、その変化が微小であれば、実用上はほとんど問題がない。また、前述した  $LUT66R$ ,  $66G$ ,  $66B$  の出力値の上限値を 1.0 とすれば、画素信号  $D4w$  ( $W$  信号  $S_w$ ) は上限値 1.0 を超えないようにすることができるため、画素信号  $D4r$ ,  $D4g$ ,  $D4b$  だけに上記した信号レベルの制限処理を行うようにしてもよい。

#### 【0064】

( $B$ ・ $BL$  レベル算出部 421 における算出式について)

次に、前述した  $BL$  レベル算出部 421 における、点灯信号  $BL1$  の信号レベルの算出式について、詳細に説明する。本実施の形態では以下、この  $BL$  レベル算出部が、一例として回路構成により実現されている場合について説明する。

#### 【0065】

まず、後述する  $S_w$  の信号レベルと  $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$  の信号レベルとの関係が、例えば図 1 1 に示したような非線形性ではなく、仮に線形性 (比例関係) を示すのであれば、 $RGB/RGBW$  変換後の映像信号も線形性を示す。その場合、 $R$ ,  $G$ ,  $B$ ,  $W$  の 4 色に対応する映像信号に変換された後に信号レベルを定数倍しても、色度点が変わることはいない。このため、その場合には、 $RGB/RGBW$  変換後に最小の信号レベル (信号振幅) を与えるような  $RGB/RGBW$  変換を行い、信号レベルの上限値 (1.0) をこの最小の信号レベルで除算することにより、点灯信号  $BL1$  の信号レベルを求めることが可能である。しかしながら本実施の形態では、前述したように、 $S_w$  の信号レベルと  $W_r$ ,  $W_g$ ,  $W_b$  の信号レベルとの関係が、例えば図 1 1 に示したような非線形性を示す。そのため、本実施の形態では、点灯信号  $BL1$  の信号レベルを算出する際に、上記のような手法を用いることはできない。

#### 【0066】

そこで、以下説明するように、色度点調整部 423 から出力される映像信号  $D3$  を定数倍 ( $k$  倍) した後に  $RGB/RGBW$  変換して得られる映像信号  $D4$  の最大値が 1.0 となるように、式の解を求める手法が考えられる。以下では、この手法を 4 つの場合に分けて説明する。なお、以下の説明では、映像信号を構成する 3 色を  $c1$ ,  $c2$ ,  $c3$  として表し、 $R$ ,  $G$ ,  $B$  のいずれかに対応するものとする。

#### 【0067】

(1)  $RGB/RGBW$  変換後に得られる画素信号  $D4r$ ,  $D4g$ ,  $D4b$  のうち、いずれかが 1 となり、かつ他のいずれかが 0 となる場合

#### 【0068】

この場合、前述した (7) ~ (9) 式と同様に、 $RGB/RGBW$  変換後の画素信号  $D4r$ ,  $D4g$ ,  $D4b$ ,  $D4w$  がいずれも正の値であるという条件から解が得られる。一方、このときの残りの 3 色  $c1$  ~  $c3$  のうちの 1 色に対応する画素信号は、0 以上かつ 1 以下の範囲内の値であるため、以下の (19) ~ (21) 式が得られる。ここで、これらの式のうちの (19) 式および (20) 式から、以下の (22) 式が得られる。この (22) 式を解くためには、まず、以下の (23) 式により規定される関数  $G_{c1, c2}(S_w)$  を定義する。次いで、全ての色の組み合わせに対して、以下の (24) 式により規定される関数  $G_{c1, c2}(S_w)$  の逆関数  $G^{-1}_{c1, c2}(Sc1/Sc2)$  を求め、ルックアップテーブルを作成する。そして、この逆関数  $G^{-1}_{c1, c2}(Sc1/Sc2)$  に対応するルックアップテーブルにおける入力範囲内に、 $(Sc1/Sc2)$  の比率の値が存在する場合には、以下の (25) 式を用いて、 $W$  信号  $S_w$  および倍率  $k$  を求める。このようにして求められた  $W$  信号  $S_w$  および倍率  $k$  が、上記した (21) 式を満たすのであれば、その倍率  $k$  が求めるべき最大倍率となる。

#### 【0069】

## 【数 5】

$$k \cdot S_{c1} - f_{c1}(S_w) = 0 \quad \dots\dots (19)$$

$$k \cdot S_{c2} - f_{c2}(S_w) = 1 \quad \dots\dots (20)$$

$$0 \leq \{k \cdot S_{c3} - f_{c3}(S_w)\} \leq 1 \quad \dots\dots (21)$$

$$\frac{S_{c1}}{S_{c2}} = \frac{f_{c1}(S_w)}{f_{c2}(S_w) + 1} \quad \dots\dots (22)$$

$$G_{c1, c2}(S_w) = \frac{f_{c1}(S_w)}{f_{c2}(S_w) + 1} \quad \dots\dots (23)$$

$$S_w = G_{c1, c2}^{-1} \left( \frac{S_{c1}}{S_{c2}} \right) \quad \dots\dots (24)$$

$$k = \frac{f_c(S_w)}{S_c} = \frac{f_{c'}(S_w) + 1}{S_{c'}} \quad \dots\dots (25)$$

10

## 【0070】

(2) 画素信号 D4w と、画素信号 D4r, D4g, D4b のうちのいずれか 1 つとが、それぞれ 1 となる場合

20

## 【0071】

この場合、D4w が 1 であり、c1 ~ c3 のうちの 1 色に対応する画素信号が 1 であり、残りの 2 色に対応する画素信号が、0 以上かつ 1 以下の範囲内の値であるため、以下の(26) ~ (28) 式が得られる。ここで、これら(26) ~ (28) 式を満たす倍率 k が存在する場合には、その倍率 k が求めるべき最大倍率となり、以下の(29) 式で表すことができる。

## 【0072】

## 【数 6】

$$k \cdot S_{c1} - f_{c1}(1) = 1 \quad \dots\dots (26)$$

30

$$0 \leq \{k \cdot S_{c2} - f_{c2}(1)\} \leq 1 \quad \dots\dots (27)$$

$$0 \leq \{k \cdot S_{c3} - f_{c3}(1)\} \leq 1 \quad \dots\dots (28)$$

$$k = \frac{f_{c1}(1) + 1}{S_{c1}} \quad \dots\dots (29)$$

## 【0073】

(3) 後述する Sw の信号レベルと Wr, Wg, Wb の信号レベルとの関係において、例えば図 11 に示すように、B に対応する Wb の特性線がピーク値を持つ曲線である場合

40

## 【0074】

まず、このピーク値を示すときの W 信号 Sw の値を、Sw\_p とする。ここで、RGB / RGBW 変換後の B に対応する画素信号 D4b が 1 であり、かつ、W 信号 Sw (D4w) が Sw\_p であるときに、W 信号 Sw が 1 であるときよりも、RGB / RGBW 変換前の映像信号 D3 の明度 V が大きくなることがあり得る。このとき、画素信号 D4b 以外の画素信号 D4r, D4g はそれぞれ、0 以上かつ 1 以下の範囲内の値であればよいため、以下の(30) ~ (32) 式が得られる。これら(30) ~ (32) 式を満たす倍率 k が存在する場合には、その倍率 k が求めるべき最大倍率となり、以下の(33) 式で表すことができる。

## 【0075】

50

## 【数 7】

$$k \cdot S_b - f_b(S_{w\_p}) = 1 \quad \dots\dots (30)$$

$$0 \leq \{k \cdot S_r - f_r(S_{w\_p})\} \leq 1 \quad \dots\dots (31)$$

$$0 \leq \{k \cdot S_g - f_g(S_{w\_p})\} \leq 1 \quad \dots\dots (32)$$

$$k = \frac{f_b(S_{w\_p}) + 1}{S_b} \quad \dots\dots (33)$$

10

## 【0076】

(4) 上記したW信号Swの値Sw\_\_pと1との間に、求めるべきW信号Swの値が存在する場合

## 【0077】

この場合、c1～c3の各色をcとして表すと、この色cについて以下の(34)式が得られ、以下の(35)式および(36)式のように変形することができる。

## 【0078】

## 【数 8】

$$0 \leq \{k \cdot S_c - f_c(S_w)\} \leq 1 \quad \dots\dots (34)$$

20

$$\frac{f_c(S_w)}{S_c} \leq k \quad \dots\dots (35)$$

$$k \leq \frac{1 + f_c(S_w)}{S_c} \quad \dots\dots (36)$$

## 【0079】

これらの式をc1～c3の3色全てについて満たすときの倍率kのうち、最大値であるものが、求めるべき倍率kとなる。このとき、Bについての関数fc(Sw)がピーク値を持っていると、上記した(36)式における右辺の値は、このピーク値のときのW信号Swの値Sw\_\_pよりも大きい範囲で単調減少となる。ここで、倍率kは、c1～c3の全ての色について、(36)式の右辺よりも小さい値である必要があるため、この(36)式の右辺が大きい値となる範囲では、倍率kの最大値を与える点は以下になる。すなわち、Bについての(36)式の右辺と、他の色についての(36)式の右辺との交点で与えられることになる。これを言い換えると、c1, c2をR, Gのいずれかとして、以下の(37)～(39)式で規定される条件となる。これらの式のうち、(37)式および(38)式を整理すると、以下の(40)式が得られる。この(40)式を解くためには、上記した(1)の場合と同様に、まず、以下の(41)式により規定される関数H<sub>c1,b</sub>(Sw)を定義する。次いで、全ての色の組み合わせに対して、以下の(42)式により規定される関数H<sub>c1,b</sub>(Sw)の逆関数H<sup>-1</sup><sub>c1,b</sub>(Sc1/Sb)を求め、ルックアップテーブルを作成する。そして、この逆関数H<sup>-1</sup><sub>c1,b</sub>(Sc1/Sb)に対応するルックアップテーブルにおける入力範囲内に、(Sc1/Sb)の比率の値が存在する場合には、以下の(43)式を用いて、W信号Swおよび倍率kを求めることができる。

30

40

## 【0080】



## 【数 9】

$$\begin{cases} k \cdot S_b - f_b(S_w) = 1 & \dots\dots (37) \\ k \cdot S_{c1} - f_{c1}(S_w) = 1 & (S_{w,p} < S_w < 1) \dots\dots (38) \\ 0 \leq \{k \cdot S_{c2} - f_{c2}(S_w)\} \leq 1 & \dots\dots (39) \end{cases}$$

$$\frac{S_{c1}}{S_b} = \frac{1 + f_{c1}(S_w)}{1 + f_b(S_w)} \dots\dots (40)$$

$$H_{c1,b}(S_w) = \frac{1 + f_{c1}(S_w)}{1 + f_b(S_w)} \dots\dots (41)$$

$$S_w = H_{c1,b}^{-1}\left(\frac{S_{c1}}{S_b}\right) \dots\dots (42)$$

$$k = \frac{f_b(S_w) + 1}{S_b} \dots\dots (43)$$

10

## 【0081】

上記した(1)～(4)の全ての場合について考えることにより、倍率 $k$ を求めることができ、この倍率 $k$ とRGB/RGBW変換前の映像信号D3との積の明度 $V$ が、そのときの映像信号における最大明度となる。

20

## 【0082】

〔液晶表示装置1の作用・効果〕

続いて、本実施の形態の液晶表示装置1の作用および効果について説明する。

## 【0083】

(1.表示動作の概要)

この液晶表示装置1では、図1に示したように、まず、映像信号処理部41が入力映像信号Dinに対して所定の画像処理を行うことにより、映像信号D1(D1r, D1g, D1b)を生成する。次に、出力信号生成部42は、この映像信号D1に対して所定の信号処理を行う。これにより、バックライト3における点灯信号BL1と、液晶表示パネル2における映像信号D4(D4r, D4g, D4b, D4z)とが、それぞれ生成される。

30

## 【0084】

次いで、このようにして生成された映像信号D4および点灯信号BL1はそれぞれ、タイミング制御部43へ入力される。このうち、映像信号D4は、タイミング制御部43からデータドライバ51へ供給される。データドライバ51は、この映像信号D4に対してD/A変換を施し、アナログ信号である映像電圧を生成する。そして、ゲートドライバ52およびデータドライバ51から出力される各画素20(各サブ画素20R, 20G, 20B, 20W)への駆動電圧によって、表示駆動動作がなされる。これにより、映像信号D4(D4r, D4g, D4b, D4w)に基づく表示駆動が、液晶表示パネル2内の各画素20(各サブ画素20R, 20G, 20B, 20W)に対してなされる。

40

## 【0085】

具体的には、図3に示したように、ゲートドライバ52からゲート線Gを介して供給される選択信号に応じて、TFT素子21のオン・オフ動作が切り替えられる。これにより、データ線Dと液晶素子22および補助容量素子23との間が選択的に導通される。その結果、データドライバ51から供給される映像信号D4に基づく映像電圧が液晶素子22へと供給され、線順次の表示駆動動作がなされる。

## 【0086】

一方、点灯信号BL1は、タイミング制御部43からバックライト駆動部50へ供給される。バックライト駆動部50は、この点灯信号BL1に基づいて、バックライト3内の各光源(各発光素子)に対する発光駆動(点灯駆動)を行う。具体的には、入力映像信号

50

D<sub>in</sub>の輝度レベル（信号レベル）に応じた発光駆動（発光輝度のアクティブ制御（動的制御））を行う。

【0087】

このとき、映像電圧が供給された画素20（サブ画素20R，20G，20B，20W）では、バックライト3からの照明光が液晶表示パネル2において変調され、表示光として出射される。これにより、入力映像信号D<sub>in</sub>に基づく映像表示が、液晶表示装置1において行われる。

【0088】

この際、本実施の形態では、4色のサブ画素20R，20G，20B，20Wに対応する映像信号を用いて映像表示がなされることにより、従来のR，G，Bの3色のサブ画素に対応する映像信号を用いて映像表示を行う場合と比べ、輝度効率が向上する。また、バックライト3に対して、入力映像信号D<sub>in</sub>の輝度レベルに応じた発光輝度のアクティブ駆動がなされることにより、表示輝度を保持しつつ、低消費電力化やダイナミックレンジの拡大を図ることができる。

【0089】

（2．特徴的部分の動作について）

次に、本発明の特徴的部分の1つである、R，G，B，Wの4色のサブ画素構造を用いた場合における出力信号の生成動作（出力信号生成部42における動作）について、比較例と比較しつつ詳細に説明する。

【0090】

（比較例）

まず、液晶表示装置では一般に、バックライトから液晶層へ入射した光が映像信号の信号レベルに応じて変調され、透過光（表示光）の光量（輝度）が制御される。この液晶層からの透過光の分光特性は階調依存性を示し、映像信号の信号レベルが低くなるのに従って、透過率ピークが短波長側（青色光側）にシフトする（例えば、図7参照）。ここで、R，G，B，Z（W）の4色のサブ画素構造を用いた液晶表示装置では、Z（W）のサブ画素において高輝度特性を示すことから、このZ（W）のサブ画素からの透過光の分光特性が、映像信号の信号レベルに応じて大きく変化する。このため、画素全体からの透過光（表示光）の色度点も、映像信号の信号レベルに依存して大きくずれることになる。特に、本実施の形態のように、Zのサブ画素としてWのサブ画素（サブ画素20W）を採用した場合には、このWのサブ画素内には、前述したようにカラーフィルタが配置されていないことから、このような信号レベルに応じた表示光の色度点の変動が大きくなる。

【0091】

例えば、Wのサブ画素における透過率が相対的に高い液晶分光特性を示すように、つまりGの波長領域付近に透過率ピークが位置するように、Wのサブ画素でのセル厚や駆動電圧を設定した場合（例えば、図8参照）、以下のようなになる。すなわち、例えば図7に示したように、Wのサブ画素での最大信号レベルよりも低い信号レベルにおいて、Bの波長領域に透過率ピークを持つようになる。なお、図8は、R，G，B，Wの各サブ画素における分光透過率を示したものである。

【0092】

ここで、R，G，B，Wの4色のサブ画素構造における色再現特性をHSV色空間において表わすと、上記したWのサブ画素における透過率ピークの変動がないものとする、理想的には例えば図9に示したようになる。すなわち、白色色度点を中心とした回転対象の色空間となる。ただし、実際には、上記したように信号レベルに応じてWのサブ画素における透過率ピークの変動が生じるため、比較例（従来）に係るR，G，B，Wの4色のサブ画素構造における色再現特性は、例えば図10に示したようになる。すなわち、白（W）から青（B）側の色（色相）において、明るい（明度Vの値が大きい）領域が存在する一方、黄色（Y）を中心としてマゼンダ（M）からシアン（C）の色範囲（色相）において、暗い（明度Vの値が小さい）領域が存在することになる。なお、このときの明度Vの値が大きいほど、消費電力の削減効果が高いことを示すことになる。

## 【0093】

このように、この比較例に係るR、G、B、Zの4色のサブ画素構造を用いた液晶表示装置では、Zのサブ画素からの透過光の分光特性の変化に起因して、映像信号の信号レベルに応じて表示光の色度点の変動（色ずれ）が生じてしまい、画質が低下してしまうことになる。また、バックライト輝度のアクティブ制御を併用した場合には、低消費電力化やダイナミックレンジの拡大といった利点を十分には得られない場合が生じる。

## 【0094】

また、図11は、この比較例に係るR、G、B、Wの4色のサブ画素構造における、Wのサブ画素の信号レベル（W信号の信号レベル）と、前述した（ $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ ）（W信号の信号レベルをR、G、Bの各サブ画素用の映像信号の信号レベルに置き換えた場合における、各映像信号の信号レベル）との関係の一例を表したものである。ここで、仮に、例えば図9に示した場合のように、Wのサブ画素における透過率ピークの変動がないものとする、W信号の信号レベルと $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ とはそれぞれ、比例関係となる（線形性を示す）。ただし、この比較例では、上記したように、信号レベルに応じてWのサブ画素における透過率ピークの変動が生じるため、 $W_r$ 、 $W_g$ 、 $W_b$ はそれぞれ、W信号の信号レベルに依存した傾きを持つ関数となっている（非線形性を示している）。

## 【0095】

ここで、このような非線形性を示す場合においてバックライト輝度のアクティブ制御（ディミング処理）を行うと、場合によっては、映像信号の信号レベルも非線形に変化して色度点の変動（色ずれ）が生じ、画質が低下してしまう。また、そのような色ずれによる画質低下を抑えようとする、信号処理（ディミング処理）の際に、非線形性に起因して複雑な演算処理を要することになり、装置構成が複雑化してしまう。具体的には、例えば以下説明する本実施の形態とは逆に、RGB/RGBW変換処理によってR、G、B、Wの映像信号を生成した後に点灯信号の生成およびディミング処理を行う場合には、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつディミング処理を実現するのが困難である。

## 【0096】

（本実施の形態）

そこで本実施の形態では、出力信号生成部42において、以下のようにして信号処理を行う。具体的には、まず、BLレベル算出部421が映像信号D1に基づいて点灯信号BL1を生成し、次いで、LCDレベル算出部422が、映像信号D1とこの点灯信号BL1とに基づいて所定のディミング処理（除算演算）を行うことにより、映像信号D2を生成する。そして、RGB/RGBW変換部424は、このディミング処理後の映像信号D2に基づく映像信号D3に対して、RGB/RGBW変換処理を行うことにより、映像信号D4を生成する。すなわち、R、G、Bの3色に対応する映像信号D1（ $D1_r$ 、 $D1_g$ 、 $D1_b$ ）の段階で、点灯信号BL1の生成およびディミング処理を行った後に、RGB/RGBW変換処理によって、R、G、B、Wの4色に対応する映像信号D4を生成する。

## 【0097】

これにより、上記したように、逆に、RGB/RGBW変換処理によってR、G、B、Wの映像信号を生成した後に点灯信号の生成およびディミング処理を行う場合とは異なり、以下ようになる。すなわち、サブ画素20Wからの出射光（透過光）におけるピーク波長領域の変動（上記した非線形性）に起因した表示光の色ずれが、簡易な演算処理（ディミング処理）によって抑えられる。

## 【0098】

また、本実施の形態では、出力信号生成部42内の色度点調整部423において、映像信号D2（ $D2_r$ 、 $D2_g$ 、 $D2_b$ ）に対して所定の色度点調整を行うことにより、映像信号D3（ $D3_r$ 、 $D3_g$ 、 $D3_b$ ）を生成している。具体的には、映像信号D2（D1）がWを示す映像信号であるときに、バックライト3からの射出光に基づいて液晶表示パネル2から射出される表示光の色度点が白色色度点となるように、色度点調整を行う。そして、RGB/RGBW変換部424は、そのような色度点調整後の映像信号D3（D3

$r, D3g, D3b$ ) に対して前述した RGB / RGBW 変換処理を行い、 $R, G, B, W$  の 4 色に対応する映像信号  $D4$  ( $D4r, D4g, D4b, D4w$ ) を生成する。

【0099】

この際、色度点調整部 423 は、例えば前述した (4) 式により規定される変換行列  $M_{d2 \ d3}$  を用いて、そのような色度点調整を行う。すなわち、映像信号  $D2$  (画素信号  $D2r, D2g, D2b$ ) に対して変換行列  $M_{d2 \ d3}$  を乗算する (行列演算を行う) ことにより、映像信号  $D3$  (画素信号  $D3r, D3g, D3b$ ) を生成する。

【0100】

これにより、映像信号  $D2$  が  $W$  を示す映像信号であるときに、表示光の色度点が白色色度点を示すようになる。すなわち、サブ画素 20W からの出射光におけるピーク波長領域の色度点が調整され、表示光の色ずれが抑えられる。

10

【0101】

更に、本実施の形態では、RGB / RGBW 変換処理の際に、例えば図 11 に示した非線形性 ( $Sw$  の信号レベルと、 $Wr, Wg, Wb$  の信号レベルとの関係における非線形性) に応じて予め用意された  $LUT66R, 66G, 66B$  を用いている。これにより、液晶表示装置 1 (液晶表示パネル 2) の特性 (上記した非線形性等) に応じた RGB / RGBW 変換処理の微調整が可能となる。

【0102】

以上のように本実施の形態では、出力信号生成部 42 内において、 $R, G, B$  の 3 色に対応する映像信号  $D1$  に基づいて点灯信号  $BL1$  を生成すると共に、映像信号  $D1$  とこの点灯信号  $BL1$  とに基づいて所定のディミング処理を行った後に、このディミング処理後の映像信号  $D2$  に基づいて所定の RGB / RGBW 変換処理が行うことによって、 $R, G, B, W$  の 4 色に対応する映像信号  $D4$  を生成するようにしたので、上記非線形性に起因した表示光の色ずれを、簡易な演算処理 (ディミング処理) によって抑えることができる。よって、 $R, G, B, W$  の 4 色のサブ画素構造を用いて映像表示を行う際に、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつディミング処理を実現することが可能となる。

20

【0103】

また、本実施の形態の画素 20 は、後述するサブ画素 20Z の一例として、 $W$  に対応するサブ画素 20W を含んでいるようにしたので、このサブ画素 20W にはカラーフィルタを設ける必要がなくなり、特に輝度効率の向上 (低消費電力化) を図ることが可能となる。

30

【0104】

< 変形例 >

続いて、上記実施の形態の変形例 (変形例 1 ~ 3) について説明する。なお、上記実施の形態と同一の構成要素については同一符号を付してその説明を適宜省略する。

【0105】

[ 変形例 1 ]

変形例 1 に係る液晶表示装置は、上記実施の形態の液晶表示装置 1 において、 $BL$  レベル算出部 421 が、以下説明する、 $R, G, B$  に共通の  $LUT$  (後述する共通  $LUT70$ ) を用いるようにしたものである。すなわち、 $BL$  レベル算出部 421 が点灯信号  $BL1$  を生成する際に、上記実施の形態とは異なり、映像信号  $D1$  の色度と、その色度において表現可能な最大信号レベルもしくはその最大信号レベルの逆数と、の関係を予め規定してなる  $LUT$  (第 2 のルックアップテーブル) を用いている。

40

【0106】

これは、以下の理由によるものである。すなわち、上記実施の形態のように回路構成を用いた場合であっても、表現可能な最大の信号レベル (信号振幅) を求めることは可能であるが、構成 (回路構成) が複雑なものになってしまうおそれがある。そこで本変形例では、映像信号  $D1$  の色度に対して表現可能な最大信号レベルを予め計算しておき、それを映像信号  $D1$  に対する  $LUT$  として保持するようにしている。これにより、映像信号  $D1$  の信号レベルとの比により、点灯信号  $BL1$  を算出することが可能となる。このようにし

50

て映像信号 D 1 の色度に対して表現可能な最大信号レベルを予め計算する方法について、以下説明する。

【 0 1 0 7 】

まず、1つ目の方法として、上記実施の形態において説明した(1)~(4)の各場合についての解を求める方法を用いて、表現可能な最大信号レベルを求めることが考えられる。

【 0 1 0 8 】

次いで、2つ目の方法として、RGB / RGBW変換後の映像信号 D 4 から逆算することにより、RGB / RGBW変換前の映像信号 D 1 を求めることが考えられる。RGB / RGBW変換後に最大値となる信号では、R, G, Bのうちのいずれかの色に対応する画素信号が上限値1となっている。このため、いずれかの色に対応する画素信号を1とすると共に他の色に対応する画素信号を微小に変化させた映像信号に対して、逆変換(RGBW / RGB変換)を行うことによって映像信号 D 3 を生成し、この映像信号 D 3 に対して行列逆変換等を行うことにより、映像信号 D 1 を求める。こうして求められた映像信号 D 1 をその色度ごとにまとめ、その色度において最大の明度 V の振幅を持つ信号を、最大信号として求める。

【 0 1 0 9 】

また、3つ目の方法は、繰り返し計算を行う方法であり、計算方法は以下のようにして行う。まず、任意の映像信号 D 1 を、その信号レベル(振幅)が例えば2程度になるように定数倍し、その後、行列変換を行うと共に、最小振幅を与えるRGB / RGBW変換を行う。このとき、W信号 S w はLUTの上限値である1までの変換となっているが、R, G, Bに対応する画素信号は1を超えることになる。ここで、これらR, G, Bに対応する画素信号において上限値と1との差分値をdとし、映像信号 D 1 の信号レベル(振幅)をhとする。そして、映像信号 D 1 を(h - d) / h倍したものを次の入力信号とし、再び行列演算およびRGB / RGBW変換を行い、上限値と1との差分値dを求める。このような計算を、差分値dが所定の閾値(微小値)以下となるまで繰り返し行い、そのときの入力信号の明度 V の振幅を、表現可能な最大の信号レベルとする。

【 0 1 1 0 】

一方で、このようにして求められた表現可能な最大の信号レベルを、どのようなLUTにするかということについても、様々な手法が考えられる。

【 0 1 1 1 】

この一例として、例えば図12(A), (B)に示した共通LUT70のように、HSV型のLUTが挙げられる。この共通LUT70は、映像信号 D 1 の色度における色相Hおよび彩度Sを求め、それに対する表現可能な最大の信号の信号レベルを、明度Vとして対応させたものとなっている。本変形例では、このような共通LUT70から求められる表現可能な最大信号レベル(明度V)によって映像信号 D 1 を除算して得られる比の最大値(全ての画素20における最大値)を用いて、点灯信号 B L 1 を求めることが可能となる。

【 0 1 1 2 】

ここで、このような共通LUT70では、例えば図12(A)中の符号P11で示したように、映像信号 D 1 の色度によっては、明度Vの最大値が急峻に変化している部分(領域)がある。このような明度Vの最大値が急峻に変化している領域では、以下説明する理由により、表示輝度も急激に変化してしまうおそれがある。

【 0 1 1 3 】

すなわち、一般に、バックライトの輝度は、急激に変化させるとバウンスが生じてしまうなどの問題があるため、ある程度の時定数を持って変化している。ここで、例えば色のグラデーションがスクロールしている場合などを考えると、明度Vの最大値が急峻に下降している部分がバックライトの境界部分に到達すると、B L レベル算出部421は、バックライトの輝度を急激に大きくさせようとすることになる。ところが、上記したように、バックライトの輝度はある時定数でしか変化しないため、その領域の輝度および色度

10

20

30

40

50

は正確に表現されず、「暗い」部分が生じてしまうのである。

【0114】

そこで、本変形例の共通LUT70では、例えば図12(B)中の符号P12で示したように、映像信号D1の色度変化に対する点灯信号BL1の信号レベルの変化量が、所定の閾値以下に制限されているようにするのが望ましい。この所定の閾値の目安としては、人間の目の感度程度の値(例えば、 $E < 1.0$ )が挙げられる。なお、 $E$ とは、CIE1976  $L^*u^*v^*$ 表色系やCIE1976  $L^*a^*b^*$ 表色系において定義された、2つの色の色差であり、 $E$  1前後の値において色の違いの許容差となる。

【0115】

共通LUT70をこのように設定した場合、色空間の形状に起因するバックライト輝度の急峻な変化によって生じる、輝度の急激な変化や色の飛びなどを抑えることが可能となる。

【0116】

[変形例2]

変形例2に係る液晶表示装置は、上記実施の形態の液晶表示装置1において、BLレベル算出部421の代わりに、以下説明するBL算出部421Aを設けるようにしたものである。このBLレベル算出部421Aは、上記変形例1で説明したBLレベル算出部421とは異なり、R、G、Bに対応する画素信号ごとに、個別のLUT(後述するLUT74R、74G、74B)を用いるようになっている。

【0117】

これは、以下の理由によるものである。すなわち、これまで説明した映像信号は全て線形信号であったが、入力信号(映像信号D1)としては通常、ガンマ変換(変換)がなされた信号が入力されてくる。このため、ガンマデータのまま処理することができるようになれば、構成が簡単となる。そこで、本変形例のBLレベル算出部421Aでは、3種類のLUTを設けると共に、それぞれをR、G、Bの各画素信号が最大値であるときに用いるようにしている。そして、ガンマデータのまま、R、G、Bの最大値で入力信号を除算し、最大値以外の値で色度を指定するようにしている。

【0118】

図13は、BLレベル算出部421Aのブロック構成例を表したものである。このBLレベル算出部421Aは、Max選択部71と、除算部72と、選択出力部73と、R、G、Bの各色用のLUT74R、74G、74Bとを有している。

【0119】

Max選択部71は、映像信号D1における画素信号D1r、D1g、D1bのうち、信号レベルが最大である画素信号を選択して出力するものである。

【0120】

除算部72は、映像信号D1における画素信号D1r、D1g、D1bをそれぞれ、Max選択部71から出力される最大信号レベルによって除算するものである。

【0121】

選択出力部73は、除算部72から出力される画素信号D1r、D1g、D1bの除算値のうちの一部を選択して、LUT74R、74G、74Bへそれぞれ出力するものである。具体的には、LUT74Rに対しては、画素信号D1g、D1bの除算値をそれぞれ出力し、LUT74Gに対しては、画素信号D1r、D1bの除算値をそれぞれ出力し、LUT74Bに対しては、画素信号D1r、D1gの除算値をそれぞれ出力する。

【0122】

LUT74R、74G、74Bはそれぞれ、例えば図14、図15、図16にそれぞれ示したように、映像信号D1の色度における色相Hおよび彩度Sと、それに対する表現可能な最大信号レベルの逆数( $1/\text{明度}V$ )とを、対応させたものとなっている。これは、前述したように、バックライト輝度を算出する際には、表現可能な最大明度の信号レベルによって画素信号を除算した比を用いることから、明度Vの逆数を用いたほうが簡単な構成となるからである。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 3 】

ここで、本変形例でも上記変形例 1 と同様に、これらの L U T 7 4 R , 7 4 G , 7 4 B において、映像信号 D 1 の色度変化に対する点灯信号 B L 1 の信号レベルの変化量が、所定の閾値以下に制限されているようにするのが望ましい。

## 【 0 1 2 4 】

すなわち、例えば図 1 7 ( A ) 中の符号 P 2 1 で示したように、 $(1/V)$  が急峻に変化している部分(領域)では、例えば図 1 7 ( B ) 中の符号 P 2 2 で示したように、その変化量が上記閾値以下に制限される(緩やかになる)ようにするのが望ましい。同様に、例えば図 1 8 ( A ) 中の符号 P 3 1 および図 1 9 ( A ) 中の符号 P 4 1 で示した部分(領域)についても、例えば図 1 8 ( B ) 中の符号 P 3 2 および図 1 9 ( B ) 中の符号 P 4 2 10  
で示したように、上記変化量を制限するようにするのが望ましい。

## 【 0 1 2 5 】

## [ 変形例 3 ]

変形例 3 に係る液晶表示装置は、上記実施の形態の液晶表示装置 1 において、画素 2 0 を有する液晶表示パネル 2 の代わりに、以下説明する画素 2 0 - 1 を有する液晶表示パネルを設けるようにしたものである。

## 【 0 1 2 6 】

図 2 0 ( A ) , ( B ) はそれぞれ、本変形例の各画素 2 0 - 1 におけるサブ画素(サブピクセル)構造例を平面模式図で表わしたものであり、上記実施の形態における図 2 ( A ) , ( B ) にそれぞれ対応したものとなっている。 20

## 【 0 1 2 7 】

各画素 2 0 - 1 は、上記実施の形態と同様の R , G , B の 3 色に対応するサブ画素 2 0 R , 2 0 G , 2 0 B と、これらの 3 色よりも高輝度を示す色( Z )のサブ画素 2 0 Z とを有している。この高輝度を示す色( Z )としては、例えば黄( Y )や白( W )等が挙げられるが、本変形例では、これらの上位概念としての色( Z )として説明する。

## 【 0 1 2 8 】

これら R , G , B , Z の 4 色のサブ画素 2 0 R , 2 0 G , 2 0 B , 2 0 Z のうち、R , G , B の 3 色に対応するサブ画素 2 0 R , 2 0 G , 2 0 B には、上記実施の形態と同様に、R , G , B の各色に対応するカラーフィルタ 2 4 R , 2 4 G , 2 4 B が配設されている。一方、Z のサブ画素 2 0 Z では、例えば Z = Y の場合には Y に対応するカラーフィルタ(図中に示したカラーフィルタ 2 4 Z )が配設される。ただし、上記実施の形態で説明したように、Z = W の場合、このサブ画素 2 0 Z (サブ画素 2 0 W )には、カラーフィルタは配設されないようになっている。なお、本変形例の画素 2 0 - 1 においても、各サブ画素 2 0 R , 2 0 G , 2 0 B , 2 0 Z の配置構成はこれらの例には限られず、他の配置構成としてもよい。 30

## 【 0 1 2 9 】

このような構成の本変形例の液晶表示装置においても、上記実施の形態の液晶表示装置 1 と同様の作用により、同様の効果を得ることが可能である。すなわち、R , G , B , Z の 4 色のサブ画素構造を用いて映像表示を行う際に、簡易な構成で色ずれによる画質低下を抑えつつディミング処理を実現することが可能となる。 40

## 【 0 1 3 0 】

< その他の変形例 >

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態等に限定されず、種々の変形が可能である。

## 【 0 1 3 1 】

例えば、上記実施の形態等では、バックライトに対して、画面全体を制御単位としてアクティブ制御を行う場合について説明したが、例えば、画面を複数の領域に分割し、それぞれの領域に対応してバックライトをアクティブ制御するようにしてもよい。

## 【 0 1 3 2 】

また、上記実施の形態等において説明した各ブロックの構成および演算方法については 50

、それらのものには限られず、他の構成や演算手法を用いるようにしてもよい。

【 0 1 3 3 】

更に、上記実施の形態等では、R、G、B、Zの4色のサブ画素構造を用いた場合について説明したが、これらに加えて他の色に対応するサブ画素を含めた5色以上のサブ画素構造においても、本発明を適用することが可能である。

【 0 1 3 4 】

加えて、上記実施の形態等において説明した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされるようになっている。このようなプログラムは、コンピュータに内蔵され

10

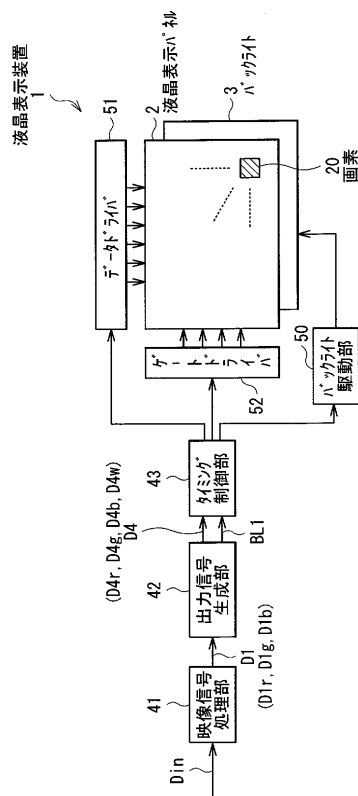
【符号の説明】

【 0 1 3 5 】

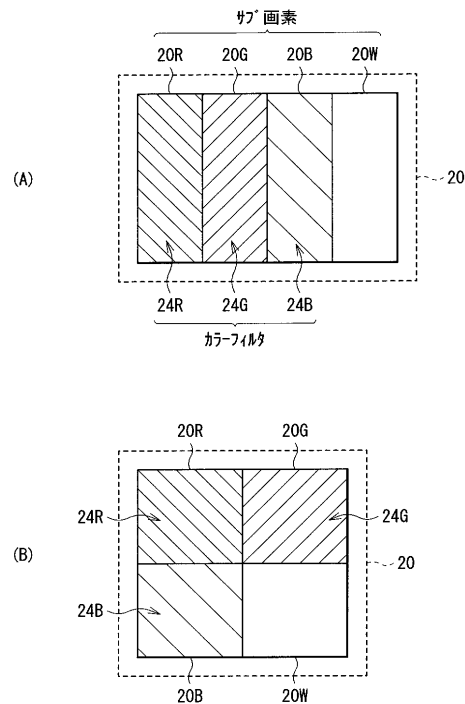
1...液晶表示装置、2...液晶表示パネル、20、20-1...画素、20R、20G、20B、20W、20Z...サブ画素、21...TFT素子、22...液晶素子、23...補助容量素子、24R、24G、24B、24Z...カラーフィルタ、3...バックライト、41...映像信号処理部、42...出力信号生成部、421、421A...BLレベル算出部、422...LCDレベル算出部、423...色度点調整部、424...RGB/RGBW変換部、43...タイミング制御部、50...バックライト駆動部、51...データドライバ、52...ゲートドライバ、Din...入力映像信号、D1(D1r、D1g、D1b)、D2(D2r、D2g、D2b)、D3(D3r、D3g、D3b)、D4(D4r、D4g、D4b、D4w) ...映像信号、BL1...点灯信号、D...データ線、G...ゲート線、Cs...補助容量線。

20

【図1】

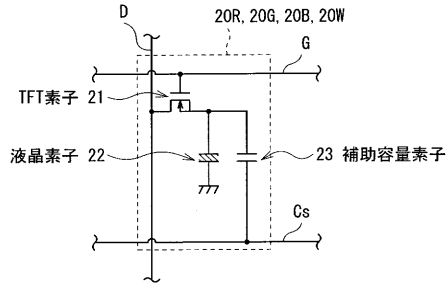


【図2】

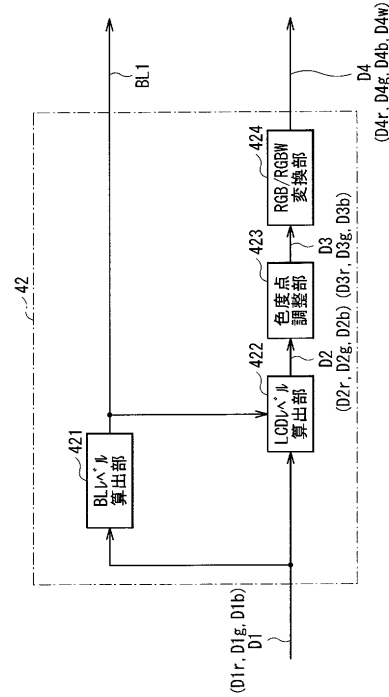




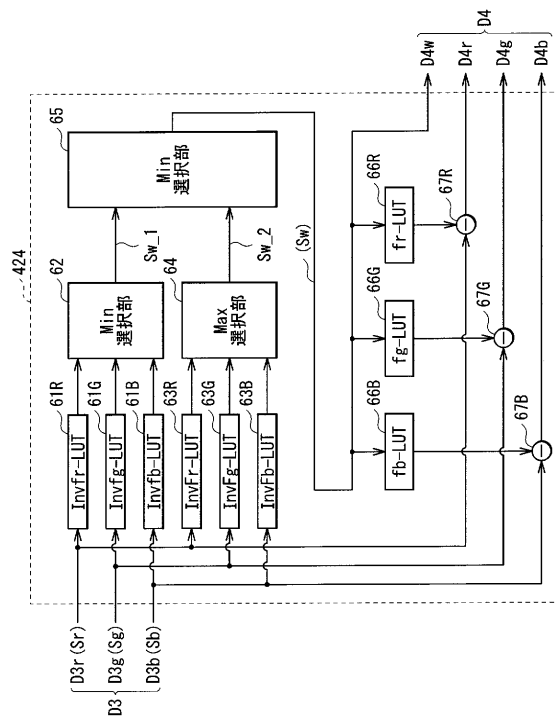
【図 3】



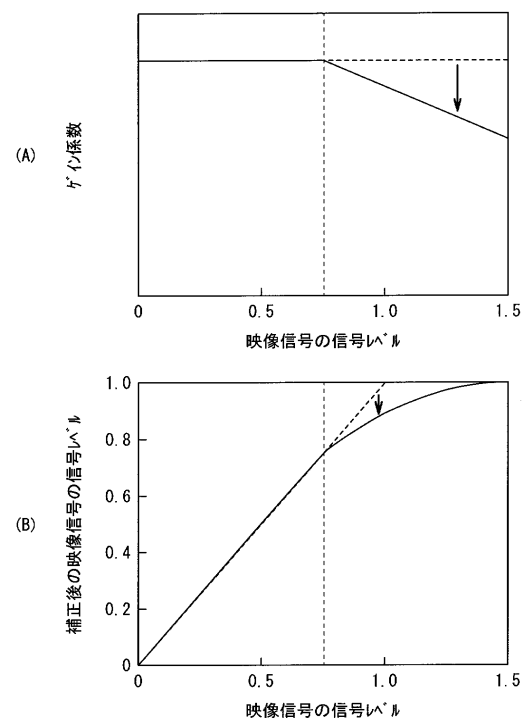
【図 4】



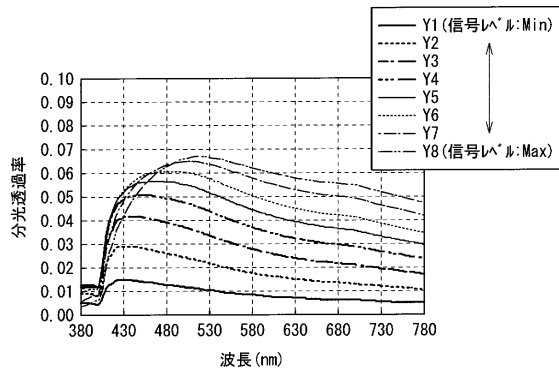
【図 5】



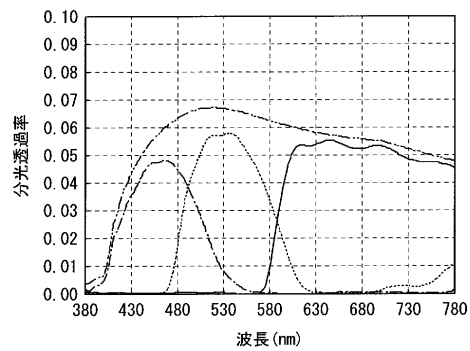
【図 6】



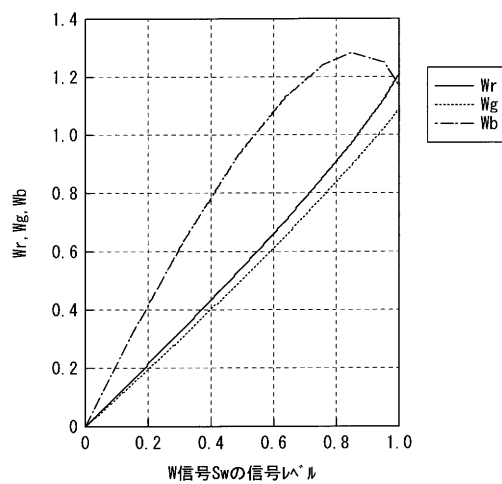
【図 7】



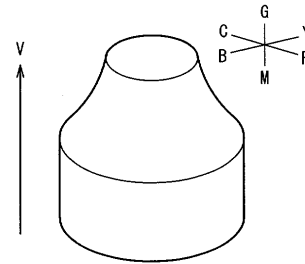
【図 8】



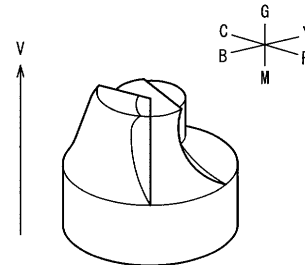
【図 11】



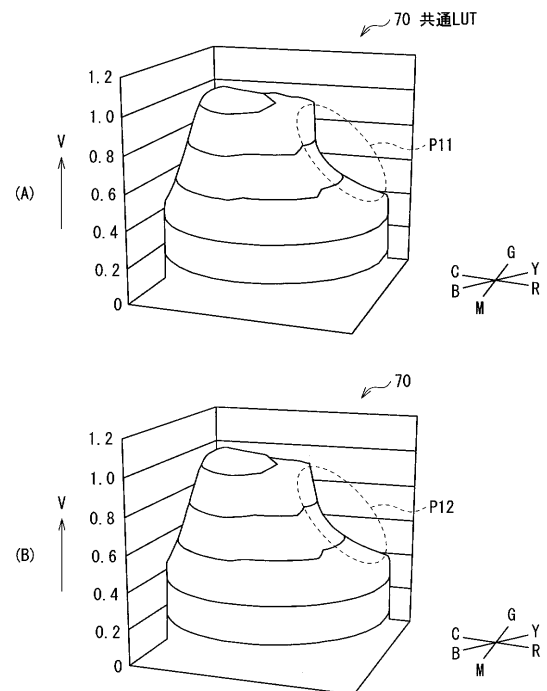
【図 9】



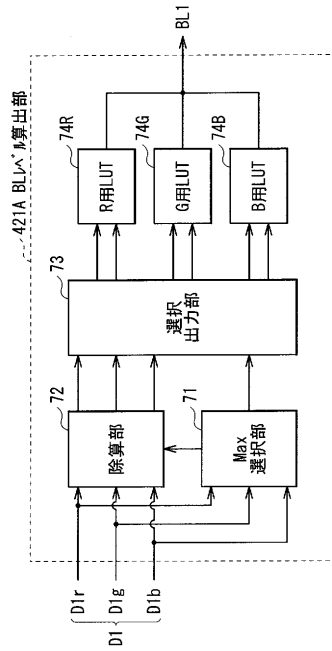
【図 10】



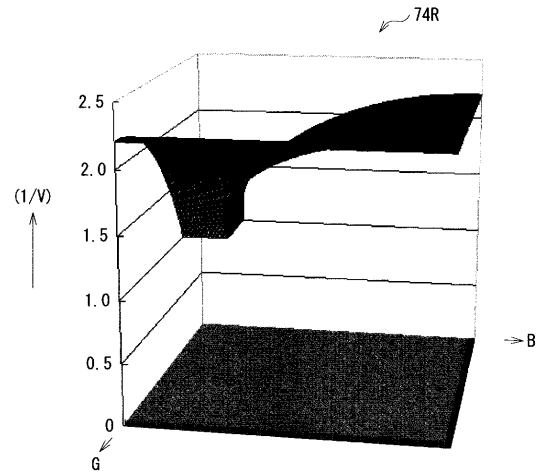
【図 12】



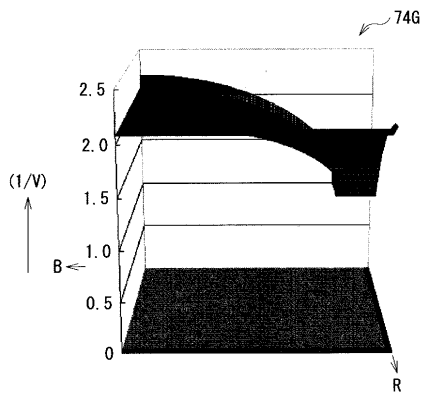
【図 13】



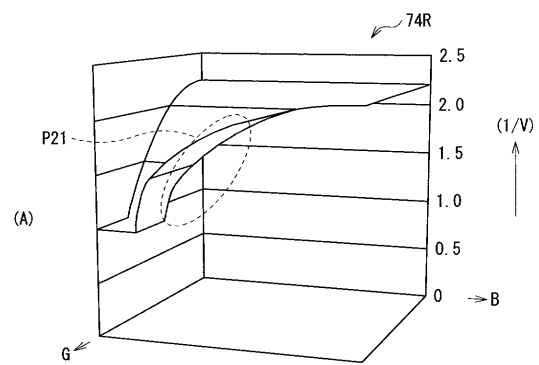
【図 14】



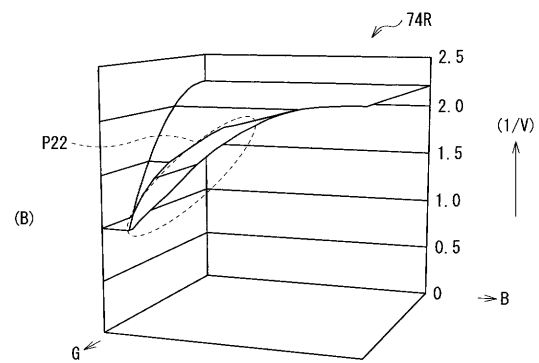
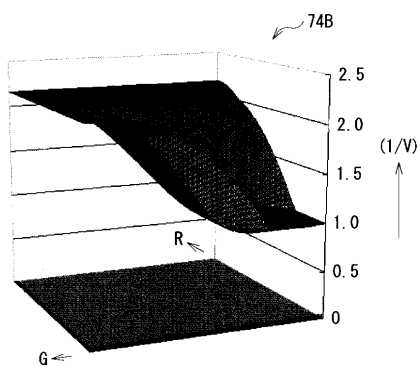
【図 15】



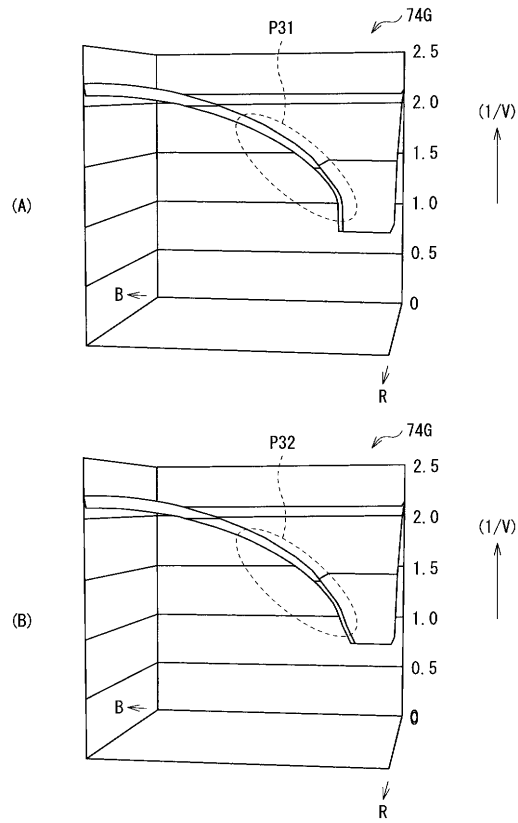
【図 17】



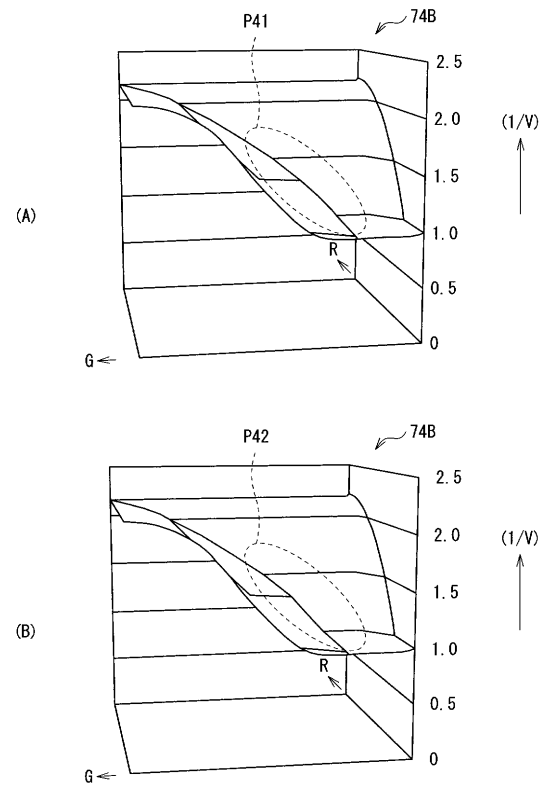
【図 16】



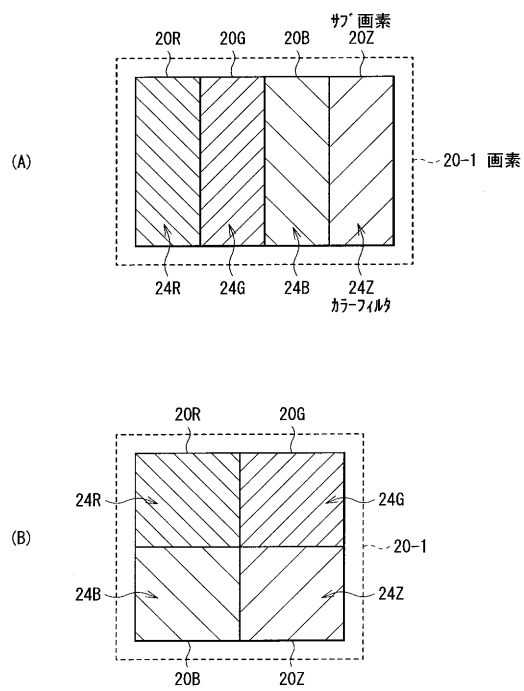
【図 18】



【図 19】



【図 20】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 9 G 3/20 6 4 2 L  
G 0 9 G 3/20 6 2 3 C  
G 0 9 G 3/34 J  
G 0 9 G 3/20 6 1 1 A  
G 0 2 F 1/133 5 1 0  
G 0 2 F 1/133 5 3 5

(72)発明者 谷野 友哉  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0279372(US,A1)  
国際公開第2009/003041(WO,A1)  
特開2009-192887(JP,A)  
国際公開第2009/110129(WO,A1)  
特開2007-003848(JP,A)  
特開2009-294323(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
G 0 9 G 3 / 0 0 - 3 / 3 8  
G 0 2 F 1 / 1 3 3