

(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2009-192636

(P2009-192636A)

(43) 公開日 平成21年8月27日(2009.8.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/36	2H093
G02F 1/133 (2006.01)	G02F 1/133 535	5C006
G09G 3/20 (2006.01)	G02F 1/133 575	5C080
G09G 3/34 (2006.01)	G09G 3/20 611A	
	G09G 3/34 J	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 51 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-31072 (P2008-31072)
(22) 出願日 平成20年2月12日 (2008.2.12)

(71) 出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(74) 代理人 110000338
特許業務法人原謙三国際特許事務所
(72) 発明者 森末 尚志
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 村松 剛司
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
(72) 発明者 青木 淳
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社内
Fターム(参考) 2H093 NC14 NC42 NC49 ND39 NE06
最終頁に続く

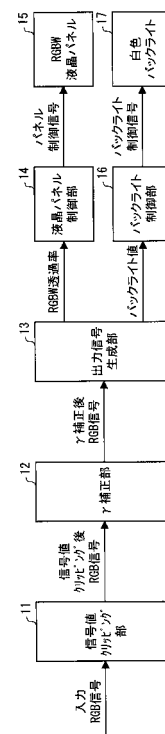
(54) 【発明の名称】 透過型液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶パネルのみならずカラーフィルタによって吸収される光量をも減らし、消費電力のさらなる削減を達成できる透過型液晶表示装置を実現する。

【解決手段】 液晶パネルとバックライトとを備えた透過型液晶表示装置において、液晶パネルは、1画素が、赤(R)、緑(G)、青(B)、および白(W)の4サブピクセルに分割されている液晶パネル15とする。また、バックライトは、発光輝度を制御可能な白色バックライト17とする。さらに、原入力信号である入力RGB信号は、信号値クリッピング部11によって信号値クリッピング処理(輝度、あるいは輝度・彩度が共に高い画素データに対して、入力RGB値の彩度及び輝度を下げないように、入力RGB信号の各信号値を予め定められた信号上限値以下に切り捨てる処理)が施されて信号値クリッピング後RGB信号とされた後、出力信号生成部13において透過率およびバックライト値が求められる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 画素が、赤（R）、緑（G）、青（B）、および白（W）の 4 サブピクセルに分割されている液晶パネルと、

発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、

入力画像である入力 RGB 信号に含まれる画素データのうち、輝度、あるいは輝度・彩度が共に高い画素データに対して、入力 RGB 信号の彩度及び輝度を下げるように、入力 RGB 信号の各信号値を予め定められた信号上限値以下に切り捨てる信号値クリッピング処理を施すことで、入力 RGB 信号を信号値クリッピング後 RGB 信号に変換する信号値クリッピング部と、

上記信号値クリッピング後 RGB 信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後 RGB 信号に変換する γ 補正部と、

上記 γ 補正後 RGB 信号から、上記液晶パネルの各画素における R、G、B、W の各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、

上記出力信号生成部で生成された上記透過率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、

上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記アクティブバックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えていることを特徴とする透過型液晶表示装置。

【請求項 2】

1 画素が、赤（R）、緑（G）、青（B）、および白（W）の 4 サブピクセルに分割されている液晶パネルと、

発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、

入力画像である入力 RGB 信号に含まれる画素データのうち、輝度・彩度共に高い画素データに対して、入力 RGB 信号の彩度を下げ輝度を上げるように、入力 RGB 信号の各信号値を予め定められた信号下限値以上に切り上げる逆信号値クリッピング処理を施すことで、入力 RGB 信号を逆信号値クリッピング後 RGB 信号に変換する逆信号値クリッピング部と、

上記逆信号値クリッピング後 RGB 信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後 RGB 信号に変換する γ 補正部と、

上記 γ 補正後 RGB 信号から、上記液晶パネルの各画素における R、G、B、W の各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、

上記出力信号生成部で生成された上記透過率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、

上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記アクティブバックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えていることを特徴とする透過型液晶表示装置。

【請求項 3】

上記信号値クリッピング部は、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値の低減度合を示すバックライト値低減率を指定することで、上記出力信号生成部において上記バックライト値低減率に応じたバックライト値以下になることが保証されるように、上記信号値クリッピング後 RGB 信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項 4】

上記逆信号値クリッピング部は、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値の低減度合を示すバックライト値低減率を指定することで、上記出力信号生成部において上記バックライト値低減率に応じたバックライト値以下になることが保証されるように、上記逆信号値クリッピング後 RGB 信号を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の透

10

20

30

40

50

過型液晶表示装置。

【請求項 5】

上記信号値クリッピング部および出力信号生成部は、

R G B Wサブピクセルにおいて、各 R G B Wサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時の R G Bサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかわかる値を白色輝度比WRとし、この白色輝度比WRを考慮した信号値クリッピング処理および出力信号生成処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項 6】

上記逆信号値クリッピング部および出力信号生成部は、

R G B Wサブピクセルにおいて、各 R G B Wサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時の R G Bサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかわかる値を白色輝度比WRとし、この白色輝度比WRを考慮した逆信号値クリッピング処理および出力信号生成処理を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項 7】

上記信号値クリッピング部は、入力 R G B 信号の中間の値を制御することで色相を保持するように、信号値クリッピング後 R G B 信号を生成することを特徴とする請求項 1 に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項 8】

上記逆信号値クリッピング部は、入力 R G B 信号の中間の値を制御することで色相を保持するように、逆信号値クリッピング後 R G B 信号を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項 9】

上記信号値クリッピング部は、

上記信号値クリッピング処理を以下の(A)～(D)の手順によって行い、入力 R G B 信号 (R [i] , G [i] , B [i]) を信号値クリッピング後 R G B 信号 (R s [i] , G s [i] , B s [i]) に変換することを特徴とする請求項 1 , 3 , 5 のいずれか一項に記載の透過型液晶表示装置。

(A) バックライト上限値 M A X w を、(1)式を用いて算出する。

$$M A X w = M A X \times B l R a t i o 1 \quad \cdots (1)$$

ただし、

M A X : 信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値の上限値
($\geq$ 入力 R G B 信号の全ての R G B 値の最大値)

B l R a t i o 1 : 第 1 バックライト値設定率 ($= 1 - B l L o w R a t i o 1$)

B l L o w R a t i o 1 : 第 1 バックライト値低減率
($0 \leq B l L o w R a t i o 1 \leq 1$)

以下の(B)～(D)の処理を、入力画像内の画素数だけ繰り返す。

(B) γ 補正後の R G B 信号の最小値 m i n R G B g を、(2)式を用いて算出する。

$$\begin{aligned} m i n R G B g &= m i n (R g [i] , G g [i] , B g [i]) \\ &= f g (m i n R G B , \gamma) \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

ただし、

R g [i] , G g [i] , B g [i] : γ 補正後の R G B 信号

m i n R G B : 入力 R G B 信号の最小値
($= m i n (R [i] , G [i] , B [i])$)

m i n (A , B , . . .) : A , B , . . . の最小値

γ : γ 係数 (> 0)

f g (x , g) : γ 補正関数

(C) 信号上限値 M A X c を、(3)式を用いて算出する。

M A X c

10

20

30

40

50

$$= f g \left(\min (MAXw + \min (MAXw \times WR, \min RGBg), MAX), \frac{1}{\gamma} \right) \quad \cdots (3)$$

ただし、

WR：白色輝度比（各RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値）

(D) 信号値クリッピング後RGB信号（Rs[i], Gs[i], Bs[i]）を、(4)式～(6)式を用いて算出する。

$$Rs[i] = \min (MAXc, R[i]) \quad \cdots (4)$$

$$Gs[i] = \min (MAXc, G[i]) \quad \cdots (5)$$

$$Bs[i] = \min (MAXc, B[i]) \quad \cdots (6)$$

10

【請求項10】

上記信号値クリッピング部は、

上記信号値クリッピング処理を以下の(A)～(D)の手順によって行い、入力RGB信号（R[i], G[i], B[i]）を信号値クリッピング後RGB信号（Rs[i], Gs[i], Bs[i]）に変換することを特徴とする請求項1, 3, 5, 7のいずれか一項に記載の透過型液晶表示装置。

(A) バックライト上限値MAXwを、(1)式を用いて算出する。

$$MAXw = MAX \times BlRatio1 \quad \cdots (1)$$

ただし、

MAX：信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値の上限値

（ $\geq$ 入力RGB信号の全てのRGB値の最大値）

BlRatio1：第1バックライト値設定率（ $= 1 - BlLowRatio1$ ）

BlLowRatio1：第1バックライト値低減率

（ $0 \leq BlLowRatio1 \leq 1$ ）

以下の(B)～(D)の処理を、入力画像内の画素数だけ繰り返す。

(B) γ 補正後のRGB信号の最小値 $\min RGBg$ を、(2)式を用いて算出する。

$$\begin{aligned} \min RGBg &= \min (Rg[i], Gg[i], Bg[i]) \\ &= f g (\min RGB, \gamma) \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

ただし、

Rg[i], Gg[i], Bg[i]： γ 補正後のRGB信号

$\min RGB$ ：入力RGB信号の最小値

（ $= \min (R[i], G[i], B[i])$ ）

$\min (A, B, \dots)$ ：A, B, ... の最小値

γ ： γ 係数（ > 0 ）

$f g (x, g)$ ： γ 補正関数

30

(C) 信号上限値MAXcを、(3)式を用いて算出する。

MAXc

$$= f g \left(\min (MAXw + \min (MAXw \times WR, \min RGBg), MAX), \frac{1}{\gamma} \right) \quad \cdots (3)$$

40

ただし、

WR：白色輝度比（各RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値）

(D) 信号値クリッピング後RGB信号（ $\min RGBs$, $\mid RGBs$, $\max RGBs$ ）を、(7)式～(10)式を用いて算出する。

$$\min RGBs = \min (MAXc, \min RGB) \quad \cdots (7)$$

$$\max RGBs = \min (MAXc, \max RGB) \quad \cdots (8)$$

a) $0 < \max RGB - \min RGB$ の場合

$\mid RGBs$

50

$$= (\text{midRGB} - \text{minRGB}) \times (\text{maxRGBs} - \text{minRGBs}) / (\text{maxRGB} - \text{minRGB}) + \text{minRGBs} \quad \cdots(9)$$

b) a)以外の場合

$$\text{midRGBs} = \text{minRGBs} \quad \cdots(10)$$

ただし、

$$\text{midRGB} = \text{mid}(\text{R}[i], \text{G}[i], \text{B}[i])$$

$\text{mid}(A, B, \dots)$: $A, B, \dots$ の中間の値

$$\text{minRGBs} = \text{min}(\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i])$$

$$\text{midRGBs} = \text{mid}(\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i])$$

$$\text{maxRGBs} = \text{max}(\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i])$$

10

【請求項11】

上記逆信号値クリッピング部は、

上記逆信号値クリッピング処理を以下の(A)～(D)の手順によって行い、入力RGB信号($\text{R}[i], \text{G}[i], \text{B}[i]$)を逆信号値クリッピング後RGB信号($\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i]$)に変換することを特徴とする請求項2, 4, 6のいずれか一項に記載の透過型液晶表示装置。

(A) バックライト上限値MAXwを、(11)式を用いて算出する。

$$\text{MAXw} = \text{MAX} \times \text{BlRatio2} \quad \cdots(11)$$

ただし、

MAX : 信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値の上限値
($\geq$ 入力RGB信号の全てのRGB値の最大値)

20

BlRatio2 : 第2バックライト値設定率 ($= 1 - \text{BlLowRatio2}$)

BlLowRatio2 : 第2バックライト値低減率

$$(0 \leq \text{BlLowRatio2} \leq \text{WR} / (1 + \text{WR}))$$

WR : 白色輝度比 (各RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値)

以下の(B)～(D)の処理を、入力画像内の画素数だけ繰り返す。

(B) γ 補正後のRGB信号の最大値maxRGBgを、(12)式を用いて算出する。

$$\begin{aligned} \text{maxRGBg} &= \text{max}(\text{Rg}[i], \text{Gg}[i], \text{Bg}[i]) \\ &= f_g(\text{maxRGB}, \gamma) \end{aligned} \quad \cdots(12)$$

30

ただし、

$\text{Rg}[i], \text{Gg}[i], \text{Bg}[i]$: γ 補正後のRGB信号

maxRGB : 入力RGB信号の最大値

$$(\text{max}(\text{R}[i], \text{G}[i], \text{B}[i]))$$

$\text{max}(A, B, \dots)$: $A, B, \dots$ の最大値

γ : γ 係数 (> 0)

$f_g(x, g)$: γ 補正関数

(C) 信号下限値MINcを、(13)式を用いて算出する。

$$\text{MINc} = f_g(\text{max}(\text{maxRGBg} - \text{MAXw}, 0), 1/\gamma) \quad \cdots(13)$$

40

(D) 逆信号値クリッピング後RGB信号($\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i]$)を、(14)式～(16)式を用いて算出する。

$$\text{Rs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{R}[i]) \quad \cdots(14)$$

$$\text{Gs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{G}[i]) \quad \cdots(15)$$

$$\text{Bs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{B}[i]) \quad \cdots(16)$$

【請求項12】

上記逆信号値クリッピング部は、

上記逆信号値クリッピング処理を以下の(A)～(D)の手順によって行い、入力RGB信号($\text{R}[i], \text{G}[i], \text{B}[i]$)を逆信号値クリッピング後RGB信号($\text{Rs}[i], \text{Gs}[i], \text{Bs}[i]$)に変換することを特徴とする請求項2, 4, 6, 8のいずれか

50

一項に記載の透過型液晶表示装置。

(A) バックライト上限値 $MAXw$ を、(11)式を用いて算出する。

$$MAXw = MAX \times BlRatio2 \quad \cdots (11)$$

ただし、

MAX : 信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値の上限値
($\geq$ 入力 RGB 信号の全ての RGB 値の最大値)

$BlRatio2$: 第2バックライト値設定率 ($= 1 - BlLowRatio2$)

$BlLowRatio2$: 第2バックライト値低減率

$$(0 \leq BlLowRatio2 \leq WR / (1 + WR))$$

WR : 白色輝度比 (各 RGBW サブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時の RGB サブピクセルから出力される輝度に対し、W サブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値) 10

以下の(B)~(D)の処理を、入力画像内の画素数だけ繰り返す。

(B) γ 補正後の RGB 信号の最大値 $maxRGBg$ を、(12)式を用いて算出する。

$$\begin{aligned} maxRGBg &= max(Rg[i], Gg[i], Bg[i]) \\ &= fg(maxRGB, \gamma) \quad \cdots (12) \end{aligned}$$

ただし、

$Rg[i], Gg[i], Bg[i]$: γ 補正後の RGB 信号

$maxRGB$: 入力 RGB 信号の最大値

$$(= max(R[i], G[i], B[i]))$$

20

$max(A, B, \dots)$: $A, B, \dots$ の最大値

γ : γ 係数 (> 0)

$fg(x, g)$: γ 補正関数

(C) 信号下限値 $MINc$ を、(13)式を用いて算出する。

$$MINc = fg(max(maxRGBg - MAXw, 0), 1/\gamma) \quad \cdots (13)$$

(D) 逆信号値クリッピング後 RGB 信号 ($minRGBs, midRGBs, maxRGBs$) を、(17)式~(18)式および(9)式~(10)式を用いて算出する。

$$minRGBs = max(MINc, minRGB) \quad \cdots (17)$$

$$maxRGBs = max(MINc, maxRGB) \quad \cdots (18)$$

a) $0 < maxRGB - minRGB$ の場合 30

$$midRGBs$$

$$\begin{aligned} &= (midRGB - minRGB) \times (maxRGBs - minRGBs) \\ &\quad / (maxRGB - minRGB) + minRGBs \quad \cdots (9) \end{aligned}$$

b) a) 以外の場合

$$midRGBs = minRGBs \quad \cdots (10)$$

ただし、

$$midRGB = mid(R[i], G[i], B[i])$$

$mid(A, B, \dots)$: $A, B, \dots$ の中間の値

$$minRGBs = min(Rs[i], Gs[i], Bs[i])$$

$$midRGBs = mid(Rs[i], Gs[i], Bs[i])$$

40

$$maxRGBs = max(Rs[i], Gs[i], Bs[i])$$

【請求項13】

上記出力信号生成手段は、

以下の(A)の手順を入力画像内の画素数だけ繰り返すことにより、各Wサブピクセルの透過量 ($Wts_g[i]$) を算出するW透過量算出部と、

以下の(B)の手順を入力画像内の画素数だけ繰り返すことにより、各RGBサブピクセルの透過量 ($Rts_g[i], Gts_g[i], Bts_g[i]$) を算出するRGB透過量算出部と、

以下の(C)の手順により、バックライト値 (Wbs_g) を算出するバックライト値算出部と、

50

以下の(D)の手順を入力画像内の画素数だけ繰り返すにより、各RGBWサブピクセルの透過率($rsg[i]$, $gsg[i]$, $bsg[i]$, $wsg[i]$)を算出する透過率算出手段とを備えていることを特徴とする請求項1から12のいずれか一項に記載の透過型液晶表示装置。

(A) W透過量($Wts g[i]$)を、(19)式により算出する。

$$Wts g[i] = \min(\max(RGBsg / (1 + 1/WR), \min RGBsg) \quad \dots(19)$$

ただし、

$$\max RGBsg = \max(Rsg[i], Gsg[i], Bsg[i])$$

$$\min RGBsg = \min(Rsg[i], Gsg[i], Bsg[i])$$

$$Rsg[i], Gsg[i], Bsg[i] : \gamma \text{ 補正後 RGB 信号}$$

WR: 白色輝度比(各RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値)

(B) RGB透過量($Rts g[i]$, $Gts g[i]$, $Bts g[i]$)を、(20)~(22)式により算出する。

$$Rts g[i] = Rsg[i] - Wts g[i] \quad \dots(20)$$

$$Gts g[i] = Gsg[i] - Wts g[i] \quad \dots(21)$$

$$Bts g[i] = Bsg[i] - Wts g[i] \quad \dots(22)$$

(C) バックライト値 $Wbs g$ を、(23)式により算出する。

$$Wbs g = \max(Rts g[1], Gts g[1], Bts g[1], Wts g[1] / WR, \dots, Rts g[Np], Gts g[Np], Bts g[Np], Wts g[Np] / WR) \quad \dots(23)$$

(D) RGBW透過率($rsg[i]$, $gsg[i]$, $bsg[i]$, $wsg[i]$)を、(24)~(27)式により算出する。

$$rsg[i] = Rts g[i] / Wbs g \quad \dots(24)$$

$$gsg[i] = Gts g[i] / Wbs g \quad \dots(25)$$

$$bsg[i] = Bts g[i] / Wbs g \quad \dots(26)$$

$$wsg[i] = (Wts g[i] / Wbs g) / WR \quad \dots(27)$$

ただし、 $Wbs g = 0$ のとき、

$$rsg[i] = gsg[i] = bsg[i] = wsg[i] = 0 \text{ とする。}$$

【請求項14】

上記液晶パネルに対して複数のアクティブバックライトを備え、

各アクティブバックライトに対応する領域毎に、液晶パネルの透過率制御およびバックライトのバックライト値制御を行うことを特徴とする請求項1から13の何れか一項に記載の透過型液晶表示装置。

【請求項15】

コンピュータに、上記請求項9ないし13の何れかに記載の各機能部の処理を行わせることを特徴とする制御プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バックライトと液晶パネルから構成される透過型液晶表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

カラーディスプレイには様々な種類があり、それぞれ実用化がなされている。薄型ディスプレイを大別すると、PDP(プラズマディスプレイパネル)のような自発光型ディス

10

20

30

40

50

プレイと、LCD（液晶ディスプレイ）に代表される非発光型ディスプレイとに分類される。非発光型ディスプレイであるLCDでは、液晶パネルの背面側にバックライトを配置する透過型LCDが知られている。

【0003】

図20は、透過型LCDの一般的な構造を示す断面図である。この透過型LCDは、液晶パネル100の背面にバックライト110を配置している。液晶パネル100は、一对の透明基板101、102の間に液晶層103を配置し、一对の透明基板101、102の外側には偏光板104、105を備えた構成となっている。また、液晶パネル100内にカラーフィルタ106を備えることでカラー表示が可能となる。

【0004】

図示は省略するが、透明基板101、102の内側には、電極層および配向膜が形成されており、液晶層103への印加電圧を制御することによって、液晶パネル100を透過する光の透過量が画素ごとに制御される。すなわち、透過型LCDは、バックライト110からの照射光を液晶パネル110で透過量制御を行うことによって表示制御を行う。

【0005】

バックライト110は、カラーディスプレイに必要なRGB三色の波長を含む光を照射するものであり、カラーフィルタ106との組み合わせによって、RGBの各色の光の透過率をそれぞれ調整することで、画素としての輝度や色相を任意に設定することが可能である。このようなバックライト110は、エレクトロ・ルミネッセンス（EL）、冷陰極管（CCFL）、発光ダイオード（LED）などの白色光源が一般的に使用されている。

【0006】

液晶パネル100においては、図21に示すように、複数の画素がマトリクス状に配置され、各画素は通常3つのサブピクセルから構成される。それぞれのサブピクセルは、カラーフィルタ106における赤色（R）、緑色（G）、および青色（B）のフィルタ層が対応するように配置される。以下、それぞれのサブピクセルをRサブピクセル、Gサブピクセル、Bサブピクセルと呼ぶことにする。

【0007】

R、G、Bの各サブピクセルは、バックライト110から発生された白色光の中で、該当波長帯（すなわち、赤色、緑色、青色）の光を選択的に透過させ、他の波長帯の光は吸収する。

【0008】

上記構成の透過型LCDにおいてバックライト110から照射される光は、液晶パネル100の各画素において透過量制御されるため、当然ながら液晶パネル100によって吸収される光が生じる。また、カラーフィルタ106においても、R、G、Bの各サブピクセルは、バックライト110から発生された白色光の中で、該当波長帯以外の光を吸収する。このように、一般的な透過型LCDでは、液晶パネルやカラーフィルタによる光の吸収量が多くバックライトからの照射光の利用効率が低いため、バックライトにおける消費電力が大きくなるといった課題がある。

【0009】

このような透過型LCDの消費電力を削減する技術として、表示画像に応じて発光輝度を調整可能なアクティブバックライトを用いる方法が知られている（例えば、特許文献1）。

【0010】

すなわち、特許文献1には、輝度調整可能なアクティブバックライトを用い、LCDの表示制御（輝度制御）を、液晶パネルの透過率とアクティブバックライトの輝度制御とによって行い、バックライトの消費電力の低減を図る技術が開示されている。

【0011】

特許文献1においては、バックライトの輝度は入力画像（入力信号）における最大輝度値に一致するように制御される。そして、液晶パネルの透過率は、その時のバックライトの輝度に合わせて透過率を調整される。

10

20

30

40

50

【0012】

この時、入力信号の最大値となるサブピクセルの透過率は100%となり、また、その他のサブピクセルの透過率もバックライト値によって計算された100%以下の値となる。よって、画像全体が暗い時にはバックライトを暗くし、バックライトの消費電力を少なくすることができる。

【0013】

このように、特許文献1では、入力画像の入力信号RGBを基にバックライトの明るさを必要最小限に抑え、かつバックライトを暗くした分、液晶の透過率を上げているため、液晶パネルによって吸収される光量を減らし、バックライトの消費電力を削減することができる。

10

【特許文献1】特開平11-65531号公報（平成11年（1999）3月9日公開）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記従来の構成では、液晶パネルによって吸収される光量を減らすことでバックライトの消費電力削減を図ることはできるものの、カラーフィルタによって吸収される光量を減らすことはできない。このため、カラーフィルタによって吸収される光量を減らすことができれば、消費電力のさらなる削減効果を得ることができる。

【0015】

本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、液晶パネルのみならずカラーフィルタによって吸収される光量をも減らし、消費電力のさらなる削減を達成できる透過型液晶表示装置を実現することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明に係る透過型液晶表示装置は、上記課題を解決するために、1画素が、赤（R）、緑（G）、青（B）、および白（W）の4サブピクセルに分割されている液晶パネルと、発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、入力画像である入力RGB信号に含まれる画素データのうち、輝度、あるいは輝度・彩度が共に高い画素データに対して、入力RGB値の彩度及び輝度を下げるように、入力RGB信号の各信号値を予め定められた信号上限値以下に切り捨てる信号値クリッピング処理を施すことで、入力RGB信号を信号値クリッピング後RGB信号に変換する信号値クリッピング部と、上記信号値クリッピング後RGB信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後RGB信号に変換する γ 補正部と、上記 γ 補正後RGB信号から、上記液晶パネルの各画素におけるR、G、B、Wの各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、上記出力信号生成部で生成された上記透過率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記バックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えていることを特徴としている。

30

【0017】

また、本発明に係る他の透過型液晶表示装置は、上記課題を解決するために、1画素が、赤（R）、緑（G）、青（B）、および白（W）の4サブピクセルに分割されている液晶パネルと、発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、入力画像である入力RGB信号に含まれる画素データのうち、輝度・彩度共に高い画素データに対して、入力RGB値の彩度を下げ輝度を上げるように、入力RGB信号の各信号値を予め定められた信号下限値以上に切り上げる逆信号値クリッピング処理を施すことで、入力RGB信号を逆信号値クリッピング後RGB信号に変換する逆信号値クリッピング部と、上記逆信号値クリッピング後RGB信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後RGB信号に変換する γ 補正部と、上記 γ 補正後RGB信号から、上記液晶パネルの各画素におけるR、G、B、Wの各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、上記出力信号生成部で生成された上記透過

40

50

率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記バックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えていることを特徴としている。

【0018】

上記の構成によれば、1画素が、R、G、B、Wの4サブピクセルに分割されている液晶パネルを用いることにより、R、G、Bの各色成分の一部をフィルタ吸収による光量損失が無い（もしくは少ない）Wサブピクセルに振り分けることができる。これにより、カラーフィルタによる光量吸収を減らし、これに応じてバックライト値を下げることで透過型液晶表示装置における消費電力の削減を実現できる。

【0019】

さらに、原入力である入力RGB信号に対して信号値クリッピング処理、あるいは逆信号値クリッピング処理を行い、該処理が施されたRGB信号に基づいてバックライト値およびRGBW透過率を算出することで、バックライト値をより確実に低減させることができる。

【0020】

また、上記透過型液晶表示装置においては、上記信号値クリッピング部（または逆信号値クリッピング部）は、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値の低減度合を示すバックライト値低減率を指定することで、上記出力信号生成部において上記バックライト値低減率に応じたバックライト値以下になることが保証されるように、上記信号値クリッピング後RGB信号（または逆信号値クリッピング後RGB信号）を生成する構成とすることができる。

【0021】

また、上記透過型液晶表示装置においては、上記信号値クリッピング部（または逆信号値クリッピング部）および出力信号生成部は、RGBWサブピクセルにおいて、各RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいことを示す値を白色輝度比WRとし、この白色輝度比WRを考慮した信号値クリッピング処理（または逆信号値クリッピング後RGB信号）および出力信号生成処理を行う構成とすることができる。

【0022】

また、上記透過型液晶表示装置においては、上記信号値クリッピング部（または逆信号値クリッピング部）は、入力RGB信号の中間の値を制御することで色相を保持するように、信号値クリッピング後RGB信号（または逆信号値クリッピング後RGB信号）を生成する構成とすることができる。

【0023】

また、上記透過型液晶表示装置は、上記液晶パネルに対して複数のアクティブバックライトを備え、各アクティブバックライトに対応する領域毎に、液晶パネルの透過率制御およびバックライトのバックライト値制御を行う構成とすることができる。

【0024】

上記の構成によれば、バックライトを分割することで、分割されたバックライト領域毎に最適にバックライト値を設定することができ、全体のバックライト消費電力を下げるることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明に係る透過型液晶表示装置は、以上のように、1画素が、赤（R）、緑（G）、青（B）、および白（W）の4サブピクセルに分割されている液晶パネルと、発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、入力画像である入力RGB信号に含まれる画素データのうち、輝度、あるいは輝度・彩度が共に高い画素データに対して、入力RGB値の彩度及び輝度を下げるように、入力RGB信号の各信号値を予め定められた信号上限値以下に切り捨てる信号値クリッピング処理を施すことで、入力RGB信号を信号値クリッピング後RGB信号に変換する信号値クリッピング部と、上記信号値クリッピング後R

10

20

30

40

50

G B 信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後 R G B 信号に変換する γ 補正部と、上記 γ 補正後 R G B 信号から、上記液晶パネルの各画素における R、G、B、W の各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、上記出力信号生成部で生成された上記透過率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記バックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えている構成である。

【0026】

また、本発明に係る他の透過型液晶表示装置は、以上のように、1画素が、赤(R)、緑(G)、青(B)、および白(W)の4サブピクセルに分割されている液晶パネルと、発光輝度を制御可能な白色アクティブバックライトと、入力画像である入力R G B信号に含まれる画素データのうち、輝度・彩度共に高い画素データに対して、入力R G B値の彩度を下げ輝度を上げるように、入力R G B信号の各信号値を予め定められた信号下限値以上に切り上げる逆信号値クリッピング処理を施すことで、入力R G B信号を逆信号値クリッピング後R G B信号に変換する逆信号値クリッピング部と、上記逆信号値クリッピング後R G B信号に対して γ 補正を行い、 γ 補正後R G B信号に変換する γ 補正部と、上記 γ 補正後R G B信号から、上記液晶パネルの各画素におけるR、G、B、Wの各サブピクセルの透過率信号を生成するとともに、上記アクティブバックライトにおけるバックライト値を算出する出力信号生成部と、上記出力信号生成部で生成された上記透過率信号をもとに液晶パネルを駆動制御する液晶パネル制御部と、上記出力信号生成部で算出されたバックライト値に基づき、上記バックライトの発光輝度を制御するバックライト制御部とを備えている構成である。

【0027】

それゆえ、1画素が、R、G、B、Wの4サブピクセルに分割されている液晶パネルを用いることにより、R、G、Bの各色成分の一部をフィルタ吸収による光量損失が無い(もしくは少ない)Wサブピクセルに振り分けることができる。これにより、カラーフィルタによる光量吸収を減らし、これに応じてバックライト値を下げることで透過型液晶表示装置における消費電力の削減を実現できる。

【0028】

さらに、原入力である入力R G B信号に対して信号値クリッピング処理、あるいは逆信号値クリッピング処理を行い、該処理が施されたR G B信号に基づいてバックライト値およびR G B W透過率を算出することで、バックライト値をより確実に低減させることができるという効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

本発明の実施の形態について図1ないし図19に基づいて説明すると以下の通りである。

【0030】

〔実施の形態1〕

まずは、本実施の形態1に係る液晶表示装置(以下、本液晶表示装置と称する)の概略構成を図1を参照して説明する。

【0031】

本液晶表示装置は、信号値クリッピング部11、 γ 補正部12、出力信号生成部13、液晶パネル制御部14、R G B W液晶パネル(以下、単に液晶パネルと称する)15、バックライト制御部16、および白色バックライト(以下、単にバックライトと称する)17を備えている。

【0032】

液晶パネル15は、N p 個の画素をマトリクス上に配置してなり、図2(a)、(b)に示すように、各画素はR(赤)、G(緑)、B(青)、W(白)の4サブピクセルで構成されている。尚、各画素におけるR、G、B、Wサブピクセルの形状および配置関係は

特に限定されない。また、バックライト 17 は、冷陰極蛍光ランプ（CCFL）や白色発光ダイオード（白色LED）などの白色光源を用いたものであり、照射光の明るさを制御できるアクティブバックライトである。

【0033】

液晶パネル 15 における R, G, B の各サブピクセルは、カラーフィルタ（図示せず）における R, G, B のフィルタ層がそれぞれ対応するように配置される。したがって、R, G, B の各サブピクセルは、バックライト 17 から発生された白色光の中で、該当波長帯の光を選択的に透過させ、他の波長帯の光は吸収する。また、W サブピクセルは、基本的にはカラーフィルタにおいて対応する吸収フィルタ層を有しない。すなわち、W サブピクセルを透過する光は、カラーフィルタによる一切の吸収を受けることなく、白色光のまま液晶パネル 15 から出射される。但し、W サブピクセルは、R, G, B のカラーフィルタよりもバックライトの光の吸収が少ないフィルタ層を持つ構成でもよい。

10

【0034】

本液晶表示装置は、パソコンやテレビチューナーなどの外部から、表示すべき画像情報を RGB 信号として受け取り、該 RGB 信号を入力 RGB 信号 $R[i]$, $G[i]$, $B[i]$ ($i=1, 2, \dots, Np$) として処理を行うものである。

【0035】

信号値クリッピング部 11 は、入力 RGB 信号（第 1 入力 RGB 信号）に対して信号値クリッピング処理を施すものであり、該処理が施された後の信号値クリッピング後 RGB 信号（第 2 入力 RGB 信号）を後段の γ 補正部 12 へ出力する。ここでの信号値クリッピング処理とは、画像内における輝度、あるいは輝度・彩度共に高い画素に対して入力 RGB 値の彩度及び輝度を下げるように、入力 RGB 信号の各信号値をある値以下にクリップする（切り捨てる）処理である。信号値クリッピング処理のより具体的な内容については、後に詳細に説明する。

20

【0036】

γ 補正部 12 は、信号値クリッピング後 RGB 信号に γ 補正処理を施して γ 補正後 RGB 信号を算出し、この γ 補正後 RGB 信号を後段の出力信号生成部 13 へ出力する。

【0037】

出力信号生成部 13 は、 γ 補正後 RGB 信号から、バックライト 17 におけるバックライト値と、液晶パネル 15 の各画素における RGBW のサブピクセル透過率を算出し、出力する。すなわち、出力信号生成部 13 は、 γ 補正後 RGB 信号からバックライト値を求めると共に、 γ 補正後 RGB 信号を上記バックライトに適合する透過率信号に変換する。

30

【0038】

出力信号生成部 13 で求められたバックライト値は、バックライト制御部 16 に出力され、バックライト制御部 16 は、このバックライト値に応じてバックライト 17 の輝度を調節する。バックライト 17 は CCFL や白色 LED などの白色光源を利用したものであり、バックライト制御部 16 によって、バックライト値に比例した明るさに制御することができる。バックライト 17 の明るさの制御方法は、用いられる光源の種類によって異なるが、例えば、バックライト値に比例した電圧をかけたり、バックライト値に比例した電流を流したりして明るさを制御することができる。また、バックライトが LED などの場合は、パルス幅変調（PWM）でデューティ比を変えて明るさを制御することも可能である。さらに、バックライト光源の明るさが非線形特性を持つ場合、バックライト値からルックアップテーブルで光源への印加電圧や印加電流等を求めてバックライトへの明るさ制御を行うことにより所望の明るさに制御する方法などもある。

40

【0039】

出力信号生成部 13 で求められた透過率信号は、液晶パネル制御部 14 に出力され、液晶パネル制御部 14 は、この透過率信号に基づいて液晶パネル 15 の各サブピクセルの透過率が所望の透過率になるように制御する。液晶パネル制御部 14 は、走査線駆動回路、信号線駆動回路等を含む構成であり、走査信号およびデータ信号を生成して、この走査信号およびデータ信号等のパネル制御信号によって液晶パネル 15 を駆動する。上記透過率

50

信号は、信号線駆動回路でのデータ信号の生成に用いられる。液晶パネル15の透過率制御には、サブピクセルの透過率に比例した電圧をかけ液晶パネルの透過率を制御する方法や、非線形特性を線形化するために、サブピクセルの透過率から液晶パネルにかかる電圧をルックアップテーブルから表引きし、液晶パネルを所望の透過率に制御する方法などがある。

【0040】

尚、本発明の液晶表示装置において、入力信号は上述のようなRGB信号に限られるものではなく、YUV信号などのカラー信号でもよい。RGB信号以外のカラー信号が入力される場合、それをRGB信号に変換してから出力信号生成部13に入力する構成であっても良く、あるいは、出力信号生成部13がRGB信号以外のカラー入力信号をRGBW信号へ変換可能な構成であっても良い。

10

【0041】

本液晶表示装置において、液晶パネル15の各サブピクセルにおける表示輝度は、バックライトの明るさ（照射輝度）と、該サブピクセルにおける透過率との積によって表される。ここで、本液晶表示装置における表示原理、および消費電力削減効果について以下に詳細に説明する。尚、本液晶表示装置では、バックライト値およびサブピクセル透過率は、出力信号生成部13において求められる。したがって、以下に説明するバックライト値およびサブピクセル透過率の算出方法は、信号値クリッピング部11および γ 補正部12での処理が施された後の γ 補正後RGB信号に対して実施される。しかしながら、以下の説明では、入力RGB信号からバックライト値およびサブピクセル透過率を求める場合を例示する。また、以下の説明では、RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時に、RGBサブピクセルから出力される輝度とWサブピクセルから出力される輝度と等しいと仮定する。

20

【0042】

以下の説明では、入力RGB信号を($R[i]$, $G[i]$, $B[i]$)として表し、出力信号生成部13において求められる透過率信号を($r[i]$, $g[i]$, $b[i]$)として表し、出力信号生成部13において求められるバックライト値を Wbs として表す。

【0043】

本液晶表示装置におけるバックライト値およびサブピクセルの透過率の決定方法では、最初に、バックライトに対応する表示領域内の全ての画素毎に必要な最小限のバックライト値を求める。このとき、画素の表示データ内容に応じて、バックライト値の求め方は2つの方法に分かれる。具体的には、注目画素内のサブピクセルにおける最大輝度（すなわち $\max(R[i], G[i], B[i])$ ）と最小輝度（すなわち $\min(R[i], G[i], B[i])$ ）との関係によって、その注目画素に対するバックライト値の求め方が異なる。

30

【0044】

まずは、 $\min(R[i], G[i], B[i]) \geq \max(R[i], G[i], B[i]) / 2$ となる画素において、バックライト値の求め方を図3(a), (b)を参照して説明する。ここで、図3(a)は本液晶表示装置におけるバックライト値の求め方を示す図である。また、図3(b)は、比較のために特許文献1におけるバックライト値の求め方を示した図である。

40

【0045】

図3(a), (b)において、ある注目画素の目標とするパネル出力輝度が(R, G, B) = (50, 60, 40)の場合を考える。このとき、 G の輝度値60が $\max(R[i], G[i], B[i])$ であり、 B の輝度値40が $\min(R[i], G[i], B[i])$ であり、 $\min(R[i], G[i], B[i]) \geq \max(R[i], G[i], B[i]) / 2$ の関係が満たされている。

【0046】

特許文献1における表示方法では、図3(b)に示すように、バックライトの輝度値は、 $\max(R[i], G[i], B[i]) = 60$ に設定され、各サブピクセルの透過率

50

はこのバックライト値に合わせて決定される。すなわち、R、G、Bの各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、 $83\% (= 50/60)$ 、 $100\% (= 60/60)$ 、 $67\% (= 40/60)$ に設定される。

【0047】

一方、本液晶表示装置においては、入力信号 $R[i]$ 、 $G[i]$ 、 $B[i]$ のR、G、B各成分において、 $\max(R[i], G[i], B[i]) / 2$ に相当する値分をW成分の輝度値（すなわちW透過量）に振り分ける。その結果、RGB信号で表されている入力信号 $(R, G, B) = (50, 60, 40)$ は、RGBW信号で表される出力信号 $(R, G, B, W) = (20, 30, 10, 30)$ に変換される。また、この注目画素において、バックライトの輝度値は $\max(R[i], G[i], B[i]) / 2 = 30$ に設定される。また、R、G、B、Wの各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、このバックライト値に合わせて決定される。具体的には、各サブピクセルの透過率は（出力輝度値）／（バックライト値）で決定される。すなわち、R、G、B、Wの各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、 $67\% (= 20/30)$ 、 $100\% (= 30/30)$ 、 $33\% (= 10/30)$ 、 $100\% (= 30/30)$ に設定される。但し、図3（a）において示される透過率は、この注目画素において求められたバックライト値が全画素に対して求められた複数のバックライト値のうちで最も大きく、そのバックライトにおける輝度値として採用された場合の透過率を例示したものである。

【0048】

また、本液晶表示装置における上述のバックライト値の特許文献1の方法で求められるバックライト値と比較するには、サブピクセルの面積比をも考慮する必要がある。すなわち、特許文献1では1画素が3つのサブピクセルに分割されているのに対し、本液晶表示装置では1画素が4つのサブピクセルに分割されている。このため、本液晶表示装置では、1つのサブピクセルの面積が、特許文献1に比べ $3/4$ の面積しかなく、このようなサブピクセルにおける面積の低下を補うため、本液晶表示装置では、バックライトの輝度値を $4/3$ 倍することで、特許文献1の方法で求められるバックライト値と同一の基準にて比較可能となる。

【0049】

この結果、図3（a）の例におけるバックライト値を図3（b）のバックライト値と同一基準に補正すれば、 $(4/3) \times 60 / 2 = 40$ となる。同様の表示を行う図3（b）の例ではバックライト値は60であるため、上記注目画素において、本発明による消費電力の削減効果があることが分かる。

【0050】

次に、 $\min(R[i], G[i], B[i]) < \max(R[i], G[i], B[i]) / 2$ となる画素におけるバックライト値の求め方を図4（a）、（b）を参照して説明する。ここで、図4（a）は本液晶表示装置におけるバックライト値の求め方を示す図である。また、図4（b）は、比較のために特許文献1におけるバックライト値の求め方を示した図である。

【0051】

図4（a）、（b）において、ある注目画素の目標とするパネル出力輝度が $(R, G, B) = (50, 60, 20)$ の場合を考える。このとき、Gの輝度値60が $\max(R[i], G[i], B[i])$ であり、Bの輝度値20が $\min(R[i], G[i], B[i])$ であり、 $\min(R[i], G[i], B[i]) < \max(R[i], G[i], B[i]) / 2$ の関係が満たされている。

【0052】

特許文献1における表示方法では、図4（b）に示すように、バックライトの輝度値は、 $\max(R[i], G[i], B[i]) = 60$ に設定され、各サブピクセルの透過率はこのバックライト値に合わせて決定される。すなわち、R、G、Bの各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、 $83\% (= 50/60)$ 、 $100\% (= 60/60)$ 、 $33\% (= 20/60)$ に設定される。

【0053】

一方、本液晶表示装置においては、入力信号 $R[i]$ 、 $G[i]$ 、 $B[i]$ の R 、 G 、 B 各成分において、 $\min(R[i], G[i], B[i])$ に相当する値分を W 成分の輝度値に振り分ける。その結果、 RGB 信号で表されている入力信号 $(R, G, B) = (50, 60, 20)$ は、 $RGBW$ 信号で表される出力信号 $(R, G, B, W) = (30, 40, 0, 20)$ に変換される。また、この注目画素において、バックライトの輝度値は、 $(\max(R[i], G[i], B[i]) - \min(R[i], G[i], B[i])) = 40$ に設定される。また、 R 、 G 、 B 、 W の各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、このバックライト値に合わせて決定される。具体的には、各サブピクセルの透過率は $(\text{出力輝度値}) / (\text{バックライト値})$ で決定される。すなわち、 R 、 G 、 B 、 W の各サブピクセルにおけるそれぞれの透過率は、 75% ($= 30 / 40$)、 100% ($= 40 / 40$)、 0% ($= 0 / 40$)、 50% ($= 20 / 40$)に設定される。

10

【0054】

但し、図4(a)において示される透過率は、この注目画素において求められたバックライト値が全画素に対して求められた複数のバックライト値のうちで最も大きく、そのバックライトにおける輝度値として採用された場合の透過率を例示したものである。また、図4(a)の例においても、バックライトの輝度値を $4/3$ 倍することで、特許文献1の方法で求められるバックライト値と同一の基準にて比較可能となる。

【0055】

この結果、図4(a)の例において、バックライト値は $(4/3) \times (60 - 20) = 53.3$ となる。同様の表示を行う図4(b)の例ではバックライト値は60であるため、上記注目画素において、本発明による消費電力の削減効果があることが分かる。

20

【0056】

上記図3(a)、(b)および図4(a)、(b)は、各画素についての必要最小限のバックライト値の求め方を説明したものであるが、上記の方法に則って、バックライトに対応する表示領域内の全ての画素毎に必要最小限のバックライト値を求める。こうして求めた複数のバックライト値のうち、最大の値をそのバックライトにおける輝度値として設定する。

【0057】

上記説明の方法によって実施される、本液晶表示装置におけるバックライト値およびサブピクセル透過率の決定手順を図5(a)～(e)を参照して説明する。

30

【0058】

図5(a)は、ある一つのバックライトに対応する表示領域の入力信号 $(R[i], G[i], B[i])$ を示すものである。ここでは、説明を簡単にするために、上記表示領域が4つの画素A～Dから構成されているとする。

【0059】

これらの画素A～Dについて、入力信号 $(R[i], G[i], B[i])$ を $RGBW$ 信号で表される出力信号 $(R_t[i], G_t[i], B_t[i], W_t[i])$ に変換した結果は、図5(b)に示すものとなる。この出力信号は、 $RGBW$ 各サブピクセルにおける透過量を示すものである。この透過量を求める際には、先ず W 透過量 $W_t[i]$ が、

40

$$W_t[i] = \min(\max RGB / 2, \min RGB)$$

ただし、

$$\max RGB = \max(R[i], G[i], B[i])$$

$$\min RGB = \min(R[i], G[i], B[i])$$

の式によって求められる。

【0060】

W 透過量 $W_t[i]$ が求められると、求めた W 透過量 $W_t[i]$ を入力信号 $(R[i], G[i], B[i])$ から差し引くように、

$$R_t[i] = R[i] - W_t[i]$$

$$G_t[i] = G[i] - W_t[i]$$

50

$$B_t[i] = B[i] - W_t[i]$$

の式によってRGB透過量 ($R_t[i]$, $G_t[i]$, $B_t[i]$) が求められる。

【0061】

また、各画素毎に求まるバックライト値は、図5(c)に示すものとなる。これにより、バックライト値は、画素毎に求まった複数のバックライト値のうちの最大の値、すなわち100に設定される。

【0062】

こうして求まったバックライト値100に対して各画素の透過率 ($r[i]$, $g[i]$, $b[i]$, $w[i]$) が、図5(b)に示す出力信号 ($R_t[i]$, $G_t[i]$, $B_t[i]$, $W_t[i]$) の値に基づいて求められ、その結果は図5(d)に示すものとなる。そして、最終的な各画素における表示輝度は、図5(e)に示す結果となり、図5(a)に示す入力信号 ($R[i]$, $G[i]$, $B[i]$) の輝度値と一致していることが確認できる。

【0063】

このように、上述した出力信号生成部13でのバックライト値およびサブピクセル透過率の算出処理では、Wサブピクセルに白成分の光量を分担させることでカラーフィルタによる光の吸収を抑え、バックライト17における消費電力を削減できるものである。このため、表示画像データにおいては、Wサブピクセルへの白成分光量の振り分けが可能であることが、バックライト消費電力の削減効果を得るための必須条件となる。

【0064】

すなわち、出力信号生成部13でのバックライト値およびサブピクセル透過率の算出処理は、バックライトに対応する表示領域内の全ての画素でWサブピクセルへ振り分ける白成分光量が多い（すなわち、彩度が低い）場合には、バックライト消費電力の削減効果が大きくなる。一方で、バックライトに対応する表示領域内にWサブピクセルへ振り分ける白成分光量が少ない（すなわち、彩度が高い）画素があれば、バックライト消費電力の削減効果は小さく、さらに輝度が高ければ、特許文献1の表示方法に比べてむしろ消費電力が増加することもありうる。

【0065】

以下に、輝度が同じで彩度が異なる2つの画素についての、バックライト値の設定例を示す。

【0066】

まず、 $(R, G, B) = (175, 239, 111)$ の画素A（輝度＝207、彩度＝0.536）の場合、バックライト値は以下のように算出される。

【0067】

画素Aにおいて、Wサブピクセルへ振り分けられる光量（W透過量）は、 (111) である。そして、Wサブピクセルへの振り分け光量を差し引いた、R、G、Bサブピクセルの各光量は、 $(64, 128, 0)$ となる。その結果、画素Aにおいて設定されるバックライト値は (128) となる。

【0068】

一方、 $(R, G, B) = (159, 255, 63)$ の画素B（輝度＝207、彩度＝0.753）の場合、バックライト値は以下のように算出される。

【0069】

画素Bにおいて、Wサブピクセルへ振り分けられる光量は、 (63) である。そして、Wサブピクセルへの振り分け光量を差し引いた、R、G、Bサブピクセルの各光量は、 $(96, 192, 0)$ となる。その結果、画素Bにおいて設定されるバックライト値は (192) となる。

【0070】

このように、画素Aと画素Bとを比較すると、両者は輝度が等しいにも関わらず、彩度の高い画素Bのほうがバックライト値が大きく設定されており、バックライト消費電力の削減効果が小さいことが分かる。

【0071】

ここで、出力信号生成部13は、本液晶表示装置に対して最初に入力される原画像データ（すなわち、第1入力RGB信号）に対しても、上記処理によってバックライト値およびサブピクセル透過率を算出することはできる。しかしながらこの場合には、上述した理由により、全ての画像に対して消費電力削減効果が得られるとは限らない（尚、実際には、最も表示機会が多いと考えられる通常の間調表示画面では、消費電力削減の効果が得られる場合が多い）。

【0072】

このため、本液晶表示装置においては、出力信号生成部13の前段に信号値クリッピング部11を配置し、第1入力RGB信号に信号値クリッピング処理を施している。これにより、出力信号生成部13における処理において、バックライト消費電力の低減効果をより確実により大きく得ることができる。

10

【0073】

これより、本液晶表示装置における信号処理内容について詳細に説明する。先ずは、信号値クリッピング部11における信号値クリッピング処理を説明する。

【0074】

図6は、信号値クリッピング部11の要部構成を説明する図である。信号値クリッピング部11は、第1バックライト上限値算出部21、 γ 補正後RGB信号最小値算出部22、信号上限値算出部23、第1信号値クリッピング後RGB信号算出部25を備えて構成されている。また、図7は、信号値クリッピング部11の動作を説明するフローチャートである。

20

【0075】

最初に、第1バックライト上限値算出部21において、入力RGB信号の上限値及び第1バックライト値低減率から、下記の(1)式を用いてバックライト上限値MAXwが算出される（S11）。(1)式の導出方法については後述する。

【0076】

$$\text{MAXw} = \text{MAX} \times \text{BlRatio1} \quad \cdots (1)$$

ただし、

MAX：入力RGB信号の上限値

(=信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値の上限値)

30

BlRatio1：第1バックライト値設定率

(=1-BlLowRatio1)

BlLowRatio1：第1バックライト値低減率

($0 \leq \text{BlLowRatio1} \leq 1$)

次に、S12～S15の処理を、入力RGB信号の画素の数だけ繰り返すことにより、全ての画素に対して、第1信号値クリッピング後RGB信号が算出される。

【0077】

S12では、 γ 補正後RGB信号最小値算出部22により、入力RGB信号、及び γ 係数から、下記の(2)式を用いて γ 補正後のRGB信号の最小値minRGBgが算出される。

40

【0078】

$$\begin{aligned} \text{minRGBg} &= \text{min}(\text{Rg}[i], \text{Gg}[i], \text{Bg}[i]) \\ &= \text{fg}(\text{minRGB}, \gamma) \quad \cdots (2) \end{aligned}$$

ただし、

Rg[i], Gg[i], Bg[i]： γ 補正後のRGB信号

min(A, B, ...)：A, B, ...の最小値

minRGB：入力RGB信号の最小値

(=min(R[i], G[i], B[i]))

γ ： γ 係数(>0)

fg(x, g)： γ 補正関数(γ 補正により、入力RGB信号値の大小関係が逆転

50

しないものとし、例えば、 $f g(x, g) = (x / MAX) ^ g \times MAX$ とする)

S 1 3では、信号上限値算出部 2 3により、下記の(3)式を用いて信号上限値MAX cが算出される。信号上限値算出部 2 3は、入力RGB信号の上限値、 γ 係数、バックライト上限値、白色輝度比、及び γ 補正後RGB信号最小値から、信号上限値MAX cを算出する。

【0079】

$MAX c = f g(\min(MAX w + \min(MAX w \times WR, \min RGB g), MAX), 1 / \gamma) \quad \cdots (3)$

ただし、

WR：白色輝度比（RGBWサブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時のRGBサブピクセルから出力される輝度に対し、Wサブピクセルから出力される輝度が何倍明るいかを示す値）

S 1 5では、第1信号値クリッピング後RGB信号算出部 2 5により、入力RGB信号、及び信号上限値から、下記の(4)～(6)式を用いて信号値クリッピング後RGB信号（ $R s[i]$ 、 $G s[i]$ 、 $B s[i]$ ）が算出される。

【0080】

$R s[i] = \min(MAX c, R[i]) \quad \cdots (4)$

$G s[i] = \min(MAX c, G[i]) \quad \cdots (5)$

$B s[i] = \min(MAX c, B[i]) \quad \cdots (6)$

ここで、各ステップにおける、算出式の導出方法について説明する。まず、バックライト上限値MAX wの取り得る値の範囲と上記(1)式とを導出する。

【0081】

最初に、画像データ（入力RGB信号）に対して信号値クリッピングを行わない場合で、かつ、バックライト値が最も大きくなる場合を考える。これは、彩度が1であり（Wサブピクセルに光量を分担できない）、かつRGB値の少なくとも1つがMAX（入力RGB信号の上限値）であるような画素が存在する場合であり、この時のバックライト値はMAXとなる。

【0082】

尚、ここでいうMAXは、入力RGB信号の上限値を指すが、一意の値ではなく複数の値が考えられる。すなわち、MAXの下限値は、入力RGB信号の全てのRGB値の最大値（MAX i）となる。これは、MAXをMAX iより小さな値にすると、所望のバックライト値にすることを保障できないからである。一方、MAXの上限値は、入力RGB信号の取り得る値の最大値（MAX s）となる。これは、MAX sより大きいバックライト値を必要としないからである。

【0083】

入力RGB信号のビット幅をBwとした場合、MAX sは、

$MAX s = 2^{B w} - 1$

で表される。例えば、Bwが8の場合、MAX sは $2^8 - 1 = 255$ となる。よって、有効なMAXの範囲は、

$MAX i \leq MAX \leq MAX s$

で表される。

【0084】

基本的にMAXの設定値としては、 $MAX i \leq MAX \leq MAX s$ を満たせば、どのような値でも良い。MAX=MAX iに設定すれば、バックライト値を最も下げることができる。ただし、画像ごとにMAXを計算する必要がある。一方、MAX=MAX sに設定すれば、MAX iに比べてバックライト上限値（MAX w）が高くなるが、MAXが画像に依存しない一定値となるため、画像ごとにMAXを計算し直す必要がない。

【0085】

次に、画像データ（入力RGB信号）に対して信号値クリッピングを行う場合で、かつ、バックライト値が最も大きくなる場合を考える。この場合、RGB値のいかにかわ

10

20

30

40

50

らず、最大限のクリッピング、すなわち信号上限値 MAX_c を 0 にすることで、バックライト値を 0 にすることができる。すなわち、信号値クリッピングを行う場合のバックライト値の最大値は 0 となる。

【0086】

従って、バックライト上限値 MAX_w の範囲は、 $0 \sim MAX$ となり、 $BlRatio1$ の範囲を $0 \sim 1$ としたとき、 $BlLowRatio1$ の範囲は $0 \sim 1$ となり、バックライト上限値 MAX_w は、(1) 式で表すことができる。

【0087】

次に、 γ 補正後の RGB 信号の最小値算出式は、 γ 補正によっても入力 RGB 信号値の大小関係が逆転しないので、(2) 式のように展開することができる。

10

【0088】

次に、入力画像の各画素に対し、信号値クリッピング処理を行うかどうかの判定条件を導出する。

【0089】

最初に、信号値クリッピング処理を行わない場合の、バックライト値算出までのアルゴリズムは以下になる。

1) γ 補正 ($Rg[i]$, $Gg[i]$, $Bg[i]$)

$$Rg[i] = fg(R[i], \gamma) \quad \cdots (29)$$

$$Gg[i] = fg(G[i], \gamma) \quad \cdots (30)$$

$$Bg[i] = fg(B[i], \gamma) \quad \cdots (31)$$

20

2) W 透過量算出 ($Wtg[i]$)

$$Wtg[i] = \min(\max(RGBg / (1 + 1/WR), \min RGBg)) \quad \cdots (32)$$

3) RGB 透過量算出 ($Rtg[i]$, $Gtg[i]$, $Btg[i]$)

$$Rtg[i] = Rg[i] - Wtg[i] \quad \cdots (33)$$

$$Gtg[i] = Gg[i] - Wtg[i] \quad \cdots (34)$$

$$Btg[i] = Bg[i] - Wtg[i] \quad \cdots (35)$$

4) バックライト値算出 (Wbg)

$$Wbg = \max(Rtg[1], Gtg[1], Btg[1], Wtg[1] / WR, \dots, Rtg[Np], Gtg[Np], Btg[Np], Wtg[Np] / WR) \quad \cdots (36)$$

30

尚、(36) 式における WR は白色輝度比であり、RGBW サブピクセルそれぞれの透過率を同じ値にした時の RGB サブピクセルから出力される輝度に対し、W サブピクセルから出力される輝度が何倍明るいことを示す値である。

【0090】

まず、白色輝度比 WR を考慮した W 透過量 ($Wtg[i] / WR$) が MAX_w を超えない条件は、以下のとおりである。

【0091】

$$Wtg[i] / WR \leq MAX_w \quad \cdots (37)$$

40

(37) 式に (32) 式を代入すると、

$$\min(\max(RGBg / (1 + 1/WR), \min RGBg) / WR \leq MAX_w \quad \cdots (38)$$

となる。

【0092】

次に、各 RGB 透過量が MAX_w を超えない条件は、以下のとおりである。

【0093】

$$Rtg[i] \leq MAX_w \quad \cdots (39)$$

$$Gtg[i] \leq MAX_w \quad \cdots (40)$$

$$Btg[i] \leq MAX_w \quad \cdots (41)$$

50

(32)～(35), (39)～(41)式より、全てのRGB透過量がMAXwを超えない条件は、以下のとおりである。

【0094】

$$\begin{aligned} \max(Rtg[i], Gtg[i], Btg[i]) &\leq MAXw \\ \max RGBg - Wtg[i] &\leq MAXw \end{aligned}$$

よって、

$$\begin{aligned} \max RGBg - \min(\max RGBg / (1 + 1/WR), \min RGBg) \\ \leq MAXw \quad \cdots (42) \end{aligned}$$

となる。

【0095】

10

ここで、

$$\max RGBg / (1 + 1/WR) \leq \min RGBg \quad \cdots (43)$$

が満たされるとき、W透過量がMAXwを超えない条件は、(38)式より以下の通りである。

$$\{\max RGBg / (1 + 1/WR)\} / WR \leq MAXw$$

よって、

$$\max RGBg / (1 + WR) \leq MAXw \quad \cdots (44)$$

となる。

【0096】

また、同じく(43)式が満たされるとき、RGB透過量がMAXwを超えない条件は、(42)式より以下の通りである。 20

【0097】

$$\max RGBg - \max RGBg / (1 + 1/WR) \leq MAXw$$

よって、

$$\max RGBg / (1 + WR) \leq MAXw$$

となり、(44)式と同じとなる。

【0098】

よって(43)式を満たすとき、RGBW透過量全てがMAXwを超えない条件は、(44)式となる。

【0099】

30

一方、

$$\min RGBg < \max RGBg / (1 + 1/WR) \quad \cdots (45)$$

が満たされるとき、W透過量がMAXwを超えない条件は、(38)式より以下の通りである。

【0100】

$$\min RGBg / WR \leq MAXw \quad \cdots (46)$$

また、同じく(45)式が満たされるとき、RGB透過量がMAXwを超えない条件は、(42)式より以下の通りである。

【0101】

$$\max RGBg - \min RGBg \leq MAXw \quad \cdots (47)$$

40

よって(45)式を満たすとき、RGBW透過量全てがMAXwを超えない条件は、(46)式と(47)式とをまとめることで、以下のようになる。

【0102】

$$\begin{aligned} \max(\min RGBg / WR, \max RGBg - \min RGBg) &\leq MAXw \\ \cdots (48) \end{aligned}$$

ここで(45)式より、

$$\begin{aligned} \min RGBg / WR \\ < \max RGBg / (WR \times (1 + 1/WR)) \\ = \max RGBg / (1 + WR) \\ = \max RGBg - \max RGBg / (1 + 1/WR) \end{aligned}$$

50

$$< \max RGB_g - \min RGB_g$$

となるので、(48)式は次式のようになる。

【0103】

$$\max RGB_g - \min RGB_g \leq MAX_w$$

この式は、(47)式と同じである。

【0104】

逆に、上記(43)式が満たされるとき、RGBW透過量の少なくとも1つがMAX_wを超える条件は、(44)式より、

$$MAX_w < \max RGB_g / (1 + WR) \quad \cdots (49)$$

となる。

10

【0105】

また、上記(45)式が満たされるとき、RGBW透過量の少なくとも1つがMAX_wを超える条件は、(47)式より、

$$MAX_w < \max RGB_g - \min RGB_g \quad \cdots (50)$$

となる。

【0106】

上記(43)、(49)、(45)、(50)式を、更に式変形すると以下の通りである。

【0107】

まず、(43)式より、

$$\max RGB_g - \max RGB_g / (1 + WR) \leq \min RGB_g$$

20

となる。よって、

$$\max RGB_g - \min RGB_g \leq \max RGB_g / (1 + WR) \quad \cdots (51)$$

となる。

【0108】

(51)式を満たすときは、(49)式は次のように変形できる。

【0109】

$$MAX_w$$

$$< \max (\max RGB_g / (1 + WR), \max RGB_g - \min RGB_g)$$

…(52)

次に、(45)式より、

$$\min RGB_g < \max RGB_g - \max RGB_g / (1 + WR)$$

30

となる。よって、

$$\max RGB_g / (1 + WR) < \max RGB_g - \min RGB_g \quad \cdots (53)$$

となる。

【0110】

(53)式を満たすときは、(50)式は、同じく(52)式のように変形できる。

【0111】

(51)～(53)式より、RGBW透過量の少なくとも1つがMAX_wを超える条件は、単に(52)式に簡略化することができる。すなわち、入力RGB値が(52)式を満たす場合は、信号値クリッピング処理を行うことで、バックライト値がMAX_wを超えないようにする。

40

【0112】

次に、信号上限値の算出式である(3)式を導出する。

【0113】

入力RGB信号の各信号値を、ある値以下にクリップするRGBの変換式は(4)乃至(6)式のとおりであり、実際に信号値クリッピングが行われるためのMAX_cの範囲は、以下のようになる。

【0114】

$$0 \leq MAX_c < \max RGB \quad \cdots (54)$$

また、(4)～(6)式より、

$$\max RGB_s = \min (MAX_c, \max RGB) = MAX_c \quad \cdots (55)$$

50

$$\min RGBs = \min (MAXc, \min RGB) \quad \cdots (56)$$

となる。

【0115】

入力RGB値が(52)式を満たす場合、信号値クリッピング処理により以下の(57)式を満たせば、バックライト値は必ずMAXw以下になる。

【0116】

$$\begin{aligned} MAXw &= \max (max RGBsg / (1 + WR), max RGBsg - \min RGBsg) \\ \cdots (57) \end{aligned}$$

そこで、(57)式を満たすMAXcを導出する。

10

【0117】

(55)～(56)式を、(57)式に代入すると以下の通りである。

【0118】

$$\begin{aligned} MAXw &= \max (MAXcg / (1 + WR), \\ &\quad MAXcg - fg(\min (MAXc, \min RGB), \gamma)) \\ &= \max (MAXcg / (1 + WR), \\ &\quad MAXcg - \min (MAXcg, \min RGBg)) \end{aligned}$$

ただし、MAXcg = fg(MAXc, γ)である。

【0119】

ここで、

$$MAXcg \leq \min RGBg \quad \cdots (58)$$

20

が満たされる場合は、

$$\begin{aligned} MAXw &= \max (MAXcg / (1 + WR), MAXcg - MAXcg) \\ &= \max (MAXcg / (1 + WR), 0) \\ &= MAXcg / (1 + WR) \end{aligned}$$

となる。よって、

$$MAXc = fg(MAXw \times (1 + WR), 1 / \gamma) \quad \cdots (59)$$

となる。

【0120】

(59)式を、(58)式に代入する((58)式からMAXcを消去する)と以下のようになる。

30

【0121】

$$MAXw \times (1 + WR) \leq \min RGBg \quad \cdots (60)$$

すなわち、(60)式を満たす場合は、MAXcは(59)式となる。

【0122】

また、

$$\min RGBg < MAXcg \quad \cdots (61)$$

が満たされる場合は、

$$\begin{aligned} MAXw &= \max (MAXcg / (1 + WR), MAXcg - \min RGBg) \\ &= \max (MAXcg - MAXcg / (1 + 1 / WR), \\ &\quad MAXcg - \min RGBg) \\ &= MAXcg + \max (-MAXcg / (1 + 1 / WR), -\min RGBg) \\ &= MAXcg - \min (MAXcg / (1 + 1 / WR), \min RGBg) \end{aligned}$$

40

となる。

【0123】

上記(61)式が満たされ、かつ、

$$MAXcg / (1 + 1 / WR) \leq \min RGBg \quad \cdots (62)$$

の場合は、

$$\begin{aligned} MAXw &= MAXcg - MAXcg / (1 + 1 / WR) \\ &= MAXcg / (1 + WR) \end{aligned}$$

となる。よって、

50

$$MAXc = fg (MAXw \times (1 + WR), 1 / \gamma)$$

となり、この式は(59)式と同じになる。

【0124】

(59)式を、(61)～(62)式に代入する ((61)～(62)式からMAXcを消去) と以下の通りとなる。

【0125】

$$\begin{aligned} & MAXw \times (1 + WR) / (1 + 1 / WR) \\ & \leq minRGBg \\ & < MAXw \times (1 + WR) \end{aligned}$$

よって、

$$MAXw \times WR \leq minRGBg < MAXw \times (1 + WR) \quad \cdots (63)$$

となる。すなわち、(63)式を満たす場合は、MAXcは(59)式となる。

【0126】

また、上記(61)式が満たされ、かつ、

$$minRGBg < MAXcg / (1 + 1 / WR) \quad \cdots (64)$$

の場合は、

$$\begin{aligned} MAXw &= MAXcg - minRGBg \\ MAXcg &= MAXw + minRGBg \end{aligned}$$

となる。よって、

$$MAXc = fg (MAXw + minRGBg, 1 / \gamma) \quad \cdots (65)$$

となる。

【0127】

(64)式が満たされるときは、(61)式も必ず満たされる。よって、(65)式を、(64)式に代入する ((64)式からMAXcを消去) 以下の通りとなる。

【0128】

$$\begin{aligned} minRGBg &< (MAXw + minRGBg) / (1 + 1 / WR) \\ minRGBg \times (1 + 1 / WR) &< MAXw + minRGBg \\ minRGBg \times (WR + 1) &< (MAXw + minRGBg) \times WR \end{aligned}$$

よって、

$$minRGBg < MAXw \times WR \quad \cdots (66)$$

となる。すなわち、(66)式を満たす場合は、MAXcは(65)式となる。

【0129】

(58)式が満たされる場合と(61)式が満たされる場合とをまとめると、以下の通りである。まず、(60)式が満たされる場合のMAXcは(59)式となる。(63)式が満たされる場合のMAXcは(59)式となる。そして、(66)式が満たされる場合のMAXcは(65)式となる。

【0130】

上記の結果をさらにまとめると、以下の通りである。すなわち、

$$MAXw \times WR \leq minRGBg \quad \cdots (67)$$

の場合のMAXcは、

$$\begin{aligned} MAXc &= fg (MAXw \times (1 + WR), 1 / \gamma) \\ &= fg ((MAXw + MAXw \times WR), 1 / \gamma) \end{aligned}$$

となる (すなわち、(59)式となる)。

【0131】

次に、

$$minRGBg < MAXw \times WR \quad \cdots (66)$$

の場合のMAXcは、

$$MAXc = fg ((MAXw + minRGBg), 1 / \gamma)$$

となる (すなわち、(65)式となる)。

【0132】

上記の結果をさらにまとめると、MAXcは無条件で下記の(68)式となる。

10

20

30

40

50

【0133】

$$MAXc = fg (MAXw + \min (MAXw \times WR, \min RGBg), 1/\gamma) \quad \dots (68)$$

ここで(68)式が(54)式を満たすかどうかを検証するが、(68)式は負になることはないので、 $MAXc < \max RGB$ となるかどうかを検証する。まず、 $MAXw$ が次式を満たすときを考える。

【0134】

$$MAXw = \max (\max RGBg / (1 + WR), \max RGBg - \min RGBg) \quad \dots (69)$$

上記(69)式が満たされ、かつ、

$$\max RGBg / (1 + WR) \leq \max RGBg - \min RGBg \quad \dots (70)$$

の場合は、(69)式より、

$$MAXw = \max RGBg - \min RGBg \quad \dots (71)$$

となる。(71)式を、(68)式に代入すると以下の通りとなる。

【0135】

$$\begin{aligned} MAXcg &= \max RGBg - \min RGBg \\ &+ \min ((\max RGBg - \min RGBg) \times WR, \min RGBg) \end{aligned}$$

ここで、(70)式より、

$$\max RGBg \leq (\max RGBg - \min RGBg) \times (1 + WR) \quad 20$$

$$\begin{aligned} \max RGBg &\leq \max RGBg - \min RGBg \\ &+ (\max RGBg - \min RGBg) \times WR \end{aligned}$$

となり、

$$\min RGBg \leq (\max RGBg - \min RGBg) \times WR$$

となるため、

$$MAXcg = \max RGBg - \min RGBg + \min RGBg$$

$$MAXcg = \max RGBg$$

となる。よって、

$$MAXc = \max RGB \quad \dots (72)$$

となる。

【0136】

次に、上記(69)式が満たされ、かつ、

$$\max RGBg - \min RGBg < \max RGBg / (1 + WR) \quad \dots (73)$$

の場合は、(69)式より、

$$MAXw = \max RGBg / (1 + WR) \quad \dots (74)$$

となる。(74)式を、(68)式に代入すると以下の通りとなる。

【0137】

$$\begin{aligned} MAXcg &= \max RGBg / (1 + WR) \\ &+ \min (\max RGBg \times WR / (1 + WR), \min RGBg) \end{aligned} \quad 40$$

ここで、(73)式より、

$$\max RGBg - \max RGBg / (1 + WR) < \min RGBg$$

となり、

$$\max RGBg \times WR / (1 + WR) < \min RGBg$$

となるため、

$$MAXcg = \max RGBg / (1 + WR) + \max RGBg \times WR / (1 + WR)$$

$$MAXcg = \max RGBg$$

となる。よって、

$$MAXc = \max RGB$$

となり、72)式と同じとなる。

10

20

30

40

50

【0138】

したがって、 $MAXw$ が(69)式を満たすとき、 $MAXc = maxRGB$ ((72)式)となる。

【0139】

上記結果より、 $MAXw$ が(52)式を満たすとき、すなわち(69)式の場合よりも $MAXw$ が小さければ、 $MAXc$ も(68)式の場合よりも小さくなるため、 $MAXc < maxRGB$ となり、(74)式を満たす(信号値クリッピングされる)。

【0140】

逆に、 $MAXw$ が下記の(75)式を満たすとき、すなわち(69)式の場合よりも $MAXw$ が大きければ、 $MAXc$ も(68)式の場合よりも大きくなるため、 $maxRGB < MAXc$ となる。

【0141】

$$max(maxRGBg / (1 + WR), maxRGBg - minRGBg) < MAXw \quad \dots (75)$$

以上をまとめると、信号上限値 $MAXc$ の算出アルゴリズムは、以下のようになる。

$$(A) \quad MAXw < max(maxRGBg / (1 + WR), maxRGBg - minRGBg) \quad \dots (52)$$

の場合

$$MAXc = fg(MAXw + min(MAXw \times WR, minRGBg), 1 / \gamma) \quad \dots (68)$$

(B) 上記以外の場合

(4)乃至(6)式で、信号値クリッピング前後の RGB 値を同じにするため、 $MAXc$ を $maxRGB$ 以上の値、例えば次式のように設定する。

【0142】

$$MAXc = maxRGB$$

ここで、(52)式を満たさない場合、すなわち、(69)及び(75)式を満たすとき、(68)式で得られる $MAXc$ は、 $maxRGB$ 以上の値になるため、(52)式を満たすかどうかの場合分けをする必要がない。

【0143】

よって、信号上限値の算出式は、単に(68)式となるが、 $MAXw + min(MAXw \times WR, minRGBg)$ の逆 γ 補正時に、信号上限値である MAX を超えないように、(3)式のようにリミッタをかけている。

【0144】

本発明における信号値クリッピング処理により、色彩の鮮やかさや明るさの点で、入力画像の画質が変化するが、一般的な画像では、高輝度・高彩度の部分は、それほど多くなく、彩度あるいは輝度が低下する部分は、画像の一部に限られる場合が多い。

【0145】

上記説明の処理により、入力 RGB 信号($R[i]$, $G[i]$, $B[i]$)は、信号値クリッピング部11によって信号値クリッピング後 RGB 信号($Rs[i]$, $Gs[i]$, $Bs[i]$)に変換される。この信号値クリッピング後 RGB 信号は、続いて γ 補正部12において γ 補正処理され、 γ 補正後 RGB 信号($Rsg[i]$, $Gsg[i]$, $Bsg[i]$)に変換される。

【0146】

続いて、出力信号生成部13の構成を図8を参照して説明する。出力信号生成部13は、 W 透過量算出部41、 RGB 透過量算出部42、バックライト値算出部43、透過率算出部44を備えて構成されている。また、図9は、出力信号生成部13の動作を説明するためのフローチャートである。

【0147】

W 透過量算出部41は、 γ 補正後 RGB 信号及び白色輝度比から、下記(19)式を用いて注目画素における W 透過量 $Wts_g[i]$ を算出する(S41)。

【0148】

$$Wts_g[i] = \min(\max(RGBsg / (1 + 1/WR), \min RGBsg) \dots (19)$$

ただし、

$$\max RGBsg = \max(Rsg[i], Gsg[i], Bsg[i])$$

$$\min RGBsg = \min(Rsg[i], Gsg[i], Bsg[i])$$

次に、RGB透過量算出部42は、 γ 補正後RGB信号、及びW透過量算出部41から出力されたW透過量から、下記(20)乃至(22)式を用いて注目画素におけるRGB透過量($Rts_g[i]$, $Gts_g[i]$, $Bts_g[i]$)を算出する(S42)。

【0149】

$$Rts_g[i] = Rsg[i] - Wts_g[i] \dots (20)$$

$$Gts_g[i] = Gsg[i] - Wts_g[i] \dots (21)$$

$$Bts_g[i] = Bsg[i] - Wts_g[i] \dots (22)$$

S41~S42の処理は入力RGB信号の画素の数だけ繰り返され、全ての画素に対してRGBW透過量($Rts_g[i]$, $Gts_g[i]$, $Bts_g[i]$, $Wts_g[i]$)が算出される。

【0150】

バックライト値算出部43は、白色輝度比、全画素のRGBW透過量から、下記(23)式を用いてバックライト値 Wbs_g を算出する(S43)。

【0151】

$$\begin{aligned} Wbs_g &= \max(Rts_g[1], Gts_g[1], Bts_g[1], \\ &\quad Wts_g[1] / WR, \\ &\quad \dots \\ &\quad Rts_g[Np], Gts_g[Np], Bts_g[Np], \\ &\quad Wts_g[Np] / WR) \dots (23) \end{aligned}$$

透過率算出部44は、白色輝度比、RGBW透過量、及びバックライト値から、(24)乃至(28)式を用いて注目画素のRGBW透過率($rs_g[i]$, $gs_g[i]$, $bs_g[i]$, $ws_g[i]$)を算出する(S44)。S44の処理は入力RGB信号の画素の数だけ繰り返され、各サブピクセルの透過率が算出される。

【0152】

$$rs_g[i] = Rts_g[i] / Wbs_g \dots (24)$$

$$gs_g[i] = Gts_g[i] / Wbs_g \dots (25)$$

$$bs_g[i] = Bts_g[i] / Wbs_g \dots (26)$$

$$ws_g[i] = (Wts_g[i] / Wbs_g) / WR \dots (27)$$

ただし、 $Wbs_g = 0$ のとき、

$$rs_g[i] = gs_g[i] = bs_g[i] = ws_g[i] = 0 \dots (28)$$

尚、バックライト値 Wbs_g の算出に使用される(23)式は、次式のように簡略化することも可能である。

【0153】

$$\begin{aligned} Wbs_g &= \max(Rts_g[1], Gts_g[1], Bts_g[1], \\ &\quad \dots \\ &\quad Rts_g[Np], Gts_g[Np], Bts_g[Np]) \end{aligned}$$

これは、W透過量($Wts_g[i] / WR$)は、常にRGB透過量($Rts_g[i]$, $Gts_g[i]$, $Bts_g[i]$)の最大値以下になるからである。以下に、その証明を行う。

【0154】

$$\begin{aligned} &\max(Rts_g[i], Gts_g[i], Bts_g[i]) - Wts_g[i] / WR \\ &= \max RGBsg - Wts_g[i] - Wts_g[i] / WR \\ &= \max RGBsg - (1 + 1/WR) \times Wts_g[i] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \max R G B s g - (1 + 1 / W R) \times \min (\max R G B s g / (1 + 1 / W R), \min R G B s g) \\
&= \max R G B s g - \min (\max R G B s g, (1 + 1 / W R) \times \min R G B s g)
\end{aligned}$$

ここで、

$$\begin{aligned}
&\min (\max R G B s g, (1 + 1 / W R) \times \min R G B s g) \\
&\leq \max R G B s g \text{ より、} \\
&0 \leq \max (R t s g [i], G t s g [i], B t s g [i]) \\
&\quad - W t s g [i] / W R
\end{aligned}$$

よって、 $W t s g [i] / W R \leq \max (R t s g [i], G t s g [i], B t s g [i])$ となる。 10

【0155】

このように、本実施の形態1に係る液晶表示装置では、出力信号生成部13においてバックライト値およびRGBW透過率を算出する前に、原入力である入力RGB信号に対して信号値クリッピング処理を行うことで、バックライト値を確実に低減させることができる。

【0156】

例えば、本実施の形態1における信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値 ($R[1], G[1], B[1]$) = (159, 255, 63) に適用した場合を考える (第1の算出例)。尚、 $MAX = 255$, $\gamma = 2$, $WR = 1.25$ とする。 20

【0157】

まず、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値は以下のように算出される。上記画素の入力RGB信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後RGB信号は以下のようになる。

【0158】

$$R g [1] = (R [1] / MAX) ^ \gamma \times MAX = (159 / 255) ^ 2 \times 255 = 99$$

$$G g [1] = (G [1] / MAX) ^ \gamma \times MAX = (255 / 255) ^ 2 \times 255 = 255$$

$$B g [1] = (B [1] / MAX) ^ \gamma \times MAX = (63 / 255) ^ 2 \times 255 = 16$$
 30

これより、W透過量 $W t g [1]$ を算出すると以下ようになる。

【0159】

$$\begin{aligned}
W t g [1] &= \min (\max R G B g / (1 + 1 / W R), \min R G B g) \\
&= \min (255 / (1 + 1 / 1.25), 16) \\
&= \min (142, 16) = 16
\end{aligned}$$

これより、RGB透過量 ($R t g [1], G t g [1], B t g [1]$) を算出すると以下ようになる。

【0160】

$$R t g [1] = R g [1] - W t g [1] = 99 - 16 = 83$$
 40

$$G t g [1] = G g [1] - W t g [1] = 255 - 16 = 239$$

$$B t g [1] = B g [1] - W t g [1] = 16 - 16 = 0$$

これより、バックライト値 $W b g$ を算出すると以下ようになる。

【0161】

$$\begin{aligned}
&W b g \\
&= \max (R t g [1], G t g [1], B t g [1], W t g [1] / W R) \\
&= \max (83, 239, 0, 16 / 1.25) \\
&= \max (83, 239, 0, 13) = 239
\end{aligned}$$

よって、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値は239となる。

【0162】

一方、信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。尚、以下の説明では、 $MAX = 255$ ， $\gamma = 2$ ， $WR = 1.25$ ， $BlLowRatio = 0.5$ で信号値クリッピング処理を行った場合を例示する。

【0163】

まず、バックライト上限値 $MAXw$ を算出すると以下のようになる。

【0164】

$$MAXw = MAX \times BlRatio = 255 \times (1 - 0.5) = 128$$

次に、 γ 補正後のRGB信号の最小値 $minRGBg$ を算出すると以下のようになる。

【0165】

$$\begin{aligned} minRGBg &= (minRGB / MAX)^{\gamma} \times MAX \\ &= (63 / 255)^2 \times 255 = 16 \end{aligned} \quad 10$$

これより、信号上限値 $MAXc$ を算出すると以下のようになる。

【0166】

$$\begin{aligned} MAXc &= fg(min(MAXw + min(MAXw \times WR, minRGBg), MAX), 1 / \gamma) \\ &= fg(min(128 + min(128 \times 1.25, 16), 255), 1 / 2) \\ &= fg(144, 1 / 2) = (144 / 255)^{1/2} \times 255 = 192 \end{aligned}$$

これより、信号値クリッピング後入力RGB信号を算出すると以下のようになる。

【0167】

$$\begin{aligned} Rs[1] &= min(MAXc, R[1]) = min(192, 159) = 159 \\ Gs[1] &= min(MAXc, G[1]) = min(192, 255) = 192 \\ Bs[1] &= min(MAXc, B[1]) = min(192, 63) = 63 \end{aligned} \quad 20$$

この信号値クリッピング後入力RGB信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後RGB信号は以下のようになる。

【0168】

$$\begin{aligned} Rsg[1] &= (Rs[1] / MAX)^{\gamma} \times MAX = (159 / 255)^2 \times 255 = 99 \\ Gsg[1] &= (Gs[1] / MAX)^{\gamma} \times MAX = (192 / 255)^2 \times 255 = 144 \\ Bsg[1] &= (Bs[1] / MAX)^{\gamma} \times MAX = (63 / 255)^2 \times 255 = 16 \end{aligned} \quad 30$$

これより、W透過量 $Wts g[1]$ を算出すると以下のようになる。

【0169】

$$\begin{aligned} Wts g[1] &= min(max(Rsg / (1 + 1 / WR), minRGBsg)) \\ &= min(144 / (1 + 1 / 1.25), 16) \\ &= min(80, 16) = 16 \end{aligned}$$

これより、RGB透過量($Rts g[1]$ ， $Gts g[1]$ ， $Bts g[1]$)を算出すると以下のようになる。

【0170】

$$\begin{aligned} Rts g[1] &= Rsg[1] - Wts g[1] = 99 - 16 = 83 \\ Gts g[1] &= Gsg[1] - Wts g[1] = 144 - 16 = 128 \\ Bts g[1] &= Bsg[1] - Wts g[1] = 16 - 16 = 0 \end{aligned}$$

これより、バックライト値 $Wbs g$ を算出すると以下のようになる。

【0171】

$$\begin{aligned} Wbs g &= max(Rts g[1], Gts g[1], Bts g[1], Wts g[1] / WR) \\ &= max(83, 128, 0, 16 / 1.25) \\ &= max(83, 128, 0, 13) = 128 \end{aligned} \quad 50$$

よって、信号値クリッピング処理を行う場合のバックライト値は128となる。

【0172】

すなわち、本算出例では、信号値クリッピング処理によってバックライト値を239から128に低減させることができる（約46%の低減）。

【0173】

次に、例えば、本実施の形態1における信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値（R[1]，G[1]，B[1]）＝（159，187，85）に適用した場合を考える（第2の算出例）。尚、信号値クリッピング処理における各種パラメータは、上記第1の算出例と同様とする。

【0174】

まず、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値は以下のように算出される。上記画素の入力RGB信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後RGB信号は以下のようになる。

【0175】

$$R_g[1] = (R[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (159 / 255)^2 \times 255 = 99$$

$$G_g[1] = (G[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (187 / 255)^2 \times 255 = 137$$

$$B_g[1] = (B[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (85 / 255)^2 \times 255 = 28$$

これより、W透過量 $W_{tg}[1]$ を算出すると以下のようになる。

【0176】

$$\begin{aligned} W_{tg}[1] &= \min(\max(RGB_g / (1 + 1/WR), \min(RGB_g)) \\ &= \min(137 / (1 + 1/1.25), 28) \\ &= \min(76, 28) = 28 \end{aligned}$$

これより、RGB透過量（ $R_{tg}[1]$ ， $G_{tg}[1]$ ， $B_{tg}[1]$ ）を算出すると以下のようになる。

【0177】

$$R_{tg}[1] = R_g[1] - W_{tg}[1] = 99 - 28 = 71$$

$$G_{tg}[1] = G_g[1] - W_{tg}[1] = 137 - 28 = 109$$

$$B_{tg}[1] = B_g[1] - W_{tg}[1] = 28 - 28 = 0$$

これより、バックライト値 W_{bg} を算出すると以下のようになる。

【0178】

$$\begin{aligned} W_{bg} &= \max(R_{tg}[1], G_{tg}[1], B_{tg}[1], \\ &\quad W_{tg}[1] / WR) \\ &= \max(71, 109, 0, 28 / 1.25) \\ &= \max(71, 109, 0, 22) = 109 \end{aligned}$$

よって、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値は109となる。

【0179】

一方、信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。

【0180】

まず、バックライト上限値 MAX_w を算出すると以下のようになる。

【0181】

$$MAX_w = MAX \times BlRatio = 255 \times (1 - 0.5) = 128$$

次に、 γ 補正後のRGB信号の最小値 $\min RGB_g$ を算出すると以下のようになる。

【0182】

$$\begin{aligned} \min RGB_g &= (\min RGB / MAX)^\gamma \times MAX \\ &= (85 / 255)^2 \times 255 = 28 \end{aligned}$$

これより、信号上限値 MAX_c を算出すると以下のようになる。

10

20

30

40

50

【0183】

MAXc

$$= fg(\min(\text{MAXw} + \min(\text{MAXw} \times WR, \min RGBg), \text{MAX}), 1/\gamma)$$

$$= fg(\min(128 + \min(128 \times 1.25, 28), 255), 1/2)$$

$$= fg(156, 1/2) = (144/255)^{1/2} \times 255 = 199$$

これより、信号値クリッピング後入力RGB信号を算出すると以下ようになる。

【0184】

$$Rs[1] = \min(\text{MAXc}, R[1]) = \min(199, 159) = 159$$

$$Gs[1] = \min(\text{MAXc}, G[1]) = \min(199, 187) = 187$$

$$Bs[1] = \min(\text{MAXc}, B[1]) = \min(199, 85) = 85$$

10

すなわち、信号値クリッピング処理前後におけるRGB値は同じになるので、結果的に信号値クリッピングが行われない。よってバックライト値は、第2の算出例では信号値クリッピング処理を行わないときと同じになる。

【0185】

〔実施の形態2〕

上記実施の形態1では、第1信号値クリッピング後RGB信号算出部25において、MAXcを超える入力信号に対しては、丁度MAXcとなるようなクリッピング処理を行っている。しかしながら、この方法では、入力信号の色相が変化する。

【0186】

本実施の形態2では、入力RGB信号の中間値を調整することで、色相が変化しないようにするクリッピング処理方法を提案する。ただし、入力信号のRGB値が全てMAXc以上のときに限り、信号値クリッピング後の入力RGB信号はモノクロとなり、色相が変化する。

20

【0187】

バックライト値の決定には、入力RGB信号の最大値と最小値とが影響するので、中間値をどのように調整しても、最大値と最小値の間にある限りは、バックライト値に影響を与えることはない。

【0188】

本実施の形態2では、実施の形態1と同一の処理部及びステップに対しては、実施の形態1と同じ番号を付けると共に、詳細説明を省略する。尚、本実施の形態2に係る液晶表示装置は、図10に示すように、実施の形態1における信号値クリッピング部11の第1信号値クリッピング後RGB信号算出部25(S15)を、第2信号値クリッピング後RGB信号算出部35に置き換えたものとして構成される。図11は、図10に示す信号値クリッピング部11の動作を説明するフローチャートである。以下、実施の形態1からの変更点のみ説明する。

30

【0189】

第2信号値クリッピング後RGB信号算出部35には、実施の形態1における第1信号値クリッピング後RGB信号算出部25と同様に、入力RGB信号、及び信号上限値算出部23によって求められた信号上限値が入力される。第2信号値クリッピング後RGB信号算出部35は、これらの入力RGB信号及び信号上限値から、色相が保持された信号値クリッピング後RGB信号(minRGBs, midRGBs, maxRGBs)を下記(7)乃至(10)式を用いて算出する(S25)。

40

【0190】

$$\min RGBs = \min(\text{MAXc}, \min RGB) \quad \cdots (7)$$

$$\max RGBs = \min(\text{MAXc}, \max RGB) \quad \cdots (8)$$

ここで、 $0 < \max RGB - \min RGB$ の場合、

$$\text{mid RGBs}$$

$$= (\text{mid RGB} - \min RGB) \times (\max RGBs - \min RGBs) / (\max RGB - \min RGB) + \min RGBs \quad \cdots (9)$$

50

また、 $0 < \max RGB - \min RGB$ 以外の場合、
 $\min RGBs = \min RGBs \quad \cdots (10)$

ただし、

$\min RGB = \min (R[i], G[i], B[i])$
 $\min (A, B, \dots) : A, B, \dots$ の中間の値
 $\min RGBs = \min (Rs[i], Gs[i], Bs[i])$
 $\min RGBs = \min (Rs[i], Gs[i], Bs[i])$
 $\max RGBs = \max (Rs[i], Gs[i], Bs[i])$

ここで、S25における算出式((7)乃至(10)式)の導出方法について説明する。

【0191】

10

まず、入力RGB値の最大・最小値に関しては、上記(7)、(8)式によって従来どおりの信号値クリッピング処理が行われる。一方、入力RGB値のうちの中間の値に関しては、注目画素の色相が変化しないように調整される。尚、入力RGB値のうちの中間の値とは、例えば入力RGB信号において $R[i] > G[i] > B[i]$ の関係が成立している場合は、 $G[i]$ が中間の値である。

【0192】

色相を変化させない入出力RGB値の関係は以下のとおりである。

【0193】

$(\max RGB - \min RGB) : (\min RGB - \min RGB)$
 $= (\max RGBs - \min RGBs) : (\min RGBs - \min RGBs)$
 $(\max RGB - \min RGB) \times (\min RGBs - \min RGBs)$
 $= (\min RGB - \min RGB) \times (\max RGBs - \min RGBs)$

20

ここで、 $0 < \max RGB - \min RGB$ の場合、

$\min RGBs - \min RGBs$
 $= (\min RGB - \min RGB) \times (\max RGBs - \min RGBs)$
 $\div (\max RGB - \min RGB)$

となる。よって、

$\min RGBs$
 $= (\min RGB - \min RGB) \times (\max RGBs - \min RGBs)$
 $\div (\max RGB - \min RGB) + \min RGBs$

30

となる。

【0194】

一方、 $0 = \max RGB - \min RGB$ の場合は、
 $\min RGBs = \min RGBs$

である。

【0195】

本実施の形態2における信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値($R[1], G[1], B[1]$)=(159, 255, 63)に適用した場合を考える(第1の算出例)。

【0196】

40

まず、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値算出過程は、実施の形態1の第1の算出例の場合と同様であり、この場合のバックライト値は239になる。

【0197】

一方、信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。尚、以下の説明では、 $MAX = 255$, $\gamma = 2$, $WR = 1.25$, $BlLowRatio = 0.5$ で信号値クリッピング処理を行った場合を例示する。

【0198】

まず、バックライト上限値 $MAXw$ を算出すると以下のようになる。

【0199】

$MAXw = MAX \times BlRatio = 255 \times (1 - 0.5) = 128$

50

次に、 γ 補正後の RGB 信号の最小値 $\min RGB_g$ を算出すると以下ようになる。

【0200】

$$\begin{aligned}\min RGB_g &= (\min RGB / MAX)^\gamma \times MAX \\ &= (63 / 255)^2 \times 255 = 16\end{aligned}$$

これより、信号上限値 MAX_c を算出すると以下ようになる。

【0201】

$$\begin{aligned}MAX_c &= fg(\min(MAX_w + \min(MAX_w \times WR, \min RGB_g), MAX), \\ &\quad 1/\gamma) \\ &= fg(\min(128 + \min(128 \times 1.25, 16), 255), 1/2) \\ &= fg(144, 1/2) = (144 / 255)^{1/2} \times 255 = 192\end{aligned} \quad 10$$

これより、信号値クリッピング後入力 RGB 信号を算出すると以下ようになる。

【0202】

$$\begin{aligned}Rs[1] &= midRGBs \\ &= (\min RGB - \min RGB) \times (\max RGB_s - \min RGB_s) \\ &\quad / (\max RGB - \min RGB) + \min RGB_s \\ &= (159 - 63) \times (192 - 63) / (255 - 63) + 63 \\ &= (96 \times 129) / 192 + 63 = 65 + 63 = 128 \\ Gs[1] &= \max RGB_s = \min(MAX_c, \max RGB) \\ &= \min(MAX_c, G[1]) = \min(192, 255) = 192 \\ Bs[1] &= \min RGB_s = \min(MAX_c, \min RGB) \\ &= \min(MAX_c, B[1]) = \min(192, 63) = 63\end{aligned} \quad 20$$

ここで、信号値クリッピング前後の色相を算出する。まず、信号値クリッピング前の色相 $H[1]$ (赤を 0 度とする) は G が最大なので、

$$H[1] = (2 + Cr - Cb) \times 60$$

である。

【0203】

ここで、

$$\begin{aligned}Cr &= (\max RGB - R[1]) / (\max RGB - \min RGB) \\ &= (255 - 159) / (255 - 63) = 96 / 192 = 0.5 \\ Cb &= (\max RGB - B[1]) / (\max RGB - \min RGB) \\ &= (255 - 63) / (255 - 63) = 192 / 192 = 1.0\end{aligned} \quad 30$$

である。よって、

$$H[1] = (2 + 0.5 - 1.0) \times 60 = 90$$

となる。

【0204】

一方、信号値クリッピング後の色相 $H_s[1]$ は、

$$H_s[1] = (2 + Cr_s - Cb_s) \times 60$$

である。

【0205】

ここで、

$$\begin{aligned}Cr_s &= (\max RGB_s - Rs[1]) / (\max RGB_s - \min RGB_s) \\ &= (192 - 128) / (192 - 63) = 64 / 129 = 0.5 \\ Cb_s &= (\max RGB_s - Bs[1]) / (\max RGB_s - \min RGB_s) \\ &= (192 - 63) / (192 - 63) = 129 / 129 = 1.0\end{aligned}$$

である。よって、

$$H_s[1] = (2 + 0.5 - 1.0) \times 60 = 90$$

となり、信号値クリッピングの前後で色相は変化していないことが分かる。

【0206】

この信号値クリッピング後入力 RGB 信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後 RGB 信号 50

は以下のようにになる。

【0207】

$$Rsg[1] = (Rs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (128 / 255)^2 \times 255 = 64$$

$$Gsg[1] = (Gs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (192 / 255)^2 \times 255 = 144$$

$$Bsg[1] = (Bs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (63 / 255)^2 \times 255 = 16$$

これより、W透過量Wtsg[1]を算出すると以下のようにになる。

【0208】

$$Wtsg[1]$$

$$= \min(\max(RGBsg / (1 + 1 / WR), \min(RGBsg))$$

$$= \min(144 / (1 + 1 / 1.25), 16)$$

$$= \min(80, 16) = 16$$

これより、RGB透過量(Rtsg[1], Gtsg[1], Btsg[1])を算出すると以下のようにになる。

【0209】

$$Rtsg[1] = Rsg[1] - Wtsg[1] = 64 - 16 = 48$$

$$Gtsg[1] = Gsg[1] - Wtsg[1] = 144 - 16 = 128$$

$$Btsg[1] = Bsg[1] - Wtsg[1] = 16 - 16 = 0$$

これより、バックライト値Wbsgを算出すると以下のようにになる。

【0210】

$$Wbsg = \max(Rtsg[1], Gtsg[1], Btsg[1], \\ Wtsg[1] / WR)$$

$$= \max(48, 128, 0, 16 / 1.25)$$

$$= \max(48, 128, 0, 13) = 128$$

よって、信号値クリッピング処理を行う場合のバックライト値は128となる。

【0211】

すなわち、本算出例では、信号値クリッピング処理によってバックライト値を239から128に低減させることができる(約46%の低減)。

【0212】

〔実施の形態3〕

上記実施の形態1では、主に入力RGB信号の最大値を低減させることで、信号量を抑え、バックライト値を低減させていた。これに対し、本実施の形態3は、逆に、主に入力RGB信号の最小値を上昇させ、白成分を増やすことで、Wサブピクセルにより多くの光量を分担させ、バックライト値を低減させる処理(以下、逆信号値クリッピング処理)を行うものである。

【0213】

図12は、本実施の形態3に係る液晶表示装置の概略構成を示す図である。すなわち、本実施の形態3に係る液晶表示装置は、図1に示す液晶表示装置の信号値クリッピング部11を、逆信号値クリッピング部51に置き換えた構成である。本実施の形態3では、実施の形態1と同一の処理部及びステップに対しては、実施の形態1と同じ番号を付けると共に、詳細説明を省略する。

【0214】

逆信号値クリッピング部51は、入力RGB信号(第1入力RGB信号)に対して逆信号値クリッピング処理を施すものであり、該処理が施された後の逆信号値クリッピング後RGB信号を後段のγ補正部12へ出力する。ここでの逆信号値クリッピング処理とは、画像内における輝度・彩度共に高い画素に対し、入力RGB値の彩度を下げ輝度を上げるように、入力RGB信号の各信号値をある値以上に逆クリップする(切り上げる)処理である。

10

20

30

40

50

【0215】

これより、本液晶表示装置の逆信号値クリッピング部51における逆信号値クリッピング処理を説明する。

【0216】

図13は、逆信号値クリッピング部51の要部構成を説明する図である。逆信号値クリッピング部51は、第2バックライト上限値算出部61、 γ 補正後RGB信号最大値算出部62、信号下限値算出部63、第1逆信号値クリッピング後RGB信号算出部65を備えて構成されている。また、図14は、逆信号値クリッピング部51の動作を説明するフローチャートである。

【0217】

10

最初に、第2バックライト上限値算出部61において、入力RGB信号の上限値及びバックライト値低減率から、下記の(11)式を用いてバックライト上限値MAXwが算出される(S51)。

【0218】

$$\text{MAXw} = \text{MAX} \times \text{BlRatio2} \quad \cdots (11)$$

ただし、

BlRatio2：第2バックライト値設定率

$$(\text{BlRatio2} = 1 - \text{BlLowRatio2})$$

BlLowRatio2：第2バックライト値低減率

$$(0 \leq \text{BlLowRatio2} \leq \text{WR} / (1 + \text{WR}))$$

20

次に、S52～S55の処理を、入力RGB信号の画素の数だけ繰り返すことにより、全ての画素に対して、第1逆信号値クリッピング後RGB信号が算出される。

【0219】

S52では、 γ 補正後RGB信号最大値算出部62により、入力RGB信号、及び γ 係数から、下記の(12)式を用いて注目(処理対象)画素における γ 補正後のRGB信号の最大値maxRGBgが算出される。

【0220】

$$\begin{aligned} \text{maxRGBg} &= \text{max}(\text{Rg}[i], \text{Gg}[i], \text{Bg}[i]) \\ &= \text{fg}(\text{maxRGB}, \gamma) \quad \cdots (12) \end{aligned}$$

ただし、

maxRGB：入力RGB信号の最大値

$$(\text{maxRGB} = \text{max}(\text{R}[i], \text{G}[i], \text{B}[i]))$$

max(A, B, ...)：A, B, ...の最大値

30

S53では、信号下限値算出部63により、下記の(13)式を用いて信号下限値MINcが算出される。信号下限値算出部63は、 γ 係数、バックライト上限値、及び γ 補正後RGB信号最大値から、信号下限値MINcを算出する。

【0221】

$$\text{MINc} = \text{fg}(\text{max}(\text{maxRGBg} - \text{MAXw}, 0), 1/\gamma) \quad \cdots (13)$$

S55では、第1逆信号値クリッピング後RGB信号算出部65により、入力RGB信号、及び信号下限値から、下記の(14)～(16)式を用いて逆信号値クリッピング後RGB信号(Rs[i], Gs[i], Bs[i])が算出される。

40

【0222】

$$\text{Rs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{R}[i]) \quad \cdots (14)$$

$$\text{Gs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{G}[i]) \quad \cdots (15)$$

$$\text{Bs}[i] = \text{max}(\text{MINc}, \text{B}[i]) \quad \cdots (16)$$

ここで、各ステップにおける算出式の導出方法について説明する。まず、バックライト上限値MAXwの取り得る値の範囲と上記(11)式とを導出する。

【0223】

最初に、画像データ(入力RGB信号)に対して逆信号値クリッピングを行わない場合

50

で、かつ、バックライト値が最も大きくなる場合を考える。これは、彩度が1であり（Wサブピクセルに光量を分担できない）、かつRGB値の少なくとも1つがMAX（入力RGB信号の上限値）であるような画素が存在する場合であり、この時のバックライト値はMAXとなる。

【0224】

次に、画像データ（入力RGB信号）に対して逆信号値クリッピングを行う場合で、かつ、バックライト値が最も大きくなる場合を考える。この場合、RGB値の最小値が最大値に等しく（これ以上最小値を上げることができず、バックライト値を下げることはできない）、かつRGB値の全てがMAXであるような画素が存在するときに、最大のバックライト値となる。

10

【0225】

ここで、WサブピクセルはRGBサブピクセルよりもWR倍明るく光ることができることから、上記画素においては、RGB値のそれぞれにおける光量の $WR / (1 + WR)$ をWサブピクセルに振り分け、各RGBサブピクセルには $1 / (1 + WR)$ を割り振ることで最も効率的なバックライト値とすることができる。この時のバックライト値は $MAX / (1 + WR)$ となる。

【0226】

従って、バックライト上限値 MAX_w の範囲は、以下の(76)式となり、 $BlRatio_2$ の範囲を、 $1 / (1 + WR) \sim 1$ としたとき、 $BlLowRatio_2$ の範囲は $0 \sim WR / (1 + WR)$ となり、バックライト上限値 MAX_w は、(11)式で表すことができる。

20

【0227】

$$MAX / (1 + WR) \leq MAX_w \leq MAX \quad \cdots (76)$$

次に、 γ 補正後のRGB信号の最大値算出式は、 γ 補正によっても入力RGB信号値の大小関係が逆転しないので、(12)式のように展開することができる。

【0228】

次に、入力画像の各画素に対し、逆信号値クリッピング処理を行うかどうかの判定条件を導出する。

【0229】

まず、白色輝度比WRを考慮したW透過量（ $Wtg[i] / WR$ ）が MAX_w を超えない条件は、実施の形態1で説明したように上記(38)式のとおりである。同様に、全てのRGB透過量が MAX_w を超えない条件は、上記(42)式のとおりである。

30

【0230】

ここで、

$$\max RGB_g / (1 + 1 / WR) \leq \min RGB_g \quad \cdots (43)$$

が満たされるとき、W透過量が MAX_w を超えない条件は、実施の形態1で説明したように上記(44)式となる。

【0231】

また、 $\max RGB_g \leq MAX$ 、及び(76)式より、

$$\max RGB_g / (1 + WR) \leq MAX / (1 + WR) \leq MAX_w$$

となる。よって(44)式は常に成り立つ。

40

【0232】

また、同じく(43)式が満たされるとき、RGB透過量が MAX_w を超えない条件は、(42)式より以下の通りである。

【0233】

$$\max RGB_g - \max RGB_g / (1 + 1 / WR) \leq MAX_w$$

よって、 $\max RGB_g / (1 + WR) \leq MAX_w$

となり、(44)式と同じとなる。よって(43)式を満たすとき、RGBW透過量全てが MAX_w を超えない条件は、(44)式となる。

【0234】

一方、

50

$$\min RGBg < \max RGBg / (1 + 1 / WR) \quad \cdots (45)$$

が満たされるとき、W透過量がMAXwを超えない条件は、実施の形態1で説明したように上記(46)式となる。

【0235】

また、(45)式、 $\max RGBg \leq MAX$ 、及び(76)式より、

$$\min RGBg < \max RGBg / (1 + 1 / WR)$$

$$= WR \times \max RGBg / (1 + WR)$$

$$\leq WR \times MAX / (1 + WR) \leq WR \times MAXw$$

となる。よって(46)式は常に成り立つ。

【0236】

また、同じく(45)式が満たされるとき、RGB透過量がMAXwを超えない条件は、(42)式より以下の通りである。

【0237】

$$\max RGBg - \min RGBg \leq MAXw \quad \cdots (47)$$

(47)式は常に成り立つとは限らない。よって、RGBW透過量全てがMAXwを超えない条件は、(45)式のとおり、(47)式となる。

【0238】

逆にRGBW透過量の少なくとも1つがMAXwを超える条件は、(45)式のとおり、下記(77)式となる。

【0239】

$$MAXw < \max RGBg - \min RGBg \quad \cdots (77)$$

(77)式が成り立つ場合、 $\max RGBg \leq MAX$ 、及び(76)式より、

$$\max RGBg / (1 + 1 / WR)$$

$$\leq MAX / (1 + 1 / WR) = WR \times MAX / (1 + WR)$$

$$\leq WR \times MAXw < WR \times (\max RGBg - \min RGBg)$$

となり、すなわち、

$$\max RGBg / (1 + 1 / WR) < WR \times (\max RGBg - \min RGBg)$$

となる。よって、

$$\min RGBg < \max RGBg / (1 + 1 / WR)$$

となり、上記式は(45)式と同じなので、(45)式が常に成り立つ。

【0240】

よってRGBW透過量の少なくとも1つがMAXwを超える条件は、無条件で(77)式となる。入力RGB値が(77)式を満たす場合は、逆信号値クリッピングを行うことで、バックライト値がMAXwを超えないようにする。

【0241】

次に、信号下限値の算出式である(13)式を導出する。

【0242】

入力RGB信号の各信号値を、ある値以上に逆クリップするRGBの変換式は(14)乃至(16)式のとおりであり、実際に逆信号値クリッピングが行われるためのMAXcの範囲は、以下ようになる。

【0243】

$$\min RGB < MINc \leq \max RGB \quad \cdots (78)$$

また、(14)～(16)式より、

$$\max RGBs = \max (MINc, \max RGB) = \max RGB \quad \cdots (79)$$

$$\min RGBs = \max (MINc, \min RGB) = MINc \quad \cdots (80)$$

となる。

【0244】

入力RGB値が(77)式を満たす場合、逆信号値クリッピング処理により以下の(81)式を満たせば、バックライト値は必ずMAXw以下になる。

【0245】

10

20

30

40

50

$$MAXw = max RGBsg - min RGBsg \quad \cdots (81)$$

そこで、(81)式を満たすMINcを導出する。

【0246】

(79)～(80)式を、(81)式に代入すると以下の通りである。

【0247】

$$MAXw = max RGBg - MINcg$$

$$MINcg = max RGBg - MAXw$$

よって、

$$MINc = fg(max RGBg - MAXw, 1/\gamma) \quad \cdots (82)$$

となる。

10

【0248】

ただし、 $MINcg = fg(MINc, \gamma)$ である。

【0249】

ここで、(82)式が(78)式を満たすかどうかを検証する。

【0250】

まず、(77)式より、

$$\begin{aligned} MINc &= fg(max RGBg - MAXw, 1/\gamma) \\ &> fg(max RGBg - (max RGBg - min RGBg), 1/\gamma) \\ &= min RGB \end{aligned}$$

となる。よって、 $min RGB < MINc$ である。

20

【0251】

次に、 $0 < MAXw$ より、

$$\begin{aligned} MINc &= fg(max RGBg - MAXw, 1/\gamma) \\ &< fg(max RGBg - 0, 1/\gamma) = max RGB \end{aligned}$$

となる。よって、 $MINc < max RGB$ である。

【0252】

よって、(82)式は、(78)式を満たしている（逆信号値クリッピングされる）。以上をまとめると、信号下限値の算出アルゴリズムは、以下のようになる。

$$(A) \quad MAXw < max RGBg - min RGBg \quad \cdots (77)$$

の場合

30

$$MINc = fg(max RGBg - MAXw, 1/\gamma) \quad \cdots (82)$$

(B) 上記以外の場合

(14)乃至(16)式で、逆信号値クリッピング前後のRGB値を同じにするため、MINcをmin RGB以下の値、例えば次式のように設定する。

【0253】

$$MINc = min RGB$$

ここで、(77)式を満たさない場合、すなわち、 $max RGBg - min RGBg \leq MAXw$ のとき、(82)式で得られるMINcは、以下のようにmin RGB以下の値になるため、(77)式を満たすかどうかの場合分けをする必要がない。

【0254】

40

$$\begin{aligned} MINcg &= max RGBg - MAXw \\ &\leq max RGBg - (max RGBg - min RGBg) \\ &= min RGBg \end{aligned}$$

よって、 $MINc \leq min RGB$ となる。

【0255】

よって、信号下限値の算出式は、単に(82)式となるが、 $max RGBg - MAXw$ の逆 γ 補正時に、信号下限値である0未満にならないように、(13)式のようにリミッタをかけている。

【0256】

上記説明の処理により、入力RGB信号($R[i]$, $G[i]$, $B[i]$)は、逆信号

50

値クリッピング部 51 によって逆信号値クリッピング後 RGB 信号 ($R_s[i]$, $G_s[i]$, $B_s[i]$) に変換される。この逆信号値クリッピング後 RGB 信号は、続いて γ 補正部 12 において γ 補正処理され、 γ 補正後 RGB 信号 ($R_{sg}[i]$, $G_{sg}[i]$, $B_{sg}[i]$) に変換されるが、 γ 補正部 12 以降の処理は実施の形態 1 と同じである。

【0257】

このように、本実施の形態 3 に係る液晶表示装置では、出力信号生成部 13 においてバックライト値および RGBW 透過率を算出する前に、原入力である入力 RGB 信号に対して逆信号値クリッピング処理を行うことで、バックライト値を確実に低減させることができる。

10

【0258】

例えば、本実施の形態 3 における逆信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値 ($R[1]$, $G[1]$, $B[1]$) = (159, 255, 63) に適用した場合を考える (第 1 の算出例)。尚、 $MAX = 255$, $\gamma = 2$, $WR = 1.25$ とする。

【0259】

まず、逆信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値算出過程は、実施の形態 1 の第 1 の算出例の場合と同様であり、そのバックライト値は 239 になる。

【0260】

一方、逆信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。尚、以下の説明では、 $MAX = 255$, $\gamma = 2$, $WR = 1.25$, $BlLowRatio2 = 0.5$ で逆信号値クリッピング処理を行った場合を例示する。

20

【0261】

まず、バックライト上限値 MAX_w を算出すると以下ようになる。

【0262】

$$MAX_w = MAX \times BlRatio2 = 255 \times (1 - 0.5) = 128$$

次に、 γ 補正後の RGB 信号の最大値 $maxRGB_g$ を算出すると以下ようになる。

【0263】

$$\begin{aligned} maxRGB_g &= (maxRGB / MAX)^\gamma \times MAX \\ &= (255 / 255)^2 \times 255 = 255 \end{aligned}$$

これより、信号下限値 MIN_c を算出すると以下ようになる。

30

【0264】

$$\begin{aligned} MIN_c &= fg(max(maxRGB_g - MAX_w, 0), 1 / \gamma) \\ &= fg(max(255 - 128, 0), 1 / 2) \\ &= fg(127, 1 / 2) = (127 / 255)^{1/2} \times 255 = 180 \end{aligned}$$

これより、逆信号値クリッピング後入力 RGB 信号を算出すると以下ようになる。

【0265】

$$\begin{aligned} R_s[1] &= max(MIN_c, R[1]) = min(180, 159) = 180 \\ G_s[1] &= max(MIN_c, G[1]) = min(180, 255) = 255 \\ B_s[1] &= max(MIN_c, B[1]) = min(180, 63) = 180 \end{aligned}$$

この逆信号値クリッピング後入力 RGB 信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後 RGB 信号は以下ようになる。

40

【0266】

$$\begin{aligned} R_{sg}[1] &= (R_s[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (180 / 255)^2 \times 255 \\ &= 127 \\ G_{sg}[1] &= (G_s[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (255 / 255)^2 \times 255 \\ &= 255 \\ B_{sg}[1] &= (B_s[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (180 / 255)^2 \times 255 \\ &= 127 \end{aligned}$$

これより、W 透過量 $Wts_g[1]$ を算出すると以下ようになる。

【0267】

50

$$\begin{aligned}
 &W t s g [1] \\
 &= \min (\max R G B s g / (1 + 1 / W R), \min R G B s g) \\
 &= \min (255 / (1 + 1 / 1.25), 127) \\
 &= \min (142, 127) = 127
 \end{aligned}$$

これより、RGB透過量 ($R t s g [1]$, $G t s g [1]$, $B t s g [1]$) を算出すると以下ようになる。

【0268】

$$\begin{aligned}
 R t s g [1] &= R s g [1] - W t s g [1] = 127 - 127 = 0 \\
 G t s g [1] &= G s g [1] - W t s g [1] = 255 - 127 = 128 \\
 B t s g [1] &= B s g [1] - W t s g [1] = 127 - 127 = 0
 \end{aligned}$$

10

これより、バックライト値 $W b s g$ を算出すると以下ようになる。

【0269】

$$\begin{aligned}
 W b s g &= \max (R t s g [1], G t s g [1], B t s g [1], \\
 &\quad W t s g [1] / W R) \\
 &= \max (53, 128, 53, 127 / 1.25) \\
 &= \max (0, 128, 0, 102) = 128
 \end{aligned}$$

よって、逆信号値クリッピング処理を行う場合のバックライト値は128となる。

【0270】

すなわち、本算出例では、逆信号値クリッピング処理によってバックライト値を239から128に低減させることができる(約46%の低減)。

20

【0271】

次に、例えば、本実施の形態3における逆信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値 ($R [1]$, $G [1]$, $B [1]$) = (159, 187, 85) に適用した場合を考える(第2の算出例)。尚、逆信号値クリッピング処理における各種パラメータは、上記第1の算出例と同様とする。

【0272】

まず、逆信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値算出過程は、実施の形態1の第2の算出例の場合と同様であり、そのバックライト値は109となる。

【0273】

一方、逆信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。

30

【0274】

まず、バックライト上限値 $MAXw$ を算出すると以下ようになる。

【0275】

$$MAXw = MAX \times B l R a t i o 2 = 255 \times (1 - 0.5) = 128$$

次に、 γ 補正後のRGB信号の最大値 $\max R G B g$ を算出すると以下ようになる。

【0276】

$$\begin{aligned}
 \max R G B g &= (\max R G B / MAX) ^ \gamma \times MAX \\
 &= (187 / 255) ^ 2 \times 255 = 137
 \end{aligned}$$

これより、信号下限値 $MINc$ を算出すると以下ようになる。

40

【0277】

$$\begin{aligned}
 MINc &= f g (\max (\max R G B g - MAXw, 0), 1 / \gamma) \\
 &= f g (\max (137 - 128, 0), 1 / 2) \\
 &= f g (9, 1 / 2) = (9 / 255) ^ {1 / 2} \times 255 = 48
 \end{aligned}$$

これより、逆信号値クリッピング後入力RGB信号を算出すると以下ようになる。

【0278】

$$\begin{aligned}
 R s [1] &= \max (MINc, R [1]) = \min (48, 159) = 159 \\
 G s [1] &= \max (MINc, G [1]) = \min (48, 187) = 187 \\
 B s [1] &= \max (MINc, B [1]) = \min (48, 85) = 85
 \end{aligned}$$

すなわち、逆信号値クリッピング処理前後におけるRGB値は同じになるので、結果的

50

に逆信号値クリッピングが行われない。よってバックライト値は、第2の算出例では逆信号値クリッピング処理を行わないときと同じになる。

【0279】

〔実施の形態4〕

上記実施の形態3では、第1逆信号値クリッピング後RGB信号算出部65において、MINc未満の入力信号に対しては、丁度MINcとなるような逆クリッピング処理を行っている。しかしながら、この方法では、入力信号の色相が変化する。

【0280】

本実施の形態4では、入力RGB信号の中間値を調整することで、色相が変化しないようにする逆クリッピング処理方法を提案する。

10

【0281】

本実施の形態4では、実施の形態3と同一の処理部及びステップに対しては、実施の形態3と同じ番号を付けると共に、詳細説明を省略する。尚、本実施の形態4に係る液晶表示装置は、図15に示すように、実施の形態3における逆信号値クリッピング部51の第1逆信号値クリッピング後RGB信号算出部65（S55）を、第2逆信号値クリッピング後RGB信号算出部75に置き換えたものとして構成される。図16は、図15に示す逆信号値クリッピング部51の動作を説明するフローチャートである。以下、実施の形態3からの変更点のみ説明する。

【0282】

第2逆信号値クリッピング後RGB信号算出部75には、実施の形態3における第1逆信号値クリッピング後RGB信号算出部65と同様に、入力RGB信号、及び信号下限値算出部63によって求められた信号下限値が入力される。第2逆信号値クリッピング後RGB信号算出部75は、これらの入力RGB信号及び信号下限値から、色相が保持された逆信号値クリッピング後RGB信号（minRGBs, midRGBs, maxRGBs）を下記(17)乃至(18)式、および(9)乃至(10)式を用いて算出する（S65）。

20

【0283】

$$\text{minRGBs} = \text{max}(\text{MINc}, \text{minRGB}) \quad \cdots(17)$$

$$\text{maxRGBs} = \text{max}(\text{MINc}, \text{maxRGB}) \quad \cdots(18)$$

ここで、 $0 < \text{maxRGB} - \text{minRGB}$ の場合、

$$\begin{aligned} \text{midRGBs} \\ = (\text{midRGB} - \text{minRGB}) \times (\text{maxRGBs} - \text{minRGBs}) \\ \div (\text{maxRGB} - \text{minRGB}) + \text{minRGBs} \quad \cdots(9) \end{aligned}$$

30

また、 $0 < \text{maxRGB} - \text{minRGB}$ 以外の場合、

$$\text{midRGBs} = \text{minRGBs} \quad \cdots(10)$$

尚、ステップS65における算出式の導出方法は、実施の形態2のステップS25における算出式の導出方法と同様である。

【0284】

本実施の形態4における信号値クリッピング処理を、入力画像の画素値（R[1], G[1], B[1]）=（159, 255, 63）に適用した場合を考える（第1の算出例）。尚、MAX=255, $\gamma=2$, WR=1.25とする。

40

【0285】

まず、信号値クリッピング処理を行わない場合のバックライト値算出過程は、実施の形態1の第1の算出例の場合と同様であり、この場合のバックライト値は239になる。

【0286】

一方、逆信号値クリッピング処理を行った場合のバックライト値は以下のように算出される。尚、以下の説明では、MAX=255, $\gamma=2$, WR=1.25, BlLowRatio2=0.5で逆信号値クリッピング処理を行った場合を例示する。

【0287】

まず、バックライト上限値MAXwを算出すると以下ようになる。

【0288】

50

$$MAXw = MAX \times BlRatio2 = 255 \times (1 - 0.5) = 128$$

次に、 γ 補正後のRGB信号の最大値 $maxRGBg$ を算出すると以下ようになる。

【0289】

$$\begin{aligned} maxRGBg &= (maxRGB / MAX)^\gamma \times MAX \\ &= (255 / 255)^2 \times 255 = 255 \end{aligned}$$

これより、信号下限値 $MINc$ を算出すると以下ようになる。

【0290】

$$\begin{aligned} MINc &= fg(max(maxRGBg - MAXw, 0), 1/\gamma) \\ &= fg(max(255 - 128, 0), 1/2) \\ &= fg(127, 1/2) = (127 / 255)^{1/2} \times 255 = 180 \end{aligned}$$

10

これより、逆信号値クリッピング後入力RGB信号を算出すると以下ようになる。

【0291】

$$\begin{aligned} Rs[1] &= midRGBs \\ &= (midRGB - minRGB) \times (maxRGBs - minRGBs) \\ &\quad / (maxRGB - minRGB) + minRGBs \\ &= (159 - 63) \times (255 - 180) / (255 - 63) + 180 \\ &= 96 \times 75 / 192 + 180 = 38 + 180 = 218 \\ Gs[1] &= maxRGBs = max(MINc, maxRGB) \\ &= max(MINc, G[1]) = max(180, 255) = 255 \\ Bs[1] &= minRGBs = max(MINc, minRGB) \\ &= max(MINc, B[1]) = max(180, 63) = 180 \end{aligned}$$

20

ここで、逆信号値クリッピング前後の色相を算出する。まず、逆信号値クリッピング前の色相 $H[1]$ （赤を0度とする）はGが最大なので、

$$H[1] = (2 + Cr - Cb) \times 60$$

である。

【0292】

ここで、

$$\begin{aligned} Cr &= (maxRGB - R[1]) / (maxRGB - minRGB) \\ &= (255 - 159) / (255 - 63) = 96 / 192 = 0.5 \\ Cb &= (maxRGB - B[1]) / (maxRGB - minRGB) \\ &= (255 - 63) / (255 - 63) = 192 / 192 = 1.0 \end{aligned}$$

30

である。よって、

$$H[1] = (2 + 0.5 - 1.0) \times 60 = 90$$

となる。

【0293】

一方、逆信号値クリッピング後の色相 $HS[1]$ は、

$$HS[1] = (2 + Crs - Cbs) \times 60$$

である。

【0294】

ここで、

$$\begin{aligned} Crs &= (maxRGBs - Rs[1]) / (maxRGBs - minRGBs) \\ &= (255 - 218) / (255 - 180) = 37 / 75 = 0.5 \\ Cbs &= (maxRGBs - Bs[1]) / (maxRGBs - minRGBs) \\ &= (255 - 180) / (255 - 180) = 75 / 75 = 1.0 \end{aligned}$$

40

である。よって、

$$HS[1] = (2 + 0.5 - 1.0) \times 60 = 90$$

となり、逆信号値クリッピングの前後で色相は変化していないことが分かる。

【0295】

この逆信号値クリッピング後入力RGB信号に γ 補正を施すことで、 γ 補正後RGB信号は以下ようになる。

50

【0296】

$$Rsg[1] = (Rs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (218 / 255)^2 \times 255 = 186$$

$$Gsg[1] = (Gs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (255 / 255)^2 \times 255 = 255$$

$$Bsg[1] = (Bs[1] / MAX)^\gamma \times MAX = (180 / 255)^2 \times 255 = 127$$

これより、W透過量 $Wts g[1]$ を算出すると以下ようになる。

【0297】

$$Wts g[1]$$

$$= \min(\max(RGBsg / (1 + 1 / WR), \min(RGBsg))$$

$$= \min(255 / (1 + 1 / 1.25), 127)$$

$$= \min(142, 127) = 127$$

これより、RGB透過量 ($Rts g[1]$, $Gts g[1]$, $Bts g[1]$) を算出すると以下ようになる。

【0298】

$$Rts g[1] = Rsg[1] - Wts g[1] = 186 - 127 = 59$$

$$Gts g[1] = Gsg[1] - Wts g[1] = 255 - 127 = 128$$

$$Bts g[1] = Bsg[1] - Wts g[1] = 127 - 127 = 0$$

これより、バックライト値 $Wbs g$ を算出すると以下ようになる。

【0299】

$$Wbs g = \max(Rts g[1], Gts g[1], Bts g[1], \\ Wts g[1] / WR)$$

$$= \max(59, 128, 0, 127 / 1.25)$$

$$= \max(59, 128, 0, 102) = 128$$

よって、逆信号値クリッピング処理を行う場合のバックライト値は128となる。

【0300】

すなわち、本算出例では、逆信号値クリッピング処理によってバックライト値を239から128に低減させることができる(約46%の低減)。

【0301】

本液晶表示装置において、バックライト17は、基本的には複数の画素に対して1つ設けられる。このため、例えば図1に示す液晶表示装置は、液晶パネル15の表示画面全体に対して一つの白色バックライト17を対応させた構成を例示している。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、液晶パネル15の表示画面を複数の領域に分割し、各領域毎にバックライト輝度調整が可能となるように、複数のバックライトを備えた構成としても良い。

【0302】

図17は、1枚の表示領域に対し2つの白色バックライトを持つ例を示したものであるが、バックライトの数は限定されない。

【0303】

図17に示す液晶表示装置は、信号値クリッピング部11、 γ 補正部12、入力信号分割部151、出力信号生成部13aおよび13b、液晶パネル制御部14aおよび14b、液晶パネル15、バックライト制御部16aおよび16b、および白色バックライト17aおよび17bを備えて構成されている。また、信号値クリッピング部11に代えて逆信号値クリッピング部51を備えた構成であってもよい。

【0304】

入力信号分割部151は、 γ 補正部12から入力される1画面分の γ 補正後入力RGB信号を2つのエリア分の信号に振り分け、それぞれのエリアの入力RGB信号を出力信号生成部13aおよび13bに入力する。出力信号生成部13aおよび13bは、対応する各エリアに対して、図1における出力信号生成部13と同等の処理を行う。

【0305】

液晶パネル制御部14aおよび14bは、対応する各エリアに対して、図1における液晶パネル制御部14と同等の処理を行うが、各制御部は、液晶パネル15の対応するエリアに相当する位置の画素透過率を制御する。

【0306】

バックライト制御部16aおよび16bは、対応する各エリアに対して、図1におけるバックライト制御部16と同等の処理を行う。白色バックライト17aおよび17bは、それぞれバックライト17と同じ構造であるが、各バックライトは、それぞれ対応するエリアを照明する。

【0307】

このように、1画面を複数のエリアに分割し、エリア単位で制御を行うことで、更にバックライト値を下げるができる。尚、本実施の形態では、1画面を2つのエリアに分割しているが、3つ以上のエリアに分割して制御することも可能である。

【0308】

一般的な画像においては、近傍領域に似たような色が連続する性質がある。このため、図17に示す構成のように、バックライト領域を分割することにより、暗い画素が集まったバックライト領域のバックライトはより暗くできる。その結果、バックライトを分割しない時より、バックライトを分割した方が、全体のバックライト消費電力を下げるができる。

【0309】

また、信号値クリッピング部11（あるいは逆信号値クリッピング部51）、 γ 補正部12、および出力信号生成部13の処理は、これをパソコン上で動作可能なソフトウェアで実現することが可能である。以下に、上記処理をソフトウェアで実現する場合の手順を説明する。

【0310】

図18は、上記処理をソフトウェアで実現する場合のシステム構成を示す図である。上記システムは、パソコン本体161、入出力装置165で構成されている。また、パソコン本体161は、CPU162、メモリ163、入出力インタフェース164を備えている。入出力装置165は、記憶媒体166を備えている。

【0311】

まずCPU162は、入出力インタフェース164を介して、入出力装置165を制御し、記憶媒体166から信号値クリッピング（あるいは逆信号値クリッピング）、 γ 補正、出力信号生成の各プログラム、パラメータファイル（入力RGB信号の上限値、バックライト値低減率、 γ 係数、及び白色輝度比や、1画面を複数エリアに分割する際に用いるエリア情報など）、及び入力画像データを読み込んで、メモリ163に格納する。

【0312】

さらに、CPU162は、メモリ163からプログラム、パラメータファイル、及び入力画像データを読み取り、メモリ163からプログラムの各命令に従って、入力された入力画像データに対して、信号値クリッピング（あるいは逆信号値クリッピング）、 γ 補正、及び出力信号生成処理を行った後、入出力インタフェース164を介して、入出力装置165を制御し、出力信号生成後のバックライト値、及びRGBW透過率を記憶媒体166に出力する。

【0313】

あるいは、図19のように、入出力インタフェース164を介して、出力信号生成後のバックライト値、及びRGBW透過率を、それぞれ、バックライト制御部16、液晶パネル制御部14に出力することで、白色バックライト17、及び液晶パネル15を制御して、実際に画像を表示させることもできる。

【0314】

このように、上記システムでは、パソコン上で上述した信号値クリッピング（あるいは逆信号値クリッピング）、 γ 補正、及び出力信号生成を行うことができる。これにより、

10

20

30

40

50

実際に信号値クリッピング部（あるいは逆信号値クリッピング部）や出力信号生成部を試作する前に、信号値クリッピング（あるいは逆信号値クリッピング）方法や出力信号生成方法の妥当性や、バックライト値低減の効果を確認することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0315】

【図1】本発明の実施形態を示すものであり、実施の形態1に示す液晶表示装置の要部構成を示すブロック図である。

【図2】図2（a）、（b）は、上記透過型液晶表示装置におけるサブピクセルの配置例を示す図である。

【図3】図3（a）は本液晶表示装置におけるバックライト輝度値の求め方を示す図であり、図3（b）は、比較のために特許文献1におけるバックライト輝度値の求め方を示した図である。

【図4】図4（a）は本液晶表示装置におけるバックライト輝度値の求め方を示す図であり、図4（b）は、比較のために特許文献1におけるバックライト輝度値の求め方を示した図である。

【図5】図5（a）～（e）は、上記液晶表示装置におけるバックライト輝度値およびサブピクセル透過率の決定手順を示す図である。

【図6】上記液晶表示装置において、実施の形態1における信号値クリッピング部の構成例を示すブロック図である。

【図7】図6の信号値クリッピング部の動作手順を示すフローチャートである。

【図8】上記液晶表示装置において、出力信号生成部の構成例を示すブロック図である。

【図9】上記出力信号生成部の動作手順を示すフローチャートである。

【図10】上記液晶表示装置において、実施の形態2における信号値クリッピング部の構成例を示すブロック図である。

【図11】図10の信号値クリッピング部の動作手順を示すフローチャートである。

【図12】実施の形態3に示す液晶表示装置の要部構成を示すブロック図である。

【図13】上記液晶表示装置において、実施の形態3における逆信号値クリッピング部の構成例を示すブロック図である。

【図14】図13の逆信号値クリッピング部の動作手順を示すフローチャートである。

【図15】上記液晶表示装置において、実施の形態4における逆信号値クリッピング部の構成例を示すブロック図である。

【図16】図15の逆信号値クリッピング部の動作手順を示すフローチャートである。

【図17】本発明の他の実施形態を示すものであり、液晶表示装置の要部構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の表示制御処理をソフトウェアで実現する場合のシステム構成を示す図である。

【図19】本発明の表示制御処理をソフトウェアで実現する場合のシステム構成の変形例を示す図である。

【図20】透過型液晶表示装置の一般的な構成を示す断面図である。

【図21】透過型液晶表示装置におけるサブピクセルの一般的な配置例を示す図である。

【符号の説明】

【0316】

- 11 信号値クリッピング部
- 12 γ 補正部
- 13, 13a, 13b 出力信号生成部
- 14, 14a, 14b 液晶パネル制御部
- 15 RGBW液晶パネル
- 16, 16a, 16b バックライト制御部
- 17, 17a, 17b 白色バックライト
- 21 第1バックライト上限値算出部

10

20

30

40

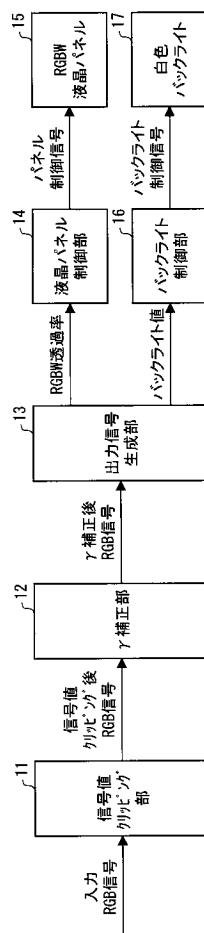
50

- 2 2 γ 補正後 R G B 信号最小値算出部
- 2 3 信号上限値算出部
- 2 5 第 1 信号値クリッピング後 R G B 信号算出部
- 3 5 第 2 信号値クリッピング後 R G B 信号算出部
- 4 1 W 透過量算出部
- 4 2 R G B 透過量算出部
- 4 3 バックライト値算出部
- 4 4 透過率算出部
- 5 1 逆信号値クリッピング部
- 6 1 第 2 バックライト上限値算出部
- 6 2 γ 補正後 R G B 信号最大値算出部
- 6 3 信号下限値算出部
- 6 5 第 1 逆信号値クリッピング後 R G B 信号算出部
- 7 5 第 2 逆信号値クリッピング後 R G B 信号算出部
- 1 5 1 入力信号分割部
- 1 6 1 パソコン本体
- 1 6 2 C P U
- 1 6 3 メモリ
- 1 6 4 入出力インタフェース
- 1 6 5 入出力装置
- 1 6 6 記憶媒体

10

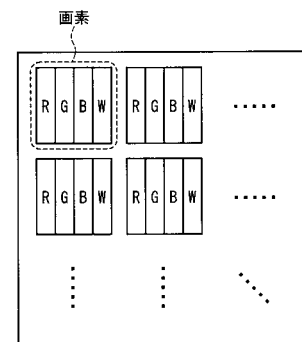
20

【図 1】

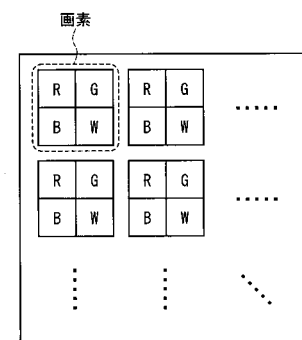


【図 2】

(a)

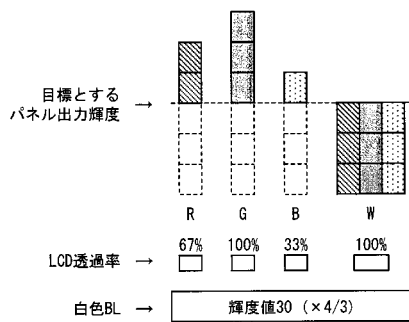


(b)

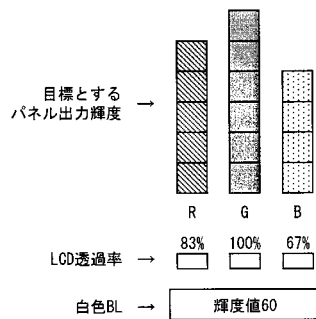


【図 3】

(a)

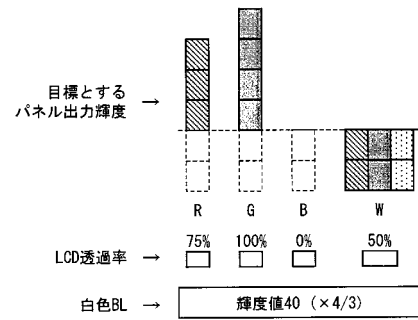


(b)

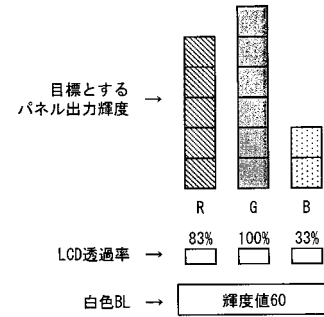


【図 4】

(a)



(b)



【図 5】

(a)

入力信号(R[i], G[i], B[i])

A: (200, 200, 190)	B: (180, 100, 80)
C: (130, 150, 70)	D: (100, 120, 80)

(b)

透過量(Rt[i], Gt[i], Bt[i], Wt[i])

A: (100, 100, 90, 100)	B: (100, 20, 0, 80)
C: (60, 80, 0, 70)	D: (40, 60, 20, 60)

(c)

画素毎のバックライト値

A: 100	B: 100
C: 80	D: 60

⇒ バックライト値: 100

(d)

透過率(r[i], g[i], b[i], w[i])

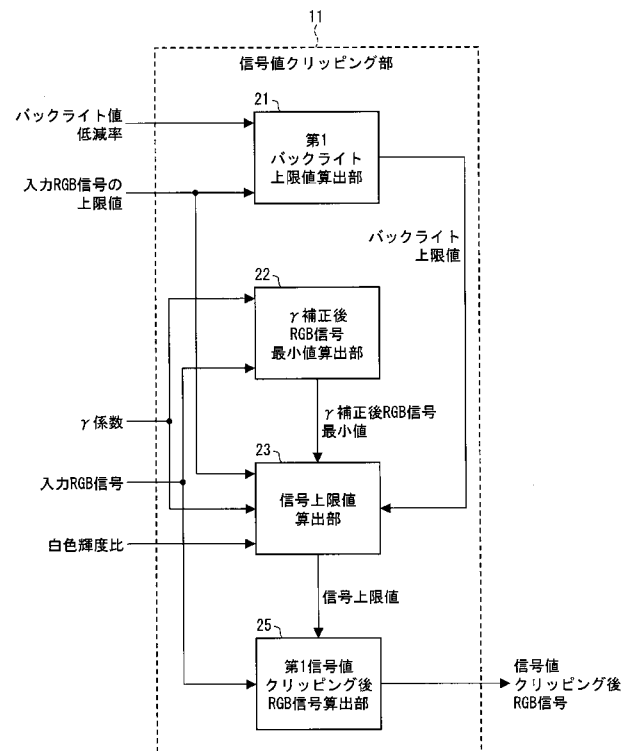
A: (1.0, 1.0, 0.9, 1.0)	B: (1.0, 0.2, 0.0, 0.8)
C: (0.6, 0.8, 0.0, 0.7)	D: (0.4, 0.6, 0.2, 0.6)

(e)

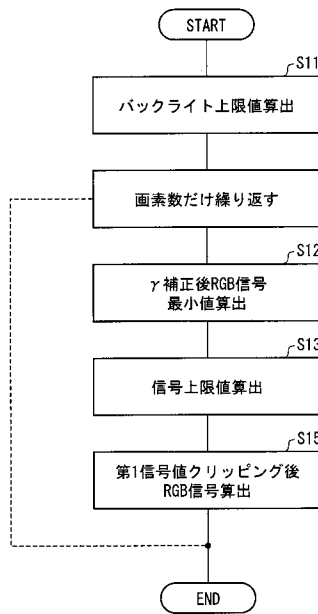
表示輝度

A: (200, 200, 190)	B: (180, 100, 80)
C: (130, 150, 70)	D: (100, 120, 80)

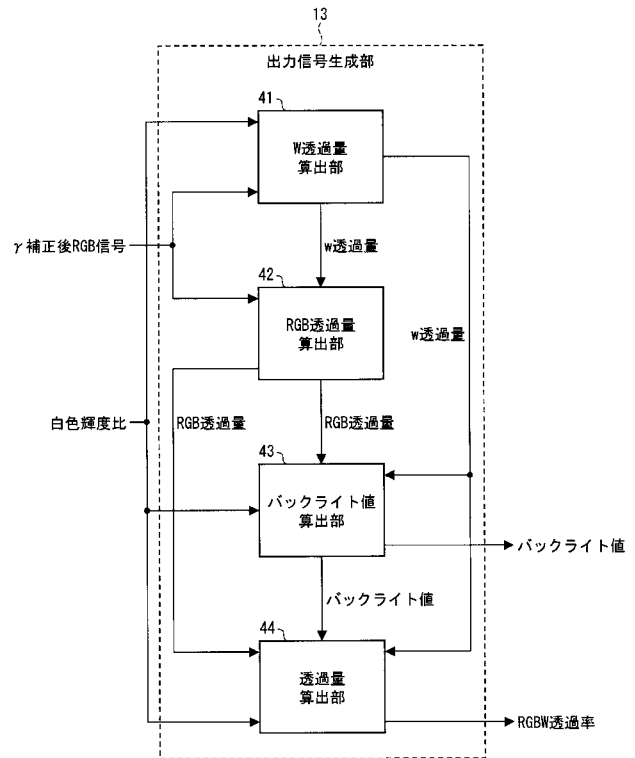
【図 6】



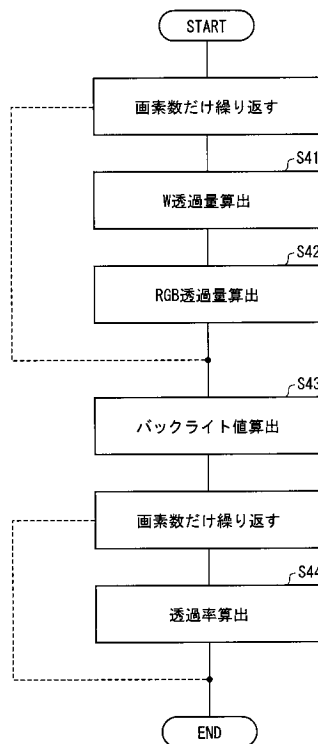
【図 7】



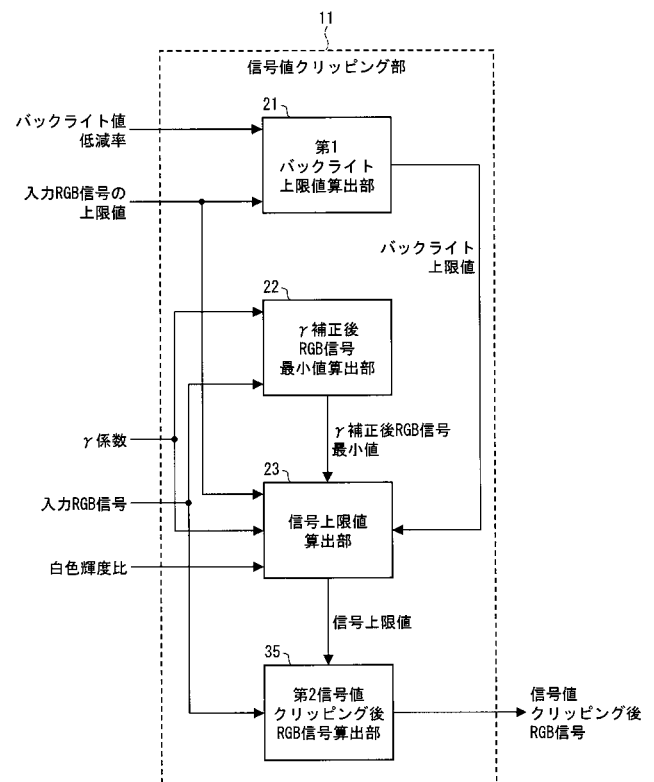
【図 8】



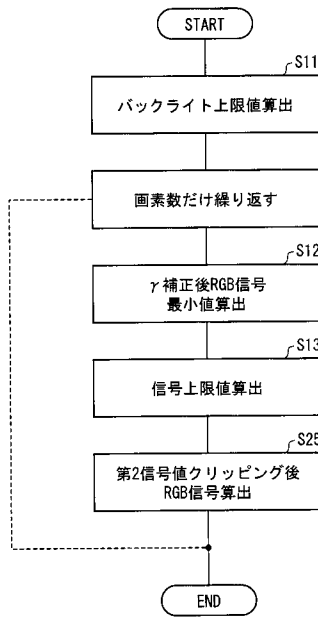
【図 9】



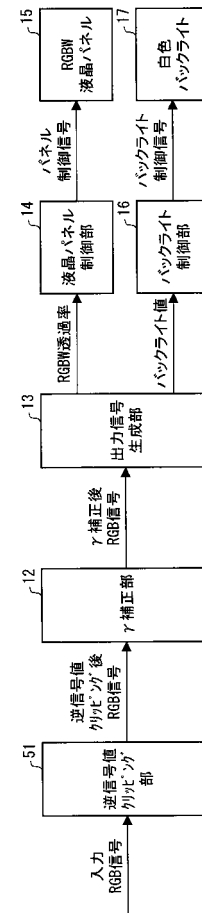
【図 10】



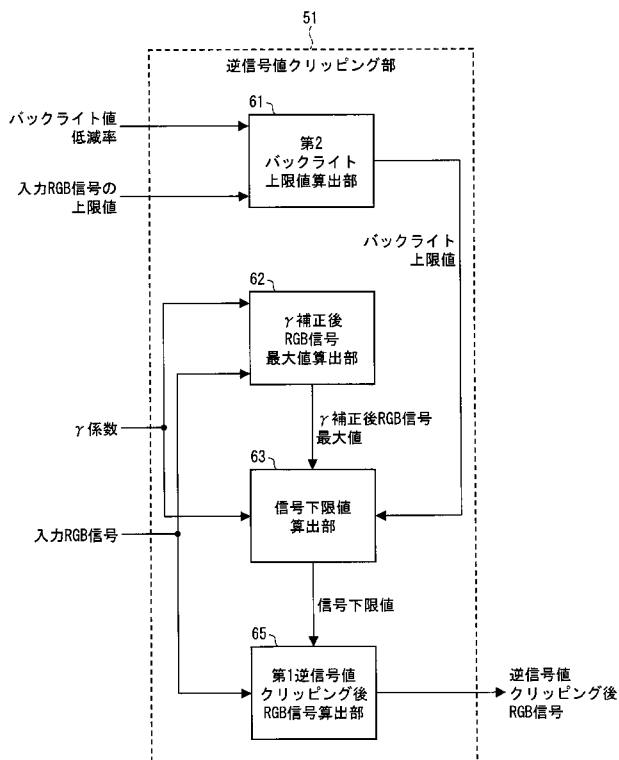
【図 1 1】



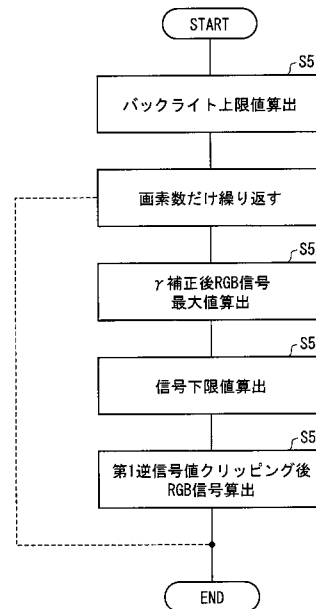
【図 1 2】



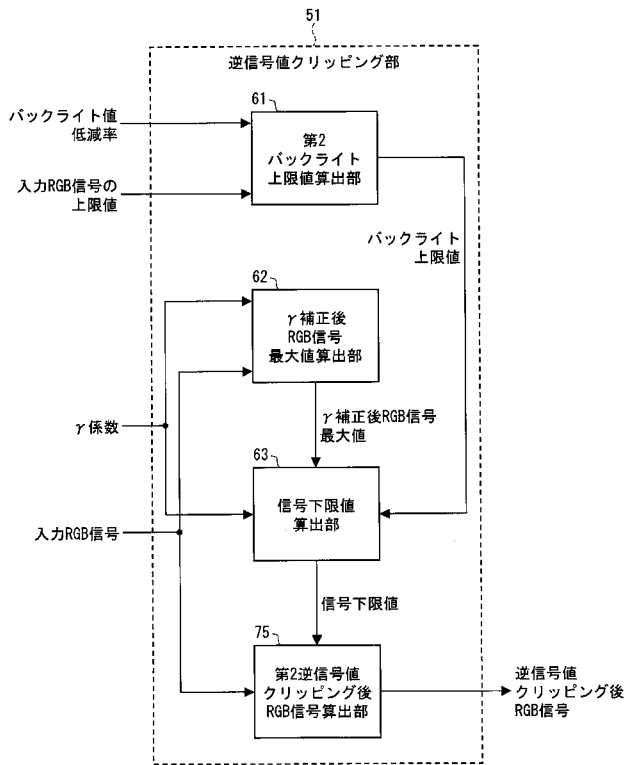
【図 1 3】



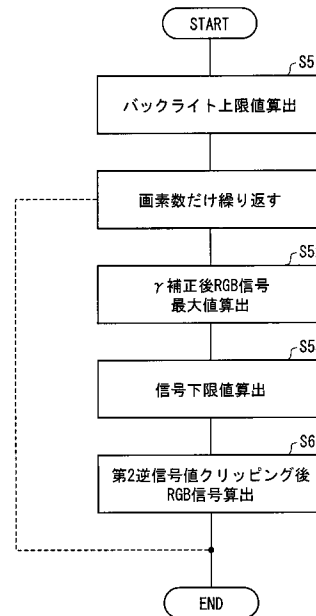
【図 1 4】



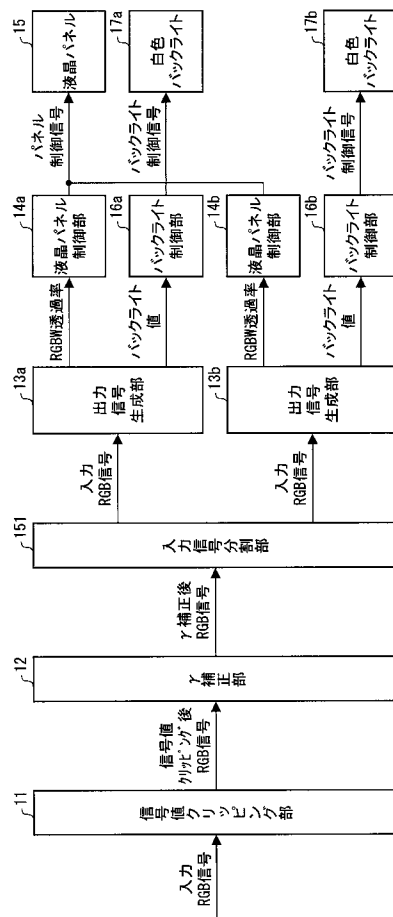
【図 15】



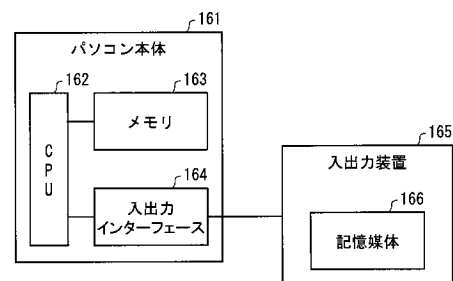
【図 16】



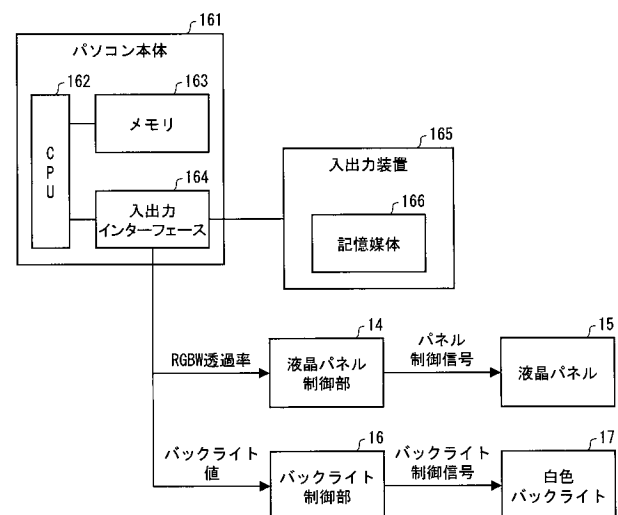
【図 17】



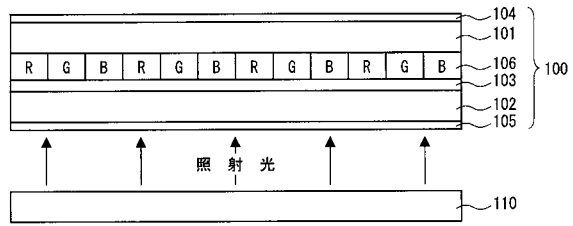
【図 18】



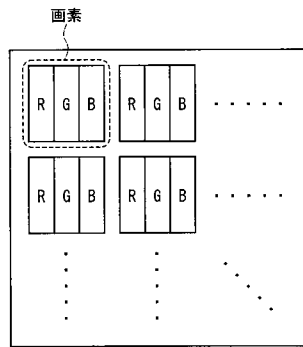
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G 0 9 G 3/20 6 4 1 Q

G 0 9 G 3/20 6 4 1 P

G 0 9 G 3/20 6 4 2 J

F ターム(参考) 5C006 AA22 AF46 AF69 BB29 EA01

5C080 AA10 BB05 CC03 DD26 JJ02 JJ05 JJ06 JJ07

专利名称(译)	透过型液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2009192636A	公开(公告)日	2009-08-27
申请号	JP2008031072	申请日	2008-02-12
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	森末尚志 村松刚司 青木淳		
发明人	森末 尚志 村松 刚司 青木 淳		
IPC分类号	G09G3/36 G02F1/133 G09G3/20 G09G3/34		
FI分类号	G09G3/36 G02F1/133.535 G02F1/133.575 G09G3/20.611.A G09G3/34.J G09G3/20.641.Q G09G3/20.641.P G09G3/20.642.J		
F-TERM分类号	2H093/NC14 2H093/NC42 2H093/NC49 2H093/ND39 2H093/NE06 5C006/AA22 5C006/AF46 5C006/AF69 5C006/BB29 5C006/EA01 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/DD26 5C080/JJ02 5C080/JJ05 5C080/JJ06 5C080/JJ07 2H193/ZD16 2H193/ZD17 2H193/ZD23 2H193/ZF13 2H193/ZF14 2H193/ZF17 2H193/ZG02 2H193/ZG03 2H193/ZG12 2H193/ZG14 2H193/ZG15 2H193/ZG22 2H193/ZG43 2H193/ZG48 2H193/ZG50 2H193/ZH23 2H193/ZH43 2H193/ZH52 2H193/ZH57		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：为了获得透射型液晶显示装置，其不仅降低了液晶面板吸收的光能，而且降低了滤色器，并且进一步降低了功耗。

ŽSOLUTION：在包括液晶面板和背光的透射型液晶显示装置中，液晶面板15包括每个被分成红色（R），绿色（G），蓝色（B）的四个子像素的像素，和白色（W）。背光是白色背光17，通过该白色背光17可以控制发光的亮度。作为原始输入信号的输入RGB信号经受信号值限幅处理（其中输入RGB信号的每个信号值被切割到预定信号上限或更小的处理，使得输入RGB值的色调和亮度可以是通过信号值限幅部分11减小亮度或亮度和色调高的像素数据以在信号值限幅之后产生RGB信号，此后，输出信号产生部分13获得透射率和背光值。Ž

