

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3889837号
(P3889837)

(45) 発行日 平成19年3月7日(2007.3.7)

(24) 登録日 平成18年12月8日(2006.12.8)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 3/36 (2006.01)

G09G 3/36

G09G 3/28 (2006.01)

G09G 3/28

K

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/20

641C

G09G 3/20

641E

G09G 3/20

641H

請求項の数 6 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-251674
 (22) 出願日 平成8年9月24日(1996.9.24)
 (65) 公開番号 特開平9-127907
 (43) 公開日 平成9年5月16日(1997.5.16)
 審査請求日 平成15年5月15日(2003.5.15)
 (31) 優先権主張番号 1995-32496
 (32) 優先日 平成7年9月28日(1995.9.28)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(73) 特許権者 590002817
 三星エスディアイ株式会社
 大韓民国京畿道水原市靈通区▲しん▼洞5
 75番地
 (74) 代理人 100069431
 弁理士 和田 成則
 (72) 発明者 崔 善靜
 大韓民国京畿道水原市八達区梅灘4洞81
 O-2番地 東南アパート1棟401号

審査官 西島 篤宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置の多階調表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力されたNビットの画像データの誤差拡散処理値をNより小さいnビットとして決めるステップと、

前記Nビットの画像データをNより大きいか、等しいMビットの最適データコードに変換するが、この最適データコードにより表現される上位(M-n)ビットデータの最大値は、二進コード体系により表現される前記Nビットの画像データの最大値より大きいか、等しくなるべき第1コード選択基準と、誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち、相互隣接する階調レベルの数を最小とすべき第2コード選択基準とを満足させるように選択された(M-n)ビットの画像データコードと空間変調のためのnビットの付加コードよりなる最適のMビットデータコードに変換するステップと、

前記最適のMビットに変換された画像データのうち、前記誤差拡散処理値であるnビットほどを誤差拡散処理するステップと、

前記nビットほど誤差拡散処理された前記(M-n)ビットの画像データコードを画像として表示するステップと、を含むことを特徴とする画像表示装置の多階調表示方法。

【請求項2】

前記Mビットの最適データコードに変換するステップにおいて、前記第1コード選択基準及び前記第2コード選択基準を同時に満足させるコード体系が二つ以上ある場合、最上位ビットと最下位ビットのデータ値の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第3コード選択基準と、各データビット間の加重値の差を最小とすべき最適データコー

10

20

ドを選択する第4選択基準とを満足させるように、前記Nビットの画像データを前記Mビットの最適データコードに変換することを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置の多階調表示方法。

【請求項3】

前記画像を表示するステップにおいて、前記(M - n)ビットの画像データコードを電圧大きさ変調方式やフレーム変調方式を用いて階調化を具現することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の画像表示装置の多階調表示方法。

【請求項4】

入力されたNビットの画像データの誤差拡散処理値をNより小さいnビットとして決めるステップと、

10

前記Nビットの画像データをNより大きいか、等しいMビットの最適データコードに変換するが、最上位ビットと最下位ビットとのデータ値の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第3コード選択基準と、各データビット間の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第4コード選択基準とを満足させるように選択された(M - n)ビットの画像データコード及び空間変調のためのnビットの付加コードよりなるMビットの最適データコードに変換するステップと、

前記最適のMビットに変換された画像データのうち、前記誤差拡散処理値であるnビットほどを誤差拡散処理するステップと、前記nビットほど誤差拡散処理された前記(M - n)ビットの画像データコードを画像として表示するステップと、

を含むことを特徴とする画像表示装置の多階調表示方法。

20

【請求項5】

前記Mビットの最適データコードに変換するステップにおいて、前記第3コード選択基準及び前記第4コード選択基準を同時に満足させるコード体系が二つ以上ある場合、前記最適コード体系により表現される最大値は二進コード体系により表現される前記画像データの最大値と一致すべき第1コード選択基準と、誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち、相互隣接する階調レベルの数を最小とすべき第2コード選択基準とを満足させるように、前記Nビットの画像データを前記Mビットの最適データコードに変換することを特徴とする請求項4に記載の画像表示装置の多階調表示方法。

【請求項6】

前記画像を表示するステップにおいて、前記(M - n)ビットの画像データコードを電圧大きさ変調方式やフレーム変調方式を用いて階調化を具現することを特徴とする請求項4または請求項5に記載の画像表示装置の多階調表示方法。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は駆動電圧を立ち下げ、サブフレーム間の駆動電圧大きさの変化率も大幅に下げつつ、階調レベルの飽和領域なしに全階調を表示することのできる実効電圧応答特性を有する画像表示装置の多階調表示方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

40

一般に画像表示装置としては液晶表示装置、プラズマディスプレイパネル及び電子蛍光表示器などがある。この画像表示装置の従来の多階調表示方法を説明すれば、次のとおりである。

【0003】

現在、画像表示装置として多用されているマトリックス液晶表示装置は、基本的にその表示装置の走査線を制御する走査電極と各走査線の選択時に各画素上のデータ表示を制御するデータ電極より構成される。

【0004】

この単純マトリックス液晶表示装置の駆動方式としては、図7に示されたように、多重化による線順次駆動方式を用いる電圧平均化法が駆動方式の標準として用いられている。図

50

7 は、電圧平均化法により 2×6 画素より構成される単純マトリックス液晶表示素子を線順次駆動方式で駆動する場合の走査電極及びデータ電極に印加される駆動信号波形図及び前記走査電極とデータ電極駆動信号に応じて画素に印加される信号の波形図である。

【0005】

線順次駆動方式においては、図7の(a)に示されたように、走査電極(ロー番号1, 2, 3, 4, 5, 6)に電圧 V_s のパルス(走査電極駆動信号)が順次に印加されると共に、図7の(b)に示されたように、データ電極(コラム番号1, 2)に電圧 $+V_d$, $-V_d$ のパルス(データ電極駆動信号)が印加される。従って、図7の(c)に示されたように、電圧 V_s , V_d の平均電圧により形成された画素信号に応じて、図7の(d)に示されたように、素子が駆動される。

10

【0006】

しかしながら、この方式は液晶の応答速度が遅い場合、すなわち、液晶表示素子の反応時間が 400ms 程度の場合にのみ、画像のコントラストを失わずに用いられる。

【0007】

従って、コンピュータのマウスの移動速度及び動画像の表示速度に対応する高速応答特性を必要とする分野においては、多重線走査(Multi-Line Scanning; M L S)方式またはアクティブアドレス(Active Address; A A)方式が用いられている。

【0008】

図8は、M L S方式またはA A方式を適用して液晶表示素子を駆動する場合の走査電極及びデータ電極に印加する信号を示す説明図である。同図に示したように、M L S方式は複数の走査電極($F_1 \sim F_5$; 五個の走査電極が10個以上選択されると仮定する)が時刻 t に同時に選択されて駆動される方式であり、A A方式は全ての走査電極($F_1 \sim F_5$; 走査電極は五個のみ存在し、いずれも選択されると仮定する)が時刻 t に同時に選ばれて駆動される方式である。

20

【0009】

この際、データ電極 G_1 には、

$$G_1(t) = -c F_1(t) + c F_2(t) - c F_3(t) + c F_4(t) + c F_5(t)$$

(c は任意の定数)

のように表れるデータ電極の駆動信号が印加されて二つの画素が“オン”となる。

【0010】

このように、複数の走査電極を同時に駆動することにより、液晶表示素子のデューティ比を増やして高速応答の液晶表示素子に適用することができる。しかしながら、多数のデータ電圧を要し、かつ現在の駆動環境では画面データの記憶装置及び演算回路等をさらに要する。

30

【0011】

このような線順次駆動方式の電圧平均化法やM L S方式(またはA A方式)により階調を表示する方法としては、次に述べるように、フレーム変調階調表示法、振幅変調階調表示法、面積分割階調表示法、電圧及びフレーム変調階調表示法、電圧大きさ変調階調表示法、誤差拡散による階調表示法がある。

【0012】

1. フレーム変調階調表示方式

フレーム変調階調表示方式は、単純マトリックス構造の液晶表示素子で最も一般的に用いる方法であって、複数のサブフレームを一画面の表示単位で駆動する。すなわち、複数のサブフレームのうち、“オン”選択サブフレームの数に応じて階調水準が表示される。この方式は、液晶のオン/オフ状態のみを制御することのできる単純マトリックス構造の液晶表示装置の駆動において走査電極駆動信号とデータ電極駆動信号の両方が二進値を有するので、駆動費用が少なくて階調方式の標準として用いられてきた。

40

【0013】

しかしながら、表示階調の数が増えるほど、一画面の表示周波数は低くなり、動画像に好適の表示速度の実現には問題がある。また、画面表示周波数の低下による画面のフリッカ

50

一現象も画質を劣化させる原因となる。

【 0 0 1 4 】

図 9 は、七つのサブフレームにて 8 階調を実現するフレーム変調階調表示方式を示す。ここで、走査電極駆動信号のパルス幅及び電圧はそれぞれ $t(s)$ 及び $V(s)$ であり、 V_{ns} は基準電圧である。そして、データ電極駆動信号のパルス電圧は $+V_d$ 及び $-V_d$ より構成される。

【 0 0 1 5 】

同図に示したように、二番目及び七番目の階調レベルで画面周波数（データ電極駆動信号）が急激に減るため、サブフレームの数を増やして二番目及び七番目の階調レベル表示の周波数を増やす方式が適用されている。

10

【 0 0 1 6 】

ここで、図 9 に示された二番目乃至七番目の階調レベルではデータ電極駆動信号の周波数が一致するが、実はデータ電極駆動信号は走査電極駆動信号が“オン”の場合のみ有効である。従って、二番目及び七番目の階調レベル表示のデータ電極駆動信号の周波数が最も低い。

【 0 0 1 7 】

2．振幅変調階調表示方式

振幅変調階調表示方式は、図 10 に示されたように、データ電極駆動信号（Y）及び選択パルス幅 d を有する走査電極駆動信号（X）の両方がそれぞれ二つの電圧レベルだけで駆動されるという長所がある。

20

【 0 0 1 8 】

しかしながら、データ電圧の印加幅 f は所望の階調数により分割されるべきなので、駆動周波数が増える。また、液晶表示素子は速いデータ電極駆動信号に反応できないので、表示可能な階調数は限定される。

【 0 0 1 9 】

3．面積分割階調表示方式

面積分割階調表示方式は駆動 IC 数の増加及び画面走査線数の増加など解像度を劣化させる問題点があり、特殊の場合を除いては用いられない。

【 0 0 2 0 】

4．電圧及びフレーム変調階調表示方式

30

電圧及びフレーム変調階調表示方式は、図 11 に示されたように、各データビットにサブフレームを割り当てて、各ビットの加重値に鑑みて駆動電圧の大きさを調整する方式である。

【 0 0 2 1 】

図 11 の 16 階調を示す電圧及びフレーム変調階調表示方式においては、データ体系が 8 : 4 : 2 : 1 なので、各フレームの駆動電圧（ V_s , V_d ）の大きさ比は（ $2 \times 2^{1/2}$ ） : 2 : $2^{1/2}$: 1 となる。すなわち、各サブフレーム間の駆動電圧差が大きく、かつ駆動電圧の大きさも増える。

【 0 0 2 2 】

この方式において、データ電極のデューティ : 1 / 240、 V_{th} : 2.0 の条件で最上位ビット（MSB）のデータ信号により LCD が駆動される場合、走査電圧の大きさ V_s は略 35.4 V となる。フレーム変調階調表示方式において、同じ条件及び場合に走査電極信号 V_s の大きさは略 22.65 V である。これはフレーム変調階調表示方式における V_s 値に比べて約 1.56 倍以上の V_s 値の増加を示す。

40

【 0 0 2 3 】

従って、駆動電圧及び各サブフレームの駆動電圧の大きさ差は、階調の数が増えるほど大きくなるため、結果的に表示階調の数を制限しなければならない。しかしながら、この方式は各サブフレームの駆動電圧の大きさ差が激しいという問題にもかかわらず、データ電極の駆動電位数を極小とすることができ、サブフレームの数も大いに減らせるという長所のため、今後の活用可能性も非常に高いと見込まれている。

50

【 0 0 2 4 】

5．電圧大きさ変調階調表示方式

電圧大きさ変調階調表示方式は、最近の複数電極同時選択方式（A A方式）と共に高速応答用の液晶表示装置の実現のために注目されている方式である。その代表的な適用例としては、図12に示されたように、パルス高さ変調（P H M : Pulse Height Modulation）方式がある。

【 0 0 2 5 】

ここで、走査電極の駆動信号（X）の選択パルス幅の各半分区分間（ $d t / 2$ ）にパルス高さの異なるデータ電極駆動信号（Y）のパルスがデータ電極に印加される。この方式の場合、データ電極の駆動電位を多数必要とするので、駆動ICのコスト高をもたらす。また、アナログ方式のICを採用する場合、データの処理速度に限界があるなどの問題点が多い。

10

【 0 0 2 6 】

6．誤差拡散法による階調表示方式

この方式は画像処理技術を用いて空間変調を行い階調化を実現する方式である。この方式は、画像表示装置の駆動費用を大いに減らせると共に十分な画像の階調数を容易に確保できる側面から注目されている。

【 0 0 2 7 】

誤差拡散法による空間変調階調化方式は、一般に図13に示されたような誤差拡散システムで処理される。このシステムにおいては、表示しようとする元の画素データ（ X_m, n ）から以前の画素で発生した誤差値（ $e_{m, n}$ ）を減算して得られた実効値（ $u_{m, n}$ ）を量子化値（ $b_{m, n}$ ）に近似させて画面表示データとして用い、実効値（ $u_{m, n}$ ）と量子化値（ $b_{m, n}$ ）との差を新たな誤差値（ $e_{m, n}$ ）として適用する誤差拡散法則により周辺画素に任意の設定比率で誤差値を拡散させる。この作用を走査方向に沿って順次に適用することにより所望の階調レベルを表現することができる。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、 $Q(*)$ は量子化器を示し、 $h_{m, n}$ は低域通過フィルターを示す。誤差拡散系の各値は次のとおりである。

【 0 0 2 9 】

$$\begin{aligned} u_{m, n} &= x_{m, n} - e_{m, n} \\ b_{m, n} &= Q(u_{m, n}) \text{ (量子化)} \\ e_{m, n} &= b_{m, n} - u_{m, n} \\ e_{m, n} &= h_{m, n} (e_{m, n}) \text{ (低域通過フィルタリング)} \end{aligned}$$

30

【 0 0 3 0 】

このシステムで発生した誤差値を周辺の画素に拡散させる方式としては、Floyd & Steinberg アルゴリズムが最も一般に用いられており、Jarvis、Judice & Ninke アルゴリズムや Stucki アルゴリズムなども多用されている。さらに、応用方式により多様なアルゴリズムが開発されて適用されている。

【 0 0 3 1 】

Floyd & Steinberg アルゴリズムは、図14に示されたように、誤差拡散を、画素Pから誤差が周辺の画素A、B、C、Dにそれぞれ $7/16$ (e_A)、 $1/16$ (e_B)、 $5/16$ (e_C)、 $3/16$ (e_D) 拡散されるように行う。この際、画像データは図3に示された順次に誤差拡散処理される。

40

【 0 0 3 2 】

すなわち、まずNビットの画像データが入力されると、Nビットのうち下位nビット（nは1, 2, 3, . . . などの整数）が誤差拡散処理され、この誤差拡散処理された（N - n）ビットの画像データが画像として表示される。

【 0 0 3 3 】

しかしながら、この方法は最上位階調レベルで飽和領域を有する問題点がある。これを図15のグラフに示す。

50

【 0 0 3 4 】

図 1 5 は、8 ビットデータを誤差拡散法を適用して表示した場合の表示装置の階調表示能力による実質的な階調表現状態を示す。ここで、“a”は表示装置が2階調を有する場合の実質的な階調表現状態であって、8 ビットデータの最大階調表示数である $2^8 = 256$ の半分以上、すなわち、128以上の階調レベルは飽和状態となり、階調レベルが区分できなくなる。b、c 及び d はそれぞれ表示装置が4階調、8階調及び16階調を有する場合の実質的な階調表現状態を示す。また、“e”は8 ビットデータの表示限界である256階調を示す。

【 0 0 3 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は前記のごとき従来の問題点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、駆動電圧を大幅に下げることができるとともに駆動電圧の格差を大幅に減らすことができ、ごく低い発生頻度を有する階調レベルのみについて部分的に誤差拡散法を適用することにより、空間変調による画質の劣化を極小とする画像表示装置の多階調表示方法を提供することにある。

【 0 0 3 6 】

【 課題を解決するための手段 】

前記の目的を達成するために本発明による画像表示装置の多階調表示方法は、入力された N ビットの画像データの誤差拡散処理値を N より小さい n ビットとして決めるステップと

、
前記 N ビットの画像データを N より大きいか、等しい M ビットの最適データコードに変換するが、この最適データコードにより表現される上位 (M - n) ビットデータの最大値は、二進コード体系により表現される前記 N ビットの画像データの最大値より大きいか、等しくなるべき第 1 コード選択基準と、誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち、相互隣接する階調レベルの数を最小とすべき第 2 コード選択基準とを満足させるように選択された (M - n) ビットの画像データコードと空間変調のための n ビットの付加コードよりなる最適の M ビットデータコードに変換するステップと、

前記最適の M ビットに変換された画像データのうち、前記誤差拡散処理値である n ビットほどを誤差拡散処理するステップと、

前記 n ビットほど誤差拡散処理された前記 (M - n) ビットの画像データコードを画像として表示するステップと、

を含むことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

本発明において、前記 M ビットの最適データコードに変換するステップで、前記第 1 コード選択基準及び前記第 2 コード選択基準を同時に満足させるコード体系が二つ以上ある場合、最上位ビットと最下位ビットのデータ値の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第 3 コード選択基準と、各データビット間の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第 4 選択基準とを満足させるように、前記 N ビットの画像データを前記 M ビットの最適データコードに変換することが望ましく、前記画像を表示するステップで、前記 (M - n) ビットの画像データコードを電圧大きさ変調方式やフレーム変調方式を用いて階調化を具現することが望ましい。

【 0 0 3 8 】

また、前記目的を達成するために本発明による他の液晶表示素子の多階調表示方法は、入力された N ビットの画像データの誤差拡散処理値を N より小さい n ビットとして決めるステップと、

前記 N ビットの画像データを N より大きいか、等しい M ビットの最適データコードに変換するが、最上位ビットと最下位ビットとのデータ値の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第 3 コード選択基準と、各データビット間の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第 4 コード選択基準とを満足させるように選択された (M - n) ビットの画像データコード及び空間変調のための n ビットの付加コードよりなる M ビ

10

20

30

40

50

ットの最適データコードに変換するステップと、

前記最適のMビットに変換された画像データのうち、前記誤差拡散処理値であるnビットほどを誤差拡散処理するステップと、前記nビットほど誤差拡散処理された前記(M - n)ビットの画像データコードを画像として表示するステップと、
を含むことを特徴とする。

【0039】

本発明において、前記Mビットの最適データコードに変換するステップで、前記第3コード選択基準及び前記第4コード選択基準を同時に満足させるコード体系が二つ以上ある場合、前記最適コード体系により表現される最大値は二進コード体系により表現される前記画像データの最大値と一致すべき第1コード選択基準と、誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち、相互隣接する階調レベルの数を最小とすべき第2コード選択基準とを満足させるように、前記Nビットの画像データを前記Mビットの最適データコードに変換することが望ましく、前記画像を表示するステップで、前記(M - n)ビットの画像データコードを電圧大きさ変調方式やフレーム変調方式を用いて階調化を具現することが望ましい。

10

【0040】

【発明の実施の形態】

以下、添付した図面に基づき本発明の実施の形態を詳しく説明する。

【0041】

本発明は制限された階調表示能力で二倍以上の階調数を画面に表示するため、誤差拡散法のような空間変調技術を用いる階調表示方法において、従来の画像の二進データコードを、画像表示装置の特性、階調化駆動のためのサブフレーム数及び駆動電圧条件などの表示器システムの環境を考慮した最適のコードに変換し、この変換されたコード値を用いて階調を表示する新たな階調表示方式である。

20

【0042】

すなわち、前記変換されたコード値のうち、発生頻度の低い階調レベルについて部分的に誤差拡散法で処理した後、電圧及びフレーム変調階調表示方式により多階調の表示を実現することを特徴とする。

【0043】

コード変換のための画像データの選択基準は次のとおりである。

30

【0044】

1. 最適コード体系により表現されるデータの最大値は従来の二進コード体系により表現される画像データの最大値より大きい、等しくなるようにする。

【0045】

2. 誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち、相互隣接する階調レベルの数を最小となるようにする。

前記コード選択基準1及び2の条件を満足させるコード体系が二つ以上存在すると、次の選択基準に基づいて最適コード体系を決める。

【0046】

3. このコード体系は、最上位ビットと最下位ビットのデータ値の加重値の差を最小となるようにする。

40

【0047】

4. このコード体系は、各データビット間の加重値の差を最小となるようにする。

【0048】

上述したように、四つのコード選択基準のうちコード選択基準1は誤差拡散法の適用による階調の飽和領域発生という問題を解決するためであり、コード選択基準2は階調表現の正確性を確保して画質の劣化を最小とするための基準である。これらは次の16階調のコード体系で詳しく説明する。コード選択基準3及び4は駆動電圧特性の改善のための基準である。

【0049】

50

16階調表示のためのコード体系変換の例としては、次の3ビットのコード体系と4ビットのコード体系がある。16階調表示のための従来の二進コード体系は“8:4:2:1”の4ビットのコードで構成される。一方、二進コード体系の最下位1ビットのみを誤差拡散した場合には、“8:4:2”の3ビットのデータコードのみが残り、16階調表示のための画像データが作られる。この場合、階調値14以上は飽和領域となる。

【0050】

3ビットコード体系

3ビットコード体系を用いて16階調を表現するための最適コード体系は次のように選択される。まず、16階調を表現するためのデータ値のうち、前記選択基準1を満足させつつ、階調値の重畳を発生させない3ビットのデータコードを導出すると、次のように12個のコード体系が導出される。

10

【0051】

(MSB, LSB+1, LSB) = (12, 2, 1), (11, 3, 1), (10, 4, 1), (9, 5, 1),
(8, 6, 1), (10, 3, 2), (9, 4, 2), (8, 5, 2),
(7, 6, 2), (8, 4, 3), (7, 5, 3), (6, 5, 4)

【0052】

前記各データコードに誤差拡散法を適用して発生する新たな階調値を導出すれば次の表1のようになる。表1の下線付きの値は相互隣接する階調値を示し、隣接する階調値の連続性が2階調以下の場合には階調表現の正確性を大いに低下させずに用いられる(コード選択基準2に基づく)。従って、データコード(9, 4, 2), (8, 5, 2), (8, 4, 3), (7, 5, 3)のうち、最適コード体系が選択される。

20

【0053】

ここで、誤差拡散法による階調値はデータコードのビット値の組合せにより得られない値を用いて求められる。例えば、データコード(12, 2, 1)の場合に組合せにより得られる値は、

1, 2, 3(=1+2), 12, 13(=12+1), 14(=12+2), 15(=12+2+1)

である。ここで、16ビットの全ての階調値を満たすためには、4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11の値が必要である。この階調値は誤差拡散法により満たされる。

30

【0054】

【表1】

データコード	誤差拡散法による階調値
12, 2, 1	<u>4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11</u>
11, 3, 1	<u>2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13</u>
10, 4, 1	<u>2, 3, 6, 7, 8, 9, 12, 13</u>
9, 5, 1	<u>2, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 13</u>
8, 6, 1	<u>2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 13</u>
10, 3, 2	<u>1, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 14</u>
* 9, 4, 2	<u>1, 3, 5, 7, 8, 10, 12, 14</u>
* 8, 5, 2	<u>1, 3, 4, 6, 9, 11, 12, 14</u>
7, 6, 2	<u>1, 3, 4, 5, 10, 11, 12, 14</u>
* 8, 4, 3	<u>1, 2, 5, 6, 9, 10, 13, 14</u>
* 7, 5, 3	<u>1, 2, 4, 6, 9, 11, 13, 14</u>
6, 5, 4	<u>1, 2, 3, 7, 8, 12, 13, 14</u>

10

20

【0055】

前記*の四つのデータコード（選択基準2を満足させる）のうち、データコード（9, 4, 2）は最下位ビットに対する最上位ビットのデータ値の比率が4.5（=9/2）であって、従来の二進コード体系における最下位ビットを誤差拡散処理した場合の4より大きくて前記選択基準3, 4を満足させず、階調レベルの飽和領域だけを解決する（選択基準1を満足する）コード体系なので、最適コード体系の選択対象から除かれる。また、データコード体系（8, 4, 3）は2階調以下の隣接階調値を四つ有するため、画質劣化の程度が残り二つのコード体系に比べて大きい（選択基準2を満足しない）。結果的に、最適コード体系は（8, 5, 2）と（7, 5, 3）コード体系から選択される。これらのコード体系は、隣接する階調値の連続性が二つ以下で同一であり、発生階調数も同様である。従って、選択基準3及び4により最適コード体系が選択される。

30

【0056】

コード体系（8, 5, 2）及び（7, 5, 3）において、最下位ビットに対する最上位ビットのデータ値の比率を求めると、それぞれ4（8/2）及び2.3（7/3）であり、かつデータビット間の加重値の差はそれぞれ3及び2であるため、コード体系（7, 5, 3）が最適のコード体系として選択される。

40

【0057】

図1は、この（7, 5, 3）の3ビットのコード体系を用いた場合の16階調表現を示す。同図に示すように、空間の変換されたコード体系において、表現される階調の数は8階調（0, 3, 5, 7, 8=3+5, 10=3+7, 12=5+7, 15=3+5+7）である。また、誤差拡散法による空間変換方式により新たに発生する階調の数も8階調（1, 2, 4, 6, 9, 11, 13, 14）である。

【0058】

次の表2は、従来の二進コード体系における最下位のビットを誤差拡散処理した階調表示方式（8:4:2の加重値コードを用いる）と、本発明による階調表示方式（7:5:3の加重値コードを用いる）の階調表現状態を示す。

【0059】

50

【表 2】

階調値	従来方式	本発明による方式
0	0	0
1	誤差拡散	誤差拡散
2	2	誤差拡散
3	誤差拡散	3
4	4	誤差拡散
5	誤差拡散	5
6	6	誤差拡散
7	誤差拡散	7
8	8	8
9	誤差拡散	誤差拡散
10	10	10
11	誤差拡散	誤差拡散
12	12	12
13	誤差拡散	誤差拡散
14	14	誤差拡散
15	14(飽和状態)	15

【0060】

この表 2 に示すように、従来方式の場合は階調値 14 以上が飽和状態となることが判る。

【0061】

一方、誤差拡散法の適用により発生した階調値に対応する輝度レベルの再現性は、誤差拡散処理により発生する新たな階調値のうち、相互隣接して発生する階調値の数により大いに影響される。

【0062】

例えば、データコード体系 (7,5,3) を用いる場合、階調値 4 が誤差拡散処理により空間変調された値として発生し、この値を画面上に表現するとき、階調値 3 と階調値 5 が 50 : 50 の比率に画面上に表示されるので、階調値 4 に対応する輝度レベルの表現が可能である。その反面、階調値 1 は階調値 2 と共に誤差拡散処理により発生するので、画面上に階調値 1 を表現するとき、階調値 0 と階調値 3 が 66.6% : 33.3% の比率に画面上に表示される。従って、階調値の差が 3 である輝度を有する画素が画面の 1/3 及び 2/3 を占めるので、画素が画面上で識別される可能性は大きくなり、結果的に階調値 1 の正確な輝度表現はさらに困難になる。

【0063】

4 ビットコード体系

4 ビットコードそれ自体のみで 16 階調を表現し得るコードは、(8,4,2,1) である。このコード体系は正確な 16 階調の表現が可能であるが、最下位のビットに対する最上位ビッ

10

20

30

40

50

トのデータ値の比率が 8 (8 / 1) であって駆動電圧が大きく、サブフレーム間の駆動電圧の変化率も大きい (表 6 参照)。

【 0 0 6 4 】

4 ビットコード体系の適用においては、16 階調表現のうち最小の隣接階調レベル数を有する階調値に誤差拡散法を適用して空間変調させ、駆動電圧を大いに減らせるコード体系を選択して最適コード体系として決める。最適コード体系選択基準 1 を満足させつつ、16 階調を表現するコード体系は次のように 18 個が存在する。

【 0 0 6 5 】

(MSB, LSB+2, LSB+1, LSB) = (9, 3, 2, 1), (7, 5, 2, 1), (6, 6, 2, 1),
 (8, 3, 3, 1), (7, 4, 3, 1), (6, 5, 3, 1),
 (6, 4, 4, 1), (5, 5, 4, 1), (8, 3, 2, 2),
 (7, 4, 2, 2), (6, 5, 2, 2), (7, 3, 3, 2),
 (6, 4, 3, 2), (5, 5, 3, 2), (5, 4, 4, 2),
 (6, 3, 3, 3), (5, 4, 3, 3), (4, 4, 4, 3)

10

【 0 0 6 6 】

このデータコード体系のうち最下位ビットに対する最上位ビットのデータ値の比率が従来の二進コード体系における比率と等しいか、大きいコード体系を除く残りコード体系に誤差拡散法を適用することにより発生する新たな階調値を導出すれば、次の表 3 のとおりである。

20

【 0 0 6 7 】

【 表 3 】

データコード	誤差拡散法による階調値
7, 5, 2, 1	4, 11
6, 6, 2, 1	<u>4, 5,</u> <u>10, 11</u>
7, 4, 3, 1	2, 6, 9, 13
6, 5, 3, 1	2, 13
6, 4, 4, 1	<u>2, 3,</u> <u>12, 13</u>
5, 5, 4, 1	<u>2, 3,</u> <u>7, 8,</u> <u>12, 13</u>
8, 3, 2, 2	1, 6, 9, 14
7, 4, 2, 2	1, 3, 5, 10, 12, 14
6, 5, 2, 2	1, 3, 12, 14
7, 3, 3, 2	1, 4, 11, 14
6, 4, 3, 2	1, 14
5, 5, 3, 2	1, 4, 6, 9, 11, 14
5, 4, 4, 2	1, 3, 12, 14
6, 3, 3, 3	<u>1, 2,</u> <u>4, 5,</u> <u>7, 8,</u> <u>10, 11,</u> <u>13, 14</u>
5, 4, 3, 3	<u>1, 2,</u> <u>13, 14</u>
4, 4, 4, 3	<u>1, 2,</u> <u>5, 6,</u> <u>9, 10,</u> <u>13, 14</u>

10

20

【 0 0 6 8 】

30

この表 3 で誤差拡散法の適用により発生する新たな階調値の数が最小のコード体系を選択すれば、次のとおりである。

【 0 0 6 9 】

(MSB, LSB+2, LSB+1, LSB) = (7, 5, 2, 1), (6, 5, 3, 1), (6, 4, 3, 2)

【 0 0 7 0 】

このコード体系のいずれも誤差拡散処理により二つの新たな階調値を有するので、最適コード選択基準 3 及び 4 により最適のコード体系を選択する。従って、最下位ビットに対する最上位ビットのデータ値の比率が最も小さいコード体系 (6, 4, 3, 2) が最適のコード体系として選択される。コード体系 (6, 4, 3, 2) に対する 16 階調表現は図 2 に示したとおりである。

40

【 0 0 7 1 】

本発明の最適コード選択基準は 16 階調以上及び 16 階調以下に適用されることができる。この最適コード体系を用いた階調化の実現は、図 3 に示したように従来の誤差拡散方式において、N ビットの画像データのうち最下位ビット (LSB: least significant bit) から n ビット (n は 1, 2, 3, . . . などの整数) を誤差拡散アルゴリズムによりデータ処理した後、得られた変調された画像データを用いて MSB から (N - n) ビットを画像表示器に出力するが、図 4 に示されたようなアルゴリズムで具現される。

【 0 0 7 2 】

第一に、N ビットの二進画像データを液晶表示装置の階調表示に最適の M ビットコードに画像データのコードを変換する。すなわち、N ビットの画像データを最適のコード選択基

50

準により選択された最適コード体系 ($(M - n)$ ビット) と空間変調処理のための付加コード (n ビット) に変換する。

【0073】

第二に、 M ビットに変換された画像データのうち、空間変調処理のための n ビット (n は 1, 2, 3 . . . などの整数) の付加コードについて空間変調を行う。空間変調方式には従来の誤差拡散法や用いられる表示器の特性に適する方式などが用いられる。

【0074】

第三に、最適コード体系 ($(M - n)$ ビット) により表現された画像データを階調表示方式により表示することにより階調化を実現する。

【0075】

このような最適コード体系で構成された画像データを従来の電圧及びフレーム変調階調表示方式のように三つのサブフレームで構成して 16 階調を実現するためには、次のようにコード変換が行われる。

【0076】

まず、前記のように最適コード変換方法の実例として、前記表 1 から得られた 3 ビットの 16 階調表現のための最適コード体系 (7,5,3) と付加コード (1,1) への画像データ変換は表 4 の通りである。

【0077】

【表 4】

コード	二進コードデータ				最適コードデータ				
加重値	8	4	2	1	7	5	3	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0	0
4	0	1	0	0	0	0	1	0	1
5	0	1	0	1	0	1	0	0	0
6	0	1	1	0	0	1	0	0	1
7	0	1	1	1	1	0	0	0	0
8	1	0	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	1	0	1
10	1	0	1	0	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	1	0	1	0	1
12	1	1	0	0	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	1	1	0	0	1
14	1	1	1	0	1	1	0	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	0	0

10

20

30

【0078】

この表4からのコード変換論理は次の表5の通りである。

【0079】

【表5】

$$\begin{array}{lcl}
 \text{変換コード} & \text{従来のコード} & \\
 7 = & (8 \wedge 4) + (8 \wedge 4 \wedge 2) + (4 \wedge 2 \wedge 1) & \\
 5 = & (8 \wedge 4) + (8 \wedge 4 \wedge 2) + (8 \wedge 4) + (2 \oplus 1) & \\
 3 = & (8 \wedge 4) + (8 \wedge 2 \wedge 1) + (4 \wedge 2 \wedge 1) + (8 \wedge 4 \wedge 2 \wedge 1) & \\
 1 = & (8 \oplus 4) \wedge 2 \wedge 1 & \\
 1 = & (4 \wedge 2 \wedge 1) + \{ (8 \wedge 1) \wedge (4 \vee 2) \} + \{ (8 \wedge 1) \wedge (4 \oplus 2) \} & \\
 & + (4 \wedge 2 \wedge 1) &
 \end{array}$$

10

20

30

【0080】

また、前記のような最適コード変換方法の他の実施形態であって、前記表3から得られた4ビットの16階調表現のための最適コード体系(6,4,3,2)と付加コード1への変換も同じく行われる。

【0081】

このように画像データを最適コードに変換した後は、Floyd & Steinberg アルゴリズムのような従来の誤差拡散処理方式を用いて空間変調を行うことにより、画像データを変調する。

40

【0082】

次に、変調された画像データについて階調化を行うことにより、画像の階調表現を具現する。ここで、階調表現のために電圧大きさ変調階調表示方式、電圧及びフレーム変調階調表示方式などのほとんどの階調化表示方式が用いられる。

【0083】

電圧及びフレーム変調階調表示方式の適用例として3ビットの最適コード体系(7,5,3)を用いて16階調を液晶表示装置に表現する場合の液晶表示装置の走査電極、データ電極の駆動電圧及び駆動信号の波形は表6及び図5に示された通りである。

【0084】

50

【表 6】

16 階調のコード	駆動電圧		
データコードの値	7	5	3
走査電圧 (V _s)	26.8	22.65	17.545
データ電圧 (V _d)	1.729	1.461	1.132

10

【0085】

この表 6 において、選択された最適コード体系 (7,5,3) に対する駆動電圧は次の式 1 により算出される。

【0086】

【式 1】

$$V'_{off} = \sqrt{\left(\frac{7}{3}A + \frac{5}{3}A\right) / 3}$$

20

$$V_{d1_{LSB}} = \sqrt{(9/15)} V_d$$

$$V_{s1_{LSB}} = \sqrt{(9/15)} V_s$$

$$V_{d1_{LSB+1}} = \sqrt{(5/3)} \times V_{d1_{LSB}}$$

$$V_{s1_{LSB+1}} = \sqrt{(5/3)} \times V_{s1_{LSB}}$$

$$V_{d1_{MSB}} = \sqrt{(7/3)} \times V_{d1_{LSB}}$$

30

$$V_{s1_{MSB}} = \sqrt{(7/3)} \times V_{s1_{LSB}}$$

【0087】

また、4 ビットの最適コード体系 (6,4,3,2) を用いた 16 階調を液晶表示装置で表現する場合の走査及びデータ電極駆動電圧の特性を従来の二進コード体系を用いた場合の駆動電圧の特性と比べると、次の表 7 の通りである。

【0088】

【表 7】

方式	従来の二進コード体系				本発明の最適コード体系			
	8	4	2	1	6	4	3	2
データの値								
走査電極駆動信号 V _s 電圧	33.08	23.39	16.54	11.70	28.65	23.39	20.26	16.54
データ電極駆動信号 V _d 電圧	2.135	1.51	1.07	0.76	1.85	1.510	1.308	1.068

【0089】

以上のような本発明による階調表現方式を用いることにより得られる効果を、表8を用いて従来の階調表示方式の特性と比べると次の通りである。

【0090】

【表8】

10

20

30

方式	従来の二進コード体系		本発明の最適コード体系	
	方式 1	方式 2	方式 3	方式 4
V _s (M a x)	33.80	29.656	26.80	28.65
V _d (M a x)	2.135	1.914	1.729	1.85
V _s 変化量	21.38	14.828	9.255	12.11
V _d 変化量	1.375	0.957	0.597	0.782
サブフレーム数	4	3	3	4

10

20

【0091】

この表 8 の方式 1、方式 2 は従来の電圧及びフレーム変調階調表示方式である。方式 1 は画像データを 8 : 4 : 2 : 1 の加重値で四つのサブフレームを構成して 16 階調を示した場合であり、方式 2 は方式 1 の従来の電圧及びフレーム変調階調表示方式で加重データ値 8 : 4 : 2 : 1 の最下位ビット (LSB) を誤差拡散処理した後 (空間変調後)、残り 3 ビット、すなわち、4 : 2 : 1 (8 : 4 : 2) の加重値で三つのサブフレームを構成して 16 階調を示した場合であり、方式 3 は本発明の第 1 実施形態であって従来の 8 : 4 : 2 : 1 の加重値を有する画像データコードを 7 : 5 : 3 の加重値を有する最適データコードに変換した後、三つのサブフレームを構成して 16 階調を示した場合であり、方式 4 は本発明の第 2 実施形態であって従来の 8 : 4 : 2 : 1 の加重値を有する画像データコードを 6 : 4 : 3 : 2 の加重値を有する最適データコードに変換した後、四つのサブフレームを構成して 16 階調を示した場合であり、この四種の方式について走査電極駆動電圧の最大値及びデータ電極駆動電圧の最大値、そして電圧及びフレーム変調階調表示方式における各サブフレーム間の走査電極駆動信号電圧の変化量及びデータ電極駆動信号電圧の変化量を算出して比べたものである。

30

40

【0092】

この表 8 に示されたように、本発明による方式 3、すなわち、3 ビットの最適コード体系 (7,5,3) を用いる 16 階調化駆動方式は、最大走査電極駆動電圧が 26.8 V、最大データ電極駆動電圧が 1.729 V であって、従来の方式 1 における最大走査電極駆動信号電圧及び最大データ電極駆動信号電圧と比べて 81% 程度であり、従来の方式 2 における最大走査電極駆動進行電圧及び最大データ電極駆動信号電圧と比べて 90.4% 程度である。

【0093】

また、各サブフレーム間の走査電極駆動信号電圧の変化量及びデータ電極駆動信号電圧の

50

変化量は、提案した方式 3 の場合にはそれぞれ 9 . 2 5 5 V 及び 0 . 5 9 7 V であり、従来の方式 1 及び方式 2 の 4 3 . 4 % 及び 6 2 . 4 % 程度である。

【 0 0 9 4 】

さらに、4 ビットの最適コード体系 (6,4,3,2) を用いた階調化具現方式である方式 4 は、最大走査電極駆動信号電圧が 2 8 . 6 5 V、最大データ電極駆動信号電圧が 1 . 8 5 V であって、従来の方式 1 における最大走査電極駆動信号電圧及び最大データ電極駆動信号電圧と比べて 8 6 . 6 % 程度であり、従来の方式 2 における最大走査電極駆動信号電圧及び最大データ電極駆動信号電圧と比べて方式 4 の最大走査電極駆動信号電圧及び最大データ電極駆動信号電圧はそれぞれ 2 8 . 6 5 V および 1 . 8 5 V であって 9 6 . 6 % 程度である。そして、各サブフレーム間の走査電極駆動信号電圧の変化量及びデータ電極駆動信号電圧の変化量は、提案された方式 4 の場合、それぞれ 1 2 . 1 1 V 及び 0 . 7 8 2 V であって従来の方式 1 及び方式 2 の 5 6 . 6 % 及び 8 1 . 7 % 程度である。

10

【 0 0 9 5 】

従って、電極駆動 IC の低コストを達成することができ、変化率の低い安定した電極駆動信号の使用により表示画像の安定化及び小型駆動信号によるクロストークの減少効果（駆動信号が小さいほど、隣接電極に発生する微分波誘導電圧が小さいためである）などが得られる。

【 0 0 9 6 】

このように、本発明による多階調表示方式は表示階調数が増えるほど、その実効性は増す。そして、上述した最適コード体系の選択基準 1 , 2 , 3 , 4 を逆順に活用して、選択基準 4 , 3 , 2 , 1 にコード体系を選択して多階調表示駆動電圧の特性を改善するコード変換方式が用いられる。

20

【 0 0 9 7 】

一方、本発明による多階調表示方式を適用した液晶表示素子の駆動装置の一例が図 6 に示されている。図 6 のブロック “ A ” に示されたように、エンコーダ 1、誤差拡散論理部 2 及び誤差バッファメモリ 3 が加えられることにより具現される。その他の N × M フレームバッファメモリ 4、X O R アレイ 5、和論理 6、ディジタル / アナログ変換器 7、電圧制御器 8、表示制御器 9、ロー関数 R O M 1 0、ロー関数レジスタ 1 1、コラム駆動部 1 2（データ電極駆動部）、ロー駆動部 1 3（走査電極駆動部）及び N × M 液晶表示素子 1 4 などのブロックは M L S 方式または A A 方式適用時の回路を示す。

30

【 0 0 9 8 】

ここで、エンコーダ 1 は入力される 8 : 4 : 2 : 1 の二進コード画像データを 7 : 5 : 3 : 1 : 1 の最適コードに変換（エンコーディング）する。

【 0 0 9 9 】

誤差拡散論理部 2 は誤差バッファメモリ 3 に記憶された誤差ビット情報を用いて 7 : 5 : 3 : 1 : 1 の下位 2 ビットを誤差拡散処理して 7 : 5 : 3 の誤差拡散処理されたコードを N × M フレームバッファメモリ 4 に出力する。

【 0 1 0 0 】

N × M フレームバッファメモリ 4 は、印加される 7 : 5 : 3 の誤差拡散処理されたコードを一時的に貯蔵してデータ処理を円滑に行うようにする。

40

【 0 1 0 1 】

X O R アレイ 5 は、N × M フレームバッファメモリ 4 から印加される誤差拡散されたコードとロー関数レジスタ 1 1 から印加されるロー関数情報 $F_1(t) \sim F_5(t)$ とを X O R 論理で処理して和論理 6 に提供する。

【 0 1 0 2 】

和論理 6 は、X O R アレイ 5 で処理された誤差拡散されたコードとロー関数情報 $F_1(t) \sim F_5(t)$ の X O R 論理値 - $c F_1(t)$, $c F_2(t)$, - $c F_3(t)$, $c F_4(t)$ および $c F_5(t)$ を合成して、図 8 に示されたような、
 $G_1(t) = -c F_1(t) + c F_2(t) - c F_3(t) + c F_4(t) + c F_5(t)$

50

のアクティブアドレス方式のデータ電極駆動信号を作成する。

【0103】

ディジタル／アナログ変換部7は、和論理6で作成されたデータ電極駆動信号をアナログ信号に変換してコラム駆動部12（データ電極駆動部）に提供する。

【0104】

コラム駆動部12は、前記アナログ変換された信号及び電圧制御器8から提供される適切な電圧で表示制御器9の制御信号に応じて順次に液晶表示器14のデータ電極を駆動する。

【0105】

ロー駆動部13（走査電極駆動部）はロー関数ROM10の走査電極選択用のロー関数及び電圧制御器8から提供される適切な電圧で表示制御器9の制御信号に応じて順次に液晶表示器14の走査電極を駆動する。

10

【0106】

電圧制御器8はコラム駆動部12及びロー駆動部13に必要な電圧を提供する。

【0107】

ロー関数ROM10は走査電極選択用の関数（情報）を記憶しており、ロー関数レジスタ11はXORアレイ5に提供されるロー関数を一時的に貯蔵する。

【0108】

そして、表示制御器9は走査電極及びデータ電極を適切な順序に駆動するように制御信号をそれぞれ提供する。

20

【0109】

以上のような構成を有する駆動系の動作を説明すると、次の通りである。

【0110】

まず、エンコーダ1にNビットの二進コード（例えば、8：4：2：1の加重値を有する4ビットの二進コード）の画像データが入力されると、エンコーダ1が入力データをMビットの最適コード（例えば、7：5：3：1：1の加重値を有する5ビット）に変換（エンコーディング）する。

【0111】

このMビット（5ビット）の最適コードで誤差拡散論理部2は誤差バッファメモリ3に記憶された誤差ビット情報を用いてMビットの下位nビット（7：5：3：1：1の下位2ビット）を誤差拡散処理してM - nビット（7：5：3）の誤差拡散されたコードを作成する。

30

【0112】

（M - n）ビットの誤差拡散されたコードは、ロー関数ROM10から提供される走査電極選択用のロー関数（例えば、 $F_1(t) \sim F_5(t)$ ）と共にXOR論理処理されて（例えば、 $-cF_1(t)$ 、 $cF_2(t)$ 、 $-cF_3(t)$ 、 $cF_4(t)$ および $cF_5(t)$ などのXOR論理値となる）、和論理6でディジタルのデータ電極駆動信号（例えば、 $G_1(t) = -cF_1(t) + cF_2(t) - cF_3(t) + cF_4(t) + cF_5(t)$ ）に合成される。

【0113】

この合成されたディジタルのデータ電極駆動信号は、D/A変換器7によりアナログ信号に変換されてコラム駆動部12に提供され、この信号によりデータ電極が駆動される。

40

【0114】

コラム駆動部12に提供された前記アナログ変換信号は、電圧制御器8から提供される適切な電圧に変換されて表示制御器9の制御信号に応じて順次に液晶表示器14のデータ電極を駆動する。

【0115】

一方、走査電極はロー関数ROM10から提供される走査電極選択用のロー関数が電圧制御器8から提供される適切な電圧に変換されて表示制御器9の制御信号に応じてロー駆動部13により順次に選択されて駆動される。

50

【 0 1 1 6 】

このように、従来の二進画像データコード体系を他の形態のコード体系に変換して駆動する装置は多様な応用が可能であり、液晶表示素子だけでなく陰極線管、プラズマディスプレイ、電子蛍光表示器などの全ての表示装置へ適用できる。

【 0 1 1 7 】

【 発明の効果 】

以上説明したように、本発明による画像表示装置の階調表示方法は、従来の二進コード体系を用いず、二進データコード体系のNビット画像データを画像表示装置の特性及び階調表示駆動のためのサブフレームの数及び駆動電圧条件などの画像表示装置のシステム環境に鑑みてNより大きい、等しいMビットの最適データコードに変換するが、この最適のデータコードにより表現される上位(M - n)ビットのデータの最大値は二進コード体系により表現される前記画像データの最大値と一致するようにするという第1コード選択基準と、誤差拡散法により発生する新たな階調レベルのうち相互隣接する階調レベルの数を最小とするという第2コード選択基準とを満足させるように選択された(M - n)ビットの画像データコードと空間変調のためのnビットの付加コードよりなる最適のMビットデータコードに変換し、さらに前記第1コード選択基準及び前記第2コード選択基準を同時に満足させるコード体系が二つ以上ある場合は、最上位ビットと最下位ビットのデータ値の加重値の差を最小とすべき最適コード体系を選択する第3コード選択基準と、各データビット間の加重値差を最小とすべき最適コード体系を選択する第4コード選択基準とを満足させるように前記Nビットの画像データを前記Mビットの最適データコードに変換し、前記最適のMビットデータに変換された画像データで前記誤差拡散処理値であるnビットほどを誤差拡散処理した後、前記nビットほど誤差拡散処理された前記(M - n)ビットの画像データコードを電圧大きさ変調方式やフレーム変調方式を用いて多階調表示を具現することにより、電圧大きさ変調階調表示方式などの全ての階調表示方式について限定された階調表示能で空間変調方式を用いて2倍以上の階調表現を実現する場合に発生する階調値の飽和を防止することができ、階調化方式として電圧及びフレーム変調階調表示方式を用いる場合、走査電極及びデータ電極駆動信号電圧を大幅に減少させることができるとともにサブフレームの駆動電圧の格差を大幅に減らせ、かつ空間変調による画質の劣化を極小化することができ、表現しようとする階調数が増えるほど(サブフレームの数が増えるほど)、駆動効率をさらに高めることができるという効果を有する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 3ビットの最適コード体系を用いた16階調表現方式を示す説明図。

【 図 2 】 4ビットの最適コード体系を用いた16階調表現方式を示す説明図。

【 図 3 】 従来の誤差拡散方式による画像データ処理順序図。

【 図 4 】 本発明による誤差拡散方式による画像データ処理順序図。

【 図 5 】 本発明による階調化表示方式による走査電極駆動信号及びデータ電極駆動信号の例を示す波形図。

【 図 6 】 本発明による階調化表示方式による液晶表示素子駆動装置のブロック図。

【 図 7 】 従来の電圧平均法によるマトリックス線順次駆動方式の走査電極駆動信号、データ電極駆動信号及び画素に印加される信号の波形図及び画素のマトリックス配列を示す図。

【 図 8 】 従来のアクティブアドレス駆動方式の走査電極及びデータ電極駆動方式を示す説明図。

【 図 9 】 8階調を示す従来のフレーム変調階調表示方式の走査電極及びデータ電極駆動信号の波形図。

【 図 10 】 従来の振幅変調階調表示方式の走査電極及びデータ電極駆動信号の波形図。

【 図 11 】 16階調を示す従来の電圧及びフレーム変調階調表示方式の走査電極及びデータ電極駆動信号の波形図。

【 図 12 】 従来の電圧大きさ変調階調表示方式の走査電極及びデータ電極駆動信号の波形図。

10

20

30

40

50

【図 1 3】誤差拡散系のブロック図。

【図 1 4】誤差拡散方式の例を示す説明図。

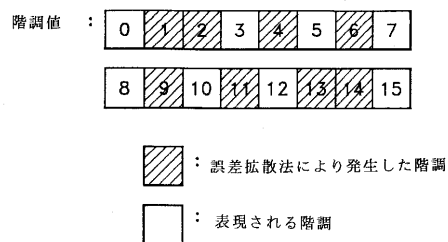
【図 1 5】8 ビットデータ処理系におけるハードウェア上の階調数と実質的な階調表示能力を示すグラフ。

【符号の説明】

- 1 エンコーダ
- 2 誤差拡散論理部
- 3 誤差バッファメモリ
- 4 $N \times M$ フレームバッファメモリ
- 5 XOR アレイ
- 6 和論理
- 7 デジタル / アナログ変換器
- 8 電圧制御器
- 9 表示制御器
- 10 ロー関数 ROM
- 11 ロー関数レジスタ
- 12 コラム駆動部 (データ電極駆動部)
- 13 ロー駆動部 (走査電極駆動部)
- 14 $N \times M$ 液晶表示素子

10

【図 1】

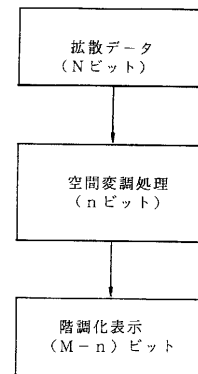


【図 2】



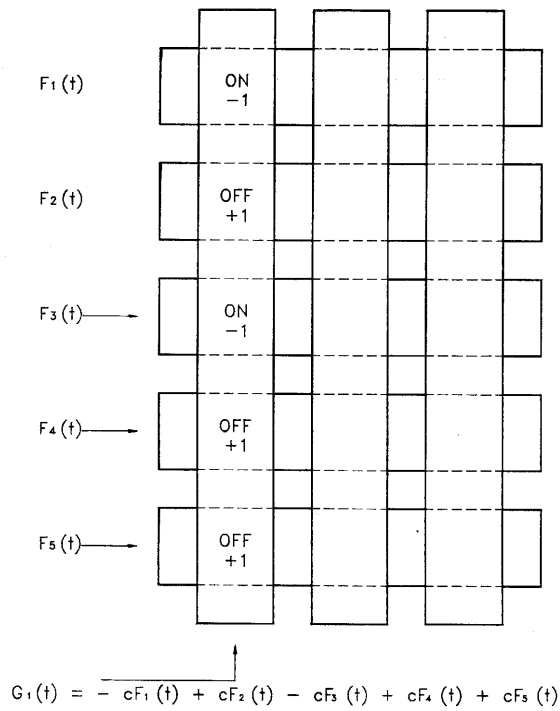
【図 3】

(従来の技術)



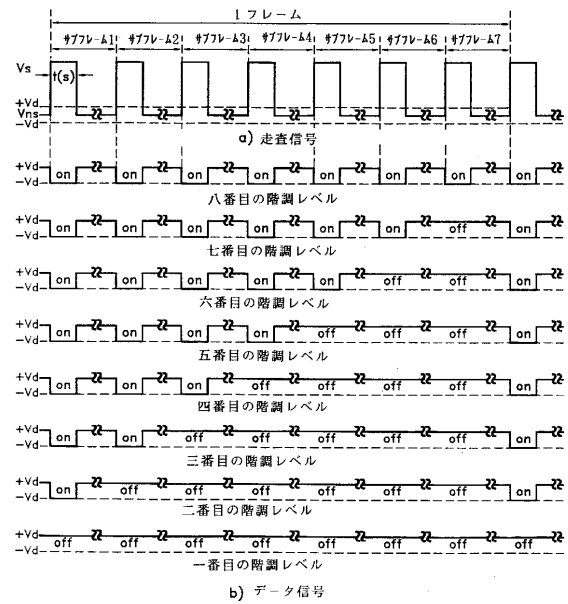
【図 8】

(従来の技術)



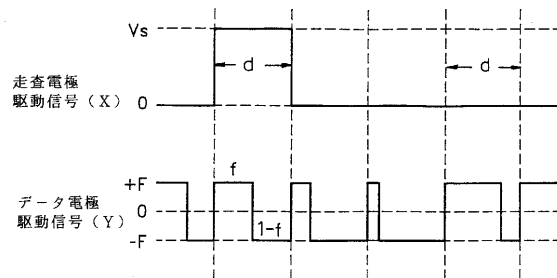
【図 9】

(従来の技術)

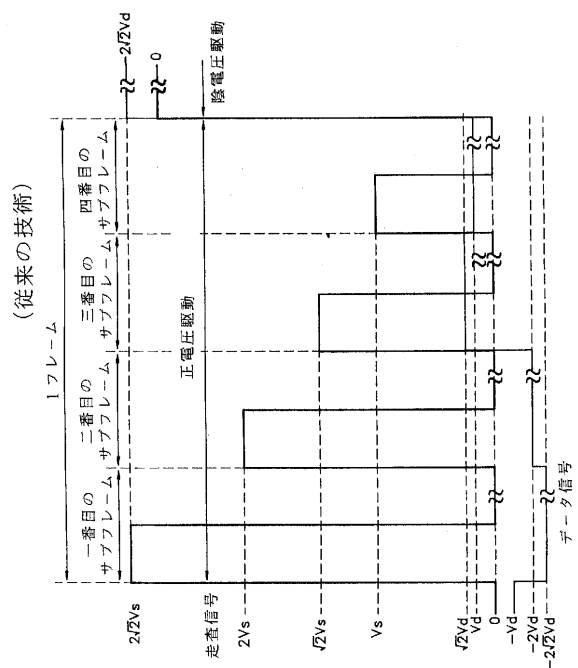


【図 10】

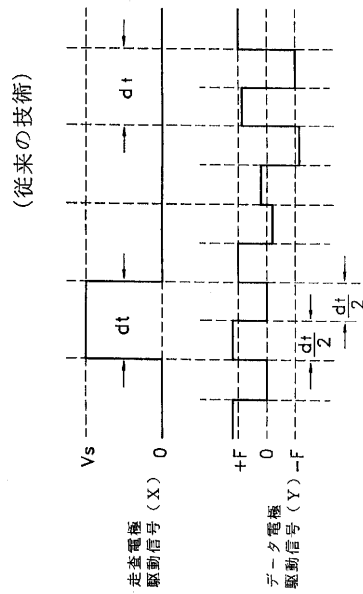
(従来の技術)



【図 11】

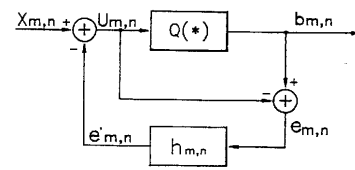


【図 1 2】



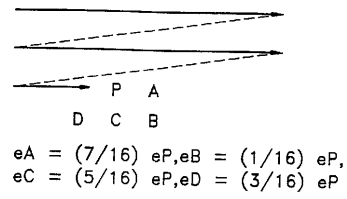
【図 1 3】

(従来の技術)



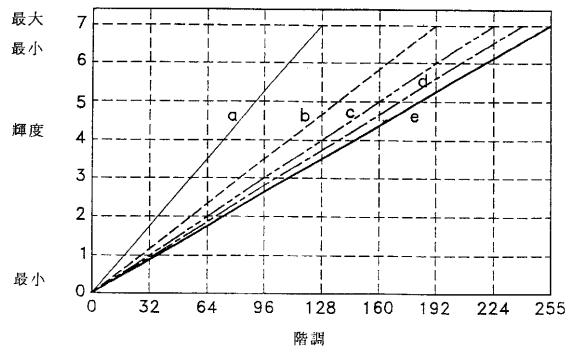
【図 1 4】

(従来の技術)



【図 1 5】

(従来の技術)



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
G 0 9 G 3/20 6 4 1 K

(56) 参考文献 特開平 0 9 - 0 7 3 0 6 9 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 5 4 5 7 1 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 1 6 1 2 7 (J P , A)
特開平 0 2 - 2 7 1 3 8 9 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 6 1 3 9 1 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G09G 3/00- 3/38
G02F 1/133 505-580