(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2005年8月18日 (18.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/076252 A1

(51) 国際特許分類⁷: **G09G 3/20**, 3/32, H04N 9/30, 9/64

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/001888

(22) 国際出願日: 2005年2月9日 (09.02.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-034312 2004年2月10日 (10.02.2004) JP
特願2004-036936 2004年2月13日 (13.02.2004) JP
特願2004-137112 2004年5月6日 (06.05.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人静岡大学 (NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION SHIZUOKA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒4228529 静岡県静岡市大谷８３６ Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下平 美文 (SHIMODAIRA, Yoshifumi) [JP/JP]; 〒4340042 静岡県浜北市小松２６８４番地 Shizuoka (JP). 高矢 昌紀 (TAKAYA, Masaki) [JP/JP]; 〒4313114 静岡県浜松市積志町１８０６番地の２ Shizuoka (JP).

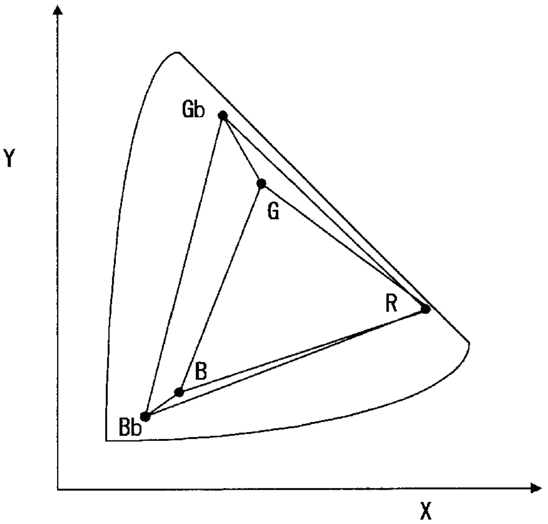
(74) 代理人: 井ノ口 壽 (INOGUCHI, Hisashi); 〒1600021 東京都新宿区歌舞伎町二丁目４５番７号 大喜ビル４階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

[続葉有]

(54) Title: MULTI-PRIMARY COLOR DISPLAY AND COLOR CONVERSION METHOD FOR MULTI-PRIMARY COLOR DISPLAY

(54) 発明の名称: 多原色ディスプレイおよび多原色ディスプレイ用色変換方式



(57) Abstract: A multi-primary color display using multi-color emitters emitting more than three primary colors as light-emitting cells and thereby having a high substantial energy efficiency and a wide color range. A display body is a display device which has a light-emitting cell array composed of a matrix structure where in addition to three-primary color light-emitting cells of the normal three primary colors R, G, B, light-emitting cells of one or more primary colors having emission colors out of the area surrounded by a triangle on the chromaticity diagram of the three primary colors R, G, B are arranged. By a signal processing section body, light-emitting cells of one or more primary colors out of the area surrounded by a triangle on the RGB chromaticity diagram emit light only when the input image signal is not included in the area of the triangle composed of RGB. For the multi-primary color display, a color conversion method for uniquely determining multi-primary color values by linear programming is provided.

(57) 要約: ３原色を越える多色の発光体を発光セルとして使用することにより、実質的エネルギー効率が高く、色域の広い多原色ディスプレイを提供する。 表示部本体は、通常のＲＧＢより成る３原色発光セルの他に、ＲＧＢより成る色度図上の三角形によって囲まれた範囲外に発光色を有する１種類以上の原色の発光セルを

[続葉有]

WO 2005/076252 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 *(*表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能*)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:
— *US*のみのための発明者である旨の申立て *(*規則 *4.17(iv))*

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領 の際には再公開される。

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

備えて配列されたマトリクス構成により成り立つ発光セルアレイを備えたディスプレイデバイスである。信号処理部本体は、前記ＲＧＢより成る色度図上の三角形により囲まれた範囲外に発光色を有する１種類以上の原色の発光セルは、入力画像信号が前記ＲＧＢより成る三角形の範囲に含まれない時に限って発光する。さらに、前記多原色ディスプレイにおいて、線形計画法を利用して多原色値を一元的に決定することができる色変換方式を提供する。

明 細 書

多原色ディスプレイおよび多原色ディスプレイ用色変換方式

技術分野

[0001] 本発明は、3原色を越える多色の発光体を発光セルとして使用することにより、実質的エネルギー効率が高く、色域の広い多原色ディスプレイ、および前記多原色ディスプレイにおける色再現を改善するために線形計画法を用いた色変換方式に関する。

背景技術

[0002] (多原色ディスプレイの背景技術)

従来から3原色を越える多色の発光体を組合せて使用したディスプレイの色再現方式は実現が期待されていたが、物理的に3原色以外の発光体について言及することは少なかったようである。代わりに、色再現のマトリクス回路を使用して色変換を行なうことにより、複数のディスプレイデバイスを組合せて、投射形として多原色のディスプレイを実現する方式が公知であった。

[0003] 色再現システムの一具体例として大澤健郎氏により発明された特開2000−253263号(平成12年9月14日公開)を挙げることができる。特開2000−253263号によれば、色再現システムは多原色ディスプレイにカラー画像を表示するための色変換装置を備えて構成したもので、測色的に正確な色再現を有するとともに、XYZデータと色信号値との連続性を利用して色再現域を最大限に活用することを図った演算システムである。

[0004] 前記色変換装置は、最大輝度信号算出装置と、カラー画像の表示信号算出装置とによって構成されている。最大輝度信号算出装置は、入力三刺激値ベクトルを囲むディスプレイの色再現域表面を構成する多面体の面の頂点を表す色再現域頂点信号と、入力三刺激値を色再現域頂点ベクトルの三刺激値の重み付き線形和として表した場合の重み係数とを算出する。カラー画像の表示信号算出装置は、前記色再現域頂点の信号と前記重み係数とから入力三刺激値を表示するためのカラー画像信号を算出する。

[0005] 前記色再現のための演算システムでは、具体的にXYZデータから線形マトリクス演

算と階調補正を行うことにより、4つのディスプレイ入力信号C_1ーC_4を求めている。ディスプレイ入力信号C_1ーC_4は、それぞれ色再現が可能な波長範囲内で、合理的に分割された相異なる中心波長と波長域を有する4つの色信号である。色信号C_1，C_2をひとつのカラープロジェクタに入力し、色信号C_3，C_4を他のカラープロジェクタに入力して、4原色よりなるカラー画像を表示する。特開2000−253263号によれば、ディスプレイ入力信号を発生するための手段を明らかにしてはいるが、ディスプレイ装置の構成方式については言及していない。

[0006] 一方、従来のディスプレイでは3原色を刺激値として使用していた。(公知の文献「ディジタル画像」(Digital Pictures)を参照。)従って、従来は色域を拡大するために、通常の3原色以上の多原色を使ったディスプレイにおいて、色域の拡大に用いる複数の原色は色度図上で色域の最外郭の色、すなわち色純度が高い色を組み合わせて表示していた。しかし、色純度の高い発光素子は発光効率が小さく、従ってディスプレイを構成すると消費電力が大変大きくなるため、ディスプレイの発熱が問題である。発熱が大きいとデバイスやその周辺部分の温度上昇が大きくなる。このため、システムの運用や信頼性に悪影響を及ぼすので、この点を改善する必要がある。

[0007] (多原色ディスプレイに用いる第1および第2の色変換方式の背景技術)

本発明では、後に詳述するように第1の色変換方式およびこの第1の色変換方式を前提とする第2の色変換方式を提供する。それらの背景技術は、大部分共通するので、共通の部分について先ず説明し、次いで第2の色変換方式の固有の背景技術について言及する。

[0008] 近年、高忠実色再現について幾つかの文献がみられる。すなわち、山口雅浩，羽石秀昭，大山永昭著，「スペクトルに基づく高色再現映像システム−ナチュラルビジョン」と題する第2の非特許文献(映像情報メディア学会技術報告，26巻，58号，7ー12頁，2002年)、および「ヒューマンパーセプションに基づく高詳細カラーマネージメントシステムの開発−その美術館、博物館収蔵品の記録再現への応用」と題する第3の非特許文献(平成8，9年度IPA独創的情報技術育成事業成果報告)によれば、電子商取引，デジタルアーカイブ，遠隔医療などの分野での高忠実色再現の重要性が指摘されている。

[0009] 一方、色再現の精度を劣化させる原因の一つとして、ディスプレイの色域の狭さがある。図5は、均等色度図(UCS)における、HDTVの色域(領域Aで示す。)ならびに人間の可視領域(領域Bで示す。)を表している。図5に示す三角形の内部が、HDTVで表示可能な色の範囲であり、可視領域に対し表示域が充分でないことは明らかである。UCSの色度u’v’はxy色度よりも色度図上での距離と人間の感覚が均等であり、CIEXYZ表色系からUCS色度(u’, v’)への変換は式(1)で行なうことができる。

u’＝(4X)／(X＋15Y＋3Z)

v’＝(9Y)／(X＋15Y＋3Z)　　(1)

[0010] 現在、HDTVよりも色域が広いディスプレイの研究が行なわれてきている。ここでいう広色域ディスプレイとは、色度図上での再現範囲が広いだけでなく、最高輝度を低下させずに広色域の色を再現可能とするディスプレイのことである。既存の装置のように三原色で広色域ディスプレイの開発を行なうためには、高彩度かつ高輝度な原色が必要である。一般に発光デバイスは彩度が高くなるにつれ発光効率は下がる。このため、三原色を使った広色域ディスプレイは効率の悪いものになる。これは次の2つの条件を満たす原色を用いることで解決できる。すなわち、高彩度だがそれほど高輝度でない原色、および、高輝度だがそれほど高彩度でない原色が必要となる。しかし、この場合、4つ以上の原色が必要になる。

[0011] 図5の6原色カラーディスプレイは多原色による広色域ディスプレイの一つであるオリンパス社製の6原色リア投射型ディスプレイの色域である。原色を4つ以上用いることで、三原色の場合より効率のよい広色域ディスプレイが実現可能になる。しかし、原色が増えることで新たな問題も発生する。色変換の自由度もその一つである。既存の三原色ディスプレイでは色の三刺激値XYZと三原色RGBは3対3の関係であるため変換に自由度は存在せず、ユニークに相互変換可能である。しかし、原色の数が増えると三刺激値と原色が3対4以上の関係になるため、三刺激値から各原色の信号値の変換に自由度が発生し一意に変換を行なうことができない。これは、あるXYZを表示するための原色の組み合わせが複数存在するということを示している。このため、発光効率が悪い原色の組み合わせも存在してしまう。

[0012] 本発明による多原色ディスプレイは、通常のRGBよりなる色度図上の三角形によって囲まれた範囲外に発光色を有する1種類以上の原色の発光セルを備え、これをマトリクス配列して構成したセルアレイを使って構成したものである。この多原色ディスプレイではセルアレイが信号処理部と一体化して構成され、広い色域範囲のカラー画像信号を実効的に高エネルギー効率で表示できるようにしてある。

[0013] このようにディスプレイは加法混色により色再現を行っている。n原色ディスプレイにおいて、出力される色の三刺激値X, Y, Zと、各原色の三刺激値

$\{(\overline{X}_1, \overline{Y}_1, \overline{Z}_1), (\overline{X}_2, \overline{Y}_2, \overline{Z}_2), \cdots, (\overline{X}_n, \overline{Y}_n, \overline{Z}_n)\}$

には以下の式(2)に記載する関係がある。例えば、非特許文献4を参照できる。

$$\begin{aligned} X &= \overline{X}_1 + \overline{X}_2 + \cdots + \overline{X}_n \\ Y &= \overline{Y}_1 + \overline{Y}_2 + \cdots + \overline{Y}_n \\ Z &= \overline{Z}_1 + \overline{Z}_2 + \cdots + \overline{Z}_n \end{aligned} \qquad (2)$$

[0014] 一方、ある原色nの三刺激値とそれに対応する入力信号値には以下の式(3)に記載の関係を仮定する。

$$\begin{aligned} \overline{X}_n &= X_n \times S_n \\ \overline{Y}_n &= Y_n \times S_n \\ \overline{Z}_n &= Z_n \times S_n \end{aligned} \qquad (3)$$

[0015] ただし、X_n, Y_n, Z_n は、最高輝度を出力した際の原色nの三刺激値であり、S_n は原色nに対する入力信号値である。S_n は$0 \leqq S_n \leqq 1$の値を取るため、原色nの最高輝度を1で正規化した値と考えることができる。以降S_n を原色nの相対輝度と呼ぶことにする。(2)および(3)式をまとめ行列を用いて表すと、各原色の相対輝度値から三刺激値XYZの変換は次の式(4)で与えられる。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & \cdots & X_n \\ Y_1 & Y_2 & \cdots & Y_n \\ Z_1 & Z_2 & \cdots & Z_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_n \end{bmatrix} \qquad (4)$$

[0016] さらに、式(4)よりXYZから各原色の相対輝度への変換は次の式(5)となる。

$$\begin{bmatrix} S_1 \\ S_2 \\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ S_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & \cdots & X_n \\ Y_1 & Y_2 & \cdots & Y_n \\ Z_1 & Z_2 & \cdots & Z_n \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0017] ここで、式(5)において原色数が3の時、係数行列は正方行列となるため、逆行列が一意に決まり、問題なく変換を行うことができる。しかし原色数が4以上になると、係数が3＊n(n＞3)の行列になるため一意に逆行列を求めることができない。

[0018] この問題に対処するための幾つかの研究が行われ、第5ー第7の非特許文献として発表されている。

[0019] 第5の非特許文献は、寺地剛志，大澤健郎，山口雅浩，大山永昭著，「6原色ディスプレイを用いた等色実験」と題する論文(カラーフォーラムJAPAN2001，97ー100頁，2001年)である。この文献では、色再現にCIE−XYZ等色関数を用いず、観測者ごとに等色関数を使い分ける方法や、マルチスペクトルカメラで推定された分光放射輝度の形状を再現する方法を提案している。等色関数の次元数をディスプレイの次元数に合わせることや、自由度がない分光放射輝度を再現することで一意に色変換を行うことができる。しかし、個人ごとに等色関数を測定したり、マルチスペクトルカメラを用いるのは現実的な方法ではない。

[0020] 第6の非特許文献は、アジト・タケユキ，オオサワ・ケンロウ，オビ・タカシ，ヤマグチ・マサヒロ，オオヤマ・ナガアキ著，「マトリックススイッテを使った多原色ディスプレイの色変換法」，オプティカルレビュー誌，8巻，3号，191ー197頁(2001年)(Takeyuki AJITO, Kenro OHSAWA, Takashi OBI, Masahiro YAMAGUCHI and Nagaaki OHYAMA, ″Color Conversion Method for Multiprimary Display Using Matrix Switching″, Optical Review, Vol.8, No.3, pp.191-197 (2001))である。この文献では、原色によって作られる色域を領域分割し優先順位をつけることで一意に色変換を行う方法を提案している。この方法は高速な変換を行うことができるという利点を持っているが、領域ごとの優先順位のみで自由度を解消しており、自由度の他の有効な利用法を考慮することができない。

[0021] 第7の非特許文献は、モトムラ・ヒデオ著，「等輝度面上の線形内挿法を使った多原

色ディスプレイの色変換」, SIDジャーナル誌, 11巻, 2号, 371ー387頁(2003年)(Hideto MOTOMURA, "Color conversion for a multi-primary display using linear interpolation on equi-luminance plane method (LIQUID)", Journal of the SID, 11/2, pp.371-387 (2003))である。この文献では、等輝度な3点による、線形補間法を用いることで、自由度がない変換を行うことができる。しかし、第5の非特許文献と同様に、自由度のほかの有効な利用法を考慮することができない。

特許文献1:特開2000−253263号公報

非特許文献1:エー. エヌ. ネットラバリ, ビー. ジー. ハスケル著, 「ディジタル画像」, プレナムプレス, 1988年 (A. N. Netravali and B. G. Haskell, "Digital Pictures", Plenum Press, 1988)

非特許文献2:山口雅浩, 羽石秀昭, 大山永昭著, 「スペクトルに基づく高色再現映像システムーナチュラルビジョン」, 映像情報メディア学会技術報告, 26巻, 58号, 7ー12頁, 2002年

非特許文献3:「ヒューマンパーセプションに基づく高詳細カラーマネージメントシステムの開発ーその美術館、博物館収蔵品の記録再現への応用」, 平成8, 9年度IPA独創的情報技術育成事業成果報告

非特許文献4:「国際カラーコンソーシアム:"ICCプロファイル仕様 第3. 2版"」, 1995年 (International Color Consortium: "ICC Profile Specification Version 3.2", 1995

非特許文献5:寺地剛志, 大澤健郎, 山口雅浩, 大山永昭著, 「6原色ディスプレイを用いた等色実験」, カラーフォーラムJAPAN2001, 97ー100頁, 2001年

非特許文献6:アジト・タケユキ, オオサワ・ケンロウ, オビ・タカシ, ヤマグチ・マサヒロ, オオヤマ・ナガアキ著, 「マトリックススイッテを使った多原色ディスプレイの色変換法」, オプティカルレビュー誌, 8巻, 3号, 191ー197頁(2001年)(Takeyuki AJITO, Kenro OHSAWA, Takashi OBI, Masahiro YAMAGUCHI and Nagaaki OHYAMA, "Color Conversion Method for Multiprimary Display Using Matrix Switching", Optical Review, Vol.8, No.3, pp.191-197 (2001))

非特許文献7:モトムラ・ヒデオ著, 「等輝度面上の線形内挿法を使った多原色ディス

プレイの色変換」, SIDジャーナル誌, 11巻, 2号, 371〜387頁(2003年)(Hideto MOTOYAMA, "Color conversion for a multi-primary display using linear interpolation on equi-luminance plane method (LIQUID)", Journal of the SID, 11/2, pp.371-387 (2003))

非特許文献8:坂和正敏著,「線形システムの最適化<一目的から多目的へ>」, 森北出版, 1984年

非特許文献9:ジー. ビー. ダンツィッヒ著,「線形プログラミングにおける上限、第2の制限、およびブロック三角形」, エコノメトリカ, 23巻, 174〜183頁(1955年)(G. B. Dantzig, "Upper bounds, secondary constraints and block triangularity in linear programming", Econometrica, 23, pp.174-183 (1955))

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0022] (多原色ディスプレイの発明が解決しようとする課題)

解決しようとする問題点は、それぞれ色再現が可能な波長範囲内で、合理的に分割された相異なる中心波長と波長域を有する多原色の色信号を入力して、良好な色再現性をもってカラー画像を再生できる、高エネルギー効率の広色域多原色ディスプレイの構成方式を提供することにある。

[0023] (多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の発明が解決しようとする課題)

解決しようとする問題点は、多原色カラーディスプレイにおいて色再現性を向上するための4原色以上の多原色の色変換において、線形計画法を利用して発光セルの消費電力を最小化することにより多原色の値を一次元的に決定することにある。

[0024] (多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の発明が解決しようとする課題)

このような多原色ディスプレイに対する前述の第1の色換方式で、さらに色域外に色データが存在する場合には、表示色が決定されないため画像に対して自然な色再現が損なわれるという課題があり、これを線形計画問題として解くことにより表示色を決定することにある。

課題を解決するための手段

[0025] (多原色ディスプレイの発明の課題を解決するための手段)

本発明による多原色ディスプレイは、通常のRGBより成る3原色発光セルの他に、RGBより成る色度図上の三角形によって囲まれた範囲外に発光色を有する1種類以上の原色の発光セルを備えて配列されたセルマトリクス構成により成り立つ発光セルアレイ、およびその駆動回路を含む表示部本体と、XYZ信号を入力したとき、前記表示部本体に対して前記3原色およびその他の1種類以上の原色の発光セルに対応した多原色信号を供給するための信号処理部本体とを具備し、広い色域範囲のカラー画像信号を実効的に高いエネルギー効率で表示することができるように構成する。

[0026] 前記構成の多原色ディスプレイにおいて、RGBより成る色度図上の三角形により囲まれた範囲外に発光色を有する1種類以上の原色の発光セルは、入力画像信号がRGBより成る3原色発光セルによって定義された発光色の範囲内に含まれないときに限って発光するように前記信号処理部本体により制御されることにより、実効的に高いエネルギー効率を実現できるものである。

[0027] (多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の発明の課題を解決するための手段)

多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の発明は、多原色ディスプレイの多原色色変換において、多原色のマトリクス値を決定する際に消費電力を最小化するための線形計画法を適用し、色変換における多原色値の決定の自由度について、目的関数を消費電力とした線形計画問題に置き換えることにより解決し、色再現性の向上と消費電力の最小化とを同時に達成できる多原色カラーディスプレイの色変換方式を提供する。

[0028] (多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の発明の課題を解決するための手段)

多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の発明は、入力三刺激値と画像中の白色点の色度値とを通る直線に沿って、輝度一定で色度を下げるマッピングを行うことにより課題を解決し、色域外に色データが多く含まれた画像に対して自然な色再現が可能な色変換方式を提供する。

発明の効果

[0029] (多原色ディスプレイの発明の効果)

通常のディスプレイ規格の色域を超える物体の明度が中程度に小さく彩度の大きな色を、新たに追加する原色を使って再現することにより表示する。この場合にも、通常の3原色の色と新たな原色の色の適当な組み合わせで表示する。このように、彩度は大きいが発光効率の低い素子と、彩度は小さいが発光効率の大きな素子を組み合わせて使用することにより、従来の多原色ディスプレイと比べて、はるかに広色域でエネルギー効率の良いディスプレイを実現することができる。したがって、発熱による温度上昇の問題を解決できるため、広色域で高輝度のディスプレイを比較的容易に実現できる。

[0030] (多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の発明の効果)

線形計画法を用いることで、4原色以上の多原色ディスプレイにおける多原色の色変換には自由度が存在する。このため、色変換における自由度の問題を、目的関数を消費電力とした線形計画問題に置き換えることで、消費電力最小の組み合わせを探すことができた。これによって多原色ディスプレイにおいて、消費電力を増加させずに色再現性を向上できるという効果がある。

[0031] (多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の発明の効果)

線形計画法を用いることで、4原色以上の多原色ディスプレイにおける多原色の色変換には自由度が存在する。そこで、線形計画法にもとづくマッピングにより色域外の色データを色変換して色域内に入れるため、色域外の色データが多く含まれた画像に対して自然な色再現が可能になるという効果がある。

図面の簡単な説明

[0032] [図1]本発明による多原色ディスプレイにおける表示領域分割例を示す図である。

[図2]5つの原色R, G, B, G_b, B_bより成り立つセル配置の一例を示す図である。

[図3]本発明によるディスプレイの信号処理部本体と表示部本体との接続を示す図である。

[図4]色域判別処理手段と5原色の最適組合せ処理手段の構成を示す図である。

[図5]UCS色度図上の各色範囲領域を示す図である。

[図6]シンプレックス法のアルゴリズム流れ図である。

[図7]LEDの発光色測定装置を示す図である。

[図8]LEDの発光輝度特性を示す図である。

[図9]UCS色度図上のLED発光色の色度を示す図である。

[図10]最大消費電力に対する最小消費電力の比の頻度分布を示す図である。

[図11]6原色の入力値を表す8ビットのグレースケール画像である。

[図12]カラーチャートである。

[図13]6原色カラーディスプレイ上に再現された画像である。

[図14]UCS色度図上の各色範囲領域を示す図である。

[図15]マッピングを行わないときの多原色ディスプレイでの出力結果を示す画像である。

[図16]マッピングを行った時の多原色ディスプレイでの出力結果を示す画像である。

符号の説明

[0033] 1 信号処理部本体

2 表示部本体

3 判別処理手段

4 組合せ最適化処理手段

101 安定化DC電源

102 回路

103 輝度測定器

104 LED

105 ガラス板

106 完全反射形光拡散装置

発明を実施するための最良の形態

[0034] (多原色ディスプレイの実施形態)

本発明による構成方式は、標準のディスプレイの色表示に関する規格(例えばHDTV規格)の色域より格段に広い色域をもつ画像情報、例えばXYZや広色域の信号を使って表された画像情報を表示する場合に、4種類あるいはそれ以上の発光物質を使い、エネルギー効率は高いが、実効的に色域を狭くすることなく必要な輝度を得

ることにより、ディスプレイをエネルギー効率よく実現する方法である。

[0035] 以下に本発明の基本概念を記述する。自然界の物体の持つ色を縦軸:明度、半径方向:彩度、円周方向:色彩として色の3次元座標に表すと、明度の大きな色は無彩色軸の近くに存在し、これらの多くの色は標準ディスプレイの色域(例:HDTVの色域)の範囲内にある。しかし、物体の明度が比較的小さな色は、標準のディスプレイの色域を超える色が多数存在する。また、絵の具、塗料、染料、LEDなどの発光素子による人工的に作られた色には、標準のディスプレイの色域を超えるものがある。一方、明度がさらに小さな色は標準のディスプレイの色域内にある。このような物体の色の分布を考慮して以下の(1),(2)が同時に実現できる方式を提案する。

[0036] (1)として、物体の明度が大きく比較的彩度の小さい色を、HDTVなど現在のディスプレイの規格に合わせて開発された3原色を使って表示する。これら原色の素子はこれまでに多数実用化され、輝度が高く彩度と効率のバランスが大変良い。物体の明度の大変小さな色についてもほとんどの場合にこれらの3原色を使って表示できる。

[0037] (2)として、逆に、従来のディスプレイ規格の色域を超える物体の明度が中程度に小さく彩度の大きな色は、新たに追加する原色を使って表示する。この場合にも、これらの3原色の色と新たな原色の色の適当な組み合わせで表示する。こうすることにより、彩度は大きいが発光効率の低い素子と彩度は小さいが発光効率の大きな素子を組み合わせて使用するので、ディスプレイ装置全体として見た場合に、広色域でエネルギー効率の良いものを実現することができる。

[0038] 図1には、本発明によって構成される多原色ディスプレイにおける表示領域分割の一実施例を示す。図1において、RGBは標準のディスプレイの色表示に関する規格(例えば、HDTV規格)の色域の3原色である。G_b, B_b は、新たに追加された原色の一例であり、RGBによって形成される色域の外にある。X, YはCIE規格におけるものであり、3原色R_0, G_0, B_0 の線形結合により次式で与えられる。(「ディジタル画像(Digital Pictures)」,50頁参照。)

$$X=2.365R_0-0.515G_0+0.005B_0$$

$$Y=-0.897R_0+1.426G_0-0.014B_0$$

$Z=-0.468R_0+0.089G_0+1.009B_0$

[0039] 図1では広色域の画像情報を表示するにあたり適当な色域を判別することにより、忠実な色再現、エネルギー効率の最適化を図る。必要な輝度を出すために使用する原色数は、3以上の最適な数、例えば本実施例では5である。3原色RGBで囲まれた範囲は通常のディスプレイの発光素子を使って表示しているので、輝度は大きくとれる。既に説明したように、G_bとB_bが新たに追加された原色の例である。したがって、例えば三角形R, G_b, B_bで囲まれた範囲の色のうち、G, B, G_b, B_bで囲まれた四辺形内の色については、原色G, B, G_b, B_bを使って表示する。しかし、任意の3原色を使って表示することが可能な範囲の色は、表示しなければならない輝度および消費エネルギーを考慮して決定する。

[0040] 図2には、5つの原色R, G, B, G_b, B_bを使用して構成したパネル形ディスプレイにおける発光材料のセル配置の一例を示す。図2において、1行目はR, G_b, R, B_bの繰り返しパターンより成り立ち、第2行目はG, B, G, Bの繰り返しパターンから成り立つ。3行目は1行目と同様な繰り返しであるが、1行目より1列だけ右にシフトしている。同様に、4行目は2行目と同様な繰り返しであるが、2行目より1列だけ右にシフトしている。したがって、1列目ではR, G, B_b, Bの繰り返しパターンが形成され、2列目ではG_b, B, R, Gの繰り返しパターンが形成されている。

[0041] 前記行と列より成り立つセルアレイの駆動では、行と列より成り立つマトリクスのひとつ、或いは複数の交点が同時にアクセスされ得る。したがって、このセルアレイでは各行のラインが常に駆動され、1列目のラインから順次、2列目、3列目のラインへと駆動される形成のライン・アット・ア・タイム形の走査が適切なセル駆動方式のひとつである。しかし、各セルに記憶機能が備えてあれば、この走査方式には限らない。また、5原色の配置方法も図2に示す方法に限らず、任意の組み合わせパターンの繰り返しでかまわない。

[0042] 次に、本発明によるディスプレイの表示方式について説明する。図3には画像信号を入力してから、5つの原色R, G, B, G_b, B_bを求めてディスプレイ上に表示するための信号処理部本体1と、多原色ディスプレイ駆動回路を含む表示部本体2との接続を示す。図4には、図3に示す信号処理部本体1の詳細構成の一例を示す。図4に

示すように、信号処理部本体1は色域判別処理手段3と、この判別処理で得られた5原色信号の最適組合せを実行するための最適組合せ処理手段4とから成り立つ。

[0043] 図4において、判別処理手段3の動作は次により実行される。XYZ／CIE−RGB信号が信号処理部本体1に入力されると、判別処理手段3はカラー信号RGBより成る三角形の範囲内に入力信号が含まれるか否かを判別する。RGBより成る三角形の範囲内であれば、ベクトルRGBが組合せ最適化処理手段4に含まれるグループ1の原色分割部に入力され、個々のRGB成分に分割して出力される。もし、RGBより成る三角形の範囲外であれば、G, B, B_b, G_bより成る四辺形の範囲内に含まれるか否かを判別する。G, B, B_b, G_bより成る範囲内に含まれていれば、ベクトルG, B, B_b, G_bが組合せ最適化処理手段4に含まれるグループ2の原色分割部に入力され、個々のG, B, B_b, G_b成分に分割されて出力される。

[0044] もし、G, B, B_b, G_bより成る四辺形の範囲外であれば、G_b, G, Rの三角形の範囲内に含まれるか、或いはB_b, B, Rの三角形の範囲内に含まれるかの判別が実行される。判別結果に従って、ベクトルG_b, G, R或いはベクトルB_b, B, Rが組合せ最適化処理手段4に含まれるグループ3の原色分割部に入力され、個々のG_b, G, R成分或いはB_b, B, R成分が分割して出力される。

[0045] 個々のRGB成分、G, B, B_b, G_b成分、G_b, G, R成分或いはB_b, B, R成分がそれぞれ原色グループの切替え部に入力され、それぞれが組み合わされて、R, G, B, G_b B_b信号が個々にディスプレイの入力端子に入力される。

[0046] (多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の実施形態)

線形計画問題は制約条件下で目的関数zを最大、あるいは最小にする最適化問題であり、制約条件や目的関数が線形式として表される。この問題については、坂和正敏著「線形システムの最適化＜一目的から多目的へ＞」, 森北出版(1984)が参考文献となる。線形という条件の下で問題を代数的に扱うことができるため、非線形最適化問題に比べ単純に最適解を得ることができる。線形計画問題の標準形を次の式(6)に示す。

最小化 $z=c_1x_1+c_2x_2+\cdots+c_nx_n$

目的関数 $a_{11}x_1+a_{12}x_2+\cdots+a_{1n}x_n\pm d_1=b_1$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n \pm d_2 = b_2$$

$$\cdots\cdots$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n \pm d_m = b_m \qquad (6)$$

$$0 \leqq x_j,\ d_i\ (j=1,\ 2,\ \cdots,\ n)$$

a_{ji}, c_j :定数

$(j=1,\ 2,\ \cdots,\ n:i=1,\ 2,\ \cdots,\ m)$

[0047] 一方、線形計画法には次の2つの基本定理が与えられている。すなわち、第1は「実行可能な解が存在するならば、必ず実行可能な基底解が存在する」というものであり、第2は「最適解が存在するならば、実行可能な基底解の中にも最適解が存在する」というものである。

[0048] この定理を用いることで有限回の組み合わせ探索により最適解を得ることができる。しかし、変数の数が増えると組み合わせの数が多くなり処理に時間がかかる。そこで用いるのがシンプレックス法である。シンプレックス法は相対費用係数を用い最適性を判断することで線形計画法の基本定理を効率よく利用し最適解を得ることができる。シンプレックス法の基本的アルゴリズムを図6に示す。

[0049] 次に、色変換における線形計画法について記述する。線形計画法を色変換に用いるには各原色の相対輝度値からXYZへの変換式ならびに相対輝度値のとりうる範囲を制約条件とし、何らかの目的関数を設定すればよい。色変換の問題を線形計画法の標準形に直したものを次の式(7)に示す。

最小化 $z = c_1S_1 + c_2S_2 + \cdots + c_nS_n$

目的関数 $X_1S_1 + X_2S_2 + \cdots + X_nS_n = X$

$$Y_1S_1 + Y_2S_2 + \cdots + Y_nS_n = Y \qquad (7)$$

$$Z_1S_1 + Z_2S_2 + \cdots + Z_nS_n = Z$$

$$0 \leqq S_j \leqq 1 \quad (j=1,\ 2,\ \cdots,\ n)$$

[0050] 式(6)と式(7)を比較すると、通常の線形計画問題と比べて2つの違いが存在する。1つは変数の取りうる範囲である。通常の線形計画問題は変数の取りうる範囲は$0 \leqq x_n$であるが、色変換を行う上で、相対輝度の範囲は$0 \leqq S_n \leqq 1$となっており、このままではシンプレックス法を適用することができない。これは、$S_n \leqq 1$に対し不足変数

を導入し、$S_n + \alpha = 1$として制約条件に組み込んで解くか、上限法を用いることで対処可能である。この問題の参考書には、第8の非特許文献、すなわち、ジー．ビー．ダンツィッヒ著，「線形プログラミングにおける上限、第2の制限、およびブロック三角形」，エコノメトリカ，23巻，174－183頁，1955年（G. B. Dantzig, "Upper bounds, secondary constraints and block triangularity in linear programming", Econometrica, 23, pp.174-183 (1955))がある。

[0051] もう1つ、色変換の問題に不足／余裕変数（d_j）が存在しないという違いがある。通常の線形計画法では不足／余裕変数を非基底変数（＝0）とすることで、初期実行可能基底解を求め、それを用いてシンプレックス法を進めていく。色変換で用いる線形計画法では、不足／余裕変数がないうえに、変数に上限値が与えられているため、0と1の、2種類の非基底変数の様々な組み合わせを探さなければならず、初期実行可能基底解を探すことが困難になる。このためには、2段階シンプレックス法を用いる必要がある。2段階シンプレックス法は、第一段階で初期実行可能基底解を見つけるかあるいは存在しないという情報を得る。第二段階で初期実行可能基底解から最適解を見つけるか、あるいは解が有界ではない（どこまでも小さい解がある）という情報を得る。

[0052] 次に、消費電力を考慮した色変換について記述する。前述により制約条件が決まったため、あとは目的関数さえ与えれば色変換を行うことができる。多原色の色変換には自由度が存在するため、自発光型のディスプレイでは、消費電力を大きくする原色の組み合わせも存在する。線型計画法を用いて消費電力を最小にする原色の値を求めるには、原色nの相対輝度S_nと消費電力P_nを次の式（8）のような線形式で表さなければならない。また、式（8）を満たす多原色ディスプレイの消費電力は式（9）となる。

$$P_n = c_n \times S_n \tag{8}$$

$$P_1 + P_2 + \cdots + P_n = c_1 S_1 + c_2 S_2 + \cdots + c_n S_n \tag{9}$$

[0053] 前述の式（9）は式（7）の目的関数zと一致する。実際に消費電力が式（9）のような線形式となる階調制御の一方法として時間階調制御がある。また、その他の制御方法も非線形ではあるが、消費電力が高くなるにつれ、輝度も高くなるという特徴を持っ

ている。線形計画法において目的関数の精度がそれほど正確でなくとも得られる基底解は制約条件を満たしている。このため、たとえ相対輝度と消費電力の関係を式(8)として近似しても、それほど問題はない。

[0054] 以上のことを確認するために、具体的な色変換方式の一実施例を構成し、LEDを用いて色変換の精度および、消費電力の改善の程度を調べた。用いたLEDは輝度や色度を考慮し選んだ5つの原色と白色の計6種類である。まず、LEDの電流に対する輝度の関係を測定した。測定装置の概要を図7に示す。図において、電源101に接続されている回路102は、基板に支持されたLED104を駆動する。LED104は、磨りガラスであるガラス板105を介して、前方の完全反射形光拡散装置106を照射する。分光放射輝度計である輝度測定器103により拡散散乱光が測定される。LED104とガラス板105の間の空間は遮光筒で囲まれている。LEDの電流と輝度の関係を図8に示す。線形近似を行ってもそれほど問題がないことが分かる。さらに、LEDの時間経過や加法混色に対する信頼性を調べるために、測定で得られた値を組み合わせて混色を行ったところ、理論値と実測値の色差は0.86となった。これは2級色差(並べて比較した場合、色差が認められる)内であり、実験で用いても問題のない程度である。

[0055] 次に、図8を用いて最高輝度を出すためのLEDの電流と三刺激値を決定した。実験に用いるLEDの三刺激値および電流を次の表1に示す。また、この時の色度を図9に示す。

[表1]

色	X	Y	Z	電流(mA)
赤	47.16	23.05	289.25	29.40
橙	8.49	37.42	57.36	32.30
緑	16.13	60.47	9.50	32.28
青緑	25.97	18.57	0.039	33.10
青	36.60	15.90	0.021	30.45
白	70.92	66.62	107.40	30.24

[0056] 輝度特性が線形である時間階調制御を想定したシミュレーション実験を行った。時

間階調制御はLEDのON／OFFの時間比（duty比）によって、輝度を変化させる方法である。ONの時間だけ電流が流れるため、duty 比と輝度の関係はほぼ線形となる。表1より目的関数zの値は次の式（10）で与えられる。

$$z=294.0S_1+323.0S_2+322.8S_3+331.0S_4+304.5S_5(+302.4S_6) \quad (10)$$

[0057] この目的関数zにより消費電力を最小にする組み合わせを求めることができる。LEDによって作られる色再現範囲内の色をランダムに100種類選び、シミュレーションにより消費電力量を求めた。さらに、比較のため、目的関数の係数をすべて負とした場合も計算した。これにより消費電力を最大にする組み合わせを得ることができる。白を用いた場合（6原色）と、用いない場合（5原色）の2種類で計算を行った。100種類の色に対してシミュレーションを行った結果、電力量最大として解いた場合の単位時間の電力量は、平均で447．62mW（5原色），472．36mW（6原色）となり、電力量最小として解いた場合、平均で359．03mW（5原色），309．91mW（6原色）となった。発光効率の良い白を入れることで、電力量が低くなることが確認できた。

[0058] 前述の結果は、用いる原色によっては、原色を増やしても全体の消費エネルギーを抑えることが可能だということを示している。さらに、どの程度消費電力が改善されたかを調べるために100種類の結果に対し、電力最大の組み合わせの電力量と、電力最小の組み合わせの電力量の比を取ったところ、平均で5原色の場合が0．802，6原色の場合が0．656，標準偏差は5原色が0．085，6原色が0．151となった。実際の分布は図10の通りである。線形計画法により、効率の良い原色の組み合わせを得られることがわかった。

[0059] 次に、画像データを用い、線形計画法を確認する。ここまで、多原色ディスプレイにおける、消費電力を考慮した色変換方法の理論およびシミュレーションによる確認実験を行った。しかし、画像データに対し多原色の色変換を行った場合、次の2つの問題点が考えられる。すなわち、第1の問題は「原色の割合が変わることにより疑似輪郭が発生する」という点であり、第2の問題は「階調再現誤差により不自然な色再現となる」という点である。

[0060] この問題が本発明の手法で発生するか否かを確認するために、6原色リア投射型

ディスプレイを対象にXYZ画像の色変換を行った。6原色リア投射型ディスプレイはプロジェクタを用いているため、ランプの消費電力は一定であり、明るさとフィルタの分光透過率によって各原色の三刺激値が決まる。従って、消費電力の検討はできないが、色再現の確認を行うことは可能である。撮影に用いた装置はXYZ三刺激値を出力可能なオリンパス社の16バンドマルチスペクトルカメラである。実際に用いた目的関数zは次の式(11)のように係数をすべて1とした。

$$z = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 \qquad (11)$$

[0061] 図11に各原色の相対輝度を0から255の白黒画像として表したものを示す。左上から右下にかけて、短波長側の原色から長波長側の原色になっており、色度は図5の通りである。画像内の色票はそれぞれ図12のような配色になっており、各原色が色票の色に応じた階調になっているのが分かる。

[0062] 線形計画法は、制約条件によって作られる空間や目的関数が線形であるため、端点が最適解になるという特徴があり、原色によって黒い部分が多い画像となっている。混色してディスプレイに表示させた画像を図13に示す。光源の当たり方により輝度むらがあるため、疑似輪郭が発生しやすい背景部分も、問題なく変換が可能であることが確認できた。また、この画像データに対して、理論的な量子化誤差の影響を計算したところ平均で色差0．26であることが確認できた。0．26は、識別色差(同一物体の測色再現精度)内であり、色再現として問題のないレベルである。

[0063] (多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の実施形態)

この第2の色変換方式は、前述した第1の色変換方式で、さらに色域外の色データが入力された場合、本発明を適用していないならば、制御は解が存在しないという情報と途中経過のデータを返す。このデータは測色的に意味を持たないためマッピングに利用できない。この場合、

「第1に色変換を行う。色域内だったら終了する。」、

「第2に色域外ならばマッピングを行う。」、

「第3に再度、色変換を行う。」の3つの手順で処理を行うと仮定する。

[0064] 前記第1および第3の手順では、初期解が必要なため、変換を行う毎にシンプレックス法を2回行う。このため、この方法では計4回のシンプレックス法が必要になる。シ

ンプレックス法のアルゴリズムを図6に示す。また、マッピングも行うためさらに計算量は増える。そこで、マッピングと色変換を一つの線形計画問題として解く方法を新たに採用する。このときの制約条件と目的関数は式(12)として表すことができる。

$$
\begin{aligned}
&\text{最小化} \quad z=|(X-X_{org})| \\
&\text{目的関数} \quad X_1S_1+X_2S_2+\cdots+X_nS_n-X=0 \\
&Y_1S_1+Y_2S_2+\cdots+Y_nS_n=Y_{org} \\
&Z_1S_1+Z_2S_2+\cdots+Z_nS_n-Z=0 \\
&(X-X_{org})/(X_w-X_{org})=(Z-Z_{org})/(Z_w-Z_{org}) \qquad (12) \\
&X_w=(x_w/y_w)*Y_{org} \\
&Z_w=\{(1-x_w-y_w)/y_w\}*Y_{org} \\
&X_w \leqq X \leqq X_{org} \quad \text{if}(X_w \leqq X_{org}) \\
&X_{org} \leqq X \leqq X_w \quad \text{if}(X_w > X_{org}) \\
&0 \leqq S_j \leqq 1 \quad (j=1, 2, \cdots, n)
\end{aligned}
$$

[0065] 前述の式(12)で、X_{org}, Y_{org}, Z_{org}は入力三刺激値、x_w, y_wは画像中の白色点のxy色度値である。X, Y, ZはX_{org}, Y_{org}, Z_{org}と、X_w, Y_{org}, Z_wの2点を通る直線上にある。この直線に沿って、輝度一定で色度を下げるマッピングを行う。もともと色域が広いディスプレイでは、それほど複雑なマッピングは必要ないため、このような線形マッピングでも問題ない。目的関数zはX_{org}とXの差の絶対値として与え、これを最小化することで最適なマッピングを行うことができる。色域内の場合zの値は0となる。

[0066] この方法を用いることで、色域マッピングと色変換を同時に行うことができる。しかし、この方法では発光効率を考慮することができない。そこで、以下の手順で色変換を行う。

(1)マッピングと色変換を行う

(2)(1)の結果を用いて、発光効率を考慮した色変換を行う

[0067] 本手法ではマッピングと色変換を一つの線形計画問題として扱っており、単独で2つの計算を行うより効率的である。また、線形計画法を2回行っているが、最初の計算によって手順(2)の初期実行可能基底解が得られるため、手順(2)では2段階法

を用いる必要がなく速度の向上が図れる。

[0068] 以上のことを確認するために、具体的な色変換方式の一実施例を構成し、前述のマッピングによる改善の様子を調べた。すなわち、前述の方法を用いて6原色リア投射型ディスプレイを対象にXYZ画像の色変換を行った。このディスプレイの色域は図14の通りである。本装置は、プロジェクタを用いておりランプの消費電力は一定であるため、実際の消費電力について検討することができない。そこで、すべての原色で発光効率は線形かつ等しいと仮定し前述の手法の有効性をシミュレーションする。この場合、前述の手順(2)の目的関数の係数はすべて1となる。なお、撮影に用いた装置はXYZ画像を出力可能な16バンドマルチスペクトルカメラであり、用いた画像は高彩度な布を撮影したものである。

[0069] 図15および図16に、XYZ画像を変換しディスプレイに出力させた画像をディジタルカメラで撮影したものを示す。ただし、図15はマッピングなしの画像であり、色域外のデータは白となっている。一方、図16はマッピングを行った画像である。両者を比較すると、色変換ならびにマッピングが問題なく行われていることが確認できた。

産業上の利用可能性

[0070] (多原色ディスプレイの産業上の利用可能性)

前述の多原色ディスプレイの構成によって、RGBで定義される範囲外にカラー信号成分が存在するときに限ってG_b, B_bのセルが発光するので、G_b B_bのセルの発光時間は十分に短くなる。このため、ディスプレイ全体としての実使用時のエネルギー効率を改善できる。したがって、大形の高輝度、高色域ディスプレイを容易に実現でき、実使用時の温度上昇を抑圧することができる。このような動作によって、大型の鮮明な画像をディスプレイ上に実現できる。よって、本発明では染色、服装、CGなどの色彩デザイン関係、鮮魚、野菜、生物などの鮮度を表すための画像ディスプレイが実現できる可能性を秘めている。

[0071] (多原色ディスプレイに用いる第1の色変換方式の産業上の利用可能性)

前述の第1の色変換方式では、輝度特性が線形になる時間階調制御で実際のLEDの特性を測定し、本発明による手法で消費電力最小の組み合わせを求めた。得られた結果と、目的関数の符号を入れ替えて消費電力が最大となる結果と比較したと

ころ、5原色を用いた場合で約20%，さらに発光効率の良い白を加えた場合で35%、消費電力が改善できていることが確認できた。この結果はHDTVやその他の高精度ディスプレイに使用される多原色ディスプレイが、線形計画法に基づいた設計手法によって設計、製作されれば、ディスプレイの消費電力が減ぜられることを示している。従って、大面積、高精細のディスプレイに本発明の手法が利用できる。

[0072] (多原色ディスプレイに用いる第2の色変換方式の産業上の利用可能性)

本発明による前述の第2の色変換方式は、多原色ディスプレイの色再現の最適化計画および装置の効率化の計画に広く利用できる。

請求の範囲

[1] 通常のRGBより成る3原色発光セルの他に、RGBより成る色度図上の三角形によって囲まれた範囲外に発光色を有する1種類以上の原色の発光セルを備えて配列されたセルマトリクス構成により成り立つ発光セルアレイ、およびその駆動回路を含む表示部本体と、XYZ信号を入力したとき、前記表示部本体に対して前記3原色およびその他の1種類以上の原色の発光セルに対応した多原色信号成分を供給するための信号処理部本体とを具備し、広い色域範囲のカラー画像信号を実効的に高エネルギー効率で表示することができるように構成した多原色ディスプレイ。

[2] RGBより成る色度図上の三角形により囲まれた範囲外に発光色を有する1種類以上の原色の発光セルは、入力画像信号がRGBより成る3原色発光セルによって定義される発光色の範囲内に含まれないときに限って発光するように前記信号処理部本体により制御されることにより、実効的に高いエネルギー効率を実現できるように構成した請求項1記載の多原色ディスプレイ。

[3] 色の三刺激値X, Y, Zとn色（n=1, 2, ･･･n）の多原色の三刺激値

$(\overline{X}_1, \overline{X}_2, \cdots \overline{X}_n, \overline{Y}_1, \overline{Y}_2, \cdots \overline{Y}_n, \overline{Z}_1, \overline{Z}_2, \cdots \overline{Z}_n)$

の間に存在するマトリクス関係式

$$X = \overline{X}_1 + \overline{X}_2 + \cdots + \overline{X}_n$$
$$Y = \overline{Y}_1 + \overline{Y}_2 + \cdots + \overline{Y}_n$$
$$Z = \overline{Z}_1 + \overline{Z}_2 + \cdots + \overline{Z}_n$$

において、i=1, 2, ･･･nに対する

$$\overline{X}_i = X_i S_i$$
$$\overline{Y}_i = Y_i S_i$$
$$\overline{Z}_i = Z_i S_i$$

ただし、$0 \leqq S_i \leqq 1$の関係が仮定されるとき、

線形計画法の目的関数z

$z = c_1 S_1 + c_2 S_2 + \cdots + c_n S_n$

がi=1, 2, ･･･nに対応するi原色の発光セルの消費電力P_i（i=1, 2, ･･･n）につい

て、

$P_i = c_i S_i$

を満足する条件の下でc_i値を決定するための第1の決定手段と、

前記第1の手段によって得られたc_i値の下で前記消費電力P_i（i＝1，2，･･･n）の和を最小化する条件を満足させながら前記色の三刺激値のマトリクス関係式を決定するための第2の決定手段と、

を具備して構成した多原色ディスプレイに対する色変換方式。

[4] X_{org}，Y_{org}，Z_{org}を入力三刺激値、x_w，y_wを画像中の白色点のxy色度値とし、かつX, Y, ZをX_{org}，Y_{org}，Z_{org}と、X_w，Y_{org}，Z_wの2点を通る直線上にあるとしたとき、目的関数zをX_{org}とXの差の絶対値として与える目的関数生成手段と、これを最小化することにより下記表示式にしたがう最適マッピングを行う最適マッピング処理手段を具備した多原色ディスプレイに対する色変換方式。

記

$$X_1 S_1 + X_2 S_2 + \cdots + X_n S_n - X = 0$$

$$Y_1 S_1 + Y_2 S_2 + \cdots + Y_n S_n = Y_{org}$$

$$Z_1 S_1 + Z_2 S_2 + \cdots + Z_n S_n - Z = 0$$

$$(X - X_{org}) / (X_w - X_{org}) = (Z - Z_{org}) / (Z_w - Z_{org})$$

$$X_w = (x_w / y_w) * Y_{org}$$

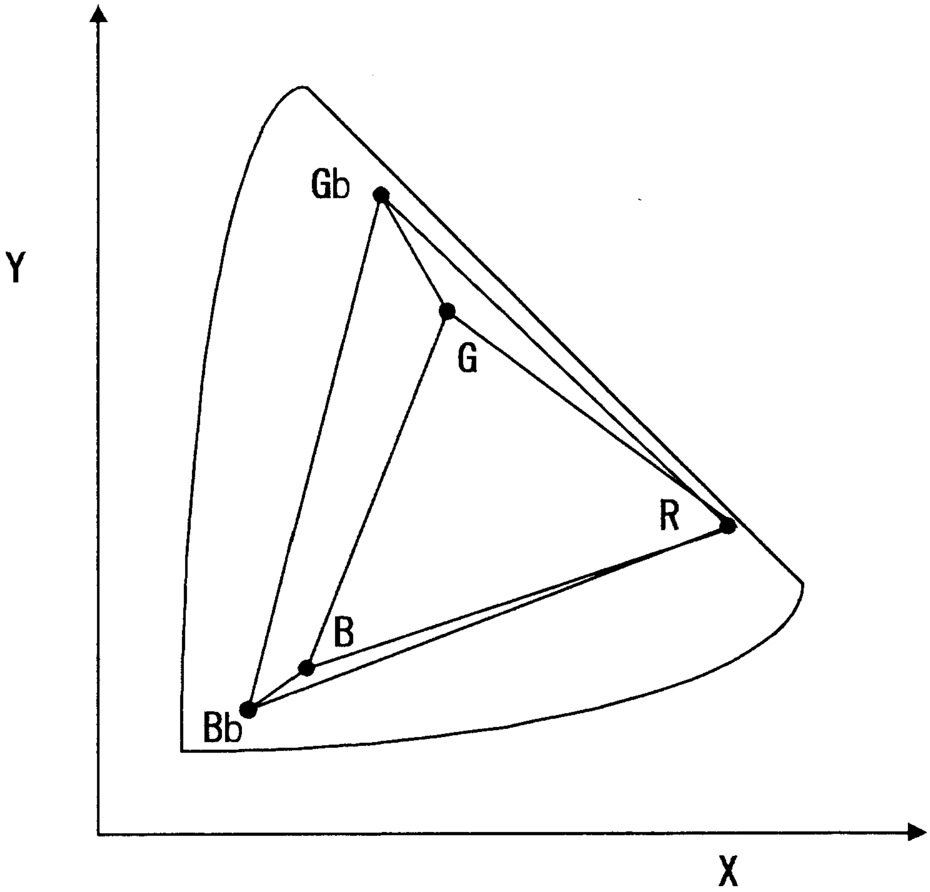
$$Z_w = \{(1 - x_w - y_w) / y_w\} * Y_{org}$$

$$X_w \leqq X \leqq X_{org} \quad \text{if}(X_w \leqq X_{org})$$

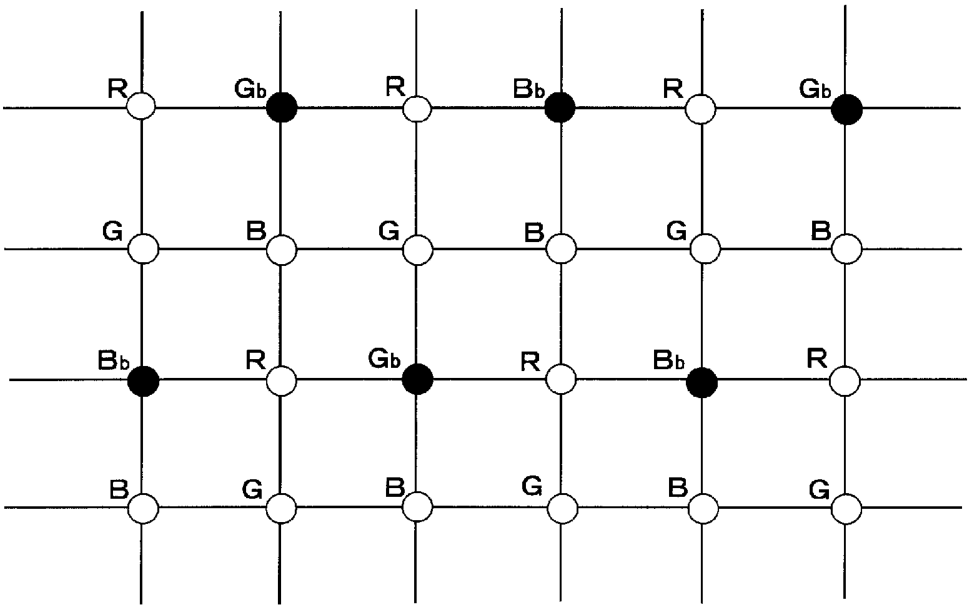
$$X_{org} \leqq X \leqq X_w \quad \text{if}(X_w > X_{org})$$

$$0 \leqq S_j \leqq 1 \quad (j = 1, 2, \cdots, n)$$

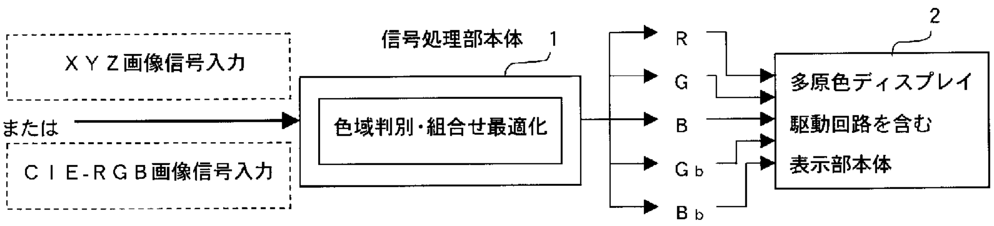
[図1]


Y
X
Gb
G
R
B
Bb

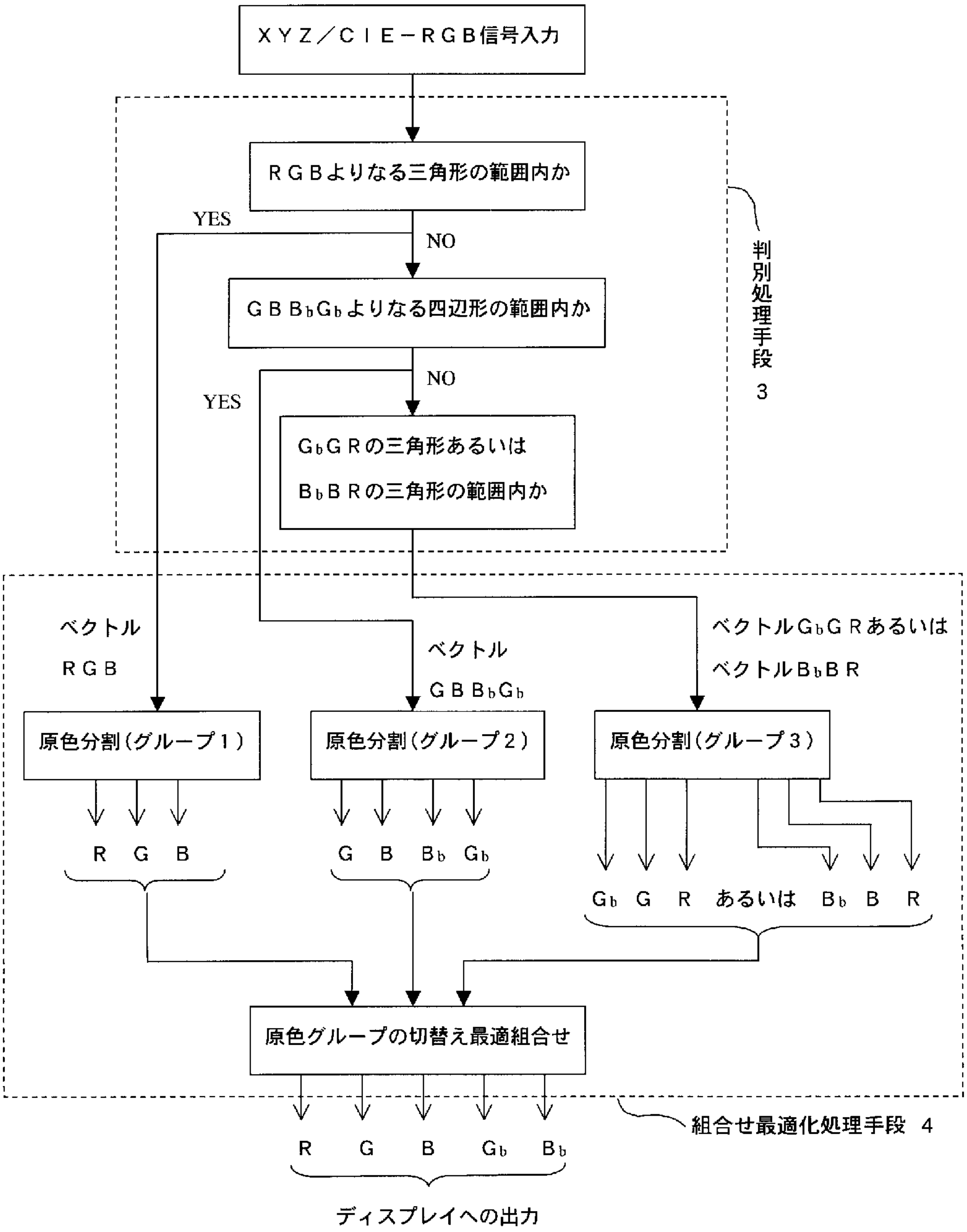
[図2]


R
Gb
R
Bb
R
Gb
G
B
G
B
G
B
Bb
R
Gb
R
Bb
R
B
G
B
G
B
G

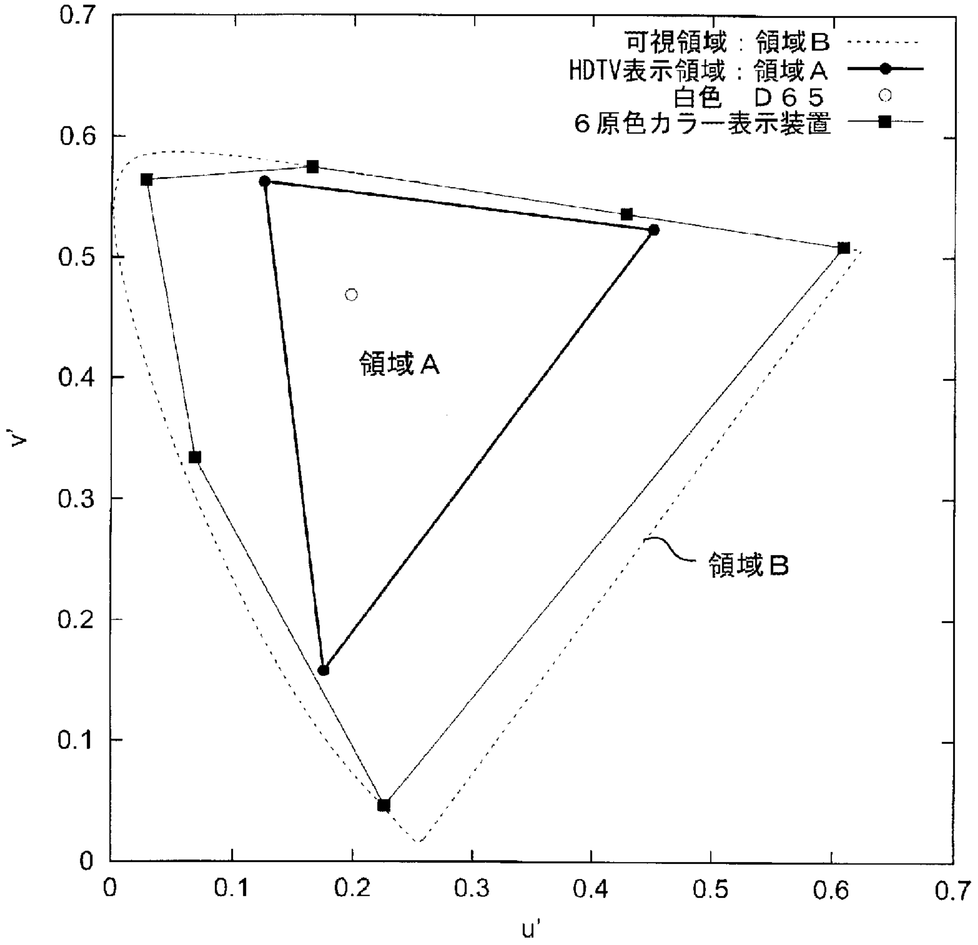
[図3]


XYZ画像信号入力
または
CIE-RGB画像信号入力
信号処理部本体
1
色域判別・組合せ最適化
R
G
B
Gb
Bb
2
多原色ディスプレイ
駆動回路を含む
表示部本体

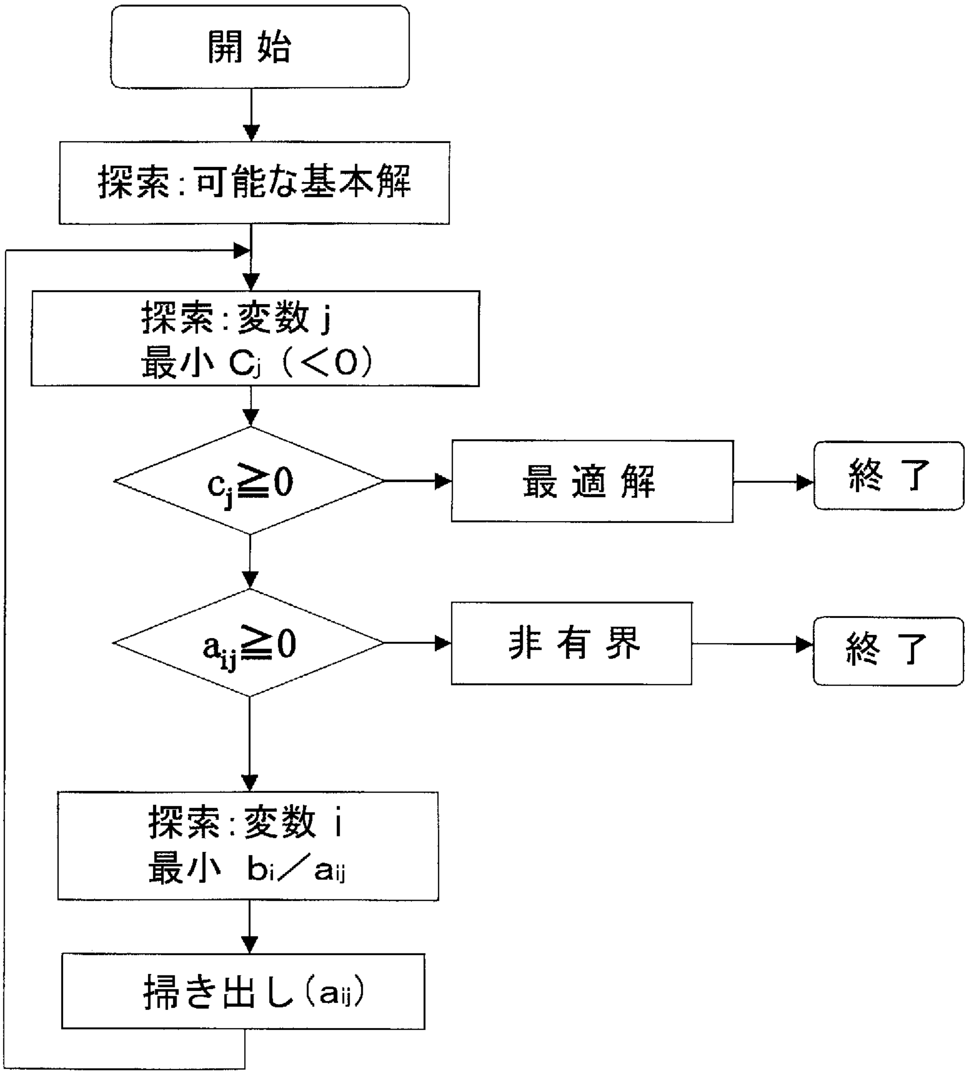
[図4]


ＸＹＺ／ＣＩＥ－ＲＧＢ信号入力
ＲＧＢよりなる三角形の範囲内か
YES
NO
ＧＢＢｂＧｂよりなる四辺形の範囲内か
YES
NO
ＧｂＧＲの三角形あるいは
ＢｂＢＲの三角形の範囲内か
判別処理手段 3
ベクトル
ＲＧＢ
ベクトル
ＧＢＢｂＧｂ
ベクトルＧｂＧＲあるいは
ベクトルＢｂＢＲ
原色分割（グループ１）
原色分割（グループ２）
原色分割（グループ３）
R G B
G B Bb Gb
Gb G R あるいは Bb B R
原色グループの切替え最適組合せ
組合せ最適化処理手段 4
R G B Gb Bb
ディスプレイへの出力

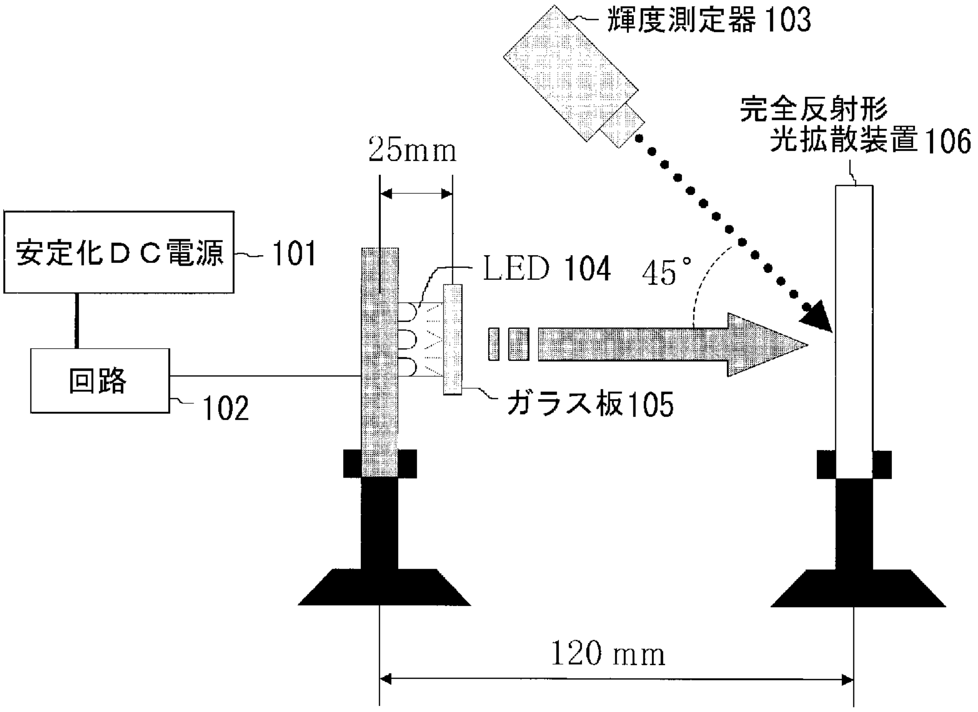
[図5]


可視領域：領域B
HDTV表示領域：領域A
白色　D65
6原色カラー表示装置
領域A
領域B
v'
u'
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7

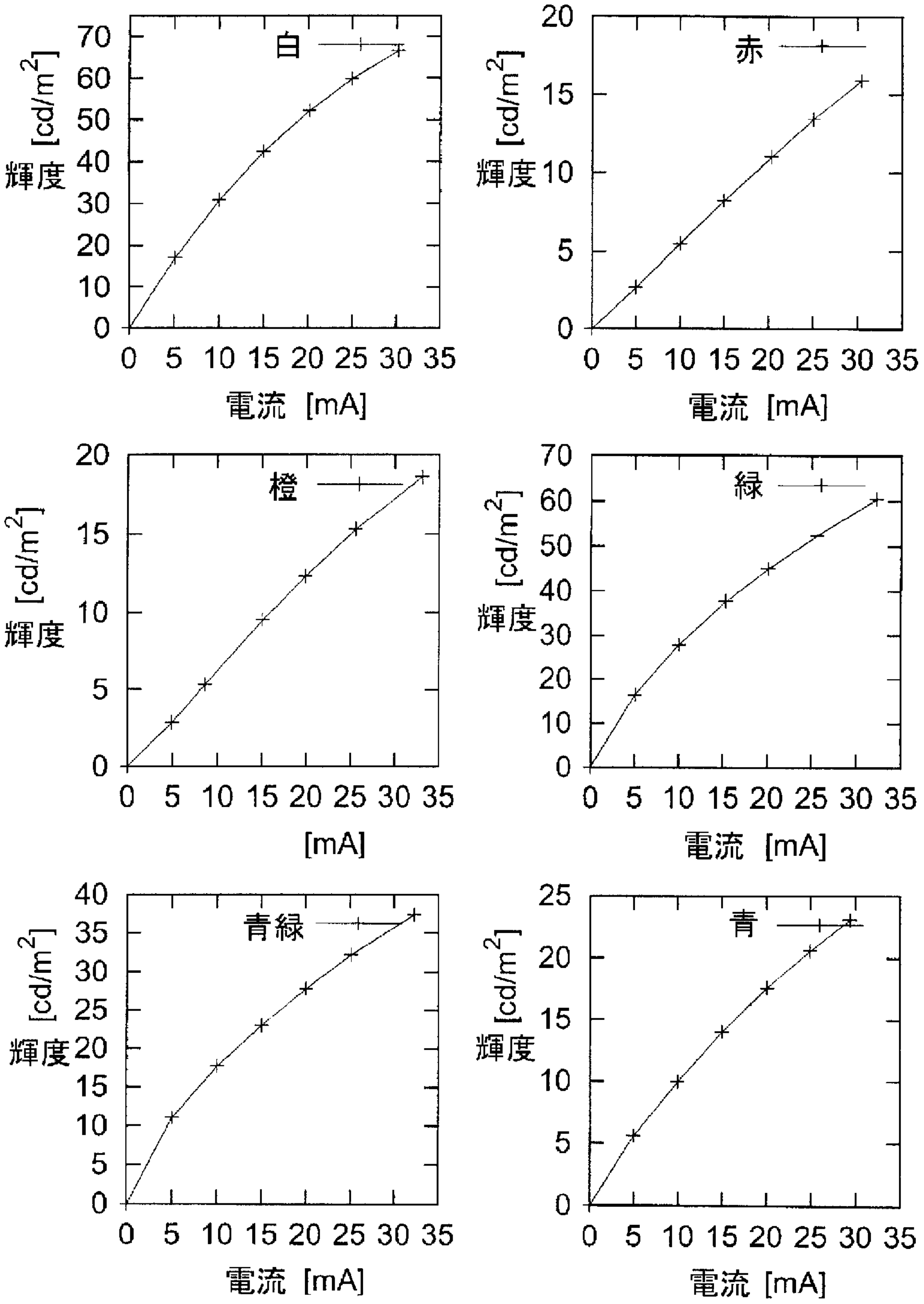
[図6]


開 始
探索:可能な基本解
探索:変数 j
最小 Cj (<0)
cj≧0
最 適 解
終 了
aij≧0
非 有 界
終 了
探索:変数 i
最小 bi/aij
掃き出し(aij)

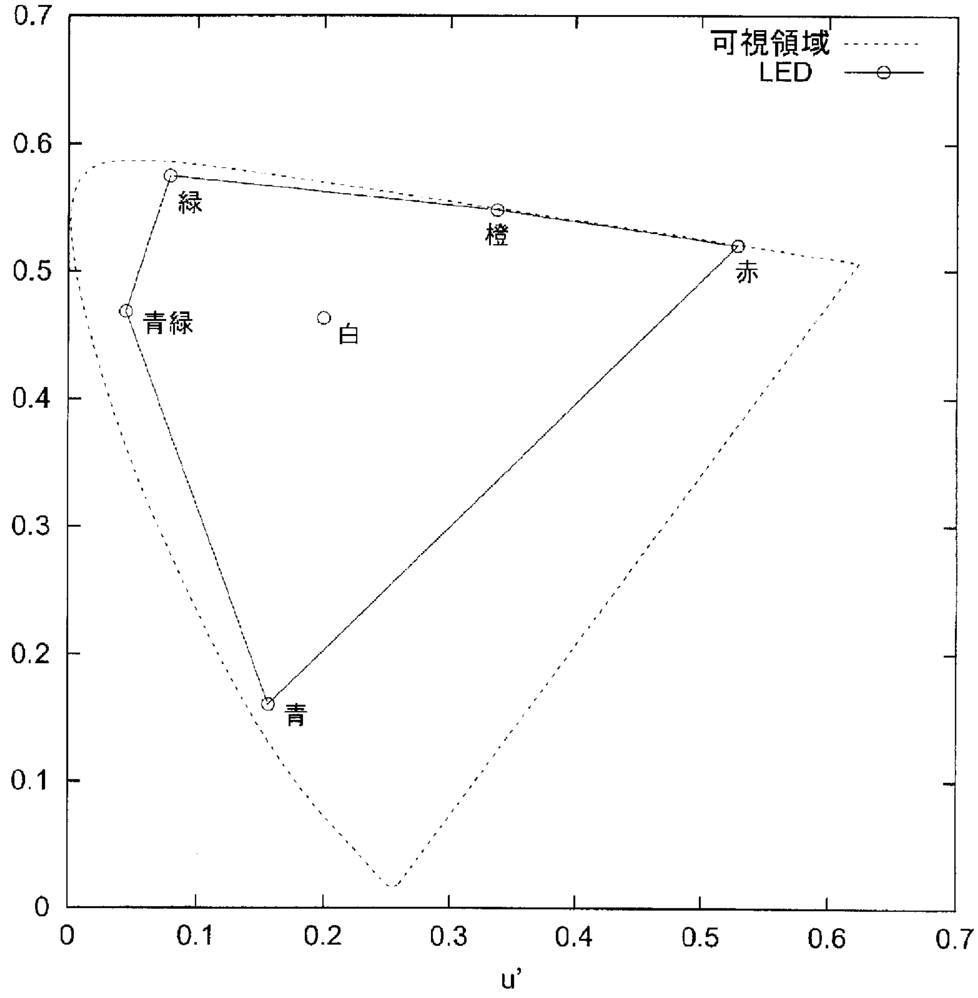
[図7]


輝度測定器 103
完全反射形
光拡散装置 106
25mm
安定化DC電源
101
LED 104
45°
回路
102
ガラス板105
120 mm

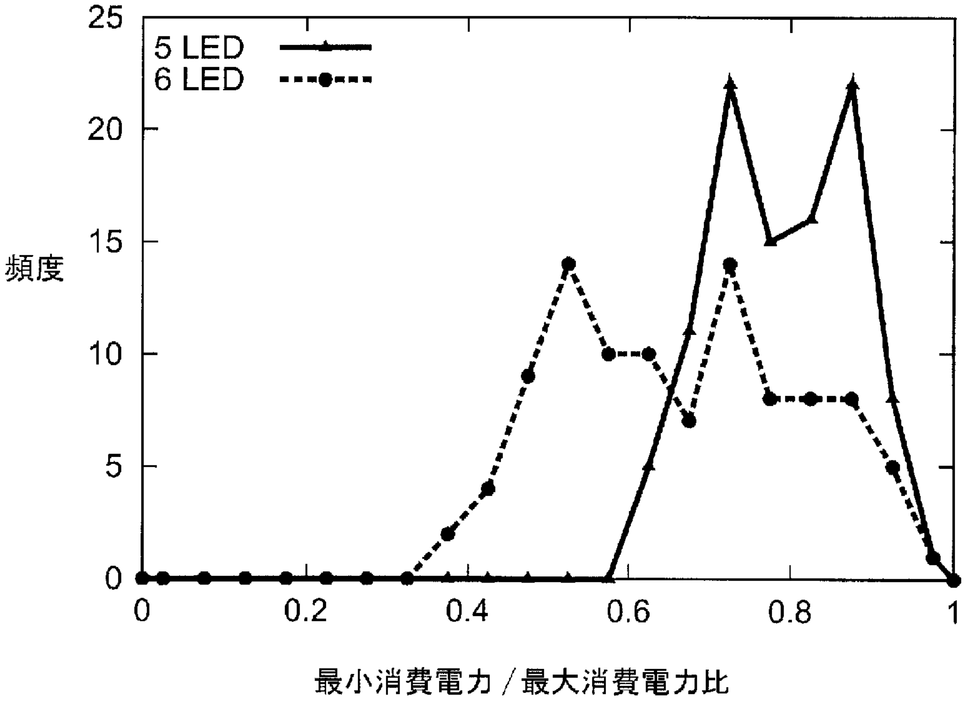
[図8]



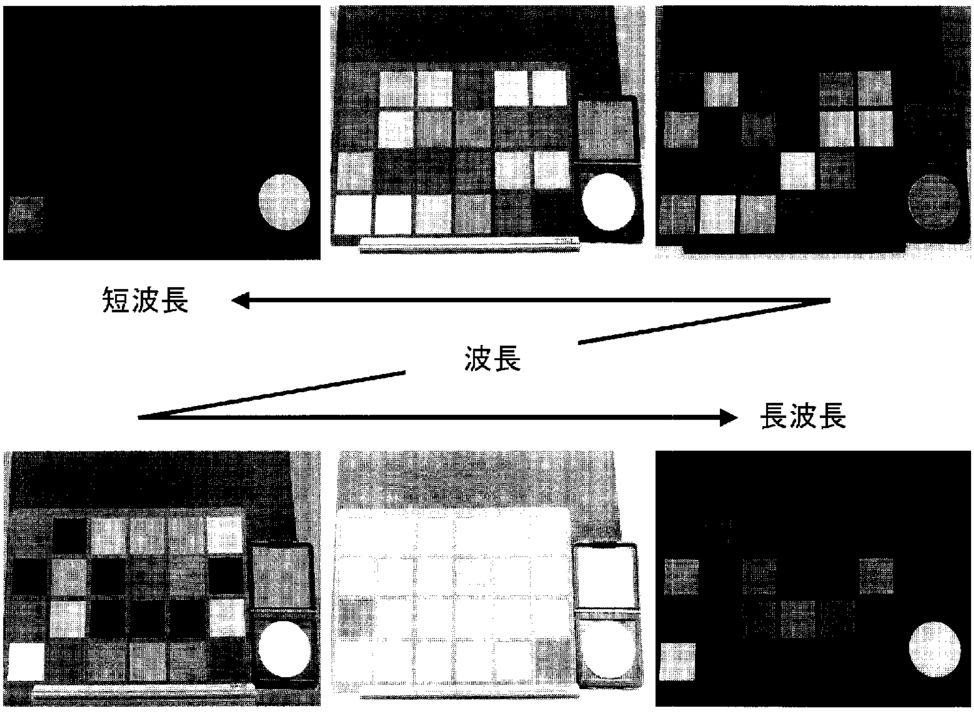
[図9]


0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
u'
可視領域
LED
緑
橙
赤
青緑
白
青

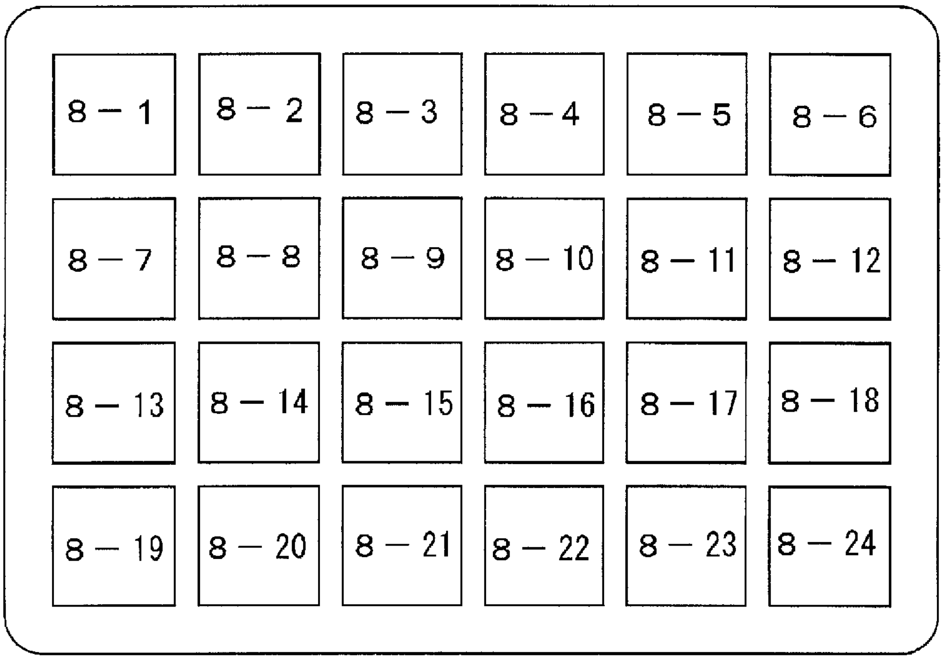
[図10]


25
20
15
10
5
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
5 LED
6 LED
頻度
最小消費電力／最大消費電力比

[図11]

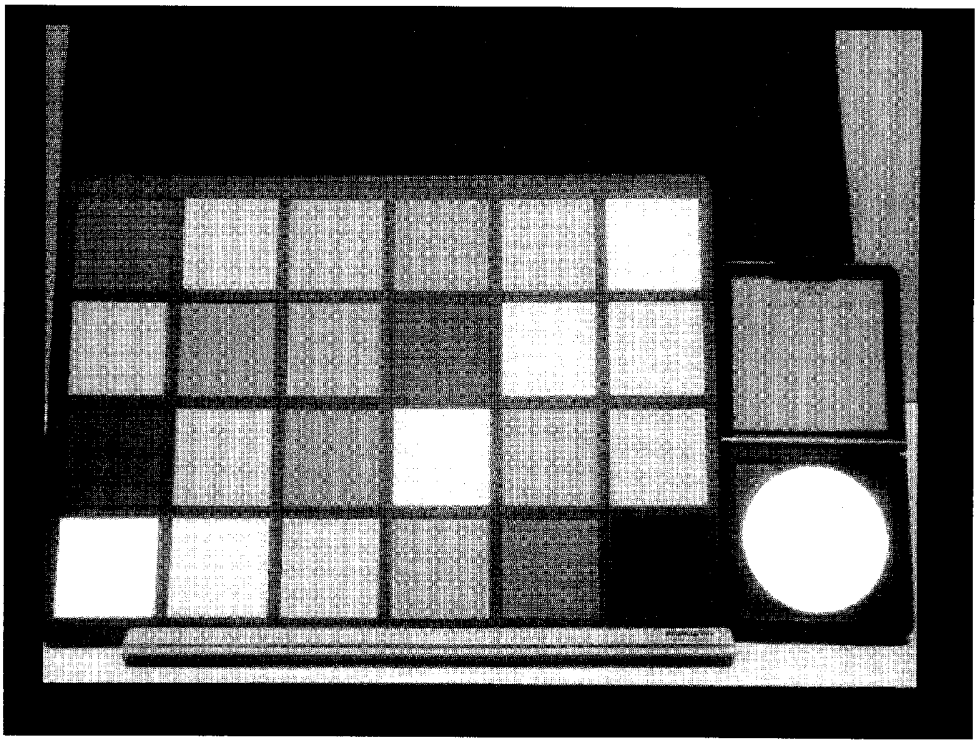


[図12]

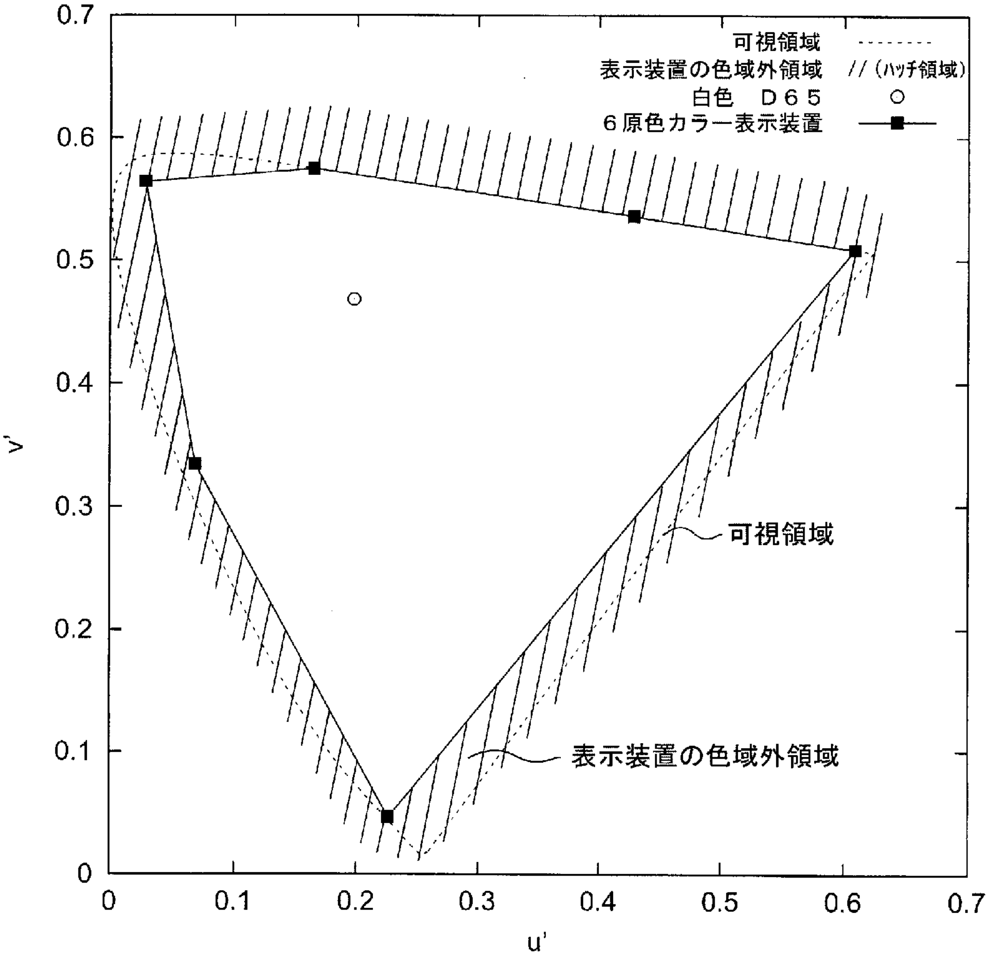


8-1　暗い肌色
8-2　明るい肌色
8-3　青空
8-4　葉
8-5　青い花
8-6　青みがかった緑
8-7　橙
8-8　紫がかった青
8-9　穏健な赤
8-10　紫
8-11　黄緑
8-12　黄橙
8-13　青
8-14　緑
8-15　赤
8-16　黄
8-17　マゼンタ
8-18　シアン
8-19　白
8-20　中性 8
8-21　中性 6.5
8-22　中性 5
8-23　中性 3.5
8-24　黒

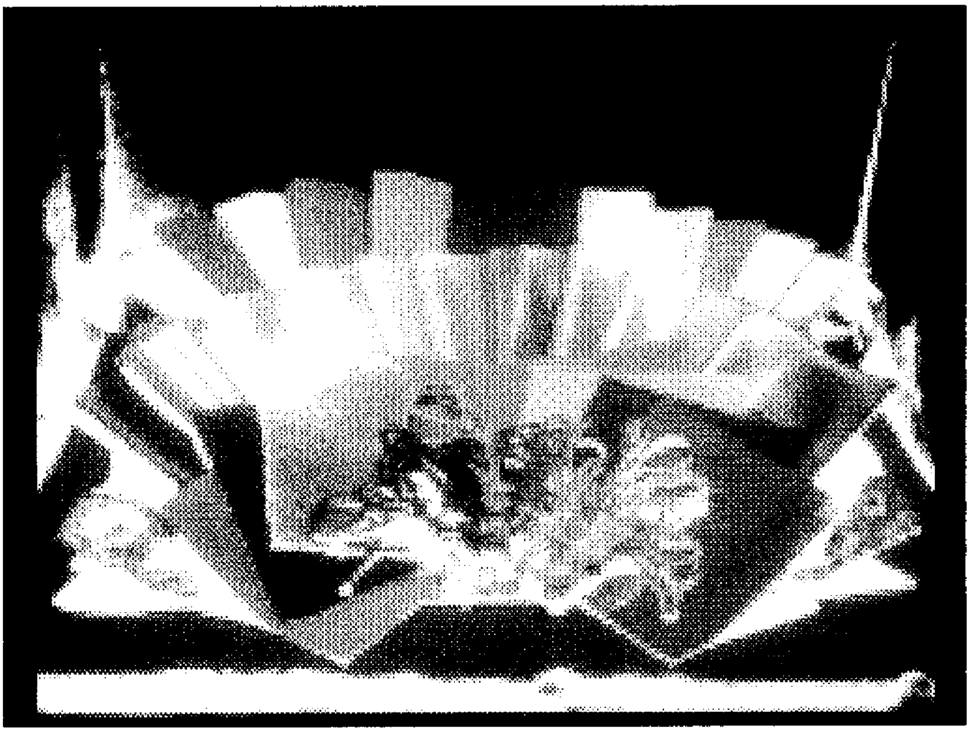
[図13]



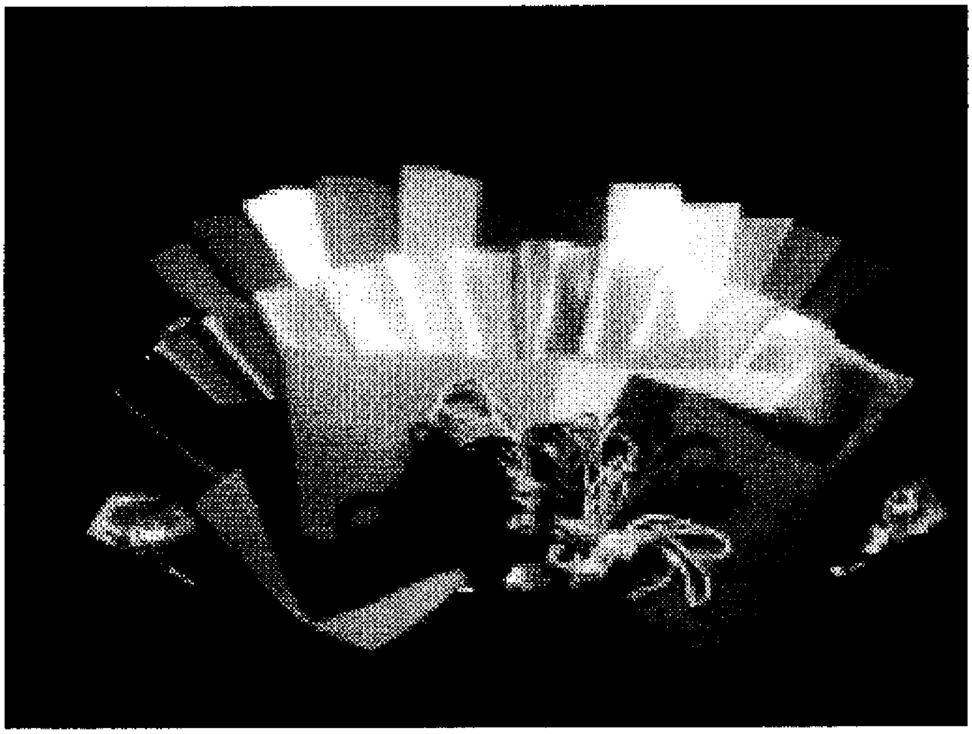
[図14]


0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
v'
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
u'
可視領域
表示装置の色域外領域
// (ハッチ領域)
白色 D65
6原色カラー表示装置
可視領域
表示装置の色域外領域

[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/001888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl^7 G09G3/20, 3/32, H04N9/30, 9/64

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl^7 G09G3/20, 3/32, H04N9/30, 9/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus(JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-249174 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 05 September, 2003 (05.09.03), Par. Nos. [0018] to [0039]; Figs. 1 to 8 (Family: none)	1-4
Y	WO 2000/051156 A1 (KONINKLUKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 31 August, 2000 (31.08.00), Pages 3 to 6; Figs. 1 to 8 & EP 1074036 A1 & US 6388644 B1 & KR 2001/071169 A & TW 434628 A & JP 2002/538582 A	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
07 June, 2005 (07.06.05)	21 June, 2005 (21.06.05)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japanese Patent Office	
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/001888

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-107472 A (Hitachi, Ltd.), 09 April, 2003 (09.04.03), Par. No. [0022] & US 2003/0063062 A1	1-4
Y	JP 2003-228360 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 August, 2003 (15.08.03), Par. Nos. [0070] to [0071] & CN 1489761 A & EP 1443491 A1 & WO 2003/036610 A1 & KR 2003/076637 A & US 2004/0113876 A & AU 2002/344557 A1	2
Y	JP 2002-369024 A (Hitachi, Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), Par. No. [0024] (Family: none)	3-4
Y	JP 11-164163 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 18 June, 1999 (18.06.99), Par. No. [0028] & US 6341175 B1	3-4
A	WO 2001/095544 A2 (GENOA COLOR TECHNOLOGIES LTD.), 13 December, 2001 (13.12.01), Full text; all drawings & US 2004/0100589 A1 & AU 2001/074449 A & CN 1444757 A & EP 1312068 A2	1-4
A	WO 2002/101644 A2 (GENOA COLOR TECHNOLOGIES LTD.), 19 December, 2002 (19.12.02), Full text; all drawings & US 2004/0174389 A1 & AU 2002/304276 A & CN 1539128 A & EP 1473694 A2	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/001888

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
   because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
   because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
   because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to the inventions of claims 1-2, 3, 4 is a multi-primary color display where the XYZ signal is converted into multi-primary color signal components.

However, the international search has revealed that converting the XYZ signal into multi-primary color signal components is not novel since it is disclosed in document JP 2003-107472 A (Hitachi, Ltd.), 9 April, 2003 (09.04.03), Par. No. [0022], Fig. 4 and so forth.

Consequently, since in a multi-primary color display, the idea of converting the XYZ signal into multi-primary color components makes no contribution over the prior art, (Continued to extra sheet.)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

this common technical feature is not a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

The technical feature common to the inventions of claims 3, 4 is, in addition to the one mentioned above, to use a linear programming for color conversion for displays. The international search has also revealed that this technical feature is not novel since it is disclosed, for example, JP 2002-369024 A (Hitachi, Ltd.), Par. No. [0024] and JP 11-164163 A, Par. No. [0028].

Therefore, using a linear programming for color conversion for displays makes no contribution over the prior art, the technical feature is not a special common technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Therefore, there is no technical feature common to all the inventions of claims 1-2, 3, 4. Since there is no other common technical feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 among the different inventions can be seen.

Consequently, the inventions of claims 1-2, 3, 4 do not obviously satisfy the requirement of unity of invention.

国際調査報告	国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／００１８８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7]　G09G3/20, 3/32, H04N9/30, 9/64

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.[7]　G09G3/20, 3/32, H04N9/30, 9/64

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

JSTPlus(JOIS)

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　２００３－２４９１７４　Ａ（松下電器産業株式会社） ２００３．０９．０５ 段落番号【００１８】－【００３９】及び図１－８ （ファミリーなし）	１－４

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　　□　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０７．０６．２００５	国際調査報告の発送日　21.6.2005
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｇ　９７０７ 橋本　直明 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

C（続き）．関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Ｙ	ＷＯ　２０００／０５１１５６　Ａ１（ＫＯＮＩＮＫＬＵＫＥ　ＰＨＩＬＩＰＳ　ＥＬＥＣＴＲＯＮＩＣＳ　Ｎ．Ｖ．） ２０００．０８．３１ 第３頁－第６頁及びＦＩＧ．１－８ ＆ＥＰ　１０７４０３６　Ａ１　＆ＵＳ　６３８８６４４　Ｂ１ ＆ＫＲ　２００１／０７１１６９　Ａ　＆ＴＷ　４３４６２８　Ａ ＆ＪＰ　２００２／５３８５８２　Ａ	１－４
Ｙ	ＪＰ　２００３－１０７４７２　Ａ（株式会社日立製作所） ２００３．０４．０９，段落番号【００２２】 ＆ＵＳ　２００３／００６３０６２　Ａ１	１－４
Ｙ	ＪＰ　２００３－２２８３６０　Ａ（松下電器産業株式会社） ２００３．０８．１５，段落番号【００７０】－【００７１】 ＆ＣＮ　１４８９７６１　Ａ　＆ＥＰ　１４４３４９１　Ａ１ ＆ＷＯ　２００３／０３６６１０　Ａ１ ＆ＫＲ　２００３／０７６６３７　Ａ ＆ＵＳ　２００４／０１１３８７６　Ａ１ ＆ＡＵ　２００２／３４４５５７　Ａ１	２
Ｙ	ＪＰ　２００２－３６９０２４　Ａ（株式会社日立製作所） ２００２．１２．２０，段落番号【００２４】 （ファミリーなし）	３－４
Ｙ	ＪＰ　１１－１６４１６３　Ａ（富士写真フイルム株式会社） １９９９．０６．１８，段落番号【００２８】 ＆ＵＳ　６３４１１７５　Ｂ１	３－４
Ａ	ＷＯ　２００１／０９５５４４　Ａ２（ＧＥＮＯＡ　ＣＯＬＯＲ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　ＬＴＤ．），２００１．１２．１３ 全文・全図，＆ＵＳ　２００４／０１００５８９　Ａ１ ＆ＡＵ　２００１／０７４４４９　Ａ ＆ＣＮ　１４４４７５７　Ａ　＆ＥＰ　１３１２０６８　Ａ２	１－４
Ａ	ＷＯ　２００２／１０１６４４　Ａ２（ＧＥＮＯＡ　ＣＯＬＯＲ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ　ＬＴＤ．），２００２．１２．１９ 全文・全図，＆ＵＳ　２００４／０１７４３８９　Ａ１ ＆ＡＵ　２００２／３０４２７６　Ａ ＆ＣＮ　１５３９１２８　Ａ　＆ＥＰ　１４７３６９４　Ａ２	１－４

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. ☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. ☐ 請求の範囲＿＿＿＿＿＿＿は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲１－２，３，４に係る発明の共通の事項は、多原色ディスプレイにおいて、ＸＹＺ信号を多原色信号成分に変換することである。

しかしながら、調査の結果、ＸＹＺ信号を多原色信号成分に変更することは、文献ＪＰ ２００３－１０７４７２ Ａ（株式会社日立製作所），２００３．０４．０９，段落番号【００２２】，図４等に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

1. ☑ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。

2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。

4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☑ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

（第Ⅲ欄の続き）
結果として、多原色ディスプレイにおいて、ＸＹＺ信号を多原色信号成分に変換することは先行技術の域を出ないから、ＰＣＴ規則１３．２の第２文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

また、請求の範囲３に係る発明と、請求の範囲４に係る発明との共通の事項は、上記の点に加えて、ディスプレイ用の色変換処理のために線形計画法を利用したことであるが、調査の結果、その点については、ＪＰ　２００２－３６９０２４　Ａ（株式会社日立製作所），段落番号【００２４】、ＪＰ　１１－１６４１６３　Ａ，段落番号【００２８】等に開示されているから、新規でないことが明らかとなった。

結果として、ディスプレイ用の色変換処理のために、線形計画法を利用することは先行技術の域を出ないから、ＰＣＴ規則１３．２の第２文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲１－２，請求の範囲３，請求の範囲４に係る発明全てに共通の事項はない。
ＰＣＴ規則１３．２の第２文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にＰＣＴ規則１３の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求の範囲１－２，請求の範囲３，請求の範囲４に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。