

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5364790号
(P5364790)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.

F 1

G02F	1/133	(2006.01)	GO2F	1/133	535
G09G	3/20	(2006.01)	GO9G	3/20	641E
G09G	3/34	(2006.01)	GO9G	3/20	642L
G09G	3/36	(2006.01)	GO9G	3/20	670J
HO4N	9/31	(2006.01)			

請求項の数 31 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-531187 (P2011-531187)
(86) (22) 出願日	平成21年10月8日(2009.10.8)
(65) 公表番号	特表2012-505432 (P2012-505432A)
(43) 公表日	平成24年3月1日(2012.3.1)
(86) 国際出願番号	PCT/US2009/060071
(87) 国際公開番号	W02010/042771
(87) 国際公開日	平成22年4月15日(2010.4.15)
審査請求日	平成24年9月14日(2012.9.14)
(31) 優先権主張番号	12/249,695
(32) 優先日	平成20年10月10日(2008.10.10)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	507349503 オスティンド・テクノロジーズ・インコーポレーテッド アメリカ合衆国・92011・カリフォルニア州・カールスバド・パセオ デル ノルテ・6185・スイート 200
(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(74) 代理人	100098394 弁理士 山川 茂樹
(72) 発明者	エルゴローリー, フセイン・エス アメリカ合衆国・92009・カリフォルニア州・カールスバッド・スプーンビルレーン・7275

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】原色の階層的時間多重化を使用する投影型表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体光ベースの投影型表示システムであって、複数のカラー・スロットそれぞれにおいて複数のピクセルを照明する複数のピクセル照明デバイスと、

前記複数のデジタル的に制御可能なピクセルによって生成された画像を拡大するように光学的に結合される投影光学系と、

前記デジタル的に制御可能な各ピクセルの前記オン／オフ状態を制御するために前記ピクセル照明デバイスに結合されるパルス幅変調(PWM)機能ブロックと、

デジタル画像データおよび複数の他の外部入力を受けて、制御信号および同期信号の提供を前記複数のピクセル照明デバイスおよび前記パルス幅変調(PWM)機能ブロックに対して行うように結合された階層的多重化ブロックにして、前記複数のデジタル的に制御可能なピクセルに前記画像データに応答して画像を生成させる階層的多重化ブロックと、から構成され、

それぞれの前記ピクセルはデジタル的に制御可能なオン／オフ状態を有し、前記ピクセル照明デバイスとして固体光源を使用することを特徴とする固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2】

前記階層的多重化機能ブロックは、外部的に提供される画像フレーム・サイクル信号を受け入れ、2つの低層同期信号を生成するように結合され、第1の同期信号は前記画像フ

10

20

レーム・サイクルを構成するカラー・スロットのタイミングを伝達し、第2の同期信号は前記複数のカラー・スロットの各々における前記デジタル的に制御可能なピクセルの同時オン／オフ・デューティ・サイクルのタイミングを伝達することを特徴とする請求項1に記載の固体光ベースの投影型表示。

【請求項3】

前記複数のピクセル照明デバイスは各ピクセルに多数の光原色を提供し、それぞれの前記ピクセル照明デバイスは、個々の前記オン／オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングと同期した各カラー・スロットにおける前記ピクセル照明デバイスの各ピクセルの前記オン／オフ状態の時間制御のための時間制御信号を受け取るように、電気的に結合されることを特徴とする請求項2に記載の固体光ベースの投影型表示システム。 10

【請求項4】

前記ピクセル照明デバイスは、異なるカラー・スロット・サイクルの間に異なる光原色のために異なるオン／オフ・デューティ・サイクルで同時に動作することを特徴とする請求項3に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項5】

前記階層的多重化機能ブロックは、目標白色点を合成するのに必要な、前記ピクセル照明デバイスの光原色の各々の、前記複数のカラー・スロットの各々の間の、前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルを計算することを特徴とする請求項4に記載の固体光ベースの投影型表示システム。 20

【請求項6】

前記パルス幅変調(PWM)機能ブロックは、各画像ピクセルのオン／オフ状態を指定する1ビット・フィールドと、カラー・スロット同期信号と、前記デジタル的に制御可能なピクセルを制御するために前記画像ピクセル・オン／オフ状態1ビット・フィールドに適用するカラー・スロット・サイクルの数を指定するデジタル制御ワードとを受け取るように結合されることを特徴とする請求項2に記載の固体光ベースの投影型表示システム。 30

【請求項7】

前記複数のピクセル照明デバイスは各々、多数の光原色の1つを提供し、それぞれのピクセル照明デバイスは、個々の前記オン／オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングと同期した、各カラー・スロットにおける各ピクセル照明デバイスの前記オン／オフ状態の時間制御のための時間制御信号を受け取るように電気的に結合され。 30

前記階層的多重化機能ブロックは、前記デジタル画像ピクセルの各々の前記オン／オフ状態を指定する1ビット・フィールドと、伝達される前記1ビット・フィールド・データに適用するカラー・スロット・サイクルの数を指定する前記デジタル制御ワードを、前記パルス幅変調(PWM)機能ブロックへの提供と同期して、前記オン／オフ状態時間制御信号を前記ピクセル照明デバイスに提供するように結合されることを特徴とする請求項6に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項8】

前記複数のピクセル照明デバイスは多数の光原色を提供し、それぞれの前記ピクセル照明デバイスは、個々の前記オン／オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングと同期した、各カラー・スロットにおける前記ピクセル照明デバイスの前記オン／オフ・デューティ・サイクルの時間制御を可能にするように電気的に結合され。 40

前記階層的多重化機能ブロックは、

前記複数のピクセル照明デバイスによって生成される前記光原色の各々の明度および色度(固体光源色再現域)を指定する外部信号を受け入れ、

前記表示システムのための目標色再現域を定義する原色の明度および色度を指定する外部信号を受け入れ、

前記表示システムのための目標白色点の明度および色度を指定する外部信号を受け入れるように結合される、ことを特徴とする請求項2に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項9】

10

20

30

40

50

前記固体光源は固体光源色再現域を有し、前記目標色再現域は前記固体光源色再現域内に完全に含まれることを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 10】

前記目標色再現域は N T S C または H D T V 表示システム色再現域標準であることを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 11】

前記複数のピクセル照明デバイスは多数の光原色を提供し、それぞれの前記ピクセル照明デバイスは、個々の前記オン / オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングと同期した、複数のカラー・スロットの各々における各ピクセル照明デバイスの前記オン / オフ状態の時間制御を可能にするように電気的に結合され。10

前記階層的多重化機能ブロックは前記目標色再現域を定義する前記原色の各々を合成するのに必要な、前記複数のピクセル照明デバイスによって生成される前記光原色の各々の、前記カラー・スロットの各々の間の、前記同時オン / オフ・デューティ・サイクルを計算するように結合されることを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 12】

前記階層的多重化機能ブロックは、各画像フレーム・サイクル内において、多数のカラー・スロットを前記合成原色の各々に割り当てる特徴とする請求項 11 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。20

【請求項 13】

前記パルス幅変調 (P W M) 機能ブロックは、各画像ピクセルのオン / オフ状態を指定する 1 ビット・フィールドと、カラー・スロット同期信号と、前記各ピクセルの前記状態を制御するために前記画像ピクセル・オン / オフ状態 1 ビット・フィールドに適用するカラー・スロット・サイクルの数を指定するデジタル制御ワードとを受け取るように結合され、

前記割り当てられたカラー・スロットの数は、前記 1 ビット・フィールドを使用する前記デジタル画像データ内の前記画像ピクセルの各グレースケール値の複数ビット・ワードの値を伝達することを特徴とする請求項 12 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。30

【請求項 14】

前記カラー・スロットは、前記目標色再現域原色を合成するための多数の前記ピクセル照明デバイス・オン / オフ・デューティ・サイクルから成ることを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 15】

前記階層的多重化機能ブロックは、同じ合成原色に割り当られるカラー・スロットの過剰な時間的連続性によって引き起こされる時間スペックルを低減するために、前記目標色再現域原色に割り当られた前記カラー・スロットをインタリープすることを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 16】

前記パルス幅変調 (P W M) 機能ブロックは、各画像ピクセルのオン / オフ状態を指定する 1 ビット・フィールドと、カラー・スロット同期信号と、前記各ピクセルの反射状態を制御するために前記画像ピクセル・オン / オフ状態 1 ビット・フィールドに適用するカラー・スロット・サイクルの数を指定するデジタル制御ワードとを受け取るように結合され、

前記階層的多重化機能ブロックは、前記各画像ピクセルについてゼロ値を含む 1 ビット・フィールドに関連するすべての前記合成原色に割り当られた前記カラー・スロットの間、前記ピクセル照明デバイスのすべてをオフにすることによって黒原色を挿入することを特徴とする請求項 8 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記階層的多重化機能ブロックは、

色再現域制御レベルと呼ばれる第1の処理レベルでは、目標色再現域を合成するのに必要な、前記ピクセル照明デバイスの各々の同時オン／オフ・デューティ・サイクルが、外部入力によって提供される前記ピクセル照明デバイスの固有原色の色度値および明度値を、外部入力によって提供される前記目標色再現域原色の色度値および明度値にマッピングすることによって計算されること、

白色点制御レベルと呼ばれる第2の処理レベルでは、前記第1の処理レベルにおいて計算された、前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルが、外部入力によって提供される必要な白色点の色度値および明度値を含むように変更され、

明度制御レベルと呼ばれる第3の処理レベルでは、前記第2の処理レベルにおいて計算された、前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルが、外部入力によって提供される前記表示システムの白色点の明度の調整を含むようにさらに変更されること、

によって3つのレベルの処理を実施することを特徴とする請求項2に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項18】

前記階層的多重化機能ブロックは2つの処理モジュールから成り、

時間変調モジュールと呼ばれる各レベルの第1の処理モジュールにおいて、前記目標色再現域を合成するのに必要な前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルが計算され、

明度モジュールと呼ばれる第2の処理モジュールにおいて、前記ピクセル照明デバイスの前記計算された同時オン／オフ・デューティ・サイクルが前記表示システムの白色点明度を合成するために変更されることを特徴とする請求項17に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項19】

前記階層的多重化機能ブロックは前記3つのレベルの処理を実施し、各処理レベルは前記表示システムの目標色再現域、白色点、または明度のうちの1つの特性のみを制御する独立したレベルであり、

前記第2および第3の処理レベルの各々は、より高位の処理レベルにおいて設定された前記表示システムの前記特性を変更しないことによって不变なレベルであり、

各処理レベルは、前記処理レベルの各々が同じ2つの処理モジュールを使用するが、前記表示システムの異なる特性に影響を及ぼすための異なる入力を有する、不变な処理であることを特徴とする請求項17に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項20】

前記階層的多重化機能ブロックは前記3つのレベルの処理を実施し、前記色再現域制御および白色点制御レベルの各々が、これらのオン／オフ・デューティ・サイクルの最大のものを前記固体光ベースの投影型表示システムのための最大値に合わせるように、前記ピクセル照明デバイスの前記計算された同時オン／オフ・デューティ・サイクルをスケールアップすることによって、前記表示システムの前記明度を最大化することを特徴とする請求項17に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項21】

前記処理レベルは、前記画像データのグレースケール値にバイアスをかけることなく、またはグレースケール値を変更することなく、前記ピクセル照明デバイスの前記オン／オフ・デューティ・サイクルのみを調整することによって、前記表示システムの色再現域および白色点の明度および色度の制御を可能にすることを特徴とする請求項17に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項22】

より高いオン／オフ・デューティ・サイクルでの前記ピクセル照明デバイスの動作のため、前記処理レベルは、固体光デバイスを色順次方式で直接的に使用する表示システムよりも高いレベルの明度および電力変換効率を、前記固体光ベースの投影型表示システムが

10

20

30

40

50

達成することを可能にすることを特徴とする請求項 1 7 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 3】

前記ピクセル照明デバイスは、固体光源と、各ピクセルの反射状態の時間制御のために結合され、且つ複数のマイクロ・ミラーまたは複数の液晶セルから成る反射型の映像デバイスとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 4】

目標色再現域を定義する前記原色は、少なくとも赤、緑、ブルー・シアン、マゼンタ、および黄を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 5】

前記複数のピクセル照明デバイスは多数の光原色を提供し、各ピクセル照明デバイスは個々の前記オン／オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングと同期した、複数のカラー・スロットの各々における各ピクセル照明デバイスのオン／オフ状態の時間制御を可能にするように電気的に結合され、

前記階層的多重化機能ロックは、外部的に提供される画像フレーム・サイクル信号を受け入れ、2つの低層同期信号を生成するように結合され、第1の同期信号は前記画像フレーム・サイクルを備えるカラー・スロットの前記タイミングを伝達し、第2の同期信号は前記複数のカラー・スロットの各々における前記ピクセル照明デバイスの同時オン／オフ・デューティ・サイクルの前記タイミングを伝達し、また前記階層的多重化機能ロックは、前記目標色再現域を定義する前記原色の各々を合成するのに必要な、前記複数のピクセル照明デバイスによって生成される前記光原色の各々の、前記複数のカラー・スロットの各々の間の、前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルを計算し、

前記階層的多重化機能ロックは、前記目標白色点を合成するのに必要な、前記ピクセル照明デバイスの光原色の各々の、前記複数のカラー・スロットの各々の間の、前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルを計算し、

前記階層的多重化機能ロックは、前記画像フレーム・サイクルの間に、各合成目標原色の飽和レベルの制御を可能にするのに十分な多数の前記カラー・スロットを合成目標白色点に割り当てる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 6】

表示される画像にわたって色および明度の均一性を達成するために、マルチプロジェクタ・アレイ（タイル張り）表示システムにおいて数多く使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 7】

前記階層的多重化機能ロックは、前記ピクセル照明デバイスの色および明度のドリフトの温度変化および外部入力信号に対する前記ピクセル照明デバイスの応答の経年変化に伴う変動を補償していることを特徴とする請求項 1 に記載の固体光ベースの投影型表示システム。

【請求項 2 8】

固体光源を使用し、かつ複数のカラー・スロットのそれぞれで複数のピクセルを照明するための複数のピクセル照明デバイスと、前記複数のデジタル的に制御可能なピクセルによって生成された画像を拡大するように光学的に結合される投影光学系とから構成され、各ピクセルがデジタル的に制御可能なオン／オフ状態を有する、固体光ベースの投影型表示システムにおいて、

色再現域制御レベルと呼ばれる第1の処理レベルにおいて、目標色再現域を合成するのに必要な、前記ピクセル照明デバイスの各々の同時オン／オフ・デューティ・サイクルを、外部入力によって提供される前記ピクセル照明デバイスの固有原色の色度値および明度値を、外部入力によって提供される目標色再現域原色の色度値および明度値にマッピングすることによって計算をするステップと、

白色点制御レベルと呼ばれる第2の処理レベルにおいて、前記第1の処理レベルにおい

10

20

30

40

50

て計算された、前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルを、外部入力によって提供される必要な白色点の色度値および明度値を含むように変更するステップと、

明度制御レベルと呼ばれる第3の処理レベルにおいて、前記第2の処理レベルにおいて計算された、前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルを、外部入力によって提供される前記表示システムの白色点の明度の調整を含むように変更するステップと、

から成ることを特徴とする方法。

【請求項29】

各処理レベルは、前記表示システムの目標色再現域、白色点、または明度のうちの1つの特性のみを制御する独立したレベルであり、

10

前記第2および第3の処理レベルの各々はより高位の処理レベルにおいて設定された前記表示システムの前記特性を変更しないことによって不变なレベルであり、

各処理レベルは前記処理レベルの各々が同じ2つの処理モジュールを使用するが、前記表示システムの異なる特性に影響を及ぼすための異なる入力を有する、不变な処理であることを特徴とする請求項28に記載の方法。

【請求項30】

時間変調モジュールと呼ばれる各レベルの第1の処理モジュールにおいて、前記目標色再現域を合成するのに必要な、前記ピクセル照明デバイスの前記同時オン／オフ・デューティ・サイクルが計算され、

20

明度モジュールと呼ばれる第2の処理モジュールにおいて、前記ピクセル照明デバイスの前記計算された同時オン／オフ・デューティ・サイクルが、前記表示システムの白色点明度を合成するために変更されることを特徴とする請求項29に記載の方法。

【請求項31】

前記色再現域制御および白色点制御レベルの各々が前記オン／オフ・デューティ・サイクルの最大のものを前記固体光ベースの投影型表示システムの最大値に合わせるように、前記ピクセル照明デバイスの前記計算された同時オン／オフ・デューティ・サイクルをスケールアップすることによって、前記表示システムの前記明度を最大化することを特徴とする請求項28に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示システムの分野に関し、より詳細には、目標色再現域（ターゲット・ガモット）を有する画像データから画像を表示するための、固有色再現域（ネイティブ・ガモット）を有する固体光源ベースの表示システムに関する。

【背景技術】

【0002】

図1aには、典型的な空間変調投影システムが示される。マイクロ・ミラーまたは液晶セル・オン・シリコン（L C O S； liquid crystal cells on silicon）プロジェクタなど、ほとんどの空間変調色投影システム（E . H . S t u p p 他による「P r o j e c t i o n D i s p l a y s」、J o h n W i l e y a n d S o n s L t d . 、1999年を参照）の中核を成すのは、ライト・パイプであり、そのライト・パイプは、白色光ランプ110と、カラー・ホイール120とを含む。カラー・ホイール120は通常、赤、緑、青{R, G, B}原色のスペクトルを選択的に通過させる3つの異なるタイプのフィルタを含む。より最近では、カラー・ホイールは、所定の色（特にグレー）の組を選択的に再現するのに使用される第4のクリア・フィルタも備えている（米国特許第6910777号を参照）。この4つの原色系は、プリンタのC M Y K カラー・システムに類似しており、より高い明度(brightness)およびコントラスト仕様をもたらす。この概念は、5つ以上の原色を提供して、再現色域を拡大するように一般化されている（米国特許第5526063号、米国特許第6769772号を参照）。

40

50

【0003】

しかし、これらすべての表示システムでは、どの特定の瞬間ににおいても、原色のうちの、例えば、赤、緑、または青のうちの1つだけしかオンにすることができない。したがって、表示システムの色特性は、カラー・ホイール120において使用されるカラー・フィルタのクロミナンスおよび輝度(luminance)特性によって完全に決定付けられる(Jansen他による「Visible Laser and Laser Array Sources for Projection Displays」、Proc. of SPIE Vol.6135、2006年を参照)。例えば、表示システムの色再現域を、所定の標準色再現域に一致するように変更することはできない。結果として、表示デバイス性能は、カラー・ホイール120において使用される原色フィルタの品質に、またこれらの原色が、クロミナンスの観点から見て、所定の標準または目標色再現域原色にどれだけ近いかに大きく依存する。特に今日では定義および再定義される標準の数はこれまでよりもはるかに速く増加しているので、これは厳しい制約になり得る。10

【0004】

より最近では、投影業界は、他のいずれのディスプレイ業界とも同様に、表示品質を犠牲にすることなく、コンパクト、低電力、長寿命のプロジェクタを生産するように駆り立てられている。その結果、発光ダイオード(LED)およびレーザ・ダイオード(LD)などの固体光(SSL)源によって照明されるプロジェクタの出現を見るに至った(米国特許第7101049号、米国特許第7334901号を参照、それらの開示は参考により本明細書に組み込まれる)。SSL源は、明るい飽和した色を提供することができ、数桁長い寿命を有する。図1bは、SSL源140を使用する空間変調投影システムを示している。図1bに示される投影システムのライト・パイプにおける各原色は、特定の色のSSLデバイスの1つまたはアレイから構成されるSSL140によって生成される(米国特許第7101049号、米国特許第7210806号、米国特許第7334901号、およびJansen他による「Visible Laser and Laser Array Sources for Projection Displays」、Proc. of SPIE Vol. 6135、2006年を参照)。さらに、複数の光源によって複数の原色が提供されるので、ライト・パイプは、カラー・ホイールを含む必要がない。本発明との関連における、図1bに示される投影システム・アーキテクチャの最も重要な特徴は、電球およびカラー・ホイールを有するプロジェクタとは異なり、図1bに示される投影システム・アーキテクチャなど、複数のSSLを有するプロジェクタでは、従来技術(米国特許第7334901号を参照)において説明されるように、2つ以上の原色を同時にオンにすることができるのである。さらに、一般にオンになるのに数十秒を必要とする、図1aに示されるような最も一般的な投影システムにおいて使用されるアーク灯とは異なり、SSLは、マイクロ秒よりもはるかに短い時間でオンおよびオフに切り換えることができる。2030

【0005】

図1aに示されるような従来の空間変調プロジェクタでは、ディスプレイの色特性は、カラー・フィルタの物理的特性によって完全に決定付けられるので、限られた手法でしか色特性を操作することができない。例えば、表示システムの色再現域を、図2(これには(u', v')色度色空間(クロマティシティ・カラー・スペース)内にプロットされた様々な色再現域が示される)に示されるNTSC 210またはHDTV 220などの所定の標準に一致させる場合、白色点または明度は、ディスプレイ市場におけるあらゆる投影ベースの製品の重要な性能パラメータである。しかし、図1aに示されるような従来の空間変調プロジェクタによって生成される色再現域は、赤、緑、青のフィルタの色度座標によって定義され、カラー・フィルタ120または電球110を変更することなしに変更することができない。一般に、図1aに示されるような従来の空間変調プロジェクタの白色点は、コントラスト、ダイナミック・レンジ、電力変換効率、および全体的に達成される明度の低下という代償を払って、各原色の表示画像ピクセル・グレースケール値にバイアスをかけることによって、限られた手法でのみ変更することができる。さらに、これらの特性を変更するための制御はしばしば、互いに独立しておらず、結果として、明度と白色点な4050

ど複数の特性が一緒に最適化される場合は特に、収束問題に悩まされる非常に困難なキャリブレーション手順をもたらす。

【0006】

表示システムが（色再現域、明度、および白色点など）色特性標準パラメータに準拠することを保証するため、ディスプレイ業界は、光源110およびカラー・フィルタ120を製造する場合には、厳格な品質尺度に従わなければならない。例えば、カラー・フィルタ120からもたらされる色再現域が、NTSC色再現域210をカバーしていない場合、精緻な色再現域マッピング方法を備える必要があるが、それでも依然として、図2に示されるように、SSL源140など、色再現域がより広い光源が使用される場合は、必要とされる視覚品質が提供されないこともある。図2に示されるように、SSL源140によって提供される色再現域250、260は一般に、NTSC 210またはHDTV 220など、典型的な商用表示システムの色再現域よりもはるかに広い。図1bに示されるようなSSLベースの投影型表示システム・アーキテクチャが、NTSC 210およびHDTV 220などの商用ディスプレイの色再現域を対象にして使用される場合など、表示システムの固有色再現域が目標色再現域よりもはるかに広い場合、表示システムの固有色再現域を目標色再現域に制限するために、特別な色マッピング技法が備えられる。SSL源の一般により広い色再現域250、260によって提供される潜在的により高い光束を浪費するのに加えて、これらの技法は、しばしば非線形の度合いが深刻であり、しばしば特定のSSLデバイスごとにカスタム調整を必要とする。

【0007】

本発明の階層的多原色多重化システムは、これらすべての厳格性を除去するために、SSLベースの投影型表示システムによって提供される多原色オンサイクル同時性（米国特許第7334901号を参照）の能力を利用する。本発明の階層的原色多重化システムを使用することによって、多種多様なSSL源が所定の標準に厳格に準拠しないことがあっても、色再現域、白色点、および明度が標準にあることを確実にする表示システムを容易に提供することができる。さらに、本発明の階層的原色多重化システムは、必要とされる目標色再現域および白色点仕様に完全に準拠しながら、特定の明度および電力変換効率において、表示システム能力を最大化するためにも使用することができる。

【0008】

多くの投影型表示システムの中核を成すのは、マイクロ・ミラーおよびLCOSデバイスなどの空間光変調器（SLM； spatial light modulator）である（米国特許第5535047号、米国特許第4596992号を参照）。マイクロ・ミラーまたはLCOSデバイスなどの反射型SLMデバイスを使用する、図1aおよび図1bに示されるような投影システムでは、デジタル画像を形成する各ピクセルの所望のオン／オフ状態に基づいて、各SLMデバイス・ピクセルの反射状態をデジタル的に設定することができる。投影画像は、SLMデバイスを使用して、各原色の画像ピクセル・グレースケール・データを用いて、各表示システム原色を空間的に順次変調することによって形成される。マルチ・ビット・ワードとして一般に表される、各原色のピクセル・グレースケール・データは一般に、パルス幅変調（PWM； pulse width modulation）技法を使用して、直列ビット・ストリームに変換される。PWMビットは、SLMデバイス・ピクセルのオン／オフ状態を設定するために使用される。一般に、各原色に関連するデジタル画像データは、SLMデバイスによって、時間多重化方式で順次的に変調される。PWM技法と併用される、この各原色の時間多重化は、各原色のための空間変調1ビット平面(spatial modulation 1-bit plane)を作成するために使用され、空間変調1ビット平面は、各画像ピクセル原色の異なるグレースケール値を表すために、SLMデバイスにロードされて、各ピクセルのオン／オフ状態を設定する（米国特許第5280277号を参照）。しかし、図1bに示されるアーキテクチャにおいてなど、SSL源が使用される場合、SSL源によって生成される原色は一般に、図2に示されるような、ほとんどの商用表示システムのために必要とされる色再現域とは異なる色度特性を有する。結果として、表示システムの固有原色（すなわち、SSLデバイスによって生成される固有原色）の従来の時間多重化を使用すること

10

20

30

40

50

はできない。さらに、先に説明したように、SSLベースの投影システムにおいて現在使用されている色再現域マッピング方式は、柔軟性がなく、非効率的である。したがって、本発明の目的は、色品質および安定性ばかりでなく、表示システムの効率も改善する、SSLベースの投影システムにおいて使用できる階層的多色の時間的多重化システムについて説明することである。

【0009】

本発明が、添付の図面の図において、限定としてではなく、例として説明され、添付の図面において、同じ参照番号は、同様の要素を指示する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

10

【図1a】カラー・ホイール・ベースのSLMプロジェクタの光路を示す図である。

【図1b】SSLベースのSLMプロジェクタの光路を示す図である。

【図2】SSLデバイスの色再現域能力に関連する典型的な目標色再現域を示す図である。

【図3】本発明の階層的時間多重化を含むSSLベースのSLMプロジェクタのブロック図である。

【図4】本発明の階層的時間多重化を含むSSLベースのSLMプロジェクタの動作時系列図(operational timeline)を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

20

本発明の好ましい実施形態は、色品質および安定性ばかりでなく、表示システムの効率も改善するために、SSLベースの表示システムの固有原色を階層的に多重化するための装置、方法、およびシステムを提供する。この目的は、SSLデバイスの固有原色を階層的に多重化して、原色の新しい組を合成し、次に、新たに合成された原色を時間的に多重化して、空間カラー・フィールドを生成し、空間カラー・フィールドをSLMデバイスによって変調して、投影画像を生成することによって、SSLデバイスの高速オン／オフ切り換え能力と、異なるSSL原色の可能なオンサイクル同時性とを利用することによって達成される。SSLデバイスの第1のレベルの階層では、それらのSSL固有原色が同時に時間多重化され、異なるSSL固有原色を適切な割合で割り当てて合成された原色の組を生成する。したがって、合成される各原色は、それらのSSL固有原色の高速同時時間多重化パターンによって生成される。階層の第2のレベルでは、これらの同時多重化パターンの各々は、新たに合成された原色を表すSSL固有原色の単一の時間多重化ブロックと見なされる。その後、SSL固有原色のこれらの同時時間多重化ブロックは、さらに一緒に時間多重化され、合成された原色を使用して、デジタル画像ピクセルのグレースケール値がそれに対して表される特定の白色点を生成する。そして、第2のレベルにおいてそのように生成されたSSL固有原色の時間多重化ブロックを、階層の第3のレベルにおいて、固有SSL原色の同時性のために増加した光束を利用してスケーリングして、表示システムの明度を増加させることができる。

【0012】

30

本発明の様々な態様のさらなる目的および利点は、添付の図面を参照しながら行われる、本発明の好ましい実施形態についての以下の詳細な説明から明らかになる。それに関する、本発明の以下の詳細な説明における「一実施形態(one embodiment 又は an embodiment)」に対する言及は、その実施形態に関連して説明される特定の特徴、構造、または特性が、本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。この詳細な説明の様々な場所に出現する「一実施形態」という語句は、必ずしもすべてが同じ実施形態を指示しているわけではない。

【0013】

SSLベースの投影型表示システムにおいて使用するための階層的多原色時間多重化システムが、本明細書で説明される。以下の説明では、説明の目的で、本発明の完全な理解が得られるように、多くの具体的な詳細が説明される。しかし、異なる具体的な詳細を用

40

50

いても本発明を実施できることは、当業者には明らかであろう。他の例では、本発明を曖昧にしないように、構造およびデバイスは、ブロック図形式で示される。

【0014】

本明細書で説明される階層的多原色時間多重化システムが、投影型表示システムを背景とする機能ブロック図の形式で、図3に示されている。図1bに示されたSSLベースの投影システムと同様に、本発明の階層的多原色時間多重化システムを含む投影システム300は、1組のSSLデバイス322、324、326によって照明されるSLMデバイス310を備え、SSLデバイスの各々は、投影システム300の固有原色の1つを提供する。1組のSSLデバイス322、324、326によって生成された光は、平行化(コリメート)をされ、組み合わされ、その後、照明光学系330によって中継されて、SLMデバイス310の光学面上に結合される。結合された光は、その後、SLMデバイス310によって空間変調され、その後、投影光学系340によって拡大されて、表示投影画像350を形成する。本発明の階層的多原色時間多重化システムを含む投影システム300の動作(オペレーション)の中核を成すのは、SSLデバイス322、324、326のオン/オフ・デューティ・サイクルを制御する高速オン/オフ信号365を生成し、合成された原色で表された表示画像データをパルス幅変調(PWM)機能ブロック390に提供する、階層的多重化機能ブロック360である。パルス幅変調(PWM)変調機能ブロック390は、階層的多重化機能ブロック360によって提供された表示画像データを、空間変調1ビット平面に変換し、その後、空間変調1ビット平面は、各ピクセルのオン状態を制御するために、SLMデバイス310に結合される。

【0015】

階層的多重化機能ブロック360の動作の時系列図が、図4に示されている。図2に示されるNTSC 210またはHDTV 220などの目標色再現域原色に関して表された画像データは、画像データ入力361として、階層的多重化機能ブロック360に提供され、画像データ入力361は一般に、画像フレーム・サイクル信号と、各々が目標色再現域の各原色のグレースケール値を表す多数の複数ビット・ワードとを含む。階層的多重化機能ブロック360には、ワンタイム入力として、デジタル入力362、363も提供され、デジタル入力362、363は、(u', v')または(x, y)色空間における、SSLデバイス322、324、326の色座標と、目標色再現域原色の色座標をそれぞれ指定する。デジタル入力362、363の値に基づいて、階層的多重化機能ブロック360は、外部入力363によって指定されたように目標色再現域原色を合成するのに必要とされる、各SSLデバイス322、324、326の同時デューティ・サイクルを計算する。SSLデバイス322、324、326の計算された同時デューティ・サイクルは、目標色再現域原色を合成するのに必要とされる、SSLデバイス同時性のレベルを表す。計算された同時デューティ・サイクルは、SSLデバイス322、324、326に提供されるタイミング信号365を生成するのに使用され、タイミング信号365は、図4に示される各合成カラー・スロット・サイクル420の間での、各SSLデバイス322、324、326の同時デューティ・サイクルの動作を制御する。

【0016】

図4を参照すると、ほとんどの表示システムでは60Hzまたは120Hzで動作する画像フレーム410は一般に、合成カラー・スロット・サイクル420に分割され、合成カラー・スロット・サイクル420は、その間に空間変調1ビット・フィールドがSLMデバイス310にロードされる持続時間を表す。一般に、画像フレーム410の持続時間内の合成カラー・スロット・サイクル420の数は、PWMビットの数($2^N - 1$)を乗じられた合成原色の数に等しく、ここで、Nは、画像ピクセルのグレースケール値を表す各複数ビット・ワードを構成するビットの数を表す。ほとんどのデジタル画像データは、図2に示されるNTSC 210またはHDTV 220など、3つの原色で表される目標色再現域を使用してフォーマットされ、画像ピクセルのグレースケール値は、8ビット・ワードで表され、その結果、図4に示される典型的な画像フレーム・サイクル420は、765個のカラー・スロット・サイクル420から成る。例えば、本発明の階層的多原

10

20

30

40

50

色時間多重化を含む投影システム 300 が、60 Hz の画像フレーム・サイクル 420 で動作する場合、合成カラー・スロット・サイクル 420 の典型的な持続時間は、約 21.8 マイクロ秒である。より多数の原色、より高い画像フレーム・サイクル・レート、および / または画像ピクセルのグレースケール値を表すより多数のビットを使用する表示システム 300 のための画像フレーム・サイクル 420 の設計パラメータをどのように導出したらよいかは、当業者であれば分かるであろう。

【0017】

図 4 を参照すると、合成カラー・スロット・サイクル 420 は、多数の SSL デューティ・サイクル 430 にさらに分割され、SSL デューティ・サイクル 430 は、SSL デバイス 322、324、326 のオン / オフ状態持続時間を表す。各カラー・スロット・サイクル 420 内の SSL デューティ・サイクル 430 の数は、SSL デバイス 322、324、326 の固有原色 440 を使用して目標色再現域原色 460 を合成するときに必要とされる精度の度合いによって決定され、SSL デバイス 322、324、326 のオン / オフ切り換え速度の最大値によって上限が与えられる。例えば、SSL デバイス 322、324、326 のオン / オフ切り換え速度の最大値が、1 マイクロ秒の最小 SSL デューティ・サイクル 430 に等価な 1 MHz である場合、合成カラー・スロット・サイクル 420 は、最大で 21 個の SSL デューティ・サイクル 430 を含むことができ、これは、SSL デバイス 322、324、326 の固有原色 440 を使用して、合成される目標色再現域原色 460 を 2.4 % より小さい精度で表す能力を可能にする。実際には、階層的多重化機能ブロック 360 のデジタル論理実施を容易にするため、SSL デューティ・サイクル 430 の数は、2ⁿ 程度であり、先の例の場合、各カラー・スロット・サイクル 420 内の SSL デューティ・サイクル 430 の数は、16 サイクルである。
10
20

【0018】

図 4 の図は、3 つの目標色再現域原色を合成するのに 3 つの SSL 原色が使用される場合の、階層的多重化機能ブロック 360 の動作の時系列図を示しているが、階層的多重化機能ブロック 360 の主要な動作は、4 つ以上の目標色再現域原色を合成するのに 4 つ以上の SSL 原色が使用される場合、および使用できる場合にも等しく適用可能である。階層的多重化機能ブロック 360 の動作の最も重要な側面は、目標色再現域原色が、SSL 原色によって形成される色再現域内に完全に包含されなければならないことである。例えば、いくつかの応用例において特に関心があるのは、シアン (C)、黄 (Y)、マゼンタ (M) に、主要な原色の飽和レベルを調整するために原色として白 (K) も加えた、赤、緑、青以外の複数の原色の使用であり、それらのすべては、階層的多重化機能ブロック 360 の一実施形態を用いて行うことができる。この例の場合、目標原色は、SSL デバイス 322、324、326 の同時デューティ・サイクルを調整することによって合成され、例えば、合成 C 原色スロットは、最低限の緑 SSL 原色の寄与を含み、合成 K 原色スロットは、K 原色のための必要な白を生成するのに必要とされる、SSL デバイス 322、324、326 の 3 つすべてからの適切な同時寄与を含む。
30

【0019】

SSL デバイス 322、324、326 の時間多重化および同時的動作を管理する制御信号 365 を生成するのに加えて、本発明の階層的多原色時間多重化を含む投影システム 300 の一実施形態では、階層的多重化機能ブロック 360 はまた、SSL デバイス 322、324、326 の動作を パルス幅変調 (PWM) 機能ブロック 390 の動作と同期させる。具体的には、階層的多重化機能ブロック 360 は、パルス幅変調 (PWM) 機能ブロック 390 に、(1) カラー・スロット・サイクル 420 のタイミングを表す SYNC 信号、(2) デジタル画像のピクセルごとに、各合成目標色再現域原色のためのグレースケール複数ビット・ワードの各ビットの 1 ビット値 (1 ビット平面)、および (3) その 1 ビット平面のために割り当てるカラー・スロット・サイクル 420 の数を含む入力 366 を提供する。階層的多重化機能ブロック 360 の一実施形態では、特定の原色の複数ビット・グレースケール値の第 n の有効ビットを表す入力 366 は、各デジタル画像ピクセルのそのビットの 1 ビット値、すなわち、0 または 1 と、2n 個のカラー・スロット
40
50

・サイクル420の割り当て（デジタル制御ワードは、各ピクセルの反射状態を制御するために、運ばれる画像ピクセル・オン／オフ状態1ビット・フィールドに適用されるカラー・スロット・サイクルの数を指定する）とを含む。入力366に応答して、パルス幅変調（PWM）機能ブロック390は、指定された数のカラー・スロット・サイクル420の持続時間の間、階層的多重化機能ブロック360によって出力された1ビット・フィールド値を、SLMデバイス310に同期をとって中継する。

【0020】

合成目標色再現域緑（G）原色のグレースケール複数ビット・ワードの最下位2つの有効ビットに関連する1ビット平面が、それぞれ472および474として図4に示されている。図4に示されるように、グレースケール値の最下位の有効ビットは、カラー・スロット・サイクル420の1つを必要とし、その間に、階層的多重化機能ブロック360は、目標色再現域G原色を合成するのに必要な適切な数のデューティ・サイクル430を各SSLデバイス322、324、326に割り当て、命令し、インターフェース信号365を介してこれらの値をSSLデバイス322、324、326に出力し、同時に、命令に関連する図4に示された1ビット・フィールド値472をPWM機能ブロック390に出力し、PWM機能ブロック390は、指定された数のカラー・スロット・サイクル420の持続時間の間、出力された1ビット・フィールド値を、SLMデバイス310に同期をとって中継し、このケースでは、持続時間は、ただ1つのカラー・スロット・サイクル420の持続時間に等しい。図4は、合成目標色再現域赤（R）原色のグレースケール複数ビット・ワードの最下位から2番目の有効ビットを例とするケースも示しており、このケースでは、階層的多重化機能ブロック360は、目標色再現域R原色を合成するのに必要な適切な数のデューティ・サイクル420を各SSLデバイス322、324、326に割り当て、命令し、インターフェース信号365を介してこれらの値をSSLデバイス322、324、326に出力し、同時に、命令に関連する図4に示された1ビット・フィールド値474をPWM機能ブロック390に出力し、PWM機能ブロック390は、指定された数のカラー・スロット・サイクル420の持続時間の間、出力された1ビット・フィールド値を、SLMデバイス310に同期をとって中継し、このケースでは、持続時間は、2つのカラー・スロット・サイクル420の持続時間に等しい。各目標色再現域原色のためのグレースケール値のより高位の有効ビットに対して、上の例において概略が示された仕様をどのように実施したらよいかは、当業者であれば分かるであろう。

【0021】

本発明の投影システム300の別の実施形態では、階層的多重化機能ブロック360は、ピクセル・グレースケール値のより高位の有効ビットに割り当てられるカラー・スロット・サイクル420を集団化することによって引き起こされ得る可能な時間的スペックル（temporal speckle）を低減させる手段を含む。図1aに示されるようなカラー・ホイールを使用する現在の投影型表示システムでは、特定の原色のための1ビット平面は一般に、そのカラー・フィルタの持続時間内に集団化され、それがしばしば、明度が高い画像において特に、感知可能な投影画像スペックルおよびアーチファクトを引き起こす。このタイプの画像スペックルは一般に、カラー・ホイールに関連する色の順次性の時間多重化の側面と、各原色のグレースケール・ビットに関連する1ビット平面の集団化によって引き起こされる。この実施形態では、階層的多重化機能ブロック360を含む本発明の投影システム300は、連続するカラー・スロット・サイクル420の最大数を各原色に割り当てるによって、このタイプのカラー・スロット集団化を回避し、また、同じ合成原色に割り当たられるカラー・スロット・サイクル420の過度な連続を防止するために、割り当たられたカラー・スロット・サイクル420を時間的にインタリープする。例えば、連続するカラー・スロット・サイクル420の最大数が、16スロットに制限される場合、階層的多重化機能ブロック360は、最下位から4番目の有効ビットよりも高位のグレースケール・ワード・ビットのために必要とされるカラー・スロット・サイクル420の個数を、16スロットの集団に分割し、その後、単一の合成原色のいずれについても結果の割り当てが16スロットよりも大きくならないように、異なる合成原色460の16スロ

10

20

30

40

50

ットの集団をインタリープする。この例では、階層的多重化機能ブロック 360 は、最下位から 4 番目の有効ビットまでのすべてのグレースケール・ワード・ビットに、先の段落で説明された基準に基づいた数のカラー・スロット・サイクル 420 を割り当て、各合成原色 460 の最下位から 5 番目のグレースケール・ワード・ビットのために、16 スロットの 2 グループを割り当て、各合成原色 460 のグレースケール・ワード・ビットの最下位から 6 番目の有効ビットのために、16 スロットの 4 グループを割り当て、各合成原色 460 のグレースケール・ワード・ビットの最上位の有効ビットのために、16 スロットの 8 グループを割り当て、その後、各合成原色 460 のための連続するカラー・スロット割り当てが 16 スロットを超えないように、これらの 16 スロット割り当てをインタリープする。各合成原色のための連続するカラー・スロット割り当ての数のこの制限と、異なる合成原色 460 の割り当てられた最大サイズ・グループ（上の例の場合は 16 スロット）のインタリープは、合成原色 460 の時間多重化の増加したレートによって達成される時間的色均一性 (temporal color uniformity) の増加のために、時間的画像スペックルを大きく低減させる。
10

【0022】

別の実施形態では、階層的多重化機能ブロック 360 を含む本発明の投影システム 300 は、SSL デバイス 322、324、326 の高速切り替え機能を利用して、投影システム 300 のコントラストをさらに向上させるために、各カラー・スロット・サイクル 420 に関連する 1 ビット・フィールドを検査し、関連する 1 ビット・フィールドの 1 ビット・ピクセル値のすべてがゼロ値である場合、これらのカラー・スロット・サイクル 420 の間に黒原色 (BLK 原色) を挿入する。この機能は、図 4 に示されており、図 4 は、関連する 1 ビット平面 475 がすべての画像ピクセルについてゼロ値を含む場合に、SSL デバイス 322、324、326 がオフに切り換えられた、合成 R 原色に割り当てられた 4 スロットを示している。合成 R 原色に割り当てられた 4 スロットの間にこの機能がないと、SSL デバイス 322、324、326 は、（図 1a および図 1b にそれぞれ示されるランプ・ベースおよび SSL ベースの投影システムの場合におけるように）適切なデューティ・サイクルにおいてオンになるが、SLM デバイス 310 のすべてのピクセルは、この 4 スロットの持続時間の間、オフ状態にあり、それは一般に、SLM デバイス 310 に関連する光子漏れ (photonic leakage) が、投影光学系を通して、投影画像 350 に伝わる原因となり、それが、最大黒レベルを悪化させ、それが今度は、投影画像 350 のコントラスト・レベルを悪化させる。実質的に、空間 1 ビット・フィールドがすべてのピクセルについてゼロ値である場合に、適応的に BLK 原色を挿入する階層的多重化機能ブロック 360 の機能は、このタイプの 1 ビット・フィールドの間の光子漏れのレベルを低下させ、結果として、表示システム 300 の黒レベルおよびコントラストを実質的に向上させる。実際、階層的多重化機能ブロック 360 のこの適応 BLK 原色挿入機能は、表示システム 300 の最大黒レベルが、現在の投影システムによっては達成できない順次コントラスト・レベルである、1000000 : 1 の高さの順次コントラスト・レベルを達成するのに十分な高さになるようとする。
20
30

【0023】

本発明の階層的多原色時間多重化システムを含む投影システム 300 の機能や動作について説明したが、以下の説明は、その主要機能ブロック、すなわち、階層的多重化機能ブロック 360 の設計仕様および動作の追加的な詳細を提供する。上述の実施形態において概略が示された機能を実施するため、階層的多重化機能ブロック 360 は、以下の特性を達成する。
40

【0024】

a) レベル独立性 (Level Independence) - 階層の各レベルでは、表示システム 300 のただ 1 つの特性（例えば、色再現域、白色点、または明度）が、独立に制御される。階層のレベル 1 では、SSL デバイス 322、324、326 の固有色再現域から合成目標色再現域原色へのクロミナンス・マッピングが変更される。レベル 2 では、合成目標色再現域の白色点が変更される。レベル 3 では、SSL デバイス 322、324、326 の固有
50

色再現域から合成目標色再現域への輝度マッピングが変更される。

b) レベル不变性(Level Invariance) - 階層の上位レベルにおいて特性を処理する場合、下位レベルにおいて確定された特性は変更されない。例えば、レベル2において白色点が変更される場合、レベル1において達成された色再現域は変更されない。

c) 処理不变性(Processing Invariance) - 階層の各レベルでは同じ処理モジュールが使用されるが、異なる入力を用いて、表示システム300の異なる特性に影響を与える。各レベルは、時間変調モジュールおよび明度処理モジュールを含む。

【0025】

階層的多重化機能ブロック360のこれらの特性は、目標パラメータ（例えば、目標色再現域、白色点、または明度）に向かっての所望の線形収束と、表示システム300のキャリブレーションを大幅に簡略化する、他のパラメータに影響を与えない、一度にただ1つのパラメータの処理とを提供する。10

【0026】

図3を参照すると、階層的多重化機能ブロック360の処理モジュールは、以下の記法で表される以下のパラメータを利用する。

【0027】

(a) $r = (r_x, r_y)$ 、 $g = (g_x, g_y)$ 、 $b = (b_x, b_y)$ は、SSLデバイス322、324、326の原色440の色度座標（入力362）を表す。

(b) L_r 、 L_g 、 L_b は、SSLデバイス322、324、326の全デューティ・サイクル明度を表す（入力362）。20

(c) $R = (R_x, R_y)$ 、 $G = (G_x, G_y)$ 、 $B = (B_x, B_y)$ は、目標色再現域原色440の色度座標を表す（入力364）。

(d) L_R 、 L_G 、 L_B は、目標色再現域原色440が必要とする明度を表す。

(e) $w = (w_x, w_y)$ は、表示システム300のための目標白色点の色度座標を表す（入力364）。

(f) L_w は、表示システム300のための目標白色点が必要とする明度を表す（入力364）。

(g) r 、 g 、 b は、表示システム300の所望の目標色再現域（入力363）および白色点明度（入力364）を達成するために各SSLデバイス322、324、326に割り当てられる必要があるカラー・スロット・サイクル420の割合を表す。30

【0028】

小文字は、SSLデバイスの色を参照し、大文字は、合成される色を参照し、すべての色の明度は、下付き文字で色が指定されたLによって表されることに留意されたい。

【0029】

レベル0：キャリブレーションおよび初期化

SSLデバイス322、324、326の原色440（SSL色再現域）の色度座標 r 、 g 、 b および明度 L_r 、 L_g 、 L_b は、表示システム300の初期キャリブレーションの間に測定され、表示システム300の初期化中に入力362として階層的多重化機能ブロック360に提供される。また、表示システム300の初期化中には、階層的多重化機能ブロック360に入力363、同じく入力364も提供され、入力363は、目標色再現域原色の色度座標 R 、 G 、 B および明度 L_R 、 L_G 、 L_B を伝え、入力364は、所望の白色点の色度座標 W および明度 L_w を伝える。入力362、363、364の値は、表示システム300の初期化中に、階層的多重化機能ブロック360に内部的に保存され、以降の動作中に使用される。40

【0030】

レベル1処理：色再現域制御

外部的に提供されたSSLデバイス322、324、326の原色440 r 、 g 、 b の色度座標値（入力362）を使用して、階層的多重化機能ブロック360は、目標色再現域原色 R 、 G 、 B （入力363）を合成するために各SSLデバイス322、324、326がオンにされる、各カラー・スロット・サイクル420内のSSLデューティ・サ50

イクル 4 3 0 の数

【0 0 3 1】

【数 1】

$$t_r^{R,B,G}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$$

を決定する。各カラー・スロット・サイクル 4 2 0 についての値

【0 0 3 2】

【数 2】

$$t_r^{R,B,G}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$$

10

は、各カラー・スロット・サイクル 4 2 0 内の S S L デューティ・サイクル 4 3 0 の総数と、分数値 、 、 に基づいて決定される。例えば、各カラー・スロット・サイクル 4 2 0 が、16 個の S S L デューティ・サイクル 4 3 0 から成り、目標色再現域緑原色を合成するために、赤 S S L がオンである間に合成緑原色に割り当てるカラー・スロット・サイクル 4 2 0 の割合を表す t_g^G の値が、 $t_g^G = 0.1875$ である場合、

【0 0 3 3】

【数 3】

$$t_r^G = 3$$

20

である。この例では、目標色再現域緑原色を合成するために、緑 S S L がオンである間に合成緑原色に割り当てるカラー・スロット・サイクル 4 2 0 の割合を表す t_g^G の値が、 $t_g^G = 0.875$ である場合、

【0 0 3 4】

【数 4】

$$t_g^G = 14$$

である。同様に、この例では、目標色再現域緑原色を合成するために、青 S S L がオンである間に合成緑原色に割り当てるカラー・スロット・サイクル 4 2 0 の割合を表す t_g^G の値が、 $t_g^G = 0.0625$ である場合、

30

【0 0 3 5】

【数 5】

$$t_b^G = 1$$

である。したがって、この例では、目標色再現域緑 (G) 原色は、合成緑 (G) 原色に割り当たされたカラー・スロット・サイクル 4 2 0 の間に、赤 S S L デバイス 322 を S S L デューティ・サイクル 4 3 0 3 個分の間、緑 S S L デバイス 324 を S S L デューティ・サイクル 4 3 0 14 個分の間、青 S S L デバイス 326 を S S L デューティ・サイクル 4 3 0 1 個分の間、同時にオンにすることによって合成される。

【0 0 3 6】

40

代替として、各カラー・スロット・サイクル 4 2 0 が 16 個の S S L デューティ・サイクル 4 3 0 から成る先の例におけるように、カラー・スロット・サイクル 4 2 0 当たりの S S L デューティ・サイクル 4 3 0 の数について指定値が与えられた場合、値

【0 0 3 7】

【数 6】

$$t_r^G, t_g^G, t_b^G$$

を、4 ビット・パルス幅変調 (P W M) 技法を使用して、同時時間多重化比率 t_g^G 、 t_b^G のバイナリ値からそれぞれ直接的に決定することができる。

【0 0 3 8】

50

S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 の原色 4 4 0 { r , g , b } が、持続時間
【 0 0 3 9 】

【 数 7 】

$$t_r^{R,B,G}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$$

の間、同時にオンにされる、レベル 1 において生成される時間多重化カラー・スロット 4 2 0 は、合成原色 4 6 0 { R , G , B } を形成するが、その様子は図 4 の図を参照されたい。同時持続期間

【 0 0 4 0 】

【 数 8 】

$$t_r^{R,B,G}, t_g^{R,G,B}, t_b^{R,G,B}$$

10

は、階層的多重化機能ブロック 3 6 0 の色処理モジュールによって決定され、結果の合成原色 4 6 0 { R , G , B } の明度は、階層的多重化機能ブロック 3 6 0 の明度モジュールにおいて決定される。階層的多重化機能ブロック 3 6 0 の時間変調モジュールおよび明度モジュールの詳細な機能説明が以下で与えられる。これら 2 つのモジュールは一般に、階層的多重化機能ブロック 3 6 0 の一部である高速ロジックで実施される。

【 0 0 4 1 】

時間変調モジュール：先に説明したように、目標色再現域原色 4 6 0 { R , G , B } を合成するため、組み合わされた光束が必要な目標色再現域原色色度座標を生成するよう 20 い、S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 の原色 4 4 0 { r , g , b } が、比率 { , , } で時間的に組み合わされる。この時間変調合成のための式が、以下の式 (1) に示されている。

$$R = R_r + R_g + R_b \quad (1.1)$$

$$G = G_r + G_g + G_b \quad (1.2)$$

$$B = B_r + B_g + B_b \quad (1.3)$$

【 0 0 4 2 】

これらの式の各々は、各合成原色 4 6 0 { R , G , B } のための未知の比率 { , , } を求めて独立に解かれる。特定の原色、例えば、緑目標色再現域原色 G のための比率 { , , } を見出すため、S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 の原色 4 4 0 { r , g , b } の色度座標に基づいて、式 (1.2) が使用される。S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 によって生成される原色 4 4 0 { r , g , b } は、目標合成原色 4 6 0 { R , G , B } の色度 (x , y) 座標を生成するような方法で、組み合わされなければならない。例えば、緑目標色再現域原色 G を合成するため、{ r_x , g_x , b_x } によって表される S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 の x 座標は、緑目標色再現域の x 座標 G_x をもたらすような比率で合算されなければならない。同様に、y 座標 { r_y , g_y , b_y } は、目標色再現域の y 座標 G_y をもたらすような比率で合算されなければならない。これらの比率を見出すには、{ G_r , G_g , G_b } についての連立方程式 (2) を解く必要がある。

$$G_r x + G_g x + G_b x = G_x \quad (2.1)$$

$$G_r y + G_g y + G_b y = G_y \quad (2.2)$$

$$G_r + G_g + G_b = 1 \quad (2.3)$$

30

【 0 0 4 3 】

赤および青目標色再現域原色のための比率 { R_r , R_g , R_b } および { B_r , B_g , B_b } もそれぞれ、同様の方程式の組を使用して見出すことができる。

【 0 0 4 4 】

明度が等しい 1 組の S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 が、式 (1) によって与えられる計算された { , , } 比率に従って時間的に組み合わされる場合、S S L デバイス 3 2 2、3 2 4、3 2 6 は、目標色再現域原色色度点 (target gamut primary chromaticity point) を生成する。各 S S L デバイ

40

50

スの明度は異なる可能性があるので、比率 { , , } は、 { L_r, L_g, L_b } によって表される S S L デバイス 322、324、326 の明度の相違を計算に入れるようにスケーリングされなければならない。例えば、S S L デバイス 322、324、326 の明度の相違を計算に入れるため、緑目標色再現域原色をもたらす比率 { G, G, G } は、以下の式(3)に従って変更されなければならない。

【0045】

【数9】

$$\alpha_G \times \frac{L_r + L_g + L_b}{L_r} \rightarrow \alpha_G \quad (3.1)$$

$$\beta_G \times \frac{L_r + L_g + L_b}{L_g} \rightarrow \beta_G \quad (3.2)$$

$$\gamma_G \times \frac{L_r + L_g + L_b}{L_b} \rightarrow \gamma_G \quad (3.3)$$

【0046】

赤および青目標色再現域原色についても、同様の方程式の組を使用することができる。緑目標色再現域原色 G を生成する場合、G は g にはるかに近く、r および b からは大きく離れているので、値 G は通常、G および G よりもはるかに大きいことに留意されたい。同様に、赤目標色再現域原色 R を生成する場合、R は r にはるかに近く、g および b からは大きく離れているので、値 R は通常、R および R よりもはるかに大きい。同様に、青目標色再現域原色 B を生成する場合、B は b にはるかに近く、r および g からは大きく離れているので、値 B は通常、B および B よりもはるかに大きい。

【0047】

先に説明したように、実際に時間比率 { , , } を使用するため、比率は、実際の時間値に変換されなければならない。この変換は、3つの値のうちの最大のものに比率 { , , } を正規化し、その後、結果の値に、S S L デューティ・サイクル 430 の数によって表されるカラー・スロット 420 のサイズ t_{slot} を乗じることによって行われる。結果は、各目標色再現域原色 460 { R, G, B } を合成するために、各 S S L デバイス 322、324、326 をオンにしなければならない、カラー・スロット 420 内の S S L デューティ・サイクル 430 の数である。例えば、緑目標原色 G を合成するため、

【0048】

【数10】

$$\{t_r^G, t_g^G, t_b^G\}$$

で表される、S S L デバイス 322、324、326 の同時オンタイム・デューティ・サイクル (simultaneous on-times duty cycle) は、以下の式(4)に示されるように計算することができる。

【0049】

【数11】

$$t_r^G = t_{slot} \times \frac{\alpha_G}{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)} \quad (4.1)$$

$$t_g^G = t_{slot} \times \frac{\beta_G}{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)} \quad (4.2)$$

$$t_b^G = t_{slot} \times \frac{\gamma_G}{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)} \quad (4.3)$$

【0050】

10

20

30

40

50

赤 R および青 B 目標原色の合成のために必要とされる時間多重化比率 { , , } も、同様の方程式の組を用いて指定される。式(4)に指定されるような、3つの値のうちの最大のものへの同時時間多重化比率 { , , } の正規化は、表示システム 300 の明度を最大化するために、原色 440 { r , g , b } の同時性を利用することを意図したものである。式(2.3)によって示される正規化制約は一般に、3つの比率の合計が単位値になるように、時間多重化比率 { , , } を設定するが、それは、原色 440 { r , g , b } の順次時間多重化を前提とし、実質的に、原色 440 { r , g , b } の同時性を考慮しない。他方、式(4)は、時間多重化比率 { , , } を同時時間多重化比率に変更するために、これらの比率をさらに正規化することによって、原色 440 { r , g , b } の同時性を含む。式(4)の正規化の結果として、各時間多重化比率 { , , } の相対値は、これらの比率の最大のものが単位値となるようにスケールアップされる。式(4)の結果の効果は、合成緑原色 G に割り当てられたカラー・スロット 420 の持続時間内において、例えば、すべての SSL デバイス 322、324、326 が、各自は異なる時間デューティ・サイクルにあるとしても、同時にオンになり、固有緑原色 g は、カラー・スロット 420 の全持続時間にわたってオンになるというものである。結果として、すべての SSL デバイス 322、324、326 の組み合わされた光束が、各合成原色の結果の光束に寄与する。比較として、SSL デバイス 322、324、326 によって生成される固有原色 440 { r , g , b } が、図 1b に示された SSL ベースの投影システムの場合におけるように、色順次方式で直接的に使用される場合、個々の SSL デバイスの光束しか表示システムの明度に寄与しない。10

【0051】

表示システム 300 の達成可能な明度を増加させるのに加えて、先行する段落で説明された固有原色 440 { r , g , b } の同時時間多重化は、結果として、外部入力 364 によって指定される必要なレベルの白色点明度を達成するために、より低いレベルのピーク電力と組み合わされた高いレベルのデューティ・サイクルで、SSL デバイス 322、324、326 を動作させ、それが今度は、表示システム 300 の電力変換効率の正味の増加をもたらす (SSL デバイスは、その特徴として、より高いデューティ・サイクルおよびより低いピーク電力レベルで動作する場合に、より高い有効性を示す)。20

【0052】

式(4)によって与えられる SSL デバイス 322、324、326 のための同時オンタイム・デューティ・サイクルは、暫定値であり、以下の説明で説明されるように、外部入力 364 によって指定される値に基づいた表示システム 300 の白色点の必要な明度および色度を考慮して調整されなければならない。30

【0053】

明度モジュール：階層的多重化機能ブロック 360 のレベル 2 では、システム白色点が、外部入力 364 によって指定された値に設定される。レベル 2 は、明度モジュールが、レベル 1 において生成された各合成目標原色 460 { R , G , B } の明度を計算するときに初期化される。 { L_R , L_G , L_B } によって表される、レベル 1 において生成された 3 つの合成原色 460 { R , G , B } の各々の結果の明度は、式(3)によって示される時間比率 { , , } を使用して、以下の式(5)に示されるように計算される。40

【0054】

【数 12】

$$L_R = \frac{\alpha_R L_r + \beta_R L_g + \gamma_R L_b}{\max(\alpha_R, \beta_R, \gamma_R)} \quad (5.1)$$

$$L_G = \frac{\alpha_G L_r + \beta_G L_g + \gamma_G L_b}{\max(\alpha_G, \beta_G, \gamma_G)} \quad (5.2)$$

$$L_B = \frac{\alpha_B L_r + \beta_B L_g + \gamma_B L_b}{\max(\alpha_B, \beta_B, \gamma_B)} \quad (5.3)$$

【0055】

レベル2：白色点制御

レベル1において使用されたのと同じ時間変調モジュールが、レベル2においても使用されるが、SSLデバイス322、324、326の原色440{r, g, b}の代わりに、合成目標色再現域原色460{R, G, B}に適用される。レベル2では、目標色再現域の3つの個別的な原色色再現域点を合成する代わりに、単一の白色色再現域点が合成される。先と同様に、所望の白色点を生成するために、新しい原色のための必要な持続時間の比率を決定することが必要である。その後、同じ明度計算を使用して、結果の白色点の明度を、したがって、表示システム300の明度を計算する。

【0056】

10

時間変調：これは、レベル1における時間変調と同様であるが、今回は、モジュールは、合成目標原色460の色度座標{R, G, B}および明度{L_R, L_G, L_B}を使用する。このレベルでは、合成原色460は、外部入力364によって指定された目標白色点色度および明度を生成するために、順次的に時間多重化される。それを達成するため、SSLデバイス322、324、326の原色440{r, g, b}の寄与比率は、外部入力364によって指定された白色点の色度Wが達成されるような方法で、変更されなければならない。

【0057】

目標白色点Wを生成するため、3つの目標色再現域合成原色{R, G, B}460は、順次的に時間多重化された場合に、外部入力364によって指定された所望の白色点が生成されるような比率{w_x, w_y, w_z}で組み合わされなければならない。以下の式(6)は、合成色再現域原色{R, G, B}に関して、目標白色点色度を表している。

$$W = w_x R + w_y G + w_z B \quad (6)$$

【0058】

20

白色点を生成するのに必要な比率{w_x, w_y, w_z}の決定は、3つの未知数{w_x, w_y, w_z}を求めて式(6)を解くことを必要とする。先と同様に、目標色再現域原色の色度座標に基づいて、3つの式が使用される。目標色再現域原色は、それらが白色点の色度(x, y)座標を生成するような方法で、組み合わされなければならない。{R_x, G_x, B_x}によって表される目標色再現域原色のx座標は、白色点のx座標W_xをもたらすような比率で合算されなければならない。同様に、y座標{R_y, G_y, B_y}は、白色点のy座標W_yをもたらすような比率で合算されなければならない。これらの比率を見出すには、{w_x, w_y, w_z}についての連立方程式(7)を解く必要がある。

$$w_x R_x + w_y G_x + w_z B_x = G_x \quad (7.1)$$

$$w_x R_y + w_y G_y + w_z B_y = G_y \quad (7.2)$$

$$w_x + w_y + w_z = 1 \quad (7.3)$$

【0059】

30

上記の連立方程式(7)を解いた後、結果の比率{w_x, w_y, w_z}は、レベル1において合成され、式(5)によって与えられる目標色再現域原色{R, G, B}の達成明度{L_R, L_G, L_B}の相違を考慮するために、式(8)に示されるように、スケーリングされる必要がある。

【0060】

40

【数13】

$$\alpha_w \times \frac{L_R + L_G + L_B}{L_R} \rightarrow \alpha_w \quad (8.1)$$

$$\beta_w \times \frac{L_R + L_G + L_B}{L_G} \rightarrow \beta_w \quad (8.2)$$

$$\gamma_w \times \frac{L_R + L_G + L_B}{L_B} \rightarrow \gamma_w \quad (8.3)$$

50

【0061】

(外部入力364によって指定される)必要な目標白色点Wを生成するために、合成目標色再現域{R, G, B}の順次時間多重化比率{ $\alpha_w, \beta_w, \gamma_w$ }が、連立方程式(7)および(8)を使用して決定された後、これらの比率は、レベル1において生成されたSSLデバイス322、324、326の固有原色{r, g, b}の同時時間多重化比率{ $\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$ }の変更を通して実施される必要がある。それを達成するため、各目標色再現域原色{R, G, B}を合成するのに必要な1組の同時時間多重化比率{ $\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$ }は、式(9)から式(11)に従って、適切な白色点比率{ $\alpha_w, \beta_w, \gamma_w$ }によってスケーリングされなければならない。

【0062】

【数14】

$$\alpha_R \times \frac{\alpha_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \alpha_r \quad (9.1)$$

$$\beta_R \times \frac{\beta_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \beta_r \quad (9.2)$$

$$\gamma_R \times \frac{\gamma_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \gamma_r \quad (9.3)$$

$$\alpha_G \times \frac{\beta_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \alpha_g \quad (10.1)$$

$$\beta_G \times \frac{\beta_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \beta_g \quad (10.2)$$

$$\gamma_G \times \frac{\beta_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \gamma_g \quad (10.3)$$

$$\alpha_B \times \frac{\gamma_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \alpha_b \quad (11.1)$$

$$\beta_B \times \frac{\gamma_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \beta_b \quad (11.2)$$

$$\gamma_B \times \frac{\gamma_w}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \rightarrow \gamma_b \quad (11.3)$$

【0063】

式(9)から式(11)によって指定される1組の同時時間多重化比率{ $\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$ }は、外部入力364によって指定される白色点明度および色度を合成するのに必要な最終調整された時間比率である。同時時間多重化比率{ $\alpha_r, \beta_r, \gamma_r$ }のこれらの最終値は、式(4)によって示されるように、

【0064】

【数15】

$$\{t_r^R, t_g^R, t_b^R\}, \{t_r^G, t_g^G, t_b^G\}, \{t_r^B, t_g^B, t_b^B\}$$

によって表される各合成目標色再現域原色{R, G, B}ごとに、各SSLデバイス322、324、326のための同時オンタイム・デューティ・サイクルに変換される。

【0065】

明度モジュール：レベル2を設定するために、レベル1において合成された目標色再現

10

20

30

40

50

域原色 { R , G , B } の明度 L_R 、 L_G 、 L_B の達成レベルを知る必要があるケースと同様に、レベル 3 を設定するためには、レベル 2 において合成された白色点 W の明度の達成レベルを知る必要がある。 L_w で表される白色点の明度は、式 (12) に示されるように、順次時間比率 { α_w , β_w , γ_w } と、 { L_R , L_G , L_B } で表される目標色再現域原色の達成明度とを使用して計算される。

【 0 0 6 6 】

【 数 1 6 】

$$L_w = \frac{\alpha_w L_R + \beta_w L_G + \gamma_w L_B}{\max(\alpha_w, \beta_w, \gamma_w)} \quad (12)$$

10

【 0 0 6 7 】

レベル 3 : 明度制御

階層的多重化機能ブロック 360 のレベル 3 では、順次時間比率 { α_w , β_w , γ_w } をスケーリングすることによって、表示システム 300 の白色点明度を連続的に調整することができる。レベル 2 の最後で計算された明度 L_w は、表示システム 300 の明度を、外部入力 364 を介して後で指定することができる L_{Ref} で表される任意の所望の参照明度に調整するために、スケーリングすることができる。それを達成するため、式 (13) に示されるように、スケール係数 S を計算しなければならない。

【 0 0 6 8 】

【 数 1 7 】

20

$$S = \frac{L_{Ref}}{L_w} \quad (13)$$

【 0 0 6 9 】

式 (13) によって指定されるスケール係数 S を使用して、レベル 1 からの同時時間多重化比率 { α_R , β_R , γ_R } 、 { α_G , β_G , γ_G } 、 { α_B , β_B , γ_B } は、必要な目標明度値 L_{Ref} を生成するために、スケーリングされる。例えば、式 (14) は、必要な目標明度値 L_{Ref} を生成するために、緑原色のための同時時間多重化比率がどのようにスケーリングされるかを示している。赤および青目標色再現域原色についての式は同様である。

$$G \times S \quad G \quad (14.1)$$

30

$$G \times S \quad G \quad (14.2)$$

$$G \times S \quad G \quad (14.3)$$

【 0 0 7 0 】

本発明の表示システム 300 の階層的多重化機能ブロック 360 の各レベルの機能詳細についてのこれまでの説明から明らかなように、階層的多重化機能ブロック 360 は、SSLD デバイス 322 、 324 、 326 の同時時間多重化パラメータを変化させることによって、画像データのグレースケール値にバイアスをかけることなく、またはグレースケール値をいかなる方法でも変更することなく、表示システム 300 の色再現域および白色点の明度および色度をリアルタイムに厳格に制御することを可能にする。この機能は、タイル表示したマルチプロジェクタ表示システム (tiled multi-projectors display system) において卓越した色および明度の均一性を達成するために必須である (米国特許第 7334901 号を参照)。そのようなシステムでは、外部入力 363 、 364 が、外部機能ブロックによって階層的多重化機能ブロック 360 に提供され、外部機能ブロックの機能は、第 1 に、タイル表示したマルチプロジェクタ表示システムを構成する複数のプロジェクタの各々の色および明度を感知することであり、第 2 に、タイル表示したマルチプロジェクタ表示システムを構成する複数のプロジェクタのすべてにわたって、所望のレベルの色および明度の均一性を達成し、維持する、各プロジェクタのための入力 363 、 364 を生成することである (米国特許第 7334901 号を参照)。

40

【 0 0 7 1 】

本発明の階層的多重化機能ブロック 360 によって可能にされる表示システム 300 の

50

色再現域および白色点の明度および色度をリアルタイムに制御する上述の機能は、SSLデバイスの動作温度変化および経年変化に一般に関連する色および明度のドリフトを補償するために使用することもできる（米国特許第7334901号を参照）。このタイプの応用例では、SSLデバイス322、324、326によって生成された色および明度を検出するために、SLMデバイス310に結合される光センサ（米国特許第7334901号を参照）が、外部入力362を生成し、今度は、外部入力362が、SSLデバイス322、324、326の色および明度の変化を補償し、合成原色の明度および色度を維持するために、先行する段落において説明されたように、SSLデバイス322、324、326の同時時間多重化パラメータを調整するために、階層的多重化機能ブロック360によって使用される。この場合、階層的多重化機能ブロック360は、合成原色の明度および色度を外部入力362によって指定された値に維持するために、先に説明されたように同時時間多重化比率 $\{ \quad, \quad, \quad \}$ の値を変更することによって、SSLデバイス322、324、326の固有原色の、外部入力363によって指定される目標色再現域の原色へのマッピングを調整する。
10

【0072】

要約すると、階層的多重化機能ブロック360を含む本発明のSSLベースの投影型表示システム300は、SLMデバイス310の時間的動作と同期するSSLデバイスのオペレーションナル・デューティ・サイクルの同時時間多重化を通して、以下の動作および性能上の利点を可能にする。

1. SSLデバイスの原色によって形成される固有色再現域内に完全に含まれる複数の合成原色から成る任意の所望の目標色再現域を合成する能力。
20

2. 表示システムの色飽和レベルおよびコントラスト・レベルを向上させるために、合成色再現域内に白原色および／または黒原色を選択的に含む能力。

3. 同じ原色の順次時間スロットの連續性によって引き起こされ得る投影画像スペックルおよびアーチファクトを低減するために、合成原色の時間スロット割り当てを選択的にインタリープする能力。

4. SSLデバイスの固有色再現域の生じ得る変化を補償し、目標色再現域の明度および色度の安定性を維持するために、SSLデバイスの固有色再現域から目標合成色再現域へのマッピングをリアルタイムに制御する能力。

5. 画像データのグレースケール値にバイアスをかけることなく、またはグレースケール値を変更することなく、任意の所望の目標白色点の明度および色度を合成する能力。
30

6. SSLデバイスのオペレーションナル・デューティ・サイクルの同時時間多重化を変化させることによって、画像データのグレースケール値にバイアスをかけることなく、またはグレースケール値を変更することなく、表示システムの白色点の明度および色度をリアルタイムに厳格に制御する能力。

7. 従来の色順次方式に基づいたSSLを使用する表示システムよりも高いレベルの明度および電力変換効率を達成する能力。

8. ランプ・ベースであるか、それともSSLベースであるかに関わらず、色再現域および色点特性を調整するために、画像グレースケール値の操作に依存する表示システムよりも、高いコントラスト、ダイナミック・レンジ、電力変換効率、および全体的明度を達成する能力。
40

【0073】

上記の詳細な説明では、本発明が、その特定の実施形態を参照して説明された。しかし、本発明のより広範な主旨および範囲から逸脱することなく、様々な修正および変更を実施形態に施し得ることは明らかである。したがって、設計詳細および図面は、限定的な意味ではなく、例示的な意味にとらえるべきである。好ましい実施形態のために上で説明された実施とは異なるように、本発明の部分を実施できることが当業者には理解されよう。例えば、使用されるSSLデバイスの数、使用されるSSLデバイスに関連する原色の数、投影光学系340の具体的な設計詳細、照明光学系330の具体的な詳細、PWM変換ブロック390およびブロック390とSLMデバイス310とのインターフェースの具体
50

的な設計詳細、階層的多重化機能ブロック360の具体的な実施詳細、ならびに外部インターフェース362、363、364の結合の具体的な設計詳細についての様々な変形を用いて、階層的多重化機能ブロック360を含む本発明のSSLベースの投影型表示システム300を実施できることが当業者には理解されよう。さらに、本発明の基礎をなす原理から逸脱することなく、本発明の上述の実施形態の詳細に多くの変更を施し得ることが当業者には理解されよう。したがって、本発明の範囲は、もっぱら以下の特許請求の範囲によって決定されるべきである。

【符号の説明】

【0074】

472 1ビット・フィールド値； 474 1ビット・フィールド値；

475 1ビット平面。

10

【図1a】

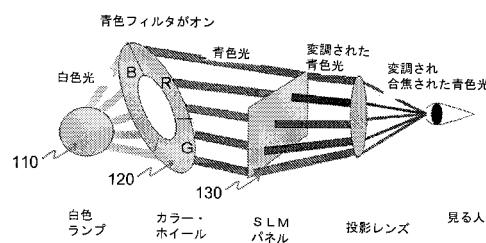


FIG. 1a

【図2】

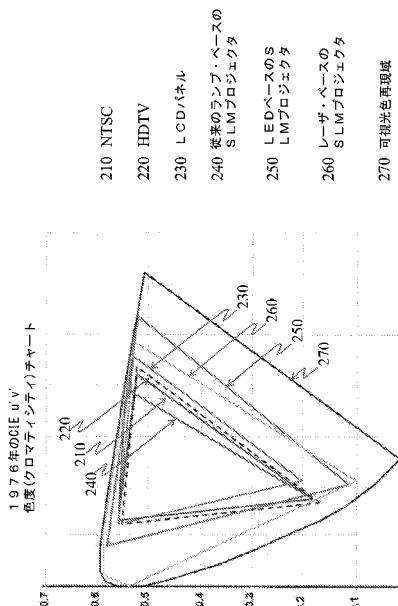


FIG. 2

【図1b】

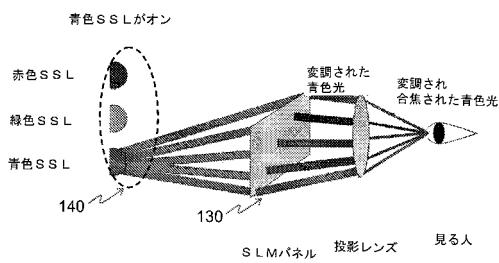


FIG. 1b

【図3】

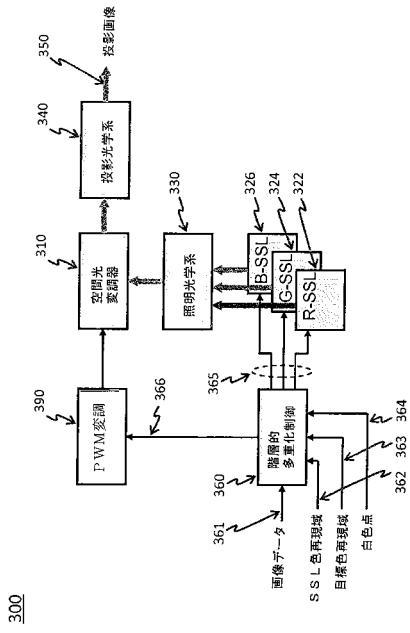


FIG. 3

【図4】

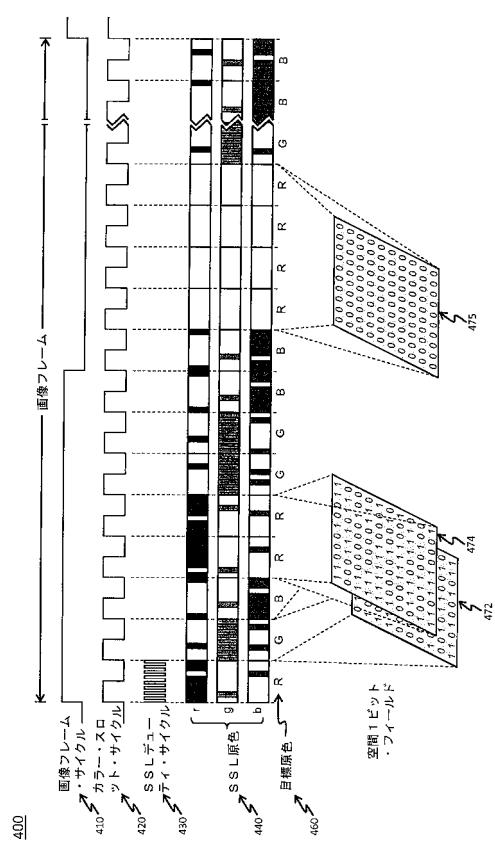


FIG. 4

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

G 0 3 B	21/00	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 7 0 L
G 0 3 B	21/14	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 8 0 C
			G 0 9 G	3/34	D
			G 0 9 G	3/34	J
			G 0 9 G	3/36	
			H 0 4 N	9/31	Z
			G 0 3 B	21/00	D
			G 0 3 B	21/14	A
			G 0 3 B	21/14	Z

(72)発明者 マジュムダー , アディティ

アメリカ合衆国・92617・カリフォルニア州・アーヴァイン・ムラサキ ストリート・2

(72)発明者 ブラウン , ロバート・ジイ・ダブリュ

アメリカ合衆国・92780・カリフォルニア州・タスチン・ロブラー ドライブ・14421

(72)発明者 ランソン , アンドリュー・ジェイ

アメリカ合衆国・92078・カリフォルニア州・サンマルコス・トリロジー ストリート・26

5

審査官 藤田 都志行

(56)参考文献 特開2004-140800(JP, A)

特開2008-203308(JP, A)

特表2008-538681(JP, A)

国際公開第2006/115852(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 F	1 / 1 3 3
G 0 9 G	3 / 2 0
G 0 9 G	3 / 3 4
G 0 9 G	3 / 3 6
H 0 4 N	9 / 3 1
G 0 3 B	2 1 / 0 0
G 0 3 B	2 1 / 1 4