

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6324358号
(P6324358)

(45) 発行日 平成30年5月16日(2018.5.16)

(24) 登録日 平成30年4月20日(2018.4.20)

(51) Int.Cl.

F 1

GO3B 21/14	(2006.01)	GO3B 21/14	Z
GO3B 21/00	(2006.01)	GO3B 21/00	D
GO9G 3/36	(2006.01)	GO9G 3/36	
GO9G 3/34	(2006.01)	GO9G 3/34	D
GO9G 3/20	(2006.01)	GO9G 3/20	680C

請求項の数 13 外国語出願 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-198643 (P2015-198643)
(22) 出願日	平成27年10月6日 (2015.10.6)
(65) 公開番号	特開2016-75910 (P2016-75910A)
(43) 公開日	平成28年5月12日 (2016.5.12)
審査請求日	平成29年10月18日 (2017.10.18)
(31) 優先権主張番号	14/508,460
(32) 優先日	平成26年10月7日 (2014.10.7)
(33) 優先権主張国	米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	508191949 クリスティ デジタル システムズ ュー エスエイ インコーポレイテッド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サイ プレス カムデン ドライブ 10550
(74) 代理人	100116872 弁理士 藤田 和子
(72) 発明者	ニコルソン スチュアート ジェームズ カナダ国 オンタリオ州 エヌ2ヴィー 2ヴィー8 ウォータールー レッド オ ージャー ロード 354

審査官 佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】カスケードイメージングシステムにおける空間的混色

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2 以上の空間光予備変調器と、
主空間光変調器と、を含み、

前記 2 以上の空間光予備変調器の各々は、各々の予備変調器画素を含み、前記 2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記各々の予備変調器画素を用いる異なる各々の照明色の変調専用であり、

前記 2 以上の空間光予備変調器は、画像のフレームを形成する複数のサブフレームの各々に対して、各々の予備変調器画像として、前記主空間光変調器に亘って各々の照明色を同時に空間変調するように構成されて、各々の前記サブフレームを形成する、前記 2 以上の空間光予備変調器の 2 つ又はそれ以上の照明光は、前記主空間光変調器において組み合わせられ、

前記 2 以上の空間光予備変調器の少なくとも 1 つに対する前記各々の予備変調器画素は、前記 2 以上の空間光予備変調器の別のものに対するデューティサイクル中にオン及び/又はアクティブになり、

前記主空間光変調器は、前記 2 以上の空間光予備変調器と同期して、前記主空間光変調器を照明する照明光色のうち 2 以上の各々の画素を同時にオンにすることによって、各々の照明光色を形成するように構成され、

前記 2 以上の空間光予備変調器によって形成された各々の予備変調器画像の全てのオン画素に対応する前記主空間光変調器の画素も、前記フレームを形成する前記サブフレーム

10

20

の各々に対してオンとなり、

前記 2 以上の空間光予備変調器によって形成された前記各々の予備変調器画像は、オフ状態にある共通画素を含み、前記主空間光変調器の対応する画素も、オフ状態にあり、前記フレームを形成する前記サブフレームの各々に対して、前記各々の照明光色の 2 以上は、前記主空間光変調器の画素の一部を照明する一方で、前記各々の照明光色の 1 つのみは、前記主空間光変調器の他の画素を照明する、

システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記照明光色を前記 2 以上の空間光予備変調器から前記主空間光変調器へと方向付けるように構成されるリレー光学系を更に含む、システム。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記照明光色のうち前記 2 以上の各々の前記画素は、飽和色の画素を表す、システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記画像のコンテンツが、飽和色の閾値パーセンテージを超えるとき、前記 2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記主空間光変調器にわたって前記照明光色を時間系列で順序付けるよう更に構成され、それにより、前記システムの動作を時系列モードから変調系列モードへ変更する、システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記主空間光変調器によって形成される前記画像よりも低い解像度で、前記主空間光変調器にわたって前記照明光色を空間的に変えるように更に構成される、システム。

20

【請求項 6】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 2 以上の空間光予備変調器は、前記照明光色のうち 1 以上を用いず、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクルを拡張するよう更に構成される、システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記照明光色のうち 1 以上は、最大光量で操作され、前記 2 以上の空間光予備変調器は、前記照明光色のうち前記 1 以上の、関連付けられたデューティサイクルを縮小しつつ、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクルを拡張するよう更に構成される、システム。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記照明光色のうち 2 以上は、最小光量で操作され、前記 2 以上の空間光予備変調器は、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクル中に、前記照明光色のうち前記 2 以上を前記主空間光変調器に混ぜ入れるように更に構成される、システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記照明光色を発するように構成される 1 以上の光源(101)を更に含む、システム。

40

【請求項 10】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 2 以上の空間光予備変調器は、
第 1 照明光色を変調するように構成される第 1 光変調器と、
第 2 照明光色と第 3 照明光色とを順に変調するように構成される第 2 光変調器と、を
含む、
システム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載のシステムであって、前記 2 以上の空間光予備変調器は、
第 1 照明光色を変調するように構成される第 1 光変調器と、
第 2 照明光色を変調するように構成される第 2 光変調器と、

50

第3照明光色を変調するように構成される第3光変調器と、を含む、システム。

【請求項12】

請求項1に記載のシステムであって、前記2以上の空間光予備変調器の各々と前記主空間光変調器と通信する画像処理装置を更に含み、前記画像処理装置は、前記2以上の空間光予備変調器と前記主空間光変調器とを同期するように構成される、システム。

【請求項13】

請求項12に記載のシステムであって、前記画像処理装置に一体化されたサブフレーム生成器を更に含む、システム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本明細書は概して投射システムに関し、具体的には、カスケードイメージングシステムにおける空間的混色に関する。

【背景技術】

【0002】

シングルチップの主変調器 (prime modulator) を用いた、複数の予備変調器 (pre-modulator) による投影設計は、広帯域照明から高コントラストの性能をコンパクトな筐体で実現可能であるが、高輝度光の縮小されたデューティサイクルのために、マルチチップ主変調器による設計ほど効率的でない。

20

【発明の概要】

【0003】

例えば、一部のアルゴリズムでは、表示すべき画像コンテンツを分析して照明シーケンスのデューティサイクルを最適化し表示されるコンテンツの輝度を最大化することができる。しかしながら、このようなアルゴリズムは、分析が照明変調のデューティサイクルに影響し更には画像全体に影響を及ぼすために、画像全体の処理に限定される。この結果、特に画像が最大光量の飽和原色を含む場合、複数の飽和原色を有する画像が、行われ得るデューティサイクル調整を限定するために、その有用性が限定されてしまう。更に、デューティサイクル調整は単一の飽和色（例えば赤）の輝度の最適化に用いることができる一方、2以上の飽和色（例えば赤と緑）が表示される場合、輝度の最適化のためのデューティサイクル調整は限定される。

30

【0004】

全般に本開示は、2以上の予備変調器が同時に主空間主変調器 (primary spatial prime modulator) にわたって照明光色を空間的に変化させ、主空間光変調器が照明光色を組み合わせて画像にし、2以上の空間光予備変調器 (spatial light pre-modulators) と同期して2以上の照明光色の各々の画素を同時にオンにする、カスケードイメージングシステムに関する。一体化されたサブフレーム生成器を含む画像処理装置が、予備変調器及び主変調器を制御及び同期する。

【0005】

40

本明細書において、要素は1以上の機能を実行するように「構成される」、もしくはこのような機能「のために構成される」として記載され得る。全般に、ある機能を実行するように、またはある機能のために構成される要素は、該機能を実行できるようにされている、又は該機能を実行するのに適している、又は該機能を実行するように適応されている、又は該機能を実行するように操作可能である、もしくは該機能を実行可能である。

【0006】

本明細書の目的のために、表現「X、Y、及びZのうち少なくとも1つ」及び「X、Y及びZのうち1以上」は、Xのみ、Yのみ、Zのみ、又はX、Y、及びZのうち2以上の項目の組み合わせ（例えばXYZ、XY、YZ、ZZ、等）として解釈可能であることが理解される。同様の論理が「～のうち少なくとも1つ」及び「～のうち1以上」という表

50

現における 2 以上の項目に適用可能である。

【 0 0 0 7 】

本明細書の一態様は、システムであって、2 以上の空間光予備変調器と、主空間光変調器 (primary spatial light modulator) と、を含み、前記 2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記主空間光変調器にわたって照明光色を、前記照明光色のうち 2 以上と同時に空間的に変えるように構成され、前記主空間光変調器は、前記照明光色を画像に変換し、前記 2 以上の空間光予備変調器と同期して、前記照明光色のうち前記 2 以上の各々の画素を同時にオンにするように構成される、システムを提供する。

【 0 0 0 8 】

該システムは、前記照明光色を前記 2 以上の予備変調器から前記主空間光変調器へと方向付けるように構成されるリレー光学系を更に含んでよい。

【 0 0 0 9 】

照明光色のうち 2 以上の各々の前記画素は、飽和色の画素を表してよい。

【 0 0 1 0 】

2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記主空間光変調器にわたって前記照明光色を時間系列で順序付けるよう更に構成されてよい。

【 0 0 1 1 】

2 以上の空間光予備変調器の各々は、前記主空間光変調器によって形成される前記画像よりも低い解像度で、前記主空間光変調器にわたって前記照明光色を空間的に変えるよう更に構成されてよい。

【 0 0 1 2 】

2 以上の空間光予備変調器は、前記照明光色のうち 1 以上を用いず、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクルを拡張するよう更に構成されてよい。

【 0 0 1 3 】

照明光色のうち 1 以上は最大光量で操作されてよく、前記 2 以上の空間光予備変調器は、前記照明光色のうち前記 1 以上に関連付けられたデューティサイクルを縮小しつつ、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクルを拡張するよう更に構成されてよい。

【 0 0 1 4 】

照明光色のうち 2 以上は、最小光量で操作されてよく、前記 2 以上の空間光予備変調器は、その他の照明光色のそれぞれのデューティサイクル中に、前記照明光色のうち前記 2 以上を前記主空間光変調器に混ぜ入れるように更に構成されてよい。

【 0 0 1 5 】

該システムは、前記照明光色を発するように構成される 1 以上の光源を更に含んでよい。

【 0 0 1 6 】

2 以上の空間光予備変調器は、第 1 照明光色を変調するように構成される第 1 光変調器と、第 2 照明光色と第 3 照明光色とを順に変調するように構成される第 2 光変調器と、を含んでよい。

【 0 0 1 7 】

2 以上の空間光予備変調器は、第 1 照明光色を変調するように構成される第 1 光変調器と、第 2 照明光色を変調するように構成される第 2 光変調器と、第 3 照明光色を変調するように構成される第 3 光変調器と、を含んでよい。

【 0 0 1 8 】

該システムは、2 以上の空間光予備変調器の各々と前記主空間光変調器と通信する画像処理装置を更に含んでよく、前記画像処理装置は、前記 2 以上の空間光予備変調器と前記主空間光変調器とを同期するように構成されてよい。該システムは、画像処理装置に一体化されたサブフレーム生成器を更に含んでよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

10

20

30

40

50

本明細書に記載の多様な実装をよりよく理解するために、また、これらを実施する方法をより明確に示すために、例示のみを目的として以下のような添付の図面を参照する。

【0020】

【図1】非限定的な実装によるカスケードイメージングを図示する図である。

【図2】従来技術による、図1のシステムが時間系列モードで動作される時のサブフレームのシーケンスを図示する図である。

【図3】非限定的な実装による、図1のシステムが変調系列モードで動作される時のサブフレームのシーケンスを図示する図である。

【図4】非限定的な実装による、図3のサブフレームのシーケンスの続きを図示する図である。

【図5】非限定的な実装による、図3及び4のシーケンスによって形成されたビューワー画像を図示する図である。

【図6】非限定的な実装による、画像処理装置ならびに図1のシステムの変調器の構成を図示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1は、空間的混色を有するカスケードイメージングシステム100を図示する。システム100は、1以上の光源101-1、101-2（以下、相互交換可能に、集合的に、光源101、及び総称として光源101と呼ぶ）と、任意のスペクトル合成光学系112（以下、相互交換可能に光学系112と呼ぶ）と、スペクトル分割光学系113（以下、相互交換可能に光学系113と呼ぶ）と、2以上の空間光予備変調器114r、114g、114b（以下、相互交換可能に、集合的に、予備変調器114、及び総称として予備変調器114と呼ぶ）と、少なくともそれぞれの予備変調器ライトダンプ115r、115g、115b（以下、相互交換可能に、集合的に、ライトダンプ115、及び総称としてライトダンプ115と呼ぶ）と、スペクトル合成光学系116（以下、相互交換可能に光学系116と呼ぶ）と、リレー光学系117（以下、相互交換可能に光学系117と呼ぶ）と、主空間光変調器118（以下、相互交換可能に主変調器118と呼ぶ）と、主変調器ライトダンプ119（以下、相互交換可能にライトダンプ119）と、投影レンズ120と、画像源125と、画像処理装置130と、を含む。

【0022】

図1において、部品間の電気及び/又はデータ通信経路は実線で示され、部品間の光路は点線で示されている。

【0023】

システム100内の光路を以下に記載する：1以上の光源101からの光は、スペクトル分割光学系113及び任意でスペクトル合成光学系112経由で予備変調器114に伝達される。任意のスペクトル合成光学系112は、1以上の光源101からの光を合成するように構成され、スペクトル分割光学系113は、各予備変調器114を、赤、緑、青を含むがこれらに限定されないそれぞれの照明光色（例えば、光学系113は光源101からの光を各予備変調器114それぞれの照明光色へと分割するように構成される）で照明するように構成される。このため、光学系112、113は、光源101からの光を照明光色へと任意で合成及び分割するように構成される、ミラー、ダイクロイックミラー、プリズム等を含むがこれらに限定されない光学素子の任意の適切な組み合わせを含む。また、光源101の各々は、1以上の広帯域光源と1以上の狭帯域光源とを含んでよい；最低でも、光源101は照明色を含む光を発光するように構成され、レーザー光源、発光材料、広帯域光源（ランプ等を含むがこれに限定されない）等の任意の適切な組み合わせを含んでよいが、これらに限定されない。

【0024】

各予備変調器114は、1以上の位相変調器、光変調器、反射光変調器、透過光変調器、Liquid Crystal On Silicon (LCOS) 素子、液晶ディスプレイ (LCD) 素子、及びデジタルマイクロミラー素子 (DMD) 等を含む。同様に、

10

20

30

40

50

主変調器 118 は 1 以上の位相変調器、光変調器、反射光変調器、透過光変調器、Liquid Crystal On Silicon (LCOS) 素子、液晶ディスプレイ (LCD) 素子、及びデジタルマイクロミラー素子 (DMD) 等を含む。

【0025】

特に、各予備変調器 114 は、1 以上の照明色の変調専用である。例えば、システム 100 は 3 つの予備変調器を含むことから、また、システム 100 は red - green - blue (RGB) 表色系に基づいてよいことから、予備変調器 114r は赤色照明色専用であってよく、予備変調器 114g は緑色照明色専用であってよく、予備変調器 114b は青色照明色専用であってよい。したがって光学系 113 は、予備変調器 114r を赤色光で照明し、予備変調器 114g を緑色光で照明し、予備変調器 114b を青色光で照明するように構成されてよい。一部の実装において、1 以上の予備変調器 114 は、1 以上の第 2 の色ならびに赤外光で照明されてもよい。例えば図示のとおり、予備変調器 114r は赤色光と赤外光の 2 色で照明され、したがって、光学系 113 から予備変調器 114r へと点線の矢印が示されている。

【0026】

各予備変調器 114 は、以下に詳述するとおり、主空間主変調器 118 にわたって、照明光色のうち 2 以上と同時に照明光色を空間的に変化させるように構成される。すなわち、各予備変調器 114 からのオン状態の光は、例えばスペクトル合成光学系 116 及びリレー光学系 117 を用いて主変調器 118 へと方向付けられる。オフ状態の光はそれぞれのライトダンプ 115 に方向付けられ、ここで該オフ状態の光には吸収、破棄、及び任意で再利用、のうち 1 以上が行われる。

【0027】

光学系 116、117 は、2 以上の予備変調器 114 から主光変調器 118 へと照明光色を伝達して、予備変調器 114 からの光の画素が対応する画素及び / 又は主光変調器 118 の領域を照明するように構成された、ミラー、ダイクロイックミラー、プリズム、等を含むがこれらに限定されない光学素子の任意の適切な組み合わせを含む。

【0028】

一部の実装において、予備変調器 114 の画素と主変調器 118 の画素とは、一対一関係であってよいが、その他の実装においては、予備変調器 114 の解像度は主変調器 118 の解像度よりも低くてよい。例えば、一部の実装においては予備変調器 114 と主変調器 118 との間で画素対画素の直接のマッピングが可能であるが、別の実装においては、複数の主変調器の画素上にぼやけた点を生成するように予備変調器の画素が制御される。このため、隣接する予備変調器の画素は、主変調器 118 において、重複するぼやけた点となり得る。いずれの場合も、光学系 116、117 は、主変調器 118 によって形成された画像の領域に対応する、予備変調器 114 を用いて形成された画像の領域から、光を伝達する。

【0029】

具体的に、主空間光変調器 118 は、2 以上の空間光予備変調器 114 から受信される照明光色を合成して画像にし、以下に詳述するとおり 2 以上の空間光予備変調器 114 と同期して 2 以上の照明光色の各々の画素を同時にオンにするように構成される。例えば、予備変調器 114 から主変調器 118 で受信された赤、緑、及び青の画像は主変調器 118 で合成され、画像を形成する主変調器 118 からのオン画素の光は投射レンズ 120 へ方向付けされて、投射レンズ 120 は、画像を、スクリーン、ビューワー等のうち 1 以上へと方向付ける。オフ状態の光はライトダンプ 115 と同様であってよいライトダンプ 119 へと方向付けられる。

【0030】

このようにシステム 100 は、カスケードイメージングシステム、ならびに、本明細書内でカスケード空間混色と呼ばれる技術として参照可能である。

【0031】

画像源 125 は、システム 100 による投射用の画像のデジタルコピーを格納するメモ

10

20

30

40

50

りを含んでよいがこれらに限定されない。画像処理装置 130 は画像源 125、ならびに 2 以上の空間光予備変調器 114 及び主空間光変調器 118 の各々と通信する。画像処理装置 130 は、画像源 125 からの画像のデジタルコピーを受信すること、及び、2 以上の空間光予備変調器 114 を主空間光変調器 118 と同期することを含むがこれに限定されない、画像のデジタルコピーに従って 2 以上の空間光予備変調器 114 及び主空間光変調器 118 の各々を制御すること、を行うように構成される。このように、以下に詳述するとおり、画像処理装置 130 は 2 以上の空間光予備変調器 114 と主空間光変調器 118 の各々を制御して画像を形成する。

【0032】

一部の実装においてシステム 100 は、従来技術においてと同様に時間系列モードで動作可能であるが、他の実装においてシステム 100 は、本実装による変調系列モード（照明器系列モードとも呼ばれ得る）で動作可能である。時間系列モードでは、一の予備変調器が赤、緑、青の光によって時間系列で照明され、一の予備変調器が主変調器を順に照明する赤、緑、青の画像を順に形成するシステムと同様に、予備変調器 114 は主変調器 118 を順に照明する；特定の照明色が主変調器を照明しているとき、その他の照明色は主変調器を照明しない。赤、緑、青の画像が順にビューワーへ伝達され、ビューワーはこれらの画像をフルカラー画像へと視覚的に合成する。すなわち、このようなシステムは、高速で変化する光量が、時間と共に平均光量として感知され、高速で変化する色が、時間と共に平均色として感知されるというヒトの視覚の時間ローパスフィルタ特性に依存する。

【0033】

続いて、従来技術による時間系列モードで動作される際に画像のフレームを形成するためにシステム 100 内に形成されたシーケンスを図示する図 2 を参照する；具体的には、図 2 においてフレームは 10 のサブフレームによって構成され、各予備変調器 114 と主変調器 118 は 3×3 の画素配列（合計 9 画素）を含むと想定される。更に、予備変調器 114 は、一の主変調器が赤、緑、青の光によって順に照明されるシステムにおいてと同様に、赤、緑、青の画像を順に主変調器 118 へと方向付けると想定される。更に図 2 では、システム 100 は赤 30%、緑 50%、青 20% のデューティサイクルを有し、最終的な画像色の公称強度は 1.0（単位は任意）である。図 2 を含む本明細書全体にわたり、赤色、緑色、青色はそれぞれ「R」、「G」、「B」もしくは「r」、「g」、「b」によって表される。

【0034】

また、照明光もしくは変調器のいずれかのオン画素は、白い正方形で図示され、オフ画素は黒い正方形及び / 又は領域で図示される。

【0035】

実際には、図 2 について説明された表記方法が、明細書のその他の部分全てにおいて用いられる。

【0036】

更に、「照明（Illumination）」とラベル付けされたシーケンス（すなわち、行）は、システム 100 の構成要素間で伝達される光の色を示し、「画像（Image）」とラベル付けされたシーケンスは、それぞれの予備変調器 114 又は主変調器 118 のオン画素とオフ画素を示す。例えば、「予備変調器照明（Premod Illumination）」シーケンスは、対応する予備変調器 114 を順に照明する光の色に対応し、「予備変調器画像（Premod Image）」シーケンスは、それぞれの照明色から、対応する予備変調器 114 の画素から形成される画像に対応し（すなわち、「予備変調器画像」の各列の画素の各組が、画像の 1 つのサブフレームに対応する）、「主照明（Prime Illumination）」シーケンスは主変調器 118 を照明する光に対応し、「主画像（Prime Image）」は主変調器 118 の画素からの画像に対応する。各予備変調器 114 と主変調器 118 は、画像処理装置 130 によって描かれる画像を形成するように制御されることが更に理解される。

【0037】

10

20

30

40

50

このように、「予備変調器照明」シーケンスは赤、緑、青の光を順に用いて、「予備変調器画像」シーケンスに示される対応する予備変調器画像を形成することを示す。すなわち、Rで赤を表し、Gで緑を表し、Bで青を表すと、照明光は次のシーケンス：R G B G R G R G B G を有し、予備変調器 1 1 4 は、図 2 の「予備変調器画像」シーケンスで描かれる対応する画像を順に形成する。図 2 において、特定の「予備変調器照明」列内のシーケンスの構成要素は全て、「予備変調器照明」行において示される色に対応することが想定される。したがって、図示のシーケンスの「1」列においては、赤色画像のみが主変調器 1 1 8 に伝達され、該赤色画像は予備変調器 1 1 4 r によって形成され、一方、予備変調器 1 1 4 g、1 1 4 b はそれぞれ全ての緑色光及び青色光をライトダンプ 1 1 5 g、1 1 5 b に方向付ける。同様に、図示のシーケンスの「2」列においては、緑色画像のみが主変調器 1 1 8 に伝達され、該緑色画像は予備変調器 1 1 4 g によって形成され、一方、予備変調器 1 1 4 r、1 1 4 b はそれぞれ全ての赤色光及び青色光をライトダンプ 1 1 5 r、1 1 5 b に方向付ける。同様に、図示のシーケンスの「3」列においては、青色画像のみが主変調器 1 1 8 に伝達され、該青色画像は予備変調器 1 1 4 b によって形成され、一方、予備変調器 1 1 4 r、1 1 4 g はそれぞれ全ての赤色光及び緑色光をライトダンプ 1 1 5 r、1 1 5 g に方向付ける。残りの列については、列 1、2、3 と同様に、赤色画像、緑色画像、青色画像の組み合わせが主変調器 1 1 8 へと同時に伝達される。各列において主変調器 1 1 8 によって形成される画像は、各予備変調器 1 1 4 によって形成された赤、緑、又は青の画像にそれぞれ対応する。

【0038】 20

すなわち、「予備変調器画像」に図示された、各列における、予備変調器 1 1 4 によって形成された画像は、組み合わせられてフルカラー画像を形成する赤色画像、緑色画像、青色画像に対応する。したがって主変調器 1 1 8 は、「主変調器照明」シーケンス内に示されるとおり、「予備変調器画像」シーケンス内の画像と同様の画像として形成される赤色光、緑色光、青色光によって順に照明される。予備変調器 1 1 4 は具体的には、投射される画像の赤色、緑色、青色の構成要素を形成するため、照明色から形成された画像を、主変調器 1 1 8 の領域へ方向付ける。「主画像」シーケンスに図示される主変調器 1 1 8 の画素はその後、「予備変調器画像」シーケンスのものと同様の画像として形成される。

【0039】 30

「予備変調器画像」シーケンスの各々からの光からは、同じく図 2 に図示されるとおり「ビューワー画像」2 0 1 として画像が形成される：ビューワー画像 2 0 1 は、「主変調器照明」シーケンスからの赤色光、緑色光、青色光を反映して、主変調器 1 1 8 のオン画素によって形成される、ビューワーによって表示可能な画素を含む。ビューワー画像は、投射レンズ 1 2 0 によってスクリーン等に投射される画像である。

【0040】

ビューワー画像 2 0 1 において、「R」で示される赤色光から形成された画素、「G」で示される緑色光から形成された画素、「B」で示される青色光から形成された画素、「R G」で示される赤色光と緑色光と（例えば、黄色光）から形成された画素、「G B」で示される緑色光と青色光と（例えば、ターコイズ色光）から形成された画素、「R B」で示される赤色光と青色光と（例えば、紫色光）から形成された画素、及び「W」（すなわち白）で示される赤色光と緑色光と青色光のすべてから形成された画素。ビューワー画像 2 0 1 上には、各画素の正規化された光量が、各々に「1」として示されている。

【0041】

代替的実装において、各予備変調器 1 1 4 は、それぞれの列について全ての画素がオンであり、ビューワー画像 2 0 1 は、主変調器 1 1 8 により赤色光、緑色光、青色光を順に変調することによって完全に形成されるようなモードで動作可能であり；このようなモードにおいて、予備変調は行われないことが更に理解される。

【0042】

続いて、本実装による変調系列モードで動作して画像のフレームを形成する場合に、シ

50

システム 100 内に形成されるシーケンスを図示する図 3 及び 4 を参照する；具体的には、図 3 及び 4 において、図 2 と同様にシステム 100 によって同様の画像が形成され、図 2 と同様にフレームが 10 のサブフレームで構成され、各予備変調器 114 と主変調器 118 が 3×3 の画素配列（合計 9 画素）を含むと想定される。しかしながら、各予備変調器 114 により各色が順に操作され画像が順に形成される図 2 とは対照的に、図 3 及び 4 の変調系列モードでは、2 以上の予備変調器 114 からの照明光が主変調器 118 で合成されるように、2 以上の予備変調器 114 は、主変調器 118 にわたって照明光色を同時に空間的に変調する。

【0043】

図 3 及び 4 の各列は、図 2 と同一である公称色シーケンスを表す；具体的には、図 3 の第 1 行は、図 2 の第 1 行と同様の、行の各列に対して特定の色から形成される公称サブフレームに対応する「一対一」の色シーケンスを示す。すなわち、「一対一」で表される色シーケンスは、照明光のそれぞれの色のデューティサイクルの一部を表すが、その他の色は、別の色のデューティサイクル中に、主変調器 118 にわたって空間的に変調される。

【0044】

図 2 と同様、図 3 及び 4 において、「照明」とラベル付けされたシーケンスは、システム 100 の構成要素間で伝達される光の色を示し、「画像」とラベル付けされたシーケンスは、それぞれの予備変調器 114 又は主変調器 118 のオン画素とオフ画素を示す。例えば、「赤予備変調器照明」シーケンスは予備変調器 114r を照明する赤色の照明光に対応し、「赤予備変調器画像」シーケンスは「赤予備変調器照明」から予備変調器 114r の画素から形成される画像に対応する。「緑予備変調器照明」シーケンスは予備変調器 114g を照明する緑色の照明光に対応し、「緑予備変調器画像」シーケンスは「緑予備変調器照明」から予備変調器 114g の画素から形成される画像に対応する。「青予備変調器照明」シーケンスは予備変調器 114b を照明する青色の照明光に対応し、「青予備変調器画像」シーケンスは「青予備変調器照明」から予備変調器 114b の画素から形成される画像に対応する。「主変調器照明」シーケンスは主変調器 118 を照明する光に対応し、「主変調器画像」は主変調器 118 の画素からの画像に対応する。各予備変調器 114 と主変調器 118 は、画像処理装置 130 によって描かれる画像を形成するように制御されることが更に理解される。

【0045】

図 4 は図 3 の続きであることが更に理解され、図 4 の行は図 3 の行の下に位置し、列は図示されるように 1 ~ 10 の番号付けに従って並べられると理解される。

【0046】

赤色のデューティサイクルに対応する図 3 及び 4 の第 1 列において、図 3 の第 1 行に示されるように、予備変調器 114r は赤色光で照明され（「赤予備変調器照明」シーケンスの第 1 列によって示されるとおり）、赤色のデューティサイクルに対応する図 2 の各列の「予備変調器画像」と同様に、予備変調器 114r はビューワー画像の赤色成分に対応する画像を形成する。しかしながら、図 2 とは対照的に、図 3 及び 4 においては予備変調器 114g、114b の両方が緑色光及び青色光でそれぞれ照明され、各々がビューワー画像の緑色成分とビューワー画像の青色成分とに対応するそれぞれの画像を形成し、それぞれの画像の各々は緑色と青色のデューティサイクルに対応する図 2 の列の「予備変調器画像」と同様である。

【0047】

予備変調器 114 によって形成される赤色、緑色、及び青色の画像の各々は、光学系 116、117 によって照明光において組み合わせられ、図 4 に図示される「主照明」光を形成する。「主照明」行内の「R」、「G」、「B」とラベル付けされた各画素、及び／又はその組み合わせは、主変調器 114 を照明するためにどの照明光色が用いられているかを示す。同じく図 4 に図示されるように、予備変調器 114 によって形成される全ての画像のオン画素に対応する主変調器の画素もオンである。主変調器 114 の各画素が、予備変調器によって形成された画像のオン画素の 1 以上の画素に対応することから、主変調

10

20

30

40

50

器 114 の全画素がオン状態である。予備変調器 114 によって形成される画像が、オフ状態にある共通画素を含むような実装において、主変調器 118 内の対応する画素もオフ状態となる。

【0048】

したがって、図 2 と比較すると、図 3 及び 4 において、2 以上の予備変調器 114 の画素は、他の予備変調器 114 のデューティサイクル中に「オン」、及び / 又はアクティブである。他の予備変調器のデューティサイクル中にオンであるこのような画素は、正方形の中に描き込まれた円内に配置された文字「R」、「G」、「B」のいずれかによって示される。このような画素の凡例も図 3 に示される。

【0049】

そのため、赤色照明光及び / 又は予備変調器 114 r のデューティサイクルに関連付けられた列 1 において、正方形の中に描き込まれた円内に配置された「G」及び「B」画素によって示されるように、予備変調器 114 g、114 b によって形成された画像（すなわち緑色光と青色光とから形成された画像）も提供される。同様に、緑色照明光及び / 又は予備変調器 114 g のデューティサイクルに関連付けられた列 2 において、正方形の中に描き込まれた円内に配置された「R」及び「B」画素によって示されるように、予備変調器 114 r、114 b によって形成された画像（すなわち赤色光と青色光とから形成された画像）も提供される。同様に、青色照明光及び / 又は予備変調器 114 b のデューティサイクルに関連付けられた列 3 において、正方形の中に描き込まれた円内に配置された「R」及び「G」画素によって示されるように、予備変調器 114 r、114 g によって形成された画像（すなわち赤色光と緑色光とから形成された画像）も提供される。

10

【0050】

更に、一部の画素の色バランスのために、他の予備変調器 114 のデューティサイクル中、予備変調器 114 によって提供される特定の画像のために全画素がオンである必要はない。例えば、ヒトの目は緑色や赤色よりも青色に対してより敏感であり得るため、予備変調器 114 r、114 g のデューティサイクル中に予備変調器 114 b によって提供される画像のサブセット画素は、正方形なしの円内に配置された文字「B」によって示されるように、オフであってよい。

20

【0051】

したがって、例えば列 2 において、予備変調器 114 b によって形成される画像の全画素がオンではない；例えば、列 1、2、及び 3 の各々において予備変調器 114 b によって形成される画像を比較すると、列 1 及び 3 においては、予備変調器 114 b によって形成される画像の全画素がオンであるが、列 2 においては、同じ画像の画素の一部のみがオンであり、その他はオフである。

30

【0052】

いずれの場合にも、図 4 に図示のとおり、図 3 及び 4 によって定義されるフレームを形成する各サブフレーム及び / 又はデューティサイクルの各々について、2 以上の色が主変調器 118 の一部の画素を照明し、一方で 1 色のみ照明色がその他の画素を照明する。

【0053】

続いて、図 3 及び 4 に示されるサブフレームから形成されるビューワー画像 501 を図示する図 5 を参照する；具体的には、図 2 で用いたものと同じ表記で各画素の色と、ビューワー画像 201 の光量に対する各画素の相対光量とが示される。図 3 及び 4 のサブフレームの各照明色が、図 2 のサブフレームに比べてより長い期間にわたりオンであることから、ビューワー画像 501 の相対光量はビューワー画像 201 よりも高い。そのため、同じ画像について、ビューワー画像 501 の各画素の光量は、ビューワー画像 201 に比べて 3 ~ 5 倍高い。例えば、ビューワー画像 201、501 の各々の最上部行における右上の画素を比較すると、画像 201 内の青色の光量は 1.0 である一方、画像 501 内の青色の光量は 2.0 ~ 5.0 の範囲内であってよい；図 2 のシーケンスでは、青色光のこの画素はシーケンス中 2 回のみ「オン」であるが、図 3 及び 4 のシーケンスでは、画素はシーケンス中 10 回オンである。したがって、図示のとおり、画像 501 についてのこの画

40

50

素の光量は画像 201 の 5 倍である。実際には、一部の画像ではこのような輝度は望ましくない場合もあるため、一部の実装において、画像処理装置 130 によって処理される命令は、全画素にわたる光量の増加が、定義された上限値に限定されるように原色のオン時間を制御可能である。

【0054】

更に、図 3 及び 4 について記載された実装は、一の照明光色の画素が該一の照明光色の飽和色画素を表すような形で、飽和色に適用された場合に最も効果的であり得る。つまり、図 3 及び 4 において空間変調中に混色が起こり得る一方、ビューワー画像が飽和色及び / 又は原色の領域を含む場合には、これらの領域においてこのような色の輝度を劇的に向上させるため、及び / 又はビューワー画像内のレインボーエフェクトを低減させるために、変調系列モードが最も効果的であり得る。10

【0055】

しかしながら、ビューワー画像が飽和色の隣接領域を含む場合、時間系列のほうがビューワー画像を提供する上で効果的であり得る。すなわち、2 以上の空間光予備変調器 114 の各々は、主空間変調器 118 にわたって、照明光色を時間で順序付けるよう更に構成されてよい。

【0056】

更に、システム 100 は、画像処理装置 130 が、画像源 125 によって提供される画像の画像コンテンツに従ってシステム 100 の動作モードを変更することで、図 3 及び 4 のような変調系列モードと図 2 のような時間系列モードとの間で動作を変えるように構成されてよい。例えば、画像源 125 によって提供される画像のコンテンツが飽和色の閾値百分率を超えるような領域においては、画像処理装置 130 はシステム 100 を時間系列モードで動作させ、その他の画像領域においてはシステム 100 を変調系列モードで動作させることができるだろう。具体的には、時間系列モードは、逐次的な飽和色によって主変調器 118 を照明することを可能にし、変調系列モードは、本明細書に記載のように混色を可能にする。20

【0057】

当業者であれば、可能な代替的実装、及び変形が他にも存在することを理解するだろう。例えば、図 3 及び 4 においては各サブフレームの各デューティサイクルが同様の期間であることが想定されているが、その他の実装においては、1 以上のサブフレームについてのデューティサイクルの期間は、その他のサブフレームのデューティサイクルからは異なり得る。したがって、2 以上の空間光予備変調器 114 は、1 以上の照明光色を用いずに、残りの照明光色のそれぞれのデューティサイクルを拡張するよう更に構成されてよい。30

【0058】

例えば、フレームが 2 つの照明色、例えば青色と緑色、のみの組み合わせを含む実装を考えてみると、このような実装において、光変調器 114 は赤色光を用いずに、緑色の照明光と青色の照明光の各々のデューティサイクルを拡張するように構成されてよい。図 3 及び 4 を参照すると、このような実装では、列 1、5 及び 7 のデューティサイクルに対して、列 2、3、4、6、8、9 および 10 のうち 1 以上のデューティサイクルが拡張される。実際には、このようなデューティサイクルの拡張は、列 2、3、4、6、8、9 および 10 のうち 1 以上のデューティサイクルの延長、及び / 又は列 1、5 及び 7 のデューティサイクルの短縮を含んでよい。40

【0059】

更に別の実装において、照明光色のうち 1 以上は、最大光量で動作されてよく、2 以上の空間光予備変調器 114 は、1 以上の照明光色の、関連付けられたデューティサイクルを縮小し、残りの照明光色それぞれの対応するデューティサイクルを拡張するよう更に構成される。別法として、2 以上の照明光色を最小光量で動作されてよく、2 以上の空間光予備変調器 114 が、残りの照明光色のそれぞれのデューティサイクル中に、該 2 以上の照明光色を主変調器 118 へと混合するよう更に構成される。

【0060】

10

20

30

40

50

つまり、ビューワー画像 501 の各色の相対的光量は、関連付けられたデューティサイクルの長さを変更すること、及び／又は、各サブフレーム中に、どの色で主変調器 118 を照明するかを制御することにより制御可能である。このような制御は、画像源 125 から受信される画像を分析してビューワー画像 501 でレンダリングされた際の各画像の相対光量を決定可能な画像処理装置 130 を用いて行うことができる。すなわち、本実装において画像処理装置 130 は、従来技術においては画像変調器に一体化されているようなサブフレーム生成器を一体的に含んでよい。

【0061】

例えば、次に、画像処理装置 130、予備変調器 114×（すなわち、予備変調器 114 の各々）、及び主変調器 118 の例示的なアーキテクチャを図示する図 6 を参照する。
10
具体的に、これらの実装において、画像処理装置 130 は、画像源 125 から受信される画像を前処理するように構成される画像前処理装置 600 と、画像前処理装置 600 と通信可能であり、それぞれ、予備変調器 114 と主変調器 118 との各々についてサブフレームを生成するように構成されるサブフレーム生成器 601 pre, 601 pri と、を含む。サブフレーム生成器 601 pre, 601 pri によって生成されたサブフレームは、予備変調器 114 と主変調器 118 の各々における変調器 603 pre, 603 pri をそれぞれ制御する、予備変調器 114 と主変調器 118 の各々におけるそれぞれの変調器コントローラ 602 pre, 602 pri と通信される。

【0062】

更に別の実装も可能である。例えば、システム 100 は、2 以上の空間光予備変調器 114 であって、第 1 の照明色を変調するように構成される第 1 光変調器 114 r と、第 2 の照明色を変調するように構成される第 2 光変調器 114 g と、第 3 の照明色を変調するように構成される第 3 光変調器 114 b と、を含む空間光予備変調器 114 を含む。しかしながら、他の実装においては、システム 100 と同様のシステムは、2 以上の空間光予備変調器であって、第 1 の照明色を変調するように構成される第 1 光変調器と、第 2 の照明色と第 3 の照明色とを順に変調するように構成される第 2 光変調器と、を含む空間光予備変調器を含んでよい。つまり、このようなシステムは予備変調器を 2 つのみと、該予備変調器のうちの 1 つを 2 つの異なる光色によって交互に照明するように構成される光学系と、を含む。

【0063】

このようなシステムは、主変調器を同時に照明する 2 以上の照明光色によって画像が形成される変調系列モードで動作されることも可能であるが、相対光量の増分は、システム 100 のように 3 つの予備変調器を有するシステムで実現されるものよりも少なくなる。2 つの予備変調器によるこのようなシステムは、例えば青色光と黄色光とを生成し、黄色光が分割光学系によって赤と緑とに分割されるような、2 色照明システムと共に利用可能である。

【0064】

更に別の実装において、予備変調器の 1 以上のデューティサイクルを用いて赤外光の光量を変化させることができる。

【0065】

いずれの場合においても、本明細書に開示されるのは、2 以上の予備変調器によって、光量だけでなく光色も、任意の時点で主変調器にわたって空間的に変化する光照射野によって主変調器の照明を行うシステムである。これは混色動作を主変調器（時間系列）から予備変調器へとシフトさせて、「レインボー」のような時間系列の悪影響を低減できる。主変調器にわたって色変化を発生させて画像の輝度を最大化するために予備変調器に送信する画像コンテンツを決定するために、及び／又は、カスケードシステムを時間系列モードで、又は変調系列モードで動作させるタイミングを決定するために、画像処理を用いることができる。

【0066】

当業者であれば、一部の実装において、システム 100 の機能がプログラム済のハード

10

20

30

40

50

ウェア又はファームウェア要素（例えば、特定用途向け集積回路（A S I C）、電気的消去可能R O M（E E P R O M s）等）、又はその他の関連する要素を用いて実装可能であることを理解するだろう。その他の実装において、システム100の機能は、計算装置を動作させるコンピュータ読み取り可能プログラムコードを格納するコードメモリ（図示せず）にアクセス可能な計算装置を用いて達成可能である。該コンピュータ読み取り可能プログラムコードは、固定式の、有形的な、これらの要素によって直接読み取り可能なコンピュータ読み取り可能格納媒体に格納されてよい（例えば、リムーバブルディスクケット、C D - R O M、R O M、固定ディスク、U S B ドライブ）。更に、コンピュータ読み取り可能プログラムは、コンピュータ利用可能媒体を含むコンピュータプログラム製品として格納可能であることが理解される。更に、固定記憶装置が、コンピュータ読み取り可能プログラムコードを含んでよい。コンピュータ読み取り可能プログラムコード及び／又はコンピュータ利用可能媒体は、非一時的コンピュータ読み取り可能プログラムコード及び／又は非一時的コンピュータ利用可能媒体を含んでよいことが更に理解される。別法として、コンピュータ読み取り可能プログラムコードは遠隔的に格納されて、ネットワーク（インターネットを含むがこれに限定されない）に接続されたモジュム又はその他のインターフェイス装置を経由して、伝送媒体上で、これらの要素に伝送可能とされ得る。伝送媒体は非モバイル媒体（例えば、光学及び／又はデジタル及び／又はアナログ通信回線）であっても、モバイル媒体（例えば、マイクロ波、赤外線、自由空間光通信、又はその他の伝送スキーム）であっても、もしくはこれらの組み合わせであってもよい。

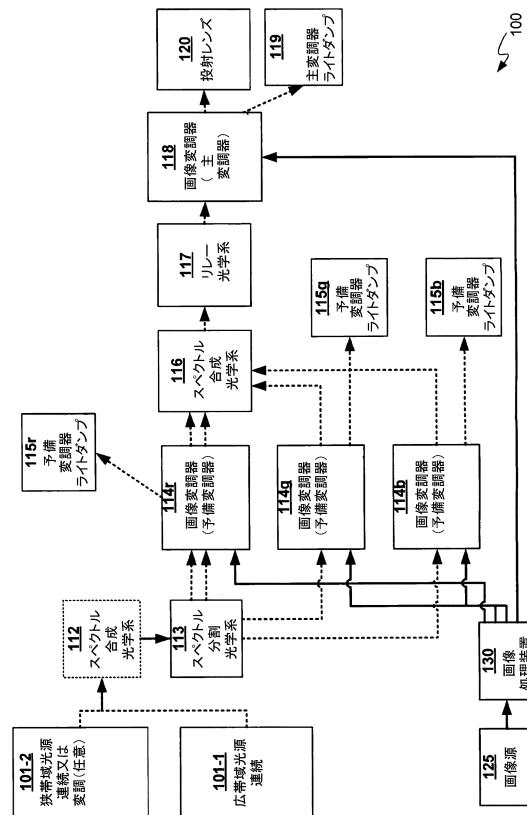
【0067】

10

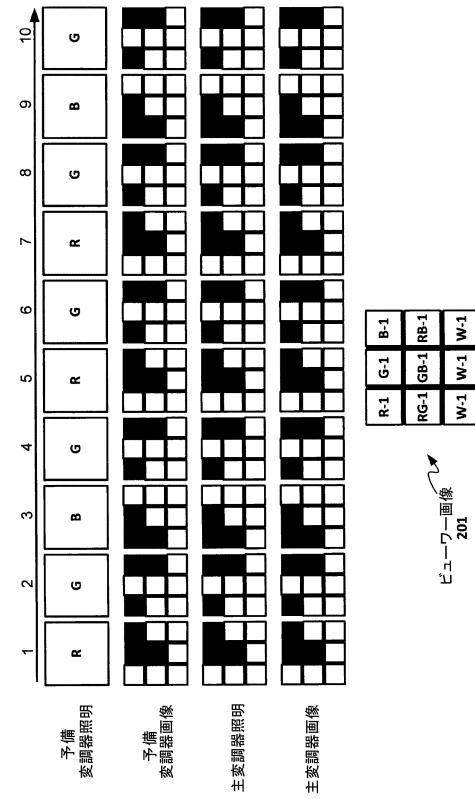
当業者であれば、より多くの可能な代替的実装及び変形が存在し、上述の例は1以上の実装の例示にすぎないことを理解するだろう。したがって、発明の範囲は、添付の請求の範囲によってのみ限定されるものである。

20

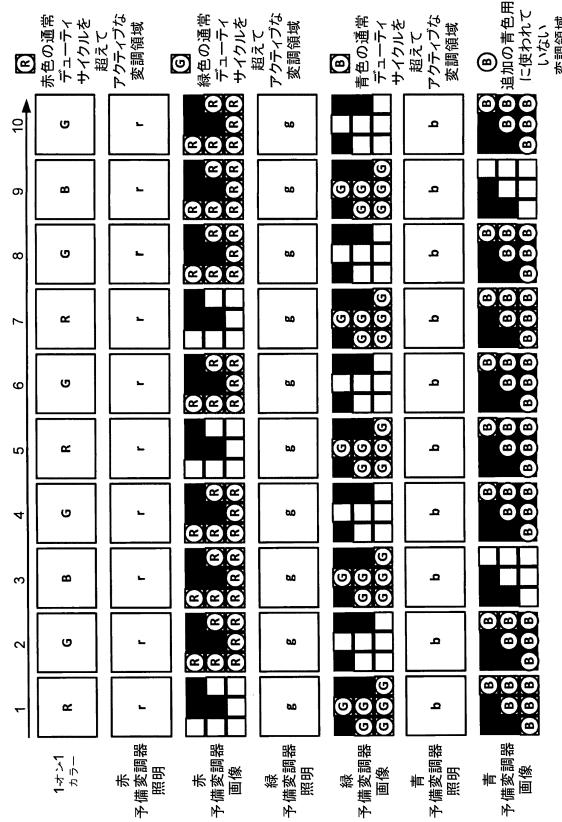
【図1】



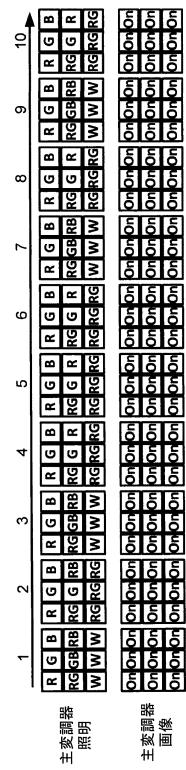
【図2】



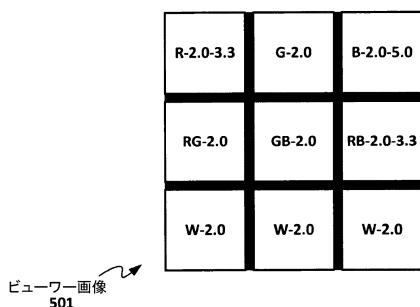
【図3】



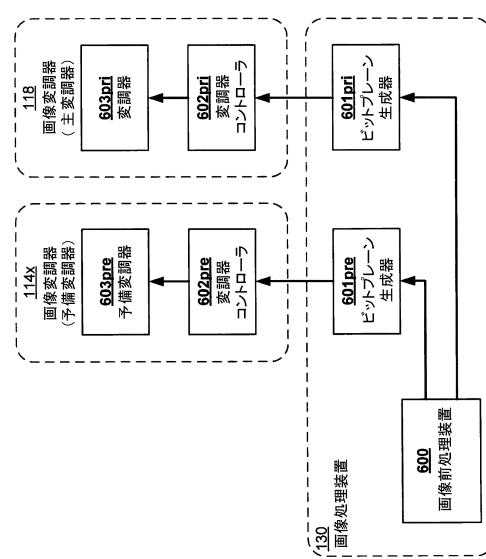
〔 四 4 〕



【図5】



〔 四 6 〕



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I				
H 0 4 N	9/31	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 4 2 E
			H 0 4 N	9/31	0 2 0

(56)参考文献 特表2011-514546 (JP, A)
特表2012-525789 (JP, A)
特開2006-113371 (JP, A)
特開2006-126261 (JP, A)
米国特許出願公開第2007/0120786 (US, A1)
特表2012-527646 (JP, A)
特開2004-287441 (JP, A)
特開平04-366888 (JP, A)
特表2007-510954 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 0 、 2 1 / 1 2 - 2 1 / 1 3 、
2 1 / 1 3 4 - 2 1 / 3 0 、 3 3 / 0 0 - 3 3 / 1 6 、
G 0 9 G 3 / 0 0 - 3 / 0 8 、 3 / 1 2 、
3 / 1 6 - 3 / 2 6 、 3 / 3 0 、
3 / 3 4 - 3 / 3 8 、
H 0 4 N 9 / 1 2 - 9 / 3 1