(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2018-5000
(P2018-5000A)
(43)公開日　平成30年1月11日(2018.1.11)

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| G03B 21/14 | (2006.01) | G03B | 21/14 | Z | 2K203 |
| G03B 21/00 | (2006.01) | G03B | 21/00 | D | 5C058 |
| G09G 5/00 | (2006.01) | G09G | 5/00 | 510B | 5C182 |
| G09G 5/10 | (2006.01) | G09G | 5/10 | B | |
| H04N 5/74 | (2006.01) | G09G | 5/00 | 550C | |

審査請求 未請求　請求項の数 10　ＯＬ　（全 26 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2016-132613 (P2016-132613)
(22)出願日　平成28年7月4日 (2016.7.4)

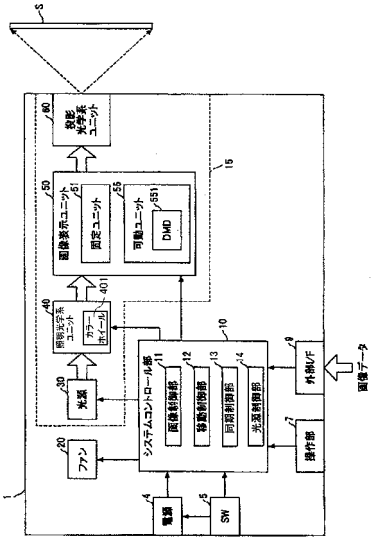
(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100090527
弁理士　舘野　千惠子
(72)発明者　馬　菁野
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

Ｆターム(参考)　2K203 FA06 FA25 FA32 FA43 FA62 FA82 FB04 FB09 GA32 GA40 GB14 GB43 GB44 GB62 GB69 HA25 HB08 HB19 KA53 MA04 MA10 MA26
5C058 BA05 BA08 BA25 EA02 EA27 EA54

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像投影装置および画像投影装置の制御方法

(57)【要約】
【課題】画素ずらし制御における投影画像の明るさの低下を抑えるとともに解像感の低下を抑制する。
【解決手段】光源３０からの光を用いて画像を形成する光学変調素子（ＤＭＤ５５１）と、光源３０からの光を光学変調素子に導くとともに、光学変調素子によって形成された画像を拡大投影する光学部（照明光学系ユニット４０および投影光学系ユニット６０）と、光学変調素子を周期的に変位させる駆動部（可動ユニット５５）と、光学変調素子の周期的な変位において、該光学変調素子の移動速度が最も早くなる時点を少なくとも含む所定期間に、色情報を有しない移動期間用画像を作成するとともに、該移動期間用画像を投影制御する画像制御部１１と、を備えるプロジェクタ１。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
光源からの光を用いて画像を形成する光学変調素子と、
前記光源からの光を前記光学変調素子に導くとともに、前記光学変調素子によって形成された画像を拡大投影する光学部と、
前記光学変調素子を周期的に変位させる駆動部と、
前記光学変調素子の周期的な変位において、該光学変調素子の移動速度が最も早くなる時点を少なくとも含む所定期間に、色情報を有しない移動期間用画像を作成するとともに、該移動期間用画像を投影制御する画像制御部と、を備えることを特徴とする画像投影装置。
【請求項２】
前記画像制御部は、前記移動期間用画像として、投影する元画像から色差信号を０とした画像を作成することを特徴とする請求項１に記載の画像投影装置。
【請求項３】
前記画像制御部は、前記移動期間用画像として、白、黒、またはグレーのモノクローム画像を作成することを特徴とする請求項１に記載の画像投影装置。
【請求項４】
前記画像制御部は、前記移動期間用画像の明るさを、入力輝度信号レベルに応じて変更制御することを特徴とする請求項１から３までのいずれかに記載の画像投影装置。
【請求項５】
前記画像制御部は、前記移動期間用画像の明るさを、前記所定期間における輝度ヒストグラムに応じて変更制御することを特徴とする請求項１から３までのいずれかに記載の画像投影装置。
【請求項６】
照度を検出する照度検出手段を備え、
前記画像制御部は、前記移動期間用画像の明るさを、前記照度検出手段の検出結果に応じて変更制御することを特徴とする請求項１から３までのいずれかに記載の画像投影装置。
【請求項７】
前記光源は、単色光源であって、
前記光源から前記光学変調素子までの光路上に、前記光源からの光を時分割するカラーホイールを備えることを特徴とする請求項１から６までのいずれかに記載の画像投影装置。
【請求項８】
前記カラーホイールは、前記移動期間用画像の投影期間において、下記（１）または（２）、
（１）Ｒ（赤）セグメント、Ｇ（緑）セグメント、およびＢ（青）セグメント
（２）Ｗ（白）セグメント
に示される全てのセグメントに光を透過させることを特徴とする請求項７に記載の画像投影装置。
【請求項９】
前記カラーホイールは、前記移動期間用画像の投影期間において、下記（１）から（４）までのいずれか、
（１）Ｙ（黄）セグメント、およびＢ（青）セグメント
（２）Ｃｙ（シアン）セグメント、およびＲ（赤）セグメント
（３）Ｍ（マゼンタ）セグメント、およびＧ（緑）セグメント
（４）グレーセグメント
に示される全てのセグメントに光を透過させることを特徴とする請求項７に記載の画像投影装置。
【請求項１０】

光源からの光を用いて画像を形成する光学変調素子と、
前記光源からの光を前記光学変調素子に導くとともに、前記光学変調素子によって形成された画像を拡大投影する光学部と、
前記光学変調素子を周期的に変位させる駆動部と、を備えた画像投影装置の制御方法において、
前記光学変調素子の周期的な変位において、該光学変調素子の移動速度が最も早くなる時点を少なくとも含む所定期間に、色情報を有しない移動期間用画像を作成するとともに、該移動期間用画像を投影制御することを特徴とする画像投影装置の制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、画像投影装置および画像投影装置の制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
パーソナルコンピュータなどの情報処理装置、ＤＶＤプレーヤーなどの映像再生機器、等から送信される画像データに基づいて、光源から照射される光を用いて光学変調素子（画像表示素子、光変調素子）が画像を生成し、生成された画像を複数のレンズ等を含む光学系を通してスクリーン等の被投影面に投影する画像投影装置（プロジェクタ、画像投影装置）が知られている。画像投影装置は、会議、講演会、教育現場など多人数に対するプレゼンテーションや、ホームシアター等の幅広い分野で用いられている。
【０００３】
画像投影装置において投影画像を高解像度化する場合には、光学変調素子の画素密度を上げることが考えられるが、光学変調素子の製造コストが増大することとなる。
【０００４】
これに対し、特許文献１には、投影光学系に設けられているレンズを偏芯させて投影面上の画像をシフトさせることで画像を形成し、投影画像を高解像度化する画像投影装置が開示されている。
【０００５】
また、特許文献２には、ライトバルブと、単色光を時分割して順次照明する時分割照明手段と、各色照明されている時間だけその色画像を形成するようにライトバルブの画像表示情報を制御する制御手段と、ライトバルブの投射画素を別の画素に重ならないようにシフトさせる画素シフト手段とを有し、光変調素子をシフトさせて擬似的に高解像度にする色順次方式の画像投影装置が開示されている。
【０００６】
また、特許文献３には、画像情報に従って光を制御可能な複数の画素から構成される表示素子と、画素の位置を変位させる画素ずらし手段を備え、表示素子の複数の画素から発せられる光線に対して、画素ずらし手段により光軸をシフトすることにより画素ずらしを行うものであって、画素の重心移動後、所定の画素が安定して表示されるまでに有限の安定期間を有する画素ずらし素子を用いた場合には、画素の重心移動及び所定の画素が表示されるまでの期間中は、画像を表示しない画像表示装置が開示されている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、高解像度化のために画素をずらす制御（画素ずらし制御、ピクセルシフトという）をする画像投影装置においては、画素から画素へ移動する期間は、画素が大きくなってしまい、解像感が低下してしまう。これにより、文字や線のジャギーが目立つようになってしまったり、また、画素ずらし制御をすることで、特に、動きのある映像（色の切り替わりの早い映像）において、階調の段差、色のずれ、ゴースト状のノイズ、画像のボケ、擬似輪郭など（これらの現象をアーティファクトという）が生じてしまったりすることがあった。

【０００８】
これに対し、特許文献３に記載にされるように、画素から画素へ移動する期間は、画像が投影されないように光学変調素子を制御することが考えられるが、この方式では、投影画像の明るさが必要以上に低下しまうという問題があった。
【０００９】
そこで本発明は、画素ずらし制御における投影画像の明るさの低下を抑えるとともに解像感の低下を抑制することができる画像投影装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
かかる目的を達成するため、本発明に係る画像投影装置は、光源からの光を用いて画像を形成する光学変調素子と、前記光源からの光を前記光学変調素子に導くとともに、前記光学変調素子によって形成された画像を拡大投影する光学部と、前記光学変調素子を周期的に変位させる駆動部と、前記光学変調素子の周期的な変位において、該光学変調素子の移動速度が最も早くなる時点を少なくとも含む所定期間に、色情報を有しない移動期間用画像を作成するとともに、該移動期間用画像を投影制御する画像制御部と、を備えるものである。
【発明の効果】
【００１１】
本発明によれば、画素ずらし制御における投影画像の明るさの低下を抑えるとともに解像感の低下を抑制することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】画像投影装置を例示する図である。
【図２】画像投影装置の機能構成を例示するブロック図である。
【図３】画像投影装置の光学エンジンを例示する斜視図である。
【図４】照明光学系ユニットを例示する図である。
【図５】投影光学系ユニットの内部構成を例示する図である。
【図６】画像表示ユニットを例示する斜視図である。
【図７】画像表示ユニットを例示する側面図である。
【図８】固定ユニットを例示する斜視図である。
【図９】固定ユニットを例示する分解斜視図である。
【図１０】固定ユニットによる可動プレートの支持構造について説明する図である。
【図１１】固定ユニットによる可動プレートの支持構造について説明する部分拡大図である。
【図１２】トッププレートを例示する底面図である。
【図１３】可動ユニットを例示する斜視図である。
【図１４】可動ユニットを例示する分解斜視図である。
【図１５】可動プレートを例示する斜視図である。
【図１６】可動プレートが外された可動ユニットを例示する斜視図である。
【図１７】可動ユニットのＤＭＤ保持構造について説明する図である。
【図１８】明所視標準比視感度を示すグラフである。
【図１９】画素ずらし制御にて半画素分シフトした画素の表示状態のイメージを示した説明図である。
【図２０】図１９における１画素の表示状態のイメージを示した説明図である。
【図２１】画素ずらし制御での画素の挙動の一例を示すグラフである。
【図２２】図２１に示したグラフに変位期間Ａ～Ｃを付加した説明図である。
【図２３】カラーホイールの一例を示す説明図である。
【図２４】カラーホイールの他の例を示す説明図である。
【図２５】図２４に示すカラーホイールの色順位と各色のタイミングを示す説明図である。

【図２６】移動期間用画像を投影した場合のイメージ図である。
【図２７】移動期間用画像の信号レベル設定の一例である。
【図２８】移動期間用画像の作成および投影制御の一例を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明に係る構成を図１から図２８に示す実施の形態に基づいて詳細に説明する。
【００１４】
＜画像投影装置の構成＞
図１は、実施形態におけるプロジェクタ１を例示する図である。
【００１５】
プロジェクタ１は、画像投影装置の一例であり、出射窓３、外部Ｉ／Ｆ９を有し、投影画像を生成する光学エンジンが内部に設けられている。プロジェクタ１は、例えば外部Ｉ／Ｆ９に接続されるパソコンやデジタルカメラから画像データが送信されると、光学エンジンが送信された画像データに基づいて投影画像を生成し、図１に示されるように出射窓３からスクリーンＳに画像Ｐを投影する。
【００１６】
なお、以下に示す図面において、Ｘ１Ｘ２方向はプロジェクタ１の幅方向、Ｙ１Ｙ２方向はプロジェクタ１の奥行き方向、Ｚ１Ｚ２方向はプロジェクタ１の高さ方向である。また、以下では、プロジェクタ１の出射窓３側を上、出射窓３とは反対側を下として説明する場合がある。
【００１７】
図２は、実施形態におけるプロジェクタ１の機能構成を例示するブロック図である。
【００１８】
図２に示されるように、プロジェクタ１は、電源４、メインスイッチＳＷ５、操作部７、外部Ｉ／Ｆ９、システムコントロール部１０、ファン２０、光学エンジン１５を有する。
【００１９】
電源４は、商用電源に接続され、プロジェクタ１の内部回路用に電圧及び周波数を変換して、システムコントロール部１０、ファン２０、光学エンジン１５等に給電する。
【００２０】
メインスイッチＳＷ５は、ユーザによるプロジェクタ１のＯＮ／ＯＦＦ操作に用いられる。電源４が電源コード等を介して商用電源に接続された状態で、メインスイッチＳＷ５がＯＮに操作されると、電源４がプロジェクタ１の各部への給電を開始し、メインスイッチＳＷ５がＯＦＦに操作されると、電源４がプロジェクタ１の各部への給電を停止する。
【００２１】
操作部７は、ユーザによる各種操作を受け付けるボタン等であり、例えばプロジェクタ１の上面に設けられている。操作部７は、例えば投影画像の大きさ、色調、ピント調整等のユーザによる操作を受け付ける。また、画素ずらし制御に関し、画素ずらし制御のオンオフ設定や、画素ずらし制御の動作モード変換要求などを実行することができる。操作部７が受け付けたユーザ操作は、システムコントロール部１０に送られる。
【００２２】
外部Ｉ／Ｆ９は、例えばパソコン、デジタルカメラ等に接続される接続端子を有し、接続された機器から送信される画像データ（映像信号）をシステムコントロール部１０に出力する。
【００２３】
システムコントロール部１０は、画像制御部１１、移動制御部１２、同期制御部１３、光源制御部１４を有する。システムコントロール部１０は、例えばＣＰＵ，ＲＯＭ，ＲＡＭ等を含み、ＣＰＵがＲＡＭと協働してＲＯＭに記憶されているプログラムを実行することで、各部の機能が実現される。

【００２４】
システムコントロール部１０は、プロジェクタ１の全体の制御を行う。また、入力された映像信号に対して、コントラスト調整、明るさ調整、シャープネス調整、スケーリング処理、フレームレート［ｆｐｓ］（リフレッシュレート［Ｈｚ］）変換、画素ずらし制御の際のフレーム生成などの画像処理や、メニュー情報などの重畳画面（ＯＳＤ：On Screen Display）の表示制御、その他各種制御をおこなう。
【００２５】
画像制御部１１は、外部Ｉ／Ｆ９から入力される映像信号に基づいて光学エンジン１５の画像表示ユニット５０に設けられているデジタルマイクロミラーデバイス（Digital Micromirror Device（以下、単に「ＤＭＤ」という））５５１を制御し、スクリーンＳに投影する画像を生成する。また、画像制御部１１は、後述する移動期間用画像を作成する。
【００２６】
移動制御部１２は、画像表示ユニット５０において移動可能に設けられている可動ユニット５５を移動させ、可動ユニット５５に設けられているＤＭＤ５５１の位置を制御する。
【００２７】
同期制御部１３は、カラーホイール４０１、光源制御部１４、画像制御部１１、移動制御部１２に同期信号を送り、同期させて駆動させることにより、時分割で各色の映像を生成する。例えば、移動制御部１２がＤＭＤ５５１を変位させる周期と、照明光学系ユニット４０のカラーホイール４０１を回転させる周期とを同期制御する。
【００２８】
光源制御部１４は、光源３０への供給電力を制御して、光源３０の出力を制御する。
【００２９】
ファン２０は、システムコントロール部１０に制御されて回転し、光学エンジン１５の光源３０を冷却する。
【００３０】
光学エンジン１５は、光源３０、照明光学系ユニット４０、画像表示ユニット５０、投影光学系ユニット６０を有し、システムコントロール部１０に制御されてスクリーンＳに画像を投影する。
【００３１】
光源３０は、例えば、高圧水銀ランプ、キセノンランプ、ＬＥＤ等であり、照明光学系ユニット４０に光を照射する。本実施形態では、光源３０として高圧水銀ランプ（以下、単にランプともいう）を用い、ランプは交流矩形波で駆動しており、その出力は光源制御部１４により制御されている。
【００３２】
照明光学系ユニット４０は、カラーホイール４０１、ライトトンネル、リレーレンズ等を有し、光源３０から照射された光を画像表示ユニット５０に設けられているＤＭＤ５５１に導く。
【００３３】
画像表示ユニット５０は、固定支持されている固定ユニット５１、固定ユニット５１に対して移動可能に設けられている可動ユニット５５を有する。可動ユニット５５は、ＤＭＤ５５１を有し、システムコントロール部１０の移動制御部１２によって固定ユニット５１に対する位置が制御される。ＤＭＤ５５１は、光学変調素子の一例であり、システムコントロール部１０の画像制御部１１により制御され、照明光学系ユニット４０によって導かれた光を変調して投影画像を生成する。
【００３４】
投影光学系ユニット６０は、例えば複数の投射レンズ、ミラー等を有し、画像表示ユニット５０のＤＭＤ５５１によって生成される画像を拡大してスクリーンＳに投影する。
【００３５】

＜光学エンジンの構成＞
次に、プロジェクタ１の光学エンジン１５の各部の構成について説明する。
【００３６】
図３は、実施形態における光学エンジン１５を例示する斜視図である。光学エンジン１５は、図３に示されるように、光源３０、照明光学系ユニット４０、画像表示ユニット５０、投影光学系ユニット６０を有し、プロジェクタ１の内部に設けられている。
【００３７】
光源３０は、照明光学系ユニット４０の側面に設けられ、Ｘ２方向に光を照射する。照明光学系ユニット４０は、光源３０から照射された光を、下部に設けられている画像表示ユニット５０に導く。画像表示ユニット５０は、照明光学系ユニット４０によって導かれた光を用いて投影画像を生成する。投影光学系ユニット６０は、照明光学系ユニット４０の上部に設けられ、画像表示ユニット５０によって生成された投影画像をプロジェクタ１の外部に投影する。
【００３８】
なお、本実施形態に係る光学エンジン１５は、光源３０から照射される光を用いて上方に画像を投影するように構成されているが、水平方向に画像を投影するような構成であってもよい。
【００３９】
［照明光学系ユニット］
図４は、実施形態における照明光学系ユニット４０を例示する図である。
【００４０】
図４に示されるように、照明光学系ユニット４０は、カラーホイール４０１、ライトトンネル４０２、リレーレンズ４０３，４０４、シリンダミラー４０５、凹面ミラー４０６を有する。
【００４１】
カラーホイール４０１は、例えば、周方向の異なる部分に、Ｒ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）等の各色のフィルタが設けられている円盤である。カラーホイール４０１は、高速回転することで、光源３０から照射される光が回転中の各セグメントに設けられたフィルタを順次に通過する。カラーホイール４０１を透過した光は、順次に各色のセグメントが切り替わるため、肉眼では全てのセグメントの色が積算された映像として目視できる。
【００４２】
ライトトンネル４０２は、例えば板ガラス等の貼り合わせによって四角筒状に形成されている。ライトトンネル４０２は、カラーホイール４０１を透過したＲＧＢ各色の光を、内面で多重反射することで輝度分布を均一化してリレーレンズ４０３，４０４に導く。
【００４３】
リレーレンズ４０３，４０４は、ライトトンネル４０２から出射された光の軸上色収差を補正しつつ集光する。
【００４４】
シリンダミラー４０５及び凹面ミラー４０６は、リレーレンズ４０３，４０４から出射された光を、画像表示ユニット５０に設けられているＤＭＤ５５１に反射する。ＤＭＤ５５１は、凹面ミラー４０６からの反射光を変調して投影画像を生成する。
【００４５】
［投影光学系ユニット］
図５は、実施形態における投影光学系ユニット６０の内部構成を例示する図である。
【００４６】
図５に示されるように、投影光学系ユニット６０は、投影レンズ６０１、折り返しミラー６０２、曲面ミラー６０３がケースの内部に設けられている。
【００４７】
投影レンズ６０１は、複数のレンズを有し、画像表示ユニット５０のＤＭＤ５５１によ

って生成された投影画像を、折り返しミラー６０２に結像させる。折り返しミラー６０２及び曲面ミラー６０３は、結像された投影画像を拡大するように反射して、プロジェクタ１の外部のスクリーンＳ等に投影する。

【００４８】

［画像表示ユニット］

図６は、実施形態における画像表示ユニット５０を例示する斜視図である。また、図７は、実施形態における画像表示ユニット５０を例示する側面図である。

【００４９】

図６及び図７に示されるように、画像表示ユニット５０は、固定支持されている固定ユニット５１、固定ユニット５１に対して移動可能に設けられている可動ユニット５５を有する。

【００５０】

固定ユニット５１は、第１固定板としてのトッププレート５１１、第２固定板としてのベースプレート５１２を有する。固定ユニット５１は、トッププレート５１１とベースプレート５１２とが所定の間隙を介して平行に設けられており、照明光学系ユニット４０の下部に固定される。

【００５１】

可動ユニット５５は、ＤＭＤ５５１、第１可動板としての可動プレート５５２、第２可動板としての結合プレート５５３、ヒートシンク５５４を有し、固定ユニット５１に移動可能に支持されている。

【００５２】

可動プレート５５２は、固定ユニット５１のトッププレート５１１とベースプレート５１２との間に設けられ、固定ユニット５１によってトッププレート５１１及びベースプレート５１２と平行且つ表面に平行な方向に移動可能に支持されている。

【００５３】

結合プレート５５３は、固定ユニット５１のベースプレート５１２を間に挟んで可動プレート５５２に固定されている。結合プレート５５３は、上面側にＤＭＤ５５１が固定して設けられ、下面側にヒートシンク５５４が固定されている。結合プレート５５３は、可動プレート５５２に固定されることで、可動プレート５５２、ＤＭＤ５５１、及びヒートシンク５５４と共に固定ユニット５１に移動可能に支持されている。

【００５４】

ＤＭＤ５５１は、結合プレート５５３の可動プレート５５２側の面に設けられ、可動プレート５５２及び結合プレート５５３と共に移動可能に設けられている。ＤＭＤ５５１は、可動式の複数のマイクロミラーが格子状に配列された画像生成面を有する。ＤＭＤ５５１の各マイクロミラーは、鏡面がねじれ軸周りに傾動可能に設けられており、システムコントロール部１０の画像制御部１１から送信される画像信号に基づいてＯＮ／ＯＦＦ駆動される。

【００５５】

マイクロミラーは、例えば「ＯＮ」の場合には、光源３０からの光を投影光学系ユニット６０に反射するように傾斜角度が制御される。また、マイクロミラーは、例えば「ＯＦＦ」の場合には、光源３０からの光をＯＦＦ光板に向けて反射する方向に傾斜角度が制御される。

【００５６】

このように、ＤＭＤ５５１は、画像制御部１１から送信される画像信号によって各マイクロミラーの傾斜角度が制御され、光源３０から照射されて照明光学系ユニット４０を通った光を変調して投影画像を生成する。すなわち、各色の信号データに基づいて光変調を行い、時分割された各色の映像を重畳させることで、１つのカラー画像を生成している。

【００５７】

ヒートシンク５５４は、放熱手段の一例であり、少なくとも一部分がＤＭＤ５５１に当接するように設けられている。ヒートシンク５５４は、移動可能に支持される結合プレー

ト５５３にＤＭＤ５５１と共に設けられることで、ＤＭＤ５５１に当接して効率的に冷却することが可能になっている。このような構成により、本実施形態に係るプロジェクタ１では、ヒートシンク５５４がＤＭＤ５５１の温度上昇を抑制し、ＤＭＤ５５１の温度上昇による動作不良や故障等といった不具合の発生が低減されている。

【００５８】

（固定ユニット）

図８は、実施形態における固定ユニット５１を例示する斜視図である。また、図９は、実施形態における固定ユニット５１を例示する分解斜視図である。

【００５９】

図８及び図９に示されるように、固定ユニット５１は、トッププレート５１１、ベースプレート５１２を有する。

【００６０】

トッププレート５１１及びベースプレート５１２は、平板状部材から形成され、それぞれ可動ユニット５５のＤＭＤ５５１に対応する位置に中央孔５１３，５１４が設けられている。また、トッププレート５１１及びベースプレート５１２は、複数の支柱５１５によって、所定の間隙を介して平行に設けられている。

【００６１】

支柱５１５は、図９に示されるように、上端部がトッププレート５１１に形成されている支柱孔５１６に圧入され、雄ねじ溝が形成されている下端部がベースプレート５１２に形成されている支柱孔５１７に挿入される。支柱５１５は、トッププレート５１１とベースプレート５１２との間に一定の間隔を形成し、トッププレート５１１とベースプレート５１２とを平行に支持する。

【００６２】

また、トッププレート５１１及びベースプレート５１２には、支持球体５２１を回転可能に保持する支持孔５２２，５２６がそれぞれ複数形成されている。

【００６３】

トッププレート５１１の支持孔５２２には、内周面に雌ねじ溝を有する円筒状の保持部材５２３が挿入される。保持部材５２３は、支持球体５２１を回転可能に保持し、位置調整ねじ５２４が上から挿入される。ベースプレート５１２の支持孔５２６は、下端側が蓋部材５２７によって塞がれ、支持球体５２１を回転可能に保持する。

【００６４】

トッププレート５１１及びベースプレート５１２の支持孔５２２，５２６に回転可能に保持される支持球体５２１は、それぞれトッププレート５１１とベースプレート５１２との間に設けられる可動プレート５５２に当接し、可動プレート５５２を移動可能に支持する。

【００６５】

図１０は、実施形態における固定ユニット５１による可動プレート５５２の支持構造を説明するための図である。また、図１１は、図１０に示されるＡ部分の概略構成を例示する部分拡大図である。

【００６６】

図１０及び図１１に示されるように、トッププレート５１１では、支持孔５２２に挿入される保持部材５２３によって支持球体５２１が回転可能に保持されている。また、ベースプレート５１２では、下端側が蓋部材５２７によって塞がれている支持孔５２６によって支持球体５２１が回転可能に保持されている。

【００６７】

各支持球体５２１は、支持孔５２２，５２６から少なくとも一部分が突出するように保持され、トッププレート５１１とベースプレート５１２との間に設けられる可動プレート５５２に当接して支持する。可動プレート５５２は、回転可能に設けられている複数の支持球体５２１により、トッププレート５１１及びベースプレート５１２と平行且つ表面に平行な方向に移動可能に両面から支持される。

【００６８】
　また、トッププレート５１１側に設けられている支持球体５２１は、可動プレート５５２とは反対側で当接する位置調整ねじ５２４の位置に応じて、保持部材５２３の下端からの突出量が変化する。例えば、位置調整ねじ５２４がＺ１方向に変位すると、支持球体５２１の突出量が減り、トッププレート５１１と可動プレート５５２との間隔が小さくなる。また、例えば、位置調整ねじ５２４がＺ２方向に変位すると、支持球体５２１の突出量が増え、トッププレート５１１と可動プレート５５２との間隔が大きくなる。
【００６９】
　このように、位置調整ねじ５２４を用いて支持球体５２１の突出量を変化させることで、トッププレート５１１と可動プレート５５２との間隔を適宜調整できる。
【００７０】
　また、図８及び図９に示されるように、トッププレート５１１のベースプレート５１２側の面には、磁石５３１，５３２，５３３，５３４が設けられている。
【００７１】
　図１２は、実施形態におけるトッププレート５１１を例示する底面図である。図１２に示されるように、トッププレート５１１のベースプレート５１２側の面には、磁石５３１，５３２，５３３，５３４が設けられている。
【００７２】
　磁石５３１，５３２，５３３，５３４は、トッププレート５１１の中央孔５１３を囲むように４箇所に設けられている。磁石５３１，５３２，５３３，５３４は、それぞれ長手方向が平行になるように配置された直方体状の２つの磁石で構成され、それぞれ可動プレート５５２に及ぶ磁界を形成する。
【００７３】
　磁石５３１，５３２，５３３，５３４は、それぞれ可動プレート５５２の上面に各磁石５３１，５３２，５３３，５３４に対向して設けられているコイルとで、可動プレート５５２を移動させる移動手段を構成する。
【００７４】
　なお、上記した固定ユニット５１に設けられる支柱５１５、支持球体５２１の数や位置等は、可動プレート５５２を移動可能に支持できればよく、本実施形態に例示される構成に限られるものではない。
【００７５】
　（可動ユニット）
　図１３は、実施形態における可動ユニット５５を例示する斜視図である。また、図１４は、実施形態における可動ユニット５５を例示する分解斜視図である。
【００７６】
　図１３及び図１４に示されるように、可動ユニット５５は、ＤＭＤ５５１、可動プレート５５２、結合プレート５５３、ヒートシンク５５４、保持部材５５５、ＤＭＤ基板５５７を有し、固定ユニット５１に対して移動可能に支持されている。
【００７７】
　可動プレート５５２は、上記したように、固定ユニット５１のトッププレート５１１とベースプレート５１２との間に設けられ、複数の支持球体５２１により表面に平行な方向に移動可能に支持される。
【００７８】
　図１５は、実施形態における可動プレート５５２を例示する斜視図である。
【００７９】
　図１５に示されるように、可動プレート５５２は、平板状の部材から形成され、ＤＭＤ基板５５７に設けられるＤＭＤ５５１に対応する位置に中央孔５７０を有し、中央孔５７０の周囲にコイル５８１，５８２，５８３，５８４が設けられている。
【００８０】
　コイル５８１，５８２，５８３，５８４は、それぞれＺ１Ｚ２方向に平行な軸を中心と

して電線が巻き回されることで形成され、可動プレート５５２のトッププレート５１１側の面に形成されている凹部に設けられてカバーで覆われている。コイル５８１，５８２，５８３，５８４は、それぞれトッププレート５１１の磁石５３１，５３２，５３３，５３４とで、可動プレート５５２を移動させる移動手段を構成する。

【００８１】

トッププレート５１１の磁石５３１，５３２，５３３，５３４と、可動プレート５５２のコイル５８１，５８２，５８３，５８４とは、可動ユニット５５が固定ユニット５１に支持された状態で、それぞれ対向する位置に設けられている。コイル５８１，５８２，５８３，５８４に電流が流されると、磁石５３１，５３２，５３３，５３４によって形成される磁界により、可動プレート５５２を移動させる駆動力となるローレンツ力が発生する。

【００８２】

可動プレート５５２は、磁石５３１，５３２，５３３，５３４とコイル５８１，５８２，５８３，５８４との間で発生する駆動力としてのローレンツ力を受けて、固定ユニット５１に対して、ＸＹ平面において直線的又は回転するように変位する。

【００８３】

各コイル５８１，５８２，５８３，５８４に流される電流の大きさ及び向きは、システムコントロール部１０の移動制御部１２によって制御される。移動制御部１２は、各コイル５８１，５８２，５８３，５８４に流す電流の大きさ及び向きによって、可動プレート５５２の移動（回転）方向、移動量や回転角度等を制御する。

【００８４】

本実施形態では、第１駆動手段として、コイル５８１及び磁石５３１と、コイル５８４及び磁石５３４とが、Ｘ１Ｘ２方向に対向して設けられている。コイル５８１及びコイル５８４に電流が流されると、図１５に示されるようにＸ１方向又はＸ２のローレンツ力が発生する。可動プレート５５２は、コイル５８１及び磁石５３１と、コイル５８４及び磁石５３４とにおいて発生するローレンツ力により、Ｘ１方向又はＸ２方向に移動する。

【００８５】

また、本実施形態では、第２駆動手段として、コイル５８２及び磁石５３２と、コイル５８３及び磁石５３３とが、Ｘ１Ｘ２方向に並んで設けられ、磁石５３２及び磁石５３３は、磁石５３１及び磁石５３４とは長手方向が直交するように配置されている。このような構成において、コイル５８２及びコイル５８３に電流が流されると、図１５に示されるようにＹ１方向又はＹ２方向のローレンツ力が発生する。

【００８６】

可動プレート５５２は、コイル５８２及び磁石５３２と、コイル５８３及び磁石５３３とにおいて発生するローレンツ力により、Ｙ１方向又はＹ２方向に移動する。また、可動プレート５５２は、コイル５８２及び磁石５３２と、コイル５８３及び磁石５３３とで反対方向に発生するローレンツ力により、ＸＹ平面において回転するように変位する。

【００８７】

例えば、コイル５８２及び磁石５３２においてＹ１方向のローレンツ力が発生し、コイル５８３及び磁石５３３においてＹ２方向のローレンツ力が発生するように電流が流されると、可動プレート５５２は、上面視で時計回り方向に回転するように変位する。また、コイル５８２及び磁石５３２においてＹ２方向のローレンツ力が発生し、コイル５８３及び磁石５３３においてＹ１方向のローレンツ力が発生するように電流が流されると、可動プレート５５２は、上面視で反時計回り方向に回転するように変位する。

【００８８】

また、可動プレート５５２には、固定ユニット５１の支柱５１５に対応する位置に、可動範囲制限孔５７１が設けられている。可動範囲制限孔５７１は、固定ユニット５１の支柱５１５が挿入され、例えば振動や何らかの異常等により可動プレート５５２が大きく移動した時に支柱５１５に接触することで、可動プレート５５２の可動範囲を制限する。

【００８９】

以上で説明したように、本実施形態では、システムコントロール部１０の移動制御部１２が、コイル５８１，５８２，５８３，５８４に流す電流の大きさや向きを制御することで、可動範囲内で可動プレート５５２を任意の位置に移動させることで、電磁アクチュエータとして機能させることができる。

【００９０】

なお、移動手段としての磁石５３１，５３２，５３３，５３４及びコイル５８１，５８２，５８３，５８４の数、位置等は、可動プレート５５２を任意の位置に移動させることが可能であれば、本実施形態とは異なる構成であってもよい。例えば、移動手段としての磁石は、トッププレート５１１の上面に設けられてもよく、ベースプレート５１２の何れかの面に設けられてもよい。また、例えば、磁石が可動プレート５５２に設けられ、コイルがトッププレート５１１又はベースプレート５１２に設けられてもよい。

【００９１】

また、可動範囲制限孔５７１の数、位置及び形状等は、本実施形態に例示される構成に限られない。例えば、可動範囲制限孔５７１は一つであってもよく、複数であってもよい。また、可動範囲制限孔５７１の形状は、例えば長方形や円形等、本実施形態とは異なる形状であってもよい。

【００９２】

固定ユニット５１によって移動可能に支持される可動プレート５５２の下面側（ベースプレート５１２側）には、図１３に示されるように、結合プレート５５３が固定されている。結合プレート５５３は、平板状部材から形成され、ＤＭＤ５５１に対応する位置に中央孔を有し、周囲に設けられている折り曲げ部分が３本のねじ５９１によって可動プレート５５２の下面に固定されている。

【００９３】

図１６は、可動プレート５５２が外された可動ユニット５５を例示する斜視図である。

【００９４】

図１６に示されるように、結合プレート５５３には、上面側にＤＭＤ５５１、下面側にヒートシンク５５４が設けられている。結合プレート５５３は、可動プレート５５２に固定されることで、ＤＭＤ５５１、ヒートシンク５５４と共に、可動プレート５５２に伴って固定ユニット５１に対して移動可能に設けられている。

【００９５】

ＤＭＤ５５１は、ＤＭＤ基板５５７に設けられており、ＤＭＤ基板５５７が保持部材５５５と結合プレート５５３との間で挟み込まれることで、結合プレート５５３に固定されている。保持部材５５５、ＤＭＤ基板５５７、結合プレート５５３、ヒートシンク５５４は、図１４及び図１６に示されるように、固定部材としての段付ねじ５６０及び押圧手段としてのばね５６１によって重ねて固定されている。

【００９６】

図１７は、実施形態における可動ユニット５５のＤＭＤ保持構造について説明する図である。図１７は、可動ユニット５５の側面図であり、可動プレート５５２及び結合プレート５５３は図示が省略されている。

【００９７】

図１７に示されるように、ヒートシンク５５４は、結合プレート５５３に固定された状態で、ＤＭＤ基板５５７に設けられている貫通孔からＤＭＤ５５１の下面に当接する突出部５５４ａを有する。なお、ヒートシンク５５４の突出部５５４ａは、ＤＭＤ基板５５７の下面であって、ＤＭＤ５５１に対応する位置に当接するように設けられてもよい。

【００９８】

また、ＤＭＤ５５１の冷却効果を高めるために、ヒートシンク５５４の突出部５５４ａとＤＭＤ５５１との間に弾性変形可能な伝熱シートが設けられてもよい。伝熱シートによりヒートシンク５５４の突出部５５４ａとＤＭＤ５５１との間の熱伝導性が向上し、ヒートシンク５５４によるＤＭＤ５５１の冷却効果が向上する。

【００９９】

上記したように、保持部材５５５、ＤＭＤ基板５５７、ヒートシンク５５４は、段付きねじ５６０及びばね５６１によって重ねて固定されている。段付きねじ５６０が締められると、ばね５６１がＺ１Ｚ２方向に圧縮され、図１７に示されるＺ１方向の力Ｆ１がばね５６１から生じる。ばね５６１から生じる力Ｆ１により、ヒートシンク５５４はＺ１方向に力Ｆ２でＤＭＤ５５１に押圧されることとなる。

【０１００】

本実施形態では、段付きねじ５６０及びばね５６１は４箇所に設けられており、ヒートシンク５５４にかかる力Ｆ２は、４つのばね５６１に生じる力Ｆ１を合成したものに等しい。また、ヒートシンク５５４からの力Ｆ２は、ＤＭＤ５５１が設けられているＤＭＤ基板５５７を保持する保持部材５５５に作用する。この結果、保持部材５５５には、ヒートシンク５５４からの力Ｆ２に相当するＺ２方向の反力Ｆ３が生じ、保持部材５５５と結合プレート５５３との間でＤＭＤ基板５５７を保持できるようになる。

【０１０１】

段付きねじ５６０及びばね５６１には、保持部材５５５に生じる力Ｆ３からＺ２方向の力Ｆ４が作用する。ばね５６１は、４箇所に設けられているため、それぞれに作用する力Ｆ４は、保持部材５５５に生じる力Ｆ３の４分の１に相当し、力Ｆ１と釣り合うこととなる。

【０１０２】

また、保持部材５５５は、図１７において矢印Ｂで示されるように撓むことが可能な部材で板ばね状に形成されている。保持部材５５５は、ヒートシンク５５４の突出部５５４ａに押圧されて撓み、ヒートシンク５５４をＺ２方向に押し返す力が生じることで、ＤＭＤ５５１とヒートシンク５５４との接触をより強固に保つことができる。

【０１０３】

可動ユニット５５は、以上で説明したように、可動プレート５５２と、ＤＭＤ５５１及びヒートシンク５５４を有する結合プレート５５３とが、固定ユニット５１によって移動可能に支持されている。可動ユニット５５の位置は、システムコントロール部１０の移動制御部１２によって制御される。また、可動ユニット５５には、ＤＭＤ５５１に当接するヒートシンク５５４が設けられており、ＤＭＤ５５１の温度上昇に起因する動作不良や故障といった不具合の発生が防止されている。

【０１０４】

＜画像投影制御＞

上記したように、本実施形態に係るプロジェクタ１において、投影画像を生成するＤＭＤ５５１は、可動ユニット５５に設けられており、システムコントロール部１０の移動制御部１２によって可動ユニット５５と共に位置が制御される。

【０１０５】

移動制御部１２は、例えば、画像投影時にフレームレートに対応する所定の周期で、ＤＭＤ５５１の複数のマイクロミラーの配列間隔未満の距離だけ離れた複数の位置の間を高速移動するように可動ユニット５５の位置を制御する。このとき、画像制御部１１は、それぞれの位置に応じてシフトした投影画像を生成するようにＤＭＤ５５１に画像信号を送信する。

【０１０６】

例えば、移動制御部１２は、Ｘ１Ｘ２方向及びＹ１Ｙ２方向にＤＭＤ５５１のマイクロミラーの配列間隔未満の距離だけ離れた位置Ｐ１と位置Ｐ２との間で、ＤＭＤ５５１を所定の周期で往復移動させる。このとき、画像制御部１１が、それぞれの位置に応じてシフトした投影画像を生成するようにＤＭＤ５５１を制御することで、投影画像の解像度を、ＤＭＤ５５１の解像度の約２倍にすることが可能になる。また、ＤＭＤ５５１の移動位置を増やすことで、投影画像の解像度をＤＭＤ５５１の２倍以上にすることもできる。

【０１０７】

このように、移動制御部１２が可動ユニット５５と共にＤＭＤ５５１を所定の周期で移動させ、画像制御部１１がＤＭＤ５５１に位置に応じた投影画像を生成させることで、Ｄ

ＭＤ５５１の解像度以上の画像を投影することが可能になる。
【０１０８】
また、本実施形態に係るプロジェクタ１では、移動制御部１２がＤＭＤ５５１を可動ユニット５５と共に回転するように制御することで、投影画像を縮小させることなく回転させることができる。例えばＤＭＤ５５１等の光学変調素子が固定されているプロジェクタでは、投影画像を縮小させなければ、投影画像の縦横比を維持しながら回転させることはできない。これに対して、本実施形態に係るプロジェクタ１では、ＤＭＤ５５１を回転させることができるため、投影画像を縮小させることなく回転させて傾き等の調整を行うことが可能になっている。
【０１０９】
以上で説明したように、本実施形態に係るプロジェクタ１では、ＤＭＤ５５１が移動可能に構成されることで、投影画像の高解像度化が可能になっている。また、ＤＭＤ５５１を冷却するヒートシンク５５４が、ＤＭＤ５５１と共に可動ユニット５５に搭載されていることで、ＤＭＤ５５１に当接してより効率的に冷却することが可能になり、ＤＭＤ５５１の温度上昇が抑制されている。したがって、プロジェクタ１では、ＤＭＤ５５１の温度上昇に起因して発生する動作不良や故障といった不具合が低減される。
【０１１０】
ここまで説明したプロジェクタ１では、光学変調素子であるＤＭＤ５５１の各マイクロミラーの角度によってスクリーンＳに投影される画像は生成される。このため、マイクロミラー１枚１枚の角度を維持したままＤＭＤ５５１を、並進、回転などの変位をさせるということは、スクリーンＳに投影されている画像情報を維持した状態で投影位置を変位させることになる。
【０１１１】
このため、例えば、ＤＭＤ５５１を半画素分だけ所定の周期で変位させた場合には、スクリーンＳに投影される画像自体が半画素分所定の周期でシフトすることとなり、結果としてスクリーンＳ上に中間画像が形成され、見かけ上の画素数、画素密度を高めることが可能となる（画素ずらし制御）。すなわち、ＤＭＤ５５１が本来有している画素数以上の画素数をスクリーンＳ上に形成することが可能となり、疑似的にＤＭＤ５５１の画素数以上の高解像な画像をスクリーンＳ上に投影することが可能となる。
【０１１２】
なお、ここまで説明したプロジェクタ１が備える画素ずらし制御のための機構は、図６～図１７を参照して説明した上述の例に限られるものではなく、ＤＭＤ５５１を変位させることで投影されている画像情報を維持した状態で投影位置を変位させるものであればよい。また、本実施形態では、半画素分シフトする例について説明するが、シフト量はこれに限られるものではない。
【０１１３】
＜移動期間用画像の投影制御＞
本実施形態に係る画像投影装置（プロジェクタ１）は、光源（光源３０）からの光を用いて画像を形成する光学変調素子（ＤＭＤ５５１）と、光源からの光を光学変調素子に導くとともに、光学変調素子によって形成された画像を拡大投影する光学部（照明光学系ユニット４０および投影光学系ユニット６０）と、光学変調素子を周期的に変位させる駆動部（可動ユニット５５）と、光学変調素子の周期的な変位において、該光学変調素子の移動速度が最も早くなる時点を少なくとも含む所定期間に、色情報を有しない移動期間用画像を作成するとともに、該移動期間用画像を投影制御する画像制御部（画像制御部１１）と、を備えるものである。なお、括弧内は実施形態での符号、適用例を示す。以下に詳細を説明する。
【０１１４】
図１８は、明所視標準比視感度を示すグラフである。比視感度とは、光のエネルギーが同じ場合において、各波長の人の目が明るさを感じる強度を表す指標である。
【０１１５】

図１８に示すように、明所では５５５ｎｍ付近の光がピークとなっており、比視感度はその最大感度からの比率となっている。例えば、ピークからずれた色である赤色や青色の波長では暗く、ピークを含む緑色の波長では明るく感じることとなる。例えば、カラーホイール４０１ａ（図２３）の例では、Ｒセグメント４０１Ｒ、Ｂセグメント４０１Ｂを通過した光は暗くなるのに対し、Ｗセグメント４０１Ｗ、Ｇセグメント４０１Ｇ、シアンセグメント４０１Ｃｙ、Ｙセグメント４０１Ｙを通過した光は明るくなる。

【０１１６】

そして、人間の視感度特徴により、動きのある映像において、よく階調の段差、色のずれ、ゴースト状のノイズ、画像のボケ、擬似輪郭などを感じてしまう。この現象はアーティファクトと呼ばれる。アーティファクトは、特に肌のような色合いがなだらかに変化している部分や、明るい色と暗い色の切り替わりが速い時などに発生しやすい。

【０１１７】

図１９は、画素ずらし制御にて半画素分シフトした画素の表示状態のイメージを示した説明図である。

【０１１８】

図１９における実線部は、表示位置をシフトしない状態（シフト前の状態）である第１状態の各画素Ｓ１を示しており、各画素のサイズはＸＬ×ＹＬとなっている。また、点線部は、半画素分（ＸＬ／２，ＹＬ／２）シフトされた状態である第２状態の各画素Ｓ２を示している。

【０１１９】

そして、２つの画像を合成、すなわち、交互に各画素での映像を投影することにより、擬似的に高解像度することが可能となる。この画素ずらし制御において、システムコントロール部１０では、入力された映像信号に基づいた投影画像を生成するとともに、移動制御部１２にて可動ユニット５５のＤＭＤ５５１を斜め方向にシフトさせて、高解像度化を実現する。

【０１２０】

しかしながら、この第１状態の各画素Ｓ１と第２状態の各画素Ｓ２は、２値間で瞬時に変動するものではないため、移動期間が存在することとなる。

【０１２１】

図２０（Ａ）～（Ｃ）は、図１９における１画素の表示状態のイメージを示した説明図である。図２０中のグレーで表示される部分が投影状態にあることを示しており、図２０（Ａ）は第１状態の画素Ｓ１が投影されている状態（非移動期間）、図２０（Ｂ）は第２状態の画素Ｓ２が投影されている状態（非移動期間）、図２０（Ｃ）は、第１状態から第２状態および第２状態から第１状態へ変位中の状態を示している（移動期間）。

【０１２２】

すなわち、ＤＭＤ５５１を半画素分だけ所定の周期で動かす場合、第１状態（図２０（Ａ））→移動期間（図２０（Ｃ））→第２状態（図２０（Ｂ））→移動期間（図２０（Ｃ））→第１状態（図２０（Ａ））・・・となる。

【０１２３】

画素ずらし制御では、図２０に示したように、半画素分ずらした位置に画素を移動させ、交互に各画素での映像を投影することで擬似的に高解像度にしている。ここで、図２０（Ａ），（Ｂ）に示す画素ずらし制御の非移動期間では、それぞれ所望の位置に画素を設けることができるが、図２０（Ｃ）に示す移動期間では、所望の画素間を移動する分、画素が大きくなってしまい、解像力が低下するため解像感が低下してしまい、アーティファクトが発生しやすくなる。

【０１２４】

次いで、図２１は、ピクセルシフトでの画素の挙動の一例を示すグラフである。図２１のグラフの横軸は時間（ｔ）、縦軸はＤＭＤ５５１の移動量（画素位置）を示している。

【０１２５】

画像表示ユニット５０を電磁アクチュエータとして機能させてＤＭＤ５５１を変位させ

た場合、図２１に示すように、画素が正弦波状に移動する。すなわち、第１状態（ピクセルシフト前）、第２状態（ピクセルシフト後）の状態の前後の期間では、単位時間当たりの画素の移動が少なく（移動速度が遅く、滑らかな動きとなる）、その他の移動途中の状態では、単位時間当たりの画素の移動が大きく（移動速度が速く、動きが速くなる）なっている。単位時間当たりの画素の移動が大きいということは、画素サイズが大きくなるということであり、このとき、解像感が低下しやすく、投影画像にアーティファクトが発生しやすいと考えられる。

【０１２６】

また、図２２は、図２１に示したグラフにＤＭＤ５５１の１変位期間を示す枠Ｃと、１変位期間内の変位期間Ａ～Ｃを付加した説明図である。

【０１２７】

枠Ｃに示す１変位期間は、第１状態から移動が多くなるまでの所定期間である変位期間Ａと、移動が多い期間である変位期間Ｂと、第２状態に近づいて移動が再び少なくなる変位期間Ｃと、に区分することができる。

【０１２８】

換言すれば、１変位期間は、第１状態と、該第１状態から第１所定位置と、の間で変位する期間を変位期間Ａ、第２状態と、該第２状態から第２所定位置と、の間で変位する期間を変位期間Ｃ、変位期間ＡおよびＣを除く期間を変位期間Ｂと、に区分することができる。また、変位期間Ｂは、画素の移動速度が最も速い期間を含む所定期間といえる。

【０１２９】

ここで、変位期間ＡとＢ，ＢとＣとを区分するタイミングや位置は、任意に設定することが可能なものであり、特に限られるものではない。例えば、１変位期間の時間を変位期間Ａ，Ｂ，Ｃで３等分してもよいし、変位期間ＡとＣの時間を任意の同じ時間として、残りの時間を変位期間Ｂとしてもよい。

【０１３０】

なお、第２状態から第１状態へ戻る際は、同様に、第２状態から移動が多くなるまでの所定期間である変位期間Ｃと、移動が多い期間である変位期間Ｂと、第１状態に近づいて移動が再び少なくなる変位期間Ａと、に区分することができる。

【０１３１】

ここで、画素の移動が少ない期間（変位期間Ａ，Ｃ）のみに画像を投影することでもピクセルシフトによる高解像化が期待できるが、画素の移動が大きい期間（変位期間Ｂ）に画像が投影されないようにすると、投影画像の明るさが必要以上に低下しまう。一方、変位期間Ｂも画像を投影する場合、上述のように、画素サイズが大きくなり、解像感が低下しやすく、投影画像にアーティファクトが発生しやすい。

【０１３２】

次に、図２３にカラーホイール４０１の一例（カラーホイール４０１ａ）を示す。カラーホイール４０１ａは、回転モータ４１０の回転軸に複数のカラーフィルタを固定した部材である。図２３に示す例では、Ｒ（レッド）、Ｍ（マゼンタ）、Ｙ（イエロー）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）、Ｃｙ（シアン）、Ｗ（ホワイト）の透過特性を持ったカラーフィルタ（セグメント４０１Ｒ，４０１Ｍ，４０１Ｙ，４０１Ｇ，４０１Ｂ，４０１Ｃｙ，４０１Ｗ）を有している。なお、図２３では、７つのセグメントを有するカラーホイールを例として示したが、セグメント数や、セグメントの構成は一例であって、これに限られるものではない。

【０１３３】

カラーホイール４０１ａには、セグメントの回転を検出するためのマーカ４１１が所定の位置（図２３の例では、Ｒに対応する位置）に設けられるとともに、回転中のマーカ４１１が同期信号センサ４１２の前方位置にある場合に、同期信号センサ４１２が検出信号を発生し、この検出信号を同期信号として生成することで、同期制御を可能としている。

【０１３４】

また、図２４にカラーホイール４０１の他の例（カラーホイール４０１ｂ）を示す。カ

ラーホイール４０１ｂは、Ｒ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）、Ｒ（レッド）、Ｇ（グリーン）、Ｂ（ブルー）の透過特性を持ったカラーフィルタ（セグメント４０１Ｒ，４０１Ｇ，４０１Ｂ，４０１Ｒ，４０１Ｇ，４０１Ｂ）を有している。

【０１３５】

また、図２５は、カラーホイール４０１ｂの回転の色順位とＤＭＤ５５１の変位期間とのタイミングを示す説明図である。図２５は、カラーホイール４０１ｂの回転周期を１２０Ｈｚ、ＤＭＤ５５１の周期は６０Ｈｚとし、カラーホイール４０１ｂが２回転する期間でピクセルシフトを１回行う例を示している。

【０１３６】

そして、本実施形態に係るプロジェクタ１は、画素の移動の多い期間（変位期間Ｂ）において、移動期間用画像を投影するものである。ここで、移動期間用画像は、色情報を有しない（すなわち、白、黒、グレー以外の色を有しない）ものであって、輝度情報は有する画像である。例えば、投影する元画像から色差信号を０とした画像（投影画像のモノクローム画像）を作成し、これを移動期間用画像とすることができる。また、投影する元画像とは別途、白、黒、またはグレーのモノクローム画像（例えば、モノクロームの単色画像など）を作成し、これを移動期間用画像としてもよい。

【０１３７】

図２６は、移動期間用画像として、モノクロームの投影画像（グレー単色の画像）を投影する場合のイメージ図である。また、投影する元画像から色差信号を０とした画像の場合は、前後の画像の色情報を有しない画像となる。

【０１３８】

ここで、色情報を有しない画像を作成するためには、その作成期間（すなわち、変位期間Ｂ）において、少なくともカラーホイール４０１の所定の複数のセグメント、または所定の１つのセグメントから光を透過させる必要がある。

【０１３９】

すなわち、色情報を有しない移動期間用画像を作成するためには、移動期間用画像を投影する期間において、下記（１）または（２）、

（１）Ｒ（赤）セグメント＋Ｇ（緑）セグメント＋Ｂ（青）セグメント

（２）Ｗ（白）セグメント

の全てのセグメント（（２）の場合は１つのセグメント）に光を透過させることが必要となる。

【０１４０】

また、補色（Ｙ，Ｃｙ，Ｍ）のセグメントを設けたカラーホイール４０１を用いることも好ましい。この場合、色情報を有しない移動期間用画像を作成するためには、移動期間用画像を投影する期間において、下記（３）～（５）のいずれか、

（３）Ｙ（黄）セグメント＋Ｂ（青）セグメント

（４）Ｃｙ（シアン）セグメント＋Ｒ（赤）セグメント

（５）Ｍ（マゼンタ）セグメント＋Ｇ（緑）セグメント

の全てのセグメントに光を透過させることが必要となる。補色のセグメントを用いることで、Ｒ，Ｇ，Ｂすべてのセグメントから光を透過させることなく、移動期間用画像を作成することができる。

【０１４１】

また、カラーホイール４０１に（６）グレーのセグメントを設けることでも、色情報を有しない移動期間用画像を作成することが可能となる。

【０１４２】

このため、カラーホイール４０１は、上記いずれかの条件を満たすセグメントを少なくとも備えていることが必要である。図２５に示した例では、画素の移動の多い期間（変位期間Ｂ）において、Ｒ，Ｇ，Ｂセグメントから光を透過させることで、移動期間用画像の作成を可能としている。

【０１４３】

以下、移動期間用画像の作成例について説明する。移動期間用画像は、画素の移動の多い期間において、画像制御部１１にて、投影する元の画像の映像信号の入力信号レベル（例えば、輝度信号の信号レベル）または輝度ヒストグラムを検出し、検出した入力信号レベルまたは輝度ヒストグラムに応じて、出力信号レベルを変化させて、作成することが好ましい。

【０１４４】

具体的には、入力信号レベルまたは輝度ヒストグラムに基づいて、元の画像が明るい場合は、移動期間用画像の信号レベルを移動期間用画像が明るくなる（白に近い画像）ように設定し、元の画像が暗い場合は、暗くなる（黒に近い画像）ように設定することが好ましい。これにより、画素移動中におけるアーティファクトの発生を防止するとともに、画素移動後の投影画像のコントラストを向上させることができる。

【０１４５】

図２７に、移動期間用画像の信号レベル設定の一例を示す。元の画像の入力輝度信号レベルが０～１０％の場合は、移動期間用画像の信号レベル（出力輝度信号レベル）を０％（黒）に設定する。また、元の画像の入力輝度信号レベルが１０～５０％の場合は、出力輝度信号レベルを４０％に、５０～９０％の場合は、出力輝度信号レベルを８０％に設定し、グレーの画像を投影する。また、元の画像の入力輝度信号レベルが９０～１００％の場合は、投影像が明るいため、出力輝度信号レベルを１００％（白）に設定する。

【０１４６】

また、入力信号レベルまたは輝度ヒストグラムに基づいて、移動期間用画像の信号レベルを変更するのではなく、プロジェクタ１が照度センサ（照度検出手段）を内蔵し、移動期間用画像の信号レベル（出力輝度信号レベル）を、照度センサの検出結果に応じて設定してもよい。例えば、照度レベルが高い場合（プロジェクタ１の周囲が明るい場合）は、移動期間用画像の信号レベルを移動期間用画像が明るくなる（白に近い画像）ように設定し、照度レベルが低い場合（プロジェクタ１の周囲が暗い場合）は、暗くなる（黒に近い画像）ように設定するものである。これにより、周囲の環境が明るい場合は移動期間用画像を明るくし、周囲の環境が暗い場合は移動期間用画像を暗くすることができる。

【０１４７】

画像制御部１１による移動期間用画像の作成および投影制御の一例を、図２８に示すフローチャートを参照して説明する。

【０１４８】

先ず、外部Ｉ／Ｆ９からシステムコントロール部１０の画像制御部１１に映像信号が入力される（Ｓ１０１）。

【０１４９】

次いで、入力信号のＲＧＢから以下の変換式（１）～（３）を用いて、輝度信号Ｙと色信号Ｂ－Ｙ（色差信号Ｃｂ），Ｒ－Ｙ（色差信号Ｃｒ）を算出する（Ｓ１０２）。

Ｙ＝０．３００Ｒ＋０．５９０Ｇ＋０．１１０Ｂ

Ｂ－Ｙ＝－０．３００Ｒ－０．５９０Ｇ＋０．８９０Ｂ

Ｒ－Ｙ＝０．７００Ｒ－０．５９０Ｇ－０．１１０Ｂ

【０１５０】

次いで、移動期間用画像の色を表示させないように、算出された色差信号Ｃｂ，Ｃｒを０に変換する（Ｓ１０３）。

【０１５１】

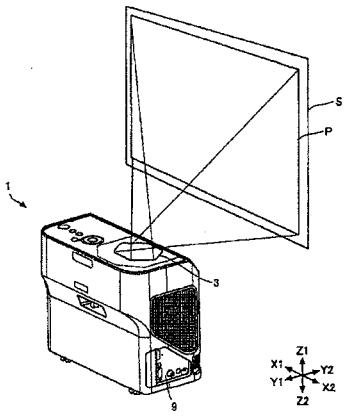
次いで、入力信号の輝度信号レベルを参照し（Ｓ１０４）、算出された輝度信号Ｙに応じた出力輝度信号レベル（オフセット値Ｙ’という）に変換する（Ｓ１０５、図２７参照）。

【０１５２】

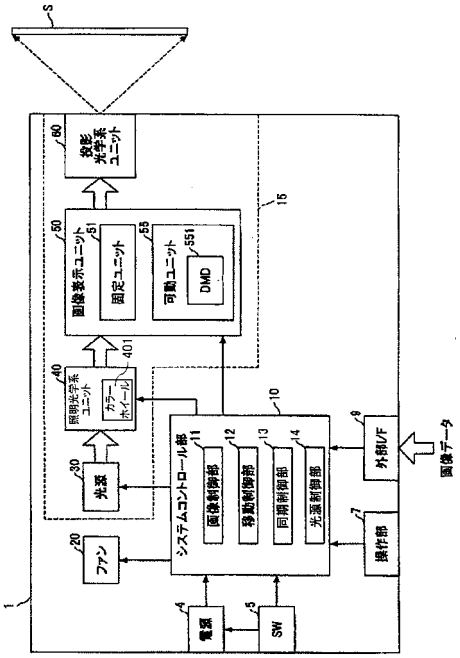
次いで、変換後の輝度信号（オフセット値Ｙ’）と色信号を合成して、移動期間用画像を作成する（Ｓ１０６）。そして、ＤＭＤ５５１を制御して、移動期間用画像を投影させる（Ｓ１０７）。

【０１５３】
以上説明した本実施形態に係る画像投影装置によれば、画素ずらし制御において画素の移動の多い期間に、例えば、投映画像の入力輝度信号レベルまたは輝度ヒストグラムを検出し、検出された入力輝度信号レベルや輝度ヒストグラムに基づいて、出力信号レベルを変化させた移動期間用の画像を作成し、該画像を投影することにより、投影像の明るさ低下を防止しつつ、アーティファクトの発生と解像感の低下を防ぐことができる。また、投影画像のコントラストを高めることができる。
【０１５４】
尚、上述の実施形態は本発明の好適な実施の例ではあるがこれに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。
【０１５５】
また、上記実施形態では、画像投影装置は、ＤＭＤを用いたＤＬＰ方式のプロジェクタを例に説明したが、これに限られるものではなく、画素ずらし制御を行うとともに、画素の移動期間中にモノクローム画像を形成し、これを投影することが可能な画像投影装置であれば、例えば、ＬＣＤ（Liquid Crystal Display）方式、ＬＣＯＳ（Liquid crystal on silicon）方式等の他の方式であっても、本発明を適用することができる。
【０１５６】
例えば、上記実施形態では、光源が単色光源であって、カラーホイールにより分光する画像投影装置を例に説明したが、光源として複数のレーザ光源を有し、該レーザ光源からのレーザ光を光学変調素子に導く画像投影装置であってもよい。
【０１５７】
また、上記実施形態では、光学の反射を利用した縦置きの超短焦点型プロジェクタを例に説明したが、水平置きのプロジェクタにおいても、本発明を適用することができる。
【０１５８】
また、上記実施形態では、光学変調素子の駆動手段として、電磁アクチュエータ（電磁駆動手段）を用いた例を説明しているが、光学変調素子の駆動手段は、これにかぎられるものではない。
【符号の説明】
【０１５９】
１　プロジェクタ（画像投影装置）
１０　システムコントロール部
１１　画像制御部
１２　移動制御部
１３　同期制御部
１４　光源制御部
３０　光源
４０　照明光学系ユニット
５０　画像表示ユニット
５１　固定ユニット
５５　可動ユニット
６０　投影光学系ユニット
４０１　カラーホイール
５５１　ＤＭＤ（光学変調素子）
【先行技術文献】
【特許文献】
【０１６０】
【特許文献１】特開２００５－　８４５８１号公報
【特許文献２】特許５０７３１９５号公報
【特許文献３】特開２００４－１８００１１号公報

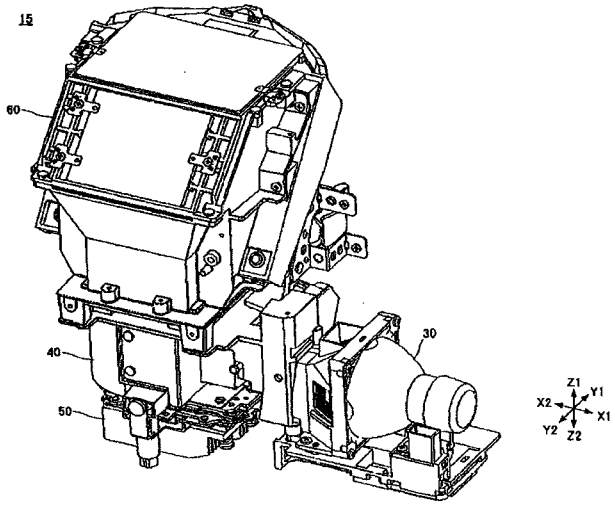
【図１】


S
P
1
3
9
Z1
X1
Y1
Y2
X2
Z2

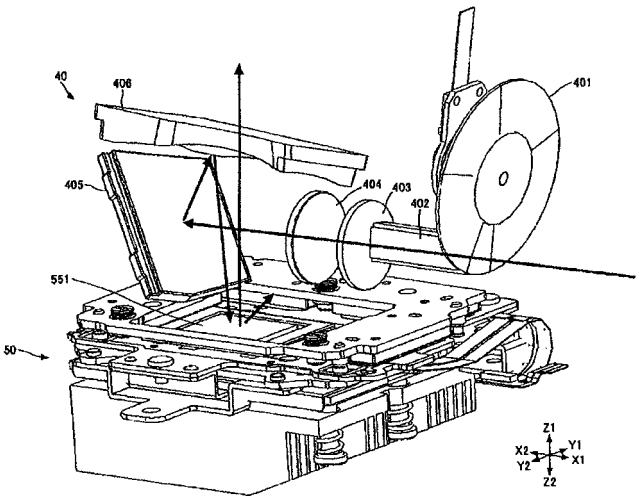
【図２】


S
60
投影光学系ユニット
15
50
画像表示ユニット
51
固定ユニット
55
可動ユニット
551
DMD
40
照明光学系ユニット
401
カラーホイール
10
30
光源
システムコントロール部
11
画像制御部
12
移動制御部
13
同期制御部
14
光源制御部
9
外部I/F
画像データ
7
操作部
20
ファン
1
4
電源
5
SW

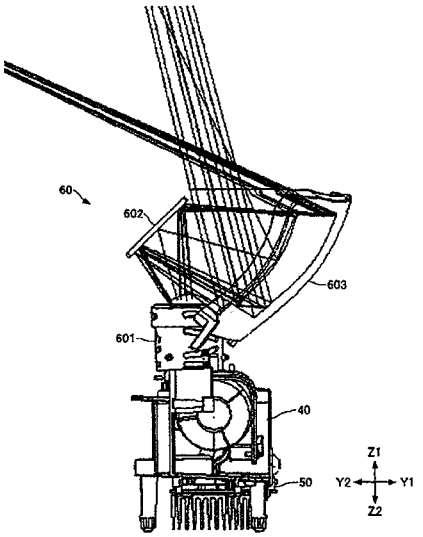
【図３】


15
60
40
50
30
Z1
Y1
X2
X1
Y2
Z2

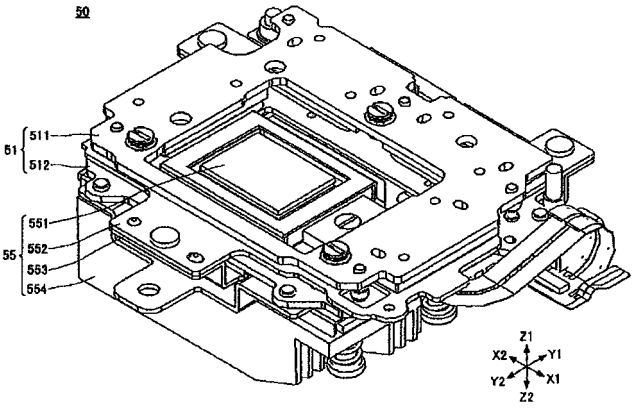
【図４】


40
406
401
405
404
403
402
551
50
Z1
Y1
X2
X1
Y2
Z2

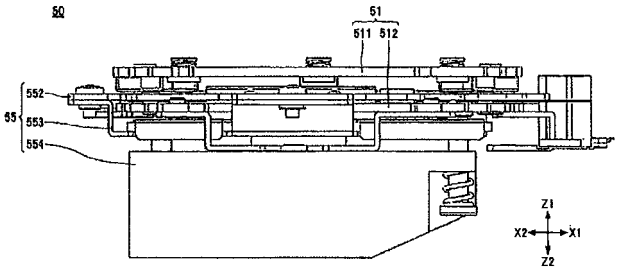
【図５】


60
602
603
601
40
50
Z1
Y2
Y1
Z2

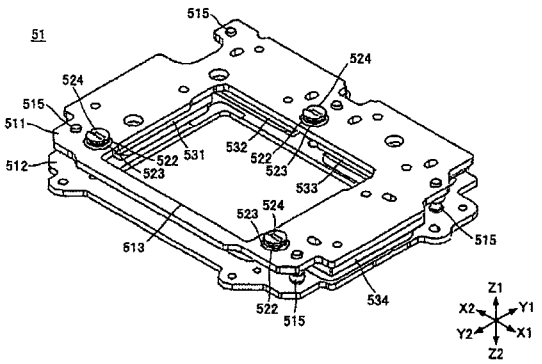
【図６】


50
51
511
512
55
551
552
553
554
Z1
X2
Y1
Y2
X1
Z2

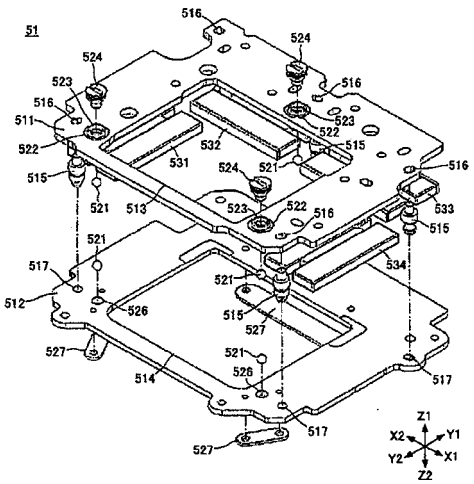
【図７】


50
51
511
512
55
552
553
554
Z1
X2
X1
Z2

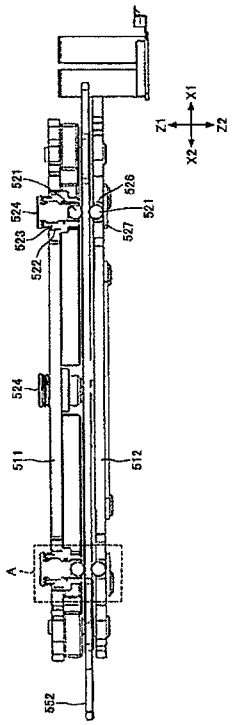
【図８】


51
515
524
511
512
522
523
531
532
533
513
534
Z1
X2
Y1
Y2
X1
Z2

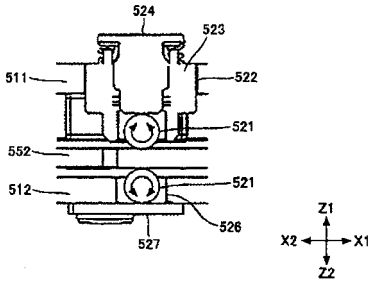
【図９】


51
516
524
523
511
522
515
531
532
521
513
533
534
512
526
527
514
517
Z1
X2
Y1
Y2
X1
Z2

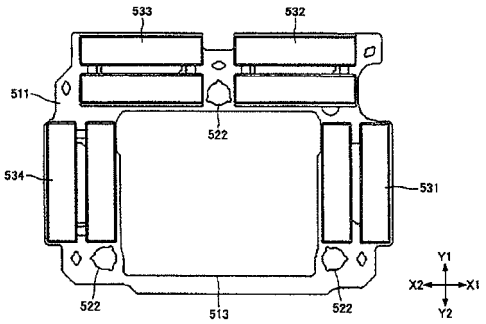
【図１０】



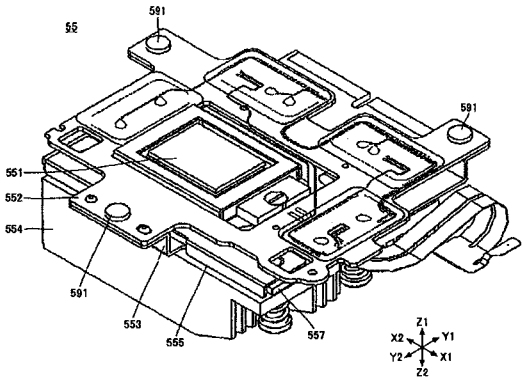

【図１１】



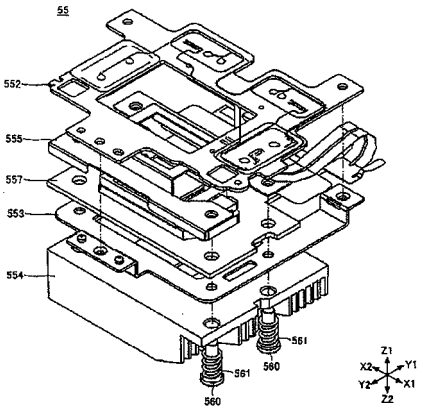

【図１２】



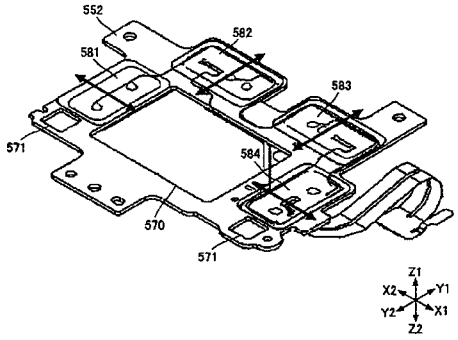

【図１３】



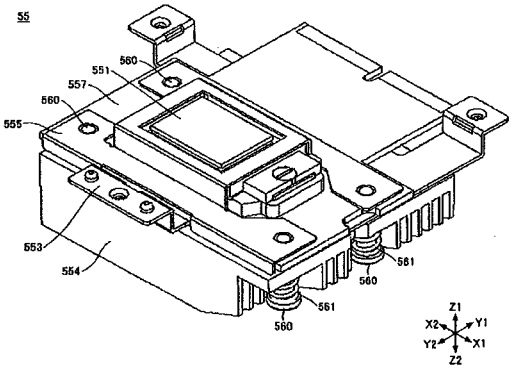

【図１４】



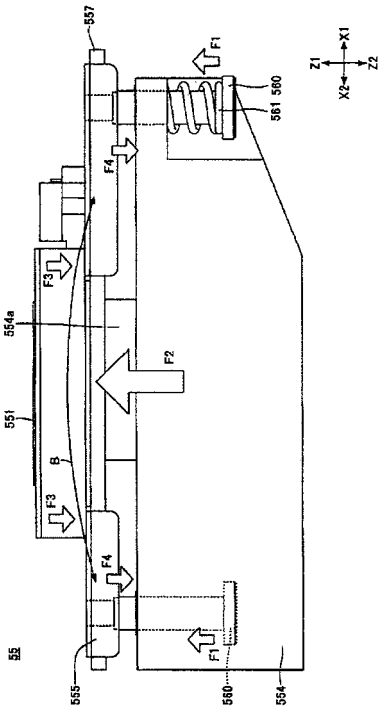
【図１５】



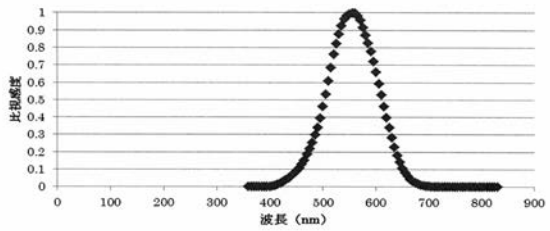

【図１６】



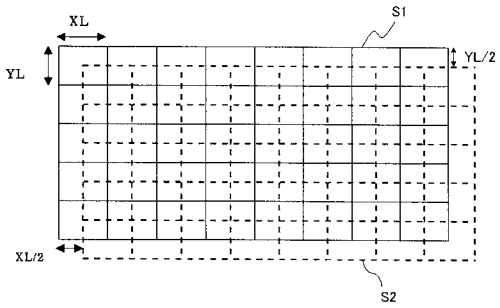

【図１７】



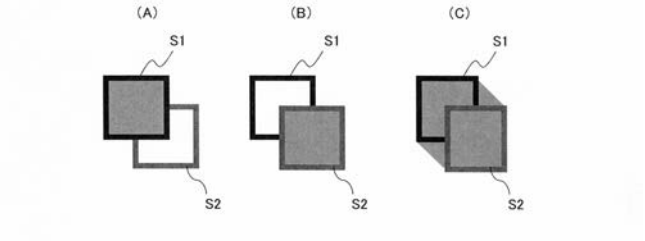

【図１８】



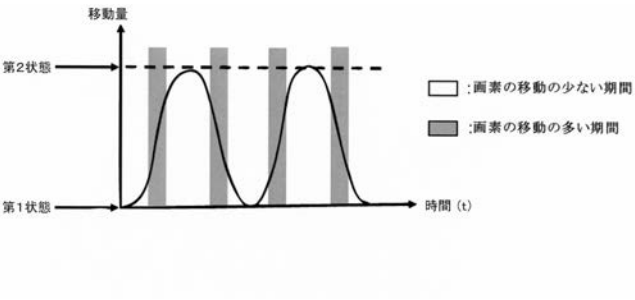

【図１９】



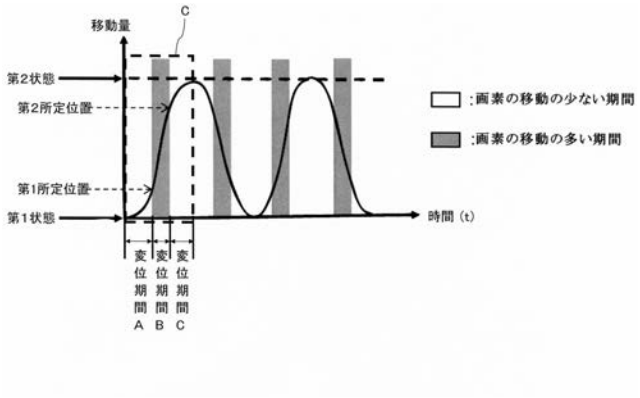

【図２０】



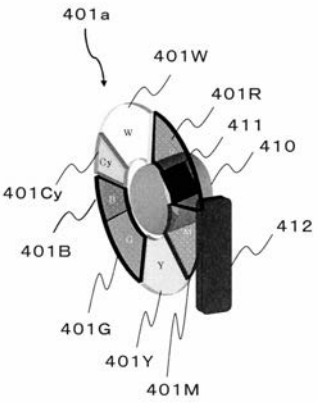

【図２１】



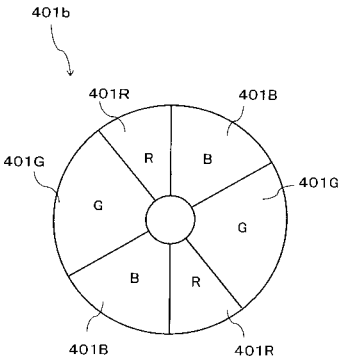
【図２２】



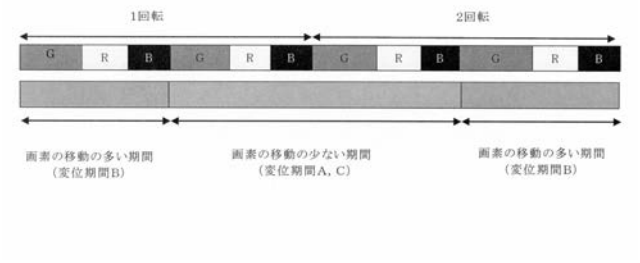

【図２３】




【図２４】




【図２５】



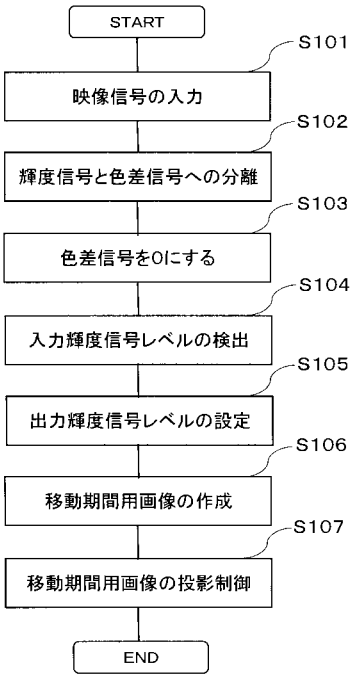

【図２６】




【図２７】

| 元画像の入力輝度信号レベル | 移動期間用画像の出力輝度信号レベル |
|---|---|
| 0～10% | 0%（黒） |
| 10～50% | 40% |
| 50～90% | 80% |
| 90～100% | 100%（白） |

【図２８】


START
S101
映像信号の入力
S102
輝度信号と色差信号への分離
S103
色差信号を0にする
S104
入力輝度信号レベルの検出
S105
出力輝度信号レベルの設定
S106
移動期間用画像の作成
S107
移動期間用画像の投影制御
END

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | F I | テーマコード（参考） |
|---|---|---|
| | Ｈ０４Ｎ　5/74　D | |

Ｆターム(参考) 5C182 AA03 AA04 AB03 AC02 AC13 BA01 BA03 BA25 BA45 CA01
CA02 CB03 CB12 CB54 CC24 DA53