(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6201287号
(P6201287)

(45)発行日　平成29年9月27日(2017.9.27)　(24)登録日　平成29年9月8日(2017.9.8)

(51)Int.Cl.		F I		
G09G 3/36	(2006.01)	G09G	3/36	
G03B 21/14	(2006.01)	G03B	21/14	A
G09G 3/34	(2006.01)	G09G	3/34	J
G09G 3/20	(2006.01)	G09G	3/20	642L
H01S 5/0683	(2006.01)	G09G	3/20	612J

請求項の数 5　(全 20 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2012-209255(P2012-209255)
(22)出願日　平成24年9月24日(2012.9.24)
(65)公開番号　特開2014-63093(P2014-63093A)
(43)公開日　平成26年4月10日(2014.4.10)
審査請求日　平成27年8月7日(2015.8.7)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100116665
弁理士　渡辺　和昭
(74)代理人　100164633
弁理士　西田　圭介
(74)代理人　100179475
弁理士　仲井　智至
(72)発明者　塚越　真一
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

審査官　橋本　直明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表示装置、及び、表示装置の制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数色の色光を変調する変調手段と、少なくともいずれかの前記色光に対応する光源を複数備えた光源部と、を有する表示手段と、

前記光源にパルス電流を供給して点灯させる光源駆動手段と、

前記光源の輝度に応じて、前記光源駆動手段が前記光源に供給するパルス電流の周期及びパルスのオン期間を設定する制御手段と、

複数の前記光源に共通して電流値を設定する電流設定手段と、を備え、

前記制御手段は、いずれかの前記光源の輝度が、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限より短くなるような輝度に設定された場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を下限またはそれ以上の長さに設定し、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限またはそれ以上になるような輝度に設定された場合に第１の電流値に設定されていた当該光源のパルス電流の電流値を、前記第１の電流値より低下させ、

前記電流設定手段が前記光源に供給する電流の電流値を前記第１の電流値より低い値に設定した後に、いずれかの前記光源について電流値の低下による輝度の低下を補償するように、パルス電流のオン期間を変更すること、

を特徴とする表示装置。

【請求項２】

複数色の前記色光の光量を予め設定された比率にするため、各々の前記光源についてパルス電流のオン期間の比、或いは、各々の前記光源の輝度の比が設定されていることを特

徴とする請求項１記載の表示装置。
【請求項３】
前記制御手段は、いずれかの前記光源のパルス電流の電流値を低下させる場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を、電流値を低下させない場合よりも長く設定することを特徴とする請求項１または２記載の表示装置。
【請求項４】
前記制御手段は、前記光源のパルス電流の電流値を段階的に切り換える制御を行うことを特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の表示装置。
【請求項５】
複数色の色光を変調する変調手段と、少なくともいずれかの前記色光に対応する光源を複数備えた光源部と、複数の前記光源に共通して電流値を設定する電流設定手段と、を備えた表示装置の制御方法であって、
光源にパルス電流を供給して点灯させ、
前記光源の輝度に応じて、前記光源に供給するパルス電流の周期及びパルスのオン期間を設定し、
いずれかの前記光源の輝度が、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限より短くなるような輝度に設定された場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を下限またはそれ以上の長さに設定し、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限またはそれ以上になるような輝度に設定された場合に第１の電流値に設定されていた当該光源のパルス電流の電流値を、前記第１の電流値より低下させ、
前記電流設定手段が前記光源に供給する電流の電流値を前記第１の電流値より低い値に設定した後に、いずれかの前記光源について電流値の低下による輝度の低下を補償するように、パルス電流のオン期間を変更すること、
を特徴とする表示装置の制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、光源を用いて画像を表示する表示装置、及び、表示装置の制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、表示装置の光源の輝度を調整するため、光源をＰＷＭ（パルス幅変調）制御するものが知られている（例えば、特許文献１参照）。この種の制御においては、光源を周期的に点灯及び消灯させ、点灯期間と消灯期間の比を変えることで、光源の輝度を調整する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１０－０５１０６８号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
特許文献１記載の構成で使用されているＬＥＤや、レーザー等の光源には、光源の仕様により下限が定められており、これより短いパルスが入力されると光源が追従できない。このため、光源の輝度を調整できる範囲が低輝度側で制限されてしまうという問題があった。
本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、光源を周期的に点灯及び消灯させ、点灯期間と消灯期間の比を変えて光源の輝度を調整する場合に、より広い範囲で輝度を調整できるようにすることを目的とする。
【課題を解決するための手段】

【０００５】
上記目的を達成するために、本発明の表示装置は、複数色の色光を変調する変調手段と、少なくともいずれかの前記色光に対応する光源を複数備えた光源部と、を有する表示手段と、前記光源にパルス電流を供給して点灯させる光源駆動手段と、前記光源の輝度に応じて、前記光源駆動手段が前記光源に供給するパルス電流の周期及びパルスのオン期間を設定する制御手段と、を備え、前記制御手段は、いずれかの前記光源の輝度が、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限より短くなるような輝度に設定された場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を下限またはそれ以上の長さに設定し、当該光源のパルス電流の電流値を低下させること、を特徴とする。
本発明によれば、光源に供給される電流値を低下させることにより、光源が点灯する期間を下限より短くすることなく、光源の輝度をより低輝度に調整できる。これにより、光源を安定して点灯させ、かつ、光源の輝度の調整可能範囲を拡大できる。
【０００６】
また、本発明は、上記表示装置において、複数色の前記色光の光量を予め設定された比率にするため、各々の前記光源についてパルス電流のオン期間の比、或いは、各々の前記光源の輝度の比が設定されていることを特徴とする。
本発明によれば、各光源の輝度が均一でなく、いずれかの光源の輝度の調整範囲に従って他の光源の輝度の調整範囲が制約され得る構成において、輝度の調整範囲の制約を回避できる。これにより、幅広い階調表現が可能になり、より高品質の画像を表示できる。
【０００７】
また、本発明は、上記表示装置において、前記制御手段は、いずれかの前記光源のパルス電流の電流値を低下させる場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を、電流値を低下させない場合よりも長く設定することを特徴とする。
本発明によれば、パルス電流の電流値を低下させることにより光源の輝度を低下させる一方で、パルス電流のオン期間を長く設定することで輝度を高めることで、光源の輝度を細かく調整できる。
【０００８】
また、本発明は、上記表示装置において、複数の前記光源に共通して電流値を設定する電流設定手段を備え、前記制御手段は、前記電流設定手段が前記光源に供給する電流の電流値をより低い値に変更した場合に、いずれかの前記光源について電流値の低下による輝度の低下を補償するように、パルス電流のオン期間を変更することを特徴とする。
本発明によれば、複数の光源に対して共通の手段により電流値を設定することで、回路構成をシンプルにして低コスト化と制御の効率化を達成できる。この構成では複数の光源を点灯させるパルス電流の電流値を一律に低下させることになるが、パルス電流のオン期間を変更することで、全ての光源の輝度を必要な輝度に調整できる。
【０００９】
また、本発明は、上記表示装置において、前記制御手段は、前記光源のパルス電流の電流値を段階的に切り換える制御を行うことを特徴とする。
本発明によれば、電流値を段階的に切り換えるシンプルな構成によって光源の輝度の調整範囲を拡大できる。
【００１０】
また、上記目的を達成するために、本発明の表示装置の制御方法は、複数色の色光を変調して画像を表示する表示装置の制御方法であって、光源にパルス電流を供給して点灯させ、前記光源の輝度に応じて、前記光源に供給するパルス電流の周期及びパルスのオン期間を設定し、いずれかの前記光源の輝度が、当該光源のパルス電流のオン期間が設定された下限より短くなるような輝度に設定された場合に、当該光源のパルス電流のオン期間を下限またはそれ以上の長さに設定し、当該光源のパルス電流の電流値を低下させること、を特徴とする。
本発明によれば、光源に供給される電流値を低下させることにより、光源が点灯する期間を下限より短くすることなく、光源の輝度をより低輝度に調整できる。これにより、光

源を安定して点灯させ、かつ、光源の輝度の調整可能範囲を拡大できる。
【発明の効果】
【００１１】
本発明によれば、光源を安定して点灯させ、かつ、光源の輝度の調整可能範囲を拡大して高品質の画像を表示できる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】プロジェクターの機能ブロック図である。
【図２】レーザー光源を点灯させるパルス電流のタイミングチャートである。
【図３】レーザー光源を点灯させるパルス電流のタイミングチャートである。
【図４】レーザー光源を点灯させるパルス電流のタイミングチャートである。
【図５】プロジェクターの動作を示すフローチャートである。
【図６】第２の実施形態に係るプロジェクターの動作を示すフローチャートである。
【図７】第３の実施形態に係るプロジェクターの機能ブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
［第１の実施形態］
以下、図面を参照して本発明を適用した実施形態について説明する。
図１は、実施形態に係るプロジェクター１の機能的構成を示すブロック図である。スクリーンＳＣ（投射面）に画像を投射する表示装置としてのプロジェクター１は、図示しないＰＣ等のコンピューターや各種画像プレーヤー等の外部の画像供給装置（図示略）に、Ｉ／Ｆ（インターフェイス）１１を介して接続され、インターフェイス１１に入力されるデジタル画像データに基づく画像をスクリーンＳＣに投射する。
【００１４】
プロジェクター１は、光学的な画像の形成を行う投射部２０（表示手段）と、この投射部２０に入力される画像信号を電気的に処理する画像処理系とを備え、これらの各部は制御部１０の制御に従って動作する。
【００１５】
投射部２０は、光源部２１、光変調装置２２（変調手段）、及び投射光学系２３（投射手段）を備えている。光源部２１は、ＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）、レーザー光源等、パルス信号により輝度をＰＷＭ制御可能な光源を備えており、本実施形態では、青色レーザー光を発する２つの青色半導体レーザー素子を用いたレーザー光源４２、４３を備えた構成を例示する。なお、レーザー光源４２、４３は複数の半導体素子を備え、複数のレーザー光を発するものであってもよい。また、光源部２１は、レーザー光源４２、４３の出射光を走査させる光走査素子、出射光の光学特性を高めるためのレンズ群（図示略）、光量を低減させる調光手段等を備えたものであってもよい。
【００１６】
光変調装置２２は、後述する画像処理系からの信号を受けて、光源部２１が発した光を変調して画像光とする。光変調装置２２の具体的な構成としては、例えば、ＲＧＢの各色に対応した３枚の透過型または反射型の液晶ライトバルブを用いた方式が挙げられる。本実施形態では、ＲＧＢの３色の色光に対応した３枚の透過型の液晶パネル、すなわち青色光（Ｂ）を変調する液晶パネル２２ａ、赤色光（Ｒ）を変調する液晶パネル２２ｂ、及び、緑色光（Ｇ）を変調する液晶パネル２２ｃを備えた構成とする。光変調装置２２が備える液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃは、後述する液晶パネルドライバー３３によって駆動され、各液晶パネルにマトリクス状に配置された各画素における光の透過率を変化させることにより、画像を形成する。
光変調装置２２により変調されたＲＧＢの各色光は、図示しないクロスダイクロイックプリズムにより合成されて、投射光学系２３に導かれる。
【００１７】
投射光学系２３は、光変調装置２２で変調された光をスクリーンＳＣ上に投射して結像

させるためのレンズ群等を備えて構成される。また、投射光学系２３は、投射光学系駆動部３４に備えられたモーター３７によって図示しないレンズ群が駆動されることにより、ズーム調整、フォーカス調整及び絞り調整を実行する。投射光学系駆動部３４は、制御部１０の制御に従って投射光学系２３を駆動する。

【００１８】

光源部２１は、青色レーザー光を発する青色半導体レーザー素子を用いたレーザー光源４２及び４３、制御部１０に従って各レーザー光源４２及び４３を制御するレーザー光源ドライバー６２及び６３（光源駆動手段）、制御部１０に従ってレーザー光源ドライバー６２、６３に対して電流値を設定する電流制御部６１、色光を拡散させる拡散板４４、入射する色光を所定の色の色光に変換する蛍光体ホイール４５、及び入射した色光を所定の色の色光に分離する分光機構４６を備え、レーザー光源４２、４３の発光を制御するパルス信号Ｓ５、Ｓ６を出力する光源駆動部５０に接続されている。

【００１９】

電流制御部６１は、制御部１０から入力される制御情報に従って、レーザー光源ドライバー６２とレーザー光源ドライバー６３に対して共通の電流値を設定する。電流制御部６１は、レーザー光源ドライバー６２、６３の各々に個別に電流値を設定するものではない。

レーザー光源ドライバー６２は、プロジェクター１の電源回路（図示略）から供給される電源をもとに、光源駆動部５０から入力されるパルス信号Ｓ５に同期し、電流制御部６１が設定した電流値を有するパルス電流Ｓ７を生成して、パルス電流Ｓ７をレーザー光源４２に供給する。

【００２０】

従って、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルスのオン期間の長さ（パルス幅）と、オフ期間の長さと、周期は、光源駆動部５０から入力されるパルス信号Ｓ５、Ｓ６により決定され、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値は、制御部１０が決定し、決定された電流値を電流制御部６１が設定する。

【００２１】

パルス電流Ｓ７、Ｓ８は、レーザー光源４２、４３の点灯／消灯を制御する電流である。レーザー光源４２、４３は、このパルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルスがオンの期間に点灯し、パルスがオフの期間には消灯する。パルス電流Ｓ７、Ｓ８はパルスのオン／オフが高速に切り替わる信号であるため、レーザー光源４２、４３は点灯と消灯を高速で繰り返し、レーザー光源４２、４３の輝度は点灯時間と消灯時間の比により決定される。従って、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルスがオンの期間とオフの期間の比によって、レーザー光源４２、４３の輝度を調整できる。

【００２２】

レーザー光源４２は、レーザー光源ドライバー６２により出力されるパルス電流Ｓ７により駆動して青色レーザー光４２ａを発し、この青色レーザー光４２ａは拡散板４４に入射して拡散される。拡散板４４で拡散されたレーザー光は青色光２０ａとして液晶パネル２２ａに入射し、変調される。一方、レーザー光源４３は、レーザー光源ドライバー６３により出力されるパルス電流Ｓ８により駆動して、レーザー光源４２と同様に青色レーザー光４３ａを発する。青色レーザー光４３ａは、蛍光体ホイール４５の蛍光体に入射して黄色光４５ａに変換され、変換された黄色光４５ａは分光機構４６に入射する。分光機構４６は、入射した黄色光４５ａを波長成分により赤色光２０ｂと緑色光２０ｃとに分離し、分離された赤色光２０ｂ及び緑色光２０ｃは、それぞれ液晶パネル２２ｂ及び液晶パネル２２ｃに入射する。そして、液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃにより変調された画像光は上述のように投射光学系２３により合成され、スクリーンＳＣに投射される。

【００２３】

光源駆動部５０（光源駆動手段）は、ＰＷＭ設定部５１、ＰＷＭ信号生成部５２、及びリミッター５３を備えており、制御部１０から入力される制御信号Ｓ１に従ってレーザー光源ドライバー６２、６３を制御し、レーザー光源４２、４３をＰＷＭ制御することによ

り、レーザー光源４２、４３の点灯／消灯や輝度の調整を実行する。ＰＷＭ設定部５１は、制御部１０から入力される制御信号Ｓ１に従って、パルス周波数を指定するＰＷＭ周波数信号Ｓ２と、パルス幅を指定するオン期間指定信号Ｓ３とを生成して出力する。ＰＷＭ信号生成部５２は、ＰＷＭ設定部５１から入力されるＰＷＭ周波数信号Ｓ２及びオン期間指定信号Ｓ３に従って、レーザー光源４２、４３を点灯させるパルスを有するＰＷＭ信号Ｓ４を生成して出力する。ここで、ＰＷＭ信号生成部５２は、レーザー光源４２を制御するためのＰＷＭ信号Ｓ４ａと、レーザー光源４３を制御するためのＰＷＭ信号Ｓ４ｂとを個別に生成して出力することも可能である。ＰＷＭ信号生成部５２が出力したＰＷＭ信号Ｓ４は、リミッター５３に入力される。リミッター５３（制限手段）は、ＰＷＭ信号Ｓ４に含まれるパルスのうち、パルス幅が予め設定された値より小さいパルスをカットするフィルターであり、パルス信号Ｓ５、Ｓ６を光源部２１のレーザー光源ドライバー６２、６３に出力する。

【００２４】

上記のように、レーザー光源ドライバー６２、６３は、パルス信号Ｓ５、Ｓ６のパルスがオンに立ち上がるとレーザー光源４２、４３を点灯させ、パルスがオフに下がるとレーザー光源４２、４３を消灯させる。パルス信号Ｓ５、Ｓ６のパルス幅が、レーザー光源４２、４３の点灯及び消灯が追従できないほど小さい場合、レーザー光源４２、４３の発光が安定せず、指定された輝度に達しない等の問題が発生する可能性がある。このため、リミッター５３は、設定された値のパルス幅より小さいパルスをカットして、レーザー光源４２、４３の動作を安定化させる。

【００２５】

また、プロジェクター１には、インターフェイス１１、映像入力部１２、及び変換処理部１３が備えられている。インターフェイス１１を介して映像入力部１２に入力された画像データは、変換処理部１３によって解像度変換などのスケーリング処理が実行され、制御部１０に出力される。なお、プロジェクター１に入力される画像データは、動画像（映像）データが考えられるが、静止画像データであってもよい。

【００２６】

ここで、インターフェイス１１は、例えば、デジタル映像信号が入力されるＤＶＩ（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｖｉｓｕａｌ　Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）インターフェイス、ＵＳＢインターフェイス及びＬＡＮインターフェイスや、ＮＴＳＣ、ＰＡＬ及びＳＥＣＡＭ等のコンポジット映像信号が入力されるＳ映像端子、コンポジット映像信号が入力されるＲＣＡ端子、コンポーネント映像信号が入力されるＤ端子、ＨＤＭＩ（登録商標）規格に準拠したＨＤＭＩコネクター等、ＶＥＳＡ（Ｖｉｄｅｏ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ　Ｓｔａｎｄａｒｄｓ　Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎ）が策定したＤｉｓｐｌａｙＰｏｒｔ（商標）規格に準拠したコネクター等を有する。また、映像入力部１２は、インターフェイス１１を介してアナログ映像信号が入力された場合に、このアナログ映像信号をデジタル画像データに変換するＡ／Ｄ変換回路を有する構成としてもよい。なお、インターフェイス１１として、無線通信インターフェイスを設けても良い。

【００２７】

プロジェクター１は、画像処理系として、プロジェクター１全体を統合的に制御する制御部１０、制御部１０が処理するデータや制御部１０が実行する制御プログラムを記憶した記憶部１５、図示しないリモコンや操作パネルによる操作を検出する操作検出部１６、画像データを処理する画像処理部３１、及び画像処理部３１から出力される画像信号に基づいて光変調装置２２の液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃを駆動して描画を行う液晶パネルドライバー３３を備えている。

制御部１０は、記憶部１５に記憶された制御プログラムを読み出して実行することにより、プロジェクター１の各部を制御する。制御部１０は、操作検出部１６によって検出されユーザーが行った操作を示す操作情報に基づいて、画像処理部３１、液晶パネルドライバー３３、投射光学系駆動部３４、及び光源駆動部５０を制御して、スクリーンＳＣに画像を投射させる。

【００２８】
操作検出部１６は、プロジェクター１を操作するリモコン（図示略）が送信する無線信号を受信してデコードし、リモコンにおける操作を検出する機能、及び、プロジェクター１の操作パネル（図示略）におけるボタン操作を検出する機能を有する。操作検出部１６は、リモコンや操作パネルにおける操作を示す操作信号を生成して、制御部１０に出力する。また、操作検出部１６は、制御部１０の制御に従い、プロジェクター１の動作状態や設定状態に応じて、プロジェクター１に設けられている図示しないインジケーターランプの点灯状態を制御する。
【００２９】
画像処理部３１は、制御部１０の制御に従って、変換処理部１３が出力した画像データを取得して、画像サイズ、解像度、静止画像か動画像であるか、動画像である場合はフレームレート等の画像データの属性などを判定する。そして、画像処理部３１は、フレーム毎にフレームメモリー３２に画像を展開する。また、画像処理部３１は、取得した画像データの解像度が光変調装置２２の液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃの表示解像度と異なる場合には解像度変換処理を行い、リモコンや操作パネルの操作により、操作検出部１６がズームを示す操作情報を検出した場合には拡大／縮小処理を行って、これらの処理後の画像をフレームメモリー３２に展開する。その後、画像処理部３１は、フレームメモリー３２に展開したフレーム毎の画像を表示信号として液晶パネルドライバー３３に出力する。
【００３０】
制御部１０（制御手段）は、記憶部１５に記憶された制御プログラムを実行することにより、投射制御部１７、発光制御部１８、及び補正制御部１９の機能を実現する。
投射制御部１７は、操作検出部１６が検出した操作に従って、プロジェクター１の各部を初期化するとともに、光源駆動部５０を制御してレーザー光源４２、４３を点灯させ、画像処理部３１及び液晶パネルドライバー３３を制御して、液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃに画像を描画させて、画像を投射させる。また、投射制御部１７は、投射光学系駆動部３４を制御して、モーター３７の動作によりフォーカス調整、ズーム調整、絞り調整等を実行させる。
【００３１】
発光制御部１８は、制御信号Ｓ１を生成して、光源駆動部５０に出力する。制御信号Ｓ１は、パルス信号Ｓ５、Ｓ６のパルス幅、パルス周期またはパルスがオフになる期間のうち少なくとも２つを指定する情報を含む。発光制御部１８は、制御信号Ｓ１によって、レーザー光源４２、４３の点灯期間と消灯期間との比を調整することで、レーザー光源４２、４３の輝度を調整する。
【００３２】
補正制御部１９は、プロジェクター１に対するスクリーンＳＣの傾き（投射角）及びスクリーンＳＣまでの投射距離を算出し、台形歪み補正等の補正処理を実行する。補正制御部１９は、算出した投射角及び投射距離に基づいて、画像処理部３１を制御し、フレームメモリー３２に展開する画像を変形させることによって、スクリーンＳＣ上の投射画像の歪みを補正して、矩形の良好な画像を表示する。補正制御部１９は、図示しないセンサーなどによりスクリーンＳＣ上の投射画像の乱れを検出した場合や、操作パネル（図示略）の操作により補正実行が指示された場合等に、投射角と投射距離を算出して、補正用のパラメーターを算出し、算出したパラメーターに従って投射画像を補正する処理を実行する。
【００３３】
プロジェクター１は、青（Ｂ）、赤（Ｒ）、緑（Ｇ）の３色の色光を図示しないクロスダイクロイックプリズムにより合成し、画像を投射する構成となっている。また、プロジェクター１は、レーザー光源４３が発する青色レーザー光４３ａを蛍光体ホイール４５に入射することにより黄色光４５ａに変換し、変換された黄色光４５ａを分光機構４６に入射することで赤色光２０ｂと緑色光２０ｃとに分光する。ここで、赤色光２０ｂと緑色光

２０ｃとが同じ光量であり、且つレーザー光源４２、４３を同じ輝度で発光させた場合に、赤色光２０ｂと緑色光２０ｃの光量は、いずれも青色光２０ａの光量の半分となる。言い換えれば、青色光２０ａ、赤色光２０ｂ、及び緑色光２０ｃの各色光の光量を同一にする場合、レーザー光源４２の輝度を、レーザー光源４３の輝度の半分にする必要がある。また、例えば、プロジェクター１は、いわゆるカラーモードを設定可能であり、スクリーンＳＣに投射される画像の色調を調整して、赤みが強い画像にするモードや、青みが強い画像にするモードに設定する場合がある。このような場合には、各色光の光量は均一ではなく、モード毎に異なるバランスとなるが、この場合にもレーザー光源４２、４３の数と色光の数とが異なることも加味して、レーザー光源４２、４３の輝度を調整する必要がある。

【００３４】

なお、実際には、青色光２０ａ、赤色光２０ｂ及び緑色光２０ｃの光量の比は、蛍光体ホイール４５によって青色レーザー光４３ａを黄色光４５ａに変換する変換効率、拡散板４４における拡散の状態等によって影響を受けることがあるが、この場合には、予め上記の各要素を加味して色光別の光量の比を予め求めておけばよい。さらに、例えば青色光２０ａ、赤色光２０ｂ、及び緑色光２０ｃを、それぞれ異なるレーザー光源により発する構成とした場合も、色光毎の光量の比は、蛍光体や拡散板等の影響を受けるが、同様に上記の各要素を加味して各色光の光量の比を予め求めておけばよい。これらの要素の影響は個体差が少なくないため、プロジェクター１の個体毎に最適な値を設定することも可能である。

【００３５】

従って、プロジェクター１では、青色光２０ａ、赤色光２０ｂ、及び緑色光２０ｃの各色光の光量を好適なバランスにするために、レーザー光源４２とレーザー光源４３とを、異なる輝度で発光させる。本実施形態では、青色光２０ａの光量を、赤色光２０ｂ及び緑色光２０ｃよりも低光量とするように、レーザー光源４２の輝度とレーザー光源４３の輝度の比（割合）が設定されているとする。なお、レーザー光源４２、４３の輝度や各色光の光量に関する設定値は、記憶部１５に記憶されている。例えば、プロジェクター１が白色画像を投射する場合に、レーザー光源４２が発する青色レーザー光４２ａの光量が８０％、レーザー光源４３が発して蛍光体ホイール４５により変換された黄色光４５ａの光量が１００％の割合に設定される。

【００３６】

上述のように、レーザー光源４２、４３を点灯させるパルス幅には下限値が設定され、この下限値より短いパルスはリミッター５３によりカットされる。このパルス幅の下限値が、レーザー光源４２、４３の輝度の下限を決定する。

ところで、プロジェクター１の投射画像の明るさを調整する場合、上記のようにレーザー光源４２の輝度はレーザー光源４３よりも低輝度に設定されるので、投射画像の明るさの下限は、レーザー光源４２の輝度の下限、すなわちレーザー光源４２を点灯させるＰＷＭ信号のパルス幅の下限により決定される。

【００３７】

例えば、パルス幅の下限が２０μＳ（マイクロ秒）、ＰＷＭ周波数を９６０Ｈｚとすると、パルス信号の１周期は１．０４ｍＳ（ミリ秒）となり、パルス幅２０μＳは、１周期の１．９２％に相当する。レーザー光源４２、４３が点灯するときの最大輝度を、輝度１００％とすれば、レーザー光源４２、４３の輝度の最小輝度は、輝度１．９２％となる。これは、レーザー光源を、輝度１．９２％を下回る明るさに設定した場合に、リミッター５３によりパルスがカットされてレーザー光源４２、４３は消灯することを意味する。

【００３８】

ここで、例えば、プロジェクター１が白色画像を投射する場合の各光源の光量について、青色レーザー光４２ａが８０％、黄色光４５ａが１００％である構成において、白色画像の明るさを最大明るさに対して５０％まで低下させる場合には、青色レーザー光４２ａの光量は４０％となり、黄色光４５ａの光量は５０％となる。さらに、白色画像の明るさ

を最大明るさに対して２％まで低下させる場合には、青色レーザー光４２ａの光量は１．６％となり、黄色光４５ａの光量は２％となる。この場合、レーザー光源４２の輝度を、最小輝度１．９２％に対して輝度１．６％にする必要があるが、輝度１．６％を実現するためのパルス幅は１６．７μＳである。これはパルス幅の下限値２０μＳを下回るため、リミッター５３によりパルスがカットされる。

このように、複数のレーザー光源４２、４３を備え、複数色の色光に基づいて画像を投射するプロジェクター１は、投射画像の色バランスに合わせて、光源毎に輝度が異なる値に調整される。このため、いずれかの光源の輝度の調整限界により、投射画像の明るさの調整の限界が決定される。

そこで、本実施形態のプロジェクター１は、パルス幅が下限値を下回らないようにし、かつ、レーザー光源４２、４３の輝度を、パルス幅の下限値に対応する輝度値よりもさらに低輝度側に調整可能である。

【００３９】

発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３に対して供給されるパルス電流Ｓ７、Ｓ８の周期、パルス幅、およびパルスのオフ期間の長さを調整することに加えて、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を調整可能である。具体的には、発光制御部１８は、電流制御部６１に対して電流値を指定する制御情報を出力することにより、電流制御部６１がレーザー光源ドライバー６２、６３に設定する電流値を変更させる。これにより、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルスのオン期間にレーザー光源４２、４３に流れる電流値が変更されるので、パルス幅を短くしないでレーザー光源４２、４３の輝度を低くすることができる。

【００４０】

図２は、レーザー光源４２、４３の点灯を制御するパルス信号Ｓ５、Ｓ６のタイミングチャートである。図３はパルス電流Ｓ７、Ｓ８を示す図であり、（Ａ）は電流値を示し、（Ｂ）はパルス電流Ｓ７、Ｓ８のタイミングチャートである。

図２は、パルス信号のパルス周期が一定であり、且つパルス信号のパルス幅を順に小さくした場合を示す。尚、図２（３）のパルス信号のパルス幅Ｗａ１３は、下限値２０μＳより小さい値に設定されている。

【００４１】

レーザー光源４２、４３は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８に従ってレーザー光源ドライバー６２、６３により駆動されて、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルスのオン期間に点灯し、オフ期間に消灯する。また、レーザー光源４２、４３に供給されるパルス電流Ｓ７、Ｓ８はそれぞれパルス信号Ｓ５、Ｓ６に同期する。このため、パルス信号Ｓ５、Ｓ６のパルスのオン期間およびオフ期間は、レーザー光源４２、４３の点灯期間と消灯期間とみなしてよい。

【００４２】

図２（１）は、周期Ｔ１１、オン期間を示すパルス幅Ｗａ１１、及びオフ期間Ｗｂ１１を有するパルス信号を示す。レーザー光源ドライバー６２、６３は、パルス信号のパルスがオンの間、レーザー光源４２、４３を点灯させるので、周期に対するパルスのオン期間の割合が大きいほど、レーザー光源４２、４３の輝度が高くなる。

図２（１）～（３）に示すように、パルス周期がＴ１１で一定の場合、パルス幅をＷａ１１、Ｗａ１２、Ｗａ１３と順に小さくすると、この順にレーザー光源４２、４３の輝度が低くなる。発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３を発光させる輝度として指定された値、または発光制御部１８が算出したレーザー光源４２、４３の輝度の目標値に合わせて、パルス周期に対するパルス幅の割合を算出する。そして、発光制御部１８は、算出した割合に基づいて、パルス幅（オン期間の長さ）、パルス周期、パルスのオフ期間を決定する。そして、発光制御部１８は、光源駆動部５０に、決定した周期、パルス幅、及びオフ期間を有するパルス信号Ｓ５、Ｓ６を出力させる制御信号Ｓ１を出力する。

【００４３】

しかし、上述のように、リミッター５３は、設定された下限値より小さいパルス幅のパルスをカットする。例えば、リミッター５３が、２０μＳより小さいパルスをカットするよう設定されている場合、パルス幅が２０μＳより小さい図２（３）に示されるパルス信

号は、図２（４）に示されるように、リミッター５３によってパルスがカットされて光源部２１に出力されない。このように、周期を一定とした場合には、パルス幅の下限値に対応する輝度より低輝度には調整できない。

【００４４】

そこで、パルス信号の電流値を調整することで、パルス幅の下限値に対応する輝度より低輝度に調整することを実現できる。図３（Ａ）は、発光制御部１８が電流制御部６１を制御してａ～ｅの５段階に電流値を設定できることを示す。通常の投射状態では、電流値は高い方から２番目の電流値ｂに設定される。この電流値ｂは、例えばレーザー光源４２、４３の定格電流である。

さらに、レーザー光源４２、４３の輝度をより低輝度に調整する場合、電流制御部６１は電流値を電流値ｃ、ｄ、ｅのいずれかに設定する。このように段階的に電流値を変更するための電流制御部６１およびレーザー光源ドライバー６２、６３は、シンプルな回路構成で容易に実現できる。尚、電流値ａについては後述する。

【００４５】

図３（Ｂ）は、パルス周期が一定であり、且つレーザー光源４２、４３の輝度調整のために、パルス幅及び電流値の少なくとも一方が変化したパルス電流を示し、波形の高さは電流値の大きさを示している。また、図３（Ｂ）の（３）のパルス電流のパルス幅Ｗａ２３は、下限値と同じ大きさに設定されている。なお実際には、レーザー光源ドライバー６２、６３の特性により、電流波形は図３に示すような矩形波とならず、曲線を描くこともあるが、ここでは理解の便宜を図るために矩形波として図示する。

【００４６】

図３（Ｂ）の（１）は、周期Ｔ２１、パルス幅Ｗａ２１、オフ期間Ｗｂ２１を有するパルス電流を示す。また、このパルス電流の電流値は、定格電流の電流値ｂに設定されている。この図３（Ｂ）の（１）に示されるパルス電流が入力される状態から、レーザー光源の輝度を低下させるためには、発光制御部１８は、図３（Ｂ）の（２）、（３）に示すように、パルス電流のパルス幅を、Ｗａ２２、Ｗａ２３と短くする制御を行う。尚、この制御は、上述した制御信号Ｓ１が示す情報を変更することで実行可能である。

そして、図３（Ｂ）の（３）のように、パルス電流のパルス幅Ｗａ２３が、予め設定された下限値に達した場合、さらにパルス幅Ｗを短くすることはできない。

【００４７】

このような場合、発光制御部１８は、電流制御部６１を制御して、パルス電流の電流値を低下させる。パルス電流の電流値は、図３（Ｂ）の（４）～（６）に示すように、電流値ｃ、ｄ、ｅと段階的に低下させることが可能であり、これに伴ってレーザー光源４２の輝度は段階的に低下する。

【００４８】

なお、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を変化させた場合のレーザー光源４２、４３の輝度は、レーザー光源４２、４３の仕様及び特性に影響され、電流値に完全に比例して輝度が変化するとは限らない。しかしながら、発光制御部１８は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルス幅がリミッター５３の下限値以上の範囲ではパルス幅を変更することでレーザー光源４２、４３の輝度を調整し、パルス幅が下限値より短くなってしまう場合において、電流値を低下させる。このため、電流値の低下とレーザー光源４２、４３の輝度の変化が完全な比例関係になくても、スクリーンＳＣの投射画像を見る人に違和感を抱かせない画質を実現できる。

【００４９】

さらに、発光制御部１８は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を段階的に低下させることが可能なので、各電流値を設定した場合のレーザー光源４２、４３の輝度の変化を、電流値ごとに輝度変化の係数として予め算出し、記憶部１５に記憶することができる。この場合、発光制御部１８は、記憶部１５に記憶した係数に基づき、電流値を変更した場合の輝度の変化を予測でき、従って、より正確にレーザー光源４２、４３の輝度を調整することができる。

【００５０】
レーザー光源ドライバー６２、６３には電流制御部６１によって共通の電流値が設定されるため、レーザー光源４２、４３のいずれか一光源の輝度を調整するために上記のようにパルス電流の電流値を変更すると、他の光源に供給されるパルス電流の電流値も変化し、この他の光源の輝度も変化する。
そこで、本実施形態の発光制御部１８は、複数のレーザー光源４２、４３のうち一部の光源の輝度を調整するためにパルス電流の電流値を変化させる場合に、調整対象でない光源に供給されるパルス電流について、電流値の低下により輝度が低下した分を補償するようにパルス幅を拡大する処理を行う。この処理によって、複数のレーザー光源４２、４３のうち一部の光源についてのみ輝度を変化させて他の光源の輝度を変化させないようにすることができるので、各光源に共通の電流値のパルス電流を供給する構成でありながら、個々の光源の輝度を自在に調整可能となる。
【００５１】
図４は、レーザー光源４２、４３の点灯を制御するパルス電流Ｓ７、Ｓ８のタイミングチャートである。図４（１）は輝度調整前の初期状態でレーザー光源４２、４３に供給されるパルス電流を示す。この図４の例では、初期状態においては各光源に対して周期、パルス幅およびオフ期間が共通のパルス電流が供給されているものとする。また、（２）～（４）はレーザー光源４２、４３の一部に供給されるパルス電流を示し、図４（５）～（６）は他のレーザー光源に供給されるパルス電流を示す。
図４（１）は周期Ｔ３１、パルス幅Ｗａ３１、オフ期間Ｗｂ３１を有するパルス電流を示す。（１）のパルス電流の電流値は、定格電流の電流値ｂに設定されている。この図４（１）に示されるパルス電流が入力される状態から、レーザー光源の輝度を低下させる場合、発光制御部１８は上述したように、パルス電流のパルス幅を短くする制御を行う。すなわち、図４（２）に示すように、パルス幅をＷａ３２にする制御を行う。ここで、パルス幅Ｗａ３２が下限値より小さい場合、発光制御部１８は、パルス幅を、下限値以上の値であるＷａ３３とする。そして、発光制御部１８は、パルス幅を下限値以上にして、且つレーザー光源の輝度を低下させるため、図４（４）に示すように、パルス電流の電流値を定格電流値ｂから電流値ｃに低下させる。これにより、発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３の一部を目標の輝度に調整する。
【００５２】
ところで、発光制御部１８が、輝度を調整する対象のレーザー光源に対して図４（２）～（４）に示すように輝度を調整すると、他のレーザー光源に対して供給されるパルス電流についても、図４（５）に示すように電流値が定格電流値ｂより低い電流値ｃに設定される。このレーザー光源を、図４（１）で示したパルス電流を供給する状態と同程度の輝度に調整するため、発光制御部１８は、パルス電流のパルス幅（オン期間）を拡大する。このパルス電流は、図４（６）に示すようにパルス幅がＷａ３６に拡大されており、このパルス電流が供給されるレーザー光源は、パルス電流の電流値が低下した分を概ね補償するようにオン期間が長くなることにより、調整前の輝度で発光する。
また、図４（６）に示すパルス電流は定格より低い電流値ｃとなっているため、パルス幅Ｗａ３６を、パルス幅の定格よりも大きくすることが可能である。このため、パルス電流の電流値を低く調整した場合はパルス幅の調整の自由度が高まるので、より確実に、各レーザー光源の輝度を適切な輝度に調整できる。
【００５３】
図５は、本実施形態に係るプロジェクター１の動作を示すフローチャートであり、特に、発光制御部１８がパルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルス幅及び電流値を制御する際の動作を示す。
この図５に示す動作は、投射開始時に実行されるほか、投射を開始してから発光制御部１８が光源駆動部５０及びレーザー光源ドライバー６２、６３を制御している間も継続して所定時間毎に実行される。
発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３の一方を制御の対象として定め、この対象

としたレーザー光源に対応するパルス信号の、一周期に対するパルス幅（オン期間の長さ）の割合を取得する（ステップＳＴ１１）。より詳細には、発光制御部１８は、制御の対象としたレーザー光源の輝度を取得し、この輝度をもとに、レーザー光源を点灯させる期間の長さと、レーザー光源を消灯させる期間の長さとの割合を算出する。レーザー光源４２、４３の点灯期間と消灯期間との割合は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８（及びパルス信号Ｓ５、Ｓ６）のパルス幅とオフ期間との割合に等しいので、発光制御部１８は、この割合に基づいて、パルス信号の一周期に対するパルス幅を求める。パルス信号の一周期は、予め初期値として設定された周期であってもよいし、図５の動作を実行する時点で設定されている周期であってもよい。尚、このときの周期を規定値とする。

【００５４】

発光制御部１８は、ステップＳＴ１１で取得した割合に基づき求められるパルス幅が、予め設定された下限値より短いか否かを判定する（ステップＳＴ１２）。この下限値は、レーザー光源４２、４３の仕様上の制限等に合わせて予め設定された下限値であり、例えば記憶部１５に記憶されている。この下限値は、リミッター５３がパルスをカットする閾値と同一であってもよい。

発光制御部１８は、パルス幅が下限値以上である場合（ステップＳＴ１２；Ｎｏ）、パルス信号の周期を規定値とし、この規定値およびステップＳＴ１１で取得した割合に基づいて、パルス幅Ｗａ及びオフ期間Ｗｂの長さを設定し（ステップＳＴ１３）、本処理を終了する。そして、制御の対象としなかった他方のレーザー光源を制御するパルス信号を対象とし、ステップＳＴ１１以降の処理を行う。この後、発光制御部１８は、設定した周期、パルス幅、オフ期間を有するパルス信号Ｓ５、Ｓ６を出力させる制御信号Ｓ１を、光源駆動部５０に出力する。

【００５５】

一方、ステップＳＴ１２において、対象とした一方のレーザー光源を制御するパルス信号が、例えば光量のバランスを調整するために低光量に設定されており、図２の（３）のパルス電流のようにパルス幅が下限値より短い場合（ステップＳＴ１２；Ｙｅｓ）、発光制御部１８は、パルス幅Ｗａを下限値と同じ値Ｗａ１１に設定し（ステップＳＴ１４）、更に、ステップＳＴ１１において算出した、図２の（３）のパルス信号における規定の周期に対するパルス幅Ｗａの割合に基づいて、同程度の輝度となるように電流値を算出する（ステップＳＴ１５）。発光制御部１８は、電流制御部６１によって設定可能な電流値のうち、算出した電流値に最も近い電流値を決定し、この電流値を電流制御部６１によりレーザー光源ドライバー６２、６３に設定させる（ステップＳＴ１６）。電流制御部６１は、例えば図３（Ｂ）の（３）～（６）に示すように、定格の電流値ｂを含むｂ、ｃ、ｄ、ｅに、段階的に電流値を設定する。このため、発光制御部１８は、ステップＳＴ１５で算出した値ちょうどの電流値を設定できない場合には、算出した電流値に最も近い電流値を電流制御部６１により設定する。

【００５６】

次に、発光制御部１８は、対象としなかった他方のレーザー光源を制御するパルス信号のパルス幅を、ステップＳＴ１６で電流値が変更され設定されたことに対応して、規定の周期に対するパルス幅の割合に基づいて設定する（ステップＳＴ１７）。ここで、発光制御部１８は、対象としなかった他方のレーザー光源の輝度が、ステップＳＴ１６で電流値が変更される前の輝度となるように、パルス幅を設定する。発光制御部１８は、ステップＳＴ１７で設定したパルス幅に基づいて、周期およびオフ期間を設定して（ステップＳＴ１８）、本処理を終了する。この後、発光制御部１８は、光源駆動部５０が、設定した周期、パルス幅、オフ期間を有するパルス信号Ｓ５、Ｓ６を出力させるための制御信号Ｓ１を、光源駆動部５０に出力する。

【００５７】

以上説明したように、本発明を適用した第１の実施形態に係るプロジェクター１によれば、ＲＧＢ３色の色光を変調する光変調装置２２と、少なくともいずれかの色光に対応する複数のレーザー光源４２、４３を備えた光源部２１と、を有する投射部２０と、レーザ

ー光源４２、４３にパルス電流Ｓ７、Ｓ８を供給して点灯させるレーザー光源ドライバー６２、６３と、レーザー光源ドライバー６２、６３に対して電流値を設定する電流制御部６１と、レーザー光源４２、４３の輝度に応じて、レーザー光源ドライバー６２、６３がレーザー光源４２、４３に供給するパルス電流Ｓ７、Ｓ８の周期及びパルスのオン期間を設定するとともに、電流制御部６１に対して電流値を指定する発光制御部１８と、を備え、発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３のいずれかの輝度が、当該レーザー光源のパルス電流のオン期間が設定された下限より短くなるような輝度に設定された場合に、当該レーザー光源のパルス電流のオン期間を下限またはそれ以上の長さに設定し、当該レーザー光源のパルス電流の電流値を低下させる。これにより、レーザー光源４２、４３に供給される電流値を低下させて、レーザー光源４２、４３が点灯する期間を下限より短くすることなく、輝度をより低く調整できる。従って、レーザー光源４２、４３を安定して点灯させ、かつ、レーザー光源４２、４３の輝度の調整可能範囲を拡大できる。

【００５８】

また、プロジェクター１は、数色の色光の光量を予め設定された比率にするため、各々のレーザー光源４２、４３についてパルス信号Ｓ５、Ｓ６のオン期間の比、或いは、各々のレーザー光源４２、４３の輝度の比が設定されているので、各レーザー光源４２、４３の輝度が均一でなく、いずれかのレーザー光源４２、４３の輝度の調整範囲に従って他のレーザー光源４２、４３の輝度の調整範囲が制約され得る構成において、輝度の調整範囲の制約を回避できる。

また、発光制御部１８は、いずれかのレーザー光源４２、４３のパルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を低下させる場合に、当該レーザー光源４２、４３のパルス電流Ｓ７、Ｓ８のオン期間を、電流値を低下させない場合よりも長く設定してもよい。この場合、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を低下させることによりレーザー光源４２、４３の輝度を低下させる一方で、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のオン期間を長く設定することで輝度を高めることで、レーザー光源４２、４３の輝度を細かく調整できる。

【００５９】

さらに、発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３のパルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を段階的に切り換える制御を行うので、シンプルな構成からなる電流制御部６１およびレーザー光源ドライバー６２、６３を用い、レーザー光源４２、４３の輝度の調整範囲を拡大できる。

また、プロジェクター１は、レーザー光源４２、４３に対し、オン期間が下限を下回るパルス信号が入力されないよう制限するリミッター５３を備え、レーザー光源４２、４３を安定して点灯させることができる。

また、発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３の輝度または色光の光量が指定された場合に、指定された輝度または光量に基づいて、パルス信号Ｓ５、Ｓ６の一周期におけるレーザー光源４２、４３のオン期間の割合を求めるので、指定された輝度または色光の光量に従って、レーザー光源４２、４３を安定して点灯させることができる。

【００６０】

さらに、発光制御部１８は、電流制御部６１がレーザー光源４２、４３のうち制御の対象としたレーザー光源の輝度に基づいて、電流制御部６１が設定する電流値を低下させた場合に、対象としなかった他方のレーザー光源を制御するパルス信号に対し、電流値の低下による輝度の低下を補償するように、パルス電流のオン期間を変更する。これにより、レーザー光源ドライバー６２、６３に対して共通の電流制御部６１により電流値を設定するシンプルな回路構成により、レーザー光源４２、４３を安定して点灯させ、かつ、レーザー光源４２、４３の輝度の調整可能範囲を拡大できる。

本実施形態の構成において、電流制御部６１だけでなく、レーザー光源ドライバー６２、６３を一つのドライバー回路により実現することも可能であり、この場合はより一層の低コスト化と制御の効率化を実現できる。

【００６１】

本実施形態において、パルスの周期の整数倍となる所定周期において、１または複数の

パルスの出力を停止する制御、すなわちパルス間欠制御を組み合わせることも可能である。例えば、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の一方について、ｎ周期を一つの周期として、ｎ周期に出力されるｎ回のパルスのうちｍ回のパルスの出力を停止する場合を想定する。このパルス信号に基づいて点灯するレーザー光源の点灯時間は、パルス間欠制御を行わない場合に比べて（ｎ－ｍ）／ｎに低下するので、結果的に輝度を低下させることができる。このため、パルス電流Ｓ７、Ｓ８を間欠的に出力する制御を行うことで、レーザー光源４２、４３の輝度を調整することが可能となるので、上述したパルス幅の調整および電流値の調整と組み合わせることで、より多彩な輝度の調整が可能となる。例えば、電流制御部６１が段階的に電流値を設定する構成とした場合に、パルス間欠制御を組み合わせることで、レーザー光源の輝度をより細かく調整できる。

【００６２】

［第２の実施形態］

図６は、第２の実施形態に係るプロジェクター１の動作を示すフローチャートであり、特に、発光制御部１８がパルス電流Ｓ７、Ｓ８のパルス幅及び電流値を制御する際の動作を示す。この第２の実施形態において、プロジェクター１の構成は上記第１の実施形態と共通であるため図示及び説明を省略する。

図６に示す動作は、図５の動作と同様、投射開始時に実行されるほか、投射を開始してから発光制御部１８が光源駆動部５０及びレーザー光源ドライバー６２、６３を制御している間も継続して所定時間毎に実行される。

【００６３】

発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３の各々に対応するパルス電流Ｓ７、Ｓ８について、それぞれ、一周期に対するパルス幅の割合を取得する（ステップＳＴ２１）。詳細な処理はステップＳＴ１１（図５）と同様である。

発光制御部１８は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のいずれかについて、ステップＳＴ２１で取得した割合に相当するパルス幅が予め設定された下限値より短いか否かを判定する（ステップＳＴ２２）。発光制御部１８は、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の全てのパルス幅が下限値以上である場合（ステップＳＴ２２；Ｎｏ）、パルス信号の周期を規定値とし、この周期とステップＳＴ２１で取得した割合とに基づいてパルス幅及びオフ期間の長さを設定し（ステップＳＴ２３）、本処理を終了する。この後、発光制御部１８は、設定した周期、パルス幅、オフ期間の長さに従って制御信号Ｓ１を光源駆動部５０に出力する。

【００６４】

一方、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のいずれかについてパルス幅が下限値より短い場合（ステップＳＴ２２；Ｙｅｓ）、発光制御部１８は、電流値を変更可能であるか否かを判定する（ステップＳＴ２４）。電流制御部６１は複数段階で電流値を設定するので、ステップＳＴ２４において、電流値が、既に設定可能な電流値のうち最小値に設定されている場合には、より低い電流値への変更ができない。このような場合、発光制御部１８は、電流値の変更が不可であると判定して（ステップＳＴ２４；Ｎｏ）、本処理を終了する。

また、電流値をより低い電流値に変更可能であると判定した場合（ステップＳＴ２４；Ｙｅｓ）、発光制御部１８は、電流制御部６１を制御して、パルス電流Ｓ７、Ｓ８の電流値を、現在設定されている値から一段低い値に設定する（ステップＳＴ２５）。

続いて、発光制御部１８は、ステップＳＴ２５で設定した電流値に基づいて、ステップＳＴ２１で算出したパルス幅の割合について再び計算を実行する（ステップＳＴ２６）。この計算は、ステップＳＴ２２でパルス幅が下限値より短いと判定されたパルス電流について、そのパルス電流が供給されるレーザー光源の輝度に基づいて行われる。

【００６５】

発光制御部１８は、ステップＳＴ２６で算出した割合に対応するパルス幅が、下限値より短いか否かを判定する（ステップＳＴ２７）。パルス幅が下限値または下限値より大きい場合（ステップＳＴ２７；Ｎｏ）、発光制御部１８は、ステップＳＴ２６で算出したパルス幅の割合および周期に基づいて、パルス幅とオフ期間を設定する（ステップＳＴ２８）。これにより、レーザー光源４２、４３のうち一つのレーザー光源に供給されるパルス

電流のパルス幅とオフ期間が設定される。

【００６６】

次に、発光制御部１８は、ステップＳＴ２５で設定した電流値に基づいて、パルス電流Ｓ７、Ｓ８のうち他方のパルス電流について、パルス幅の割合を算出する（ステップＳＴ２９）。そして、発光制御部１８は、ステップＳＴ２９で算出したパルス幅の割合および周期に基づいて、パルス幅とオフ期間を設定する（ステップＳＴ３０）。これにより、レーザー光源４２、４３のうち他方のレーザー光源に供給されるパルス電流のパルス幅とオフ期間が設定される。

【００６７】

この図６に示す動作によって、プロジェクター１は、レーザー光源４２、４３に供給されるパルス電流Ｓ７、Ｓ８の全てについて、パルス幅が下限値以上となり、且つ、レーザー光源４２、４３の輝度が設定された輝度となるように、パルス幅、オフ期間、周期、および電流値を設定でき、上記第１の実施形態と同様の効果が得られる。

【００６８】

［第３の実施形態］

図７は、第３の実施形態に係るプロジェクター１ａの機能的構成を示すブロック図である。プロジェクター１ａは、上記第１の実施形態で説明したプロジェクター１と同様に構成される構成部を有し、これらの各部については同符号を付して説明を省略する。

プロジェクター１ａは、プロジェクター１（図１）が備える光源部２１に代えて、光源部２１ａを備えた投射部２４を有する。光源部２１ａは、光源部２１（図１）のレーザー光源ドライバー６２、６３、および電流制御部６１に代えて、レーザー光源ドライバー４０、４１を備えている。

【００６９】

レーザー光源ドライバー４０は、電流値設定部４０ａと、電流制御部４０ｂとを備えており、光源駆動部５０から入力されるパルス信号Ｓ５に従って、レーザー光源４２にパルス電流Ｓ２１を供給する。電流値設定部４０ａは、制御部１０から入力される制御情報に従って、パルス電流Ｓ２１の電流値を設定する。電流制御部４０ｂは、プロジェクター１の電源回路（図示略）から供給される電源をもとに、光源駆動部５０から入力されるパルス信号Ｓ５に同期し、且つ電流値設定部４０ａが設定した電流値を有するパルス電流Ｓ２１を生成して、レーザー光源４２に出力する。

レーザー光源ドライバー４１は、電流値設定部４１ａと、電流制御部４１ｂとを備えており、入力されるパルス信号Ｓ６に従ってレーザー光源４３にパルス電流Ｓ２２を供給する。電流値設定部４１ａは、制御部１０から入力される制御情報に従って、パルス電流Ｓ２２の電流値を設定する。電流制御部４１ｂは、プロジェクター１の電源回路（図示略）から供給される電源をもとに、光源駆動部５０から入力されるパルス信号Ｓ６に同期し、且つ電流値設定部４１ａが設定した電流値を有するパルス電流Ｓ２２を生成して、レーザー光源４３に出力する。

従って、このプロジェクター１ａでは、制御部１０の制御に従って、レーザー光源４２に供給するパルス電流Ｓ２１の電流値と、レーザー光源４３に供給するパルス電流Ｓ２２の電流値とを個別に設定できる。

【００７０】

発光制御部１８は、レーザー光源４２、４３を点灯させる輝度に基づいて、パルス電流Ｓ２１、Ｓ２２のパルス幅およびオフ期間の長さを設定し、パルス幅が下限値より小さい場合には、パルス電流の電流値を低下させる制御を行う。

ここで、発光制御部１８は、レーザー光源４２の輝度に基づいてパルス電流Ｓ２１のパルス幅を設定し、パルス電流Ｓ２１のパルス幅が下限値より小さい場合には、電流値設定部４０ａを制御して、パルス電流Ｓ２１の電流値をより低い電流値に設定させる。また、発光制御部１８は、レーザー光源４３の輝度に基づいてパルス電流Ｓ２２のパルス幅を設定し、パルス電流Ｓ２２のパルス幅が下限値より小さい場合には、電流値設定部４１ａを制御して、パルス電流Ｓ２２の電流値をより低い電流値に設定させる。

このように、発光制御部１８は、パルス電流Ｓ２１とパルス電流Ｓ２２の電流値を、レーザー光源ドライバー４０、４１によって個別に設定できる。従って、図４（５）～（６）および図５のステップＳＴ１７～ＳＴ１８を参照して説明したように、一方のレーザー光源に対応するパルス電流の電流値を変更したことにより、他方のレーザー光源に対応するパルス電流のパルス幅を変更するという制御を行わない。

【００７１】

このため、発光制御部１８は、電流値設定部４０ａと電流値設定部４１ａとを個別に制御し、パルス電流Ｓ７とパルス電流Ｓ８の電流値を独立して設定できるので、リミッター５３の下限値で制約された範囲よりも低い輝度に設定するレーザー光源についてのみ、パルス電流の電流値を下げることができる。このため、個々のレーザー光源４２、４３を最適な状態で点灯させることができる。

【００７２】

なお、上述した各実施形態は本発明を適用した具体的態様の例に過ぎず、本発明を限定するものではなく、上記実施形態とは異なる態様として本発明を適用することも可能である。例えば、上記実施形態では、光変調装置２２として、ＲＧＢの各色に対応した３枚の透過型の液晶パネル２２ａ、２２ｂ、２２ｃを用いた構成を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、反射型の液晶パネルを用いてもよいし、ＲＧＢ各色の色光を変調する３枚のデジタルミラーデバイス（ＤＭＤ）を用いた構成とすることもできる。また、液晶パネル及びＤＭＤ以外にも、レーザー光源４２、４３が発した光を変調可能な構成であれば問題なく採用できる。

また、上記各実施形態では、２つのレーザー光源４２、４３を備え、レーザー光源４２が発した青色レーザー光４２ａを拡散して青色光２０ａとし、レーザー光源４３が発した青色レーザー光４３ａを蛍光体ホイール４５により黄色光４５ａに変換して、さらに分光して赤色光２０ｂ、緑色光２０ｃとする構成について説明したが、本発明はこれに限定されない。例えば、Ｒ、Ｇ、Ｂの各色光に対応する３つのレーザー光源を備えた構成としてもよいし、一つのレーザー光源が発するレーザー光を分光してＲ、Ｇ、Ｂの各色光を出力する構成としてもよい。また、レーザー光源の種類や具体的構成は任意であり、半導体レーザー光源の他、各種の発光方式を採用できる。さらに、レーザー光源４２、４３に代えてＬＥＤ光源を用いることも可能であり、この場合、Ｒ、Ｇ、Ｂの各色光に対応する３つのＬＥＤ光源を備えた構成としても、２以下の数のＬＥＤ光源が発した光を適宜分光してＲ、Ｇ、Ｂの各色光を出力する構成としてもよい。その他、ＰＷＭ制御により輝度を調整可能な光源であれば、光源の種類は特に限定されない。

【００７３】

また、本発明の表示装置は、スクリーンＳＣに画像を投射するプロジェクターに限定されず、液晶表示パネルに画像／画像を表示する液晶モニターまたは液晶テレビ、或いは、ＰＤＰ（プラズマディスプレイパネル）に画像／画像を表示するモニター装置またはテレビ受像機や自発光型の表示装置など、ＰＷＭ制御可能な光源を用いる各種の表示装置も本発明の画像表示装置に含まれる。また、図１、図７に示した各機能部は、プロジェクター１、１ａの機能的構成を示すものであって、具体的な実装形態は特に制限されない。つまり、必ずしも各機能部に個別に対応するハードウェアが実装される必要はなく、プロセッサーがプログラムを実行することで一部の機能部の機能をソフトウェア的に実現する構成とすることも勿論可能であり、その他の細部構成も任意に変更可能である。

【００７４】

また、上述した実施形態において、リミッター５３は、設定された下限値よりも小さいパルス幅のパルスをカットするが、これに限らず例えば、設定された下限値よりも小さいパルス幅のパルスを、カットするのではなく下限値と同じパルス幅のパルスに変換することとしてもよい。

【００７５】

また、上述した実施形態において、より簡易的な構成として、電流制御部及び電流設定部の少なくとも一方によって段階的に電流値を設定できることとしたが、これに限らず、

上述した実施形態よりも複雑な回路を用い、電流値をより可変的に設定できることとしてもよい。

【００７６】

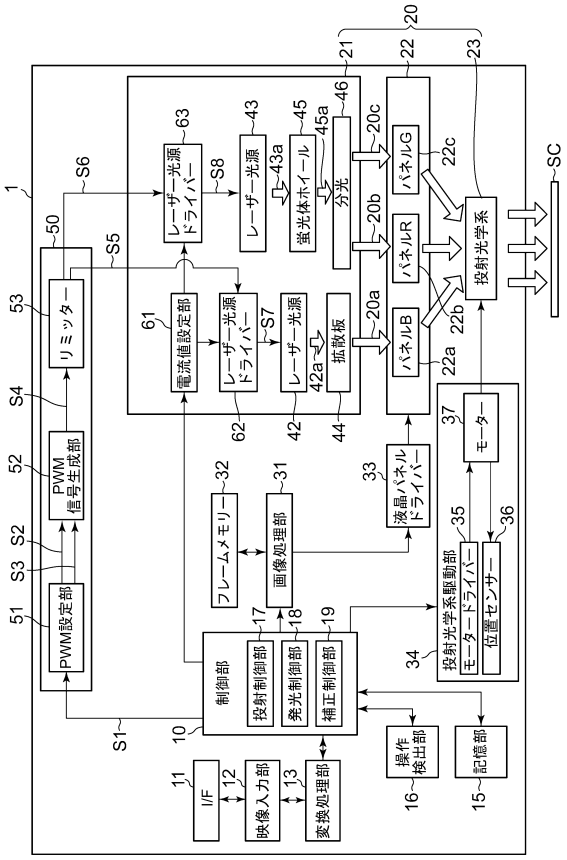
また、上述した実施形態において、電流値設定の制御を行う電流制御部は、光源部２１に備えられていたが、これに限らず例えば、制御部１０に備えられ、制御部１０の一部として電流値を制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

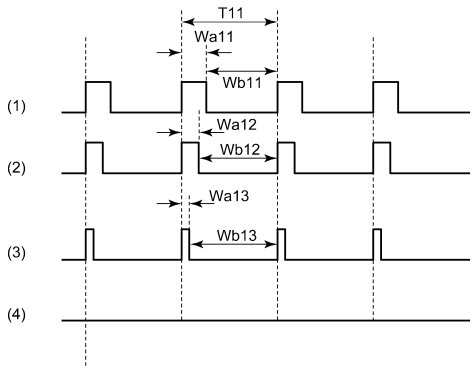
【００７７】

１、１ａ…プロジェクター（表示装置）、１０…制御部、１５…記憶部、１８…発光制御部（制御手段）、２０、２４…投射部（表示手段）、２０ａ…青色光（色光）、２０ｂ…赤色光（色光）、２０ｃ…緑色光（色光）、２１…光源部、２２…光変調装置（変調手段）、２２ａ、２２ｂ、２２ｃ…液晶パネル、２３…投射光学系、４０、４１…レーザー光源ドライバー（光源駆動手段）、４０ａ、４１ａ…電流値設定部、４０ｂ、４１ｂ…電流制御部、４２、４３…レーザー光源（光源）、４２ａ、４３ａ…青色レーザー光、５０…光源駆動部、６１…電流制御部（電流設定手段）、６２、６３…レーザー光源ドライバー（光源駆動手段）、ＳＣ…スクリーン。

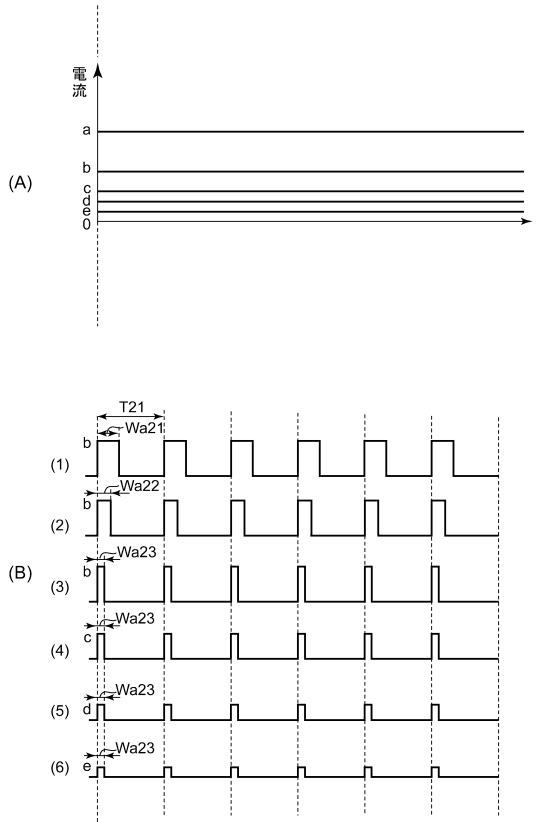
【図１】



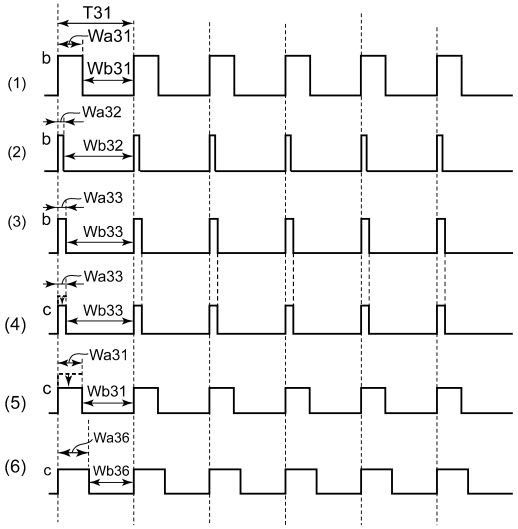
【図２】



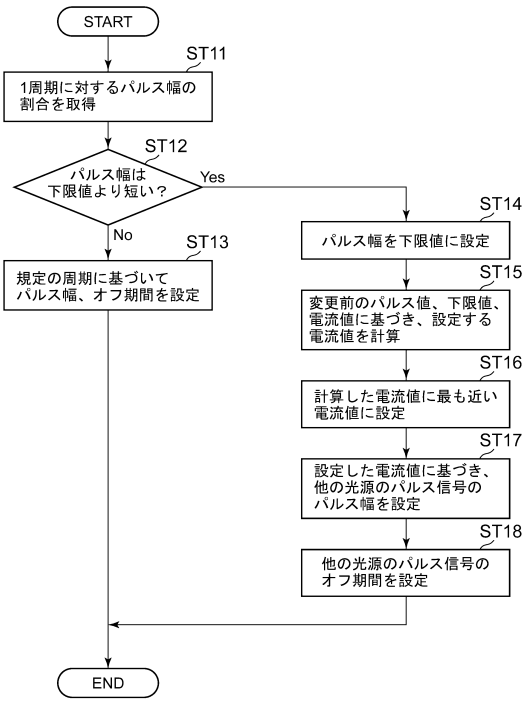
【図３】


電流
a
b
c
d
e
0
(A)
T21
Wa21
Wa22
Wa23
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(B)

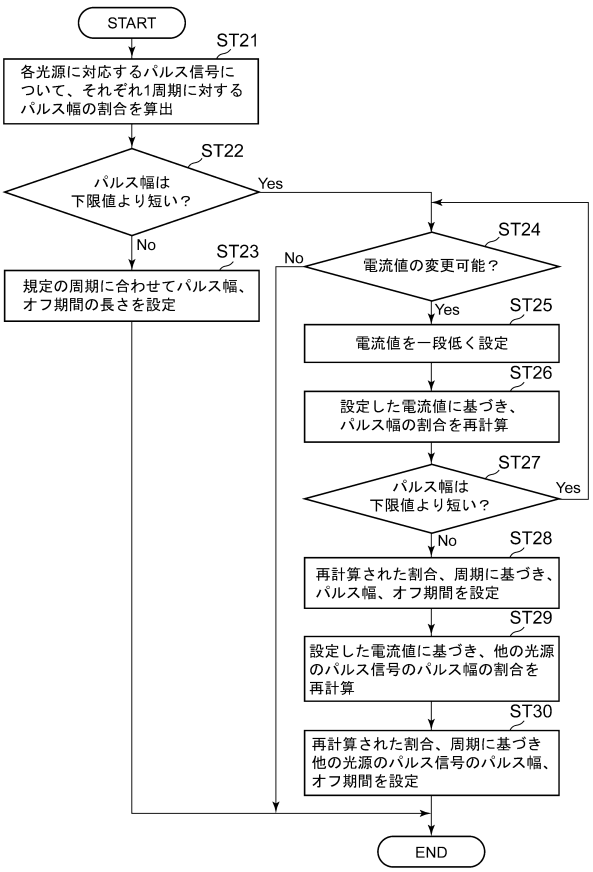
【図４】


T31
Wa31
Wb31
Wa32
Wb32
Wa33
Wb33
Wa36
Wb36
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)

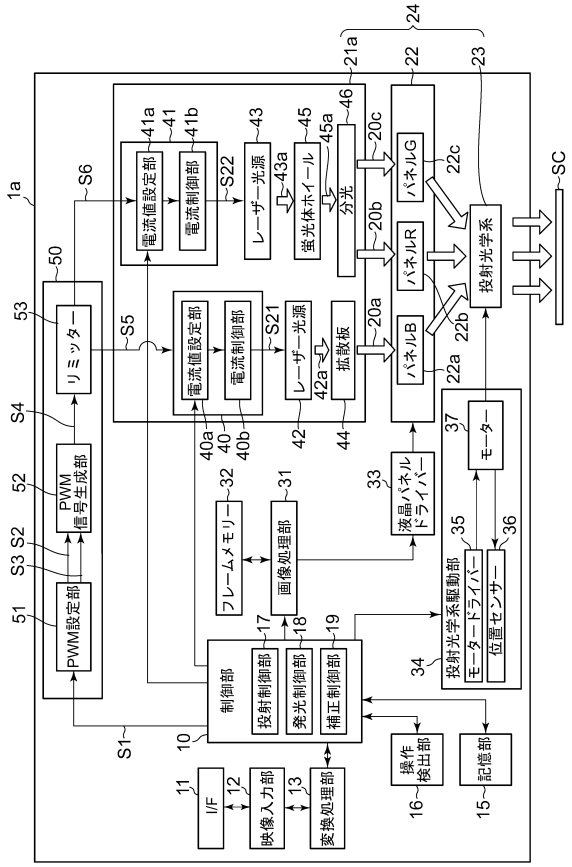
【図５】


START
ST11
1周期に対するパルス幅の割合を取得
ST12
パルス幅は下限値より短い？
Yes
No
ST13
規定の周期に基づいてパルス幅、オフ期間を設定
ST14
パルス幅を下限値に設定
ST15
変更前のパルス値、下限値、電流値に基づき、設定する電流値を計算
ST16
計算した電流値に最も近い電流値に設定
ST17
設定した電流値に基づき、他の光源のパルス信号のパルス幅を設定
ST18
他の光源のパルス信号のオフ期間を設定
END

【図６】


START
ST21
各光源に対応するパルス信号について、それぞれ1周期に対するパルス幅の割合を算出
ST22
パルス幅は下限値より短い？
Yes
No
ST23
規定の周期に合わせてパルス幅、オフ期間の長さを設定
ST24
電流値の変更可能？
No
Yes
ST25
電流値を一段低く設定
ST26
設定した電流値に基づき、パルス幅の割合を再計算
ST27
パルス幅は下限値より短い？
Yes
No
ST28
再計算された割合、周期に基づき、パルス幅、オフ期間を設定
ST29
設定した電流値に基づき、他の光源のパルス信号のパルス幅の割合を再計算
ST30
再計算された割合、周期に基づき他の光源のパルス信号のパルス幅、オフ期間を設定
END

【図７】


1a
PWM設定部
PWM信号生成部
リミッター
電流値設定部
電流制御部
レーザー光源
蛍光体ホイール
分光
拡散板
パネルB
パネルR
パネルG
投射光学系
SC
フレームメモリー
画像処理部
液晶パネルドライバー
モーター
投射光学系駆動部
モータードライバー
位置センサー
制御部
投射制御部
発光制御部
補正制御部
I/F
映像入力部
変換処理部
操作検出部
記憶部
S1
S2
S3
S4
S5
S6
S21
S22
10
11
12
13
15
16
17
18
19
20a
20b
20c
21a
22
22a
22b
22c
23
24
31
32
33
34
35
36
37
40
40a
40b
41
41a
41b
42
42a
43
43a
44
45
45a
46
50
51
52
53

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
H04N	*5/74*	*(2006.01)*	G09G	3/20	642E
			G09G	3/20	680C
			G09G	3/20	641S
			H01S	5/0683	
			H04N	5/74	H

(56)参考文献 特開2009－175695（JP，A）
国際公開第2011／104952（WO，A1）
特開2011－085693（JP，A）
国際公開第2010／140299（WO，A1）
特表2011－522280（JP，A）
特開2011－107234（JP，A）
米国特許出願公開第2008／0122832（US，A1）
米国特許出願公開第2009／0256973（US，A1）
米国特許出願公開第2009／0179848（US，A1）

(58)調査した分野(Int.Cl.，DB名)
G09G 3／36
G03B 21／14
G09G 3／20
G09G 3／34
H01S 5／0683
H04N 5／74