(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6378901号
(P6378901)
(45)発行日　平成30年8月22日(2018.8.22)　(24)登録日　平成30年8月3日(2018.8.3)

(51)Int.Cl.　　F I
H01S 5/068 (2006.01)　　H01S 5/068
A61B 1/06 (2006.01)　　A61B 1/06　510

請求項の数 11　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2014-44170(P2014-44170)
(22)出願日　平成26年3月6日(2014.3.6)
(65)公開番号　特開2015-170708(P2015-170708A)
(43)公開日　平成27年9月28日(2015.9.28)
審査請求日　平成29年2月13日(2017.2.13)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都八王子市石川町２９５１番地
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘
(74)代理人　100103034
弁理士　野河　信久
(74)代理人　100075672
弁理士　峰　隆司
(74)代理人　100153051
弁理士　河野　直樹
(74)代理人　100140176
弁理士　砂川　克

最終頁に続く

(54)【発明の名称】光源装置、内視鏡装置及び光源制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
光源装置と撮像装置を備えた内視鏡装置であって、
前記光源装置は、
光を発光する発光素子と、
周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加する駆動部と、
前記発光素子から発光する前記光の所定の実効光量を入力する入力部と、
前記発光素子の駆動条件を設定する温度制御部と、
前記温度制御部により設定された前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動部を駆動する実効光量設定部と、を具備し、
前記温度制御部は、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発熱状態に制御し、
前記周期的なパルス波形の周期は、前記撮像装置の撮像フレーム周期の自然数分の１に設定される、ことを特徴とする内視鏡装置。
【請求項２】
前記駆動条件は、前記周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比のいずれか一方が設定され、
前記実効光量設定部は、前記発光素子から発光される前記光の実効光量が前記所定の実効光量になるように、前記ピーク電流値又は前記デューティー比のうち前記駆動条件とし

て設定されなかった前記デューティー比又は前記ピーク電流値を決定する、ことを特徴とする請求項１に記載の内視鏡装置。
【請求項３】
前記発光素子は、複数であり、
前記所定の発熱状態は、前記複数の発光素子の前記発熱量が等しくなる状態であり、
前記温度制御部は、前記複数の発光素子の前記各発熱量が等しくなるように前記駆動条件を調整する、ことを特徴とする請求項２に記載の内視鏡装置。
【請求項４】
前記温度制御部は、
前記入力部から入力された前記所定の実効光量に従って前記発光素子が発光するように連続的な前記駆動波形で前記駆動部を駆動し、当該駆動により前記発光素子が発光したときの予想発熱量を当該発光素子の駆動特性から導出し、
前記複数の発光素子のうち前記予想発熱量が最も大きい前記発光素子を第１の発光素子とし、前記第１の発光素子に含まれない前記発光素子を第２の発光素子として、前記第１の発光素子の前記駆動条件を当該第１の発光素子の発光効率が最も高くなるように設定する、ことを特徴とする請求項３に記載の内視鏡装置。
【請求項５】
前記発光素子の温度を検出する温度検出器を含み、
前記所定の発熱状態は、前記温度検出器により検出される前記発光素子の温度が所定の温度となる状態であり、
前記温度制御部は、前記温度検出器により検出される前記発光素子の温度が前記所定の温度の状態になるように前記駆動条件を調整する、ことを特徴とする請求項３に記載の内視鏡装置。
【請求項６】
前記発光素子の温度を検出する温度検出器と前記発光素子の温度を調整する温度調整素子とを含み、
前記温度調整素子の個数は、前記発光素子の個数よりも少なく、
前記温度検出器は、前記第１の発光素子の近傍に設置され、
前記温度制御部は、前記温度検出器により検出される前記第１の発光素子の温度に基づいて当該第１の発光素子が所定の温度になるように前記温度調整素子を駆動制御する、ことを特徴とする請求項４に記載の内視鏡装置。
【請求項７】
前記複数の発光素子は、前記温度調整素子との間の各熱コンダクタンスが等しくなるように配置されることを特徴とする請求項６に記載の内視鏡装置。
【請求項８】
前記周期的なパルス波形の周期は、前記発光素子が熱的に応答しない周期であることを特徴とする請求項２に記載の内視鏡装置。
【請求項９】
前記発光素子は、複数であり、
前記複数の発光素子の駆動特性を記憶する記憶手段を含み、
前記温度制御部は、前記記憶手段に記憶された前記駆動特性に基づいて前記駆動条件を導出することを特徴とする請求項２に記載の内視鏡装置。
【請求項１０】
内視鏡装置の光源制御方法であって、
発光素子から発光する光の所定の実効光量を入力し、
前記発光素子の駆動条件を設定し、
前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動条件に従って、周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加し、
前記発光素子に対する制御では、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発

熱状態に制御し、
前記周期的なパルス波形の周期は、前記内視鏡装置の撮像装置の撮像フレーム周期の自然数分の１に設定される、ことを特徴とする光源制御方法。
【請求項１１】
光を発光する発光素子と、
周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加する駆動部と、
前記発光素子から発光する前記光の所定の実効光量を入力する入力部と、
前記発光素子の駆動条件を設定する温度制御部と、
前記温度制御部により設定された前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動部を駆動する実効光量設定部と、を具備し、
前記駆動条件は、前記周期的なパルス波形のピーク電流値とデューティー比であり、
前記温度制御部は、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発熱状態に制御する、ことを特徴とする光源装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、例えば半導体レーザ（以下、ＬＤと称する）から発光せられたレーザ光を例えば観察用の照明光に変換出力する光源装置、内視鏡装置及び光源制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えばＬＤから発光せられたレーザ光を照明光に変換する技術としては、例えば特許文献１がある。この特許文献１は、光源として複数のＬＤを備え、これらＬＤのそれぞれに温度調整用の素子（ペルチェ素子）と、この温度調整用の素子を駆動する駆動回路とにより構成される温度調節機構を設けることを開示する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００４－３５６５７９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は、複数のＬＤとしてそれぞれ異なる波長の光を発するＬＤを用い、これらＬＤから発せられるレーザ光を用いて例えば内視鏡の観察用照明光として用いる。しかしながら、特許文献１は、安定した動作の為にそれぞれのＬＤについて温度調整用の素子（ペルチェ素子）を配置する必要が有り、これら温度調整用の素子（ペルチェ素子）の配置のために大型化してしまう。
【０００５】
一方、温度調整用の素子（ペルチェ素子）を１つにすると、構成が簡素化・小型化することができるが、複数のＬＤ毎にレーザ出力が異なると、これらＬＤ毎に発熱量が異なるために、各ＬＤの温度が一定にならないおそれがある。
本発明は、光源の性能を落とさずに温度調節ができる構成を簡素化した光源装置、内視鏡装置及び光源制御方法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】
【０００６】
本発明の主要な局面に係る内視鏡装置は、光源装置と撮像装置を備えている。光源装置は、光を発光する発光素子と、周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加する駆動部と、前記発光素子から発光する前記光の所定の実効光量を入力する入力部と、前記発光素子の駆動条件を設定する温度制御部と、前記温度制御部により設定された前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動部を駆

動する実効光量設定部とを具備し、前記温度制御部は、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発熱状態に制御する。前記周期的なパルス波形の周期は、前記撮像装置の撮像フレーム周期の自然数分の１に設定される。

【０００７】

本発明の主要な局面に係る内視鏡装置の光源制御方法は、発光素子から発光する光の所定の実効光量を入力し、前記発光素子の駆動条件を設定し、前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動条件に従って、周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加し、前記発光素子に対する制御では、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発熱状態に制御する。前記周期的なパルス波形の周期は、前記内視鏡装置の撮像装置の撮像フレーム周期の自然数分の１に設定される。

【０００８】

本発明の主要な局面に係る光源装置は、光を発光する発光素子と、周期的なパルス波形を有する駆動波形を前記発光素子に印加する駆動部と、前記発光素子から発光する前記光の所定の実効光量を入力する入力部と、前記発光素子の駆動条件を設定する温度制御部と、前記温度制御部により設定された前記駆動条件に従い、前記所定の実効光量で前記発光素子が発光するように前記駆動部を駆動する実効光量設定部とを具備する。前記駆動条件は、前記周期的なパルス波形のピーク電流値とデューティー比である。前記温度制御部は、前記駆動条件を調整して前記発光素子から発光される前記光の実効光量を変えず、前記発光素子の発熱量を増減して、前記発光素子を所定の発熱状態に制御する。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、光源の性能を落とさずに温度調節ができる構成を簡素化した光源装置、内視鏡装置及び光源制御方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明に係る光源装置の第１の実施の形態を示すブロック構成図である。

【図２】同装置におけるＬＤ周辺部を示す構成図である。

【図３】同装置におけるＬＤに印加される駆動電流パルスの波形を示す図である。

【図４】同装置におけるＬＤの駆動電流と光出力との関係を示す図である。

【図５Ａ】同装置における実効光量Peffが等しくデューティー比１００％のときの発熱と光出力との関係を示す図ある。

【図５Ｂ】同装置における実効光量Peffが等しくデューティー比５０％のときの発熱と光出力との関係を示す図ある。

【図６】同装置における放熱器の別の構成例を示す構成図である。

【図７】本発明に係る光源装置の第１の変形例を示す構成図である。

【図８】本発明に係る光源装置の第２の変形例を示す構成図である。

【図９】同装置における温度センサの配置図である。

【図１０】本発明に係る光源装置の第３の変形例を示す構成図である。

【図１１】同装置におけるペルチェ素子の配置図である。

【図１２】本発明に係る光源装置を組み込んだ内視鏡装置の第２の実施の形態を示す全体ブロック構成図である。

【図１３】同装置における撮像素子とＬＤとの動作タイミングを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

［第１の実施の形態］

以下、本発明の第１の実施の形態について図面を参照して説明する。

図１は光源装置２０のブロック図を示し、図２は各ＬＤ１－１～１－３の周辺部の構成図を示す。この光源装置２０は、発光素子である複数の半導体レーザ（ＬＤ）、例えば３

個のＬＤ１－１～１－３を備える。これらＬＤ１－１～１－３は、マウント部材２上に固定されている。これらＬＤ１－１～１－３は、それぞれ駆動波形として周期的なパルス波形を有する電流を印加することによりレーザ光を発光する。複数の半導体レーザ（ＬＤ）は、例えば３個としているが、これに限らず、２個又は４個以上でも良い。

［熱的な接続関係の説明］

各ＬＤ１－１～１－３は、それぞれレーザ光を発光する際に熱を発生する。マウント部材２と各ＬＤ１－１～１－３とは、それぞれ熱的に接続されている。このマウント部材２には、放熱器３が設けられ、この放熱器３によって各ＬＤ１－１～１－３から発せられた熱が当該光源装置外（雰囲気中など）に放出されるようになっている。

［光学的な接続関係の説明］

各ＬＤ１－１～１－３の各出力端は、各光ファイバ４－１～４－３を介して光コンバイナ５に光学的に接続されている。これらＬＤ１－１～１－３の各出力端と各光ファイバ４－１～４－３との間には、それぞれ光学レンズが配置され、これら光学レンズによって各ＬＤ１－１～１－３の出力端と各光ファイバ４－１～４－３との間が光学的に結合されている。

光コンバイナ５の出力端には、光ファイバ６を介して照明ユニット７が光学的に接続されている。この光コンバイナ５は、各光ファイバ４－１～４－３により導光された各レーザ光を合波し、この合波されたレーザ光を光ファイバ６を介して照明ユニット７に出力する。

照明ユニット７は、例えば蛍光体を有し、光ファイバ６から出射されたレーザ光を受光して蛍光を発し、かつ当該蛍光と蛍光体を透過したレーザ光とを混合して成る照明光Ｌを生成する。

［電気的な接続関係の説明］

入力部１０と記憶素子１３とが設けられ、これら入力部１０と記憶素子１３とがそれぞれ温度制御回路１１と実効光量設定回路１２とに接続されている。

入力部１０は、例えばオペレータのマニュアル操作を受けて各ＬＤ１－１～１－３の出力指令値、すなわち各ＬＤ１－１～１－３に対して設定するレーザ光の所定の実効光量を入力する。この入力部１０には、本装置２０に３個のＬＤ１－１～１－３が設けられているので、これらＬＤ１－１～１－３に対する各所定の実効光量の値が入力される。例えば、ＬＤ１－１の実効光量Ｐeff1と、ＬＤ１－２の実効光量Ｐeff2と、ＬＤ１－３の実効光量Ｐeff3とが入力部１０から入力される。この入力部１０に入力された各ＬＤ１－１～１－３の所定の実効光量は、温度制御回路１１と実効光量設定回路１２とに送られる。

【００１２】

記憶素子（記憶手段）１３には、各ＬＤ１－１～１－３の駆動特性情報が記録されている。この駆動特性情報は、本装置２０の使用前、例えば工場出荷時等に予め各ＬＤ１－１～１－３の特性が測定されて取得されたものである。この記憶素子１３には、各ＬＤ１－１～１－３の駆動特性情報として後述する閾値電流Ｉth、ＬＤ１－１～１－３の順方向電圧Ｖf、スロープ効率η、ＬＤ１－１～１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxが記憶される。この記憶素子１３は、例えば不揮発性メモリー素子などから成る。

【００１３】

温度制御回路１１は、各ＬＤ１－１～１－３の駆動条件を設定する。各ＬＤ１－１～１－３を駆動する駆動波形が周期的なパルス波形であれば、各ＬＤ１－１～１－３の駆動条件は、周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比のいずれか一方である。この温度制御回路１１は、設定された駆動条件としてのピーク電流値又はデューティー比を実効光量設定回路１２に送る。

この温度制御回路１１は、記憶素子１３に記憶されている駆動特性情報に基づいて上記駆動条件である周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を導出する。

【００１４】

この温度制御回路１１は、周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比の駆動条件を調整して各ＬＤ１－１～１－３から発光されるレーザ光の実効光量を変えず、各

ＬＤ１－１～１－３の発熱量を増減して、各ＬＤ１－１～１－３を所定の発熱状態に制御する。この所定の発熱状態は、各ＬＤ１－１～１－３の発熱量が等しくなる状態である。しかるに、当該温度制御回路１１は、各ＬＤ１－１～１－３の各発熱量が等しくなるように駆動条件である周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を調整する。

【００１５】

実効光量設定回路１２は、温度制御回路１１により設定された駆動条件（ピーク電流値又はデューティー比）に従い、入力部１０から入力されたレーザ光の所定の実効光量で各ＬＤ１－１～１－３が発光するように各駆動回路１４－１～１４－３を駆動する。この実効光量設定回路１２は、パルス波形のデューティー比を可変するパルス幅変調（ＰＷＭ）を用いるに限らず、パルス波形のパルス幅を一定にして周期を可変するようにしてもよい。

【００１６】

この実効光量設定回路１２は、各ＬＤ１－１～１－３から発光されるレーザ光の実効光量が所定の実効光量になるように、周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比のうち駆動条件として設定されなかったデューティー比又はピーク電流値を決定する。

【００１７】

又、温度制御回路１１は、入力部１０から入力された所定の実効光量に従って各ＬＤ１－１～１－３が発光するように連続的な駆動波形で各駆動回路１４－１～１４－３を駆動し、当該駆動により各ＬＤ１－１～１－３が発光したときの予想発熱量を当該各ＬＤ１－１～１－３の駆動特性情報から導出する。

ここで、各ＬＤ１－１～１－３のうち予想発熱量が最も大きいＬＤ１－１、１－２又は～１－３を第１の発光素子とし、当該第１の発光素子に含まれないＬＤを第２の発光素子とすると、上記温度制御回路１１は、第１の発光素子の駆動条件を当該第１の発光素子の発光効率が最も高くなるように設定する。

【００１８】

各駆動回路１４－１～１４－３の各出力端には、それぞれ各ＬＤ１－１～１－３が接続されている。これら駆動回路１４－１～１４－３は、それぞれ各ＬＤ１－１～１－３に駆動波形を印加して駆動し、当該各ＬＤ１－１～１－３からレーザ光を発光させる。

これら駆動回路１４－１～１４－３は、上記実効光量設定回路１２により設定された駆動条件としてのピーク電流値又はデューティー比に従い、図３に示すような周期的なパルス波形を有する駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３を各ＬＤ１－１～１－３に印加する。

【００１９】

駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３を印加している期間をＴ１、印加していない期間をＴ２とすると、デューティー比Ｄは、

Ｄ＝Ｔ１／（Ｔ１＋Ｔ２）　　…（１）

となる。

期間Ｔ１に印加している電流をピーク電流と呼ぶ。（Ｔ１＋Ｔ２）は、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３の周期となる。

駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３の周期（Ｔ１＋Ｔ２）は、各ＬＤ１－１～１－３が熱的に応答しない周期、すなわち各ＬＤ１－１～１－３の温度がパルス駆動の一つ一つに応答できないような速度となる周期、熱的に応答できないような速度となる周期に設定、又は当該駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３に応答した各ＬＤ１－１～１－３の温度の変動量が問題にならない量になるように短く設定された周期である。

［ＬＤ１－１～１－３の特性とパルス駆動時の発熱量の説明］

３個のＬＤ１－１～１－３の特性について説明をする。これらＬＤ１－１～１－３は、同一の特性を持つ。

ここでの説明は、実効光量というような積分値的な議論ではなく、各時点々での値についての議論である。

各ＬＤ１－１～１－３より発生する発熱量Ｑは、当該ＬＤ１－１～１－３に印加する電力をＰin、ＬＤ１－１～１－３の光出力をＰout、ＬＤ１－１～１－３の順方向電圧をＶｆ

、ＬＤ１－１～１－３の駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３をＩdrvとすると、
Ｑ＝Ｐin－Ｐout
＝Ｖf・Ｉdrv－Ｐout …（２）
なる関係を有する。

【００２０】
一方、各ＬＤ１－１～１－３は、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３が閾値電流に到達するまでレーザ光を発光せず、閾値電流を超えるとレーザ光を発光し、かつレーザ光の出力光量は、図４に示すように閾値電流を超えた電流量に略比例して増加する特性を持つ。
各ＬＤ１－１～１－３の発光効率は、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３及びレーザ光の出力（光出力Ｐout）により異なる特性を有する。
光出力Ｐoutと、スロープ効率ηと、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３（Ｉdrv）と、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３の閾値電流Ｉthとは、
Ｐout＝η×（Idrv－Ith） …（３）
なる関係を有する。

【００２１】
よって、ＬＤ１－１～１－３から発する発熱は、図４に示すように閾値電流Ｉthまでの駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３により決まる発熱量Ｑ１と、閾値電流Ｉthを超えた駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３により決まる発熱量Ｑ２との総和（Ｑall＝Ｑ１＋Ｑ２）となる。
ここで、
Ｑ１＝Ｉth×Ｖf
Ｑ２＝（Ｉdrv－Ｉth)×Ｖf－Ｐout
＝Ｐout（Ｖf／η－１）
＝Ｐout×Ｋ …（４）
Ｑ１は光出力Ｐoutに依らず一定となり、Ｑ２は光出力Ｐoutの光量に比例する。

【００２２】
次に、上記各ＬＤ１－１～１－３の特性に基づいて実効光量について説明する。
先に述べた様に、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３のようなパルス状の駆動電流の波形により各ＬＤ１－１～１－３を駆動すると、各ＬＤ１－１～１－３から発光されるレーザ光も、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３に応じたパルス状の光となって出力される。
実効光量をＰeffとすると、当該実効光量Ｐeffは、図３に示すようにパルス駆動を行ったときに、パルス駆動の周期よりも十分長い期間で光量を積分した値に相当する。例えば肉眼や撮像素子などでは、パルス状の光それぞれを区別して感じず、パルス状の光を積分した実効光量Ｐeffに相当する光を感じることになる。
実効光量Ｐeffは、
Ｐeff＝Ｄ×Ｐout …（５）
により表される。ここでの光出力Ｐoutは、パルス状の光出力のピーク光量、すなわちピーク出力に相当する。

【００２３】
一方、発熱量Ｑについて、実効発熱量をＱeffとすると、当該実効発熱量をＱeffは、
Ｑeff ＝Ｄ×Ｑall
＝Ｄ×（Ｑ１＋Ｑ２）
＝Ｄ×Ｑ１＋Ｄ×Ｐout×Ｋ
＝Ｄ×Ｑ１＋Ｐeff×Ｋ …（６）
となる。

【００２４】
よって、上記式（６）の示す実効発熱量Ｑeffにおいて、２項目の（Ｐeff×Ｋ）は、所望の実効光量Ｐeffを得るために値が変わらないが、１項目の（Ｄ×Ｑ１）は、デューティー比Ｄとパルス状光出力のピーク光量Ｐoutとを変えることで増減できる。

【００２５】

一方、光出力Poutの上限は、各ＬＤ１－１～１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxであるので、デューティー比Ｄが取れる範囲は限定される。

（Ｐeff／Ｐmax）≦Ｄ≦１　　…（７）

デューティー比Ｄの範囲で変化させたとき、このときの実効発熱量Ｑeffの調整可能な範囲は、

（Ｐeff／Ｐmax）×Ｑ１＋（Ｐeff×Ｋ）≦Ｑeff≦Ｑ１＋Ｐeff×Ｋ　…（８）

となる。

【００２６】

例として、図５Ａ及び図５Ｂは実効光量Ｐeffが等しいとしたときの発熱と光出力との関係を示し、図５Ａはデューティー比１００％のときの発熱量と光出力との関係、図５Ｂはデューティー比５０％のときの発熱と光出力との関係を示す。

同図に示すようにデューティー比１００％における閾値電流Ｉthを超えた駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３により決まる発熱量Ｑ２と、デューティー比５０％における発熱量Ｑ２は、時間平均を取れば等しい。

一方、閾値電流Ｉthまでの駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３により決まる発熱量Ｑ１については、デューティー比５０％ではデューティー比１００％の半分（デューティー比Ｄ分)となる。

【００２７】

次に、上記通り構成された光源装置２０の動作について説明する。

入力部１０からは、ＬＤ１－１の実効光量Ｐeff1と、ＬＤ１－２の実効光量Ｐeff2と、ＬＤ１－３の実効光量Ｐeff3とが入力される。これら実効光量Ｐeff1、Ｐeff2、Ｐeff3は、温度制御回路１１と実効光量設定回路１２とに送られる。これら実効光量Ｐeff1、Ｐeff2、Ｐeff3の大小関係は、例えばＰeff1＜Ｐeff2＜Ｐeff3であり、ＬＤ１－３の実効光量Ｐeff3が最も高いものとする。

【００２８】

温度制御回路１１は、記憶素子１３に記憶されている各ＬＤ１－１～１－３の駆動特性情報を読み込み、この駆動特性情報に基づいて当該各ＬＤ１－１～１－３の駆動条件であるピーク電流値を決定し、当該ピーク電流値を実効光量設定回路１２に送る。

この実効光量設定回路１２は、温度制御回路１１より入力されたピーク電流値を基にデューティー比Ｄを求め、ピーク電流値又はデューティー比Ｄを各ＬＤ１－１～１－３に接続された各駆動回路１４－１～１４－３に送る。

【００２９】

具体的に説明すると、先ず、温度制御回路１１は、各ＬＤ１－１～１－３のうち発熱量が最も多いＬＤ(第１の発光素子群)を特定する。

温度制御回路１１は、記憶素子１３に記憶されている駆動特性情報から各ＬＤ１－１～１－３の閾値電流Ｉth、順方向電圧Ｖf、スロープ効率ηを読み込み、パルス波形ではなく図５Ａに示すような連続波形（デューティー比１００％)での各ＬＤ１－１～１－３の各発熱量Ｑ２をそれぞれ上記式（２）の演算によって求める。本実施の形態では、３個のＬＤ１－１～１－３が略等しい特性を持っているので、実効光量（Ｐeff3）が最も高いＬＤ１－３の発熱量Ｑが最も高いと特定される。

【００３０】

次に、実効光量Ｐeff3が最大であるＬＤ１－３について、より発熱を低減できるようにパルス駆動のデューティー比Ｄを高効率になるように決める。すなわち、温度制御回路１１は、実効光量（Ｐeff3）が最も高いＬＤ１－３について、記憶素子１３に記憶されている駆動特性情報、すなわち閾値電流Ｉthと、ＬＤ１－３の順方向電圧Ｖfと、スロープ効率ηと、ＬＤ１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxとに基づいて周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を導出する。

【００３１】

この温度制御回路１１は、周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比の駆動条件を調整して各ＬＤ１－１～１－３から発光されるレーザ光の実効光量を変えず、各

ＬＤ１－１～１－３の発熱量を増減して、各ＬＤ１－１～１－３を所定の発熱状態、すなわち各ＬＤ１－１～１－３の発熱量が等しくなるように周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を調整する。

【００３２】

本実施の形態におけるＬＤ１－１～１－３では、各ＬＤ１－１～１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxにおいて発光効率が最大になるので、温度制御回路１１は、記憶素子１３に記憶されている駆動特性情報から実効光量Ｐeff3が最大であるＬＤ１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxを読み込み、ＬＤ１－３の出力光量の最大定格値Ｐmaxとなる電流値を導出し、実効光量設定回路１２にピーク電流値として出力する。

【００３３】

この実効光量設定回路１２は、温度制御回路１１により設定された駆動条件（ピーク電流値又はデューティー比）に従い、入力部１０から入力されたレーザ光の所定の実効光量で各ＬＤ１－１～１－３が発光するように各駆動回路１４－１～１４－３を駆動する。

具体的に、実効光量設定回路１２は、入力された駆動条件がピーク電流値であると、発熱量Ｑが最も高いと特定されているＬＤ１－３の実効光量がＰeff3になるように当該ＬＤ１－３のデューティー比Ｄ３、すなわち

Ｄ３＝Ｐeff3／Ｐmax　　…（９）

を駆動回路１４－１に設定する。

このとき、ＬＤ１－３の実効発熱量Ｑeff3は、

Ｑeff3＝Ｄ３×Ｑ１＋Ｄ３×Ｐmax×Ｋ　　…（１０）

となる。

【００３４】

次に、残りのＬＤ１－１、１－２(第２の発光素子群)について、上記同様の動作でＬＤ１－３と発熱量Ｑが等しくなるようにピーク電流値又はデューティー比Ｄが設定される。

例えば、ＬＤ１－１の実効発熱量Ｑeff1は、

Ｑeff1＝Ｄ１×（Ｑ１＋Ｐ１×Ｋ）　　…（１１）

Ｐ１は、ＬＤ１－１のピーク出力となる。

当該ＬＤ１－１の実効発熱量Ｑeff1がＬＤ１－３の実効発熱量Ｑeff3と等しくなる状態、すなわち、上記式（６）を用いて、

Ｑeff1 ＝Ｄ１×Ｑ１＋Ｐeff1×Ｋ

Ｑeff3 ＝Ｄ３×Ｑ１＋Ｐeff3×Ｋ

Ｑeff1 ＝ Ｑeff3であるので、

Ｄ１×Ｑ１＋Ｐeff1×Ｋ＝Ｄ３×Ｑ１＋Ｐeff3×Ｋ

から

ＬＤ１－１のデューティー比Ｄ１を、

Ｄ１＝Ｄ３＋Ｋ／Ｑ１×（Ｐeff3－Ｐeff1）

に設定する。

このＬＤ１－１のデューティー比Ｄ１は、ＬＤ１－３のデューティー比Ｄ３からデューティー比を増やした状態である。

又、上記式（１１）により、

【００３５】

【数１】

$$P1=\frac{Q1}{K}\left(\frac{D3}{D1}-1\right)+\frac{Peff3}{D1}$$

【００３６】

である。

このように残りのＬＤ１－１、１－２の実効発熱量Ｑeff1、Ｑeff2をＬＤ１－３の実効発熱量Ｑeff3と等しくなるようにピーク電流値又はデューティー比Ｄを設定するので、こ

れらＬＤ１－１、１－２、１－３の実効発熱量Qeff1、Qeff2、Qeff3は、互いに等しくできる。

【００３７】

このように第１の実施の形態によれば、温度制御回路１１によって記憶素子１３に記憶されている駆動特性情報に基づいて駆動条件である周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を導出し、かつこれらピーク電流値又はデューティー比の駆動条件を調整して各ＬＤ１－１～１－３から発光されるレーザ光の実効光量を変えず、各ＬＤ１－１～１－３の発熱量を増減して各ＬＤ１－１～１－３を所定の発熱状態に制御し、実効光量設定回路１２によって温度制御回路１１により設定されたピーク電流値又はデューティー比に従って各ＬＤ１－１～１－３を駆動する。これにより、複数のＬＤ１－１～１－３等を異なる出力光量に設定したとしても、各ＬＤ１－１～１－３等の発熱量を等しくでき、温度を制御するための素子、例えばペルチェ素子等を別途設ける必要がなく、簡単な構成で、かつ性能を低下させずに、各ＬＤ１－１～１－３等の温度を等しく制御でき、出力の安定性を高めることができる。

【００３８】

第２の発光素子群（発熱量が最も多い第１の発光素子群のＬＤ以外）について求めたデューティー比Ｄが１００％を超えた場合、デューティー比Ｄを上げても各ＬＤ１－１～１－３の発熱量を等しくできないということがあっても、この場合には、デューティー比Ｄを１００％として、照明光Ｌの光出力Pout(ピーク出力)を増加させることで実効光量Peffを確保し、可能な限り発熱量を近づける処理を行う。

【００３９】

なお、駆動パルス波形の駆動条件、すなわちデューティー比やピーク電流は、入力部１０から入力される実効光量の値に基づいて常に演算して設定したり、又は入力部１０から入力される実効光量の値が変動した際に演算して設定するようにしてもよい。

さらに、各ＬＤ１－１～１－３は、温度調節素子との間の各熱コンダクタンスが等しくなるように配置してもよい。すなわち、上記実施の形態では、各ＬＤ１－１～１－３の発熱量を等しく設定したが、各ＬＤ１－１～１－３は、当該各ＬＤ１－１～１－３と放熱先の大気との熱コンダクタンス、又は当該各ＬＤ１－１～１－３と放熱器３との熱コンダクタンスが等しくなるように配置してもよい。

【００４０】

各ＬＤ１－１～１－３と放熱先の大気との熱コンダクタンス、又は当該各ＬＤ１－１～１－３と放熱器３との熱コンダクタンスが異なる場合、それぞれの値を設計値又は実測値から求め、その値に反比例するように各ＬＤ１－１～１－３の発熱量を設定してもよい。

本実施の形態では、複数のＬＤ１－１～１－３等を１つの放熱器３に接続しているが、これに限らず、各ＬＤ１－１～１－３は、図６に示すようにそれぞれ別々の放熱器３－１～３－３に接続してもよい。

【００４１】

［第１の変形例］

図７は光源装置２０の第１の変形例の構成図を示す。なお、図１と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

この光源装置２０は、１個のＬＤ１－１を設け、当該ＬＤ１－１の実効発熱量Qeffを調整する。すなわち、この光源装置２０では、上記式（８）に示すように実効発熱量Qeffの調整可能な範囲で、ＬＤ１－１の実効光量Peff1を変えずに、当該ＬＤ１－１の実効発熱量Qeff1を可変できるので、上記第１の実施の形態と同様に、ペルチェ素子などの安定した動作の為にそれぞれ温度調整用の素子を別途設けることなく、温度の安定性を上げることができる。

【００４２】

［第２の変形例］

図８は光源装置２０の第２の変形例の構成図を示す。なお、図１と同一部分には同一符

号を付してその詳しい説明は省略する。
この光源装置２０には、各ＬＤ１－１～１－３のそれぞれ近傍に温度検出器としての温度センサ３０－１～３０－３が配置されている。図９は温度センサ３０－１～３０－３の配置図を示す。これら温度センサ３０－１～３０－３は、マウント部材２上で、かつ各ＬＤ１－１～１－３に接触するように設けられている。これら温度センサ３０－１～３０－３は、それぞれ各ＬＤ１－１～１－３の温度を検出してその電気信号を出力する。これら温度センサ３０－１～３０－３は、例えば、サーミスタや熱電対、非接触で温度を測定するセンサなど一般的な温度センサであれば何でもよい。これら温度センサ３０－１～３０－３から出力される電気信号は、温度制御回路１１に送られる。
この温度制御回路１１は、温度センサ３０－１～３０－３から出力された各電気信号を入力し、これら電気信号（各ＬＤ１－１～１－３の温度）に基づいて各ＬＤ１－１～１－３の温度がそれぞれ所定の温度の状態になるように駆動条件である周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を調整する。所定の温度の状態とは、温度センサ３０－１～３０－３により検出される各ＬＤ１－１～１－３の温度が所定の温度となる状態である。
【００４３】
このように第２の変形例であれば、温度センサ３０－１～３０－３から出力される各ＬＤ１－１～１－３の温度）に基づいて各ＬＤ１－１～１－３の温度がそれぞれ所定の温度の状態になるように駆動条件である周期的なパルス波形のピーク電流値又はデューティー比を調整するので、上記第１の実施の形態と同様の効果を奏することができる。
【００４４】
［第３の変形例］
図１０は光源装置２０の第３の変形例の構成図を示す。なお、図８と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。
この光源装置２０には、上記第２の変形例と同様に、各ＬＤ１－１～１－３のそれぞれ近傍に温度検出器としての各温度センサ３０－１～３０－３が配置されている。
マウント部材２には、温度調整素子としてのペルチェ素子４０を介して放熱器３が設けられている。図１１はペルチェ素子４０の配置を示す。このペルチェ素子４０は、マウント部材２と放熱器３との間に設けられている。このペルチェ素子４０は、各ＬＤ１－１～１－３の加熱又は冷却の温度調整を行う。このペルチェ素子４０は、例えば１個設けられている。このペルチェ素子４０の個数は、３個の各ＬＤ１－１～１－３の個数よりも少ない。
温度制御回路１１は、各温度センサ３０－１～３０－３から出力される電気信号から各ＬＤ１－１～１－３の温度を求め、これら温度に基づいて当該各温度センサ３０－１～３０－３により検出される温度が所定の温度になるようにペルチェ素子４０を駆動制御し、各ＬＤ１－１～１－３を加熱又は冷却する。
【００４５】
各ＬＤ１－１～１－３は、それぞれ種類の異なるものであり、その特性も異なる。記憶素子１３に記憶されている各ＬＤ１－１～１－３の各駆動特性情報は、それぞれ各ＬＤ１－１～１－３毎に記憶されている。
各ＬＤ１－１～１－３は、当該各ＬＤ１－１～１－３とペルチェ素子４０との熱コンダクタンスが等しくなるように配置される。
【００４６】
温度制御回路１１は、ＬＤ１－１、１－２又は１－３のうち発熱量が最も高いＬＤ、又はＬＤ１－１、１－２又は１－３のうち必要な実効出力が最も高いＬＤ、若しくはＬＤ１－１、１－２又は１－３のうち温度が最も高いＬＤの近傍に設けられた温度センサ３０－１、３０－２又は３０－３により検出される温度に基づいてペルチェ素子４０の温度を制御する。
【００４７】
具体的に温度制御回路１１は、ＬＤ１－１～１－３の近傍の温度センサ３０－１、３０

－２又は３０－３により検出される温度と所定の温度とを比較し、検出される温度が所定の温度より高い場合はペルチェ素子４０に印加する電流値を減少し、検出される温度が所定の温度より低い場合はペルチェ素子４０に印加する電流値を増加する。

なお、温度制御回路１１は、ＰＩＤ制御理論などで電流値を決定しても良い。

【００４８】

このように構成された第３の変形例であれば、ＬＤ１－１～１－３の近傍に設けられた温度センサ３０－１、３０－２又は３０－３によって検出される温度と所定の温度とを比較し、この比較結果に基づいてペルチェ素子４０の温度を制御するので、複数のＬＤ１－１～１－３を異なる出力に設定したとしても、各ＬＤ１－１～１－３の発熱量Ｑを等しくできるので、１つのペルチェ素子４０により温度調整機構を構成しても、各ＬＤ１－１～１－３の温度を等しく制御でき、出力の安定性を高めることができる。

【００４９】

なお、各ＬＤ１－１～１－３の順方向電圧Ｖｆは、駆動電流により変動する特性を持つ場合がある。この場合、記憶素子１３に有するＬＤ１－１～１－３の駆動特性情報として順方向電圧Ｖｆと駆動電流のテーブルデータとを保存しておくのが良い。効率が最大で、かつピークが定格のときには最適である。

【００５０】

一方、各ＬＤ１－１～１－３の順方向電圧Ｖｆが駆動電流により変動する特性を持つ場合でなければ、発熱量Ｑが最大となるＬＤ１－１～１－３についてデューティーＤを求める際、温度制御回路１１は、光出力が最大定格値Ｐmaxとなる電流ではなく、効率が最大となる駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３（Ｉdrv）をピーク電流とすると良い。

又、効率最大となる電流では電流が足りない（デューティー比Ｄが１００％を超える）場合は、ディーティー比Ｄが１００％以下となる最小の電流とすると良い。

【００５１】

［第２の実施の形態］

次に、本発明の第２の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図１０と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

図１２は光源装置２０を組み込んだ内視鏡装置５０の全体ブロック構成図を示す。撮像素子５１は、内視鏡挿入部の先端部に設けられている。内視鏡挿入部は、例えば被検体内に挿入されて当該被検体内を撮像してその画像を取得したり、被検体内に対する治療・処置を行う。撮像素子５１は、被検体内に挿入されたときには当該被検体内を撮像してその撮像信号を出力する。この撮像素子５１から出力された撮像信号は、画像処理回路５２に送られる。

この画像処理回路５２は、撮像素子５１から出力された撮像信号を入力し、この撮像信号を画像処理して被検体の画像を取得する。この画像処理回路５２は、同期信号を生成し、この同期信号を撮像素子５１に送る。この撮像素子５１は、画像処理回路５２からの同期信号に同期して撮像動作（露光動作）する。

【００５２】

これと共に、画像処理回路５２は、同期信号を各駆動回路１４－１～１４－３に送る。これら駆動回路１４－１～１４－３は、それぞれ各ＬＤ１－１～１－３に駆動波形を印加して駆動し、当該各ＬＤ１－１～１－３からレーザ光を発光させる。画像処理回路５２からの同期信号に従って駆動回路１４－１～１４－３から各ＬＤ１－１～１－３に印加する駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３の立ち上がりタイミングを調整する。

図１３は撮像素子５１とＬＤ１－１～１－３との動作タイミングを示す。撮像素子５１は、撮像フレームを取得する撮像周期ＴＰ毎に撮像動作（露光動作）を行う。各ＬＤ１－１～１－３に印加される駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３は、パルス周期ＰＩＷでハイレベルとローレベルとを繰り返す。このパルス周期ＰＩＷは、上記図３に示す周期（Ｔ１＋Ｔ２）に相当する。

従って、画像処理回路５２は、各ＬＤ１－１～１－３に印加する駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３のパルス周期ＰＩＷを、撮像素子５１の撮像周期（撮像フレームを取得する周期

）ＴＰの自然数分の１に設定する。

【００５３】

このように上記第２の実施の形態であれば、像素子５１を撮像動作（露光動作）させる同期信号に従って各ＬＤ１－１～１－３に印加する駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３の立ち上がりタイミングを調整、例えば駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３のパルス周期ＰＩＷを、撮像素子５１の撮像周期ＴＰの自然数分の１に設定するので、ちらつきのない撮像情報を得ることができる。

なお、本実施の形態は、パルス波形のデューティー比を可変するパルス幅変調（ＰＷＭ）を用いるに限らず、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３のパルス幅を一定にして周期を可変するようにしてもよい。この場合は、駆動電流パルスＰＩ１～ＰＩ３のパルス幅を撮像素子５１の撮像フレーム周期に比べて十分短くする必要が有る。

【００５４】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

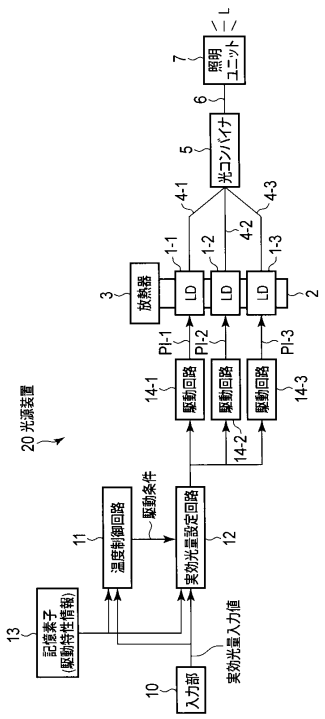
【符号の説明】

【００５５】

２０：光源装置、１－１～１－３：半導体レーザ（ＬＤ）、２：マウント部材、３：放熱器、４－１～４－３：光ファイバ、５：光コンバイナ、６：光ファイバ、７：照明ユニット、１０：入力部、１２：実効光量設定回路、１３：記憶素子、１１：温度制御回路、１４－１～１４－３：駆動回路、３０－１～３０－３：温度センサ、４０：ペルチェ素子、５０：内視鏡装置、５１：撮像素子、５２：画像処理回路。

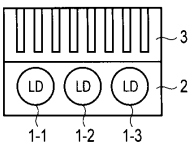
【図１】

図1



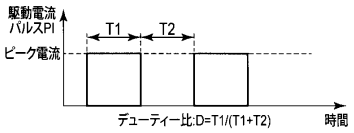
【図２】

図2



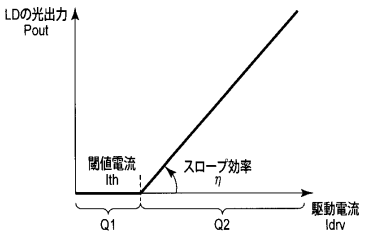
【図３】

図3



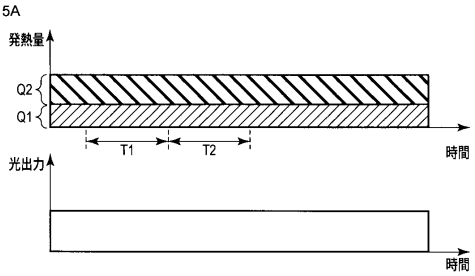
【図４】

図4



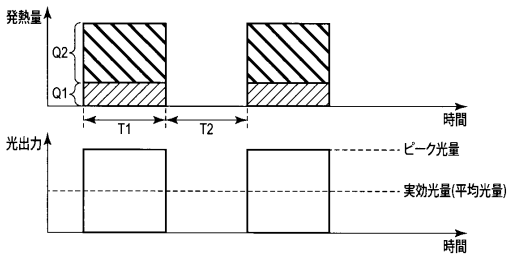
【図５Ａ】

図5A



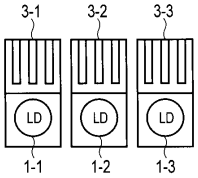
【図５Ｂ】

図5B



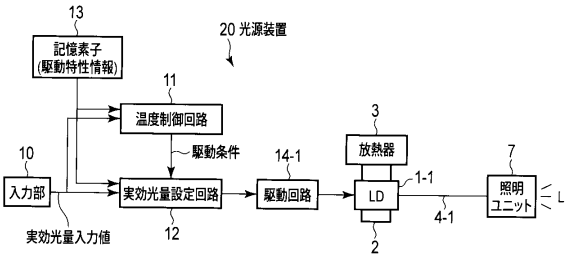
【図６】

図6



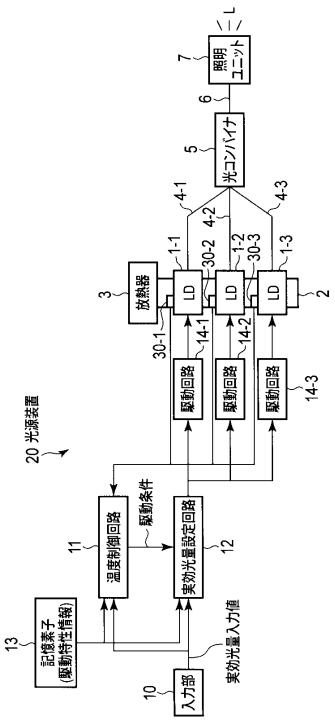
【図７】

図7



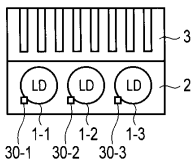
【図８】

図8



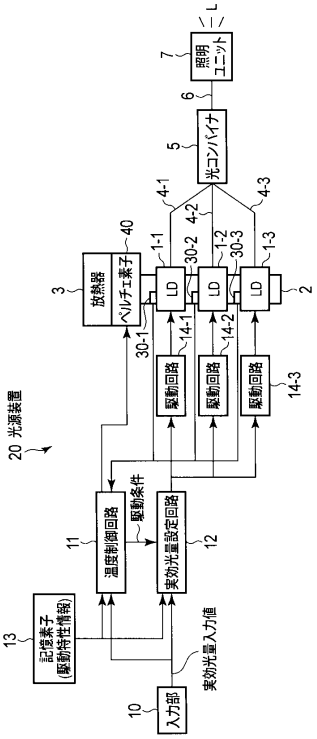
【図９】

図9



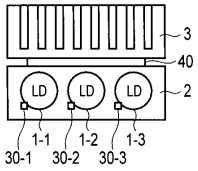
【図１０】

図10



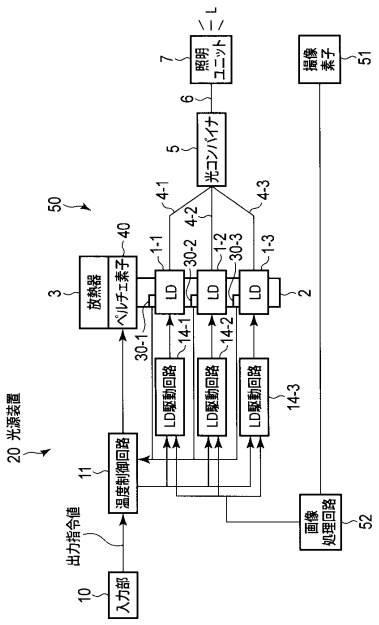
【図１１】

図11



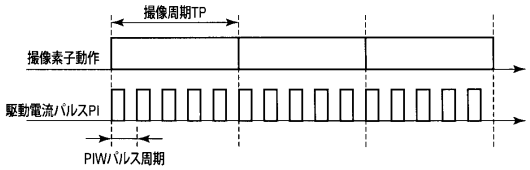
【図１２】

図12



【図１３】

図13



フロントページの続き

(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(72)発明者 西尾 真博
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号 オリンパス株式会社内

審査官 島田 英昭

(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１０／０２２８０８９（ＵＳ，Ａ１）
特開平０１－３０３７７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２３２７８２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２７０９５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１５２５１６（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０６４４４１（ＪＰ，Ａ）
特表２０１０－５０６３９４（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－０４３０６８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０４１５５８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２２６３９４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２２３３７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｓ５／００－５／５０
Ａ６１Ｂ１／００－１／３２