

(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2014-239188  
(P2014-239188A)

(43) 公開日 平成26年12月18日(2014.12.18)

(51) Int.Cl.  
H01S 5/02 (2006.01)

F I  
H01S 5/02

テーマコード(参考)  
5F173

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2013-121875 (P2013-121875)  
(22) 出願日 平成25年6月10日 (2013.6.10)

(71) 出願人 000000376  
オリンパス株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
(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 100088683  
弁理士 中村 誠  
(74) 代理人 100103034  
弁理士 野河 信久  
(74) 代理人 100095441  
弁理士 白根 俊郎  
(74) 代理人 100075672  
弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置及び光源装置の故障検出方法

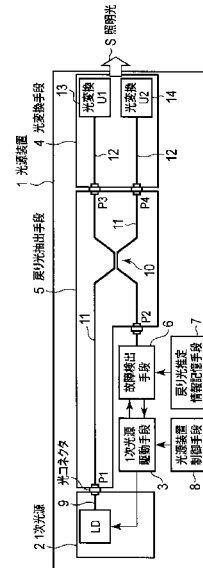
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 広範囲の光量の条件下、高精度に故障検出を行うことができる光源装置を提供する。

【解決手段】 1次光源2と、1次光源駆動手段3と、1次光源2から射出された1次光と異なる光学特性の2次光に変換する光変換手段4と、1次光源2から射出された1次光を光変換手段4に導光すると共に、光変換手段4側から1次光源2側に戻る1次光及び/又は2次光の戻り光を抽出する戻り光抽出手段5と、戻り光抽出手段5により抽出された戻り光量変化に基づいて故障を検出する光源装置1において、1次光源2の駆動条件と戻り光量との相関特性を示す戻り光推定情報に基づいて戻り光量の標準値に対応する故障検出用の閾値を設定し、戻り光抽出手段により抽出された戻り光量と閾値とを比較し、比較結果に応じて1次光源駆動手段3の動作を制御する故障検出手段6とを具備する。

【選択図】 図1

図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

1次光を射出する1次光源と、  
前記1次光源を駆動する1次光源駆動手段と、  
前記1次光源から射出された前記1次光を受光し、当該1次光と異なる光学特性の2次光に変換する光変換手段と、  
前記1次光源と前記光変換手段との間に光学的に接続され、前記1次光源から射出された前記1次光を前記光変換手段に導光すると共に、前記光変換手段側から前記1次光源側に戻る前記1次光及び/又は前記2次光の戻り光を抽出する戻り光抽出手段と、  
前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量変化に基づいて故障を検出するもので、前記1次光源の駆動条件に基づき設定された閾値と前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量とを比較し、当該比較結果に応じて前記1次光源駆動手段の動作を制御する故障検出手段と、  
を具備することを特徴とする光源装置。

10

**【請求項 2】**

前記故障検出手段は、前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量を検出する戻り光量検出手段と、  
前記1次光源の前記駆動条件と前記戻り光推定情報とに基づき、前記戻り光推定情報から前記所定の駆動条件における前記戻り光標準値を算出する戻り光標準値算出手段と、  
前記戻り光標準値に基づいて前記閾値を設定する閾値設定手段と、  
前記戻り光検出量手段により検出された前記戻り光の光量と前記閾値設定手段により設定された前記閾値とを比較し、当該比較結果に応じて前記1次光源駆動手段の動作を制御する故障判定手段と、  
を有することを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

20

**【請求項 3】**

前記閾値設定手段は、前記戻り光標準値に基づく前記閾値よりも大きい閾値上限値と前記閾値よりも小さい閾値下限値とをそれぞれ設定すると共に、これら閾値上限値と閾値下限値とにより成る閾値範囲を設定し、  
前記故障判定手段は、前記戻り光検出量手段により検出された前記戻り光の光量が前記閾値範囲内に存在するか否かを判定し、前記戻り光の光量が前記閾値範囲内から外れたときに、前記1次光源の駆動を停止させる駆動停止信号を出力する、  
ことを特徴とする請求項2に記載の光源装置。

30

**【請求項 4】**

前記故障判定手段は、前記戻り光の光量が前記閾値上限値よりも大きくなったことにより前記駆動停止信号が出力されたのか、又は前記戻り光の光量が前記閾値下限値よりも小さくなったことにより前記駆動停止信号が出力されたのかを識別し、当該識別結果からそれぞれ異なる故障モードを判定する、  
ことを特徴とする請求項3に記載の光源装置。

**【請求項 5】**

前記戻り光抽出手段は、前記1次光を入射する入射端と、前記入射端から入射した前記1次光を伝播する光ファイバと、前記光ファイバにより伝播された前記1次光を前記光変換手段へ射出する射出端と、前記入射端と前記射出端との間の前記光ファイバに設けられ、前記射出端に入射した前記戻り光を前記光ファイバから分岐するための光分岐部と、前記光分岐部により分岐された前記戻り光を抽出する抽出端と、を有する光分岐ファイバケーブルから成り、  
前記故障判定手段は、前記戻り光の光量が前記閾値上限値よりも大きくなると、前記故障モードとして、前記光分岐ファイバケーブルにおける前記光分岐部から前記射出端側で故障が発生したモードであることを判別する、  
ことを特徴とする請求項4に記載の光源装置。

40

**【請求項 6】**

50

前記戻り光抽出手段は、前記1次光を入射する入射端と、前記入射端から入射した前記1次光を伝播する光ファイバと、前記光ファイバにより伝播された前記1次光を前記光変換手段へ射出する射出端と、前記入射端と前記射出端との間の前記光ファイバに設けられ、前記射出端に入射した前記戻り光を前記光ファイバから分岐するための光分岐部と、前記光分岐部により分岐された前記戻り光を抽出する抽出端とから成り、

前記故障判定手段は、前記戻り光の光量が前記閾値下限値よりも小さくなると、前記故障モードとして、前記戻り光抽出手段の前記光分岐部から前記入射端側で故障が発生したモードであることを判別する、

ことを特徴とする請求項4に記載の光源装置。

【請求項7】

前記1次光源と前記戻り光抽出手段との間の光学的な接続と、前記戻り光抽出手段と前記光変換手段との間の光学的な接続とは、それぞれ光コネクタを介して行われることを特徴とする請求項5又は6に記載の光源装置。

【請求項8】

前記戻り光の光量が前記閾値範囲を外れた第1の時点から前記1次光源が前記1次光の射出を停止する第2の時点までの期間は、前記1次光が当該光源装置の外部に放射され続けて許容される量に達するまでの時間以内に設定されることを特徴とする請求項3乃至7のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項9】

前記故障判定手段は、前記駆動停止信号を出力した後、当該駆動停止信号を出力する状態を保持することを特徴とする請求項4乃至8のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項10】

前記閾値設定手段は、前記戻り光標準値に対する前記閾値上限値と前記閾値下限値との各差分が略等しくなるために、前記戻り光標準値に対して所定の係数を掛け合わせる、又は所定の定数を加減算して前記閾値上限値と前記閾値下限値とを設定することを特徴とする請求項3乃至9のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項11】

前記閾値設定手段は、前記戻り光標準値と前記閾値上限値との差分である上限側範囲と、前記戻り光標準値と前記閾値下限値との差分である下限側範囲とが前記戻り光標準値に応じて可変するために、前記戻り光標準値に対して所定の係数を掛け合わせる、又は所定の定数を加減算して前記閾値上限値と前記閾値下限値を設定することを特徴とする請求項3乃至9のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項12】

前記戻り光推定情報は、前記1次光源を駆動する駆動電流と駆動電圧と前記光源装置制御手段により設定される前記1次光の光量の設定値とのうち少なくとも1つと、前記戻り光検出手段により検出される前記戻り光の光量との相関特性を含むことを特徴とする請求項1乃至11のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項13】

前記戻り光量検出手段は、前記戻り光抽出手段により抽出される前記戻り光の中で前記1次光の成分のみの戻り光を検出することを特徴とする請求項1乃至12のうちいずれか1項に記載の光源装置。

【請求項14】

前記光源装置制御手段は、前記1次光源の特性情報を基に前記戻り光推定情報を更新する機能を有し、

前記戻り光標準値算出手段は、前記更新された前記戻り光推定情報に基づいて前記戻り光標準値を更新し、

前記閾値設定手段は、前記更新された前記戻り光標準値に基づいて前記閾値を再設定し、

前記閾値の再設定後、前記故障検出手段は、前記戻り光抽出手段によって抽出された前記戻り光の光量変化に基づいて故障を検出する、

10

20

30

40

50

ように制御することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のうちいずれか 1 項に記載の光源装置。

【請求項 15】

前記光源装置制御手段は、前記 1 次光源の所定の前記駆動条件において、前記戻り光量検出手段により検出される前記戻り光の光量の情報を入力し、当該戻り光の光量と前記戻り光標準値との差分を検出し、この差分を無くすように前記戻り光標準値を前記戻り光の光量に近付けて更新することを特徴とする請求項 14 に記載の光源装置。

【請求項 16】

前記光源装置制御手段は、前記 1 次光源の累積駆動時間を検出し、当該累積駆動時間によって前記 1 次光源の発光特性変化を示す変化係数を求め、前記戻り光標準値と前記変化係数とを組み合わせることで所定の前記累積駆動時間における前記戻り光標準値を更新することを特徴とする請求項 14 に記載の光源装置。

10

【請求項 17】

前記光源装置制御手段は、前記 1 次光源の所定の駆動条件において、前記 1 次光源から射出される前記 1 次光及び前記光変換手段により変換される前記 2 次光の光量情報を入力し、前記戻り光標準値算出手段によって前記更新された前記戻り光推定情報に基づいて前記戻り光標準値を更新することを特徴とする請求項 14 に記載の光源装置。

【請求項 18】

前記 1 次光源は、当該 1 次光源の識別情報を記録する 1 次光源情報記憶手段を有し、  
前記光変換手段は、光変換ユニットを搭載し、当該光変換ユニットの識別情報を記録する光変換ユニット情報記憶手段を有し、  
前記光源装置制御手段は、前記 1 次光源情報記憶手段の前記識別情報と前記光変換ユニット情報記憶手段の前記識別情報とに基づいて前記戻り光標準値を更新する、  
ことを特徴とする請求項 14 に記載の光源装置。

20

【請求項 19】

前記戻り光抽出手段と、前記故障検出手段と、前記 1 次光源駆動手段と、前記光源装置制御手段とを有する制御ユニットを備え、  
前記 1 次光源は、前記制御ユニットに対して着脱可能であり、  
前記光変換手段は、前記制御ユニットに対して着脱可能である、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の光源装置。

30

【請求項 20】

1 次光を射出する 1 次光源と、前記 1 次光源から射出された前記 1 次光を受光し、当該 1 次光と異なる光学特性の 2 次光に変換する光変換手段と、前記 1 次光源から射出された前記 1 次光を前記光変換手段に導光すると共に、前記光変換手段側から前記 1 次光源側に戻る前記 1 次光及び / 又は前記 2 次光の戻り光を抽出する戻り光抽出手段とを有し、前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量変化に基づいて故障を検出する光源装置の故障検出方法において、

前記故障の検出は、前記 1 次光源の駆動条件に基づき設定された閾値と前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量とを比較し、当該比較結果に応じて前記 1 次光源駆動手段の動作を制御する、  
ことを特徴とする光源装置の故障検出方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば 1 次光源から射出された 1 次光を光変換手段に導光して当該 1 次光と異なる光学特性の 2 次光に変換出力し、光変換手段側から 1 次光源側へ進む 1 次光及び / 又は 2 次光の戻り光の光量変化により故障を検出する光源装置及び光源装置の故障検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

50

現在、小型の固体光源から射出される光を光ファイバ先端に配置された光変換部材により光変換し、この光変換された光を所望の照射パターンや色へ変化させる発光装置が開発されている。

発光装置に関しては、特許文献1がある。この特許文献1は、光ファイバの断線を検出する故障検出機能を備えた発光装置であって、光源120と、この光源120と光学的に接続された導光部材130と、この導光部材130の射出側端部に設けられ、光源120からの光を波長変換する波長変換部材110と、導光部材130の断線を検出する検出部材と、波長変換部材110により波長変換された光を検出する受光素子143とを有し、導光部材の光源側に配置された受光素子により波長変換光の戻り光が検出できるときに通常に動作していると判断し、かつ波長変換光の戻り光が検出されなくなると励起光を導光する光ファイバの断線による故障と判断して異常を検出することを開示する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2008-122838号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

波長変換光の戻り光が検出されなくなる要因としては、光ファイバの断線や波長変換部材の不良以外に、光源から射出される光の出力低下や、光が導光部材に入射する際の結合効率の低下という導光部材よりも光源側での故障等の不具合も考えられる。

20

このため、上記特許文献1では、波長変換光の戻り光が検出されなくなると光ファイバの断線により異常を検出するが、このときの受光素子により検出される波長変換光の戻り光の変化が光ファイバの一部断線により光ファイバの損失が増加したためなのか、又は光源から射出される光の光量が低下したためなのかを判別し難くなっている。

【0005】

このような現状で、例えば発光装置を照明機器に利用し、その照明光の光量を調整して使用する場合、光源から射出される光量の変動の影響を受けずに光ファイバの一部断線等の故障を精度良く検出できない。

本発明は、光源の駆動条件の変化に応じて故障の検出に用いる戻り光量の判定基準である閾値を変動させることにより、広範囲の光量の条件下、高精度に故障の検出ができる光源装置及び光源装置の故障検出方法を提供することを目的とする。

30

【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光源装置は、1次光を射出する1次光源と、前記1次光源を駆動する1次光源駆動手段と、前記1次光源から射出された前記1次光を受光し、当該1次光と異なる光学特性の2次光に変換する光変換手段と、前記1次光源と前記光変換手段との間に光学的に接続され、前記1次光源から射出された前記1次光を前記光変換手段に導光すると共に、前記光変換手段側から前記1次光源側に戻る前記1次光及び/又は前記2次光の戻り光を抽出する戻り光抽出手段と、前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量変化に基づいて故障を検出するもので、前記1次光源の駆動条件に基づき設定された閾値と前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量とを比較し、当該比較結果に応じて前記1次光源駆動手段の動作を制御する故障検出手段とを具備する。

40

【0007】

本発明の主要な局面に係る光源装置の故障検出方法は、1次光を射出する1次光源と、前記1次光源から射出された前記1次光を受光し、当該1次光と異なる光学特性の2次光に変換する光変換手段と、前記1次光源から射出された前記1次光を前記光変換手段に導光すると共に、前記光変換手段側から前記1次光源側に戻る前記1次光及び/又は前記2次光の戻り光を抽出する戻り光抽出手段とを有し、前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量変化に基づいて故障を検出する光源装置の故障検出方法において、前記

50

故障の検出は、前記 1 次光源の駆動条件に基づき設定された閾値と前記戻り光抽出手段により抽出された前記戻り光の光量とを比較し、当該比較結果に応じて前記 1 次光源駆動手段の動作を制御する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、光源の駆動条件の変化に応じて故障検出に用いる戻り光量の判定基準である閾値を変動させることにより、広範囲の光量の条件下、高精度に故障検出ができる光源装置及び光源装置の故障検出方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図 1】本発明に係る光源装置の第 1 の実施の形態を模式的に示すブロック構成図。

【図 2】同装置における故障検出手段を示すブロック構成図。

【図 3】同装置における戻り光推定情報の一例を示す図。

【図 4】同装置における故障判定手段により戻り光量が閾値下限値よりも小さくなったときの故障判定を示す図。

【図 5】同装置における故障判定手段により戻り光量が閾値上限値よりも大きくなったときの故障判定を示す図。

【図 6】同装置における故障検出フローチャート。

【図 7】同装置における故障判定手段により閾値の自動調整による故障判定を示す図。

【図 8】同装置における戻り光推定情報記憶部に記憶される戻り光推定情報の変形例を説明するための図。

【図 9】本発明に係る光源装置の第 2 の実施の形態を模式的に示す故障検出手段のブロック構成図。

【図 10】同装置における光源装置制御手段による更新（キャリブレーション）動作を説明するための図。

【図 11】本発明に係る光源装置の第 3 の実施の形態を模式的に示すブロック構成図。

【図 12】本発明に係る光源装置の第 4 の実施の形態を模式的に示すブロック構成図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

[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 は光源装置の模式的なブロック構成図を示す。この光源装置（以下、本装置と称する）1 は、光変換手段 4 に入射した 1 次光の一部と、この光変換手段 4 により変換された 2 次光の一部とを混合した混合光を照明光 5 として射出するもので、1 次光源 2 と、1 次光源駆動手段 3 と、光変換手段 4 と、戻り光抽出手段 5 と、故障検出手段 6 と、戻り光推定情報記憶手段 7 と、光源装置制御手段 8 とを備える。

【0011】

1 次光源 2 は、1 次光を発生する。

1 次光源駆動手段 3 は、1 次光源 2 を駆動する。

光変換手段 4 は、1 次光源 2 により発生した 1 次光を受光して当該 1 次光とは異なる光学特性を持つ 2 次光に変換する。

戻り光抽出手段 5 は、1 次光源 2 により発生した 1 次光を光変換手段 4 に導光すると共に、1 次光若しくは 2 次光の戻り光を抽出する。

【0012】

故障検出手段 6 は、戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光の光量（以下、戻り光量と省略する）の変動に基づいて故障を検出する。

戻り光推定情報記憶手段 7 は、故障検出手段 6 により故障を検出するときの判定基準に用いる戻り光推定情報を記憶する。

光源装置制御手段 8 は、本装置 1 の全体を制御する。この光源装置制御手段 8 は、1 次光源 1 の特性情報を基に戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている戻り光推定情報を更

10

20

30

40

50

新する。

【0013】

1次光源2は、1次光を射出する半導体レーザ(LD)と、この半導体レーザから射出される1次光を戻り光抽出手段5に導光する光ファイバ9と、半導体レーザから射出される1次光を光ファイバ9に入射させる集光レンズ(図示せず)とを備える。これら半導体レーザと集光レンズとを用いることにより、半導体レーザから射出される1次光は、効率的に光ファイバ9へ入射して戻り光抽出手段5へ導光することが可能である。

【0014】

半導体レーザは、1次光として、発光ピークが波長445nm、半値幅が数nm以下の青色のレーザ光を射出する。光ファイバ9は、例えばコア径50 $\mu$ m、開口数FNA=0.2を有するマルチモード光ファイバである。

1次光源駆動手段3は、1次光源2に対して所定の駆動電流値を有する電力を所定の駆動間隔で供給し、1次光源2から青色レーザ光を射出させる。

この1次光源駆動手段3は、故障検出手段6から出力される故障判定信号を入力し、半導体レーザの駆動条件を変更する。具体的に1次光源駆動手段3は、半導体レーザの故障判定信号を受けると、この受けたときに半導体レーザへの電力供給を停止し、青色レーザ光の射出を停止する。

さらに、1次光源駆動手段3は、光源装置制御手段8により設定された光量制御信号に基づいて半導体レーザの駆動条件を変更する。

【0015】

戻り光抽出手段5は、2つの入力端と、2つの出力端とを設けた光分岐ファイバケーブル(光分岐部)10を備える。2つの入力端のうち一方の入力端は、1次光源2に対して光コネクタP1を介して光学的に接続され、他方の入力端は、故障検出手段6に対して光コネクタP2を介して光学的に接続されている。2つの出力端は、それぞれ光変換手段4に対して2つの光コネクタP3、P4を介して光学的に接続されている。すなわち、戻り光抽出手段5は、1次光源2との間を光学的に接続する光コネクタP1と、故障検出手段6との間を光学的に接続する光コネクタP2と、光変換手段4との間を光学的に接続する2つの光コネクタP3、P4とを備える。

従って、1次光源2と光分岐ファイバケーブル10との間の光学的な接続と、光分岐ファイバケーブル10と光変換手段4との間の光学的な接続とは、それぞれ光コネクタP1~P4を介して行われる。

【0016】

なお、これら光コネクタP1~P4は、例えばFCコネクタ又はアダプタである。

光分岐ファイバケーブル10は、2つの光コネクタP3、P4を設けた2つの出力端側に、光コネクタP1から入射する1次光を略等しい分岐比で導光し、かつ各光コネクタP1、P2を設けた各入力端側に、各光コネクタP3、P4からそれぞれ入射する1次光及び2次光を略等しい分岐比で導光する。

この戻り光抽出手段5に使用される光ファイバ11は、例えば、コア50 $\mu$ m、開口数FNA=0.2を有するマルチモード光ファイバである。この光ファイバは、上記1次光源2に用いられる光ファイバ9や、後述する光変換手段4に用いられる光ファイバ12と同一である。

【0017】

光変換手段4は、1次光とは異なる光学特性の2次光に変換する2つの光変換ユニット(光変換UI)13、14と、これら光変換ユニット13、14と光分岐ファイバケーブル10の各出力端部(光コネクタP3、P4)とを光学的に接続する各光ファイバ12とを有する。これら光変換ユニット13、14と各光ファイバ12とは、熱硬化樹脂等を用いて接着されている。

【0018】

各光変換ユニット13、14は、それぞれ1次光源2から射出される波長445nmの青色レーザ光を吸収し、例えば黄色蛍光に波長変換して発光する波長変換部材を有する。

10

20

30

40

50

これにより、当該実施の形態において、2次光は黄色蛍光を示すものとなる。

波長変換部材は、具体的に波長445nmの青色レーザ光を吸収し、波長550nmに発光ピークを有するCe(セリウム)賦活の粉末YAG蛍光体を含む。この波長変換部材は、粉末YAG蛍光体をシリコン樹脂やガラスなどの封止材に分散し、この封止剤を硬化することで形成される。この波長変換部材の厚さや、封止材料に混合される粉末蛍光体の濃度は、当該波長変換部材の励起光となる青色レーザ光の吸収率や、波長変換効率特性を考慮し、照明光Sとして必要な所望の蛍光に変換するための所定条件に設定される。

#### 【0019】

本装置1は、コンピュータを搭載する。このコンピュータは、メモリに記憶された故障検出プログラムを実行して故障を検出する。この故障検出プログラムは、1次光源2の駆動条件と戻り光の光量との相関特性を示す戻り光推定情報に基づいて戻り光量の標準値に対応する故障検出用の閾値を設定させる閾値設定機能と、戻り光抽出手段5により抽出された戻り光の光量と閾値とを比較させる比較機能と、当該比較結果に応じて1次光源駆動手段3の動作を制御させる制御機能とを実現する。

10

又、この故障検出プログラムは、戻り光の光量を検出させる機能と、1次光源2の駆動条件と戻り光推定情報とに基づき、戻り光推定情報から所定の駆動条件における戻り光光量の標準値を算出させる機能と、戻り光標準値に基づいて閾値を設定させる機能と、検出された戻り光光量に対応する戻り光量検出信号と閾値とを比較させる機能と、当該比較結果に応じて1次光源駆動手段の動作を制御させる機能とを実現する。

#### 【0020】

20

図2は故障検出手段6のブロック構成図を示す。なお、同図では故障検出時に用いる各種制御信号を示す。

この故障検出手段6は、戻り光抽出手段5により抽出された戻り光の光量変化に基づいて故障を検出するもので、1次光源2の駆動条件と戻り光量との相関特性を示す戻り光推定情報に基づいて戻り光量の標準値に対応する故障検出用の閾値を設定し、戻り光抽出手段5により抽出された戻り光量と閾値とを比較し、当該比較結果に応じて1次光源駆動手段3の動作を制御する。

#### 【0021】

この故障検出手段6は、本装置1の故障を検出する構成要素として、1次光の戻り光量を検出する戻り光量検出手段20と、1次光源2の駆動情報を受ける駆動情報受信手段21と、1次光源2の駆動情報を基に戻り光推定情報記憶手段7に記憶されている戻り光推定情報から戻り光標準値を算出する戻り光標準値算出手段22と、戻り光標準値から故障を検出するときの判断基準となる閾値を設定する閾値設定手段23と、戻り光量と閾値との大小関係を比較し、この比較結果に基づいて1次光源駆動手段3の駆動を制御する故障判定手段24とを有する。

30

#### 【0022】

戻り光量検出手段20は、戻り光抽出手段5により抽出される戻り光の中で1次光の成分のみの戻り光を検出する。

この戻り光量検出手段20は、本装置1の故障検出のために戻り光量をリアルタイムに検出するもので、当該検出した戻り光量に対応した電気信号として戻り光量検出信号S4を出力する。

40

具体的に戻り光量検出手段20は、青色レーザ光の波長領域に対して受光感度を有し、青色レーザ光の受光光量に対する電気信号を出力する光量センサ、例えばフォトダイオードと、この光量センサから出力された電気信号を増幅し、戻り光量検出信号S4として故障判定手段24に出力する増幅回路とを有する。

#### 【0023】

駆動情報受信手段21は、本装置1の故障検出に用いる閾値の設定に必要な1次光源2の駆動情報を取得する。この駆動情報受信手段21は、1次光源2の駆動情報として例えば半導体レーザを駆動している駆動電流値であり、この駆動電流値を示す駆動電流値情報S1を戻り光標準値算出手段22に送る。

50

## 【 0 0 2 4 】

戻り光推定情報記憶手段 7 には、上記戻り光推定情報を記憶する戻り光推定情報テーブルが形成されている。この戻り光推定情報テーブルに記憶されている戻り光推定情報は、1 次光源 2 の駆動情報に対して当該 1 次光源 2 から射出される 1 次光の光量と、戻り光量検出手段 2 0 により検出される戻り光量との相関関係から成る。具体的に戻り光推定情報は、1 次光源 1 を駆動する駆動電流と駆動電圧と光源装置制御手段 8 により設定される 1 次光の光量の設定値とのうち少なくとも 1 つと、戻り光量検出手段 2 0 により検出される前記戻り光量との相関特性を含む。

## 【 0 0 2 5 】

図 3 は戻り光推定情報の一例を示す。この戻り光推定情報は、初期状態における半導体レーザの駆動電流値 (mA) に対する青色レーザ光の射出光量 (mW) の関係を示す第 1 のデータと、半導体レーザの駆動電流値 (mA) に対する戻り光量検出手段 2 0 により検出される青色レーザ光の戻り光の推定値光量との関係を示す第 2 のデータとを有する。なお、図 3 は簡易的な 1 本のグラフの線を示すが、これに限らず、例えば傾きの異なる 2 本のグラフの線などから半導体レーザの駆動電流値 (mA) に対する青色レーザ光の戻り光の推定値光量との相関を求めることができる。

10

## 【 0 0 2 6 】

戻り光標準値算出手段 2 2 は、半導体レーザの駆動情報から戻り光量を推定し、この推定した戻り光量を戻り光標準値として算出する。

具体的に戻り光標準値算出手段 2 2 は、駆動情報受信手段 2 1 により取得した半導体レーザの駆動電流情報 S 1 に基づいて戻り光推定情報記憶手段 7 に格納されている駆動電流情報 S 1 における戻り光推定量を取得する。この取得した戻り光推定量は、戻り光量検出手段 2 0 により検出した実際の戻り光量に対応する戻り光量検出信号 S 4 とは異なり、戻り光推定情報から推定したものであって、本実施の形態では、戻り光標準値信号 S 2 と定義する。この戻り光標準値信号 S 2 は、閾値設定手段 2 3 に送られる。

20

## 【 0 0 2 7 】

この戻り光標準値算出手段 2 2 は、光源装置制御手段 8 により更新された戻り光推定情報に基づいて戻り光標準値を更新する。

閾値設定手段 2 3 は、故障検出のために故障か否かの判定基準となる閾値を設定する。この閾値設定手段 2 3 は、戻り光標準値算出手段 2 2 から取得した戻り光標準値信号 S 2 を用い、正常動作と故障との境界を示す閾値を、上限側と下限側とでそれぞれ設定する。

30

## 【 0 0 2 8 】

本実施の形態では、例えば、図 4 及び図 5 に示すように閾値の上限側を閾値上限値 S 3 A とし、閾値の下限側を閾値下限値 S 3 B として定義する。閾値上限値 S 3 A は、閾値よりも大きい。閾値下限値 S 3 B は、閾値よりも小さい。

この閾値設定手段 2 3 は、戻り光標準値に対する閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との各差分が略等しくなるために、戻り光標準値に対して所定の係数を掛け合わせる、又は所定の定数を加減算して閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とを設定する。

## 【 0 0 2 9 】

又、閾値設定手段 2 3 は、戻り光標準値と閾値上限値 S 3 A との差分である上限側範囲と、戻り光標準値と閾値下限値 S 3 B との差分である下限側範囲とが戻り光標準値に応じて可変するために、戻り光標準値に対して所定の係数を掛け合わせる、又は所定の定数を加減算して閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とを設定する。

40

## 【 0 0 3 0 】

具体的に閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との設定方法は、例えば戻り光標準値信号 S 2 に対する定数倍として設定する。

$$\text{閾値上限値 } S 3 A = S 2 \times h \quad (1 < h) \quad \dots (1)$$

$$\text{閾値下限値 } S 3 B = S 2 \times 1 \quad (1 < 1) \quad \dots (2)$$

なお、閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とは、それぞれ戻り光標準値信号 S 2 に定数を加算又は減算した値を設定しても良い。

50

閾値上限値  $S_{3A} = S_2 + k h$  ( $0 < k h$ ) ... (3)

閾値下限値  $S_{3B} = S_2 - k l$  ( $0 < k l$ ) ... (4)

さらに、閾値上限値  $S_{3A}$  と閾値下限値  $S_{3B}$  との設定では、戻り光標準値信号  $S_2$  の光量レベルに応じて閾値上限値  $S_{3A}$  と閾値下限値  $S_{3B}$  との設定方法を変更し、戻り光標準値信号  $S_2$  と閾値上限値  $S_{3A}$  との差分である上限側範囲と、戻り光標準値信号  $S_2$  と閾値下限値  $S_{3B}$  との差分である下限側範囲とをそれぞれ調整するようにしても良い。なお、閾値範囲は、閾値上限値  $S_{3A}$  と閾値下限値  $S_{3B}$  とにより成る。

例えば、1次光の射出光量を低く設定変更した場合、戻り光量検出信号  $S_4$  の信号レベルが閾値下限値  $S_{3B}$  よりも低下し、GND 付近になることもある。このように戻り光量検出信号  $S_4$  の信号レベルが低下すると、回路ノイズ等のノイズレベルと同じ信号レベルとなり、回路ノイズ等の影響を受け易くなる。このため、例えば閾値下限値  $S_{3B}$  を変更して下限側範囲を調整するようにしてもよい。

#### 【0031】

故障判定手段 24 は、戻り光量と閾値（閾値上限値  $S_{3A}$ 、閾値下限値  $S_{3B}$ ）との大小関係を基に故障したか否かを判別する。すなわち、故障判定手段 24 は、戻り光検出量手段 20 により検出された戻り光量と閾値設定手段 23 により設定された閾値（閾値上限値  $S_{3A}$ 、閾値下限値  $S_{3B}$ ）とを比較し、当該比較結果に応じて1次光源駆動手段 3 の動作を制御する。

#### 【0032】

具体的に故障判定手段 24 は、戻り光量検出手段 20 から出力される戻り光量検出信号  $S_4$  と閾値設定手段 23 により設定した閾値上限値  $S_{3A}$ 、閾値下限値  $S_{3B}$  との大小関係をリアルタイムで比較し、この比較結果を基に出力レベルが異なる2種類の故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  を1次光源駆動手段 3 へ出力する。なお、この故障判定信号  $S_5$  は、1次光源 2 の駆動停止信号となる。

#### 【0033】

この故障判定手段 24 は、図 4 に示すように戻り光量が閾値下限値  $S_{3B}$  よりも小さくなったことにより故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  を出力したのか、又は図 5 に示すように戻り光量が閾値上限値  $S_{3A}$  よりも大きくなったことにより故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  を出力したのかを識別し、当該識別結果からそれぞれ異なる故障モードを判定する。

#### 【0034】

この故障判定手段 24 は、戻り光量検出信号  $S_4$  のレベルが閾値上限値  $S_{3A}$  と閾値下限値  $S_{3B}$  との閾値範囲内に存在すると、この期間、通常動作状態であることを示す電気信号（例えば  $Low\_GND$  レベル）を通常動作判定信号  $S_5$  として出力する。

一方、戻り光量検出信号  $S_4$  が閾値上限値  $S_{3A}$  よりも大きくなった場合、又は閾値下限値  $S_{3B}$  よりも小さくなった場合、故障判定手段 24 は、故障状態であることを示す電気信号（例えば  $High\_Vcc$  レベル）を故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  として出力する。

#### 【0035】

この故障判定手段 24 は、故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  の信号レベルをモニタし、本装置 1 が通常動作状態であるのか、又は故障状態であるか否かを判別する。

この故障判定手段 24 は、戻り光量検出手段 20 により検出される戻り光量（戻り光量検出信号  $S_4$ ）が閾値上限値  $S_{3A}$  よりも大きくなったことにより故障判定手段 24 から故障判定信号（駆動停止信号） $S_5$  が出力されたのか、又は戻り光量が閾値下限値  $S_{3B}$  よりも小さくなったことにより上記駆動停止信号が出力されたのかを識別し、当該識別結果からそれぞれ異なる故障モードを判定する。

#### 【0036】

又、故障判定手段 24 は、戻り光量検出信号  $S_4$  の信号レベル（戻り光量）をモニタし、当該戻り光量検出信号  $S_4$  と故障判定信号  $S_5$  との関係から故障発生箇所が光分岐ファイバークラ 10 の入射端側（光コネクタ P1）か、又は光分岐ファイバークラ 10 の

10

20

30

40

50

出力端側（光コネクタ P 3、P 4 側）であるのかを識別する。

例えば、故障判定手段 2 4 は、戻り光量が閾値上限値 S 3 A よりも大きくなると、故障モードとして、光分岐ファイバーカブラ 1 0 よりも出力端側（光コネクタ P 3、P 4 側）で故障が発生したモードであることを判別する。

又、故障判定手段 2 4 は、戻り光量が閾値下限値 S 3 B よりも小さくなると、故障モードとして、光分岐ファイバーカブラ 1 0 よりも入射端側（光コネクタ P 1）で故障が発生したモードであることを判別する。

【 0 0 3 7 】

なお、光分岐ファイバーカブラ 1 0 よりも出力端側の故障としては、例えば光変換ユニット 1 3、1 4 の脱離、光変換手段 4 と光分岐ファイバーカブラ 1 0 との間の光コネクタ P 3、P 4 の外れ、光分岐ファイバーカブラ 1 0 と光コネクタ P 3、P 4 との間の光ファイバ 1 1 の断線等である。

光分岐ファイバーカブラ 1 0 よりも入力端側の故障としては、1 次光源 2 から発生する 1 次光の光量低下、1 次光源 2 と光分岐ファイバーカブラ 1 0 との間の光コネクタ P 1 の外れ、光分岐ファイバーカブラ 1 0 の入力部と当該光分岐ファイバーカブラ 1 0 と間のファイバ 1 1 の断線等である。

【 0 0 3 8 】

又、故障判定手段 2 4 は、故障判定信号（駆動停止信号）S 5 を出力した後、光源装置制御手段 8 によるリセット動作を行わない限り、故障判定信号（駆動停止信号）S 5 の出力状態を保持し、当該故障判定信号（駆動停止信号）S 5 を 1 次光源駆動手段 3 へ出力する。

具体的に故障判定手段 2 4 は、ウィンドウコンパレータ回路の動作によって戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 が閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との間の範囲内に収まっているかどうかを判定し、ラッチ回路の動作によって故障判定信号（駆動停止信号）S 5 の出力状態を保持する。

【 0 0 3 9 】

上記戻り光量が閾値（閾値上限値 S 3 A、閾値下限値 S 3 B の範囲）を超えたとき（第 1 の時点）から 1 次光源 2 が停止するまで（第 2 の時点）の時間（期間）は、故障発生により 1 次光が当該装置から外部へ射出され続けて人体へ照射されたとしても、許容される量に達するまでの時間以内、すなわち実効的に安全である時間以内に設定される。

実効的に安全である時間の目安としては、例えば、レーザ光が人体に照射されたとき、安全であるかどうかの判断基準となる放射量の M P E（最大許容露光量）がある。本実施形態では、故障発生箇所から放射された光がおおよそ想定される範囲で人体表面に照射された場合においても、M P E 以下となるような放射エネルギーと露光時間となるように、1 次光源駆動手段 3 の駆動を所定期間内で停止する。

【 0 0 4 0 】

この故障判定手段 2 4 は、構成する回路の要素として、光を電気信号に変換するフォトダイオードや、戻り光量と閾値（閾値上限値 S 3 A、閾値下限値 S 3 B の範囲）との各電気信号を比較するためにウィンドウコンパレータ回路を用いる。このウィンドウコンパレータ回路としては、例えば高速動作可能な専用 I C などを用いる。この故障判定手段 2 4 は、戻り光量が閾値を越えて 1 次光源駆動手段 3 に故障判定信号（駆動停止信号）S 5 を出力し、1 次光源 2 の半導体レーザを駆動停止する時間としては、例えば 1  $\mu$ s 以下で実現することが可能となる。但し、本装置 1 の照明光の使用環境等によっては、1 s 程度以下で駆動停止を実現する回路設計にしても良い。

【 0 0 4 1 】

光源装置制御手段 8 は、本装置 1 の操作ボタン（図示せず）から入力された照明光の光量設定値や、照明光の明るさを調整する光量調整情報を基に、半導体レーザを駆動するための駆動条件を算出し、この駆動条件を 1 次光源駆動手段 3 に出力する。

又、光源装置制御手段 8 は、故障状態時から通常動作状態へ復帰させるために、1 次光源 2 のリセットを行う。

10

20

30

40

50

この光源装置制御手段 8 は、1 次光源 2 に搭載されている半導体レーザの種類や、光変換手段 4 に搭載されている光変換ユニット 1 3、1 4 の種類を識別する。

【0042】

次に、上記の如く構成された本装置 1 の動作について図 6 に示す故障検出フローチャートに従って説明する。

光源装置制御手段 8 は、ステップ F 1 において、本装置 1 の操作ボタンから入力された照明光の光量設定値や、照明光の明るさを調整する光量調整情報を基に、半導体レーザを駆動するための駆動条件、例えば 1 次光の光量等を算出し、この駆動条件を設定する。

【0043】

光源装置制御手段 8 は、ステップ F 2 において、光源装置制御手段 8 により設定した駆動条件を 1 次光源駆動手段 3 に出力する。この 1 次光源駆動手段 3 は、駆動条件に従って 1 次光源 2 に対して所定の駆動電流値を有する電力を所定の駆動間隔で供給し、1 次光源 2 から 1 次光としての発光ピークが波長 445 nm、半値幅が数 nm 以下の青色レーザ光を射出させる。

この 1 次光源 2 から射出された青色レーザ光は、光ファイバ 9 により導光されて戻り光抽出手段 5 に入射し、この戻り光抽出手段 5 における光ファイバ 1 1 により導光され、光分岐ファイバケーブル 1 0 を通って略等しい分岐比で 2 つに分岐され、それぞれ各光コネクタ P 3、P 4 を通して光変換手段 4 に入射する。

この光変換手段 4 では、2 分岐された各青色レーザ光がそれぞれ各光ファイバ 1 2、1 2 により導光された各光変換ユニット 1 3、1 4 に入射する。これら光変換ユニット 1 3、1 4 は、それぞれ 1 次光源 2 から射出される発光ピークが波長 445 nm の青色レーザ光を吸収し、2 次光として例えば波長 550 nm に発光ピークを有する黄色蛍光に波長変換して発光する。この光変換手段 4 は、各光変換ユニット 1 3、1 4 に入射した青色レーザ光の一部と、これら光変換ユニット 1 3、1 4 により変換された黄色蛍光の一部とを混合した混合光を照明光 S として射出する。

このとき、各光変換ユニット 1 3、1 4 からは、それぞれ 1 次光が各光ファイバ 1 2、1 2 に戻り、この戻り光は、各光ファイバ 1 2、1 2 により導光され、各光コネクタ P 3、P 4 を通して戻り光抽出手段 5 に入射する。

【0044】

この戻り光抽出手段 5 は、ステップ F 3 において、各光コネクタ P 3、P 4 を通して入射した戻り光を各光ファイバ 1 1 により導光して光分岐ファイバケーブル 1 0 に入射し、この光分岐ファイバケーブル 1 0 により略等しい分岐比で 2 つに分岐し、その一方を光コネクタ P 2 を通して抽出する。

【0045】

一方、上記ステップ F 1 において、駆動条件が設定された後、戻り光標準値算出手段 2 2 は、ステップ F 4 において、駆動情報受信手段 2 1 により取得した半導体レーザの駆動電流情報 S 1 に基づいて戻り光推定情報記憶手段 7 名に格納されている駆動電流情報 S 1 における戻り光推定量を取得し、この戻り光標準値信号 S 2 を閾値設定手段 2 3 に送る。なお、この戻り光標準値算出手段 2 2 は、光源装置制御手段 8 により更新された戻り光推定情報に基づいて戻り光標準値を更新する。

【0046】

この閾値設定手段 2 3 は、ステップ F 5 において、戻り光標準値算出手段 2 2 から取得した戻り光標準値信号 S 2 を用い、故障検出のために故障か否かの判定基準となる閾値を設定する。この場合、閾値設定手段 2 3 は、当該正常動作と故障との境界を示す閾値を例えば図 4 及び図 5 に示すように閾値の上限側を閾値上限値 S 3 A とし、閾値の下限側を閾値下限値 S 3 B としてそれぞれ設定する。

具体的に閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との設定方法は、例えば、上記各式 (1) (2) に示す通り、戻り光標準値信号 S 2 に対する定数倍として設定する。なお、閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とは、上記各式 (3) (4) に示す通り、それぞれ戻り光標準値信号 S 2 に定数を加算又は減算した値を設定しても良い。

10

20

30

40

50

## 【0047】

故障判定手段24は、ステップF6において、戻り光検出量手段20により検出された戻り光量と、閾値設定手段23により設定された閾値上限値S3A、閾値下限値S3Bとを比較する。すなわち、故障判定手段24は、戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4と、閾値設定手段23により設定した閾値上限値S3A、閾値下限値S3Bとの大小関係をリアルタイムで比較する。

故障判定手段24は、ステップF7において、上記比較結果、戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4が閾値上限値S3Aと閾値下限値S3Bとの閾値範囲SH内に有るか否かを判定する。この判定結果、戻り光量検出信号S4が閾値上限値S3Aと閾値下限値S3Bとの閾値範囲SH内になければ、故障判定手段24は、ステップF8において、故障判定信号（駆動停止信号）S5を1次光源駆動手段3へ出力する。この故障判定信号S5は、1次光源2の駆動停止信号となる。

10

## 【0048】

次に、故障判定の具体的な動作について説明する。

(a) 戻り光量検出信号S4が閾値下限値S3B以下となる場合（図4）

故障判定手段24は、戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4と、閾値設定手段23により設定した閾値上限値S3A、閾値下限値S3Bとの大小関係をリアルタイムで比較する。この結果、図4に示すように期間T0～T1において、戻り光量検出信号S4は、閾値上限値S3Aと閾値下限値S3Bとの閾値範囲SH内に存在している。この期間T0～T1、故障判定手段24は、通常動作状態であることを示す電気信号（例えばLow\_GNDレベル）を通常動作判定信号S5として出力する。

20

一方、時刻T1において、同一駆動条件で、1次光源2の半導体レーザに故障が発生し、当該半導体レーザから射出される光量が著しく低下すると、1次光源2から戻り光抽出手段5に入射する青色レーザ光の光量が低下する。この結果、各光変換ユニット13、14からの戻り光の光量も低下し、戻り光量検出手段20により検出される戻り光量が低下するので、当該戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4の信号レベルが低下していく。

これに対して閾値上限値S3Aと閾値下限値S3Bとは、それぞれ半導体レーザの駆動電流情報を基に設定されているので、変動せず固定されたままである。

30

## 【0049】

戻り光量検出信号S4の信号レベルが低下を続け、時刻T2を経過後、当該戻り光量検出信号S4の信号レベルは、閾値下限値S3Bよりも低下する。

この時刻T2で、故障判定手段24は、故障モードとして、光分岐ファイバーケーブル10よりも入射端側（光コネクタP1）で故障が発生したモードであることを判別し、時刻T3に、当該故障状態を示す故障判定信号（駆動停止信号）S5を1次光源駆動手段3に出力する。

40

## 【0050】

この1次光源駆動手段3は、同時刻T3において、故障判定信号（駆動停止信号）S5を受信すると、半導体レーザへの電力供給を停止する等の半導体レーザの駆動を停止する動作を実施する。これにより、半導体レーザは、所定期間内に動作が停止し、青色レーザ光の射出を停止する。

この結果、各光変換ユニット13、14からの戻り光が無くなり、戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4もなくなる。従って、故障判定手段24は、戻り光量検出手段20から出力される戻り光量検出信号S4を検出しない状態が続く。

## 【0051】

なお、故障判定手段24は、戻り光量検出信号S4が閾値下限値S3Bよりも小さくなると、故障モードとして、光分岐ファイバーケーブル10よりも入射端側（光コネクタP1）で故障が発生したモードであることを判別する。光分岐ファイバーケーブル10よりも入力端側の故障としては、1次光源2から発生する1次光の光量低下、1次光源2と光分岐ファイバーケーブル10との間の光コネクタP1の外れ、光分岐ファイバーケーブル10の入

50

力部と当該光分岐ファイバーケーブル 10 と間のファイバ 11 の断線等であり、これらの故障も検出される。

(b) 戻り光量検出信号 S4 が閾値上限値 S3A 以上となる場合 (図 5)

時刻 T1 において、戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間の各光コネクタ P3、P4 の少なくとも一方が外れる等の故障が発生すると、この故障により戻り光抽出手段 5 の各出力端面と戻り光抽出手段 5 の各出力端面との間の光の屈折率に変化が生じる。すなわち、戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間の各光コネクタ P3、P4 が接続されていると、これら戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間に空気が存在しないが、光コネクタ P3、P4 の接続が外れると、戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間に空気が存在するようになり、当該空気の存在により屈折率差が生じる。この結果、戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間に空気の存在によって青色レーザ光の反射される光量が多くなり、この反射光による戻り光の光量が増加する。これにより、戻り光量検出手段 20 から出力される戻り光量検出信号 S4 の信号レベルが高くなっていく。

これに対して閾値上限値 S3A と閾値下限値 S3B とは、上記の通り、それぞれ変動せず固定されたままである。

【0052】

戻り光量検出信号 S4 の信号レベルが高くなり続け、時刻 T2 を経過後、当該戻り光量検出信号 S4 の信号レベルは、閾値上限値 S3A よりも高くなる。

この時刻 T2 で、故障判定手段 24 は、故障モードとして、光分岐ファイバーケーブル 10 よりも出力端側 (光コネクタ P3、P4 側) で故障が発生したモードであることを判別し、時刻 T3 に、当該故障状態を示す故障判定信号 (駆動停止信号) S5 を 1 次光源駆動手段 3 に出力する。

なお、光分岐ファイバーケーブル 10 よりも出力端側の故障としては、例えば光変換ユニット 13、14 の脱離、光変換手段 4 と光分岐ファイバーケーブル 10 との間の光コネクタ P3、P4 の外れ、光分岐ファイバーケーブル 10 と光コネクタ P3、P4 との間の光ファイバ 11 の断線等であり、これらの故障も検出される。

【0053】

1 次光源駆動手段 3 は、同時刻 T3 において、故障判定信号 (駆動停止信号) S5 を受信すると、半導体レーザへの電力供給を停止する等の半導体レーザの駆動を停止する動作を実施する。これにより、半導体レーザは、所定期間内に動作が停止し、青色レーザ光の射出を停止する。

この結果、各光変換ユニット 13、14 からの戻り光が無くなり、戻り光量検出手段 20 から出力される戻り光量検出信号 S4 もなくなる。従って、故障判定手段 24 は、戻り光量検出手段 20 から出力される戻り光量検出信号 S4 を検出しない状態が続く。

(c) 閾値の自動調整による故障検出動作 (図 7)

光源装置制御手段 8 は、図 7 に示す期間 T0 ~ T1 において、上記の通り、半導体レーザを駆動するための駆動条件を設定する。なお、このときの駆動条件を第 1 の駆動条件とする。

1 次光源駆動手段 3 は、光源装置制御手段 8 により設定された第 1 の駆動条件に従って 1 次光源 2 を駆動する。この 1 次光源 2 は、第 1 の駆動条件に従って青色レーザ光を射出する。

【0054】

この状態に、駆動情報受信手段 21 は、1 次光源駆動手段 3 から本装置 1 の故障検出に用いる閾値の設定に必要な 1 次光源 2 の駆動情報、例えば 1 次光源 2 の駆動情報として例えば半導体レーザを駆動している駆動電流値を取得し、この駆動電流値を示す駆動電流値情報 S1 を戻り光標準値算出手段 22 に送る。

この戻り光標準値算出手段 22 は、半導体レーザの駆動情報から戻り光量を推定し、この推定した戻り光量を戻り光標準値として算出し、その戻り光標準値信号 S2 を出力する。このときの戻り光標準値を第 1 の戻り光標準値とする。

【0055】

10

20

30

40

50

閾値設定手段 2 3 は、戻り光標準値算出手段 2 2 から出力された戻り光標準値信号 S 2 を用い、図 7 に示すような正常動作と故障との境界を示す閾値に対する閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との第 1 の閾値範囲 S H 1 を設定する。

このとき戻り光量検出手段 2 0 は、戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光の中で 1 次光の成分のみの戻り光量をリアルタイムに検出し、その戻り光量検出信号 S 4 を出力する。なお、このときの戻り光を第 1 の戻り光とする。

故障判定手段 2 4 は、戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 と、閾値上限値 S 3 A 及び閾値下限値 S 3 B との大小関係をリアルタイムで比較し、戻り光量検出信号 S 4 が閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との第 1 の閾値範囲 S H 1 内に存在していれば、通常動作状態であることを示す電気信号（例えば L o w \_ G N D レベル）を通常動作判定信号 S 5 として出力する。

10

#### 【 0 0 5 6 】

時刻 T 1 において、本装置 1 の操作ボタンに対する例えばユーザの操作により光変換ユニット 1 3、1 4 から射出される照明光 S の光量を意図的に調整（低下）させると、光源装置制御手段 8 は、当該操作ボタンから入力された照明光の光量設定値や、照明光の明るさを調整する光量調整情報を基に、半導体レーザを駆動するための駆動条件を算出し、この駆動条件を 1 次光源駆動手段 3 に出力する。なお、このときの駆動条件は、第 2 の駆動条件とする。

1 次光源駆動手段 3 は、光源装置制御手段 8 により設定された第 2 の駆動条件に従って 1 次光源 2 を駆動することにより、この 1 次光源 2 は、第 2 の駆動条件に従って青色レーザ光を射出する。

20

#### 【 0 0 5 7 】

この状態に、駆動情報受信手段 2 1 は、1 次光源 2 の駆動情報、例えば 1 次光源 2 の駆動情報として例えば半導体レーザを駆動している駆動電流値を取得し、この駆動電流値を示す駆動電流値情報 S 1 を戻り光標準値算出手段 2 2 に送る。

この戻り光標準値算出手段 2 2 は、半導体レーザの駆動情報から戻り光量を推定し、この推定した戻り光量を戻り光標準値として算出し、その戻り光標準値信号 S 2 を出力する。このときの戻り光標準値を第 2 の戻り光標準値とする。

#### 【 0 0 5 8 】

閾値設定手段 2 3 は、戻り光標準値算出手段 2 2 から出力された戻り光標準値信号 S 2 を用い、図 7 に示すような正常動作と故障との境界を示す閾値に対する閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との第 2 の閾値範囲 S H 2 を設定する。この第 2 の閾値範囲 S H 2 は、意図的に調整（低下）させた照明光 S の光量に応じて第 1 の閾値範囲 S H 1 よりも低く設定される。

30

#### 【 0 0 5 9 】

故障判定手段 2 4 は、戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 と、閾値設定手段 2 3 により設定した閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とから成る閾値範囲 S H 2 との大小関係をリアルタイムで比較する。この結果、図 7 に示すように期間 T 2 ~ T 3 において、戻り光量検出信号 S 4 が閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B との閾値範囲 S H 2 内に存在していると、故障判定手段 2 4 は、通常動作状態であることを示す電気信号（例えば L o w \_ G N D レベル）を通常動作判定信号 S 5 として出力する。

40

#### 【 0 0 6 0 】

一方、時刻 T 3 において、例えば、戻り光抽出手段 5 と光変換手段 4 との間の各光コネクタ P 3、P 4 の少なくとも一方が外れる等の故障が発生すると、上記同様に、戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 の信号レベルが高くなっていく。時刻 T 4 を経過後、当該戻り光量検出信号 S 4 の信号レベルは、閾値上限値 S 3 A よりも高くなる。

この時刻 T 4 で、故障判定手段 2 4 は、故障モードとして、光分岐ファイバーケーブル 1 0 よりも出力端側（光コネクタ P 3、P 4 側）で故障が発生したモードであることを判別し、時刻 T 5 に、当該故障状態を示す故障判定信号（駆動停止信号）S 5 を 1 次光源駆動

50

手段 3 に出力する。

1 次光源駆動手段 3 は、同時刻 T 5 において、故障判定信号（駆動停止信号）S 5 を受信すると、半導体レーザへの電力供給を停止する等の半導体レーザの駆動を停止する動作を実施する。これにより、半導体レーザは、所定期間内に動作が停止し、青色レーザ光の射出を停止する。この結果、各光変換ユニット 1 3、1 4 からの戻り光が無くなり、戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 もなくなる。

従って、故障判定手段 2 4 は、戻り光量検出手段 2 0 から出力される戻り光量検出信号 S 4 を検出しない状態が続く。

#### 【 0 0 6 1 】

このように上記第 1 の実施の形態によれば、1 次光源 2 の駆動条件と戻り光推定情報とに基づいて戻り光標準値に対応する故障検出用の閾値を設定し、さらに当該閾値に対して閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とにより成る閾値範囲 S H 等を設定し、戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光量と閾値範囲 S H とを比較し、この比較結果に応じて 1 次光源駆動手段 3 の動作を制御、例えば戻り光量が閾値範囲 S H 内から外れると、1 次光源 2 の駆動を停止させるので、1 次光源 2 から射出される光量の変化に応じて故障検出に用いる戻り光量の判定基準である閾値を変動させることにより、広範囲の光量の条件下、高精度に故障検出ができる。

さらに、閾値を 2 種類、例えば閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とに設定して故障検出を行うので、故障が発生している箇所を判定できる。例えば、故障検出の箇所が戻り光抽出手段 5 の入力側又は出力側を特定できる。

例えば、戻り光量検出信号 S 4 が閾値下限値 S 3 B よりも小さくなると、光分岐ファイバーケーブル 1 0 よりも入射端側（光コネクタ P 1）で故障が発生したモード、例えば、1 次光源 2 から発生する 1 次光の光量低下、1 次光源 2 と光分岐ファイバーケーブル 1 0 との間の光コネクタ P 1 の外れ、光分岐ファイバーケーブル 1 0 の入力部と当該光分岐ファイバーケーブル 1 0 と間のファイバ 1 1 の断線等の故障であることを判定できる。

#### 【 0 0 6 2 】

これに対して戻り光量検出信号 S 4 が閾値上限値 S 3 A よりも高くなると、光分岐ファイバーケーブル 1 0 よりも出力端側（光コネクタ P 3、P 4 側）で故障が発生したモード、例えば、光変換ユニット 1 3、1 4 の脱離、光変換手段 4 と光分岐ファイバーケーブル 1 0 との間の光コネクタ P 3、P 4 の外れ、光分岐ファイバーケーブル 1 0 と光コネクタ P 3、P 4 との間の光ファイバ 1 1 の断線等の故障であることを判定できる。

#### 【 0 0 6 3 】

1 次光源 2 の駆動情報から推定する戻り光標準値を基に、故障検出の閾値範囲 S H 等を変更設定するので、ユーザの操作によって 1 次光源 2 から射出される 1 次光の光量を意図的に変更した場合でも、例えば図 7 に示すように閾値範囲 S H 1 から S H 2 に変更するので、故障検出範囲を 1 次光源 2 の光量に合わせて自動的に調整できる。これにより、1 次光源 2 から射出される 1 次光の光量、すなわち本装置 1 の照明光 S の光量が広範囲に変更された条件下においても、精度良く故障検出を実施することができる。

#### 【 0 0 6 4 】

上記戻り光量が閾値上限値 S 3 A 又は閾値下限値 S 3 B を超えたときから 1 次光源 2 が停止するまで期間は、故障発生により 1 次光が当該装置から外部へ射出され続けて人体へ照射されたとしても、許容される量に達するまでの時間以内、すなわち実効的に安全である時間以内に設定されるので、故障発生箇所から放射された光がおおよそ想定される範囲で人体表面に照射された場合においても、M P E 以下となるような放射エネルギーと露光時間となるように、1 次光源駆動手段 3 の駆動を所定期間内で停止できる。

#### 【 0 0 6 5 】

なお、上記第 1 の実施の形態において、光分岐ファイバーケーブル 1 0 は、2 入力 - 1 出力などの異なるポート数のものを用いても良い。この 2 入力 - 1 出力の光分岐ファイバーケーブル 1 0 を用いれば、光変換手段 4 に 2 つの光変換ユニット 1 3、1 4 する必要はなく、1 つ搭載でも良い。

10

20

30

40

50

光分岐ファイバーケーブル 10 の分岐比は、例えば 7 対 3 などの異なる割合の比率のものを用いても良い。

光分岐ファイバーケーブル 10 に限らず、光を分岐する部品としては、ハーフミラーなどの光学素子を 1 次光源 2 と光変換手段 4 との間に配置してもよい。

光変換ユニット 13、14 は、1 次光の一部を吸収して波長変換する機能に限らず、1 次光の波長を変えずに、1 次光の配光角を拡大する機能を有する光拡散ユニットとしても良い。

戻り光の検出は、1 次光のみの成分ではなく、1 次光と 2 次光とを合わせた光成分を検出してもよく、又 2 次光のみの成分をフィルタ等により取り出して使用してもよい。

#### 【0066】

戻り光推定情報記憶手段 7 の戻り光推定情報テーブルに記憶されている戻り光推定情報は、半導体レーザの駆動電流と戻り光推定値との関係以外に、半導体レーザの順方向電圧と戻り光推定値、1 次光源駆動手段 3 への光量設定値と戻り光推定値の記録情報を格納してもよい。これにより、戻り光標準値算出手段 22 は、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている半導体レーザの順方向電圧と戻り光推定値、1 次光源駆動手段 3 への光量設定値と戻り光推定値の記録情報などの何れかの情報を基に戻り光標準値を算出してもよい。

戻り光推定情報テーブルは、半導体レーザの駆動情報と、他の物理センサ、例えば半導体レーザ近傍に配置された温度センサにより検出される温度等の出力情報と組み合わせたものを用意しても良い。

#### 【0067】

上記第 1 の実施の形態の変形例について説明する。

1 次光源 2 に搭載する半導体レーザは、同一駆動条件で駆動していると、その累積駆動時間に応じて射出する 1 次光の光量が低下する傾向を示す。

従って、光源装置制御手段 8 は、半導体レーザの累積時間を記録するための累積時間記録手段を有する。

戻り光推定情報記憶手段 7 の戻り光推定情報テーブルには、戻り光推定情報として、半導体レーザの駆動電流と戻り光推定特性とに加えて、半導体レーザの累積駆動時間による特性変化係数を記憶する。この特性変化係数は、図 8 に示すような半導体レーザの駆動電流に対する 1 次光の射出光量特性の傾き変化を示す係数と、さらに 1 次光の射出光量特性がスライドして変化することを示す係数や、半導体レーザの閾値電流値の変化係数を使用しても良い。

なお、図 8 に示すように戻り光推定情報には、半導体レーザの累積駆動時間と当該半導体レーザの順方向電圧  $v_f$  の変動との関係を示す相関係数を有し、半導体レーザの順方向電圧と戻り光推定値との相関グラフ（初期値）に対して相関係数を用いて補正し、半導体レーザの駆動時間  $T$  に対する戻り光標準値と閾値とを設定しても良い。

#### 【0068】

このような構成であれば、戻り光標準値算出手段 22 は、半導体レーザの初期条件の駆動電流における戻り光標準値に対して、半導体レーザの駆動時間  $T$  に対する戻り光変化係数  $A$  を掛け合わせて、半導体レーザの累積駆動時間における戻り光標準値を算出して閾値を設定する。

閾値設定手段 23 は、当該閾値の上限側を閾値上限値  $S_{3A}$  とし、閾値の下限側を閾値下限値  $S_{3B}$  としてそれぞれ再設定する。

この後、上記同様の故障検出が行われる。

これにより、半導体レーザを長時間駆動により生じる特性変化に対して、その変化分を考慮して閾値を調整することにより、誤検出を防いだ高精度の故障検出が可能となる。

#### [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 1 及び図 2 と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は使用略する。

図 9 は光源装置 1 の模式的なブロック構成図を示す。本装置 1 は、戻り光の検出データ

10

20

30

40

50

を用いて閾値を更新（キャリブレーション）する機能を有する。

戻り光量検出手段 20 は、上記同様に、戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光の中で 1 次光の成分のみの戻り光量をリアルタイムに検出し、当該検出した戻り光量に対応した電気信号として戻り光量検出信号 S 4 を出力する。この戻り光量検出信号 S 4 は、故障判定手段 24 に送られると共に、光源装置制御手段 8 に送られる。

この光源装置制御手段 8 は、戻り光量検出手段 20 からの戻り光量検出信号 S 4 を入力し、この戻り光量検出信号 S 4 に基づいて戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている駆動条件と戻り光推定値とから成る戻り光推定情報テーブルを更新（キャリブレーション）する。

#### 【0069】

次に、上記の如く構成された本装置 1 の動作について説明する。

ここで、本装置 1 の例えば戻り光量検出手段 20 が通常動作することを、例えば光量モニタなどにより戻り光量を検出することによって事前に確認されている。

光源装置制御手段 8 は、1 次光の光量を低く設定した条件下で、戻り光量検出手段 20 から出力される戻り光量検出信号 S 4 を検出する。この戻り光量検出信号 S 4 は、故障判定手段 24 に送られると共に、光源装置制御手段 8 に送られる。

#### 【0070】

この光源装置制御手段 8 は、図 10 に示す時刻 T 0 ~ T 1 の期間（キャリブレーション期間）において、半導体レーザの駆動電流から推定した戻り光標準値と、実際に検出した戻り光検出値とを比較し、その差分から戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている半導体レーザの駆動電流と戻り光標準値との戻り光推定情報テーブルを更新（キャリブレーション）する。この光源装置制御手段 8 は、半導体レーザの駆動電流と戻り光検出値との関係を 3 点以上取得し、これらのデータから新規に戻り光推定情報テーブルを作成してもよい。

#### 【0071】

戻り光標準値算出手段 22 は、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている更新後の戻り光推定情報テーブルから戻り光標準値を算出し、戻り光標準値信号 S 2' として閾値設定手段 23 に送る。

この閾値設定手段 23 は、戻り光標準値算出手段 22 から取得した戻り光標準値信号 S 2' を用い、故障検出のために故障が否かの判定基準となる閾値を再設定する。この場合、閾値設定手段 23 は、当該正常動作と故障との境界を示す閾値の上限側を閾値上限値 S 3 A' とし、閾値の下限側を閾値下限値 S 3 B' としてそれぞれ再設定する。

時刻 T 1 以降、上記同様に故障検出が行われる。

なお、検出した戻り光量が戻り光標準値に合うように、戻り光量検出手段 20 の増幅回路のゲインを変えても良い。

#### 【0072】

このように上記第 2 の実施の形態によれば、光源装置制御手段 8 によって、戻り光量検出手段 20 からの戻り光量検出信号 S 4 に基づいて戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている駆動条件と戻り光推定値とから成る戻り光推定情報テーブルを更新（キャリブレーション）するので、通常動作の範囲内で、戻り光量検出手段 20 の挿入損失のずれが発生した場合に、実際の戻り光検出量を基に戻り光推定情報を更新し、戻り光量検出手段 20 の増幅回路のゲインの調整等を行うことで、高精度の故障検出が維持できる。

#### [第 3 の実施の形態]

次に、本発明の第 3 の実施の形態について図面を参照して説明する。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使用略する。

図 11 は光源装置 1 の模式的なブロック構成図を示す。本装置 1 は、光変換ユニット 13、14 からの戻り光に代わり、同光変換ユニット 13、14 から射出される照明光 S の光量を用いて閾値を更新（キャリブレーション）する。

光変換ユニット 13、14 から射出される照明光 S の光路上には、光量チェッカ 30 が設けられている。この光量チェッカ 30 は、本装置 1、すなわち光変換ユニット 13、1

10

20

30

40

50

4 から射出される照明光 S の光量を測定する。

【 0 0 7 3 】

戻り光推定情報記憶手段 7 には、1 次光源 2 の駆動電流に対する光量チェッカ 3 0 により検出される照明光 S の光量の標準値、又は照明光 S に含まれる 1 次光成分の光量と、推定した戻り光標準値との相関関係の情報を記憶する照明光推定情報テーブルが形成されている。

【 0 0 7 4 】

故障検出手段 6 は、光量チェッカ 3 0 により検出される照明光 S の光量と、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている照明光 S の光量の標準値とを比較し、照明光 S の光量が標準値に対して許容される値であるか否かを判定し、照明光 S の光量が標準値に対して許容値から外れていると故障として検出する。

10

【 0 0 7 5 】

次に、上記の如く構成された本装置 1 の動作について説明する。

本装置 1 の光変換ユニット 1 3、1 4 から射出される照明光 S を例えば観察対象等に照射する前に、光量チェッカ 3 0 は、本装置 1 の光変換ユニット 1 3、1 4 から射出される照明光 S の光量を測定する。このとき、本装置 1 の光変換ユニット 1 3、1 4 から射出される照明光 S は、光源装置制御手段 8 により算出される所定の駆動条件で 1 次光源 2 を駆動したときの光量等に設定されている。

【 0 0 7 6 】

故障検出手段 6 は、光量チェッカ 3 0 により検出される照明光 S の光量と、戻り光推定情報記憶手段 7 の照明光推定情報テーブルに記憶されている照明光 S の光量の標準値とを比較し、照明光 S の光量が標準値に対して許容値であるか否かを判定し、照明光 S の光量が標準値に対して許容値内であれば、正常として検出し、照明光 S の光量が標準値に対して許容値から外れていると故障として検出する。

20

なお、故障検出手段 6 は、正常と判定した場合、照明光 S の光量と戻り光推定情報の内容とを照合し、差分があれば、半導体レーザの駆動電流と照明光 S と戻り光標準値との照明光推定情報テーブルを更新する。

【 0 0 7 7 】

閾値設定手段 2 3 は、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている更新された照明光推定情報テーブルを用いて閾値、さらに閾値上限値 S 3 A と、閾値下限値 S 3 B とをそれぞれ再設定する。

30

これ以降、上記同様に故障検出が行われる。

このように上記第 3 の実施の形態によれば、上記第 1 の実施の形態のように戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光量と閾値範囲 S H とを比較し、この比較結果に応じて 1 次光源駆動手段 3 の動作を制御、例えば戻り光量が閾値範囲 S H 内から外れると、1 次光源 2 の駆動を停止する故障判定に加えて、光量チェッカ 3 0 により検出される照明光 S の光量と照明光 S の光量の標準値とを比較して照明光 S の光量が標準値に対して許容値であるか否かを判定し、照明光 S の光量が標準値に対して許容値から外れていると故障として検出する故障判定を行うので、故障検出を本装置 1 から照明される照明光 S の光量と、戻り光量との 2 種類の判定により実施できるので、故障の検出精度を高めることができる。

40

【 0 0 7 8 】

具体的に、2 つの故障モードが戻り光に対して同程度の割合で発生、例えば光コネクタ P 1 が僅かに外れ、又は光コネクタ P 3 が僅かに外れている故障も、照明光 S の光量を測定することで検出することが可能となる。

上記第 3 の実施の形態の変形例について説明する。

光変換ユニット 1 3、1 4 に代わり、光分岐ファイバーケーブル 1 0 の出力側に 1 次光源 2 から射出される 1 次光の光量を検出するフォトダイオード ( P D ) を備える。

戻り光推定情報記憶手段 7 には、1 次光源 2 の半導体レーザの駆動電流と 1 次光の射出光量と 1 次光の戻り光量との相関データを記憶する。

フォトダイオード ( P D ) により検出される 1 次射出光量 P D と相関データ値とのずれ

50

が生じた場合に、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている戻り光推定情報を更新しても良い。

【第 4 の実施の形態】

次に、本発明の第 4 の実施の形態について図面を参照して説明する。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使用略する。

図 1 2 は光源装置 1 の模式的なブロック構成図を示す。本装置 1 は、1 次光源 2 の換装時、光変換手段 4 の換装時に閾値を更新（キャリブレーション）する。

【0079】

1 次光源 2 側には、半導体レーザの LD 情報記憶手段 4 0 が設けられている。この LD 情報記憶手段 4 0 には、1 次光源 2 に搭載されている半導体レーザの LD 識別情報、若しくは半導体レーザの発光特性情報、例えば半導体レーザの駆動電流 - 射出光量、駆動電流 - 順方向電圧、閾値電流情報等が記憶されている。

10

【0080】

1 次光源駆動手段 3 と、戻り光抽出手段 5 と、故障検出手段 6 と、戻り光推定情報記憶手段 7 と、光源装置制御手段 8 とを含む制御ユニット 4 1 が形成されている。

光変換手段 4 には、光変換ユニット情報記憶手段 4 2 が設けられている。この光変換ユニット情報記憶手段 4 2 には、各光変換ユニット 1 3、1 4 の情報、例えば当該各光変換ユニット 1 3、1 4 の種類と、光変換手段 4 の戻り光特性の関係データとが記憶されている。

【0081】

20

1 次光源 2 と光変換手段 4 と制御ユニット 4 1 とは、互いに光学的及び電氣的に接続され、かつそれぞれの間で着脱可能である。例えば、1 次光源 2 は、制御ユニット 4 1 に対して着脱可能であり、光変換手段 4 は、制御ユニット 4 1 に対して着脱可能である。

【0082】

光源装置制御手段 8 は、LD 情報記憶手段 4 0 と光変換ユニット情報記憶手段 4 2 とにそれぞれ記憶されている各情報を基に戻り光推定情報を構築する機能を有する。

次に、上記の如く構成された本装置 1 の動作について説明する。

1 次光源 2 の換装時、又は / 及び光変換手段 4 の換装時に、制御ユニット 4 1 内の光源装置制御手段 8 は、1 次光源 2 に格納されている LD 情報記憶手段 4 0 から LD 識別情報を読み取る。

30

この光源装置制御手段 8 は、LD 識別情報から半導体レーザの発光波長を読み取ると共に、半導体レーザの駆動電流と射出光量特性との関係に戻り光推定情報から読み取る。

【0083】

これと共に、光源装置制御手段 8 は、光変換手段 4 に設けられている光変換ユニット情報記憶手段 4 2 から光変換ユニット識別情報を読み取る。

この光源装置制御手段 8 は、光変換ユニット識別情報から各光変換ユニット 1 3、1 4 の情報、例えばこれら光変換ユニット 1 3、1 4 の種類と、光変換手段 4 の戻り光特性の関係データとを読み取る。

【0084】

さらに、光源装置制御手段 8 は、読み取った LD 識別情報と光変換ユニット識別情報とを基に、1 次光源 2 の駆動条件と 1 次光の射出光量の関係データと、光変換手段 4 の戻り光特性データとを掛け合わせて、本実施形態の 1 次光源 2 と光変換手段 4 との組合せた場合の戻り光推定情報を構築する。

40

【0085】

閾値設定手段 2 3 は、戻り光推定情報記憶手段 7 に記憶されている更新された戻り光推定情報テーブルを用いて閾値、さらに閾値上限値 S 3 A と、閾値下限値 S 3 B とをそれぞれ更新（キャリブレーション）する。

故障の検出は、上記第 1 の実施の形態と同様に、1 次光源 2 の駆動条件と、上記構築された戻り光推定情報とに基づいて戻り光標準値に対応する故障検出用の閾値を設定し、さらに当該閾値に対して閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とにより成る閾値範囲 S H 等

50

を設定し、戻り光抽出手段 5 により抽出される戻り光量と閾値範囲 S H とを比較し、この比較結果に応じて 1 次光源駆動手段 3 の動作を制御、例えば戻り光量が閾値範囲 S H 内から外れると、1 次光源 2 の駆動を停止させる。

【0086】

このように上記第 4 の実施の形態によれば、1 次光源 2 の換装時、又は / 及び光変換手段 4 の換装時に、LD 識別情報と光変換ユニット識別情報とを基に、1 次光源 2 の駆動条件と 1 次光の射出光量の関係データと、光変換手段 4 の戻り光特性データとを掛け合わせて、1 次光源 2 と光変換手段 4 との組合せた場合の戻り光推定情報を更新し、この更新された戻り光推定情報テーブルを用いて閾値、さらに閾値上限値 S 3 A と、閾値下限値 S 3 B とをそれぞれ更新（キャリブレーション）する。

10

【0087】

これにより、1 次光源 2 と制御ユニット 4 1 と光変換手段 4 とから構成された本装置 1 に対し、発光波長や発光出力特性の異なる 1 次光源 2 に交換しても、組合せた 1 次光源 2 の情報を基に、戻り光標準値を算出することで、閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とから成る閾値範囲 S H を適切に更新（キャリブレーション）でき、高精度な故障検出が可能となる。

又、蛍光体構成の異なる光変換ユニット 1 3、1 4 や、光拡散ユニット等の異なる光変換手段 4 に交換しても、組み合わせた光変換手段 4 の情報を基に、戻り光標準値を算出することで、閾値上限値 S 3 A と閾値下限値 S 3 B とから成る閾値範囲 S H を適切に更新（キャリブレーション）でき、高精度な故障検出が可能となる。

20

【0088】

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】

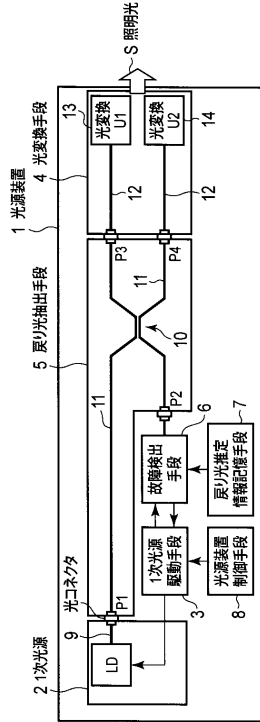
【0089】

1：光源装置（本装置）、4：光変換手段、2：1 次光源、3：1 次光源駆動手段、5：戻り光抽出手段、6：故障検出手段、7：戻り光推定情報記憶手段、8：光源装置制御手段、LD：半導体レーザ、9：光ファイバ、10：光分岐ファイバーカプラ、P1～P4：光コネクタ、11、12：光ファイバ、13、14：光変換ユニット（光変換 UI）、20：戻り光量検出手段、21：駆動情報受信手段、22：戻り光標準値算出手段、23：閾値設定手段、24：故障判定手段、30：光量チェッカ、40：LD 情報記憶手段、41：制御ユニット、42：光変換ユニット情報記憶手段。

30

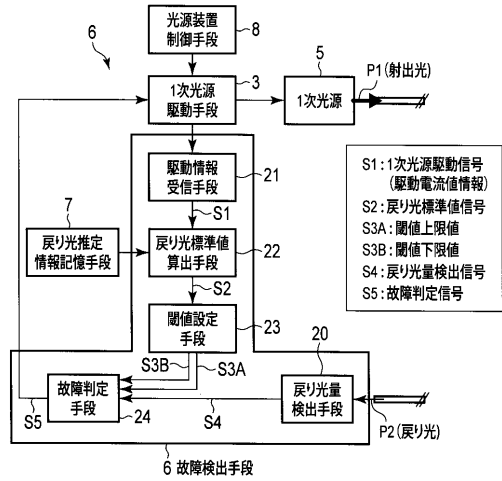
【 図 1 】

図 1



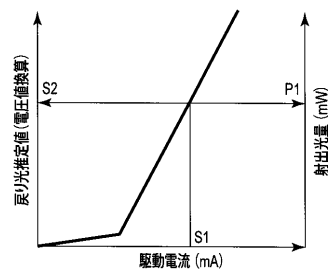
【 図 2 】

図 2



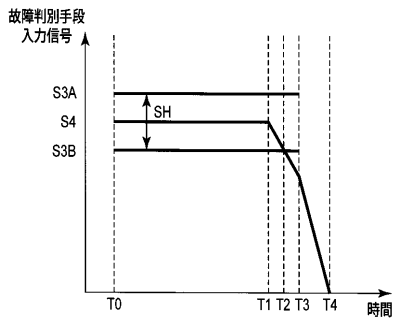
【 図 3 】

図 3



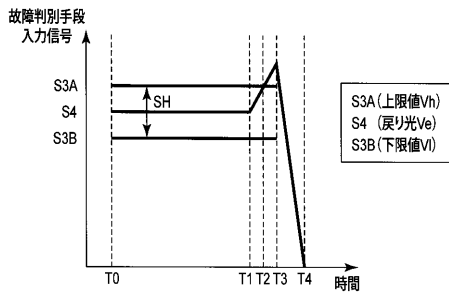
【 図 4 】

図 4



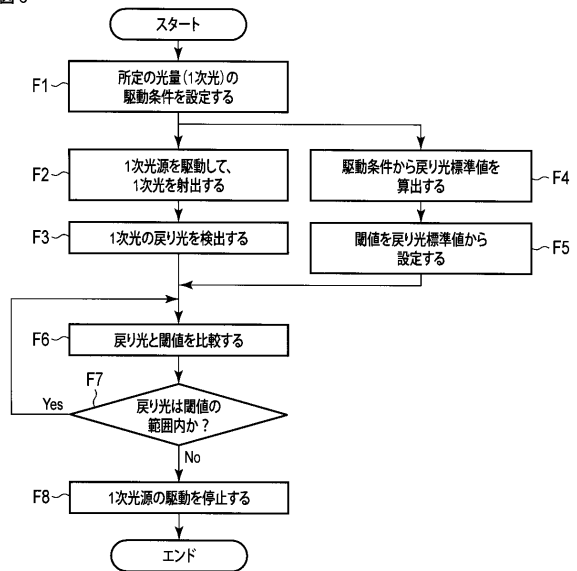
【 図 5 】

図 5



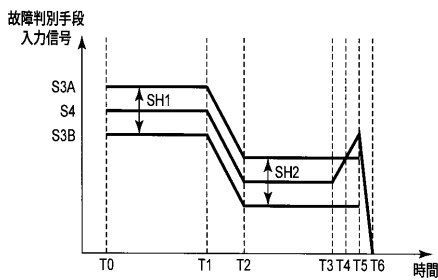
【 図 6 】

図 6



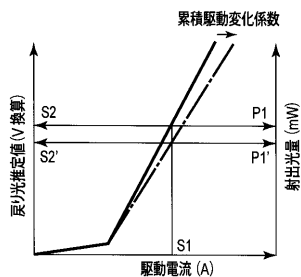
【 図 7 】

図 7



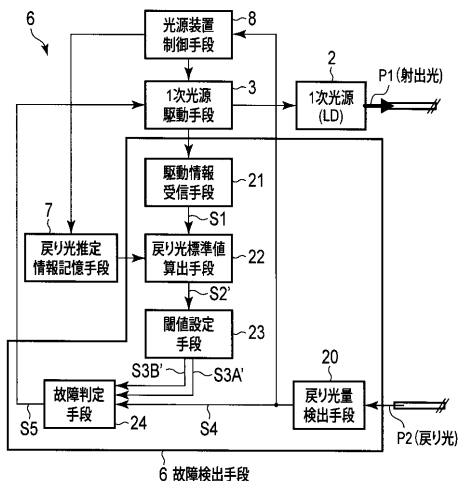
【 図 8 】

図 8



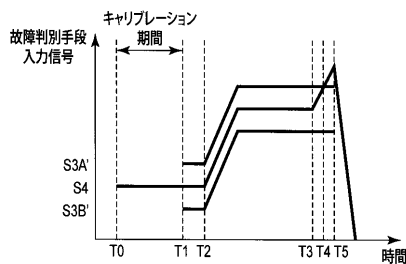
【 図 9 】

図 9



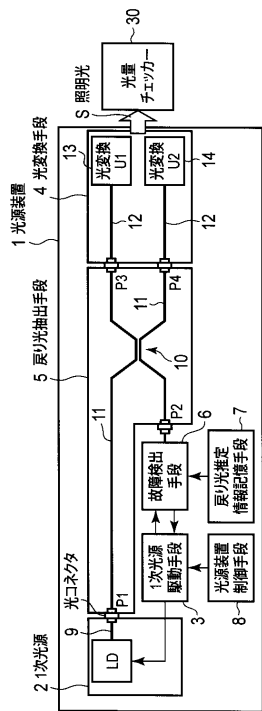
【 図 10 】

図 10



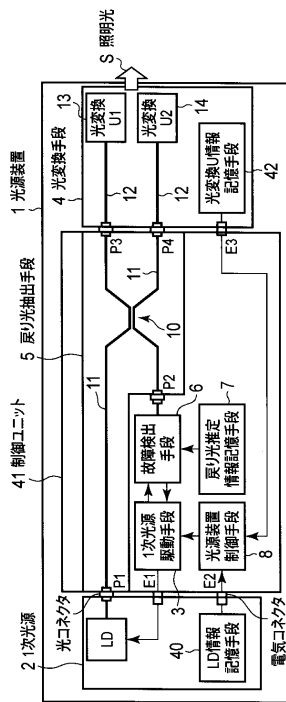
【 図 11 】

図 11



【 図 12 】

図 12



## フロントページの続き

- (74)代理人 100119976  
弁理士 幸長 保次郎
- (74)代理人 100153051  
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176  
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805  
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580  
弁理士 赤穂 隆雄
- (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
- (74)代理人 100134290  
弁理士 竹内 将訓
- (72)発明者 田村 和昭  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 佐藤 憲  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 大道寺 麦穂  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 西尾 真博  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内
- (72)発明者 田端 基希  
東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目4番2号 オリパス株式会社内

Fターム(参考) 5F173 MF23 MF27 MF39 MF40 SE03 SF03 SF13 SF65 SH04 SH14