

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6682631号
(P6682631)

(45) 発行日 令和2年4月15日 (2020.4.15)

(24) 登録日 令和2年3月27日 (2020.3.27)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 6 1 1
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 6 1 2
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 6 1 3
F 2 1 S 2/00 (2016.01)	A 6 1 B 1/00 5 1 3
H 0 5 B 47/00 (2020.01)	A 6 1 B 1/00 5 1 1

請求項の数 20 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-525853 (P2018-525853)	(73) 特許権者	000000376
(86) (22) 出願日	平成28年7月5日 (2016.7.5)		オリンパス株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/069877		東京都八王子市石川町2951番地
(87) 国際公開番号	W02018/008079	(74) 代理人	100108855
(87) 国際公開日	平成30年1月11日 (2018.1.11)		弁理士 蔵田 昌俊
審査請求日	平成30年12月7日 (2018.12.7)	(74) 代理人	100103034
			弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100153051
			弁理士 河野 直樹
		(74) 代理人	100179062
			弁理士 井上 正
		(74) 代理人	100199565
			弁理士 飯野 茂
		(74) 代理人	100162570
			弁理士 金子 早苗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複数の狭帯域光源を備えた照明装置および同照明装置を備えた内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の狭帯域光源と、
 前記複数の狭帯域光源を制御する光源制御部とを備えた照明装置において、
 前記複数の狭帯域光源は、同色の狭帯域光を出射する複数の同色狭帯域光源を含み、
 前記複数の同色狭帯域光源は、各々少なくとも1つの狭帯域光源が含まれる複数のグループに分けられ、
 前記光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源を制御する同色光源制御部を有し、
 前記同色光源制御部は、所定の基準期間内における前記複数の同色狭帯域光源の出射光量を、連続する複数の前記基準期間にわたって、前記グループ毎に所定の順序で単位階調ずつ増減させることによって前記複数の同色狭帯域光源の出射光の調光を行うことを特徴とする照明装置。

【請求項 2】

前記同色光源制御部は、前記基準期間内における前記複数の同色狭帯域光源の発光時間を、前記グループ毎に所定の順序で単位階調ずつ増減させることによって前記複数の同色狭帯域光源の出射光の調光を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記同色光源制御部は、前記所定の基準期間内において、異なるグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源の発光時間の差が所定の単位発光時間以内となるように、前記複数の同色狭帯域光源を制御することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の照明装置。

10

20

【請求項 4】

前記同色光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源に対して、前記所定の基準期間内に少なくとも 1 つのパルスを出射させ、パルス数を増減させることにより調光を行い、

前記所定の単位発光時間は、前記パルス 1 つ当たりの発光時間である単一パルス発光時間であることを特徴とする請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記同色光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源に対して、前記所定の基準期間内に少なくとも 1 つのパルスを出射させ、パルス幅を増減させることにより調光を行い、

前記所定の単位発光時間は、前記パルス幅の増減に対する単位階調である最小パルス幅階調であることを特徴とする請求項 3 に記載の照明装置。

10

【請求項 6】

前記同色光源制御部は、前記基準期間内における前記複数の同色狭帯域光源のピーク光量を、前記グループ毎に所定の順序で単位階調ずつ増減させることによって前記複数の同色狭帯域光源の出射光の調光を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記同色光源制御部は、前記所定の基準期間内において、異なるグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源の各々のピーク光量の差が所定の単位ピーク光量以内となるように、前記複数の同色狭帯域光源を制御することを特徴とする請求項 6 に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記所定の単位ピーク光量は、ピーク光量の増減に対する単位階調である最小光量階調であることを特徴とする請求項 7 に記載の照明装置。

20

【請求項 9】

異なるグループに含まれる同色狭帯域光源の数の差は 1 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 10】

同じグループに複数の同色狭帯域光源が含まれ、前記同色光源制御部は、前記所定の基準期間内において、前記同じグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源の出射光量が略等しくなるように、前記同じグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 11】

30

前記同色光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源に対して、前記所定の基準期間内に少なくとも 1 つのパルスを出射させ、前記複数の同色狭帯域光源の前記パルスのピーク光量は略等しいことを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 12】

同じグループに複数の同色狭帯域光源が含まれ、前記同色光源制御部は、同じグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源に対して、出射タイミングを同期させて制御することを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 13】

前記同色光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源に対して駆動電流を供給することで制御を行い、前記同じグループに含まれる前記複数の同色狭帯域光源は直列に接続されていることを特徴とする請求項 12 に記載の照明装置。

40

【請求項 14】

前記照明装置は、前記複数の同色狭帯域光源から出射された前記同色の狭帯域光を合波する光合波部をさらに有し、前記光合波部によって合波された光が照明光として出射されることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 15】

前記同色の狭帯域光は、青色領域と緑色領域と赤色領域の 3 つの色領域に対して、互いに同じ色領域に含まれる狭帯域光であることを特徴とする請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 16】

請求項 1 ～ 15 のいずれか一項に記載の照明装置と、前記照明装置によって照明された

50

観察対象の光学像を取得する撮像部を備える内視鏡。

【請求項 17】

前記所定の基準期間は、前記撮像部の撮像フレーム期間であることを特徴とする請求項 16 に記載の内視鏡。

【請求項 18】

前記撮像部は、受光部の前面に少なくとも 1 種類以上のカラーフィルタを有し、

前記同色の狭帯域光は、前記カラーフィルタの各々において所定の透過率以上の波長範囲に含まれる狭帯域光であることを特徴とする請求項 17 に記載の内視鏡。

【請求項 19】

特定の波長領域の照明光を照明することによって特定物質を強調して観察する特殊光観察の照明に用いられる同色の狭帯域光は、特殊光観察に必要な波長領域に含まれる狭帯域光である、ことを特徴とする請求項 17 に記載の内視鏡。

10

【請求項 20】

特定物質に励起光を照射して前記特定物質から発せられる蛍光を観察する蛍光観察の照明に用いられる同色の狭帯域光は、前記特定物質の励起波長帯に含まれる狭帯域光であることを特徴とする請求項 17 に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の狭帯域光源を備えた照明装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

近年、狭帯域光源たとえばレーザ光源を備えた照明装置が提案されている。レーザ光源を用いた照明装置では、レーザ光の高い干渉性のために干渉パターン（スペックル）が発生してしまうという課題がある。

【0003】

特開 2002-95634 号公報は、スペックルを低減するために、互いに波長の異なる複数の同色レーザ光源を備えた照明装置を開示している。この照明装置では、互いに波長の異なる複数の同色レーザ光源を用いることでスペックルが平均化されるため、単一のレーザ光源を用いた照明装置に比べてスペックルが低減される。

30

【発明の概要】

【0004】

特開 2002-95634 号公報は、互いに波長の異なる複数の同色レーザ光源を備えた照明装置を開示しているが、これらの制御方法すなわち調光方法については開示していない。

【0005】

本発明の目的は、複数の同色狭帯域光源を備えた照明装置であって、スペックルの低減を図りつつ好適な調光を達成する照明装置を提供することである。

【0006】

本発明の照明装置は、複数の狭帯域光源と、前記複数の狭帯域光源を制御する光源制御部を備えている。前記複数の狭帯域光源は、同色の狭帯域光を出射する複数の同色狭帯域光源を含んでいる。前記複数の同色狭帯域光源は、各々少なくとも 1 つの狭帯域光源が含まれる複数のグループに分けられる。前記光源制御部は、前記複数の同色狭帯域光源を制御する同色光源制御部を有している。前記同色光源制御部は、所定の基準期間内における同色狭帯域光源の出射光量を、連続する複数の前記基準期間にわたって、前記グループ毎に所定の順序で単位階調ずつ増減させることによって前記複数の同色狭帯域光源の出射光の調光を行う。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】図 1 は、本実施形態に係る照明装置を備えた内視鏡の構成を概略的に示している

50

。

【図２】図２は、カラーフィルタの分光特性の一例を示している。

【図３】図３は、CIE 1976 L*u*v*表色系の色空間座標の図である。

【図４】図４は、本実施形態の調光方法にしたがった同色レーザ光源の駆動パルスを示している。

【図５】図５は、変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源の駆動パルスを示している。

【図６】図６は、直列に接続された同じグループに含まれる同色レーザ光源を示している。

。

【図７】図７は、別の変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源の駆動パルスを示している。

10

【図８】図８は、また別の変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源の駆動パルスを示している。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

<第１実施形態>

[構成]

図１は、本実施形態に係る照明装置を備えた内視鏡の構成を概略的に示している。

【０００９】

内視鏡１００は、スコープ部１１０と、本体部１３０と、スコープ部１１０と本体部１３０を接続する接続部１２０から構成されている。スコープ部１１０は、操作者が保持するための保持部１１２と、保持部１１２から延びている挿入部１１４を有している。挿入部１１４は、観察対象の内部空間たとえば管腔等に挿入される中空の細長い可撓性部材である。保持部１１２には、挿入部１１４を操作するためのノブやレバーやダイヤルなどの操作部が設けられている。

20

【００１０】

内視鏡１００はまた、照明光を出射する照明装置１４０と、観察対象を撮像する撮像装置１６０を有している。また、内視鏡１００の本体部１３０には、観察対象の画像を表示する画像表示部１７０が接続されている。

【００１１】

30

[照明装置１４０]

照明装置１４０は、複数の狭帯域光源であるレーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６と、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６を制御する光源制御部１４２と、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６から出射されたレーザ光を導光する導光部材である光ファイバＦＢ１～ＦＢ６と、光ファイバＦＢ１～ＦＢ６によって導光されたレーザ光を合波する光合波部１４６と、光合波部１４６によって合波されたレーザ光を導光する導光部材である光ファイバＦＢ７と、光ファイバＦＢ７によって導光されたレーザ光を照明光に変換して出射する光変換部１４８から構成されている。例えば、レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６と光源制御部１４２と光合波部１４６は、本体部１３０の内部に設けられており、光変換部１４８は、挿入部１１４の先端部に設けられている。

40

【００１２】

照明装置１４０は、別の見方によれば、青色光を出射する青色光源部ＬＳＢと、緑色光を出射する緑色光源部ＬＳＧと、赤色光を出射する赤色光源部ＬＳＲを有している。青色光源部ＬＳＢはレーザ光源ＬＤ１を有し、緑色光源部ＬＳＧはレーザ光源ＬＤ２～ＬＤ５を有し、赤色光源部ＬＳＲはレーザ光源ＬＤ６を有している。

【００１３】

[複数の狭帯域光源（レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６）]

各レーザ光源ＬＤ１～ＬＤ６は、たとえば、レーザダイオードで構成されてよい。定格光量と波長は、例えば、以下の通りである。

【００１４】

50

レーザ光源LD1は、青色レーザダイオードであり、中心波長445nmの光を出射する。レーザ光源LD1の定格光量は3Wである。

【0015】

レーザ光源LD2は、緑色レーザダイオードであり、中心波長525nmの光を出射する。レーザ光源LD2の定格光量は1Wである。

【0016】

レーザ光源LD3は、緑色レーザダイオードであり、中心波長525nmの光を出射する。レーザ光源LD3の定格光量は1Wである。

【0017】

レーザ光源LD4は、緑色レーザダイオードであり、中心波長520nmの光を出射する。レーザ光源LD4の定格光量は1Wである。

10

【0018】

レーザ光源LD5は、緑色レーザダイオードであり、中心波長530nmの光を出射する。レーザ光源LD5の定格光量は1Wである。

【0019】

レーザ光源LD6は、赤色レーザダイオードであり、中心波長635nmの光を出射する。レーザ光源LD6の定格光量は3Wである。

【0020】

複数のレーザ光源LD1～LD6において、レーザ光源LD2～LD5は、同色の狭帯域光（レーザ光）を出射する同色狭帯域光源（同色レーザ光源）である。所定の色に対して所望の出射光量を単一のレーザ光源で得ることができない場合、複数の同色レーザ光源を用いることは有効な手法である。また、複数の同色レーザ光源を用いることにより、その色においてスペckルを平均化し、低減することができる。

20

【0021】

本発明における「同色狭帯域光源（同色レーザ光源）」は、互いに同色の狭帯域光（レーザ光）を出射する狭帯域光源（レーザ光源）であると定義される。また、本発明における「同色の狭帯域光（レーザ光）」は、例えば、青色領域と緑色領域と赤色領域の3つの色領域に対して、互いに同じ色領域に含まれる狭帯域光（レーザ光）であると定義される。ここで、青色領域と緑色領域と赤色領域は、例えば、波長400～700nmの可視光領域を3分割して短波長の領域から順に青色領域、緑色領域、赤色領域として割り当てられてよい。また例えば、波長400～700nmの可視光領域を3等分したうえで、20nmの重なり領域（オーバーラップ）をもたせた波長領域であり、青色領域は、400～510nmの波長領域であり、緑色領域は、490～610nmの波長領域であり、赤色領域は、590～700nmの波長領域であってよい。その際、400nm以下の波長領域と700nm以上の波長領域は、それぞれ、青色領域と赤色領域に割り当てられてもよい。

30

【0022】

また例えば、撮像装置160が、原色カラーフィルタを有する撮像部を有する場合、原色カラーフィルタの分光特性に基づいて青色領域と緑色領域と赤色領域が定義されてもよい。この場合、同色の狭帯域光（レーザ光）は、カラーフィルタの各々において所定の透過率以上の波長範囲に含まれる狭帯域光（レーザ光）であると定義されてよい。図2は、カラーフィルタの分光特性の一例を示している。このカラーフィルタにおいて、例えば、各色のフィルタ特性（Rフィルタ特性とGフィルタ特性とBフィルタ特性の各々）において20%以上の透過率を有する波長領域が各色領域と定義される。すなわち、図2に示された分光特性のカラーフィルタにおいては、青色領域は、400～525nmの波長領域であり、緑色領域は、470～625nmの波長領域であり、赤色領域は、570～700nmの波長領域である。図2に示されるように、各色のフィルタ特性において透過率がゼロになっている波長領域はほとんどなく、可視光の広い領域で数%から10%程度の透過率を有している。この数%から10%程度の透過率は、カラー画像の撮影において、無視できるレベルだと考えられる。このため、色領域が、透過率が20%以上の波長領域で

40

50

定義されても問題ない。

【0023】

また例えば、NBI（狭帯域光観察）等の特定の波長領域の照明光を照明することによって特定物質を強調して観察する特殊光観察においては、特殊光観察に必要な複数の波長領域の各々に含まれる光は同色であるとみなしてもよい。つまり、特殊光観察の照明に用いられる同色の狭帯域光（レーザ光）は、特殊光観察に必要な複数の波長領域の各々に含まれる狭帯域光（レーザ光）であると定義されてよい。NBIにおいて、例えば、390～445nmの波長範囲内の狭帯域光（レーザ光）は同色とみなし、530～550nmの波長範囲内の狭帯域光（レーザ光）は同色とみなしてもよい。

【0024】

また例えば、特定物質に励起光を照射して特定物質から発せられる蛍光を観察する蛍光観察においては、蛍光観察対象である特定物質の励起波長帯に含まれる光は同色であるとみなしてもよい。つまり、蛍光観察の照明に用いられる同色の狭帯域光（レーザ光）は、特定物質の励起波長帯に含まれる狭帯域光（レーザ光）であると定義されてよい。

【0025】

また例えば、互いの中心波長が±50nmの範囲に含まれる狭帯域光（レーザ光）は同色であると定義されてもよい。同色の狭帯域光（レーザ光）は、互いの中心波長が±20nmの範囲内にあると好ましく、そのような同色の狭帯域光（レーザ光）は、おおよそ同等の色再現性を示す。さらに、同色の狭帯域光（レーザ光）は、互いの中心波長が±10nmの範囲内にあるとより好ましい。

【0026】

また例えば、白チャートのような代表的な被写体に対する反射光の色差に基づいて同色が定義されてもよい。例えば、図3に示されるCIE 1976 L*u*v*表色系における互いの色空間座標間の距離（ $[(u^*)^2 + (v^*)^2]^{1/2}$ ）が0.2以下である狭帯域光（レーザ光）は同色であると定義される。この範囲内の狭帯域光（レーザ光）はおおよそ同等の色に見える。さらに、同色の狭帯域光（レーザ光）は、互いの色空間座標間の距離（ $[(u^*)^2 + (v^*)^2]^{1/2}$ ）が0.1以下であるとより好ましい。

【0027】

〔導光部材（光ファイバFB1～FB6）〕

光ファイバFB1～FB6は、一端が複数のレーザ光源LD1～LD6と光学的に接続され、他端が光合波部146と光学的に接続されており、レーザ光源LD1～LD6から出射されたレーザ光を光合波部146まで導光する。

【0028】

光ファイバFB1～FB6は、例えば、コア径数十μm～数百μmの単線ファイバで構成される。各レーザ光源LD1～LD6と光ファイバFB1～FB6の間には、レーザ光源LD1～LD6から出射されたレーザ光を収束させて光ファイバFBに結合するための結合レンズ（図示せず）が設けられている。

【0029】

〔光合波部146〕

光合波部146は、6入力1出力の光合波器であり、6つの入力端には光ファイバFB1～FB6が光学的に接続され、1つの出力端には光ファイバFB7が光学的に接続されている。光合波部146は、例えば、光ファイバコンバイナで構成される。光合波部146は、光ファイバFB1～FB6によって導光されたレーザ光を合波し、単一の光ファイバFB7に出力する。また例えば、光合波部146は、レンズとダイクロイックミラーを有する空間光学系で構成されてもよい。

【0030】

〔導光部材（光ファイバFB7）〕

光ファイバFB7は、一端が光合波部146と光学的に接続され、他端が光変換部148と光学的に接続されており、光合波部146から出射されたレーザ光を光変換部148まで導光する。

【0031】

光ファイバFB7は、例えば、コア径数十 μm ～数百 μm の単線ファイバで構成される。また例えば、光ファイバFB7は、複数本（数百～数千本）の光ファイバから構成されるバンドルファイバで構成されてもよい。

【0032】

〔光変換部148〕

光変換部148は、例えば、光ファイバFB7によって導光されたレーザ光を光拡散させる拡散部材を有する。光拡散は、照明光の配光を広げる効果とともに、レーザ光の位相を乱すことにより干渉性を落とし、スペックルを低減させる効果を有する。拡散部材は、例えば、反射率の高い金属粒子が樹脂やガラスに分散された構造体である。また例えば、光変換部148は、配光を広げるためのレンズを備えていてもよい。

10

【0033】

〔光源制御部142〕

光源制御部142は、各レーザ光源LD1～LD6の駆動を制御する。光源制御部142は、各レーザ光源LD1～LD6に対して光源駆動信号を出力し、各レーザ光源LD1～LD6のオン／オフ、駆動電流、駆動方式（連続駆動（CW）、パルス駆動など）を独立に制御可能である。

【0034】

また、光源制御部142は、複数の同色レーザ光源すなわち緑色レーザ光源LD2～LD5を制御する同色光源制御部144を有している。同色光源制御部144は、レーザ光源LD2～LD5のオン／オフ、駆動電流、駆動方式を独立に制御可能である。

20

【0035】

〔撮像装置160〕

撮像装置160は、挿入部114の先端部に設けられた撮像部162と、本体部130の内部に設けられた画像処理部164を有している。

【0036】

〔撮像部162〕

撮像部162は、観察対象からの照明光の反射散乱光を受光し、照明装置140によって照明された観察対象の光学像を取得する。撮像部162はまた、取得した光学像に対応した電氣的な撮像信号を生成し、生成した撮像信号を画像処理部164に出力する。撮像部162は、例えば、CCDやCMOSで構成される。撮像部162は、受光部の前面に、例えば、図2に示されたようなRGBのカラーフィルタを有しており、赤色領域と緑色領域と青色領域の3つの波長領域についてそれぞれ分離して光学像を取得し、R撮像信号とG撮像信号とB撮像信号を生成する。撮像部162は、所定の撮像フレーム期間Tfで繰り返し撮像を行う。また例えば、撮像部162は、カラーフィルタを有さないモノクロイメーজであってもよい。その場合は、青色光源部LSBと緑色光源部LSGと赤色光源部LSRは、それぞれ、青色光と緑色光と赤色光を異なるタイミングで順次出射し、撮像部162は、青色光と緑色光と赤色光に対する反射散乱光を異なるタイミングで順次受光して撮像信号を生成し、画像処理部164においてRGBに割当処理を行う。

30

【0037】

〔画像処理部164〕

画像処理部164は、撮像部162から出力される撮像信号に対して、公知の画像処理によって観察対象の画像を生成する。撮像部162が、モノクロイメーজである場合は、異なるタイミングで順次生成された撮像信号に対して、RGBへ割当処理を行ったうえで、観察対象の画像を生成する。

40

【0038】

〔画像表示部170〕

画像表示部170は、画像処理部164によって生成された観察対象の画像を表示する。画像表示部170は、例えば、液晶ディスプレイ等のモニタで構成される。

【0039】

50

[レーザ光源LD1～LD6の出射光の調光方法]

光源制御部142は、複数のレーザ光源LD1～LD6に対して、例えば、照明光が白色光となるように、青色のレーザ光源LD1と緑色のレーザ光源LD2～LD5と赤色のレーザ光源LD6の出射光量比を制御する。

【0040】

ここで、白色光とは、例えばキセノンランプのような広帯域な照明光の色を再現する色である。または、キセノンランプのような広帯域な照明光に照射されたときの観察体の色を再現する色である。より具体的には、例えば、色度座標、相関色温度、黒体軌跡からの色差を用いて定義される。例えば、色度座標において、 $(x=0.2\sim0.4, y=0.2\sim0.4)$ 、 $(x=0.4\sim0.5, y=0.35\sim0.45)$ の範囲、また、例えば、相関色温度2000～100000Kの範囲で、黒体軌跡からの色差(duv)が±0.1以内の色として定義される。また、撮像部162の分光感度を考慮して定義されてもよい。例えば、照明光のスペクトルに撮像部162の分光感度を掛け合わせたスペクトルに対して算出した色度座標または相関色温度に対して、上記のように定義されてもよい。

10

【0041】

[同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光方法]

以下、同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光方法の一例について説明する。図4は、本実施形態の調光方法にしたがった同色レーザ光源LD2～LD5の駆動パルスを示している。図4は、緑色レーザ光源LD2～LD5の全体としての出射光量Qを単位階調ずつ大きくしていく場合を示している。

20

【0042】

レーザ光源LD2～LD5は、各々少なくとも1つのレーザ光源が含まれる複数のグループに分けられる。本実施形態においては、レーザ光源LD2がグループG1、レーザ光源LD3がグループG2、レーザ光源LD4がグループG3、レーザ光源LD5がグループG4というようにすべての同色レーザ光源LD2～LD5が別々のグループに分けられている。

【0043】

同色光源制御部144は、所定の基準期間内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光量Qを、グループ毎に増減させることによって複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光を行う。上記の所定の基準期間は、例えば、撮像部162の撮像フレーム期間Tfである。同色光源制御部144は、撮像フレーム期間Tf内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5の発光時間をグループ毎に増減させることによって出射光量Qを増減させる。また、本実施形態においては、同色光源制御部144は、撮像フレーム期間Tf内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5のパルス数を複数のグループ毎に所定の順序で増減させることによって、出射光量Qを増減させる。

30

【0044】

光量Q1の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、グループG1のレーザ光源LD2のパルスが1つ出射される。

【0045】

次の光量Q2の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q1の状態に対して、グループG2のレーザ光源LD3のパルスが1つ追加される。

40

【0046】

次の光量Q3の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q2の状態に対して、グループG3のレーザ光源LD4のパルスが1つ追加される。

【0047】

次の光量Q4の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q3の状態に対して、グループG4のレーザ光源LD5のパルスが1つ追加される。

【0048】

次の光量Q5の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q4の状態に対して、グループG1のレーザ光源LD2のパルスが1つ追加される。

50

【0049】

以下も同様にしてパルスが追加される。

【0050】

緑色レーザ光源LD2～LD5の全体としての出射光量Qを単位階調ずつ小さくする場合は上記の逆の順序で制御を行う。

【0051】

また、本実施形態においては、複数の同色レーザ光源LD2～LD5は略等しい特性のレーザ光源である。また、パルスのピーク光量および単一パルス発光時間も略等しく設定されている。

【0052】

同色光源制御部144は、撮像フレーム期間Tf内において、異なるグループに含まれる複数の同色レーザ光源LD2～LD5の発光時間の差が所定の単位発光時間以内となるように、複数の同色レーザ光源LD2～LD5を制御する。同色光源制御部144は、複数のレーザ光源LD2～LD5に対して、撮像フレーム期間Tf内に少なくとも1つのパルスを出射させ、パルス数を増減させることにより調光を行う。所定の単位発光時間は、パルス1つ当たりの発光時間である単一パルス発光時間である。撮像フレーム期間Tf内において、異なるグループに含まれる複数のレーザ光源LD2～LD5の発光時間の差は、ゼロまたは単一パルス発光時間である。

【0053】

このように制御することで、複数の同色レーザ光源LD2～LD5をすべて同じように制御する場合に比べて、同色レーザ光源LD2～LD5の全体としての階調数を多くすることができる。また、このように制御することで、階調数を確保しつつ、所定の光量状態においてできるだけ多くの同色レーザ光が出射されている状態となる。

【0054】

複数の同色レーザ光源LD2～LD5は、色は同じではあるが別個体であるため、出射光の位相やスペクトルが厳密には異なる。そのため、複数の同色レーザ光を合波した照明光においては、スペックルを同色レーザ光源LD2～LD5の数の分だけ平均化し、低減することができる。互いに独立で同光量のN個のレーザ光のスペックル平均化の効果はNの平方根の逆数($N^{-1/2}$)に比例することが知られている。上記のようにパルスのピーク光量および発光時間を略等しくすることで、平均化される同色レーザ光の出射光量が略等しくなるため、平均化の効果が大きくなる。ここで、「パルスのピーク光量が略等しい」とは、例えば、互いのピーク光量の差が後述する最小ピーク光量階調以下であることである。また、「パルスの発光時間が略等しい」とは、例えば、互いの発光時間の差が後述する単一パルス発光時間以下であることである。

【0055】

上記の図4に示される調光方法においては、光量Q2の状態においてレーザ光のスペックル平均化の効果が得られ、光量Q3の状態においてはレーザ光のスペックル平均化のより良好な効果が得られ、光量Q4以降の状態においてはレーザ光のスペックル平均化のさらにより良好な効果が得られる。

【0056】

パルスのピーク光量は、特に低い光量が必要となる場合を除いては、例えば多発振領域となる光量範囲で設定される。マルチモードレーザ光源においては、ピーク光量（ピーク駆動電流）を大きくするほど発振モードが増加し、スペクトル幅が広がる。スペクトル幅が広がると干渉性が低下し、スペックルが低減される。例えば、ピーク光量100mW以上の領域では、発振モードが増加する多発振領域であるといえる。

【0057】

また、同色レーザ光源LD2～LD5のパルスのピーク光量は略等しいことが望ましい。各調光ステップにおいて光量の増減量が略等しくなるため、調光制御がシンプルとなる。

【0058】

また、単一パルスの発光時間は、例えばレーザ光源または同色光源制御部 1 4 4 において安定したパルス波形を生成可能な時間で設定される。例えば数 μs ～数十 μs である。

【0059】

また、本実施形態では、複数の同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の個数は 4 つであるが、同色レーザ光源の個数はそれに限らない。例えば、同色レーザ光源の個数は 2 つや 5 つ以上であってもよい。

【0060】

また、本実施形態では、複数の同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の定格光量はすべて等しいが、それに限らない。

【0061】

また、パルスの波形は、図 4 に示された矩形波形に限らず、例えば多段のパルスや三角波などでもよい。ただし、よりスペックルを低減するためにレーザ光源の駆動電流に高周波を重ねる場合があるが、その高周波波形はパルスとみなさない。

【0062】

<変形例 1>

以下、同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の出射光の調光方法の変形例について説明する。図 5 は、本変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の駆動パルスを示している。図 5 は、図 4 と同様に、緑色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の全体としての出射光量 Q を単位階調ずつ大きくしていく場合を示している。

【0063】

本変形例においては、レーザ光源 L D 2, L D 3 がグループ G 1、レーザ光源 L D 4, L D 5 がグループ G 2 というように同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 が 2 つずつ別々のグループに分けられている。つまり、本変形例においては、同じグループに複数のレーザ光源が含まれている。

【0064】

本変形例においても、同色光源制御部 1 4 4 は、所定の基準期間内における複数の同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の出射光量 Q を、グループ毎に増減させることによって複数の同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の出射光の調光を行う。上記の所定の基準期間は、例えば、撮像部 1 6 2 の撮像フレーム期間 T f である。同色光源制御部 1 4 4 は、撮像フレーム期間 T f 内における複数の同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 の発光時間をグループ毎に増減させることによって出射光量 Q を増減させる。同色光源制御部 1 4 4 は、撮像フレーム期間 T f 内における同色レーザ光源 L D 2 ～ L D 5 のパルス数を複数のグループ毎に所定の順序で増減させることによって、出射光量 Q を増減させる。

【0065】

光量 Q 1 の状態では、撮像フレーム期間 T f 内において、グループ G 1 のレーザ光源 L D 2, L D 3 のパルスが 1 つずつ出射される。

【0066】

次の光量 Q 2 の状態では、撮像フレーム期間 T f 内において、光量 Q 1 の状態に対して、グループ G 2 のレーザ光源 L D 4, L D 5 のパルスが 1 つずつ追加される。

【0067】

次の光量 Q 3 の状態では、撮像フレーム期間 T f 内において、光量 Q 2 の状態に対して、グループ G 1 のレーザ光源 L D 2, L D 3 のパルスが 1 つずつ追加される。

【0068】

次の光量 Q 4 の状態では、撮像フレーム期間 T f 内において、光量 Q 3 の状態に対して、グループ G 2 のレーザ光源 L D 4, L D 5 のパルスが 1 つずつ追加される。

【0069】

以下も同様にしてパルスが追加される。

【0070】

図 4 の場合ほど階調数が必要でない場合には、図 5 のようにグループ分けをして調光してもよい。この場合、階調数は、図 4 よりは少なくなるが、すべての光量状態において少

10

20

30

40

50

なくとも2つの同色レーザ光が出射されていることとなるため、スペックルに対しては安定的に平均化の効果が得られる。また、光量Q1の状態に比べて光量Q2以降の状態の方が、レーザ光のスペックル平均化の効果は高い。

【0071】

同色光源制御部144は、撮像フレーム期間Tf内において、同じグループに含まれる複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光量が略等しくなるように、同じグループに含まれる複数の同色レーザ光源LD2～LD5を制御する。この場合、グループG1に含まれるレーザ光源LD2とレーザ光源LD3が略同じ出射光量であり、グループG2に含まれるレーザ光源LD4とレーザ光源LD5が略同じ出射光量である。このようにすることで、同じグループに含まれる同色狭帯域光源において、効果的にスペックルが平均化される。

10

【0072】

また、各グループに含まれる同色レーザ光源LD2～LD3，LD4～LD5の数は等しいことが望ましい。各調光ステップにおいて光量の増減量が略等しくなるため、調光制御がシンプルとなる。各グループに含まれる同色レーザ光源LD2～LD3，LD4～LD5の個数が等しくない場合は、異なるグループに含まれる同色レーザ光源LD2～LD3，LD4～LD5の数の差は1以下であることが望ましい。

【0073】

また例えば、同色光源制御部144は、同じグループに含まれる複数の同色レーザ光源LD2～LD3，LD4～LD5に対して、出射タイミングを同期させて制御してもよい。例えば、同色光源制御部144は、複数の同色レーザ光源LD2～LD5に対して駆動電流を供給することで制御を行い、図6に示されるように、同じグループに含まれる同色レーザ光源LD2～LD3，LD4～LD5は直列に接続されていてもよい。

20

【0074】

<変形例2>

以下、同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光方法の別の変形例について説明する。図7は、本変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源LD2～LD5の駆動パルスを示している。図7は、図4と同様に、緑色レーザ光源LD2～LD5の全体としての出射光量Qを単位階調ずつ大きくしていく場合を示している。

【0075】

本変形例においても、レーザ光源LD2がグループG1、レーザ光源LD3がグループG2、レーザ光源LD4がグループG3、レーザ光源LD5がグループG4というようにすべての同色レーザ光源LD2～LD5が別々のグループに分けられている。

30

【0076】

本変形例においても、同色光源制御部144は、所定の基準期間内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光量Qを、グループ毎に増減させることによって複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光を行う。上記の所定の基準期間は、例えば、撮像部162の撮像フレーム期間Tfである。同色光源制御部144は、撮像フレーム期間Tf内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5の発光時間をグループ毎に増減させることによって出射光量Qを増減させる。しかし、本変形例においては、撮像フレーム期間Tf内における同色レーザ光源LD2～LD5のパルス幅をグループ毎に増減させることによって、出射光量Qを増減させる。

40

【0077】

光量Q1～Q4の状態までは、第1実施形態と同様である。

【0078】

次の光量Q5の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q4の状態に対して、グループG1のレーザ光源LD2のパルス幅が最小パルス幅階調だけ広がる。

【0079】

次の光量Q6の状態では、撮像フレーム期間Tf内において、光量Q5の状態に対して、グループG2のレーザ光源LD3のパルス幅が最小パルス幅階調だけ広がる。

50

【0080】

以下も同様にしてパルス幅が広げられる。

【0081】

このように、同色光源制御部144は、撮像フレーム期間 T_f 内において、異なるグループに含まれる複数の同色レーザ光源LD2～LD5の発光時間の差が所定の単位発光時間以内となるように、複数の同色レーザ光源LD2～LD5を制御する。同色光源制御部144は、複数のレーザ光源LD2～LD5に対して、撮像フレーム期間 T_f 内に少なくとも1つのパルスを出射させ、パルス幅を増減させることにより調光を行う。所定の単位発光時間は、パルス幅の増減に対する単位階調である最小パルス幅階調である。撮像フレーム期間 T_f 内において異なるグループに含まれる複数のレーザ光源LD2～LD5の発光時間の差はゼロまたは最小パルス幅階調である。

10

【0082】

最小パルス幅階調は、例えばレーザ光源または同色光源制御部144において安定したパルス波形を生成可能な時間で設定される。最小パルス幅階調は、例えば数 μs ～数十 μs である。

【0083】

本変形例においても、上記の第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0084】

<変形例3>

以下、同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光方法のまた別の変形例について説明する。図8は、本変形例の調光方法にしたがった同色レーザ光源LD2～LD5の駆動パルスを示している。図8は、図4と同様に、緑色レーザ光源LD2～LD5の全体としての出射光量 Q を単位階調ずつ大きくしていく場合を示している。

20

【0085】

本変形例においても、レーザ光源LD2がグループG1、レーザ光源LD3がグループG2、レーザ光源LD4がグループG3、レーザ光源LD5がグループG4というようにすべての同色レーザ光源LD2～LD5が別々のグループに分けられている。

【0086】

本変形例においても、同色光源制御部144は、所定の基準期間内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光量 Q を、グループ毎に増減させることによって複数の同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光を行う。上記の所定の基準期間は、例えば、撮像部162の撮像フレーム期間 T_f である。しかし、本変形例においては、同色光源制御部144は、撮像フレーム期間 T_f 内における複数の同色レーザ光源LD2～LD5のピーク光量を、グループ毎に増減させることによって、同色レーザ光源LD2～LD5の出射光の調光を行う。

30

【0087】

光量 Q_1 の状態では、撮像フレーム期間 T_f 内において、グループG1のレーザ光源LD2が最小ピーク光量階調に設定されたピーク光量で出射される。

【0088】

次の光量 Q_2 の状態では、撮像フレーム期間 T_f 内において、光量 Q_1 の状態に対して、グループG2のレーザ光源LD3が最小ピーク光量階調に設定されたピーク光量で出射される。

40

【0089】

次の光量 Q_3 の状態では、撮像フレーム期間 T_f 内において、光量 Q_2 の状態に対して、グループG3のレーザ光源LD4が最小ピーク光量階調に設定されたピーク光量で出射される。

【0090】

次の光量 Q_4 の状態では、撮像フレーム期間 T_f 内において、光量 Q_3 の状態に対して、グループG4のレーザ光源LD5が最小ピーク光量階調に設定されたピーク光量で出射される。

50

【0091】

次の光量 Q_5 の状態では、撮像フレーム期間 T_f 内において、光量 Q_4 の状態に対して、グループ G_1 のレーザ光源 $L D 2$ が最小ピーク光量階調だけピーク光量が増加する。

【0092】

以下も同様にしてピーク光量が増加される。

【0093】

このように、同色光源制御部144は、撮像フレーム期間 T_f 内において、異なるグループに含まれる複数の同色レーザ光源 $L D 2 \sim L D 5$ の各々のピーク光量の差が所定の単位ピーク光量以内となるように、複数の同色レーザ光源 $L D 2 \sim L D 5$ を制御する。本変形例においては、所定の単位ピーク光量は最小ピーク光量階調である。最小ピーク光量階調とは、ピーク光量の増減に対する単位階調である。本変形例においては、撮像フレーム期間 T_f 内において異なるグループに含まれるレーザ光源のピーク光量の差は最小ピーク光量階調である。

10

【0094】

最小ピーク光量階調は、例えば、同色光源制御部144において安定して制御可能な駆動電流の増減の階調に対応する光量である。また例えば、同色レーザ光源 $L D 2 \sim L D 5$ において、安定した状態で光量を維持できる光量範囲である。最小ピーク階調は、例えば数百 $\mu W \sim 1 mW$ である。

【0095】

本変形例においても、上記の第1実施形態と同様の効果が得られる。

20

【0096】

<その他の変形例>

第1実施形態および変形例では、複数の同色レーザ光源 $L D 2 \sim L D 5$ は緑色レーザ光源であったが、それに限らない。赤色光源部 $L S R$ や青色光源部 $L S B$ が、複数の同色レーザ光源を有していてもよい。

【0097】

第1実施形態および変形例では、パルス数制御、パルス幅制御、ピーク光量制御で調光を行う例を示したが、それらが組み合わされた調光を行ってもよい。その場合、撮像フレーム期間 T_f 内において異なるグループに含まれるレーザ光源は、発光時間の差が単一パルス発光時間または最小パルス幅階調であるか、ピーク光量の差が最小ピーク光量階調であるかのどちらかであることが望ましい。

30

【0098】

第1実施形態および変形例では、狭帯域光源はレーザダイオードで構成されているが、狭帯域光源はこれに限らない。例えば、狭帯域光源は $L E D$ で構成されてもよい。

【0099】

第1実施形態においては、青色レーザ光と緑色レーザ光と赤色レーザ光を合波して白色光を生成する例を示したが、それに限らない。例えば、複数の同色レーザ光源が複数の青色レーザ光源であり、光変換部が波長変換部材を有する構成でもよい。その場合、青色レーザ光の透過光と波長変換部材によって生成された波長変換光との混合光により照明光が生成される。

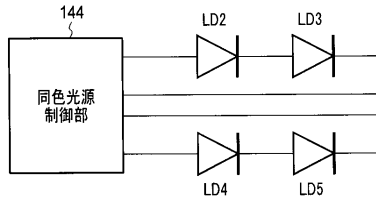
40

【0100】

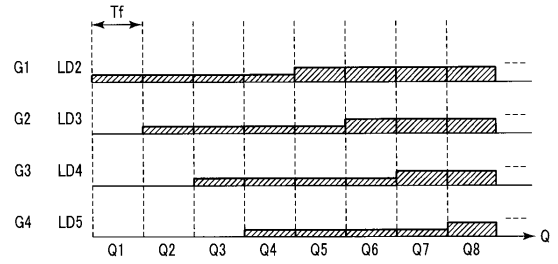
第1実施形態および変形例では、本発明の照明装置140が、撮像装置160を有する内視鏡に適用された例が説明されたが、それに限らない。本発明の照明装置140は、例えば、顕微鏡のような撮像装置160を有するその他の観察装置に適用されてもよい。本発明の照明装置140は、また例えば、撮像部162を有さないプロジェクタなどの投影装置に適用されてもよい。撮像部162を有さない場合、撮像フレーム期間 T_f の代わりとして、臨界融合周波数（それ以上は人間の目が明暗の変化を認識できなくなる周波数）の逆数の期間より短い期間を基準期間とするとよい。臨界融合周波数は、一般に30～50 Hz程度といわれているので、例えば、50 Hzの逆数である20 msが基準期間に設定される。

50

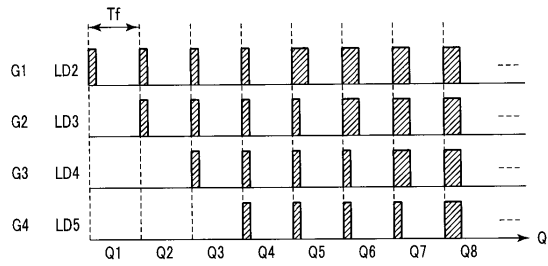
【図 6】



【図 8】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
F 2 1 W 131/20	(2006.01)	G 0 2 B	23/26	B
F 2 1 Y 113/13	(2016.01)	F 2 1 S	2/00	6 1 0
F 2 1 Y 115/30	(2016.01)	F 2 1 S	2/00	3 1 1
		H 0 5 B	37/02	L
		F 2 1 W	131:20	
		F 2 1 Y	113:13	
		F 2 1 Y	115:30	

(72)発明者 大道寺 麦穂
東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地 オリンパス株式会社内

審査官 北島 拓馬

(56)参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 0 4 3 8 7 (J P, A)
特開 2 0 1 3 - 0 5 2 1 5 6 (J P, A)
国際公開第 2 0 1 5 / 0 0 5 2 7 7 (W O, A 1)
特開 2 0 0 2 - 0 9 5 6 3 4 (J P, A)
特開 2 0 1 1 - 0 3 6 3 6 1 (J P, A)
特開 2 0 0 9 - 0 5 6 2 4 8 (J P, A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 9 2 5 6 3 (W O, A 1)
特開 2 0 0 7 - 0 0 5 6 1 5 (J P, A)
特開 2 0 1 6 - 0 5 5 0 5 2 (J P, A)
国際公開第 2 0 1 6 / 0 5 9 9 0 6 (W O, A 1)
国際公開第 2 0 0 7 / 0 3 2 4 2 2 (W O, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
A 6 1 B 1 / 0 0 - 1 / 3 2
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
H 0 1 S 5 / 0 0 - 5 / 5 0

专利名称(译)	具有多个窄带光源的照明装置以及具备该照明装置的内窥镜		
公开(公告)号	JP6682631B2	公开(公告)日	2020-04-15
申请号	JP2018525853	申请日	2016-07-05
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	大道寺麦穗		
发明人	大道寺 麦穗		
IPC分类号	A61B1/06 A61B1/00 G02B23/26 F21S2/00 H05B47/00 F21W131/20 F21Y113/13 F21Y115/30		
CPC分类号	A61B1/00 A61B1/06 F21S2/00 A61B1/00006 A61B1/063 A61B1/0638 A61B1/0653 A61B1/0669 A61B1/0684 A61B1/07 H05B33/08		
FI分类号	A61B1/06.611 A61B1/06.612 A61B1/06.613 A61B1/00.513 A61B1/00.511 G02B23/26.B F21S2/00.610 F21S2/00.311 H05B37/02.L F21W131/20 F21Y113/13 F21Y115/30		
代理人(译)	河野直树 井上 正 饭野滋 金子早苗		
其他公开文献	JPWO2018008079A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

照明装置包括窄带光源，该窄带光源包括均配置为发射相同颜色的窄带光的相同颜色的窄带光源。相同颜色的窄带光源分为多个组，每个组包括至少一个窄带光源。该照明装置还包括同色光源控制器，该同色光源控制器配置为控制同色窄带光源，并通过增加或减少每个组的颜色来控制来自同色窄带光源的发射光。在预定参考周期内，通过按预定顺序的单位灰度，发出相同颜色的窄带光源的发光量。

(19) 日本国特許庁(JP)	(12) 特 許 公 報(B2)	(11) 特許番号 特許第6682631号 (P6682631)
(45) 発行日 令和2年4月15日(2020.4.15)	(24) 登録日 令和2年3月27日(2020.3.27)	
(51) Int. Cl. F 1 A 6 1 B 1/06 (2006.01) A 6 1 B 1/00 (2006.01) G 0 2 B 23/26 (2006.01) F 2 1 S 2/00 (2016.01) H 0 5 B 47/00 (2020.01)		
A 6 1 B 1/06 6 1 1 A 6 1 B 1/06 6 1 2 A 6 1 B 1/06 6 1 3 A 6 1 B 1/00 5 1 3 A 6 1 B 1/00 5 1 1 請求項の数 20 (全 16 頁) 最終頁に続く		
(21) 出願番号 特願2018-525853 (P2018-525853) (93) (22) 出願日 平成28年7月5日(2016.7.5) (96) 国際出願番号 PCT/JP2016/069877 (97) 国際公開番号 WO2018/008079 (97) 国際公開日 平成30年1月11日(2018.1.11) 審査請求日 平成30年12月7日(2018.12.7)		
(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2-9-1番地 (74) 代理人 100108855 弁理士 藏田 昌俊 (74) 代理人 100103034 弁理士 野河 信久 (74) 代理人 100153051 弁理士 河野 直樹 (74) 代理人 100179062 弁理士 井上 正 (74) 代理人 100198565 弁理士 飯野 茂 (74) 代理人 100162570 弁理士 金子 早苗 最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 複数の狭帯域光源を備えた照明装置および同照明装置を備えた内視鏡		