

(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2009-240560

(P2009-240560A)

(43) 公開日 平成21年10月22日(2009.10.22)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/06 (2006.01)	A 6 1 B 1/06 A	2 H 0 4 O
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 B	4 C 0 6 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-91242 (P2008-91242)
 (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008.3.31)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (74) 復代理人 100152401
 弁理士 我妻 慶一
 (72) 発明者 下津 臣一
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 2H040 BA08 BA11 CA04 CA07 CA11
 CA13
 4C061 GG01 NN01 QQ02 QQ07 QQ09
 RR02 RR26

(54) 【発明の名称】 内視鏡用光源装置

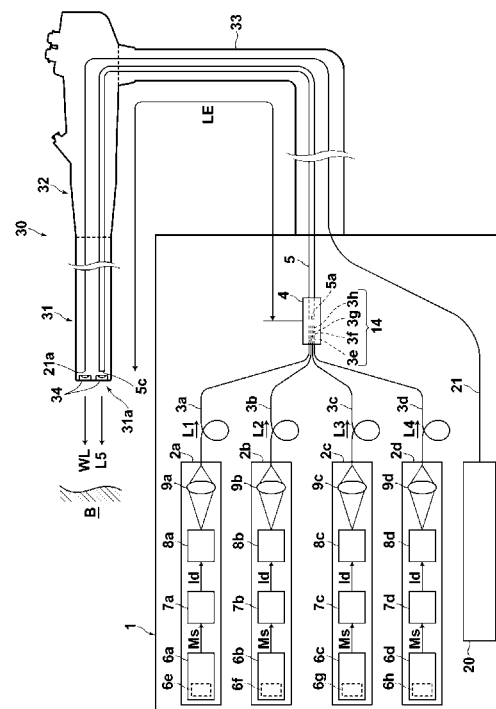
(57) 【要約】

【課題】内視鏡用光源装置において、レーザ光の可干渉性を低減させると共に、機械的手段を用いずに、スペckル低減を視認レベルで安価に実現する。

【解決手段】レーザ光源8a乃至8dと、強度変調手段6a乃至6dと、強度変調されたレーザ光L1乃至L4を射出する第1光導波路3a乃至3dとを有する、レーザモジュール2a乃至2dと、第2光導波路5と、白色光源20と、白色光WLを導波させる第3光導波路21とを備えた内視鏡用光源装置1において、第1光導波路3a乃至3dの出射端部3e乃至3hを密接するように束ねて、レーザ光L1乃至L4を光射出領域15から射出させる。

この光射出領域15に第2光導波路5を光学的に接続し、レーザ光L1乃至L4を導波させる。第2光導波路5と第3光導波路21の出射端5c、21aを内視鏡照明部31aに配置する。第2光導波路5のコア5bは、光射出領域15よりも大きいものとする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のレーザ光源と、該レーザ光源からのレーザ光をそれぞれ強度変調する複数の強度変調手段と、強度変調された前記レーザ光源からのレーザ光を各々受けて出射端から射出する複数の第 1 光導波路とを有する、複数のレーザモジュールと、

入射端が、前記第 1 光導波路の出射端近傍において密接するように束ねられた前記第 1 光導波路の光射出領域に光学的に接続され、前記各第 1 光導波路から射出されたレーザ光が入射する、前記光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第 2 光導波路と、

白色光源と、

該白色光源からの白色光を導波させる第 3 光導波路とを備え、

前記第 2 光導波路と前記第 3 光導波路の各出射端を内視鏡照明部に位置せしめてなることを特徴とする内視鏡用光源装置。

10

【請求項 2】

単一のレーザ光源と、該レーザ光源からのレーザ光を強度変調する単一の強度変調手段と、強度変調された前記レーザ光源からのレーザ光を各々受けて出射端から射出する複数の第 1 光導波路とを有する、単一のレーザモジュールと、

入射端が、前記第 1 光導波路の出射端近傍において密接するように束ねられた前記第 1 光導波路の光射出領域に光学的に接続され、前記各第 1 光導波路から射出されたレーザ光が入射する、前記光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第 2 光導波路と、

白色光源と、

該白色光源からの白色光を導波させる第 3 の光導波路とを備え、

前記第 2 光導波路と前記第 3 光導波路の各出射端を内視鏡照明部に位置せしめてなることを特徴とする内視鏡用光源装置。

20

【請求項 3】

前記強度変調手段が、さらに位相制御手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 4】

前記第 2 光導波路が、該第 2 光導波路の前記入射端における光軸が前記光射出領域の中心軸とオフセットした位置で、前記束ねられた第 1 光導波路と接続され、

該オフセット位置での前記光射出領域が、前記第 2 光導波路の前記入射端でのコア内に位置することを特徴とする請求項 1 から 3 いずれかに記載の内視鏡用光源装置。

30

【請求項 5】

前記第 1 光導波路が、光ファイバであって、該光ファイバのコア径が $60\text{ }\mu\text{m}$ であり、

前記第 2 光導波路が、マルチモード光ファイバであって、該マルチモード光ファイバのコア径が、 $205\text{ }\mu\text{m}$ 、 $230\text{ }\mu\text{m}$ のいずれかであることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれかに記載の内視鏡用光源装置。

【請求項 6】

前記第 2 光導波路が、該第 2 光導波路から出射したレーザ光の残留偏波成分が 30% 程度以下となるファイバ長を有することを特徴とする請求項 5 に記載の内視鏡用光源装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は内視鏡に使用される光源装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、内視鏡の光源装置においては、キセノンランプやハロゲンランプ等を使用し、この光をガラス製のライトガイドを導波させていた。また、回転するフィルタを介して、これらの光から所望の波長を選択し、波長による視認性の差を利用した光源装置も存在する。近年では、内視鏡を使用した生体観察において、生体組織に所定波長領域の励起光としてのレーザ光を照射し、生体内在組織が発する蛍光を検出することにより病変組織の局在

50

、浸潤範囲を観察する方法や、多波長のレーザを照射することで、生体組織を観察する方法が知られている。そのため、内視鏡用光源装置としてレーザ光源が使用される。この内視鏡用光源装置には均一な照射光が要求されるが、レーザ光源を用いた内視鏡用光源装置においては、レーザ光の有する可干渉性により照明のムラ（以下、スペックルという）が発生することにより、照明性能が劣化する虞がある。また、蛍光観察をする場合には、強度処理等の画像処理をすることにより、取得画像の画質を著しく低下させる虞もある。

【 0 0 0 3 】

このスペックルを低減する技術として、特許文献 1 には、単一コアのマルチモード光ファイバの中間部付近を振動させることにより、スペックルを低減する技術が提案されている。また、特許文献 2 には、マルチモード光ファイバに屈曲を形成し、導波するレーザ光の位相を制御する光位相制御手段を設けることによりスペックルを低減する技術が提案されている。さらに、特許文献 3 には、レーザ光を各光ファイバ長の差がコヒーレント長以上であるマルチモード光ファイバからなる光ファイババンドルに入射させ、この光ファイババンドルの出射端からレーザ光を取り出すことにより、スペックルを低減する技術が提案されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 1 5 6 6 9 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 9 5 1 3 0 号公報

【特許文献 3】特開平 6 - 1 6 7 6 4 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、スペックルは、レーザ光の可干渉性が要因であり、特許文献 1 及び 2 に提案されている技術においては、レーザ光の可干渉性の低減が十分でない場合には、マルチモード光ファイバでの多モード間結合に変調を与えてもスペックルの低減は視認されない可能性がある。すなわち、特許文献 1 及び 2 に提案されている技術において、本願発明者は、マルチモード光ファイバを導波するレーザ光の残留偏波成分が大きいと、スペックル低減が視認されないことを見出した。本発明は、この知見に基づいてなされたものである。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 1 及び 2 に提案されている技術では、機械的駆動手段によりマルチモード光ファイバに変調を与えるため、内視鏡用光源装置の振動や耐久性の問題を考慮する必要がある。さらに、特許文献 3 に開示されている技術では、各ファイバ長の差がコヒーレント長以上であるファイババンドルの製作は困難であり、内視鏡用光源装置のコストアップになる虞がある。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記事情に鑑み、内視鏡用光源装置において、レーザ光の可干渉性を低減せると共に、機械的駆動手段を用いずに、スペックル低減を視認レベルで安価に実現することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

以上の課題を解決するために、本発明による第 1 の内視鏡用光源装置は、複数のレーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光をそれぞれ強度変調する複数の強度変調手段と、強度変調されたレーザ光源からのレーザ光を各々受けて出射端から射出する複数の第 1 光導波路とを有する、複数のレーザモジュールと、入射端が、第 1 光導波路の出射端近傍において密接するように束ねられた第 1 光導波路の光射出領域に光学的に接続され、各第 1 光導波路から射出されたレーザ光が入射する、光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第 2 光導波路と、白色光源と、この白色光源からの白色光を導波させる第 3 光導波路とを備え、第 2 光導波路と第 3 光導波路の各出射端を内視鏡照明部に位置せしめてなることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明による第2の内視鏡用光源装置は、単一のレーザ光源と、このレーザ光源からのレーザ光を強度変調する単一の強度変調手段と、強度変調されたレーザ光源からのレーザ光を各々受けて出射端から射出する複数の第1光導波路とを有する、単一のレーザモジュールと、入射端が、第1光導波路の出射端近傍において密接するように束ねられた第1光導波路の光射出領域に光学的に接続され、各第1光導波路から射出されたレーザ光が入射する、光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第2光導波路と、白色光源と、この白色光源からの白色光を導波させる第3光導波路とを備え、第2光導波路と第3光導波路の各出射端を内視鏡照明部に位置せしめてなることを特徴とする。

【0009】

ここで、第1及び第2の内視鏡用光源装置における「密接するように束ねられた第1光導波路」とは、出射端が同一平面を形成するように、且つ該平面において各第1光導波路が他の第1光導波路との隙間が最小となるように配列させた第1光導波路を意味するものである。上記「光射出領域」とは、前述の配列された各第1光導波路におけるレーザ光が射出される領域を意味するものである。上記「内視鏡照明部」とは、体腔内に挿入する内視鏡の挿入部の先端近傍で、被検体に内視鏡用光源装置からの光を照射する部分を意味するものである。

10

【0010】

また、本発明の第1の内視鏡用光源装置においては、強度変調手段が位相制御手段を有していてもよい。

【0011】

また、本発明の内視鏡用光源装置においては、第2光導波路が、この第2光導波路の入射端における光軸が光射出領域の中心軸とオフセットした位置で、束ねられた第1光導波路と接続され、このオフセット位置での光射出領域が、第2光導波路の入射端でのコア内に位置するようにしてもよい。

20

【0012】

ここで、「光軸」とは、導波路の長手方向に延びるコア中心の軸を意味するものである。上記「光射出領域の中心軸」とは、第1光導波路の各光軸に対して平行で、各光軸同士において中心に位置する軸を意味するものであるが、厳密な中心に限定されず、中心位置近傍をも含むものである。上記「オフセットした位置」とは、中心軸と第2光導波路との光軸が略平行であって、各軸の略垂直な面において光射出領域の中軸と第2光導波路の光軸が一定の距離を有した位置であることを意味するものである。上記「コア内に位置」とは、光射出領域を第2光導波路の入射端のコアに投影した場合に、投影された光射出領域が第2光導波路の入射端のコアの内部に含まれる位置にあることを意味するものである。

30

【0013】

また、本発明の内視鏡用光源装置において、第1光導波路が光ファイバであって、この光ファイバのコア径が $60\mu\text{m}$ であり、第2光導波路がマルチモード光ファイバであって、このマルチモード光ファイバのコア径が、 $205\mu\text{m}$ 、 $230\mu\text{m}$ のいずれかであってもよい。さらに、第2光導波路は、この第2光導波路から射出したレーザ光の残留偏波成分が30%程度以下となるファイバ長を有するものであってもよい。

40

【発明の効果】

【0014】

本発明の第1の内視鏡用光源装置によれば、複数のレーザ光源からのレーザ光を強度変調する複数の強度変調手段を有しているため、機械的手段を用いずに変調を与えることが可能であると共に、複数の第1光導波路が予め強度変調された各レーザ光を受けて、各出射端近傍で密接するように束ねられて形成された光射出領域から射出し、この光射出領域と光学的に接続された、この光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第2光導波路を導波することで、各レーザ光の残留偏波成分が小さくなり、可干渉性が低減された状態で第2光導波路の出射端において各レーザ光のスペックルパターンが重畳され、出射端でのレーザ光のスペックル低減が視認できる。

50

【0015】

本発明の第２の内視鏡用光源装置によれば、単一のレーザ光源からのレーザ光を強度変調する単一の強度変調手段を有しているため、機械的手段を用いずに変調を与えることが可能であると共に、複数の第１導波路が予め強度変調された単一のレーザ光を受けて、各出射端近傍で密接するように束ねられて形成された光射出領域から射出し、この光射出領域と光学的に接続された、この光射出領域よりも大きいコアを有する単一の第２光導波路を導波することで、各レーザ光の残留偏波成分が小さくなり、可干渉性が低減された状態で第２光導波路の出射端において各レーザ光のスペックルパターンが重畳され、出射端でのレーザ光のスペックル低減が視認できる。

【００１６】

なお、本発明の第１の内視鏡用光源装置によれば、強度変調手段が位相制御手段を有する場合には、強度変調された各レーザ光の位相制御が可能であり、出射端からの視認レベルでスペックル低減されたレーザ光の光強度を平均化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

以下、本発明の内視鏡用光源装置の第１の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図１は、第１の実施形態である内視鏡用光源装置の概略構成図である。第１の実施形態において、内視鏡用光源装置１は、図１に示すように、４台のレーザモジュール２ａ乃至２ｄと、このレーザモジュール２ａ乃至２ｄが有する光ファイバ３ａ乃至３ｄの出射端３ｅ乃至３ｈの近傍を束ね、光コネクタ４を介して光学的に接続されるマルチモード光ファイバ５と、白色光源２０と、この白色光源２０からの白色光ＷＬを導波させるライトガイド２１とから構成される。ここで、光ファイバ３ａ乃至３ｄ及びマルチモード光ファイバ５は石英製ガラスファイバであり、従来のガラス製ライトガイドを導波させるよりも低損失となる。

【００１８】

内視鏡３０は、体腔内Ｂに挿入される挿入部３１と、該挿入部３１を走査する操作部３２と、ユニバーサルケーブル３３により構成されている。マルチモード光ファイバ５及びライトガイド２１は内視鏡３０の内部をユニバーサルケーブル３３、操作部３２、挿入部３１の先端近傍の内視鏡照明部３１ａまで挿通し、照明レンズ３４を介して、体腔内Ｂに向けて、出射端５ｃからレーザ光Ｌ５及び出射端２１ａから白色光ＷＬを照射させる。また、内視鏡光源装置１は、本実施形態において、一例として４台のレーザモジュールを有する構成として説明するが、これに限定されるものではなく、複数のレーザモジュールを有する構成であればよい。

【００１９】

次に、レーザモジュール２ａ乃至２ｄについて説明する。このレーザモジュール２ａ乃至２ｄは、変調信号Ｍｓを発生する信号発生器６ａ乃至６ｄと、この変調信号Ｍｓが入力されるレーザドライバ７ａ乃至７ｄと、該レーザドライバ７ａ乃至７ｄからの駆動電流Ｉｄにより駆動されるレーザ光源８ａ乃至８ｄと、このレーザ光源８ａ乃至８ｄからのレーザ光Ｌを集光させて光ファイバ３ａ乃至３ｄに入射させる集光光学系９ａ乃至９ｄとを備えている。

【００２０】

信号発生器６ａ乃至６ｄは、前述したように、所望の電圧出力の変調信号Ｍｓを発生させることが可能であり、具体的には、ＣＣＤを使用してのスペックル低減の観察においては、フレームレート以上の１０Ｈｚ程度でものよいが、１０ＭＨｚ以上の正弦波、矩形波等をも発生することが可能である。すなわち、各種ランプの光から所望の波長を選択する場合の様にフィルタの回転速度の制限がないため、変調スピードを上げることが可能である。各変調信号Ｍｓは、本実施形態において、一例として１Ｖ_{p-p}、１ＫＨｚの正弦波として説明するが、これに限定されるものではない。ここで、信号発生器６ａ乃至６ｄは、位相制御手段６ｅ乃至６ｈを有することにより、各変調信号Ｍｓの位相差が等間隔となるように調整することも可能である。位相制御手段６ｅ乃至６ｈは、本実施形態において、一例として４台の信号発生器６ａ乃至６ｄの各変調信号Ｍｓの位相差が９０度となるよ

10

20

30

40

50

うに制御するものとするが、これに限定されるものではない。

【 0 0 2 1 】

レーザドライバ 7 a 乃至 7 d は、信号発生器 6 a 乃至 6 d からの変調信号 M s を電圧 / 電流変換すると共に、ゲイン調整を行うものである。ここで、レーザ光源 8 a 乃至 8 d には、後述するように、閾値電流 I t h が存在し、この閾値電流 I t h よりも小さい電流が供給されても、レーザ光源 8 a 乃至 8 d はレーザ光 L 1 乃至 L 4 を射出しない。そのため、レーザドライバ 7 a 乃至 7 d は、バイアス電流 I b をレーザ光源 8 a 乃至 8 d に供給すると共に、このバイアス電流 I b に信号発生器 6 a 乃至 6 d からの変調信号 M s に応じた電流を重畳させて、この電流を駆動電流 I d としてレーザ光源 8 a 乃至 8 d に供給する。

【 0 0 2 2 】

レーザ光源 8 a 乃至 8 d は、図示しないレーザパッケージを内蔵し、駆動電流 I d が閾値電流 I t h を越えた場合に、駆動電流 I d の大きさに応じて光強度 P を有するレーザ光 L 1 乃至 L 4 を射出するものである。図 2 は、レーザモジュールからのレーザ光の光強度と駆動電流との相関図である。図 2 に示すように、駆動電流 I d の t 1 ~ t 7 の変動に応じて、レーザ光 L の光強度 P が t 1 ~ t 7 と強度変調される。ここで、強度変調されたレーザ光 L の光強度 P の最大値と最小値との比を変調度とする。レーザ光源 8 a 乃至 8 d は、本実施形態においては、一例として波長 4 0 5 n m 、 1 0 0 m W のレーザ光 L 1 乃至 L 4 を射出するが、これに限定されるものではない。

【 0 0 2 3 】

光ファイバ 3 a 乃至 3 d は、レーザ光源 8 a 乃至 8 d の強度変調されたレーザ光 L 1 乃至 L 4 が集光光学系 9 a 乃至 9 d により集光されて入射され、該レーザ光 L 1 乃至 L 4 を導波するものである。光ファイバ 3 a 乃至 3 d は、一例としてコア径 6 0 μ m 、外形 8 0 μ m 、ファイバ長が 1 m の 4 本のマルチモード光ファイバとしても良いが、これに限定されるものではない。すなわち、後述するマルチモード光ファイバ 5 に接続される場合にあっては、光ファイバ 3 a 乃至 3 d は、光源ユニット 7 a 乃至 7 d からレーザ光 L 1 乃至 L 4 を導波させるものであればよく、コア径が 1 0 μ m 程度のシングルモード光ファイバであってもよい。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の内視鏡用光源装置 1 に使用されるマルチモード光ファイバ 5 について説明する。本発明者は、図 3 に示すような測定系 1 0 を使用して、6 0 μ m 、 2 0 5 μ m 、 2 3 0 μ m の三種類のコア径を有するマルチモード光ファイバ 5 から射出したレーザ光 L 1 の残留偏波成分 R P とファイバ長 L E との相関を測定した。

【 0 0 2 5 】

測定系 1 0 は、光ファイバ 3 a の代わりに前述のマルチモード光ファイバ 5 を有するレーザモジュール 2 a 、マルチモード光ファイバからのレーザ光 L 1 を平行光にする出力側レンズ 1 1 、偏光子 1 2 、パワーメータ 1 3 から構成される。図 3 において、内視鏡用光源装置 1 と同一の部位には同一の番号を付し、その説明は省略する。なお、図 3 においては、レーザモジュール 2 a の信号発生器 6 a 及びレーザドライバ 7 a は省略している。

【 0 0 2 6 】

残留偏波成分 R P の測定は、レーザモジュール 3 a から出射したレーザ光 L 1 が、前述のマルチモード光ファイバ 5 に入射され、導波された光 L 1 が出力側レンズ 1 1 を介して偏光子 1 2 に入射する。偏光子 1 2 通過後のレーザ光 L 1 のパワーを測定し、図 3 に示すように、マルチモード光ファイバ 5 に外乱を与えることにより、レーザ光 L 1 のパワー変動を測定する。すなわち、残留偏波成分 R P とは、残留偏波成分 R P (%) = 最小パワー / 最大パワー で定義されるものである。また、偏光子 1 2 を除き、パワーメータ 1 3 の代わりに偏波アナライザを使用することで、レーザ光 L 1 の可干渉性を偏光度 (D O P Degree of polarization) を測定することにより、精度よく測定することも可能である。

【 0 0 2 7 】

ここで、偏光度 D O P とは、
$$D O P = (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2)^{0.5} / S_0$$

10

20

30

40

50

で定義されるものであり、 S_0 は全光パワー、 S_1 は直線偏波成分、 S_2 は傾き成分、 S_3 は円偏波成分を示すものである。

【0028】

図4は、測定系10による、前述した三種類のコア径を有するマルチモード光ファイバ5から射出されたレーザ光Lの残留偏波成分RPとファイバ長LEとの相関を示す図である。図4に示すように、コア径60 μ m、ファイバ長LE1m(図中ポイントA)では、マルチモード光ファイバ5から射出されたレーザ光L1の残留偏波成分は、48%程度であり、コア径60 μ m、ファイバ長LE6m(図中ポイントB)およびコア径205 μ m、ファイバ長LE3m(図中ポイントC)においては、マルチモード光ファイバ5から射出されたレーザ光L1の残留偏波成分は、13%程度となる。

10

【0029】

次に、前述の図中ポイントA乃至Cにおけるコア径およびファイバ長LEを有するマルチモード光ファイバ5の曲げ部分に振動を与えた場合の近視野像NFP(Near Field Pattern)について説明する。ここで、近視野像NFPは、内視鏡用光源装置1のマルチモード光ファイバ5の出射端5cにNFP測定系を接続することにより観測した。

【0030】

図4においては、図中ポイントA乃至Cでのコア径およびファイバ長LEを有するマルチモード光ファイバ5を使用した場合の近視野像NFPをも示している。この図4が示すように、残留偏波成分RPが48%程度(図中ポイントA)の場合は、振動を与えることによる、近視野像NFPでのスペックル低減は、視認レベルでの確認は困難であるが、残留偏波成分RPが13%程度(図中ポイントBおよびC)の場合は、振動を与えることによる、近視野像NFPのスペックル低減は視認レベルとなる。なお、ポイントBおよびCにおける近視野像NFPが、左図が振動前、右図が振動中の近視野像NFPを示している。

20

【0031】

本発明者は、前述の方法により、60 μ m、205 μ m、230 μ mの三種類のコア径を有するマルチモード光ファイバ5の近視野像NFPの観測を繰り返した結果、マルチモード光ファイバ5が、このマルチモード光ファイバ5から射出されるレーザ光L1の残留偏波成分RPを30%程度以下となるファイバ長LEを有する場合には、外乱を与えることによるスペックル低減は視認レベルとなることを見出した。ここで、前述のとおり、残留偏波成分RPが15%程度以下の場合には、近視野像NFPのスペックル低減は十分な視認レベルであり、この残留偏波成分RPがさらに小さい場合には、より高感度、高密度のCCD等の撮影素子を用いての近視野像NFPの観察においてもスペックル低減は視認レベルとなる。

30

【0032】

また、マルチモード光ファイバ5の、ファイバ長LEが長い程、コア径が大きい程、並びに曲げ部の曲げ径が小さい程、スペックル低減の視認が容易であることを見出した。さらに、マルチモード光ファイバから射出したレーザ光Lの残留偏波成分RPが小さい程、与える振動の振幅が小さくてもよいことを見出した。これは、近視野像NFPの横モードに対して変調を与える場合において、横モードがモード変調およびモード間結合を生じやすい形態、すなわち、残留偏波成分RPが小さい程、マルチモード光ファイバ5の、ファイバ長LEが長い程、コア径が大きい程、曲げ部の曲げ径が小さい程、スペックル低減に効果があることを示している。

40

【0033】

したがって、本発明のマルチモード光ファイバ5は、このマルチモード光ファイバ5から射出されたレーザ光Lの残留偏波成分RPが、30%程度以下、望ましくは15%程度以下となるようなコア径およびファイバ長LEを有するマルチモード光ファイバ5である。すなわち、マルチモード光ファイバ5は、一例としてコア径205 μ m、外形250 μ m、ファイバ長3mのマルチモード光ファイバとしてもよいが、これに限定されるものではない。

50

【 0 0 3 4 】

次に、光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続について説明する。前述したように、各光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 とは光コネクタ 4 を介して着脱自在に光学的に接続される。図 5 は、光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続面での断面図である。図 6 は、光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続面近傍の側断面図である。図 6 においては、光ファイバ 3 a 乃至 3 d を図 5 の矢印 A 方向、マルチモード光ファイバ 5 を図 5 の矢印 B 方向からの断面を用いて接続状態を示している。図 5 及び図 6 においては、光ファイバ 3 a 乃至 3 d をコア径 $60\text{ }\mu\text{m}$ 、外形 $80\text{ }\mu\text{m}$ の 4 本のマルチモード光ファイバ、マルチモード光ファイバ 5 をコア径 $205\text{ }\mu\text{m}$ 、外形 $250\text{ }\mu\text{m}$ としている。

10

【 0 0 3 5 】

光ファイバ 3 a 乃至 3 d は、図 5 の左図が示すように、光軸 L P 1 乃至 L P 4 が平行であって、各出射端が同一平面となり、且つ各隙間が最小となるように配列し、光コネクタ 4 のファイバ固定穴 4 a に挿入し、接着剤等により固定されてファイババンドル部 1 4 が形成されている。接着剤は、使用するレーザ光源 8 a 乃至 8 d に合わせた耐熱温度を有するものが好ましい。このファイババンドル部 1 4 は、光ファイバ 3 a 乃至 3 d のコア 3 i 乃至 3 l からの光が射出される光射出領域 1 5 と、この光射出領域 1 5 の中心位置に、光軸 L P 1 乃至 L P 4 と平行な中心軸 1 5 a を形成する。また、この光射出領域 1 5 は研磨加工が施されている。なお、その端面形状は、接続損失が少なくなる形状であれば特に制限されず、半球面状や平面状等が挙げられる。ファイババンドル部 1 4 は、本実施形態において、4 本の光ファイバ 3 a 乃至 3 d を各光軸 L P 1 乃至 L P 4 が正方形を構成するように配列し、熱硬化性のエポキシ樹脂により、径 $200\text{ }\mu\text{m}$ のファイバ固定穴 4 a に固定されて形成される。

20

【 0 0 3 6 】

マルチモード光ファイバ 5 は、ファイババンドル部 1 4 と同様に、図 5 の右図が示すように、入射端 5 a を光コネクタ 4 のファイバ固定穴 4 b に挿入されて接着剤等を用いて固定される。マルチモード光ファイバ 5 は、本実施形態において、熱硬化性のエポキシ樹脂により、径 $250\text{ }\mu\text{m}$ のファイバ固定穴 4 b に固定される。

【 0 0 3 7 】

ファイババンドル部 1 4 とマルチモード光ファイバ 5 との接続においては、ファイババンドル部 1 4 の光射出領域 1 5 がマルチモード光ファイバ 5 のコア 5 b 内となるように接続する。すなわち、損失を防止するため、光射出領域 1 5 をマルチモード光ファイバ 5 の入射端 5 a に投影した場合に、光射出領域 1 5 がコア 5 b の内部となるように接続するものである。また、本実施形態においては、図 6 の示すように、ファイババンドル部 1 4 の光射出領域 1 5 の中心軸 1 5 a と、マルチモード光ファイバ 5 の光軸 L P 5 とが同軸となるように配列されている。

30

【 0 0 3 8 】

次に、光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続の他の実施形態について説明する。図 7 は、他の実施形態での光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続面における断面図である。図 8 は、他の実施形態での光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 との接続面近傍の側断面図である。また、図 7 及び図 8 においては、光ファイバ 3 a 乃至 3 d をコア径 $60\text{ }\mu\text{m}$ 、外形 $80\text{ }\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバ、マルチモード光ファイバ 5 をコア径 $230\text{ }\mu\text{m}$ 、外形 $250\text{ }\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバとしている。なお、図 7 及び図 8 において、図 5 及び図 6 と同一の部位には同一の番号及び符号を付し、その説明は省略する。

40

【 0 0 3 9 】

光ファイバ 3 a 乃至 3 d とマルチモード光ファイバ 5 とは、他の実施形態において、図 7 及び図 8 が示すように、光射出領域 1 5 の中心軸 1 5 a とマルチモード光ファイバ 5 の光軸 L P 5 とがオフセットした状態で接続するものである。すなわち、中心軸 1 5 a と光軸 L P 5 とが平行であって、所定の距離を有する状態で接続される。これにより、光射出

50

領域 15 からの強度変調されたレーザ光 L1 乃至 L4 が、マルチモード光ファイバ 5 内において、光路長差を有して導波することになり、マルチモード光ファイバ 5 から射出されるレーザ光 L5 の残留偏波成分 RP が低減される。具体的には、一例として光ファイバ 3a 乃至 3d 側の光コネクタのファイバ固定孔 4a を径 220 μm としてファイババンドル部 14 を形成することが可能である。また、オフセットした位置での接続であっても、図 6 の示すように、光射出領域 15 は、マルチモード光ファイバ 5 のコア 5b 内部となるように接続されるものである。

【0040】

なお、本実施形態においては、光ファイバ 3a 乃至 3d とマルチモード光ファイバ 5 とは光コネクタ 4 を介して接続されるが、これに限定されるものではない。融着により固定することも可能である。

10

【0041】

次に、内視鏡用光源装置 1 の第 1 の実施形態の作用について説明する。信号発生器 6a 乃至 6d から各変調信号 Ms がレーザドライバ 7a 乃至 7d に入力されると、レーザドライバ 7a 乃至 7d は、バイアス電流 Ib に、この変調信号 Ms を重畳させて変調した駆動電流 Id をレーザ光源 8a 乃至 8d に出力する。

【0042】

レーザ光源 8a 乃至 8d は、駆動電流 Id が閾値電流 Ith を越えた場合に、駆動電流 Id の電流量に基づいて光強度 P が変調されたレーザ光 L1 乃至 L4 を出射する。この強度変調されたレーザ光 L1 乃至 L4 は、光ファイバ 3a 乃至 3d を導波し、ファイババンドル部 14 から光コネクタ 4 を介してマルチモード光ファイバ 5 に入射される。

20

【0043】

マルチモード光ファイバ 5 に入射された強度変調されたレーザ光 L1 乃至 L4 は、マルチモード光ファイバ 5 を導波することにより残留偏波成分 RP が低減され、レーザ光 L1 乃至 L4 の有する各スペックルパターンが密な状態となって出射端 5c において、強度変調されたレーザ光 L1 乃至 L4 のスペックルパターンが重畳されたレーザ光 L5 が射出される。

【0044】

また、位相制御手段 6e 乃至 6h により各変調信号 Ms の位相差が等間隔となるように制御することで、図 9 の示すように、レーザモジュール 2a 乃至 2d からのレーザ光 L1 乃至 L4 の光強度の位相差が等間隔となり、レーザ光 L5 はレーザ光 L1 乃至 L4 の光強度 P が平均化する。なお、レーザ光 L5 は、レーザ光 L1 乃至 L4 が重畳されたものであり、各種ランプの光から所望の波長を選択する場合の様に光の一部を使用するのではないため、光強度 P の低減が少なくなる。

30

【0045】

次に、本発明の内視鏡用光源装置の第 2 の実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、第 1 の実施形態と同じ部位について、同じ番号を付し、その説明は省略する。図 10 は、本発明の第 2 の実施形態である内視鏡用光源装置の概略構成図である。第 2 の実施形態において、内視鏡用光源装置 1 は、図 10 に示すように、1 台のレーザモジュール 2a と、このレーザモジュール 2a が有する 4 本の光ファイバ 3a 乃至 3d と、この光ファイバ 3a 乃至 3d の出射端 3e 乃至 3h の近傍を束ね、光コネクタ 4 を介して光学的に接続されるマルチモード光ファイバ 5 と、白色光源 21 と、この白色光源 21 からの白色光 WL を導波させるライトガイド 21 から構成される。すなわち、1 台のレーザモジュール 2a からのレーザ光 L1 を 4 本の光ファイバ 3a 乃至 3d で受け、レーザ光 L1 を分波し、出射端 3e 乃至 3h において合波している点においてのみ相違する。また、第 2 の実施形態において、4 本の光ファイバ 3a 乃至 3d を使用しているが、複数本の光ファイバを使用すればよく、これに限定されるものではない。また、第 2 の実施形態において信号発生器 6a は、位相変調手段 6e を必ずしも有する必要はない。また、光ファイバ 3a 乃至 3d とマルチモード光ファイバ 5 との接続についても、第 1 の実施形態と同一でありその説明を省略する。

40

50

【 0 0 4 6 】

第 2 の実施形態においては、第 1 の実施形態と同様に、光強度 P が変調されたレーザ光 L_1 が、分波されて光ファイバ 3 a 乃至 3 d を導波し、ファイババンドル部 1 4 から光コネクタ 4 を介して、分波された各レーザ光 L_1 がマルチモード光ファイバ 5 に入射される。マルチモード光ファイバ 5 に入射された強度変調され、分波された各レーザ光 L_1 は、マルチモード光ファイバ 5 を導波することにより残留偏波成分 RP が低減され、分波された各レーザ光 L_1 の有するスペックルパターンが密な状態となって出射端 5 c において、強度変調され、分波された各レーザ光 L_1 のスペックルパターンが重畳されたレーザ光 L_5 が射出される。その他の作用は、第 1 の実施形態と同様であり、その説明は省略する。

【 0 0 4 7 】

図 1 1 は、内視鏡用光源装置 1 の第 1 の実施形態のスペックル低減の実験結果を示す図である。図 1 1 の左図は、強度変調前のレーザ光 L_5 のマルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c での近視野像 NFP 、図 1 1 の右図は、強度変調されたレーザ光 L_5 のマルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c での近視野像 NFP を示す図である。

【 0 0 4 8 】

本実験においては、光ファイバ 3 a 乃至 3 d として、コア径 $60\mu m$ 、外形 $80\mu m$ 、ファイバ長 $1m$ の 4 本の光ファイバ 3 a 乃至 3 d によりファイババンドル部 1 4 を形成し、コネクタ 4 を介して、コア径 $205\mu m$ 、外形 $250\mu m$ のマルチモード光ファイバ 5 に接続している。また、信号発生器 6 a 乃至 6 d からの変調信号 Ms としては、前述したように、 $1Vp-p$ 、 $1KHz$ の正弦波を使用し、変調度は 50% である。図 1 1 の右図が示すように、マルチモード光ファイバ 5 を導波することで、レーザ光 L_1 乃至 L_4 の残留偏波成分 RP が小さくなり、マルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c でのスペックルパターンが密になり、強度変調の影響が大きくなる。すなわち、残留偏波成分 RP が小さくなると、マルチモード光ファイバ 5 の導波後において、スペックルパターンピッチが細くなり、レーザ光 L_1 乃至 L_4 の可干渉距離が小さくなることで、強度変調の影響が大きくなりスペックル低減が視認できることが本実験において確認された。

【 0 0 4 9 】

本発明の第 1 の実施形態は、レーザモジュール 2 a 乃至 2 d からのレーザ光 L_1 乃至 L_4 がマルチモード光ファイバ 5 に入射し、このマルチモード光ファイバ 5 での多モード間結合及びモード変調により、マルチモード光ファイバ 5 を導波後のレーザ光 L_1 乃至 L_4 の残留偏波成分 RP が低減し、スペックルパターンが密となり可干渉距離が短くなることで、レーザ光 L_1 乃至 L_4 の可干渉性が十分に低減される。この密となったスペックルパターンが内視鏡照明部 2 1 a に配置されたマルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c において重畳し、スペックルパターンが均一化された状態において、各スペックルパターンが強度変調されることにより、レーザ光 L_5 の近視野像 NFP でのスペックル低減が視認できる。

【 0 0 5 0 】

本発明の第 2 の実施形態は、レーザモジュール 2 a からのレーザ光 L_1 を 4 本の光ファイバ 3 a 乃至 3 d で分波し、この分波されたレーザ光 L_1 がマルチモード光ファイバ 5 に入射し、このマルチモード光ファイバ 5 での多モード間結合及びモード変調により、マルチモード光ファイバ 5 を導波後のレーザ光 L_1 の残留偏波成分 RP が低減し、スペックルパターンが密となり可干渉距離が短くなることで、分波されたレーザ光 L_1 の可干渉性が十分に低減される。この密となったスペックルパターンが内視鏡照明部 2 1 a に配置されたマルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c において重畳し、スペックルパターンが均一化された状態において、各スペックルパターンが強度変調されることにより、レーザ光 L_5 の近視野像 NFP でのスペックル低減が視認できる。

【 0 0 5 1 】

また、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態は、信号発生器の各変調信号 Ms をレーザドライバにおいて、バイアス電流 Ib と重畳し、この変調された駆動電流 Id により、レーザ光源から変調されたレーザ光が射出されるため、変調手段に機械的駆動手段が使用してお

10

20

30

40

50

らず、内視鏡用光源装置 1 での振動や、耐久性の問題を考慮する必要性が少ない。

【 0 0 5 2 】

また、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態は、各ファイバ長 L_E の差がコヒーレント長以上であるファイババンドルも使用していないため、製作が容易であり、コストアップの問題も生じない。

【 0 0 5 3 】

また、本発明の第 1 の実施形態は、位相制御手段 6 e 乃至 6 h を有することで、マルチモード光ファイバ 5 の出射端 5 c から出射されるレーザ光 L_5 が、レーザ光 L_1 乃至 L_4 の各光強度 P の位相差が等間隔となった状態で重畳されることにより、レーザ光 L_5 の光強度 P が平均化できる。

10

【 0 0 5 4 】

なお、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態でのレーザ光 L_5 は、励起光としての蛍光観察用途、多波長での生体組織を観察用途にも使用できるものである。

【 0 0 5 5 】

したがって、本発明の内視鏡用光源装置 1 は、レーザ光の可干渉性を低減させると共に、機械的駆動手段を用いずに、スペックル低減を視認レベルで安価に実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 6 】

【図 1】本発明の内視鏡用光源装置の第 1 の実施形態の概略構成図

20

【図 2】レーザ光の光強度と駆動電流との相関図

【図 3】レーザ光の残留偏波成分の測定系の概略構成図

【図 4】レーザ光の残留偏波成分とマルチモード光ファイバのファイバ長との相関図

【図 5】各光ファイバとマルチモード光ファイバとの接続面での断面図

【図 6】各光ファイバとマルチモード光ファイバとの接続面近傍での側断面図

【図 7】他の実施形態での各光ファイバとマルチモード光ファイバとの接続面での断面図

【図 8】他の実施形態での各光ファイバとマルチモード光ファイバとの接続面近傍での側断面図

【図 9】各レーザ光及びマルチモード光ファイバ 5 から射出するレーザ光の光強度を示す図

30

【図 10】本発明の内視鏡用光源装置の第 2 の実施形態の概略構成図

【図 11】本発明のスペックル低減の実験結果を示す図

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

L_1 、 L_2 、 L_3 、 L_4 、 L_5 レーザ光

LP_1 、 LP_2 、 LP_3 、 LP_4 、 LP_5 光軸

RP 残留偏波成分

LE ファイバ長

WL 白色光

1 内視鏡用光源装置

40

2 a、2 b、2 c、2 d レーザモジュール

3 a、3 b、3 c、3 d 第 1 光導波路、光ファイバ

3 e、3 f、3 g、3 h 出射端部

3 i、3 j、3 k、3 l コア

5 第 2 光導波路、マルチモード光ファイバ

5 a 入射端

5 b コア

5 c 出射端

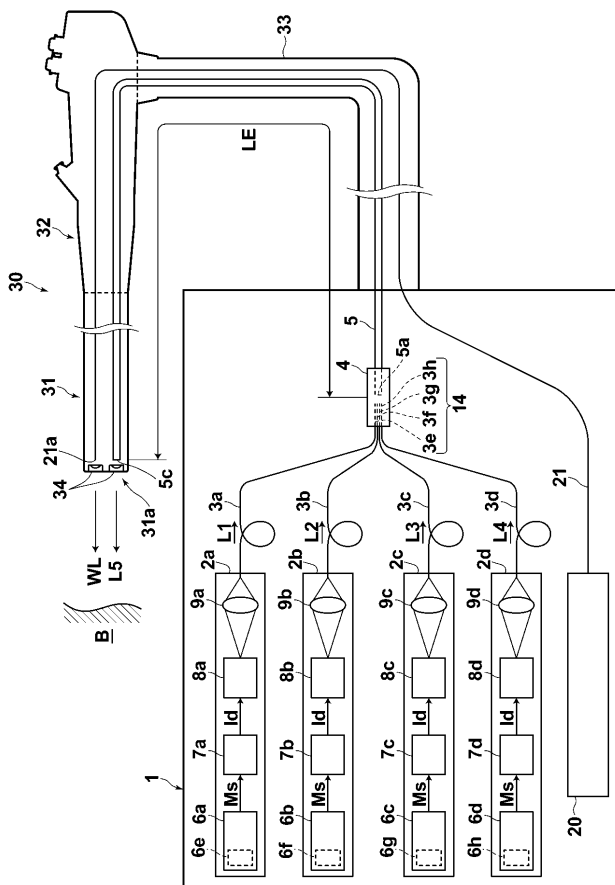
6 a、6 b、6 c、6 d 強度変調手段、信号発生器

6 e、6 f、6 g、6 h 位相制御手段

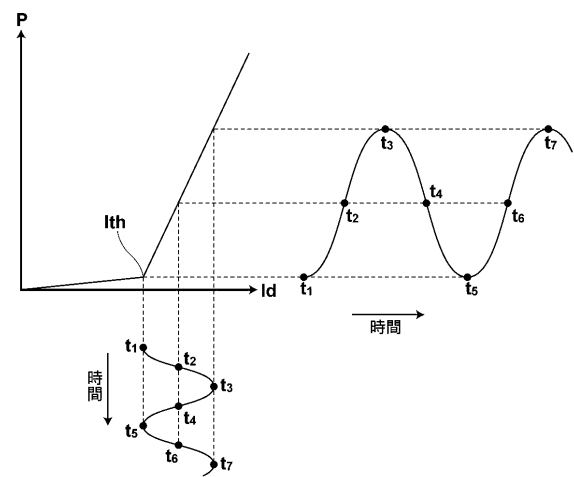
50

8 a、8 b、8 c、8 d レーザ光源
 15 光射出領域
 15 a 中心軸
 20 白色光源
 21 第3光導波路
 21 a 出射端
 31 a 内視鏡照明部

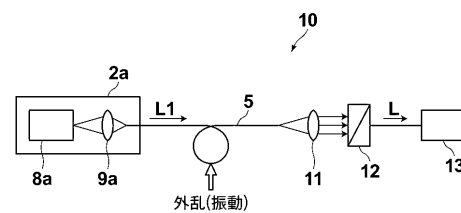
【図1】



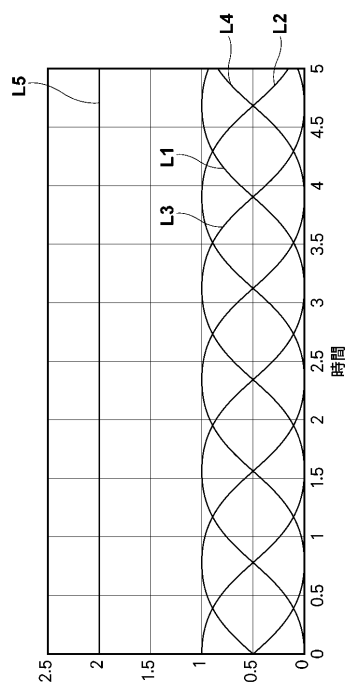
【図2】



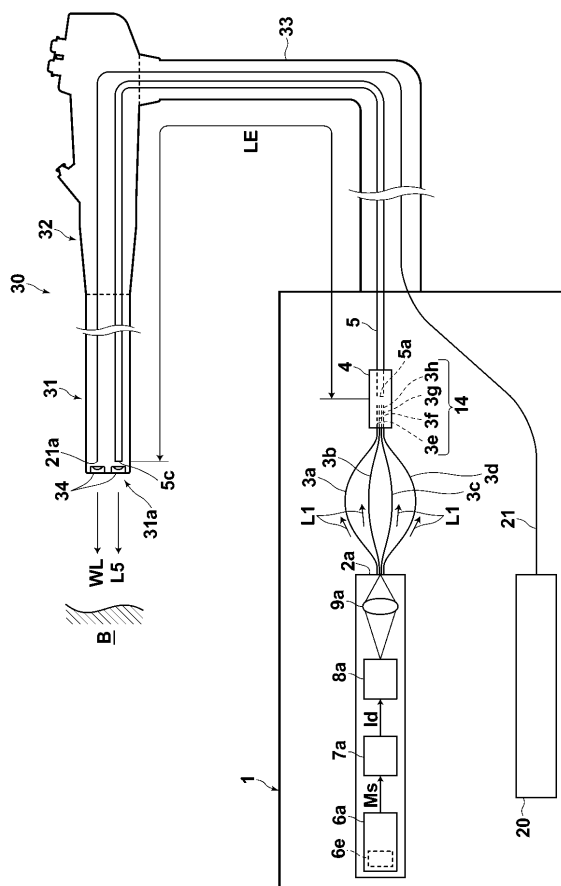
【図3】



【 図 9 】

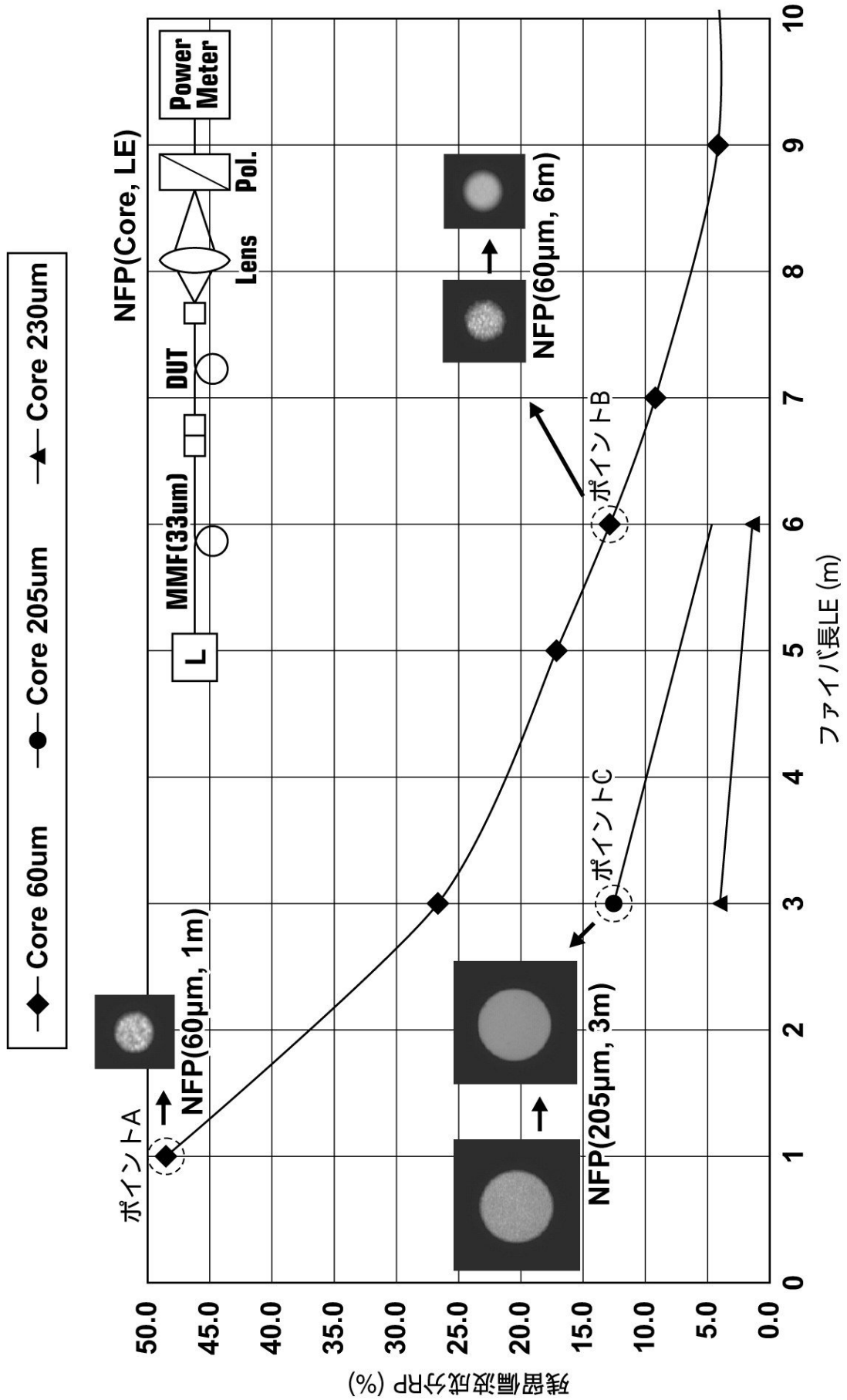


【 図 1 0 】



【図 4】

残留偏波成分RPとファイバ長LEの相関



【図 1 1】



专利名称(译)	内视镜用光源装置		
公开(公告)号	JP2009240560A	公开(公告)日	2009-10-22
申请号	JP2008091242	申请日	2008-03-31
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	下津臣一		
发明人	下津 臣一		
IPC分类号	A61B1/06 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/06.A G02B23/26.B A61B1/06.610 A61B1/07.730 A61B1/07.731 A61B1/07.732		
F-TERM分类号	2H040/BA08 2H040/BA11 2H040/CA04 2H040/CA07 2H040/CA11 2H040/CA13 4C061/GG01 4C061/NN01 4C061/QQ02 4C061/QQ07 4C061/QQ09 4C061/RR02 4C061/RR26 4C161/GG01 4C161/NN01 4C161/QQ02 4C161/QQ07 4C161/QQ09 4C161/RR02 4C161/RR26		
代理人(译)	佐久间刚 东圭一		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种用于内窥镜的光源装置，其中减少了激光的相干性并且在没有任何机械装置的情况下以低成本明显地减少了斑点。解决方案：内窥镜1的光源装置包括：激光模块2a-2d，具有激光光源8a-8d，强度调制装置6a-6d，以及第一光波导3a-3d，其辐射强度调制激光L1-L4；第二光波导5；白光源20；第三光波导21用于引导白光WL，其中第一光波导3a-3d的光出射端部3e-3h紧密地聚束，使得激光L1-L4可以从光辐射区域15辐射。第二光波导5光学连接到光辐射区域15，以引导激光L1-L4。第二光波导5和第三光波导21的光出射端部5c和21a设置在内窥镜照射部分31a上。第二光波导5的芯5b应大于光辐射区域15

