

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5305946号
(P5305946)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013.10.2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013.7.5)

| | | | | | |
|------------------|------------------|-----------|-----|--|---|
| (51) Int.Cl. | F 1 | | | | |
| G02B 6/04 | (2006.01) | G02B 6/04 | | | A |
| G02B 6/00 | (2006.01) | G02B 6/00 | 331 | | |
| G02B 6/42 | (2006.01) | G02B 6/42 | | | |
| G02B 6/26 | (2006.01) | G02B 6/26 | | | |
| A61B 1/06 | (2006.01) | A61B 1/06 | | | A |

請求項の数 13 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2009-14942 (P2009-14942)
 (22) 出願日 平成21年1月27日(2009.1.27)
 (65) 公開番号 特開2010-175579 (P2010-175579A)
 (43) 公開日 平成22年8月12日(2010.8.12)
 審査請求日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(73) 特許権者 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 100075281
 弁理士 小林 和憲
 (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
 審査官 吉田 英一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ライトガイド及び光源装置並びに内視鏡システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

出射光の光量分布が径方向に対して略凸状になるように光を入射する複数の第1マルチモード光ファイバ、及び出射光の光量分布が径方向に対して略凹状になるように光を入射する複数の第2マルチモード光ファイバをバンドル化したバンドルファイバを備え、

前記バンドルファイバから、前記略凸状の光量分布の光と前記略凹状の光量分布の光とが重ね合わされて光量分布が均一化された光を出射することを特徴とするライトガイド。

【請求項2】

前記略凹状の光量分布の光の周辺部分の光量は、前記第2マルチモード光ファイバの入射端面に対する光の入射角度が6°以上12°以下の範囲で大きくなるほど増加することを特徴とする請求項1記載のライトガイド。

【請求項3】

前記第2マルチモード光ファイバに入射させる光の入射角度は、前記第1マルチモード光ファイバに入射させる光の入射角度よりも大きいことを特徴とする請求項1または2記載のライトガイド。

【請求項4】

前記第1マルチモード光ファイバ(受光角)に入射させる光の入射角度は0°以上 / 2 以下であり、前記第2マルチモード光ファイバ(受光角)に入射させる光の入射角度は / 2 以上 以下であることを特徴とする請求項3記載のライトガイド。

【請求項5】

前記第 1 又は第 2 マルチモード光ファイバの入射端面は、それら光軸に直交する面に対してそれぞれ傾斜しており、前記第 2 マルチモード光ファイバの入射端面の傾斜角度は、前記第 1 マルチモード光ファイバの入射端面の傾斜角度よりも大きいことを特徴とする請求項 1 または 2 記載のライトガイド。

【請求項 6】

前記第 1 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_1 ）の入射端面の傾斜角度は 0° 以上 $\theta_1/2$ 以下であり、前記第 2 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_2 ）の入射端面の傾斜角度は $\theta_2/2$ 以上 $\theta_2/2$ 以下であることを特徴とする請求項 5 記載のライトガイド。

【請求項 7】

複数のモードが導波可能であり、口径が第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの口径よりも大きい入射部に、前記第 1 マルチモード光ファイバの出射光と前記第 2 マルチモード光ファイバの出射光とが入射する大口径光ファイバを備えることを特徴とする請求項 1 ないし 6 いずれか 1 項記載のライトガイド。

10

【請求項 8】

前記大口径光ファイバから出射する光のスペックルを低減するスペックル低減部が、前記大口径光ファイバに設けられることを特徴とする請求項 7 記載のライトガイド。

【請求項 9】

前記第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの NA 又は前記大口径光ファイバの NA は 0.2 以上であることを特徴とする請求項 7 または 8 記載のライトガイド。

【請求項 10】

20

前記バンドルファイバのファイバ本数は 19 本以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 9 いずれか 1 項記載のライトガイド。

【請求項 11】

前記第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの径は 1 mm 以下であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 いずれか 1 項記載のライトガイド。

【請求項 12】

複数の光源と、
第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバがバンドル化されたバンドルファイバを有するライトガイドを備える内視鏡に接続された光源装置において、
出射光の光量分布が径方向に対して略凸状になるように前記第 1 マルチモード光ファイバに光を入射させる第 1 の光源と、
出射光の光量分布が径方向に対して略凹状になるように前記第 2 マルチモード光ファイバに光を入射させる第 2 の光源とを備え、
前記第 1 及び第 2 の光源からの光を前記第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバに入射させて導光させることによって、前記第 1 マルチモード光ファイバから出射する略凸状の光量分布の光と、前記第 2 マルチモード光ファイバから出射する略凹状の光量分布の光とを重ね合わせて、光量分布が均一化した光を前記バンドルファイバから出射させることを特徴とする光源装置。

30

【請求項 13】

請求項 12 記載の光源装置と、
前記光源装置からの光で照明された被検者の体腔内部を撮像する内視鏡と、
前記撮像により得られる画像を処理する画像処理装置とを備えることを特徴とする内視鏡システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエハの露光用や内視鏡の照明用などに使用されるライトガイドに関する。本発明は、そのライトガイドを搭載する光源装置及び内視鏡システムに関する。

【背景技術】

【0002】

50

複数の光ファイバを束ねたバンドルファイバや通常の光ファイバよりも口径が大きい大口径光ファイバなどの各種光ファイバは、データ信号の伝送に用いられる他に、例えば、半導体ウエハの露光装置において、半導体ウエハを露光する露光光を光出射部までガイドするための露光用ライトガイド（特許文献1参照）として用いられ、また、内視鏡の光源装置において、被検者の体腔内部を照明する照明光を内視鏡先端部まで導光する内視鏡照明用ライトガイド（特許文献2参照）として用いられている。

【0003】

特許文献1のように、光ファイバを露光用ライトガイドとして用いた場合には光量分布が不均一な光がウエハ上に当たると、所望のレジストパターンを得ることができない。また、特許文献2のように、光ファイバを内視鏡照明用のライトガイドとして用いた場合には、光量分布が不均一な光が、体腔内の光反射率の高い領域に当たったり、また、体腔内部の凹凸差が激しい領域に当たったりすると、内視鏡で得られる画像に明るい部分と暗い部分が出てしまうため、画像から病変部を容易に発見できないことがある。

10

【0004】

そこで、光量分布が均一な光を得るために、これまでは、バンドルファイバを構成する光ファイバの本数を更に増やしたりする他、特許文献1では、光ファイバの出射端面における出射光の位置や光量分布を検出し、その検出結果に応じて光ファイバに入射する光の光量分布を制御している。また、特許文献2では、光ファイバの光入射端を光軸に直交する方向に移動させることで、出射光の光量分布がファイバ径方向に均一になるようにしている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-322730号公報

【特許文献2】特開2000-199864号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1では、出射光の位置や光量分布を検出する装置や入射光の光量分布を制御する装置が必要となり、また、特許文献2では、光ファイバの入射端を移動させる機構が必要となるため、いずれの場合であっても、装置全体が大型化するとともに、光量分布の均一化のためのコストが別途必要となってしまう。

30

【0007】

また、一般的に、複数のモードを導光可能なマルチモードファイバに対して光を入射させる場合やマルチモードファイバ間を光結合する場合、光入射時や結合時の安定性を得る観点からファイバのNA以下、即ちファイバの受光角以下でレーザを入射又は結合させている。したがって、ファイバから出射する光の光量分布は、中央部の強度が周辺部よりも高くなるため、ファイバの光出射面における光量分布は均一にならない。

【0008】

本発明は、装置全体を大型化せず、またコストを別途必要とすることなく、出射光の光量分布を均一化することができるライトガイド及び光源装置並びに内視鏡システムを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明のライトガイドは、出射光の光量分布が径方向に対して略凸状になるように光を入射する複数の第1マルチモード光ファイバと、出射光の光量分布が径方向に対して略凹状になるように光を入射する複数の第2マルチモード光ファイバとがバンドル化したバンドルファイバを備え、バンドルファイバから、略凸状の光量分布の光と略凹状の光量分布の光とが重ね合わされて光量分布が均一化された光を出射することを特徴とする。

50

【 0 0 1 0 】

前記第 2 マルチモード光ファイバに入射させる光の入射角度を、前記第 1 マルチモード光ファイバに入射させる光の入射角度よりも大きくする。具体的には、前記第 1 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_1 ）に入射させる光の入射角度を 0° 以上 $\theta_1 / 2$ 以下とすることで、前記第 1 マルチモード光ファイバの出射光の光量分布を径方向に対して略凸状にする。また、前記第 2 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_2 ）に入射させる光の入射角度を $2 / \theta_2$ 以上 θ_2 以下とすることで、前記第 2 マルチモード光ファイバの出射光の光量分布を径方向に対して略凹状にする。これら出射光を重ね合わせることにより、バンドルファイバの出射端面からは光量分布がファイバ径方向に対して均一な光が放射される。例えば、第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの NA（Numerical Aperture）が 0.22 の場合、受光角 $\theta = \sin^{-1} \text{NA}$ は 12.7° 以下である。

10

【 0 0 1 1 】

前記第 1 又は第 2 マルチモード光ファイバの入射端面を、それら光軸に直交する面に対してそれぞれ傾斜させ、前記第 2 マルチモード光ファイバの入射端面の傾斜角度を、前記第 1 マルチモード光ファイバの入射端面の傾斜角度よりも大きくする。具体的には、前記第 1 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_1 ）の入射端面の傾斜角度を 0° 以上 $\theta_1 / 2$ 以下とすることで、前記第 1 マルチモード光ファイバの出射光の光量分布を径方向に対して略凸状にする。また、前記第 2 マルチモード光ファイバ（受光角 θ_2 ）の入射端面の傾斜角度を $2 / \theta_2$ 以上 θ_2 以下とすることで、前記第 2 マルチモード光ファイバの出射光の光量分布を径方向に対して略凹状にする。これら出射光を重ね合わせることにより、バンドルファイバの出射端面からは光量分布がファイバ径方向に対して均一な光が放射される。

20

【 0 0 1 2 】

略凹状の光量分布の光の周辺部分の光量は、第 2 マルチモード光ファイバの入射端面に対する光の入射角度が 6° 以上 12° 以下の範囲で大きくなるほど増加する。

【 0 0 1 3 】

複数のモードが導波可能であり、口径が第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの口径よりも大きい入射部に、第 1 マルチモード光ファイバの出射光と第 2 マルチモード光ファイバの出射光とが入射する大口径光ファイバを備えることにより、第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの出射光は大口径光ファイバで光量分布が更に均一化される。また、大口径光ファイバから出射する光のスペックルを低減するスペックル低減部が、大口径光ファイバに設けられることから、大口径光ファイバからは、干渉の無いスペックルが低減された光が発せられる。

30

【 0 0 1 4 】

前記第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの NA 又は前記大口径光ファイバの NA が 0.2 以上であることが好ましい。第 1 マルチモード光ファイバには、出射光の光量分布が凸状になるように、NA（0.2）よりもかなり小さくして光を入射させる（受光角以下）。これに対して、第 2 マルチモード光ファイバには、出射光の光量分布が凹状になるように、光ファイバの NA（0.2）付近まで近づけて光を入射させている。したがって、本発明では、光ファイバが本来有している NA を十分に利用することによって、光量分布の均一化を図っている。

40

【 0 0 1 5 】

前記バンドルファイバのファイバ本数は 19 以下であることが好ましく、原理上は 2 本以上あれば少ない本数でも均一な光量分布を得ることができる。したがって、従来のように、数 100 本もの光ファイバを用いなくとも、光量分布を均一化することができる。また、従来では、光ファイバの径は 10 mm 以上なければ光量分布の均一化は困難であったが、本発明によれば、前記第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバの径が 1 mm 以下であったとしても、光量分布を均一化することができる。

【 0 0 1 6 】

本発明の光源装置は、複数の光源と、第 1 及び第 2 マルチモード光ファイバがバンドル化されたバンドルファイバを有するライトガイドを備える内視鏡に接続された光源装置で

50

あり、出射光の光量分布が径方向に対して略凸状になるように第1マルチモード光ファイバに光を入射させる第1の光源と、出射光の光量分布が径方向に対して略凹状になるように第2マルチモード光ファイバに光を入射させる第2の光源とを備え、第1及び第2の光源からの光を第1及び第2マルチモード光ファイバに入射させて導光させることによって、第1マルチモード光ファイバから出射する略凸状の光量分布の光と、第2マルチモード光ファイバから出射する略凹状の光量分布の光とを重ね合わせて、光量分布が均一化した光をバンドルファイバから出射させることを特徴とする。

【0017】

本発明の内視鏡システムは、上記記載の本発明の光源装置と、光源装置からの光で照明された被検者の体腔内部を撮像する内視鏡と、撮像により得られる画像を処理する画像処理装置とを備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、装置全体を大型化することなく、またコストを別途必要とせず、出射光の光量分布を均一化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1実施形態の光源装置を示す概略図である。

【図2】(A)は入射角度0°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布を示すグラフであり、(B)はそのときの遠視野パターンを示す図である。

20

【図3】(A)は入射角度12°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布を示すグラフであり、(B)はそのときの遠視野パターンを示す図である。

【図4】(A)は光出射部から出射する光の光量分布を示すグラフであり、(B)はそのときの遠視野パターンを示す図である。

【図5】一定の条件を有する細径光ファイバの放射パターンを示す図であり、(A)は入射角度0°のときの細径光ファイバの出射光の放射パターン(FFP)を示す図を、(B)は入射角度12°のときの細径光ファイバの出射光の放射パターン(FFP)を示す図を、(C)は入射角度12°のときの細径光ファイバの出射光の放射パターン(NFP)を示す図を、(D)は、(A)に示す光と(B)又は(C)に示す光とを重ね合わせて出射される光の放射パターン(FFP)を示す図である。

30

【図6】本発明の内視鏡システムを示す概略図である。

【図7】本発明の第2実施形態の光源装置を示す概略図である。

【図8】本発明の第3実施形態の光源装置を示す概略図である。

【図9】入射角度6°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布(NFP)を示すグラフである。

【図10】入射角度8°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布(NFP)を示すグラフである。

【図11】入射角度10°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布(NFP)を示すグラフである。

【図12】入射角度12°のときの細径光ファイバの出射光の光量分布(NFP)を示すグラフである。

40

【発明を実施するための形態】

【0020】

図1に示すように、本発明の第1実施形態の光源装置10は、光源11~14と、集光レンズ15~18と、細径光ファイバ20~23と、ファイバ接続部27と、大口径光ファイバ28と、スペckル低減部30と、光出射部31とを備えている。細径光ファイバ20~23は、フェルル等によりバンドル化されたバンドルファイバ32とされる。このバンドルファイバ32と大口径光ファイバ28により、光源11~14が発した光を光出射部31まで導光するライドガイド33が構成される。なお、細径光ファイバの出射側の端部のみをバンドル化してもよく、細径光ファイバの略全体をバンドル化してもよい。

50

【 0 0 2 1 】

光源 1 1 , 1 2 と集光レンズ 1 5 , 1 6 とは、それぞれの光軸 L 1 , L 2 が細径光ファイバ 2 0 , 2 1 の光軸 X 1 , X 2 と一致するように、設けられている。したがって、光源 1 1 , 1 2 から発せられる光は、集光レンズ 1 5 , 1 6 を介して、入射角度 0 ° で細径光ファイバ 2 0 , 2 1 に入射する。なお、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 (受光角) に対する入射角度は 0 ° に限らず、 0 ° 以上 / 2 以下の角度であればよい。

【 0 0 2 2 】

光源 1 3 , 1 4 と集光レンズ 1 7 , 1 8 とは、それぞれの光軸 L 3 , L 4 が細径光ファイバ 2 2 , 2 3 の光軸 X 3 , X 4 に対して 1 2 ° 傾くようにして、設けられている。したがって、光源 1 3 , 1 4 から発せられる光は、集光レンズ 1 7 , 1 8 を介して、入射角度 1 2 ° で細径光ファイバ 2 2 , 2 3 に入射する。なお、細径光ファイバ 2 2 , 2 3 (受光角) に対する入射角度は 1 2 ° に限らず、 / 2 以上 以下の角度であればよい。なお、細径光ファイバの N A (Numerical Aperture) が 0 . 2 2 であるときは、 は 1 2 . 7 ° である。

10

【 0 0 2 3 】

細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 及び大口径光ファイバ 2 8 は、複数のモードが導波可能なマルチモード光ファイバから構成される。大口径光ファイバ 2 8 の径は細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 の径よりも大きい。具体的には、大口径光ファイバ 2 8 の径は 2 mm 以上 4 0 mm 以下である。細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 の径は 0 . 5 mm 以上 1 . 5 mm 以下であり、より好ましくは 1 mm である。また、細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 の N A は大口径光ファイバ

20

【 0 0 2 4 】

また、細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 のコア径は 5 5 μ m 以上 6 5 μ m 以下であり、より好ましくは 6 0 μ m である。また、細径光ファイバのクラッド径は 7 5 μ m 以上 8 5 μ m 以下であり、より好ましくは 8 0 μ m である。大口径光ファイバ 2 8 のコア径は 2 2 5 μ m 以上 2 3 5 μ m 以下であり、より好ましくは 2 3 0 μ m である。大口径光ファイバ 2 8 のクラッド径は 2 4 5 μ m 以上 2 5 5 μ m 以下であり、より好ましくは 2 5 0 μ m である。

【 0 0 2 5 】

細径光ファイバ 2 0 , 2 1 は光を入射角度 0 ° で受光しているため、図 2 (A) に示すように、それらの光量分布は、光軸 X 1 , X 2 において光量が最も大きく、光軸 X 1 , X 2 からファイバの径方向に対して離れるごとに光量が減少する略凸状の分布 (ガウス分布) を有する。また、図 2 (B) に示すように、遠視野パターン (F F P (Far Field Pattern)) は、光軸 X 1 , X 2 からファイバの径方向に対して所定距離内に光量が一定値 M 以上のエリア 3 5 を、エリア 3 5 よりも外側に光量が一定値未満のエリア 3 6 を有する。なお、入射角度が 0 ° から 6 ° までの光量分布及び遠視野パターンは、入射角度が 0 ° のときとほぼ同様である。また、細径光ファイバには、出射光の光量分布が異なる 2 以上の光を入射させてもよい。

30

【 0 0 2 6 】

これに対して、細径光ファイバ 2 2 , 2 3 は入射角度 1 2 ° で光を受光しているため、図 3 (A) に示すように、それらの光量分布は、ファイバ径方向において、周辺部の光量が光軸 X 3 , X 4 を含む中央部の光量よりも大きくなる略凹状の分布 (リング状のモード分布) を有する。また、図 3 (B) に示すように、遠視野パターンは、光軸からファイバ径方向に対して所定距離内に光量が一定値 M 未満のエリア 3 8 を、エリア 3 8 よりも外側に光量が一定値 M 以上のエリア 3 9 を、そして、更にエリア 3 9 の外側には光量が一定値 M 未満のエリア 4 0 を有する。

40

【 0 0 2 7 】

図 1 に示すように、ファイバ接続部 2 7 は、バンドル化された細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 の出射端面と大口径光ファイバ 2 8 の入射端面とを、保護媒体 (図示省略) 等を介して接続する。各細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 から出射された光は大口径光ファイバ 2 8 に入射する。大口径光ファイバ 2 8 内では、光量分布が略凸状である細径光ファイバ 2 0 , 2 1

50

の出射光と、光量分布が略凹状である細径光ファイバ22, 23の出射光とが重ね合わされる。これにより、大口径光ファイバ28内の光は、図4(A)に示すように、光量がファイバ径方向に対して略均一であり、且つ一定値M以上であるトップフラットに近い光量分布を有する。また、(B)に示すように、遠視野パターンについても、全エリア42が一定値M以上の光量を有している。

【0028】

スペックル低減部30では、数回巻き取った状態の大口径光ファイバ28に振動を加えることにより、スペックルノイズを低減させて更に光量分布を均一化する。これにより、光量分布が更に均一化された光が光出射部31から出射するため、スペックルの発生を抑えることができる。光出射部31は、スペックル低減部30を経た光を、スクリーンなどの照明対象に向けて出射する。

10

【0029】

図5(A)は、入射角度0°で光を入射した細径光ファイバ20, 21の出射端面から、スクリーンに向けて出射した光の放射パターン(FFP)を示している。また、(B)は、入射角度12°で光を入射した細径光ファイバ22, 23の出射端面から、スクリーンに向けて出射した光の放射パターンを、(C)は細径光ファイバ22, 23の出射端面における出射光の近視野パターン(Near Field Pattern)を示している。また、(D)は、(A)に示す放射パターンを有する光と(B)や(C)に示す放射パターンを有する光とを大口径光ファイバ28に出射した場合において、大口径光ファイバの光出射部31からスクリーンに向けて出射した光の放射パターンを示している。(D)に示すように、光出射部31からの出射光の光量分布は、ほぼ均一であることが分かる。

20

【0030】

以上のように、本発明では、光量分布が略凸状となるように光を細径光ファイバに入射させるとともに、光量分布が略凹状となるように細径光ファイバを入射させる。その上で、光量分布が略凹状の光と、光量分布が略凸状の光とを、大口径光ファイバ内で重ね合わせることにより、光出射部31から出射する光の光量分布を均一化することができる。

【0031】

したがって、本発明は、特許文献1及び2のように、光量分布を均一化するための装置等を設けなくとも光量分布を均一化することができるため、コストを別途必要としない。また、本発明は、特許文献1及び2のように、光量分布を均一化するための装置を光源装置に加えなくても光量分布を均一化することができるため、装置全体が大型化することもない。また、バンドルファイバやライトガイド全体を交換する際には、特許文献1や2のような従来の場合であれば、光量分布均一化のための装置の制御系を再調整する必要があったが、本発明によれば、細径光ファイバに対する入射角度を設定するだけで済むため、従来に比べて交換に時間を要することがない。したがって、ライトガイドを内視鏡の照明用に用いた場合のように、ライトガイドの交換が頻発する用途に対しては本発明は非常に有効である。

30

【0032】

また、従来では、バンドルファイバのファイバ本数の増加により光量分布を均一かするためには、ファイバ本数が少なくとも数100本以上必要であったが、本発明によれば、わずか4本、多くても19本以下のファイバ本数だけで光量分布を均一化することができる。また、細径光ファイバ20~23及び大口径光ファイバ28のNAが0.2以上であることにより、ファイバ径方向における周辺部の光量を更に増加させることができる。したがって、大口径光ファイバ28に入射する光のうちファイバ径方向における周辺部の光量が不足している場合であっても、周辺部の光量を更に増加させた略凹状の光を重ね合わせることで、光量分布の均一化を図ることができる。

40

【0033】

また、細径光ファイバの径と大口径光ファイバの径とは異なるが、細径光ファイバから出射される光の放射パターン、例えばリング状は、大口径光ファイバにおいても、サイズ及び形状を変えることなくそのまま維持されている。また、従来では、光ファイバの径は1

50

0 mm以上なければ光量分布を均一化することは困難であったが、本発明によれば、細径光ファイバの径が1 mm以下であったとしても、光量分布を均一化することができる。

【0034】

図5に示すように、内視鏡システム50は、被検者の体腔内を照明する照明光を生成する照明光生成手段として上記本発明の光源装置10を用い、照明光により照明された被検者の体腔内を内視鏡51により撮像し、この撮像により得た画像をプロセッサ装置52で各種処理を施す。各種処理が施された画像は、モニタ53に表示される。

【0035】

図6に示すように、内視鏡51は、体腔内に挿入される可撓性の挿入部55と、挿入部55の基端部分に連設され、施術者が手元で操作を行う手元操作部56と、光源装置10及びプロセッサ装置52のソケット10a, 52aに取り付けられるユニバーサルコネクタ57と手元操作部56とを接続するユニバーサルコード58とを備えている。挿入部55の先端には、照明光学系60、対物光学系61、プリズム62、撮像素子63が設けられている。

【0036】

光源装置の光源11~14、集光レンズ15~18、細径光ファイバ20~23、ファイバ接続部27、及びスペックル低減部30はケーシング67内に設けられており、大口径光ファイバ28の一部はケーシング67内に、その他の部分はユニバーサルコード58及び挿入部55内に設けられている。

【0037】

細径光ファイバ20, 21には、光源11, 12からの光が集光レンズ15, 16を介して入射角度0°で入射する。細径光ファイバ20, 21に入った光は、図2(A)に示す略凸状の光量分布と図2(B)に示す遠視野パターンを有する。また、細径光ファイバ22, 23には、光源13, 14からの光が集光レンズ17, 18を介して入射角度12°で入射する。細径光ファイバ22, 23に入った光は、図3(A)に示す略凹状の光量分布と図3(B)に示す遠視野パターンを有する。

【0038】

細径光ファイバ20, 21からの光と、細径光ファイバ22, 23からの光は、ファイバ接続部27で大口径光ファイバ28に向けて出射する。大口径光ファイバ28内の光は、図4(A)に示すように、光量がファイバ径方向に対して略均一であり、且つ一定値M以上である光量分布を有するとともに、図4(B)に示すように、全エリア42が一定値M以上の光量である遠視野パターンを有する。大口径光ファイバ28内の光は、スペックル低減部30で光量分布が更に均一化された後、照明光学系61へと送られる。

【0039】

照明光学系60は、大口径光ファイバ28からの光を、体腔内部に照射する。体腔内部には光量分布が均一な光が照射されるため、体腔内に光反射率が高い領域があったり、また体腔内部に凹凸差が激しい領域があったりしても、内視鏡で得られる画像は鮮明である。したがって、得られた画像から体腔内部にある病変部を容易に発見することができる。

【0040】

対物光学系61は、体腔内部で反射した光を受光する。プリズム62は対物光学系61で受光した光を屈曲させる。プリズム62で屈曲した光は、撮像素子63の撮像面で結像する。これにより、体腔内部の画像信号が得られる。撮像素子63で得られた画像信号は、挿入部55及びユニバーサルコート58内の信号ライン70を介して、プロセッサ装置52に送られる。プロセッサ装置52は、信号ライン70から送られてきた画像信号に対して各種処理を施す。モニタ53は、各種処理が施された画像信号に基づいて、体腔内部の画像を表示する。

【0041】

図7に示すように、本発明の第2実施形態の光源装置80は、細径光ファイバ82, 83(受光角)以外は上記第1実施形態と同様の構成を有している。光源13, 14と集光レンズ17, 18とは、それぞれの光軸L3, L4が細径光ファイバ82, 83の光軸

10

20

30

40

50

X 3 , X 4 と一致するように、設けられている。また、細径光ファイバの入射端面 8 2 a , 8 3 a は、光軸 X 3 , X 4 に直交する面に対して角度 1 2 ° で傾くように、研磨されている。なお、細径光ファイバ (受光角) の入射端面 8 2 a , 8 3 a の角度は 1 2 ° に限らず、 / 2 以上 / 2 以下の範囲であればよい。また、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 (受光角) の入射端面にも、光軸 X 1 , X 2 に直交する面に対して角度 0 ° 以上 / 2 以下の範囲で傾くように研磨してもよい。

【 0 0 4 2 】

細径光ファイバ 8 2 , 8 3 は、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 と同様にマルチモード光ファイバで構成されている。したがって、角度 1 2 ° だけ傾いた入射端面 8 2 a , 8 3 a に、光源 1 3 , 1 4 からの光が集光レンズ 1 7 , 1 8 を介して入射することによって、細径光ファイバ 8 2 , 8 3 内の光は、図 3 (A) に示す略凹状の光量分布と図 3 (B) に示す遠視野パターンを有する。

10

【 0 0 4 3 】

細径光ファイバ 8 2 , 8 3 の出射光は、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 の出射光と同様に、ファイバ接続部 2 7 で大口径光ファイバ 2 8 に入射する。大口径光ファイバ 2 8 内では、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 , 8 2 , 8 3 からの光が重ね合わされて均一化される。これにより、図 4 (A) に示すように、光量がファイバ径方向に対して略均一であり、且つ一定値 M 以上である光量分布を有するとともに、図 4 (B) に示すように、全エリア 4 2 が一定値 M 以上の光量である遠視野パターンを有する。大口径光ファイバ 2 8 内の光は、スペckル低減部 3 0 で光量分布が更に均一化される。

20

【 0 0 4 4 】

図 8 に示すように、本発明の第 3 実施形態の光源装置 9 0 においては、細径光ファイバ 2 2 の入射角度は α を 0 ° 以上 1 2 ° 以下の範囲で可変とする以外は、上記第 1 実施形態と同様の構成を有している。

【 0 0 4 5 】

ここで、細径光ファイバの入射角度 α を変化させることによって、細径光ファイバ 2 2 の出射光の光量分布がどのように変化するかの一例を、図 9 ~ 図 1 2 に示す。図 9 ~ 図 1 2 は、細径光ファイバ 2 2 のコア径を 2 3 0 μm 、クラッド径を 2 5 0 μm 、NA を 0 . 2 3 としたときに、細径光ファイバ 2 2 から出射する光の出力モードパターン (NFP) を示しており、図 9 は、 α が 6 ° のときのパターンを、図 1 0 は α が 8 ° のときのパターンを、図 1 1 は α が 1 0 ° のときのパターンを、図 1 2 は α が 1 2 ° のときのパターンを示している。なお、図 9 ~ 図 1 2 において、横軸を示す「ファイバ径方向」の「0」は細径光ファイバ 2 2 の光軸を示している。また、放射パターンをリング状とする場合には、光ファイバの NA を上限値付近にすることが好ましい。

30

【 0 0 4 6 】

これら図 9 ~ 図 1 2 に示すように、ファイバ径方向における周辺部の光量は、 α が 8 ° 付近から α が大きくなるごとに、増えることが分かる。また、 α を大きく又は小さく変化させることによって、細径光ファイバ 2 2 の出射端面上の放射パターンの形状が、リング形状、楕円などに変化することが分かっている。特に、 α が 1 2 ° の場合には、NA が光ファイバの上限値 (0 . 2 2) となり、放射パターンの周辺部におけるモード突起は顕著になる。そのため、 α が 1 2 ° のときの細径光ファイバ 2 2 の出射端面上の放射パターンの形状はリング状となり、 α が 1 2 ° 未満のときの放射パターンと大きく異なることが分かっている。なお、 α が 0 ° から 6 ° までの細径光ファイバ 2 2 の出射光の光量分布は、 α が 6 ° の場合とほぼ同様のパターン (図 9 参照) を示す。

40

【 0 0 4 7 】

以上のように入射角度 α で光を入射する細径光ファイバ 2 2 の出射光は、ファイバ接続部 2 7 において、入射角度 0 ° で光を入射する細径光ファイバ 2 0 , 2 1 の出射光及び入射角度 1 2 ° で光を入射する細径光ファイバ 2 3 の出射光とともに、大口径光ファイバ 2 8 に入射する。大口径光ファイバ 2 8 内では、細径光ファイバ 2 0 ~ 2 3 からの出射光とが重なり合うことで光量がファイバ径方向に対して均一になる。

50

【 0 0 4 8 】

また、細径光ファイバ 2 2 の入射角度 a と細径光ファイバ 2 3 の入射角度 12° とが異なっている場合、大口径光ファイバ 2 8 には、放射パターンのサイズや形状が異なる光が入射する。これら光が大口径光ファイバ 2 8 内で重なり合うことによって、光出射部 3 1 から出射される光の放射パターンは、光量分布の均一性を失わない範囲のパターンであるとともに、サイズや形が異なる複数の形状が組み合わさったパターンとなる。したがって、細径光ファイバ 2 2 の入射角度 a を調整することによって、所望のパターンの光を照明対象に当てることができる。また、細径光ファイバ 2 0 , 2 1 の入射光は集光レンズにより光軸 X 1 , X 2 近傍に集光するため、ファイバ径方向における周辺部の光量は不足するが、細径光ファイバ 2 2 の入射角度 a を調整することによって、光量分布の均一性を失わない範囲において、周辺部の光量を増加させることができる。

10

【 0 0 4 9 】

なお、上記実施形態では、細径光ファイバと大口径光ファイバとを接続し、大口径光ファイバから光を出射させたが、細径光ファイバを大口径光ファイバに接続せず、細径光ファイバからそのまま光を出射させてもよい。この場合には、以下のようにして形成される 2 周のバンドルファイバを用いることが好ましい。2 周のバンドルファイバは、まず、中心となる 1 本の細径光ファイバの周囲を保護チューブで覆い、その周囲に複数本の細径光ファイバを配置して保護チューブで覆う。そして、その複数本の細径光ファイバを覆う保護チューブの周囲に、更に複数本の細径光ファイバを配置して保護チューブで覆う。これにより、2 周のバンドルファイバが形成される。なお、バンドルファイバは 2 周に限らず、3 周以上あってもよい。

20

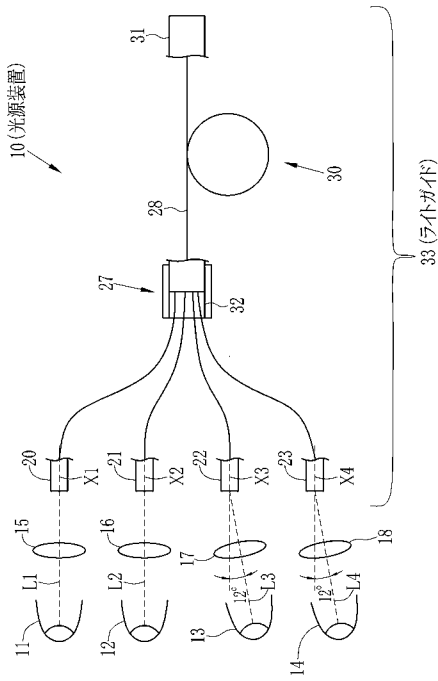
【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

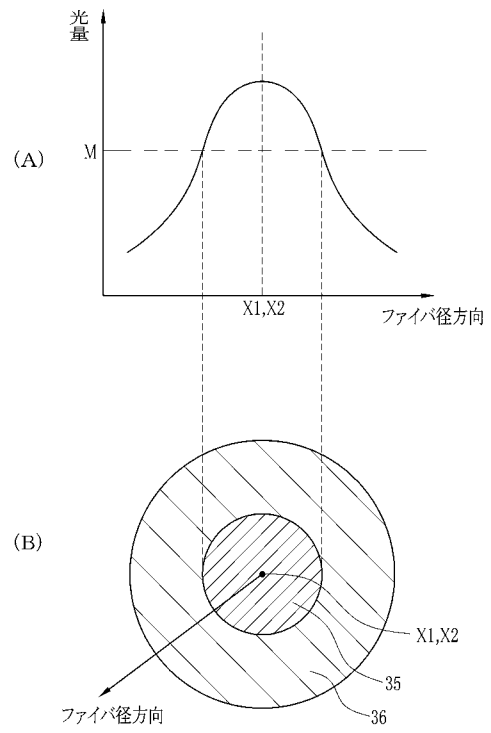
- 1 0 , 8 0 , 9 0 光源装置
- 1 1 ~ 1 4 光源
- 2 0 ~ 2 3 , 8 2 , 8 3 細径光ファイバ
- 2 8 大口径光ファイバ
- 3 2 バンドルファイバ
- 3 3 ライトガイド
- 5 0 内視鏡システム
- 5 1 内視鏡

30

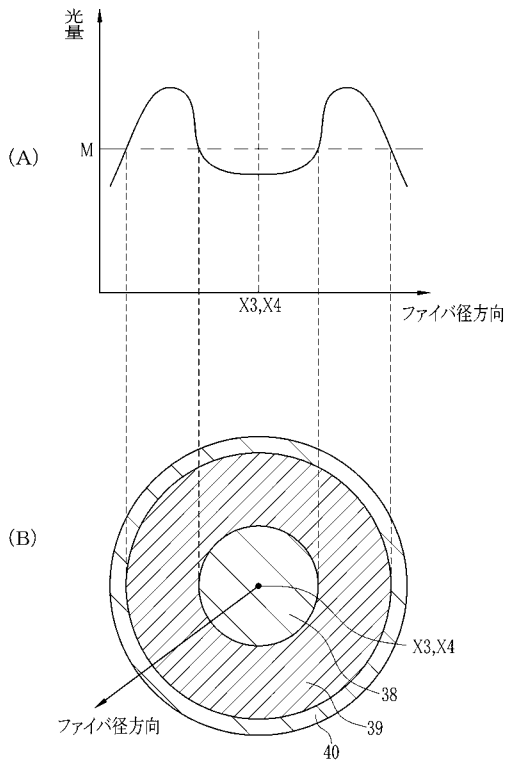
【図1】



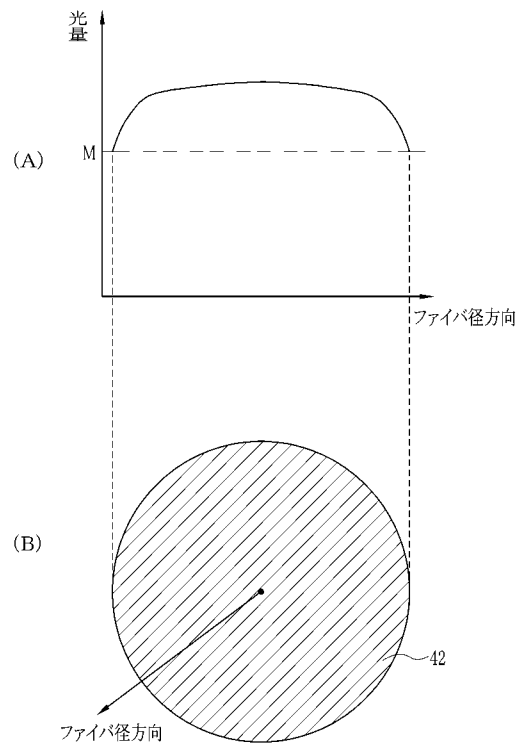
【図2】



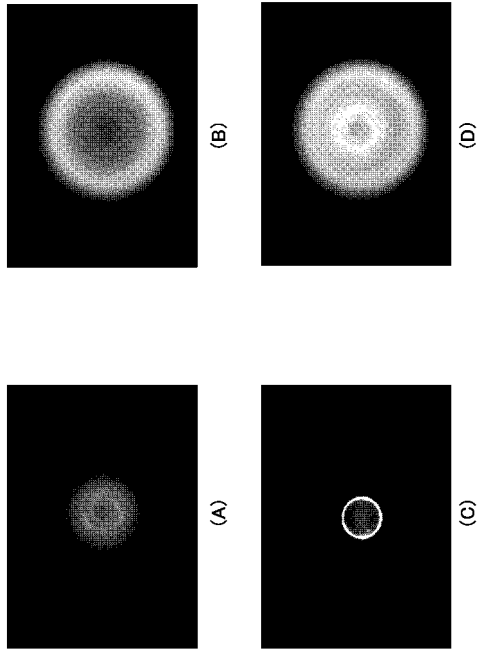
【図3】



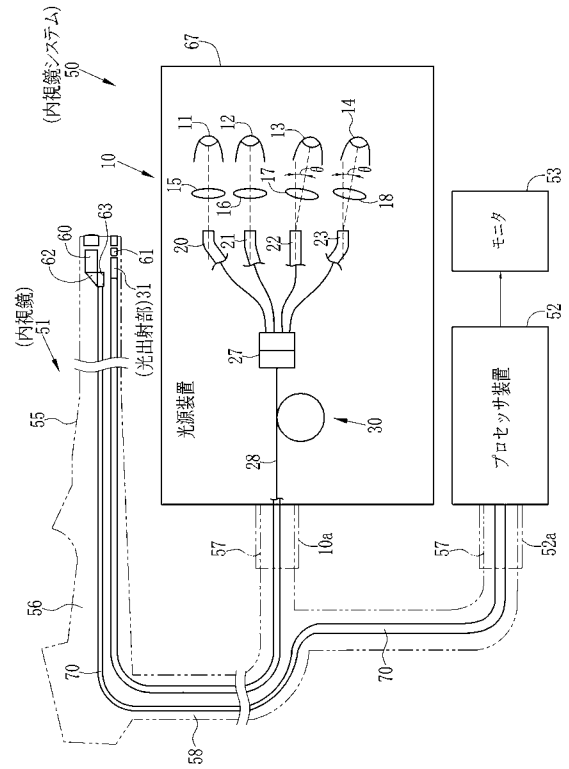
【図4】



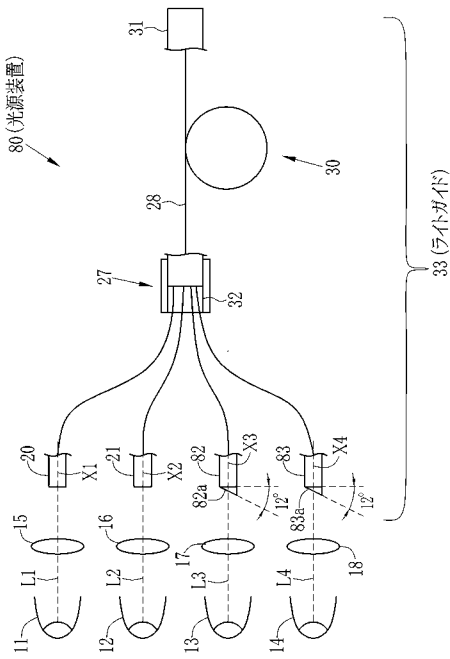
【 図 5 】



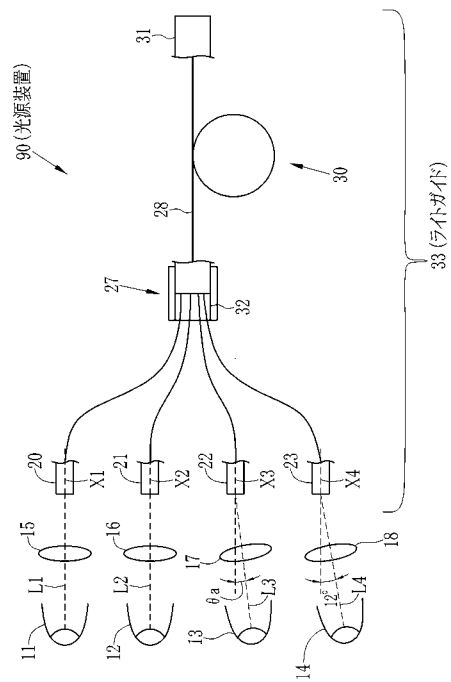
【 図 6 】



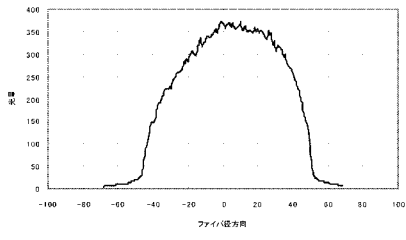
【 図 7 】



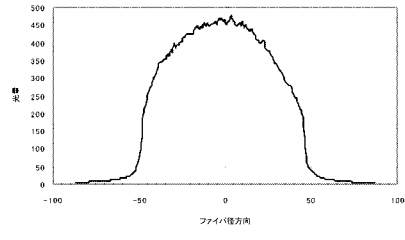
【 図 8 】



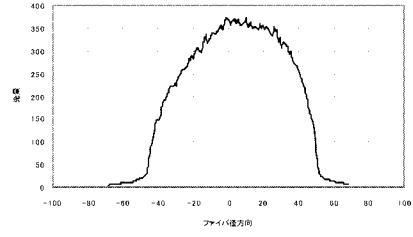
【図 9】



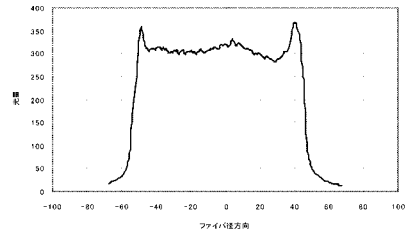
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭56-101114(JP,A)
特開2007-133239(JP,A)
特開昭57-129037(JP,A)
特開2003-322730(JP,A)
特開平04-241830(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/04 - 6/08
A61B 1/06
G02B 6/00
G02B 6/26
G02B 6/42

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 光导和光源装置和内窥镜系统 | | |
| 公开(公告)号 | JP5305946B2 | 公开(公告)日 | 2013-10-02 |
| 申请号 | JP2009014942 | 申请日 | 2009-01-27 |
| [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 | | |
| 当前申请(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 | G02B6/04 G02B6/00 G02B6/42 G02B6/26 A61B1/06 | | |
| CPC分类号 | A61B1/0017 A61B1/07 G02B6/0006 G02B6/0008 | | |
| FI分类号 | G02B6/04.A G02B6/00.331 G02B6/42 G02B6/26 A61B1/06.A A61B1/07.730 A61B1/07.732 G02B23/26.B G02B6/04.B | | |
| F-TERM分类号 | 2H038/AA52 2H038/BA01 2H040/BA12 2H040/CA09 2H040/CA11 2H040/CA23 2H040/CA24 2H040/GA02 2H040/GA11 2H046/AA15 2H046/AA21 2H046/AA39 2H046/AA45 2H046/AB08 2H046/AC23 2H046/AZ02 2H046/AZ11 2H137/AA08 2H137/AB06 2H137/AB15 2H137/BA04 2H137/BA13 2H137/BA16 2H137/BB17 2H137/BC02 2H137/DA07 2H137/FA05 2H137/FA06 2H137/HA00 4C061/GG01 4C061/JJ06 4C061/QQ10 4C161/GG01 4C161/JJ06 4C161/QQ10 | | |
| 代理人(译) | 小林和典 | | |
| 审查员(译) | 吉田荣一 | | |
| 其他公开文献 | JP2010175579A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：均匀化出射光的光强度分布，无需额外成本，也不需要增大整个设备的尺寸。解决方案：来自光源11,12的光以0°的入射角进入小直径光纤20,21。入射到小直径光纤20,21的光在光纤直径方向上具有基本凸起的光强度分布。来自光源13,14的光以12°的入射角进入小直径光纤22,23。入射到小直径光纤22,23的光在光纤直径方向上具有基本上凹入的光强度分布。小直径光纤20,21内的光和小直径光纤22,23内的光通过光纤连接器27发射到大直径光纤28。大直径光纤28内部的光具有基本均匀的光强度分布。光强度不小于预定值的直径方向。大直径光纤28内的光从光出射部分31辐射。

