

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4444272号
(P4444272)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl.

F I

GO 2 B 6/42 (2006.01)
 A 6 1 B 1/06 (2006.01)
 A 6 1 B 1/00 (2006.01)
 GO 2 B 23/26 (2006.01)

GO 2 B 6/42
 A 6 1 B 1/06 A
 A 6 1 B 1/00 3 0 0 U
 GO 2 B 23/26 B

請求項の数 31 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-348225 (P2006-348225)
 (22) 出願日 平成18年12月25日(2006.12.25)
 (62) 分割の表示 特願2003-525357 (P2003-525357)
 の分割
 原出願日 平成14年8月26日(2002.8.26)
 (65) 公開番号 特開2007-148418 (P2007-148418A)
 (43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)
 審査請求日 平成18年12月25日(2006.12.25)
 (31) 優先権主張番号 09/944, 495
 (32) 優先日 平成13年8月31日(2001.8.31)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 397071355
 スミス アンド ネフュー インコーポレ
 ーテッド
 アメリカ合衆国 テネシー 3 8 1 1 6、
 メンフィス ブルックス ロード 1 4 5
 O
 (74) 代理人 100065248
 弁理士 野河 信太郎
 (72) 発明者 カザケヴィッチ, ユーリ
 アメリカ合衆国、マサチューセッツ O 1
 8 1 O、アンドバー、ファーウッド ドラ
 イブ 2 6

審査官 井口 猶二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体光源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を放射する半導体光源と、
 光学素子を有する光学系とを備え、
 前記光学系は、前記半導体光源からの放射光を受け取る入力部を備え、前記光学系は、前
 記光学素子からの光を受け取る出力部を備え、前記光学系及び前記半導体光源は、全体と
 して、照明経路を提供し、
 前記光学素子は、前記半導体光源からの放射光を受け取る入力部と前記半導体光源から受
 け取った光を放射する出力部とを有する光ファイバ素子を備え、前記半導体光源及び前記
 光ファイバ素子は、全体として、照明経路を提供し、前記光ファイバ素子は、複数の光フ
 ァイバ線の形態であり、前記複数の光ファイバ線のそれぞれは、前記半導体光源からの放
 射光を受け取り、
 半導体光源上に配置された開口を有する枠をさらに備え、シリコンゲルが前記枠の内部に
 配置され、前記光ファイバ素子は、前記開口及びシリコンゲルを通して挿入され、前記光
 ファイバ素子の入力部が前記半導体光源の表面上又はその近くに固定される、光を提供す
 る固体光源。

【請求項 2】

出力部は、内視鏡によって受け取られるように構成される、請求項 1 に記載の固体光源。

【請求項 3】

光ファイバ素子は、前記半導体光源から光ガイドの界面へ延びる光ファイバを備え、前記

光ガイドは、前記出力部へ延びる、請求項 1 又は 2 に記載の固体光源。

【請求項 4】

前記複数の光ファイバ線は、束の形態である、請求項 1 に記載の固体光源。

【請求項 5】

前記半導体光源は、第 1 の面及び第 2 の面を備え、第 1 の面及び第 2 の面から反対方向に光を放射するように構成される、請求項 1 から 4 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 6】

前記半導体光源の第 1 の面は、第 1 の光ファイバ線に光を放射し、前記半導体光源の第 2 の面は、第 2 の光ファイバ線に光を放射する、請求項 5 に記載の固体光源。

【請求項 7】

前記半導体光源は、第 1 の面に実質的に垂直である第 3 の面及び第 4 の面を備え、前記半導体光源は、第 3 の面及び第 4 の面から反対方向に光を放射するように構成され、前記半導体光源の第 3 の面は、第 3 の光ファイバ線に光を放射するように構成され、前記半導体光源の第 4 の面は、第 4 の光ファイバ線に光を放射するように構成される、請求項 5 又は 6 に記載の固体光源。

【請求項 8】

複数の半導体光源をさらに備える、請求項 1 から 7 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 9】

前記光ファイバ素子は、光ファイバ線のアレイであり、各光ファイバ線は、複数の半導体光源のうちの対応するものに位置合わせされる、請求項 8 に記載の固体光源。

【請求項 10】

前記半導体光源は、発光ダイオード (LED) を備える、請求項 1 から 9 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 11】

前記半導体光源は、青色光を放射するように構成される、請求項 1 から 10 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 12】

前記半導体光源は、紫外光を放射するように構成される、請求項 1 から 10 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 13】

蛍光体層をさらに備え、前記蛍光体層は、照明経路に沿って配置される、請求項 1 から 12 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 14】

各半導体光源は、蛍光体層に接触している、請求項 13 に記載の固体光源。

【請求項 15】

蛍光体層は、前記光ファイバ素子の遠位端に配置される、請求項 13 又は 14 に記載の固体光源。

【請求項 16】

前記半導体光源に配置された光集中器をさらに備え、前記光集中器は、前記半導体光源の少なくとも 1 面からの光を反射する、請求項 1 から 15 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 17】

前記半導体光源は、青色光を放射するように構成された第 1 の発光ダイオード (LED) と、赤色光を放射するように構成された第 2 の LED と、緑色光を放射するように構成された第 3 の LED とを備え、各 LED からの重なり光が白色光を生成する、請求項 1 から 16 の何れか 1 つに記載の固体光源。

【請求項 18】

第 1 の LED、第 2 の LED 及び第 3 の LED からの光を受け取るように配置され、かつ前記重なり光を前記光ファイバ素子に送るよう配置された混合器をさらに備える、請求項 17 に記載の固体光源。

【請求項 19】

10

20

30

40

50

前記半導体光源は、黄色光を放射するように構成された第４のＬＥＤを備え、前記混合器は、第４のＬＥＤからの光を受け取る、請求項１８に記載の固体光源。

【請求項２０】

前記半導体光源は、レーザーダイオードを備える、請求項１から１９の何れか１つに記載の固体光源。

【請求項２１】

前記半導体光源は、垂直共振器型面発光レーザーを備える、請求項１から２０の何れか１つに記載の固体光源。

【請求項２２】

前記半導体光源の上面に配置されたオーム性コンタクトをさらに備え、前記光ファイバ束は、前記オーム性コンタクトを受け入れるスプライス端を備える、請求項４に記載の固体光源。

10

【請求項２３】

前記半導体光源からの光を受け取るレンズをさらに備える、請求項１から２２の何れか１つに記載の固体光源。

【請求項２４】

前記半導体光源は、前記レンズと光学的に位置合わせされ、前記レンズは、前記光ファイバ素子と光学的に位置合わせされる、請求項２３に記載の固体光源。

【請求項２５】

前記半導体光源は、前記レンズからの第１の光学的共役面に配置され、前記光ファイバ素子は、前記レンズからの第２の光学的共役面に配置される、請求項２３又は２４に記載の固体光源。

20

【請求項２６】

レンズアレイをさらに備える、請求項１から２５の何れか１つに記載の固体光源。

【請求項２７】

前記レンズのそれぞれに対応する光ファイバ線のアレイをさらに備える、請求項２６に記載の固体光源。

【請求項２８】

前記レンズのそれぞれに対応する半導体光源アレイをさらに備える、請求項２６又は２７に記載の固体光源。

30

【請求項２９】

前記レンズアレイは、対応する半導体光源アレイからの光を平行にするように構成され、集光レンズは、前記レンズアレイからの平行光を集束させるように構成される、請求項２６から２８の何れか１つに記載の固体光源。

【請求項３０】

前記集光レンズは、前記平行光を光ガイドに集束させる、請求項２９に記載の固体光源。

【請求項３１】

請求項１から３０の何れか１つに記載の固体光源を備える内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【０００１】

本発明は、照明を提供する固体光源に関する。

【背景技術】

【０００２】

携帯用の光源は、薄暗い明かりのある、又は暗い環境を選択的に照らすのに、用いられる（例えば、坑夫のヘルメット、懐中電灯）。別の光源は、観察（例えば、顕微鏡）用の特定の領域に対して、高い強度の光を提供するのに用いられる。一般に、これらの光源は、白熱又は蛍光である。光源の中には、高い強度の光を必要とし、狭い領域を占めるものもある。

【０００３】

50

光源は、内視鏡（例えば、医療用、産業用）でも用いられる。医療用の内視鏡は、外科手術（例えば、腹腔鏡／胸腔鏡外科手術）中に体内の暗い領域（例えば、体腔、関節）を、小さな穴を通じて、検査するのに用いられる。一般に、内視鏡は、硬い、又は柔軟性のある細長い挿入チューブを備え、挿入チューブは、近位のハンドルから挿入チューブを通して、遠位にある内視鏡の観察用先端部へ延びる１組の光ファイバを備える。外部の光源は、内視鏡のハンドルに取り付けられたケーブル（例えば、ハンドルの側面にあるポストに取り付けられる。）を介して光ファイバに光を提供する。

【０００４】

別の光源は、外科手術器具（例えば、照光外科手術鉗子、照光棒、歯科用プローブ）で用いられる。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明によれば、光を放射する半導体光源と、光学素子を有する光学系とを備え、光学系は、半導体光源からの放射光を受け取る入力部を備え、光学系は、光学素子からの光を受け取る出力部を備え、光学系及び半導体光源は、全体として、照明経路を提供する、光を提供する固体光源が提供される。

【０００６】

本発明の１つの観点では、固体光源は、光を放射する半導体光源と、光ファイバ素子とを備える。光ファイバ素子は、半導体光源からの放射光を受け取る入力部を備える。光ファイバ素子は、半導体光源から受け取った光を放射する出力部も備える。半導体光源及び光ファイバ素子は、全体として、照明経路を提供する。

【０００７】

本発明の別の観点では、固体光源は、例えば内視鏡に光を提供し、光を放射する半導体光源と、光学素子を有する光学系とを備える。光学素子は、半導体光源からの放射光を受け取る入力部と、光学素子からの光を受け取り、かつ内視鏡によって受け取られるように構成される出力部とを備える。半導体光源及び光学素子は、全体として、照明経路を提供する。

【０００８】

これらの観点の実施形態は、次の特徴のうちの１以上を備えていてもよい。光ファイバ素子は、複数の光ファイバ線の形態であり、複数の光ファイバ線のそれぞれが半導体光源からの放射光を受け取ってもよい。光ファイバ線は、好ましくは、束の形態である。

【０００９】

半導体光源は、複数の表面を有していてもよく、各表面は、好ましくは、対応する光ファイバ束に光を放射する。固体光源は、複数の半導体光源と、光ファイバ線のアレイとを備えることもでき、各光ファイバ線は、対応する半導体光源に位置合わせをすることができる。

【００１０】

半導体光源は、異なる構成のもの（例えば、発光ダイオード（ＬＥＤ）、レーザーダイオード、垂直共振器型面発光レーザー）であってもよい。半導体光源は、青色光又は紫外光を放射するように構成することができる。

【００１１】

蛍光体層は、半導体光源の照射経路に配置されてもよい。好ましくは、各半導体光源は、蛍光体層と接触している。また、蛍光体層は、光ファイバ素子の遠位端に配置することができる。別の実施形態では、半導体光源は、青色光を放射するように構成された第１の発光ダイオード（ＬＥＤ）と、赤色光を放射するように構成された第２のＬＥＤと、緑色光を放射するように構成された第３のＬＥＤとを備え、各ＬＥＤからの重なり光が白色光を生成してもよい。固体光源は、第１のＬＥＤ、第２のＬＥＤ及び第３のＬＥＤからの光を受け取るように配置された混合器を備えてもよく、混合器は、その重なり光を光ファイバ線に送るように配置されてもよい。半導体光源は、黄色光を放射するように構成された

10

20

30

40

50

第４のＬＥＤを備え、混合器が、第４のＬＥＤからの光を受け取るように構成することもできる。

【００１２】

半導体光源の別の実施形態では、固体光源は、半導体光源の上に配置された開口を有する枠を備え、ゲルが枠の内部に配置され、光ファイバ素子は、開口及びゲルを通して挿入される。

【００１３】

さらに別の実施形態では、固体光源は、半導体光源の上面に配置されたオーム性コンタクトをさらに備え、光ファイバ束は、オーム性コンタクトを受け入れるスプライス端(spliced-end)を備える。

10

【００１４】

別の実施形態は、半導体光源からの光を受け取るように構成された種々のレンズ構成を備えてもよい。半導体光源は、レンズと光学的に位置合わせされ、レンズは、光ファイバ素子と光学的に位置合わせされてもよい。一般に、半導体光源は、レンズからの第１の光学的共役面に配置され、光ファイバ線は、レンズからの第２の光学的共役面に配置される。１つのレンズの代わりに、固体光源は、レンズのアレイを備えることができる。同様に、１つの光ファイバ線の代わりに、固体光源は、各レンズに対応する光ファイバ線のアレイを備えることができる。さらに、１つの半導体光源の代わりに、固体光源は、各レンズに対応する半導体光源のアレイを備えることができる。

【００１５】

20

別の実施形態では、固体光源は、対応する半導体光源のアレイからの光を平行にするように構成されたレンズのアレイを備え、集光レンズが、レンズのアレイからの平行光を集束させるように構成されてもよい。好ましくは、集光レンズは、平行光を光ガイド(light guide)に集束させる。

【００１６】

固体光源の光ファイバ素子の出力部は、内視鏡によって受け取られるように構成されてもよい。

【００１７】

従って、本発明は、ここで説明した固体光源を備える内視鏡を提供するものである。

【００１８】

30

各観点の利点の中で特に、固体光源は、白熱ランプと比較して、ワット当たりのルーメン(lumen per watt)が大きい出力を提供する。固体光源は、光を小さい領域に集中させ、その一方で、高い光束発散度(luminous emittance)を提供する。また、半導体光源は、さらに効率的に光のエネルギーを光学素子(例えば、光ファイバ)に結合させる。一般に、固体光源は、小型であり、電力の消費が少ない。さらに、固体光源は、白熱ランプ又はアークランプよりも素早く印加電圧の変化に応答する。

【００１９】

以下、添付図面を参照して、本発明をさらに詳しく説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２０】

40

図１を参照すると、固体光源２は、発光ダイオード(ＬＥＤ)チップ４(ここでは、ＬＥＤという。)を備える。ＬＥＤ４は、４×３のアレイ状に配列される。各ＬＥＤ４は、動作中に、対応する一対の光ファイバ束６a及び６bの端面領域に光を放射する(図３)。他の形態の照明源(例えば、白熱ランプ)と比較して、ＬＥＤ(及び他のこのような半導体光源)は、ワット当たりのルーメンが大きい出力を与え、電力及びスペースの消費が少ない。ＬＥＤはサイズが小さく、光度が高いため、光エネルギーを光ファイバ線に結合させる際に、ＬＥＤは、ランプよりもさらに効率的になる。

【００２１】

ＬＥＤ４並びに光ファイバ束６a及び６bは、充填用樹脂１２(例えば、シリコン接着剤)を用いて内側ハウジング８中に封入される。これにより、ＬＥＤ及び光ファイバ束は

50

、固定され、外部環境から密閉される。光ファイバ束 6 a 及び 6 b は、LED から延び、内側ハウジング 8 の一端で単一の複合束 1 4 にまとめられる。この実施形態では、複合束 1 4 は、内側ハウジング 8 の壁 1 6 の中に延びて、そこで終わる。固体光源 2 は、電源 1 8 及び分配回路 2 0 も備える。これらは、協力して、各 LED 4 に電力を供給する。

【0022】

内側ハウジング 8 (LED 4 並びに光ファイバ束 6 a 及び 6 b を含む) は、電源 1 8 及び分配回路 2 0 と共に、外側の囲い 2 2 に囲まれる。この実施形態では、外側の囲い 2 2 は、出力コネクタ 2 6 を有する壁 2 4 を備える。光ガイド 1 0 は、内側ハウジング 2 2 からの複合束 1 4 にしっかりと取り付けられる。

【0023】

別の実施形態では、光ファイバ束 6 a (図 2 A) 及び 6 b (図 2 A) は、一緒に束ねられて、ハウジング 8 から光ガイド 1 0 の遠位端 1 2 に連続的に延びる単一の複合束を形成し、それによって、光透過率の低下につながりうる光学遷移をなくす。

【0024】

図 2 A 及び 2 B を参照すると、さらに別の実施形態では、光は、LED 4 の 4 つの表面 (上面 3 5、下面 3 7、第 1 側面 3 9、及び第 1 側面に対向する第 2 側面 (図示せず)) から集められる。通常、LED は、 4π 立体角で光を放射する。各面は、対応する光ファイバ束 6 a - 6 d に光を放射する。

【0025】

図 3 を参照すると、各 LED 4 は、光学的に透明な材料 2 6 (例えば、サファイア) に成長し、又はこれに結合した半導体導体層 3 0 a 及び 3 0 b を有する。LED 4 は、2 つの半導体層 3 0 a 及び 3 0 b の間に挟まれた発光領域 2 8 を備える。

【0026】

各 LED 4 は、反射器カップ 3 8 と共に、透明なエポキシ又はプラスチックの枠 4 0 でさらに囲まれる。反射器カップ 3 8 は、反射面 4 1 を有する。さらに、反射器カップ 3 8 は、テーパ形状を有しており、反射器カップの下部 3 3 は、上部 3 1 よりも狭い。LED 4 は、反射器カップ 3 8 の下部の中心に位置している。反射器カップ 3 8 の内部は、透明なシリコン又はゲル状材料 4 2 で充填される。LED は全方向に光を放射するので、反射器カップ 3 8 は、LED の側面から放射された相当量の光が反射されて光ファイバ束 6 b の露出面に向かうのを保証する。

【0027】

光ファイバ束 6 b は、できるだけ多くの反射光を捕らえるために、光ファイバ束 6 a よりも幅が広い。他の実施形態では、反射器カップを備えず、光ファイバ束 6 b は、光ファイバ束 6 a と同様の幅である。

【0028】

各 LED 4 は、負極リード 3 4 及び正極リード 3 6 にも接続される。リード 3 4 及び 3 6 は、それぞれ、エポキシ枠 4 0 の側面からはみ出る。リード 3 4 及び 3 6 は、オーム性コンタクト 3 2 (例えば、金ワイヤの形態) を介して、LED 4 に接続される。負極リード 3 4 は、反射器カップ 3 8 に隣接し、導電性バス 4 4 a に接続される。導電性バス 4 4 a は、プリント回路基板 4 7 で絶縁されている。正極リード 3 6 は、反射器カップ 3 8 から距離 5 7 の間隔が空けられ、導電性バス 4 4 b に接続される。導電性バス 4 4 b も、プリント回路基板 4 7 で絶縁されている。導電性バス 4 4 a 及び 4 4 b は、それぞれ、分配回路 2 0 を介して電源 1 8 からの電流を運び、順電流が各 LED 4 に加えられる。電源 1 8 は、多数の電流源を備え、回路を制御して、LED 4 を光らせるのに必要な順電流を維持する。

【0029】

この実施形態では、LED 4 は、1 辺が約 0.25 mm の正方形である。固体源 2 の、この実施形態での使用に適した LED 4 は、日本の徳島にある日亜株式会社 (Nichia Corporation) から入手することができる (型番は、NSC x 又は NSS x 表面実装シリーズである。)。この製造業者から LED 4 を入手した後、その LED のエポキシ枠 4 0 の上

10

20

30

40

50

面にドリルで穴を開け、光ファイバ 6 b を挿入するためのチャンネル 5 2 を形成する。また、エポキシ 4 0 の下面 4 3 にドリルで第 2 の穴を開け、光ファイバ 6 b を挿入するためのチャンネル 5 4 を形成する。これらの穴は、光ファイバ束 6 a 及び 6 b をできるだけ L E D 4 に近づけて配置し、光損失を最小限にすることを確保するのに必要である。

【 0 0 3 0 】

光ファイバ束 6 a 及び 6 b は、束の直径がそれぞれ 0 . 3 5 mm、0 . 7 mm であり、好ましくは、大きい開口数 (N A) (0 . 7 5 N A 及びそれ以上) のガラスファイバを備える。各ガラスファイバは、それぞれ、直径が約 3 0 - 5 0 ミクロンである。光ファイバ束 6 a 及び 6 b は、ばらばらのファイバから組み立てられ、例えば、端部で束ねられる。この実施形態用のばらばらのファイバは、Auburn, NY の Schott-Foster, LLC から入手可能である。また、その束は、他の方法、例えばファイバ融合テクノロジー (fiber fusion technology) から精密研磨 (fine polished) され、又は作られる融合ガラス (fused glass)、例えばファイバ光ガイドを用いて製造することができる。この実施形態に適した光ファイバ束 6 a 及び 6 b は、Southbridge, MA の INCOM, Inc から入手可能である。ファイバは、L E D のサイズ及び形状に合わせるため、断面が長方形に加工される。別の実施形態では、ファイバは、円形の断面を有する。さらに別の実施形態では、光ファイバ束の代わりに、単一のファイバ (例えば、プラスチックファイバ、石英ファイバ) が用いられる。

【 0 0 3 1 】

L E D 4 の下面 7 6 は、各 L E D 4 が光ファイバ束 6 a のうちの対応するものに対して位置合わせされるように、光学的に透明な結合剤 (例えば、North Brunswick, NJ の Norland Products からの Norland 61) で、光ファイバ束 6 a に結合される。各 L E D 4 を各光ファイバ束 6 a 上に配置することによって、L E D からの放射光の最大量が光ファイバ束 6 a 及び 6 b に移され、光の損失が最小になる。結合剤は光学的に透明な接着剤であるので、光は邪魔されることなく、光ファイバ束 6 a に移動する。光ファイバ束 6 b の光入射面には光学的接着剤 6 4 (例えば、North Brunswick, NJ の Norland Products からの Norland 61) が存在し、光ファイバ束 6 b を L E D 4 に固定する。

【 0 0 3 2 】

チャンネル 5 4 は、プリント回路基板 4 7 を通り、さらに下プレート 5 6 を通って続き、長方形の光ファイバ束 6 a のうちの対応するものを受け入れる。円形のチャンネルに長方形の光ファイバ束を詰めたときに生じる隙間を埋めるために、下プレート 5 6 内にある光ファイバ束 6 a にファイバ端エポキシ 6 2 a を塗布する。ファイバ端エポキシ 6 2 a は、光ファイバ束 6 a を確実に、密封し、かつ固定することにより、光ファイバで各プレートのチャンネルを完全に充たすことを可能にする。下プレート 5 6 と同様に、上プレート 6 0 も同様のチャンネル 5 2 を有し、ファイバ端エポキシ 6 2 b で密封された光ファイバ束 6 b を備える。スペーサ 4 2 a 及び 4 2 b (図 1) は、内部ハウジング 8 の中で、反対の端部 (opposite ends) に位置し、また、下プレート 5 6 と上プレート 6 0 の間にあり、エポキシ 4 0 に加わる応力を低減する。

【 0 0 3 3 】

図 4 を参照すると、光ガイド 1 0 の遠位端 1 2 では、光ガイド 1 0 の複合ファイバ 6 7 は、フェルルール 6 9 により一緒に束ねられる。蛍光体層 6 8 (例えば、イットリウム・アルミニウム・ガーネット (Y A G)) は、光ガイド 1 6 の光出射面 7 0 上に位置する。蛍光体層 6 8 は、ステンレス鋼からなる保護スリーブ 6 6 で囲まれ、光学的に透明な保護カバー 6 0 (例えば、光学グレードのサファイア、光学ガラス) で覆われる。

【 0 0 3 4 】

電源 1 8 からの電流で励起されると、L E D 4 は、青色光を放射する。青色光は、光ファイバ束 6 a 及び 6 b を通り、さらに、複合束 1 4 を通り、光ガイド 1 0 の遠位端 1 2 に移動する。青色光が蛍光体層 6 8 を通過すると、青色光は、蛍光体層 6 8 を励起させ、蛍光の緑色及び赤色光を発生させる。緑色光、赤色光及び青色光は、重なり合い、白色光を形成する。別の実施形態では、蛍光体層は、L E D の表面に直接塗布することができる。別の実施形態では、別の色 (例えば、黄色) の光を放射する L E D を追加して、白色光を

形成することができる。

【 0 0 3 5 】

図 1 - 4 に関連して上述した実施形態では、LED 4 が、半導体光源として用いられた。しかし、別の実施形態では、別の半導体光源を用いることができる。例えば、LED は、青色若しくはUVレーザーダイオード又は垂直共振器型面発光レーザー（VCSEL）で置き換えることができる。全方向に光を放射するLEDとは対照的に、レーザーダイオードは、有利なことに、指向性を有する光を放射する。従って、高いNAを有する光ファイバを選択することの重要性は少なくなる。しかし、青色レーザーダイオード及び青色VCSELは、LEDと比べて、入手しにくく、コストが高く、出力が低く、寿命が短い。

【 0 0 3 6 】

別の半導体光源は、赤色 - 緑色 - 青色（RGB）蛍光体層と共に、紫外線（UV）LEDを用いて、白色光を生み出す。UV光がRGB蛍光体層を通過するとき、蛍光体層は、赤色、緑色及び青色光が結合した光を放射し、白色光を形成する。

【 0 0 3 7 】

別の半導体光源は、赤色、緑色及び青色LEDを組み合わせて用い、白色光を生み出す。赤色、緑色及び青色LEDが比較的近くに位置すると、各LEDからの光は重なる。赤色、緑色及び青色光が適切な比率で重なると、白色光が形成される。赤色、緑色及び青色光は完全には重ならないので、赤色、緑色及び青色光並びにこれらの光の色の別の組み合わせが光ガイドの遠位端に現れることがある。この不均一性を低減するために、光ファイバを3本のファイバからなるグループ（すなわち、トリオ）に分ける。各トリオは、赤色、緑色及び青色光のそれぞれを1つずつ有する。一般に、拡散器（図示せず）が、光ガイドの遠位端に付け加えられ、遠位端に残存する赤色、緑色及び青色光を混合することにより、得られる光の均一性が高まる。

【 0 0 3 8 】

別の実施形態では、LEDは、それぞれが4色（例えば、赤色、黄色、青色、及び緑色）のうちの1つを放射し、又はそれぞれが複数色のうちの1つを発生させ、白色光を生成する。図5Aを参照すると、断面が4角形又は6角形の混合器が光ガイド75に加えられ、異なる色の光を混合し、白色光を形成する。光の色の混合を容易にする別の形状の断面を用いてもよい。各LEDは、光を1つのファイバに放射する。ファイバ71は、混合器73の入力端72に取り付けられる。光ガイド75は、混合器77の出力端74に取り付けられる。異なる色の光が混合器73を通過するとき、各色の光は入力端72から出力端74へ移動する間に混合器の側面で反射し、光の色は混合される。図5Bを参照すると、混合器73は、入力端72に入るファイバが高いNAを有し、出力端74では光ガイド75が低いNAを有するように、テーパ形状にすることができる。

【 0 0 3 9 】

それぞれのLEDが複数色のうちの1つを発生させるというこの実施形態では、選択する緑色、赤色及び青色LEDの数により、光ガイドの遠位端での色温度を制御することができるという利点がある。また、各LEDに対する順電流を調節することによっても、白色光の色温度を制御することもできる。別の構成では、特定の色を放射するLEDについて、その選択する数を少なくすることも、利点がある。LEDを選択すること、及び順電流を調節することの組み合わせによっても、色温度を変化させることができる。例えば、赤色が支配的である体腔内での胸部外科手術においては、外科医が特徴を識別するのに適したコントラストを生成するために、内視鏡用の固体光源には、赤色光を放射するLEDの数が少ないものが望まれている。

【 0 0 4 0 】

図6を参照すると、別の実施形態では、エポキシ棒40は、異なるものに変更することができる。エポキシ棒40の上部は、図3ではドリルで穴開けがされていたが、この構成では、研磨(polish down)されている。エポキシ棒は、その上面がオーム性コンタクト32の直上になるように、研磨される。この場合、棒の材料の厚さは、最小になるが、ファイバ束を載せることによるダメージをオーム性コンタクトに与えないようにするのに十分

10

20

30

40

50

な厚さである。光ファイバ束 6 b も研磨される。光ファイバ束 6 b と上プレート 6 0 は、互いに同一平面になるように配置される。別の実施形態では、ファイバ端エポキシは、フェルールに置き換えられる。さらに別の実施形態では、オーム性コンタクトが LED の上部に位置せず、エポキシ枠は、LED の表面まで研磨することができる。これによって、光ファイバ束を LED の上面に直接結合させることができる。

【 0 0 4 1 】

図 7 A - 7 B を参照すると、固体光源では、LED の別の配置を用いることができる。これらの構成により、オーム性コンタクトに妨げられることなく、光ファイバ束を LED の表面に接触させることができ、最大量の光が光ファイバ素子に結合される。例えば、LED 4 0 1、フリップチップ半導体装置は、ファイバガラス材料 4 0 3 の上に配置される。LED 4 0 1 は、反射性の側面を有する反射器カップ内に配置される。ファイバガラス材料 4 0 3 と LED 4 0 1 の間に位置しているのは、2 つの導電性端子 4 0 2 a 及び 4 0 2 b であり、2 つ合わせて六角形になる。各端子 4 0 2 a 及び 4 0 2 b は、それぞれ、オーム性コンタクト 4 0 4 を介して、導電性バス 4 2 2 a 及び 4 2 2 b に接続される。導電性端子 4 2 2 a 及び 4 2 2 b をこのように配置することで、LED 4 0 1 の表面に障害物が無くなる。LED を保護するプラスチック枠にドリルを用いて開口を形成する。光ファイバ束 4 0 6 は、その開口及びシリコンゲル 4 1 6 を通り、LED 4 0 1 の表面上に、又はその近くに挿入される。エポキシの封止剤 4 1 4 は、光ファイバ束 4 0 6 をプラスチック枠 4 1 2 に固定する。この実施形態に適した LED は、San Jose, CA の Lumileds Lighting によって製造されている。

【 0 0 4 2 】

図 8 A - 8 C を参照すると、別の実施形態は、LED 5 0 1 の表面上に 1 つのオーム性コンタクトを有し、このオーム性コンタクトは、LED 表面への光ファイバ束 5 1 0 の直接の挿入を妨げる。この構成では、光ファイバ束 5 1 0 は、LED に取り付けられる。LED 5 0 1 は、反射器カップ 5 1 6 の上に位置している。オーム性コンタクト 5 0 8 は、反射器カップを導電性バス 5 1 6 に接続させる。第 2 のオーム性コンタクト 5 0 6 は、LED 5 0 1 の上面を第 2 の導電性バス 5 1 8 に接続させる。光ファイバ束 5 1 0 は、光ファイバ束 5 1 0 がオーム性コンタクト 5 0 6 を囲って収める (fit around) ために、スプライス (splice) される。プラスチック枠にドリルを用いて開口を形成する。光ファイバ束 5 1 0 は、その開口及びシリコンゲル 5 1 4 を通り、LED 5 0 1 の表面上に、又はその近くに挿入される。エポキシ 5 1 2 は、光ファイバ束 5 1 4 をプラスチック枠 5 0 2 に固定する。光ファイバ束 5 0 4 は、オーム性コンタクト 5 0 6 を囲って収める。この実施形態に適した LED は、San Jose, CA の Lumileds Lighting によって製造されている。

【 0 0 4 3 】

上記実施形態では、光ファイバ束の受光面は、LED に近接した位置にある。しかし、半導体光源と光学系の別の構成を用いてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 9 - 1 1 を参照すると、例えば、固体光源 1 0 1 は、レンズアレイ 8 8 を有する光学系 1 0 3 を備える。レンズアレイ 8 8 は、対応する LED アレイ 8 6 から光を受け取り、その光を対応する開口アレイ 9 0 に集束させる。開口アレイ 9 0 は、それぞれがファイバ線 1 0 0 を有する開口を備える。

【 0 0 4 5 】

LED アレイ 8 6 は、開口 9 6 のアレイを有するプレート 8 0 を備える。各 LED 9 4 は、開口 9 6 内に位置している。第 2 のプレート 8 2 は、同様に、各 LED 9 4 に対応するレンズアレイ 8 8 を備える。各レンズ 9 8 は、開口 9 8 内に位置している。第 3 のプレート 8 4 は、開口アレイ 9 0 内に位置する 1 組の光ファイバ線 1 0 0 を備える。各ファイバ線 1 0 0 は、レンズ 9 8 の対応するものに位置合わせされている。

【 0 0 4 6 】

レンズ 9 8 とファイバ線 1 0 0 は、最大量の光が LED 9 4 からファイバ線 1 0 0 に送られるように配置されている。従って、第 1 のプレート 8 0 と第 2 のプレート 8 2 は、間

隔を空けて配置され、第 1 のプレートは、LED 94 の活性領域が各レンズ 98 の第 1 の光学的共役面 106 (図 10) にあるように、配置される。同様に、各レンズ 98 の第 2 の光学的共役面 104 がそれぞれ対応するファイバ線 100 の入口に合わさるように、第 3 のプレート 84 及び第 2 のプレート 82 は、間隔を空けて配置される。穴 92 の位置合わせを行うことにより、それぞれ対応する LED 96、レンズ 98 及びファイバ線 100 が適切に位置合わせされる。各プレートを位置合わせされた位置に保持するために、位置合わせ穴内にピン (図示せず) を配置する。

【0047】

レンズ 88 は、それぞれ、有効 F 数、F を有し、各レンズは、開口数 NA の各レンズの像側に光線を形成し、 $NA_1 = 1 / (2F)$ となる。

10

【0048】

各ファイバ線 100 の光スルーブットを最大にするために、光学素子 98 は、発光面 87 の像が入射面 93 を完全に覆うように、LED 94 の発光面 87 をファイバ線 100 の入射面 93 に投影する。像空間での開口数 NA_1 は、ファイバ線 100 の NA 、 NA_{1g} と等しく、又は僅かに超えるようにする。すなわち、

$$NA_1 = NA_{1g} \equiv \sin u$$

但し、 u は、光ガイドの受光角。

【0049】

動作中、各 LED 94 に電力が加えられると、各 LED から放射される光は、対応する光学素子 98 によって受け取られる。光学素子は、その光に対応するファイバ線 100 上に集束させる。各ファイバ線 100 からの光が組み合わさったものは、複合束 110 を通って、光ガイドに送られる。

20

【0050】

図 12 を参照すると、光集中器 (light concentrator) 150 が各 LED 152 に付け加えられ、光線を反射して、ファイバ線 156 に導く。光集中器 150 は、放物線形の断面を有する内部キャビティを有する。別の実施形態では、さらに複雑な形状が用いられてもよい。LED 152 は、光集中器 150 の内部に配置される。

【0051】

光集中器 150 の内面 154 は、鏡になっている。動作中、LED 42 の側面から放射された光は、内面 154 で反射されてファイバ線 156 に導かれる。このように、光集中器 150 は、LED の上面及び側面からの光を反射する。別の実施形態では、全反射系が用いられる。これらの実施形態では、光集中器は、透明誘電材料で充填される。

30

【0052】

図 13A 及び 13B を参照すると、レンズ光学系、例えば、光学系 140 の別の実施形態では、レンズアレイ 123 が用いられ、対応する LED アレイ 121 からの光を平行にする。次に、集光レンズ 124 がその光を光ガイド 126 に集束させる。

【0053】

LED アレイ 121 は、円形の 2 次元アレイ状に配列される。対応するレンズアレイ 123 は、LED アレイ 121 の前に配置される。そして、各半導体光源 120 が、対応するレンズ 122 の光軸 130 に沿って配置される。レンズ 122 は、対応する LED 120 によって放射された光を平行にする。レンズ 122 は、単レンズ (例えば、片面若しくは両面非球面レンズ)、複合レンズ、屈折率分布 (GRIN) 型レンズ又はこの組合せを表してもよい。別の実施形態では、レンズアレイは、接着又は融合などの手段により LED アレイの一部としてもよい。別の実施形態では、LED 及びレンズアレイは、長方形である。

40

【0054】

小型のレンズアレイ構成を維持するために、レンズの焦点距離、 f_o 及びレンズの直径は、数ミリメートルのオーダーで選択される。実際の値は、LED の発光面 128 のサイズに基づいて選択され、レンズ 122 の視野を決定する。LED 120 からの放射光の最大量を集めるために、レンズ 122 の F 数 (開口に対する焦点距離の比) は、入手可能な

50

レンズのコストの制約内、及び光学収差を補正するために必要な設計パラメータ内で、できるだけ小さく維持される。

【 0 0 5 5 】

レンズアレイ 1 2 3 からの平行光は、集光レンズ 1 2 4 に移動する。集光レンズ 1 2 4 は、各 L E D の発光面 1 2 8 の像を光ガイド 1 2 6 の入射面 1 3 6 に投影する。その像は、そのサイズが光ガイド 1 2 6 の入射面 1 3 6 にほぼ等しくなるように、拡大される。

【 0 0 5 6 】

この実施形態では、集光レンズ 1 2 4 は、L E D アレイ 1 2 1 又はレンズアレイ 1 2 3 と少なくとも同じ大きさである。また、レンズアレイ 1 2 3 及び集光レンズ 1 2 4 のサイズは、その像の開口数、 NA_l が光ガイドの NA 、 NA_{lg} に合うように、十分に大きく選択される。L E D 及び光ガイド 1 2 6 に対するレンズアレイ 1 2 3 及び集光レンズ 1 2 4 の位置は、次の関係によって支配される。

$$M \equiv r_{lg} / h_{se} = f_{foc} / f_{oe}$$

但し、 M は光学系 1 4 0 の倍率、 r_{lg} は光ガイド 1 2 6 の半径、 h_{se} は、光軸 1 3 0 から測定された L E D 1 2 0 の高さ、 f_{foc} は、集光レンズ 1 2 4 の焦点距離、 f_{oe} はレンズ 1 2 2 の焦点距離、そして

$$\sin u \equiv NA_l = NA_{lg} = H_{array} / f_{foc}$$

但し、 H_{array} は、集光レンズ 1 2 4 の軸 1 3 8 から最上部のレンズ 1 2 2 a の上側のエッジに向かって測定される L E D アレイ 1 2 1 の高さである。

【 0 0 5 7 】

前述の数式を組み合わせることにより、集光レンズ 1 2 4 の光軸 1 3 8 を含む断面にある L E D の最大数 n は、次のように決定することができる。

$$n = (f_{foc} \times NA_{lg}) / r_{oe}$$

但し、 r_{oe} は、レンズ 1 2 2 の開口半径である。

【 0 0 5 8 】

例えば、受光角が 30 度、半径が 2.5 mm の光ガイド 1 2 6 及び高さが 0.125 mm の L E D 1 2 0 を与えると、倍率 M が 2.0 になる。焦点距離が 3 mm であり、 F 数が 1 に等しいレンズ 1 2 2 を与えると、レンズ 1 2 2 の半径は 1.5 mm になり、集光レンズ 1 2 4 の焦点距離は 60 mm になる。従って、L E D の最大数 n は 2.0 になる。

【 0 0 5 9 】

図 1 4 を参照すると、固体光源は、内視鏡システム 2 1 0 で照明を提供するのに用いることができる。内視鏡システム 2 1 0 は、固体光源 2 0 2 と、ビデオモニタ 2 0 4 と、カメラ 2 0 6 と、内視鏡 2 0 8 とを備える。固体光源 2 0 2 は、白色光を発生させ、その光を光ガイド 2 1 6 を介して内視鏡 2 0 8 の遠位端 2 1 2 に送る。光ガイド 2 1 6 は、複合ファイバを備え、光源 2 0 2 の出力コネクタ 2 1 8 と内視鏡 2 0 8 の光ポスト 2 2 0 の間に接続される。白色光は、内視鏡 2 0 8 の遠位端 2 1 2 で作業領域 2 1 4 を照らす。内視鏡 2 0 8 のハンドル 2 2 2 に接続されたビデオカメラ 2 0 6 は、ビデオモニタ 2 0 4 への表示のために、作業領域 2 1 4 の画像を表すビデオ信号を発生させる。

【 0 0 6 0 】

別の実施形態では、固体光源は、ハンドル 2 0 8 に直接接続され、内視鏡を通して、光を放射する。この構成では、光ガイド 2 1 6 が不要になる。

【 0 0 6 1 】

図 1 5 A 及び 1 5 B を参照すると、固体光源の別の実施形態では、光は、内視鏡 3 0 0 の内部であって、内視鏡の主軸 3 0 1 の周囲近くを移動する。光ファイバ線のグループは、半導体光源から光を受け取った後、内視鏡 3 0 0 (図示せず) のハンドルから移動する。光ファイバ線 3 0 4 は、遠位端に延び、各ファイバ線が蛍光体層 3 0 2 に接続される。各光ファイバ線は、内視鏡 3 0 0 の外面を形成する外側チューブと、内視鏡の内部において光学系 3 1 0 からファイバ線を分離する内側チューブとの間にぎっしりと詰められる。サファイアリング 3 0 6 は、蛍光体リング 3 0 4 の上部に置かれ、蛍光体層 3 0 2 をダメージが保護している。

【 0 0 6 2 】

固体光源の実施形態は、内視鏡に限定されない。例えば、固体光源の別の実施形態は、懐中電灯、坑夫のヘルメット、顕微鏡などにも見出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 3 】

【図 1】固体光源の 1 つの実施形態の断面の概略図である。

【図 2】図 2 A は、発光ダイオード (L E D) と 1 セットのファイバ束の断面側面図である。図 2 B は、 L E D と 1 セットのファイバ束の平面図である。

【図 3】図 1 に示す固体光源の一部を拡大した断面側面図である。

【図 4】光ガイドの遠位端での光ガイドの断面側面図である。

10

【図 5】図 5 A は、混合ロッドの断面側面図である。図 5 B は、テーパ形状を有する混合ロッドの別の実施形態の断面側面図である。

【図 6】固体光源の別の実施形態の断面図である。

【図 7】図 7 A は、半導体光源の別の実施形態の断面図である。図 7 B は、図 7 A の半導体光源の平面図である。

【図 8】図 8 A は、半導体光源の別の実施形態の断面図である。図 8 B は、図 8 A の半導体光源の平面図である。図 8 C は、図 8 A の拡大断面図である。

【図 9】固体光源の別の実施形態の断面側面図である。

【図 1 0】図 7 の L E D プレート、レンズプレート及びファイバ線の分解図である。

【図 1 1】図 7 - 8 の 1 つのレンズ、 1 つの L E D 及び 1 つのファイバ線の概略図である。

20

【図 1 2】光集中器を有する L E D の断面図である。

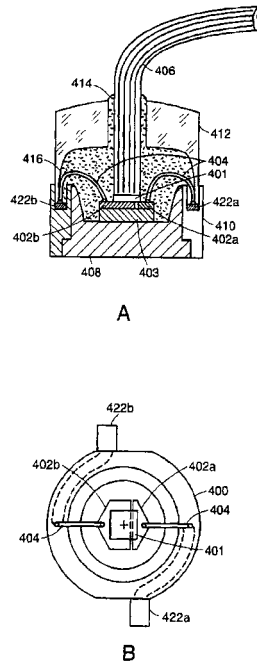
【図 1 3 A】図 1 3 A は、固体光源のさらに別の実施形態の概略図である。

【図 1 3 B】図 1 3 B は、図 1 3 A の直線 1 3 B - 1 3 B に沿ってとられた円形レンズアレイの概略図である。

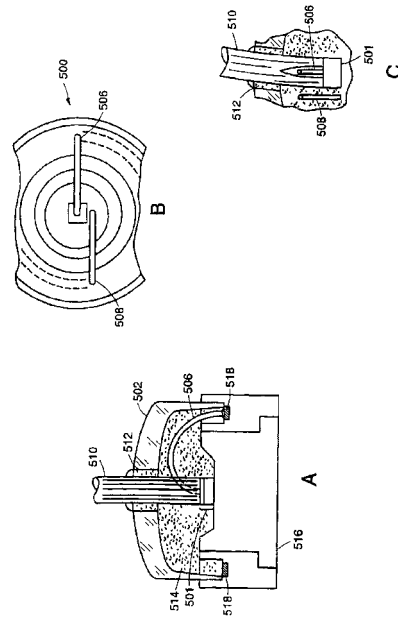
【図 1 4】照明を提供する固体光源を有する内視鏡システムのブロック図である。

【図 1 5】図 1 5 A は、環状に配列した照明用ファイバ線を有する内視鏡の断面側面図である。図 1 5 B は、図 1 5 A の内視鏡の端面図である。

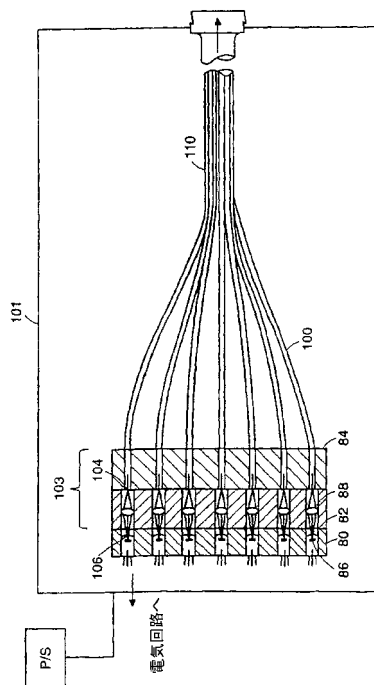
【図 7】



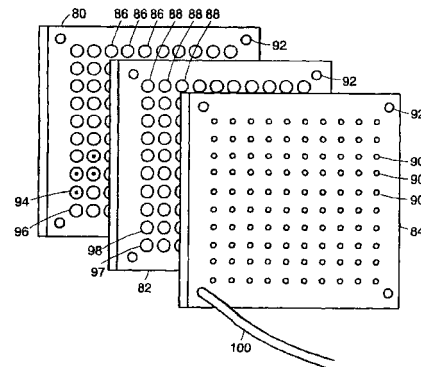
【図 8】



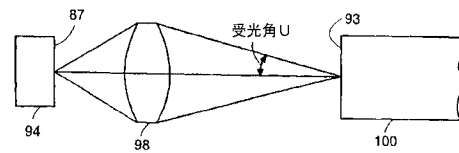
【図 9】



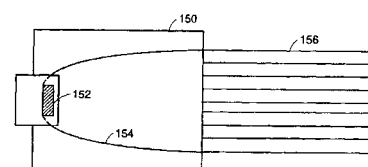
【図 10】



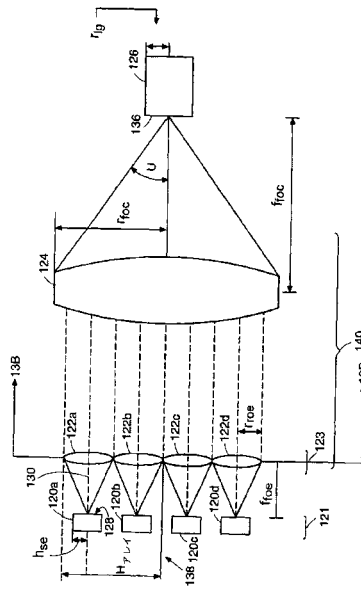
【図 11】



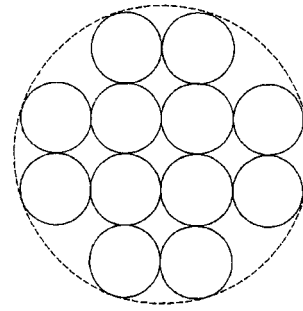
【図 12】



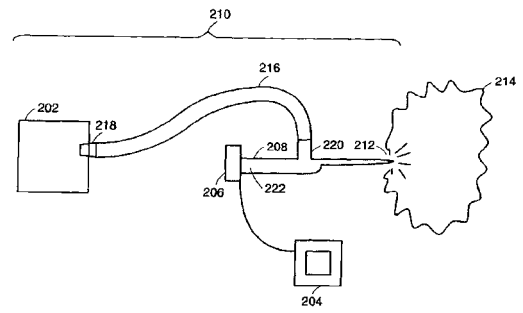
【図 13 A】



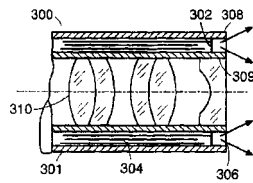
【図 13 B】



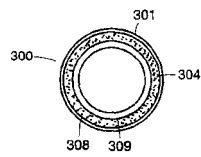
【図 14】



【図 15】



A



B

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 3 9 5 7 0 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 8 6 5 9 0 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 4 2 4 5 1 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 1 9 0 3 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 5 8 4 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 3 5 2 6 2 6 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 1 9 3 7 (J P , A)
米国特許第 6 2 9 0 3 8 2 (U S , B 1)
米国特許第 6 4 4 7 1 3 4 (U S , B 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 6 / 0 0 - 6 / 5 4

专利名称(译)	固体光源		
公开(公告)号	JP4444272B2	公开(公告)日	2010-03-31
申请号	JP2006348225	申请日	2006-12-25
[标]申请(专利权)人(译)	史密夫和内修有限公司		
申请(专利权)人(译)	施乐辉公司		
当前申请(专利权)人(译)	施乐辉公司		
[标]发明人	カザケヴィッチユーリ		
发明人	カザケヴィッチ,ユーリ		
IPC分类号	G02B6/42 A61B1/06 A61B1/00 G02B23/26 A61B1/07 F21K99/00 F21V8/00 F21W131/205 F21Y101/02 G02B6/04 G02B6/24 G02B6/28 G02B6/40 G02B21/06 G02B23/24 H01L33/00 H01S5/022		
CPC分类号	A61B1/0607 A61B1/0638 A61B1/0653 A61B1/0669 A61B1/0684 A61B1/07 F21K9/61 F21K9/69 F21V5/007 F21V5/048 F21V9/30 F21V13/14 F21Y2115/10 F21Y2115/30 G02B6/0006 G02B6/0008 G02B6/04 G02B6/241 G02B6/2808 G02B6/40 G02B6/403 G02B6/4202 G02B6/4206 G02B6/4212 G02B6/4214 G02B6/4248 G02B6/4249 G02B6/4298 G02B23/2469 H01L2224/48091 H01L2924/00014 F21V7/0066 F21V33/0068 F21V2200/30 F21W2131/20		
FI分类号	G02B6/42 A61B1/06.A A61B1/00.300.U G02B23/26.B A61B1/00.732 A61B1/07.730 A61B1/07.731 A61B1/07.732 A61B1/07.736		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA07 2H040/CA11 2H137/AA08 2H137/AA10 2H137/AB06 2H137/BA15 2H137/BB02 2H137/BB17 2H137/BC51 2H137/BC58 2H137/CA15A 2H137/DA24 4C061/GG01 4C061/JJ06 4C161/GG01 4C161/JJ06		
优先权	09/944495 2001-08-31 US		
其他公开文献	JP2007148418A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供包括用于发光的半导体光源的固态光源和具有光学元件的光学系统，其中光学系统具有用于接收从半导体光源发射的光的输入以及用于发射从光学元件接收的光的输出，并且其中光学系统和半导体光源一起提供用于形成照射路径的光。ŽSOLUTION：固态光源配备有LED 401作为用于发光的半导体光源，并且光学系统具有光纤束406。光纤束插入LED的表面或其附近并固定通过环氧树脂密封剂14将塑料框架412连接到塑料框架412。光纤束具有用于接收从半导体光源发射的光的输入。另外，光纤束还具有用于发射从固态光源接收的光的输出。半导体光源和光纤束一起提供照明路径。 Ž

6】

