

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02017/104047

発行日 平成30年10月4日 (2018.10.4)

(43) 国際公開日 平成29年6月22日 (2017.6.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/07 (2006.01)	A 6 1 B 1/07 7 3 3	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	A 6 1 B 1/07 7 3 4	4 C 1 6 1
	G 0 2 B 23/26 B	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

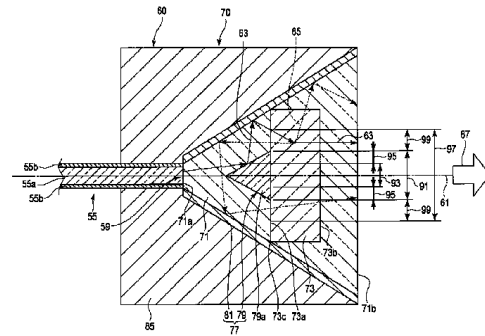
出願番号 特願2017-556274 (P2017-556274)	(71) 出願人 000000376
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/085358	オリンパス株式会社
(22) 国際出願日 平成27年12月17日 (2015.12.17)	東京都八王子市石川町2951番地
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US	(74) 代理人 100108855 弁理士 蔵田 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 100189913 弁理士 鵜飼 健
	(74) 代理人 100199565 弁理士 飯野 茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置と内視鏡システム

(57) 【要約】

照明装置(60)の分配ユニット(77)は、少なくとも強度領域(93)に配置され、少なくとも強度領域(93)における1次光(63)の強度を低減するために、1次光(63)の少なくとも一部の進行方向を変更する進路変更部材(79)と、進路変更部材(79)によって進行方向が変更された1次光(63)を出射面(71b)に向けて反射し、且つ、出射面(71b)とは逆方向に進行する2次光(65)を出射面(71b)に向けて反射する第1反射部材(81)とを有する。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源ユニットの出射部から照明ユニットに向けて出射された 1 次光の一部の光学特性を前記照明ユニットの光変換部材にて変換して 2 次光を生成して照明光を前記照明ユニットの出射面から出射する照明装置であって、

前記出射部から出射された前記 1 次光の中心軸を光軸と定義し、

前記光変換部材が前記出射部から出射された前記 1 次光を直接照射されたと想定した際に、前記光変換部材において前記 1 次光を照射された照射領域を第 1 照射領域と定義し、前記第 1 照射領域において前記 1 次光の強度が所定値以上である領域を強度領域と定義し、

前記照明ユニットに配置され、少なくとも前記強度領域における前記 1 次光の強度を低減し、低減された分の前記 1 次光の強度を前記光変換部材における前記強度領域以外の領域に分配すると共に、分配によって前記照射領域を前記第 1 照射領域よりも広い第 2 照射領域に広げる分配ユニットを具備し、

前記分配ユニットは、

少なくとも前記強度領域に配置され、少なくとも前記強度領域における前記 1 次光の強度を低減するために、前記 1 次光の少なくとも一部の進行方向を変更する進路変更部材と、

前記進路変更部材によって進行方向が変更された前記 1 次光を前記出射面に向けて反射し、且つ、前記出射面とは逆方向に進行する前記 2 次光を前記出射面に向けて反射する第 1 反射部材と、

を具備する照明装置。

【請求項 2】

前記光変換部材は、前記光軸方向において、前記出射部と前記出射面との間に配置され、

前記強度領域を含む前記第 1 照射領域と前記第 2 照射領域とは、前記出射部と対向する平面上に配置され且つ前記 1 次光が入射する前記光変換部材の入射面に配置され、

前記進路変更部材は、前記第 1 反射部材に向けて、前記 1 次光の少なくとも一部を反射または拡散する請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記第 1 反射部材は、前記光軸方向において前記出射部から前記出射面まで配置され、且つ、前記光変換部材と前記進路変更部材とを取り囲んで配置される請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記進路変更部材は、直円錐状または半球状の光学部材を有し、

前記光学部材は、前記光学部材の表面で、前記 1 次光を反射する請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記照明ユニットは、前記光軸方向において前記出射部と前記光学部材との間に配置される透明部材を有し、

前記透明部材の屈折率は、前記光学部材の屈折率よりも大きい請求項 4 に記載の照明装置。

【請求項 6】

円錐状の前記光学部材の円錐先端部に入射する前記 1 次光の入射角度が、前記透明部材の前記屈折率と前記光学部材の前記屈折率とによって決まる臨界角度よりも大きい場合、前記光学部材は、前記 1 次光を全反射する請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記所定値は、1 次光の強度のピーク値に対して $1/e^2$ である請求項 1 乃至請求項 6 のいずれかに記載の照明装置。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

前記進路変更部材は、円錐状の前記光学部材の表面に配置され、前記光軸に対して傾斜して配置され、前記 1 次光を前記第 1 反射部材に向けて反射する第 2 反射部材を有する請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 9】

円錐状の前記光学部材の円錐先端部に入射する前記 1 次光の入射角度が臨界角度よりも小さい場合、前記第 2 反射部材は、少なくとも前記光軸から入射角度が臨界角度となる領域まで配置される請求項 8 に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記第 1 反射部材は、前記出射部から前記出射面に向かってテーパ状に広がっており、円錐状の前記光学部材の母線と前記光軸との間に形成される角度は、前記母線に向かう前記 1 次光が前記母線への入射角度と同じ反射角度で前記第 1 反射部材に進行するように、前記母線と前記光変換部材の入射面との間に形成される角度よりも小さい請求項 5 に記載の照明装置。

10

【請求項 11】

前記出射部から出射された前記 1 次光と前記光軸との間に形成される角度を 1、前記光学部材の中心軸が前記光軸上に配置された状態で、前記母線と、前記光軸との間に形成される角度を 2、

前記角度 1 を有した状態で前記 1 次光が前記光学部材に入射した際、前記光学部材の入射位置における法線に対する前記 1 次光の入射角度を 1、

前記 1 次光が前記光学部材にて屈折した後に前記光学部材を透過する際、屈折した前記 1 次光と前記光軸との間に形成される屈折角度を 2、

20

前記透明部材の屈折率を n_1 、

前記光学部材の屈折率を n_2 、

とすると、

$n_2 < n_1$ 、且つ、 $0 < \theta_1 < \theta_2$ 、という条件下では、

式 (1) と式 (2) とが成り立ち、

$$n_1 \times \sin \theta_1 = n_2 \times \sin \theta_2 \dots \text{式 (1)}$$

$$\theta_1 = \theta_2 / 2 - (\theta_2 - \theta_1) \dots \text{式 (2)}$$

前記角度 θ_2 が前記母線と前記光変換部材の入射面との間に形成される角度よりも小さくなるために式 (3) が満たされ、

30

$$\theta_2 - \theta_1 < \theta_2 / 2 + \theta_2 \dots \text{式 (3)}$$

前記 1 次光が前記光学部材で反射して前記第 1 反射部材に進行するために式 (4) が満たされる

$$\theta_1 / 6 + 2 / 3 < \theta_2 \dots \text{式 (4)}$$

請求項 10 に記載の照明装置。

【請求項 12】

前記進路変更部材は、

半球状の前記光学部材の表面に配置される第 3 反射部材と、

前記第 3 反射部材の前記表面の少なくとも一部であり、少なくとも前記光軸周辺に配置される乱反射部と、

40

を有し、

前記乱反射部である前記第 3 反射部材の前記表面は凹凸形状で、凹凸の、高さ、サイズまたは周期は不規則となっている請求項 5 に記載の照明装置。

【請求項 13】

前記進路変更部材は、前記 1 次光を拡散する柱状の拡散部材を有する請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 14】

前記進路変更部材は、前記光軸方向において、前記拡散部材と前記光変換部材との間に配置され、前記 1 次光を反射する第 4 反射部材を有する請求項 13 に記載の照明装置。

【請求項 15】

50

前記第 1 反射部材は、前記出射部から前記出射面に向かってテーパ状に広がっている請求項 4 に記載の照明装置。

【請求項 16】

前記出射部から出射された前記 1 次光と、前記光軸との間に形成される角度を 1、前記光学部材の中心軸が前記光軸上に配置された状態で、円錐状の前記光学部材の母線と、前記光軸との間に形成される角度を 2、

テーパ状の前記第 1 反射部材と、前記光軸方向との間に形成される角度を 3、と定義すると、

1 < 3 < 2 である請求項 15 に記載の照明装置。

【請求項 17】

前記第 1 反射部材は、放物状またはホーン状であり、前記 1 次光を、前記光軸周辺を除いた部分の前記光変換部材に反射する請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 18】

前記進路変更部材は、

前記光軸方向において前記出射部と前記光変換部材との間に配置される第 5 反射部材と、

前記第 5 反射部材の表面の少なくとも一部であり、少なくとも前記光軸周辺に配置される乱反射部と、

を有し、

前記乱反射部である前記第 5 反射部材の前記表面は凹凸形状で、凹凸の、高さ、サイズまたは周期は不規則となっている請求項 3 に記載の照明装置。

【請求項 19】

前記光変換部材は、前記 1 次光を波長変換して前記 2 次光を生成する波長変換部材を有する請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 20】

前記光変換部材は、前記 1 次光を拡散して前記 2 次光を生成する拡散部材を有する請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 21】

前記照明ユニットは、前記光源ユニットの光源から出射された前記 1 次光を導光する導光部材に配置される前記出射部に光学的に接続される請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 22】

前記照明ユニットは、前記光源ユニットの光源に配置され且つ前記 1 次光を出射する前記出射部に光学的に接続される請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 23】

内視鏡と、

1 次光を出射する出射部を有する光源ユニットと、

前記内視鏡に配置される請求項 1 に記載の照明装置と、

を具備する内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置とこの照明装置を有する内視鏡システムとに関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献 1 に開示されている照明装置は、励起光源から出射された後に光ファイバによって導光された 1 次光である励起光の一部を、光ファイバの先端に配置された出力部にて波長変換し、波長変換光である 2 次光を生成する。照明装置は、1 次光と 2 次光とを混色し、照明光として出射する。

【0003】

励起光源は、405nm 近傍に発光ピーク波長を有する 1 次光を出射するレーザダイオ

10

20

30

40

50

ード素子を有する。レーザダイオード素子は、GaN系の半導体素子である。光ファイバは、石英系の光ファイバである。出力部は、1次光の一部を吸収し波長変換して所定の波長域の2次光を出射する波長変換部材を有する。波長変換部材はシリコン樹脂に含有された蛍光物質を有しており、蛍光物質は $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{C}_{12}:\text{Eu}$ と、 $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ と、 $(\text{Ca},\text{Sr})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ とを使用する。蛍光物質は、シリコン樹脂中に均一に混ぜられる。

【0004】

レーザダイオード素子から出射された1次光は、励起光源に配置されるレンズを透過し、レンズによって励起光源の出射部に集光される。出射部は光ファイバに光学的に接続されており、出射部から出射された1次光は光ファイバに入射し光ファイバによって導光される。そして1次光は、光ファイバの出射端面から出力部に向かって出射される。出力部の波長変換部材は、1次光の一部を吸収して2次光を生成する。そして照明光が出射される。

10

【0005】

照明光は白色に発光しており、照明光の平均演色評価数(Ra)が80以上であり、特に赤色の色票を示す特殊演色評価数(R9)が高い。これにより演色性の高い照明装置が提供される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

20

【特許文献1】特開2005-205195号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、光ファイバの出射端面から出力部に向かって出射される1次光の中心軸を、光軸と称する。光軸周辺とは、光軸を含むものとする。波長変換部材は、少なくとも光軸上に配置される。

【0008】

励起光である1次光の指向性は強いため、1次光はレンズと出射部とによって光ファイバに高効率で入射することが可能である。しかしながら、指向性が強いため、光ファイバの出射端面から出射された1次光の広がり角度は小さい。したがって、1次光が波長変換部材を照射する際、光軸方向において光ファイバの出射端面と波長変換部材との間に透明部材が配置されても、波長変換部材における1次光の照射領域は狭い。この狭い照射領域は、光軸周辺の領域である周辺領域と、照射領域の内側且つ周辺領域の外側に配置され照射領域の外縁側の領域である外縁領域とを有する。外縁領域に比べて周辺領域では1次光の強度がより一層高まっている。また波長変換部材が2次光を生成する際に、生成によって波長変換部材に熱が発生し、熱の大部分は周辺領域から発生する。そして、波長変換部材における周辺領域では、1次光の高い強度と熱とによって劣化が加速する。また、1次光を2次光に変換する変換効率言い換えると照明光の取り出し効率は、この劣化により低下し、照明光の出力が低下する。したがって、周辺領域における1次光の強度を低減でき、照明光の取り出し効率が高く且つ照明光の出力が高い照明装置が望まれている。

30

40

【0009】

本発明は、これらの事情に鑑みてなされたものであり、光軸の周辺領域における1次光の強度を低減でき、照明光の取り出し効率が高く且つ照明光の出力が高い照明装置とこの照明装置を有する内視鏡システムとを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の照明装置の一態様は、光源ユニットの出射部から照明ユニットに向けて出射された1次光の一部の光学特性を前記照明ユニットの光変換部材にて変換して2次光を生成して照明光を前記照明ユニットの出射面から出射する。前記出射部から出射された前記1

50

次光の中心軸を光軸と定義し、前記光変換部材が前記出射部から出射された前記1次光を直接照射されたと想定した際に、前記光変換部材において前記1次光を照射された照射領域を第1照射領域と定義し、前記第1照射領域において前記1次光の強度が所定値以上である領域を強度領域と定義する。前記照明装置は、前記照明ユニットに配置され、少なくとも前記強度領域における前記1次光の強度を低減し、低減された分の前記1次光の強度を前記光変換部材における前記強度領域以外の領域に分配すると共に、分配によって前記照射領域を前記第1照射領域よりも広い第2照射領域に広げる分配ユニットを具備する。前記分配ユニットは、少なくとも前記強度領域に配置され、少なくとも前記強度領域における前記1次光の強度を低減するために、前記1次光の少なくとも一部の進行方向を変更する進路変更部材と、前記進路変更部材によって進行方向が変更された前記1次光を前記出射面に向けて反射し、且つ、前記出射面とは逆方向に進行する前記2次光を前記出射面に向けて反射する第1反射部材とを具備する。

10

【0011】

本発明の内視鏡システムの一態様は、内視鏡と、1次光を出射する出射部を有する光源ユニットと、前記内視鏡に配置される上記に記載の照明装置とを具備する。

【発明の効果】**【0012】**

本発明によれば、光軸の周辺領域における1次光の強度を低減でき、照明光の取り出し効率がよく且つ照明光の出力が高い照明装置とこの照明装置を有する内視鏡システムとを提供できる。

20

【図面の簡単な説明】**【0013】**

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に係る内視鏡システムの模式図である。

【図2A】図2Aは、光源ユニットと照明装置との第1構成を示す図である。

【図2B】図2Bは、光源ユニットと照明装置との第2構成の第1タイプを示す図である。

【図2C】図2Cは、光源ユニットと照明装置との第2構成の第2タイプを示す図である。

【図3A】図3Aは、図2Aに示す第1構成における照明装置の構成の一例を示す図である。

30

【図3B】図3Bは、図3A示す照明装置の照明ユニットにおける各種の角度の関係を示す図である。

【図3C】図3Cは、図2Aに示す第1構成における照明装置の構成の一例を示す図である。

【図3D】図3Dは、図2Aに示す第1構成における照明装置の構成の一例を示す図である。

【図4A】図4Aは、進路変更部材が配置されていない照明装置の構成の一例を示し、この構成に配置される光変換部材における第1照射領域と強度領域と第1外縁領域との位置関係を示す図である。

【図4B】図4Bは、図4Aに示す光変換部材の照射領域における1次光の強度と1次光の広がり角度との関係である1次光の強度分布を示す図である。

40

【図4C】図4Cは、図4Aに示す1次光の強度分布と図3Aに示す構成における1次光の強度分布とを示す図である。

【図5A】図5Aは、第2の実施形態に係る照明装置の構成の一例を示す図である。

【図5B】図5Bは、図5Aに示す照明装置の構成の第1変形例を示す図である。

【図5C】図5Cは、図5Aに示す照明装置の構成の第2変形例を示す図である。

【図6】図6は、第3の実施形態に係る照明装置の構成の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0014】**

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、一部の図面で

50

は図示の明瞭化のために部材の一部の図示を省略する。また図示の明瞭化のために、例えば 1 次光 6 3、2 次光 6 5 及び照明光 6 7 それぞれの一部のみを図示している。

【 0 0 1 5 】

[第 1 の実施形態]

[構成]

図面を参照して第 1 の実施形態について説明する。

[内視鏡システム 1 0]

図 1 に示すような内視鏡システム 1 0 は、例えば検査室または手術室等に備えられる。内視鏡システム 1 0 は、例えば患者の管腔といった管路部内を撮像する内視鏡 2 0 と、内視鏡 2 0 の図示しない撮像ユニットによって撮像された管路部内の画像を画像処理する図示しない画像処理部を有する制御装置 3 0 とを有する。内視鏡システム 1 0 は、制御装置 3 0 に接続され、画像処理部によって画像処理された画像を表示する表示装置 4 0 を有する。

10

【 0 0 1 6 】

本実施形態では、被挿入体に挿入される挿入装置の一例として、医療用の軟性の内視鏡 2 0 を用いて説明するが、これに限定される必要はない。挿入装置は、例えば、医療用の硬性内視鏡、工業用の軟性内視鏡または工業用の硬性内視鏡、カテーテル、処置具といったように、被挿入体の内部に挿入される挿入部 2 1 を有していればよい。本実施形態の挿入部 2 1 は、軟性であっても硬性であってもよい。被挿入体は、例えば、人に限らず、動物、またはほかの構造物であってもよい。

20

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、内視鏡 2 0 は、管路部に挿入される中空の細長い挿入部 2 1 と、挿入部 2 1 の基端部に連結され、内視鏡 2 0 を操作する操作部 2 3 とを有する。内視鏡 2 0 は、操作部 2 3 の側面から延出されるユニバーサルコード 2 5 を有する。ユニバーサルコード 2 5 は、制御装置 3 0 に着脱可能な接続部 2 5 a を有する。

【 0 0 1 8 】

[光源ユニット 5 0 と照明装置 6 0 との構成]

図 2 A と図 2 B と図 2 C とに示すように、内視鏡システム 1 0 は、光源ユニット 5 0 と、内視鏡 2 0 に配置され、内視鏡 2 0 から出射される照明光 6 7 を生成する照明装置 6 0 とをさらに有する。光源ユニット 5 0 は、照明装置 6 0 に含まれてもよい。照明光 6 7 は、撮像のために出射される。

30

【 0 0 1 9 】

図 2 A に示す光源ユニット 5 0 と照明装置 6 0 との第 1 構成と、図 2 B と図 2 C とに示す光源ユニット 5 0 と照明装置 6 0 との第 2 構成とにおいて、照明装置 6 0 の構成は同一であるが、光源ユニット 5 0 の構成は異なる。

【 0 0 2 0 】

第 1 構成と第 2 構成とにおいて、照明装置 6 0 は、光源ユニット 5 0 から出射された 1 次光 6 3 を基に照明光 6 7 を出射する照明ユニット 7 0 を有する。具体的には、照明装置 6 0 は、光源ユニット 5 0 の後述する出射部から照明ユニット 7 0 に向けて出射された 1 次光 6 3 の一部の光学特性を照明ユニット 7 0 の光変換部材 7 3 にて変換して 2 次光 6 5 を生成する。照明装置 6 0 は、例えば 1 次光 6 3 と 2 次光 6 5 とが混色した照明光 6 7 を照明ユニット 7 0 の出射面 7 1 b から出射する。

40

【 0 0 2 1 】

図 2 A に示す第 1 構成では、光源ユニット 5 0 は光源 5 1 と集光部 5 3 と導光部材 5 5 とを有し、照明ユニット 7 0 は光源ユニット 5 0 の出射部である導光部材 5 5 の出射部 5 9 に光学的に接続される。

図 2 B と図 2 C とに示す第 2 構成では、光源ユニット 5 0 は光源 5 1 を有し、照明ユニット 7 0 は、光源ユニット 5 0 の出射部である光源 5 1 に光学的に接続される。

【 0 0 2 2 】

第 1 構成において、例えば、光源 5 1 と集光部 5 3 とは制御装置 3 0 または操作部 2 3

50

に内蔵され、導光部材 55 は内視鏡 20 に内蔵され、照明ユニット 70 は挿入部 21 の先端部に内蔵される。第 2 構成において、光源ユニット 50 と照明ユニット 70 とは挿入部 21 の先端部に内蔵される。

【0023】

第 1 構成と第 2 構成とにおいて、光源ユニット 50 の出射部から照明ユニット 70 に向かって出射された 1 次光 63 の中心軸を、光軸 61 と定義する。具体的には、第 1 構成では、導光部材 55 の出射部 59 から照明ユニット 70 に向かって出射された 1 次光 63 の中心軸を、光軸 61 と定義する。第 2 構成では、光源 51 から照明ユニット 70 に向かって出射された 1 次光 63 の中心軸を、光軸 61 と定義する。

【0024】

図 2 A に示す第 1 構成において、光源 51 から出射された 1 次光 63 は、導光部材 55 によって照明ユニット 70 に導光され、照明ユニット 70 を照射する。

10

【0025】

図 2 B と図 2 C とに示す第 2 構成において、光源 51 から出射された 1 次光 63 は、照明ユニット 70 を直接照射する。第 2 構成は、ランプまたは発光体オードのような光源 51 が所望する広いビーム広がり角度を有する 1 次光 63 を出射する第 1 タイプ（図 2 B 参照）と、レーザダイオードのような光源 51 が所望する狭いビーム広がり角度を有する 1 次光 63 を出射する第 2 タイプ（図 2 C 参照）とを有する。

【0026】

以下において、第 1 構成を基に、本実施形態を説明する。

20

【0027】

[光源ユニット 50]

図 2 A に示す光源ユニット 50 は、特定の波長域の 1 次光 63 を出射する 1 以上の光源 51 と、光源 51 から出射された 1 次光 63 を導光部材 55 に集光する集光部 53 と、1 次光 63 を導光する導光部材 55 とを有する。

【0028】

光源 51 は、例えば、レーザダイオードと、発光ダイオードと、面発光半導体レーザと、ランプとのいずれかである。本実施形態では、光源 51 が集光部 53 を介して導光部材 55 に光結合される際に光結合効率が高く、光源 51 としての信頼性が高く、小型である、レーザダイオードが光源 51 として好ましい。なお互いに異なる波長域の 1 次光 63 を出射する複数の光源 51 が配置され、1 次光 63 がファイバケーブルなどの合波部によって合波されて導光部材 55 に入射されてよい。

30

【0029】

集光部 53 は、例えば、レンズなどの光学部材である。

【0030】

導光部材 55 は、例えば、柔軟性と可撓性とを有し、外力を受けることによって曲げられる。導光部材 55 は、例えば、細長く、円柱形状を有する。導光部材 55 は、集光部 53 によって集光された 1 次光 63 が入射する入射部 57 と、1 次光 63 を照明ユニット 70 に向けて出射する出射部 59 とを有する。入射部 57 は、集光部 53 の焦点位置に配置される。平面状の入射部 57 は導光部材 55 の一端部に配置され、平面状の出射部 59 は導光部材 55 の他端部に配置される。導光部材 55 は、1 次光 63 を入射部 57 から出射部 59 に向けて導光する。

40

【0031】

導光部材 55 は、例えば、ライトガイドと、ライトパイプと、光導光路と、バンドルファイバと、光ファイバとのいずれかである。本実施形態では、導光部材 55 は、単線の光ファイバである。図 3 A に示すように、光ファイバは、コア 55 a と、コア 55 a の外周を覆うクラッド 55 b とを有する。コア 55 a の一端部に入射部 57 が配置され、コア 55 a の他端部に出射部 59 が配置される。この光ファイバには、例えば、開口数 $F_n a$ が略 0.22、コア 55 a の直径が $50 \mu\text{m}$ のマルチモードの単線の光ファイバが用いられる。1 次光 63 は、開口数 $F_n a$ に応じて光軸 61 との間に形成される角度で、出射部 5

50

9 から出射される。

【 0 0 3 2 】

[照明ユニット 7 0]

図 3 A に示すように、照明ユニット 7 0 の中心軸は、光軸 6 1 上に位置していることが好ましい。

照明ユニット 7 0 は、円錐台状の透明部材 7 1 と、柱形状の光変換部材 7 3 と、分配ユニット 7 7 とを有する。分配ユニット 7 7 は、進路変更部材 7 9 と第 1 反射部材 8 1 とを有する。光変換部材 7 3 と進路変更部材 7 9 とは、透明部材 7 1 に埋め込まれる。透明部材 7 1 の中心軸と光変換部材 7 3 の中心軸と進路変更部材 7 9 の中心軸とは、光軸 6 1 上に配置されることが好ましい。第 1 反射部材 8 1 は、後述する入射面 7 1 a と出射面 7 1 b とを除いた面である、透明部材 7 1 のテーパ状の外周面に配置される。

10

【 0 0 3 3 】

[透明部材 7 1]

図 3 A に示すように、透明部材 7 1 は、出射部 5 9 に光学的に接続され且つ 1 次光 6 3 が透明部材 7 1 に入射する入射面 7 1 a と、照明光 6 7 を出射する出射面 7 1 b とを有する。入射面 7 1 a の直径は、出射面 7 1 b の直径よりも小さい。入射面 7 1 a は透明部材 7 1 の平面状の一端面であり、出射面 7 1 b は透明部材 7 1 の平面状の他端面である。入射面 7 1 a の外径は、導光部材 5 5 の外径と略同一である。なお入射面 7 1 a の外径は導光部材 5 5 の外径よりも大きくてもよく、この場合、第 1 反射部材 8 1 が、導光部材 5 5 に対して露出する入射面 7 1 a の露出部分に配置されることが好ましい。

20

【 0 0 3 4 】

透明部材 7 1 は、1 次光 6 3 と 2 次光 6 5 とを殆ど吸収及び減衰させることを無く透過させる部材である。透明部材 7 1 は、1 次光 6 3 と 2 次光 6 5 とに対して高い透過率を有する光学的に透明な部材である。このような部材は、例えば、シリコン樹脂、ガラス、または石英ガラスである。

【 0 0 3 5 】

透明部材 7 1 は、光変換部材 7 3 が 2 次光 6 5 の生成に伴い熱を発生した際に、熱を外部に放出する。透明部材 7 1 は、熱を効率的に放出するために、熱伝導率の高い部材であることが好ましい。このような部材は、例えば、ガラス、またはガラス系の樹脂である。なお熱が発生した際に熱を外部に効率的に放出するために、導光部材 5 5 の他端部と照明ユニット 7 0 とを保持する保持部 8 5 は、高い熱伝導性を有することが好ましい。

30

【 0 0 3 6 】

なお透明部材 7 1 は、光軸 6 1 方向において、出射部 5 9 と光変換部材 7 3 との間に配置されればよい、

[光変換部材 7 3]

図 3 A に示すように、透明部材 7 1 に埋め込まれる光変換部材 7 3 は、光軸 6 1 方向において、出射部 5 9 (入射面 7 1 a) と出射面 7 1 b との間に配置され、入射面 7 1 a 及び出射面 7 1 b それぞれから離れている。光変換部材 7 3 は、例えば、円柱形状である。光変換部材 7 3 は、出射部 5 9 と対向する平面上に配置され且つ少なくとも 1 次光 6 3 が入射する入射面 7 3 a と、入射面 7 3 a の裏側に配置される裏面 7 3 b とを有する。入射面 7 3 a には、図 3 A に破線で示すように 2 次光 6 5 も入射する。光軸 6 1 方向において、入射面 7 3 a は入射面 7 1 a から離れ、裏面 7 3 b は出射面 7 1 b から離れている。このような位置関係によって、光変換部材 7 3 は、確実に透明部材 7 1 に埋め込まれる。入射面 7 3 a と裏面 7 3 b とを含む光変換部材 7 3 の周面は、平面である。

40

【 0 0 3 7 】

ここで、第 1 反射部材 8 1 と光軸 6 1 方向との間に形成される角度を、角度 θ (図 3 B 参照) と定義する。第 1 反射部材 8 1 で反射される 1 次光 6 3 の光量と 2 次光 6 5 の光量とに偏りが角度 θ によって発生してしまうと、照明光 6 7 に色むらが発生してしまう。このため、少なくとも光変換部材 7 3 の縁部 7 3 c は、第 1 反射部材 8 1 に接していることが好ましい。これにより、色むらが抑制される。なお縁部 7 3 c は、光変換部材 7 3

50

の入射面 73a の縁部 73c を示す。

【0038】

光変換部材 73 は、1 次光 63 を照射されることによって 1 次光 63 の光学特性を変換し、2 次光 65 を生成及び出射する。光学特性の変換とは、例えば、波長の変換と、配光（広がり角度）の変換と、色むらの低減と、1 次光 63 と 2 次光 65 との良好な混色の実現とのいずれかを示す。

以下に、光変換部材 73 の一例を、図を用いずに簡単に説明する。

【0039】

光変換部材 73 は、例えば、1 以上の波長変換部材を有する。

波長変換部材は、1 次光 63 を照射されることによって、1 次光 63 の一部を吸収し、吸収した 1 次光 63 を波長変換して、1 次光 63 とは異なる 2 次光 65 を生成する。波長変換部材は、1 次光 63 を所望の波長を有する光に変換する蛍光物質を有し、この場合では 1 次光 63 と 2 次光 65 とは、混色されて照明光 67 として出射される。

10

【0040】

なお、波長変換部材の構成として、波長変換部材は互いに対して混合された複数の波長変換物質を有してもよい。この場合、波長変換物質それぞれは、互いに異なる波長を有する 2 次光 65 を生成する。または波長変換部材の構成として、一方の波長変換部材は他方の波長変換部材に積層してもよい。この場合、波長変換部材それぞれは、互いに異なる波長を有する 2 次光 65 を生成する。そして、互いに異なる波長を有する 2 次光 65 は、混色されて、照明光 67 として出射される。

20

【0041】

本実施形態では、光変換部材 73 は波長変換部材であり、照明光 67 は 1 次光 63 と 2 次光 65 との混色であるものとして説明する。照明光 67 が生成され、色むらが低減されるためには、光変換部材 73 は光軸 61 に対して垂直に配置されることが好ましい。

【0042】

なお光変換部材 73 は、例えば、1 次光 63 を拡散して 2 次光 65 を生成する拡散部材を有してもよい。拡散部材は、透明部材と、透明部材に添加されるフィラーと呼ばれる図示しない拡散物質とを有する。拡散部材は、光軸 61 に対する 1 次光 63 の広がり角度を広げ、これにより広がり角度が広い 2 次光 65 を生成する。また 1 次光 63 がレーザ光である場合、拡散物質は 1 次光 63 を繰り返し反射または散乱する。このため、拡散部材は、レーザ光特有の可干渉性を低下させる。拡散部材において、照明光 67 の取り出し効率を高めるために、散乱による損失を最小限に抑えることが重要である。このため拡散物質として、例えば、アルミナが好ましい。

30

【0043】

互いに異なる複数の波長を有するレーザ光が合波された場合、拡散部材は照射されることによって可干渉性を低減する。また拡散部材は、照明光 67 の出射位置による色むらを低減し、良好な混色光を実現する。

【0044】

[分配ユニット 77]

ここで、図 4A に示すように、進路変更部材 79 が配置されておらず、光変換部材 73 は、出射部 59 から出射された 1 次光 63 を直接照射されたと想定する。このときの光変換部材 73 において 1 次光 63 を照射された照射領域を第 1 照射領域 91 と定義し、第 1 照射領域 91 において 1 次光 63 の強度が所定値以上である領域を強度領域 93 と定義する。所定値とは、図 4B と図 4C とに示す後述する第 1 強度 IS である。強度領域 93 は、光軸 61 周辺の領域である。第 1 照射領域 91 は、強度領域 93 と、強度領域 93 の外縁側の領域である第 1 外縁領域 95 とを有する。第 1 外縁領域 95 は、第 1 照射領域 91 の内側且つ強度領域 93 の外側に配置される。

40

【0045】

ここで図 4B の実線と図 4C の点線とは、図 4A に示す光変換部材 73 の照射領域における 1 次光 63 の強度と 1 次光 63 の広がり角度との関係を示す 1 次光 63 の強度分布で

50

ある。図 4 C の実線は、図 3 A に示す構成における強度分布である。図 4 B の実線にて示すように、第 1 外縁領域 9 5 に比べて強度領域 9 3 では 1 次光 6 3 の強度がより一層高まっている。第 1 照射領域 9 1 において、1 次光 6 3 と光軸 6 1 との間に形成される角度を θ_0 とする。第 1 照射領域 9 1 の内側に存在する強度領域 9 3 において、1 次光 6 3 と光軸 6 1 との間に形成される角度を θ_1 とする。角度 θ_1 は角度 θ_0 よりも小さい。

【 0 0 4 6 】

なお例えば図 3 A においても、上記した想定下における強度領域 9 3 と第 1 外縁領域 9 5 と第 1 照射領域 9 1 とを図示している。

【 0 0 4 7 】

強度領域 9 3 と第 1 外縁領域 9 5 とを有する第 1 照射領域 9 1 は、光変換部材 7 3 の入射面 7 3 a に配置される 1 次光 6 3 のスポットである。

10

【 0 0 4 8 】

本実施形態の分配ユニット 7 7 は、図 4 B の実線と図 4 C の点線とで示す強度分布を図 4 C の実線で示す強度分布に調整し、これにより照射領域の面積を調整する。言い換えると、分配ユニット 7 7 は、強度分布と照射領域の面積とを変更する。図 4 B と図 4 C とに示すように強度領域 9 3 における 1 次光 6 3 の強度を低減し、照明光 6 7 の取り出し効率が高く且つ照明光 6 7 の出力が高くなるように、分配ユニット 7 7 は、強度領域 9 3 における 1 次光 6 3 の強度を低減し、低減された分の 1 次光 6 3 の強度を光変換部材 7 3 における強度領域 9 3 以外の領域である例えば第 1 外縁領域 9 5 と第 2 外縁領域 9 9 とに分配する。分配ユニット 7 7 は、分配と共に、分配によって照射領域を第 1 照射領域 9 1 よりも広い第 2 照射領域 9 7 に広げ、第 1 外縁領域 9 5 第 2 外縁領域 9 9 とにおける 1 次光 6 3 の強度を増加させる。このため、分配ユニット 7 7 は、進路変更部材 7 9 と第 1 反射部材 8 1 とを有する。なお第 2 照射領域 9 7 は、光変換部材 7 3 の入射面 7 3 a に配置される 1 次光 6 3 のスポットである。第 2 外縁領域 9 9 は、第 2 照射領域 9 7 の内側且つ第 1 外縁領域 9 5 の外側に配置される。第 2 外縁領域 9 9 は、第 2 照射領域 9 7 の外縁側の領域である。

20

【 0 0 4 9 】

[進路変更部材 7 9]

図 3 A に示すように、進路変更部材 7 9 は、少なくとも強度領域 9 3 に配置され、少なくとも強度領域 9 3 における 1 次光 6 3 の強度を低減するために、照射された 1 次光 6 3 の少なくとも一部の進行方向を変更する。言い換えると、進路変更部材 7 9 は、進行方向を変更する進行方向変更部材として機能し、進行方向を調整する調整部材として機能する。また進路変更部材 7 9 は、進路変更部材 7 9 が配置されていない際における 1 次光 6 3 の光路を変更する光路変更部材として機能する。例えば、進路変更部材 7 9 は、1 次光 6 3 の伝播方向を第 1 反射部材 8 1 に向けて変えるために、第 1 反射部材 8 1 に向けて 1 次光 6 3 の少なくとも一部を反射する。進路変更部材 7 9 は、少なくとも強度領域 9 3 に配置されていればよく、例えば第 1 外縁領域 9 5 にまではみ出て配置されてもよいし、図 3 A のように第 1 照射領域 9 1 全体に配置されてもよいし、第 1 照射領域 9 1 からさらに外側にはみ出て配置されてもよい。

30

【 0 0 5 0 】

図 3 A と図 3 C と図 3 D とに示すように、進路変更部材 7 9 は、例えば、円錐状または半球状の光学部材 7 9 a を有する。光学部材 7 9 a の表面は、出射部 5 9 側に対向する。例えば、光学部材 7 9 a の最大直径は、強度領域 9 3 の直径と同一またはこれよりも大きければよく、例えば第 1 照射領域 9 1 の直径と同一またはこれよりも大きくてもよい。円錐状の光学部材 7 9 a は、例えば直円錐状であることが好ましい。この場合において、光学部材 7 9 a の中心軸が光軸 6 1 上に配置され、図 3 B に示すように円錐状の光学部材 7 9 a の母線と光軸 6 1 との間に角度 θ_2 が形成される。光学部材 7 9 a は、光学部材 7 9 a の表面で、1 次光 6 3 を反射する。透明部材 7 1 の屈折率 n_1 は、光学部材 7 9 a の屈折率 n_2 よりも大きい。

40

【 0 0 5 1 】

50

本実施形態では、円錐状の光学部材 79 a の円錐先端部に入射する 1 次光 63 の入射角度が臨界角度よりも大きい。したがって、図 3 A に示すように、光学部材 79 a は、光学部材 79 a の表面で、1 次光 63 を全反射する。そして光学部材 79 a を透過する 1 次光 63 は抑制される。例えば、透明部材 71 がガラス ($n = 1.44$) の場合、光学部材 79 a は、透明部材 71 の屈折率よりも小さい屈折率を有する透明部材である。なお臨界角度は、例えば、透明部材 71 の屈折率と光学部材 79 a の屈折率とによって決まる。

【0052】

なお屈折率 n_1 と屈折率 n_2 との差が小さい場合、全反射が実施されない。この場合、図 3 B に示すように、1 次光 63 の一部は、光学部材 79 a によって第 1 反射部材 81 に向けて反射される。また、1 次光 63 の残りの一部が光軸 61 周辺から離れるように 1 次光 63 の残りの一部と光軸 61 との間の広がり角度が広がった状態で、1 次光 63 の残りの一部は、光学部材 79 a を透過し光変換部材 73 に向けて進行する。つまり、光学部材 79 a は、1 次光 63 を反射光と屈折透過光とに分離する。1 次光 63 の残りの一部は、光学部材 79 a にて光軸 61 から離れる方向に屈折し、光学部材 79 a を透過する。

10

【0053】

全反射が発生しない場合、図 3 C に示すように、進路変更部材 79 は、例えば、円錐状の光学部材 79 a の表面に配置され、光軸 61 に対して傾斜して配置され、1 次光 63 を第 1 反射部材 81 に向けて反射する第 2 反射部材 79 b を有してもよい。第 2 反射部材 79 b は、光軸 61 近傍の光学部材 79 a において全反射が発生しない領域に、少なくとも配置される。この領域は、例えば、光軸 61 方向において強度領域 93 と同軸上に配置される。例えば、第 2 反射部材 79 b は、光軸 61 周辺且つ光学部材 79 a の円錐先端部に配置される。これにより第 2 反射部材 79 b は、光軸 61 近傍の 1 次光 63 を確実に第 1 反射部材 81 に向けて反射する。

20

【0054】

第 2 反射部材 79 b の反射率は、90%以上が好ましい。第 2 反射部材 79 b は、例えば、1 次光 63 を高い反射率で反射する誘電体多層膜である。

【0055】

なお 1 次光 63 の入射角度が臨界角度よりも小さい場合、第 2 反射部材 79 b は、少なくとも光軸 61 から入射角度が臨界角度となる領域まで配置されていればよい。

【0056】

簡略化のため図示を省略するが、全反射が発生しない状態で、第 2 反射部材 79 b を 1 次光 63 の一部が照射し、第 2 反射部材 79 b が配置されていない領域における光学部材 79 a の表面を 1 次光 63 の残りの一部が照射したとする。この場合、1 次光 63 の一部は、第 2 反射部材 79 b によって第 1 反射部材 81 に向けて反射される。また、1 次光 63 の残りの一部が光軸 61 周辺から離れるように 1 次光 63 の残りの一部と光軸 61 との間の広がり角度が広がった状態で、1 次光 63 の残りの一部は、光学部材 79 a を透過し光変換部材 73 に向けて進行する。つまり、光学部材 79 a は、1 次光 63 を反射光と屈折透過光とに分離する。1 次光 63 の残りの一部は、光学部材 79 a にて光軸 61 から離れる方向に屈折し、光学部材 79 a を透過する。

30

【0057】

図 3 D に示すように、進路変更部材 79 は、例えば、半球状の光学部材 79 a の表面に配置される第 3 反射部材 79 c と、第 3 反射部材 79 c の表面の少なくとも一部である乱反射部 79 d とを有してもよい。

40

【0058】

第 3 反射部材 79 c は、例えば、光学部材 79 a の表面全体に配置される。第 3 反射部材 79 c は、出射部 59 側に対向する。第 3 反射部材 79 c は、1 次光 63 を第 1 反射部材 81 に向けて反射する。第 3 反射部材 79 c の反射率は、90%以上が好ましい。第 3 反射部材 79 c は、第 3 反射部材 79 c による 1 次光 63 の減衰を抑制し、波長選択性を有し、2 次光 65 を低反射する。このため第 3 反射部材 79 c は、高反射率を有する金属膜よりも、第 3 反射部材 79 c にて反射が繰り返し実施され 1 次光 63 が減衰しない波長

50

選択性を有する誘電体多層膜であることが好ましい。

【0059】

簡略化のため図示を省略するが、第3反射部材79cを照射する1次光63の大部分は、第3反射部材79cによって第1反射部材81に向かって反射される。1次光63の残りの一部は、第3反射部材79cによって反射されずに第3反射部材79cを透過する。そして1次光63は、光学部材79aの焦点方向に向かって光学部材79aを透過し、光変換部材73を照射する。

【0060】

図3Dに示すように、乱反射部79dは、少なくとも光軸61周辺に配置され、光軸61方向において強度領域93と同軸上に配置される。乱反射部79dである第3反射部材79cの表面は凹凸形状で、凹凸の、高さ、サイズ、または周期は不規則となっている。凹凸の高さは、1次光63の波長以下となっている。乱反射部79dは、乱反射部79dを照射する1次光63を乱反射し、1次光63を、出射部59以外に向けて反射する。

10

【0061】

簡略化のため図示を省略するが、乱反射部79dに平面状の反射部材が配置されたとする。この場合、1次光63は、反射によって出射部59から導光部材55に侵入し、光源51に戻ってしまう。例えば、出射部59から出射された1次光63の10%以上が戻る場合、この戻り光の量は無視できない。この場合、戻り光の位相と光源51から出射された1次光63の位相とが互いに干渉し、光源51の出力が変動し、照明装置60の出力が不安定となる。このため、戻り光を抑制する必要がある。

20

【0062】

このため本実施形態では、乱反射部79dは、1次光63が導光部材55に侵入し光源51に戻ることを、乱反射によって抑制する。このため、光源51の出力の変動は抑制され、照明装置60の出力は安定する。

【0063】

[第1反射部材81]

図3Aに示すように第1反射部材81は、進路変更部材79によって進行方向が変更された1次光63を出射面71bに向けて反射し、且つ、出射面71bとは逆方向に進行する2次光65を出射面71bに向けて反射する。第1反射部材81は、第2照射領域97のために、1次光63を、例えば強度領域93以外の領域に向けて反射する。第1反射部材81は、光軸61方向において出射部59から出射面71bまで配置され、且つ光変換部材73と進路変更部材79とを取り囲んで配置される。第1反射部材81は、出射部59から出射面71bに向かってテーパ状に広がっている。

30

【0064】

第1反射部材81は、1次光63と2次光65との伝播方向を出射面71bに向けて変えるために、1次光63と2次光65とを出射面71bに向けて反射する。また第1反射部材81は、テーパ状に広がっているため、1次光63と2次光65と照明光67との配光特性を制御する機能を有することとなる。第1反射部材81における角度3は、配光特性を制御するものである。

40

【0065】

第1反射部材81は、例えば、誘電体多層膜、または1次光63と2次光65とに対して高い反射率を有する金属膜である。金属は、例えば、AgまたはAlである。

【0066】

なお第1反射部材81の表面に、散乱損失を抑制する散乱膜が配置されてもよい。これにより、第1反射部材81における反射角度の広がりが大きくなり、光変換部材73における1次光63の強度分布が均一となり、出射面71bにおける色むらが低減する。

【0067】

なお図3Bに示す角度3は、光軸61に対する透明部材71の外周面の角度に依存する。

【0068】

50

〔作用〕

光源 5 1 から出射された 1 次光 6 3 は、集光部 5 3 によって導光部材 5 5 の入射部 5 7 に集光され、導光部材 5 5 によって出射部 5 9 まで導光される。図 3 A に示すように、出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 は、入射面 7 1 a から透明部材 7 1 に入射し、透明部材 7 1 を透過する。

【0069】

ここで、図 3 B に示すように、1 次光 6 3 が円錐状の光学部材 7 9 a の母線上の入射位置 P から光学部材 7 9 a に入射すると仮定する。入射位置 P は、光軸 6 1 上に位置する光学部材 7 9 a の頂点ではなく、光学部材 7 9 a のテーパ状の外周面の一部である。

【0070】

ここで、以下を定義する。

出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 と光軸 6 1 との間に形成される角度：角度 1
 角度 1 を有した状態で 1 次光 6 3 が光学部材 7 9 a に入射した際、光学部材 7 9 a の入射位置 P における法線に対する 1 次光 6 3 の入射角度： 1

1 次光 6 3 が光学部材 7 9 a にて屈折した後に光学部材 7 9 a を透過する際、屈折した 1 次光 6 3 と光軸 6 1 との間に形成される屈折角度： 2

入射角度 1 と屈折角度 2 との関係は、透明部材 7 1 の屈折率 n_1 と光学部材 7 9 a の屈折率 n_2 との差 n に依存する。

【0071】

全反射の条件が満たされれば、入射位置 P において 1 次光 6 3 は全反射され、図 3 A に示すように 1 次光 6 3 は第 1 反射部材 8 1 に向かって反射される。この 1 次光 6 3 は第 1 反射部材 8 1 によって再び反射され、反射された 1 次光 6 3 は強度領域 9 3 以外の領域を照射し、この領域から光変換部材 7 3 に入射する。

【0072】

また全反射の条件が満たされなければ、図 3 B に示すように、入射位置 P において、1 次光 6 3 の一部は、光学部材 7 9 a によって第 1 反射部材 8 1 に向けて反射される。1 次光 6 3 の一部は、第 1 反射部材 8 1 によって再び反射され、強度領域 9 3 以外の領域を照射し、この領域から光変換部材 7 3 に入射する。また、1 次光 6 3 の残りの一部が光軸 6 1 周辺から離れるように 1 次光 6 3 の残りの一部と光軸 6 1 との間の広がり角度が広がった状態で、1 次光 6 3 の残りの一部は、光学部材 7 9 a を透過し光変換部材 7 3 に向けて進行し光変換部材 7 3 に入射する。

【0073】

全反射の条件が満たされても満たされていなくても、進路変更部材 7 9 が配置されて、1 次光 6 3 は第 1 反射部材 8 1 に向かって反射される。このため、例えば 1 次光 6 3 の第 1 光路長（図示せず）は、1 次光 6 3 の第 2 光路長（図示せず）に比べて、長くなる。第 1 光路長は、1 次光 6 3 が入射面 7 1 a から進路変更部材 7 9 と第 1 反射部材 8 1 とを經由して光変換部材 7 3 まで進行する長さである。第 2 光路長は、進路変更部材 7 9 が配置されていない状態で 1 次光 6 3 が入射面 7 1 a から光変換部材 7 3 に直接進行する長さである。また進路変更部材 7 9 が配置されて、1 次光 6 3 は、強度領域 9 3 以外の領域から光変換部材 7 3 に入射する。このため図 4 C に示すように、強度領域 9 3 における 1 次光 6 3 の強度は低減し、低減された 1 次光 6 3 の強度は光変換部材 7 3 における強度領域 9 3 以外の領域に分配される。また分配によって、光変換部材 7 3 における照射領域は第 1 照射領域 9 1 から第 2 照射領域 9 7 に広がり、強度領域 9 3 以外の領域における 1 次光 6 3 の強度は増加する。

【0074】

図 3 A に示すように、光変換部材 7 3 に入射した 1 次光 6 3 の一部は、光変換部材 7 3 に吸収されて 2 次光 6 5 に変換される。1 次光 6 3 の残りの一部は、光変換部材 7 3 に吸収されずに光変換部材 7 3 から出射面 7 1 b に向かって出射される。入射面 7 3 a から出射された 1 次光 6 3 は、第 1 反射部材 8 1 によって光変換部材 7 3 に向かって反射され、再び前述した動作を繰り返す。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 5 】

図 3 A に示すように、2 次光 6 5 の一部は光変換部材 7 3 から出射面 7 1 b に向かって出射される。また 2 次光 6 5 の残りの一部は、入射面 7 3 a から第 1 反射部材 8 1 に向かって出射され、第 1 反射部材 8 1 によって反射され、光変換部材 7 3 を透過する。そして 2 次光 6 5 は、光変換部材 7 3 に吸収されずに光変換部材 7 3 から出射された 1 次光 6 3 と混色し、照明光 6 7 として出射面 7 1 b から出射される。

【 0 0 7 6 】

次に、図 4 A と図 4 B と図 4 C とを参照して、一次光の強度の低減と一次光の分配とについて説明する。

図 4 A は、進路変更部材 7 9 が配置されておらず、光変換部材 7 3 が出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 を直接照射された状態である。なお、光軸 6 1 方向において、出射部 5 9 と光変換部材 7 3 との間には、透明部材 7 1 が配置される。透明部材 7 1 は、透明部材 7 1 が配置されず出射部 5 9 が光変換部材 7 3 と当接している当接状態に比べて、出射部 5 9 から光変換部材 7 3 までの長さを長く確保する。

【 0 0 7 7 】

図 4 B の実線にて示すように、第 1 外縁領域 9 5 に比べて強度領域 9 3 では 1 次光 6 3 の強度がより一層高まっている。光変換部材 7 3 が 2 次光 6 5 を生成する際に、生成によって第 1 照射領域 9 1 に熱が発生し、熱の大部分は強度領域 9 3 から発生する。

【 0 0 7 8 】

このため強度領域 9 3 は、1 次光 6 3 の高い強度と 2 次光 6 5 の生成によって発生する熱とに起因して光変換部材 7 3 の劣化が加速してしまう虞がある熱劣化加速領域となる。以下において、1 次光 6 3 の高い強度と熱とに起因する光変換部材 7 3 の劣化を、熱劣化と称する。図 4 B に示すように、強度領域 9 3 は、中心領域である熱劣化領域 9 3 a と、熱劣化領域 9 3 a の外側領域である熱劣化警戒領域 9 3 b とを有する。強度領域 9 3 における 1 次光 6 3 の強度は、ピーク強度 I_P から所定の第 1 強度 I_S までとなっている。ピーク強度 I_P は、最も高い強度である。第 1 強度 I_S は、発生する熱の伝導を考慮した光変換部材 7 3 の高温時の光変換効率に依存する強度である。実際の第 1 強度 I_S の設定の一例として、 $I_S = I_P \times 1 / e^2$ となる。e は、自然対数である。第 1 強度 I_S は、強度領域 9 3 における 1 次光の所定値であり、例えば 1 次光の強度のピーク値であるピーク強度 I_P に対して $1 / e^2$ であることを示す。

【 0 0 7 9 】

熱劣化領域 9 3 a における 1 次光 6 3 の強度は、ピーク強度 I_P から所定の第 2 強度 I_D までとなっている。第 2 強度 I_D は、ピーク強度 I_P と第 1 強度 I_S との間を示し、所望に設定される。熱劣化領域 9 3 a は、照射領域において 1 次光 6 3 の強度が最も高く、熱劣化の加速が光変換部材 7 3 において最も多い部位を示す。

【 0 0 8 0 】

熱劣化警戒領域 9 3 b における 1 次光 6 3 の強度は、第 2 強度 I_D から第 1 強度 I_S までとなっている。熱劣化警戒領域 9 3 b は、熱劣化領域 9 3 a に比べて 1 次光 6 3 の強度が低く、熱劣化の加速が熱劣化領域 9 3 a の次に多く、劣化を警戒する部位を示す。

【 0 0 8 1 】

第 1 外縁領域 9 5 は、熱劣化警戒領域 9 3 b の外側且つ第 1 照射領域 9 1 の内側の安全領域であり、熱劣化の加速が無いとみなせる領域を示す。第 1 外縁領域 9 5 における 1 次光 6 3 の強度は、熱劣化警戒領域 9 3 b のそれに比べて低く、第 1 強度 I_S 未満から 0 までとなっている。第 1 外縁領域 9 5 における 1 次光 6 3 の強度は、熱劣化の加速が無いとみなせる、安全な強度となる。

【 0 0 8 2 】

熱劣化が発生すると、照明光 6 7 に変換する変換効率言い換えると照明光 6 7 の取り出し効率が低下し、照明光 6 7 の出力が低下する。

【 0 0 8 3 】

このため本実施形態では、図 3 A に示すように進路変更部材 7 9 は少なくとも強度領域

10

20

30

40

50

93 (熱劣化領域93aと熱劣化警戒領域93bと)に配置されており、さらに第1反射部材81も配置される。このため、図4Cに示すように、強度領域93における1次光63の強度は低減し、低減された1次光63の強度は光変換部材73における強度領域93以外の領域に分配される。また分配によって、光変換部材73における照射領域は第1照射領域91から第2照射領域97に広がり、強度領域93以外の領域における1次光63の強度は増加する。これにより、強度分布は、図4Cにて実線で示されるドーナツ状に変更される。なお強度領域93において、上述したように1次光63の強度は低減するため、低減領域99aが発生する。低減領域99aは、図4Cの強度領域93において、点線と実線とによって囲まれた領域である。また図3Bと図4Cとに示すように、照射領域は第1照射領域91から第2照射領域97に広がり、角度 θ_0 は角度 θ_0' に広がり、強度領域93以外の領域も第1外縁領域95と第2外縁領域99とに広がる。図3B示すように、角度 θ_0' は、第1反射部材81によって反射された1次光63が入射面73aを照射した際に、出射部59と入射面73a上の入射位置とを結ぶ直線と、光軸61との間に形成される最大の角度である。照射領域が第1照射領域91から第2照射領域97に広がると、増加領域99bが発生する。増加領域99bは、低減領域99aと略同一の1次光63のトータル強度を有する。増加領域99bは、図4Cの強度領域93以外の領域において、点線と実線とによって囲まれた領域である。第1外縁領域95と第2外縁領域99とにおける1次光63のトータル強度も、低減した1次光63の分だけ略均等に増加する。

10

20

【0084】

光変換部材73で発生した熱は、ドーナツ状の強度分布(照射面積の広がり)によって、透明部材71と第1反射部材81とを介して保持部85に効率的に伝達される。このため熱の伝達の流れから保持部85から遠い強度領域93における発熱が抑制され、光変換部材73の温度分布を均一にすることが可能となる。光変換部材73が波長変換部材である場合、波長変換部材は、1次光63のスペクトルのピーク波長に対して温度依存性を有する。このため分配ユニット77が配置されていないと照明光67の色味に色むらが発生してしまう。しかしながら分配ユニット77によって、色むらが解消される。

【0085】

次に、図3Bを参照して、進路変更部材79における反射と第1反射部材81における反射とについて説明する。

30

ここで、以下を定義する。

出射部59から出射された1次光63と光軸61との間に形成される角度： θ_1

角度 θ_1 の最大角度： θ_{10}

光学部材79aの中心軸が光軸61上に配置された状態で、円錐状の光学部材79aの母線と、光軸61との間に形成される角度： θ_2

第1反射部材81と光軸61方向との間に形成される角度： θ_3

角度 θ_1 を有した状態で1次光63が光学部材79aに入射した際、光学部材79aの入射位置Pにおける法線に対する1次光63の入射角度： θ_1'

1次光63が光学部材79aにて屈折した後に光学部材79aを透過する際、屈折した1次光63と光軸61との間に形成される屈折角度： θ_2'

40

透明部材71の屈折率： n_1

光学部材79aの屈折率： n_2

この定義を基に、進路変更部材79によって変更される1次光63の伝播方向を検討する。

ここで、 $n_2 < n_1$ 、且つ、 $0 < \theta_1 < \theta_{10}$ 、 $0 < \theta_2 < \theta_{20}$ という条件が発生するとする。

【0086】

まず、 n_1 と θ_1 と、 n_2 と θ_2 とによって、下記式(1)が成り立つ。

$$n_1 \times \sin \theta_1 = n_2 \times \sin \theta_2 \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、全反射における臨界角度を θ_t とすると、下記式(2)が成り立つ。

$$\sin \theta_t = n_2 / n_1 \quad \dots \text{式(2)}$$

50

入射角度 θ_1 が臨界角度 θ_c よりも大きい場合、図 3 A に示すように、1 次光 6 3 は、光学部材 7 9 a にて屈折せずまた光学部材 7 9 a を透過せず、全反射される。このため、入射位置 P における入射角度 θ_1 と臨界角度 θ_c と角度 θ_1 、 θ_2 との関係で、下記式 (3) が成り立ち、式 (3) から式 (4) が算出され、式 (4) が全反射の条件となる。

$$\theta_c < \theta_1 = \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \dots \text{式 (3)}$$

$$\theta_2 < \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) - \theta_c \dots \text{式 (4)}$$

θ_2 は固定、 θ_1 は増加関数、 θ_1 は増加関数である。

【0087】

また角度 θ_2 は、母線に向かう 1 次光 6 3 が母線への入射角度と同じ反射角度で第 1 反射部材 8 1 に進行するように、母線と光変換部材 7 3 の入射面 7 3 a との間に形成される角度よりも小さい必要がある。このため下記式 (5) が満たされる必要がある。

$$\theta_2 - \theta_1 < \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) \dots \text{式 (5)}$$

角度 θ_1 を有した状態で 1 次光 6 3 が光学部材 7 9 a で反射して第 1 反射部材 8 1 に進行するために、式 (5) の θ_1 に、式 (3) を代入し、下記式 (6 a) が満たされる必要がある。

【0088】

$$\theta_2 \left(\arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) - \left(\arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) - \theta_1 \right) \right) < \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_2$$

$$- \theta_2 \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_2 \theta_1 < \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_2$$

$$\arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_2 \theta_1 < 3 \theta_2$$

$$\arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + 2 \theta_2 \theta_1 < 2 \theta_2 \dots \text{式 (6 a)}$$

角度 θ_1 は、 0° から最大で角度 θ_0 まで変化するため、式 (6 a) を基に、下記式 (6 b) が満たされる必要がある。

$$3 \theta_0 + 2 \theta_2 \theta_1 < 2 \theta_2 \dots \text{式 (6 b)}$$

角度 θ_1 は、 0° から最大で角度 θ_0 まで変化するため、式 (4) を基に、全反射が実施されるためには、下記式 (7) が設定される必要がある。

$$\theta_2 < \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_1 - \theta_c \arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) + \theta_0 - \theta_c \dots \text{式 (7)}$$

例えば、透明部材 7 1 の屈折率 $n_1 = 1.6$ 、光学部材 7 9 a の屈折率 $n_2 = 1.35$ の場合、臨界角度 θ_c は、 57.5° である。

【0089】

光ファイバの N_a が 0.22 の場合、透明部材 7 1 の屈折率 1.6 の媒質内では、簡易的に、ピーク強度に対して、半分となるビームの角度である半値全角は、 7.9° (半値は 3.95°) 中心強度に対して、 $1/4$ 以下となる光軸 6 1 となす角度を半値の 3 倍である 11.9° と仮定すれば、すなわち、 $\theta_0 = 12.0^\circ$ と設定される。

【0090】

$\theta_0 = 12.0^\circ$ を式 (6 b) に代入すると、式 (6 b) に示す第 1 反射部材 8 1 に 1 次光 6 3 が入射する条件から、 $38^\circ < \theta_2$ が算出される。

【0091】

式 (4) の臨界角度 θ_c は光軸 6 1 上で臨界角度 θ_c よりも大きければ、角度 θ_1 の増加につれて、入射角度 θ_1 も増加する。このため、式 (4) において、例えば θ_2 を $\arcsin \left(\frac{n_2}{n_1} \right) - \theta_c$ とする 32.5° に設定すれば、光学部材 7 9 a の表面で全反射が実施される。しかしながら、この場合は、反射光が第 1 反射部材 8 1 に入射する条件を満たさない。このため、光軸 6 1 周辺では、第 2 反射部材 7 9 b が配置されており、透過光量と反射光量との比率において、透過光量の割合よりも反射光量の割合を高めて、1 次光 6 3 の強度分布を分配している。

【0092】

すなわち式 (6 b) が満足されれば、光軸 6 1 周辺で、1 次光 6 3 は、反射光と屈折透過光とに分離される。

【0093】

本実施形態では、照射領域は第 1 照射領域 9 1 から第 2 照射領域 9 7 に広がる。つまり 1 次光 6 3 と光軸 6 1 との間に形成される角度は、角度 θ_0 から角度 θ_0' に広がる。し

10

20

30

40

50

たがって少なくとも角度 θ_1 の広がり角度を有する 1 次光 63 を、光変換部材 73 は受光する必要がある。このため $\theta_1 < \theta_3$ となる。例えば、 $\theta_3 = 20^\circ$ と設定されることが好ましい。

【0094】

なお、強度領域 93 における強度が高い 1 次光 63 は、確実に第 1 反射部材 81 に向けて反射される必要がある。このため、図 3C に示すように第 2 反射部材 79b が、少なくとも円錐先端部に配置されることが好ましい。第 2 反射部材 79b は、入射した 1 次光 63 の大部分を確実に第 2 反射部材 79b に向けて反射させる。これにより、強度領域 93 における 1 次光 63 の強度は低減する。そして第 1 反射部材 81 は、1 次光 63 を光変換部材 73 に向けて反射する。低減された 1 次光 63 の強度は光変換部材 73 における強度領域 93 以外の領域に分配される。また分配によって、光変換部材 73 における照射領域は第 1 照射領域 91 から第 2 照射領域 97 に広がり、強度領域 93 以外の領域における 1 次光 63 の強度は増加する。

10

【0095】

1 次光 63 が第 1 反射部材 81 の反射点 Q にて反射することを検討する。

【0096】

反射点 Q における法線となる入射角度を θ_3 と定義する。ここで、下記式 (8) が成り立つ。

【0097】

$$\theta_3 = 2\theta_1 + (\theta_3 - \theta_1) - \theta_1 / 2 \cdots \text{式 (8)}$$

20

式 (8) の θ_1 に、式 (3) を代入する、下記式 (9) が成り立つ

$$\theta_3 = 2(\theta_1 / 2 - (\theta_2 - \theta_1)) + (\theta_3 - \theta_1) - \theta_1 / 2$$

$$\theta_3 = -2\theta_2 + 2\theta_1 + \theta_3 - \theta_1 - \theta_1 / 2$$

$$\theta_3 = \theta_1 / 2 - [(\theta_2 - \theta_3) + (\theta_2 - \theta_1)] \cdots \text{式 (9)}$$

式 (9) において、角度 θ_1 に対して、第 1 反射部材 81 によって反射された 1 次光 63 が必ず光変換部材 73 に入射するためには、 $\theta_3 < \theta_1 / 2$ 、且つ、 $(\theta_2 - \theta_3) + (\theta_2 - \theta_1) > 0$ が満たされる必要がある。

【0098】

すなわち、 $\theta_3 < \theta_2$ 、且つ、 $\theta_1 - \theta_2 < \theta_2$ が満たされる必要がある。

【0099】

30

$\theta_1 < \theta_3$ であるため、下記式 (10) が満たされることが、第 1 反射部材 81 で反射された 1 次光 63 が光変換部材 73 に入射するための条件となる。

$$\theta_1 < \theta_3 < 2\theta_1 \cdots \text{式 (10)}$$

実際に照明装置 60 が利用される場合、照明装置 60 の配置位置に応じて、出射面 71b の最大直径は規定される。したがって、角度 θ_3 と入射面 71a から出射面 71b までの長さとは、最大直径によって限定される。

【0100】

[効果]

本実施形態では、分配ユニット 77 の進路変更部材 79 は、強度領域 93 に配置され、光軸 61 周辺の 1 次光 63 を第 1 反射部材 81 に向けて反射する。このため、強度領域 93 における 1 次光 63 の強度を低減できる。また分配ユニット 77 の第 1 反射部材 81 は、進路変更部材 79 によって反射された 1 次光 63 を、光変換部材 73 の入射面 73a において強度領域 93 以外の領域に向けて反射する。このため、照射領域は第 1 照射領域 91 から第 2 照射領域 97 に広がり、強度領域 93 以外の領域における 1 次光 63 の強度は増加する。したがって、照明光 67 の取り出し効率を高めることができ、照明光 67 の出力を高めることができる。

40

【0101】

本実施形態では、強度領域 93 における 1 次光 63 の強度が低減するため、光変換部材 73 の熱劣化を抑制できる。また照射領域が第 1 照射領域 91 から第 2 照射領域 97 に広がるため、2 次光 65 の生成によって発生する熱の分布を、略均一にできる。

50

【0102】

第1反射部材81は、光変換部材73と進路変更部材79とを取り囲んで配置される。このため、第1反射部材81は、強度領域93以外の領域に向けて、1次光63と2次光65とを漏らすことなく反射できる。第1反射部材81は、テーパ状に広がっている。このため、第1反射部材81は、強度領域93以外の領域に向けて、1次光63と2次光65とを確実に反射できる。また照明光67は、所定の広がり角度を有することができる。

【0103】

透明部材71の屈折率は、光学部材79aの屈折率よりも大きい。このため、簡単な構成で、1次光63を第1反射部材81に向けて反射できる。

【0104】

全反射が実施されない場合、1次光63の残りの一部が光軸61周辺から離れるように1次光63の残りの一部と光軸61との間の広がり角度が広がった状態で、1次光63の残りの一部は、光学部材79aを透過し光変換部材73に向けて進行する。このとき、1次光63は、強度領域93以外の領域に進行するため、強度領域93における1次光63の強度を低減できる。

【0105】

第2反射部材79bは、全反射が実施されなくても、1次光63を第1反射部材81に向けて確実に反射できる。

【0106】

乱反射部79dは、1次光63を第1反射部材81に向けて乱反射でき、1次光63が光源51に戻ることを防止できる。

【0107】

なお図2Cにおいて、進路変更部材79は、柱形状、例えば円柱形状となっている。この場合、進路変更部材79は、1次光を拡散してもよい。

【0108】

[第2の実施形態]

図5Aを参照して、第2の実施形態について説明する。本実施形態では、第1の実施形態とは異なる部分のみ記載する。

【0109】

本実施形態の進路変更部材79は、第1反射部材81に向けて1次光63の少なくとも一部を拡散する。このため、進路変更部材79は、1次光63の一部を拡散する柱状の拡散部材79eと、光軸61方向において拡散部材79eと光変換部材73の入射面73aとの間に配置され、1次光63の残りの一部を第1反射部材81に向けて反射する第4反射部材79fとを有する。

【0110】

拡散部材79eは、例えば、円柱形状である。拡散部材79eは、透明部材と、透明部材に添加されるフィラーと呼ばれる拡散物質とを有する。拡散部材79eは、光軸61に対する1次光63の広がり角度を広げる。また1次光63がレーザーである場合、拡散物質は1次光63を繰り返し反射または散乱する。このため、拡散部材79eは、レーザー光特有の可干渉性を低下させる。拡散部材79eにおいて、照明光67の取り出し効率を高めるために、散乱による損失を最小限に抑えることが重要である。このため拡散物質として、例えば、アルミナが好ましい。

【0111】

拡散部材79eの透明部材における拡散物質の濃度分布は、角度 θ と1次光63の強度とに対応する。角度 θ が増加するほど、反比例して、濃度は低くなる。例えば、1次光63の強度Iと濃度Nとの比 I/N が一定となるように、角度 θ と濃度Nとが算出されてもよい。なお拡散損失を抑制するために、拡散物質の濃度は、光軸61に近いほど高く、光軸61から離れるほど低いことが好ましい。

【0112】

光軸61方向において、拡散部材79eは第4反射部材79fに積層され、第4反射部

10

20

30

40

50

材 7 9 f は光変換部材 7 3 の入射面 7 3 a に積層される。第 4 反射部材 7 9 f は、少なくとも光軸 6 1 周辺に配置される。第 4 反射部材 7 9 f は、1 次光 6 3 の波長に対して高い反射率を有する。第 4 反射部材 7 9 f は、波長選択性を有する。第 4 反射部材 7 9 f は、例えば、誘電体多層膜である。

【 0 1 1 3 】

第 4 反射部材 7 9 f 及び透明部材 7 1 として、熱を効率的に光源 5 1 に放出するために、熱伝導率の高い部材が好ましい。

【 0 1 1 4 】

[作用]

出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 は、角度 θ_1 を有する状態で、透明部材 7 1 を透過し、拡散部材 7 9 e に入射する。1 次光 6 3 の一部は、拡散物質によって様々な方向に拡散され、第 1 反射部材 8 1 に向かって進行する。1 次光 6 3 の残りの一部は、拡散物質によって拡散された後に第 4 反射部材 7 9 f によって反射され、再び拡散物質によって拡散され、角度 θ_1 よりも大きい広がり角度を有する状態で第 1 反射部材 8 1 に向かって進行する。1 次光 6 3 は、第 1 反射部材 8 1 によって反射され、光変換部材 7 3 に入射する。

10

【 0 1 1 5 】

光変換部材 7 3 に入射した 1 次光 6 3 の一部は、光変換部材 7 3 に吸収されて 2 次光 6 5 に変換される。1 次光 6 3 の残りの一部は、光変換部材 7 3 に吸収されずに光変換部材 7 3 から出射面 7 1 b に向かって出射される。入射面 7 3 a から出射された 1 次光 6 3 は、第 1 反射部材 8 1 によって光変換部材 7 3 に向かって反射され、再び前述した動作を繰り返す。

20

【 0 1 1 6 】

2 次光 6 5 の一部は光変換部材 7 3 から出射面 7 1 b に向かって出射される。また 2 次光 6 5 の残りの一部は、入射面 7 3 a から第 1 反射部材 8 1 に向かって出射され、第 1 反射部材 8 1 によって反射され、光変換部材 7 3 を透過する。そして 2 次光 6 5 は、光変換部材 7 3 に吸収されずに光変換部材 7 3 から出射された 1 次光 6 3 と混色し、照明光 6 7 として出射面 7 1 b から出射される。

【 0 1 1 7 】

[効果]

本実施形態では、進路変更部材 7 9 の構成を簡素にでき、進路変更部材 7 9 を容易に製造できる。本実施形態では、拡散部材 7 9 e によって 1 次光 6 3 を拡散するため、1 次光 6 3 を確実に第 1 反射部材 8 1 に進行させることができる。第 4 反射部材 7 9 f によって、拡散されなかった 1 次光 6 3 を確実に第 1 反射部材 8 1 に向けて反射できる。

30

【 0 1 1 8 】

なお本実施形態では、進路変更部材 7 9 は、拡散部材 7 9 e のみを有してもよい。

【 0 1 1 9 】

[第 1 変形例]

図 5 B を参照して、第 2 の実施形態の第 1 変形例について説明する。本変形例では、第 2 の実施形態とは異なる部分のみ記載する。

40

[構成]

透明部材 7 1 は、出射部 5 9 (入射面 7 1 a) から出射面 7 1 b に向かって放物状に広がっている。

第 1 反射部材 8 1 は、この透明部材 7 1 の曲面状の外周面に配置されており、出射部 5 9 から出射面 7 1 b に向かって放物状に広がっている。本変形例における第 1 反射部材 8 1 の材料は、第 1 の実施形態における第 1 反射部材 8 1 の材料と同一である。第 1 反射部材 8 1 は、1 次光 6 3 を光軸 6 1 に対して略平行に反射し、且つ 1 次光 6 3 を強度領域 9 3 以外の領域に向かって反射する。

【 0 1 2 0 】

照明光 6 7 を光軸 6 1 に対して略平行にするためには、光変換部材 7 3 は、出射部 5 9

50

近傍の所定の位置に配置されることが好ましい。光変換部材 7 3 は、第 1 反射部材 8 1 の焦点位置を避けて配置される。これにより第 1 反射部材 8 1 によって反射された 1 次光 6 3 は、少なくとも光軸 6 1 周辺を避けて光変換部材 7 3 に略平行に照射され、発生した照明光も第 1 反射部材 8 1 により略平行に出射される。

【 0 1 2 1 】

[作用]

出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 は、角度 θ_1 を有する状態で、透明部材 7 1 を透過し、拡散部材 7 9 e に入射する。1 次光 6 3 の一部は、拡散物質によって様々な方向に拡散され、第 1 反射部材 8 1 に向かって進行する。1 次光 6 3 の残りの一部は、第 4 反射部材 7 9 f によって反射され、再び拡散物質によって拡散され、角度 θ_1 よりも大きい広がり角度を有する状態で第 1 反射部材 8 1 に向かって進行する。1 次光 6 3 は、第 1 反射部材 8 1 によって光軸 6 1 に対して略平行に反射され、光変換部材 7 3 に入射する。光軸 6 1 に対して略平行に進行する 1 次光 6 3 を、平行光と称する。

10

【 0 1 2 2 】

光変換部材 7 3 に入射した平行光の一部は、光変換部材 7 3 に吸収されて 2 次光 6 5 に変換される。平行光の残りの一部は、光変換部材 7 3 に吸収されずに裏面 7 3 b から出射面 7 1 b に向かって出射される。入射面 7 3 a から出射された図示しない平行光は、第 1 反射部材 8 1 によって光変換部材 7 3 に向かって反射され、再び前述した動作を繰り返す。

【 0 1 2 3 】

2 次光 6 5 の一部は、裏面 7 3 b から出射面 7 1 b に向かって光軸 6 1 に対して略平行に出射される。2 次光 6 5 の残りの一部は、入射面 7 3 a から第 1 反射部材 8 1 に向かって出射される。この 2 次光 6 5 は、第 1 反射部材 8 1 によって光軸 6 1 に対して略平行に光変換部材 7 3 に向かって反射され、光変換部材 7 3 を透過する。そして裏面 7 3 b から出射された光軸 6 1 に対して略平行な 2 次光 6 5 は、光変換部材 7 3 に吸収されずに裏面 7 3 b から出射された平行光と混色し、光軸 6 1 に対して略平行な照明光 6 7 として出射面 7 1 b から出射される。

20

【 0 1 2 4 】

[効果]

本変形例では、第 1 反射部材 8 1 が放物状であるため、照明光 6 7 の広がり角度を抑制でき、光軸 6 1 に対して略平行な照明光 6 7 を提供できる。

30

【 0 1 2 5 】

[第 2 変形例]

図 5 C を参照して、第 2 の実施形態の第 2 変形例について説明する。本変形例では、第 2 の実施形態とは異なる部分のみ記載する。

[構成]

透明部材 7 1 は、出射部 5 9 (入射面 7 1 a) から出射面 7 1 b に向かってホーン状に広がっている。

第 1 反射部材 8 1 は、この透明部材 7 1 の曲面状の外周面に配置されており、出射部 5 9 から出射面 7 1 b に向かってホーン状に広がっている。本変形例における第 1 反射部材 8 1 の材料は、第 1 の実施形態における第 1 反射部材 8 1 の材料と同一である。第 1 反射部材 8 1 は、1 次光 6 3 を強度領域 9 3 以外の領域に向かって反射する。

40

【 0 1 2 6 】

光変換部材 7 3 は、ホーン状の透明部材 7 1 の広がり焦点位置に配置される。

【 0 1 2 7 】

[作用]

出射部 5 9 から出射された 1 次光 6 3 は、角度 θ_1 を有する状態で、透明部材 7 1 を透過し、拡散部材 7 9 e に入射する。1 次光 6 3 の一部は、拡散物質によって様々な方向に拡散され、第 1 反射部材 8 1 に向かって進行する。1 次光 6 3 の残りの一部は、第 4 反射部材 7 9 f によって反射され、再び拡散物質によって拡散され、角度 θ_1 よりも大きい広

50

がり角度を有する状態で第1反射部材81に向かって進行する。1次光63は、第1反射部材81によって反射されて光変換部材73に入射する。このとき、1次光63の光路長が長くなることで、1次光63の照射領域が広がり、図4Cにて実線で示す1次光63の強度分布はドーナツ状の強度分布からさらに広がる。具体的には、図4Cに示す角度0は角度0'よりもさらに広がり、強度領域93(熱劣化領域93a)における1次光63の強度は大幅に低減し、分配によって、強度領域93以外の領域における1次光63の強度は大幅に増加し、照射領域における強度分布は略均一となる。

【0128】

光変換部材73に入射した1次光63の一部は、光変換部材73に吸収されて2次光65に変換される。1次光63の残りの一部は、光変換部材73に吸収されずに光変換部材73から出射面71bに向かって出射される。入射面73aから出射された1次光63は、第1反射部材81によって光変換部材73に向かって反射され、再び前述した動作を繰り返す。

10

【0129】

2次光65の一部は光変換部材73から出射面71bに向かって出射される。図示はしないが、2次光65の残りの一部は、入射面73aから第1反射部材81に向かって出射され、第1反射部材81によって反射され、光変換部材73を透過する。そして2次光65は、光変換部材73に吸収されずに光変換部材73から出射された1次光63と混色し、広がり角度が拡大し且つ略均一な強度分布を有する照明光67として出射面71bから出射される。

20

【0130】

[効果]

本変形例では、第1反射部材81がホーン状であるため、照明光67の配光特性を変更できる、具体的には照明光67の広がり角度を拡大できる。本変形例では、指向性が弱く、略均一な強度分布を有する照明光67を提供できる。

【0131】

[第3の実施形態]

図6を参照して、第3の実施形態について説明する。本実施形態では、第1の実施形態とは異なる部分のみ記載する。

【0132】

[構成]

進路変更部材79は、光軸61方向において出射部59と光変換部材73との間に配置される第5反射部材79gと、第5反射部材79gの表面の少なくとも一部である乱反射部79hとを有する。

30

【0133】

第5反射部材79gは、少なくとも光軸61周辺に配置される。第5反射部材79gは、1次光63の波長に対して高い反射率を有する。第5反射部材79gは、波長選択性を有する。第5反射部材79gは、例えば、誘電体多層膜である。

【0134】

乱反射部79hは、出射部59に対向する。乱反射部79hは、少なくとも光軸61周辺に配置され、光軸61方向において強度領域93と同軸上に配置される。乱反射部79hである第5反射部材79gの表面は凹凸形状で、凹凸の、高さ、サイズ、または周期は不規則となっている。

40

【0135】

強度領域93における1次光63の強度が低減し、強度領域93以外の領域における1次光63の強度が増加するために、少なくとも強度領域93において、凹凸の高さは、1次光63の波長以下となっている。したがって、屈折率の差を有する界面での光の損失が低減し、1次光63が乱反射部79hによって散乱する。

【0136】

凹凸の形成方法としては、半導体プロセスにおける干渉露光パターンで作成する1次光

50

63の波長に対応する回折格子パターン作成において、干渉波長または回折格子のピッチの方向を変えた多重露光で、回折格子の間隔を不均一にして作成する。

【0137】

[作用]

出射部59から出射された1次光63は、角度θを有する状態で、透明部材71を透過し、第5反射部材79gに入射する。1次光63の一部は、乱反射部79hによって乱反射され、第1反射部材81に向かって進行する。1次光63の残りの一部は、第5反射部材79gによって反射され、再び乱反射部79hによって乱反射され、第1反射部材81に向かって進行する。1次光63は、第1反射部材81によって反射され、光変換部材73に入射する。そして、第1実施形態と同様に、照明光67が出射面71bから出射される。

10

【0138】

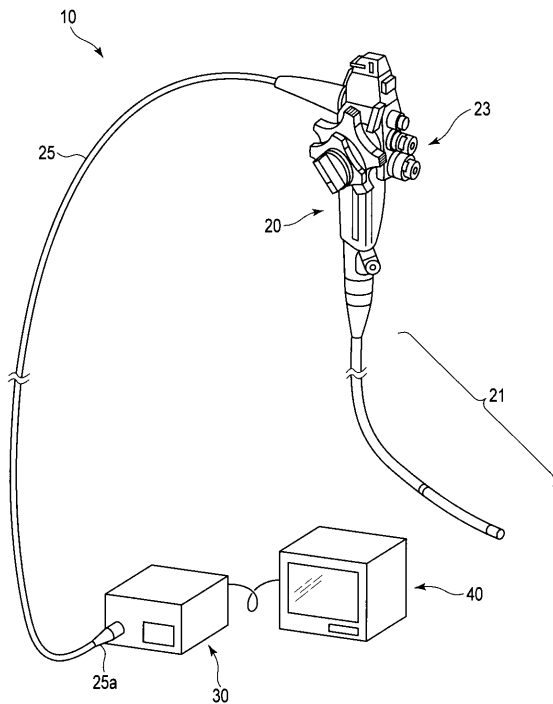
[効果]

本実施形態では、乱反射部79hの凹凸の製造が容易であるため、進路変更部材79の構成を簡素にでき、進路変更部材79を容易に製造できる。

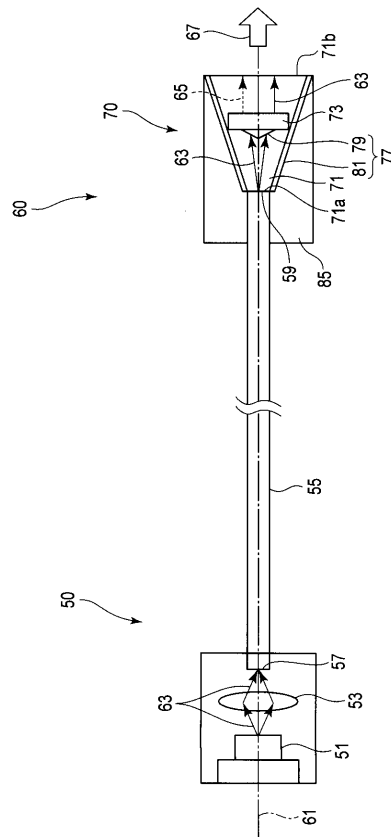
【0139】

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。

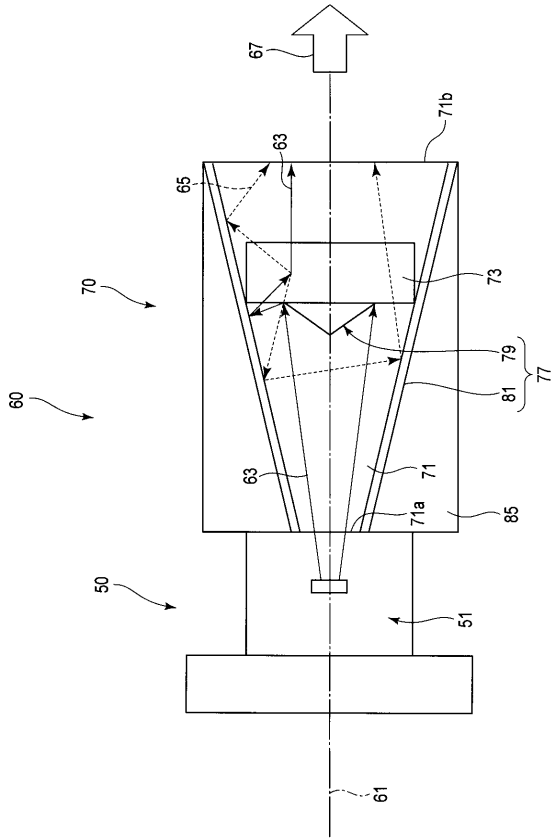
【図1】



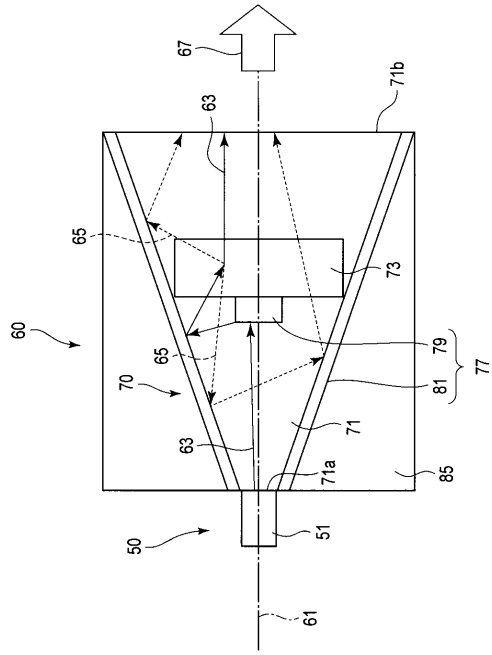
【図2A】



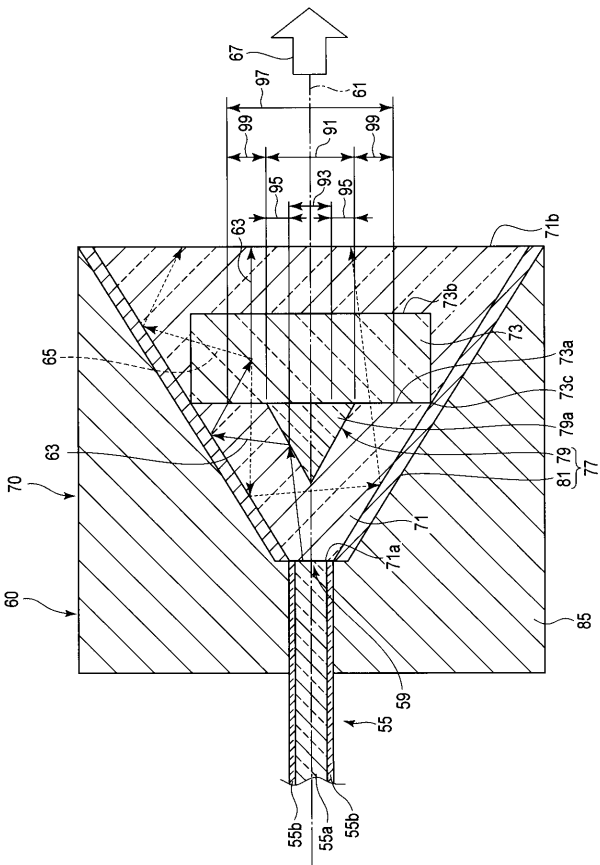
【 図 2 B 】



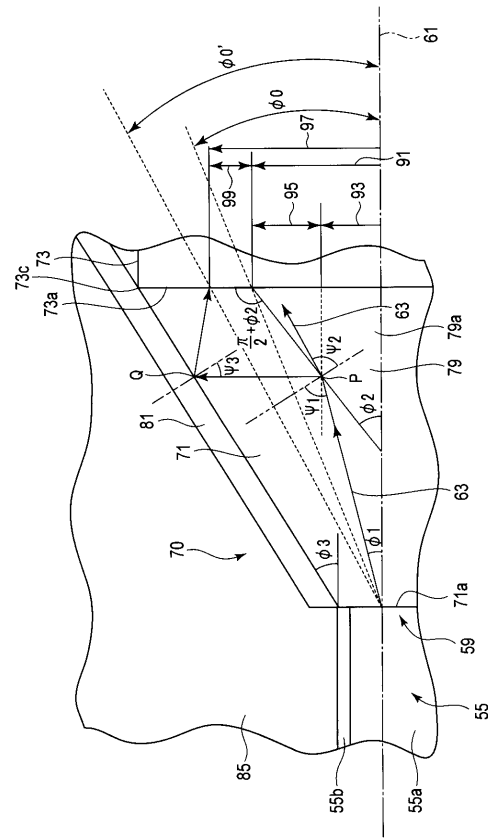
【 図 2 C 】



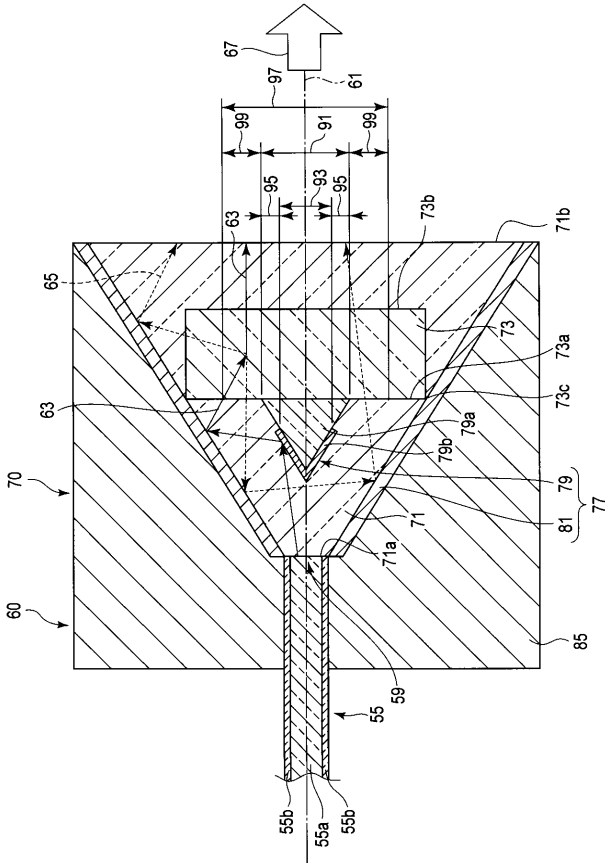
【 図 3 A 】



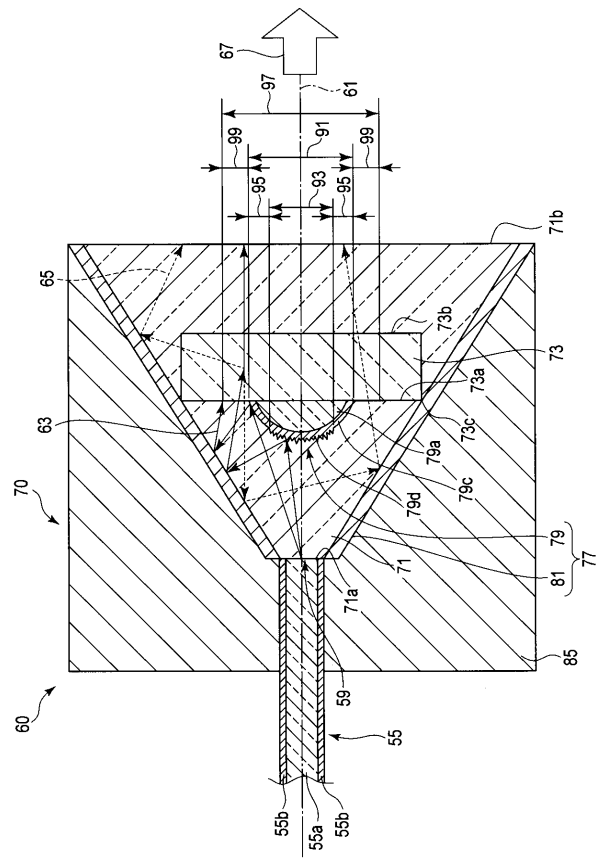
【 図 3 B 】



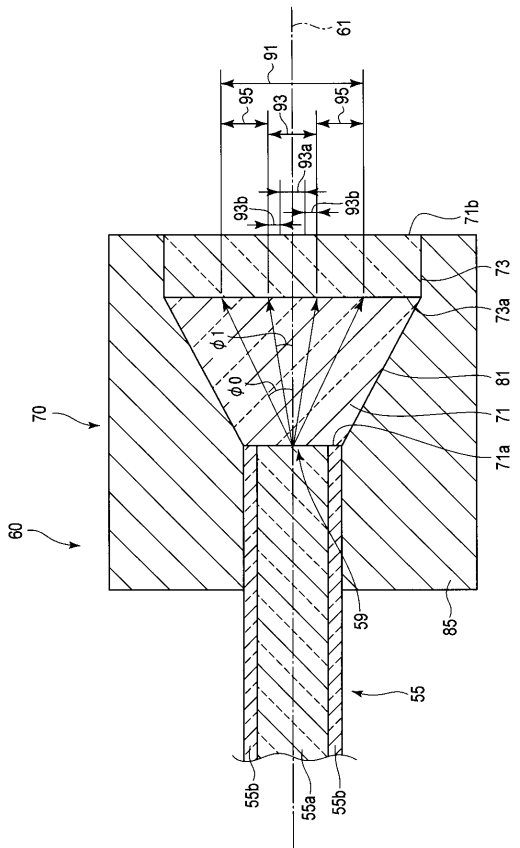
【図 3 C】



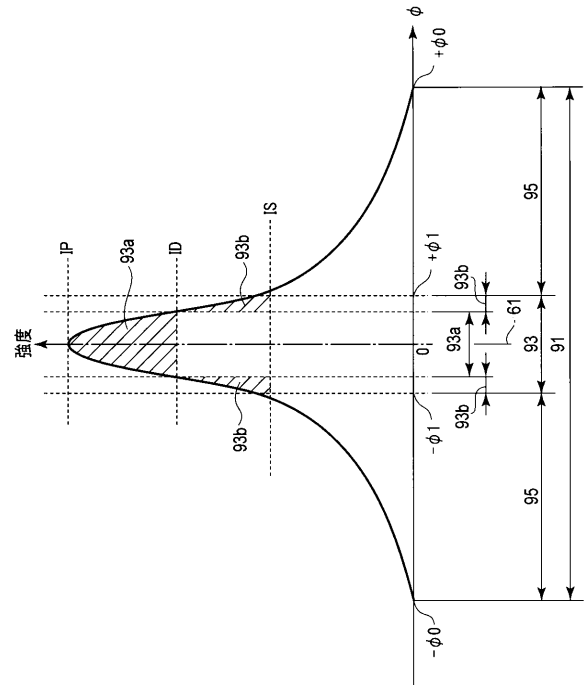
【図 3 D】



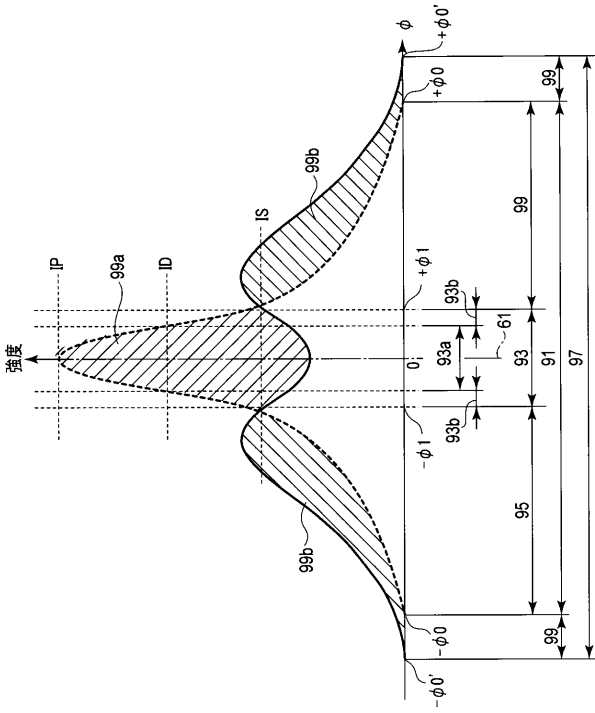
【図 4 A】



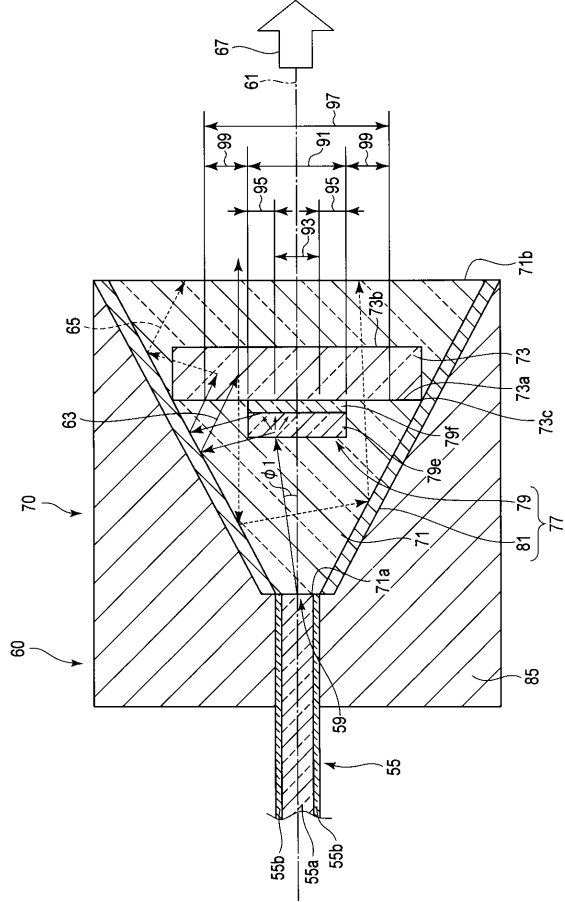
【図 4 B】



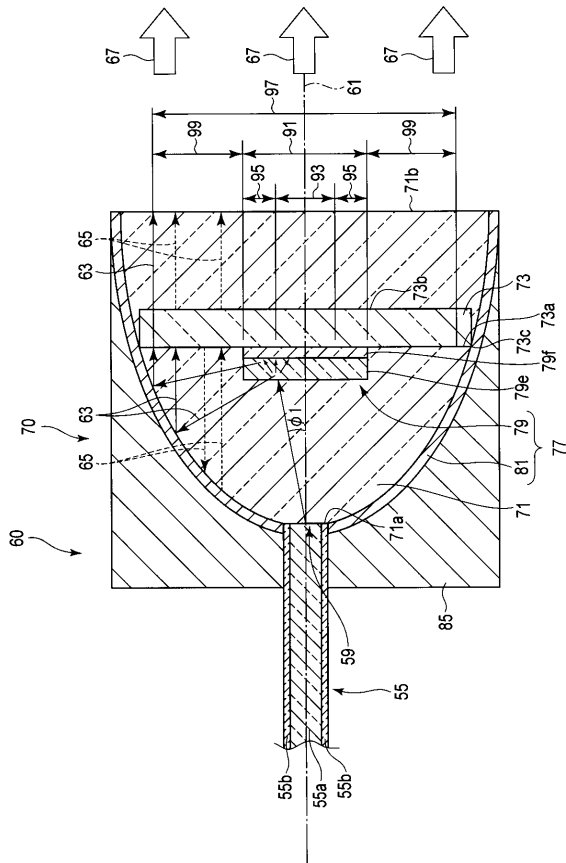
【 図 4 C 】



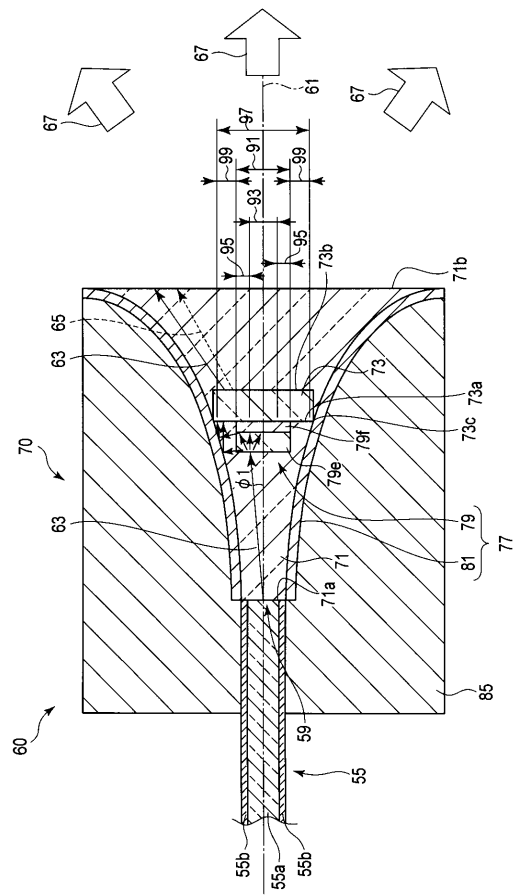
【 図 5 A 】



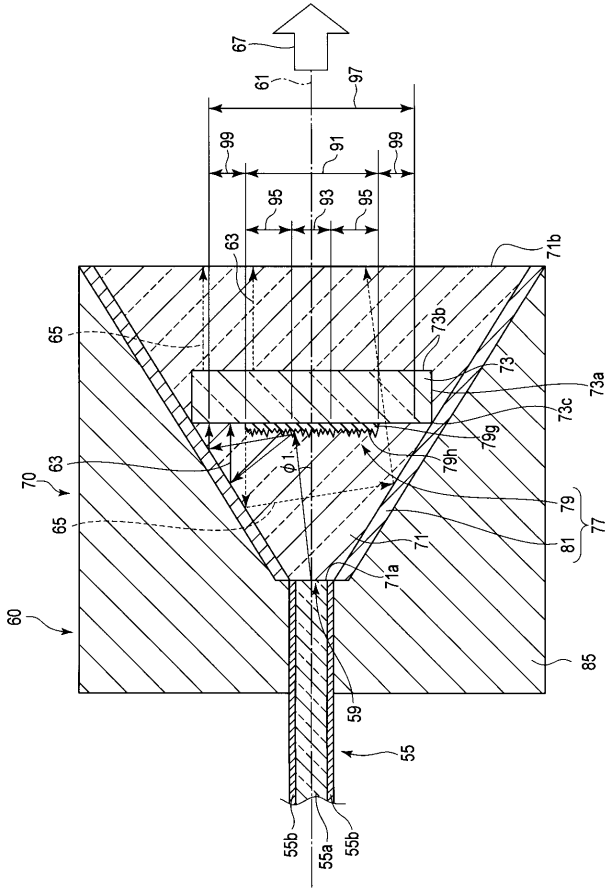
【 図 5 B 】



【 図 5 C 】



【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/085358
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B1/06(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B1/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-90674 A (Fujifilm Corp.), 16 May 2013 (16.05.2013), fig. 6 (Family: none)	1-3, 19-23 17
Y	JP 2009-43668 A (Olympus Corp.), 26 February 2009 (26.02.2009), fig. 6 & US 2009-40598 A1 fig. 6	17
A	JP 2012-120635 A (Fujifilm Corp.), 28 June 2012 (28.06.2012), & CN 202288230 U	1-23
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X"
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 08 March 2016 (08.03.16)		Date of mailing of the international search report 15 March 2016 (15.03.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/085358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-124490 A (Olympus Corp.), 07 July 2014 (07.07.2014), & US 2015-289764 A1 & EP 2939587 A1 & CN 104883949 A	1-23

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 5 3 5 8	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/06(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B1/06			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X	JP 2013-90674 A (富士フイルム株式会社)	1-3, 19-23	
Y	2013.05.16, 【図6】 (ファミリーなし)	17	
Y	JP 2009-43668 A (オリンパス株式会社) 2009.02.26, 【図6】 & US 2009-40598 A1, FIG6	17	
A	JP 2012-120635 A (富士フイルム株式会社) 2012.06.28, & CN 202288230 U	1-23	
☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。	
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 08.03.2016		国際調査報告の発送日 15.03.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 小田倉 直人	2Q 9163
		電話番号 03-3581-1101 内線 3292	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 8 5 3 5 8
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-124490 A (オリンパス株式会社) 2014.07.07, & US 2015-289764 A1 & EP 2939587 A1 & CN 104883949 A	1 - 2 3

フロントページの続き

(72)発明者 駒崎 岩男

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

(72)発明者 西尾 真博

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

Fターム(参考) 2H040 BA10 CA07 CA11

4C161 FF40 NN01 QQ09 RR04 RR06

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	照明装置和内窥镜系统		
公开(公告)号	JPWO2017104047A1	公开(公告)日	2018-10-04
申请号	JP2017556274	申请日	2015-12-17
[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		
[标]发明人	駒崎岩男 西尾真博		
发明人	駒崎 岩男 西尾 真博		
IPC分类号	A61B1/07 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/06		
FI分类号	A61B1/07.733 A61B1/07.734 G02B23/26.B		
F-TERM分类号	2H040/BA10 2H040/CA07 2H040/CA11 4C161/FF40 4C161/NN01 4C161/QQ09 4C161/RR04 4C161/RR06		
代理人(译)	河野直树 井上 正 肯·鹤饲 饭野滋		
其他公开文献	JPWO2017104047A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

照明装置 (60) 的分配单元 (77) 至少布置在强度区域 (93) 中, 并且为了至少在强度区域 (93) 中减小初级光 (63) 的强度, 初级光 (63) 路径改变部件 (79) 被反射到出射面 (71b), 该路径改变部件 (79) 用于改变其路径被路径改变部件 (79) 改变的至少一部分初级光 (63) 的传播方向。第一反射构件 (81) 用于将在与出射面 (71b) 相反的方向上传播的二次光 (65) 朝向出射面 (71b) 反射。

