(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年8月29日(29.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/177102 A1

(51) 国際特許分類:
A61N 5/067 (2006.01) *G02B 6/02* (2006.01)
G02B 6/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/006194

(22) 国際出願日： 2024年2月21日(21.02.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-025403 2023年2月21日(21.02.2023) JP

(71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 Tokyo (JP).

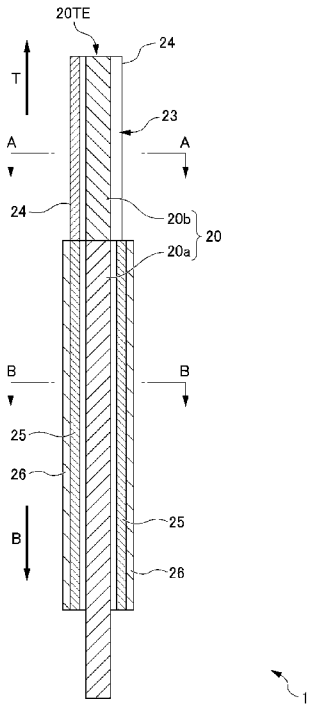
(72) 発明者: 長谷川 英明(**HASEGAWA Hideaki**); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 淳一(**HASEGAWA Junichi**); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 武 圭佑(**TAKE Keisuke**); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 山内 喬介(**YAMAUCHI Kyosuke**); 〒1008322 東京都千代田区大手町二丁目６番４号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 来間 清志, 外(**KURUMA Kiyoshi** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１－７－１２ サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,

(54) **Title:** LIGHT DIFFUSION DEVICE

(54) 発明の名称： 光拡散装置



(57) **Abstract:** A light diffusion device (1) according to the present invention is provided with an optical fiber (20) that comprises a core disposed on the radially central side and cladding positioned on the outer circumferential side of the core, and emits, from the leading end side (T) of the optical fiber (20), light that entered from the base end of the optical fiber (20). The optical fiber (20) has a light transmission unit (20a) for transmitting the light having entered from the base end toward the leading end (20TE) and has a light emission unit (20b) which has removed therefrom a portion positioned on the outer circumferential side of the cladding at the leading end side T and thereby emits light having transmitted through the light transmission unit (20a) from the outer circumferential surface. The light diffusion device comprises: a reflective element (24) that surrounds the outer circumferential surface of the light emission unit (20b) except for a region serving as a light emission port (23); and a heat-dissipating covering (25) which is in contact with the reflective element (24) at the leading end side (T) and which covers at least a portion of the light transmission unit (20a).

WO 2024/177102 A1

［続葉有］

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本発明の光拡散装置は、径方向の中心側に位置するコアと、前記コアの外周側に位置するクラッドと、からなる光ファイバ（２０）を備え、光ファイバ（２０）の基端部から入射した光を、光ファイバ（２０）の先端側（Ｔ）から出射させる光拡散装置（１）であって、光ファイバ（２０）は、基端部から入射した光を先端部（２０ＴＥ）に向かって伝送する光伝送部（２０ａ）と、先端側Ｔにおける前記クラッドの外周側に位置する部分を除去することによって光伝送部（２０ａ）を伝送された光を外周面から出射させる光出射部（２０ｂ）と、を有し、光出射部（２０ｂ）の外周面を、光出射口（２３）となる領域を残して囲う反射素子（２４）と、先端側（Ｔ）で、反射素子（２４）に接するとともに、光伝送部（２０ａ）の少なくとも一部を覆う放熱被覆（２５）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 光拡散装置

技術分野

[0001]　本発明は、医療機器に用いられる光拡散装置に関する。

背景技術

[0002]　従来の光拡散装置としては、径方向の中心側に位置するコアと、前記コアの外周側に位置するクラッドと、からなる光ファイバを備え、光ファイバの基端部から入射したレーザ光を、光ファイバの先端部及び先端側の外周面から出射させるものが知られている（例えば、特許文献１参照）。従来の光拡散装置の光ファイバは、基端部から入射したレーザ光を伝送する光伝送部と、先端側において前記光伝送部を伝送されたレーザ光を出射させる光出射部と、を有している。

[0003]　光拡散装置は、癌の治療法の１つである光免疫療法において、光ファイバの先端側を人体内に挿入し、人体に投与されて癌細胞に到達した薬剤にレーザ光を照射するために用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特表２０１２－５０６５６９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　例えば、転移性肝がんの治療の際、特に小さな腫瘍では、光ファイバの先端にシリンドリカルディフーザを備え、これを患部に刺して、限定照射で極力患部のみを照射したいという要求がある。そのため、光出射部の外周面を、光出射口となる領域を残して囲う反射素子（遮蔽素子）を設ける技術がある。光出射部の外周面から径方向外側に出射した光のうち光出射口となる領域以外の領域に向かう光は、反射素子で反射し光出射口に集められる。そのため、周方向における所定の領域に限定されるので、強い光を患部のみに照

射することができる。

[0006] しかし、反射素子を設けると光出射部及びその近傍において発熱が問題になる。光拡散装置の光出射部の発熱が大きくなると、被施術者である患者が熱を知覚したり、健常細胞に影響を与える懸念があるため、施術者は、施術時に光量や照射時間を抑えるといった対応が必要となる。よって、施術の効率化や容易化、精度向上等の観点から、光出射部及びその近傍における発熱を抑制し得る光拡散装置が望まれる。

[0007] 本発明は、光出射部及びその近傍における発熱を抑制し得る光拡散装置を提供することを目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様である光拡散装置は、径方向の中心側に位置するコアと、前記コアの外周側に位置するクラッドと、からなる光ファイバを備え、前記光ファイバの基端部から入射した光を、前記光ファイバの先端側から出射させる光拡散装置であって、

前記光ファイバは、基端部から入射した光を先端部に向かって伝送する光伝送部と、先端側における前記クラッドの外周側に位置する部分を除去することによって前記光伝送部を伝送された光を外周面から出射させる光出射部と、を有し、

前記光出射部の外周面を、光出射口となる領域を残して囲う反射素子と、

先端側で、前記反射素子に接するとともに、前記光伝送部の少なくとも一部を覆う放熱被覆と、

を備える。

[0009] 前記放熱被覆の熱伝導率が８０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であってもよい。

[0010] 前記放熱被覆の長さが熱拡散長以上であってもよい。

[0011] 前記放熱被覆が金属であってもよい。

[0012] 前記光出射部の外周面が、円柱の外周面形状であってもよい。

[0013] 前記反射素子において、前記光ファイバにおける所定の中心角の円弧状の外周面に対応する領域がスリット状に開口して、前記光出射口となっていて

もよい。

[0014] 前記光ファイバの先端に、前記コアの軸に垂直の平面に対して斜めの端面を有していてもよい。

[0015] 前記反射素子の光反射率が１％以上であってもよい。

[0016] 前記反射素子が金属であってもよい。

[0017] 前記反射素子と前記放熱被覆と、が一体化していてもよい。

[0018] 前記反射素子が反射性樹脂であってもよい。

[0019] 前記反射素子がセラミックスであってもよい。

[0020] 前記放熱被覆が、先端側で、周方向における前記反射素子が存在する領域の範囲内で、軸方向における前記光出射部が存在する領域まで延伸し、前記反射素子と径方向で接していてもよい。

[0021] 前記放熱被覆が、軸方向において、前記光伝送部の少なくとも一部を覆う領域と、前記光出射部が存在する領域とで、別部材で構成されていてもよい。

[0022] 前記反射素子における前記光出射部に対向する面の凹凸が、使用する光の波長以下であってもよい。

[0023] 前記放熱被覆の熱伝導率が、０．２Ｗ／ｍ・Ｋ以上であってもよい。

[0024] 前記放熱被覆が管状であってもよい。

発明の効果

[0025] 本発明の一態様によれば、光出射部及びその近傍における発熱を抑制し得る光拡散装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の例示的態様である第１の実施形態にかかる光拡散装置の概略図である。

[図2]第１の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図であり、図３及び図４におけるＣ－Ｃ断面にかかる断面図である。

[図3]第１の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光伝送部の部

位の横断面図であり、図２におけるＢ－Ｂ断面にかかる断面図である。

[図4]第１の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部の部位の横断面図であり、図２におけるＡ－Ａ断面にかかる断面図である。

[図5]光ファイバの外表面におけるクラッド除去の変形例を示す、光ファイバの横断面図である。

[図6]第２の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図である。

[図7]第２の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部の拡大縦断面図である。

[図8]第３の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図である。

[図9]第３の実施形態にかかる光拡散装置における光ファイバの光出射部の部位の横断面図であり、図８におけるＦ－Ｆ断面にかかる断面図である。

[図10]輪郭曲線の最大高さを説明するためのグラフであり、グラフの曲線は、粗さ曲線の一例である。

[図11]反射素子の変形例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の例示的態様である３つの実施形態にかかる光拡散装置について、図面を参照しながら具体的に説明する。

[0028] ＜第１の実施形態＞

図１は第１の実施形態にかかる光拡散装置１の概略図であり、図２は光拡散装置１における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図であり、図３は光拡散装置１における光ファイバの光伝送部の部位の横断面図であり、図４は光拡散装置１における光ファイバの光出射部の部位の横断面図である。なお、光ファイバの基端側を矢印Ｂ、先端側を矢印Ｔで示す。

[0029] 詳しくは、図２は図３及び図４におけるＣ－Ｃ断面にかかる断面図であり、図３は図２におけるＢ－Ｂ断面にかかる断面図であり、図４は図２におけるＡ－Ａ断面にかかる断面図である。

[0030] 本実施形態の光拡散装置１は、癌の治療方法の１つである光免疫療法に用いられるものである。光免疫療法は、癌細胞に結合する抗体と光に反応する物質とからなる薬剤を人体に投与し、癌細胞に結合した当該薬剤に対してレーザ光を照射して癌細胞を破壊することによって、癌を治療する施術である。

[0031] 光拡散装置１は、光ファイバ２０の基端部２０ＢＥから入射した光を先端側Ｔから出射させる装置であり、光ファイバ２０の基端側Ｂの基端部２０ＢＥには、レーザ光を発生させるための光源としてのレーザ発振器１０が接続されている。

[0032] レーザ発振器１０は、半導体レーザを有し、半導体レーザに電気を流すことでレーザ発振を生じさせ、レーザ光を発生させるものである。レーザ発振器１０は、６３０ｎｍ以上７００ｎｍ以下の波長を有する赤色のレーザ光を発生させる。

[0033] 光ファイバ２０は、樹脂（プラスチック）製の部材からなる。光ファイバ２０は、図３～図５に示すように、径方向の中心側に位置するコア２１と、コア２１の外周側に位置するクラッド２２と、からなるシングルコア光ファイバである。光ファイバ２０は、コア２１とクラッド２２との比屈折率差が、２％以上１１％以下である。

[0034] 光ファイバ２０は、例えば、外径が５００μｍであり、コア２１の外径が４８０μｍであり、クラッド２２の厚さが１０μｍである。ここで、光ファイバ２０は、クラッド２２の外径が、１０２μｍ以上１１００μｍ以下であることが好ましい。また、光ファイバ２０は、コア２１の外径が、１００μｍ以上１０００μｍ以下であることが好ましい。クラッド２２は、厚さが１μｍ以上５０μｍ以下であることが好ましい。

[0035] 光ファイバ２０は、図１及び図２に示すように、基端部２０ＢＥから入射したレーザ光を先端側Ｔに向かって伝送する光伝送部２０ａと、先端側Ｔの延在方向の所定範囲内のクラッド２２の外周側に位置する部分を除去することによって光伝送部２０ａを伝送されたレーザ光を外周面から出射させる光

出射部２０ｂと、を有している。

[0036] 図２及び図３に示すように、光ファイバ２０の先端側Ｔにおいて、光出射部２０ｂを残して光伝送部２０ａの一定の領域は、放熱被覆２５で覆われ（被覆され）ており、さらにその外周が軟質の樹脂製のチューブ２６で被覆されている。本実施形態において、チューブ２６は、厚みが０．１ｍｍであり、外径が０．９５ｍｍであり、内径が０．８５ｍｍであるが、勿論これら大きさに限定されない。また、チューブ２６で被覆せずに放熱被覆２５を露出させたままで使用しても構わない。

[0037] チューブ２６の材質としては、本実施形態ではナイロンが用いられているが、軟質の樹脂であれば特に制限はなく、ナイロンのほか例えば、塩化ビニル、塩化ビニリデン、ウレタン樹脂、シリコーン樹脂等を挙げることができる。

[0038] チューブ２６で被覆されていない光出射部２０ｂは、光ファイバ２０の先端側Ｔの例えば１０ｍｍ以上１００ｍｍ以下の範囲内に形成され、好ましくは２０ｍｍ以上４０ｍｍ以下の範囲内に形成される。光出射部２０ｂの外周面は、円柱の外周面形状（シリンドリカル状）になっている。光出射部２０ｂは、クラッド２２の厚み方向における内周側を残して、クラッド２２の外周側の一部分を例えばブラスト加工、エッチング加工等により除去することで形成される。

[0039] 光出射部２０ｂは、クラッド２２を除去することによって径方向の大きさが、光伝送部２０ａの直径Ｄａよりもレーザ光の波長の大きさ以上に小さくなる（即ち、除去されたクラッド２２の厚みがレーザ光の波長の大きさの半分以上になる）と、光ファイバ２０の長手方向の波長オーダの構造の変化により、光ファイバ２０の断面の光強度分布が変化し、光が漏れるようになり、外周面からレーザ光が出射されるようになる。

[0040] 本実施形態における光出射部２０ｂにおいて、図４に示す通り、光ファイバ２０の全周にわたってクラッド２２が除去されている。しかし、図５に示すように、周方向において、光ファイバ２０の一定領域（図５においては中

心角１８０°）の円弧の外表面のみクラッド２２を除去しても構わない。この場合には、クラッド２２が除去された領域の外表面からレーザ光が出射されるようになる。

[0041] 光出射部２０ｂは、図２及び図４に示す通り、その外周面が、一部領域を残して反射素子２４で囲われている。詳しくは、図４に示す通り、光ファイバ２０における所定の中心角θの円弧状の外周面に対応する領域ａがスリット状に開口した状態になっており、当該開口が光出射口２３となる。本実施形態において、中心角θは、例えば４５°に設定される。この中心角θとしては、特に制限はなく、目的や所望とする性能、規格等に応じて適宜設定すればよく、好適には３０°～３５０°の範囲から選択される。

[0042] 反射素子２４は、周方向において、光出射部２０ｂの光出射方向（中心角θの範囲の方向）以外の方向（光出射口２３に対応する領域ａ以外の領域）に漏れ出る光を反射して、光出射口２３から出射させる部材である。

[0043] 反射素子２４は、光反射率が１％以上であり、３０％以上であることが好ましく、５０％以上であることがさらに好ましく、８０％以上であることが好ましく、１００％に近づけることが望まれる。本実施形態において、反射素子２４は、厚みが０．１ｍｍであり、外径が０．８ｍｍであり、内径が０．６ｍｍであるが、勿論これら大きさに限定されない。

[0044] 反射素子２４における光出射部２０ｂに対向する面は、レーザ光を効率的に反射するためにできるだけ鏡面に近いことが望ましい。具体的に、反射素子２４における光出射部２０ｂに対向する面の凹凸としては、使用する光（光ファイバ２０内で伝送されるレーザ光）の波長以下であることが好ましい。ここで、「凹凸」とは、図１０に示すような凹凸の最大の山のピークと最小の谷の底の差（輪郭曲線の最大高さ：ＪＩＳ　Ｂ０６０１参照）Ｒｚを示す。なお、図１０は、輪郭曲線の最大高さを説明するためのグラフであり、グラフの曲線は、粗さ曲線の一例である。

[0045] 反射素子２４としては、後述する放熱性の要求から、熱伝導性が高いことが望ましく、具体的には例えば、熱伝導率が０．２Ｗ／ｍ・Ｋ以上であるこ

とが好ましく、２Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがより好ましく、１６Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがさらに好ましい。

[0046] 反射素子２４の材質としては、光反射率が所望の高さであれば特に制限はないが、光反射率が高いものが好ましい。反射素子２４の材質として、具体的には、ステンレス、アルミニウム、金、銀、銅、ニッケルチタン（Ｎｉ－Ｔｉ）合金等の金属や、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）などのフッ素樹脂、硫酸バリウム入りの樹脂、シリコーン樹脂等の反射性樹脂、アルミナ等のセラミックスを挙げることができる。これらの中でも、光反射率やコスト、加工性、さらには熱伝導性の観点から、反射素子２４は金属製であることが好ましく、特にステンレス製であることが好ましい。また、反射素子２４は単一の材料で製造されていなくてもよく、例えばステンレス製の円柱を加工し、内側を鏡面研磨した後、金、銀など高い反射率を有する金属でコーテイングされたものを例示することができる。

[0047] 本実施形態にかかる光拡散装置１において、レーザ発振器１０を作動させ光ファイバ２０の基端部２０ＢＥからレーザ光を入射させると、レーザ光は光伝送部２０ａを伝送され、光出射部２０ｂから出射する。光ファイバ２０の光出射部２０ｂから周方向の全方位に放射状に出射したレーザ光は、一部は直接、他は反射素子２４で反射して、光出射口２３から出射される。即ち、光伝送部２０ａを伝送されたレーザ光は、光出射部２０ｂで、周方向における一定の範囲内に集められて、光ファイバ２０の側方から出射する。そのため、伝送されたレーザ光を、がん細胞などの被照射対象に対して効率的に照射することができる。

[0048] 光出射口２３からレーザ光が出射されると、光ファイバ２０の光出射部２０ｂ近傍において熱が発生し、特に光出射部２０ｂに近接する反射素子２４の温度が上がりやすい。そのため、施術者は、光出射部２０ｂ近傍の温度を、例えば被施術者の体温から５℃以上高温にならないように、レーザ光の強度や照射時間を適宜制御して施術することが要求される。

[0049] 一方、レーザ光の強度としては、施術による高い効果を実現するため、あ

る程度高いことが望まれており、具体的には例えば、４００ｍＷ／ｃｍ程度の出力が望まれる。また、レーザ光の連続照射時間としては最大でも５分間である。よって、出力４００ｍＷ／ｃｍ×連続照射時間５分で光出射部２０ｂ近傍の温度が５０℃未満であることがより望ましい。

[0050] そこで、本実施形態においては、光出射部２０ｂ及びその近傍における発熱を抑制する目的で、放熱被覆２５を設けている。先端側ＴＥで、反射素子２４に接するとともに、光伝送部２０ａの一部を覆う放熱被覆２５を備えているため、反射素子２４の熱を逃がすことができ、光出射部２０ｂ及びその近傍における発熱を抑制することができる。

[0051] 放熱被覆２５は、光伝送部２０ａの少なくとも一部を覆っている。放熱被覆２５は、フレキシブルな管状であり、管内に光ファイバ２０が挿し込まれ、さらに外周がチューブ２６で被覆されている。即ち、本実施形態の光拡散装置１において、光伝送部２０ａの先端側Ｔの一定領域は、中心から順に、光ファイバ２０、放熱被覆２５及びチューブ２６の３層構造になっている。

[0052] また、放熱被覆２５は、先端側Ｔで、反射素子２４に接している。放熱被覆２５と反射素子２４との接触は、物理的に接していれば特にその態様に制限はない。放熱被覆２５と反射素子２４との接触を確実ならしめるために、両者間を接着剤やネジ、溶接等の固定手段で固定してもよいし、両者が係合し合う形状に成型した上で係合させてもよい。

[0053] さらに、放熱被覆２５と反射素子２４とを一体で成形し、両者間が物理的には区別できない状態（一体化した状態）になっていたとしても、反射素子２４として機能する部位と放熱被覆２５として機能する部位とが分かれていて、それぞれの機能を担う部位同士が何れかの箇所で繋がっている場合には、当該繋がっている箇所について、本発明における「接する」の概念に含めることとする。

[0054] 放熱被覆２５は、反射素子２４と接触して、反射素子２４の熱を逃がす機能を有する。そのため、放熱被覆２５は熱伝導性が高いことが望ましく、具体的には例えば、放熱被覆２５の熱伝導率が８０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であること

が好ましく、２００Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがより好ましく、３５０Ｗ／ｍ・Ｋ以上であることがさらに好ましい。また、反射素子２４と放熱被覆２５とでは、反射素子２４の熱伝導率の方が高いことが望ましい。本実施形態において、放熱被覆２５は、厚みが０．１ｍｍであり、外径が０．８ｍｍであり、内径が０．６ｍｍであるが、勿論これら大きさに限定されない。

[0055] 放熱被覆２５の材質としては、上述の熱伝導率を有するものであればどのような材質であってもよく、具体的には、ステンレス、アルミニウム、金、銀、銅、ニッケルチタン（Ｎｉ－Ｔｉ）合金等の金属や、アルミナ等のセラミックス、あるいは、放熱性を有するように加工が施されたシリコーン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）樹脂等の樹脂であってもよい。なお、放熱性を有するような加工とは、例えば、材料中に金属の粒子や熱伝導率の高いセラミックス粒子（例えばアルミナ粒子等）を分散含有させる等の加工が挙げられる。放熱被覆２５の材質としては、これらの中でも、反射素子２４と同じ材質とすることが特に好ましい。また、光ファイバの回転方向の位置（捻れ）を規制するために用いられるトルクコイルに、放熱被覆２５としての機能を兼ね備えさせるようにしても構わない。

[0056] 本実施形態において、放熱被覆２５が覆う光伝送部２０ａの長手方向の領域としては、放熱被覆２５の熱伝導率によるが、例えば、放熱被覆２５の熱伝導率が８０Ｗ／ｍ・Ｋ程度の場合、放熱被覆熱が１／ｅとなる熱拡散長以上であれば効率的に熱を排除できる。また、例えば、放熱被覆２５の熱伝導率が２００Ｗ／ｍ・Ｋ以上の場合、熱拡散長の半分程度の長さでも光出射部２０ｂ近傍を所望温度に抑制することができる。

[0057] ここで熱拡散長μとは、温度がどこまで伝わるかの指標として定義される物性であり、ある点から出た温度波の振幅は指数関数的に減衰しながら拡散して行くが、熱拡散長μとは、温度波の振幅が１／ｅになる距離をいう。熱拡散長μは、具体的には、$\sqrt{}$（α／πｆ）で定義される（式中、αは熱拡散率という物性値）。

[0058] 放熱被覆２５の熱伝導率が８０Ｗ／ｍ・Ｋ未満の場合には、施術時に体外

に位置する領域まで放熱被覆２５が延在していることが、当該領域で外気温に触れ放熱効果が高まるため好ましい。逆に、放熱被覆２５が光伝送部２０ａの基端部ＢＥまで全て覆っていても構わない。より好ましくは、放熱用のヒートシンクを接続して、ヒートシンクから熱を積極的に逃がすことが望ましい。

[0059] 放熱用のヒートシンクは、放熱被覆２５の基端側Ｂの端部またはその近傍、あるいは長手方向の中途に接続することができる。ヒートシンクから熱を積極的に逃がすことにより、放熱効果をより一層高めることができる。かかるヒートシンクとしては、複数の放熱用の板状の突起を備えた金属製の部材や、発生した熱を吸収するのに十分な体積を有する金属の塊などを挙げることができる。

[0060] ヒートシンクは、光ファイバ２０における光伝送部２０ａの中途に取り付けてもよいし、光ファイバ２０とは別個に配置しても構わない。ヒートシンクを光ファイバ２０における光伝送部２０ａの中途に取り付けた場合には、放熱被覆２５の基端側Ｂの端部またはその近傍、あるいは長手方向（軸方向）の中途をヒートシンクに接続させればよい。ヒートシンクを光ファイバ２０とは別個に配置した場合には、放熱被覆２５を光ファイバ２０における光伝送部２０ａから分岐させてヒートシンクに接続させればよい。

[0061] チューブ２６は、必須の構成ではないため、特に問題なければ、チューブ２６無しに放熱被覆２５が剥き出しであっても構わない。ただし、本実施形態では、放熱被覆２５及び光ファイバ２０を保護するため、光ファイバ２０の長手方向において、施術時に体内に位置する全領域を被覆している。

[0062] 本実施形態において、光ファイバ２０の先端部２０ＴＥは、切り出したままの状態になっているが、先端部２０ＴＥからのレーザ光の漏れ防止や、反射素子２４及び光ファイバ２０の先端部２０ＴＥを保護するために、先端部２０ＴＥにキャップを設けても構わない。キャップの材質としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等の樹脂やアルミニウム等の金属を挙げることができる。

[0063] 本実施形態において、光伝送部２０ａにおける光ファイバ２０の外径、放熱被覆２５の内径及び外径、並びに、チューブ２６の内径は、相互に一致せず、各層間に径の差がある。この径の差は、光ファイバ２０の光伝送部２０ａにおけるフレキシビリティを確保するため、及び、製造時の交差を吸収するための余裕であり、各層間に積極的に隙間を設けるためのものではない。

[0064] 例えば、図２～図４では、層間の一部に隙間が描かれているが、長手方向の全領域に亘って隙間が確保されているわけではなく、多くの領域で層間が接触している。一方、図２～図４において、層間が接触しているように描かれている箇所については、逆に一部に隙間が生じている場合がある。

[0065] ＜第２の実施形態＞

図６は、第２の実施形態にかかる光拡散装置２における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図であり、図７は、当該光出射部の拡大縦断面図である。本実施形態にかかる光拡散装置２は、第１の実施形態にかかる光拡散装置１とほぼ同様の構成であるため、光拡散装置２の概略については、図１を参照のこと。

[0066] また、図６におけるＤ－Ｄ断面は図４と、Ｅ－Ｅ断面は図３と、それぞれ同一なので、これら断面は図３乃至図４を参照のこと。なお、第２の実施形態にかかる光拡散装置２は、光ファイバ２０の先端部２０ＴＥの形状が本実施形態に特有である点を除き、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同様の構成であるため、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同一の機能を備える部材には、図１～図６と同一の符号を付して、その説明を省略する。

[0067] 図６及び図７に示すように、本実施形態にかかる光拡散装置２では、光ファイバ２０の先端部２０ＴＥに、コア２１の軸２１Ａに垂直の平面Ｐに対して斜めの端面２０ｓを有している。このとき、当該平面Ｐと端面２０ｓとの成す角γは、光ファイバ２０で伝送されるレーザ光が全反射する角度以上とされる。具体的には、光ファイバ２０のコア２１の屈折率ｎｃｏｒｅ、空気の屈折率をｎａｉｒとすると、γ＝ａｒｃｓｉｎ（ｎａｉｒ／ｎｃｏｒｅ）となり、ｎｃｏｒｅ＝１．４６５、ｎａｉｒ＝１．０とすると、γ＝４３°

となる。

[0068] 本実施形態にかかる光拡散装置２において、レーザ発振器１０を作動させ光ファイバ２０の基端部２０ＢＥからレーザ光を入射させると、レーザ光は光伝送部２０ａを伝送され、光出射部２０ｂから出射する。光出射部２０ｂにおいて、光ファイバ２０の先端部２０ＴＥは、既述の如くコア２１の軸２１Ａに垂直の平面Ｐに対して斜めの端面２０ｓを有しており、理論上、全反射する。全反射したレーザ光は、矢印$Ｌ_1$方向に進み、光出射口２３から出射される。

[0069] 実際には、レーザ光は、その全てが反射するのではなく、僅かではあるものの端面２０ｓから漏れ出る。端面２０ｓから漏れ出たレーザ光は矢印$Ｌ_2$方向に進み、反射素子２４で反射する。そして、レーザ光は矢印$Ｌ_3$方向に進み、光出射口２３から出射される。即ち、光伝送部２０ａを伝送されたレーザ光は、光出射部２０ｂで、全反射したレーザ光$Ｌ_1$は勿論、端面２０ｓから漏れ出たレーザ光$Ｌ_2$も、周方向における一定の範囲内に集められて、光ファイバ２０の側方から出射する。そのため、伝送されたレーザ光を、がん細胞などの被照射対象に対して効率的に照射することができる。

[0070] 光出射口２３からレーザ光が出射されると、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同様、光ファイバ２０の光出射部２０ｂ近傍において熱が発生し、特に光出射部２０ｂに近接する反射素子２４の温度が上がりやすい。しかし、本実施形態においても、先端側ＴＥで、反射素子２４に接するとともに、光伝送部２０ａの一部を覆う放熱被覆２５を備えているため、反射素子２４の熱を逃がすことができ、光出射部２０ｂ及びその近傍における発熱を抑制することができる。

[0071] その他、変形例や各部材の材質等は、第１の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0072] ＜第３の実施形態＞

図８は第３の実施形態にかかる光拡散装置３における光ファイバの光出射部及びその近傍の縦断面図であり、図９は光拡散装置３における光ファイバ

の光出射部の部位の横断面図である。詳しくは、図９は図８におけるＦ－Ｆ断面にかかる断面図である。本実施形態にかかる光拡散装置３は、第１の実施形態にかかる光拡散装置１とほぼ同様の構成であるため、光拡散装置３の概略については、図１を参照のこと。

[0073] また、図８におけるＧ－Ｇ断面は図３と同一なので、当該断面は図３を参照のこと。なお、第３の実施形態にかかる光拡散装置３は、光ファイバ２０の光出射部２０ｂ近傍の構造が本実施形態に特有である点を除き、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同様の構成であるため、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同一の機能を備える部材には、図１～図６と同一の符号を付して、その説明を省略する。

[0074] 図８及び図９に示すように、本実施形態にかかる光拡散装置３では、反射素子２７として反射性樹脂を用いている（以下、「反射性樹脂２７」と表記する。）。反射性樹脂２７としては、既述の通り、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）などのフッ素樹脂、硫酸バリウム入りの樹脂、シリコーン樹脂等が挙げられる。

[0075] また、本実施形態においては、放熱被覆２５が、軸２１Ａ方向において、光伝送部２０ａの一部を覆う領域の部材（放熱被覆本体２５ａ）と、光出射部２０ｂが存在する領域の部材（放熱用金属２５ｂ）とで、別部材で構成されている。即ち、放熱被覆本体２５ａと放熱用金属２５ｂを一体として放熱被覆２５と捉えると、当該放熱被覆２５が、先端側ＴＥで、周方向における反射素子２４が存在する領域の範囲内で、軸２１Ａ方向における光出射部２０ｂが存在する領域まで延伸し、反射性樹脂２７と径方向で接している。

[0076] 反射性樹脂２７は、第１の実施形態や第２の実施形態における金属製の反射素子２４に比して、比熱が大きいため、放熱用金属２５ｂと径方向で接触させて接触面積を広くすることで、放熱効果を確保している。

[0077] 放熱被覆本体２５ａの構成は、第１の実施形態や第２の実施形態における放熱被覆２５と同様である。放熱用金属２５ｂの構成は、光ファイバ２０の全周を覆うのではなく、周方向において、反射性樹脂（反射素子）２７が存

在する領域の範囲（図９中の範囲ｂ）内にのみ位置している。

[0078] 放熱用金属２５ｂの材質としては、第１の実施形態において放熱被覆２５の材質として説明した特性のものが好ましく、具体例も同様である。放熱被覆本体２５ａと放熱用金属２５ｂを同じ材質とすることが好ましい。

[0079] 放熱用金属２５ｂと反射性樹脂２７との接触は、物理的に接していれば特にその態様に制限はない。放熱用金属２５ｂと反射性樹脂２７との接触を確実ならしめるために、両者間を接着剤やネジ、溶接等の固定手段で固定してもよいし、両者が係合し合う形状に成型した上で係合させてもよい。

[0080] 放熱用金属２５ｂと放熱被覆本体２５ａとの間も、物理的に接していれば特にその態様に制限はない。放熱用金属２５ｂと放熱被覆本体２５ａとの接触を確実ならしめるために、両者間を接着剤やネジ、溶接等の固定手段で固定してもよいし、両者が係合し合う形状に成型した上で係合させてもよい。

[0081] さらに、放熱用金属２５ｂと放熱被覆本体２５ａとを一体で成形し、両者間が物理的には区別できない状態になっていても構わない。本実施形態においては、一体であっても別体であっても、放熱用金属２５ｂ及び放熱被覆本体２５ａの全体として放熱被覆２５を構成する。

[0082] 本実施形態にかかる光拡散装置３において、レーザ発振器１０を作動させ光ファイバ２０の基端部２０ＢＥからレーザ光を入射させると、レーザ光は光伝送部２０ａを伝送され、光出射部２０ｂから出射する。光ファイバ２０の光出射部２０ｂから周方向の全方位に放射状に出射したレーザ光は、一部は直接、他は反射性樹脂２７で反射して、光出射口２３から出射される。即ち、光伝送部２０ａを伝送されたレーザ光は、光出射部２０ｂで、周方向における一定の範囲内に集められて、光ファイバ２０の側方から出射する。そのため、伝送されたレーザ光を、がん細胞などの被照射対象に対して効率的に照射することができる。

[0083] 光出射口２３からレーザ光が出射されると、第１の実施形態にかかる光拡散装置１と同様、光ファイバ２０の光出射部２０ｂ近傍において熱が発生し、特に光出射部２０ｂに近接する反射性樹脂２７の温度が上がりやすい。し

かも、反射性樹脂２７は、金属に比べて比熱が大きいため、いったん高温になると冷めにくい。

[0084] しかし、本実施形態においては、放熱用金属２５ｂが反射性樹脂２７と径方向で接しているため、接触面積を広くすることができ、高い放熱効果を実現している。そして、放熱用金属２５ｂは、接している放熱被覆本体２５ａからも熱を逃がすことができ、光出射部２０ｂ及びその近傍における発熱を抑制することができる。

[0085] 本実施形態の構成は、金属に比べると比熱の大きいセラミックスを反射素子２４として用いた場合にも好適である。

その他、変形例や各部材の材質等は、第１の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

[0086] 以上説明した実施形態は、本発明の代表的な形態の例を示したに過ぎず、本発明は、当該実施形態に限定されるものではない。即ち、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明の骨子を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。かかる変形によってもなお本発明の光拡散装置の構成を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。

[0087] 例えば、上記実施形態において、光出射口の形状としては、光ファイバの軸方向に延びる（光ファイバにおける所定の中心角の円弧状の外周面に対応する領域の）スリット状の例を挙げているが、これに限定されない。例えば、反射素子における出射側の面に複数の穿孔を設けて、当該穿孔を光出射口としても構わない。当該穿孔の形状も任意であり、円形でも矩形でもその他の形状でも構わない。

[0088] また、例えば、図１１に示すように、反射素子２４′における出射側の面に細長の楕円形状の開口２８を設けて窓構造とし、これを光出射口２３′としても構わない。なお、図１１は、反射素子の変形例を示す模式図である。この窓構造の開口の形状も矩形や多角形等適宜選択することができる。

実施例

[0089] 以下、実施例及び比較例を挙げて、本発明をより具体的に説明する。

図１～図６に示す第１の実施形態と同様の光拡散装置１及びレーザ発振器１０を用意した。実施例及び比較例の具体的な仕様及び条件は、以下の通りである。なお、以下に記載のない仕様及び条件は、既述の第１の実施形態の説明の中で記した通りである。

[0090]（実施例及び比較例の仕様・条件）

・試験環境温度：室温（２２℃）

・光出射部２０ｂの軸方向長さ：４０ｍｍ

・放熱被覆２５の材質：ＳＵＳ３０４

・反射素子２４の材質：シリコーン樹脂、ＳＵＳ３０４、アルミ、銅、銀

・放熱被覆２５及びチューブ２６の軸方向長さ：１～１０００ｍｍ

・光ファイバ２０の全長：１０４０ｍｍ

・発熱時の光出射部２０ｂの状態：空中保持

・試験時の室温：２１℃

・レーザ発振器１０のレーザ光の波長：６９０ｎｍ

・レーザ発振器１０のレーザ光の強度：５５０ｍＷ

[0091] 下記表１～３に示す各条件の実施例及び比較例の光拡散装置について、それぞれ、上記仕様・条件で、反射素子２４の外周面を赤外線温度計で測定しつつ、レーザ発振器１０を作動させて、光ファイバ２０の基端部２０ＢＥからレーザ光を入射させ、光出射部２０ｂから出射（レーザ照射）させた。開始から５分間レーザ照射を継続し、反射素子２４の外周面の温度をモニタリングした。

[0092] なお、表１～３中の判定の評価基準は以下の通りである。

◎：光出射部及びその近傍の温度が４０℃未満

○：光出射部及びその近傍の温度が４０℃以上５０℃未満

×：光出射部及びその近傍の温度が５０℃以上

[0093]・表１：放熱被覆なし、及び放熱被覆の材質がシリコーン樹脂（放熱性を有するような加工が施されていないもの）の場合

[表1]

部位	特性	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
光出射部	長さ（L1）	40mm	←	←	←	←
反射素子	材質	SUS304	←	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	84	←	←	←	←
	長さ（L2）	40mm	←	←	←	←
放熱被覆	材質	なし	ｼﾘｺｰﾝ樹脂	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	－	0.15	←	←	←
	長さ（L3）	－	1ｍｍ	40ｍｍ	100ｍｍ	1000ｍｍ
	熱拡散長	－	1.9ｍｍ	←	←	←
先端キャップ	材質	なし	←	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	－	←	←	←	←
光出射部及びその近傍の温度（℃）		85.9	76.5	76.5	76.5	76.4
判定		×	×	×	×	×

[0094] 上記表１に示されるように、放熱被覆材がシリコーン樹脂（熱伝導率０．１５Ｗ／ｍ・Ｋ）である実施例１～４では、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が１ｍｍ、４０ｍｍ、１００ｍｍ、１０００ｍｍで、光出射部及びその近傍の温度がそれぞれ７６．５℃、７６．５℃、７６．５℃、７６．４℃であり、放熱被覆の長さを熱拡散長より十分長くしても光出射部及びその近傍の温度を目標までは抑制できなかった。ただし、これら実施例１～４では、判定としては×であるものの、放熱被覆を設けなかった比較例１に比して温度上昇の抑制効果が確認された。

[0095] ・表２：放熱被覆の材質がＳＵＳ３０４の場合

[表2]

部位	特性	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
光出射部	長さ（L1）	40mm	←	←	←
反射素子	材質	SUS304	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	84	←	←	←
	長さ（L2）	40mm	←	←	←
放熱被覆	材質	SUS304	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	84	←	←	←
	長さ（L3）	1ｍｍ	15ｍｍ	20ｍｍ	1000ｍｍ
	熱拡散長	20ｍｍ	←	←	←
先端キャップ	材質	なし	←	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	－	←	←	←
光出射部及びその近傍の温度（℃）		71.9	51.7	49.8	49.0
判定		×	×	○	○

[0096] 上記表２に示されるように、放熱被覆がＳＵＳ３０４（熱伝導率８４Ｗ／ｍ・Ｋ）である実施例７～８では、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が熱拡散長以上の水準で、光出射部及びその近傍の温度が５０℃を下回り、所望温度未満に温度上昇を抑制できた。なお、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が熱拡散長未満の水準である実施例５及び６においても、判定としては×であるものの、同条件乃至それ以上の条件である実施例１～４に比して温度上昇の抑制効果が確認された。

[0097] ・表３：放熱被覆の材質がアルミニウム、銅、銀の場合

[表3]

部位	特性	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15
光出射部	長さ（L1）	40mm	←	←	←	←	←	←
反射素子	材質	ｱﾙﾐﾆｳﾑ	←	銅	←	銀	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	204	←	386	←	418	←	←
	長さ（L2）	40mm	←	←	←	←	←	←
放熱被覆	材質	ｱﾙﾐﾆｳﾑ	←	銅	←	銀	←	←
	熱伝導率（W/m・K）	204	←	386	←	418	←	←
	長さ（L3）	40ｍｍ	100ｍｍ	40ｍｍ	1000ｍｍ	40ｍｍ	1000ｍｍ	40ｍｍ
	熱拡散長	96ｍｍ	←	106ｍｍ	←	129ｍｍ	←	←
先端キャップ	材質	なし	←	←	←	←	←	PTFE
	熱伝導率（W/m・K）	－	←	←	←	←	←	0.25
光出射部及びその近傍の温度（℃）		33.2	22.0	31.4	22.0	30.4	22.0	26.9
判定		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

[0098] 上記表３に示されるように、放熱被覆がアルミニウム（熱伝導率２０４Ｗ／ｍ・Ｋ）Ｋ）である実施例９～１０では、熱拡散長９６ｍｍに対して放熱被覆の長さ（Ｌ３）が４０ｍｍで光出射部及びその近傍の温度は３３．２℃であった。さらに、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が拡散長以上の１００ｍｍの水準では、光出射部及びその近傍の温度が２２．０℃（室温と同じ温度）であり、顕著な温度上昇の抑制効果が確認された。

[0099] また、放熱被覆が銅（熱伝導率３８６Ｗ／ｍ・Ｋ）である実施例１１～１２では、熱拡散長１０６ｍｍに対して放熱被覆の長さ（Ｌ３）が４０ｍｍで光出射部及びその近傍の温度は３１．４℃であった。さらに、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が拡散長以上の１００ｍｍの水準では、光出射部及びその近傍の温度が２２．０℃（室温と同じ温度）であり、顕著な温度上昇の抑制効果が確認された。

[0100] また、放熱被覆が銀（熱伝導率４１８Ｗ／ｍ・Ｋ）である実施例１３～１４では、熱拡散長１２９ｍｍに対して放熱被覆の長さ（Ｌ３）が４０ｍｍで光出射部及びその近傍の温度は３０．４℃であった。さらに、放熱被覆の長さ（Ｌ３）が拡散長以上の１００ｍｍの水準では、２２.０℃（室温と同じ温度）であり、顕著な温度上昇の抑制効果が確認された。

[0101] 実施例１３の条件に加えて先端キャップを取り付けた実施例１４では、光出射部及びその近傍の温度が３０．４℃から２６．９℃まで温度低下（－３．５℃）しており、さらなる温度上昇の抑制効果が確認された。

[0102] 以上のように、放熱性を有する金属製の放熱被覆２５を設けた実施例の光拡散装置では、比較例に対して光出射部及びその近傍の温度を３５％以上低減できたことが確認された。

符号の説明

[0103] １，２，３　光拡散装置、

１０　レーザ発振器、

２０　光ファイバ、

２０ａ　光伝送部、

２０ｂ　光出射部、

２０ＢＥ　基端部、

２０ＴＥ　先端部、

２１　コア、

２２　クラッド、

２２ａ　凹凸面、

２３，２３′　光出射口、

２４，２４′　反射素子、

２５　放熱被覆、

２５ａ　放熱被覆本体（放熱被覆）、

２５ｂ　放熱用金属（放熱被覆）、

２６　チューブ、

２７　反射性樹脂（反射素子）、

２８　開口

請求の範囲

[請求項1] 径方向の中心側に位置するコアと、前記コアの外周側に位置するクラッドと、からなる光ファイバを備え、前記光ファイバの基端部から入射した光を、前記光ファイバの先端側から出射させる光拡散装置であって、

前記光ファイバは、基端部から入射した光を先端部に向かって伝送する光伝送部と、先端側における前記クラッドの外周側に位置する部分を除去することによって前記光伝送部を伝送された光を外周面から出射させる光出射部と、を有し、

前記光出射部の外周面を、光出射口となる領域を残して囲う反射素子と、

先端側で、前記反射素子に接するとともに、前記光伝送部の少なくとも一部を覆う放熱被覆と、

を備える、光拡散装置。

[請求項2] 前記放熱被覆の熱伝導率が８０Ｗ／ｍ・Ｋ以上である、請求項１記載の光拡散装置。

[請求項3] 前記放熱被覆の長さが熱拡散長以上である、請求項１記載の光拡散装置。

[請求項4] 前記放熱被覆が金属である、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項5] 前記光出射部の外周面が、円柱の外周面形状である、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項6] 前記反射素子において、前記光ファイバにおける所定の中心角の円弧状の外周面に対応する領域がスリット状に開口して、前記光出射口となる、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項7] 前記光ファイバの先端に、前記コアの軸に垂直の平面に対して斜めの端面を有する、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項8] 前記反射素子の光反射率が１％以上である、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項9] 前記反射素子が金属である、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項10] 前記反射素子と前記放熱被覆と、が一体化している、請求項９に記載の光拡散装置。

[請求項11] 前記反射素子が反射性樹脂である、請求項１に記載の光拡散装置。

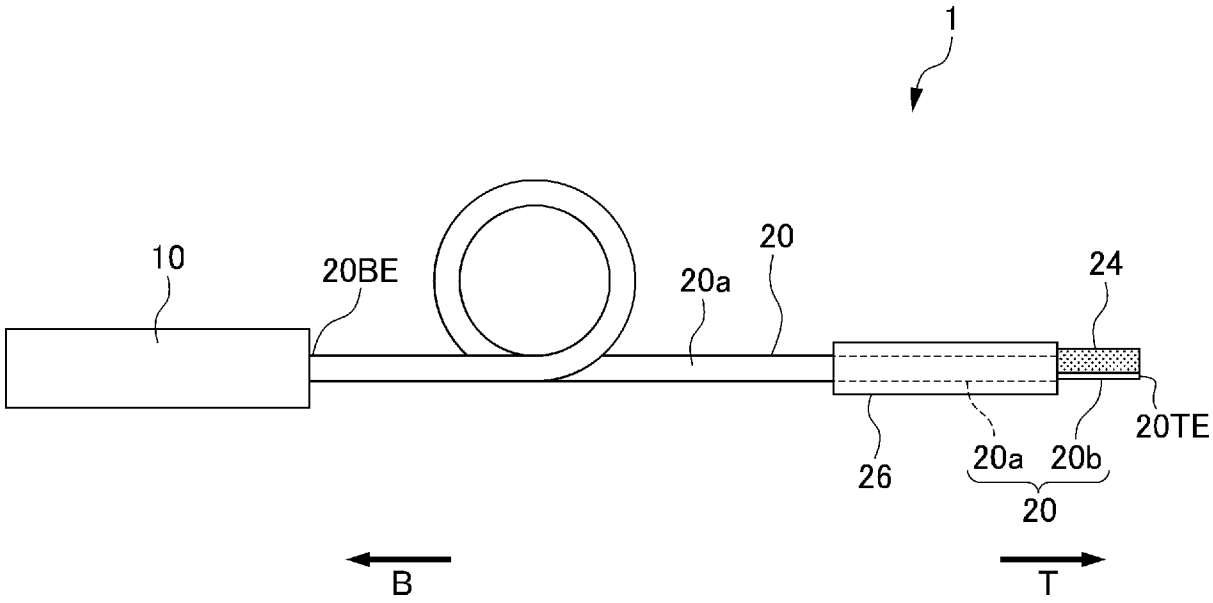
[請求項12] 前記反射素子がセラミックスである、請求項１に記載の光拡散装置。

[請求項13] 前記放熱被覆が、先端側で、周方向における前記反射素子が存在する領域の範囲内で、軸方向における前記光出射部が存在する領域まで延伸し、前記反射素子と径方向で接している、請求項１１または１２に記載の光拡散装置。

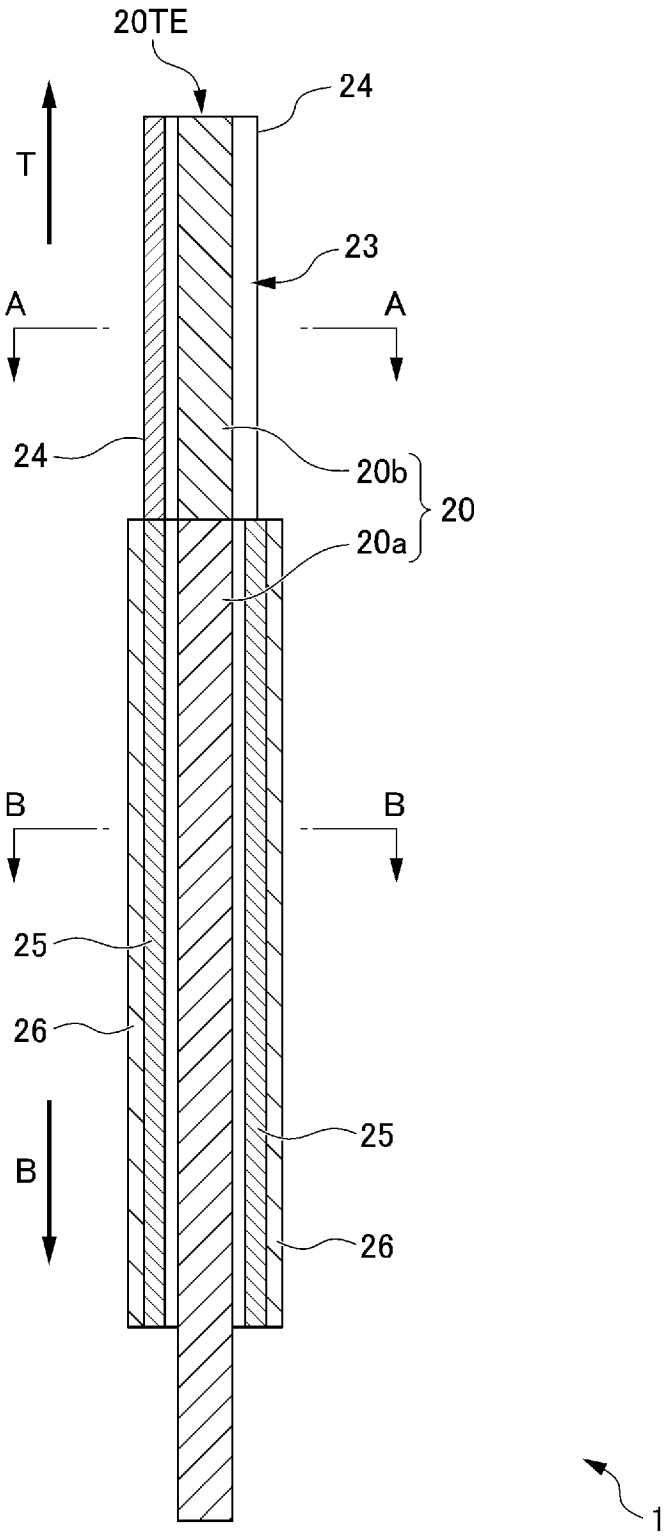
[請求項14] 前記放熱被覆が、軸方向において、前記光伝送部の少なくとも一部を覆う領域と、前記光出射部が存在する領域とで、別部材で構成されている、請求項１３に記載の光拡散装置。

[請求項15] 前記反射素子における前記光出射部に対向する面の凹凸が、使用する光の波長以下である、請求項１に記載の光拡散装置。

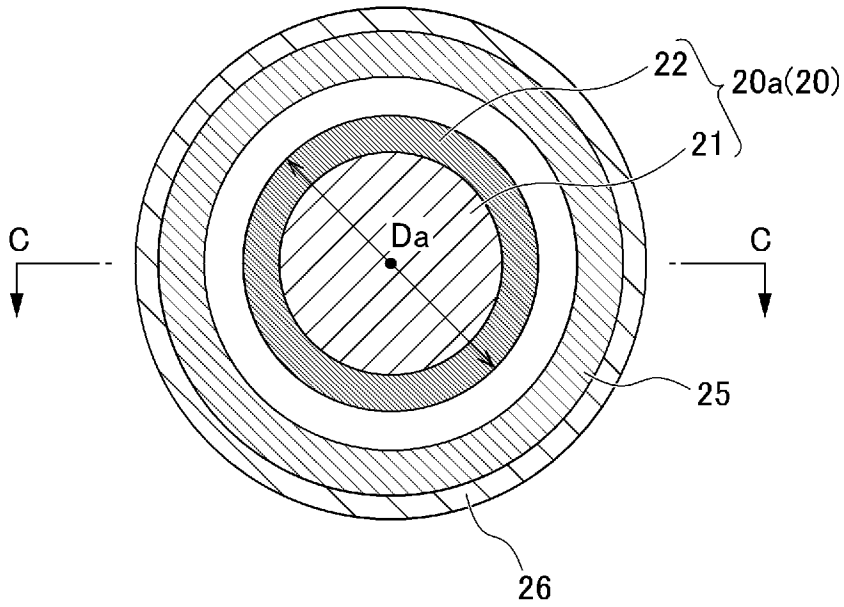
[図1]



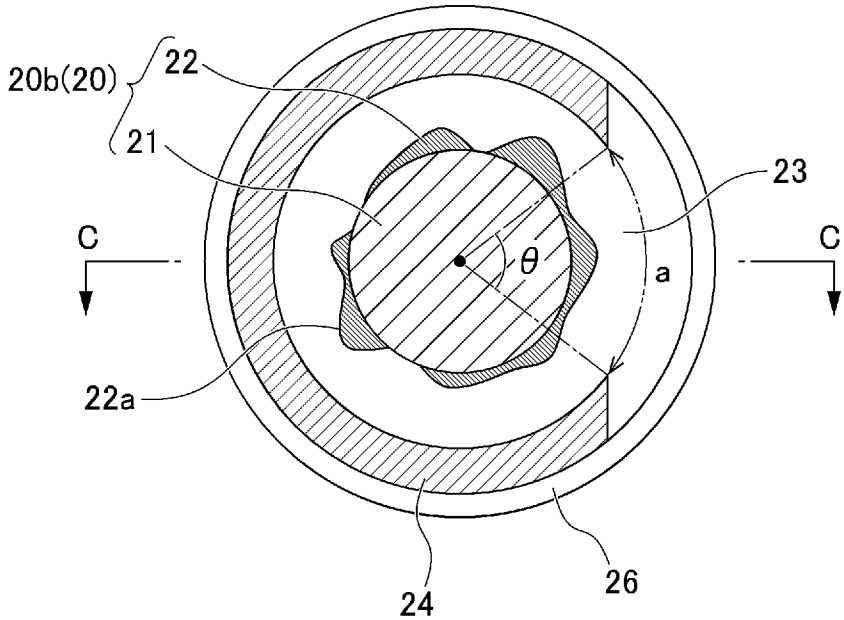
[図2]



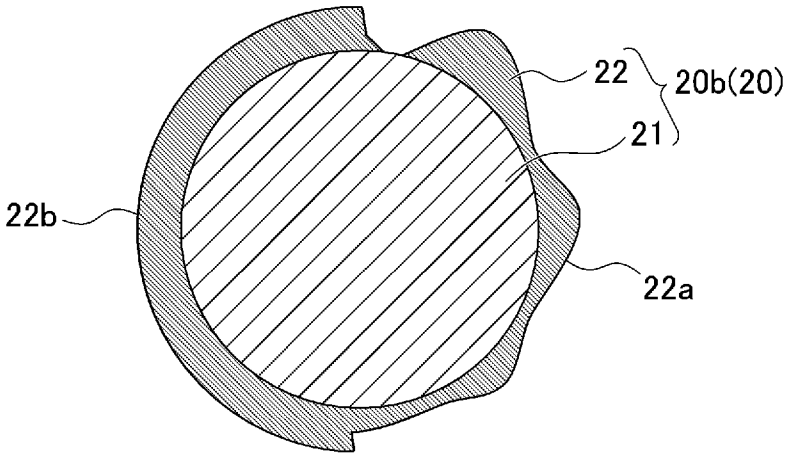
[図3]



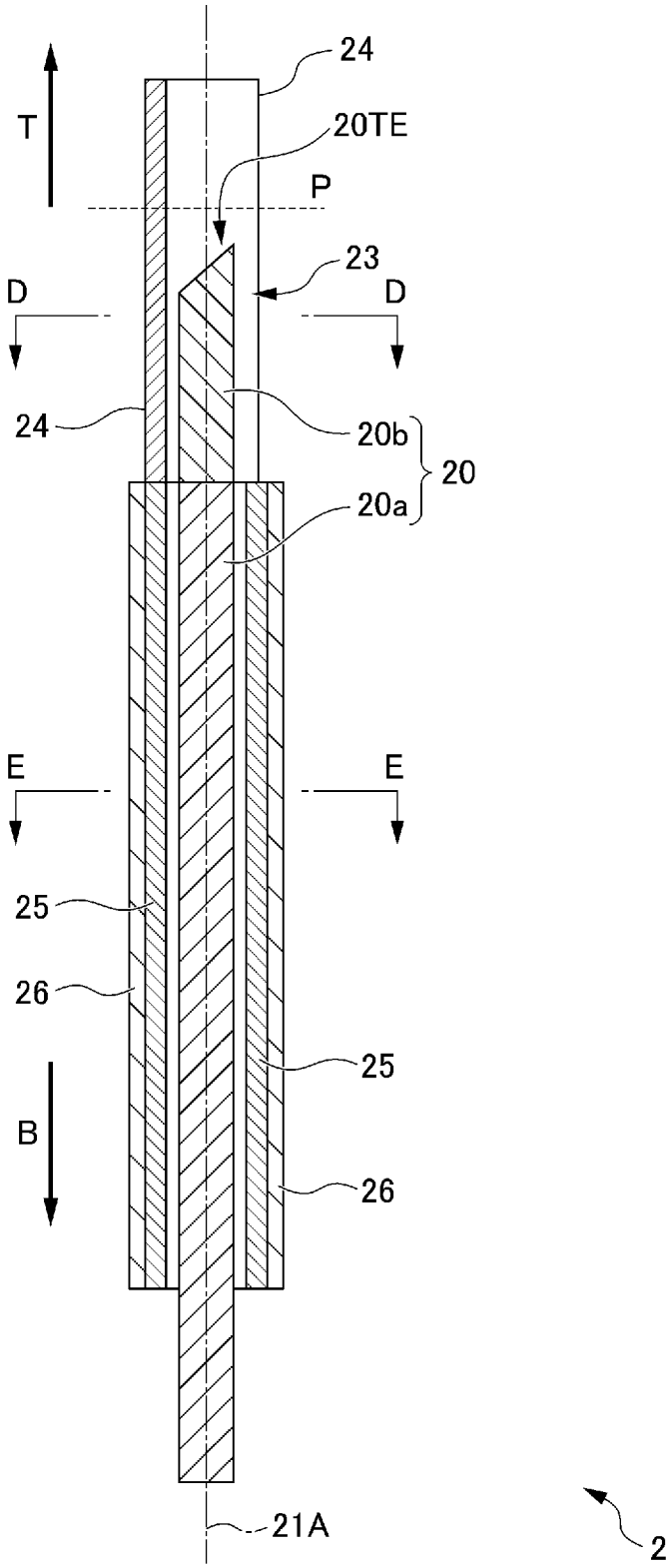
[図4]



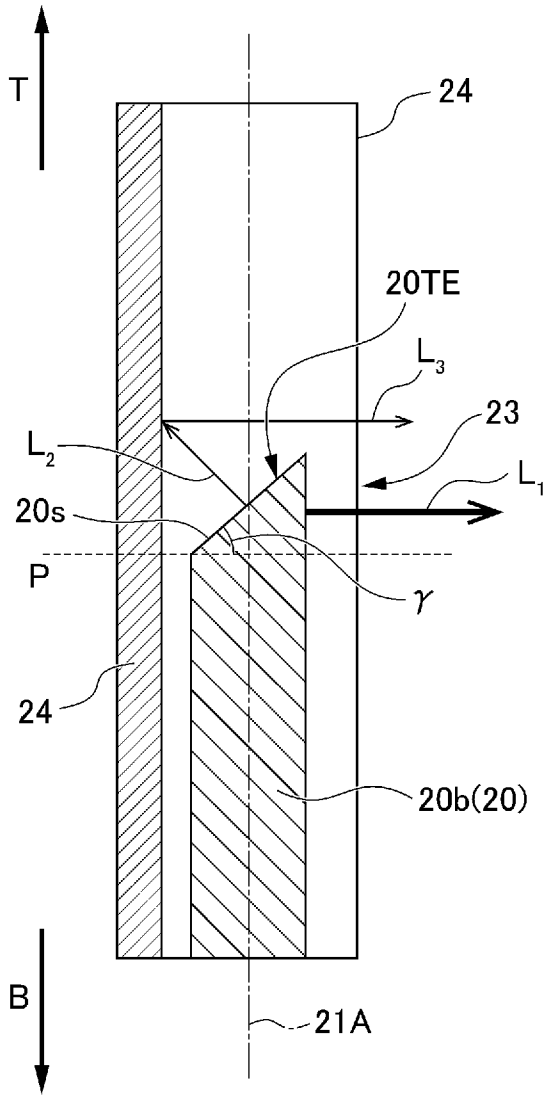
[図5]



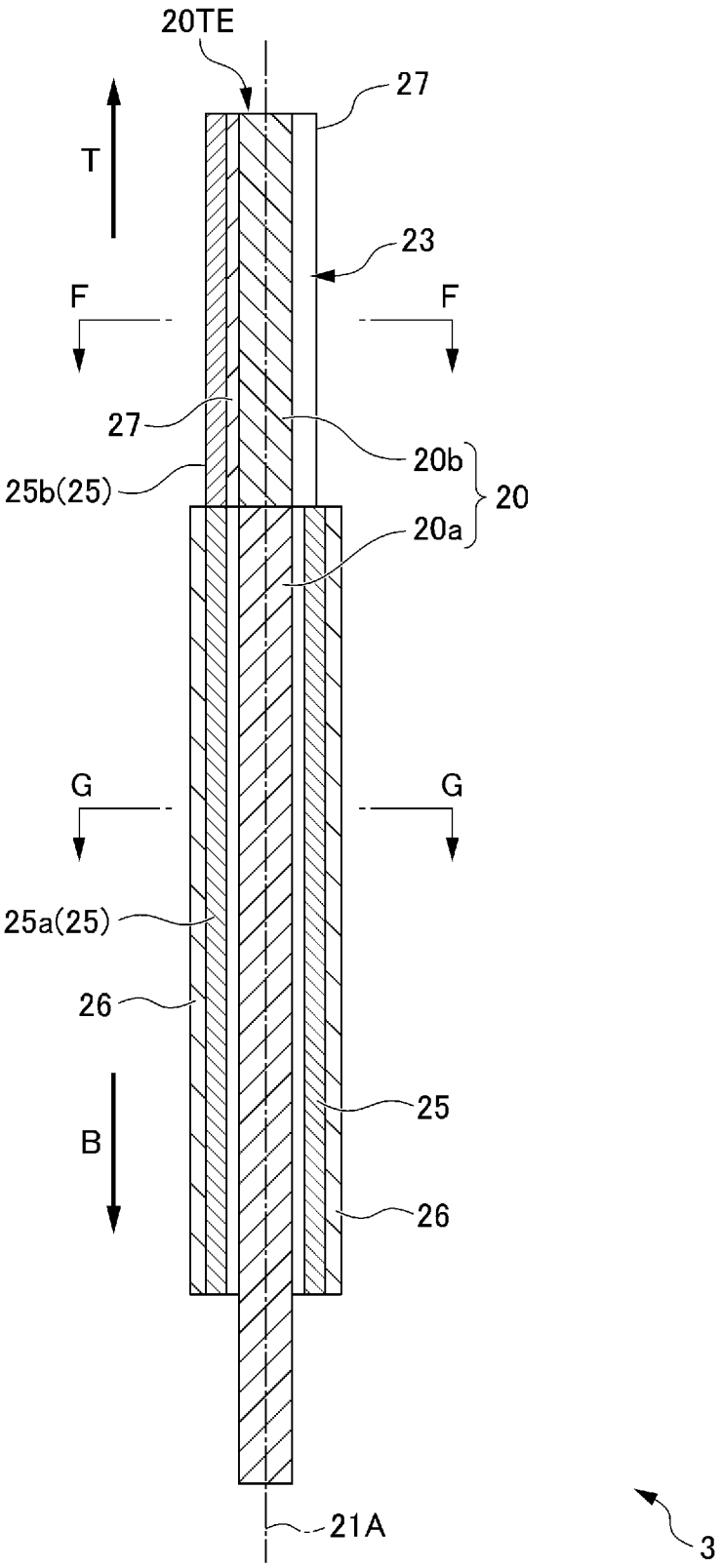
[図6]



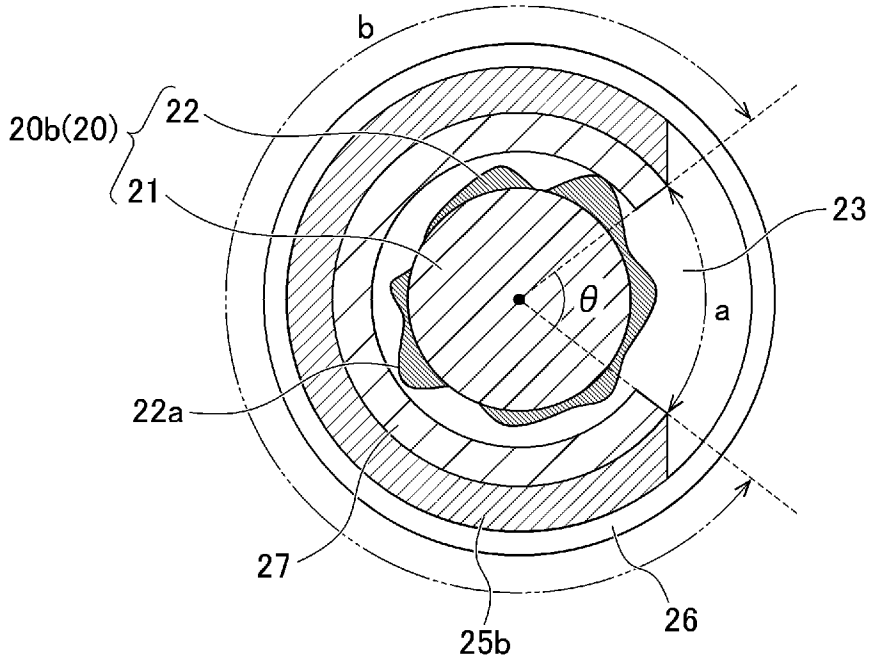
[図7]



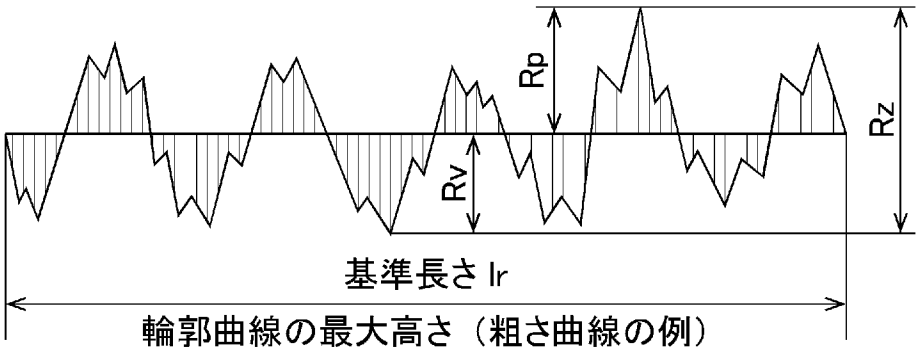
[図8]



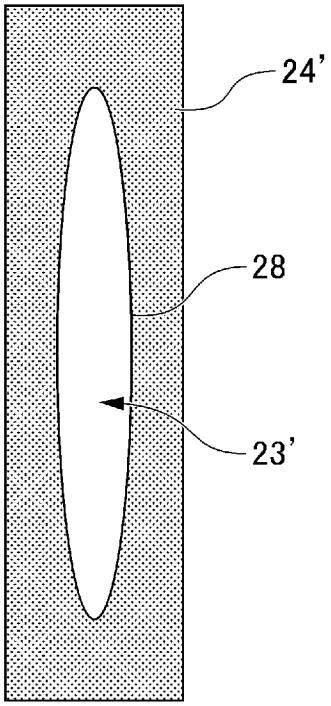
[図9]


b
20b(20)
22
21
23
θ
a
22a
27
25b
26

[図10]


Rp
Rz
Rv
基準長さ lr
輪郭曲線の最大高さ（粗さ曲線の例）

[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/006194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61N 5/067(2006.01)i; ***G02B 6/00***(2006.01)i; ***G02B 6/02***(2006.01)i
FI: A61N5/067; G02B6/00 326; G02B6/02 421

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)

A61N5/067; G02B6/00; G02B6/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	WO 2022/118559 A1 (KANEKA CORP.) 09 June 2022 (2022-06-09)	1-15
A	JP 2006-253099 A (NICHIA KAGAKU KOGYO KK) 21 September 2006 (2006-09-21)	1-15
A	US 5814041 A (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) 29 September 1998 (1998-09-29)	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 March 2024	**07 May 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/006194

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/118559 A1	09 June 2022	(Family: none)	
JP 2006-253099 A	21 September 2006	US 2006/0198418 A1	
		EP 1672755 A2	
		CN 1789795 A	
US 5814041 A	29 September 1998	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/006194

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

A61N 5/067(2006.01)i; G02B 6/00(2006.01)i; G02B 6/02(2006.01)i
FI: A61N5/067; G02B6/00 326; G02B6/02 421

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））

A61N5/067; G02B6/00; G02B6/02

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	WO 2022/118559 A1 (株式会社カネカ) 09.06.2022 (2022-06-09)	1-15
A	JP 2006-253099 A (日亜化学工業株式会社) 21.09.2006 (2006-09-21)	1-15
A	US 5814041 A (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) 29.09.1998 (1998-09-29)	1-15

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日
22.03.2024	07.05.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
菊地　康彦 3I 2355
電話番号 03-3581-1101 内線 3346

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/006194

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/118559 A1	09.06.2022	（ファミリーなし）	
JP 2006-253099 A	21.09.2006	US 2006/0198418 A1	
		EP 1672755 A2	
		CN 1789795 A	
US 5814041 A	29.09.1998	（ファミリーなし）	