

(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
2023年1月12日(12.01.2023)



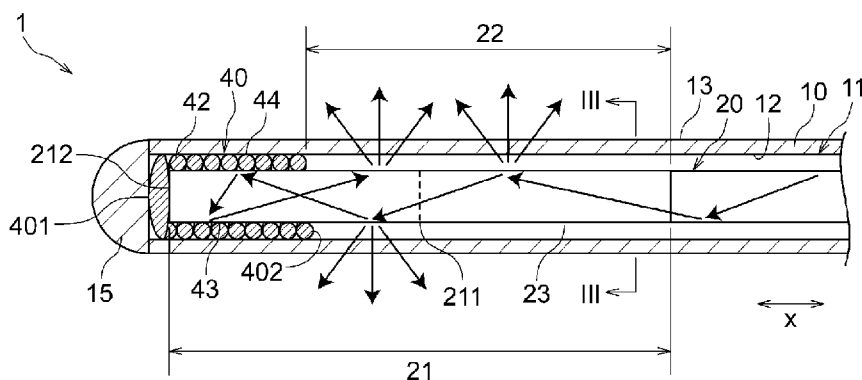
(10) 国際公開番号

WO 2023/281917 A1

- (51) 国際特許分類:
A61N 5/06 (2006.01) A61B 18/24 (2006.01)
A61N 5/067 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/020215
- (22) 国際出願日: 2022年5月13日(13.05.2022)
- (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 2021-112714 2021年7月7日(07.07.2021) JP
特願 2021-112715 2021年7月7日(07.07.2021) JP
- (71) 出願人: 株式会社カネカ (KANEKA CORPORATION) [JP/JP]; 〒5308288 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: ▲高 ▼田 弘規 (TAKATA, Hironori); 〒5660072 大阪府摂津市鳥飼西5丁目1-1 株式会社カネカ内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人アスフィ国際特許事務所 (USFI PATENT ATTORNEYS INTERNATIONAL OFFICE); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島2丁目1番16号 フジタ東洋紡ビル9階 Osaka (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, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE,

(54) Title: LIGHT-EMITTING MEDICAL APPARATUS

(54) 発明の名称: 光照射医療装置



(57) Abstract: A light-emitting medical apparatus (1) has: a shaft (10) having a distal end and a proximal end in a longitudinal axial direction (x) and having an inner cavity (11) extending in the longitudinal axial direction (x); an optical fiber (20) disposed in the inner cavity (11); and a first coil member (40) disposed in the inner cavity (11) and having a line material (42) helically wound around a distal portion of the optical fiber (20). The optical fiber (20) has a light diffusion part (21) that extends in the longitudinal axial direction (x) in a predetermined section of the distal portion thereof, and emits light outward in the radial direction of the shaft (10). The first coil member (40) partially covers the light diffusion part (21).

(57) 要約: 長手軸方向(x)に遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向(x)に延在している内腔(11)を有するシャフト(10)と、内腔(11)に配置されている光ファイバー(20)と、内腔(11)に配置されており、光ファイバー(20)の遠位部を周回するように線材(42)がらせん状に巻回されている第1コイル部材(40)と、を有し、光ファイバー(20)はその遠位部の所定区間に長手軸方向(x)に延在しておりシャフト(10)の径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部(21)を有し、第1コイル部材(40)が光拡散部(21)の一部を覆っている光照射医療装置(1)。

WO 2023/281917 A1

PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,
SE, SG, SK, 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, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

明 細 書

発明の名称：光照射医療装置

技術分野

[0001] 本発明は、血管や消化管等の体内管腔において、がん細胞等の組織に光を照射するための光照射医療装置に関するものである。

背景技術

[0002] 光線力学的療法（Photodynamic Therapy：P D T）では、光増感剤を静脈注射や腹腔内投与で体内に投与し、がん細胞等の対象組織に光増感剤を集積させ、特定の波長の光を照射することにより光増感剤を励起させる。励起された光増感剤が基底状態に戻るときにエネルギー転換が生じ、活性酸素種を発生させる。活性酸素種が対象組織を攻撃することにより、対象組織を除去することができる。レーザー光を用いたアブレーションでは、対象組織にレーザー光を照射し、焼灼することが行われる。このような光照射を行うための装置が提案されている。

[0003] 特許文献1には、光ファイバと、光ファイバの周囲を間隙をもって囲む可撓性のチューブと、光ファイバの出射側の端部をチューブ内でほぼ同軸に保持する保持具とを備えるレーザ治療用光ファイバプローブが開示されている。また、保持部は1本のコイルばねから構成されており、コイルばねの第1円筒コイル部は光ファイバに通され、光ファイバの被覆に対して固着されることが開示されている。

[0004] 特許文献2には、光ファイバと、光ファイバを覆うカバーチューブとを備える医療ライトガイドが開示されている。光ファイバは、コアと、クラッドと、クラッドを覆う被覆とを有し、光ファイバが延びる長手方向に順に、コア及びクラッドが被覆に覆われた第1の被覆部と、被覆が除去されクラッドが露出した第1のクラッド部と、コア及びクラッドが被覆に覆われた第2の被覆部と、被覆及びクラッドが除去されコアが露出したコア部と、コア及びクラッドが被覆に覆われた第3の被覆部と、被覆が除去されクラッドが露出

した第2のクラッド部と、先端部と、を有している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平11-309155号公報

特許文献2：特開2019-51023号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載されているような前方照射型の光照射装置は、腫瘍等の対象組織の全体を照射するためには、ある場所で光を射出した後に対象組織に対する発光部位の位置を少しずつずらして再び光を射出するという操作を複数回行う必要があった。また、腫瘍の発生場所や形状によっては照射が行いにくいこともあった。側方照射型の光照射装置は、周方向の広範囲を一度に照射可能であるというメリットがある。ところが特許文献2に記載されているような装置では、装置の周方向において発光強度分布にムラが生じることがあった。その場合、前方照射型と同様に、側方照射型であっても対象組織の全体を照射するためには光射出と発光部位の位置調整を繰り返し行う必要があり、手技の長時間化や患者および術者の負担を引き起こすおそれがあった。上記事情に鑑み、手技の効率化に資する光照射医療装置を提供することを第1の目的とする。

[0007] 特許文献2に記載されている側方照射型の光照射装置は、周方向の広範囲を一度に照射可能であるというメリットがある。ところが特許文献2に記載されているような装置では、装置の周方向において発光強度分布にムラが生じることがあった。その場合、対象組織の全体を照射するためには光射出と発光部位の位置調整を繰り返し行う必要があり、手技の長時間化や患者および術者の負担を引き起こすおそれがあった。上記事情に鑑み、手技の効率化に資する光照射医療装置を提供することを第2の目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記第1の目的を達成し得た本発明の光照射医療装置の第1の実施形態は下記の通りである。

[1] 長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、シャフトの内腔に配置されている光ファイバーと、シャフトの内腔に配置されており、光ファイバーの遠位部を周回するように線材がらせん状に巻回されている第1コイル部材と、を有し、光ファイバーはその遠位部の所定区間に長手軸方向に延在しておりシャフトの径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部を有し、第1コイル部材が光拡散部の一部を覆っている光照射医療装置。

上記光照射医療装置によれば、光拡散部のうち第1コイル部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が第1コイル部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち第1コイル部材で覆われていない部分である露出部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。

[2] 第1コイル部材の近位端は、光拡散部の長手軸方向の midpoint よりも遠位側に位置している [1] に記載の光照射医療装置。

[3] 第1コイル部材は、シャフトよりも反射率が高い材料から構成されている [1] または [2] に記載の光照射医療装置。

[4] 光拡散部は、シャフトの周方向の全体に配されている [1] ~ [3] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[5] 光ファイバーは、長手軸方向に延在しているコアを有し、光ファイバーは、コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、光ファイバーは、光拡散部に、コアの外周に配されており第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有している [1] ~ [4] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[6] 光ファイバーは、長手軸方向に延在しているコアを有し、光ファイバーは、コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、光ファイバーは、光拡散部に、クラッドが存在せず第1区間よりも遠位側に位置している第3区間を有している [1] ~ [5] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[7] 光ファイバーは、光拡散部に、コアの外周に配されており第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有し、光拡散部には、その近位側から遠位側に向かって順に第2区間、第3区間が配されている [6] に記載の光照射医療装置。

[8] 長手軸方向において第2区間よりも第3区間の方が短い [7] に記載の光照射医療装置。

[9] 第1コイル部材が第3区間の少なくとも一部を覆っている [6] ~ [8] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[10] 光ファイバーは、光拡散部に第2区間のみを有している [5] に記載の光照射医療装置。

[11] 第1コイル部材は線材の線径の2倍以下のピッチを有する第1ピッチ部を有している [1] ~ [10] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[12] 第1コイル部材の遠位端側には光拡散部からの光を反射する反射材が配されている [1] ~ [11] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[13] 第1コイル部材は遠位端側が閉じられており、近位端側が開口した形状を有している [1] ~ [12] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[14] 光拡散部の遠位端面は、第1コイル部材に固定されていない [1] ~ [13] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[15] 第1コイル部材が光拡散部の外周面に固定されている [1] ~ [

14] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[16] 光拡散部の外周面は、シャフトの内周面と離れて配されている [1] ~ [15] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[17] 第1コイル部材の外周面は、シャフトの内周面と接している [1] ~ [16] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[0009] 上記第2の目的を達成し得た本発明の光照射医療装置の第2の実施形態は、下記の通りである。

[18] 長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、シャフトの内腔に配置されている光ファイバーと、シャフトの内腔に配置されており、光ファイバーの遠位部の一部を覆っている筒部材と、シャフトの内腔の筒部材よりも近位側に配置されており、光ファイバーを周回するように線材がらせん状に巻回されている第2コイル部材と、シャフトの近位部に接続されているハンドルと、を有し、光ファイバーはその遠位部の所定区間に長手軸方向に延在しておりシャフトの径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部を有し、筒部材が光拡散部の一部を覆っており、第2コイル部材の近位部がハンドルに固定されており、長手軸方向において第2コイル部材の全体がシャフトの内腔に配置されている光照射医療装置。

上記光照射医療装置によれば、光拡散部のうち筒部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が筒部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち筒部材で覆われていない部分である露出部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。また、シャフトの内腔の筒部材よりも近位側に第2コイル部材が配置され、かつ長手軸方向において第2コイル部材の全体がシャフトの内腔に配置されていることにより、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、操作性を高めることができる。第2コイル部材を設けること

で光ファイバーが筒部材と同軸上に配置されやすくなり、光拡散部の片寄りを防ぐこともできるため、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布がより一層均一化されやすくなる。さらに、第2コイル部材の近位部がハンドルに固定されていることにより、第2コイル部材が光ファイバーに対して長手軸方向に動かないように固定することができる。

[19] 第2コイル部材が光拡散部の一部を覆っている [18] に記載の光照射医療装置。

[20] 光拡散部の一部が筒部材と第2コイル部材に覆われていない [19] に記載の光照射医療装置。

[21] 筒部材が光拡散部の外周面に接している [18] ~ [20] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[22] 第2コイル部材の遠位部は、光ファイバーに固定されていない [18] ~ [21] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[23] 長手軸方向において、筒部材よりも第2コイル部材の方が長い [18] ~ [22] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[24] 筒部材の外周面がシャフトの内周面に接している [18] ~ [23] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[25] 第2コイル部材の外周面がシャフトの内周面に接している [18] ~ [24] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[26] 第2コイル部材の最小内径よりも筒部材の最小内径の方が小さい [18] ~ [25] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[27] 筒部材は光拡散部を周回するように線材がらせん状に巻回されている第1コイル部を有している [18] ~ [26] のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[28] 第1コイル部は単層巻きされており、第2コイル部材は、多層巻きされている第2コイル部を有している [27] に記載の光照射医療装置。

[29] 第1コイル部は放射線不透過材料から構成されており、第2コイル部は第1コイル部よりも放射線が透過しやすい材料から構成されている [

28]に記載の光照射医療装置。

[30]第2コイル部材は、多層巻きされている第2コイル部と、第2コイル部よりも遠位側に位置しており単層巻きされている第3コイル部と、を有している[18]~[29]のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[31]第3コイル部は第2コイル部よりも放射線が透過しにくい放射線不透過材料から構成されている[30]に記載の光照射医療装置。

[32]光ファイバーは、長手軸方向に延在しているコアを有し、光ファイバーは、コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、光ファイバーは、光拡散部に、コアの外周に配されており第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有している[18]~[31]のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

[33]光ファイバーは、長手軸方向に延在しているコアを有し、光ファイバーは、コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、光ファイバーは、光拡散部に、クラッドが存在せず第1区間よりも遠位側に位置している第3区間を有している[18]~[32]のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

発明の効果

[0010] 上記第1の実施形態に係る光照射医療装置によれば、光拡散部のうち第1コイル部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が第1コイル部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち第1コイル部材で覆われていない部分である露出部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。

上記第2の実施形態に係る光照射医療装置によれば、光拡散部のうち筒部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が筒部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち筒部材で覆われていない部分である露出

部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。また、シャフトの内腔の筒部材よりも近位側に第2コイル部材が配置され、かつ長手軸方向において第2コイル部材の全体がシャフトの内腔に配置されていることにより、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、操作性を高めることができる。第2コイル部材を設けることで光ファイバーが筒部材と同軸上に配置されやすくなり、光拡散部の片寄りを防ぐこともできるため、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布がより一層均一化されやすくなる。さらに、第2コイル部材の近位部がハンドルに固定されていることにより、第2コイル部材が光ファイバーに対して長手軸方向に動かないように固定することができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]本発明の第1の実施形態に係る光照射医療装置の断面図（一部側面図）である。
- [図2]図1に示した光照射医療装置の遠位側を拡大した断面図（一部側面図）である。
- [図3]図2に示した光照射医療装置の|||—|||線における切断部端面図である。
- [図4]図2に示した第1コイル部材の切断部端面図である。
- [図5]図5は図2に示した光照射医療装置の変形例を示す断面図（一部側面図）である。
- [図6]図2に示した光ファイバーの遠位側を拡大した断面図である。
- [図7]図6に示した光ファイバーの変形例を示す断面図である。
- [図8]図6に示した光ファイバーの他の変形例を示す断面図である。
- [図9]本発明の第2の実施形態に係る光照射医療装置の断面図（一部側面図）である。
- [図10]図9に示した光照射医療装置の遠位側を拡大した断面図（一部側面図）

)である。

[図11]図10に示した光照射医療装置のX1-X1線における切断部端面図である。

[図12]図10に示した筒部材の切断部端面図である。

[図13]図10に示した光照射医療装置の変形例を示す断面図（一部側面図）である。

[図14]図10に示した光照射医療装置の他の変形例を示す断面図（一部側面図）である。

[図15]図10に示した光照射医療装置のさらに他の変形例を示す断面図（一部側面図）である。

[図16]図10に示した光ファイバーの遠位側を拡大した断面図である。

[図17]図16に示した光ファイバーの変形例を示す断面図である。

[図18]図16に示した光ファイバーの他の変形例を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、下記実施の形態に基づき本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施の形態によって制限を受けるものではなく、前・後記の趣旨に適合し得る範囲で適当に変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。なお、各図面において、便宜上、ハッチングや部材符号等を省略する場合もあるが、かかる場合、明細書や他の図面を参照するものとする。また、図面における種々部材の寸法は、本発明の特徴の理解に資することを優先しているため、実際の寸法とは異なる場合がある。

[0013] まず、本発明の第1の実施形態に係る光照射医療装置について説明する。

[0014] 本発明の第1の実施形態に係る光照射医療装置は、長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、シャフトの内腔に配置されている光ファイバーと、シャフトの内腔に配置されており、光ファイバーの遠位部を周回するように線材がらせん状に巻回されている第1コイル部材と、を有し、光ファイバーはその遠位部の所定区間に

光拡散部を有し、第1コイル部材が光拡散部の一部を覆っている点に要旨を有する。上記光照射医療装置によれば、光拡散部のうち第1コイル部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が第1コイル部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち第1コイル部材で覆われていない部分である露出部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。

[0015] 光照射医療装置は、PDTや光アブレーションにおいて血管や消化管等の体内管腔で、がん細胞等の対象組織である処置部に対して特定の波長の光を照射するために用いられる。光照射医療装置は、単独で処置部まで送達されるものであってもよく、送達用のカテーテルや内視鏡と共に用いられてもよい。内視鏡を用いた治療では、内視鏡の鉗子チャンネルを通じて光照射医療装置が体内に配置され、処置部まで送達される。

[0016] 図1～図8を参照しながら、第1の実施形態に係る装置の基本構成について説明する。図1は本発明の第1の実施形態に係る光照射医療装置の断面図（一部側面図）である。図2は図1に示した光照射医療装置の遠位側を拡大した断面図（一部側面図）である。図3は図2に示した光照射医療装置の1-1-1-1-1線における切断部端面図である。図4は図2に示した第1コイル部材の切断部端面図である。図5は図2に示した光照射医療装置の変形例を示す断面図（一部側面図）である。図6は図2に示した光ファイバーの遠位側を拡大した断面図である。図7～図8は図6に示した光ファイバーの他の変形例を示す断面図である。光照射医療装置1は、シャフト10と光ファイバー20と第1コイル部材40を有している。以下では光照射医療装置を単に装置と称することがある。光ファイバー20と第1コイル部材40の位置関係を理解しやすくするために、図6～図8ではシャフト10を省略している。

[0017] 本明細書において、装置1の遠位側とは、シャフト10の長手軸方向xの

遠位端側であって処置対象側を指す。装置 1 の近位側とは、シャフト 10 の長手軸方向 x の近位端側であって使用者の手元側を指す。各部材をシャフト 10 の長手軸方向 x において二等分割したときの近位側を近位部、遠位側を遠位部と称することがある。装置 1 の径方向において、内方はシャフト 10 の長手軸方向 x に延びる中心軸 c に向かう方向を指し、外方は内方とは反対の放射方向を指す。

[0018] シャフト 10 は長手軸方向 x と径方向と周方向 p を有している。図 1 に示すようにシャフト 10 は、長手軸方向 x に遠位端と近位端を有しており、長手軸方向 x に延在している内腔 11 を有している。シャフト 10 は、内腔 11 を 1 つのみ有していてもよく、複数有していてもよい。シャフト 10 はその内腔 11 に光ファイバー 20 および第 1 コイル部材 40 を配置するために筒形状を有している。シャフト 10 は、内腔 11 を 1 つのみ有する筒形状を有していることが好ましい。シャフト 10 は体内に挿入されるため、好ましくは可撓性を有している。シャフト 10 は内周面 12 と外周面 13 を有している。

[0019] シャフト 10 は、一または複数の線材を所定のパターンで配置することで形成された中空体；上記中空体の内側表面または外側表面の少なくともいずれか一方に樹脂をコーティングしたもの；樹脂チューブ；またはこれらを組み合わせたもの、例えばこれらを長手軸方向に接続したものが挙げられる。線材が所定のパターンで配置された中空体としては、線材が単に交差される、または編み込まれることによって網目構造を有する筒状体や、線材が巻回されたコイルが示される。線材は、一または複数の単線であってもよく、一または複数の撚線であってもよい。樹脂チューブは、例えば押出成形によって製造することができる。シャフト 10 が樹脂チューブである場合、シャフト 10 は単層または複数層から構成することができる。シャフト 10 は長手軸方向 x または周方向 p の一部が単層から構成されており、他部が複数層から構成されていてもよい。

[0020] シャフト 10 は、例えば、ポリオレフィン樹脂（例えば、ポリエチレンや

ポリプロピレン)、ポリアミド樹脂(例えば、ナイロン)、ポリエステル樹脂(例えば、PET)、芳香族ポリエーテルケトン樹脂(例えば、PEEK)、ポリエーテルポリアミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂(例えば、PTFE、PFA、ETFE)等の合成樹脂や、ステンレス鋼、炭素鋼、ニッケルチタン合金等の金属から構成することができる。これらは一種のみを単独で用いてもよく、二種以上を組み合わせ用いてもよい。シャフト10のうち少なくとも光拡散部21と重なる部分は、光透過性を有する樹脂から構成されていることが好ましい。シャフト10のうち少なくとも光拡散部21と重なる部分は、透明樹脂から構成されていてもよい。

[0021] 図1に示すようにシャフト10の遠位端には先端チップ15が取り付けられていてもよい。シャフト10の遠位端部による生体組織の損傷を回避することができる。先端チップ15の形状としては、例えば円柱形状、長円柱形状、半球形状、長円球形状、角錐台形状、円錐台形状、長円錐台形状、角丸錐台形状、またはこれらの組み合わせを挙げることができる。

[0022] 図1では、シャフト10の近位部にハンドル60が接続されている。術者がハンドル60を把持することで、装置1の操作が行いやすくなる。ハンドル60は、例えば長手軸方向xに延在している。ハンドル60は、一または複数の部材から構成することができる。図1では、ハンドル60は長手軸方向xに延在している中空部を有している。ハンドル60は例えば筒形状を有していてもよい。図1ではハンドル60の中空部にシャフト10と光ファイバー20が挿通されている。

[0023] ハンドル60の構成材料は特に限定されないが、例えばポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)等のポリオレフィン樹脂、ポリエチレンテレフタレート(PET)等のポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ABS樹脂、ポリウレタン樹脂等の合成樹脂を用いることができる。

[0024] 光ファイバー20は対象組織まで光信号を送信する伝送路である。図1～図2に示すように光ファイバー20は、シャフト10の内腔11に配置され

ている。光ファイバー 20 はその遠位部の所定区間に長手軸方向 x に延在しておりシャフト 10 の径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部 21 を有している。光拡散部 21 は発光エリアとして機能する。光拡散部 21 は、シャフト 10 の長手軸方向 x および周方向 p に延在するように配されている。光拡散部 21 は外周面 23 を有している。光拡散部 21 の外周面 23 はシャフト 10 の内周面 12 側に面している。図 1 では光ファイバー 20 の近位端部はハンドル 60 から近位側に向かって延出している。光ファイバー 20 の近位端部は半導体レーザー等の光源に接続される。

[0025] 内視鏡を通じて、装置 1 を体腔内の対象組織がある位置まで挿入する。このとき、対象組織がシャフト 10 の外周面 13 よりも径方向の外方に位置するように配される。光拡散部 21 から射出された光がシャフト 10 のうち少なくとも光拡散部 21 と重なる部分を透過することで、装置 1 の周りにある対象組織に光が到達する。

[0026] 光拡散部 21 からは、少なくともシャフト 10 の径方向の外方に向かって光が射出されればよく、光拡散部 21 からは、シャフト 10 の周方向 p の全体に亘ってシャフト 10 の径方向の外方に向かって光が射出されることが好ましい。光拡散部 21 からは、さらにシャフト 10 の遠位方向、すなわち前方に向かって光が射出されてもよい。ただし、装置 1 には光拡散部 21 からシャフト 10 の遠位方向のみに光が射出されるものは含まれないことが好ましい。

[0027] 図 1 ~ 図 2 に示すように光拡散部 21 の一部が第 1 コイル部材 40 に覆われている。本明細書では、第 1 コイル部材 40 を光ファイバー 20 から取り外したときに少なくとも径方向の外方に光が射出される部分を光拡散部 21 と称している。第 1 コイル部材 40 が光拡散部 21 の一部を覆っている状態では、光拡散部 21 の遠位端と近位端の少なくともいずれかが第 1 コイル部材 40 に隠れて視認できないことがあり、光拡散部 21 の遠位端と近位端の位置を把握することが困難な場合がある。このため、光拡散部 21 の遠位端と近位端の位置の特定は、第 1 コイル部材 40 を光ファイバー 20 から取り

外した状態で行うものとする。

- [0028] 本明細書では、光拡散部 21 のうち、第 1 コイル部材 40 に覆われておらずシャフト 10 側に露出している部分を露出部 22 と称している。シャフト 10 の径方向において、露出部 22 とシャフト 10 の間には別の部材が存在しないことが好ましいが、露出部 22 から射出される光を遮らない部材であれば配されていてもよい。
- [0029] 光拡散部 21 は、光ファイバー 20 とは別個の拡散部材（例えば拡散板やプリズム）ではなく、光ファイバー 20 の一部を構成する部分である。光ファイバー 20 はコアとクラッドを有している。クラッドはコアの外周に配されて、コアの径方向の外方の一部を覆っている。光拡散部 21 は (i) コアのみ配されている態様、(ii) コアおよびクラッドが配されている態様、または (iii) 一部がコアのみが配されており、他部がコアおよびクラッドが配されている態様のいずれかから構成されていることが好ましい。クラッドの径方向の外方には保護用の被覆材が配されていてもよいが、光拡散部 21 ではコアおよびクラッド以外の部材は配されていないことが好ましい。
- [0030] コアおよびクラッドを構成する材料は特に限定されず、プラスチック、石英ガラス、フッ化物ガラス等のガラスを用いることができる。
- [0031] シャフト 10 のうち少なくとも光拡散部 21 と重なる部分では、シャフト 10 を構成する樹脂に酸化チタン、硫酸バリウム、炭酸カルシウム等の無機系粒子、架橋アクリル系粒子、架橋スチレン系粒子等の有機系粒子の光拡散性の材料を添加することができる。光拡散部 21 から射出される光がシャフト 10 によって一層拡散されやすくなる。
- [0032] 光拡散部 21 は、光ファイバー 20 の最も遠位側に配されていることが好ましい。これにより光拡散部 21 の形成が行いやすくなり、光ファイバー 20 の遠位端部での柔軟性も高めることができる。
- [0033] 長手軸方向 x において光拡散部 21 の長さは光ファイバー 20 の全長の 50 分の 1 以上、45 分の 1 以上、30 分の 1 以上の長さに設定されてもよい。このような長さに設定することで一度の照射で対象組織全体を照射しやす

くなる。また、長手軸方向xにおいて光拡散部21の長さは光ファイバー20の全長の20分の1以下、25分の1以下、30分の1以下の長さに設定されてもよい。このような長さに設定することで対象外の組織への照射を防ぐことができる。

[0034] 光拡散部21は、シャフト10の周方向pの一部のみに配されていてもよいが、図3に示すように、光拡散部21は、シャフト10の周方向pの全体に配されていることが好ましい。周方向pの広範囲を一度に照射することができるため、手技の効率化が図られる。

[0035] 図6～図8を参照しながら光ファイバー20の構成例を説明する。図6～図8では、光ファイバー20は、長手軸方向xに延在しているコア25を有し、光ファイバー20は、コア25の外周に配されている第1クラッド26を有している第1区間31を有している。第1区間31では、コア25と第1クラッド26の境界で光が全反射しやすくなるため、第1区間31では、光がコア25内に閉じ込められながら光ファイバー20の遠位側に伝搬される。

[0036] 第1区間31では、1つの第1クラッド26の中に1つのコア25が配されていることが好ましい。第1区間31では、光ファイバーをシングルコア光ファイバーと言い換えることができる。

[0037] 光ファイバー20のプロファイルの増加を防ぐために、第1区間31では第1クラッド26が光ファイバー20の径方向の最も外側に位置していてもよい。すなわち、第1区間31には被覆材などの他の部材が配されなくてもよい。

[0038] 図示していないが、光ファイバー20の第1区間31には、第1クラッド26の外周に被覆材が配されていてもよい。第1区間31の外側を保護することが可能となり、第1区間31において外への光漏れや射出を抑制することもできる。被覆材は、第1クラッド26の外周面上に配される被覆層であってもよく、第1クラッド26を内包するシースであってもよい。被覆材は、紫外線硬化樹脂等の樹脂から構成することができる。

- [0039] 図6では、光ファイバー20は、光拡散部21に、コア25の外周に配されており第1クラッド26よりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッド27を有し第1区間31よりも遠位側に位置している第2区間32を有している。第1区間31よりも第2区間32でクラッドの表面粗さを大きくすることで、光の一部はコア25内に閉じ込められながら光ファイバー20の遠位側に伝搬され、残りの光は第2クラッド27から外に漏れて径方向の外方に射出される。なお、第1区間31では光が径方向の外方に射出されないか、または第2区間32よりも光の漏れ量が小さいことが好ましい。
- [0040] 第1区間31と同様に、第2区間32では、1つの第2クラッド27の中に1つのコア25が配されていることが好ましい。第1区間31と第2区間32は一の光ファイバーから構成されていてもよい。第1区間31の第1クラッド26と第2区間32の第2クラッド27は一体成形されていてもよい。光ファイバー20は、第1区間31用の光ファイバーと第2区間32用の光ファイバーが長手軸方向xに接合されることによって形成されていてもよい。第1区間31の第1クラッド26と第2区間32の第2クラッド27は別々に形成された後で接合されてもよい。
- [0041] 第2区間32では、第2クラッド27が光ファイバー20の径方向の最も外側に位置していることが好ましい。すなわち、第2区間32では、コア25と第2クラッド27以外の部材（例えば被覆材）が配されていないことが好ましい。この構成により、第2区間32からシャフト10の径方向の外方に向かって光を射出することができる。
- [0042] 第2区間32の第2クラッド27の外周面の表面粗さは、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さよりも大きい。ここで、表面粗さは、光ファイバー20の外周面の長手軸方向における粗さ曲線の基準長さ間での算術平均粗さ R_a である。基準長さは、使用するレーザー顕微鏡の拡大率に応じて設定すればよいが、例えば $200\mu\text{m}$ である。上記算術平均粗さ R_a は、JIS B 0601(2001)に規定される算術平均粗さ R_a に相当し、JIS B 0633(2001)に準じて測定される。測定には、

JIS B 0651 (2001) に規定される測定機（例えば、キーエンス社製レーザー顕微鏡 VK-X3000）を用いる。

[0043] 第2区間32の第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値が、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さの平均値よりも大きいことが好ましい。第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第2区間32では第2クラッド27から光が径方向の外方に射出されやすくなる。その結果、長手軸方向xにおいて光拡散部21の発光強度分布が均一化されやすくなる。表面粗さの平均値とは、測定対象となる区間（例えば第1区間31）において、長手軸方向xに並ぶように設定された10点以上の測定点の表面粗さ値の平均値である。

[0044] 図6に示すように長手軸方向xにおいて第2区間32を遠位部323と近位部324に二等分割したときに、近位部324における第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値が、遠位部323における第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値よりも小さいことが好ましい。この構成により、近位部324では遠位部323よりもコア25内に光を閉じ込める効果を高めつつ、遠位部323では第2クラッド27から径方向の外方に向かって光が射出されやすくなるため、長手軸方向xにおいて第2区間32の発光強度分布が均一化されやすくなる。

[0045] 図1および図6から理解できるように長手軸方向xにおいて第1区間31よりも第2区間32の方が短いことが好ましい。光拡散部21を形成しやすくなり、光ファイバー20の遠位端部での柔軟性も高めることができる。長手軸方向xにおいて第2区間32の長さは、第1区間31の長さの20分の1以下、25分の1以下、30分の1以下の長さに設定することができる。また、長手軸方向xにおいて第2区間32の長さは、第1区間31の長さの50分の1以上、45分の1以上、あるいは30分の1以上の長さに設定されてもよい。

[0046] 図6から理解できるように第2区間32の第2クラッド27の平均厚みは、第1区間31の第1クラッド26の平均厚みよりも小さいことが好ましい

。このようにクラッドの厚みを調整することで、第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第2区間32では第2クラッド27から光が径方向の外方に射出されやすくなる。ここで、クラッドの厚みは、キーエンス社製レーザー顕微鏡 VK-X3000を用いて測定することができる。

[0047] 図7～図8に示すように、光ファイバー20が第1区間31を有している場合、光ファイバー20は、光拡散部21に、クラッドが存在せず第1区間31よりも遠位側に位置している第3区間33を有していてもよい。第3区間33ではクラッドが存在しないことにより、コア25からの光が径方向の外方に射出される。

[0048] 第3区間33では、コア25の周方向の少なくとも一部でクラッドが存在していないことが好ましく、コア25の周方向の全体でクラッドが存在していないことがより好ましい。

[0049] 第3区間33では、光ファイバー20の中ではコア25が径方向の最も外側に位置していることが好ましい。但し、第3区間33の少なくとも一部が第1コイル部材40により覆われていることが好ましい。すなわち、第3区間33では、クラッドだけでなく、コア25と第1コイル部材40以外のあらゆる部材（例えば被覆材）が配されていないことが好ましい。

[0050] 長手軸方向xにおいて、第3区間33のコア25の外径は一定の値であってもよく、長手軸方向xの位置によってコア25の外径が異なる値であってもよい。

[0051] 図7～図8に示すように、長手軸方向xにおいて、第3区間33の遠位端は、コア25の遠位端と同じ位置にあることが好ましい。第3区間33を形成しやすくなり、光ファイバー20の遠位端部での柔軟性も高めることができる。

[0052] 第3区間33のコア25の外周面の表面粗さは、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さよりも大きいことが好ましい。第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第3区間33ではコア25か

ら光が径方向の外方に射出されやすくなる。

- [0053] 光拡散部 2 1 には第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 の少なくともいずれか一方が配されていることが好ましく、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 の両方が配されていてもよい。図 7 に示すように、光拡散部 2 1 には、その近位側から遠位側に向かって順に第 2 区間 3 2、第 3 区間 3 3 が配されていることが好ましい。この構成により、長手軸方向 x において光拡散部 2 1 の発光強度分布が均一化されやすくなる。この効果を高めるためには、長手軸方向 x において第 1 区間 3 1 と第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 は隣接していることが好ましく、より詳細には第 1 区間 3 1 と第 2 区間 3 2 が隣接しており、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 が隣接していることが好ましい。
- [0054] 光ファイバー 2 0 が第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 を有している場合、図 7 に示すように長手軸方向 x において第 2 区間 3 2 よりも第 3 区間 3 3 の方が短いことが好ましい。この構成により、長手軸方向 x における露出部 2 2 の全体の発光強度分布を均一化させやすくなる。なお、長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 よりも第 2 区間 3 2 の方が短い態様も許容される。
- [0055] 長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 の長さは、第 2 区間 3 2 および第 3 区間 3 3 の合計長さの 20% 以下の大きさであることが好ましく、18% 以下の大きさであることがより好ましく、15% 以下の大きさであることがさらに好ましい。また、長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 の長さは、第 2 区間 3 2 および第 3 区間 3 3 の合計長さの 5% 以上、8% 以上、あるいは 10% 以上の大きさであってもよい。この構成により、長手軸方向 x における露出部 2 2 の発光強度分布を均一化させやすくなる。
- [0056] 第 2 区間 3 2 の第 2 クラッド 2 7 の外周面の表面粗さの平均値は、第 3 区間 3 3 のコア 2 5 の外周面の表面粗さの平均値よりも小さいことが好ましい。この構成により、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 のそれぞれで、長手軸方向 x における発光強度分布を均一化させやすくなる。
- [0057] 図 6 に示すように、光ファイバー 2 0 は、光拡散部 2 1 に第 2 区間 3 2 のみを有していてもよい。すなわち、光ファイバー 2 0 は、光拡散部 2 1 に第

3区間33を有していなくてもよい。第2区間32のみを有する構成であっても、長手軸方向xにおける露出部22の発光強度分布を均一化させることができる。コア25が露出していないため、手技中の装置1の曲げに伴う光ファイバー20の損傷を防ぐ効果も有する。

[0058] 光ファイバー20が、光拡散部21に第2区間32のみを有している場合、長手軸方向xにおいて、第2区間32の遠位端がコア25の遠位端と同じ位置にあることが好ましい。

[0059] 図8に示すように、光ファイバー20は、光拡散部21に第3区間33のみを有していてもよい。すなわち、光ファイバー20は、光拡散部21に第2区間32を有していなくてもよい。第3区間33のみを有する構成であっても、長手軸方向xにおける露出部22の発光強度分布を均一化させることができる。

[0060] 第2区間32および第3区間33は、エッチングや研磨によりクラッドを剥離させることで形成することができる。第2区間32や第3区間33の表面粗さを調整するために、第2クラッド27の外周面や第3区間33のコア25の外周面に凹凸が配されていてもよい。凹凸は、機械的または化学的に第2クラッド27または第3区間33のコア25の表面を荒らすことで形成可能である。表面を荒らす方法としては、エッチング加工、ブラスト加工、けがき針、ワイヤブラシ、またはサンドペーパーを用いる方法が挙げられる。

[0061] 光拡散部21からは治療用の第1光線が射出されればよい。第1光線は、体内組織を照射し、PDTやPITといった光治療に適した波長のレーザー光であることが好ましい。第1光線のほか、標的化用の第2光線が射出されてもよい。第2光線は、第1光線の射出前に治療部位を把握するために射出される光線であり、第1光線よりも放射エネルギーが低いことが好ましい。

[0062] 図1～図2に示すように第1コイル部材40は、シャフト10の内腔11に配置されており、光ファイバー20の遠位部を周回するように線材42がらせん状に巻回されているものであり、第1コイル部材40は光拡散部21

の一部を覆っている。装置 1 によれば、光拡散部 2 1 のうち第 1 コイル部材 4 0 に覆われている部分では光拡散部 2 1 から射出される光が第 1 コイル部材 4 0 の内面で反射するため、反射光が光拡散部 2 1 のうち第 1 コイル部材 4 0 で覆われていない部分である露出部 2 2 から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフト 1 0 の周方向 p において露出部 2 2 の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部 2 2 の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。なお、図 2 には、近位側から遠位側に向かって進んだ光が、露出部 2 2 から直接射出される様子と、第 1 コイル部材 4 0 で反射した後、露出部 2 2 から射出される様子の一例を太い矢印で示した。

[0063] 第 1 コイル部材 4 0 は光拡散部 2 1 の一部のみを覆うものであり、光拡散部 2 1 の全部を覆うものではない。光拡散部 2 1 には必ず露出部 2 2 が形成される。

[0064] 第 1 コイル部材 4 0 は、シャフト 1 0 の長手軸方向 x に延在するように形成される。第 1 コイル部材 4 0 のうち、シャフト 1 0 の長手軸方向 x に平行な方向を第 1 コイル部材 4 0 の軸方向と称する。図 2 および図 4 に示すように、第 1 コイル部材 4 0 は、内周面 4 3 と外周面 4 4 を有している。内周面 4 3 は、シャフト 1 0 の周方向 p に延在しており光ファイバー 2 0 の外周面 2 3 側に面している。外周面 4 4 は、シャフト 1 0 の周方向 p に延在しておりシャフト 1 0 の内周面 1 2 側に面している。光拡散部 2 1 から射出される光は、少なくとも第 1 コイル部材 4 0 の内周面 4 3 で反射されることが好ましい。

[0065] 図 2 および図 4 に示すように、第 1 コイル部材 4 0 は、遠位端 4 0 1 側が閉じられており、近位端 4 0 2 側が開口した形状を有していてもよい。その場合、第 1 コイル部材 4 0 は遠位端 4 0 1 側の外側端面 4 5 と遠位端 4 0 1 側の内側端面 4 6 を有している。この形状は、遠位端 4 0 1 側の閉じられている部分を筒底とした有底筒形状と言い換えることもできる。遠位端 4 0 1 側の外側端面 4 5 は、第 1 コイル部材 4 0 を遠位側から近位側に向かって見

たときに視認可能な面である。遠位端401側の内側端面46は有底筒形状の内底面に相当する。この構成により、第1コイル部材40の内周面43だけでなく遠位端401側の内側端面46でも光を反射することができるため、反射光が露出部22から様々な方向に拡散されやすくなる。なお、図5に示すように第1コイル部材40は遠位端401側と近位端402側がそれぞれ開口した筒形状であってもよい。

[0066] 内周面43は曲面部のみから構成されていてもよく、平面部のみから構成されていてもよく、曲面部と平面部の組み合わせから構成されていてもよい。内周面43で反射された光を多方向に拡散しやすくするためには、内周面43は曲面部を有していることが好ましい。内側端面46は平面部のみから構成されていてもよく、曲面部のみから構成されていてもよく、曲面部と平面部の組み合わせから構成されていてもよい。

[0067] 線材42はその長手軸方向に先端と基端を有している。線材42は先端から基端まで単一の線状部材から構成されていてもよく、線材42はその長手軸方向において互いに連結された複数の線状部材から構成されてもよい。

[0068] 線材42の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状、長円形状、多角形状、またはこれらの組み合わせであってもよい。長円形状には楕円形状、卵形状、角丸長方形形状が含まれるものとする。本明細書の他の説明においても同様である。

[0069] 線材42の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状または長円形状であることが好ましい。このような断面形状であれば、図4に示すようにシャフト10の長手軸方向xに沿った断面において、第1コイル部材40の内周面43にはそれぞれ長手軸方向xに複数の凸部491が並ぶように配される。その結果、2つの凸部491の間には凹部492が配されることが好ましい。内周面43の凸部491と凹部492により、反射光は多方向に拡散されやすくなる。

[0070] 第1コイル部材40を構成する線材42の線径（太さ）や、線材42の巻き数は特に限定されない。第1コイル部材40の軸方向の長さは第1コイル

部材40の最大外径より大きくても小さくてもよい。

[0071] 第1コイル部材40は、単層巻きコイルであってもよく、多層巻きコイルであってもよい。図1では第1コイル部材40は単層巻きコイルのみから構成されている例を示している。第1コイル部材40は、単層巻きされている部分と、多層巻きされている部分を有していてもよい。

[0072] 第1コイル部材40のピッチPは特に限定されず、軸方向において一定であってもよく、軸方向の位置によって異なってもよい。ピッチPとは、図1に示すように軸方向において第1コイル部材40を形成する隣り合う2つの線材42の中心軸の間隔である。

[0073] 第1コイル部材40の内周面43によって光を反射する効果を高めるため、光拡散部21から射出される光はシャフト10の径方向の外方に向かって第1コイル部材40を構成する線材42を透過しないことが好ましい。

[0074] 第1コイル部材40は、軸方向において隣り合う線材42同士の間隙が形成されていてもよいが、隣り合う線材42同士の間隙は大きすぎないことが好ましい。隣り合う線材42の間隙から光が漏れ過ぎると露出部22での発光強度が小さくなることがあるためである。したがって、第1コイル部材40は線材42の線径の2倍以下のピッチを有する第1ピッチ部48を有していることが好ましい。

[0075] 図1に示すように、第1ピッチ部48において、第1コイル部材40は線材42の線径と同じピッチを有していてもよい。このようなコイルは、一般に密着巻きコイルと称される。密着巻きコイルでは、隣り合う2つの線材42の間に隙間がなく、第1コイル部材40から光が漏れにくいため好ましい。

[0076] 線材42の線径が、その長手軸方向で変化している場合（例えば、太径部と、太径部よりも線径が細い細径部がある場合）には、第1ピッチ部48において、第1コイル部材40は線材42の線径よりも小さいピッチを有していてもよい。

[0077] 第1ピッチ部48において、第1コイル部材40は線材42の線径の1.

1倍以上のピッチを有していてもよく、1.2倍以上のピッチを有していてもよい。また、第1ピッチ部48において、第1コイル部材40は線材42の線径の1.9倍以下のピッチを有していてもよく、1.8倍以下のピッチを有していてもよい。このようにピッチを設定することで、第1コイル部材40からの光の漏れを抑えることができるため好ましい。

[0078] 第1ピッチ部48が第1コイル部材40の軸方向の一部のみを構成していてもよい。また、第1ピッチ部48が第1コイル部材40の軸方向の全体を構成していてもよい。

[0079] 長手軸方向xにおいて、第1コイル部材40の遠位端401は、光拡散部21の遠位端と同じ位置か、光拡散部21の遠位端よりも遠位側に位置していることが好ましい。

[0080] 光拡散部21は長手軸方向を有しており、光拡散部21の長手軸方向はシャフト10の長手軸方向xと平行になっている。図2に示すように、第1コイル部材40の近位端402は、光拡散部21の長手軸方向の midpoint 211よりも遠位側に位置していることが好ましい。光拡散部21の長手軸方向において露出部22を長く形成することができるため、長手軸方向の広範囲に対して光を一度に照射することができる。

[0081] 第1コイル部材40は、光拡散部21の遠位端を含む位置に配されていることが好ましい。第1コイル部材40は、光拡散部21の長手軸方向の midpoint 211よりも近位側には位置していないことが好ましい。

[0082] 長手軸方向xにおいて第1コイル部材40の全体が、シャフト10の内腔11に配置されていることが好ましい。

[0083] 長手軸方向xにおいて、第1コイル部材40の長さは露出部22の長さの2分の1以下、3分の1以下、4分の1以下の長さに設定することができる。また、長手軸方向xにおいて、第1コイル部材40の長さは露出部22の長さの20分の1以上、18分の1以上、15分の1以上の長さに設定されてもよい。

[0084] シャフト10の長手軸方向xにおいて第1コイル部材40の外径は一定で

あってもよく、長手軸方向×の位置によって第1コイル部材40の外径が異なってもよい。例えば、長手軸方向×において第1コイル部材40を遠位部と近位部に二等分割したときに、第1コイル部材40の遠位部の平均外径が、第1コイル部材40の近位部の平均外径よりも大きいてもよい。

[0085] 第1コイル部材40は、シャフト10よりも反射率が高い材料から構成されていることが好ましい。この構成により、第1コイル部材40の内面で反射光が拡散されやすくなる。ここで、反射率は光拡散部21から射出される光の反射率を指し、単位は%である。反射率は、オーシャンフォトニクス社製 反射率測定システム OP-RF-VIS-GT50を用いて測定することができる。

[0086] 第1コイル部材40は金属から構成されていることが好ましく、例えば、金、銀、白金、パラジウム、タングステン、タンタル、イリジウムおよびそれらの合金等の放射線不透過性金属でもよく、ステンレス鋼、Ni-Ti合金等の超弾性合金でもよい。

[0087] 第1コイル部材40の一部が樹脂から構成されていてもよい。第1コイル部材40が、第1コイル部材本体と、第1コイル部材本体の内面に配されている反射層とを有していてもよい。第1コイル部材本体の材料によらず、反射層によって光拡散部21からの光を反射させることができる。例えば樹脂線材が巻回されたコイル体または樹脂チューブが第1コイル部材本体であってもよい。反射層は、第1コイル部材本体の内面に反射材料を含むコート剤が塗布されることで配されてもよく、蒸着、スパッタリング、電気メッキ、化学メッキ等の方法で反射材料を第1コイル部材本体の内面に付着させることにより配されてもよい。なお、反射層は金属薄膜であってもよい。反射材料としては、例えば、アルミニウム、金、銀、銅、スズ、二酸化チタン、五酸化タンタル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素、フッ化マグネシウムまたはこれらの組み合わせが挙げられる。第1コイル部材40が反射層を有する場合、第1コイル部材本体にはシャフト10の構成材料として挙げた材料の少なくともいずれか1つを用いることができる。

- [0088] 第1コイル部材40の遠位端401側を加熱して変形させることによって、図4のような遠位端401側が閉じられた第1コイル部材40を得ることができる。また、1つの内腔を有する筒状コイルと、筒状コイルとは別の金属部材を準備し、金属部材を加熱して筒状コイルの遠位側の開口を塞ぐように溶着することで遠位端401側が閉じられた第1コイル部材40を得ることもできる。
- [0089] 第1コイル部材40の内周面43に凹凸が配されていてもよい。内周面43の表面を粗面化させてマイクロメートルオーダーまたはナノメートルオーダーの微細な凹凸を形成することにより、反射光が多方向に拡散されやすくなる。
- [0090] 第1コイル部材40の内周面43の凹凸構造は、第1コイル部材40の内周面43をエッチング加工、ブラスト加工、けがき針、ワイヤブラシ、またはサンドペーパーを用いて荒らすことによって形成することができる。
- [0091] シャフト10の長手軸方向xにおいて、凹凸は、第1コイル部材40の一部のみに配されていてもよく、凹凸は、第1コイル部材40の全体に配されていてもよい。また、シャフト10の周方向において、凹凸は、第1コイル部材40の一部のみに配されていてもよく、凹凸は、第1コイル部材40の全体に配されていてもよい。
- [0092] 図5に示すように、第1コイル部材40の遠位端401側には光拡散部21からの光を反射する反射材17が配されていることが好ましい。反射材17とは、例えば反射面が近位側を向くように配されたミラーである。この構成により、第1コイル部材40の内周面だけでなく反射材17によっても光を反射することができるため、反射光が様々な方向に拡散されやすくなる。
- [0093] 反射材17の表面は、アルミニウム、金、銀、銅、スズ、二酸化チタン、五酸化タンタル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素、またはフッ化マグネシウムから構成されていることが好ましい。
- [0094] 図5に示すように、反射材17は、第1コイル部材40よりも遠位側に配されていてもよい。図示していないが、第1コイル部材40の内腔の最も遠

位側に反射材 17 が配されていてもよい。第 1 コイル部材 40 の遠位端 401 側が閉じられている場合には、第 1 コイル部材 40 の内側端面 46 と反射材 17 の遠位端面が接していてもよい。

[0095] 光ファイバー 20 が第 2 区間 32 を有している場合、図 6 に示すように第 1 コイル部材 40 は第 2 区間 32 の一部を覆っていることが好ましく、第 2 区間 32 の遠位部の一部を覆っていることがより好ましい。光拡散部 21 から径方向の外方に射出された光を第 2 区間 32 のうち第 1 コイル部材 40 に覆われた部分で反射させることができる。なお、第 1 コイル部材 40 は、第 2 区間 32 の全部を覆っていないことが好ましい。

[0096] 図 7～図 8 に示すように、光ファイバー 20 が第 3 区間 33 を有している場合、第 1 コイル部材 40 が第 3 区間 33 の少なくとも一部を覆っていることが好ましい。光拡散部 21 から径方向の外方に射出された光を第 3 区間 33 のうち第 1 コイル部材 40 に覆われた部分で反射させることができる。長手軸方向 x において、図 8 に示すように第 1 コイル部材 40 は第 3 区間 33 の一部のみを覆っていてもよい。その場合、第 1 コイル部材 40 は第 3 区間 33 の遠位部の一部を覆っていることが好ましい。また、長手軸方向 x において、図 7 に示すように第 1 コイル部材 40 が第 3 区間 33 の全体を覆っていてもよい。

[0097] 光ファイバー 20 が第 2 区間 32 と第 3 区間 33 を有している場合、第 1 コイル部材 40 の近位端 402 は、第 2 区間 32 の遠位端よりも遠位側に位置していてもよい。このように第 1 コイル部材 40 が第 3 区間 33 のみに配され、第 2 区間 32 に配されていなくてもよい。

[0098] 光ファイバー 20 が第 2 区間 32 と第 3 区間 33 を有している場合、第 1 コイル部材 40 の近位端 402 が第 2 区間 32 の遠位端よりも近位側に位置していてもよい。このように第 1 コイル部材 40 が第 2 区間 32 の一部と第 3 区間 33 の少なくとも一部に配されていてもよい。

[0099] 第 1 コイル部材 40 が光拡散部 21 に固定されていることが好ましい。図 2 に示すように、第 1 コイル部材 40 が光拡散部 21 の外周面 23 に固定さ

れていることがより好ましい。また、図2および図4から理解できるように第1コイル部材40の内周面43が、光拡散部21の外周面23に固定されていることがさらに好ましい。体内に装置1を挿入しても長手軸方向xにおいて第1コイル部材40の近位端402の位置が光拡散部21に対してずれないように固定されるため、照射位置を安定させることができる。なお、第1コイル部材40が光拡散部21の外周面23に固定されている場合であっても、装置1の湾曲に追従して第1コイル部材40も湾曲することが好ましい。

[0100] 第1コイル部材40と光拡散部21とを固定する方法として、第1コイル部材40と光拡散部21を接着する、第1コイル部材40をかしめることで光拡散部21に第1コイル部材40を固定する等の方法が挙げられる。

[0101] 光拡散部21への第1コイル部材40の固定に際しては、第1コイル部材40は、光拡散部21の外周面23に接していることが好ましく、第1コイル部材40の内周面43が、光拡散部21の外周面23に接していることがより好ましい。第1コイル部材40が取り付けられた光ファイバー20のプロファイルの増加を防ぐとともに第1コイル部材40によって光が反射しやすくなる。

[0102] 図6に示すように、第1コイル部材40が第2区間32の一部を覆っている場合、第1コイル部材40は第2区間32の第2クラッド27の外周面に接していることが好ましい。また、図7、図8に示すように、第1コイル部材40が第3区間33の少なくとも一部を覆っている場合、第1コイル部材40は第3区間33のコア25の外周面に接していることが好ましい。

[0103] 光拡散部21が光ファイバー20の最遠位に配される場合、図2に示すように光拡散部21は遠位端面212を有する。その場合、光拡散部21の遠位端面212は第1コイル部材40に固定されていないことが好ましい。このように遠位端面212を非固定にすることで、装置1が体内の屈曲部を通る場合でも、第1コイル部材40の遠位端401側が突っ張らずにシャフト10の湾曲に追従しやすくなる。その結果、光ファイバー20の破損のリス

クを低減することができ、シャフト10の周方向pにおいて露出部22の発光強度分布も均一化されやすくなる。なお、光拡散部21の遠位端面212は第1コイル部材40に対して動かないように固定されていなければよく、図2に示すように光拡散部21の遠位端面212が第1コイル部材40に接していることは許容される。

[0104] 光拡散部21の遠位端面212は、図2に示すように光ファイバー20の長手軸方向に対して垂直な平面形状を有していることが好ましいが、光ファイバー20の長手軸方向に対して傾斜している平面形状を有していてもよく、曲面形状を有していてもよい。

[0105] 図2に示すように、第1コイル部材40の外周面44は、シャフト10の内周面12と接していることが好ましい。この構成により、シャフト10に対する第1コイル部材40の位置がずれにくくなり露出部22の位置が固定されるため、照射位置を安定させることができる。第1コイル部材40はシャフト10の内腔11に挿入されていればよく、第1コイル部材40の外周面44が、シャフト10の内周面12に固着されていなくてもよい。

[0106] 図2に示すように、光拡散部21の外周面23は、シャフト10の内周面12と離れて配されていることが好ましい。露出部22において、光拡散部21の外周面23が、シャフト10の内周面12と離れて配されていることがより好ましい。また、長手軸方向xの全体にわたって、光拡散部21の外周面23が、シャフト10の内周面12と離れて配されていることがさらに好ましい。このようにシャフト10の内腔11に光拡散部21を配することで、光拡散部21でのシャフト10の柔軟性を維持することができる。

[0107] シャフト10の周方向pの全体において、光拡散部21の外周面23がシャフト10の内周面12と離れて配されていることが好ましい。また、シャフト10の径方向における光拡散部21の外周面23とシャフト10の内周面12との距離が、シャフト10の周方向pのいずれの位置でも均一であることが好ましい。これにより、周方向pにおいて露出部22の発光強度分布が均一化されやすくなる。

- [0108] 次に、本発明の第2の実施形態に係る光照射医療装置について説明する。
なお、第1の実施形態で説明した部材や部分と同一の部材や部分については、同一の符号を付して説明を省略する場合がある。
- [0109] 本発明の第2の実施形態に係る光照射医療装置は、長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、シャフトの内腔に配置されている光ファイバーと、シャフトの内腔に配置されており、光ファイバーの遠位部の一部を覆っている筒部材と、シャフトの内腔の筒部材よりも近位側に配置されており、光ファイバーを周回するように線材がらせん状に巻回されている第2コイル部材と、シャフトの近位部に接続されているハンドルと、を有し、光ファイバーはその遠位部の所定区間に長手軸方向に延在しておりシャフトの径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部を有し、筒部材が光拡散部の一部を覆っており、第2コイル部材の近位部がハンドルに固定されており、長手軸方向において第2コイル部材の全体がシャフトの内腔に配置されている点に要旨を有する。上記光照射医療装置によれば、光拡散部のうち筒部材に覆われている部分では光拡散部から射出される光が筒部材の内面で反射するため、反射光が光拡散部のうち筒部材で覆われていない部分である露出部から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や対象組織に対する露出部の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。また、シャフトの内腔の筒部材よりも近位側に第2コイル部材が配置され、かつ長手軸方向において第2コイル部材の全体がシャフトの内腔に配置されていることにより、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、操作性を高めることができる。第2コイル部材を設けることで光ファイバーが筒部材と同軸上に配置されやすくなり、光拡散部の片寄りを防ぐこともできるため、シャフトの周方向において露出部の発光強度分布がより一層均一化されやすくなる。さらに、第2コイル部材の近位部がハンドルに固定されていることにより、第2コイル部材が光ファイバーに対して長手軸方向に動か

ないように固定することができる。

[0110] 図9～図18を参照しながら、第2の実施形態に係る装置の基本構成について説明する。図9は本発明の第2の実施形態に係る光照射医療装置の断面図（一部側面図）である。図10は図9に示した光照射医療装置の遠位側を拡大した断面図（一部側面図）である。図11は図10に示した光照射医療装置のX1-X1線における切断部端面図である。図12は図10に示した筒部材の切断部端面図である。図13～図15は図10に示した光照射医療装置の変形例を示す断面図（一部側面図）である。図16は図10に示した光ファイバーの遠位側を拡大した断面図である。図17～図18は図16に示した光ファイバーの変形例を示す断面図である。光照射医療装置2は、シャフト10と光ファイバー20と筒部材39と第2コイル部材50とハンドル60を有している。以下では光照射医療装置を単に装置と称することがある。光ファイバー20と筒部材39の位置関係を理解しやすくするために、図16～図18ではシャフト10を省略している。

[0111] 本明細書において、装置2の遠位側とは、シャフト10の長手軸方向xの遠位端側であって処置対象側を指す。装置2の近位側とは、シャフト10の長手軸方向xの近位端側であって使用者の手元側を指す。各部材をシャフト10の長手軸方向xにおいて二等分割したときの近位側を近位部、遠位側を遠位部と称することがある。装置2の径方向において、内方はシャフト10の長手軸方向xに延びる中心軸cに向かう方向を指し、外方は内方とは反対の放射方向を指す。

[0112] 図9に示すように、装置2は、長手軸方向xに遠位端と近位端を有し、かつ長手軸方向xに延在している内腔11を有するシャフト10を有している。シャフト10はその内腔11に光ファイバー20、筒部材39、および第2コイル部材50を配置するために筒形状を有している。

[0113] 図9に示すようにシャフト10の遠位端には先端チップ15が取り付けられていてもよい。

[0114] 図9に示すように、シャフト10の近位部にハンドル60が接続されてい

る。図9では、ハンドル60は長手軸方向xに延在している中空部61を有している。図9では、中空部61にシャフト10と光ファイバー20と第2コイル部材50が挿通されている。

[0115] 図9～図10に示すように、装置2は、シャフト10の内腔11に配置されている光ファイバー20を有している。光ファイバー20はその遠位部の所定区間に長手軸方向xに延在しておりシャフト10の径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部21を有する。光拡散部21は、シャフト10の長手軸方向xおよび周方向pに延在するように配されている。光拡散部21は外周面23を有している。光拡散部21の外周面23はシャフト10の内周面12側に面している。図9では光ファイバー20の近位端部はハンドル60から近位側に向かって延出している。光ファイバー20の近位端部は半導体レーザー等の光源に接続される。

[0116] 内視鏡を通じて、装置2を体腔内の対象組織がある位置まで挿入する。このとき、対象組織がシャフト10の外周面13よりも径方向の外方に位置するように配される。光拡散部21から射出された光がシャフト10のうち少なくとも光拡散部21と重なる部分を透過することで、装置2の周りにある対象組織に光が到達する。

[0117] 光拡散部21からは、少なくともシャフト10の径方向の外方に向かって光が射出されればよく、光拡散部21からは、シャフト10の周方向pの全体に亘ってシャフト10の径方向の外方に向かって光が射出されることが好ましい。光拡散部21からは、さらにシャフト10の遠位方向、すなわち前方に向かって光が射出されてもよい。ただし、装置2には光拡散部21からシャフト10の遠位方向のみに光が射出されるものは含まれないことが好ましい。

[0118] 図9に示すように、装置2は、シャフト10の内腔11の筒部材39よりも近位側に配置されており、光ファイバー20を周回するように線材52がらせん状に巻回されている第2コイル部材50を有する。長手軸方向xにおいて第2コイル部材50の全体がシャフト10の内腔11に配置されている

- 。
- [0119] 第2コイル部材50の近位部はハンドル60に固定されている。第2コイル部材50はハンドル60に直接固定されていてもよく、別の部材を介して間接的に固定されていてもよい。第2コイル部材50とハンドル60の固定方法は特に限定されないが、例えば、溶着、溶接、かしめ等の圧着、接着剤による接着、係合、連結、結着、結紮等の物理的な固定等の方法、またはこれらの組み合わせを挙げることができる。図9では、第2コイル部材50の近位部の外周面がシャフト10の内周面12に固定され、シャフトの外周面13がハンドル60に固定されている例を示した。
- [0120] 第2コイル部材50の近位端は、ハンドル60の近位端よりも遠位側に位置していることが好ましく、ハンドル60の遠位端よりも遠位側に位置していてもよい。また、図9に示すように、第2コイル部材50の近位端は、ハンドル60の近位端よりも遠位側であって、ハンドル60に遠位端よりも近位側に位置していてもよい。
- [0121] 装置2は、シャフト10の内腔11に配置されており、光ファイバー21の遠位部の一部を覆っている筒部材39を有する。図9～図10に示すように光拡散部21の一部が筒部材39に覆われている。本明細書では、筒部材39を光ファイバー20から取り外したときに少なくとも径方向の外方に光が射出される部分を光拡散部21と称している。筒部材39が光拡散部21の一部を覆っている状態では、光拡散部21の遠位端と近位端の少なくともいずれかが筒部材39に隠れて視認できないことがあり、光拡散部21の遠位端と近位端の位置を把握することが困難な場合がある。このため、光拡散部21の遠位端と近位端の位置の特定は、筒部材39を光ファイバー20から取り外した状態で行うものとする。なお、光拡散部21の一部が第2コイル部材50にも覆われている場合は、光ファイバー20から筒部材39と第2コイル部材50を取り外したときに少なくとも径方向の外方に光が射出される部分を光拡散部21と称する。
- [0122] 本明細書では、光拡散部21のうち、筒部材39に覆われておらずシャフ

ト 10 側に露出している部分を露出部 22 と称している。シャフト 10 の径方向において、露出部 22 とシャフト 10 の間には別の部材が存在しないことが好ましいが、露出部 22 から射出される光を遮らない部材であれば配されていてもよい。

[0123] 光拡散部 21 は、シャフト 10 の周方向 p の一部だけに配されていてもよいが、図 11 に示すように、光拡散部 21 は、シャフト 10 の周方向 p の全体に配されていることが好ましい。周方向 p の広範囲に対して光を一度に照射することができるため、手技の効率化が図られる。

[0124] 図 16～図 18 を参照しながら光ファイバー 20 の構成例を説明する。図 16～図 18 では、光ファイバー 20 は、長手軸方向 x に延在しているコア 25 を有し、光ファイバー 20 は、コア 25 の外周に配されている第 1 クラッド 26 を有している第 1 区間 31 を有している。第 1 区間 31 では、コア 25 と第 1 クラッド 26 の境界で光が全反射しやすくなるため、第 1 区間 31 では、光がコア 25 内に閉じ込められながら光ファイバー 20 の遠位側に伝搬される。

[0125] 第 1 区間 31 では、1 つの第 1 クラッド 26 の中に 1 つのコア 25 が配されていることが好ましい。第 1 区間 31 では、光ファイバーをシングルコア光ファイバーと言い換えることができる。

[0126] 光ファイバー 20 のプロファイルの増加を防ぐために、第 1 区間 31 では第 1 クラッド 26 が光ファイバー 20 の径方向の最も外側に位置していてもよい。すなわち、第 1 区間 31 には被覆材などの他の部材が配されなくてもよい。

[0127] 図示していないが、光ファイバー 20 の第 1 区間 31 には、第 1 クラッド 26 の外周に被覆材が配されていてもよい。第 1 区間 31 の外側を保護することが可能となり、第 1 区間 31 において外への光漏れや射出を抑制することもできる。被覆材は、第 1 クラッド 26 の外周面上に配される被覆層であってもよく、第 1 クラッド 26 を内包するシースであってもよい。被覆材は、紫外線硬化樹脂等の樹脂から構成することができる。

- [0128] 図16では、光ファイバー20は、光拡散部21に、コア25の外周に配されており第1クラッド26よりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッド27を有し第1区間31よりも遠位側に位置している第2区間32を有している。第1区間31よりも第2区間32でクラッドの表面粗さを大きくすることで、光の一部はコア25内に閉じ込められながら光ファイバー20の遠位側に伝搬され、残りの光は第2クラッド27から外に漏れて径方向の外方に射出される。なお、第1区間31では光が径方向の外方に射出されないか、または第2区間32よりも光の漏れ量が小さいことが好ましい。
- [0129] 第1区間31と同様に、第2区間32では、1つの第2クラッド27の中に1つのコア25が配されていることが好ましい。第1区間31と第2区間32は一の光ファイバーから構成されていてもよい。第1区間31の第1クラッド26と第2区間32の第2クラッド27は一体成形されていてもよい。光ファイバー20は、第1区間31用の光ファイバーと第2区間32用の光ファイバーが長手軸方向xに接合されることによって形成されていてもよい。第1区間31の第1クラッド26と第2区間32の第2クラッド27は別々に形成された後で接合されてもよい。
- [0130] 第2区間32では、第2クラッド27が光ファイバー20の径方向の最も外側に位置していることが好ましい。すなわち、第2区間32では、コア25と第2クラッド27以外の部材（例えば被覆材）が配されていないことが好ましい。この構成により、第2区間32からシャフト10の径方向の外方に向かって光を射出することができる。
- [0131] 第2区間32の第2クラッド27の外周面の表面粗さは、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さよりも大きい。ここで、表面粗さは、光ファイバー20の外周面の長手軸方向における粗さ曲線の基準長さ間での算術平均粗さ R_a である。基準長さは、使用するレーザー顕微鏡の拡大率に応じて設定すればよいが、例えば $200\mu\text{m}$ である。上記算術平均粗さ R_a は、JIS B 0601(2001)に規定される算術平均粗さ R_a に相当し、JIS B 0633(2001)に準じて測定される。測定には、

J I S B 0 6 5 1 (2 0 0 1) に規定される測定機（例えば、キーエンス社製レーザー顕微鏡 VK-X3000）を用いる。

[0132] 第2区間32の第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値が、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さの平均値よりも大きいことが好ましい。第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第2区間32では第2クラッド27から光が径方向の外方に射出されやすくなる。その結果、長手軸方向xにおいて光拡散部21の発光強度分布が均一化されやすくなる。表面粗さの平均値とは、測定対象となる区間（例えば第1区間31）において、長手軸方向xに並ぶように設定された10点以上の測定点の表面粗さ値の平均値である。

[0133] 図16に示すように長手軸方向xにおいて第2区間32を遠位部323と近位部324に二等分割したときに、近位部324における第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値が、遠位部323における第2クラッド27の外周面の表面粗さの平均値よりも小さいことが好ましい。この構成により、近位部324では遠位部323よりもコア25内に光を閉じ込める効果を高めつつ、遠位部323では第2クラッド27から径方向の外方に向かって光が射出されやすくなるため、長手軸方向xにおいて第2区間32の発光強度分布が均一化されやすくなる。

[0134] 図9および図16から理解できるように長手軸方向xにおいて第1区間31よりも第2区間32の方が短いことが好ましい。光拡散部21を形成しやすくなり、光ファイバー20の遠位端部での柔軟性も高めることができる。長手軸方向xにおいて第2区間32の長さは、第1区間31の長さの20分の1以下、25分の1以下、30分の1以下の長さに設定することができる。また、長手軸方向xにおいて第2区間32の長さは、第1区間31の長さの50分の1以上、45分の1以上、あるいは30分の1以上の長さに設定されてもよい。

[0135] 図16から理解できるように第2区間32の第2クラッド27の平均厚みは、第1区間31の第1クラッド26の平均厚みよりも小さいことが好まし

い。このようにクラッドの厚みを調整することで、第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第2区間32では第2クラッド27から光が径方向の外方に射出されやすくなる。ここでクラッドの厚みは、キーエンス社製レーザー顕微鏡 VK-X3000を用いて測定することができる。

[0136] 図17～図18に示すように、光ファイバー20が第1区間31を有している場合、光ファイバー20は、光拡散部21に、クラッドが存在せず第1区間31よりも遠位側に位置している第3区間33を有していてもよい。第3区間33ではクラッドが存在しないことにより、コア25からの光が径方向の外方に射出される。

[0137] 第3区間33では、コア25の周方向の少なくとも一部でクラッドが存在していないことが好ましく、コア25の周方向の全体でクラッドが存在していないことがより好ましい。

[0138] 第3区間33では、光ファイバー20の中ではコア25が径方向の最も外側に位置していることが好ましい。但し、第3区間33の少なくとも一部が筒部材39により覆われていることが好ましい。すなわち、第3区間33では、クラッドだけでなく、コア25と筒部材39以外のあらゆる部材（例えば被覆材）が配されていないことが好ましい。

[0139] 長手軸方向xにおいて、第3区間33のコア25の外径は一定の値であってもよく、長手軸方向xの位置によってコア25の外径が異なる値であってもよい。

[0140] 図17～図18に示すように、長手軸方向xにおいて、第3区間33の遠位端は、コア25の遠位端と同じ位置にあることが好ましい。第3区間33を形成しやすくなり、光ファイバー20の遠位端部での柔軟性も高めることができる。

[0141] 第3区間33のコア25の外周面の表面粗さは、第1区間31の第1クラッド26の外周面の表面粗さよりも大きいことが好ましい。第1区間31ではコア25内に光が閉じ込められやすくなり、第3区間33ではコア25か

ら光が径方向の外方に射出されやすくなる。

[0142] 光拡散部 2 1 には第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 の少なくともいずれか一方が配されていることが好ましく、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 の両方が配されていてもよい。図 1 7 に示すように、光拡散部 2 1 には、その近位側から遠位側に向かって順に第 2 区間 3 2、第 3 区間 3 3 が配されていることが好ましい。この構成により、長手軸方向 x において光拡散部 2 1 の発光強度分布が均一化されやすくなる。この効果を高めるためには、長手軸方向 x において第 1 区間 3 1 と第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 は隣接していることが好ましく、より詳細には第 1 区間 3 1 と第 2 区間 3 2 が隣接しており、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 が隣接していることが好ましい。

[0143] 光ファイバー 2 0 が第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 を有している場合、図 1 7 に示すように長手軸方向 x において第 2 区間 3 2 よりも第 3 区間 3 3 の方が短いことが好ましい。この構成により、長手軸方向 x における露出部 2 2 の全体の発光強度分布を均一化させやすくなる。なお、長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 よりも第 2 区間 3 2 の方が短い態様も許容される。

[0144] 長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 の長さは、第 2 区間 3 2 および第 3 区間 3 3 の合計長さの 20% 以下の大きさであることが好ましく、18% 以下の大きさであることがより好ましく、15% 以下の大きさであることがさらに好ましい。また、長手軸方向 x において第 3 区間 3 3 の長さは、第 2 区間 3 2 および第 3 区間 3 3 の合計長さの 5% 以上、8% 以上、あるいは 10% 以上の大きさであってもよい。この構成により、長手軸方向 x における露出部 2 2 の発光強度分布を均一化させやすくなる。

[0145] 第 2 区間 3 2 の第 2 クラッド 2 7 の外周面の表面粗さの平均値は、第 3 区間 3 3 のコア 2 5 の外周面の表面粗さの平均値よりも小さいことが好ましい。この構成により、第 2 区間 3 2 と第 3 区間 3 3 のそれぞれで、長手軸方向 x における発光強度分布を均一化させやすくなる。

[0146] 図 1 6 に示すように、光ファイバー 2 0 は、光拡散部 2 1 に第 2 区間 3 2 のみを有していてもよい。すなわち、光ファイバー 2 0 は、光拡散部 2 1 に

第3区間33を有していなくてもよい。第2区間32のみを有する構成であっても、長手軸方向xにおける露出部22の発光強度分布を均一化させることができる。コア25が露出していないため、手技中の装置2の曲げに伴う光ファイバー20の損傷を防ぐ効果も有する。

[0147] 光ファイバー20が、光拡散部21に第2区間32のみを有している場合、長手軸方向xにおいて、第2区間32の遠位端がコア25の遠位端と同じ位置にあることが好ましい。

[0148] 図18に示すように、光ファイバー20は、光拡散部21に第3区間33のみを有していてもよい。すなわち、光ファイバー20は、光拡散部21に第2区間32を有していなくてもよい。第3区間33のみを有する構成であっても、長手軸方向xにおける露出部22の発光強度分布を均一化させることができる。

[0149] 第2区間32および第3区間33は、エッチングや研磨によりクラッドを剥離させることで形成することができる。第2区間32や第3区間33の表面粗さを調整するために、第2クラッド27の外周面や第3区間33のコア25の外周面に凹凸が配されていてもよい。凹凸は、機械的または化学的に第2クラッド27または第3区間33のコア25の表面を荒らすことで形成可能である。表面を荒らす方法としては、エッチング加工、ブラスト加工、けがき針、ワイヤブラシ、またはサンドペーパーを用いる方法が挙げられる。

[0150] 図9～図10に示すように筒部材39は、シャフト10の内腔11に配置されており、光ファイバー20の遠位部の一部を覆っている。詳細には、筒部材39が光拡散部21の一部を覆っている。装置2によれば、光拡散部21のうち筒部材39に覆われている部分では光拡散部21から射出される光が筒部材39の内面で反射するため、反射光が光拡散部21のうち筒部材39で覆われていない部分である露出部22から様々な方向に拡散されやすくなる。その結果、シャフト10の周方向pにおいて露出部22の発光強度分布が均一化されやすくなる。これにより、腫瘍等の対象組織への照射回数や

対象組織に対する露出部 2 2 の位置調整の回数を減らすことができるため、手技の効率化が図られる。なお、図 1 0 には、近位側から遠位側に向かって進んだ光が、露出部 2 2 から直接射出される様子と、筒部材 3 9 で反射した後、露出部 2 2 から射出される様子の一例を太い矢印で示した。

[0151] 筒部材 3 9 は光拡散部 2 1 の一部のみを覆うものであり、光拡散部 2 1 の全部を覆うものではない。すなわち、光拡散部 2 1 には必ず露出部 2 2 が形成される。

[0152] 筒部材 3 9 は、シャフト 1 0 の長手軸方向 x に延在するように形成される。筒部材 3 9 のうち、シャフト 1 0 の長手軸方向 x に平行な方向を筒部材 3 9 の軸方向と称する。図 1 0 および図 1 2 に示すように、筒部材 3 9 は、内周面 4 3 と外周面 4 4 を有している。内周面 4 3 は、シャフト 1 0 の周方向 p に延在しており光ファイバー 2 0 の外周面 2 3 側に面している。外周面 4 4 は、シャフト 1 0 の周方向 p に延在しておりシャフト 1 0 の内周面 1 2 側に面している。光拡散部 2 1 から射出される光は、少なくとも筒部材 3 9 の内周面 4 3 で反射されることが好ましい。

[0153] 図 1 0、図 1 2 および図 1 3 ~ 図 1 4 に示すように、筒部材 3 9 は、遠位端 4 0 1 側が閉じられており、近位端 4 0 2 側が開口した形状を有していてもよい。その場合、筒部材 3 9 は遠位端 4 0 1 側の外側端面 4 5 と遠位端 4 0 1 側の内側端面 4 6 を有している。この形状は、遠位端 4 0 1 側の閉じられている部分を筒底とした有底筒形状と言い換えることもできる。遠位端 4 0 1 側の外側端面 4 5 は、筒部材 3 9 を遠位側から近位側に向かって見たときに視認可能な面である。遠位端 4 0 1 側の内側端面 4 6 は、有底筒形状の内底面に相当する。この構成により、筒部材 3 9 の内周面 4 3 だけでなく遠位端 4 0 1 側の内側端面 4 6 でも光を反射することができるため、反射光が露出部 2 2 から様々な方向に拡散されやすくなる。なお、図 1 5 に示すように筒部材 3 9 は遠位端 4 0 1 側と近位端 4 0 2 側がそれぞれ開口した筒形状であってもよい。

[0154] 内周面 4 3 は曲面部のみから構成されていてもよく、平面部のみから構成

されていてもよく、曲面部と平面部の組み合わせから構成されていてもよい。内周面43で反射された光を多方向に拡散しやすくするためには、内周面43は曲面部を有していることが好ましい。内側端面46は平面部のみから構成されていてもよく、曲面部のみから構成されていてもよく、曲面部と平面部の組み合わせから構成されていてもよい。

[0155] 筒部材39は、1つの内腔を有していることが好ましい。筒部材39の形状は特に限定されないが、円筒形状、長円筒形状、または多角筒形状であってもよい。筒部材39の軸方向の長さは筒部材39の最大外径より大きくても小さくてもよい。

[0156] 図10、図12～図13に示すように筒部材39は、光拡散部21を周回するように線材42がらせん状に巻回されている第1コイル部41を有していることが好ましい。光拡散部21のうち第1コイル部41に覆われている部分では光拡散部21から射出される光がコイル部41の内面で反射するため、反射光が光拡散部21のうち筒部材39で覆われていない露出部22から様々な方向に拡散されやすくなる。第1コイル部41の構成については後述する。

[0157] 筒部材39は線材42が巻回されたコイル形状でなくてもよく、図14に示すように樹脂チューブや金属パイプ等の筒状体であってもよい。

[0158] 筒部材39の内周面43によって光を反射する効果を高めるため、光拡散部21から射出される光はシャフト10の径方向の外方に向かって筒部材39を透過しないことが好ましい。

[0159] 長手軸方向xにおいて、筒部材39の遠位端401は、光拡散部21の遠位端と同じ位置か、光拡散部21の遠位端よりも遠位側に位置していることが好ましい。

[0160] 光拡散部21は長手軸方向を有しており、光拡散部21の長手軸方向はシャフト10の長手軸方向xと平行になっている。図10に示すように、筒部材39の近位端402は、光拡散部21の長手軸方向の midpoint 211よりも遠位側に位置していることが好ましい。光拡散部21の長手軸方向において露

出部 22 を長く形成することができるため、長手軸方向の広範囲に対して光を一度に照射することができる。

[0161] 筒部材 39 は、光拡散部 21 の遠位端を含む位置に配されていることが好ましい。筒部材 39 は、光拡散部 21 の長手軸方向の midpoint 211 よりも近位側には位置していないことが好ましい。

[0162] 長手軸方向 x において筒部材 39 の全体が、シャフト 10 の内腔 11 に配置されていることが好ましい。

[0163] 長手軸方向 x において、筒部材 39 の長さは露出部 22 の長さの $\frac{1}{2}$ 以下、 $\frac{1}{3}$ 以下、 $\frac{1}{4}$ 以下の長さに設定することができる。また、長手軸方向 x において、筒部材 39 の長さは露出部 22 の長さの $\frac{1}{20}$ 以上、 $\frac{1}{18}$ 以上、 $\frac{1}{15}$ 以上の長さに設定されてもよい。

[0164] シャフト 10 の長手軸方向 x において筒部材 39 の外径は一定であってもよく、長手軸方向 x の位置によって筒部材 39 の外径が異なってもよい。例えば、長手軸方向 x において筒部材 39 を遠位部と近位部に二等分割したときに、筒部材 39 の遠位部の平均外径が、筒部材 39 の近位部の平均外径よりも大きいてもよい。

[0165] 筒部材 39 は、シャフト 10 よりも反射率が高い材料から構成されていることが好ましい。この構成により、筒部材 39 の内面で反射光が拡散されやすくなる。ここで、反射率は光拡散部 21 から射出される光の反射率を指し、単位は % である。反射率は、オーシャンフォトニクス社製 反射率測定システム OP-RF-VIS-GT50 を用いて測定することができる。

[0166] 筒部材 39 は金属から構成されていることが好ましく、例えば、金、銀、白金、パラジウム、タングステン、タンタル、イリジウムおよびこれらの合金等の放射線不透過性金属でもよく、ステンレス鋼、Ni-Ti 合金等の超弾性合金でもよい。

[0167] 筒部材 39 が、筒部材本体と、筒部材本体の内面に配されている反射層とを有していてもよい。筒部材本体の材料によらず、反射層によって光拡散部 21 からの光を反射させることができる。例えば樹脂線材が巻回されたコイ

ル体または樹脂チューブが筒部材本体であってもよい。反射層は、筒部材本体の内面に反射材料を含むコート剤が塗布されることで配されてもよく、蒸着、スパッタリング、電気メッキ、化学メッキ等の方法で筒部材本体の内面に反射材料を付着させることにより配されてもよい。なお、反射層は金属薄膜であってもよい。反射材料としては、例えば、アルミニウム、金、銀、銅、スズ、二酸化チタン、五酸化タンタル、酸化アルミニウム、二酸化ケイ素、フッ化マグネシウムまたはこれらの組み合わせが挙げられる。筒部材 39 が反射層を有する場合、筒部材本体にはシャフト 10 の構成材料として挙げた材料のいずれかを用いることができる。

[0168] 筒部材 39 の遠位端 401 側を加熱して変形させることによって、図 12 のような遠位端 401 側が閉じられた筒部材 39 を得ることができる。また、1つの内腔を有する筒状コイルと、筒状コイルとは別の金属部材を準備し、金属部材を加熱して筒状コイルの遠位側の開口を塞ぐように溶着することで遠位端 401 側が閉じられた筒部材 39 を得ることもできる。

[0169] 筒部材 39 の内周面 43 に凹凸が配されていてもよい。内周面 43 の表面を粗面化させてマイクロメートルオーダーまたはナノメートルオーダーの微細な凹凸を形成することにより、反射光が多方向に拡散されやすくなる。

[0170] 筒部材 39 の内周面 43 の凹凸構造は、筒部材 39 の内周面 43 をエッチング加工、ブラスト加工、けがき針、ワイヤブラシ、またはサンドペーパーを用いて荒らすことによって形成することができる。

[0171] シャフト 10 の長手軸方向 x において、凹凸は、筒部材 39 の一部のみに配されていてもよく、凹凸は、筒部材 39 の全体に配されていてもよい。また、シャフト 10 の周方向において、凹凸は、筒部材 39 の一部のみに配されていてもよく、凹凸は、筒部材 39 の全体に配されていてもよい。

[0172] 図 15 に示すように、筒部材 39 の遠位端 401 側には光拡散部 21 からの光を反射する反射材 17 が配されていることが好ましい。反射材 17 とは、例えば反射面が近位側を向くように配されたミラーである。この構成により、筒部材 39 の内周面だけでなく反射材 17 によっても光を反射すること

ができるため、反射光が様々な方向に拡散されやすくなる。

[0173] 図15に示すように、反射材17は、筒部材39よりも遠位側に配されていることが好ましい。図示していないが、筒部材39の内腔の最も遠位側に反射材17が配されていてもよい。筒部材39の遠位端401側が閉じられている場合には、筒部材39の内側端面46と反射材17の遠位端面が接していてもよい。

[0174] 光ファイバー20が第2区間32を有している場合、図16に示すように筒部材39は第2区間32の一部を覆っていることが好ましく、第2区間32の遠位部の一部を覆っていることがより好ましい。光拡散部21から径方向の外方に射出された光を第2区間32のうち筒部材39に覆われた部分で反射させることができる。なお、筒部材39は、第2区間32の全部を覆っていないことが好ましい。

[0175] 図17～図18に示すように、光ファイバー20が第3区間33を有している場合、筒部材39が第3区間33の少なくとも一部を覆っていることが好ましい。光拡散部21から径方向の外方に射出された光を第3区間33のうち筒部材39に覆われた部分で反射させることができる。長手軸方向xにおいて、図18に示すように筒部材39は第3区間33の一部のみを覆っていてもよい。その場合、筒部材39は第3区間33の遠位部の一部を覆っていることが好ましい。また、長手軸方向xにおいて、図17に示すように筒部材39が第3区間33の全体を覆っていてもよい。

[0176] 光ファイバー20が第2区間32と第3区間33を有している場合、筒部材39の近位端402は、第2区間32の遠位端よりも遠位側に位置していてもよい。このように筒部材39が第3区間33のみに配され、第2区間32に配されていない場合でもよい。

[0177] 光ファイバー20が第2区間32と第3区間33を有している場合、筒部材39の近位端402が第2区間32の遠位端よりも近位側に位置していてもよい。このように筒部材39が第2区間32の一部と第3区間33の少なくとも一部に配されていてもよい。

- [0178] 以下では第1コイル部41の構成について詳述する。第1コイル部41を構成する線材42はその長手軸方向に先端と基端を有している。第1コイル部41を構成する線材42は先端から基端まで単一の線状部材から構成されていてもよく、第1コイル部41を構成する線材42はその長手軸方向において互いに連結された複数の線状部材から構成されてもよい。
- [0179] 第1コイル部41を構成する線材42の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状、長円形状、多角形状、またはこれらの組み合わせであってもよい。
- [0180] 第1コイル部41を構成する線材42の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状または長円形状であることが好ましい。このような断面形状であれば、図12に示すようにシャフト10の長手軸方向xに沿った断面において、筒部材39の内周面43にはそれぞれ長手軸方向xに複数の凸部491が並ぶように配される。その結果、2つの凸部491の間には凹部492が配されることが好ましい。内周面43の凸部491と凹部492により、反射光は多方向に拡散されやすくなる。
- [0181] 第1コイル部41を構成する線材42の線径（太さ）や、第1コイル部41を構成する線材42の巻き数は特に限定されない。図9～図10では、第1コイル部41が単層巻きされている例を示したが、多層巻きされていてもよく、単層巻きと多層巻きが組み合わせられてもよい。第1コイル部41の軸方向の長さは第1コイル部41の最大外径より大きくても小さくてもよい。
- [0182] 第1コイル部41のピッチ P_1 は特に限定されず、軸方向において一定であってもよく、軸方向の位置によって異なってもよい。ピッチ P_1 とは、図9に示すように軸方向において第1コイル部41を形成する隣り合う2つの線材42の中心軸の間隔である。
- [0183] 第1コイル部41では、軸方向において隣り合う線材42同士の間隙が形成されていてもよいが、隣り合う線材42同士の間隙は大きすぎないことが好ましい。隣り合う線材42の間隙から光が漏れ過ぎると露出部22での発光強度が小さくなることがあるためである。したがって、第1コイル部

4 1 は線材 4 2 の線径の 2 倍以下のピッチを有する第 1 ピッチ部 4 8 を有していることが好ましい。

[0184] 図 9 に示すように、第 1 ピッチ部 4 8 において、第 1 コイル部 4 1 は線材 4 2 の線径と同じピッチを有していてもよい。このようなコイルは、一般に密着巻きコイルと称される。密着巻きコイルでは、隣り合う 2 つの線材 4 2 の間に隙間がなく、第 1 コイル部 4 1 から光が漏れにくいため好ましい。

[0185] 線材 4 2 の線径が、その長手軸方向で変化している場合（例えば、太径部と、太径部よりも線径が細い細径部がある場合）には、第 1 ピッチ部 4 8 において、筒部材 3 9 は線材 4 2 の線径よりも小さいピッチを有していてもよい。

[0186] 第 1 ピッチ部 4 8 において、第 1 コイル部 4 1 は線材 4 2 の線径の 1. 1 倍以上のピッチを有していてもよく、1. 2 倍以上のピッチを有していてもよい。また、第 1 ピッチ部 4 8 において、第 1 コイル部 4 1 は線材 4 2 の線径の 1. 9 倍以下のピッチを有していてもよく、1. 8 倍以下のピッチを有していてもよい。このようにピッチを設定することで、第 1 コイル部 4 1 からの光の漏れを抑えることができるため好ましい。

[0187] 第 1 ピッチ部 4 8 が第 1 コイル部 4 1 の軸方向の一部のみを構成していてもよい。また、図 9 のように、第 1 ピッチ部 4 8 が第 1 コイル部 4 1 の軸方向の全体を構成していてもよい。

[0188] 第 1 コイル部 4 1 が、筒部材 3 9 の軸方向の一部のみを構成していることが好ましい。例えば、筒部材 3 9 が、シャフト 1 0 の周方向に延びた形状を有する胴部と、胴部よりも遠位側に位置する底部を有している場合、胴部が第 1 コイル部 4 1 であることが好ましい。

[0189] 図 9 ~ 図 1 0 に示すように、第 2 コイル部材 5 0 は、シャフト 1 0 の内腔 1 1 の筒部材 3 9 よりも近位側に配置されており、光ファイバー 2 0 を周回するように線材 5 2 がらせん状に巻回されている。また、長手軸方向 x において第 2 コイル部材 5 0 の全体がシャフト 1 0 の内腔 1 1 に配置されている。このように第 2 コイル部材 5 0 が光ファイバー 2 0 を覆うことにより、近

位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、装置2の操作性を高めることができる。第2コイル部材50を設けることで光ファイバー20が筒部材39と同軸上に配置されやすくなり、光拡散部21の片寄りを防ぐこともできるため、シャフト10の周方向pにおいて露出部22の発光強度分布がより一層均一化されやすくなる。また、第2コイル部材50の近位部はハンドル60に固定されている。この構成により、第2コイル部材50が光ファイバー20に対して長手軸方向xに動かないように固定することができる。

[0190] 第2コイル部材50は、シャフト10の長手軸方向xに延在するように形成される。第2コイル部材50のうち、シャフト10の長手軸方向xに平行な方向を第2コイル部材50の軸方向と称する。図10に示すように、第2コイル部材50は、内周面53と外周面54を有している。内周面53は、シャフト10の周方向pに延在しており光ファイバー20の外周面23側に面している。外周面54は、シャフト10の周方向pに延在しておりシャフト10の内周面12側に面している。

[0191] 図9に示すように、第2コイル部材50は遠位端501側と近位端502側がそれぞれ開口した形状を有していることが好ましい。

[0192] 図9に示すように長手軸方向xにおいて第2コイル部材50の全体がシャフト10の内腔11に配置されているため、第2コイル部材50の近位端502は、シャフト10の近位端よりも遠位側に位置する。

[0193] 図10に示すように、第2コイル部材50が光拡散部21の一部を覆っていることが好ましい。このように第2コイル部材50を配置することで長手軸方向xにおいて露出部22の長さを確定させることができる。本来、光ファイバー20のクラッドの存在により光源からの入射光は全反射して遠位側に伝搬されるべきところ、装置2の屈曲時には入射光が臨界角より小さくなり、光ファイバー20の径方向の外方に光が漏れる場合がある。そのような場合であっても、第2コイル部材50が光拡散部21の一部を覆っていることで、光拡散部21から射出される光を第2コイル部材50の内面でも反射させることができる。その結果、光拡散部21の近位側からの光の漏れを抑

制し、光源からの光を効率よく光拡散部 21 に導くことができる。

- [0194] 図 10 に示すように、光拡散部 21 の一部が筒部材 39 と第 2 コイル部材 50 に覆われていないことが好ましい。すなわち、長手軸方向 x において筒部材 39 の近位端 402 と第 2 コイル部材 50 の遠位端 501 が離れて配されていることが好ましい。筒部材 39 と第 2 コイル部材 50 をこのように配置することで、露出部 22 が形成されるため、露出部 22 から径方向の外方に向かって光を射出することが可能となる。
- [0195] 光拡散部 21 から射出される光は、第 2 コイル部材 50 のうち光拡散部 21 を覆っている部分の内周面 53 で反射されることが好ましい。反射光が光拡散部 21 のうち第 2 コイル部材 50 で覆われていない露出部 22 から様々な方向に拡散されやすくなる。
- [0196] 第 2 コイル部材 50 の内周面 53 は曲面部のみから構成されていてもよく、平面部のみから構成されていてもよく、曲面部と平面部の組み合わせから構成されていてもよい。内周面 53 で反射された光を多方向に拡散しやすくするためには、内周面 53 は曲面部を有していることが好ましい。
- [0197] 第 2 コイル部材 50 の内面によって光を反射する効果を高めるため、光拡散部 21 から射出される光はシャフト 10 の径方向の外方に向かって第 2 コイル部材 50 を透過しないことが好ましい。
- [0198] 図 9 に示すように、長手軸方向 x において、筒部材 39 よりも第 2 コイル部材 50 の方が長いことが好ましい。第 2 コイル部材 50 によって光ファイバーの長手軸方向の広範囲を覆うことができるため、トルク伝達性を高めることができる。
- [0199] 第 2 コイル部材 50 のうち光拡散部 21 を覆っている部分は、シャフト 10 よりも反射率が高い材料から構成されていることが好ましい。この構成により、第 2 コイル部材 50 の内面で反射光が拡散されやすくなる。ここで、反射率は光拡散部 21 から射出される光の反射率を指し、単位は % である。第 2 コイル部材 50 の反射率は、筒部材 39 と同様の方法で測定することができる。

- [0200] 第2コイル部材50は金属から構成されていることが好ましく、例えば、金、銀、白金、パラジウム、タングステン、タンタル、イリジウムおよびそれらの合金等の放射線不透過性金属でもよく、ステンレス鋼、Ni-Ti合金等の超弾性合金でもよい。
- [0201] 第2コイル部材50の一部が樹脂から構成されていてもよい。第2コイル部材50が、第2コイル部材本体と、第2コイル部材本体の内面に配されている反射層とを有していてもよい。第2コイル部材本体の材料によらず、反射層によって光拡散部21からの光を反射させることができる。例えば樹脂線材が巻回されたコイル体または樹脂チューブが第2コイル部材本体であってもよい。反射層は、第2コイル部材本体の内面に反射材料を含むコート剤が塗布されることで配されてもよく、蒸着、スパッタリング、電気メッキ、化学メッキ等の方法で反射材料を第2コイル部材本体の内面に付着させることにより配されてもよい。なお、反射層は金属薄膜であってもよい。反射材料としては、筒部材39の説明で挙げたものを用いることができる。第2コイル部材50が反射層を有する場合、第2コイル部材本体にはシャフト10の構成材料として挙げた材料の少なくともいずれか1つを用いることができる。
- [0202] 第2コイル部材50を構成する線材52はその長手軸方向に先端と基端を有している。線材52は先端から基端まで単一の線状部材から構成されていてもよく、線材52はその長手軸方向において互いに連結された複数の線状部材から構成されてもよい。
- [0203] 線材52の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状、長円形状、多角形状、またはこれらの組み合わせであってもよい。長円形状には楕円形状、卵形状、角丸長方形形状が含まれるものとする。
- [0204] 線材52の長手軸方向に垂直な断面の形状は、円形状または長円形状であることが好ましい。このような断面形状であれば、筒部材39と同様に、シャフト10の長手軸方向xに沿った断面において、第2コイル部材50の内周面53にそれぞれ長手軸方向xに複数の凸部が並ぶように配され、2つの

凸部の間には凹部が配される。内周面 5 3 の凸部と凹部により、光拡散部 2 1 の近位側で反射光は多方向に拡散されやすくなる。

[0205] 第 2 コイル部材 5 0 を構成する線材 5 2 の線径（太さ）や、線材 5 2 の巻き数は特に限定されない。第 2 コイル部材 5 0 の軸方向の長さは第 2 コイル部材 5 0 の最大外径より大きくても小さくてもよい。

[0206] 第 2 コイル部材 5 0 のピッチ P_2 は特に限定されず、軸方向において一定であってもよく、軸方向の位置によって異なってもよい。ピッチ P_2 とは、図 9 に示すように軸方向において第 2 コイル部材 5 0 を形成する隣り合う 2 つの線材 5 2 の中心軸の間隔である。

[0207] 第 2 コイル部材 5 0 は、軸方向において隣り合う線材 5 2 同士の間隙が形成されていてもよいが、近位側のトルクを遠位側に伝わりやすくするために、図 9 に示すように第 2 コイル部材 5 0 は線材 5 2 の線径の 2 倍以下のピッチを有する第 2 ピッチ部 5 8 を有していることが好ましい。第 2 ピッチ部 5 8 において、第 2 コイル部材 5 0 は線材 5 2 の線径と同じピッチを有していてもよい。すなわち、隣り合う 2 つの線材 5 2 の間に隙間がなくてもよい。なお、線材 5 2 の線径が、その長手軸方向で変化している場合（例えば、太径部と、太径部よりも線径が細い細径部がある場合）には、第 2 ピッチ部 5 8 において、第 2 コイル部材 5 0 は線材 5 2 の線径よりも小さいピッチを有していてもよい。

[0208] 第 2 ピッチ部 5 8 において、第 2 コイル部材 5 0 は線材 5 2 の線径の 1. 1 倍以上のピッチを有していてもよく、1. 2 倍以上のピッチを有していてもよい。また、第 2 ピッチ部 5 8 において、第 2 コイル部材 5 0 は線材 5 2 の線径の 1. 9 倍以下のピッチを有していてもよく、1. 8 倍以下のピッチを有していてもよい。このようにピッチを設定することで、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、第 2 コイル部材 5 0 からの光の漏れも抑えることができる。

[0209] 第 2 ピッチ部 5 8 が第 2 コイル部材 5 0 の軸方向の一部のみを構成していてもよい。また、図 9 のように、第 2 ピッチ部 5 8 が第 2 コイル部材 5 0 の

軸方向の全体を構成していてもよい。

[0210] 第2コイル部材50は、単層巻きコイルであってもよく、多層巻きコイルであってもよく、これらを組み合わせたものであってもよい。例えば図9では第2コイル部材50が単層巻きコイルである例を示している。このように構成することで、第2コイル部材50が光拡散部21の近位部の一部を覆っているときに、第2コイル部材50の内周面で反射光が多方向に拡散されやすくなる。

[0211] 図13に示すように、筒部材39の第1コイル部41は単層巻きされており、第2コイル部材50は、多層巻きされている第2コイル部51aを有していることが好ましい。単層巻きされている第1コイル部41により、筒部材39の内周面43では反射光が多方向に拡散されやすくなる。また、多層巻きされている第2コイル部51aにより、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、装置2の操作性を高めることができる。

[0212] 第1コイル部41は放射線不透過材料から構成されていることが好ましい。第1コイル部41を放射線不透過マーカースとして利用することができるため、光拡散部21の遠位側の位置を術者が把握しやすくなる。第2コイル部51aは軸方向の広範囲に延在するように配されることが好ましいため、放射線不透過性材料から構成するとかえって光拡散部21の位置が把握しにくくなる。このため、第2コイル部51aは第1コイル部41よりも放射線が透過しやすい材料から構成されていることが好ましい。

[0213] 第1コイル部41は、例えば、金、銀、白金、パラジウム、タングステン、タンタル、イリジウム、またはこれらの合金から構成されていることが好ましい。第2コイル部51aは、例えば、ステンレス鋼、炭素鋼、ニッケルチタン合金等の金属から構成されていることが好ましい。

[0214] 図13では、第2コイル部材50は、多層巻きされている第2コイル部51aと、第2コイル部51aよりも遠位側に位置しており単層巻きされている第3コイル部51bとを有している。第2コイル部51aでは、線材52aが光ファイバー20にらせん状に3層巻回されている。第3コイル部51

bでは、線材52bが光ファイバー20にらせん状に1層巻回されている。このように第2コイル部51aを設けることにより、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、装置2の操作性を高めることができる。また、第3コイル部51bを設けることにより、第3コイル部51bに第2コイル部51aとは異なる機能を付与することができる。例えば、第3コイル部51bを放射線不透過マーカースとして利用する、または光拡散部21からの光の反射に適した材料から構成することができる。

[0215] 長手軸方向xにおいて、第2コイル部51aは、第3コイル部51bよりも長いことが好ましい。この構成により、近位側のトルクが遠位側に伝わりやすくなり、装置2の操作性を高めることができる。

[0216] 図示していないが、第2コイル部材50において、多層巻きされている第2コイル部51aは、単層巻きされている第3コイル部51bよりも遠位側に位置していてもよい。

[0217] 図13に示すように、第3コイル部51bが光拡散部21の一部を覆っており、第2コイル部51aが光拡散部21よりも近位側に位置していることが好ましい。詳細には、第3コイル部51bの遠位端が、光拡散部21の近位端よりも遠位側に位置しており、第3コイル部51bの近位端が、光拡散部21の近位端よりも近位側に位置していることが好ましい。この構成により、第3コイル部51bには光拡散部21からの光の反射とトルクの良い伝達の両方の機能が付与されやすくなる。

[0218] 第3コイル部51bは、第2コイル部51aよりも放射線が透過しにくい放射線不透過材料から構成されていることが好ましい。これにより、第3コイル部51bを放射線不透過マーカースとして利用することができるため、光拡散部21の近位側の位置を術者が把握しやすくなる。

[0219] 第3コイル部51bは、例えば、金、銀、白金、パラジウム、タングステン、タンタル、イリジウム、またはこれらの合金から構成されていることが好ましい。第3コイル部51bは、第2コイル部51aと同じ材料から構成されていてもよいが、異なる材料から構成されていることが好ましい。第2

コイル部5 1 aの各層は、異なる材料から構成されていてもよいが、同じ材料から構成されていることが好ましい。第3コイル部5 1 bは、第1コイル部4 1と異なる材料から構成されていてもよいが、同じ材料から構成されていることが好ましい。

[0220] 図1 7～図1 8に示すように、第2コイル部材5 0の最小内径よりも筒部材3 9の最小内径の方が小さくてもよい。筒部材3 9が光ファイバー2 0に強固に固定されるため、光ファイバー2 0からの筒部材3 9の脱落を防ぐことができ、好ましい。例えば、筒部材3 9をかしめて光ファイバー2 0に固定することでこのような大小関係となる。

[0221] 筒部材3 9は光拡散部2 1に固定されていることが好ましい。図1 0に示すように、筒部材3 9が光拡散部2 1の外周面2 3に固定されていることがより好ましい。また、図1 0および図1 2から理解できるように筒部材3 9の内周面4 3が、光拡散部2 1の外周面2 3に固定されていることがさらに好ましい。体内に装置2を挿入しても長手軸方向xにおいて筒部材3 9の近位端4 0 2の位置が光拡散部2 1に対してずれないように固定されるため、照射位置を安定させることができる。なお、筒部材3 9が光拡散部2 1の外周面2 3に固定されている場合であっても、装置2の湾曲に追従して筒部材3 9も湾曲することが好ましい。

[0222] 筒部材3 9と光拡散部2 1とを固定する方法として、筒部材3 9と光拡散部2 1を接着する、筒部材3 9をかしめることで光拡散部2 1に筒部材3 9を固定する等の方法が挙げられる。

[0223] 光拡散部2 1への筒部材3 9の固定に際しては、筒部材3 9は、光拡散部2 1の外周面2 3に接していることが好ましく、筒部材3 9の内周面4 3が、光拡散部2 1の外周面2 3に接していることがより好ましい。筒部材3 9が取り付けられた光ファイバー2 0のプロファイルの増加を防ぐとともに筒部材3 9によって光が反射しやすくなる。

[0224] 光拡散部2 1が光ファイバー2 0の最遠位に配される場合、図1 0に示すように光拡散部2 1は遠位端面2 1 2を有する。その場合、光拡散部2 1の

遠位端面 212 は筒部材 39 に固定されていないことが好ましい。このように遠位端面 212 を非固定にすることで、装置 2 が体内の屈曲部を通る場合でも、筒部材 39 の遠位端 401 側が突っ張らずにシャフト 10 の湾曲に追従しやすくなる。その結果、光ファイバー 20 の破損のリスクを低減することができ、シャフト 10 の周方向 p において露出部 22 の発光強度分布も均一化されやすくなる。なお、光拡散部 21 の遠位端面 212 は筒部材 39 に対して動かないように固定されていなければよく、図 10 に示すように光拡散部 21 の遠位端面 212 が筒部材 39 に接していることは許容される。

[0225] 光拡散部 21 の遠位端面 212 は、図 10 に示すように光ファイバー 20 の長手軸方向に対して垂直な平面形状を有していることが好ましいが、光ファイバー 20 の長手軸方向に対して傾斜している平面形状を有していてもよく、曲面形状を有していてもよい。

[0226] 図 10 に示すように、筒部材 39 の外周面 44 がシャフト 10 の内周面 12 に接していることが好ましい。この構成により、シャフト 10 に対する筒部材 39 の位置がずれにくくなり露出部 22 の位置が固定されるため、照射位置を安定させることができる。筒部材 39 はシャフト 10 の内腔 11 に挿入されていればよく、筒部材 39 の外周面 44 が、シャフト 10 の内周面 12 に固着されていなくてもよい。

[0227] 第 2 コイル部材 50 の遠位部は、光ファイバー 20 に固定されていないことが好ましい。この構成により、装置 2 が体内の屈曲部を通る場合でも、第 2 コイル部材 50 の遠位部が突っ張らずにシャフト 10 の湾曲に追従しやすくなる。なお、第 2 コイル部材 50 の遠位部は光ファイバー 20 に対して動かないように固定されていなければよく、第 2 コイル部材 50 の遠位部が光ファイバー 20 に接している（例えば、第 2 コイル部材 50 の遠位部の内周面が、光ファイバー 20 の外周面に接している）ことは許容される。第 2 コイル部材 50 の遠位部の内周面の少なくとも一部が、光ファイバー 20 の外周面と離れて配されていてもよい。

[0228] 図 16 および図 17 に示すように、第 2 コイル部材 50 が第 2 区間 32 の

一部を覆っている場合、第2コイル部材50は第2区間32の第2クラッド27の外周面に接していてもよい。図示していないが、第2コイル部材50が第3区間33の少なくとも一部を覆っている場合、第2コイル部材50は第3区間33のコア25の外周面に接していてもよい。図18に示すように、第2コイル部材50が第3区間33の少なくとも一部を覆っている場合、第2コイル部材50は第3区間33のコア25の外周面に接していなくてもよい。

[0229] 図10に示すように、第2コイル部材50の外周面54は、シャフト10の内周面12と接していることが好ましい。この構成により、シャフト10に対する第2コイル部材50の位置がずれにくくなり露出部22の位置が固定されるため、照射位置を安定させることができる。第2コイル部材50はシャフト10の内腔11に挿入されていればよく、第2コイル部材50の外周面54が、シャフト10の内周面12に固着されていなくてもよい。

[0230] 図10に示すように、光拡散部21の外周面23は、シャフト10の内周面12と離れて配されていることが好ましい。露出部22において、光拡散部21の外周面23が、シャフト10の内周面12と離れて配されていることがより好ましい。また、長手軸方向xの全体にわたって、光拡散部21の外周面23が、シャフト10の内周面12と離れて配されていることがさらに好ましい。このようにシャフト10の内腔11に光拡散部21を配することで、光拡散部21でのシャフト10の柔軟性を維持することができる。

[0231] シャフト10の周方向pの全体において、光拡散部21の外周面23がシャフト10の内周面12と離れて配されていることが好ましい。また、シャフト10の径方向における光拡散部21の外周面23とシャフト10の内周面12との距離が、シャフト10の周方向pのいずれの位置でも均一であることが好ましい。これにより、周方向pにおいて露出部22の発光強度分布が均一化されやすくなる。

[0232] 本願は、2021年7月7日に出願された日本国特許出願第2021-112714号および日本国特許出願第2021-112715号に基づく優

先権の利益を主張するものである。2021年7月7日に出願された日本国特許出願第2021-112714号および日本国特許出願第2021-112715号の明細書の全内容が、本願に参考のため援用される。

符号の説明

- [0233] 1 : 光照射医療装置
- 10 : シャフト
 - 11 : 内腔
 - 17 : 反射材
 - 20 : 光ファイバー
 - 21 : 光拡散部
 - 22 : 露出部
 - 25 : コア
 - 26 : 第1クラッド
 - 27 : 第2クラッド
 - 31 : 第1区間
 - 32 : 第2区間
 - 323 : 遠位部
 - 324 : 近位部
 - 33 : 第3区間
 - 39 : 筒部材
 - 40 : 第1コイル部材
 - 41 : 第1コイル部
 - 42 : 線材
 - 48 : 第1ピッチ部
 - 50 : 第2コイル部材
 - 51a : 第2コイル部
 - 51b : 第3コイル部
 - 52 : 線材

58 : 第2ピッチ部

60 : ハンドル

x : 長手軸方向

p : 周方向

請求の範囲

- [請求項1] 長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ前記長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、
前記シャフトの前記内腔に配置されている光ファイバーと、
前記シャフトの前記内腔に配置されており、前記光ファイバーの遠位部を周回するように線材がらせん状に巻回されている第1コイル部材と、を有し、
前記光ファイバーはその遠位部の所定区間に前記長手軸方向に延在しており前記シャフトの径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部を有し、
前記第1コイル部材が前記光拡散部の一部を覆っている光照射医療装置。
- [請求項2] 前記第1コイル部材の近位端は、前記光拡散部の長手軸方向の midpoint よりも遠位側に位置している請求項1に記載の光照射医療装置。
- [請求項3] 前記第1コイル部材は、前記シャフトよりも反射率が高い材料から構成されている請求項1に記載の光照射医療装置。
- [請求項4] 前記光拡散部は、前記シャフトの周方向の全体に配されている請求項1に記載の光照射医療装置。
- [請求項5] 前記光ファイバーは、前記長手軸方向に延在しているコアを有し、
前記光ファイバーは、前記コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、
前記光ファイバーは、前記光拡散部に、前記コアの外周に配されており前記第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し前記第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有している請求項1に記載の光照射医療装置。
- [請求項6] 前記光ファイバーは、前記長手軸方向に延在しているコアを有し、
前記光ファイバーは、前記コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、

前記光ファイバーは、前記光拡散部に、前記クラッドが存在せず前記第1区間よりも遠位側に位置している第3区間を有している請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項7] 前記光ファイバーは、前記光拡散部に、前記コアの外周に配されており前記第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し前記第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有し、

前記光拡散部には、その近位側から遠位側に向かって順に前記第2区間、前記第3区間が配されている請求項6に記載の光照射医療装置。

[請求項8] 前記長手軸方向において前記第2区間よりも前記第3区間の方が短い請求項7に記載の光照射医療装置。

[請求項9] 前記第1コイル部材が前記第3区間の少なくとも一部を覆っている請求項6に記載の光照射医療装置。

[請求項10] 前記光ファイバーは、前記光拡散部に前記第2区間のみを有している請求項5に記載の光照射医療装置。

[請求項11] 前記第1コイル部材は前記線材の線径の2倍以下のピッチを有する第1ピッチ部を有している請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項12] 前記第1コイル部材の遠位端側には前記光拡散部からの光を反射する反射材が配されている請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項13] 前記第1コイル部材は遠位端側が閉じられており、近位端側が開口した形状を有している請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項14] 前記光拡散部の遠位端面は、前記第1コイル部材に固定されていない請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項15] 前記第1コイル部材が光拡散部の外周面に固定されている請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項16] 前記光拡散部の外周面は、前記シャフトの内周面と離れて配されている請求項1に記載の光照射医療装置。

[請求項17] 前記第1コイル部材の外周面は、前記シャフトの内周面と接してい

る請求項 1 ～ 16 のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

- [請求項18] 長手軸方向に遠位端と近位端を有し、かつ前記長手軸方向に延在している内腔を有するシャフトと、
前記シャフトの前記内腔に配置されている光ファイバーと、
前記シャフトの前記内腔に配置されており、前記光ファイバーの遠位部の一部を覆っている筒部材と、
前記シャフトの前記内腔の前記筒部材よりも近位側に配置されており、前記光ファイバーを周回するように線材がらせん状に巻回されている第2コイル部材と、
前記シャフトの近位部に接続されているハンドルと、を有し、
前記光ファイバーはその遠位部の所定区間に前記長手軸方向に延在しており前記シャフトの径方向の外方に向かって光を射出する光拡散部を有し、
前記筒部材が前記光拡散部の一部を覆っており、
前記第2コイル部材の近位部が前記ハンドルに固定されており、
前記長手軸方向において前記第2コイル部材の全体が前記シャフトの前記内腔に配置されている光照射医療装置。
- [請求項19] 前記第2コイル部材が前記光拡散部の一部を覆っている請求項18に記載の光照射医療装置。
- [請求項20] 前記光拡散部の一部が前記筒部材と前記第2コイル部材に覆われていない請求項19に記載の光照射医療装置。
- [請求項21] 前記筒部材が前記光拡散部の外周面に接している請求項18に記載の光照射医療装置。
- [請求項22] 前記第2コイル部材の遠位部は、前記光ファイバーに固定されていない請求項18に記載の光照射医療装置。
- [請求項23] 前記長手軸方向において、前記筒部材よりも前記第2コイル部材の方が長い請求項18に記載の光照射医療装置。
- [請求項24] 前記筒部材の外周面が前記シャフトの内周面に接している請求項1

8に記載の光照射医療装置。

[請求項25] 前記第2コイル部材の外周面が前記シャフトの内周面に接している請求項18に記載の光照射医療装置。

[請求項26] 前記第2コイル部材の最小内径よりも前記筒部材の最小内径の方が小さい請求項18に記載の光照射医療装置。

[請求項27] 前記筒部材は前記光拡散部を周回するように線材がらせん状に巻回されている第1コイル部を有している請求項18に記載の光照射医療装置。

[請求項28] 前記第1コイル部は単層巻きされており、前記第2コイル部材は、多層巻きされている第2コイル部を有している請求項27に記載の光照射医療装置。

[請求項29] 前記第1コイル部は放射線不透過材料から構成されており、前記第2コイル部は前記第1コイル部よりも放射線が透過しやすい材料から構成されている請求項28に記載の光照射医療装置。

[請求項30] 前記第2コイル部材は、多層巻きされている第2コイル部と、前記第2コイル部よりも遠位側に位置しており単層巻きされている第3コイル部と、を有している請求項18に記載の光照射医療装置。

[請求項31] 前記第3コイル部は前記第2コイル部よりも放射線が透過しにくい放射線不透過材料から構成されている請求項30に記載の光照射医療装置。

[請求項32] 前記光ファイバーは、前記長手軸方向に延在しているコアを有し、前記光ファイバーは、前記コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、

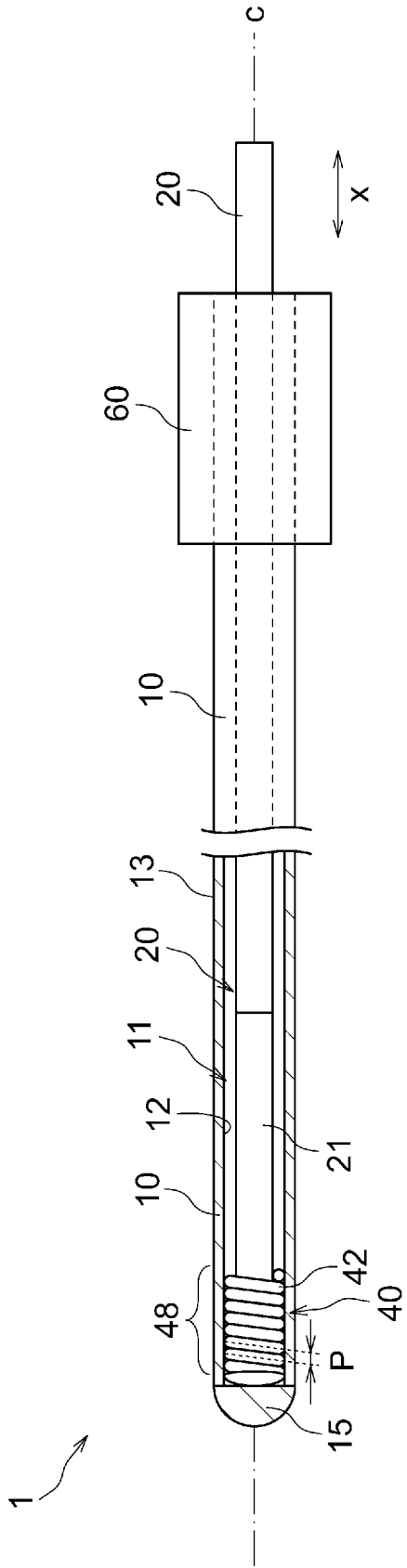
前記光ファイバーは、前記光拡散部に、前記コアの外周に配されており前記第1クラッドよりも外周面の表面粗さが大きい第2クラッドを有し前記第1区間よりも遠位側に位置している第2区間を有している請求項18に記載の光照射医療装置。

[請求項33] 前記光ファイバーは、前記長手軸方向に延在しているコアを有し、

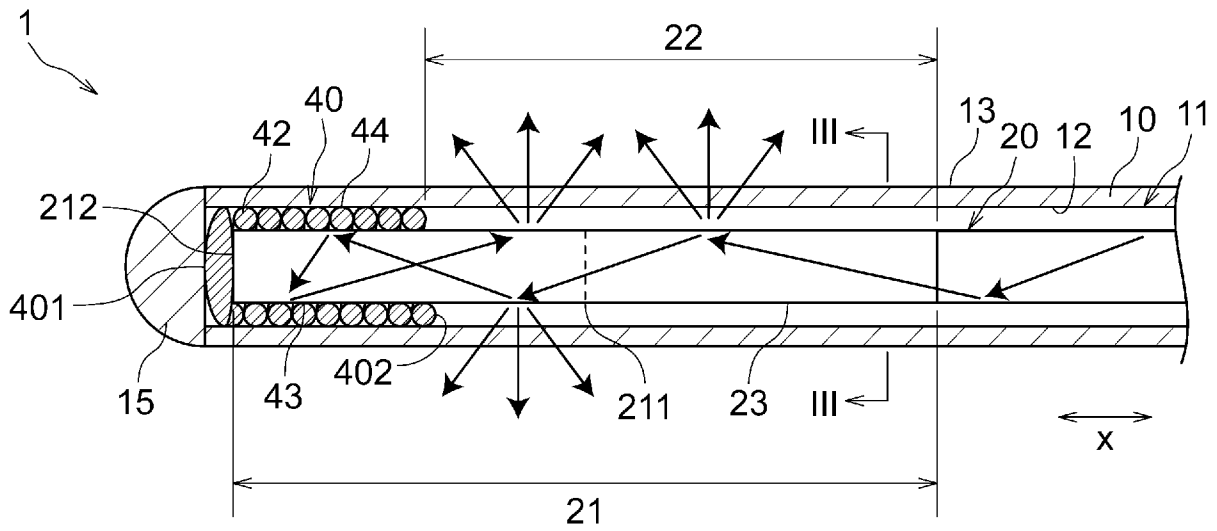
前記光ファイバーは、前記コアの外周に配されている第1クラッドを有している第1区間を有し、

前記光ファイバーは、前記光拡散部に、前記クラッドが存在せず前記第1区間よりも遠位側に位置している第3区間を有している請求項18～32のいずれか一項に記載の光照射医療装置。

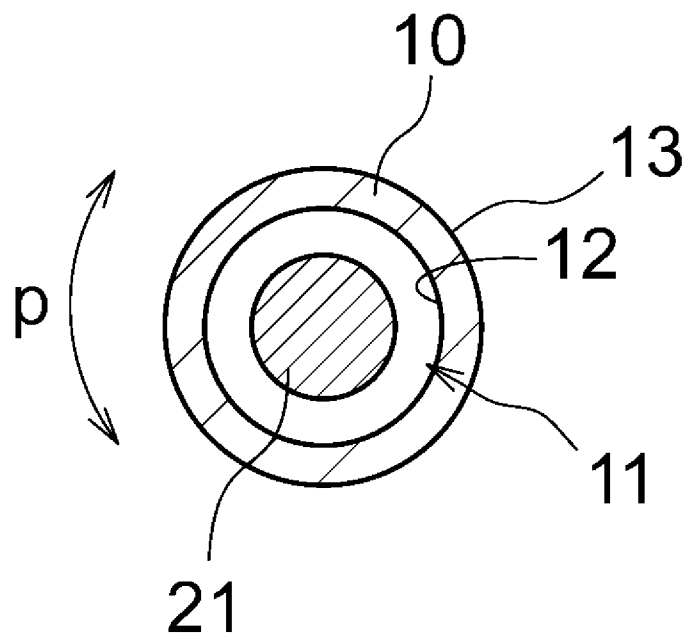
[図1]



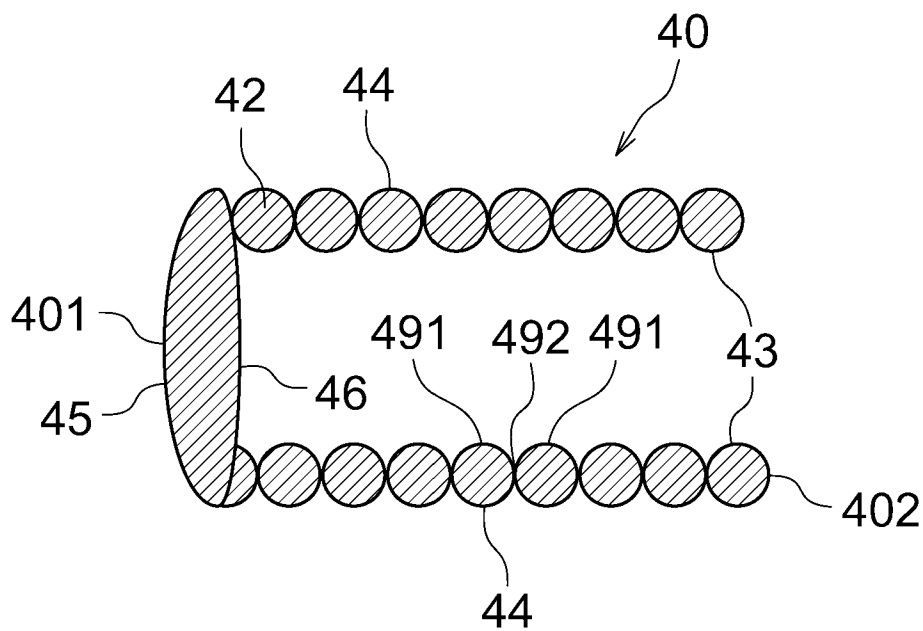
[図2]



[図3]

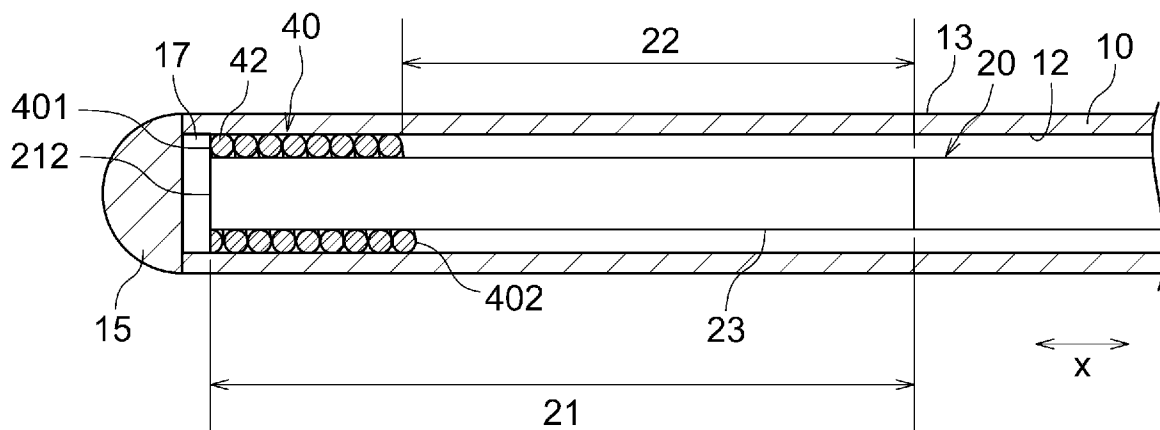


[図4]

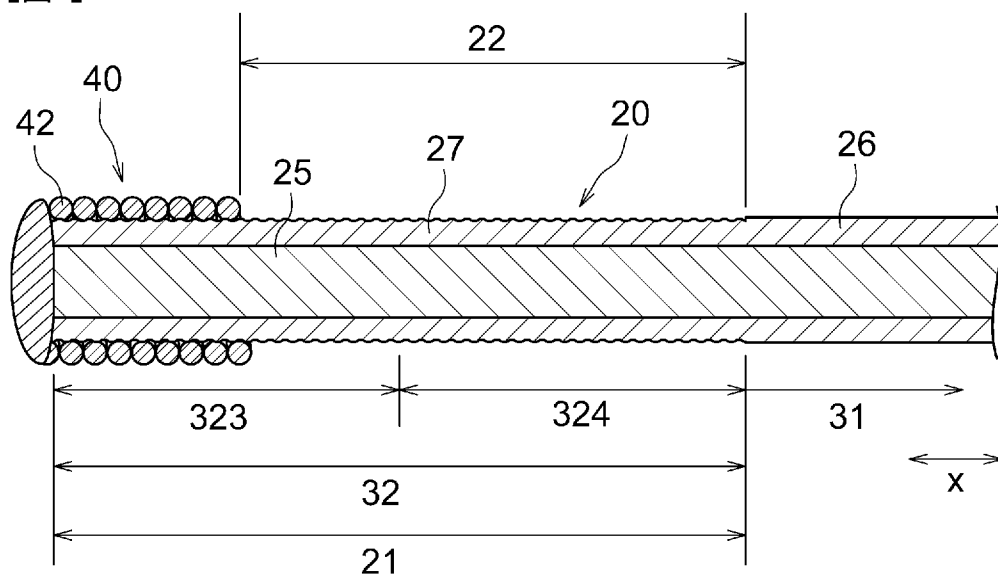


[図5]

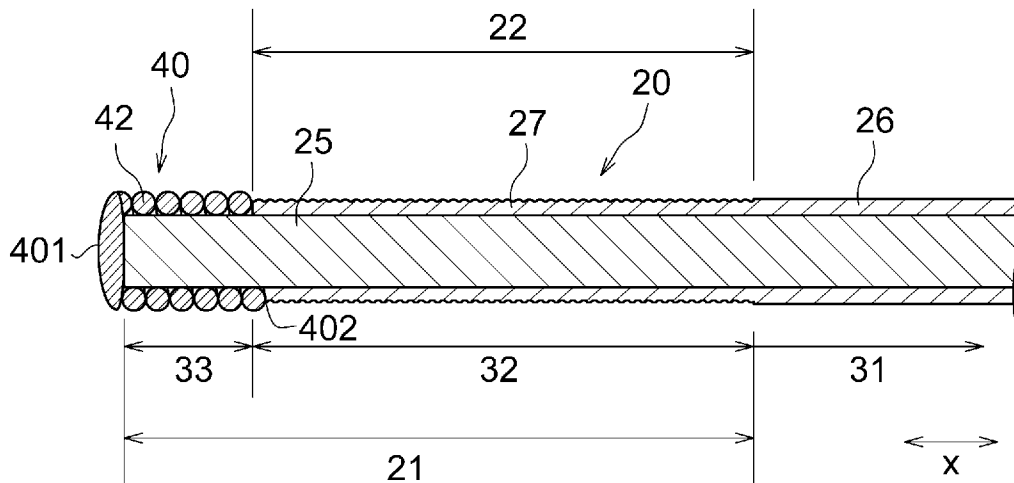
1



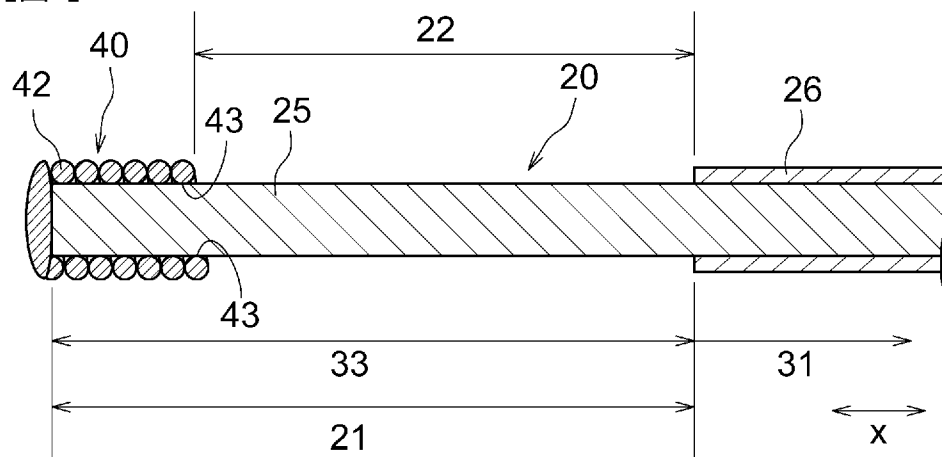
[図6]



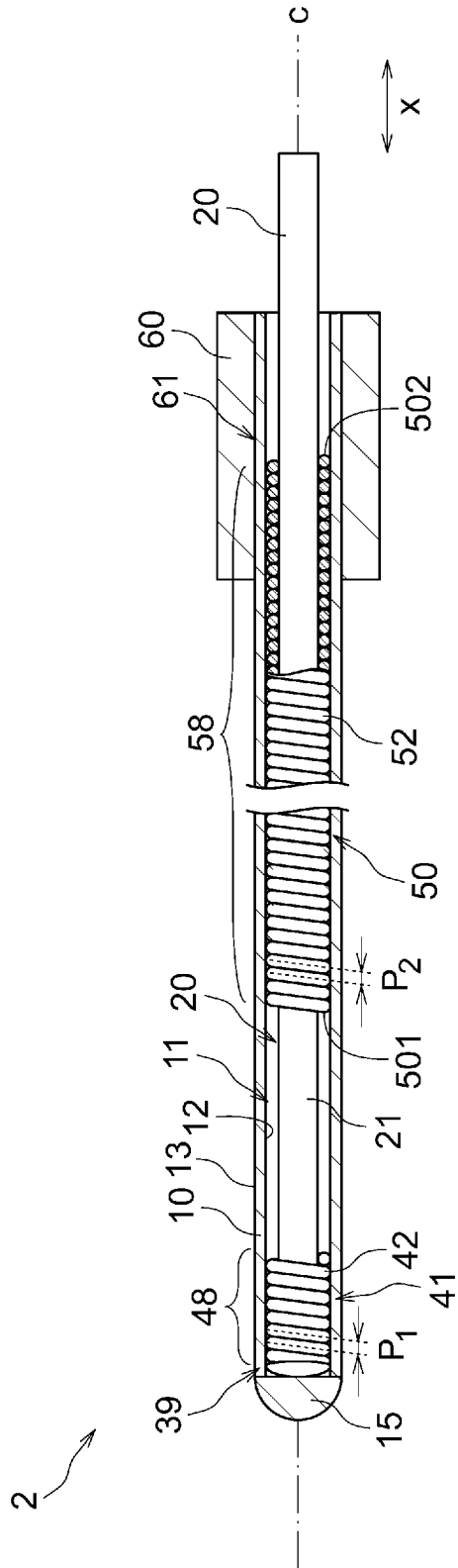
[図7]



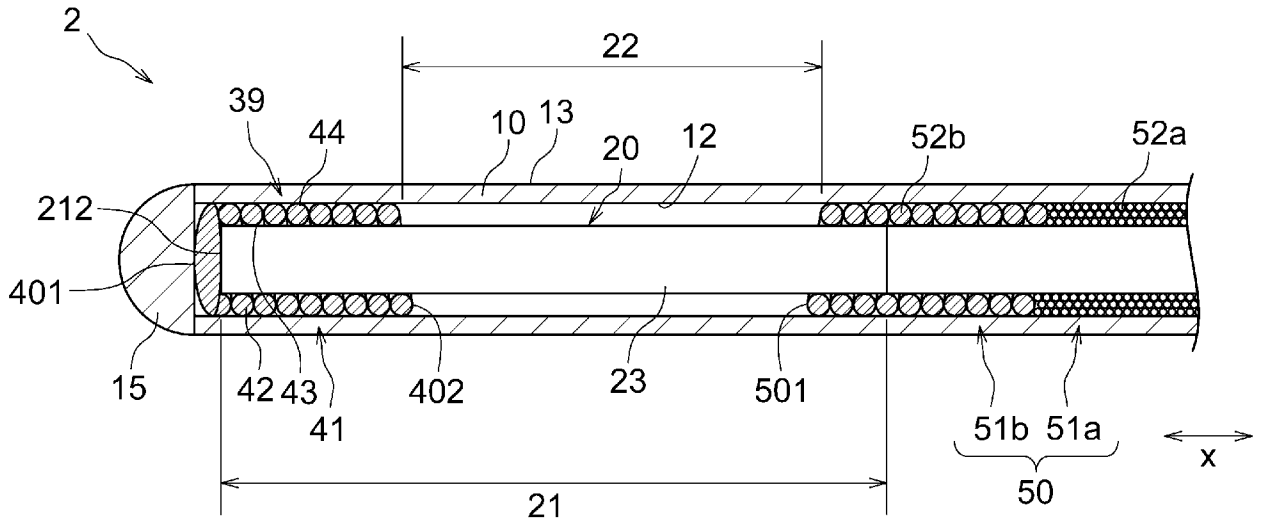
[図8]



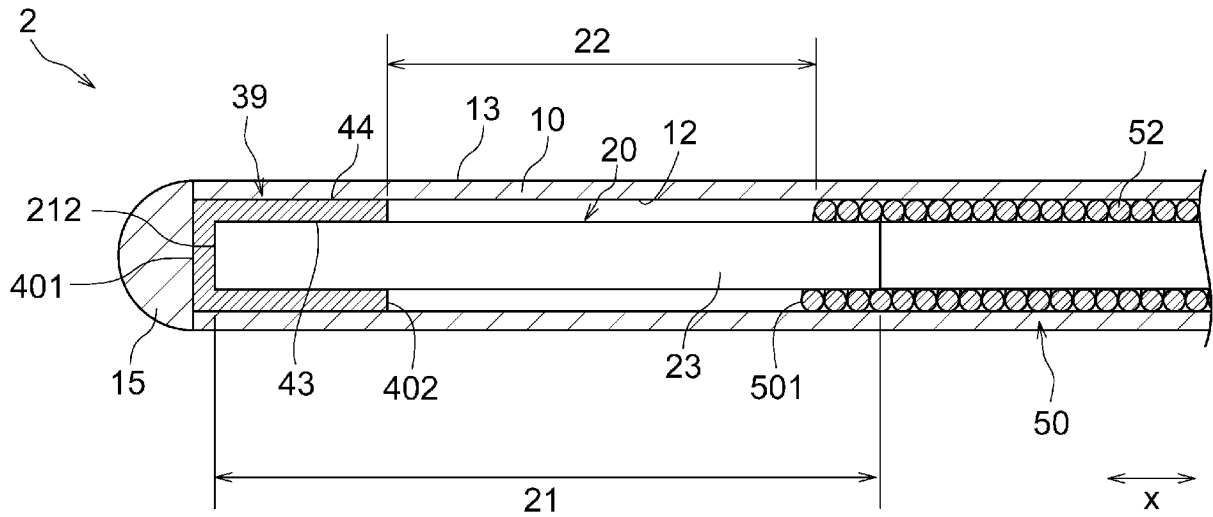
[図9]



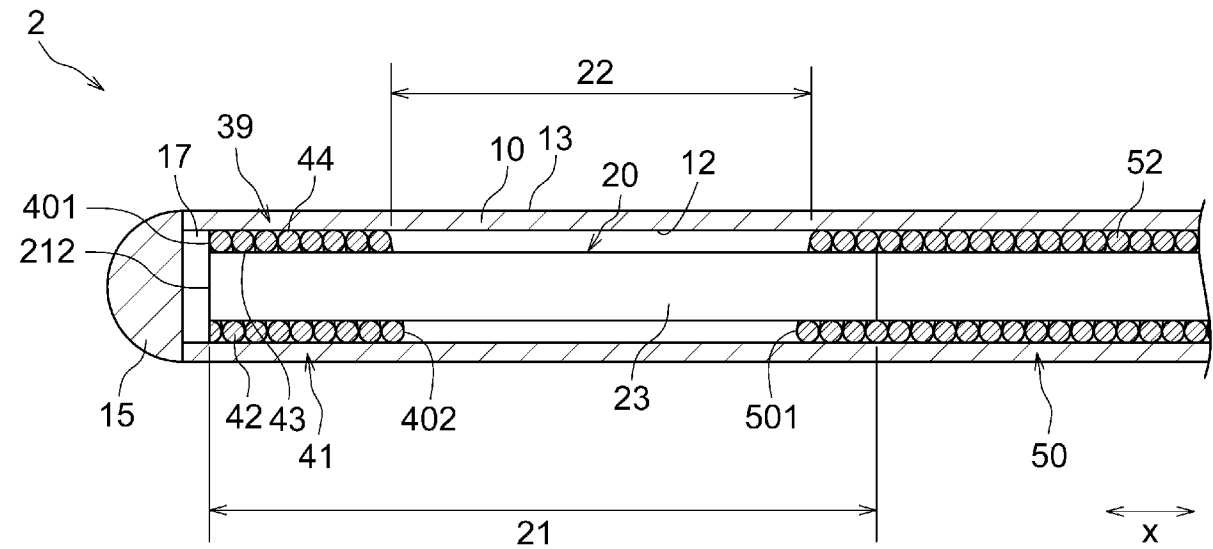
[図13]



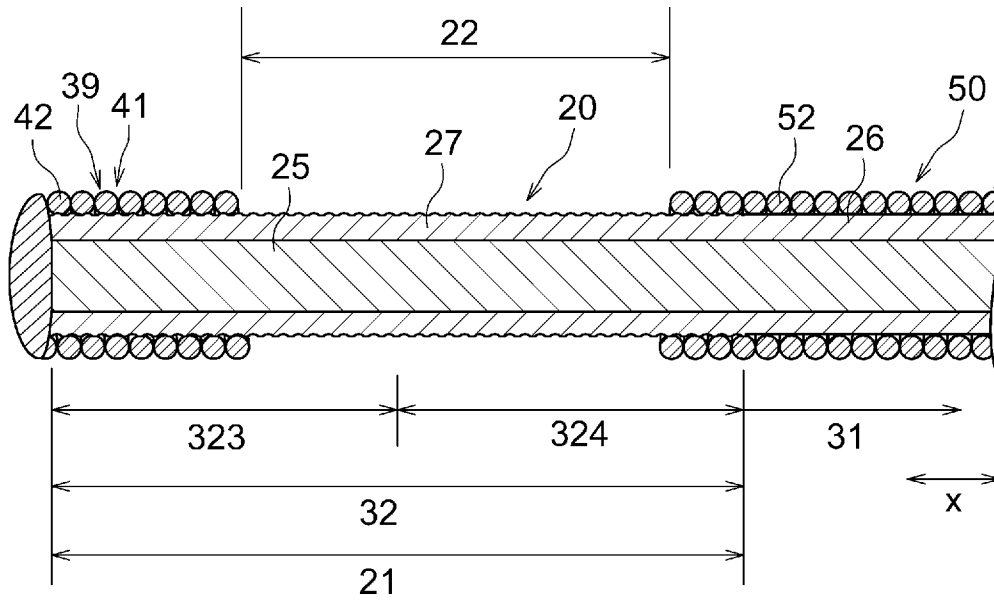
[図14]



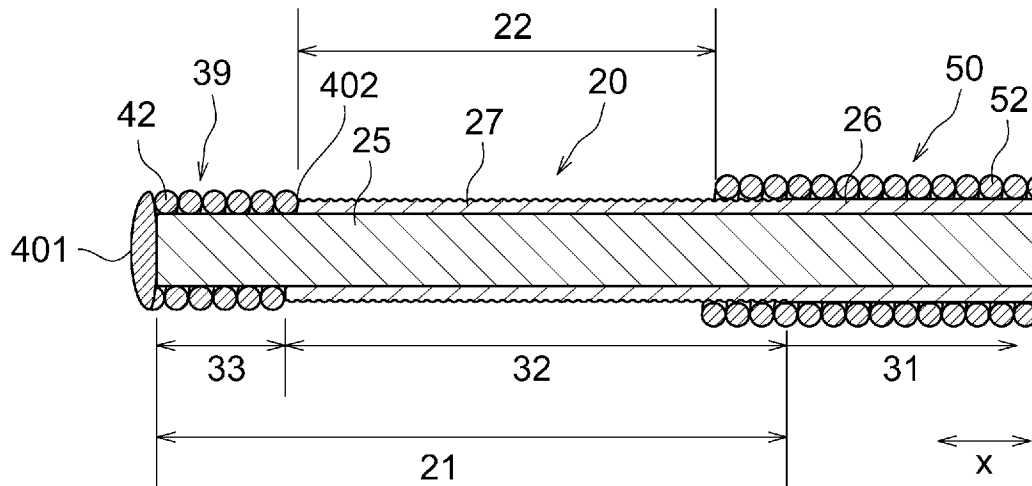
[図15]



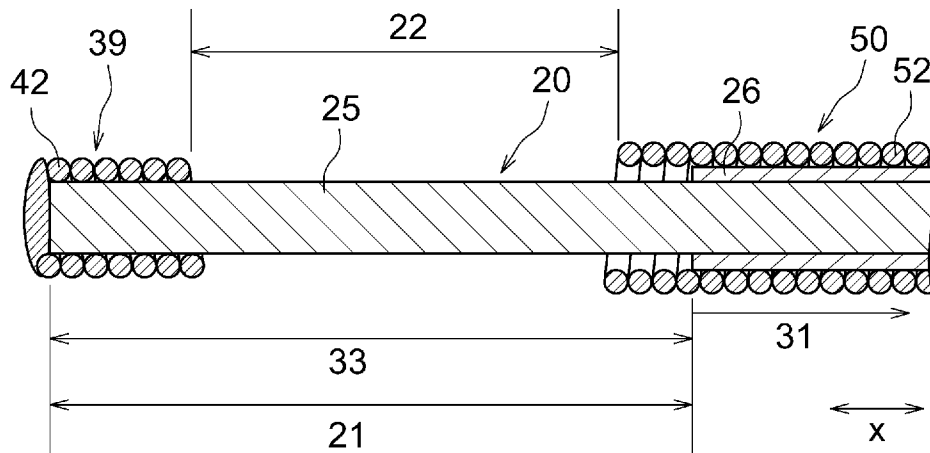
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/020215

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
A61N 5/06(2006.01)i; A61N 5/067(2006.01)i; A61B 18/24(2006.01)i FI: A61N5/06 Z; A61N5/067; A61B18/24		
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) A61N5/06; A61N5/067; A61B18/24		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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 A	WO 2021/033465 A1 (KANEKA CORP.) 25 February 2021 (2021-02-25) paragraphs [0033], [0038], [0058]-[0066], fig. 1-2, 5-7	18, 21-26, 30-31, 33 1-17, 19-20, 27-29, 32
A	JP 2021-090503 A (ASAHI INTECC CO., LTD.) 17 June 2021 (2021-06-17) entire text, all drawings	1-33
A	JP 2019-051023 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LTD.) 04 April 2019 (2019-04-04) entire text, all drawings	1-33
A	JP 2015-077168 A (NIPRO CORP.) 23 April 2015 (2015-04-23) entire text, all drawings	1-33
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 "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 22 July 2022		Date of mailing of the international search report 02 August 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2022/020215

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/033465 A1	25 February 2021	(Family: none)	
JP 2021-090503 A	17 June 2021	(Family: none)	
JP 2019-051023 A	04 April 2019	(Family: none)	
JP 2015-077168 A	23 April 2015	US 10631930 B1 entire text, all drawings WO 2015/056662 A1 EP 3058888 A1 CN 105636540 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61N 5/06(2006.01)i; A61N 5/067(2006.01)i; A61B 18/24(2006.01)i FI: A61N5/06 Z; A61N5/067; A61B18/24		
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）） A61N5/06; A61N5/067; A61B18/24 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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 A	WO 2021/033465 A1 (株式会社カネカ) 25.02.2021 (2021-02-25) 段落[0033], [0038], [0058]-[0066], 図1-2, 5-7	18, 21-26, 30-31, 33 1-17, 19-20, 27-29, 32
A	JP 2021-090503 A (朝日インテック株式会社) 17.06.2021 (2021-06-17) 全文, 全図	1-33
A	JP 2019-051023 A (住友電気工業株式会社) 04.04.2019 (2019-04-04) 全文, 全図	1-33
A	JP 2015-077168 A (ニプロ株式会社) 23.04.2015 (2015-04-23) 全文, 全図	1-33
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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 22.07.2022	国際調査報告の発送日 02.08.2022	
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 1187 電話番号 03-3581-1101 内線 3386	

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/JP2022/020215

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/033465 A1	25.02.2021	(ファミリーなし)	
JP 2021-090503 A	17.06.2021	(ファミリーなし)	
JP 2019-051023 A	04.04.2019	(ファミリーなし)	
JP 2015-077168 A	23.04.2015	US 10631930 B1 全文,全図 WO 2015/056662 A1 EP 3058888 A1 CN 105636540 A	