

(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
2020年2月13日(13.02.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/032234 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/46 (2006.01) G02B 6/28 (2006.01)

G01M 11/00 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/031562

(22) 国際出願日: 2019年8月9日(09.08.2019)

(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 2018-151921 2018年8月10日(10.08.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE

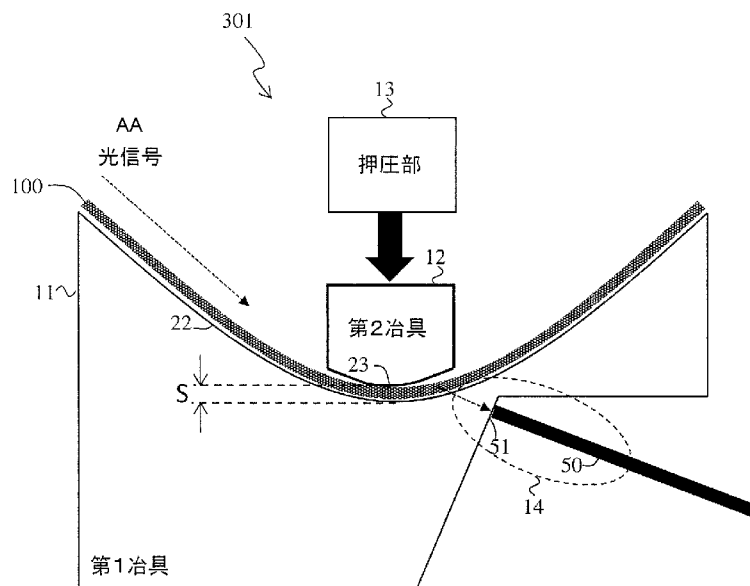
CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 植松 卓威 (UEMATSU, Takui); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 廣田 栄伸 (HIROTA, Hidenobu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 飯田 裕之 (IIIDA, Hiroyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 真鍋 哲也 (MANABE, Tetsuya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL FIBER SIDE INPUT/OUTPUT DEVICE AND DESIGN METHOD

(54) 発明の名称: 光ファイバ側方入出力装置および設計方法

【図2】



11 First jig
12 Second jig
13 Pressing unit
AA Optical signal

(57) Abstract: The objective is to provide an optical fiber side input/output device and a design method therefor with which light can be input/output from the side of a tube core wire without adjusting an interval S, even when the thickness of a protective tube varies. An optical fiber side input/output device according to the present invention is constructed such that the angle of a center angle of a vertex of a first jig having a convex part is set appropriately, and with regard to the relationship between the insertion loss when side input/output occurs and an interval S at that angle, the loss insertion is

[続葉有]

(74) 代理人: 岡田 賢治, 外 (OKADA, Kenji et al.);
〒1050003 東京都港区西新橋二丁目 1 2 番 5 号
瀬戸口ビル 3 階アイル知財事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

no greater than a prescribed specified value even if the thickness of the protective tube changes; thus, an adjustment of the interval S is not necessary.

(57) 要約: 保護チューブの厚みが異なる場合でも間隔 S を調整することなくチューブ心線の側方から光を入出力できる光ファイバ側方入出力装置及びその設計方法を提供することを目的とする。本発明に係る光ファイバ側方入出力装置は、凸部を有する第 1 治具の頂点部の中心角の角度を適正に設定し、その角度における間隔 S と側方入出力時の挿入損失の関係から損失挿入が保護チューブの厚みが変わっても所定の規定値以下となる構造とし、間隔 S の調整を不要とした。

明 細 書

発明の名称：光ファイバ側方入出力装置および設計方法

技術分野

[0001] 本開示は、曲げた光ファイバ心線の側方から光を入出力する光ファイバ側方入出力装置およびその装置の設計方法に関する。

背景技術

[0002] 図1は、光ファイバ心線1が保護チューブ2で覆われたチューブ付光ファイバ心線（以下、チューブ心線）100の構造を説明する図である。チューブ心線100は、光ファイバ心線1の被覆と保護チューブ2との間に空隙を有する。図1に示すようなチューブ心線100に対して、光ファイバを曲げ、曲げ部から光を入出力する光ファイバ側方入出力装置が検討されている（例えば、非特許文献1を参照。）。

[0003] 図2は、光ファイバ側方入出力装置301の構成を説明する図である。光ファイバ側方入出力装置301は、凹型の第1治具11と凸型の第2治具12とでチューブ心線100を挟み込み曲げを形成し、曲げ部から光を入出力する。非特許文献1では、凹型の第1治具11と凸型の第2治具12との間隔Sを適切な値に設定することで、通信に影響を与えることなく通信をモニタすることができることが示されている。

[0004] 光ファイバ側方入出力装置301の従来の設計方法を説明する。光ファイバ側方入出力装置301は、従来、第1治具11の曲げ頂点部と第2治具12の曲げ頂点部との間隔Sを

$$S \cong d + 2t \quad (d \text{ は光ファイバ心線1の直径、} t \text{ は保護チューブ2の厚み})$$

としていた。つまり、光ファイバ側方入出力装置301は、保護チューブ2をつぶして光ファイバ心線1と保護チューブ2との間の空隙を除去し、曲げた光ファイバ心線1からの漏洩光を受光していた。

先行技術文献

非特許文献

- [0005] 非特許文献1：植松他，“ルースチューブで覆われた光ファイバ心線からの漏洩光取得装置の設計，” 信学技報，O F T 2 0 1 7 - 5 9，2 0 1 8 年 1 月。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 非特許文献1の図6、7、9に、保護チューブの厚みの変動により挿入損失および出力効率も変動することが示されている。光アクセス網における所外8分岐スプリッタモジュールには、保護チューブの厚みが大きく異なる数種類のチューブ心線が用いられている。図3は、光ファイバ側方入出力装置301をセットした時の挿入損失と間隔Sとの依存性を説明する図である。図3のようにチューブ心線100を挟み込んだときの挿入損失が規定値以下（たとえば2 dB以下）となるように間隔Sを、保護チューブの厚みに応じてチューブ心線100毎に設定する必要がある。非特許文献1のような設計方法では、保護チューブの厚みによって間隔Sを調整するため、保護チューブの厚みが大きく異なる場合には、保護チューブの厚みに応じて個別に光ファイバ側方入出力装置を調整する必要があり、作業性の向上が課題であった。
- [0007] そこで本発明は、上記課題を解決すべく、保護チューブの厚みが異なる場合でも間隔Sを調整することなくチューブ心線の側方から光を入出力できる光ファイバ側方入出力装置及びその設計方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 上記目的を達成するために、本発明に係る光ファイバ側方入出力装置は、凸部を有する第1治具の頂点部の中心角の角度を適正に設定し、その角度における間隔Sと側方入出力時の挿入損失の関係から損失挿入が保護チューブの厚みが変わっても所定の規定値以下となる構造とし、間隔Sの調整を不要とした。

[0009] 具体的には、本発明に係る光ファイバ側方入出力装置は、

光ファイバ心線が保護チューブで覆われ、前記保護チューブと前記光ファイバ心線との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲する凹部、及び曲げが与えられた前記チューブ付き光ファイバに対して光を入射し、前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を受光する光入出力手段を有する第1治具と、

前記チューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲し、前記第1治具の凹部との間で前記チューブ付き光ファイバを挟み込む凸部を有する第2治具と、

前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部とが近づく方向に押圧力を印加し、前記チューブ付き光ファイバに曲げを形成する押圧部と、を備え、

前記第2治具の前記凸部は、曲率半径 r 及び中心角 ϕ ($165^\circ \leq \phi < 180^\circ$) の円弧であることを特徴とする。

[0010] 第2治具の凸部を構成する円弧の中心角 ϕ を大きくすることで挿入損失の値及び間隔 S に対する挿入損失の変動が小さくなる。特に ϕ を 165° 以上とすることで全ての間隔 S で挿入損失の最大値が規定損失より小さくなる。つまり、保護チューブの厚みが変わっても挿入損失が規定値より大きくなり、間隔 S を調整する必要が無くなる。従って、本発明は、保護チューブの厚みが異なる場合でも間隔 S を調整することなくチューブ心線の側方から光を入出力できる光ファイバ側方入出力装置を提供することができる。

[0011] また、その他の構造パラメータは次の通りに設定することが好ましい。

前記第2治具の前記凸部の曲率半径 r は、2、8 mm以下であり、

前記第1治具の前記凹部は、曲率半径 R ($2 \text{ mm} \leq R \leq 3 \text{ mm}$) 及び中心角 θ ($160^\circ \leq \theta \leq 170^\circ$) の円弧であることを特徴とする。

さらに、前記間隔 S は、0.2 mm以上、0.3 mm以下であることを

特徴とする。

[0012] また、間隔 S については、次のように光ファイバ側方入出力装置に設定する。

光ファイバ心線が保護チューブで覆われ、前記保護チューブと前記光ファイバ心線との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲する凹部を有する第1治具と、前記チューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲し、前記第1治具の凹部との間で前記チューブ付き光ファイバを挟み込む凸部を有する第2治具とで、前記チューブ付き光ファイバを挟み込み、前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部とが近づく方向に押圧力を印加して曲げを与え、

前記第1治具が有する光入出力手段で、曲げが与えられた前記チューブ付き光ファイバに対して光を入射し、前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を受光する光ファイバ側方入出力装置の設計方法であって、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、前記第2治具の前記凸部の中心角 ϕ について第1挿入損失と間隔 S との第1依存性を測定する第1工程と、

前記第1工程で測定した第1依存性から、前記第1挿入損失が最大となる間隔 S である間隔 S_1 を求める第2工程と、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も大きい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、第2挿入損失と間隔 S との第2依存性を測定する第3工程と、

前記第3工程で測定した第2依存性から、前記第2挿入損失が前記挿入損失の規定損失以下且つ間隔 S_1 以下となる間隔 S である間隔 S_2 を求める第4工程と、

前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔を間隔 S_2 に設定する

第5工程と、
を行うことを特徴とする。

[0013] 前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を前記光入出力部が受光する出力効率が規定出力効率未満の場合、間隔S 2以下の範囲から、当該出力効率が規定出力効率以上となる間隔Sである間隔S 3を求める第6工程と、

前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔を間隔S 3に設定する第7工程と、
を行うことを特徴とする。

[0014] 前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光入出力部を入出力効率が最大となる位置へ調心することを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明は、保護チューブの厚みが異なる場合でも間隔Sを調整することなくチューブ心線の側方から光を入出力できる光ファイバ側方入出力装置及びその設計方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]チューブ付光ファイバ心線を説明する断面図である。

[図2]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の構成を説明する図である。

[図3]光ファイバ側方入出力装置をセットした時の挿入損失と間隔Sとの依存性を説明する図である。

[図4]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の第1治具を説明する図である。
。

[図5]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の第2治具を説明する図である。
。

[図6]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の第2治具の ϕ 毎の挿入損失と間隔Sとの依存性を説明する図である。

[図7]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の ϕ を 165° としたときの挿

入損失（図 7（A））および出力効率（図 7（B））と間隔 S との依存性を説明する図である。

[図8]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の ϕ を 165° としたときの挿入損失（図 8（A））および出力効率（図 8（B））と凹型治具の曲率半径である R との依存性を説明する図である。

[図9]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の ϕ を 165° としたときの挿入損失（図 9（A））および出力効率（図 9（B））と凹型治具の曲げ角度である θ との依存性を説明する図である。

[図10]本発明に係る設計方法を説明するフローチャートである。

[図11]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の第 1 治具の凹部と第 2 治具の凸部との間隔 S のうち S_1 を取得する手順を説明する図である。

[図12]本発明に係る光ファイバ側方入出力装置の第 1 治具の凹部と第 2 治具の凸部との間隔 S のうち S_2 を取得する手順を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0017] 添付の図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下に説明する実施形態は本発明の実施例であり、本発明は、以下の実施形態に制限されるものではない。なお、本明細書及び図面において符号が同じ構成要素は、相互に同一のものを示すものとする。

[0018] 図 2 を用いて本実施形態の光ファイバ側方入出力装置を説明する。また、図 4 及び図 5 は、それぞれ第 1 治具 11 及び第 2 治具 12 の構造を説明する図である。光ファイバ側方入出力装置 301 は、

光ファイバ心線 1 が保護チューブ 2 で覆われ、保護チューブ 2 と光ファイバ心線 1 との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバ 100 に対して長手方向に湾曲する凹部 22、及び曲げが与えられたチューブ付き光ファイバ 100 に対して光を入射し、チューブ付き光ファイバ 100 から漏洩する光を受光する光入出力手段 14 を有する第 1 治具 11 と、

チューブ付き光ファイバ 100 に対して長手方向に湾曲し、第 1 治具 11 の凹部 22 との間でチューブ付き光ファイバ 100 を挟み込む凸部 23 を有

する第2治具12と、

第1治具11の凹部22と第2治具12の凸部23との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように第1治具11の凹部22と第2治具12の凸部23とが近づく方向に押圧力を印加し、チューブ付き光ファイバ100に曲げを形成する押圧部13と、
を備え、

第2治具12の凸部23は、曲率半径 r 及び中心角 ϕ ($165^\circ \leq \phi < 180^\circ$) の円弧である(図5参照)ことを特徴とする。

[0019] また、本実施形態の光ファイバ側方入出力装置を設計する方法も説明する。本設計方法は、光ファイバ心線が保護チューブで覆われ、前記保護チューブと前記光ファイバ心線との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲する凹部を有する第1治具と、前記チューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲し、前記第1治具の凹部との間で前記チューブ付き光ファイバを挟み込む凸部を有する第2治具とで、前記チューブ付き光ファイバを挟み込み、前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部とが近づく方向に押圧力を印加して曲げを与え、

前記第1治具が有する光入出力手段で、曲げが与えられた前記チューブ付き光ファイバに対して光を入射し、前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を受光する光ファイバ側方入出力装置の設計方法であって、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、前記第2治具の前記凸部の中心角 ϕ について第1挿入損失と間隔 S との第1依存性を測定する第1工程と、

前記第1工程で測定した第1依存性から、前記第1挿入損失が最大となる間隔 S である間隔 S_1 を求める第2工程と、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も大きい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を

設置したときの、第2挿入損失と間隔Sとの第2依存性を測定する第3工程と、

前記第3工程で測定した第2依存性から、前記第2挿入損失が前記挿入損失の規定損失以下且つ間隔S1以下となる間隔Sである間隔S2を求める第4工程と、

前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔を間隔S2に設定する第5工程と、

を行うことを特徴とする。

[0020] 図6は、前記第1工程で取得する、第2治具12の ϕ 毎の挿入損失と間隔Sとの依存性を説明する図である。 ϕ は $150^{\circ} \sim 170^{\circ}$ である。第1治具11のRを2.125mm、 θ を 170° とし、第2治具12のrを1mm、測定波長を1550nmとしている。チューブ心線100はチューブ厚みが最大のものを用い、チューブ心線内の光ファイバ心線1としてR30ファイバを用いた。R30ファイバは、半径30mmまで曲げることができる（半径30mmでの巻き数が100のときに曲げ損失が0.1dB以下（波長1550nm）であること）光ファイバのことである。図6より、間隔Sを小さくしていくと挿入損失はある間隔で最大となり、それより小さい間隔Sでは挿入損失は小さくなっていく。そのため ϕ を適切に設定することで挿入損失の最大値を制御することができる。本実施形態では、 ϕ を 165° 以上とすることで、挿入損失を規定値2dB以下とすることができる。

[0021] 図7は、 ϕ を 165° としたときの挿入損失（図7（A））および出力効率（図7（B））と間隔Sとの依存性を説明する図である。測定波長は、挿入損失が1550nm、出力効率が1310nmである。チューブ心線100は厚みの最大と最小のものを用い、チューブ心線100内の光ファイバ心線1にはR30ファイバおよびR15ファイバ（半径15mmでの巻き数が10のときに曲げ損失が0.03dB以下（波長1550nm）であること）を用いた。

[0022] なお、挿入損失が規定値を満たしていても、チューブ心線100から漏洩

する光が少なければ、光ファイバ側方入出力装置 301 を用いて通信をモニタすることが難しくなる。このため、出力効率が規定値以上となるように間隔 S を設定する必要がある。具体的には、前記設計方法は、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を前記光入出力部が受光する出力効率が規定出力効率未満の場合、間隔 S 2 以下の範囲から、当該出力効率が規定出力効率以上となる間隔 S である間隔 S 3 を求める第 6 工程と、

前記第 1 治具の凹部と前記第 2 治具の凸部との間隔を間隔 S 3 に設定する第 7 工程と、

を行う。

[0023] 例えば、図 7 (B) のようにチューブ厚が小の R 15 ファイバの場合、間隔 S によっては出力効率が規定値を下回ることがある。このため、挿入損失が規定値を満たし、且つ出力効率が規定値を上回る区間 A に間隔 S を設定する。このような間隔 S に設定することで、4 種類すべてのチューブ心線に対して挿入損失を規定値 2 dB 以下、かつ出力効率を規定値 - 3.3 dB 以上にすることができる。本測定では、間隔 S は 0.2 ~ 0.3 mm 程度で条件を満たしていた。これは非特許文献 1 に示される従来の間隔 S (0.325 ~ 0.33 mm) より小さい値である。

[0024] 以上のように、光ファイバ側方入出力装置 301 の間隔 S を所定値 (0.2 ~ 0.3 mm) に設定することでチューブ厚みの異なるチューブ心線全てに対して挿入損失も出力効率も規定値を満たすことができた。つまり、 ϕ を 165° 以上とし、間隔 S を 0.2 ~ 0.3 mm に設定することで、作業者がチューブ心線種別ごとに間隔 S を切り替える必要がなくなる。

[0025] なお、前記設計方法を行う際には、前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さいチューブ付き光ファイバ 100 に対して、光入出力部 14 を入出力効率が最大となる位置へ調心することが望ましい。

[0026] (実施例 1)

図8は、 ϕ を 165° としたときの挿入損失（図8（A））および出力効率（図8（B））と凹型冶具の曲率半径である R との依存性を説明する図である。測定波長は、挿入損失が 1550 nm 、出力効率が 1310 nm である。チューブ心線は厚みの最大と最小のものを用い、チューブ心線内の光ファイバ心線には $R30$ ファイバおよび $R15$ ファイバを用いた。図8より、 R が $2\sim3\text{ mm}$ において挿入損失および出力効率は一定であり、挿入損失が規定値 2 dB 以下であり、かつ出力効率が規定値 -33 dB 以上であることがわかる。したがって、 R は $2\sim3\text{ mm}$ に設定できる。

[0027] また、凸型冶具の曲率半径である r については、チューブ心線を十分に挟み込むため、凹型冶具の曲率半径 R から間隔 S を減じた曲率半径であることが必要である。つまり、

$$r \leq R - S$$

を満たす必要がある。

[0028] 前述の通り、 R は $2\sim3\text{ mm}$ 、 S は $0.2\sim0.3\text{ mm}$ であるため、 r は $3-0.2=2.8\text{ mm}$ 以下、好ましくは $2-0.2=1.8\text{ mm}$ 以下とする。なお、本実施例では $r=1.0\text{ mm}$ を使用している。

[0029] （実施例2）

図9は、 ϕ を 165° としたときの挿入損失（図9（A））および出力効率（図9（B））と凹型冶具の曲げ角度である θ との依存性を説明する図である。測定波長は、挿入損失が 1550 nm 、出力効率が 1310 nm である。チューブ心線は厚みの最大と最小のものを用い、チューブ心線内の光ファイバ心線には $R30$ ファイバおよび $R15$ ファイバを用いた。図9より、 θ が $160\sim170^\circ$ において挿入損失が規定値 2 dB 以下であり、かつ出力効率が規定値 -33 dB 以上であることがわかる。したがって、 θ は $160\sim170^\circ$ に設定できる。

[0030] （実施例3）

図 10 は、本実施形態の光ファイバ側方入出力装置 301 の設計方法を説明する図である。

モニタ対象のチューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、前記第 2 治具の前記凸部の中心角 ϕ について第 1 挿入損失と間隔 S との第 1 依存性を測定する第 1 工程と、

前記第 1 工程で測定した第 1 依存性から、前記第 1 挿入損失が最大となる間隔 S である間隔 S_1 を求める第 2 工程（図 11 参照）と、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も大きい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、第 2 挿入損失と間隔 S との第 2 依存性を測定する第 3 工程と、

前記第 3 工程で測定した第 2 依存性から、前記第 2 挿入損失が前記挿入損失の規定損失以下且つ間隔 S_1 以下となる間隔 S である間隔 S_2 を求める第 4 工程（図 12 参照）と、

前記第 1 治具の凹部と前記第 2 治具の凸部との間隔を間隔 S_2 に設定する第 5 工程と、

を行うことを特徴とする。

[0031] なお、第 4 工程終了後、前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を前記光入出力部が受光する出力効率が規定出力効率未満の場合、第 5 工程を行わず、間隔 S_2 以下の範囲から、当該出力効率が規定出力効率以上となる間隔 S である間隔 S_3 を求める第 6 工程と、

前記第 1 治具の凹部と前記第 2 治具の凸部との間隔を間隔 S_3 に設定する第 7 工程と、

を行う。

[0032] （発明の効果）

本発明では、チューブの厚みにかかわらず間隔 S を一意の値とするため、

第2治具の ϕ を適切に設定し、従来チューブ厚みの小さいものに対して設定していた間隔Sよりさらに小さいSとした。

符号の説明

- [0033] 1 : 光ファイバ心線
2 : 保護チューブ
1 1 : 第1 治具
1 2 : 第2 治具
1 3 : 押圧部
1 4 : 光入出力部
5 0 : プローブ光ファイバ
5 1 : 保持部
2 2 : 凹部
2 3 : 凸部
1 0 0 : チューブ付光ファイバ心線、チューブ心線
3 0 1 : 光ファイバ側方入出力装置

請求の範囲

[請求項1] 光ファイバ心線が保護チューブで覆われ、前記保護チューブと前記光ファイバ心線との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲する凹部、及び曲げが与えられた前記チューブ付き光ファイバに対して光を入射し、前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を受光する光入出力手段を有する第1 治具と、

前記チューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲し、前記第1 治具の凹部との間で前記チューブ付き光ファイバを挟み込む凸部を有する第2 治具と、

前記第1 治具の凹部と前記第2 治具の凸部との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように前記第1 治具の凹部と前記第2 治具の凸部とが近づく方向に押圧力を印加し、前記チューブ付き光ファイバに曲げを形成する押圧部と、

を備え、

前記第2 治具の前記凸部は、曲率半径 r 及び中心角 ϕ ($165^\circ \leq \phi < 180^\circ$) の円弧であることを特徴とする光ファイバ側方入出力装置。

[請求項2] 前記第2 治具の前記凸部の曲率半径 r は、2、8 mm 以下であり、
前記第1 治具の前記凹部は、曲率半径 R ($2\text{ mm} \leq R \leq 3\text{ mm}$) 及び中心角 θ ($160^\circ \leq \theta \leq 170^\circ$) の円弧であることを特徴とする請求項1 に記載の光ファイバ側方入出力装置。

[請求項3] 前記間隔 S は、0.2 mm 以上、0.3 mm 以下であることを特徴とする請求項1 又は2 に記載の光ファイバ側方入出力装置。

[請求項4] 光ファイバ心線が保護チューブで覆われ、前記保護チューブと前記光ファイバ心線との間に空隙が存在する構造のチューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲する凹部を有する第1 治具と、前記チューブ付き光ファイバに対して長手方向に湾曲し、前記第1 治具の凹部との間で前記チューブ付き光ファイバを挟み込む凸部を有する第2 治具

とで、前記チューブ付き光ファイバを挟み込み、前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔 S ($S > 0$) が小さくなるように前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部とが近づく方向に押圧力を印加して曲げを与え、

前記第1治具が有する光入出力手段で、曲げが与えられた前記チューブ付き光ファイバに対して光を入射し、前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を受光する光ファイバ側方入出力装置の設計方法であって、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、前記第2治具の前記凸部の中心角 ϕ について第1挿入損失と間隔 S との第1依存性を測定する第1工程と、

前記第1工程で測定した第1依存性から、前記第1挿入損失が最大となる間隔 S である間隔 S_1 を求める第2工程と、

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も大きい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記光ファイバ側方入出力装置を設置したときの、第2挿入損失と間隔 S との第2依存性を測定する第3工程と、

前記第3工程で測定した第2依存性から、前記第2挿入損失が規定の損失以下且つ間隔 S_1 以下となる間隔 S である間隔 S_2 を求める第4工程と、

前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔を間隔 S_2 に設定する第5工程と、

を行うことを特徴とする設計方法。

[請求項5]

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバから漏洩する光を前記第1治具が備える光入出力部が受光する出力効率が規定出力効率未満の場合、間隔 S_2 以下の範囲から、当該出力効率が規定出力効率以上となる間

隔Sである間隔S 3を求める第6工程と、

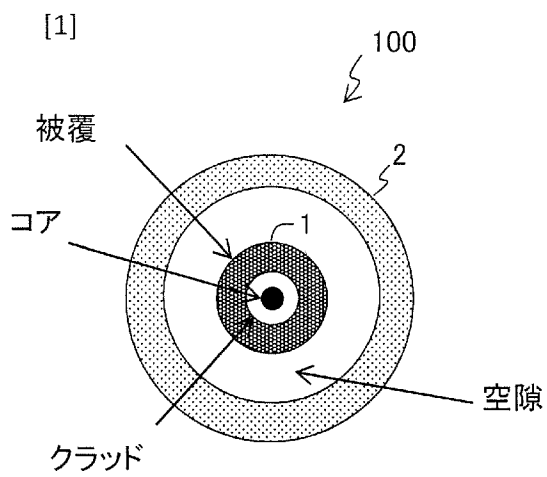
前記第1治具の凹部と前記第2治具の凸部との間隔を間隔S 3に設定する第7工程と、

を行うことを特徴とする請求項4に記載の設計方法。

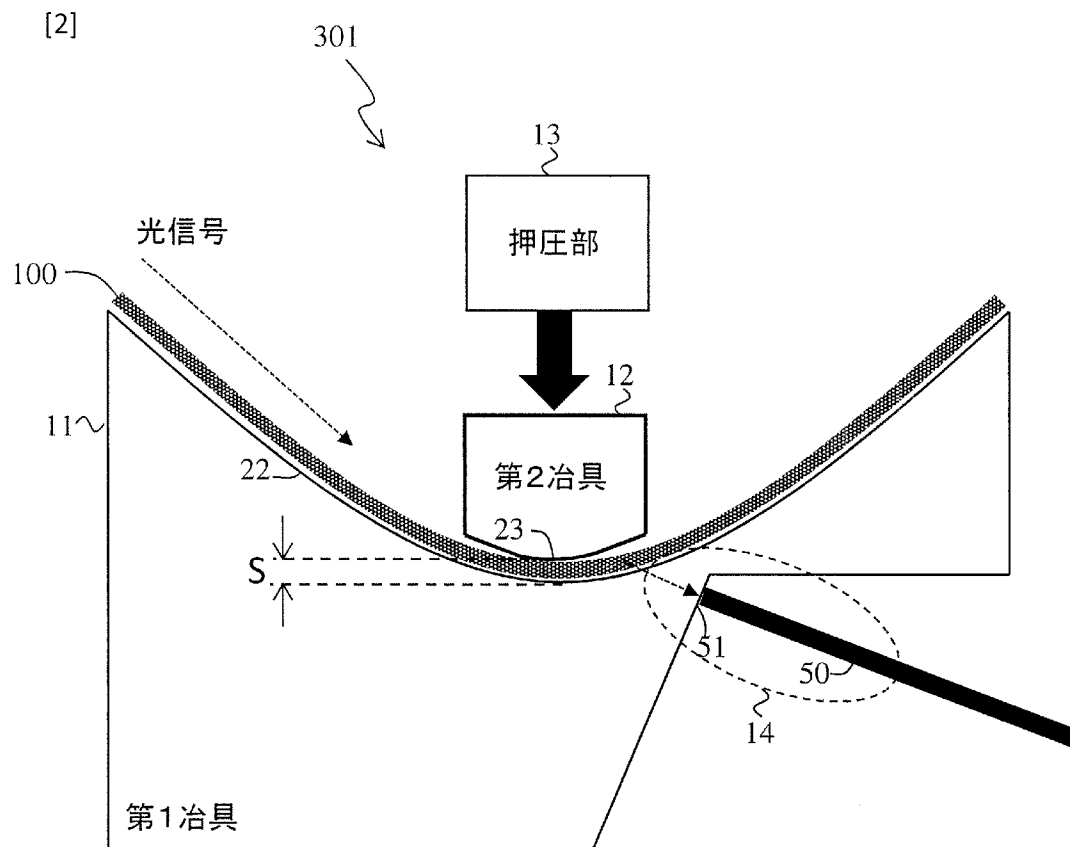
[請求項6]

前記チューブ付き光ファイバのうち、前記保護チューブの厚みが最も小さい前記チューブ付き光ファイバに対して、前記第1治具が備える光入出力部を入出力効率が最大となる位置へ調心することを特徴とする請求項4又は5に記載の設計方法。

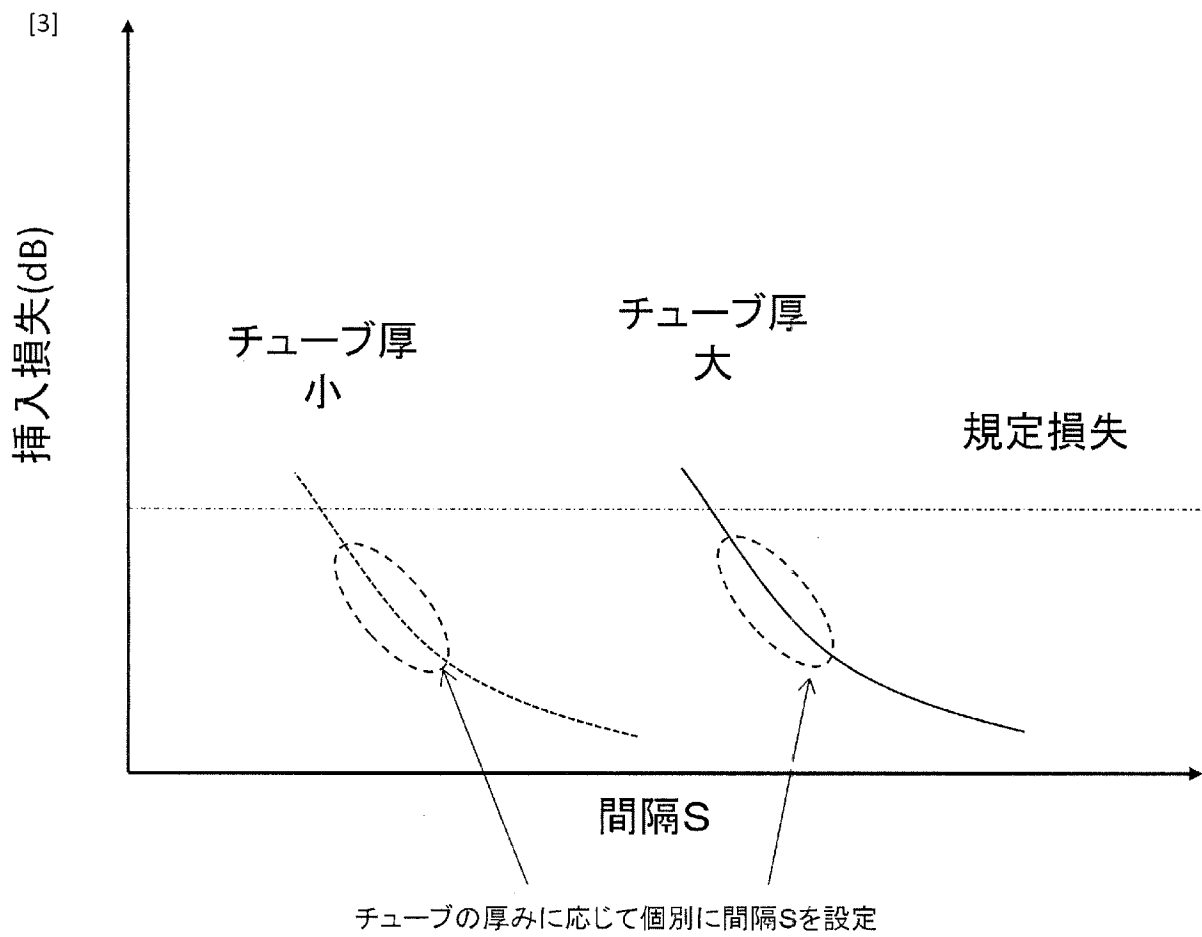
[図1]



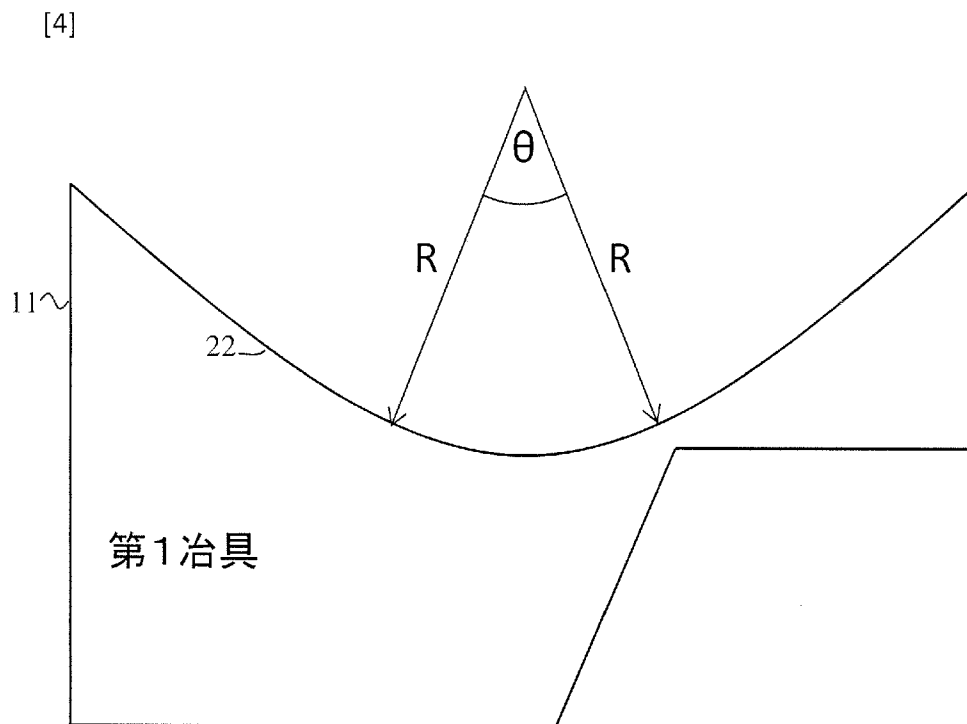
[図2]



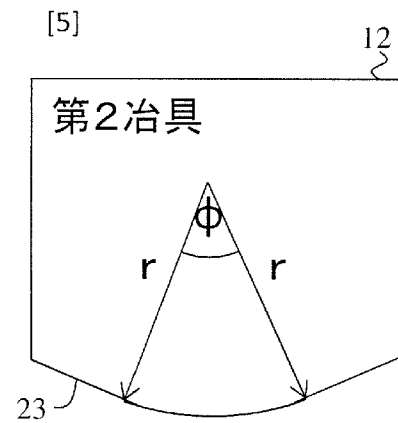
[図3]



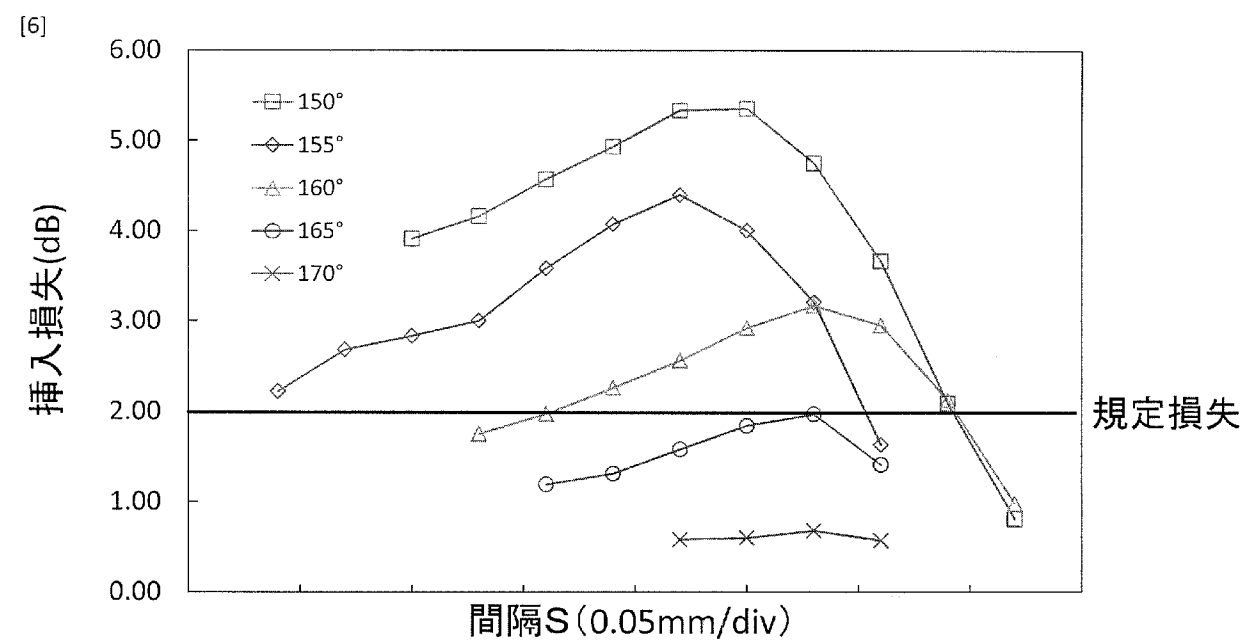
[図4]



[図5]

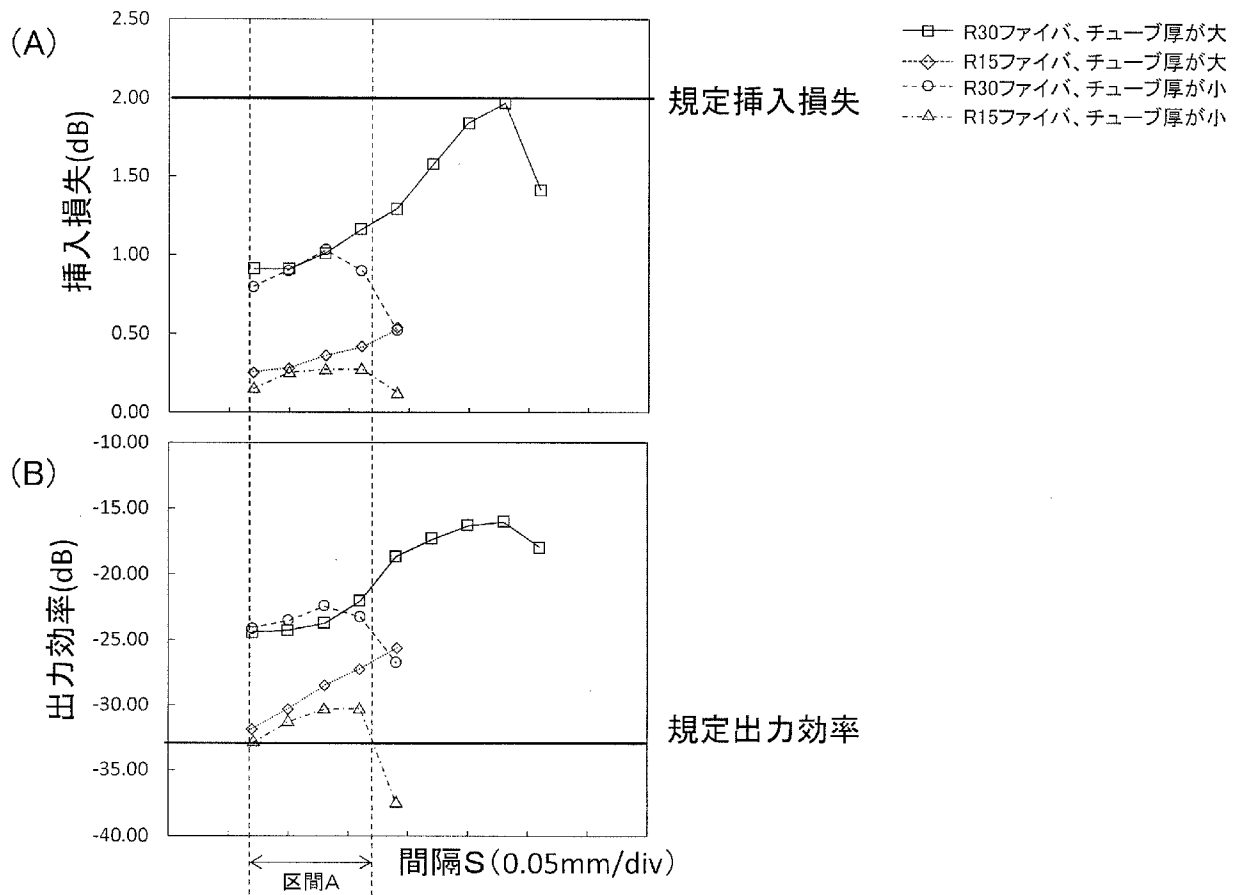


[図6]



[図7]

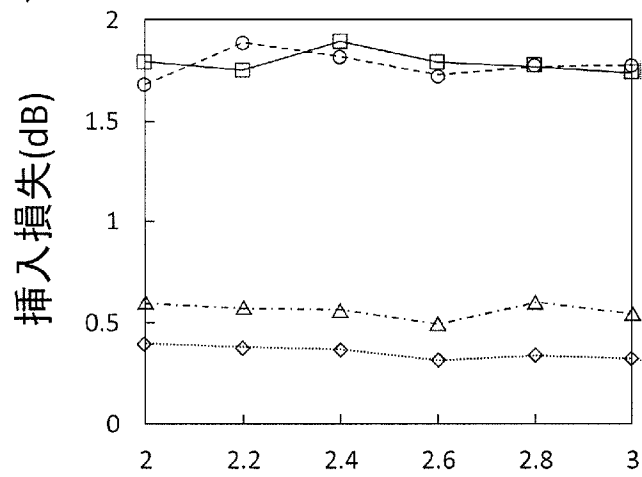
[7]



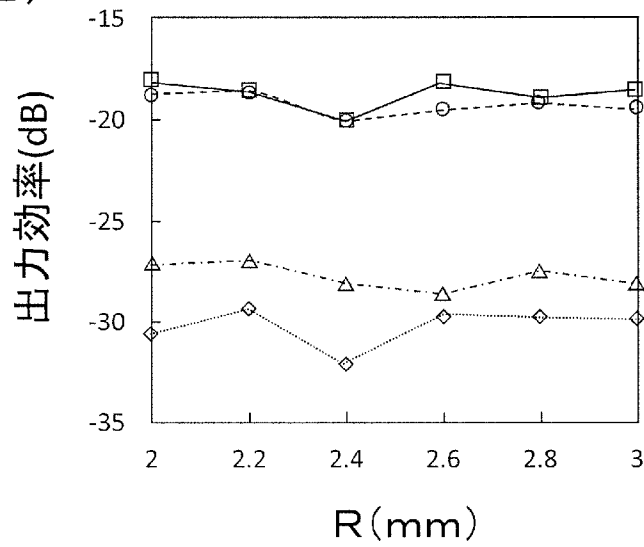
[図8]

[8]

(A)



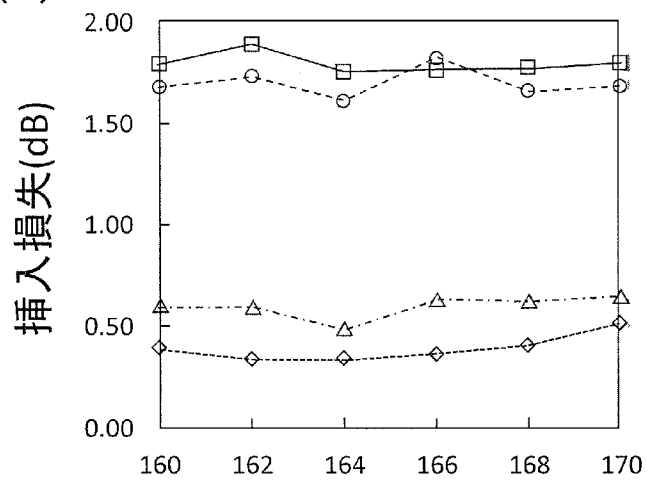
(B)



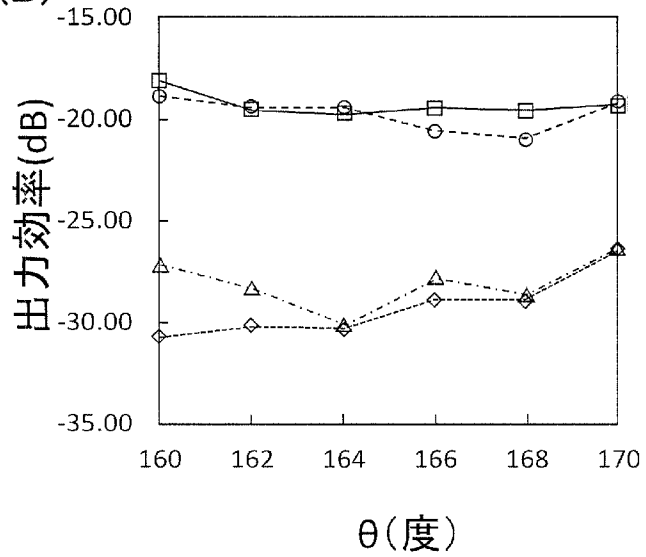
[図9]

[9]

(A)

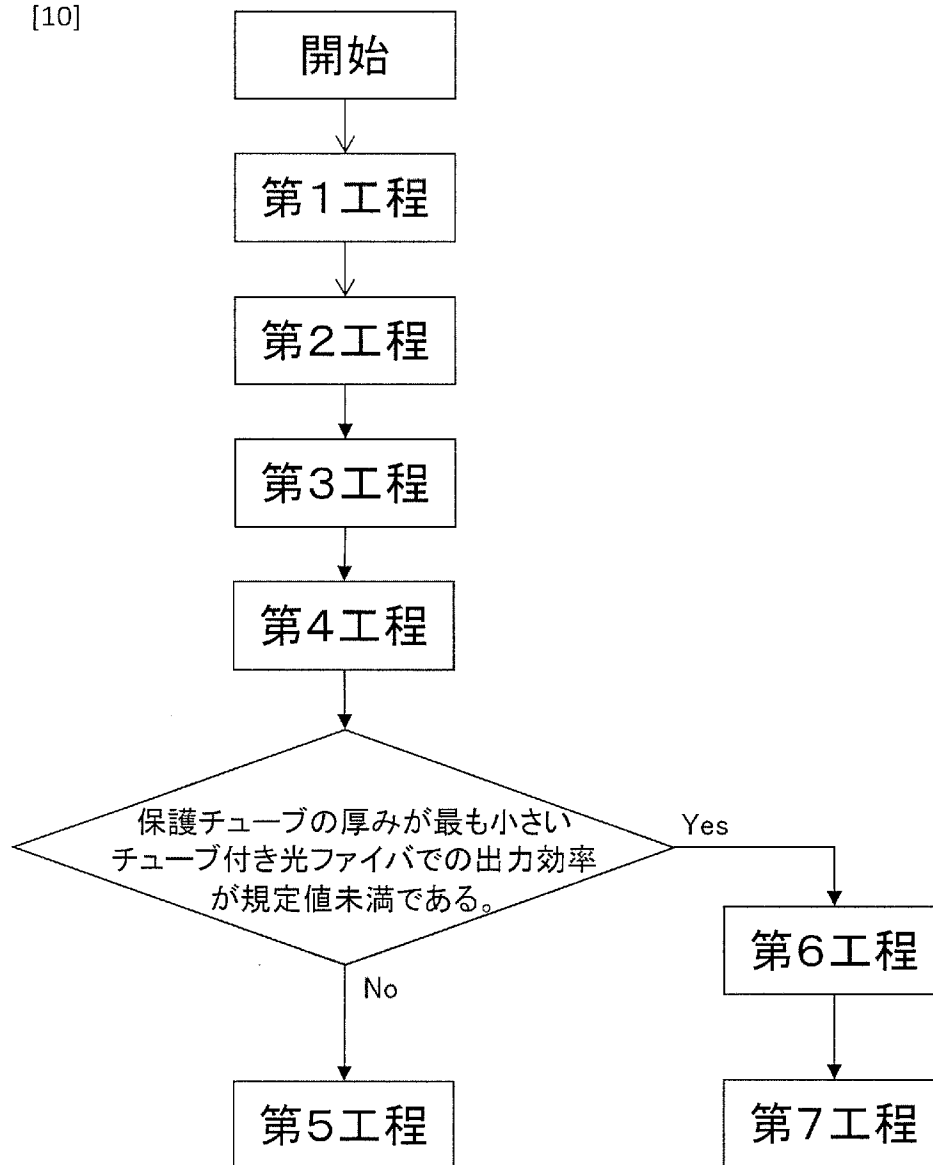


(B)



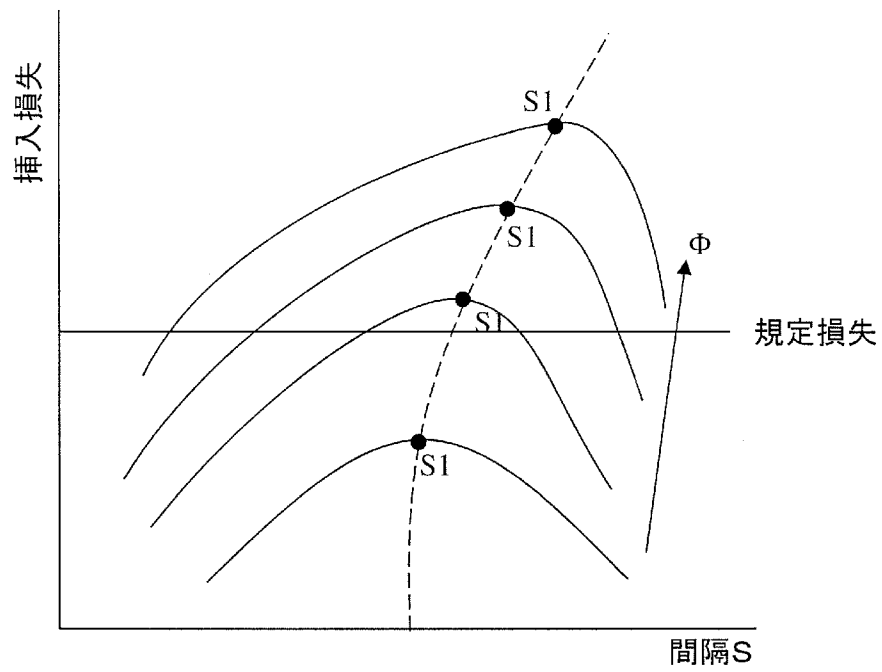
[図10]

[10]



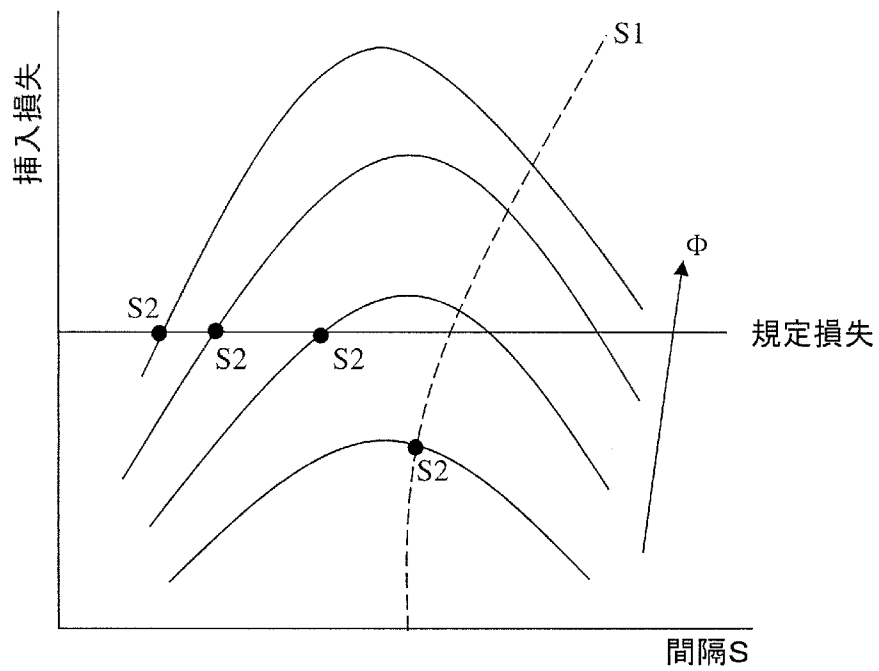
[図11]

[11]



[図12]

[12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031652

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G02B6/46 (2006.01) i, G01M11/00 (2006.01) i, G02B6/28 (2006.01) i,
G02B6/42 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G02B6/46, G01M11/00, G02B6/28, G02B6/42

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2018-84465 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 31 May 2018, paragraphs [0021]-[0024], fig. 4-6 (Family: none)	1 2-3 4-6
Y A	植松卓威 ほか, ルースチューブで覆われた光ファイバ心線からの漏洩光取得装置の設計, 信学技報, 11 January 2018, vol. 117, no. 387, 15-18, (UEMATSU, Takui et al., "Optical signal extraction from optical fiber covered with a loose tube", IEICE Technical Report)	2-3 4-6



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

"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

"I" 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
04 October 2019 (04.10.2019)

Date of mailing of the international search report
05 November 2019 (05.11.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031652

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-14546 A (FUJIKURA LTD.) 22 January 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 6-501565 A (BRITISH TELECOMMUNICATIONS PUBLIC LIMITED COMPANY) 17 February 1994, entire text, all drawings & US 5315675 A & WO 1992/001961 A1 & EP 540605 A1 & AU 8197891 A & CA 2087603 A1 & AU 651360 B2	1-6
A	US 4747652 A (RAYCHEM CORP.) 31 May 1988, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B6/46(2006.01)i, G01M11/00(2006.01)i, G02B6/28(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B6/46, G01M11/00, G02B6/28, G02B6/42

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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）

IEEE Xplore

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 Y A	JP 2018-84465 A（日本電信電話株式会社）2018.05.31, 段落 0021-0024, 図 4-6（ファミリーなし）	1 2-3 4-6
Y A	植松卓威 ほか, ルースチューブで覆われた光ファイバ心線からの 漏洩光取得装置の設計, 信学技報, 2018.01.11, Vol.117, No.387, 15-18	2-3 4-6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.10.2019

国際調査報告の発送日

05.11.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

佐藤 宙子

2 L

9316

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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	JP 2009-14546 A (株式会社フジクラ) 2009.01.22, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 6-501565 A (ブリテイッシュ・テレコミュニケーションズ・パブリック・リミテッド・カンパニー) 1994.02.17, 全文、全図 & US 5315675 A & WO 1992/001961 A1 & EP 540605 A1 & AU 8197891 A & CA 2087603 A1 & AU 651360 B2	1-6
A	US 4747652 A (RAYCHEM CORP.) 1988.05.31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6