

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-191202

(P2014-191202A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int.Cl.
G02B 6/42 (2006.01)

F I
G02B 6/42

テーマコード(参考)
2H137

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-66931(P2013-66931)
(22) 出願日 平成25年3月27日(2013.3.27)

(71) 出願人 000003263
三菱電線工業株式会社
東京都千代田区丸の内三丁目4番1号
(74) 代理人 110001427
特許業務法人前田特許事務所
(72) 発明者 藤巻 洋介
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電
線工業株式会社尼崎事業所内
(72) 発明者 石田 智彦
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電
線工業株式会社尼崎事業所内
(72) 発明者 浦松 知史
兵庫県尼崎市東向島西之町8番地 三菱電
線工業株式会社尼崎事業所内

最終頁に続く

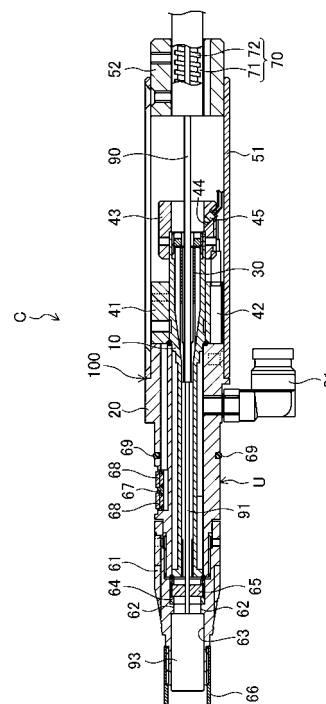
(54) 【発明の名称】 光コネクタ及びそれを用いた光ファイバケーブル

(57) 【要約】

【課題】 光コネクタの破損を招く虞のある光を感度よく検出する。

【解決手段】 光コネクタ100は、光ファイバ心線90から被覆層が除去されて露出した光ファイバ91が挿通される光ファイバ挿通部13と、光ファイバ挿通部13よりも後端側で且つ光ファイバ挿通部13と空間的に連通した位置における光ファイバ挿通部13から空間を伝搬してきた光を検出する光検出手段45とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバ心線から被覆層が除去されて露出した光ファイバが挿通される光ファイバ挿通部と、

前記光ファイバ挿通部よりも後端側で且つ前記光ファイバ挿通部と空間的に連通した位置における前記光ファイバ挿通部から空間を伝搬してきた光を検出する光検出手段と、を備えた光コネクタ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された光コネクタにおいて、

前記光検出手段が、前記光ファイバ挿通部よりも後端側で且つ前記光ファイバ挿通部と空間的に連通した位置に設けられている光コネクタ。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載された光コネクタが光出射端部に設けられた光ファイバケーブル。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光コネクタ及びそれを用いた光ファイバケーブルに関する。

【背景技術】**【0002】**

ハイパワーのレーザー光を伝送するレーザー光伝送用光ファイバケーブルでは、レーザー光入射端部及びレーザー光出射端部に光コネクタが設けられる（例えば特許文献 1）。

20

【0003】

ところで、レーザー光出射端部に設けられた光コネクタに、加工対象物から過大な反射光が入射すると、光コネクタの破損を招く虞がある。

【0004】

その対策手段として、非特許文献 1 には、レーザー光出射端部に設けられた光コネクタに入射した加工対象物からの反射光の検出方法が開示されている。具体的に説明すると、レーザー光出射端部に設けられた光コネクタ内の光ファイバに、加工対象物からの反射光が入射すると、光ファイバのクラッドに入射したクラッドモードのうち大部分はモードストリッパを介して除去されるものの、一部分はモードストリッパ部を通り抜ける。ハイパワーレーザー光伝送用の光ファイバ心線では、低屈折率の樹脂を被覆層に用いて樹脂クラッドとし、光ファイバのクラッドに入射した光を被覆層の樹脂クラッドに閉じ込めて伝搬させ、それによって被覆層の焼損を防ぐ構造になっていることが多いが、モードストリッパ部を通り抜けたクラッドモードのうち低 NA の光は、被覆層の樹脂クラッドに閉じ込められて伝搬する一方、高 NA の光は、その樹脂クラッドには閉じ込められずに外部に放射される。そして、非特許文献 1 に開示された検出方法では、光ファイバ心線の外側にフォトダイオード設け、加工対象物からの反射光のうちモードストリッパ部を通り抜け、且つ被覆層の樹脂クラッドに閉じ込められずに外部に放射されたものを検出する。

30

【先行技術文献】

40

【特許文献】**【0005】**

【特許文献 1】特表 2009 - 526265 号公報

【非特許文献】**【0006】**

【非特許文献 1】<http://www.optoskand.se/assets/Uploads/PDF/Artiklar/20120131-PW-Artikel-2012-QD-Fiber.pdf>

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

50

しかしながら、非特許文献 1 に開示された検出方法では、加工対象物からの反射光のうちモードストリッパで除去されず、また被覆層の樹脂クラッドに閉じ込められずに外部に放射されたものを検出するため、検出する光のパワーが弱く、従って検出の感度も悪くなってしまうという問題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明の課題は、光コネクタの破損を招く虞のある光を感度よく検出することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の光コネクタは、光ファイバ心線から被覆層が除去されて露出した光ファイバが挿通される光ファイバ挿通部と、前記光ファイバ挿通部よりも後端側で且つ前記光ファイバ挿通部と空間的に連通した位置における前記光ファイバ挿通部から空間を伝搬してきた光を検出する光検出手段とを備える。

10

【 0 0 1 0 】

本発明の光ファイバケーブルは、本発明の光コネクタが光出射端部に設けられたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、光検出手段が、光ファイバ挿通部よりも後端側で且つ光ファイバ挿通部と空間的に連通した位置における光ファイバ挿通部から空間を伝搬してきた光を検出するので、例えば、光ファイバ挿通部に加工対象物からの過大な反射光が入射した場合でも、或いは、光ファイバに入射した加工対象物からの過大な反射光のうちクラッドモードとして伝搬したものが光ファイバ挿通部に放射された場合でも、光コネクタの破損を招く虞のあるそれらの光を、空間的な障害を介することなく感度よく検出することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施形態に係る光コネクタが設けられたレーザー光伝送用光ファイバケーブルのレーザー光出射端部の縦断面図である。

【図 2】水冷ハウジングの (a) 正面図、 (b) 背面図、及び (c) 右側面図である。

【図 3】図 2 (a) における (a) IIIA-III A 断面図、及び (b) IIIA-III A 断面図である。

30

【図 4】図 2 (c) における (a) IVA-IVA 断面図、 (b) IVB-IVB 断面図、及び (c) IV C-IVC 断面図である。

【図 5】水冷カバーの (a) 正面図、 (b) 背面図、 (c) 右側面図、及び (d) 矢視 X の正面図である。

【図 6】図 5 (b) における (a) VIA-VIA 断面図、並びに図 5 (c) の (b) VIB-VIB 断面図、 (c) VIC-VIC 断面図、及び (d) VID-VID 断面図である。

【図 7】水冷ユニットの給水口及び排水口のある部分における横断面図である。

【図 8】図 7 における (a) VIIIA-VIIIA 断面図、 (b) VIIIB-VIIIB 断面図、及び (c) VIIIC-VIIIC 断面図である。

40

【図 9】スリーブチャックの (a) 正面図、 (b) 背面図、及び右側面図である。

【図 10】図 9 (a) における X-X 断面図である。

【図 11】レーザー光伝送用の光ファイバ心線の斜視図である。

【図 12】 (a) 及び (b) は実施形態に係る光コネクタにおける水冷ハウジングの光ファイバ心線への固定方法を示す説明図である。

【図 13】図 12 (b) における (a) XIIB-VIIIB 断面図及び (b) XIIB-VIIIB 断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、実施形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 4 】

50

(光コネクタ)

図1は、実施形態に係る光コネクタ100がレーザー光出射端部に設けられたレーザー光伝送用光ファイバケーブルCを示す。なお、図1の上半分の断面は、下半分の断面に対して軸回転方向に120度回転した部分の断面である。

【0015】

本実施形態に係る光コネクタ100は、例えばSUS等の金属で形成されており、その内部には、水冷式の冷却機構が構成されている。

【0016】

本実施形態に係る光コネクタ100は、水冷ハウジング10と水冷カバー20とにより水冷ユニットUが構成されている。また、水冷ユニットUの水冷ハウジング10には、光ファイバ心線固定用のスリーブチャック30が収容されている。

10

【0017】

図2～4は水冷ハウジング10を示す。図5及び6は水冷カバー20を示す。図7及び8は水冷ハウジング10に水冷カバー20が取り付けられて構成された水冷ユニットUを示す。

【0018】

水冷ハウジング10は、先端側のファイバ冷却部11と後端側のチャック収容部12とで構成されている。

【0019】

ファイバ冷却部11は、細径の円筒状に形成されており、その内部にファイバ挿通孔13を有する。ファイバ冷却部11の先端には鍔部14が設けられており、その鍔部14は全周に渡って外向きに広がるように形成されている。ファイバ冷却部11の側面には一対の仕切部15がファイバ挿通孔13を挟むように配設されており、各仕切部15はファイバ冷却部11の長さ方向の中間部から後端側のチャック収容部12まで延びる突条で構成されている。なお、鍔部14の外径と一対の仕切部15の頂部間の幅とは同一寸法である。

20

【0020】

チャック収容部12は、ファイバ冷却部11に連続して後端側に行くに従って外径が不連続に階段状に拡大した略中空円錐とそれに連続した均一外径の円筒とが結合した形状に形成されている。チャック収容部12には、チャック収容孔16が後端に開口して形成されている。チャック収容孔16は、後端側部分16aと中間部分16bと先端側部分16cとの3つの部分で構成されている。後端側部分16aは、後端の開口に連続して先端側に延びる円筒孔に形成されており、また、内周に雌ネジが構成されている。中間部分16bは、後端側部分16aの端に段差を有することで後端側部分16aから不連続に縮小した内径を有し、その縮小した内径で先端側に延びる円筒孔に形成されている。先端側部分16cは、中間部分16bに連続して先端側に行くに従ってテーパ状に漸次内径が小さくなった略円錐孔に形成されており、また、ファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13に連通している。

30

【0021】

水冷カバー20は、略円筒状に形成されており、水冷ハウジング10のファイバ冷却部11とチャック収容部12の先端側の一部分を覆うように設けられている。

40

【0022】

水冷カバー20の先端には、水冷ハウジング10のファイバ冷却部11の先端の鍔部14が位置付けられている。水冷カバー20の内径は鍔部14の外径と同一寸法であり、そのため、鍔部14は水冷カバー20の先端の開口に内嵌めされた状態に設けられている。そして、それらが当接した全周が溶接部21aとされ、それによって水冷カバー20の先端の開口が封じられている。また、水冷カバー20の後端における水冷ハウジング10がチャック収容部12に当接した全周も溶接部21bとされ、それによって水冷カバー20の後端の開口も封じられている。

【0023】

50

水冷カバー 20 の内径はファイバ冷却部 11 の側面の一对の仕切部 15 の頂部間の幅とも同一寸法であり、そのため、水冷カバー 20 の内部の後端側の部分がそれらの一对の仕切部 15 によって 2 つの領域に仕切られている。水冷カバー 20 の後端側の部分の側面には、これらの 2 つの領域の一方に連通した給水口 22 が形成され、また、他方に連通した排水口 23 が形成されている。これらの 2 つの領域は、水冷カバー 20 の内部の先端側の部分において連通している。そして、これらにより水冷ユニット U の内部には冷却水流路 24 が構成されている。つまり、スリーブチャック 30 よりも先端側に、光ファイバ心線 90 から被覆層 92 が除去されて露出した光ファイバ 91 が挿通される筒状のファイバ冷却部 11 が設けられ、そのファイバ冷却部 11 の外側が冷却水流路 24 に構成されている。従って、光ファイバ心線 90 及び / 又はそれに含まれる光ファイバ 91 は、冷却水に直接接触せず、そのため、冷却水の水圧によって損傷を受けることもない。なお、この冷却水流路 24 は、上記のように水冷ハウジング 10 に水冷カバー 20 が溶接されていることから気密信頼性が高く、従って、光コネクタ 100 の温度が局所的に上昇しても破損を懸念する必要はない。

10

20

30

40

50

【 0024 】

図 9 及び 10 はスリーブチャック 30 を示す。

【 0025 】

スリーブチャック 30 は、先端側部分 31 と後端側部分 32 とで構成されている。先端側部分 31 は、先端側の円筒とそれに連続して後端側に行くに従ってテーパ状に漸次外径が大きくなった中空円錐とが結合した形状に形成されている。先端側部分 31 には、先端から長さ方向に伸びるスリワリ 34 が周方向に 90 度間隔をおいて 4 本形成され、正面視において十字状に分割されている。後端側部分 32 は円筒状に形成されている。後端側部分 32 の側面には長さ方向に伸びる一对のコの字溝 35 が対称に形成されている。

【 0026 】

先端側部分 31 と後端側部分 32 とには連通した心線挿通孔 33 が形成されている。心線挿通孔 33 の先端側部分 31 の先端側から半分程までの部分は、相対的に小さい内径で、また、内周に雌ネジが構成されている。心線挿通孔 33 のそれに続く部分は、テーパ状に内径が拡大した後、相対的に大きい内径で後端まで延びている。

【 0027 】

そして、本実施形態に係る光コネクタ 100 では、スリーブチャック 30 が水冷ハウジング 10 のチャック収容部 12 におけるチャック収容孔 16 に収容され、外周に雄ネジが形成された押さえリング 36 がチャック収容孔 16 の後端側部分 16a に締め込まれたとき、押さえリング 36 がスリーブチャック 30 の後端に当接してスリーブチャック 30 を先端側に移動させ、それによってスリーブチャック 30 の先端側部分 31 がチャック収容孔 16 の先端側部分 16c に嵌まって心線挿通孔 33 が縮小するようにかしめられる。

【 0028 】

水冷ユニット U には、外側面にサーモスタット 42 が接着固定された筒状のサーモスタットマウンタ 41 が設けられている。サーモスタットマウンタ 41 は、水冷カバー 20 の後端に当接するように配置され、また、水冷ハウジング 10 に外嵌めするように設けられて外側からネジで固定されている。さらに、このネジとは別の一对の回転防止用ネジ S がサーモスタットマウンタ 41 の外側から水冷ハウジング 10 のチャック収容部 12 のチャック収容孔 16 まで貫通したネジ孔 17 に設けられ、図 8 (c) に示すように、これらがスリーブチャック 30 の後端側部分 32 に形成されたコの字溝 35 に係合し、それによってスリーブチャック 30 の回転が防止される。

【 0029 】

水冷ユニット U には筒状の PD マウンタ 43 が設けられている。PD マウンタ 43 の先端部は、水冷ハウジング 10 の後端部に外嵌めするように設けられて外側からネジで固定されている。そして、PD マウンタ 43 の側面には、後端側から先端側に斜めに延びて内部に通じた貫通孔 44 が形成されており、その貫通孔 44 にフォトダイオード 45 (PD) が内嵌めされて接着固定されている。

【0030】

水冷ユニットUには、筒状の第1及び第2スカート51, 52が設けられている。第1スカート51は、その先端部が水冷カバー20の後端部に外嵌めするように設けられて外側からネジで固定されており、後端側に延びて水冷ハウジング10、サーモスタットマウンタ41、及びPDマウンタ43を収容している。第2スカート52の先端側の部分は、第1スカート51の後端部に内嵌めするように設けられて第1スカート51の外側からネジで固定されている。

【0031】

水冷ユニットUには筒状のガイドスリーブ61が設けられている。ガイドスリーブ61の後端側の部分は、その内周に構成された雌ネジが水冷カバー20の先端部に構成された雄ネジに螺合して外嵌めするように設けられて外側からネジで固定されている。ガイドスリーブ61の内部の中央部には、サファイアブロック65が取り付けられたアパーチャー64が内嵌め固定されている。ガイドスリーブ61の内部のアパーチャー64の先端側には、内周の全周に渡ってストッパー62が突設され、また、その先端側には、円筒孔のブロック収容部63が構成されている。ガイドスリーブ61には、外側にビニルキャップが取り付けられた筒状の保護チューブ66が設けられている。保護チューブ66の後端側の部分はガイドスリーブ61の先端部に外嵌めされている。

10

【0032】

水冷ユニットUには、一对の接点68が取り付けられた絶縁性の接点マウンタ67が設けられている。接点マウンタ67は、水冷カバー20に形成された凹部25に収容されて接着固定されている。水冷カバー20には、凹部25から後端に連通した通線孔26が形成されており、その通線孔26に各接点68に接続された接点用電線が通線されている。一方の接点用電線はサーモスタット42の一方のリード線に電氣的に接続されており、また、他方の接点用電線は断線検知用電線に電氣的に接続されている。

20

【0033】

水冷ユニットUの接点マウンタ67が設けられた部分の後端側にはコの字溝27が全周に渡って形成されており、そのコの字溝27にはリング69が嵌め込まれている。

【0034】

本実施形態に係る光コネクタ100はケーブル本体チューブ70の先端部に取り付けられる。

30

【0035】

ケーブル本体チューブ70は、ポリ塩化ビニル樹脂の樹脂層71で被覆されたSUS可撓管72で構成されており、第2スカート52に内嵌めされて外側からネジで固定される。ケーブル本体チューブ70には、光ファイバ心線90が、断線検知用エナメル線が螺旋状に巻き付けられ、断線検知用電線と共にナイロンネットチューブが被せられた状態で挿通される。

【0036】

図11はレーザー光伝送用の光ファイバ心線90を示す。

【0037】

光ファイバ心線90は、光ファイバ91とそれを被覆する被覆層92とを有する。

40

【0038】

光ファイバ91は、相対的に高屈折率なコア91aとそれを被覆する相対的に低屈折率のクラッド91bとを有する。コア91aは純粋石英で形成されており、クラッド91bは屈折率を低下させるドーパントがドーブされた石英で形成されている。

【0039】

被覆層92は、内側のバッファ層92aとそれを被覆する外側のジャケット層92bとを有する。バッファ層92aはシリコン樹脂で形成されており、ジャケット層92bはナイロン樹脂で形成されている。

【0040】

光ファイバ心線90は、例えば、心線径1.3mm、ファイバ径500μm、コア径1

50

00 μm、及びコア91aの開口数0.20である。

【0041】

光ファイバ心線90のケーブル本体チューブ70から突出した部分は、図12(a)に示すように、光コネクタ100内に導かれ、押さえリング36、チャック収容部12のチャック収容孔16内のスリーブチャック30に順に挿通される。そして、図12(b)に示すように、押さえリング36がチャック収容孔16の後端側部分16aに締め込まれ、押さえリング36がスリーブチャック30の後端に当接してスリーブチャック30を先端側に移動させると、スリーブチャック30の先端側部分31がチャック収容孔16の先端側部分16cに嵌まり、矢印で示すように心線挿通孔33が縮小するようにかしめられ、それによって光ファイバ心線90がスリーブチャック30の先端側部分31に保持されて水冷ハウジング10に固定される。このとき、スリーブチャック30の先端側部分31に形成したスリワリ34により上記かしめが容易化される。また、心線挿通孔33の内周の雌ネジにより光ファイバ心線90の固定強度が高められる。

10

【0042】

スリーブチャック30の先端側部分31がかしめられた後のスリワリ34は、図13(a)及び(b)に示すように僅かに隙間を保持し、そのためファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13(光ファイバ挿通部)とスリーブチャック30の心線挿通孔33とは空間的に連通することとなる。また、押さえリング36における光ファイバ心線90の挿通孔の孔径は光ファイバ心線90の外径よりも大きく、その挿通孔の内壁と光ファイバ心線90との間にも隙間を有し、そのためスリーブチャック30の心線挿通孔33と押さえリング36の後端側のPDマウント43の内部とも空間的に連通することとなる。これにより、PDマウント43の内部に設けられたフォトダイオード45(光検出手段)は、ファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13よりも後端側で、且つファイバ挿通孔13と空間的に連通した位置に設けられた構成となっている。また、この連通構造により、ファイバ挿通孔13からの光が、フォトダイオード45が設けられたPDマウント43の内部に、それらの間の空間を介して伝搬可能に構成されている。具体的には、光ファイバ挿通孔13に、加工対象物からの過大な反射光が入射した場合、或いは、光ファイバ91に入射した加工対象物からの過大な反射光のうちクラッド91bをクラッドモードとして伝搬したものが光ファイバ挿通孔13に放射された場合、それらの光は、ファイバ挿通孔13に露出したスリーブチャック30の先端面におけるスリワリ34の隙間の空間に入って伝搬する。スリワリ34の隙間を伝搬した光は、スリーブチャック30の内部の心線挿通孔33に入り、そこに挿通された光ファイバ心線90との間の隙間の空間を伝搬する。スリーブチャック30の内部の心線挿通孔33を伝搬した光は、押さえリング36の光ファイバ心線90の挿通孔における隙間の空間を伝搬してPDマウント43の内部に入る。PDマウント43の内部に入った光は、そこに設けられたフォトダイオード45に到達する。このような構成により、光ファイバ挿通孔13に入射した加工対象物からの反射光や光ファイバ91のクラッド91bに入射・伝搬して光ファイバ挿通孔13に放射された加工対象物からの反射光を、空間的な障害を介することなく、直接的にフォトダイオード45で感度よく検出することができる。

20

30

【0043】

本実施形態に係る光コネクタ100によれば、このように水冷ハウジング10とスリーブチャック30とが直接接触する構造となるので、水冷ハウジング10を冷却して光ファイバ心線90を冷却するときの冷却効率を高めることができる。また、水冷ハウジングにスリーブチャックを接着剤で固定したのでは、焼損等の損傷が発生した場合の修理を行うことができないが、本実施形態に係る光コネクタ100を用いたレーザー光伝送用光ファイバケーブルCによれば、水冷ハウジング10とスリーブチャック30との間に接着剤が介在していないので、かかる場合の修理が可能である。

40

【0044】

光ファイバ心線90は、スリーブチャック30よりも先端側の部分において光ファイバ91が露出するように被覆層92が剥離されて除去される。そして、露出した光ファイバ

50

9 1 は、水冷ハウジング 1 0 のファイバ冷却部 1 1 のファイバ挿通孔 1 3 に挿通された後、アパーチャー 6 4 に取り付けられたサファイアブロック 6 5 に挿通され、ストッパー 6 2 によって形成されたエアギャップを經由して、ガイドスリーブ 6 1 のブロック収容部 6 3 に収容された円柱状の石英ブロック 9 3 に融着により接合された構造が構成される。露出した光ファイバ 9 1 におけるファイバ挿通孔 1 3 に挿通された部分のうち、スリーブチャック 3 0 から所定長の位置よりも先端側の部分には、外周面がエッチングやレーザー加工により粗面化されることによりモードストリッパが形成される。

【 0 0 4 5 】

断線検知用エナメル線はサーモスタット 4 2 の他方のリード線と電氣的に接続され、断線検知用電線は他方の接点用電線と電氣的に接続される。

10

【 0 0 4 6 】

本実施形態に係る光コネクタ 1 0 0 には、水冷カバー 2 0 の給水口 2 2 に給水管の先端部に取り付けられた給水管継手 8 1 が接続されると共に、排水口 2 3 に排水管の先端部に取り付けられた排水管継手 8 2 が接続される。

【 0 0 4 7 】

以上の構成の本実施形態に係る光コネクタ 1 0 0 では、光ファイバ心線 9 0 及び / 又はそれに含まれる光ファイバ 9 1 が冷却水に直接接触しないように構成されているので、それらが水圧によって損傷を受けるのを防止することができる。

【 0 0 4 8 】

(レーザー光伝送用光ファイバケーブル C の組み付け方法)

20

本実施形態に係る光コネクタ 1 0 0 を用いたレーザー光伝送用光ファイバケーブル C の組み付け方法について説明する。

【 0 0 4 9 】

< 工程 1 > ガイドスリーブ 6 1 に、サファイアブロック 6 5 を設けたアパーチャー 6 4 を圧入して取り付ける。

【 0 0 5 0 】

< 工程 2 > 水冷ハウジング 1 0 に水冷カバー 2 0 を被せ、その両端を溶接部 2 1 a , 2 1 b で溶接して水冷ユニット U を構成する。

【 0 0 5 1 】

< 工程 3 > 第 1 スカート 5 1 の後端部に、第 2 スカート 5 2 の先端側の部分を内嵌めして第 1 スカート 5 1 の外側からネジで固定して装着する。

30

【 0 0 5 2 】

< 工程 4 > フォトダイオード 4 5 のリード線に P D 用電線を半田付けする。そして、P D マウンタ 4 3 の貫通孔 4 4 に、その P D 用電線を接続したフォトダイオード 4 5 を内嵌めして接着剤で固定して取り付ける。

【 0 0 5 3 】

< 工程 5 > 水冷ユニット U の水冷ハウジング 1 0 に、後端側からサーモスタットマウンタ 4 1 を外嵌めし、且つ水冷カバー 2 0 の後端に当接するように配置して外側からネジで固定して装着する。また、水冷ユニット U の水冷ハウジング 1 0 の後端部に、工程 4 でフォトダイオード 4 5 を取り付けた P D マウンタ 4 3 の先端部を外嵌めして外側からネジで固定して装着する。

40

【 0 0 5 4 】

< 工程 6 > 工程 5 で水冷ユニット U に装着したサーモスタットマウンタ 4 1 の外側面に、サーモスタット 4 2 を接着剤で固定して取り付ける。

【 0 0 5 5 】

< 工程 7 > 水冷ハウジング 1 0 に、一对の回転防止用ネジ S を、サーモスタットマウンタ 4 1 の外側からネジ孔 1 7 を介してチャック収容部 1 2 のチャック収容孔 1 6 まで貫通するように設ける。また、チャック収容孔 1 6 にスリーブチャック 3 0 を仮挿入する。この際、チャック収容孔 1 6 に突設された一对の回転防止用ネジ S に、スリーブチャック 3 0 の後端側部分 3 2 に形成されたコの字溝 3 5 を対応させる。さらに、チャック収容孔 1

50

6の後端側部分16aに、押さえリング36をスリーブチャック30に接触する程度に仮締めする。

【0056】

<工程8> 一对の接点68のそれぞれに接点用電線を半田付けする。そして、これらの接点用電線を接続した接点68を接点マウンタ67に接着剤で固定して取り付ける。

【0057】

<工程9> 水冷カバー20に形成された凹部25に連通した通線孔26に、一对の接点68から延びる接点用電線を挿通させる。そして、水冷カバー20に形成された凹部25に、接点68を設けた接点マウンタ67を収容して接着剤で固定して取り付ける。

【0058】

<工程10> 光ファイバ心線90、ケーブル本体チューブ70、ナイロンネットチューブ、及び切断検知用電線をそれぞれ所定長に切断する。この際、光ファイバ心線90及びケーブル本体チューブ70の長さを、前者を後者に挿通したときに、光コネクタ100を設けるレーザー光出射端部において、前者が後者から突出するように設定する。

【0059】

<工程11> 光ファイバ心線90に、断線検知用エナメル線を螺旋状に巻き付け、その上からナイロンネットチューブを被せる。そして、それをケーブル本体チューブ70に挿通する。

【0060】

<工程12> レーザー光出射端部において、ケーブル本体チューブ70から突出した光ファイバ心線90の先端から所定長だけ被覆層92を剥離して除去することにより光ファイバ91を露出させる。続いて、露出した光ファイバ91の基端部の所定長にグリスを塗布し、エッチング液に光ファイバ91を所定時間浸して外周面を荒らすことによりモードストリッパを形成する。その後、光ファイバ91の表面のエッチング液及びグリスをアルコールで拭き取る。そして、先端から不要長さ分の光ファイバ91を切断して除去する。なお、モードストリッパの形成方法として、上記のようなエッチングによる方法の他、光ファイバ91の外周面にレーザー光により溝加工を施す方法やサンドブラストによる方法が挙げられる。

【0061】

<工程13> 工程3で第1スカート51の後端部に装着した第2スカート52にケーブル本体チューブ70を挿通する。また、工程7で水冷ハウジング10におけるチャック収容部12のチャック収容孔16の後端側部分16aに仮締めした押さえリング36、チャック収容孔16に仮挿入したスリーブチャック30、及びファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13の順に、ケーブル本体チューブ70から突出した光ファイバ心線90を挿通し、露出した光ファイバ91全体をファイバ冷却部11から突出させる。そして、露出した光ファイバ91をアルコールに浸して超音波洗浄する。

【0062】

<工程14> 水冷ユニットUの水冷カバー20の先端部の雄ネジに、工程1でアパーチャー64を取り付けたガイドスリーブ61の後端側の部分の雌ネジを螺合させて外嵌めして位置調整した後、外側からネジで固定して装着する。

【0063】

<工程15> 光ファイバ91の先端に石英ブロック93を融着により接合する。

【0064】

<工程16> 石英ブロック93がガイドスリーブ61のブロック収容部63に収容されてストッパー62に係合するまで、光ファイバ心線90を後端側に移動させ、露出した光ファイバ91をファイバ冷却部11に収容する。

【0065】

そして、チャック収容部12のチャック収容孔16の後端側部分16aに押さえリング36を締め込む。このとき、押さえリング36がスリーブチャック30の後端に当接してスリーブチャック30が先端側に移動する。スリーブチャック30は、チャック収容孔1

10

20

30

40

50

6内に突設された一对の回転防止用ネジSがコの字溝35に係合することにより回転が防止される。スリーブチャック30の先端側部分31は、チャック収容孔16の先端側部分16cに嵌まり、心線挿通孔33が縮小するようにかしめられ、それによって光ファイバ心線90がスリーブチャック30の先端側部分31に保持されて水冷ハウジング10に固定される。

【0066】

最後に、一对の回転防止用ネジSを締め込み、チャック収容孔16内において、それら一对の回転防止用ネジSでスリーブチャック30を挟持して固定する。

【0067】

また、ガイドスリーブ61の先端部に保護チューブ66の後端側の部分を外嵌めして取り付け、さらに、保護チューブ66の外側にビニルキャップを取り付ける。

10

【0068】

<工程17>サーモスタット42の一方のリード線と一方の接点用電線とを半田付けで接続する。また、サーモスタット42の他方のリード線と断線検知用エナメル線とを半田付けで接続する。さらに、他方の接点用電線と断線検知用電線とを半田付けで接続する。なお、半田付け部分には絶縁処理を施す。

【0069】

<工程18>フォトダイオード45のリード線に接続された電線を第2スカート52に内嵌めされたケーブル本体チューブ70に挿通する。また、水冷カバー20の後端部に、第1スカート51の先端部を外嵌めして外側からネジで固定して装着する。さらに、第2スカート52に、ケーブル本体チューブ70の先端部を位置付けて外側からネジで固定して装着する。

20

【0070】

<工程19>水冷ユニットUの水冷カバー20の給水口22に、給水管の先端部に取り付けた給水管継手81を接続すると共に、排水口23に排水管の先端部に取り付けた排水管継手82を接続する。また、水冷ユニットUのコの字溝27にリング69を嵌める。

【0071】

<工程20>レーザー光入射端部において、光コネクタ100をレセプタクル(不図示)に接続する。これにより、光コネクタ100側の一对の接点68がレセプタクル側の一对の接点とそれぞれ導通する。レセプタクル側の一对の接点はショートするように電線が接続されており、これにより断線検知用電線及び断線検知用エナメル線を含む閉回路が形成されるように構成されている。レセプタクル側の一方の接点はレーザー光源の断線検知回路を含む制御ユニットと電線で接続されている。

30

【0072】

(レーザー光伝送用光ファイバケーブルCの動作)

本実施形態に係る光コネクタ100を用いたレーザー光伝送用光ファイバケーブルCの動作説明をする。

【0073】

このレーザー光伝送用光ファイバケーブルCは、例えばレーザー加工機等において用いられる。そして、このレーザー光伝送用光ファイバケーブルCでは、レーザー光入射端部において、レーザー光源からのレーザー光が光ファイバ心線90のコア91aに入力されると、それを伝送し、レーザー光出射端部において、レーザー光を光ファイバ91のコア91aから石英ブロック93を介して出射し、それが切断や溶接等のレーザー加工に供される。

40

【0074】

ここで、上記レーザー光伝送用光ファイバケーブルCで伝送するレーザー光のパワーはキロワット級であることから、そのレーザー光出射端部に設けられた光コネクタ100は、内蔵した水冷式の冷却機構により冷却される。具体的には、水冷ユニットUの給水口22から給水管継手81を介して冷却水を供給すると、冷却水は、水冷カバー20の内部の後端側の部分の2つの領域に仕切られた一方に流入し、次いで2つの領域が連通した先端

50

側の部分に流れ、その後、後端側の部分の他方に流れて排水口 2 3 から排水管継手 8 2 を介して排出される。つまり、冷却水は光コネクタ 1 0 0 内の冷却水流路 2 4 を流動する。このとき、流動する冷却水が直接接触するファイバ冷却部 1 1 が熱交換により冷却され、それによってその内部のファイバ挿通孔 1 3 に設けられた光ファイバ 9 1 も冷却される。また、水冷ユニット U 全体及びそれに付帯する部分も冷却される。例えば、冷却水によるファイバ冷却部 1 1 の冷却により、ファイバ冷却部 1 1 と一体に設けられたチャック収容部 1 2 も冷却され、また、チャック収容部 1 2 に嵌って直接接触したスリーブチャック 3 0 も冷却され、さらに、スリーブチャック 3 0 に保持された光ファイバ心線 9 0 も冷却される。

【 0 0 7 5 】

ところで、非特許文献 1 に開示された方法と同様、光ファイバ 9 1 に入射した加工対象物からの反射光のうちモードストリッパで除去されずにクラッド 9 1 b を伝搬したクラッドモードを、光ファイバ挿通孔 1 3 の後端側において被覆層 9 2 を介して検出したのでは、光のパワーが弱いために高感度での光の検出が困難であり、また、温度センサを用いた場合には温度上昇に時間を有するためにレスポンスが遅く、光を感度よく検出することは困難である。しかしながら、上記レーザー光伝送用光ファイバケーブル C では、ファイバ挿通孔 1 3 の内部の光を、スリーブチャック 3 0 のスリワリ 3 4 及び心線挿通孔 3 3 を介して押さえリング 3 6 の後端側の PD マウンタ 4 3 の内部のフォトダイオード 4 5 で検出する。従って、光ファイバ挿通孔 1 3 に加工対象物からの過大な反射光が入射した場合、或いは、光ファイバ 9 1 に入射した加工対象物からの過大な反射光のうちクラッド 9 1 b をクラッドモードとして伝搬するものがモードストリッパから光ファイバ挿通孔 1 3 に放射された場合には、光コネクタ 1 0 0 の破損を招く虞のあるかかる光を、空間的な障害を介することなく、PD マウンタ 4 3 に設けられたフォトダイオード 4 5 で直接的に感度よく検出することができる。そして、フォトダイオード 4 5 は検出した光のパワーを電気信号に変換し、それがリード線を介してレーザー光源の制御ユニットに入力され、フォトダイオード 4 5 が検出した光のパワーが過大であると判断される場合には、レーザーの射出を停止させる。

【 0 0 7 6 】

また、上記レーザー光伝送用光ファイバケーブル C では、光ファイバ心線 9 0 が発熱等して断線検知用エナメル線が断線した場合、または、光コネクタ 1 0 0 に内蔵しているサーモスタット 4 2 が動作した場合、断線検知用電線及び断線検知用エナメル線を含む閉回路の抵抗値が無限大となり、それがレーザー光源の制御ユニットにおける断線検知回路によって検知され、それによってレーザー光伝送用光ファイバケーブル C の異常を検知することができる。

【 0 0 7 7 】

(その他の実施形態)

上記実施形態では、光コネクタ 1 0 0 がレーザー光伝送用光ファイバケーブル C のレーザー光射出端部に設けられた構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、光コネクタ 1 0 0 がレーザー光伝送用光ファイバケーブル C のレーザー光入射端部にも設けられた構成であってもよい。

【 0 0 7 8 】

上記実施形態では、光コネクタ 1 0 0 の内部に水冷式の冷却機構が設けられた構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、他の冷媒を用いた冷却機構が設けられた構成であってもよい。

【 0 0 7 9 】

上記実施形態では、スリーブチャック 3 0 の先端側部分 3 1 に方向に延びるスリワリ 3 4 を形成した構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、先端側部分 3 1 のかしめを容易化させるものであれば他の構成であってもよい。

【 0 0 8 0 】

上記実施形態では、光検出手段のフォトダイオード 4 5 を、押さえリング 3 6 の後端側

10

20

30

40

50

のPDマウント43に取り付けた構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、光ファイバ挿通孔13の後端側の光ファイバ挿通孔13と空間的に連通する位置であって、光ファイバ挿通孔13からの光が伝搬可能であれば、特に限定されるものではなく、例えばフォトダイオード45を押さえリング36自体やその直ぐ後端側に取り付けた構成であってもよい。

【0081】

上記実施形態では、光検出手段としてフォトダイオード45を用いたが、特にこれに限定されるものではなく、光検出手段として、レーザー光が照射された際の温度上昇を電圧の変動として検出する熱電対を用いてもよい。

【0082】

上記実施形態では、光ファイバ挿通孔13から空間を伝搬してきた光を光検出手段のフォトダイオード45で直接的に検出する構成としたが、特にこれに限定されるものではなく、光ファイバ挿通孔13から空間を伝搬してきた光を光ファイバにより伝送して外部のフォトダイオードで検出する構成であってもよい。

【産業上の利用可能性】

【0083】

本発明は、光コネクタ及びそれを用いた光ファイバケーブルについて有用である。

【符号の説明】

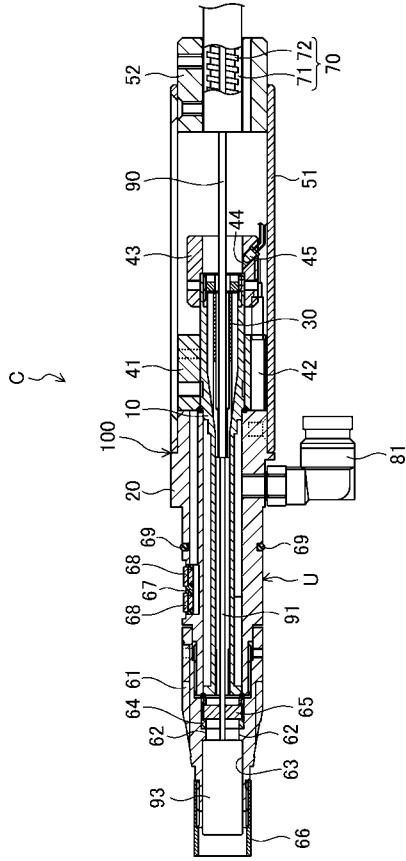
【0084】

- C レーザー光伝送用光ファイバケーブル
- 100 光コネクタ
- 13 ファイバ挿通孔（ファイバ挿通部）
- 45 フォトダイオード（光検出手段）
- 90 光ファイバ心線
- 91 光ファイバ
- 92 被覆層

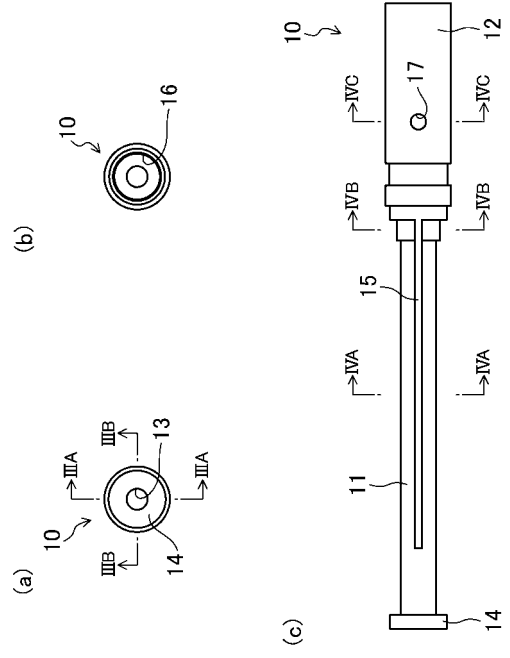
10

20

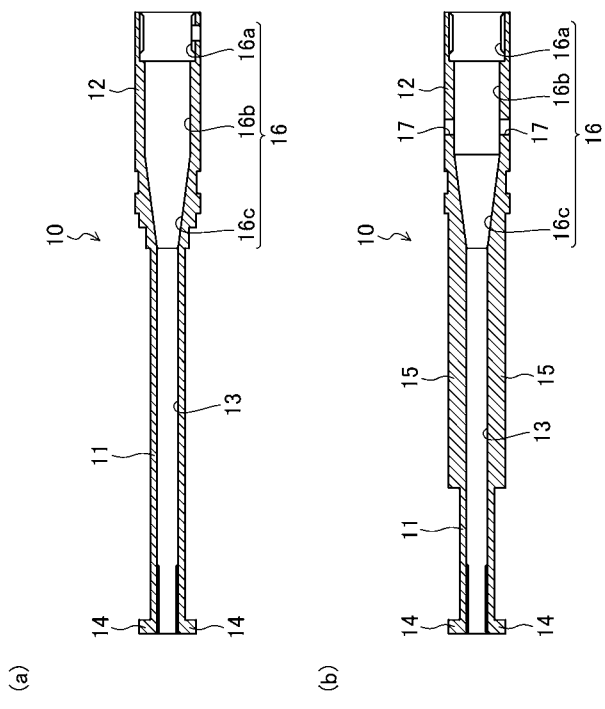
【 図 1 】



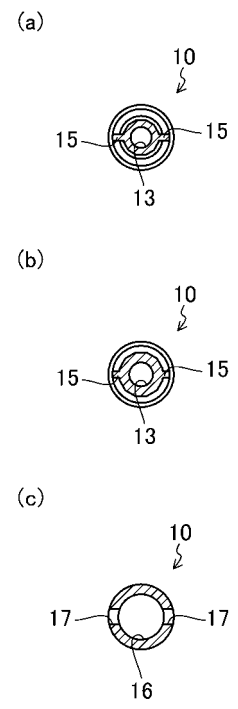
【 図 2 】



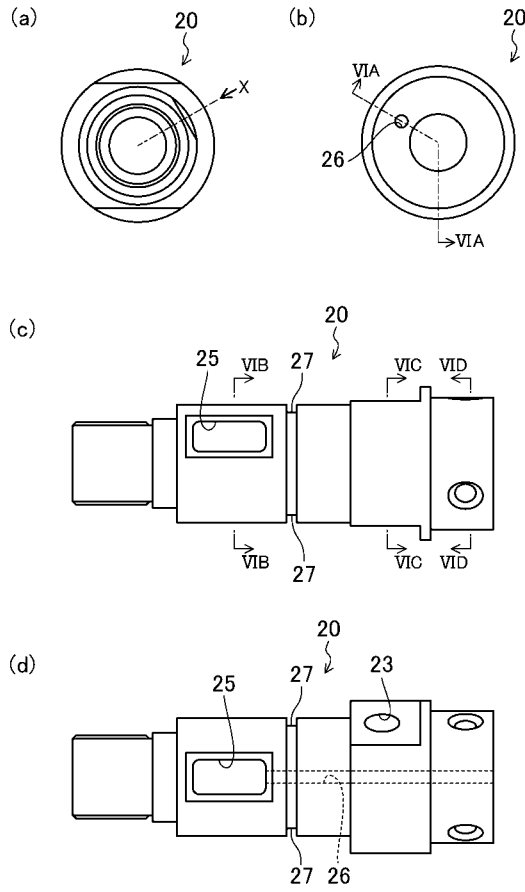
【 図 3 】



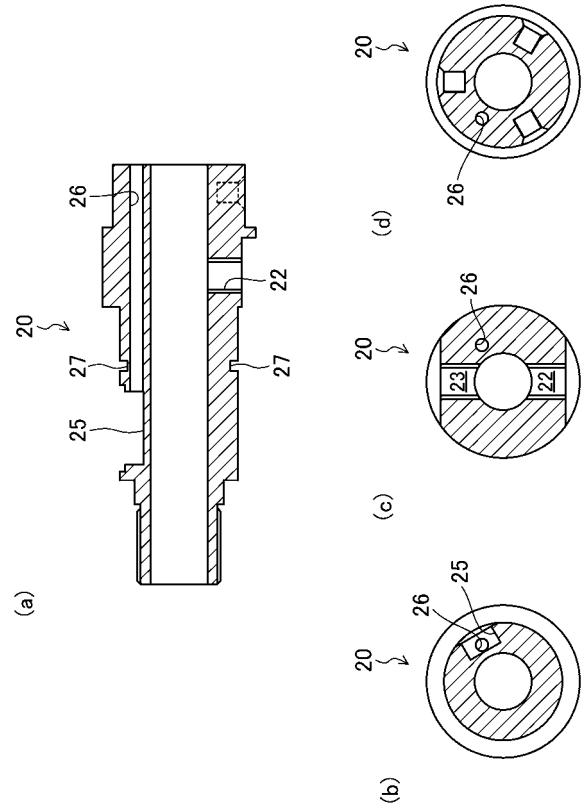
【 図 4 】



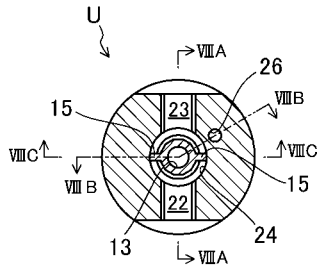
【 図 5 】



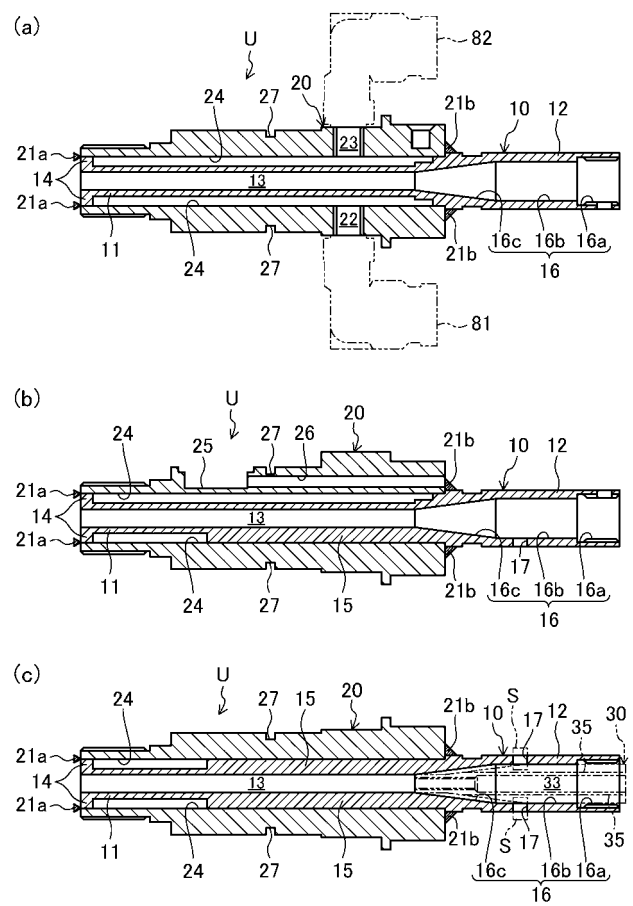
【 図 6 】



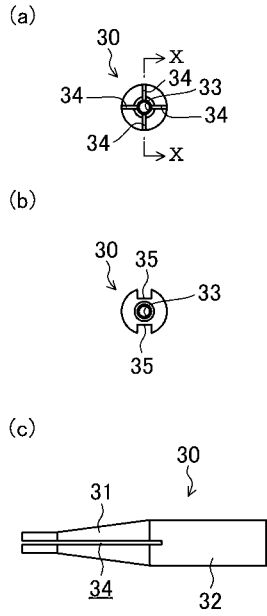
【 図 7 】



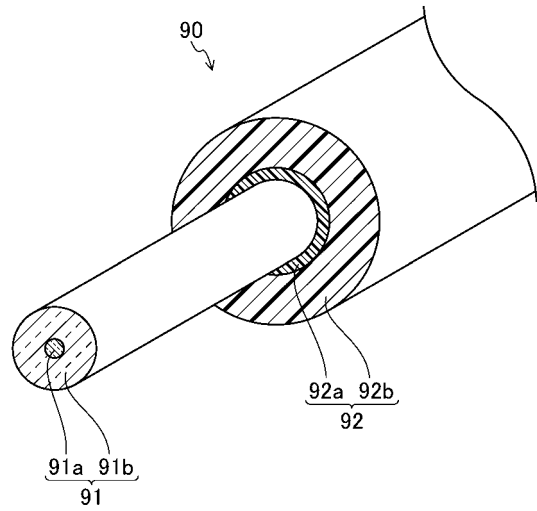
【 図 8 】



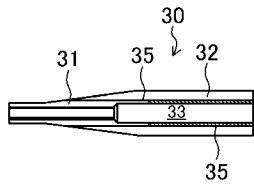
【 図 9 】



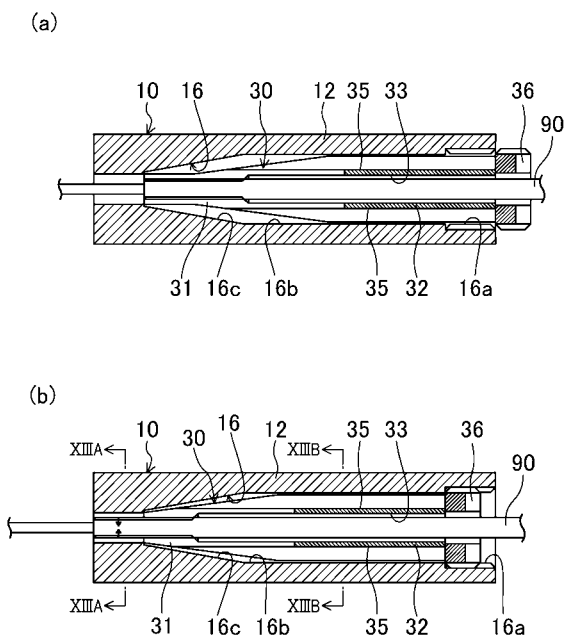
【 図 1 1 】



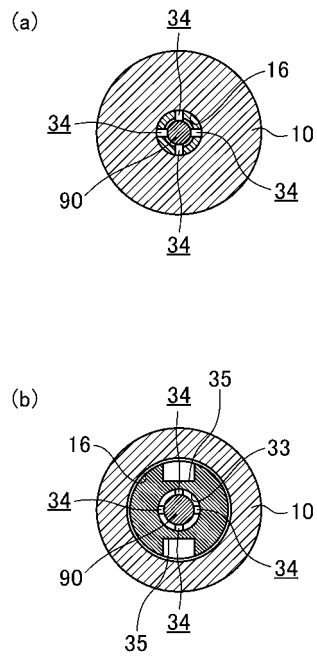
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 山川 禎貴
兵庫県尼崎市東向島西之町 8 番地 三菱電線工業株式会社尼崎事業所内
- (72)発明者 兵頭 隆史
兵庫県尼崎市東向島西之町 8 番地 三菱電線工業株式会社尼崎事業所内
- (72)発明者 阿久津 剛二
兵庫県尼崎市東向島西之町 8 番地 三菱電線工業株式会社尼崎事業所内
- (72)発明者 湖東 雅弘
兵庫県尼崎市東向島西之町 8 番地 三菱電線工業株式会社尼崎事業所内
- Fターム(参考) 2H137 AA13 AB06 AB15 BA01 BA08 BA12 BA13 BA19 BB02 BB12
CC11 CD41 DB14 HA03 HA05