

(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2014-63127

(P2014-63127A)

(43) 公開日 平成26年4月10日(2014.4.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>GO2B 6/42 (2006.01)</b>	GO2B 6/42	2H036
<b>GO2B 6/38 (2006.01)</b>	GO2B 6/38	2H137

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-61581 (P2013-61581)	(71) 出願人	000003263 三菱電線工業株式会社
(22) 出願日	平成25年3月25日 (2013. 3. 25)	(74) 代理人	110001427 特許業務法人前田特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2012-190115 (P2012-190115)	(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
(32) 優先日	平成24年8月30日 (2012. 8. 30)	(72) 発明者	中井 忠彦 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 三菱電線工業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	谷口 浩一 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

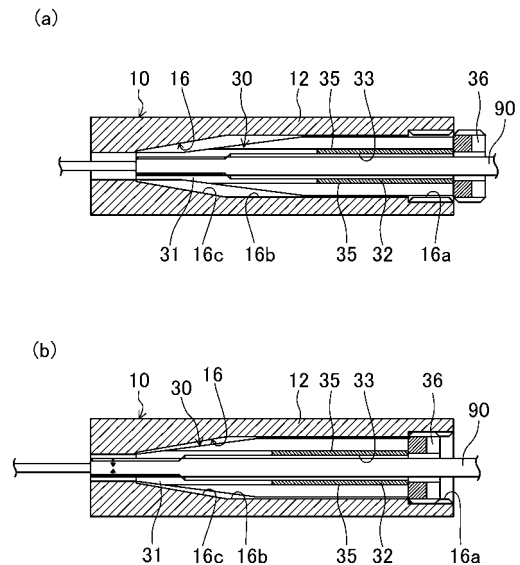
(54) 【発明の名称】 光コネクタ及びそれを用いた光ファイバケーブル

(57) 【要約】

【課題】ハウジングを冷却して光ファイバ心線を冷却するときの冷却効率を高める。

【解決手段】光コネクタは、筒状のハウジング10と、筒状のスリーブチャック30とを備える。ハウジング10には、スリーブチャック30を収容するためのチャック収容孔16が後端に開口して形成され、且つチャック収容孔16の先端側部分16cは、先端側に行くに従って内径が小さくなるように形成されている。ハウジング10のチャック収容孔16にスリーブチャック30が収容されて後端側から光ファイバ心線90が挿通され、そして、その状態で、スリーブチャック30の先端側部分31が、先端側に移動してチャック収容孔16の先端側部分16cに嵌ることによりかしめられて光ファイバ心線90を保持し、それによってハウジング10に光ファイバ心線90を固定する。

【選択図】 図12



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

筒状のハウジングと、筒状のスリーブチャックと、を備えた光コネクタであって、前記ハウジングには、前記スリーブチャックを収容するためのチャック収容孔が後端に開口して形成され、且つ前記チャック収容孔の先端側部分は、先端側に行くに従って内径が小さくなるように形成されており、

前記ハウジングの前記チャック収容孔に前記スリーブチャックが収容されて後端側から光ファイバ心線が挿通され、そして、その状態で、前記スリーブチャックの先端側部分が、先端側に移動して前記チャック収容孔の先端側部分に嵌ることによりかしめられて前記光ファイバ心線を保持し、それによって前記ハウジングに前記光ファイバ心線を固定する光コネクタ。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載された光コネクタにおいて、

前記スリーブチャックの先端側部分に長さ方向に延びるスリワリが形成された光コネクタ。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 に記載された光コネクタにおいて、

前記光コネクタの内部に水冷式の冷却機構が構成されており、

前記光ファイバ心線及び / 又はそれに含まれる光ファイバが冷却水に接触しないように構成された光コネクタ。

20

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載された光コネクタにおいて、

前記スリーブチャックよりも先端側に設けられた、前記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筒状のファイバ冷却部を有すると共に、前記ファイバ冷却部の外側が冷却水流路に構成された光コネクタ。

**【請求項 5】**

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載された光コネクタにおいて、

前記光ファイバ心線に含まれる光ファイバの先端に接合されるブロック部材を、その長さ方向に案内するように収容するブロック収容部と、前記ブロック収容部に収容された前記ブロック部材を、固定位置において、先端側に可動で且つ後端側に不動となるように係止固定する係止固定手段と、を有する光コネクタ。

30

**【請求項 6】**

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載された光コネクタにおいて、

前記スリーブチャックよりも先端側に設けられた、前記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透明な環状部材を有する光コネクタ。

**【請求項 7】**

請求項 6 に記載された光コネクタにおいて、

前記環状部材は、先端側の面が平滑面であり、且つそれ以外の後端側の面、外周面、及びファイバ挿通孔の内周面のうち少なくとも 1 つが磨り加工により粗面化された光コネクタ。

40

**【請求項 8】**

光ファイバ心線を有し、請求項 1 乃至 7 のいずれか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。

**【請求項 9】**

請求項 8 に記載された光ファイバケーブルにおいて、

前記ハウジングと前記スリーブチャックとの間に接着剤が介在していない光ファイバケーブル。

**【請求項 10】**

請求項 8 又は 9 に記載された光ファイバケーブルにおいて、

前記光ファイバ心線は、前記スリーブチャックよりも先端側に、被覆層が除去されて光

50

ファイバが露出した部分を有し、前記露出した光ファイバの外周面にモードストリッパが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に用いられる光コネクタでは、レーザー光出射端部を効率的に冷却することが望まれる。

10

【0003】

特許文献1には、光コネクタ内における光ファイバの冷却を水で行うことが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2009-526265号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、図16(a)に示す光コネクタ100'では、図16(b)に示すように、ハウジング10'、ナット37'、スリーブチャック30'、及び押さえリング36'を順に配置し、それらに押さえリング36'側から光ファイバ心線90'を挿通した後、スリーブチャック30'をナット37'によってかしめて光ファイバ心線90'を固定し、そして、それらに接着剤を塗布し、図16(c)に示すように、押さえリング36'により後端を押圧してハウジング10'に収容する。しかしながら、この構造では、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、スリーブチャック30'及びナット37'の2つの部材が介在するため、高い冷却効率を得ることが困難である。

20

【0006】

本発明の課題は、ハウジングを冷却して光ファイバ心線を冷却するときの冷却効率を高めることである。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の光コネクタは、筒状のハウジングと、筒状のスリーブチャックと、を備え、前記ハウジングには、前記スリーブチャックを収容するためのチャック収容孔が後端に開口して形成され、且つ前記チャック収容孔の先端側部分は、先端側に行くに従って内径が小さくなるように形成されており、

前記ハウジングの前記チャック収容孔に前記スリーブチャックが収容されて後端側から光ファイバ心線が挿通され、そして、その状態で、前記スリーブチャックの先端側部分が、先端側に移動して前記チャック収容孔の先端側部分に嵌ることによりかしめられて前記光ファイバ心線を保持し、それによって前記ハウジングに前記光ファイバ心線を固定するものである。

40

【0008】

本発明の光ファイバケーブルは、光ファイバ心線を有し、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】

【0009】

本発明によれば、ハウジングとスリーブチャックとが直接接触するので、スリーブチャックをかしめるためのナットが介在する構造に比べ、ハウジングを冷却して光ファイバ心線を冷却するときの冷却効率を高めることができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0010】

【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-IIIA断面図、及び(b)IIIA-IIIA断面図である。

【図4】図2(c)における(a)IVA-IVA断面図、(b)IVB-IVB断面図、及び(c)IVC-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。 10

【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。

【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。 20

【図13】光ファイバがファイバ冷却部のファイバ挿通孔に挿通された構造を示す縦断面図である。

【図14】ファイアブロックの設置構造を示す縦断面図である。

【図15】光コネクタが雰囲気温度の変化に伴って縮んだときの石英ブロックの設置構造を示す縦断面図である。

【図16】(a)～(c)はナット及びスリーブチャックを用いた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。

## 【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施形態について詳細に説明する。

【0012】

(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。

【0013】

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。

【0014】

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。 40

【0015】

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。

【0016】

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。 50

## 【 0 0 1 7 】

ファイバ冷却部 1 1 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 1 3 を有する。ファイバ冷却部 1 1 の先端には鍔部 1 4 が設けられており、その鍔部 1 4 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 1 1 の側面には一対の仕切部 1 5 がファイバ挿通孔 1 3 を挟むように配設されており、各仕切部 1 5 はファイバ冷却部 1 1 の長さ方向の中間部から後端側のチャック収容部 1 2 まで延びる突条で構成されている。なお、鍔部 1 4 の外径と一対の仕切部 1 5 の頂部間の幅とは同一寸法である。

## 【 0 0 1 8 】

チャック収容部 1 2 は、ファイバ冷却部 1 1 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 1 2 には、チャック収容孔 1 6 が後端に開口して形成されている。チャック収容孔 1 6 は、後端側部分 1 6 a と中間部分 1 6 b と先端側部分 1 6 c との 3 つの部分で構成されている。後端側部分 1 6 a 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 1 6 b は、後端側部分 1 6 a の端に段差を有することで後端側部分 1 6 a 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 1 6 c は、中間部分 1 6 b 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 1 1 のファイバ挿通孔 1 3 に連通している。

10

20

## 【 0 0 1 9 】

水冷カバー 2 0 は、略円筒状に形成されており、水冷ハウジング 1 0 のファイバ冷却部 1 1 とチャック収容部 1 2 の先端側の一部分を覆うように設けられている。

## 【 0 0 2 0 】

水冷カバー 2 0 の先端には、水冷ハウジング 1 0 のファイバ冷却部 1 1 の先端の鍔部 1 4 が位置付けられている。水冷カバー 2 0 の内径は鍔部 1 4 の外径と同一寸法であり、そのため、鍔部 1 4 は水冷カバー 2 0 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 2 1 a とされ、それによって水冷カバー 2 0 の先端の開口が封じられている。また、水冷カバー 2 0 の後端における水冷ハウジング 1 0 がチャック収容部 1 2 に当接した全周も溶接部 2 1 b とされ、それによって水冷カバー 2 0 の後端の開口も封じられている。

30

## 【 0 0 2 1 】

水冷カバー 2 0 の内径はファイバ冷却部 1 1 の側面の一対の仕切部 1 5 の頂部間の幅とも同一寸法であり、そのため、水冷カバー 2 0 の内部の後端側の部分がそれらの一対の仕切部 1 5 によって 2 つの領域に仕切られている。水冷カバー 2 0 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 2 2 が形成され、また、他方に連通した排水口 2 3 が形成されている。これらの 2 つの領域は、水冷カバー 2 0 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 2 4 が構成されている。つまり、スリーブチャック 3 0 よりも先端側に、光ファイバ心線 9 0 から被覆層 9 2 が除去されて露出した光ファイバ 9 1 が挿通される筒状のファイバ冷却部 1 1 が設けられ、そのファイバ冷却部 1 1 の外側が冷却水流路 2 4 に構成されている。従って、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 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 2 4 は、上記のように水冷ハウジング 1 0 に水冷カバー 2 0 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 1 0 0 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。

40

## 【 0 0 2 2 】

図 9 及び 1 0 はスリーブチャック 3 0 を示す。

## 【 0 0 2 3 】

スリーブチャック 3 0 は、先端側部分 3 1 と後端側部分 3 2 とで構成されている。先端

50

側部分 3 1 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 3 1 は、先端から長さ方向に延びるスリワリ 3 4 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 3 2 は円筒状に形成されている。後端側部分 3 2 の側面には長さ方向に延びる一対のコの字溝 3 5 が対称に形成されている。

#### 【0024】

先端側部分 3 1 と後端側部分 3 2 とには連通した心線挿通孔 3 3 が形成されている。心線挿通孔 3 3 の先端側部分 3 1 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 3 3 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。

10

#### 【0025】

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 16 a 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 3 1 がチャック収容孔 16 の先端側部分 16 c に嵌まって心線挿通孔 3 3 が縮小するようにかしめられる。

#### 【0026】

水冷ユニット U には、外側面にサーモスタット 4 2 が接着固定された筒状のサーモスタットマウント 4 1 が設けられている。サーモスタットマウント 4 1 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対の回転防止用ネジ S がサーモスタットマウント 4 1 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 3 2 に形成されたコの字溝 3 5 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。

20

#### 【0027】

水冷ユニット U には筒状の PD マウント 4 3 が設けられている。PD マウント 4 3 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 マウント 4 3 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 4 4 が形成されており、その貫通孔 4 4 にフォトダイオード 4 5 (PD) が内嵌めされて接着固定されている。

30

#### 【0028】

水冷ユニット U には、筒状の第 1 及び第 2 スカート 5 1, 5 2 が設けられている。第 1 スカート 5 1 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ト 4 1、及び PD マウント 4 3 を収容している。第 2 スカート 5 2 の先端側の部分は、第 1 スカート 5 1 の後端部に内嵌めするように設けられて第 1 スカート 5 1 の外側からネジで固定されている。

#### 【0029】

水冷ユニット U には筒状のガイドスリーブ 6 1 が設けられている。ガイドスリーブ 6 1 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 6 1 の内部の中央部には、サファイアブロック 6 5 が取り付けられたアパーチャー 6 4 が内嵌め固定されている。ガイドスリーブ 6 1 の内部のアパーチャー 6 4 の先端側には、内周の全周に渡ってストッパー 6 2 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 6 3 が構成されている。ガイドスリーブ 6 1 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 6 6 が設けられている。保護チューブ 6 6 の後端側の部分はガイドスリーブ 6 1 の先端部に外嵌めされている。

40

#### 【0030】

50

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に收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。

【0031】

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。

【0032】

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。

【0033】

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。

【0034】

図11はレーザー光伝送用の光ファイバ心線90を示す。

【0035】

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。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

光ファイバ心線90は、例えば、心線径1.3mm、ファイバ径500 $\mu$ m、コア径100 $\mu$ m、及びコア91aの開口数0.20である。

【0039】

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、チャック收容部12のチャック收容孔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がチャック收容孔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がチャック收容孔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。

【0040】

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、図16(a)に示すスリーブチャック30'をかしめるためのナット37'が介在する構造に比べて、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

10

20

30

40

50

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。

#### 【0041】

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91は、水冷ハウジング10のファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13に挿通された後、アパーチャー64に取り付けられたサファイアブロック65に挿通され、ストッパー62によって形成されたエアギャップを経由して、ガイドスリーブ61のブロック収容部63に収容された円柱状の石英ブロック93に融着により接合された構造が構成される。

10

#### 【0042】

露出した光ファイバ91におけるファイバ挿通孔13に挿通された部分のうち、スリーブチャック30から所定長の位置よりも先端側の部分には、図13に示すように、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94が形成されている。このモードストリッパ94により、光ファイバ91を伝搬するレーザー光のうちクラッド91bを伝搬するクラッドモードを、光ファイバ91から外部に効率的に放射させ、そして、その照射による熱を光コネクタ100に吸収させて内蔵した水冷式の冷却機構により冷却することができる。また、この効果を高める観点からは、図13に示すように、外周面にモードストリッパ94が設けられた光ファイバ91が挿通されたファイバ冷却部11のファイバ挿通孔13において、光ファイバ91の外周面と対向する内壁13aも粗面化されて表面積が増やされていることが好ましい。

20

#### 【0043】

サファイアブロック65は、スリーブチャック30よりも先端側に設けられた、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が挿通された透明な環状部材を構成する。このサファイアブロック65によりレーザー光のミスアライメント成分や加工対象物からの反射光を効果的に散乱させ、それによって光コネクタ100の破壊を防止することができる。この効果を高める観点からは、図14に示すように、サファイアブロック65の先端側の面65aが平滑面であり、且つそれ以外の面、つまり、後端側の面65b、外周面65c、及び内周面65dのうち少なくとも1つが磨り加工により粗面化されていることが好ましく、少なくとも後端側の面65bが磨り加工により粗面化されていることが好ましく、後端側の面65b、外周面65c、及び内周面65dのいずれもが磨り加工により粗面化されていることが更に好ましい。なお、サファイアブロック65における光ファイバ91の挿通孔の後端側の開口部は、光ファイバ91の挿通が容易なように、後端側に行くに従って孔径が拡大した形状に形成されていてもよい。

30

#### 【0044】

石英ブロック93は、光ファイバ心線90に含まれる光ファイバ91の先端に接合されるブロック部材を構成する。石英ブロック93の先端側の面には、反射防止のためのARコートが設けられていてもよい。この石英ブロック93により、光ファイバ91の先端面のレーザー光に対する耐性が向上し、また、レーザー光のエネルギー密度を低下させ、それによってレーザー光出射端部における損傷を防止することができる。ブロック収容部63は、石英ブロック93を、その長さ方向に案内するように収容する。ストッパー62は、ブロック収容部63に収容されたブロック部材93を、固定位置において、先端側に可動で且つ後端側に不動となるように係止固定する。従って、このストッパー62が係止固定手段を構成する。

40

#### 【0045】

このレーザー光伝送用光ファイバケーブルCでは、このように石英ブロック93が接着剤により接着固定されないため、レーザー光のミスアライメント成分や加工対象物からの反射光により接着剤が焼損して光コネクタ100が破損に至るといったことがない。

#### 【0046】

50



また、石英ブロック 93 が光コネクタ 100 に接着剤やネジ留めやかしめにより固定されていると、光コネクタ 100 が雰囲気温度の変化に伴って縮んだときに、光ファイバ 91 に圧縮力が作用する。そして、光ファイバ 91 は、その構造上、引張り歪には強いものの、圧縮歪には弱いので、圧縮歪が加わると、容易に座屈或いは破断に至ることとなる。しかしながら、このレーザー光伝送用光ファイバケーブル C では、石英ブロック 93 が光コネクタ 100 に接着剤やネジ留めやかしめにより固定されておらず、しかも、図 15 に仮想線で示すように、固定位置において、ストッパー 62 の先端側の面 62 a の縦壁が石英ブロック 93 の後端側の面 93 a に当接することにより、先端側に可動で且つ後端側に不動となるように係止固定されているので、仮に光コネクタ 100 が雰囲気温度の変化に伴って縮んでも、石英ブロック 93 はブロック収容部 63 を先端側に可動であるため、図 15 に示すように、石英ブロック 93 がブロック収容部 63 に対して相対的に先端側に移動し、そのため光ファイバ 91 に圧縮歪が加わって座屈或いは破断するのを抑制することができる。

10

**【0047】**

断線検知用エナメル線はサーモスタット 42 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。

**【0048】**

本実施形態に係る光コネクタ 100 には、水冷カバー 20 の給水口 22 に給水管の先端部に取り付けられた給水管継手 81 が接続されると共に、排水口 23 に排水管の先端部に取り付けられた排水管継手 82 が接続される。

20

**【0049】**

以上の構成の本実施形態に係る光コネクタ 100 では、光ファイバ心線 90 及びノ又はそれに含まれる光ファイバ 91 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。

**【0050】**

(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)

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 の組み付け方法について説明する。

**【0051】**

<工程 1> ガイドスリーブ 61 に、サファイアブロック 65 を設けたアパーチャー 64 を圧入して取り付ける。

30

**【0052】**

<工程 2> 水冷ハウジング 10 に水冷カバー 20 を被せ、その両端を溶接部 21 a, 21 b で溶接して水冷ユニット U を構成する。

**【0053】**

<工程 3> 第 1 スカート 51 の後端部に、第 2 スカート 52 の先端側の部分を内嵌めして第 1 スカート 51 の外側からネジで固定して装着する。

**【0054】**

<工程 4> フォトダイオード 45 のリード線に PD 用電線を半田付けする。そして、PD マウント 43 の貫通孔 44 に、その PD 用電線を接続したフォトダイオード 45 を内嵌めして接着剤で固定して取り付ける。

40

**【0055】**

<工程 5> 水冷ユニット U の水冷ハウジング 10 に、後端側からサーモスタットマウント 41 を外嵌めし、且つ水冷カバー 20 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 10 の後端部に、工程 4 でフォトダイオード 45 を取り付けた PD マウント 43 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。

**【0056】**

<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ト 41 の外側面に、サーモスタット 42 を接着剤で固定して取り付ける。

50

## 【 0 0 5 7 】

<工程 7> 水冷ハウジング 10 に、一对の回転防止用ネジ S を、サーモスタットマウンタ 41 の外側からネジ孔 17 を介してチャック収容部 12 のチャック収容孔 16 まで貫通するように設ける。また、チャック収容孔 16 にスリーブチャック 30 を仮挿入する。この際、チャック収容孔 16 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 30 の後端側部分 32 に形成されたコの字溝 35 を対応させる。さらに、チャック収容孔 16 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。

## 【 0 0 5 8 】

<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。

10

## 【 0 0 5 9 】

<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。

## 【 0 0 6 0 】

<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。

20

## 【 0 0 6 1 】

<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。

## 【 0 0 6 2 】

<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。

30

## 【 0 0 6 3 】

<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。

40

## 【 0 0 6 4 】

<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。

## 【 0 0 6 5 】

<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。

## 【 0 0 6 6 】

<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

50

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。

【0067】

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 16 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。

10

【0068】

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。

【0069】

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。

【0070】

<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。

20

【0071】

<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。

【0072】

<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 Oリング 69 を嵌める。

30

【0073】

<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。

【0074】

40

（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。

【0075】

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。

50

## 【0076】

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23から排水管継手82を介して排出される。つまり、冷却水は光コネクタ100内の冷却水流路24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11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13に設けられた光ファイバ91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11の冷却により、ファイバ冷却部11と一体に設けられたチャック収容部12も冷却され、また、チャック収容部12に嵌って直接接触したスリーブチャック30も冷却され、さらに、スリーブチャック30に保持された光ファイバ心線90も冷却される。

10

## 【0077】

また、上記レーザー光伝送用光ファイバケーブルCでは、伝送するレーザー光の全てを石英ブロック93から出射することはないものの、そのような出射されない光を、石英ブロック93の後端側に設けられたサファイアブロック65により散乱させることができる。

20

## 【0078】

さらに、上記レーザー光伝送用光ファイバケーブルCでは、ファイバ冷却部11において光ファイバ91からモードストリッパ94を介して過大なクラッドモードが放射され、或いは、ファイバ冷却部11に過大なレーザー光のミスアライメント成分や加工対象物からの過大な反射光が入射した場合には、その光をフォトダイオード45により検知して異常を検出することができる。

## 【0079】

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90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100に内蔵しているサーモスタット42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。

30

## 【0080】

(その他の実施形態)

上記実施形態では、光コネクタ100がレーザー光伝送用光ファイバケーブルCのレーザー光出射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100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。

## 【0081】

上記実施形態では、光コネクタ100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。

40

## 【0082】

上記実施形態では、スリーブチャック30の先端側部分31に方向に延びるスリワリ34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31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。

## 【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。

50

## 【符号の説明】

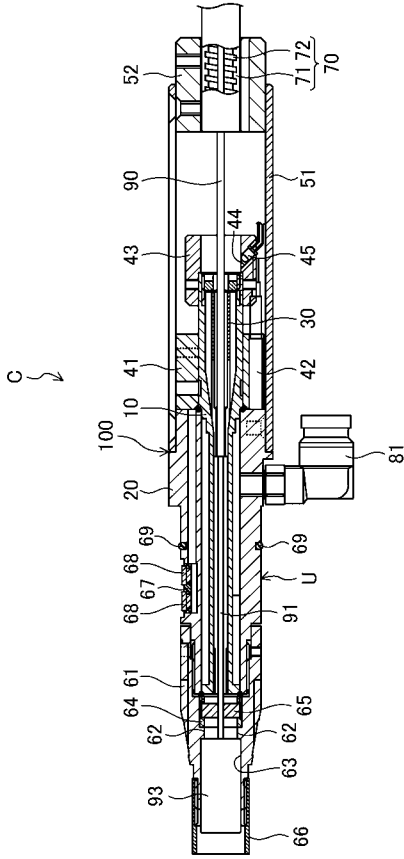
## 【0084】

- C レーザー光伝送用光ファイバケーブル
- 100 光コネクタ
- 10 水冷ハウジング
- 11 ファイバ冷却部
- 16 チャック収容孔
- 16 a 後端側部分
- 16 c 先端側部分
- 24 冷却水流路
- 30 スリーブチャック
- 31 先端側部分
- 32 後端側部分
- 34 スリワリ
- 62 ストッパー（係止固定手段）
- 63 ブロック収容部
- 65 サファイアブロック（環状部材）
- 65 a 先端側の面
- 65 b 後端側の面
- 65 c 外周面
- 65 d 内周面
- 90 光ファイバ心線
- 91 光ファイバ
- 92 被覆層
- 93 石英ブロック（ブロック部材）
- 94 モードストリッパ

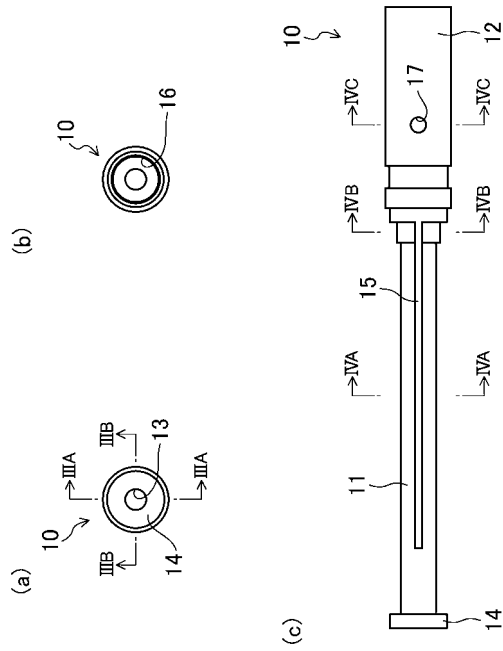
10

20

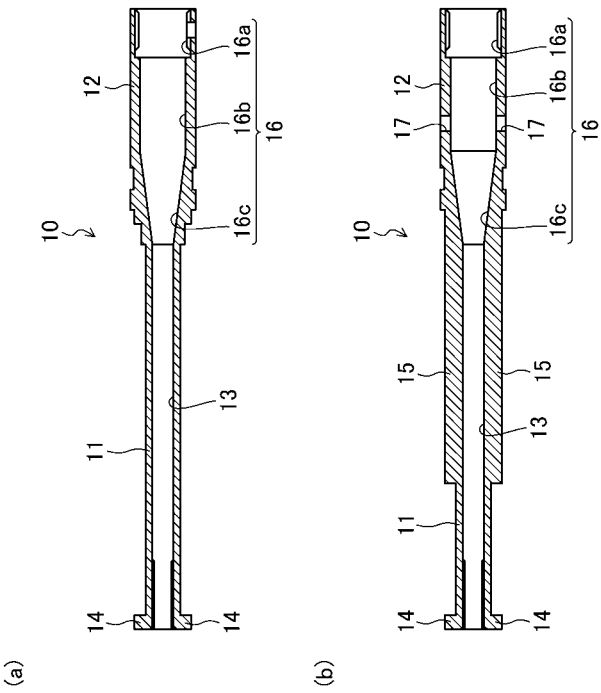
【 図 1 】



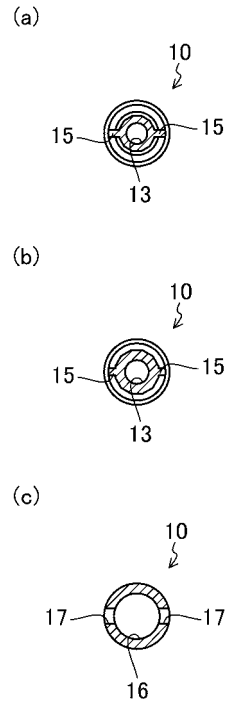
【 図 2 】



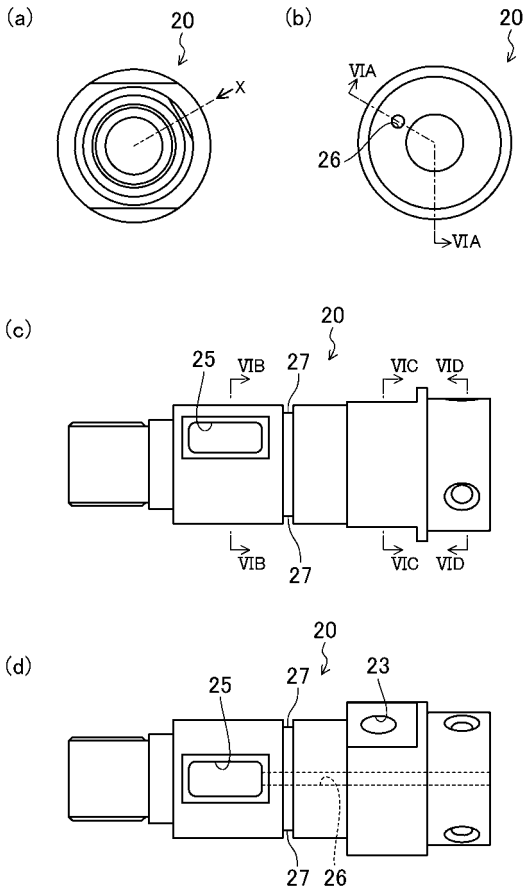
【 図 3 】



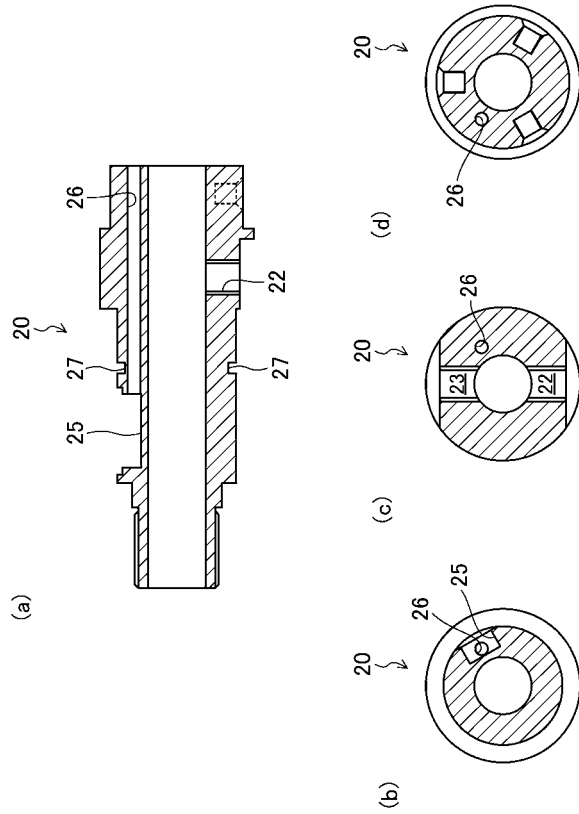
【 図 4 】



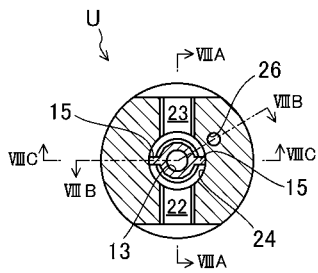
【 図 5 】



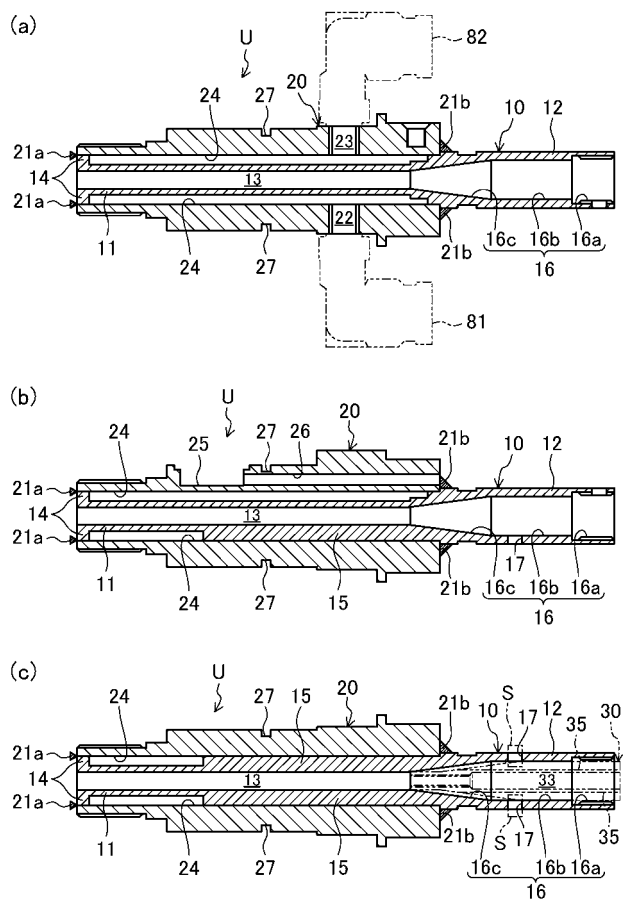
【 図 6 】



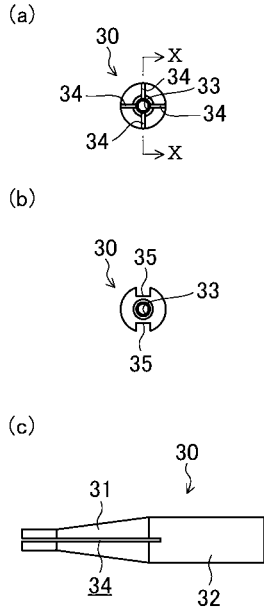
【 図 7 】



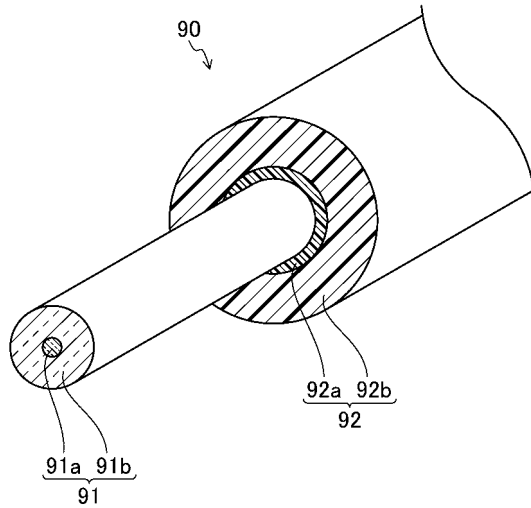
【 図 8 】



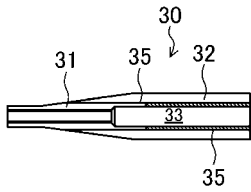
【 図 9 】



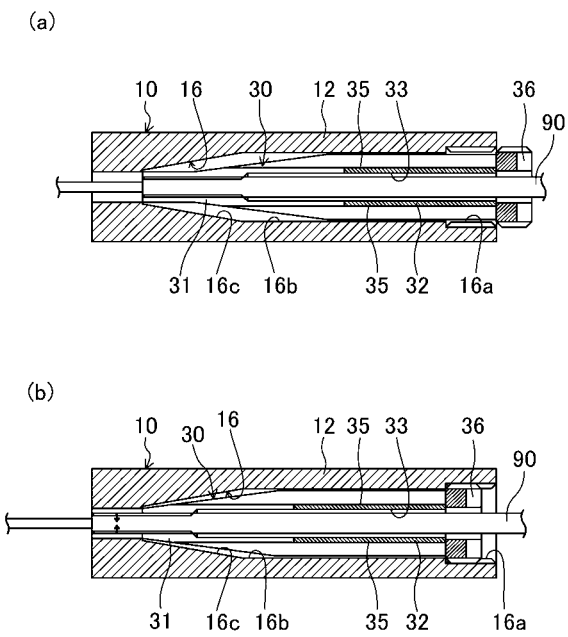
【 図 1 1 】



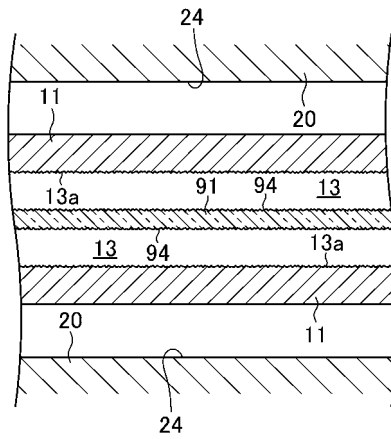
【 図 1 0 】



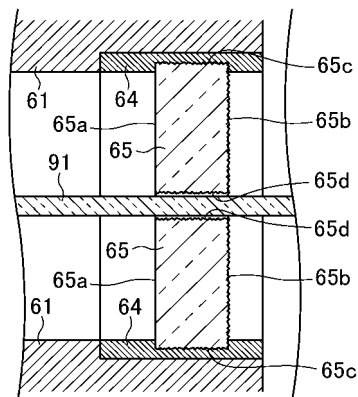
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

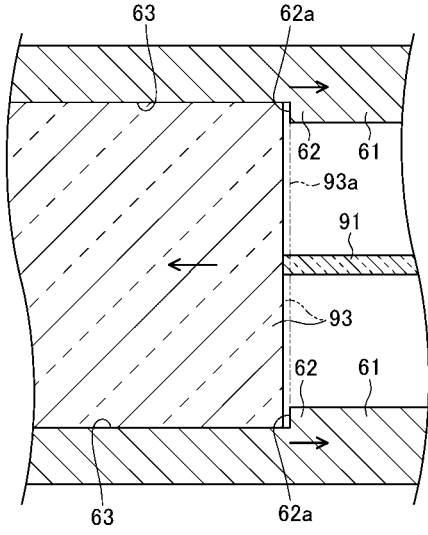


【 図 1 4 】

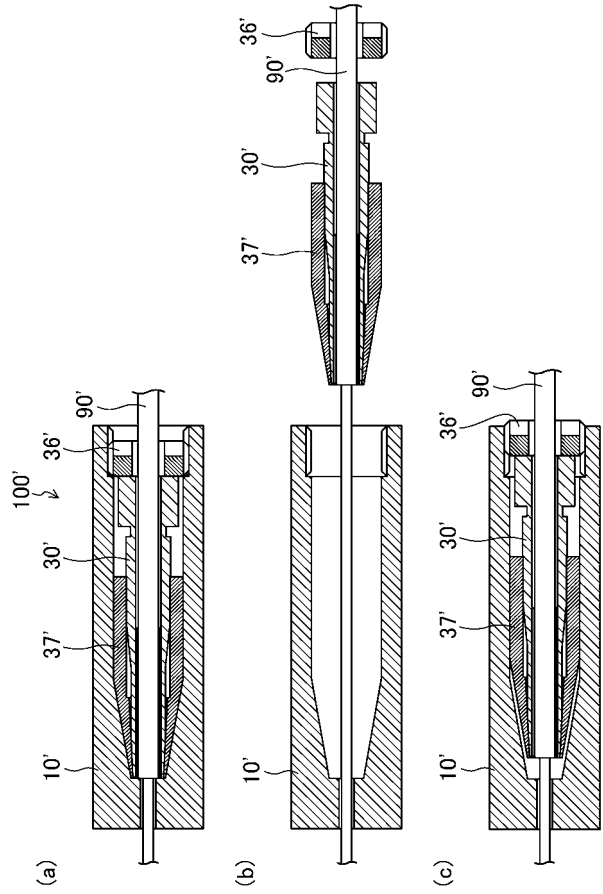




【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



---

フロントページの続き

(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 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) 2H036 QA03 QA11 QA22 QA33 QA59

2H137 AA13 AB05 AB06 AC12 AC15 BA01 BB08 BB14 BC71 CA15A

CA15E CA15F CA35 CA36 CA63 CA78 CC11 CC21 CD50 DB08

DB14 GA05 HA01 HA02 HA05