

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6404812号
(P6404812)

(45) 発行日 平成30年10月17日(2018.10.17)

(24) 登録日 平成30年9月21日(2018.9.21)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 6/36 (2006.01)
G02B 6/40 (2006.01)G02B 6/36
G02B 6/40

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-504542 (P2015-504542)
 (86) (22) 出願日 平成24年10月11日 (2012.10.11)
 (65) 公表番号 特表2015-512530 (P2015-512530A)
 (43) 公表日 平成27年4月27日 (2015.4.27)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2012/059831
 (87) 國際公開番号 WO2013/151582
 (87) 國際公開日 平成25年10月10日 (2013.10.10)
 審査請求日 平成27年10月9日 (2015.10.9)
 (31) 優先権主張番号 61/620,945
 (32) 優先日 平成24年4月5日 (2012.4.5)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 513002740
 ナノプレシジョン プロダクツ インコーポレイテッド
 NANO PRECISION PRODUCTS, INC.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90245 エルセグンド コーラル サークル 411-ビー
 (74) 代理人 100139723
 弁理士 樋口 洋
 (74) 代理人 100124224
 弁理士 ▲高▼▲橋▼ 理恵
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光ファイバコネクタ用の高密度多ファイバフェルール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ファイバコネクタ内で光ファイバを支持するためのフェルールであって、光ファイバの第1のセットを第1の平面に支持するための複数の第1のセットの開放型溝と、光ファイバの第2のセットを前記第1の平面とは異なる第2の平面に支持するための複数の第2のセットの開放型溝とを、備えるよう構成された本体を備え、

前記開放型溝の各々は、1本の光ファイバを、該光ファイバが該開放型溝の上部からはみ出すことがないように受容し、

前記第1の平面の前記光ファイバの第1のセットが、前記第2の平面の前記光ファイバの第2のセットに対して互い違いにされていることを特徴とするフェルール。

10

【請求項 2】

前記フェルールは、第1のフェルール半体及び第2のフェルール半体を含み、前記第1のフェルール半体は、該第1のフェルール半体の第1の表面に画定された前記第1のセットの開放型溝であって、前記光ファイバの第1のセットを支持する前記第1のセットの開放型溝を有し、前記第2のフェルール半体は、該第2のフェルール半体の第2の表面に画定された前記第2のセットの開放型溝であって、前記光ファイバの第2のセットを支持する前記第2のセットの開放型溝を有する、請求項1に記載のフェルール。

【請求項 3】

前記第1及び第2のフェルール半体をクランプ留めして、前記第1及び第2のフェルール半体を嵌合構成に維持するカラーを更に備える、請求項2に記載のフェルール。

20

【請求項 4】

前記フェルールは、前記第1の表面と前記第2の表面とが重なり合うように前記第1のフェルール半体と前記第2のフェルール半体とを組み合わせることにより構成され、

前記フェルールは、前記開放型溝の第1のセット内の隣接する光ファイバが、前記第1の表面の第1の仕切りにより分離され、前記開放型溝の第2のセット内の隣接する光ファイバが、前記第2の表面の第2の仕切りにより分離されるよう構成され、

前記第1の仕切りが前記開放型溝の第2のセットに対面し、前記第2の仕切りが前記開放型溝の第1のセットに対面するように、前記第1の表面と前記第2の表面とが重ね合わされてなる、請求項2または3に記載のフェルール。

【請求項 5】

10

前記第1の仕切りは、前記第1の表面の第1の平坦部を含み、前記第2の仕切りは、前記第2の表面の第2の平坦部を含み、

前記第1の平坦部が前記開放型溝の第2のセットを被覆し、前記第2の平坦部が前記開放型溝の第1のセットを被覆するように、前記第1の表面と前記第2の表面とが重ね合わされてなる、請求項4に記載のフェルール。

【請求項 6】

光ファイバは直径Dを有し、

前記光ファイバの第1のセットは2Dの中央線間隔を有し、前記光ファイバの第2のセットは2Dの中央線間隔を有する、請求項5に記載のフェルール。

【請求項 7】

20

前記光ファイバの第1及び第2のセットを互い違いにして、前記光ファイバの第1及び第2のセットの直近の光ファイバがDの中央線間隔を有するようにする、請求項6に記載のフェルール。

【請求項 8】

前記開放型溝の第1のセットは、前記フェルールの周囲の第1の表面上に画定され、前記開放型溝の第2のセットは、前記フェルールの周囲の第2の表面上に画定される、請求項1に記載のフェルール。

【請求項 9】

前記第1の表面及び第2の表面を被覆するフレームを更に備える、請求項8に記載のフェルール。

30

【請求項 10】

前記開放型溝の各々が、1本の光ファイバをクランプ留めできるようにサイズ決めされていることを特徴とする請求項1から9いずれか1項に記載のフェルール。

【請求項 11】

前記光ファイバの第1のセットは第1のファイバケーブルを構成する光ファイバであり、前記光ファイバの第2のセットは第2のファイバケーブルを構成する光ファイバであり、

前記第1のファイバケーブルは前記第2のファイバケーブルと分離されている、請求項1から10いずれか1項に記載のフェルール。

【請求項 12】

40

請求項1から11いずれか1項に記載のフェルール；及び

前記フェルールを支持するハウジングを備える、光ファイバコネクタ。

【発明の詳細な説明】**【優先権の主張】****【0001】**

本出願は、米国特許法第119条の下で、2012年4月5日出願の米国仮特許出願第61/620945号の優先権の利益を主張するものであり、その全体が本明細書中に記載されているかのように、参照によってその全体が本明細書に援用される。以下に言及する全ての公報は、その全体が本明細書中に記載されているかのように、参照によってその

50

全体が本明細書に援用される。

【技術分野】

【0002】

本発明は光ファイバコネクタに関し、特に光ファイバコネクタのフェルールに関する。

【背景技術】

【0003】

光ファイバ導波路を介する光信号の伝送には多くの利点があり、その用途は多様である。一本又は複数本のファイバ導波路を単に用いて、離れた場所に可視光を伝送できる。複雑な電話方式及びデータ通信システムは、複数の特定の光信号を伝送できる。これらのデバイスは複数のファイバを、その端部同士を接続するようにして結合するが、この結合は光損失の一因ともなる。ファイバリンクの総光損失が、システムに関して指定された光コネクタ損失バジェット以下となることを保証するためには、ファイバの2つの研磨端の精密な位置合わせが必要である。単一モード電気通信グレードのファイバの場合、これは典型的には1000 nmより小さいコネクタファイバ位置合わせ許容誤差に相当する。これは、マルチギガビットレートで作動する並列ファイバリンク及び单一ファイバリンクのいずれにおいても、ファイバの位置合わせのために応用される部品をサブミクロンレベルの精度で組立て及び製作しなければならないことを意味する。10

【0004】

光ファイバ接続において、光ファイバコネクタは1本又は複数本のファイバであるケーブルの端部の終端を形成し、スライシングよりも迅速な接続及び切離しを可能にする。このコネクタは、光が端部から端部へと通過できるように、ファイバのコアを機械的に結合して位置合わせする。優れたコネクタでは、反射又はファイバの位置ずれによる光損失が極めて少ない。マルチギガビットレートで作動する並列 / 複ファイバリンク及び单ファイバリンクのいずれにおいても、コネクタはサブミクロンレベルの精度で製作された補助部品を用いて組み立てなければならない。得られる最終製品を経済的に有利なものとするために、このような精度での部品の作製は、それほど困難なものではないかのように、完全に自動化された極めて高速なプロセスで達成しなければならない。20

【0005】

現在の光ファイバコネクタの基本設計は長年に亘って変化していない。基本的なコネクタユニットはコネクタ組立体である。図1は、光ファイバ412を含むケーブル410用の光ファイバコネクタ400(US Conec社が販売)の一実施例を示す。このコネクタは、フェルール402、フェルールハウジング404、ケーブル外被又はブーツ406、位置合わせガイドピン408、及び上記ハウジングの内外に設けられたその他のハンドウエア(例えば、ケーブル歪み緩和部、圧着具、バイアス印加ばね、スペーサ等)からなる構成部品の組立体を有する。フェルール402と、ファイバ412の終端面とを研磨する。光ファイバコネクタ400内のフェルール402に対してバネによって負荷を与えることにより軸方向バイアスを与えて、2つのコネクタ内のファイバの研磨端面同士を互いに対し押圧する。殆どの場合、その目的は、結合するファイバ間に物理的接触を確立して光の損失を防止することである。物理的接触により、コネクタ挿入損失及び反射損失を増加させる、2本のファイバ間の空気捕捉層を回避できる。2つのコネクタのフェルールを確実に結合させるためには、アダプタ(図示せず)が必要である(各コネクタのフェルールハウジング404をアダプタに差し込む)。30

【0006】

図1に示すUS Conec社製の光ファイバコネクタは、日本電信電話株式会社に譲渡された特許文献1に開示の構造によるものである。特許文献1に示すように、この光ファイバコネクタは、複数本の独立した光ファイバを有する光ファイバリボンケーブルを受承し、上記独立した光ファイバを所定の位置関係に維持する。この光ファイバコネクタを別の光ファイバコネクタと(例えばアダプタを用いて)嵌合させて、一方の光ファイバコネクタの複数本の独立した光ファイバを、他方の光ファイバコネクタの複数本の独立した光ファイバと位置合わせできる。40

【0007】

U S C o n e c 社製のフェルール 4 0 2 は一般にプラスチックブロックの形態であり、これは、光ファイバ 4 1 2 の終端及び位置合わせピン 4 0 8 をこのブロックに挿入するのに十分な間隙を提供する一連の過大貫通孔を有する。フェルール 4 0 2 は、場合によつてはガラス粒子で強化されている可塑性ポリマーをモールド成形して形成される。フェルールブロック 4 0 2 の孔を通して複数本の光ファイバ 4 1 2 の終端を挿入するために、光ファイバの保護外被及び緩衝（樹脂）層を剥いで終端近傍のクラッド層を露出させ、クラッド層をエポキシ層で被覆する。次に光ファイバの終端をフェルールの過大孔に通す。エポキシを硬化させると、光ファイバ 4 1 2 の端部はフェルール 4 0 2 に確実に保持される。同様に、位置合わせピン 4 0 8 は、このピン用に設けられたフェルール 4 0 2 の過大孔に挿入された後、エポキシで固定される。10

【0008】

上述のフェルールにはいくつかの重大な欠点がある。射出成形構造ではその性質上、十分な許容誤差が確保されない。ポリマーは剛性ではなく、ファイバケーブル又はコネクタハウジングに荷重（力又はモーメント）がかかると変形する。ポリマーはまた、長期間に亘るクリープ及び熱膨張／収縮を引き起こし易い。フェルールの過大孔内の間隙は、ファイバの端部と端部の位置合わせの許容誤差に更に影響する。エポキシは硬化時に収縮し、これがプラスチックフェルールの屈曲を引き起こす。更に、エポキシは時間の経過とともにクリープし、コネクタ内で印加されるバネ荷重の軸方向バイアスの下で、フェルールの孔内の（隣接するファイバの端部に押し付けられている）光ファイバの端部の往復動作又は引込みを引き起こす。これにより、対面する両ファイバ端面の表面接触境界面の完全性が損なわれる。これらの及びその他の欠陥により、許容誤差は、現在の光ファイバ用途に求められる高度な許容誤差より大きくなる。20

【0009】

現在、現行のファイバコネクタは製造コストが高過ぎること、並びに信頼性及び損失特性の向上が望まれることが一般に認められている。光ファイバを短距離／超短距離用通信媒体としようとする場合、ファイバコネクタの許容誤差を改善し、製造コストを低減しなければならない。通信システム、データ処理及びその他の信号伝送システムにおける比較的普及した、そして更に増加し続ける光ファイバの利用により、ファイバ端子を相互連結するための満足できる効率的な手段への需要が生まれている。30

【0010】

更に、大容量光ファイバ伝送への需要の高まりと共に、多線の光ファイバは1本のケーブルに束ねられ（例えは図1の410）、それぞれが複数の光ファイバを有する複数のケーブルが、光ファイバネットワークを通してルーティングされている。従来、図1に示すような多線ファイバコネクタは、單一面内の列状に終端する複数の光ファイバを有する。コネクタ内で終端する光ファイバは、单一の光ファイバケーブルから延在する、この単一の光ファイバケーブルの一部分である。光ファイバ 4 1 2 は、フェルールブロック 4 0 2 の別個の孔に個別に受承される。ここで、同じファイバ束又はケーブル内の隣接する光ファイバは、フェルールブロック 4 0 2 内で分離される。結果、フェルール 4 1 2 が備える孔の数により、ファイバコネクタ 4 0 0 每の相互接続ファイバ端末の密度が制限される。相互ネットワークの結合位置における大量の接続ファイバ終端のために、より大きな設置面積及び／又はより多くの光ファイバコネクタ 4 0 0 を有する大きな光ファイバコネクタが必要であることが理解されるであろう。結合位置における比較的大きな接続及び追加のファイバコネクタは、接続位置においてより多くの空間を占有して巨大になり、光ファイバケーブル 4 1 0 のサイズに対して不釣合いなものになり得る。また、複数のコネクタが必要な場合、終端及び電送のコストが増加する。40

【0011】

従来、U S C o n e c 社は、光ファイバの配列を支持する成形フェルールを提供している。このフェルールは、单一ファイバケーブルの合計 7 2 ファイバについて、1 2 ファイバの最大 6 列で利用可能である。しかしながら、このようなフェルールは、上述の直列50

ファイバを支持する上述の成形フェルールと同じ欠点を有する。成形フェルールに必要な許容誤差を保持することがより困難となる。実際、72ファイバフェルールは許容誤差が大きいために、マルチモードファイバとしてしか利用できない。更に、フェルールブロックの孔の配列は、打抜き加工処理により形成するには適していない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】米国特許第5214730号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0013】

従って、有意に高い密度の光ファイバを収容でき、低挿入損失及び低反射損失をもたらし、使いやすく、環境に対する感受性の低さによる高信頼性を提供でき、低成本で製造できる、新規の高密度光ファイバコネクタ設計、特に新規の高密度フェルール設計を開発することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、従来のフェルール及びコネクタの欠点の多くを克服する、光ファイバコネクタ用のフェルールを提供する。本発明によるフェルールは、有意に高い密度の光ファイバを収容でき、低挿入損失及び低反射損失をもたらし、使いやすく、環境に対する感受性の低さによる高信頼性を提供でき、低成本で製造できる、光ファイバコネクタを提供する。本発明によると、フェルールの所定の幅又はフットプリントに対するファイバコネクタ内の終端光ファイバの密度を、有意に増大させる（例えば2倍にする）ことができる。一態様によると、本発明によるフェルールは、1つ以上の光ファイバケーブル（例えばリボン型又は円形ケーブル）から延在する光ファイバを支持する。一実施形態では、フェルールは、別個の光ファイバケーブルに束ねられた複数の光ファイバを収容するよう構成される。

20

【0015】

本発明によると、フェルールは、ファイバ溝及び位置合わせピン溝を備え、これらはフェルールブロック（例えば成形フェルールブロック）の貫通孔とは違い、開放型チャネルである。これにより、従来技術において実施していたように、光ファイバ及び位置合わせピンを、余分の間隙を備えた孔に挿入する必要がなくなる。ファイバ及び位置合わせピン用の開放型チャネルを設けることにより、ファイバ及び位置合わせピンのための間隙が不要となる。フェルールの溝とファイバ及び位置合わせピンとの間に、部品間の移動を引き起こし得るいすれの間隙を設けないことにより、位置合わせピン及びファイバを互いに対しより正確に配置することができる。例えばフェルールが、指定された位置合わせ許容誤差に影響を与えることなく、比較的大きな寸法変化に適応できるため、環境条件が変化してもファイバとピンとの間隔をより良好に維持できる。従って、光ファイバコネクタは、低挿入損失及び低反射損失をもたらす。またこのようなフェルール構造により、エポキシ被覆ファイバを孔に通す従来のフェルールと比較して、ファイバ終端部のフェルールへの取付けが容易になる。エポキシを使用しないことにより、光ファイバコネクタの信頼性は、エポキシ材料のいすれの劣化／クリープに影響されない。フェルールに適した材料を選択することで、光ファイバコネクタの性能の、熱の変化に対する感受性を低下させる。フェルールの開放構造は、例えば打抜き加工や押出加工などの安価で高スループット処理である大量生産プロセスを可能とする。

30

【0016】

本発明の一実施形態では、終端光ファイバの第1のセットは、開放型ファイバ溝の第1の列に支持され、終末光ファイバの第2のセットは、開放型ファイバ溝の第2の列に支持され、第1の列は第2の列に平行である。一実施形態では、第1の列の光ファイバは、第2の列の光ファイバに対して互い違いになっている。

40

50

【0017】

一実施形態では、フェルールは2つの半体を有し、この半体はそれぞれ、平面上に精密に形成された開放型溝の列を備える開放型構造を有する。2つのフェルール半体を、溝の列を互いに対して平行に積載する。フェルール半体の溝の各列は、光ファイバケーブルの光ファイバを収容する。一実施形態では、溝は、エポキシ樹脂又は補完の精密部品を必要とせずに光ファイバを確実にクランプ留めできる開放型ファイバクランプ留め溝として構成される。一実施形態では、溝の長手方向の開口の少なくとも一部には、クランプ留め効果をもたらすための対向するリップが設けられる。長手方向の開口の幅は、少なくとも溝の一部に沿ったリップ間に画定され、ファイバに対して密着嵌合（例えば縫り嵌め）を生成するために光ファイバの直径よりも狭い。これにより、光ファイバの端部を溝の長手方向の開口へと横から挿入できるが、光ファイバは溝内でしっかりと固定される。溝及び長手方向の溝開口の幅を、溝に対するファイバの移動を許容するいずれの間隙を有さずに入力するように成形及びサイズ決めする。

10

【0018】

本発明の別の実施形態では、フェルールは、終端光ファイバを平面内において一列に位置合わせするよう構成され、これにより隣接する光ファイバの軸を光ファイバの直径に略相当する距離だけ離間させる。一実施形態では、隣接する光ファイバが互いに接触するように、終端光ファイバをフェルールの平面において一列に隣接して配置する。一実施形態では、終端光ファイバの列において、2つの異なる光ファイバケーブルの光ファイバは、互い違いになるように交互に配置される。一実施形態では、フェルールは、少なくとも1つの単一の幅広い開口を備え、これは光ファイバを隣接した構成で受承及び収容する。開口は2つ以上であってよく、これらはそれぞれ、平面内において一列になった光ファイバのセットを受承及び収容する。別の実施形態では、終端光ファイバを、フェルール／コネクタ内において2つ以上の列で配置する。

20

【0019】

本発明の別の態様では、打抜き加工や押出加工等の高スループット処理により、本発明によるフェルールを精密形成する。

【0020】

一実施形態では、フェルール本体を金属材料で作製する。この金属材料は、高剛性（例えばステンレス鋼）、化学不活性（例えばチタン）、高温安定性（例えばニッケル合金）、低熱膨張率（例えばアンバ）を有するよう、又は他の材料の熱膨張率と適合するよう（例えばガラスと適合するコバルトを）選択してよい。

30

【0021】

本発明によるフェルールは従来の欠点の多くを克服し、その結果として、低挿入損失及び低反射損失をもたらし、使いやすく、環境に対する感受性の低さによる高信頼性を提供でき、低コストで製造できる、光ファイバコネクタを提供する。

【0022】

本発明の本質及び利点、並びに好適な使用形態を十分に理解するために、以下の詳細な説明を添付の図面と併せて参照されたい。添付の図面においては、複数の図面を通して類似又は同様の部品には類似の参照番号を付している。

40

【図面の簡単な説明】**【0023】**

【図1】従来技術による光ファイバコネクタ

【図2】本発明の一実施形態による高密度光ファイバコネクタの斜視図

【図3】図2の光ファイバコネクタの端面図

【図4】図2の光ファイバコネクタの分解立体図

【図5】図2の光ファイバコネクタの上面図

【図6】図2の光ファイバコネクタの側面図

【図7】本発明の別の実施形態による、下側フェルール半体の一部の断面図

【図8】本発明の更なる実施形態による高密度光ファイバコネクタの斜視図

50

- 【図9】図8の光ファイバコネクタの上面図
 【図10】図8の光ファイバコネクタの側面図
 【図11】図8の光ファイバコネクタの端面図
 【図12】図8の光ファイバコネクタの分解立体図
 【図13】図8に関する本発明の別の実施形態による、高密度光ファイバコネクタの端面図
 【図14】本発明の更なる別の実施形態による高密度光ファイバコネクタの斜視図
 【図15】図14の光ファイバコネクタの分解立体図
 【図16】図14の光ファイバコネクタの端面図
 【図17】図14の光ファイバコネクタの上面図
 【図18】図14の光ファイバコネクタの側面図
 10
 【発明を実施するための形態】
 【0024】

本発明について、様々な実施形態に関して図面を参照しながら以下に説明する。本発明を本発明の目的を達成するための最適な様式として記述するが、本発明の精神又は範囲を逸脱することなく、教示に照らして変更例を実施できることは、当業者には明らかであろう。

- 【0025】
 本発明は、従来のフェルール及びコネクタの欠点の多くを克服する、光ファイバコネクタ用のフェルールを提供する。本発明によるフェルールは、有意に高い密度の光ファイバを収容でき、低挿入損失及び低反射損失をもたらし、使いやすく、環境に対する感受性の低さによる高信頼性を提供でき、低コストで製造できる光ファイバフェルールを有する、光ファイバコネクタを提供する。本発明によると、フェルールの所定の幅又はフットプリントに対するファイバコネクタ内の終端光ファイバの密度を、有意に増大させる（例えば2倍にする）ことができる。本発明によるフェルールは、1つ以上の光ファイバケーブル（例えばリボン型又は円形ケーブル）から延在する光ファイバを支持する。このフェルールは、同一の又は別個の光ファイバケーブルに束ねられた複数の光ファイバを収容するよう構成される。本発明の一実施形態では、第1のファイバケーブルの終端光ファイバの第2のセットを開放型溝の第1の列に配置し、第2のファイバケーブルの終端光ファイバの第1のセットを開放型溝の第2の列に配置し、ここで上記第1の列は上記第2の列と平行とする。一実施形態では、第1の列の光ファイバは、第2の列の光ファイバに対して互い違いになっている。本発明の一実施形態を図2～6に示す。
 20
 30
 30

- 【0026】
 図2は、本発明の一実施形態によるフェルール12を含む構成部品の組立体を有する、光ファイバコネクタ10の斜視図である。コネクタ10は、フェルールハウジング14（点線で示す）、ケーブルブーツ16（点線で示す）、及び位置合わせガイドピン18を更に含む。図2は、光ファイバコネクタ10の簡略図である。本発明に従って構成されたフェルール12以外に、光ファイバ組立体10のその他の部品は、図1に示す光ファイバ組立体内の部品を更に含んでよい（即ち本発明によるフェルールは、U.S. Connect社が提案するようなMTO/MPO光ファイバコネクタにおいて下位互換として使用できるように作製してよい）。図3～6は、図面から削除されたフェルールハウジング14及びケーブルブーツ16を備える光ファイバコネクタ10の様々な図である。
 40

- 【0027】
 図示した実施形態では、フェルール12は2つのフェルール半体12a、12bを含む。図示した実施形態では、フェルール半体12a、12bは同一の構造である。これにより、同一の構成部品を容易に供給できる。しかしながらフェルール半体は、これらが嵌合して光ファイバ20a、20bを支持できさえすれば、同一である必要はない。

- 【0028】
 図4を参照すると、各フェルール半体（12a、12b）は、頭部（36a、36b）及び後尾部（26a、26b）を含む概ねT字型の構造を有する。各頭部（36a、36b）
 50

b) は開放構造を有し、この開放構造はその上に、平面上に精密に形成された開口溝(24a、24b)の列を有する。2つのフェルール半体12a、12bは、頭部(36a、36b)が嵌合し、溝24aの列と溝24bの列とが互いに平行になるように、嵌合構成で重ねられる。フェルール半体(12a、12b)の開放型溝(24a、24b)の各列は、別個の光ファイバケーブル(22a、22b)の光ファイバを収容する。

【0029】

図示した実施形態では、12本の光ファイバ20aを外被27a内に保持して第1の光リボンファイバケーブル22aを形成し、12本の光ファイバ20bを外被27b内に保持して第2の光リボンファイバケーブル22bを形成している(図2も参照のこと)。第1の光ファイバケーブル22aの終端光ファイバ20aは、第1のフェルール半体12aの頭部36aの長手方向の開放型溝24aの第1の列に受承され、第2の光ファイバケーブル22bの終端光ファイバ20bは、第2のフェルール半体12bの頭部36bの長手方向の開放型溝24bの第2の列に受承され、第1の列は第2の列と平行である。溝(24a、24b)は、光ファイバ(20a、20b)の終端部分を、保護緩衝及び外被層が無くクラッドが露出した剥き出しの形態で受承する。

【0030】

溝の列の構成は、図3のフェルール12の端面図によりはっきりと示されている。図示した実施形態では、各溝は略平行の両側に略U字型の断面を有する。フェルール半体12a、12bの頭部36a、36bを嵌合して、溝を有する表面が互いに対面するようとする。溝24a、24bは互い違いになっており、これにより、第2の列の光ファイバ20bに対して第1の列の光ファイバ20aが互い違いになる。特に、第1のフェルール半体12aの頭部36aの溝24aの長手方向開口はそれぞれ、第2のフェルール半体12bの頭部36b内に画定された隣接する溝24bを隔てる長手方向の平坦部13b(即ち仕切り)に対面し、第2のフェルール半体12bの頭部36bの溝24bの長手方向開口はそれぞれ、第1のフェルール半体12aの頭部36a内に画定された隣接する溝24aを隔てる長手方向の平坦部13aに対面する。溝の深さは、光ファイバを完全に受承するよう寸法決めされる。図示した実施形態では、溝の深さは少なくともD(例えば125マイクロメートル)、即ち保護緩衝及び外被層が無くクラッドが露出した光ファイバの剥き出しの部分の直径であり、本明細書全体を通してこの符号を用いる。各平坦部(13a、13b)は、対応する反対側の溝開口を略覆う。図示した実施形態では、各部分(13a、13b)は、対応する反対側の溝開口を完全に覆う。

【0031】

フェルール半体の隣接する溝の横方向の中央線間隔Sは、溝の幅と別個の平坦部(13a、13b)の幅との和に等しい。図示した実施形態では、平坦部(13a、13b)の幅は、U字型溝の幅と実質的に同じであり、これは光ファイバの剥き出しの部分の直径Dに実質的に相当する。従って、図3に示す実施形態では、隣接する溝24aと24bとの間の、横方向の(2つのフェルール半体間の境界面に沿った方向の)中央線の間隔は、剥き出しの光ファイバ(20a、20b)の直径Dに略等しく、また横方向の中央線の間隔Sは2Dに略等しい。

【0032】

一方の頭部(36a、36b)の平坦部(13a、13b)は、他方の頭部の溝(24a、24b)の開口に蓋をする役割を果たす。溝の深さが実質的にDであることにより、各平坦部(13a、13b)及びこれに対応する反対側の溝によって、光ファイバ(20a、20b)を精密に位置決めする空間が同時に画定される。

【0033】

少なくとも溝の一部に沿った壁間に画定される長手方向の開口の幅を、露出した光ファイバの直径より僅かに狭くすることによって、剥き出しのファイバ(保護緩衝及び外被層が無くクラッドが露出した剥き出しの部分)に対して密着嵌合(例えば1マイクロメートルの締り嵌め)を生成し、これにより光ファイバの端部部分を溝の長手方向の開口へと側方に挿入でき、また、光ファイバを溝に密着させて固定できる。溝及び長手方向の溝開口

10

20

30

40

50

の幅は、ファイバが溝に対して動くことができるいずれの隙間も有さずファイバを固定するように成形及び寸法決めされる。溝は光ファイバの外形に適合するように、円形の底部、平坦な底部又はV溝を有してよい(これによりファイバと溝の壁との間に空間がもたらされる)。底部を円形にすると、ファイバとの接触領域が増大し、ファイバ内により均一な弾性応力が得られるため、好適である。締め嵌めの溝の使用は、光ファイバの直径よりも大きくなるように許容誤差を設定された孔を有する図1に示す成形フェルールとは対照的である。従って、過大孔は光ファイバの位置を管理できない。

【0034】

フェルール半体12a、12bの後尾部(26a、26b)は、頭部(36a、36b)より薄い。後尾部(26a、26b)の対面する側部により、その間の窪み28が画定される。これは、図2に示す構成で嵌合した場合に、フェルール半体22aと22bとの間に外被27a、27bが受承及びクランプ留めされるようサイズ決めされる。ファイバリボン22a、22bの外被27a、27bは窪み28に嵌め込まれ、この窪み28は、外被(27a、27b)の厚さ並びに外被(27a、27b)内のファイバ20の保護緩衝及び外被層を収容するための追加の空間を提供する。後尾部(26a、26b)の端部の外側を薄くしてカラー52に嵌め込み、これにより外被(27a、27b)をクランプ留めする。カラー52及び後尾部(26a、26b)は、ファイバケーブル(22a、22b)上に歪み緩和をもたらす。頭部(36a、36b)の開放型溝(54a、54b)、及びカラー52上のスタブ55に設けられた孔29により画定される貫通孔により、位置合わせピン18を支持する。カラー52は、フェルール半体(12a、12b)の頭部(36a、36b)を嵌合構成に維持する。カラー52はフェルール12の構成部品と見做すことができる。

【0035】

カラー52を省略してもよく、また、フェルール半体の頭部を例えばレーザ溶接によって嵌合構成に維持できることに留意されたい。

【0036】

光ファイバ(20a、20b)を溝(24a、24b)内に完全に固定すると、光ファイバ(20a、20b)はフェルール半体(12a、12b)内に溝(24a、24b)によって精密に位置決めされる。光ファイバ(20a、20b)の位置及び配向は、溝(24a、24b)の配置及び平行性により設定される。従って、例えば(位置合わせピン18を受承するためのメス構造を有する)対向する光ファイバコネクタ内のファイバに位置合わせするために、フェルール半体(12a、12b)における光ファイバ(20a、20b)の相対配置(例えば間隔)を、フェルール内に精密に維持する。確実かつ精密に光ファイバコネクタ内にファイバを位置決めするための相補的なフェルールは不要である。しかしながら、相補的なフェルール半体がフェルール半体12bにファイバ20bを位置決めするためのいずれの位置合わせ機能又は効果的な支持を提供せず、またその逆も真である場合でも、上述の溝クランプ留め構造をそれぞれ有する2つのフェルール半体12a、12bを設けることにより、これらフェルール半体12a、12bは、高いファイバ密度を収容するフェルール12を形成する。

【0037】

本発明の別の態様では、上述の実施形態のファイバ溝は、打抜き加工や押出加工等の高スループット処理により精密形成される。

【0038】

一実施形態では、フェルール本体を金属材料で作製する。この金属材料は良好な熱寸法安定性を有するように(例えばアンバーを)選択してよい。

【0039】

本発明の範囲及び精神から逸脱することなく、光ファイバをリボンケーブルの代わりに円形ファイバケーブルの形態に束ねてよいことは理解できるであろう。

【0040】

本発明の別の実施形態では、フェルール半体は、エポキシ又は相補的な精密部品を用い

10

20

30

40

50

ずに光ファイバを確実に保持できる精密溝クランプ留め用特徴部分がその上に形成された開放構造を有するフェルール半体を含む。図7は第フェルール半体12bの頭部36bの溝24bの部分を示す。フェルール半体12aも同様の溝構造を有することができる。

【0041】

溝24bは、ファイバ20b（保護緩衝及び外被層が無くクラッドが露出した剥き出しの部分）をクランプ留めする開口により、例えば縫り嵌め（又は押し合わせ）によってファイバ20bを確実に固定するよう構成される。この縫り嵌めにより、ファイバ20bは所定の位置に確実にクランプ留めされ、結果としてファイバの位置及び配向は溝24の配置及び平行性により設定される。縫り嵌めの使用は、光ファイバの直径よりも大きくなるように許容誤差を設定された孔を有する図1に示す成形フェルールとは対照的である。従って、過大孔は光ファイバの位置を管理できない。10

【0042】

図7に示す実施形態では、溝24bの長手方向の開口23の幅Wを、光ファイバ20bの直径よりも僅かに狭く作製している。特に、開口23は、長手方向の開口23の対向する長手方向端部に形成されたリップ25により画定される。長手方向の開口23の幅Wは僅かに小さ過ぎ、これにより、光ファイバの終端部分を溝の長手方向の開口23内に挿入して縫り嵌めできる。縫め代の大きさは、溝に対するファイバの荷重がリップにおける弾性変形又は微細な塑性変形のみをもたらすよう製造プロセスにより設定できる。溝は塑性変形すべきではない；塑性変形すると、ファイバ配置の正確性に影響を及ぼす。

【0043】

具体的には、ファイバ20bをフェルール12bの頭部36bに取り付けるため、ファイバ20bの終端部分を、長手方向の開口23を介して縦長方向に（即ち溝の軸方向ではない方向に）溝24bに押圧してスナップ嵌合させ、ファイバ20bの先端を頭部36bの端面から僅かに突出させる。更に、長手方向の開口23の幅W及び溝24bを、ファイバの端面が溝に対して軸方向及び平行移動できるようないずれの隙間を設けることなく、光ファイバ20bを溝24bにぴったりと固定するように寸法決め及び成形し、2つの隣接するファイバの端面間の光結合のための厳密な許容誤差を保証する。剥き出しのファイバ部分を、ファイバ20bと溝24bとの間の嵌合表面に沿って縫め代を有する溝に固定するためのエポキシは不要である。20

【0044】

図7に示す実施形態は、ファイバ20bの本体に概ね一致する開放型溝24の断面形状を示す。ファイバ20bは、ファイバ20bの上部を溝24bの底部及びその他の部位に対して押圧するリップ25により、溝24b内に確実に「クランプ留め」される。図示した実施形態では、ファイバ20bの壁は、開口23付近を除いて溝24bの全体の壁に対して押圧されている状態で示されている。これにより、略均一な押圧がファイバの略全体の周囲にもたらされるため、ファイバ20bを介して伝送される光信号に対して、応力によって誘発されるファイバ又はコアの屈折率の変化がもたらす影響は比較的小さい。しかしながら、ファイバ20bを溝24b内に確実に固定するのに十分な縫め嵌めを提供できる異なる断面を有するようにフェルールの溝を構成することもまた、十分に本発明の範囲及び精神の範疇である。例えば、溝は平坦な又は湾曲した底部、湾曲した側壁、又は上記平坦な底部（例えばV底部）に対して垂直若しくは僅かに外向きの平坦な側壁と、溝の長手方向の開口を画定するための内向き配向のリップとを有してよい。このような溝の構成は、湾曲したファイバ壁と平坦な又は湾曲した溝の側壁との間に一定の空間をもたらすが、リップ25及び/又はファイバに対する溝の垂直壁によるクランプ留め作用は、溝内のファイバの動作を許容するいすれの隙間ももたらさない。この空の空間を、エポキシ等の被包目的の追加の材料で充填して、特にフェルール端面の機械的研磨中に粒子を捕捉してしまうのを防止できる。40

【0045】

ファイバ20bを溝24b内に完全に固定すると、リップ25等の溝のプロファイル及び溝の底部は溝内のファイバ20bの配置を規定し、ファイバ20bは溝によってフェル50

ール内に精密に位置決めされる。従って、例えば（位置合わせピン18を受承するためのメス構造を有する）対面する光ファイバコネクタ内のファイバに位置合わせするために、フェルール半体12bにおける光ファイバ20bの相対配置（例えば間隔）を、フェルール内に精密に維持する。

【0046】

同一の考察に基づいて、フェルール半体12aの頭部36aに同様の溝構造を設けることができる。フェルール半体12a、12bの他の部分及びコネクタ10の他の構成部品の構造は、溝の構造を除いて図2に示した実施形態と同様のままである。

【0047】

非限定的な一例として、一実施形態では、コバール（54%のFe、29%のNi、17%のCo）材料製のフェルール内の、直径125マイクロメートルのシリカ製光ファイバ20bについて、溝24bの長さは1～3mm、溝24bの直径又は幅（例えば最大横径D）は0.124mm、長手方向の開口23の幅Wは105マイクロメートルである。溝23の側壁は開口23に向かってファイバ20bの垂直接線に対して約5～20度の角度で内向きに傾斜している。設けられた締め代は約1マイクロメートルであり、これはシリカ及びコバール材料に適している。シリカガラスは圧迫に対して極めて高い強度を有するので、締め嵌めによる高い接触圧に耐えることができる。

【0048】

図7による溝クランプ留め構造を有するフェルールについて、ファイバを光ファイバコネクタ内に確実かつ精密に位置決めするための相補的なフェルールは不要である。しかしながら、フェルール半体12b内にファイバ20を位置決めするためのいずれの位置合わせ機能又は効果的な支持を相補的なフェルール半体が提供せず、またその逆も真である場合でも、上記溝クランプ留め構造をそれぞれ有する2つのフェルール半体12a、12bを設けることにより、フェルール半体12a、12bは、高いファイバ密度を収容するフェルール12を形成する。

【0049】

以上から、図1に示すコネクタ等の従来技術において実施されていたプラスチックフェルールブロックの貫通孔の形成に比べて、チャネル又は溝はより簡単かつ精密に形成できることがわかる。一実施形態では、最初に溝を（例えば精密打抜き加工により）形成し、続いてフェルール本体の上面を例えば打抜き加工又は押抜き加工することにより2つの対向する開口端部の材料を溝の開口内へと押し込んでリップを形成するか、又はレーザ加工により開口の角の材料を溶融させて溝の開口内へと流し込んでリップを形成することにより、溝の開口を狭める。別の実施形態では、クランプ留め用溝を押出加工により精密形成してよい。図5に示すクランプ留め用溝の高スループット形成についての更なる情報は、本発明の譲受人に譲渡された2012年4月5日出願の米国特許出願第13/440970号明細書に開示されている。この出願はその全体が本明細書中で述べられているかのように、参照によりその全体が本明細書に援用される。

【0050】

精密打抜き加工処理及び装置は、本発明の譲受人に譲渡された米国特許第7343770号明細書に開示されている。この特許はその全体が本明細書中に記載されているかのように、参照によってその全体が本明細書に援用される。上記に開示された処理及び打抜き加工装置を、本発明のフェルールを精密打抜き加工するために適合してよい。

【0051】

図8～12は、本発明の別の実施形態による高密度光ファイバコネクタを示す。本実施形態における光ファイバコネクタ110の全体構造は、フェルールを除いて図2～6の実施形態の光ファイバコネクタ10の構造と同様である。光ファイバコネクタ110は、2つのフェルール半体112a、112bを含むフェルール112、カラー52、フェルールハウジング及びケーブルブーツ（図2に示したものと同様であるが、簡潔にするために削除している）を備える。カラー52の構造は図2に示したものと同様である。フェルール半体112a、112bの基本的構造は、ファイバ溝を除いて図2のフェルール半体1

10

20

30

40

50

2 a、12 b の T 字型構造と同様である。

【0052】

この実施形態では、リボンケーブル(22 a、22 b)の終端光ファイバ(20 a、20 b)を平面内で一列に位置合わせすることにより、隣接する光ファイバ(20 a、20 b)の軸を、(保護緩衝及び外被層が無くクラッドが露出した)剥き出しの光ファイバの直径Dに略対応する距離だけ離間させるように、フェルール112を構成する。図11に示すように、終端光ファイバ(20 a、20 b)は、フェルールの平面内に一列に隣接して配置され、隣接する光ファイバは互いに接触している。光ファイバ20 a、20 bは、異なる光ファイバケーブル22 a、22 bから交互に延在する。終端光ファイバの列において、光ファイバ20 aと光ファイバ20 bとは、互い違いになるように交互に配置される。図示した実施形態では、フェルール112は少なくとも1つの単一の幅広い平坦な開口124を備え、これは光ファイバ(20 a、20 b)の列を、隣接した構成で受承及び収容する。この幅広い平坦な開口124は、相補的なフェルール半体112 a、112 bの頭部(136 a、136 b)によって画定される。図11によりはっきりと示すように、各頭部(136 a、136 b)は、湾曲したリップ(152 a、152 b)(これらの構造の組合せは開放型溝と見做すことができる)を有する幅広い平坦部(150 a、150 b)を有する。フェルール半体112 aの頭部136 aがフェルール半体112 bの頭部136 bと嵌合する際、幅広い平坦部150 aは平坦部150 bと平行となり、これらはリップ(152 a、152 b)内において、平坦部(150 a、150 b)間に、光ファイバ(20 a、20 b)の列を緊密に隣接した構成で収容するための空間を画定する。单一の平坦な開口124は、光ファイバが元来有する精密な寸法に基づいて光ファイバの列内に必要な空間的間隔を提供することによって、光ファイバコネクタ110内で光ファイバ(20 a、20 b)を精密に位置合わせするための単純な構造を提供する。平坦部(150 a、150 b)の平坦構造により、フェルール半体を(例えば打抜き加工によって)厳密な許容誤差で、より容易に精密に形成できる。カラー52は、フェルール半体(112 a、112 b)の頭部(136 a、136 b)を嵌合構成に維持する。カラー52はフェルール半体112の構成部品と見做すことができる。

【0053】

図11に示す実施形態では、位置合わせピン18の孔は、一方のフェルール半体に設けた円柱状の開放型溝と、他方のフェルール半体に設けた正方形柱状の開放型溝との組合せによって画定される。図示した実施形態では、フェルール半体112 aは円柱状開放型溝154を備え、フェルール半体112 bは正方形柱状開放型溝156を備える。しかしながら、円柱状溝及び正方形柱状溝を各フェルール半体に設けることにより、対称な及び/又は同一のフェルール半体を提供することも、十分に本発明の範囲及び精神の範疇である。円柱状溝154は(例えば精密打抜き加工によって)精密に形成でき、正方形柱状溝156の深さは、この正方形柱状溝の壁を精密に形成する必要なしに精密に形成できる。正方形柱状溝156の側方寸法の変動は、ピンの位置合わせに影響しない。頭部(136 a、136 b)が嵌合する際、精密に画定された円柱の壁と、正方形柱の壁の精密な深さとの組合せにより、位置合わせピン18を正確かつ精密に位置合わせする。図2~6の既出の実施形態と同様のピン位置合わせ支持構造を設けてよい。

【0054】

図13は、光ファイバコネクタ110'の代替実施形態を示す。この実施形態では、フェルール半体(112 a'、112 b')の頭部(136 a'、136 b')に設けた円柱状開放型溝の組合せによって、位置合わせピン18用の孔が画定される。図11と比較して、光ファイバコネクタ110'の残りの構造は、図8~12に示す実施形態と同様のままである。

【0055】

平坦な開口124は2つ以上であってよく、これらはそれぞれ、平面内において一列に支持された光ファイバのセットを受承及び収容する。別の実施形態では、フェルール半体を2つ以上の層に分割することにより、終端光ファイバは、フェルール/コネクタ(図示

10

20

30

40

50

せず) 内の 2 つ以上の列 / 層に支持される。

【 0 0 5 6 】

代替実施形態(図示せず)では、フェルール半体をより対称に作製してよく、ここで各フェルール半体は、湾曲したリップを各縁部に有する幅広い平坦部によって画定される、同様の幾分 U 字型になった幅広トラフを有する頭部を備えるように構成される。フェルール半体が嵌合する際、フェルール半体の上記 U 字型幅広トラフは、互い違いになった / 交互になった光ファイバ(20a、20b)の列を緊密に隣接した構成で収容するための封止空間を画定する。この実施形態では、位置合わせピンの支持孔もまた(例えば対称な開放型溝を有するように)対称に作製してよく、又は図 11 に示すように非対称のままであってもよい。

10

【 0 0 5 7 】

図 14 ~ 18 は、本発明の更なる実施形態による高密度光ファイバコネクタを示す。この実施形態では、光ファイバコネクタ 210 は、単一部品のフェルール 212、フレーム 252、フェルールハウジング及びケーブルブーツ(図 2 に示したものと同様であるが、簡潔にするために削除している)を含む。本実施形態では、リボンケーブル(22a、22b)の終端光ファイバ(20a、20b)を 2 つの平行面内の開放型溝(224a、224b)の 2 つの列に整列させるよう、フェルール 112 を構成する。光ファイバ 20a、20b は異なる光ファイバケーブル 22a、22b から交互に延在する。図 16 に示すように、第 1 のファイバケーブル 22a の終端光ファイバ 20a をフェルール 112 の周囲の上面に設けられた開放型溝 224a 上に支持し、第 2 のファイバケーブル 22b の終端光ファイバ 20b をフェルール 212 の周囲の底面上に設けられた溝 224b 上に支持する。溝(224a、224b)は、図 3 の実施形態のフェルール半体(12a、12b)の表面上の溝 24、又は図 7 の実施形態の溝 24b と同様の構造をとる。

20

【 0 0 5 8 】

各開放型溝(224a、224b)は、対応する光ファイバ(20a、20b)を完全に受承する。フレーム 252 は、フェルール 212 をフレーム 252 へと挿入する際に溝(224a、224b)に対面する内側平坦部(250a、250b)を有する。平坦部(250a、250b)は溝(224a、224b)を完全に被覆する。光ファイバ(20a、20b)を溝(224a、224b)内に完全に固定すると、光ファイバ(20a、20b)は溝(224a、224b)によってフェルール半体(12a、12b)内に精密に位置決めされる。光ファイバ(20a、20b)の位置及び配向は、溝(224a、224b)の配置及び平行性により設定される。従って、例えば(位置合わせピン 18 を受承するためのメス構造を有する)対面する光ファイバコネクタ内のファイバに位置合わせするために、フェルール半体(12a、12b)における光ファイバ(20a、20b)の相対配置(例えば間隔)を、フェルール内に精密に維持する。ファイバを光ファイバコネクタ 210 内に確実かつ精密に位置決めするための相補的なフェルール又はフレームは不要である。フレーム 252 はフェルール 212 にファイバ(20a、20b)を正確に位置決めするためのいずれの位置合わせ機能又は効果的な支持を提供しないが、フレーム 252 は光ファイバの偶発的な変位を防止するために溝(224a、224b)を被覆するよう機能する。

30

【 0 0 5 9 】

開口を通してファイバケーブル(22a、22b)の外被(27a、27b)を歪み緩和アンカー 256 へと挿入し、延長部 258 上に支持する。延長部 258 は、フェルール 212 の中心開口 262 へと延在するスタブ 260 を有する。フェルール 212 に設けられた空間又は孔 264 へと位置合わせピン 18 を挿入し、歪み緩和アンカー 256 に設けられた孔 266 へと延在させる。孔 264 は、フェルール 212 の各端部に設けられたスプリット 268 により画定される。スプリットを画定する少なくとも 1 つのプロング 270 の材料厚さを薄くすることにより、プロング 270 の屈曲を容易にする。別の相補的な光ファイバコネクタに対する位置合わせのために位置合わせピンを正確かつ精密に配置するために位置合わせピンをクランプ留めする対応構造を画定する屈曲部を形成する。この

40

50

対応クランプ留め構造により、間隙を必要とすることなく、従って孔と位置合わせピンとの間のいずれの間隙を充填するためのエポキシを必要とすることなく、孔 264 に位置合わせピンを挿入できる。

【 0 0 6 0 】

図示した実施形態では、フレーム 252 がフェルール 212 の周囲を取り囲んでいるが、フェルール 212 の周囲を取り囲まずに溝 (224a、224b) を被覆するようにフレームを構成してよい。フレームを、完全なリング (図示せず) の代わりに例えば図 16 の端面図の部分的なリング (例えば C 字型) として構成してよい。あるいは、フレーム 252 を削除し、フェルール 212 の上側表面及び下側表面上の溝 (224a、224b) を被覆する 2 つの延在する平坦フィンガ (図示せず) と併せてアンカー 256 を設けてよい。

10

【 0 0 6 1 】

この対応位置合わせピンクランプ留め構造は、本明細書と同時に出願された別の米国特許出願 (代理人整理番号 1125 / 239) の主題である。上記出願はその全体が本明細書中に記載されているかのように、参照によってその全体が本明細書に援用される。

【 0 0 6 2 】

先行の実施形態の場合、フェルール 212、フレーム 252 及び / 又はアンカー 256 を、金属で作製し、高スループットの打抜き加工及び / 又は押出加工処理により形成してよい。一実施形態では、フェルール本体は金属製であり、この金属材料は、高剛性 (例えばステンレス鋼)、化学不活性 (例えばチタン)、高温安定性 (例えばニッケル合金)、低熱膨張率 (例えばアンバ) を有するよう、又は他の材料の熱膨張率と適合する (例えばガラスと適合するコバルト) よう選択してよい。

20

【 0 0 6 3 】

図 8 ~ 13 の実施形態のファイバ支持構造と、図 14 ~ 18 の実施形態の多段式ファイバ支持構造とを組み合わせることにより、フェルール / 光ファイバコネクタのフットプリント又はフォームファクタを有意に増大させることなくフェルール上のファイバの密度を更に改善できるフェルール構造を提供することも、十分に本発明の範囲及び精神の範疇である。例えば図 14 ~ 18 の実施形態においてフェルール 212 上に溝 (224a、224b) を設ける代わりに、上記溝 (224a、224b) を、フレーム上の相補的な特徴部分と嵌合して 2 つの幅広い平坦な開口を形成できる幅広い平坦部に置き換えることができ、上記 2 つの開口はそれぞれ、図 8 ~ 13 の実施形態と同様に、ファイバの 2 つのセットを、互い違いになって緊密に隣接した構成に保持できる。これにより、 $4 \times 12 = 48$ 本のファイバを収容するフェルール及び光ファイバコネクタが形成されることになる。

30

【 0 0 6 4 】

以上の実施形態は、2 つの別個のファイバ束 (例えばそれぞれ 12 本のファイバからなる 2 つのファイバケーブル) に関して言及するものであったが、本発明による高密度フェルール構造は、例えば開放型溝の 2 つの別個の列によって支持された、又は単一の列内で互い違いに支持された単一の束の 24 本のファイバといった、単一のファイバ束に対しても適用できることは明らかである。

【 0 0 6 5 】

本発明によるフェルールは、従来技術の欠点の多くを克服する。フェルールの厚みを有意に増大させることなく、光ファイバコネクタ内に収容される光ファイバの密度を有意に増大させる (例えばフェルールの所定の幅又はフットプリントに対して 2 倍にする)。フェルール内の溝とファイバと位置合わせピンとの間に、部品間の移動を引き起こし得るいずれの間隙を有さないことにより、位置合わせピン及びファイバを互いに対してもより正確に配置できる。例えばフェルールが、指定された位置合わせの許容誤差に影響を与えることなく、比較的大きな寸法変化に適応できるため、環境条件が変化してもファイバとピンとの間隔をより良好に維持できる。従って、形成された光ファイバコネクタは、低挿入損失及び低反射損失をもたらす。またこのような開放型溝フェルール構造により、エポキシ被覆ファイバを孔に通す従来のフェルールと比較して、ファイバ終端部のフェルールへの

40

50

取付けが容易になる。エポキシを使用しないことにより、光ファイバコネクタの信頼性は、エポキシ材料のいずれの劣化／クリープに影響されない。フェルールに適した材料を選択することで、光ファイバコネクタの性能の、熱の変化に対する感受性を低下させる。フェルールの開放構造は、例えば打抜き加工や押出加工などの安価で高スループット処理である大量生産プロセスを可能とする。

【0066】

本発明を好適な実施形態を参考して図示し、説明してきたが、本発明の精神、範囲及び教示から逸脱することなく、様々な変更を施せることは当業者には理解されるであろう。従って、開示した発明は、単なる例示、及び添付の請求項に明記された範囲のみに限定されるものと考えるべきものではない。

10

【符号の説明】

【0067】

10、110、110'、210、400 光ファイバコネクタ

12、112、212、402 フェルール

12a、12b、112a、112b、112a'、112b' フェルール半体

13a、13b、150a、150b 平坦部

14、404 フェルールハウジング

16、406 ブーツ

18、408 位置合わせガイドピン

20a、20b、412 光ファイバ

20

22a、22b、410 光リボンファイバケーブル

23 長手方向の開口

24a、24b、54a、54b、224a、224b 開放型溝

25、152a、152b リップ

26a、26b 後尾部

27a、27b 外被

28 窪み

36a、36b、136a、136b 頭部

52 カラー

124 平坦な開口

30

154 円柱状開放型溝

156 正方形柱状開放型溝

250a、250b 内側平坦部

252 フレーム

256 歪み緩和アンカー

258 延長部

260 スタブ

262 中心開口

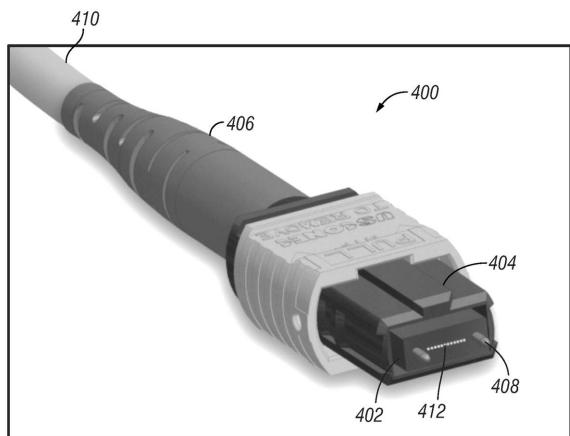
266、264 孔

268 スプリット

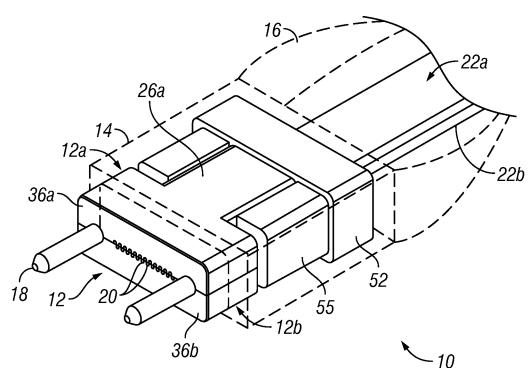
40

270 プロング

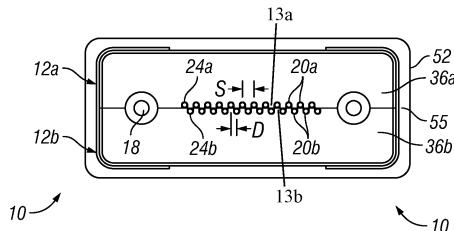
【図1】



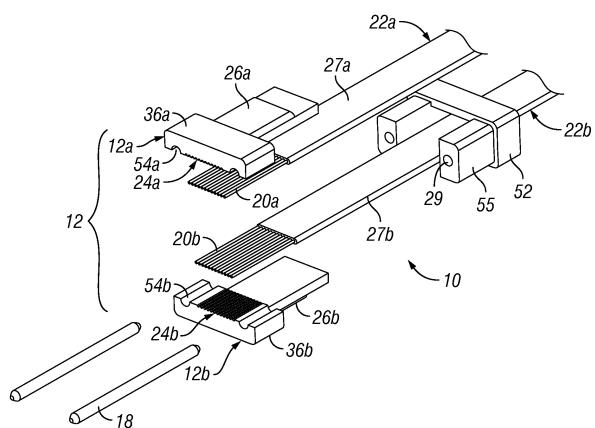
【図2】



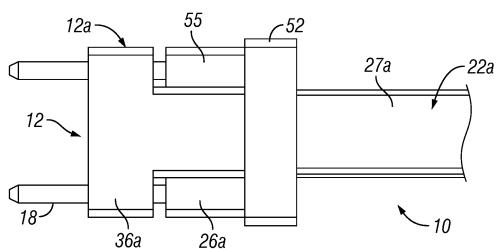
【図3】



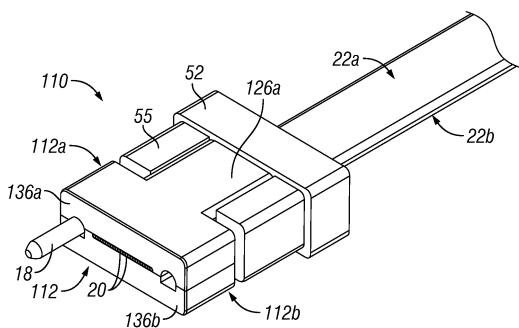
【図4】



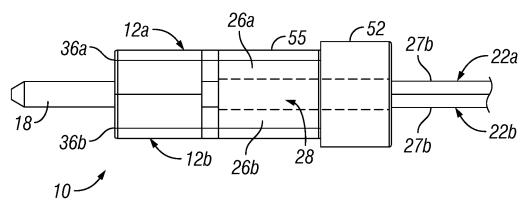
【図5】



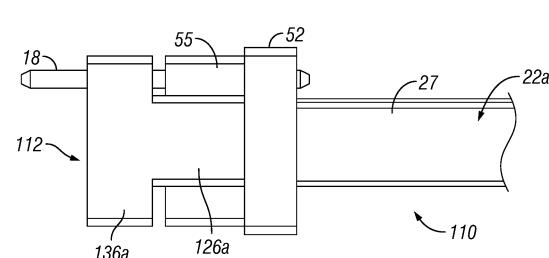
【図8】



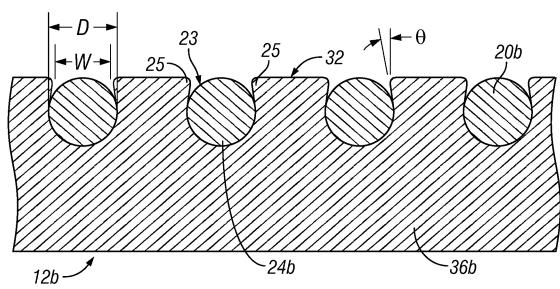
【図6】



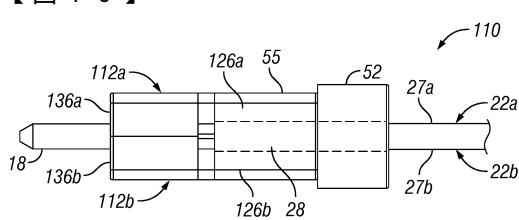
【図9】



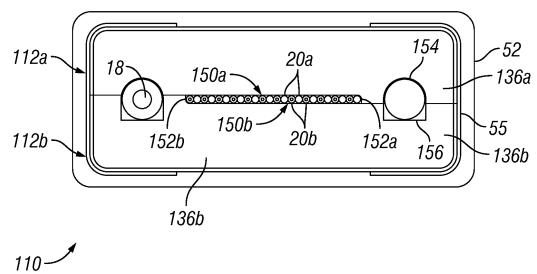
【図7】



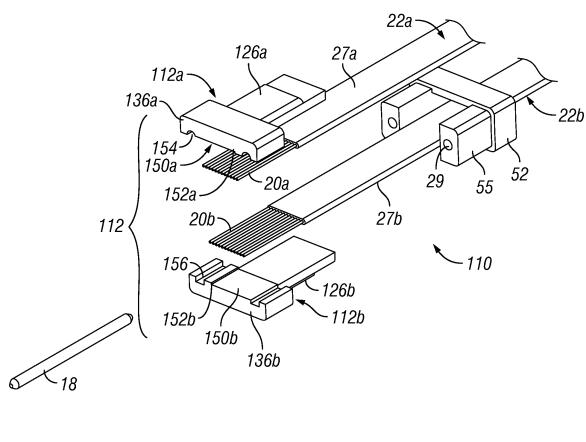
【図10】



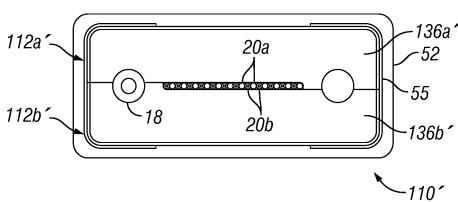
【図 1 1】



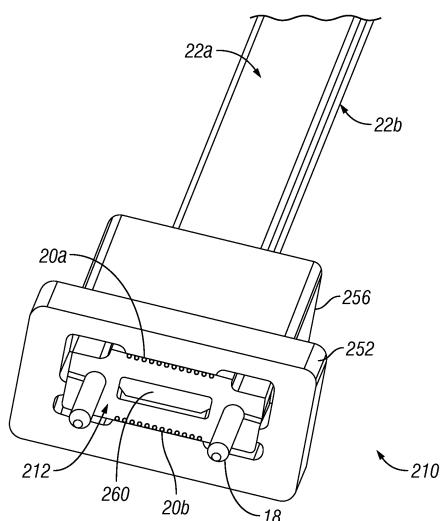
【図 1 2】



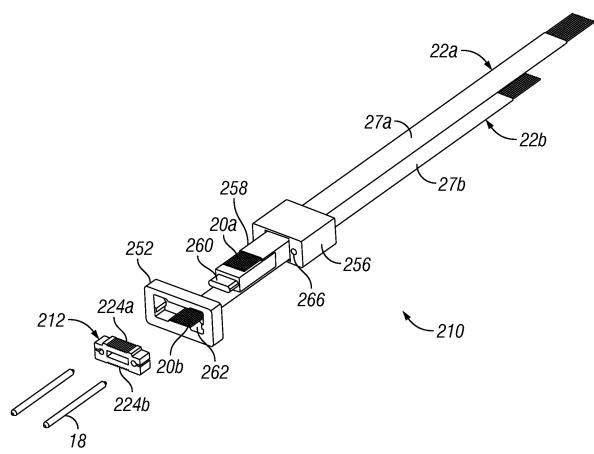
【図 1 3】



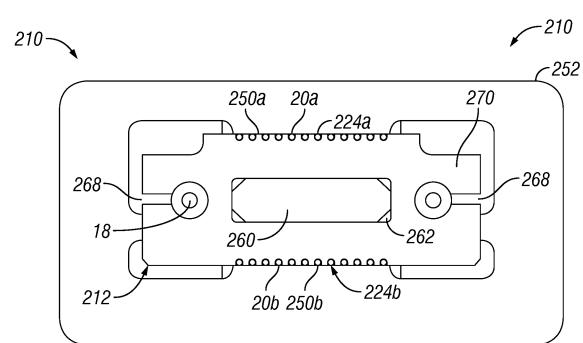
【図 1 4】



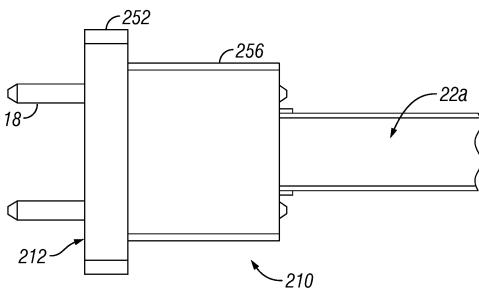
【図 1 5】



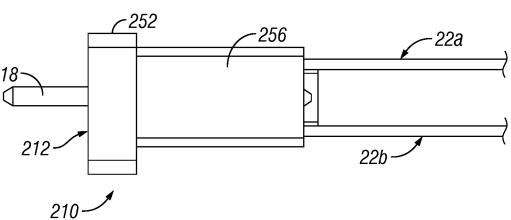
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



フロントページの続き

(74)代理人 100090468

弁理士 佐久間 剛

(72)発明者 リー, シューエ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91107 パサデナ ラ プレサ ドライヴ 1038

(72)発明者 ヴァランス, ロバート ライアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91320 ニューベリー パーク ヴィア パトリカ 5
220

(72)発明者 バルノスキ,マイケル ケー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90272 パシフィック パリサデス チャーメル レイ
ン 16652

(72)発明者 クロツツ, グレゴリー エル

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91750 ラヴァーン アルダーズゲート ドライヴ 1
285

審査官 野口 晃一

(56)参考文献 特開平11-281823(JP, A)

特開2000-292654(JP, A)

特開2000-147298(JP, A)

特開2002-131580(JP, A)

特開2002-072017(JP, A)

特開平05-134146(JP, A)

特開昭63-115108(JP, A)

特表2005-503575(JP, A)

特開昭56-085718(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 6 / 24

6 / 255

6 / 36 - 6 / 40