

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7673816号
(P7673816)

(45)発行日 令和7年5月9日(2025.5.9)

(24)登録日 令和7年4月28日(2025.4.28)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 6/38 (2006.01) G 0 2 B 6/38

請求項の数 4 (全27頁)

(21)出願番号	特願2023-550796(P2023-550796)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和3年9月28日(2021.9.28)	(74)代理人	100098394 弁理士 山川 茂樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/035657	(74)代理人	100153006 弁理士 小池 勇三
(87)国際公開番号	WO2023/053211	(74)代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(87)国際公開日	令和5年4月6日(2023.4.6)	(74)代理人	100121669 弁理士 本山 泰
審査請求日	令和6年3月22日(2024.3.22)	(72)発明者	鹿間 光太 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
		(72)発明者	石井 雄三

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光コネクタ接続構造

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の光ファイバの先端に取り付けられた第1の光コネクタと、
第2の光ファイバの先端に取り付けられ、前記第1の光コネクタと接続可能な第2の光コネクタとから構成され、
前記第1の光コネクタは、
前記第1の光ファイバを固定するように構成された第1の整列部品と、
前記第1の整列部品と一体化した第1の磁性構造体とを備え、
前記第2の光コネクタは、
前記第2の光ファイバを固定するように構成された第2の整列部品と、
前記第2の整列部品と一体化した第2の磁性構造体とを備え、
前記第1の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、
前記第2の磁性構造体は、前記第1の磁性構造体よりも光ファイバ長手方向の長さが短い軟磁性材料からなり、
前記第2の磁性構造体の前記第1の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる第3の磁性構造体が配置され、
前記第3の磁性構造体は、2つの硬磁性材料からなり、
前記2つの硬磁性材料のN極S極の磁化方向は、前記第1、第2の光ファイバの長手方向に沿って設定され、且つ前記2つの硬磁性材料の互いのN極S極の磁化方向が反対となるように設定されており、

前記 2 つの硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第 3 の磁性構造体が前記第 2 の整列部品の周囲に装着され、

前記第 2 の磁性構造体は、2 つ以上の軟磁性材料からなり、これら軟磁性材料が空気または非磁性体で満たされたギャップを介して互いに離間した形で前記第 2 の整列部品の周囲に配置され、

前記ギャップは、前記第 3 の磁性構造体を構成する前記 2 つの硬磁性材料の連結部近傍の位置に設けられることを特徴とする光コネクタ接続構造。

【請求項 2】

第 1 の光ファイバの先端に取り付けられた第 1 の光コネクタと、

第 2 の光ファイバの先端に取り付けられ、前記第 1 の光コネクタと接続可能な第 2 の光コネクタとから構成され、

10

前記第 1 の光コネクタは、

前記第 1 の光ファイバを固定するように構成された第 1 の整列部品と、

前記第 1 の整列部品と一体化した第 1 の磁性構造体とを備え、

前記第 2 の光コネクタは、

前記第 2 の光ファイバを固定するように構成された第 2 の整列部品と、

前記第 2 の整列部品と一体化した第 2 の磁性構造体とを備え、

前記第 1 の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、

前記第 2 の磁性構造体は、前記第 1 の磁性構造体よりも光ファイバ長手方向の長さが短い軟磁性材料からなり、

20

前記第 2 の磁性構造体の前記第 1 の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる第 3 の磁性構造体が配置され、

前記第 3 の磁性構造体の前記第 2 の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、軟磁性材料からなる第 4 の磁性構造体が配置され、

前記第 3 の磁性構造体は、2 つの硬磁性材料からなり、

前記 2 つの硬磁性材料の N 極 S 極の磁化方向は、前記第 1、第 2 の光ファイバの長手方向に沿って設定され、且つ前記 2 つの硬磁性材料の互いの N 極 S 極の磁化方向が反対となるように設定されており、

前記 2 つの硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第 3 の磁性構造体が前記第 2 の整列部品の周囲に装着され、

30

前記第 4 の磁性構造体は、2 つ以上の軟磁性材料からなり、これら軟磁性材料を組み合わせた筒状の前記第 4 の磁性構造体が前記第 2 の整列部品の周囲に装着され、

前記第 3 の磁性構造体を構成する前記 2 つの硬磁性材料の連結位置と前記第 4 の磁性構造体を構成する前記 2 つ以上の軟磁性材料の連結位置とが異なることを特徴とする光コネクタ接続構造。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の光コネクタ接続構造において、

前記第 1、第 2 の整列部品と前記第 1、第 2 の磁性構造体とは、それぞれ前記第 1 の整列部品と前記第 1 の磁性構造体の位置関係、および前記第 2 の整列部品と前記第 2 の磁性構造体の位置関係を定めるための位置決め構造を有することを特徴とする光コネクタ接続構造。

40

【請求項 4】

請求項 1 または 2 記載の光コネクタ接続構造において、

前記第 2 の磁性構造体は、前記第 2 の整列部品と一体に成型されていることを特徴とする光コネクタ接続構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光コネクタ同士を接続する技術に係り、特に磁力を用いながらも着脱性に優れる光コネクタ接続構造に関するものである。

50

【背景技術】

【0002】

データセンタ内光インタコネクタにおけるニーズの高まりを受けて、MTコネクタやMPOコネクタに代表される多心形光コネクタのニーズが高まっている。MTコネクタ、MPOコネクタのいずれにおいても、対向するフェルールの接続端面同士を嵌合ピンにより位置決めする。また、MTコネクタを使用したシングルモードファイバの接続時には、フェルールの接続端面間に整合材が使用される。MPOコネクタを使用したシングルモードファイバの接続時には、フェルールの接続端面を斜め端面にして、10 - 20 N程度の押圧力を加えて接続端面同士を押しつけるPC (Physical Contact) 接続が行われる。

【0003】

MTコネクタ、MPOコネクタのいずれにおいても、フェルールの接続端面同士の押圧と接続状態の保持に、バネやクリップなどの機械要素を用いた押圧機構が用いられる。しかしながら、機械要素の把持や機械要素の着脱のためのスペース制限により、コネクタの小型化に限界があった。

【0004】

小型化を実現する手段として、バネやクリップなどの機械要素を無くし、フェルールの周囲に磁石を取り付けて、磁石から発する磁力によりフェール同士を押しつけるようにした光コネクタが提案されている (非特許文献1参照)。

【0005】

しかしながら、磁石を用いる構成は、フェルールの接続端面同士の接続と、フェールに取り付けた磁石同士の接続とが同時に生じるため、光コネクタの着脱作業がし難いという課題があった。つまり、光コネクタ間に磁気引力を例えば10 N程度働かせる場合、接続している2つの光コネクタを分離する際に、磁気引力よりも大きな力を磁気引力と逆方向に加える必要があり、接続の解除がし難い。また、光コネクタを分離する際に、ガイドピンなどを変形させる可能性もあった。加えて、2つの光コネクタを接続する際も、光コネクタ間の磁気引力が大きいため、磁石同士が勢いよくぶつかることで磁石が欠ける可能性があった。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【文献】Kota Shikama, Norio Sato, Atsushi Aratake, Satoshi Shigematsu, and Takeshi Sakamoto, "Miniature Optical Connector with Magnetic Physical Contact", Proc. Optical Fiber Communication Conference 2020, W2A

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、光コネクタの着脱の作業性を向上させることができる光コネクタ接続構造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】

本発明の光コネクタ接続構造は、第1の光ファイバの先端に取り付けられた第1の光コネクタと、第2の光ファイバの先端に取り付けられ、前記第1の光コネクタと接続可能な第2の光コネクタとから構成され、前記第1の光コネクタは、前記第1の光ファイバを固定するように構成された第1の整列部品と、前記第1の整列部品と一体化した第1の磁性構造体とを備え、前記第2の光コネクタは、前記第2の光ファイバを固定するように構成された第2の整列部品と、前記第2の整列部品と一体化した第2の磁性構造体とを備え、前記第1の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、前記第2の磁性構造体は、前記第1の磁性構造体よりも光ファイバ長手方向の長さが短い軟磁性材料からなり、前記第2の磁性構造体の前記第1の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる第3の磁性構造体が配置され、前記第3の磁性構造体は、2つの硬磁性材料からなり、前記2つ

10

20

30

40

50

の硬磁性材料のN極S極の磁化方向は、前記第1、第2の光ファイバの長手方向に沿って設定され、且つ前記2つの硬磁性材料の互いのN極S極の磁化方向が反対となるように設定されており、前記2つの硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第3の磁性構造体が前記第2の整列部品の周囲に装着され、前記第2の磁性構造体は、2つ以上の軟磁性材料からなり、これら軟磁性材料が空気または非磁性体で満たされたギャップを介して互いに離間した形で前記第2の整列部品の周囲に配置され、前記ギャップは、前記第3の磁性構造体を構成する前記2つの硬磁性材料の連結部近傍の位置に設けられることを特徴とするものである。

【0009】

また、本発明の光コネクタ接続構造は、第1の光ファイバの先端に取り付けられた第1の光コネクタと、第2の光ファイバの先端に取り付けられ、前記第1の光コネクタと接続可能な第2の光コネクタとから構成され、前記第1の光コネクタは、前記第1の光ファイバを固定するように構成された第1の整列部品と、前記第1の整列部品と一体化した第1の磁性構造体とを備え、前記第2の光コネクタは、前記第2の光ファイバを固定するように構成された第2の整列部品と、前記第2の整列部品と一体化した第2の磁性構造体とを備え、前記第1の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、前記第2の磁性構造体は、前記第1の磁性構造体よりも光ファイバ長手方向の長さが短い軟磁性材料からなり、前記第2の磁性構造体の前記第1の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる第3の磁性構造体が配置され、前記第3の磁性構造体の前記第2の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、軟磁性材料からなる第4の磁性構造体が配置され、前記第3の磁性構造体は、2つの硬磁性材料からなり、前記2つの硬磁性材料のN極S極の磁化方向は、前記第1、第2の光ファイバの長手方向に沿って設定され、且つ前記2つの硬磁性材料の互いのN極S極の磁化方向が反対となるように設定されており、前記2つの硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第3の磁性構造体が前記第2の整列部品の周囲に装着され、前記第4の磁性構造体は、2つ以上の軟磁性材料からなり、これら軟磁性材料を組み合わせた筒状の前記第4の磁性構造体が前記第2の整列部品の周囲に装着され、前記第3の磁性構造体を構成する前記2つの硬磁性材料の連結位置と前記第4の磁性構造体を構成する前記2つ以上の軟磁性材料の連結位置とが異なることを特徴とするものである。

【0010】

また、本発明の光コネクタ接続構造の1構成例において、前記第1、第2の整列部品と前記第1、第2の磁性構造体とは、それぞれ前記第1の整列部品と前記第1の磁性構造体の位置関係、および前記第2の整列部品と前記第2の磁性構造体の位置関係を定めるための位置決め構造を有することを特徴とするものである。

また、本発明の光コネクタ接続構造の1構成例において、前記第2の磁性構造体は、前記第2の整列部品と一体に成型されていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、第1の磁性構造体を軟磁性材料とし、第2の磁性構造体を第1の磁性構造体よりも光ファイバ長手方向の長さが短い軟磁性材料とし、第2の磁性構造体の第1の磁性構造体との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる第3の磁性構造体を装着できるようにしたことにより、第1、第2の整列部品の接続端面同士の接続と第3の磁性構造体の装着とを別の工程で行うことができるので、光コネクタの着脱の作業性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1A】図1Aは、本発明の第1の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図である。

【図1B】図1Bは、本発明の第1の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。

【図2】図2は、本発明の第1の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接

10

20

30

40

50

続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【図 3 A】図 3 A は、本発明の第 1 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の断面図である。

【図 3 B】図 3 B は、本発明の第 1 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の断面図である。

【図 4 A - 4 B】図 4 A - 図 4 B は、本発明の第 1 の実施例に係る第 3 の磁性構造体の装着方法を説明する斜視図である。

【図 5 A - 5 B】図 5 A - 図 5 B は、本発明の第 1 の実施例に係る第 3 の磁性構造体の取り外し方法を説明する斜視図である。

【図 6 A - 6 B】図 6 A - 図 6 B は、本発明の第 1 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造の別の例を示す断面図である。

10

【図 7 A - 7 C】図 7 A - 図 7 C は、本発明の第 1 の実施例に係る第 1 の磁性構造体とフェルールの接合方法を説明する断面図である。

【図 8 A - 8 C】図 8 A - 図 8 C は、本発明の第 1 の実施例に係る第 2 の磁性構造体とフェルールの接合方法を説明する断面図である。

【図 9 A - 9 D】図 9 A - 図 9 D は、本発明の第 1 の実施例に係る第 3 の磁性構造体とフェルールの位置決め方法を説明する図である。

【図 10 A】図 10 A は、本発明の第 2 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図である。

【図 10 B】図 10 B は、本発明の第 2 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。

20

【図 11】図 11 は、本発明の第 2 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【図 12 A】図 12 A は、多心形光コネクタ接続構造の第 2 の磁性構造体にギャップが無い場合の磁束密度ベクトルを示す断面図である。

【図 12 B】図 12 B は、本発明の第 2 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造における磁束密度ベクトルを示す断面図である。

【図 13 A】図 13 A は、本発明の第 3 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図である。

【図 13 B】図 13 B は、本発明の第 3 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。

30

【図 14】図 14 は、本発明の第 3 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【図 15 A】図 15 A は、本発明の第 4 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図である。

【図 15 B】図 15 B は、本発明の第 4 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。

【図 16】図 16 は、本発明の第 4 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0015】

[第 1 の実施例]

以下、図面を用いて本発明の実施例について詳細に説明する。図 1 A は本発明の第 1 の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図、図 1 B は多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。図 2 は多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。図 3 A は図 1 B の多心形光コネクタ接続構造を YZ 平面で切断した断面図、図 3 B は図 2 の多心形光コネクタ接続構造を YZ 平面で切断した断面図である。

【0016】

本実施例の多心形光コネクタ接続構造は、複数本の光ファイバ 1 a の先端に取り付けら

50

れた光コネクタ 2 a と、複数本の光ファイバ 1 b の先端に取り付けられた光コネクタ 2 b と、光コネクタ 2 a , 2 b のフェルール同士を接続するガイドピン 3 とから構成される。

【 0 0 1 7 】

光コネクタ 2 a は、光ファイバ 1 a の先端に取り付けられたフェルール 2 0 a (第 1 の整列部品) と、光ファイバ 1 a を束ねるブーツ 2 1 a と、フェルール 2 0 a の周囲に取り付けられた磁性構造体 2 2 a (第 1 の磁性構造体) とから構成される。同様に、光コネクタ 2 b は、光ファイバ 1 b の先端に取り付けられたフェルール 2 0 b (第 2 の整列部品) と、光ファイバ 1 b を束ねるブーツ 2 1 b と、フェルール 2 0 b の周囲に取り付けられた磁性構造体 2 2 b (第 2 の磁性構造体) とから構成される。

【 0 0 1 8 】

光ファイバ 1 a , 1 b は、それぞれクラッド径が例えば 1 2 5 μm 、コア径がおよそ 1 0 μm で、およそ 2 5 0 μm ピッチで配置された 8 芯の石英系シングルモードファイバである。

【 0 0 1 9 】

フェルール 2 0 a , 2 0 b は、複数本の光ファイバ 1 a , 1 b が挿入される複数個のマイクロホールを備えた多心フェルールである。フェルール 2 0 a , 2 0 b は、公知の MT フェルールであり、光ファイバ 1 a , 1 b の長手方向 (Z 軸方向) に沿ってフェルール 2 0 a , 2 0 b を貫通するガイドピン孔 2 3 a , 2 3 b が 2 つずつ形成されている。

【 0 0 2 0 】

フェルール 2 0 a の複数個のマイクロホールにはそれぞれ被覆を除去した光ファイバ 1 a が 1 本ずつ挿入される。同様に、フェルール 2 0 b の複数個のマイクロホールにはそれぞれ被覆を除去した光ファイバ 1 b が 1 本ずつ挿入される。光ファイバ 1 a , 1 b とフェルール 2 0 a , 2 0 b とは、接着剤によって固定される。なお、図 1 A、図 1 B、図 2、図 3 A、図 3 B では、接着剤および光ファイバ被覆の図示を省略している。

【 0 0 2 1 】

フェルール 2 0 a , 2 0 b の相対する接続端面と光ファイバ 1 a , 1 b の相対する接続端面と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の相対する接続端面 2 4 a , 2 4 b は、Z 軸方向に対して垂直である。

光ファイバ 1 a , 1 b は、それぞれフェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面から僅かに突き出るように位置決めされ、光ファイバ 1 a , 1 b の接続端面が研磨されている。

【 0 0 2 2 】

磁性構造体 2 2 a の接続端面 2 4 a とフェルール 2 0 a の接続端面とは同一面上に並ぶように位置決めされるが、磁性構造体 2 2 a の接続端面 2 4 a に対してフェルール 2 0 a の接続端面が突き出るように位置決めしてもよい。同様に、磁性構造体 2 2 b の接続端面 2 4 b とフェルール 2 0 b の接続端面とは同一面上に並ぶように位置決めされるが、磁性構造体 2 2 b の接続端面 2 4 b に対してフェルール 2 0 b の接続端面が突き出るように位置決めしてもよい。

【 0 0 2 3 】

磁性構造体 2 2 b は、磁性構造体 2 2 a およびフェルール 2 0 a , 2 0 b と比較して Z 軸方向の長さが短く設定されている。磁性構造体 2 2 b の Z 軸方向の長さは例えば 1 mm 程度である。一方、磁性構造体 2 2 a の Z 軸方向の長さは、フェルール 2 0 a , 2 0 b の長さと同程度であり、例えば 6 mm 程度である。

【 0 0 2 4 】

本実施例では、図 1 A、図 1 B に示すように、光コネクタ 2 b のフェルール 2 0 b の 2 個のガイドピン孔 2 3 b にガイドピン 3 を 1 本ずつ挿入し、これらのガイドピン 3 を光コネクタ 2 a のフェルール 2 0 a のガイドピン孔 2 3 a に挿入して、フェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面同士を突き合わせ、光ファイバ 1 a , 1 b の接続端面同士を突き合わせることで、光コネクタ 2 a と 2 b を接続する。フェルール 2 0 a , 2 0 b 同士の位置決め、すなわち光ファイバ 1 a , 1 b 同士の位置決めは、ガイドピン 3 によってなされる。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

磁性構造体 2 2 a , 2 2 b はいずれも軟磁性材料からなる。軟磁性材料としては、磁石に引き付けられる金属などが知られ、例えば、鉄、ニッケル、コバルト、パーマロイなどがある。また、鉄系の合金であるステンレス (S U S) のうち磁性を有するもの (例えば S U S 4 3 0) を用いることもできる。

フェルール 2 0 a , 2 0 b と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b との接合方法としては、接着、機械的な嵌合、金属による接合 (はんだなど) のいずれの接合方法を用いてもよい。

【 0 0 2 6 】

また、本実施例では、磁性構造体 2 2 b の接続端面 2 4 b と反対の端面側に磁性構造体 4 0 , 4 1 (第 3 の磁性構造体) を配置する。磁性構造体 4 0 , 4 1 は、硬磁性材料 (いわゆる磁石) からなる。光ファイバ 1 a , 1 b の長手方向を Z 軸方向とすると、磁性構造体 4 0 , 4 1 の N 極 S 極の磁化方向は Z 軸方向に沿って設定されている。磁石の材料としては、発現させたい磁力に応じて公知の磁石のいずれを用いてもよい。代表的な磁石としてはネオジウム磁石を用いることができる。他にも、フェライト磁石、アルニコ磁石、サマリウムコバルト磁石、K S 鋼、M K 鋼、ネオジウム鉄ボロン磁石など公知の磁石を磁性構造体 4 0 , 4 1 として用いることができる。また、これらの組成をわずかに変えて磁気特性を調整したいずれの磁石でも当然同様に用いることができる。

10

【 0 0 2 7 】

図 2 に示すように、磁性構造体 4 0 , 4 1 は、それぞれが四角筒を半分に割った半割構造の硬磁性材料からなる。磁性構造体 4 0 , 4 1 を組み合わせて四角筒の形状とすることで、筒の内部にフェルール 2 0 b の一部を収容できるようになっている。上記のとおり、磁性構造体 4 0 , 4 1 の N 極 S 極の磁化方向は Z 軸方向に沿って設定されているが、磁気引力で一体化するように、互いの N 極 S 極の磁化方向が反対となるように設定されている。例えば図 2 の例では、磁性構造体 4 0 は、磁性構造体 2 2 b の側から Z 軸方向に沿って S 極 N 極の順になるように磁化方向が設定されているのに対し、磁性構造体 4 1 は、磁性構造体 2 2 b の側から Z 軸方向に沿って N 極 S 極の順になるように磁化方向が設定されている。

20

【 0 0 2 8 】

磁性構造体 4 0 , 4 1 をフェルール 2 0 a , 2 0 b と必ずしも一体化する必要はない。磁性構造体 4 0 , 4 1 は、磁気引力により磁性構造体 2 2 b と結合するが、フェルール 2 0 b に固定されていないことから、自由に着脱することが可能である。

30

【 0 0 2 9 】

磁性構造体 4 0 , 4 1 の装着方法を図 4 A、図 4 B を用いて説明する。フェルール 2 0 a , 2 0 b 同士の突き合わせ方法は、上記で説明したとおりである。このとき、軟磁性材料からなる磁性構造体 2 2 a と 2 2 b との間には磁気引力が発現しないため、治具や手作業でフェルール 2 0 a , 2 0 b 同士を押しつけることで接続を容易に完了させることができる。

【 0 0 3 0 】

次に、光ファイバ 1 a が筒の中に入るように、磁性構造体 4 0 , 4 1 を組み合わせて四角筒の形状にする。磁性構造体 4 0 と 4 1 とは磁気引力で一体化する。そして、図 4 B に示すように、一体化した磁性構造体 4 0 , 4 1 を磁性構造体 2 2 b に近づけることで、磁性構造体 2 2 b と磁性構造体 4 0 , 4 1 間に磁気引力が働き、連結される。フェルール 2 0 b は、筒状の磁性構造体 4 0 , 4 1 の中に収容される。

40

【 0 0 3 1 】

磁性構造体 4 0 , 4 1 と磁性構造体 2 2 b とが急激に衝突しないように、治具あるいは図 4 A に記載のリング部品 4 2 などを介して徐々に近づけることが好ましい。急激な衝突を避けることで、磁性構造体 4 0 , 4 1 の欠けを防ぐことができる。

【 0 0 3 2 】

磁性構造体 2 2 b と磁性構造体 4 0 , 4 1 とが結合すると、磁性構造体 2 2 a と 2 2 b 間にも磁気引力が働くことになる。磁性構造体 2 2 b の Z 軸方向の長さが短いため、十分な磁気引力が磁性構造体 2 2 a と 2 2 b 間に働くことになる。これより、磁性構造体 2 2

50

a, 22bと一体化しているフェルール20a, 20bの接続端面同士を押しつけ、同時にフェルール20a, 20bから突出している光ファイバ1a, 1bの接続端面同士を押しつけるように力が加わることになる。

【0033】

磁気引力が例えば10Nとなるように各磁性構造体22a, 22b, 40, 41のサイズと磁性構造体22a, 22b間のギャップと磁性構造体22a, 22b, 40, 41の材料とを設定することで、MTコネクタやMPOコネクタと同様に光ファイバ1a, 1bの接続端面同士を押し付けることができる。こうして、PC接続を実現することができる。

【0034】

なお、図1A、図1B、図2、図3A、図3B、図4A、図4Bに示した構造では、フェルール20a, 20bの周囲を取り囲むように磁性構造体22a, 22b, 40, 41を配置したが、磁力を発現させることができるものであれば、図1A、図1B、図2、図3A、図3B、図4A、図4Bに示した構造でなくてもよい。例えばフェルール20a, 20bの一側面だけに磁性構造体を配置してもよい。

10

【0035】

また、磁性構造体40, 41は、2つの半割構造の組み合わせでなく、2つ以上の硬磁性材料、例えば4つ、8つなどの多極磁石としてもよい。

また、磁性構造体22a, 22bについては、本発明の要件を満たす範囲内であれば、任意の構造を用いることができ、それぞれ2つ以上の構造体の組み合わせとしてもよい。

【0036】

次に、磁性構造体40, 41の取り外し方法を図5A、図5Bを用いて説明する。光コネクタ2aと2bの接続を解除する際には、初めに磁性構造体40, 41を外すことになる。磁性構造体40, 41を外すために、図5Aに示すように、磁性構造体40, 41に光ファイバ1a, 1bの長手方向(Z軸方向)と異なる方向の力を加えることで、磁性構造体40, 41をZ軸方向に引くよりも小さい力で磁性構造体22bとの連結を解くことができる。なお、図5AではZ軸回りに回転させて磁性構造体40, 41を外す例を図示しているが、この方法に限定されない。X方向に引いて磁性構造体40, 41を外してもよいし、Y軸回りに回転させて外してもよく、いずれの場合でも磁性構造体40, 41をZ軸方向に引くよりも小さい力で磁性構造体22bとの連結を解くことができる。

20

【0037】

そのまま磁性構造体40, 41を外してもよいし、図5Bに示すように磁性構造体22bから離れた位置に退避させてもよい。磁性構造体22bから磁性構造体40, 41を外すことにより、磁性構造体22aと22b間の磁気引力が無くなるので、治具あるいは手作業によりフェルール20aと20bの接続を解除すればよい。

30

【0038】

本実施例では、フェルール20a, 20bの接続端面同士の着脱と磁性構造体40, 41の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ2a, 2bの着脱作業を容易に行うことができる。

【0039】

非特許文献1に開示された従来の構成では、フェルールと一体化した磁性構造体が磁石である。このため、フェルール同士の接続を解除するためには、フェルールと一体化した磁性構造体間に働く磁気引力よりも大きい力を逆方向に加えて、2つのフェルールを分離する必要があった。しかしながら、磁気引力が例えば10N程度の大きさの場合、専用の治具などを用いて大きな力を加える必要があり、接続の解除がし難い。また、2つのフェルールを分離する際にフェルールやガイドピンに過度な力が加わり、フェルールやガイドピンを変形させて壊す可能性があった。

40

【0040】

一方、本実施例では、光コネクタ2aと2bの接続を解除する際は、磁性構造体40, 41を外した後に、フェルール20aと20bの接続を解除すればよいので、小さい力で接続を解除することができ、接続解除時の作業性を向上させることができる。

50

【0041】

また、非特許文献1に開示された従来の構成では、フェルール同士を接続する際に、フェルールと一体化した磁性構造体間に大きな磁気引力が働く中で、ガイドピンとフェルールのガイドピン孔とを嵌合させる必要があり、接続時の作業性にも問題があった。また、磁性構造体同士が勢いよくぶつかることで磁性構造体が欠ける可能性があり、磁性構造体の粉末がフェルールの接続端面に付着して光学特性が劣化する可能性もあった。

【0042】

一方、本実施例では、磁性構造体40, 41を後から装着する構成とすることで、フェルール20aと20bの接続時には磁性構造体22aと22bとの間の磁気引力を気にする必要がないため、接続時の作業性を向上させることができる。フェルール20aと20bの接続後に磁性構造体40, 41を装着することになるが、フェルール20aと20bの接続と同時ではないため、治具や前述のリング部品42などを用いて磁性構造体22bと磁性構造体40, 41の急激な衝突を容易に防ぐことができる。

10

【0043】

また、本実施例では、万一、磁性構造体40, 41の欠けた粉末が発生したとしても、フェルール20aと20bの接続が完了した後でフェルール20a, 20bの接続端面に粉末が付着する可能性は低く、光学特性が劣化する可能性は低い。

【0044】

次に、本発明の他の構成要素について述べる。本発明においては、光ファイバ1a, 1bの種類や材質、フェルール20a, 20bの種類や材質は公知のいずれのものでも適用できる。例えば、光ファイバ1a, 1bは、よく知られた石英系光ファイバやプラスチックファイバのいずれでもよい。また、光ファイバ1a, 1bは、シングルモードファイバ、マルチモードファイバ、偏波保持ファイバ、フォトニック結晶ファイバ、マルチコアファイバ、などいずれのものでも本発明を適用できる。

20

【0045】

また、フェルール20a, 20b外に露出した部分においては、光ファイバ1a, 1bの周囲に例えばアクリル、エポキシ、シリコン、ポリイミドなどからなる公知の樹脂被覆を設けてもよいし、さらに樹脂被覆の周囲にシリコンチューブやナイロン被覆などを2重以上に設けてもよい。また、光ファイバ1a, 1bの代わりにポリマー導波路を用いてもよい。

30

【0046】

フェルール20a, 20bの材質は、MTフェルールによく用いられる汎用プラスチック、エンジニアリングプラスチック、スーパーエンジニアリングプラスチックなどのいずれを用いてもよい。

【0047】

また、フェルール20a, 20bと同様の構造で、ガラス材料を用いてもよいし、シリコン等の半導体材料、セラミック材料などをベースにした加工品を用いてもよい。例えば、公知の光ファイバアレイのように、V溝が形成されたガラスブロックとリッド部品とで光ファイバ1a, 1bを挟むようにして固定してもよい。このガラスブロックとリッド部品に2つのガイドピンなどを位置決めして接着することで、位置決め構造を備えたガラス材料からなるフェルールを実現してもよい。

40

【0048】

また、フェルール20a, 20bの外形および磁性構造体22a, 22b, 40, 41の外形は、図1A、図1B、図2、図3A、図3B、図4A、図4B、図5A、図5Bに示した形状と異なるものであっても構わない。また必要に応じて、フェルール20a, 20bや磁性構造体22a, 22b, 40, 41に面取りやフィレットなどの加工を施してもよい。これらの加工を他の実施例に適用してもよい。

【0049】

8芯の光ファイバ1a, 1bは、例えばおよそ250 μ mピッチで配置される。当然、光ファイバ1a, 1bのピッチおよび芯数は任意であり、2芯、4芯、8芯、12芯、1

50

6 芯、2 4 芯、3 2 芯などいずれの芯数でも適用できる。また、光ファイバ 1 a , 1 b の一部を偏波保持ファイバ等としてもよい。

【0050】

また、ガイドピン 3 の脱落を防止するために、フェルール 2 0 a , 2 0 b のいずれか一方にガイドピン 3 を固定してもよい。固定方法としては、他の部品を用いて固定する方法や、接合材料、接着剤などを用いる方法がある。

また、必要に応じてガイドピン孔 2 3 a , 2 3 b の開口、フェルール 2 0 a , 2 0 b のファイバ用のマイクロホールの開口、ガイドピン 3 の先端に、挿入を容易にするようなテーパ加工を施してもよい。

【0051】

本実施例では、位置合わせ構造として、MTフェルールなどで用いられるガイドピン 3 とガイドピン孔 2 3 a , 2 3 b による構造を採用しているが、本実施例以外の位置合わせ構造を用いてもよい。例えば、フェルール 2 0 a , 2 0 b のうちいずれか一方の接続端面に突起を形成し、他方の接続端面に突起と嵌合するガイド溝を設けるようにしてもよい。

【0052】

本実施例では、フェルール 2 0 a , 2 0 b の相対する接続端面と光ファイバ 1 a , 1 b の相対する接続端面と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の相対する接続端面とを、Z 軸方向に対して垂直としたが、フェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面と光ファイバ 1 a , 1 b の接続端面を、Z 軸方向と垂直な XY 平面に対して例えば 8 ° 傾いた斜め端面としてもよい。斜め端面とすることで、反射戻り光のファイバコアへの再結合がほとんど発生しなくなる。

【0053】

また、磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の接続端面についても、フェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面および光ファイバ 1 a , 1 b の接続端面とおおよそ平行になるように、Z 軸方向と垂直な XY 平面に対して傾斜させるようにしてもよい。磁性構造体 4 0 , 4 1 の端面についても同様に斜め端面としてもよい。

【0054】

また、本実施例では、磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の接続端面とフェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面とが同一面上に並ぶか、あるいは磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の接続端面に対してフェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面が突き出るように位置決めする例について述べたが、当然この限りではない。

【0055】

図 6 A、図 6 B に本実施例の変形例を示す。図 6 A の例では、フェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面が磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の接続端面から僅かに窪むように位置決めし、対向する磁性構造体 2 2 a と 2 2 b を接触させながら、光ファイバ 1 a と 1 b 間に僅かなギャップを設けるようにしている。

【0056】

図 6 B の例では、磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の接続端面に対してフェルール 2 0 a , 2 0 b の接続端面が僅かに突き出るように位置決めしているが、光ファイバ 1 a と 1 b 間にギャップを設けるために、フェルール 2 0 a と 2 0 b 間にスペーサ部品 2 5 を配置している。光ファイバ 1 a と 1 b は、2 つのマイクロレンズ 2 6 を介して光学的に接続される。また、一方の磁性構造体 2 2 a の接続端面に対してフェルール 2 0 a が窪むように位置決めし、他方の磁性構造体 2 2 b の接続端面に対してフェルール 2 0 b が突き出るように位置決めし、フェルール 2 0 a の窪みの深さとフェルール 2 0 b の突き出しの長さを適切に設定することで PC 接続を実現させる構成としてもよい。

【0057】

次に、フェルール 2 0 a , 2 0 b と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b との接合方法について述べる。上記のとおり、フェルール 2 0 a , 2 0 b と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b とは、接着、機械的な嵌合、金属による接合（はんだなど）などの任意の接合方法で一体化される。フェルール 2 0 a , 2 0 b と磁性構造体 2 2 a , 2 2 b の位置関係を定めるため、位置決め構造を設けることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

例えば図 7 A の例では、磁性構造体 2 2 a に突起 2 7 を設け、フェルール 2 0 a に突起 2 7 と嵌合する溝 2 8 を設けるようにしている。突起 2 7 と溝 2 8 とは位置決め構造を構成している。反対に、図 7 B、図 7 C の例では、フェルール 2 0 a に突起 2 9 を設け、磁性構造体 2 2 a に突起 2 9 と嵌合する溝 3 0 を設けるようにしている。突起 2 9 と溝 3 0 とは位置決め構造を構成している。

【 0 0 5 9 】

こうして、フェルール 2 0 a と磁性構造体 2 2 a に位置決め構造を設けることにより、フェルール 2 0 a と磁性構造体 2 2 a の Z 軸方向の位置決め精度を確保することができる。また、フェルール 2 0 a または磁性構造体 2 2 a に溝を設けることで、外部から磁力や挿抜力が加わった場合のフェルール 2 0 a と磁性構造体 2 2 a 間の固定強度を高めることができる。

10

【 0 0 6 0 】

図 8 A、図 8 B、図 8 C に本実施例の別の変形例を示す。図 8 A、図 8 B の例では、フェルール 2 0 b の接続端面の外周部にあらかじめ溝 3 1 (位置決め構造) を形成しておき、溝 3 1 に磁性構造体 2 2 b を嵌め込むようにしている。図 8 A は磁性構造体 2 2 b の接続端面が Z 軸方向に対して垂直な場合を示し、図 8 B は磁性構造体 2 2 b の接続端面が Z 軸方向と垂直な X Y 平面に対して傾斜している場合を示している。

【 0 0 6 1 】

こうして、フェルール 2 0 a の場合と同様に、フェルール 2 0 b に位置決め構造を設けることにより、フェルール 2 0 b と磁性構造体 2 2 b の Z 軸方向の位置決め精度を確保することができ、フェルール 2 0 b と磁性構造体 2 2 b 間の固定強度を高めることができる。

20

【 0 0 6 2 】

図 8 C の例では、フェルール 2 0 b の成型時に磁性構造体 2 2 b を埋め込むインサートモールド技術によりフェルール 2 0 b と磁性構造体 2 2 b を一体化している。なお図 8 C の断面は一例であってインサートモールド後の断面形状はこの限りではない。

【 0 0 6 3 】

図 9 A ~ 図 9 D に本実施例の別の変形例を示す。図 9 A の例では、フェルール 2 0 b の上下 2 箇所突起 4 3 を設けている。図 9 B の例では、突起 4 3 と嵌合する溝 4 5、4 6 が形成された磁性構造体 4 0、4 1 をフェルール 2 0 b に装着している。突起 4 3 と溝 4 5、4 6 とは、フェルール 2 0 b と磁性構造体 4 0、4 1 との位置関係を定める位置決め構造を構成している。

30

【 0 0 6 4 】

図 9 C の例では、フェルール 2 0 b の上下 4 箇所突起 4 4 を設けている。図 9 D の例では、突起 4 4 と嵌合する溝 4 7、4 8 が形成された磁性構造体 4 0、4 1 をフェルール 2 0 b に装着している。突起 4 4 と溝 4 7、4 8 とは、フェルール 2 0 b と磁性構造体 4 0、4 1 との位置関係を定める位置決め構造を構成している。

【 0 0 6 5 】

図 9 A ~ 図 9 D に示した構成においては、フェルール 2 0 b に磁性構造体 2 2 b を設けないため、磁性構造体 4 0、4 1 が、フェルール 2 0 a と一体化した磁性構造体 2 2 a (第 1 の磁性構造体) と連結する第 2 の磁性構造体となる。磁性構造体 4 0、4 1 をフェルール 2 0 b に固定する必要はない。フェルール 2 0 a と 2 0 b を接続した後に、フェルール 2 0 b に磁性構造体 4 0、4 1 を嵌装するようにしてもよい。磁性構造体 4 0、4 1 を後から装着する構成とすることで、フェルール 2 0 a と 2 0 b の接続時には磁性構造体 2 2 a と磁性構造体 4 0、4 1 との間の磁気引力を気にする必要がないため、接続時の作業性を向上させることができる。上記のとおり、磁性構造体 4 0、4 1 は、2 つの半割構造の組み合わせでなく、2 つ以上の硬磁性材料の組み合わせとしてもよい。

40

【 0 0 6 6 】

[第 2 の実施例]

50

図10Aは本発明の第2の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図、図10Bは多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。図11は多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【0067】

本実施例の多心形光コネクタ接続構造は、複数本の光ファイバ5aの先端に取り付けられた光コネクタ6aと、複数本の光ファイバ5bの先端に取り付けられた光コネクタ6bと、光コネクタ6a、6bのフェルール同士を接続するガイドピン3とから構成される。

【0068】

光コネクタ6aは、光ファイバ5aの先端に取り付けられたフェルール60a（第1の整列部品）と、光ファイバ5aを束ねるブーツ61aと、フェルール60aの周囲に取り付けられた磁性構造体62a（第1の磁性構造体）とから構成される。同様に、光コネクタ6bは、光ファイバ5bの先端に取り付けられたフェルール60b（第2の整列部品）と、光ファイバ5bを束ねるブーツ61bと、フェルール60bの周囲に取り付けられた磁性構造体62b、63b（第2の磁性構造体）とから構成される。

10

【0069】

光ファイバ5a、5bは、光ファイバ1a、1bと同様の8芯の石英系シングルモードファイバである。フェルール60a、60bは、フェルール20a、20bと同様の多心フェルールである。光ファイバ5a、5bは、それぞれフェルール60a、60bの接続端面から僅かに突き出るように位置決めされ、光ファイバ5a、5bの接続端面が研磨されている。

20

【0070】

磁性構造体62aの接続端面64aとフェルール60aの接続端面とは同一面上に並ぶように位置決めされるが、磁性構造体62aの接続端面64aに対してフェルール60aの接続端面が突き出るように位置決めしてもよい。同様に、磁性構造体62b、63bの接続端面64b、65bとフェルール60bの接続端面とは同一面上に並ぶように位置決めされるが、磁性構造体62b、63bの接続端面64b、65bに対してフェルール60bの接続端面が突き出るように位置決めしてもよい。

【0071】

本実施例では、フェルール60a、60bの接続端面と光ファイバ5a、5bの接続端面は、光ファイバ5a、5bの長手方向（Z軸方向）と垂直なXY平面に対して例えば8°傾斜している。

30

【0072】

磁性構造体62b、63bと相対する磁性構造体62aの接続端面64aは、磁性構造体62aと一体化されたフェルール60aの接続端面および光ファイバ5aの接続端面とおおよそ平行になるように、Z軸方向と垂直なXY平面に対して8°傾斜している。同様に、磁性構造体62aと相対する磁性構造体62b、63bの接続端面64b、65bは、磁性構造体62b、63bと一体化されたフェルール60bの接続端面および光ファイバ5bの接続端面とおおよそ平行になるように、XY平面に対して8°傾斜している。

【0073】

磁性構造体62b、63bは、磁性構造体62aおよびフェルール60a、60bと比較してZ軸方向の長さが短く設定されている。

40

本実施例では、図10Aに示すように、光コネクタ6bのフェルール60bの2個のガイドピン孔にガイドピン3を1本ずつ挿入し、これらのガイドピン3を光コネクタ6aのフェルール60aのガイドピン孔に挿入して、フェルール60a、60bの接続端面同士を突き合わせ、光ファイバ5a、5bの接続端面同士を突き合わせることで、光コネクタ6aと6bを接続する。

【0074】

磁性構造体62a、62b、63bはいずれも軟磁性材料からなる。フェルール60a、60bと磁性構造体62a、62b、63bとの接合方法としては、接着、機械的な嵌

50

合、金属による接合（はんだなど）のいずれの接合方法を用いてもよい。

【0075】

本実施例では、磁性構造体62b, 63bの接続端面64b, 65bと反対の端面側に磁性構造体70, 71（第3の磁性構造体）を配置する。磁性構造体70, 71の端面は、磁性構造体62b, 63bの端面とおよそ平行になるように、Z軸方向と垂直なXY平面に対して8°傾斜している。

【0076】

磁性構造体70, 71は、硬磁性材料（いわゆる磁石）からなる。磁性構造体70, 71のN極S極の磁化方向はZ軸方向に沿って設定されている。

第1の実施例と同様に、磁性構造体70, 71は、それぞれが四角筒を半分に割った半割構造の硬磁性材料からなる。磁性構造体70, 71を組み合わせるとして四角筒の形状とすることで、筒の内部にフェルール60bの一部を収容できるようになっている。上記のとおり、磁性構造体70, 71のN極S極の磁化方向はZ軸方向に沿って設定されているが、磁気引力で一体化するように、互いのN極S極の磁化方向が反対となるように設定されている。例えば磁性構造体70は、磁性構造体62b, 63bの側からZ軸方向に沿ってS極N極の順になるように磁化方向が設定されているのに対し、磁性構造体71は、磁性構造体62b, 63bの側からZ軸方向に沿ってN極S極の順になるように磁化方向が設定されている。

10

【0077】

第1の実施例との相違は、フェルール60bと一体化される第2の磁性構造体が2つに分割されている点である。磁性構造体62b, 63bは、それぞれが四角筒を半分に割った半割構造の軟磁性材料からなる。磁性構造体62b, 63bを組み合わせるとして四角筒の形状とすることで、フェルール60bの接続端面の周囲を磁性構造体62b, 63bが囲む形状となる。

20

【0078】

ただし、図10A、図10B、図11に示すように、フェルール60bと一体化された際に、2つの磁性構造体62b, 63bは、互いに接触せずに離れて配置される。したがって、磁性構造体62bと63bとの間には、空気で満たされたギャップ66が形成される。

【0079】

本実施例では、第1の実施例と同様に、フェルール60a, 60bの接続端面同士の着脱と磁性構造体70, 71の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ6a, 6bの着脱作業を容易に行うことができる。光コネクタ6aと6bの接続を解除する際は、磁性構造体70, 71を外した後に、フェルール60aと60bの接続を解除すればよいので、小さい力で接続を解除することができ、接続解除時の作業性を向上させることができる。

30

【0080】

また、本実施例では、磁性構造体70, 71を後から装着する構成とすることで、フェルール60aと60bの接続時には磁性構造体62aと62b, 63bとの間の磁気引力を気にする必要がないため、接続時の作業性を向上させることができる。フェルール60aと60bの接続後に磁性構造体70, 71を装着することになるが、フェルール60aと60bの接続と同時ではないため、治具や前述のリング部品などを用いて磁性構造体62b, 63bと磁性構造体70, 71の急激な衝突を容易に防ぐことができる。

40

【0081】

また、本実施例では、万一、磁性構造体70, 71の欠けた粉末が発生したとしても、フェルール60aと60bの接続が完了した後でフェルール60a, 60bの接続端面に粉末が付着する可能性は低く、光学特性が劣化する可能性は低い。

【0082】

さらに、本実施例では、磁性構造体62bと63bとの間にギャップ66を設けることにより、磁性構造体62aと62b, 63bとの間に働く磁気引力を強化することができ

50

る。磁気引力が増す理由について詳細を以下に述べる。

【0083】

通常、硬磁性材料と軟磁性材料間には磁気引力が働く。軟磁性材料からなる磁性構造体62aと硬磁性材料からなる磁性構造体70, 71を直接つけた方が、磁気引力が強い。一方、本実施例では、軟磁性材料からなる薄い磁性構造体62b, 63bが磁性構造体62aと磁性構造体70, 71との間に存在するため、磁気引力が低下することになる。一般には磁性構造体62b, 63bが長くなるほど磁気引力が低下するため、磁性構造体62b, 63bのZ軸方向の長さを極力短く設定する必要があった。

【0084】

磁気引力が低下する理由を図12Aを用いて説明する。図12Aは、磁性構造体62bと63bとの間にギャップが無い場合の磁束密度ベクトルを示す断面図である。磁性構造体62bと63bとの間にギャップが無い場合、図12Aに示すように磁性構造体62b, 63bにおいて磁気回路のループが閉じる。このため、磁性構造体62aと磁性構造体62b, 63bとの間の磁気引力が低下する結果となる。

10

【0085】

一方、図12Bは、本実施例のように磁性構造体62bと63bとの間にギャップ66を設けた場合の磁束密度ベクトルを示す断面図である。磁性構造体62bと63bとの間に空気で満たされたギャップ66を設けることにより、図12Bに示すように磁気回路のループは、磁性構造体70, 62bから磁性構造体62aを経由して磁性構造体63b, 71側に戻る。したがって、本実施例では、磁性構造体62aと62b, 63bとの間に働く磁気引力を強化することができる。

20

【0086】

図12Bから明らかなようにギャップ66は、2つの半割構造の磁性構造体70と71の連結部近傍の位置に設ける必要がある。実際にシミュレーションにおいても、本実施例の構成によれば、ギャップ66がない場合に比べて0.4mm幅のギャップ66を設けることで、磁気引力の低下を防止できることが確認できた。

【0087】

以上のように、本実施例では、光コネクタ6a, 6bの着脱の作業性を向上させると共に、磁性構造体62aと磁性構造体62b, 63bとの間の磁気引力の低下を最小限にとどめて、フェルール60a, 60bの接続端面同士の十分な押しつけ力を発現させた光コネクタ接続構造を実現することができる。

30

【0088】

なお、図10A、図10B、図11、図12A、図12Bでは、フェルール60bの上下面(XZ平面)にギャップ66と磁性構造体70, 71の連結部を設けた例を示したが、ギャップ66と磁性構造体70, 71の連結部を設ける位置は任意である。例えばフェルール60bの両側面(YZ平面側)にギャップ66と磁性構造体70, 71の連結部を設けてもよい。

【0089】

また、ギャップ66に空気ではなく、非磁性体を充填してもよい。また、磁性構造体62b, 63bを2つの半割構造でなく、2つ以上の軟磁性材料の組み合わせとし、これら軟磁性材料が空気または非磁性体で満たされたギャップを介して互いに離間した形でフェルール60bの周囲に配置されるようにしてもよい。

40

【0090】

[第3の実施例]

図13Aは本発明の第3の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図、図13Bは多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。図14は多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【0091】

光コネクタ6a, 6bの構成は第2の実施例と同じである。第2の実施例との相違は、

50

上記のように磁性構造体 70, 71 を装着した後に、磁性構造体 70, 71 の磁性構造体 62b, 63b との接続端面と反対の端面側に、磁性構造体 80, 81 (第4の磁性構造体) をさらに装着する点である。磁性構造体 80, 81 の端面は、磁性構造体 70, 71 の端面とおよそ平行になるように、光ファイバ 5a, 5b の長手方向 (Z 軸方向) と垂直な XY 平面に対して 8° 傾斜している。

【0092】

磁性構造体 80, 81 は、軟磁性材料からなり、いわゆるヨークとして機能する。磁性構造体 80, 81 は、磁性構造体 70, 71 と同様に、それぞれが四角筒を半分に割った半割構造の軟磁性材料からなる。磁性構造体 80, 81 を組み合わせて四角筒の形状とすることで、フェルール 60b のブーツ 61b 側の端面の周囲を磁性構造体 80, 81 が囲む形状となる。磁性構造体 80, 81 を 2 つの半割構造とすることで、磁性構造体 70, 71 を装着した後から磁性構造体 80, 81 を装着することが可能となる。

10

【0093】

なお、第4の磁性構造体を 2 つの半割構造の軟磁性材料とせず、四角筒状の軟磁性材料からなるものとしてもよい。この場合、第4の磁性構造体の筒の中に光ファイバ 5b が入るように事前に準備しておけば、磁性構造体 70, 71 の装着後に第4の磁性構造体を装着することが可能となる。

【0094】

また、本実施例のように第4の磁性構造体を 2 つの半割構造の軟磁性材料とする場合は、磁性構造体 70 と 71 の連結位置と、磁性構造体 80 と 81 の連結位置とを変えた方が磁性構造体 62a と磁性構造体 62b, 63b との間の磁気引力の低下を抑えることができる。

20

【0095】

例えば図 14 の例のように、磁性構造体 70 と 71 とが YZ 平面を境として相対する構成の場合、磁性構造体 80 と 81 とが XZ 平面を境として相対する構成とすればよい。反対に磁性構造体 70 と 71 とが XZ 平面を境として相対する構成の場合、磁性構造体 80 と 81 とが YZ 平面を境として相対する構成とすればよい。このように、磁性構造体 70 と 71 の連結位置と、磁性構造体 80 と 81 の連結位置とを変えることにより、磁気回路のループを効率よく閉じ込めることができる。

【0096】

本実施例では、フェルール 60a, 60b の接続端面同士の着脱と磁性構造体 70, 71, 80, 81 の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ 6a, 6b の着脱作業を容易に行うことができる。光コネクタ 6a と 6b の接続を解除する際は、磁性構造体 70, 71 を外した後に、フェルール 60a と 60b の接続を解除すればよいので、小さい力で接続を解除することができ、接続解除時の作業性を向上させることができる。

30

【0097】

また、本実施例では、磁性構造体 70, 71 を後から装着する構成とすることで、フェルール 60a と 60b の接続時には磁性構造体 62a と 62b, 63b との間の磁気引力を気にする必要がないため、接続時の作業性を向上させることができる。フェルール 60a と 60b の接続後に磁性構造体 70, 71 を装着することになるが、フェルール 60a と 60b の接続と同時ではないため、治具や前述のリング部品などを用いて磁性構造体 62b, 63b と磁性構造体 70, 71 の急激な衝突を容易に防ぐことができる。

40

【0098】

また、本実施例では、万一、磁性構造体 70, 71 の欠けた粉末が発生したとしても、フェルール 60a と 60b の接続が完了した後でフェルール 60a, 60b の接続端面に粉末が付着する可能性は低く、光学特性が劣化する可能性は低い。

【0099】

さらに、本実施例では、ヨークとして機能する磁性構造体 80, 81 を装着することで磁気回路の閉じ込めを強くし、磁性構造体 62a と磁性構造体 62b, 63b との間の磁気引力を高めることができる。その結果、本実施例では、光コネクタ 6a, 6b の着脱の

50

作業性を向上させることができ、フェルール60a, 60bの接続端面同士の十分な押しつけ力を発現させることができる。

【0100】

なお、第2、第3の実施例において、第1の実施例と同様に、フェルール60a, 60bの接続端面と光ファイバ5a, 5bの接続端面と磁性構造体62a, 62b, 63b, 70, 71, 80, 81の端面を、Z軸方向に対して垂直としてもよい。あるいは、フェルール60a, 60bの接続端面と光ファイバ5a, 5bの接続端面をXY平面に対して斜めとしたまま、磁性構造体62a, 62b, 63b, 70, 71, 80, 81の端面をZ軸方向に対して垂直としてもよい。

【0101】

また、本実施例において、磁性構造体80, 81を2つの半割構造でなく、2つ以上の軟磁性材料の組み合わせとし、これら軟磁性材料を組み合わせた筒状の第4の磁性構造体がフェルール60bの周囲に装着されるようにしてもよい。

【0102】

[第4の実施例]

図15Aは本発明の第4の実施例に係る多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続前の斜視図、図15Bは多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後の斜視図である。図16は多心形光コネクタ接続構造のフェルール接続後に磁石を装着した状態の斜視図である。

【0103】

本実施例の多心形光コネクタ接続構造は、複数本の光ファイバ5aの先端に取り付けられた光コネクタ9aと、複数本の光ファイバ5bの先端に取り付けられた光コネクタ9bと、光コネクタ9a, 9bのフェルール同士を接続するガイドピン3とから構成される。

【0104】

光コネクタ9aは、光ファイバ5aの先端に取り付けられたフェルール60a(第1の整列部品)と、光ファイバ5aを束ねるブーツ61aと、フェルール60aの周囲に取り付けられた磁性構造体90a(第1の磁性構造体)とから構成される。同様に、光コネクタ9bは、光ファイバ5bの先端に取り付けられたフェルール60b(第2の整列部品)と、光ファイバ5bを束ねるブーツ61bと、フェルール60bの周囲に取り付けられた磁性構造体90b(第2の磁性構造体)とから構成される。

【0105】

フェルール60a, 60bと一体化された磁性構造体90a, 90bは、光ファイバ1a, 1bの長手方向(Z軸方向)に沿って同程度の長さを有している。磁性構造体90bと相対する磁性構造体90aの接続端面91aは、磁性構造体90aと一体化されたフェルール60aの接続端面および光ファイバ5aの接続端面とおおよそ平行になるように、Z軸方向と垂直なXY平面に対して8°傾斜している。同様に、磁性構造体90aと相対する磁性構造体90bの接続端面91bは、磁性構造体90bと一体化されたフェルール60bの接続端面および光ファイバ5bの接続端面とおおよそ平行になるように、XY平面に対して8°傾斜している。

【0106】

また、磁性構造体90aの接続端面91aに対してフェルール60aの接続端面が突き出るように位置決めされ、同様に磁性構造体90bの接続端面91bに対してフェルール60bの接続端面が突き出るように位置決めされている。

磁性構造体90a, 90bは、いずれもSUS403などの軟磁性材料からなる。

【0107】

第1~第3の実施例との相違は、磁性構造体90aと90bとの間に、磁性構造体100, 101(第3の磁性構造体)が配置される点である。磁性構造体90a, 90bと相対する磁性構造体100, 101の両接続端面は、磁性構造体90a, 90bの接続端面91a, 91bとおおよそ平行になるように、Z軸方向と垂直なXY平面に対して8°傾斜している。

10

20

30

40

50

【0108】

磁性構造体100, 101は、硬磁性材料(いわゆる磁石)からなる。磁性構造体100, 101のN極S極の磁化方向はZ軸方向に沿って設定されている。

磁性構造体100, 101は、それぞれが四角筒を半分に割った半割構造の硬磁性材料からなる。磁性構造体100, 101を組み合わせると四角筒の形状とすることで、筒の内部にフェール60a, 60bの接続端面の部分を収容できるようになっている。上記のとおり、磁性構造体100, 101のN極S極の磁化方向はZ軸方向に沿って設定されているが、磁気引力で一体化するように、互いのN極S極の磁化方向が反対となるように設定されている。例えば磁性構造体100は、磁性構造体90aの側からZ軸方向に沿ってS極N極の順になるように磁化方向が設定されているのに対し、磁性構造体101は、磁性構造体90aの側からZ軸方向に沿ってN極S極の順になるように磁化方向が設定されている。

10

【0109】

磁性構造体100, 101をフェール60a, 60bに固定する必要はない。フェール60aと60bを接続した後に、磁性構造体100, 101を後から装着することで、磁性構造体90aと90bとの間に磁気引力を発生させることができる。

【0110】

光コネクタ9aと9bの接続を解除する際は、磁性構造体100, 101を外すことで、磁性構造体90aと90bとの間の磁気引力を無くすることができるので、フェール60aと60bの接続を容易に解除することができ、光コネクタ9a, 9bの着脱作業を容易に行うことができる。

20

【0111】

なお、磁性構造体100, 101を挿入するためには磁性構造体90aと90b間の距離に比べて磁性構造体90bの長さを短く設定する必要がある。機械公差などによって磁性構造体90aと磁性構造体100, 101間あるいは磁性構造体90bと磁性構造体100, 101間に僅かにギャップが生じることになるが、ギャップは磁気引力を低下させる要因になりえる。

【0112】

そこで、磁性構造体90aと磁性構造体100, 101間あるいは磁性構造体90bと磁性構造体100, 101間に磁性金属箔などの軟磁性材料を追加してもよい。軟磁性材料を追加することにより、磁気引力の低下を抑制することができる。

30

【0113】

本実施例では、フェール60a, 60bの接続端面同士の着脱と磁性構造体100, 101の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ9a, 9bの着脱作業を容易に行うことができる。光コネクタ9aと9bの接続を解除する際は、磁性構造体100, 101を外した後に、フェール60aと60bの接続を解除すればよいので、小さい力で接続を解除することができ、接続解除時の作業性を向上させることができる。

【0114】

また、本実施例では、磁性構造体100, 101を後から装着する構成とすることで、フェール60aと60bの接続時には磁性構造体90aと90bとの間の磁気引力を気にする必要がないため、接続時の作業性を向上させることができる。フェール60aと60bの接続後に磁性構造体100, 101を装着することになるが、フェール60aと60bの接続と同時にないため、治具などを用いて磁性構造体90a, 90bと磁性構造体100, 101の急激な衝突を容易に防ぐことができる。

40

【0115】

また、本実施例では、万一、磁性構造体100, 101の欠けた粉末が発生したとしても、フェール60aと60bの接続が完了した後でフェール60a, 60bの接続端面に粉末が付着する可能性は低く、光学特性が劣化する可能性は低い。

【0116】

なお、本実施例において、第1の実施例と同様に、フェール60a, 60bの接続端

50

面と光ファイバ 5 a , 5 b の接続端面と磁性構造体 9 0 a , 9 0 b , 1 0 0 , 1 0 1 の端面を、Z 軸方向に対して垂直としてもよい。

【 0 1 1 7 】

また、本実施例において、磁性構造体 1 0 0 , 1 0 1 を 2 つの半割構造でなく、2 つ以上の硬磁性材料の組み合わせとし、これら硬磁性材料を組み合わせた筒状の第 3 の磁性構造体がフェルール 6 0 a , 6 0 b の接続端面の周囲に装着されるようにしてもよい。

【 0 1 1 8 】

以上、第 1 ~ 第 4 の実施例について述べたが、本発明は第 1 ~ 第 4 の実施例で述べた接続対象、接続構造、接続端面、位置決め構造、磁性構造体、各種構成物の材料や配置などのいずれの組み合わせも適用できることは言うまでもない。

10

【産業上の利用可能性】

【 0 1 1 9 】

本発明は、光コネクタを接続する技術に適用することができる。

【符号の説明】

【 0 1 2 0 】

1 a , 1 b , 5 a , 5 b ... 光ファイバ、2 a , 2 b , 6 a , 6 b , 9 a , 9 b ... 光コネクタ、3 ... ガイドピン、2 0 a , 2 0 b , 6 0 a , 6 0 b ... フェルール、2 1 a , 2 1 b , 6 1 a , 6 1 b ... ブーツ、2 2 a , 2 2 b , 4 0 , 4 1 , 6 2 a , 6 2 b , 6 3 b , 7 0 , 7 1 , 8 0 , 8 1 , 9 0 a , 9 0 b , 1 0 0 , 1 0 1 ... 磁性構造体、2 3 a , 2 3 b ... ガイドピン孔、2 5 ... スペーサ部品、2 6 ... マイクロレンズ、2 7 , 2 9 , 4 3 , 4 4 ... 突起、2 8 , 3 0 , 4 5 , 4 6 , 4 7 , 4 8 ... 溝、6 6 ... ギャップ。

20

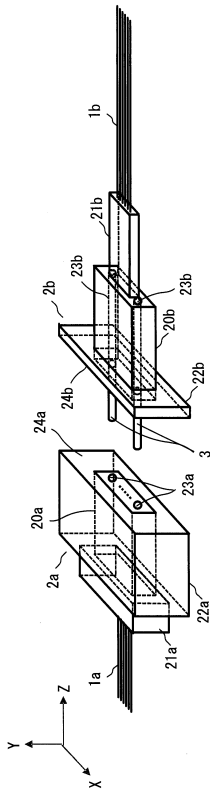
30

40

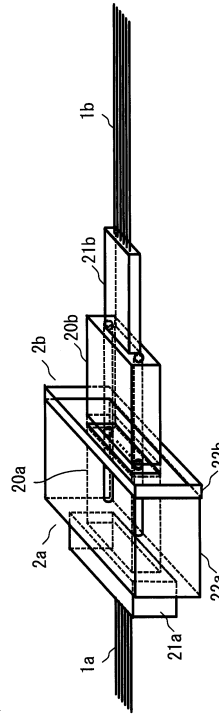
50

【図面】

【図 1 A】



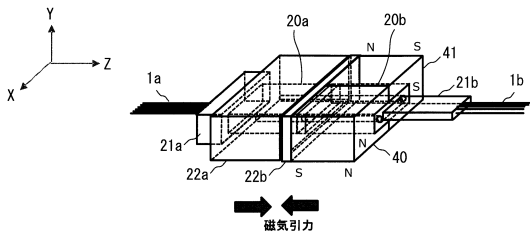
【図 1 B】



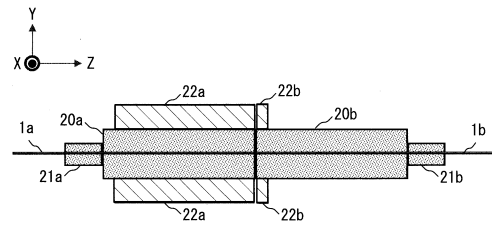
10

20

【図 2】



【図 3 A】

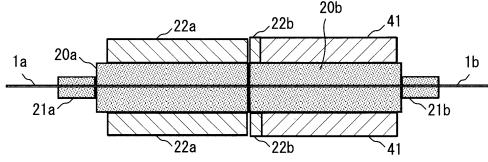


30

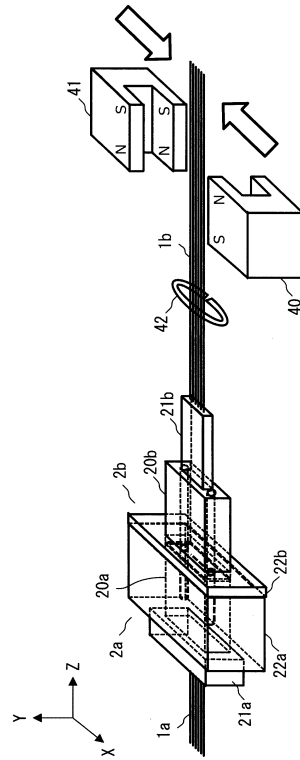
40

50

【 図 3 B 】



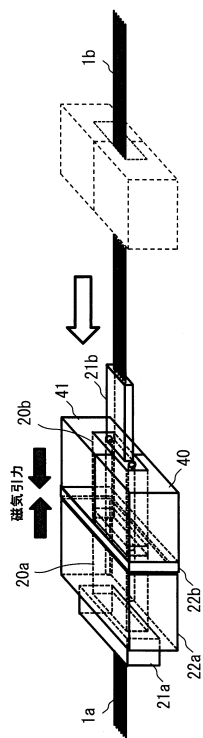
【 図 4 A 】



10

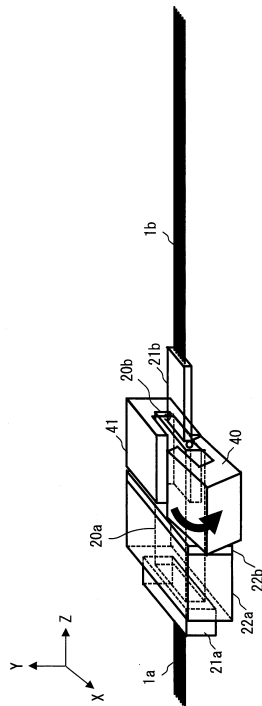
20

【 図 4 B 】



30

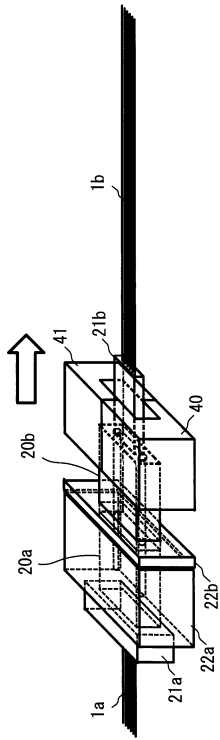
【 図 5 A 】



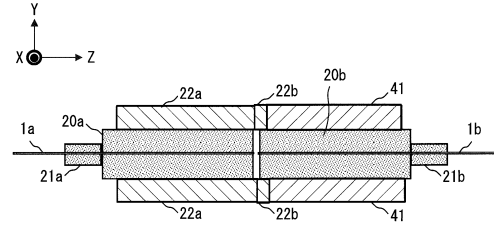
40

50

【図 5 B】



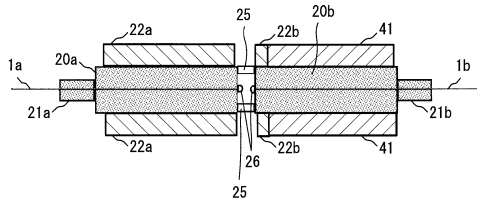
【図 6 A】



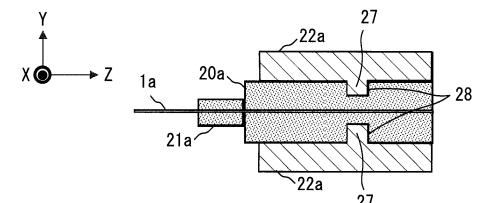
10

20

【図 6 B】



【図 7 A】

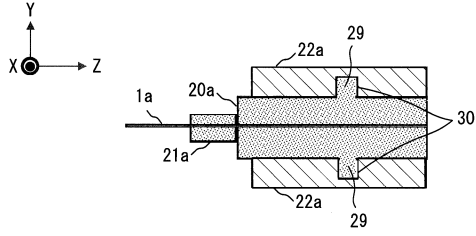


30

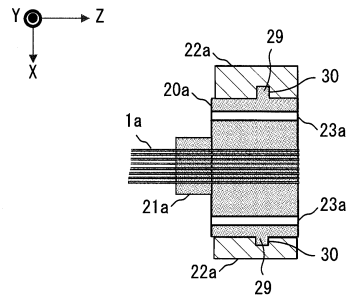
40

50

【 7 B 】

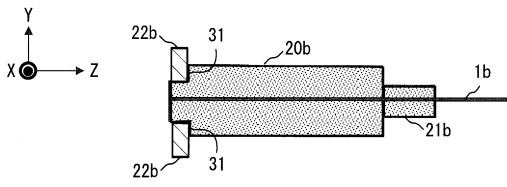


【 7 C 】

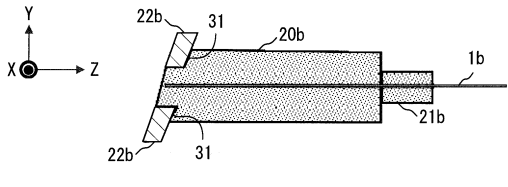


10

【 8 A 】

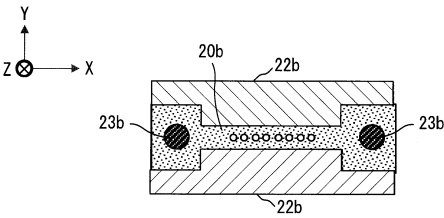


【 8 B 】

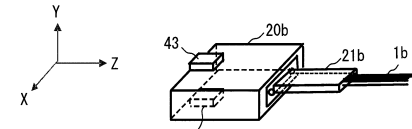


20

【 8 C 】



【 9 A 】

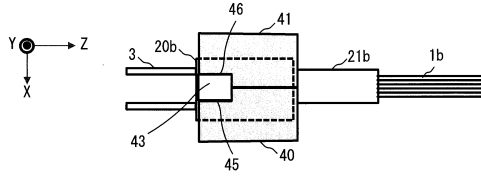


30

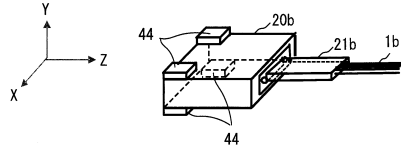
40

50

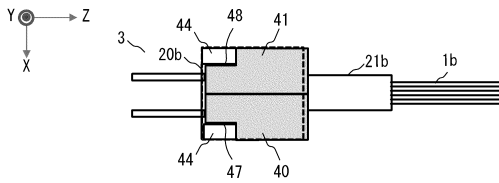
【図 9 B】



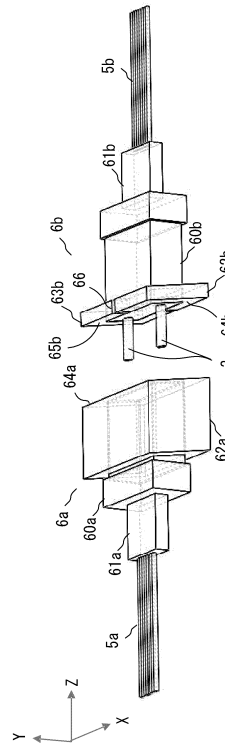
【図 9 C】



【図 9 D】



【図 10 A】



10

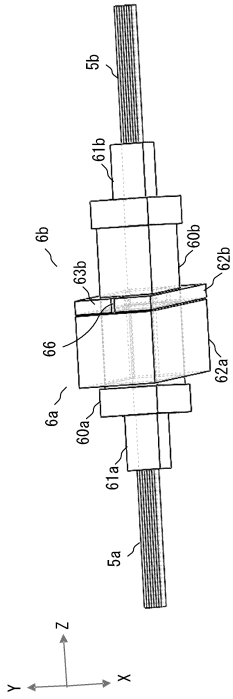
20

30

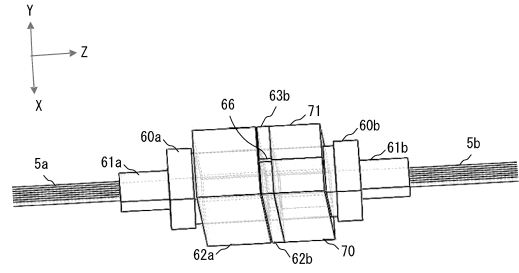
40

50

【図 10 B】



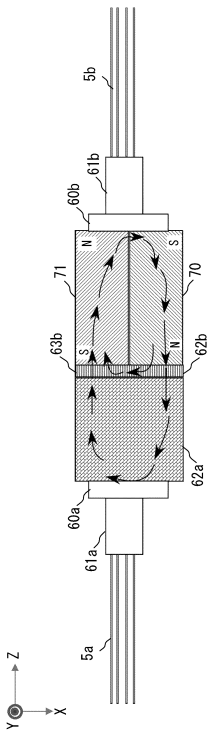
【図 11】



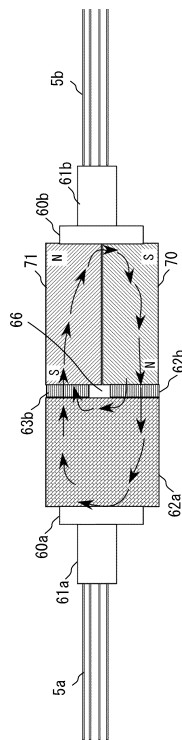
10

20

【図 12 A】



【図 12 B】

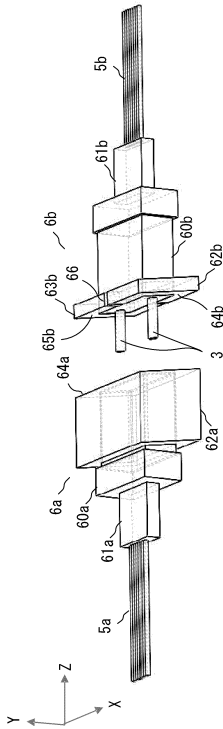


30

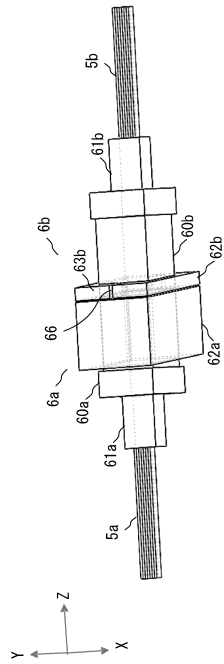
40

50

【図 13 A】



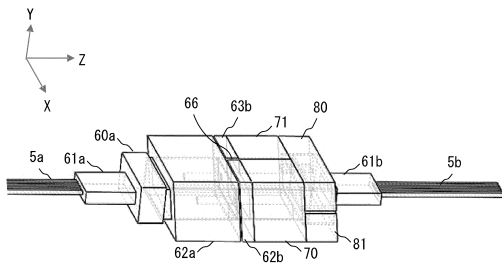
【図 13 B】



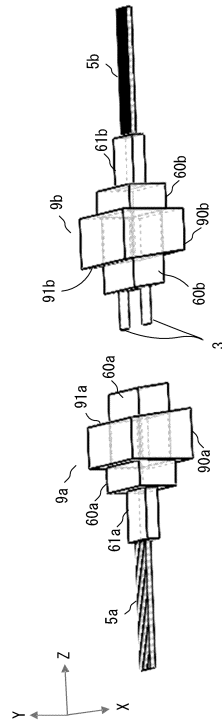
10

20

【図 14】



【図 15 A】

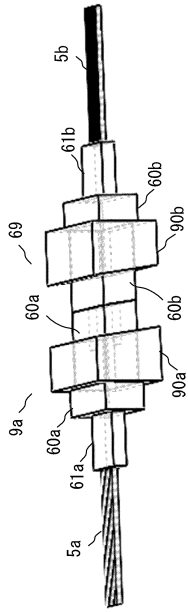


30

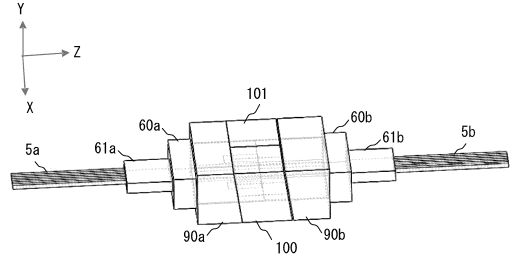
40

50

【 15 B 】



【 16 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(72)発明者 長瀬 亮
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(72)発明者 佐藤 昇男
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査官 野口 晃一
(56)参考文献 国際公開第2021/111773(WO, A1)
国際公開第2021/111589(WO, A1)
米国特許出願公開第2017/0332895(US, A1)
米国特許出願公開第2006/0093273(US, A1)
特開昭60-164709(JP, A)
米国特許出願公開第2014/0120746(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0136350(US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 6/36 - 6/40