

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年4月6日(06.04.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/053211 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/38 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/035657

(22) 国際出願日: 2021年9月28日(28.09.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鹿間 光太(SHIKAMA, Kota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 石井 雄三(ISHII, Yuzo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

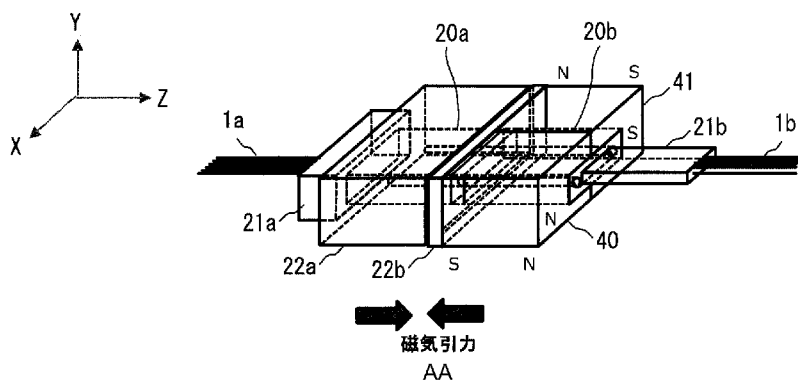
長瀬 亮(NAGASE, Ryo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 佐藤 昇男(SATO, Norio); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山川 茂樹, 外(YAMAKAWA, Shigeki et al.); 〒1006104 東京都千代田区永田町2丁目11番1号 山王パークタワー4階 山川国際特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: OPTICAL CONNECTOR CONNECTION STRUCTURE

(54) 発明の名称: 光コネクタ接続構造



AA Magnetic attraction

(57) Abstract: A magnetic structure (22a) integrated with a ferrule (20a) is composed of a soft magnetic material. A magnetic structure (22b) integrated with a ferrule (20b) is composed of a soft magnetic material the length of which in the longitudinal direction of optical fibers (1a, 1b) is shorter than that of the magnetic structure (22a). After the connection end surfaces of the ferrules (20a, 20b) are connected to each other, magnetic structures (40, 41) composed of hard magnetic materials are mounted to an opposite end surface side of the magnetic structure (22b) from a connection end surface connected to the magnetic structure (22a).

(57) 要約: フェルール(20a)と一体化した磁性構造体(22a)は、軟磁性材料からなる。フェルール(20b)と一体化した磁性構造体(22b)は、磁性構造体(22a)よりも光ファイバ(1a, 1b)の長手方向の長さが短い軟磁性材料からなる。フェルール(20a, 20b)の接続端面同士の接続後に、磁性構造体(22b)の磁性構造体(22a)との接続端面と反対の端面側に、硬磁性材料からなる磁性構造体(40, 41)が装着される。

WO 2023/053211 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保  
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,  
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,  
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,  
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,  
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,  
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：光コネクタ接続構造

### 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。

### 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、10-20N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、フェル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10N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に、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] 非特許文献1: 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の1構成例において、前記第3の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら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、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構成例は、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配置された軟磁性材料からなる第4の磁性構造体をさらに備え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。

[0011] 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、第2の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、前記第1、第2の磁性構造体の相対する接続端面に対して前記第1、第2の整列部品の相対する接続端面が突き出るように位置決めされ、前記第1の光コネクタと前記第2の光コネクタとの接続時に前記第1の磁性構造体と前記第2の磁性構造体との間を連結するよう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つ以上の硬磁性材料からなり、これら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1、第2の整列部品の接続端面の周囲に装着されることを特徴とするものである。

[0012] 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の整列部品の周囲に第2の磁性構造体が配置され、前記第2の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第2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の整列部品と前記第2の磁性構造体の少なくとも一方は、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。

### 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である。
- [図1B]図1 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続後に磁石を装着した状態の斜視図である。
- [図3A]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3B]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4A-4B]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5A-5B]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6A-6B]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。
- [図7A-7C]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8A-8C]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9A-9D]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10A]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である。

[図10B]図10B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。

[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12A]図12A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12B]図12B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13A]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である。

[図13B]図13B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。

[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15A]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である。

[図15B]図15B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

### [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、図1B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3Aは図1B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3B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1aの先端に取り付けられた光コネクタ2aと、複数本の光ファイバ1bの先端に取り付けられた光コネクタ2bと、光コネクタ2a, 2b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。
- [0017] 光コネクタ2aは、光ファイバ1aの先端に取り付けられたフェルール20a（第1の整列部品）と、光ファイバ1aを束ねるブーツ21aと、フェルール20aの周囲に取り付けられた磁性構造体22a（第1の磁性構造体）とから構成される。同様に、光コネクタ2bは、光ファイバ1bの先端に取り付けられたフェルール20b（第2の整列部品）と、光ファイバ1bを束ねるブーツ21bと、フェルール20bの周囲に取り付けられた磁性構造体22b（第2の磁性構造体）とから構成される。
- [0018] 光ファイバ1a, 1bは、それぞれクラッド径が例えば125 $\mu$ m、コア径がおよそ10 $\mu$ mで、およそ250 $\mu$ m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。
- [0019] フェルール20a, 20bは、複数本の光ファイバ1a, 1b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20a, 20bは、公知のMTフェルールであり、光ファイバ1a, 1bの長手方向（Z軸方向）に沿ってフェルール20a, 20bを貫通するガイドピン孔23a, 23bが2つずつ形成されている。
- [0020] フェルール20a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1aが1本ずつ挿入される。同様に、フェルール20b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1bが1本ずつ挿入される。光ファイバ1a, 1bとフェルール20a, 20bとは、接着剤によって固定される。なお、図1A、図1B、図2、図3A、図3B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。

[0021] フェルール20a, 20bの相対する接続端面と光ファイバ1a, 1bの相対する接続端面と磁性構造体22a, 22bの相対する接続端面24a, 24bは、Z軸方向に対して垂直である。

光ファイバ1a, 1bは、それぞれフェルール20a, 20b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1a, 1bの接続端面が研磨されている。

[0022] 磁性構造体22aの接続端面24aとフェルール20a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22aの接続端面24aに対してフェルール20a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22bの接続端面24bとフェルール20b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22bの接続端面24bに対してフェルール20bの接続端面が突き出るように位置決めしてもよい。

[0023] 磁性構造体22bは、磁性構造体22aおよびフェルール20a, 20b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22bのZ軸方向の長さは例えば1mm程度である。一方、磁性構造体22aのZ軸方向の長さは、フェルール20a, 20bの長さと同程度であり、例えば6mm程度である。

[0024] 本実施例では、図1A、図1Bに示すように、光コネクタ2bのフェルール20bの2個のガイドピン孔23b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2aのフェルール20aのガイドピン孔23aに挿入して、フェルール20a, 20bの接続端面同士を突き合わせ、光ファイバ1a, 1bの接続端面同士を突き合わせることで、光コネクタ2aと2bを接続する。フェルール20a, 20b同士の位置決め、すなわち光ファイバ1a, 1b同士の位置決めは、ガイドピン3によってなされる。

[0025] 磁性構造体22a, 22b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

US)のうち磁性を有するもの(例えばSUS430)を用いることもできる。

フェルール20a, 20bと磁性構造体22a, 22b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。

[0026] また、本実施例では、磁性構造体22bの接続端面24bと反対の端面側に磁性構造体40, 41(第3の磁性構造体)を配置する。磁性構造体40, 41は、硬磁性材料(いわゆる磁石)からなる。光ファイバ1a, 1bの長手方向をZ軸方向とすると、磁性構造体40, 41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、KS鋼、MK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40, 41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。

[0027] 図2に示すように、磁性構造体40, 41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40, 41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20b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40, 41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40は、磁性構造体22b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41は、磁性構造体22b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。

[0028] 磁性構造体40, 41をフェルール20a, 20bと必ずしも一体化する必要はない。磁性構造体40, 41は、磁気引力により磁性構造体22bと

結合するが、フェルール20b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。

- [0029] 磁性構造体40, 41の装着方法を図4A、図4Bを用いて説明する。フェルール20a, 20b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22aと22b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20a, 20b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。
- [0030] 次に、光ファイバ1aが筒の中に入るように、磁性構造体40, 41を組み合わせて四角筒の形状にする。磁性構造体40と41とは磁気引力で一体化する。そして、図4Bに示すように、一体化した磁性構造体40, 41を磁性構造体22bに近づけることで、磁性構造体22bと磁性構造体40, 41間に磁気引力が働き、連結される。フェルール20bは、筒状の磁性構造体40, 41の中に収容される。
- [0031] 磁性構造体40, 41と磁性構造体22bとが急激に衝突しないように、治具あるいは図4Aに記載のリング部品42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40, 41の欠けを防ぐことができる。
- [0032] 磁性構造体22bと磁性構造体40, 41とが結合すると、磁性構造体22aと22b間にも磁気引力が働くことになる。磁性構造体22b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22aと22b間に働くことになる。これより、磁性構造体22a, 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。

[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。

[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。

- [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る。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。
- [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。
- [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。

- [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。
- [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。
- [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。
- [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4 B、図5 A、図5 B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20 a, 20 bや磁性構造体22 a, 22 b, 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1 a, 1 bは、例えばおよそ250  $\mu$ mピッチで配置される。当然、光ファイバ1 a, 1 bのピッチおよび芯数は任意であり、2芯、4芯、8芯、12芯、16芯、24芯、32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20 a, 20 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23 a, 23 bの開口、フェルール20 a, 20 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23 a, 23 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20 a, 20 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20 a, 20 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22 a, 22 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20 a, 20 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22 a, 22 bの接続端面についても、フェルール20 a, 20 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40、41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22a、22bの接続端面とフェルール20a、20bの接続端面とが同一面上に並ぶか、あるいは磁性構造体22a、22bの接続端面に対してフェルール20a、20b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6A、図6Bに本実施例の変形例を示す。図6Aの例では、フェルール20a、20bの接続端面が磁性構造体22a、22b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22aと22bを接触させながら、光ファイバ1aと1b間に僅かなギャップを設けるようにしている。

[0056] 図6Bの例では、磁性構造体22a、22bの接続端面に対してフェルール20a、20b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1aと1b間にギャップを設けるために、フェルール20aと20b間にスペーサ部品25を配置している。光ファイバ1aと1bは、2つのマイクロレンズ26を介して光学的に接続される。また、一方の磁性構造体22aの接続端面に対してフェルール20aが窪むように位置決めし、他方の磁性構造体22bの接続端面に対してフェルール20bが突き出るように位置決めし、フェルール20aの窪みの深さとフェルール20b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20a、20bと磁性構造体22a、22bとの接合方法について述べる。上記のとおり、フェルール20a、20bと磁性構造体22a、22b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20a、20bと磁性構造体22a、22b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。

[0058] 例えば図7Aの例では、磁性構造体22aに突起27を設け、フェルール20aに突起27と嵌合する溝28を設けるようにしている。突起27と溝

28とは位置決め構造を構成している。反対に、図7B、図7Cの例では、フェルール20aに突起29を設け、磁性構造体22aに突起29と嵌合する溝30を設けるようにしている。突起29と溝30とは位置決め構造を構成している。

[0059] こうして、フェルール20aと磁性構造体22aに位置決め構造を設けることにより、フェルール20aと磁性構造体22a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20aまたは磁性構造体22a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20aと磁性構造体22a間の固定強度を高めることができる。

[0060] 図8A、図8B、図8Cに本実施例の別の変形例を示す。図8A、図8Bの例では、フェルール20bの接続端面の外周部にあらかじめ溝31（位置決め構造）を形成しておき、溝31に磁性構造体22bを嵌め込むようにしている。図8Aは磁性構造体22bの接続端面がZ軸方向に対して垂直な場合を示し、図8Bは磁性構造体22bの接続端面がZ軸方向と垂直なXY平面に対して傾斜している場合を示している。

[0061] こうして、フェルール20aの場合と同様に、フェルール20bに位置決め構造を設けることにより、フェルール20bと磁性構造体22b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20bと磁性構造体22b間の固定強度を高めることができる。

[0062] 図8Cの例では、フェルール20bの成型時に磁性構造体22bを埋め込むインサートモールド技術によりフェルール20bと磁性構造体22bを一体化している。なお図8C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。

[0063] 図9A～図9Dに本実施例の別の変形例を示す。図9Aの例では、フェルール20bの上下2箇所突起43を設けている。図9Bの例では、突起43と嵌合する溝45、46が形成された磁性構造体40、41をフェルール20bに装着している。突起43と溝45、46とは、フェルール20bと磁性構造体40、41との位置関係を定める位置決め構造を構成している。

[0064] 図9Cの例では、フェルール20bの上下4箇所突起44を設けている。図9Dの例では、突起44と嵌合する溝47、48が形成された磁性構造体40、41をフェルール20bに装着している。突起44と溝47、48とは、フェルール20bと磁性構造体40、41との位置関係を定める位置決め構造を構成している。

[0065] 図9A～図9Dに示した構成においては、フェルール20bに磁性構造体22bを設けないため、磁性構造体40、41が、フェルール20aと一体化した磁性構造体22a（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40、41をフェルール20bに固定する必要はない。フェルール20aと20bを接続した後に、フェルール20bに磁性構造体40、41を嵌装するようにしてもよい。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と磁性構造体40、41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の組み合わせとしてもよい。

[0066] [第2の実施例]

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 6 b は、光ファイバ 5 b の先端に取り付けられたフェルール 6 0 b (第 2 の整列部品) と、光ファイバ 5 b を束ねるブーツ 6 1 b と、フェルール 6 0 b の周囲に取り付けられた磁性構造体 6 2 b, 6 3 b (第 2 の磁性構造体) とから構成される。

[0069] 光ファイバ 5 a, 5 b は、光ファイバ 1 a, 1 b 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 6 0 a, 6 0 b は、フェルール 2 0 a, 2 0 b と同様の多心フェルールである。光ファイバ 5 a, 5 b は、それぞれフェルール 6 0 a, 6 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 5 a, 5 b の接続端面が研磨されている。

[0070] 磁性構造体 6 2 a の接続端面 6 4 a とフェルール 6 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 6 2 a の接続端面 6 4 a に対してフェルール 6 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 6 2 b, 6 3 b の接続端面 6 4 b, 6 5 b とフェルール 6 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 6 2 b, 6 3 b の接続端面 6 4 b, 6 5 b に対してフェルール 6 0 b 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 6 0 a, 6 0 b の接続端面と光ファイバ 5 a, 5 b の接続端面は、光ファイバ 5 a, 5 b 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。

[0072] 磁性構造体 6 2 b, 6 3 b と相対する磁性構造体 6 2 a の接続端面 6 4 a は、磁性構造体 6 2 a と一体化されたフェルール 6 0 a の接続端面および光ファイバ 5 a 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 6 2 a と相対する磁性構造体 6 2 b, 6 3 b の接続端面 6 4 b, 6 5 b は、磁性構造体 6 2 b, 6 3 b と一体化されたフェルール 6 0 b の接続端面および光ファイバ 5 b 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 6 2 b, 6 3 b は、磁性構造体 6 2 a およびフェルール 6 0 a, 6 0 b と比較して Z 軸方向の長さが短く設定されている。

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分け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。

[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 6 2 b, 6 3 b を組み合わせて四角筒の形状とすることで、フェルール 6 0 b の接続端面の周囲を磁性構造体 6 2 b, 6 3 b が囲む形状となる。

[0078] ただし、図 1 0 A、図 1 0 B、図 1 1 に示すように、フェルール 6 0 b と一体化された際に、2 つの磁性構造体 6 2 b, 6 3 b 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 6 2 b と 6 3 b との間には、空気で満たされたギャップ 6 6 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 6 0 a, 6 0 b の接続端面同士に着脱と磁性構造体 7 0, 7 1 の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ 6 a, 6 b の着脱作業を容易に行うことができる。光コネクタ 6 a と 6 b の接続を解除する際は、磁性構造体 7 0, 7 1 を外した後に、フェルール 6 0 a と 6 0 b 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。

[0080] また、本実施例では、磁性構造体 7 0, 7 1 を後から装着する構成とすることで、フェルール 6 0 a と 6 0 b の接続時には磁性構造体 6 2 a と 6 2 b, 6 3 b との間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 6 0 a と 6 0 b の接続後に磁性構造体 7 0, 7 1 を装着することになるが、フェルール 6 0 a と 6 0 b の接続と同時にではないため、治具や前述のリング部品などを用いて磁性構造体 6 2 b, 6 3 b と磁性構造体 7 0, 7 1 の急激な衝突を容易に防ぐことができる。

[0081] また、本実施例では、万一、磁性構造体 7 0, 7 1 の欠けた粉末が発生したとしても、フェルール 6 0 a と 6 0 b の接続が完了した後でフェルール 6 0 a, 6 0 b 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 6 2 b と 6 3 b との間にギャップ 6 6 を設けることにより、磁性構造体 6 2 a と 6 2 b, 6 3 b との間に働く磁気引力を強化することができる。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。
- [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との間に空気を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。
- [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。

[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。

[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、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を組み合わせると四角筒の形状とすることで、フェルール60bのブー

ツ 6 1 b 側の端面の周囲を磁性構造体 8 0, 8 1 が囲む形状となる。磁性構造体 8 0, 8 1 を 2 つの半割構造とすることで、磁性構造体 7 0, 7 1 を装着した後から磁性構造体 8 0, 8 1 を装着することが可能となる。

[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 5 b が入るように事前に準備しておけば、磁性構造体 7 0, 7 1 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 7 0 と 7 1 の連結位置と、磁性構造体 8 0 と 8 1 の連結位置とを変えた方が磁性構造体 6 2 a と磁性構造体 6 2 b, 6 3 b との間の磁気引力の低下を抑えることができる。

[0095] 例えば図 1 4 の例のように、磁性構造体 7 0 と 7 1 とが Y Z 平面を境として相対する構成の場合、磁性構造体 8 0 と 8 1 とが X Z 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 7 0 と 7 1 とが X Z 平面を境として相対する構成の場合、磁性構造体 8 0 と 8 1 とが Y Z 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 7 0 と 7 1 の連結位置と、磁性構造体 8 0 と 8 1 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 6 0 a, 6 0 b の接続端面同士の着脱と磁性構造体 7 0, 7 1, 8 0, 8 1 の着脱とを別の工程で行うことができ、光コネクタ 6 a, 6 b の着脱作業を容易に行うことができる。光コネクタ 6 a と 6 b の接続を解除する際は、磁性構造体 7 0, 7 1 を外した後に、フェルール 6 0 a と 6 0 b 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。

[0097] また、本実施例では、磁性構造体 7 0, 7 1 を後から装着する構成とすることで、フェルール 6 0 a と 6 0 b の接続時には磁性構造体 6 2 a と 6 2 b, 6 3 b 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 6 0 a と 6 0 b の接続後に磁性構造体 7

0, 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。

[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5 aの先端に取り付けられた光コネクタ9 aと、複数本の光ファイバ5 bの先端に取り付けられた光コネクタ9 bと、光コネクタ9 a, 9 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。

[0104] 光コネクタ9 aは、光ファイバ5 aの先端に取り付けられたフェルール6 0 a（第1の整列部品）と、光ファイバ5 aを束ねるブーツ6 1 aと、フェルール6 0 aの周囲に取り付けられた磁性構造体9 0 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9 bは、光ファイバ5 bの先端に取り付けられたフェルール6 0 b（第2の整列部品）と、光ファイバ5 bを束ねるブーツ6 1 bと、フェルール6 0 bの周囲に取り付けられた磁性構造体9 0 b（第2の磁性構造体）とから構成される。

[0105] フェルール6 0 a, 6 0 bと一体化された磁性構造体9 0 a, 9 0 bは、光ファイバ1 a, 1 b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9 0 bと相対する磁性構造体9 0 aの接続端面9 1 aは、磁性構造体9 0 aと一体化されたフェルール6 0 aの接続端面および光ファイバ5 a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9 0 aと相対する磁性構造体9 0 bの接続端面9 1 bは、磁性構造体9 0 bと一体化されたフェルール6 0 bの接続端面および光ファイバ5 b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9 0 aの接続端面9 1 aに対してフェルール6 0 a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9 0 bの接続端面9 1 bに対してフェルール6 0 b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9 0 a, 9 0 b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9 0 aと9 0 bとの間に、磁

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。

[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、筒の内部にフェルール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。

[0109] 磁性構造体100, 101をフェルール60a, 60bに固定する必要はない。フェルール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、フェルール60aと60bの接続を容易に解除することができる。光コネクタ9a, 9bの着脱作業を容易に行うことができる。

[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。

[0113] 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、フェルール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。フェルール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、フェルール60aと60bの接続と同時ではないため、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。

[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。

[0116] なお、本実施例において、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90a, 90b, 100, 101の端面を、Z軸方向に対して垂直としてもよい。

[0117] また、本実施例において、磁性構造体100, 101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60a, 60bの接続端面の周囲に装着されるようにしてもよい。

[0118] 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。

### 産業上の利用可能性

[0119] 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

[0120] 1a, 1b, 5a, 5b…光ファイバ、2a, 2b, 6a, 6b, 9a, 9b…光コネクタ、3…ガイドピン、20a, 20b, 60a, 60b…フェルール、21a, 21b, 61a, 61b…ブーツ、22a, 22b, 40, 41, 62a, 62b, 63b, 70, 71, 80, 81, 90b, 90b, 100, 101…磁性構造体、23a, 23b…ガイドピン孔、25…スペーサ部品、26…マイクロレンズ、27, 29, 43, 44…突起、28, 30, 45, 46, 47, 48…溝、66…ギャップ。

## 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ること  
を特徴とする光コネクタ接続構造。
- [請求項2] 請求項1記載の光コネクタ接続構造において、  
前記第3の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら  
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ることを特徴と  
する光コネクタ接続構造。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか1項に記載の光コネクタ接続構造におい

て、

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配置された軟磁性材料からなる第4の磁性構造体をさらに備えることを特徴とする光コネクタ接続構造。

[請求項5]

請求項4記載の光コネクタ接続構造において、

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ることを特徴とする光コネクタ接続構造。

[請求項6]

請求項1乃至5のいずれか1項に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。

[請求項7]

請求項1乃至5のいずれか1項に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。

[請求項8]

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、

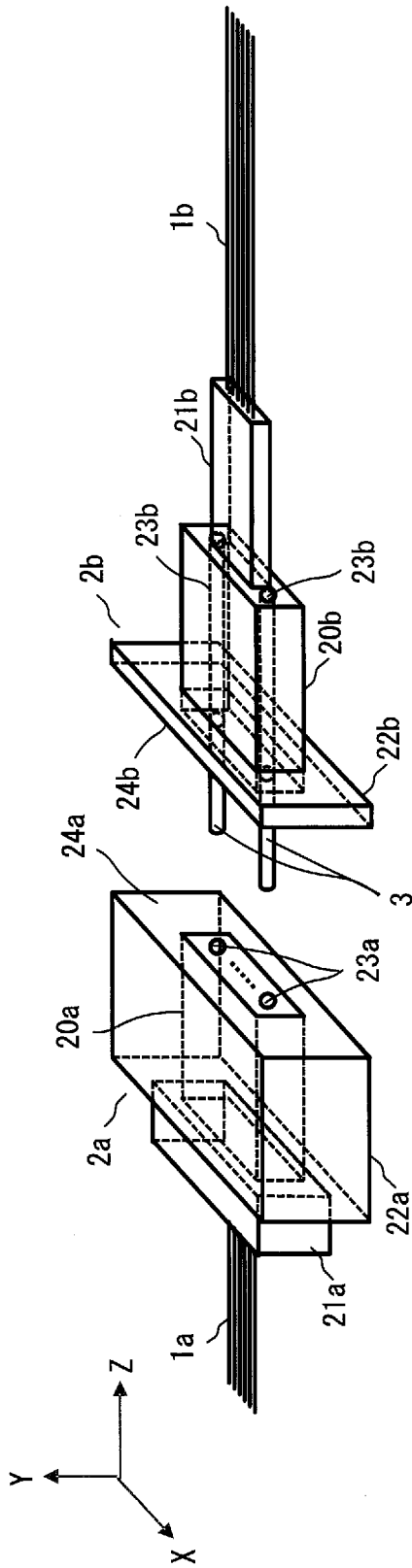
前記第2の整列部品と一体化した第2の磁性構造体とを備え、  
前記第1、第2の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、  
前記第1、第2の磁性構造体の相対する接続端面に対して前記第1、第2の整列部品の相対する接続端面が突き出るように位置決めされ、  
前記第1の光コネクタと前記第2の光コネクタとの接続時に前記第1の磁性構造体と前記第2の磁性構造体との間を連結するように硬磁性材料からなる第3の磁性構造体が配置され、  
前記第3の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第3の磁性構造体が前記第1、第2の整列部品の接続端面の周囲に装着されることを特徴とする光コネクタ接続構造。

## [請求項9]

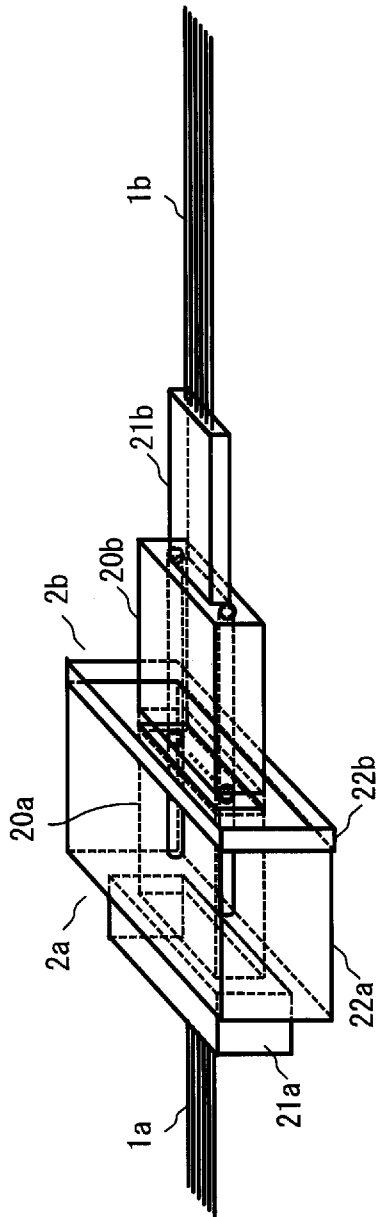
第1の光ファイバの先端に取り付けられた第1の光コネクタと、  
第2の光ファイバの先端に取り付けられ、前記第1の光コネクタと接続可能な第2の光コネクタとから構成され、  
前記第1の光コネクタは、  
前記第1の光ファイバを固定するように構成された第1の整列部品と、  
前記第1の整列部品と一体化した第1の磁性構造体とを備え、  
前記第2の光コネクタは、  
前記第2の光ファイバを固定するように構成された第2の整列部品を備え、  
前記第1の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、  
前記第2の整列部品の周囲に第2の磁性構造体が配置され、  
前記第2の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第2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の整列部品と前記第2の磁性構造体の少なくとも一方は、

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。

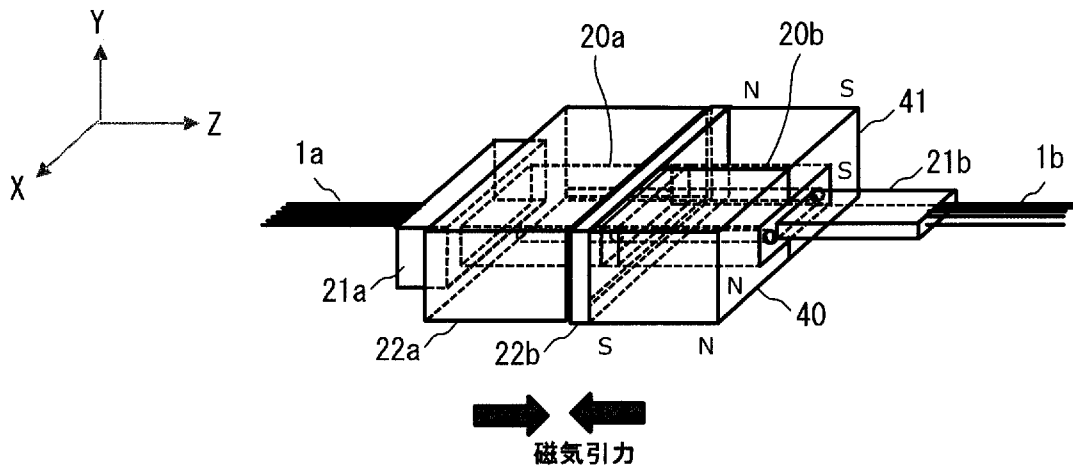
[図1A]



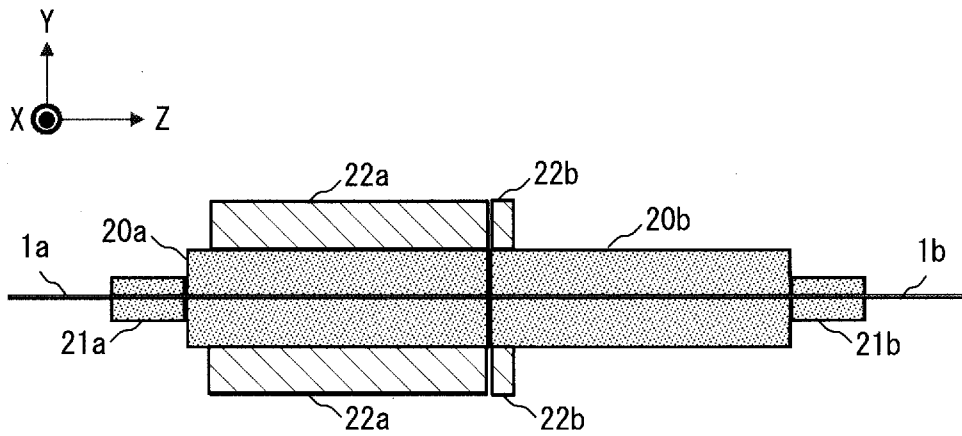
[図1B]



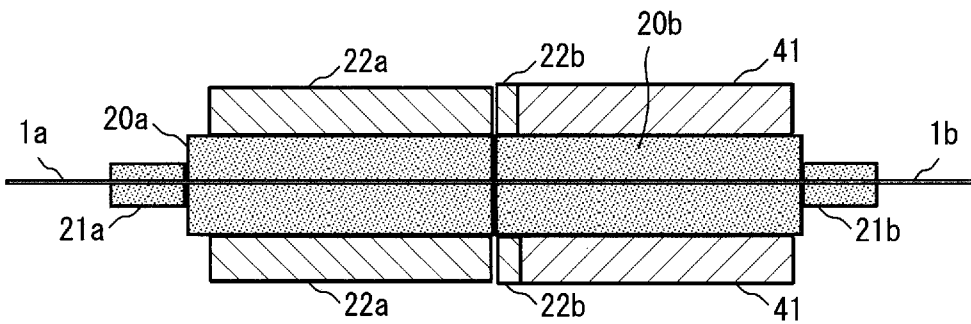
[図2]



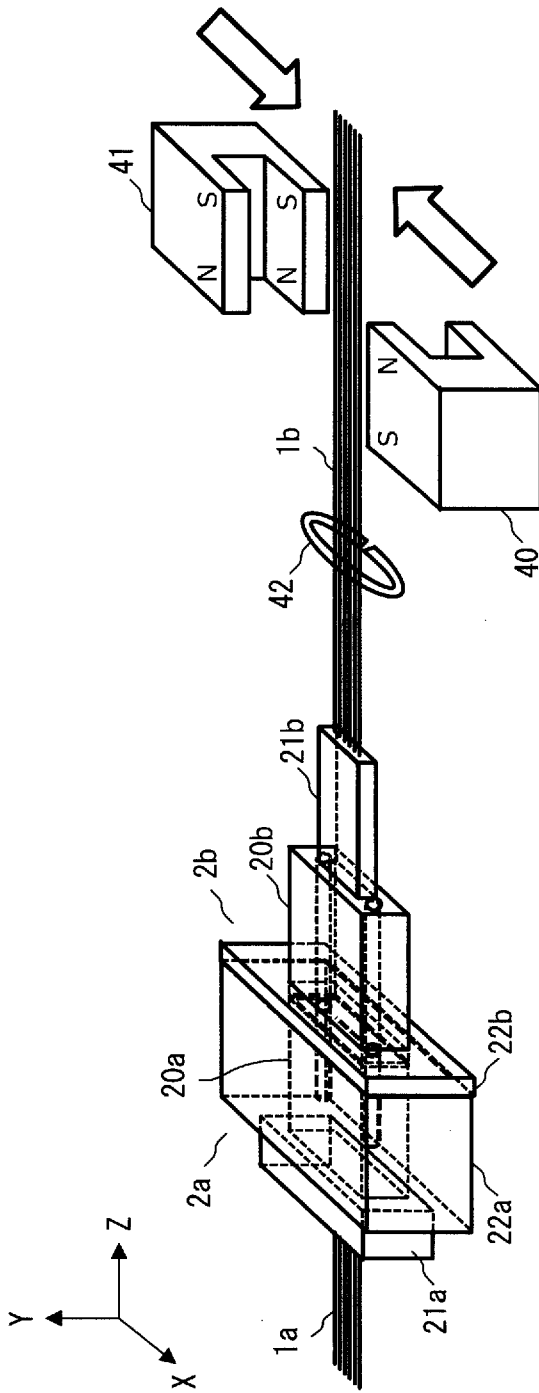
[図3A]



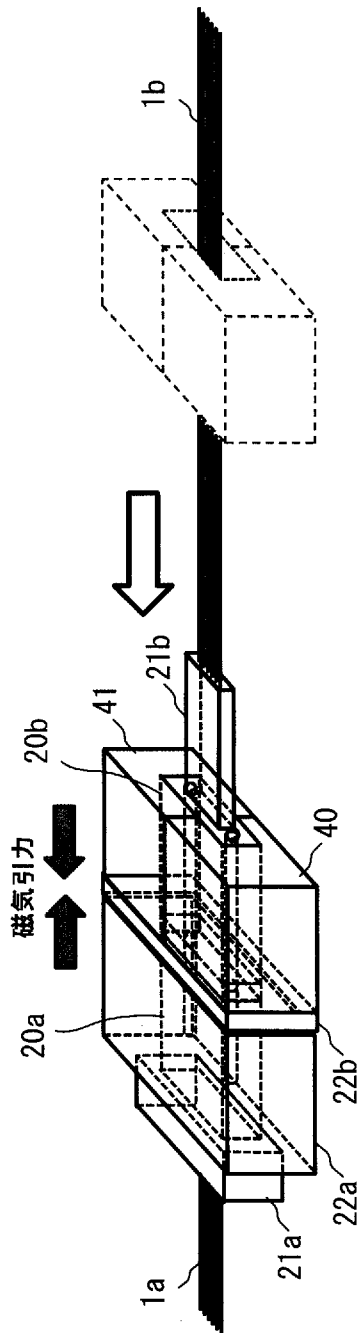
[図3B]



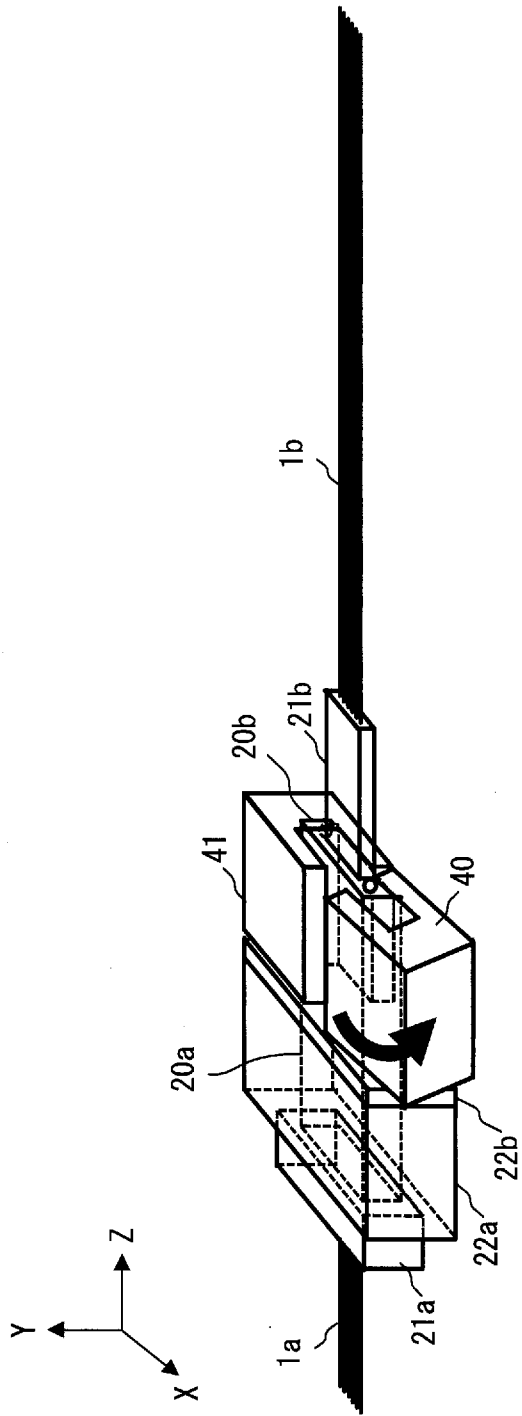
[図4A]



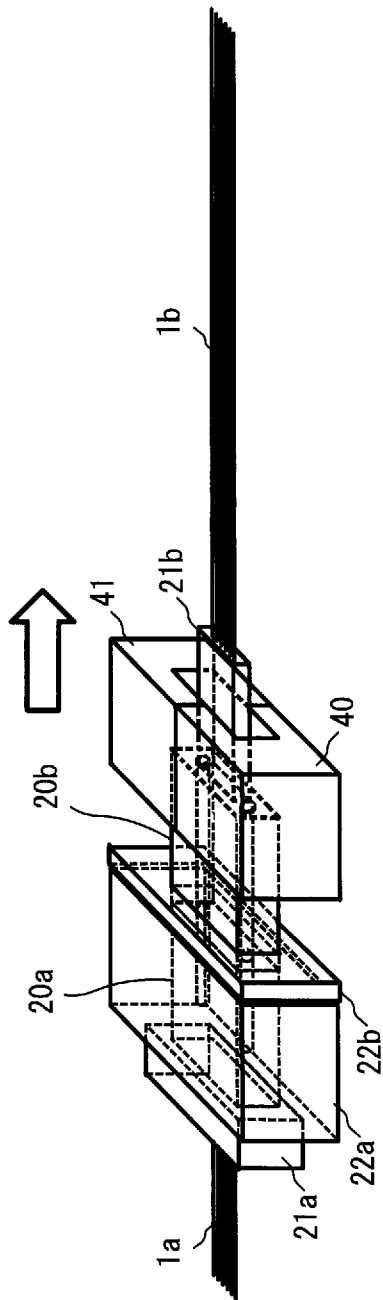
[図4B]



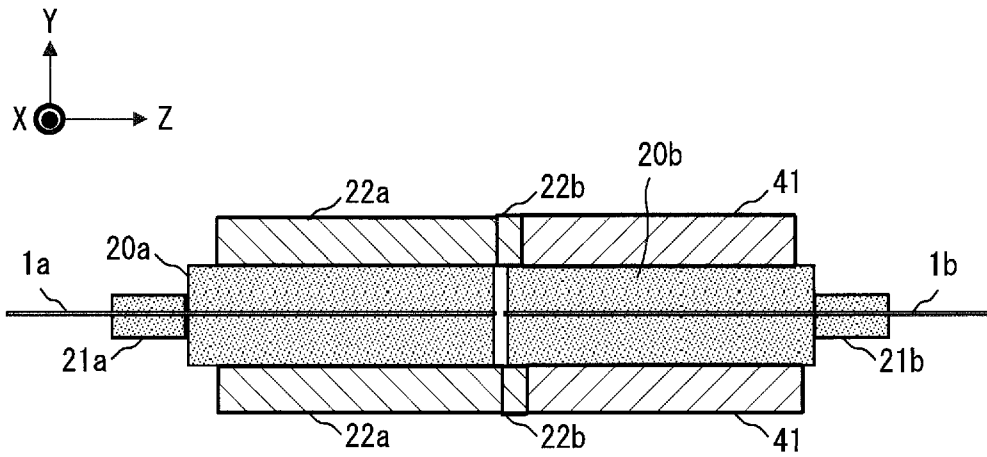
[図5A]



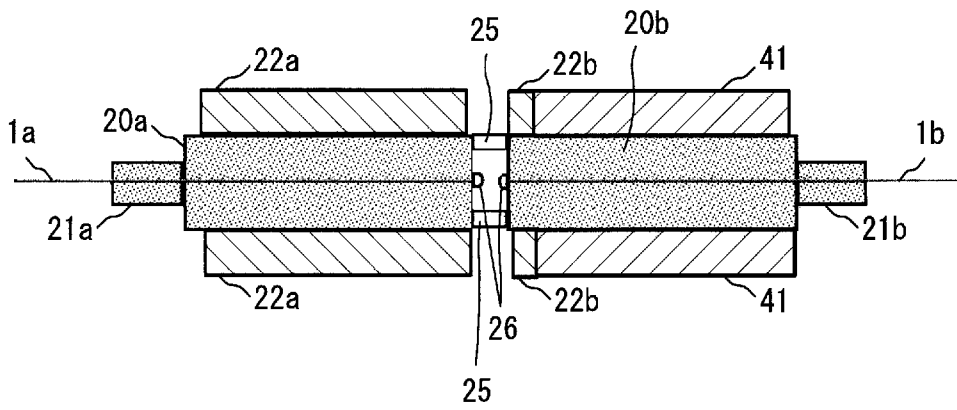
[図5B]



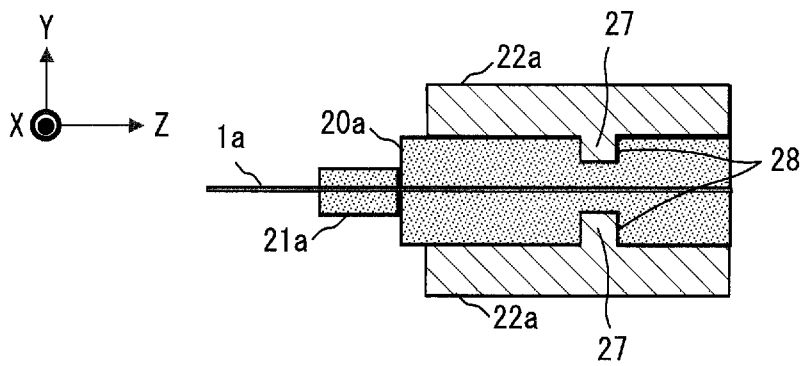
[図6A]



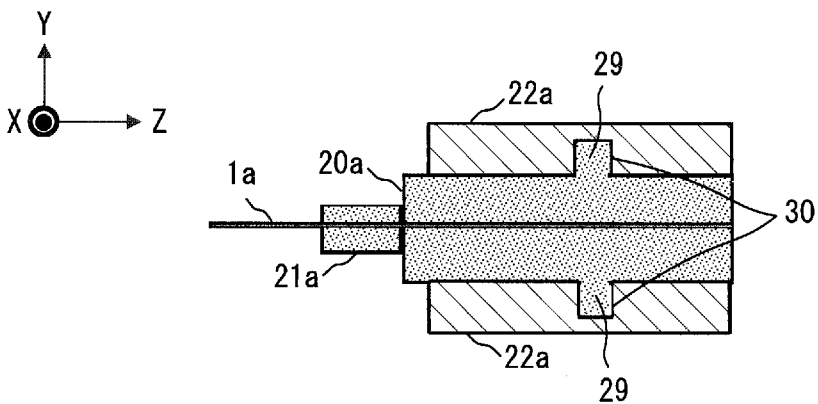
[図6B]



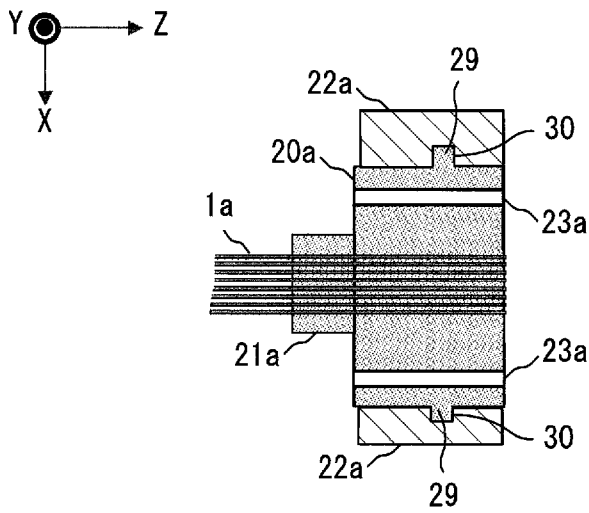
[図7A]



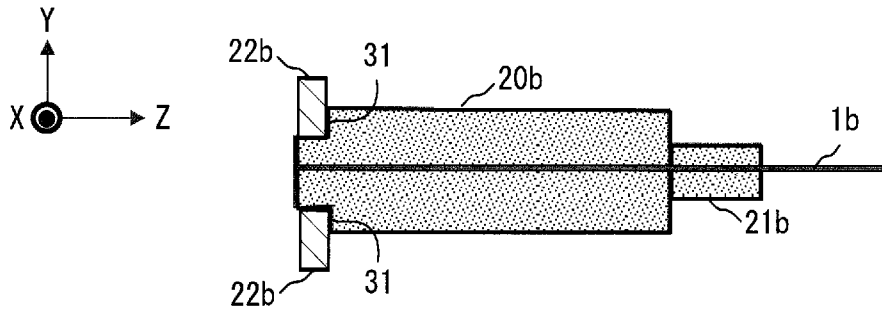
[図7B]



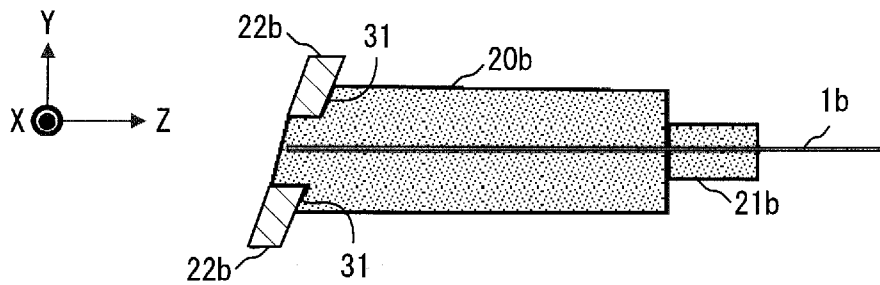
[図7C]



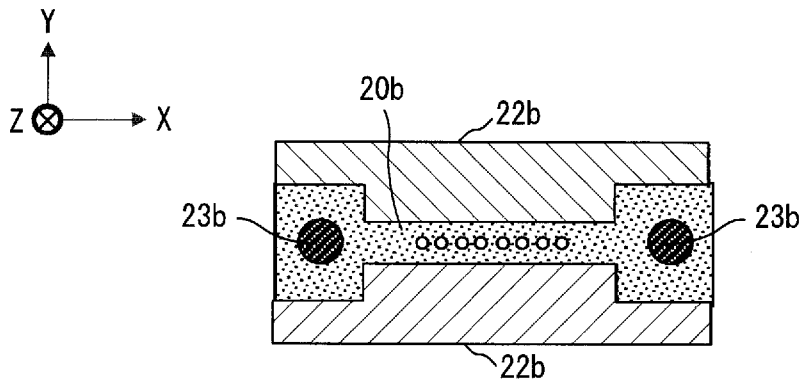
[図8A]



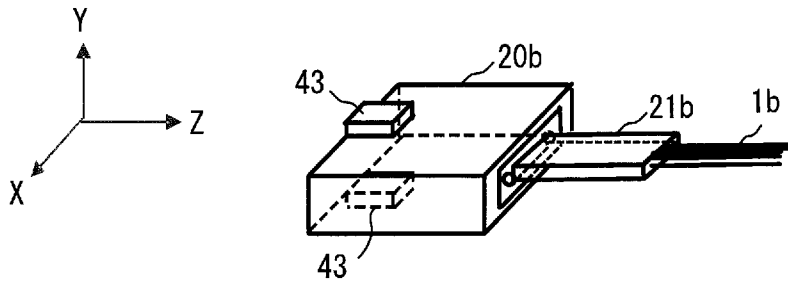
[図8B]



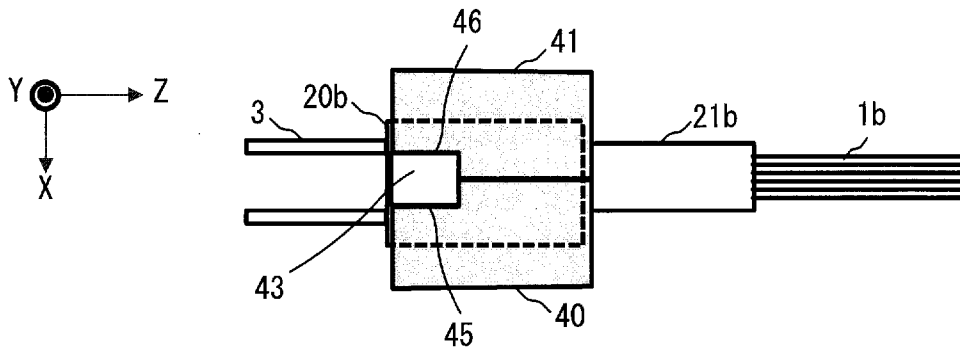
[図8C]



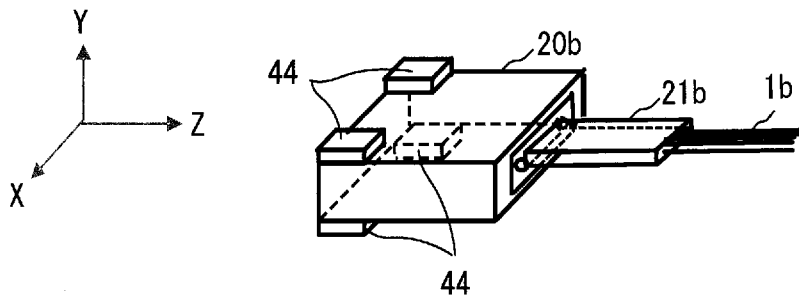
[図9A]



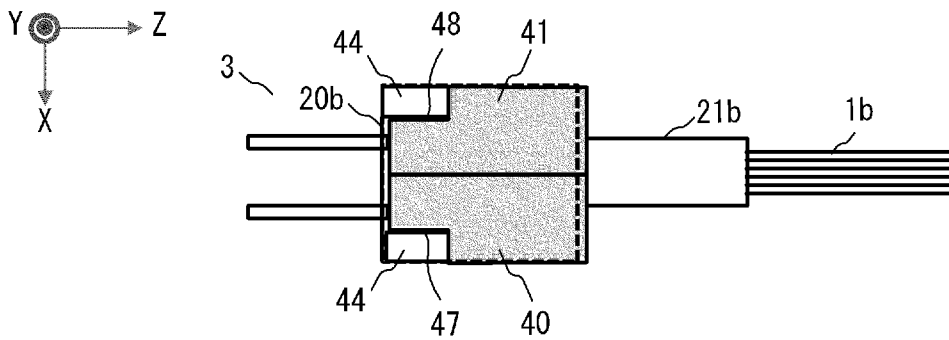
[図9B]



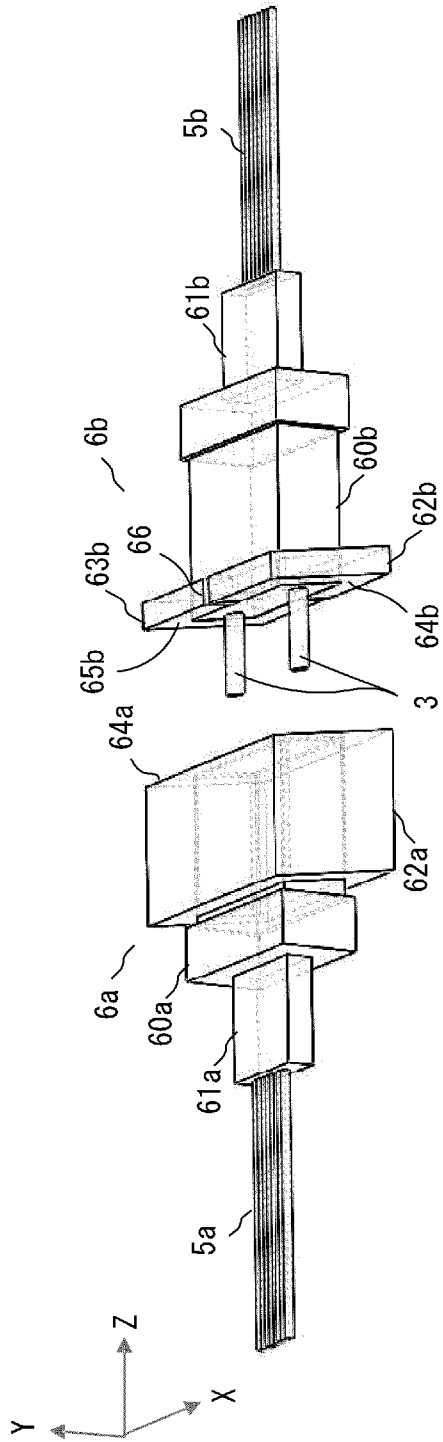
[図9C]



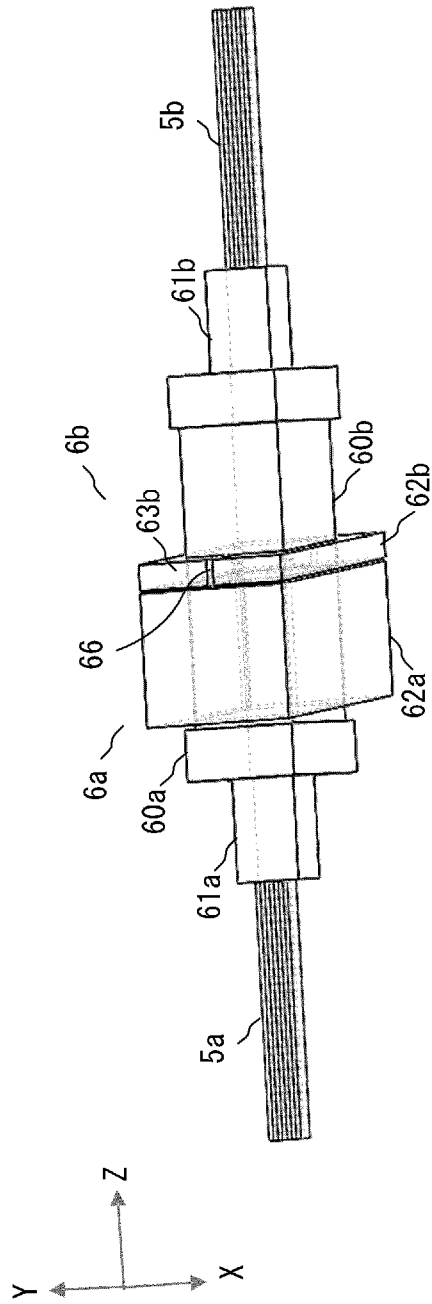
[図9D]



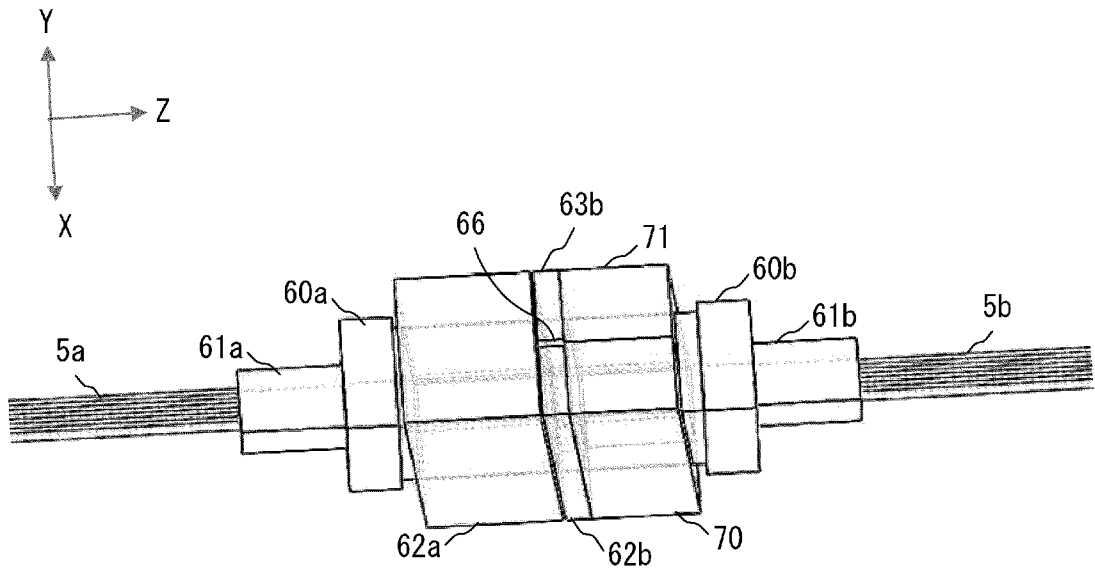
[図10A]



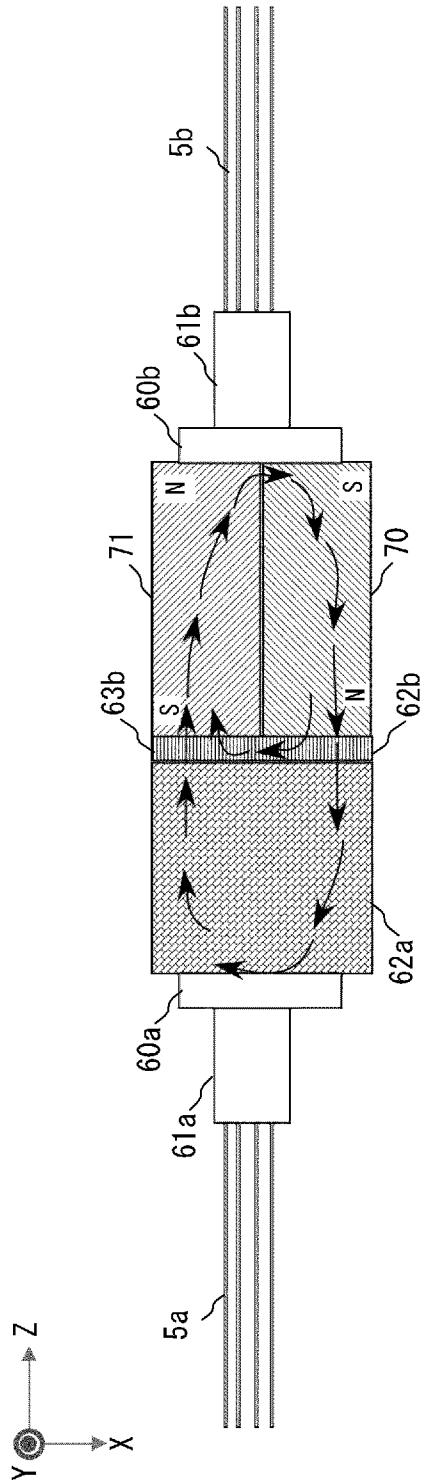
[図10B]



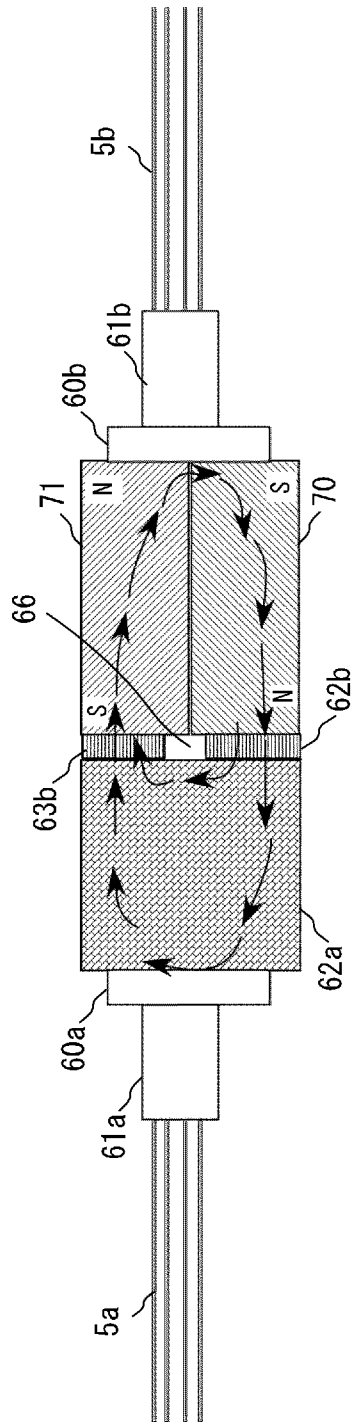
[図11]



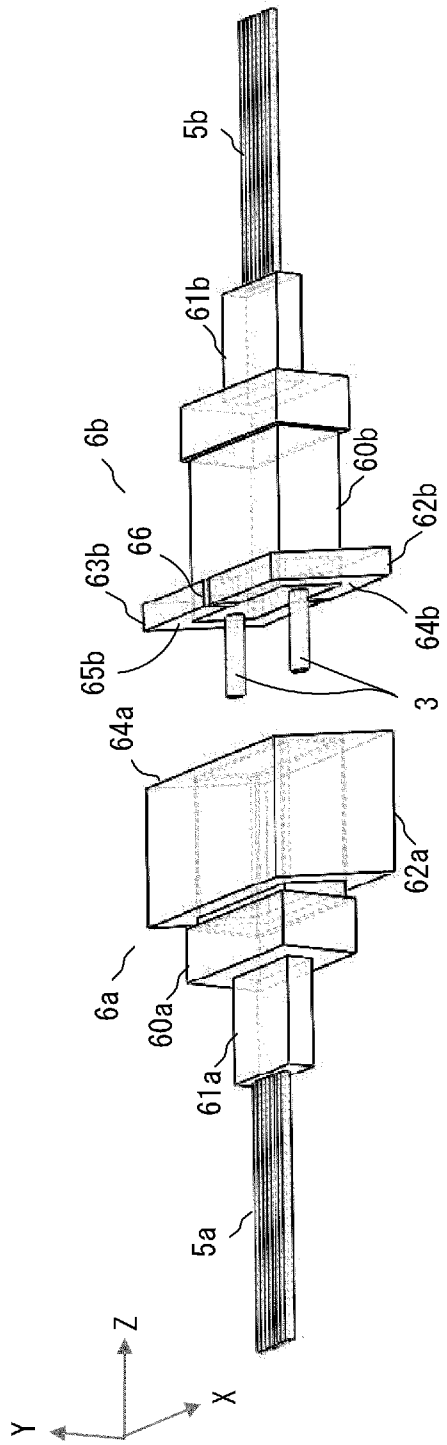
[図12A]



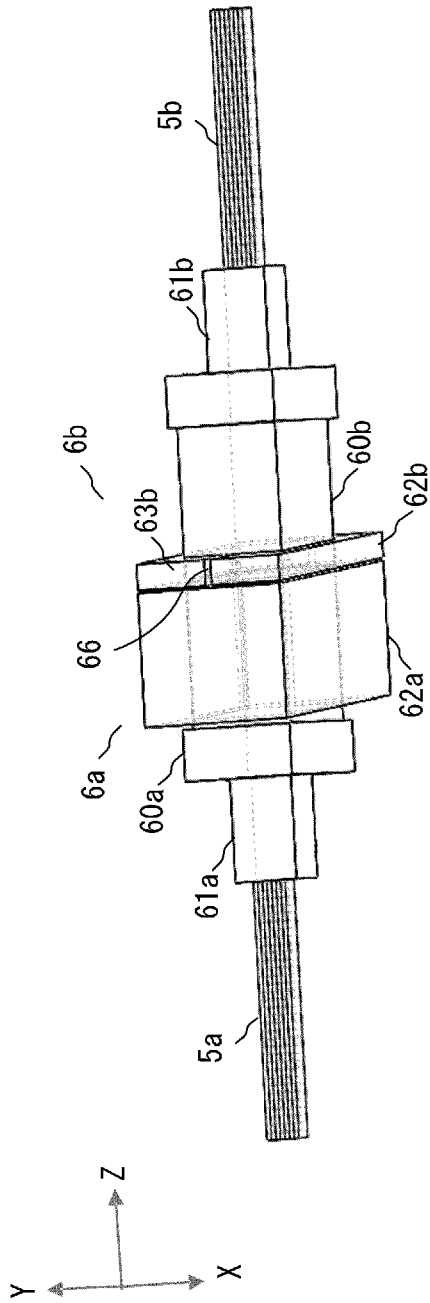
[図12B]



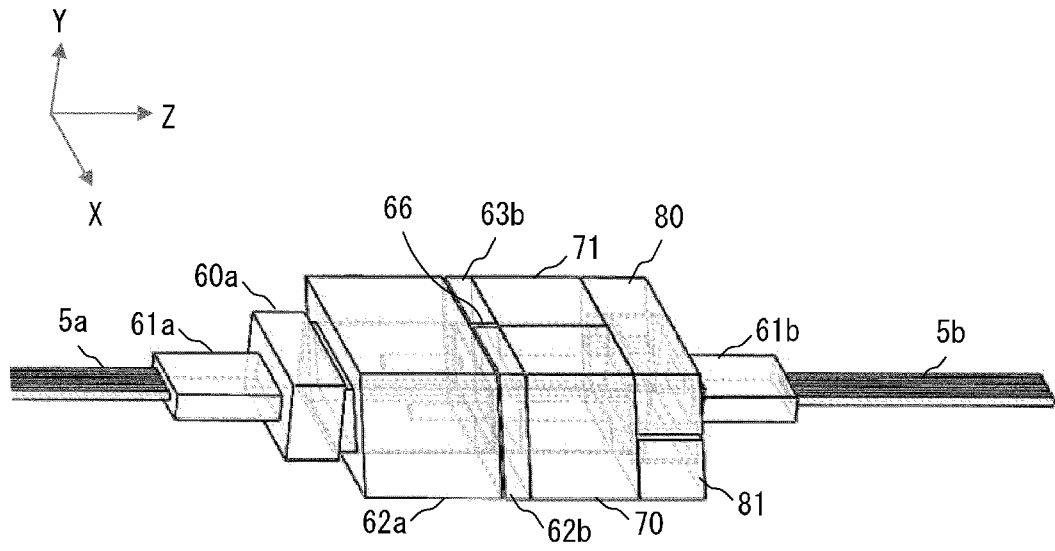
[図13A]



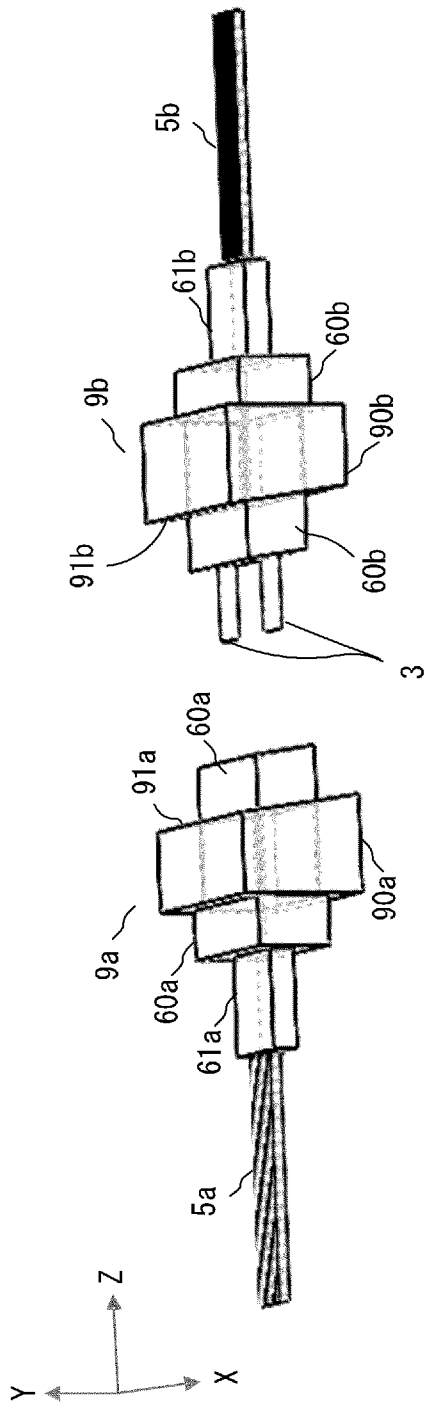
[図13B]



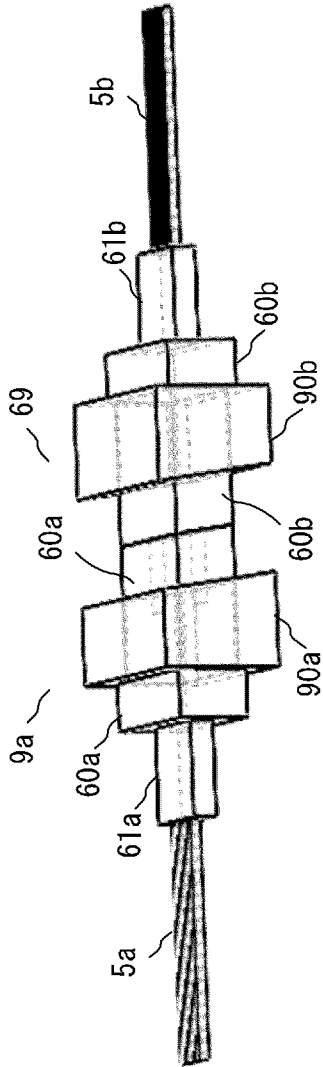
[図14]



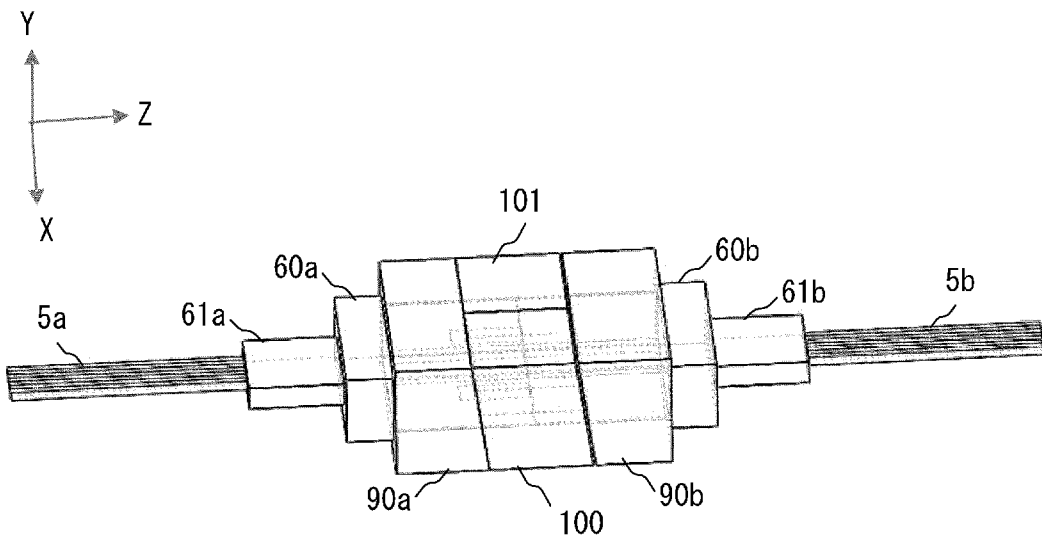
[図15A]



[図15B]



[図16]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/035657

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
<i>G02B 6/38</i> (2006.01)i FI: G02B6/38		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02B6/36-6/40		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/111773 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 10 June 2021 (2021-06-10) paragraphs [0127], [0129], [0237]-[0242], fig. 21D, 36A-36B	1, 6-7
X	paragraphs [0033], [0045]-[0047], fig. 5A-5B	9
Y		2-5
Y	US 2011/0136350 A1 (PALLI et al.) 09 June 2011 (2011-06-09) paragraphs [0280]-[0281], [0286], fig. 30, 33	2-5
X	US 2014/0120746 A1 (PERSION et al.) 01 May 2014 (2014-05-01) paragraphs [0029]-[0032], fig. 2	8
A	WO 2021/111589 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 10 June 2021 (2021-06-10) paragraphs [0018]-[0070], fig. 1A-8B	1-9
A	US 2017/0332895 A1 (OERTLI-INSTRUMENTE AG) 23 November 2017 (2017-11-23) paragraph [0093], fig. 1a-4	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>30 November 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>14 December 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/035657

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2006/0093273 A1 (FENWICK et al.) 04 May 2006 (2006-05-04) entire text, all drawings	1-9
A	JP 60-164709 A (MACHIDA OPTO GIKEN KK) 27 August 1985 (1985-08-27) entire text, all drawings	1-9

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**(Invention 1) Claims 1-7**

Claims 1-7 are classified as invention 1 due to having the special technical feature in which:

"the first magnetic structure is made of a soft magnetic material,  
the second magnetic structure is made of a soft magnetic material having a shorter length in the optical fiber longitudinal direction than the first magnetic structure, and  
a third magnetic structure made of a hard magnetic material is disposed on the end surface side of the second magnetic structure opposite to the connection end surface with the first magnetic structure."

**(Invention 2) Claim 8**

Claim 8 shares, with claim 1 classified as invention 1, the technical feature of:

"formed from a first optical connector attached to a tip of a first optical fiber, and  
a second optical connector that is attached to a tip of a second optical fiber and can connect to the first optical connector,

wherein the first optical connector comprises

a first arrangement component configured to fix the first optical fiber, and

a first magnetic structure integrated with the first arrangement component,

the second optical connector comprises

a second arrangement component configured to fix the second optical fiber, and

a second magnetic structure integrated with the second arrangement component, and

the first and second magnetic structures are made of a soft magnetic material."

However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features between these inventions.

Additionally, claim 8 does not depend from claim 1. Moreover, claim 8 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claim 8 cannot be classified as invention 1.

Claim 8 is classified as invention 2 due to having the special technical feature of:

"positioned with respect to opposing connection end surfaces of the first and second magnetic structures such that opposing connection end surfaces of the first and second arrangement components protrude,

a third magnetic structure made of a hard magnetic material is disposed so as to connect the first magnetic structure and the second magnetic structure during connection of the first optical connector and the second optical connector, and

the third magnetic structure is made of two or more hard magnetic materials, and the third magnetic structure, which is cylinder shape combining these hard magnetic materials, is fitted around the connection end surfaces of the first and second arrangement components."

**(Invention 3) Claim 9**

Claim 9 shares, with claims 1-7 classified as invention 1 and claim 8 classified as invention 2, the technical feature of :

"formed from a first optical connector attached to a tip of a first optical fiber, and

a second optical connector that is attached to a tip of a second optical fiber and can connect to the first optical connector,

wherein the first optical connector comprises

a first arrangement component configured to fix the first optical fiber, and

a first magnetic structure integrated with the first arrangement component,

the second optical connector comprises

a second arrangement component configured to fix the second optical fiber, and

the first magnetic structure is made of a soft magnetic material."

However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the content disclosed in document 1, and thus this technical feature cannot be said to be a special technical feature. Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features among these inventions.

Additionally, claim 9 does not depend from claim 1 or 8. Furthermore, claim 9 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1 or 2.

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

Therefore, claim 9 cannot be classified as either invention 1 or 2.

Claim 9 is classified as invention 3 due to having the special technical feature in which "a second magnetic structure is disposed around the second arrangement component,

the second magnetic structure is made of two or more hard magnetic materials, and the second magnetic structure, which is cylinder shape combining these hard magnetic materials, is fitted around second arrangement component, and

at least one among the second arrangement component and the second magnetic structure has a positioning structure for determining the positional relationship between the second arrangement component and the second magnetic structure."

Document 1: WO 2021/111773 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 10 June 2021, paragraphs [0237]-[0242], fig. 36A-36B (Family: none)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

- Remark on Protest**
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
  - The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
  - No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2021/035657</b>
---

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/111773 A1	10 June 2021	(Family: none)	
US 2011/0136350 A1	09 June 2011	WO 2009/082751 A2	
US 2014/0120746 A1	01 May 2014	(Family: none)	
WO 2021/111589 A1	10 June 2021	(Family: none)	
US 2017/0332895 A1	23 November 2017	EP 3245931 A1	
US 2006/0093273 A1	04 May 2006	(Family: none)	
JP 60-164709 A	27 August 1985	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02B 6/38(2006.01)i FI: G02B6/38		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02B6/36-6/40		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報	1922 - 1996年	
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年	
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2021/111773 A1 (日本電信電話株式会社) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 段落[0127], [0129], [0237]-[0242], 図21D, 36A-36B	1, 6-7
X	段落[0033], [0045]-[0047], 図5A-5B	9
Y		2-5
Y	US 2011/0136350 A1 (PALLI et al.) 09.06.2011 (2011 - 06 - 09) 段落[0280]-[0281], [0286], 図30, 33	2-5
X	US 2014/0120746 A1 (PERSTON et al.) 01.05.2014 (2014 - 05 - 01) 段落[0029]-[0032], 図2	8
A	WO 2021/111589 A1 (日本電信電話株式会社) 10.06.2021 (2021 - 06 - 10) 段落[0018]-[0070], 図1A-8B	1-9
A	US 2017/0332895 A1 (OERTLI-INSTRUMENTE AG) 23.11.2017 (2017 - 11 - 23) 段落[0093], 図1a-4	1-9
A	US 2006/0093273 A1 (FENWICK et al.) 04.05.2006 (2006 - 05 - 04) 全文, 全図	1-9
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）		
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
30.11.2021	14.12.2021	
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）	
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	野口 晃一 2L 5708	
	電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 60-164709 A (有限会社マチダオプト技研) 27.08.1985 (1985 - 08 - 27) 全文, 全図	1-9

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

（発明1）請求項1-7

請求項1-7は、  
「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る」  
という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項8

請求項8は、発明1に区分された請求項1と、  
「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、第2の磁性構造体は、軟磁性材料からなり」  
という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らし、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項8は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項8は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項8は発明1に区分できない。

そして、請求項8は、

「前記第1、第2の磁性構造体の相対する接続端面に対して前記第1、第2の整列部品の相対する接続端面が突き出るように位置決めされ、  
前記第1の光コネクタと前記第2の光コネクタとの接続時に前記第1の磁性構造体と前記第2の磁性構造体との間を連結するよう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つ以上の硬磁性材料からなり、これら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1、第2の整列部品の接続端面の周囲に装着される」  
という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

（発明3）請求項9

請求項9は、発明1に区分された請求項1-7及び発明2に区分された請求項8と、  
「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の整列部品を備え、  
前記第1の磁性構造体は、軟磁性材料からなり、」  
という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らし、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

さらに、請求項9は、請求項1及び8の従属請求項ではない。また、請求項9は、発明1又は2に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項9は発明1又は2のいずれにも区分できない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

そして、請求項9は、「前記第2の整列部品の周囲に第2の磁性構造体が配置され、前記第2の磁性構造体は、2つ以上の硬磁性材料からなり、これら硬磁性材料を組み合わせた筒状の前記第2の磁性構造体前記第2の整列部品の周囲に装着され、前記第2の整列部品と前記第2の磁性構造体の少なくとも一方は、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」という特別な技術的特徴を有しているため、発明3に区分する。

文献1：W0 2021/111773 A1（日本電信電話株式会社）2021.06.10，段落[0237]-[0242]，図36A-36B(ファミリーなし)

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/035657

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/111773 A1	10.06.2021	(ファミリーなし)	
US 2011/0136350 A1	09.06.2011	WO 2009/082751 A2	
US 2014/0120746 A1	01.05.2014	(ファミリーなし)	
WO 2021/111589 A1	10.06.2021	(ファミリーなし)	
US 2017/0332895 A1	23.11.2017	EP 3245931 A1	
US 2006/0093273 A1	04.05.2006	(ファミリーなし)	
JP 60-164709 A	27.08.1985	(ファミリーなし)	