

(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
2024年6月13日(13.06.2024)



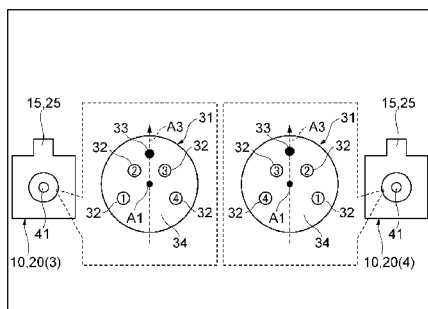
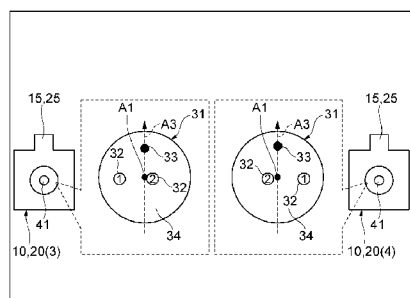
(10) 国際公開番号

WO 2024/122265 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/38 (2006.01) **G02B 6/02** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/040406
- (22) 国際出願日: 2023年11月9日(09.11.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-196942 2022年12月9日(09.12.2022) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 荒生 侑季(ARAO Yuki); 〒5410041 大
阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 森島
哲(MORISHIMA Tetsu); 〒5410041 大阪府大
- 阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電
気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 森田 剛史, 外(MORITA Takeshi et al.);
〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番
3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: CONNECTOR-EQUIPPED OPTICAL FIBER CABLE AND OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM

(54) 発明の名称: コネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システム



(57) Abstract: A connector-equipped optical fiber cable (1) comprises a multicore optical fiber (31), a first optical connector (3) that is attached to a first end of the multicore optical fiber, and a second optical connector (4) that is attached to a second end of the multicore optical fiber. An arrangement from a first core to an Nth core is rotationally asymmetrical about the center axis of the multicore optical fiber (31) in a cross section perpendicular to the center axis. The first optical connector (3) and the second optical connector (4) are a type of optical connector that is connected to an optical connector to be connected to in a state of alignment of the upward direction thereof with that of the optical connector to be connected to. When connection end surfaces of the first optical connector (3) and the second optical connector (4) are viewed with the upward directions of the connectors aligned, the arrangement from the first core to the Nth core in the connection end surface of the second optical connector (4) is the arrangement obtained by inverting the arrangement from the first core to the Nth core in the connection end surface of the first optical connector (3) about a center axis line (A3) of the connection end surface that is along the direction in which the upward directions are aligned.



MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

(57) 要約：コネクタ付き光ファイバケーブル（1）は、マルチコア光ファイバ（31）と、その第一端に取り付けられた第1光コネクタ（3）と、その第二端に取り付けられた第2光コネクタ（4）と、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバ（31）の中心軸に垂直な断面において中心軸回りに回転非対称である。第1光コネクタ（3）および第2光コネクタ（4）は、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。上向きを揃えて第1光コネクタ（3）および第2光コネクタ（4）の接続端面を見たときに、第2光コネクタ（4）の接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置が、第1光コネクタ（3）の接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置を、上向きを揃えた方向に沿った接続端面の中心軸線（A3）に関して反転した配置である。

明 細 書

発明の名称：

コネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システム

技術分野

[0001] 本開示は、コネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システムに関する。本出願は、2022年12月9日出願の日本出願第2022-196942号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献1および2は、マルチコア光ファイバを備えるコネクタ付き光ファイバケーブルを開示する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第10859772号明細書
特許文献2：国際公開第2022/118985号

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係るコネクタ付き光ファイバケーブルは、第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直なマルチコア光ファイバの断面において中心軸回りに回転非対称である。第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタおよび第2光コネクタの接続端面を見たときに、第2光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置は、第1光コネクタの接続端面における第1のコアか

ら第Nのコアまでの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向に沿った接続端面の中心軸線に関して反転した配置である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1A]図1 Aは、光コネクタの種類を説明するための斜視図である。

[図1B]図1 Bは、光コネクタの種類を説明するための斜視図である。

[図2]図2は、複数本のコネクタ付き光ファイバケーブルが相互に接続される様子を示す斜視図である。

[図3A]図3 Aは、光ファイバケーブルが有するマルチコア光ファイバの中心軸に垂直な断面の例を模式的に示す図である。

[図3B]図3 Bは、光ファイバケーブルが有するマルチコア光ファイバの中心軸に垂直な断面の例を模式的に示す図である。

[図4A]図4 Aは、光ファイバケーブルが有するマルチコア光ファイバの中心軸に垂直な断面の別の例を模式的に示す図である。

[図4B]図4 Bは、光ファイバケーブルが有するマルチコア光ファイバの中心軸に垂直な断面の別の例を模式的に示す図である。

[図5]図5は、1本のコネクタ付き光ファイバケーブルにおける第1光コネクタおよび第2光コネクタそれぞれの、接続端面を正面に見たときのコア配置を示す図である。

[図6]図6は、コアの対応関係を示す図表である。

[図7A]図7 Aは、MPOコネクタの外観を示す斜視図である。

[図7B]図7 Bは、MPOコネクタが備えるMTフェルールの外観を示す斜視図である。

[図8A]図8 Aは、MTフェルールの接続端面の正面図である。

[図8B]図8 Bは、MTフェルールの側面図である。

[図8C]図8 Cは、MTフェルールの側面図である。

[図9A]図9 Aは、2つのMTフェルールの接続端面同士が対向する様子を示す側面図である。

[図9B]図9 Bは、2つのMTフェルールの接続端面同士が対向する様子を示

す側面図である。

[図10]図10は、第1の光コネクタおよび第2の光コネクタがMPOコネクタである場合に、1本のコネクタ付き光ファイバケーブルにおける第1光コネクタおよび第2光コネクタそれぞれの、接続端面を正面に見たときの各光ファイバのコア配置を示す図である。なお、図10は、コネクタ付き光ファイバケーブルが備える複数の光ファイバのうち代表的な一つの光ファイバのコア配置を示しており、他の光ファイバのコア配置も図10と同一である。

[図11]図11は、コアの対応関係を示す図表である。

[図12A]図12Aは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図12B]図12Bは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図12C]図12Cは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図12D]図12Dは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図13]図13は、1本のコネクタ付き光ファイバケーブルにおける第1光コネクタおよび第2光コネクタそれぞれの、接続端面を正面に見たときのコア配置の別の形態を示す図である。

[図14A]図14Aは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14B]図14Bは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14C]図14Cは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14D]図14Dは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14E]図14Eは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14F]図14Fは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図14G]図14Gは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明

するための図である。

[図14H]図14Hは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15A]図15Aは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15B]図15Bは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15C]図15Cは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15D]図15Dは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15E]図15Eは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15F]図15Fは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15G]図15Gは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図15H]図15Hは、図13に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図16A]図16Aは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図16B]図16Bは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図16C]図16Cは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図16D]図16Dは、コアの個数および配置の変形例を示す図である。

[図17]図17は、SCコネクタのフェルールの接続端面が横方向に傾斜している場合における、1つのSCコネクタと、そのSCコネクタの接続相手である別のSCコネクタとを模式的に示す上面図である。

[図18]図18は、第1光コネクタおよび第2光コネクタが図17に示されるSCコネクタである場合に、1本のコネクタ付き光ファイバケーブルにおけ

る第1光コネクタおよび第2光コネクタそれぞれの、接続端面を正面に見たときのコア配置を示す図である。

[図19A]図19Aは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続される種類の光コネクタである場合であり、且つ、第1のコアから第Nのコアまでの配置が中心軸回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。

[図19B]図19Bは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続される種類の光コネクタである場合であり、且つ、第1のコアから第Nのコアまでの配置が中心軸回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。

[図20A]図20Aは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタと上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタである場合であり、且つ、第1のコアから第Nのコアまでの配置が中心軸回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。

[図20B]図20Bは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタと上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタである場合であり、且つ、第1のコアから第Nのコアまでの配置が中心軸回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。

[図21A]図21のAは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21B]図21のBは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21C]図21のCは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21D]図21のDは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21E]図21のEは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21F]図21のFは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21G]図21のGは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図21H]図21のHは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22A]図22Aは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22B]図22Bは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22C]図22Cは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22D]図22Dは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22E]図22Eは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22F]図22Fは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22G]図22Gは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図22H]図22Hは、図20に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。

[図23]図23は、第1変形例として、2種類のコネクタ付き光ファイバケーブルを備える光伝送システムを模式的に示す図である。

[図24A]図24Aは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタであり、接続端面において、第1の光ファイバから第Mの光ファイバまでの端面が複数列にわたって配列されている例を示す図である。

[図24B]図24Bは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタであり、接続端面において、第1の光ファイバから第Mの光ファイバまでの端面が複数列にわたって配列されている例を示す図である。

[図25A]図25Aは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタであり、接続端面において、第1の光ファイバから第Mの光ファイバまでの端面が複数列にわたって配列されている例を示す図である。

[図25B]図25Bは、第1光コネクタおよび第2光コネクタが、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタであり、接続端面において、第1の光ファイバから第Mの光ファイバまでの端面が複数列にわたって配列されている例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

マルチコア光ファイバ（MCF）同士を接続する際には、接続損失を抑えるため、第1のMCFの端面における複数のコアそれぞれの位置が、第2のMCFの端面における複数のコアそれぞれの位置と一致するように、これらのマルチコア光ファイバ（MCF）の中心軸回りの回転角度を相互に合わせる必要がある（特許文献1，2を参照）。しかしながら、複数のコアのそれぞれを特定せず、単にMCF同士で複数のコアの位置合わせを行うだけでは、光ファイバケーブルの或るコアを伝搬する光が、当該光ファイバケーブルに接続される別の光ファイバケーブルにおいていずれのコアを伝搬するかを光ファイバケーブル毎に管理しなければならず、接続作業が極めて煩雑になる。

[0007] 本開示は、いずれのコアを光が伝搬するかを光ファイバケーブル毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできるコネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システムを目的とする。

[0008] [本開示の効果]

本開示によれば、いずれのコアを光が伝搬するかを光ファイバケーブル毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできるコネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システムを提供できる。

[0009] [本開示の実施形態の説明]

最初に、本開示の実施形態の内容を列記して説明する。

[0010] [1] 本開示の一態様に係るコネクタ付き光ファイバケーブルは、第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直なマルチコア光ファイバの断面において中心軸回りに回転非対称である。第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタおよび第2光コネクタの接続端面を見たときに、第2光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置は、第1光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向に沿った接続端面の中心軸線に関して反転した配置である。

[0011] [2] 本開示の一態様に係るコネクタ付き光ファイバケーブルは、第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直なマルチコア光ファイバの断面において中心軸回りに回転非対称である。第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタおよび第2光コネクタの接続端面を見たときに、第2光コネクタの接続端面における第1の

コアから第Nのコアまでの端面の配置は、第1光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向と直交する方向に沿った接続端面の中心軸線に関して反転した配置である。

[0012] [3] 本開示の一態様に係るコネクタ付き光ファイバケーブルは、第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直なマルチコア光ファイバの断面において中心軸回りに回転対称性を有する。光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタおよび第2光コネクタの接続端面を見たときに、第2光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置は、第1光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向に沿った接続端面の中心軸線に関して反転した配置である。

[0013] [4] 上記[3]のコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであってもよい。

[0014] [5] 上記[3]のコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであってもよい。

[0015] [6] 本開示の一態様に係るコネクタ付き光ファイバケーブルは、第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、を備える。第1のコアから第Nのコアまでの配置は、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直なマルチコア光ファイバの断面において中心軸回りに回転対称性を

有する。第1光コネクタおよび第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタおよび第2光コネクタの接続端面を見たときに、第2光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置は、第1光コネクタの接続端面における第1のコアから第Nのコアまでの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向と直交する方向に沿った接続端面の中心軸線に関して反転した配置である。

[0016] [7] 上記[1]から[6]のうちいずれか1つのコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、第1光コネクタおよび第2光コネクタの、接続相手の光コネクタと嵌合する部分の構造が互いに異なってもよい。

[0017] [8] 上記[1]から[7]のうちいずれか1つのコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、接続端面が、マルチコア光ファイバの中心軸に対して垂直であってもよい。

[0018] [9] 上記[2]，[5]，[6]のうちいずれか1つのコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、接続端面が、マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な仮想平面に対して傾斜していてもよい。

[0019] [10] 上記[3]から[6]のうちいずれか1つのコネクタ付き光ファイバケーブルにおいて、マルチコア光ファイバは、第1のコアから第Nのコアまでを識別するためのマーカを有してもよい。

[0020] [11] 本開示の一態様に係る光伝送システムは、上記[1]のコネクタ付き光ファイバケーブルである第1のコネクタ付き光ファイバケーブルと、上記[2]のコネクタ付き光ファイバケーブルである第2のコネクタ付き光ファイバケーブルと、を備える。第2のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観は、第1のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観と異なる。

[0021] [12] 本開示の一態様に係る光伝送システムは、上記[3]のコネクタ付き光ファイバケーブルである第3のコネクタ付き光ファイバケーブルと、上記[6]のコネクタ付き光ファイバケーブルである第4のコネクタ付き光

ファイバケーブルと、を備える。第4のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観は、第3のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観と異なる。

[0022] [本開示の実施形態の詳細]

本実施形態に係るコネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システムの具体例を、必要により図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されず、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0023] 図1Aおよび図1Bは、光コネクタの種類を説明するための斜視図である。図1Aは、光コネクタの一種類としてのSCコネクタ10を示す。図1Aに示されるように、SCコネクタ10は、樹脂製のハウジング11を備える。光ファイバケーブル30は、ハウジング11の後端12に取り付けられたブーツ16から延出する。光ファイバケーブル30が有する光ファイバの本数は1本である。ハウジング11の前端13からは、円筒形状のフェルール40が突出している。フェルール40は、光ファイバケーブル30が有する光ファイバの先端部分を保持する。フェルール40の接続端面41では、光ファイバの端面が露出している。接続端面41は、光ファイバの中心軸に対して垂直であってもよく、光ファイバの中心軸に対して垂直な仮想平面に対して傾斜していてもよい。その仮想平面に対する接続端面41の傾斜角は、例えば8°である。

[0024] 光ファイバの中心軸に垂直なハウジング11の断面は長方形である。該長方形の一辺に相当するハウジング11の上面14には、光ファイバの中心軸方向に沿って延在する突起（キー）15が設けられている。すなわち、突起15は、SCコネクタ10の周方向の一部、すなわち外周面の一部に設けられる。突起15は、SCコネクタ10が嵌合するアダプタ（図示せず）に形成された凹部（キー溝）に収容され、SCコネクタ10がアダプタに挿入される際にSCコネクタ10をアダプタに対してガイドする。また、突起15

は、周方向におけるＳＣコネクタ１０の向きを規定する。以下の説明において、ＳＣコネクタ１０の中心軸（すなわち光ファイバ３１の中心軸）上から前端１３を見て突起１５が設けられた向きを上向きと定義する。

[0025] 図１Ｂは、光コネクタの別の種類としてのＬＣコネクタ２０を示す。図１Ｂに示されるように、ＬＣコネクタ２０は、樹脂製のハウジング２１を備える。光ファイバケーブル３０は、ハウジング２１の後端２２に取り付けられたブーツ２６から延出する。ハウジング２１の前端２３からは、フェルール４０が突出している。ＳＣコネクタ１０と同様に、ＬＣコネクタ２０におけるフェルール４０の接続端面４１は、光ファイバの中心軸に対して垂直であってもよく、光ファイバの中心軸に対して垂直な仮想平面に対して傾斜していてもよい。

[0026] 光ファイバの中心軸に垂直なハウジング２１の断面は正方形である。該正方形の一辺に相当するハウジング２１の上面２４には、ＬＣコネクタ２０が嵌合するアダプタ（図２を参照）に着脱自在に係合するラッチレバー２５が設けられている。すなわち、ラッチレバー２５は、ＬＣコネクタ２０の周方向の一部、すなわち外周面の一部に設けられる。ラッチレバー２５は、アダプタに形成された凹部に収容され、ＬＣコネクタ２０がアダプタに挿入される際にＬＣコネクタ２０をアダプタに対してガイドする。また、ラッチレバー２５は、周方向におけるＬＣコネクタ２０の向きを規定する。以下の説明において、ＬＣコネクタ２０の中心軸（すなわち光ファイバ３１の中心軸）上から前端２３を見てラッチレバー２５が設けられた向きを上向きと定義する。

[0027] 図２は、複数本のコネクタ付き光ファイバケーブル１（以下、単にケーブル１という）が相互に接続される様子を示す斜視図である。図２には、３本のケーブル１に加えて、２個のアダプタ５０が示されている。各ケーブル１は、マルチコア光ファイバを有する光ファイバケーブル３０と、第１光コネクタ３と、第２光コネクタ４と、を備える。以降の説明において、３本のケーブル１をそれぞれケーブルＡ、ケーブルＢおよびケーブルＣと称すること

がある。第1光コネクタ3および第2光コネクタ4は、互いに同じ種類の光コネクタである。すなわち、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4は、双方共にSCコネクタ10であるか、或いは、双方共にLCコネクタ20である。SCコネクタ10およびLCコネクタ20は、接続相手の光コネクタに対して周方向の向き（具体的には、突起15およびラッチレバー25により規定される上向き）が揃った状態で、接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。

[0028] 図3Aおよび図3Bそれぞれは、光ファイバケーブル30が有するマルチコア光ファイバ31（以下、単に光ファイバ31という）の中心軸に垂直な断面の例を模式的に示す図である。光ファイバ31は、第1のコア32から第Nのコア32まで（Nは2以上の整数）と、マーカ33と、全てのコア32およびマーカ33を内部に埋め込むクラッド34と、を有する。図3Aおよび図3BではN=4の場合を例示している。なお、クラッド34の外周を覆う樹脂被覆については図示を省略している。コア32、マーカ33およびクラッド34は、例えばガラス製である。全てのコア32の屈折率は、クラッド34の屈折率よりも大きい。マーカ33の屈折率は、クラッド34の屈折率より大きくてもよく、同じであってもよく、或いは小さくてもよい。図3Aおよび図3Bに示される例では、N個のコア32の配置は、光ファイバ31の中心軸A1に垂直な光ファイバ31の断面において、中心軸A1回りに回転対称性を有する。コア32の配置が回転対称性を有するとは、中心軸A1回りにコア32を回転させた場合に、180°以下の回転角度で元のコア32の配置と一致することをいう。図3Aおよび図3Bの場合、コア32の配置は、中心軸A1を通る対称軸線A2に関して線対称となる。

[0029] マーカ33は、光ファイバ31の中心軸A1から離れた位置に設けられている。マーカ33は、例えば着色されることによりコア32と区別される。マーカ33は、図3Aに示されるように対称軸線A2上の位置に設けられてもよく、図3Bに示されるように対称軸線A2から離れた位置に設けられてもよい。マーカ33は、第1のコア32から第Nのコア32までのそれぞれ

を識別するために設けられる。すなわち、マーカ 33 の位置を基準として、N 個のコア 32 それぞれが第 1 のコア 32 から第 N のコア 32 までのうちの何れのコア 32 であるかが判る。

[0030] 図 4 A および図 4 B それぞれは、光ファイバケーブル 30 が有する光ファイバ 31 の中心軸に垂直な断面の別の例を模式的に示す図である。この例では、N 個のコア 32 の配置は、光ファイバ 31 の中心軸 A1 に垂直な光ファイバ 31 の断面において、中心軸 A1 回りに回転非対称である。すなわち、中心軸 A1 回りにコア 32 を回転させた場合に、 360° 回転させなければ元のコア 32 の配置と一致しない。

[0031] 再び図 2 を参照する。第 1 光コネクタ 3 は、アダプタ 50 の一端（第一端）に形成された開口部に挿入される。第 2 光コネクタ 4 は、アダプタ 50 の他端（第二端）に形成された開口部 51 に挿入される。第 2 光コネクタ 4 のフェルール 40 の接続端面 41 は、アダプタ 50 の内側において、第 1 光コネクタ 3 のフェルール 40 の接続端面 41 と接触する。このとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 41 における N 個のコア 32 の各位置が、第 1 光コネクタ 3 の接続端面 41 における N 個のコア 32 の各位置と一致することにより、第 2 光コネクタ 4 の N 個のコア 32 それぞれが第 1 光コネクタ 3 の N 個のコア 32 それぞれと光結合される。

[0032] 図 5 は、1 本のケーブル 1 における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの、接続端面 41 を正面に見たときのコア配置を示す図である。図 5 は $N=4$ の場合を例示しており、第 1 のコア 32 から第 4 のコア 32 までそれぞれの番号をコア 32 内に付している。図 5 は、第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 が、接続相手の光コネクタに対して上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、且つ、コア配置が中心軸 A1 回りに回転対称性を有する場合の例である。

[0033] 図 5 に示されるように、光コネクタの上向きを揃えて第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 の接続端面 41 を見たとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 41 における第 1 のコア 32 から第 4 のコア 32 までの端面の配置は、

第1光コネクタ3の接続端面41における第1のコア32から第4のコア32までの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向（上方向）に沿った接続端面41の中心軸線A3に関して反転した配置である。中心軸線A3は、光ファイバ31の中心軸A1を通り、図3Aに示された対称軸線A2と一致する。

[0034] 図6は、第1のコア32から第4のコア32までを図5のように配置した場合における、ケーブルAからケーブルCのコア32の対応関係を示す図表である。第1のコア32から第4のコア32までを図5のように配置した場合、図6に示されるように、ケーブルAの各コア32は、ケーブルBにおける同じ番号のコア32に接続され、ケーブルBの各コア32は、ケーブルCにおける同じ番号のコア32に接続される。従って、いずれのコアを光が伝搬するかをケーブル1毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできる。

[0035] 続いて、図2に示される第1光コネクタ3および第2光コネクタ4が、光コネクタの更に別の種類であるMPOコネクタである場合について述べる。図7Aは、MPOコネクタ60の外観を示す斜視図である。図7Bは、MPOコネクタ60が備えるMTフェルール70の外観を示す斜視図である。MPOコネクタ60は、樹脂製のハウジング61を備える。光ファイバケーブル35は、ハウジング61の後端62に取り付けられたブーツ66から延出する。光ファイバケーブル35は、光ファイバケーブル35の延在方向と交差する方向に並ぶ複数本の光ファイバ31を有する。ハウジング61の前端63からは、直方体状のMTフェルール70が突出している。MTフェルール70は、光ファイバケーブル35が有する光ファイバ31の先端部分を保持する。MTフェルール70の接続端面71は、光ファイバ31の端面を露出させる。MTフェルール70は、ハウジング61の上面64と同じ方向を向く上面73を有する。上面73には、樹脂投入孔74が形成されている。

[0036] 光ファイバ31の中心軸に垂直なハウジング61の断面は長方形である。該長方形の一辺に相当するハウジング61の上面64には、光ファイバ31の中心軸方向に延在する突起（キー）65が設けられている。すなわち、突

起65は、MPOコネクタ60の周方向の一部、すなわち外周面の一部に設けられる。突起65は、MPOコネクタ60が嵌合するアダプタ（図示せず）に形成された凹部（キー溝）に収容され、MPOコネクタ60がアダプタに挿入される際にMPOコネクタ60をアダプタに対してガイドする。また、突起65は、周方向におけるMPOコネクタ60の向きを規定する。以下の説明において、MPOコネクタ60の中心軸（すなわち、複数の光ファイバ31の中心軸に垂直な、MTフェルール70の断面における重心を通り、複数の光ファイバ31の中心軸に沿って延びる軸）上から前端63を見て突起65が設けられた向きを上向きと定義する。

[0037] 図8Aは、MTフェルール70の接続端面71の正面図である。接続端面71において、光ファイバ31の端面は、上方向と直交する横方向に並んでいる。図8Aには光ファイバ31の端面が一例に並んでいる例が示されているが、光ファイバ31の端面は複数列にわたって並んでいてもよい。また、MTフェルール70の接続端面71には、ガイドピンが挿入される一対のガイドピン孔72が形成されている。一対のガイドピン孔72は横方向に並んでおり、光ファイバ31の端面は、一対のガイドピン孔72の間に配置されている。

[0038] 図8Bは、MTフェルール70の接続端面71が、光ファイバ31の中心軸に対して垂直である場合のMTフェルール70の側面図である。図8Cは、MTフェルール70の接続端面71が、光ファイバ31の中心軸に対して垂直な仮想平面Hに対して傾斜している場合のMTフェルール70の側面図である。仮想平面Hに対する接続端面71の傾斜角は、例えば8°である。

[0039] MTフェルール70の接続端面71と、接続相手である別のMTフェルール70の接続端面71とは、図9Aおよび図9Bに示される態様にて互いに対向する。図9Aは、接続端面71が光ファイバ31の中心軸に対して垂直である場合を示す。図9Bは、接続端面71が仮想平面Hに対して傾斜している場合を示す。図9Aおよび図9Bに示されるように、MPOコネクタ60は、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態（言い換えると

、接続相手の光コネクタに対して180°回転した状態)で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである。

[0040] 図10は、図2に示される第1光コネクタ3および第2光コネクタ4がMPOコネクタ60である場合に、1本のケーブル1における第1光コネクタ3および第2光コネクタ4それぞれの、接続端面71を正面に見たときのコア配置を示す図である。なお、図10は、光ファイバケーブル35が備える複数の光ファイバ31のうち代表的な一つの光ファイバ31のコア配置を示しており、他の光ファイバ31のコア配置も図10と同一である。図10はN=4の場合を例示しており、第1のコア32から第4のコア32までそれぞれの番号をコア32内に付している。図10は、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4が、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、且つ、コア配置が中心軸A1回りに回転対称性を有する場合の例である。

[0041] 図10に示されるように、光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の接続端面71を見たとき、第2光コネクタ4の接続端面71における第1のコア32から第4のコア32までの端面の配置は、第1光コネクタ3の接続端面71における第1のコア32から第4のコア32までの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向(上方向)に沿った接続端面41の中心軸線A3に関して反転した配置である。

[0042] 図11は、各光ファイバ31の第1のコア32から第4のコア32までを図10のように配置した場合における、ケーブルAからケーブルCのコア32の対応関係を示す図表である。第1のコア32から第4のコア32までを図10のように配置した場合、図11に示されるように、ケーブルAの各コア32は、ケーブルBにおける異なる番号のコア32に接続され、ケーブルBの各コア32は、ケーブルCにおける更に異なる番号のコア32に接続される。しかしながら、ケーブルCの各コア32は、ケーブルBを介して、ケーブルAにおける同じ番号のコア32に接続される。従って、ケーブル1の接続本数を偶数とすれば、いずれのコアを光が伝搬するかをケーブル1毎に

管理する必要がなく、接続作業を簡易にできる。

[0043] なお、コア 3 2 の個数 N およびその配置は、図 5 および図 1 0 に示された図 1 2 A の例に限られない。図 1 2 B、図 1 2 C、および図 1 2 D は、コア 3 2 の個数 N およびその配置の変形例を示す図である。これらのいずれにおいても、光コネクタの上向きを揃えて第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1（または 7 1）を見たとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1（または 7 1）における第 1 のコア 3 2 から第 N のコア 3 2 までの端面の配置は、第 1 光コネクタ 3 の接続端面 4 1（または 7 1）における第 1 のコア 3 2 から第 N のコア 3 2 までの端面の配置を、中心軸線 A 3 に関して反転した配置である。

[0044] 図 1 3 は、1 本のケーブル 1 における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの、接続端面 7 1 を正面に見たときのコア配置の別の形態を示す図である。図 1 3 は、第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 が、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタ（例えば MPO コネクタ 6 0）であり、且つ、コア配置が中心軸 A 1 回りに回転対称性を有する場合の例である。

[0045] 図 1 3 に示されるように、光コネクタの上向きを揃えて第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 の接続端面 7 1 を見たとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 7 1 における第 1 のコア 3 2 から第 4 のコア 3 2 までの端面の配置は、第 1 光コネクタ 3 の接続端面 7 1 における第 1 のコア 3 2 から第 4 のコア 3 2 までの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向（上方向）と直交する横方向に沿った接続端面 4 1 の中心軸線 A 4 に関して反転した配置である。なお、中心軸線 A 4 は、光ファイバ 3 1 の中心軸 A 1 を通り、図 3 A に示された対称軸線 A 2 と直交する。

[0046] 第 1 のコア 3 2 から第 4 のコア 3 2 までを図 1 3 のように配置した場合、ケーブル A からケーブル C のコア 3 2 の対応関係は、図 6 のようになる。すなわち、ケーブル A の各コア 3 2 は、ケーブル B における同じ番号のコア 3 2 に接続され、ケーブル B の各コア 3 2 は、ケーブル C における同じ番号の

コア 3 2 に接続される。従って、いずれのコアを光が伝搬するかをケーブル 1 毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできる。

[0047] 図 1 4 A から図 1 4 H、および図 1 5 A から図 1 5 H は、図 1 3 に示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。図 1 4 A から図 1 4 H は、コア配置が図 1 3 に示された態様である場合を示す。図 1 5 A から図 1 5 H は、コア配置が特に取り決められていない場合を示す。図 1 4 A および図 1 4 B それぞれは、ケーブル A における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの接続端面 7 1 を示す正面図である。また、図 1 4 C および図 1 4 D それぞれは、ケーブル A に接続されるケーブル B における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの接続端面 7 1 を示す正面図である。図 1 4 E、図 1 4 F、図 1 4 G、および図 1 4 H それぞれは、図 1 4 A、図 1 4 B、図 1 4 C、および図 1 4 D それぞれに示された光コネクタにおける各光ファイバ 3 1 の端面を示している。これらの端面においては、或る一つのコア 3 2 を光が伝搬するものとして、光が伝搬するコア 3 2 に網点を付している。また、図 1 5 A および図 1 5 B それぞれは、ケーブル A における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの接続端面 7 1 を示す正面図である。また、図 1 5 C および図 1 5 D それぞれは、ケーブル A に接続されるケーブル B における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの接続端面 7 1 を示す正面図である。図 1 5 E、図 1 5 F、図 1 5 G、および図 1 5 H それぞれは、図 1 5 A、図 1 5 B、図 1 5 C、および図 1 5 D それぞれに示された光コネクタにおける各光ファイバ 3 1 の端面を示している。これらの端面においては、或る一つのコア 3 2 を光が伝搬するものとして、光が伝搬するコア 3 2 に網点を付している。

[0048] 図 1 5 A から図 1 5 H に示されるように、光コネクタにおけるコア配置が特に取り決められていない場合、光が伝搬するコア位置がケーブル A、B において互いに異なる。その結果、ケーブル A の N 個のコア 3 2 と、ケーブル B の N 個のコア 3 2 との対応関係を管理しなければならず、接続作業が極めて煩雑になる。これに対し、図 1 3 に示されたコア配置によれば、図 1 4 A

から図 1 4 H に示されるように、光が伝搬するコア 3 2 の位置がケーブル A , B において互いに同じとなる。よって、ケーブル A の N 個のコア 3 2 と、ケーブル B の N 個のコア 3 2 との対応関係を管理する必要が無く、接続作業を容易にできる。

[0049] なお、コア 3 2 の個数 N およびその配置は、図 1 5 A から図 1 5 H に示された例に限られない。図 1 6 A から図 1 6 D は、コア 3 2 の個数 N およびその配置の変形例を示す図である。これらのいずれにおいても、光コネクタの上向きを揃えて第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1 (または 7 1) を見たとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1 (または 7 1) における第 1 のコア 3 2 から第 N のコア 3 2 までの端面の配置は、第 1 光コネクタ 3 の接続端面 4 1 (または 7 1) における第 1 のコア 3 2 から第 N のコア 3 2 までの端面の配置を、中心軸線 A 4 に関して反転した配置である。

[0050] 図 1 7 は、SC コネクタ 1 0 のフェルール 4 0 の接続端面 4 1 が、光コネクタの上向きを揃えた方向 (上方向) と直交する横方向に傾斜している場合における、1 つの SC コネクタ 1 0 と、その SC コネクタ 1 0 の接続相手である別の SC コネクタ 1 0 とを模式的に示す上面図である。また、図 1 8 は、図 2 に示される第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 が図 1 7 に示される SC コネクタ 1 0 である場合に、1 本のケーブル 1 における第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 それぞれの、接続端面 4 1 を正面に見たときのコア配置を示す図である。図 1 8 は、第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 が、接続相手の光コネクタに対して上向きが揃った状態で接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、コア配置が中心軸 A 1 回りに回転対称性を有し、且つ、接続端面 4 1 の傾斜の向きが横方向である場合の例である。

[0051] 図 1 8 に示す形態では、光コネクタの上向きを揃えて第 1 光コネクタ 3 および第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1 を見たとき、第 2 光コネクタ 4 の接続端面 4 1 における第 1 のコア 3 2 から第 4 のコア 3 2 までの端面の配置は、第 1 光コネクタ 3 の接続端面 4 1 における第 1 のコア 3 2 から第 N のコア 3

2までの端面の配置を、光コネクタの上向きを揃えた方向（上方向）に沿った接続端面41の中心軸線A3に関して反転した配置である。この場合、ケーブルAからケーブルCのコア32の対応関係は、図6のようになる。すなわち、ケーブルAの各コア32は、ケーブルBにおける同じ番号のコア32に接続され、ケーブルBの各コア32は、ケーブルCにおける同じ番号のコア32に接続される。従って、いずれのコアを光が伝搬するかをケーブル1毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできる。

[0052] 図19Aおよび図19Bは、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4が、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続される種類の光コネクタ（例えばSCコネクタ10またはLCコネクタ20）である場合であり、且つ、第1のコア32から第Nのコア32までの配置が中心軸A1回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。図19Aは、コア32の個数Nが2である場合を示し、図19Bは、コア32の個数Nが4である場合を示す。図19Aおよび図19Bに示される形態においては、第1のコア32から第Nのコア32までの端面は次のように配置される。すなわち、光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の接続端面41を見たときに、第2光コネクタ4の接続端面41における第1のコア32から第Nのコア32までの端面の配置は、第1光コネクタ3の接続端面41における第1のコア32から第Nのコア32までの端面の配置を、中心軸線A3に関して反転した配置である。

[0053] また、図20Aおよび図20Bは、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4が、接続相手の光コネクタと上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタ（例えばMPOコネクタ60）である場合であり、且つ、第1のコア32から第Nのコア32までの配置が中心軸A1回りに回転非対称である場合のコア配置について説明するための図である。図20Aは、コア32の個数Nが2である場合を示し、図20Bは、コア32の個数Nが4である場合を示す。図20Aおよび図20Bに示される形態においては、第1のコア32から第Nのコア32までの端面は次のように配置される。すなわち、

光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の接続端面41を見たときに、第2光コネクタ4の接続端面41における第1のコア32から第Nのコア32までの端面の配置は、第1光コネクタ3の接続端面41における第1のコア32から第Nのコア32までの端面の配置を、中心軸線A4に関して反転した配置である。

[0054] 図19A、図19B、図20Aおよび図20Bに示される形態によれば、ケーブルAからケーブルCのコア32の対応関係は、図6のようになる。すなわち、ケーブルAの各コア32は、ケーブルBにおける同じ番号のコア32に接続され、ケーブルBの各コア32は、ケーブルCにおける同じ番号のコア32に接続される。従って、いずれのコアを光が伝搬するかをケーブル1毎に管理する必要がなく、接続作業を簡易にできる。

[0055] 図21Aから図21Hおよび図22Aから図22Hは、図20Aおよび図20Bに示されたコア配置によって得られる効果を説明するための図である。図21Aから図21Hは、コア配置が図20Aおよび図20Bに示された態様である場合を示す。図22Aから図22Hは、コア配置が特に取り決められていない場合を示す。図21A、図21B、図22A、および図22Bそれぞれは、ケーブルAにおける第1光コネクタ3および第2光コネクタ4それぞれの接続端面71を示す正面図である。また、図21C、図21D、図22C、および図22Dそれぞれは、ケーブルAに接続されるケーブルBにおける第1光コネクタ3および第2光コネクタ4それぞれの接続端面71を示す正面図である。図21Eから図21Hそれぞれは、図21Aから図21Dそれぞれに示された光コネクタにおける各光ファイバ31の端面を示している。同様に、図22Eから図22Hそれぞれは、図22Aから図22Dそれぞれに示された光コネクタにおける各光ファイバ31の端面を示している。これらの端面においては、或る一つのコア32を光が伝搬するものとして、光が伝搬するコア32に網点を付している。

[0056] 図22Aから図22Hに示されるように、光コネクタにおけるコア配置が特に取り決められていない場合、光が伝搬するコア位置がケーブルA、Bに

において互いに異なる。その結果、ケーブルAのN個のコア32と、ケーブルBのN個のコア32との対応関係を管理しなければならず、接続作業が極めて煩雑になる。これに対し、図20Aおよび図20Bに示されたコア配置によれば、図21Aから図21Hに示されるように、光が伝搬するコア32の位置がケーブルA、Bにおいて互いに同じとなる。よって、ケーブルAのN個のコア32と、ケーブルBのN個のコア32との対応関係を管理する必要が無く、接続作業を容易にできる。

[0057] (第1変形例)

図23は、上記実施形態の第1変形例として、コネクタ付き光ファイバケーブル1Aおよび1B（以下、単にケーブル1Aおよび1Bという）を備える光伝送システム90を模式的に示す図である。ケーブル1Aおよび1Bは、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4として、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタ（例えばMPOコネクタ60）を有する。また、第1のケーブル1Aは、図10に示されたコア32の配置形態を有する。第2のケーブル1Bは、図13に示されたコア32の配置形態を有する。

[0058] このように、コア32の配置形態が互いに異なるケーブル1Aおよび1Bが光伝送システム90内に混在する場合、ケーブル1Aおよび1Bを容易に識別するために、ケーブル1Bの外観が、ケーブル1Aの外観と異なってもよい。外観が異なるとは、例えば、光ファイバケーブル30の被覆樹脂の色が異なる、MPOコネクタ60の樹脂製のハウジング61の色が異なる、ブーツ16、26、66の色が異なる、等である。

[0059] (第2変形例)

図24A、図24B、図25Aおよび図25Bは、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4が、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタ（例えばMPOコネクタ60）であり、接続端面71において、第1の光ファイバ31から第Mの光ファイバ31までの端面が複数列（例えば2列）にわたって配列されている例を示す図である。

。図24Aおよび図25Aそれぞれは第1光コネクタ3の接続端面71を示し、図24Bおよび図25Bそれぞれは第2光コネクタ4の接続端面71を示す。図中において、「#」付きの数字は、光ファイバ31の番号を示す。

[0060] 図24Aおよび図24Bに示される例では、光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の接続端面71を見たときに、第2光コネクタ4の接続端面71における第1の光ファイバ31から第Mの光ファイバ31までの端面の配置は、第1光コネクタ3の接続端面71における第1の光ファイバ31から第Mの光ファイバ31までの端面の配置を、上下方向に反転した配置である。また、図25Aおよび図25Bに示される例では、光コネクタの上向きを揃えて第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の接続端面71を見たときに、第2光コネクタ4の接続端面71における第1の光ファイバ31から第Mの光ファイバ31までの端面の配置は、第1光コネクタ3の接続端面71における第1の光ファイバ31から第Mの光ファイバ31までの端面の配置と同じである。

[0061] (第3変形例)

上記実施形態において、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の、接続相手の光コネクタと嵌合する部分の構造は互いに異なってもよい。例えば、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4がSCコネクタ10である場合、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4のうちのいずれかのハウジング11は、突起15に代えて凹部（キー溝）を有してもよい。同様に、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4がMPOコネクタ60である場合、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4のうちのいずれかのハウジング61は、突起65に代えて凹部（キー溝）を有してもよい。或いは、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4がMPOコネクタ60である場合、ガイドピン孔72に挿入されるガイドピンが、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4のうちのいずれかにのみ予め用意されてもよい。このように、第1光コネクタ3および第2光コネクタ4の、接続相手の光コネクタと嵌合する部分の構造は互いに異なることによって、第1光コネクタ3および第2光コネクタ

4を容易に識別することができる。

[0062] 本開示によるコネクタ付き光ファイバケーブルおよび光伝送システムは、上述した実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上記実施形態では、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で接続される種類の光コネクタの例としてSCコネクタ10およびLCコネクタ20を挙げているが、そのような種類の光コネクタとしては、SCコネクタ10およびLCコネクタ20以外にも様々な光コネクタを適用できる。また、上記実施形態では、接続相手の光コネクタと上向きが反転した状態で接続される種類の光コネクタの例としてMPOコネクタ60を挙げているが、そのような種類の光コネクタとしては、MPOコネクタ60以外にも様々な光コネクタを適用できる。

符号の説明

[0063] 1, 1A, 1B…コネクタ付き光ファイバケーブル
3…第1光コネクタ
4…第2光コネクタ
10…SCコネクタ
11…ハウジング
12…後端
13…前端
14…上面
15…突起
16…ブーツ
20…LCコネクタ
21…ハウジング
22…後端
23…前端
24…上面
25…ラッチレバー

2 6 …ブーツ
3 0 …光ファイバケーブル
3 1 …マルチコア光ファイバ
3 2 …コア
3 3 …マーカ
3 4 …クラッド
3 5 …光ファイバケーブル
4 0 …フェルール
4 1 …接続端面
5 0 …アダプタ
5 1 …開口部
6 0 …M P Oコネクタ
6 1 …ハウジング
6 2 …後端
6 3 …前端
6 4 …上面
6 5 …突起
6 6 …ブーツ
7 0 …M Tフェルール
7 1 …接続端面
7 2 …ガイドピン孔
7 3 …上面
7 4 …樹脂投入孔
9 0 …光伝送システム
A, B, C …コネクタ付き光ファイバケーブル
A 1 …中心軸
A 2 …対称軸線
A 3, A 4 …中心軸線

H…仮想平面

請求の範囲

- [請求項1] 第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、
- 前記マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、
- 前記マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、
- を備え、
- 前記第1のコアから前記第Nのコアまでのコアの配置は、前記マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な前記マルチコア光ファイバの断面において前記中心軸回りに回転非対称であり、前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタは、接続相手の光コネクタと上向きが揃った状態で前記接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、
- 前記上向きを揃えて前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタの接続端面を見たときに、前記第2光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置が、前記第1光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置を、前記上向きを揃えた方向に沿った前記接続端面の中心軸線に関して反転した配置である、コネクタ付き光ファイバケーブル。
- [請求項2] 第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、
- 前記マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、
- 前記マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、
- を備え、

前記第1のコアから前記第Nのコアまでの配置は、前記マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な前記マルチコア光ファイバの断面において前記中心軸回りに回転非対称であり、前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で前記接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、

前記上向きを揃えて前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタの接続端面を見たときに、前記第2光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置が、前記第1光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置を、前記上向きを揃えた方向と直交する方向に沿った前記接続端面の中心軸線に関して反転した配置である、コネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項3]

第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、

前記マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、

前記マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、

を備え、

前記第1のコアから前記第Nのコアまでの配置は、前記マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な前記マルチコア光ファイバの断面において前記中心軸回りに回転対称性を有し、上向きを揃えて前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタの接続端面を見たときに、前記第2光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置が、前記第1光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置を、前記上向きを揃えた方向に沿った前記接続端面の中心軸線に関して反転した配置

である、コネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項4] 前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタは、接続相手の光コネクタと前記上向きが揃った状態で前記接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである、請求項3に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項5] 前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して前記上向きが反転した状態で前記接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタである、請求項3に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項6] 第1のコアから第Nのコアまで（Nは2以上の整数）を有するマルチコア光ファイバと、

前記マルチコア光ファイバの第一端に取り付けられた第1光コネクタと、

前記マルチコア光ファイバの第二端に取り付けられた第2光コネクタと、

を備え、

前記第1のコアから前記第Nのコアまでの配置は、前記マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な前記マルチコア光ファイバの断面において前記中心軸回りに回転対称性を有し、前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタは、接続相手の光コネクタに対して上向きが反転した状態で前記接続相手の光コネクタと接続される種類の光コネクタであり、

前記上向きを揃えて前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタの接続端面を見たときに、前記第2光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置が、前記第1光コネクタの前記接続端面における前記第1のコアから前記第Nのコアまでの端面の配置を、前記上向きを揃えた方向と直交する方向に沿った前記接続端面の中心軸線に関して反転した配置である、コネクタ

付き光ファイバケーブル。

[請求項7] 前記第1光コネクタおよび前記第2光コネクタの、接続相手の光コネクタと嵌合する部分の構造が互いに異なる、請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項8] 前記接続端面が、前記マルチコア光ファイバの中心軸に対して垂直である、請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項9] 前記接続端面が、前記マルチコア光ファイバの中心軸に垂直な仮想平面に対して傾斜している、請求項2，請求項5および請求項6のいずれか一項に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項10] 前記マルチコア光ファイバは、前記第1のコアから前記第Nのコアまでを識別するためのマーカを有する、請求項3から請求項6のいずれか一項に記載のコネクタ付き光ファイバケーブル。

[請求項11] 請求項1に記載のコネクタ付き光ファイバケーブルである第1のコネクタ付き光ファイバケーブルと、

請求項2に記載のコネクタ付き光ファイバケーブルである第2のコネクタ付き光ファイバケーブルと、

を備え、

前記第2のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観が、前記第1のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観と異なる、光伝送システム。

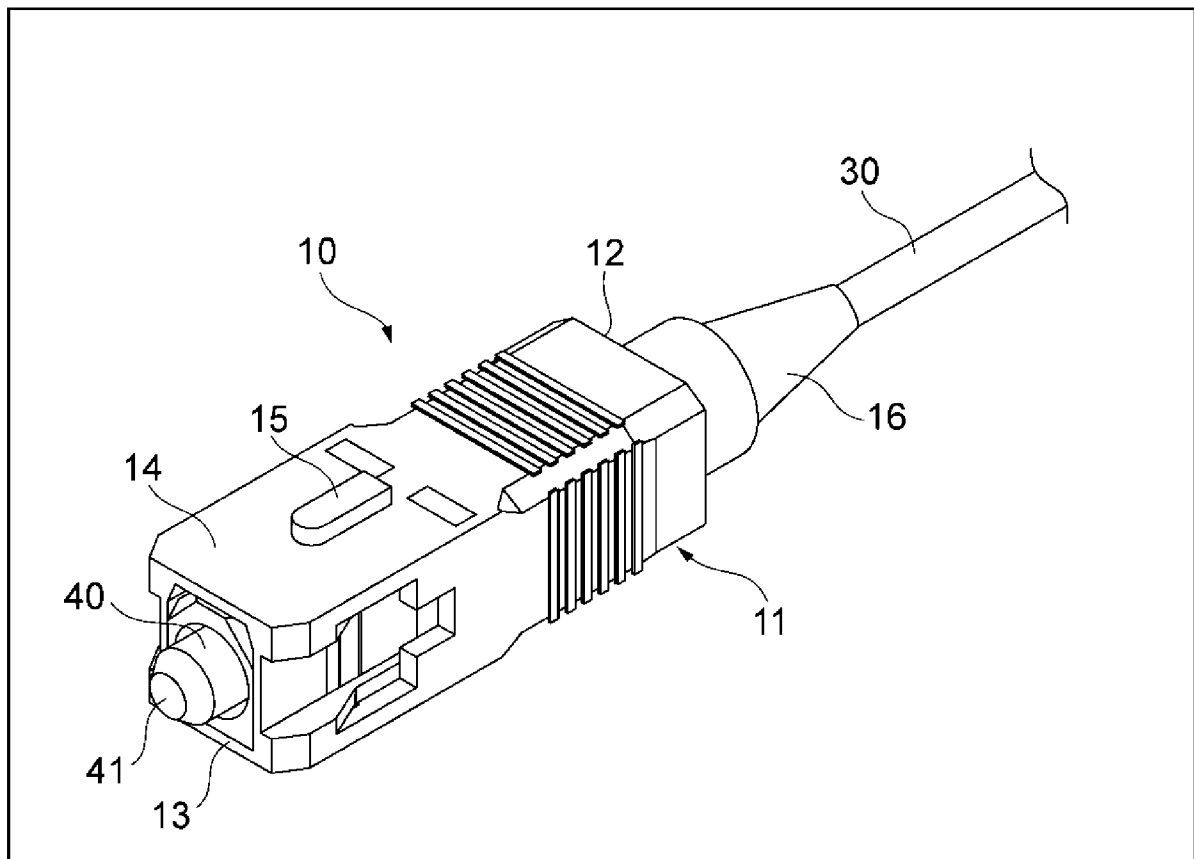
[請求項12] 請求項3に記載のコネクタ付き光ファイバケーブルである第3のコネクタ付き光ファイバケーブルと、

請求項6に記載のコネクタ付き光ファイバケーブルである第4のコネクタ付き光ファイバケーブルと、

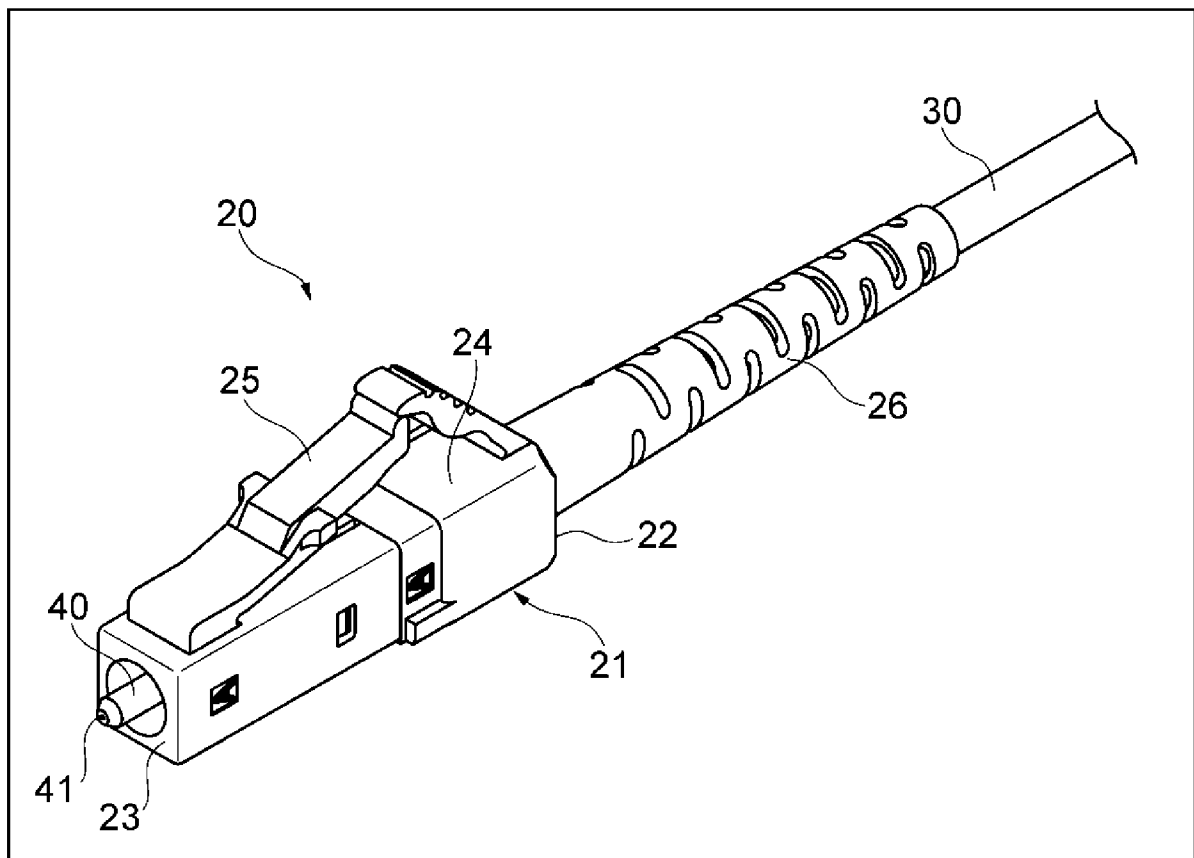
を備え、

前記第4のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観が、前記第3のコネクタ付き光ファイバケーブルの外観と異なる、光伝送システム。

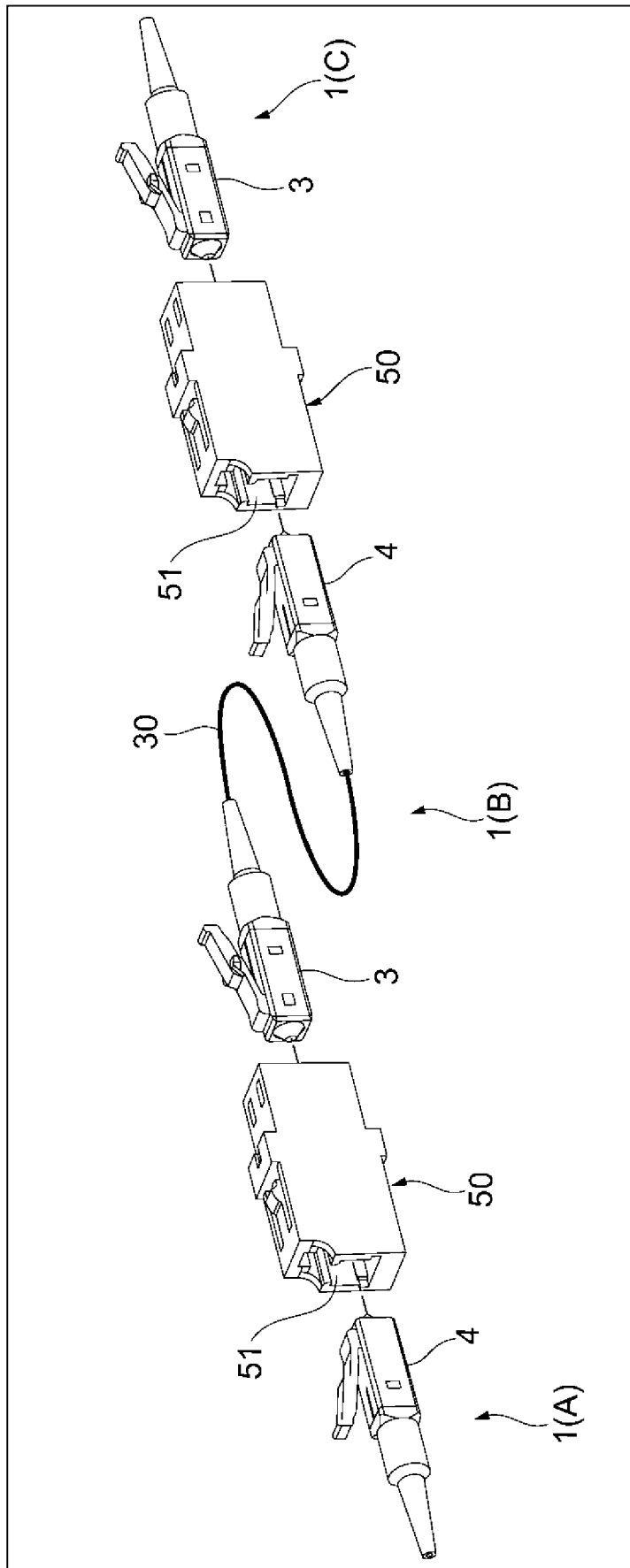
[図1A]



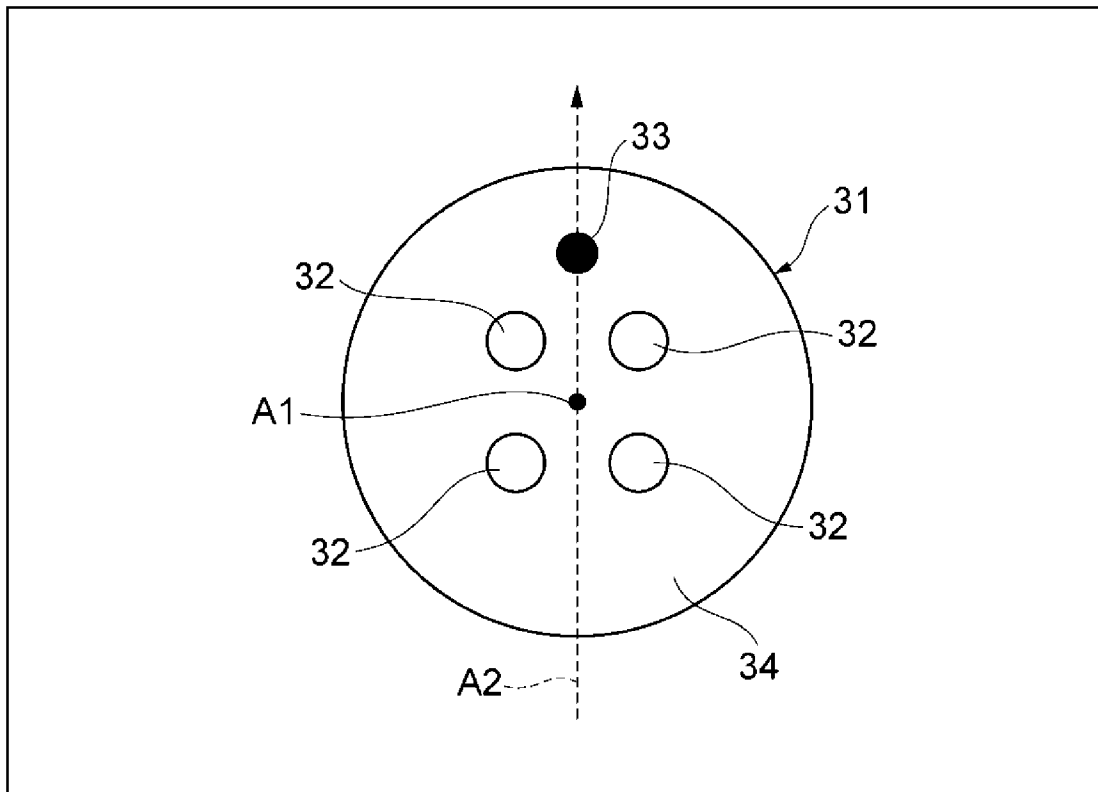
[図1B]



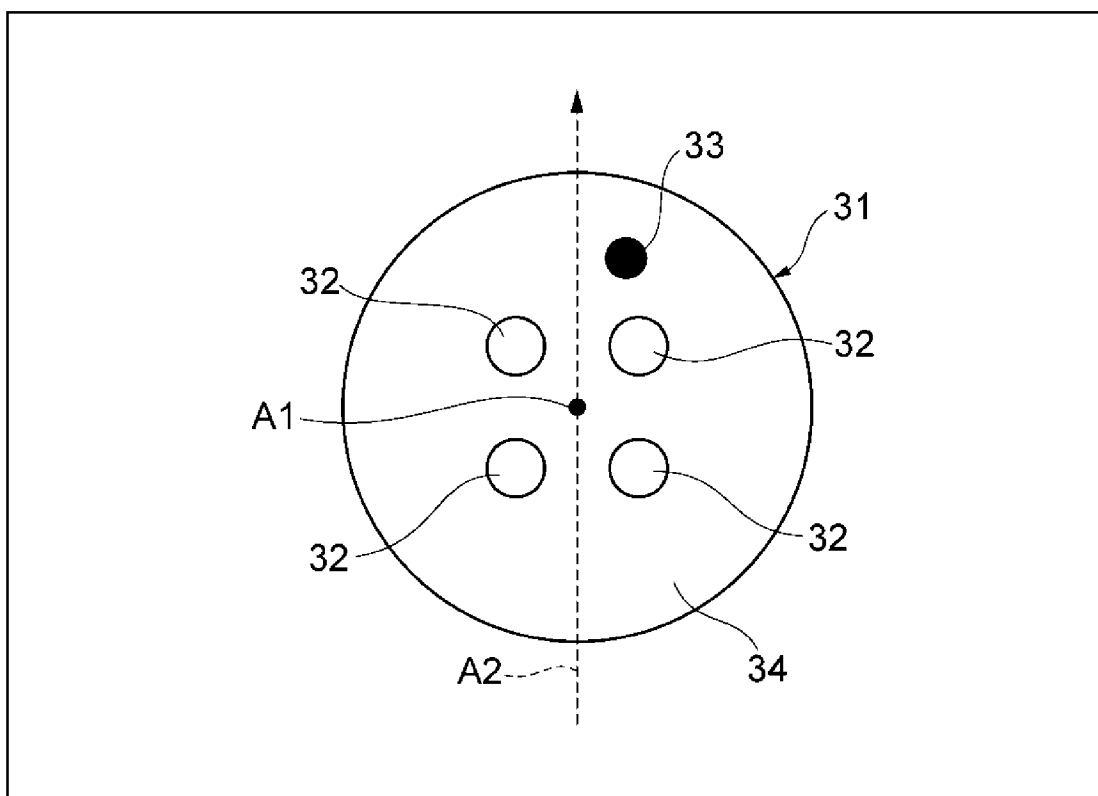
[図2]



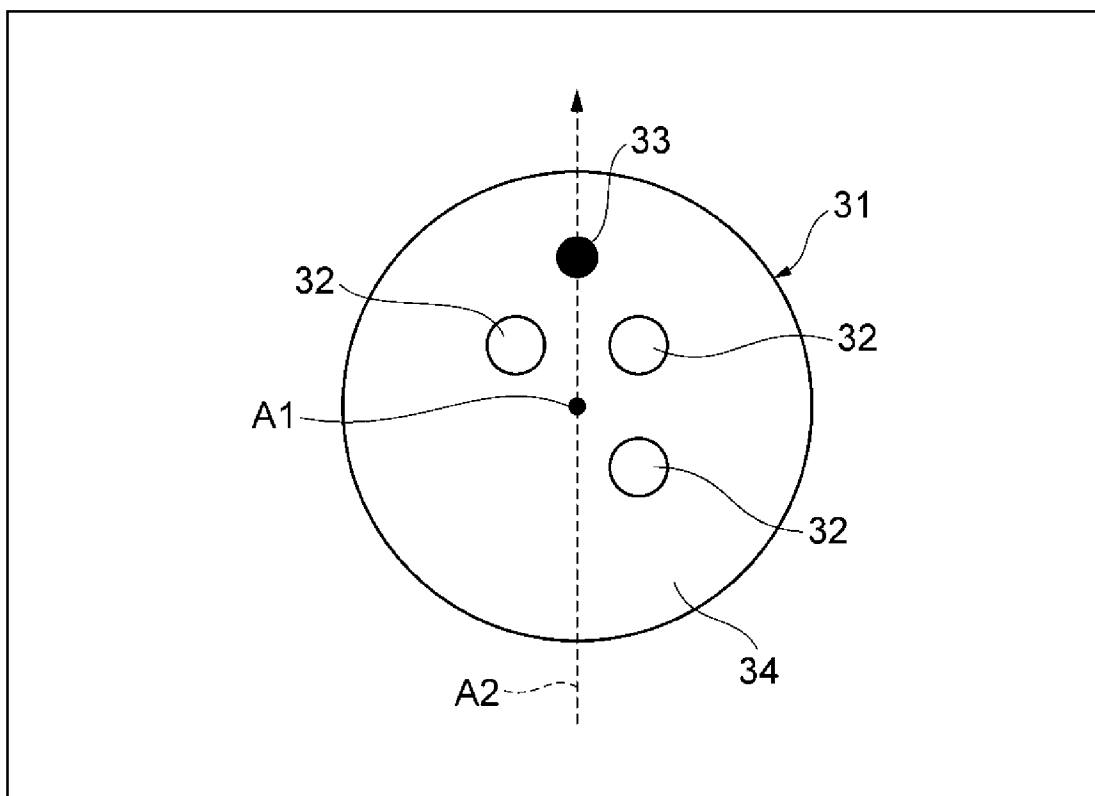
[図3A]



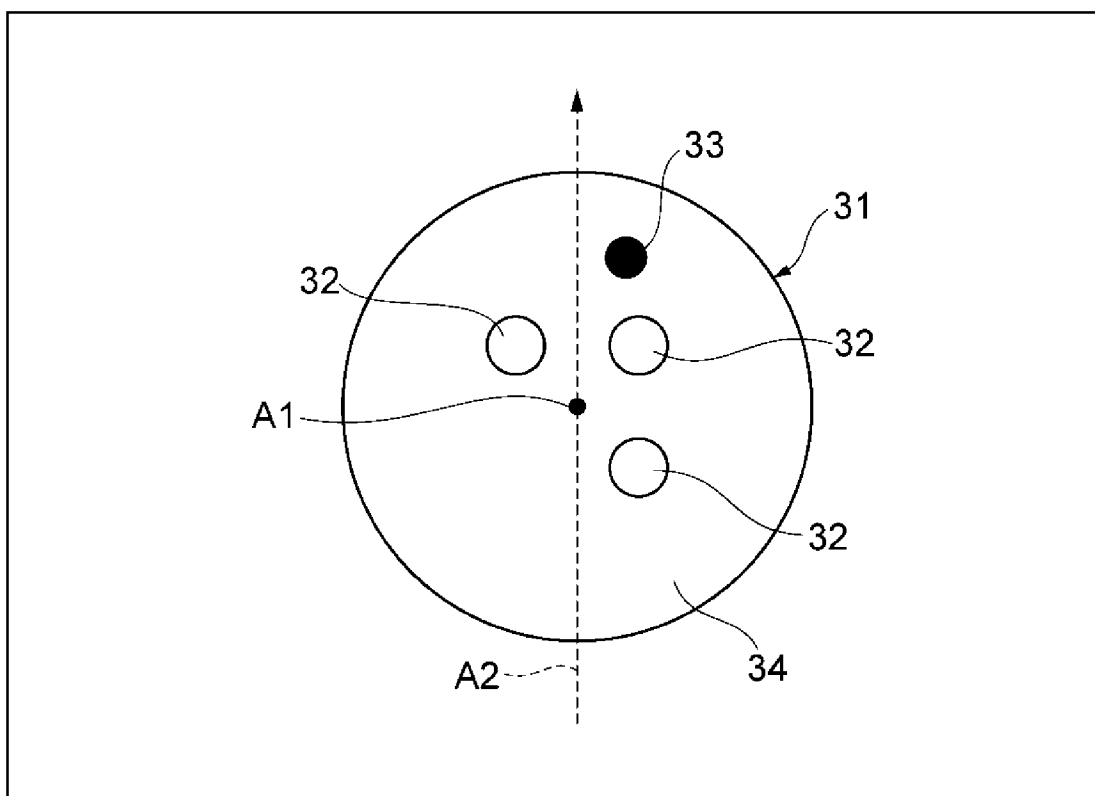
[図3B]



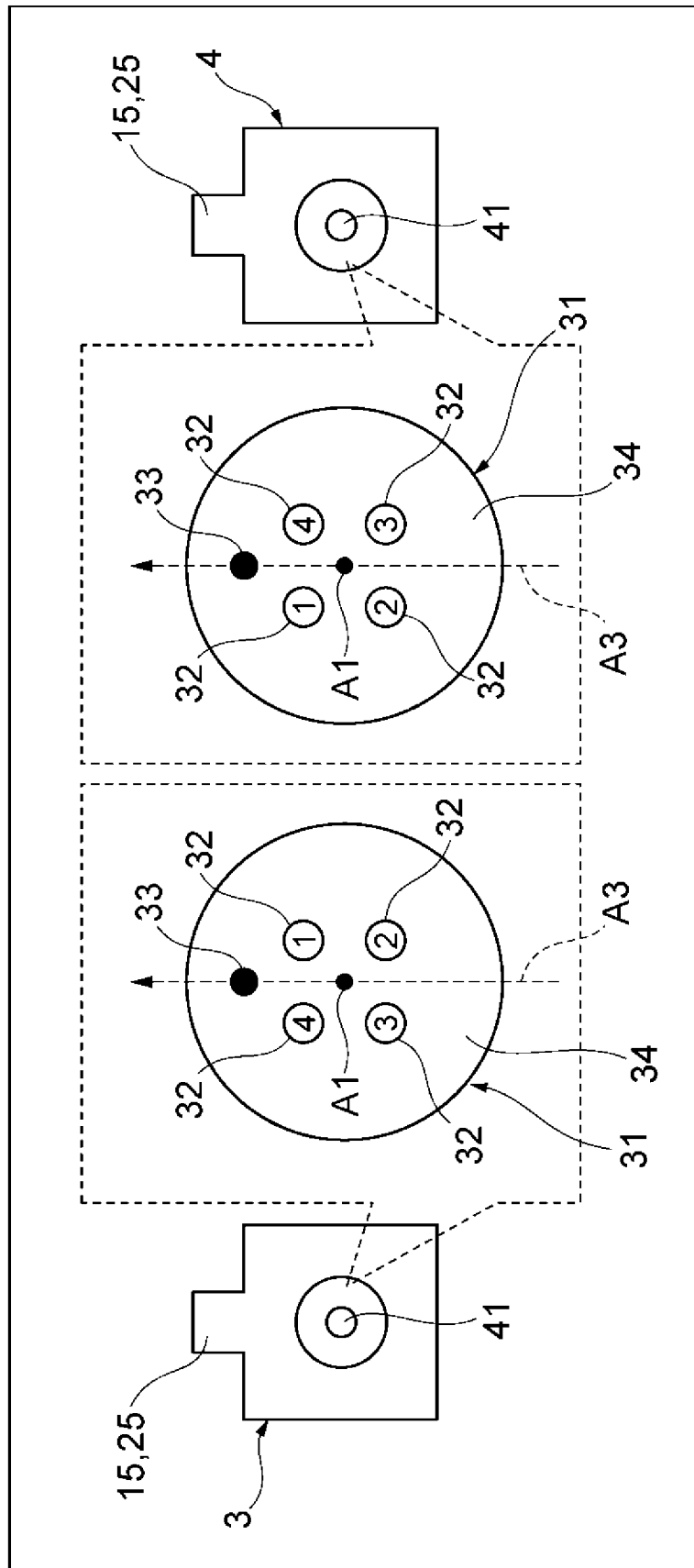
[図4A]



[図4B]



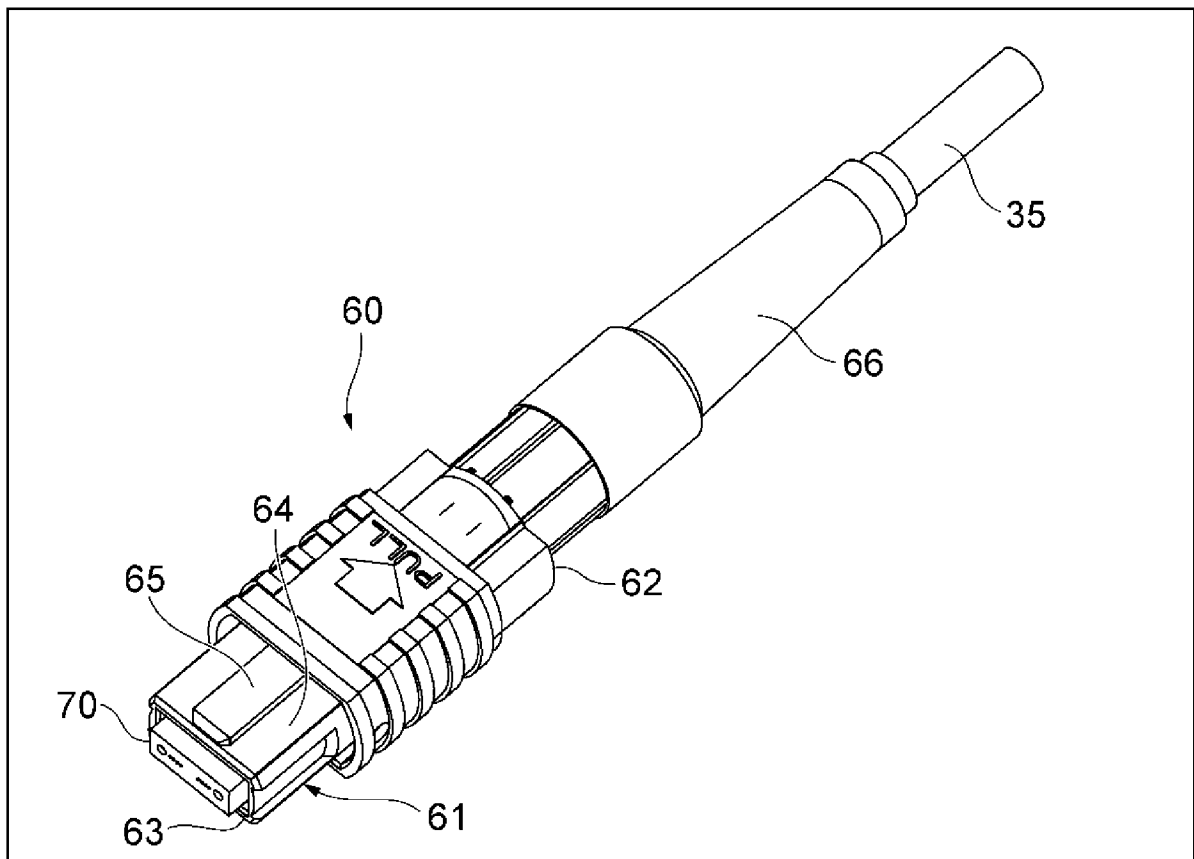
[図5]



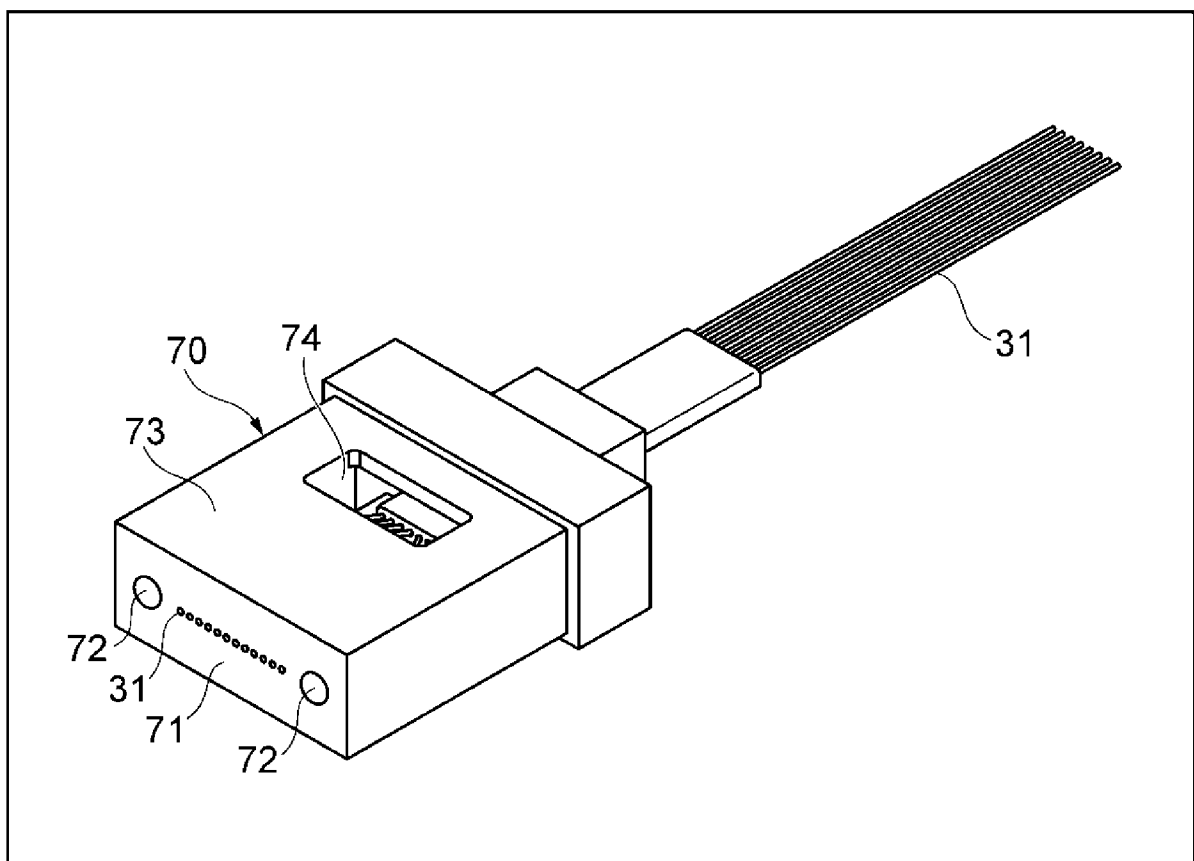
[図6]

	A	B	C
コア番号	①	①	①
	②	②	②
	③	③	③
	④	④	④

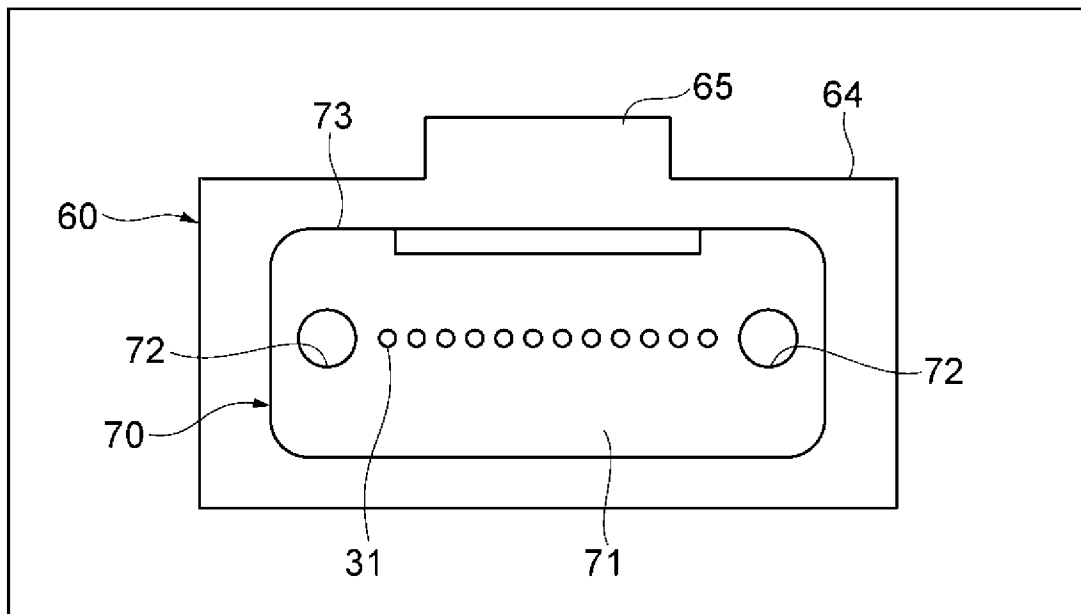
[図7A]



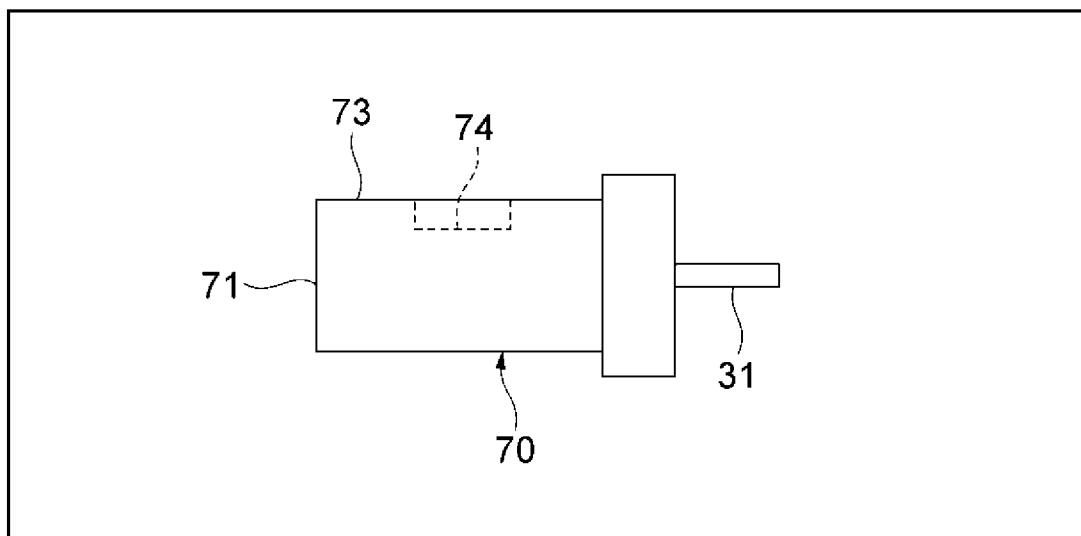
[図7B]



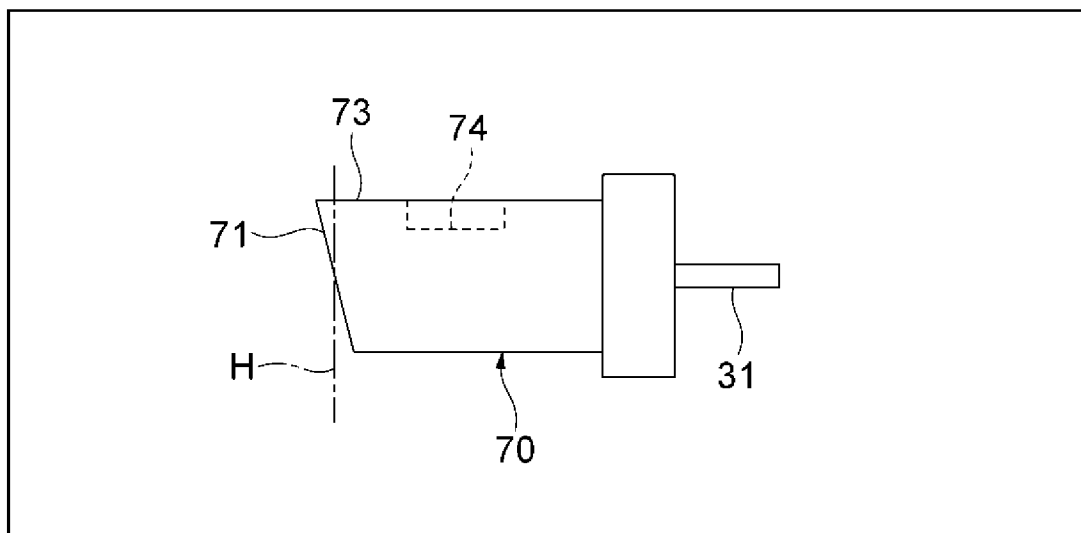
[図8A]



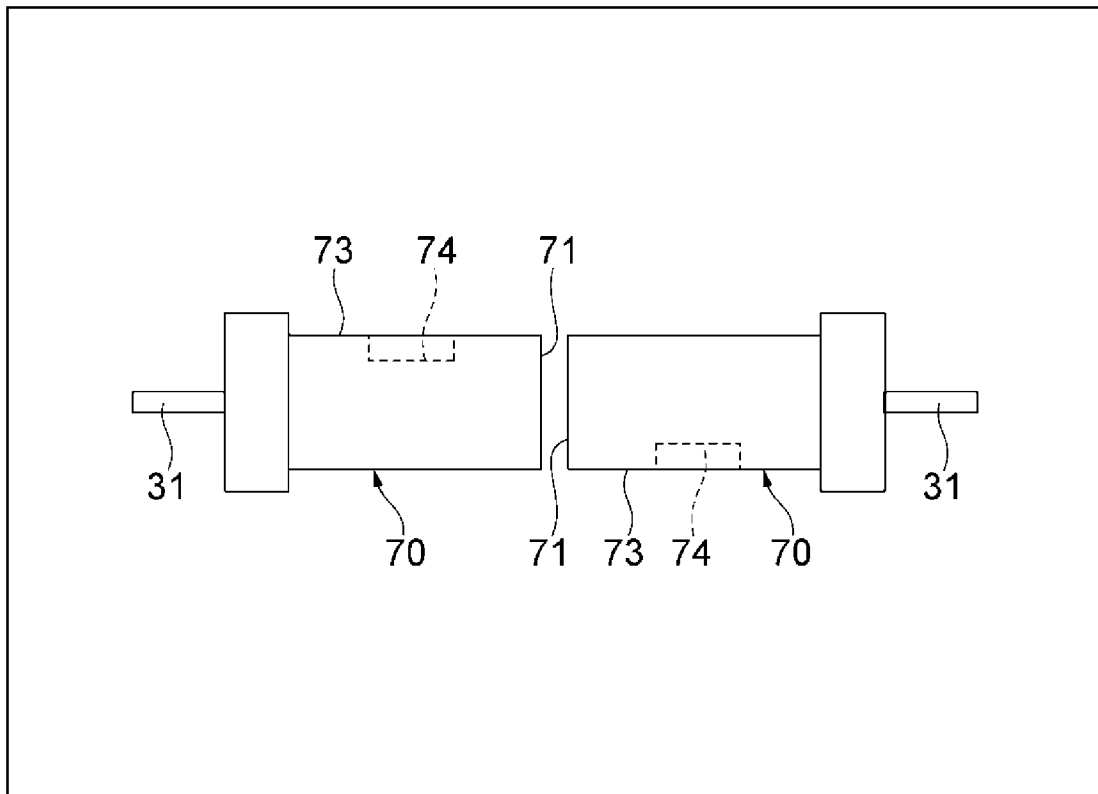
[図8B]



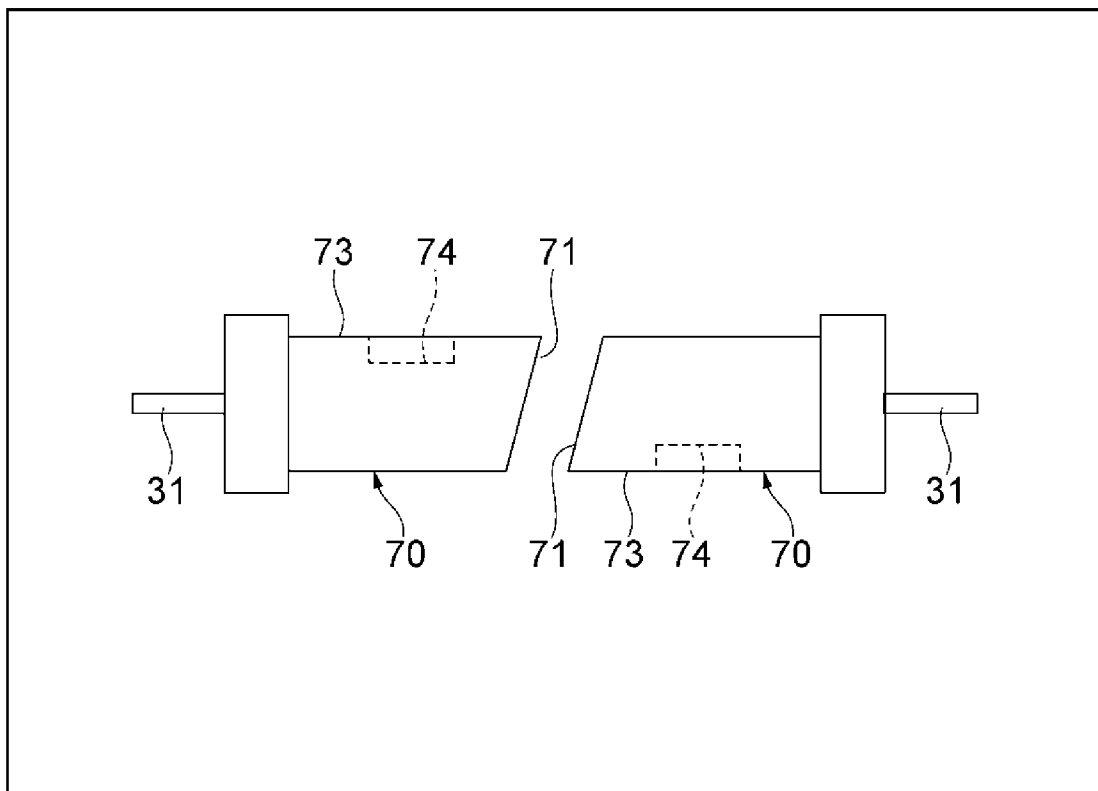
[図8C]



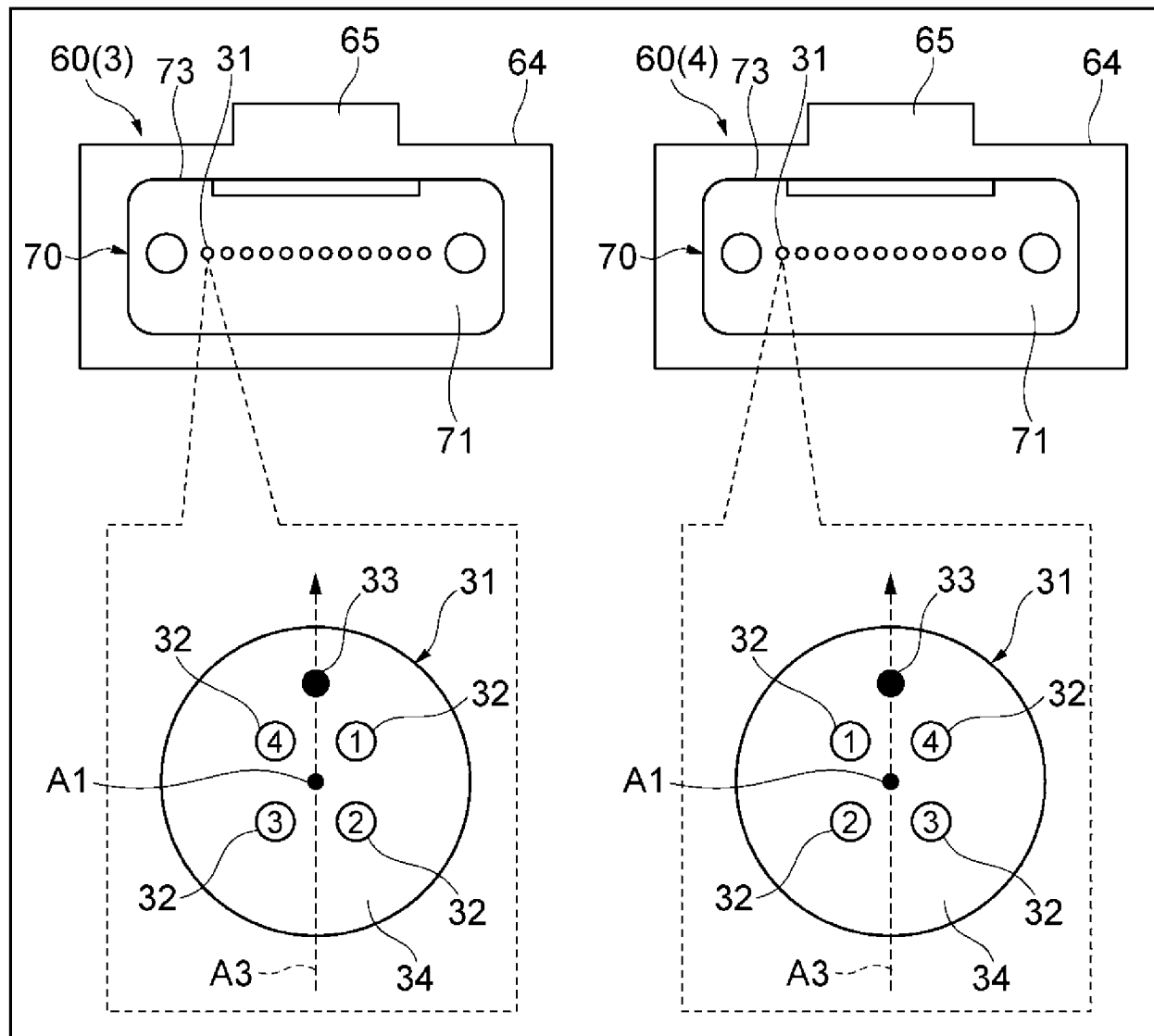
[図9A]



[図9B]



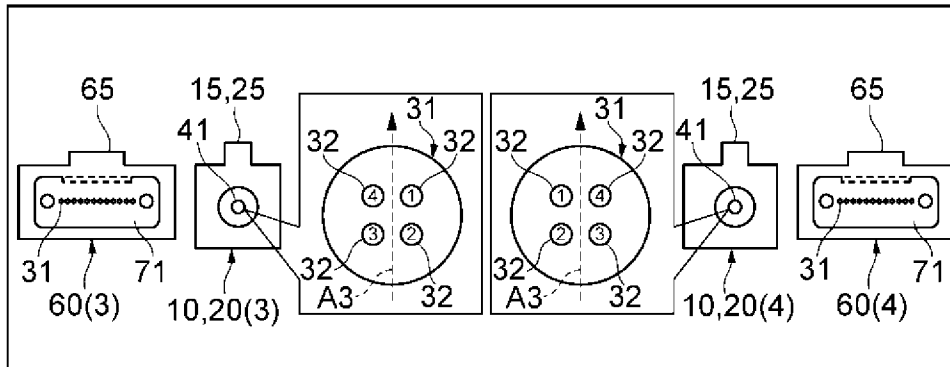
[図10]



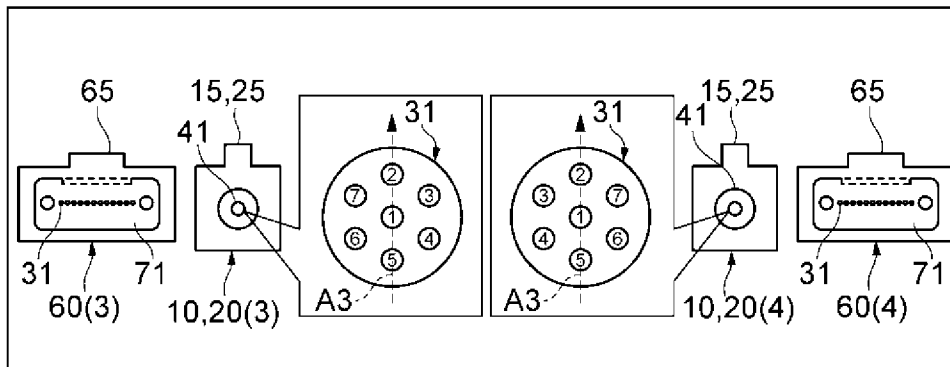
[図11]

	A	B	C
コア番号	①	③	①
	②	④	②
	③	①	③
	④	②	④

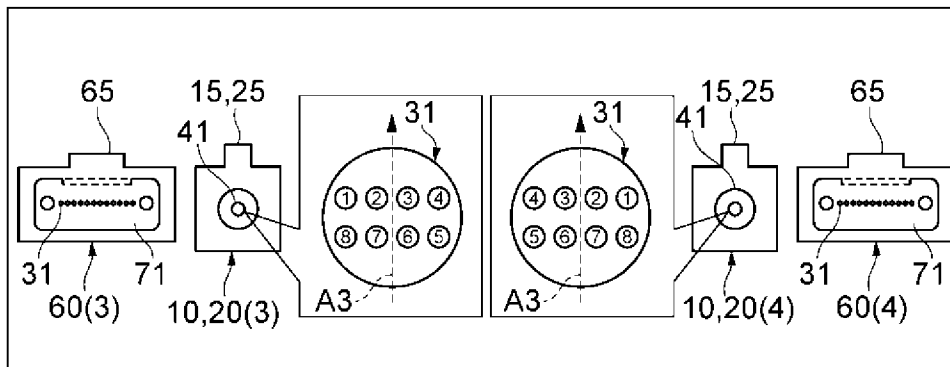
[図12A]



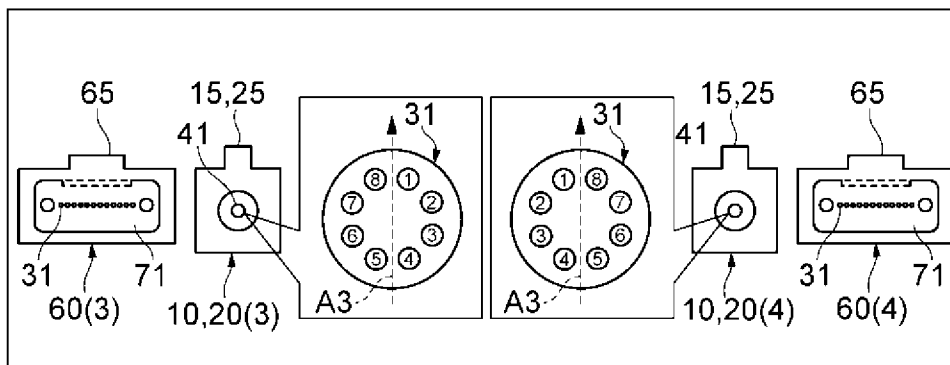
[図12B]



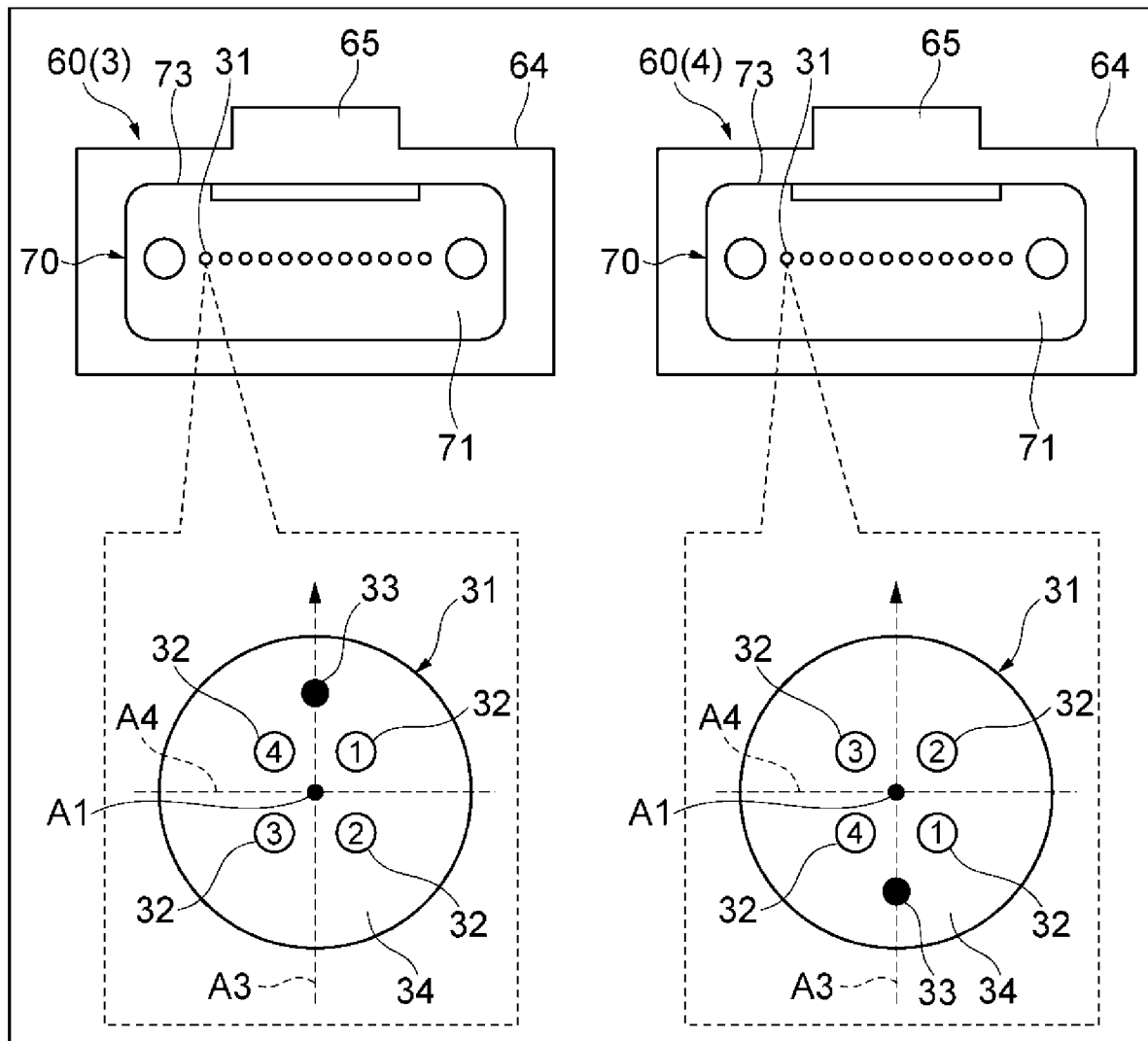
[図12C]



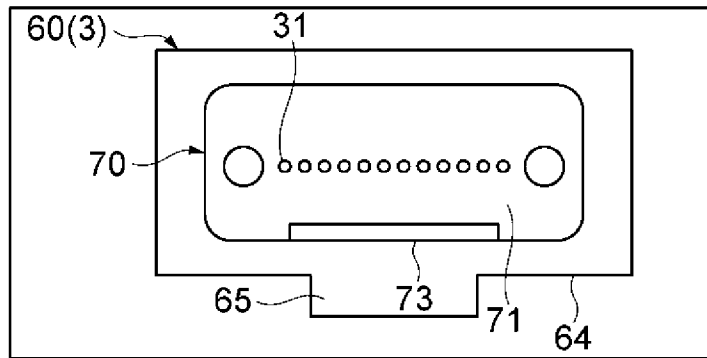
[図12D]



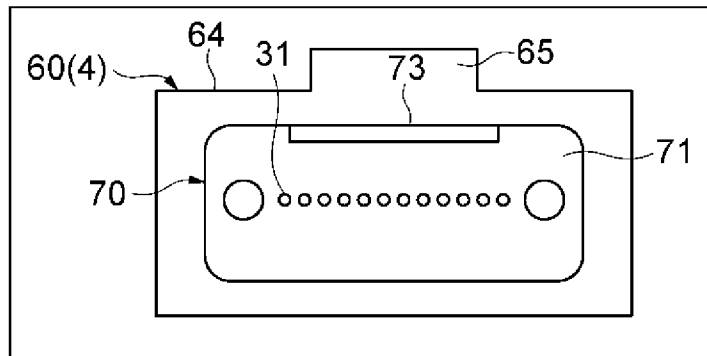
[図13]



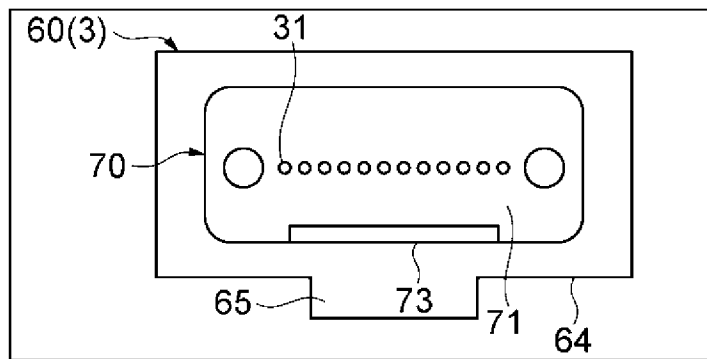
[図14A]



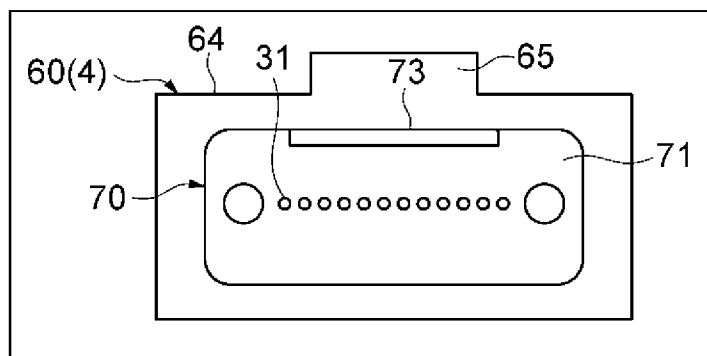
[図14B]



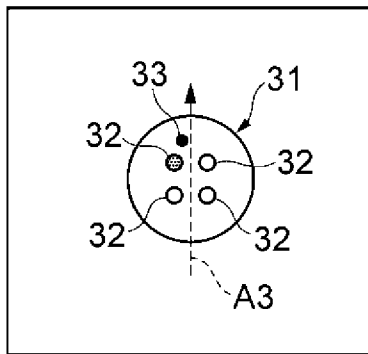
[図14C]



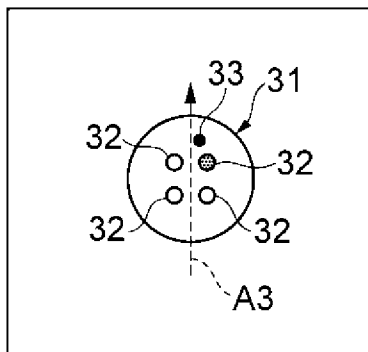
[図14D]



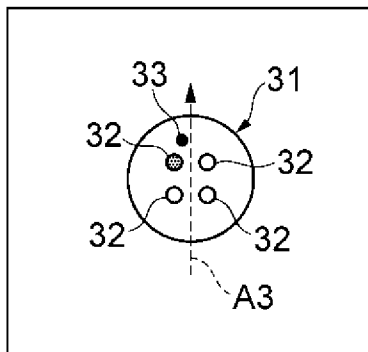
[図14E]



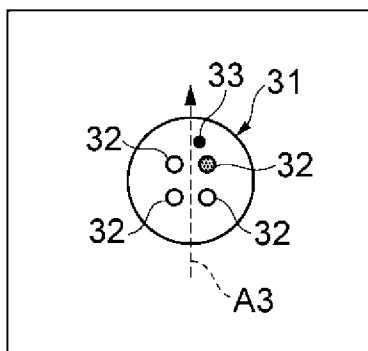
[図14F]



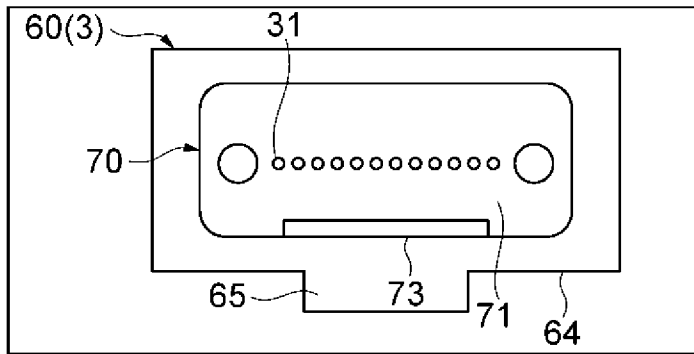
[図14G]



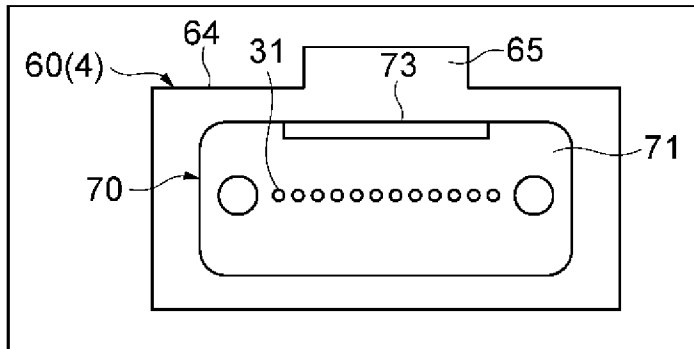
[図14H]



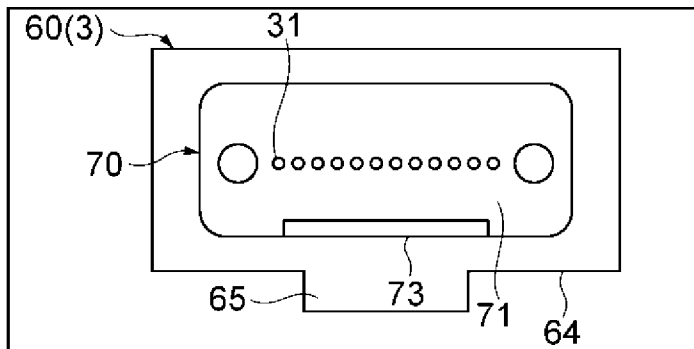
[図15A]



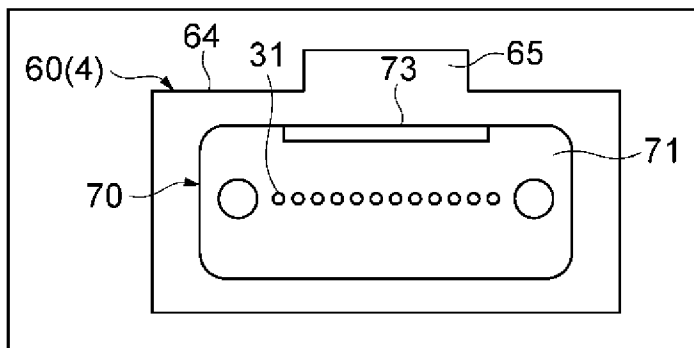
[図15B]



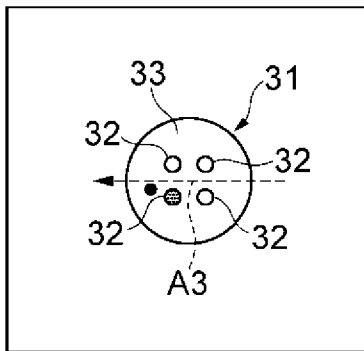
[図15C]



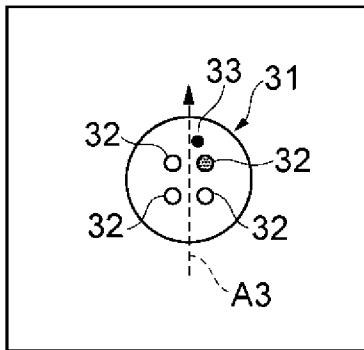
[図15D]



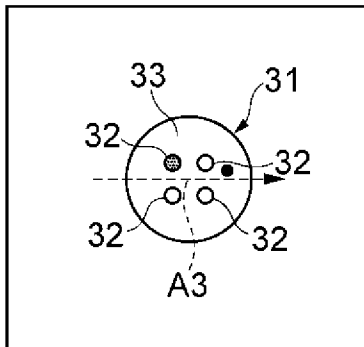
[図15E]



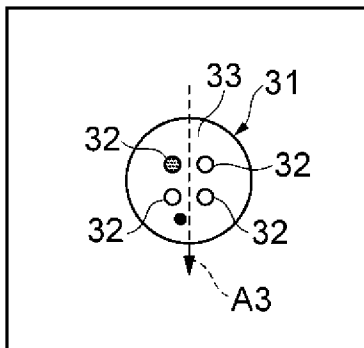
[図15F]



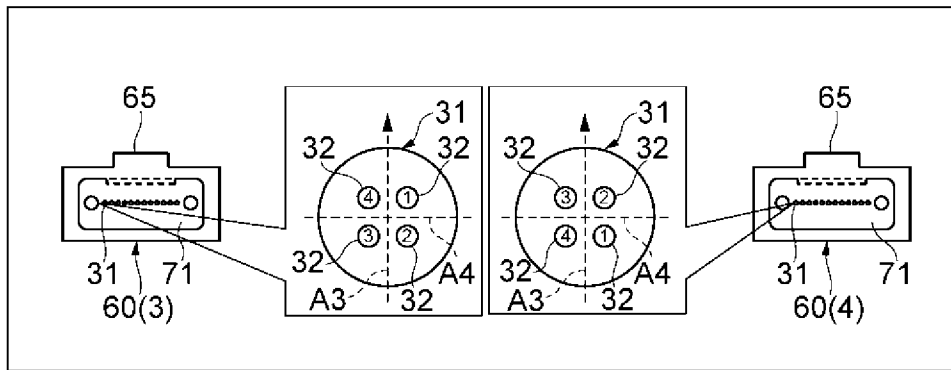
[図15G]



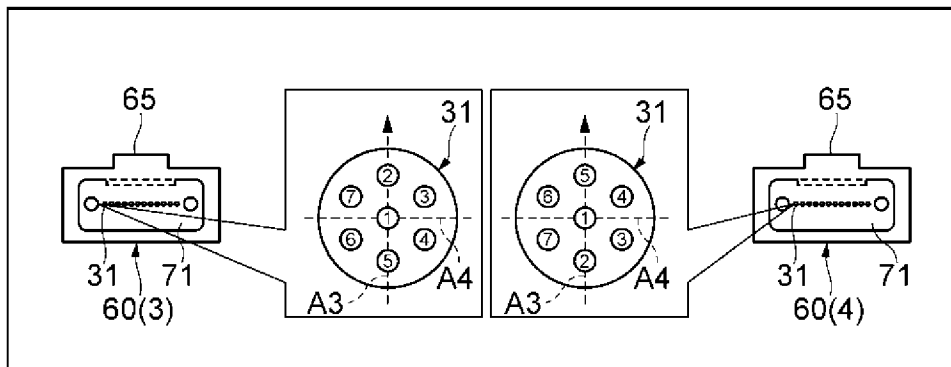
[図15H]



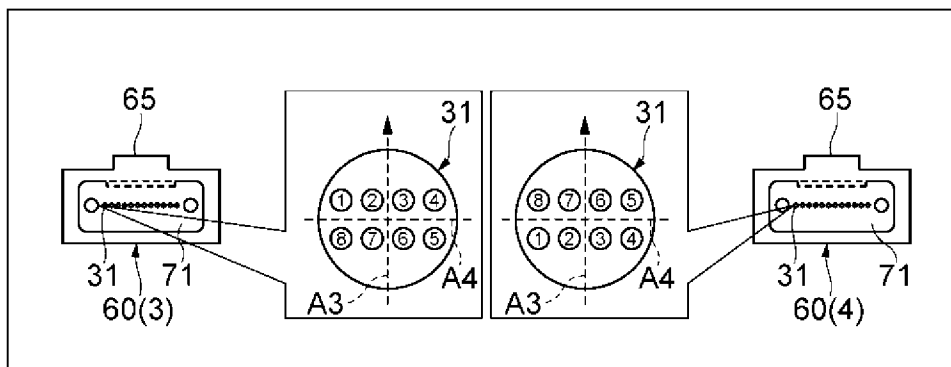
[図16A]



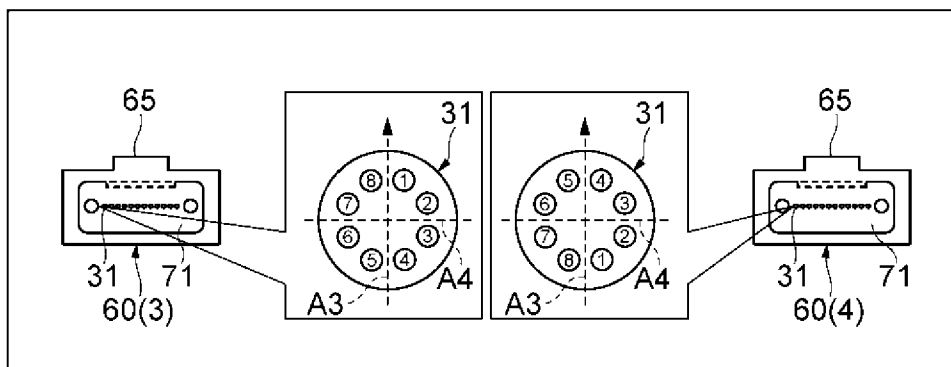
[図16B]



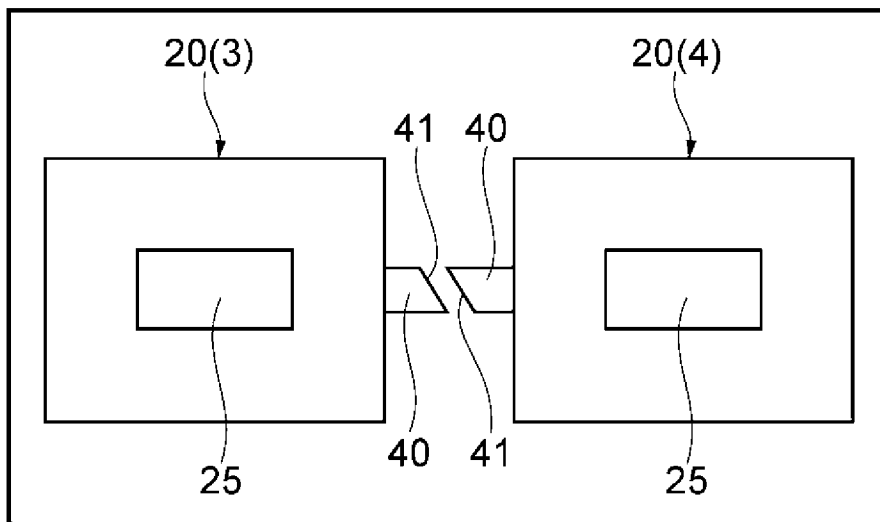
[図16C]



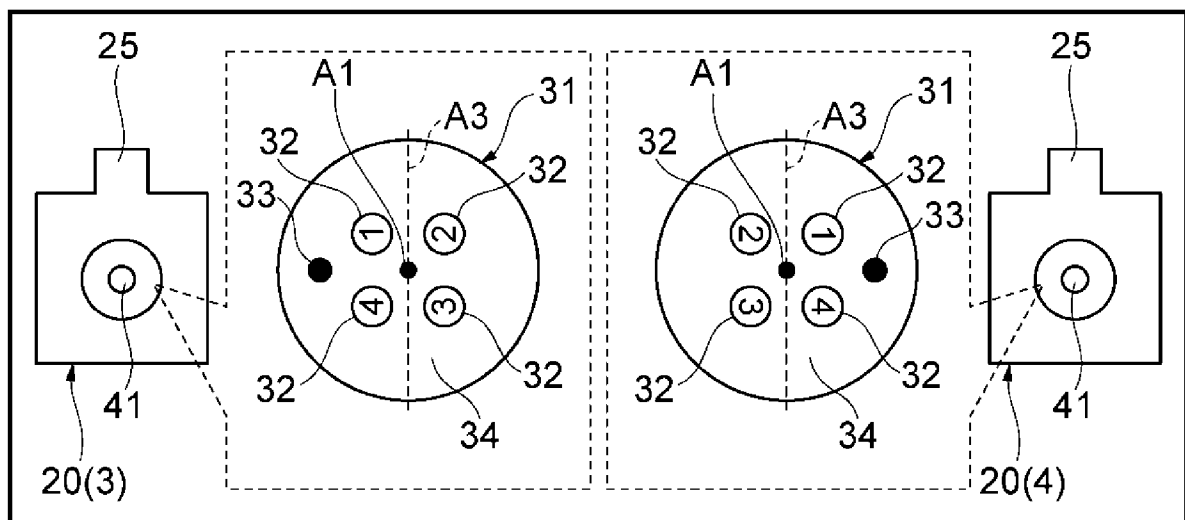
[図16D]



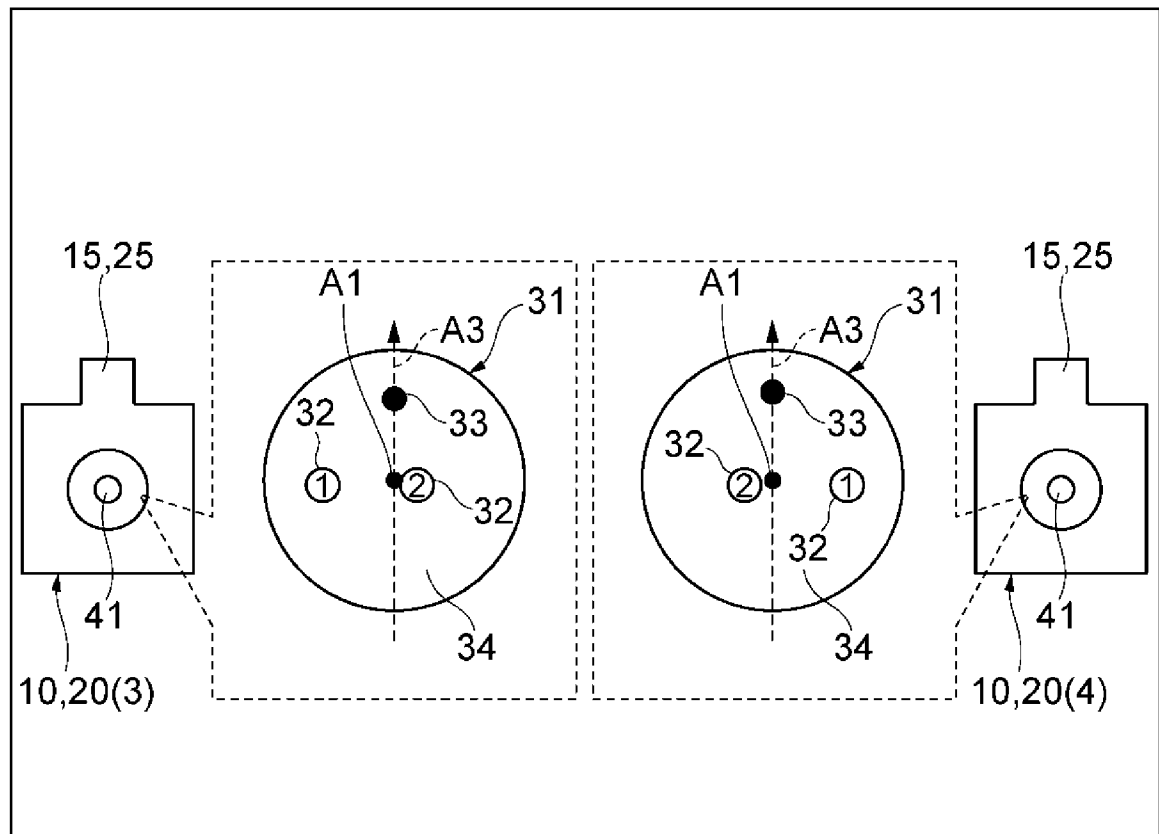
[図17]



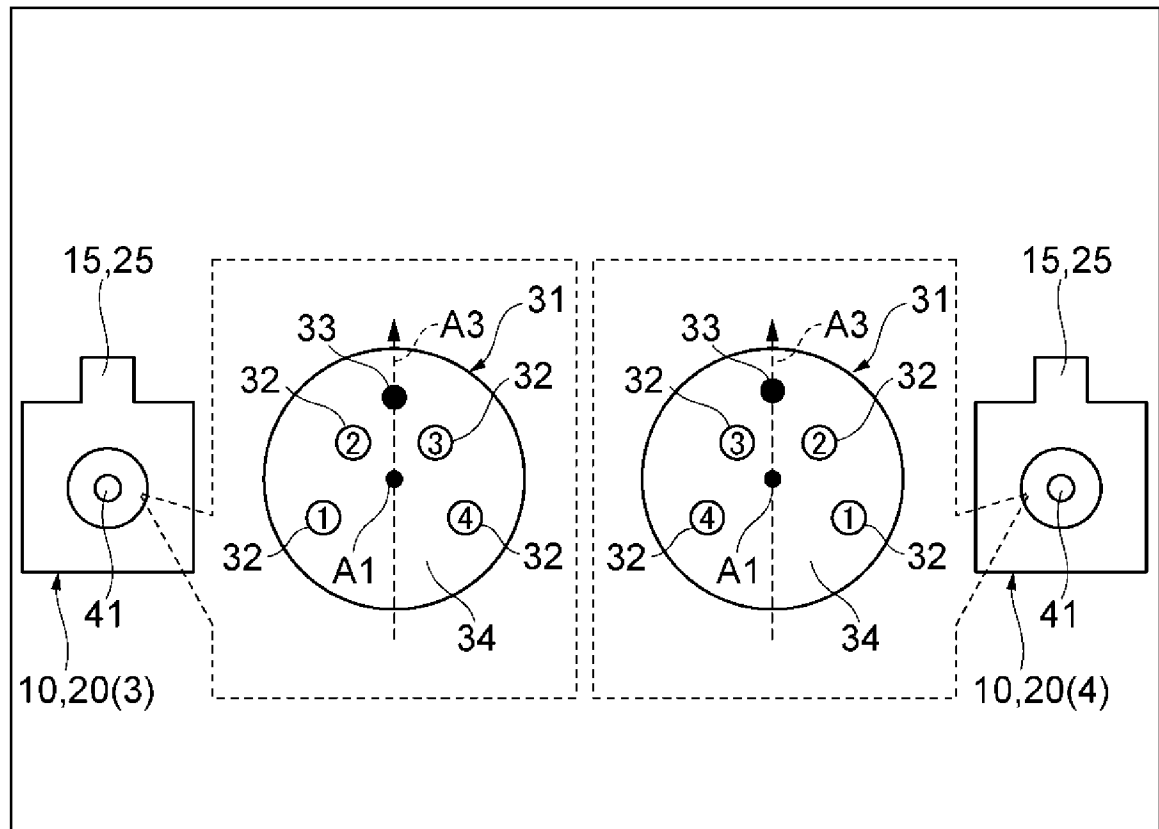
[図18]



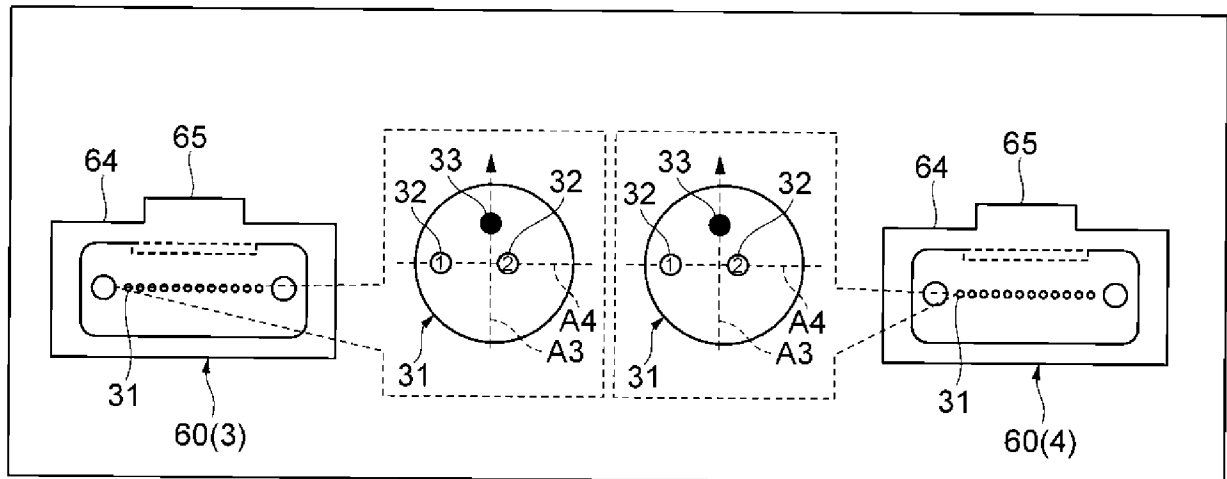
[図19A]



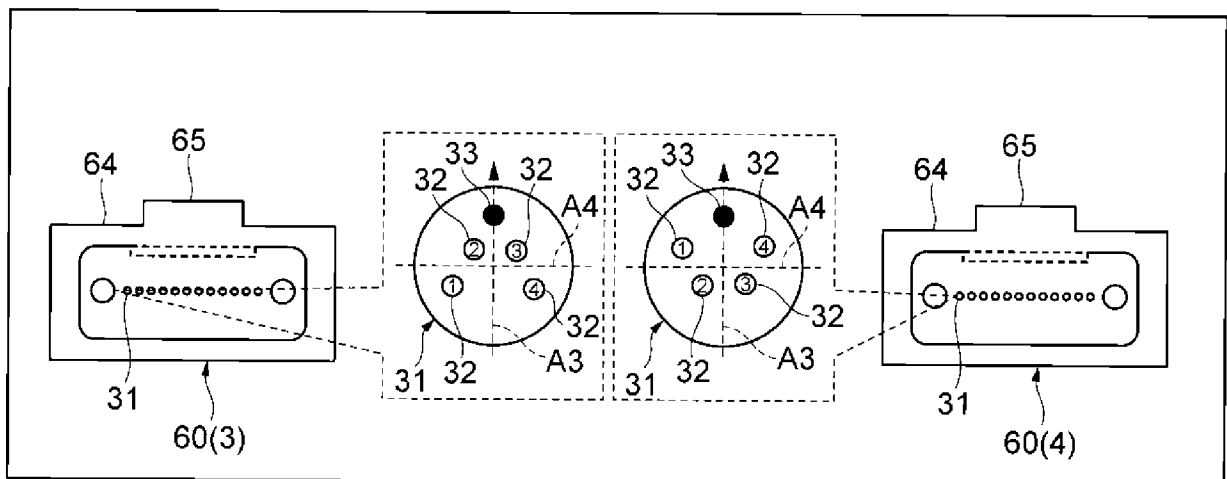
[図19B]



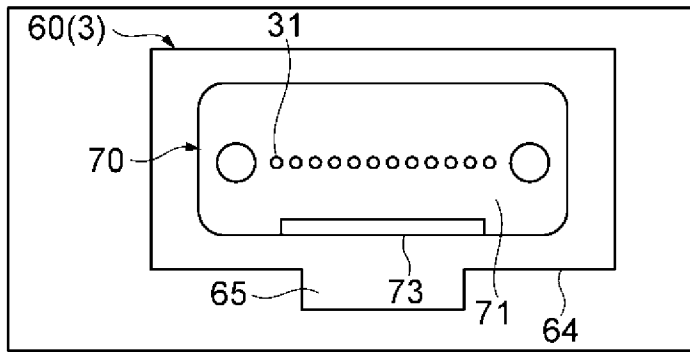
[図20A]



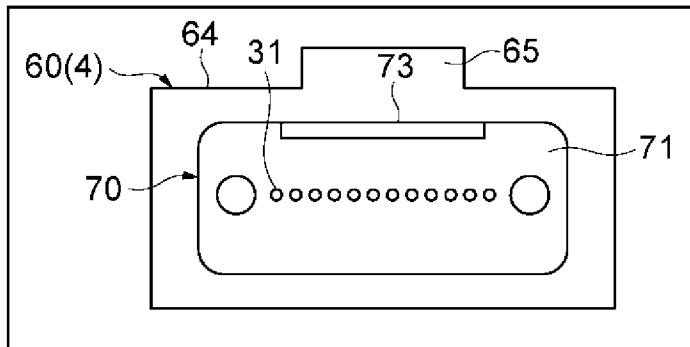
[図20B]



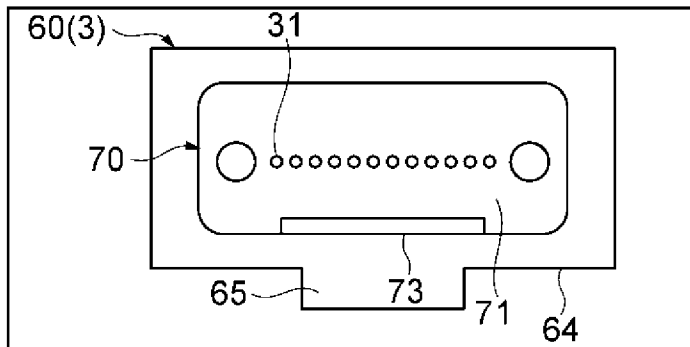
[図21A]



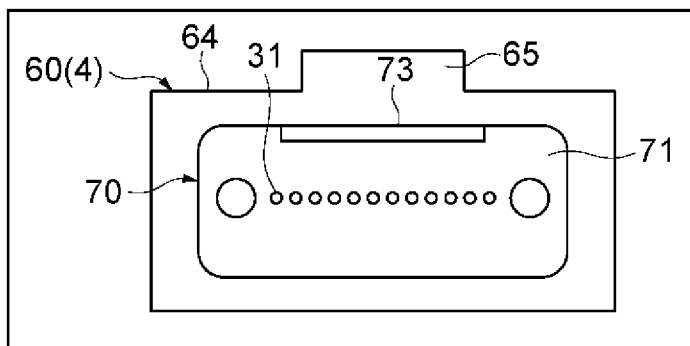
[図21B]



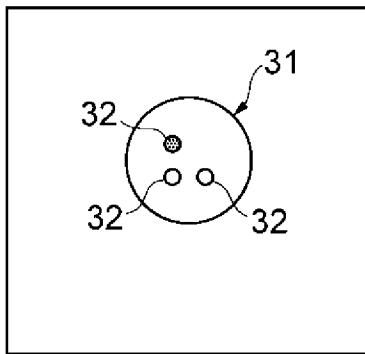
[図21C]



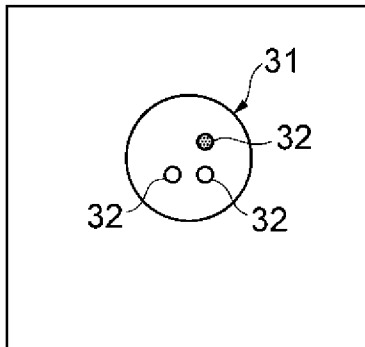
[図21D]



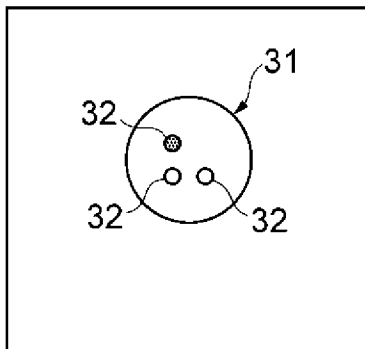
[図21E]



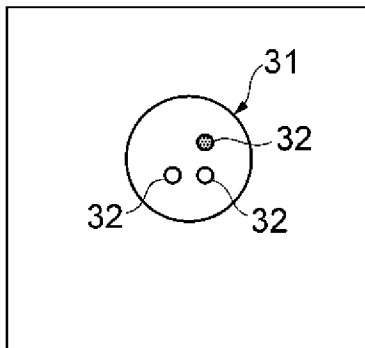
[図21F]



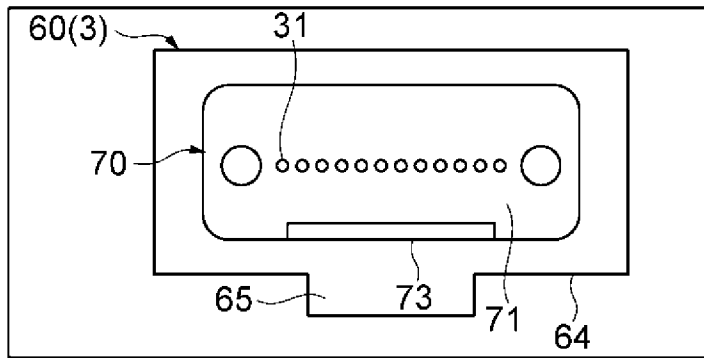
[図21G]



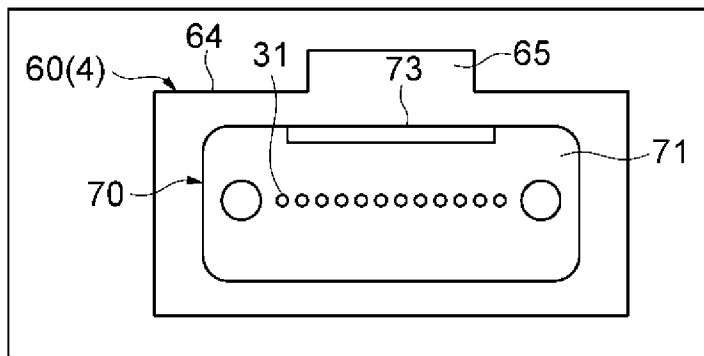
[図21H]



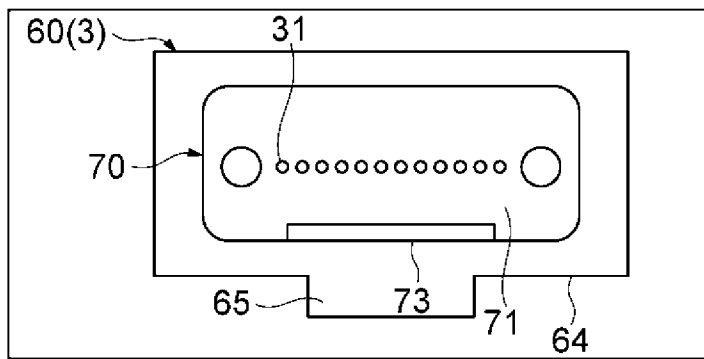
[図22A]



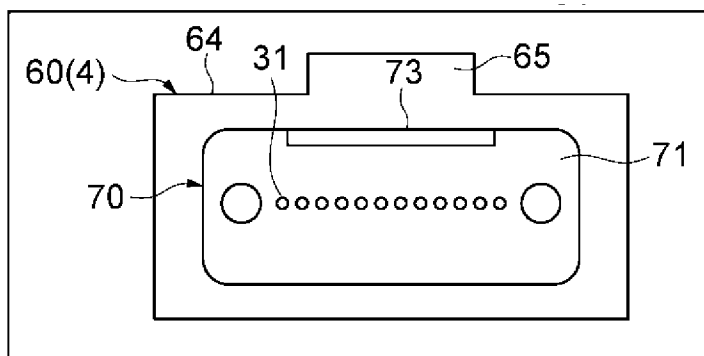
[図22B]



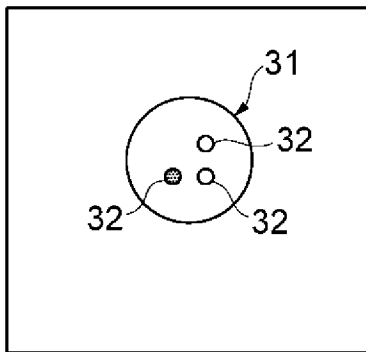
[図22C]



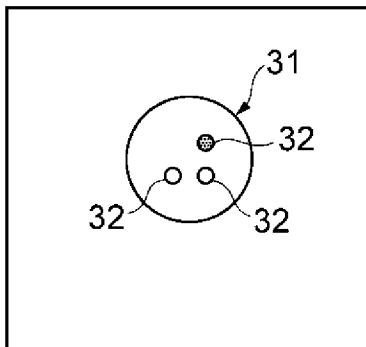
[図22D]



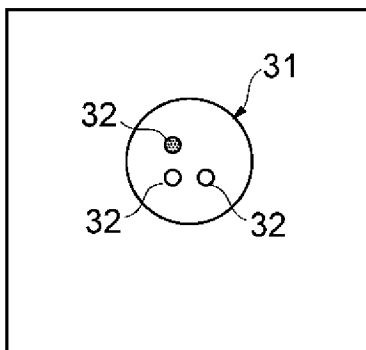
[図22E]



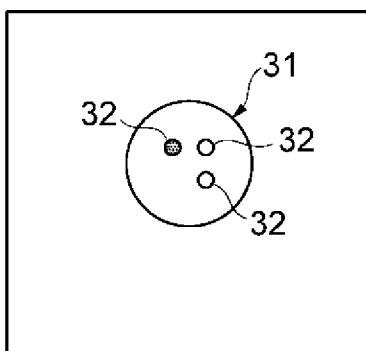
[図22F]



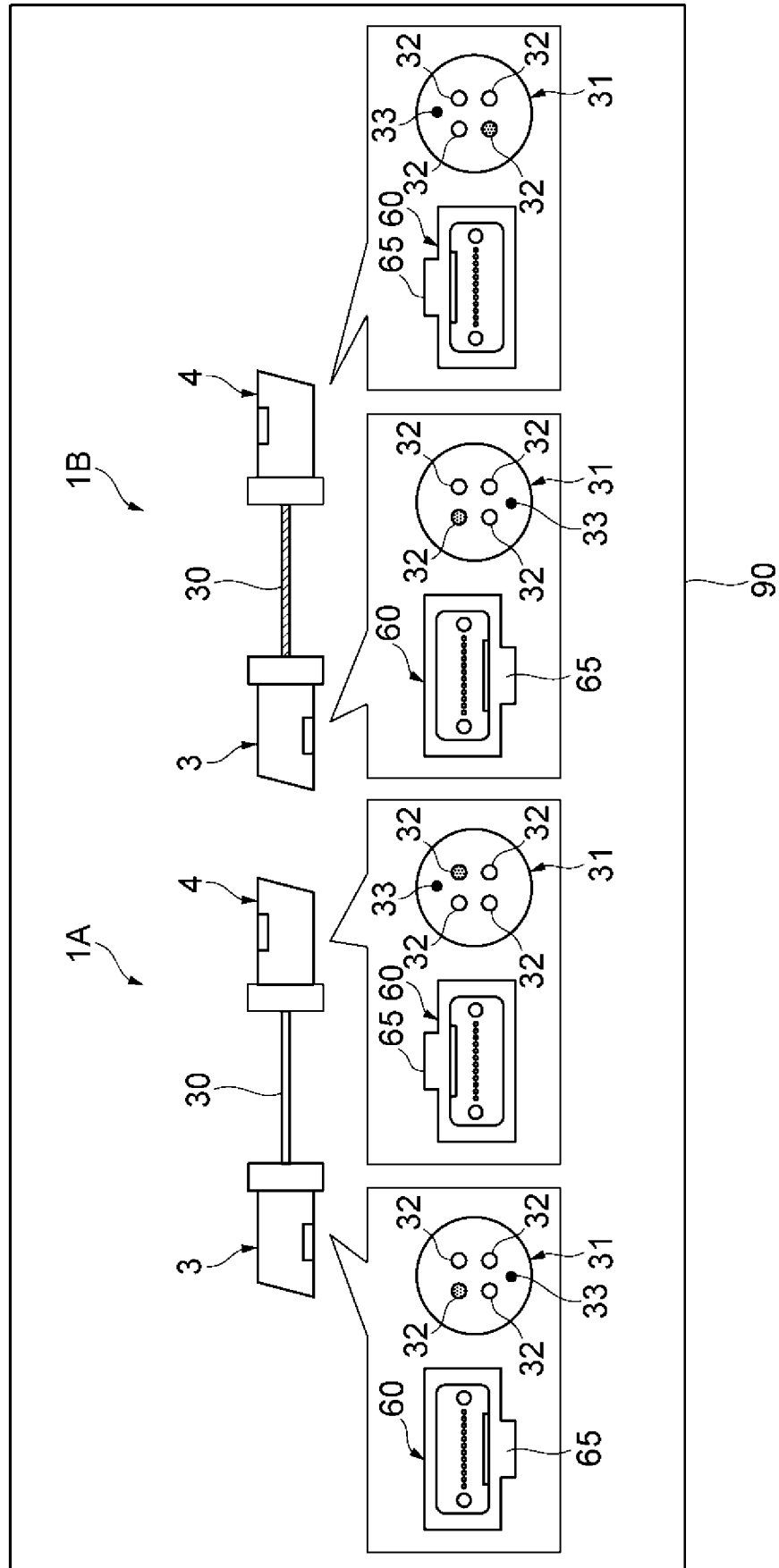
[図22G]



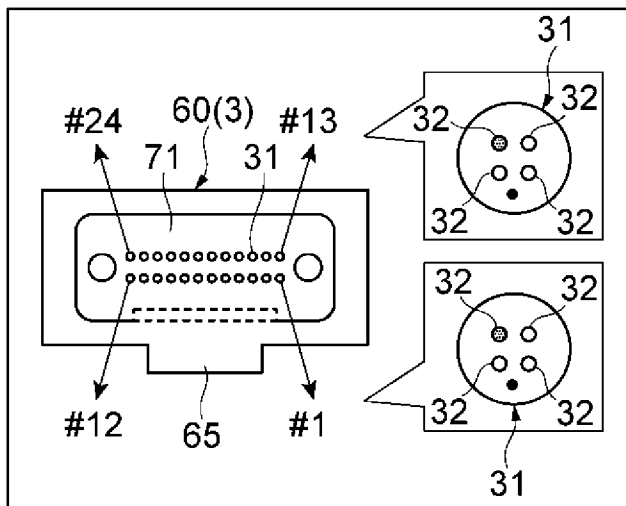
[図22H]



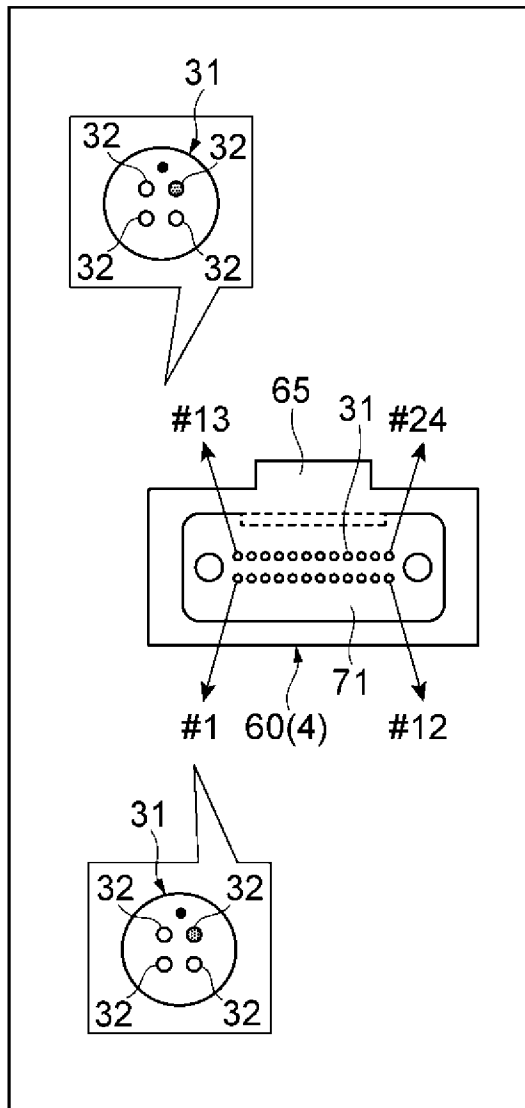
[図23]



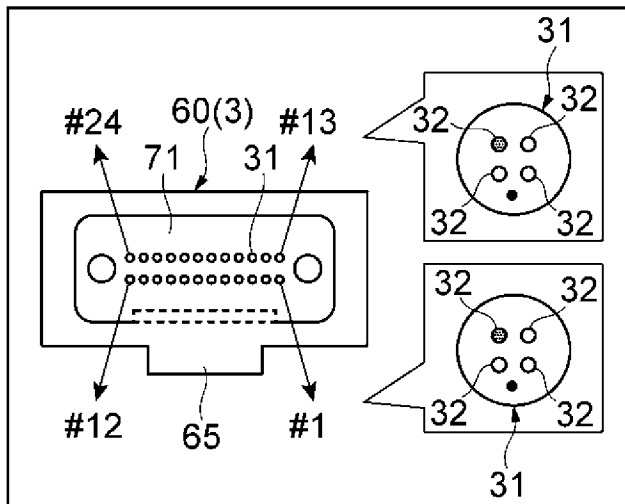
[図24A]



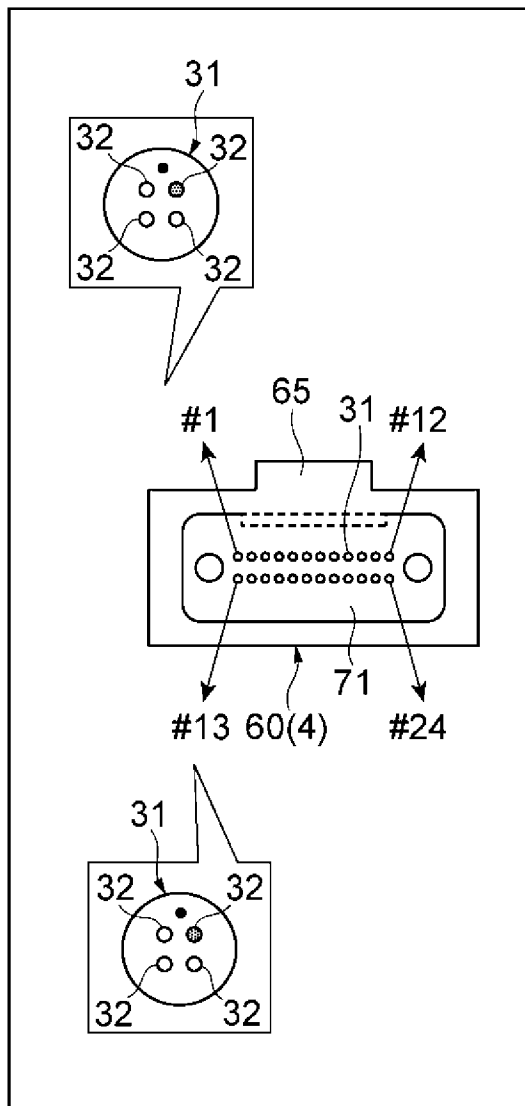
[図24B]



[図25A]



[図25B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/040406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/38**(2006.01)i; **G02B 6/02**(2006.01)i

FI: G02B6/38; G02B6/02 461

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B6/38; G02B6/02

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2022/118985 A1 (FUJIKURA LTD.) 09 June 2022 (2022-06-09) paragraphs [0140]-[0141], [0144], [0149]-[0170], fig. 10(b), 11-14	1-10
Y		11-12
Y	JP 2022-55678 A (KDDI CORP.) 08 April 2022 (2022-04-08) paragraphs [0024]-[0025], fig. 6	11-12
A	WO 2017/077050 A1 (COMMSCOPE CONNECTIVITY BELGIUM BVBA) 11 May 2017 (2017-05-11) entire text, all drawings	1-12
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 126925/1986 (Laid-open No. 33102/1988) (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 03 March 1988 (1988-03-03), entire text, all drawings	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

15 December 2023

Date of mailing of the international search report

09 January 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/040406

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2022/118985	A1	09 June 2022	CN	116057438	A	
JP	2022-55678	A	08 April 2022	US	2023/0204871	A1	
				paragraphs [0045]-[0046], fig. 6A-6B			
				EP	4224223	A1	
				CN	115917386	A	
WO	2017/077050	A1	11 May 2017	US	2018/0321449	A1	
JP	63-33102	U1	03 March 1988	(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; G02B 6/02(2006.01)i FI: G02B6/38; G02B6/02 461		
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）） G02B6/38; G02B6/02 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2022/118985 A1 (株式会社フジクラ) 09.06.2022 (2022-06-09) 段落[0140]-[0141], [0144], [0149]-[0170], 図10(b), 11-14	1-10
Y		11-12
Y	JP 2022-55678 A (KDDI株式会社) 08.04.2022 (2022-04-08) 段落[0024]-[0025], 図6	11-12
A	WO 2017/077050 A1 (COMMScope Connectivity Belgium BVBA) 11.05.2017 (2017-05-11) 全文, 全図	1-12
A	日本国実用新案登録出願61-126925号(日本国実用新案登録出願公開63-33102号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (住友電気工業株式会社) 03.03.1988 (1988-03-03) 全文, 全図	1-12
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 “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		
国際調査を完了した日 15.12.2023	国際調査報告の発送日 09.01.2024	
名称及びあて先 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	権限のある職員（特許庁審査官） 野口 晃一 2L 5708 電話番号 03-3581-1101 内線 3295	

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/JP2023/040406

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/118985	A1	09.06.2022	CN	116057438	A	
JP	2022-55678	A	08.04.2022	US	2023/0204871	A1	
				段落[0045]-[0046], 図 6A-6B			
				EP	4224223	A1	
				CN	115917386	A	
WO	2017/077050	A1	11.05.2017	US	2018/0321449	A1	
JP	63-33102	U1	03.03.1988	(ファミリーなし)			