(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2月8日(08.02.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/028942 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/35 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/029474

(22) 国際出願日： 2022年8月1日(01.08.2022)

(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).

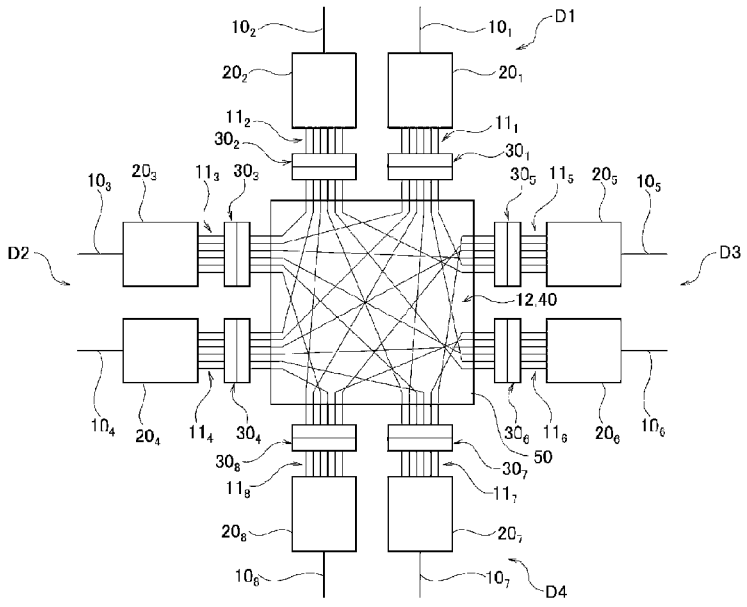
(72) 発明者: 阿部 宜輝 (**ABE Yoshiteru**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 深井 千里 (**FUKAI Chisato**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP). 片山 和典(**KATAYAMA Kazunori**); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町３丁目９－１１ ＮＴＴ知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外 (**MIYOSHI Hidekazu** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門１丁目２番８号 虎ノ門琴平タワー 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, 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,

(54) **Title:** OPTICAL CROSS-CONNECT DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称： 光クロスコネクト装置及びその製造方法



(57) **Abstract:** This optical cross-connect device includes: optical switches 20_1-20_8 which switch the connections of optical fiber core wires 10_1-10_8 between paths D1-D4 that each have two optical fiber core wires, and which are connected to optical fiber core wires on the input side thereof; multi-core optical connectors 30_1-30_8 that are connected to the output sides of the optical switches at the input side through parallel optical fibers; an optical wiring path 40 that is constituted by optical fiber groups 12 that, for each path, connect a multi-core

WO 2024/028942 A1

[続葉有]

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, 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, 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)）

optical connector connected through an optical switch to an optical fiber core wire of the path, to another multi-core optical connector; and a substrate 50 that supports at least a portion of the optical wiring path. The optical switches connect one optical fiber core wire in the path to one optical fiber among the optical fibers connected to a multi-core optical connector and another multi-core optical connector through the optical wiring path.

(57) 要約：光クロスコネクト装置は、２本の光ファイバ心線をそれぞれ有する方路Ｄ１～Ｄ４の間で光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}の接続を切り替え、各光ファイバ心線に入力側で接続する光スイッチ２０_{1}～２０_{8}と、各光スイッチの出力側に並列な光ファイバを介して入力側で接続する多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}と、各方路について、方路の光ファイバ心線に光スイッチを介して接続する多心光コネクタと他の多心光コネクタとの間をそれぞれ接続する光ファイバ群１２から構成された光配線路４０と、光配線路の少なくとも一部を支持する基板５０とを有し、光スイッチは、方路の光ファイバ心線の１本を多心光コネクタ及び光配線路を介して他の多心光コネクタに接続する光ファイバの内の１本に接続する。

明　細　書

発明の名称 ： 光クロスコネクト装置及びその製造方法

技術分野

[0001]　この発明は、光クロスコネクト装置及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002]　光アクセス網構成の一形態として多段ループ網構成が提案されている（非特許文献１を参照）。多段ループ網構成においては、光アクセス網は複数のループで構成されているため、冗長経路の確保が容易になるという利益が得られる。多段ループ網構成においては、予測が困難な光ファイバ心線の需要に対応するため、多段ループ網内で複数のループが接する地点に光ファイバの経路を切替える心線切替機能を設置することが提案されている。

[0003]　心線切替機能は、信号の経路を切り替える光クロスコネクト装置によって実現することができる。多段ループ網における光クロスコネクト装置の構成要素として、光信号を電気信号へ変換することなく機械的に光路を切り替えることができる光スイッチを複数台用いて、光スイッチ間を光ファイバで接続した形態が提案されている（非特許文献２を参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：大野槙悟，鬼頭千尋，戸毛邦弘，鉄谷成且，古城祥一，“多段ループ型配線トポロジーに基づく光アクセス網構成法” 電子情報通信学会論文誌B Vol. J104-B No. 11 pp. 929-937, 2021

非特許文献2：渡辺汎，川野友裕，深井千里，小山良，中江和英，藤本達也，阿部宜輝，片山和典，“多段ループ網における遠隔光路切替ノードと光クロスコネクト機能に関する検討” 信学技報，vol. 121，no. 332，OFT2021-62，pp. 36-41，2022年1月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、心線切替機能は、１本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の光ファイバ心線の接続を相互に切替可能とする必要がある。各方路から光クロスコネクト装置と接続する光ファイバの本数が増加するに従い、光スイッチ間を接続する光ファイバの本数が増えることに加えて、各光スイッチの光ファイバごとに接続する光スイッチが異なるため、製造や保守の際に光ファイバを配線する作業の負担が大きかった。

[0006] この発明は上記の事情に鑑み提案されるものであって、１本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の光ファイバ心線の接続を相互に切替可能であって、光ファイバの配線の負担を軽減するような光クロスコネクト装置及びその製造方法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

[0007] 上述の課題を解決するために、本発明の一態様に係る光クロスコネクト装置は、１本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の間で光ファイバ心線の接続を切り替える光クロスコネクト装置であって、各光ファイバ心線に入力側で接続する光スイッチと、各光スイッチの出力側に並列な光ファイバを介して入力側で接続する多心光コネクタと、方路の光ファイバ心線に光スイッチを介して接続する多心光コネクタについて、一の方路の多心光コネクタの出力側と、他の方路の多心光コネクタの出力側との間をそれぞれ接続する光路から構成された光配線路とを含み、光スイッチは、方路の光ファイバ心線の１本を光路の内の１本に接続するものである。

[0008] この出願に係る光クロスコネクト装置の製造方法は、光スイッチをから多心光コネクタの一片に接続する工程と、光配線路から多心光コネクタの他片に至る部分を製造する工程と、多心光コネクタの一片及び他片を連結する工程とを含んでもよい。

発明の効果

[0009] この発明によると、１本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の光ファイバ心線の接続を相互に切替可能な光ファイバの配線の負担を軽減することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１の実施の形態の光クロスコネクト装置を示す図である。

[図2]第１の実施の形態の光配線路の外観を示す図である。

[図3]光スイッチの動作を説明する模式図である。

[図4]光クロスコネクト装置の動作を説明する模式図である。

[図5]第２の実施の形態の光クロスコネクト装置を示す図である。

[図6]第３の実施の形態の光クロスコネクト装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、光クロスコネクト装置及びその製造方法の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。本実施の形態の光コネクタ装置は、多段ループ網構成において２個のループが接する地点において、２本の光ファイバ心線を有する方路について、４方路の光ファイバ心線を相互に切替可能であることを想定している。しかしながら、これに限らず、１本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の光ファイバ心線を相互に切替可能である光クロスコネクト装置に適用することができる。

[0012] （第１の実施の形態）

図１は、第１の実施の形態の光クロスコネクト装置の構成を示す図である。第１の実施の形態の光コネクタ装置において、方路Ｄ１～Ｄ４の４方路はそれぞれ２本の光ファイバ心線10_1～10_8を有し、光ファイバ心線10_1～10_8は、各光ファイバ心線10_1～10_8に設けられた光スイッチ20_1～20_8の入力側に接続されている。なお、一般に、方路の数をＮ、方路が有する光ファイバ心線の数をＭ本とすると、Ｎ×Ｍ本の光ファイバ心線にＮ×Ｍ台の光スイッチを設けることができるが、本実施の形態ではＮ＝４、Ｍ＝２であるため８本の光ファイバ心線に８台の光スイッチを設けている。

[0013] 光スイッチ20_1～20_8の出力側は、それぞれ光ファイバ群11_1～11_8によって多心光コネクタ30_1～30_8の入力側にそれぞれ接続されている。光ファイバ群11_1～11_8のそれぞれは、６本の並列な光ファイバによって構成される。多心光コネクタ30_1～30_8は、入力側の一片と出力側の他片

とから構成され、一片及び他片を機械的に連結したり取り外したりすることにより、入力側の光ファイバ群１１$_1$～１１$_8$と出力側の光ファイバ群１２との間の光路を接続したり切り離したりすることができる。光ファイバ群１２は、６本の並列な光ファイバによって構成される。なお、一般に、方路の数をＮ、方路が有する光ファイバ心線の数をＭ本とすると、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の入力側及び出力側にそれぞれ接続される光ファイバ群１１及び光ファイバ群１２はそれぞれ（Ｎ－１）×Ｍ本になるが、本実施の形態ではＮ＝４、Ｍ＝２であるため光ファイバ群１１及び光ファイバ群１２はそれぞれ６本である。

[0014] 本実施の形態の多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$には、Ｆ１２形多心光ファイバコネクタとも称されるＭＴコネクタが使用されている。ＭＴコネクタに取り付ける光ファイバはＭＴフェルールの光ファイバ挿入孔に接着固定され、心線の接続端面は直角に研磨されている。光ファイバは光スイッチ２０$_1$～２０$_8$などからピグテイルで与えられていてもよい。ＭＴコネクタは、端面間に屈折率整合剤が満たされ、一方のＭＴフェルールに取り付けたガイドピンをもう一方のＭＴフェルールのガイドピン孔に挿入し、ＭＴフェルール同士を嵌合することで接続されている。

[0015] なお、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$には、ＭＴコネクタに代えて、Ｆ１３形多心光ファイバコネクタとも称されるＭＰＯコネクタを使用してもよい。この場合には、ＭＴフェルール端面は斜めに研磨され、ＭＴフェルールはＭＰＯプラグハウジングに内蔵され、ＭＰＯプラグはＭＰＯアダプタ内で接続される。

[0016] 方路Ｄ１～Ｄ４について、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０$_1$～１０$_8$に光スイッチ２０$_1$～２０$_8$を介して接続する多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の出力側と、他の多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の出力側との間は、それぞれ光ファイバ群１２によって接続されている。例えば、方路Ｄ１について、方路Ｄ１の有する光ファイバ心線１０$_1$に光スイッチ２０$_1$を介して接続する多心光コネクタ３０$_1$の出力側は、多心光コネクタ３０$_1$、３０$_2$以外の他の多心光

コネクタ３０$_3$～３０$_8$の出力側に光ファイバ群１２を介してそれぞれ接続している。また、同じく方路Ｄ１について、方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_2$に光スイッチ２０$_2$を介して接続する多心光コネクタ３０$_2$の出力側は、多心光コネクタ３０$_1$、３０$_2$以外の他の多心光コネクタ３０$_3$～３０$_8$の出力側に光ファイバ群１２を介してそれぞれ接続している。

[0017] 多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の出力側を接続する光ファイバ群１２は、光配線路４０を構成している。ここで、光配線路４０において光ファイバ群１２の曲げ半径を小さくできるように、光ファイバ群１２には方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０$_1$～１０$_8$及び光スイッチ２０$_1$～２０$_8$と多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$との間を接続する光ファイバ群１１$_1$～１１$_8$よりも曲げ損失が低いシングルモード光ファイバが使用されている。

[0018] 図２は、第１の実施の形態の光配線路４０の外観を示す図である。なお、図２は基板５０上で光ファイバ群１２により構成された光配線路４０の態様の一例を示すものであり、光ファイバ群１２は図１に示した光配線路４０の接続を正確に反映するものではない。光配線路４０は、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_4$に接続する光ファイバ群１２の端部を除いて基板５０の表面に沿って支持されている。光配線路４０は、ポリイミド等の樹脂を材料としたシート状の基板５０に貼り付けた粘着シート上に光ファイバ群１２を配線し、その上から粘着シート付のポリイミドシートで挟んで構成されている。これに代わって、ポリイミド等の樹脂を材料としたシート状の基板５０の上に光ファイバ群１２を埋め込んでもよい。基板５０は固定する光配線路４０とともに可撓性を有している。

[0019] 図３は、光スイッチ２０$_1$～２０$_8$の動作を説明する模式図である。ここでは、第１方路の光ファイバ心線１０$_1$に接続された光スイッチ２０$_1$を例にとって説明する。光スイッチ２０$_1$は、入力側に１ポート、出力側に６ポートを有する１×６光スイッチを構成している。光スイッチ２０$_1$においては、入力ポート１に方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_1$が接続され、出力ポート１－１～１－６には多心光コネクタ３０$_3$～３０$_8$に接続する光ファイバ群１１$_1$を構成

する６本の光ファイバがそれぞれ接続されている。なお、一般に、方路の数をＮ、方路が有する光ファイバ心線の数をＭ本とすると、ポート数は（Ｎ－１）×Ｍになるが、本実施の形態ではＮ＝４、Ｍ＝２であるためポート数は６個である。

[0020] 光スイッチ２０_{1}においては、入力ポート１と出力ポート１－１～１－６のいずれか１個との間の光路を切り替えて接続する。すなわち、光ファイバ心線１０_{1}と光ファイバ群１１_{1}を構成する６本の光ファイバのいずれか１本とを接続する。このような光路の切り替えは、光信号を電気信号に変換することなく、光路を機械的に突き合わせたり離したりすることで実現してもよい。また、このような接続の制御は、制御信号に従うものであってもよい。なお、ここでは光スイッチ２０_{1}について説明したが、他の光スイッチ２０_{2}～２０_{8}についても同様である。

[0021] 図４は、光クロスコネクト装置の動作を説明する模式図である。図４は、図１に示した光クロスコネクト装置に対応するものであるが、図中では簡単のために光スイッチ２０_{1}～２０_{8}と光配線路４０との間に介在する光ファイバ群１１_{1}～１１_{8}及び多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}を省略している。

[0022] 光スイッチ２０_{1}、２０_{2}を例にして説明すると、光スイッチ２０_{1}、２０_{2}の入力ポート１、２には、それぞれ方路Ｄ１の光ファイバ心線１０_{1}、１０_{2}が接続している。光スイッチ２０_{1}、２０_{2}の出力ポート１－１～１－６、２－１～２－６は、光配線路４０を構成する光ファイバ群１２を含む光路を通ってそれぞれ他の光スイッチ２０_{3}～２０_{8}の出力ポートの一つに接続している。他の光スイッチ２０_{3}～２０_{8}についても同様である。

[0023] この光クロスコネクト装置においては、第１接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ２との間、方路Ｄ３と方路Ｄ４との間をそれぞれ接続することができる。このとき、方路Ｄ１と方路Ｄ２との間については、方路Ｄ１に対応する光スイッチ２０_{1}、２０_{2}と方路Ｄ２に対応する光スイッチ２０_{3}、２０_{4}とが光配線路４０を通じて互いに接続される。したがって、方路Ｄ１の光ファイバ心線１０_{1}、１０_{2}と方路Ｄ２の光ファイバ心線１０_{3}、１０_{4}とが互いに接

続される。ここで、第１方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_1$と第２方路Ｄ２の光ファイバ心線１０$_3$と、第１方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_2$と第２方路Ｄ２の光ファイバ心線１０$_4$とが接続されてもよいし、逆に、第１方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_1$と第２方路Ｄ２の光ファイバ心線１０$_4$と、第１方路Ｄ１の光ファイバ心線１０$_2$と第２方路Ｄ２の光ファイバ心線１０$_3$とが接続されてもよい。

[0024] また、方路Ｄ３及び方路Ｄ４については、方路Ｄ３に対応する光スイッチ２０$_5$、２０$_6$と方路Ｄ４に対応する光スイッチ２０$_7$、２０$_8$が接続され、方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_5$、１０$_6$と方路Ｄ４の光ファイバ心線１０$_7$、１０$_8$とが互いに接続される。ここで、第３方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_5$と第４方路Ｄ４の光ファイバ心線１０$_7$と、第３方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_6$と第２方路Ｄ４の光ファイバ心線１０$_8$とが接続されてもよいし、逆に、第３方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_5$と第４方路Ｄ４の光ファイバ心線１０$_8$と、第３方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_6$と第４方路Ｄ３の光ファイバ心線１０$_7$とが接続されてもよい。

[0025] 光クロスコネクト装置においては、第２接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ３との間、方路Ｄ２と方路Ｄ４との間をそれぞれ接続することができる。また、第３接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ４との間、方路Ｄ２と方路Ｄ３との間をそれぞれ接続することができる。これら第２及び第３接続態様の場合にも、第１接続態様と同様に、接続する方路Ｄ１～Ｄ４に対応する光スイッチ２０$_1$～２０$_8$が光配線路４０を介して適切に接続され、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０$_1$～１０$_9$が適切に接続される。

[0026] 上述のような構成を有する光クロスコネクト装置は、光クロスコネクト装置において光スイッチ２０$_1$～２０$_8$から多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の一片に至る部分を製造する工程と、光クロスコネクト装置において光配線路４０から多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の他片に至る部分を製造する工程と、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の一片及び他片を連結する工程とによって製造することができる。

[0027] 詳しくは、光スイッチ２０$_1$～２０$_8$は、光ファイバ群１１$_1$～１１$_8$を介して多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の一片に接続される。基板５０上に光ファイバ群１２を適切に配置することで光配線路４０が構成され、光配線路４０は多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の他片に接続される。最後に、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$の一片と他片とが連結される。

[0028] 上述のように、第１の実施の形態の光クロスコネクト装置において、光配線路４０は光スイッチ２０$_1$～２０$_8$に多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$によって連結及び取り外しが可能なように取り付けられている。このため、多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$を連結するだけで光配線路４０と光スイッチ２０$_1$～２０$_8$との間の光配線が完成するため、光クロスコネクト装置の製造が容易になる。単心ごとに光ファイバ群１２を接続したり、光ファイバ群１２を交差して配線したりするような光ファイバ群１２の複雑な配線を実施する必要がなくなり、光クロスコネクト装置を製造するための作業の負担が軽減される。

[0029] 光クロスコネクト装置の製造においては、光スイッチ筐体から光ファイバが引き出されてピグテイルとなった状態で、この光ファイバ同士を接続して光スイッチ間の光配線を行っていた。行き先の異なる光ファイバを単心ごとに融着接続する場合、融着接続を行う機器で光ファイバを接続するために光ファイバには余長を持たせる必要があり、光クロスコネクト装置内でこの光ファイバ余長を収納する作業が光クロスコネクト装置の組立作業性の向上を阻害していた。しかしながら、第１の実施の形態の光クロスコネクト装置においては、光配線路４０は多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$によって連結及び取り外しが可能であるため。単心ごとの融着接続や光ファイバに余長を持たせる必要がなくなり、製造の負担が軽減される。

[0030] また、光配線路４０の光ファイバ群１２を単心ごとに接続して配線する必要がなくなるため、光配線路４０を小型化することができる。光配線路４０の光ファイバ群１２に光ファイバ曲げ損失が低いシングルモード光ファイバを使用することによって、光ファイバを小さい曲率半径で曲げることが可能になり、光配線路４０をさらに小型化することができる。多段ループ網にお

ける光クロスコネクト装置は屋外のクロージャに設置するため、小型化によりスペースに制限のあるクロージャにも設置することができるようになる。

[0031] さらに、光クロスコネクト装置に故障が発生した際にも、多心光コネクタ30_1～30_8によって光配線路４０を取り外すことができるため、光クロスコネクト装置の保守性が向上する。光スイッチ20_1～20_8に光ファイバ群１２を単心ごとに融着接続で配線していると、故障した光スイッチ20_1～20_8の光ファイバ群１２を１本ごとに探し出して融着接続した部位を切断するような作業が必要になるが、本実施の形態では光スイッチ20_1～20_8と光ファイバ群１２とは多心光コネクタ30_1～３０によって取り外すことができるため、作業の負担が軽減される。

[0032] （第２の実施の形態）

図５は、第２の実施の形態の光クロスコネクト装置の構成を示す図である。第２の実施の形態の光クロスコネクト装置は、光配線路４０の大部分が光導波路によって構成されている点が第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と相違している。他の構成は、第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と同様であるため、対応する構成要素には共通する符号を付して参照することにする。

[0033] 第２の実施の形態の光コネクタ装置において、方路Ｄ１～Ｄ４の４方路はそれぞれ２本の光ファイバ心線10_1～10_8を有し、光ファイバ心線10_1～10_8は、各光ファイバ心線10_1～10_8に設けられた光スイッチ20_1～20_8の入力側に接続されている。

[0034] 光スイッチ20_1～20_8の出力側は、それぞれ６本の並列な光ファイバで構成された光ファイバ群11_1～11_8によって多心光コネクタ30_1～30_8の入力側にそれぞれ接続されている。多心光コネクタ30_1～30_8は、入力側の一片と出力側の他片とから構成され、一片及び他片を機械的に連結したり切り離したりすることにより、入力側の光ファイバ群11_1～11_8と出力側の６本の光ファイバ群１２との間で光路を接続したり切り離したりすることができる。多心光コネクタ30_1～30_8にはＭＴコネクタが使用されてい

るが、ＭＰＯコネクタを使用してもよい。

[0035] 方路Ｄ１～Ｄ４について、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}に光スイッチ２０_{1}～２０_{8}を介して接続する多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の出力側と、他の多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の出力側との間は、それぞれ光ファイバ群１３_{1}～１３_{8}及び光導波路６１で構成された光路によって構成された光配線路４０によって接続されている。光導波路６１は、基板６０の表面に形成されていてもよい。基板６０は、例えば二酸化シリコン等の結晶基板から構成されていてもよい。光ファイバ群１３_{1}～１３_{8}は、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の入力側に接続された光ファイバ群１１_{1}～１１_{8}と同様に６本の並列な光ファイバから構成され、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の出力側と、基板６０に形成された光導波路６１とを接続している。

[0036] 第２の実施の形態の光クロスコネクト装置においても、光クロスコネクト装置の動作は第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と同様である。すなわち、第１接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ２との間、方路Ｄ３と方路Ｄ４との間をそれぞれ接続することができる。また、第２接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ３との間、方路Ｄ２と方路Ｄ４との間をそれぞれ接続することができ、第３接続態様として、方路Ｄ１と方路Ｄ４との間、方路Ｄ２と方路Ｄ３との間をそれぞれ接続することができる。これら第１接続態様から第３接続態様において、方路Ｄ１～Ｄ４に対応する光スイッチ２０_{1}～２０_{8}は、光ファイバ心線１０_{1}～１０_{9}を介して接続する方路Ｄ１～Ｄ４の対応する光スイッチ２０_{1}～２０_{8}に適切に接続される。したがって、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}は、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}に適切に接続される。

[0037] 上述のような構成を有する光クロスコネクト装置は、光クロスコネクト装置において光スイッチ２０_{1}～２０_{8}から多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片に至る部分を製造する工程と、光クロスコネクト装置において光配線路４０から多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の他片に至る部分を製造する工程と、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片及び他片を連結する工程とによって製造する

ことができる。

[0038] 詳しくは、光スイッチ２０_{1}～２０_{8}は光ファイバ群１１_{1}～１１_{8}を介して多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片に接続され、基板６０に形成された光導波路６１は光ファイバ群１３_{1}～１３_{8}を介して多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の他片に接続される。そして、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片と他片とが連結される。

[0039] 第２の実施の形態の光クロスコネクト装置においては、光配線路４０の大部分が基板６０に形成された光導波路によって構成されている。光導波路は高密度な配線が可能であるため、光配線路４０の小型化が可能である。また、光導波路は基板６０に一体として形成されているため堅牢である。

[0040] 第２の実施の形態の光クロスコネクト装置においても第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と同様に、光配線路４０は光スイッチ２０_{1}～２０_{8}に多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}によって連結及び取り外しが可能なように取り付けられている。このため、光配線路４０を多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}を接続するだけで光配線路４０と光スイッチ２０_{1}～２０_{8}との間の光配線が完成し、光クロスコネクト装置を製造するための作業の負担が軽減される。

[0041] また、光配線路４０の光ファイバ群１２を単心ごとに接続して配線する必要がなくなり、光配線路４０を小型化することができ、屋外のクロージャのようにスペースに制限のあっても小型化により設置することができる。さらに、光クロスコネクト装置に故障が発生した際にも多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}を切り離すだけで光配線路４０を取り外すことができるため、光クロスコネクト装置の保守性が向上する。

[0042] （第３の実施の形態）

図６は、第３の実施の形態の光クロスコネクト装置の構成を示す図である。第３の実施の形態の光クロスコネクト装置は、光配線路４０の全体が光導波路によって構成され、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の出力側は光導波路が形成された基板６０の周縁に取り付けられている点が第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と相違している。他の構成は、第１の実施の形態の光ク

ロスコネクト装置と同様であるため、対応する構成要素には共通する符号を付して参照することにする。

[0043] 第３の実施の形態の光コネクタ装置において、方路Ｄ１～Ｄ４の４方路はそれぞれ２本の光ファイバ心線10_1～10_8を有し、光ファイバ心線10_1～10_8は、各光ファイバ心線10_1～10_8に設けられた光スイッチ20_1～20_8の入力側に接続されている。

[0044] 光スイッチ20_1～20_8の出力側は、それぞれ６本の並列な光ファイバから構成された光ファイバ群11_1～11_8によって多心光コネクタ30_1～30_8の入力側にそれぞれ接続されている。多心光コネクタ30_1～30_8は、入力側の一片と出力側の他片とから構成され、一片及び他片を機械的に連結したり切り離したりことにより、入力側の光ファイバ群11_1～11_8と出力側の光配線路４０に接続された６本の光ファイバ群１２との間で接続と切り離しとを可能にしている。多心光コネクタ30_1～30_8にはＭＴコネクタが使用されているが、ＭＰＯコネクタを使用してもよい。

[0045] 方路Ｄ１～Ｄ４について、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線10_1～10_8に光スイッチ20_1～20_8を介して接続する多心光コネクタ30_1～30_8の出力側と、他の多心光コネクタ30_1～30_8の出力側との間は、光導波路６１で構成された光配線路４０によって接続されている。光導波路６１は、基板６０の表面に形成されていてもよい。基板６０は、例えば二酸化シリコン等の結晶基板から構成されていてもよい。

[0046] 第３の実施の形態の光クロスコネクト装置においても、光クロスコネクト装置の動作は第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と同様である。すなわち、第１接続態様として、方路Ｄ１及び方路Ｄ２、方路Ｄ３及び方路Ｄ４をそれぞれ接続することができる。また、第２接続態様として、方路Ｄ１及び方路Ｄ３、方路Ｄ２及び方路Ｄ４をそれぞれ接続することができ、第３接続態様として、方路Ｄ１及び方路Ｄ４、方路Ｄ２及び方路Ｄ３をそれぞれ接続することができる。これら第１接続態様から第３接続態様において、方路Ｄ１～Ｄ４に対応する光スイッチ20_1～20_8は、光ファイバ心線10_1～1

０_{8}を介して接続する方路Ｄ１～Ｄ４の対応する光スイッチ２０_{1}～２０_{8}に適切に接続される。したがって、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}は、方路Ｄ１～Ｄ４の光ファイバ心線１０_{1}～１０_{8}に適切に接続される。

[0047] 上述のような構成を有する光クロスコネクト装置は、光クロスコネクト装置において光スイッチ２０_{1}～２０_{8}から多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片に至る部分を製造する工程と、光クロスコネクト装置において光配線路４０から多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の他片に至る部分を製造する工程と、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片及び他片を連結する工程とによって製造することができる。

[0048] 詳しくは、光スイッチ２０_{1}～２０_{8}は光ファイバ群１１_{1}～１１_{8}を介して多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片に接続され、基板６０に形成された光導波路６１は多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の他片に接続される。そして、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の一片と他片とが連結される。

[0049] 第３の実施の形態の光クロスコネクト装置においては、光配線路４０の全体が基板６０に形成された光導波路によって構成されている。光導波路は高密度な配線が可能であり、光配線路４０の全体が光導波路によって形成されているため、光配線路４０のさらなる小型化が可能である。また、光導波路は基板６０に一体として形成され、多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}の出力側も基板６０の周縁に取り付けられて基板６０に形成された光導波路に直接に接続されているため堅牢である。

[0050] 第３の実施の形態の光クロスコネクト装置においても第１の実施の形態の光クロスコネクト装置と同様に、光配線路４０は光スイッチ２０_{1}～２０_{8}に多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}によって連結及び取り外しが可能なように取り付けられている。このため、光配線路４０を多心光コネクタ３０_{1}～３０_{8}を連結するだけで光配線路４０と光スイッチ２０_{1}～２０_{8}との間の光配線が完成し、光クロスコネクト装置を製造するための作業の負担が軽減される。

[0051] また、光配線路４０の光ファイバ群１２を単心ごとに接続して配線する必要がなくなるため光配線路４０を小型化することができ、屋外のクロージャ

のようにスペースに制限のあっても小型化により設置することができる。さらに、光クロスコネクト装置に故障が発生した際にも多心光コネクタ３０$_1$～３０$_8$によって光配線路４０を取り外すことができるため、光クロスコネクト装置の保守性が向上する。

符号の説明

[0052] １０$_1$～１０$_8$　光ファイバ心線

１１$_1$～１１$_8$　光ファイバ群

１２　光ファイバ群

２０$_1$～２０$_8$　光スイッチ

３０$_1$～３０$_8$　多心光コネクタ

４０　光配線路

５０　基板

請求の範囲

[請求項1] １本以上の光ファイバ心線を有する方路について、複数の方路の間で光ファイバ心線の接続を切り替える光クロスコネクト装置であって、

各光ファイバ心線に入力側で接続する光スイッチと、

前記光スイッチの出力側に並列な光ファイバを介して入力側で接続する多心光コネクタと、

前記方路の前記光ファイバ心線に前記光スイッチを介して接続する前記多心光コネクタについて、一の前記方路の前記多心光コネクタの出力側と、他の前記方路の前記多心光コネクタの出力側との間をそれぞれ接続する光路から構成された光配線路と

を含み、

前記光スイッチは、前記方路の光ファイバ心線の１本を前記光路の内の１本に接続する光クロスコネクト装置。

[請求項2] 前記光配線路は光ファイバによって構成され、前記光ファイバは基板によって少なくとも一部が支持された請求項１に記載の光クロスコネクト装置。

[請求項3] 前記光配線路を構成する光ファイバは、前記光スイッチと前記多心光コネクタとの間を接続する光ファイバの心線よりも曲げ損失が低い請求項２に記載の光クロスコネクト装置。

[請求項4] 前記光配線路は基板に形成された光導波路を含む請求項１に記載の光クロスコネクト装置。

[請求項5] 前記光配線路と前記多心光コネクタとの間は、光ファイバにより接続された請求項４に記載の光クロスコネクト装置。

[請求項6] 前記多心光コネクタは前記基板の周縁に配置され、前記光導波路に接続する請求項４に記載の光クロスコネクト装置。

[請求項7] ２本の光ファイバ心線を有する方路について、４方路の間で光ファイバ心線の接続を切り替える請求項１に記載の光クロスコネクト装置

。

[請求項8] 請求項１から７のいずれか１項に記載された光クロスコネクト装置の製造方法であって、

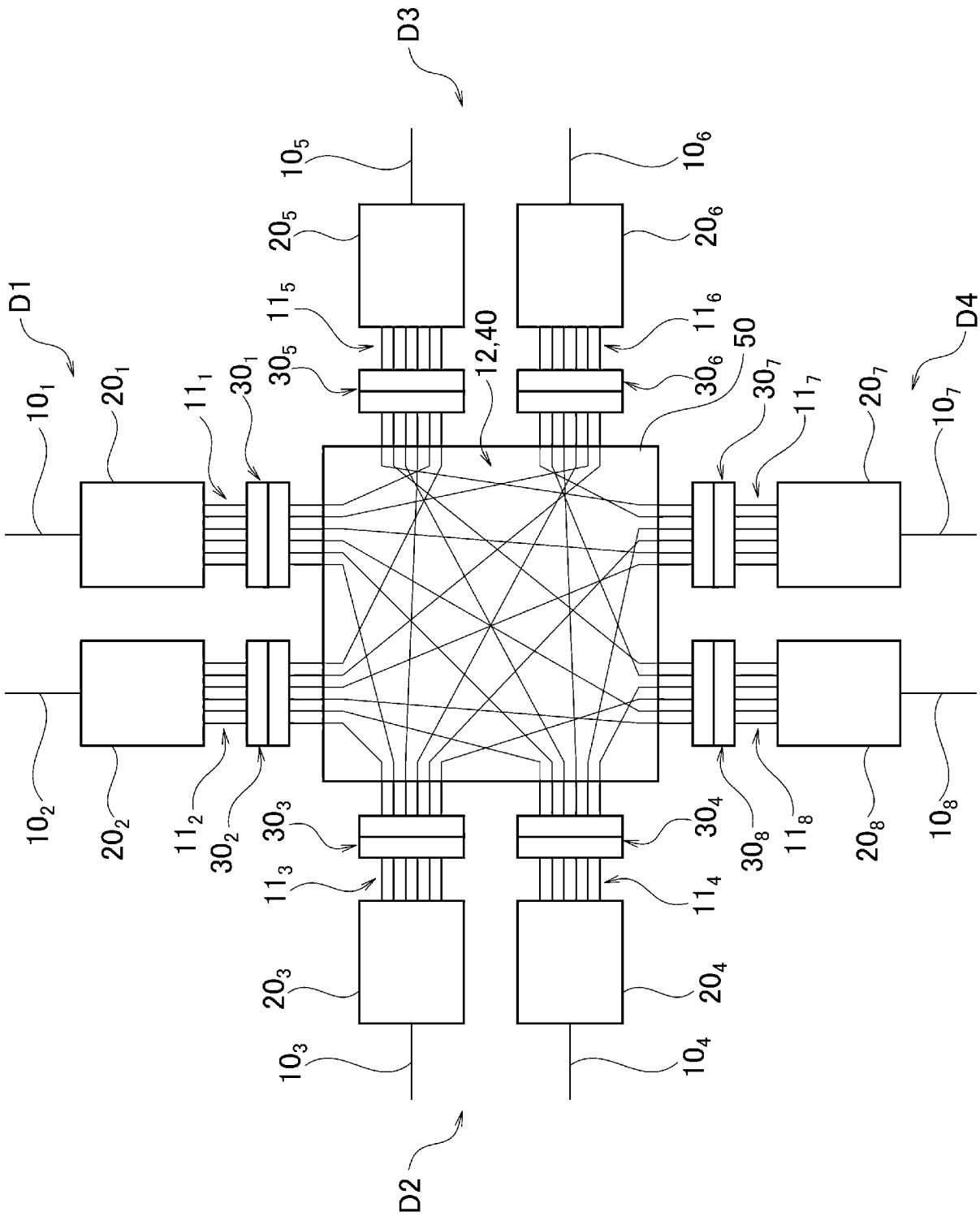
前記光スイッチを前記多心光コネクタの一片に接続する工程と、

前記光配線路から前記多心光コネクタの他片に至る部分を製造する工程と、

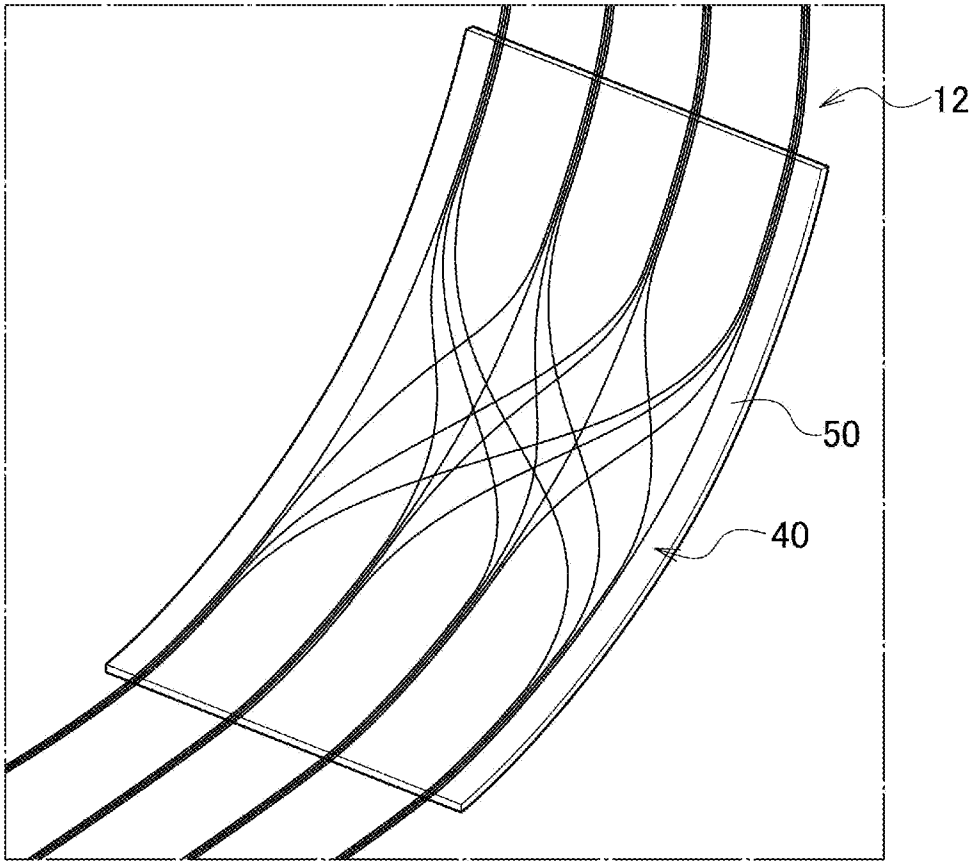
前記多心光コネクタの一片及び他片を連結する工程と

を含む製造方法。

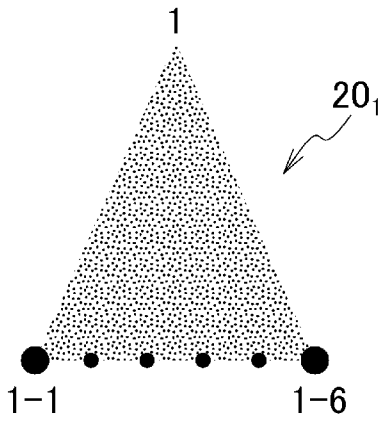
[図1]


D1
D2
D3
D4
50
12,40
10_1
10_2
10_3
10_4
10_5
10_6
10_7
10_8
20_1
20_2
20_3
20_4
20_5
20_6
20_7
20_8
11_1
11_2
11_3
11_4
11_5
11_6
11_7
11_8
30_1
30_2
30_3
30_4
30_5
30_6
30_7
30_8

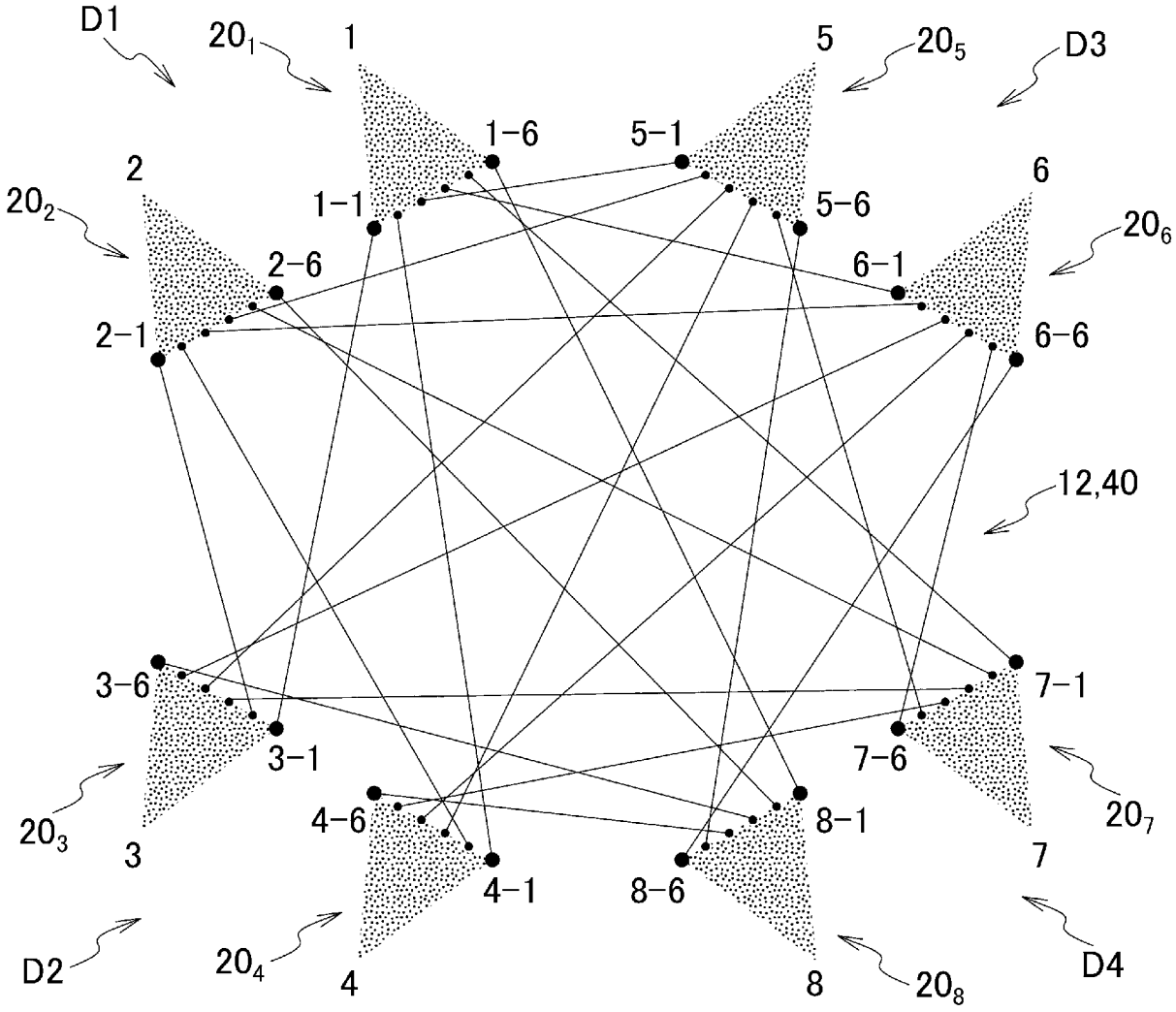
[図2]



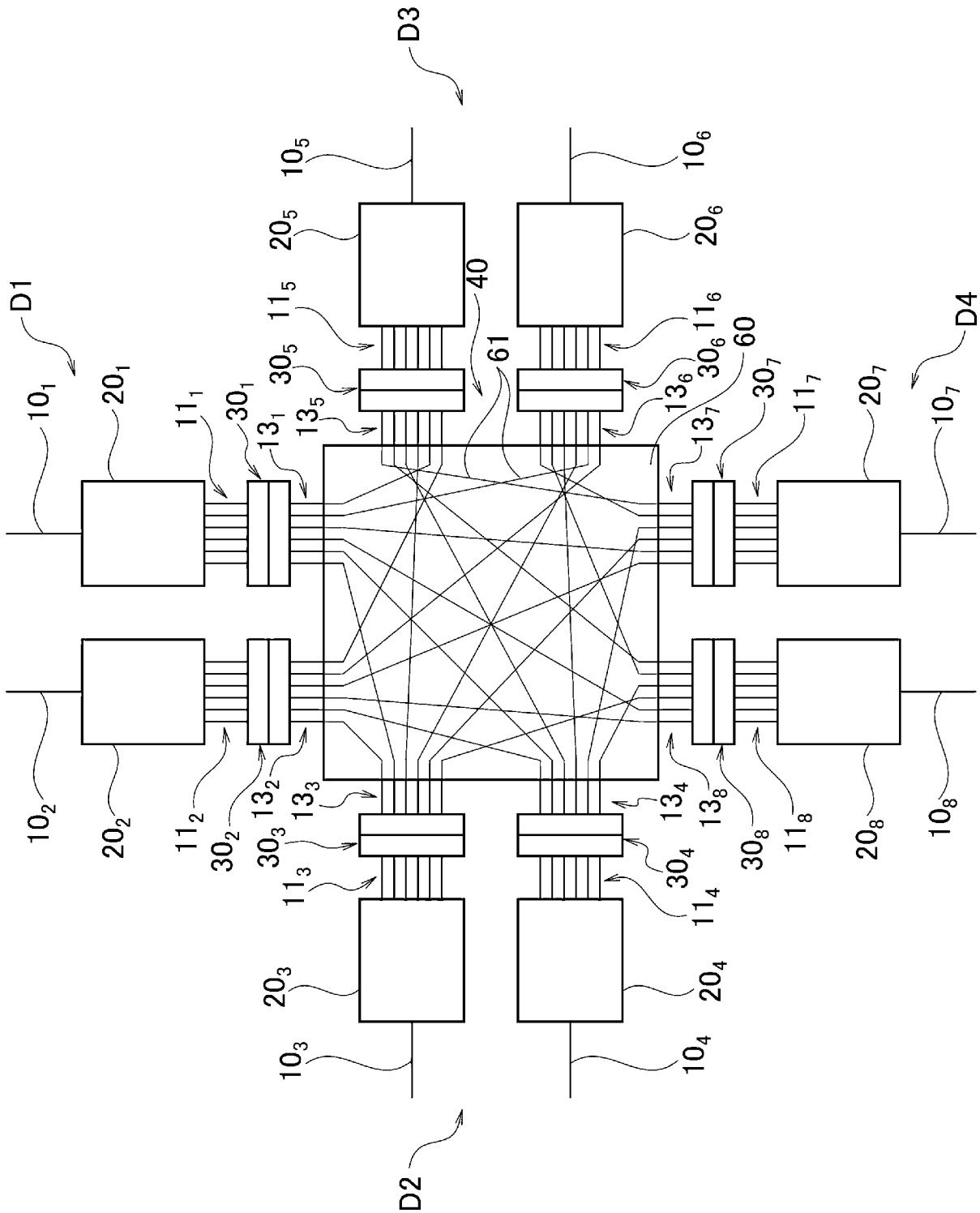
[図3]


1
20_1
1-1
1-6

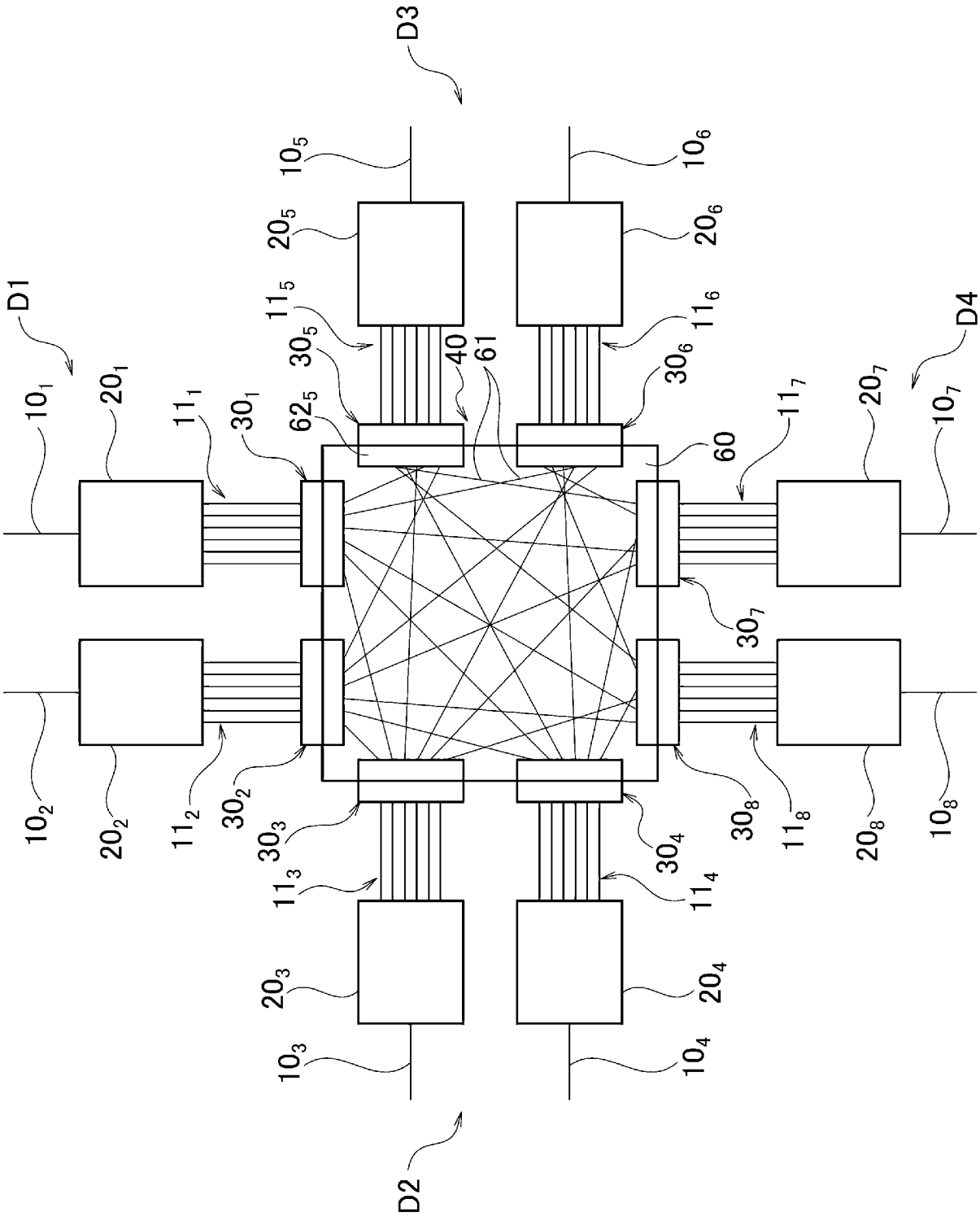
[図4]


D1
20_1
1
5
20_5
D3
1-6
5-1
2
6
20_2
1-1
5-6
20_6
2-6
6-1
2-1
6-6
12,40
3-6
7-1
3-1
7-6
20_3
20_7
4-6
8-1
3
7
4-1
8-6
D2
20_4
D4
4
8
20_8

[図5]


D1
D2
D3
D4
40
60
61
10_1
10_2
10_3
10_4
10_5
10_6
10_7
10_8
20_1
20_2
20_3
20_4
20_5
20_6
20_7
20_8
11_1
11_2
11_3
11_4
11_5
11_6
11_7
11_8
30_1
30_2
30_3
30_4
30_5
30_6
30_7
30_8
13_1
13_2
13_3
13_4
13_5
13_6
13_7
13_8

[図6]


D3
D1
D4
D2
10_1
10_2
10_3
10_4
10_5
10_6
10_7
10_8
20_1
20_2
20_3
20_4
20_5
20_6
20_7
20_8
11_1
11_2
11_3
11_4
11_5
11_6
11_7
11_8
30_1
30_2
30_3
30_4
30_5
30_6
30_7
30_8
62_5
40
61
60

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/029474

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/35(2006.01)i
FI: G02B6/35

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)

G02B6/35; G02B6/12-6/125; G02B6/24; G02B6/36-6/40; H04B10/00-10/90

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	US 2004/0264847 A1 (KOH, Seungug. WU, Danjin) 30 December 2004 (2004-12-30) paragraphs [0071]-[0077], fig. 7-11	1, 8
Y	paragraphs [0071]-[0077], fig. 7-11	2, 4-6
A	paragraphs [0071]-[0077], fig. 7-11	3, 7
Y	JP 2002-258081 A (FUJITSU LTD) 11 September 2002 (2002-09-11) paragraphs [0068]-[0070], [0080]-[0082], fig. 5-6, 14-15	2, 4-6
Y	JP 2015-184667 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 22 October 2015 (2015-10-22) paragraphs [0017]-[0025], fig. 1	6
A	WO 2022/009291 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 13 January 2022 (2022-01-13) entire text, all drawings	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
16 August 2022	**30 August 2022**
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/JP2022/029474

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2004/0264847 A1	30 December 2004	(Family: none)	
JP 2002-258081 A	11 September 2002	US 2002/0118907 A1 paragraphs [0169]-[0175], [0195]-[0200], fig. 13-14, 21-22 EP 1237019 A2 CA 2373564 A1	
JP 2015-184667 A	22 October 2015	US 2015/0277066 A1 paragraphs [0037]-[0049], fig. 1	
WO 2022/009291 A1	13 January 2022	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/029474

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G02B 6/35(2006.01)i
FI: G02B6/35

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））

G02B6/35; G02B6/12-6/125; G02B6/24; G02B6/36-6/40; H04B10/00-10/90

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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	US 2004/0264847 A1 (KOH, Seungug and WU, Danjin) 30.12.2004 (2004-12-30) 段落[0071]-[0077], 図7-11	1,8
Y	段落[0071]-[0077], 図7-11	2,4-6
A	段落[0071]-[0077], 図7-11	3,7
Y	JP 2002-258081 A (富士通株式会社) 11.09.2002 (2002-09-11) 段落[0068]-[0070],[0080]-[0082], 図5-6,14-15	2,4-6
Y	JP 2015-184667 A (インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション) 22.10.2015 (2015-10-22) 段落[0017]-[0025], 図1	6
A	WO 2022/009291 A1 (日本電信電話株式会社) 13.01.2022 (2022-01-13) 全文, 全図	1-8

☐ 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
“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	国際調査報告の発送日
16.08.2022	30.08.2022

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）
山本　貴一 2L 4086

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/JP2022/029474

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
US 2004/0264847 A1	30.12.2004	（ファミリーなし）	
JP 2002-258081 A	11.09.2002	US 2002/0118907 A1 段落[0169]-[0175],[0195]-[0200], 図13-14,21-22 EP 1237019 A2 CA 2373564 A1	
JP 2015-184667 A	22.10.2015	US 2015/0277066 A1 段落[0037]-[0049], 図1	
WO 2022/009291 A1	13.01.2022	（ファミリーなし）	