

(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
2017年9月14日(14.09.2017)



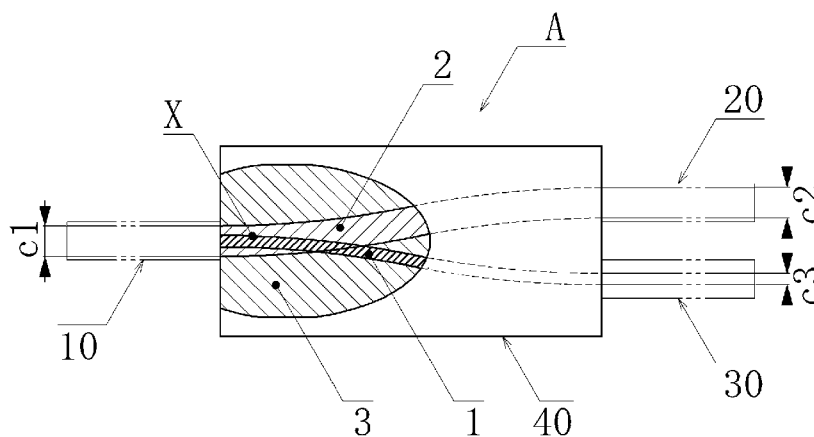
(10) 国際公開番号
WO 2017/155007 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 6/125 (2006.01) G02B 6/28 (2006.01)
G02B 6/12 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009345
- (22) 国際出願日: 2017年3月8日(08.03.2017)
- (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 2016-045209 2016年3月9日(09.03.2016) JP
- (71) 出願人: アダマンド株式会社 (ADAMANT CO., LTD) [JP/JP]; 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 Tokyo (JP). 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 藤原 弘幸 (FUJIWARA Hiroyuki); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 勝 (SASAKI Masaru); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 鳥居 薫 (TORII Kaoru); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 廉 (WATANABE Ren); 〒1238595 東京都足立区新田1丁目16番7号 アダマンド株式会社内 Tokyo (JP). 飯久保 忠久
- (74) 代理人: 細井 勇 外 (HOSOI Isamu et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座8-19-3 銀座竹葉亭ビル8階 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, 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, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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),

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL BRANCHING/COUPLING INSTRUMENT AND OPTICAL TRANSMISSION/RECEPTION MODULE

(54) 発明の名称: 光分岐結合器及び光送受信モジュール



(57) Abstract: Provided is an optical branching/coupling instrument in which optical transmission quality is improved by preventing a reduction in optical transmission quality, said reduction being due, for example, to an optical waveguide core affecting a light of another optical waveguide core in the vicinity of a joining section of the two optical waveguide cores. This optical branching/coupling instrument comprises: a first optical waveguide 1 that is provided extending from one end side to another end side; a second optical waveguide 2 that is provided extending on a separate route from the same one end side to the other end side, the other end side of said second optical waveguide 2 being joined to the other end side of the first optical waveguide 1; and a cladding layer 3 that covers the periphery of the first optical waveguide 1 and the second optical waveguide 2, wherein the first and second optical waveguides comprise a cured product of a photocuring resin.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/155007 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

二本の光導波路コアの接合部付近で、一方の光導波路コアの光が、他方の光導波路コアに影響されること等に起因した、光伝送品質の低下を防ぎ、光伝送品質が向上した光分岐結合器を提供する。本発明の光分岐結合器は、一端側から他端側へ延設された第 1 の光導波路 1 と、同じ一端側から他端側へ別経路にて延設されるとともに該他端側を第 1 の光導波路 1 の前記他端側に接合した第 2 の光導波路 2 と、これら第 1 の光導波路 1 及び第 2 の光導波路 2 の周囲を覆うクラッド層 3 とを備え、第 1 及び第 2 の光導波路が光硬化樹脂の硬化物よりなる。

明 細 書

発明の名称：光分岐結合器及び光送受信モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光の分岐器や結合器等として使用可能な光分岐結合器及び光送受信モジュールに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、この種の発明には、例えば特許文献1に記載されるもののよう、中空状の筐体と、該筐体の壁面に接続された三つの光ファイバと、前記筐体内に支持された光学フィルタ（ハーフミラーやWDMフィルタ等）と、前記筐体内に充填された光硬化樹脂の硬化物を具備した光モジュールがある。

この光モジュールの製造方法では、前記光ファイバから照射される光により筐体内の光硬化樹脂を硬化させて、前記光フィルタの両側に三つコアを形成する。このような製造技術は、自己形成導波路技術と称される。この後、前記三つのコアを被覆するように、これらコアよりも屈折率が小さい材料からなるクラッドを形成する。

また、他の従来技術としては、例えば特許文献2に記載されるもののように、自己形成導波路技術により、フィルターレスの分岐構造を形成したものもある。この従来技術では、分岐された二本の光導波路コアの角度が、10度以上の30度以下に限定されており、これによって、設計及び製造時の光軸合せの困難が解消され、光損失の増加を抑制できるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-32582号公報

特許文献2：特開2010-8787号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、前者従来技術では、ハーフミラーやWDMフィルタ等の光

学フィルタを内在しているため、筐体内の構造が複雑になる上、比較的高価な構成になってしまう。

後者従来技術では、分岐された二本の光導波路コアを特定の角度としなければならないため、光軸交差方向に大型化してしまう可能性がある。

また、前記何れの従来技術においても、二本の光導波路コアの接合部付近で、一方の光導波路コアの光が、他方の光導波路コアに影響されること等に起因して、光伝送品質の低下をまねくおそれがある。

課題を解決するための手段

[0005] このような課題に鑑みて、本発明の光分岐結合器は、一端側から他端側へ延設された第1の光導波路と、同じ一端側から他端側へ別経路にて延設されるとともに、該他端側を前記第1の光導波路の前記他端側に接合した第2の光導波路と、これら第1の光導波路及び第2の光導波路の周囲を覆うクラッド層とを備え、第1及び第2の光導波路が同じ光硬化樹脂の硬化物であることを特徴とする。

[0006] また、本発明第2の態様では、一端側から他端側へ延設された第1の光導波路と、同じ一端側から他端側へ別経路にて延設されるとともに、該他端側を前記第1の光導波路の前記他端側に接合した第2の光導波路と、これら第1の光導波路及び第2の光導波路の周囲を覆うクラッド層とを備え、前記第1の光導波路が第1の光硬化樹脂の硬化物であり、前記第2の光導波路が前記第1の光硬化樹脂とは異なる第2の光硬化樹脂の硬化物であり、前記第2の光導波路の屈折率が、前記第1の光導波路の屈折率よりも小さく、前記クラッド層の屈折率が、前記第2の光導波路の屈折率よりも小さいことを特徴とする。

発明の効果

[0007] 上述した基本構造を用いたことで本発明の光分岐結合器は、製造に際して、光を入力させることにより、光導波路を自己的につくることができる。また、同一直線状に無い複数の光軸に対して、導波路を自己調芯接続することが可能となる。加えて、光分岐結合器を、フィルタ及びレンズ等の光学部品

を用いずに構成することができる。

[0008] 即ち、この様な構造を具備することによって、本発明では、光伝送品質を向上した光分岐結合器を自己形成導波路技術によって製造することが可能となっている。

[0009] また、前記第2の態様の光分岐結合器では、光伝送品質を更に向上することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明に係る光分岐結合器の一例を示す側面図であり、要部を切欠した断面で示している。

[図2]第1及び第2の光導波路と第1ポートの接合部分の概略構造を示す斜視図であり、クラッド層の図示を省略している。

[図3]本発明に係る光分岐結合器の製造方法の一例を示す模式図であり、クラッド層を形成した状態を示している。

[図4]本発明に係る光送受信モジュールの一例を示す側面図である。

[図5]本発明に係る光送受信モジュールを用いた場合のアイパターン測定画像を示す。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。以下、異なる図における同一符号は同一部位を示しており、重複する説明は適宜省略する。

[0012] 図1は、本発明に係る光分岐結合器の一例を示す。

この光分岐結合器Aは、一端側（図1によれば右端側）から他端側（図1によれば左端側）へ延設された第1の光導波路1と、同じ一端側から別経路にて他端側へ延設されるとともに該他端側を第1の光導波路1の前記他端側に接合した第2の光導波路2と、これら第1の光導波路1及び第2の光導波路2をコアとして該コアの周囲を覆うクラッド層3とを具備している。

なお、図1中、二点鎖線は、光分岐結合器Aを製造する際に用いられた第1ポート10、第2ポート20及び第3ポート30である。

[0013] 第1の光導波路1及び第2の光導波路2は光硬化樹脂の硬化物である。第

2の光導波路2は、第1の光硬化樹脂とは異なる第2の光硬化樹脂の硬化物で構成することができる。そして、クラッド層3は、第1の光硬化樹脂及び第2の光硬化樹脂とは異なる第3の光硬化樹脂の硬化物で構成することができる。尚、クラッド層3は、熱硬化性樹脂といった第2の光硬化樹脂よりも屈折率の低い材質を用いることが可能である。

[0014] 尚、前記第2の光導波路2は、必ずしも第1の光硬化樹脂とは異なる第2の光硬化樹脂の硬化物である必要はなく、光硬化物であれば良い。第1の光導波路1、第2の光導波路2が光硬化樹脂の硬化物よりなる本発明の光分岐結合器を製造するに際して、光を入力させることにより、光導波路を自的につくることができる。また、同一直線状に無い複数の光軸に対して、導波路を自己調芯接続することが可能となる。加えて、光分岐結合器を、フィルタ及びレンズ等の光学部品を用いずに構成することができる。

[0015] 第1及び第2の光硬化樹脂は、例えば400nm～500nmの波長の光により硬化する光硬化樹脂であればよく、一般的な自己形成導波路技術に用いられるものとすればよい。

クラッド層3は、紫外線の照射により硬化する光硬化樹脂等、第2の光硬化性樹脂よりも屈折率の低い材質であればよい。

これら第1の光硬化樹脂、第2の光硬化樹脂及び第3の光硬化樹脂は、例えば、特許文献1及び2に記載された光硬化樹脂や、その他の周知の光硬化樹脂から適宜に選択することが可能である。

そして、前記光硬化樹脂に異なるものを用いることにより、第2の光導波路2の屈折率 n_2 が、第1の光導波路1の屈折率 n_1 よりも小さくなっており、さらに、クラッド層3の屈折率 n_3 が、第1の光導波路1及び第2の光導波路2の屈折率 n_1, n_2 よりも小さくなっている。

[0016] このような屈折率の設定によれば、第1の光導波路1においては、第2の光導波路2に対し、該第1の光導波路1内に光を閉じ込める作用が働く。このため、例えば、第3ポート30から第1の光導波路1を通り、第1ポート10へ光を伝送した場合に、第2の光導波路2への光の漏れが少なく、低損

失且つ高品質な光伝送が可能になる。

[0017] 本実施の形態の好ましい一例では、前記屈折率の比が以下の数式の関係になっている。

$$n_1:n_2:n_3=\text{約}1.54:\text{約}1.52:\text{約}1.45$$

また、第1の光導波路1と第2の光導波路2間、第1の光導波路1とクラッド層3間、第2の光導波路2とクラッド層3間のNA (Numerical Aperture : 開口数) を、 NA_{12} 、 NA_{13} 、 NA_{23} とし、以下の式により計算することができる。

$$NA_{12} = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$$

$$NA_{13} = (n_1^2 - n_3^2)^{1/2}$$

$$NA_{23} = (n_2^2 - n_3^2)^{1/2}$$

本実施の形態の好ましい一例では、以下の数式の関係が成り立つ。

$$NA_{13} > NA_{23} > NA_{12}$$

[0018] また、第1の光導波路1の外径は、第2の光導波路2の外径よりも小さく設定されている。

このように、光導波路の外径を設定すると、例えば、第1ポート10側から第2ポート20側へ向かうように、太い方の第2の光導波路2によって光を伝送した場合に、その光が細い方の第1の光導波路1へ抜けること等による損失を低減することができる。

[0019] 第1の光導波路1と第2の光導波路2は、前記他端側（図示の左端側）に接合部分xを有するとともに、その逆側を枝分かれ状に形成した略Y字状もしくは略V字状に構成される。

接合部分xでは、図2に示すように、第1の光導波路1が第2の光導波路2に内在される。換言すれば、接合部分xは、第1の光導波路1の全周を第2の光導波路2が覆ったダブルコア状に構成される。

[0020] なお、図2では、第1ポート10を実線で示しているが、本発明に係る光分岐結合器Aは、接合部分xの端部に第1ポート10が接続された態様としてもよいし、第1ポート10の無い態様としてもよい。

[0021] クラッド層 3 は、第 1 の光導波路 1 及び第 2 の光導波路 2 をコアとし、このコアの周囲を長手方向の全長にわたって覆っている。

このクラッド層 3 は、後述する容器 40 の内面形状に依じて、例えば、円柱状や、角柱状、その他の立体形状に形成することが可能である。

[0022] 次に、上記構成の光分岐結合器 A について、その製造方法を詳細に説明する。

この製造方法では、第 1 ポート 10 と、第 1 ポート 10 に対し該第 1 ポート 10 の光軸方向（図示例によれば右方向）に離れた第 2 ポート 20 と、第 2 ポート 20 に対し光軸交差方向（図示例によれば下方向）へ間隔を置いて略平行に並ぶ第 3 ポート 30 と、第 2 ポート 20 及び第 3 ポート 30 と第 1 ポート 10 との間の空間を覆うとともに各ポートの前記空間側の先端部を覆う容器 40 とが用いられる。

[0023] 第 1 ポート 10、第 2 ポート 20 及び第 3 ポート 30 は、それぞれ、コア径が異なる光ファイバである。

第 1 ポート 10 のコア径を c_1 、第 2 ポート 20 のコア径を c_2 、第 3 ポート 30 のコア径を c_3 とすると、以下の関係式が成り立つことが好ましい。

$$c_1 \geq c_2 \geq c_3$$

[0024] 特に、本実施の形態の好ましい態様では、前記コア径の関係を以下のようにしている。

$$c_1 = c_2 > c_3$$

[0025] また、容器 40 は、クラッド層 3 の外面形状を形作る中空立体状に形成される。この容器 40 の材質は、例えば、金属や硬質合成樹脂、セラミック、ガラス等の硬質材料とすればよく、必要に応じて、紫外線光を透過させる窓や開口等が設けられる。

この容器 40 の一端側には、第 2 ポート 20 及び第 3 ポート 30 の端部を挿通する貫通状の孔（図示せず）が形成される。

また、容器 40 の他端側には、第 1 ポート 10 の端部を挿通する貫通状の

孔（図示せず）が設けられる。

また、この容器40の壁部には、第1～3の光硬化樹脂を充填したり、未硬化の光硬化樹脂を除去したりするための開口部（図示せず）が設けられている。

[0026] ここで、本実施形態に於いて、図3に示す光分岐結合器は3本のファイバ出射光を用いた自己形成導波路技術により製造しており、低損失の当該結合器を構成することが可能となった。

[0027] そして、上記構成の光分岐結合器Aは、例えば、図4に示す光送受信モジュールBを構成する。

図示例の送受信モジュールBは、第1ポート10を接続した光分岐結合器Aと、第1の光導波路1の前記一端側（図示例によれば右端側）の端面に光を入光するように接続された光源部4と、第2の光導波路2の前記一端側の端面から光を受光するように接続された受光部5と、制御回路部6とを具備した光トランシーバである。

[0028] 光源部4は、発光ダイオードや、レーザダイオード等を備えた光源装置である。

受光部5は、フォトダイオードやフォトトランジスタ等を備えた受光装置である。

[0029] これら光源部4及び受光部5は、制御基板6によって一体的に支持される。

制御基板6は、外部から入力される電気信号を光信号に変換して光源部4から第1の光導波路1へ発するための回路や、第2の光導波路2から受光した光信号を電気信号に変換して外部へ出力するための回路等を有する電子回路基板である。

[0030] 次に、上述した光分岐結合器A及び送受信モジュールBの性能評価実験について説明する。

この実験では、長さ15メートルのS1型200/230 μ mのマルチモードファイバの両端部の各々に、送受信モジュールBを接続し、これら対向

する二つの送受信モジュールB、Bによって1 G b p sの1芯双方向通信を行い、ビットエラーレートテスタ（アジレントテクノロジー社製（現キーサイト・テクノロジー社）N4903A）を用いてアイパターン回析を行った。

[0031] 図5は、上記光分岐結合器Aを有する送受信モジュールBを用いた場合のアイパターン画像を示す。このアイパターン画像は、波形が同じ位置(タイミング・電圧)で複数重ね合っており、光伝送品質が良好であることを示している。

[0032] すなわち、本願発明者らは、鋭意研究の結果、第1の光導波路1の屈折率よりも第2の光導波路2の屈折率を小さくすること、第1の光導波路1を第2の光導波路2よりも細くすること等により、第1の光導波路1と第2の光導波路2の相互間の影響による光伝送品質の低下を抑制できることを見出し、本発明を完成させた。

[0033] また、本実施の形態の光分岐結合器Aでは、第1の光導波路1と第2の光導波路2の間の角度を例えば0～10°程度に小さくすることができ、このようにした場合でも、上記した高い光伝送品質を得ることができる。したがって、光交差方向の寸法を小さくして、光分岐結合器A全体を細身化することができる。

[0034] そして、上記光分岐結合器Aは、特に、一对の双方向通信デバイスを構成するのに適しており、フィルターレスでギガビットクラス的高速通信が可能である。

[0035] なお、上記光分岐結合器Aによれば、光硬化樹脂からなるクラッド層3を設けるようにしたが、他例としては、光硬化樹脂のクラッド層3を省いて、周囲の気体、液体（例えば空気、水等）をクラッド層とすることも可能である。

[0036] また、図2に示す一例では、特に好ましい態様として、第2の光導波路2の外径c2を、第1ポート10におけるコア径c1と略同径にしたが、他例としては、外径c2をコア径c1よりも小さくすることが可能である。

[0037] また、上記光分岐結合器 A では、第 1 ポート 10 を単一のコアと単一のクラッドを有する光ファイバとしているが、より好ましい他例としては、第 1 ポート 10 を、中心部寄りのコアと、該コアの周囲を覆う第 1 クラッドと、該第 1 クラッドの周囲を覆う第 2 クラッドとを具備するダブルクラッド構造の光ファイバとしてもよい。

この他例では、第 1 ポート 10 のコア径を第 1 の光導波路 1 の外径以上とし、第 1 の光導波路 1 を、第 1 ポート 10 のコアに接合する。

そして、第 1 ポート 10 の前記第 1 クラッドの外径を第 2 の光導波路 2 の外径以上とし、第 2 の光導波路 2 を、前記他端側にて第 1 の光導波路 1 を覆うようにして第 1 ポート 10 の前記第 1 クラッドの部分に接合する。

[0038] また、本発明は上述した実施の形態に限定されず、本発明の要旨を変更しない範囲で適宜変更可能である。

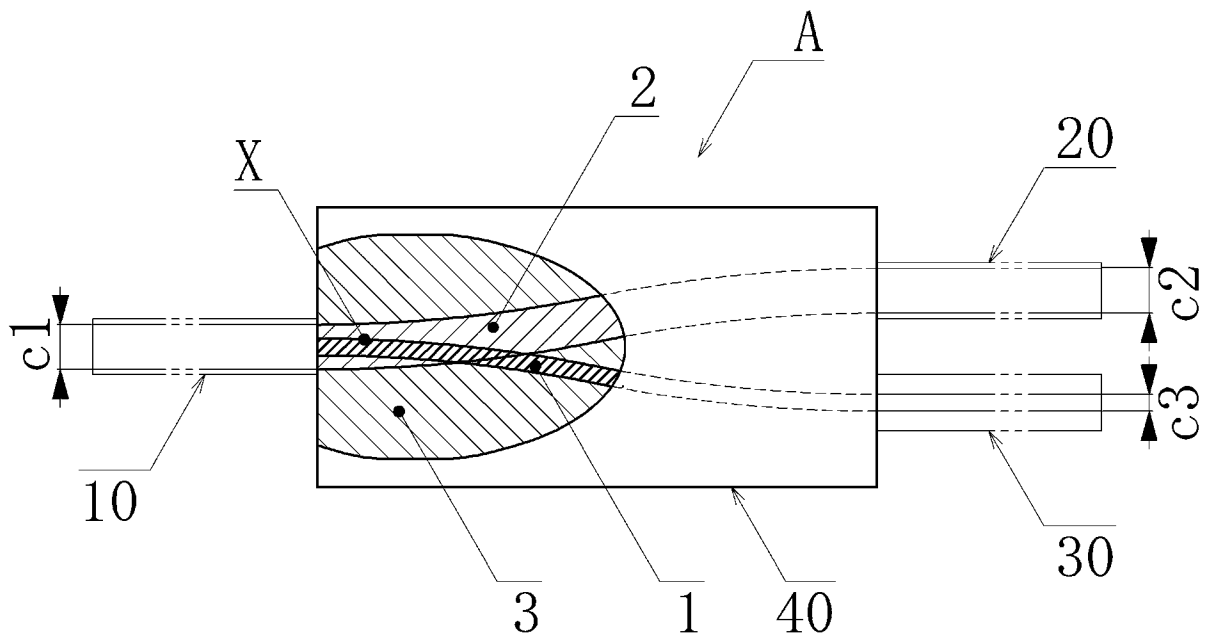
符号の説明

- [0039]
- 1 : 第 1 の光導波路
 - 2 : 第 2 の光導波路
 - 3 : クラッド層
 - 4 : 光源部
 - 5 : 受光部
 - 10 : 第 1 ポート
 - 20 : 第 2 ポート
 - 30 : 第 3 ポート
 - 40 : 容器
 - A : 光分岐結合器
 - B : 送受信モジュール
 - x : 接合部分

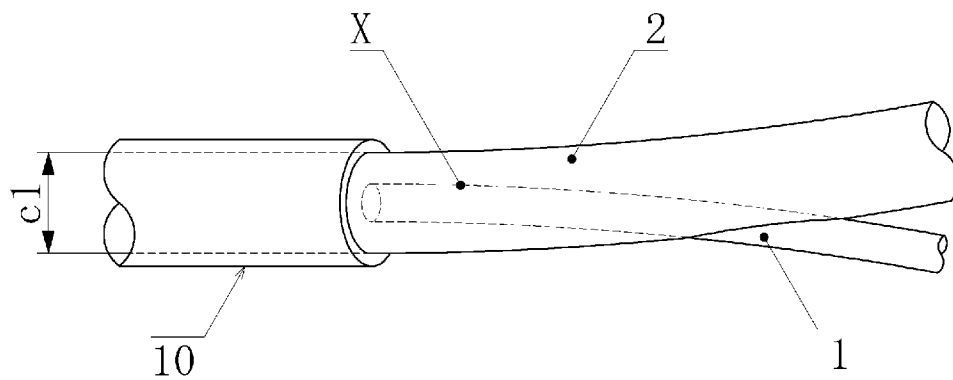
請求の範囲

- [請求項1] 一端側から他端側へ延設された第1の光導波路と、同じ一端側から他端側へ別経路にて延設されるとともに該他端側を第1の光導波路の前記他端側に接合した第2の光導波路と、これら第1の光導波路及び第2の光導波路の周囲を覆うクラッド層とを備え、第1及び第2の光導波路が同じ光硬化樹脂の硬化物であることを特徴とする光分岐結合器。
- [請求項2] 一端側から他端側へ延設された第1の光導波路と、同じ一端側から他端側へ別経路にて延設されるとともに、該他端側を前記第1の光導波路の前記他端側に接合した第2の光導波路と、これら第1の光導波路及び第2の光導波路の周囲を覆うクラッド層とを備え、
前記第1の光導波路が第1の光硬化樹脂の硬化物であり、前記第2の光導波路が、前記第1の光硬化樹脂とは異なる第2の光硬化樹脂の硬化物であり、前記第2の光導波路の屈折率が、前記第1の光導波路の屈折率よりも小さく、前記クラッド層の屈折率が、前記第2の光導波路の屈折率よりも小さいことを特徴とする光分岐結合器。
- [請求項3] 前記第1の光導波路の径が、前記第2の光導波路の径よりも小さいことを特徴とする請求項1又は2記載の光分岐結合器。
- [請求項4] 前記第1の光導波路と前記第2の光導波路とが、他端側において、前記第1の光導波路が前記第2の光導波路に内在されて接合していることを特徴とする請求項3記載の光分岐結合器。
- [請求項5] 請求項1項～4項のいずれか1項に記載の光分岐結合器と、該光分岐結合器の前記第1の光導波路の前記一端側の端面に光を入光するように接続された光源部と、前記第2の光導波路の前記一端側の端面から光を受光するように接続された受光部とを具備したことを特徴とする光送受信モジュール。

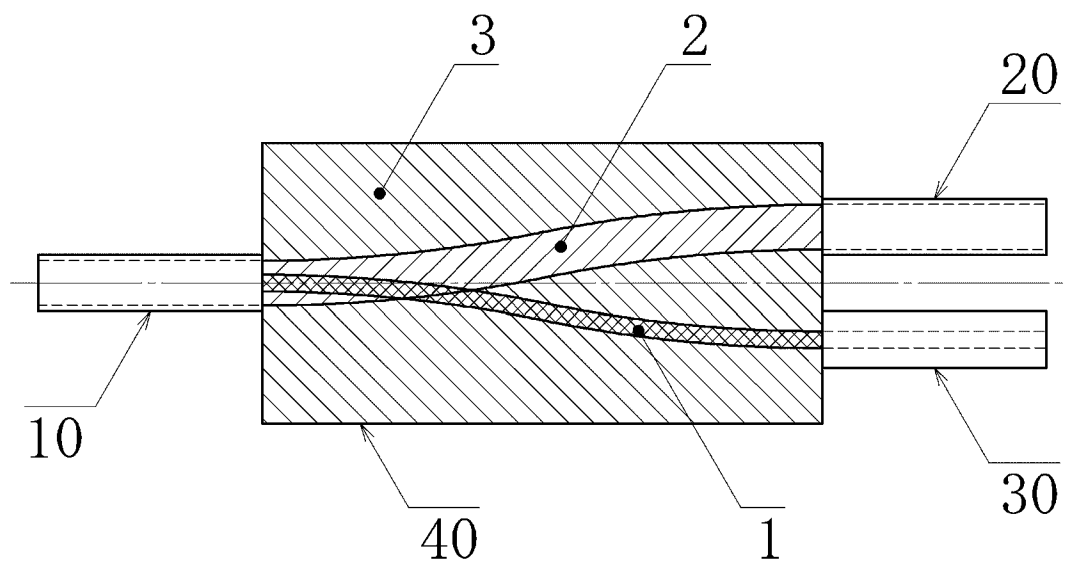
[図1]



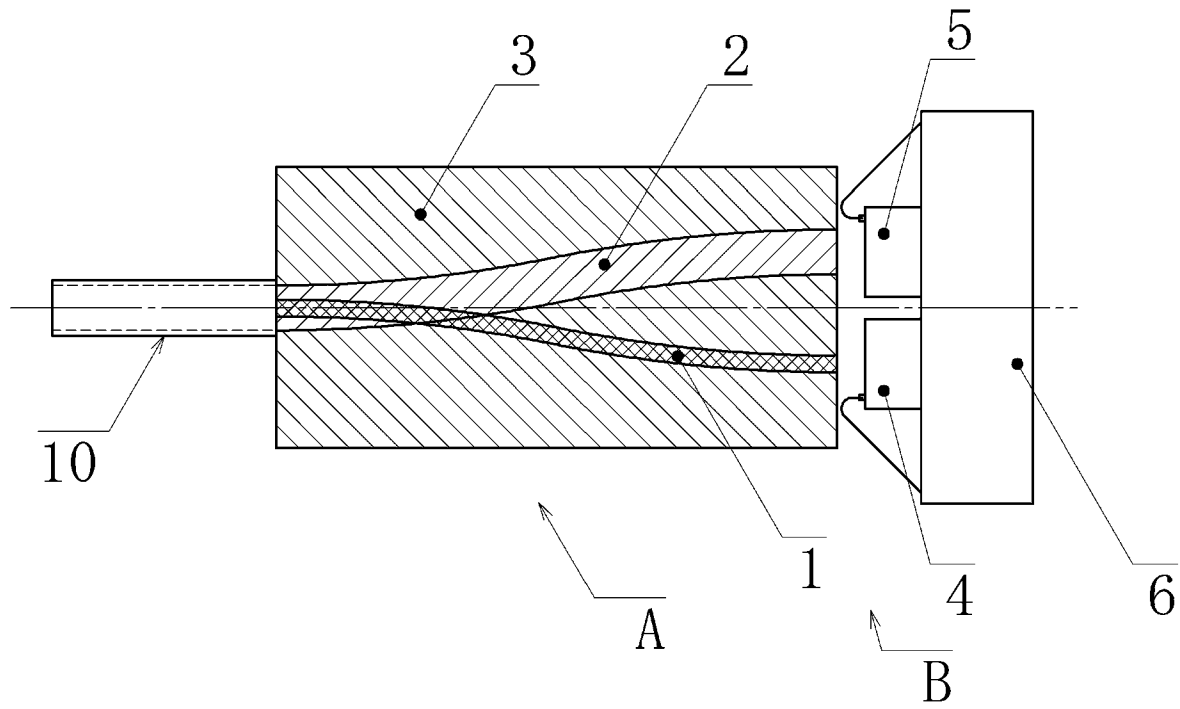
[図2]



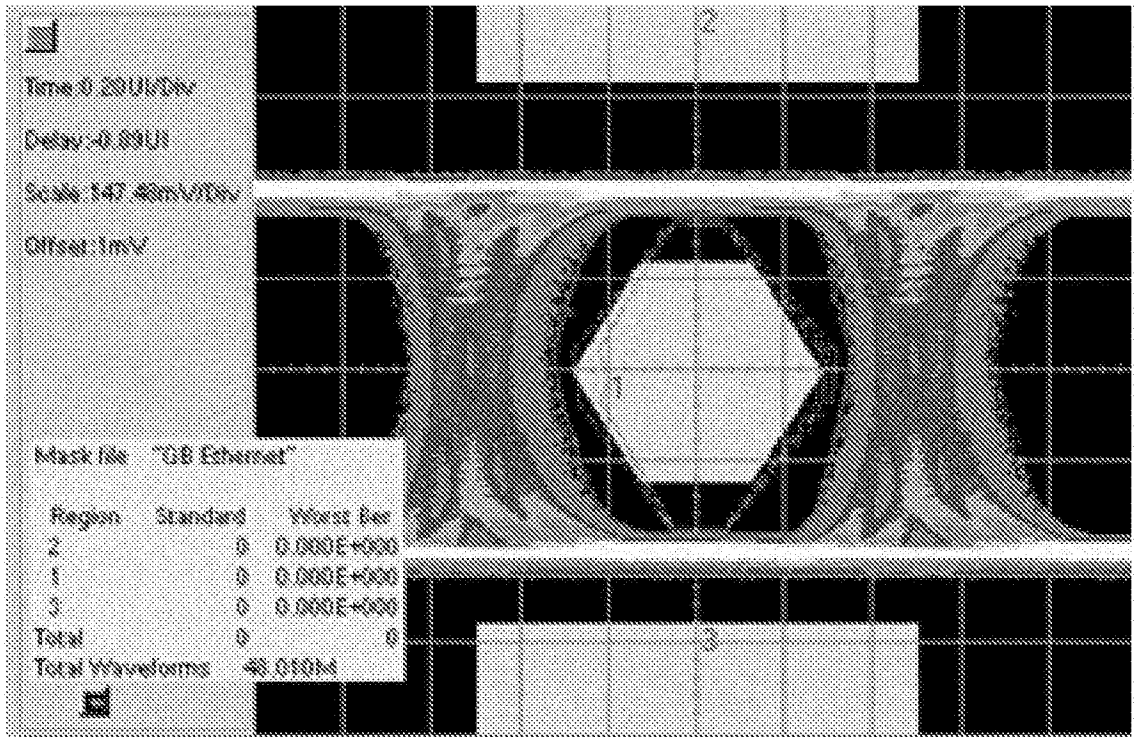
[図3]



[图4]



[图5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009345

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/125(2006.01)i, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/28(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i

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)
G02B6/125, G02B6/12, G02B6/28, G02B6/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y A	JP 2013-45028 A (Tokai University), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0002] to [0040]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1 5 2-4
X Y A	WO 2007/029717 A1 (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 15 March 2007 (15.03.2007), paragraphs [0001] to [0038]; fig. 1 to 3 & US 2009/0285532 A1 paragraphs [0001] to [0055]; fig. 1 to 3 & JP 2007-72129 A	1 5 2-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 22 May 2017 (22.05.17)	Date of mailing of the international search report 06 June 2017 (06.06.17)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/009345

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-32584 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 12 February 2010 (12.02.2010), paragraphs [0016] to [0034]; fig. 1 to 4 (Family: none)	2, 5 5 1, 3-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B6/125(2006.01)i, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/28(2006.01)i, G02B6/42(2006.01)i

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))

Int.Cl. G02B6/125, G02B6/12, G02B6/28, G02B6/42

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 Y A	JP 2013-45028 A (学校法人東海大学) 2013.03.04, 段落[0002]-[0040], 図1-9 (ファミリーなし)	1 5 2-4
X Y A	WO 2007/029717 A1 (株式会社豊田中央研究所) 2007.03.15, 段落[0001]-[0038], 図1-3 & US 2009/0285532 A1, [0001]-[0055], 図1-3 & JP 2007-72129 A	1 5 2-4

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矛盾するものではなく、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

22.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 俊光

2L

9115

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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 Y A	JP 2010-32584 A (株式会社豊田中央研究所) 2010.02.12, 段落[0016]-[0034], 図 1-4 (ファミリーなし)	2, 5 5 1, 3-4