

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-12152

(P2015-12152A)

(43) 公開日 平成27年1月19日(2015.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 S 3/10 (2006.01)	H O 1 S 3/10 Z	2 H O 4 6
H O 1 S 3/00 (2006.01)	H O 1 S 3/00 A	2 H 1 3 7
H O 1 S 3/067 (2006.01)	H O 1 S 3/06 B	5 F 1 7 2
G O 2 B 6/04 (2006.01)	G O 2 B 6/04 C	
G O 2 B 6/26 (2006.01)	G O 2 B 6/26	

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-136741 (P2013-136741)	(71) 出願人	000004226
(22) 出願日	平成25年6月28日 (2013. 6. 28)		日本電信電話株式会社
(11) 特許番号	特許第5635654号 (P5635654)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(45) 特許公報発行日	平成26年12月3日 (2014. 12. 3)	(74) 代理人	110001243
			特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(出願人による申告) 平成24年度、独立行政法人情報通信研究機構、「革新的光通信インフラの研究開発」委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	小野 浩孝
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		Fターム(参考)	2H046 AA02 AA15 AA68 AD22 AZ03 AZ08 AZ09 2H137 AA17 AB01 BA02 BA04 BA07 BA13 BA18 BC02 BC32 BC42 BC50 BC53 5F172 AF03 AM04 AM08 BB03 BB18 BB29 BB84 BB86 BB88 BB94 ZZ11

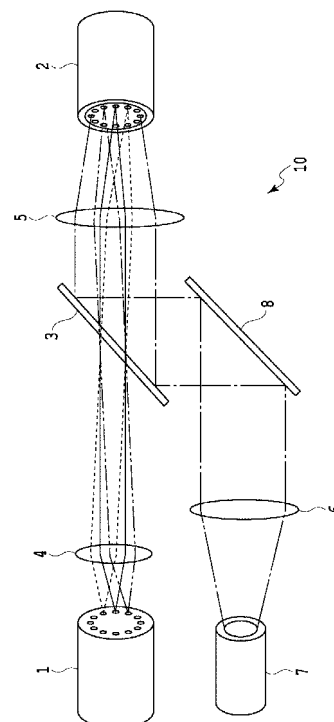
(54) 【発明の名称】 マルチコアファイバ接続部品

(57) 【要約】

【課題】本発明は、構成部品点数を削減し光増幅器サイズ低減を可能にし、高い励起光の吸収率を有するマルチコアファイバ接続部品を提供することにある。

【解決手段】本発明は、信号光を出力するシングルクラッドマルチコアファイバと、第1クラッド内に第1クラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、前記第1クラッドの外側に前記第1クラッドより屈折率の小さい材質からなる第2クラッドを有するダブルクラッドマルチコアファイバとを光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品であって、励起光を出力するシングルコアマルチモードファイバと、複数の信号光の各々をダブルクラッドマルチコアファイバの複数のコアの各々に結合し、励起光をダブルクラッドマルチコアファイバの第1クラッドに結合する光学系を備えることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数のコアの各々から信号光を出力するシングルクラッドマルチコアファイバと、
第 1 クラッド内に前記第 1 クラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、前記第 1 クラッドの外側に前記第 1 クラッドより屈折率の小さい材質からなる第 2 クラッドを有するダブルクラッドマルチコアファイバと、

コアから励起光を出力するシングルコアマルチモードファイバと

を光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品であって、

前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記シングルコアマルチモードファイバの前記コアから出力された前記励起光を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記第 1 クラッドに結合する光学系を備えることを特徴とするマルチコアファイバ接続部品。

10

【請求項 2】

前記光学系は、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光をコリメートする第 1 のレンズと、

当該コリメートされた信号光及び前記励起光が入射され、当該入射した前記コリメートされた信号光及び前記励起光を合波するダイクロイックミラーと、

当該合波光が入射され、前記合波光のうちの前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの端面におけるコア配置の中心を通るコア間の対角線のうちの長さが最小である対角線の長さを直径とする円の内側に、前記合波光のうちの前記励起光を集光させるように構成された第 2 のレンズと

20

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のマルチコアファイバ接続部品。

【請求項 3】

前記光学系は、前記第 1 のレンズと前記ダイクロイックミラーとの間に、光アイソレータアレイをさらに備え、

前記光アイソレータアレイは、偏波分離素子と、ファラデー回転素子と、偏波合成素子とを前記シングルクラッドマルチコアファイバ及びダブルクラッドマルチコアファイバのコア数分備えることを特徴とする請求項 2 に記載のマルチコアファイバ接続部品。

30

【請求項 4】

前記シングルクラッドマルチコアファイバ及び前記ダブルクラッドマルチコアファイバのコア配置は、円環状配置又は多角形環状配置であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品。

【請求項 5】

前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアに希土類イオンが添加されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、マルチコア光伝送で用いられる光ファイバ増幅器に関する。

【背景技術】**【0002】**

長距離伝送用のマルチコア光伝送システムでは、従来のシングルコアファイバを伝送路とする光伝送システムと同様に伝送中に強度が小さくなった信号光を増幅するため、マルチコアファイバ増幅器は必要不可欠である。従来のマルチコアファイバ増幅器は、複数の希土類元素の一つである Er イオンを添加した各々のコアを有する増幅用マルチコアファイバへ、ファンイン/ファンアウトを使用して信号光及び励起光をコア毎に入力することにより、7つのコアにそれぞれ独立に入力する信号光を同時に増幅している（例えば非特許文献 1 参照）。

50

【 0 0 0 3 】

また、これとは異なるマルチコアファイバ増幅器構成として、ダブルクラッド希土類添加ファイバと高出力マルチモード励起光源 1 台とを用いたマルチコア光増幅も報告されている（例えば非特許文献 2 参照）。ダブルクラッド希土類添加ファイバは、希土類イオンを添加した複数のコアと、内側の第 1 クラッド及び外側の第 2 クラッドからなる二重クラッド構造とを有し、第 1 クラッド材屈折率がコアガラス屈折率より小さく第 2 クラッド材屈折率より大きい。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 非特許文献 1 】 H. Takahashi 他, “ First demonstration of MC-EDFA-repeatered SDM transmission of 40×128 -Gbit/s PDM-QPSK signals per core over 6,160-km 7-core MCF, ” ECOC2012, ECOC Postdeadline papers, 2 0 1 2 年

【 非特許文献 2 】 Y. Mimura 他, “ Batch multicore amplification with cladding-pumped multicore EDF, ” ECOC2012, ECOC Technical Digest, 2 0 1 2 年

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、非特許文献 1 に記載のような、信号光及び励起光をコア毎に入力する従来のマルチコアファイバ増幅器は、励起光源と、励起光及び信号光を合波する合波器とをコア毎に有し、伝送用マルチコアファイバと同数のコアを有する増幅用ファイバ（エルビウム添加マルチコアファイバ）を用いているため、構成部品点数が多くなるという課題がある。

【 0 0 0 6 】

一方で、非特許文献 2 に記載のような、ダブルクラッド希土類添加ファイバと高出力マルチモード励起光源とを用いたマルチコアファイバ増幅器は、各コアへの励起光の吸収率が低いという課題がある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記課題を鑑みてなされたもので、構成部品点数を削減し光増幅器サイズ低減を可能にし、高い励起光の吸収率を有する、すなわち高い励起効率のマルチコアファイバ接続部品を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、請求項 1 に記載のマルチコアファイバ接続部品は、複数のコアの各々から信号光を出力するシングルクラッドマルチコアファイバと、第 1 クラッド内に前記第 1 クラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、前記第 1 クラッドの外側に前記第 1 クラッドより屈折率の小さい材質からなる第 2 クラッドを有するダブルクラッドマルチコアファイバとを光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品であって、コアから励起光を出力するシングルコアマルチモードファイバと、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記シングルコアマルチモードファイバの前記コアから出力された前記励起光を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記第 1 クラッドに結合する光学系を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項 1 に記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記光学系は、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光をコリメートする第 1 のレンズと、当該コリメートされた信号光及び前記励起光が入射され、当該入射した前記コリメートされた信号光及び前記励起光を合波するダイクロイックミラーと、当該合波光が入射され、前記合波光のうちの前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記

10

20

30

40

50

複数のコアの各々に結合し、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの端面におけるコア配置の中心を通るコア間の対角線のうちの長さが最小である対角線の長さを直径とする円の内側に、前記合波光のうちの前記励起光を集光させるように構成された第2のレンズとを備えることを特徴とする。

【0010】

請求項3に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項2に記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記光学系は、前記第1のレンズと前記ダイクロイックミラーとの間に、光アイソレータアレイをさらに備え、前記光アイソレータアレイは、偏波分離素子と、ファラデー回転素子と、偏波合成素子とを前記シングルクラッドマルチコアファイバ及びダブルクラッドマルチコアファイバのコア数分備えることを特徴とする。

10

【0011】

請求項4に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項1乃至3のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記シングルクラッドマルチコアファイバ及び前記ダブルクラッドマルチコアファイバのコア配置は、円環状配置又は多角形環状配置であることを特徴とする。

【0012】

請求項5に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項1乃至4のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアに希土類イオンが添加されていることを特徴とする。

【発明の効果】

20

【0013】

本発明のマルチコアファイバ接続部品によると、マルチコア光増幅器の構成部品点数を削減して光増幅器サイズ低減を可能にするという利点を有する。また、励起光の吸収率が大きいという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品の構成を例示する図である。

【図2】本発明に係るマルチコアファイバ接続部品のマルチコアファイバのコア配置を例示する図である。

30

【図3】本発明に係るマルチコアファイバ接続部品のマルチコアファイバのコア配置を例示する図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品の構成を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品の構成を例示する。図1には、シングルクラッドマルチコアファイバ1と、ダブルクラッドマルチコアファイバ2と、シングルコアマルチモードファイバ7とを光学的に結合するためのマルチコアファイバ接続部品10が示されている。マルチコアファイバ接続部品10は、ダイクロイックミラー3と、第1乃至第3のレンズ4乃至6と、ミラー8とを備えている。

40

【0016】

シングルクラッドマルチコアファイバ1の各コアから出力された各信号光は、第1のレンズ4を介してコリメートされてダイクロイックミラー3に入射する。シングルコアマルチモードファイバ7の単一のコアから出力された励起光は、第3のレンズ6を介して980nm帯の励起光を反射するミラー8によって反射されてダイクロイックミラー3に入射する。ダイクロイックミラー3に入射した980nm帯の励起光及び1550nm帯の信号光は、ダイクロイックミラー3によって合波される。当該合波光は、第2のレンズ5を介してダブルクラッドマルチコアファイバ2の複数のコアに結合する。

50

【 0 0 1 7 】

シングルクラッドマルチコアファイバ 1 は、ガラスクラッド内にガラスクラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、ガラスクラッドが UV 硬化樹脂により被覆されているマルチコアファイバとすることができる。ダブルクラッドマルチコアファイバ 2 は、ガラスクラッド内にガラスクラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、ガラスクラッドの外側にガラスクラッドより屈折率の小さいポリマークラッドを有し、ポリマークラッドが UV 硬化樹脂により被覆されているマルチコアファイバとすることができる。シングルクラッドマルチコアファイバ 1 及びダブルクラッドマルチコアファイバ 2 は共に 1 2 個のコアを有し、これらのコアは図 2 に例示されるように円環状に等間隔で配置することができる。

10

【 0 0 1 8 】

第 2 のレンズ 5 は、第 1 のレンズ 4 でコリメートされ、ダイクロイックミラー 3 によって合波された合波光のうちの信号光の各々をダブルクラッドマルチコアファイバ 2 の各コアへ集光すると共に、合波光のうちの励起光の複数のモードが重なり合ったパワーモード分布のうちの大部分 (5 0 % 以上) を、ダブルクラッドマルチコアファイバ 2 のガラスクラッド断面における円環状のコア配置の直径をその直径とした円の内側に集光させるように構成されている。

【 0 0 1 9 】

このように、励起光のパワーモード分布の一定割合以上を円環状のコア配置の直径をその直径とした円の内側に集光することにより、励起光線がダブルクラッドマルチコアファイバ 2 を伝搬している間に、ダブルクラッドマルチコアファイバ 2 のコアを通過する割合が増大する。従って、ダブルクラッドマルチコアファイバ 2 と同じファイバ構造であって複数のコアにエルビウムイオンを添加したダブルクラッドエルビウム添加ファイバをダブルクラッドマルチコアファイバ 2 の励起光入射端の他端に接続した場合、コアに添加されたエルビウムイオンへの励起光の吸収率が大きくなる。

20

【 0 0 2 0 】

表 1 に、従来技術に係るマルチコア光増幅器と第 1 の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品を用いたマルチコア光増幅器との構成部品数の比較を示す。以下の表 1 に示されるように、本実施形態では、構成部品数が従来のマルチコア光増幅器より大幅に低減できており、本実施形態のマルチコア光増幅器が光増幅器サイズ低減に有効であることがわかる。

30

【 0 0 2 1 】

【 表 1 】

構成部品	従来	本実施形態
増幅用マルチコアファイバ	1	1
励起光源	12	1
励起／信号合分波器	24	1
合計	37	3

40

【 0 0 2 2 】

本実施形態では、光アイソレータは内蔵していないため、光アイソレータは外付けとなる。マルチコアファイバを入出力端に有する光アイソレータを用いることにより、従来構成のマルチコア光増幅器ではコア毎に備えていた光アイソレータの数量も大幅に減らすことができる。

【 0 0 2 3 】

本実施形態では、シングルクラッドマルチコアファイバ 1 及びダブルクラッドマルチコアファイバ 2 のコア配置は図 2 に示されるような円環状配置に限らず、図 3 に例示されるような多角形 (図 3 では六角形の場合を例示) 環状配置でもよい。多角形環状配置の場合は、対向する二辺の間隔を直径とする円の内側に集光するように第 2 のレンズ 5 を構成す

50

れば、円環状配置の場合と同等の効果が得られる。また、第2のレンズ5を、ダブルクラッドマルチコアファイバ2の端面におけるコア配置の中心を通るコア間の対角線のうち、長さが最小である対角線の長さを直径とする円の内側に集光するように構成してもよい。

【0024】

(第2の実施形態)

第2の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品では、第1の実施形態におけるダブルクラッドマルチコアファイバ2に代えて、コアガラスにエルビウムイオンが添加されたファイバとすることができる。本実施形態では、ダブルクラッドエルビウム添加マルチコアファイバのエルビウムイオンによる1530nmにおける吸収損失は1.5dB/mであり、ファイバ長は80mとすることができる。

10

【0025】

使用するダブルクラッドエルビウム添加マルチコアファイバの長さが予めわかっている場合は、本実施形態のようにダブルクラッド希土類添加マルチコアファイバとすることにより、ダブルクラッド希土類添加マルチコアファイバを融着接続する必要がなくなるため、マルチコアファイバ増幅器の製造工程を減らすことができる。

【0026】

(第3の実施形態)

図4は、本発明の第3の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品の構成を例示する。図4には、シングルクラッドマルチコアファイバ101と、ダブルクラッドマルチコアファイバ102と、シングルコアマルチモードファイバ107とを光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品100が示されている。マルチコアファイバ接続部品100は、ダイクロイックミラー103と、第1乃至第3のレンズ104乃至106と、ミラー108と、光アイソレータアレイ109とを備えている。光アイソレータアレイ109は、偏波分離素子と、ファラデー回転素子と、偏波合成素子とを、シングルクラッドマルチコアファイバ101又はダブルクラッドマルチコアファイバ102のコア数分それぞれ備えている。

20

【0027】

第3の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品100は、ダイクロイックミラー103と第1のレンズ104との間に光アイソレータアレイ109が設けられている点で、第1の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品10と異なっている。

30

【0028】

シングルクラッドマルチコアファイバ101の各コアから出力された各信号光は、第1のレンズ104を介してコリメートされて、光アイソレータアレイ109に入射する。光アイソレータアレイ109は、シングルクラッドマルチコアファイバ101の各コアに対応する偏波分離素子により、直交する2つの偏波毎に各信号光を分離し、2つの偏波毎にファラデー回転素子を通じた後、偏波合成素子により複数のコアの各々における各信号光を偏波合成して、当該合成した1550nm帯光をダブルクラッドマルチコアファイバ102側へ出力する。

【0029】

光アイソレータアレイ109から出力された光は、ダイクロイックミラー103に入射する。また、シングルコアマルチモードファイバ107から出力された励起光は、第3のレンズ6を介して980nm帯の励起光を反射するミラー108によって反射されてダイクロイックミラー103に入射する。ダイクロイックミラー103に入射した980nm帯の励起光及び1550nm帯光は、ダイクロイックミラー103によって合波される。当該合波光は、第2のレンズ105を介してダブルクラッドマルチコアファイバ102の複数のコアに結合する。

40

【0030】

第3の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品100を使用することにより、第1の実施形態に係るマルチコアファイバ接続部品10では必要とされる外付けの光アイソレータが不要となり、構成部品数の低減が可能となる。

50

【 0 0 3 1 】

また、上記では、シングルクラッドマルチコアファイバ 1 0 1 からダブルクラッドマルチコアファイバ 1 0 2 側に信号光を出力する例を示したが、これとは反対に、光アイソレータアレイ 1 0 9 は、ダブルクラッドマルチコアファイバ 1 0 2 の各コアから出力され、第 2 のレンズ 1 0 5 でコリメートされた 1 5 5 0 n m 帯光をそれぞれ入力し、直交する 2 つの偏波毎に分離し、各偏波毎にファラデー回転素子及び偏光子を通過して各コア毎の 1 5 5 0 n m 帯光をシングルクラッドマルチコアファイバ 1 0 1 側へ出力することもある。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 2 】

シングルクラッドマルチコアファイバ 1、1 0 1

ダブルクラッドマルチコアファイバ 2、1 0 2

ダイクロイックミラー 3、1 0 3

第 1 のレンズ 4、1 0 4

第 2 のレンズ 5、1 0 5

第 3 のレンズ 6、1 0 6

シングルコアマルチモードファイバ 7、1 0 7

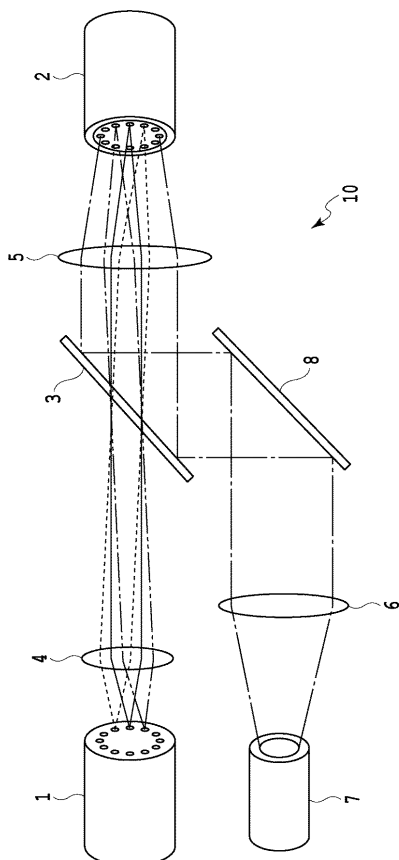
ミラー 8、1 0 8

マルチコアファイバ接続部品 1 0、1 0 0

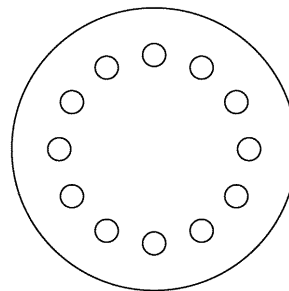
光アイソレータアレイ 1 0 9

10

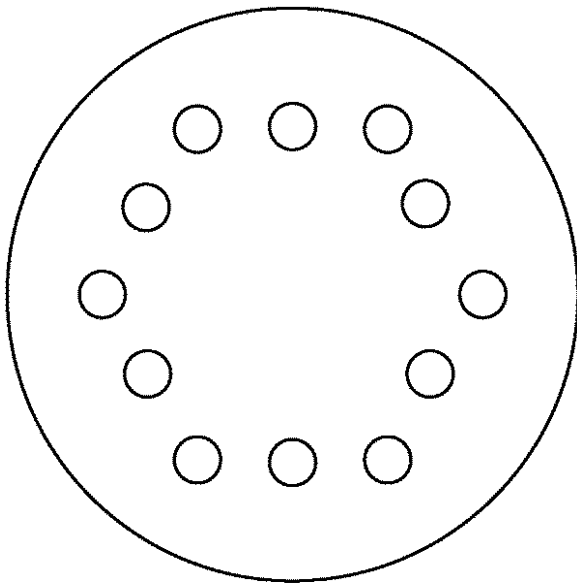
【 図 1 】



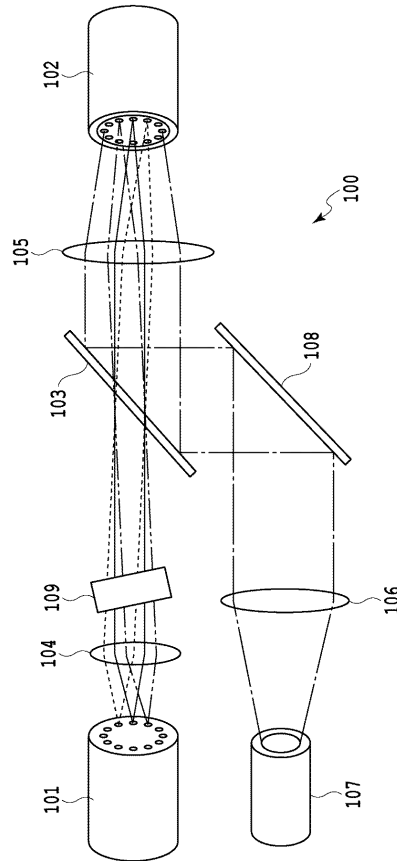
【 図 2 】



【図 3】



【図 4】



【手続補正書】

【提出日】平成26年8月29日(2014.8.29)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1に記載のマルチコアファイバ接続部品は、複数のコアの各々から信号光を出力するシングルクラッドマルチコアファイバと、第1クラッド内に前記第1クラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、前記第1クラッドの外側に前記第1クラッドより屈折率の小さい材質からなる第2クラッドを有するダブルクラッドマルチコアファイバとを光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品であって、コアから励起光を出力するシングルコアマルチモードファイバと、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記シングルコアマルチモードファイバの前記コアから出力された前記励起光を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記第1クラッドに結合する光学系を備え、前記光学系は、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光をコリメートする第1のレンズと、当該コリメートされた信号光及び前記励起光が入射され、当該入射した前記コリメートされた信号光及び前記励起光を合波するダイクロイックミラーと、当該合波光が入射され、前記合波光のうちの前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの端面におけるコア配置の中心を通るコア間の対角線のうちの長さが最小である対角線の長さを直径とする円の内側に、前記合波光のうちの前記励起光の複数のモー

ドが重なり合ったパワーモード分布のうちの 50% 以上を集光させるように構成された第 2 のレンズと、を備えることを特徴とする。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

請求項 2 に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項 1 に記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記光学系は、前記第 1 のレンズと前記ダイクロイックミラーとの間に、光アイソレータアレイをさらに備え、前記光アイソレータアレイは、偏波分離素子と、ファラデー回転素子と、偏波合成素子とを前記シングルクラッドマルチコアファイバ及びダブルクラッドマルチコアファイバのコア数分備えることを特徴とする。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

請求項 3 に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項 1 又は 2 に記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記シングルクラッドマルチコアファイバ及び前記ダブルクラッドマルチコアファイバのコア配置は、円環状配置又は多角形環状配置であることを特徴とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

請求項 4 に記載のマルチコアファイバ接続部品は、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品であって、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアに希土類イオンが添加されていることを特徴とする。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のコアの各々から信号光を出力するシングルクラッドマルチコアファイバと、

第 1 クラッド内に前記第 1 クラッドより屈折率の大きい複数のコアを有し、前記第 1 クラッドの外側に前記第 1 クラッドより屈折率の小さい材質からなる第 2 クラッドを有するダブルクラッドマルチコアファイバと、

コアから励起光を出力するシングルコアマルチモードファイバと

を光学的に結合するマルチコアファイバ接続部品であって、

前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記シングルコアマルチモードファイバの前記コアから出力された前記励起光を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記第 1 クラッドに結合する光学系を備え、

前記光学系は、前記シングルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々から出力された前記複数の信号光をコリメートする第 1 のレンズと、

当該コリメートされた信号光及び前記励起光が入射され、当該入射した前記コリメートされた信号光及び前記励起光を合波するダイクロイックミラーと、

当該合波光が入射され、前記合波光のうちの前記複数の信号光の各々を前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアの各々に結合し、前記ダブルクラッドマルチコアファイバの端面におけるコア配置の中心を通るコア間の対角線のうちの長さが最小である対角線の長さを直径とする円の内側に、前記合波光のうちの前記励起光の複数のモードが重なり合ったパワーモード分布のうちの 50 % 以上を集光させるように構成された第 2 のレンズと、

を備えることを特徴とするマルチコアファイバ接続部品。

【請求項 2】

前記光学系は、前記第 1 のレンズと前記ダイクロイックミラーとの間に、光アイソレータアレイをさらに備え、

前記光アイソレータアレイは、偏波分離素子と、ファラデー回転素子と、偏波合成素子とを前記シングルクラッドマルチコアファイバ及びダブルクラッドマルチコアファイバのコア数分備えることを特徴とする請求項 1 に記載のマルチコアファイバ接続部品。

【請求項 3】

前記シングルクラッドマルチコアファイバ及び前記ダブルクラッドマルチコアファイバのコア配置は、円環状配置又は多角形環状配置であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマルチコアファイバ接続部品。

【請求項 4】

前記ダブルクラッドマルチコアファイバの前記複数のコアに希土類イオンが添加されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のマルチコアファイバ接続部品。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.			F I			テーマコード (参考)
G 0 2 B	6/28	(2006.01)	G 0 2 B	6/28		N
			G 0 2 B	6/28		S