

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-526960

(P2017-526960A)

(43) 公表日 平成29年9月14日 (2017.9.14)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 2 B 6/028 (2006.01)	G O 2 B 6/028	2 H 1 5 O
G O 2 B 6/036 (2006.01)	G O 2 B 6/036	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-506823 (P2017-506823)	(71) 出願人	517036231 武漢郵電科学研究院 中華人民共和国430074湖北省武漢市 洪山区郵科院路88号
(86) (22) 出願日	平成27年11月3日 (2015.11.3)	(71) 出願人	517036219 烽火通信科技股▲分▼有限公司 中華人民共和国430074湖北省武漢東 湖開闢区関東科技园東信路5号
(85) 翻訳文提出日	平成29年2月2日 (2017.2.2)	(74) 代理人	110000796 特許業務法人三枝国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/CN2015/093674	(72) 発明者	莫▲チー▼ 中華人民共和国430074湖北省武漢市 東湖開闢区関東科技园東信路5号
(87) 国際公開番号	W02016/173232		
(87) 国際公開日	平成28年11月3日 (2016.11.3)		
(31) 優先権主張番号	201510217081.5		
(32) 優先日	平成27年4月29日 (2015.4.29)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低損失フューモードファイバ (FMF)

(57) 【要約】

本発明は、一種の低損失フューモードファイバ (FMF) を開示し、光通信及び関連センサー部品技術分野に係り、前記フューモードファイバ (FMF) は、内部から外部まで相次いでコア層、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層、フッ素ドーブ石英製第2コア層、フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層及びフッ素ドーブ石英製外部クラッド層を含む；前記コア層にゲルマニウムドーブ材がなく、当該コア層の屈折率が漸進的な分布を呈し、それに加えて、分布が冪指数分布である；コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差の最大値が0.3%~0.9%である；フッ素ドーブ石英製内部クラッド層と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%である；フッ素ドーブ石英製第2コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差が0.05%~0.2%である；フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差が-0.1%~-0.5%である；フッ素ドーブ石英製外部クラッド層と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%である。本発明は、フューモードファイバ (FMF) でサポートされる直線偏光モード光

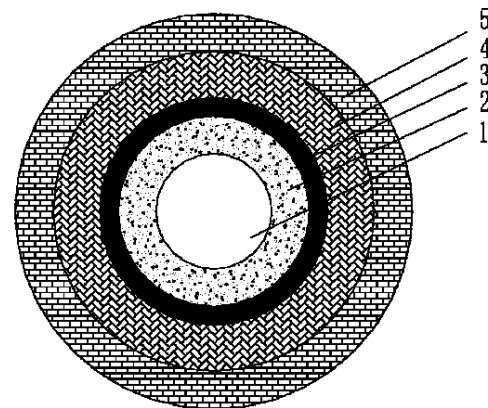


図 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

前記フューモードファイバ (FMF) が、内部から外部まで相次いでコア層 (1)、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2)、フッ素ドーブ石英製第2コア層 (3)、フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層 (4) 及びフッ素ドーブ石英製外部クラッド層 (5) を含む；

前記コア層 (1) にゲルマニウムドーブ材がなく、当該コア (1) の屈折率が漸進的分布を呈し、それに加えて、分布が冪指数分布である；コア層 (1) とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) との相対屈折率差の最大値が0.3%~0.9%である；

フッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%である；

フッ素ドーブ石英製第2コア層 (3) とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) との相対屈折率差が0.05%~0.2%である；

フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層 (4) とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) との相対屈折率差が-0.1%~-0.5%である；

フッ素ドーブ石英製外部クラッド層 (5) と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%であることを特徴とする一種の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 2】

前記コア層 (1) の半径が10 μm ~17.4 μm であり、

フッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) の半径が10.5 μm ~21.4 μm であり、

フッ素ドーブ石英製第2コア層 (3) の半径が11 μm ~22.4 μm であり、

フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層 (4) の半径が20.5 μm ~40.0 μm であり、

フッ素ドーブ石英製外部クラッド層 (5) の半径が40.0 μm ~100.0 μm であることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 3】

前記コア層 (1) の半径が15.2 μm であり、それに加えて、分布の冪指数が1.98である；コア層 (1) とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) との相対屈折率差の最大値が0.40%である；

フッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) の半径が19.2 μm であり、それに加えて、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) と合成石英層との相対屈折率差が-0.30%である；

フッ素ドーブ石英製第2コア層 (3) とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層 (2) との相対屈折率差が0.05%であることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 4】

前記コア層 (1) の分布冪指数が1.9~2.05であることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 5】

前記コア層 (1) の分布冪指数が1.92~1.94であることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 6】

前記フューモードファイバ (FMF) がLP01、LP02、LP11、LP21という四種の直線偏光モード光信号をサポートし、光ファイバーの動作波長範囲が1550nm $\pm$ 25nmであることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 7】

前記フューモードファイバ (FMF) でサポートされる直線偏光モード光信号の1550nm波長における伝送損失が0.180dB/kmを下回ることを特徴とする請求項 6 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)。

【請求項 8】

前記フューモードファイバ (FMF) がLP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モード光信号をサポートせず、それに加えて、その他の直線偏光モードにおける光信号の遮断波長が1500nmを下回ることを特徴とする請求項 1 に記載の低損失フューモードファイバ (FMF)

10

20

30

40

50

）。

【請求項 9】

LP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モードにおける前記光信号の1メートル当たりの損失が20dBを上回ることを特徴とする請求項 8 に記載の低損失フューモードファイバ（FMF）。

【請求項 10】

前記フューモードファイバ（FMF）の群遅延時間差（DGD）が18ps/kmを下回り、光ファイバーの波長分散が25ps/（nm*km）を下回ることを特徴とする請求項 1～9 のいずれかに記載の低損失フューモードファイバ（FMF）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光通信及び関連センサー部品技術分野に係り、具体的に言うと、一種の低損失フューモードファイバ（FMF）に係る。

【背景技術】

【0002】

光ファイバネットワーク上のデータ通信は、継続に且つ指数関数的に成長している。このニーズを満たす為に、多重化技術は、複数の散在しているデータフローによる同じ光ファイバの共有を許容することによって、各光ファイバの通信量を著しく増加するように発展を遂げた。

【0003】

光ファイバ業界において、現行の研究と開発は、主にDWDM（Dense Wavelength Division Multiplexing、高密度波長分割多重）に焦点を当てる。これは、一種の多重化技術であり、その中で、複数のデータチャンネルがある運転帯域幅内にある相応な波長に分配される。データチャンネルは、シングルモード光ファイバの基本モード（LP01）において結合されて伝送に用いられている。その上、これらが各自の目的地に達する時に、それぞれ戻され、分離チャンネルに入る。

【0004】

DWDMに基づく伝送システム内において、所与のアンプ帯域幅内にある総容量がスペクトル効率により制限される。スペクトル効率は、所与のデータ速度の下で、光ファイバーが非線形効果による極端な制限を受ける時に、通信目的とする単一波長が隔てられる緊密程度を説明する。日増しに複雑になっているアルゴリズムを利用することによって、スペクトル効率を向上できるが、帯域幅収益の遞減を齎し、それに加えて、適当な改善は、指数関数的に成長している帯域幅のニーズを満たすことができず、シングルモード光ファイバーの中のDWDMのスペクトル効率は、その理論的極限に近づく。各光ファイバー容量を増加する一種の将来性のある方法は、モード分割多重方式であり、その中で、ファイバー容量は、光ファイバーにより誘導される相応な複数の光信号モードで提供される。当該技術に基づき、各光ファイバの伝送容量を著しく増加する潜在能力を有し、画期的なDWDMシステムに基づく非線形制約を突破できる。

【0005】

現在、世界上のフューモードファイバ（FMF）技術は、主に光ファイバー中の群遅延時間を最適化する（例えば、中国発明特許CN201280019895.2がスペース多重化に用いられる漸進的な屈折率フューモードファイバ（FMF）の設計を開示した）。ただし、前記技術案は、皆ゲルマニウムドープコア部に基いて光ファイバコア部の屈折率分布を調整し、ゲルマニウムドープ石英の散乱係数が高いので、高い光ファイバー損失が発生し易くなり、超長距離大容量光ファイバー通信の応用場面において、通常の状態の下でゲルマニウムドープ漸進的な屈折率フューモードファイバ（FMF）の1550nmにおける衰減係数は、皆0.19dB以上であり、それに加えて、その減衰係数は、環境温度条件によって異なるので、高すぎる損失により、通信システムにおいてビット誤りが増加し、且つ、中継コストが増加する；もう一方では、光ファイバーにおいて、伝送する必要のない直線偏光モードについて、

10

20

30

40

50

短距離伝送（例えば、光ファイバージャンパーの応用）において、直線偏光モードの高速損失が必要である。さもなければ、信号識別は難しくなる。長距離伝送における低損失と短距離における不要な直線偏光モードの効果的な減衰をどのように同時に配慮することが難しくなる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

現有技術の不足に対して、本発明の狙いとしては、一種の低損失フューモードファイバ（FMF）を提供し、フューモードファイバ（FMF）でサポートされる直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に低減し、通信システムのビット誤りを低減し、それに加えて、中継コストを低減することである；もう一方では、フューモードファイバ（FMF）でサポートされない直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に増加し、これで不要な偏波モードの光信号を速く濾過することによって、光ファイバモード伝送の安定性に有利であることである；これにより、フューモードファイバ（FMF）の群遅延時間差（DGD）を調整できることである。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記目的を達成する為に、本発明の技術案は下記の通りにする。一種の低損失フューモードファイバ（FMF）であり、前記フューモードファイバ（FMF）は、内部から外部まで相次いでコア層、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層、フッ素ドーブ石英製第2コア層、フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層及びフッ素ドーブ石英製外部クラッド層を含む；前記コア層にゲルマニウムドーブ材がなく、当該コア層の屈折率が漸進的な分布を呈し、それに加えて、分布が冪指数分布である；コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差の最大値が0.3%~0.9%である；フッ素ドーブ石英製内部クラッド層と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%である；フッ素ドーブ石英製第2コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差が0.05%~0.2%である；フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差が-0.1%~-0.5%である；フッ素ドーブ石英製外部クラッド層と合成石英層との相対屈折率差が-0.3%~-0.5%である。

20

【0008】

前記技術案の基礎の上に、前記コア層の半径が $10\mu\text{m}$ ~ $17.4\mu\text{m}$ であり、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層の半径が $10.5\mu\text{m}$ ~ $21.4\mu\text{m}$ であり、フッ素ドーブ石英製第2コア層の半径が $11\mu\text{m}$ ~ $22.4\mu\text{m}$ であり、フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層の半径が $20.5\mu\text{m}$ ~ $40.0\mu\text{m}$ であり、フッ素ドーブ石英製外部クラッド層の半径が $40.0\mu\text{m}$ ~ $100.0\mu\text{m}$ である。

30

【0009】

前記技術案の基礎の上に、前記コア層の半径が $15.2\mu\text{m}$ であり、それに加えて、分布の冪指数が1.98である；コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差の最大値が0.40%である；フッ素ドーブ石英製内部クラッド層の半径が $19.2\mu\text{m}$ であり、それに加えて、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層と合成石英層との相対屈折率差が-0.30%である；フッ素ドーブ石英製第2コア層とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層との相対屈折率差が0.05%である。

40

【0010】

前記技術案の基礎の上に、前記コア層の分布冪指数が1.9~2.05である。

【0011】

前記技術案の基礎の上に、前記コア層の分布冪指数が1.92~1.94である。

【0012】

前記技術案の基礎の上に、前記フューモードファイバ（FMF）がLP01、LP02、LP11、LP21という四種の直線偏光モード光信号をサポートし、光ファイバーの動作波長範囲が $1550\text{nm} \pm 25\text{nm}$ である。

【0013】

50

前記技術案の基礎の上に、前記フューモードファイバ（FMF）でサポートされる直線偏光モード光信号の1550nm波長における伝送損失が0.180dB/kmを下回ること。

【0014】

前記技術案の基礎の上に、前記フューモードファイバ（FMF）がLP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モード光信号をサポートせず、それに加えて、その他の直線偏光モードにおける光信号の遮断波長が1500nmを下回る。

【0015】

前記技術案の基礎の上に、LP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モードにおける前記光信号の1メートル当たりの損失が20dBを上回る。

【0016】

前記技術案の基礎の上に、前記フューモードファイバ（FMF）の群遅延時間差（DGD）が18ps/kmを下回り、光ファイバーの波長分散が25ps/（nm*km）を下回る。

【発明の効果】

【0017】

本発明の有益効果は、下記の通りである。

【0018】

1、本発明のフューモードファイバ（FMF）は、コア層にゲルマニウムをドーブしないと同時に、フッ素のグラジエント・ドーブを採用することによって、フューモードファイバ（FMF）でサポートされる直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に低減し、通信システムのビット誤りを低減し、それに加えて、中継コストを低減すること；

2、本発明のフューモードファイバ（FMF）は、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層の箇所にフッ素ドーブ石英製第2コア層を増加することによって、フューモードファイバ（FMF）でサポートされない直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に増加し、これで、不要な偏波モードの光信号を速く濾過することができるので、光ファイバーモード伝送の安定性に有利である。

【0019】

3、本発明のフューモードファイバ（FMF）は、コア層の屈折率分布を調整すると同時に、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層の箇所にフッ素ドーブ石英製第2コア層を増加することによって、フューモードファイバ（FMF）の群遅延時間差（DGD）を調整できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明実施形態の低損失フューモードファイバ（FMF）の縦断面の見取り図である。

【図2】本発明実施形態の低損失フューモードファイバ（FMF）の屈折率の断面見取り図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本発明の理解の便宜を図る為に、まず、本発明に関わる専門用語を下記のように定義する。

【0022】

コア層：光ファイバー横断面の中心にある部分を指し、光ファイバーの主な導光区域である。

【0023】

フッ素ドーブ石英製クラッド層：光ファイバーの横断面におけるコア層に隣接する環状区域を指す。

【0024】

内部クラッド層：光ファイバーのコア層に隣接するクラッド層区域を指す。

【0025】

相対屈折率差：

【0026】

10

20

30

40

50

【数 1】

$$\Delta\% = \left[\frac{n_i^2 - n_0^2}{2 \times n_i^2} \right] \times 100\% \approx \frac{n_i - n_0}{n_0} \times 100\%$$

【0027】

n_i と n_0 は、それぞれ各対応部分と隣の外側クラッドの1550nm波長における屈折率である。

【0028】

冪指数法則屈折率分布断面：下記冪指数関数を満たす屈折率分布形態を指す。その中で、 n_1 が光ファイバー軸心の屈折率である； r が光ファイバー軸心からの距離である； a が光ファイバーのコア半径である； α が分布の冪指数である； Δ がコア/クラッドの相対屈折率差である。

【0029】

【数 2】

$$n^2(r) = n_1^2 \left[1 - 2 \times \Delta \times \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right] \quad r < a$$

【0030】

次に、添付図及び具体的な実施形態と結びついて、本発明をさらに詳細に説明する。

【0031】

図1で示すように、本発明の実施形態は、一種の低損失フューモードファイバ（FMF）を提供し、前記フューモードファイバ（FMF）が、内部から外部まで相次いでコア層1、フッ素ドープ石英製内部クラッド層2、フッ素ドープ石英製第2コア層3、フッ素ドープ石英製凹部クラッド層4及びフッ素ドープ石英製外部クラッド層5を含む。前記フューモードファイバ（FMF）の群遅延時間差（DGD, Differential Group Delay）が18ps/kmを下回り、光ファイバーの波長分散が25ps/(nm*km)を下回る。前記フューモードファイバ（FMF）がLP01、LP02、LP11、LP21という四種の直線偏光モード（《光ファイバー光学》_劉徳明 第29ページ-32ページ）の光信号をサポートし、光ファイバーの動作波長範囲が1550nm±25nmであり、それに加えて、前記フューモードファイバ（FMF）でサポートされる直線偏光モード光信号の1550nm波長における伝送損失が0.180dB/kmを下回るので、フューモードファイバ（FMF）でサポートされる直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に低減し、通信システムのビット誤りを低減し、且つ、中継コストを低減する。更に、前記フューモードファイバ（FMF）がLP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モード光信号をサポートせず、それに加えて、その他の直線偏光モードにおける光信号の遮断波長が1500nmを下回り、その上、LP01、LP02、LP11、LP21以外の直線偏光モードにおける前記光信号の1メートル当たりの損失が20dBを上回るので、フューモードファイバ（FMF）でサポートされない直線偏光モード光信号の伝送損失を有効に増加し、これで、不要な偏波モードの光信号を速く濾過することができるので、光ファイバーモード伝送の安定性に有利である。

【0032】

図2で示すように、前記コア層1にゲルマニウムドープ材がなく、当該コア1の屈折率が漸進的分布を呈し、それに加えて、分布が冪指数分布であり、前記コア層1の分布冪指数 α が1.9~2.05であり、さらに、前記コア層1の分布冪指数 α が1.92~1.94である。コア層1とフッ素ドープ石英製内部クラッド層2との相対屈折率差の最大値 $\Delta 1\%_{\max}$ が0.3%~0.9%であり、それに加えて、コア層1の半径 R_1 が10 μm ~17.4 μm である。好ましくは、前記コア層1の半径 R_1 が15.2 μm であり、それに加えて、分布の冪指数 α が1.98である；コア層1とフッ素ドープ石英製内部クラッド層2との相対屈折率差の最大値 $\Delta 1\%_{\max}$ が0.40%である。

【0033】

フッ素ドープ石英製内部クラッド層2と合成石英層との相対屈折率差 $\Delta a\%$ が-0.3%~-0.5

10

20

30

40

50

%である；フッ素ドーブ石英製内部クラッド層2の半径R2が $10.5\mu\text{m} \sim 21.4\mu\text{m}$ である；好ましくは、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層2の半径R2が $19.2\mu\text{m}$ であり、それに加えて、フッ素ドーブ石英製内部クラッド層2と合成石英層との相対屈折率差 $\Delta a\%$ が -0.30% である。

【0034】

フッ素ドーブ石英製第2コア層3とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層2との相対屈折率差 $\Delta c\%$ が $0.05\% \sim 0.2\%$ である；フッ素ドーブ石英製第2コア層3の半径R3が $11\mu\text{m} \sim 22.4\mu\text{m}$ である。好ましくは、フッ素ドーブ石英製第2コア層3とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層2との相対屈折率差 $\Delta c\%$ が 0.05% である。

【0035】

フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層4とフッ素ドーブ石英製内部クラッド層2との相対屈折率差 $\Delta 2\%$ が $-0.1\% \sim -0.5\%$ である；フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層4の半径R4が $20.5\mu\text{m} \sim 40.0\mu\text{m}$ である。

【0036】

フッ素ドーブ石英製外部クラッド層5と合成石英層との相対屈折率差 $\Delta b\%$ が $-0.3\% \sim -0.5\%$ である。フッ素ドーブ石英製外部クラッド層5の半径R5が $40.0\mu\text{m} \sim 100.0\mu\text{m}$ である。

【0037】

下記は、いくつかの典型的な実施形態及び測定データである。

【0038】

【表 1】

実施形態番号	1	2	3	4	5	6	7
コア層幂指数係数 α	1.7	1.9	1.92	1.94	1.98	2.05	2.3
$\Delta 1_{\max}(\%)$	0.9	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
$\Delta 2(\%)$	-0.1	-0.2	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7
$\Delta a(\%)$	-0.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
$\Delta b(\%)$	-0.3	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
$\Delta c(\%)$	0.2	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
R1 (μm)	10	10.7	13.6	10.2	13.6	15.2	17.4
R2 (μm)	10.5	11.2	15.1	13.2	16.6	19.2	21.4
R3 (μm)	11	12.2	17.1	15.2	18.6	20.2	22.4
R4 (μm)	20.5	19.2	23.1	21.2	24.6	34.2	40
R5 (μm)	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	40	62.5
サポートされるモード	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP11	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21
群遅延時間差 (DGD)	17.6	16.1	9.1	9.2	8.9	8.9	15.2
1550nm波長分散係数 (LP01)	20.2	19.8	19.4	19.2	19.1	18.1	19.7
1550nm波長分散係数 (LP02)	20.8	19.9	19.1	-	19.3	18.8	19.3
1550nm波長分散係数 (LP11)	20.1	19.6	19.5	19.5	18.9	18.1	19.1
1550nm波長分散係数 (LP21)	19.9	19.2	19	-	18.8	17.7	18.9
LP01減衰係数 (dB/km)	0.179	0.176	0.175	0.172	0.169	0.166	0.171
LP02減衰係数 (dB/km)	0.175	0.178	0.178	26	0.171	0.171	0.178
LP11減衰係数 (dB/km)	0.174	0.179	0.174	0.172	0.177	0.173	0.174
LP21減衰係数 (dB/km)	0.177	0.18	0.177	43	0.177	0.174	0.179

前表のテストから見ると、本発明により提供される低損失フューモードファイバ（FMF）は、同じタイプの一般のフューモードファイバ（FMF）と比べて、その衰減係数が大幅に低減した（普通のフューモードファイバ（FMF）の損失が0.2dB/kmである）。これと同時に、この光ファイバは、サポートされない直線偏光モードに対する損耗性能が良い。

【0040】

本発明は、前記の実施方式に限らない。本技術分野における普通技術者にとって、本発明原理から外れない前提の下で、若干の改善と潤色を実施できる。これらの改善と潤色も、本発明の保護範囲に属すると見なす。本説明書に、詳細に説明されていない内容は、本技術分野における専門技術者の公知の現有技術に属する。

【符号の説明】

10

【0041】

1 - コア層；2 - フッ素ドーブ石英製内部クラッド層；3 - フッ素ドーブ石英製第2コア層；4 - フッ素ドーブ石英製凹部クラッド層；5 - フッ素ドーブ石英製外部クラッド層。

【図1】

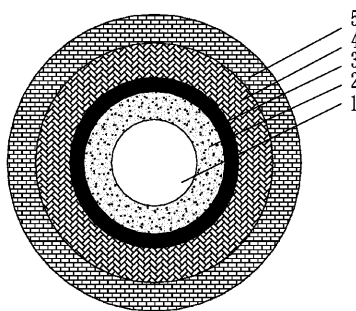


图 1

【図2】

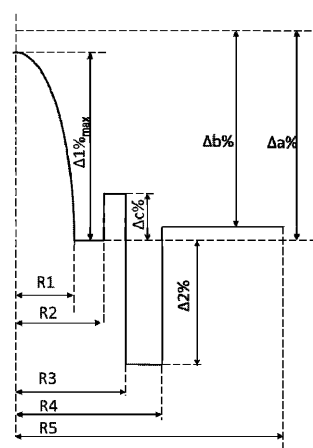


图 2

【 国际調查報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CN2015/093674		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
G02B 6/036 (2006.01) i; G02B 6/028 (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) G02B				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: few-mode, optical fibre, core-layer, depressed layer, germanium, few s mode s fiber?, fibre?, core, cladding, trench, ge, fluor+, power exponent, refractivity, index				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
PX	CN 104793285 A (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS et al.), 22 July 2015(22.07.2015), claims 1-10	1-10		
A	WO 2015040446 A1 (DRAKA COMTEQ BV), 26 March 2015 (26.03.2015), the whole document	1-10		
A	CN 103384842 A (CORNING INC.), 06 November 2013 (06.11.2013), the whole document	1-10		
A	CN 101932961 A (CORNING INC.), 29 December 2010 (29.12.2010), the whole document	1-10		
A	CN 103430063 A (ALCATEL-LUCENT), 04 December 2013 (04.12.2013), the whole document	1-10		
A	US 2003031442 A1 (SLEGMAN, A.E.), 13 February 2003 (13.02.2003), the whole document	1-10		
A	US 2004197060 A1 (WHITE, I.A.), 07 October 2004 (07.10.2004), the whole document	1-10		
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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 09 January 2016 (09.01.2016)		Date of mailing of the international search report 21 January 2016 (21.01.2016)		
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451		Authorized officer YU, Xiaofang Telephone No.: (86-10) 82245382		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/093674

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104793285 A	22 July 2015	None	
WO 2015040446 A1	26 March 2015	None	
CN 103384842 A	06 November 2013	EP 2656126 A1	30 October 2013
		US 2013029038 A1	31 January 2013
		EP 2656126 B1	14 October 2015
		WO 2013115755 A1	08 August 2013
CN 101932961 A	29 December 2010	CN 101932961 B	07 August 2013
		JP 2011507028 A	03 March 2011
		KR 20100098691 A	08 September 2010
		EP 2220524 A1	25 August 2010
		US 2009154888 A1	18 June 2009
		US 8406592 B2	26 March 2013
		WO 2009078962 A1	25 June 2009
		US 2009169163 A1	02 July 2009
CN 103430063 A	04 December 2013	JP 5826297 B2	02 December 2015
		US 2012251126 A1	04 October 2012
		JP 2014513318 A	29 May 2014
		WO 2012154246 A2	15 November 2012
		US 8509581 B2	13 August 2013
		KR 20130124374 A	13 November 2013
		EP 2684081 A2	15 January 2014
		JP 5775176 B2	09 September 2015
		JP 2014507881 A	27 March 2014
		EP 2666040 A2	27 November 2013
		KR 20130094852 A	26 August 2013
		CN 103329017 A	25 September 2013
		US 2012183304 A1	19 July 2012
		US 8503845 B2	06 August 2013
		WO 2012099725 A2	26 July 2012
US 2003031442 A1	13 February 2003	US 6751388 B2	15 June 2004
US 2004197060 A1	07 October 2004	US 6888991 B2	03 May 2005

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2015/093674
A. 主题的分类 G02B 6/036(2006.01)i; G02B 6/028(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G02B 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 少模, 光纤, 芯层, 包层, 下陷层, 锗, 氟, 幂指数, 折射率, few s mode s fiber?, fibre?, core, cladding, trench, ge, fluor+, power exponent, refractivity, index		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104793285 A (武汉邮电科学研究院 等) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 权利要求1-10	1-10
A	WO 2015040446 A1 (DRAKA COMTEQ BV) 2015年 3月 26日 (2015 - 03 - 26) 全文	1-10
A	CN 103384842 A (康宁股份有限公司) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 全文	1-10
A	CN 101932961 A (康宁公司) 2010年 12月 29日 (2010 - 12 - 29) 全文	1-10
A	CN 103430063 A (阿尔卡特朗讯) 2013年 12月 4日 (2013 - 12 - 04) 全文	1-10
A	US 2003031442 A1 (SLEGMAN, ANTHONY E.) 2003年 2月 13日 (2003 - 02 - 13) 全文	1-10
A	US 2004197060 A1 (WHITE, IAN A) 2004年 10月 7日 (2004 - 10 - 07) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2016年 1月 9日		国际检索报告邮寄日期 2016年 1月 21日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 于晓芳 电话号码 (86-10)82245382

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/093674

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	104793285	A	2015年 7月 22日	无			
WO	2015040446	A1	2015年 3月 26日	无			
CN	103384842	A	2013年 11月 6日	EP	2656126	A1	2013年 10月 30日
				US	2013029038	A1	2013年 1月 31日
				EP	2656126	B1	2015年 10月 14日
				WO	2013115755	A1	2013年 8月 8日
CN	101932961	A	2010年 12月 29日	CN	101932961	B	2013年 8月 7日
				JP	2011507028	A	2011年 3月 3日
				KR	20100098691	A	2010年 9月 8日
				EP	2220524	A1	2010年 8月 25日
				US	2009154888	A1	2009年 6月 18日
				US	8406592	B2	2013年 3月 26日
				WO	2009078962	A1	2009年 6月 25日
				US	2009169163	A1	2009年 7月 2日
CN	103430063	A	2013年 12月 4日	JP	5826297	B2	2015年 12月 2日
				US	2012251126	A1	2012年 10月 4日
				JP	2014513318	A	2014年 5月 29日
				WO	2012154246	A2	2012年 11月 15日
				US	8509581	B2	2013年 8月 13日
				KR	20130124374	A	2013年 11月 13日
				EP	2684081	A2	2014年 1月 15日
				JP	5775176	B2	2015年 9月 9日
				JP	2014507881	A	2014年 3月 27日
				EP	2666040	A2	2013年 11月 27日
				KR	20130094852	A	2013年 8月 26日
				CN	103329017	A	2013年 9月 25日
				US	2012183304	A1	2012年 7月 19日
				US	8503845	B2	2013年 8月 6日
				WO	2012099725	A2	2012年 7月 26日
US	2003031442	A1	2003年 2月 13日	US	6751388	B2	2004年 6月 15日
US	2004197060	A1	2004年 10月 7日	US	6888991	B2	2005年 5月 3日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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

(72)発明者 諭煌

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

(72)発明者 陳文

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

(72)発明者 杜城

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

(72)発明者 余志強

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

(72)発明者 王冬香

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

(72)発明者 蔡冰峰

中華人民共和国 4 3 0 0 7 4 湖北省武漢市東湖開發区関東科技园東信路 5 号

F ターム(参考) 2H150 AD05 AD12 AD17 AD18 AD22 AD25 AD26 AD34 AD37 AE15
AE33

【要約の続き】

信号の伝送損失及び中継コストを低減する。

【選択図】図 1