

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 18 年 8 月 3 日 (2006.8.3)

【公開番号】特開 2004-54291 (P2004-54291A)

【公開日】平成 16 年 2 月 19 日 (2004.2.19)

【年通号数】公開・登録公報 2004-007

【出願番号】特願 2003-276018 (P2003-276018)

【国際特許分類】

**G 0 2 B 6/02 (2006.01)**

**G 0 2 B 6/036 (2006.01)**

【F I】

G 0 2 B 6/10 C

G 0 2 B 6/22

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 6 月 15 日 (2006.6.15)

【手続補正 1】

【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】

波長分割多重伝送ネットワーク用の分散管理光ファイバーであって、

正の波長分散光ファイバー部分 (T+) と負の波長分散光ファイバー部分 (T-) とが長手方向に繰り返され、

中央から周辺に向かって連続して、可変屈折率プロファイルを有するコア、次いで一定の屈折率を有するクラッドを含み、

コアとクラッドとの間の境界にあるコアの屈折率プロファイルの外側半径を十分に小さくして、光ファイバーがケーブルでシングルモードであるようにし、

光ファイバーの各部分 (T+、T-) は、波長  $1550\text{ nm}$  で、絶対値が  $1\text{ ps/nm} \cdot \text{km}$  から  $10\text{ ps/nm} \cdot \text{km}$  の波長分散と、絶対値が  $0.015\text{ ps/nm}^2 \cdot \text{km}$  未満の波長分散勾配と、 $35\text{ }\mu\text{m}^2$  より大きい有効面積とを有し、

正の波長分散光ファイバー部分 (T+) と負の波長分散光ファイバー部分 (T-) との間に、波長  $1550\text{ nm}$  における有効面積の相対的な差が 7% 未満であり、

光ファイバーの各部分 (T+、T-) は、波長  $1625\text{ nm}$  のとき、直径  $60\text{ }\mu\text{m}$  で 100 回巻きつけた場合の曲げ損失が、 $0.1\text{ dB}$  未満である光ファイバー。

【請求項 2】

光ファイバーの部分 (T+、T-) 全体で、コアとクラッドとの間の境界にあるコアの屈折率プロファイルの外側半径 ( $r_3$ ) の平均値が  $10.5\text{ }\mu\text{m}$  未満であり、コアの屈折率プロファイルが 3 個の区間から構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 3】

コアの可変屈折率プロファイルが、中央から周辺に向かって連続して、

クラッドの屈折率より大きい最大屈折率を有する中央区間と、

クラッドの屈折率より小さい最小屈折率を有する埋め込み区間と、

クラッドの屈折率より大きく、中央区間の最大屈折率より小さい最大屈折率を有する環状区間とから構成されることを特徴とする、請求項 2 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 4】

中央区間が、台形またはアルファ形であることを特徴とする、請求項 3 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 5】

光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体で、中央区間の最大屈折率とクラッドの屈折率との差 ( $n_1$ ) の平均値が、 $7.00 \times 10^{-3}$  から  $11.0 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体で、クラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間の部分の半径 ( $r_1$ ) の平均値が、 $2.65 \mu\text{m}$  から  $3.70 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 3 または 4 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 6】

屈折率プロファイルの半径の値が光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体の屈折率プロファイルの半径の値の平均値に対応する光ファイバーの中間部分に対して、半径ゼロと、クラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間部分の半径 ( $r_1$ ) との間で、クラッドの屈折率に対する屈折率差の積分値

【数 1】

$$S_{01} = \int_0^{r1} \Delta n(r) \cdot dr$$

が、 $23.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}$  より大きいことを特徴とする、請求項 5 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 7】

屈折率プロファイルの半径の値が光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体の屈折率プロファイルの半径の値の平均値に対応する光ファイバーの中間部分に対して、半径 0 と、クラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間の部分の半径 ( $r_1$ ) との間で、クラッドに対する屈折率差と半径との積の積分値の 2 倍の値

【数 2】

$$S_1 = 2 \cdot \int_0^{r1} \Delta n(r) \cdot r \cdot dr$$

が、 $58 \times 10^{-3}$  から  $99 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  であることを特徴とする、請求項 5 または 6 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 8】

屈折率プロファイルの半径の値が光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体の屈折率プロファイルの半径の値の平均値に対応する光ファイバーの中間部分に対して、半径 0 とクラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間の部分の半径 ( $r_1$ ) との間で、クラッドの屈折率に対する屈折率差と半径の 2 乗との積の積分値の 3 倍の値

【数 3】

$$S_{11} = 3 \cdot \int_0^{r1} \Delta n(r) \cdot r^2 \cdot dr$$

が、 $150 \times 10^{-3}$  から  $335 \times 10^{-3} \mu\text{m}^3$  であることを特徴とする、請求項 5 または 7 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 9】

光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体で、埋め込み区間の最小屈折率とクラッドの屈折率との差 ( $n_2$ ) の平均値が、 $-9.0 \times 10^{-3}$  から  $-2.5 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分 (T +、T -) 全体で、埋め込み区間の外側半径 ( $r_2$ ) の平均値が、 $4.00 \mu\text{m}$  から  $8.10 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 3 から 8 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 10】

屈折率プロファイルの半径の値が光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体の屈折率プロファイルの半径の値の平均値に対応する光ファイバーの中間部分に対して、クラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間部分の半径（ $r_1$ ）と、埋め込み区間の外側半径（ $r_2$ ）との間で、クラッドの屈折率に対する屈折率差の積分値

【数４】

$$S_{02} = \int_{r1}^{r2} \Delta n(r) \cdot dr$$

が、 $-22.0 \times 10^{-3}$  から  $-8.0 \times 10^{-3} \mu m$  であることを特徴とする、請求項 9 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 11】

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、環状区間の最大屈折率とクラッドの屈折率との差（ $n_3$ ）の平均値が、 $0.50 \times 10^{-3}$  から  $7.5 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、環状区間の外側半径（ $r_3$ ）の平均値が、 $6.70$  から  $10.50 \mu m$  であることを特徴とする、請求項 3 から 10 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 12】

屈折率プロファイルの半径の値が光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体の屈折率プロファイルの半径の値の平均値に対応する光ファイバーの中間部分に対して、埋め込み区間の外側半径（ $r_2$ ）と、環状区間の外側半径（ $r_3$ ）との間で、クラッドの屈折率に対する屈折率差の積分値

【数５】

$$S_{03} = \int_{r2}^{r3} \Delta n(r) \cdot dr$$

が、 $1.0 \times 10^{-3} \mu m$  から  $15 \times 10^{-3} \mu m$  であることを特徴とする、請求項 11 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 13】

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、コアとクラッドとの間の境界であるコアの屈折率プロファイルの外側半径（ $r_4$ ）の平均値が、 $16 \mu m$  未満であり、コアの屈折率プロファイルが 4 個の区間からなることを特徴とする、請求項 1 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 14】

コアの変屈折率プロファイルが、中央から周辺に向かって連続して、  
クラッドの屈折率より大きい最大屈折率を有する中央区間と、  
クラッドの屈折率より小さい最小屈折率を有する第一の埋め込み区間と、  
クラッドの屈折率より大きく、中央区間の最大屈折率より小さい最大屈折率を有する環状区間と、

クラッドの屈折率より小さい最小屈折率を有する第二の埋め込み区間とから構成されることを特徴とする、請求項 13 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 15】

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、中央区間の最大屈折率とクラッドの屈折率との差（ $n_1$ ）の平均値が、 $7.0 \times 10^{-3}$  から  $10.0 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、クラッドの屈折率より大きい屈折率を有する中央区間の部分の半径（ $r_1$ ）の平均値が、 $2.5 \mu m$  から  $3.5 \mu m$  であることを特徴とする、請求項 14 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 16】

光ファイバーの部分（Ｔ＋、Ｔ－）全体で、第一の埋め込み区間の最小屈折率とクラッド

ドの屈折率との差 ( $n_2$ ) の平均値が、 $-9.0 \times 10^{-3}$  から  $-2.5 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分 ( $T+$ 、 $T-$ ) 全体で、埋め込み区間の外側半径 ( $r_2$ ) の平均値が、 $4.1 \mu\text{m}$  から  $7.0 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 14 または 15 に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 17】

光ファイバーの部分 ( $T+$ 、 $T-$ ) 全体で、環状区間の最大屈折率とクラッドの屈折率との差 ( $n_3$ ) の平均値が、 $0.5 \times 10^{-3}$  から  $5.0 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分 ( $T+$ 、 $T-$ ) 全体で、環状区間の外側半径 ( $r_3$ ) の平均値が、 $9.0 \mu\text{m}$  から  $13.0 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 14 から 16 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 18】

光ファイバーの部分 ( $T+$ 、 $T-$ ) 全体で、第二の埋め込み区間の最小屈折率とクラッドの屈折率との差 ( $n_4$ ) の平均値が、 $-9.0 \times 10^{-3}$  から  $-2.0 \times 10^{-3}$  であり、

光ファイバーの部分 ( $T+$ 、 $T-$ ) 全体で、第二の埋め込み区間の外側半径 ( $r_4$ ) の平均値が、 $12.0 \mu\text{m}$  から  $16.0 \mu\text{m}$  であることを特徴とする、請求項 14 から 17 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 19】

前記分散管理光ファイバーが、同一プリフォームの特性の修正により、線引きによって得られることを特徴とする、請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 20】

正の波長分散光ファイバーと負の波長分散光ファイバーとの間の外側半径の相対的な差が、11%未満に選択されることを特徴とする、請求項 1 から 19 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 21】

光ファイバーが、波長  $1550 \text{ nm}$  で  $0.35 \text{ dB/km}$  以下の減衰を有することを特徴とする、請求項 1 から 20 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 22】

光ファイバーが、波長  $1550 \text{ nm}$  で、 $0.2 \text{ ps/km}^{1/2}$  以下の偏光モード分散を有し、好適には  $0.1 \text{ ps/km}^{1/2}$  以下で、さらには  $0.05 \text{ ps/km}^{1/2}$  以下の偏光モード分散を有することを特徴とする、請求項 1 から 21 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。

【請求項 23】

光ファイバーが、前記光ファイバーを構成する任意の一つの部分に対して、波長  $1625 \text{ nm}$  で半径  $10 \text{ mm}$  の場合に測定される曲げ損失が  $400 \text{ dB/m}$  未満であることを特徴とする、請求項 1 から 22 のいずれか一項に記載の分散管理光ファイバー。