

【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 27 年 3 月 5 日 (2015.3.5)

【公開番号】特開 2012-159836 (P2012-159836A)
 【公開日】平成 24 年 8 月 23 日 (2012.8.23)
 【年通号数】公開・登録公報 2012-033
 【出願番号】特願 2012-6010 (P2012-6010)
 【国際特許分類】

G 0 2 B 6/028 (2006.01)

G 0 2 B 6/036 (2006.01)

G 0 2 B 6/00 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 6/18

G 0 2 B 6/22

G 0 2 B 6/00 3 7 6 A

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 1 月 15 日 (2015.1.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

この目的を達成するため、本発明は、中心から周囲に向かって：

中心コアと、

中心コアを囲む内側クラッドと、

内側クラッドを囲む埋めこまれたトレンチと、

外側光クラッドと、を含み、

中心コアが、半径が r_1 で屈折率分布を示し、少なくともフッ素および屈折率を上昇させる元素によりドーピングされた母材を有し、

内側クラッドが、幅が w_2 で外側光クラッドに対し屈折率の差 n_2 を示し、

埋めこまれたトレンチが、半径が r_3 、幅が w_3 で外側光クラッドに対する屈折率の差 n_3 を示す

光ファイバを提供し、ここで：

中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率 C_F がファイバの中心から r_1 に向かって増加し、

r_1 において、中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率 C_F の最大値 $C_{F, MAX}$ が 8.5×10^{-3} から 57×10^{-3} の範囲にあり、

埋めこまれたトレンチは、幅 w_3 が $2 \mu m$ から $10 \mu m$ の範囲にあり、外側光クラッドに対する屈折率の差 n_3 が -15×10^{-3} から -6×10^{-3} の範囲にある。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 7】

埋め込まれたトレンチは：

例えば $2 \mu m$ から $10 \mu m$ の範囲にある、または $3 \mu m$ から $5 \mu m$ の範囲にある、幅

w_3 および

例えば -6×10^{-3} よりも低い、外側光クラッドに対する屈折率の差 n_3 の分布特性を示す。埋め込まれたトレンチの屈折率の差 n_3 は、ファイバ製造プロセスにより制限されうる。例えば、埋め込まれたトレンチの屈折率の差 n_3 を、 -1.5×10^{-3} よりも低くすることはできないかもしれない（すなわち -1.5×10^{-3} よりも高くなければならない）。

【手続補正3】

【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】

中心から周囲に向かって、

半径が r_1 で 屈折率分布を示し、少なくともフッ素および屈折率を上昇させる元素によりドーピングされた母材を有する中心コアと、

幅 w_2 および、外側光クラッドに対する屈折率の差が n_2 である内側クラッドと、

半径が r_3 、幅が w_3 で $2 \mu\text{m}$ から $10 \mu\text{m}$ の範囲にあり、外側光クラッドに対する屈折率の差 n_3 が -1.5×10^{-3} から -6×10^{-3} の範囲にある、埋め込まれたトレンチと、

外側光クラッドと

を含む光ファイバであって、

中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率 C_F がファイバの中心から r_1 に向かって増加し、 r_1 において、中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率 C_F の最大値 $C_{F, \text{MAX}}$ が 8.5×10^{-3} から 57×10^{-3} の範囲にある、光ファイバ。

【請求項2】

中心コアの屈折率を上昇させるドーパントがゲルマニウムであり、中心コアの母材がシリカでできている、請求項1に記載の光ファイバ。

【請求項3】

r_1 において、埋め込まれたトレンチの屈折率の差 n_3 、および中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率の値 $C_{F, \text{MAX}}$ が以下の関係

$$C_{F, \text{MAX}} \times 1000 > -10.06 \times 1000 \times n_3 - 82.06$$

を満たす、請求項2に記載の光ファイバ。

【請求項4】

r_1 において、埋め込まれたトレンチの屈折率の差 n_3 、および中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率の値 $C_{F, \text{MAX}}$ が以下の関係

$$C_{F, \text{MAX}} \times 1000 > -8.28 \times 1000 \times n_3 - 48.28$$

を満たす、請求項2または3に記載の光ファイバ。

【請求項5】

r_1 において、埋め込まれたトレンチの屈折率の差 n_3 、および中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率の値 $C_{F, \text{MAX}}$ が以下の関係

$$C_{F, \text{MAX}} \times 1000 > -8 \times 1000 \times n_3 - 42.28$$

を満たす、請求項2、3、または4に記載の光ファイバ。

【請求項6】

中心コアのドーピングされた母材の、フッ素と全ての構成物質との原子比率 C_F が、ファイバの中心からの半径距離 r の関数として、以下の式で与えられ、

【数 1】

$$C_F(r) = C_F^{(1)} + \left(\frac{r}{r_1}\right)^p \cdot (C_{F,MAX} - C_F^{(1)})$$

r_1 は中心コアの半径であり、

p は 2 に実質的に等しい定数であり、

【数 2】

$$C_F^{(1)}$$

は 1.25×10^{-3} よりも小さい正の定数である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 7】

中心コアの屈折率分布が、値が 1.9 から 2.1 の範囲にあるパラメータアルファを示す、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 8】

外側光クラッドに対する中心コアの屈折率の差 n_1 の最大値が 10×10^{-3} から 18×10^{-3} の範囲にあり、好ましくは 11×10^{-3} から 16×10^{-3} の範囲にある、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 9】

内側クラッドの幅 w_2 が $0.5 \mu m$ から $2 \mu m$ の範囲にあり、外側光クラッドに対する内側クラッドの屈折率の差 n_2 が -0.2×10^{-3} から 2×10^{-3} の範囲にある、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 10】

埋め込まれたトレンチの幅 w_3 が、 $3 \mu m$ から $5 \mu m$ の範囲にある、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 11】

開口数が 0.185 から 0.215 の範囲にある、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 12】

波長 850 ナノメートルにおいて、7.5 mm の曲率半径を有する 2 回の曲げに対して、0.2 dB より小さい、好ましくは 0.1 dB より小さい、より好ましくは 0.05 dB より小さい、さらにより好ましくは 0.01 dB より小さい曲げ損失を示す、請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 13】

波長 1300 ナノメートルにおいて、7.5 mm の曲率半径を有する 2 回の曲げに対して、0.5 dB より小さい、好ましくは 0.3 dB より小さい、より好ましくは 0.2 dB より小さい、さらにより好ましくは 0.1 dB より小さい、最も好ましくは 0.05 dB より小さい曲げ損失を示す、請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 14】

波長 850 ナノメートルにおいて、1500 MHz・km よりも広い、より好ましくは 3500 MHz・km よりも広い全モード励振 (OFL) 帯域幅を示し、かつ/または、波長 1300 ナノメートルにおいて、500 MHz・km よりも広い、より好ましくは 600 MHz・km よりも広い全モード励振 (OFL) 帯域幅を示す、請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項 15】

波長 850 ナノメートルにおいて、FOTP-220 規格にしたがって中心コアの外側部分を被覆するマスクについて得られる分散モード遅延 DMDext が、0.33 ps/m より小さく、好ましくは 0.25 ps/m より小さく、より好ましくは 0.14 ps/m

mより小さい、請求項1から14のいずれか一項に記載の光ファイバ。

【請求項16】

100mにわたり10Gp/s以上の速度を、好ましくは300mにわたり10Gp/s以上の速度を任意選択で示す、請求項1から15のいずれか一項に記載の光ファイバの少なくとも一部を含む、マルチモード光システム。