

(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2016-148749

(P2016-148749A)

(43) 公開日 平成28年8月18日 (2016.8.18)

(51) Int.Cl.

G02B 6/036 (2006.01)

F1

G02B 6/036

テーマコード (参考)

2H150

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-25006 (P2015-25006)
 (22) 出願日 平成27年2月12日 (2015.2.12)

(71) 出願人 000005186
 株式会社フジクラ
 東京都江東区木場1丁目5番1号
 (74) 代理人 100143764
 弁理士 森村 靖男
 (74) 代理人 100129296
 弁理士 青木 博昭
 (72) 発明者 鈴木 孝昭
 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
 フジクラ 佐倉事業所内
 (72) 発明者 松尾 昌一郎
 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社
 フジクラ 佐倉事業所内

最終頁に続く

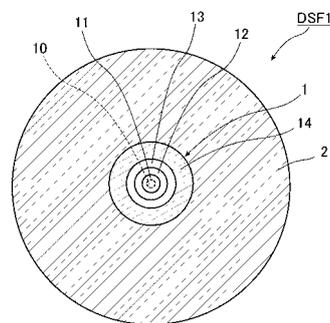
(54) 【発明の名称】 分散シフト光ファイバ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 曲げ損失のばらつきを抑制することができる分散シフト光ファイバを提供する。

【解決手段】 Cバンド、Lバンド帯の光を伝搬する分散シフト光ファイバDSF1において、第一中心セグメント10は半径 r_0 が $0.3\mu\text{m}$ 以上 $2.8\mu\text{m}$ 以下とされ、比屈折率差 Δn_0 が 0.4% 以上 0.9% 以下とされる。第一セグメント11の半径 r_1 は $1.8\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 以下とされる。第二セグメント12は半径 r_2 が $5.0\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下とされ、比屈折率差 Δn_2 が -0.02% 以上 0.07% 以下とされる。第三セグメント13は半径 r_3 が $6.0\mu\text{m}$ 以上 $8.5\mu\text{m}$ 以下とされ、比屈折率差 Δn_3 が 0.285% 以上 0.5% 以下とされる。第四セグメント14は半径 r_4 が $0.0\mu\text{m}$ 以上 $16.0\mu\text{m}$ 以下とされ、比屈折率差 Δn_4 が -0.02% 以上 0.04% 以下とされる。 $r_0 < r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1530nm以上1625nm以下の波長の光における分散値が 2.0ps/nm/km 以上 13.5ps/nm/km 以下であり、1550nmの波長の光における分散スロープが $0.092\text{ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、ケーブルカットオフ波長が1450nm以下であり、1550nmの波長の光における実効コア断面積が $65\mu\text{m}^2$ 以上 $90\mu\text{m}^2$ 以下であり、1550nmの波長の光におけるモードフィールド径が $9.2\mu\text{m}$ 以上 $10.5\mu\text{m}$ 以下である分散シフト光ファイバであって、

コアが、前記コアの中心軸を含む第一セグメントと、前記第一セグメントの外周面を隙間なく囲む第二セグメントと、前記第二セグメントの外周面を隙間なく囲む第三セグメントと、前記第三セグメントの外周面を隙間なく囲む第四セグメントとを有し、

前記第一セグメントは、前記中心軸を含む第一中心セグメントを含み、

前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.8\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $1.8\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $4.0\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $4.5\mu\text{m}$ 以上 $8.5\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は $8.0\mu\text{m}$ 以上 $16.0\mu\text{m}$ 以下とされ、かつ、 $r_0 < r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立し、

前記第一中心セグメントの前記コアを囲むクラッドに対する比屈折率差 Δ_0 は 0.4% 以上 0.9% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_2 は 0.00% 以上 0.07% 以下とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_3 は 0.285% 以上 0.5% 以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_4 は 0.005% 以上 0.04% 以下とされ、前記第一セグメントでは前記第一中心セグメントの外周から前記第二セグメントの内周にかけて前記クラッドに対する比屈折率差が低下する

ことを特徴とする分散シフト光ファイバ。

【請求項 2】

前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $1.8\mu\text{m}$ 以上とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $2.8\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一中心セグメントの半径 r_0 と前記第一セグメントの半径 r_1 とが一致し、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.0\mu\text{m}$ 以上 $6.6\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $6.1\mu\text{m}$ 以上とされ、

前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_0 は 0.8% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_2 は 0.06% 以下とされることを特徴とする請求項 1 に記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 3】

前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $2.0\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $6.0\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $7.5\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は $11.0\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下とされ、

前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_0 は 0.47% 以上 0.67% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_2 は 0.02% 以上とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_3 は 0.35% 以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_4 は 0.010% 以上 0.025% 以下とされる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 4】

前記第一中心セグメントの半径 r_0 は前記第一セグメントの半径 r_1 よりも小さくされ、

前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $1.3\mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $2.0\mu\text{m}$ 以上とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.0\mu\text{m}$ 以上とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $6.0\mu\text{m}$ 以上とされ、前記第四セグメントの半径 r_4

r_4 は $9.0 \mu\text{m}$ 以上とされ

前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_0 は 0.5% 以上とされる

ことを特徴とする請求項 1 に記載の分散シフト光ファイバ。

【請求項 5】

前記第一中心セグメントの半径 r_0 が $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $1.0 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $3.0 \mu\text{m}$ 以上 $4.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.2 \mu\text{m}$ 以上 $6.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $6.5 \mu\text{m}$ 以上 $8.0 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は $10.0 \mu\text{m}$ 以上 $13.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、

前記第一中心セグメントの前記コアを囲むクラッドに対する比屈折率差 Δ_0 は 0.6% 以上 0.8% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_2 は 0.020% 以上 0.065% 以下とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_3 は 0.4% 以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δ_4 は 0.01% 以上 0.03% 以下とされる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の分散シフト光ファイバ。

—

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分散シフト光ファイバに関し、コアを伝搬する光の曲げ損失のばらつきを抑制する場合に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

光通信の伝送網において、シングルモード光ファイバが用いられている。このシングルモード光ファイバを用いた光通信として波長多重伝送 (WDM 伝送) が広く受け入れられている。波長多重伝送は、光通信の波長が一波長でなく、複数の波長を用いて複数の光信号を伝送する方式であり、大容量高速通信に適した光伝送方式である。

【0003】

波長多重伝送においては、波長分散を抑制するために分散シフト光ファイバが用いられることがあり、中でも光の波長による分散を押さえつつ当該分散をゼロとしないノンゼロ分散シフト光ファイバ (Non-Zero Dispersion Shifted Fiber: NZDSF) が用いられることがある。

【0004】

下記特許文献 1 には、分散シフト光ファイバが記載されている。下記特許文献 1 に記載の分散シフト光ファイバは、コアが 3 つのセグメントを有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4393708 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記特許文献 1 に記載の分散シフト光ファイバでは、分散シフト光ファイバを曲げた際に伝搬する光が損失するいわゆる曲げ損失が、クラッド径とコア径との比が変化する場合に変動し易いことが分かった。一般的な光ファイバ用母材は、コアとなるロッド状のコアガラス体と、このコアガラス体の外周面を被覆しクラッドにおける内周側の部位

10

20

30

40

50

となる内周側クラッドガラス体とからなるコア被覆ロッドを用いて作製する。そして、ジャケット法やOVD法(Outside vapor deposition method)を用いて、このコア被覆ロッドの外周面(内周側クラッドガラス体の外周面上)をクラッドの外周側となる外周側クラッドガラス体で覆う。一般的に、外周側クラッドガラス体は安価に作製されることが多いため、外周側クラッドガラス体の外径は変動し易い。このように外周側クラッドガラス体の外径が変動するということは、光ファイバ用母材の外径が変動することにつながる。一方、光ファイバ用母材を線引して製造する光ファイバのクラッド径は、例えば125 μ mといった具合に一定とされる。このため、光ファイバ用母材の外径が変動すると、クラッド径とコア径との比が変化してしまう。このように製造おける誤差によって上記のようにコア径とクラッド径との比が変化することで、製造される分散シフト光ファイバを伝搬する光の曲げ損失のばらつきが大きくなるという懸念がある。光ファイバは直線状に敷設される場合のみならず、曲げられた状態で敷設される場合がある。従って、上記のように伝搬する光の曲げ損失がばらつくことは好ましく無い。

【0007】

そこで、本発明は、コア径とクラッド径との比が変化する場合であっても、曲げ損失が変化することを抑制することができる分散シフト光ファイバを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明は、1530nm以上1625nm以下の波長の光における分散値が2.0ps/nm/km以上13.5ps/nm/km以下であり、1550nmの波長の光における分散スロープが0.092ps/nm²/km以下であり、ケーブルカットオフ波長が1450nm以下であり、1550nmの波長の光における実効コア断面積が65 μ m²以上90 μ m²以下であり、1550nmの波長の光におけるモードフィールド径が9.2 μ m以上10.5 μ m以下である分散シフト光ファイバであって以下を特徴とするものである。

【0009】

コアは、前記コアの中心軸を含む第一セグメントと、前記第一セグメントの外周面を隙間なく囲む第二セグメントと、前記第二セグメントの外周面を隙間なく囲む第三セグメントと、前記第三セグメントの外周面を隙間なく囲む第四セグメントとを有し、前記第一セグメントは、前記中心軸を含む第一中心セグメントを含む。

【0010】

さらに、前記第一中心セグメントの半径 r_0 は0.5 μ m以上2.8 μ m以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は1.8 μ m以上4.5 μ m以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は4.0 μ m以上8.0 μ m以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は4.5 μ m以上8.5 μ m以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は8.0 μ m以上16.0 μ m以下とされ、かつ、 $r_0 < r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立する。

【0011】

またさらに、前記第一中心セグメントの前記コアを囲むクラッドに対する比屈折率差 Δn_0 は0.4%以上0.9%以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_2 は0.00%以上0.07%以下とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_3 は0.285%以上0.5%以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_4 は0.005%以上0.04%以下とされ、前記第一セグメントでは前記第一中心セグメントの外周から前記第二セグメントの内周にかけて前記クラッドに対する比屈折率差が低下する。

【0012】

本発明者等は、鋭意検討の結果、以上を特徴とする分散シフト光ファイバすなわちCバンド、Lバンド帯の光を伝搬する分散シフト光ファイバによれば、コア径とクラッド径との比が変化する場合であっても、コアを伝搬する光の曲げ損失が変化しづらいことを見出した。従って、本発明の分散シフト光ファイバによれば、製造によりクラッドの屈折率が

10

20

30

40

50

ばらつく場合であっても、特性のばらつきを抑制することができる。

【0013】

また、上記分散シフト光ファイバにおいて、前記第一中心セグメントの半径 r_0 と前記第一セグメントの半径 r_1 とが一致するよう構成しても良い。この場合、前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $1.8 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $2.8 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.0 \mu\text{m}$ 以上 $6.6 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $6.1 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_0 は 0.8% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_2 は 0.06% 以下とされることが好ましい。

【0014】

前記第一中心セグメントの半径 r_0 と前記第一セグメントの半径 r_1 とが一致するため、第一セグメントは実質的に第一中心セグメントから構成されることとなる。つまり、第一セグメントがステップ型の屈折率分布を有することとなり、前記クラッドに対する比屈折率差が第一中心セグメントの比屈折率差 Δn_0 となる。このように第一セグメントがステップ型の屈折率分布を有することにより、第一セグメント内で屈折率を変化させる場合よりも製造が容易となる。

【0015】

上記のように第一セグメントがステップ型の屈折率分布を有する場合には、前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $2.0 \mu\text{m}$ 以上 $2.6 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $6.0 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $7.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は $11.0 \mu\text{m}$ 以上 $15.0 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_0 は 0.47% 以上 0.67% 以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_2 は 0.02% 以上とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_3 は 0.35% 以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_4 は 0.010% 以上 0.025% 以下とされることがより好ましい。

【0016】

このような屈折率分布を有することにより、コア径とクラッド径との比が変化する場合であっても、コアを伝搬する光の曲げ損失の変化をより抑えることができる。

【0017】

或いは、上記分散シフト光ファイバにおいて、前記第一中心セグメントの半径 r_0 は前記第一セグメントの半径 r_1 よりも小さくされるよう構成しても良い。この場合、前記第一中心セグメントの半径 r_0 は $1.3 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $2.0 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.0 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は $6.0 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は $9.0 \mu\text{m}$ 以上とされ、前記第一中心セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_0 は 0.5% 以上とされることが好ましい。

【0018】

上記のように本発明の分散シフト光ファイバにおいて、第一セグメントでは第一中心セグメントの外周から第二セグメントの内周にかけてクラッドに対する比屈折率差が低下する。従って、第一中心セグメントの半径 r_0 は前記第一セグメントの半径 r_1 よりも小さくされよう構成されることで、第一セグメントが概ね台形状の屈折率分布を有することとなる。このように第一セグメントが概ね台形状の屈折率分布を有することにより、第一セグメントにおける第一中心セグメントの外周から第二セグメントに至る部位において、粘度差を徐々に変化させることが可能となる。このため、大きな残留応力を低減させることができ、伝送損失の増加することを抑制することができる。

【0019】

上記のように第一セグメントが台形型の屈折率分布を有する場合には、前記第一中心セグメントの半径 r_0 が $0.5 \mu\text{m}$ 以上 $1.0 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第一セグメントの半径 r_1 は $3.0 \mu\text{m}$ 以上 $4.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、前記第二セグメントの半径 r_2 は $5.2 \mu\text{m}$

10

20

30

40

50

m以上6.5 μm以下とされ、前記第三セグメントの半径 r_3 は6.5 μm以上8.0 μm以下とされ、前記第四セグメントの半径 r_4 は10.0 μm以上13.5 μm以下とされ、前記第一中心セグメントの前記コアを囲むクラッドに対する比屈折率差 Δn_0 は0.6%以上0.8%以下とされ、前記第二セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_2 は0.020%以上0.065%以下とされ、前記第三セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_3 は0.4%以下とされ、前記第四セグメントの前記クラッドに対する比屈折率差 Δn_4 は0.01%以上0.03%以下とされることがより好ましい。

【0020】

このような屈折率分布を有することにより、コア径とクラッド径との比が変化する場合であっても、コアを伝搬する光の曲げ損失の変化をより抑えることができる。

10

【発明の効果】

【0021】

以上のように、本発明によれば、製造によりクラッドの屈折率がばらつく場合であっても、伝搬する光の曲げ損失を抑制することができる分散シフト光ファイバが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施形態に係る分散シフト光ファイバの長手方向に垂直な断面の構造を示す図である。

【図2】図1の分散シフト光ファイバのクラッドに対する比屈折率分布を示す図である。

20

【図3】本発明の第2実施形態に係る分散シフト光ファイバの様子を示す図である。

【図4】図3の分散シフト光ファイバのクラッドに対する比屈折率分布を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明に係る分散シフト光ファイバの好適な実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0024】

(第1実施形態)

図1は、本実施形態に係る分散シフト光ファイバの長手方向に垂直な断面の構造を示す図である。

30

【0025】

本実施形態の分散シフト光ファイバDSF1は、1530 nm以上1625 nm以下の波長の光における分散値が2.0 ps/nm/km以上13.5 ps/nm/km以下であり、1550 nmの波長の光における分散スロープが0.092 ps/nm²/km以下であり、ケーブルカットオフ波長が1450 nm以下であり、1550 nmの波長の光における実効コア断面積が65 μm²以上90 μm²以下であり、1550 nmの波長の光におけるモードフィールド径が9.2 μm以上10.5 μm以下とされる。つまり、分散シフト光ファイバDSF1は、Cバンド、Lバンド帯の光を伝搬する分散シフト光ファイバとされる。

【0026】

40

図1に示すように、本実施形態の分散シフト光ファイバDSF1は、コア1とコア1の外周面を隙間なく囲むクラッド2を備える。

【0027】

コア1は、第一セグメント11と、第一セグメント11の外周面を隙間なく囲む第二セグメント12と、第二セグメント12の外周面を隙間なく囲む第三セグメント13と、第三セグメント13の外周面を隙間なく囲む第四セグメント14とを有する。また、第一セグメント11は、図1において破線で示すようにコア1の中心軸を含む第一中心セグメント10を含む。このように本実施形態の分散シフト光ファイバDSF1は4セグメントとされる。

【0028】

50

第一中心セグメント10の半径 r_0 は $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.8\mu\text{m}$ 以下とされる。第一セグメント11の半径 r_1 は $1.8\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 以下とされる。第二セグメント12の半径 r_2 は $4.0\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下とされる。第三セグメント13の半径 r_3 は $4.5\mu\text{m}$ 以上 $8.5\mu\text{m}$ 以下とされる。第四セグメント14の半径 r_4 は $8.0\mu\text{m}$ 以上 $16.0\mu\text{m}$ 以下とされる。なお、それぞれのセグメントの半径とは、それぞれのセグメントの外周面の半径を指す。

【0029】

また、第一中心セグメント10の半径 r_0 と、第一セグメント11の半径 r_1 と、第二セグメント12の半径 r_2 と、第三セグメント13の半径 r_3 と、第四セグメント14の半径 r_4 との間には、

$$r_0 < r_1 < r_2 < r_3 < r_4$$

が成立する。

【0030】

図2は、図1に示す分散シフト光ファイバDSF1の径方向でのクラッド2に対する比屈折率差の分布の様子を示す図である。ただし、図2では、分散シフト光ファイバDSF1の中心軸よりも径方向の一方側のみの屈折率分布の様子を示している。第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 は 0.4% 以上 0.9% 以下とされる。第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 は 0.00% 以上 0.07% 以下とされる。このように第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 は第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 はよりも小さく、第一セグメント11では、第一中心セグメント10の外周から第二セグメント12の内周にかけてクラッド2に対する比屈折率差が低下している。第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 は 0.285% 以上 0.5% 以下とされる。第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 は 0.005% 以上 0.04% 以下とされる。

【0031】

分散シフト光ファイバDSF1のコア1、クラッド2を構成する材料は、次のようにされる。例えば、クラッド2は純粋な石英から構成され、コア1の第一セグメント11及び第三セグメント13は屈折率を上昇させるドーパントが添加される石英から構成され、第二セグメント12及び第四セグメント14は、屈折率を上昇させるドーパントや屈折率を低下させるドーパントが適宜添加される石英から構成される。屈折率を上昇させる作用を備えるドーパントとしてはゲルマニウム(Ge)を代表に挙げることができる。ゲルマニウムは、 GeO_2 として添加される。また、屈折率を低下させる作用を備えるドーパントとしてはフッ素(F)を代表的に挙げることができる。なお、コア1のそれぞれのセグメントに添加するドーパントは、ゲルマニウム、アルミニウム(Al)、リン(P)、フッ素から選ばれる少なくとも1種、あるいは2種以上とされ、クラッド2に対する比屈折率差が上記の範囲となるようにその種類や添加量が適宜選択される。

【0032】

コア1のそれぞれセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差を有することで、分散シフト光ファイバDSF1は、上記のような分散値、分散スロープ、ケーブルカットオフ波長、実効コア断面積、モードフィールド径を有する。

【0033】

以上説明したように、本実施形態の分散シフト光ファイバDSF1は、コア1のそれぞれセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差を有することで、コア1の直径(コア径)とクラッド2の直径(クラッド径)との比が変化する場合であっても、コア1を伝搬する光の曲げ損失が変化を抑制することができる。

【0034】

なお、上記のように、分散シフト光ファイバDSF1は $r_0 < r_1$ とされ、第一セグメント11では、第一中心セグメント10の外周から第二セグメント12の内周にかけてクラッド2に対する比屈折率差が低下する。従って、 $r_0 < r_1$ とされる場合、第一セグメント11の屈折率分布の形状は概ね台形とされる。

10

20

30

40

50

【0035】

このように第一セグメント11の屈折率分布の形状が概ね台形とされる場合、それぞれのセグメントは、半径及びクラッド2に対する比屈折率差が次の範囲となることが好ましい。

【0036】

すなわち、第一中心セグメント10の半径 r_0 が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 以下とされ、第一セグメント11の半径 r_1 が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 以下とされ、第二セグメント12の半径 r_2 が $5.0\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下とされ、第三セグメント13の半径 r_3 が $6.0\mu\text{m}$ 以上 $8.5\mu\text{m}$ 以下とされ、第四セグメント14の半径 r_4 が $9.0\mu\text{m}$ 以上 $16.0\mu\text{m}$ 以下とされる。ただし、上記のように、 $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立している。

10

【0037】

また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 が 0.5% 以上 0.9% 以下とされ、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 が 0.00% 以上 0.07% 以下とされ、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 が 0.285% 以上 0.5% 以下とされ、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 が 0.005% 以上 0.04% 以下とされる。

【0038】

第一セグメント11が概ね台形状の屈折率分布を有する場合に、コア1のそれぞれのセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差とされることで、第一セグメント11における第一中心セグメント10の外周から第二セグメント12に至る部位において、粘度差を徐々に変化させることが可能となる。このため、大きな残留応力を低減させることができ、伝送損失の増加することを抑制することができる。

20

【0039】

このように第一セグメント11の屈折率分布の形状は概ね台形とされる場合、それぞれのセグメントは、半径及びクラッド2に対する比屈折率差が、次の範囲とされることにより好ましい。

【0040】

すなわち、第一中心セグメント10の半径 r_0 が $0.5\mu\text{m}$ 以上 $1.0\mu\text{m}$ 以下とされ、第一セグメント11の半径 r_1 が $3.0\mu\text{m}$ 以上 $4.5\mu\text{m}$ 以下とされ、第二セグメント12の半径 r_2 が $5.2\mu\text{m}$ 以上 $6.5\mu\text{m}$ 以下とされ、第三セグメント13の半径 r_3 が $6.5\mu\text{m}$ 以上 $8.0\mu\text{m}$ 以下とされ、第四セグメント14の半径 r_4 が $10.0\mu\text{m}$ 以上 $13.5\mu\text{m}$ 以下とされる。ただし、上記のように、 $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立している。

30

【0041】

また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 が 0.6% 以上 0.8% 以下とされ、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 が 0.02% 以上 0.065% 以下とされ、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 が 0.285% 以上 0.4% 以下とされ、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 が 0.01% 以上 0.03% 以下とされる。

40

【0042】

コア1のそれぞれセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差とされることで、コア1の径とクラッド2の径との比が変化する場合であっても、コア1を伝搬する光の曲げ損失が変化をより抑えることができる。

【0043】

(第2実施形態)

次に、本発明に係る分散シフト光ファイバの第2実施形態について図3、図4を参照して詳細に説明する。なお、第1実施形態の分散シフト光ファイバDSF1同一又は同等の構成要素については、特に説明する場合を除き、同一の参照符号を付して重複する説明は省略する。

50

【0044】

図3は、本実施形態に係る分散シフト光ファイバの長手方向に垂直な断面の構造を示す図である。

【0045】

本実施形態においても、分散シフト光ファイバDSF2は、1530nm以上1625nm以下の波長の光における分散値が 2.0 ps/nm/km 以上 13.5 ps/nm/km 以下であり、1550nmの波長の光における分散スロープが $0.092 \text{ ps/nm}^2/\text{km}$ 以下であり、ケーブルカットオフ波長が1450nm以下であり、1550nmの波長の光における実効コア断面積が $65 \mu\text{m}^2$ 以上 $90 \mu\text{m}^2$ 以下であり、1550nmの波長の光におけるモードフィールド径が $9.2 \mu\text{m}$ 以上 $10.5 \mu\text{m}$ 以下とされる。つまり、分散シフト光ファイバDSF2は、第1実施形態の分散シフト光ファイバDSF1と同様に、Cバンド、Lバンド帯の光を伝搬する分散シフト光ファイバとされる。

10

【0046】

本実施形態の分散シフト光ファイバDSF2は4セグメントとされるが、 $r_0 = r_1$ とされる点において、第1実施形態の分散シフト光ファイバDSF1と異なる。

【0047】

本実施形態の分散シフト光ファイバでは、第一中心セグメント10の半径 r_0 と、第一セグメント11の半径 r_1 とが互いに等しく $1.8 \mu\text{m}$ 以上 $2.8 \mu\text{m}$ 以下とされる。

【0048】

図4は、図3の分散シフト光ファイバDSF2の比屈折率分布を図2と同様の方法で示す図である。本実施形態でも第1実施形態と同様に、第一セグメント11では、第一中心セグメント10の外周から第二セグメント12の内周にかけてクラッド2に対する比屈折率差が低下する。しかし、図4に示すように、本実施形態では、 $r_0 = r_1$ とされるため、第一中心セグメント10の外周と第二セグメント12の内周（第一セグメント11の外周）とが一致し、図4に示すように、第一セグメント11の屈折率分布の形状は概ねステップ型とされる。

20

【0049】

このように第一セグメント11の屈折率分布の形状が概ねステップとされる場合、それぞれのセグメントは、半径及びクラッド2に対する比屈折率差が次の範囲となることが好ましい。

30

【0050】

すなわち、第一中心セグメント10の半径 r_0 （第一セグメント11の半径 r_1 ）が $1.8 \mu\text{m}$ 以上 $2.8 \mu\text{m}$ 以下とされ、第二セグメント12の半径 r_2 が $5.0 \mu\text{m}$ 以上 $6.6 \mu\text{m}$ 以下とされ、第三セグメント13の半径 r_3 が $6.1 \mu\text{m}$ 以上 $8.5 \mu\text{m}$ 以下とされ、第四セグメント14の半径 r_4 が $8.0 \mu\text{m}$ 以上 $16.0 \mu\text{m}$ 以下とされる。ただし、上記のように、 $r_0 (r_1) < r_2 < r_3 < r_4$ が成立している。

【0051】

また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 （第一セグメント11のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_1 ）が 0.4% 以上 0.8% 以下とされ、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 が 0.00% 以上 0.06% 以下とされ、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 が 0.285% 以上 0.5% 以下とされ、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 が 0.005% 以上 0.04% 以下とされる。

40

【0052】

第一セグメントが概ね台形状の屈折率分布を有する場合に、コア1のそれぞれのセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差とされることで、第一セグメント11内で屈折率を変化させる場合よりも製造が容易となる。

【0053】

このように第一セグメント11の屈折率分布の形状は概ねステップとされる場合、それぞれのセグメントは、半径及びクラッド2に対する比屈折率差が、次の範囲とされること

50

がより好ましい。

【0054】

すなわち、第一中心セグメント10の半径 r_0 （第一セグメント11の半径 r_1 ）が $2.0\mu\text{m}$ 以上 $2.6\mu\text{m}$ 以下とされ、第二セグメント12の半径 r_2 が $5.0\mu\text{m}$ 以上 $6.0\mu\text{m}$ 以下とされ、第三セグメント13の半径 r_3 が $6.1\mu\text{m}$ 以上 $7.5\mu\text{m}$ 以下とされ、第四セグメント14の半径 r_4 が $11.0\mu\text{m}$ 以上 $15.0\mu\text{m}$ 以下とされる。ただし、上記のように、 $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ が成立している。

【0055】

また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 （第一セグメント11のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_1 ）が 0.47% 以上 0.67% 以下とされ、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 が 0.02% 以上 0.06% 以下とされ、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 が 0.285% 以上 0.35% 以下とされ、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 が 0.10% 以上 0.025% 以下とされる。

【0056】

コア1のそれぞれセグメントが上記の半径及びクラッド2に対する比屈折率差とされることで、コア1の径とクラッド2の径との比が変化する場合であっても、コア1を伝搬する光の曲げ損失が変化をより抑えることができる。

【0057】

以上、本発明について、第1、第2実施形態を例に説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0058】

例えば、第1実施形態において、第一セグメント11において、第一中心セグメント10の外周面から第二セグメント12の内周にかけて、クラッド2に対する比屈折率が傾斜状して低下している。しかし本発明では、第一セグメント11において、第一中心セグメント10の外周面から第二セグメント12の内周にかけて、クラッド2に対する比屈折率が低下していれば良く、階段状に低くなっていても良い。

【実施例】

【0059】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明の内容をより具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0060】

（実施例1）

図1、図2に記載の分散シフト光ファイバDSF1をモデルとしてシミュレーションを行った。第一セグメント11の第一中心セグメント10の半径 r_0 、第一セグメント11の半径 r_1 、第二セグメント12の半径 r_2 、第三セグメント13の半径 r_3 、第四セグメント14の半径 r_4 を下記表1の通りとした。また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_0 、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_2 、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_3 、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 Δn_4 を下記表1の通りとして、第一セグメント11における第一中心セグメント10の外周面から第二セグメント12までの内周にかけてクラッド2に対する比屈折率差が傾斜状に低下するものとした。

【0061】

また、このようにそれぞれのセグメントの半径やクラッド2に対する比屈折率差とされる分散シフト光ファイバDSF1のカットオフ波長（ λ_c ）、波長 1550nm の光が伝搬する場合の実効コア断面積（ A_{eff} ）、波長 1550nm の光が伝搬する場合のモードフィールド径（ MFD ）、波長 1550nm の光の分散値（ $Disp$ ）、波長 $1550\mu\text{m}$ の光の分散スロープ（ $Slope$ ）、直径 20mm に曲げられる分散シフト光ファイバDSF1を伝搬する波長 1550nm の光の曲げ損失（ $Bloss$ ）、直線状の分散シフト光ファイバDSF1を伝搬する波長 1550nm の光の損失（ $Loss$ ）は、表2の

通りとなった。

【0062】

また、コア1の径とクラッド2の径との比が1%変動する場合における上記曲げ損失の変動率(Bloss VR)は表2の通りとなった。

【0063】

(実施例2~11)

それぞれのセグメントの半径(r_0, r_1, r_2, r_3, r_4)及びクラッド2に対する比屈折率差(n_0, n_2, n_3, n_4)を表1の通りとしたこと以外は、実施例1と同様にして分散シフト光ファイバDSF1のシミュレーションを行った。

【0064】

この場合の分散シフト光ファイバDSF1のカットオフ波長(λ_c)、波長1550nmの光が伝搬する場合の実効コア断面積(Aeff)、波長1550nmの光が伝搬する場合のモードフィールド径(MFD)、波長1550nmの光の分散値(Disp)、波長1550 μ mの光の分散スロープ(Slope)、直径20mmに曲げられる分散シフト光ファイバDSF1を伝搬する波長1550nmの光の曲げ損失(Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバDSF1を伝搬する波長1550nmの光の損失(Loss)は、表2の通りとなった。

【0065】

また、コア1の径とクラッド2の径との比が1%変動する場合における上記曲げ損失の変動率(Bloss VR)は表2の通りとなった。

【0066】

(実施例12)

図3、図4に記載の分散シフト光ファイバDSF2をモデルとしてシミュレーションを行った。従って、第一中心セグメント10半径 r_0 と第一セグメント11の半径 r_1 とは互いに等しい。第一セグメント11の第一中心セグメント10の半径 r_0 (第一セグメント11の半径 r_1)、第二セグメント12の半径 r_2 、第三セグメント13の半径 r_3 、第四セグメント14の半径 r_4 を下記表1の通りとした。また、第一中心セグメント10のクラッド2に対する比屈折率差 n_0 、第二セグメント12のクラッド2に対する比屈折率差 n_2 、第三セグメント13のクラッド2に対する比屈折率差 n_3 、第四セグメント14のクラッド2に対する比屈折率差 n_4 を下記表1の通りとした。

【0067】

また、このようにそれぞれのセグメントの半径やクラッド2に対する比屈折率差とされる分散シフト光ファイバDSF2のカットオフ波長(λ_c)、波長1550nmの光が伝搬する場合の実効コア断面積(Aeff)、波長1550nmの光が伝搬する場合のモードフィールド径(MFD)、波長1550nmの光の分散値(Disp)、波長1550 μ mの光の分散スロープ(Slope)、直径20mmに曲げられる分散シフト光ファイバDSF2を伝搬する波長1550nmの光の曲げ損失(Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバDSF2を伝搬する波長1550nmの光の損失(Loss)は、表2の通りとなった。

【0068】

また、コア1の径とクラッド2の径との比が1%変動する場合における上記曲げ損失の変動率(Bloss VR)は表2の通りとなった。

【0069】

(実施例13~18)

それぞれのセグメントの半径($r_0(r_1), r_2, r_3, r_4$)及びクラッド2に対する比屈折率差($n_0(n_1), n_2, n_3, n_4$)を表1の通りとしたこと以外は、実施例4と同様にして分散シフト光ファイバDSF2のシミュレーションを行った。

【0070】

この場合の分散シフト光ファイバDSF2のカットオフ波長(λ_c)、波長1550nmの光が伝搬する場合の実効コア断面積(Aeff)、波長1550nmの光が伝搬する

10

20

30

40

50

場合のモードフィールド径 (MFD)、波長 1550 nm の光の分散値 (Disp)、波長 1550 μ m の光の分散スロープ (Slope)、直径 20 mm に曲げられる分散シフト光ファイバ DSF2 を伝搬する波長 1550 nm の光の曲げ損失 (Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバ DSF2 を伝搬する波長 1550 nm の光の損失 (Loss) は、表 2 の通りとなった。

【0071】

また、コア 1 の径とクラッド 2 の径との比が 1% 変動する場合における上記曲げ損失の変動率 (Bloss VR) は表 2 の通りとなった。

【0072】

(比較例 1)

図 1、図 2 に記載の分散シフト光ファイバ DSF1 から第四セグメント 14 が除かれた 3 セグメントの分散シフト光ファイバとして、それぞれのセグメントの半径 (r_0, r_1, r_2, r_3) 及びクラッド 2 に対する比屈折率差 (n_0, n_2, n_3) を表 1 の通りとしたこと以外は、実施例 1 と同様にして分散シフト光ファイバのシミュレーションを行った。

【0073】

この場合の分散シフト光ファイバのカットオフ波長 (λ_c)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合の実効コア断面積 (Aeff)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合のモードフィールド径 (MFD)、波長 1550 nm の光の分散値 (Disp)、波長 1550 μ m の光の分散スロープ (Slope)、直径 20 mm に曲げられる分散シフト光ファイバを伝搬する波長 1550 nm の光の曲げ損失 (Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバを伝搬する波長 1550 nm の光の損失 (Loss) は、表 2 の通りとなった。

【0074】

また、コア 1 の径とクラッド 2 の径との比が 1% 変動する場合における上記曲げ損失の変動率 (Bloss VR) は表 2 の通りとなった。

【0075】

(比較例 2)

図 3、図 4 に記載の分散シフト光ファイバ DSF2 から第四セグメント 14 が除かれた 3 セグメントの分散シフト光ファイバとして、それぞれのセグメントの半径 (r_0, r_1, r_2, r_3) 及びクラッド 2 に対する比屈折率差 (n_0, n_2, n_3) を表 1 の通りとしたこと以外は、実施例 4 と同様にして分散シフト光ファイバのシミュレーションを行った。

【0076】

この場合の分散シフト光ファイバのカットオフ波長 (λ_c)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合の実効コア断面積 (Aeff)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合のモードフィールド径 (MFD)、波長 1550 nm の光の分散値 (Disp)、波長 1550 μ m の光の分散スロープ (Slope)、直径 20 mm に曲げられる分散シフト光ファイバを伝搬する波長 1550 nm の光の曲げ損失 (Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバを伝搬する波長 1550 nm の光の損失 (Loss) は、表 2 の通りとなった。

【0077】

また、コア 1 の径とクラッド 2 の径との比が 1% 変動する場合における上記曲げ損失の変動率 (Bloss VR) は表 2 の通りとなった。

【0078】

(比較例 3)

それぞれのセグメントの半径 (r_0, r_1, r_2, r_3, r_4) 及びクラッド 2 に対する比屈折率差 (n_0, n_2, n_3, n_4) を表 1 の通りとしたこと以外は、実施例 1 と同様にして分散シフト光ファイバ DSF1 のシミュレーションを行った。

【0079】

この場合の分散シフト光ファイバ DSF1 のカットオフ波長 (λ_c)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合の実効コア断面積 (Aeff)、波長 1550 nm の光が伝搬する

10

20

30

40

50

場合のモードフィールド径 (MFD)、波長 1550 nm の光の分散値 (Disp)、波長 1550 μ m の光の分散スロープ (Slope)、直径 20 mm に曲げられる分散シフト光ファイバ DSF1 を伝搬する波長 1550 nm の光の曲げ損失 (Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバ DSF1 を伝搬する波長 1550 nm の光の損失 (Loss) は、表 2 の通りとなった。

【0080】

また、コア 1 の径とクラッド 2 の径との比が 1% 変動する場合における上記曲げ損失の変動率 (Bloss VR) は表 2 の通りとなった。

【0081】

(比較例 4 ~ 6)

それぞれのセグメントの半径 (r_0 (r_1), r_2 , r_3 , r_4) 及びクラッド 2 に対する比屈折率差 (n_0 (n_1), n_2 , n_3 , n_4) を表 1 の通りとしたこと以外は、実施例 4 と同様にして分散シフト光ファイバ DSF2 のシミュレーションを行った。

10

【0082】

この場合の分散シフト光ファイバ DSF2 のカットオフ波長 (λ_c)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合の実効コア断面積 (Aeff)、波長 1550 nm の光が伝搬する場合のモードフィールド径 (MFD)、波長 1550 nm の光の分散値 (Disp)、波長 1550 μ m の光の分散スロープ (Slope)、直径 20 mm に曲げられる分散シフト光ファイバ DSF2 を伝搬する波長 1550 nm の光の曲げ損失 (Bloss)、直線状の分散シフト光ファイバ DSF2 を伝搬する波長 1550 nm の光の損失 (Loss) は、表 2 の通りとなった。

20

【0083】

また、コア 1 の径とクラッド 2 の径との比が 1% 変動する場合における上記曲げ損失の変動率 (Bloss VR) は表 2 の通りとなった。

【0084】

以下に表 1、表 2 を示す。なお、下記表 1 には、第 1 セグメント 11 の屈折率分布の形状を記載している。

【表 1】

表 1

	コア形状 単位	r0	r1	r2	r3	r4	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4
		um	um	um	um	um	%	%	%	%
実施例1	台形	0.8	3.7	6.5	8.1	13.9	0.62	0.01	0.30	0.04
実施例2	台形	1.1	2.9	6.2	7.3	12.3	0.77	0.07	0.42	0.02
実施例3	台形	0.5	1.8	4.0	4.5	8.0	0.90	0.07	0.50	0.04
実施例4	台形	2.8	4.5	8.0	8.5	16.0	0.40	0.00	0.285	0.03
実施例5	台形	2.8	3.0	5.7	6.7	11.5	0.40	0.00	0.285	0.005
実施例6	台形	0.6	2.0	4.1	4.7	8.2	0.90	0.07	0.50	0.04
実施例7	台形	1.0	4.5	6.5	8.0	13.5	0.60	0.02	0.285	0.01
実施例8	台形	0.5	3.0	5.2	6.5	10.0	0.80	0.065	0.40	0.03
実施例9	台形	0.6	3.0	5.5	6.5	10.5	0.74	0.03	0.33	0.03
実施例10	台形	0.7	3.1	6.1	7.2	12.1	0.72	0.06	0.32	0.02
実施例11	台形	0.8	3.1	6.2	7.2	12.3	0.70	0.05	0.40	0.01
実施例12	ステップ	-	2.7	6.1	7.6	11.5	0.57	0.01	0.31	0.02
実施例13	ステップ	-	2.6	6.4	8.4	12.6	0.50	0.06	0.29	0.01
実施例14	ステップ	-	1.8	5.0	6.1	16.0	0.65	0.05	0.50	0.005
実施例15	ステップ	-	2.6	6.0	7.5	15.0	0.47	0.02	0.285	0.01
実施例16	ステップ	-	2.0	5.0	6.1	11.0	0.67	0.06	0.35	0.025
実施例17	ステップ	-	2.3	5.7	6.9	12.0	0.55	0.03	0.32	0.01
実施例18	ステップ	-	2.3	5.5	7.0	12.1	0.60	0.04	0.35	0.02
比較例1	台形	0.7	3.5	6.1	7.6	-	0.67	0.02	0.33	-
比較例2	ステップ	-	2.5	6.0	7.5	-	0.54	0.02	0.31	-
比較例3	台形	0.7	3.4	6.1	7.8	12.5	0.65	0.01	0.23	-0.04
比較例4	ステップ	-	2.2	4.8	7.1	11.0	0.60	0.02	0.23	-0.03
比較例5	ステップ	-	2.7	5.1	7.4	11.5	0.50	-0.03	0.25	-0.08
比較例6	ステップ	-	1.9	3.9	5.9	9.5	0.69	0.04	0.25	0.05

10

20

30

40

【表 2】

	λ_c	Aeff	MFD	Disp	Slope	Bloss	Loss	BlossVR
	um	μm^2	um	ps/nm/km	$\text{ps}^2/\text{nm}/\text{km}$	dB/m	dB/km	%
実施例1	1.44	71.5	9.7	4.2	0.078	12.0	0.197	5.6
実施例2	1.32	73.2	9.7	4.4	0.091	11.2	0.194	5.2
実施例3	1.02	85.0	10.4	7.1	0.092	38.0	0.203	7.5
実施例4	1.23	74.2	9.9	13.0	0.058	7.2	0.198	8.3
実施例5	1.00	79.0	10.1	9.8	0.066	29.0	0.197	8.2
実施例6	1.10	71.9	9.7	4.2	0.091	12.4	0.201	6.8
実施例7	1.44	62.0	9.2	8.8	0.070	5.0	0.2	3.5
実施例8	1.45	87.8	10.4	5.1	0.092	15.0	0.199	3.9
実施例9	1.34	69.8	9.6	4.3	0.091	7.3	0.196	3.7
実施例10	1.36	72.7	9.7	4.0	0.090	9.3	0.196	2.8
実施例11	1.36	72.2	9.6	4.4	0.088	9.0	0.195	3.1
実施例12	1.38	68.7	9.5	4.7	0.860	11.0	0.206	5.1
実施例13	1.45	78.0	9.9	5.0	0.087	17.2	0.203	4
実施例14	1.43	88.8	10.3	7.0	0.092	15.0	0.204	7
実施例15	1.35	85.1	10.5	7.5	0.085	20.0	0.2	3.3
実施例16	1.32	64.4	9.2	3.5	0.092	5.0	0.201	3.9
実施例17	1.28	74.8	9.7	4.3	0.087	17.0	0.201	2.6
実施例18	1.21	71.9	9.6	4.3	0.088	15.8	0.199	3.8
比較例1	1.37	71.8	9.6	4.1	0.086	8.9	0.197	16.2
比較例2	1.37	71.5	9.5	4.3	0.084	8.3	0.199	15.9
比較例3	1.29	66.0	9.3	2.8	0.081	13.1	0.199	17.4
比較例4	1.27	68.8	9.4	4.3	0.091	7.0	0.207	21
比較例5	1.40	73.0	9.6	4.2	0.085	11.3	0.203	17.9
比較例6	1.38	7.1	9.5	3.9	0.098	5.0	0.201	22.6

表 2

【0085】

表 2 より、本発明の実施例 1 ~ 18 の分散シフト光ファイバによれば、コア径とクラッド径との比が変化する場合であっても曲げ損失の変化が抑制されることが示された。従って、本発明の分散シフト光ファイバによれば、製造により光ファイバ用母材のクラッドガ

ラス体の径がばらつく場合であっても、伝搬する光の曲げ損失を抑制することができることが示された。

【0086】

特に、第1セグメント11の屈折率分布の形状が台形状である実施例1～11のうち実施例7～11の分散シフトファイバであれば、コア1の径とクラッド2の径との比が1%変動する場合における曲げ損失の変動率(Bloss VR)を4%未満に抑えることができる良好な結果を得られた。また、第1セグメント11の屈折率分布の形状がステップ型である実施例12～18のうち実施例15～16の分散シフトファイバであれば、コア1の径とクラッド2の径との比が1%変動する場合における曲げ損失の変動率(Bloss VR)を4%未満に抑えることができる良好な結果を得られた。

10

【産業上の利用可能性】

【0087】

以上説明したように、本発明の分散シフトファイバによれば、コア径とクラッド径との比がばらつく場合であっても、伝搬する光の曲げ損失が変化することを抑制することができる。光通信の分野に利用することができる。

【符号の説明】

【0088】

DSF1, DSF2・・・分散シフト光ファイバ

1・・・コア

2・・・クラッド

10・・・第一中心セグメント

11・・・第一セグメント

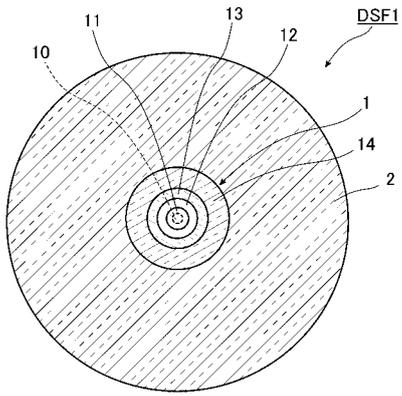
12・・・第二セグメント

13・・・第三セグメント

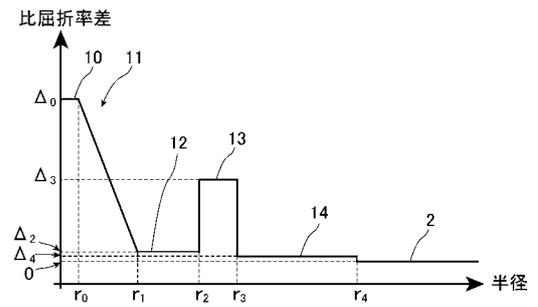
14・・・第四セグメント

20

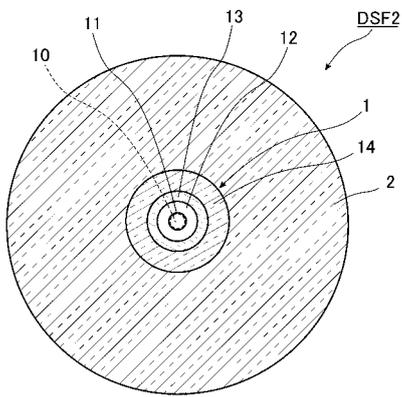
【 图 1 】



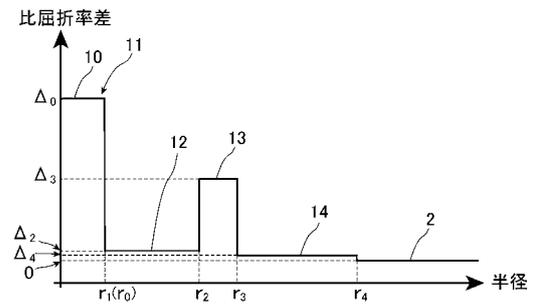
【 图 2 】



【 图 3 】



【 图 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H150 AB04 AB05 AB07 AB08 AB10 AD05 AD06 AD12 AD15 AD18
AD22 AE04 AE15 AE16 AE25 AE26 AE29 AE37 AE39 AE47
AH22 AH50