

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3659460号
(P3659460)

(45) 発行日 平成17年6月15日(2005.6.15)

(24) 登録日 平成17年3月25日(2005.3.25)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 6/22

F I

G02B 6/22

請求項の数 8 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-65644 (22) 出願日 平成10年3月16日(1998.3.16) (65) 公開番号 特開平10-300965 (43) 公開日 平成10年11月13日(1998.11.13) 審査請求日 平成11年7月8日(1999.7.8) 審査番号 不服2002-8393(P2002-8393/J1) 審査請求日 平成14年5月13日(2002.5.13) (31) 優先権主張番号 08/821507 (32) 優先日 平成9年3月21日(1997.3.21) (33) 優先権主張国 米国(US)</p>	<p>(73) 特許権者 596092698 ルーセント テクノロジーズ インコーポ レーテッド アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージャージー, マレイ ヒル, マウン テン アヴェニュー 600 (74) 代理人 100064447 弁理士 岡部 正夫 (74) 代理人 100085176 弁理士 加藤 伸晃 (74) 代理人 100106703 弁理士 産形 和央 (74) 代理人 100096943 弁理士 臼井 伸一</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分散補償型光ファイバを有するシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基本モードLP_{0,1}と高次モードで所定の波長 λ_0 の光を伝播する分散補償型光ファイバからなる製品において、該分散補償型光ファイバが、公称屈折率プロファイルと公称分散D_{n_om}(λ)(λ は波長を表す)とを有する第1のセクションと該公称屈折率プロファイルと異なる屈折率プロファイルとD_{n_om}(λ)と等しくない分散D(λ)とを有する第2のセクションとからなり、

該第1のセクションは、直径d_{c, n_om}と最大屈折率n_{c, n_om}を有するコア、及び前記コアを包囲し、n_{c, n_om}以下の屈折率n_{1, n_om}を有する内側クラッドとからなり、ここで(n_{c, n_om} - n_{1, n_om}) / n_{c, n_om} = n_omと定義し、

該第2のセクションは直径d_cと最大屈折率n_cとを有するコア、及び前記コアを包囲し、屈折率n₁を有する内側クラッドとからなり、ここで(n_c - n₁) / n_c = と定義し、d_c、n_c及び λ_0 の少なくとも1つはd_{c, n_om}、n_{c, n_om}及びn_omとは異なり、

前記公称屈折率プロファイルは、

(a) 該分散補償型光ファイバが波長 λ_0 で基本モードLP_{0,1}と少なくとも1つの高次モードLP_{0,2}を伝播し、

(b) 該公称分散D_{n_om}(λ)は、|D_{n_om}(λ)|が最大となる波長を λ_{max} とすると、少なくとも $\lambda_{max} \pm 50 \text{ nm}$ の波長範囲で-200 ps/nm²・kmよりも負であり、

10

20

(c) 該第1及び第2のセクションにおいて前記内側クラッドを包囲し、 $(n_{2, nom} - n_{1, nom}) / n_{2, nom} > 0.1\%$ となるような公称屈折率 $n_{2, nom}$ を有する屈折率リングを形成することにより、以下のi)、ii)又はiii)に対して波長範囲 $m_{ax} \pm 50 \text{ nm}$ のどこの波長でも $|D(\lambda) - D_{nom}(\lambda)|$ は、 $|0.5 D_{nom}(\lambda)|$ より小さく、

i) $d_{c, nom}$ から1%以下だけ異なる d_c 、

ii) n_{nom} から2%以下だけ異なる n_c 、

iii) 前記i)の d_c とii)の n_c 、

(d) λ_0 は波長範囲 $m_{ax} \pm 50 \text{ nm}$ 内の波長であり、そして

(e) 公称分散 $D_{nom}(\lambda)$ が実質的に該高次モード LP_{02} に対する分散からなるように選択されることを特徴とする分散補償型光ファイバからなる製品。

10

【請求項2】

λ_0 が m_{ax} であることを特徴とする請求項1記載の製品。

【請求項3】

前記公称屈折率プロファイルは、 $(n_{c, nom} \cdot d_{c, nom} \cdot n_{nom}) / \lambda_0$ が0.55以上であるように選択されることを特徴とする請求項1記載の製品。

【請求項4】

前記公称屈折率プロファイルは、波長範囲 $m_{ax} \pm 50 \text{ nm}$ において、 $(n_{eff} - n_{1, nom}) / n_{eff}$ が $0.1 \cdot n_{nom}(\lambda)$ より大きくなるように選択され、ここで n_{eff} は該 LP_{02} モードの有効屈折率であることを特徴とする請求項1記載の製品。

20

【請求項5】

前記分散補償型ファイバは、Geドープのコアと、前記コアの周囲に形成されたFドープの内側クラッド層と、この内側クラッド層の周囲に形成されたアンドープあるいはGeドープの屈折率リングと、からなるシリカベースの分散補償型ファイバであることを特徴とする請求項1記載の製品。

【請求項6】

前記製品は、波長 λ_0 の信号光を与える送信器と、前記信号光を受信する受信機と、前記受信機と送信器とを、信号光が伝達可能となるように接続する光ファイバ伝送パスとを有する光ファイバ伝送システムであり、

30

前記光ファイバ伝送パスは、前記分散補償型ファイバを含むことを特徴とする請求項1記載の製品。

【請求項7】

前記波長 λ_0 は、約 $1.55 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項6記載の製品。

【請求項8】

前記分散補償型ファイバの公称屈折率プロファイルは、分散補償型光ファイバが 10 nm 以上の波長範囲に亘って分散傾斜補償を与えるように選択され、ここで λ_0 は前記波長範囲内に入ることを特徴とする請求項7記載の製品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

40

【発明の属する技術分野】

本発明は、分散補償型光ファイバとそれを含む通信システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

分散補償型 (dispersion compensating (DC)) 光ファイバは公知である。例えば米国特許5,185,827と5,261,016と5,448,674を参照のこと。従来技術による分散補償は、シングルモードファイバの LP_{01} (基本モード) の放射を高次モード (例、 LP_{02}) に変換し、この高次モード放射をある長さのDCファイバに結合し、DCファイバ内を伝播した後、この高次モードの放射を LP_{01} モードに再変換することにより行っている。

50

【0003】

このDCファイバは、高次モードを伝播できるように、そして高次モードの分散が従来のシングルモードファイバ内のLP₀₁モードの分散とは反対方向の符号を有するよう選択される。別の従来技術による分散補償は、LP₀₁放射を高次モード放射に変換することを必要とせず、その代わりに基本モードと高次モード（通常、LP₀₂）の両方で信号放射の伝播をサポートするようなDCファイバを用いている。この後者の従来技術にかかるDCファイバは、LP₁₁モードの伝播をサポートしない。これに関しては米国特許5,448,674を参照のこと。

【0004】

従来技術にかかる分散補償は、原理的には完全に分散のない（単一チャネル）の光ファイバ伝送システムを提供することができる。しかし、実際には完全に分散を補償することは困難である。理由は、DCファイバの設計は、製造上の変動、例えば光ファイバの直径または屈折率プロファイルに対し非常に敏感だからである。通常光ファイバの直径と、全てのファイバの半径方向の寸法を公称値の±1%以内に維持し、かつコアの屈折率を（以下の定義する）が公称値の±2%以内になるように制限することは可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

光ファイバの直径あるいはコアの屈折率のような光ファイバの特性の意図しない変動を完全に排除した光ファイバを製造することは実際には不可能である。そのため、従来のDCファイバよりも光ファイバの特性の意図しない（製造上の誤差にもとづく）変動に曝されることの少ないDCファイバを得ることが望ましい。本発明はこのような光ファイバおよびこのような光ファイバを有する通信システムを開示する。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、特許請求の範囲に記載した通りである。より広い概念においては、本発明は、光ファイバの直径および/または屈折率の意図しない変動に対し耐性を有し、その結果従来のDCファイバよりも製造し易いDCファイバとこのDCファイバを用いた光ファイバ通信システムで実現できる。

【0007】

具体的に説明すると本発明は、基本モードLP₀₁と高次モードで波長 λ_0 （例、1.55 μm ）の放射をサポートするDC光ファイバを含むシステムで実現できる。本発明のDCファイバの公称屈折率プロファイルにおいては、コアの直径は $d_{c,nom}$ で、その最大屈折率は $n_{c,nom}$ であり、コアの周囲に形成されるクラッド層の屈折率は $n_{l,nom}$ で、これは $n_{c,nom}$ 以下である。 $(n_{c,nom} - n_{l,nom}) / n_{c,nom} = \Delta n_{nom}$ と定義する。

【0008】

このDCファイバの全長の少なくとも一部は、ファイバ製造中の意図しない変動に起因して、公称屈折率プロファイルとは異なる屈折率プロファイルを有する。この部分の屈折率プロファイルは、コアの直径は d_c で、その最大屈折率は n_c で、内側クラッド層の屈折率は n_l である。ここで $(n_c - n_l) / n_c = \Delta n$ と定義する。これら $d_c, n_c, \Delta n$ の少なくとも1つは、 $d_{c,nom}, n_{c,nom}, \Delta n_{nom}$ とは異なっている。公称屈折率プロファイルを有するDCファイバは、分散 $D_{nom}(\lambda)$ を有し、DCファイバの前述の一部は、 $D(\lambda)$ とは異なる分散 $D(\lambda)$ を有する。

【0009】

公称屈折率プロファイルは、DCファイバの全長が、波長 λ_0 で基本モードLP₀₁と少なくとも高次モードLP₀₂をサポートし、 $D_{nom}(\lambda)$ は、波長範囲 $\lambda_{max} \pm 50 \text{ nm}$ に亘って $-200 \text{ ps/nm} \cdot \text{km}$ よりもより負（以下）となるよう選択される。そしてここで λ_{max} は、 $|D_{nom}(\lambda)|$ が最大となる波長を意味する。

【0010】

さらにまた公称屈折率プロファイルから離れた屈折率プロファイルにおいて、 $\lambda_{max} \pm 50 \text{ nm}$ の範囲のあらゆる波長 λ において、 $|D(\lambda) - D_{nom}(\lambda)|$ が $|0.5 D_{nom}(\lambda)|$

10

20

30

40

50

) | 以下となる。具体的に説明すると、上記の不等式の関係は d_c が $d_{c,nom}$ から 1 % 以下しか変わらない、あるいは $d_{c,nom}$ が d_c から 2 % 以下しか変わらない、あるいはそれら両方の場合に対して満足される。さらにまた d_c は、 $d_{c,nom} \pm 50 \text{ nm}$ の範囲内の波長である。2本の垂直の棒(例、 $|0.5 D_{nom}(\quad)|$) は絶対値を表す。

【0011】

DCファイバは通常波長 λ_0 で、 LP_{01} と LP_{02} のみならずこれ以上の高次のモードもサポートする。これより高次のモードは、カットオフに近くで曲げ損失に非常に敏感であり、その結果光ファイバから除去される。光ファイバは、モードの屈折率が光ファイバのクラッド層の屈折率より大きい場合には、そのモードをサポートする。

【0012】

公称屈折率プロファイルは、 $d_{1,nom} > d_{c,nom}$ となるような内径と $d_{2,nom}$ の外径を有する屈折率リングを有し、屈折率 $n_{2,nom}$ は $(n_{2,nom} - n_{1,nom}) / n_{2,nom} > 0.1\%$ となるように選択され、好ましくは 0.2% 以上となるように選択される。さらにまた $d_{c,nom}$ と $d_{2,nom}$ は、 $(n_{c,nom} \cdot d_{c,nom} \cdot n_{2,nom}) / \lambda_0$ が数個のモードをサポートできるような光ファイバを表す 0.55 以上となるように選択される。

【0013】

$\lambda_0 = 1.55 \mu\text{m}$ の実施例においては、分散補償型ファイバは Ge をドープしたコアを有するシリカベースのファイバで、その公称屈折率プロファイルは $d_{c,nom} \cdot n_{c,nom}$ が $0.6 \mu\text{m}$ 以上となるように選択される。

【0014】

DCファイバのコアと内側クラッド層と屈折率リングが従来の製造方法の 1 つ、例えば M C V D によりインシチュ (in situ) で形成されるガラス製である。さらにまた必ずしも本発明にとって必要なことではないがこの屈折率リングは、インシチュで形成されたガラス製の外側クラッド層(外形が d_3 で屈折率が n_2 以下で、通常 n_1 である)により包囲されている。光ファイバの残りの部分は、直径 d_3 から光ファイバの表面に延びた既存のガラスである。最小損失の達成をあまり考慮しなくてもよい場合には、屈折率リングはクラッド層(筒)の内側に直接堆積してもよい。即ち、 $d_3 = d_2$ である。

【0015】

光ファイバの外形は $125 \mu\text{m}$ である。光ファイバはシリカベースで、既存のガラスはアンドープシリカであり、内側クラッドと選択的事項としての外側クラッド層は、アンドープのシリカあるいはダウン(屈折率低下用の)ドープ(例、Fドープ)のシリカである。光ファイバのクラッド層の外側部分は、光ファイバの伝送特性に影響を与えないために、この領域の公称上または実際上の直径および屈折率差は考慮しない。

【0016】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明による DCファイバの屈折率プロファイルを表す図を示す。実際の屈折率プロファイルは、公称上即ち理想の屈折率プロファイルとは若干異なるが、この差は光ファイバが所望の特性を示す程度の範囲におさめられる。例えば実際の光ファイバは、公称上の屈折率プロファイルには表れない中央部の屈折率の低下が見られるが、しかしこの光ファイバは設計仕様に従って機能するものとする。

【0017】

図 1 において、コア 11 の周囲に接触して内側クラッド層 12 が形成され、さらに屈折率リング 13, 外側クラッド層 14 が形成されている。この光ファイバは、さらに図示していないが光学的に不活性と見なされるコアから十分離れた場所にクラッド層を有している。この材料は通常はアンドープのシリカで、外側クラッド層 14 の外径 d_3 から光ファイバの表面に延びている。一実施例においては、 $d_{c,nom} = 8.4 \mu\text{m}$, $d_{1,nom} = 14.55 \mu\text{m}$, $d_{2,nom} = 25.5 \mu\text{m}$, $d_3 = 30 \mu\text{m}$ である。光ファイバの直径は $125 \mu\text{m}$ でこれは従来通りである。

【0018】

図 1 において、コアはステップ上のプロファイルを有し、 $n_{c,nom} = 1.8\%$ である。この

10

20

30

40

50

ステップ上のコアのプロファイルは、分散を与えるよう選択される。しかし、このステッププロファイルは選択的事項で、他のコアのプロファイル（例、放物線プロファイル）も信号減衰を最小にすることが必要な場合には用いられる。

【0019】

屈折率リング13の屈折率は $n_{2,nom}$ で、 $(n_{2,nom} - n_{1,nom}) / n_{2,nom} > 0.1\%$ で、代表的には0.4%になるよう選択され、クラッド層12, 14の屈折率は $n_{2,nom}$ 以下となるように屈折され、必ずしも必要ではないがこれらの屈折率は同一である。クラッド層12, 14の屈折率は、アンドープシリカの屈折率(n_0)もしくはFドーピングにより n_0 以下である。Fドーピングが好ましいがその理由は、コアのドーピングが低下するからである。

10

【0020】

本発明のDCファイバの別の実施例としては、放物線状の屈折率のコアで($d_{c,nom} = 12.6 \mu m$, $n_{nom} = 1.8\%$), $d_{1,nom} = 20 \mu m$, $d_{2,nom} = 34.6 \mu m$, $d_3 = 40 \mu m$ で、光ファイバの外径は同じく $125 \mu m$ であるようなものも考えられる。この場合、屈折率リング13の屈折率 $n_{2,nom}$ は、 $(n_2 - n_1) / n_2 = 0.4\%$ となるように選択され、図1のクラッド層12と14の屈折率は、 $n_{1,nom}$ である。

【0021】

本発明のDCファイバは、分散補償用に主にLP₀₂モードを用いているが、その理由はカットオフ近傍ではLP₀₂モードは高い(負の)分散を有し、好ましくは $-200 ps/nm \cdot km$ 以下の負の値を有するからである。 $-200 ps/nm \cdot km$ より少ない負の(以上の)分散値を有するより大きな分散ファイバと同様に、分散補償型ファイバとしては一般的に有益ではない。本発明のDCファイバは、MCDVのような従来の光ファイバ製造技術で形成できる。

20

【0022】

図2は、入力手段と出力手段を有する本発明のDCファイバを示す。分散補償用組み合わせファイバ20は、所定長(通常1km以上)のDCファイバ21と標準的なピグテールのシングルモード入力ファイバ221, シングルモード出力ファイバ222と、モードコンバータ(変換器)として機能する入力用グレーティング241, 出力用グレーティング242を有する。このグレーティングは、通常長周期グレーティングである。

30

【0023】

入力用グレーティング241は、来入するLP₀₁放射をLP₀₂放射に変換し、出力用グレーティング242は出ていくLP₀₂放射をLP₀₁放射に変換する。長周期グレーティングは、公知のため詳細な説明は割愛する。グレーティングは、LP₀₁とLP₀₂の両方をサポートする光ファイバの短距離部分231と232に形成される。この部分が本発明のDCファイバである。

【0024】

しかし、少なくとも原理的には、グレーティングはDCファイバ21の所定長に直接形成して2つのグレーティング間の距離がDCファイバの有効長となるようにすることもできる。図2において、xは従来のスプライスを表す。短距離部分231とDCファイバ21との間のスプライスおよびDCファイバ21と短距離部分232との間のスプライスはオプションである。スプライス251, 252は、シングルモードファイバと高次モードをさらにサポートするファイバとの間にあり、LP₀₁をLP₀₁を結合しているだけである。

40

【0025】

DCファイバの適切な長さは、従来のシングルモード伝送ファイバのある長さの分散を補償するために、従来の方法により決定できる。

【0026】

図3は、本発明の分散補償用組み合わせファイバ20を有する代表的な光ファイバ通信システム30を示す。送信器19は波長の変調信号放射24を送信する。この放射は伝送ファイバ23に結合されて、分散補償用組み合わせファイバ20に伝播して分散補償され

50

、その後伝送ファイバ 25 を伝送して受信機 22 に到着する。従来の構成要素である増幅器、フィルタ、アイソレータ、ルータ等は図示していない。

【0027】

少なくとも原理的には分散補償は、光ファイバ通信システムのどの点で行ってもよい。しかし、多くの場合信号を検出する直前に分散補償を行っている。

【0028】

本発明による光ファイバは、分散補償用のみならず 10 nm 以上の範囲および λ_0 を含む波長範囲に亘って分散傾斜補償を与えるのが好ましい。

【0029】

上述したように、本発明の DC ファイバは、小さなかつ通常不可避免的なパラメータ変動に対し、耐える特性を有する。 10

【0030】

図 4 は、図 1 の DC ファイバに関するものであるが、カーブ 41 は公称屈折率プロファイル（即ち、図 1 に示すパラメータ）を有するファイバの公称分散 $D_{nom}(\lambda)$ を示す。カーブ 42 は n_{om} から 2% 増加した n_{om} を有する光ファイバの分散を示し、カーブ 43 は n_{om} から 2% 減少した n_{om} を有する光ファイバの分散を示す。カーブ 44 は公称値から 1% 増加した外径（および全ての半径方向の寸法も同様に増加した）を有する光ファイバの分散を示し、カーブ 45 は公称値から 1% 減少した外径（および全ての半径方向の寸法も同様に減少した）を有する光ファイバの分散を示す。図 4 から分かるように、 $\Delta n_{max} \pm 50$ nm の範囲に亘って $D_{nom}(\lambda)$ からの分散の解離は比較的小さく 50% 以下である。 20

【0031】

図 4 の結果を図 5 のそれと比較する。図 5 は、屈折率リングを有さないステップインデックスコア（7.1 μ m 直径で 1.8% Δn ）を有する従来技術の DC ファイバの分散データを示す。カーブ 51 は公称ファイバ（即ち上記のパラメータ）の分散を示し、カーブ 52 はこの公称設計から 2% 増加した Δn を有するファイバの分散を示し、カーブ 53 は公称設計から 2% 減少した Δn を有するファイバの分散を示す。カーブ 54 は公称設計から 1% 増加した外径を有する光ファイバの分散を、カーブ 55 は公称設計から 1% 減少した外径を有する光ファイバの分散を示す。図 5 から明らかなように従来技術の光ファイバは、本発明による DC ファイバよりもパラメータ変動に対し、より敏感である（影響を受けやすい）。 30

【0032】

図 6 は、図 1 の DC ファイバの最適長と、市販されているシングルモード伝送ファイバ（5D（登録商標）ファイバ）からなる 100 km の長さに対する全遅延を表す。「最適長」という用語は、動作波長で最小の遅延を生成するような DC ファイバの長さを意味する。カーブ 61 は 5D ファイバと図 1 の公称設計の DC ファイバの組み合わせの遅延スペクトラムを示し、カーブ 62 は 5D ファイバと Δn が 2% 増加した DC ファイバの組み合わせの遅延スペクトラムを、カーブ 63 は 5D ファイバと Δn が 2% 減少した DC ファイバの組み合わせの遅延スペクトラムを表す。

【0033】

カーブ 64 は 5D ファイバと外径が 1% 増加した DC ファイバの組み合わせの遅延スペクトラムを、カーブ 65 は 5D ファイバと外径が 1% 減少した DC ファイバの組み合わせの遅延スペクトラムを表す。これらのパラメータ変動は公称設計に対するものである。図 6 の結果は本発明の DC ファイバは大きなパラメータ変動の存在下で大きなスペクトラム領域（例、30 nm に亘って従来の伝送ファイバの遅延を除去する（例えば、約 3% の残留遅延となる）ことができることを示している。 40

【0034】

図 7 は、従来の DC ファイバ（7.1 μ m のコアの直径、1.8% Δn 、ステップインデックスコア、屈折率リングが存在しない）について説明する図 6 に対応するデータである。カーブ 71 は公称設計のもので、カーブ 72 は Δn が 2% 増加したもので、カーブ 73 は Δn が 2% 減少したもので、カーブ 74 は外径が 1% 増加したもので、カーブ 75 は外径が 1 50

%減少したものを示す。同図から分かるように、 およびノまたは直径が減少したものは遅延が大きく分散補償が効かない。

【0035】

本発明のDCファイバの利点は、従来のDCファイバに比較して曲げ損失が少ない点である。図8は、LP₀₂モード有効屈折率を図1のDCファイバに対する波長の関数として示し(カーブ81)、従来のDCファイバに対するものをカーブ82として示す。カーブ83は熔融シリカの従来の外側クラッド材料の屈折率を示す。同図から分かるように、カーブ82と83の差は1.5μmから1.6μmの範囲の波長では比較的小さく、このことは曲げ損失に対する従来技術のファイバの感受性を示している。同図から分かるように、カーブ82と83の差は同一のスペクトラム領域において大きく(例、0.002以上で) 10

【0036】

より一般的には本発明のDCファイバにおいては、公称屈折率プロファイルは、 $n_{\max} \pm 50 \text{ nm}$ の波長範囲に亘って、 $(n_{\text{eff}} - n_{1, \text{nom}}) / n_{\text{eff}}$ が $0.1 n_{\text{nom}}$ ()以上であるように選択される。ここで n_{eff} は、LP₀₂モードのモード有効屈折率である。

【0037】

当業者であれば、あるファイバの設計および波長において、あるモードの有効屈折率は容易に決定できる。これは他のファイバの特性、例えば分散についてもいえる。これに関しては、T. Lenahan 著の Bell System Technical Journal, Vol. 62, p. 2663 (1983)を参照のこと。 20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるDCファイバの屈折率プロファイルを表す図

【図2】光ファイバ通信システムの分散補償器を有する部分を表す図

【図3】分散補償器を有する光ファイバ通信システムを表す図

【図4】本発明によるDCファイバの分散対波長の関係を表すグラフ

【図5】従来技術にかかるDCファイバの分散対波長の関係を表すグラフ

【図6】従来の伝送ファイバと本発明のDCファイバからなる100kmの長さの合成ファイバの遅延と波長との関係を表すグラフ

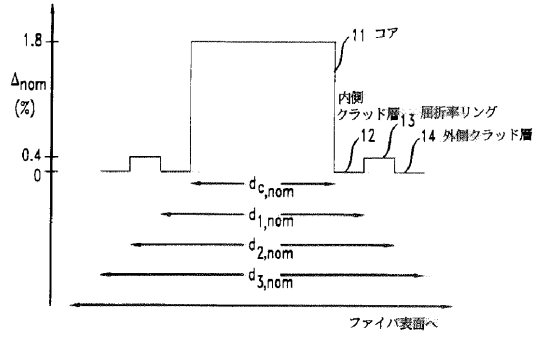
【図7】従来の伝送ファイバと図5に示した従来技術にかかるDCファイバからなる100kmの長さのファイバの遅延と波長との関係を表すグラフ 30

【図8】図1の本発明のDCファイバと図5の従来技術にかかるDCファイバのそれぞれのLP₀₂モード有効屈折率を表すグラフ

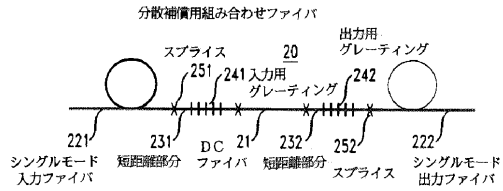
【符号の説明】

- 11 コア
- 12 内側クラッド層
- 13 屈折率リング
- 14 外側クラッド層
- 19 送信器
- 20 分散補償用組み合わせファイバ
- 21 DCファイバ 40
- 22 受信機
- 23, 25 伝送ファイバ
- 24 変調信号放射
- 30 光ファイバ通信システム
- 221 シングルモード入力ファイバ
- 222 シングルモード出力ファイバ
- 231, 232 短距離部分
- 241 入力用グレーティング
- 242 出力用グレーティング
- 251, 252 スプライス 50

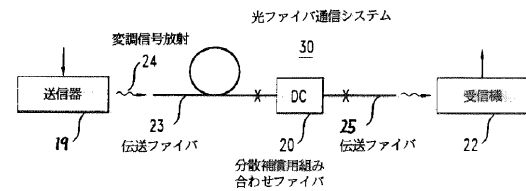
【図1】



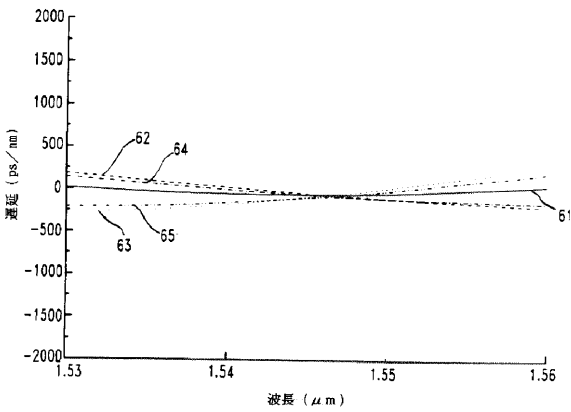
【図2】



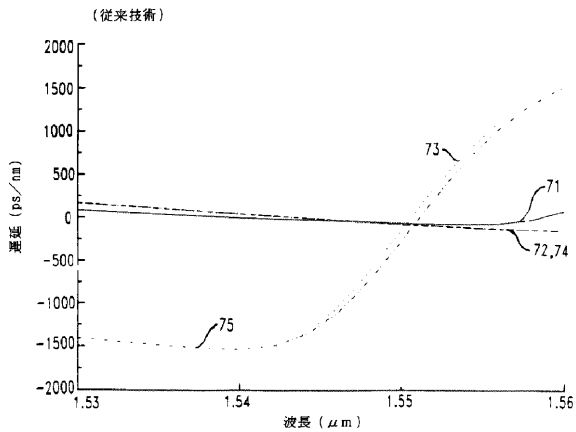
【図3】



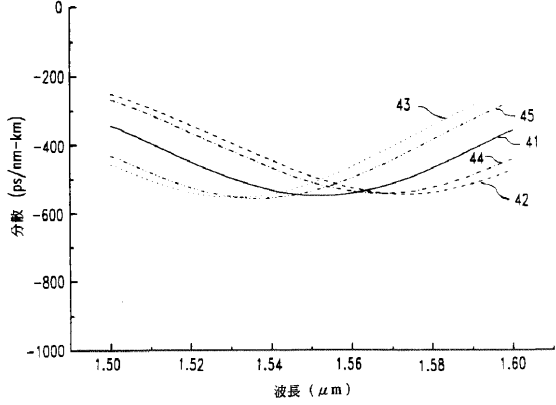
【図6】



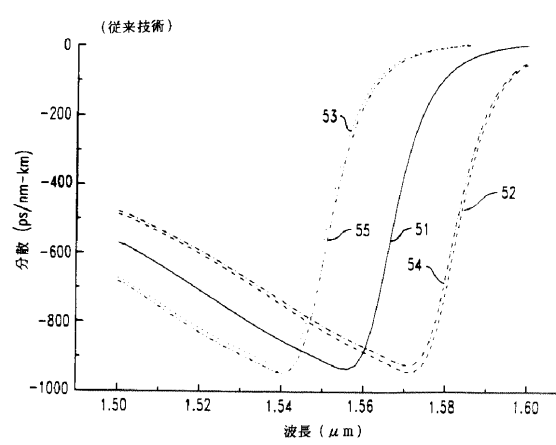
【図7】



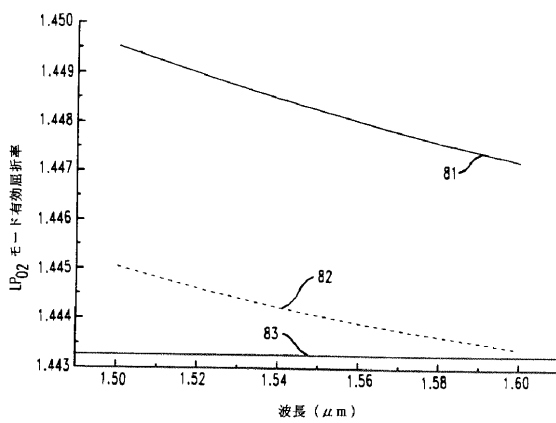
【図4】



【図5】



【図8】



フロントページの続き

- (74)代理人 100091889
弁理士 藤野 育男
- (74)代理人 100101498
弁理士 越智 隆夫
- (74)代理人 100096688
弁理士 本宮 照久
- (74)代理人 100102808
弁理士 高梨 憲通
- (74)代理人 100104352
弁理士 朝日 伸光
- (74)代理人 100107401
弁理士 高橋 誠一郎
- (74)代理人 100106183
弁理士 吉澤 弘司
- (72)発明者 アシシュ マドフューカー ヴェングサーカー
アメリカ合衆国, 07922 ニュージャージー, パークレイ ハイッツ, ダリア レイン 10
- (72)発明者 ジェファーソン リン ワジェナー
アメリカ合衆国, 22901 ヴァージニア, シャルロットヴィル, グレイド レイン 341

合議体

審判長 平井 良憲

審判官 吉田 英一

審判官 稲積 義登

- (56)参考文献 特開平8 - 136758 (JP, A)
特開平6 - 222235 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B6/22