

明 細 書

発明の名称：光ファイバテープ心線、光ファイバケーブル

技術分野

[0001] 本発明は、伝送損失の小さな光ファイバテープ心線等に関するものである。

背景技術

[0002] 大容量のデータを高速で伝送するための光ファイバとして、ケーブルへの収納や作業の簡易化のため、複数本の光ファイバが並列に配置されて接着された光ファイバテープ心線が用いられている。光ファイバテープ心線は、並列した光ファイバを全長にわたって樹脂で固着されたものが用いられている他、光ファイバ同士が長手方向に間欠的に接着されたものがある（例えば特許文献１）。

[0003] また、このような光ファイバテープ心線を製造する方法として、複数の塗布孔を有する塗布ロールから樹脂を押出して光ファイバ間に接着樹脂を塗布する方法がある（例えば特許文献２）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２０１０－８９２３号公報
特許文献２：特開２０１６－８０８４９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献２に記載の方法では、塗布ロールが用いられる。塗布ロールは、内部が中空のロールであり、塗布ロールの外周面には、複数の塗布孔が形成される。塗布孔は、例えば、連続した一つの長穴ではなく、複数の小孔が周方向に一例に整列して構成される。塗布孔は、塗布ロールの内部の空間と外部とを連通する。

[0006] 塗布ロールの内部には、接着樹脂が連続的に供給される。塗布ロールの内

部には、ダイスが設けられる。塗布ロールが回転することで、塗布ロールの内面に保持された接着樹脂が、ダイスと塗布ロールの内面との隙間に押し込まれ、ダイスの外周側に塗布孔が位置すると、ダイスによって、接着樹脂が塗布孔から外部に押し出される。

[0007] 塗布孔から押し出された接着樹脂は、塗布ロールと接触して送られる光ファイバ同士の間塗布される。この際、光ファイバの上部から塗布された接着樹脂は、重力や表面張力等によって、光ファイバの下部側に流れる。したがって、光ファイバの表裏に接着樹脂が塗布される。このように、光ファイバを並列させて、その片側から接着樹脂を塗布しても、光ファイバの隙間を接着樹脂が流れて反対側にも接着樹脂が回るため、光ファイバ同士を確実に連結することができる。

[0008] 塗布ロールを通過した光ファイバに、例えば紫外線を照射することにより、塗布ロールで塗布された接着樹脂が硬化する。以上により光ファイバテープ心線が製造される。

[0009] しかし、上記の方法では、光ファイバの上下面で樹脂の塗布量に差が生じる。接着樹脂は、紫外線で硬化する際に、体積がわずかに収縮するため、光ファイバテープ心線の上下面で接着樹脂の塗布量に差があると、樹脂の収縮量の違いが発生する。このように、接着樹脂が多い面側の収縮量が大きくなると、光ファイバテープ心線に曲げ力が生じる。

[0010] また、塗布孔を有する塗布ロールから接着樹脂を押出して光ファイバ間に接着樹脂を塗布すると、連結部の長手方向に対して、接着樹脂が一定の塗布量とはならず、塗布量が長手方向に不均一となりやすい。このように接着樹脂の塗布量が不均一となると、連結部の長手方向に対しても収縮量が不均一となるため、曲げ力の要因となりやすい。

[0011] 一方、従来の光ファイバケーブルにはITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) G. 657にカテゴライズされる光ファイバが用いられてきた。この光ファイバは、曲げられた際の損失増加が少ないため

、上述したような曲げ力の影響がほぼなく、伝送損失の悪化は小さかった。

[0012] これに対し、比較的成本が安価な I T U-T G. 652 にカテゴライズされる光ファイバ、あるいは、長距離伝送を可能とするコア径を大きくした I T U-T G. 654.E にカテゴライズされる光ファイバは、曲げに対する伝送損失の増加が I T U-T G. 657 にカテゴライズされる光ファイバと比較して大きい。このため、これらの光ファイバを用いると、上述した曲げ力によって、伝送損失が高くなるという問題がある。

[0013] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、曲げに対する伝送損失の増加が比較的大きな光ファイバを用いても、損失増加を抑制することが可能な光ファイバテープ心線等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

[0014] 前述した目的を達するために第 1 の発明は、複数の光ファイバが並列して連結された光ファイバテープ心線であって、隣接する光ファイバが、長手方向に間欠的に連結部で連結されており、前記連結部の樹脂量が、前記光ファイバの長手方向に均一でなく、前記連結部の樹脂のヤング率が 130MPa 以下であることを特徴とする光ファイバテープ心線である。

[0015] 前記連結部の樹脂のヤング率が 80MPa 以下であることがさらに望ましい。

[0016] 前記連結部は、前記光ファイバテープ心線の上下両面から隣接する前記光ファイバが樹脂で連結されていてもよい。

[0017] 前記連結部は、前記光ファイバテープ心線の上下面で樹脂量が不均一に形成されてもよい。

[0018] 前記連結部において、樹脂量が、前記光ファイバの長手方向に周期性を持つが均一でなくてもよい。

[0019] 前記連結部は、複数の小接着部によって構成され、前記複数の小接着部は、つながって連続していてもよい。

[0020] 第 1 の発明によれば、あえて連結部の樹脂のヤング率を小さくすることで、部位による樹脂の収縮量の不均一を起因とする、光ファイバへの曲げ応力

の影響を小さくすることができる。このため、より安価な光ファイバも適用が可能となる。

[0021] 第2の発明は、第1の発明にかかる光ファイバテープ心線が用いられ、複数本の前記光ファイバテープ心線が撚り合わせられたケーブルコアと、前記ケーブルコアを覆うように設けられる外被と、を具備することを特徴とする光ファイバケーブルである。

[0022] 波長1550nmにおける最大伝送損失が、0.27dB/km未満であることが望ましい。

[0023] 前記光ファイバは、ITU-T G.654.Eにカテゴライズされる光ファイバであってもよい。

[0024] 第2の発明によれば、部位による連結部の樹脂の収縮量の不均一に起因する損失増加を抑制することができる。このため、比較的安価な光ファイバや、より長距離伝送を可能とする光ファイバも用いることができる。

[0025] 特に、曲げに対する伝送損失の増加の大きいITU-T G.654.Eにカテゴライズされる光ファイバを用いても、波長1550nmにおける最大伝送損失が0.27dB/km未満とすることができる。

発明の効果

[0026] 本発明によれば、曲げに対する伝送損失の増加が比較的大きな光ファイバを用いても、損失増加を抑制することが可能な光ファイバテープ心線等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]光ファイバケーブル1の断面図。

[図2A]光ファイバテープ心線3を示す斜視図。

[図2B]光ファイバテープ心線3を示す平面図。

[図3A]連結部19の拡大図。

[図3B]図2BのA-A線断面図。

[図4A]光ファイバテープ心線3aを示す平面図。

[図4B]連結部19の拡大図。

[図5]光ファイバテープ心線3 bを示す平面図。

発明を実施するための形態

- [0028] 以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。図1は、光ファイバケーブル1の断面図である。光ファイバケーブル1は、スロットを用いないスロットレス型ケーブルであり、テンションメンバ9、外被13、ケーブルコア15等により構成される。
- [0029] ケーブルコア15は、複数の光ファイバユニット5が撚り合わせられて形成される。また、光ファイバユニット5は、複数本の光ファイバテープ心線3が撚り合わせられて形成される。なお、光ファイバテープ心線3は、長手方向に対して間欠的に接着された、間欠接着型の光ファイバテープ心線である。光ファイバテープ心線3の詳細については後述する。
- [0030] 複数の光ファイバテープ心線3の外周には、押さえ巻き7が設けられる。押さえ巻き7は、テープ状の部材や不織布等であり、例えば縦添えによって複数の光ファイバテープ心線3の外周を一括して覆うように配置される。すなわち、押さえ巻き7の長手方向が光ファイバケーブル1の軸方向と略一致し、押さえ巻き7の幅方向が光ファイバケーブル1の周方向となるように複数の光ファイバテープ心線3の外周に縦添えされる。なお、複数本の光ファイバテープ心線3の周囲に巻き付けられた押さえ巻き7を含めてケーブルコア15とする。
- [0031] 光ファイバケーブル1の長手方向に垂直な断面図において、ケーブルコア15の両側方にはテンションメンバ9が設けられる。すなわち、一对のテンションメンバ9がケーブルコア15を挟んで対向する位置に設けられるまた、テンションメンバ9の対向方向と略直交する方向に、ケーブルコア15を挟んで対向するように引き裂き紐11が設けられる。
- [0032] ケーブルコア15の外周には、外被13が設けられる。テンションメンバ9および引き裂き紐11は、外被13に埋設される。すなわち、ケーブルコア15及びテンションメンバ9等を覆うように外被13が設けられる。外被13の外形は略円形である。外被13は、例えばポリオレフィン系の樹脂で

ある。

[0033] 図2Aは、間欠接着型の光ファイバテープ心線3を示す斜視図であり、図2Bは平面図である。光ファイバテープ心線3は、複数の単心の光ファイバ4が並列した状態で連結されて構成される。光ファイバテープ心線3は、例えば、特開2016-80849号に記載されたように、塗布ロールに塗布孔を形成し、接着樹脂を塗布ロールの内部から押し出すことで、並列された光ファイバ4の上面から光ファイバ4同士の間、に、所定の間隔で接着される。なお、光ファイバテープ心線3を構成する光ファイバの本数は、図示した例には限られない。

[0034] それぞれ隣り合う光ファイバ4同士が、光ファイバテープ心線3の長手方向に所定の間隔をあけて間欠的に連結部19で接着される。また、幅方向に隣り合う連結部19同士は、光ファイバテープ心線3の長手方向に対してずれて配置されることが望ましい。例えば、互いに隣り合う連結部19が、光ファイバテープ心線3の長手方向に半ピッチずれて形成されることが望ましい。なお、連結部19の長さおよびピッチは図示した例には限られない。

[0035] 図3Aは、連結部19近傍の拡大図である。連結部19は、複数の小接着部17によって構成される。小接着部17は、例えば点状に所定のピッチで光ファイバテープ心線3の長手方向に断続的に形成され、周期性をもつ構成になっている。

[0036] なお、光ファイバテープ心線3の長手方向に対するそれぞれの小接着部17の接着長さは、連結部19内における小接着部17のピッチよりも小さい。したがって、小接着部17同士は、光ファイバ4の長手方向に分離され、小接着部17同士の間には、非接着部が形成される。すなわち、光ファイバテープ心線3は、隣接する光ファイバ4が、長手方向に間欠的に連結部19で連結されており、連結部19の樹脂量が、光ファイバ4の長手方向に均一ではない。すなわち、連結部19において、樹脂量が、光ファイバ4の長手方向に周期性を持つが均一でない。

[0037] 図3Bは、図2BのA-A線断面図である。連結部19では、光ファイバ

テープ心線 3 の上下両面から、隣接する光ファイバ 4 が樹脂で連結されている。この際、連結部 19 において、光ファイバテープ心線 3 の上面側と下面側とで、樹脂の塗布量が異なる。すなわち、連結部 19 の樹脂量は、光ファイバ 4 の長手方向に対して部位によって不均一であるだけでなく、光ファイバテープ心線 3 の上下面でも不均一である。

[0038] なお、連結部 19 を構成する樹脂は、例えば紫外線硬化樹脂である。また、連結部 19 を構成する樹脂の連結部の樹脂のヤング率は 130 MPa 以下であることが望ましく、80 MPa 以下であることがさらに望ましい。樹脂のヤング率が高すぎると、連結部 19 の剛性が大きくなるため、樹脂が収縮した際の光ファイバ 4 への応力が大きくなる。

[0039] 一方、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低ければ、連結部 19 自体の変形が容易であるため、光ファイバ 4 への応力を低く抑制することができる。しかし、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低すぎると、連結部 19（小接着部 17）の割れ等の恐れがある。このため、連結部 19 を構成する樹脂としては、ヤング率が 40 MPa 以上であることが望ましい。

[0040] 以上説明したように、本実施形態によれば、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が所定以下であるため、連結部 19 の長手方向の部位や、表裏によって、樹脂の収縮量にばらつきが生じるような場合でも、光ファイバ 4 への影響を小さくすることができる。このため、安価な光ファイバ 4 を用いても、伝送損失の増加を抑制することができる。

[0041] なお、上述した実施形態では、連結部 19 の長手方向に対して、小接着部 17 が断続的に配置される例を示したが、これには限られない。例えば、図 4 A に示す光ファイバテープ心線 3 a のように、連結部 19 において、複数の小接着部 17 がつながって連続していてもよい。すなわち、この場合も、図 4 B に詳細に示すように、連結部 19 において、樹脂量が、光ファイバ 4 の長手方向に対して異なり、不均一であるが、樹脂量の多い部分と少ない部分とは周期性を持つ。このような連結部 19 は、例えば、複数の小接着部 17 がつながって連続したような形態で接着剤を塗布するか、又は、接着剤の

粘度と小接着部 17 の塗布間隔及び、塗布から硬化までの時間を制御して、小接着部 17 が流動によってつながるが、完全に均一幅に流動する前に、硬化が開始されるように条件を制御することで得ることができる。このような光ファイバテープ心線 3 でも連結部 19 の樹脂量は、光ファイバ 4 の長手方向で不均一であるが、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低ければ、連結部 19 自体の変形が容易であるため、光ファイバ 4 への応力を低く抑制することができる。

[0042] なお、このような光ファイバテープ心線 3 a は、前述した光ファイバテープ心線 3 と同様の方法で製造することができる。例えば、塗布ロールに形成される塗布孔の形態を変更してもよいし、複数の小孔を有する塗布ロールを用いて、樹脂の塗布量を多くすることで、隣り合う小接着部 17 同士がつながるようにしてもよい。

[0043] また、連結部 19 において、必ずしも複数の小接着部 17 が互い分離又は連続するように樹脂が塗布されていなくてもよい。例えば、図 5 に示す光ファイバテープ心線 3 b のように、連結部 19 を複数の小接着部 17 で構成せずに、略一定の幅で構成してもよい。この場合でも、連結部 19 の前後端において、連結部 19 の幅が狭くなり、連結部 19 の樹脂量は、光ファイバ 4 の長手方向で不均一であるが、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低ければ、連結部 19 自体の変形が容易であるため、光ファイバ 4 への応力を低く抑制することができる。

[0044] なお、通常、光ファイバ 4 としては、心線径が約 $250\ \mu\text{m}$ のものが使われるが、心線径 $200\ \mu\text{m}$ のものでも良い。このような外径 $200\ \mu\text{m}$ の光ファイバ 4 は、心線径が約 $250\ \mu\text{m}$ の光ファイバに対して、被覆層を薄くして外径を $200\ \mu\text{m}$ にする場合が多い。このように被覆層を薄くすると、心線径 $250\ \mu\text{m}$ の光ファイバよりも小さな径に曲げられやすくなる。しかし、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低ければ、連結部 19 自体の変形が容易であるため、光ファイバ 4 への応力を低く抑制することができる。

[0045] また、3456心、6912心と光ファイバの高密度化が進むほど、連結

部 19 から光ファイバ 4 への応力の影響が大きくなる可能性がある。この際、連結部 19 を構成する樹脂のヤング率が低ければ、連結部 19 自体の変形が容易であるため、光ファイバ 4 への応力を低く抑制することができる。

実施例

- [0046] 複数の間欠接着型の光ファイバテープ心線を作成し、最大伝送損失と連結部の割れについて評価した。光ファイバテープ心線を構成する光ファイバとしては、2つのタイプを用いた。
- [0047] 応力に対する伝送損失の増加量が少ない光ファイバとしては、ITU-T G. 657 にカテゴライズ光ファイバを用いた。ITU-T G. 657 にカテゴライズされる光ファイバは、モードフィールド径が $8.6\ \mu\text{m}$ であり、 $245\ \mu\text{m}$ 径の光ファイバ素線を着色した直径 $255\ \mu\text{m}$ の着色心線である。
- [0048] これに対し、ITU-T G. 654.E にカテゴライズされる光ファイバ（OFS社製 Terawave ULLファイバ）を用いた。ITU-T G. 654.E にカテゴライズされる光ファイバは、モードフィールド径は $12.4\ \mu\text{m}$ であり、 $245\ \mu\text{m}$ 径の光ファイバ素線を着色した、直径 $255\ \mu\text{m}$ の着色心線である。
- [0049] 着色心線 8 本を間欠的に接着し、8 心の間欠接着型の光ファイバテープ心線を作成した。なお、光ファイバテープ心線は、前述した特開 2016-80849 号公報に記載されたように、塗布ロールを用いて接着樹脂を塗布する方法で作成した。
- [0050] なお、塗布ロール上の吐出穴は、径を $0.3\ \text{mm}$ とし、穴ピッチを $0.4\ \text{mm}$ とした。また、樹脂量を調整することで、連結樹脂が塗布されたテープ上面から見た際に、小接着部が互いに分離したもの（図 2 B 参照）と、小接着部同士が連続したもの（図 4 A）とを作成した。
- [0051] なお、小接着部同士が分離する場合には、塗布された樹脂の最大幅（図 3 A の W）は約 $0.15\ \text{mm}$ であった。一方、長手方向に隣り合う小接着部同士が連続する場合には、塗布された樹脂の最大幅（図 4 B の W1）が約 $0.$

2 mmであり、隣り合って塗布された樹脂がつながっている部位の幅（図4 BのW2）が約0.12 mmであった。

[0052] 光ファイバ同士を接着するための接着樹脂として、ヤング率の水準を振ったものを用いて、それぞれ8心の光ファイバテープ心線を作成した。接着樹脂のヤング率は以下のように測定した。

[0053] まず、10 cm角のガラス基板をスピンコータに設置しその上に原材料を広げ、5～10 μm程度になるように回転スピードをコントロールして塗布した。そのガラス基板をパージボックスに入れ、窒素雰囲気を作り、紫外線ランプを用いて紫外線光を照度1000 mW/cm²で、照射量1000 mJ/cm²で照射し、シートを作成した。シートは、25℃50%RH雰囲気下で12時間状態調整した中で保持した後、長さ75 mm、幅10 mmのストレートダンベル状にサンプルを打ち抜いた。得られたサンプルを、標線25 mmで引張り速度1 mm/minで引張り、2.5%歪みにおける引っ張り力からヤング率を計算した。

[0054] 得られた光ファイバテープ心線を10本撚り合わせ、2 mm幅のプラスチックテープを巻付けた80心の光ファイバユニットを構成した。また、80心の光ファイバユニットを25本サプライし、撚り合わせた上で、吸水性不織布を縦添えし、フォーミング治具で丸めた上に、ナイロン製の押え糸を巻付け、2000心のケーブルコアを作成した。

[0055] こうして作成したケーブルコアと、φ1.8 mmの鋼線を使用したテンションメンバと、外被を切裂く切裂き紐とを、外被材にて円筒状にシースし、光ファイバケーブルを作成した。外被材は低密度ポリエチレン（LLDPE）とした。なお、外被厚は3.0 mmとした。

[0056] 上述した光ファイバユニットの製造時における光ファイバテープ心線の通過するパスライン中のターンシーブと、ケーブルコア製造時に光ファイバユニットが通過するパスライン中のターンシーブの最小径はφ100 mmとした。なお、このターンシーブの最小径が小さくなるほど、製造工程における光ファイバテープ心線に大きな曲げ力が生じ、連結部の割れが生じやすくな

る。

[0057] 得られたそれぞれの光ファイバケーブルについて、波長1550nmにおける伝送損失を測定した。また、光ファイバケーブル内から光ファイバテープ心線を取り出して、光ファイバテープ心線10mのなかの、連結部の割れの有無を確認した。長手方向で同じ列の連結部が2連続以上で割れているものを不合格とした。結果を表1、表2に示す。

[0058] [表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
光ファイバ	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.654.E
小接着部の形態	連続	連続	連続	分離	分離	分離	連続
接着樹脂ヤング率 (MPa)	41	77	128	41	77	128	55
最大伝送損失 0.27dB/km 以上の発生	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
最大伝送損失 0.23dB/km 以上の発生	なし	なし	あり	なし	なし	あり	なし
2連続連結部割れ	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし

[0059] [表2]

	比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6
光ファイバ	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.654.E	G.657	G.657
小接着部の形態	連続	分離	連続	分離	連続	分離
接着樹脂ヤング率 (MPa)	30	30	155	155	155	155
最大伝送損失 0.27dB/km 以上の発生	なし	なし	あり	あり	なし	なし
最大伝送損失 0.23dB/km 以上の発生	なし	なし	あり	あり	なし	なし
2連続連結部割れ	あり	あり	なし	なし	なし	なし

- [0060] 実施例1～実施例7は、いずれも、接着樹脂の2連続割れが生じず、曲げに対する伝送損失の増加の大きいITU-T G. 654.Eにカテゴライズされる光ファイバを用いても、0.27 dB/km以上の最大伝送損失の発生も見られなかった。特に、接着樹脂のヤング率が80 MPa以下（41 MPa、55 MPa、77 MPa）である実施例1、2、4、5、7は、0.23 dB/km以上の最大伝送損失の発生も見られなかった。
- [0061] 一方、接着樹脂のヤング率が40 MPa未満の比較例1、2は、接着樹脂の2連続割れが生じた。また、比較例3、4は、接着樹脂の2連続割れは生じないが、接着樹脂のヤング率が130 MPaを超えているため、最大伝送損失が0.27 dB/km以上となった。なお、ITU-T G. 657にカテゴライズ光ファイバであれば、接着樹脂のヤング率が130 MPaを超えていても、最大伝送損失は0.23 dB/km未満となった。
- [0062] 以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

- [0063] 1 ……光ファイバケーブル
3、3a、3b ……光ファイバテープ心線
4 ……光ファイバ
5 ……光ファイバユニット
7 ……押さえ巻き
9 ……テンションメンバ
11 ……引き裂き紐
13 ……外被
15 ……ケーブルコア
17 ……小接着部

19連結部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の光ファイバが並列して連結された光ファイバテープ心線であって、
- 隣接する光ファイバが、長手方向に間欠的に連結部で連結されており、前記連結部の樹脂量が、前記光ファイバの長手方向に均一でなく、前記連結部の樹脂のヤング率が130MPa以下であることを特徴とする光ファイバテープ心線。
- [請求項2] 前記連結部の樹脂のヤング率が80MPa以下であることを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項3] 前記連結部は、前記光ファイバテープ心線の上下両面から隣接する前記光ファイバが樹脂で連結されていることを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項4] 前記連結部は、前記光ファイバテープ心線の上下面で樹脂量が不均一に形成されることを特徴とする請求項3記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項5] 前記連結部において、樹脂量が、前記光ファイバの長手方向に周期性を持つが均一でないことを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項6] 前記連結部は、複数の小接着部によって構成され、前記複数の小接着部は、つながって連続していることを特徴とする請求項1記載の光ファイバテープ心線。
- [請求項7] 請求項1から請求項6のいずれかに記載の光ファイバテープ心線が用いられ、
- 複数本の前記光ファイバテープ心線が撚り合わせられたケーブルコアと、
- 前記ケーブルコアを覆うように設けられる外被と、
- を具備することを特徴とする光ファイバケーブル。

- [請求項8] 波長1550nmにおける最大伝送損失が、0.27dB/km未満であることを特徴とする請求項7記載の光ファイバケーブル。
- [請求項9] 前記光ファイバは、ITU-T G.654.Eにカテゴライズされる光ファイバであることを特徴とする請求項7に記載の光ファイバケーブル。