(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7310517号
(P7310517)

(45)発行日　令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日　令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類
Ｇ０２Ｂ　6/44 (2006.01)

ＦＩ
Ｇ０２Ｂ　6/44　３８１
Ｇ０２Ｂ　6/44　３６６
Ｇ０２Ｂ　6/44　３７１

請求項の数　4　（全10頁）

(21)出願番号　特願2019-182643(P2019-182643)
(22)出願日　令和1年10月3日(2019.10.3)
(65)公開番号　特開2021-60438(P2021-60438A)
(43)公開日　令和3年4月15日(2021.4.15)
審査請求日　令和4年6月21日(2022.6.21)

(73)特許権者　000002130
住友電気工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号
(74)代理人　110002343
弁理士法人 東和国際特許事務所
(72)発明者　長尾 美昭
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内
(72)発明者　佐藤 文昭
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内
(72)発明者　高見 正和
大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 住友電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　光ファイバケーブル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数本の光ファイバ心線、光ファイバ心線を並べた光ファイバテープ心線、または前記複数本の光ファイバ心線および前記光ファイバテープ心線をまとめた集合コアと、前記集合コアの周囲に設けたケーブル外被と、を備えるスロットレス型の光ファイバケーブルであって、

前記ケーブル外被が、前記集合コアの外側に設けられた内層と、前記内層の外側に設けられた外層と、を有し、

前記外層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）以上であり、前記内層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）未満であり、

前記内層および前記外層を合わせた材料の引張弾性率を前記ケーブル外被の合成引張弾性率としたとき、前記ケーブル外被の合成引張弾性率と前記ケーブル外被の総断面積との積が、６０,０００（Ｎ）以下である、光ファイバケーブル。

【請求項２】

前記ケーブル外被の総断面積における前記外層の断面積の占める割合が、６０（％）以下である、請求項１に記載の光ファイバケーブル。

【請求項３】

前記ケーブル外被の総断面積における前記外層の断面積の占める割合が、２０（％）以上である、請求項１または請求項２に記載の光ファイバケーブル。

【請求項４】

前記光ファイバテープ心線は、並列に配置された複数本の光ファイバ心線間の長手方向に、連結部と非連結部とが間欠的に形成されている、請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、光ファイバケーブルに関する。

【背景技術】

【０００２】

インターネット等の情報通信の普及による通信の高速化や情報量の増大に加え、双方向通信と大容量通信に対応するために、光ネットワークの構築が進展している。この光ネットワークでは、通信事業者と各家庭とを光ファイバで直接結び、高速通信サービスを提供するＦＴＴＨ（Ｆｉｂｅｒ　Ｔｏ　Ｔｈｅ　Ｈｏｍｅ）が開始されており、その通信量は、年々増加している。それに応じ、光ファイバケーブルの小径化、高密度化が求められている。特許文献１には、スロットレス型の光ファイバケーブルの構造が開示されている。スロットレス型の光ファイバケーブルは、スロット型の光ファイバケーブルのようなスロットが無いため、小径化、軽量化、高密度化しやすい、という利点がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【文献】特開２０１０－８９２３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上記のようにスロットレス型の光ファイバケーブルは軽量化しやすいため、空気圧送用の光ファイバケーブル（マイクロダクトケーブルともいう）に適している。しかし、空気圧送用の光ファイバケーブルは、所定圧の空気をダクト内に供給し、ケーブルを押し込みながらダクト内に通線するので、ダクト内を通りやすくすることが望ましい。

【０００５】

本開示は、上述のような実情に鑑みてなされたもので、低温時の損失増加を防止するとともにダクト内を通りやすいスロットレス型の光ファイバケーブル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】

【０００６】

本開示の一態様に係る光ファイバケーブルは、複数本の光ファイバ心線、光ファイバ心線を並べた光ファイバテープ心線、または前記複数本の光ファイバ心線および前記光ファイバテープ心線をまとめた集合コアと、前記集合コアの周囲に設けたケーブル外被と、を備えるスロットレス型の光ファイバケーブルであって、前記ケーブル外被が、前記集合コアの外側に設けられた内層と、前記内層の外側に設けられた外層と、を有し、前記外層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）以上であり、前記内層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）未満であり、前記内層および前記外層を合わせた材料の引張弾性率を前記ケーブル外被の合成引張弾性率としたとき、前記ケーブル外被の合成引張弾性率と前記ケーブル外被の総断面積との積が、６０,０００（Ｎ）以下である。

【発明の効果】

【０００７】

上記によれば、低温時の損失増加を防止するとともにダクト内を通りやすいスロットレス型の光ファイバケーブルを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

【図１】本開示の一態様に係る光ファイバケーブルの一例を示す断面図である。

【図２】間欠テープ心線の構造の一例を示す図である。
【図３】各試料の諸元と評価結果を説明する表である。
【図４】低温時損失変化量とＨＤＰＥ面積比率との関係を説明する図である。
【図５】低温時損失変化量とＥＳ積との関係を説明する図である。
【図６】曲げ剛性とＨＤＰＥ面積比率との関係を説明する図である。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
［本開示の実施形態の説明］
最初に本開示の実施形態の内容を列記して説明する。
本開示に係る光ファイバケーブルは、（１）複数本の光ファイバ心線、光ファイバ心線を並べた光ファイバテープ心線、または前記複数本の光ファイバ心線および前記光ファイバテープ心線をまとめた集合コアと、前記集合コアの周囲に設けたケーブル外被と、を備えるスロットレス型の光ファイバケーブルであって、前記ケーブル外被が、前記集合コアの外側に設けられた内層と、前記内層の外側に設けられた外層と、を有し、前記外層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^{3}）以上であり、前記内層に用いられる材料の密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^{3}）未満であり、前記内層および前記外層を合わせた材料の引張弾性率を前記ケーブル外被の合成引張弾性率としたとき、前記ケーブル外被の合成引張弾性率と前記ケーブル外被の総断面積との積が、６０,０００（Ｎ）以下である。スロットレス型の光ファイバケーブルであるので、スロット型の場合に比べて、小径化、軽量化、高密度化しやすくなる。そして、ケーブル外被が内層と外層の２層からなり、外層に用いられる材料の密度が内層よりも高くなっている。具体的には、外層が例えば高密度ポリエチレン（ＨＤＰＥ）で構成されていれば、通常用いられる低密度ポリエチレン（ＬＤＰＥ）に比べて摩擦係数が低くなり、ダクト内を通りやすくなる。また、ダクト内に供給する空気圧を高くしたり、ダクト内に押し込んだりしても、外層が固いので、十分に耐えられる。
また、ケーブル外被の合成引張弾性率とケーブル外被の総断面積との積を６０,０００（Ｎ）以下にするので、外層をＨＤＰＥで構成しても、低温時の損失増加を防止することができる。
【００１０】
（２）本開示の光ファイバケーブルの一態様では、前記ケーブル外被の総断面積における前記外層の断面積の占める割合が、６０（％）以下である。ケーブル外被の総断面積における外層の断面積の占める割合を６０（％）以下にするので、外層をＨＤＰＥで構成しても、低温時の損失増加を防止することができる。
（３）本開示の光ファイバケーブルの一態様では、前記ケーブル外被の総断面積における前記外層の断面積の占める割合が、２０（％）以上である。ケーブル外被の総断面積における外層の断面積の占める割合が２０（％）以上であるので、曲げ剛性が０．３（Ｎ・ｍ^{2}）以上になり、ダクト内を通りやすくなるとともに、空気圧送に十分に耐えることができる。
【００１１】
（４）本開示の光ファイバケーブルの一態様では、前記光ファイバテープ心線は、並列に配置された複数本の光ファイバ心線間の長手方向に、連結部と非連結部とが間欠的に形成されている。間欠テープ心線を用いれば、ケーブル外径を細く維持したまま、光ファイバ心線を高密度に集合させたスロットレス型の光ファイバケーブルを提供することができる。
【００１２】
［本開示の実施形態の詳細］
以下、添付図面を参照しながら、本開示による光ファイバケーブルの好適な実施の形態について説明する。
図１は、本開示の一態様に係る光ファイバケーブルの一例を示す断面図、図２は、間欠テープ心線の構造の一例を示す図である。
【００１３】

図１に示した光ファイバケーブル１０はスロットレス型であり、例えば丸型の集合コア１１と、この集合コア１１の周囲に形成されたケーブル外被１３とを有する。

集合コア１１には、例えば１２心の間欠テープ心線１が複数枚収容されている。なお、間欠テープ心線の他、単心の光ファイバ心線を複数本束ねた状態で収容することも可能である。

【００１４】

間欠テープ心線とは、複数本の光ファイバ心線が平行一列に配列され、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部により間欠的に連結してなるものである。図２（Ａ）は間欠テープ心線を配列方向に開いた状態を、図２（Ｂ）は図２（Ａ）のＢ－Ｂ線矢視断面図をそれぞれ示しており、図示の間欠テープ心線１は、１２心のテープ心線が２心毎に間欠的に接続されて構成されている。

【００１５】

図２（Ｂ）に示すように、各光ファイバ心線２の周囲には、紫外線硬化樹脂等によるテープ被覆５が設けられ、例えば２心を一体化した心線同士が連結部３と非連結部４により間欠的に連結されている。連結部３では、隣り合うテープ被覆５が連なり、非連結部４では、隣り合うテープ被覆５が連結されずに分離されている。

このような、間欠テープ心線を用いれば、集合コア１１内で自由に変形できるため、細いケーブル外径を維持したまま、光ファイバ心線２を高密度に集合させることができる。

【００１６】

この間欠テープ心線に収容される光ファイバ心線は、例えば、標準外径１２５（μｍ）のガラスファイバに被覆外径が２５０（μｍ）前後の被覆を施した光ファイバ素線と称されるものの外側に、さらに着色被覆を施したものであるが、これに限られるものでは無く、被覆外径が１６５（μｍ）、２００（μｍ）程度の細径ファイバであってもよい。なお、間欠テープ心線は、２心毎に連結部と非連結部を設けなくてもよく、例えば１心毎に連結部と非連結部で間欠的に連結してもよい。

【００１７】

なお、複数枚の間欠テープ心線１を撚り合わせてユニットとし、複数のユニットを集合させた状態にしてもよい。また、複数枚の間欠テープ心線をバンドル材などで束ねてもよく、あるいは、上記ユニット毎にバンドル材などで束ねてもよい。

一方、図１に示すように、光ファイバケーブル１０の集合コア１１は、例えば、吸水テープ１２で縦添えまたは横巻きして丸型にまとめられている。

【００１８】

吸水テープ１２の外側は、２種類のポリエチレン（ＰＥ）によって構成されたケーブル外被１３で覆われている。

ケーブル外被１３（後述の内層１４）には、長手方向の強度を保持するための例えば２本のテンションメンバ（抗張力体ともいう）１６や、ケーブル外被１３をケーブル長手方向に引き裂くための例えば２本の引き裂き紐１７が、ケーブル外被１３（内層１４）の押出成形時に縦添えされて埋設される。

【００１９】

テンションメンバ１６には、引張り及び圧縮に対する耐力を有する線材、例えば、鋼線やＦＲＰ（Ｆｉｂｅｒ　Ｒｅｉｎｆｏｒｃｅｄ　Ｐｌａｓｔｉｃｓ）などが用いられており、例えば集合コア１１を挟んで両側に設けられている。

引き裂き紐１７は、２本のテンションメンバ１６の中心を結ぶ線に対して直交する線上の位置に、集合コア１１を挟んで両側に１本ずつ設けられている。引き裂き紐１７は、例えば、ナイロンやポリエステルなどの樹脂材が用いられた断面円形状の紐状部材であり、集合コア１１の径方向に沿って例えば同一直線上に並んでいる。

【００２０】

図１に示すように、ケーブル外被１３は、内層１４と外層１５との２層で形成されている。内層１４が集合コア１１に接触し、外層１５は、内層１４の外側に設けられ、テンションメンバ１６の外側を覆っている。

【００２１】
　マイクロダクトケーブルはダクト内で空気圧送されるため、ダクト内で圧送距離を延ばすには、ケーブル表面の摩擦係数を低くすることが望ましい。そこで、外層１５に用いられる材料は、密度が０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）以上０．９８（ｇ／ｃｍ^3）以下であり（例えば０．９５（ｇ／ｃｍ^3））、引張弾性率が７００～１,２００（ＭＰａ）のものを用いている。なお、０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）以上の密度のものを高密度ポリエチレン（ＨＤＰＥ）ともいう。
【００２２】
　このように、ケーブル外被１３の外層１５がＨＤＰＥで構成されており、摩擦係数が低くなるため、ダクト内を通りやすくなる。また、外層１５をＨＤＰＥで構成すれば、ダクト内に供給する空気圧を高くしたり、ダクト内に押し込んだりしても、外層が固いので、十分に耐えられる。
　ただし、ケーブル外被１３をＨＤＰＥのみで構成すると、引張弾性率が高いため、低温時に収縮して集合コア１１内の光ファイバ心線２が圧縮されて曲げが発生し、損失が増加してしまう。この場合、図１に示すような、ケーブル外被１３に埋設されるタイプのテンションメンバ１６では、テンションメンバを太径にするのも難しく、被覆の収縮に対抗することができない。
　そこで、内層１４に用いられる材料は、密度が０．９１（ｇ／ｃｍ^3）以上０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）未満であり（例えば０．９３（ｇ／ｃｍ^3））、引張弾性率が１００～６００（ＭＰａ）のものを用い、低温時に収縮し難くして低温時における損失増加を防いでいる。なお、０．９４２（ｇ／ｃｍ^3）未満の密度のものを、ＨＤＰＥと区別するために便宜上、低密度ポリエチレン（ＬＤＰＥ）と称する。
【００２３】
　図３は、各試料の諸元と評価結果を説明する表である。
　外径φ１２（mm）やφ１６（mm）の光ファイバケーブル１０について、内層１４のＬＤＰＥ（引張弾性率が３００（ＭＰａ））の外被厚、および外層１５のＨＤＰＥ（引張弾性率が１,０５０（ＭＰａ））の外被厚をそれぞれ変更し、表面摩擦係数、低温時損失変化量、合成引張弾性率、さらに、合成引張弾性率×外被総断面積値（ＥＳ積ともいう）を求めて、各々の条件のものが、空気圧送用の光ファイバケーブルに適するか否か（適する場合をＡ、適しない場合をＢ）、を評価した。
【００２４】
　表面摩擦係数は光ファイバケーブル１０のケーブル表面の摩擦係数である。低温時損失変化量（ｄＢ／ｋｍ）は、光ファイバケーブル１０を低温(－４０℃)下に放置した場合の損失変化量である。合成引張弾性率（ＭＰａ）は、内層１４および外層１５を合わせて一つの部材に換算した材料の引張弾性率であり、内層１４と外層１５の断面積比を用いて求めている。ＥＳ積（Ｎ）は、合成引張弾性率（ＭＰａ）と外被総断面積値（mm^2）との積であり、ケーブル外被１３の強さの指標の一つである。合成引張弾性率が本開示による「ケーブル外被の合成引張弾性率」に相当し、外被総断面積値が本開示による「ケーブル外被の総断面積」に相当する。
【００２５】
　ケーブル外径（光ファイバケーブル１０の外径）がφ１２（mm）でケーブル内径（集合コア１１の外径）がφ８（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を２（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を０（mm）とした場合（試料１と称する）、ＬＤＰＥ断面積は６２．８（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は０（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は０（％）となる。なお、ＨＤＰＥ面積比率が本開示による「ケーブル外被の総断面積における外層の断面積の占める割合」に相当する。この試料１の場合、ＥＳ積は１８,８５０（Ｎ）となり、低温時損失変化量は０．０５（ｄＢ／ｋｍ）と低かったが、表面摩擦係数が０．５と大きくなり、ダクト内を通りにくくなるので、空気圧送用の光ファイバケーブルには適さない（評価Ｂ）と判定した。なお、試料１の場合、曲げ剛性は０．１（Ｎ・ｍ^2）であり、この点でも、通線するには不十分な値であった。

【００２６】
一方、ケーブル外径がφ１２（mm）でケーブル内径がφ８（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を１（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を１（mm）とした場合（試料２と称する）、ＬＤＰＥ断面積は２８．３（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は３４．６（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は５５（％）となる。この試料２の場合、表面摩擦係数が０．１５、ＥＳ積は４４,７６８（Ｎ）となり、低温時損失変化量は０．１５（ｄＢ／ｋｍ）となった。この場合、表面摩擦係数が小さくなり、低温時損失変化量は所定の基準値０．２（ｄＢ／ｋｍ）以下であるため、空気圧送用の光ファイバケーブルに適する（評価Ａ）と判定した。なお、試料２の場合、曲げ剛性が０．８５（Ｎ・m^2）であり、通線するには十分な値であった。

【００２７】
次に、ケーブル外径がφ１２（mm）でケーブル内径がφ８（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を０（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を２（mm）とした場合（試料３と称する）、ＬＤＰＥ断面積は０．０（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は６２．８（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は１００（％）となる。この試料３の場合、表面摩擦係数が０．１５であるが、ＥＳ積は６５,９７３（Ｎ）と６０,０００（Ｎ）より大きくなった。このため、低温時損失変化量は０．２２（ｄＢ／ｋｍ）となって所定の基準値０．２（ｄＢ／ｋｍ）以下を満たさず、低温時の損失増加を回避できないので、空気圧送用の光ファイバケーブルには適さない（評価Ｂ）と判定した。なお、試料３の場合、曲げ剛性が１．５（Ｎ・m^2）であった。

【００２８】
ケーブル外径がφ１６（mm）でケーブル内径がφ１２（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を２（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を０（mm）とした場合（試料４と称する）、ＬＤＰＥ断面積は８８．０（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は０（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は０（％）となる。この試料４の場合、ＥＳ積は２６,３８９（Ｎ）であり、低温時損失変化量は０．０５（ｄＢ／ｋｍ）であるが、表面摩擦係数が０．５と大きくなり、ダクト内を通りにくくなるので、空気圧送用の光ファイバケーブルには適さない（評価Ｂ）と判定した。なお、試料４の場合、曲げ剛性が０．１（Ｎ・m^2）であり、この点でも、通線するには不十分な値であった。

【００２９】
一方、ケーブル外径がφ１６（mm）でケーブル内径がφ１２（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を１．１（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を０．９（mm）とした場合（試料５と称する）、ＬＤＰＥ断面積は４５．３（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は４２．７（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は４９（％）となる。この試料５の場合、表面摩擦係数が０．１５、ＥＳ積は５８,４１０（Ｎ）となり、低温時損失変化量は０．１８（ｄＢ／ｋｍ）となった。この場合、表面摩擦係数が小さくなり、低温時損失変化量は所定の基準値０．２（ｄＢ／ｋｍ）以下であるため、空気圧送用の光ファイバケーブルに適する（評価Ａ）と判定した。なお、試料５の場合、曲げ剛性が０．７（Ｎ・m^2）であった。

【００３０】
続いて、ケーブル外径がφ１６（mm）でケーブル内径がφ１２（mm）であり、ＬＤＰＥ外被厚を０（mm）、ＨＤＰＥ外被厚を２（mm）とした場合（試料６と称する）、ＬＤＰＥ断面積は０（mm^2）となり、ＨＤＰＥ断面積は８８．０（mm^2）、ＨＤＰＥ面積比率は１００（％）となる。この試料６の場合、表面摩擦係数が０．１５であるが、ＥＳ積は９２，３６３（Ｎ）と６０,０００（Ｎ）より大きくなった。このため、低温時損失変化量は０．２５（ｄＢ／ｋｍ）となって所定の基準値０．２（ｄＢ／ｋｍ）以下を満たさず、低温時の損失増加を回避できないので、空気圧送用の光ファイバケーブルには適さない（評価Ｂ）と判定した。なお、試料６の場合、曲げ剛性が１．５（Ｎ・m^2）であった。

【００３１】
図４は、低温時損失変化量とＨＤＰＥ面積比率との関係を説明する図である。

ＨＤＰＥ面積比率が下がるに連れて、低温時損失変化量も次第に低下している。そして、ＨＤＰＥ面積比率が６０（％）以下になると、低温時損失変化量を所定の基準値（０．２（ｄＢ／ｋｍ））以下に抑えられることが分かる。

このように、ＨＤＰＥ面積比率を６０（％）以下にすれば、外層１５をＨＤＰＥで構成しても、低温時の損失増加を防止することができる。

【００３２】

図５は、低温時損失変化量とＥＳ積との関係を説明する図である。

ＥＳ積が下がるに連れて、低温時損失変化量も次第に低下している。そして、ＥＳ積が６０,０００（Ｎ）以下になると、低温時損失変化量を所定の基準値（０．２（ｄＢ／ｋｍ））以下に抑えられることが分かる。

このように、ＥＳ積を６０,０００（Ｎ）以下にすれば、外層１５をＨＤＰＥで構成しても、低温時の損失増加を防止することができる。

【００３３】

図６は、曲げ剛性とＨＤＰＥ面積比率との関係を説明する図である。

ＨＤＰＥ面積比率が上がるに連れて、曲げ剛性も次第に上昇している。そして、ＨＤＰＥ面積比率が２０（％）以上になると、曲げ剛性が所定の基準値０．３（Ｎ・ｍ^{2}）以上になることが分かる。

したがって、ＨＤＰＥ面積比率を２０（％）以上にすれば、ダクト内を通りやすくなるとともに、空気圧送に十分に耐えることができる。

【００３４】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

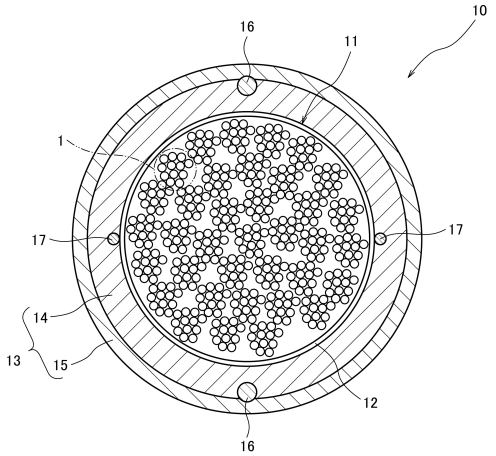
【符号の説明】

【００３５】

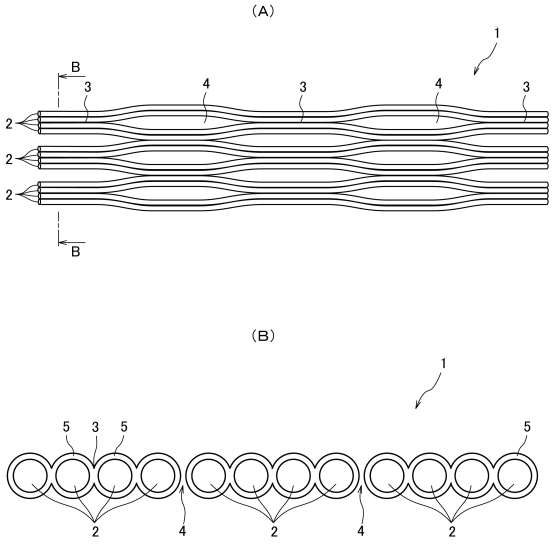
１…間欠テープ心線、２…光ファイバ心線、３…連結部、４…非連結部、５…テープ被覆、１０…光ファイバケーブル、１１…集合コア、１２…吸水テープ、１３…ケーブル外被、１４…内層、１５…外層、１６…テンションメンバ、１７…引き裂き紐、Ｅ…合成引張弾性率、Ｓ…外被総断面積値。

【図面】

【図１】



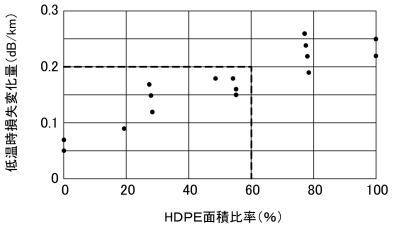
【図２】



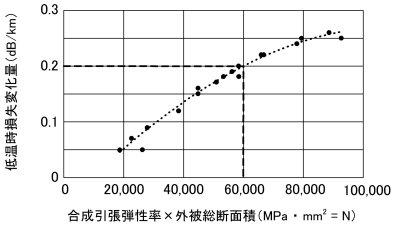
【図３】

	試料1	試料2	試料3	試料4	試料5	試料6
ケーブル内径（mm）	8	8	8	12	12	12
LDPE外被厚（mm）	2	1	0	2	1.1	0
LDPE断面積（mm^2）	62.8	28.3	0	88.0	45.3	0
LDPE引張弾性率（MPa）	300	300	300	300	300	300
HDPE外被厚（mm）	0	1	2	0	0.9	2
HDPE断面積（mm^2）	0	34.6	62.8	0	42.7	88.0
HDPE面積比率（%）	0	55	100	0	49	100
HDPE引張弾性率（MPa）	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
ケーブル外径（mm）	12	12	12	16	16	16
表面摩擦係数	0.5	0.15	0.15	0.5	0.15	0.15
低温時損失変化量（dB/km）	0.05	0.15	0.22	0.05	0.18	0.25
合成引張弾性率（MPa）	300	713	1,050	300	664	1,050
合成引張弾性率×外被総断面積（N）	18,850	44,768	65,973	26,389	58,410	92,363
評価	B	A	B	B	A	B

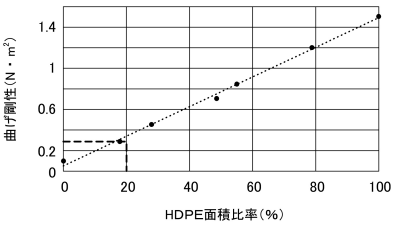
【図４】



【図５】


0.3
0.2
0.1
0
低温時損失変化量（dB/km）
0
20,000
40,000
60,000
80,000
100,000
合成引張弾性率×外被総断面積（MPa・mm² = N）

【図６】


1.4
1
0.6
0.2
0
曲げ剛性（N・m²）
0
20
40
60
80
100
HDPE面積比率（%）

フロントページの続き

審査官　山本 元彦
(56)参考文献　国際公開第２０１８／１０１０４１（ＷＯ，Ａ１）
特開２００２－２３１０６６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００４／０２４０８１０（ＵＳ，Ａ１）
特開２００２－３５７７５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０２１７８１（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ　６／４４