

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7652192号
(P7652192)

(45)発行日 令和7年3月27日(2025.3.27)

(24)登録日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類	F I			
G 0 2 B	6/44	(2006.01)	G 0 2 B	6/44 3 6 6
			G 0 2 B	6/44 3 7 1
			G 0 2 B	6/44 3 7 6
			G 0 2 B	6/44 3 8 1
			G 0 2 B	6/44 3 8 6
請求項の数 7 (全15頁)				

(21)出願番号	特願2022-559118(P2022-559118)	(73)特許権者	000002130
(86)(22)出願日	令和3年10月25日(2021.10.25)		住友電気工業株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/039283		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(87)国際公開番号	WO2022/092019	(74)代理人	110001416
(87)国際公開日	令和4年5月5日(2022.5.5)		弁理士法人信栄事務所
審査請求日	令和6年4月22日(2024.4.22)	(72)発明者	佐藤 文昭
(31)優先権主張番号	特願2020-178870(P2020-178870)		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
(32)優先日	令和2年10月26日(2020.10.26)	(72)発明者	下田 雄紀
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		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	鈴木 洋平
			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およびコネクタ付きケーブル

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の光ファイバリボンと、
前記複数の光ファイバリボンの周囲を被覆する外被と、
を備えており、
前記光ファイバリボンは複数の光ファイバ心線を有しており、前記複数の光ファイバ心線が長手方向に直交する方向に並列に配列された状態で、一部または全ての前記光ファイバ心線間において、隣接する光ファイバ心線間が連結された状態の連結部と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない状態の非連結部とが、前記光ファイバ心線の長手方向に間欠的に設けられており、
前記光ファイバ心線は、ガラスファイバと前記ガラスファイバの周囲を覆う被覆部とを有しており、
前記外被の外径に対する内径の割合は0.75以上であり、
光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側の光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面におけるガラスの面積の割合は15%以上25%以下であり、
前記光ファイバケーブル内に実装された前記光ファイバ心線の数3000心以上であり、前記外被の外径は50mm以下であり、
前記断面における前記外被より内側の前記光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面における前記光ファイバリボンの面積の割合

は 5 0 % 以上 6 5 % 以下である、光ファイバケーブル。

【請求項 2】

前記複数の光ファイバリボンの一部の光ファイバリボンの周囲を覆う第一押さえ部材と、前記第一押さえ部材の外側に配置された前記複数の光ファイバリボンの残りの光ファイバリボンの周囲を覆う第二押さえ部材と、を備えている、請求項 1 に記載の光ファイバケーブル。

【請求項 3】

前記第一押さえ部材と当該第一押さえ部材の外側に配置された前記光ファイバリボンとの間の動摩擦係数は 0 . 3 以下であり、前記第二押さえ部材と当該第二押さえ部材の内側に配置された前記光ファイバリボンとの間の動摩擦係数は 0 . 3 以下である、請求項 2 に記載の光ファイバケーブル。

10

【請求項 4】

前記複数の光ファイバリボンの少なくとも一部が束ねられた集合体を複数備えている、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。

【請求項 5】

0 . 0 1 mm 以上 0 . 2 mm 以下の厚さを有する複数のチューブを備えており、前記チューブは、前記集合体の周囲を覆うように形成されている、請求項 4 に記載の光ファイバケーブル。

【請求項 6】

少なくとも一つのテンションメンバを備えており、前記複数の光ファイバリボンは、前記テンションメンバを中心として前記テンションメンバの周囲に多層構造で巻き付けられている、請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブル。

20

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載の光ファイバケーブルと、前記光ファイバケーブルの少なくとも一つの前記光ファイバリボンの一端に設けられた多心コネクタと、を備えている、コネクタ付きケーブル。

【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およびコネクタ付きケーブルに関する。

30

【0002】

本出願は、2020年10月26日出願の日本出願第2020-178870号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

【背景技術】

【0003】

特許文献1は、複数の光ファイバ心線が間欠的に連結された光ファイバリボンと、当該光ファイバリボンを収容するパイプと、を有する光ファイバケーブルを開示している。

【0004】

特許文献2は、複数の光ファイバ心線が間欠的に連結された光ファイバリボンからなるリボンユニットを複数本撚り合わせるにより形成された光ファイバケーブルコアと、当該光ファイバケーブルコアの外周を覆う外被と、を有する光ファイバケーブルを開示している。

40

【0005】

特許文献3は、複数の光ファイバ心線が間欠的に連結された光ファイバリボンを複数本有するユニットを複数本撚り合わせるにより形成されたケーブルコア部と、当該ケーブルコア部の外周を覆う外被と、を有する光ファイバケーブルを開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

50

【文献】日本国特表 2 0 1 5 - 5 1 7 6 7 9 号公報

【文献】日本国特開 2 0 1 4 - 0 1 6 5 2 9 号公報

【文献】日本国特開 2 0 1 0 - 0 0 8 9 2 3 号公報

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

本開示の光ファイバケーブルは、
複数の光ファイバリボンと、
前記複数の光ファイバリボンの周囲を被覆する外被と、
を備えており、

前記光ファイバリボンは複数の光ファイバ心線を有しており、前記複数の光ファイバ心線が長手方向に直交する方向に並列に配列された状態で、一部または全ての前記光ファイバ心線間において、隣接する光ファイバ心線間が連結された状態の連結部と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない状態の非連結部とが、前記光ファイバ心線の長手方向に間欠的に設けられており、

前記光ファイバ心線は、ガラスファイバと前記ガラスファイバの周囲を覆う被覆部とを有しており、

前記外被の外径に対する内径の割合は 0 . 7 5 以上であり、

前記光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側の光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面におけるガラスの面積の割合は 1 5 % 以上 2 5 % 以下であり、

前記光ファイバケーブル内に実装された前記光ファイバ心線の数 3 0 0 0 心以上であり、前記外被の外径は 5 0 mm 以下であり、

前記断面における前記外被より内側の前記光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面における前記光ファイバリボンの面積の割合は 5 0 % 以上 6 5 % 以下である。

【 0 0 0 8 】

また、本開示のコネクタ付きケーブルは、

前記光ファイバケーブルと、

前記光ファイバケーブルの少なくとも一つの前記光ファイバリボンの一端に設けられた多心コネクタと、を備えている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1 A】図 1 A は、第一実施形態に係る光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面図である。

【図 1 B】図 1 B は、図 1 A の光ファイバユニットを示す断面図である。

【図 2】図 2 は、光ファイバリボンの長手方向に直交する断面図である。

【図 3】図 3 は、図 2 に示した光ファイバリボンを長手方向に示す部分展開図である。

【図 4】図 4 は、光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

【図 5 A】図 5 A は、第二実施形態に係る光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面図である。

【図 5 B】図 5 B は、図 5 A の光ファイバユニットを示す断面図である。

【図 6】図 6 は、図 1 B および図 4 に示した光ファイバユニットを成端加工したときの状態を模式的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

[本開示が解決しようとする課題]

本開示は、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、耐側圧性を有する光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルを提供する。

[本開示の効果]

10

20

30

40

50

本開示によれば、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、耐側圧性を有する光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルを提供することができる。

[本開示の実施の形態の説明]

まず本開示の実施態様を列記して説明する。

(1) 本開示の光ファイバケーブルは、

複数の光ファイバリボンと、

前記複数の光ファイバリボンの周囲を被覆する外被と、
を備えており、

前記光ファイバリボンは複数の光ファイバ心線を有しており、前記複数の光ファイバ心線が長手方向に直交する方向に並列に配列された状態で、一部または全ての前記光ファイバ心線間において、隣接する光ファイバ心線間が連結された状態の連結部と、隣接する光ファイバ心線間が連結されていない状態の非連結部とが、前記光ファイバ心線の長手方向に間欠的に設けられており、

前記光ファイバ心線は、ガラスファイバと前記ガラスファイバの周囲を覆う被覆部とを有しており、

前記外被の外径に対する内径の割合は 0 . 7 5 以上であり、

前記光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における前記外被より内側の光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面におけるガラスの面積の割合は 1 5 % 以上 2 5 % 以下であり、

前記光ファイバケーブル内に実装された前記光ファイバ心線の本数は 3 0 0 0 心以上であり、前記外被の外径は 5 0 mm 以下である。

【 0 0 1 1 】

このような構成によれば、外被の外径に対する内径の割合が 0 . 7 5 以上であるので、外被の内側により多くの光ファイバ心線を配置させることができる。また、光ファイバケーブルの長手方向に直交する断面における外被より内側の光ファイバリボン収容部の面積に対する光ファイバリボン収容部に収容された断面におけるガラスの面積の割合が 1 5 % 以上 2 5 % 以下であるので、光ファイバケーブルに加わる張力に耐えることができる。なお、「光ファイバリボン収容部」とは、光ファイバケーブルの外被の内側であって、押さえ巻きテープを除く空間を指し、「光ファイバリボン収容部に収容されたガラス」とは、例えば、光ファイバ心線を構成するガラスファイバや、光ファイバケーブル内にテンションメンバとして配置されるガラスの繊維強化プラスチック (G F R P : G l a s s F i b e r R e i n f o r c e d P r a c t i c e s) を含みうる。なお、光ファイバリボン収容部に配置されるテンションメンバが、ガラスではなく、金属の場合は、対象外とする。

また、光ファイバ心線の本数は 3 0 0 0 心以上であるので、外被の厚さは薄いものの、光ファイバケーブルに側圧が加わった場合でも、光ファイバケーブル内に高密度で実装された光ファイバ心線により、光ファイバケーブルが潰れたり、キンクができたりするのを抑制することができる。また、光ファイバ心線のガラスファイバ自体がテンションメンバとして機能するので、光ファイバケーブル内に配置されるテンションメンバのサイズを小さくしても、光ファイバケーブルに加わる張力に耐えることができ、さらに、より多くの光ファイバ心線を配置させることができる。したがって、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、耐側圧性を有する光ファイバケーブルを提供することができる。

【 0 0 1 2 】

(2) 前記断面における前記外被より内側の前記光ファイバリボン収容部の面積に対する前記光ファイバリボン収容部に収容された前記断面における前記光ファイバリボンの面積の割合は 5 0 % 以上 6 5 % 以下でもよい。

【 0 0 1 3 】

このような構成によれば、光ファイバケーブルに側圧が加わった場合でも、光ファイバリボンを構成する光ファイバ心線が高密度に収容されていることにより、光ファイバケーブルが潰れるのを防ぐことができる。

【 0 0 1 4 】

(3) 前記複数の光ファイバリボンの一部の光ファイバリボンの周囲を覆う第一押さえ部材と、

前記第一押さえ部材の外側に配置された前記複数の光ファイバリボンの残りの光ファイバリボンの周囲を覆う第二押さえ部材と、を備えてもよい。

【 0 0 1 5 】

このような構成によれば、第一押さえ部材の内側に存在する光ファイバリボンと、第一押さえ部材の外側に配置された光ファイバリボンとを容易に判別することができる。

【 0 0 1 6 】

(4) 前記第一押さえ部材と当該第一押さえ部材の外側に配置された前記光ファイバリボンとの間の動摩擦係数は 0 . 3 以下であり、前記第二押さえ部材と当該第二押さえ部材の内側に配置された前記光ファイバリボンとの間の動摩擦係数は 0 . 3 以下でもよい。

10

【 0 0 1 7 】

光ファイバケーブル内に実装された光ファイバリボンは、低温度の環境下において、温度収縮により長手方向に移動しやすい。このような構成によれば、温度収縮が起きても、光ファイバリボンが動きやすいため、低温の環境下における伝送損失の増加を抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

(5) 前記複数の光ファイバリボンの少なくとも一部が束ねられた集合体を複数備えてもよい。

20

【 0 0 1 9 】

このような構成によれば、光ファイバケーブル内における光ファイバリボンの判別や取り扱いが容易となる。

【 0 0 2 0 】

(6) 0 . 0 1 mm 以上 0 . 2 mm 以下の厚さを有する複数のチューブを備えており、前記チューブは、前記集合体の周囲を覆うように形成されてもよい。

【 0 0 2 1 】

このような構成によれば、例えば各チューブの色を異ならせることにより光ファイバケーブル内における光ファイバユニットの判別が容易となる。また、光ファイバケーブルの光ファイバリボンを光接続箱やクロージャ等に収納する際、外被を除去した後に露出された光ファイバリボンを保護するために保護チューブを被せる必要がないので、作業性が向上する。また、チューブの厚さは薄いので、チューブを配置したことにより光ファイバリボンの実装可能な空間が減少することを抑制することができる。

30

【 0 0 2 2 】

(7) 少なくとも一つのテンションメンバを備えており、

前記複数の光ファイバリボンは、前記テンションメンバを中心として前記テンションメンバの周囲に多層構造で巻き付けられてもよい。

【 0 0 2 3 】

このような構成によれば、テンションメンバは複数の光ファイバリボンの略中心に配置されているので、光ファイバケーブルを特定の方向にだけ曲げやすい、ということにはならず、全ての方向に同様の力で曲げることができる。

40

【 0 0 2 4 】

(8) 本開示のコネクタ付きケーブルは、

前記光ファイバケーブルと、

前記光ファイバケーブルの少なくとも一つの前記光ファイバリボンの一端に設けられた多心コネクタと、を備えている。

【 0 0 2 5 】

このような構成によれば、光ファイバケーブルを他の通信部材に接続する作業が容易となる。

【 0 0 2 6 】

50

[本開示の実施形態の詳細]

本開示の光ファイバケーブルおよびコネクタ付きケーブルの具体例を、図面を参照しつつ説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及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。

【 0 0 2 7 】

(第一実施形態)

図 1 A から図 3 を参照して、第一実施形態に係る光ファイバケーブル 1 の構成について説明する。図 1 A において光ファイバユニット 2 はハッチングを施してその内部構成を省略し、省略した光ファイバユニット 2 の内部構造は図 1 B に図示した。図 1 A および図 1 B において破線で示す円形の枠は、便宜上、光ファイバユニット 2 の領域を表示したものであって、実際には枠は存在しない。

10

【 0 0 2 8 】

光ファイバケーブル 1 は、図 1 A に例示されるように、複数の光ファイバユニット 2 と外被 3 を備えている。本例においては、3 2 本の光ファイバユニット 2 が外被 3 の内側に実装されている。

【 0 0 2 9 】

光ファイバユニット 2 は、図 1 B に例示されるように、複数の光ファイバリボン 2 1 を有している。本例においては、光ファイバユニット 2 は、1 8 枚の光ファイバリボン 2 1 が束ねられた集合体により形成されている。集合体を形成する 1 8 枚の光ファイバリボン 2 1 は互いに撚り合わされてもよい。

20

【 0 0 3 0 】

光ファイバリボン 2 1 は、図 2 および図 3 に例示されるように、複数の光ファイバ心線 2 1 1 とリボン樹脂 2 1 2 とを有している。図 2 および図 3 において、光ファイバリボン 2 1 は非連結部 2 1 4 を光ファイバ心線 2 1 1 の並列方向に広げた状態で示されている。

複数の光ファイバ心線 2 1 1 は、その長手方向に直交する方向に並列に配列されている。リボン樹脂 2 1 2 は、複数の光ファイバ心線 2 1 1 を一体化するように形成されている。本例においては、1 2 本の光ファイバ心線 2 1 1 が互いに接した状態で並列されており、リボン樹脂 2 1 2 は、並列された複数の光ファイバ心線 2 1 1 の外周を覆うように形成されている。リボン樹脂 2 1 2 は、並列された複数の光ファイバ心線 2 1 1 の片面にのみ塗布されてもよい。リボン樹脂 2 1 2 は、紫外線硬化型樹脂や熱硬化型樹脂などの樹脂からなる。

30

【 0 0 3 1 】

光ファイバ心線 2 1 1 は、例えば、コアとクラッドとからなるガラスファイバ 2 1 1 a と、ガラスファイバ 2 1 1 a の周囲を覆う被覆部 2 1 1 b とを有している。被覆部 2 1 1 b は、紫外線硬化型樹脂などの樹脂からなる 1 層または複数の被覆層により形成される。光ファイバ心線 2 1 1 としては、例えば、ガラスファイバ 2 1 1 a の直径 R 1 が 1 2 5 μ m であり、光ファイバ心線 2 1 1 の直径 R 2 が 2 0 0 μ m である光ファイバ心線が使用される。

【 0 0 3 2 】

光ファイバリボン 2 1 の少なくとも一部の隣接する光ファイバ心線 2 1 1 間には、図 3 に例示されるように、当該隣接する光ファイバ心線 2 1 1 間が連結された状態の連結部 2 1 3 と、当該隣接する光ファイバ心線 2 1 1 間が連結されていない状態の非連結部 2 1 4 とが、光ファイバ心線 2 1 1 の長手方向に間欠的に設けられている。本例においては、2 心毎に連結部 2 1 3 と非連結部 2 1 4 とが光ファイバ心線 2 1 1 の長手方向に間欠的に設けられている。非連結部 2 1 4 は、例えば、リボン樹脂 2 1 2 の一部を回転刃等で切断することにより形成される。

40

【 0 0 3 3 】

なお、リボン樹脂 2 1 2 は、並列された複数の光ファイバ心線 2 1 1 の外周ではなく、光ファイバ心線 2 1 1 間に塗布することによっても形成されうる。リボン樹脂 2 1 2 が所

50

定の光ファイバ心線 2 1 1 間に塗布されることにより、連結部 2 1 3 と非連結部 2 1 4 とが間欠的に設けられるとともに、各光ファイバ心線 2 1 1 が並列状態で一体化される。

【 0 0 3 4 】

図 1 A の外被 3 は、複数の光ファイバユニット 2 の周囲を被覆するように形成されている。外被 3 は、例えば、常温（例えば 2 3 ）におけるヤング率が 1 5 0 0 M P a 以上である樹脂により形成される。外被 3 には、引き裂き紐 4 や複数のテンションメンバ 5 テンションメンバ 5 が埋め込まれてもよい。テンションメンバ 5 は、例えば、アラミド F R P、ガラス F R P、カーボン F R P などの繊維強化プラスチック（ F R P ）や金属線などにより形成される。

【 0 0 3 5 】

光ファイバケーブル 1 はさらに、図 1 A に例示されるように、光ファイバユニット 2 の周囲を覆う押さえ部材を有する。本例においては、光ファイバケーブル 1 は、第一押さえ部材 6 と第二押さえ部材 7 を有している。第一押さえ部材 6 と第二押さえ部材 7 は、例えば、ポリエステルなどからなる不織布により形成される。第一押さえ部材 6 は、例えば、ケーブル中心に配置された複数の光ファイバユニット 2 の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回される。第二押さえ部材 7 は、例えば、第一押さえ部材 6 の周囲に配置された複数の光ファイバユニット 2 の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回される。なお、縦添え巻回されとは、押さえ部材の長手方向が光ファイバケーブル 1 の長手方向に平行となり、押さえ部材の幅方向が光ファイバケーブル 1 の周方向に沿うように押さえ部材が光ファイバユニット 2 の周囲に巻かれる状態を意味する。

【 0 0 3 6 】

このように構成される光ファイバケーブル 1 において、外被 3 は、外径 O D に対する内径 I D の割合（ I D / O D ）が 0 . 7 5 以上になるように形成されている。例えば、図 1 A の光ファイバケーブル 1 が外被 3 の外径 O D を 2 9 . 6 m m および外被 3 の内径 I D を 2 4 . 8 m m として作製された場合、外径 O D に対する内径 I D の割合は約 0 . 8 4 となる。

【 0 0 3 7 】

また、光ファイバケーブル 1 内には 3 0 0 0 心以上の光ファイバ心線 2 1 1 が実装される。例えば、図 1 A の光ファイバケーブル 1 内には 6 9 1 2 心の光ファイバ心線 2 1 1 が実装されている。

【 0 0 3 8 】

また、光ファイバケーブル 1 は、外被 3 より内側の光ファイバリボン収容部 S 1 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S 1 に収容されたガラスの断面積の割合が 1 5 % 以上 2 5 % 以下となるように構成されている。断面積とは光ファイバケーブル 1 の長手方向に直交する断面における面積である。本例においては、図 1 A の光ファイバリボン収容部 S 1 に収容されたガラスは、光ファイバ心線 2 1 1 のガラスファイバ 2 1 1 a であり、光ファイバリボン収容部 S 1 は、外被 3 より内側の、第一押さえ部材 6 および第二押さえ部材 7 の厚み分を除く空間である。

【 0 0 3 9 】

図 1 A の光ファイバケーブル 1 が外被 3 の内径 I D を 2 4 . 8 m m、第一押さえ部材 6 の厚さ t 1 を 0 . 3 m m、第二押さえ部材 7 の厚さ t 2 を 0 . 3 5 m m、光ファイバ心線 2 1 1 のガラスファイバ 2 1 1 a の直径 R 1 を 0 . 1 2 5 m m として作製された場合、光ファイバリボン収容部 S 1 の断面積は、外被 3 の内径 I D から第一押さえ部材 6 の厚さ t 1 および第二押さえ部材 7 の厚さ t 2 を差し引き、実質的な内径を 2 3 . 5 m m として計算すると、 $\pi \times (23.5 / 2)^2 = 434 \text{ mm}^2$ となる。光ファイバリボン収容部 S 1 に収容されたガラスの断面積は、 $\pi \times (0.125 / 2)^2 \times 6912 = 84.8 \text{ mm}^2$ となる。したがって、光ファイバリボン収容部 S 1 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S 1 に収容されたガラスの断面積の割合は約 2 0 % となる。

【 0 0 4 0 】

以上説明したように、本実施形態に係る光ファイバケーブル 1 においては、外被 3 の外

10

20

30

40

50

径ODに対する内径IDの割合が0.75以上であるので、外被3の内側により多くの光ファイバ心線211を配置させることができる。一方、外被3の外径ODに対する内径IDの割合が大きいほど、光ファイバケーブル1に側圧が加わった場合に、光ファイバケーブル1が変形しやすくなる。しかしながら、光ファイバケーブル1内に実装される光ファイバ心線211の数は3000心以上であるので、光ファイバケーブル内に高密度で実装された光ファイバ心線により、光ファイバケーブル1の潰れやキックを抑制することができる。また、光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファイバリボン収容部S1に収容されたガラスの断面積の割合が15%以上25%以下であるので、光ファイバケーブルに加わる張力に耐えることができる。したがって、光ファイバ心線を高密度に実装可能であり、耐側圧性を有する光ファイバケーブルを提供することができる。

10

【0041】

また、本実施形態においては、光ファイバケーブル1は、複数の光ファイバリボン21が束ねられた集合体により形成された光ファイバユニット2を複数備えている。これにより、光ファイバケーブル1における光ファイバリボン21の判別や取り扱いが容易となる。

【0042】

また、本実施形態においては、光ファイバケーブル1は、第一押さえ部材6と第二押さえ部材7を有している。これにより、3000心以上の多心ケーブルの場合でも、第一押さえ部材6の内側に存在する光ファイバユニット2と、第一押さえ部材6の外側に配置された光ファイバユニット2とを容易に判別することができる。

【0043】

20

なお、第一押さえ部材6は、第二押さえ部材7に対向する面が低摩擦となるような材料により形成されうる。第一押さえ部材6は、例えば、その外側に配置された光ファイバユニット2を構成する光ファイバリボン21との間の動摩擦係数が0.3以下となるように形成される。第二押さえ部材7は、第一押さえ部材6に対向する面が低摩擦となるような材料により形成されうる。第二押さえ部材7は、例えば、その内側に配置された光ファイバユニット2を構成する光ファイバリボン21との間の動摩擦係数が0.3以下となるように形成される。光ファイバケーブル1内に実装された光ファイバユニット2は、低温度の環境下において、温度収縮により長手方向に移動しやすい。したがって、低温の環境下における伝送損失の増加を抑制することができる。

なお、動摩擦係数は、ISO規格8295に従い、例えば、シート状にした各押さえ部材と光ファイバリボンとの間で測定することができる。

30

【0044】

また、本実施形態において、光ファイバケーブル1は、外被3より内側の光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファイバリボン収容部S1に収容された光ファイバリボン21の断面積の割合が50%以上65%以下となるように構成されてもよい。

【0045】

図1Aの光ファイバケーブル1において、光ファイバリボン21が光ファイバ心線211の直径R2を200 μ m、光ファイバリボン21のリボン樹脂212を含めた光ファイバ心線211の直径Tを225 μ mとして作製された場合、光ファイバリボン21の断面積は、 $\pi \times (0.225 / 2)^2 \times 6912 = 275 \text{ mm}^2$ となる。したがって、光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファイバリボン収容部S1に収容された光ファイバリボン21の断面積の割合は約63%となる。

40

【0046】

このような構成によれば、光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファイバリボン収容部S1に収容された光ファイバリボン21の断面積の割合が50%以上であるので、光ファイバケーブル1に側圧が加わった場合でも、光ファイバリボン21を構成する光ファイバ心線211が高密度に収容されていることにより、光ファイバケーブル1が潰れるのを防ぐことができる。一方、光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファイバリボン収容部S1に収容された光ファイバリボン21の断面積の割合が高くなると伝送損失が増加する。しかしながら、光ファイバリボン収容部S1の断面積に対する光ファ

50

イバリボン収容部 51 に収容された光ファイバリボン 21 の断面積の割合が 65% 以下であるので、伝送損失の増加を抑制することができる。

【0047】

また、本実施形態において、光ファイバユニット 2 は、図 4 に例示されるように、光ファイバリボン 21 の集合体の周囲を覆うチューブ 22 を有してもよい。チューブ 22 は、例えば、0.01 mm 以上 0.2 mm 以下の厚さを有する。このような構成によれば、例えば各チューブ 22 の色を異ならせることにより光ファイバケーブル 1 内における光ファイバユニット 2 の判別が容易となる。また、光ファイバケーブル 1 の光ファイバユニット 2 を光接続箱やクロージャ等に収納する際、外被 3 を除去した後に露出された光ファイバリボン 21 を保護するために保護チューブを被せる必要がないので、作業性が向上する。また、チューブ 22 の厚さは薄いので、チューブ 22 を配置したことにより光ファイバリボン 21 の実装可能な空間が減少することを抑制することができる。なお、本例においては、全ての光ファイバユニット 2 がチューブ 22 に覆われているが、例えば、一部の光ファイバユニット 2 のみがチューブ 22 に覆われてもよい。チューブ 22 の数を少なくすることにより、光ファイバケーブル 1 内により多くの光ファイバ心線 211 を実装することができる。

10

【0048】

(第二実施形態)

図 5 A および図 5 B を参照して、第二実施形態に係る光ファイバケーブル 10 の構成について説明する。図 5 A において光ファイバユニット 12 はハッチングを施してその内部構成を省略し、省略した光ファイバユニット 12 の内部構造は図 5 B に図示した。図 5 A および図 5 B において破線で示す円形の枠は、便宜上、光ファイバユニット 12 の領域を表示したものであって、実際には枠は存在しない。

20

【0049】

光ファイバケーブル 10 は、図 5 A に例示されるように、テンションメンバ 11 と、複数の光ファイバユニット 12 と、外被 13 と、を備えている。本例においては、64 本の光ファイバユニット 12 が外被 3 の内側に実装されている。

【0050】

テンションメンバ 11 は、光ファイバケーブル 10 の中央の位置に光ファイバケーブル 10 の中心軸方向に沿って配置されている。テンションメンバ 11 は、例えば、ガラスの繊維強化プラスチック (GFRP) 11A と、GFRP 11A の周囲を覆う被覆部 11B を有している。なお、本例においては、光ファイバケーブル 10 内には一本のテンションメンバ 11 が配置されているが、複数のテンションメンバ 11 がまとめて配置されていてもよい。

30

【0051】

複数の光ファイバユニット 12 は、テンションメンバ 11 を中心としてテンションメンバ 11 の周囲に多層構造で巻き付けられている。光ファイバユニット 12 は、図 5 B に例示されるように、複数の光ファイバリボン 121 を有している。本例においては、光ファイバユニット 12 は、18 枚の光ファイバリボン 121 が束ねられた集合体により形成されている。集合体を形成する 18 枚の光ファイバリボン 121 は互いに撚り合わされてもよい。

40

【0052】

複数の光ファイバリボン 121 は、図 2 および図 3 に例示されるように、一部または全ての光ファイバ心線 211 間において、隣接する光ファイバ心線 211 間が連結された状態の連結部 213 と、隣接する光ファイバ心線 211 間が連結されていない状態の非連結部 214 とが、光ファイバ心線 211 の長手方向に間欠的に設けられている。光ファイバリボン 121 の構成は第一実施形態の光ファイバリボン 21 の構成と同じであるため、詳細な説明は省略する。

【0053】

外被 13 は、複数の光ファイバユニット 12 の周囲を被覆するように形成されている。

50

外被 13 は、例えば、常温（例えば 23 ）におけるヤング率が 1500 MPa 以上である樹脂により形成される。外被 13 には、引き裂き紐 14 が埋め込まれてもよい。

【0054】

光ファイバケーブル 10 はさらに、光ファイバユニット 12 の周囲を覆う押さえ部材を有する。本例においては、光ファイバケーブル 10 は、第一押さえ部材 15 と第二押さえ部材 16 を有している。第一押さえ部材 15 と第二押さえ部材 16 は、例えば、ポリエステルの不織布からなる。第一押さえ部材 15 は、ケーブル中心に配置された複数の光ファイバユニット 12 の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回されている。第二押さえ部材 16 は、第一押さえ部材 15 の周囲に配置された複数の光ファイバユニット 12 の周囲に縦添えまたは螺旋状に巻回されている。

10

【0055】

このように構成される光ファイバケーブル 10 において、外被 13 は、外径 OD と内径 ID との比率（ ID/OD ）が 0.75 以上になるように形成されている。例えば、図 5 A の光ファイバケーブル 10 が外被 13 の外径 OD を 40.4 mm および外被 13 の内径 ID を 34.8 mm として作製された場合、外径 OD に対する内径 ID の割合は約 0.86 となる。

【0056】

また、光ファイバケーブル 10 内には、3000 心以上の光ファイバ心線 211 が実装される。例えば、図 5 A の光ファイバケーブル 10 内には 13824 心の光ファイバ心線 211 が実装されている。

20

【0057】

また、光ファイバケーブル 10 は、光ファイバリボン収容部 S11 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S11 に収容されたガラスの断面積の割合が 15% 以上 25% 以下となるように構成されている。本例においては、図 5 A の光ファイバケーブル 10 内に実装されるガラスには、光ファイバ心線 211 のガラスファイバ 211a に加えてテンションメンバ 11 を構成する GFRP11A が含まれる。図 5 A の光ファイバケーブル 10 が外被 13 の内径 ID を 34.8 mm、第一押さえ部材 15 の厚さを 0.3 mm、第二押さえ部材 16 の厚さを 0.35 mm、光ファイバ心線 211 のガラスファイバ 211a の直径 R1 を 0.125 mm、GFRP11A の直径を 4 mm として作製された場合、光ファイバリボン収容部 S11 の断面積は、上記同様、外被 3 の内径 ID から第一押さえ部材 15 の厚さおよび第二押さえ部材 16 の厚さを差し引き、実質的な内径を 33.5 mm として計算すると、 $\pi \times (33.5 / 2)^2 = 881 \text{ mm}^2$ となる。光ファイバリボン収容部 S11 に収容されたガラスの断面積は、 $\pi \times (0.125 / 2)^2 \times 13824 + \pi \times (4 / 2)^2 = 182 \text{ mm}^2$ となる。したがって、光ファイバリボン収容部 S11 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S11 に収容されたガラスの断面積の割合は約 21% となる。

30

【0058】

また、光ファイバケーブル 10 は、光ファイバリボン収容部 S11 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S11 に収容された光ファイバリボン 121 の断面積の割合が 50% 以上 65% 以下となるように構成されうる。図 5 A の光ファイバケーブル 10 において、光ファイバリボン 121 が光ファイバ心線 211 の直径 R2 を 200 μm 、光ファイバリボン 121 のリボン樹脂 212 を含めた光ファイバ心線 211 の直径 T を 225 μm として作製された場合、光ファイバリボン 121 の断面積は、 $\pi \times (0.225 / 2)^2 \times 13824 = 549.6550 \text{ mm}^2$ となる。したがって、光ファイバリボン収容部 S11 の断面積に対する光ファイバリボン収容部 S11 に収容された光ファイバリボン 121 の断面積の割合は約 62% となる。

40

【0059】

以上説明したように、本実施形態に係る光ファイバケーブル 10 においては、第一実施形態の光ファイバケーブル 1 と同様の効果を有することができる。また、光ファイバ心線 211 のガラスファイバ 211a 自体がテンションメンバとして機能するので、光ファイ

50

バケーブル 10 内に配置されるテンションメンバ 11 のサイズを小さくしても、光ファイバケーブルに加わる張力に耐えることができる。これにより、より多くの光ファイバ心線 211 を実装させることができる。

【0060】

また、本実施形態においては、複数の光ファイバユニット 12 は、テンションメンバ 11 を中心としてテンションメンバ 11 の周囲に多層構造で巻き付けられている。これにより、テンションメンバ 11 は複数の光ファイバケーブルの中心に配置されているので、光ファイバケーブル 10 を特定の方向にだけ曲げやすい、ということにはならず、全ての方向に同様の力で曲げることができる。

【0061】

なお、本実施形態において、光ファイバユニット 12 は、図 4 に例示されるように、光ファイバリボン 121 の集合体の周囲を覆うチューブ 22 を有してもよい。

【0062】

以上、本開示を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本開示の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。また、上記説明した構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本開示を実施する上で好適な数、位置、形状等に変更することができる。

【0063】

上記の第一実施形態の光ファイバケーブル 1 は、図 6 に例示されるように、コネクタ付きケーブル 30 として形成されてもよい。すなわち、コネクタ付きケーブル 30 は、光ファイバケーブル 1 と、光ファイバケーブル 1 の少なくとも一つの光ファイバユニット 2 の一端に設けられた多心コネクタ 31 とを備えている。図 6 では、光ファイバユニット 2 に多心コネクタ 31 が連結されている。光ファイバユニット 2 をあらかじめ多心コネクタ 31 に連結させることにより、光ファイバケーブル 1 を光接続する際の施工性を容易なものとすることができる。各光ファイバユニット 2 に対して複数の多心コネクタが連結されていてもよい。同様に、第二実施形態の光ファイバケーブル 10 は、図 6 に例示されるように、コネクタ付きケーブル 30 として形成されてもよい。

【0064】

上記の第一実施形態において、光ファイバユニット 2 は、チューブ 22 の代わりに、複数の光ファイバリボン 21 の集合体の周囲に巻き付けられたバンドル材を有してもよい。この場合でも、各バンドル材の色を異ならせることにより光ファイバケーブル 1 内における光ファイバユニット 2 の判別が容易となる。同様に第二実施形態において、光ファイバユニット 12 は、チューブ 22 の代わりに、複数の光ファイバリボン 121 の集合体の周囲に巻き付けられたバンドル材を有してもよい。

【0065】

上記の第一実施形態において、集合体を形成する複数の光ファイバリボン 21 は撚り合わされているが、複数の光ファイバリボン 21 は撚り合わされずに集合体を形成してもよい。同様に第二実施形態において、集合体を形成する複数の光ファイバリボン 121 は撚り合わされているが、複数の光ファイバリボン 121 は撚り合わされずに集合体を形成してもよい。

【0066】

上記の第一実施形態において、第一押さえ部材 6 と第二押さえ部材 7 は、吸水性を有してもよい。同様に第二実施形態において、第一押さえ部材 15 と第二押さえ部材 16 は、吸水性を有してもよい。第一押さえ部材 6, 15 と第二押さえ部材 7, 16 は、例えば、ポリエステル等からなる基布に吸水性のパウダーを付着させることにより形成されうる。これにより、第一押さえ部材 6, 15 と第二押さえ部材 7, 16 の内部に水が浸入することを抑制することができる。

【0067】

上記の第一実施形態および第二実施形態において、光ファイバリボン 21 および光ファイバリボン 121 は、12 本の光ファイバ心線 211 が互いに接した状態で並列されてい

10

20

30

40

50

るが、光ファイバ心線 2 1 1 の数および隣接する光ファイバ心線 2 1 1 同士の接触状態は、図 2 および図 3 の構造に限定されず、適宜変更することができる。

【 0 0 6 8 】

上記の第一実施形態において、複数の光ファイバユニット 2 は、光ファイバケーブル 1 の長手方向に沿って撚り合わされてもよい。同様に第二実施形態において、複数の光ファイバユニット 1 2 は、光ファイバケーブル 1 0 の長手方向に沿って撚り合わされてもよい。

【符号の説明】

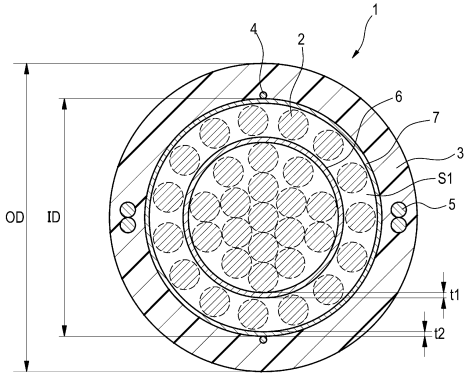
【 0 0 6 9 】

1 : 光ファイバケーブル	
2 : 光ファイバユニット	10
3 : 外被	
4 : 引き裂き紐	
5 : テンションメンバ	
6 : 第一押さえ部材	
7 : 第二押さえ部材	
1 0 : 光ファイバケーブル	
1 1 : テンションメンバ	
1 1 A : G F R P	
1 1 B : 被覆部	
1 2 : 光ファイバユニット	20
1 3 : 外被	
1 4 : 引き裂き紐	
1 5 : 第一押さえ部材	
1 6 : 第二押さえ部材	
2 1 : 光ファイバリボン	
2 2 : チューブ	
3 0 : ケーブル	
3 1 : 多心コネクタ	
1 2 1 : 光ファイバリボン	
2 1 1 : 光ファイバ心線	30
2 1 1 a : ガラスファイバ	
2 1 1 b : 被覆部	
2 1 2 : リボン樹脂	
2 1 3 : 連結部	
2 1 4 : 非連結部	
I D : 内径	
O D : 外径	
R 1 : ガラスファイバの直径	
R 2 : 光ファイバ心線の直径	
S 1 : 光ファイバリボン収容部	40
S 1 1 : 光ファイバリボン収容部	
T : リボン樹脂を含めた光ファイバ心線の直径	

【図面】

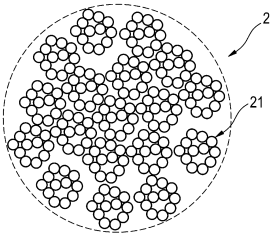
【図 1 A】

FIG.1A



【図 1 B】

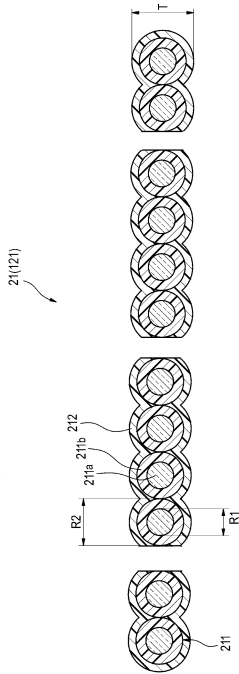
FIG.1B



10

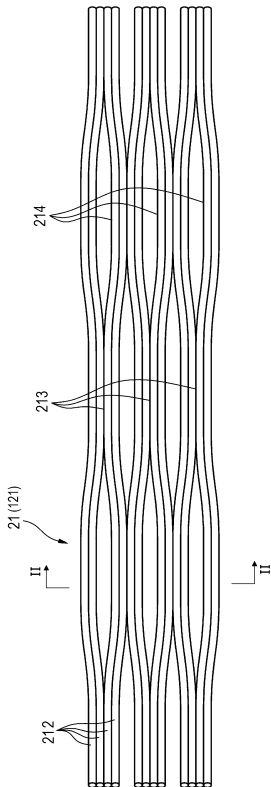
【図 2】

FIG.2



【図 3】

FIG.3



20

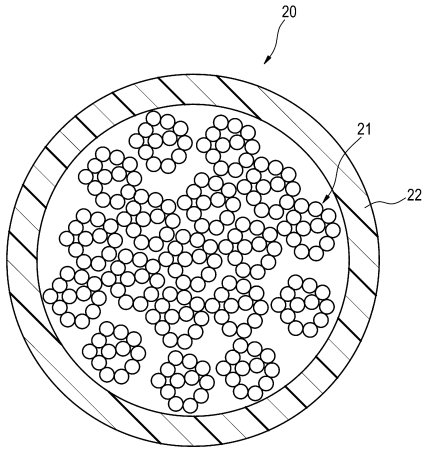
30

40

50

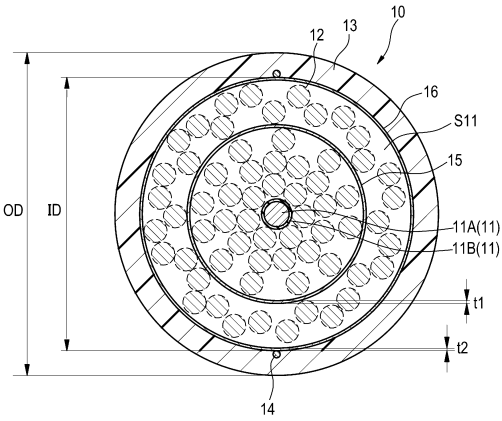
【 図 4 】

FIG.4



【 図 5 A 】

FIG.5A

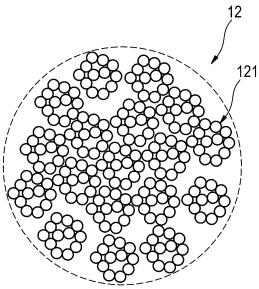


10

20

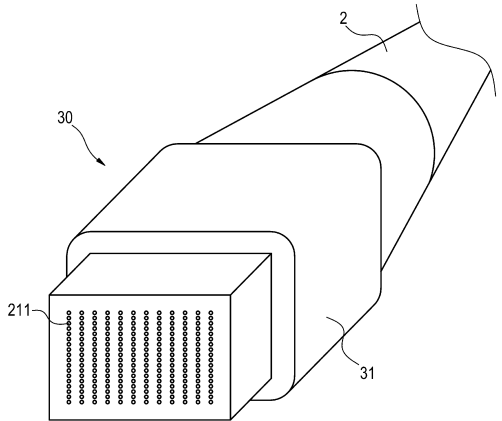
【 図 5 B 】

FIG.5B



【 図 6 】

FIG.6



30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 石川 弘樹

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友電気工業株式会社内

審査官 奥村 政人

(56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 1 7 7 1 3 8 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 1 4 2 1 4 4 (U S , A 1)

国際公開第 2 0 2 0 / 0 9 5 9 5 8 (W O , A 1)

国際公開第 2 0 1 9 / 0 8 8 2 5 6 (W O , A 1)

米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 3 0 1 0 9 2 (U S , A 1)

中国実用新案第 2 0 4 4 0 5 9 0 8 (C N , U)

特開 2 0 0 2 - 3 0 3 7 6 9 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 1 0 2 5 7 6 (J P , A)

特開 2 0 2 0 - 0 7 6 9 1 5 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 6 / 4 4