

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 11 月 17 日 (17.11.2005)

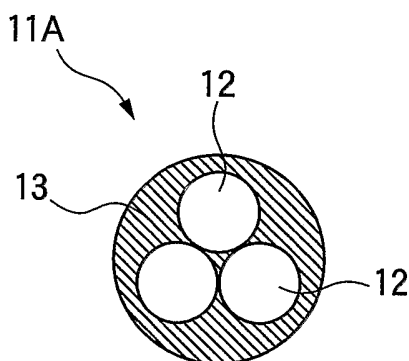
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/109063 A1

- (51) 国際特許分類: G02B 6/44
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/008829
- (22) 国際出願日: 2005 年 5 月 10 日 (10.05.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-141644 2004 年 5 月 11 日 (11.05.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浜田 和明 (HAMADA, Kazuaki) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜市区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP). 丹治 久 (TANJI, Hisashi) [JP/JP]; 〒2448588 神奈川県横浜市区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 内藤 照雄, 外 (NAITO, Teruo et al.); 〒1076012 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 12 階 信栄特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: OPTICAL FIBER UNIT, OPTICAL CABLE, AND OPTICAL FIBER EXTRACTING METHOD

(54) 発明の名称: 光ファイバユニット、光ケーブル及び光ファイバの取り出し方法



(57) Abstract: The problem to be solved by this invention is to easily extract and separate optical fibers, if necessary, at a predetermined site. The optical fiber unit (11A) is constituted by coating the outer circumferences of a plurality of optical fibers (12) with a coating resin (13). The optical fibers (12) are so arranged that at least one optical fiber (12) exists, when the optical fiber unit (11A) is bent in an arbitrary direction, on the inner side of a bending neutral line (X) of the optical fiber unit (11A). The coating resin (13) can be ruptured by the deformations of the optical fibers (12) existing on the inner side of the neutral line (X).

(57) 要約: 本発明の課題は、必要なときに所定の場所にて、容易に光ファイバを取り出して分離させる。本発明は、複数の光ファイバ 12 の外周を被覆樹脂 13 にて被覆し光ファイバユニット 11A を構成する。光ファイバユニット 11A を任意方向に曲げたときに、光ファイバユニット 11A の曲げの中立線 X の内側にて、少なくとも 1 本以上の光ファイバ 12 が存在するよ

うに光ファイバ 12 を配列させる。中立線 X の内側に存在する光ファイバ 12 の変形により被覆樹脂 13 を破断可能とする。

明 細 書

光ファイバユニット、光ケーブル及び光ファイバの取り出し方法

<技術分野>

本発明は、光ファイバを内蔵した光ファイバユニット、光ケーブル及び光ファイバユニットからの光ファイバの取り出し方法に関する。

<背景技術>

近年、インターネットのさらなる普及にともない、一般家庭への光ファイバ心線の引き込みの要求が増大している。そして、このような場合には、架空の光ケーブルから光ファイバを分岐し、加入者側の建物などに光ファイバを引き込んで配線することが行われている。

このため、図 28 に示すように、光ファイバ 1 とともに引裂き紐 2 を内蔵し、この引き裂き紐 2 を側方へ引っ張ることにより、外被 3 を引き裂き、光ファイバ 1 を外被 3 から引き出し可能とする光ファイバユニット 4 が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

また、図 29 に示すように、分離の容易化のために、外被で覆わずに光ファイバ 5 同士を樹脂からなる接合材料 6 で互いに接合させて一体化した光ファイバユニット 7 も知られている（例えば、特許文献 2 参照）。

（特許文献 1） 日本公開特許：特開 2003-4998 号公報

（特許文献 2） 日本公開特許：特開平 9-197200 号公報

ところで、上記光ファイバユニット 4 は、端末においては引裂き紐 2 によって外被 3 を比較的容易に引き裂いて光ファイバ 1 を取り出すことが可能であるが、中間部分では、引裂き紐 2 を取り出すことができず、光ファイバ 1 を分離させることができない。

また、光ファイバユニット 7 は、外被がないため光ファイバ 5 の分離が容易な反面、例えば、配線作業時などにて少しの外力が加わった際に、分離させる箇所でない部分が不要に分離してしまう。

この発明は、必要なときに所定の場所にて、容易に光ファイバを取り出して分離させることが可能な光ファイバユニット、光ケーブル及び光ファイバの取り出し方法を提供することを目的としている。

<発明の開示>

本発明の光ファイバユニットは、複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットであって、前記光ファイバユニットを任意方向に曲げたときに、前記光ファイバユニットの曲げの中立線の内側では、少なくとも1本以上の光ファイバが存在しており、かつ、前記中立線の内側に存在する光ファイバの変形により前記被覆樹脂が破断可能な構成であることを特徴とする。

また、本発明の光ファイバユニットは、複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットであって、前記被覆樹脂のヤング率を E (MPa) とし、前記被覆樹脂の厚さを t (mm) としたとき、 $E \times t < 50$ (MPa · mm) であることを特徴とする。

なお、前記光ファイバは、撚り合わされることなく配設されていることが好ましい。

また、前記被覆樹脂は、紫外線硬化型樹脂からなることが望ましい。

さらに、前記被覆樹脂は、そのヤング率が500MPa以下であることが好ましい。

また、前記光ファイバと前記被覆樹脂との間に、潤滑層を設けても良い。

また、直径30mm未満による曲げにより前記被覆が破断し、内部の光ファイバが取り出し可能となることが望ましい。

そして、上記のようにするためには、前記光ファイバは、波長 $1.55\mu\text{m}$ におけるピーターマンI (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が、 $10.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、直径15mm未満による曲げにより前記被覆が破断し、内部の光ファイバが取り出し可能となることが望ましい。

そして、上記のようにするためには、前記光ファイバは、波長 $1.55\mu\text{m}$ におけるピーターマン I (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が、 $8.0\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

また、本発明の光ケーブルは、上記構造の光ファイバユニットを備えたことを特徴とする。

さらに、本発明の光ファイバの取り出し方法は、複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットから光ファイバを取り出す光ファイバの取り出し方法であって、前記光ファイバユニットを曲げ、この曲げの中立線の内側に存在する光ファイバの変形により、前記被覆樹脂を切り裂いて前記光ファイバを取り出すことを特徴とする。

<図面の簡単な説明>

図 1 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの断面図である。

図 2 は、曲げた状態の光ファイバユニットを示す側断面図である。

図 3 は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる中立線を示す断面図である。

図 4 は、破断した被覆樹脂から光ファイバを引き出した状態を示す側断面図である。

図 5 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 6 は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる中立線を示す断面図である。

図 7 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 8 は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる中立線を示す断面図である。

図 9 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 10 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 11 は、第 1 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 1 2 は、第 2 の実施形態に係る光ファイバユニットの断面図である。

図 1 3 は、曲げた際に生じる歪を説明する光ファイバユニットの側断面図である。

図 1 4 は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる歪を説明するグラフ図である。

図 1 5 は、第 2 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 1 6 は、第 2 の実施形態に係る光ファイバユニットの変形例を示す断面図である。

図 1 7 は、第 3 の実施形態に係る光ファイバユニットを備えた光ケーブルを示す断面図である。

図 1 8 は、第 3 の実施形態に係る光ファイバユニットを備えた光ケーブルを示す断面図である。

図 1 9 は、第 3 の実施形態に係る光ファイバユニットを備えた光ケーブルを示す断面図である。

図 2 0 は、第 3 の実施形態に係る光ファイバユニットを備えた光ケーブルを示す断面図である。

図 2 1 は、実施例 1 の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 2 は、実施例 2 の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 3 は、実施例 3 の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 4 は、実施例 4 の光ファイバユニットを備えた光ケーブルの構造を示す断面図である。

図 2 5 は、比較例 1 の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 6 は、比較例 1 の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 7 は、被覆樹脂のヤング率と被覆厚との積に対する分離曲げ径を示すグラフ図である。

図 2 8 は、従来の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

図 2 9 は、従来の光ファイバユニットの構造を示す断面図である。

なお、図中bの符号において、11A, 11B, 11C, 11D, 11E, 11Fは光ファイバユニット、12は光ファイバ、13は被覆樹脂、21A, 21B, 21Cは光ファイバユニット、22は潤滑層、31A, 31B, 31C, 31Dは光ケーブル、Xは中立線である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る光ファイバユニットの断面図、図2は、曲げた状態の光ファイバユニットを示す側断面図、図3は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる中立線を示す断面図、図4は、破断した被覆樹脂から光ファイバを引き出した状態を示す側断面図である。

図1に示すように、この光ファイバユニット11Aは、コア及びクラッドからなるガラスファイバの周囲に紫外線硬化型樹脂を被覆した複数の光ファイバ12を、紫外線硬化型樹脂からなる被覆樹脂13により被覆した構造とされている。

この光ファイバユニット11Aでは、被覆樹脂13のヤング率をE (MPa)、厚さをt (mm) としたときに、 $E \times t < 50$ (MPa・mm) の関係が成り立つ。そして、被覆樹脂13は、そのヤング率Eが500MPa以下とされている。また、光ファイバユニット11Aは、光ファイバ12が、撓り合わされることなく長手方向へストレートに配設されている。

なお、光ファイバユニット11Aを構成する光ファイバ12としては、例えば、外径0.25mm、0.4mm、0.5mmなどの汎用タイプその他、ガラスファイバの周囲に紫外線硬化型樹脂を被覆し、さらにその周囲に熱可塑性樹脂をオーバーコートした例えば外径0.7mm、0.9mmなどのタイトバッファ心線も適用可能である。

上記構造の光ファイバユニット11Aでは、図2に示すように、任意方向に曲げたときに、その曲げの中心線であり引張、圧縮歪が生じない中立線Xの内側に少なくとも1本以上の光ファイバ12が存在する構造とされている。

そして、上記構造の光ファイバユニット 11A によれば、図 3 に示すように、任意方向に曲げた際に生じる中立線 X の内側に存在する光ファイバ 12 に圧縮歪が作用する。これにより、この光ファイバ 12 は、被覆樹脂 13 内にて蛇行しようとするが、被覆樹脂 13 によって保持されていることより被覆樹脂 13 を内側から押圧し、図 4 に示すように、被覆樹脂 13 を破断する。したがって、光ファイバ 12 は、この被覆樹脂 13 の破断箇所から容易に引き出して分離することが可能となる。

ここで、この光ファイバユニット 11A は、波長 $1.55\ \mu\text{m}$ におけるピーターマン I (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が $10.0\ \mu\text{m}$ 以下である光ファイバ 12 を内蔵した場合、直径 $30\ \text{mm}$ 未満による曲げにより被覆樹脂 13 が破断し、内部の光ファイバ 12 が取り出し可能となる。

なお、波長 $1.55\ \mu\text{m}$ におけるピーターマン I (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が $8.0\ \mu\text{m}$ 以下である光ファイバ 12 を内蔵した場合は、直径 $15\ \text{mm}$ 未満による曲げにより被覆樹脂 13 が破断し、内部の光ファイバ 12 が取り出し可能となる。

このように、上記実施形態に係る光ファイバユニット 11A によれば、必要なときに所定の場所にて容易に、光ファイバユニット 11A を曲げるだけで、極めて容易に光ファイバ 12 を取り出して分離させることができ、光ファイバ 12 の単心分離作業性を大幅に向上させることができる。

特に、光ファイバ 12 を撚ることなくストレートに配設したことにより、光ファイバユニット 11A を曲げたときに、中立線 X の内側に位置する光ファイバ 12 に大きな圧縮歪を生じさせて単心分離性をさらに向上させることができる。

また、被覆樹脂 13 として、成型が容易な紫外線硬化型樹脂を用いているので、光ファイバユニット 11A の生産性を向上させることができ、大量生産に有利である。

さらに、被覆樹脂 13 のヤング率を $500\ \text{MPa}$ 以下に規定することにより、被覆樹脂 13 の破断性を高め、光ファイバ 12 の単心分離性をさらに向上させることができる。

なお、光ファイバユニットを構成する光ファイバ12の本数、外径、配列あるいは被覆樹脂13の形状等は、上記の例に限定されない。以下、光ファイバユニットの変形例を示す。

図5に示す光ファイバユニット11Bは、中心の光ファイバ12の周囲に複数の光ファイバ12を配列させたもので、この光ファイバユニット11Bの場合も、図6に示すように、任意方向に曲げたときに、その曲げの中心である中立線Xの内側に少なくとも1本以上の光ファイバ12が存在する構造とされる。

図7に示す光ファイバユニット11Cは、複数の光ファイバ12からなる配列を光ファイバ12の約半径分だけずらして2段に配置させたもので、図8に示すように、光ファイバ12の配列によって曲げ方向が定まる。そして、この構造の光ファイバユニット11Cの場合も、光ファイバ12の配列によって定まる曲げ方向へ曲げた際に、その中立線Xの内側に1本以上の光ファイバ12が存在する。

そして、これらの光ファイバユニット11B、11Cの場合も、任意方向に曲げた際に、中立線Xの内側に存在する光ファイバ12に圧縮歪が作用し、この光ファイバ12が被覆樹脂13を内側から押圧し、被覆樹脂13を破断する。これにより、被覆樹脂13の破断箇所から光ファイバ12を容易に引き出して分離することができる。

なお、外周の断面形状としては、必ずしも円形や楕円形のような滑らかな形状に限らず、図9に示す光ファイバユニット11Dのように、被覆樹脂13を外周側に配置された光ファイバ12に沿って被覆することにより、複数の凹部13aを有する断面形状としても良い。

また、配設する光ファイバ12としては異なる径であっても良く、図10に示す光ファイバユニット11Eのように、中心に大径の光ファイバ12を配設し、この大径の光ファイバ12の周囲に、複数の小径の光ファイバ12を配設しても良い。

さらに、光ファイバ12同士は必ずしも接している必要はなく、図11に示す光ファイバユニット11Fのように、互いの光ファイバ12同士を、間隔をあけて配設しても良い。

(第2の実施形態)

次に、第2の実施形態に係る光ファイバユニットについて説明する。なお、上記第1の実施形態と同一構造部分には、同一符号を付して説明を省略する。

図12は、第2の実施形態に係る光ファイバユニットの断面図、図13は、曲げた際に生じる歪を説明する光ファイバユニットの側断面図、図14は、光ファイバユニットを曲げた際に生じる歪を説明するグラフ図である。

図12に示すように、この光ファイバユニット21Aでは、光ファイバ12と被覆樹脂13との間に、潤滑剤を充填した潤滑層22を設けている。なお、潤滑層22を構成する潤滑剤としては、例えば、シリコンオイル、パラフィン系オイルなどを用いることができる。

この光ファイバユニット21Aでは、任意方向に曲げた際に、光ファイバ12が被覆樹脂13に対して滑ることにより、光ファイバ12に生じる伸び、圧縮の歪が広範囲に生じる。

ここで、潤滑層22を設けていない光ファイバユニット11Aの場合(図13(a)参照)は、図14(a)に示すように、曲げ部分における光ファイバ12に局部的に伸び、圧縮歪が生じるが、潤滑層22を設けた光ファイバユニット21Aの場合(図13(b)参照)は、図14(b)に示すように、光ファイバ12が被覆樹脂13内にて滑りながら移動することにより、図14(b)に示すように、曲げ部分における光ファイバ12に生じる伸び、圧縮歪が広範囲に生じることとなり、その最大値が小さくなる。

そして、この光ファイバユニット21Aによれば、光ファイバ12を単心分離させずに長時間曲げて使用したりあるいはボビンなどに巻回して保管する場合は、その曲げ部分にて光ファイバ12が被覆樹脂13内を長手方向へ移動することにより、光ファイバ12に生じる歪が軽減され、被覆樹脂13が不要に破断することがない。

また、この光ファイバユニット21Aにて、光ファイバ12を分離させる場合は、この光ファイバユニット21Aを手早く曲げる。このようにすると、光ファイバ12が曲げ部分以外の部分へ次第に移動する前に、曲げ部分にて比較的高い歪が生じ、光ファイバ12によって被覆樹脂13が内側から押圧され、被覆樹脂

13が破断される。これにより、光ファイバ12は、この被覆樹脂13の破断箇所から容易に引き出して分離することが可能となる。

このように、この第2実施形態に係る光ファイバユニット21Aによれば、第1の実施形態と同様に、必要なときに所定の場所にて容易に、光ファイバユニット11Aを曲げるだけで、極めて容易に光ファイバ12を取り出して分離させることができ、光ファイバ12の単心分離作業性を大幅に向上させることができる。

しかも、この光ファイバユニット21Aによれば、ゆっくり曲げることにより、被覆樹脂13の破断を抑えることができるので、光ファイバ12を単心分離させずに長時間曲げて使用したりあるいはボビンなどに巻回して保管する場合に有効である。

なお、光ファイバ12同士は必ずしも接している必要はなく、図15に示す光ファイバユニット21Bのように、互いの光ファイバ12同士を、間隔をあけて配設し、それぞれの光ファイバ12の周囲に潤滑層22を設けても良い。

また、図16に示す光ファイバユニット21Cのように、光ファイバ12を円筒状の被覆樹脂13によって覆い、その隙間に潤滑層22を設け、被覆樹脂13内における断面内にてそれぞれの光ファイバ12が移動可能な構造としても良い。なお、この場合も、光ファイバユニット21Cを曲げた際に、その中立線の内側に必ず光ファイバ12が存在する構造とする必要がある。

(第3の実施形態)

次に、第3の実施形態として、光ファイバユニットを備えた光ケーブルを説明する。

なお、この第3の実施形態における光ケーブルでは、第1の実施形態における光ファイバユニット11Aに相当するものを用いた場合を例にとって説明する。

図17から図20は、それぞれ光ファイバユニットを備えた光ケーブルを示す断面図である。

図17に示す光ケーブル31Aは、中心にテンションメンバ32を有し、その周囲に、複数の光ファイバユニット11Aを配設し、さらにその外周を外被33によって被覆したものである。

図 18 に示す光ケーブル 31B は、複数の光ファイバユニット 11A を外被 33 によって被覆したものであり、図 19 に示す光ケーブル 31C は、複数の溝部 34 が形成され、中心にテンションメンバ 32 を有するスペーサ 35 を備え、このスペーサ 35 の溝部 34 内に光ファイバユニット 11A を収納し、その外周を外被 33 によって覆ったものである。

なお、光ケーブル 31A、31B では、それぞれの光ファイバユニット 11A が、交互に反転する螺旋状に撚られ、また、光ケーブル 31C では、溝部 34 が交互に反転する螺旋状に形成されている。

また、図 20 に示す光ケーブル 31D は、一対の光ファイバユニット 11A に沿ってテンションメンバ 36 を配設し、これら光ファイバユニット 11A 及びテンションメンバ 36 を外被 37 によって一体化したもので、それぞれの光ファイバユニット 11A 同士の間における表裏に、ノッチ 38 が形成されている。

そして、上記構造のそれぞれの光ケーブル 31A、31B、31C、31D によれば、単心分離が極めて容易な光ファイバユニット 11A を備えているので、必要なときに所定の場所にて光ファイバユニット 11A を引き出し、この引き出した光ファイバユニット 11A を曲げるだけで、極めて容易に光ファイバ 12 を取り出して分離させることができ、光ファイバ 12 の単心分離作業性を大幅に向上させることができる。

特に、光ケーブル 31A では、一般的なルースチューブで取り扱いに手間がかかるジェリー清掃を不要とすることができる。

また、光ケーブル 31B、31C では、被覆樹脂 13 によって一括被覆された光ファイバユニット 11A を用いたので、光ファイバ 12 を糸などでバインドした複数のバンドル光ファイバを備えた光ケーブルのようにバンドル光ファイバ同士が絡み合うようなことがなく、取り扱い性を向上させることができる。また、被覆樹脂 13 にマーキングが可能であり、光ファイバユニット 12A の識別を容易に行うことができる。

また、光ファイバを一行に配置して樹脂によって一体化した光ファイバテープ心線をスペーサ 35 の溝部 34 内に収納するタイプの光ケーブルでは、スペーサ 35 の溝部 34 内にて光ファイバテープ心線が捻回を生じるため、溝部 34 を大

きくしなければならなかったが、上記光ケーブル 31C では、溝部 34 内に断面円形の光ファイバユニット 11A を収納しているので、捻回が生じることがなく、このため、溝部 34 を小さくすることができ、ケーブルの細径化を図ることができる。

また、特に、光ケーブル 31D では、ノッチ 38 にて外被 37 を容易に引き裂くことができ、さらなる分離作業の容易化を図ることができる。

(実施例 I)

本実施形態に相当する実施例 1～3 の光ファイバユニット及び実施例 4 の光ケーブルの単心分離性等の評価を行い、さらに、本実施形態に相当しない比較例 1、2 の光ファイバユニットにおける光ファイバの単心分離性等の評価を行った。

実施例 1～4 及び比較例 1、2 の構造及び評価結果を下記に示す。

(実施例 1)

(ユニット構造)

使用光ファイバ： $\phi 0.25\text{ mm}$ の汎用 SM ファイバ心線

($\text{MFD} = 9.2\ \mu\text{m}$ @ $1.31\ \mu\text{m}$ 波長)

光ファイバ断面配列：中心 1 本の周囲に 5 本配列 (図 21 参照)

光ファイバ長手方向配列：ストレート (撚りなし)

ユニット外径： $\phi 0.8\text{ mm}$

被覆樹脂：紫外線硬化型樹脂 (ヤング率 = 240 MPa)

(評価結果)

初期ロス： $\phi 280\text{ mm}$ 胴径のボビン巻き状態にて 0.21 dB/km 以下

(@ $1.55\ \mu\text{m}$ 波長)

単心分離性：ユニット曲げ直径 $\phi 50\text{ mm}$ にて単心分離可能

(実施例 2)

(ユニット構造)

使用光ファイバ： $\phi 0.25\text{ mm}$ の汎用 SM ファイバ心線

(MFD = $9.5 \mu\text{m}$ @ $1.55 \mu\text{m}$ 波長)

光ファイバ断面配列：中心1本の周囲に6本配列（図22参照）

光ファイバ長手方向配列：ストレート（撓りなし）

ユニット外径： $\phi 0.85 \text{ mm}$

被覆樹脂：紫外線硬化型樹脂（ヤング率 = 240 MPa ）

（評価結果）

初期ロス： $\phi 280 \text{ mm}$ 胴径のボビン巻き状態にて 0.20 dB/km 以下

(@ $1.55 \mu\text{m}$ 波長)

単心分離性：ユニット曲げ直径 $\phi 25 \text{ mm}$ にて単心分離可能

（実施例3）

（ユニット構造）

使用光ファイバ： $\phi 0.25 \text{ mm}$ の汎用 SM ファイバ心線

(MFD = $7.7 \mu\text{m}$ @ $1.55 \mu\text{m}$ 波長)

光ファイバ断面配列：4本等配列（図23参照）、

光ファイバ長手方向配列：ストレート（撓りなし）

ユニット外径： $\phi 0.65 \text{ mm}$

被覆樹脂：紫外線硬化型樹脂（ヤング率 = 240 MPa ）

（光ファイバ周囲にシリコンオイルの潤滑層有り）

（評価結果）

初期ロス： $\phi 280 \text{ mm}$ 胴径のボビン巻き状態にて 0.19 dB/km 以下

(@ $1.55 \mu\text{m}$ 波長)

単心分離性：ユニット曲げ直径 $\phi 10 \text{ mm}$ にて単心分離可能

（実施例4）

（ケーブル構造）

使用光ファイバユニット：実施例1の光ファイバユニットを使用

ケーブル断面：中心側3本の周囲に9本配列（図24参照）

(なお、テンションメンバとして光ファイバユニット外周にアラミド繊維を配設)

長手方向配列：撚りピッチ 500 mm

ケーブル外径： ϕ 6.0 mm

(評価結果)

ケーブル製造性：製造中にてユニットばらけ等がなく良好

初期ロス： ϕ 630 mm 胴径のボビン巻き状態にて 0.22 dB/km 以下
(@ 1.55 μ m 波長)

単心分離性：ユニット単体と同様に曲げ直径 ϕ 50 mm にて単心分離可能

(比較例 1)

(ユニット構造)

使用光ファイバ： ϕ 0.25 mm の汎用 SM ファイバ心線

(MFD = 9.2 μ m @ 1.31 μ m 波長)

光ファイバ断面配列：中心 1 本の周囲に 6 本配列 (図 25 参照)

光ファイバ長手方向配列：撚りピッチ 200 mm

ユニット外径： ϕ 1.0 mm

被覆樹脂：ポリアミド樹脂 (ヤング率 = 1200 MPa)

(評価結果)

初期ロス： ϕ 280 mm 胴径のボビン巻き状態にて 0.20 dB/km 以下
(@ 1.55 μ m 波長)

単心分離性：ユニットを直径 ϕ 10 mm 以下に曲げても単心分離できず

(比較例 2)

(ユニット構造)

使用光ファイバ： ϕ 0.25 mm の汎用 SM ファイバ心線

(MFD = 9.2 μ m @ 1.31 μ m 波長)

光ファイバ断面配列：4 本等配列 (図 26 参照)、

光ファイバ長手方向配列：撚りピッチ 200 mm

ユニット外径： $\phi 0.603\text{ mm}$

被覆樹脂：なし。ただし、紫外線硬化型樹脂（ヤング率＝ 240 MPa ）により光ファイバ同士を接合

（評価結果）

初期ロス： $\phi 280\text{ mm}$ 胴径のボビン巻き状態にて 0.21 dB/km 以下
（@ $1.55\text{ }\mu\text{m}$ 波長）

単心分離性：容易に単心分離してしまい、ユニットとしてのハンドリング性に難あり。ユニットの巻き代えやケーブル化による外力に耐えられず。

（実施例 I I）

被覆樹脂のヤング率 E と被覆樹脂の厚さ t との積の異なる複数の光ファイバユニット（潤滑層有り無しの両方）について分離曲げ径を調べた。

その結果、図 27 に示すように、ヤング率 E と被覆厚 t との積が低くなるほど、分離曲げ径が大きくなり、単心分離がし易くなることがわかった。尚、この図において、分離曲げ径が 0 (mm) のところに●印が付いてものは、分離できなかったことを示している。

具体的には、ヤング率 E と被覆厚 t との積が $50\text{ MPa} \cdot \text{mm}$ 未満であると単心分離が可能であり、ヤング率 E と被覆厚 t との積が $50\text{ MPa} \cdot \text{mm}$ 以上である場合、分離曲げ径＝ 0 となり、単心分離が困難であることがわかった。

ここで、被覆樹脂のヤング率 E としては、 500 MPa 以下であることが好ましいが、上記のことから、ヤング率 E が高くても被覆樹脂の厚さ t を薄くすることにより単心分離が可能となることがわかった。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明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。

本出願は 2004 年 5 月 11 日出願の日本特許出願（特願 2004-141644）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

本発明によれば、必要なときに所定の場所にて、光ファイバユニットを曲げるだけで、極めて容易に光ファイバを取り出して分離させることができ、光ファイバの単心分離作業性を大幅に向上させることができる。

請 求 の 範 囲

1. 複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットであって、前記光ファイバユニットを任意方向に曲げたときに、前記光ファイバユニットの曲げの中立線の内側では、少なくとも1本以上の光ファイバが存在しており、かつ、前記中立線の内側に存在する光ファイバの変形により前記被覆樹脂が破断可能な構成であることを特徴とする光ファイバユニット。

2. 複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットであって、前記被覆樹脂のヤング率を E (MPa) とし、前記被覆樹脂の厚さを t (mm) としたとき、 $E \times t < 50$ (MPa・mm) であることを特徴とする光ファイバユニット。

3. 請求項1または請求項2に記載の光ファイバユニットであって、前記光ファイバは、撚り合わされることなく配設されていることを特徴とする光ファイバユニット。

4. 請求項1～3のいずれか1項に記載の光ファイバユニットであって、前記被覆樹脂は、紫外線硬化型樹脂からなることを特徴とする光ファイバユニット。

5. 請求項1～4のいずれか1項に記載の光ファイバユニットであって、前記被覆樹脂は、そのヤング率が500MPa以下であることを特徴とする光ファイバユニット。

6. 請求項1～5のいずれか1項に記載の光ファイバユニットであって、前記光ファイバと前記被覆樹脂との間に、潤滑層を設けたことを特徴とする光ファイバユニット。

7. 請求項1～6のいずれか1項に記載の光ファイバユニットであって、直径30mm未満による曲げにより前記被覆樹脂が破断し、内部の光ファイバが取り出し可能となることを特徴とする光ファイバユニット。

8. 請求項7に記載の光ファイバユニットであって、前記光ファイバは、波長1.55 μm におけるピーターマン I (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が、10.0 μm 以下であることを特徴とする光ファイバユニット。

9. 請求項1～6のいずれか1項に記載の光ファイバユニットであって、直径15mm未満による曲げにより前記被覆樹脂が破断し、内部の光ファイバが取り出し可能となることを特徴とする光ファイバユニット。

10. 請求項9に記載の光ファイバユニットであって、前記光ファイバは、波長1.55 μm におけるピーターマン I (Petermann-I) の定義によるモードフィールド径が、8.0 μm 以下であることを特徴とする光ファイバユニット。

11. 請求項1～10のいずれか1項に記載の光ファイバユニットを備えたことを特徴とする光ケーブル。

12. 複数本の光ファイバを被覆樹脂により被覆した光ファイバユニットから光ファイバを取り出す光ファイバの取り出し方法であって、前記光ファイバユニットを曲げ、この曲げの中立線の内側に存在する光ファイバの変形により、前記被覆樹脂を切り裂いて前記光ファイバを取り出すことを特徴とする光ファイバの取り出し方法。

図 1

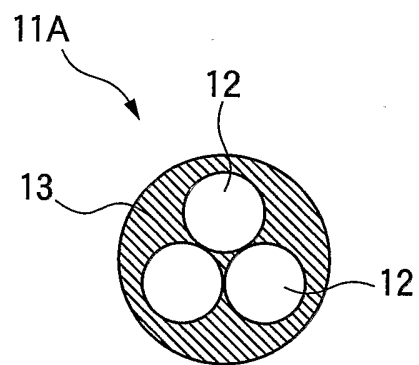


図 2

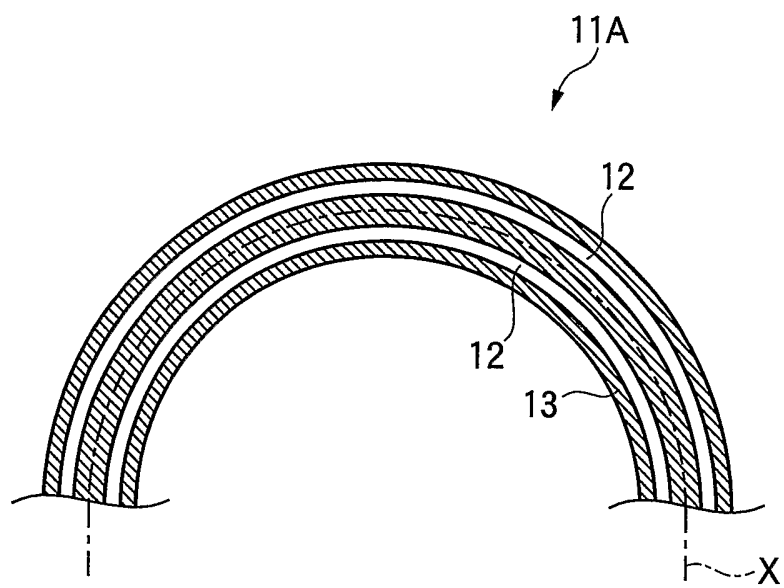


図 3

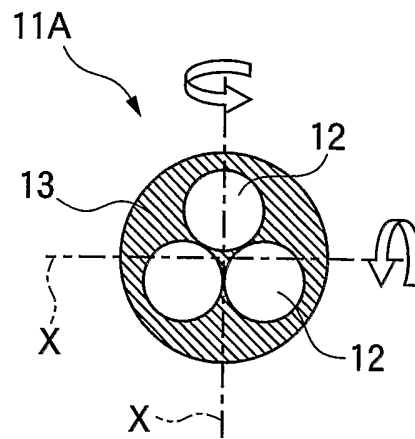


図 4

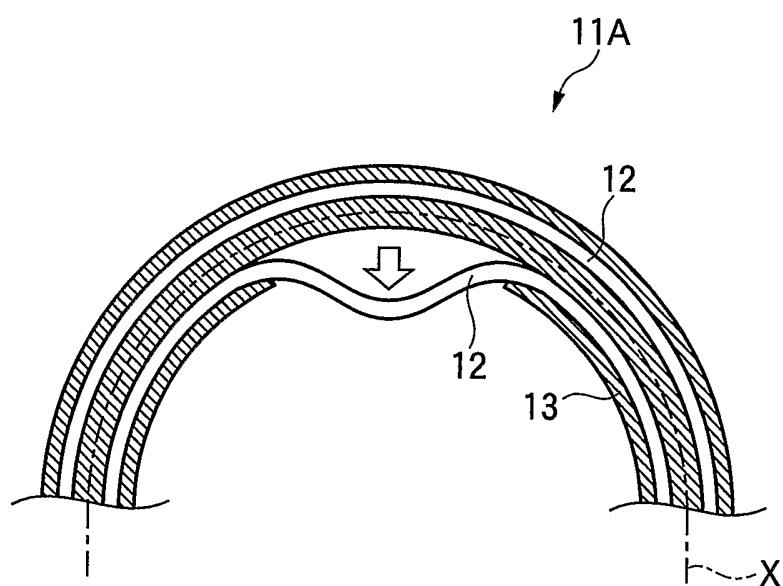


図 5

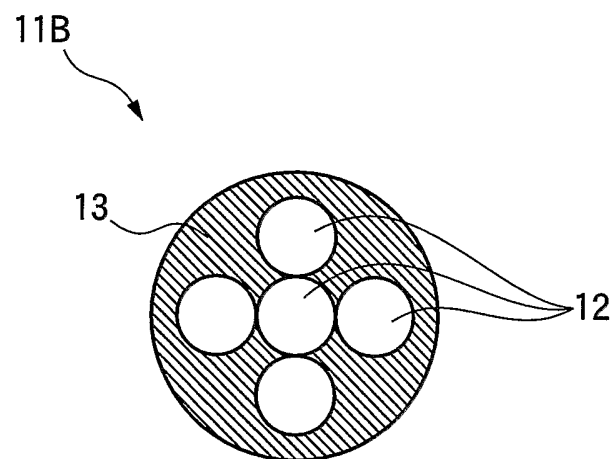


図 6

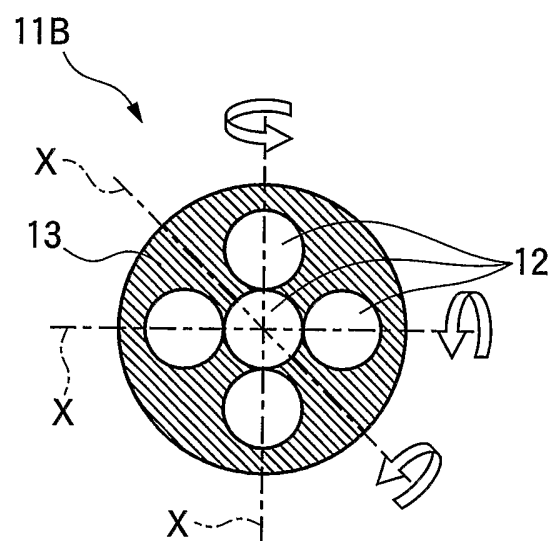


図 7

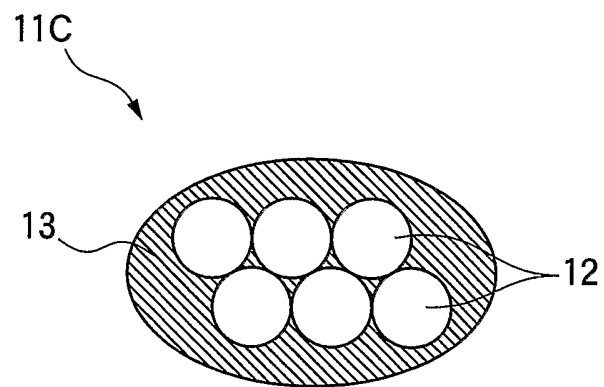


図 8

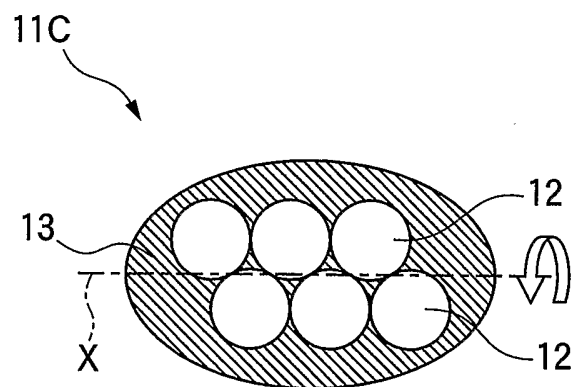


図 9

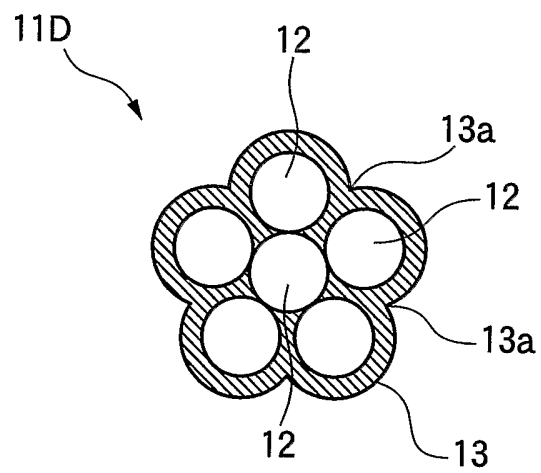


図 10

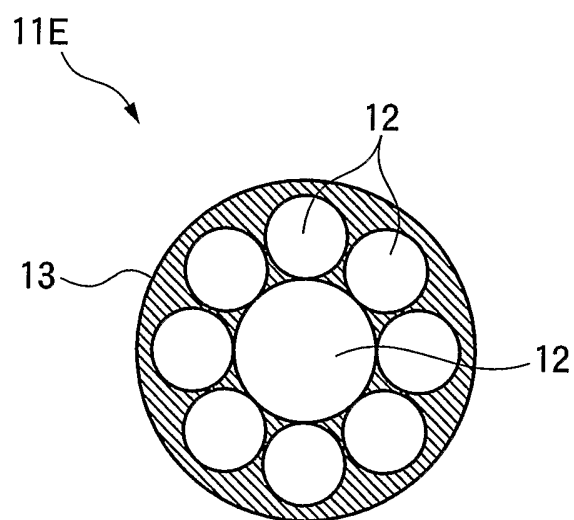


図 11

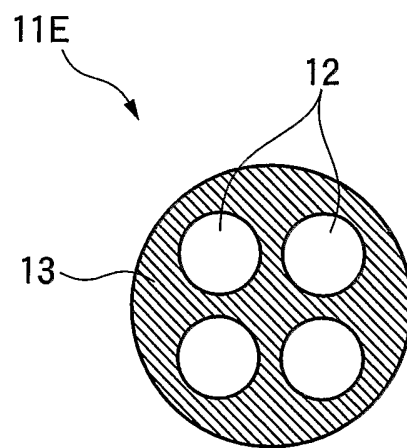


図 12

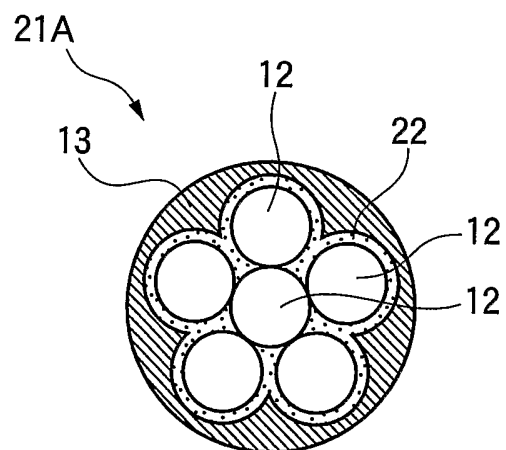


図 13

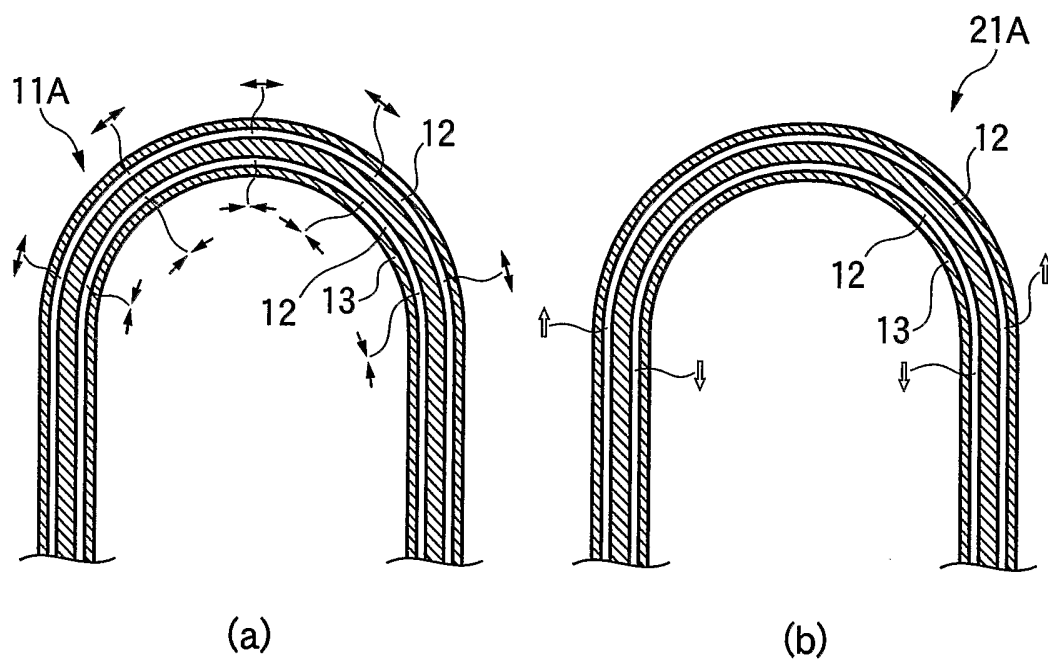


図 14

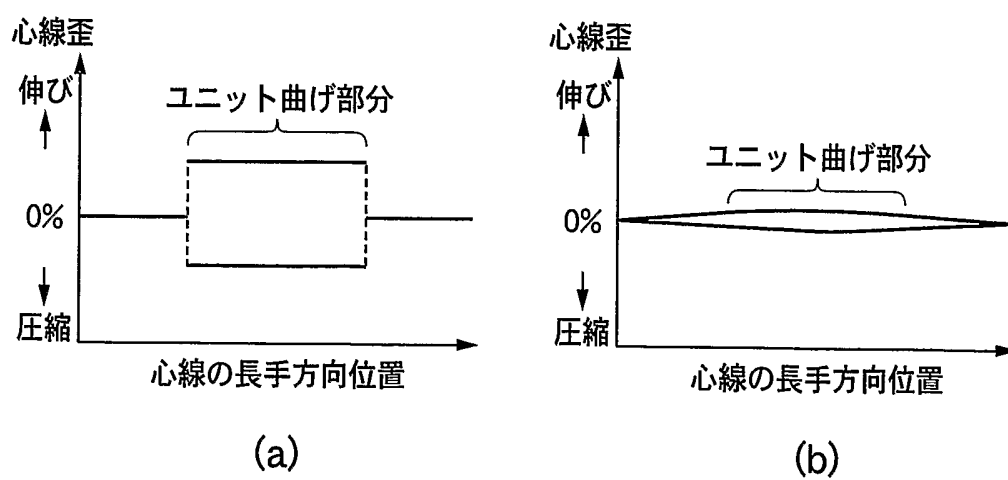


図 15

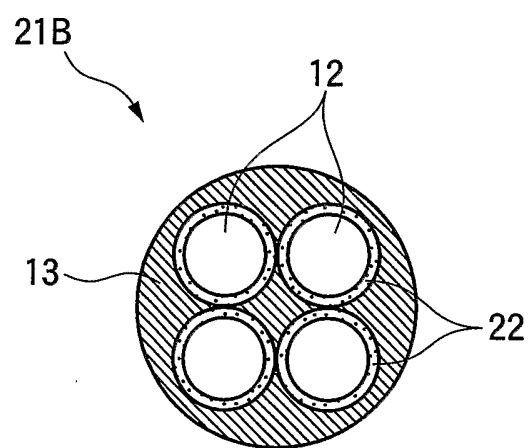


図 16

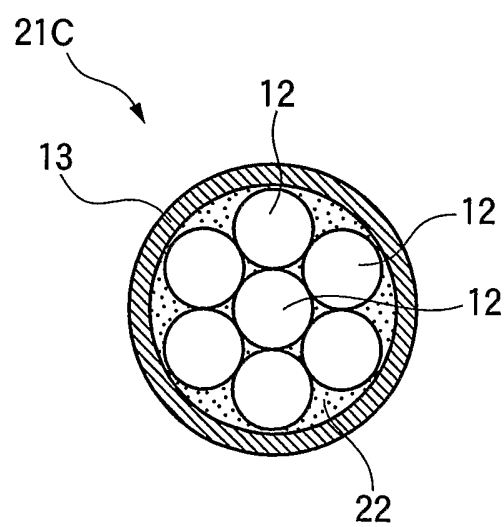


図 17

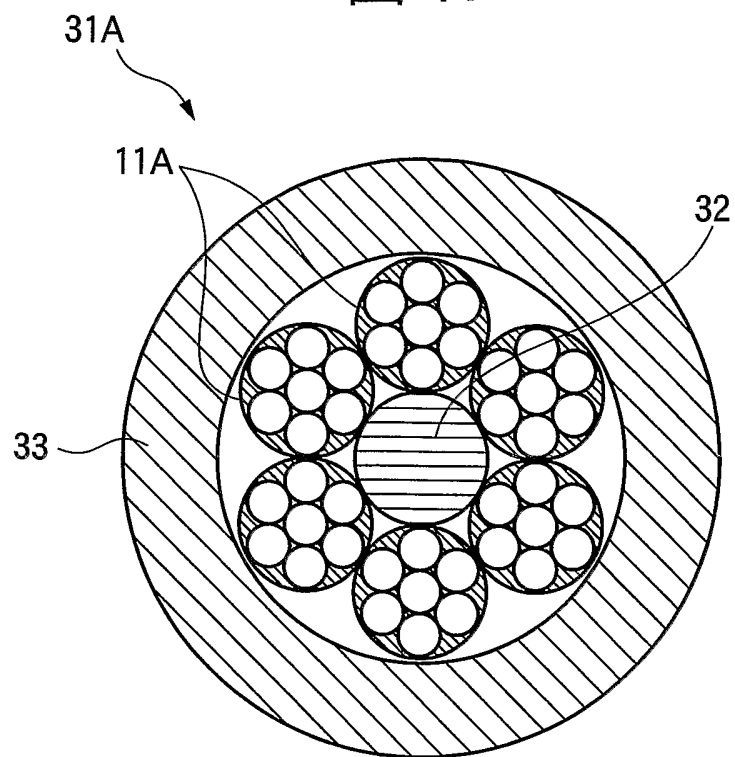


図 18

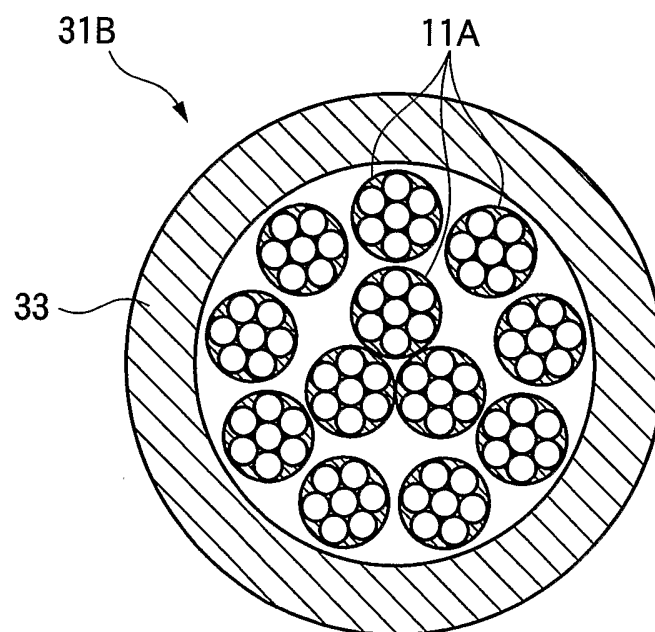


図 19

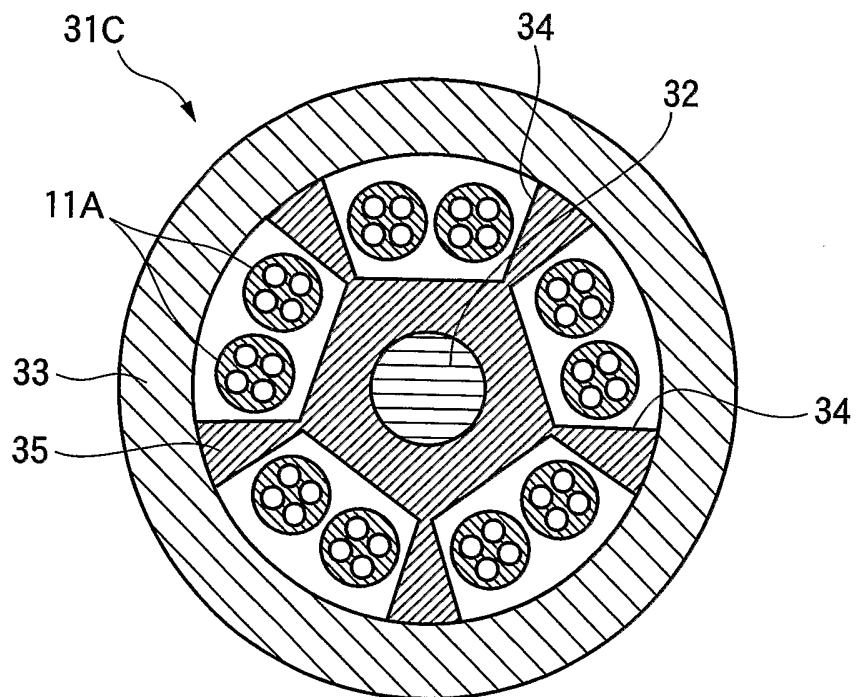


図 20

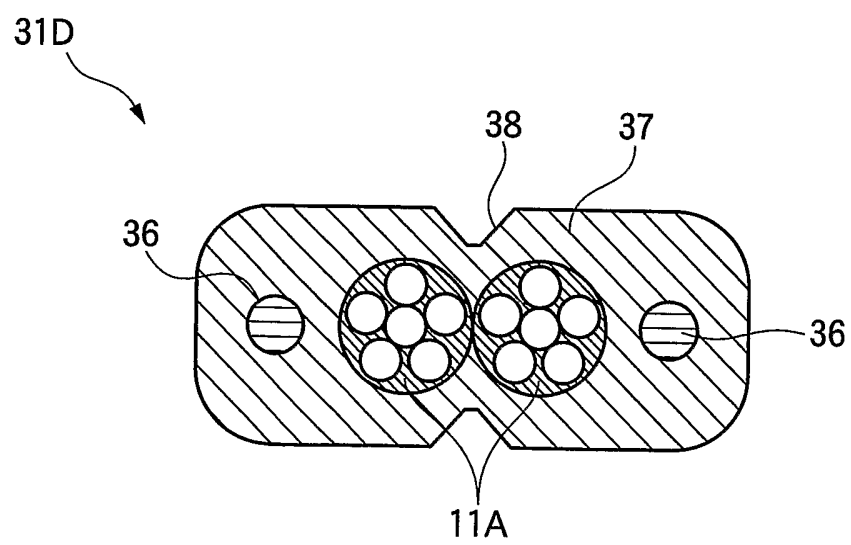


図 21

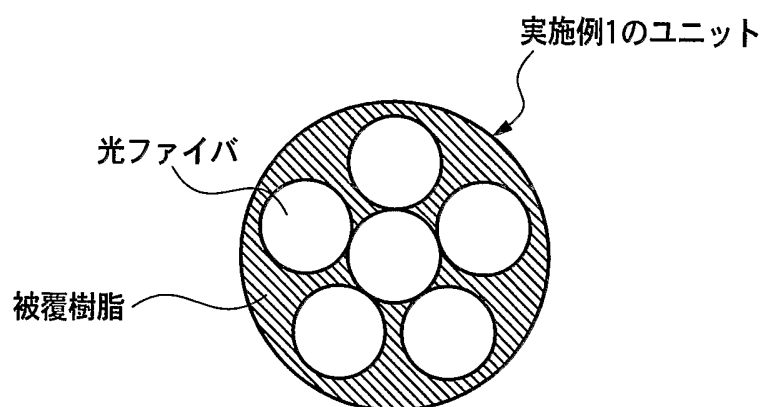


図 22

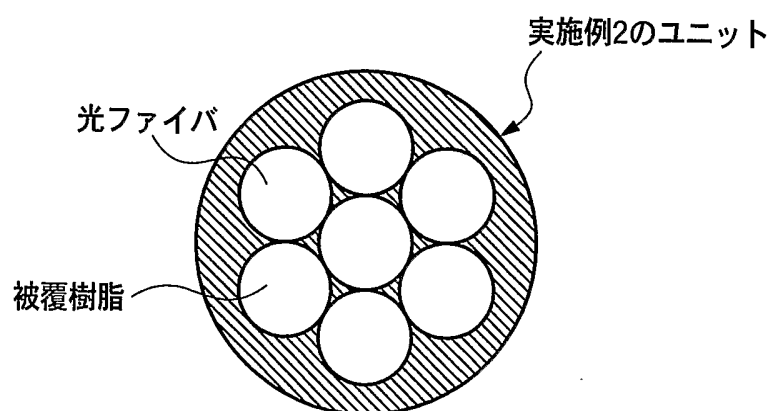


図 23

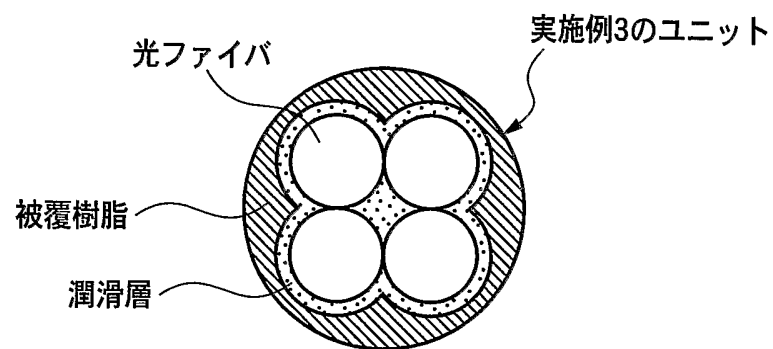


図 24

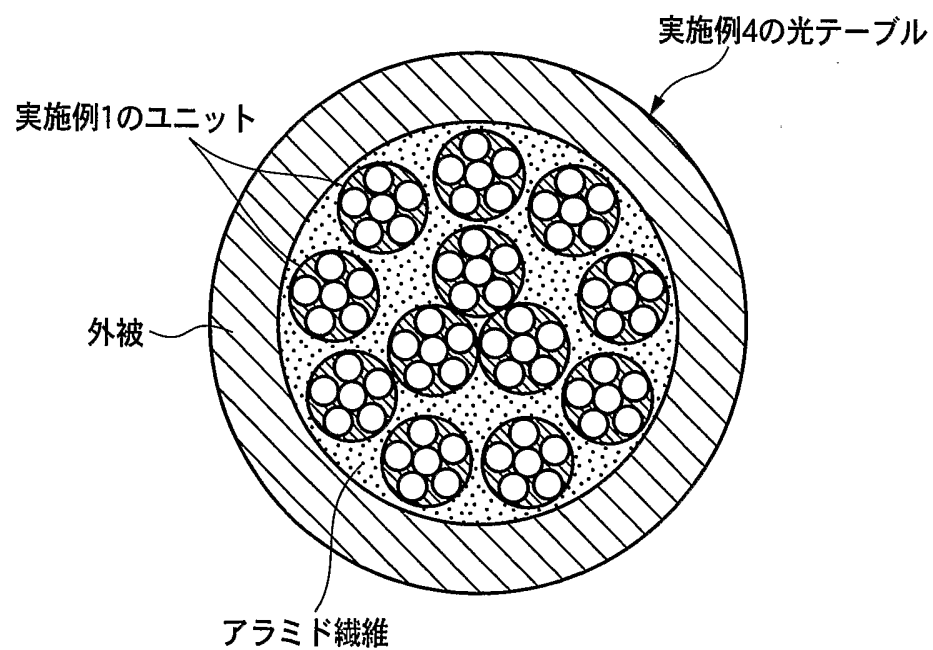


図 25

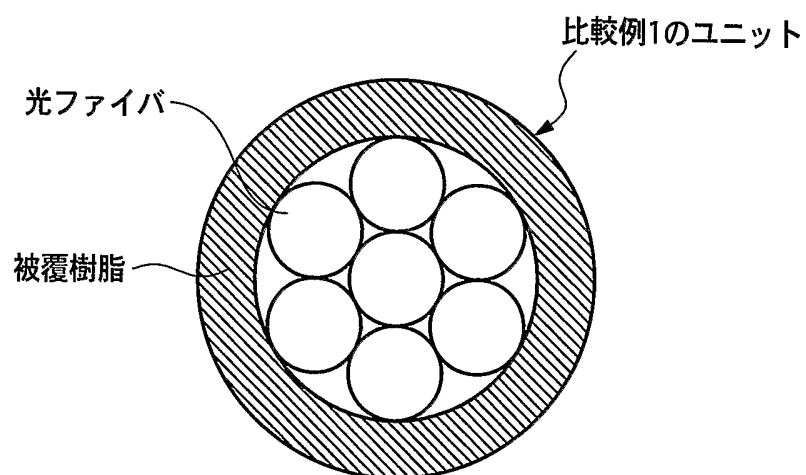


図 26

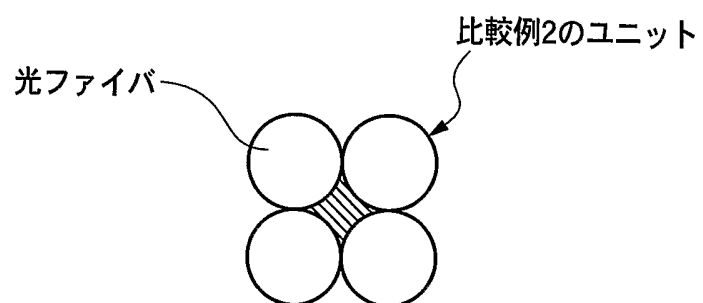


図 27

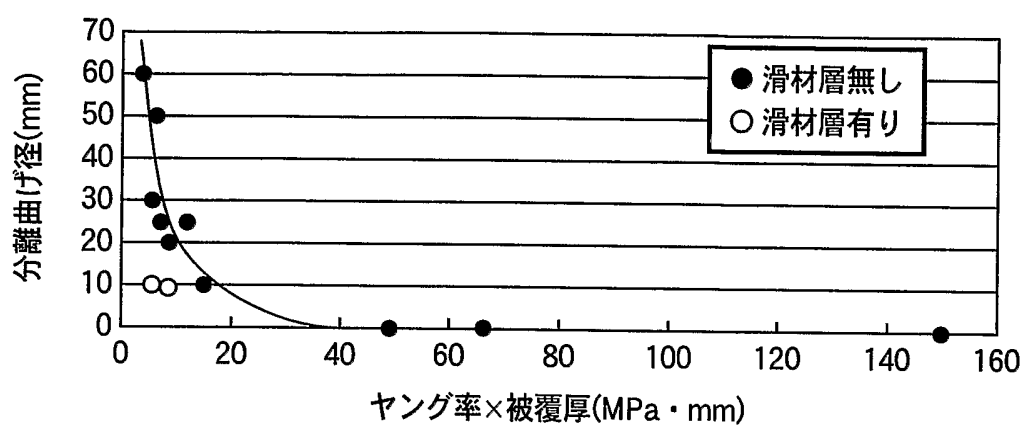


図 28

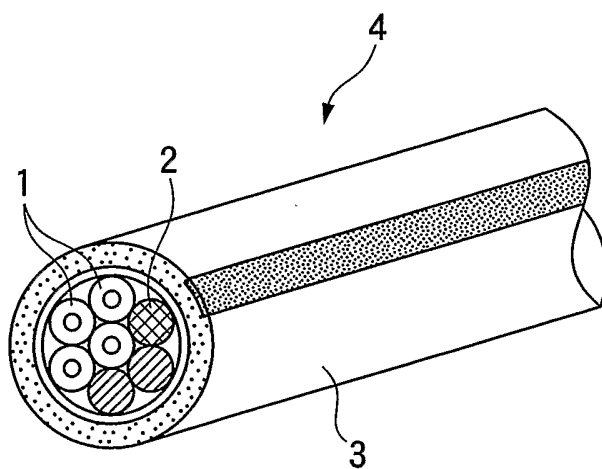
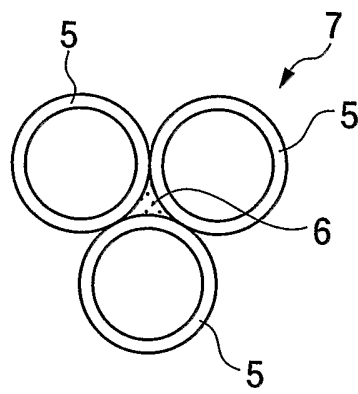


図 29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008829

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl. ⁷ G02B6/44				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. ⁷ G02B6/44				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	JP 4-161910 A (Fujikura Densen Kabushiki Kaisha), 05 June, 1992 (05.06.92), Page 2, lower left column, line 2 to lower right column, line 1; Fig. 1 (Family: none)	2-5		
X Y	JP 1-209412 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 August, 1989 (23.08.89), Page 2, upper right column, lines 6 to 10; page 3, upper left column, lines 1 to 8; Figs. 1(b), 3 (Family: none)	1, 2, 4, 5, 7-12 3, 6		
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.				
<table border="0"> <tr> <td> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 26 May, 2005 (26.05.05)		Date of mailing of the international search report 07 June, 2005 (07.06.05)		
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer		
Facsimile No.		Telephone No.		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008829

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-160987 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd., Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 19 June, 1998 (19.06.98), Par. No. [0039] (Family: none)	3
Y	JP 2-47606 A (American Telephone and Telegraph Co.), 16 February, 1990 (16.02.90), Page 7, lower left column, lines 10 to 17 & US 4900126 A1 & EP 349206 A2 & EP 922980 A2	6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02B6/44

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ G02B6/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 4-161910 A (藤倉電線株式会社) 1992.06.05, 第2頁左下欄第2行-同頁右下欄第1行, 第1図 (ファミリーなし)	2-5
X Y	JP 1-209412 A (住友電気工業株式会社) 1989.08.23, 第2頁右上欄第6-10行, 第3頁左上欄第1-8行, 第1図b, 第3図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 5, 7-12 3, 6
Y	JP 10-160987 A (住友電気工業株式会社, 日本電信電話株式会社) 1998.06.19, 【0039】 (ファミリーなし)	3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.05.2005

国際調査報告の発送日

07.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

後藤 昌夫

2X

3313

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2-47606 A (アメリカン テレフォン アンド テレグラフ カ ムパニー) 1990. 02. 16, 第 7 頁左下欄第 10-17 行 US 4900126 A1 & EP 349206 A2 & EP 922980 A2	6