

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 9 日 (09.12.2004)

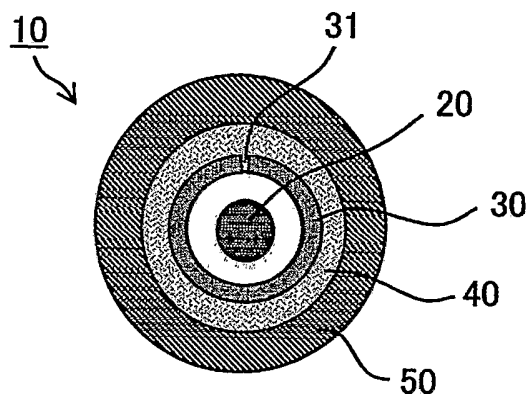
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/107004 A1

- (51) 国際特許分類: **G02B 6/44** (74) 代理人: 泉名 謙治, 外 (SENMYO, Kenji et al.); 〒1010042 東京都千代田区神田東松下町 3 8 番地 鳥本鋼業ビル Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/007651
- (22) 国際出願日: 2004 年 5 月 27 日 (27.05.2004) (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, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (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2003-148984 2003 年 5 月 27 日 (27.05.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松山 祥孝 (MAT-SUYAMA, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒2218755 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内 Kanagawa (JP). 小金澤 光司 (KOGANEZAWA, Koji) [JP/JP]; 〒2218755 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内 Kanagawa (JP). 新井 智則 (ARAI, Tomonori) [JP/JP]; 〒2218755 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1 1 5 0 番地 旭硝子株式会社内 Kanagawa (JP).
- (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), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, 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 CABLE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 光ファイバケーブルおよびその製造方法



(57) Abstract: A plastic optical fiber cable which will little induce deterioration of its transmission characteristics; and a method of producing the same. A resin tube is axially slit for cleavage, and an optical fiber of plastic material is inserted from the cleaved portion. With a fiber tension-resistant body disposed on the outer periphery of the thus-obtained optical fiber-contained cleaved tube, the optical fiber, the cleaved tube and the fiber tension-resistant body are inserted in a die and a jacket tube is extrusion-molded so as to cover their outer periphery, thereby providing an optical fiber cable.

(57) 要約: 伝送特性の劣化が少ないプラスチック光ファイバケーブルおよびその製造方法を提供する。樹脂製のチューブに軸方向にスリットを形成して開裂させ、この開裂部分からプラスチック製の光ファ

イバを挿入し、こうして得られた光ファイバ入りの開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配置しつつ、前記光ファイバ、前記開裂チューブおよび前記繊維抗張力体を押し出しダイに挿入して、それらのさらに外周を覆うように外被チューブを押し出し成形することにより、光ファイバケーブルを得る。

1

明細書

光ファイバケーブルおよびその製造方法

技術分野

本発明は、プラスチック光ファイバと繊維抗張力体とを外被チューブ内に収容した光ファイバケーブルおよびその製造方法に関する。

背景技術

大容量の通信媒体として用いられている光ファイバは、石英ガラス光ファイバ (Silica Glass Fiber) とプラスチック光ファイバ (Plastic Optical Fiber) (以下、場合により「POF」と略称する) に大別される。このうち、プラスチック光ファイバは、石英ガラス光ファイバに比較してコア径が大きく、端末処理等の作業性に優れていることから各種用途が拡大している。特に、断面方向における屈折率に分布を持たせたグレーデッドインデックス (Graded Index) 型 (屈折率分布型) プラスチック光ファイバ (以下、場合により「GI-POF」と略称する) は、高速大容量の伝送能力を備えるため、次世代通信における光ファイバとして期待されている。

光ファイバは裸のままでは実用的ではなく、光ファイバの保護、多芯化、コネクタ付け等の必要性から、光ファイバに被覆を施したり、アラミド繊維等の繊維抗張力体や、鋼線等と複合化され、ケーブル化されて使用される。

プラスチック光ファイバと繊維抗張力体とを有する通信用のプラスチック光ファイバケーブルまたはコードの例としては、特開平10-96840号公報に記載のものが挙げられる。ここには、コアおよびクラッドがプラスチックであるプラスチック光ファイバ母材を延伸成形してなるプラスチック光ファイバ芯線の外周に、抗張力体を配してなる抗張力体層を有し、該抗張力体層の外周に熱可塑性樹脂層が押出し被覆されてなるプラスチック光ファイバコードが開示されており

、抗張力体としてアラミド繊維を用いることが記載されている。

また、例えば特開平 9-243886 号公報には、光ファイバ心線の周囲にアラミド繊維が配され、該アラミド繊維の周上にシースが設けられており、かつ該シース（外被チューブ）内に無機繊維強化プラスチックからなる抗張力体が挿通されていることを特徴とするノンメタリック光ファイバケーブルが開示されている。

上記のような光ファイバケーブルまたはコードは、光ファイバと繊維抗張力体との外周に、熱可塑性樹脂を押出し成形して外被チューブを形成している。

しかしながら、特に G I-P O F は、上記外被チューブを被覆形成する際の熱によって、その内部の低分子化合物が熱拡散を起こし、屈折率分布が変化して伝送損失が増加するという問題があった。

このため、特開平 11-211954 号公報には、熔融する被覆樹脂材の熱によって G I-P O F の伝送損失が増加しないように、ポリエチレン等の比較的低温度で熔融押し出しが可能な樹脂を用い、あらかじめ G I-P O F の表面に押し出し被覆層を引き落としにて成形して、G I-P O F を 1 次被覆し、いわゆるジャケットファイバとする。その後、テンションメンバ等の構成素材とともに熱可塑性樹脂等で押し出して 2 次被覆成形することによって G I-P O F の光ファイバケーブルを製造することが開示されている。

しかしながら、特開平 11-211954 号公報で述べられている製造方法では、例えば直径（線径）が 1 mm 未満の G I-P O F にポリエチレン等によって 1 次被覆したジャケットが、高温条件下にさらされると熱収縮するため、G I-P O F の表面にマイクロベントが発生する。その結果、光の伝送損失が増加するといった熱的耐久性の問題があった。

また、上記の特開平 10-96840 号公報や特開平 9-243886 号公報のプラスチック光ファイバコードにおいては、芯線となる P O F の外周に接するように、アラミド繊維等の繊維抗張力体が直接配置されているため、繊維抗張力体に含有されている繊維集束剤と、P O F とが化学反応して物性劣化が生じる場

3

合がある。これによって、プラスチック光ファイバコードを長距離で使用する場合に伝送損失が増大するという問題があった。

例えば、POFとして、フッ素樹脂からなる中心部とその外周を被覆するアクリル系樹脂とからなる屈折率分布型のプラスチック光ファイバ（以下フッ素樹脂POFという）を、繊維抗張力体としてアラミド繊維を用い、フッ素樹脂POFの外周とアラミド繊維とが直接接触している構成においては、高温、高湿条件に長時間放置するとアクリル系樹脂が劣化し、これによって伝送損失が増大する。この原因は、アラミド繊維に含有されている集束剤（収束剤）の主成分である低分子量のポリエーテルによって、アクリル樹脂が化学的に劣化して脆化が生じることによる。

上記の伝送特性の劣化の問題は、従来の数十mといった比較的短距離での適用においては影響が小さい。しかし、数百m以上で使用される低損失POFでは、わずかな化学的劣化でも伝送特性の劣化が大きくなり、実システムへの影響が大きくなるといった問題点がある。

また、抗張力体として鋼線を使用した場合には、米国などの規格においては、電線と同様な取り扱いとなり、アースが必要となるという問題があった。更に、鋼線を使用すると、ケーブル自体が太くなり、細いケーブルを製造しにくくなるという問題があった。一方、鋼線を使用しないと、ヒートサイクルにおける収縮が起こり、それによってマイクロベンドが発生して、光伝送損失が増大するという問題があった。

発明の開示

したがって、本発明の目的は、鋼線を抗張力体として用いなくても、温度変化に基づく熱収縮に由来するマイクロベンドを防止でき、細径にすることが可能であって、伝送特性の劣化が少ないプラスチック光ファイバケーブルおよびその製造方法を提供することにある。

上記目的を達成するため、本発明の光ファイバケーブルは、プラスチック製の

4

光ファイバと、軸方向に形成されたスリットにより開裂され、前記光ファイバの外周を、空隙を介して囲む樹脂製の開裂チューブと、この開裂チューブ外周に配置された繊維抗張力体と、この繊維抗張力体のさらに外周を囲む樹脂製の外被チューブとを有することを特徴とする。

本発明の光ファイバケーブルによれば、POFの外周を開裂チューブによって囲み、この開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配して、樹脂製の外被チューブで覆うようにしたので、外被チューブを被覆形成する際の熱が開裂チューブによってPOFに伝達されにくくなるので、POFの伝送損失の増大を防ぐことができる。

また、高温条件下にさらされて開裂チューブが熱収縮したとしても、POFは開裂チューブの内部に空隙を介して収容されているので、POFにマイクロベントが発生することが防止され、マイクロベントによる伝送損失の増加も防ぐことができる。

さらに、POFは開裂チューブで囲まれていて、繊維抗張力体と直接接しないので、繊維抗張力体に含有されている繊維集束剤と、POFとが化学反応して物性劣化が生じることも防止される。

さらにまた、開裂チューブによって光ファイバケーブルの引張り強度や曲げ強度が向上するため、繊維抗張力体として、金属線を用いる必要がなくなり、例えばアラミド繊維のような樹脂繊維や、ガラス繊維のような無機繊維だけで構成することが可能となる。

本発明の光ファイバケーブルにおいては、前記開裂チューブは、アニール処理によって内部の残留応力を除去され、熱による寸法変化を低減されたチューブであることが好ましい。これによれば、高温条件下にさらされても開裂チューブが熱収縮しにくくなるので、POFの表面にマイクロベントが発生することがより確実に防止される。

また、前記外被チューブは、アニール処理によって内部の残留応力が除去され、熱による寸法変化が低減されたチューブであることが好ましい。これによれば

、外被チューブが熱収縮しにくくなるので、POFのマイクロベントによる伝送損失の増大をより確実に防止することができる。

一方、本発明の光ファイバケーブルの製造方法は、樹脂製のチューブに軸方向にスリットを形成して開裂させ、この開裂部分からプラスチック製の光ファイバを挿入する。こうして得られた光ファイバ入りの開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配置しつつ、前記光ファイバ、前記開裂チューブおよび前記繊維抗張力体を押出しダイに挿入して、それらのさらに外周を覆うように外被チューブを押出し成形することを特徴とする。

本発明の光ファイバケーブルの製造方法によれば、樹脂製のチューブに軸方向にスリットを形成して開裂させ、この開裂チューブにPOFを挿入し、この開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配して、樹脂製の外被チューブを押出し成形する。このため、外被チューブを被覆形成する際の熱が開裂チューブによってPOFに伝達されにくくなり、POFの伝送損失の増大を防ぐことができる。

また、こうして得られた光ファイバケーブルは、POFが開裂チューブの内部に收容され、繊維抗張力体と直接接しないので、繊維抗張力体に含有されている繊維集束剤とPOFとの化学反応による物性劣化を防止することができる。また、POFは開裂チューブの内部に空隙を介して收容されているので、マイクロベントによる伝送損失の増加を防ぐことができる。

本発明の光ファイバケーブルの製造方法においては、前記開裂させるチューブとして、アニール処理によって内部の残留応力を除去され、熱による寸法変化が低減されたチューブを用いることが好ましい。また、前記外被チューブを被せて形成した光ファイバケーブルをリールに巻取り、その状態でアニール処理を行なうことが好ましい。これによれば、前述したように、開裂チューブや外被チューブの熱収縮が少なくなるので、これらの熱収縮によるPOFのマイクロベントの発生を防止し、伝送損失の増大を防ぐことができる。

さらに、前記光ファイバを内包する前記開裂チューブを押出しダイに挿入する直前に、前記光ファイバおよび前記開裂チューブを冷却することが好ましい。こ

れによれば、押出しダイにて外被チューブを押出し成形する際に、光ファイバおよび開裂チューブを予め冷却しておくことにより、それらの温度上昇が抑制されるため、POFの伝送損失の増大をより効果的に防ぐことができる。

さらにまた、前記押出しダイによって前記外被チューブを押出し成形した後、そのケーブルを直ちに冷却液槽に浸漬することが好ましい。これによれば、押出し成形された外被チューブを直ちに冷却するので、温度上昇によるPOFの伝送損失の増大をさらに効果的に防ぐことができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による光ファイバケーブルの一実施形態を示す断面図である。

図2は、本発明による光ファイバケーブルの製造装置全体を示す概略構成図である。

図3は、開裂チューブにPOFを挿入するPOFのチューブ挿入装置の斜視図である。

図4は、同チューブ挿入装置の要部拡大図である。

図5は、同チューブ挿入装置のカッタおよび挿入ローラ部を示す部分平面図である。

図6は、図4におけるA-A矢示線に沿った断面図である。

図7は、冷却装置の斜視図である。

図8は、図7のB-B矢示線に沿った断面図である。

図9は、押出し成形装置のノズル近傍を示す部分斜視図である。

図10は、本発明による光ファイバケーブルの他の実施形態を示す断面図である。

図11は、本発明による光ファイバケーブルのさらに他の実施形態を示す断面図である。

符号の説明

10、11、12：光ファイバケーブル、

20 : POF (プラスチック光ファイバ)、
30 : 開裂チューブ、 31 : スリット、 33 : 樹脂チューブ、
40 : 繊維抗張力体、 50 : 外被チューブ、
200 : チューブ挿入装置、 215 : 押し込みローラ、
217 : カッタ、 218 : スリッタ、 300 : 冷却装置、
400 : 押出し成形装置、 500 : 冷却槽、 600 : 引き取り機

発明を実施するための最良の形態

図1には、本発明による光ファイバケーブルの一実施形態が示されている。

このプラスチック光ファイバケーブル10は、POF20と、このPOF20の外周を、空隙を介して囲む樹脂製の開裂チューブ30と、この開裂チューブ30の外周に配置された繊維抗張力体40と、この繊維抗張力体40のさらに外周を囲む樹脂製の外被チューブ50とで構成されている。

ここで開裂チューブ30がPOF20の外周を空隙40を介して囲むとは、開裂チューブ30の内表面とPOF20の外周とが、光ファイバケーブルの長手方向に垂直な断面(図1で示す断面)において少なくとも一部または全部が非接触であることを意味する。また、開裂チューブ30の内表面とPOF20の外周とが「(全部が非接触ではなく)少なくとも一部で非接触ある」とはPOF20の外周の1点ないし複数点において開裂チューブ30の内表面に接触していることを意味する。すなわち、POF20と開裂チューブ30との間の少なくとも一部には、空隙40が介在している。ここでPOF20は開裂チューブ30の内部で自在に可動する状態で1本ずつ分配配置されている。

POF20の材質としては、特に限定されず、フッ素樹脂、ポリメチルメタクリレート(PMMA)樹脂等が使用できるが、なかでもフッ素樹脂を用いることが、伝送損失が低く、使用できる光の波長領域が広いことから好ましい。フッ素樹脂製POFとしては、例えば特開平8-5848号公報等に記載されたものが好ましく使用される。また、POF20の外径は400~1000 μ mであるこ

とが好ましい。

開裂チューブ 30 は、軸方向に沿ったスリット 31 により開裂されており、上記 POF 20 は、このスリット 31 を通して挿入されている。なお、スリット 31 は、開裂チューブ 30 の軸方向に沿って直線状に形成されたものに限定されるわけではなく、例えば螺旋状等に形成されたものであってもよい。

開裂チューブ 30 の外径は 1.1 ~ 1.5 mm が好ましく、チューブの厚さは 0.1 ~ 0.2 mm が好ましく、内径は 0.9 ~ 1.2 mm が好ましい。チューブの内径は、POF の外径より大きく設定され POF はチューブの内側である程度自由に動けるように配置されることが好ましい。すなわちチューブの内径を POF の外径で除した値は、1.1 ~ 3 が好ましく、1.5 ~ 2.5 がより好ましい。例えば POF の外径が 0.5 mm でありチューブの内径が 1 mm であった場合には、上記値は 2 となる。

開裂チューブ 30 の材質は、特に限定されないが、例えばポリエチレン、ポリ塩化ビニル、フッ素樹脂、シリコンゴム、ポリウレタン等が好ましく使用される。これらの樹脂は難燃剤を添加される等で難燃性を有するものであることがより好ましい。

また、前記開裂チューブは、あらかじめアニール処理によって内部の残留応力が除去され、熱による寸法変化が減されたチューブであることが好ましい。このアニールは、好ましくはスリットを形成する前のチューブを、例えばリール等に巻き取って長さ方向に拘束しておき、好ましくは 60 ~ 90 °C で 10 ~ 48 時間熱処理をすることによって行なうことができる。

また、繊維抗張力体 40 の繊維材質としては、例えばアラミド繊維、ポリエチレンテレフタレート (PET)、炭素繊維、ガラス繊維等が使用できる。なかでも、アラミド繊維を用いることが、剛性、柔軟性、繰り返し曲げによる繊維の破断を防止する点から好ましい。

これらの繊維抗張力体 40 は、一般に集束剤を含んでいる。本発明では、POF 20 が上記開裂チューブ 30 に囲まれて、上記繊維抗張力体 40 に直接接触す

ることが防止されるので、集束剤によるPOF 20の劣化を防止できる。

外被チューブ50としては、例えば、ポリ塩化ビニルや難燃性ポリエチレン等が使用可能であり特に限定されない。外被チューブ50の厚さは0.2～1.0 mmであることが好ましい。

外被チューブ50もアニール処理によって内部の残留応力が除去され、熱による寸法変化が低減されていることが好ましい。このアニール処理は、後述する製造工程の後、光ファイバケーブル10をリールに巻き取っておき、その状態で好ましくは60～70℃で10～48時間熱処理をすることによって行なうことができる。光ファイバケーブル10をリールに巻き取ることにより、外被チューブ50はその長さを拘束された状態となる。

図2～9には、上記光ファイバケーブル10の製造装置が示されている。図2は製造装置全体を示す概略構成図、図3は開裂チューブにPOFを挿入するPOFのチューブ挿入装置の斜視図、図4は同チューブ挿入装置の要部拡大図、図5は同チューブ挿入装置のカッタおよび挿入ローラ部を示す部分平面図、図6は図4におけるA-A矢示線に沿った断面図、図7は冷却装置の斜視図、図8は図7のB-B矢示線に沿った断面図、図9は押出し成形装置のノズル近傍を示す部分斜視図である。

図2において、41は繊維抗張力体40の繰り出しリールであり、このリール41から繰り出された繊維抗張力体の繊維束42が、ガイドローラ111、112、113、114にガイドされて製造ライン上に引き出されている。

また、32は開裂チューブ30のスリット形成前の樹脂チューブの繰り出しリールであり、このリール32から繰り出された樹脂チューブ33が、ガイドローラ121、122、123を介してチューブ挿入装置200に導入されている。なお、樹脂チューブ33は、前述したような条件であらかじめアニール処理されていることが好ましい。

さらに、21はPOFの巻取りリールであり、このリール21から繰り出されたPOF 20が、ガイドローラ131、132、133を介してチューブ挿入装

置 200 に導入されている。

チューブ挿入装置 200 は、図 3 に示すように、基台 210 と、この基台 210 に立設された支持板 211 と、この支持板 211 の前方端部にブラケット 212 を介して取付けられた POF 20 の導入ガイド板 213 とを有している。さらに、POF 20 は、支持板 211 に取付けられたガイドローラ 214 を経て、押し込みローラ 215 に斜め上方から導入されている。

一方、前記樹脂チューブ 33 は、支持板 211 に取付けられたガイドローラ 216 に導かれ、その上部後方に配置されたカッタ 217 でスリットを形成されるようになっている。

図 4、5 を併せて参照すると、カッタ 217 は、樹脂チューブ 33 の周壁の一箇所を軸方向に沿って直線状にカットしてスリットを形成し、こうして開裂されたチューブ内には、カッタ 217 の後方に隣接して配置されたスリッタ 218 が入り込んで、樹脂チューブ 33 を開いた状態に維持する。

支持板 211 の押し込みローラ 215 の下方には、押し込みローラ 215 と対向して支持ローラ 219 が取付けられ、押し込みローラ 215 と支持ローラ 219 との間に、上記樹脂チューブ 33 および POF 20 が導入されるようになっている。

この場合、図 6 に示すように、POF 20 は、押し込みローラ 215 のフランジ 215a、215a の間に形成された溝 215b に導入される。また、押し込みローラ 215 は、その下端部がスリッタ 218 によって開かれた樹脂チューブ 33 内に入り込んでいる。また、支持ローラ 219 は、樹脂チューブ 33 を受ける凹状の受け面 219a を外周に有している。

したがって、POF 20 は、押し込みローラ 215 の溝 215b に案内されて開裂された樹脂チューブ 33、すなわち前記開裂チューブ 30 内に挿入され、この押し込みローラ 215 と支持ローラ 219 の間を通過すると、開裂チューブ 30 で包まれた状態となる。

支持板 211 の押し込みローラ 215 および支持ローラ 219 のさらに先方に

11

は、一对の送りローラ221、222が取付けられている。この送りローラ221、222は、その外周に合成ゴムからなるリングを2本平行にそれぞれ装着されており、POF20を内包する開裂チューブ30を、上記リングの間の環状凹部に支持しながら、上下の送りローラ221、222で挟んで、ラインの先方に送り出す働きをなす。

なお、送りローラ222、支持ローラ219、ガイドローラ216は、図示しない駆動装置により、タイミングベルトを介して、送り方向に同期回転するようになっている。また、前記繊維抗張力体の繊維束42は、チューブ挿入装置200を通ることなく、後述する冷却装置300に直接導入される。

チューブ挿入装置200の先方（POF20等の進行方向）には、冷却装置300が設置されている。なお、図示していないが、冷却装置300の前後には、ガイド穴を有するプレートが配置され、POF20を内包する開裂チューブ30が所定の経路を通過するようにガイドされる。

冷却装置300は、図7、8に示すように、箱体310と、蓋体311と、この箱体310を貫通するパイプ312とを有している。箱体310の内部であって、パイプ312の外周には、ドライアイス320が充填されている。箱体312の内壁には、断熱材313が貼り付けられている。

そして、POF20を内包する開裂チューブ30は、上記パイプ312内に挿通されている。この場合、開裂チューブ30を適度に張設することにより、開裂チューブ30がパイプ312の内壁に接触しないようにされている。

なお、箱体310の材質としてはステンレス鋼、アルミニウム等の金属、ポリエチレン、ポリプロピレン等の樹脂が好ましく使用される。パイプ312の材質としては銅、真鍮、ステンレス鋼等が好ましく使用される。断熱材としてはウレタンフォーム、スチレンフォーム等が好ましく使用される。

冷却装置300は、そこから導出されるPOF20の表面温度が好ましくは5℃以下、より好ましくは-10℃以下となるように調節される。冷却装置300の冷却手段は、上記ドライアイスに限らず、パイプ312を囲む冷却管に冷媒を

1 2

流して冷却する構造や、ペルチェ素子等で冷却された一对の冷却板の間を通過させる構造などを採用することもできる。また冷却ローラ等の接触式の冷却手段も採用できる。ただしPOFの表面温度は、熱電対をPOFの表面に接触させて測定できる。その際、熱電対の測温部とPOFとを、断熱材と一緒に被覆することが好ましい。

なお、前記繊維抗張力体の繊維束42は、この冷却装置300を通す必要はないが、外被チューブ50を被覆する次の工程において、開裂チューブ30の外周に配置させる必要があるため、図7、8では省略したが、開裂チューブ30の外周を囲むように配置された状態で、冷却装置300内を通過してもよい。

冷却装置300の導出部には、外被チューブ50を押出し成形する押出し成形装置400が設置されている。冷却装置300と押出し成形装置400とは、可能な限り接近して配置されることが好ましい。これは冷却装置300を通過させることにより冷却されたPOF20が、温まることを抑制するためである。具体的には、押出し成形装置400のノズル410のPOF導入部におけるPOF20の冷却温度が、好ましくは5℃以下、より好ましくは-10℃以下となるように調節される。このために冷却装置300の導出部からノズル410のPOF導入部までの、POF20の通過時間（冷却装置300の導出部からノズル410のPOF導入部までの距離をPOF20の送り速度で除した値）は2秒以下が好ましく、1秒以下が特に好ましい。この押出し成形装置400のノズル410は、図9に示すように、中心筒420と、この中心筒420の外周に所定の間隙421を設けて配置された外筒430とを有している。

中心筒420内には、POF20を内包した開裂チューブ30と、繊維抗張力体の繊維束42を挿通させる。繊維抗張力体の4本の繊維束42は、上記開裂チューブ30を取り囲むように4方向に配置されて挿通され、中心筒420内で各繊維束のフィラメントがばらけて、ノズル410から出るときには、上記開裂チューブ30の外周を環状に取り囲んで、図1の繊維抗張力体40となる。

中心筒420と外筒440との間隙421からは、外被チューブ50を形成す

1 3

る熱可塑性樹脂が熔融状態で押出され、繊維抗張力体40の外周に被覆されて外被チューブ50となる。

このとき、熔融した熱可塑性樹脂の熱が繊維抗張力体40に伝達されるが、POF20は、開裂チューブ30内に配置されているので、上記熱がPOF20に伝わりにくくなる。また、POF20は、あらかじめ冷却装置300で冷却されているので、多少の熱が伝わっても、過度の温度上昇を防ぎ、伝送損失の増大を防ぐことができる。

押し出し成形装置400のさらに先方には、冷却槽500が配置されている。外被チューブ50を被覆されて形成された光ファイバケーブル10は、この冷却槽500の冷却媒体を通り、成形されたばかりの外被チューブ50を急冷して、内部のPOF20に熱が伝達されるのを防ぎ、伝送損失の増大を防止する。なお、冷却媒体としては、例えば水、水とエチレングリコールの混合液等からなる不凍液等が好ましく使用される。

冷却槽500の更に先方には、引き取り機600が配置されている。引き取り機600は、一对のプーリ611、612に張設されて回転する上方ベルト610と、同じく一对のプーリ621、622に張設されて回転する下方ベルト620とを有し、上記ベルト610、620の間に、光ファイバケーブル10を挟んで送り出す構造をなしている。

なお、光ファイバケーブル10を形成する際には、後述する引き取り機600の引き取り速度、チューブ挿入装置200の送り速度、POF20及び開裂チューブ30の繰り出しロール21、32の繰り出し速度がそれぞれ同じ速度となるように、各装置を電氣的に連動制御することが望ましい。

こうして形成された光ファイバケーブル10は、図示しない巻取りリールに巻き取られて保存される。なお、巻取りリールに巻き取った後、前述したような条件でアニール処理を行なうことにより、外被チューブ50の内部の残留応力を除去し、熱による寸法変化を低減することが好ましい。

図10には本発明による光ファイバケーブルの他の実施形態が示されている。

14

この光ファイバケーブル11は、POF20を内包する開裂チューブ30を2本平行に配列し、それらの外周を繊維抗張力体40で囲み、この繊維抗張力体40のさらに外周を外被チューブ50で被覆した構造をなしている。このように、POF20を内包する開裂チューブ30を複数本配置することにより、複数本のPOF20を有するケーブルとすることができる。

図11には本発明による光ファイバケーブルの更に他の実施形態が示されている。

この光ファイバケーブル12は、POF20を内包する開裂チューブ30を4本設けて、これらの外周を押えテープ60で結束させている。押えテープ60としては、例えばPETテープ、ポリエステル製不織布、紙、フッ素樹脂テープ等を用いることができる。そして、結束された開裂チューブ30の外周を繊維抗張力体40で囲み、この繊維抗張力体40のさらに外周を外被チューブ50で被覆した構造をなしている。

(実施例)

以下、本発明を実施例および比較例により具体的に説明する。

実施例1

図1に示す構造の光ファイバケーブルを、図2～9に示した装置によって製造した。

POF10としては、前記特開平8-5848号公報に記載された方法で製造されたフッ素樹脂製POF（商品名「ルキナ」、旭硝子社製）であって外径0.5mmのものをを用いた。開裂チューブ30としては、難燃性ポリオレフィン樹脂（商品名：ANA-9952N、リケンテクノス社製）からなり、外径1.2mm、内径0.9mmのものをを用いた。繊維抗張力体40としては、アラミド繊維（1580デニール、4本使用）からなるものをを用いた。外被チューブ50は、同じく難燃性ポリオレフィン樹脂（商品名：ANA-9952N、リケンテクノス社製）を用い（成形温度は185℃）、厚さ0.5mm、外径2.6mmとなるように成形した

15

。光ファイバケーブルの製造速度は15m/分とした。冷却装置300は、パイプ312として内径8mm、長さ30cmの銅パイプを用い、POF10の線速は15m/分、滞留時間1.2秒の条件で冷却し、冷却装置300から導出されるPOF20の表面温度が-10℃となるように調節した。

開裂チューブ30は、スリットを形成する前に、繰り出しリール41に巻き取った状態で、80℃で24時間アニール処理を行なった。また、外被チューブ50は、光ファイバケーブル10をリールに巻き取った状態で、60℃で24時間アニール処理を行なった。

そして、得られた光ファイバケーブル10について、冷熱サイクル試験を実施した。すなわち、高温側保持温度60℃、低温側保持温度-5℃とし、各温度での保持時間及び昇降温時間を2時間とし、これを10サイクル繰り返し、それぞれの温度での伝送損失と、10サイクルの冷熱サイクル後での伝送損失とを、850nmLED光源を用いてパワーメーターで連続的に測定した。この結果を表1に示す。

実施例2

実施例1において、外被チューブ50のアニール処理を、光ファイバケーブルを自由状態（長さ方向に拘束しない状態）にして行なった。こうして得られた光ファイバケーブルについて、実施例1と同様にして、冷熱サイクルの繰り返しによる伝送損失の測定を行なった。この結果を表1に示す。

実施例3

実施例1において、外被チューブ50のアニール処理を行わずに、光ファイバケーブルを得た。こうして得られた光ファイバケーブルについて、実施例1と同様にして、冷熱サイクルの繰り返しによる伝送損失の測定を行なった。この結果を表1に示す。

比較例1

実施例1において、開裂チューブ30を用いずに、POF10の外周に繊維抗張力体40を直接配置して、光ファイバケーブルを製造した。また、外被チュー

ブ50のアニール処理も行なわなかった。こうして得られた光ファイバケーブルについて、実施例1と同様にして、冷熱サイクルの繰り返しによる伝送損失の測定を行なった。この結果を表1に示す。

(表1)

	開裂チューブのアニール処理	外被チューブのアニール処理	冷熱サイクル後の伝送損失 (単位: dB/km)		
			+60℃	-5℃	残存
実施例1	80℃×24時間	固定アニール 60℃×24時間	+1	+3	0
実施例2	80℃×24時間	フリーアニール 60℃×2.4時間	+2~3	+10	+5
実施例3	80℃×24時間	アニールなし	+5	+15	+10
比較例1	チューブなし	アニールなし	+10	+30	+20

表1の結果から、開裂チューブ30を用いた実施例1, 2, 3は、開裂チューブ30を用いない比較例1に比べて、冷熱サイクルによる伝送損失の増大が低く抑えられた。

また、外被チューブを長さ方向に拘束してアニール処理を行なった実施例1は、外被チューブをフリーな状態でアニール処理を行なった実施例2、および外被チューブのアニール処理を行なわない実施例3に比べて、冷熱サイクルによる伝送損失の増大がさらに低く抑えられた。

次に、実施例1で得た光ファイバケーブルと、比較例1で得た光ファイバケーブルとに、それぞれ1400N/10cmの圧力を3分間印加し、その状態での伝送損失を測定した。その結果を表2に示す。表2に示されるように、開裂チューブ30でPOF20を内包した実施例1の光ファイバケーブルは、加圧状態においても伝送損失が低く抑えられた。

(表2)

	開裂チューブのアニール処理	外被チューブのアニール処理	1400N/10cm にて3分加圧後の伝送損失 (単位: dB/km)
実施例1	80℃×24時間	固定アニール 60℃×24時間	+0.1
比較例1	チューブなし	アニールなし	+5

産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明によれば、POFの外周を開裂チューブによって囲み、この開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配して、樹脂製の外被チューブで覆うようにしたので、外被チューブを被覆形成する際の熱が開裂チューブによってPOFに伝達されにくくなるので、POFの伝送損失の増大を防ぐことができる。

また、高温条件下にさらされて開裂チューブが熱収縮したとしても、POFは開裂チューブの内部に空隙を介して収容されているので、POFの表面にマイクロベントが発生することが防止され、マイクロベントによる伝送損失の増加も防ぐことができる。

さらに、POFは開裂チューブで囲まれていて、繊維抗張力体と直接接しないので、繊維抗張力体に含有されている繊維集束剤と、POFとが化学反応して物性劣化が生じることも防止される。

さらにまた、開裂チューブによって光ファイバケーブルの引張り強度や曲げ強度が向上するため、繊維抗張力体として、金属線を用いる必要がなくなり、例えばアラミド繊維のような樹脂繊維や、ガラス繊維のような無機繊維だけで構成することが可能となる。

請求の範囲

1. プラスチック製の光ファイバと、軸方向に形成されたスリットにより開裂され、前記光ファイバの外周を、空隙を介して囲む樹脂製の開裂チューブと、この開裂チューブ外周に配置された繊維抗張力体と、この繊維抗張力体のさらに外周を囲む樹脂製の外被チューブとを有することを特徴とする光ファイバケーブル。
2. 前記開裂チューブがアニール処理を施したものである請求項1記載の光ファイバケーブル。
3. 前記外被チューブがアニール処理を施したものである請求項1または2記載の光ファイバケーブル。
4. 樹脂製のチューブに軸方向にスリットを形成して開裂させ、この開裂部分からプラスチック製の光ファイバを挿入し、こうして得られた光ファイバ入りの開裂チューブの外周に繊維抗張力体を配置しつつ、前記光ファイバ、前記開裂チューブおよび前記繊維抗張力体を押出しダイに挿入して、それらのさらに外周を覆うように外被チューブを押出し成形することを特徴とする光ファイバケーブルの製造方法。
5. 前記開裂させるチューブとして、アニール処理を施したチューブを用いる請求項4記載の光ファイバケーブルの製造方法。
6. 前記外被チューブを被せて形成した光ファイバケーブルをリールに巻取り、その状態でアニール処理を行なう請求項4または5記載の光ファイバケーブルの製造方法。
7. 前記光ファイバを内包する前記開裂チューブを押出しダイに挿入する前に、前記光ファイバおよび前記開裂チューブを冷却する請求項4～6のいずれか1つに記載の光ファイバケーブルの製造方法。
8. 前記押出しダイによって前記外被チューブを押出し成形した後、そのケーブルを直ちに冷却液槽に浸漬する請求項4～7のいずれか1つに記載の光ファイバケーブルの製造方法。

図 1

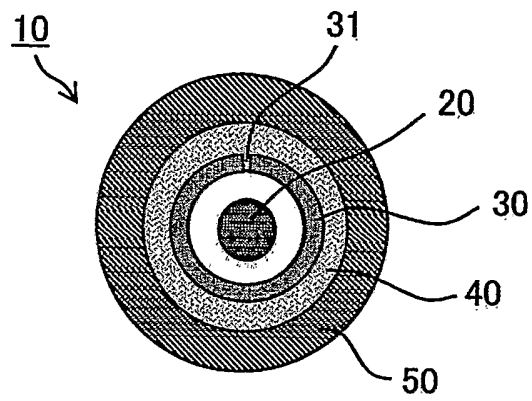


図 2

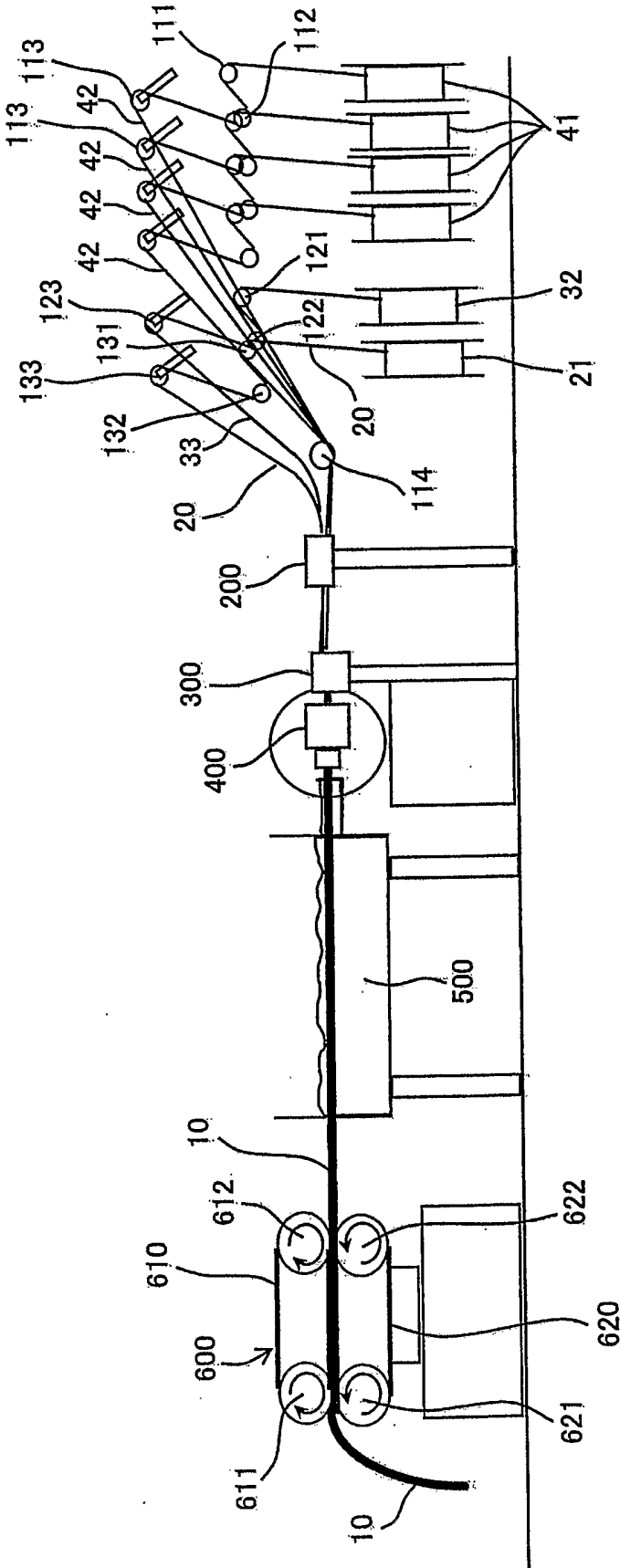


図 3

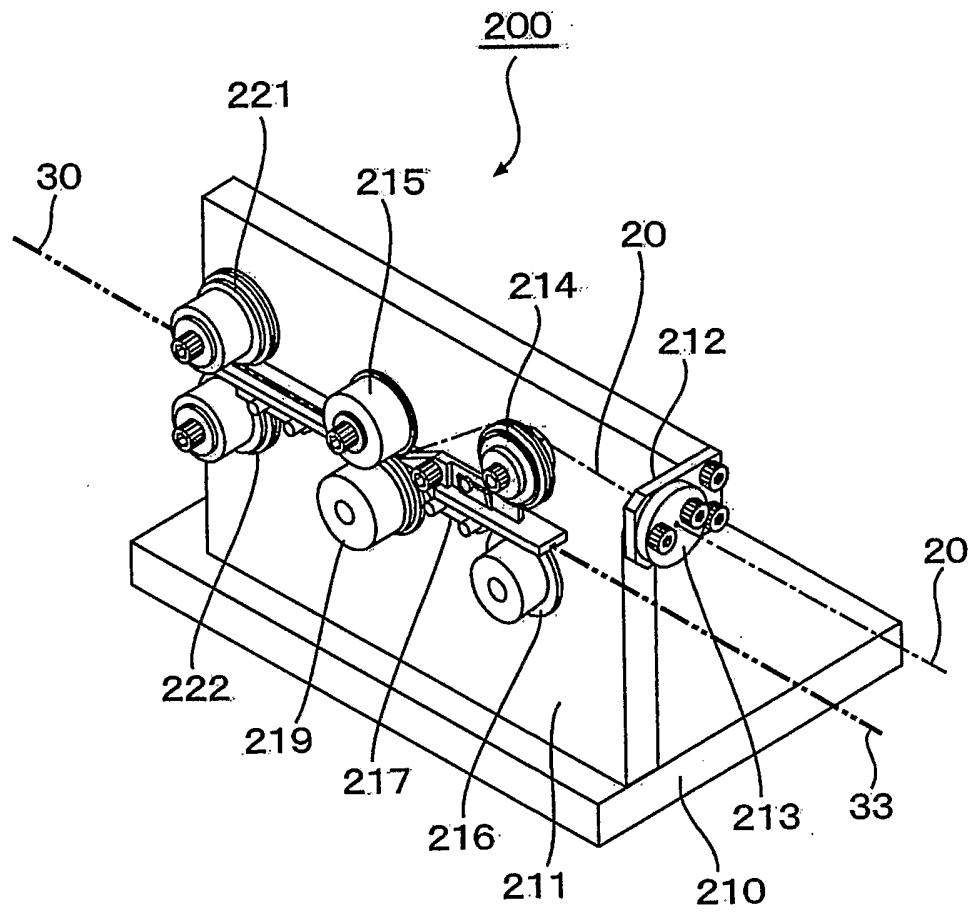


図 4

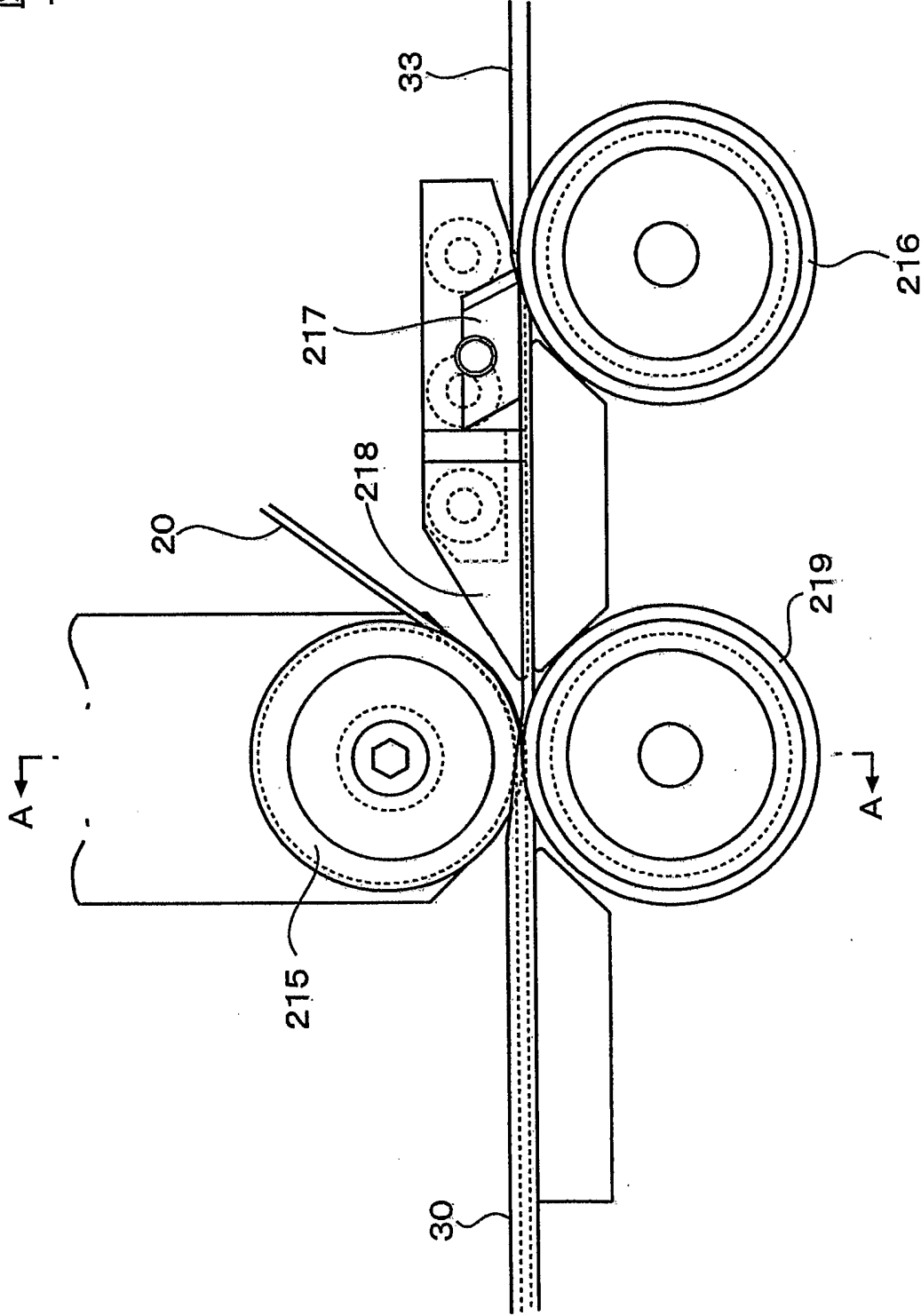


図 5

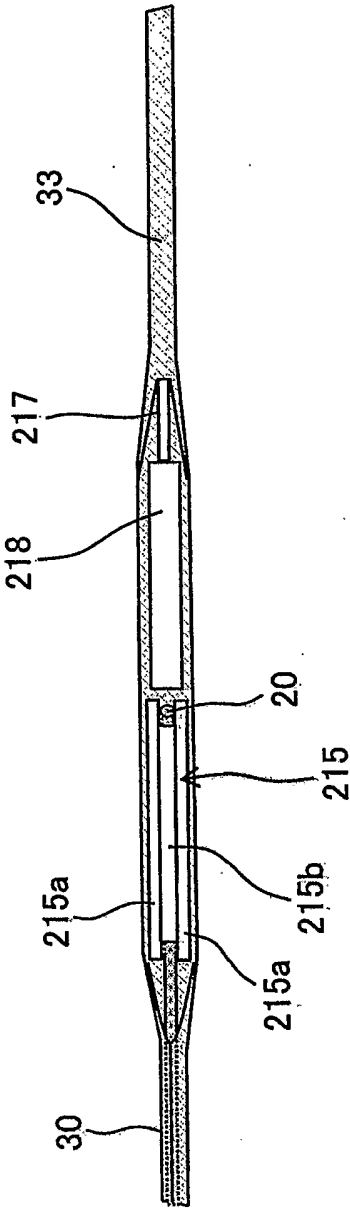


図 6

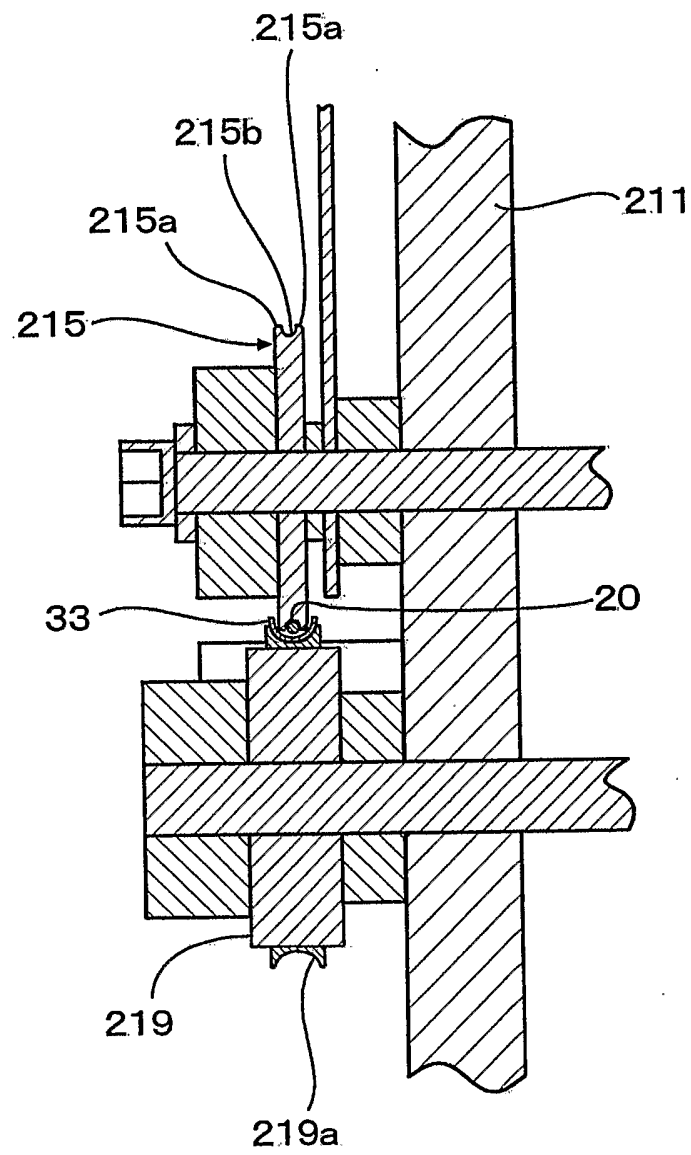


図 7

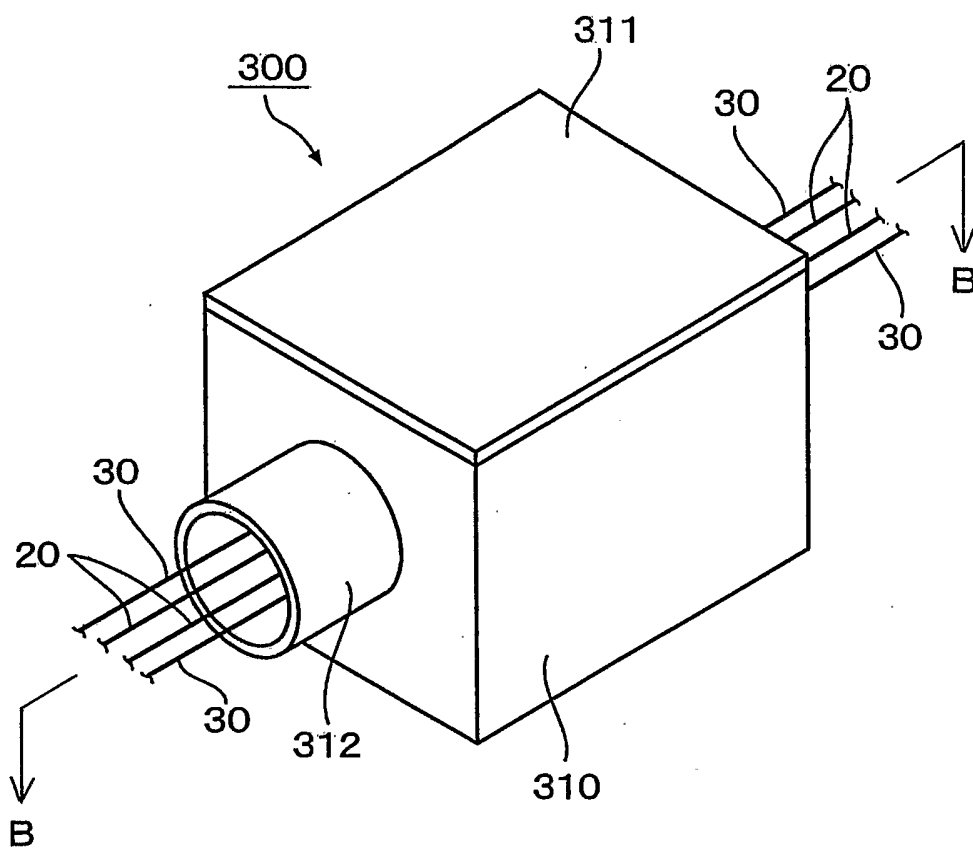


図 8

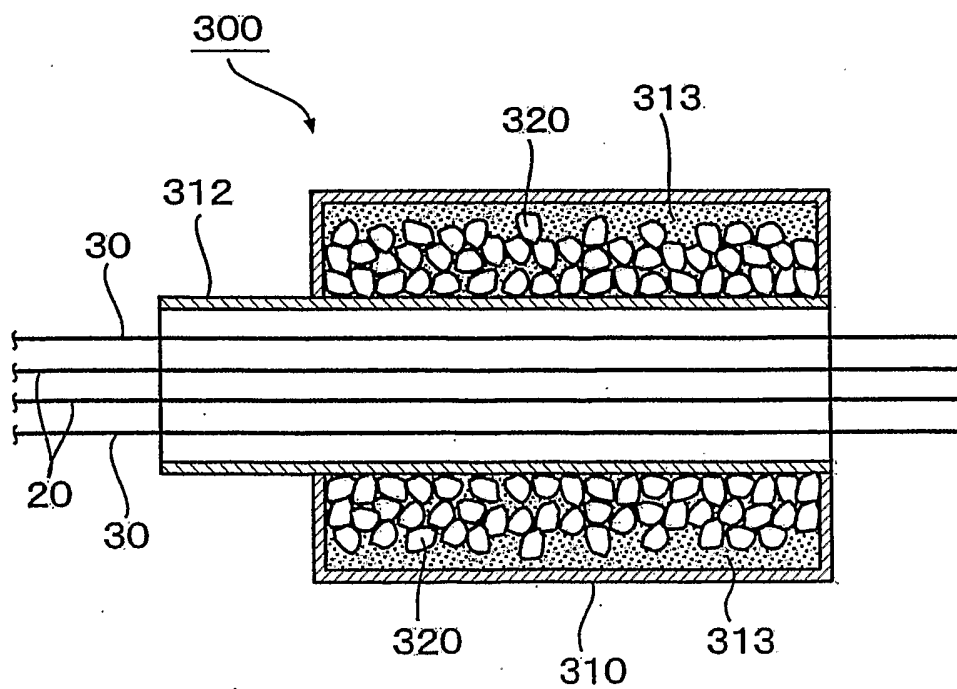


図 9

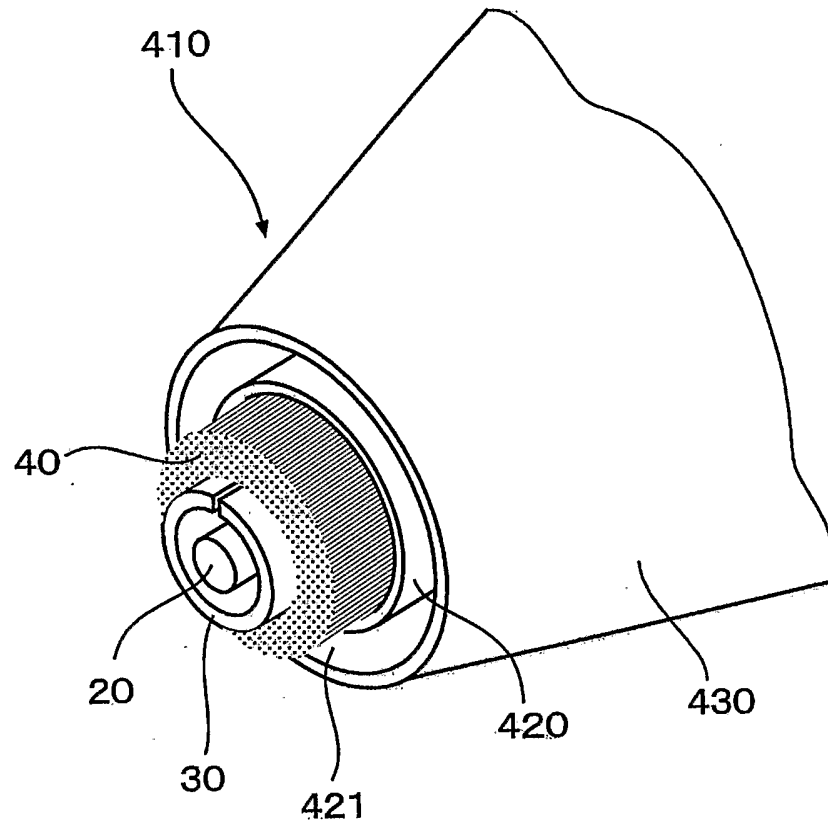


図 10

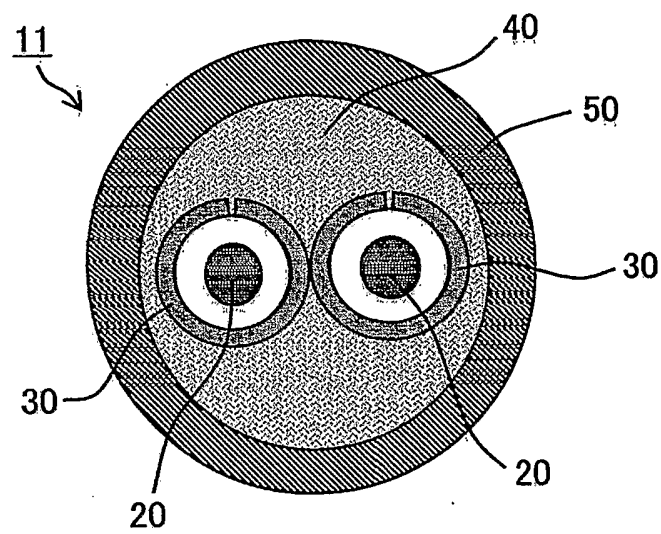
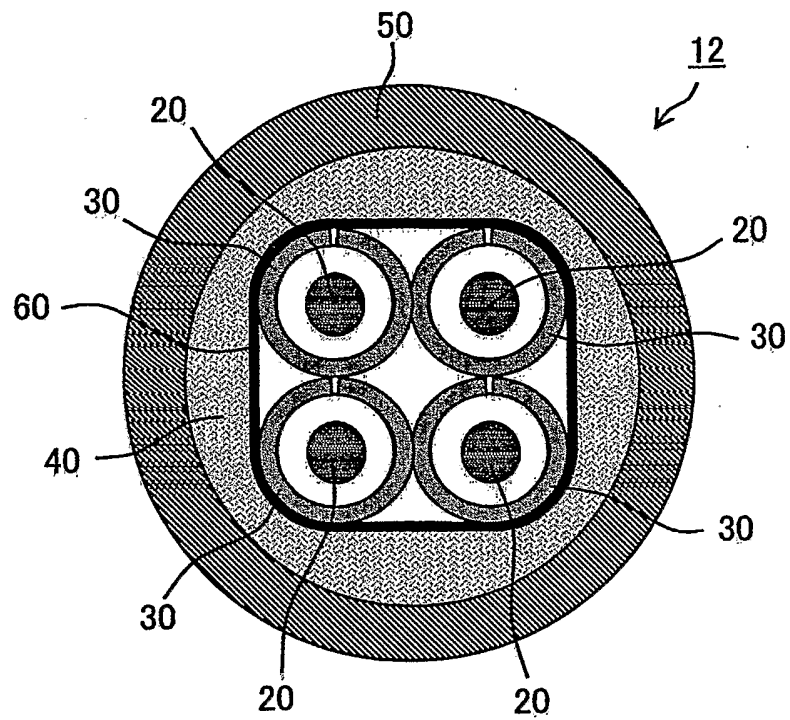


図 1 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007651

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 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

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.
Y	JP 2003-43321 A (The Furukawa Electric Co., Ltd., Kabushiki Kaisha Seiwa Giken, Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 13 February, 2003 (13.02.03), Par. Nos. [0013], [0014], [0018], [0019]; Fig. 3 (Family: none)	1-8
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 116644/1985 (Laid-open No. 25910/1987) (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 17 February, 1987 (17.02.87), Claims; Fig. 1 (Family: none)	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* 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
22 June, 2004 (22.06.04)Date of mailing of the international search report
13 July, 2004 (13.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/007651

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 8-146259 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 June, 1996 (07.06.96), Claims 1 to 3; Par. No. [0083] (Family: none)	7
Y	WO 2001/095002 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 13 December, 2001 (13.12.01), Page 9, lines 17 to 23 & EP 1306708 A1 & CN 1433526 T	8
A	JP 63-5313 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 11 January, 1988 (11.01.88), Claim 1; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1, 4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ 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. Cl⁷ 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 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004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
Y	JP 2003-43321 A (古河電気工業株式会社、株式会社成和技研、日本電信電話株式会社) 2003.02.13 段落13、14、18、19及び図3 (ファミリーなし)	1-8

☒ 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

22.06.04

国際調査報告の発送日

13.7.2004

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)

高 芳徳

2K

3103

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

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	日本国実用新案登録出願60-116644号 (日本国実用新案登録出願公開62-25910号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (住友電気工業株式会社) 1987. 02. 17 実用新案登録請求の範囲及び第1図 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 8-146259 A (住友電気工業株式会社) 1996. 06. 07 請求項1-3及び段落83 (ファミリーなし)	7
Y	WO 2001/095002 A1 (旭硝子株式会社) 2001. 12. 13, 第9頁第17-23行 & EP 1306708 A1 & CN 1433526 T	8
A	JP 63-5313 A (住友電気工業株式会社) 1988. 01. 11, 請求項1及び第1-5図 (ファミリーなし)	1, 4