

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006年7月27日 (27.07.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/077781 A1(51) 国際特許分類:
C03B 37/018 (2006.01)(YOSHIDA, Makoto) [JP/JP]; 〒3140102 茨城県神栖市
東和田 1 番地 信越化学工業株式会社内 Ibaraki (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/300389

(74) 代理人: 龍華 明裕 (RYUKA, Akihiro); 〒1631105 東京
都新宿区西新宿 6-2-2-1 新宿スクエアタワー
5 階 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2006年1月13日 (13.01.2006)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(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, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, LY, 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.

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2005-011730 2005年1月19日 (19.01.2005) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 信越化学
工業株式会社 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) [JP/JP];
〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号
Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

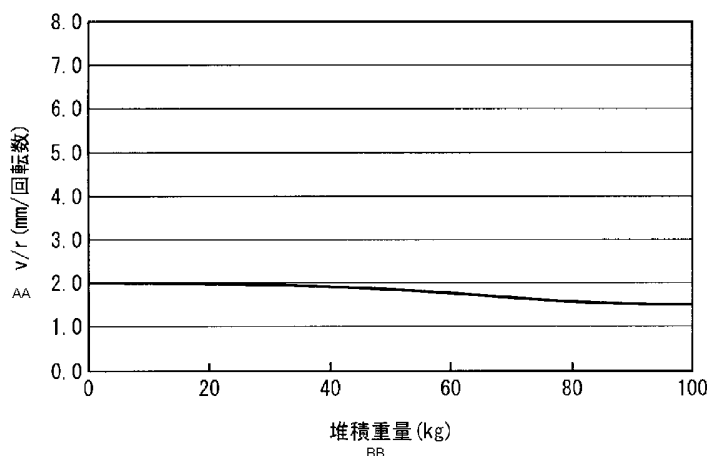
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田 真

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING BASE MATERIAL OF OPTICAL FIBER

(54) 発明の名称: 光ファイバ母材の製造方法



(57) Abstract: This invention provides a process for producing a base material of an optical fiber in which a starting member is rotated around the axis and, while relatively reciprocating the starting member or a burner, soot is deposited on the starting member to produce a base material of an optical fiber. The process is characterized in that, during the deposition of 15 to 85% by weight of the target deposition amount, for each single relative movement or plurality of times of relative movement, both the rotating speed of the starting member and the relative movement speed between the starting member and the burner are reduced. The production is preferably carried out in such a manner that v/r ratio falls within $1 < v/r < 5$, wherein r represents rotating speed, rpm, and v represents relative movement speed, mm/min, and is varied during the deposition. According to this production process, a base material of an optical fiber, which has no significant concaves and convexes in the radial direction and has no significant variation in diameter in the longitudinal direction, can be produced without lowering the soot deposition efficiency and soot density.

(57) 要約: 出発部材をその軸回りに回転させ、出発部材又はバーナーを相対的に往復移動させながら、出発部材上にスートを堆積させて光ファイバ母材を製造する方法であって、堆積目標量の15～85重量%の堆積が行われる間、1相対移動又は複数相対移動毎に、出発部材の

[続葉有]



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, IS, IT, LT, LU, LV, 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。

回転速度及び出発部材とバーナーとの相対移動速度を共に減少させて製造することを特徴としている。また、回転速度を r (rpm)、相対移動速度を v (mm/分) とするとき、 v/r 比が $1 < v/r < 5$ の範囲内にあり、 v/r 比を堆積中変化させて製造するのが好ましい。スートの付着効率やスート密度が低下することなく、径方向の凹凸及び長手方向の径変動の少ない光ファイバ母材の製造方法が提供される。

明 細 書

光ファイバ母材の製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、外付け法(OVD法)により大型の光ファイバ母材を製造する光ファイバ母材の製造方法に関する。
- [0002] なお、文献の参照による組み込みが認められる指定国については、下記特許出願の明細書に記載された内容を参照により本出願に組み込み、本件明細書の記載の一部とする。

特願2005-011730号 出願日2005年1月19日

背景技術

- [0003] 光ファイバ用母材を製造するために各種の方法が提案されている。それらの方法のなかのひとつであるOVD法では、回転する出発部材およびバーナーを相対移動させながら、バーナー火炎中で生じた原料ガスの加水分解反応により生成したガラス微粒子(スート)を出発部材に付着、堆積させてスート堆積体を形成する。このスート堆積体を電気炉内で脱水、焼結することにより光ファイバ母材が得られる。このOVD法は、所望の屈折率分布を形成できる範囲が比較的広く、更に、大口径の光ファイバ用母材の製造に適していることから広く実施されている。
- [0004] 近年、光ファイバ用母材の大型化がとみに進んでいる。ただし、光ファイバ用母材の大型化には太径化を伴うが、径が太くなるほどスート堆積体の周速度が大きくなるため、堆積されるスートの密度が低下する。このため、堆積中のスートの剥がれ、割れ等が生じる頻度が高くなる。また、スート堆積体があまりに太くなると、後の透明ガラス化工程で使用される焼結・ガラス化炉に入らなくなるという問題もある。
- [0005] これらの対策として、スート密度を上げる方法が試みられている。具体的には、燃焼ガスの流量を上げる方法や、出発物質の回転速度を小さくする方法が知られている。しかしながら、燃焼ガスの流量を大きくする方法は、スートの付着効率が低下するという問題に加えて、設備の熱負荷が増大するという問題がある。また、回転速度を小さくする方法は、それに伴って出発部材1回転当りのバーナーの往復移動距離が

大きくなる、即ち、バーナーの出発部材に対する螺旋ピッチが大きくなるために、スート堆積体の径方向および周方向に凹凸が発生するという問題を生じる。

[0006] 特許文献1は、大型プリフォームの製造にあたり、長手方向の径変動が小さいガラス母材を得る方法として、バーナーのトラバース毎にバーナーと堆積体との相対移動速度を速くすることを記載している。

[0007] また、特許文献2は、長手方向の外径変動を抑制し、かつ出発部材とスートとの界面で生じる境界剥離を低減する方法として、出発部材の回転速度とバーナーの相対移動速度の比を規定している。

特許文献1:特開2004-26566号公報

特許文献2:特開2004-35282号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献1に記載の方法では、長手方向の径変動は小さくなるが、径方向の凹凸が大きくなる。また、特許文献2に記載の方法では、堆積が進みスートが太くなることに伴う周速度増加により、所定のスート密度を維持することが困難となる。

[0009] 本発明は、スートの付着効率やスート密度が低下することなく、径方向の凹凸及び長手方向の径変動の少ない光ファイバ母材の製造方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の光ファイバ母材の製造方法は、出発部材をその軸回りに回転させ、出発部材又はバーナーを相対的に往復移動させながら、出発部材上にスートを堆積させて光ファイバ母材を製造する方法であって、スート堆積量の15～85重量%の堆積が行われる間、1相対移動又は複数相対移動毎に、出発部材の回転速度及び出発部材とバーナーとの相対移動速度を共に減少させて製造することを特徴とする。これにより、スート密度を維持した上で、堆積中の螺旋ピッチを変化させることにより、スート密度、径方向の凹凸、長手方向の径変動について良好な大型プリフォームを製造できる。

[0011] また、上記光ファイバ母材の製造方法において、回転速度を r (rpm)、相対移動速

度を v (mm/分)とすると、 v/r 比が $1 < v/r < 5$ の範囲内にあり、 v/r 比を堆積中変化させて製造するのが好ましい。これにより、スート密度を維持した上で周方向の径変動の少ない大型プリフォームを製造できる。

- [0012] ただし、上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではない。これらの特徴群のサブコンビネーションもまた発明となり得る。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、スート密度を維持して堆積することができ、堆積中の剥がれ、割れ等を起こすことなく、径方向の凹凸が小さく、長手方向の径変動の少ない光ファイバ母材が得られる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]OVD法による光ファイバ母材の製造装置を示す概略図である。
[図2]実施例1の v/r 比と堆積重量の関係を示すグラフである。
[図3]比較例1の v/r 比と堆積重量の関係を示すグラフである。
[図4]比較例2の v/r 比と堆積重量の関係を示すグラフである。
[図5]スート堆積体の径方向の凹凸を説明する概略断面図である。
[図6]スート堆積体の長手方向の径変動を説明する概略断面図である。

符号の説明

- [0015] 1 出発部材、2 支持部材、3 回転モーター、4 バーナー、5 排気フード、6 スート堆積体
- [0016] 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明する。ただし、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

発明を実施するための最良の形態

- [0017] 以下、OVD法における本発明の光ファイバ母材の製造方法を、図面を参照して説明する。
- [0018] 図1に、OVD法による製造装置の一例を示した。出発部材1は、装置の支持部材2で把持され、その軸回りに回転自在に支持されている。また、指示部材2は、回転モ

ーター3により回転駆動されている。出発部材1の下方には、図上で左右に移動自在なバーナー4が配設される。一方、出発部材1の上方には、排気フード5が配設されている。

[0019] バーナー4には、通常、酸水素バーナーが使用され、図示していない移動機構により出発部材1に沿って左右に移動できる。バーナー4に供給される原料ガスとしては、例えば SiCl_4 等の蒸気と燃焼ガス(水素ガス及び酸素ガス)が例示される。バーナー4から発生する酸水素火炎中では、 SiCl_4 等の加水分解反応によりガラス微粒子(スート)が生成される。このガラス微粒子は、出発部材1に順次付着して堆積され、スート堆積体、即ち、光ファイバ用多孔質母材が形成される。

[0020] ここで、例えば図6に示すスート堆積体の長手方向に沿って発生する径変動を減少させるために、出発部材1の回転速度を低下させて出発部材1に対するバーナー4の螺旋ピッチを大きくすると、図5に示すように、スート堆積体6の周方向に凹凸が発生するという問題を生じる。

[0021] 上記光ファイバ用多孔質母材の形成において、回転する出発部材1と往復移動するバーナー4と相対移動するので、スートは螺旋を描きながら出発部材表面に堆積する。ここで、スート堆積量の15～85重量%の堆積が行われる間の期間については、径が太くなる堆積後半にかけて出発部材1の回転速度を小さくしていくことでスート密度が維持される。このとき、回転速度を小さくしたことでスートの螺旋ピッチ(堆積軌跡)が大きくなり、径方向の凹凸が大きくなるので、回転速度の変化に合わせて出発部材1とバーナー4との相対移動速度(以下、単に相対移動速度と称する)も小さくして、螺旋ピッチを小さくする。

[0022] なお、スート堆積量の15～85重量%の堆積時期において、回転速度及び相対移動速度を変化させる理由は、スート堆積量が15重量%未満のときはスート径が小さいので堆積時の不整、すなわち、径方向への凹凸や長手方向に径変動が発生しないためである。また、スート堆積量が85重量%を超えると目標重量に対する付着量が少ないので、堆積時の不整が成長しない。

[0023] なお、出発部材1の回転速度と相対移動速度は、1相対移動又は複数相対移動毎に、すなわちスートの1層又は複数層堆積毎に変化させることが好ましい。

[0024] また、螺旋ピッチが小さすぎると、長手方向の径変動が大きくなるため、回転速度を r (rpm)、相対移動速度を v (mm/分) とするとき、 v/r 比が $1 < v/r < 5$ の範囲内にあるように、回転速度と相対移動速度を変化させるとよい。

[0025] 以下、本発明を実施例に基づいてさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されず、様々な態様が可能である。

実施例 1

[0026] (実施例1)

図1に示した装置を用いて、OVD法による光ファイバ母材の製造を行った。

[0027] 出発部材1として、外径40mm ϕ 、長さ1,500mmの石英ガラス棒を支持部材2に取り付けた。スート堆積量は100kgである。スート堆積量の15%は、15kgのスートが付着した時の重量であり、85%は85kgのスートが付着した時の重量となる。

[0028] 15kgから85kgのスートが堆積する間に、回転数を60rpmから20rpmに、バーナー4の相対移動速度を120mm/分から30mm/分に、スート1層毎に滑らかに変化させた。このときの v/r 比と堆積重量で表すスート堆積量の関係を図2に示した。

[0029] 得られたスート堆積体を透明ガラス化したところ、径方向の径変動量は $\pm 0.1\%$ 以下で、長手方向の外径変動は $\pm 0.5\%$ 以下であった。

[0030] (比較例1)

相対移動速度を120mm/分で一定とした以外は、実施例1と同様の条件で光ファイバ母材の製造を行った。このときの v/r 比と堆積重量で表すスート堆積量の関係を図3に示した。

[0031] その結果、螺旋ピッチが大きいために、長手方向の径変動は小さく $\pm 0.5\%$ 以下であったが、径方向の径変動量が大きくなってしまい $\pm 0.3\%$ になった。

[0032] (比較例2)

相対移動速度を30mm/分で一定とした以外は、実施例1と同様の条件で光ファイバ母材の製造を行った。このときの v/r 比と堆積重量で表すスート堆積量の関係を図4に示した。

[0033] その結果、螺旋ピッチが小さいために、径方向の径変動量は小さくなり $\pm 0.1\%$ 以下であったが、長手方向の径変動が大きくなってしまい $\pm 1.0\%$ になった。

[0034] これらの測定結果から、 v/r 比を $1 < v/r < 5$ の範囲内とすることが好ましいことが判る。

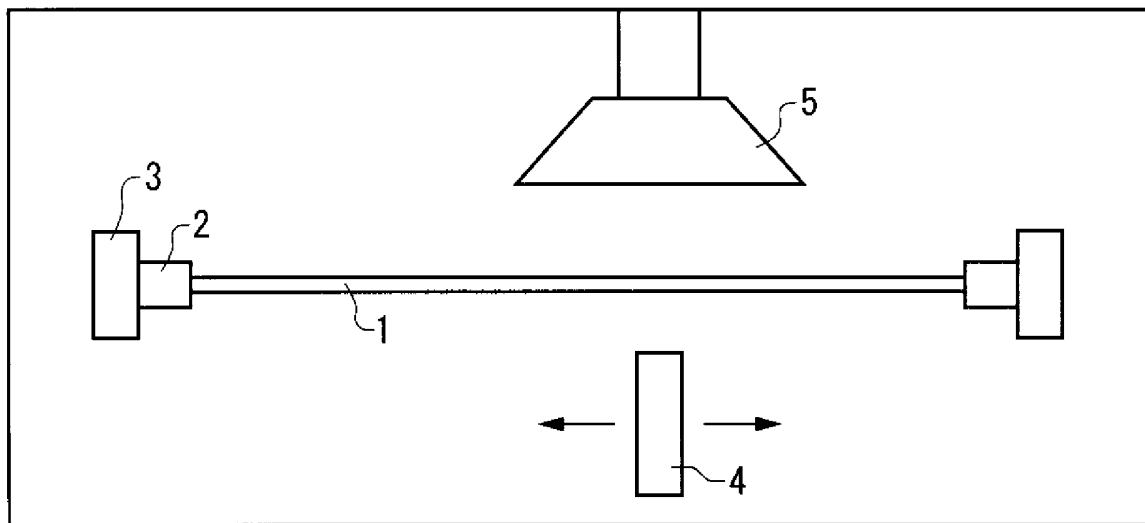
産業上の利用可能性

[0035] 光ファイバ母材の生産コストの低減及び品質向上に寄与する。

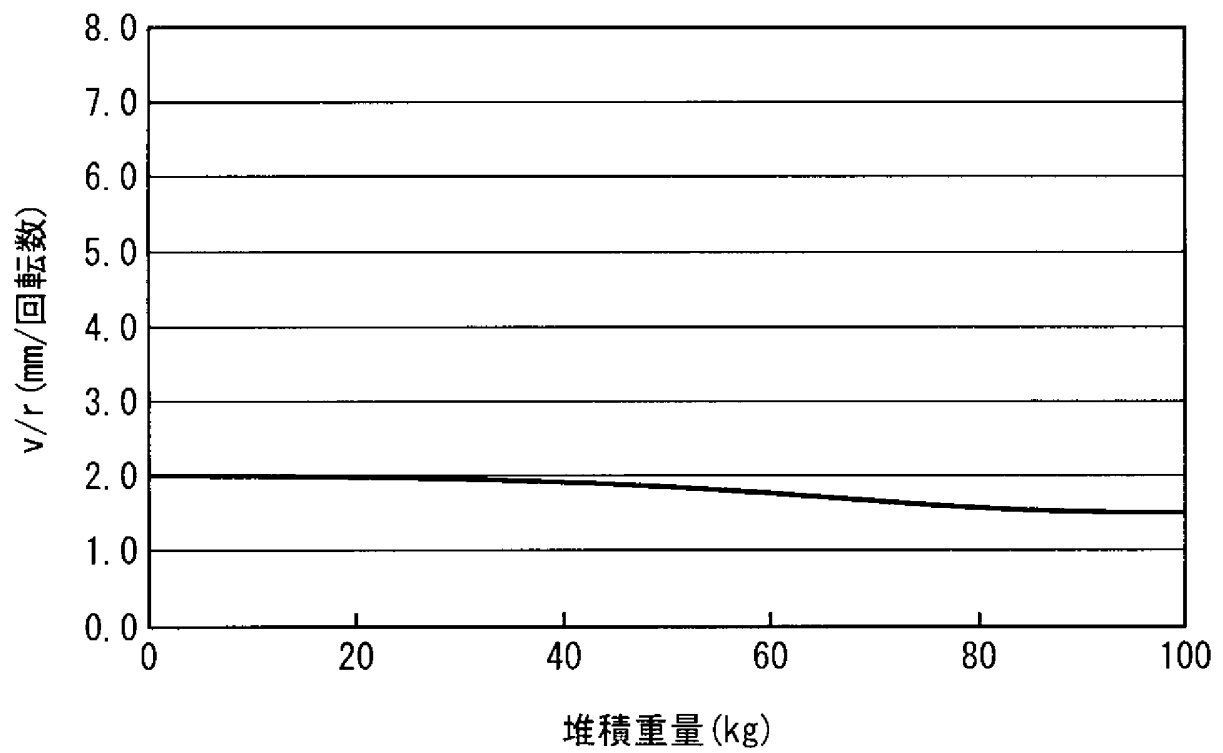
請求の範囲

- [1] 出発部材をその軸回りに回転させ、出発部材又はバーナーを相対的に往復移動させながら、出発部材上にスートを堆積させて光ファイバ母材を製造する方法であって、スート堆積量の15～85重量%の堆積が行われる間、1相対移動又は複数相対移動毎に、出発部材の回転速度及び出発部材とバーナーとの相対移動速度を共に減少させて製造することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。
- [2] 回転速度を r (rpm)、相対移動速度を v (mm/分)とすると、 v/r 比が $1 < v/r < 5$ の範囲内にあり、 v/r 比を堆積中変化させて製造する請求項1に記載の光ファイバ母材の製造方法。

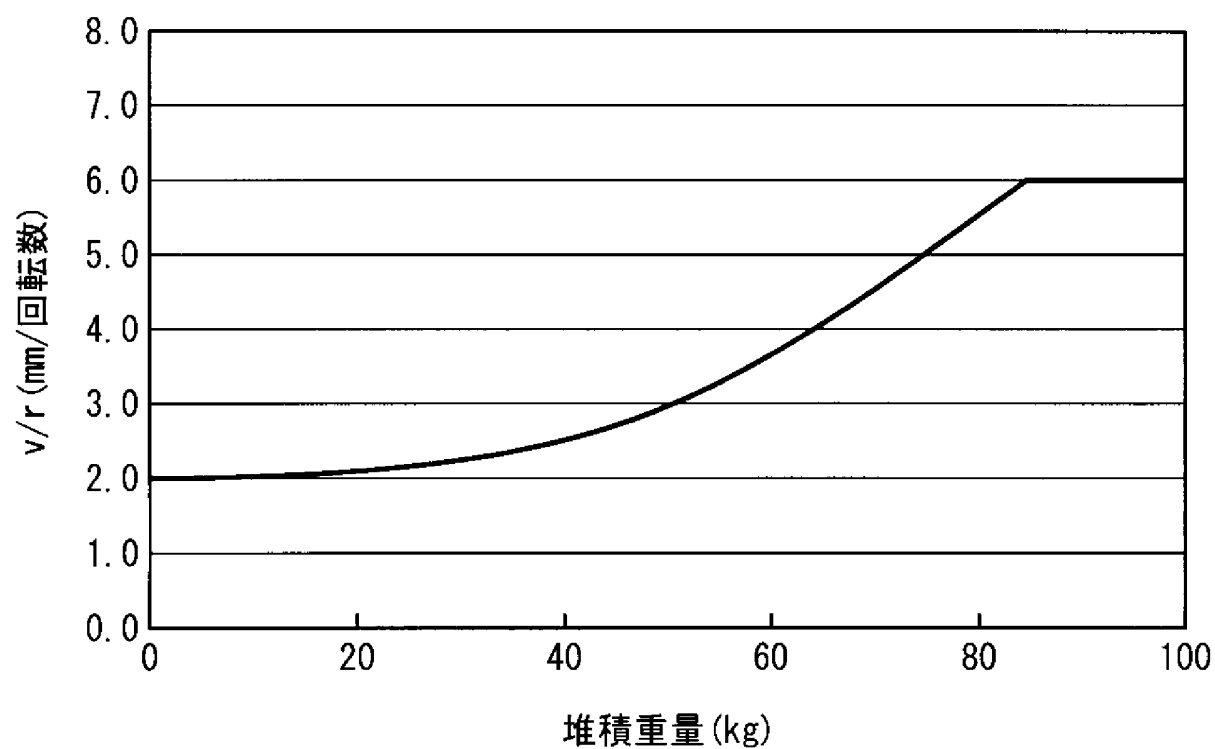
[図1]



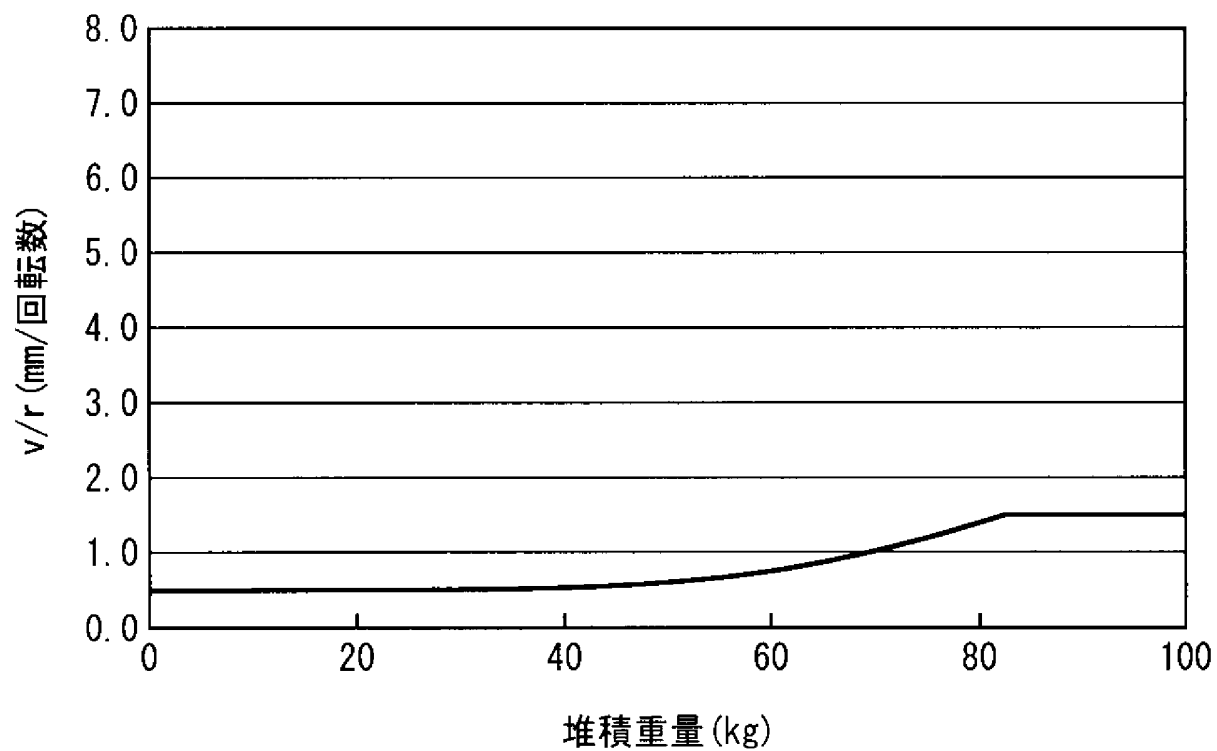
[図2]



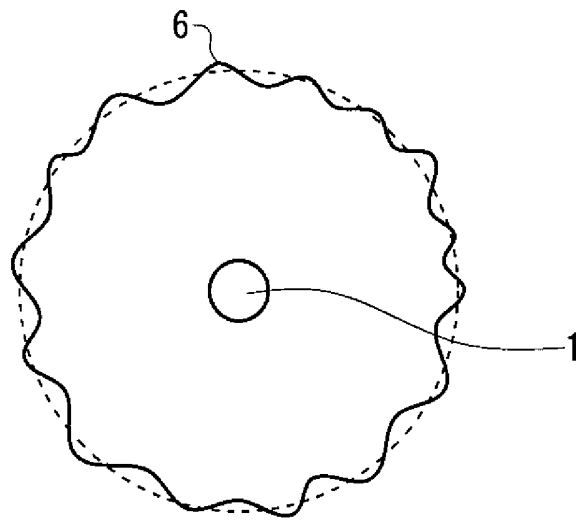
[図3]



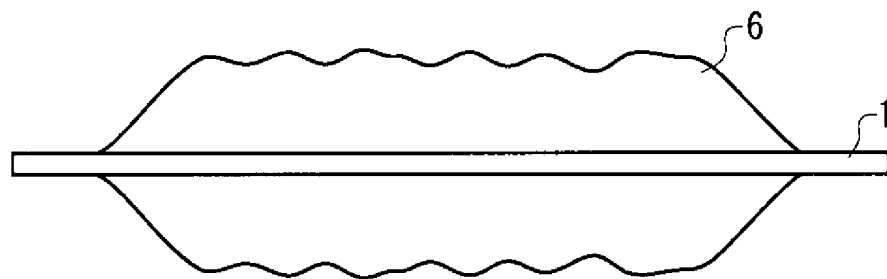
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/300389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B37/018 (2006.01)

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)

C03B8/04, 37/018 (2006.01)

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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 Y	WO 2004/035495 A1 (LG CABLE LTD.), 29 April, 2004 (29.04.04), Full text & JP 2005-528318 A	1 1, 2
Y	JP 2004-035282 A (Fujikura Ltd.), 05 February, 2004 (05.02.04), Full text (Family: none)	1, 2
A	JP 2002-167228 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 11 June, 2002 (11.06.02), Full text & EP 1190992 A2 & US 2002/0081377 A1	1, 2

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
16 March, 2006 (16.03.06)

Date of mailing of the international search report
04 April, 2006 (04.04.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C03B37/018 (2006.01)

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. C03B8/04, 37/018 (2006.01)

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	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 Y	WO 2004/035495 A1 (LG CABLE LTD.) 2004.04.29, 全文 & JP 2005-528318 A	1 1, 2
Y	JP 2004-035282 A (株式会社フジクラ) 2004.02.05, 全文 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2002-167228 A (住友電気工業株式会社) 2002.06.11, 全文 & EP 1190992 A2 & US 2002/0081377 A1	1, 2

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

16.03.2006

国際調査報告の発送日

04.04.2006

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)

永田 史泰

電話番号 03-3581-1101 内線 3465

4T

3342