

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/196104 A1

(51) 国際特許分類:

B24D 7/14 (2006.01) *B24D 3/00* (2006.01)
B24D 5/14 (2006.01) *C03B 37/012* (2006.01)
B24B 5/40 (2006.01)

永島 拓志(NAGASHIMA Takuji); 〒5410041 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 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/011788

(22) 国際出願日: 2020年3月17日(17.03.2020)

(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 2019-062449 2019年3月28日(28.03.2019) JP

(71) 出願人: 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33号 Osaka (JP).

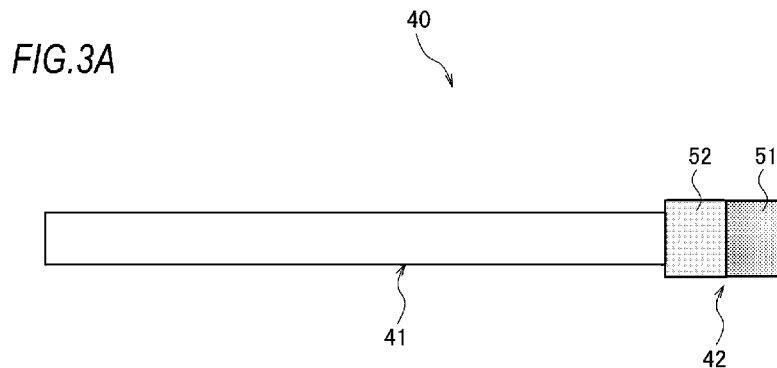
(72) 発明者: 中西 哲也 (NAKANISHI Tetsuya);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 信栄特許事務所(SHIN-EI PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング8階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: CUTTING TOOL, AND METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL FIBER BASE MATERIAL

(54) 発明の名称: 切削工具および光ファイバ母材製造方法



(57) Abstract: This cutting tool (40) comprises a shank part (41), and a cutting part (42) provided to one end of the shank part (41). The cutting part (42) has a first region (51) provided to one end of the cutting tool (40), and a second region (52) positioned closer to the center of the cutting tool (40) than is the first region (51). Abrasive grains are anchored to the first region (51) and the second region (52). The average grain diameter of the abrasive grains in the second region (52) is less than the average grain diameter of the abrasive grains in the first region (51).

(57) 要約: 切削工具 (40) は、シャンク部 (41) と、シャンク部 (41) の一端に設けられた切削部 (42) と、を備える。切削部 (42) は、切削工具 (40) の一端に設けられた第1領域 (51) と、第1領域 (51) よりも切削工具 (40) の中央寄りに位置する第2領域 (52) とを有する。第1領域 (51) および第2領域 (52) には、砥粒が固着される。第2領域 (52) における砥粒の平均粒径が、第1領域 (51) における砥粒の平均粒径よりも小さい。

(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 切削工具および光ファイバ母材製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、切削工具および光ファイバ母材製造方法に関する。

本出願は、2019年3月28日出願の日本出願第2019-062449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

[0002] 長手方向に延在するコアを有した光ファイバ母材は、ロッドインコラプス法で製造されることがある。ロッドインコラプス法では、例えば円柱形状のガラス体に、長手方向に延在する孔を形成してジャケット材が作製される。次に、この孔にコアロッドを挿入した後、ジャケット材の外部から加熱してコアロッドとジャケット材を一体化して光ファイバ母材が製造される。

[0003] 例えば、特許文献1は、長手方向に延在する1本のコアを有する光ファイバ母材（以下、シングルコア光ファイバ母材と称する）を製造する技術を開示している。特許文献2は、複数本のコアを有する光ファイバ母材（以下、マルチコア光ファイバ母材と称する）を製造する技術を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開昭63-2826号公報

特許文献2：日本国特開昭61-201633号公報

発明の概要

[0005] 本開示の一態様に係る切削工具は、シャンク部と、前記シャンク部の一端に設けられた切削部と、を備える切削工具であって、前記切削部は、前記切削工具の一端に設けられた第1領域と、前記第1領域よりも前記切削工具の中央寄りに位置する第2領域とを有し、前記第1領域および前記第2領域には、砥粒が固着され、前記第2領域における砥粒の平均粒径が、前記第1領

域における砥粒の平均粒径よりも小さい。

[0006] 本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法は、長手方向に延在するコアを有した光ファイバ母材を製造する方法であって、ガラス体の軸方向の一端から他端へ向かって、本開示の切削工具を使って孔を形成することによりジャケット材を作製し、前記孔にコアロッドを挿入し、前記ジャケット材を加熱して該ジャケット材と前記コアロッドとを一体化する。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図1は、マルチコア光ファイバの一例を示す断面図である。

[図2A]図2Aは、本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法で使用するガラス体を示す正面図である。

[図2B]図2Bは、本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法で使用するガラス体を示す断面図である。

[図3A]図3Aは、本開示の一態様に係る切削工具の一例を示す側面図である。

[図3B]図3Bは、本開示の一態様に係る切削工具の一例を示す正面図である。

[図3C]図3Cは、図3Aおよび図3Bの切削工具の、砥粒が固着している切削部を拡大した斜視図である。

[図4]図4は、本開示の実施形態に係るジャケット材を作製する工程における、ガラス体の中心軸を含む断面図である。

[図5]図5は、本開示の実施形態に係る、ジャケット材の中心軸を含む断面図である。

[図6]図6は、本開示の実施形態に係るコアロッドを挿入する工程における、コアロッドを挿入したジャケット材の中心軸を含む断面図である。

[図7]図7は、本開示の実施形態の変形例に係るジャケット材を作製する工程における、ガラス体の中心軸を含む断面図である。

[図8]図8は、本開示の実施形態の変形例に係る、ジャケット材の中心軸を含む断面図である。

[図9]図9は、本開示の実施形態の変形例に係るコアロッドを挿入する工程における、コアロッドを挿入したジャケット材の中心軸を含む断面図である。

[図10]図10は、本開示の実施形態に係る一体化する工程を示す概念図である。

[図11]図11は、ジャケット材の一例を示す断面図である。

[図12A]図12Aは、切削工具の他の一例を示す正面図である。

[図12B]図12Bは、切削工具のさらに他の一例を示す正面図である。

発明を実施するための形態

[0008] [本開示が解決しようとする課題]

シングルコア光ファイバ母材を製造するためのジャケットパイプでは、孔はジャケットパイプの中心に設けられる。ジャケットパイプが外部から加熱された場合、ジャケットパイプはジャケットパイプの中心軸に対して対称な状態を保ったまま変形する。つまり、孔の内周は孔の中心軸に向かって一様に縮小し、孔の内壁がコアロッドに接触する。この孔の内周の縮小と同時に孔の内壁が平滑になる。しかし、仮に孔の内壁の粗さが十分に小さくなる前に孔の内壁がコアロッドに接触すると、孔の内壁とコアロッドとの境界部分に気泡が残ることがある。気泡が存在する光ファイバ母材を線引きすると、光ファイバの外径変動が大きくなり、光ファイバの機械強度が低下する。

[0009] マルチコア光ファイバ母材がロッドインコラプス法で製造される場合、孔の内径とコアロッドの外径とのクリアランスが小さいと、コアの位置精度が高くなる。しかし、クリアランスが小さいと、孔の内壁の粗さが十分に小さくなる前に孔の内壁がコアロッドに接触しやすくなるので、気泡が残りやすくなる。

[0010] マルチコア光ファイバ母材には、孔を、ジャケットパイプの中心以外に設けたものがある。ジャケットパイプが外部から加熱された場合、ジャケットパイプの中心よりもジャケットパイプの外周近傍が強く加熱される。このため、ジャケットパイプの一断面において、ジャケットパイプの中心以外にある孔の内壁の粗さを内壁全周で等しく保つのは難しい。特に、ジャケットパ

イプの外周近傍に設けた孔では、孔の内壁のうちジャケットパイプの中心に近い部分の内壁の粗さが十分に小さくなる前に孔の内壁がコアロッドに接触し得るので、気泡が残りやすくなる。

[0011] [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。

(1) シャンク部と、前記シャンク部の一端に設けられた切削部と、を備える切削工具であって、前記切削部は、前記切削工具の一端に設けられた第1領域と、前記第1領域よりも前記切削工具の中央寄りに位置する第2領域とを有し、前記第1領域および前記第2領域には、砥粒が固着され、前記第2領域における砥粒の平均粒径が、前記第1領域における砥粒の平均粒径よりも小さい。第2領域における砥粒の粒径が、第1領域における砥粒の粒径よりも小さいので、本開示は、第1領域では孔開けの生産性を確保しつつ、第2領域では孔の内壁の粗さを小さくすることができる。よって本開示は、孔開けの生産性を損なうことなく、孔の内壁とコアロッドとの境界部分に気泡が残りにくい光ファイバ母材を得ることができる。

[0012] (2) 本開示の切削工具の一態様では、前記砥粒がダイヤモンド粒である。ダイヤモンド粒を用いれば、平滑な内壁を有した孔がガラス体に容易に形成される。

[0013] (3) 本開示の切削工具の一態様では、前記第1領域における前記砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 以上であり、前記第2領域における前記砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 未満である。第1領域における砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 以上であるので、本開示は、孔開けの加工速度を高速に維持できる。さらに、第2領域における砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 未満なので、本開示は上記加工速度でも平滑な内壁を得られる。

[0014] (4) 本開示の切削工具の一態様では、前記第2領域の外径が、前記第1領域の外径よりも大きい。第2領域の外径が第1領域の外径よりも大きいので、第1領域が孔を加工した後に、第2領域が孔の内壁を確実に加工できる。よって本開示は、平滑な内壁を有した孔を確実に得ることができる。

[0015] (5) 本開示の切削工具の一態様では、前記第2領域の外径と前記第1領域の外径との差が、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下の範囲である。第2領域の外径と第1領域の外径との差が $10\mu\text{m}$ 以上であるので、仮に第2領域の砥粒が摩耗しても、第2領域は孔の内壁の加工を続けることができる。さらに、第2領域の外径と第1領域の外径との差が $300\mu\text{m}$ 以下であるので、加工時における第2領域への負荷が大きくなり、第2領域の砥粒の摩耗が低減する。

[0016] (6) 本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法は、長手方向に延在するコアを有した光ファイバ母材を製造する方法であって、当該方法は、ガラス体の軸方向の一端から他端へ向かって、本開示の切削工具を使って孔を形成することによりジャケット材を作製し、前記孔にコアロッドを挿入し、前記ジャケット材を加熱して該ジャケット材と前記コアロッドとを一体化する。第2領域における砥粒の平均粒径が、第1領域における砥粒の平均粒径よりも小さいので、本開示は、第1領域では孔開けの生産性を確保しつつ、第2領域では孔の内壁の粗さを小さくすることができる。よって本開示は、孔開けの生産性を損なうことなく、孔の内壁とコアロッドとの境界部分に気泡が残りにくい光ファイバ母材を得ることができる。そして本開示は、このように製造された光ファイバ母材を線引きすれば、光ファイバの外径変動が少なく、かつ機械強度の低下のない光ファイバを製造することができる。

[0017] [本開示の効果]

本開示は、孔開けの生産性を損なうことなく、孔の内壁とコアロッドとの境界部分に気泡が残りにくい光ファイバ母材製造方法、切削工具を提供することを目的とする。

[本開示の実施形態の詳細]

[0018] 以下、添付図面を参照しながら、本開示による光ファイバ母材製造方法、切削工具の好適な実施の形態について説明する。

[0019] 図1は、マルチコア光ファイバ1の一例を示す断面図である。マルチコア光ファイバ1は、クラッド10内に例えば7個のコア11を有する。コア1

1 は、マルチコア光ファイバ 1 の長手方向に延在する。コア 11 は、光ファイバ中心軸上に配置された中心コアと、光ファイバ中心軸の周囲の六角形の頂点上に配置された外周コアを含む。各コア 11 は、クラッド 10 の屈折率よりも高い屈折率を有する領域を含んでおり、光を伝搬するよう構成されている。

[0020] 光ファイバ母材製造方法の一つとしてロッドインコラプス法がある。ロッドインコラプス法は、例えば円柱形状のガラス体の軸方向の一端から他端へ向かって、孔を形成することによりジャケット材を作製する工程と、ジャケット材の孔にコアロッドを挿入する工程と、ジャケット材を加熱してジャケット材とコアロッドとを一体化する工程と、を有する。

[0021] 図 2 A は、本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法で使用するガラス体 20 の一端 21 から見た正面図である。図 2 B は、図 2 A の X-X 線矢視断面図である。ガラス体 20 は、例えばフッ素が添加されたシリカガラス、あるいは純シリカガラスであり、円柱形状である。マルチコア光ファイバ 1 を得るために、ロッドインコラプス法で光ファイバ母材が製造される場合、ガラス体 20 には、軸方向の一端 21 から他端 22 に向かう 7 個の孔が、ドリル状の工具で設けられる。

[0022] 図 3 A から図 3 C は、本開示の一態様に係る光ファイバ母材製造方法に使用される切削工具 40 を説明する図である。図 3 A は、切削工具 40 の一例を示す側面図である。図 3 B は、切削工具 40 の一例を示す正面図である。図 3 C は、切削工具 40 の、砥粒が固着している切削部を拡大した斜視図である。切削工具 40 は、シャンク部 41 と、切削部 42 とを備える。シャンク部 41 は、例えば金属製の中空丸棒であり、長手方向に延びた軸線回りの回転力がシャンク部 41 に付与されるように構成されている。切削部 42 は、シャンク部 41 の前方（切削工具 40 の一端であって、図 3 A においては右側）に位置しており、シャンク部 41 とともに回転するよう構成されている。

[0023] 切削部 42 は、例えば中空丸棒であり、切削部 42 の断面上において中心

に、シャンク部41と同心の排出路50aが設けられている。切削部42の外周面は、切削工具40の一端に設けられた第1領域51と、第1領域51よりも切削工具40の中央寄りに位置する第2領域52とを有する。具体的には、第2領域52は、第1領域51よりも後方（図3Aにおいて左側）に位置する。第2領域52の前端は、例えば第1領域51の後端に連結している。第1領域51の長さL1および第2領域52の長さL2はいずれも例えば5mmである。第1領域51（先端面50を含む）および第2領域52には、砥粒（例えばダイヤモンド粒）が例えば多層の電着構造によって固着されている。

[0024] 砥粒の平均粒径は、JIS B 4130で規定されている粒度により評価される。第1領域51におけるダイヤモンド粒の平均粒径は100μm以上（JIS B 4130における粒度表示で#140以下）、好ましくは、150μm以上（JIS B 4130における粒度表示で#100以下）である。第2領域52におけるダイヤモンド粒の平均粒径は、第1領域51におけるダイヤモンド粒の平均粒径よりも小さい。詳しくは、第2領域52におけるダイヤモンド粒の平均粒径は100μm未満、好ましくは、50μm以下（JIS B 4130における粒度表示で#270以上）である。平均粒径は、例えば複数種類のふるいによって粒子を選別する方法で一般的に定められる。平均粒径105μmが粒度表示#140に、平均粒径149μmが#100に、平均粒径53μmが#270にそれぞれ相当する。

[0025] このように、第1領域51におけるダイヤモンド粒の平均粒径が100μm以上であるので、本実施形態は、孔開けの加工速度を高速に維持できる。第1領域51におけるダイヤモンド粒の平均粒径が150μm以上であれば、本実施形態は、孔開けの加工速度をより一層大きくすることができる。さらに、第2領域52におけるダイヤモンド粒の平均粒径が100μm未満なので、本実施形態は、上記加工速度でも平滑な孔の内壁を得られる。第2領域52におけるダイヤモンド粒の平均粒径が50μm以下であれば、本実施形態は、孔の内壁をより一層滑らかにすることができる。

- [0026] 切削部42に固着された砥粒は、ドレッシングによって突き出し量が調整されて切れ刃が形成される。ダイヤモンドは、合成ダイヤモンドでもよいし天然ダイヤモンドでもよい。ダイヤモンドはガラスの加工に好適であるが、本開示の砥粒には、CBN（Cubic Boron Nitride：立方晶窒化ホウ素）を用いてもよい。
- [0027] 図示の例では、第1領域51と第2領域52とが連結した例を挙げて説明した。しかし、砥粒が固着しない領域を第1領域51と第2領域52の間に設けて、第1領域51と第2領域52とが互いに離して配置されてもよい。本実施形態は第1領域51と第2領域52の2つの領域には限定されず、砥粒を固着した領域が3つ以上設けられてもよい。この場合、最も後方に位置する領域における砥粒の平均粒径が最も小さい。
- [0028] ガラス体20に孔を設ける切削部42において、第2領域52の外径と第1領域51の外径は同じ大きさであってもよい。しかし、図3Cに示すように好ましくは、第2領域52の外径D2が第1領域51の外径D1よりも大きい。第1領域51が孔をガラス体20に設けた後に、第2領域がこの孔の内壁を確実に加工できるからである。これにより本実施形態は、平滑な内壁を有した孔を得ることができる。
- [0029] 具体的には、第2領域52の外径D2と第1領域51の外径D1との差（ $D2 - D1$ ）は、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下の範囲である。第2領域52の外径D2と第1領域51の外径D1との差が $10\mu\text{m}$ 以上であるので、切削工具40の複数回の使用によって、仮に第2領域52のダイヤモンド粒が摩耗しても、第2領域52は孔の内壁の加工を続けることができる。加えて、第2領域52の外径D2と第1領域51の外径D1との差が $300\mu\text{m}$ 以下であるので、加工時における第2領域52への負荷が大きくなり、第2領域52のダイヤモンド粒の摩耗が低減する。
- [0030] ガラス体20に、図1で説明した7個のコア11と同じ位置に計7個の孔が形成される場合、切削工具40は回転駆動され、前方に配置された切削部42を先頭にして、ガラス体20の一端21から他端22へ向かってガラス

体 20 の内部に切削工具 40 が挿入される。切削部 42 で切削されたガラス材は例えば排出路 50a から後方に送られて排出される。

[0031] 図 4 から図 6 は、光ファイバ母材の製造方法における、ガラス体 20 およびジャケット材 27 の中心軸を含む断面図である。中空丸棒状の切削工具 40 により、ガラス体 20 に計 7 個のリング状孔 28 が形成される。図 4 は、計 7 個のうち、断面上の 3 個のリング状孔 28 が形成される中間工程を示す。各リング状孔 28 の中心には、削り残しの棒 24 が残っている。リング状孔 28 が他端 22 に到達すると、棒 24 は脱落し、リング状孔 28 は貫通孔 29 となる（図 5）。貫通孔 29 が本開示の孔に相当する。フッ素系のガス等を用いて貫通孔 29 の内表面が洗浄される。

[0032] 次いで、計 7 本のコアロッド 26 が貫通孔 29 にそれぞれ挿入される。図 6 は断面上の 3 本のコアロッド 26 を示す。この場合、例えば、マルチコア光ファイバ 1 の中心に位置するコアロッド 26 は、ジャケット材 27 の中心軸上に配置された貫通孔 29 と同心に配置される。また、マルチコア光ファイバ 1 の外周コアに位置する複数のコアロッド 26 は、それぞれ対応する貫通孔 29 においてジャケット材 27 の中心軸寄りに配置される。

[0033] なお、本開示の孔は貫通していなくてもよい。この場合、ガラス体 20 に、計 7 個のリング状有底孔 23 が形成される。図 7 は、断面上の 3 個のリング状有底孔 23 を示す。リング状有底孔 23 が本開示の孔に相当する。リング状有底孔 23 は、長手方向に沿って延びており、他端 22 から所定厚みを残した位置まで達している。ガラス体 20 内には、リング状有底孔 23 で囲まれた、削り残しの棒 24 が残っている。

[0034] 次に、ガラス体 20 を外部から加熱すると、棒 24 の底部分が軟化・熔融するので、棒 24 の底部分を切断すれば、ガラス体 20 内には、円状有底孔 25 が形成される（図 8）。続いて、例えば揉み付けツールが用いられ、あるいは二酸化炭素レーザが照射されて、円状有底孔 25 の底部分の残渣が取り除かれる。その後、フッ素系のガス等を用いて円状有底孔 25 内が洗浄されてジャケット材 27 が形成される。

[0035] 次いで、計7本のコアロッド26が円状有底孔25にそれぞれ挿入される。図9は、断面上の3本のコアロッド26を示す。この場合、例えば、マルチコア光ファイバ1の中心に位置するコアロッド26は、ジャケット材27の中心軸上に配置された円状有底孔25と同心に配置される。また、マルチコア光ファイバ1の外周コアに位置する複数のコアロッド26は、それぞれ対応する円状有底孔25においてジャケット材27の中心軸寄りに配置される。

[0036] コアロッド26は、ジャケット材27よりも屈折率が高いガラス棒であり、VAD (Vapor Phase Axial Deposition) 法等の気相ガラス合成法により作製される。ジャケット材27が、フッ素が添加されたシリカガラスである場合、コアロッド26には、純シリカガラス（塩素を含んでもよい）を含む中心コアと、この中心コアの周囲を取り囲み、フッ素が添加されたシリカガラスを含む光学クラッドを含むコアロッドが用いられる。一方、ジャケット材27が純シリカガラスの場合、コアロッド26には、GeO₂が添加されたシリカガラスを含む中心コアと、この中心コアの周囲を取り囲み、GeO₂が添加されていない純シリカガラスを含む光学クラッドを含むコアロッドが用いられる。

[0037] 図10は、本開示の実施形態に係る一体化する工程を示す概念図である。次に、ジャケット材27が加熱されてコアロッド26とジャケット材27が一体化する。詳しくは、コアロッド26が挿入されたジャケット材27は、例えばジャケット材27の中心軸周りに回転しており、加熱源は、ジャケット材27の軸線方向に移動（図10では右から左へ移動）している。ジャケット材27が加熱されると、貫通孔29または円状有底孔25の内径は表面張力によって収縮し、ジャケット材27はコアロッド26に溶着する。

[0038] 図10のA-A'は、加熱源が通過する前の位置を示す。コアロッド26およびジャケット材27は未だ一体化していない。図10のB-B'は、加熱源の通過中の位置を示す。マルチコア光ファイバ1の外周コアに位置するコアロッド26は、ジャケット材27と既に一体化している。しかし、マル

チコア光ファイバ１の中心に位置するコアロッド２６は、ジャケット材２７は未だ一体化していない。図１０のＣ－Ｃ’は、加熱源が通過した後の位置を示す。すべてのコアロッド２６およびジャケット材２７が一体化している。つまり、図１０のＣ－Ｃ’の位置では、図１１に示すようなマルチコア光ファイバ母材３の断面構造となっており、クラッド部３０とコア部３１が一体になる。

[0039] このように、ロッドインコラプス法では、ジャケット材２７の外周が加熱源に近いので、ジャケット材２７の外周がジャケット材２７の中心よりも早く加熱されて変形が進む。このため、図１０のＢ－Ｂ’の位置で説明したように、ジャケット材２７の外周近傍に設けた貫通孔２９または円状有底孔２５が、ジャケット材２７の中心に設けた貫通孔２９または円状有底孔２５よりも先に縮小する。一般的に、孔の内周の収縮とともに、穴の内壁が平滑になるが、ジャケット材２７の外周近傍に設けた貫通孔２９または円状有底孔２５では、貫通孔２９または円状有底孔２５の内壁のうちジャケット材２７の中心に近い部分の内壁の粗さが十分に小さくなる前に貫通孔２９または円状有底孔２５がコアロッド２６に接触し得る。また、貫通孔２９または円状有底孔２５の内径とコアロッド２６の外径とのクリアランスが小さい場合、図１１で説明したコア部３１の位置精度が高くなるが、貫通孔２９または円状有底孔２５の内壁の粗さが十分に小さくなる前にコアロッド２６に接触しやすくなる。

[0040] しかしながら、図３Ａから図３Ｃで説明したように、切削工具４０の第２領域５２におけるダイヤモンド粒の粒径が、第１領域５１におけるダイヤモンド粒の粒径よりも小さいので、第１領域５１は孔開けの生産性を確保し、第２領域５２は貫通孔２９または円状有底孔２５の内壁の粗さを小さくする。よって本実施形態は、孔開けの生産性を損なうことなく、貫通孔２９または円状有底孔２５の内壁とコアロッド２６との境界部分に気泡が残りにくいマルチコア光ファイバ母材３を得ることができる。そして本実施形態は、このように製造されたマルチコア光ファイバ母材３を線引きすれば、外径変動

が少なく、かつ機械強度の低下のないマルチコア光ファイバ1を製造することができる。

[0041] 上記実施例では、中空丸棒状の切削工具40の例を挙げて説明した。しかし、本開示はこの例に限定されない。例えば、図12A、図12Bに示すような中実丸棒状の切削工具40であってもよい。図12Aに示した切削工具40は、切削部42の外周面に例えば5本の排出路50aを有している。切削部42の先端面50は例えば円錐状である。

[0042] 図12Bに示した切削工具40は、切削部42が貫通孔29または円状有底孔25よりも小径である。そして、切削部42と切削された孔とが同心ではなく、切削部42は孔の中心に対して偏心した位置を中心にして回転する。この場合、切削部42が孔よりも小径であるので、ガラス材の排出路は設けられなくてもよい。切削部42の先端面50は例えば円錐状であってもよく十字状にしてもよい。

[0043] 上記実施例では、マルチコア光ファイバ母材3の製造方法を説明したが、本開示はシングルコア光ファイバ母材を製造する場合にも適用可能である。

[0044] 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、請求の範囲によって示され、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

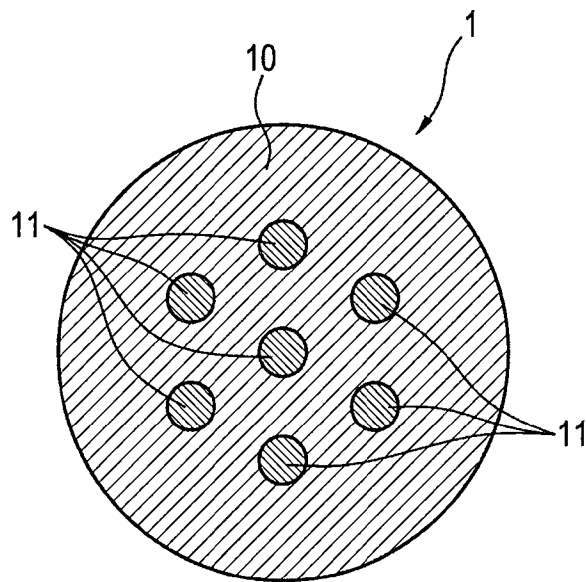
[0045] 1…マルチコア光ファイバ、3…マルチコア光ファイバ母材、10…クラッド、11…コア、20…ガラス体、21…一端、22…他端、23…リング状有底孔、24…削り残しの棒、25…円状有底孔、26…コアロッド、27…ジャケット材、28…リング状孔、29…貫通孔、30…クラッド部、31…コア部、40…切削工具、41…シャンク部、42…切削部、50…先端面、50a…排出路、51…第1領域、52…第2領域。

請求の範囲

- [請求項1] シャンク部と、
 前記シャンク部の一端に設けられた切削部と、を備える切削工具であって、
 前記切削部は、前記切削工具の一端に設けられた第1領域と、前記第1領域よりも前記切削工具の中央寄りに位置する第2領域とを有し、
 前記第1領域および前記第2領域には、砥粒が固着され、
 前記第2領域における砥粒の平均粒径が、前記第1領域における砥粒の平均粒径よりも小さい、切削工具。
- [請求項2] 前記砥粒がダイヤモンド粒である、請求項1に記載の切削工具。
- [請求項3] 前記第1領域における前記砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 以上であり、
 前記第2領域における前記砥粒の平均粒径が $100\mu\text{m}$ 未満である、
 請求項1または請求項2に記載の切削工具。
- [請求項4] 前記第2領域の外径が、前記第1領域の外径よりも大きい、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の切削工具。
- [請求項5] 前記第2領域の外径と前記第1領域の外径との差が、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下の範囲である、請求項4に記載の切削工具。
- [請求項6] 長手方向に延在するコアを有した光ファイバ母材を製造する方法であって、
 ガラス体の軸方向の一端から他端へ向かって、請求項1から請求項5のいずれか一項に記載の切削工具を使って孔を形成することによりジャケット材を作製し、
 前記孔にコアロッドを挿入し、
 前記ジャケット材を加熱して該ジャケット材と前記コアロッドとを一体化する、光ファイバ母材製造方法。

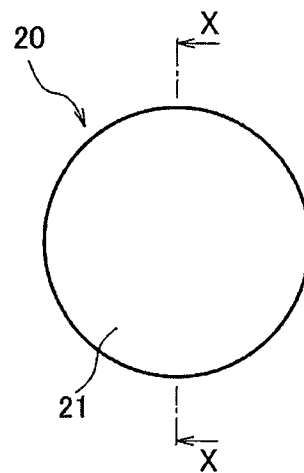
[図1]

FIG.1



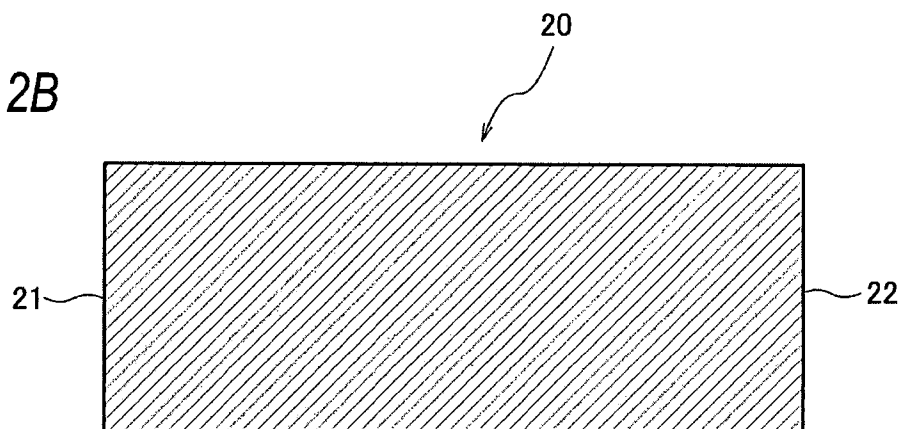
[図2A]

FIG.2A



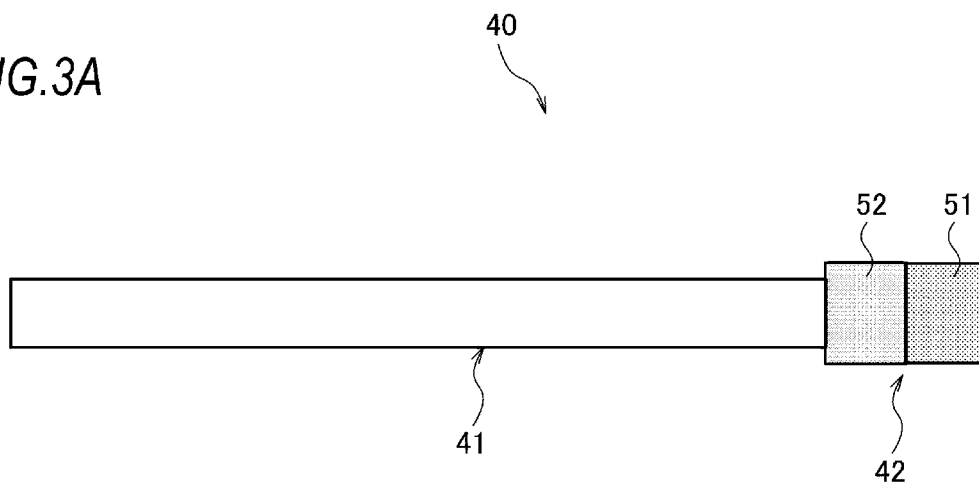
[図2B]

FIG.2B



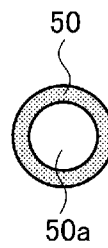
[図3A]

FIG.3A



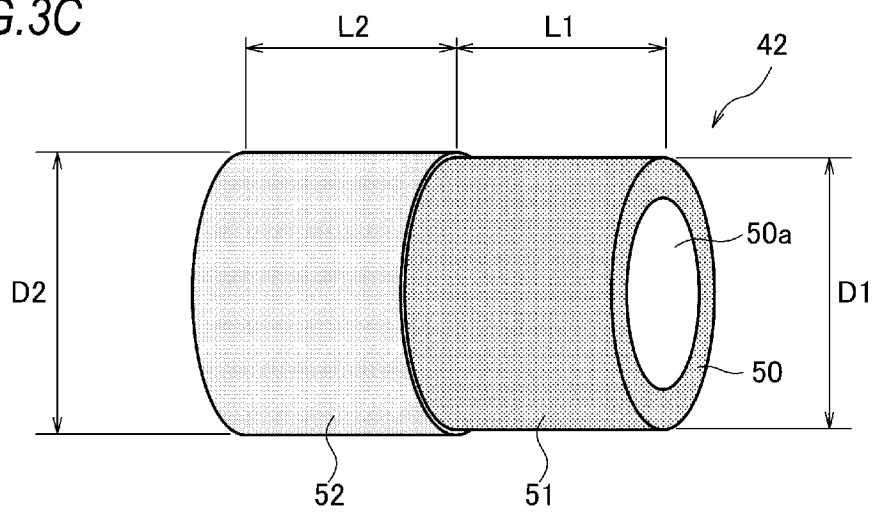
[図3B]

FIG.3B

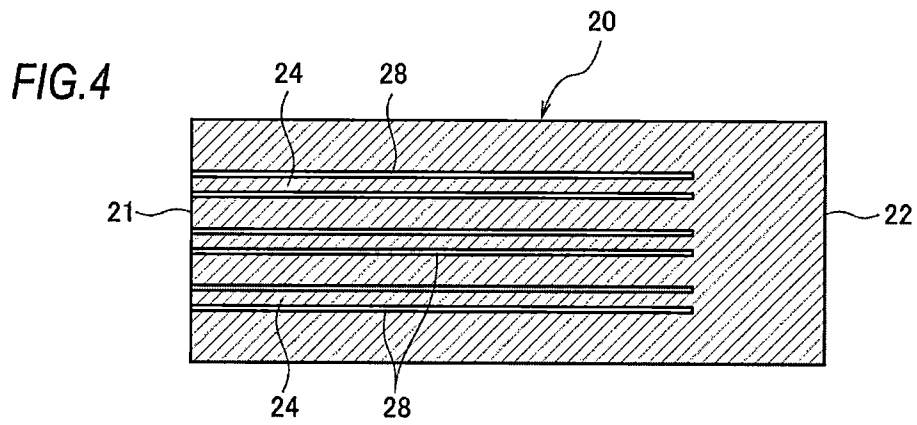


[図3C]

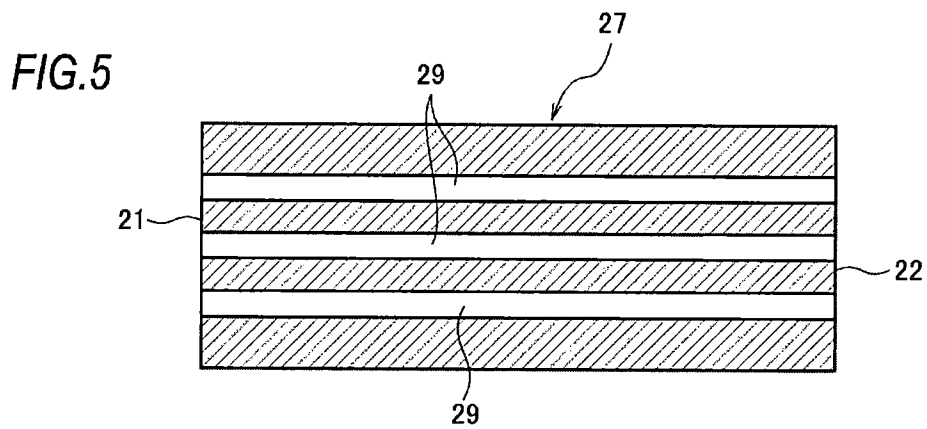
FIG.3C



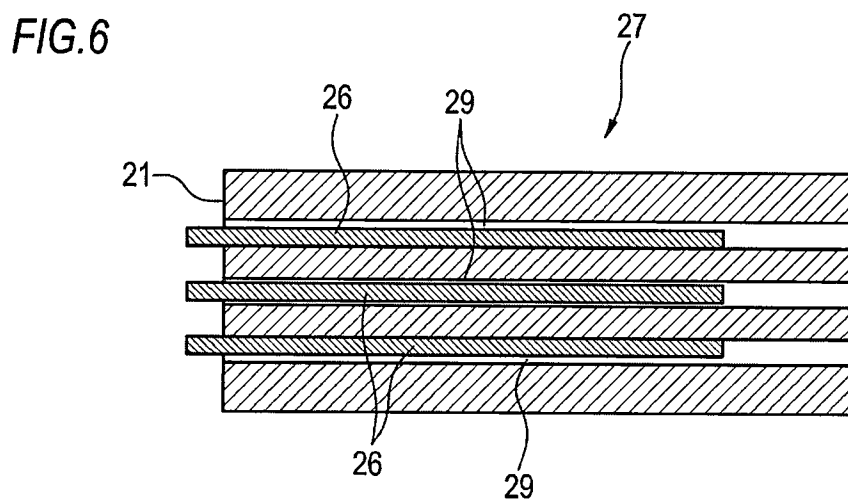
[図4]



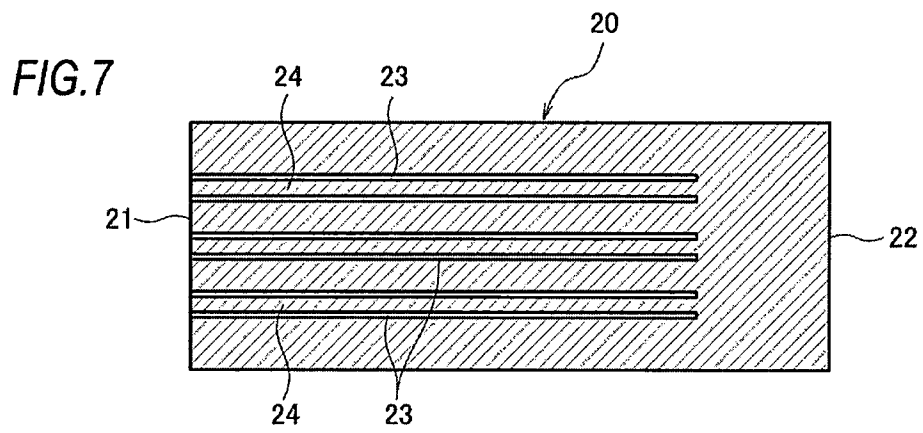
[図5]



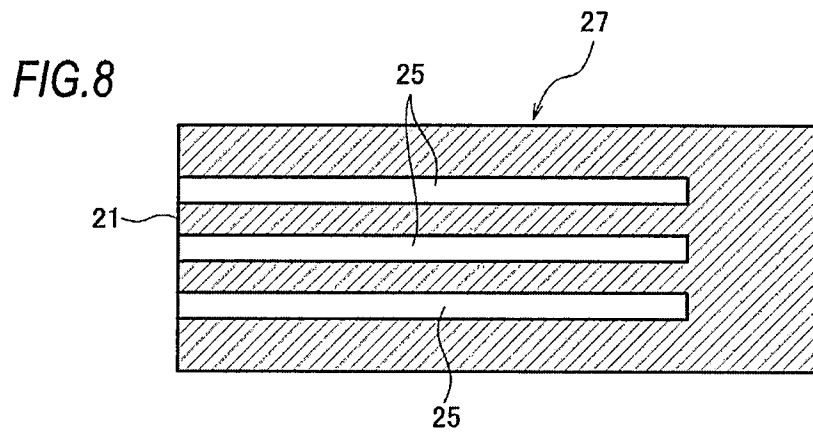
[図6]



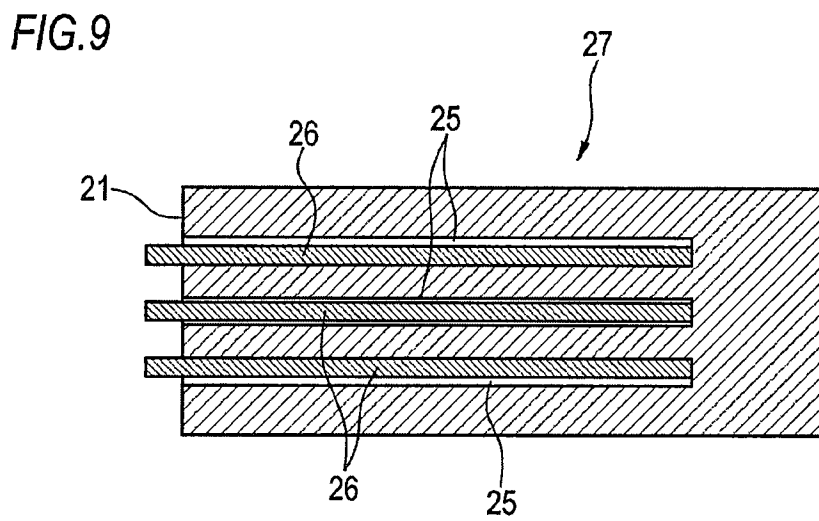
[図7]



[図8]

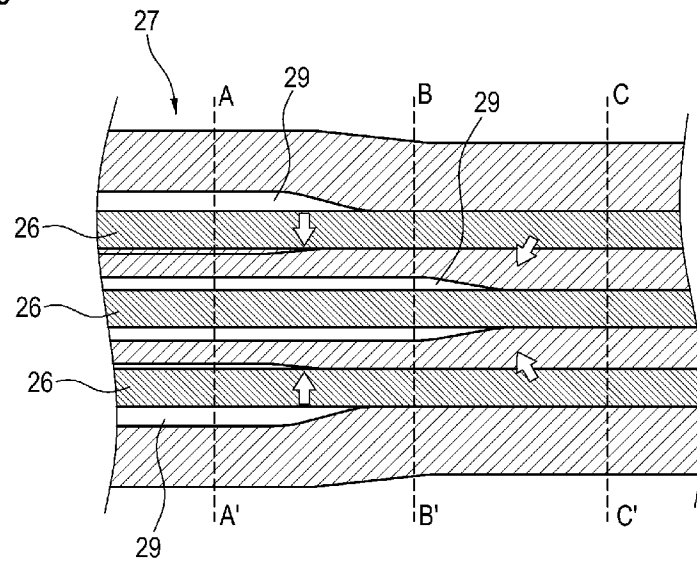


[図9]



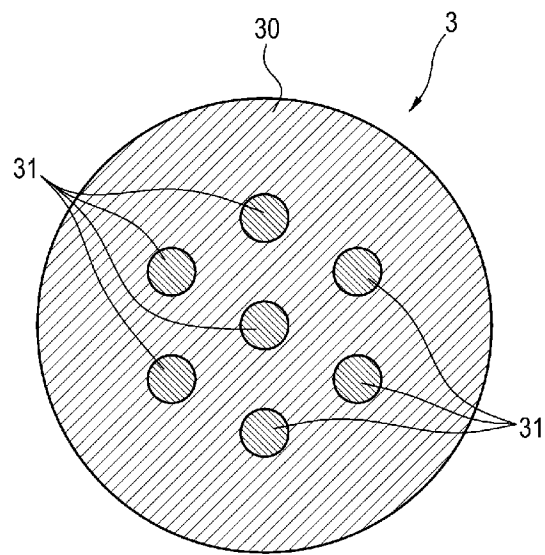
[図10]

FIG.10



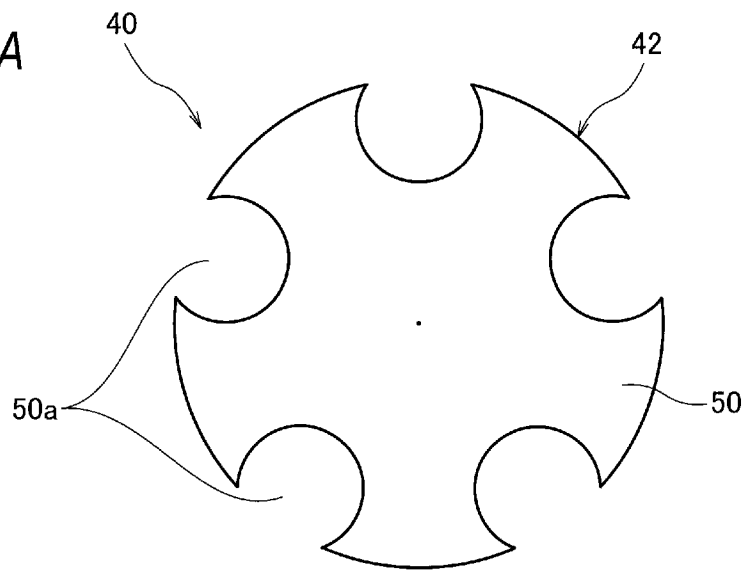
[図11]

FIG.11



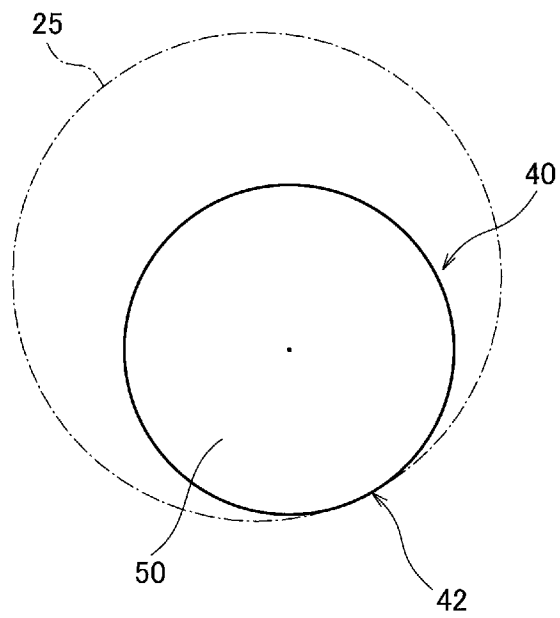
[図12A]

FIG.12A



[図12B]

FIG.12B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/011788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24D 7/14(2006.01)i; B24D 5/14(2006.01)i; B24B 5/40(2006.01)i; B24D 3/00(2006.01)i; C03B 37/012(2006.01)i
FI: B24D7/14; B24D5/14; B24D3/00 320B; B24B5/40 E; C03B37/012 A

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)
B24D7/14; B24D5/14; B24B5/40; B24D3/00; C03B37/012

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 56-41953 Y2 (HONDA MOTOR CO., LTD.) 01.10.1981	1-5
Y	(1981-10-01) columns 1-2, fig. 1-3	6
Y	JP 2014-159348 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 04.09.2014 (2014-09-04) paragraphs [0018]-[0023], fig. 2-3	6
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 26074/1989 (Laid-open No. 117861/1990) (FUJI DENKI KAGAKU CO., LTD.) 20.09.1990 (1990-09-20) pp. 3-4, fig. 1	1-5
A		6

☐ 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
03 June 2020 (03.06.2020)

Date of mailing of the international search report
16 June 2020 (16.06.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/011788

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 56-41953 Y2	01 Oct. 1981	(Family: none)	
JP 2014-159348 A	04 Sep. 2014	US 2016/0229733 A1 paragraphs [0036]- [0040], fig. 6-7 EP 2960218 A1 paragraphs [0024]- [0027], fig. 6-7 CN 105073663 A (Family: none)	
JP 2-117861 U1	20 Sep. 1990		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B24D 7/14(2006.01)i; B24D 5/14(2006.01)i; B24B 5/40(2006.01)i; B24D 3/00(2006.01)i; C03B 37/012(2006.01)i FI: B24D7/14; B24D5/14; B24D3/00 320B; B24B5/40 E; C03B37/012 A		
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）） B24D7/14; B24D5/14; B24B5/40; B24D3/00; C03B37/012 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年 国際調査で利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 請求項の番号
X	JP 56-41953 Y2（本田技研工業株式会社）01.10.1981（1981-10-01） 1-2欄、図1-3	1-5
Y		6
Y	JP 2014-159348 A（住友電気工業株式会社）04.09.2014（2014-09-04） [0018]-[0023]、図2-3	6
X	日本国実用新案登録出願1-26074号（日本国実用新案登録出願公開2-117861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（富士電気化学株式 社）20.09.1990（1990-09-20）3-4ページ、図1	1-5
A		6
☐ 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抵 触するものではなく、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 03.06.2020		国際調査報告の発送日 16.06.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 山内 康明 3C 9255 電話番号 03-3581-1101 内線 3324

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/011788

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	56-41953	Y2	01.10.1981	(ファミリーなし)	
JP	2014-159348	A	04.09.2014	US 2016/0229733 A1	
				[0036]-[0040]、図6-7	
				EP 2960218 A1	
				[0024]-[0027]、図6-7	
				CN 105073663 A	
JP	2-117861	U1	20.09.1990	(ファミリーなし)	