

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-253870

(P2011-253870A)

(43) 公開日 平成23年12月15日(2011.12.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO1S 3/094 (2006.01)	HO1S 3/094 S	5F172
HO1S 3/06 (2006.01)	HO1S 3/06 B	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2010-125576 (P2010-125576)
 (22) 出願日 平成22年6月1日(2010.6.1)

(71) 出願人 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100109667
 弁理士 内藤 浩樹
 (74) 代理人 100109151
 弁理士 永野 大介
 (74) 代理人 100120156
 弁理士 藤井 兼太郎
 (72) 発明者 長安 同慶
 大阪府豊中市稲津町3丁目1番1号 パナ
 ソニック溶接システム株式会社内
 Fターム(参考) 5F172 AE13 AF06 AM04 AM08 EE15
 EE16

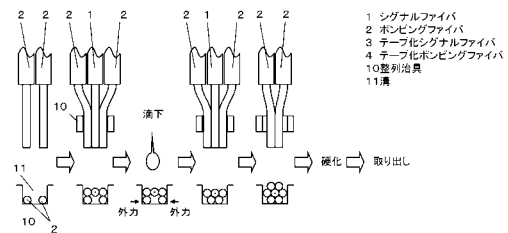
(54) 【発明の名称】 光ファイバカブラの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信号光伝送コア径が、カブラ入力ポートとカブラ出力ポートの間で不変である光ファイバカブラが用いられている。従来のカブラ入力ポート整列方法は、研磨のための生産効率が低いという課題を有していた。

【解決手段】 光ファイバをテープファイバ化し、整列治具10上の溝11に、テープファイバ化ポンプファイバ4、その上に、テープファイバ化シグナルファイバ3を積み上げ、ファイバコーティング剤を滴下する。その後、その上方に、2本目のテープファイバ化ポンプファイバ4を設置し、整列治具10からの突き出し量が等しくなるように、整列し、硬化後、整列治具10から取り出す。その後、出力ポートファイバであるクラッドポンプファイバ16に融着する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバを同一平面内配置で複数本の光ファイバを包含するテープファイバ化する工程と、前記テープファイバ化したテープファイバを切断する工程と、前記テープファイバを治具に装着して所定の段数積み上げる工程と、前記積み上げたファイバ束を構成する複数本の光ファイバのいずれかの光ファイバのクラッドと同じ屈折率を持つ光ファイバコーティング剤を滴下する工程と、前記積み上げたファイバ束を構成する各光ファイバの端面を段差なく整列する工程と、前記光ファイバコーティング剤を硬化する工程、を備えた光ファイバカブラ製造方法。

【請求項 2】

六角形に対して最密になるよう所定の段数積み上げる請求項 1 記載の光ファイバカブラ製造方法。

【請求項 3】

前記工程を、前記光ファイバコーティング剤が硬化後に固着せずに離れる材質の治具に設ける溝構造内で行う請求項 1、あるいは請求項 2、記載の光ファイバカブラ製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明はファイバレーザをポンピングする光ファイバカブラの製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

近年、レーザ加工が普及してきており、なかでも、その、高出力、高ビーム品質からファイバレーザが注目されている。この高出力、高ビーム品質ファイバレーザには、高注入のポンピング（励起）と低損失の伝送路が不可欠である。高注入のポンピングには光ファイバカブラが用いられている。また、低損失の伝送路を実現するには、伝送路の径が不変であることが望ましい。

【0003】

特に、レーザ光を伝送するコアを持つ信号光伝送ファイバの信号光伝送路は、その径の変化に敏感である。そのため、中心に信号光伝送ファイバ、その周囲にポンプファイバを配し、その信号光伝送コア径が、カブラ入力ポートとカブラ出力ポートの間で不変である光ファイバカブラが用いられている（例えば特許文献 1 参照）。

【0004】

この光ファイバカブラの製造方法は、カブラ入力ポートとカブラ出力ポートを融着している（例えば特許文献 2 参照）。

【0005】

そのため、融着工程の前にカブラ入力ポートを構成する複数本の光ファイバ端面を段差なく整列している必要がある。従来端面整列方法は、端面を研磨する方法（例えば特許文献 3 参照）や、中心部を除いて円環状に配したファイバを溶融一体化加工後に切断してから中心部に 1 本のファイバを挿入して整列する方法（例えば特許文献 4 参照）が用いられている。

【0006】

図 6 は上記従来光ファイバ製造方法におけるカブラ入力ポート整列方法を示している。図 6 において、1 本のシングルクラッド構造で、信号光を伝送するシグナルファイバ 101 を中心に、その周囲には 6 本のシングルクラッド構造でポンピング光を伝送するポンプファイバ 102 が配されてガラス筒 103 に挿入され、図示略の接着剤により、ガラス筒 103 に固定されている。

【0007】

以上のように構成された上記従来光ファイバ製造方法におけるカブラ入力ポート整列方法について、その方法を説明する。この状態でガラス筒 103 を把持して研磨を行い、

10

20

30

40

50

1本のシグナルファイバ101と6本のポンプファイバ102端面を段差なく整列させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2008-9390号公報

【特許文献2】特表2007-506119号公報

【特許文献3】特開2006-201294号公報

【特許文献4】米国特許第7272956号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、従来の光ファイバ製造方法におけるカブラ入力ポート整列方法は、研磨時に研磨のための砥粒、把持のための接着剤や把持材自体（例えばガラス）を発塵し、カブラ入力ポートのファイバ端面を汚染してしまう。それら汚染物を除去するための洗浄、乾燥等の行程が必要になり生産効率が低いという課題を有していた。

【0010】

また一方、円環状溶融一体化加工後に切断し、信号光伝送ファイバを挿入する方法では、挿入するファイバ端面が円環状配置のファイバと接触して挿入ファイバ端面を傷つける場合があり、生産効率が低いという課題を有していた。

【0011】

本発明は、生産効率が高い光ファイバ製造方法におけるカブラ入力ポート整列方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するために、本発明の光ファイバカブラ製造方法は、入力ポートファイバ束を構成する各光ファイバの端面を段差なく整列する方法が、前記入力ポートファイバ束を、同一平面内配置で複数本の光ファイバを包含するテープファイバ化して分割し、前記テープファイバ化した各光ファイバを立体的に積み上げて配置して整列する方法である。そして、この方法により生産効率が高いカブラ入力ポート整列方法を提供できることとなる。

【発明の効果】

【0013】

以上のように、本発明は、入力ポートファイバ束を、同一平面内配置で複数本の光ファイバを包含するテープファイバ化して分割し、前記テープファイバ化した各光ファイバを立体的に積み上げて配置して整列することにより生産効率が高いカブラ入力ポート整列方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の光ファイバカブラ製造方法の実施の形態1における整列工程を示す説明図

【図2】テープ化ファイバ説明図

【図3】整列治具を示す図

【図4】本発明の光ファイバカブラ製造方法の実施の形態1および実施の形態2における光ファイバカブラ製造方法の融着工程を示す説明図

【図5】本発明の光ファイバカブラ製造方法の実施の形態2における整列工程を示す説明図

【図6】従来の光ファイバカブラ製造方法の整列工程を示す説明図

【発明を実施するための形態】

【0015】

10

20

30

40

50

(実施の形態 1)

本実施の形態 1 では、正六角形に対して最密になるよう配置した複数本の光ファイバからなる入力ポートファイバ束として、中心にシグナルファイバを 1 本、その周囲にポンピングファイバを 6 本、合計 7 本の光ファイバを整列する場合を示す。

【0016】

図 2 において、ポンプファイバ 2 は、励起光を伝送する光ファイバであり、直径 125 マイクロメートルの石英ガラス製のコア、その外側を、クラッドの役割を担う樹脂製の被覆が覆う直径 250 マイクロメートルのシングルクラッド構造ファイバである。テープファイバ化ポンプファイバ 4 は、ポンプファイバ 2 を 2 本、同一平面内において並列に並べ、テープファイバ化工具、例えば市販の単心集合機、を用いてテープファイバ化したものであり、その一端を、ストリッパ、例えば市販されているホットジャケットストリッパ、を用いて被覆を除去、クリーニング後、クレーバ、例えば市販されている光ファイバカッタ、を用いてクレーブ（切断）をしている。

10

【0017】

これにより、2 本のポンプファイバ 2 は、中心間距離 250 マイクロメートルで各端面を段差なく整列する。一方、シグナルファイバ 1 は、シングルモードの信号光を伝送する光ファイバであり、直径約 5 マイクロメートルのゲルマニウム添加石英ガラスのコア、その外側を、クラッドの役割を担う石英ガラス製の直径 125 マイクロメートルのクラッドが覆い、更にその外側を樹脂製の被覆が覆う直径 250 マイクロメートルのシングルクラッド構造ファイバである。

20

【0018】

テープファイバ化シグナルファイバ 3 は、2 本のポンプファイバ 2 の間にシグナルファイバ 1 を挟んで、同一平面内において並列に並べ、テープファイバ化工具、例えば市販の単心集合機、を用いてテープファイバ化したものであり、その一端を、ストリッパ、例えば市販されているホットジャケットストリッパ、を用いて被覆を除去、クリーニング後、クレーバ、例えば市販されている光ファイバカッタ、を用いてクレーブ（切断）をしている。これにより、2 本のポンプファイバ 2 と、1 本のシグナルファイバ 1 は、各光ファイバ間中心間距離 250 マイクロメートルで各端面を段差なく整列する。

【0019】

図 3 において、整列治具 10 は硬化後のファイバコーティング剤をはじく材質、例えばフッ素樹脂、のブロック形状であり、上部には幅 400 マイクロメートル、深さ 300 マイクロメートルの溝 11 が全長に渡って刻まれている。整列治具 10 は図示略の拡大鏡の下に設置されている。

30

【0020】

図 4 において、クラッドポンプファイバ 16 は、中心に前記シグナルファイバ 1 のモードフィールド径に等しいモードフィールド径を持ち、シングルモードの信号光を伝送する、直径約 5 マイクロメートルの、希土類、例えばイッテルビウム、を添加した石英ガラスのコアを持ち、励起光を伝送する石英ガラス製の直径 125 マイクロメートルのインナークラッドを備え、更にその外側を樹脂製の OUTER クラッドを担う被覆が覆う直径 250 マイクロメートルのダブルクラッドクラッド構造ファイバである。

40

【0021】

以上の構成による光ファイバカプラ製造方法について、その方法を説明する。図 1 において溝 11 に、1 本目のテープファイバ化ポンプファイバ 4 の石英ガラス部分を設置する（以下、これを溝下段ファイバと呼ぶ）。

【0022】

その上に、テープファイバ化シグナルファイバ 3 の石英ガラス部分を配置する（以下、これを溝中段ファイバと呼ぶ）。

【0023】

その後、ファイバコーティング剤、望ましくは、ポンプファイバ 2 クラッドと同じ屈折率を持つ樹脂、を所定の位置に滴下する。望ましい滴下量は 0.05 ミリリットルである

50

。

【0024】

毛細管現象によりファイバ間に前記ファイバコーティング剤が入り込み、溝下段ファイバと、溝中段ファイバは近接する力が働く。その力に加え、外力を加えて溝下段ファイバと、溝中段ファイバを所望の位置に配するようにアシストする。これにより、

溝下段ファイバを構成する各光ファイバの中心ピッチは約125マイクロメートルとなる。またこのとき、仮に溝11長さが短いと、溝下段ファイバを構成する2本のポンプファイバ2端面が、図示略拡大鏡下で見ると、一直線ではなく、V字型に屈曲してしまう。そのため、溝下段ファイバを構成する各光ファイバの端面が、実用上十分である程度に同一平面内で配することができるように溝11長さを定めている。

10

【0025】

同様に、溝中段ファイバを構成する各光ファイバの中心ピッチも約125マイクロメートルとなる。このとき、溝中段ファイバの中央に位置するシグナルファイバ1の端面は、その両側に位置するポンプファイバ2の端面に比較して僅かに突出するが、実用上十分に小さな段差である。次に、溝中段ファイバの上方に、2本目のテープファイバ化ポンプファイバ4の石英ガラス部分を設置する（以下、これを溝上段ファイバと呼ぶ）。

【0026】

この溝上段ファイバにも前記ファイバコーティング剤が触れ、溝中段ファイバに近接する力が働く。その力に加え、外力を加えて溝下段ファイバ、溝中段ファイバと、溝上段ファイバを所望の位置に配するようにアシストする。

20

【0027】

これにより、溝上段ファイバを構成する各光ファイバの中心ピッチも約125マイクロメートルとなる。溝11上部に図示略のフタを載せ、溝下段ファイバ、溝中段ファイバ、溝上段ファイバに、各ファイバが移動可能な程度の荷重を加える。

【0028】

この状態で、図示略の拡大鏡下で溝下段ファイバと、溝中段ファイバと、溝上段ファイバの、整列治具10からの突き出し量が等しくなるように、つまり段差なく、1本目のテープファイバ化ポンプファイバ4と、テープファイバ化シグナルファイバ3と、2本目のテープファイバ化ポンプファイバ4位置を、図示略の微動装置を用いて整列する。整列後、ファイバコーティング剤を硬化、望ましくは紫外線硬化、する。硬化後は入力ポートファイバ束である入力バンドルファイバ15となる。整列治具10から取り出し、図4において、出力ポートファイバであるクラッドポンプファイバ16に融着する。

30

【0029】

なお、本実施の形態では、複数の光ファイバをテープファイバ化したが、あらかじめ複数の光ファイバをテープファイバ化しているテープファイバを用いても良い。また、整列治具から取り出して融着を行ったが、整列治具にファイバを搭載した状態で、ファイバコーティング剤を硬化して、あるいは硬化せずに、整列治具にファイバを搭載した状態で融着を行っても良い。加えて、本実施の形態では、正六角形に対して最密になるよう配置した複数の光ファイバ本数として7本としたが、同様に19本、37本、63本、・・・の正六角形に対して最密になる本数の光ファイバの場合も、同様の方法で同様の結果が得られ、融着する出力ポートファイバの断面形状に合わせた多角形に対して最密に配してもよい。

40

【0030】

以上のように、市販のテープファイバ化工具を用いて複数本の光ファイバをテープファイバ化することにより、光ファイバを同一平面状に並べることができ、そのため、市販のストリッパ、市販のクリーバを使用して光ファイバをクリーブすることができる。これにより1本の光ファイバ毎に被覆除去、クリーニング、クリーブを行った後に各光ファイバの端面を段差なく整列する方法に比較しても、光ファイバカブラの生産効率が向上する。

【0031】

また、ポンピングファイバを同一平面内でテープファイバ化することにより、立体的に

50

積み上げ、それを保持することが容易になり、整列も容易になる。

【0032】

この整列により、整列に研磨工程を必要としなくなり、光ファイバカブラの生産効率が向上する。加えて、複数のポンピングファイバを1本のテープファイバとして扱うことができるようになり、1本ずつ整列する場合に比較して、保持、整列が容易になる。そして、ポンピングファイバのクラッドと同一の屈折率を持つファイバコーティング剤を滴下することにより、ポンピング光の伝送路は、光ファイバカブラの入力ポートと出力ポートでの屈折率差がなく、効率良く伝送できる光ファイバカブラが製造できる。

【0033】

(実施の形態2)

本実施の形態において実施の形態1と同様の構成については同一の番号を付して詳細な説明を省略する。図5において、図1と同一の構成である。図1と異なるのは、その工程である。

【0034】

その方法を説明する。図5において溝11に、1本目のテープファイバ化ポンプファイバ4の石英ガラス部分を設置する(以下、これを溝下段ファイバと呼ぶ)。

【0035】

その上に、テープファイバ化シグナルファイバ3の石英ガラス分を配置する(以下、これを溝中段ファイバと呼ぶ)。

【0036】

その後、ファイバコーティング剤、望ましくは、ポンプファイバ2クラッドと同じ屈折率をもつ樹脂、を滴下する。望ましい滴下量は0.02ミリリットルである。毛細管現象によりファイバ間にファイバコーティング剤が入り込み、溝下段ファイバと、溝中段ファイバは近接する。その力に加え、外力を加えて溝下段ファイバと、溝中段ファイバを所望の位置に配するようアシストする。溝11上部から、溝11幅より小さい幅の図示略のフタを落としこみ、溝下段ファイバ、溝中段ファイバに、各ファイバが移動可能な程度の荷重を加える。前記溝11幅より小さい幅の図示略のフタは、ファイバコーティング剤と固着しない材質、例えばフッ素樹脂、である。

【0037】

図示略の拡大鏡下で溝下段ファイバと、溝中段ファイバの、整列治具10からの突き出し量が等しくなるように、1本目のテープファイバ化ポンプファイバ4と、テープファイバ化シグナルファイバ3位置を、図示略の微動装置を用いて整列する。整列後、ファイバコーティング剤を硬化、望ましくは紫外線硬化、する。その後、前記溝11幅より小さい幅の図示略のフタを取り除く。

【0038】

更にその上方に、2本目のテープファイバ化ポンプファイバ4の石英ガラス部分を設置する(以下、これを溝上段ファイバと呼ぶ)。

【0039】

その後、ファイバコーティング剤、望ましくは、ポンプファイバ2クラッドと同じ屈折率を持つ樹脂、を滴下、望ましくは滴下量0.03ミリリットル、すると、溝上段ファイバと、既に一体化した溝中段ファイバと溝下段ファイバに近接する。その力に加え、外力を加えて溝上段ファイバを所望の位置に配するようアシストする。溝11上部に図示略のフタを載せ、溝上段ファイバと、既に一体化した溝中段ファイバと溝下段ファイバに、各々が移動可能な程度の荷重を加える。前記フタは、ファイバコーティング剤と固着しない材質である。

【0040】

この状態で、図示略の拡大鏡下で溝上段ファイバと、既に一体化した溝中段ファイバと溝下段ファイバの、整列治具10からの突き出し量が等しくなるように、既に一体化した1本目のテープファイバ化ポンプファイバ4とテープファイバ化シグナルファイバ3と、2本目のテープファイバ化ポンプファイバ4位置を、図示略の微動装置を用いて整列する

10

20

30

40

50

。

【0041】

整列後、ファイバコーティング剤を硬化、望ましくは紫外線硬化、する。硬化後は入力ポートファイバ束である入力バンドルファイバ15となる。整列治具10から取り出し、図4において、出力ポートファイバであるクラッドポンプファイバ16に融着する。

【0042】

なお、本実施の形態では、整列治具を、光ファイバコーティング剤が硬化後に固着せずに離れる材質としたが、光ファイバコーティング剤が硬化後に固着する材質、例えば石英ガラス、とし、溝下段ファイバと溝中段ファイバ硬化時に整列治具も固着させ、その後、溝上段ファイバのみを移動、調芯、硬化することで、溝下段ファイバ、溝中段ファイバ、溝上段ファイバ、整列治具を全て一体化し、その一体化した状態で融着を行っても良い。

10

【0043】

そして、本実施の形態では入力バンドルファイバとクラッドポンプファイバを融着したが、光学的に接続、例えばレンズ、しても良い。また、本実施の形態では、溝下段ファイバと溝中段ファイバ整列後にファイバコーティング剤を滴下、硬化したが、各段を積み上げる度にファイバコーティング剤を滴下、硬化しても良い。

【0044】

以上のように、テープ化ファイバ積み上げに対して、都度ファイバコーティング剤滴下、硬化をすることにより移動できるテープ化ファイバ数が減り、整列が容易になり、生産効率が向上する。

20

【0045】

また、本実施の形態には記載しないが、都度ファイバコーティング剤滴下、硬化と、硬化によりファイバコーティング剤と固着する整列治具と組み合わせる場合は、移動できるテープ化ファイバ数は1本のみになり、より整列が容易になり、生産効率が向上する。

【0046】

加えて、予め定めたシグナルファイバのコア径を容易に選定でき、そのコア径からのずれも生じないので、信号光伝送コア径が、カブラ入力ポートとカブラ出力ポートの間で不変である、信号光伝送路の損失が低い光ファイバカブラが提供できる。

【産業上の利用可能性】

【0047】

本発明の光ファイバカブラ製造方法は、効率よく光ファイバカブラを提供することができ、ファイバレーザをポンピングする光ファイバカブラの製造などに有用である。

30

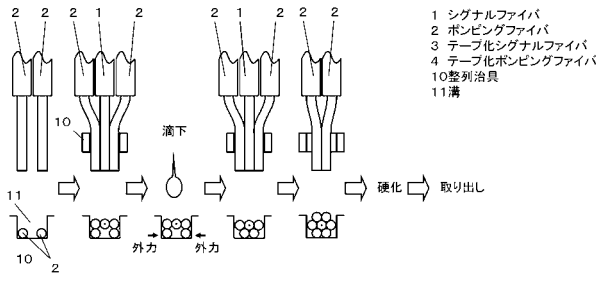
【符号の説明】

【0048】

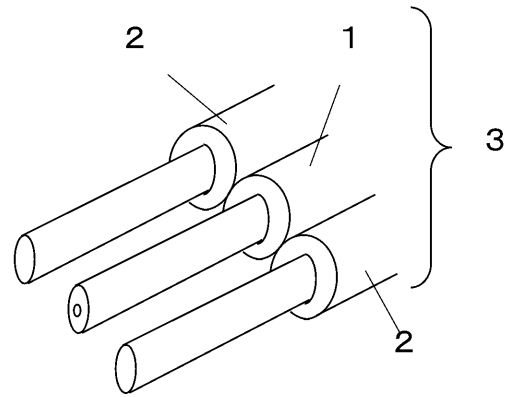
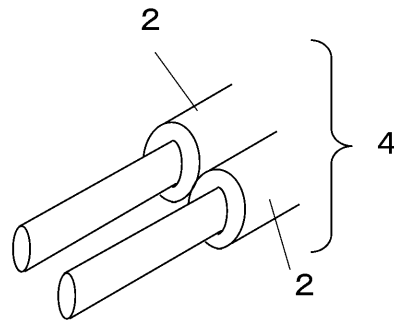
- 1 シグナルファイバ
- 2 ポンピングファイバ
- 3 テープ化シグナルファイバ
- 4 テープ化ポンピングファイバ
- 10 整列治具
- 11 溝
- 15 バンドルファイバ
- 16 クラッドポンプファイバ
- 101 シグナルファイバ
- 102 ポンピングファイバ
- 103 ガラス筒

40

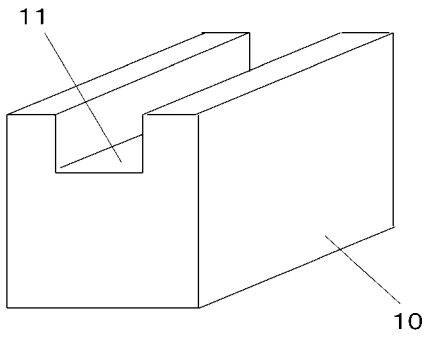
【図1】



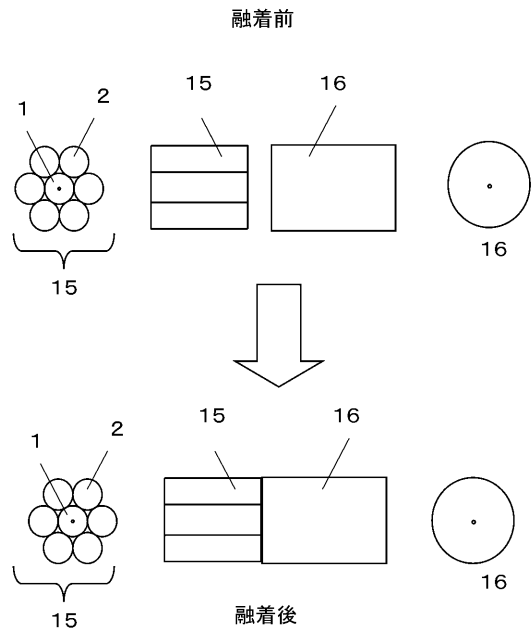
【図2】



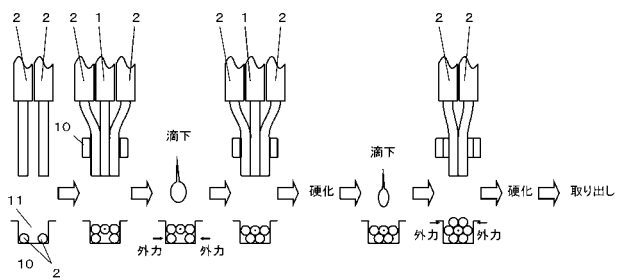
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

