

(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2012-208312

(P2012-208312A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 2 B 6/44 (2006.01) G 0 2 B 6/44 3 9 1 2 H 0 0 1
 G 0 2 B 6/44 3 7 1

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-73767 (P2011-73767)
 (22) 出願日 平成23年3月30日 (2011. 3. 30)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100153110
 弁理士 岡田 宏之
 (74) 代理人 100099069
 弁理士 佐野 健一郎
 (72) 発明者 齋藤 裕久
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 (72) 発明者 西岡 精家
 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電
 気工業株式会社横浜製作所内
 Fターム(参考) 2H001 BB15 BB27 KK17 MM02 MM04

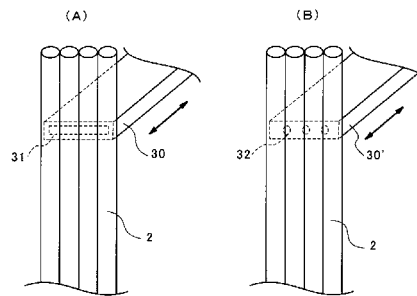
(54) 【発明の名称】 光ファイバテープ心線の製造装置および製造方法

(57) 【要約】

【課題】 連結部を形成する紫外線硬化樹脂の塗布切れがよく、樹脂ダレの少ない間欠的に連結される光ファイバテープ心線の製造装置と製造方法を提供する。

【解決手段】 複数本の光ファイバ心線 2 を平行一列に配列し、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部とにより長手方向で間欠的に連結してなる光ファイバテープ心線の製造で、走行する光ファイバ心線 2 の配列面に間欠的に接触させ紫外線硬化樹脂を付与して連結部を形成する樹脂付与機構と、光ファイバ心線の配列面から間欠的に離間させて紫外線硬化樹脂の付与を停止するとともに樹脂吸引して非連結部を形成する樹脂停止機構と、を有する樹脂供給装置 3 0 , 3 0 ' を備える。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数本の光ファイバ心線を平行一列に配列し、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部とにより長手方向で間欠的に連結してなる光ファイバテープ心線の製造装置であって、

走行する前記光ファイバ心線の配列面に間欠的に接触させ紫外線硬化樹脂を付与して前記連結部を形成する樹脂付与機構と、前記光ファイバ心線の配列面から間欠的に離間させて前記紫外線硬化樹脂の付与を停止すると共に樹脂吸引して前記非連結部を形成する樹脂停止機構と、を有する樹脂供給装置を備えていることを特徴とする光ファイバテープ心線の製造装置。

10

【請求項 2】

前記樹脂付与機構の樹脂塗布口は、前記複数の光ファイバ心線間を一括塗布、または、光ファイバ心線間を個別に塗布するように形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバテープ心線の製造装置。

【請求項 3】

前記樹脂付与機構の樹脂塗布口は、回転体上に設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の光ファイバテープ心線の製造装置。

【請求項 4】

前記樹脂塗布口を有する前記回転体は、前記光ファイバ心線の配列面の両側に配置されていることを特徴とする請求項 3 に記載の光ファイバテープ心線の製造装置。

20

【請求項 5】

前記樹脂供給装置は、前記光ファイバ心線間毎に対応して設置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバテープ心線の製造装置。

【請求項 6】

複数本の光ファイバ心線を平行一列に配列し、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部とにより長手方向で間欠的に連結してなる光ファイバテープ心線の製造方法であって、

樹脂供給装置の樹脂付与機構により、走行する前記光ファイバ心線の配列面に間欠的に接触させ紫外線硬化樹脂を付与して連結部を形成し、樹脂停止機構により前記光ファイバ心線の配列面から間欠的に離間して前記紫外線硬化樹脂の塗布を停止するとともに樹脂吸引して前記非連結部を形成することを特徴とする光ファイバテープ心線の製造方法。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数本の光ファイバ心線を平行一列に配列し、隣り合う光ファイバ心線同士が長手方向で間欠的に連結された形態の光ファイバテープ心線の製造に関する。

【背景技術】**【0002】**

複数本の光ファイバ心線を平行一列に並べて一体化された光ファイバテープ心線において、光ファイバ心線を単心に分離するのが容易であると共に、テープ心線の平行一列の保持状態を維持して多心一括融着接続等が行える光ファイバテープ心線が知られている。この光ファイバテープ心線は、複数本の光ファイバ心線を平行一列に並べ、その長手方向で連結部と非連結部を交互に形成し、隣り合う光ファイバ心線同士が間欠的に連結された形状のもので、種々の形状の光ファイバテープ心線とその製造装置および製造方法が提案されている。

40

【0003】

例えば、特許文献 1 には、複数本の光ファイバ心線を平行一列に並べた状態で走行させ、少なくとも一方の面側にノズルにより紫外線硬化樹脂を間欠的に塗布し、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部でテープ化する装置と方法が開示されている。

また、特許文献 2 には、コーティングダイスに間隔をおいて複数本の光ファイバ心線を

50

通す挿通穴を設け、隣り合う挿通穴を連通溝で連通させて、各連通溝に間欠的に紫外線硬化樹脂を供給して、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部でテープ化する装置と方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-241041号公報

【特許文献2】特開2010-237292号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

引用文献1, 2に開示の装置、方法においては、光ファイバ心線間を連結する連結部を、樹脂を間欠的に供給、すなわち、樹脂の供給と停止を制御することにより形成しているが、樹脂の塗布切れが悪く、設計通りの製造が難しいという問題がある。また、硬化するまでの間に樹脂ダレ等で、高速での製造が難しく生産性が悪いという問題がある。

【0006】

本発明は、上述した実状に鑑みてなされたもので、連結部を形成する紫外線硬化樹脂の塗布切れがよく、樹脂ダレの少ない間欠的に連結される光ファイバテープ心線の製造装置と製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

本発明による光ファイバテープ心線の製造装置および方法は、複数本の光ファイバ心線を平行一列に配列し、隣り合う光ファイバ心線同士を連結部と非連結部とにより長手方向で間欠的に連結してなる光ファイバテープ心線の製造で、走行する光ファイバ心線の配列面に間欠的に接触させ紫外線硬化樹脂を付与して連結部を形成する樹脂付与機構と、光ファイバ心線の配列面から間欠的に離間させて紫外線硬化樹脂の付与を停止するとともに樹脂吸引して非連結部を形成する樹脂停止機構と、を有する樹脂供給装置を備えていることを特徴とする。

【0008】

なお、前記の樹脂塗布機構の樹脂塗布口は、複数の光ファイバ心線間を一括塗布、または、光ファイバ心線間を個別に塗布するように形成されている。また、樹脂塗布機構の樹脂塗布口は、回転体上に設けられる構成としてもよく、さらに、この回転体を光ファイバ心線の配列面の両側に配置するようにしてもよい。また、前記の樹脂塗布機構はおよび樹脂停止機構は、光ファイバ心線間毎に備えるようにしてもよい。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、樹脂塗布口から走行する光ファイバ心線の配列面に所定位置まで樹脂の塗布を行った後、樹脂塗布口を光ファイバ心線の配列面から直ちに離間させるので、樹脂の塗布切れがよく、また、樹脂塗布口の離間後樹、樹脂の吸引を行うので樹脂ダレをなくすることができる。この結果、光ファイバ心テープ心線の連結部と非連結部を、設計通りに形成することができ、製造線速も向上させることが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明で対象とする光ファイバテープ心線の一例を示す図である。

【図2】本発明で用いる光ファイバテープ心線の製造装置の一例を示す図である。

【図3】本発明による樹脂付与と付与停止の一例を説明する図である。

【図4】図3の樹脂供給と樹脂吸引の例を説明する模式図である。

【図5】本発明による樹脂付与と付与停止の他の例を説明する図である。

【図6】図5の樹脂供給と樹脂吸引の例を説明する模式図である。

【図7】本発明による樹脂付与と付与停止のその他の例を説明する図である。

50

【図 8】本発明による樹脂塗布の他の例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図 1 は、本発明の製造装置および製造方法で製造される光ファイバテープ心線の一例を示す図で、図 1 (A) は複数本の光ファイバ心線を同時に一括連結する例を示し、図 1 (B) は隣り合う光ファイバ心線間のみを個別に連結する例を示している。図において、1 は光ファイバテープ心線 (テープ心線)、2 は光ファイバ心線、3 は連結部、4 は非連結部、5, 5' は紫外線硬化樹脂 (UV 樹脂) を示す。

【0012】

図 1 (A) に示す 4 心の光ファイバテープ心線 (以下、テープ心線という) 1 は、4 本の光ファイバ心線 2 を平行一列に並べて、隣り合う光ファイバ心線間を紫外線硬化樹脂 (以下、UV 樹脂という) 5 で所定の長さ範囲に同時に一括塗布して連結部 3 とし、所定の長さ範囲で光ファイバ心線に UV 樹脂を塗布しないようにして非連結部 4 としたものである。なお、UV 樹脂 5 は、図 1 (A1) に示すように、光ファイバ心線 2 の配列面の一方の面だけに塗布してもよく、図 1 (A2) に示すように、光ファイバ心線 2 の配列面の両方の面に塗布するようにしてもよい。

10

【0013】

また、図 1 (B) に示す 4 心のテープ心線 1 は、4 本の光ファイバ心線 2 を平行一列に並べて、隣り合う光ファイバ心線間のみを UV 樹脂 5' で所定の長さ範囲に同時に個別に塗布して連結部 3 とし、所定の長さ範囲で光ファイバ心線に UV 樹脂を塗布しないようにして非連結部 4 としたものである。なお、UV 樹脂 5' は、図 1 (B1) に示すように、光ファイバ心線 2 の配列面の一方の面だけに塗布してもよく、図 1 (B2) に示すように、光ファイバ心線 2 の配列面の両方の面に塗布するようにしてもよい。

20

【0014】

上記のテープ心線 1 によれば、光ファイバ心線を単心に分離する場合は、非連結部 4 のところにカッタ刃等を差し込んで、連結部 3 の UV 樹脂 5, 5' を切り裂くことにより、容易に単心に分離することができる。また、複数本の光ファイバ心線 2 は、長手方向に間欠的に形成されている連結部 3 により、その配列と並列状態が保持されているので、多心一括融着接続等も行うことができる。

【0015】

図 2 は、本発明によるテープ心線の製造に使用される製造装置の一例を示す図である。図において、10 は繰出機、11 はサプライガイドローラ、12 はサプライダンサローラ、13 は集線ローラ、14 は樹脂供給装置、15 は UV 樹脂タンク、16 は加圧装置、17 は UV 照射装置、18 は引取ガイドローラ、19 は引取機、20 はアキュムレータ、21 は巻取ダンサローラ、22 は巻取ガイドローラ、23 は巻取機を示す。

30

【0016】

テープ心線の製造は、まず、複数本の光ファイバ心線 2 をそれぞれの繰出機 10 から繰出し、サプライガイドローラ 11 およびサプライダンサローラ 12 を介して、集線ローラ 13 により平行一列に並べる。平行一列に並べられて走行される光ファイバ心線の少なくとも一方の配列面に、後述する樹脂供給装置 14 の樹脂付与機構により UV 樹脂が付与される。なお、樹脂供給装置 14 への UV 樹脂は、加圧装置 16 に作動される UV 樹脂タンク 15 から供給される。

40

【0017】

次いで、光ファイバ心線の配列面に付与された UV 樹脂は、UV 照射装置 17 により硬化され、テープ心線 1 の連結部とされる。テープ心線 1 は、引取ガイドローラ 18 を経て引取機 19 により引取られ、アキュムレータ 20 および巻取ダンサローラ 21 を経て巻取ガイドローラ 22 に案内され、巻取機 23 で巻取られる。

【0018】

本発明は、上記の巻取装置において、樹脂供給装置 14 の構成に特徴を有し、以下に図 3 ~ 8 により説明する。

50

図3は、UV樹脂の付与を光ファイバ心線2の配列面に対して直交する方向に移動制御される樹脂付与ノズル30, 30'の概念図である。樹脂付与ノズル30, 30'は、光ファイバ心線2の配列面に接触してUV樹脂を付与し塗布することで連結部が形成される。他方、樹脂付与ノズル30, 30'が光ファイバ心線2の配列面から離間（非接触）することでUV樹脂の付与が停止され、樹脂で連結されない非連結部が形成される。

【0019】

図3(A)は、スロット状の樹脂塗布口31を有する樹脂付与ノズル30により、光ファイバ心線2の配列面にUV樹脂を付与する例である。樹脂付与ノズル30は、例えば、光ファイバ心線2の配列面のほぼ全幅に接する横長の断面形状で形成され、複数本の光ファイバ心線2を横切る細長のスロット状の樹脂塗布口31を有する。この樹脂付与ノズル30を用いることで、図1(A), (A1)に示すように、複数本の光ファイバ心線2の所定の範囲にUV樹脂5を一括塗布して連結部3とすることができる。

10

【0020】

図3(B)は、複数の孔からなる樹脂塗布口32を有する樹脂付与ノズル30'により、光ファイバ心線の配列面にUV樹脂を付与する例である。樹脂付与ノズル30'は、図3(A)の例と同様に、ほぼ全幅に接する横長の断面形状で形成されるが、光ファイバ心線間に一致するように設けられた複数の孔からUV樹脂を押し出して塗布する樹脂塗布口32を有している。この樹脂付与ノズル30'を用いることで、図1(B), (B1)に示すように、複数本の光ファイバ心線間のみUV樹脂5を個別に塗布して連結部3とすることができる。

20

【0021】

図4は、樹脂付与時の樹脂供給と樹脂停止時の樹脂吸引を説明する模式図である。プランジャ33は、図3の樹脂付与ノズル30に相当するもので、樹脂塗布口34に連通してT字状の樹脂通路34a, 34bを有している。プランジャ33は、筐体35内を往復移動するように、例えば、エアシリンダ、カム等により駆動制御されるように構成される。筐体35には、樹脂供給路36と樹脂吸引路37が設けられ、プランジャ33の位置により樹脂通路34bが樹脂供給路36か樹脂吸引路37のいずれかに連通される。

【0022】

図4(A)は、樹脂付与時の状態を示し、プランジャ33の樹脂塗布口34は、光ファイバ心線2の配列面に接触してUV樹脂5を塗布している状態で、樹脂塗布口34に連通する樹脂通路34bが樹脂供給路36に通じて、UV樹脂が供給される。

30

図4(B)は、樹脂停止時の状態を示し、プランジャ33の樹脂塗布口34は光ファイバ心線2の配列面から離間してUV樹脂の塗布を行っていない状態で、樹脂塗布口34に連通する樹脂通路34bが樹脂吸引路37に通じて、樹脂通路内の樹脂が吸引される。

【0023】

すなわち、樹脂付与時には樹脂供給路36から樹脂塗布口34に樹脂が供給され、光ファイバ心線2の配列面に所定のUV樹脂5が塗布される。一方、樹脂停止時には、樹脂塗布口34は光ファイバ心線2の配列面から離間すると共に、樹脂塗布口34および樹脂通路34a, 34b内の樹脂を吸引して樹脂圧を下げ、樹脂塗布口34で樹脂ダレが生じないようにされる。

40

【0024】

図5は、光ファイバ心線2の配列面に対して、回転駆動部43により回転制御される樹脂付与回転体40, 40'を用いてUV樹脂を付与する例を示す概念図である。樹脂付与回転体40, 40'は、光ファイバ心線2の配列面に、樹脂塗布口41, 42を接触させてUV樹脂を付与し塗布することで連結部が形成される。他方、樹脂塗布口41, 42が光ファイバ心線2の配列面から回転移動して離間（非接触）することでUV樹脂の付与が停止され、UV樹脂で連結されない非連結部が形成される。

【0025】

図5(A)は、スロット状の樹脂塗布口41を有する樹脂付与回転体40により、光ファイバ心線の配列面にUV樹脂を付与する例である。樹脂付与回転体40は、光ファイバ

50

心線 2 の配列面のほぼ全幅に接する長さを有する円柱形状で、複数本の光ファイバ心線 2 を横切る細長のスロット状の樹脂塗布口 4 1 を有する。この樹脂付与回転体 4 0 を用いることで、図 1 (A) , (A 1) に示すように、複数本の光ファイバ心線 2 の所定の範囲に UV 樹脂 5 を一括塗布して連結部 3 とすることができる。

【 0 0 2 6 】

図 5 (B) は、複数の孔からなる樹脂塗布口 4 2 を有する樹脂付与回転体 4 0 ' により、光ファイバ心線の配列面に UV 樹脂を付与する例である。樹脂付与回転体 4 0 ' は、図 5 (A) と同様にほぼ全幅に接する長さを有する円柱形状であるが、光ファイバ心線間に一致するように設けられた複数の孔から UV 樹脂を押し出して塗布する樹脂塗布口 4 2 を有している。この樹脂付与回転体 4 0 ' を用いることで、図 1 (B) , (B 1) に示すように、複数本の光ファイバ心線間のみ UV 樹脂 5 を個別に塗布して連結部 3 とすることができる。

10

【 0 0 2 7 】

図 5 (C) は、図 5 (A) , (B) に示したような樹脂付与回転体 4 0 , 4 0 ' を、光ファイバ心線の配列面の両側に配し、配列面の両側から同時に樹脂を付与する例である。この構成を用いることで、図 1 (A 2) , (B 2) に示すように、光ファイバ心線の配列面の両面に UV 樹脂 5 を塗布して連結部 3 とすることができる。

【 0 0 2 8 】

図 6 は、上記の樹脂付与回転体を用いたときの樹脂付与時の樹脂供給と樹脂停止時の樹脂吸引を説明する模式図である。回転体 4 4 は、図 5 (A) の樹脂付与回転体 4 0 に相当するもので、樹脂塗布口 4 5 に連通して樹脂通路 4 5 a を有している。回転体 4 4 は、例えば、回転駆動部 4 3 により時計方向と半時計方向に往復回転するように構成される。回転体 4 4 には、樹脂供給路 4 6 と樹脂吸引路 4 7 が接するように配置され、回転体 4 4 の位置により樹脂通路 4 5 a が樹脂供給路 4 6 か樹脂吸引路 4 7 のいずれかに連通される。

20

【 0 0 2 9 】

図 6 (A) は、樹脂付与時の状態を示し、回転体 4 4 が反時計方向に回動し、樹脂塗布口 4 5 は光ファイバ心線 2 の配列面に接触して UV 樹脂の塗布を行っている状態で、樹脂塗布口 4 5 に連通する樹脂通路 4 5 a が樹脂供給路 4 6 に通じて UV 樹脂が供給される。

図 6 (B) は、樹脂停止時の状態を示し、回転体 4 4 が戸径方向に回動し、樹脂塗布口 4 5 は光ファイバ心線 2 の配列面から離間して UV 樹脂の塗布を行っていない状態で、樹脂塗布口 4 5 に連通する樹脂通路 4 5 a が樹脂吸引路 4 7 に通じて、樹脂通路内の樹脂が吸引される。

30

【 0 0 3 0 】

すなわち、樹脂付与時には樹脂供給路 4 6 から樹脂塗布口 4 5 に樹脂が供給され、光ファイバ心線 2 の配列面に所定の UV 樹脂 5 が塗布される。一方、樹脂停止時には、樹脂塗布口 4 5 は光ファイバ心線 2 の配列面から離間すると共に、樹脂塗布口 4 5 および樹脂通路 4 5 a 内の樹脂を吸引して樹脂圧を下げ、樹脂塗布口 4 5 で樹脂ダレが生じないようにされる。

【 0 0 3 1 】

図 7 は、その他の実施形態の一例を示す図である。本例は、図 3 (B) の樹脂付与ノズルを個別に分割した例で、複数の光ファイバ心線間のそれぞれに対応するように、樹脂付与ノズル 5 0 a , 5 0 b , 5 0 c を設置する。また、各樹脂付与ノズルは、光ファイバ心線 2 の配列面に対して個別に接触および離間し、また、個別に樹脂の供給と停止する制御が可能となる。このため、隣り合う光ファイバ心線間毎に、連結部と非連結部の位置を異ならせ、また、その長さも異ならせることもできる。

40

【 0 0 3 2 】

図 8 は、連結部を形成するその他の例を示す図である。図 3 ~ 図 7 では、初めから複数本の光ファイバ心線 2 を密着するように平行一列に並べ、その配列面に樹脂を塗布する例で説明した。これ対し、本例は、初めは複数本の光ファイバ心線 2 を、間隔を開けて平行一列に並べ、間隔部分に樹脂を塗布するようにした後に、光ファイバ心線 2 を密着するよ

50

うにした例である。

【 0 0 3 3 】

図 8 (A) に示すように、樹脂を付与する段階では、光ファイバ心線間には間隔 d があり、樹脂は光ファイバ心線の配列面の一方の面からのみ、間隔 d の部分にも樹脂が付与される。しかし、図 8 (B) に示すように、付与された樹脂が硬化するまでの間に、間隔を開けて配列された光ファイバ心線は、互いに密着するように間隔を狭め、一方の配列面から付与された樹脂が、反対側の配列面にも浸出するようにする。

この結果、配列面の両面から樹脂の付与を行なわなくても、配列面の両面から樹脂を付与したのと同様な形態で樹脂の塗布を行うことが可能となる。

【 0 0 3 4 】

なお、光ファイバ心線間の間隔を狭めるには、樹脂付与から樹脂硬化の段階で、樹脂の収縮を利用する形態、UV 照射装置の出口近傍に間隔を狭めたガイドローラを設置する形態、さらに、心線の張力を高めたり、製造線速を上げる等の方法を用いることにより容易に実現することができる。

また、図 8 では、図 7 で説明した個別対応の樹脂付与ノズル 5 0 a , 5 0 b , 5 0 c を用いる例で示したが、図 3 ~ 図 6 で説明したノズルや回転体を用いることもできる。

【 符号の説明 】

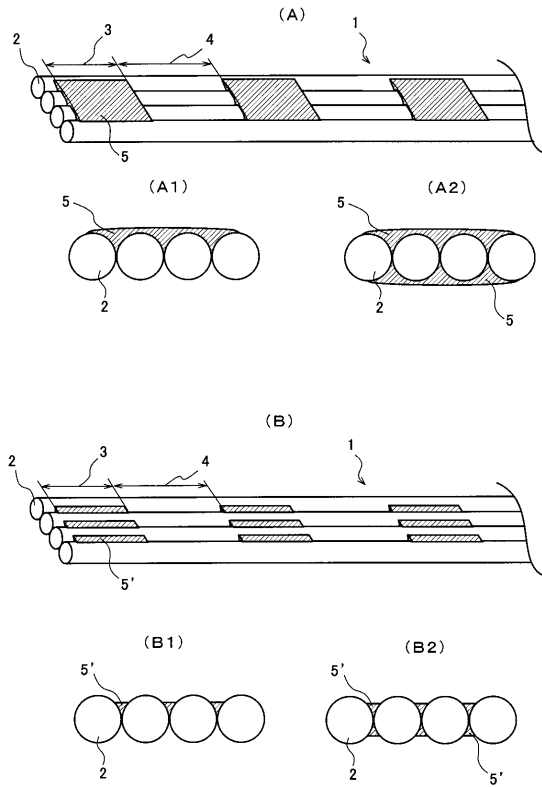
【 0 0 3 5 】

1 ... 光ファイバテープ心線、 2 ... 光ファイバ心線、 3 ... 連結部、 4 ... 非連結部、 5 , 5 ' ... 紫外線硬化樹脂 (UV 樹脂)、 1 0 ... 繰出機、 1 1 ... サプライガイドローラ、 1 2 ... サプライダンサローラ、 1 3 ... 集線ローラ、 1 4 ... 樹脂供給装置、 1 5 ... UV 樹脂タンク、 1 6 ... 加圧装置、 1 7 ... UV 照射装置、 1 8 ... 引取ガイドローラ、 1 9 ... 引取機、 2 0 ... アクキュムレータ、 2 1 ... 巻取ダンサローラ、 2 2 ... 巻取ガイドローラ、 2 3 ... 巻取機、 3 0 , 3 0 ' ... 樹脂付与ノズル、 3 1 , 3 2 , 3 4 ... 樹脂塗布口、 3 3 ... プランジャ、 3 4 a , 3 4 b ... 樹脂通路、 3 5 ... 筐体、 3 6 ... 樹脂供給路、 3 7 ... 樹脂吸引路、 4 0 , 4 0 ' ... 樹脂付与回転体、 4 1 , 4 2 , 4 5 ... 樹脂塗布口、 4 3 ... 回転駆動部、 4 4 ... 回転体、 4 5 a ... 樹脂通路、 4 6 ... 樹脂供給路、 4 7 ... 樹脂吸引路、 5 0 a ~ 5 0 c ... 樹脂付与ノズル。

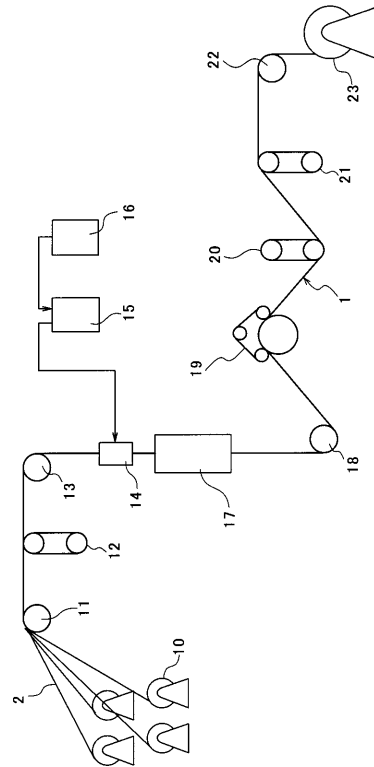
10

20

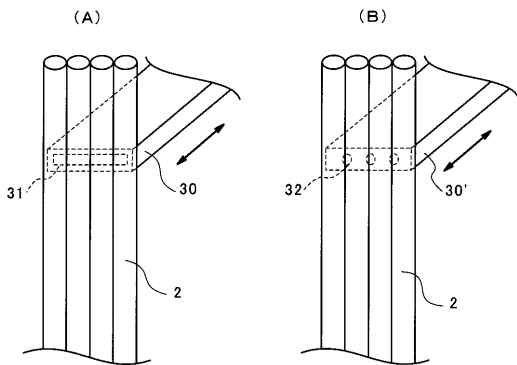
【 図 1 】



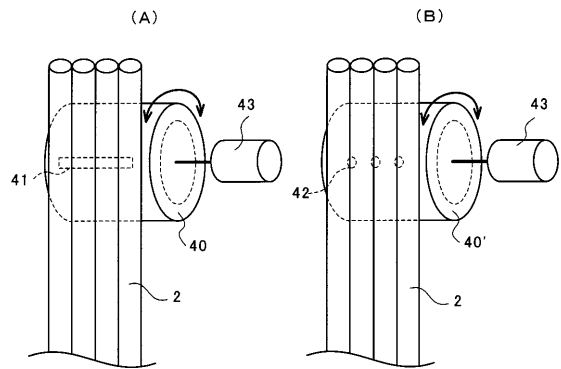
【 図 2 】



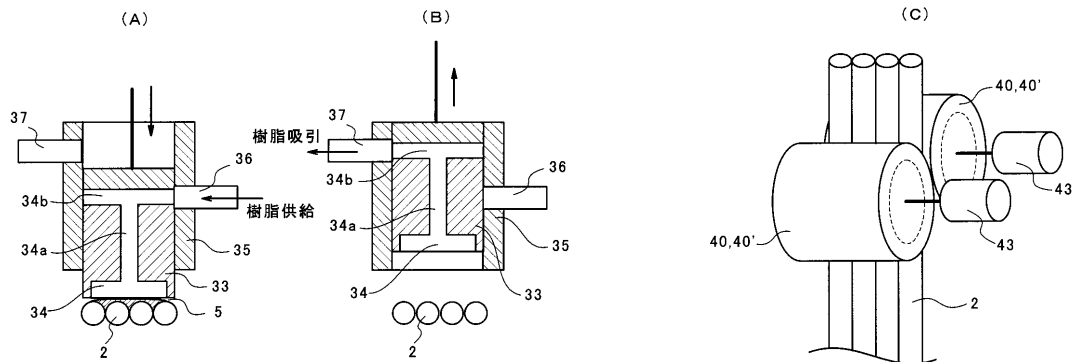
【 図 3 】



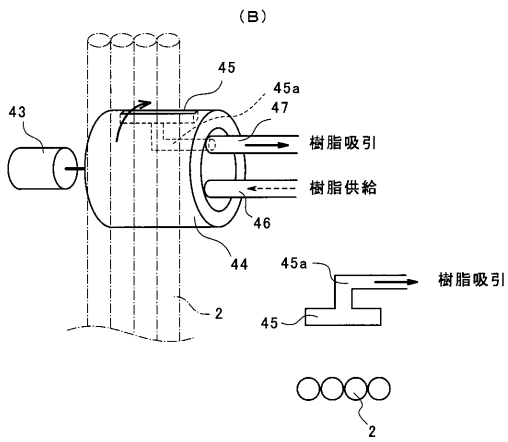
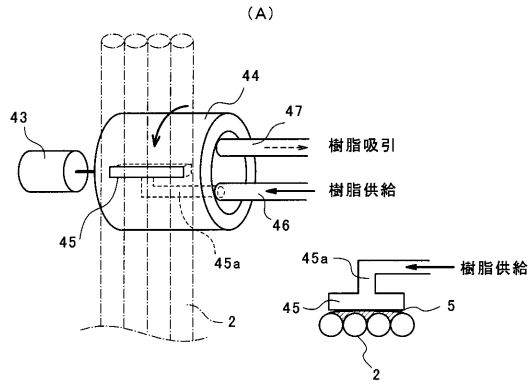
【 図 5 】



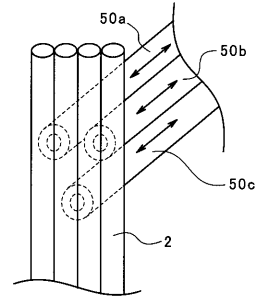
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

