

(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
2018年1月18日(18.01.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/011991 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 6/02 (2006.01) **G02B 6/46** (2006.01)
C03B 37/15 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/071069

(22) 国際出願日: 2016年7月15日(15.07.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 金内 靖臣 (**KANEUCHI Yasuomi**);
〒2448588 神奈川県横浜市栄区田谷町1番地

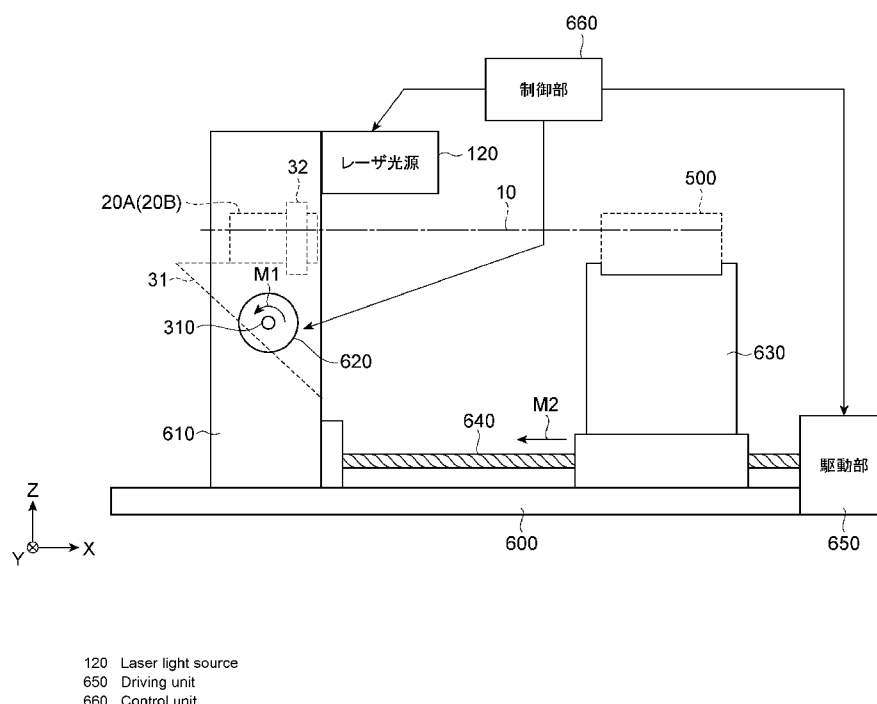
住友電気工業株式会社横浜製作所内 Kanagawa
(JP). 佐々木 隆 (**SASAKI Takashi**); 〒2448588
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工
業株式会社横浜製作所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (**HASEGAWA Yoshiki**
et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二
丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A
(明治安田生命ビル) 9階 創英国際特
許法律事務所 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, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL CONNECTION COMPONENT

(54) 発明の名称: 光接続部品の製造方法



120 Laser light source
650 Driving unit
660 Control unit

(57) Abstract: The present embodiment makes it possible to lower the height of an optical connection component that includes a bent optical fiber having a bent shape and a fiber fixing component in a safer and more stable manner compared to the prior art. The formation of a bent portion using the fiber fixing component obliquely disposed and the heating of the bent portion are repeated a plurality of times for the optical fiber having the fiber fixing component movably attached thereto before the fiber fixing component is secured to the bent optical fiber. During that time, the movement of the optical

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
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, SM, ST, SV, SY,
TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

- (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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

fiber and the heating of the bent portion are alternately repeated in order to form a plurality of the bent portions where the stress is released along the longitudinal direction of the optical fiber.

(57) 要約: 本実施形態は、屈曲形状部を有する屈曲光ファイバとファイバ固定部品を含む光接続部品の低背化を、従来技術と比較してより安全かつ安定的に可能にする。屈曲光ファイバへのファイバ固定部品の固定に先立ち、ファイバ固定部品が移動可能に装着された光ファイバに対し、該ファイバ固定部品の傾斜配置による屈曲部位の形成と該屈曲部位の加熱とが複数回繰り返される。その際、光ファイバの移動と屈曲部位の加熱が交互に実行されることにより、光ファイバに、その長手方向に沿って応力が解放された複数の屈曲部位が形成される。

明 細 書

発明の名称：光接続部品の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、石英系ガラスからなる光ファイバの一部を屈曲することにより得られる屈曲光ファイバを含む光接続部品の製造方法に関するものである。

背景技術

[0002] 光モジュールの小型化に伴い、該光モジュール近傍で使用される光ファイバの低背化（電子基板等に一端が垂直接続された光ファイバの、該基板からの高さを低く抑えること）が要求されている。光ファイバの低背化のためには、光ファイバに屈曲部位を形成することが必要である。

[0003] 特許文献 1 には、光部品本体と光ファイバとからなり光部品本体の中心線に対して或る角度（好ましくは 10° 以上）をなすように光ファイバが斜めに取り付けられてなる光ファイバ部品が開示されている。この特許文献 1 には、光部品本体の中心線に対して光ファイバが斜めに取り付けられることに伴い光ファイバに急峻な曲がりが発生する場合があること、この急峻な曲がり部分で光ファイバに大きな歪が発生することにより当該光ファイバの機械的信頼性が劣化するという問題があること、光ファイバの機械的信頼性を確保するために、急峻な曲り部分を加熱することにより歪を取り除くこと、が記載されている。また、この特許文献 1 には、歪開放のための加熱手段として放電、炭酸ガスレーザ、ガスバーナ等が利用可能である旨、記載されている。

[0004] 特許文献 2 には、光ファイバと非接触加熱手段とを相対的に移動させながら該非接触加熱手段により光ファイバの一定の範囲を連続的に加熱することで、光ファイバを屈曲させる装置が開示されている。また、この特許文献 2 には、非接触加熱手段としてアーク放電が好適に用いられる旨、記載されている。

[0005] 特許文献 3 に記載された製造方法は、ヒータ等で加熱をしつつ曲げ応力歪

みが残らないように曲げ光ファイバを形成する曲げ光ファイバ形成工程と、フェルール組み付け工程と、を備える。フェルール組み付け工程は、曲げ光ファイバ形成工程の前または後に実行され、曲げ光ファイバの両端、または、曲げ光ファイバ形成工程前の光ファイバの両端に位置する直線部にそれぞれフェルールが差し込まれ、これらフェルールが接着剤等により直線部分それぞれに固定される。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-325622号公報

特許文献2：特許第5226797号公報

特許文献3：特開2012-32725号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 発明者らは、上述の従来技術について検討した結果、以下のような課題を発見した。すなわち、上述の従来技術では、1本の光ファイバの一部を加熱することにより、歪が除去された屈曲部位を有する屈曲光ファイバが得られる。このような屈曲光ファイバの少なくとも一方の端部にはファイバ固定部品が取り付けられ、このファイバ固定部品が上述の基板等に固定されることにより、該屈曲光ファイバと該基板との接続が行われる。なお、上記特許文献1～3の何れにも、複数の屈曲光ファイバを一括して製造する旨の記載は見られず、個々に製造された屈曲光ファイバの品質バラツキが発生する可能性がある。そのため、複数の屈曲光ファイバに対して共通のファイバ固定部品を固定することで光ファイバ接続部品を安定して製造することが困難になる。また、光ファイバの屈曲状態の制御は、例えば上記特許文献2の例では、光ファイバの先端に外力を加えるためのレバーの位置を変更することにより行われている。

[0008] 上述のように製造された屈曲光ファイバでは、その一端から一定距離以上

離れた位置に屈曲部位が形成されるため、上記特許文献 1～3 とも屈曲光ファイバの完成後に行われるファイバ固定部品の取り付けの際に、屈曲光ファイバの屈曲部位に外部応力が集中することに起因した、当該屈曲光ファイバの破損の可能性がある。同様に、共通のファイバ固定部品を、個別に製造された複数の屈曲光ファイバそれぞれに取り付ける場合には、さらに屈曲光ファイバそれぞれの破損の可能性がある。このような状況では製造歩留まりの低下は避けられない。

[0009] なお、上記特許文献 3 に開示された一例のように、曲げ光ファイバ形成工程における曲げ部の形成前にフェルール組み付け工程が行われる場合、ファイバ固定部品の熱変形等を避けるため、取り付けられたファイバ固定部品と屈曲が付与される加熱領域は、一定距離以上離れる必要がある。このように、得られる屈曲光ファイバの屈曲部位とファイバ固定部品との間に熱緩衝区間が必要となる構造では、光ファイバの低背化には限界がある。

[0010] 本発明は上述のような課題を解消するためになされたものであり、製造歩留まりを低下させることなく、1 本の屈曲光ファイバのみならず複数の屈曲光ファイバを含む光接続部品の低背化を、従来技術と比較してより安全かつ安定的に実現可能にするための構造を備えた光接続部品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

[0011] 本実施形態に係る光接続部品の製造方法は、屈曲形状部を有する屈曲光ファイバと、該屈曲光ファイバに取り付けられたファイバ固定部品と、を含む光接続部品を製造する。具体的に当該方法は、前工程と、装着工程と、屈曲光ファイバ製造工程と、固定工程と、を少なくとも備え、屈曲光ファイバ製造工程は、弾性屈曲工程と加熱工程と、を含む。前工程では、石英系ガラスからなる光ファイバが用意されるとともに、該光ファイバの長手方向に直交する方向への該光ファイバの移動を制限する構造を有する第 1 ファイバ固定部品が用意される。装着工程では、光ファイバの一方の端部に、長手方向に沿って移動可能な状態で第 1 ファイバ固定部品が装着されるとともに、該光

ファイバの他方の端部がファイバ送出し機構（第2ファイバ固定部品を含む）に固定される。具体的には、光ファイバの他方の端部が第2ファイバ固定部品により把持される。屈曲光ファイバ製造工程は、上記屈曲形状が形成されるべき光ファイバに対し、その長手方向に沿って互いに離間した複数の屈曲部位を形成していくことにより、光ファイバに屈曲形状部を設ける工程であって、弾性屈曲工程と加熱工程の組みが複数回繰り返される。また、固定工程では、屈曲光ファイバ製造工程を経て得られた屈曲光ファイバの屈曲形状部と第1ファイバ固定部品との相対位置が調節された後、該第1ファイバ固定部品が屈曲光ファイバに固定される。

[0012] ここで、屈曲光ファイバ製造工程の一部を構成する弾性屈曲工程では、ファイバ送出し機構により光ファイバを第1ファイバ固定部品側へ送出しながら該光ファイバの送出し方向に対して第1ファイバ固定部品の姿勢を所定角度だけ傾斜させることにより、光ファイバに屈曲部位が形成される。また、屈曲光ファイバ製造工程の一部を構成する加熱工程では、弾性屈曲工程で形成された屈曲部位を加熱により軟化させることにより、該屈曲部位の屈曲部位の応力を開放する。弾性屈曲工程において、光ファイバの送出し方向に対する第1ファイバ固定部品の傾斜角度を、当該弾性屈曲工程が実行される毎に段階的に大きくなるよう変更しながら、弾性屈曲工程と加熱工程の組みを複数回繰り返すことにより、長手方向に沿って互いに離間した複数の屈曲部位を前記光ファイバに形成する。

発明の効果

[0013] 本実施形態によれば、光ファイバに対する屈曲部位の形成の際、該光ファイバはその長手方向に沿って移動可能であるため、最終的に得られる屈曲光ファイバの破損リスクが低減される。また、光ファイバに対する屈曲部位の形成の際、第1ファイバ固定部品が予め装着された光ファイバは、その長手方向に沿って移動可能な状態であるため、形成された屈曲部位における急屈曲部分（曲率の極大変動部分）が形成されにくくなる。更に、本実施形態によれば、得られた屈曲光ファイバの破損等に起因する製造歩留まりの低下を

抑制するとともに、より安定的な第1ファイバ固定部品の位置調節および固定が可能になる。また、複数の屈曲光ファイバを一体的に取り扱う場合でも、屈曲加工前に装着される共通の第1ファイバ固定部品により複数の光ファイバの配置が固定されるため、得られた複数の屈曲光ファイバ間の品質バラツキは低減される（屈曲光ファイバの品質安定化）。また、複数の屈曲光ファイバに対する第1ファイバ固定部品の位置調節および固定も容易になる。

[0014] なお、第1ファイバ固定部品は、光ファイバの一方の端部に挿入された状態で、光ファイバの先端側の端面と屈曲部位が形成される側の端面を有するが、「第1ファイバ固定部品の位置調整」とは、屈曲部位が形成される側の、第1ファイバ固定部品の端面の位置（屈曲部位の形成に影響する位置）の調整を意味する。また、屈曲光ファイバへの固定に関して、該屈曲光ファイバの長手方向の固定には、ファイバ送出し機構（第2ファイバ固定部品）が寄与しており、該屈曲光ファイバにおける曲率半径方向の固定には、第1ファイバ固定部品が寄与している。「品質バラツキ」とは、得られた複数の屈曲光ファイバ間において、屈曲形状を規定する曲率が、当該屈曲光ファイバの長手方向に沿って変動することを意味する。

図面の簡単な説明

[0015] [図1A]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20A（V溝基板とリッド）を用意する工程（前工程）の一例を説明するための上面図である。
[図1B]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20A（V溝基板とリッド）を用意する工程（前工程）の一例を説明するための正面図である。
[図1C]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20A（V溝基板とリッド）を用意する工程（前工程）の一例を説明するための側面図である。
[図2A]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20Bを用意する工程（前工程）の他の例を説明するための上面図である。
[図2B]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20Bを用意する工程（前工程）の他の例を説明するための正面図である。
[図2C]は、光ファイバ10および第1ファイバ固定部品20Bを用意する工

程（前工程）の他の例を説明するための側面図である。

[図3A]は、回転部品 3 1 および固定治具 3 2 を用意する工程を説明するための上面図である。

[図3B]は、回転部品 3 1 および固定治具 3 2 を用意する工程を説明するための側面図である。

[図4A]は、固定治具 3 2 に第 1 ファイバ固定部品 2 0 A を固定する工程の一例を説明するための上面図である。

[図4B]は、固定治具 3 2 に第 1 ファイバ固定部品 2 0 A を固定する工程の一例を説明するための側面図である。

[図5A]は、本実施形態に係る光接続部品の製造方法を実施するための製造装置の構成を示す図である。

[図5B]は、図 5 A に示された製造装置におけるファイバ送出し機構を後方から見た正面図である。

[図6A]は、第 1 ファイバ固定部品 2 0 A が装着された光ファイバ 1 0 の一部領域を屈曲させることにより、該光ファイバに屈曲部位を形成する弾性屈曲工程を説明するための側面図である。

[図6B]は、第 1 ファイバ固定部品 2 0 B が装着された光ファイバ 1 0 の一部領域を屈曲させることにより、該光ファイバに屈曲部位を形成する弾性屈曲工程を説明するための断面図である。

[図7A]は、レーザ光の照射により該屈曲部位を加熱することにより該屈曲部位を軟化させ、それにより、該屈曲部位における応力を開放する加熱工程を説明するための側面図である。

[図7B]は、図 7 A のレーザ光照射による加熱工程の後の弾性屈曲工程を説明するための側面図である。

[図7C]は、図 7 B の弾性屈曲工程の後のレーザ光照射による加熱工程を説明するための側面図である。

[図8A]は、レーザ光照射による加熱工程において複数の光ファイバの屈曲部位に照射されるレーザ光のパワー分布を示す図である。

[図8B]は、レーザ光照射による加熱工程において複数の光ファイバの屈曲部位に照射される線状レーザ光のビーム断面を示す図である。

[図9]は、レーザ光照射による加熱工程における他の態様を実施するレーザ光走査機構の動作、および、レーザ光照射による加熱工程における更に他の態様を実施する光ファイバ移動機構の動作を説明するための図である。

[図10A]は、固定工程として、得られた屈曲光ファイバに対する第1ファイバ固定部品の位置調整動作を説明するための図である。

[図10B]は、固定工程として、得られた屈曲光ファイバに対する第1ファイバ固定部品の位置調整後の状態を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0016] [本願発明の実施形態の説明]

最初に本願発明の実施形態の対応それぞれを個別に列挙して説明する。

[0017] (1) 本実施形態に係る光接続部品の製造方法は、屈曲形状部を有する屈曲光ファイバと、該屈曲光ファイバに取り付けられたファイバ固定部品と、を含む光接続部品を製造する。本実施形態の一態様として、具体的に当該方法は、前工程と、装着工程と、屈曲光ファイバ製造工程と、固定工程と、を少なくとも備え、屈曲光ファイバ製造工程は、弾性屈曲工程と加熱工程と、を含む。前工程では、石英系ガラスからなる光ファイバが用意されるとともに、該光ファイバの長手方向に直交する方向への該光ファイバの移動を制限する構造を有する第1ファイバ固定部品が用意される。装着工程では、光ファイバの一方の端部に、長手方向に沿って移動可能な状態で第1ファイバ固定部品が装着されるとともに、該光ファイバの他方の端部がファイバ送出し機構に固定される。光ファイバの他方の端部をファイバ送出し機構に固定する構成の一例としては、例えば、光ファイバの他方の端部が第2ファイバ固定部品で把持され、この第2ファイバ固定部品を所定方向に沿って移動可能なステージ（以下、「把持ステージ」という）に固定される。屈曲光ファイバ製造工程は、上記屈曲形状が形成されるべき光ファイバに対し、その長手方向に沿って互いに離間した複数の屈曲部位を形成していくことにより、光

ファイバに屈曲形状部を設ける工程であって、弾性屈曲工程と加熱工程の組み合わせが複数回繰り返される。また、固定工程では、屈曲光ファイバ製造工程を経て得られた屈曲光ファイバの屈曲形状部と第1ファイバ固定部品との相対位置が調節された後、該第1ファイバ固定部品が屈曲光ファイバに固定される。

[0018] また、屈曲光ファイバ製造工程の一部を構成する弾性屈曲工程では、ファイバ送出し機構により光ファイバを第1ファイバ固定部品側へ送出しながら該光ファイバの送出し方向に対して第1ファイバ固定部品の姿勢を所定角度だけ傾斜させることにより、光ファイバに屈曲部位が形成される。また、屈曲光ファイバ製造工程の一部を構成する加熱工程では、弾性屈曲工程で形成された屈曲部位を加熱により軟化させることにより、該屈曲部位の応力を開放する。屈曲光ファイバ製造工程では、弾性屈曲工程と加熱工程の組み合わせが複数回繰り返されることにより、光ファイバの送出し動作（長手方向に沿った光ファイバの移動動作）を挟んで加熱工程が断続的に実行される。すなわち、屈曲光ファイバ製造工程では、長手方向に沿った光ファイバの移動と弾性屈曲工程で形成された屈曲部位の加熱とが交互に実行される。更に、弾性屈曲工程において、光ファイバの送出し方向に対する第1ファイバ固定部品の傾斜角度は、当該弾性屈曲工程が実行される毎に段階的に大きくなるよう変更される。この構成により、加熱位置を変動させることなく屈曲部位の形成位置を光ファイバの長手方向に沿ってずらすことが可能になる。

[0019] （2）本実施形態の一態様として、固定工程において、第1ファイバ固定部品の端部と、屈曲形状部の開始端とは一致してもよい。光ファイバの屈曲加工後に第1ファイバ固定部品の位置調節が可能としているため、屈曲加工前は、第1ファイバ固定部品が光ファイバに対する加熱処理の影響を受けない位置へ、第1ファイバ固定部品を退避させることが可能になり、逆に、屈曲加工後は、屈曲形状部に対する第1ファイバ固定部品の近接配置が可能になる。

[0020] （3）本実施形態の一態様として、加熱工程において、レーザ光を照射し

て、弾性屈曲工程において形成された屈曲部位を加熱するのが好ましい。また、本実施形態の一態様として、第1ファイバ固定部品は、所定の回転軸を中心に回転可能な回転部品に固定されるのが好ましい。この場合、第1ファイバ固定部品が固定された状態で回転部品を、回転軸を中心に回転させることにより、光ファイバの送出し方向に対する第1ファイバ固定部品の姿勢が変更される。

[0021] (4) 本実施形態の一態様として、前工程において、複数の光ファイバが用意されてもよい。この場合、装着工程では、所定方向に並列に配置された複数の光ファイバの一方の端部に、該複数の光ファイバの長手方向に沿って移動可能な状態で共通の第1ファイバ固定部品を装着するとともに、該複数の光ファイバそれぞれの他方の端部をファイバ送出し機構に固定する。そして、共通の第1ファイバ固定部品が移動可能に装着された複数の光ファイバそれぞれに対し、屈曲光ファイバ製造工程および固定工程を実行する。このように複数の光ファイバの配置を共通の第1ファイバ固定部品により規制しておくことにより、得られる複数の屈曲光ファイバの品質バラツキが低減される。複数の光ファイバの他方の端部をファイバ送出し機構に固定する構成としては、上述のように、複数の光ファイバの他方の端部それぞれを把持した第2ファイバ固定部品が、所定方向に沿って移動可能な把持ステージに固定されればよい。この場合、ファイバ送出し機構は、第2ファイバ固定部品および把持ステージを含む。

[0022] (5) なお、本実施形態の一態様として、レーザ光照射による加熱工程において、レーザ光は、所定方向に長い非円形ビーム断面を有してもよい。さらに、本実施形態の一態様として、レーザ光照射による加熱工程において、弾性屈曲工程において形成された、複数の光ファイバの屈曲部位に対するレーザ光の照射位置をレーザ光走査機構により所定方向に沿って走査させながら該複数の光ファイバの屈曲部位それぞれが加熱されてもよい。本実施形態の一態様として、レーザ光照射による加熱工程において、レーザ光の照射位置を固定した状態で、弾性屈曲工程において形成された複数の光ファイバの

屈曲部位を光ファイバ移動機構によって所定方向に沿って走査させることにより、該複数の光ファイバの屈曲部位それぞれが加熱されてもよい。

[0023] 以上、この[本願発明の実施形態の説明]の欄に列挙された各態様は、残りの全ての態様のそれぞれに対して、または、これら残りの態様の全ての組み合わせに対して適用可能である。

[0024] [本願発明の実施形態の詳細]

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。本発明は、これらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許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。

[0025] 本実施形態に係る光接続部品の製造方法では、先ず、屈曲部位が形成されるべき光ファイバ10と第1ファイバ固定部品が用意される。図1A～図1Cは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の一工程として、光ファイバ10と第1構造を有する第1ファイバ固定部品20Aを用意する工程（前工程）の一例を説明するための図である。また、図2A～図2Cは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の一工程として、光ファイバ10と第2構造を有する第1ファイバ固定部品20Bを用意する工程（前工程）の他の例を説明するための図である。なお、図1Aおよび図2Aは何れも上面図、図1Bおよび図2Bは何れも正面図、図1Cおよび図2Cは何れも側面図である。

[0026] 図1A～図1Cに示された前工程の一例において、用意される光ファイバ10は、石英系ガラスからなり、コア11およびクラッド12を有する。光ファイバ10は、1本でもよいし、複数本が並列配置されていてもよい。光ファイバ10は、単一コアを有していても、複数コアを有していてもよい。光ファイバ10の、屈曲部位が形成される領域では、樹脂被覆層が除去され、該光ファイバ10のガラス部分が露出されているが、それ以外の領域では樹脂被覆層が設けられていてもよい。光ファイバ10の先端には光コネクタ

等の接続部品が設けられていてもよい。図1A～図1Cに示された例では、並列配置された3本の光ファイバ10の第1端10a側に、第1ファイバ固定部品20Aが装着される。第1ファイバ固定部品20Aは、V溝基板21と、リッド（例えばカバーガラス）22により構成されている。V溝基板21には、光ファイバ10それぞれをY軸方向に並列配置させるV溝210が設けられており、光ファイバ10それぞれは所定間隔で対応するV溝210に配置された状態で、これら光ファイバ10が上方からリッド22によりV溝基板21に抑えつけられている。なお、この例に示された第1ファイバ固定部品20Aでは、V溝210それぞれとリッド22が、光ファイバ10それぞれの長手方向（X軸方向）に直交する方向（例えばY軸方向およびZ軸方向）への当該光ファイバ10それぞれの移動を制限する構造として機能している。ただし、第1ファイバ固定部品20Aは、光ファイバ10それぞれの第1端10a側に、X軸方向（光ファイバ10それぞれの長手方向）に沿って移動可能な状態で装着されている。すなわち、図1Cに示されたように、第1ファイバ固定部品20Aが光ファイバ10それぞれの第1端10a側に装着されただけでは、第1ファイバ固定部品20Aは、光ファイバ10それぞれに対して、図中の矢印S0で示された方向（X軸に沿った方向）に移動可能である。

[0027] 一方、図2A～図2Cに示された前工程の他の例は、第1ファイバ固定部品の構造に関して、図1A～図1Cに示された例と異なる。すなわち、この他の例に適用される第1ファイバ固定部品20Bは、例えばガラス製の単一部材であって、光ファイバ10それぞれの第1端10a側が挿入される貫通孔220が設けられている。また、光ファイバ10それぞれの第1端10a側が第1ファイバ固定部品20Bの貫通孔220に挿入されることにより、光ファイバ10それぞれがY軸方向に並列配置される。なお、この例に示された第1ファイバ固定部品20Bでは、貫通孔220それぞれが、光ファイバ10それぞれの長手方向（X軸方向）に直交する方向（例えばY軸方向およびZ軸方向）への当該光ファイバ10それぞれの移動を制限する構造とし

て機能している。ただし、第1ファイバ固定部品20Bは、光ファイバ10それぞれの第1端10a側に、X軸方向（光ファイバ10それぞれの長手方向）に沿って移動可能な状態で装着されている。すなわち、図2Cに示されたように、第1ファイバ固定部品20Bが光ファイバ10それぞれの第1端10a側に装着されただけでは、第1ファイバ固定部品20Bは、光ファイバ10それぞれに対して、図中の矢印S0で示された方向（X軸に沿った方向）に移動可能である。

[0028] また、本実施形態に係る光接続部品の製造方法では、回転部品31および固定治具32が用意される。図3Aおよび図3Bは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法において回転部品31および固定治具32を用意する工程を説明するための図である。なお、図3Aは上面図、そして図3Bは側面図である。

[0029] 図3Aおよび図3Bに示された例において、回転部品31は、回転軸310の周りに回転自在である。固定治具32は、回転部品31に取り付けられており、回転部品31とともに図3B中の矢印方向に沿って回転する。また、固定治具32には、図1A～図1Cに示された第1ファイバ固定部品20A、または、図2A～図2Cに示された第1ファイバ固定部品20Bが固定される。

[0030] 図4Aおよび図4Bは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の一工程として、固定治具32に第1ファイバ固定部品20Aを固定する工程を説明するための図である。なお、図4Aは上面図、そして図4Bは側面図である。また、特に言及しない場合、以下の屈曲加工動作は、光ファイバ10の一方の端部には第1ファイバ固定部品20Aが装着され、また、光ファイバ10の他方の端部が第2ファイバ固定部品500に把持された状態で行われる。

[0031] 固定治具32に第1ファイバ固定部品20Aが固定されている状態で、並列配置された3本の光ファイバ10は、回転部品31の回転軸310に垂直な方向に延在しており、回転部品31の回転軸310からの距離が一定であ

る。図4Bの例では、回転軸310と第2ファイバ固定部品500の後方端との距離は L_1 であり、回転軸310と光ファイバ10の中心軸までの最短距離は r である。このとき、回転軸310を中心に回転部品31を角度 θ だけ回転させることにより、第1ファイバ固定部品20Aは、回転軸310を中心とした半径 r の円周上を $r\theta$ だけ移動することになる（第1ファイバ固定部品20Aの姿勢変動）。また、回転部品31は、 90° 回転した際に第1ファイバ固定部品20Aと第2ファイバ固定部品500との間に位置する光ファイバ10の一部に接触しない形状（X-Z平面で規定される形状）を有する。回転部品31の外周面と光ファイバ10との間に隙間が設けられることで、光ファイバ10に傷がつくのが回避され、光ファイバ10の破断が防止され得る。固定治具32に固定された光ファイバ10の第1端10a側とは反対の第2端10b側において、光ファイバ10は、軸方向に張力が掛からないように水平に保持された状態で第2ファイバ固定部品500に把持されている。本実施形態において、この第2ファイバ固定部品500は、ファイバ送出し機構の一部を構成するとともに、光ファイバ10の第2端10b側の跳ね上がりを防止するよう機能する。

[0032] 図5Aは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法を実施するための製造装置の構成を示す図であり、図5Bは、図5Aに示された製造装置におけるファイバ送出し機構を後方から見た正面図である。したがって、図4Aに示された構成は図5Aの製造装置の上面図に相当し、図4Bに示された構成は図5Aの製造装置の側面図に相当している。

[0033] 図5Aに示されたように、本実施形態に係る光接続部品の製造方法を実施する製造装置は、作業ステージ600を備える。作業ステージ600上には、第1ファイバ固定部品20A（20B）の姿勢を変更するための回転機構620（例えばステッピングモータ等）とレーザ光源120を所定位置で保持する支持台610と、ファイバ送出し機構が設けられている。回転機構620は、矢印M1で示された方向に回転する回転軸310を有し、固定治具32により第1ファイバ固定部品20A（または第1ファイバ固定部品20B

）が固定された回転部品 31 を保持する。回転軸 310 の周りに回転部品 31 を回転させることにより、第 1 ファイバ固定部品 20A の姿勢が変えられる。ファイバ送出し機構は、第 2 ファイバ固定部品 500 と、第 2 ファイバ固定部品 500 を保持する把持ステージ 630 と、把持ステージ 630 の移動方向（矢印 M2 で示された方向）を規定するレール 640 と、レール 640 に沿って把持ステージ 630 を移動させるための駆動部 650 と、を備える。また、レーザ光源 120 からのレーザ照射、回転機構 620 における回転軸 310 の回転動作、および駆動部 650 による把持ステージ 630 の移動動作は、制御部 660 により一括制御される。

[0034] 第 1 ファイバ固定部品 20A は、光ファイバ 10 の一方の端部を V 溝基板 21 とリッド 22 で規定される空間内に差し込むことにより、該光ファイバ 10 の一方の端部に装着される。一方、光ファイバ 10 の他方の端部は、図 5B に示されたように、光ファイバ 10 と当該第 2 ファイバ固定部品 500 との相対位置が変動しないように、第 2 ファイバ固定部品 500 により把持される。なお、第 2 ファイバ固定部品 500 は、光ファイバ 10 の Z 方向に沿った移動を制限するリッド 500a と、光ファイバ 10 が設置される V 溝 510 を有する V 溝基板 500b により構成される。この第 2 ファイバ固定部品 500 は、固定治具 550 により、把持ステージ 630 の上部に固定されており。また、レール 640 には、その長手方向に沿ってらせん状にネジ溝が形成されるとともに、該レール 640 が貫通する把持ステージ 630 の貫通孔の内周面にもネジ山が形成されている。レール 640 が把持ステージ 630 の貫通孔に挿入された状態で、レール 640 のネジ溝と把持ステージ 630 のネジ山はかみ合っており、X 軸（レール 640 の中心軸に一致）を中心に駆動部 650 がレール 640 を回転させることにより、把持ステージ 630 は、少なくとも矢印 M2 で示された方向（X 軸方向）に移動し得る。

[0035] 例えば、制御部 660 が、回転機構 620 に対して回転軸 310 を角度 θ だけ回転するよう制御した場合を考える。この場合、回転部品 31 に固定された第 1 ファイバ固定部品 20A の姿勢は変動し、この姿勢変動により光フ

ファイバ10に屈曲部位が形成される。なお、光ファイバ10の一方の端部は第1ファイバ固定部品20Aに固定されていない一方で、光ファイバ10の他方の端部は第2ファイバ固定部品500を介して把持ステージ630に固定されている。この場合、第1ファイバ固定部品20Aの姿勢を変えることにより光ファイバ10に屈曲部位を形成することはできるが、屈曲部位の形成位置を光ファイバ10の長手方向に沿ってずらすことはできない（単に、光ファイバ10の一方の端部と第1ファイバ固定部品20Aとの相対位置だけが変動）。そこで、制御部660は、第1ファイバ固定部品20Aの姿勢変動に起因した移動距離 $r\theta$ だけ、把持ステージ630を矢印M2で示した方向に移動させるよう駆動部650を制御する。このような光ファイバ10の送出し動作により、屈曲部位の形成位置（すなわち、レーザ光の照射位置）を、光ファイバ10の長手方向に沿ってずらすことが可能になる。

[0036] 図6Aは、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の一工程として、弾性屈曲工程を説明するための側面図である。この弾性屈曲工程では、回転部品31を回転軸310の周りに角度 θ だけ矢印M1で示された方向に回転させることで、光ファイバ10の一部領域が屈曲させられる。その結果、該屈曲させられた一部領域に屈曲部位50が形成される。なお、図4Bに示されたように、回転軸310と光ファイバ10の最短距離を r とすると、第1ファイバ固定部品20Aは $r\theta$ だけ移動するため、回転部品31の回転動作とともに、光ファイバ10が $r\theta$ だけ矢印M2で示された方向（第1ファイバ固定部品20A側）へ送り出される。このとき、回転軸310と第2ファイバ固定部品500の後方端部との距離 L_2 は、 $L_1 - r\theta$ となる。光ファイバ10の第2端10b側は第2ファイバ固定部品500により水平に保持されているのに対して、固定治具32により固定された当該光ファイバ10の第1端10a側では固定位置が変化するとともに保持方向が変化する（第1ファイバ固定部品20Aの姿勢変動）。このような光ファイバ10の移動と第1ファイバ固定部品20Aの姿勢変動により、光ファイバ10の一部領域に屈曲部位50が形成される。通常、光ファイバ10の剛性により、屈曲部

位 50 の近傍では意図した所望の曲げ半径より小さい曲げ半径の屈曲（急屈曲）が生じる場合があるが、本実施形態では、光ファイバ 10 は第 1 ファイバ固定部品 20 A 内において移動可能であるため、屈曲部位における急屈曲（曲率の極大変動）が形成されにくくなる。

[0037] なお、図 6 B は、第 1 ファイバ固定部品 20 A に替えて第 1 ファイバ固定部品 20 B（図 2 A～図 2 C）が適用された場合の、当該第 1 ファイバ固定部品 20 B 内での光ファイバ 10 の変形状態を示す図である。図 6 B から分かるように、貫通孔 220 は、光ファイバ 10 の長手方向に沿った移動を可能にする一方、該長手方向に直交する方向への当該光ファイバ 10 の移動を制限するよう機能している。また、このように光ファイバ 10 の移動を制限する機能は、第 1 ファイバ固定部品 20 A も有する。

[0038] 図 7 A は、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の一工程として、レーザ光照射による加熱工程を説明するための側面図である。この加熱工程では、レーザ光の照射により屈曲部位（図 6 A 中に示された部位 50）を加熱することにより弾性屈曲工程において形成された屈曲部位が軟化され、それにより、該屈曲部位における応力が解放される。この加熱工程により、光ファイバ 10 の、屈曲部位を含む領域（屈曲領域）の曲率半径が所望の曲げ半径に近づけられる。応力が解放された後にレーザ光照射を止める。なお、一例として、レーザ光の 1 回当たりの照射時間及びレーザ光の出力パワーは、弾性屈曲工程前における光ファイバ 10 の伝送損失に対するレーザ光照射による加熱工程後の光ファイバ 10 の光伝送損失の変化量が所定値以下となるように設定されるのが好適である。ここで用いられるレーザ光は、石英系ガラスの加熱が可能な赤外～近赤外のレーザ光であればよく、 $1.06\text{ }\mu\text{m}$ 以上の波長の光のパワーが全体のパワーの半分以上であるのが好適である。また、レーザ光波長は $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下の赤外領域であることが好ましい。例えば、 CO_2 レーザ光源から出力される赤外 CW レーザ光が用いられる。

[0039] 上述の弾性屈曲工程およびレーザ光照射による加熱工程は、ファイバ送出し機構により光ファイバ 10 を断続的に移動させながら繰り返される。すな

わち、弾性屈曲工程において、光ファイバ10の長手方向に沿って互いに離間した複数の領域それぞれに屈曲部位が形成される。また、加熱工程において、レーザ光の照射により屈曲部位を加熱させることにより、弾性屈曲工程において形成された複数の屈曲部位それぞれが軟化され、それにより、該複数の屈曲部位それぞれにおける応力が解放される。図7Bは、図7Aのレーザ光照射による加熱工程の後の弾性屈曲工程を説明するための側面図である。また、図7Cは、図7Bの弾性屈曲工程の後のレーザ光照射による加熱工程を説明するための側面図である。図7Bに示されたように、図6Aに示された状態から更に回転部品31を角度 θ だけ回転させるとともに、ファイバ送出し機構により $r\theta$ だけ第2ファイバ固定部品500を第1ファイバ固定部品20A側へ移動させることで新たな屈曲部位が形成される。このとき、回転軸310と第2ファイバ固定部品500の後方端との距離 L_3 は、 $L_2 - r\theta$ ($=L_1 - 2r\theta$) となるよう制御部660が駆動部650を制御している。新たな屈曲部位が形成されると(図7B)、図7Cに示されたように、レーザ光照射により、該屈曲部位における応力が解放される。ファイバ送出し機構により光ファイバ10を移動させながら回転部品31が回転することで光ファイバ10を屈曲させている期間、レーザ光照射は止められている。このようなレーザ光の断続的照射は、光ファイバ10の過剰な加熱を抑制できるため好適である。最終的に全体として所望の曲げ角と曲げ半径を有する屈曲領域(1または複数の屈曲部位を含む)を有し光伝送損失が許容範囲に維持された屈曲光ファイバが製造され得る。

[0040] なお、本実施形態のように、弾性屈曲工程において所定方向に並列配置された複数の光ファイバが一括して屈曲され、該複数の光ファイバそれぞれに屈曲部位が形成されるのが好適である。この場合、レーザ光照射による加熱工程においては以下のような態様で複数の光ファイバの屈曲部位それぞれに対してレーザ光が照射されるのが好適である。これにより複数の屈曲光ファイバの効率的な製造が可能になる。

[0041] すなわち、レーザ光照射による加熱工程の第1の態様では、複数の光ファ

イバの屈曲部位それぞれに対し、所定方向（光ファイバの並列配置方向）に長い非円形ビーム断面を有する線状レーザ光が一括照射される。この第１の態様によれば、このような非円形ビーム断面を有するレーザ光の照射により複数の光ファイバの屈曲部位それぞれを加熱することにより複数の光ファイバの屈曲部位それぞれが軟化され、それにより、該複数の光ファイバの屈曲部位それぞれにおける応力が解放される。加熱工程の第２の態様では、複数の光ファイバの屈曲部位それぞれに対するレーザ光の照射位置が、レーザ光走査機構（例えば、ガルバノスキャナ、ポリゴンミラー等）により所定方向に沿って走査される。このようなレーザ光の照射位置走査により複数の光ファイバの屈曲部位それぞれを加熱することにより複数の光ファイバの屈曲部位それぞれが軟化され、それにより、該複数の光ファイバの屈曲部位それぞれにおける応力が解放される。また、加熱工程の第３の態様では、複数の光ファイバの屈曲部位それぞれに対するレーザ光の照射位置が、光ファイバ移動機構（例えばステップモータ等）により所定方向に沿って走査されてもよい。このようなレーザ光の照射位置走査により複数の光ファイバの屈曲部位それぞれを加熱することにより複数の光ファイバの屈曲部位それぞれが軟化され、それにより、該複数の光ファイバの屈曲部位それぞれにおける応力が解放される。

[0042] レーザ光照射による加熱工程の第１の態様では、図８Ａおよび図８Ｂに示されたように、所定方向（光ファイバの並列配置方向）に長いビーム断面形状とされた線状レーザ光Ｌは、所定方向に垂直な方向（光ファイバの軸方向）のビーム幅およびパワー分布が所定方向に一樣であることが望ましい。レーザ光照射時間、レーザ光照射出力、線状レーザ光の関係を事前に検証、把握し、適宜好適化する。第１の態様と比べて、第２の態様および第３の態様では、複数の光ファイバそれぞれの屈曲部位に照射するレーザ光のパワーを大きくすることができ、また、そのパワーを一定とすることができる。

[0043] 図９は、上述の加熱工程における第２の態様を実施するレーザ光走査機構の動作と、第３の態様を実施する光ファイバ移動機構の動作をまとめて説明

するための図である。なお、第2の態様または第3の態様の一方のみが実施されてもよい。図9に示されたように、第2の態様を実施するレーザ光走査機構200は、光ファイバ10の屈曲部位それぞれに対するレーザ光照射位置を矢印S1で示された方向に走査させる。これにより該屈曲部位それぞれが加熱される。一方、第3の態様を実施する光ファイバ移動機構300は、光ファイバ10の第1端10a側が固定された回転部品31自体を矢印S2で示された方向に移動させる。これにより、光ファイバ10の屈曲部位それぞれに対するレーザ光の相対的な照射位置が矢印S2で示された方向に走査させる。これにより、該屈曲部位それぞれが加熱される。

[0044] 次に、本実施形態に係る光接続部品の製造方法の具体例について説明する。以下の具体例では、所定の加工条件に従って光ファイバを加工（弾性屈曲工程およびレーザ光照射による加熱工程を含む）することにより、屈曲光ファイバが製造された。なお、用意された光ファイバの一方の端部には、図2A～図2Cに示された第1ファイバ固定部品が装着されている。また、該光ファイバの他方の端部は、第2ファイバ固定部品（ファイバ送出し機構に含まれる）に把持されている。

[0045] 用意された光ファイバの外径は $125\mu\text{m}$ であって、光ファイバの本数は1本であった。用いられた第1ファイバ固定部品は、長手方向の長さが5mmの貫通孔を有する単一部材であった。光ファイバをこの貫通孔に挿入することにより、第1ファイバ固定部品が光ファイバの一方の端部に装着される。なお、この装着状態において、光ファイバと第1ファイバ固定部品とは接着されていない。回転部品の外周と光ファイバとの間の距離は0.5mmであり、回転半径は3mmであった。加熱工程では、 CO_2 レーザ光源から出力されるレーザ光として、波長 $10.6\mu\text{m}$ のCWレーザ光が用いられた。このレーザ光は、図8Bに示されたように、長さ12mmの線状ビーム断面を有するレーザ光（線状レーザ光）である。係る線状レーザ光のビーム断面寸法（長さ及び幅）は、アクリル板での照射痕で確認された。目標とした曲げ半径は3mmであり、全体の曲げ角は 82° であった。

[0046] また、レーザ光照射回数（屈曲部位の数）は41であり、レーザ光の平均出力パワーは20Wであり、1回当たりのレーザ光照射時間は1秒であり、線状レーザ光のビーム幅は1mmであり、1回当たりの曲げ角は2°であった。

[0047] 図10Aは、上述の加工条件で製造された、開始端R1から終了端R2の区間に形成された屈曲領域を有する屈曲光ファイバと第1ファイバ固定部品の固定前の図である。この屈曲光ファイバにおいて、レーザ光照射跡、破断、細径化は認められなかった。第1ファイバ固定部品の端部から屈曲部位の開始端R1までの距離dは1.1mmであった。製造された屈曲光ファイバの曲げ半径Rは2.9mmであり、目標値3mmと略同等であった。製造された屈曲光ファイバの全体の曲げ角 θ_{total} は82.5°であり、目標値82°と略同等であった。

[0048] 一方の端部にファイバ固定部品が固定された状態での屈曲光ファイバの製造では、ファイバ固定部品の熱変形等、レーザ照射による影響を避けるため、距離dの確保が必要である。しかしながら本実施形態では、図10Bに示されたように、レーザ照射による加熱工程後の固定工程において距離dを0に設定することも可能である。すなわち、屈曲光ファイバの完成後、本実施形態の固定工程では、図10Bに示されたように、該屈曲光ファイバを、その長手方向（図10A中の矢印S3で示された方向）に沿って既に装着されている第1ファイバ固定部品側へ移動させることで、第1ファイバ固定部品の端部から屈曲部位の開始端R1までの距離dが調節される。距離dの調節が完了すると、得られた屈曲光ファイバと第1ファイバ固定部品と接着固定される。なお、光ファイバの低背化のため、屈曲光ファイバにおける屈曲部位の開始端R1と第1ファイバ固定部品の端部とは一致しているのが好ましい（d=0）。

符号の説明

[0049] 10…光ファイバ、11…コア、12…クラッド、20A、20B…第1ファイバ固定部品、21…V溝基板、22…リッド（カバーガラス）、31…回転部品、32…固定治具、500…第2ファイバ固定部品、500a…

リッド、５００ｂ…Ｖ溝基板、５５０…固定治具、６３０…把持ステージ、
６２０…回転機構（ステッピングモータ）、６４０…レール、６５０…駆動
部、６６０…制御部。

請求の範囲

[請求項1]

屈曲形状部を有する屈曲光ファイバと、前記屈曲光ファイバに取り付けられたファイバ固定部品と、を含む光接続部品の製造方法であって、

石英系ガラスからなる光ファイバを用意するとともに、前記光ファイバの長手方向に直交する方向への当該光ファイバの移動を制限する構造を有するファイバ固定部品を用意する前工程と、

前記光ファイバの一方の端部に、前記長手方向に沿って移動可能な状態で前記ファイバ固定部品を装着するとともに、前記光ファイバの他方の端部をファイバ送出し機構に固定する装着工程と、

前記長手方向に沿って互いに離間した複数の屈曲部位を前記光ファイバに形成していくことにより、前記光ファイバに前記屈曲形状部を設ける屈曲光ファイバ製造工程と、

前記屈曲形状部と前記ファイバ固定部品との相対位置を調節した後、前記ファイバ固定部品を前記屈曲光ファイバに固定する固定工程と、を備え、

前記屈曲光ファイバ製造工程は、

前記ファイバ送出し機構により前記光ファイバを前記ファイバ固定部品側へ送出しながら前記光ファイバの送出し方向に対して前記ファイバ固定部品の姿勢を所定角度だけ傾斜させることにより、前記光ファイバに屈曲部位を形成する弾性屈曲工程と、

前記屈曲部位を加熱により軟化させ、それにより、前記屈曲部位の応力を開放する加熱工程と、

を含み、

前記弾性屈曲工程において、前記光ファイバの送出し方向に対する前記ファイバ固定部品の傾斜角度を、前記弾性屈曲工程を実行する毎に段階的に大きくなるよう変更しながら、前記弾性屈曲工程と前記加熱工程の組みを複数回繰り返すことにより、前記長手方向に沿って互

いに離間した複数の屈曲部位を前記光ファイバに形成することを特徴とする光接続部品の製造方法。

[請求項2] 前記固定工程において、前記ファイバ固定部品の端部と、前記屈曲光ファイバの屈曲形状部の開始端とが一致していることを特徴とする請求項1に記載の光接続部品の製造方法。

[請求項3] 前記加熱工程において、レーザ光を照射して前記屈曲部位を加熱することを特徴とする請求項1または2に記載の光接続部品の製造方法。

[請求項4] 前記ファイバ固定部品は、所定の回転軸を中心に回転可能な回転部品に固定され、

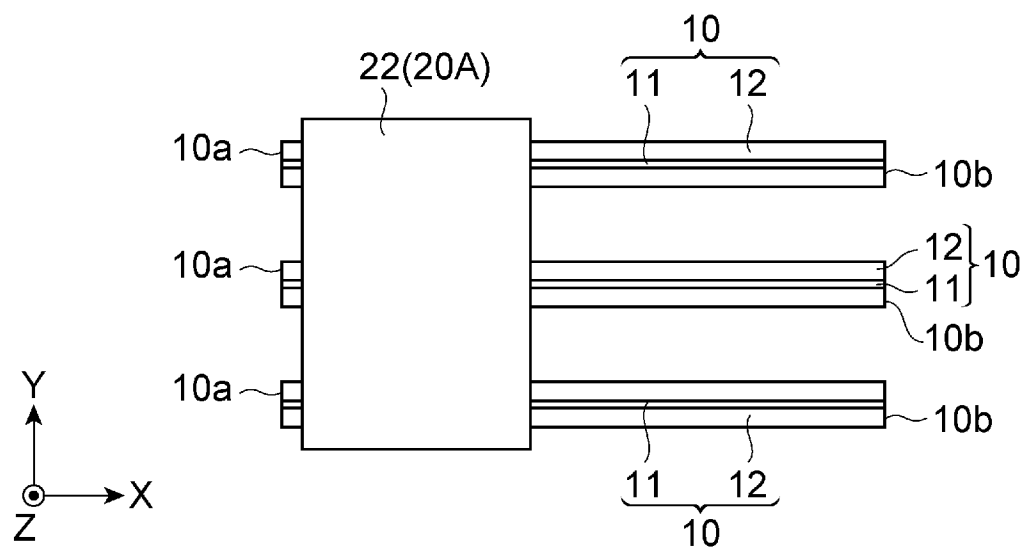
前記ファイバ固定部品が固定された状態で前記回転部品を、前記回転軸を中心に回転させることにより、前記光ファイバの送出し方向に対する前記ファイバ固定部品の姿勢を変更することを特徴とする請求項3に記載の光接続部品の製造方法。

[請求項5] 前記前工程において、前記光ファイバを含む複数の光ファイバを用意し、

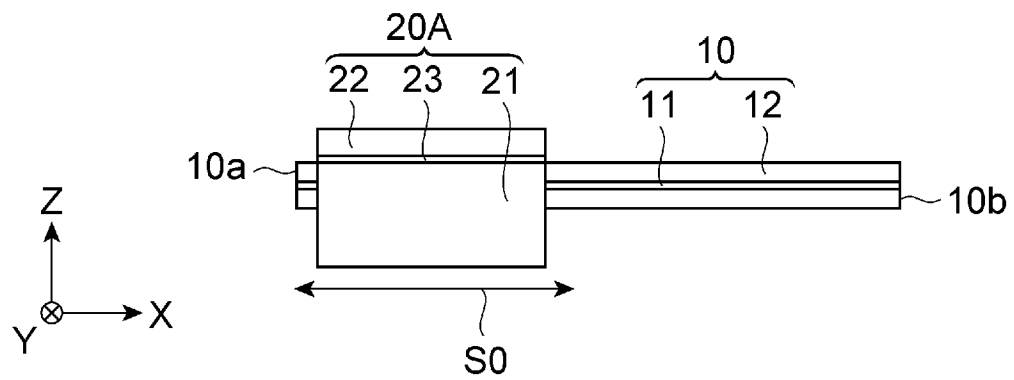
前記装着工程において、所定方向に並列に配置された前記複数の光ファイバの一方の端部に、前記複数の光ファイバの長手方向に沿って移動可能な状態で前記ファイバ固定部品が装着するとともに、前記複数の光ファイバの他方の端部それぞれが前記ファイバ送出し機構に固定し、

前記ファイバ固定部品が移動可能に装着された前記複数の光ファイバそれぞれに対し、前記屈曲光ファイバ製造工程および前記固定工程が実行することを特徴とする請求項1～4の何れか一項に記載の光接続部品の製造方法。

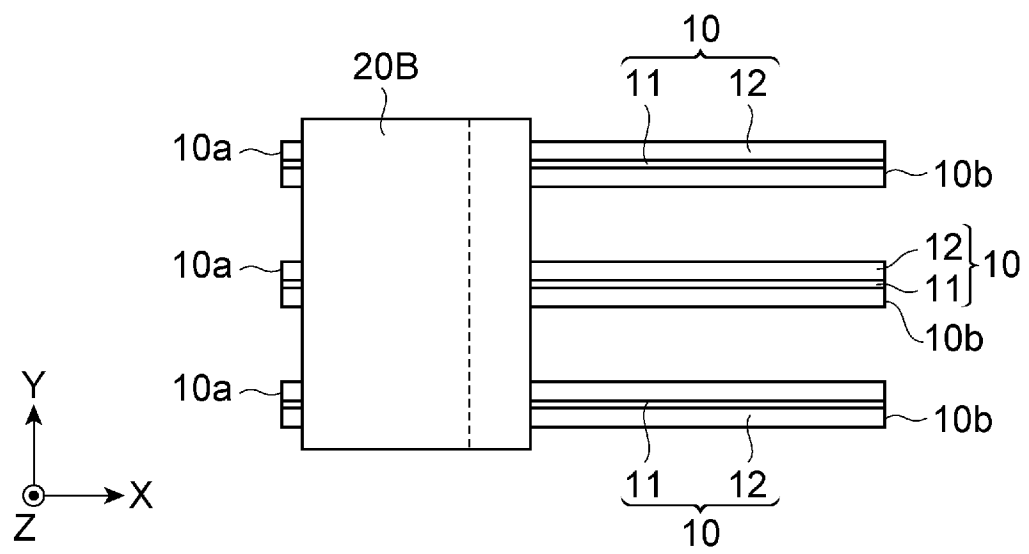
[図1A]



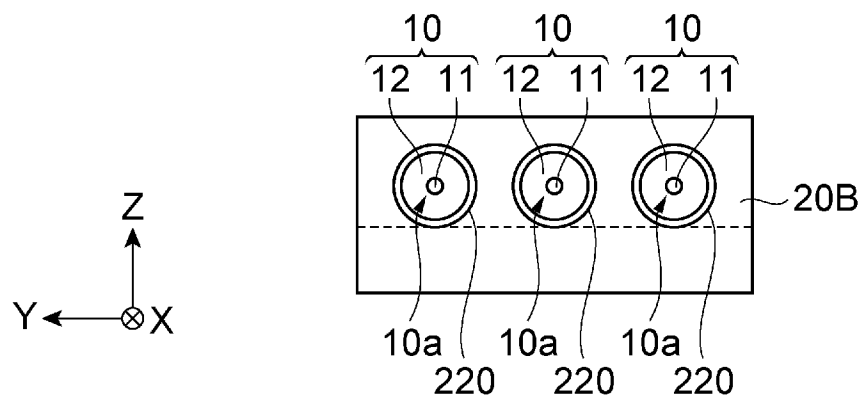
[図1C]



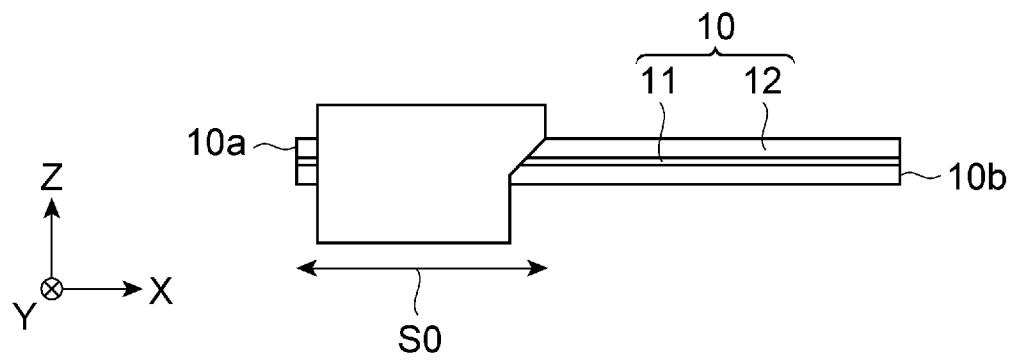
[図2A]



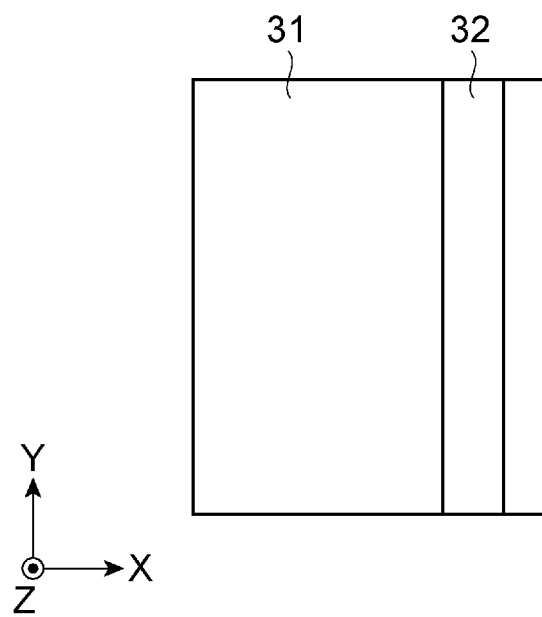
[図2B]



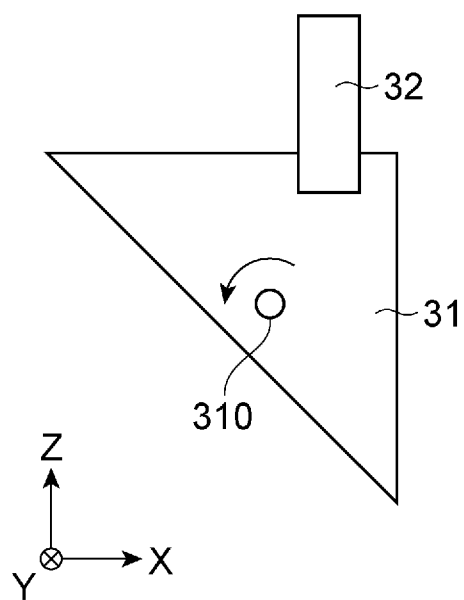
[図2C]



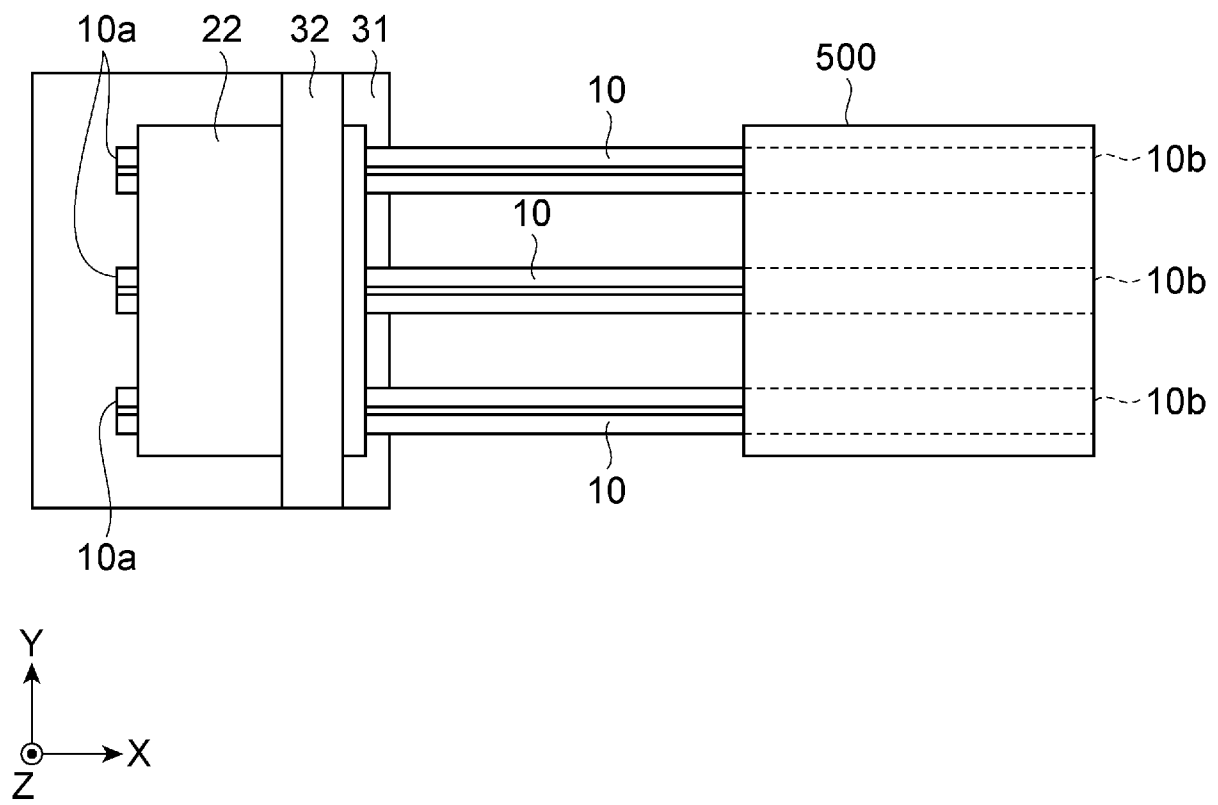
[図3A]



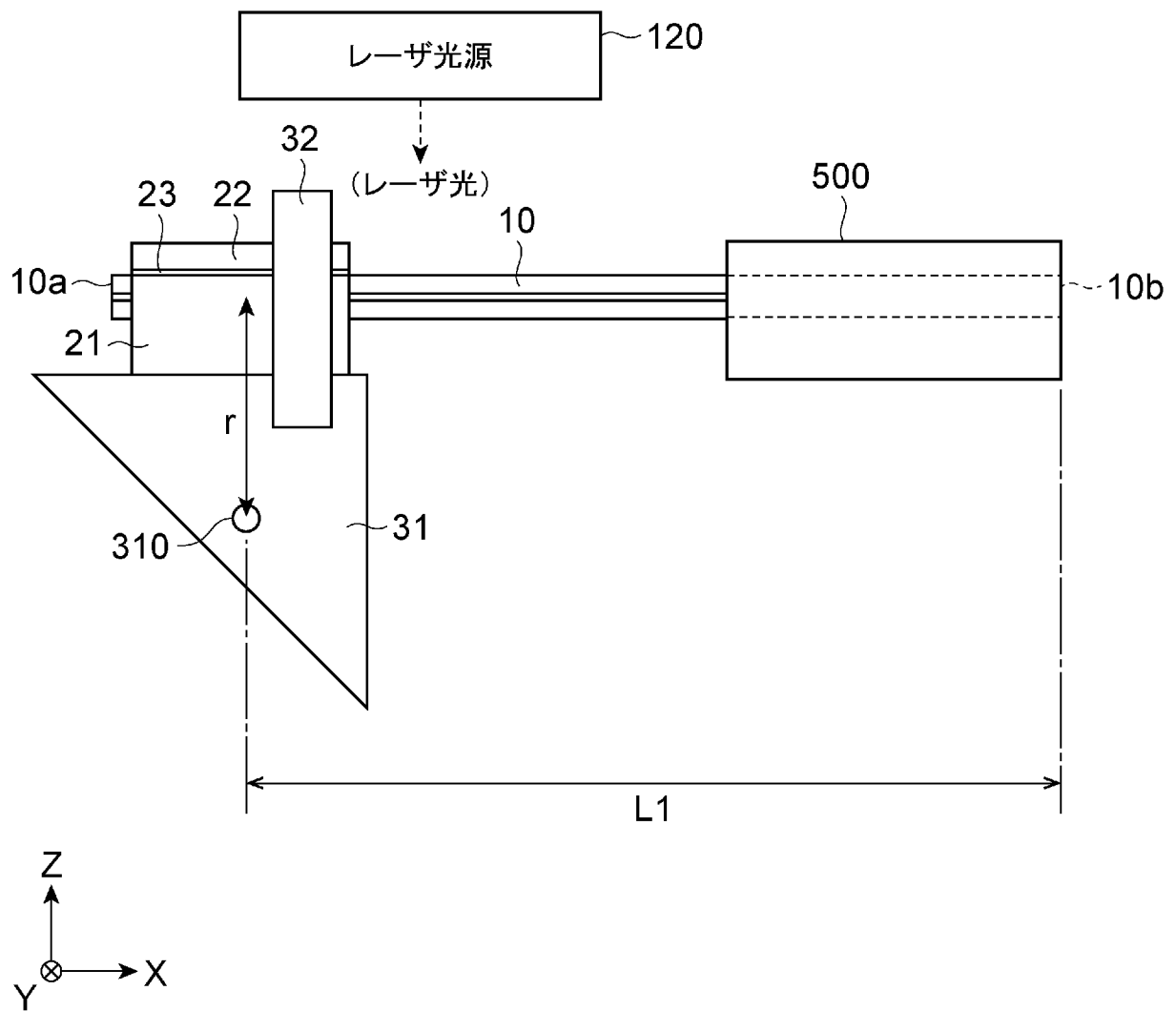
[図3B]



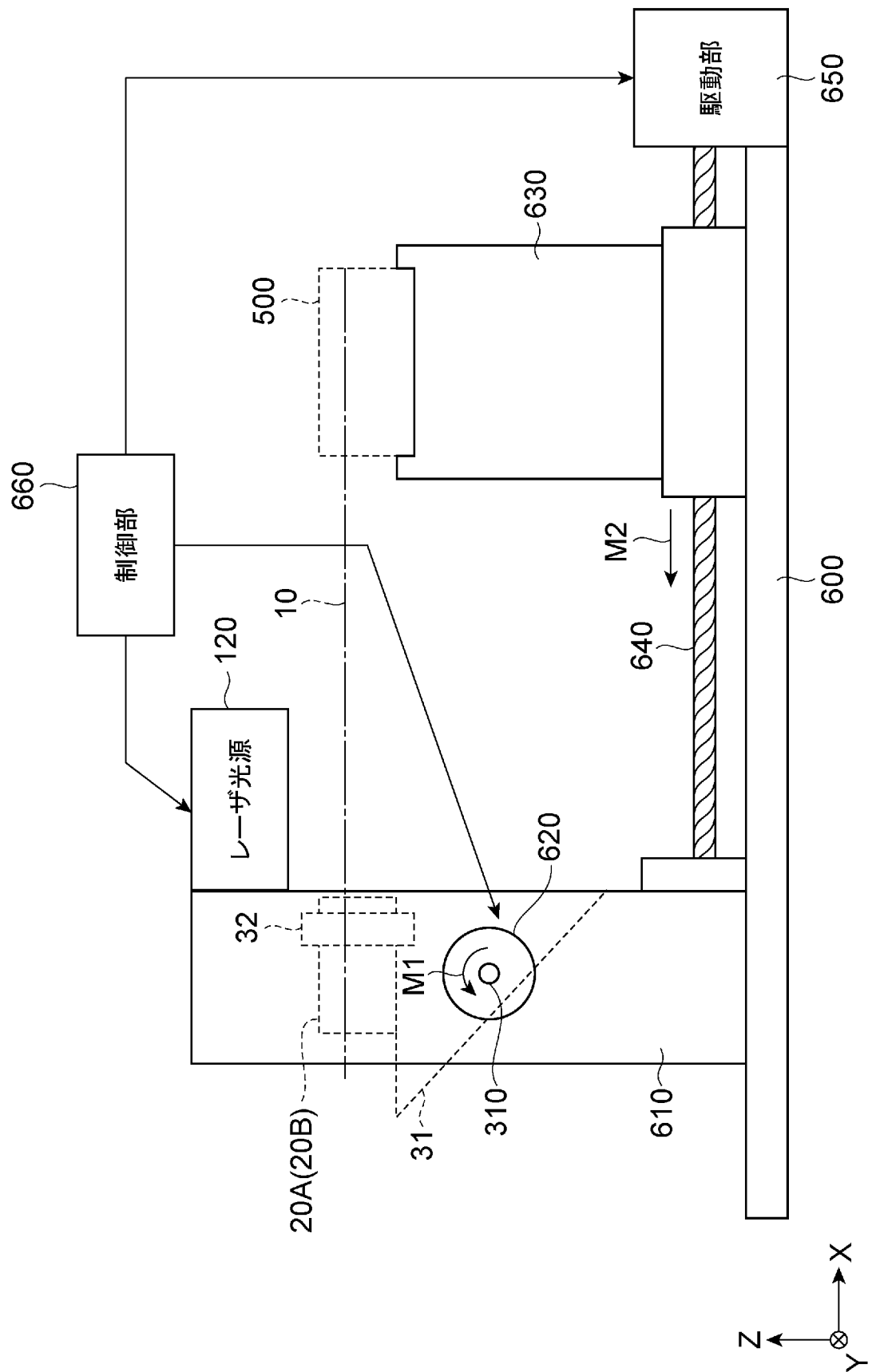
[図4A]



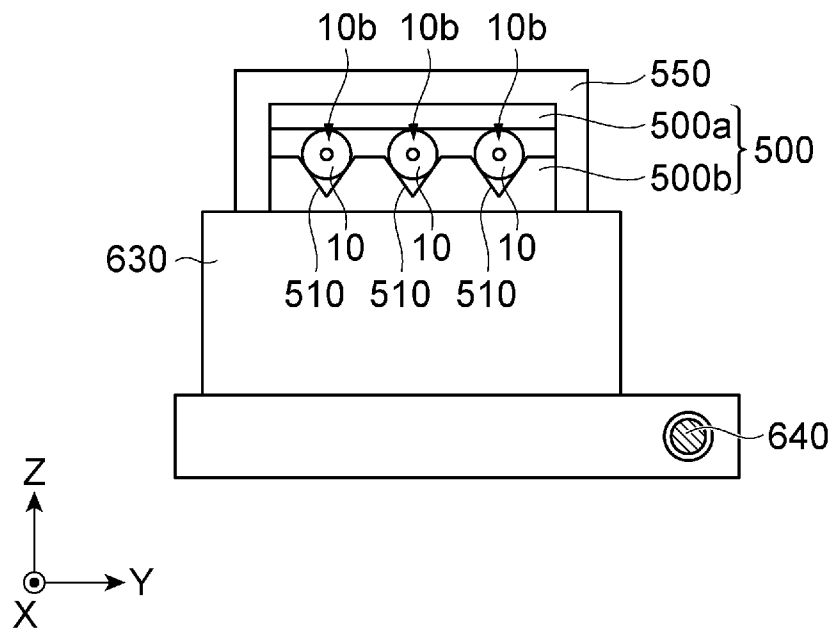
[図4B]



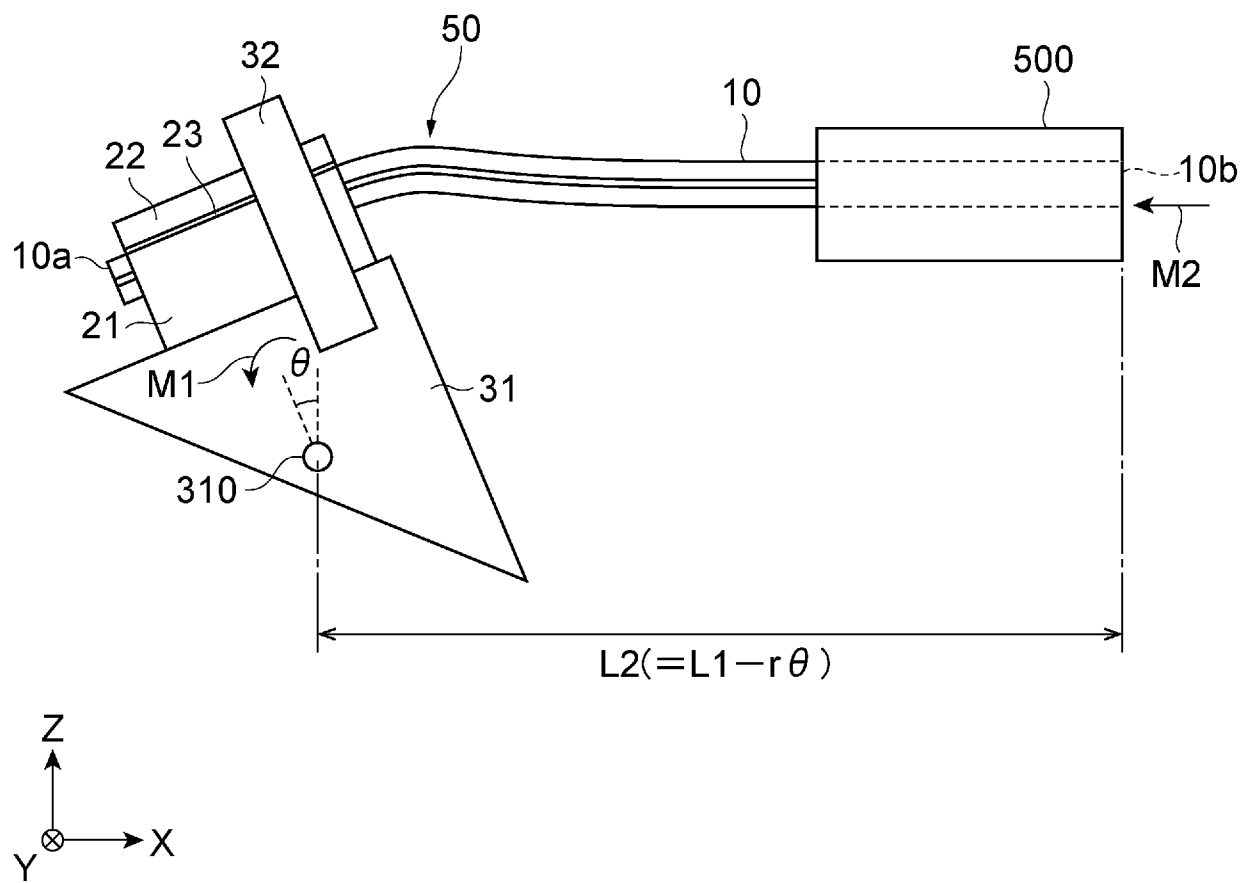
[図5A]



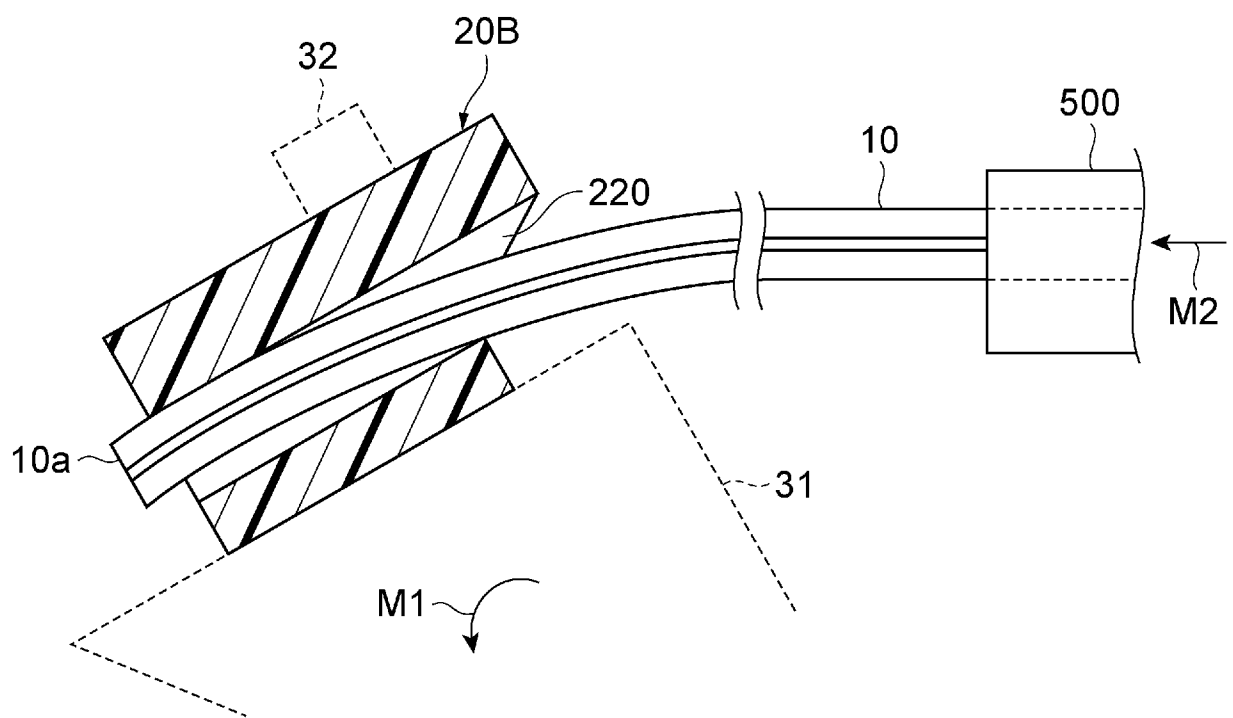
[図5B]



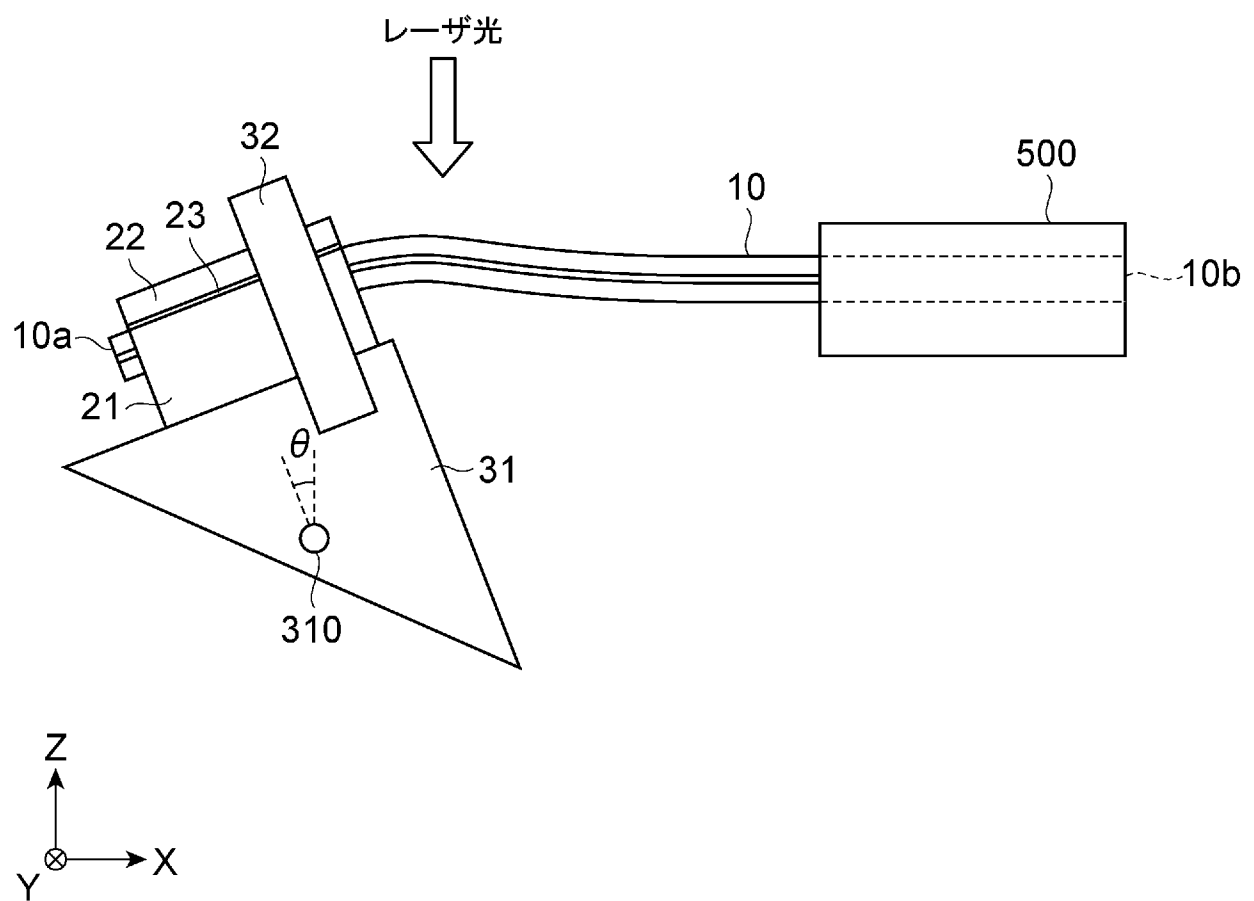
[図6A]



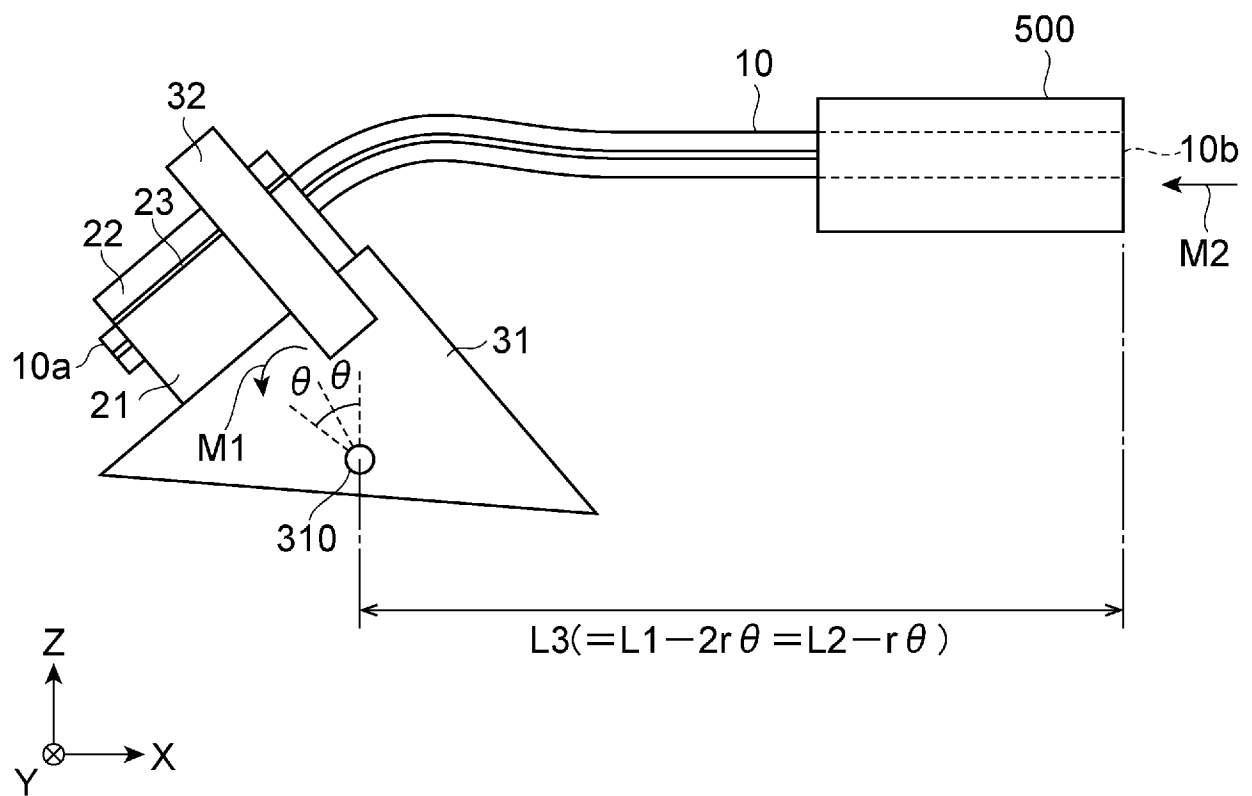
[図6B]



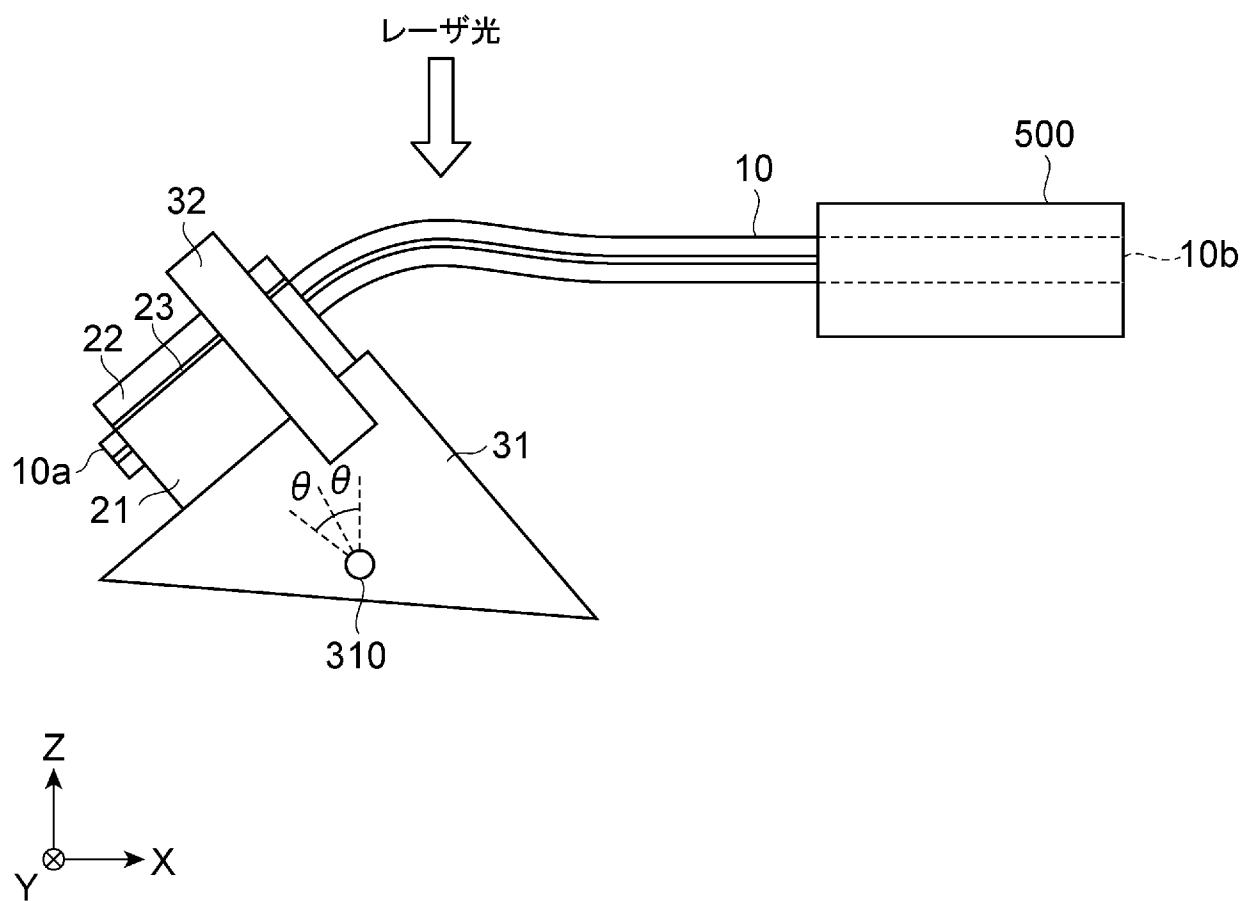
[図7A]



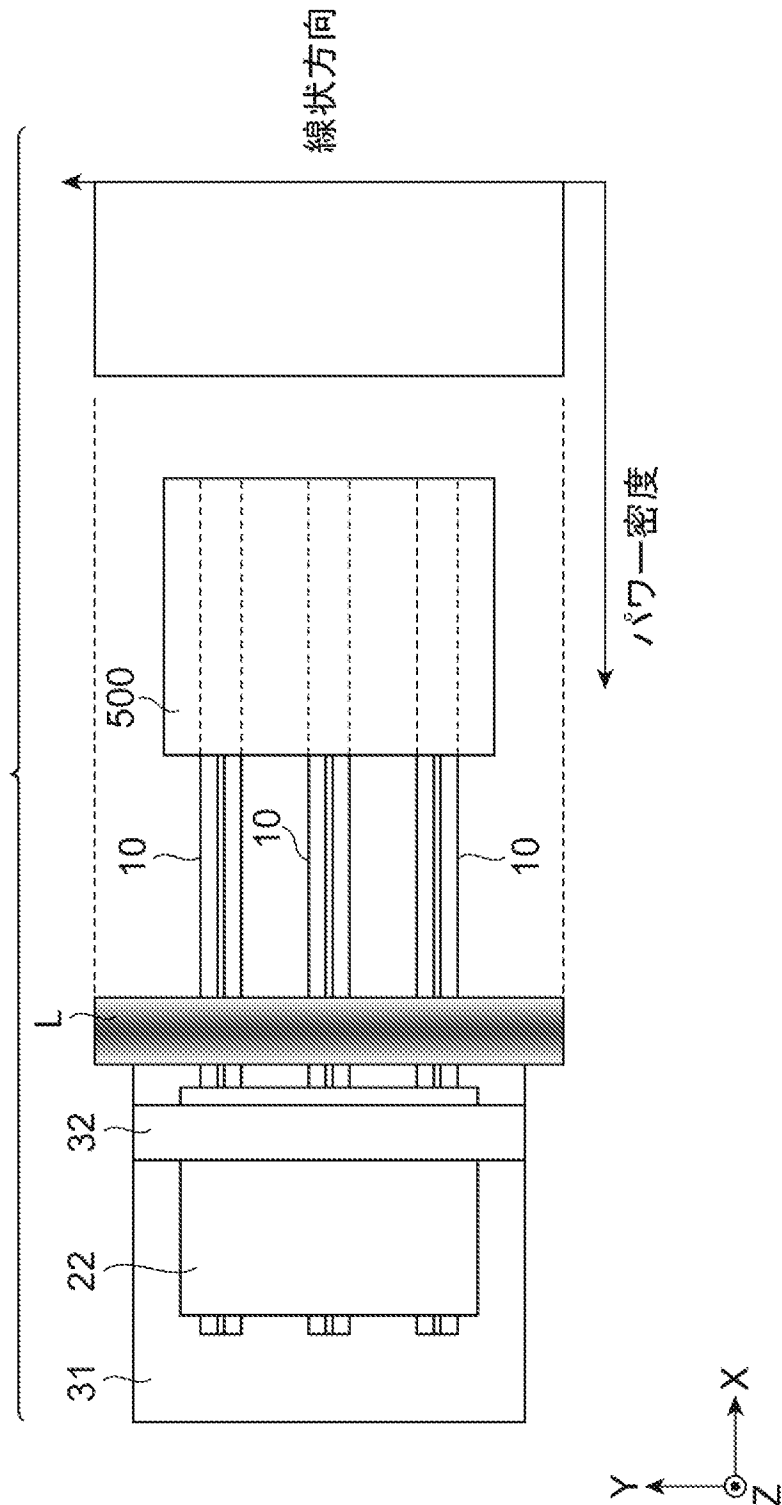
[図7B]



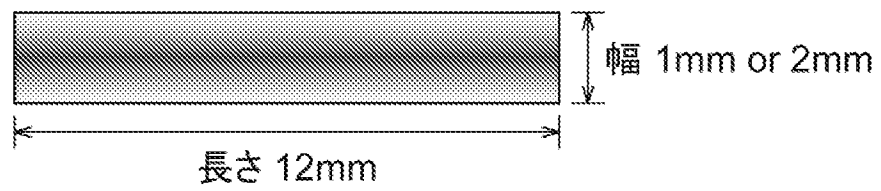
[図7C]



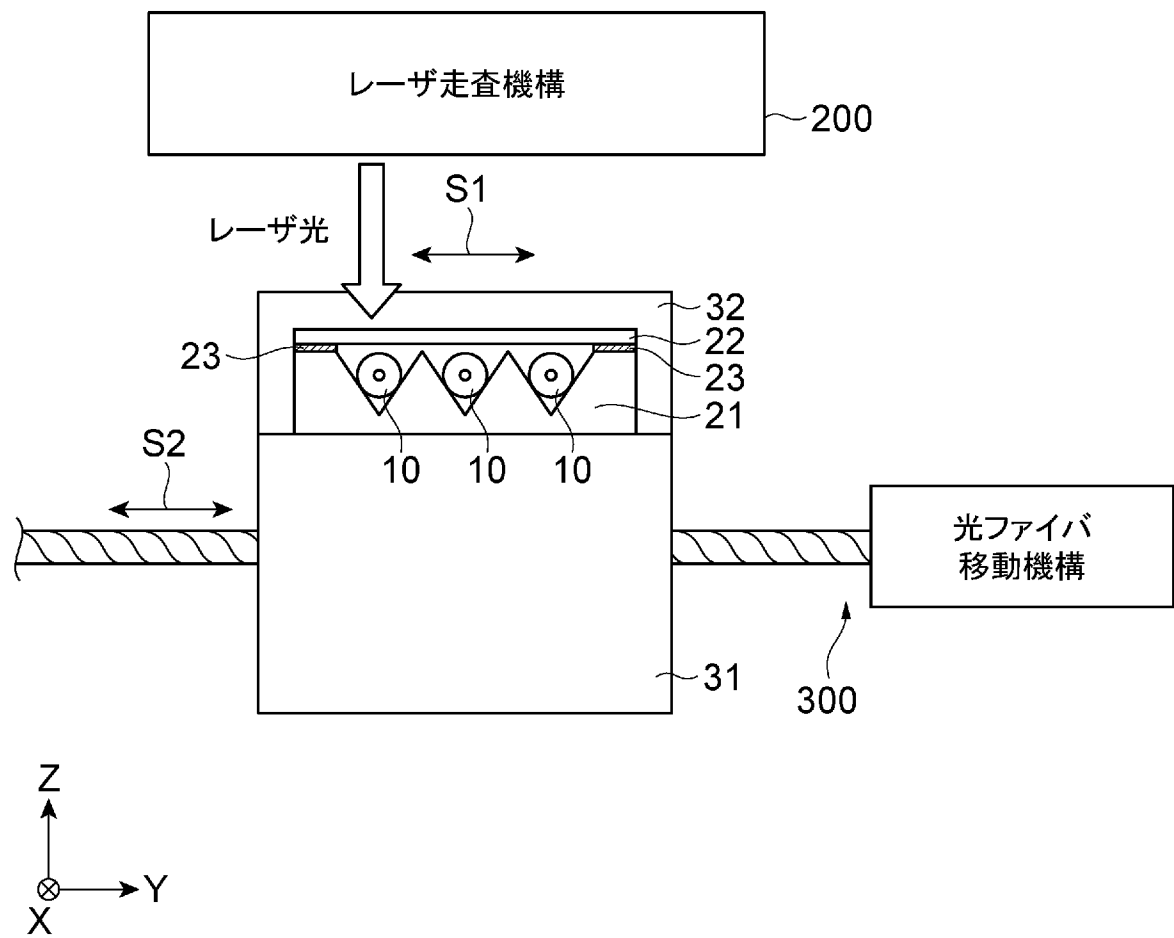
[図8A]



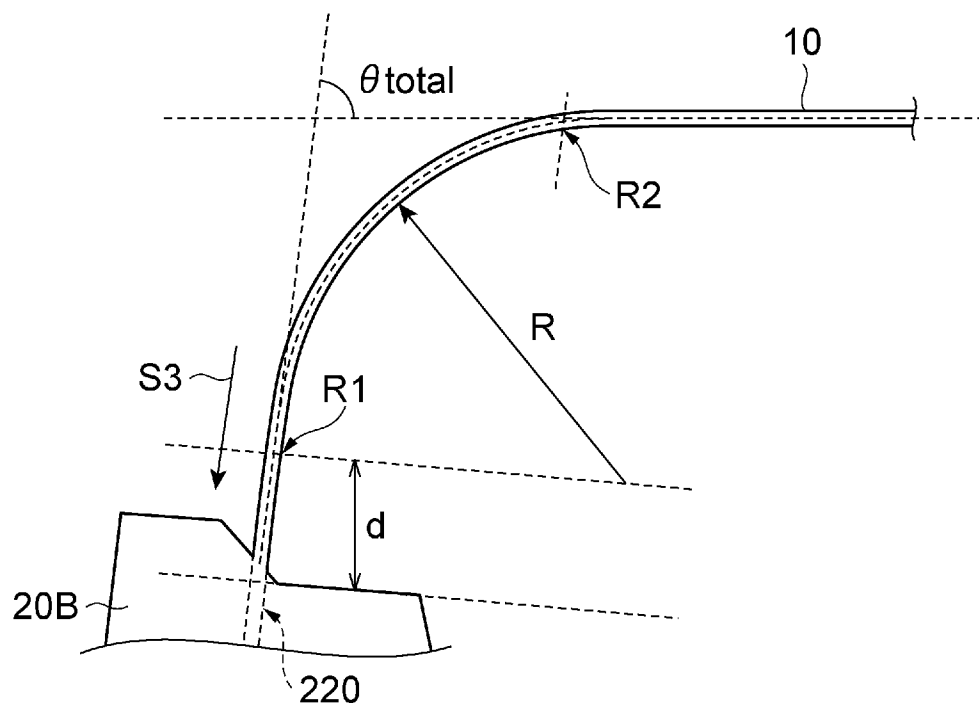
[図8B]



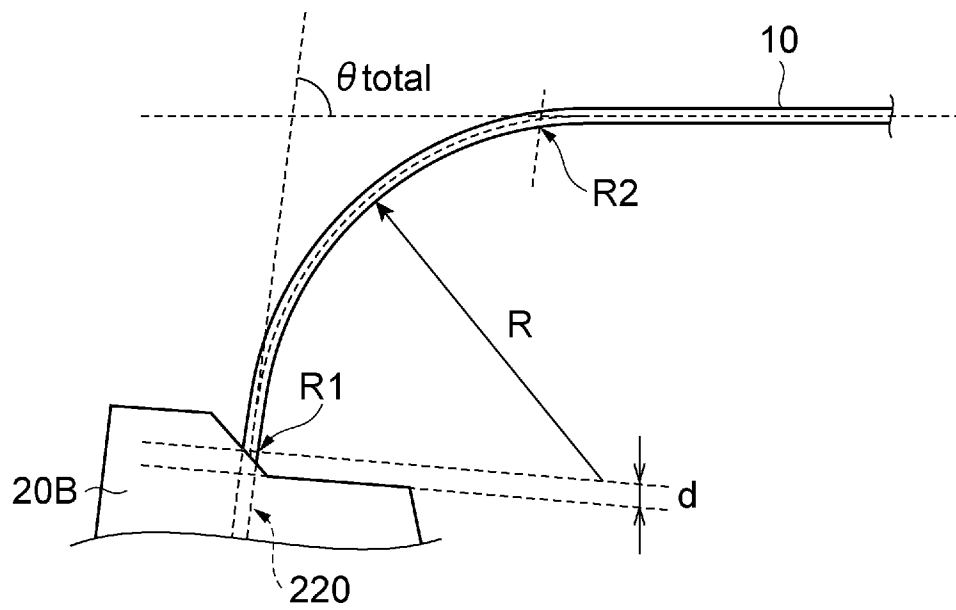
[図9]



[図10A]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/071069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B6/02(2006.01)i, C03B37/15(2006.01)i, G02B6/46(2006.01)i

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)

G02B6/00-6/036, G02B6/10, G02B6/245-6/25, G02B6/44-6/54, C03B37/15

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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 2015-218090 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 December 2015 (07.12.2015), paragraphs [0020] to [0025]; fig. 1 to 7 & US 2015/0336842 A1 paragraphs [0033] to [0039]; fig. 1 to 7 & CN 105093399 A	1-5
Y	WO 2012/029157 A1 (Tomoegawa Paper Co., Ltd.), 08 March 2012 (08.03.2012), paragraphs [0006], [0026] to [0028], [0035] to [0036]; fig. 5 to 6, 10 (Family: none)	1-5

☒ 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
08 September 2016 (08.09.16)

Date of mailing of the international search report
20 September 2016 (20.09.16)

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

International application No.

PCT/JP2016/071069

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 2012-132972 A (Tomoegawa Paper Co., Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraphs [0034] to [0066]; fig. 1 to 7 & JP 5346912 B2 & US 2013/0263628 A1 paragraphs [0042] to [0075]; fig. 1 to 7 & US 9256017 B2 & WO 2012/086585 A1 & EP 2657731 A1 & CN 103261930 A	1-5
A	JP 2015-102663 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 04 June 2015 (04.06.2015), paragraphs [0021] to [0029]; fig. 3 to 4 & US 2016/0016843 A1 paragraphs [0037] to [0045]; fig. 3 to 4 & WO 2015/076105 A1 & CN 105765427 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02B6/02(2006.01)i, C03B37/15(2006.01)i, G02B6/46(2006.01)i

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. G02B6/00-6/036, G02B6/10, G02B6/245-6/25, G02B6/44-6/54, C03B37/15

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 請求項の番号
Y	JP 2015-218090 A（住友電気工業株式会社）2015.12.07, 段落 [0020]-[0025], 図 1-7 & US 2015/0336842 A1, [0033]-[0039], FIGS. 1-7 & CN 105093399 A	1-5
Y	WO 2012/029157 A1（株式会社巴川製紙所）2012.03.08, 段落 [0006], [0026]-[0028], [0035]-[0036], 図 5-6, 10（ファミリーなし）	1-5

☒ 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

08.09.2016

国際調査報告の発送日

20.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

野口 晃一

2 L

5708

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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 請求項の番号
Y	JP 2012-132972 A (株式会社巴川製紙所) 2012. 07. 12, 段落[0034]-0066], 図 1-7 & JP 5346912 B2 & US 2013/0263628 A1, [0042]-[0075], IG1-7 & US 9256017 B2 & WO 2012/086585 A1 & EP 2657731 A1 & CN 103261930 A	1-5
A	JP 2015-102663 A (住友電気工業株式会社) 2015. 06. 04, 段落 [0021]-0029], 図 3-4 & US 2016/0016843 A1, [0037]-[0045], Fig. 3-4 & WO 2015/076105 A1 & CN 105765427 A	1-5