

(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20日 (20.07.2006)

PCT

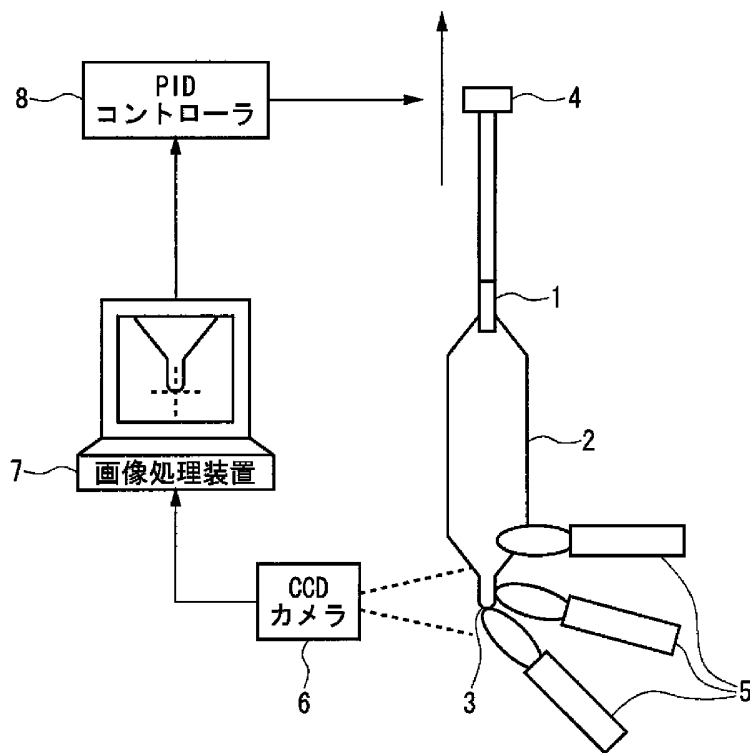
(10) 国際公開番号
WO 2006/075438 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 37/018 (2006.01) C03B 37/07 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/020601
- (22) 国際出願日: 2005年11月10日 (10.11.2005)
- (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2005-005550 2005年1月12日 (12.01.2005) 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
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 井上 大 (INOUE, Dai) [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). 吉田 真 (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).
- (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).
- (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.
- (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,

/ 続葉有 /

(54) Title: PRODUCTION METHOD AND DEVICE OF OPTICAL FIBER PARENT MATERIAL

(54) 発明の名称: 光ファイバ母材の製造方法および製造装置



6 CCD CAMERA
7 IMAGE PROCESSOR
8 PID CONTROLLER

(57) Abstract: A production method of an optical fiber parent material (2) by a VAD method comprising a step for detecting the distal end position (3) of a soot core by a discrete value, a step for averaging the values of detected distal end position (3) over a predetermined time, and a step for regulating the production conditions of soot core such that the averaged value of distal end position (3) becomes constant, wherein the regulating process regulates production conditions sequentially such that difference between the averaged value of distal end position (3) and a target value set between two adjacent values which can be predicted discretely becomes zero.

(57) 要約: VAD法による光ファイバ母材2の製造方法において、スートコアの先端位置3を離散的な値により検出する検出工程と、検出した先端位置3の値を予め定められた時間で平均化する平均化工程と、平均化された先端位置3の値が一定になるようにスートコアの製造条件を調整する調整工程とを含み、調整工程において、平均化された先端位置3の値と、予め離散的に検出され得る隣り合う2つの値の間に設定した目標位置の値との差がゼロとなるように製造条件を逐次調整する。



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。

明 細 書

光ファイバ母材の製造方法および製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、VAD法による光ファイバ母材の製造に係り、高品質の光ファイバ母材を安定して供給することのできる光ファイバ母材の製造方法及び装置に関する。

[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2005-005550号 出願日 2005年1月12日

背景技術

[0003] 光ファイバ母材の製造方法のひとつとしてVAD法が知られている。VAD方法では、例えば、反応室内に設置されたスートコア堆積用バーナ及びクラッド堆積用バーナで生成したガラス微粒子を、回転しつつ上昇するシャフトに取り付けられた出発部材の先端に堆積させて、スートコア層およびクラッド層を含む多孔質母材が製造される。更に、得られた多孔質母材は、その後、脱水、透明ガラス化され、光ファイバ母材とされる。

[0004] 上記の製造方法においては、スートコアの先端位置が堆積中を通じて一定となっていることが、得られる光ファイバ母材の特性を安定させるために望ましい。そのために、スートコアの先端位置を検出し、その位置が一定となるように、引上げ速度あるいは原料ガスの流量を逐次調整することが一般的に行われている。なお、その場合においても、それによる引上げ速度あるいは原料ガスの流量変動もできる限り小さく抑えられていることが望ましい。

[0005] スートコアの先端位置を一定に保つには、まず、先端位置を常に正確に把握している必要がある。先端位置を検出する方法には、特許文献1または特許文献2に記載されているように、カメラにより堆積中の画像を取得し、その画像を画像処理することにより先端位置を決定する方法がある。ただし、この画像処理の解像度は、カメラの走査線数に依存する。また、画像処理はコンピュータなどを用いたデジタル処理であ

るから、検出される先端位置は、必然的に非連続的、すなわち離散的な値となる。

特許文献1:特開昭53-87245号公報

特許文献2:特開昭60-122736号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の検出方法において、離散的な値であるひとつの先端位置Pの値に対して隣接する次の先端位置までの間隔をdとしたとき、先端位置Pの値に対して $\pm d/2$ の間にある先端位置は全て先端位置Pと検出される。従って、間隔dの範囲で先端位置が上昇あるいは下降していても、その先端位置変化が検出されるまでに時間(タイムラグ)を要するという問題がある。

[0007] さらに、移動が検出された先端位置に対する制御量が大きすぎた場合には、再調整が行われるまでに要する時間が長くなってしまう。このため、結果的に大きな速度変動を招いてしまうという問題があった。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するために、本発明の第1の形態として、VAD法による光ファイバ母材の製造方法において、スートコアの先端位置を離散的な値により検出する検出工程と、検出した先端位置の値を予め定められた時間で平均化する平均化工程と、平均化された先端位置の値が一定になるようにスートコアの製造条件を調整する調整工程とを含み、調整工程において、平均化された先端位置の値と、予め離散的に検出され得る隣合う2つの先端位置の値の間に設定した目標位置の値との差がゼロとなるように製造条件を逐次調整することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法が提供される。これにより、ガラス微粒子の堆積中、スートコアの先端位置を常に正確に検出し、目標位置との差を引上げ速度及び／又はバーナへの原料流量を調整することで、スートコアの先端位置を一定に保つことができ、光ファイバ母材の特性を安定させることができる。これは、スートコア先端位置の管理目標値を、連続する離散値の間に設定することにより、先端位置が常に一定の割合で2つの離散的な値のいずれかとして検出されることになり、常に細かな調整が実行された結果と推測される。

[0009] また、ひとつの実施形態として、上記製造方法の調整工程において、目標位置の

値は、離散的に検出され得る隣り合う2値の間隔を1としたときに、0.4～0.6に相当する内分点とすることができる。これにより、スートコアの先端位置に対しては、常に一定の割合で2つの離散的な値のいずれかとして検出されることになり、常に細かな調整が行われることになる。従って、細かな変動が常にあるが、結果的に先端位置の僅かな変化も検知して、すばやく適切な調整が行われ、大きな変動が生じない。

[0010] なお、目標位置は、連続する離散値の間隔の1/20程度という僅かな量でもずれていれば同様の効果が得られる。しかしながら、特に効果が顕著なのが2つの隣り合う離散的な値の0.4～0.6の内分点内に目標位置の値がある場合であった。この範囲に先端位置がある場合、僅かな速度の変更で先端位置を調整でき、場合によっては、スート堆積体の回転や堆積に用いている火炎の明るさによる画像の揺らぎから適度な割合で、先端位置が2つの離散的な値としてそれぞれ検出されるため、小さいがゼロではない速度調整で、極めて狭い範囲で先端位置を制御できる。

[0011] 更に、他の実施形態として、上記製造方法において、調整工程において、調整される製造条件は、スートコアの引上げ速度およびスートコア堆積のために供給される原料ガスの流量の少なくとも一方とすることができる。これにより、スートコアの引上げ速度を調整する引上げ速度制御装置、供給される原料ガス流量を調整するマスフローコントローラ等の既存の設備を用いて、スートコアの先端位置を効果的に制御できる。

[0012] また、本発明の第2の形態として、VAD法による光ファイバ母材の製造装置であって、スートコアの先端位置を撮影するCCDカメラと、撮影した画像をデジタル処理してスートコアの先端位置を離散的な値で検出する画像処理装置と、離散的な値をアナログ信号に変換して予め定められた時間で平均化するPIDコントローラと、平均化された先端位置の値と、予め離散的に検出され得る隣り合う2つの位置の間に設定した目標位置との差がゼロとなるように、製造条件を逐次調整する制御調整装置とを備えていることを特徴とする光ファイバ母材の製造装置が提供される。これにより、光ファイバ母材の製造装置において、ガラス微粒子の堆積中、スートコアの先端位置を常に正確に検出し、目標位置との差を引上げ速度及び／又はバーナへの原料流量を調整することで、スートコアの先端位置を一定に保つことができ、光ファイバ母材の特

性を安定させることができる。

[0013] また、ひとつの実施形態として、上記製造装置において、制御調整装置は、スートコアの引上げ速度を調整する引上げ速度制御装置および供給される原料ガスの流量をマスフローコントローラを介して制御するマスフローコントローラ装置の少なくとも一方とすることができる。これにより、既存の設備を用いてスートコアの先端位置を効果的に制御できる。

[0014] 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

[0015] 本発明により、ガラス微粒子の堆積中、スートコアの先端位置を常に正確に検出し、目標位置との差を引上げ速度及び／又はバーナへの原料流量を調整することで、スートコアの先端位置を一定に保つことができ、光ファイバ母材の特性を安定させることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施例1によるスートコア先端位置の制御システムを示す概略説明図である。

[図2]実施例2によるスートコア先端位置の制御システムを示す概略説明図である。

[図3]実施例1によるスートコア先端位置の制御状態を示すグラフである。

[図4]比較例1によるスートコア先端位置の制御状態を示すグラフである。

[0017] 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

[0018] (実施例1)

VAD法により、回転しつつ引上げられる種棒1の先端に、四塩化珪素などの原料ガスを火炎加水分解して生成されるシリカ微粒子を堆積させ、光ファイバ母材2の製造を行った。堆積中、スートコアの先端位置3をCCDカメラ6で撮影し、画像処理装置7によりその画像からスートコアの先端位置3を検出した(図1参照)。なお、先端位置の検出は画像の明度変化により行った。明度変化から先端位置を検出する方法

には、閾値を用いる方法、明度の変化率による方法などを例示できるが、いずれの方法によっても得られる先端位置は、画像の解像度に依存した離散的な値となる。

[0019] 離散的な値として検出され得る先端位置3の最小間隔は、画像の解像度により変化するが、本実施例において使用したシステムでは0.2mmであった。この先端位置3をアナログの電気信号に変換し、PIDコントローラ8に入力し、PIDコントローラ8側で20秒間の平均化処理を行い、平均化された先端位置と目標位置の差分が0となるように、吊下げ機構4を介して図示していない引上げ装置により引上げ速度を調整するシステムとした。このときの制御は、差分に対しての比例成分とオフセットを防止するための積分成分を使用したPI制御とした。

[0020] 目標位置は、2つの隣り合う離散的な値の中間の値としたところ、図3に示すように、先端位置及び引上げ速度は、常に細かく変動していたが、どちらも大きく変動することとはなかった。

[0021] 目標位置が離散的な値から、例えば、2つの離散的な値の間隔の1/20程度という僅かな量でもずれていれば、同様の効果が見られたが、特に効果が顕著なのが2つの隣り合う離散的な値の0.4～0.6の内分点内に、目標位置が位置する場合であった。この範囲に先端位置がある場合、僅かな速度の変更で先端位置を調整でき、場合によっては、スート堆積体の回転や堆積に用いている火炎の明るさによる画像の揺らぎから適度な割合で、先端位置が2つの離散的な値としてそれぞれ検出されるため、小さいがゼロではない速度調整で、極めて狭い範囲で先端位置を制御できる。

[0022] (実施例2)

実施例1と同様のシステムで光ファイバ母材の製造を行った。

シリカ微粒子の堆積中、CCDカメラ6と画像処理装置7で検出したスートコアの先端位置3をアナログの電気信号に変換し、PIDコントローラ8に入力し、PIDコントローラ8側で20秒間の平均化処理を行った。なお、先端位置3の制御は、平均化処理を行って得た先端位置と目標位置との差分が0となるように、マスフローコントローラ(流量制御装置)9によりバーナ5への原料ガスの流量を変化させるシステムとした(図2参照)。このときの制御は、差分に対しての比例成分とオフセットを防止するための積

分成分を使用したPI制御とした。

[0023] 目標位置を2つの隣り合う離散的な値の中間としたところ、実施例1と同様に先端位置及び原料ガス流量は、常に細かく変動していたが、どちらも大きく変化することはなかった。

[0024] 目標位置が離散的な値から、例えば、2つの離散的な値の差の1/20程度という僅かな量でもずれていれば、同様の効果が見られたが、特に効果が顕著なのが2つの隣り合う離散的な値の0.4～0.6の内分点に、先端位置が位置する場合であった。この付近に先端位置がある場合、僅かな原料ガス流量の変更で先端位置を調整できる。

[0025] (比較例1)

実施例1と同様のシステムでシリカ微粒子の堆積を行ったが、スートコア先端の目標位置は、離散的な値とほぼ一致させた。

[0026] その結果、引上げ速度がほぼ一定の時間帯と、大きく変化する時間帯とに分かれた。引上げ速度がほぼ一定の時間帯では、検出された先端位置は目標位置と一致しているが、実際には、0.2mm程度の幅を持った位置にある間は、常に同じ位置にあると検出されており、例えば、自動的に調整された速度が先端位置を一定に保つよりも僅かに遅くても、最大で0.2mm先端位置が変化するまでは、先端位置が少しずれていることが検知されない。その結果、図4に見られるように、検出される先端位置の急激な変化が突然生じ、比較的大きな速度変動の原因となっていた。

[0027] 以上説明したように、従来は、スートコアの先端位置の管理目標は離散的に検出される位置のいずれかに設定されていた。また、このために、先端位置が変動し、その位置変動を調整するために結果的に引上げ速度の変動あるいは原料ガス流量の変動を引き起こしていた。これに対して、本発明は先端位置の管理目標を上記離散的な2つの値の間に設定すると、先端位置は、常に一定の割合で2つの離散的な値のいずれかとして検出されることになり、常に細かな調整が行われることになる。従って、細かな変動が常にあるが、結果的に先端位置の僅かな変化も検知して、すばやく適切な調整が行われ、大きな変動は防止される。

産業上の利用可能性

[0028] 高品質の光ファイバ母材の安定な生産に寄与する。

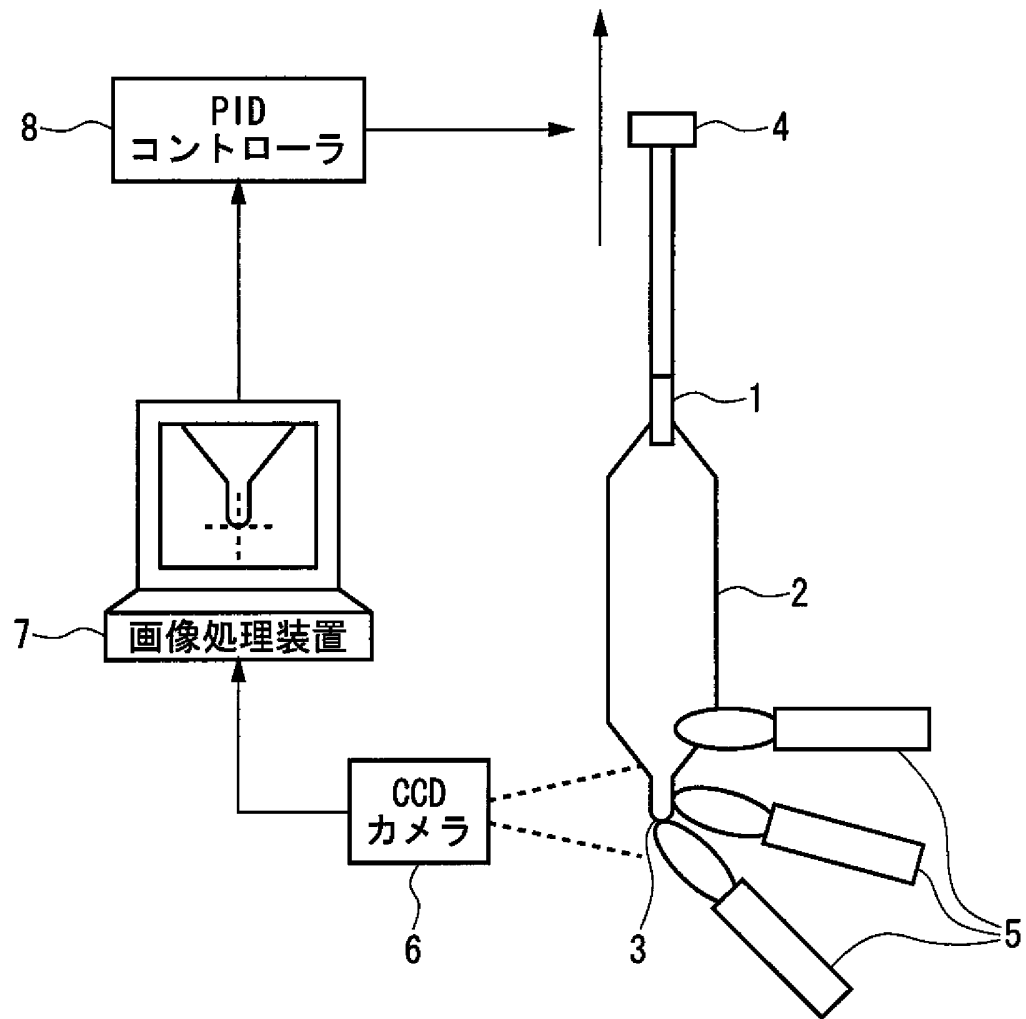
請求の範囲

- [1] VAD法による光ファイバ母材の製造方法において、スートコアの先端位置を離散的な値により検出する検出工程と、
検出した先端位置の前記値を予め定められた時間で平均化する平均化工程と、
平均化された先端位置の前記値が一定になるようにスートコアの製造条件を調整する調整工程と
を含み、
前記調整工程において、前記平均化された先端位置の前記値と、予め離散的に検出され得る隣り合う2つの先端位置の前記値の間に設定した目標位置の値との差がゼロとなるように前記製造条件を逐次調整することを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。
- [2] 前記調整工程において、前記目標位置の値が、離散的に検出され得る隣り合う2値の間隔を1としたときに、0.4～0.6に相当する内分点にある請求項1に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [3] 前記調整工程において、調整される前記製造条件が、前記スートコアの引上げ速度である請求項1又は2に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [4] 前記調整工程において、調整される前記製造条件が、スートコア堆積に供給される原料ガスの流量である請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載の光ファイバ母材の製造方法。
- [5] VAD法による光ファイバ母材の製造装置であって、
スートコアの先端位置を撮影するCCDカメラと、
撮影した画像をデジタル処理してスートコアの先端位置を離散的な値で検出する画像処理装置と、
前記離散的な値をアナログ信号に変換して予め定められた時間で平均化するPIDコントローラと、
前記平均化された先端位置の前記値と、予め離散的に検出され得る隣り合う2つの位置の間に設定した目標位置の値との差がゼロとなるように、製造条件を逐次調整する制御調整装置と

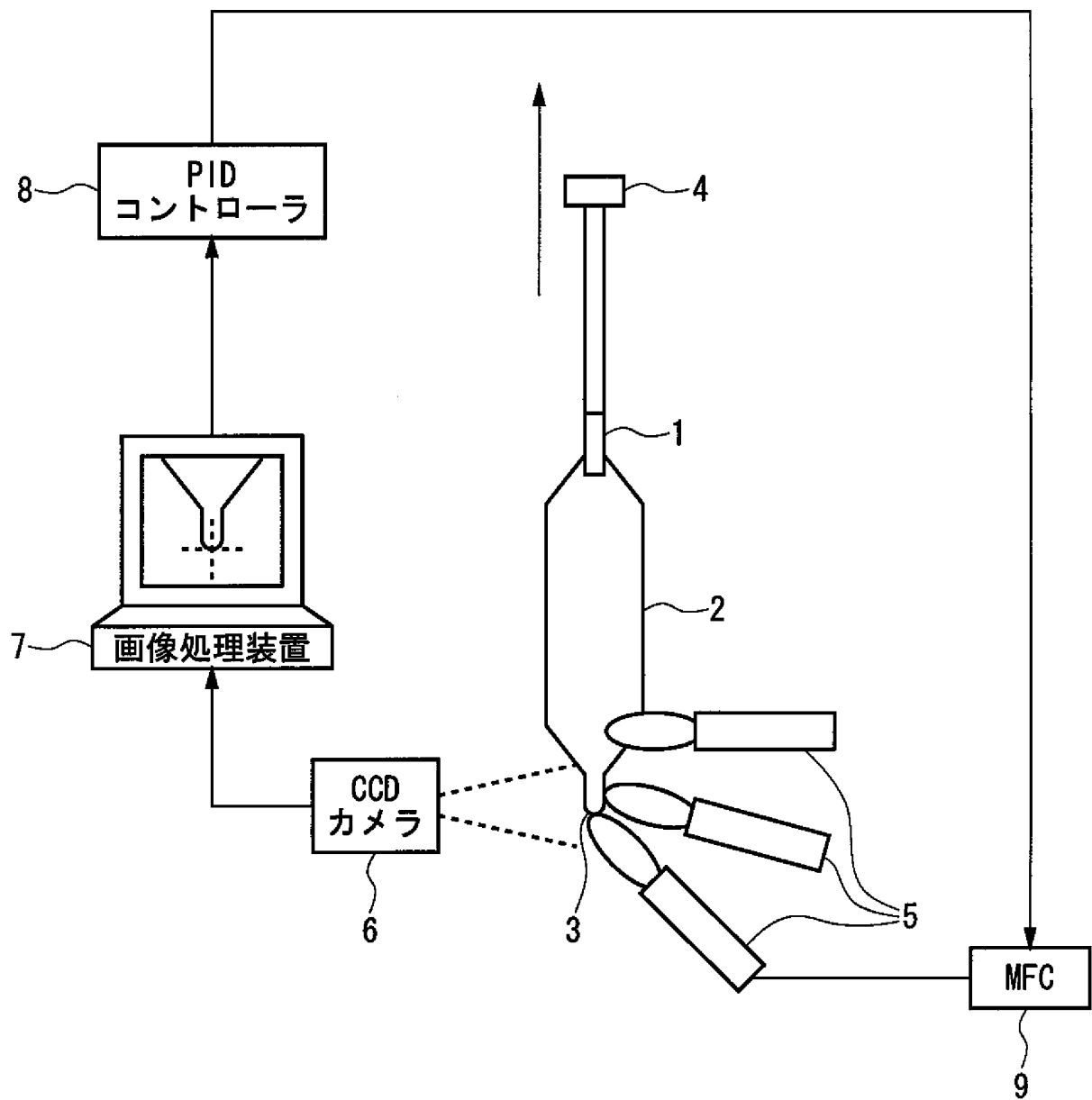
を備えていることを特徴とする光ファイバ母材の製造装置。

- [6] 前記制御調整装置が、前記ストコアの引上げ速度を調整する引上げ速度制御装置である請求項5に記載の光ファイバ母材の製造装置。
- [7] 前記制御調整装置が、供給される原料ガスの流量をマスフローコントローラを介して制御するマスフローコントローラ装置である請求項5に記載の光ファイバ母材の製造装置。

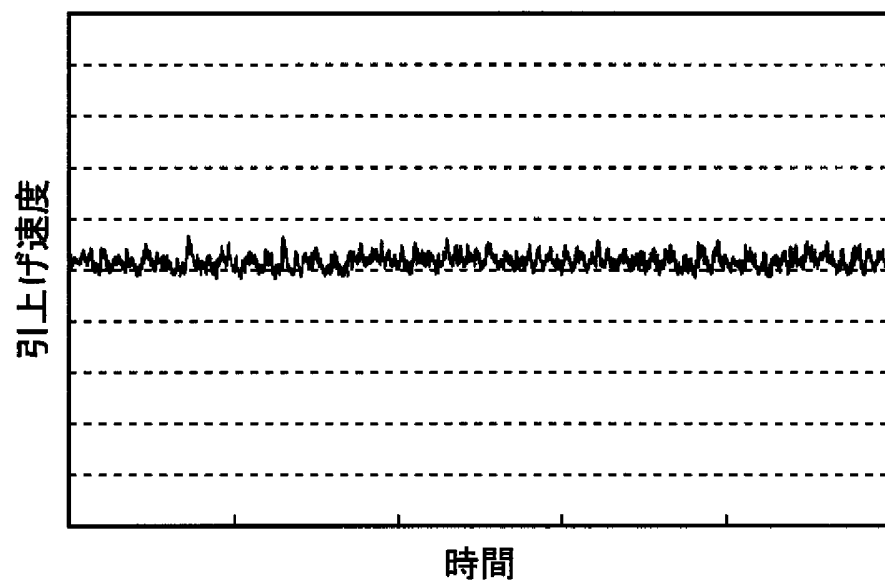
[図1]



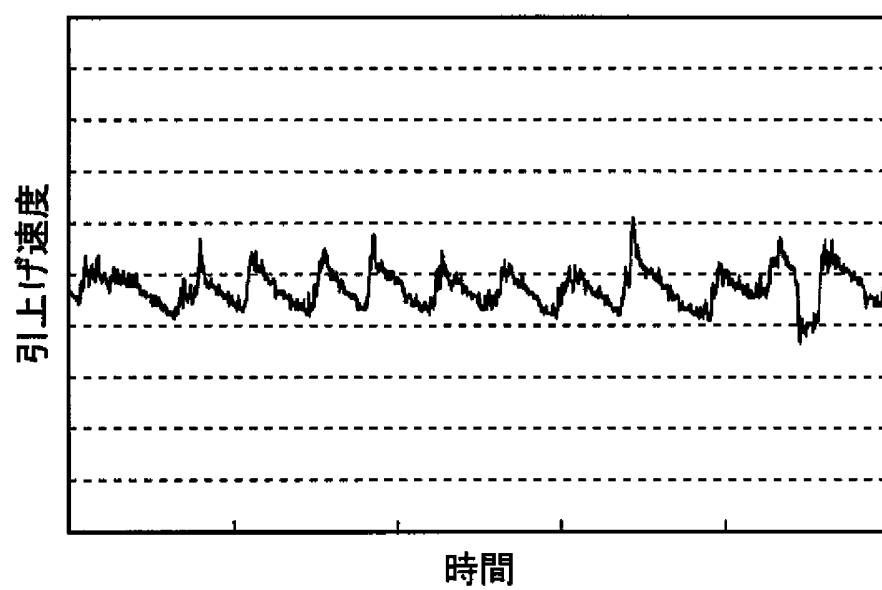
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C03B37/018 (2006.01) , C03B37/07 (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) C03B37/00-37/16 (2006.01) , B23Q17/24 (2006.01) , G01B11/00 (2006.01) , G05B11/00-11/60 (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.
A	JP 2000-351634 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 19 December, 2000 (19.12.00), Full text (Family: none)	1-7
A	JP 08-198634 A (Yazaki Corp.), 06 August, 1996 (06.08.96), Full text (Family: none)	1-7
A	JP 10-206113 A (Nikon Corp.), 07 August, 1998 (07.08.98), Full text (Family: none)	1-7
☒ 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 25 January, 2006 (25.01.06)		Date of mailing of the international search report 07 February, 2006 (07.02.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/020601

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 02-500684 A (Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Forschung e.V.), 08 March, 1990 (08.03.90), Full text & WO 1988/002097 A2 & DE 3731531 A1	1-7

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), C03B37/07 (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. C03B37/00-37/16 (2006.01), B23Q17/24 (2006.01), G01B11/00 (2006.01), G05B11/00-11/60 (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

国際調査で使用了電子データベース (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
A	JP 2000-351634 A (信越化学工業株式会社) 2000.12.19, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 08-198634 A (矢崎総業株式会社) 1996.08.06, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 10-206113 A (株式会社ニコン) 1998.08.07, 全文 (ファミリーなし)	1-7

☒ 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

25.01.2006

国際調査報告の発送日

07.02.2006

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

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 請求の範囲の番号
A	JP 02-500684 A (フラウンホッフアーゲーゼルシャフト ツァ フェルダールング デア アンゲヴァンテン フォアシユンク エー. ファ オ.) 1990.03.08, 全文 & WO 1988/002097 A2 & DE 3731531 A1	1-7