

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 23 日 (23.12.2004)

PCT

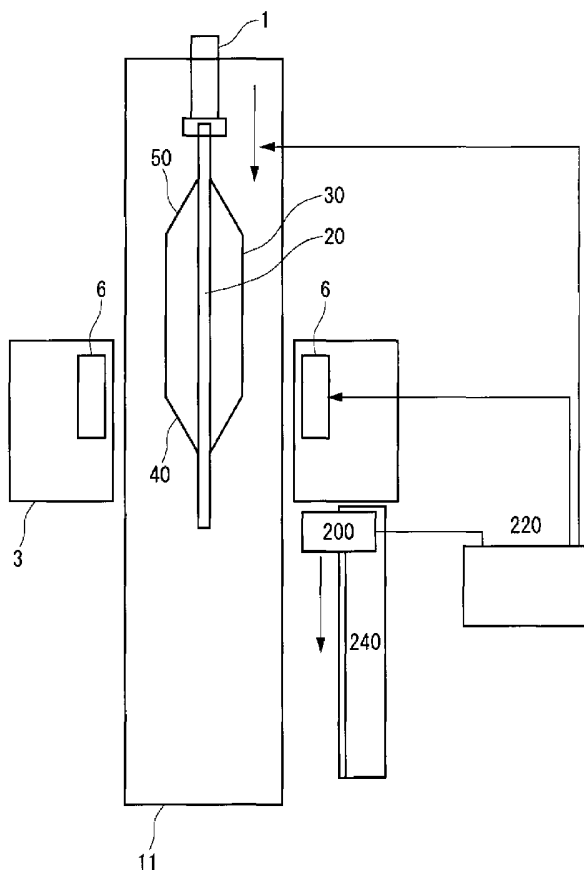
(10) 国際公開番号
WO 2004/110941 A1

- (51) 国際特許分類: C03B 37/014 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 島田 忠克 (SHI-MADA, Tadakatsu) [JP/JP]; 〒3790195 群馬県安中市磯部 2 丁目 1 3 番 1 号 信越化学工業株式会社内 Gunma (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008460
- (22) 国際出願日: 2004 年 6 月 16 日 (16.06.2004)
- (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2003-172233 2003 年 6 月 17 日 (17.06.2003) 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).
- (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, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/ 続葉有 /

(54) Title: SINTERING DEVICE AND SINTERING METHOD FOR OPTICAL FIBER BASE MATERIAL

(54) 発明の名称: 光ファイバ母材の焼結装置及び焼結方法



(57) Abstract: A device, which produces an optical fiber base material by sintering an optical fiber-use porous base material (30) to be turned into transparent glass, is provided with the function of detecting the longitudinal elongation/shrinkage of the base material (30) during sintering, wherein the function of detecting the longitudinal elongation/shrinkage comprises a camera (200) for photographing the lower end of the base material (30), and a computing device (220) that analyzes the photographed image to obtain the position of the lower end of the base material (30) and determines an elongation/shrinkage from the lower-end position and the pull-down distance of the base material (30). The camera (200) that picks up the lower end of the base material (30) has a camera moving means (240) moving in synchronization with the moving of the base material (30).

(57) 要約: 光ファイバ用多孔質母材 30 を焼結し、透明ガラス化して光ファイバ母材を製造する装置は、焼結中、該母材 30 の長手方向への伸縮量を検出する機能を備えており、当該長手方向の伸縮量を検出する機能は、該母材 30 の下端を撮影するカメラ 200 と、撮影した画像を解析して母材 30 の下端の位置を求め、該下端の位置と母材 30 の引下げ距離から伸縮量を求める演算装置 220 からなっている。また、母材 30 の下端を撮影するカメラ 200 は、母材 30 の移動に同期して移動するカメラ移動手段 240 を有している。

WO 2004/110941 A1



(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, 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, IT, LU, 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).

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。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

光ファイバ母材の焼結装置及び焼結方法

技術分野

- [0001] 本発明は、光通信用ファイバの母材である石英ガラス棒の製造に係り、特に、光ファイバ母材の焼結装置及び焼結方法に関する。

背景技術

- [0002] ガラス微粒子を堆積して形成される光ファイバ用多孔質母材は、焼結・透明ガラス化されて光ファイバ母材とされる。多孔質母材を焼結・透明ガラス化する方法の一例を、図1を参照して説明する。図1において、支持部1に多孔質母材2が昇降・回転自在に取り付けられ、多孔質母材2が焼結炉3内を矢印の方向に移動することにより、多孔質母材2は、その端部4側から端部5側に向けて順次、ヒーター6で1400～1600℃に加熱・昇温され、透明ガラス化されて光ファイバ母材とされる。
- [0003] このようにして製造される光ファイバ母材の外径には変動があり、外径調整加工が必要であるが、近年、光ファイバ母材の大型化にともない、ガラス旋盤等による外径調整が困難になっている。
- [0004] 光通信用ファイバは、光ファイバ母材を加熱・延伸後、線引きして製造されるが、光ファイバ母材の外径に変動があると、線引き装置内の気流が変化して、線引きして得られる光ファイバの寸法精度に影響を与え、光ファイバの特性が変動する。このため焼結された光ファイバ母材は、その寸法精度を上げるため、線引きに供する前に、バーナーや電気炉を用いて加熱・延伸しながら外径調整加工が行われる。
- [0005] 通常、図1に示すような方法で焼結を行うと、焼結開始側の端部4では、収縮によって焼結後の外径は相対的に太くなる。そして、下方から順に焼結が進むにつれ、加熱部より下側の重量が増すことになり、加熱部に掛かる重量が増すため、伸長され、徐々に外径が細くなる。終了側の端部5付近では、相対的に加熱時間が短くなるため、伸長量は減少する。この結果、図3に示すように、焼結後の光ファイバ母材12には、外径が太い部分(a)と細い部分(b)が形成される。
- [0006] このため特許文献1は、焼結した光ファイバ母材をバーナーで加熱して、所定の径

に延伸・縮径する際、延伸引落とし部付近の2点で外径を測定し、引伸ばし速度を調整して、線引きに供する光ファイバ母材の寸法精度を上げることが記載しているが、この外径調整加工を行うとコスト高になるという問題があった。

[0007] また、特許文献2は、焼結中、多孔質母材の温度を測定し、これに基づいてヒーター温度や引下げ速度を変化させているが、この方法は、結局は多孔質母材の温度を制御するものであるが、外径や粘度が変化すると、温度制御のみでは伸縮量を一定にすることはできない。

[0008] また、延伸する光ファイバ母材の径が大きくなると、加熱手段にバーナー火炎を採用した場合、光ファイバ母材の内部まで軟化させるのが困難である。

他方、加熱手段に電気炉を用いる場合は、例えば、特許文献3は、光ファイバ母材の両端をチャックで把持し、チャックの一方を加熱炉に対して相対的に近付け、他方を相対的に遠ざけて延伸しているが、光ファイバ母材の大型化とともに設備が大掛かりになり、コスト高になるという問題があった。

[0009] 特許文献1:特開昭56-9231号公報

特許文献2:特開平11-322356号公報

特許文献3:特開昭62-167236号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 上記いずれの特許文献にも精度的又はコスト的な問題が提示されている。この対策として、平均径の変化量や、焼結炉の経時変化で変化する伸縮量を予め求めておき、当該変化量や伸縮量に応じて焼結を制御する方法も考えられるが、このような制御は煩雑であるという課題がある。

[0011] 本発明の課題は、外径の大きな多孔質母材であっても、焼結後、長手方向に外径が均一で、従来必要とされた外径調整加工を不要とし、そのまま線引きに使用でき製造コストを下げることのできる、光ファイバ母材の焼結装置及び焼結方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] このような目的を達成するために、本発明の第1の形態によれば、本発明の光ファ

イバ母材の焼結装置は、光ファイバ用多孔質母材を焼結し、透明ガラス化して光ファイバ母材を製造する装置であって、焼結中、該母材の長手方向への伸縮量を検出する機能を備えており、母材の長手方向への伸縮量を検出する機能は、該母材の下端を撮影するカメラと、撮影した画像を解析して母材の下端の位置を求め、該下端の位置と母材の引下げ距離から伸縮量を求める演算装置からなっている。また、母材の下端を撮影するカメラは、母材の移動に同期して移動する移動手段を有している。上記の焼結装置は母材の長手方向への伸縮量の変化率を求め、当該変化率が予め設定した変化率になるように調整する調整部をさらに備える。

- [0013] 本発明の光ファイバ母材の焼結方法は、コアロッドの表面にスートを堆積してなる光ファイバ用多孔質母材を焼結し、透明ガラス化して光ファイバ母材を製造する方法において、焼結中、該母材の長手方向への伸縮量を測定してその変化率を求め、該変化率が予め設定した変化率になるように調整することを特徴としている。なお、多孔質母材の形成に使用されたコアロッドは、予め焼結時における光ファイバ用多孔質母材の外径の伸縮量を長手方向にわたって測定し、各部の伸縮量と基準位置での伸縮量との比を求め、これを逆数倍した外径に、長手方向に外径を変化させたものである。また、変化率の調整は、焼結炉のヒーターの温度及び／又は母材の送り速度を調整することにより行われる。例えば、求めた変化率が、予め設定した変化率よりも大きい上限値を越えた場合にヒーターの温度を下げ、または母材の引き下げ速度を上げ、求めた変化率が、予め設定した変化率よりも小さい下限値を下回った場合にヒーターの温度を上げ、または母材の引き下げ速度を下げる。

発明の効果

- [0014] 本発明は、測定した多孔質母材の伸縮量の変化率と設定した変化率との差が小さくなるように、ヒーターの出力及び／又は多孔質母材の引下げ速度を調整することにより、光ファイバ母材の外径を一定にでき、線引き時の条件の変化を少なくできるため、外径や特性の変動の小さい光ファイバを得ることができる。また、焼結後に外径を調整する工程を必要としないので、製造コストを低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]多孔質母材を焼結し透明ガラス化する方法の一例を示す概略断面図である。

[図2]多孔質母材の製造方法を説明する概略断面図である。

[図3]焼結後の光ファイバ母材の外径の変化を示す概略断面図である。

[図4]焼結前後での多孔質母材の外径の伸縮量の変化から求めた、長手方向への相対外径の分布を示すグラフである。

[図5]外径を変化させて作製したコアロッド20の概略断面図である。

[図6]図5のコアロッド20にスート32を堆積させた多孔質母材30の概略断面図である。

[図7]本実施形態の焼結装置の一例を示す概略断面図である。

符号の説明

[0016] 1 支持部、2 多孔質母材、3 焼結炉、4、5 端部、6 加熱部、7 コアロッド、8 バーナー、10 火炎、11 炉心管、20 コアロッド、30 多孔質母材、40、50 端部、200 カメラ、220 演算装置、240 カメラ移動機構

発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、発明の実施の形態の一例を説明するが、以下の実施形態は、請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、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。

[0018] 本発明者等は、先に、光ファイバ用多孔質母材の焼結時の外径の変化量を長手方向にわたって測定し、長手方向の基準位置での外径変化量に対する、長手方向各部の外径変化量の比を求め、コアロッドの長手方向にわたる外径を上記外径変化量の比の逆数倍に予め調整し、当該コアロッドの周囲に外付け法でスートの堆積厚とコアロッドの外径との比が一定になるようにスートを堆積させて多孔質母材を製造し、当該多孔質母材を焼結することによって、光ファイバ母材の外径を均一化できることを見出している。コアロッドの外径を長手方向で変化させる方法の詳細は後述する。

[0019] 光ファイバ母材の伸縮量は製造ロットによって変動がある。従って本実施形態は、予め長手方向にわたって外径を変化させたコアロッドにスートを堆積させた多孔質母材を使用すると共に、当該多孔質母材の焼結中、母材の長手方向への伸縮量を測定してその変化率を求め、この変化率が予め設定した変化率になるように調整することで、より外径の均一な光ファイバ母材を得る。これにより、光ファイバ母材を外径調

整加工することなく、線引きに供することができる。

[0020] 図2は、外付けCVD法(OVD法)による光ファイバ用多孔質母材の製造方法を説明する図である。多孔質母材2のコアロッド7は、コア及び一部のクラッドからなり、図示していないコアロッド支持部材により軸回りに回転自在に支持されている。このコアロッド7の下方には、左右に移動自在なバーナー8が設置されている。

[0021] バーナー8には、通常、酸水素バーナーが使用され、光ファイバ用原料、例えば、 SiCl_4 等の蒸気と反応ガス(水素ガス及び酸素ガス)とをコアロッド7に吹き付け、酸水素火炎中での加水分解により合成されるガラス微粒子(スート)を、コアロッド7上に堆積させることで、多孔質母材2が形成される。このコアロッド両端の非スート堆積部には、石英等の部材が接続され、把持部として用いられることが多い。

[0022] このようにして作製された多孔質母材2は、例えば、図1に示す焼結炉のような、母材の長手方向に沿って加熱を行う焼結炉3を用いて、焼結・透明ガラス化される。

この焼結前後での外径の変化量を長手方向にわたって測定し、さらに、基準点(図4に示す相対位置0の位置)の外径の変化量を1として、長手方向の各部の外径変化量と基準点の外径変化量との比、すなわち、相対外径を長手方向にわたって求めた。この結果を図4に示す。

[0023] 図5は、外径を変化させて作製したコアロッド20の概略断面図であり、図6は、図5のコアロッド20にスート32を堆積させた多孔質母材30の概略断面図である。なお、図5および図6においては、説明のためにコアロッド20および多孔質母材30の外径の変化を誇張して描いている。

[0024] 図5に示すように、コアロッド20の長手方向について外径を変化させる。コアロッド20において、焼結後に外径が大きくなる部分における外径を予め小さくし、焼結後に外径が小さくなる部分における外径を予め大きくする。図5に示す本実施形態においては、コアロッド20の外径を、先に得た相対外径の逆数値の倍数、すなわち逆数倍で長手方向に変化させて作製する。この場合に、外径が略均一なコアロッドの原型を用意し、この原型を過熱して軸方向に引っ張るまたは縮めることにより、原型における外径を小さくまたは大きくして、上記コアロッド20を作製する。このコアロッド20の上にスート32を堆積させる。すなわち、焼結後の光ファイバ母材の径が太くなる部分につ

いては、予めコアロッドの外径を相対的に細くしてスートを堆積し、光ファイバ母材の外径が細くなる部分については、予めコアロッドの外径を相対的に太くしてスートを堆積して、多孔質母材を作製する。

[0025] 外径が均一なコアロッド7を使用した場合の焼結後の光ファイバ母材12の外径が図4に示す分布となる場合に、その外径の逆数倍でコアロッド20の外径を決める。例えば、図4における相対外径が0.92、1、1.03となる位置におけるコアロッド20の外径の比が $r_1:r_2:r_3=1/0.92:1:1/1.03$ となるようにする。

[0026] 本実施形態は、コアロッド20の外径を、先に得た相対外径の逆数倍で長手方向に変化させて作製し、その上にスート32を堆積させるが、このようにして得られる多孔質母材の外径は、長手方向に一定にならないため、焼結後の光ファイバ母材12の伸縮の様子は、従来の外径が一定の多孔質母材2を焼結・透明ガラス化した場合と異なる様相を呈する。

そのため、外径が一定の多孔質母材2を焼結して得た図4の測定データにもとづく相対外径の逆数倍で、コアロッド20の外径を長手方向に変化させると、当初設計した外径分布からずれることがある。この場合、コアロッド20の外径を変化させて多孔質母材30を製作し焼結したデータで、相対外径を予め補正しておくといふ。

[0027] なお、コアロッド20上に外付けで堆積するスート32の厚さは、その長手方向にわたってコアロッド20の外径との比が一定になるように、製造条件を調整しながら製造するとよい。スート32の堆積は、バーナー8のコアロッド20に対する相対的な移動速度や原料供給量を変化させて、長手方向の堆積量を変化させることが好ましい。例えば、図6に示すように、コアロッド20の外径の比が $r_1:r_2:r_3$ である場合に、それぞれの位置におけるスート32の外径 R_1 、 R_2 および R_3 について、その比 r_1/R_1 、 r_2/R_2 および r_3/R_3 が互いに等しくなるようにスート32を堆積する。

これにより、焼結工程での外径の伸縮量が長手方向に変化しても、予めその変化量が見込まれた外径を有するコアロッド20を使用しているため、焼結し透明ガラス化された光ファイバ母材の外径は長手方向に均一となる。

[0028] 長手方向におけるコアロッド20の外径の変化のさせ方は、外径の伸縮量が焼結方法、装置機能等により変わるため、これらを考慮して、また、得ようとする焼結後の光

ファイバ母材の形状を勘案して決めればよい。なお、通常は、焼結後の外径が長手方向に一定となるように設定するが、線引き工程の要求により、焼結後の外径を長手方向に変化させることもできる。

[0029] 本実施形態においては、多孔質母材30の焼結条件を様々に変化させ、各焼結条件における多孔質母材30の長手方向への伸縮量の変化率をそれぞれ測定し、その結果得られる光ファイバ母材の仕上がり精度、すなわち光ファイバ母材の仕上がりの外径ばらつきをそれぞれ測定する。そして、焼結条件、変化率、及び仕上がり精度の相関データを蓄積する。そしてこの相関データの蓄積から、仕上がり精度が高くなる変化率を予め求めておく。そして、当該仕上がり精度高くなる伸縮量の変化率を、予め演算装置22に設定する。演算装置22は、多孔質母材30の焼結中、長手方向への伸縮量を測定してその変化率を求め、求めた変化率が予め設定された変化率になるように、ヒーター6の温度及び／又は支持部1による引下げ速度を制御する。これにより、本実施形態の焼結装置は、光ファイバ母材の外径を均一に仕上げる。

[0030] 図7は、本実施形態の製造装置の一例を示す。支持部1に昇降・回転自在に取り付けられた多孔質母材30は、焼結炉3内を矢印の方向に移動することにより、その端部40側から端部50側に向けて順次、ヒーター6で1400〜1600℃に加熱・昇温され、透明ガラス化されて光ファイバ母材とされる。

[0031] カメラ200は、焼結で伸縮する多孔質母材の下端を炉心管11の外部から撮影する。演算装置220は、カメラ200が撮影した下端の画像から、多孔質母材の下端の位置を認識する。そして、不図示のリニヤスケールの値や引下げ用モーターの回転量から求めた多孔質母材30の引下げ距離と、画像を解析して求めた多孔質母材の下端の移動距離と、カメラ移動機構240によるカメラ200の移動距離とから、引下げ距離毎に多孔質母材の伸縮量を求める。そして引き下げ距離の変化に応じた伸縮量の変化を伸縮量の変化率として求める。伸縮量の変化率は、他にも単位時間あたりの伸縮量の変化であってもよい。

[0032] なお、本実施例は、カメラ200で撮影した画像から母材の下端の位置を認識する画像処理と、認識した下端の位置を用いて多孔質母材の伸縮量を求める演算処理とを共に演算装置220で行っているが、当該画像処理及び演算処理を互いに独立した

画像処理装置と演算処理装置とに分散させて処理してもよい。

- [0033] 本実施形態の製造装置は、このようにして求めた伸縮量の変化率と予め設定した変化率との差を求め、この差が一定の範囲に収まるようにヒーター温度及び／又は引下げ用モーターの出力を調整する調整部を備える。すなわち、調整部は、演算装置220が算出した伸縮量の変化率が予め設定した変化率になるようにヒーター温度及び／又は引下げ用モーターの出力を調整する。調整部は、例えば演算装置220である。カメラ200は、多孔質母材の引下げ速度と同期して移動する機構を有してもよい。これにより、演算装置220は、母材の引き下げ距離及びカメラ200の移動距離を用いることなく、カメラ200が撮影する画像における母材の下端の位置の変化のみに基づいて、母材の伸縮量のみを検出することができる。すなわち、カメラ200の画像における母材の下端の位置の変化を直接伸縮量として測定することができる。このような方法によれば、母材の長手方向への伸縮量が多孔質母材の引き下げ距離に比べ1/10以下と小さいので、カメラ200の画像を拡大することによって、母材の下端の位置を精度よく認識することができる。従って、母材の長手方向への伸縮量の変化率をさらに精度よく算出することができる。

- [0034] また、本実施形態で求める母材の長手方向の伸縮量は、下端の位置の変化を測定することで一意に求めることができる。この点は、測定する方向によってばらつきが生じやすい外径を測定する場合よりも測定誤差が生じにくい。従って、母材の長手方向の伸縮量の変化率に基づいて母材の伸び率を求める本実施形態は、母材の外径方向の伸縮量の変化率に基づいて母材の伸び率を求める場合よりも精度が高い。

実施例

- [0035] 以下、実施例を挙げて説明するが、本発明はこれらに限定されず、様々な態様が可能である。

- [0036] (実施例1)

先ず、多孔質母材の焼結前後での外径の変化量を長手方向に測定して各部の相対外径(図4参照)を算出し、コアロッドの長手方向にわたる外径を当該相対外径の逆数倍に、調整した。をそして、当該コアロッドを用いて外付けCVD法により多孔質母材30を作製した。

次ぎに、図7に示す製造装置を使用して、多孔質母材30をその端部4側から端部5側にかけて、焼結炉3で順次1400〜1600℃程度に加熱して焼結した。焼結前後での外径の変化量を長手方向にわたって測定し、さらに、基準点(図4に示す相対位置0の位置)の外径の変化量を1として、長手方向の各部の外径変化量と基準点の外径変化量との比、すなわち、相対外径を長手方向にわたって求めた。この結果を図4に示す。

[0037] 本実施形態においては、コアロッドの長手方向にわたる外径を上記相対外径の逆数倍に調整し、当該調整後のコアロッドを用いて多孔質母材30を形成する。そして当該多孔質母材30の焼結中、演算装置220は、多孔質母材30の長手方向への伸縮量を測定してその変化率を算出し、この変化率が予め設定した変化率になるように、ヒーターの温度及び／又は引下げ速度を変更することにより、光ファイバ母材の外径を一定に仕上げる。

[0038] その間、演算装置220は、多孔質母材30の引下げ距離と多孔質母材30の下端を撮影するカメラ200の移動距離と、カメラ200が撮影した画像から多孔質母材30の伸縮量の変化率を求める。そして、求めた変化率が、予め設定した変化率よりも大きい上限値を越えた場合にヒーター6の温度を下げ、求めた変化率が予め設定した変化率よりも小さい下限値を下回った場合には、ヒーター6の温度を上げるように制御する。このようにして多孔質母材30を焼結・透明ガラス化して光ファイバ母材を得た。本実施例によって得られた光ファイバ母材の形状を調べたところ、外径の長手方向への変化率は、50ロット連続して製造した場合でも、最大で1%程度の外径変動であり、格段の効果が得られた。

[0039] (実施例2)

実施例1と同様な方法で製作した多孔質母材30を準備し、当該多孔質母材30を実施例1と同様の焼結炉を用い、端部4側から端部5側にかけて、順次1400〜1600℃程度に加熱して焼結した。その間、演算装置220は、多孔質母材30の引下げ距離と多孔質母材30の下端を撮影するカメラ200の移動距離と、カメラ200が撮影した画像から多孔質母材30の伸縮量の変化率を求める。そして求めた変化率が、予め設定した変化率よりも大きい上限値を越えた場合に多孔質母材30の引き下げ速度

を上げ、求めた変化率が予め設定した変化率よりも小さい下限値を下回った場合に多孔質母材30の引き下げ速度を下げる。このようにして多孔質母材30を焼結・透明ガラス化して光ファイバ母材を得た。

得られた光ファイバ母材の形状を調べたところ、外径の長手方向への変化率は、50ロット連続して製造した場合でも、最大で1%程度の外径変動であり、実施例1と同様な効果が得られた。

[0040] なお、上記第1及び第2実施例では、多孔質母材30の伸縮量の変化率と予め設定した変化率との差にもとづいて、ヒーター6の温度又は多孔質母材30の引下げ速度を調整するようにフィードバックして焼結したが、ヒーター6の温度と多孔質母材30の引下げ速度の両方を同時に調整してもよい。

[0041] (比較例1)

外径が長手方向にわたって一様なコアロッドを用いて、外付けCVD法により多孔質母材を作製した。この多孔質母材を、図1に示すような焼結炉を用い、端部4側から端部5側にかけて、1400〜1600℃程度に加熱して焼結・透明ガラス化して光ファイバ母材とした。

焼結後、得られた光ファイバ母材の形状を調べたところ、長手方向に13%程度の外径変動があった。

[0042] (比較例2)

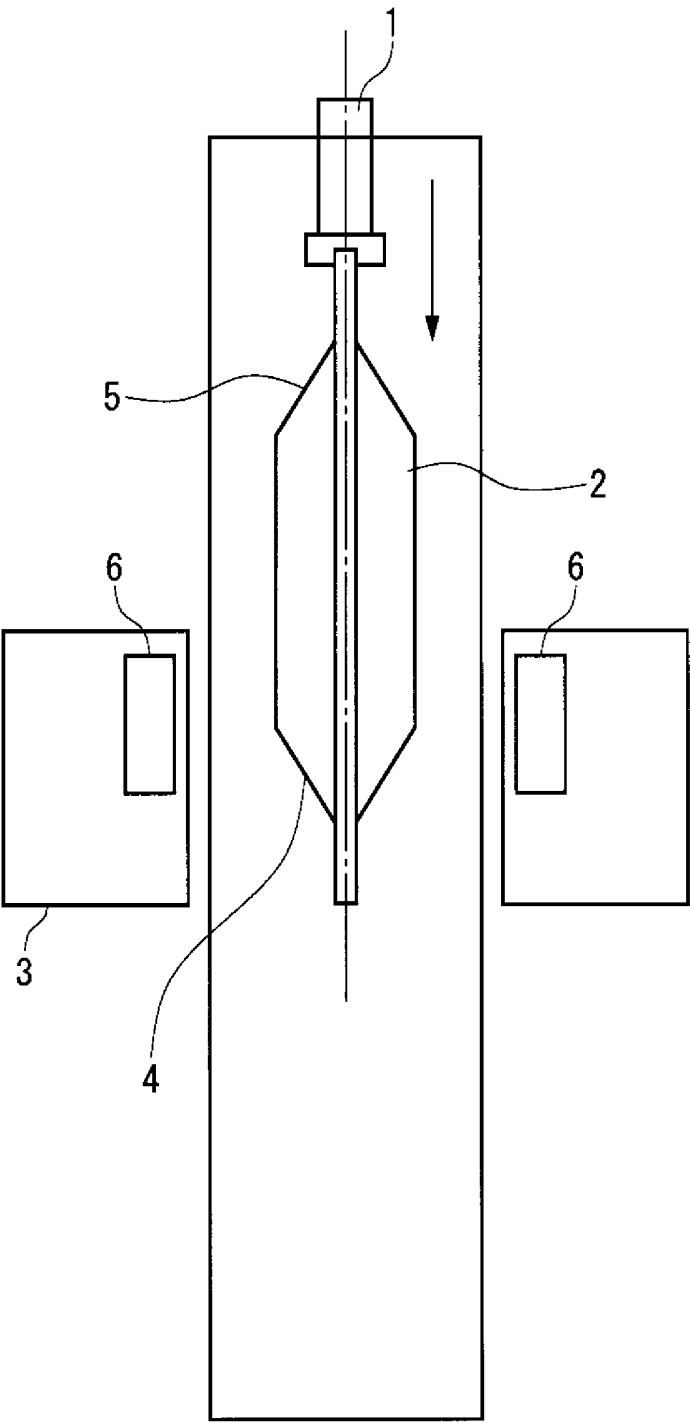
実施例1と同様にして作製した、すなわち、外径を長手方向に変化させたコアロッドを用いて多孔質母材を作製し、図1に示すような焼結炉を用い、端部4側から端部5側にかけて、1400〜1600℃程度に加熱して焼結・透明ガラス化して光ファイバ母材とした。焼結後、得られた光ファイバ母材の形状を調べたところ、外径の長手方向への変化率は、2%未満で良好であったが、この条件で50ロット連続して製造したところ、ロット間では最大で4%程度の外径変動を生じる場合があった。

[0043] 以上発明の実施の形態を説明したが、本出願に係る発明の技術的範囲は上記の実施の形態に限定されるものではない。上記実施の形態に種々の変更を加えて、請求の範囲に記載の発明を実施することができる。そのような発明が本出願に係る発明の技術的範囲に属することもまた、請求の範囲の記載から明らかである。

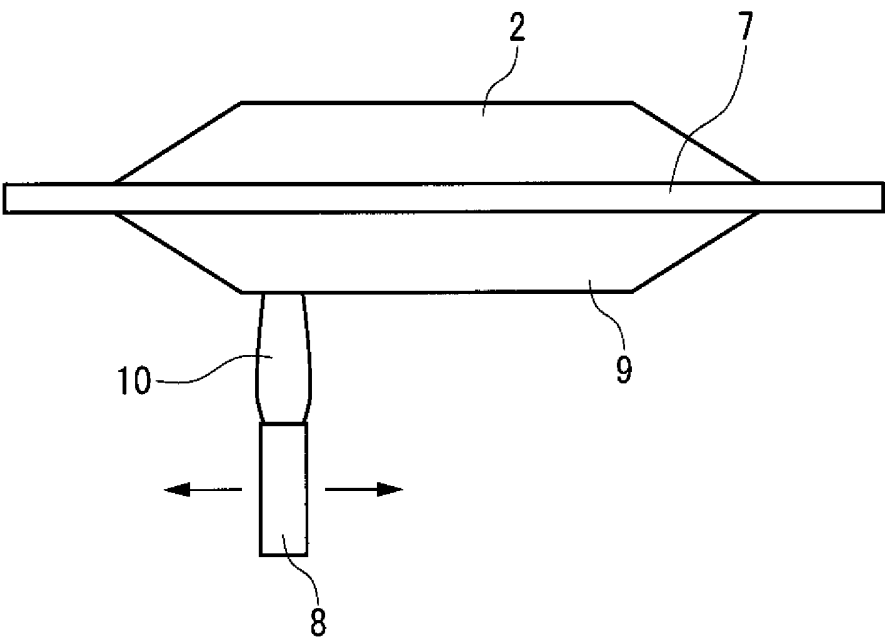
請求の範囲

- [1] 光ファイバ用多孔質母材を焼結し、透明ガラス化して光ファイバ母材を製造する装置であって、焼結中、該母材の長手方向への伸縮量を検出する機能を備えていることを特徴とする光ファイバ母材の焼結装置。
- [2] 母材の長手方向への伸縮量を検出する機能が、該母材の下端を撮影するカメラと、撮影した画像を解析して母材の下端の位置を求め、該下端の位置と母材の引下げ距離から伸縮量を求める演算装置からなる請求項1に記載の光ファイバ母材の焼結装置。
- [3] 母材の下端を撮影する前記カメラが、前記母材の移動に同期して移動する移動手段を有している請求項1又は2に記載の光ファイバ母材の焼結装置。
- [4] 前記母材の長手方向への伸縮量の変化率を求め、当該変化率が予め設定した変化率になるように調整する調整部をさらに備える請求項1に記載の光ファイバ母材の焼結装置。
- [5] コアロッドの表面にスートを堆積してなる光ファイバ用多孔質母材を焼結し、透明ガラス化して光ファイバ母材を製造する方法において、焼結中、該母材の長手方向への伸縮量を測定してその変化率を求め、該変化率が予め設定した変化率になるように調整することを特徴とする光ファイバ母材の焼結方法。
- [6] 前記コアロッドが、予め焼結時における光ファイバ用多孔質母材の外径の伸縮量を長手方向にわたって測定し、各部の伸縮量と基準位置での伸縮量との比を求め、これを逆数倍した外径に、長手方向に外径を変化させてなる請求項5に記載の光ファイバ母材の焼結方法。
- [7] 焼結炉のヒーターの温度及び／又は母材の送り速度を調整することにより、変化率を調整する請求項5又は6に記載の光ファイバ母材の焼結方法。
- [8] 前記求めた変化率が、前記予め設定した変化率よりも大きい上限値を越えた場合に前記ヒーターの温度を下げ、または前記母材の引き下げ速度を上げ、前記求めた変化率が、前記予め設定した変化率よりも小さい下限値を下回った場合に前記ヒーターの温度を上げ、または前記母材の引き下げ速度を下げる請求項7に記載の光ファイバ母材の焼結方法。

[図1]

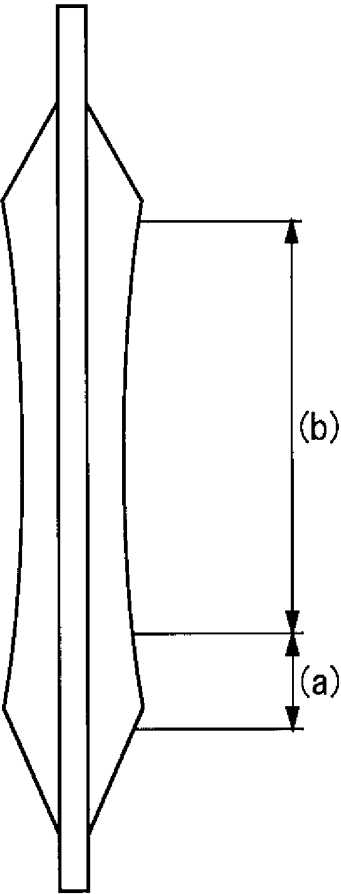


[図2]

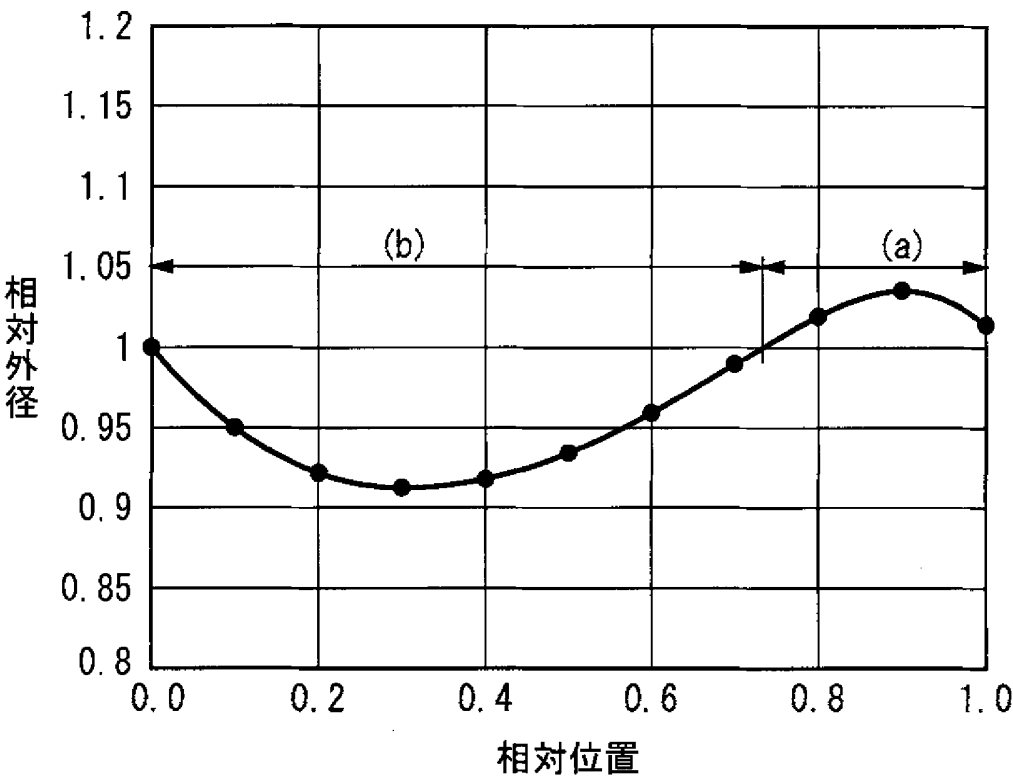


[図3]

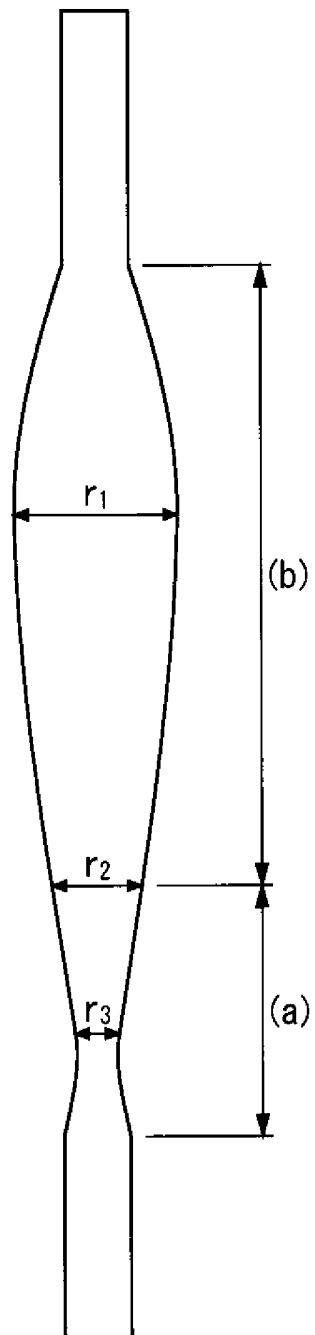
12



[図4]

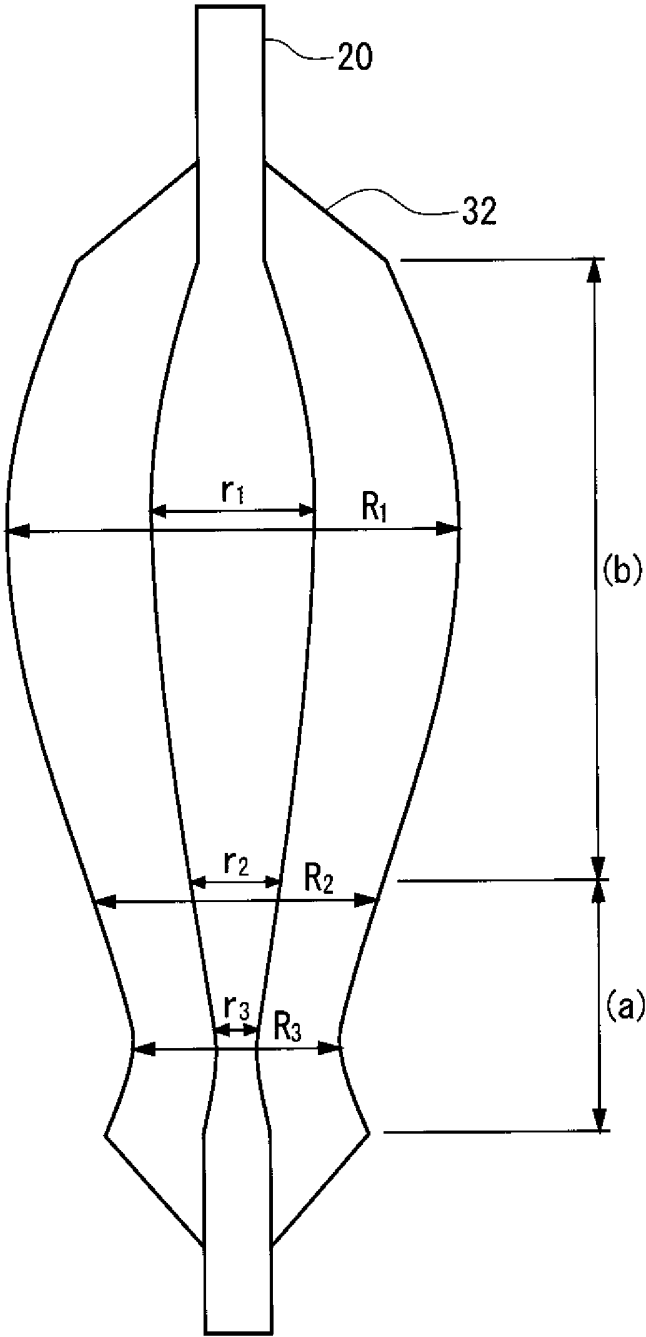


[図5]

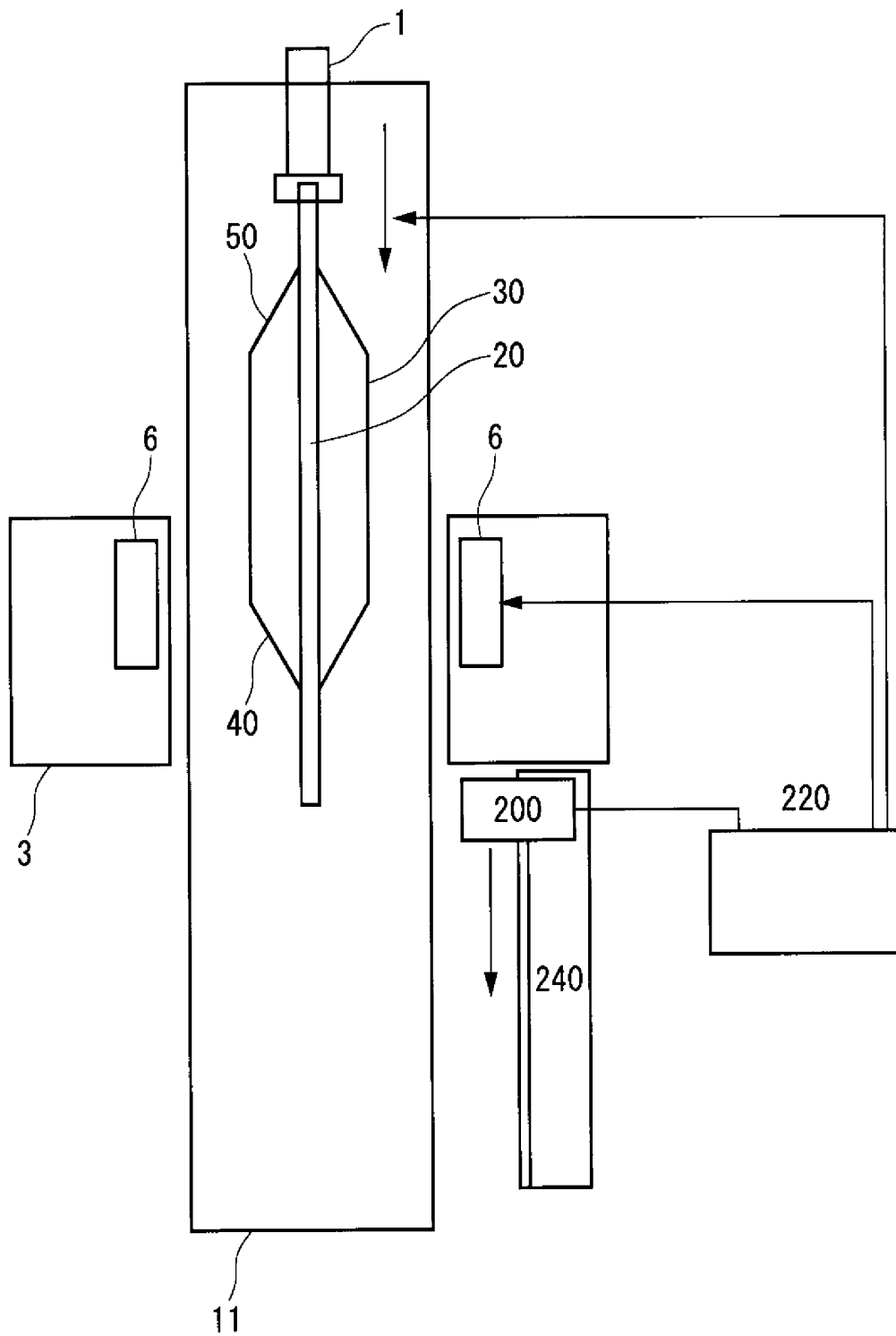
20

[図6]

30



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/008460

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ C03B37/014

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)

Int.Cl.⁷ C03B37/00-C03B37/16

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 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2003-81642 A (Hitachi Cable, Ltd.), 19 March, 2003 (19.03.03), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-5, 7, 8 6
X A	JP 06-239624 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 30 August, 1994 (30.08.94), Par. No. [0013]; Fig. 1 (Family: none)	1-5, 7, 8 6

☐ 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
20 July, 2004 (20.07.04)Date of mailing of the international search report
03 August, 2004 (03.08.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. ⁷ C03B37/014

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. ⁷ C03B37/00-C03B37/16

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
日本国公開実用新案公報 1971-2004
日本国実用新案登録公報 1996-2004
日本国登録実用新案公報 1994-2004

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)
WPI

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
X A	J P 2003-81642 A (日立電線株式会社) 2003. 03. 19, 全文, 図1 (ファミリーなし)	1-5, 7, 8 6
X A	J P 06-239624 A (古河電気工業株式会社) 1994. 08. 30, 【0013】, 図1 (ファミリーなし)	1-5, 7, 8 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
20. 07. 2004

国際調査報告の発送日
03. 8. 2004

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)
前田 仁志

4 T 3342

電話番号 03-3581-1101 内線 3463