

(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
2020年12月10日(10.12.2020)



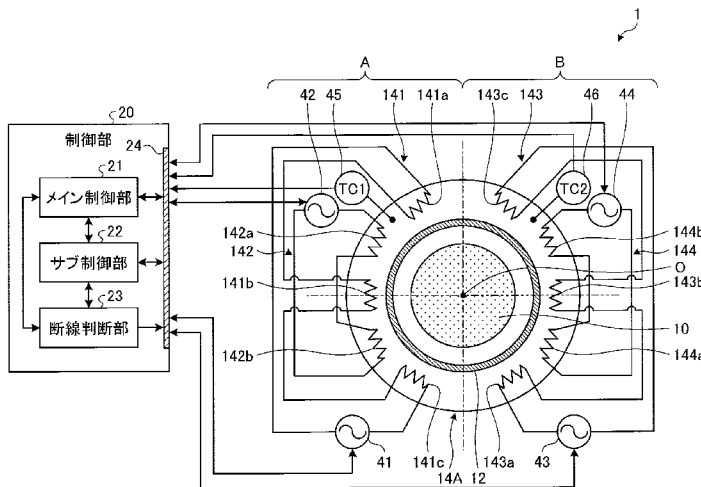
(10) 国際公開番号

WO 2020/246499 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 8/04 (2006.01) *C03B 37/014* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/021921
- (22) 国際出願日: 2020年6月3日(03.06.2020)
- (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 2019-106565 2019年6月6日(06.06.2019) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 恒夫(SUZUKI, Tsuneo); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 三宅 裕志(MIYAKE, Hiroshi); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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,

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

(54) 発明の名称: 加熱装置および光ファイバ母材の製造方法



20 Control unit
21 Main control unit
22 Sub control unit
23 Disconnection determination unit

(57) Abstract: An objective of the present invention is to reduce manufacturing costs for a glass base material by improving the reliability of a heater which heats a core tube and by shortening non-operating time. The present invention comprises a core tube capable of accommodating the glass base material, a heating means provided to an outer circumference of the core tube, and a control unit which controls the heating means. The heating means has a configuration in which a plurality of independently controllable heaters are laminated along the lengthwise direction of the glass base material. The heater has a plurality of heating groups which are independently controllable by the control unit. The heating groups comprise at least one heating unit capable of heating the core tube. The heating groups each have a power source unit capable of supplying power to the heating groups, and the control unit independently controls the power source units in each of the heating groups. The present invention further comprises a temperature measurement unit which measures the

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

temperature of the core tube. The control unit adjusts the power supplied to each of the heating groups on the basis of a measurement value from the temperature measurement unit.

(57) 要約: 炉心管を加熱するヒータの信頼性を向上させて非稼働時間を短縮することにより、ガラス母材の製造コストを低コスト化することを目的とする。ガラス母材を収容可能な炉心管と、炉心管の外周に設けられた加熱手段と、加熱手段を制御する制御部と、を備え、加熱手段は、互いに独立して制御可能な複数のヒータがガラス母材の長手方向に沿って積層された構成を有し、ヒータは、制御部により互いに独立して制御可能な複数の加熱群を有し、加熱群は炉心管を加熱可能な少なくとも1つの加熱部からなる。加熱群はそれぞれ、加熱群に電力を供給可能な電源部を有し、制御部は、それぞれの加熱群における電源部を互いに独立して制御する。炉心管の温度を計測する温度計測部をさらに備え、制御部は、温度計測部による計測値に基づいて、それぞれの加熱群に供給する電力を調整する。

明 細 書

発明の名称：加熱装置および光ファイバ母材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス母材を製造するための加熱装置および光ファイバ母材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、電気炉内の温度勾配を精密に制御することによって、光学特性に優れた光ファイバ母材を得るとともに、電気炉内にヒータを多段に設置しても電源装置の数が少なく済み、省設備化が図れる構成として、複数のヒータからなる加熱群と、複数の該加熱群にそれぞれ対応して設けられた複数の電源部とを有し、各電源部が加熱群のいずれかのヒータに切り換え可能に接続されている構成が開示されている。特許文献1に記載された構成によれば、光ファイバの母材が大型化しても、母材に均一に低コストで加熱することができる。特許文献2には、ニケイ化モリブデン (MoSi_2) からなる加熱ヒータを多段にした構成が開示されている。特許文献2に記載された加熱ヒータは、光ファイバ母材の長手方向の熱分布が均一になるように配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-224655号公報

特許文献2：特開平3-223133号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] さて、ガラス母材である光ファイバ母材の大型化に伴って、脱水工程において使用される加熱装置のうち、とりわけ炉心管が大型化してきて高コスト化している。そのため、製造コストを上げないために、ヒータの断線などによる炉心管の劣化などを抑制して、交換などのメンテナンスの回数を低減し

、加熱装置の非稼働時間を短縮することが求められている。

[0005] 一般に、光ファイバの製造における脱水工程で使用されるヒータとしては、カーボンの放射熱を利用するカーボンヒータや、ニケイ化モリブデン (MoSi_2) などの放射熱を用いた加熱ヒータがある。カーボンヒータは、炉心管の周方向に一体成形する必要がある。そのため、光ファイバ母材の大型化によって炉心管が大径化すると、炉心管の外周に嵌め込むカーボンヒータは高コスト化する。一方、ニケイ化モリブデンを用いたヒータは、周方向に分割して配置できるので、光ファイバ母材の大型化によって炉心管が大径化しても、配置するヒータの数を増加させることによって対応できるので、大きなコストの増加要因にならないという利点がある。しかしながら、ニケイ化モリブデンを用いたヒータは、カーボンヒータに比して劣化が早く信頼性がやや劣ることから、カーボンヒータに比して脱水工程における加熱中に断線する可能性が懸念される。

[0006] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、その目的は、ガラス母材の製造コストを低コスト化できる加熱装置および光ファイバ母材の製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、上記目的を達成するために、本発明に係る加熱装置は、ガラス母材を収容可能な炉心管と、前記炉心管の外周に設けられた加熱手段と、前記加熱手段を制御する制御部と、を備え、前記加熱手段は、互いに独立して制御可能な複数のヒータが前記ガラス母材の長手方向に沿って配置された構成を有し、前記ヒータは、前記制御部により互いに独立して制御可能な複数の加熱群を有し、前記加熱群は前記炉心管を加熱可能な少なくとも1つの加熱部を有することを特徴とする。

[0008] 本発明の一態様に係る加熱装置は、上記の発明において、前記加熱群はそれぞれ、前記加熱群に電力を供給可能な電源部を有し、前記制御部は、それぞれの前記加熱群における前記電源部を互いに独立して制御することを特徴とする。また、本発明の一態様に係る加熱装置は、この構成において、前記

炉心管の温度を計測する温度計測部をさらに備え、前記制御部は、前記温度計測部による計測値に基づいて、それぞれの前記加熱群に供給する電力を調整することを特徴とする。

[0009] 本発明の一態様に係る加熱装置は、上記の発明において、前記加熱群は、前記加熱部を複数有することを特徴とする。

[0010] 本発明の一態様に係る加熱装置は、上記の発明において、前記ヒータは、前記加熱部を少なくとも6個有することを特徴とする。

[0011] 本発明の一態様に係る加熱装置は、上記の発明において、前記加熱部は、ニケイ化モリブデンを用いて構成されることを特徴とする。

[0012] 本発明の一態様に係る加熱装置は、上記の発明において、前記加熱部のヒータ径は、10mm以上であることを特徴とする。

[0013] 本発明の一態様に係る光ファイバ母材の製造方法は、コアおよび前記コアの外周に形成された多孔質ガラスからなる多孔質光ファイバ母材を収容可能な炉心管と、前記炉心管の外周に設けられた加熱手段と、前記加熱手段を制御する制御部と、を備え、前記加熱手段は、互いに独立して制御可能な複数のヒータが前記多孔質光ファイバ母材の長手方向に沿って配置された構成を有し、前記ヒータは、前記制御部により互いに独立して制御可能な複数の加熱群を有し、前記加熱群は前記炉心管を加熱可能な少なくとも1つの加熱部を有する加熱装置を用いる光ファイバの製造方法であって、前記加熱装置の前記炉心管に前記多孔質光ファイバ母材を投入し、少なくとも脱水ガスを含む雰囲気中で加熱脱水することを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明に係る加熱装置および光ファイバ母材の製造方法によれば、光ファイバ母材の製造コストを低コスト化することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、本発明の一実施形態による加熱炉を示す側面図である。

[図2]図2は、図1のⅠ-Ⅰ線に沿った断面図である。

[図3]図3は、本発明の一実施形態による加熱炉の温度および供給する脱水ガ

スの時間変化の一例を示すグラフである。

[図4]図4は、本発明の一実施形態によるヒータの制御方法を説明するためのフローチャートである。

[図5]図5は、本発明の一実施形態によるヒータの加熱部に断線が生じた場合の例を示す図2に対応する図である。

[図6]図6は、本発明の一実施形態の変形例による図2に対応する断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施形態の全図においては、同一または対応する部分には同一の符号を付す。また、本発明は以下に説明する実施形態によって限定されるものではない。

[0017] まず、本発明の一実施形態による加熱装置について説明する。図1は、この一実施形態による加熱装置を示す。図1に示すように、一実施形態による加熱装置としての加熱炉1は、光ファイバ母材などのガラス母材10を脱水またはガラス化するためのものである。加熱炉1は、炉心管12と、積層ヒータ14と、炉体16と、制御部20とを備える。

[0018] 炉心管12は、ガラス母材10を収容可能に構成され、ガラス母材10の形状に対応した上下方向、すなわちガラス母材10の長手方向に延びた管である。炉心管12は、例えば石英ガラスなどから構成されている。加熱手段としての積層ヒータ14は、炉心管12の外周において上下方向に複数のヒータ14Aが積層するように設けられる。図1に示す例では、ヒータ14Aが10段積層されて積層ヒータ14が構成される。積層ヒータ14は、制御部20によって制御されて炉心管12を加熱可能に構成される。積層ヒータ14の各ヒータ14Aは、例えばニケイ化モリブデン (MoSi_2) を用いて構成される。炉体16は、炉心管12および積層ヒータ14を収容している。炉体16は、例えばステンレス鋼など金属から構成されている。なお、炉体16内における積層ヒータ14の外周側にさらに冷却水系統や金型温調機

などをさらに備えても良い。

[0019] 炉心管12の上端は、簡易フード32に覆われている。炉心管12の上部には、ガラス母材10を挿入したり取り出したりするための投入口34、および投入口34を開閉するための上蓋35が設けられている。上蓋35には、排出管30が設けられ、排出管30を介して炉心管12内からのガスの排出（排気）が行われる。簡易フード32と排出管30の間にはゲートバルブ33が設けられている。炉心管12の下端には、導入口36が設けられている。導入口36を介して炉心管12内へのガスの導入（吸気）が行われる。

[0020] 図2は、図1のI-I線に沿った断面図である。図2に示すように、加熱炉1における積層ヒータ14を構成する個々のヒータ14Aは、炉心管12の外周に沿って複数、本実施形態においては10個の加熱部141a, 142a, 141b, 142b, 141c, 143a, 144a, 143b, 144b, 143cが同一円状に順次並べられて構成される。すなわち、加熱部141a~143cは、それらの中心から略等距離に並べて配置されている。なお、それぞれのヒータ14Aは、加熱部を少なくとも10個有することが好ましい。また、本実施形態において加熱部141a~144bは、例えばMoSi₂を含む材料から構成される例えばコイル状の部材である。加熱部141a~144bのヒータ径（太さ）は、ヒータ14Aの耐久性を確保するために、典型的には10mm以上、好適には12mm以上、本実施形態においては例えば14mmである。

[0021] 図2に示すヒータ14Aは、加熱部が空間的に2つの領域A, Bに分けて配置されている。加熱部141a, 142a, 141b, 142b, 141cは、領域Aに設けられている。加熱部143a, 144a, 143b, 144b, 143cは、領域Bに設けられている。領域Aに設けられた加熱部141a~142bと、領域Bに設けられた加熱部143a~144bとは、互いに領域A, Bの境界面（図2中、一点鎖線）に対して面对称、かつガラス母材10の回転の中心軸Oに対して回転対称になるように設けられてい

る。これにより、領域A、Bにおいてヒータ14Aの加熱によって生じる温度分布を、領域Aと領域Bとで対称的にできる。

[0022] ヒータ14Aの領域Aにおいて、3つの加熱部141a～141cが直列接続されて加熱群141が構成され、電源41から電力を供給可能に構成されている。一方、2つの加熱部142a、142bが直列接続されて加熱群142が構成され、電源42から電力を供給可能に構成されている。換言すると、加熱群は加熱部を少なくとも1つ、典型的には複数有し、加熱群141の加熱部141a～141cは一方の電源41によって発熱量が制御でき、加熱群142の加熱部142a、142bは他方の電源42によって発熱量が制御できる。電源41、42は、互いに独立して制御可能な電力供給装置である。電源41、42は、複数段のヒータ14Aのそれぞれに独立して設けることが好ましい。加熱部141a～141cおよび加熱部142a、142bは、上述した領域A、Bの境界面に直交する面（図2中、二点鎖線）（以下、直交面）に対して面对称になるように配置されている。さらに、電源41によって発熱が制御される加熱部141a～141cと、電源42によって発熱が制御される加熱部142a、142bとは、炉心管12の外周に沿って互いに交互に配置されている。これにより、断線などによって加熱群141、142のうちの一方の加熱群が機能せず発熱不能になった場合でも、他方の加熱群によって上述した直交面に対して対称的に炉心管12を加熱できる。したがって、他方の加熱群によって、炉心管12の外周の温度分布が対称になるように加熱をバランスよく行うことができる。

[0023] ヒータ14Aの領域Bにおいて、3つの加熱部143a～143cが直列接続されて加熱群143が構成され、電源43から電力を供給可能に構成されている。一方、2つの加熱部144a、144bが直列接続されて加熱群144が構成され、電源44から電力を供給可能に構成されている。換言すると、加熱群143の加熱部143a～143cは一方の電源43によって発熱量が制御でき、加熱群144の加熱部144a、144bは他方の電源44によって発熱量が制御できる。電源43、44は、互いに独立して制御

可能な電力供給装置である。電源 4 3, 4 4 は、複数段のヒータ 1 4 A のそれぞれに独立して設けることが好ましい。加熱部 1 4 3 a ~ 1 4 3 c および加熱部 1 4 4 a, 1 4 4 b は、直交面に対して面对称になるように配置されている。さらに、電源 4 3 によって発熱が制御される加熱部 1 4 3 a ~ 1 4 3 c と、電源 4 4 によって発熱が制御される加熱部 1 4 4 a, 1 4 4 b とは、炉心管 1 2 の外周に沿って互いに交互に配置されている。これにより、加熱群 1 4 3, 1 4 4 のうちの一方の加熱群が機能せず発熱不能になった場合でも、他方の加熱群によって、直交面に対して対称的に炉心管 1 2 を加熱できるので、他方の加熱群によって炉心管 1 2 の外周の温度分布が対称になるように、加熱をバランスよく行うことができる。

[0024] なお、本実施形態においては、加熱群を構成する加熱部を 2 つの領域 A, B に分けて配置しているが、3 つ以上の領域に分けて配置することも可能である。具体的に、加熱部を 3 つ以上の奇数の領域に分けて配置する場合、それぞれの加熱部を、ガラス母材 1 0 の回転の中心軸 O に対して奇数回回転対称になるように配置することが好ましい。同様に、加熱部を 4 つ以上の偶数の領域に分けて配置する場合、2 つの領域 A, B に分けて配置した場合と同様に、それぞれの加熱部を、領域を 2 つに分ける面に対して面对称、かつ中心軸 O に対して偶数回回転対称になるように配置することが好ましい。また、複数の領域のそれぞれに温度センサを設けることが好ましいが、温度センサの設置位置は限定されない。また、3 つ以上の領域に分けて加熱部を配置する場合においても、それぞれの領域に 1 つずつ温度センサを設置することが望ましいが、必ずしも設置位置は限定されない。

[0025] また、加熱群を構成する加熱部を、領域を分けることなく配置しても良い。すなわち、1 つの領域に複数の加熱群を設けるようにしても良い。例えば、炉心管 1 2 の外周に 2 つの加熱群を配置する場合、一方の加熱群を構成する複数の加熱部が接続されて、一方の電源から電力が供給され、他方の加熱群を構成する複数の加熱部が接続されて、他方の電源から電力が供給される。その上で、一方の加熱群の複数の加熱部と他方の加熱群の複数の加熱部と

は、炉心管 1 2 の外周に沿って互いに交互に配置するのが好ましい。これにより、上述と同様の効果を得ることができる。なお、一方の加熱群の複数の加熱部と、他方の加熱群の複数の加熱部とを、中心軸 O を通る面に対して面対称になるように配置しても良い。加熱群を 3 つ以上設ける場合においても、それぞれの加熱群を構成する複数の加熱部を、炉心管 1 2 の外周に沿った温度の分布にばらつきが生じないように配置することが好ましい。

[0026] 上述のように構成されたヒータ 1 4 A を複数積層するように構成して、それぞれのヒータ 1 4 A が制御部 2 0 によって制御されることで、積層ヒータ 1 4 による加熱が制御される。制御部 2 0 は、メイン制御部 2 1、サブ制御部 2 2、断線判定部 2 3、および信号セクタ 2 4 を有する。メイン制御部 2 1 とサブ制御部 2 2 と断線判定部 2 3 との間は、信号によって情報を入出力可能に構成されている。信号セクタ 2 4 は、外部から制御部 2 0 に供給された信号を、メイン制御部 2 1 とサブ制御部 2 2 とのいずれかに入力する、信号の入力の切り替えを行う一方、メイン制御部 2 1 またはサブ制御部 2 2 から出力された信号を、所定の出力先に選択的に出力する。

[0027] 制御部 2 0 は、具体的に、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) などのプロセッサ、およびRAM (Random Access Memory) やROM (Read Only Memory) などの主記憶部 (いずれも図示せず) を備える。制御部は記憶部 (図示せず) を備える。記憶部は、EPROM (Erasable Programmable ROM)、ハードディスクドライブ (HDD、Hard Disk Drive)、およびリムーバブルメディアなどから選ばれた記憶媒体から構成される。なお、リムーバブルメディアは、例えば、USB (Universal Serial Bus) メモリ、または、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、またはBD (Blu-ray (登録商標) Disc) のようなディスク記録媒体である。記憶部には、オペレーティングシステム (Operating System: OS)、各種プログラム、各種テーブル、各種データベースなどが格納可能である。制御部 2 0 は、記憶部に格納されたプログラムを主記憶部の作業領

域にロードして実行し、プログラムの実行を通じて各構成部などを制御することで、所定の目的に合致した機能を実現できる。本実施形態において、制御部20は、メイン制御部21、サブ制御部22、断線判定部23、および信号セクタ24の機能を実現できる。

[0028] ヒータ14Aの領域A、Bにはそれぞれ、温度計測部としての温度センサ45、46が設けられている。温度センサ45、46によって炉心管12の外周部分の温度が計測される。温度の計測値は、制御部20に供給される。制御部20に供給された温度の計測値は、信号セクタ24によって、メイン制御部21またはサブ制御部22に供給される。制御部20は、供給された温度の計測値に基づいて、ヒータ14Aの電源部としての電源41～44をそれぞれ独立に制御する。すなわち、制御部20は温度センサ45、46によって計測された温度の計測値が適切な温度になるように、電源41～44のそれぞれを互いに独立して制御する。

[0029] 次に、上述した加熱炉1によるガラス母材10の加熱動作について説明する。図3は、加熱炉1の温度および供給する脱水ガスの時間変化の一例を示すグラフである。図3に示すように、まず、制御部20のメイン制御部21によって電源41～44が制御されて、電源41～44から複数段で構成されたそれぞれのヒータ14Aに電力を供給して加熱を開始する。ここで、加熱炉1内にガラス母材10が投入されておらず待機中の場合、加熱温度は、炉心管12の保護のために約1000～1100℃程度に調節される。次に、炉心管12内にファイバ母材となるガラス母材10を挿入する。一方で、外部から炉心管12内に、底部の導入口36を通じて脱水ガスを供給する。脱水ガスは、例えば塩素(Cl_2)などのハロゲンガスと窒素(N_2)またはヘリウム(He)などの不活性ガスとの混合ガスである。炉心管12内のガスは上昇して上部の排出管30から排気される。加熱炉1の炉心管12にガラス母材10が投入された後は、積層ヒータ14に供給する電力を増加させ、炉心管12内の加熱温度を約1200～1300℃に調節することにより、ガラス母材10の脱水処理が行われる。

[0030] 次に、ヒータ 14 A の制御方法について説明する。図 4 は、本実施形態によるヒータ 14 A の制御方法を説明するためのフローチャートである。図 4 に示すように、ステップ S T 1 において制御部 20 のメイン制御部 21 が電源 4 1 ~ 4 4 を制御している間に、断線判定部 23 が電源 4 1 ~ 4 4 の出力に基づいて、断線の有無を検知する。断線判定部 23 は、ヒータ 14 A による加熱が行われている間に、電源 4 1 ~ 4 4 から供給される電圧値などに基づいて、加熱部 14 1 a ~ 14 4 b のいずれかが断線しているか否かを判定する。断線判定部 23 が、加熱部 14 1 a ~ 14 4 b のいずれも断線していないと判定した場合（ステップ S T 1 : N o）、ステップ S T 1 を繰り返し実行する。

[0031] 断線判定部 23 が、加熱部 14 1 a ~ 14 4 b のいずれかが断線していると判定した場合（ステップ S T 1 : Y e s）、ステップ S T 2 に移行する。図 5 は、ヒータ 14 A の加熱部に断線が生じた状態の例を示す図である。図 5 に示す例においては、領域 A の加熱群 14 1 の加熱部 14 1 b に断線が生じている。ステップ S T 2 において断線判定部 23 は、信号セクタ 24 を切り替えることによって、断線が生じていない側の領域である領域 B の電源 4 3, 4 4 に対する制御を、メイン制御部 21 からサブ制御部 22 に切り替える。一方、断線判定部 23 は、断線が生じた側の領域である領域 A において、断線が生じていない加熱群 14 2 に電力を供給する電源 4 2 に対するメイン制御部 21 の制御を維持する。これにより、ヒータ 14 A において、メイン制御部 21 は、温度センサ 4 5 からの温度の計測値に基づいて 1 つの電源 4 1 および 2 つの加熱部 14 2 a, 14 2 b を制御して、領域 A における温度分布を調整する。ここで、メイン制御部 21 は、炉心管 12 の外周部分の温度分布が、加熱群 14 1, 14 2 によって加熱されている場合と同様の温度分布に近づくように電源 4 1 を制御する。一方、ヒータ 14 A において、サブ制御部 22 は、温度センサ 4 6 からの温度の計測値に基づいて 2 つの電源 4 3, 4 4 および 5 つの加熱部 14 3 a ~ 14 4 b を制御して、領域 B における温度分布を調整する。以上により、ヒータ 14 A の制御処理が行わ

れる。

[0032] 次に、加熱炉1を用いた光ファイバ母材の製造方法においては、まず、VAD法などの従来公知の方法によりコアおよびコアの外周に多孔質ガラスを形成することにより、多孔質光ファイバ母材（ガラス母材10）を製造する。次に、製造した多孔質光ファイバ母材を加熱炉1の炉心管12内に投入した後、少なくとも脱水ガスを含む雰囲気中で加熱脱水する。その後、さらに多孔質ガラスを焼結して透明ガラス化することにより、光ファイバ母材となるガラス母材が製造される。

[0033] 以上説明した本発明の一実施形態によれば、例えば領域Aにおいて直列接続されている2つの加熱群141, 142のうち、一方の加熱群141が、加熱部141bの断線によって発熱不能になった場合であっても、他方の加熱群142によって炉心管12の加熱を継続できる。そのため、加熱群141の発熱不良を加熱群142の発熱によってカバーでき、ガラス母材10の脱水処理が中断する可能性を低減できる。すなわち、複数段で構成された積層ヒータ14において、一部のヒータ14Aに断線などの不具合が生じて発熱不能の加熱群141が生じて、ガラス母材10の脱水工程を炉心管12の失透などの不具合を生じさせることなく終了できる可能性を向上できる。

[0034] （変形例）

次に、上述した一実施形態の変形例について説明する。図6は、変形例による加熱装置における図1のI-I線に沿った断面図である。図6に示すように、加熱炉1における積層ヒータ14を構成する個々のヒータ14Bは、炉心管12の外周に沿って複数、本実施形態においては6個の加熱部147a, 146a, 147b, 149a, 148a, 149bが同一円状に順次並べられて構成される。すなわち、加熱部146a~149bは、それらの中心から略等距離に並べて配置されている。なお、それぞれのヒータ14Bは、加熱部を少なくとも6個有することが好ましい。また、本変形例において加熱部146a~149bは、例えばMoSi₂を含む材料から構成される例えばコイル状の部材である。加熱部146a~149bのヒータ径（

太さ)は、ヒータ14Bの耐久性を確保するために、典型的には10mm以上、好適には12mm以上、本変形例においては例えば14mmである。

[0035] 図6に示すヒータ14Bは、加熱部が空間的に2つの領域A、Bに分けて配置されている。加熱部147a、146a、147bは、領域Aに設けられている。加熱部149a、148a、149bは、領域Bに設けられている。領域Aに設けられた加熱部147a、146a、147bと、領域Bに設けられた加熱部149a、148a、149bとは、互いに領域A、Bの境界面(図6中、一点鎖線)に対して面对称、かつガラス母材10の回転の中心軸Oに対して回転対称になるように設けられている。これにより、領域A、Bにおいてヒータ14Bの加熱によって生じる温度分布を、領域Aと領域Bとで対称的にできる。

[0036] ヒータ14Bの領域Aにおいて、1つの加熱部146aによって加熱群146が構成され、電源41から電力を供給可能に構成されている。一方、2つの加熱部147a、147bが直列接続されて加熱群147が構成され、電源42から電力を供給可能に構成されている。換言すると、加熱群は加熱部を少なくとも1つ有し、加熱群146の加熱部146aは一方の電源41によって発熱量が制御でき、加熱群147の加熱部147a、147bは他方の電源42によって発熱量が制御できる。電源41、42は、互いに独立して制御可能な電力供給装置である。電源41、42は、複数段のヒータ14Bのそれぞれに独立して設けることが好ましい。加熱部146aおよび加熱部147a、147bは、上述した領域A、Bの境界面に直交する面(図2中、二点鎖線)(以下、直交面)に対して面对称になるように配置されている。さらに、電源41によって発熱が制御される加熱部146aと、電源42によって発熱が制御される加熱部147a、147bとは、炉心管12の外周に沿って互いに交互に配置されている。これにより、断線などによって加熱群146、147のうちの一方の加熱群が機能せず発熱不能になった場合でも、他方の加熱群によって上述した直交面に対して対称的に炉心管12を加熱できる。したがって、他方の加熱群によって、炉心管12の外周の

温度分布が対称になるように加熱をバランスよく行うことができる。

[0037] ヒータ 14 B の領域 B において、1つの加熱部 148 a によって加熱群 148 が構成され、電源 43 から電力を供給可能に構成されている。一方、2つの加熱部 149 a, 149 b が直列接続されて加熱群 149 が構成され、電源 44 から電力を供給可能に構成されている。換言すると、加熱群 148 の加熱部 148 a は一方の電源 43 によって発熱量が制御でき、加熱群 149 の加熱部 149 a, 149 b は他方の電源 44 によって発熱量が制御できる。電源 43, 44 は、互いに独立して制御可能な電力供給装置である。電源 43, 44 は、複数段のヒータ 14 B のそれぞれに独立して設けることが好ましい。加熱部 148 a および加熱部 149 a, 149 b は、直交面に対して面对称になるように配置されている。さらに、電源 43 によって発熱が制御される加熱部 148 a と、電源 44 によって発熱が制御される加熱部 149 a, 149 b とは、炉心管 12 の外周に沿って互いに交互に配置されている。これにより、加熱群 148, 149 のうちの一方の加熱群が機能せず発熱不能になった場合でも、他方の加熱群によって、直交面に対して対称的に炉心管 12 を加熱できるので、他方の加熱群によって炉心管 12 の外周の温度分布が対称になるように、加熱をバランスよく行うことができる。

[0038] 以上のように、一実施形態の変形例においても、上述した一実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0039] 以上、本発明の一実施形態について具体的に説明したが、本発明は、上述の一実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想に基づく各種の変形が可能である。例えば、上述の一実施形態において挙げた数値はあくまでも例に過ぎず、必要に応じてこれと異なる数値を用いても良い。

[0040] 例えば、上述した一実施形態においては、断線などが発生した場合に、断線が発生していない領域 B の加熱群 143, 144 の制御をメイン制御部 21 からサブ制御部 22 に切り替えているが、断線が発生した領域 A の加熱群 141, 142 の制御をメイン制御部 21 からサブ制御部 22 に切り替えても良い。また、メイン制御部 21 およびサブ制御部 22 は物理的に単一のプ

ロセッサなどから構成しても互いに異なるプロセッサなどから構成しても良い。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明は、光ファイバ母材の製造に有用である。

符号の説明

[0042] 1 加熱炉

1 0 ガラス母材

1 2 炉心管

1 4 積層ヒータ

1 4 A, 1 4 B ヒータ

1 6 炉体

2 0 制御部

2 1 メイン制御部

2 2 サブ制御部

2 3 断線判定部

2 4 信号セレクタ

3 0 排出管

3 2 簡易フード

3 3 ゲートバルブ

3 4 投入口

3 5 上蓋

3 6 導入口

4 1, 4 2, 4 3, 4 4 電源

4 5, 4 6 温度センサ

1 4 1, 1 4 2, 1 4 3, 1 4 4, 1 4 6, 1 4 7, 1 4 8, 1 4 9 加熱群

1 4 1 a, 1 4 1 b, 1 4 1 c, 1 4 2 a, 1 4 2 b, 1 4 3 a, 1 4 3 b, 1 4 3 c, 1 4 4 a, 1 4 4 b, 1 4 6 a, 1 4 7 a, 1 4 7 b, 1 4 8

a, 149 a, 149 b 加熱部

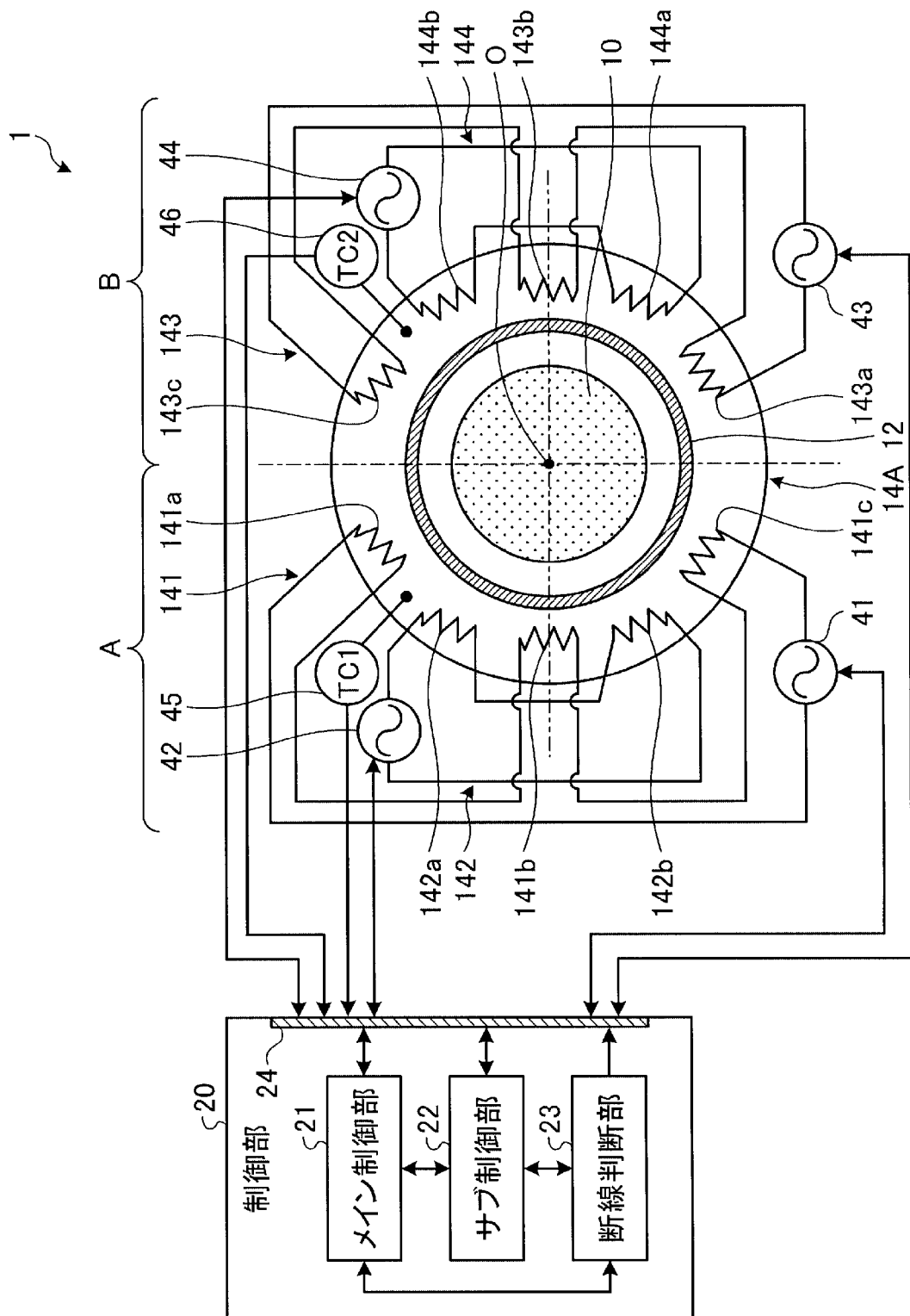
請求の範囲

- [請求項1] ガラス母材を収容可能な炉心管と、
 前記炉心管の外周に設けられた加熱手段と、
 前記加熱手段を制御する制御部と、を備え、
 前記加熱手段は、互いに独立して制御可能な複数のヒータが前記ガラス母材の長手方向に沿って配置された構成を有し、
 前記ヒータは、前記制御部により互いに独立して制御可能な複数の加熱群を有し、
 前記加熱群は前記炉心管を加熱可能な少なくとも1つの加熱部を有する
 ことを特徴とする加熱装置。
- [請求項2] 前記加熱群はそれぞれ、前記加熱群に電力を供給可能な電源部を有し、前記制御部は、それぞれの前記加熱群における前記電源部を互いに独立して制御する
 ことを特徴とする請求項1に記載の加熱装置。
- [請求項3] 前記炉心管の温度を計測する温度計測部をさらに備え、
 前記制御部は、前記温度計測部による計測値に基づいて、それぞれの前記加熱群に供給する電力を調整する
 ことを特徴とする請求項2に記載の加熱装置。
- [請求項4] 前記加熱群は、前記加熱部を複数有する
 ことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の加熱装置。
- [請求項5] 前記ヒータは、前記加熱部を少なくとも6個有する
 ことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の加熱装置。
- [請求項6] 前記加熱部は、ニケイ化モリブデンを用いて構成される
 ことを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の加熱装置。
- [請求項7] 前記加熱部のヒータ径は、10mm以上である
 ことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の加熱装置。
- [請求項8] コアおよび前記コアの外周に形成された多孔質ガラスからなる多孔

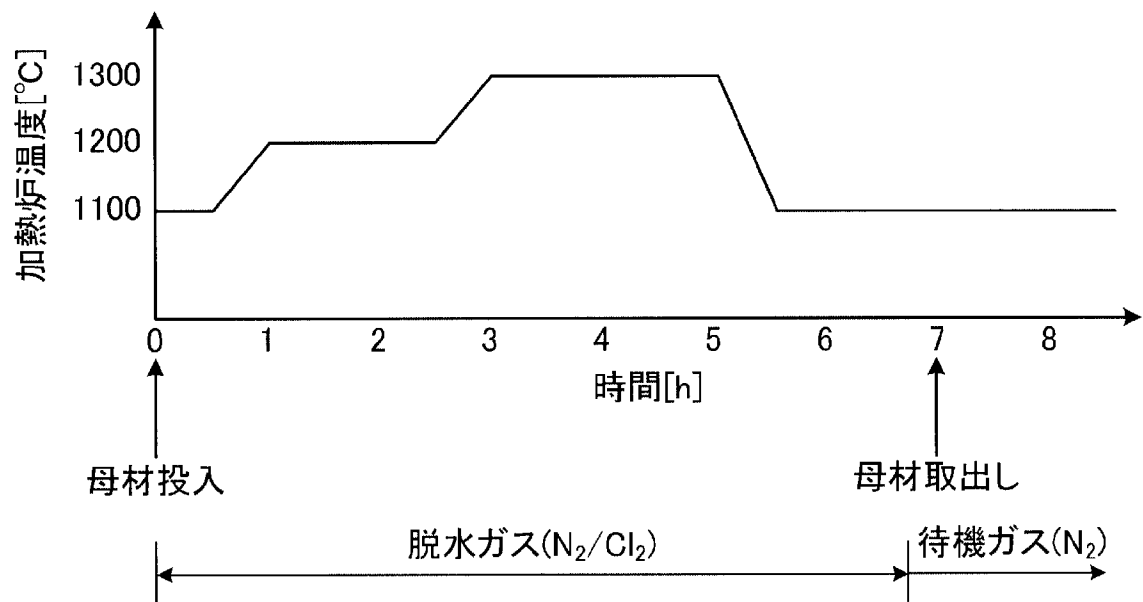
質光ファイバ母材を収容可能な炉心管と、前記炉心管の外周に設けられた加熱手段と、前記加熱手段を制御する制御部と、を備え、前記加熱手段は、互いに独立して制御可能な複数のヒータが前記多孔質光ファイバ母材の長手方向に沿って配置された構成を有し、前記ヒータは、前記制御部により互いに独立して制御可能な複数の加熱群を有し、前記加熱群は前記炉心管を加熱可能な少なくとも1つの加熱部を有する加熱装置を用いる光ファイバの製造方法であって、

前記加熱装置の前記炉心管に前記多孔質光ファイバ母材を投入し、
少なくとも脱水ガスを含む雰囲気中で加熱脱水する
ことを特徴とする光ファイバ母材の製造方法。

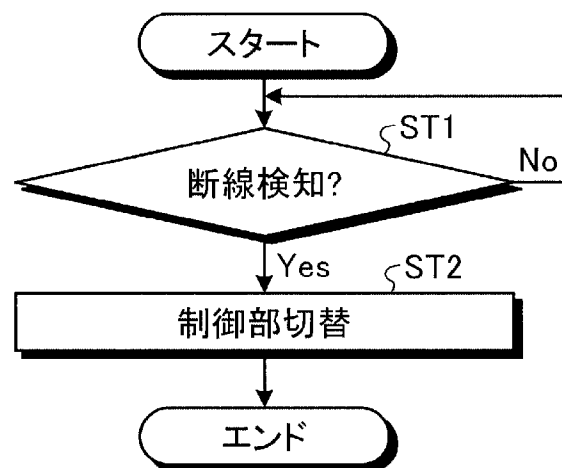
[図2]



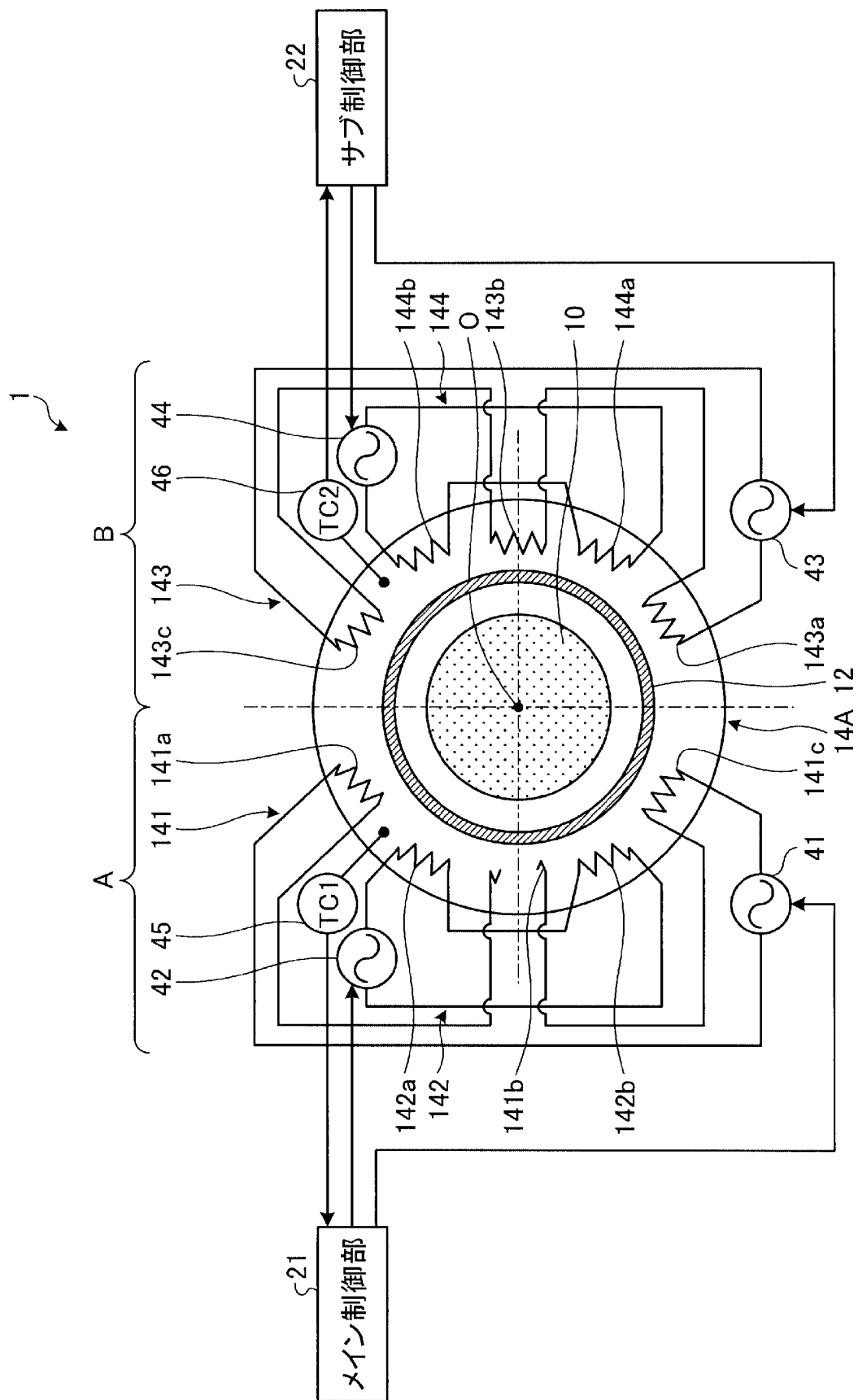
[図3]



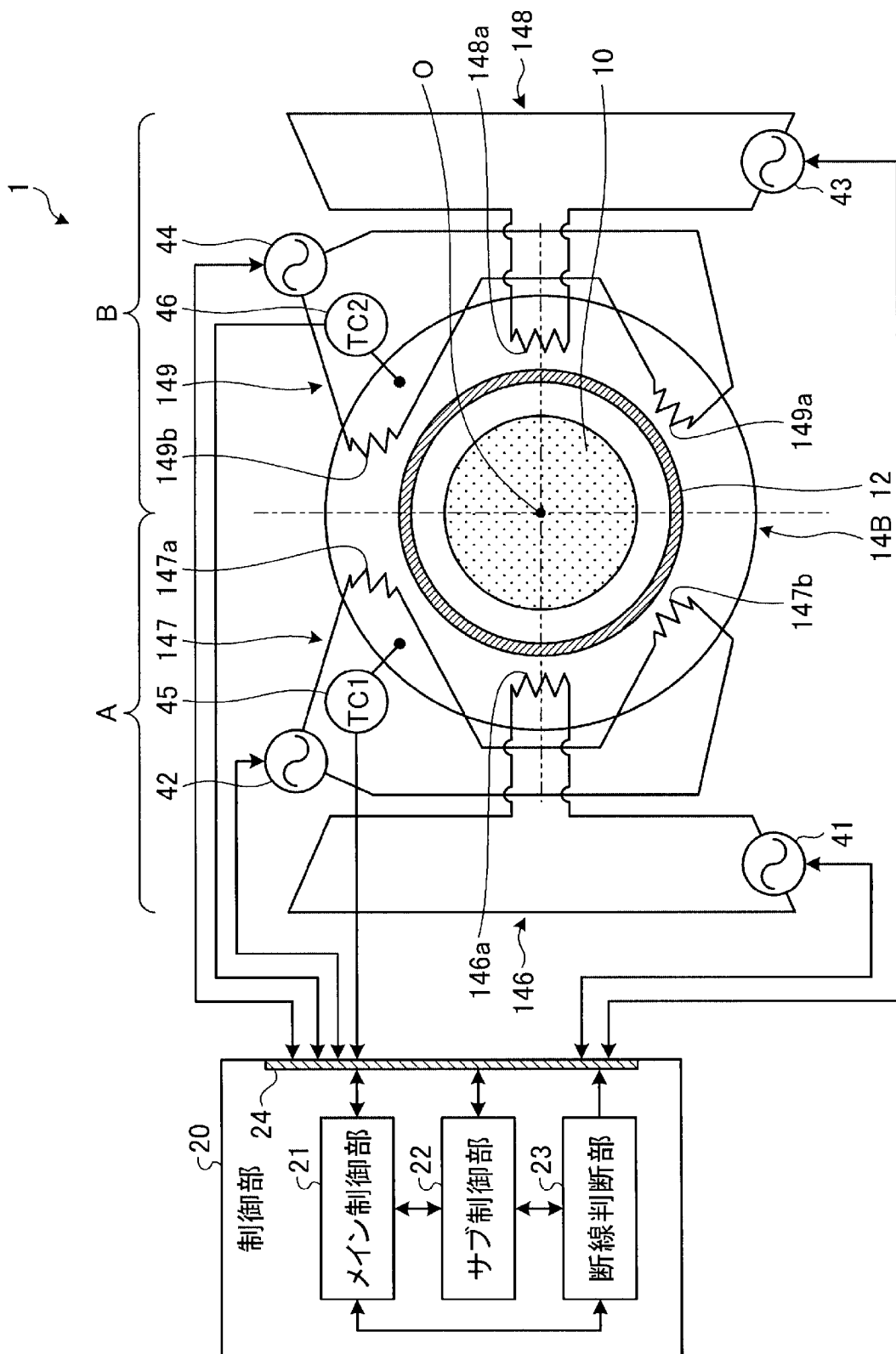
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C03B8/04(2006.01)i, C03B37/014(2006.01)i
FI: C03B8/04M, C03B37/014Z

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. C03B8/04, C03B37/014

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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 2016-88821 A (SHIN ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 23.05.2016 (2016-05-23), paragraphs [0026], [0027], fig. 4	1-8
Y	JP 2004-224655 A (SHIN ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 12.08.2004 (2004-08-12), paragraphs [0024]-[0027], fig. 1	1-8
Y	JP 2002-299250 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 11.10.2002 (2002-10-11), paragraphs [0004]-[0006]	1-8
Y	JP 3-223133 A (FUJIKURA ELECTRIC WIRE CORPORATION) 02.10.1991 (1991-10-02), page 2, lower left column, line 17 to upper right column, line 2	6
Y	JP 63-182231 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 27.07.1988 (1988-07-27), page 2, lower right column, lines 15-20, fig. 1, 4	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
15.07.2020

Date of mailing of the international search report
28.07.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/021921

JP 2016-88821 A	23.05.2016	US 2016/0130173 A1 paragraphs [0045]-[0050], fig. 4 DE 102015119302 A1 CN 105585243 A
JP 2004-224655 A	12.08.2004	(Family: none)
JP 2002-299250 A	11.10.2002	(Family: none)
JP 3-223133 A	02.10.1991	(Family: none)
JP 63-182231 A	27.07.1988	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C03B 8/04(2006.01)i; C03B 37/014(2006.01)i FI: C03B8/04 M; C03B37/014 Z		
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）） C03B8/04; C03B37/014		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 2016-88821 A（信越化学工業株式会社）23.05.2016（2016-05-23） 段落[0026]-[0027], 図4	1-8
Y	JP 2004-224655 A（信越化学工業株式会社）12.08.2004（2004-08-12） 段落[0024]-[0027], 図1	1-8
Y	JP 2002-299250 A（東京エレクトロン株式会社）11.10.2002（2002-10-11） 段落[0004]-[0006]	1-8
Y	JP 3-223133 A（藤倉電線株式会社）02.10.1991（1991-10-02） 第2頁左下欄第17行-右上欄第2行	6
Y	JP 63-182231 A（住友電気工業株式会社）27.07.1988（1988-07-27） 第2頁右下欄第15-20行, 第1図, 第4図	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抵触するものではなく、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 15.07.2020		国際調査報告の発送日 28.07.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 田中 永一 4T 9539 電話番号 03-3581-1101 内線 3465

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/021921

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-88821	A	23.05.2016	US 2016/0130173 A1 [0045]-[0050], Fig.4 DE 102015119302 A1 CN 105585243 A	
JP	2004-224655	A	12.08.2004	(ファミリーなし)	
JP	2002-299250	A	11.10.2002	(ファミリーなし)	
JP	3-223133	A	02.10.1991	(ファミリーなし)	
JP	63-182231	A	27.07.1988	(ファミリーなし)	