

(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
2016年7月14日(14.07.2016)



(10) 国際公開番号

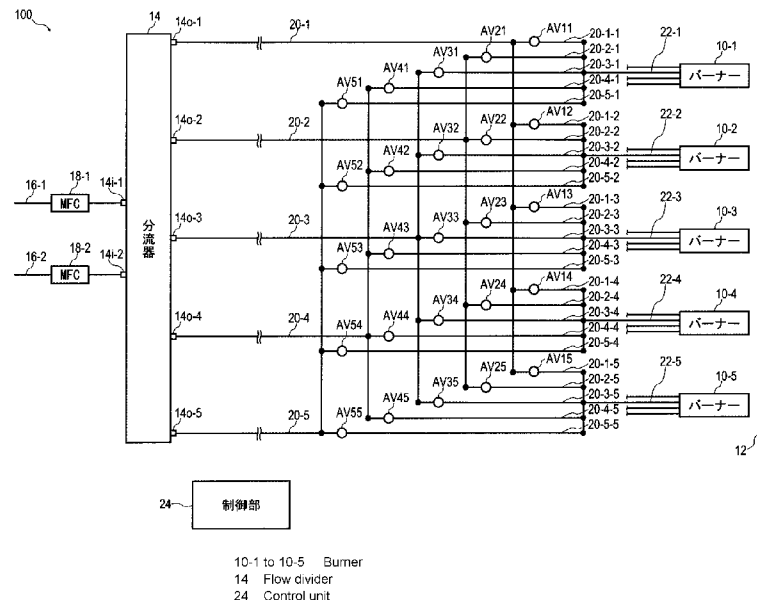
WO 2016/111250 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 37/018 (2006.01) F23K 5/00 (2006.01)
C03B 8/04 (2006.01) F23L 1/00 (2006.01)
F17D 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000053
- (22) 国際出願日: 2016年1月7日(07.01.2016)
- (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 2015-002533 2015年1月8日(08.01.2015) JP
特願 2015-002535 2015年1月8日(08.01.2015) JP
特願 2015-002538 2015年1月8日(08.01.2015) 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2丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 正 (TAKAHASHI, Tadashi); 〒1008322 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 岡部 譲, 外(OKABE, Yuzuru et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1-6-5丸の内北口ビル22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, 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, 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), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: GAS DIVIDING DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING GLASS PARTICULATE DEPOSIT USING SAME

(54) 発明の名称: 気体分岐装置及びそれを用いたガラス微粒子堆積体の製造方法



(57) Abstract: A gas dividing device (100) which divides and supplies gas to first to N-th units (10-1 to 10-5) to be supplied with gas, the device (100) comprising first to N-th pipes (20-1 to 20-5), each of the first to N-th pipes being branched into first to N-th branch pipes at the downstream end. For each integer i between 1 and N inclusive, i-th branch pipe of the first to N-th pipes is jointly connected to a respective i-th unit to be supplied with gas, and each of the i-th branch pipes of the first to N-th pipes is provided with a valve (AV_{xy}).

(57) 要約: 第1～第Nの被供給部(10-1～10-5)に気体を分岐して供給する気体分岐装置(100)であって、第1～第Nの配管(20-1～20-5)とを有し、第1～第Nの配管のそれぞれが、下流端側で第1～第Nの分岐配管に分岐されており、1以上N以下の整数iのそれぞれについて、第1～第Nの配管の第iの分岐配管が、それぞれ第iの被供給部に共通して接続され、第1～第Nの配管の第iの分岐配管にバルブ(AV_{xy})がそれぞれ設けられている。



WO 2016/111250 A1

WO 2016/111250 A1



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))

明 細 書

発明の名称：

気体分岐装置及びそれを用いたガラス微粒子堆積体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置及びそれを用いたガラス微粒子堆積体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 石英ガラス系の光ファイバは、一般的に、プリフォームと呼ばれる光ファイバ母材を製造し、これを線引きすることにより製造される。プリフォームは、ガラス微粒子体が集合してなるガラス微粒子堆積体を加熱して脱水及び焼結することにより製造される。ガラス微粒子堆積体の製造方法としては、例えば、VAD (Vapor-phase Axial Deposition) 法、OVD (Outside Vapor Deposition) 法等が知られている。

[0003] OVD法では、長尺の芯材に対してその長手方向に沿って複数のバーナーが配置され、複数のバーナーによる酸水素火炎中にSiCl₄等を含む原料ガスが供給される。これにより、ガラス微粒子が生成されて芯材上に堆積し、ガラス微粒子堆積体が形成される。その後、ガラス微粒子堆積体に対して炉中にて脱水及び焼結を行うことにより、プリフォームが得られる。

[0004] 上記ガラス微粒子堆積体の製造方法に関し、特許文献1には、ガラス棒の全長にわたって等間隔に配置された複数のバーナーのそれぞれのガス条件を、堆積体の形状を均一化することができるよう個別に制御することが記載されている。この各バーナーのガス条件の制御には、各バーナーに設けられたマスフローコントローラ(MFC)が用いられている。

[0005] また、特許文献2、特許文献3には、バーナーへのガスの送りの一様性及び再現性を高い程度に保証するため、ガス流を複数の部分ガス流に分岐する分流器等を用いることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平3－279234号公報

特許文献2：特開平8－284904号公報

特許文献3：特許第5090646号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記光ファイバ用ガラス微粒子堆積体の製造方法のように、芯材等の対象物の長手方向に沿って配置されたバーナー等の複数の被供給部に原料ガス、可燃性ガス、支燃性ガス等の気体が供給され、それら複数の被供給部により製品が製造される場合がある。このような場合において、製造される製品の長手方向における均一性、安定性を確保するため、複数の被供給部に対して可能なかぎり高い均一性で気体を供給することが要求される。

[0008] しかしながら、特許文献1に記載されるように各被供給部にMFCを設けた方法では、MFCの経時変化やMFC間の個体差による影響を排除することは困難である。

[0009] また、特許文献2や特許文献3に記載されるように分流器を用いる方法では、分流器自体の加工精度による影響を無視することはできない。また、配管間の個体差による抵抗差をないものとするのは困難である。このため、分流器を用いる方法であっても、完全に均等に気体を分岐することは困難である。

[0010] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、高い均一性で複数の被供給部に気体を供給することができる気体分岐装置及びそれを用いたガラス微粒子堆積体の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一観点によれば、第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、第1～第Nの配管を有し、前記第1～第Nの配管のそれぞれが、下流端側で第1～第Nの分岐

配管に分岐されており、1以上N以下の整数iのそれぞれについて、前記第1～第Nの配管の前記第iの分岐配管が、それぞれ前記第iの被供給部に共通して接続され、前記第1～第Nの配管の前記第iの分岐配管にバルブがそれぞれ設けられていることを特徴とする気体分岐装置が提供される。

[0012] 本発明の他の観点によれば、第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、前記気体が分岐されて導出される第1～第Nの気体導出口を有する複数の分流器と、前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口を、前記第1～第Nの被供給部のいずれかに1：1で接続する複数の配管とを有し、前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口は、前記分流器における位置が互いに異なり、前記第1～第Nの被供給部のそれぞれに接続された複数の前記気体導出口は、前記分流器における位置が互いに異なることを特徴とする気体分岐装置が提供される。

[0013] 本発明のさらに他の観点によれば、第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、前記気体が分岐されて導出される第1～第Nの気体導出口を有する複数の分流器であって、互いに体積が異なる複数の分流器と、前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口を、前記第1～第Nの被供給部のいずれかに1：1で接続する複数の配管とを有することを特徴とする気体分岐装置が提供される。

[0014] 本発明のさらに他の観点によれば、第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、前記気体が分岐されて導出される第1～第Nの気体導出口を有する体積可変の分流器と、前記分流器の前記第1～第Nの気体導出口を、前記第1～第Nの被供給部のいずれかに1：1で接続する複数の配管とを有することを特徴とする気体分岐装置が提供される。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、高い均一性で複数の被供給部に気体を供給することがで

きる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本発明の第1実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。

[図2]図2は、本発明の第1実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[図3]図3は、本発明の第3実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。

[図4]図4は、本発明の第3実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[図5]図5は、本発明の第6実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。

[図6]図6は、本発明の第6実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[図7]図7は、本発明の第7実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0017] [第1実施形態]

本発明の第1実施形態による気体分岐装置について図1及び図2を用いて説明する。図1は、本実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。図2は、本実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[0018] まず、本実施形態による気体分岐装置の構成について図1を用いて説明する。

[0019] 図1に示すように、本実施形態による気体分岐装置100は、気体を供給すべき被供給部である複数のバーナー10-1～10-5に気体を分岐して供給するものである。なお、以下では、バーナー10-1～10-5が、OVD法により光ファイバ用ガラス微粒子堆積体を製造するためのバーナーである場合を例に説明する。また、バーナーの数は2つ以上の複数であれば特

に限定されるものではないが、以下では5つのバーナー10-1～10-5を用いた場合を例に説明する。

[0020] バーナー10-1～10-5は、互いに同一設計で作製された例えば石英ガラス製のものである。各バーナー10-1～10-5は、火炎を形成してその火炎中に原料ガスを導入するため、複数の気体が供給されるようになっている。各バーナー10-1～10-5に供給される複数の気体は、例えば、水素(H_2)ガス、酸素(O_2)ガス、アルゴン(Ar)ガス、及び原料ガスである。原料ガスには、 $SiCl_4$ 等が含まれる。OVD法では、各バーナー10-1～10-5において、これらのガスが用いられ、酸水素火炎が形成されるとともに、その酸水素火炎中に原料ガスが導入される。各ガスをバーナー10-1～10-5に供給する流量は特に限定されるものではないが、 H_2 ガスの流量は、例えば20000～40000 sccmである。 O_2 ガスの流量は、例えば35000～40000 sccmである。 Ar ガスの流量は、例えば3000～5000 sccmである。原料ガスの流量は、例えば3000～10000 sccmである。

[0021] なお、以下では、各バーナー10-1～10-5に供給される複数の気体のうちの1種の気体を供給する構成を例に説明するが、他の気体を各バーナー10-1～10-5に供給する構成も、以下に説明する構成と同様の構成とすることができる。

[0022] バーナー10-1～10-5の火炎が吹きつけられる長尺棒状の芯材12は、プリフォームとなるガラス微粒子が堆積するものであり、例えばガラスロッドである。芯材12は、その長手方向が水平になるように保持されている。また、芯材12は、その中心軸を回転軸として回転可能に保持されている。芯材12の長さは、特に限定されるものではないが、例えば数メートル、より具体的には例えば1～2 mである。

[0023] バーナー10-1～10-5は、長尺棒状の芯材12の長手方向に沿って等間隔で水平方向に並んで配置されている。なお、本実施形態では5つのバーナー10-1～10-5を例に説明しているが、例えば、長さ1～2 mの

芯材 12 に対して配置するバーナー数は、5～30とすることができる。こうしてバーナー 10-1～10-5 が等間隔で配置されていることで、バーナー 10-1～10-5 による複数の火炎が、等間隔で芯材 12 に向けて吹きつけられるようになっている。

[0024] また、バーナー 10-1～10-5 は、芯材 12 の長手方向に沿って所定の範囲を往復移動可能に構成されている。なお、バーナー 10-1～10-5 を往復移動可能に構成することに代えて、芯材 12 がその長手方向に沿って往復移動可能となるように構成してもよい。

[0025] 本実施形態による気体分岐装置 100 は、複数のバーナー 10-1～10-5 に供給すべき気体を分岐する分流器 14 を有している。また、本実施形態による気体分岐装置 100 は、分流器 14 に気体を供給する配管系と、分流器 14 と複数のバーナー 10-1～10-5 との間を接続する配管系とを有している。

[0026] 分流器 14 は、例えば金属製のものであり、2つの気体導入口 14 i-1、14 i-2 と、複数のバーナー 10-1～10-5 の数と同数の複数の気体導出口 14 o-1～14 o-5 とを有している。複数の気体導出口 14 o-1～14 o-5 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。分流器 14 は、複数の気体導出口 14 o-1～14 o-5 の配列方向が例えば芯材 12 の長手方向と同様に水平になるように配置されている。

[0027] なお、分流器 14 の体積は、特に限定されるものではなく、気体の供給条件等に応じて選定することができるが、例えば 1000～5000 cm³である。また、分流器 14 が2つの気体導入口 14 i-1、14 i-2 を有する場合について説明しているが、気体導入口の数は2つに限定されるものではない。気体導入口の数は、1つであっても2つ以上の複数であってもよく、気体の供給条件、分流器 14 の体積等に応じて適宜変更することができる。

[0028] 本実施形態による気体分岐装置 100 は、バーナー 10-1～10-5 に供給すべき同種の気体を分流器 14 に供給するための配管 16-1、16-2 を有している。配管 16-1、16-2 の上流端は、バーナー 10-1～

10-5に供給すべき気体の供給源（図示せず）に接続されている。配管16-1、16-2には、それぞれMFC18-1、18-2が設けられている。MFC18-1、18-2により、それぞれ配管16-1、16-2内を分流器14に向かって流れる気体の流量を制御することが可能になっている。

[0029] 分流器14の2つの気体導入口14i-1、14i-2には、それぞれ配管16-1、16-2の下流端が接続されている。

[0030] また、分流器14は、複数の配管20-1～20-5の上流に配置されている。分流器14の複数の気体導出口14o-1～14o-5には、それぞれ配管20-1～20-5の上流端が接続されている。分流器14は、複数の気体導出口14o-1～14o-5への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器14は、配管16-1、16-2から分流器14に導入された気体が、複数の気体導出口14o-1～14o-5から均等な分岐比でそれぞれ配管20-1～20-5に導出されるように設計されている。

[0031] 各配管20-1～20-5は、それぞれの下流端側で、複数のバーナー10-1～10-5の数と同数の複数の分岐配管に分岐されている。すなわち、配管20-1は、その下流端側で、分岐配管20-1-1～20-1-5に分岐されている。配管20-2は、その下流端側で、分岐配管20-2-1～20-2-5に分岐されている。配管20-3は、その下流端側で、分岐配管20-3-1～20-3-5に分岐されている。配管20-4は、その下流端側で、分岐配管20-4-1～20-4-5に分岐されている。配管20-5は、その下流端側で、分岐配管20-5-1～20-5-5に分岐されている。

[0032] 配管20-1～20-5の分岐配管には、それぞれ分岐配管を開閉するエアバルブが設けられている。すなわち、分岐配管20-1-1～20-1-5には、それぞれエアバルブAV11、AV12、AV13、AV14、AV15が設けられている。分岐配管20-2-1～20-2-5には、それ

ぞれエアバルブAV21、AV22、AV23、AV24、AV25が設けられている。分岐配管20-3-1~20-3-5には、それぞれエアバルブAV31、AV32、AV33、AV34、AV35が設けられている。分岐配管20-4-1~20-4-5には、それぞれエアバルブAV41、AV42、AV43、AV44、AV45が設けられている。分岐配管20-5-1~20-5-5には、それぞれエアバルブAV51、AV52、AV53、AV54、AV55が設けられている。なお、以下の説明では、これらエアバルブをエアバルブAV $\times y$ （ただし、 x は $1 \leq x \leq 5$ を満たす整数であり、 y は $1 \leq y \leq 5$ を満たす整数である）と表記することがある。

[0033] 互いに分岐元の配管が異なる分岐配管20-1-1、20-2-1、20-3-1、20-4-1、20-5-1の下流端には、配管22-1の上流端が共通して接続されている。互いに分岐元の配管が異なる分岐配管20-1-2、20-2-2、20-3-2、20-4-2、20-5-2の下流端には、配管22-2の上流端が共通して接続されている。互いに分岐元の配管が異なる分岐配管20-1-3、20-2-3、20-3-3、20-4-3、20-5-3の下流端には、配管22-3の上流端が共通して接続されている。互いに分岐元の配管が異なる分岐配管20-1-4、20-2-4、20-3-4、20-4-4、20-5-4の下流端には、配管22-4の上流端が共通して接続されている。互いに分岐元の配管が異なる分岐配管20-1-5、20-2-5、20-3-5、20-4-5、20-5-5の下流端には、配管22-5の上流端が共通して接続されている。

[0034] 配管22-1の下流端はバーナー10-1に接続され、配管22-1からバーナー10-1に気体が供給されるようになっている。配管22-2の下流端はバーナー10-2に接続され、配管22-2からバーナー10-2に気体が供給されるようになっている。配管22-3の下流端はバーナー10-3に接続され、配管22-3からバーナー10-3に気体が供給されるようになっている。配管22-4の下流端はバーナー10-4に接続され、配管22-4からバーナー10-4に気体が供給されるようになっている。配

管 2 2 - 5 の下流端はバーナー 1 0 - 5 に接続され、配管 2 2 - 5 からバーナー 1 0 - 5 に気体が供給されるようになっている。

[0035] 本実施形態による気体分岐装置 1 0 0 は、エアバルブ $AV \times y$ の開閉を制御する制御部 2 4 をさらに有している。制御部 2 4 は、種々の演算、制御、判別等の処理を実行する CPU（図示せず）を有している。また、制御部 2 4 は、CPU によって実行される様々な制御プログラム、CPU が参照するデータベース等を格納する ROM（図示せず）を有している。また、制御部 2 4 は、CPU が処理中のデータや入力データ等を一時的に格納する RAM（図示せず）を有している。

[0036] 制御部 2 4 は、バーナー 1 0 - 1 ~ 1 0 - 5 の火炎を用いてプリフォームを製造する間、エアバルブ $AV \times y$ の開閉状態を複数回ランダムに切り替えるように、エアバルブ $AV \times y$ の開閉を制御する。エアバルブ $AV \times y$ の開閉状態の切り替えに際して、制御部 2 4 は、以下の条件 (I) 及び (II) が満足されるようにエアバルブ $AV \times y$ の開閉を制御する。

(I) $x = 1 \sim 5$ のそれぞれについて、エアバルブ $AV \times 1$ 、 $AV \times 2$ 、 $AV \times 3$ 、 $AV \times 4$ 、 $AV \times 5$ のうち、いずれか 1 つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とする。

(II) $y = 1 \sim 5$ のそれぞれについて、エアバルブ $AV 1 y$ 、 $AV 2 y$ 、 $AV 3 y$ 、 $AV 4 y$ 、 $AV 5 y$ のうち、いずれか 1 つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とする。

[0037] 制御部 2 4 は、上記エアバルブ $AV \times y$ の開閉状態の切り替えを所定の時間間隔で実行する。この時間間隔は、特に限定されるものではないが、例えば 1 ~ 1 0 分とすることができる。

[0038] ガラス微粒子堆積体を製造する間、上記制御部 2 4 によるエアバルブ $AV \times y$ の開閉状態の切り替えにより、分流器 1 4 の複数の気体導出口 1 4 o - 1 ~ 1 4 o - 5 と、複数のバーナー 1 0 - 1 ~ 1 0 - 5 とが 1 : 1 に対応して接続されることになる。さらに、バーナー 1 0 - 1 ~ 1 0 - 5 に対して接続される分流器 1 4 の気体導出口 1 4 o - 1 ~ 1 4 o - 5 は、ランダムに切

り替えられることになる。

[0039] 本実施形態による気体分岐装置 100 では、複数の気体導出口 14o-1 ~ 14o-5 への気体の分岐比が均等になるように分流器 14 が設計されている。また、複数の気体導出口 14o-1 ~ 14o-5 からバーナー 10-1 ~ 10-5 までの配管抵抗の差が極力小さくなるように設計されている。しかしながら、加工精度や経時変化に起因して、分流器 14 の分岐比が完全に均等でないことがある。また、加工精度や経時変化に起因して、複数の気体導出口 14o-1 ~ 14o-5 からバーナー 10-1 ~ 10-5 までの配管抵抗に差が生じることがある。さらに、バーナー 10-1 ~ 10-5 の間には、これらが互いに同一設計で作製されているものの、加工精度や経時変化に起因して個体差が存在している。このように、分流器 14 からバーナー 10-1 ~ 10-5 までの間には、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきが存在している。部材又は部品のばらつきが存在したままでは、その影響により、高い均一性で複数のバーナー 10-1 ~ 10-5 に気体を供給することが困難となる。その結果、芯材 12 の長手方向に沿って製造されるガラス微粒子堆積体の長手方向における均一性、安定性が損なわれるおそれがある。

[0040] これに対し、本実施形態による気体分岐装置 100 では、制御部 24 によるエアバルブ AV x y の開閉状態の切り替えにより、バーナー 10-1 ~ 10-5 に対して接続される分流器 14 の気体導出口 14o-1 ~ 14o-5 がランダムに切り替えられる。これにより、上記のような加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響が打ち消されていくため、部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。したがって、本実施形態によれば、部材又は部品のばらつきによる影響を低減しつつ、高い均一性で複数のバーナー 10-1 ~ 10-5 に気体を供給することができる。こうして、本実施形態によれば、長手方向における均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を製造することができる。また、バーナーや配管の交換があった場合であっても、交換前と同様の気体の供給状態を高い再現性で

再現することができ、長手方向おける均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を高い再現性で製造することができる。

[0041] 次に、本実施形態による気体分岐装置 100 の動作についてさらに図 2 を用いて説明する。

[0042] 気体分岐装置 100 の動作開始前は、エアバルブ $AV \times y$ のすべてが閉鎖状態となっている。

[0043] まず、気体分岐装置 100 の動作を開始して、配管 16-1、16-2 から分流器 14 に向けて気体を導入する。配管 16-1、16-2 から気体を導入する間、MFC 18-1、18-2 は、それぞれ配管 16-1、16-2 を流れる気体の流量を制御する。

[0044] 次に、制御部 24 により、エアバルブ $AV \times y$ の開閉を制御する（ステップ S11）。これにより、エアバルブ $AV \times y$ の開閉状態を、上記条件（I）及び（II）を満足する開閉状態とする。エアバルブ $AV \times y$ の開閉の制御に際し、制御部 24 は、例えば、乱数又は疑似乱数を生成し、生成した乱数又は疑似乱数に基づき開放状態とするエアバルブを選定して開放状態とし、残りのエアバルブを閉鎖状態とする。

[0045] 上記のようにエアバルブ $AV \times y$ の開閉状態を設定したうえで、複数のバーナー 10-1～10-5 にそれぞれ気体を供給する（ステップ S12）。また、ガラス微粒子堆積体の製造に用いる他の気体についても、同様にして複数のバーナー 10-1～10-5 に供給する。

[0046] 上記のようにして気体が供給される各バーナー 10-1～10-5 では、供給される気体のうちの燃料ガスにより火炎が形成されるとともに、供給される気体のうちの原料ガスが火炎中に導入される。こうして、原料を含む火炎が、中心軸を回転軸として回転する芯材 12 に向けて吹きつけられる。これにより、光ファイバのプリフォームとなるガラス微粒子が芯材 12 上に堆積していく。なお、この間、複数のバーナー 10-1～10-5 を芯材 12 の長手方向に沿って往復移動させてもよい。

[0047] 上記のようにしてガラス微粒子を芯材 12 上に堆積する間、芯材 12 上に

堆積されたガラス微粒子の堆積重量をモニタし、モニタされる堆積重量に基づき、ガラス微粒子の堆積を終了するか否かを判定する（ステップS 1 3）

。

[0048] ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量未満であり堆積を終了せずに継続する場合（ステップS 1 3、NO）、エアバルブAV×yの開閉状態を切り替えるべき時間間隔が経過したか否かを判定する（ステップS 1 4）。

[0049] エアバルブAV×yの開閉状態を切り替えるべき時間間隔が経過していない場合（ステップS 1 4、NO）、ステップS 1 2に戻り、そのまま各気体を供給しつつ、ガラス微粒子の堆積を継続する。

[0050] 一方、エアバルブAV×yの開閉状態を切り替えるべき時間間隔が経過した場合（ステップS 1 4、YES）、ステップS 1 1に戻り、再び、制御部24により、エアバルブAV×yの開閉を制御する。これにより、エアバルブAV×yの開閉状態を、上記条件（I）及び（II）を満足する開閉状態にランダムに切り替えたうえで、各気体を供給しつつ、ガラス微粒子の堆積を継続する。エアバルブAV×yの開閉の制御に際し、制御部24は、例えば、乱数又は疑似乱数を生成し、生成した乱数又は疑似乱数に基づき開放状態とするエアバルブを選定して開放状態とし、残りのエアバルブを閉鎖状態とする。

[0051] このように、本実施形態によれば、制御部24によるエアバルブAV×yの開閉状態のランダムな切り替えにより、バーナー10-1～10-5に対して接続される分流器14の気体導出口14o-1～14o-5がランダムに切り替えられる。これにより、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。

[0052] なお、エアバルブAV×yの開閉状態の切り替えは、各気体導出口14o-1～14o-5から導出される気体が各バーナー10-1～10-5に供給される時間の積算時間が、バーナー10-1～10-5の間で等しくなるように行うことが好ましい。これにより、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響をさらに低減することができ、より高い均

一性で複数のバーナー 10-1 ~ 10-5 に気体を供給することができる。

[0053] 一方、ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量となっており堆積を終了する場合（ステップ S 13、YES）、制御部 24 により、エアバルブ AVx y をすべて閉鎖状態とする（ステップ S 15）。こうして、芯材 12 上へのガラス微粒子の堆積を終了し、ガラス微粒子の堆積物であるガラス微粒子堆積体を得る。

[0054] その後、上記のようにして得られたガラス微粒子堆積体に対して炉中にて脱水及び焼結を行うことにより、プリフォームが得られる。

[0055] 以上のとおり、本実施形態によれば、高い均一性で複数の被供給部に気体を供給することができる。

[0056] [第 2 実施形態]

本発明の第 2 実施形態による気体分岐装置について説明する。なお、上記第 1 実施形態による気体分岐装置と同様の構成要素については同一の符号を付し説明を省略し又は簡略にする。

[0057] 上記第 1 実施形態では、エアバルブ AVx y の開閉状態を複数回ランダムに切り替えるように、エアバルブ AVx y の開閉を制御する場合を例に説明した。しかしながら、エアバルブ AVx y の開閉の制御は、エアバルブ AVx y の開閉状態を複数回ランダムに切り替えるように行う場合に限定されるものではない。例えば、エアバルブ AVx y の開閉状態を複数回規則的に切り替えるように、エアバルブ AVx y の開閉を制御してもよい。

[0058] 本実施形態では、エアバルブ AVx y の開閉状態を複数回規則的に切り替えるように、エアバルブ AVx y の開閉を制御する場合について説明する。

[0059] この場合、例えば、エアバルブ AVx y の開閉状態を切り替えるべき所定の時間間隔が経過するごとに、次のように以下の各バルブ群におけるエアバルブ Ax y の開閉を同期して制御する。

[0060] まず、エアバルブ AV 11 ~ AV 15 のバルブ群については、エアバルブ AV 11、エアバルブ AV 12、エアバルブ AV 13、エアバルブ AV 14、及びエアバルブ AV 15 の順で繰り返し開放状態とする。一方、開放状態

としたエアバルブ以外の残りのエアバルブは閉鎖状態とする。

[0061] また、エアバルブAV21～AV25のバルブ群については、エアバルブAV22、エアバルブAV23、エアバルブAV24、エアバルブAV25、及びエアバルブAV21の順で繰り返し開放状態とする。一方、開放状態としたエアバルブ以外の残りのエアバルブは閉鎖状態とする。

[0062] また、エアバルブAV31～AV35のバルブ群については、エアバルブAV33、エアバルブAV34、エアバルブAV35、エアバルブAV31、及びエアバルブAV32の順で繰り返し開放状態とする。一方、開放状態としたエアバルブ以外の残りのエアバルブは閉鎖状態とする。

[0063] また、エアバルブAV41～AV45のバルブ群については、エアバルブAV44、エアバルブAV45、エアバルブAV41、エアバルブAV42、及びエアバルブAV43の順で繰り返し開放状態とする。一方、開放状態としたエアバルブ以外の残りのエアバルブは閉鎖状態とする。

[0064] また、エアバルブAV51～AV55のバルブ群については、エアバルブAV55、エアバルブAV51、エアバルブAV52、エアバルブAV53、及びエアバルブAV54の順で繰り返し開放状態とする。一方、開放状態としたエアバルブ以外の残りのエアバルブは閉鎖状態とする。

[0065] 上記のように、エアバルブAV $\times$ yの開閉状態を、上記条件(I)及び(I I)を満足する開閉状態に複数回規則的に切り替えるように、エアバルブAV $\times$ yの開閉を制御することもできる。このようなエアバルブAV $\times$ yの開閉状態の規則的な切り替えにより、バーナー10-1～10-5に対して接続される分流器14の気体導出口14o-1～14o-5が規則的に切り替えられる。このような規則的な切り替えによっても、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。したがって、本実施形態によれば、部材又は部品のばらつきによる影響を低減しつつ、高い均一性で複数のバーナー10-1～10-5に気体を供給することができる。

[0066] なお、この場合も、エアバルブAV $\times$ yの開閉状態の切り替えは、各気体

導出口 140-1 ~ 140-5 から導出される気体が各バーナー 10-1 ~ 10-5 に供給される時間の積算時間が、バーナー 10-1 ~ 10-5 の間で等しくなるように行うことが好ましい。

[0067] 本発明は、上記第 1 及び第 2 実施形態に限らず、種々の変形が可能である。

[0068] 例えば、上記第 1 及び第 2 実施形態では、5 つのバーナー 10-1 ~ 10-5 に気体を分岐して供給する場合を例に説明したが、バーナーの数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではない。

[0069] 第 1 ~ 第 N（ただし、N は 2 以上の整数）のバーナーに気体を分岐して供給する場合、分流器は、気体が導出される第 1 ~ 第 N の気体導出口を有し、第 1 ~ 第 N の気体導出口への気体の分岐比が均等になるように設計されたものとする。また、第 1 ~ 第 N の気体導出口には、それぞれ第 1 ~ 第 N の配管の上流端が接続されたものとする。また、第 1 ~ 第 N の配管のそれぞれは、下流端側で第 1 ~ 第 N の分岐配管に分岐されたものとする。さらに、1 以上 N 以下の整数 i のそれぞれについて、第 1 ~ 第 N の配管の第 i の分岐配管が、それぞれ第 i のバーナーに共通して接続され、第 1 ~ 第 N の配管の第 i の分岐配管にバルブがそれぞれ設けられているように構成する。

[0070] 上記第 1 ~ 第 N のバーナーに気体を分岐して供給する場合において、制御部は、次の第 1 の条件及び第 2 の条件が満足されるように、バルブの開閉を制御すればよい。すなわち、第 1 の条件は、1 以上 N 以下の整数 j のそれぞれについて、第 j の配管の第 1 ~ 第 N の分岐配管に設けられた N 個のバルブのうち、1 つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とするものである。また、第 2 の条件は、1 以上 N 以下の整数 k のそれぞれについて、第 1 ~ 第 N の配管の第 k の分岐配管に設けられた N 個のバルブのうち、1 つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とするものである。

[0071] また、上記第 1 及び第 2 実施形態では、気体が供給される複数の被供給部としてバーナー 10-1 ~ 10-5 を例に説明したが、被供給部はバーナーに限定されるものではない。被供給部は、供給される気体を用いて製品の製

造、被加工品に対する加工等の何らかの処理を行うものであればよい。

[0072] また、上記第1及び第2実施形態では、被供給部としてのバーナー10-1～10-5が長尺の対象物である芯材12の長手方向に沿って配置された場合を例に説明したが、複数の被供給部は、必ずしも対象物の長手方向に沿って配置されたものである必要はない。

[0073] また、上記第1及び第2実施形態では、エアバルブAV_xyを用いた場合を例に説明したが、エアバルブに代えて、制御部24により開閉が制御可能な種々のバルブを用いることができる。例えば、エアバルブに代えて、電磁バルブ等を用いることができる。

[0074] また、上記第1及び第2実施形態では、芯材12をその長手方向が水平になるように保持する場合を例に説明したが、芯材12を保持する態様はこれに限定されるものではない。例えば、芯材12をその長手方向が鉛直になるように保持してもよい。この場合、バーナー10-1～10-5は、鉛直に配置された芯材12の長手方向に沿って等間隔に配置することができる。また、分流器14は、上記と同様に複数の気体導出口14o-1～14o-5の配列方向が水平になるように配置してもよいし、複数の気体導出口14o-1～14o-5の配列方向が鉛直になるように配置することもできる。

[0075] また、上記第1及び第2実施形態は、分流器を用いない場合や分流器の分岐比が均等でない場合にも適用可能である。

[0076] [第3実施形態]

本発明の第3実施形態による気体分岐装置について図3及び図4を用いて説明する。図3は、本実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。図4は、本実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[0077] まず、本実施形態による気体分岐装置の構成について図3を用いて説明する。

[0078] 図3に示すように、本実施形態による気体分岐装置1100は、気体を供給すべき被供給部である複数のバーナー110-1～110-3に気体を分岐して供給するものである。なお、以下では、バーナー110-1～110

ー 3 が、OVD 法により光ファイバ用ガラス微粒子堆積体を製造するためのバーナーである場合を例に説明する。また、バーナーの数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではないが、以下では 3 つのバーナー 110-1 ~ 110-3 を用いた場合を例に説明する。

[0079] バーナー 110-1 ~ 110-3 は、互いに同一設計で作製された例えば石英ガラス製のものである。各バーナー 110-1 ~ 110-3 は、火炎を形成してその火炎中に原料ガスを導入するため、複数の気体が供給されるようになっている。各バーナー 110-1 ~ 110-3 に供給される複数の気体は、例えば、水素 (H_2) ガス、酸素 (O_2) ガス、アルゴン (Ar) ガス、及び原料ガスである。原料ガスには、 $SiCl_4$ 等が含まれる。OVD 法では、各バーナー 110-1 ~ 110-3 において、これらのガスが用いられ、酸水素火炎が形成されるとともに、その酸水素火炎中に原料ガスが導入される。各ガスをバーナー 110-1 ~ 110-3 に供給する流量は特に限定されるものではないが、 H_2 ガスの流量は、例えば 20000 ~ 40000 sccm である。 O_2 ガスの流量は、例えば 35000 ~ 40000 sccm である。 Ar ガスの流量は、例えば 3000 ~ 5000 sccm である。原料ガスの流量は、例えば 3000 ~ 10000 sccm である。

[0080] なお、以下では、各バーナー 110-1 ~ 110-3 に供給される複数の気体のうちの 1 種の気体を供給する構成を例に説明するが、他の気体を各バーナー 110-1 ~ 110-3 に供給する構成も、以下に説明する構成と同様の構成とすることができる。

[0081] バーナー 110-1 ~ 110-3 の火炎が吹きつけられる長尺棒状の芯材 112 は、プリフォームとなるガラス微粒子が堆積するものであり、例えばガラスロッドである。芯材 112 は、その長手方向が鉛直になるように保持されている。また、芯材 112 は、その中心軸を回転軸として回転可能に保持されている。芯材 112 の長さは、特に限定されるものではないが、例えば数メートル、より具体的には例えば 1 ~ 2 m である。

[0082] 芯材 112 が大型化して長尺になり又は重くなると、芯材 112 をその長

手方向が水平になるように保持したのでは、芯材 1 1 2 に撓みが生じる。この結果、長手方向に均一性を確保してガラス微粒子堆積体を製造することが困難になる。本実施形態では、芯材 1 1 2 がその長手方向が鉛直になるように保持されるため、芯材 1 1 2 における撓みの発生を抑制することができる。

[0083] バーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 は、長尺棒状の芯材 1 1 2 の長手方向に沿って等間隔で鉛直方向に並んで配置されている。なお、本実施形態では 3 つのバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 を例に説明しているが、例えば、長さ 1 ~ 2 m の芯材 1 1 2 に対して配置するバーナー数は、5 ~ 3 0 とすることができる。こうしてバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 が等間隔で配置されていることで、バーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 による複数の火炎が、等間隔で芯材 1 1 2 に向けて吹きつけられるようになっている。

[0084] また、バーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 は、芯材 1 1 2 の長手方向に沿って所定の範囲を往復移動可能に構成されている。なお、バーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 を往復移動可能に構成することに代えて、芯材 1 1 2 がその長手方向に沿って往復移動可能となるように構成してもよい。

[0085] 本実施形態による気体分岐装置 1 1 0 0 は、複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 に供給すべき気体を分岐する複数の分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 を有している。また、本実施形態による気体分岐装置 1 1 0 0 は、複数の分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 に気体を供給する配管系と、複数の分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 と複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 との間を接続する配管系とを有している。

[0086] 分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 は、それぞれ例えば金属製のものであり、互いに同一設計で作製されたものである。

[0087] 分流器 1 1 4 - 1 は、2 つの気体導入口 1 1 4 - 1 i - 1、1 1 4 - 1 i - 2 と、複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 の数と同数の複数の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 ~ 1 1 4 - 1 o - 3 とを有している。複数の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 ~ 1 1 4 - 1 o - 3 は、一定の配列方向に等間隔に並ん

で設けられている。

[0088] 分流器 114-2 は、2つの気体導入口 114-2i-1、114-2i-2 と、複数のバーナー 110-1～110-3 の数と同数の複数の気体導出口 114-2o-1～114-2o-3 とを有している。複数の気体導出口 114-2o-1～114-2o-3 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。

[0089] 分流器 114-3 は、2つの気体導入口 114-3i-1、114-3i-2 と、複数のバーナー 110-1～110-3 の数と同数の複数の気体導出口 114-3o-1～114-3o-3 とを有している。複数の気体導出口 114-3o-1～114-3o-3 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。

[0090] 分流器 114-1～114-3 は、上側から下側にこの順に鉛直に並んで配置されている。鉛直に並んで配置された分流器 114-1～114-3 では、複数の気体導出口 114-1o-1～114-1o-3、114-2o-1～114-2o-3、114-3o-1～114-3o-3 の配列方向が、芯材 112 の長手方向と同様に鉛直になっている。

[0091] 上記のように分流器 114-1～114-3 が配置されているため、分流器 114-1～114-3 の複数の気体導出口は高さ位置が異なり、これらの間には高低差が存在している。すなわち、分流器 114-1 では、気体導出口 114-1o-1 が上段、気体導出口 114-1o-2 が中段、気体導出口 114-1o-3 が下段に位置している。分流器 114-2 では、気体導出口 114-2o-1 が上段、気体導出口 114-2o-2 が中段、気体導出口 114-2o-3 が下段に位置している。分流器 114-3 では、気体導出口 114-3o-1 が上段、気体導出口 114-3o-2 が中段、気体導出口 114-3o-3 が下段に位置している。

[0092] なお、分流器 114-1～114-3 の体積は、特に限定されるものではなく、気体の供給条件等に応じて選定することができるが、例えば 1000～5000 cm³ である。また、分流器 114-1～114-3 がそれぞれ 2

つの気体導入口を有する場合について説明しているが、気体導入口の数は2つに限定されるものではない。気体導入口の数は、1つであっても2つ以上の複数であってもよく、気体の供給条件、分流器114-1～114-3の体積等に応じて適宜変更することができる。

[0093] 本実施形態による気体分岐装置1100は、バーナー110-1～110-3に供給すべき同種の気体を分流器114-1～114-3に供給するための配管116-1、116-2を有している。配管116-1、116-2の上流端は、バーナー110-1～110-3に供給すべき気体の供給源（図示せず）に接続されている。配管116-1、116-2には、それぞれMFC118-1、118-2が設けられている。MFC118-1、118-2により、それぞれ配管116-1、116-2内を分流器114-1～114-3に向かって流れる気体の流量を制御することが可能になっている。

[0094] 配管116-1、116-2は、それぞれの下流端側で、分流器114-1～114-3の数と同数の複数の分岐配管に分岐されている。すなわち、配管116-1は、その下流端側で、分岐配管116-1-1～116-1-3に分岐されている。配管116-2は、その下流端側で、分岐配管116-2-1～116-2-3に分岐されている。

[0095] 分流器114-1の2つの気体導入口114-1i-1、114-1i-2には、それぞれ分岐配管116-1-1、116-2-1の下流端が接続されている。分流器114-2の2つの気体導入口114-2i-1、114-2i-2には、それぞれ分岐配管116-1-2、116-2-2の下流端が接続されている。分流器114-3の2つの気体導入口114-3i-1、114-3i-2には、それぞれ分岐配管116-1-3、116-2-3の下流端が接続されている。

[0096] 配管116-1、116-2の分岐配管には、それぞれ分岐配管を開閉するエアバルブが設けられている。すなわち、分岐配管116-1-1、116-2-1には、それぞれエアバルブBV11、BV12が設けられている。

。分岐配管 1 1 6 - 1 - 2、1 1 6 - 2 - 2 には、それぞれエアバルブ B V 2 1、B V 2 2 が設けられている。分岐配管 1 1 6 - 1 - 3、1 1 6 - 2 - 3 には、それぞれエアバルブ B V 3 1、B V 3 2 が設けられている。なお、以下の説明では、これらエアバルブをエアバルブ B V x y（ただし、x は $1 \leq x \leq 3$ を満たす整数であり、y は 1 又は 2 である）と表記することがある。

[0097] また、分流器 1 1 4 - 1 の複数の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 ~ 1 1 4 - 1 o - 3 には、それぞれ配管 1 2 0 - 1 - 1 ~ 1 2 0 - 1 - 3 の上流端が接続されている。分流器 1 1 4 - 1 は、複数の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 ~ 1 1 4 - 1 o - 3 への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器 1 1 4 - 1 は、分岐配管 1 1 6 - 1 - 1、1 1 6 - 2 - 1 から分流器 1 1 4 - 1 に導入された気体が、複数の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 ~ 1 1 4 - 1 o - 3 から均等な分岐比でそれぞれ配管 1 2 0 - 1 - 1 ~ 1 2 0 - 1 - 3 に導出されるように設計されている。

[0098] 配管 1 2 0 - 1 - 1 ~ 1 2 0 - 1 - 3 には、それぞれチャッキバルブ（逆止弁）C V 1 1、C V 1 2、C V 1 3 が設けられている。チャッキバルブ C V 1 1、C V 1 2、C V 1 3 は、それぞれ配管 1 2 0 - 1 - 1 ~ 1 2 0 - 1 - 3 における気体の下流側から上流側である分流器 1 1 4 - 1 側への逆流を防止するものである。なお、チャッキバルブ C V 1 1、C V 1 2、C V 1 3 に代えて、気体導入側のエアバルブ B V 1 1、B V 1 2 と同期して開閉するエアバルブをそれぞれ設けてもよい。

[0099] また、分流器 1 1 4 - 2 の複数の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 1 ~ 1 1 4 - 2 o - 3 には、それぞれ配管 1 2 0 - 2 - 1 ~ 1 2 0 - 2 - 3 の上流端が接続されている。分流器 1 1 4 - 2 は、複数の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 1 ~ 1 1 4 - 2 o - 3 への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器 1 1 4 - 2 は、分岐配管 1 1 6 - 1 - 2、1 1 6 - 2 - 2 から分流器 1 1 4 - 2 に導入された気体が、複数の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 1 ~ 1 1 4 - 2 o - 3 から均等な分岐比でそれぞれ配管 1 2 0 - 2 - 1 ~ 1

20-2-3に導出されるように設計されている。

[0100] 配管120-2-1~120-2-3には、それぞれチャッキバルブCV21、CV22、CV23が設けられている。チャッキバルブCV21、CV22、CV23は、それぞれ配管120-2-1~120-2-3における気体の下流側から上流側である分流器114-2側への逆流を防止するものである。なお、チャッキバルブCV21、CV22、CV23に代えて、気体導入側のエアバルブBV21、BV22と同期して開閉するエアバルブをそれぞれ設けてもよい。

[0101] また、分流器114-3の複数の気体導出口114-3o-1~114-3o-3には、それぞれ配管120-3-1~120-3-3の上流端が接続されている。分流器114-3は、複数の気体導出口114-3o-1~114-3o-3への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器114-3は、分岐配管116-1-3、116-2-3から分流器114-3に導入された気体が、複数の気体導出口114-3o-1~114-3o-3から均等な分岐比でそれぞれ配管120-3-1~120-3-3に導出されるように設計されている。

[0102] 配管120-3-1~120-3-3には、それぞれチャッキバルブCV31、CV32、CV33が設けられている。チャッキバルブCV31、CV32、CV33は、それぞれ配管120-3-1~120-3-3における気体の下流側から上流側である分流器114-3側への逆流を防止するものである。なお、チャッキバルブCV31、CV32、CV33に代えて、気体導入側のエアバルブBV31、BV32と同期して開閉するエアバルブをそれぞれ設けてもよい。

[0103] なお、以下の説明では、上記のチャッキバルブをチャッキバルブCVmn（ただし、mは $1 \leq m \leq 3$ を満たす整数であり、nは $1 \leq n \leq 3$ を満たす整数である）と表記することがある。

[0104] 配管120-1-1、120-2-2、120-3-3の下流端には、配管122-1の上流端が共通して接続されている。これら配管120-1-

1、120-2-2、120-3-3は、分流器における高低差が異なる気体導出口に接続されている。すなわち、配管120-1-1は上段の気体導出口114-1○-1に接続され、配管120-2-2は中段の気体導出口114-2○-2に接続され、配管120-3-3は下段の気体導出口114-3○-3に接続されている。

[0105] 配管120-1-3、120-2-1、120-3-2の下流端には、配管122-2の上流端が共通して接続されている。これら配管120-1-3、120-2-1、120-3-2は、分流器における高低差が異なる気体導出口に接続されている。すなわち、配管120-1-3は下段の気体導出口114-1○-3に接続され、配管120-2-1は上段の気体導出口114-2○-1に接続され、配管120-3-2は中段の気体導出口114-3○-2に接続されている。

[0106] 配管120-1-2、120-2-3、120-3-1の下流端には、配管122-3の上流端が共通して接続されている。これら配管120-1-2、120-2-3、120-3-1は、分流器における高低差が異なる気体導出口に接続されている。すなわち、配管120-1-2は中段の気体導出口114-1○-2に接続され、配管120-2-3は下段の気体導出口114-2○-3に接続され、配管120-3-1は上段の気体導出口114-3○-1に接続されている。

[0107] 配管122-1の下流端はバーナー110-1に接続され、配管122-1からバーナー110-1に気体が供給されるようになっている。配管122-2の下流端はバーナー110-2に接続され、配管122-2からバーナー110-2に気体が供給されるようになっている。配管122-3の下流端はバーナー110-3に接続され、配管122-3からバーナー110-3に気体が供給されるようになっている。

[0108] こうして、複数の分流器114-1～114-3のそれぞれの複数の気体導出口が、複数のバーナー110-1～110-3のいずれかに配管により1：1で接続されている。すなわち、分流器114-1の気体導出口114

ー 1 〇ー 1 は、配管 1 2 0ー 1ー 1、1 2 2ー 1 を介してバーナー 1 1 0ー 1 に接続されている。分流器 1 1 4ー 1 の気体導出口 1 1 4ー 1 〇ー 2 は、配管 1 2 0ー 1ー 2、1 2 2ー 3 を介してバーナー 1 1 0ー 3 に接続されている。分流器 1 1 4ー 1 の気体導出口 1 1 4ー 1 〇ー 3 は、配管 1 2 0ー 1ー 3、1 2 2ー 2 を介してバーナー 1 1 0ー 2 に接続されている。分流器 1 1 4ー 2 の気体導出口 1 1 4ー 2 〇ー 1 は、配管 1 2 0ー 2ー 1、1 2 2ー 2 を介してバーナー 1 1 0ー 2 に接続されている。分流器 1 1 4ー 2 の気体導出口 1 1 4ー 2 〇ー 2 は、配管 1 2 0ー 2ー 2、1 2 2ー 1 を介してバーナー 1 1 0ー 1 に接続されている。分流器 1 1 4ー 2 の気体導出口 1 1 4ー 2 〇ー 3 は、配管 1 2 0ー 2ー 3、1 2 2ー 3 を介してバーナー 1 1 0ー 3 に接続されている。分流器 1 1 4ー 3 の気体導出口 1 1 4ー 3 〇ー 1 は、配管 1 2 0ー 3ー 1、1 2 2ー 3 を介してバーナー 1 1 0ー 3 に接続されている。分流器 1 1 4ー 3 の気体導出口 1 1 4ー 3 〇ー 2 は、配管 1 2 0ー 3ー 2、1 2 2ー 2 を介してバーナー 1 1 0ー 2 に接続されている。分流器 1 1 4ー 3 の気体導出口 1 1 4ー 3 〇ー 3 は、配管 1 2 0ー 3ー 3、1 2 2ー 1 を介してバーナー 1 1 0ー 1 に接続されている。

[0109] 本実施形態による気体分岐装置 1 1 0 0 は、エアバルブ B V x y の開閉を制御する制御部 1 2 4 をさらに有している。制御部 1 2 4 は、種々の演算、制御、判別等の処理を実行する C P U（図示せず）を有している。また、制御部 1 2 4 は、C P U によって実行される様々な制御プログラム、C P U が参照するデータベース等を格納する R O M（図示せず）を有している。また、制御部 1 2 4 は、C P U が処理中のデータや入力データ等を一時的に格納する R A M（図示せず）を有している。

[0110] 制御部 1 2 4 は、バーナー 1 1 0ー 1 ～ 1 1 0ー 3 の火炎を用いてガラス微粒子堆積体を製造する間、気体の分岐に使用する分流器を分流器 1 1 4ー 1 ～ 1 1 4ー 3 のいずれかに複数回ランダムに切り替えるように、エアバルブ B V x y の開閉を制御する。使用する分流器の切り替えに際して、制御部 1 2 4 は、分流器 1 1 4ー 1 に対するエアバルブ B V 1 1、B V 1 2 の開閉

を同期して制御する。また、分流器 1 1 4 - 2 に対するエアバルブ B V 2 1、B V 2 2 の開閉を同期して制御する。また、分流器 1 1 4 - 3 に対するエアバルブ B V 3 1、B V 3 2 の開閉を同期して制御する。また、制御部 1 2 4 は、これら同期して制御するエアバルブ B V 1 1、B V 1 2 の組、エアバルブ B V 2 1、B V 2 2 の組、及びエアバルブ B V 3 1、B V 3 2 の組のうち、いずれか 1 組を開放状態とし、残りの組を閉鎖状態とする。

[0111] 制御部 1 2 4 は、上記使用する分流器の切り替えを所定の時間間隔で実行する。この時間間隔は、特に限定されるものではないが、例えば 1 ~ 1 0 分とすることができる。

[0112] ガラス微粒子堆積体を製造する間、上記制御部 1 2 4 による分流器の切り替えにより、複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 に供給する気体を分岐するために分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 のいずれか 1 つが使用され、使用される分流器がランダムに切り替えられる。

[0113] 使用される分流器が異なると、複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 に気体を供給する分流器の気体導出口の高さ位置が異なることになる。すなわち、分流器 1 1 4 - 1 が使用されると、バーナー 1 1 0 - 1 には上段の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 1 から、バーナー 1 1 0 - 2 には下段の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 3 から、バーナー 1 1 0 - 3 には中段の気体導出口 1 1 4 - 1 o - 2 から気体が供給されることになる。分流器 1 1 4 - 2 が使用されると、バーナー 1 1 0 - 1 には中段の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 2 から、バーナー 1 1 0 - 2 には上段の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 1 から、バーナー 1 1 0 - 3 には下段の気体導出口 1 1 4 - 2 o - 3 から気体が供給される。分流器 1 1 4 - 3 が使用されると、バーナー 1 1 0 - 1 には下段の気体導出口 1 1 4 - 3 o - 3 から、バーナー 1 1 0 - 2 には中段の気体導出口 1 1 4 - 3 o - 2 から、バーナー 1 1 0 - 3 には上段の気体導出口 1 1 4 - 3 o - 1 から気体が供給される。

[0114] ガラス微粒子堆積体の製造に際して分流器により気体を分岐して複数のバーナーに供給する場合、製造すべきガラス微粒子堆積体が大型化すると、分

流器自体も大型化し、分流器による分岐数を増加する必要が生じる。また、芯材をその長手方向が水平になるように保持したのでは、芯材及びガラス微粒子堆積体の重量の増加によりこれらに撓みが生じることになる。このような撓みを抑制するため、芯材をその長手方向が鉛直になるように保持する必要がある。また、この場合、分流器の複数の気体導出口と複数のバーナーとの間の配管距離差及びこれに伴う配管抵抗差を最小限に抑えるため、複数の気体導出口の配列方向が鉛直になるように分流器を縦向きに配置する必要もある。

[0115] しかしながら、上記のように分流器を縦向きに配置すると、重力の影響により分流器内において高さ位置で圧力差が生じ、その結果、複数の気体導出口への分岐比に差が生じることがある。特に、原料ガス等の比較的に比重が大きい気体の場合、重力の影響を受けやすいため、分岐比に差が生じやすい。このように分流器の分岐比に差が生じていたのでは、高い均一性で複数のバーナーに気体を供給することが困難となる。その結果、芯材の長手方向に沿って製造されるガラス微粒子堆積体の長手方向における均一性、安定性が損なわれるおそれがある。

[0116] これに対し、本実施形態による気体分岐装置 1 1 0 0 では、制御部 1 2 4 により、気体の分岐に使用される分流器が、分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 のいずれか 1 つにランダムに切り替えられる。使用される分流器が異なると、上述のように、複数のバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 に気体を供給する分流器の気体導出口の高さ位置が異なることになる。これにより、上記のような分流器による気体の分岐に対する重力による影響が打ち消されていくため、重力による影響を低減することができる。

[0117] また、本実施形態による気体分岐装置 1 1 0 0 では、複数の気体導出口への気体の分岐比が均等になるように複数の分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1 4 - 3 のそれぞれが設計されている。また、複数の気体導出口からバーナー 1 1 0 - 1 ~ 1 1 0 - 3 までの配管抵抗の差が極力小さくなるように設計されている。しかしながら、加工精度や経時変化に起因して、分流器 1 1 4 - 1 ~ 1 1

4-3の分岐比が完全に均等でないことがある。また、加工精度や経時変化に起因して、複数の気体導出口からバーナー110-1~110-3までの配管抵抗に差が生じることがある。さらに、バーナー110-1~110-3の間には、これらが互いに同一設計で作製されているものの、加工精度や経時変化に起因して個体差が存在している。このように、分流器114-1~114-3からバーナー110-1~110-3までの間には、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきが存在している。部材又は部品のばらつきが存在したままでは、高い均一性で複数のバーナー110-1~110-3に気体を供給することが困難となり、その結果、芯材112の長手方向に沿って製造されるガラス微粒子堆積体の長手方向における均一性、安定性が損なわれるおそれがある。

[0118] これに対し、本実施形態による気体分岐装置1100では、上述のように、制御部124により、気体の分岐に使用される分流器がランダムに切り替えられる。これにより、上記のような加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響が打ち消されていくため、部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。

[0119] 以上より、本実施形態によれば、重力による影響及び部材又は部品のばらつきによる影響を低減しつつ、高い均一性で複数のバーナー110-1~110-3に気体を供給することができる。こうして、本実施形態によれば、長手方向における均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を製造することができる。また、バーナーや配管の交換があった場合であっても、交換前と同様の気体の供給状態を高い再現性で再現することができ、長手方向における均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を高い再現性で製造することができる。

[0120] 次に、本実施形態による気体分岐装置1100の動作についてさらに図4を用いて説明する。

[0121] 気体分岐装置1100の動作開始前は、エアバルブBV_{x y}のすべてが閉鎖状態となっている。

- [0122] まず、気体分岐装置 1100 の動作を開始して、配管 116-1、116-2 から分流器 114-1~114-3 に向けて気体を導入する。配管 116-1、116-2 から気体を導入する間、MFC 118-1、118-2 は、それぞれ配管 116-1、116-2 を流れる気体の流量を制御する。
- [0123] 次に、制御部 124 により、エアバルブ BVx y の開閉を制御する。これにより、エアバルブ BV 11、BV 12 の組、エアバルブ BV 21、BV 22 の組、及びエアバルブ BV 31、BV 32 の組のうち、いずれか 1 組を開放状態とし、残りの組を閉鎖状態とする。エアバルブ BVx y の開閉の制御に際し、制御部 124 は、例えば、乱数又は疑似乱数を生成し、生成した乱数又は疑似乱数に基づき開放状態とするエアバルブの組を選定して開放状態とし、残りのエアバルブの組を閉鎖状態とする。こうして、分流器 114-1~114-3 のいずれか 1 つを、気体の分岐に使用する分流器に設定する（ステップ S 111）。
- [0124] 上記のように気体の分岐に使用する分流器を設定したうえで、設定した分流器により気体を分岐して、複数のバーナー 110-1~110-3 にそれぞれ気体を供給する（ステップ S 112）。なお、分流器 114-1~114-3 に対しては気体導出側にチャッキバルブ CVmn がそれぞれ設けられているため、気体の分岐に使用していない分流器に気体が逆流することはない。また、ガラス微粒子堆積体の製造に用いる他の気体についても、同様にして複数のバーナー 110-1~110-3 に供給する。
- [0125] 上記のようにして気体が供給される各バーナー 110-1~110-3 では、供給される気体のうちの燃料ガスにより火炎が形成されるとともに、供給される気体のうちの原料ガスが火炎中に導入される。こうして、原料を含む火炎が、中心軸を回転軸として回転する芯材 112 に向けて吹きつけられる。これにより、光ファイバのプリフォームとなるガラス微粒子が芯材 112 上に堆積していく。なお、この間、複数のバーナー 110-1~110-3 を芯材 112 の長手方向に沿って往復移動させてもよい。
- [0126] 上記のようにしてガラス微粒子を芯材 112 上に堆積する間、芯材 112

上に堆積されたガラス微粒子の堆積重量をモニタし、モニタされる堆積重量に基づき、ガラス微粒子の堆積を終了するか否かを判定する（ステップS 1 1 3）。

[0127] ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量未満であり堆積を終了せずに継続する場合（ステップS 1 1 3、NO）、気体の分岐に使用する分流器を切り替えるべき時間間隔が経過したか否かを判定する（ステップS 1 1 4）。

[0128] 気体の分岐に使用する分流器を切り替えるべき時間間隔が経過していない場合（ステップS 1 1 4、NO）、ステップS 1 1 2に戻り、そのまま各気体を供給してガラス微粒子の堆積を継続する。

[0129] 一方、気体の分岐に使用する分流器を切り替えるべき時間間隔が経過した場合（ステップS 1 1 4、YES）、ステップS 1 1 1に戻り、再び、制御部1 2 4により、エアバルブBV x yの開閉を制御する。これにより、エアバルブBV 1 1、BV 1 2の組、エアバルブBV 2 1、BV 2 2の組、及びエアバルブBV 3 1、BV 3 2の組のうち、いずれか1組を開放状態とし、残りの組を閉鎖状態とする。エアバルブBV x yの開閉の制御に際し、制御部1 2 4は、例えば、乱数又は疑似乱数を生成し、生成した乱数又は疑似乱数に基づき開放状態とするエアバルブの組を選定して開放状態とし、残りのエアバルブの組を閉鎖状態とする。こうして、再度気体の分岐に使用する分流器を設定することにより、気体の分岐に使用する分流器をランダムに切り替えたうえで、各気体を供給しつつ、ガラス微粒子の堆積を継続する。

[0130] このように、本実施形態によれば、制御部1 2 4による分流器のランダムな切り替えにより、バーナー1 1 0-1～1 1 0-3に対して接続される分流器の気体導出口の高さ位置がランダムに切り替えられる。これにより、分流器の分岐比に対する重力による影響を低減することができる。また、加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響を低減することもできる。

[0131] なお、気体の分岐に使用する分流器の切り替えは、各分流器1 1 4-1～1 1 4-3が気体の分岐に使用される時間の積算時間が互いに等しくなるよ

うに行うことが好ましい。これにより、重力による影響及び加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響をさらに低減することができ、より高い均一性で複数のバーナー 110-1 ~ 110-3 に気体を供給することができる。

[0132] 一方、ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量となっており堆積を終了する場合（ステップ S 113、YES）、制御部 124 により、エアバルブ B V x y をすべて閉鎖状態とする（ステップ S 115）。こうして、芯材 112 上へのガラス微粒子の堆積を終了し、ガラス微粒子の堆積物であるガラス微粒子堆積体を得る。

[0133] その後、上記のようにして得られたガラス微粒子堆積体に対して炉中にて脱水及び焼結を行うことにより、プリフォームが得られる。

[0134] 以上のとおり、本実施形態によれば、高い均一性及び高い再現性で複数の被供給部に気体を供給することができる。

[0135] [第4実施形態]

本発明の第4実施形態による気体分岐装置について説明する。なお、上記第3実施形態による気体分岐装置と同様の構成要素については同一の符号を付し説明を省略し又は簡略にする。

[0136] 上記第3実施形態では、気体の分岐に使用する分流器を複数回ランダムに切り替えるように、エアバルブ B V x y の開閉を制御する場合を例に説明した。しかしながら、エアバルブ B V x y の開閉の制御は、気体の分岐に使用する分流器を複数回ランダムに切り替えるように行う場合に限定されるものではない。例えば、気体の分岐に使用する分流器を複数回規則的に切り替えるように、エアバルブ B V x y の開閉を制御してもよい。

[0137] 本実施形態では、気体の分岐に使用する分流器を複数回規則的に切り替えるように、エアバルブ B V x y の開閉を制御する場合について説明する。

[0138] この場合、例えば、気体の分岐に使用する分流器を切り替えるべき所定の時間間隔が経過するごとに、エアバルブ B V 11、B V 12 の組、エアバルブ B V 21、B V 22 の組、及びエアバルブ B V 31、B V 32 の組の順で

繰り返して開放状態とする。一方、開放状態とした組以外の残りの組は閉鎖状態とする。こうして、気体の分岐に使用する分流器が、分流器 114-1、分流器 114-2、分流器 114-3 の順で順次繰り返して切り替えられる。

[0139] 上記のように、気体の分岐に使用する分流器を複数回規則的に切り替えるように、エアバルブ B V x y の開閉を制御することもできる。このような規則的な切り替えによっても、重力による影響及び部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。したがって、本実施形態によれば、重力による影響及び部材又は部品のばらつきによる影響を低減しつつ、高い均一性で複数のバーナー 110-1 ~ 110-3 に気体を供給することができる。

[0140] なお、この場合も、気体の分岐に使用する分流器の切り替えは、各分流器 114-1 ~ 114-3 が気体の分岐に使用される時間の積算時間が互いに等しくなるように行うことが好ましい。

[0141] [第5実施形態]

本発明の第5実施形態による気体分岐装置について説明する。なお、上記第3及び第4実施形態による気体分岐装置と同様の構成要素については同一の符号を付し説明を省略し又は簡略にする。

[0142] 上記第3及び第4実施形態では、複数の分流器 114-1 ~ 114-3 が鉛直に並んで配置された場合を例に説明した。この場合、複数の気体導出口 114-1 o-1 ~ 114-1 o-3、114-2 o-1 ~ 114-2 o-3、114-3 o-1 ~ 114-3 o-3 の配列方向が、芯材 112 の長手方向と同様に鉛直になっていた。しかしながら、複数の分流器 114-1 ~ 114-3 を配置される態様は、鉛直に並んで配置される場合に限定されるものではない。例えば、複数の分流器 114-1 ~ 114-3 は水平に並んで配置されていてもよい。

[0143] 本実施形態では、複数の分流器 114-1 ~ 114-3 が水平に配置された場合について説明する。

- [0144] この場合、水平に並んで配置された分流器 114-1～114-3 では、複数の気体導出口 114-1o-1～114-1o-3、114-2o-1～114-2o-3、114-3o-1～114-3o-3 の配列方向が水平になっている。
- [0145] なお、芯材 112 は、第 3 及び第 4 実施形態と同様に、その長手方向を鉛直になるように保持されている。
- [0146] 上記のように、複数の分流器 114-1～114-3 が水平に配置された本実施形態においても、第 3 及び第 4 実施形態と同様に、制御部 124 により、気体の分岐に使用される分流器がランダムに切り替えられる。これにより、上記のような加工精度や経時変化に起因する部材又は部品のばらつきによる影響を低減することができる。したがって、本実施形態によれば、部材又は部品のばらつきによる影響を低減しつつ、高い均一性で複数のバーナー 110-1～110-3 に気体を供給することができる。
- [0147] 本発明は、上記第 3 乃至第 5 実施形態に限らず、種々の変形が可能である。
- [0148] 例えば、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、3 つのバーナー 110-1～110-3 に気体を分岐して供給する場合を例に説明したが、バーナーの数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではない。また、3 つの分流器 114-1～114-3 を気体分岐装置 1100 が有する場合を例に説明したが、分流器の数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではない。ただし、装置の複雑化を回避するため、分流器の数は 10 以下であることが好ましい。
- [0149] 第 1～第 N（ただし、N は 2 以上の整数）のバーナーに気体を分岐して供給する場合、気体が分岐されて導出される第 1～第 N の気体導出口を有し、第 1～第 N の気体導出口への気体の分岐比が均等になるように設計された互いに同一設計の複数の分流器を用いる。複数の分流器のそれぞれの第 1～第 N の気体導出口は、分流器における高さ位置等の位置が互いに異なっている。複数の分流器のそれぞれの第 1～第 N の気体導出口は、第 1～第 N のバー

ナーのいずれかに 1 : 1 で複数の配管により接続されたものとする。第 1 ～ 第 N のバーナーのそれぞれに接続された複数の気体導出口は、分流器における高さ位置等の位置が互いに異なるものとする。

[0150] 上記第 1 ～ 第 N のバーナーに気体を分岐して供給する場合において、制御部 124 は、複数の分流器のいずれか 1 つを気体の分岐に使用するように、気体の分岐に使用する分流器を切り替えればよい。

[0151] また、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、気体が供給される複数の被供給部としてバーナー 110-1 ～ 110-3 を例に説明したが、被供給部はバーナーに限定されるものではない。被供給部は、供給される気体を用いて製品の製造、被加工品に対する加工等の何らかの処理を行うものであればよい。

[0152] また、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、被供給部としてのバーナー 110-1 ～ 110-3 が対象物である芯材 112 の長手方向に沿って配置された場合を例に説明したが、複数の被供給部は、必ずしも対象物の長手方向に沿って配置されたものである必要はない。

[0153] また、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、エアバルブ BVxy を用いた場合を例に説明したが、エアバルブに代えて、制御部 124 により開閉が制御可能な種々のバルブを用いることができる。例えば、エアバルブに代えて、電磁バルブ等を用いることができる。

[0154] また、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、エアバルブの開閉を制御することにより、気体の分岐に使用する分流器を切り替える場合を例に説明したが、分流器の切り替え方法はこれに限定されるものではない。気体の分岐に使用する分流器の切り替えは、種々の方法により行うことができる。

[0155] また、上記第 3 乃至第 5 実施形態では、芯材 112 をその長手方向が鉛直になるように保持する場合を例に説明したが、芯材 112 を保持する態様はこれに限定されるものではない。例えば、芯材 112 をその長手方向が水平になるように保持してもよい。この場合、バーナー 110-1 ～ 110-3 は、水平に配置された芯材 112 の長手方向に沿って等間隔に配置することができる。また、分流器 114-1 ～ 114-3 は、上記のように鉛直又水

平に並んで配置することができる。

[0156] また、上記第3乃至第5実施形態では、複数のバーナー110-1～110-3の数と複数の分流器114-1～114-3の数とが同数である場合を例に説明したが、両者は必ずしも同数である必要はない。ただし、複数のバーナーの数と複数の分流器の数とは、同数であることが好ましい。これにより、各バーナーに対して、分流器におけるすべての位置の気体導出口を接続することができる。

[0157] また、上記第3乃至第5実施形態は、分流器の分岐比が均等でない場合にも適用可能である。

[0158] [第6実施形態]

本発明の第6実施形態による気体分岐装置について図5及び図6を用いて説明する。図5は、本実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。図6は、本実施形態による気体分岐装置の動作を示すフローチャートである。

[0159] まず、本実施形態による気体分岐装置の構成について図5を用いて説明する。

[0160] 図5に示すように、本実施形態による気体分岐装置2100は、気体を供給すべき被供給部である複数のバーナー210-1～210-3に気体を分岐して供給するものである。なお、以下では、バーナー210-1～210-3が、OVD法により光ファイバ用ガラス微粒子堆積体を製造するためのバーナーである場合を例に説明する。また、バーナーの数は2つ以上の複数であれば特に限定されるものではないが、以下では3つのバーナー210-1～210-3を用いた場合を例に説明する。

[0161] バーナー210-1～210-3は、互いに同一設計で作製された例えば石英ガラス製のものである。各バーナー210-1～210-3は、火炎を形成してその火炎中に原料ガスを導入するため、複数の気体が供給されるようになっている。各バーナー210-1～210-3に供給される複数の気体は、例えば、水素(H₂)ガス、酸素(O₂)ガス、アルゴン(Ar)ガス、及び原料ガスである。原料ガスには、SiCl₄等が含まれる。OVD法で

は、各バーナー210-1～210-3において、これらのガスが用いられ、酸水素火炎が形成されるとともに、その酸水素火炎中に原料ガスが導入される。各ガスをバーナー210-1～210-3に供給する流量は特に限定されるものではないが、 H_2 ガスの流量は、例えば20000～40000 sccmである。 O_2 ガスの流量は、例えば35000～40000 sccmである。 Ar ガスの流量は、例えば3000～5000 sccmである。原料ガスの流量は、例えば3000～10000 sccmである。

[0162] なお、以下では、各バーナー210-1～210-3に供給される複数の気体のうちの1種の気体を供給する構成を例に説明するが、他の気体を各バーナー210-1～210-3に供給する構成も、以下に説明する構成と同様の構成とすることができる。

[0163] バーナー210-1～210-3の火炎が吹きつけられる長尺棒状の芯材212は、プリフォームとなるガラス微粒子が堆積するものであり、例えばガラスロッドである。芯材212は、その長手方向が水平になるように保持されている。また、芯材212は、その中心軸を回転軸として回転可能に保持されている。芯材212の長さは、特に限定されるものではないが、例えば数メートル、より具体的には例えば1～2 mである。

[0164] バーナー210-1～210-3は、長尺棒状の芯材212の長手方向に沿って等間隔で水平方向に並んで配置されている。なお、本実施形態では3つのバーナー210-1～210-3を例に説明しているが、例えば、長さ1～2 mの芯材212に対して配置するバーナー数は、5～30とすることができる。こうしてバーナー210-1～210-3が等間隔で配置されていることで、バーナー210-1～210-3による複数の火炎が、等間隔で芯材212に向けて吹きつけられるようになっている。

[0165] また、バーナー210-1～210-3は、芯材212の長手方向に沿って所定の範囲を往復移動可能に構成されている。なお、バーナー210-1～210-3を往復移動可能に構成することに代えて、芯材212がその長手方向に沿って往復移動可能となるように構成してもよい。

- [0166] 本実施形態による気体分岐装置 2100 は、複数のバーナー 210-1 ~ 210-3 に供給すべき気体を分岐する複数の分流器 214-1 ~ 214-3 を有している。また、本実施形態による気体分岐装置 2100 は、複数の分流器 214-1 ~ 214-3 に気体を供給する配管系と、複数の分流器 214-1 ~ 214-3 と複数のバーナー 210-1 ~ 210-3 との間を接続する配管系とを有している。
- [0167] 分流器 214-1 ~ 214-3 は、それぞれ例えば金属製のものであり、互いに体積が異なっている。すなわち、分流器 214-1 は、小体積のものである。分流器 214-2 は、分流器 214-1 よりも体積が大きい中体積のものである。分流器 214-3 は、分流器 214-2 よりも体積が大きい大体積のものである。分流器 214-1 ~ 214-3 は、後述するように、分岐すべき気体の流量に応じて使い分けられる。
- [0168] 分流器 214-1 は、2つの気体導入口 214-1i-1、214-1i-2 と、複数のバーナー 210-1 ~ 210-3 の数と同数の複数の気体導出口 214-1o-1 ~ 214-1o-3 とを有している。複数の気体導出口 214-1o-1 ~ 214-1o-3 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。
- [0169] 分流器 214-2 は、2つの気体導入口 214-2i-1、214-2i-2 と、複数のバーナー 210-1 ~ 210-3 の数と同数の複数の気体導出口 214-2o-1 ~ 214-2o-3 とを有している。複数の気体導出口 214-2o-1 ~ 214-2o-3 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。
- [0170] 分流器 214-3 は、2つの気体導入口 214-3i-1、214-3i-2 と、複数のバーナー 210-1 ~ 210-3 の数と同数の複数の気体導出口 214-3o-1 ~ 214-3o-3 とを有している。複数の気体導出口 214-3o-1 ~ 214-3o-3 は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。
- [0171] 分流器 214-1 ~ 214-3 は、水平に並んで配置されている。水平に

並んで配置された分流器 214-1~214-3 では、複数の気体導出口 214-1o-1~214-1o-3、214-2o-1~214-2o-3、214-3o-1~214-3o-3 の配列方向が例えば芯材 212 の長手方向と同様に水平になっている。

[0172] なお、分流器 214-1~214-3 の体積は、特に限定されるものではなく、気体の供給条件等に応じて選定することができる。小体積の分流器 214-1 の体積は、例えば 500~1000 cm³ である。中体積の分流器 214-2 の体積は、例えば 1000~2000 cm³ である。大体積の分流器 214-3 の体積は、例えば 2000~3000 cm³ である。また、分流器 214-1~214-3 がそれぞれ 2 つの気体導入口を有する場合について説明しているが、気体導入口の数は 2 つに限定されるものではない。気体導入口の数は、1 つであっても 2 つ以上の複数であってもよく、気体の供給条件、分流器 214-1~214-3 の体積等に応じて適宜変更することができる。

[0173] 本実施形態による気体分岐装置 2100 は、バーナー 210-1~210-3 に供給すべき同種の気体を分流器 214-1~214-3 に供給するための配管 216-1、216-2 を有している。配管 216-1、216-2 の上流端は、バーナー 210-1~210-3 に供給すべき気体の供給源（図示せず）に接続されている。配管 216-1、216-2 には、それぞれ MFC 218-1、218-2 が設けられている。MFC 218-1、218-2 により、それぞれ配管 216-1、216-2 内を分流器 214-1~214-3 に向かって流れる気体の流量を制御することが可能になっている。

[0174] 配管 216-1、216-2 は、それぞれの下流端側で、分流器 214-1~214-3 の数と同数の複数の分岐配管に分岐されている。すなわち、配管 216-1 は、その下流端側で、分岐配管 216-1-1~216-1-3 に分岐されている。配管 216-2 は、その下流端側で、分岐配管 216-2-1~216-2-3 に分岐されている。

- [0175] 分流器 214-1 の 2 つの気体導入口 214-1 i-1、214-1 i-2 には、それぞれ分岐配管 216-1-1、216-2-1 の下流端が接続されている。分流器 214-2 の 2 つの気体導入口 214-2 i-1、214-2 i-2 には、それぞれ分岐配管 216-1-2、216-2-2 の下流端が接続されている。分流器 214-3 の 2 つの気体導入口 214-3 i-1、214-3 i-2 には、それぞれ分岐配管 216-1-3、216-2-3 の下流端が接続されている。
- [0176] 配管 216-1、216-2 の分岐配管には、それぞれ分岐配管を開閉する導入側エアバルブが設けられている。すなわち、分岐配管 216-1-1、216-2-1 には、それぞれ導入側エアバルブ AV i 11、AV i 12 が設けられている。分岐配管 216-1-2、216-2-2 には、それぞれ導入側エアバルブ AV i 21、AV i 22 が設けられている。分岐配管 216-1-3、216-2-3 には、それぞれ導入側エアバルブ AV i 31、AV i 32 が設けられている。なお、以下の説明では、これら導入側エアバルブを導入側エアバルブ AV i x y（ただし、x は $1 \leq x \leq 3$ を満たす整数であり、y は 1 又は 2 である）と表記することがある。また、導入側エアバルブを単にエアバルブと称することもある。
- [0177] また、分流器 214-1 の複数の気体導出口 214-1 o-1 ~ 214-1 o-3 には、それぞれ配管 220-1-1 ~ 220-1-3 の上流端が接続されている。分流器 214-1 は、複数の気体導出口 214-1 o-1 ~ 214-1 o-3 への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器 214-1 は、分岐配管 216-1-1、216-2-1 から分流器 214-1 に導入された気体が、複数の気体導出口 214-1 o-1 ~ 214-1 o-3 から均等な分岐比でそれぞれ配管 220-1-1 ~ 220-1-3 に導出されるように設計されている。
- [0178] 配管 220-1-1 ~ 220-1-3 には、それぞれ配管 220-1-1 ~ 220-1-3 を開閉する導出側エアバルブ AV o 11、AV o 12、AV o 13 が設けられている。なお、導出側エアバルブ AV o 11、AV o 1

2、AV○13に代えてチャッキバルブ（逆止弁）を設け、チャッキバルブにより、配管220-1-1～220-1-3における気体の下流側から上流側である分流器214-1側への逆流を防止してもよい。

[0179] また、分流器214-2の複数の気体導出口214-2○-1～214-2○-3には、それぞれ配管220-2-1～220-2-3の上流端が接続されている。分流器214-2は、複数の気体導出口214-2○-1～214-2○-3への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器214-2は、分岐配管216-1-2、216-2-2から分流器214-2に導入された気体が、複数の気体導出口214-2○-1～214-2○-3から均等な分岐比でそれぞれ配管220-2-1～220-2-3に導出されるように設計されている。

[0180] 配管220-2-1～220-2-3には、それぞれ配管220-2-1～220-2-3を開閉する導出側エアバルブAV○21、AV○22、AV○23が設けられている。なお、導出側エアバルブAV○21、AV○22、AV○23に代えてチャッキバルブを設け、チャッキバルブにより、配管220-2-1～220-2-3における気体の下流側から上流側である分流器214-2側への逆流を防止してもよい。

[0181] また、分流器214-3の複数の気体導出口214-3○-1～214-3○-3には、それぞれ配管220-3-1～220-3-3の上流端が接続されている。分流器214-3は、複数の気体導出口214-3○-1～214-3○-3への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器214-3は、分岐配管216-1-3、216-2-3から分流器214-3に導入された気体が、複数の気体導出口214-3○-1～214-3○-3から均等な分岐比でそれぞれ配管220-3-1～220-3-3に導出されるように設計されている。

[0182] 配管220-3-1～220-3-3には、それぞれ配管220-3-1～220-3-3を開閉する導出側エアバルブAV○31、AV○32、AV○33が設けられている。なお、導出側エアバルブAV○31、AV○3

2、AVo33に代えてチャッキバルブを設け、チャッキバルブにより、配管220-3-1~220-3-3における気体の下流側から上流側である分流器214-3側への逆流を防止してもよい。

[0183] なお、以下の説明では、上記の導出側エアバルブを導出側エアバルブAVomn（ただし、mは $1 \leq m \leq 3$ を満たす整数であり、nは $1 \leq n \leq 3$ を満たす整数である）と表記することがある。また、導出側エアバルブを単にエアバルブと称することもある。

[0184] 配管220-1-1、220-2-1、220-3-1の下流端には、配管222-1の上流端が共通して接続されている。配管220-1-2、220-2-2、220-3-2の下流端には、配管222-2の上流端が共通して接続されている。配管220-1-3、220-2-3、220-3-3の下流端には、配管222-3の上流端が共通して接続されている。

[0185] 配管222-1の下流端はバーナー210-1に接続され、配管222-1からバーナー210-1に気体が供給されるようになっている。配管222-2の下流端はバーナー210-2に接続され、配管222-2からバーナー210-2に気体が供給されるようになっている。配管222-3の下流端はバーナー210-3に接続され、配管222-3からバーナー210-3に気体が供給されるようになっている。

[0186] こうして、複数の分流器214-1~214-3のそれぞれの複数の気体導出口が、複数のバーナー210-1~210-3のいずれかに配管により1:1で接続されている。すなわち、分流器214-1の気体導出口214-1o-1は、配管220-1-1、222-1を介してバーナー210-1に接続されている。分流器214-1の気体導出口214-1o-2は、配管220-1-2、222-2を介してバーナー210-2に接続されている。分流器214-1の気体導出口214-1o-3は、配管220-1-3、222-3を介してバーナー210-3に接続されている。分流器214-2の気体導出口214-2o-1は、配管220-2-1、222-1を介してバーナー210-1に接続されている。分流器214-2の気体

導出口 214-2o-2 は、配管 220-2-2、222-2 を介してバーナー 210-2 に接続されている。分流器 214-2 の気体導出口 214-2o-3 は、配管 220-2-3、222-3 を介してバーナー 210-3 に接続されている。分流器 214-3 の気体導出口 214-3o-1 は、配管 220-3-1、222-1 を介してバーナー 210-1 に接続されている。分流器 214-3 の気体導出口 214-3o-2 は、配管 220-3-2、222-2 を介してバーナー 210-2 に接続されている。分流器 214-3 の気体導出口 214-3o-3 は、配管 220-3-3、222-3 を介してバーナー 210-3 に接続されている。

[0187] 本実施形態による気体分岐装置 2100 は、導入側エアバルブ AV i x y 及び導出側エアバルブ AV o m n の開閉を制御する制御部 224 をさらに有している。制御部 224 は、種々の演算、制御、判別等の処理を実行する CPU（図示せず）を有している。また、制御部 224 は、CPU によって実行される様々な制御プログラム、CPU が参照するデータベース等を格納する ROM（図示せず）を有している。また、制御部 224 は、CPU が処理中のデータや入力データ等を一時的に格納する RAM（図示せず）を有している。

[0188] 制御部 224 は、バーナー 210-1～210-3 の火炎を用いてガラス微粒子堆積体を製造する間、気体の分岐に使用する分流器を分流器 214-1～214-3 のいずれかに切り替えるように、導入側エアバルブ AV i x y 及び導出側エアバルブ AV o m n の開閉を制御する。使用する分流器の切り替えに際して、制御部 224 は、分流器 214-1 に対する導入側エアバルブ AV i 1 1、AV i 1 2 及び導出側エアバルブ AV o 1 1、AV o 1 2、AV o 1 3 の開閉を同期して制御する。また、分流器 214-2 に対する導入側エアバルブ AV i 2 1、AV i 2 2 及び導出側エアバルブ AV o 2 1、AV o 2 2、AV o 2 3 の開閉を同期して制御する。また、分流器 214-3 に対する導入側エアバルブ AV i 3 1、AV i 3 2 及び導出側エアバルブ AV o 3 1、AV o 3 2、AV o 3 3 の開閉を同期して制御する。また、

制御部224は、これら同期して制御するエアバルブAVi11、AVi12、AVo11、AVo12、AVo13の組、エアバルブAVi21、AVi22、AVo21、AVo22、AVo23の組、及びエアバルブAVi31、AVi32、AVo31、AVo32、AVo33の組のうち、いずれか1組を開放状態とし、残りの組を閉鎖状態とする。

[0189] 制御部224は、分岐すべき気体の流量をMFC218-1、218-2から取得し、分岐すべき気体の流量に応じて上記分流器の切り替えを実行する。すなわち、制御部224は、分岐すべき気体の流量が低流量の場合には、気体の分岐に使用する分流器を小体積の分流器214-1に切り替える。気体の流量が低流量の場合よりも高い中流量の場合には、気体の分岐に使用する分流器を中体積の分流器214-2に切り替える。気体の流量が中流量の場合よりも高い高流量の場合には、気体の分岐に使用する分流器を大体積の分流器214-3に切り替える。

[0190] なお、各分流器214-1～214-3を使用する気体の流量は、特に限定されるものではないが、例えば、分岐すべき気体の流量が3000～5000sccmの低流量の場合には、体積が500～1000cm³の小体積の分流器214-1を用いることができる。また、分岐すべき気体の流量が5000～8000sccmの中流量の場合には、体積が1000～2000cm³の中体積の分流器214-2を用いることができる。また、分岐すべき気体の流量が8000～10000sccmの高流量の場合には、体積が2000～3000cm³の大体積の分流器214-3を用いることができる。

[0191] 各バーナー210-1～210-3には、1つのガラス微粒子堆積体の製造開始から製造終了までの間、時間の経過に応じて流量を変化させて気体を供給する。例えば、製造開始から製造終了までの間、時間の経過に応じて流量が段階的に増加するように各バーナー210-1～210-3に気体を供給する。このため、分岐すべき気体の流量も、時間の経過に応じて変化し、例えば段階的に増加する。本実施形態による気体分岐装置2100では、このように変化する気体の流量に応じて、気体の分岐に使用する分流器が分流

器 2 1 4 - 1 ~ 2 1 4 - 3 のいずれかに切り替えられる。なお、気体の流量が変化する態様は、特に限定されるものではない。時間の経過に応じて段階的に増加する態様のほか、例えば、時間の経過に応じて段階的に減少する態様、時間の経過に応じて漸増又は漸減する態様、時間の経過に応じて増減する態様、これらの態様を組み合わせた変化の態様であってもよい。

[0192] 光ファイバ用ガラス微粒子堆積体の製造に際しては、複数のバーナーに供給する気体の流量を変化させる場合がある。このため、分流器により分岐すべき気体の流量も変化することになる。しかしながら、気体の流量に対して分流器の体積が小さすぎたり大きすぎたりして適切でないと、均等な分岐が困難になる等の不都合が生じる。

[0193] 具体的には、まず、分岐すべき気体が高流量である場合に、分流器の体積が小さすぎると、動圧の影響が増加する。このため、一般的に導出側の流路が絞られる構造の分流器では、均等な分岐が困難になる。また、分岐すべき気体が低流量の場合に、分流器の体積が大きすぎると、分流器内が均圧になるのに時間を要するため、導出側の流量変化に遅延が生じるとともに、均等な分岐が困難になる。

[0194] このため、分岐すべき気体の流量が変化すると、流量によって分流器による分岐比が均一に安定せず不安定になることがある。このように分流器の分岐比が不安定になっていたのでは、高い均一性で複数のバーナーに気体を供給することが困難となる。その結果、芯材の長手方向に沿って製造されるガラス微粒子堆積体の長手方向における均一性、安定性が損なわれるおそれがある。

[0195] これに対し、本実施形態による気体分岐装置 2 1 0 0 では、制御部 2 2 4 により、気体の分岐に使用される分流器が、分岐すべき気体の流量に応じて、互いに体積が異なる分流器 2 1 4 - 1 ~ 2 1 4 - 3 のいずれか 1 つに切り替えられる。こうして分岐すべき気体の流量に応じて分流器を切り替えることにより、分岐すべき気体の流量に応じてより適切な分流器を使用することができる。これにより、流量による影響を低減しつつ、安定して気体を分岐

して高い均一性でバーナー 210-1～210-3 に供給することができる。したがって、本実施形態によれば、長手方向おける均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を製造することができる。

[0196] 次に、本実施形態による気体分岐装置 2100 の動作についてさらに図 6 を用いて説明する。

[0197] 気体分岐装置 2100 の動作開始前は、導入側エアバルブ $AV_{i \times y}$ 及び導出側エアバルブ $AV_{o \times n}$ のすべて閉鎖状態となっている。

[0198] まず、気体分岐装置 2100 の動作を開始して、配管 216-1、216-2 から分流器 214-1～214-3 に向けて気体を導入する。配管 216-1、216-2 から気体を導入する間、MFC 218-1、218-2 は、それぞれ配管 216-1、216-2 を流れる気体の流量を制御する。

[0199] 制御部 224 は、MFC 218-1、218-2 から、分岐すべき気体の流量を取得する（ステップ S211）。

[0200] 次いで、制御部 224 は、MFC 218-1、218-2 から取得した流量が、小体積の分流器 214-1 を使用する上限値である流量値 f_1 以下であるか否かを判定する（ステップ S212）。流量値 f_1 以下である場合（ステップ S212、YES）、制御部 224 は、エアバルブ AV_{i11} 、 AV_{i12} 、 AV_{o11} 、 AV_{o12} 、 AV_{o13} の組を開放状態とする。同時に、制御部 224 は、エアバルブ AV_{i21} 、 AV_{i22} 、 AV_{o21} 、 AV_{o22} 、 AV_{o23} の組、及びエアバルブ AV_{i31} 、 AV_{i32} 、 AV_{o31} 、 AV_{o32} 、 AV_{o33} の組を閉鎖状態とする。こうして、小体積の分流器 214-1 を、気体の分岐に使用する分流器に設定する（ステップ S213）。

[0201] 一方、流量値 f_1 以下でない場合（ステップ S212、NO）、制御部 224 は、MFC 218-1、218-2 から取得した流量が、中体積の分流器 214-2 を使用する上限値である流量値 f_2 以下であるか否かを判定する（ステップ S214）。なお、流量値 f_2 は流量値 f_1 よりも大きい値である。流量値 f_2 以下である場合（ステップ S214、YES）、制御部 2

24は、エアバルブAVi21、AVi22、AVo21、AVo22、AVo23の組を開放状態とする。同時に、制御部224は、エアバルブAVi11、AVi12、AVo11、AVo12、AVo13の組、及びエアバルブAVi31、AVi32、AVo31、AVo32、AVo33の組を閉鎖状態とする。こうして、中体積の分流器214-2を、気体の分岐に使用する分流器に設定する（ステップS215）。

[0202] 一方、流量値f2以下でない場合（ステップS214、NO）、制御部224は、エアバルブAVi31、AVi32、AVo31、AVo32、AVo33の組を開放状態とする。同時に、制御部224は、エアバルブAVi11、AVi12、AVo11、AVo12、AVo13の組、及びエアバルブAVi21、AVi22、AVo21、AVo22、AVo23の組を閉鎖状態とする。こうして、大体積の分流器214-3を、気体の分岐に使用する分流器に設定する（ステップS216）。

[0203] 上記のように気体の流量に応じて気体の分岐に使用する分流器を設定したうえで、設定した分流器により気体を分岐して、複数のバーナー210-1～210-3にそれぞれ気体を供給する（ステップS217）。なお、ガラス微粒子堆積体の製造に用いる他の気体についても、同様にして複数のバーナー210-1～210-3に供給する。

[0204] 上記のようにして気体が供給される各バーナー210-1～210-3では、供給される気体のうちの燃料ガスにより火炎が形成されるとともに、供給される気体のうちの原料ガスが火炎中に導入される。こうして、原料を含む火炎が、中心軸を回転軸として回転する芯材12に向けて吹きつけられる。これにより、光ファイバのプリフォームとなるガラス微粒子が芯材212上に堆積していく。なお、この間、複数のバーナー210-1～210-3を芯材212の長手方向に沿って往復移動させてもよい。

[0205] 上記のようにしてガラス微粒子を芯材212上に堆積する間、芯材212上に堆積されたガラス微粒子の堆積重量をモニタし、モニタされる堆積重量に基づき、ガラス微粒子の堆積を終了するか否かを判定する（ステップS2

18)。

[0206] ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量未満であり堆積を終了せずに継続する場合（ステップS218、NO）、ステップS211に戻り、上記のようにして気体の流量に応じて分流器を切り替えつつ、各気体を供給してガラス微粒子の堆積を継続する。

[0207] 一方、ガラス微粒子の堆積重量が所定の重量となっており堆積を終了する場合（ステップS218、YES）、制御部224により、導入側エアバルブAV_{in}及び導出側エアバルブAV_{out}をすべて閉鎖状態とする（ステップS219）。こうして、芯材212上へのガラス微粒子の堆積を終了し、ガラス微粒子の堆積物であるガラス微粒子堆積体を得る。

[0208] その後、上記のようにして得られたガラス微粒子堆積体に対して炉中にて脱水及び焼結を行うことにより、プリフォームが得られる。

[0209] 以上のとおり、本実施形態によれば、高い均一性で複数の被供給部に気体を供給することができる。

[0210] なお、上記では、1つのガラス微粒子堆積体を製造する間に分流器214-1～214-3を切り替える場合について説明した。一方、サイズ、材料構成等が異なる異種類のガラス微粒子堆積体を製造する場合には、バーナーに供給すべき気体の流量も異なり、分岐すべき気体の流量も異なることがある。このようにサイズ等が異なる異種類のガラス微粒子堆積体を製造する場合において、ガラス微粒子堆積体の種類に応じて、気体に分岐する使用する分流器214-1～214-3を切り替えて使い分けることもできる。これにより、異種類のガラス微粒子堆積体を製造する場合においても、各ガラス微粒子堆積体を製造する際に安定した気体の分岐を実現することができる。

[0211] [第7実施形態]

本発明の第7実施形態による気体分岐装置について図7を用いて説明する。図7は、本実施形態による気体分岐装置を示す概略図である。なお、上記第6実施形態による気体分岐装置と同様の構成要素については同一の符号を付し説明を省略し又は簡略にする。

- [0212] 上記第6実施形態では、互いに体積が異なる複数の分流器214-1～14-3を用いる場合を例に説明した。しかしながら、気体の分岐に使用する分流器の体積を変更することができれば、必ずしも複数の分流器214-1～214-3を用いる必要はない。すなわち、体積可変の分流器を用いることにより、複数の分流器214-1～214-3を用いた場合と同様に、流量による影響を低減して安定した気体の分岐を実現することができる。
- [0213] 本実施形態では、互いに体積が異なる複数の分流器214-1～214-3に代えて、体積可変の単一の分流器を用いた場合について説明する。
- [0214] 図7に示すように、本実施形態による気体分岐装置2200は、複数のバーナー210-1～210-3に供給すべき気体を分岐する体積可変の分流器226を有している。また、本実施形態による気体分岐装置2200は、分流器226に気体を供給する配管系と、分流器226と複数のバーナー210-1～210-3との間を接続する配管系とを有している。
- [0215] 分流器226は、例えば金属製のものであり、その体積を変化させることが可能な体積可変機構を有している。体積可変機構の構成は、特に限定されるものではなく、分流器226の体積を変化させることができるものであればよい。なお、体積可変の分流器226の体積は、制御部228によって制御される。
- [0216] 分流器226は、2つの気体導入口226i-1、226i-2と、複数のバーナー210-1～210-3の数と同数の複数の気体導出口226o-1～226o-3とを有している。複数の気体導出口226o-1～226o-3は、一定の配列方向に等間隔に並んで設けられている。分流器226は、複数の気体導出口226o-1～226o-3の配列方向が例えば芯材212の長手方向と同様に水平になるように配置されている。
- [0217] なお、分流器226の体積の可変範囲は、特に限定されるものではなく、気体の供給条件等に応じて選定することができるが、例えば500～3000cm³の範囲で分流器226の体積を変化させることが可能になっている。また、分流器226が2つの気体導入口226i-1、226i-2を有す

る場合について説明しているが、気体導入口の数は２つに限定されるものではない。気体導入口の数は、１つであっても２つ以上の複数であってもよく、気体の供給条件、分流器２２６の体積の可変範囲等に応じて適宜変更することができる。

[0218] 本実施形態による気体分岐装置２２００は、バーナー２１０－１～２１０－３に供給すべき同種の気体を分流器２２６に供給するための配管２１６－１、２１６－２を有している。配管２１６－１、２１６－２の上流端は、バーナー２１０－１～２１０－３に供給すべき気体の供給源（図示せず）に接続されている。配管２１６－１、２１６－２には、それぞれＭＦＣ２１８－１、２１８－２が設けられている。ＭＦＣ２１８－１、２１８－２により、それぞれ配管２１６－１、２１６－２内を分流器２２６に向かって流れる気体の流量を制御することが可能になっている。

[0219] 分流器２２６の２つの気体導入口２２６ｉ－１、２２６ｉ－２には、それぞれ配管２１６－１、２１６－２の下流端が接続されている。

[0220] また、分流器２２６の複数の気体導出口２２６ｏ－１～２２６ｏ－３には、それぞれ配管２２０－１～２２０－３の上流端が接続されている。分流器２２６は、その体積の可変範囲内にわたって、複数の気体導出口２２６ｏ－１～２２６ｏ－３への気体の分岐比が均等になるように設計されている。すなわち、分流器２２６は、その体積の可変範囲内にわたって、配管２１６－１、２１６－２から分流器２２６に導入された気体が、複数の気体導出口２２６ｏ－１～２２６ｏ－３から均等な分岐比でそれぞれ配管２２０－１～２２０－３に導出されるように設計されている。

[0221] 配管２２０－１～２２０－３には、それぞれ配管２２０－１～２２０－３を開閉するエアバルブＡＶ１～ＡＶ３が設けられている。

[0222] 配管２２０－１の下流端はバーナー２１０－１に接続され、配管２２０－１からバーナー２１０－１に気体が供給されるようになっている。配管２２０－２の下流端はバーナー２１０－２に接続され、配管２２０－２からバーナー２１０－２に気体が供給されるようになっている。配管２２０－３の下

流端はバーナー２１０－３に接続され、配管２２０－３からバーナー２１０－３に気体が供給されるようになっている。

[0223] 本実施形態による気体分岐装置２２００は、エアバルブＡＶ１～ＡＶ３の開閉を制御するとともに、体積可変の分流器２２６の体積を制御する制御部２２８をさらに有している。制御部２２８は、種々の演算、制御、判別等の処理を実行するＣＰＵ（図示せず）を有している。また、制御部２２８は、ＣＰＵによって実行される様々な制御プログラム、ＣＰＵが参照するデータベース等を格納するＲＯＭ（図示せず）を有している。また、制御部２２８は、ＣＰＵが処理中のデータや入力データ等を一時的に格納するＲＡＭ（図示せず）を有している。

[0224] 制御部２２８は、バーナー２１０－１～２１０－３の火炎を用いてガラス微粒子堆積体を製造する間、エアバルブＡＶ１～ＡＶ３を開放状態とするとともに、分流器２２６により分岐すべき気体の流量に応じて、体積可変の分流器２２６の体積を制御する。

[0225] 制御部２２８は、分岐すべき気体の流量をＭＦＣ２１８－１、２１８－２から取得し、分岐すべき気体の流量に応じて分流器２２６の体積を制御する。すなわち、制御部２２８は、分岐すべき気体の流量が比較的に低流量の場合には、分流器２２６の体積を比較的に小さい値に設定し、分岐すべき気体の流量が比較的に高流量の場合には、分流器２２６の体積を比較的に大きい値に設定する。

[0226] なお、制御部２２８が設定する分流器２２６の体積範囲は、特に限定されるものではないが、例えば、気体の流量が３０００～５０００ｓｃｃｍの低流量の場合には、分流器２２６の体積を５００～１０００ｃｍ³の小体積の値に設定することができる。また、気体の流量が５０００～８０００ｓｃｃｍの中流量の場合には、分流器２２６の体積を１０００～２０００ｃｍ³の中体積の値に設定することができる。また、気体の流量が８０００～１００００ｓｃｃｍの高流量の場合には、分流器２２６の体積を２０００～３０００ｃｍ³の大体積の値に設定することができる。

[0227] こうして、分岐すべき気体の流量に応じて体積可変の分流器 226 の体積を変更することにより、分岐すべき気体の流量に応じて分流器 226 の体積をより適切な値に設定することができる。このため、本実施形態によっても、第 6 実施形態と同様に、流量による影響を低減しつつ、安定して気体を分岐して高い均一性でバーナー 210-1 ~ 210-3 に供給することができる。したがって、本実施形態によれば、長手方向おける均一性、安定性に優れたガラス微粒子堆積体を製造することができる。

[0228] 本発明は、上記第 6 及び第 7 実施形態に限らず、種々の変形が可能である。

[0229] 例えば、上記第 6 及び第 7 実施形態では、3つのバーナー 210-1 ~ 210-3 に気体を分岐して供給する場合を例に説明したが、バーナーの数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではない。また、互いに体積が異なる 3 つの分流器 214-1 ~ 214-3 を気体分岐装置 2100 が有する場合を例に説明したが、互いに体積が異なる分流器の数は 2 つ以上の複数であれば特に限定されるものではない。ただし、装置の複雑化を回避するため、分流器の数は 10 以下であることが好ましい。

[0230] 第 1 ~ 第 N（ただし、N は 2 以上の整数）のバーナーに気体を分岐して供給する場合、気体が分岐されて導出される第 1 ~ 第 N の気体導出口を有し、第 1 ~ 第 N の気体導出口への気体の分岐比が均等になるように設計された複数の分流器を用いる。複数の分流器は、互いに体積が異なるものとする。複数の分流器のそれぞれの第 1 ~ 第 N の気体導出口は、第 1 ~ 第 N のバーナーのいずれかに 1 : 1 で複数の配管により接続されたものとする。

[0231] 上記第 1 ~ 第 N のバーナーに気体を分岐して供給する場合において、制御部は、複数の分流器のうちのいずれか 1 つを気体の分岐に使用するように、気体の流量に応じて、気体の分岐に使用する分流器を切り替えればよい。

[0232] また、複数の分流器に代えて、気体が分岐されて導出される第 1 ~ 第 N の気体導出口を有し、第 1 ~ 第 N の気体導出口への気体の分岐比が均等になるように設計された体積可変の分流器を用いることもできる。体積可変の分流

器の第1～第Nの気体導出口は、第1～第Nのバーナーのいずれかに1：1で複数の配管により接続されたものとする。

[0233] 上記体積可変の分流器を用いる場合において、制御部は、気体の流量に応じて、分流器の体積を制御すればよい。

[0234] また、上記第6及び第7実施形態では、気体が供給される複数の被供給部としてバーナー210-1～210-3を例に説明したが、被供給部はバーナーに限定されるものではない。被供給部は、供給される気体を用いて製品の製造、被加工品に対する加工等の何らかの処理を行うものであればよい。

[0235] また、上記第6及び第7実施形態では、被供給部としてのバーナー210-1～210-3が対象物である芯材212の長手方向に沿って配置された場合を例に説明したが、複数の被供給部は、必ずしも対象物の長手方向に沿って配置されたものである必要はない。

[0236] また、上記第6及び第7実施形態では、エアバルブAV_{i x y}、AV_{o m n}、AV1～AV3を用いた場合を例に説明したが、エアバルブに代えて、制御部224、228により開閉が制御可能な種々のバルブを用いることができる。例えば、エアバルブに代えて、電磁バルブ等を用いることができる。

[0237] また、上記第6及び第7実施形態では、エアバルブの開閉を制御することにより、気体の分岐に使用する分流器を切り替える場合を例に説明したが、分流器の切り替え方法はこれに限定されるものではない。気体の分岐に使用する分流器の切り替えは、種々の方法により行うことができる。

[0238] また、上記第6及び第7実施形態では、芯材212をその長手方向が水平になるように保持する場合を例に説明したが、芯材212を保持する態様はこれに限定されるものではない。例えば、芯材212をその長手方向が鉛直になるように保持してもよい。この場合、バーナー210-1～210-3は、鉛直に配置された芯材212の長手方向に沿って等間隔に配置する。分流器214-1～214-3は、上記のように水平に並んで配置してもよいし、鉛直に並んで配置してもよい。

[0239] また、上記第6及び第7実施形態では、複数のバーナー210-1～210-3の数と複数の分流器214-1～214-3の数とが同数である場合を例に説明したが、両者は必ずしも同数である必要はない。分岐すべき気体の流量範囲等に応じて、互いに体積が異なる複数の分流器の数を設定することができる。

[0240] また、上記第6及び第7実施形態は、分流器の分岐比が均等でない場合にも適用可能である。

符号の説明

[0241] 10-1～10-5…バーナー
12…芯材
14…分流器
16-1、16-2…配管
18-1、18-2…MFC
20-1～20-5…配管
20-1-1～20-1-5…分岐配管
20-2-1～20-2-5…分岐配管
20-3-1～20-3-5…分岐配管
20-4-1～20-4-5…分岐配管
20-5-1～20-5-5…分岐配管
22-1～22-5…配管
24…制御部
100…気体分岐装置
AV×y…エアバルブ
110-1～110-3…バーナー
112…芯材
114-1～114-3…分流器
116-1、116-2…配管
116-1-1～116-1-3…分岐配管

1 1 6 - 2 - 1 ~ 1 1 6 - 2 - 3 ...分岐配管

1 1 8 - 1、1 1 8 - 2 ...M F C

1 2 0 - 1 - 1 ~ 1 2 0 - 1 - 3 ...配管

1 2 0 - 2 - 1 ~ 1 2 0 - 2 - 3 ...配管

1 2 0 - 3 - 1 ~ 1 2 0 - 3 - 3 ...配管

1 2 2 - 1 ~ 1 2 2 - 3 ...配管

1 2 4 ...制御部

1 1 0 0 ...気体分岐装置

B V x y ...エアバルブ

C V m n ...チャッキバルブ

2 1 0 - 1 ~ 2 1 0 - 3 ...バーナー

2 1 2 ...芯材

2 1 4 - 1 ~ 2 1 4 - 3 ...分流器

2 1 6 - 1、2 1 6 - 2 ...配管

2 1 6 - 1 - 1 ~ 2 1 6 - 1 - 3 ...分岐配管

2 1 6 - 2 - 1 ~ 2 1 6 - 2 - 3 ...分岐配管

2 1 8 - 1、2 1 8 - 2 ...M F C

2 2 0 - 1 - 1 ~ 2 2 0 - 1 - 3 ...配管

2 2 0 - 2 - 1 ~ 2 2 0 - 2 - 3 ...配管

2 2 0 - 3 - 1 ~ 2 2 0 - 3 - 3 ...配管

2 2 2 - 1 ~ 2 2 2 - 3 ...配管

2 2 4 ...制御部

2 2 6 ...分流器

2 2 8 ...制御部

2 1 0 0 ...気体分岐装置

2 2 0 0 ...気体分岐装置

A V i x y ...導入側エアバルブ

A V o m n ...導出側エアバルブ

A V 1 ～ A V 3 …エアバルブ

請求の範囲

- [請求項1] 第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、
- 第1～第Nの配管を有し、
- 前記第1～第Nの配管のそれぞれが、下流端側で第1～第Nの分岐配管に分岐されており、
- 1以上N以下の整数*i*のそれぞれについて、前記第1～第Nの配管の前記第*i*の分岐配管が、それぞれ前記第*i*の被供給部に共通して接続され、前記第1～第Nの配管の前記第*i*の分岐配管にバルブがそれぞれ設けられている
- ことを特徴とする気体分岐装置。
- [請求項2] 前記第1～第Nの配管の前記第1～第Nの分岐配管に設けられた前記バルブの開閉を制御する制御部をさらに有し、
- 前記制御部は、1以上N以下の整数*j*のそれぞれについて、前記第*j*の配管の前記第1～第Nの分岐配管に設けられたN個の前記バルブのうち、1つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とする第1の条件、及び、1以上N以下の整数*k*のそれぞれについて、前記第1～第Nの配管の前記第*k*の分岐配管に設けられたN個の前記バルブのうち、1つを開放状態とし、残りを閉鎖状態とする第2の条件を満たしつつ、前記バルブの開閉を制御することを特徴とする請求項1記載の気体分岐装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記バルブの開閉状態をランダムに切り替えるように前記バルブの開閉を制御することを特徴とする請求項2記載の気体分岐装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記バルブの開閉状態を規則的に切り替えるように前記バルブの開閉を制御することを特徴とする請求項2記載の気体分岐装置。
- [請求項5] 前記第1～第Nの配管の上流に分流器をさらに有し、

前記分流器は、前記気体が分岐されて導出される第1～第Nの気体導出口を有し、前記第1～第Nの気体導出口にそれぞれ前記第1～第Nの配管の上流端が接続されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の気体分岐装置。

[請求項6] 前記分流器は、前記第1～第Nの気体導出口への前記気体の分岐比が均等になるように設計されていることを特徴とする請求項5記載の気体分岐装置。

[請求項7] 前記第1～第Nの被供給部は、長尺の対象物の長手方向に並んで配置されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の気体分岐装置。

[請求項8] 第1～第N（ただし、Nは2以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、

前記気体が分岐されて導出される第1～第Nの気体導出口を有する複数の分流器と、

前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口を、前記第1～第Nの被供給部のいずれかに1：1で接続する複数の配管とを有し、

前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口は、前記分流器における位置が互いに異なり、

前記第1～第Nの被供給部のそれぞれに接続された複数の前記気体導出口は、前記分流器における位置が互いに異なる

ことを特徴とする気体分岐装置。

[請求項9] 前記複数の分流器は、前記第1～第Nの気体導出口への前記気体の分岐比が均等になるように設計された分流器であることを特徴とする請求項8記載の気体分岐装置。

[請求項10] 前記複数の分流器は、鉛直方向に並ぶように配置され、

前記複数の分流器のそれぞれの前記第1～第Nの気体導出口は、前記分流器における高さ位置が互いに異なることを特徴とする請求項8

又は 9 に記載の気体分岐装置。

[請求項11] 前記複数の分流器のいずれか 1 つを前記気体の分岐に使用するように、前記気体の分岐に使用する前記分流器を切り替える制御部をさらに有することを特徴とする請求項 8 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の気体分岐装置。

[請求項12] 前記制御部は、前記気体の分岐に使用する前記分流器をランダムに切り替えることを特徴とする請求項 11 記載の気体分岐装置。

[請求項13] 前記制御部は、前記気体の分岐に使用する前記分流器を規則的に切り替えることを特徴とする請求項 11 記載の気体分岐装置。

[請求項14] 前記第 1 ～第 N の被供給部は、長尺の対象物の長手方向に並んで配置されていることを特徴とする請求項 8 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の気体分岐装置。

[請求項15] 第 1 ～第 N（ただし、N は 2 以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、
前記気体が分岐されて導出される第 1 ～第 N の気体導出口を有する複数の分流器であって、互いに体積が異なる複数の分流器と、
前記複数の分流器のそれぞれの前記第 1 ～第 N の気体導出口を、前記第 1 ～第 N の被供給部のいずれかに 1 : 1 で接続する複数の配管とを有することを特徴とする気体分岐装置。

[請求項16] 前記複数の分流器のうちのいずれか 1 つを前記気体の分岐に使用するように、前記気体の流量に応じて、前記気体の分岐に使用する前記分流器を切り替える制御部をさらに有することを特徴とする請求項 15 記載の気体分岐装置。

[請求項17] 第 1 ～第 N（ただし、N は 2 以上の整数）の被供給部に気体を分岐して供給する気体分岐装置であって、
前記気体が分岐されて導出される第 1 ～第 N の気体導出口を有する体積可変の分流器と、

前記分流器の前記第 1 ～第 N の気体導出口を、前記第 1 ～第 N の被

供給部のいずれかに 1 : 1 で接続する複数の配管と
を有することを特徴とする気体分岐装置。

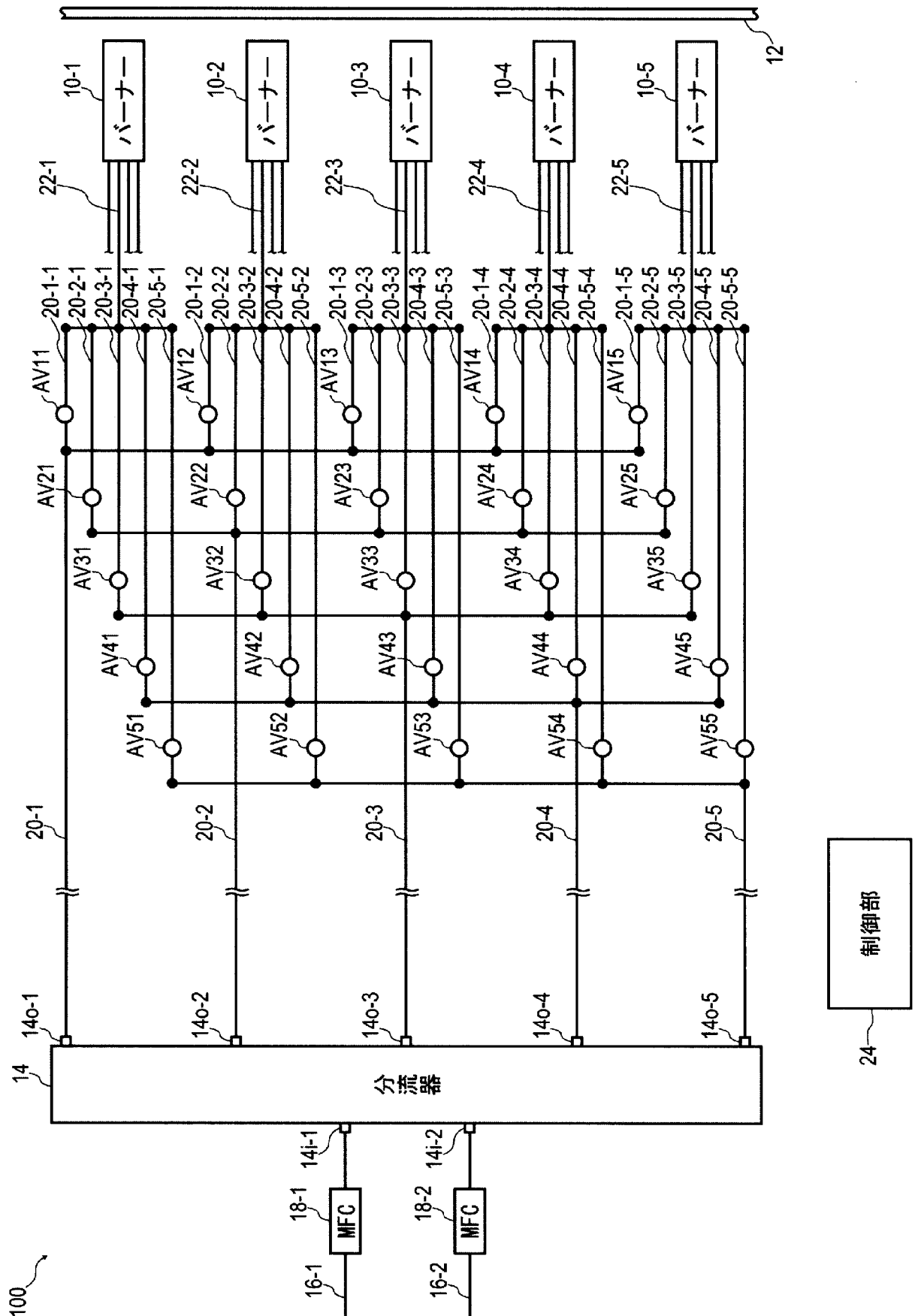
[請求項18] 前記気体の流量に応じて、前記分流器の体積を制御する制御部をさらに有することを特徴とする請求項 17 記載の気体分岐装置。

[請求項19] 前記分流器は、前記第 1 ～第 N の気体導出口への前記気体の分岐比が均等になるように設計された分流器であることを特徴とする請求項 15 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の気体分岐装置。

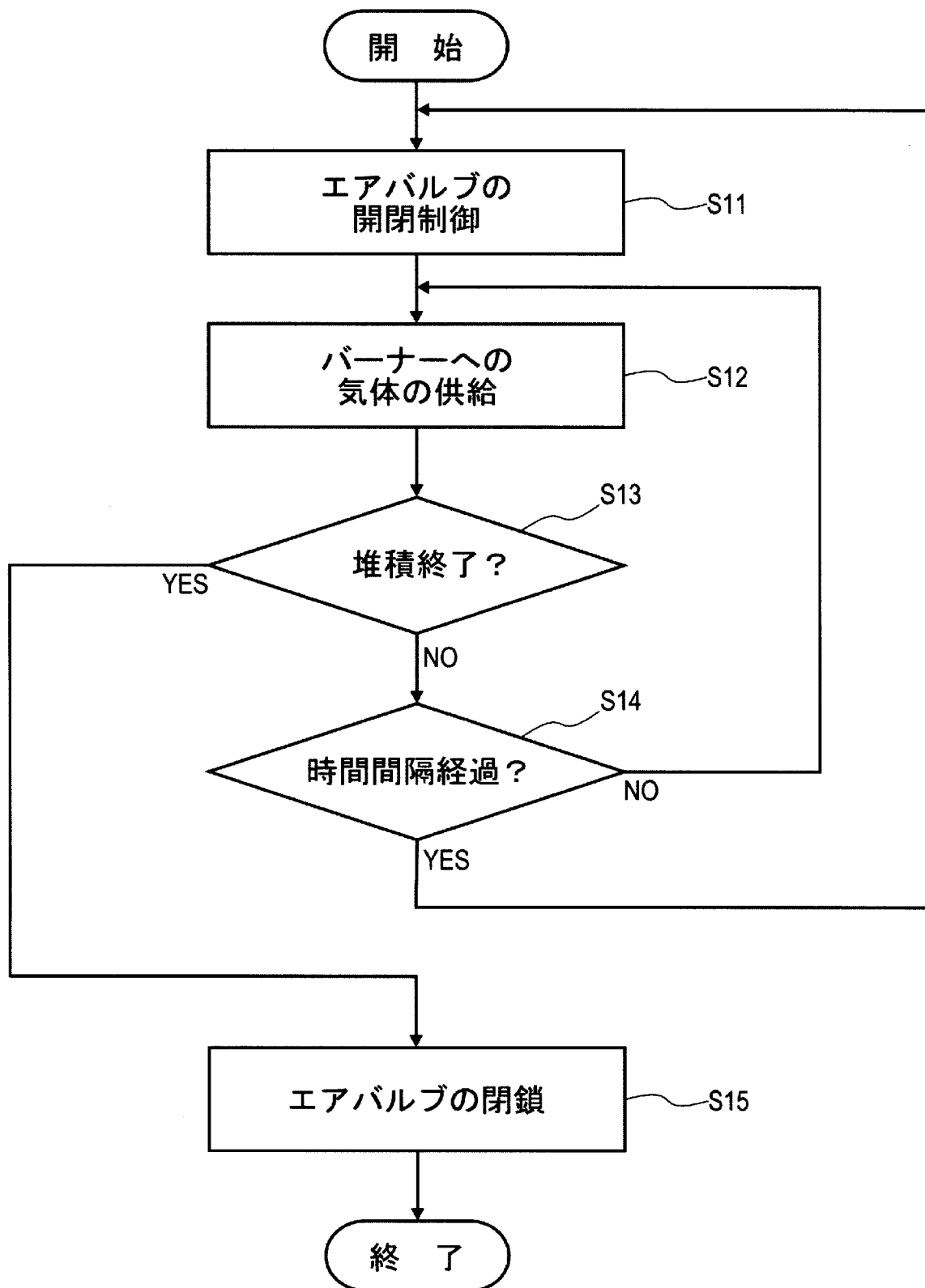
[請求項20] 前記第 1 ～第 N の被供給部は、長尺の対象物の長手方向に並んで配置されていることを特徴とする請求項 15 乃至 19 のいずれか 1 項に記載の気体分岐装置。

[請求項21] 請求項 1 乃至 20 のいずれか 1 項に記載の気体分岐装置を用いたガラス微粒子堆積体の製造方法。

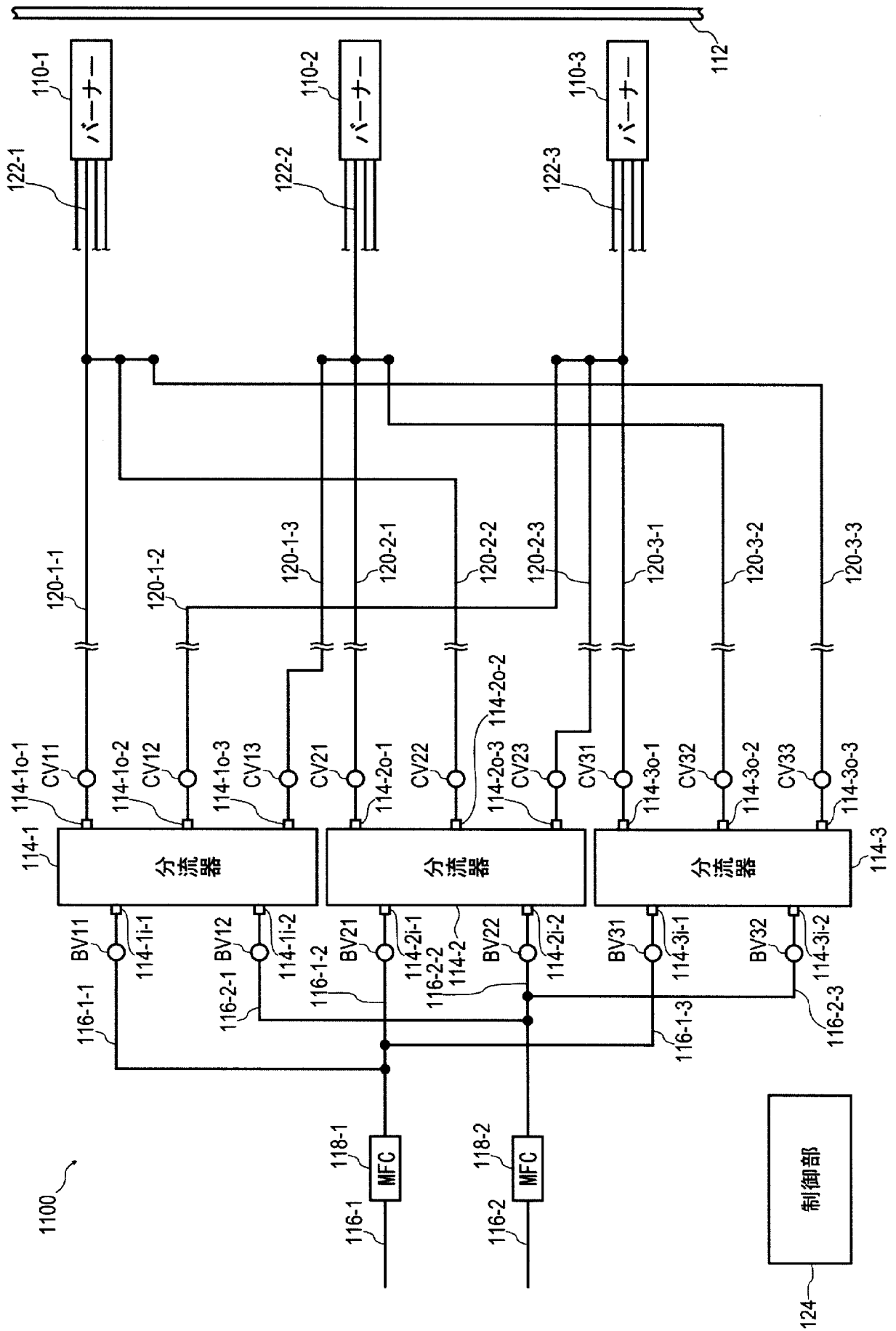
[図1]



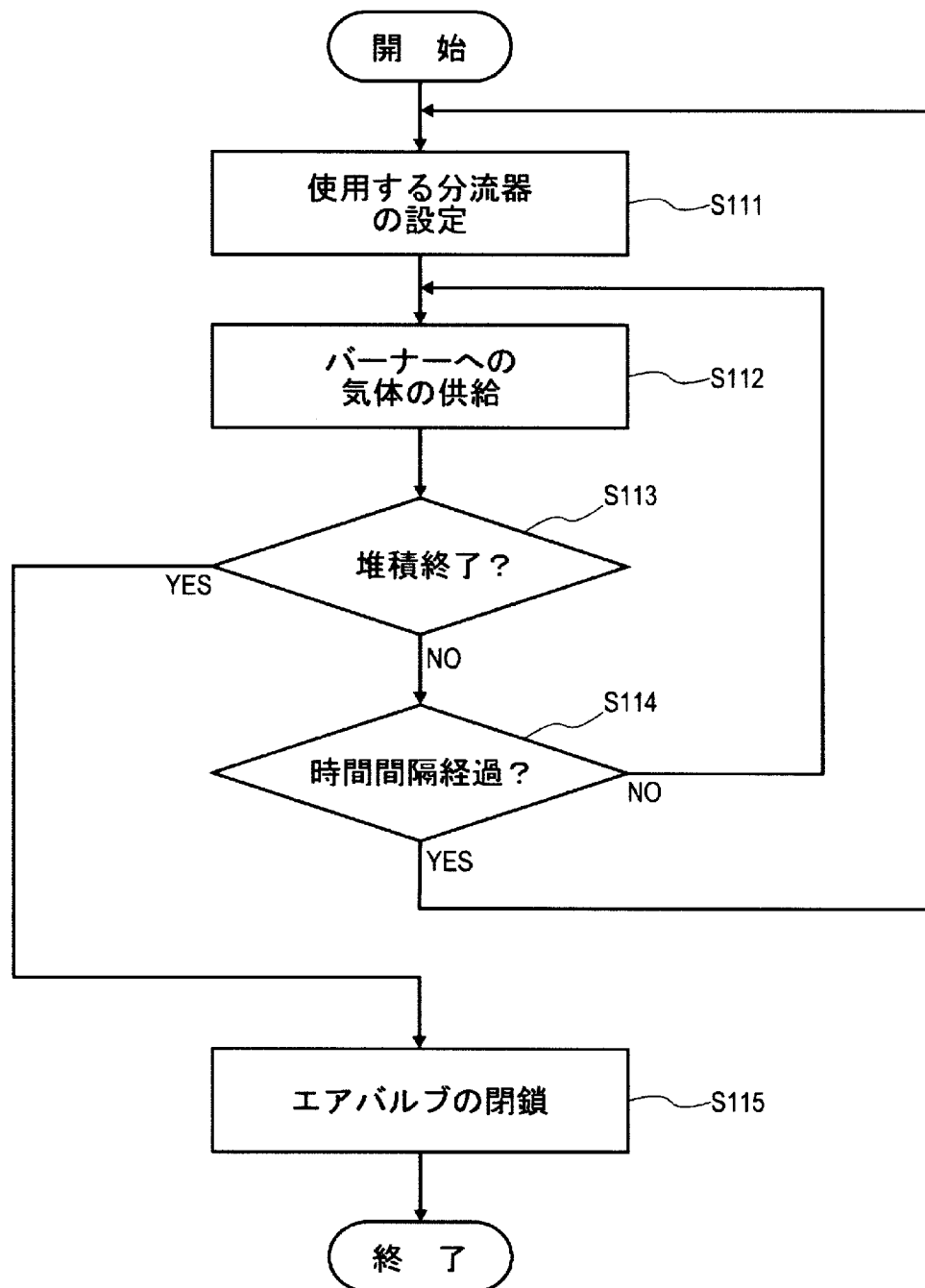
[図2]



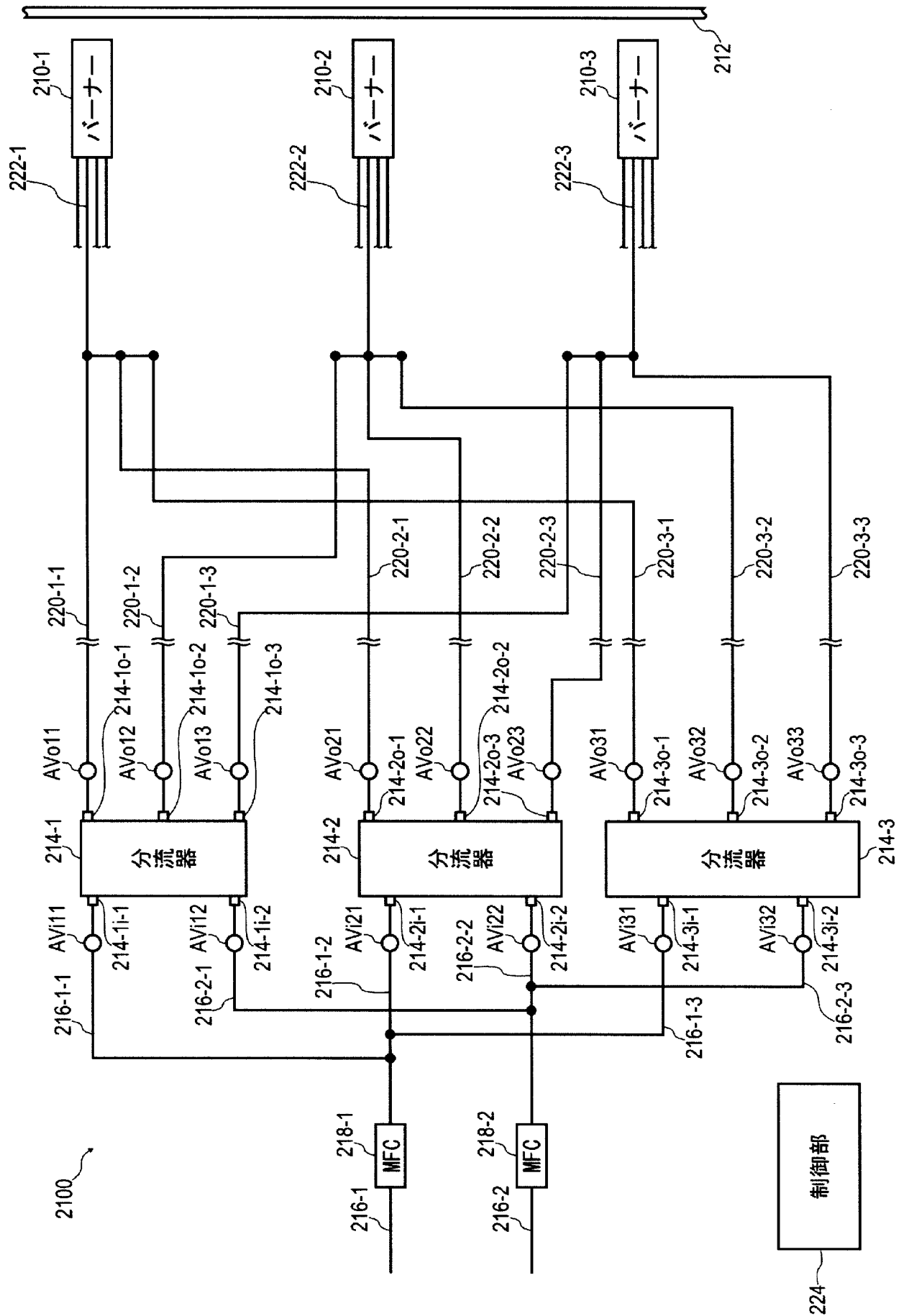
[図3]



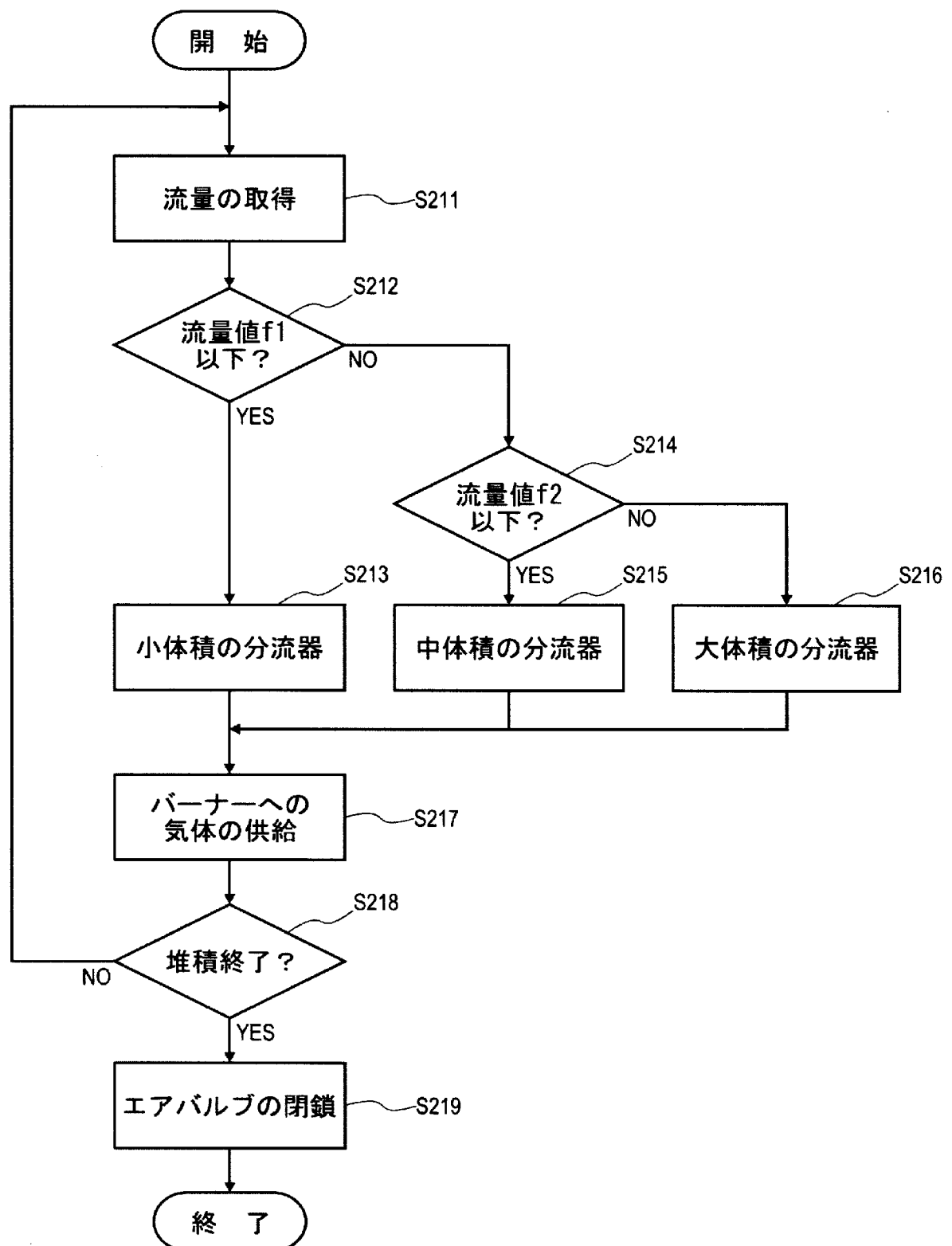
[図4]



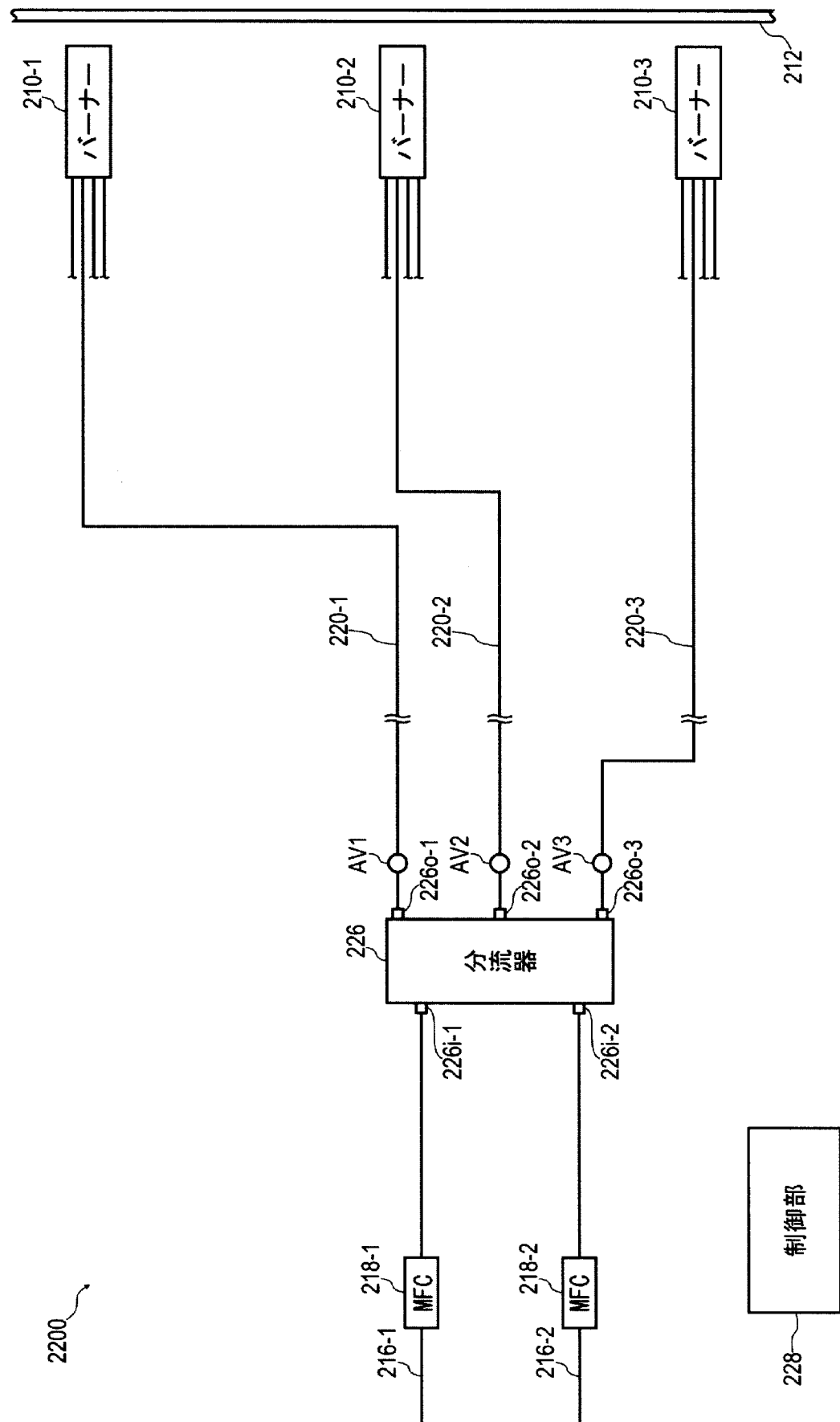
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000053

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B37/018(2006.01)i, C03B8/04(2006.01)i, F17D1/04(2006.01)i, F23K5/00(2006.01)i, F23L1/00(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)

C03B37/018, C03B8/04, F17D1/04, F23K5/00, F23L1/00

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.
A	JP 2004-026519 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 29 January 2004 (29.01.2004), claims 1 to 5; paragraphs [0001], [0009]; fig. 1 (Family: none)	1-21
A	JP 2003-089530 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 28 March 2003 (28.03.2003), claims 1 to 9; paragraphs [0020] to [0032], [0037] to [0040]; fig. 1, 5 (Family: none)	1-21

☒ 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
26 February 2016 (26.02.16)

Date of mailing of the international search report
08 March 2016 (08.03.16)

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/JP2016/000053

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 2007-176728 A (Shin-Etsu Quartz Products Co., Ltd.), 12 July 2007 (12.07.2007), claims 1 to 7; fig. 1 (Family: none)	1-21
A	JP 2013-249232 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 12 December 2013 (12.12.2013), entire text (Family: none)	1-21

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)i, C03B8/04(2006.01)i, F17D1/04(2006.01)i, F23K5/00(2006.01)i, F23L1/00(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. C03B37/018, C03B8/04, F17D1/04, F23K5/00, F23L1/00

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
A	JP 2004-026519 A（信越化学工業株式会社）2004.01.29, 請求項 1-5, 段落[0001], [0009], 図 1（ファミリーなし）	1-21
A	JP 2003-089530 A（住友電気工業株式会社）2003.03.28, 請求項 1-9, 段落[0020]-[0032], [0037]-[0040], 図 1, 5（ファミリーなし）	1-21
A	JP 2007-176728 A（信越石英株式会社）2007.07.12, 請求項 1-7, 図 1（ファミリーなし）	1-21
A	JP 2013-249232 A（古河電気工業株式会社）2013.12.12, 全文（ファミリーなし）	1-21

❏ 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

26.02.2016

国際調査報告の発送日

08.03.2016

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）

森坂 英昭

4 T

4760

電話番号 03-3581-1101 内線 3465