(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
2017年11月2日(02.11.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/188334 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 8/04 (2006.01) *C03B 37/018* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/016591

(22) 国際出願日： 2017年4月26日(26.04.2017)

(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 2016-087695 2016年4月26日(26.04.2016) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 早川 正敏 (**HAYAKAWA Masatoshi**); 〒3213231 栃木県宇都宮市清原工業団地１８番５号 清原住電株式会社内 Tochigi (JP).

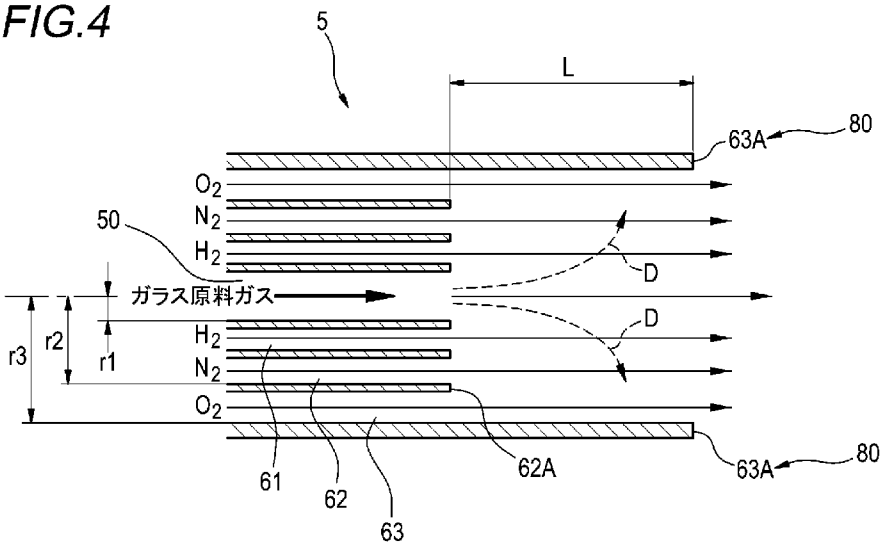
(74) 代理人: 特許業務法人 信栄特許事務所(**SHIN-EI PATENT FIRM, P.C.**); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目７番１３号 虎ノ門イーストビルディング８階 Tokyo (JP).

(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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) Title: METHOD OF SYNTHESIZING GLASS MICROPARTICLES

(54) 発明の名称： ガラス微粒子の合成方法

FIG.4



50 Glass feedstock gas

(57) Abstract: A method of synthesizing glass microparticles, said method including discharging a glass feedstock gas from a central feedstock gas port in a jacketed pipe burner having a plurality of gas ports, as well as discharging a flame-forming gas from a plurality of gas ports outside the central feedstock gas port, and pyrolyzing the glass feedstock gas in the flames formed by the flame-forming gas so as to synthesize glass microparticles, wherein a projection is formed on the gas-discharge-side end surface of the jacketed pipe burner downstream of the central feedstock gas port, and the glass microparticles are synthesized by discharging the flame-forming gas from at least one gas port located to the inside

WO 2017/188334 A1

[続葉有]

MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

---

of the projection at a flow rate V2 that is 0.3 to 1.0 times the flow rate V1 of the gas discharged from the central feedstock gas port.

(57) 要約:複数のガスポートを有する多重管バーナの中心の原料ガスポートからガラス原料ガスを噴射すると共に中心の原料ガスポートの外側の複数のガスポートから火炎形成用ガスを噴射し、火炎形成用ガスにより形成される火炎内でガラス原料ガスを火炎分解反応させてガラス微粒子を合成するガラス微粒子の合成方法であって、多重管バーナは、そのガス噴射側端面に中心の原料ガスポートより下流側に突き出した突出し部が形成されており、突出し部より内側にあるガスポートのうちの少なくとも1つのガスポートから、中心の原料ガスポートから噴射するガス流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように火炎形成用ガスを噴射してガラス微粒子の合成を行う。

明　細　書

発明の名称 ： ガラス微粒子の合成方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス微粒子の合成方法に関する。

本出願は、２０１６年４月２６日出願の日本出願第２０１６－０８７６９５号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献１には、複数のガスポートを有する多重管バーナにガラス原料ガスと火炎形成用ガス（可燃ガス、助燃ガス、シールガスなど）を供給し、多重管バーナが形成する火炎内でガラス原料ガスを火炎分解反応させてガラス微粒子を合成するガラス微粒子の合成方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開２０１５－３０６４２号公報

発明の概要

[0004] 本開示の一態様に係るガラス微粒子の合成方法は、

複数のガスポートを有する多重管バーナの中心のガスポートからガラス原料ガスを噴射すると共に前記中心のガスポートの外側の複数のガスポートから火炎形成用ガスを噴射し、前記火炎形成用ガスにより形成される火炎内で前記ガラス原料ガスを火炎分解反応させてガラス微粒子を合成するガラス微粒子の合成方法であって、

前記多重管バーナは、そのガス噴射側端面に前記中心のガスポートより下流側に突き出した突出し部が形成されており、

前記突出し部より内側にあるガスポートのうちの少なくとも1つのガスポートから、前記中心のガスポートから噴射するガス流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように前記火炎形成用ガスを噴射してガラス微

粒子の合成を行う。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]本開示の一態様に係るガラス微粒子の合成方法を実施する製造装置の一例を説明する図である。

[図2A]ガラス微粒子を生成する多重管バーナの一形態を示す縦断面図である。

[図2B]ガラス微粒子を生成する多重管バーナの一形態を示すは横断面図である。

[図3]多重管バーナ内にガラス微粒子が堆積する仕組みを説明する模式図である。

[図4]多重管バーナ内へのガラス微粒子の堆積を抑制する方法および条件を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献１のようなガラス微粒子の合成方法に用いられる多重管バーナは、火炎分解反応の調整などのため、多重管バーナの径方向における内側のガスポートより外側のガスポートの方が長くなる突出し部が形成されている。特許文献１の場合は、突出し部を段差部と称してその段差部が二段設けられている。このような突出し部により、中心のガスポートから噴射される原料ガスが過度に散らばらないようにできる。

[0007] ところが、上記突出し部において、その内壁にガラス微粒子が堆積し多重管バーナの目詰まりが生じてしまう。目詰まりが生じると、ガラス微粒子の合成に支障をきたすので、多重管バーナの清掃を行う必要がある。このため、例えば特許文献１の場合は、所定のガスポート管部の先端を交換可能にして、取り外して清掃または交換することで多重管バーナの目詰まりを防いでいる。

[0008] しかしながら、多重管バーナの清掃または交換を行うメンテナンス作業が必要であり、そのメンテナンス作業の間は、ガラス合成を停止するため、ガ

ラス製造の機会損失となってしまう。また、ガラス合成装置内は狭いため、多重管バーナのメンテナンス作業は困難な作業である。

[0009] そこで、本開示の目的は、ガラス製造の機会損失を抑制し、多重管バーナのメンテナンス作業の必要性をほぼ無くすることが可能なガラス微粒子の合成方法を提供することにある。

[0010] ［本開示の効果］

本開示によれば、ガラス製造の機会損失を抑制し、多重管バーナの清掃（または交換）作業の必要性をほぼ無くすることができる。

[0011] ［本発明の実施形態の説明］

最初に本発明の実施形態を列記して説明する。

本発明の一態様に係るガラス微粒子の合成方法は、

（１）複数のガスポートを有する多重管バーナの中心のガスポートからガラス原料ガスを噴射すると共に前記中心のガスポートの外側の複数のガスポートから火炎形成用ガスを噴射し、前記火炎形成用ガスにより形成される火炎内で前記ガラス原料ガスを火炎分解反応させてガラス微粒子を合成するガラス微粒子の合成方法であって、

前記多重管バーナは、そのガス噴射側端面に前記中心のガスポートより下流側に突き出した突出し部が形成されており、

前記突出し部より内側にあるガスポートのうちの少なくとも1つのガスポートから、前記中心のガスポートから噴射するガス流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように前記火炎形成用ガスを噴射してガラス微粒子の合成を行う。

この方法によれば、多重管バーナの突出し部より内側にあるガスポートのうちの少なくとも1つのガスポートから、中心のガスポートから噴射するガス流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように火炎形成用ガスを噴射するので、中心のガスポートから噴射するガラス原料ガスが、流速Ｖ２の火炎形成用ガスに阻まれて、突出し部の内壁にはほとんどガラス微粒子が堆積しない。このため、多重管バーナの目詰まりが生じないので、ガラ

ス製造の機会損失を抑制し、多重管バーナのメンテナンス作業の必要性をほぼ無くすることができる。

[0012] （２）前記中心のガスポートのガス流速Ｖ１は、５ｍ／秒以上２０ｍ／秒以下であり、

前記突き出し部の突出し長さがＶ１×０．０１秒以下であることが好ましい。

上記条件下で、ガラス微粒子の合成を行うことにより、より確実にガラス製造の機会損失を抑制し、多重管バーナの清掃（または交換）作業の必要性をほぼ無くすることができる。

[0013] （本発明の実施形態の詳細）

本発明の実施形態に係るガラス微粒子の合成方法の具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。

なお、本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0014] 以下に示すガラス微粒子の合成方法としては、ＶＡＤ（Vapor Phase Axial Deposition）法を例に説明するが、本発明はＶＡＤ法に限定されるものではない。ＶＡＤ法と同様にガラス原料からガラスを堆積させる方法、例えば、ＯＶＤ（Outside Vapor Deposition）法に本発明を適用することも可能である。

[0015] 本実施形態に係るガラス微粒子の合成方法の具体例として、ガラス微粒子堆積体Ｍを製造する製造装置の一例について、図１を参照しつつ説明する。

図１に示すように、製造装置１は、反応容器２と、昇降回転装置３と、ガス供給装置４と、多重管バーナ５と、各部の動作を制御する制御部６とを備えている。

[0016] 反応容器２は、ガラス微粒子堆積体Ｍが形成される容器であり、反応容器２の側面に取り付けられた排気管２１を備えている。排気管２１は、ガラス微粒子堆積体Ｍとして付着されなかったガラス微粒子１０を反応容器２の外

部に排出する管である。

[0017] 昇降回転装置３は、支持棒３１および出発ロッド３２を介してガラス微粒子堆積体Ｍを回転させながら昇降させうる装置である。昇降回転装置３は、制御部６から送信されてくる制御信号に基づいて支持棒３１の動作を制御している。

[0018] 支持棒３１は、反応容器２の上壁に形成された貫通穴を挿通して配置されており、反応容器２内に配置される一方の端部には出発ロッド３２が取り付けられている。支持棒３１は、出発ロッド３２が取り付けられている端部とは反対側の端部が昇降回転装置３により把持されている。出発ロッド３２は、ガラス微粒子１０が堆積されるロッドであり、支持棒３１に取り付けられている。

[0019] ガス供給装置４は、ガラス原料４１を気化させたガラス原料ガスを多重管バーナ５に供給する装置である。ガス供給装置４は、ガラス原料４１を貯留する原料容器４２と、ガラス原料ガスの供給流量を制御するＭＦＣ（Mass Flow Controller）４３と、ガラス原料ガスを多重管バーナ５へ導く供給配管４４とを有している。また、ガス供給装置４は、原料容器４２とＭＦＣ４３と供給配管４４の一部とを所定温度に保つ温調ブース４５を有している。

[0020] ＭＦＣ４３は、制御部６から送信されてくる制御信号に基づいて、多重管バーナ５に供給するガラス原料ガスの供給量を制御するとともに、多重管バーナ５から噴射されるガラス原料ガスの流量を制御している。

[0021] 多重管バーナ５は、ガラス微粒子１０を生成するためのものであり、例えば、金属材料あるいは石英ガラス等で構成されている。金属材料としては、例えば、耐腐食性が特に優れたステンレス（ＳＵＳ：Steel Special Use Stainless）を用いることが好ましい。多重管バーナ５には、ガラス原料ガスと、火炎形成用ガス（燃焼ガス、助燃ガス、シールガスなど）とが供給される。ガラス原料ガスとしては、例えば四塩化ケイ素（$SiCl_4$）やシロキサン等が供給され、火炎形成用ガスとしては、例えば、水素（H_2）等の燃焼ガス、酸素（O_2）等の助燃ガス、窒素（N_2）等のシールガス、などが供給され

る。

[0022] 多重管バーナ５は、気化されたガラス原料ガスを酸水素火炎中において火炎分解反応させることでガラス微粒子１０を生成する。多重管バーナ５は、生成されたガラス微粒子１０を出発ロッド３２に噴きつけて堆積させ、所定外径のガラス微粒子堆積体Ｍを作製する。なお、図１では、火炎形成用ガスを供給するためのガス供給装置は省略されている。

[0023] 制御部６は、昇降回転装置３、ガス供給装置４等の動作を制御する。制御部６は、昇降回転装置３に対して、ガラス微粒子堆積体Ｍの昇降速度および回転速度を制御する制御信号を送信する。また、制御部６は、ガス供給装置４のＭＦＣ４３に対して、多重管バーナ５から噴霧するガラス原料ガスの流量を制御する制御信号を送信する。

[0024] 図２Ａは、多重管バーナ５を軸方向に切断した縦断面図であり、図２Ｂは、多重管バーナ５の中心軸Ｂに近い一部分を軸方向に対して垂直方向に切断した横断面図である。図２Ａに示すように、多重管バーナ５としては、例えば１２重管などの多重管バーナ構造のものが用いられる。なお、図２Ａにおいて上方が、多重管バーナ５のガス噴射側である先端方向を示す。

[0025] 多重管バーナ５の中央部には、ガラス原料ガスが噴射される原料ガスポート５０が設けられている。原料ガスポート５０にはガラス原料ガスのみを供給することも、ガラス原料ガスに他のガス、例えばH_2ガスを混合して供給することもできる。

原料ガスポート５０の外周には、火炎形成用ガスとして例えばH_2等の燃焼ガスが供給される第一の火炎形成用ガスポート６１，６５，６９と、同じく火炎形成用ガスとして例えばO_2等の助燃ガスが供給される第二の火炎形成用ガスポート６３，６７，７１とが交互に設けられている。交互に設けられた第一の火炎形成用ガスポート６１，６５，６９と第二の火炎形成用ガスポート６３，６７，７１との間には、火炎形成用ガスとして例えばN_2等のシールガスが供給される第三の火炎形成用ガスポート６２，６４，６６，６８，７０が設けられている。

[0026] 原料ガスポート５０は、多重管バーナ５の軸方向へ沿って延びる管部で形成されており、多重管バーナ５の中心部に設けられている。また、他の火炎形成用ガスポート６１～７１は、原料ガスポート５０と同心円状に配置された管部間の隙間として形成されている（図２Ｂ参照）。これら複数の管部の各々の厚さＴ１は、例えば１ｍｍ程度である。また、原料ガスポート５０，火炎形成用ガスポート６１～７１の開口厚Ｔ２は、例えば２ｍｍ程度である。なお、必ずしも全ての管部の厚さＴ１、および全てのガスポートの開口厚Ｔ２がそれぞれ一律である必要はない。

[0027] 多重管バーナ５の先端側の部分において、例えば原料ガスポート５０，火炎形成用ガスポート６１，６２を構成する３つの管部５０Ａ，６１Ａ，６２Ａは同一の長さであって、原料ガスポート５０，火炎形成用ガスポート６１～７１を構成する管部のなかで最も短い長さに形成されている。また、例えば火炎形成用ガスポート６３の外周側を構成する管部６３Ａから火炎形成用ガスポート６６を構成する管部６６Ａまでの４つの管部は同一の長さであって、上記管部５０Ａ，６１Ａ，６２Ａよりも長くなるように形成されている。また、例えば火炎形成用ガスポート６７の外周側を構成する管部６７Ａから火炎形成用ガスポート７１を構成する管部７１Ａまでの５つの管部は同一の長さであって、上記管部６３Ａ～６６Ａよりも長くなるように形成されている。

[0028] このように、多重管バーナ５の先端部では、多重管バーナ５の径方向における内側のガスポートより外側のガスポートの方が長くなるように、所定の領域ごとに管部の長さが設定されている。この長さの設定により、多重管バーナ５内には、管部５０Ａ，６１Ａ，６２Ａと管部６３Ａ～６６Ａとの間の段差部と、管部６３Ａ～６６Ａと管部６７Ａ～７１Ａとの間の段差部とが形成されている。

[0029] 管部５０Ａ，６１Ａ，６２Ａと管部６３Ａ～６６Ａとの間の段差部において、管部５０Ａ，６１Ａ，６２Ａのガス噴射側の端面よりも多重管バーナ５の下流側（先端方向側）に突き出した部分を突出し部８０と定義し、その長

さを突出し長Ｌとする。なお、図２Ａおよび図２Ｂに示す多重管バーナ５では、管部６３Ａ～６６Ａのガス噴射側の端面よりも多重管バーナ５の下流側にさらに突き出した第二の突出し部９０が形成されている。多重管バーナ５は、このような突出し部８０，９０が設けられることにより、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスが多重管バーナ５の径方向へ過度に拡散しないようにすることができる。

[0030] ところが、従来は、突出し部を有する多重管バーナを用いてガラス微粒子を生成する場合、突出し部においてその内壁にガラス微粒子が堆積し多重管バーナの目詰まりが生じる問題があった。

この問題が生じる仕組みを図３の模式図を参照して説明する。図３に示すように、原料ガスポートから噴射されたガラス原料ガスの一部は、例えば矢印Ｃの方向へ勢いよく一気に拡散する。このため、拡散したガラス微粒子が突出し部の内壁に堆積する。

[0031] 突出し部の長さを単純に短くして突出し部へのガラス微粒子の堆積を防ぐことが考えられる。しかしながら、突出し長を変えると多重管バーナによって形成される火炎が変化し、ガラス微粒子の合成速度や合成量なども変化してしまうため、突出し部の長さを単純に短くすることは困難である。また、ガラス微粒子堆積体の製造設備ごとに原料ガスポートに投入されるガラス原料ガスの流量は異なるため、ガラス原料ガスの流量に応じて突出し部に対するガラス微粒子が堆積する領域も変化する。

[0032] したがって、ガラス微粒子堆積体の製造設備ごとに突出し部の長さの異なる多重管バーナを使用することが望ましいが、設備ごとに異なる多重管バーナを用意する必要があり費用がかかる。また、同じ設備において、製造上の都合等でガラス原料ガスの流量が変更されたときに、多重管バーナの交換が必要になり、バーナ交換費用および交換作業中のガラス製造の機会損失が生じる。

[0033] そこで、本発明者は、ガラス原料ガスの流量が異なる場合であっても、突出し部の内壁にガラス微粒子が堆積しない方法およびその条件について以下

のように検討を行った。

[0034] 図４を用いて、多重管バーナ５の突出し部８０の内壁へのガラス微粒子の堆積を抑制する方法について説明する。

図４に示すように、図２Ａおよび図２Ｂで示した多重管バーナ５の原料ガスポート５０と突出し部８０との間に設けられている火炎形成用ガスポート６１，６２，６３に着目し、これらのガスポートから噴射されるガスを用いて、突出し部８０へのガラス原料ガスの拡散を抑制する方法および条件について検討した。

[0035] そして、検討の結果、火炎形成用ガスポート６１，６２，６３のうちの少なくとも１つのガスポートから、火炎形成用ガスを所定の範囲内の流速で噴射することにより、火炎形成用ガスの流れが突出し部８０方向へのガラス原料ガスの流れ（図４の破線矢印Ｄ参照）を抑制しうることを見出した。

なお、ガスの流速Ｖは、ガスポートを流れるガスの流量Ｑ（m^3／秒）と、ガスポートの断面積Ｓ（m^2）とから、次の式１で算出することができる。

Ｖ＝Ｑ／Ｓ（ｍ／秒）・・・（式１）

[0036] 検討の結果、火炎形成用ガスポート６１，６２，６３のうちの少なくとも１つのガスポートから噴射される火炎形成用ガスの流速（以下、Ｖ２とする）を、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスの流速（以下、Ｖ１とする）を基準として設定すると、突出し部８０方向へのガラス原料ガスの流れＤは、流速Ｖ２を０．３Ｖ１（ｍ／秒）以上とすることにより抑制できることがわかった。

[0037] ところが、流速Ｖ２が大きくなるほど、ガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度が下がって微粒子堆積体Ｍへガラス微粒子１０が堆積しにくくなり製造上の問題が生じる。このため、製造上の問題が生じないようにガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度の低下を抑制するための流速Ｖ２の上限値は、１．０Ｖ１（ｍ／秒）である。

[0038] 以上の検討により、本実施形態に係るガラス微粒子の合成方法では、突出し部８０より内側にある火炎形成用ガスポート６１，６２，６３のうちの少

なくとも1つのガスポートから、中心の原料ガスポート５０から噴射するガラス原料ガスの流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように火炎形成用ガスを噴射してガラス微粒子の合成を行うこととする。

[0039] さらに、本発明者は、ガラス原料ガスの流量に応じて突出し部８０に対するガラス微粒子１０が堆積する領域が変化することと、ガラス原料ガスの流速Ｖ１が速いときほどガラス微粒子１０が突出し部８０に堆積しやすいことに着目した。そして、ガラス原料ガスの流速Ｖ１を遅くしていった場合の、例えば流速Ｖ１と突出し部８０の突出し長Ｌとの好ましい関係について検討した。

[0040] 検討の結果、本発明者は、ガラス原料ガスの流速Ｖ１が、例えば５（ｍ／秒）以上２０（ｍ／秒）以下の場合に、突出し部８０の突出し長ＬをＶ１（ｍ／秒）×０．０１（秒）以下にすることにより、突出し部８０へのガラス微粒子１０の堆積を抑制するのに好ましいことを見出した。

[0041] 本実施形態に係るガラス微粒子の合成方法によれば、ガラス微粒子１０の合成の際に、火炎形成用ガスポート６１，６２，６３のうちの少なくとも1つのガスポートから、０．３Ｖ１以上１．０Ｖ１以下（ｍ／秒）に設定された流速Ｖ２の火炎形成用ガスが噴射される。このため、原料ガスポート５０から噴射される流速Ｖ１のガラス原料ガスは、流速Ｖ２の火炎形成用ガス等の流れによって、突出し部８０方向への拡散が抑制される。そして、突出し部８０を構成する管部６３Ａの内壁にはほとんどガラス微粒子１０が堆積しなくなる。これにより、多重管バーナ５におけるガラス微粒子１０の目詰まりを減少させることができ、ガラス製造の機会損失を抑制して、多重管バーナの清掃または交換を行うメンテナンス作業の必要性をほぼ無くすることができる。

[0042] また、流速Ｖ２の上限値は、１．０Ｖ１（ｍ／秒）以下に設定されている。このため、火炎形成用ガス等が高速で噴射されることに伴うガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度の低下を防ぐことができ、良好にガラス微粒子が付着されたガラス微粒子堆積体Ｍの製造を行うことができる。

[0043] また、ガラス原料ガスの流速Ｖ１が５（ｍ／秒）以上２０（ｍ／秒）以下に設定された場合には、突出し部８０の突出し長ＬがＶ１（ｍ／秒）×０．０１（秒）以下の長さに設定される。このため、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積をさらに抑制することができ、ガラス製造の機会損失を抑制するとともに、多重管バーナのメンテナンス作業の必要性をほぼ無くすることができる。

実施例

[0044] 図２Ａおよび図２Ｂに示す多重管バーナ５を使用してガラス微粒子を合成する実験を行った。

本実験では、原料ガスポート５０と突出し部８０との間に設けられている火炎形成用ガスポート６１，６２，６３のうち最も外側に配置されている火炎形成用ガスポート６３（燃焼ガスである酸素（O_2）が供給される第二の火炎形成用ガスポート）から流速Ｖ２のガスを噴射させた。原料ガスポート５０には原料ガスとH_2ガスを混合したガスを噴射した。

また、原料ガスポート５０の流量をＱ１、断面積をＳ１とし、火炎形成用ガスポート６３の流量をＱ２、断面積をＳ２とした。また、原料ガスポート５０の半径をｒ１、多重管バーナ５の中心軸Ｂから管部６２Ａまでの距離をｒ２、多重管バーナ５の中心軸Ｂから管部６３Ａまでの距離をｒ３とした（図４参照）。なお、突出し部８０の突出し長Ｌは０．１５（ｍ）とした。

[0045] 先ず、Ｑ１＝　０．０００４２５（m^3／秒）

Ｓ１＝π×ｒ１^2＝π×０．００３^2（m^2）

Ｑ２＝０．０００３７２（m^3／秒）

Ｓ２＝π×（ｒ３^2－ｒ２^2）＝π×（０．０１１^2－０．００９^2）（m^2）

の条件でガラス微粒子の合成を行い、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積を観察した。

このときの、ガラス原料ガスの流速Ｖ１＝Ｑ１／Ｓ１＝１５．０（ｍ／秒）、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝Ｑ２／Ｓ２＝３．０（ｍ／秒）であり、Ｖ２＝０．２Ｖ１であった。すなわち、火炎形成用ガスポート６３から噴射さ

れる火炎形成用ガスの流速Ｖ２は、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスの流速Ｖ１の０．２倍であった。

[0046] 次に、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流量を増加させて、Ｑ２＝０．０００５６５（m^3／秒）としてガラス微粒子の合成を行い、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積を観察した。なお、Ｑ１，Ｓ１，Ｓ２は上記と同じ条件とした。

このときの、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝Ｑ２／Ｓ２＝４．５（ｍ／秒）であり、Ｖ２＝０．３Ｖ１であった。すなわち、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流速Ｖ２は、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスの流速Ｖ１の０．３倍であった。

[0047] さらに、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流量を増加させて、Ｑ２＝０．００１８８（m^3／秒）としてガラス微粒子の合成を行い、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積を観察した。なお、Ｑ１，Ｓ１，Ｓ２は上記と同じ条件とした。

このときの、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝Ｑ２／Ｓ２＝１５．０（ｍ／秒）であり、Ｖ２＝１．０Ｖ１であった。すなわち、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流速Ｖ２は、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスの流速Ｖ１の１．０倍であった。

[0048] 最後に、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流量をさらに増加させて、Ｑ２＝０．００２２６（m^3／秒）としてガラス微粒子の合成を行い、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積を観察した。なお、Ｑ１，Ｓ１，Ｓ２は上記と同じ条件とした。

このときの、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝Ｑ２／Ｓ２＝１８．０（ｍ／秒）であり、Ｖ２＝１．２Ｖ１であった。すなわち、火炎形成用ガスポート６３から噴射される火炎形成用ガスの流速Ｖ２は、原料ガスポート５０から噴射されるガラス原料ガスの流速Ｖ１の１．２倍であった。

[0049] 上記実験の結果、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝０．２Ｖ１の場合、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積が観察され、清掃しても除去できな

かった。これに対して、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝０．３Ｖ１の場合、火炎形成用ガスの流れにより、ガラス原料ガスの突出し部８０方向への拡散が抑制され、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積量が減少した。また、ガラス微粒子１０の堆積位置が多重管バーナ５の下流側へ変化した。管部６３Ａの内壁に堆積したガラス微粒子は清掃により容易に除去することができた。さらに、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝１．０Ｖ１の場合、ガラス原料ガスの突出し部８０方向への拡散がさらに抑制され、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積がまったく生じなかった。また、火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝１．２Ｖ１の場合、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積はまったく生じなかったものの、ガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度が低下して、ガラス微粒子堆積体の製造ができなかった。

[0050] 以上の実験に加え、シミュレーションにより突出し長Ｌ、Ｖ１、Ｖ２を変えた場合の管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積量を求めた。

シミュレーションは、市販の熱流体解析ソフトでおこなった。上記実験における突出し長Ｌ、Ｖ１、Ｖ２で計算した管部６３Ａの内壁付近のガラス微粒子濃度と、上記実験で観察した堆積量を対応させることで、突出し長Ｌ、Ｖ１、Ｖ２を変えた場合をシミュレーションした。

[0051] 表１は、突出し長Ｌ＝０．００７×Ｖ１とし、Ｖ１、Ｖ２を変えた場合である。表２は、突出し長Ｌ＝０．０１０×Ｖ１とし、Ｖ１、Ｖ２を変えた場合である。表３は、突出し長Ｌ＝０．０１３×Ｖ１とし、Ｖ１、Ｖ２を変えた場合である。

各表の結果では、ガラス微粒子１０の堆積量を、「有」、「有（Ａ）」（清掃により容易に除去可能な量）、「無」の３つの水準に分けて表記している。

また、上記実験では火炎形成用ガスの流速Ｖ２＝１．２Ｖ１の場合、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積はまったく生じなかったものの、ガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度が低下して、ガラス微粒子堆積体Ｍの製造ができなかったことから、表１～表３におけるＶ２が１．２×Ｖ１の場合は

、同様にガラス微粒子堆積体Ｍの表面温度が低下すると考えられる。このため、Ｖ２が１．２×Ｖ１の場合は、ガラス微粒子１０の堆積量にかかわらず、「温度低下」と表記している。

[0052] [表1]

表１

V2	V1（m/秒）					
	3	5	10	15	20	25
0.2×V1	有	有	有	有	有	有
0.3×V1	有（A）	無	無	無	無	有（A）
0.5×V1	有（A）	無	無	無	無	有（A）
0.7×V1	有（A）	無	無	無	無	有（A）
1.0×V1	有（A）	無	無	無	無	有（A）
1.2×V1	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下

[0053] [表2]

表２

V2	V1（m/秒）					
	3	5	10	15	20	25
0.2×V1	有	有	有	有	有	有
0.3×V1	有（A）	無	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）
0.5×V1	有（A）	無	無	有（A）	有（A）	有（A）
0.7×V1	有（A）	無	無	無	有（A）	有（A）
1.0×V1	有（A）	無	無	無	無	有（A）
1.2×V1	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下

[0054] [表3]

表３

V2	V1（m/秒）					
	3	5	10	15	20	25
0.2×V1	有	有	有	有	有	有
0.3×V1	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）
0.5×V1	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）
0.7×V1	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）
1.0×V1	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）	有（A）
1.2×V1	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下	温度低下

[0055] 上記の表１～表３に示す結果から、Ｖ２がＶ１の０．３倍から０．７倍の範囲であれば、上記シミュレーション結果の全ての突出し長Ｌ、Ｖ１の場合において、管部６３Ａの内壁へのガラス微粒子１０の堆積があっても清掃で

容易に除去できるか、または、管部６３Ａの内壁へ全くガラス微粒子１０が堆積しないことが確認できる。また、突出し長ＬがＶ１×０．０１以下であれば、管部６３Ａの内壁へ全く堆積しない場合がみられることからより好ましいことがわかる。

なお、原料ガスポート５０の半径ｒ１が大きいほど、原料ガスポートから噴射されたガラス原料ガスが拡散しやすいため、原料ガスポート５０の半径ｒ１が大きい多重管バーナを用いる場合が特に好ましい。

[0056] 以上、本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。また、上記説明した構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等に変更することができる。

[0057] 例えば、図２Ａおよび図２Ｂに示すように、本実施形態では、突出し部を２つ有する二段式構造の多重管バーナ５を用いているがこれに限定されない。突出し部は少なくとも１つ設けられていればよく、例えば図２Ａおよび図２Ｂにおいて突出し部８０のみを有した一段式構造の多重管バーナであっても良い。

符号の説明

[0058] １　製造装置
２　反応容器
３　昇降回転装置
４　ガス供給装置
５　多重管バーナ
６　制御部
１０　ガラス微粒子
３１　支持棒
３２　出発ロッド
４１　ガラス原料

４３　ＭＦＣ

４４　供給配管

５０　原料ガスポート

６１，６５，６９　（第一の）火炎形成用ガスポート

６３，６７，７１　（第二の）火炎形成用ガスポート

６２，６４，６６，６８，７０　（第三の）火炎形成用ガスポート

５０Ａ，６１Ａ～７１Ａ　管部

８０　突出し部

Ｌ　突出し長

Ｍ　ガラス微粒子堆積体

Ｔ１　厚さ

Ｔ２　開口厚

請求の範囲

[請求項1] 複数のガスポートを有する多重管バーナの中心のガスポートからガラス原料ガスを噴射すると共に前記中心のガスポートの外側の複数のガスポートから火炎形成用ガスを噴射し、前記火炎形成用ガスにより形成される火炎内で前記ガラス原料ガスを火炎分解反応させてガラス微粒子を合成するガラス微粒子の合成方法であって、

前記多重管バーナは、そのガス噴射側端面に前記中心のガスポートより下流側に突き出した突出し部が形成されており、

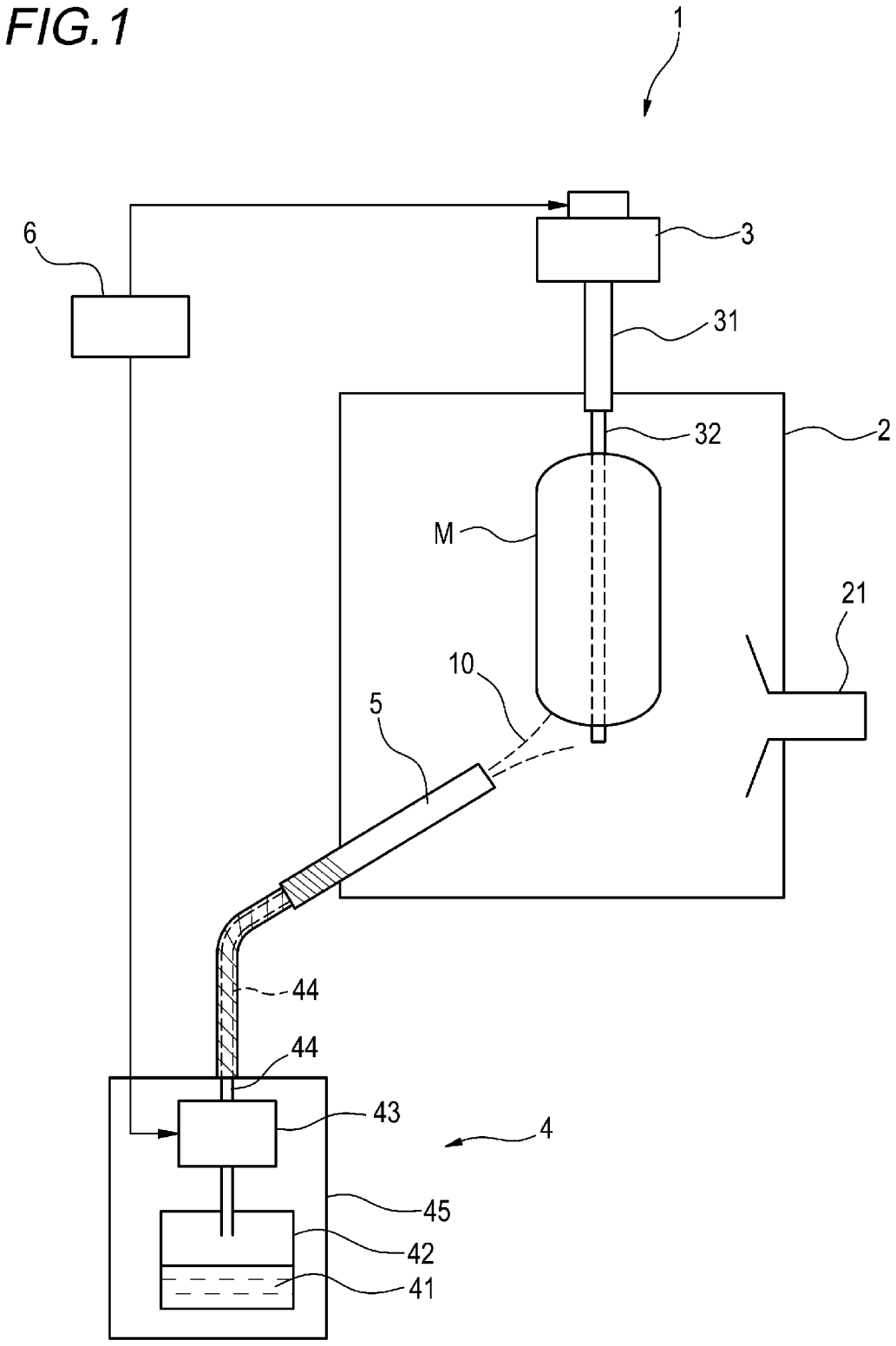
前記突出し部より内側にあるガスポートのうちの少なくとも1つのガスポートから、前記中心のガスポートから噴射するガス流速Ｖ１の０．３倍以上１．０倍以下の流速Ｖ２となるように前記火炎形成用ガスを噴射してガラス微粒子の合成を行う、ガラス微粒子の合成方法。

[請求項2] 前記中心のガスポートのガス流速Ｖ１は、５ｍ／秒以上２０ｍ／秒以下であり、

前記突き出し部の突出し長さがＶ１×０．０１秒以下である、請求項１に記載のガラス微粒子の合成方法。

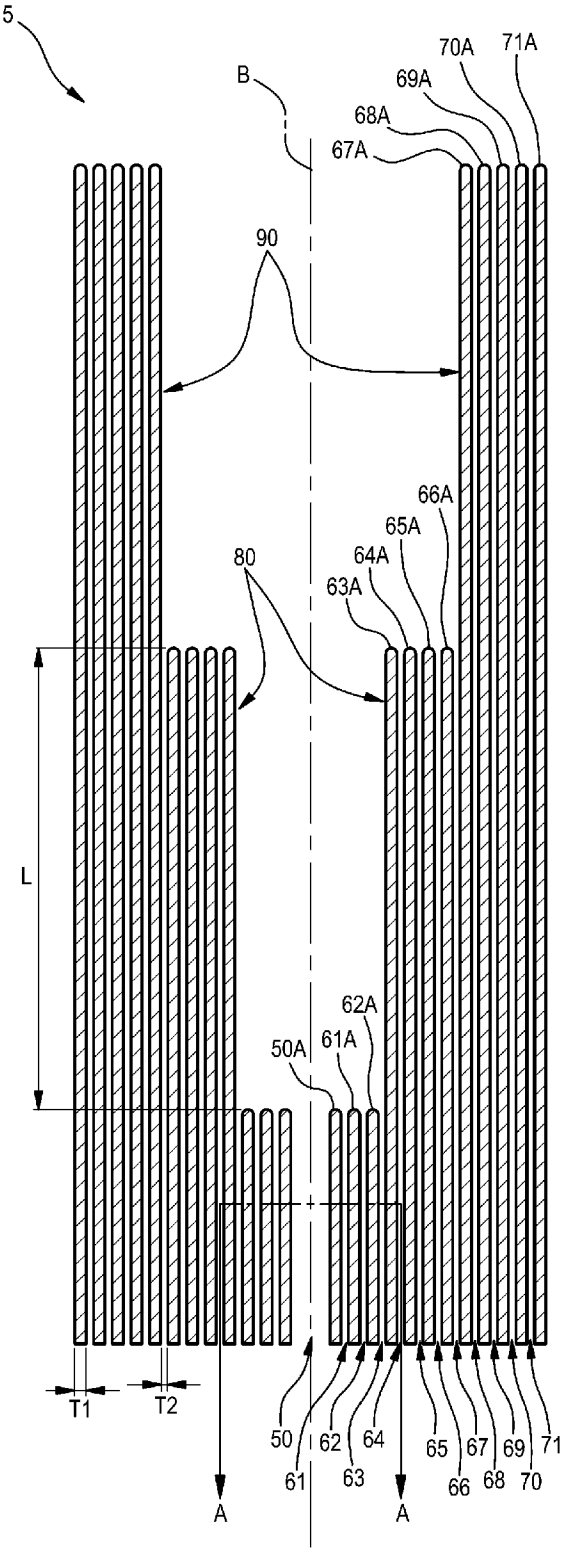
[図1]

FIG.1



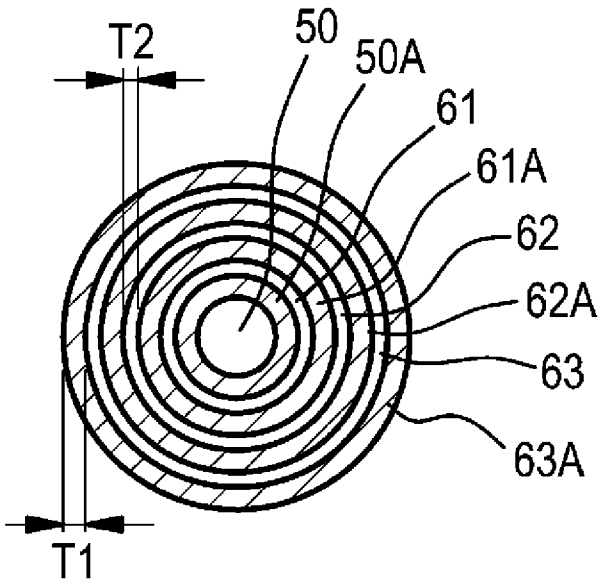
[図2A]

FIG.2A


5
B
70A
71A
69A
68A
67A
90
66A
65A
64A
63A
80
L
62A
50A
61A
T1
T2
50
61
62
63
64
A
65
66
67
68
69
70
71
A

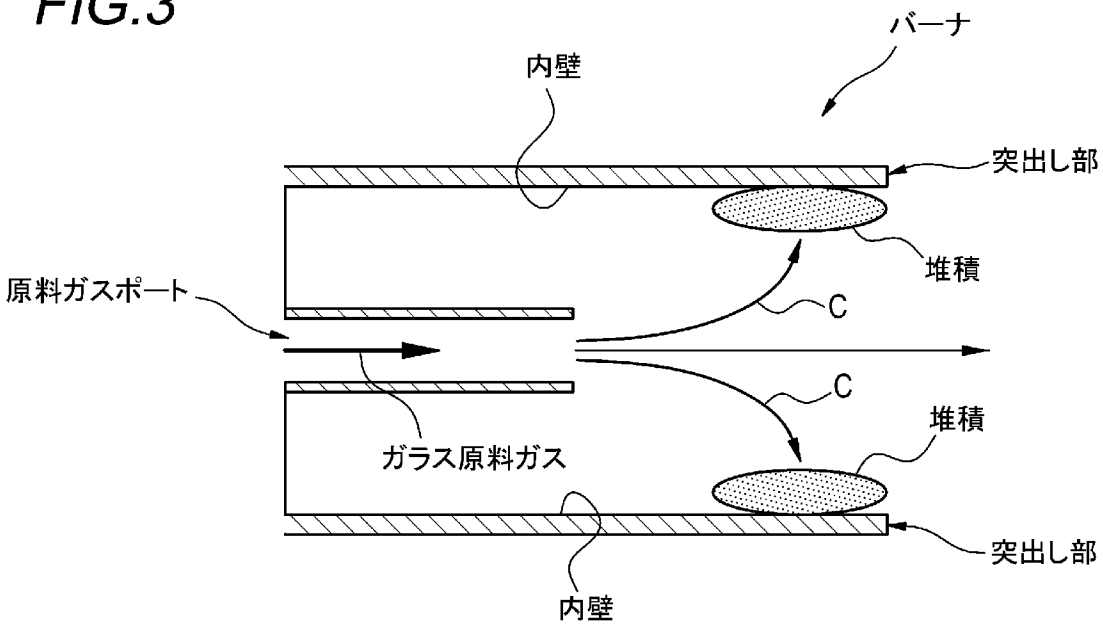
[図2B]

FIG.2B



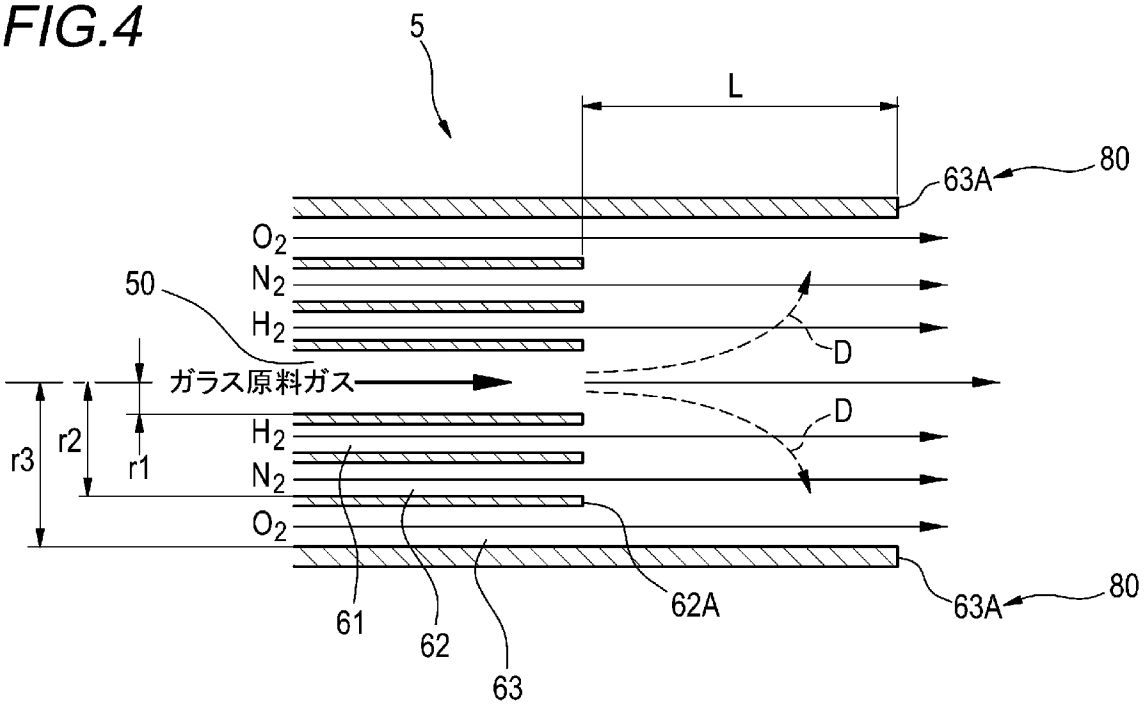
[図3]

FIG.3



[図4]

FIG.4


5
L
63A
80
O2
N2
H2
50
ガラス原料ガス
D
D
H2
N2
O2
r3
r2
r1
61
62
63
62A
63A
80

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/016591

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C03B8/04(2006.01)i, *C03B37/018*(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)
C03B8/04, C03B37/018

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
X Y	JP 2005-29448 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 03 February 2005 (03.02.2005), claims; 0014, 0019 to 0027; examples; fig. 1 to 4 & US 2006/0117800 A1 0019, 0032 to 0046; embodiment 1; fig. 1 to 4 & WO 2005/005331 A1 & EP 1650172 A1 & KR 10-2006-0024447 A & CN 1819977 A & TW 200505806 A	1 2
Y	JP 4-228443 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 18 August 1992 (18.08.1992), 0031; fig. 3, 7 (Family: none)	2

☒ 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	Date of mailing of the international search report
05 July 2017 (05.07.17)	18 July 2017 (18.07.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/016591

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 63-55135 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 March 1988 (09.03.1988), the entire specification (Family: none)	1,2
A	JP 2012-31052 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 16 February 2012 (16.02.2012), the entire specification & US 2011/0314868 A1 & EP 2399873 A1	1,2
A	JP 2013-241288 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 05 December 2013 (05.12.2013), the entire specification (Family: none)	1,2

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１６５９１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B8/04(2006.01)i, C03B37/018(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.　C03B8/04, C03B37/018

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
X Y	JP 2005-29448 A (信越化学工業株式会社) 2005.02.03, 特許請求の範囲, 0014, 0019-0027, 実施例, 図 1-4 & US 2006/0117800 A1, 0019, 0032-0046, EMBODIMENT 1, FIG. 1-4 & WO 2005/005331 A1 & EP 1650172 A1 & KR 10-2006-0024447 A & CN 1819977 A & TW 200505806 A	1 2
Y	JP 4-228443 A (日本電信電話株式会社) 1992.08.18, 0031, 図 3,7 (ファミリーなし)	2

☑　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	国際調査報告の発送日
０５．０７．２０１７	１８．０７．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｔ　３４４２
岡田　隆介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 63-55135 A (住友電気工業株式会社) 1988.03.09, 明細書全体 (ファミリーなし)	1,2
A	JP 2012-31052 A (旭硝子株式会社) 2012.02.16, 明細書全体 & US 2011/0314868 A1 & EP 2399873 A1	1,2
A	JP 2013-241288 A (古河電気工業株式会社) 2013.12.05, 明細書全体 (ファミリーなし)	1,2