

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 12 月 27 日 (27.12.2002)

PCT

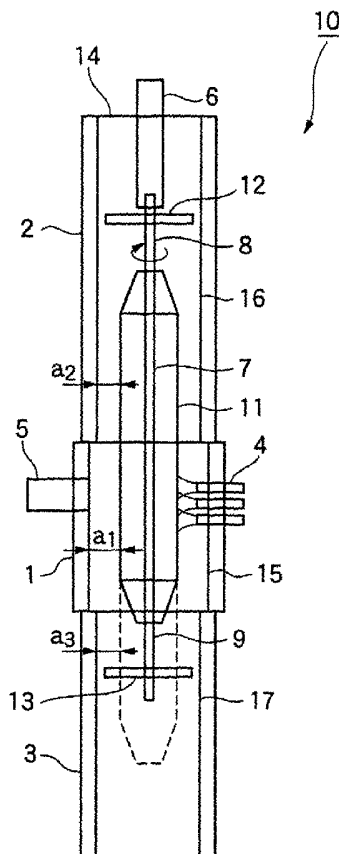
(10) 国際公開番号
WO 02/102729 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C03B 37/018, 8/04, G02B 6/00 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/05907
- (22) 国際出願日: 2002 年 6 月 13 日 (13.06.2002) (72) 発明者: および
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 石原 朋浩 (ISHIHARA, Tomohiro) [JP/JP]; 〒244-0844 神奈川県 横浜市 栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会社 横浜製作所内 Kanagawa (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (74) 代理人: 宮越 典明 (MIYAKOSHI, Noriaki); 〒107-6029 東京都 港区 赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 9 階 信栄特許事務所 Tokyo (JP).
- 特願2001-180404 2001 年 6 月 14 日 (14.06.2001) JP
- 特願2001-185174 2001 年 6 月 19 日 (19.06.2001) JP
- 特願2001-185175 2001 年 6 月 19 日 (19.06.2001) JP (81) 指定国 (国内): AU, CN, JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING STACK OF FINE GLASS PARTICLES

(54) 発明の名称: ガラス微粒子堆積体の製造装置及び製造方法



(57) Abstract: A device for producing a stack of fine glass particles that is capable of effectively suppressing the adhesion or mixing of foreign substances into a stack of fine glass particles during production. A device for producing a stack of fine glass particles that comprises an upper chimney, a reaction vessel and a lower chimney, wherein fine glass particles are stacked on the outer periphery of a start rod that is supported by a support bar within the device by rotating the start rod around the axis thereof while vertically reciprocating the same, the device being characterized in that a sleeve of quartz is installed within the reaction vessel to separate the inner wall of the reaction vessel from a central rotary member.

[続葉有]



WO 02/102729 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

製造作業中にガラス微粒子堆積体への異物の付着、混入を効果的に抑制することができるガラス微粒子堆積体の製造装置を提供すること。

本発明は、上煙突、反応容器、並びに下煙突で構成されたガラス微粒子堆積体製造装置であって、支持棒により該装置内に支持された出発ロッドを軸回りに回転させるとともに上下に往復運動させながら出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置において、前記反応容器の内側に反応容器の内壁と中央の回転部材との間を隔てる石英製のスリーブを設置してなることを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造装置。

明 細 書

ガラス微粒子堆積体の製造装置及び製造方法

<技術分野>

本発明は、OVD法によるガラス微粒子堆積体の製造装置及び製造方法に関し、特に製造作業中のガラス微粒子堆積体中への異物の混入を低減させることが可能なガラス微粒子堆積体の製造装置及び製造方法に関する。

<背景技術>

バーナ（以下バーナ）を使用し、酸水素火炎中にガラス原料となる SiCl_4 や GeCl_4 を供給して火炎加水分解反応により SiO_2 や GeO_2 ガラス微粒子を生成させ、出発ロッドに対して径方向にガラス微粒子を堆積させるOVD法によりガラス微粒子堆積体を製造する場合、バーナで生成されたガラス微粒子は出発ロッドの周囲に堆積するが、堆積体に堆積しなかったガラス微粒子は反応容器及びそれに付設された上煙突や下煙突からなる製造装置の空間内に浮遊する。

ガラス微粒子は高温ガスの影響により上方に流されやすいため、浮遊するガラス微粒子は製造装置の内壁面、特に反応容器や上煙突の内壁面に付着し、付着量が多くなると剥がれ落ちガラス微粒子堆積体の表面に異物として付着する。また、反応装置の構成材質によっては、金属系ダストが発生する場合もある。

ガラス微粒子堆積体にこれらの異物が付着すると、焼結透明化の際に気泡発生の原因となり、さらには光ファイバに線引きするときに断線を生じたり、光ファイバの伝送損失が増加するという問題がある。

従ってガラス微粒子堆積体の製造の際には、ガラス微粒子堆積体中に混入する異物の量を極力低減することが必要であり、そのための方法が種々検討され、提案されている。

例えば特開平5-116979号公報や特開平5-116980号公報には、出発ロッド（ガラス微粒子堆積体）そのものにクリーンエアや酸水素火炎を吹き

付けて、ガラス微粒子堆積体への異物混入を防ぐ方法が開示されている。しかしながら、堆積面に直接クリーンエアを吹き付けると、ガラス微粒子に剥離（割れ）が生じる。また、酸水素火炎で堆積面を炙る場合、ガラス微粒子堆積体に変形が生じ易い（特にスス嵩密度が低い場合）という問題がある。

また、特開平 8 - 2 1 7 4 8 0 号公報には、停止中の多孔質母材製造用反応容器の結露防止手段に関する発明が記載されており、反応容器の材質を Ni 若しくは Ni 基合金とすることにより金属酸化物の生成抑制に効果があることが記載されている。しかし、Ni 自体もガラス微粒子堆積体に混入すれば、ファイバの断線原因や伝送損失増加の原因となる。

本発明は反応容器、上煙突及び下煙突で構成されるガラス微粒子堆積体製造装置を用いてガラス微粒子堆積体を製造するに当たり、製造作業中にガラス微粒子堆積体への異物の付着、混入を効果的に抑制することができるガラス微粒子堆積体の製造装置及びガラス微粒子堆積体の製造方法を提供しようとするものである。

<発明の開示>

本発明は上記課題を解決する手段として次の（１）～（６４）の構成を採るものである。

（１）昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器の内側に石英製のスリーブが設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

（２）昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上煙突及び下煙突の内側に石英製のスリーブが設置されているガラス微粒

子堆積体の製造装置。

(3) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁が設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(4) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置とを繋ぐ蛇腹管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(5) 上記(1)または(2)記載の装置において、前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差が10mm以下であり、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁が設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(6) 上記(1)または(2)記載の装置において、前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置とを繋ぐ蛇腹管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(7) 上記(1)又は(2)記載の装置において、前記石英製のスリーブが円筒形状であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(8) 上記(3)又は(5)記載の装置において、前記支持棒と前記外周壁との間にクリーンガスを導入するクリーンガス導入管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(9) 上記(4)又は(6)記載の装置において、前記蛇腹管内へクリーンガスを導入するクリーンガス導入管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(10) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙

突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

内側に石英製のスリーブを設置した反応容器でガラス微粒子堆積体を製造することをガラス微粒子堆積体の製造方法。

(11) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

内側に石英製のスリーブを設置した上煙突及び下煙突を装備してガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(12) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁を設けてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(13) 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置との間を蛇腹管で繋いでガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(14) 上記(10)または(11)記載の方法において、前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁を設けたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(15) 上記(10または(11))記載の方法において、前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置との間を蛇腹管で繋いだガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(16) 上記(10)又は(11)記載の方法において、前記石英製のスリーブを円筒形状とし、該スリーブの内径とガラス微粒子堆積体の最大外径との差を100mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(17) 上記(14)記載の方法において、前記支持棒と前記外周壁との間にクリーンガスを導入するクリーンガス導入管を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(18) 上記(15)記載の方法において、前記蛇腹管内へクリーンガスを導入するクリーンガス導入管を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(19) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器の構成材料の50%以上が石英であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(20) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、前記反応容器または煙突または下煙突が円筒形状であり、前記反応容器、上煙突及び下煙突のいずれかの内径とガラス微粒子堆積の最大外径との差が100mm以下であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(21) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子

堆積体の製造装置であり、

前記出発ロッドの有効部より上方に、出発ロッドとともに移動する、上部からの落下物を受け止める外周壁を有する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

(22) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記出発ロッドの有効部より下方に、出発ロッドとともに移動する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

(23) 上記(20)乃至(22)記載の装置において、前記反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状でありいずれかの内径と、前記円板の外径との差を100mm以下とするガラス微粒子堆積体の製造装置。

なおここでさらにのぞましくは、前記反応容器または上煙突または下煙突のいずれかの内径と、前記円板の外径との差は50mm以下とする。

(24) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と上煙突の中心軸とのなす角度が90°未満となるよう下向きに取り付けられたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(25) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記下煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と下煙突の中心軸とのなす角度が90°未満となるよう上向きに取り付けられたガラス微粒

子堆積体の製造装置。

(26) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上蓋を2重構造でかつ内表面に凹凸が存在しない構造としたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(27) 上記(26)記載の装置において、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を40mm以下とするガラス微粒子堆積体の製造装置。

なおより望ましくは、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差は10mm以下とする。

(28) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記排気管の中心位置が、最上部のバーナと最下部のバーナの間位置より上方となるように排気管を配置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

(29) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置を用いてガラス微粒子堆積体を製造する方法であり、

前記反応容器の構成材料の50%以上が石英であるでガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(30) 上記(29)記載の方法において、前記反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状であり、反応容器、上煙突及び下煙突のいずれかの内径とガラス微粒子堆積体の最大外径との差を100mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(31) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管

が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記出発ロッドの有効部より上方に、出発ロッドとともに移動する、上部からの落下物を受け止める外周壁を有する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(32) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記出発ロッドの有効部より下方に、出発ロッドとともに移動する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用することを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

(33) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記反応容器または、上煙突または下煙突が円筒形状であり、いずれかの内径と、前記円板の外径との差を100mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

なおより望ましくは、前記反応容器または、上煙突または下煙突のいずれかの内径と、前記円板の外径との差を50mm以下とする。

(34) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上煙突内へ大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを1リットル/分以上の流量で導入し、かつ前記上煙突へクリー

ンガスを導入するガス導入管を、該ガス導入管と上煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう下向きに取り付けて、クリーンガスを下向きに向けて導入するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(35) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記下煙突内へ大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを 1 リットル/分以上の流量で導入し、かつ前記下煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と下煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう上向きに取り付けて、クリーンガスを上向きに向けて導入するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(36) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上蓋を 2 重構造でかつ内表面に凹凸が存在しない構造とし、上蓋中央の支持棒挿入口と支持棒とのクリアランス部に、大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを 1 リットル/分以上の流量で吹き付けるガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(37) 上記(36)記載の方法において、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を 40mm 以下としたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

なお、より望ましくは、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差は 10mm 以下とする。

(38) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子

堆積体の製造方法であり、

前記排気管の中心位置が、最上部のバーナと最下部のバーナの間位置より上方となるように排気管を配置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(39) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

反応容器、上煙突及び下煙突の外周雰囲気、大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下に保持するガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

なおより望ましくは、大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^5 個/ m^3 以下に保持する。

(40) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナと前記反応容器の取付け部との間が気密に設けられたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(41) 上記(40)記載の装置において、前記バーナと前記反応容器の取付け部との間をシール材でシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(42) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器がバーナを一体に形成した側壁を有するガラス微粒子堆積体の製造装置。

(43) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管

が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有し、前記反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆う筒が装備されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(44) 上記(43)記載の装置において、前記筒の軸方向長さが10mm以上に設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(45) 上記(43)又は(44)記載の装置において、前記筒の材質が石英であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(46) 上記(43)乃至(45)記載のいずれか1項記載の装置において、前記筒とバーナとの間をOリングで気密にシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(47) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有し、前記反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆う蛇腹管が装備されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(48) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナと前記反応容器の取付け部との間に隙間がないよう気密にし、かつバーナ位置をガラス微粒子堆積体径方向に固定したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法

(49) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管

が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有する筒で反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆い、かつ前記バーナをガラス微粒子堆積体の外径変化に対応させて該ガラス微粒子堆積体径方向に移動させながらガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子積体の製造方法。

(50) 上記(49)記載の方法において、前記筒の軸方向長さが10mm以上であるガラス微粒子積体の製造方法。

(51) 上記(49)又は(50)記載の方法において、前記筒の材質が石英であるガラス微粒子堆積体の製造方法。

(52) 上記(49)乃至(51)記載のいずれか1項記載の方法において、前記筒とバーナとの間にOリングを気密に設置するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(53) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有する蛇腹管で反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆い、かつ前記バーナをガラス微粒子堆積体の外径変化に対応させて該ガラス微粒子堆積体径方向に移動させながらガラス微粒子堆積体を堆積するガラス微粒子積体の製造方法。

(54) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器と該反応容器に取付けられる排気管回りの隙間がシール材でシールされたガラス微粒子堆積体の製造装置。

(55) 上記(54)記載の装置において、前記シール材がガラステープ、アルミテープ、Ｏリング、アルミ板、Ni板のいずれかであるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(56) 上記(54)又は(55)記載の装置において、排気管外径と排気管取入れ口の穴径との差が2～10mmに設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(57) 上記(54)乃至(56)のいずれか1項記載の装置において、排気管と反応容器の材質が石英若しくは、Ni若しくはNi基合金であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

(58) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器と排気管とが一体に設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

(59) 昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

反応容器に取り付けられる排気管回りの隙間をシール材でシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(60) 上記(59)記載の方法において、排気管回りをガラステープ又はアルミテープ又はＯリング又はアルミ板又はNi板であるシール材でシールするガラス微粒子堆積体の製造方法。

(61) 上記(59)又は(60)記載の方法において、排気管外径と排気管取入れ口の穴径との差を2～10mmとしたガラス微粒子堆積体の製造方法。

(62) 上記(59)乃至(61)のいずれか1項に記載の方法において、前記排気管と反応容器の材質が石英若しくはNi若しくはNi基合金であるガラス

微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(63) 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記反応容器と前記排気管とが一体になっているガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

(64) 上記(63)の方法において、前記反応容器と前記排気管との材質が石英若しくはNi若しくはNi基合金であるガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

<図面の簡単な説明>

図1は、本発明のガラス微粒子堆積体製造装置の基本的構成を模式的に説明する概略断面図。

図2は、本発明の装置に用いられる多重管方式のバーナの1例を示す断面図。

図3は、反応容器への反応容器用石英スリーブの取付け例を示す説明図。

図4は、上煙突への上煙突用石英スリーブの取付け例を示す説明図。

図5は、下煙突への下煙突用石英スリーブの取付け例を示す説明図。

図6は、上蓋の構造例を示す断面図。

図7は、外周壁を設けた上蓋の構造例を示す断面図。

図8は、蛇腹管を設けた上蓋の構造例を示す断面図。

図9は、本発明の他の方法を実施するガラス微粒子堆積体製造装置の基本的構成を模式的に説明する概略断面図。

図10は、反応容器の1構成例を示す説明図。

図11は、本発明において出発ロッドに取付ける上部の石英円板及び下部の石英円板の構造、取付け方法の1例を示す説明図。

図12は、上煙突及び下煙突へのガス導入管の取付け状態の1例を示す説明図。

図 1 3 は、上蓋の構造の 1 例を示す説明図。

図 1 4 は、本発明の更に他の方法を実施するガラス微粒子堆積体製造装置の基本的構成を模式的に説明する概略断面図。

図 1 5 は、本発明に係るバーナ取付け部とバーナの隙間を気密にシールした反応容器の実施態様を説明する概略部分断面図であり、(A)はシール材で隙間をシールした反応容器、(B)は金属板で隙間をシールし、さらにガラステープでシールした反応容器を示す。

図 1 6 は、本発明に係るバーナ一体型反応容器の一実施態様を説明する概略斜視図であり、各部分の組立前の状態を示す。

図 1 7 は、本発明に係る可動式バーナを O リングを介して筒で覆った反応容器を説明する概略図であり、(A)は概略断面図、(B)は概略側面図を示す。

図 1 8 は、本発明に係る可動式バーナを蛇腹管で覆った反応容器の一実施態様を説明する概略図であり、(A)は概略断面図、(B)は概略側面図を示す。

なお、図中の符号、1 は反応容器、2 は上煙突、3 は下煙突、4 はバーナ、5 は排気管、6 は支持棒、7 はコアロッド、8, 9 はダミーロッド、10 はガラス微粒子堆積体製造装置、11 はガラス微粒子堆積体、12 は石英円板、13 は石英円板、14 は上蓋、15 は反応容器用石英スリーブ、16 は上煙突用石英スリーブ、17 は下煙突用石英スリーブ、18 は原料及び水素ガス噴出ポート、19 はアルゴンガス噴出ポート、20 は水素ガス噴出ポート、21 は酸素ガス噴出ポート、22 はアルゴンガス噴出ポート、23 は酸素ガス噴出ポート、24 はバーナ挿入穴、25 は排気管挿入穴、26 a, 26 b は支え用フランジ、27 は支持棒挿入口、28 は外周壁、29 は出発ロッド、30 は昇降装置、31 はクリーニングガス導入管、32 は蛇腹管、33 はクリーニングガス導入管、10 A はガラス微粒子堆積体製造装置、34 は外壁、35 は外壁、36 は骨格部、38 は上蓋、40 は取付穴、42 は円板、43 は外周壁、48 は円板、46 は取付穴、50 はガス導入管、52 はガス導入管、56 は支持棒挿入口、58 はガス導入口、60, 62 及び 63 はガラス微粒子合成用のバーナ、65, 66 及び 67 はバーナ取付け部、65', 66' 及び 67' は隙間 (クリアランス)、68, 69 及び 70 はガラス

イン、72は排気口、73は圧力計、74はファン、76, 77a及び77bはシール材、1Aはバーナー一体型反応容器、80はスライド装置、82, 83及び84は筒、90は出発ロッド、94, 95及び96はＯリング、101, 102及び103は蛇腹管である。

<発明を実施するための最良の形態>

以下、図面を参照して本発明の装置を詳細に説明する。図1は本発明のガラス微粒子堆積体製造装置の基本的構成を模式的に説明する概略断面図である。図1に例示したガラス微粒子堆積体製造装置10は、バーナ4及び排気管5が設けられた反応容器1、上部にガラス微粒子堆積体11の出し入れを行うための上蓋14を有する上煙突2、並びに下煙突3で構成されている。

本発明の装置によるガラス微粒子堆積体製造の基本操作は次のとおりである。ガラス微粒子堆積体製造装置10内に、支持棒6によって保持された出発ロッド（例えばコア及びクラッドからなるコアロッド7の両端に上側ダミーロッド8及び下側ダミーロッド9を接続したもの）を装入する。この出発ロッドを軸回りに回転させるとともに支持棒6の上部に接続された昇降装置（図7、8参照）により上下に往復運動させながら、バーナ4で合成されるガラス微粒子を前記出発ロッド外周に堆積させてガラス微粒子堆積体11を製造する。

本発明の装置の反応容器1に設けるバーナ4としては、従来使用されている形式のものを使用すればよいが、例えば図2に示した多重管方式のバーナが好適に使用できる。図2において18は原料及び水素ガス噴出ポート、19及び22はアルゴンガス噴出ポート、20は水素ガス噴出ポート、21及び23は酸素ガス噴出ポートである。

次に本発明の特徴点を列記する。

(1) ファイバ断線の原因となる金属系ダスト（Ni、Cr、Fe、Al）の発生源をできる限り少なくするために、金属製の反応容器1の内側にバーナ4と排気管5を挿入可能な穴を有する石英スリーブ15を設置している。さらに、上煙突2及び下煙突3の内側にも石英スリーブ16及び17を設置するのが望ましい。

装置全体を石英製とした場合、熱が外へ逃げやすく、作業がし難い問題があり、また、メカニカルな機構を有する部分については石英を適用し難いという問題もあるが、このように石英製のスリーブを設置することで材質の影響をなくすことができる。

また、排気効率を向上させる観点から、石英スリーブ15、16、17を円筒形状とし、それぞれの石英スリーブの内径とガラス微粒子堆積体11の最大外径との差（図1における a_1 、 a_2 、 a_3 の各2倍）が100mm以下になるよう設定するのが好ましい。なお、石英スリーブ15、16、17の内径とガラス微粒子堆積体11の最大外径との差の下限値は、出発ロッドやガラス微粒子堆積体を含む回転部材のふれ回り等を考慮して、通常は10mm程度である。

このような石英スリーブ15、16、17を設置した装置によりガラス微粒子堆積体の製造を行う場合、図1に示したように出発ロッドの有効部の上方のダミーロッド8及び有効部の下方のダミーロッド9の部分に、それぞれ出発ロッドとともに移動する石英円板12及び13を設置してガラス微粒子堆積体11の周囲の空間を狭くすることによって、さらに排気効率を向上させることができる。

各石英スリーブ15、16、17の形状及び取付け状態の1例を図3、4、5に示す。図3は反応容器1への反応容器用石英スリーブ15の取付け例であり、バーナ4を挿入するバーナ挿入穴24と排気管5を挿入する排気管挿入穴25を設けた反応容器用石英スリーブ15を反応容器1内へ挿入し、支え用フランジ26a（石英スリーブ側）及び支え用フランジ26b（反応容器側）で保持している。

また、図4及び図5はそれぞれ上煙突2及び下煙突3への取付け例であり、上部にフランジ27及び28を有する上煙突用石英スリーブ16及び下煙突用石英スリーブ17を挿入し、フランジにより保持させることによって取付けられる。

(2) 上蓋14には、図6にその1例を示すように、中央に支持棒6を挿入する支持棒挿入口27が設けられているが、この挿入口27と支持棒6との隙間からダストを含む外気が流入してガラス微粒子堆積体11への異物付着の一因となる場合がある。この支持棒挿入口27からのダスト流入を防止するため、図6に示す

ように支持棒挿入口 27 の内径と支持棒 6 の外径との差（図 6 の b の 2 倍）を 10 mm 以下とし、かつ支持棒挿入口 27 の外周に 5 mm 以上の高さを有する外周壁 28 を支持棒 6 の回りを囲うように設置して、外気の巻き込みを抑止するのが好ましい。上蓋 14 の材質は石英若しくは Ni とする。

また、さらに外気混入の抑止効果を高めるため、図 7 に示すように外周壁 28 にクリーンガス導入管 31 を設置して支持棒 6 と外周壁 28 との間にクリーンガスを導入するのが好ましい。クリーンガスとしては大きさが $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガス又は窒素ガスなどが使用できる。なお、図 7 において 29 は出発ロッド、30 は出発ロッドを接続した支持棒 6 を軸回りに回転させながら上下に往復運動させるための昇降装置を示す。

(3) また、図 8 に示すように、支持棒 6 を覆う形で上蓋 14 と昇降装置 30 とを繋ぐ、支持棒 6 の上下往復運動に応じて伸縮可能な蛇腹管 32 を設置することによって、支持棒挿入口 27 からの外気巻き込みを防止することもできる。

さらに、外気混入の抑止効果を高めるため、蛇腹管 32 にクリーンガス導入管 33 を取付け蛇腹管 32 内に大きさが $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下であるクリーンガス又は窒素ガスなどのクリーンガスを導入してもよい。

図 9 は本発明の他の方法を実施するガラス微粒子堆積体製造装置の基本的構成を模式的に説明する概略断面図である。なお、図 1 に示したガラス微粒子堆積体製造装置と同一の構成箇所および部位には同一符号を用いるものとする。図 9 に例示したガラス微粒子堆積体製造装置 10A は、バーナ 4 及び排気管 5 が設けられた反応容器 1、上部にガラス微粒子堆積体 11 の出し入れを行うための上蓋 38 を有する上煙突 2、並びに下煙突 3 で構成されている。

本発明の方法は基本的には、この製造装置 10A 内に支持棒 6 によって支持され、回転する出発ロッド（例えばコア及びクラッドからなるコアロッド 7 の両端に上側ダミーロッド 8 及び下側ダミーロッド 9 を接続したもの）に対向させてバーナ 4 を配置し、前記出発ロッドを上下に往復運動させながらガラス微粒子を出発ロッドの外周に堆積させてガラス微粒子堆積体 11 を製造する方法である。

バーナ 4 としては、先の図 2 に示した多重管方式のバーナが好適に使用できる。
次に本発明の特徴点を列記する。

(1) 反応容器 1、上煙突 2 及び下煙突 3 から発生する異物の量を低減するため、また、製造装置 10 A 内を浮遊するガラス微粒子やダスト（以下、浮遊ダストと記載する）を効率的に排気するために上煙突 2、反応容器 1 及び下煙突 3 の内径とガラス微粒子堆積体 11 の最大外径との差（図 9 における a_1 、 a_2 、 a_3 の各 2 倍）が 100 mm 以下になるよう、製造装置 10 A の大きさをできる限りコンパクトに設計する。なお、前記反応容器 1 等の内径とガラス微粒子堆積体 11 の最大外径との差の下限値は、製造工程中にガラス微粒子堆積体 11 が反応容器 1 等の壁面やバーナ 4 等に接触することがないように適宜設定すればよく、通常は 10 mm 程度である。

(2) ファイバ断線や伝送損失増加の原因となる金属系ダスト（Ni、Cr、Fe、Al）の発生源をできる限り少なくするために、反応容器 1 の材質を骨格部を除く大部分（50%以上）を石英とする。また、上煙突 2 や下煙突 3 についても、メカニカルな機構を有する上蓋 38 などを除き、大部分（50%以上）を石英製とするのが好ましい。骨格部や上蓋に関しては Ni 又は Ni 基合金とする。

図 10 に反応容器 1 の構成例を示す。この例の反応容器 1 は Ni 製の骨格部 36 に、ガラス微粒子合成用のバーナ 4 を設置した石英製の外壁 34 と、排気管 5 を取付けた外壁 35 とを組み合わせ構成されている。

(3) 製造装置 10 A 内の空間に浮遊するガラス微粒子やその他のダストの排気効率を上げるために出発ロット有効部の上方及び／又は下方に石英円板 12、13 を取り付け、これらが出発ロット（すなわち、ガラス微粒子堆積体 11）とともに上下に移動するようにするのが好ましい。これによって、ガラス微粒子堆積体 11 の周囲の空間をより狭くし、排気効率を上げることができる。

この場合、上煙突 2 及び反応容器 1 の内径と上部石英円板 12 の外径との差（図 9 における b_1 、 b_2 の各 2 倍）、並びに下煙突 3 及び反応容器 1 の内径と下部石英円板 13 の外径との差（図 9 における c_1 、 c_2 の各 2 倍）が 50 mm 以下となるようにするのが好ましい。

なお、反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状とし、いずれかの内径と、前記円板の外径との差を100mm以下とすることで、円板より上方もしくは、下方の雰囲気圧力を高く保持することができ、上部及び下部からの外気の巻き込みを防ぐことができる。また100mm以下とすることで排気容積を小さくすることができるため、反応容器内を浮遊するガラス微粒子を効率的に排気することができる。

なおここでさらにのぞましくは、前記反応容器または上煙突または下煙突のいずれかの内径と、前記円板の外径との差は50mm以下とする。50mm以下とすることにより上記効果は更に向上する。

上部の石英円板12及び下部の石英円板13の構造、取付け方法の1例を図11(a)及び(b)に示す。この例において上側の石英円板12は中央に取付穴40を有する円板42の周囲に、上側に上部からの落下物を受ける受け皿を形成する形で外周壁43を設けたものである。また、下側の石英円板13は中央に取付穴46を有する円板48で構成されている。

これら上部の石英円板12及び下部の石英円板13は、それぞれの取付穴40及び46に、コアロッド7に接続された上側のダミーロッド8及び下側のダミーロッド9を挿入する形で出発ロッドに取付けられる。ダミーロッド8及び9はいずれも、それぞれ石英円板12及び13の取付穴40及び46に嵌合する外径の細径部とそれより太い外径の太径部で構成されている。

(4) 製造装置10A内の浮遊ダストを効率的に排気するため、上煙突2及び／又は下煙突3内に大きさが $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数を 3.5×10^4 個/ m^3 以下に抑えた空気又は窒素からなるクリーンガスを1リットル/分以上の流量で導入するのが好ましい。

製造装置10A内のガスの流れが効果的に排気管5に向かうようにするため、上煙突2へクリーンガスを導入するガス導入管50及び下煙突3へクリーンガスを導入するガス導入管52は、該ガス導入管と上煙突及び下煙突の中心軸とのなす角度(図9の α 及び β)が 90° 未満となるようにし、クリーンガスが反応容器1側へ向けて導入されるように傾斜した形で取付けつけるのが好ましい。図1

2 (a) 及び (b) にガス導入管 50 及び 52 の取付け状態の 1 例を示す。

(5) 上蓋 38 の中央には、出発ロッド等を吊り下げるための支持棒 6 を挿入する挿入口が設けられているが、ダスト数の多い外気が製造装置 10 A 内へ流入するのを抑制するため、支持棒挿入口と支持棒 6 とのクリアランス（挿入口の内径と支持棒の外径との差）は 40 mm 以下とするのが好ましい。更に望ましくは、10 mm 以下とするのが望ましい。40 mm 以下とすることで外気の巻き込みを防ぐことができる。また、上部および下部からクリーンガスを導入することで、巻き込みを防止する効果はさらに高まる。

また、上蓋 38 は図 13 にその 1 例を示すように二重構造でかつ内表面 54 に凹凸が存在しない、すなわち、深さが 1 mm 程度以上の凹部や段差など浮遊するガラス微粒子等が堆積しやすい部分のない平板状の構造とするのが好ましい。図 13 (a) は横方向から (b) は上方向から見た断面図である。図 13 の例において中央に支持棒 6 を挿入する支持棒挿入口 56 が設けられており、上蓋 38 と支持棒 6 とのクリアランス d は 5 mm 以下とする。

さらに、上蓋 38 に設けたガス導入口 58 から二重構造の内部空間に大きさが $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数を 3.5×10^4 個/ m^3 以下に抑えた空気又は窒素からなるクリーンガスを導入し、支持棒側の隙間から 1 リットル/分以上の流量で上蓋 38 と支持棒 6 とのクリアランス部に導入吹き付けるようにするのが好ましい。 3.5×10^5 個/ m^3 以下とすることで外気を装置内部に巻き込んでも装置内のクリーン度を維持することができる。また 3.5×10^4 個/ m^3 以下に抑えることでさらにクリーン度を高めることができる。

(6) 浮遊ダストの排気効率を上げるために、排気管 5 の中心位置がガラス微粒子合成用のバーナ 4 の中間位置（最上部のバーナと最下部のバーナの中間の位置）より上方となるように排気管 5 を設置するのが好ましい。これは、熱気により上方へ向かう浮遊ダストを効率よく排出するためである。

(7) 外気の装置内への巻き込みを完全に防止することはできないため、反応容器 1、上煙突 2 及び下煙突 3 の外周雰囲気（例えば、出発ロッドの回転軸を中心に最大で半径 5 m 以内程度まで）を、大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が $3.5 \times$

10^4 個/ m^3 以下に保持しておくのが望ましい。

本発明者らはOVD法により製造されるガラス微粒子堆積体中への異物混入を更に低減する方法を研究した結果、従来の技術においては、反応容器とバーナ（以下、単にバーナと略記することもある）の取付け部周辺の構造について考察されているところがないことに気づき、この反応容器にバーナを取付けている部分には通常2～10mmのクリアランスが設けられているが、このクリアランス部分からの空気巻き込みを極力遮断することを試みた結果、異物混入低減に非常に有効であること、さらにガラス微粒子堆積体の堆積速度向上という効果も得られることを見だし、本発明に到達した。

以下、図14～図18において先の図1のガラス微粒子堆積体製造装置と共通する符号は同じを意味する。

(1) バーナと出発ロッド（少なくともコア又はコアとクラッドからなるガラスロッドを有する）の相対的運動が略鉛直方向のみである場合、すなわちバーナを出発ロッドに対して出発ロッド及びガラス微粒子堆積体の径方向（水平方向）に移動させることなくガラス微粒子堆積体を形成する場合には、出発ロッドを鉛直方向に往復運動させ、反応容器のバーナ取付け部（穴）とバーナ外周の隙間（クリアランス）を何らかの手段なくしてバーナと反応容器の間を気密にし、外気の巻き込みなくガラス微粒子を堆積させる。

図14は本発明の更に他の実施態様を示す概略説明図である。反応容器1の上下にはその内部が反応容器と連通している上煙突2及び下煙突3（閉鎖管）が設けてあり、上煙突2上部は支持棒6を挿入する穴のある上蓋14が設置され、コア又はコアとクラッドを有してなるコアロッド7の両端にダミーロッド8, 9を接続してなる出発ロッド90や、これにガラス微粒子堆積体を形成してなる母材を反応容器から出し入れできるようにしてある。また上部のダミーロッド8には熱を遮断し上蓋の支持棒6の取付け穴部分からの異物落下等を遮断する目的で石英円板12を取り付けてある。反応容器にはバーナ60, 62及び63が、反応容器1のバーナ取付け部（穴）65, 66及び67を介して各バーナの先端が反応容器内でガラス微粒子を噴出して出発ロッド90の外周にガラス微粒子堆積体

11を形成できるように取付けてある。68、69及び70は各バーナに供給されるガスのラインを模式的に示している。また、反応容器1には排気口72が設けられ、堆積されなかった余剰のガラス微粒子が排気と共に排出されるようにしてある。5は排気管、73は圧力計、74は排気手段を示し、矢印は移動方向を示す。

本発明においては、図15の(A)に示すように各バーナ60、62及び63の外周とバーナ取付け部(穴)65、66及び67の隙間(クリアランス)65'、66'及び67'をガラステープ、アルミテープ、アルミ板、Ni板などをシール材76として用いてシールすることにより各バーナ60、62及び63を反応容器1に気密に固定する。ガラステープを用いたシールは金属発塵がない点で好ましい。

また図2の(B)に示すように金属板77a及びシール材テープ77bを用いて固定することも好ましい実施の態様である。

なお、反応容器の材質としては例えば石英、Ni、Ni基合金等、バーナの材質としては例えば石英、Ni、Ni基合金等を挙げることができる。

バーナを反応容器に気密に固定する手段として、さらに好ましくはバーナを反応容器の一部と一体化した構造にすることが挙げられる。アルミ板、Ni板等を用いてシールしても、やはり金属からの発塵の可能性があり、一体成形のものではこれを防ぐことができるためである。

図16はバーナ一体型反応容器1Aの一実施態様を説明する概略斜視図であり、バーナ60、62及び63を一体に形成したバーナ一体型外壁34と、排気口72(及び排気管5)を一体形成した排気口一体型外壁35が骨格部36に気密に取付けられる構成となっている。その他の部分は図1と同様にしてガラス微粒子堆積体を形成できる。

このようなバーナ一体型反応容器の反応容器及びバーナ材質としては、固定型の場合と同様に石英、Ni、Ni基合金等が挙げられる。

ところで、OVD法の一手段として、ガラス微粒子堆積体の外径が大きくなるのに対応して堆積面とバーナの噴出口の距離を調整する目的でバーナをガラス微

粒子堆積体の径方向（水平方向）に移動させながら堆積してゆく方法がある。このような場合には上記(1)のように反応容器にバーナを固定することはできないので、(2) 反応容器のバーナ取付け部周辺とバーナの反応容器から外部に出ている部分を別の管または伸縮自在の蛇腹管で囲い込む、という手段を採用する。

図17は本発明に係る筒で囲うタイプの反応容器の一実施態様を示す部分説明図であり、(A)は概略断面図、(B)は部分側面図である。各バーナ60、62及び63はスライド装置80により出発ロッドやガラス微粒子堆積体の径方向に移動可能となっている。各バーナ60、62及び63の外周を筒82、83及び84で覆い、筒82、83及び84の端部は反応容器1Bの外壁に密接する形状に加工されている。

このとき、各筒82、83及び84の長さLを10mm以上とすることで、外気が混入しにくくなることが実験により確認された。10mm未満ではこの効果を得難く、また長さの上限値は特に限定されるところはないが、設備やバーナのサイズ及びコストを考慮すると500mm程度までで十分である。好ましくは200～300mm程度である。

また、筒の材質を石英とすることで筒からの発塵（金属系異物の発生）を防ぐことができる。各筒82、83及び84とバーナ60、62及び63との間に図示のようにOリング94、95及び96を設置すると、さらに外気が混入しにくい。またOリング94、95及び96と各バーナ60、62及び63及びOリング94、95及び96と筒82、83及び84の隙間部にはゼリー状の隙間埋め剤を塗り付けると気密性が更に向上し好ましい。

なお、反応容器、バーナの材質としては石英、Ni、Ni基合金等が好ましい。

図18は本発明に係る蛇腹管で囲うタイプの反応容器の一実施態様を示す部分説明図であり、(A)は概略断面図、(B)は部分側面図である。各バーナ60、62及び63はスライド装置80により出発ロッドやガラス微粒子堆積体の径方向に移動可能となっている。各バーナ60、62及び63の外周を蛇腹管101、102及び103で覆い、蛇腹管101、102及び103の端部は反応容器1Cの外壁に密接する形状に加工されており、蛇腹管の場合にはバーナ周りの隙間

を完全に密閉することができる。伸縮自在の蛇腹管としては、例えばテフロン系樹脂やガラス繊維等の耐熱性に優れた材質を用いる。

なお、反応容器、バーナの材質としては石英、Ni、Ni基合金等が好ましい。

ところで、本発明に従い反応容器にバーナを気密に固定して堆積する場合には、バーナを移動させる場合よりガラスの堆積速度が向上することが判明した。同じサイズのガラス微粒子堆積体をバーナの移動の有無以外は同じ条件で作成すると過程すると、固定して行う場合は移動する場合より約20%堆積速度が向上する。この理由としては、以下のように推察した。

ガラス堆積初期の堆積ターゲットとなる部分が細いときには、バーナが出発材ガラスロットから離れていると堆積面上の火炎温度が下がり、堆積ガラスの嵩密度が下がるため、早くガラスが太径化する。このターゲット太径化効果で初期収率が上がる。一方、ガラス微粒子堆積体がある程度太径化してしまうと、バーナとガラスロット間距離が近いほうが堆積面上の火炎温度が上がり、サーモホレシス効果によりガラスの堆積収率が上がる。

上記した本発明の実施態様では反応容器とバーナとの間を気密にする構成について述べたが、同様に、反応容器と排気管との間を気密にしたものであってもよい。

具体的には、先の図15に示したように、排気管5は反応容器1の排気管取付け穴に挿入して使用するが、排気管取付け穴のクリアランス部をガラステープ、アルミテープ、アルミ板、Ni板、Oリング等のシール材を用いて塞ぐことで、外気の反応容器内への混入が抑制でき、ガラス微粒子堆積体中の異物数を減少させることができる。また、排気管と反応容器とのクリアランスは外径差で2～10mmが好ましい。これ以上のクリアランスとなる場合はシール材の使用量が増えるため、シール材からの発塵も無視できなくなる。

さらに、排気管5と反応容器1とを一体型とした反応容器を用いると、ガラステープ、アルミテープ、アルミ板、Ni板からの発塵を防ぐことができるため、なお良い。なお、一体型の反応容器の材質としては、石英、Ni、Ni基合金が発塵し難く、好ましい。

＜実施例＞

＜実施例 1＞

以下、実施例により本発明の方法をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

（実施例 1）

図 3 に示した構成の N i 製の反応容器 1（内径：310 mm）と反応容器用石英スリーブ 15（内径：250 mm）、図 4 に示した構成の N i 製の上煙突 2（内径：300 mm）と上煙突用石英スリーブ 16（内径：240 mm）、及び図 5 に示した構成の N i 製の下煙突 3（内径：300 mm）と下煙突用石英スリーブ 17（内径：240 mm）を組み合わせた、図 1 に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置 10 を用いて出発ロッドへのガラス微粒子の堆積を行った。

上蓋 14 は図 6、7 に示した構造のもので、中央に支持棒 6（外径：50 mm）を挿入する支持棒挿入口 27（内径：55 mm）が設けられており、支持棒挿入口 27 の周囲には支持棒 6 を囲む形で、クリーンガス導入管 31 が設けられた高さが 1000 mm の石英製の外周壁 28 が設置されている。

ガラス微粒子の堆積作業中は、クリーンガス導入管 31 から支持棒 6 と外周壁 28 との間に大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が $1.75 \times 10^3 \text{ 個}/\text{m}^3$ のクリーンエアを 5000 リットル/分の流量で導入した。作業中の反応容器 1、上煙突 2 及び下煙突 3 の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のもので $3.5 \times 10^6 \text{ 個}/\text{m}^3$ であった。

コア／クラッド部を有する直径 30 mm のコアロッド 7（長さ：500 mm）を用いて、一端に石英ガラス製の上側のダミーロッド 8 を、他端に石英ガラス製の下側のダミーロッド 9 を溶着して出発ロッドを作製した。この例では石英円板 12 及び石英円板 13 を取は取付けなかった。

出発ロッドを 40 rpm で回転させながら鉛直に設置し、200 mm/分の速度で上下に 1100 mm トラバース運動させながらガラス微粒子合成用のバーナ 4 から生成するガラス微粒子堆積体を順次堆積させてガラス微粒子堆積体 11 を作製した。

バーナ 4 としては、図 2 に示した構造で直径 30 mm のバーナ 3 本を間隔 150 mm で設置した。3 本のバーナ 4 へはそれぞれ原料となる四塩化珪素：4 S L M (スタンダードリットル/分)、火炎を形成するための水素：80 S L M 及び酸素：40 S L M、さらにシールガスとして A r：2 S L M を供給した。

最終目標のガラス層厚み 30 mm (ガラス直径で 93 mm、コアロッド直径 33 mm) にするべく、この作業を繰り返し、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 11 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 11 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動 (大きさは中心値 125 に対して $+0.7 \mu\text{m}$ を超えるもの以上) は 200 km で 2 回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 1 回であった。ここでのスクリーニング試験は、ファイバ長手方向で 2 % の引き伸び率となる荷重 (1.8 ~ 2.2 kg f 程度) を負荷して断線の有無を調べるファイバ強度試験である。

(実施例 2)

図 3 に示した構成の N i 製の反応容器 1 (内径：310 mm) と反応容器用石英スリーブ 15 (内径：250 mm)、図 4 に示した構成の N i 製の上煙突 2 (内径：300 mm) と上煙突用石英スリーブ 16 (内径：240 mm)、及び図 5 に示した構成の N i 製の下煙突 3 (内径：300 mm) と下煙突用石英スリーブ 17 (内径：240 mm) を組み合わせた、図 1 に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置 10 を用いて出発ロッドへのガラス微粒子の堆積を行った。

支持棒 6 (外径：50 mm) を挿入する支持棒挿入口 27 (内径：55 mm) が設けら上蓋 14 の上部に、図 8 に示すように支持棒 6 を覆うように上蓋 14 と昇降装置 30 との間を繋ぐ、支持棒 6 の上下往復運動に応じて伸縮する蛇腹管 32 を設置した。

ガラス微粒子の堆積作業中は、蛇腹管 32 に設けられたクリーンガス導入管 33 から蛇腹管 32 内に大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が 1.75×10^3 個/ m^3 のクリーンエアを 5000 リットル/分の流量で導入した。作業中の反応容器 1、上煙突 2 及び下煙突 3 の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以

上のもので 3.5×10^4 個/ m^3 であった。

コア／クラッド部を有する直径 30 mm のコアロッド 7 (長さ: 500 mm) を用いて、一端に石英ガラス製の側方のダミーロッド 8 を、他端に石英ガラス製の側方のダミーロッド 9 を溶着して出発ロッドを作製した。石英円板 12 及び石英円板 13 は取り付けなかった。

ガラス微粒子の堆積条件は実施例 1 と全く同様にして、最終目標のガラス層厚み 30 mm (ガラス直径で 93 mm、コアロッド直径 33 mm) にするべく、堆積作業を繰り返し、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 11 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 11 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動 (大きさは中心値 125 に対して $+0.7 \mu\text{m}$ を超えるもの以上) は 200 km で 1 回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 0 回であった。

(実施例 3)

図 10 に示したような、骨格部 36 は Ni 製で他は石英で構成された反応容器 1 (内径: 260 mm)、図 12 に示した形状の石英製の側方煙突 2 及び下側煙突 3 (いずれも内径: 250 mm) を有する、図 9 に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置 10A を用いてガラス微粒子の堆積を行った。側方煙突 2 の上部には図 13 に示した構造の、支持棒 6 (外径: 50 mm) を挿入する支持棒挿入口 56 (内径 55 mm) を有する、内表面 54 に凹凸が存在しない平板状の Ni 製の側蓋 38 が設置されている。排気管 5 はその中心位置が 3 本のバーナ 4 の中心位置 (すなわち、中間のバーナの位置) から 50 mm 上方になるよう設置した。

ガラス微粒子の堆積作業中は、側蓋 38 のガス導入口 58 から大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^3 個/ m^3 である窒素ガスを導入し、支持棒 6 と側蓋 38 の支持棒挿入口 56 とのクリアランス部に 20 リットル/分の流量で吹き付けた。側方煙突 2 及び下側煙突 3 へはクリーンガスの導入を行わなかった。作業中の反応容器 1、側方煙突 2 及び下側煙突 3 の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のもので 17.5×10^3 個/ m^3 とした。

コア／クラッド部を有する直径 30 mm のコアロッド 7 (長さ: 500 mm)

を用いて、図 1 1 に示したように一端に石英ガラス製の上側のダミーロッド 8 (太径部外径：35 mm) を、他端に石英ガラス製の下側のダミーロッド 9 (太径部外径：40 mm) を溶着して出発ロッドを作製し、ダミーロッド 8 側には外周壁 43 を有する石英円板 12 を、ダミーロッド 9 側には石英円板 13 を取り付けた。

石英円板 12 は外径が 230 mm、取付穴 40 の径が 31 mm の円板 42 の外周に高さ 100 mm の外周壁 43 を取付けたもので、石英円板 13 は外径が 230 mm、取付穴 29 の径が 36 mm の円板 48 で構成されている。

出発ロッドを 40 rpm で回転させながら鉛直に設置し、200 mm/分の速度で上下に 1100 mm トラバース運動させながらガラス微粒子合成用のバーナ 4 から生成するガラス微粒子を順次堆積させてガラス微粒子堆積体 11 を作製した。

バーナ 4 としては、図 2 に示した構造で直径 30 mm のバーナ 3 本を間隔 150 mm で設置した。3 本のバーナ 4 へはそれぞれ原料となる四塩化珪素：4 SLM (スタンダードリットル/分)、火炎を形成するための水素：80 SLM 及び酸素：40 SLM、さらにシールガスとして Ar：2 SLM を供給した。

最終目標のガラス層厚み 30 mm (ガラス直径で 90 mm) にするべく、この作業を繰り返し、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 11 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 11 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動 (大きさは中心値 125 に対して $+0.7 \mu\text{m}$ を超えるもの以上) は 200 km で 4 回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 3 回であった。ここでのスクリーニング試験は、ファイバ長手方向で 2% の引き伸び率となる荷重 (1.8 ~ 2.2 kgf 程度) を負荷して断線の有無を調べるファイバ強度試験である。
(実施例 4)

実施例 3 で使用した装置において、排気管 5 の中心位置を 3 本のバーナ 4 の中心位置より 50 mm 下方に設置した。反応容器 1、上下煙突 2 及び 3 の外側の雰囲気中の大きさ $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数は 17.5×10^3 個/ m^3 とした。

この装置を用いて実施例 3 と同様の出発ロッド、スス付け条件でガラス微粒子

堆積体 11 を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は 200 km で 5 回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 5 回であった。

(実施例 5)

実施例 3 で使用した装置において、ガス導入管 50 (取付け角度 $\alpha = 45^\circ$) 及び 52 (取付け角度 $\beta = 45^\circ$) を使用して、上煙突 2 及び下煙突 3 内へ、大きさが $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数が $3.5 \times 10^3 \sim 7.0 \times 10^3$ 個/ m^3 のクリーンエアを 10 リットル/分の流速で導入した。

その他の装置仕様及び条件は実施例 3 と全く同様にして、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 11 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 11 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動 (大きさは中心値 125 に対して $+0.7 \mu\text{m}$ を超えるもの以上) は 200 km で 1 回となった。この後、スクリーニング試験を行った結果、断線回数は 100 km で 0 回であった。

(実施例 6)

実施例 3 で使用した装置において、出発ロッドの上方に取り付ける石英円板 12 を外壁 43 がないものに変更した。この装置を用いて実施例 3 と同様の出発ロッド、スス付け条件でガラス微粒子堆積体 11 を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は 200 km で 2 回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 1 回であった。これは、上煙突 2 内に付着していたガラス微粒子 (前回の稼動時に付着したもの) が上煙突 2 内へのクリーンエアのダウンフローにより落下したためと考えられる。

(実施例 7)

図 10 に示したような、骨格部 36 は Ni 製で他は石英で構成された反応容器 1 (内径: 260 mm)、図 12 に示した形状の Ni-Mo-Cr 合金製の上煙突 2 及び下煙突 3 (いずれも内径: 250 mm) を有する、図 9 に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置 10A を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上煙突

2の上部には支持棒6（外径：50mm）を挿入する支持棒挿入口56（内径55mm）を有する、内表面凹凸が存在しない平板状のNi製の上蓋が設置されている。排気管5はその中心位置が3本のバーナ4の中心位置（すなわち、中間のバーナの位置）と同じ高さになるよう設置した。

ガラス微粒子の堆積作業中の反応容器1、上煙突2及び下煙突3の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のもので 3.5×10^7 個/ m^3 であった。

コア／クラッド部を有する直径30mmのコアロッド7（長さ：500mm）を用い、図11に示したように一端に石英ガラス製の上側のダミーロッド8（太径部外径：35mm）を、他端に石英ガラス製の下側のダミーロッド9（太径部外径：40mm）を溶着して出発ロッドを作製し、実施例3と同様のスス付け条件でガラス微粒子堆積体11（外径200mm）を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は200kmで30回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は100kmで20回であった。断線面からはCrが検出された。

（実施例8）

上煙突2及び下煙突3の材質を石英とした以外は全て実施例7と同様にしてガラス微粒子堆積体11（外径200mm）を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は200kmで25回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は100kmで15回であった。

（実施例9）

出発ロッドのダミーロッド8側に、高さ100mmの外周壁43を有する、外径が230mmの石英円板12を、ダミーロッド9側には外径が230mmの石英円板13を取り付けた他は実施例8と同様にしてガラス微粒子堆積体11（外径200mm）を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は200kmで15回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は100kmで8回であった。

（実施例10）

図14に示すようなNiで構成された反応容器1（本実施例では内径310mm）1と、該反応容器1にそれぞれ連通する上及び下煙突2及び3（本実施例ではそれぞれ内径300mm）を有する装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上煙突2上部には支持棒6（本実施例では外径50mm）を挿入する穴（本実施例では内径55mm）を有する上蓋14を設置した。反応容器1にはガラス微粒子合成用のバーナを3本（60、62及び63）設置し、バーナ60、62及び63と反応容器1のバーナ取付け部（穴）とのクリアランス65'、66'及び67'はNi製の板77aで塞いでできる限り小さくした後、ガラステープ77bを使って残された隙間を完全に塞いだ。コア及びクラッド部を有し、直径30mm、長さ500mmのガラスロッド7の両側に石英製のダミーロッド8及び9を溶着して出発ロッド90とし、上部のダミーロッド8には遮熱のための石英円板12を取り付けた。

支持棒6で把持した出発ロッド90を反応容器1内部に鉛直に設置し、40rpmで回転させながら200mm/分の速度で上下に1100mmトラバース運動させながらバーナ60、62及び63から生成するガラス微粒子を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作成した。直径30mmのバーナ3本（間隔150mm）60、62及び63には原料となるSiCl₄：4SLM（スタンダードリットル/分）、火炎を形成するためのH₂：80SLM及びO₂：40SLM、さらにシールガスとしてAr：2SLMをそれぞれ供給した。

最終目標のガラス層厚み30mm（ガラス直径で93mm、コアロッド直径33mm）にするべく堆積を続けて、外径200mmのガラス微粒子堆積体を得たが、外径変動も±1mmと良好であり、割れも発生しなかった。このときのガラス微粒子体堆積速度は14.4g/分であった。

得られたガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、常法によりファイバ化を行った。その後のスクリーニング試験の際に断線する回数は100kmで1回と非常に良好であった。

本実施例で行ったスクリーニング試験は、通常海底ケーブル用ファイバに対し製品出荷前に実施されるファイバの強度試験であって、ファイバの長手方向で

2%の引き伸び率となるような荷重（1.8～2.2 kgf）をファイバに与えて断線発生部分（低強度箇所）を事前に切断しておく試験であり、この試験において断線箇所が多くなるほど、検査頻度や接続箇所が多くなり最終的なファイバコストが何倍にも跳ね上がるため、断線が少ないことが重要である。

実施例4ではバーナと反応容器とを個別に組み合わせてガラス微粒子堆積体の作成を行ったが、図14の反応容器として図16に示したバーナ及び排気口一体型反応容器を用いてガラス微粒子堆積体の作成を行っても同様の効果が得られることを確認した。

（実施例11）

実施例10と同様の図14の構成において、図17に示すように石英製の筒82、83及び84（本実施例では長さ $L=300\text{ mm}$ ）をバーナ60、62及び63の周りに取り付け、バーナ60、62及び63外壁と筒82、83及び84の内壁の隙間にはOリング94、95及び96を設置し、さらにOリング94、95及び96外周と筒82、83及び84内壁の隙間にはシリコン系樹脂を塗り付し気密にした。

コア及びクラッド部を有し、直径 30 mm 、長さ 500 mm のコアロッド7の両側に石英製のダミーロッド8及び9を溶着して出発ロッド90とし、上部のダミーロッド8には遮熱のための石英円板12を取り付けた。支持棒6で把持した出発ロッド90を反応容器1B内部に鉛直に設置し、 40 rpm で回転させながら 200 mm/分 の速度で上下に 1100 mm トラバース運動させながらバーナ60、62及び63から生成するガラス微粒子を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作成した。バーナに流すガスの種類と流量は実施例10と同様に行ったが、ガラス微粒子堆積体の作成中にはガラス微粒子堆積体11の外径を常時モニターし、モニターした外径変化（増加）に対応してバーナ60、62及び63をスライド装置80によりガラス微粒子堆積体の径方向に反応容器外側へと移動させた。

最終目標のガラス層厚み 30 mm （ガラス直径で 93 mm 、コアロッド直径 33 mm ）にするべく堆積を続けて、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体を得たが、外径変動も $\pm 1.5\text{ mm}$ と良好であり、割れも発生しなかった。このときの

ガラス微粒子体堆積速度は12 g/分であった。

得られたガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、常法によりファイバ化を行った。その後、スクリーニング試験の際に断線する回数を100 kmで2回と良好であった。

(実施例12)

実施例11においてバーナ60、62及び63の周りに石英製の筒82、83及び84を取付けたが、Oリングは取り付けずに、その他は実施例11と同様にしてガラス微粒子堆積体を作成した。

最終的に得られたガラス微粒子堆積体（外径200 mm）は外径変動も±2 mmと良好であり、スス割れも発生しなかった。さらにガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、常法によりファイバ化を行った。その後のスクリーニング試験の際に断線する回数を100 kmで4回であった。

(実施例13)

実施例10と同様の図14の構成において、図18に示すように蛇腹管101、102及び103（本実施例では長さL=300 mm）をバーナ60、62及び63の周りに気密に取り付けた。

コア及びクラッド部を有し、直径30 mm、長さ500 mmのコアロッド7の両側に石英製のダミーロッド8及び9を溶着して出発ロッド90とし、上部のダミーロッド8には遮熱のための石英円板12を取り付けた。支持棒6で把持した出発ロッド90を反応容器1C内部に鉛直に設置し、40 rpmで回転させながら200 mm/分の速度で上下に1100 mmトラバース運動させながらバーナ60、62及び63から生成するガラス微粒子を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作成した。バーナに流すガスの種類と流量は実施例10と同様に行ったが、ガラス微粒子堆積体の作成中にはガラス微粒子堆積体11の外径を常時モニターし、モニターした外径変化（増加）に対応してバーナ60、62及び63をスライド装置80によりガラス微粒子堆積体の径方向に反応容器外側へと移動させた。

最終目標のガラス層厚み30 mm（ガラス直径で93 mm、コアロッド直径33 mm）にするべく堆積を続けて、外径200 mmのガラス微粒子堆積体を得た

が、外径変動も±1 mmと良好であり、割れも発生しなかった。得られたガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、常法によりファイバ化を行った。その後のスクリーニング試験の際に断線する回数は100 kmで1回と非常に良好であった。

(実施例 14)

図14に示すようなNiで構成された反応容器と上、下煙突とを有する装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上蓋上部には支持棒を挿入する穴を有する上蓋を設置した。反応容器にはガラス微粒子生成用のバーナを3本設置し、排気管(外径φ55 mm)とのクリアランスはNi製の板で可能な限り小さくし、さらにその上からガラステープで完全に隙間を塞いだ。コア/クラッド部を有する直径30 mmのコアロッド(500 mm)を用いて両側に石英ガラス製ダミーロッドを溶着して出発ロッドを作製し、出発ロッドを40 rpmで回転させながら鉛直に設置し、200 mm/分の速度で上下に1100 mmトラバース運動させながらバーナから生成するガラス微粒子堆積体を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作製した。直径30 mmのバーナ3本(間隔150 mm)には原料となる四塩化珪素:4 SLM(スタンダードリットル/分)をそれぞれ供給し、火炎を形成するための水素:80 SLM及び酸素:40 SLM、さらにシールガスとしてAr:2 SLMをバーナ3本にそれぞれ供給した。

最終目標のガラス層厚み30 mm(ガラス直径で93 mm、コアロッド直径33 mm)にするべく、この作業を繰り返した。最終的に得られたガラス微粒子堆積体(外径200 mm)は外径変動も±1 mmと良好であり、割れも発生しなかった。

さらにガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その後、スクリーニング試験の際に断線する回数100 kmで1回であった。本実施例では排気管と反応容器とのクリアランスをNi板とガラステープを用いて塞いだが、アルミ板、アルミテープを用いても、同様の効果が得られる。

(実施例 15)

図 1 6 に示すような排気管と一体の反応容器を用いて、それ以外は図 1 4 に示すような構成の装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上蓋上部には支持棒を挿入する穴を有する上蓋を設置した。反応容器にはガラス微粒子生成用のバーナを 3 本設置させた。コア／クラッド部を有する直径 3 0 m m のコアロッド (5 0 0 m m) を用いて両側に石英ガラス製ダミーロッドを溶着して出発ロッドを作製し、各石英ガラス製ダミーロッドには石英円板を取り付けた。出発ロッドを 4 0 r p m で回転させながら鉛直に設置し、2 0 0 m m / 分の速度で上下に 1 1 0 0 m m トラバース運動させながらバーナから生成するガラス微粒子堆積体を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作製した。直径 3 0 m m のバーナ 3 本 (間隔 1 5 0 m m) には原料となる四塩化珪素 : 4 S L M (スタンダードリットル / 分) をそれぞれ供給し、火炎を形成するための水素 : 8 0 S L M 及び酸素 : 4 0 S L M 、さらにシールガスとして A r : 2 S L M をバーナ 3 本にそれぞれ供給した。

最終目標のガラス層厚み 3 0 m m (ガラス直径で 9 3 m m 、コアロッド直径 3 3 m m) にするべく、この作業を繰り返した。最終的に得られたガラス微粒子堆積体 (外径 2 0 0 m m) は外径変動も ± 1 m m と良好で、ススも割れも発生しなかった。

さらにガラス微粒子堆積体を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その後、スクリーニング試験の際に断線する回数 1 0 0 k m で 0 回であった。

< 比較例 >

(比較例 1)

実施例 1 で使用したのと同じ N i で構成された反応容器 1 (内径 : 3 1 0 m m) と上煙突 2 及び下煙突 3 (いずれも内径 : 3 0 0 m m) を組み合わせた、石英スリーブ 1 5 、 1 6 、 1 7 を設置しない点以外は図 1 に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置 1 0 を用いて出発ロッドへのガラス微粒子の堆積を行った。

上蓋 1 4 は図 6 、 7 に示した構造のもので、中央に支持棒 6 (外径 : 5 0 m m) を挿入する支持棒挿入口 2 7 (内径 : 5 5 m m) が設けられており、支持棒挿入口 2 7 の周囲には支持棒 6 を囲む形で、高さが 1 0 0 0 m m の石英製の外周壁 2

8が設置されたものを使用した。ガラス微粒子の堆積作業中は、クリーンガスの導入は行わなかった。作業中の反応容器1、上煙突2及び下煙突3の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のもので 3.5×10^4 個/ m^3 であった。

コア／クラッド部を有する直径 30mm のコアロッド7（長さ： 500mm ）を用いて、一端に石英ガラス製のダミーロッド8を、他端に石英ガラス製のダミーロッド9を溶着して出発ロッドを作製した。石英円板12及び石英円板13は取り付けなかった。

ガラス微粒子の堆積条件は実施例1と全く同様にして、最終目標のガラス層厚み 30mm （ガラス直径で 93mm 、コアロッド直径 33mm ）にするべく、堆積作業を繰り返し、外径 200mm のガラス微粒子堆積体11を作製した。得られたガラス微粒子堆積体11を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動（大きさは中心値 125 に対して $+0.7\mu\text{m}$ を超えるもの以上）は 200km で10回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100km で15回であった。

（比較例2）

実施例1で使用したのと同じNiで構成された反応容器1（内径： 310mm ）と上煙突2及び下煙突3（いずれも内径： 300mm ）を組み合わせた、石英スリーブ15、16、17を設置しない点以外は図1に準じた構成のガラス微粒子堆積体製造装置10を用いて出発ロッドへのガラス微粒子の堆積を行った。

上蓋14は中央に支持棒6（外径： 50mm ）を挿入する支持棒挿入口27（内径： 55mm ）が設けられた構造のものである（図7の外周壁28や図8の蛇腹管32は設けられていない）。ガラス微粒子の堆積作業中の反応容器1、上煙突2及び下煙突3の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のもので 3.5×10^6 個/ m^3 であった。

コア／クラッド部を有する直径 30mm のコアロッド7（長さ： 500mm ）を用いて、一端に石英ガラス製のダミーロッド8を、他端に石英ガラス製のダミーロッド9を溶着して出発ロッドを作製した。石英円板12及び石

英円板 13 は取り付けなかった。

ガラス微粒子の堆積条件は実施例 1 と全く同様にして、最終目標のガラス層厚み 30 mm (ガラス直径で 93 mm、コアロッド直径 33 mm) にするべく、堆積作業を繰り返し、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 11 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 11 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動 (大きさは中心値 125 に対して +0.7 μm を超えるもの以上) は 200 km で 40 回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 45 回であった。

(比較例 3)

実施例 3 で使用した装置において、反応容器 1 の材質を全て Ni-Mo-Cr 合金とした。上蓋 38 の内表面 54 には径 10 mm、深さ 10 mm の凹部を 3 か所設けて凹凸を付けた。この時、反応容器 1、上下煙突 2 及び 3 の外側の雰囲気中のダスト数は大きさ 0.3 μm 以上のもので 17.5×10^3 個/ m^3 とした。

この装置を用いて実施例 3 と同様の出発ロッド、スス付け条件でガラス微粒子堆積体 11 を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は 200 km で 13 回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 4 回であった。断線面からは Cr が検出された。

さらにこの装置を用いてガラス微粒子の堆積を 10 回繰り返した結果、上蓋 38 の凹凸部 (ϕ 10 mm 凹部) にガラス微粒子が堆積してゆき、その堆積したガラス微粒子が装置稼働中に落下し、ガラス微粒子堆積体 11 に付着した。この結果、ファイバ化時のガラス径変動は 13 $\rightarrow$ 26 回 (200 km) に増加し、スクリーニング試験においても断線回数が 4 $\rightarrow$ 8 回 (100 km) にまで増加した。

(比較例 4)

実施例 3 で使用した装置において、反応容器 1 の内径を 410 mm、上、下煙突 2 及び 3 の内径を 400 mm に変えた装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上煙突 2 の上部には支持棒 6 (外径: 50 mm) を挿入する支持棒挿入口 56 (内径: 55 mm) を有する Ni 製の上蓋 38 を設置した。

作業中の反応容器 1、上煙突 2 及び下煙突 3 の外側の雰囲気中のダスト数は大きき $0.3 \mu\text{m}$ 以上のもので 17.5×10^3 個/ m^3 とした。

コア／クラッド部を有する直径 30 mm のコアロッド 7 (長さ: 500 mm) を用いて、図 1 1 に示したように一端に石英ガラス製の上側のダミーロッド 8 (太径部外径: 35 mm) を、他端に石英ガラス製の下側のダミーロッド 9 (太径部外径: 40 mm) を溶着して出発ロッドを作製し、ダミーロッド 8 側には外周壁 4 3 を有する石英円板 1 2 を、ダミーロッド 9 側には石英円板 1 3 を取り付けた。

石英円板 1 2 は外径が 230 mm 、取付穴 4 0 の径が 31 mm の円板 4 2 の外周に高さ 100 mm の外周壁 4 3 を取付けたもので、石英円板 1 3 は外径が 230 mm 、取付穴 4 6 の径が 36 mm の円板 4 8 で構成されている。

その他の条件は実施例 3 と同様にして、最終目標のガラス層厚み 30 mm (ガラス直径で 90 mm) にするべく、この作業を繰り返し、外径 200 mm のガラス微粒子堆積体 1 1 を作製した。得られたガラス微粒子堆積体 1 1 を高温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その結果、異物によるファイバの外径変動は 200 km で 10 回となった。また、この後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 4 回であった。

(比較例 5)

実施例 3 で使用した装置において、上蓋 3 8 の支持棒挿入口 5 6 の径を 70 mm に広げ、支持棒 6 と支持棒挿入口 5 6 との間のクリアランス部への窒素の吹き付けを行わず、また、上煙突 2 の外側の雰囲気中の大きき $0.3 \mu\text{m}$ 以上のダスト数を 3.5×10^7 個/ m^3 (ほぼ通常の大気条件) に増加させた。

この装置を用いて実施例 3 と同様の出発ロッド、スス付け条件でガラス微粒子堆積体 1 1 を作製した。これを透明ガラス化して得られた母材をファイバ化した結果、異物によるファイバ外径の変動は 200 km で 14 回となった。また、その後のスクリーニング試験の際、断線回数は 100 km で 6 回であった。

(比較例 6)

実施例 10 と同様に図 1 4 に示すような Ni で構成された反応容器 1 (本比較例では内径 310 mm) と、該反応容器 1 にそれぞれ連通する上及び下煙突 2 及

び3（本比較例ではそれぞれ内径300mm）を有する装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上煙突2上部には支持棒6（本比較例では外径50mm）を挿入する穴（本比較例では内径55mm）を有する上蓋14を設置した。反応容器1にはガラス微粒子合成用のバーナを3本（60、62及び63）設置し、バーナ60、62及び63と反応容器1のバーナ取付け部（穴）との隙間（クリアランス）は10mmであったが、バーナ周りには何も設置しなかった。

コア及びクラッド部を有し、直径30mm、長さ500mmのコアロッド7の両側に石英製のダミーロッド8及び9を溶着して出発ロッド90とし、上部のダミーロッド8には遮熱のための石英円板12を取り付けた。

支持棒6で把持した出発ロッド90を反応容器1内部に鉛直に設置し、40rpmで回転させながら200mm/分の速度で上下に1100mmトラバース運動させながらバーナ60、62及び63から生成するガラス微粒子を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作成した。直径30mmのバーナ3本（間隔150mm）60、62及び63に流したガスの種類と流量は実施例10と同様にし、最終目標のガラス層厚み30mm（ガラス直径で93mm、コアロッド直径33mm）にするべく堆積を続けて、外径200mmのガラス微粒子堆積体を得た。

得られたガラス微粒子堆積体は外径変動が±5mmと大きく、スス割れも発生し、次工程に付すことができない不良品であった。

（比較例7）

図16に示すようNIで構成された反応容器と上、下煙突を有する装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上蓋上部には支持棒を挿入する穴を有する上蓋を設置した。反応容器にはガラス微粒子生成用のバーナを3本設置し、排気管（外径φ50mm）と反応容器穴（穴径φ70mm）との隙間（クリアランス）を外径差で20mmとし、排気管回りには何も設置しなかった。コア／クラッド部を有する直径30mmのコアロッド（500mm）を用いて両側に石英ガラス製ダミーロッドを溶着して出発ロッドを作製し、各石英ガラス製ダミーロッドには石英円板を取り付けた。出発ロッドを40rpmで回転させながら鉛直に設置し、200mm/分の速度で上下に1100mmトラバース運動させながらバーナか

ら生成するガラス微粒子堆積体を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作製した。直径30mmのバーナ3本(間隔150mm)には原料となる四塩化珪素：4SLM(スタンダードリットル/分)をそれぞれ供給し、火炎を形成するための水素：80SLM及び酸素：40SLM、さらにシールガスとしてAr：2SLMをバーナ3本にそれぞれ供給した。

最終目標のガラス層厚み30mm(ガラス直径で93mm、コアロッド直径33mm)にするべく、この作業を繰り返した。

最終的に得られたガラス微粒子堆積体(外径200mm)の外径変動は±5mmと悪く、ススも割れが発生し、下流工程に流すことができなかった。

(比較例8)

図16に示すようNIで構成された反応容器と上、下煙突を有する装置を用いてガラス微粒子の堆積を行った。上蓋上部には支持棒を挿入する穴を有する上蓋を設置した。反応容器にはガラス微粒子生成用のバーナを3本設置し、排気管(外径φ50mm)と反応容器穴(穴径φ55mm)との隙間(クリアランス)を外径差で5mmとし、排気管回りには何も設置しなかった。コア/クラッド部を有する直径30mmのコアロッド(500mm)を用いて両側に石英ガラス製ダミーロッドを溶着して出発ロッドを作製し、各石英ガラス製ダミーロッドには石英円板を取り付けた。出発ロッドを40rpmで回転させながら鉛直に設置し、200mm/分の速度で上下に1100mmトラバース運動させながらバーナから生成するガラス微粒子堆積体を順次堆積させてガラス微粒子堆積体を作製した。直径30mmのバーナ3本(間隔150mm)には原料となる四塩化珪素：4SLM(スタンダードリットル/分)をそれぞれ供給し、火炎を形成するための水素：80SLM及び酸素：40SLM、さらにシールガスとしてAr：2SLMをバーナ3本にそれぞれ供給した。

最終目標のガラス層厚み30mm(ガラス直径で93mm、コアロッド直径33mm)にするべく、この作業を繰り返した。

最終的に得られたガラス微粒子堆積体(外径200mm)の外径変動は±1.5mmとまずまずで、ススも割れはなかった。さらにガラス微粒子堆積体を高

温加熱して透明ガラス化させた後、ファイバ化を行った。その後、スクリーニング試験の際に断線する回数 1 0 0 k m で 1 5 回であった。

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。

本出願は、2001 年 06 月 14 日出願の日本特許出願（特願 2001-180404）、2001 年 06 月 19 日出願の日本特許出願（特願 2001-185174）及び、2001 年 06 月 19 日出願の日本特許出願（特願 2001-185175）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

本発明の装置によれば、金属製の反応容器、上煙突及び下煙突であっても、金属による不純物の生成などの悪影響が緩和され、また、ガラス微粒子堆積体の製造中に製造装置内に浮遊する堆積しなかったガラス微粒子などの浮遊ダストを効率よく装置外に排出することができ、さらに、外部からの異物の混入を抑制することができるので、ガラス微粒子堆積体への異物の混入がなく、安定した品質のガラス微粒子堆積体を製造することができる。

また、上蓋と支持棒との間のクリアランスを狭くしたり、該クリアランス部にクリーンガスを導入すること、あるいは外周部の雰囲気中のダスト数を低減することにより外部からの異物の混入を抑制することができ、さらに装置の材質を石英製とすることにより、金属系の異物の発生を抑制することができる。

また、本発明によれば反応容器のバーナ取付け部（穴）とバーナの隙間（クリアランス）から外気が混入するのを防ぐことにより、ガラス微粒子堆積体内に混入する異物数を低減し、かつ外径変動（変形）や割れの少ないガラス微粒子堆積体を製造することができる。反応容器外部に出ているバーナと上記取付け部を筒又は蛇腹管で覆う本発明の方法によれば、ガラス微粒子堆積体の外径増加に対応

させてバーナをガラス微粒子堆積体径方向に移動しながら堆積するOVD法においてもバーナ周辺からの外気混入をほぼ完全に防止できて上記効果を奏する。

また、実施例10と実施例11の堆積速度のデータから明らかなように、本発明に従いバーナを反応容器に気密に固定し、径方向への移動なく堆積する場合には、ガラス微粒子の堆積速度が向上する効果もある。

請 求 の 範 囲

1. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器の内側に石英製のスリーブが設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

2. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上煙突及び下煙突の内側に石英製のスリーブが設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

3. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁が設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

4. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置とを繋ぐ蛇腹管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

5. 上記(1)または(2)記載の装置において、前記上蓋の支持棒挿入

口の内径と支持棒外径との差が10mm以下であり、かつ前記支持棒挿入口の外周に5mm以上の高さの外周壁が設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

6. 上記(1)または(2)記載の装置において、前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置とを繋ぐ蛇腹管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

7. 上記(1)又は(2)記載の装置において、前記石英製のスリーブが円筒形状であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

8. 上記(3)又は(5)記載の装置において、前記支持棒と前記外周壁との間にクリーンガスを導入するクリーンガス導入管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

9. 上記(4)又は(6)記載の装置において、前記蛇腹管内へクリーンガスを導入するクリーンガス導入管が設置されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

10. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

内側に石英製のスリーブを設置した反応容器でガラス微粒子堆積体を製造することをガラス微粒子堆積体の製造方法。

11. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

内側に石英製のスリーブを設置した上煙突及び下煙突を装備してガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

12. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆

積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10 mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5 mm以上の高さの外周壁を設けてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

13. 昇降装置に接続された支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置との間を蛇腹管で繋いでガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

14. 上記(10)または(11)記載の方法において、前記上蓋の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10 mm以下とし、かつ前記支持棒挿入口の外周に5 mm以上の高さの外周壁を設けたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

15. 上記(10)または(11)記載の方法において、前記支持棒を覆う形で前記上蓋と上方の昇降装置との間を蛇腹管で繋いだガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

16. 上記(10)または(11)記載の方法において、前記石英製のスリーブを円筒形状とし、該スリーブの内径とガラス微粒子堆積体の最大外径との差を100 mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

17. 上記(14)記載の方法において、前記支持棒と前記外周壁との間にクリーンガスを導入するクリーンガス導入管を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

18. 上記(15)記載の方法において、前記蛇腹管内へクリーンガスを導入するクリーンガス導入管を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

19. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管

が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器の構成材料の50%以上が石英であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

20. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状であり、前記反応容器、上煙突及び下煙突のいずれかの内径とガラス微粒子堆積の最大外径との差が100mm以下であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

21. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記出発ロッドの有効部より上方に、出発ロッドとともに移動する、上部からの落下物を受け止める外周壁を有する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

22. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記出発ロッドの有効部より下方に、出発ロッドとともに移動する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

23. 上記(20)乃至(22)のいずれかに記載の装置において、前記反応容器または、上煙突または下煙突が円筒形状であり、いずれかの内径と、前記円板の外径との差を100mm以下とするガラス微粒子堆積体の製造装置。

24. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と上煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう下向きに取り付けられたガラス微粒子堆積体の製造装置。

25. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記下煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と下煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう上向きに取り付けられたガラス微粒子堆積体の製造装置。

26. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記上蓋を2重構造でかつ内表面に凹凸が存在しない構造としたガラス微粒子堆積体の製造装置。

27. 上記(26)記載の装置において、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を40mm以下とするガラス微粒子堆積体の製造装置。

28. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記排気管の中心位置が、最上部のバーナと最下部のバーナの間位置より上方となるように排気管を配置したガラス微粒子堆積体の製造装置。

29. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置を用いてガラス微粒子堆積体を製造する方法であり、

前記反応容器の構成材料の50%以上が石英であるでガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

30. 上記29記載の方法において、前記反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状であり、反応容器、上煙突及び下煙突のいずれかの内径とガラス微粒子堆積体の最大外径との差を100mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

31. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記出発ロッドの有効部より上方に、出発ロッドとともに移動する、上部からの落下物を受け止める外周壁を有する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

32. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記出発ロッドの有効部より下方に、出発ロッドとともに移動する円板を設置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用することを特徴とするガラス微粒子堆積体の製造方法。

33. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記反応容器または上煙突または下煙突が円筒形状であり、いずれかの内径と、前記円板の外径との差を100mm以下としてガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子堆積体の製造方法。

34. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上煙突内へ大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを1リットル/分以上の流量で導入し、かつ前記上煙突へクリーンガスを導入するガス導入管を、該ガス導入管と上煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう下向きに取り付けて、クリーンガスを下向きに向けて導入するガラス微粒子堆積体の製造方法。

35. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記下煙突内へ大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを1リットル/分以上の流量で導入し、かつ前記下煙突へクリーンガスを導入するガス導入管が、該ガス導入管と下煙突の中心軸とのなす角度が 90° 未満となるよう上向きに取り付けて、クリーンガスを上向きに向けて導入するガラス微粒子堆積体の製造方法。

36. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記上蓋を2重構造でかつ内表面に凹凸が存在しない構造とし、上蓋中央の支持棒挿入口と支持棒とのクリアランス部に、大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^4 個/ m^3 以下のクリーンガスを1リットル/分以上の流量で吹き付

けるガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

37. 上記36記載の方法において、上蓋中央の支持棒挿入口の内径と支持棒外径との差を10mm以下としたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

38. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記排気管の中心位置が、最上部のバーナと最下部のバーナの間位置より上方となるように排気管を配置したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

39. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

反応容器、上煙突及び下煙突の外周雰囲気、大きさ $0.3\mu\text{m}$ 以上のダスト数が 3.5×10^5 個/ m^3 以下に保持するガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

40. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナと前記反応容器の取付け部との間が気密に設けられたガラス微粒子堆積体の製造装置。

41. 上記40記載の装置において、前記バーナと前記反応容器の取付け部との間をシール材でシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置。

42. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記

支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器がバーナを一体に形成した側壁を有するガラス微粒子堆積体の製造装置。

43. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有し、前記反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆う筒が装備されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

44. 上記43記載の装置において、前記筒の軸方向長さが10mm以上に設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

45. 上記43又は44記載の装置において、前記筒の材質が石英であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

46. 上記43乃至45記載のいずれか1項記載の装置において、前記筒とバーナとの間をOリングで気密にシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置。

47. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有し、前記反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆う蛇腹管が装備されているガラス微粒子堆積体の製造装置。

48. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナと前記反応容器の取付け部との間に隙間がないよう気密にし、かつバーナ位置をガラス微粒子堆積体径方向に固定したガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法

49. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有する筒で反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆い、かつ前記バーナをガラス微粒子堆積体の外径変化に対応させて該ガラス微粒子堆積体径方向に移動させながらガラス微粒子堆積体を製造するガラス微粒子積体の製造方法。

50. 上記49記載の方法において、前記筒の軸方向長さが10mm以上であるガラス微粒子積体の製造方法。

51. 上記49又は50記載の方法において、前記筒の材質が石英であるガラス微粒子堆積体の製造方法。

52. 上記49乃至51記載のいずれか1項記載の方法において、前記筒とバーナとの間にOリングを気密に設置するガラス微粒子堆積体の製造方法。

53. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記バーナのバーナ外径より大きい内径を有する蛇腹管で反応容器のバーナ取付け部及び反応容器外部に出ているバーナ部分を気密に覆い、かつ前記バーナをガラス微粒子堆積体の外径変化に対応させて該ガラス微粒子堆積体径方向に移動させながらガラス微粒子堆積体を堆積するガラス微粒子積体の製造方法。

54. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子

堆積体の製造装置であり、

前記反応容器と該反応容器に取付けられる排気管回りの隙間がシール材でシールされたガラス微粒子堆積体の製造装置。

55. 上記54記載の装置において、前記シール材がガラステープ、アルミテープ、Oリング、アルミ板、Ni板のいずれかであるガラス微粒子堆積体の製造装置。

56. 上記54又は55記載の装置において、排気管外径と排気管取入れ口の穴径との差が2～10mmに設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

57. 上記54乃至56のいずれか1項記載の装置において、排気管と反応容器の材質が石英若しくは、Ni若しくはNi基合金であるガラス微粒子堆積体の製造装置。

58. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造装置であり、

前記反応容器と排気管とが一体に設けられているガラス微粒子堆積体の製造装置。

59. 昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

反応容器に取り付けられる排気管回りの隙間をシール材でシールしたガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

60. 上記59記載の方法において、排気管回りをガラステープ又はアルミテープ又はOリング又はアルミ板又はNi板であるシール材でシールするガラス微粒子堆積体の製造方法。

61. 上記59又は60記載の方法において、排気管外径と排気管取入れ口の穴径との差を2～10mmとしたガラス微粒子堆積体の製造方法。

62. 上記59乃至61のいずれか1項に記載の方法において、前記排気管と反応容器の材質が石英若しくはNi若しくはNi基合金であるガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

63. 支持棒を昇降自在に挿入する上蓋を有した上煙突、バーナ及び排気管が設けられた反応容器、並びに下煙突を備え、OVD法により反応容器内で前記支持棒に支持された出発ロッドの外周にガラス微粒子を堆積させるガラス微粒子堆積体の製造方法であり、

前記反応容器と前記排気管とが一体になっているガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

64. 上記63の方法において、前記反応容器と前記排気管との材質が石英若しくはNi若しくはNi基合金であるガラス微粒子堆積体の製造装置を使用するガラス微粒子堆積体の製造方法。

図1

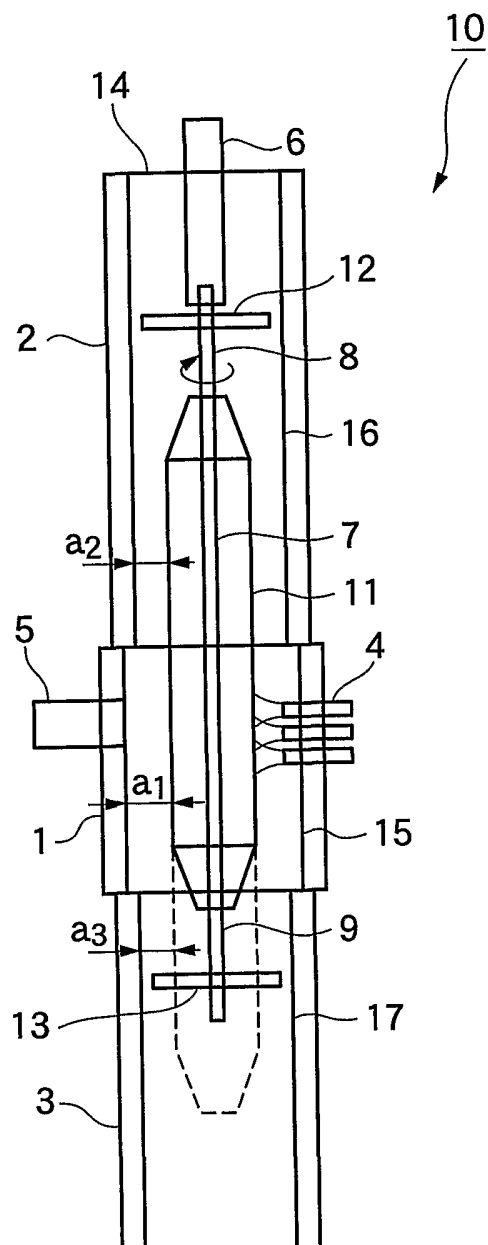


図2

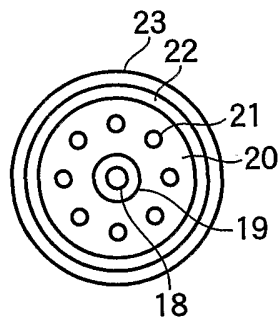


図3

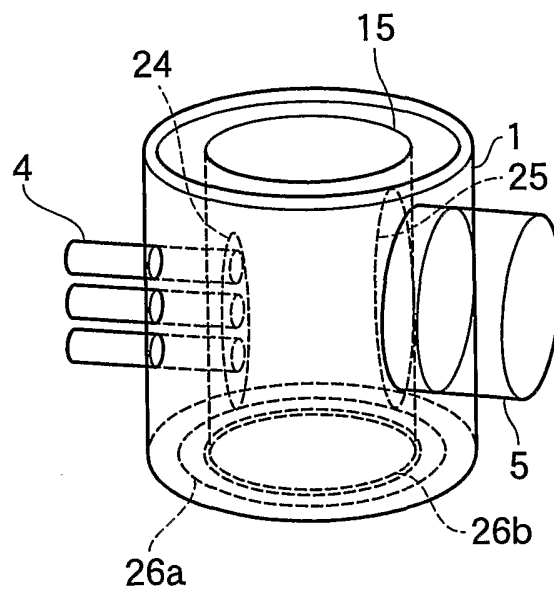


図4

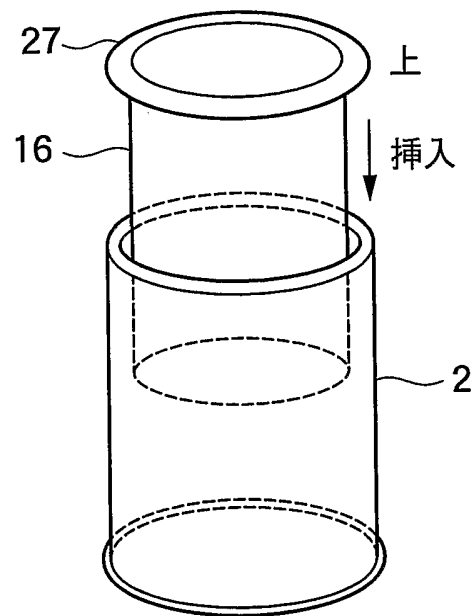


図5

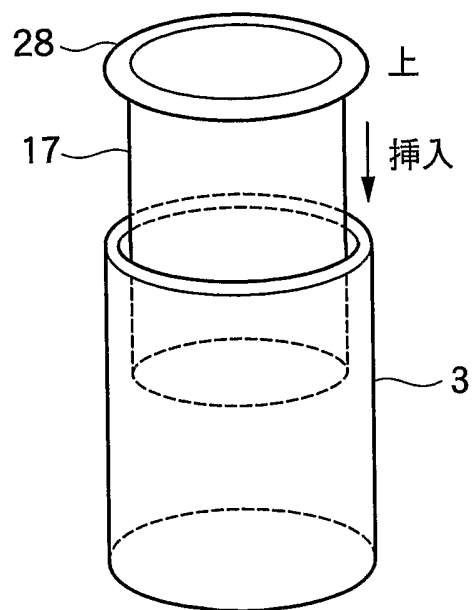


図6

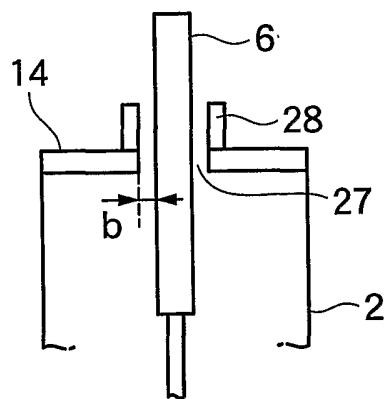


図7

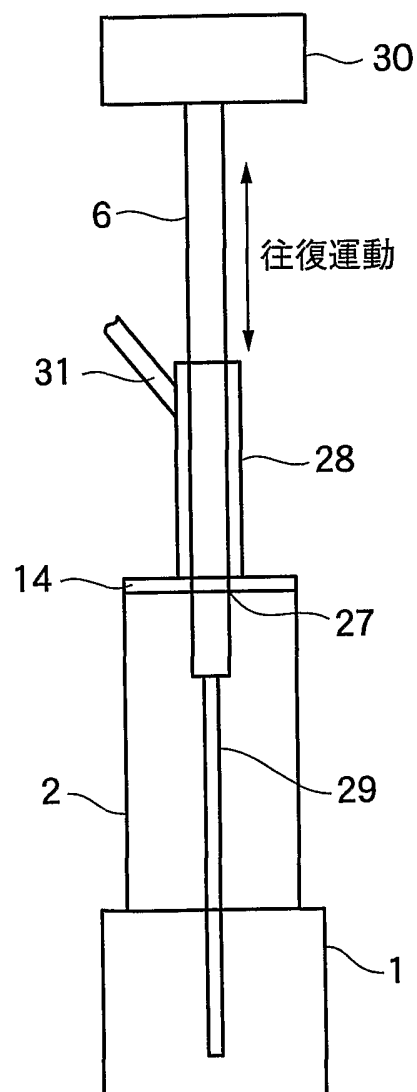


図8

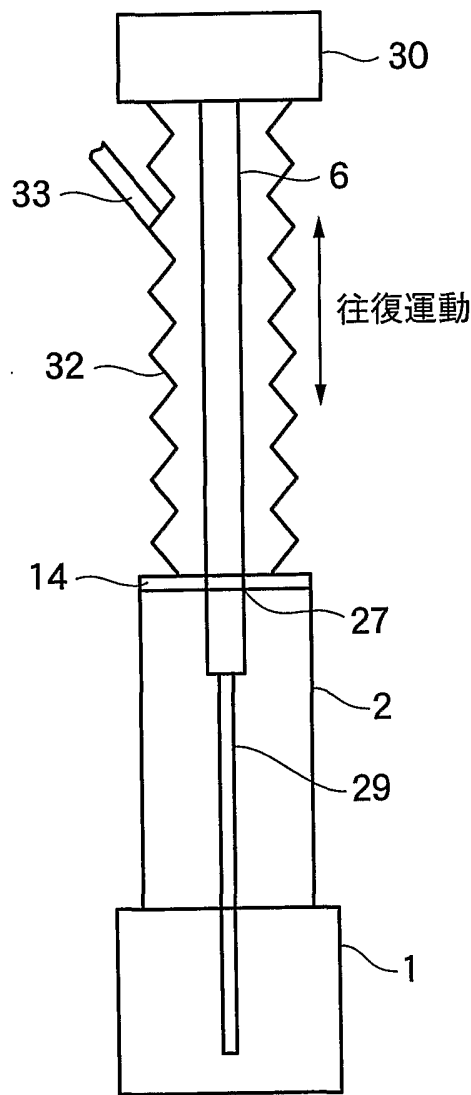


図9

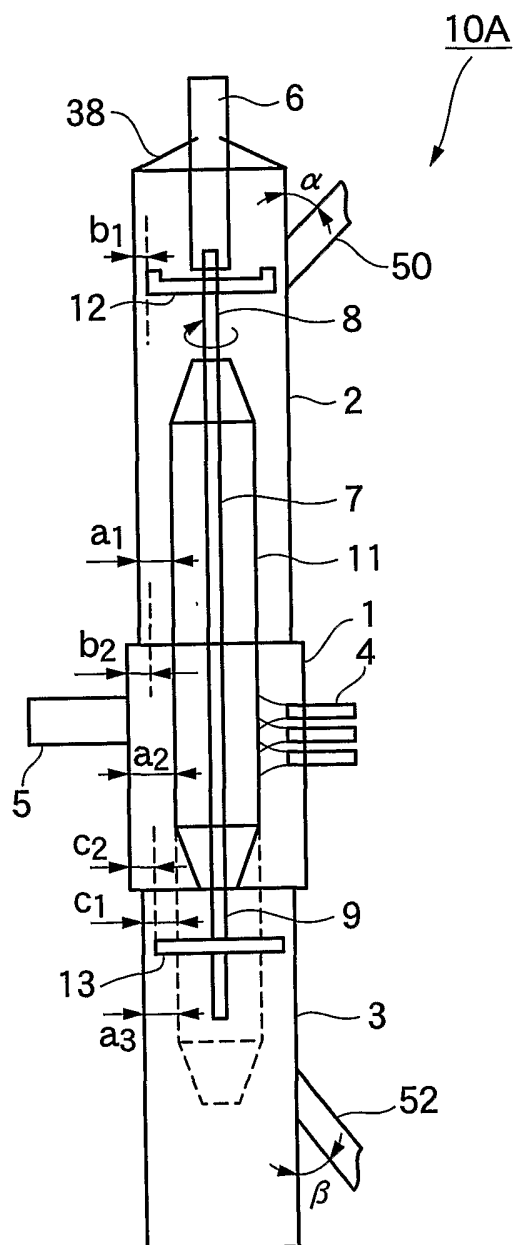


図10

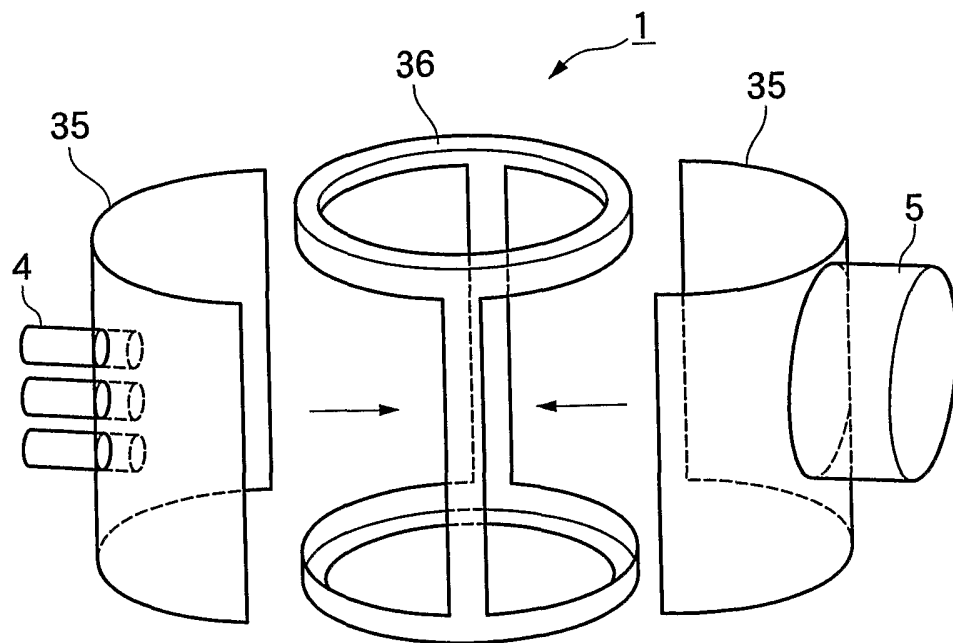


図11

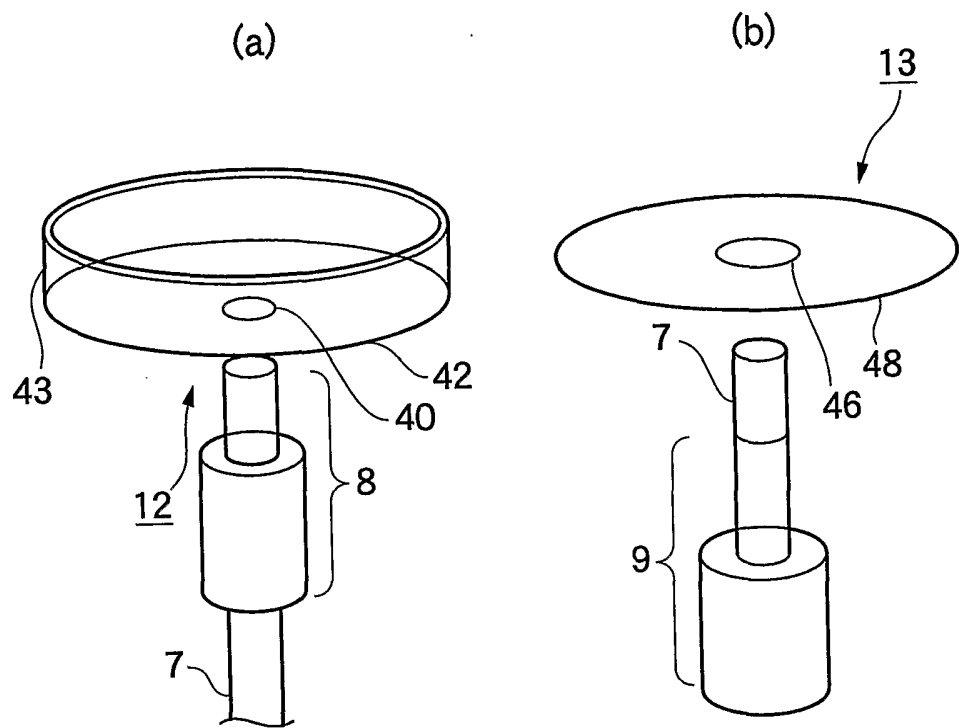


図12

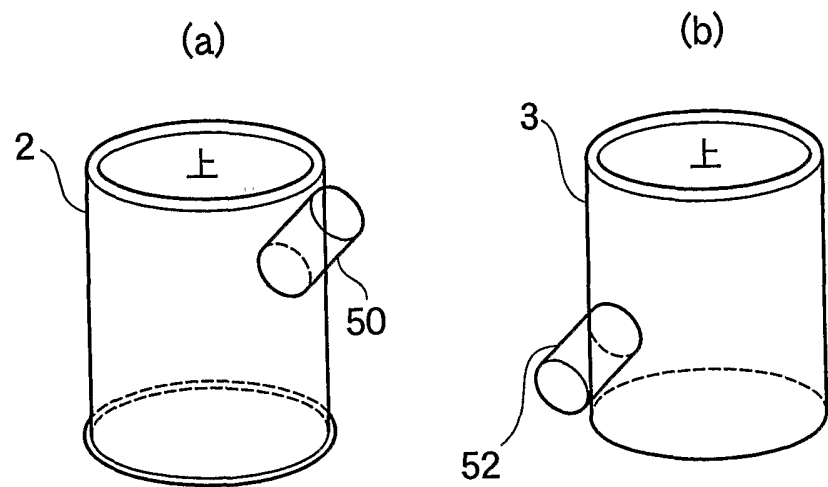


図13

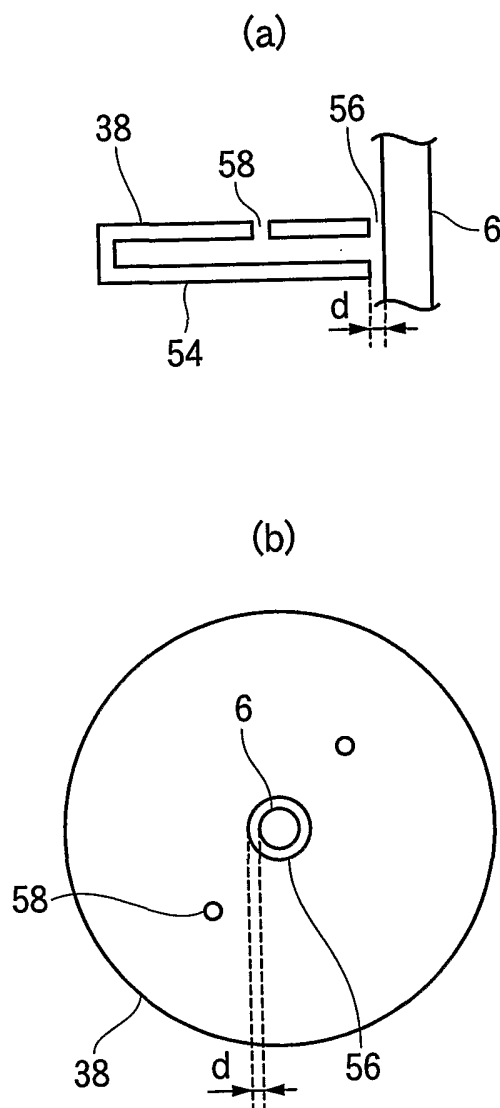


図14

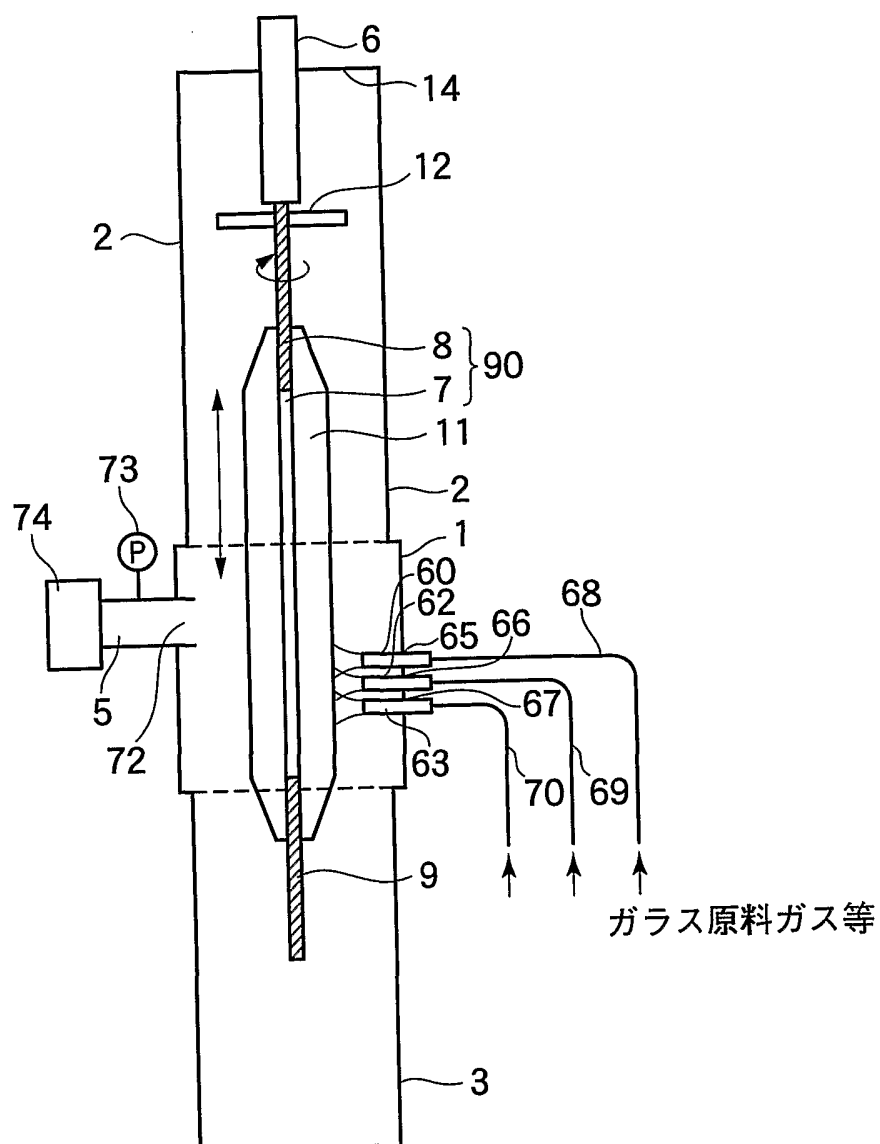
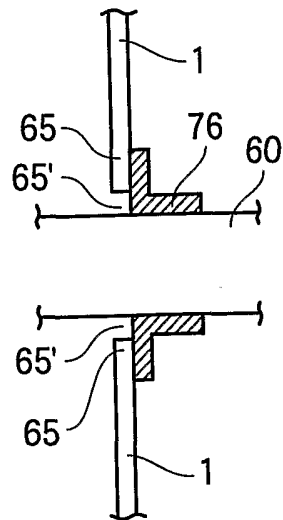


図15

(A)



(B)

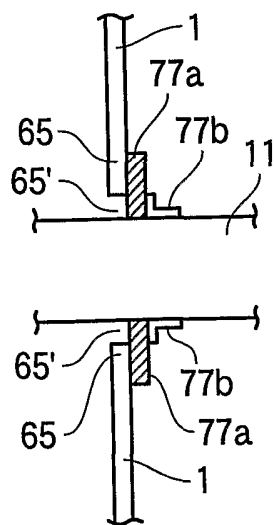


図16

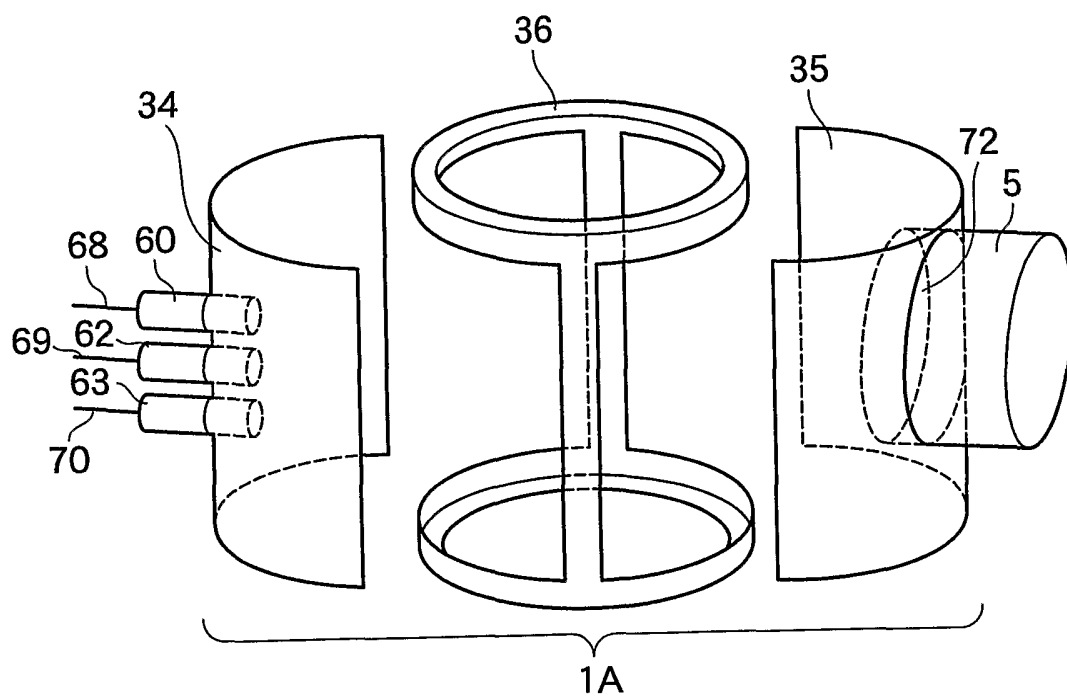


図17

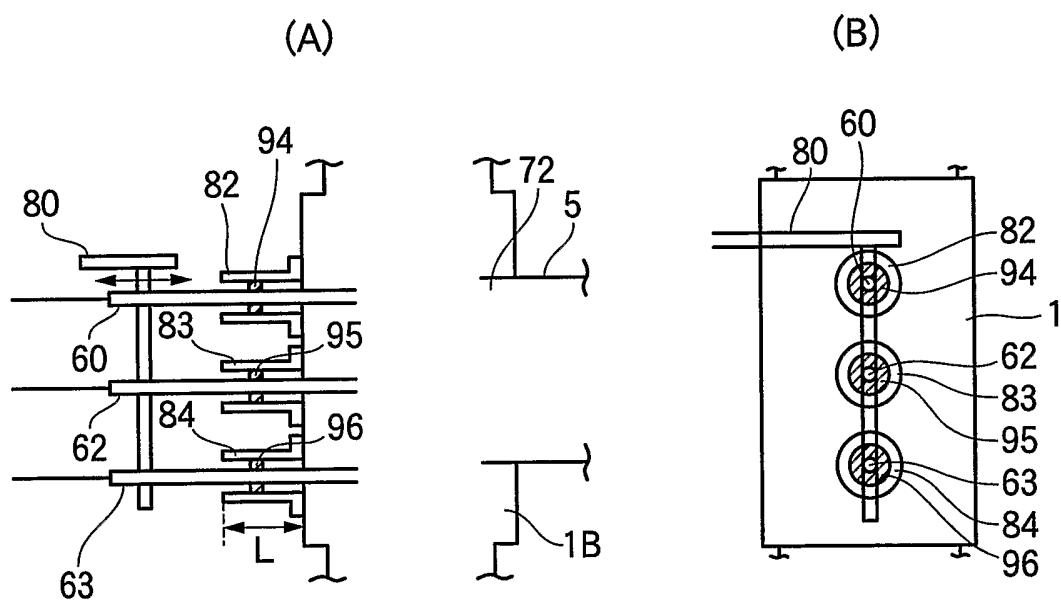
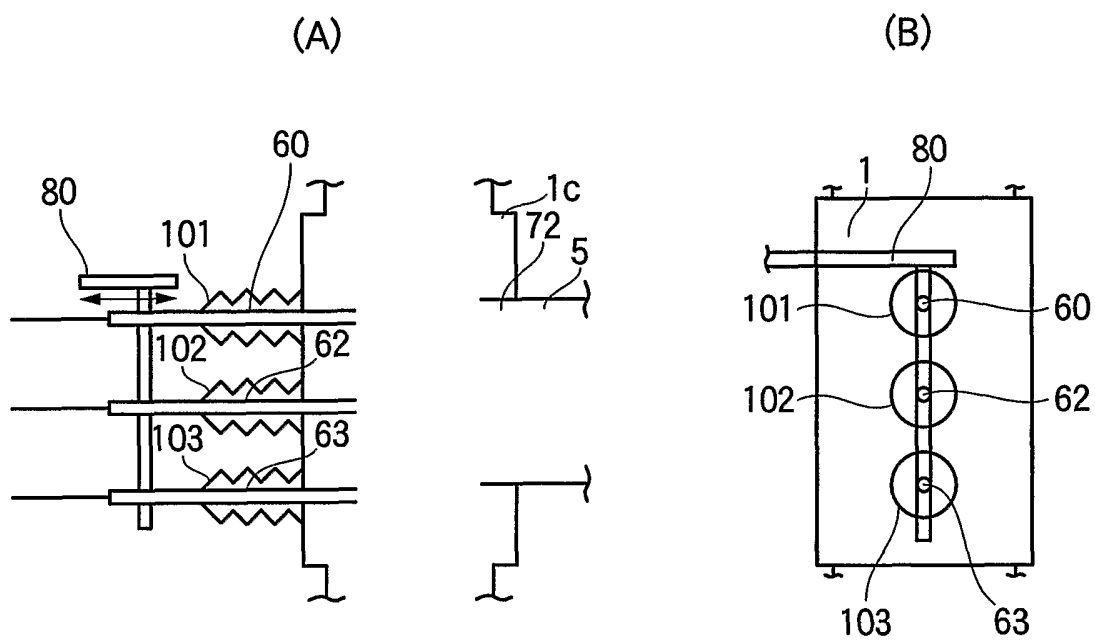


図18



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/05907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ C03B37/018, C03B8/04, G02B6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ C03B37/018, C03B8/04,

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

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	EP 824090 A1 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 February, 1998 (18.02.98), Column 5, line 26 to column 6, line 11; drawings & JP 10-114535 A	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
A	Par. Nos. [0015], [0016]; drawings	3, 5, 12, 14, 21, 22, 31, 32, 27, 37
Y	JP 10-072231 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 17 March, 1998 (17.03.98), Par. No. [0009]; drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
11 September, 2002 (11.09.02)

Date of mailing of the international search report
01 October, 2002 (01.10.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05907

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 10-053430 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 February, 1998 (24.02.98), Claims; drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	JP 2000-128565 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 May, 2000 (09.05.00), Par. Nos. [0006], [0009], [0010]; drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	JP 9-118539 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 May, 1997 (06.05.97), Claims; drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	JP 11-209140 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 03 August, 1998 (03.08.98), Par. Nos. [0024], [0031], [0038]; drawings (Family: none)	1, 2, 7, 10, 11, 19, 29, 45, 51
Y	JP 2000-109327 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 18 April, 2000 (18.04.00), Claims; Par. Nos. [0005], [0020]; drawings (Family: none)	1, 2, 7, 10, 11, 19, 29, 45, 51
Y	JP 61-281038 A (Nippon Taiyo Kaitei Densen Kabushiki Kaisha), 11 December, 1986 (11.12.86), Claims; drawings (Family: none)	4, 6, 13, 15
Y	JP 62-202832 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 07 September, 1987 (07.09.87), Claims; page 3, upper left column; drawings (Family: none)	4, 6, 13, 15
Y	JP 7-237931 A (Hitachi Cable, Ltd.), 12 September, 1995 (12.09.95), Claims; Par. No. [0012]; drawings (Family: none)	4, 6, 13, 15
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 147150/1982 (Laid-open No. 54537/1984) (Nippon Telegraph & Telephone Public Corp.), 10 April, 1984 (10.04.84), Page 3; drawings (Family: none)	4, 6, 13, 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05907

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 11-180725 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 July, 1999 (06.07.99), Par. No. [0013]; drawings (Family: none)	3, 5, 12, 14, 27, 37
A	JP 5-155631 A (Tosoh Corp.), 22 June, 1993 (22.06.93), Claims; drawings (Family: none)	21, 22, 31, 32
Y	JP 59-003034 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 09 January, 1984 (09.01.84), Page 2, upper right column, line 11 to lower left column, line 10; drawings (Family: none)	26, 36
Y	JP 2000-109334 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 April, 2000 (18.04.00), Claims; drawings (Family: none)	24, 25, 34, 35
Y	EP 1065175 A1 (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 03 January, 2001 (03.01.01), Par. Nos. [0042], [0043] & JP 2001-019437 A Par. No. [0006]	28, 38, 54-64
Y	JP 2001-089179 A (Hitachi Cable, Ltd.), 03 April, 2001 (03.04.01), Par. No. [0027]; drawings (Family: none)	28, 38, 54-64
Y	JP 7-300332 A (Fujikura Ltd.), 14 November, 1995 (14.11.95), Par. Nos. [0003], [0004]; drawings (Family: none)	40, 41, 42, 46, 48
Y	JP 9-188523 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 22 July, 1997 (22.07.97), Par. No. [0002]; drawings (Family: none)	40, 41, 42, 46, 48
Y	JP 5-017164 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 26 January, 1993 (26.01.93), Par. No. [0002]; Fig. 13 (Family: none)	43, 44, 45, 49, 52

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/05907

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 120350/1990 (Laid-open No. 078226/1992) (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 08 July, 1992 (08.07.92), Claims; page 14; drawings (Family: none)	47, 53
Y	JP 2-172838 A (Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.), 04 July, 1990 (04.07.90), Claims; page 3, upper right column; drawings (Family: none)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	JP 62-162646 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 18 July, 1987 (18.07.87), Claims; drawings (Family: none)	24, 25, 34, 35
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 133128/1989 (Laid-open No. 74630/1991) (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 26 July, 1991 (26.07.91), Claims (Family: none)	55, 57, 60, 62, 64
Y	JP 2000-007366 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 11 January, 2000 (11.01.00), Par. No. [0003] (Family: none)	55, 57, 60, 62, 64

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. cl⁷ C03B37/018, C03B8/04, G02B6/00

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. cl⁷ C03B37/018, C03B8/04

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 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002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 請求の範囲の番号
Y	EP 824090 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,LTD.) 1998.02.18, 第5欄26行~第6欄11行及び図面 & JP 1 0-114535 A 【0015】 【0016】 及び図面	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
A		3, 5, 12, 14, 2 1, 22, 31, 32, 2 7, 37
Y	JP 10-072231 A (住友電気工業株式会社) 1998.03.1 7, 【0009】 及び図面 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30,

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ 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

11.09.02

国際調査報告の発送日

01.10.02

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)

近野 光知

印

4T

9260

電話番号 03-3581-1101 内線 3463

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 10-053430 A (住友電気工業株式会社) 1998. 02. 24、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	33-36, 38-64 1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	J P 2000-128565 A (住友電気工業株式会社) 2000. 05. 09、【0006】 【0009】 【0010】 及び図面 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	J P 9-118539 A (住友電気工業株式会社) 1997. 05. 06 特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	J P 11-209140 A (古河電気工業株式会社) 1998. 08. 03、【0024】 【0031】 【0038】 及び図面 (ファミリーなし)	1,2,7,10,11,19,2 9,45,51
Y	J P 2000-109327 A (古河電気工業株式会社) 2000. 04. 18、特許請求の範囲、【0005】 【0020】 及び図面 (ファミリーなし)	1,2,7,10,11,19,2 9,45,51
Y	J P 61-281038 A (日本大洋海底電線株式会社) 1986. 1. 2. 11、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	4,6,13,15
Y	J P 62-202832 A (住友電気工業株式会社) 1987. 09. 07、特許請求の範囲、第3頁左上欄及び図面 (ファミリーなし)	4,6,13,15
Y	J P 7-237931 A (日立電線株式会社) 1995. 09. 12、特許請求の範囲、【0012】 及び図面 (ファミリーなし)	4,6,13,15
Y	日本国実用新案登録出願57-147150号(日本国実用新案登録出願公開59-54537号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (日本電信電話公社) 1984. 04. 10、第3頁及び図面 (ファミリーなし)	4,6,13,15
A	J P 11-180725 A (住友電気工業株式会社) 1999. 07. 06、【0013】 及び図面 (ファミリーなし)	3,5,12,14,27,37
A	J P 5-155631 A (東ソー株式会社) 1993. 06. 22、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	21,22,31,32
Y	J P 59-003034 A (住友電気工業株式会社) 1984. 01. 09、第2頁右上欄11行~同左下欄10行及び図面 (ファミリーなし)	26,36
Y	J P 2000-109334 A (住友電気工業株式会社) 2000. 04. 18、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	24,25,34,35
Y	EP 1065175 A1 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO.,LTD.) 2001. 01. 03、【0042】 【0043】 & J P 2001-019437 A 【0006】	28,38,54-64
Y	J P 2001-089179 A (日立電線株式会社) 2001. 04. 03、【0027】 及び図面 (ファミリーなし)	28,38,54-64

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 7-300332 A (株式会社フジクラ) 1995. 11. 14、 【0003】 【0004】 及び図面 (ファミリーなし)	40,41,42,46,48
Y	J P 9-188523 A (信越化学工業株式会社) 1997. 07. 2 2、【0002】 及び図面 (ファミリーなし)	40,41,42,46,48
Y	J P 5-017164 A (古河電気工業株式会社) 1993. 01. 2 6、【0002】 及び図13 (ファミリーなし)	43,44,45,49,52
Y	日本国実用新案登録出願 2-120350 号(日本国実用新案登録出願公開 4-078226 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (信越化学 工業株式会社) 1992. 07. 08、実用新案登録請求の範囲、第14頁 及び図面 (ファミリーなし)	47,53
Y	J P 2-172838 A (信越化学工業株式会社) 1990. 07. 04 特許請求の範囲、第3頁右上欄及び図面 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 6-11, 13, 15-20, 23-27, 28-30, 33-36, 38-64
Y	J P 62-162646 A (住友電気工業株式会社) 1987. 07. 1 8、特許請求の範囲及び図面 (ファミリーなし)	24,25,34,35
Y	日本国実用新案登録出願1-133128号(日本国実用新案登録出願公開3-74630号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録したマイクロフィルム (住友 電気工業株式会社) 1991. 07. 26、実用新案登録請求の範囲 (ファ ミリーなし)	55,57,60,62,64
Y	J P 2000-007366 A (住友電気工業株式会社) 2000. 0 1. 11、【0003】 (ファミリーなし)	55,57,60,62,,64