

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4007732号

(P4007732)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 16/455 (2006.01)	C 2 3 C 16/455
F 2 8 D 7/10 (2006.01)	F 2 8 D 7/10 A
H 0 1 L 21/31 (2006.01)	H 0 1 L 21/31 B

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平11-285417	(73) 特許権者	000000239
(22) 出願日	平成11年10月6日(1999.10.6)		株式会社荏原製作所
(65) 公開番号	特開2001-107250(P2001-107250A)		東京都大田区羽田旭町11番1号
(43) 公開日	平成13年4月17日(2001.4.17)	(74) 代理人	100091498
審査請求日	平成15年10月29日(2003.10.29)		弁理士 渡邊 勇
		(74) 代理人	100092406
			弁理士 堀田 信太郎
		(74) 代理人	100102967
			弁理士 大畑 進
		(72) 発明者	佐藤 等
			神奈川県相模原市淵野辺4丁目22番16号
		(72) 発明者	鈴木 秀直
			東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会
			社 荏原製作所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロセスガス搬送用配管及び成膜装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内部にプロセスガス流路を形成する内管と、該内管との間に熱媒体流路を形成する外管と、前記内管と外管との間の開口した両端部を塞ぐとともに外管より大きい外周を有する錨状の二つのフランジとを有し、前記熱媒体流路に連通する熱媒体入口を前記一方のフランジに形成するとともに前記熱媒体流路に連通する熱媒体出口を前記他方のフランジに形成した二重配管エレメントを備え、前記二重配管エレメントには、二重配管構造の弁を一体化した弁一体型二重配管エレメントが含まれており、前記二つのフランジには、それぞれ前記熱媒体流路に面する凹部が設けられ、前記熱媒体入口および前記熱媒体出口は、それぞれ前記フランジの外周面よりフランジの内部を半径方向に延びて前記凹部内で開口していることを特徴とするプロセスガス搬送用配管。

10

【請求項2】

前記二重配管エレメントは複数個設けられ、これら複数の二重配管エレメントはプロセスガス流路を互いに連通させつつ前記フランジを介して互いに連結されていることを特徴とする請求項1記載のプロセスガス搬送用配管。

【請求項3】

原料ガスを発生させるガス発生装置と、
前記ガス発生装置で発生した原料ガスを用いて基板上に成膜を行う気密な成膜室と、
請求項1または2記載のプロセスガス搬送用配管で構成され、前記ガス発生装置と成膜室とを連絡する原料ガス搬送流路と、

20

を備えていることを特徴とする成膜装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸ストロンチウム、又はチタン酸バリウムストロンチウム（以下、チタン酸バリウム／ストロンチウムと総称する）等の高誘電体又は強誘電体薄膜を基板表面に形成する時に使用される原料ガス等の安定温度領域の狭いプロセスガスを温度制御しつつ処理室等に搬送するのに使用されるプロセスガス搬送用配管及び該搬送用配管を使用した成膜装置に関する。

【0002】

10

【従来の技術】

近年、半導体産業における集積回路の集積度の向上はめざましく、現状のメガビットオーダーから、将来のギガビットオーダーを睨んだDRAMの研究開発が行われている。かかるDRAMの製造のためには、小さな面積で大容量が得られるキャパシタ素子が必要である。このような大容量素子の製造に用いる誘電体薄膜として、比誘電率が10以下であるシリコン酸化膜やシリコン窒化膜に替えて、比誘電率が20程度である五酸化タンタル（ Ta_2O_5 ）薄膜、あるいは比誘電率が300程度であるチタン酸バリウム（ $BaTiO_3$ ）、チタン酸ストロンチウム（ $SrTiO_3$ ）又はチタン酸バリウムストロンチウム等の金属酸化物薄膜材料が有望視されている。また、さらに誘電率が高いPZT、PLZT、Y1等の強誘電体の薄膜材料も有望視されている。

20

【0003】

ところで、このような素材の成膜を行う方法として、化学気相成長法（CVD）が有望とされている。図3は、この種のチタン酸バリウム／ストロンチウム等の高誘電体又は強誘電体薄膜を形成するための成膜装置の全体構成を示す図である。図3に示すように、原料容器10に貯蔵された液体原料11は、加圧ガス容器12内の加圧ガスで原料容器10内を加圧することにより、流量制御器13で所定の流量に制御され、液体原料供給管14を通過して気化器15に送られて気化される。この気化器15で気化した原料ガスは、原料ガス搬送経路16からガス供給ヘッド17に導入され、このガス供給ヘッド17に酸化ガス導入管18から導入された酸化ガスとともに、密閉可能な成膜室（処理室）20内に配置された基板保持・加熱台（サセプタ）21に載置保持され且つ所定の温度に加熱された基板Wに向けて噴射され、これにより、基板Wの表面に薄膜が成長する。

30

【0004】

成膜に使用された排ガスは、排気管22内に流入し、この排気管22に設けられたトラップ装置23aの内部を流れて排気ガス中の固形化成分や未分解ガスがトラップ又は凝縮して除去され、残りのガスは真空ポンプ24から外部に排気される。この排気管22には、開閉弁25と、成膜室20内の圧力を検知する圧力計26により開度が制御される圧力制御弁27がトラップ装置23aを挟んでその上流側と下流側に設けられている。

【0005】

一方、気化器15の直下流位置で原料ガス搬送経路16から分岐したベント経路30が備えられ、原料ガス搬送経路16とベント経路30との分岐点の下流側には、各々原料ガス搬送経路16とベント経路30の切換を行う切換弁31a、31bが設けられている。ベント経路30は、ガス中の固形化成分や未分解ガスをトラップ又は凝縮して除去するトラップ装置23bを有し、このベント経路30は排気管22に圧力制御弁27の上流側で接続されている。

40

【0006】

上述のように構成された成膜装置において、原料ガスを成膜室20内の被成膜基板Wに向けて安定的に供給する必要がある。原料ガスは、定常的に微量秤量可能にし且つ気化特性を安定させるために、常温で固体の $Ba(DPM)_2$ 、 $Sr(DPM)_2$ などをテトラヒドロフラン（THF）などの有機溶剤に溶解し、且つ常温で液体の $Ti(i-OC_3H_7)_2$ （DPM）₂を同様にTHFと混合して液体原料とし、これらを気化器15で加熱し

50

て気化することによって生成される。

【0007】

ところで、このような原料ガスにあっては、気相温度範囲が狭く、その搬送の過程で部分的に温度の低い部位が存在するとその部位に原料ガスが凝結して結果的に膜の組成ずれが発生したり、切換弁で凝結が発生すると、最悪の場合に切換え不能を招いてシステムの故障に陥ることにもなる。また、気化温度と分解温度が接近しているため、部分的に温度の高い部位があると原料ガスの分解を起こし、分解した成分が膜中に不足して膜質を悪化させるばかりでなく、分解したものがパーティクルとなって配管の内部に堆積し、これが成膜室内に流入すると膜質を更に悪化させることにもなる。

【0008】

このため、図3に示すように、気化器15とガス供給ヘッド17とを結ぶ原料ガス搬送経路16を、原料ガス搬送配管32にリボン状の電気ヒータ（以下、リボンヒータという）33を巻付けて構成し、原料ガス搬送配管32とリボンヒータ33との間に、図示しない温度センサ（熱電対）を挟み込んで、この温度センサでリボンヒータ33をフィードバック制御することが行われていた。ベント経路30にあっては、トラップ装置23bの上流側は、ベント配管34にリボンヒータ33を巻き付けて構成されていた。

【0009】

また、図4に示すように、原料ガス搬送流路16及びベント経路30のトラップ装置23bの上流側を内管35と外管36からなる二重構造の配管で構成するとともに、切換弁31a、31bとして、内管35aと外管36aを有し内管35aの内部に仕切弁部37を形成した二重管構造のものを使用し、この切換弁31a、31bの内管35aの一次側及び二次側に内管35を、外管36aの一次側及び二次側に外管36をそれぞれ溶接等で接合して、内管35、35aで区画された空間内を原料ガスが流れ、内管35、35aと外管36、36aで区画された空間内を熱媒体が流れるようにしたものも知られている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、リボンヒータを用いて原料ガスを加熱するようにした従来の技術にあっては、配管の形状が複雑になるとヒータが捲きずらくなって、局所的な加熱になり易いばかりでなく、表面積が大きく、放熱し易いため、温度が不均一になって、原料ガスの分解や凝縮が生じやすくなってしまふ。しかも、継手部にもリボンヒータを巻き付ける必要があるため、分解・メンテナンス作業が困難であるばかりでなく、再組立て後の温度分布の再現性が悪くなってしまふといった問題があった。

【0011】

一方、二重配管構造としたものは、リボンヒータを使用した場合と比較し温度分布を良好にすることができるものの、弁の内管及び外管が二重構造の内管及び外管に溶接等で接合されているために、弁の分解・メンテナンスや、弁の変更、配管系の変更等が著しく困難であるといった問題があった。

【0012】

本発明は、上記の課題に鑑みてなされたもので、配管の内部を流れるプロセスガスを所定の温度に均一に加熱制御でき、しかもメンテナンスが容易であるばかりでなく、配管系を容易に変更できるようにしたプロセスガス搬送用配管及び成膜装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明のプロセスガス搬送用配管は、内部にプロセスガス流路を形成する内管と、該内管との間に熱媒体流路を形成する外管と、前記内管と外管との間の開口した両端部を塞ぐとともに外管より大きい外周を有する錨状の二つのフランジとを有し、前記熱媒体流路に連通する熱媒体入口を前記一方のフランジに形成するとともに前記熱媒体流路に連通する熱媒体出口を前記他方のフランジに形成した二重配管エレメントを備え、前記二重配管エレメントには、二重配管構造の弁を一体化した弁一体型二重配管エレメントが含まれてお

10

20

30

40

50

り、前記二つのフランジには、それぞれ前記熱媒体流路に面する凹部が設けられ、前記熱媒体入口および前記熱媒体出口は、それぞれ前記フランジの外周面よりフランジの内部を半径方向に延びて前記凹部内で開口していることを特徴とする。

【0014】

このように構成した本発明によれば、各二重配管エレメントを連結してプロセスガス搬送用配管を構成することで、配管の分解・メンテナンスの便を図るとともに、配管系の変更を容易となし、しかも、各二重配管エレメント毎にフランジで区画された熱媒体流路を形成し該熱媒体流路内に熱媒体を流すことで、配管全体を所定の温度に均一に加熱制御できる。

【0015】

そして、構造が複雑で温度制御が困難な弁であっても、弁の内部を流れるプロセスガスを熱媒体流路を流れる熱媒体で加熱することができる。

【0016】

更に、前記フランジには、前記熱媒体流路に面する凹部が設けられていることを特徴とする。これにより、フランジに設けた凹部内を熱媒体が流れるようにすることで、フランジの内部に位置するプロセスガス流路を流れるプロセスガスに対して、フランジからの放熱に対し局部的に加熱が不足してしまうことが防止される。

【0017】

本発明の成膜装置は、原料ガスを発生させるガス発生装置と、前記ガス発生装置で発生した原料ガスを用いて基板上に成膜を行う気密な成膜室と、請求項1または2記載のプロセスガス搬送用配管で構成され、前記ガス発生装置と成膜室とを連絡する原料ガス搬送流路と、を備えていることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図1及び図2を参照して説明する。図1は本発明に係る成膜装置の実施形態の全体構成を示す図であり、図2は図1の一部を拡大して示す一部拡大断面図である。

【0019】

本実施形態に係る成膜装置は、チタン酸バリウム／ストロンチウム等の高誘電体又は強誘電体薄膜を形成するためのものであり、図1に示すように、原料容器10に貯蔵された液体原料11は、加圧ガス容器12内の加圧ガスで原料容器10内を加圧することにより、流量制御器13から液体原料供給管14を通過して気化器15に送られて気化する。この気化器15で気化した原料ガスは、原料ガス搬送経路16からガス供給ヘッド17に導入され、このガス供給ヘッド17に酸化ガス導入管18から導入された酸化ガスとともに、密閉可能な成膜室（処理室）20内に配置された基板保持・加熱台（サセプタ）21に載置保持された基板Wに向けて噴射され、これにより、基板Wの表面に薄膜が成長する。この基板保持・加熱台21には、基板Wを原料ガスの分解温度以上に加熱するヒータが内蔵されている。

【0020】

成膜に使用された以外の排ガスは、排気管22内に流入し、この排気管22に設けられたトラップ装置23aの内部を流れて排気ガス中の固形化成分や未分解ガスがトラップ又は凝縮して除去されて、真空ポンプ24から外部に排気される。この排気管22には、開閉弁25と、成膜室20内の圧力を検知する圧力計26により開度が制御される圧力制御弁27がトラップ装置23aを挟んでその上流側と下流側に設けられている。

【0021】

一方、気化器15の直下流位置で原料ガス搬送経路16から分岐したベント経路30が備えられ、原料ガス搬送経路16及びベント経路30の分岐点の下流側には、原料ガス搬送経路16とベント経路30の切換を行う切換弁31a、31bが設けられている。ベント経路30にも、ガス中の固形化成分や未分解ガスをトラップ又は凝縮して除去するトラップ装置23bを有し、このベント経路30は排気管22に圧力制御弁27の上流側で接続

10

20

30

40

50

されている。

なおトラップ装置 23a, 23b は、各々外気により冷却されている。

【0022】

ここで、前記原料ガス搬送経路 16 は、この例では、T 字管型二重配管エレメント 40、弁一体型二重配管エレメント 50a 及び単管型二重配管エレメント 60 の 3 種類の二重配管エレメントを互いに連結して構成されている。また、ベント経路 30 のトラップ装置 23b の上流側は、T 字管型二重配管エレメント 40 に弁一体型二重配管エレメント 50b を連結して構成され、下流側は、ベント配管 34 で構成されている。

【0023】

T 字管型二重配管エレメント 40 は、図 1 および図 2 に示すように、内部にプロセスガス
10
流路 41 を形成する T 字状の内管 42 と、該内管 42 との間に熱媒体流路 43 を形成する
T 字状の外管 44 と、内管 42 と外管 44 との間の開口端部を塞ぐ 3 つのフランジ 45 と
から構成されている。そして、一つのフランジ 45 には、熱媒体流路 43 に連通する熱媒体
入口 46 が設けられ、他の一つのフランジ 45 には、熱媒体流路 43 に連通する熱媒体
出口 47 が設けられている。これにより、熱媒体入口 46 から熱媒体流路 43 内に熱媒体
が導入されて、熱媒体出口 47 から排出されるようになっている。フランジ 45 には、プ
ロセスガスの漏洩を防止するシール部材 59 が当接する平滑なシール面 48 が設けられて
いる。なお内管 42 と外管 44 の端部は、各々フランジ 45 に溶接され、熱媒体流路 43
の気密を保っている。

【0024】

弁一体型二重配管エレメント 50a は、前記切換弁 31a として二重管構造の弁を使用し
、これを一体化したものである。すなわち、図 2 に示すように、内部にプロセスガス流
20
路 51 を形成するとともに仕切弁部 52 を内蔵した内管 53 と、該内管 53 との間で熱媒体
流路 54 を形成する外管 55 との間の開口端部を各々一対のフランジ 56 で塞ぎ（この場
合は溶接による）、この一方のフランジ 56 に熱媒体流路 54 に連通する熱媒体入口 57
を設け、他方のフランジ 56 に熱媒体流路 54 に連通する熱媒体出口 58 を設けたもので
ある。これにより、熱媒体入口 57 から熱媒体流路 54 内に熱媒体が導入されて、熱媒体
出口 58 から排出されるようになっている。フランジ 56 には、プロセスガスの漏洩を防
止するシール部材 59 が設けられている。弁一体型二重配管エレメント 50b は、前記切
30
換弁 31b として二重管構造のものを使用し、これを一体化したものであり、構成は図 2
に示す弁一体型二重配管エレメント 50a と同様である。

【0025】

単管型二重配管エレメント 60 は、内部にプロセスガス流路 61 を形成する円筒状の内管
62 と、該内管 62 との間に熱媒体流路 63 を形成する円筒状の外管 64 と、内管 62 と
外管 64 との間の開口端部を塞ぐ一対のフランジ 65 とから構成されている。そして、一
40
方のフランジ 65 には、熱媒体流路 63 に連通する熱媒体入口 66 が設けられ、他方のフ
ランジ 65 には、熱媒体流路 63 に連通する熱媒体出口 67 が設けられている。これによ
り、熱媒体入口 66 から熱媒体流路 63 内に熱媒体が流入して、熱媒体出口 67 から排出
されるようになっている。フランジ 65 には、プロセスガスの漏洩を防止するため、シ
ール部材 59 が当接するシール部材 68 が設けられている。

【0026】

ここに、前記各二重配管エレメント 40, 50a, 50b, 60 の各フランジ 45, 56
、65 には、図 2 に示すように、各熱媒体流路 43, 54, 63 に面した凹部 45a, 56a,
56a が設けられ、各熱媒体入口 46, 57, 66 及び熱媒体出口 47, 58, 67 は、フランジ 45,
56, 65 の内部を直径方向に貫通して、この凹部 45a, 56a, 56a 内で開口するようにな
っている。これにより、フランジ 45, 56, 65 に設けた凹部 45a, 56a, 56a 内を熱媒体が流
れるようにすることで、フランジ 45, 56, 65 の内部に位置するプロセスガス流路 41,
51, 61 を流れるプロセスガスに対して、局部的に加熱が不足してしまうことが防止さ
れる。

【0027】

10

20

30

40

50

そして、各プロセスガス流路４１，５１，６１を連通させつつ、Ｔ字管型二重配管エレメント４０の一つのフランジ４５と気化器１５のフランジとを連結し、Ｔ字管型二重配管エレメント４０の他の一つのフランジ４５と弁一体型二重配管エレメント５０ａの一方のフランジ５６とを連結し、弁一体型二重配管エレメント５０ａの他方のフランジ５６と単管型二重配管エレメント６０の一方のフランジ６５とを連結し、さらに単管型二重配管エレメント６０の他方のフランジ６５とガス供給ヘッド１７のフランジとを連結することで、原料ガス搬送経路１６が構成されている。また、Ｔ字管型二重配管エレメント４０の更に他の一つのフランジ４５と弁一体型二重配管エレメント５０ｂの一方のフランジ５６とを連結し、弁一体型二重配管エレメント５０ｂの他方のフランジ５６とトラップ装置２３ｂのフランジ部とを連結することで、ベント経路３０のトラップ装置２３ｂの上流側が構成されている。

10

【００２８】

本実施の形態によれば、ベント経路３０の切換弁３１ｂを閉じ、原料ガス搬送経路１６の切換弁３１ａを開いて、気化器１５で気化した原料ガスをガス供給ヘッド１７に導入する時、原料ガスは、各二重配管エレメント４０，５０ａ，６０の各プロセスガス流路４１，５１，６１に沿って流れ、各熱媒体流路４３，５４，６３内に熱媒体を流すことで、所定の温度に精度良く加熱制御され、これにより、原料ガスの搬送の途中における凝縮・分解が防止される。原料ガスをベントする時にも、トラップ装置２３ｂに流入するまでの原料ガスを所定の温度に精度よく制御することで、原料ガスの凝縮・分解が防止される。しかも、各二重配管エレメント４０，５０ａ，６０を連結して原料ガス搬送経路（プロセスガス搬送用配管）１６を構成することで、配管の分解・メンテナンスの便を図るとともに、配管系の変更も容易となる。

20

【００２９】

なお、本実施の形態においては、３種類の二重配管エレメントを使用した例を示しているが、例えば十字管型二重配管エレメント等の任意の形状のものを使用しても良く、また個数は任意で良い。弁の構造も、弁座部を中心に周囲から熱媒体で加熱できる構造のものであれば良い。また、熱媒体入口と熱媒体出口とを直列に結ぶことで、熱媒体配管をよりシンプルにすることができる。

なお、熱媒体源については説明を省略したが、本成膜装置とは別に所定の温度に加熱された熱媒体を吐出する機能のものであれば簡単でよい。

30

【００３０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、熱媒体流路に熱媒体を流すことで、配管全体を所定の温度に均一に加熱制御でき、これによって、安定温度領域が狭いプロセスガスであっても、この凝結や分解を抑制することができる。従って、チタン酸バリウム／ストロンチウム等の高誘電体又は強誘電体薄膜を形成する成膜装置に適用することで、膜の組成精度及び組成安定性を向上させ、原料の有効活用率を向上させるとともに、開閉弁の詰まりを防止して、装置としての稼働率を向上させることができる。しかも、弁や配管等のメンテナンスが容易であるばかりでなく、配管系を容易に変更することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【図１】本発明に係る成膜装置の第１の実施形態の全体構成を示す概略図である。

【図２】図１の一部を拡大して示す拡大断面図である。

【図３】従来の成膜装置の全体構成を示す概略図である。

【図４】従来の他の成膜装置の一部を拡大して示す断面図である。

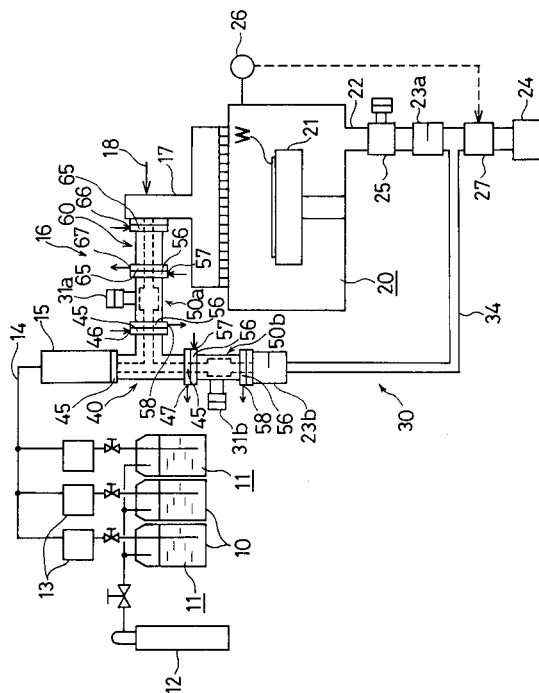
【符号の説明】

- １０ 原料容器
- １１ 液体原料
- １５ 気化器
- １６ 原料ガス搬送経路
- １７ ガス供給ヘッド

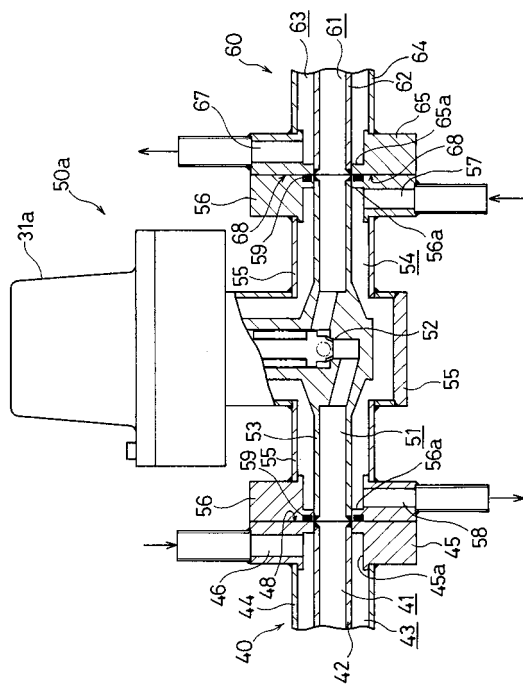
50

- 20 成膜室
- 23a, 23b トラップ装置
- 30 ベント経路
- 31a, 31b 切換弁
- 40 T字管型二重配管エレメント
- 41, 51, 61 プロセスガス流路
- 42, 53, 62 内管
- 43, 54, 63 熱媒体流路
- 44, 55, 64 外管
- 45, 56, 65 フランジ
- 45a, 56a, 65a 凹部
- 46, 57, 66 熱媒体入口
- 47, 58, 67 熱媒体出口
- 48, 68 シール面
- 59 シール部材
- 50a, 50b 弁一体型二重配管エレメント
- 52 仕切弁部
- 60 単管型二重配管エレメント

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (72)発明者 柴崎 光直
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内
(72)発明者 塚本 究
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内

審査官 吉田 直裕

- (56)参考文献 特開平10-038479 (JP, A)
特開平03-181792 (JP, A)
特開平09-321035 (JP, A)
実開平04-041180 (JP, U)
実開昭57-139781 (JP, U)
特開平06-168877 (JP, A)
特開平05-085890 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C23C 16/455
F28D 7/10
H01L 21/31