

PCT

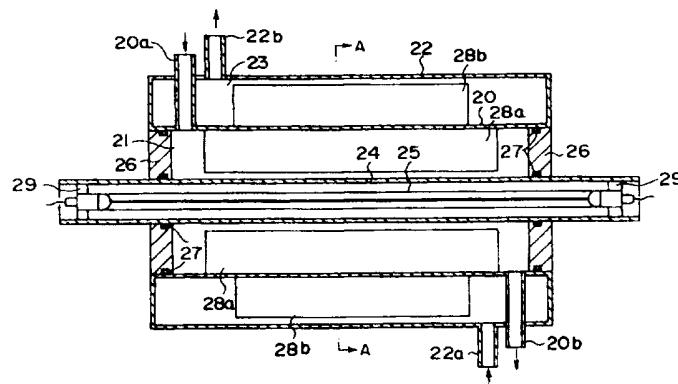
世界知的所有権機関
国際事務局
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 F25D 1/02, 9/00, F24H 1/10	A1	(11) 国際公開番号 WO97/20179
		(43) 国際公開日 1997年6月5日(05.06.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03459		(81) 指定国 CN, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) 国際出願日 1996年11月26日(26.11.96)		添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平7/312048 1995年11月30日(30.11.95) JP 特願平8/28021 1996年2月15日(15.02.96) JP 特願平8/180102 1996年6月20日(20.06.96) JP 特願平8/180103 1996年6月20日(20.06.96) JP		
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 小松製作所(KOMATSU LTD.)[JP/JP] 〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者: および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 門谷院一(KADOTANI, Kanichi)[JP/JP] 〒254 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所 研究所内 Kanagawa, (JP)		
(74) 代理人 弁理士 上村輝之, 外(KAMIMURA, Teruyuki et al.) 〒130 東京都墨田区江東橋1丁目8番3-702号 Tokyo (JP)		

(54) Title: **DISPERSION TYPE MULTI-TEMPERATURE CONTROL SYSTEM AND FLUID TEMPERATURE CONTROL DEVICE APPLICABLE TO THE SYSTEM**

(54) 発明の名称 分散型のマルチ温度制御システム及び同システムに適用可能な流体温度制御装置



(57) Abstract

A fluid temperature control device is improved so as to be simple in construction, to provide a uniform fluid temperature and to heat even a fluid having a low light absorption rate. A fluid temperature control device includes a tubular inside container (20), a tubular outside container (22) surrounding the inside container (20), and a heating lamp (25) inserted into the inside container (20). Metallic fins (28a, 28b) are provided on inner and outer circumferential surfaces of the inside container (20) in such a manner as to erect from the surfaces, respectively. Working fluid is caused to flow in a flow path (21) between the inside container (20) and the heating lamp (25) and cooling water in a flow path (23) between the inside container (20) and the outside container (22). Infrared rays from the heating lamp (25) heat the working fluid and heat absorption into the cooling water cools the working fluid. This fluid temperature control device is used to control the temperatures of a plurality of process chambers equipped on, for instance, a reaction processing device. A plurality of the temperature control devices are disposed near the reaction processing device. Each temperature control device is exclusively assigned to each of a plurality of portions of the process chamber. Each temperature control device supplies the temperature-controlled working fluid to each portion of the process chamber.

(57) 要約

流体の温度制御装置を、構造的に簡素で、流体の温度むらが少なく、かつ光吸収率の小さい流体でも加熱できるように改良する。流体温度制御装置は、筒状の内側容器20と、内側容器20を囲んだ筒状の外側容器22と、内側容器20内に挿入されたヒーティングランプ25とを含む。内側容器20の内周面と外周面には、金属製のフィン28a、28bが立設されている。作動流体が内側容器20とヒーティングランプ25との間の流路21に流され、冷却水が内側容器20と外側容器22との間の流路23に流される。ヒーティングランプ25からの赤外線が作動流体を加熱し、冷却水への熱吸収が作動流体を冷却する。この流体温度制御装置は、例えば反応処理装置がもつ複数のプロセスチャンバの温度制御に利用される。複数台の温度制御装置が反応処理装置の近傍に配置される。各温度制御装置は、プロセスチャンバの複数の部分の各々に対し専用に割り当てられる。各温度制御装置は、プロセスチャンバの各部分へ、温度制御された作動流体を供給する。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スードン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロヴェニア共和国
BB	バルバドス	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BE	ベルギー	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BF	ブルガリア・ファソ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	SZ	スワジ蘭
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラ	TG	チャード
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	VN	ヴィエトナム共和国	TG	トーゴ
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TJ	タジキスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	IS	イスランド	MR	モーリタニア	TR	トルコ
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリー	MW	マラウイ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴー	JP	日本	MX	メキシコ	UA	ウクライナ
CH	スイス	KE	ケニア	NE	ニジェール	UG	ウガンダ
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NL	オランダ	US	米国
CM	カメルーン	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	UZ	ウズベキスタン共和国
CN	中国	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド	VN	ヴィエトナム
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド	YU	ユーゴスラビア
DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	LK	スリランカ	RO	ルーマニア		

明細書

分散型のマルチ温度制御システム及び同システムに適用可能な流体温度制御装置

技術分野

本発明は、複数の場所の温度を作動流体の循環によって制御するマルチ温度制御システム、及び同システムに適用可能な流体温度制御装置に関する。

本発明のマルチ温度制御システムは、例えば、半導体処理装置における複数のプロセスチャンバ（反応処理室）内の諸部分の温度を制御する用途に好適である。しかし、半導体処理装置のみに限らず、他の種々の反応処理装置にも適用することができる。

本発明の流体の温度制御装置は、本発明のマルチ温度制御システムのみならず、他の種類の温度制御システムにも適用することができる。

背景技術

従来の半導体処理装置は例えば図1のように構成されている。即ち、トランスマルチチャンバ1の周囲に複数のプロセスチャンバ2a、2b、2cが配設されている。トランスマルチチャンバ1内に設けられた搬送ロボット（図示せず）により、処理対象のウエハ（図示せず）が、トランスマルチチャンバ1を経由してあるプロセスチャンバから別のプロセスチャンバへと搬送される。各プロセスチャンバ2a、2b、2cでは、それぞれに固有の反応処理がウエハに対して行われる。

図2は一つのプロセスチャンバの構成を示す。プロセスチャンバは、チャンバ壁3、陽極として機能するチャンバカバー4、及び陰極として機能するウエハ支持台6を備える。チャンバ壁3、チャンバカバー4及びウエハ支持台6の各々は、温度制御用の作動流体が流れる管路7a、7b、7cを有している。そして、各管路7

a、7 b、7 cを流れる流体によって、チャンバ壁3、チャンバカバー4及びウエハ支持台6の各々の温度が、各々に固有の目標温度T1、T2、T3に制御される。

この半導体処理装置に適用される温度制御システムは、図1に示すように3台の温度制御機8 a、8 b、8 cを備え、各温度制御機8 a、8 b、8 cに各目標温度T1、T2、T3が設定されている。温度制御機8 a、8 b、8 cの各々は、半導体処理装置内の全てのプロセスチャンバ2 a、2 b、2 cに対し、温度制御された作動流体を供給する。例えば、第1の温度制御機8 aは、全てのプロセスチャンバ2 a、2 b、2 cのチャンバ壁3に対し、循環流路9 a、9 b、9 a、9 bを通じて作動流体を供給する。同様に、第2の温度制御機8 bは全プロセスチャンバ2 a、2 b、2 cのチャンバカバー4に対し、また、第3の温度制御機8 cは全プロセスチャンバ2 a、2 b、2 cのウエハ支持台6に対し、それぞれ作動流体を供給する。

各温度制御機は例えば図3に示すように、作動流体を冷却するための熱交換器11と、加熱するための加熱装置13と、これらにより温度制御された作動流体を循環流路9 a、9 bに循環させるポンプ14とを備える。熱交換器11は、冷却水管10を流れる冷却水により作動流体を冷却する。加熱装置13は、タンク13 a内に作動流体を溜め、タンク13 a内の電熱ヒータ12で作動流体を加熱する。

上述のように、従来の半導体処理装置用の温度制御システムでは、1台の温度制御機が複数のプロセスチャンバに対し共通に設けられており、その1台の温度制御機が複数のプロセスチャンバの特定部分の温度を集中制御している。

そのため、その共通に温度制御される部分の目標温度を個々のプロセスチャンバ毎に異ならせることは、原則としてできない。また逆に、全てのプロセスチャンバのそれらの部分の温度を全く同一且つ正確に制御することも難しい。何故なら、チャンバの形状や作動状態及び各循環流路の長さや圧損などが各チャンバ毎に多少異なるから、チャンバ毎に作動流体の温度が微妙に相違してしまうからである。

仮に上記のことを実現しようとするならば、作動流体の流速を各チャンバ毎に制御する方法が考えられるが、それでは構成が相当に複雑になると共に、チャンバ間での流速制御の干渉も生じるであろうから、やはり正確な温度制御は難しい。

また、従来システムでは集中制御を行うため必然的に、温度制御機の配置場所は図1に示すように半導体処理装置から適当に離れた場所となる。結果として、循環流路が長くなり、作動流体の使用量が多くなる。作動流体にはガルデン（登録商標）やフロリナート（登録商標）のような非活性な液体を用いることが望ましいが、これらはかなり高価であるから大量使用には適しない。そのため、従来システムでは、特別な事情のない限り、エチレングリコールや水のような安価な液体を使用している。しかし、これら安価な液体は、プロセスチャンバ内のプラズマの影響などにより腐食の原因となるイオンを生じるため、脱イオン装置を別途設ける必要が生じる。この脱イオン装置はかなり大型であり、かつコストもかかる。

従来システムでは、流体の循環流路が長いから、循環流路での熱損失が大きい。よって、個々の温度制御機の熱容量もある程度大きい必要がある。のことや、前述した配置場所などの事情から、温度制御システムはかなり大型となる。

ところで、上述した半導体処理装置のチャンバの温度の制御や、恒温室へ供給される空気の温度制御などのような種々の対象の温度制御に、作動流体が好んで用いられる。それら作動流体の温度は、それぞれの対象に応じた目標温度に制御される必要がある。この種の流体の温度制御装置の従来例が、特開昭58-219374号、特開平7-280470号及び特開平5-231712号に開示されている。

特開昭58-219374号の装置は、水が螺旋状に流れるように細かく仕切られた、全体として円筒形の水流路を有する。この円筒形水流路の中心には、細長い電気ヒータが挿入されている。更に、この円筒形水通路の外周面は、凝縮冷媒が螺旋状に流れるように仕切られた、やはり全体として円筒形の冷媒通路によって覆われている。電気ヒータと凝縮冷媒とにより、水流路を流れる水が加熱される。

特開平7－280470号の装置では、作動流体の流れるパイプの中心に電気ヒータが挿入され、かつ、そのパイプの外周に冷却水の流れる大きいパイプが被せられている。電気ヒータと冷却水とにより、パイプ内の作動流体の温度が制御される。

特開平5－231712号の装置では、作動流体の流れる円筒形の容器の中心に、石英ガラス製の中空管が配置され、この中空管の内部に赤外線ランプが挿入されている。ランプからの放射熱で容器内の流体が加熱される。

特開平7－280470号の装置では、ヒータや冷却水からの熱伝導を利用して、熱源からの距離に応じた作動流体の温度むらが存在する。例えば、ヒータに近い場所では温度が高く、ヒータから遠い場所では温度が低い。

特開昭58－219374号に開示された装置は、熱伝導を利用しているが、作動流体が螺旋状に流れて攪拌されるから、温度むらの問題は実質的ないであろう。しかし、螺旋状の流路は構造的に複雑であるから、その製造及びメンテナンスが面倒である。

さらに、熱伝導を利用した場合、ヒータの近傍は局所的に高温になる。そのため、ヒータの近傍を通る作動流体が沸騰しないよう、かつヒータやその近傍部分の材料の耐熱限界を越えないよう、ヒータの温度を抑える必要がある。結果として、多量の熱を作動流体に供給することが難しく、流体の目標温度を余り高くすることも難しい。

特開平5－231712号の装置は、熱伝導でなく熱放射（つまり、電磁波、主として赤外線、による熱供給）を利用している。赤外線による放射熱は流体内の各場所へ平等に行き渡るから、温度むらの問題はほとんどない。また、放射熱量を増大させても、光源の近くだけが局所的に高温になるということはないから、多量の熱を供給でき且つ目標温度を容易に高くできる。しかしながら、作動流体が光吸収率の極めて低い物質である場合には、放射熱による加熱は難しい。

発明の開示

本発明の目的は、複数場所の温度を作動流体の循環により制御するマルチ温度制御システムにおいて、各場所の温度が正確に制御でき、かつ小型で作動流体の使用量も少なくて済むものを提供することにある。

本発明の別の目的は、そのような小型のマルチ温度制御システムにおいて、作動流体の温度制御に好適な流体温度制御装置を提供することにある。

本発明のさらに別の目的は、構造的に簡素であって、流体の温度むらが少なく、かつ光吸収率の小さい流体でも加熱できる流体温度制御装置を提供することを目的とする。

本発明の第1の側面に従うマルチ温度制御システムは、複数の場所の温度を作動流体の循環により制御するものであって、それらの場所に個別に割当てられた複数の温度制御機を備える。各場所用の温度制御機が、各場所に専用の作動流体の循環流路を有し、この専用の循環流路内の作動流体の温度を個別に制御する。

この分散型又は非集中型の温度制御システムによれば、温度制御すべき各場所の附近に、その場所専用の作動流体を循環させる温度制御機を配置することができる。必然的に、作動流体の循環流路は短くて済むことになり、作動流体の使用量は少なく成り得る。よって、ガルデンやフロリナートのように、高価ではあるが脱イオン装置が不要で性能の良い作動流体が使用できる。

また、各温度制御機が各場所専用の作動流体を個別に制御し、かつその作動流体の循環流路は短くて熱損失が小さく、温度制御のレスポンスも速いため、正確な温度制御が可能である。

更に、個々の温度制御機は、その熱的な容量が小さくて済み、循環のための動力も小さくて済み、消費電力も小さくできるから、小型に作ることができる。そして、その小型の温度制御機が複数の場所に分散配置でき、個々の循環流路が短くでき、更には、脱イオン装置を不要とすることも容易であるから、システムの全体サイズ

も容易に小さくできる。

温度制御機が作動流体を冷却するために冷却液を用いる場合には、複数の温度制御機が同じ冷却液源を共用するようにできる。そのようにすると、冷却液系統の構成が簡単になる。

温度制御機の好ましい構成例は、作動流体を流すための内側空間をもつ内側容器と、その内側空間内に配置されたヒータと、内側容器を囲繞して内側容器の外側に冷却水を流すための外側空間を形成した外側容器とを備えたものである。このような温度制御機は、作動流体の加熱と冷却とを共に一つの容器の内部で行えるので、比較的小型である。更に好ましくは、ヒータに赤外線ランプを用いることである。赤外線ランプを利用すると、小型でも多量の加熱量が得られるため、温度制御機を一層小型にし易い。温度制御機が小型であることは、各温度制御機を各自に割当てられた場所に分散配置するのに好都合である。

本発明の分散型のマルチ温度制御システムは、半導体処理装置のように、複数のプロセスチャンバをもつ反応処理装置に適用することができる。その場合、各プロセスチャンバの附近に、そのチャンバに専用の温度制御機が配置できる。1つのプロセスチャンバが複数の温度制御すべき部分を有する場合、その1つのプロセスチャンバの附近に、その複数の部分にそれぞれ専用の複数の温度制御機を配置することもできる。その場合、各部分に専用の各温度制御機が、各部分に近接した位置に各自配置されてもよい。

本発明の第2の側面に従う流体温度制御装置は、透明筒と、この透明筒内に配置された、赤外線を放射するためのランプと、透明筒を囲繞し、透明筒との間に内側空間を有した筒状の容器と、内側空間に流体を流入させるための流体入口と、内側空間から流体を流出させるための流体出口と、上記容器の内周面に接触し、内側空間内に配置された内側フィンとを備える。

この流体温度制御装置は、内側空間を流れる流体を、ランプからの放射熱で加熱

することができる。放射熱を利用するためには、内側空間にフィンがあるため、流体が光吸収率の極めて低い物質であっても、フィンが放射熱を受け、流体に伝達するから、そのような流体も加熱できる。

加熱効率を高め且つ温度むらを一層無くすためには、フィンが内側空間のほぼ全体領域にわたって分散されて配置されていることが望ましく、更に、フィンが内側空間のほぼ全体領域にわたって実質的に一様の密度で配置されていれば一層好ましい。

また、流体が光吸収率のある程度良好な物質である場合は、フィンがランプからの赤外線の放射方向にほぼ沿って立っていることが望ましい。それにより、赤外線がフィンに遮られずに流体の全体に行き渡るので、流体全体が一様に加熱できる。

また、フィンの流体に及ぼす圧損を小さくするためには、フィンが流体の流れる方向にほぼ沿って伸びていることが望ましい。

本発明の流体温度制御装置は、上記構成に加えて、更に、上記容器を囲繞し、容器との間に外側空間を有した外筒と、外側空間に冷却液を流入させるための冷却液入口と、外側空間から冷却液を流出させるための冷却液出口とを更に備えることができる。これにより、流体の加熱だけでなく冷却も行える。

その場合、冷却の効率を高め且つ冷却時の温度むらを小さくするために、上記容器の外周面に接触して外側空間内に配置された外側フィンを更に備えることが望ましい。この外側フィンは、外側空間のほぼ全体領域にわたって分散され且つ実質的に一様の密度で配置されていれば一層望ましい。

本発明の流体温度制御装置は、上述した本発明の分散型のマルチ温度制御システムに好適であるだけでなく、別の種々の温度制御の用途にも広く利用できるものである。

本発明のその他の特徴と目的は、以下の実施形態の説明の中で明らかにする。

図面の簡単な説明

図1は、従来の温度制御システムを用いた半導体処理装置用を示す平面図。

図2は、プロセスチャンバの概略構成を示す断面図。

図3は、従来の温度制御機の回路図。

図4は、本発明の一実施形態にかかる温度制御システムを用いた半導体処理装置用を示す平面図。

図5は、同実施形態で用いる温度制御機の回路図。

図6は、同実施形態における温度制御機の取付け態様を示す斜視図。

図7は、温度制御機の別の取付け態様を示す斜視図。

図8は、図5に示した流体温度制御装置の一実施形態を示す縦断面図。

図9は、図8のA-A線に沿う断面矢視図。

図10は、流体温度制御装置のランプを支持する部分の変形例を示す部分断面図。

図11は、流体温度制御装置の別の実施形態を示す縦断面図。

図12(A)～(G)は、フィンの形態バリエーションを示す斜視図。

図13は、流体温度制御装置を用いた温度制御システムの回路図。

発明を実施するための最良の形態

図4は、半導体処理装置に適用された本発明の一実施形態にかかるマルチ温度制御システムの全体構成を示す。ここで、半導体処理装置それ自体は、図1及び図2に示した従来のそれと実質的に同じ構成であるから、その従来装置と同一の要素には同一の参照符号を付し、重複した説明は省略する。

図4に示すように、半導体処理装置のプロセスチャンバ2a、2b、2cの一つ一つに対して、3台の小型の温度制御機15a、15b、15cが設けられている。つまり、第1のプロセスチャンバ2aに対して3台の温度制御機15a、15b、15cが設けられ、第2のプロセスチャンバ2bに対しても別の3台の温度制御機

15 a、15 b、15 cが、また、第3のプロセスチャンバ2 cにも更に別の3台の温度制御機15 a、15 b、15 cが設けられている。

各温度制御機15 a、15 b、15 cは、他の温度制御機から独立した固有の循環流路（図4では図示されていない）を有して、フロリナートのような作動流体を各プロセスチャンバ2 a、2 b、2 cへ独立して供給する。各温度制御機15 a、15 b、15 cは、それが設けられたプロセスチャンバのみに作動流体を供給し、他のプロセスチャンバへは供給しない。そして、1つのチャンバに設けられた3台の温度制御機15 a、15 b、15 cのうち、1台目15 aは図2に示したチャンバ壁3の管路7 aへ、2台目15 bはチャンバカバー4の管路7 bへ、また3台目はウエハ支持台6の管路7 cへ、それぞれ作動流体を供給する。要するに、半導体処理装置内の各温度制御対象部分に対してぞれぞれ1台の温度制御機が専用に割当てられている。

これらの温度制御機15 a、15 b、15 cは、プロセスチャンバの例えは外壁面に取付けられるが、必ずしも外壁面である必要はなく、要するにプロセスチャンバに近接して循環流路が十分に短くなるような位置に配置されていることが望ましい。同じ観点から、個々の温度制御機15 a、15 b、15 cは、それぞれに割当てられた部分の管路7 a、7 b、7 cに出来るだけ近くで接続できる場所に配置されることが好ましい。

これら9台の温度制御機15 a、15 b、15 cは、個別の冷却液循環流路10、10を介して、共通の冷却液源30に接続されている。冷却液には例えは水が使用されるが、勿論それ以外の物質であってもよい。

全ての温度制御機15 a、15 b、15 cは実質的に同じ構成を有する。個々の温度制御機は、図5に示すように、作動流体の加熱及び冷却を行うための流体温度制御装置16と、作動流体を循環流路9 a、9 bに循環させるポンプ14とを有する。流体温度制御装置16は、冷却水で作動流体を冷却する冷却部16 aと、作動

流体を加熱する加熱部 16 b を有する。作動流体にエチレングリコールや水を用いる場合には、循環流路の供給管 9 a と戻り管 9 b の間に脱イオン装置 17 が接続される。しかし、フロリナートのような非活性物質の作動流体に用いる場合は、脱イオン装置 17 は不要である。

図 6 は、各温度制御機 15 a、15 b、15 c を各プロセスチャンバ 2 a、2 b、2 c に取付ける場合の一つの態様を示す。

図示のように、各温度制御機 15 a、15 b、15 c がプロセスチャンバの側壁の外面に固定されており、各温度制御機 15 a、15 b、15 c から出た流体の循環流路 9 a、9 b がプロセスチャンバの側壁内に導かれ、図 2 に示した管路 7 a、7 b、7 c に接続されている。

また、各温度制御機 15 a、15 b、15 c から一対の冷却液の循環流路 10 が出ており、これら温度制御機からの冷却液循環流路 10 は図 4 に示したように各チャンバ毎に一対の冷却液循環流路 10 に統合されてから、共通の冷却液源 30 に接続される。尚、各温度制御機毎の冷却液循環流路 10 を直接に共通の冷却液源 30 に接続してもよい。あるいは、例えば、プロセスチャンバ 2 a において 3 つの温度制御機 15 a、15 b、15 c の目標温度が異なる場合、冷却液源 30 からの冷却水を最初に最低の目標温度をもつ温度制御機に流し、次に、これを通過した冷却水を中間の目標温度をもつ温度制御機に流し、最後に、これを通過した冷却水を最高の目標温度をもつ温度制御機に与えて冷却水源に戻す、というように温度制御機 15 a、15 b、15 c の冷却液循環 10 を直列に接続して冷却液を順番に巡らせる方法も可能である。

このように冷却液を複数の温度制御機 15 a、15 b、15 c で共用したとしても、冷却液の流速が遅すぎない限り、冷却液の温度変動は小さく、かつ、冷却液の温度が多少変動しても、それに応じて各温度制御機 15 a、15 b、15 c が個々に最適な制御を行うから、各作動流体の温度は正確に制御することができる。

尚、温度制御機 15 a、15 b、15 c の取付け場所は、プロセスチャンバの側壁だけに限られず、底壁下でも天井壁上でも近くの床上でも、要するに、流体循環流路が十分に短くなるようなチャンバ近傍の適当な場所であればよい。例えば、図 7 に示す実施形態では、複数のプロセスチャンバ 2 a、2 b、2 c を収容した半導体処理装置のハウジングシェル 17 の外側面に棚 18 が設けられており、この棚 18 の上に複数の温度制御機 15 a、15 b、15 c が並べて取付けられている。温度制御機 15 a、15 b、15 c から出た流体の循環流路 9 a、9 b、9 c、9 d、9 e、9 f の各ペアが、ハウジングシェル 17 内に導かれ、プロセスチャンバ 2 a、2 b、2 c の図 2 に示した管路 7 a、7 b、7 c の各々に接続されている。この実施形態では、半導体処理装置の近傍に温度制御機 15 a、15 b、15 c が配置されているので、循環流路 9 a、9 b、9 c、9 d、9 e、9 f は充分に短くそれら流路内の作動流体の温度は正確に制御することができる。

上述した実施形態では、一台の温度制御機が一つのプロセスチャンバの一つの場所の温度を制御するが、必ずしもそうする必要はない。一台の温度制御機が、半導体処理装置内の複数の場所の温度を制御することも可能である。また、上述の実施形態では、全てのプロセスチャンバの全ての部分の温度を作動流体の循環により制御しているが、必ずしもそうする必要はなく、部分的に作動流体を用いない別の原理による温度制御を実施することもできる。例えば、100°C 以上のような高温に制御するチャンバ又は部分がある場合に、そのチャンバ又は部分には上記温度制御機に代えて赤外線ランプを設けて、この赤外線ランプによりそのチャンバ又は部分を直接加熱するようにしてもよい。

図 8 及び図 9 は、図 5 に示した流体温度制御装置 16 の一実施形態を示す。図 8 は流体温度制御装置の縦断面図であり、図 9 は図 8 の A-A 線での横断面図である。

これらの図に示すように、流体温度制御装置は同軸に配置された大小 2 つの円筒形の容器 20、22 を有する。内側の容器 20 は内側に空間 21 を有し、かつ塞が

れた両端面を有する。外側の容器22も塞がれた両端面を有し、かつ内側容器20を囲繞して内側容器20の外側に空間23を有している。内側容器20は、その周壁の一端に近い箇所に、作動流体の入口20aを有し、かつ、周壁の他端に近い箇所であって入口20aとは中心軸に対して対称な箇所に、作動流体の出口20bを有する。また、外側容器22は、その周壁の一端に近い箇所に、冷却液の入口22aを有し、かつ、周壁の他端に近い箇所であって入口22aとは中心軸に対して対称な箇所に、冷却液の出口22bを有する。

内側容器20は、熱伝導性、耐食性及び成形性の良好な材料、例えばアルミニウム、銅、ステンレススチールなどで作られる。外側容器22も同様な材料で作られてよいし、或は、耐食性及び成形性は良好であるが熱伝導性の高くない別の材料、例えばプラスチックや塩化ビニルやセラミックスなどで作ることもできる。内側容器20と外側容器22との接合部は、溶接やロウ付けやその他の適当な方法により、液を洩らさないようシールされる。

内側容器20の内側空間21内には、中心軸に沿って透明筒24が配置され、この透明筒24は内側容器20の両端の壁26、26を貫通している。この透明筒24内に、ヒーティングランプ25が挿入されている。透明筒24は、石英ガラスのような光透過性の極めて高い耐熱性の材料で作られている。ヒーティングランプ25には、赤外線を多く出すものが好ましく、例えばヒータ用のハロゲンランプが用いられる。このランプ25は、ブッシュ29によって透明筒24に接触しないように、透明筒24内の中心軸位置に支持されている。

内側容器20の両端の壁26、26は、硬質ゴムやプラスチックや金属のように適度な弾性と十分な耐熱性とをもつ材料によって作られている。端壁26、26と内側容器20及び透明筒24との間の隙間をシールするために、端壁26、26の外周面と内周面にはそれぞれOリングのようなシールリング27が填め込まれている。

内側容器20の内周面には、多数本の内側フィン28aが固定されており、外周面にも多数本の外側フィン28bが固定されている。内側フィン28aと作動流体と間の熱交換及び外側フィン28bと冷却水と間の熱交換の効率が良好であるよう、内側及び外側フィン28a、28bはそれぞれ、作動流体及び冷却液の流れの方向（概略的に、容器20の中心軸に平行）に対し適当な角度をもって交差する方向に沿って延びている。内側フィン28aは、内側空間21の半径の方向に、つまり、ランプ25からの赤外線の放射方向に沿って、真っ直ぐに立っている。しかし、低い光吸収率をもつ作動流体を用いる場合は、内側フィン28aは赤外線の放射方向と交差する方向に沿って立っていてもよい。外側フィン28bも同様に、半径の方向に放射状に直立しているが、これも必ずしもそうである必要はない。内側フィン28aも外側フィン28bも、内側空間21及び外側空間23のほぼ全体領域にわたって分散されて配置されており、且つその全体領域にわたって実質的に一様の密度（つまり、概略的に一様の間隔）で配置されている。これらのフィン28a、28bは、熱伝導率が高く、耐食性及び成形性も良好な、例えばアルミニウム、銅、ステンレススチールのような材料で作られる。更に、赤外線の吸収率も良い材料であることが望ましい。

内側フィン28aの先端と透明筒24の外周面との間には僅かな隙間がある。外側フィン28bの先端と外側容器22の内周面との間にも僅かな隙間がある。

このように構成された流体温度制御装置において、作動流体は、入口20aから内側空間21に流入し内側空間21を通って出口20bから流出する。また、冷却液は、入口22aから外側空間23に流入し外側空間23を通って出口22bから流出する。

作動流体の入口20aでの温度（例えば25°C）より目標温度が高い（例えば100°C）場合、ランプ25が点灯される。この場合、冷却液の流れは原則として停止される。ランプ25から放射された赤外線は透明筒24を通過して内側空間21

に入射する。もし、作動流体が光吸収性の極めて低い物質（例えばフロリナート）であれば、赤外線の大部分はフィン28aに吸収され、そこで生じた放射熱がフィン28aから流体へと伝えられて、作動流体が加熱される。もし、作動流体が光吸収性を適度にもつ物質（例えば水、エチレングリコールなど）であれば、赤外線はフィン28aだけでなく作動流体自体にも直接吸収され、その放射熱で流体の温度が上昇する。

加熱量の制御は、出口20bに配置した温度センサとコントローラ（いずれも図示せず）により、ランプ25の点灯時間のデューティ比や発光量を調節することにより行われる。例えば、出口温度が目標温度に一致するように、ランプ25への供給電力をフィードバック制御する。過加熱や外的な原因などにより流体の出口温度が目標温度を越えてしまった場合、ランプ25は消灯される。また、ランプ消灯だけでは十分でない場合、冷却液が流される。

また、作動流体の入口温度（例えば80°C）より目標温度が低い（例えば30°C）場合には、冷却液が流され、ランプ25は通常は消灯される。作動流体が保有する熱が内側フィン28a、内側容器20及び外側フィン28bを通じて冷却液に伝えられ、流体が冷却される。上述したコントローラが、冷却液の流量の調節を行って、流体の出口温度を目標温度に一致させる。過冷却により流体の出口温度が目標温度を下回った場合は、ランプ25が点灯されたり、冷却液の流量が絞られたりする。

このように、コントローラがランプ25の点灯と冷却液の流量とを制御して、加熱と冷却とを使い分けたり併用したりすることにより、作動流体の温度を目標温度に制御する。

上の説明から分るように、加熱は主として赤外線の放射熱により行われる。放射熱は、その本来の性質故に、ランプ25からの距離に関わらず内側空間21内のどの場所にある光吸収物質へも平等に供給される。それに加え、内側空間21内でフィン28aがランプ25からの赤外線の放射方向に向いて立っているため、赤外線

はフィン28aに遮られずに、内側空間21の全ての場所に平等に入射し得る。結果として、もし流体が水のように光を適度に吸収する物質ならば、内側空間21内の全ての場所でその流体は実質的に平等に放射熱を受けて一様に温度が上昇する。また、流体がフロリナートのように光を殆ど吸収しない物質である場合は、内側空間21の全体領域にほぼ一様密度で存在する多数のフィン28aが、その全ての箇所にて平等に放射熱を受け取ってこれを流体に伝達するから、やはり流体は一様に近い態様で加熱される。

上記のようにランプ25の出力の多くは、放射熱として内側空間21内の作動流体全体にほぼ平等に供給されるので、熱が特定の局所に集中することがない。また、ランプ25と透明筒24との間には間隔が空いているため、熱伝導によって透明筒24やその近傍を通る流体だけが特別に高温になることもない。これらのことから、ランプ25の出力熱量をかなり増大させることが可能であり、結果として、サイズは小型でも大きい加熱能力を発揮することができる。

また、外側フィン28bと外側容器22との間に隙間があるため、加熱の際に内側容器20内の放射熱が外側フィン28bから直接に外側容器22へと逃げることがない。このことは加熱効率の観点から好ましい。同じ観点から、外側容器22をセラミックスやプラスチックのような熱伝導性の悪い材料で作ることも好ましい。但し、加熱効率に特に問題が無ければ、外側フィン28bと外側容器22とが接触していても、あるいは、外側容器22が熱伝導性の高い材料（例えば内側容器20と同じ材料）で作られていても構わない。

冷却は、フィン28a、28bを通じた熱伝導を利用して行われる。フィン28a、28bが内側及び外側空間21、23の全体領域にわたり概略一様の密度で分散配置されているから、冷却効率が良好であると共に、熱伝導を利用するが故の温度むらも小さい。外側フィン28bと外側容器22との間に隙間があることは、外側フィン28bが外気温度の影響を受けにくいので、冷却効率の観点からも好まし

い。

この流体温度制御装置 16 の組み立て時には、透明筒 24 が内側空間 21 内へ挿入される。また、メンテナンス時にも、透明筒 24 が内側空間 21 から引出されたり再び挿入されたりする。この挿入・引出し作業では、透明筒 24 と内側フィン 28a との間の隙間がクリアランスとなって、この作業をスムーズに行わせしめる。勿論、作業に支障が無ければ、内側フィン 28a と透明筒 24 とが接触していても構わない。

以上の説明から分るように、この流体温度制御装置 16 はサイズの割には大きい加熱及び冷却能力を発揮することができる。そのため、かなり小型のサイズにすることができる。また、作動流体を温度むらなく一様に目標温度にすることができるため、温度制御の精度も高い。結果として、各温度制御機 15a、15b、15c もかなり小型になり、且つその温度制御の精度は高い。このような小型の温度制御機 15a、15b、15c は、図 4 に示したように個々のプロセスチャンバ 2a、2b、2c に個別に取付けたり、或は、図 7 に示したように半導体処理装置のハウジングシェルに纏めて取付けたりすることが容易である。

流体温度制御装置 16 の具体的構成には上記以外の種々のバリエーションが採用し得る。例えば、図 10 に示すように、透明筒 24 の外側に設けたブラケット 30 によりヒーティングランプ 25 を支持してもよい。ブラケット 30 は、外側容器 22 のような本装置の適当な部分に取付けられてもよいし、本装置以外の固定物に取付けられてもよい。

また、図 11 に示す流体温度制御装置の別の実施形態では、円筒状の外側容器 22 内に円筒状の内側容器 20 が同軸の配置で挿入され、かつ外側容器 22 の両端にドーナツ形のブッシュ 41 が填め込まれている。それらブッシュ 41 は、その側面で外側空間 23 を閉塞すると共に、内周面で透明筒 24 を支持している。ブッシュ 41 と透明筒 24 との接合部は O リング 42 によってシールされている。さらに、

外側容器22の両端のブッシュ41の更に外側に、中心に円孔をもつ円板形のブッシュ43がネジで固定されている。この外側のブッシュ43は、側面で透明筒24の両端面と当接し、かつ、内周面でヒーティングランプ25を支持している。

透明筒24とランプ25との間には十分な間隔があり、そのため、透明筒24がランプ25からの伝導熱で局所的に高温になる虞がない。

作動流体の入口20aと冷却液の入口22aとは、装置の反対側の端部に設けられている。よって、作動流体と冷却液は互いに逆の方向に流れる。この方が、同一方向に流れる場合より、一般に冷却効率が良い。

図11ではシンボルマークで略記してあるが、内側容器20の内周面と外周面には、それぞれの全面にわたって、内側フィン44aと外側フィン44bとが固定されている。内側フィン44aの先端と透明筒24との間、及び外側フィン44bの先端と外側容器22との間にはそれぞれ僅かな隙間がある。その理由は、前の実施形態に関して既に述べた通りである。

これらのフィン44a、44bには、図12(A)～(G)に示すような種々の形態のものが採用できる。図12(A)は薄板を断面四角形の波形に折り曲げたものであり、図12(B)は断面三角形の波形に折り曲げたもの、図12(C)は波形の各尾根をさらに波型にうねらせたもの、図12(D)は波形に折り曲げたベルト状の薄板を複数個、波の位置を互いに違えて並べたものである。図12(E)は波形の薄板の表面に多数の細かい凹部又は突起を形成したもの、図12(F)は波形の薄板の表面にルーバ様の切れ込みを形成したるものである。また、図12(G)はピン形のフィンである。図12中の矢印は、内側容器20の中心軸に平行な方向、つまり流体又は冷却液の流れる方向を示す。流れ方向に対して図示の姿勢でフィンを配置することは、フィンが冷却液や流体の流れを邪魔しないようにするために重要なである。

内側フィン44a及び外側フィン44bは内側空間21及び外側空間23の全体

領域にわたって、実質的に一様な密度で分散されて配置されている。従って、それらのフィン44a、44bは、空間21、23内の全ての場所の流体及び冷却液に一様に作用する。よって、加熱及び冷却が、効率良くかつ実質的に温度むらなく行われる。この観点から、フィン44a、44bの配置密度は、フィンが流れに及ぼす圧損が問題にならない範囲内で、できるだけ密であることが望ましい。

内側フィン44aに関しては、図12に示すいずれのフィン形態も、フィン自身が赤外線を吸収して放射熱を効率良く受け取るのに適している。作動流体が光吸収率の極めて小さい物質である場合、ランプからの赤外線は、フィンの随所に入射して一部は吸収され一部は反射され、反射された光はフィンの別の箇所に入射して一部は吸収され一部は反射され、…という過程を繰り返して、最終的に多くの赤外線がフィンに吸収されて熱となる。結果として、作動流体は効率良くかつ一様に加熱される。

一方、作動流体が水のように光を相當に吸収する物質の場合、図12(G)のピン形フィンでは赤外線は作動流体の全体に行き渡るので問題はないが、図12(A)～(F)のフィンを用いると、フィンの内側を通る流体だけに赤外線が当たり、フィンの外側を通る流体には赤外線が当たらないため、加熱効率が低下する虞がある。

よって、光吸収率がある程度良い作動流体を用いる装置では、図12(G)や図8、9のフィンのように、ランプからの光が流全体に行き渡る形態のフィンを採用することが望ましい。一方、光吸収率の極めて低い流体のみを用いる装置では、図12(A)～(G)のフィン及び図8、9のようなフィンのいずれもが採用できる。

ところで、図12(A)～(F)のような波型のフィンは、それ自体の製造や内側容器への取付けが比較的容易であるという利点がある。

上述した本発明にかかる流体温度制御装置は、図4に示したような分散型マルチ温度制御システムだけでなく、図1に示したような集中型マルチ温度制御システム

や、恒温槽の温度制御システムのような、他の種々の温度制御用途にも広く利用することができる。

図13は、本発明の流体温度制御装置100を用いた温度制御システム例の回路を示す。

流体温度制御装置100の冷却液入口22aに、開閉弁51を介して冷却液供給管52が接続され、冷却液出口22bに、冷却液排出管53が接続されている。冷却液排出管53は逃がし弁54を有している。冷却液供給管52にも、開閉弁51の前又は後の位置に逃がし弁を設けてもよい。

装置100の流体入口20aには、温度制御対象55から作動流体が戻るための流体戻り管56が接続され、流体出口20bには、温度制御対象55へ流体を供給するための流体供給管57が接続されている。温度制御対象55は、恒温槽やプラズマCVD装置のチャンバなどのような温度制御が必要な設備であって、ここでは、流体供給管57から供給された作動流体によって温度制御が行われる。

流体戻り管56と流体供給管57にはそれぞれ、開閉弁58a、58bと、作動流体温度を測る温度センサ59a、59bとが設けられている。また、流体供給管57には、作動流体からイオンを除去するための脱イオン装置60が設けられている。更に、流体を循環させるためのポンプ61が、流体供給管57と流体戻り管56の何れか一方に設けられている。

この回路において、開閉弁58a、58bが開かれポンプ61が運転されると、作動流体が温度制御装置100と温度制御対象55との間を循環する。流体の入口温度と出口温度とが温度センサ59aと59bとによって検出され、図示しないコントローラに送られる。コントローラは、前述したように、出口温度が目標温度に一致するように、ランプの点灯時間又は電力、及び冷却液の流量などを制御する。

以上の実施形態の説明は本発明の理解のためのものであって、それら実施形態のみに本発明の範囲を限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨を逸脱しない範囲

内で、上記実施形態に変更、修正、改良などを加えた他の種々の形態においても実施することができる。

請求の範囲

1. 複数の場所の温度を作動流体の循環により制御するマルチ温度制御システムにおいて、
各場所に個別に割り当てられた複数の温度制御機を備え、
各温度制御機が、各場所に専用の作動流体の循環流路を有して、この専用の循環
流路内の作動流体の温度を個別に制御するマルチ温度制御システム。
2. 請求項1記載のシステムにおいて、
前記複数の温度制御機が共用する共通の冷却液源を更に備えるマルチ温度制御シ
ステム。
3. 請求項1記載のシステムにおいて、
各温度制御機が、
作動流体を流すための内側空間を有する内側容器と、
前記内側空間内に配置されたヒータと、
前記内側容器を囲繞して、前記内側容器の外側に冷却水を流すための外側空間を
形成する外側容器とを有するマルチ温度制御システム。
4. 請求項3記載のシステムにおいて、
前記ヒータが赤外線を放射するランプであるマルチ温度制御システム。
5. 請求項1記載のシステムにおいて、
前記複数の場所が、反応処理装置がもつ複数のプロセスチャンバであることをマ
ルチ温度制御システム。
6. 請求項1記載のシステムにおいて、
前記複数の場所が、反応処理装置がもつ個々のプロセスチャンバの複数の部分で
あるマルチ温度制御システム。
7. 請求項5及び6のいずれか一項記載のシステムにおいて、

各温度制御機が、各プロセスチャンバの近傍に配置されているマルチ温度制御システム。

8. 請求項6記載のシステムにおいて、

各温度制御機が、個々のプロセスチャンバの複数の部分の各々の近傍に配置されているマルチ温度制御システム。

9. 請求項5及び6のいずれか一項記載のシステムにおいて、

各温度制御機が、前記反応処理装置の近傍に配置されているマルチ温度制御システム。

10. 複数のプロセスチャンバを備え、各プロセスチャンバが温度制御されるべき少なくとも1つの部分を有している反応処理装置において、

各プロセスチャンバにそれぞれ割り当てられた複数の温度制御機を備え、

各温度制御機が、各プロセスチャンバに専用の作動流体の循環流路を有して、この専用の循環流路内の作動流体の温度を個別に制御することを特徴とするマルチ温度制御システムが適用された反応処理装置。

11. 少なくとも1つのプロセスチャンバを備え、各プロセスチャンバが温度制御されるべき複数の部分を有している反応処理装置において、

各プロセスチャンバにそれぞれ割り当てられた複数の温度制御機を備え、

各温度制御機が、各プロセスチャンバの各部分に専用の作動流体の循環流路を有して、この専用の循環流路内の作動流体の温度を個別に制御することを特徴とするマルチ温度制御システムが適用された反応処理装置。

12. 複数の場所の温度を作動流体の循環により制御するマルチ温度制御システムにおいて、

前記作動流体の温度を制御するための少なくとも1台の流体温度制御装置を備え、前記流体温度制御装置が、

透明筒と、

前記透明筒内に配置された、赤外線を放射するためのランプと、
前記透明筒を囲繞し、前記透明筒との間に内側空間を有した筒状の容器と、
前記内側空間に前記作動流体を流入させるための流体入口と、
前記内側空間から前記作動流体を流出させるための流体出口と、
前記容器の内周面に接触し、前記内側空間内に配置された内側フィンと、
を備えたマルチ温度制御システム。

13. 請求項12記載のものにおいて、
前記流体温度制御装置が、
前記容器を囲繞し、前記容器との間に外側空間を有した外筒と、
前記外側空間に冷却液を流入させるための冷却液入口と、
前記外側空間から冷却液を流出させるための冷却液出口と
を更に備えたマルチ温度制御システム。

14. 作動流体の循環により温度制御されるプロセスチャンバを備えた反応処理装置において、
前記作動流体の温度を制御するための少なくとも1台の流体温度制御装置を備え、
前記流体温度制御装置が、
透明筒と、
前記透明筒内に配置された、赤外線を放射するためのランプと、
前記透明筒を囲繞し、前記透明筒との間に内側空間を有した筒状の容器と、
前記内側空間に前記作動流体を流入させるための流体入口と、
前記内側空間から前記作動流体を流出させるための流体出口と、
前記容器の内周面に接触し、前記内側空間内に配置された内側フィンと、
を備えた反応処理装置。

15. 請求項14記載のものにおいて、
前記流体温度制御装置が、

前記容器を囲繞し、前記容器との間に外側空間を有した外筒と、
前記外側空間に冷却液を流入させるための冷却液入口と、
前記外側空間から冷却液を流出させるための冷却液出口と
を更に備えた反応処理装置。

16. 透明筒と、
前記透明筒内に配置された、赤外線を放射するためのランプと、
前記透明筒を囲繞し、前記透明筒との間に内側空間を有した筒状の容器と、
前記内側空間に流体を流入させるための流体入口と、
前記内側空間から流体を流出させるための流体出口と、
前記容器の内周面に接触し、前記内側空間内に配置された内側フィンと、
を備えた流体温度制御装置。

17. 請求項16記載のものにおいて、
前記容器を囲繞し、前記容器との間に外側空間を有した外筒と、
前記外側空間に冷却液を流入させるための冷却液入口と、
前記外側空間から冷却液を流出させるための冷却液出口と
を更に備えた流体温度制御装置。

18. 請求項16及び17のいずれか一項記載のものにおいて、
前記内側フィンが、前記内側空間のほぼ全体領域にわたって分散されて配置され
ている流体温度制御装置。

19. 請求項18記載のものにおいて、
前記内側フィンが、前記内側空間のほぼ全体領域にわたって実質的に一様の密度
で配置されている流体温度制御装置。

20. 請求項16及び17のいずれか一項記載のものにおいて、
前記内側フィンが、前記ランプからの赤外線の放射方向にほぼ沿って立っている
流体温度制御装置。

21. 請求項16及び17のいずれか一項記載のものにおいて、前記内側フィンが、前記流体の流れる方向にはぼ沿って伸びている流体温度制御装置。
22. 請求項16及び17のいずれか一項記載のものにおいて、前記内側フィンの先端が前記透明筒から離れている流体温度制御装置。
23. 請求項16及び17のいずれか一項記載のものにおいて、前記透明筒が前記ランプから離れている流体温度制御装置。
24. 請求項17記載のものにおいて、前記容器の外周面に接触し、前記外側空間内に配置された外側フィンを更に備えた流体温度制御装置。
25. 請求項24記載のものにおいて、前記外側フィンが、前記外側空間のはぼ全体領域にわたって分散されて配置されている流体温度制御装置。
26. 請求項25記載のものにおいて、前記外側フィンが、前記外側空間のはぼ全体領域にわたって実質的に一様の密度で配置されている流体温度制御装置。
27. 請求項24記載のものにおいて、前記外側フィンが、前記冷却液の流れる方向にはぼ沿って伸びている流体温度制御装置。
28. 請求項24記載のものにおいて、前記外側フィンの先端が前記外筒から離れている流体温度制御装置。
29. 請求項24記載のものにおいて、前記外筒が、前記内側フィン及び外側フィンより熱伝導性の悪い材料で作られている流体温度制御装置。
30. 請求項17記載のものにおいて、

前記流体と前記冷却液とが互いに逆方向へ流れるように、前記流体入口、流体出口、冷却液入口及び冷却液出口が配置されている流体温度制御装置。

31. 請求項24記載のものにおいて、

前記内側フィン及び外側フィンが、それぞれ、前記内側空間及び外側空間のほぼ全体領域にわたって分散されて配置されている流体温度制御装置。

FIG. I

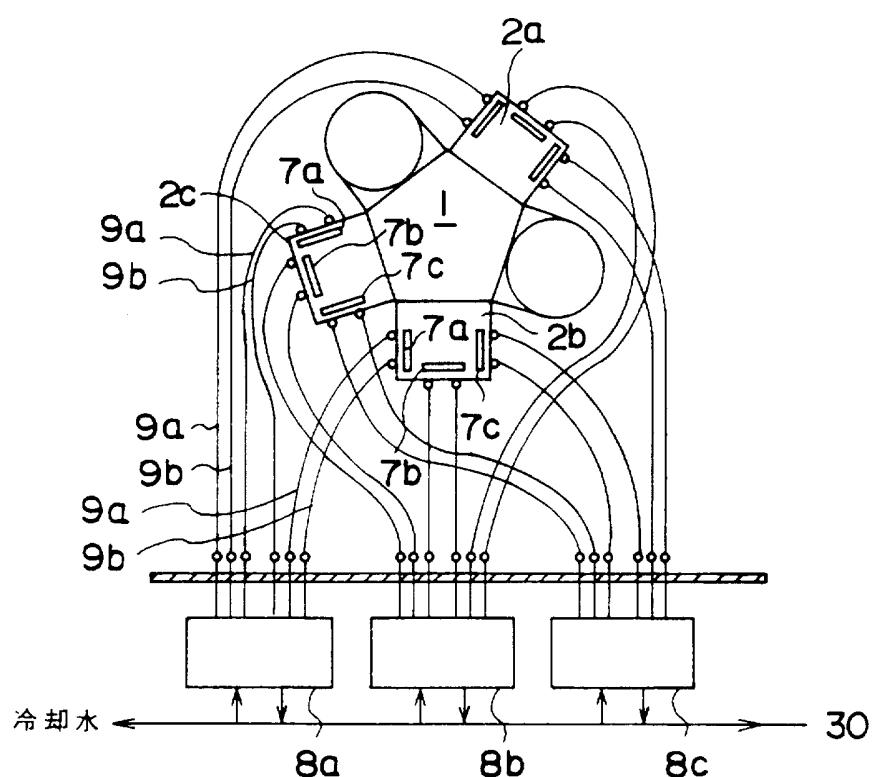
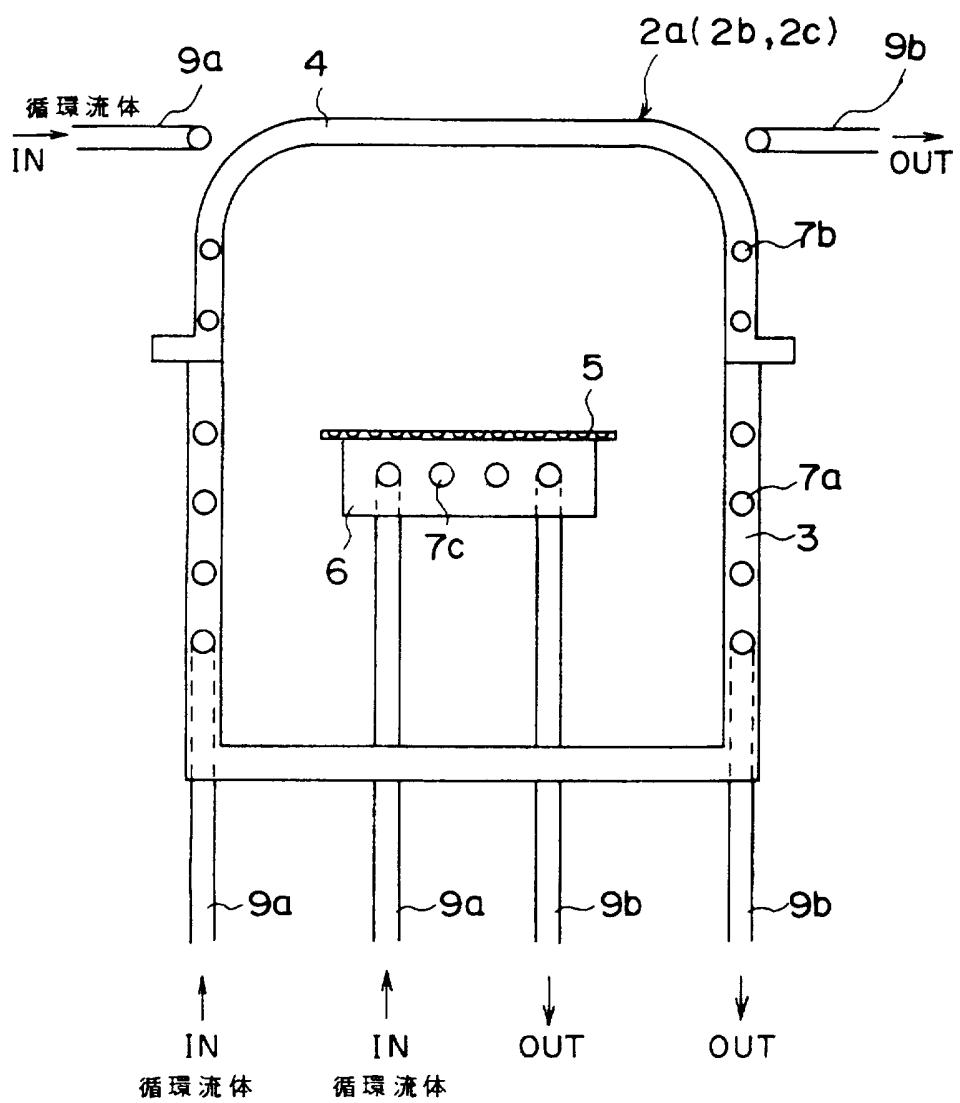
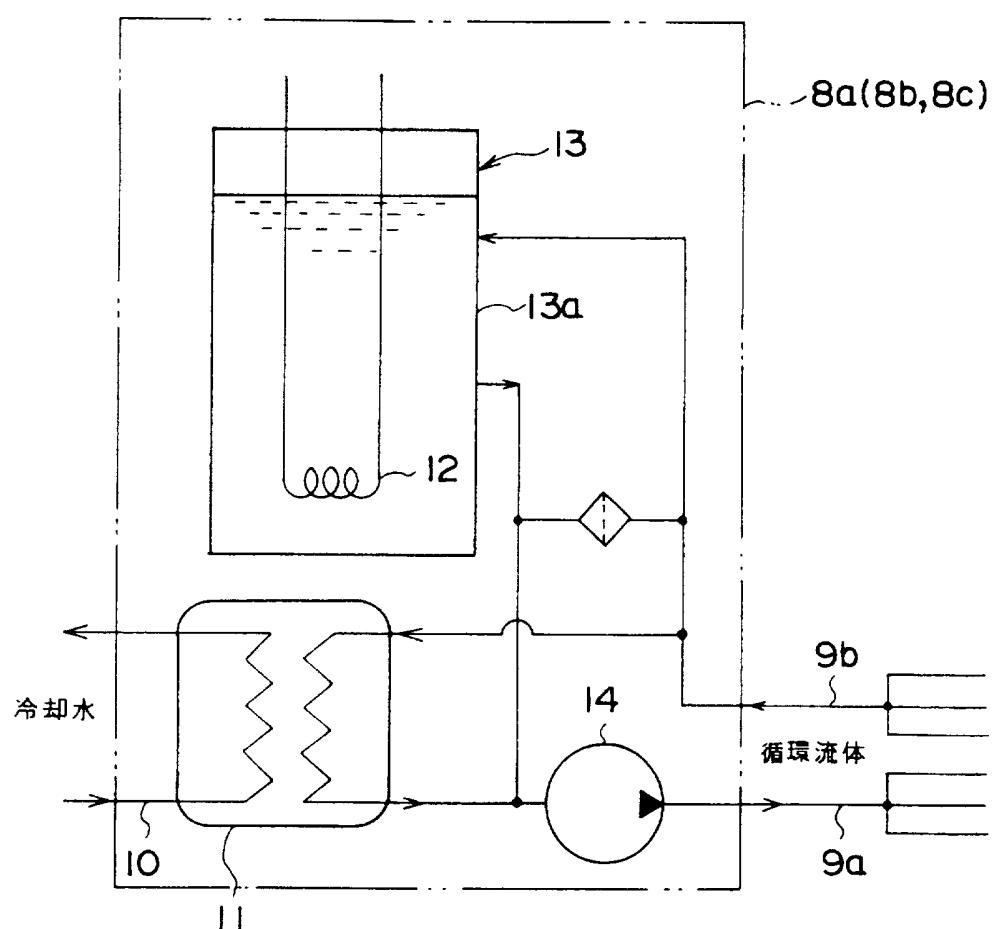


FIG. 2



F I G . 3



F I G . 4

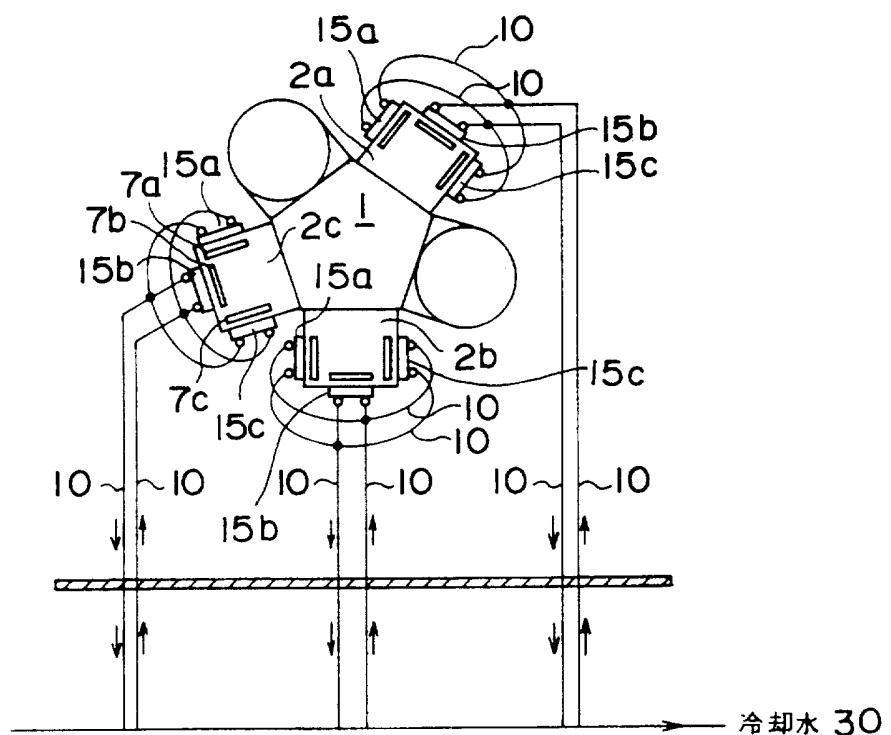


FIG. 5

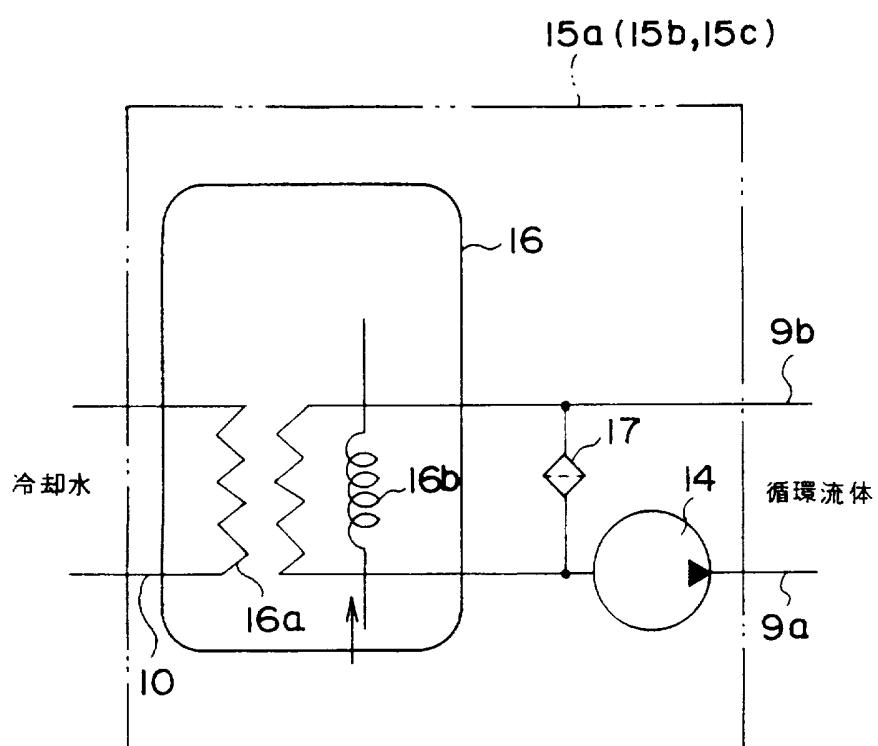


FIG. 6

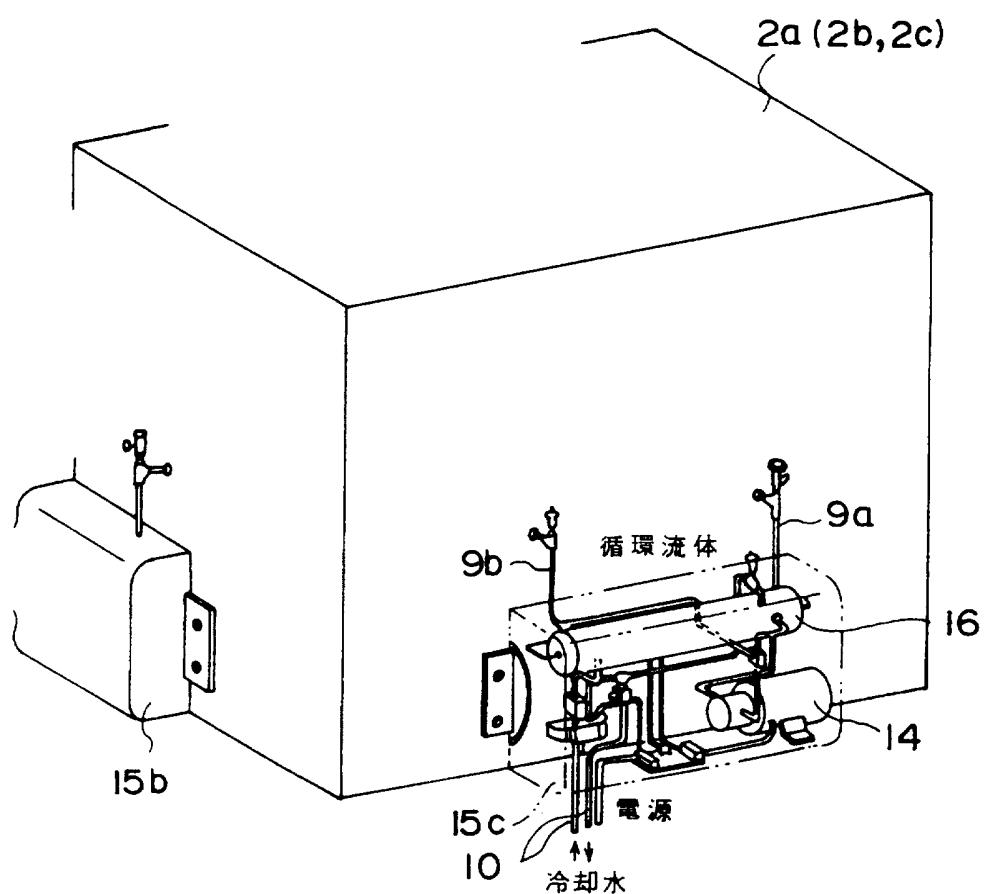


FIG. 7

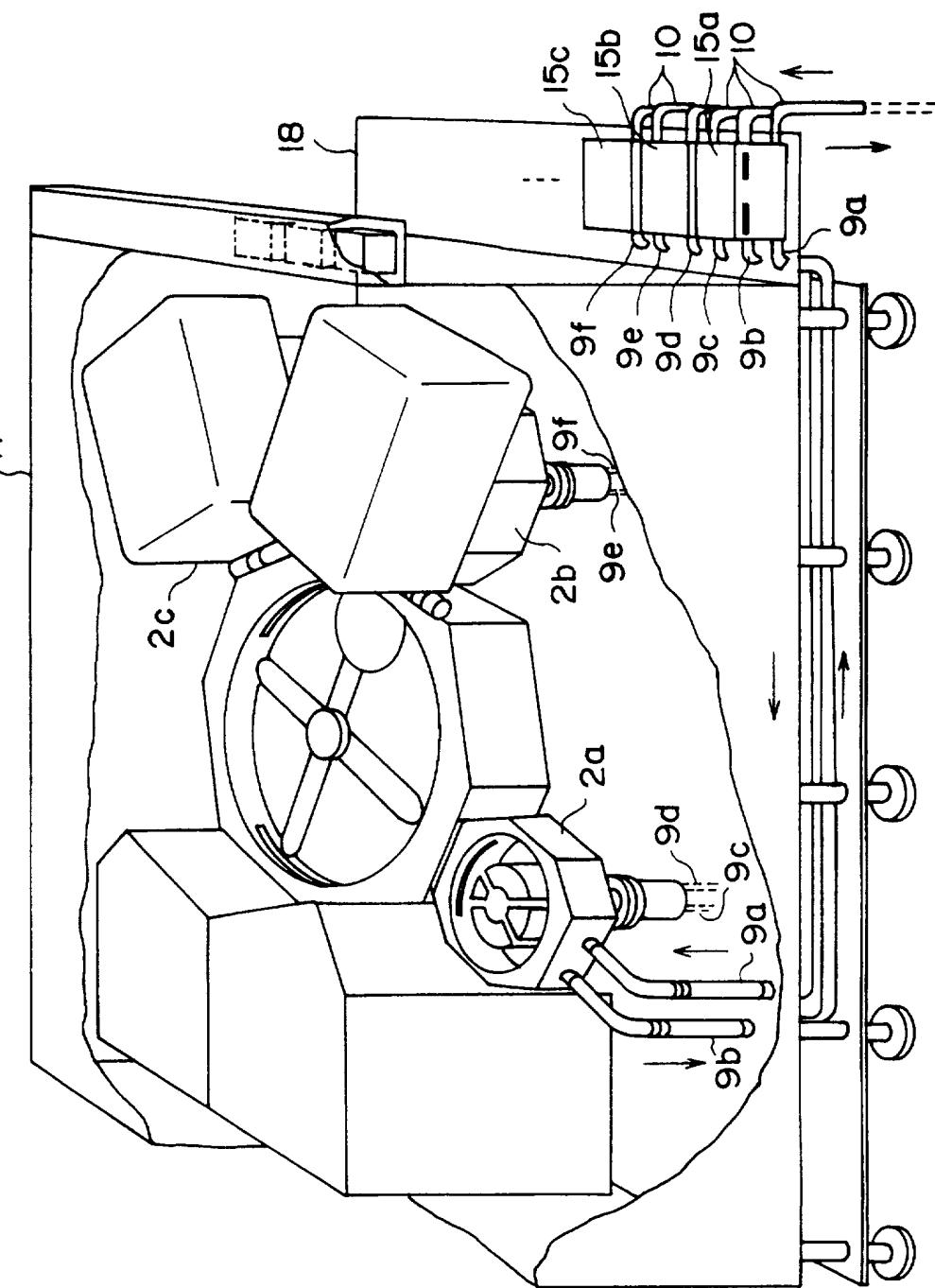


FIG. 8

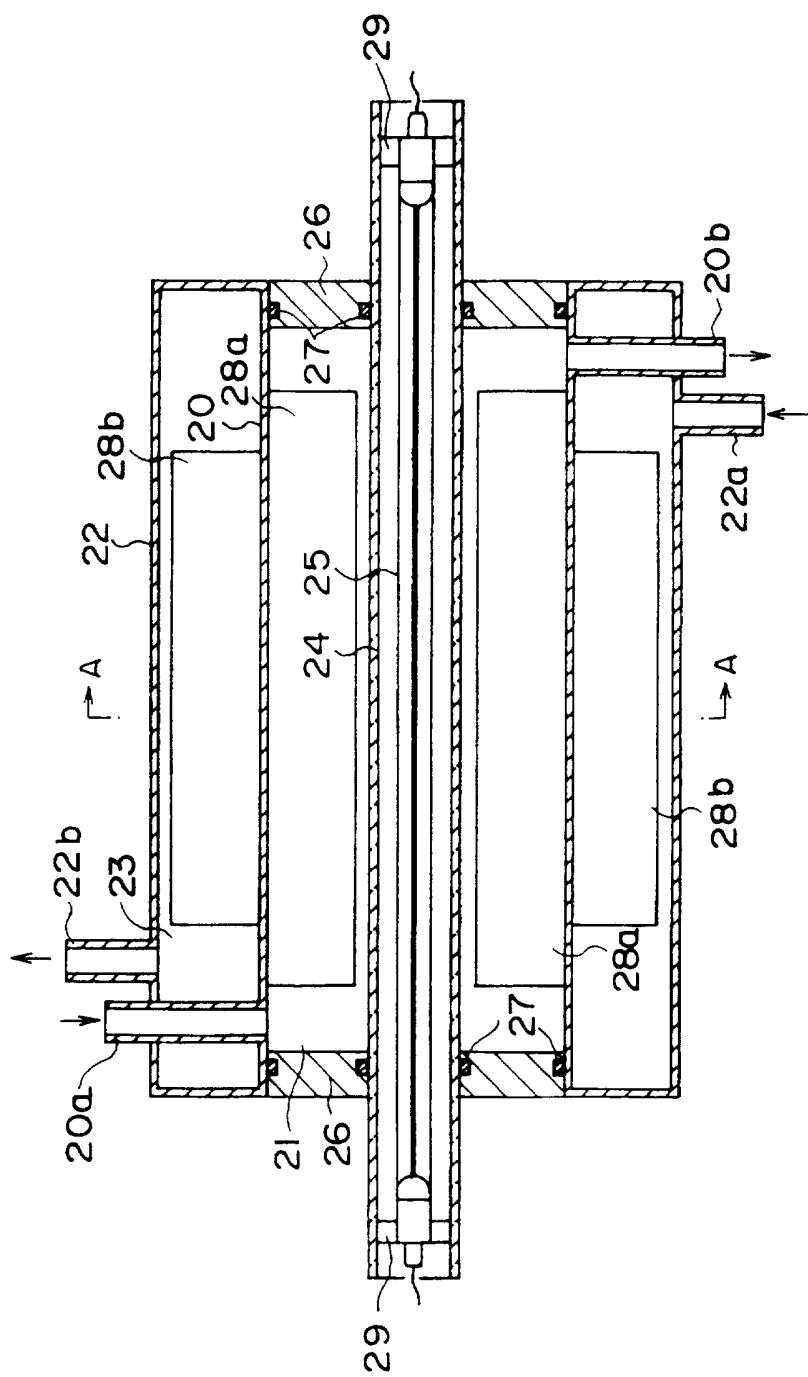


FIG. 9

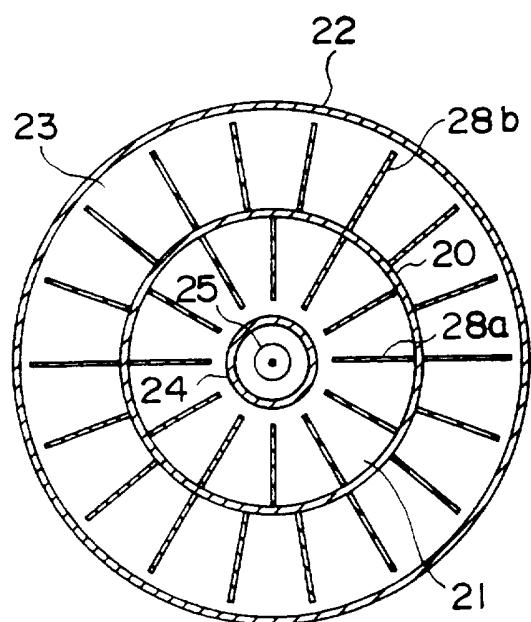


FIG. 10

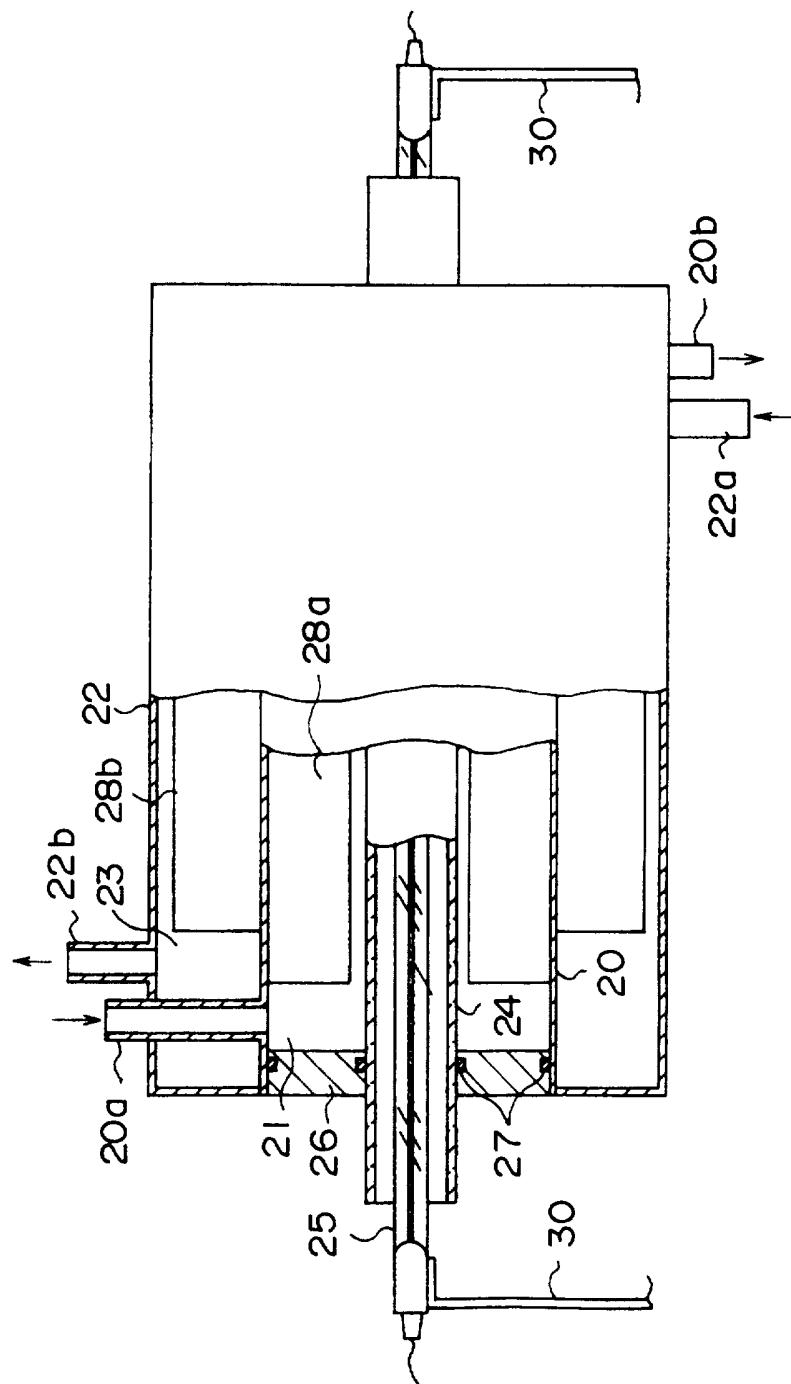


FIG. II

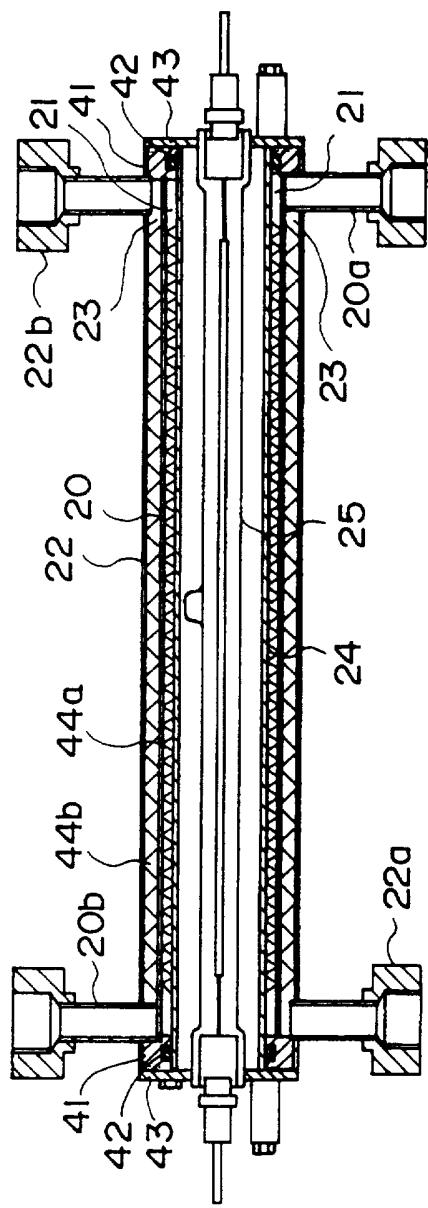


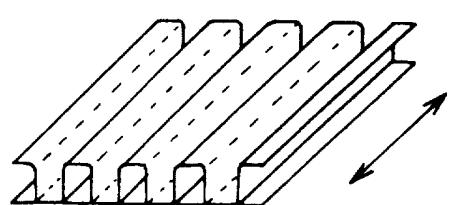
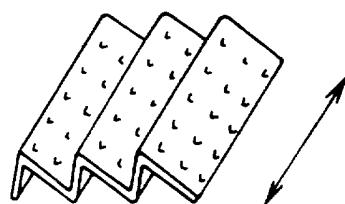
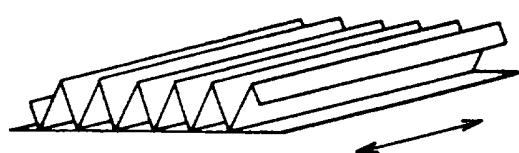
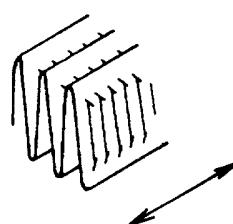
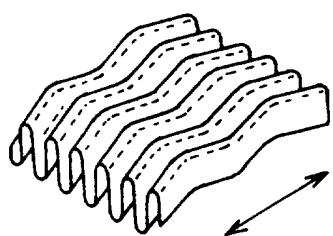
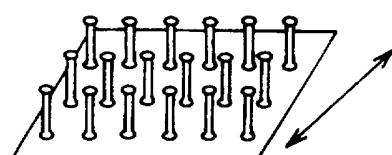
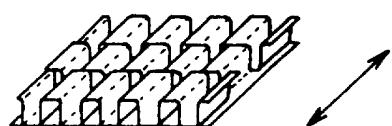
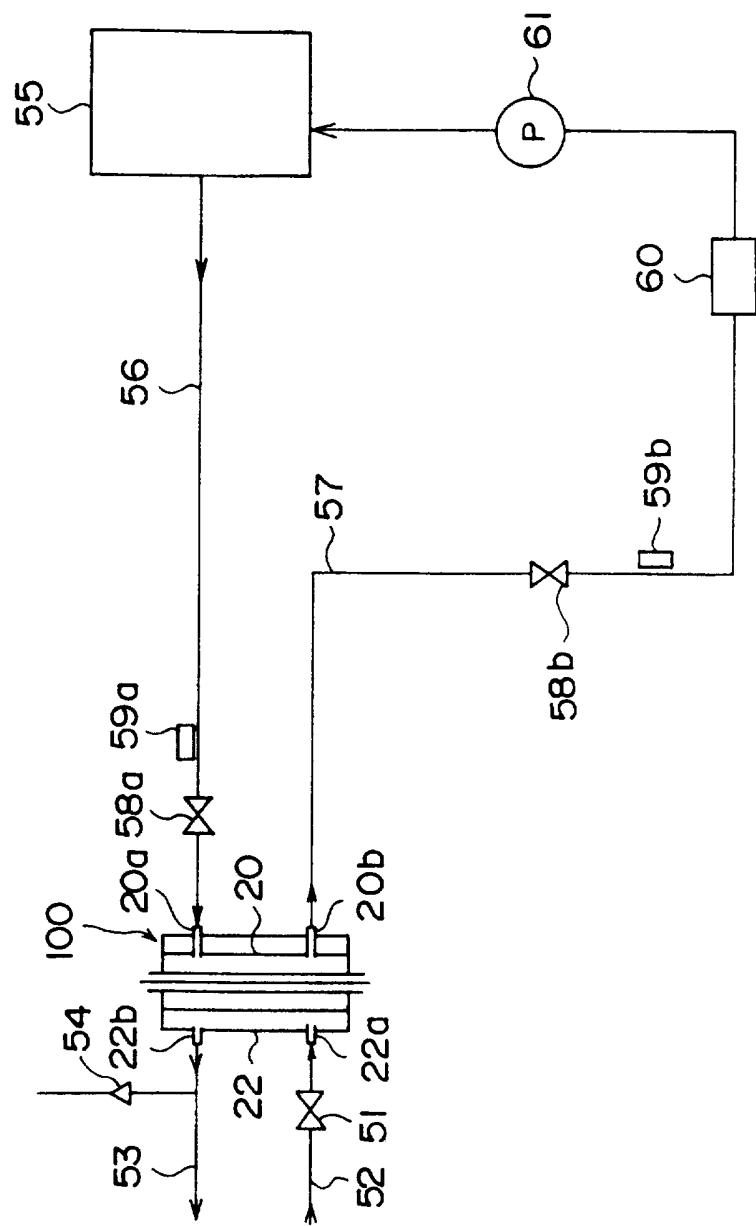
FIG. I2A**FIG. I2E****FIG. I2B****FIG. I2F****FIG. I2C****FIG. I2G****FIG. I2D**

FIG. 13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ F25D1/02, 9/00, F24H1/10

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. Cl⁶ F25D1/02, 9/00, F24H1/10, H01L21/02

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1997

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1997

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	JP, 63-275897, A (Tokyo Gas Co., Ltd.), November 14, 1988 (14. 11. 88), Page 2, upper left column; Fig. 3 (Family: none)	1, 2
A	JP, 2-219970, A (Fuji Electric Co., Ltd.), September 3, 1990 (03. 09. 90), Fig. 4 (Family: none)	1, 2
A	JP, 61-175467, A (Hoshizaki Electric Co., Ltd.), August 7, 1986 (07. 08. 86), Fig. 1 (Family: none)	1
A	JP, 62-202977, A (Fuji Electric Co., Ltd.), September 7, 1987 (07. 09. 87), Fig. 2 (Family: none)	3
A	JP, 58-219374, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), December 20, 1983 (20. 12. 83) (Family: none)	3, 13, 15, 17, 30
A	JP, 7-280470, A (Kitagawa Seiki K.K.),	3, 13, 15,

 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 document 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

February 14, 1997 (14. 02. 97)

Date of mailing of the international search report

February 25, 1997 (25. 02. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03459

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	October 27, 1995 (27. 10. 95) (Family: none)	17
Y	JP, 5-231712, A (Komatsu Ltd.), September 7, 1993 (07. 09. 93), Page 3, left column, lines 45 to 48; page 4, right column, lines 1 to 7; page 5, lines 20 to 28; Fig. 8 (Family: none)	3, 4, 12, 16, 23, 29
A		14, 18-22, 24-28, 31
Y	JP, 7-201822, A (NEC Hiroshima, Ltd.), August 4, 1995 (04. 08. 95) (Family: none)	6 - 9
A		10, 11
EY	JP, 8-181082, A (Toyoko Kagaku Co., Ltd.), July 12, 1996 (12. 07. 96) (Family: none)	5 - 9
EA		10, 11

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1⁶ F25D1/02, 9/00, F24H1/10

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. C1⁶ F25D1/02, 9/00, F24H1/10, H01L21/02

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 1926-1997年

日本国公開実用新案公報 1971-1997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
X	JP, 63-275897, A (東京瓦斯株式会社) 14. 11月. 1988 (14. 11. 88) 第2頁左上欄、第3図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP, 2-219970, A (富士電機株式会社) 03. 9月. 1990 (03. 09. 90) 第4図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP, 61-175467, A (星崎電機株式会社) 07. 8月. 1986 (07. 08. 86) 第1図 (ファミリーなし)	1
A	JP, 62-202977, A (富士電機株式会社) 07. 9月. 1987 (07. 09. 87) 第2図 (ファミリーなし)	3

 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」先行文献ではあるが、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 14. 02. 97	国際調査報告の発送日 25.02.97
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 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) 上原 徹 印 3L 7409
	電話番号 03-3581-1101 内線 3337

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP96/03459

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
A	JP, 58-219374, A (松下電器産業株式会社) 20. 12月. 1983 (20. 12. 83) (ファミリーなし)	3, 13, 15 , 17, 30
A	JP, 7-280470, A (北川精機株式会社) 27. 10月. 1995 (27. 10. 95) (ファミリーなし)	3, 13, 15, 17
Y	JP, 5-231712, A (株式会社小松製作所) 07. 9月. 1993 (07. 09. 93) 第3頁左欄第45~48行目、第4頁右欄第1~7行目、 第5頁第20~28行目、第8図 (ファミリーなし)	3, 4, 12, 16, 23, 29
A		14, 18-22 24-28, 31
Y	JP, 7-201822, A (広島日本電気株式会社) 04. 8月. 1995 (04. 08. 95) (ファミリーなし)	6-9
A		10, 11
EY	JP, 8-181082, A (東横化学株式会社) 12. 7月. 1996 (12. 07. 96) (ファミリーなし)	5-9
EA		10, 11