

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3939697号
(P3939697)

(45) 発行日 平成19年7月4日(2007.7.4)

(24) 登録日 平成19年4月6日(2007.4.6)

(51) Int. Cl. F I
F 2 8 F 21/06 (2006.01)
F 2 8 D 7/08 (2006.01)

F 2 8 F 21/06

F 2 8 D 7/08

請求項の数 28 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-532939 (P2003-532939)	(73) 特許権者	505307471
(86) (22) 出願日	平成14年9月26日(2002.9.26)		インテグリス・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2005-536704 (P2005-536704A)		アメリカ合衆国ミネソタ州55318, チ
(43) 公表日	平成17年12月2日(2005.12.2)		ャスカ ライマン プールバード3500
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/030494	(74) 代理人	100062007
(87) 国際公開番号	W02003/029775		弁理士 川口 義雄
(87) 国際公開日	平成15年4月10日(2003.4.10)	(74) 代理人	100114188
審査請求日	平成16年3月31日(2004.3.31)		弁理士 小野 誠
(31) 優先権主張番号	60/326,357	(74) 代理人	100119253
(32) 優先日	平成13年10月1日(2001.10.1)		弁理士 金山 賢敦
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100103920
			弁理士 大崎 勝真
		(74) 代理人	100124855
			弁理士 坪倉 道明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体の温度を調節する熱可塑性装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体の流れ回路にインラインで接続するようにされた流体の温度を調節する装置であって、

a) 複数の熱可塑性樹脂の中空管を含み、前記中空管の各々が第1の表面と、第2の表面と、前記表面間の壁とを有し、中空管の各々が、2つの端部およびその間を通過する中空部を有し、

b) 前記中空管の前記端部の少なくとも1つが、その第2の表面の少なくとも一部で結合されて、前記中空管の端部が溶融によって互いに流体密封の形に結合されている端部区画を形成し、

c) 前記中空管が、端部以外の部分は結合されておらず、

d) 前記一体化された端部区画が、前記中空管の結合されていない部分の中空部と連絡する貫通孔を有し、

e) 前記中空管を収容する筐体を含み、前記筐体が、前記中空管の前記第1の表面に接触するための第1の流体を、前記中空管の前記第2の表面に接触している第2の流体と分離し、

f) 前記筐体が、前記中空管の第1の表面を通過する第1の流体のために少なくとも1つの第1の流体接続部を有し、前記第1の流体が、前記中空管の壁によって第1の流体から分離されている第2の流体に接触し、

g) 前記筐体が、前記中空管の第2の表面を通過する第2の流体のために少なくとも1

つの第 2 の流体接続部を有し、前記第 2 の流体が、前記中空管の壁を介して、前記第 1 の流体に接触し、かつ前記第 1 の流体から分離されており、

h) 前記筐体の第 2 の流体接続部に流体連絡している流量制御手段と、

i) 前記第 1 の流体の温度を測定するための、前記第 1 の流体に流体連絡し、かつ前記第 1 の流体接続部に流体連絡している温度検出手段と、

j) 前記第 1 の流体の測定温度を前記第 1 の流体の予め定めた設定点温度と比較して、第 1 の流体の設定点温度と第 1 の流体の測定温度の間の差に比例した電氣的な出力信号を発生する、第 1 の流体の温度を決定するための電気回路手段とを含む、装置。

【請求項 2】

10

前記第 1 の流体の設定点温度と前記第 1 の流体の測定温度の間の差に比例して発生した前記電氣的な出力信号を使用して、前記第 2 の流体の流量制御手段を通る流体の流れを変化させる電気回路手段をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記第 1 の流体の設定点温度と前記第 1 の流体の測定温度の間の差に比例して発生した前記電氣的な出力信号を使用して、前記第 1 の流体の温度が前記第 1 の流体の温度設定点に実質上等しくなるまで、前記第 2 の流体の供給源の温度を変化させる電気回路手段をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 の流体の設定点温度と前記第 1 の流体の測定温度の間の差に比例して発生した前記電氣的な出力信号を使用して、中空管を収容するエネルギー源からの出力を制御する電気回路手段をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

20

【請求項 5】

前記第 1 の流体の設定点温度と前記第 1 の流体の測定温度の間の差に比例して発生した前記電氣的な出力信号を使用して、前記第 1 の流体の温度が前記第 1 の流体の温度設定点に実質上等しくなるまで、前記第 1 の流体の供給源の流速を変化させる電気回路手段をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

基板上への流体の分注体積を制御するバルブをさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

30

前記熱交換機が、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル))、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ヘキサフルオロプロピレン)、MFA、ポリプロピレン、ポリメチルペンテン、超高分子量ポリエチレン、またはそのコポリマーからなる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記中空管が非円形である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記中空管が、紐に編まれ、熱焼鈍される請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記熱可塑性中空管が、熱伝導性の材料で含浸される請求項 1 に記載の装置。

40

【請求項 11】

前記第 1 の流体が、フォトレジスト、反射防止コーティング剤、またはフォトレジスト現像剤である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記第 1 の流体が、スピンオン誘電体である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記第 1 の流体が、銅イオンを含む溶液である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

前記流体が、酸、塩基、酸化剤、または研磨スラリからなる群から選択される請求項 1 に記載の装置。

50

【請求項 15】

前記液体がフォトリソスト剥離剤である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

前記液体が有機液体である請求項 1 に記載の装置。

【請求項 17】

前記第 1 の筐体流体接続部に流体連絡している流体流量制御手段をさらに含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 18】

前記流体流量制御手段が、分注ポンプ、バルブ、流体流量制御装置、または圧力容器である請求項 17 に記載の装置。

10

【請求項 19】

液体の温度を維持する方法であって、温度センサが前記第 1 の流体の温度を読み取るために配置されて第 1 の流体の温度を示す温度信号を発生し、熱可塑性熱交換機が配置されて前記第 1 の流体の熱を追加または取り去る方法において、前記方法が、温度信号で示される第 1 の流体の温度を設定点と比較し、温度センサで読み取られる流体回路中の第 1 の流体温度を本質的に一定に維持するために熱交換機によって瞬間的な熱の追加または除去速度を調節し、前記熱交換機を通る前記第 2 の流体の流れを、前記第 2 の流体を流量比例バルブを通すことによって制御し、前記第 2 の流体の流れを前記流量比例バルブを使用して調節することを含む方法。

【請求項 20】

前記温度センサがウェーハ洗浄浴の中に配置される請求項 19 に記載の方法。

20

【請求項 21】

前記温度センサが、流れ回路の分注ノズルに流体連絡している請求項 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記温度センサが、流れ回路の中に配置されている請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記温度センサが、熱電対、抵抗温度装置、またはサーミスタである請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

前記処理液体がフォトリソストである請求項 19 に記載の方法。

30

【請求項 25】

前記処理液体が有機液体を含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 26】

前記処理液体が銅イオンを含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 27】

前記処理液体が、水性の酸、塩基、酸化剤、または研磨剤を含む請求項 19 に記載の方法。

【請求項 28】

温度センサで読み取られる流体流れ回路中の前記処理液体の温度を本質的に一定に維持するために熱交換機によって瞬間的な熱の追加または除去速度を調節する機能が、マイクロウェーブの供給源によって行われる請求項 19 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本出願は仮出願 60 / 326 , 357 号に対して優先権を主張するものであり、2001 年 10 月 1 日に米国特許仮出願第 60 / 326 , 234 号として併願した同時係属出願に関する（出願人参照番号 200100292 PCT（以前は MYKP - 620））。

【0002】

本発明は、複数の中空管から構成された熱可塑性熱交換装置を用いて流体の温度を調節

50

する装置に関する。装置は、交換流体の流れを調節する制御バルブを調節することによって熱交換機内の処理流体の温度を制御する。装置は応答が速く、小型であり、化学的に不活性であり、高温で運転可能である。

【背景技術】

【0003】

熱交換機は医療、自動車、産業用の用途に使用されてきた。それらの効率と熱交換容量は、熱伝導性、流れの分布、および交換機の熱移動表面積によって定まる。

【0004】

液体の加熱制御がしばしば必要とされる半導体製造の熱交換機用途の例には、硫酸や過酸化水素のフォトレジスト剥離溶液、窒化ケイ素やアルミニウム金属をエッチングするための熱リン酸浴、水酸化アンモニウムや過酸化水素のSC1洗浄溶液、塩酸や過酸化水素のSC2洗浄溶液、熱脱イオン水洗、熱有機アミンベースのフォトレジスト剥離剤がある。

10

【0005】

また、化学機械的平坦化(CMP)の液体および研磨スラリの加熱も、除去速度を制御するために実施することができる。化学機械的スラリは、一般にアルミナまたはシリカ研磨剤などの固体研磨材料、過酸化水素などの酸化剤、塩酸または水酸化アンモニウムなどの酸もしくは塩基のいずれかを含む。

【0006】

多くの半導体製造工程においては、正確に温度制御された液体が基板上に分注され、薄膜が形成される。これらの用途では、液体の温度は最終的な膜の均一性と厚さに影響を及ぼす。スピノン(spin on)誘電体、フォトレジスト、反射防止コーティング剤、現像剤などを、静止または回転基板上に分注する前に正確で再現性のある温度調節を行うには、これらの液体を加熱または冷却する必要がある。これはしばしば処理液体を比較的厚い壁の過フッ化物管の中に流すことによって行われ、その温度は管の外側の水の流

20

れで制御される。

【0007】

熱交換機は流体間のエネルギーを移動する装置である。これは、1つの流体、すなわち処理流体と、仕事流体、すなわち交換流体を接触させることによって行われる。これらの2つの流体は、熱交換機を構成する材料の壁で互いに物理的に分離されている。多くのこれらの用途の化学薬品を加熱および冷却するのに、ポリマーベースの熱交換機が、その化学的な不活性さ、純度の高さ、腐食に対する抵抗性から、通常使用される。しかし、装置に使用されるポリマーの熱伝導度が低いため、所与の温度変化を行うのに熱移動のための大表面積が必要なので、ポリマー熱交換装置は通常大きい。その大きなサイズによって、それらの装置を半導体プロセスの道具に使用するのは実際的でない。

30

【0008】

ガスから流体へのフィン付き熱交換機はレーザーに使用されるガスの調節に使用される。これらの交換機は通常腐食性化学薬品やガスと共に使用するには適さない金属から作られており、湿気があると粒子を生成することがある。

【0009】

米国特許第3,315,740号は熱交換機に使用するために熔融で管を互いに結合する方法を開示している。熱可塑性材料の管は、管の端部が平行に接触する関係になるように集められる。カナダ特許第1,252,082号は螺旋状に編んだポリマー熱交換機を作製する技術を教示しており、また、米国特許第4,980,060号はろ過のために多孔質中空ファイバー管を熔融結合して埋め込むことを記載している。いずれの開示もそれらの装置を熱制御に使用することは考えていない。

40

【0010】

米国特許第5,216,743号は、水を加熱するための個別の加熱要素を各小室(compartment)に備える複数の熱可塑性小室を使用することを教示している。温度センサが温度制御器と連絡して、個々の加熱要素を起動または停止して必要な水温を維

50

持する。この発明は、その加熱要素を使用するには適していない有機流体、腐食性または酸化性の高純度化学薬品に使用することは考えていない。同様に、熱可塑性小室は数が比較的少ない。

【0011】

米国特許第5,748,656号は、レーザーガスの温度制御方法として、熱交換機、温度センサ、マイクロプロセッサ制御装置、熱交換流体の流れを制御する比例バルブを用いる、レーザーシステム内のレーザーガスの温度を制御するための金属熱交換機システムの使用を開示している。この発明はガスの温度制御には有用であるが、その熱交換装置は液体の温度を制御するのに使用するには制約がある。これは、ガスに較べて液体がはるかに大きな熱容量と質量を有するためである。さらに、多くの液体の腐食性はそれらのシステムでそれらを使用することの妨げになる。この発明は、液体の温度と容量を制御して分注するために熱交換機を使用することは考えていない。

10

【0012】

現在、流体の温度を制御するために熱可塑性熱交換機を使用することは、必要な装置の高価さとサイズの大きさのために実際的ではない。金属熱交換機は、化学薬品の腐食性、および処理液体から金属および粒子状の汚染物を除去する必要があるため、半導体製造に使用するの是一般に許容されない。必要とされるのは、分注された液体の温度を制御し調節する装置であり、または液体再循環システムである。このシステムは、温度変化に対して応答が速く、化学的に不活性であり、表面積が大きく、容積が最小でなければならない。

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、温度センサ、流体制御バルブ、およびマイクロプロセッサ制御装置を備える流体流れ回路に結合された大表面積の熱可塑性熱交換機装置を提供する。装置は再循環浴および流体分注の用途に使用される流体の温度調節に有用である。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の好ましい一実施形態では、過フッ化熱可塑性樹脂の中空管、ファイバー、またはフィラメントが本発明の熱交換機に使用される。フィラメントは、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロ(アルキルビニルエーテル))、ポリ(テトラフルオロエチレン-コ-ヘキサフルオロプロピレン)、またはその混合物などのポリマーから作られる。中空管は熔融結合して、単一端部構造を形成し、または過フッ化熱可塑性樹脂と筐体を備える一体化された端部区画を形成する。この構造において、中空管は熱可塑性樹脂に流体密封の形で結合される。

30

【0015】

本発明の好ましい実施形態において、筐体に収容される中空管は、中空の管、ファイバー、またはフィラメントの紐を形成するように、熔融結合の前に網目状にされ(braided)、編まれ(plaited)、または撚られる(twisted)。紐は、熱焼鈍して紐の峰または湾曲部を固定する。本発明の実施形態において、紐は、撚られ、編まれ、または網目状にされて、平行に設置された1個または複数の中空の管、ファイバー、またはフィラメントを指し、筐体の中に埋め込まれた、または別法として熔融結合されたユニットを形成する。熱焼鈍された中空管の紐によって、熱交換機は高密度の詰め込み、大きな熱移動表面積、向上した流れ分布、および小さな容積が可能になる。熱交換機装置は、高温での有機性、腐食性、および酸化性液体の運転が可能である。熱交換機は、中空管の壁に接触させる処理流体および仕事流体のための流体導入口と導出口接続部を有する筐体を有する。流体を中空管の壁に接触させることによって、処理流体と仕事流体間でエネルギーの交換が行われる。

40

【0016】

装置の一実施形態では、熱交換機は流量センサ、温度センサ、およびバルブに結合され

50

、正確に温度制御された液体を制御された量分注することが可能である。

【 0 0 1 7 】

第2の実施形態では、熱交換機は、浴の温度を制御するために、温度センサおよびバルブおよびマイクロプロセッサを備える流体回路の中に配置される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

本発明は熱可塑性材料に埋め込まれた複数の熱可塑性熱交換管からなる熱交換装置に関する。交換装置は、分注処理流体または化学浴の温度をリアルタイムで制御するために、温度センサ、制御マイクロプロセッサ、流量センサ、または任意選択的にバルブと結合されている。本発明の実施形態と実施例を、加熱または冷却される水を参照して説明するが、それらの説明は流体として水および分注流体として加熱溶液に制限するものではないことを理解すべきである。加熱および冷却する他の適切な流体にはガスが含まれる。

10

【 0 0 1 9 】

本発明の装置を示す概念図は図1に示されている。この図において、処理流体と仕事流体の流れは並流で流れるように示されているが、流体は向流で流れるようにすることもできる。本発明の実施形態では、再循環浴12の温度を制御するのに熱交換機50と温度制御装置46が使用される。浴12は、半導体製造プロセスの一部として基板18の洗浄、剥離、またはコーティングに使用することができる。エネルギー源24、例えば超音波または放射エネルギーは、プローブまたはランプ筐体14によってタンクに導入することができる。浴の液体は、バルブ16、ポンプ26、および任意選択的に流量計28の流量制御装置によって循環することができる。浴からの液体は導入口接続部56から熱交換機50に入り、装置を通して流れて、72の中の流体とエネルギーを交換する。浴からの液体は、導出口58で任意選択的なバルブ44を経て交換機を離れ、浴12に戻る。任意選択的な圧力変換機30および42、および温度センサ40および60は流体の流れ回路の導管に接続することができる。バルブ20を含むバイパスは、交換装置を通して流れる浴の液体の流れを調節するのに使用することができる。温度センサ22からの信号は、マイクロプロセッサベースの制御装置46、例えば、Stamford、CTのOmega Engineering、から入手可能なCN7600温度制御装置を通過する。任意選択的な温度センサ48は、流体の温度を、流体が交換機を導出口54から離れるときに測定する。制御装置46は、処理流体の温度の所望の設定点からの変化を連続的に監視し、信号をバルブ64もしくは流量制御装置36、またはポンプ68へ送り、熱交換機50への流体72の流れを変化させ、処理流体導出口58から熱交換機を出る処理流体の温度を維持する。72の中の流体温度は管76および74によって78で調節される。この図では、78はチラー(chiller)として示されているが、流体ヒータであることもできるよう。72中の流体は、バルブ70を通り、ポンプ68によって交換装置を通して再循環することができる。72からの液体は、任意選択的な流量制御装置または流量計36を通して流れる。流体口52への流体導管導入口はバルブ34、圧力変換機38、および温度センサ32を任意選択的に含む。72からの流体は流体口54から交換装置を出て、温度センサ48、圧力変換機62、比例バルブ64を備える導管を通して流れる。流体は72に戻される。バルブ66を含む72の任意選択的なバイパスループは、72からの液体の流れを変えるのに有用である。

20

30

40

【 0 0 2 0 】

比例バルブ64は熱交換機に流入する水の流れを連続的に調節することが可能である。オンオフバルブも運転がより簡単でより高圧の流体を制御できる利点をもって使用することができる。比例バルブは高速動作バルブであって、油圧駆動、ボイスコイル駆動、または電氣的に駆動することが好ましい。そのバルブの例は、SMCバルブ、Entegrisテフロン(登録商標)油圧バルブである。適切な流体流量制御装置36には、BillERICA、MAのMykrolis Corporation製のガス流量制御装置、Chaska、MNのNT International製の液体流量制御装置がある。本発明の実施に有用な速度可変液体ポンプは、Vernon Hills、ILのCo

50

le - Parmer Instrument Company から入手可能である。

【0021】

温度検出装置 22 および 48 は、Stamford、CT の Omega Engineering から入手可能な抵抗温度装置または熱電対であるのが好ましい。代わりに、サーミスタを温度測定に使用することもできる。

【0022】

分注された処理流体の温度と容量を制御するのに使用された本発明の一実施形態が図 2 に概念図で示されている。この図において、処理流体と仕事流体の流れは並流で流れるように示されているが、流体は向流で流れるようにすることもできる。熱交換装置 110 は流量センサ 92 とバルブ 128 を含み、熱的に調整された分注される処理流体の容量を測定し制御する。供給源 94 からの処理流体は仕事流体または交換流体 84 によって加熱または冷却される。適切な液体流量センサ 92 は Chaska、MN の NT International から入手可能である。流体源 94 は加圧容器 (pot) または加圧された NOW PAK (登録商標) によって熱交換機に送達される。代替として、Bedford、MA の Mykrolis Corporation 製 Intelligent (登録商標)、または Hemlock、MI の White Knight ポンプなどのポンプを供給源から交換機に流体を移動するのに使用することができる。ポンプは交換機の流体接続部 112 の前、または流体交換機接続部 116 の後に設置することができる。加熱された液体の温度はマイクロプロセッサベースの温度制御装置 130 に接続された温度センサ 126 で監視される。任意選択的な圧力変換機 124 は交換機の導出口 116 に設置することができる。液体はバルブ 128 を経由して基板上に分注される。バルブ 128 はオンオフバルブまたは吸引戻り防止弁 (stop suck-back valve) であることができる。適切な吸引戻り防止弁は日本の CKD Corporation から入手可能である。制御装置 130 は、貯蔵器 82 を用途に適切な温度に維持するために使用されるヒータまたはチラー 90 と連絡している。貯蔵器 82 の中の液体の温度はヒータまたは冷却表面 84 で調節され、温度センサ 91 で測定される。この流体はバルブ 86、ポンプ 96、および任意選択的な流量制御装置 104 を経由して交換装置に送達される。任意選択的な圧力変換機 106 と温度センサ 108 の後、82 からの流体は流体接続部 118 から交換装置に入る。エネルギーは交換機中で仕事流体と処理流体間で交換され、82 からの流体は流体接続部 114 から交換機を出る。流体は、任意選択的な温度センサ 122、圧力変換機 115 を備える導管を流れて、82 に戻る。

【0023】

図 3 は本発明の装置の他の構成を示す図である。閉ループ供給源または貯蔵器から以外は仕事流体または交換流体供給源 136 が使用される。この図において、供給源 140 からの処理流体および供給源 136 からの仕事流体は並流で流れるように示されているが、流体は向流で流れるようにすることもできる。適切な仕事流体または交換流体 136 の例には、冷却された工場水、熱脱イオン水、または蒸気が含まれる。これらの流体は通常半導体工場の施設から入手可能である。供給源 136 からの流体は、任意選択的なバルブ 137、任意選択的な流量制御装置 138、ならびに任意選択的な圧力および温度変換機 144 および 162 を経由して流れる。136 からの流体は交換装置に入り、そこで供給源 140 からの処理流体とエネルギーの移動が行われる。仕事流体 136 は導出口 156 ならびに任意選択的な圧力および温度変換機 154 と 155 をそれぞれ経由して交換装置を出る。供給源 140 からの仕事流体は流量制御装置 146 を経由して交換装置に入る。供給源 140 からの流体は任意選択的に加圧容器または加圧された NOW PAK (登録商標) から熱交換機に送達することができる。代わりに、Bedford、MA の Mykrolis Corporation 製 Intelligent (登録商標) または Hemlock、MI の White Knight ポンプなどのポンプを使用して、流体を供給源から交換機に輸送することができる。ポンプは交換機の流体接続部 151 の前、または流体交換機接続部 157 の後に設置することができる。供給源 140 からの流体は、導管および任意選択的なバルブ 148、任意選択的な圧力変換機 150 および温度センサ 142

を經由して流れる。処理流体は158を通過して流れ、そこで136からの仕事流体とエネルギーを交換する。温度センサ168は熱交換機の流体接続部157から出る流出流体140の温度を測定する。温度センサ168は、マイクロプロセッサ制御装置170と連絡しており、制御装置はバルブ152を開閉して交換装置を通る仕事流体の流速を制御し、これによって熱交換機を出る処理流体140の温度が制御される。液状の処理流体140はバルブ166を經由して基板上に分注される。バルブ166はオンオフバルブまたは吸引戻り防止弁であることができる。

【0024】

図4は、分注用の処理流体を加熱する本発明の他の実施形態を示しており、これは中空管を収容するマイクロウェーブエネルギー源183を用いる。過フッ化熱可塑性樹脂のパイプ、管およびファイバーはマイクロウェーブに対して透明であり、水性の、またはアルコールなど他のマイクロウェーブを吸収する液体を流動加熱 (flow through heating) するのに理想的である。供給源182からの仕事流体は流量制御装置184を經由して交換装置に入る。供給源182からの流体は任意選択的に加圧容器または加圧されたNOW PAK (登録商標) から送達することができる。代わりに、Bedford、MAのMykrolis Corporation製Intelligen (登録商標) またはHemlock、MIのWhite Knightポンプなどのポンプを使用して、流体を供給源から交換機に輸送することができる。ポンプは交換機の流体接続部189の前、または流体交換機接続部191の後に設置することができる。供給源182からの流体は、導管および任意選択的なバルブ185、任意選択的な圧力変換機187および温度センサ186を經由して流れる。処理流体は交換装置の中の中空管を通過して流れ、マイクロウェーブシステムおよび中空管を収容する供給源183からマイクロウェーブエネルギーを吸収する。温度センサ190は熱交換機の流体接続部191から出る流出流体182の温度を測定する。温度センサ190は、マイクロプロセッサ制御装置180と連絡しており、制御装置はマイクロウェーブのマグネトロンを起動または停止し、これによって熱交換機188を出る処理流体182の温度が制御される。別法として、マイクロプロセッサ制御装置180は、マグネトロンへの電力を調節して、発生するマイクロウェーブの出力量を制御することにより、流体の温度を制御する。液状の処理流体182はバルブ192を經由して基板上に分注される。バルブ192はオンオフバルブまたは吸引戻り防止弁であることができる。別法として、温度センサ186と190に連絡している制御装置180を使用して、流量計184を制御し、液体の流量と温度を調節することができる。

【0025】

図5は、1個または複数の温度センサからの信号を検知し、センサの信号を適切な形に処理し、センサの測定温度と予め定めた温度設定点を比較し、測定された流体の温度と設定温度間の差に比例する電気信号を発生し、分注ポンプ、バルブ、流量計、または処理装置に信号を送って比較結果に基づいた活性状態にすることのできるプロセッサ249の概念図を示している。供給源制御装置250は、制御マイクロプロセッサ260と連絡することによって、測定された流体の温度と流体の設定温度との温度差に比例して発生した電気信号の少なくとも1つを制御する。また、プロセッサ249は、流体の温度変化の速度に比例する電気信号も決定することができる。この電気信号はコネクタ252から電圧または電流として出力することができ、流体制御バルブまたは流量制御装置を制御するのに利用できる。任意選択的に、コネクタ252に発生した電気信号は、マイクロウェーブ発生装置183または中空管を取り囲む他のエネルギー源を調節する。また、この電気信号は、外部ヒータ90またはチラー78を調節することによって、仕事流体または交換流体の温度を制御するのに使用することもできる。この構成は、異なる流体特性および分注変更の要求を補償するのに使用することができる。信号調節装置256は1個または複数のセンサ入力254を起動し受容する。信号調節装置256は、センサの生の出力信号を増幅し、濾波し、または平均化することができる。本発明に有用なセンサの例には、温度、流量、圧力、pHがある。マルチプレクサ258には、必要なセンサ信号と異なる多重の

10

20

30

40

50

参照電圧 282 および 284 の入力が可能であり、較正を行い、あるいはプロセッサ 249 の機能を制御する。参照電圧 282 と 284 は、流体粘度の温度など、環境の変化に対する較正および動作時間の補償に使用することができる。制御プロセッサ 260 は、多重もしくは単一の入力の記録と解析機能を開始させるように機能するトリガ 262、多重もしくは単一の出力として、装置に対して課題またはタスクの完了の信号支持を行うように機能するアック (acknowledgment) 264、ウェーハを回転させるように機能するスピナー 266、分注が完了し高速回転を開始できることをウェーハの回転制御に指示するように機能するアナログ出力 270 を含んで、プロセッサ 249 とプロセッサ 249 に接続された装置間の全ての入力と出力のインターフェースを制御する。入力 - 出力インターフェース 272 は、RS 232、Device Net、RS 485、または他のデジタルプロトコルポート 268 を経由してトラックまたは他の支持装置に連絡するためのハードウェア接続を可能にする。ポート 268 は、起動および停止制御に使用でき、特別な装置形態が可能になり、システムの状態を決定する。電力供給 274 は、導入される電圧を、プロセッサ用の 5 VDC などの内部で必要な電圧および関連するロジックやアナログ供給電圧の ± 15 VDC などに変換する。信号プロセッサ 276 は、アナログ - デジタル変換機 278 からリアルタイムの信号を得て、流体の分注温度と流速を決定するのに必要なアルゴリズムを実行する。アナログ - デジタル変換機 278 からのデータは、将来の検索 (retrieval) と解析のために記憶される。センサからのリアルタイムのデータ信号は、分注の容量、時間、流体温度を閉ループ制御するための制御信号として使用される。

【0026】

一実施形態では、Wilmington、DE の Ametek から入手可能な、市場で入手可能な熱可塑性熱交換機を使用することができる。本発明を実施するのに有用な熱可塑性熱交換機を形成する他の方法は、米国特許第 3,315,750 号明細書、米国特許第 3,616,022 号明細書、米国特許第 4,749,031 号明細書、米国特許第 4,484,624 号明細書、カナダ国特許第 1,252,082 号明細書に記載されており、これら各々は全てを参照により組み込まれている。また、中空フィラメントは、その全てを参照により本明細書に組み込まれている、欧州特許出願第 0 559 149 A 1 号明細書に記載されている射出成形方法によって筐体に連結することができる。

【0027】

好ましい実施形態では、出願人参照番号 MYKP - 620 の下で米国特許仮出願第 200100292 PCT 号として併願した、その全てが参照により本明細書に組み込まれている同時係属出願が、本発明を実施するのに用いられる。熱交換機は、編み物の中空管の峰または湾曲部を固定するために熱焼鈍された、マット状に編まれ、網目状にされ、編まれ、または燃られた過フッ化熱可塑性樹脂の中空管を含む。それらの装置の例は図 6 に概念的に示されている。装置は約 13 平方フィートの大きな熱交換表面積を有し、約 1 リットルの小さな容積で、熱焼鈍された編み管にはじゃま板 (buffling) の必要がない。過フッ化熱可塑性樹脂の中空管は、その化学抵抗性と熱安定性のため、本発明を実施するのに好ましい。この実施形態では、図 6 に示すように、熱交換装置は、316 と 320 で熱可塑性樹脂に熔融された中空管 328 と 330 を備える、単一端部区画構造または一体化された端部区画構造から形成されている。本発明の実施において中空ファイバーまたは中空フィラメントと呼ぶこともできる中空管 328 と 330 は、燃られて熱焼鈍され、管の湾曲部が固定されている。筐体は、端部キャップ 334 と 336 に第 1 の流体導入口部品 312 および第 1 の導出口部品 326 を含む。端部キャップは任意選択的に筐体 332 および一体化された端部区画 316 と 320 に熔融結合される。また、筐体は、シェル側部の流体の流れを分配するための任意選択的な挿入部品 338 を備えるシェル側部導入口部品 322、およびシェル側部の流体導出口のためのシェル側部導出口部品 318 を含む。図解をすれば、第 1 の液体は流体部品 312 に入り、314 で中空管に入って、そこで管の表面に接触し、管を通して中空管導出口 324 へ流れ、第 1 流体導出口部品 326 を出る。第 2 の流体は流体接続部 322 に入り、そこで管の第 2 の表面に接触し、管を

横断して導出口接続部 318 へ流れる。第 1 と第 2 の流体は中空管の壁を介してエネルギーを交換する。第 1 と第 2 の流体は、筐体 332 および一体化された端部区画 316 と 320 によって互いに分離される。

【0028】

本発明の中空管および筐体を実施するのに有用な過フッ化熱可塑性樹脂またはその混合物の例には、[ポリテトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロメチルビニルエーテル](MFA)、[ポリテトラフルオロエチレン-コ-ペルフルオロプロピルビニルエーテル](PFA)、[ポリテトラフルオロエチレン-コ-ヘキサフルオロプロピレン](FEP)、[ポリビニリデンフルオライド](PVDF)があるが、制限されない。PFA Teflon (登録商標) および FEP Teflon (登録商標) 熱可塑性樹脂はどちらも Wilmington、DE の DuPont で製造されている。Neoflon (登録商標) PFA は Daikin Industries から入手可能なポリマーである。MFA Hafflon (登録商標) は Thorofare、NJ の Ausimont USA Inc. から入手可能なポリマーである。MFA Hafflon (登録商標) および FEP Teflon (登録商標) の予備成形管は Orangebury、SC の Zeus Industrial Products Inc. から入手可能である。本発明の実施に有用な他の熱可塑性樹脂またはその混合物は、ポリ(クロロトリフルオロエチレンビニリデンフルオライド)、ポリビニルクロライド、ポリプロピレンやポリエチレン、ポリメチルペンテン、および超高分子量ポリエチレンなどのポリオレフィン、ポリアミド、ポリスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネートであるが、制限されない。

【0029】

中空の熱可塑性管は熱伝導性の粉またはファイバーで含浸してその熱伝導度を高めることができる。有用な熱伝導性材料の例には、ガラスファイバー、金属窒化物ファイバー、珪素および金属炭化物ファイバー、またはグラファイトがあるが、制限されない。

【0030】

過フッ化熱可塑性樹脂の混合物から作られた、外径が 0.007 ~ 0.5 インチ、さらに好ましくは直径が 0.025 ~ 0.1 インチ、壁の厚さが 0.001 ~ 0.1 インチ、さらに好ましくは厚さ 0.003 ~ 0.05 インチの過フッ化熱可塑性樹脂管のフィラメントは、交換機の網目状に編んだ、または燃った紐を形成するのに有用である。本発明の目的のための、巻かれていない焼鈍された単一の管には非円形(non-circumferential)の管が考えられる。非円形の管は、外部寸法が管の一方の端から他方の端に動く長手方向の軸上で連続的には円形でない管である。例には、螺旋コイル、巻かれていない、焼鈍された単一のファイバー、またはその状態で押し出し成形された管などの恒久的に燃られた中空の円形配管、三角形形状の管もしくはファイバー、矩形形状の管もしくはファイバー、四角形状の管もしくはファイバーがあるが、制限されない。

【0031】

中空管もしくはファイバーの網目、編み、撚りまたは非円形の幾何形状は中空管の横断方向、かつ内部で流体の分布を向上させる。装置はじゃま板の必要なしに小さな容積中で大きな流体接触面積を提供する。構造が化学的に不活性な材料で構成された、単一のまたは一体化した装置の端部区画構造は Oリングの必要性をなくし、装置の高温での運転および種々の流体で使用することを可能にする。

【実施例 1】

【0032】

内径 0.047 インチ、壁の厚さ 0.006 インチの予備成形 MFA 管フィラメントは Orangebury、SC の Zeus Industrial Products Inc. 製であった。埋め込み用の紐は MFA フィラメントを撚ってストランド(strand)のフィート当たり 12 ターンで作製した。単一ストランドを幅 8 インチ、長さ 18 インチの金属枠の周りに巻いた。枠と巻いたストランドをオープン中で 150 ~ 30 分間焼鈍した。焼鈍後に、約 75 本の測定長さ 18 インチの紐がラックから得られた。複数の

ラックからの紐を集めて310本の紐にし、予め加熱処理を行ってMFAでコーティングした測定長さ16インチのPFA管の中に置いた。PFAの内径は2インチであり、流体用部品をPFA管の各端部から2インチに連結した。装置の各端部は、Thorofare、NJのAusimont USA Inc. から得たHyflon（登録商標）MFA 940 AX樹脂を使用して275 で約40時間かけて樹脂埋め込み（potting）を行った。40時間の埋め込みの後、応力亀裂を避けるために、各端部の冷却を150 まで分当たり0.2 で制御した。端部は、旋盤を用いて装置の埋め込まれた端部を機械加工することによって、樹脂を取り除きフィラメントを開口させた。埋め込まれた交換機用の流体用部品は管の各端部にパイプ溝を刻むことによって作製した。

【0033】

図1に示した試験装備は、ポンプ26を経由して流れる分当たり7.2リットルの流体、および分当たり6.2リットルの約25 の交換流体で構成した。2個の1000ワットのヒータを容量45リットルの浴12の中に配置した。部品52および54を通る分当たり6.2リットルの25 の水流で、浴の温度は約34 に維持された。冷却水の流れを停止すると、浴12の温度は41 に上昇した。浴の中に、抵抗温度センサ22を備えるOmega Engineering製の制御装置モデル番号CN76000を使用することによって、浴の温度を38 の設定点1と39.5 の設定点2に制御することが可能であった。制御装置は、電氣的に駆動される電磁弁（図示されていない）による、平方インチ当たり80ポンドに加圧された油圧バルブ64に接続した。制御装置は制御装置からの電気信号に応答してバルブを開閉した。この実施例の結果は図7に示されている。

【実施例2】

【0034】

内径0.047インチ、壁の厚さ0.006インチの予備成形MFA管フィラメントはOrangebury、SCのZeus Industrial Products Inc. 製であった。埋め込み用の紐はMFAフィラメントを撚ってストランド（strand）のフィート当たり12ターンで作製した。単一ストランドを幅8インチ、長さ18インチの金属枠の周りに巻いた。枠と巻いたストランドをオープン中で150 で30分間焼鈍した。焼鈍後に、測定長さ18インチの約75本の紐がラックから得られた。複数のラックからの紐を集めて310本の紐にした。それらを予め加熱処理を行ってMFAでコーティングした測定長さ16インチのPFA管の中に置いた。PFAの内径は2インチであり、流体の部品をPFA管の各端部から2インチに連結した。装置の各端部は、Thorofare、NJのAusimont USA Inc. から得たHyflon（登録商標）MFA 940 AX樹脂を使用して275 で約40時間かけて樹脂埋め込みを行った。40時間の埋め込みの後、応力亀裂を避けるために、各端部の冷却を150 まで分当たり0.2 で制御した。端部は、旋盤を用いて装置の埋め込まれた端部を機械加工することによって、樹脂を取り除きフィラメントを開口させた。埋め込まれた交換機用の流体部品は管の各端部にパイプ溝を刻むことによって作製した。第1の熱交換機の管からの流出する流体を第2の熱交換機の管の導入口部品に供給するようにして、2台の装置を直列に構成した。

【0035】

試験装備は図2に示されている。NT International製の流量計92およびEntegris製の電氣的なバルブ98を流体用部品112の上流で熱交換機110に接続した。貯蔵器82に収容された加熱された交換流体は、60リットルの貯蔵器の水を3個の1000ワットのヒータで70 の温度に加熱して調製した。温度23 の処理液体の水94を、中空管の壁を介して70 の仕事流体と接触しエネルギーを交換させるために、熱交換機の中へ送った。分注は、秒当たり約2.2ミリリットルの流速で15秒間送られた体積約330ミリリットルの水で構成した。処理水はバルブ98を開閉することによって分注した。この試験からの結果は図8にグラフで示されている。結果は本発明の装置が、液体を23 から約65.7 まで繰り返し加熱できることを示している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 6 】

【図 1】流体の流れ回路にインラインに結合された熱交換機と、温度浴と、本発明の温度制御システムとを含む、浴の温度を維持するための装置を示す概念図である。

【図 2】流体の流れ回路にインラインに結合された熱交換機と、温度制御浴と、本発明の温度制御システムとを含む、計量された量の温度制御された液体を分注点で供給するための装置を示す概略図である。

【図 3】流体の流れ回路にインラインに結合された熱交換機と、温度制御システムおよび加熱された水または蒸気源とを含む、制御された量の加熱された液体を分注点で供給するための装置を示す概念図である。

【図 4】流体の流れ回路にインラインに結合された熱交換機と、温度制御システムと、マイクロウェーブエネルギー源とを含む、制御された量の加熱された液体を分注ノズルで供給するための装置を示す概念図である。

10

【図 5】本発明の熱交換機、バルブ、および温度センサを用いて処理流体の温度を制御するのに有用なマイクロプロセッサ回路を示す概念図である。

【図 6】本発明の好ましい実施に用いられる熱交換機を示す概念図である。

【図 7】実施例 1 に記載した本発明の装置を使用する閉ループ方法を示すグラフである。

【図 8】実施例 2 に記載した本発明の装置を使用する分注方法を示すグラフである。

【 図 1 】

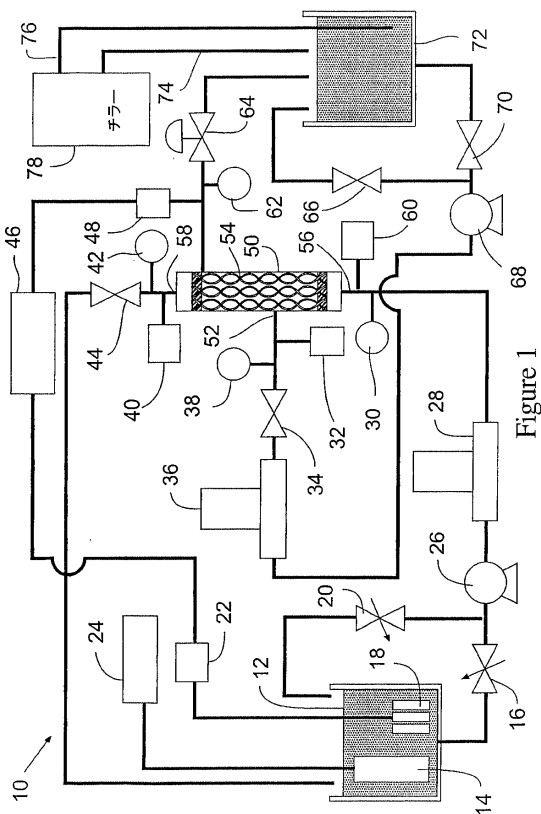


Figure 1

【 図 2 】

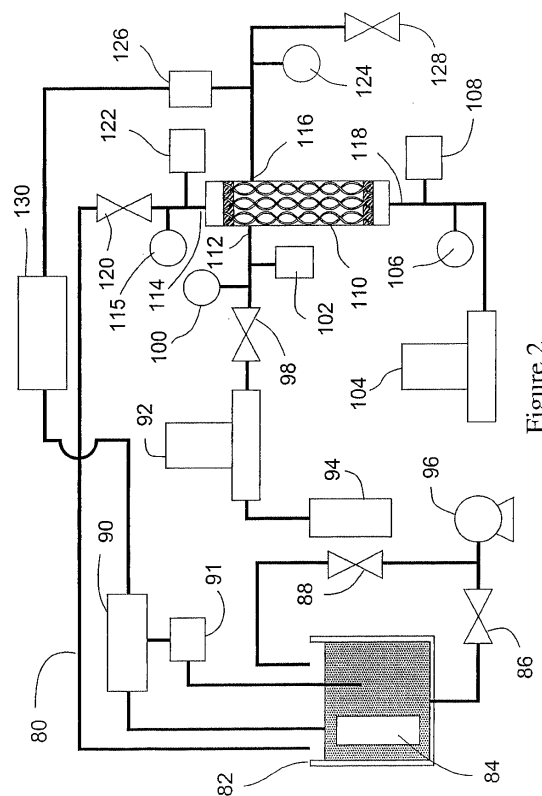


Figure 2

【図 3】

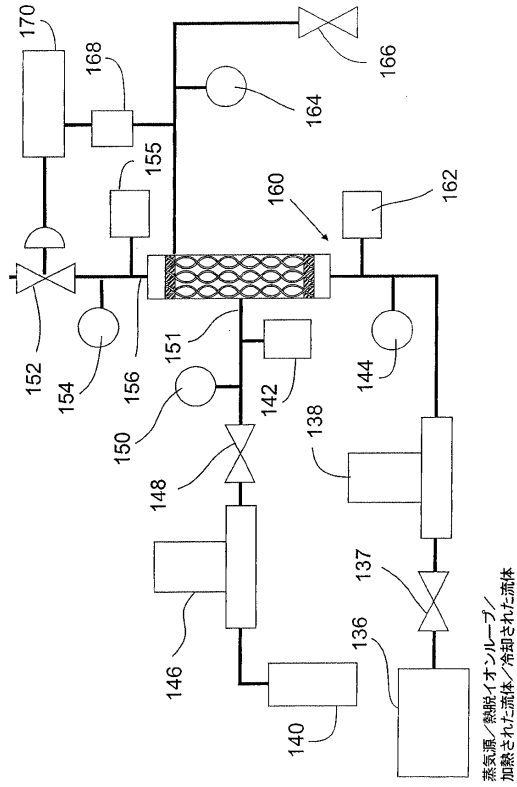


Figure 3

【図 4】

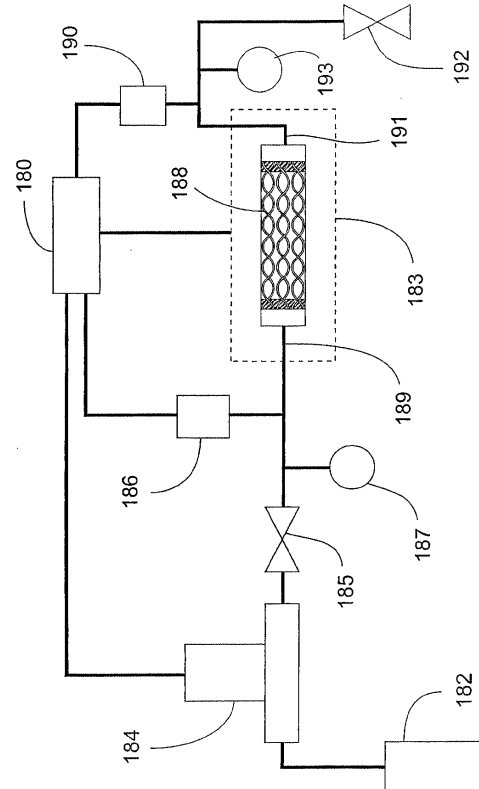


Figure 4

【図 5】

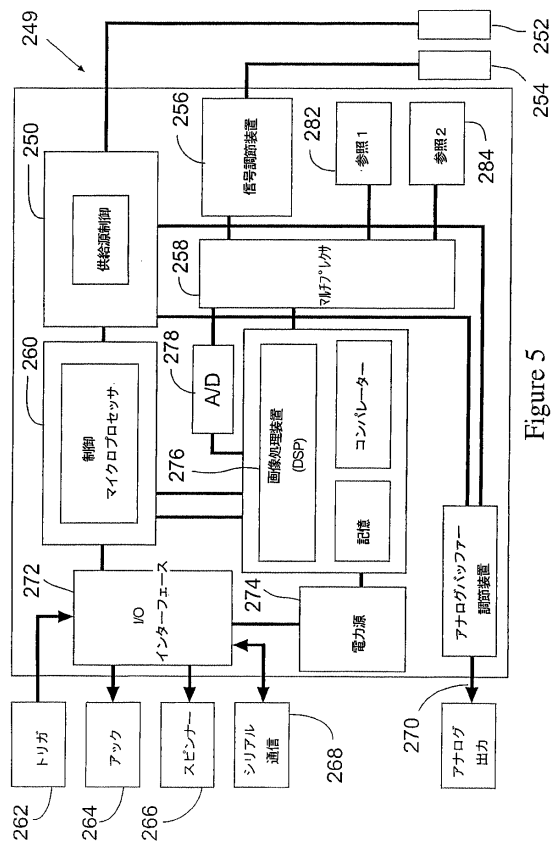


Figure 5

【図 6】

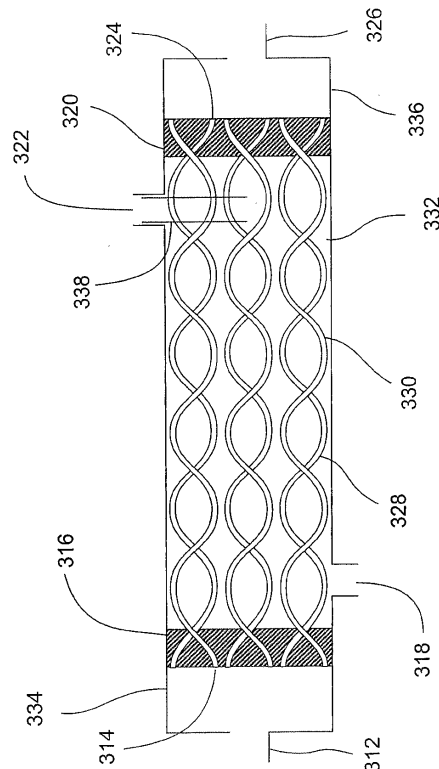


Figure 6

【図 7】

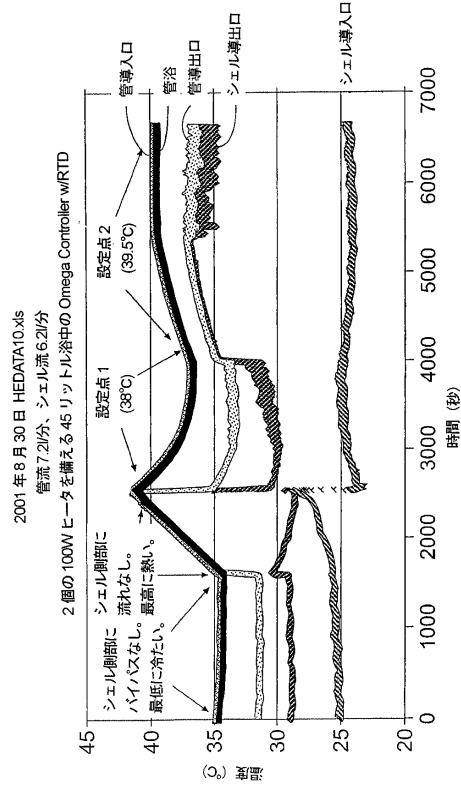


Figure 7

【図 8】

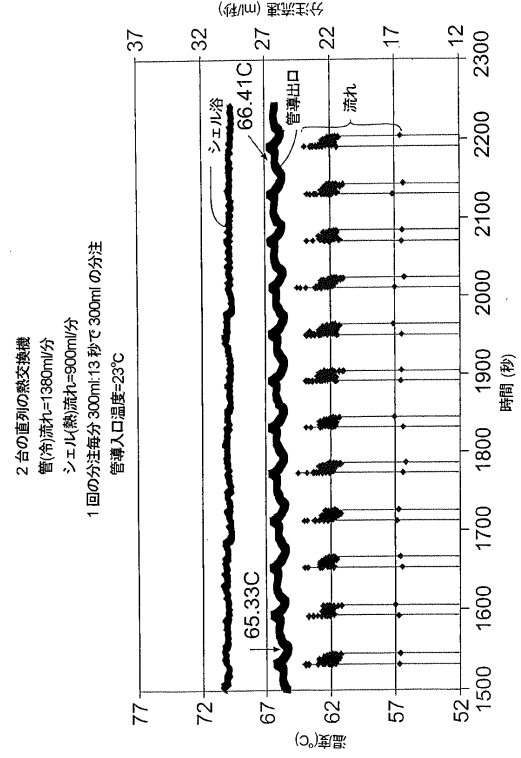


Figure 8

フロントページの続き

(74)代理人 100113332

弁理士 一入 章夫

(72)発明者 ビリオン, ジョン・イー

アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー・03033、ブルツクリン、ウエストビュウ・ロード・
24

(72)発明者 シュー, ジェー・フア

アメリカ合衆国、マサチューセッツ・01810、アンドーバー、スター・アベニュー・イースト
・6

(72)発明者 ブリツグス, アリシア

アメリカ合衆国、ニュー・ヨーク・10305、スタテン・アイランド、クーパー・アベニュー・
19

(72)発明者 マクローリン, ロバート

アメリカ合衆国、ニュー・ハンプシャー・03076、ペルハム、ジェファアソン・ドライブ・2

審査官 長崎 洋一

(56)参考文献 米国特許第04411307(US, A)

米国特許第05572885(US, A)

米国特許第05216743(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 21/06

F28D 7/08