

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5564723号  
(P5564723)

(45) 発行日 平成26年8月6日(2014.8.6)

(24) 登録日 平成26年6月27日(2014.6.27)

(51) Int. Cl. F 1  
G 0 5 D 7 / 0 6 ( 2 0 0 6 . 0 1 ) G 0 5 D 7 / 0 6 B

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-46811 (P2010-46811)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成22年3月3日(2010.3.3)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-180992 (P2011-180992A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成23年9月15日(2011.9.15)	(73) 特許権者	504132272
審査請求日	平成25年2月13日(2013.2.13)		国立大学法人京都大学
			京都府京都市左京区吉田本町36番地1
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体分配装置及びマイクロプラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力流路に供給される流体を3以上の出力流路に分配する流体分配装置であって、  
複数の支流路を組み合わせてなり、前記入力流路に供給された流体を前記出力流路の数  
だけ分配する分配流路と、

前記分配流路をなす前記複数の支流路のうちの2つの支流路の流量を測定する流量計と  
前記流量計の測定結果に基づいて、前記出力流路のうちの閉塞した出力流路を特定する  
監視装置とを備えており、

前記監視装置は、前記出力流路の閉塞状態に応じた前記2つの支流路における流量変化  
の関係を示す判定テーブルを記憶する記憶部と、

前記流量計の測定結果と前記記憶部に記憶された前記判定テーブルとを比較して閉塞し  
た出力流路を判定する判定部と

を備えることを特徴とする流体分配装置。

【請求項2】

前記分配流路は、流体を分配する分配部の数が前記入力流路から前記出力流路に向けて  
順次増加する構造であり、

前記流量計は、前記分配部の数が前記出力流路の数の半分である部分よりも前記出力流  
路側に位置する支流路の流量を測定する

ことを特徴とする請求項1記載の流体分配装置。

【請求項3】

10

20

前記分配流路は、前記複数の枝流路を前記入力流路に対して線対称に組み合わせた構造であり、

前記流量計は、前記複数の枝流路のうち、前記入力流路に対して線対称の関係にある2つの枝流路の流量を測定する

ことを特徴とする請求項2記載の流体分配装置。

【請求項4】

流体に所定の処理を施すマイクロプラントであって、

前記流体を分配する請求項1から請求項3の何れか一項に記載の流体分配装置と、

前記流体分配装置の出力流路に接続され、前記流体分配装置によって分配された流体を処理する複数のマイクロ処理装置と

を備えることを特徴とするマイクロプラント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体分配装置及びマイクロプラントに関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロ化学プロセス技術は、等価直径が1mm以下のマイクロ流路を利用して化学反応を行う技術であり、例えば医薬品やファインケミカル等の高付加価値機能性材料を少量生産するのに適した技術である。マイクロプラントは、マイクロ化学プロセス技術を利用して化学反応を行うプロセス機器（マイクロ処理装置）から構成される生産プラントであり、ナンバリングアップと呼ばれる手法によりスループットの向上（単位時間における処理量の増大）が図られている。

【0003】

ここで、上記のナンバリングアップと呼ばれる手法は、複数のマイクロ処理装置を並列に配置し、マイクロ処理装置の各々に接続された複数のマイクロ流路（並列流路）を介して処理対象となる流体を各マイクロ処理装置に供給するとともに、各マイクロ処理装置から並列流路を介して処理後の流体を回収する手法である。かかるナンバリングアップなる手法を用いると、マイクロ流路を介して供給される流体が複数のマイクロ処理装置で同時に処理されるため、スループットの向上を図ることができる。

【0004】

以下の非特許文献1には、上記のナンバリングアップと呼ばれる手法により並列化されたマイクロ処理装置間の一様な流量分布を実現するとともに、流路閉塞の早期検出・診断を可能にすることによって、マイクロプラントの安定した長期連続運転を可能とし得る技術が開示されている。具体的に、以下の非特許文献1では、マイクロ処理装置の上流側及び下流側の流路を分合流タイプの流体集配構造とすることによって、マイクロ処理装置間の一様な流量分布を実現している。また、マイクロ処理装置に接続される複数の並列流路のうち任意の2つの並列流路に流量計を設け、これら2つの流量計の計測結果から流量変化量比を求めて閉塞箇所を特定し、流量変化量比に流量変化量を乗ずることによって閉塞箇所の閉塞度合いを推算している。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】殿村修、外3名、「マイクロ化学プロセスの流体集配構造と閉塞診断」、化学工学会第40回秋季大会研究発表講演要旨集、p.L207

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上記の非特許文献1に開示された技術を用いれば、マイクロ処理装置の並列数が3以上であっても、2つの流量計の計測結果のみで閉塞したマイクロ処理装置を特定

10

20

30

40

50

することは確かに可能である。しかしながら、並列流路に接続されるマイクロ処理装置の圧力損失が何らかの原因で大きくなると、マイクロ処理装置の上流側及び下流側における流体の流れに変化が生じ、閉塞しているマイクロ処理装置を特定することが困難になるという問題がある。すると、閉塞したマイクロ処理装置を特定するのに時間を要し、マイクロプラントの安定した長期連続運転が難しくなるという問題がある。

【0007】

また、上記の非特許文献1に開示された流体集配構造の流路は、マイクロ処理装置の特性や流体の物性を考慮して設計されており、マイクロ処理装置の特性や流体の物性に拘わらず使用できる汎用的なものではない。このため、例えばマイクロプラントを新設する度に、或いはマイクロプラントで生産する生産物の種類や生産量を変える度に新たな流路を設計し直す必要があり、コストの低減が困難であるという問題がある。

10

【0008】

また、マイクロ処理装置の特性や流体の特性は、周囲温度の変化、或いは経時変化等によっても変化することがある。すると、上記のマイクロ処理装置の圧力損失が大きくなる場合と同様に、閉塞しているマイクロ処理装置を特定することが困難になり、その結果としてマイクロプラントの安定した長期連続運転が難しくなるという問題がある。

【0009】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、マイクロ処理装置の特性や流体の物性に拘わらず閉塞箇所を高精度に検出することができる流体分配装置、及び当該装置を備えることによって安定した長期連続運転が可能なマイクロプラントを提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明の流体分配装置は、入力流路(11)に供給される流体(W1)を3以上の出力流路(13)に分配する流体分配装置(1~3)であって、複数の支流路(Rc21~Rc55, Rs11~Rs60)を組み合わせたり、前記入力流路に供給された流体を前記出力流路の数だけ分配する分配流路(12)と、前記分配流路をなす前記複数の支流路のうちの2つの支流路の流量を測定する流量計(14a、14b)とを備えることを特徴としている。

この発明によると、入力流路に供給される流体を出力流路の数だけ分配する分配流路をなす複数の支流路のうちの2つの支流路の流量が流量計によって測定される。

30

また、本発明の流体分配装置は、前記分配流路が、流体を分配する分配部(B11~B33)の数が前記入力流路から前記出力流路に向けて順次増加する構造であり、前記流量計は、前記分配部の数が前記出力流路の数の半分である部分よりも前記出力流路側に位置する支流路の流量を測定することを特徴としている。

また、本発明の流体分配装置は、前記分配流路が、前記複数の支流路を前記入力流路に対して線対称に組み合わせた構造であり、前記流量計は、前記複数の支流路のうち、前記入力流路に対して線対称の関係にある2つの支流路の流量を測定することを特徴としている。

また、本発明の流体分配装置は、前記流量計の測定結果に基づいて、前記出力流路のうちの閉塞した出力流路を特定する監視装置(15)を備えることを特徴としている。

40

また、本発明の流体分配装置は、前記監視装置が、前記出力流路の閉塞状態に応じた前記2つの支流路における流量変化の関係を示す判定テーブル(T1)を記憶する記憶部(25)と、前記流量計の測定結果と前記記憶部に記憶された前記判定テーブルとを比較して閉塞した出力流路を判定する判定部(23)とを備えることを特徴としている。

本発明のマイクロプラントは、流体(W1)に所定の処理を施すマイクロプラント(30)であって、前記流体を分配する上記の何れかに記載の流体分配装置と、前記流体分配装置の出力流路に接続され、前記流体分配装置によって分配された流体を処理する複数のマイクロ処理装置(33a~33d)とを備えることを特徴としている。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、入力流路に供給される流体を出力流路の数だけ分配する分配流路をなす複数の支流路のうち2つの支流路の流量を流量計によって測定しているため、例えばマイクロ処理装置の特性や流体の物性に拘わらず閉塞箇所を高精度に検出することができるという効果がある。これにより、周囲温度の変化、或いは経時変化等によってマイクロ処理装置の特性や流体の特性が変化したとしても出力流路の閉塞箇所を特定できることから、マイクロプラントの安定した長期連続運転が可能になるという効果がある。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 2 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。 10

【 図 2 】 第 1 実施形態における監視装置 15 の要部構成を示す図である。

【 図 3 】 第 1 実施形態において、枝マイクロ流路 R c31 , R c33 における流速変化の関係を示すグラフである。

【 図 4 】 本発明の第 1 実施形態によるマイクロプラントの要部構成を示す図である。

【 図 5 】 本発明の第 1 実施形態によるマイクロプラントの動作を示すフローチャートである。

【 図 6 】 本発明の第 2 実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。

【 図 7 】 第 2 実施形態において、枝マイクロ流路 R s32 , R s35 における流速変化の関係を示すグラフである。

【 図 8 】 本発明の第 3 実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。 20

【 図 9 】 第 3 実施形態において、枝マイクロ流路 R c51 , R c55 における流速変化の関係を示すグラフである。

【 図 10 】 第 3 実施形態において、枝マイクロ流路 R s42 , R s47 における流速変化の関係を示すグラフである。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 3 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態による流体分配装置及びマイクロプラントについて詳細に説明する。

## 【 0 0 1 4 】

## 〔 第 1 実施形態 〕 30

図 1 は、本発明の第 1 実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。図 1 に示す通り、本実施形態の流体分配装置 1 は、入力流路 1 1、分配流路 1 2、出力流路 1 3、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b (流量計)、及び監視装置 1 5 を備えており、入力流路 1 1 から供給される処理対象流体 W 1 (流体) を処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 に 4 分配するとともに、出力流路 1 3 の閉塞箇所を特定することが可能である。入力流路 1 1 は入力マイクロ流路 R c11 から構成されており、分配流路 1 2 は枝マイクロ流路 R c21 ~ R c33 , R s11 ~ R s36 (支流路) から構成されており、出力流路 1 3 は出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 から構成されている。

## 【 0 0 1 5 】

尚、これら各マイクロ流路における下付き添え字「c」は、図中に示す X Y 直交座標系の X 方向に延在するマイクロ流路であることを示し、下付き添え字「s」は、X Y 直交座標系における Y 方向に延在するマイクロ流路であることを示している。また、分配流路 1 2 を構成する枝マイクロ流路 R c21 ~ R c33 , R s11 ~ R s36 のうち、X 方向に延在するマイクロ流路 R c21 ~ R c33 の流路長 L c は全て等しく、また Y 方向に延在するマイクロ流路 R s11 ~ R s36 の流路長 L s は全て等しい。 40

## 【 0 0 1 6 】

入力流路 1 1 を構成する入力マイクロ流路 R c11 は、所定長さ L c11、所定断面積 A c11、水力相当直径 D c11 を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端 (左端) から入力される処理対象流体 W 1 を他端 (右端) に接続された一対の枝マイクロ流路 R s11 , R s12 に出力する。尚、入力マイクロ流路 R c11 の一端 (左端) には、所定流量 q 11 の処理 50

対象流体W 1 が外部から供給される。

【 0 0 1 7 】

分配流路 1 2 を構成する一対の枝マイクロ流路  $R_{s11}$  ,  $R_{s12}$  のうち、一方の枝マイクロ流路  $R_{s11}$  は、所定長さ  $L_{s11}$ 、所定断面積  $A_{s11}$ 、水力相当直径  $D_{s11}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から枝マイクロ流路  $R_{c21}$  に出力する。また、他方の枝マイクロ流路  $R_{s12}$  は、所定長さ  $L_{s12}$ 、所定断面積  $A_{s12}$ 、水力相当直径  $D_{s12}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から枝マイクロ流路  $R_{c22}$  に出力する。

【 0 0 1 8 】

上記枝マイクロ流路  $R_{c21}$  は、所定長さ  $L_{c21}$ 、所定断面積  $A_{c21}$ 、水力相当直径  $D_{c21}$  を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s21}$  ,  $R_{s22}$  に出力する。また、上記枝マイクロ流路  $R_{c22}$  は、所定長さ  $L_{c22}$ 、所定断面積  $A_{c22}$ 、水力相当直径  $D_{c22}$  を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s23}$  ,  $R_{s24}$  に出力する。

【 0 0 1 9 】

枝マイクロ流路  $R_{c21}$  の他端（右端）に接続される一対の枝マイクロ流路  $R_{s21}$  ,  $R_{s22}$  のうち、一方の枝マイクロ流路  $R_{s21}$  は、所定長さ  $L_{s21}$ 、所定断面積  $A_{s21}$ 、水力相当直径  $D_{s21}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から枝マイクロ流路  $R_{c31}$  に出力する。また、他方の枝マイクロ流路  $R_{s22}$  は、所定長さ  $L_{s22}$ 、所定断面積  $A_{s22}$ 、水力相当直径  $D_{s22}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から枝マイクロ流路  $R_{c32}$  に出力する。

【 0 0 2 0 】

枝マイクロ流路  $R_{c22}$  の他端（右端）に接続される一対の枝マイクロ流路  $R_{s23}$  ,  $R_{s24}$  のうち、一方の枝マイクロ流路  $R_{s23}$  は、所定長さ  $L_{s23}$ 、所定断面積  $A_{s23}$ 、水力相当直径  $D_{s23}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から枝マイクロ流路  $R_{c32}$  に出力する。他方の枝マイクロ流路  $R_{s24}$  は、所定長さ  $L_{s24}$ 、所定断面積  $A_{s24}$ 、水力相当直径  $D_{s24}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から枝マイクロ流路  $R_{c33}$  に出力する。

【 0 0 2 1 】

上記枝マイクロ流路  $R_{c31}$  は、所定長さ  $L_{c31}$ 、所定断面積  $A_{c31}$ 、水力相当直径  $D_{c31}$  を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s31}$  ,  $R_{s32}$  に出力する。上記枝マイクロ流路  $R_{c32}$  は、所定長さ  $L_{c32}$ 、所定断面積  $A_{c32}$ 、水力相当直径  $D_{c32}$  を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s33}$  ,  $R_{s34}$  に出力する。上記枝マイクロ流路  $R_{c33}$  は、所定長さ  $L_{c33}$ 、所定断面積  $A_{c33}$ 、水力相当直径  $D_{c33}$  を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s35}$  ,  $R_{s36}$  に出力する。

【 0 0 2 2 】

枝マイクロ流路  $R_{c31}$  の他端（右端）に接続された一対の枝マイクロ流路  $R_{s31}$  ,  $R_{s32}$  のうち、一方の枝マイクロ流路  $R_{s31}$  は、所定長さ  $L_{s31}$ 、所定断面積  $A_{s31}$ 、水力相当直径  $D_{s31}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から出力マイクロ流路  $R_{c41}$  に出力する。また、他方の枝マイクロ流路  $R_{s32}$  は、所定長さ  $L_{s32}$ 、所定断面積  $A_{s32}$ 、水力相当直径  $D_{s32}$  を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から出力マイクロ流路  $R_{c42}$  に出力する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

枝マイクロ流路 R c32の他端（右端）に接続された一对の枝マイクロ流路 R s33, R s34のうち、一方の枝マイクロ流路 R s33は、所定長さ L s33、所定断面積 A s33、水力相当直径 D s33を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から出力マイクロ流路 R c42に出力する。また、他方の枝マイクロ流路 R s34は、所定長さ L s34、所定断面積 A s34、水力相当直径 D s34を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から出力マイクロ流路 R c43に出力する。

## 【 0 0 2 4 】

枝マイクロ流路 R c33の他端（右端）に接続された一对の枝マイクロ流路 R s35, R s36のうち、一方の枝マイクロ流路 R s35は、所定長さ L s35、所定断面積 A s35、水力相当直径 D s35を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（下端）から入力される処理対象流体を他端（上端）から出力マイクロ流路 R c43に出力する。また、他方の枝マイクロ流路 R s36は、所定長さ L s36、所定断面積 A s36、水力相当直径 D s36を有して Y 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（上端）から入力される処理対象流体を他端（下端）から出力マイクロ流路 R c44に出力する。

## 【 0 0 2 5 】

出力流路 1 3 を構成する出力マイクロ流路 R c41は、所定長さ L c41、所定断面積 A c41、水力相当直径 D c41を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）から処理対象流体 W 1 1 として出力する。また、出力マイクロ流路 R c42は、所定長さ L c42、所定断面積 A c42、水力相当直径 D c42を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）から処理対象流体 W 1 2 として出力する。

## 【 0 0 2 6 】

また、出力マイクロ流路 R c43は、所定長さ L c43、所定断面積 A c43、水力相当直径 D c43を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を処理対象流体 W 1 3 として他端（右端）から出力する。また、出力マイクロ流路 R c44は、所定長さ L c44、所定断面積 A c44、水力相当直径 D c44を有して X 方向に延在するマイクロ流路であり、一端（左端）から入力される処理対象流体を他端（右端）から処理対象流体 W 1 4 として出力する。

## 【 0 0 2 7 】

尚、出力流路 1 3 を構成する出力マイクロ流路 R c41の長さ L c41と出力マイクロ流路 R c44の長さ L c44とは等しくされており、出力マイクロ流路 R c42の長さ L c42と出力マイクロ流路 R c43の長さ L c43とは等しくされている。また、出力マイクロ流路 R c41, R c44よりも出力マイクロ流路 R c42, R c42の方が長く設定されている。これは、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44から出力される処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 の流量を均等にするためである。

## 【 0 0 2 8 】

以上の通り、流体分配装置 1 は、処理対象流体を分流させる 6 個の分流部 B 11 ~ B 33（分配部）と処理対象流体を合流させる 3 個の合流部 G 21 ~ G 32とを備え、1つの入力マイクロ流路 R c11に供給された処理対象流体 W 1 を各分流部 B 11 ~ B 33及び各合流部 G 21 ~ G 32で分流 / 合流させて最終的に 4 つの出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44から処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 として外部に出力する。このように、流体分配装置 1 は、入力流路 1 1 側から出力流路 1 3 側に向けて、処理対象流体を分配する分流部の数が順次増加する構造であるとともに、入力流路 1 1 を構成する入力マイクロ流路 R c11を通過して X 軸に平行な軸に関して対称（線対称）な構造である。

## 【 0 0 2 9 】

尚、流体分配装置 1 は、全てのマイクロ流路、つまり入力マイクロ流路 R c11、枝マイクロ流路 R c21 ~ R c33, R s11 ~ R s36、及び出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44について、断面積 A c11 ~ A c44, A s11 ~ A s36が全て等しく、また水力相当直径 D c11 ~ D c44, D s11

10

20

30

40

50

～Ds36も全て等しく設定されている。また、流体分配装置1は、外部に出力される処理対象流体W11～W14の流量が全て等しくなるように圧力損失コンパートメントモデルに基づいて設計されている。

#### 【0030】

マイクロ流量計14aは、図1に示す枝マイクロ流路Rc31に取り付けられており、枝マイクロ流路Rc31を流れる処理対象流体の流量を測定する。また、マイクロ流量計14bは、図1に示す枝マイクロ流路Rc33に取り付けられており、枝マイクロ流路Rc33を流れる処理対象流体の流量を測定する。このように、マイクロ流量計14a, 14bは、分流部の数が出力流路13を構成する出力マイクロ流路の数の半分である部分(4つの枝マイクロ流路Rs21～Rs24から構成される部分)よりも出力流路13側に位置し、入力流路11を構成する入力マイクロ流路Rc11を通過してX軸に平行な軸に関して対称(線対称)な関係にある枝マイクロ流路Rc31, Rc33を流れる処理対象流体の流量を測定するように配置される。これは、出力マイクロ流路Rc41～Rc44の閉塞等によって処理対象流体W11～W14の流れが滞ったときに、大きな流量変化が見込まれるからである。

10

#### 【0031】

監視装置15は、マイクロ流量計14a, 14bの測定結果に基づいて、出力流路13を構成する出力マイクロ流路Rc41～Rc44の閉塞の有無を監視し、その監視結果を報知する。尚、出力マイクロ流路Rc41～Rc44の閉塞は、例えば出力マイクロ流路Rc41～Rc44における異物等の詰まり、或いは出力マイクロ流路Rc41～Rc44に接続される機器(例えば、マイクロ処理装置)の異常等が原因で生ずる。

20

#### 【0032】

図2は、第1実施形態における監視装置15の要部構成を示す図である。図2に示す通り、監視装置15は、A/Dコンバータ21a, 21b、比較器22a, 22b、判定部23、表示部24、及び記憶部25を備えている。A/Dコンバータ21aは、マイクロ流量計14aから出力される流量の測定結果を示す信号(測定信号)をデジタル信号に変換する。同様に、A/Dコンバータ21bは、マイクロ流量計14bから出力される測定信号をデジタル信号に変換する。

#### 【0033】

比較器22a, 22bは、A/Dコンバータ21a, 21bから出力されるデジタル信号と、記憶部25に記憶されている基準流量Q1とを比較し、その比較結果を示す信号を出力する。ここで、記憶部25に記憶されている基準流量Q1は、出力マイクロ流路Rc41～Rc44に閉塞が生じていない正常時に、枝マイクロ流路Rc31, Rc33の各々を流れる処理対象流体の流量である。つまり、比較器22a, 22bは、マイクロ流量計14a, 14bから出力される測定信号で示される流量と、正常時における枝マイクロ流路Rc31, Rc33の流量との差分(流量の変化量)を示す信号を出力する。

30

#### 【0034】

判定部23は、比較器22a, 22bから出力される信号と、記憶部25に記憶された判定テーブルT1と比較して、出力マイクロ流路Rc41～Rc44に閉塞が生じているか否かを判定する。ここで、記憶部25に記憶されている判定テーブルT1は、出力流路13を構成する出力マイクロ流路Rc41～Rc44の閉塞状態に応じた、枝マイクロ流路Rc31, Rc33における流量変化の関係を示したものである。この判定テーブルT1は、出力マイクロ流路Rc41～Rc44が閉塞した状態を擬似的に作り出し、出力マイクロ流路Rc41～Rc44の各々を閉塞させたときに得られるマイクロ流量計14a, 14bの測定結果を用いて作成される。

40

#### 【0035】

図3は、第1実施形態において、枝マイクロ流路Rc31, Rc33における流速変化の関係を示すグラフである。図3に示すグラフは、枝マイクロ流路Rc31の流速変化量V1を横軸にとり、枝マイクロ流路Rc33の流速変化量V2を縦軸にとっている。尚、枝マイクロ流路Rc31の流速変化量V1は、枝マイクロ流路Rc31の流量変化量、或いはマイクロ流量計14aの測定結果の変化量と同義であり、枝マイクロ流路Rc33の流速変化量

50

V 2 は、枝マイクロ流路 R c33の流量変化量、或いはマイクロ流量計 1 4 b の測定結果の変化量と同義である。

【 0 0 3 6 】

図 3 において、白抜きの四角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c41 ( C h . 1 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。また、白抜きの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c42 ( C h . 2 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。

【 0 0 3 7 】

同様に、白抜きの三角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c43 ( C h . 3 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。また、白抜きの丸印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c44 ( C h . 4 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。

【 0 0 3 8 】

白抜きの四角印についての近似曲線 L 1 1 及び白抜きの菱形印についての近似曲線 L 1 2 は、図 3 に示すグラフの第 2 象限に現れ、傾きの大きさ（絶対値）は近似曲線 L 1 1 よりも近似曲線 L 1 2 の方が大きい。これに対し、白抜きの三角印についての近似曲線 L 1 3 及び白抜きの丸印についての近似曲線 L 1 4 は、図 3 に示すグラフの第 4 象限に現れ、傾きの大きさ（絶対値）は近似曲線 L 1 3 よりも近似曲線 L 1 4 の方が大きい。

【 0 0 3 9 】

また、図 3 において、黒塗りの四角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 に接続されるマイクロ処理装置の圧力損失を模擬するために出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c41 ( C h . 1 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。また、黒塗りの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c42 ( C h . 2 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。

【 0 0 4 0 】

同様に、黒塗りの三角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c43 ( C h . 3 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。また、黒塗りの丸印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c44 ( C h . 4 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 1 , V 2 の関係を示す点である。

【 0 0 4 1 】

黒塗りの四角印についての近似曲線 L 2 1 及び黒塗りの菱形印についての近似曲線 L 2 2 は、図 3 に示すグラフの第 2 象限に現れ、近似曲線 L 2 1 の傾きは近似曲線 L 1 1 の傾きとほぼ同じであり、近似曲線 L 2 2 の傾きは近似曲線 L 1 2 の傾きとほぼ同じである。また、黒塗りの三角印についての近似曲線 L 2 3 及び黒塗りの丸印についての近似曲線 L 2 4 は、図 3 に示すグラフの第 4 象限に現れ、近似曲線 L 2 3 の傾きは近似曲線 L 1 3 の傾きとほぼ同じであり、近似曲線 L 2 4 の傾きは近似曲線 L 1 4 の傾きとほぼ同じである。

【 0 0 4 2 】

このように、枝マイクロ流路 R c31の流速変化量 V 1 と枝マイクロ流路 R c33の流速変化量 V 2 との関係は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44のうちの何れが閉塞したかに応じて大きく異なる。しかも、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44にマイクロ処理装置が接続されて圧力損失が生じていても、流速変化量 V 1 , V 2 の関係は、圧力損失が生じていな

10

20

30

40

50



い場合における関係と殆ど変わらない。これは、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 に接続されるマイクロ処理装置の特性や処理対象流体の物性が変化しても、流速変化量  $V_1$  ,  $V_2$  の関係は殆ど変化しないことを意味する。従って、枝マイクロ流路 R c31 , R c32 で生ずる流速変化量  $V_1$  ,  $V_2$  が求められれば、図 3 に示すグラフを用いて閉塞箇所を特定することができる。

#### 【 0 0 4 3 】

記憶部 2 5 に記憶される判定テーブル T 1 は図 3 に示す流速変化量  $V_1$  ,  $V_2$  の関係を示すグラフを用いて予め作成される。尚、判定テーブル T 1 は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 に接続されるマイクロ処理装置の特性や処理対象流体の物性が変化する毎に新たに作成する必要は必ずしも無いが、閉塞箇所の検出精度を高める観点から、マイクロ処理装置の特性や処理対象流体の物性が変化する毎に新たに作成しても良い。表示部 2 4 は、液晶表示装置等の表示装置を備えており、判定部 2 3 の判定結果（閉塞箇所）を表示する。

10

#### 【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第 1 実施形態によるマイクロプラントについて説明する。図 4 は、本発明の第 1 実施形態によるマイクロプラントの要部構成を示す図である。図 4 に示す通り、マイクロプラント 3 0 は、マイクロ供給タンク 3 1、マイクロポンプ 3 2、上述した流体分配装置 1、マイクロ処理装置 3 3 a ~ 3 3 d、流体収集装置 3 4、及びマイクロ回収タンク 3 5 を備えており、マイクロ供給タンク 3 1 から供給される処理対象流体に対して処理を施す。

20

#### 【 0 0 4 5 】

マイクロ供給タンク 3 1 は、プロセス原料である処理対象流体を貯留するタンクである。マイクロポンプ 3 2 は、マイクロ供給タンク 3 1 から処理対象流体を払い出して流体分配装置 1 の入力マイクロ流路 R c11 に供給する。流体分配装置 1 は、マイクロポンプ 3 2 から供給される処理対象流体 W 1 を 4 つに分配して出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 からマイクロ処理装置 3 3 a ~ 3 3 d にそれぞれ供給する。

#### 【 0 0 4 6 】

マイクロ処理装置 3 3 a ~ 3 3 d は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 を介して供給される処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 に所定のプロセス処理を施し、処理済流体 W 2 1 ~ W 2 4 として流体収集装置 3 4 の入力マイクロ流路 R 1 ~ R 4 にそれぞれ出力する。流体収集装置 3 4 は、図示の通り、本流体分配装置 1 を左右反転させた流路を備えており、各マイクロ処理装置 3 3 a ~ 3 3 d からそれぞれ入力された処理済流体 W 2 1 ~ W 2 4 を収集して 1 つの出力マイクロ流路 R 5 からマイクロ回収タンク 3 5 に出力する。マイクロ回収タンク 3 5 は、流体収集装置 3 4 で収集された処理済流体を回収・貯留する。

30

#### 【 0 0 4 7 】

次に、上記構成におけるマイクロプラント 3 0 の動作について説明する。尚、マイクロプラント 3 0 の一部をなす流体分配装置 1 に設けられる監視装置 1 5 の記憶部 2 5 に記憶される判定テーブル T 1 は、流体分配装置 1 の出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 が閉塞した状態を擬似的に作り出したときのマイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b の測定結果を用いて予め作成されているものとする。

40

#### 【 0 0 4 8 】

図 5 は、本発明の第 1 実施形態によるマイクロプラントの動作を示すフローチャートである。マイクロプラント 3 0 の運転が開始されると、マイクロポンプ 3 2 によってマイクロ供給タンク 3 1 から払い出された処理対象流体 W 1 が、流体分配装置 1 の入力マイクロ流路 R c11 に供給される。マイクロ流路 R c11 に供給された処理対象流体 W 1 は、流体分配装置 1 内で分流 / 合流されて 4 つの出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 から処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 として出力される。

#### 【 0 0 4 9 】

これら処理対象流体 W 1 1 ~ W 1 4 は、マイクロ処理装置 3 3 a ~ 3 3 d においてプロセス処理が施されて、処理済流体 W 2 1 ~ W 2 4 として流体収集装置 3 4 の入力マイクロ

50

流路 R1 ~ R4 にそれぞれ出力される。マイクロ処理装置 33a ~ 33d から出力された処理済流体 W21 ~ W24 は、流体収集装置 34 で収集されて 1 つの出力マイクロ流路 R5 からマイクロ回収タンク 35 に出力される。

【0050】

以上の動作が開始されると、監視装置 15 は、マイクロ流量計 14a, 14b の測定結果を取得し、その測定結果を基準流量 Q1 として記憶部 25 に記憶する (ステップ S11)。基準流量 Q1 の取得が終了して所定時間が経過すると、監視装置 15 は、マイクロ流量計 14a, 14b の測定結果を評価流量として取り込む (ステップ S12)。そして、評価装置 15 の判定部 23 が、比較器 22a, 22b から出力される信号に基づいて、出力マイクロ流路 Rc41 ~ Rc44 に閉塞が生じているか否かを判定する (ステップ S13)。具体的には、比較器 22a, 22b から出力される信号の値が予め設定された閾値 (例えば、値が「0」である閾値) を超えているか否か (即ち、枝マイクロ流路 Rc31, Rc32 の流量が基準流量 Q1 から変化していないか否か) によって、閉塞が生じているか否かを判定する。

10

【0051】

閉塞が生じていると判定した場合 (ステップ S13 の判定結果が「YES」の場合) には、判定部 23 は、比較器 22a, 22b から出力される信号と記憶部 25 に記憶された判定テーブル T1 と比較して、出力マイクロ流路 Rc41 ~ Rc44 のうちから閉塞した出力マイクロ流路を特定する処理を行う (ステップ S14)。具体的には、枝マイクロ流路 Rc31 の流速変化量 V1 及び枝マイクロ流路 Rc33 の流速変化量 V2 の変化に基づいて閉塞した出力マイクロ流路を特定する。

20

【0052】

例えば、枝マイクロ流路 Rc31 の流速変化量 V1 の変化の方向が図 3 に示す負の方向であって、枝マイクロ流路 Rc33 の流速変化量 V2 の変化の方向が図 3 に示す正の方向である場合には、出力マイクロ流路 Rc41 (Ch. 1) 又は出力マイクロ流路 Rc42 (Ch. 2) が閉塞している可能性がある。判定部 23 は、流速変化量 V1 及び流速変化量 V2 から傾きを求め、その傾きが近似曲線 L11 の傾きに近ければ出力マイクロ流路 Rc41 が閉塞したと判定し、近似曲線 L12 の傾きに近ければ出力マイクロ流路 Rc42 が閉塞したと判定する。閉塞した流路の判定が終了すると、その判定結果が表示部 24 に表示される (ステップ S15)。

30

【0053】

ここで、閉塞流路の判定結果を表示部 24 に表示するだけでなく、マイクロプラント 30 の運転を継続したまま、閉塞したと判定された流路に接続されているマイクロ処理装置の洗浄又は交換を可能としても良い。具体的には、マイクロ処理装置の上流側及び下流側に手動又は自動で開閉するバルブを設け、閉塞したと判定された流路に接続されているマイクロ処理装置の上流側及び下流側のバルブを手動又は自動で閉状態し、閉塞したマイクロ処理装置を取り外して洗浄又は交換を実施する。そして、マイクロ処理装置の洗浄又は交換が終了したら、そのマイクロ処理装置の上流側及び下流側のバルブを手動又は自動で開状態にする。これにより、マイクロプラント 30 の運転を中断することなく、閉塞したマイクロ処理装置のみを洗浄又は交換することができるため、スループットの低下を極力防止することができる。

40

【0054】

以上の処理が終了した場合、或いはステップ S13 の判断結果が「NO」である場合には、監視装置 15 は、マイクロプラント 30 の運転が継続されているか否かを判断する (ステップ S16)。運転が継続されている場合 (ステップ S16 の判断結果が「YES」の場合) は、上述したステップ S12 ~ S16 の処理が繰り返し実施されることにより、閉塞流路の定期的な監視が行われる。これに対し、運転が終了した場合 (ステップ S16 の判断結果が「NO」の場合) には監視装置 15 による監視処理が終了する。

【0055】

尚、上述した例では、説明を簡単にするために、監視装置 15 は、閉塞した出力マイク

50

口流路の特定のみを行っているが、閉塞した出力マイクロ流路を特定するとともに、その出力マイクロ流路の閉塞度を求めても良い。また、出力マイクロ流路の閉塞が判定された場合のみに閉塞度の算出を行うのではなく、閉塞度の算出を判定結果に拘わらず定期的実施しても良い。定期的閉塞度を算出することで、出力マイクロ流路の何れかが完全閉塞になる前段階で閉塞の兆候を検知することができるので、マイクロプラント30の安定運転上好ましい。

【0056】

〔第2実施形態〕

図6は、本発明の第2実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。図6に示す本実施形態の流体分配装置2と図1に示す第1実施形態による流体分配装置1とは、  
10  
マイクロ流量計14a, 14bの取り付け位置が相違する。本実施形態の流体分配装置2において、マイクロ流量計14aは、枝マイクロ流路Rs32に取り付けられており、枝マイクロ流路Rs32を流れる処理対象流体の流量を測定する。また、マイクロ流量計14bは、枝マイクロ流路Rs35に取り付けられており、枝マイクロ流路Rs35を流れる処理対象流体の流量を測定する。

【0057】

但し、マイクロ流量計14a, 14bは、第1実施形態と同様に、分流部の数が出力流路13を構成する出力マイクロ流路の数の半分である部分(4つの枝マイクロ流路Rs21~Rs24から構成される部分)よりも出力流路13側に位置している。また、マイクロ流量計14a, 14bは、第1実施形態と同様に、入力マイクロ流路Rc11を通してX軸に  
20  
平行な軸に関して対称(線対称)な関係にある枝マイクロ流路Rs32, Rs35を流れる処理対象流体の流量を測定するように配置されている。

【0058】

図7は、第2実施形態において、枝マイクロ流路Rs32, Rs35における流速変化の関係を示すグラフである。図7に示すグラフは、枝マイクロ流路Rs32の流速変化量V3を横軸にとり、枝マイクロ流路Rs35の流速変化量V4を縦軸にとっている。尚、枝マイクロ流路Rs32の流速変化量V3は、枝マイクロ流路Rs32の流量変化量、或いはマイクロ流量計14aの測定結果の変化量と同義であり、枝マイクロ流路Rs35の流速変化量V4は、枝マイクロ流路Rs35の流量変化量、或いはマイクロ流量計14bの測定結果の  
30  
変化量と同義である。

【0059】

図7において、白抜きの四角印で示される点は、出力マイクロ流路Rc41~Rc44の出力端(右端)を開放させた状態で、出力マイクロ流路Rc41(Ch.1)が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量V3, V4の関係を示す点である。また、白抜きの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路Rc41~Rc44の出力端(右端)を開放させた状態で、出力マイクロ流路Rc42(Ch.2)が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量V3, V4の関係を示す点である。

【0060】

同様に、白抜きの三角印で示される点は、出力マイクロ流路Rc41~Rc44の出力端(右端)を開放させた状態で、出力マイクロ流路Rc43(Ch.3)が閉塞した状態を擬似的  
40  
に作り出したときの流速変化量V3, V4の関係を示す点である。また、白抜きの丸印で示される点は、出力マイクロ流路Rc41~Rc44の出力端(右端)を開放させた状態で、出力マイクロ流路Rc44(Ch.4)が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量V3, V4の関係を示す点である。

【0061】

白抜きの四角印についての近似曲線L31は、図7に示すグラフの第4象限に小さな傾きをもって横軸に略沿うように現れる。また、白抜きの菱形印についての近似曲線L32及び白抜きの三角印についての近似曲線L33は図7に示すグラフの第3象限に現れ、傾きの大きさ(絶対値)は近似曲線L32よりも近似曲線L33の方が大きい。また、白抜きの丸印についての近似曲線L34は、図7に示すグラフの第2象限に大きな傾きをもつ  
50

て縦軸に略沿うように現れる。

【 0 0 6 2 】

また、図 7 において、黒塗りの四角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 に接続されるマイクロ処理装置の圧力損失を模擬するために出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c41 ( C h . 1 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係を示す点である。また、黒塗りの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c42 ( C h . 2 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係を示す点である。

【 0 0 6 3 】

同様に、黒塗りの三角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c43 ( C h . 3 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係を示す点である。また、黒塗りの丸印で示される点は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 の出力端（右端）に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c44 ( C h . 4 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係を示す点である。

【 0 0 6 4 】

黒塗りの四角印についての近似曲線 L 4 1 は、図 7 に示すグラフの第 4 象限に現れ、近似曲線 L 4 1 の傾きは近似曲線 L 3 1 の傾きとほぼ同じである。また、黒塗りの菱形印についての近似曲線 L 4 2 及び黒塗りの三角印についての近似曲線 L 4 3 は、図 7 に示すグラフの第 3 象限に現れ、近似曲線 L 4 2 の傾きは近似曲線 L 3 2 の傾きとほぼ同じであり、近似曲線 L 4 3 の傾きは近似曲線 L 3 3 の傾きとほぼ同じである。また、黒塗りの丸印についての近似曲線 L 4 4 は、図 7 に示すグラフの第 2 象限に現れ、近似曲線 L 4 4 の傾きは近似曲線 L 3 4 の傾きとほぼ同じである。

【 0 0 6 5 】

このように、枝マイクロ流路 R s32 の流速変化量  $V_3$  と枝マイクロ流路 R s35 の流速変化量  $V_4$  との関係は、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 のうちの何れが閉塞したかに応じて大きく異なる。しかも、出力マイクロ流路 R c41 ~ R c44 にマイクロ処理装置が接続されて圧力損失が生じていても、流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係は、圧力損失が生じていない場合における関係と殆ど変わらない。更に、図 7 に示すグラフと図 3 に示すグラフとを比較すると、図 3 に示す近似曲線 L 1 1 ~ L 1 4 ( 近似曲線 L 2 1 ~ L 2 4 ) がなす最小の角度よりも、図 7 に示す近似曲線 L 3 1 ~ L 3 4 ( 近似曲線 L 4 1 ~ L 4 4 ) がなす最小の角度の方が大きく、いわば近似曲線の分離度が高いため、より高い精度で閉塞箇所を特定することができる。

【 0 0 6 6 】

本実施形態では、記憶部 2 5 に記憶される判定テーブル T 1 が図 7 に示す流速変化量  $V_3$  ,  $V_4$  の関係を示すグラフを用いて予め作成される。以上の通り、本実施形態の流体分配装置 2 は、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b の配置及び判定テーブル T 1 の内容が相違するだけであるため、マイクロプラントに組み込まれた態様及び動作の詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 7 】

〔 第 3 実施形態 〕

図 8 は、本発明の第 3 実施形態による流体分配装置の構成を示す平面図である。図 8 に示す通り、本実施形態の流体分配装置 3 は、入力流路 1 1、分配流路 1 2、出力流路 1 3、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b、及び監視装置 1 5 ( 図 8 においては図示省略 ) を備えており、入力流路 1 1 から供給される処理対象流体 W 1 を 6 分配する。入力流路 1 1 は入力マイクロ流路 R c11 から構成されており、分配流路 1 2 は枝マイクロ流路 R c21 ~ R c55 , R s11 ~ R s60 から構成されており、出力流路 1 3 は出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 から構成されている。

【 0 0 6 8 】

10

20

30

40

50

尚、分配流路 1 2 を構成する枝マイクロ流路 R c21 ~ R c55 , R s11 ~ R s60のうち、X 方向に延在するマイクロ流路 R c21 ~ R c55の流路長 L cは全て等しく、また Y 方向に延在するマイクロ流路 R s11 ~ R s60の流路長 L sは全て等しい。また、本実施形態の流体分配装置 3 も、全てのマイクロ流路、つまり入力マイクロ流路 R c11、枝マイクロ流路 R c21 ~ R c55 , R s11 ~ R s60、及び出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66について、断面積及び水力相当直径が全て等しく設定されている。

【 0 0 6 9 】

本実施形態の流体分配装置 3 において、マイクロ流量計 1 4 a は、枝マイクロ流路 R c51 1に取り付けられており、枝マイクロ流路 R c51を流れる処理対象流体の流量を測定する。また、マイクロ流量計 1 4 b は、枝マイクロ流路 R c55に取り付けられており、枝マイクロ流路 R c55を流れる処理対象流体の流量を測定する。ここで、図中符号 P 1 を付して示す枝マイクロ流路 R s42にマイクロ流量計 1 4 a を取り付けるとともに、図中符号 P 2 を付して示す枝マイクロ流路 R s47にマイクロ流量計 1 4 b を取り付けるとも可能である。

10

【 0 0 7 0 】

つまり、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b は、前述した第 1 , 第 2 実施形態と同様に、分流部の数が出力流路 1 3 を構成する出力マイクロ流路の数の半分である部分 ( 6 つの枝マイクロ流路 R s31 ~ R s36 から構成される部分 ) よりも出力流路 1 3 側に位置している。また、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b は、第 1 , 第 2 実施形態と同様に、入力マイクロ流路 R c11 を通って X 軸に平行な軸に関して対称 ( 線対称 ) な関係にある枝マイクロ流路 R c51 , R c55 を流れる処理対象流体、或いは、枝マイクロ流路 R s42 , R s47 を流れる処理対象流体の流量を測定するように配置されている。

20

【 0 0 7 1 】

図 9 は、第 3 実施形態において、枝マイクロ流路 R c51 , R c55 における流速変化の関係を示すグラフである。また、図 1 0 は、第 3 実施形態において、枝マイクロ流路 R s42 , R s47 における流速変化の関係を示すグラフである。図 9 に示すグラフは、枝マイクロ流路 R c51 の流速変化量 V 5 を横軸にとり、枝マイクロ流路 R c55 の流速変化量 V 6 を縦軸にとっている。図 1 0 に示すグラフは、枝マイクロ流路 R s42 の流速変化量 V 7 を横軸にとり、枝マイクロ流路 R s47 の流速変化量 V 8 を縦軸にとっている。

30

【 0 0 7 2 】

尚、枝マイクロ流路 R c51 の流速変化量 V 5 は、枝マイクロ流路 R c51 の流量変化量、或いはマイクロ流量計 1 4 a の測定結果の変化量と同義であり、枝マイクロ流路 R c55 の流速変化量 V 6 は、枝マイクロ流路 R c55 の流量変化量、或いはマイクロ流量計 1 4 b の測定結果の変化量と同義である。また、枝マイクロ流路 R s42 の流速変化量 V 7 は、枝マイクロ流路 R s42 の流量変化量、或いはマイクロ流量計 1 4 a の測定結果の変化量と同義であり、枝マイクロ流路 R s47 の流速変化量 V 8 は、枝マイクロ流路 R s47 の流量変化量、或いはマイクロ流量計 1 4 b の測定結果の変化量と同義である。

【 0 0 7 3 】

図 9 , 図 1 0 において、白抜きの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c64 ( C h . 4 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 5 , V 6 の関係及び流速変化量 V 7 , V 8 の関係を示す点である。白抜きの三角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c65 ( C h . 5 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 5 , V 6 の関係及び流速変化量 V 7 , V 8 の関係を示す点である。

40

【 0 0 7 4 】

また、白抜きの四角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) を開放させた状態で、出力マイクロ流路 R c66 ( C h . 6 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量 V 5 , V 6 の関係及び流速変化量 V 7 , V 8 の関係を示す点である。尚、図 9 においては、出力マイクロ流路 R c61 ( C h . 1 ) ~ R c63 ( C

50

h . 3 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの結果は図示を省略している。

【 0 0 7 5 】

また、図 9 , 図 1 0 において、黒塗りの菱形印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 に接続されるマイクロ処理装置の圧力損失を模擬するために出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c64 ( C h . 4 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_5$  ,  $V_6$  の関係及び流速変化量  $V_7$  ,  $V_8$  の関係を示す点である。黒塗りの三角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c65 ( C h . 5 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_5$  ,  $V_6$  の関係及び流速変化量  $V_7$  ,  $V_8$  の関係を示す点である。

10

【 0 0 7 6 】

また、黒塗りの四角印で示される点は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 の出力端 ( 右端 ) に絞りを取り付けた状態で、出力マイクロ流路 R c66 ( C h . 6 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの流速変化量  $V_5$  ,  $V_6$  の関係及び流速変化量  $V_7$  ,  $V_8$  の関係を示す点である。尚、図 1 0 においても、出力マイクロ流路 R c61 ( C h . 1 ) ~ R c63 ( C h . 3 ) が閉塞した状態を擬似的に作り出したときの結果は図示を省略している。

【 0 0 7 7 】

まず、図 9 を参照すると、白抜きの菱形印についての近似曲線 L 5 1 及び黒塗りの菱形印についての近似曲線 L 6 1 は、図 9 に示すグラフの第 1 象限に現れ、傾きがほぼ同じであるといえる範囲である。また、白抜きの三角印についての近似曲線 L 5 2 及び黒塗りの三角印についての近似曲線 L 6 2、並びに白抜きの四角印についての近似曲線 L 5 3 及び黒塗りの四角印についての近似曲線 L 6 3 は、図 9 に示すグラフの第 4 象限に現れ、近似曲線 L 5 2 , L 6 2 の傾きがほぼ同じであって、近似曲線 L 5 3 , L 6 3 の傾きがほぼ同じであるといえる範囲である。

20

【 0 0 7 8 】

このように、枝マイクロ流路 R c51 の流速変化量  $V_5$  と枝マイクロ流路 R c55 の流速変化量  $V_6$  との関係は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 のうちの何れが閉塞したかに応じて大きく異なる。しかも、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 にマイクロ処理装置が接続されて圧力損失が生じていても、流速変化量  $V_5$  ,  $V_6$  の関係は、圧力損失が生じていない場合における関係と殆ど変わらない。従って、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b が枝マイクロ流路 R c51 , R c55 に取り付けられている場合には、図 9 に示す流速変化量  $V_5$  ,  $V_6$  の関係を示すグラフを用いて判定テーブル T 1 を作成すれば、閉塞箇所の特定が可能になる。

30

【 0 0 7 9 】

次に、図 1 0 を参照すると、白抜きの菱形印についての近似曲線 L 7 1 及び黒塗りの菱形印についての近似曲線 L 8 1 は、図 1 0 に示すグラフの第 3 象限に現れ、傾きがほぼ同じであるといえる範囲である。また、白抜きの三角印についての近似曲線 L 7 2 及び黒塗りの三角印についての近似曲線 L 8 2、並びに白抜きの四角印についての近似曲線 L 7 3 及び黒塗りの四角印についての近似曲線 L 8 3 は、図 1 0 に示すグラフの第 2 象限に現れ、近似曲線 L 7 2 , L 8 2 の傾きがほぼ同じであって、近似曲線 L 7 3 , L 8 3 の傾きがほぼ同じであるといえる範囲である。

40

【 0 0 8 0 】

このように、枝マイクロ流路 R s42 の流速変化量  $V_7$  と枝マイクロ流路 R s47 の流速変化量  $V_8$  との関係は、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 のうちの何れが閉塞したかに応じて大きく異なる。しかも、出力マイクロ流路 R c61 ~ R c66 にマイクロ処理装置が接続されて圧力損失が生じていても、流速変化量  $V_7$  ,  $V_8$  の関係は、圧力損失が生じていない場合における関係と殆ど変わらない。従って、マイクロ流量計 1 4 a , 1 4 b が枝マイクロ流路 R s42 , R s47 に取り付けられている場合には、図 1 0 に示す流速変化量  $V_7$  ,  $V_8$  の関係を示すグラフを用いて判定テーブル T 1 を作成すれば、閉塞箇所の特定が可

50

能になる。

【0081】

以上の通り、本実施形態の流体分配装置1～3は、入力流路11に供給された処置対象流体W1を出力流路13の数だけ分配する分配流路12をなす複数の枝マイクロ流路のうちの2つの枝マイクロ流路の流量をマイクロ流量計14a, 14bで測定し、そのマイクロ流量計14a, 14bの測定結果の変化量に基づいて出力流路13の閉塞箇所を特定している。このため、仮にマイクロ処理装置の特性や流体の物性が変化したとしても閉塞箇所の特定が可能である(マイクロ処理装置の特性変化や処理対象流体の物性変化に対してロバストである)ことから、マイクロ処理装置の特性や流体の物性に拘わらず閉塞箇所を高精度に検出することができる。また、流体分配装置1～3をマイクロプラントに組み込むことで、周囲温度の変化、或いは経時変化等によってマイクロ処理装置の特性や流体の特性が変化したとしても出力流路13の閉塞箇所を特定できることから、マイクロプラントの安定した長期連続運転が可能になる。

10

【0082】

以上、本発明の実施形態による流体分配装置及びマイクロプラントについて説明したが、本発明は上記実施形態に制限される訳ではなく、本発明の範囲内で自由に変更が可能である。例えば、上記実施形態では、入力流路11に供給された処理対象流体W1を4分配する流体分配装置1, 2、及び6分配する流体分配装置3を例に挙げて説明したが、本発明は分配数が3以上である流体分配装置に適用可能である。

【0083】

また、マイクロ流量計14a, 14bの取り付け位置は、図1に示した分配流路12中の枝マイクロ流路Rc31, Rc33、図6に示した分配流路12中の枝マイクロ流路Rs32, Rs35、図8に示した分配流路12中の枝マイクロ流路Rc51, Rc55、及び図8に示した分配流路12中の枝マイクロ流路Rs42, Rs47に限られず、分配流路12をなす複数の枝マイクロ流路のうちの2つの枝マイクロ流路であれば良い。

20

【0084】

但し、マイクロ流量計14a, 14bは、分配流路12内における分流部(分配部)の数が出力流路12の数の半分である部分よりも出力流路12側に位置する枝マイクロ流路に取り付けられるのが望ましい。更には、入力流路11を構成する入力マイクロ流路Rc11を通過してX軸に平行な軸に関して対称(線対称)な関係にある枝マイクロ流路に取り付けられるのが望ましい。

30

【0085】

また、上記実施形態では、図3, 図7, 図9, 図10において、流速変化量V1, V2の関係、流速変化量V3, V4の関係、流速変化量V5, V6の関係、及び流速変化量V7, V8の関係がそれぞれ曲線近似されている例について説明したが、これらの関係が直線近似されていても良い。直線近似されたグラフを用いて判定テーブルT1を作成すれば判定テーブルT1を単純化することができ、判定部23の処理を軽減することができる。

【0086】

また、上述した実施形態で説明したマイクロプラント30は、流体分配装置1、マイクロ処理装置33a～33d、及び流体収集装置34を備える構成であった。しかしながら、流体収集装置34は必ずしも必要という訳ではなく適宜省略が可能である。また、マイクロプラント30は、第1実施形態で説明した流体分配装置1を備えていたが、この流体分配装置1に代えて第2, 第3実施形態で説明した流体分配装置2, 3等を備えた構成であっても良い。

40

【符号の説明】

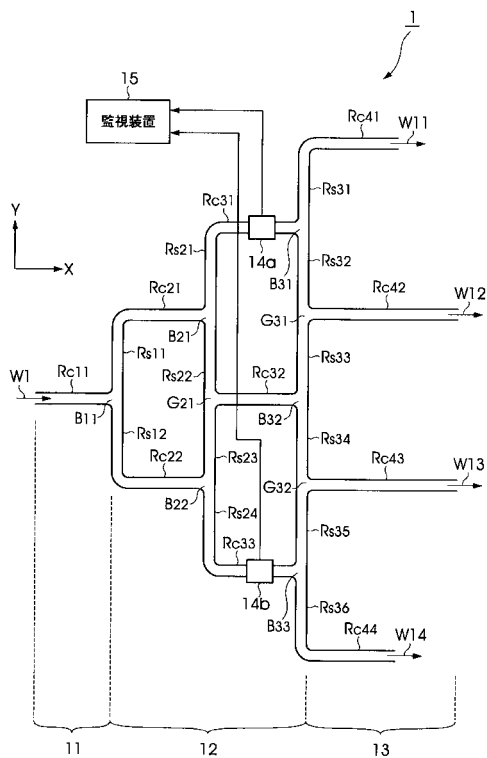
【0087】

1～3	流体分配装置
11	入力流路
12	分配流路

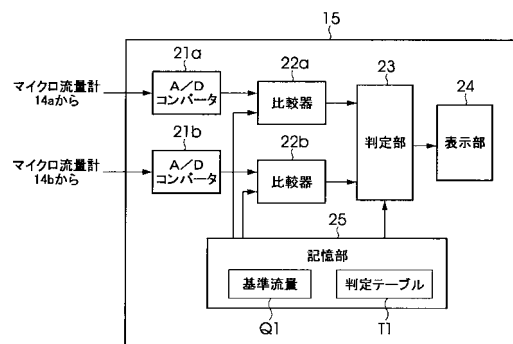
50

- 1 3 出力流路
- 1 4 a , 1 4 b マイクロ流量計
- 1 5 監視装置
- 2 3 判定部
- 2 5 記憶部
- 3 0 マイクロプラント
- 3 3 a ~ 3 3 d マイクロ処理装置
- 3 4 流体収集装置
- B 1 1 ~ B 3 3 分流部
- R c21 ~ R c55 枝マイクロ流路
- R s11 ~ R s60 枝マイクロ流路
- T 1 判定テーブル
- W 1 処理対象流体

【図 1】

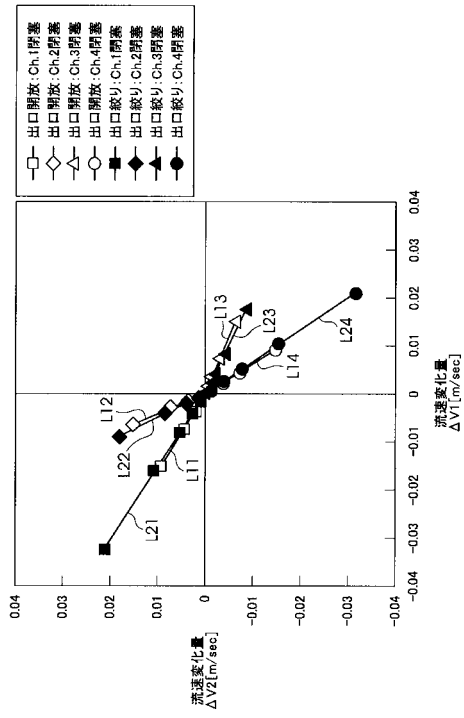


【図 2】

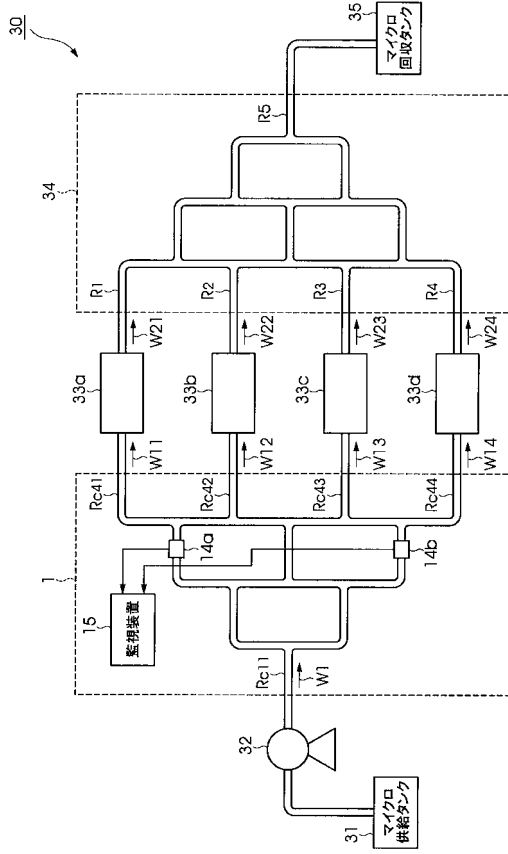




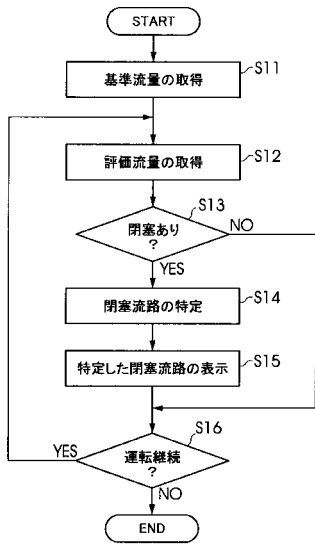
【図3】



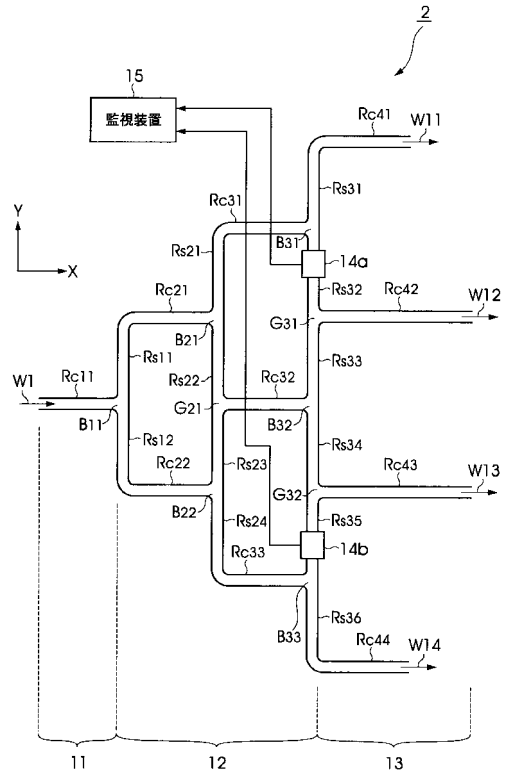
【図4】



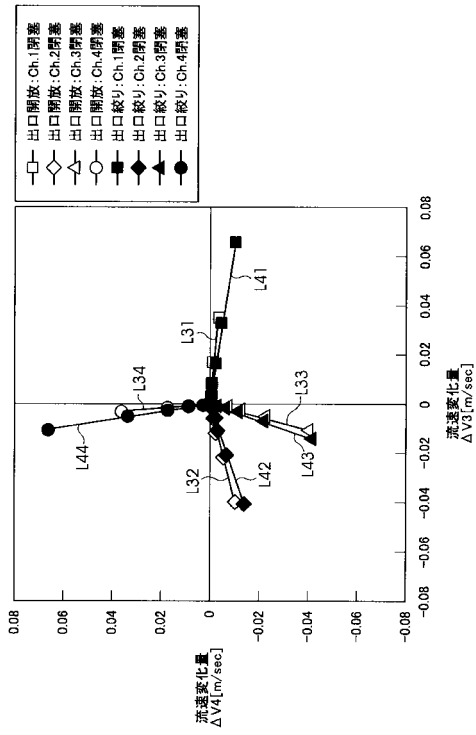
【図5】



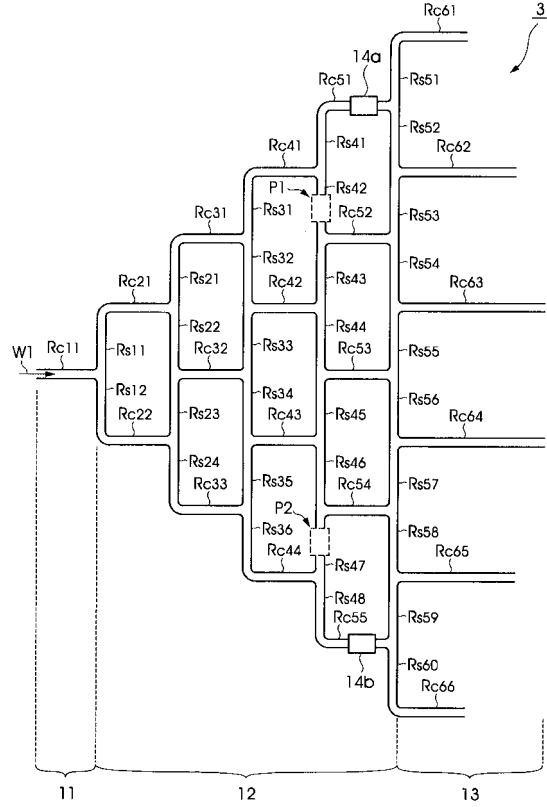
【図6】



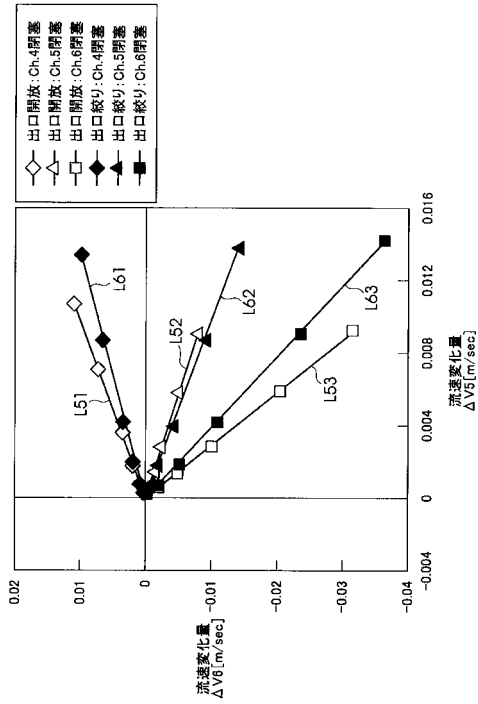
【図7】



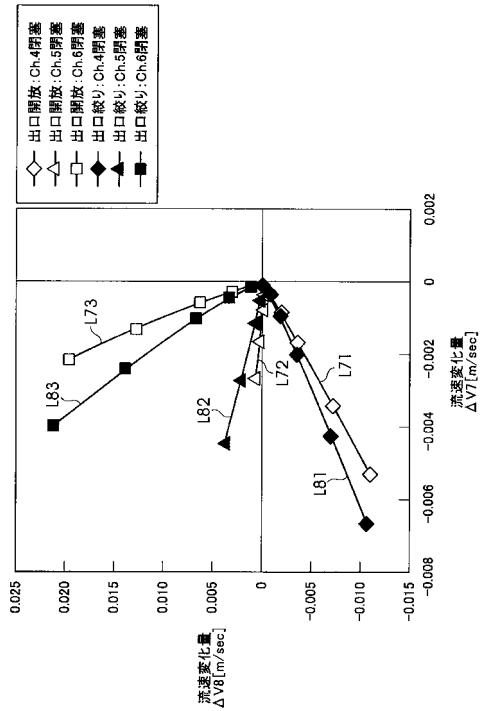
【図8】



【図9】



【図10】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100107836

弁理士 西 和哉

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 田中 仁章

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内

(72)発明者 殿村 修

京都府京都市西京区京都大学桂 国立大学法人京都大学大学院工学研究科内

(72)発明者 長谷部 伸治

京都府京都市西京区京都大学桂 国立大学法人京都大学大学院工学研究科内

審査官 川東 孝至

(56)参考文献 国際公開第2009/123009(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G05D 7/06