

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4166590号  
(P4166590)

(45) 発行日 平成20年10月15日(2008.10.15)

(24) 登録日 平成20年8月8日(2008.8.8)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 0 1 F</b>	<b>3/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B O 1 F 3/08 A
<b>B 0 1 F</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	B O 1 F 5/04
<b>B 8 1 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 8 1 B 1/00
<b>B 8 1 B</b>	<b>7/02</b>	<b>(2006.01)</b>	B 8 1 B 7/02

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-27544 (P2003-27544)	(73) 特許権者	503360115 独立行政法人科学技術振興機構 埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(22) 出願日	平成15年2月4日(2003.2.4)	(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
(65) 公開番号	特開2004-237177 (P2004-237177A)	(72) 発明者	樋口 俊郎 神奈川県横浜市都筑区荏田東3-4-26
(43) 公開日	平成16年8月26日(2004.8.26)	(72) 発明者	鳥居 徹 東京都杉並区荻窪4-18-18
審査請求日	平成16年10月20日(2004.10.20)	(72) 発明者	西迫 貴志 東京都台東区池之端2-3-19-801
		審査官	伊藤 紀史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1連続相(701)に対して第1分散相(704)が交差する第1の交差部(707)とその下流の第2分散相(708)と第2連続相(710)とが交差する第2の交差部(713)とを有するマイクロチャネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ(700)を具備するダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置であって、前記第1連続相(701)の経路には第1の流量可変ポンプ(723)を接続し、前記第1分散相(704)の経路には第2の流量可変ポンプ(724)を接続し、前記第2連続相(710)の経路には第3の流量可変ポンプ(725)を接続し、前記第1及び第2の交差部(707, 713)には粒子径・生成数の測定装置(726, 727)を備え、該測定装置(726, 727)からの情報に基づいて予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、前記第1の流量可変ポンプ(723)、前記第2の流量可変ポンプ(724)及び前記第3の流量可変ポンプ(725)とを制御することを特徴とするダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置。

【請求項2】

第1連続相(801)に対して第1分散相(804)が交差する第1の交差部(807)とその下流に前記第1連続相(801)の一部が排出される排出口(811)を有する経路を備え、前記第1連続相(801)の一部を分岐する第2の交差部(809)と該第2の交差部(809)からの分散相と第2連続相(812)が交差する第3の交差部(815)とを有するマイクロチャネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チ

ップ(800)を具備するダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置であって、前記第1連続相(801)の経路には第1の流量可変ポンプ(823)を接続し、前記第1分散相(804)の経路には第2の流量可変ポンプ(824)を接続し、前記排出口(811)を有する経路には流量可変バルブ(828)を接続し、前記第2連続相(812)の経路には第3の流量可変ポンプ(825)を接続し、前記第1及び第3の交差部(807, 815)には粒子径・生成数の測定装置(826, 827)を備え、該測定装置(826, 827)からの情報に基づいて予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、前記第1の流量可変ポンプ(823)、前記第2の流量可変ポンプ(824)、前記流量可変バルブ(828)及び前記第3の流量可変ポンプ(825)とを制御することを特徴とするダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置。

10

【請求項3】

第1連続相に対して分散相が交差する交差部と、その下流の更なる分散相と第2連続相とが交差する更なる交差部とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置において、

第1連続相(401)に対して第1分散相(404)が交差する第1の交差部(407)と、該第1の交差部(407)の下流で前記第1連続相(401)の一部を排出する経路(411)が形成される第2の交差部(410)とを有し、その下流の排出されない第2分散相(408A)に第2連続相(415)が交差する第3の交差部(418)とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ(400)を具備することを特徴とするダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成方法に係り、水溶液、油など親和性の低い複数の液体を用いた微小なマイクロスフェア、エマルジョン・マイクロカプセルを作製する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

本願発明者らは、エマルジョン・マイクロカプセルの生成方法及び装置について、既に下記特許文献1として、特許出願済みである。

30

【0003】

【特許文献1】

WO02/068104A1 第6-7頁 図2

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記先行技術をさらに発展させて、そのダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置に関して、交差するマイクロチャンネルを組み合わせることにより、種々の態様のダブルエマルジョン・マイクロカプセルを簡便にしかも容易に作製することができるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置を提供することを目的とする。

【0005】

40

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕第1連続相(701)に対して第1分散相(704)が交差する第1の交差部(707)とその下流の第2分散相(708)と第2連続相(710)とが交差する第2の交差部(713)とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ(700)を具備するダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置であって、前記第1連続相(701)の経路には第1の流量可変ポンプ(723)を接続し、前記第1分散相(704)の経路には第2の流量可変ポンプ(724)を接続し、前記第2連続相(710)の経路には第3の流量可変ポンプ(725)を接続し、前記第1及び第2の交差部(707, 713)には粒子径・生成数の測定装置(726, 727)

50

を備え、この測定装置(726, 727)からの情報に基づいて予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、前記第1の流量可変ポンプ(723)、前記第2の流量可変ポンプ(724)及び前記第3の流量可変ポンプ(725)とを制御することを特徴とする。

【0006】

(2)第1連続相(801)に対して第1分散相(804)が交差する第1の交差部(807)とその下流に前記第1連続相(801)の一部が排出される排出口(811)を有する経路を備え、前記第1連続相(801)の一部を分岐する第2の交差部(809)とこの第2の交差部(809)からの分散相と第2連続相(812)が交差する第3の交差部(815)とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ(800)を具備するダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置であって、前記第1連続相(801)の経路には第1の流量可変ポンプ(823)を接続し、前記第1分散相(804)の経路には第2の流量可変ポンプ(824)を接続し、前記排出口(811)を有する経路には流量可変バルブ(828)を接続し、前記第2連続相(812)の経路には第3の流量可変ポンプ(825)を接続し、前記第1及び第3の交差部(807, 815)には粒子径・生成数の測定装置(826, 827)を備え、この測定装置(826, 827)からの情報に基づいて予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、前記第1の流量可変ポンプ(823)、前記第2の流量可変ポンプ(824)、前記流量可変バルブ(828)及び前記第3の流量可変ポンプ(825)とを制御することを特徴とする。

【0007】

(3)第1連続相に対して分散相が交差する交差部と、その下流の更なる分散相と第2連続相とが交差する更なる交差部とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置において、第1連続相(401)に対して第1分散相(404)が交差する第1の交差部(407)と、この第1の交差部(407)の下流で前記第1連続相(401)の一部を排出する経路(411)が形成される第2の交差部(410)とを有し、その下流の排出されない第2分散相(408A)に第2連続相(415)が交差する第3の交差部(418)とを有するマイクロチャンネルからなるダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ(400)を具備することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0009】

図1は本発明の基本となる第1参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図、図2は図1のA部(第1の交差部)拡大図、図3は図1のB部(第2の交差部)拡大図である。

【0010】

これらの図において、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ100、第1連続相101の供給口102、その供給口102から第1連続相101が供給される第1のマイクロチャンネル103、第1分散相104の供給口105、その供給口105から第1分散相104が供給される第2のマイクロチャンネル106、第1と第2のマイクロチャンネル103と106が交差する第1の交差部(T型交差部)107、第2分散相108が供給される第3のマイクロチャンネル109、第2連続相110の供給口111、その第2連続相110が供給される第4のマイクロチャンネル112、第3と第4のマイクロチャンネル109と112が交差する第2の交差部(三路交差部)113、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル114が供給されるマイクロチャンネル115、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル114の排出口116からなる。

【0011】

このように、この第1参考例では、三路マイクロチャンネル107と113とを組み合わ

せることにより、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル 114 を生成するようにしている。

【0012】

例えば、アクリル製の第1のマイクロチャンネル103を用いる場合、第1連続相101に油、第1分散相104に水を用いることにより、第1の交差部107でW(水)/O(油)型エマルジョンが界面活性剤を用いずに生成される。勿論、第1連続相101側に親油性界面活性剤(例えば、レシチン)を添加すればさらに安定して生成できる。

【0013】

また、第2連続相110に親水性界面活性剤(例えば、ドデシル硫酸ナトリウム; SDS)を加えることで、第2の交差部113で水滴を含むW(水)/O(油)/W(水)型エマルジョン(ダブルエマルジョン)が安定して生成される。

10

【0014】

さらに、第1の交差部107と第2の交差部113では濡れ性の異なる液体が液滴となるので、その一方の交差部を含むマイクロチャンネル表面の濡れ性を改質することにより、さらに容易に液滴を生成することができる。例えば、上記したアクリル製のマイクロチャンネルを用いた場合に、第2の交差部113近傍を親水化処理すればW/O/W型ダブルエマルジョン生成が容易となり、逆に第1の交差部107近傍を親水化処理すれば、O/W/O型ダブルエマルジョン生成が容易となる。

【0015】

また、横方向に配置されるマイクロチャンネル(106)などを複数個配置して、複数個の交差部を配置するようにしてもよい。

20

【0016】

図4は本発明の第1参考例の変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図、図5は図4のC部(第1の交差部)拡大図、図6は図4のD部(第2の交差部)拡大図である。

【0017】

これらの図において、150は第1のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、151は第1分散相、152はその第1分散相151の供給口、153は第1分散相151を供給する第1のマイクロチャンネル、154は第1連続相、155はその第1連続相154の供給口、156はその第1連続相154が供給される第2のマイクロチャンネル、157は第1と第2のマイクロチャンネル153と156とが交差する第1の交差部(T型交差部)、158は第2分散相、159はその第2分散相158が供給される第3のマイクロチャンネル、160はその第2分散相158の排出口、161は接続流路、170は第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、171は第2分散相158の排出口160に接続流路161を介して接続される第2分散相158の供給口、172は第2分散相158が供給される第4のマイクロチャンネル、173は第2連続相、174は第2連続相173の供給口、175は第2連続相173が供給される第5のマイクロチャンネル、176は第4と第5のマイクロチャンネル172と175とが交差する第2の交差部(T型交差部)、177はダブルエマルジョン・マイクロカプセル、178はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル177の搬送マイクロチャンネル、179はダブルエマルジョン・マイクロカプセル177の排出口である。

30

40

【0018】

この参考例では、第1の交差部(T型交差部)157を有する第1のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ150と第2の交差部(T型交差部)176を有する第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ170とを接続流路161で接続して、2つのT型マイクロチャンネル157、176を組み合わせることにより、2段のT型マイクロチャンネルを有するマイクロチャンネルを容易に構築することができる。

【0019】

図7は本発明の第2参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図、図8は図7のE部(第1の交差部)拡大図、図9は図7のF部(第2の交差部

50

) 拡大図である。

【 0 0 2 0 】

これらの図において、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 0 0、第 1 連続相 2 0 1 の供給口 2 0 2、その供給口 2 0 2 から分流される、第 1 連続相 2 0 1 が供給される第 1 のマイクロチャンネル 2 0 3 及び第 2 のマイクロチャンネル 2 0 4、第 1 分散相 2 0 5 の供給口 2 0 6、その供給口 2 0 6 から第 1 分散相 2 0 5 が供給される第 3 のマイクロチャンネル 2 0 7、第 1、第 2 のマイクロチャンネル 2 0 3、2 0 4 と第 3 のマイクロチャンネル 2 0 7 が交差する第 1 の交差部 ( 十字型交差部 ) 2 0 8、第 2 分散相 2 0 9 が供給される第 4 のマイクロチャンネル 2 1 0、第 2 連続相 2 1 1 の供給口 2 1 2、その第 2 連続相 2 1 1 が供給される第 5 のマイクロチャンネル 2 1 3、第 4 と第 5 のマイクロチャンネル 2 1 0 と 2 1 3 が交差する第 2 の交差部 ( T 型交差部 ) 2 1 4、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル 2 1 5 が搬送されるマイクロチャンネル 2 1 6、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル 2 1 5 の排出口 2 1 7 からなる。

10

【 0 0 2 1 】

このように、この第 2 参考例では、十字型マイクロチャンネル 2 0 8 と T 字型マイクロチャンネル 2 1 4 を組み合わせることによりダブルエマルジョン・マイクロカプセルを生成することができる。

【 0 0 2 2 】

また、この参考例では、第 1 の交差部 ( 十字型交差部 ) 2 0 8 と第 2 の交差部 ( T 型交差部 ) 2 1 4 の型を入れ換え、第 1 の交差部に T 型マイクロチャンネル、第 2 の交差部に十字型マイクロチャンネルを用いることも可能である。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 0 は本発明の第 2 参考例の変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図、図 1 1 は図 1 0 の G 部 ( 第 1 の交差部 ) 拡大図、図 1 2 は図 1 0 の H 部 ( 第 2 の交差部 ) 拡大図である。

【 0 0 2 4 】

これらの図において、2 5 0 は第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、2 5 1 は第 1 連続相、2 5 2 はその第 1 連続相 2 5 1 の供給口、2 5 3 は供給口 2 5 2 から分流する第 1 連続相 2 5 1 が供給される第 1 のマイクロチャンネル、2 5 4 は供給口 2 5 2 から分流する第 1 連続相 2 5 1 が供給される第 2 のマイクロチャンネル、2 5 5 は第 1 分散相、2 5 6 は第 1 分散相 2 5 5 の供給口、2 5 7 はその第 1 分散相 2 5 5 が供給される第 3 のマイクロチャンネル、2 5 8 は第 1、第 2 のマイクロチャンネル 2 5 3、2 5 4 と、第 3 のマイクロチャンネル 2 5 7 とが交差する第 1 の交差部 ( 十字型交差部 )、2 5 9 は第 2 分散相、2 6 0 はその第 2 分散相 2 5 9 が供給される第 4 のマイクロチャンネル、2 6 1 は第 2 分散相 2 5 9 の排出口、2 6 2 は接続流路、2 7 0 は第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、2 7 1 は第 2 分散相 2 5 9 の排出口 2 6 1 に接続流路 2 6 2 を介して接続される第 2 分散相 2 5 9 の供給口、2 7 2 はその第 2 分散相 2 5 9 の供給口 2 7 1 に接続され、第 2 分散相 2 5 9 が供給される第 5 のマイクロチャンネル、2 7 4 は第 2 連続相 2 7 3 の供給口、2 7 5 は第 2 連続相 2 7 3 が供給される第 6 のマイクロチャンネル、2 7 6 は第 5 と第 6 のマイクロチャンネル 2 7 2 と 2 7 5 が交差する第 2 の交差部 ( T 型交差部 )、2 7 7 はダブルエマルジョン・マイクロカプセル、2 7 8 はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル 2 7 7 の搬送マイクロチャンネル、2 7 9 はダブルエマルジョン・マイクロカプセル 2 7 7 の排出口である。

30

40

【 0 0 2 5 】

この参考例では、第 1 の交差部 ( 十字型交差部 ) 2 5 8 を有する第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 5 0 と第 2 の交差部 ( T 型交差部 ) 2 7 6 を有する第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 7 0 とを接続流路 2 6 2 で接続することにより、異なった態様の十字型マイクロチャンネルと T 型マイクロチャンネルとを組み合わせたマイクロチャンネルを容易に構築することができる。

50

## 【 0 0 2 6 】

上記した図 4 と図 1 0 によれば、異なる材質のマイクロチャンネルを用いても、接続流路 1 6 1 , 2 6 2 で接続することによって、ダブルエマルジョン・マイクロカプセルを生成することができる。

## 【 0 0 2 7 】

例えば、第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 1 5 0 , 2 5 0 をアクリル製、第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 1 7 0 , 2 7 0 をガラス製にすることにより、W / O / W 型エマルジョン・マイクロカプセルが生成できる。

## 【 0 0 2 8 】

図 1 3 は本発明の第 2 参考例の更なる変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体構成図であり、図 1 3 ( a ) はその上面図、図 1 3 ( b ) は図 1 3 ( a ) の A - A 線断面図である。

10

## 【 0 0 2 9 】

これらの図において、2 8 0 は第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、2 8 1 は第 1 連続相、2 8 2 はその第 1 連続相 2 8 1 の供給口、2 8 3 は供給口 2 8 2 から分流する第 1 連続相 2 8 1 が供給される第 1 のマイクロチャンネル、2 8 4 は供給口 2 8 2 から分流する第 1 連続相 2 8 1 が供給される第 2 のマイクロチャンネル、2 8 5 は第 1 分散相、2 8 6 は第 1 分散相 2 8 5 の供給口、2 8 7 はその第 1 分散相 2 8 5 が供給される第 3 のマイクロチャンネル、2 8 8 は第 1、第 2、第 3 のマイクロチャンネル 2 8 3 , 2 8 4 , 2 8 7 とが交差する第 1 の交差部 ( 十字型交差部 )、2 8 9 は第 2 分散相、2 9 0 はその第 2 分散相 2 8 9 が供給される第 4 のマイクロチャンネル、2 9 1 は第 2 分散相 2 8 9 の排出口、2 9 2 は接続流路、2 9 3 は第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 8 0 の下部に配置される第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、2 9 4 は接続流路 2 9 2 に接続され、第 2 分散相 2 8 9 が供給される第 5 のマイクロチャンネル、2 9 5 は第 2 連続相、2 9 6 は第 2 連続相 2 9 5 の供給口、2 9 7 は第 2 連続相 2 9 5 が供給される第 6 のマイクロチャンネル、2 9 8 は第 5、第 6 のマイクロチャンネル 2 9 4 , 2 9 7 とが交差する第 2 の交差部 ( T 型交差部 )、2 9 9 A はダブルエマルジョン・マイクロカプセルの搬送マイクロチャンネル、2 9 9 B はダブルエマルジョン・マイクロカプセルの排出口である。

20

## 【 0 0 3 0 】

この参考例の場合は、上記したように、第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 8 0 と第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ 2 9 3 とを上下に重ねるようにしている。

30

## 【 0 0 3 1 】

また、図 4 と図 1 0 の場合は流路で横方向に接続した場合であるが、この図 1 3 の場合は上下に重ねた場合であり、図 4 と図 1 0 と同様に異なる材質のマイクロチャンネルを用いてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

図 1 4 は本発明の第 3 参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

40

## 【 0 0 3 3 】

この図において、3 0 0 はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、3 0 1 は第 1 連続相、3 0 2 はその第 1 連続相 3 0 1 の供給口、3 0 3 はその第 1 連続相 3 0 1 が供給される第 1 のマイクロチャンネル、3 0 4 は第 1 分散相 ( 1 )、3 0 5 はその第 1 分散相 ( 1 ) 3 0 4 の供給口、3 0 6 はその第 1 分散相 ( 1 ) 3 0 4 が供給される第 2 のマイクロチャンネル、3 0 7 は第 1、第 2 のマイクロチャンネル 3 0 3 と 3 0 6 とが交差する交差部 ( T 型交差部 )、3 0 8 は交差部 ( T 型交差部 ) 3 0 7 より下流の第 2 分散相 ( 1 )、3 0 9 はその第 2 分散相 ( 1 ) 3 0 8 が供給される第 3 のマイクロチャンネル、3 1 0 は第 1 分散相 ( 2 )、3 1 1 は第 1 分散相 ( 2 ) 3 1 0 の供給口、3 1 2 はその第 1 分散相 ( 2 ) 3 1 0 が供給される第 4 のマイクロチャンネル、3 1 3 は第 3、第 4 のマイクロチャ

50

ネル309と312とが交差する交差部(T型交差部)、314は交差部(T型交差部)313より下流の第2分散相(2)、315はその第2分散相(2)314が供給される第5のマイクロチャンネル、316は第2連続相、317はその第2連続相316の供給口、318は第2連続相316が供給される第6のマイクロチャンネル、319は第5、第6のマイクロチャンネル315と318とが交差する交差部(T型交差部)、320は生成されるダブルエマルジョン・マイクロカプセル、321はダブルエマルジョン・マイクロカプセル320の搬送マイクロチャンネル、322はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル320の排出口である。

【0034】

この第3参考例では、分散相の供給口を増やすようにしている。つまり、第1分散相の流量を増加させることにより、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル内に含まれる液滴量を増やすようにしている。

10

【0035】

図15は本発明の第1実施例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【0036】

この図において、400はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、401は第1連続相、402はその第1連続相401の供給口、403はその第1連続相401が供給される第1のマイクロチャンネル、404は第1分散相、405はその第1分散相404の供給口、406はその第1分散相404が供給される第2のマイクロチャンネル、407は第1、第2のマイクロチャンネル403と406との交差部(第1T型交差部)、408は交差部(T型交差部)407より下流の第2分散相(1)、409はその第2分散相(1)408が供給される第3のマイクロチャンネル、410はその第2分散相(1)408が供給される第3のマイクロチャンネル409の交差部(第2のT型交差部)、408Aは排出されない残りの第2分散相(2)、411は交差部410から排出される一部の第1連続相、412はその第1連続相411の排出用マイクロチャンネル、413は第1連続相411の排出口、414は排出されない残りの第2分散相(2)408が供給される第4のマイクロチャンネル、415は第2連続相、416はその第2連続相415の供給口、417は第2連続相415が供給される第5のマイクロチャンネル、418は第4、第5のマイクロチャンネル414と417とが交差する交差部(T型交差部)、419は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル、420は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル419の搬送マイクロチャンネル、421は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル419の排出口である。

20

30

【0037】

この実施例でも、第3参考例と同様に、第1連続相の流量の比率を分散相に対して減少させることにより、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル内に含まれる液滴量を増やすようにしている。

【0038】

図16は本発明の第4参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

40

【0039】

この図において、500はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、501は第1連続相、502はその第1連続相501の供給口、503はその供給口502から分流される第1連続相501が供給される第1のマイクロチャンネル、504は供給口502から分流される第1連続相501が供給される第2のマイクロチャンネル、505は第1分散相、506は第1分散相505の供給口、507はその第1分散相505が供給される第3のマイクロチャンネル、508は第1、第2、第3のマイクロチャンネル503、504、507とが交差する第1の交差部(十字型交差部)、509は第2分散相(1)、510はその第2分散相(1)509が供給される第4のマイクロチャンネル、511は第2の交差部(十字型交差部)、512は第2分散相(1)509中の第1連続相501の一

50

部が排出される第1の排出用マイクロチャンネル、513は第1連続相501の第1の排出口、514は第1連続相501の一部が排出される第2の排出用マイクロチャンネル、515は第1連続相501の排出口、516は第2の交差部511に接続される排出されない残りの第2分散相(1)509が供給される第5のマイクロチャンネル、517は第1の第2連続相、518は第1の第2連続相517の供給口、519は第1の第2連続相517が供給される第6のマイクロチャンネル、520は第2の第2連続相、521は第2の第2連続相520の供給口、522は第2の第2連続相520が供給される第7のマイクロチャンネル、523は第3の交差部(十字型交差部)、524は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル、525は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル524の搬送マイクロチャンネル、526は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル524の排出口である。

10

## 【0040】

図17は本発明の第5参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

## 【0041】

この図において、600はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、601は第1連続相、602はその第1連続相601の供給口、603は供給口602から分流される第1連続相601が供給される第1のマイクロチャンネル、604は供給口602から分流される第1連続相601が供給される第2のマイクロチャンネル、605は第1分散相、606は第1分散相605の供給口、607はその第1分散相605が供給される第3のマイクロチャンネル、608は第1、第2、第3のマイクロチャンネル603, 604, 607とが交差する第1の交差部(十字型交差部)、609は第2分散相、610はその第2分散相609が供給される第4のマイクロチャンネル、611は第2の交差部(十字型交差部)、612は第2分散相609の一部が排出される第1の排出用マイクロチャンネル、613は第2分散相609の第1の排出口、614は第2分散相609の一部が排出される第2の排出用マイクロチャンネル、615は第2分散相609の第2の排出口、616は第2の交差部611に接続される排出されない残りの第2分散相609が供給される第5のマイクロチャンネル、617は第2連続相、618は第2連続相617の供給口、619は第2連続相617が分流され供給される第6のマイクロチャンネル、620は第2連続相617が分流され、供給される第7のマイクロチャンネル、621は第3の交差部(十字型交差部)、622は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル、623は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル622の搬送マイクロチャンネル、624は生成したダブルエマルジョン・マイクロカプセル622の排出口である。

20

30

## 【0042】

図18は本発明の実施例を示す生成されたW/O/W型ダブルエマルジョンを示す図であり、アクリル製十字型マイクロチャンネル(分散相側 $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ 、連続相側 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ )とガラス製T型マイクロチャンネル(分散相側 $40\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ 、連続相側 $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ )によって生成されたダブルエマルジョン・マイクロカプセルの例である。流量は、第1分散相 $0.01\text{ml/h}$ 、第1連続相 $0.5\text{ml/h}$ 、第2連続相 $2.5\text{ml/h}$ である。

40

## 【0043】

図19は本発明の第2実施例を示す第1のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの液滴径および内部に含まれる液滴数を制御するための装置の模式図である。

## 【0044】

この図において、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ700、第1連続相701の供給口702、その供給口702から第1連続相701が供給される第1のマイクロチャンネル703、第1分散相704の供給口705、その供給口705から第1分散相704が供給される第2のマイクロチャンネル706、その第1、第2のマイクロチャンネル703と706が交差する第1の交差部(第1のT型マイクロチャンネル)707、第2分散相708が供給される第3の

50



マイクロチャンネル709、第2連続相710の供給口711、第2連続相710が供給される第4のマイクロチャンネル712、その第3、第4のマイクロチャンネル709と712が交差する第2の交差部(第2のT型マイクロチャンネル)713、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル714が供給される搬送マイクロチャンネル715、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル714の排出口716からなる。

【0045】

また、第1連続相701の供給口702の経路には第1の流量可変ポンプ723が、第1分散相704の供給口705の経路には第2の流量可変ポンプ724が、第2連続相710の供給口711の経路には第3の流量可変ポンプ725がそれぞれ接続されている。

【0046】

さらに、粒子径・生成数の測定装置726では、第1の交差部(第1のT型マイクロチャンネル)707での粒子径・生成数の測定を、粒子径・生成数の測定装置727では、第2の交差部(第1のT型マイクロチャンネル)713での粒子径・生成数の測定をそれぞれ行うようにしている。それらの粒子径・生成数の測定装置726, 727からの情報はコントローラ722に取り込まれ、コンピュータ(PC)721によって予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、第1の流量可変ポンプ723、第2の流量可変ポンプ724及び第3の流量可変ポンプ725が制御される。

【0047】

このように、図19は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル内部に含まれる液滴径および液滴数をカメラ、静電容量等で計測し、第1の流量可変ポンプ723、第2の流量可変ポンプ724を制御する。さらに、第2の交差部713においても液滴径および液滴数を計数して、第3の流量可変ポンプ725を制御する。

【0048】

図20は本発明の第3実施例を示す第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの液滴径および内部に含まれる液滴数を制御するための装置の模式図である。

【0049】

この図において、800はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、801は第1連続相、802はその第1連続相801の供給口、803はその第1連続相801が供給される第1のマイクロチャンネル、804は第1分散相、805はその第1分散相804の供給口、806はその第1分散相804が供給される第2のマイクロチャンネル、807は第1、第2のマイクロチャンネル803と806との第1の交差部(T型交差部)、808は第1の交差部807に接続される第1連続相801が供給される第3のマイクロチャンネル、809は第2の交差部(T型交差部)、810はその第3のマイクロチャンネル808から分岐して第1連続相801の一部が排出される第4のマイクロチャンネル、811は第1連続相801の排出口、812は第2連続相、813は第2連続相812の供給口、814はその第2連続相812が供給される第5のマイクロチャンネル、815は第3、第5のマイクロチャンネル808と814との第3の交差部(T型交差部)、816は第3の交差部815より生成されるダブルエマルジョン・マイクロカプセル、817はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル816の生成マイクロチャンネル、818はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル816の排出口である。

【0050】

また、第1連続相801の供給口802の経路には第1の流量可変ポンプ823が、第1分散相804の供給口805の経路には第2の流量可変ポンプ824が、第2連続相812の供給口813の経路には第3の流量可変ポンプ825が、第1連続相801の排出口811の経路には流量可変バルブ828がそれぞれ接続されている。

【0051】

さらに、粒子径・生成数の測定装置826では、第1の交差部(T型交差部)807での粒子径・生成数の測定を、粒子径・生成数の測定装置827では、第3の交差部(T型交差部)815での粒子径・生成数の測定をそれぞれ行うようにしている。それらの粒子径・生成数の測定装置826, 827からの情報はコントローラ822に取り込まれ、コ

10

20

30

40

50

ンピュータ（PC）821によって予め設定された所定の粒子径・生成数になるように、第1の流量可変ポンプ823、第2の流量可変ポンプ824及び第3の流量可変ポンプ825、流量可変バルブ828が制御される。

【0052】

上述した図20は、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル内部に含まれる液滴数をさらに精密に制御する場合である。液滴数の制御は、第1連続相801を流量可変バルブ828を通じて排出することにより、さらに、精密な制御を行う。第3の交差部815において液滴径及び液滴数を計数して、第3の流量可変ポンプ825を制御するが、場合によっては第1及び第2流量可変ポンプ823、824も制御する。

【0053】

上記した各実施例においては、ダブルエマルジョン・マイクロカプセルが排出されるマイクロチャネルは1つであった。したがって、量産化のためには、個別のマイクロチャネル装置を複数個設ける必要がある。

【0054】

これを回避して、量産化を図るために、以下のように構成する。

【0055】

図21は本発明の参考例としての第1の量産型のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置（デバイス）の模式図である。

【0056】

この図において、900はダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置、901、902は第1連続相の供給口、903は分散相の供給口、904、905は第1の交差部、906、907は第2連続相の供給口、908、909は第2の交差部、910はダブルエマルジョン・マイクロカプセル回収口である。

【0057】

図22は本発明の参考例としての第2の量産型のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置（デバイス）の模式図である。

【0058】

この図において、950はダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置、951は第1連続相の供給口、952は分散相の供給口、953、954は第1の交差部、955、956は第2連続相の供給口、957、958は第2の交差部、959はダブルエマルジョン・マイクロカプセル回収口である。

【0059】

なお、上記実施例において、T型交差部は三路交差部、十字型交差部は四路交差部の一例として示したに過ぎないものである。

【0060】

本発明は、交差するマイクロチャネルを組み合わせることにより、種々の態様のダブルエマルジョン・マイクロカプセルを簡便にしかも容易に作製することができる。例えば、水溶液、油など親和性の低い複数の液体を用いて微小なマイクロスフェア、エマルジョン・マイクロカプセルを作製することができる。

【0061】

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0062】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、交差するマイクロチャネルを組み合わせることにより、種々の態様のダブルエマルジョン・マイクロカプセルを簡便にしかも容易に作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の基本となる第1参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

10

20

30

40

50

【図 2】 図 1 の A 部（第 1 の交差部）拡大図である。

【図 3】 図 1 の B 部（第 2 の交差部）拡大図である。

【図 4】 本発明の第 1 参考例の変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 5】 図 4 の C 部（第 1 の交差部）拡大図である。

【図 6】 図 4 の D 部（第 2 の交差部）拡大図である。

【図 7】 本発明の第 2 参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 8】 図 7 の E 部（第 1 の交差部）拡大図である。

【図 9】 図 7 の F 部（第 2 の交差部）拡大図である。

10

【図 10】 本発明の第 2 参考例の変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 11】 図 10 の G 部（第 1 の交差部）拡大図である。

【図 12】 図 10 の H 部（第 2 の交差部）拡大図である。

【図 13】 本発明の第 2 参考例の更なる変形例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体構成図である。

【図 14】 本発明の第 3 参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 15】 本発明の第 1 実施例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

20

【図 16】 本発明の第 4 参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 17】 本発明の第 5 参考例を示すダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置の全体模式図である。

【図 18】 本発明の実施例を示す生成された W / O / W 型ダブルエマルジョン・マイクロカプセルを示す図である。

【図 19】 本発明の第 2 実施例を示す第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの液滴径および内部に含まれる液滴数を制御するための装置の模式図である。

【図 20】 本発明の第 3 実施例を示す第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの液滴径および内部に含まれる液滴数をさらに精密に制御するための装置の模式図である。

30

【図 21】 本発明の参考例としての第 1 の量産型のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置（デバイス）の模式図である。

【図 22】 本発明の参考例としての第 2 の量産型のダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置（デバイス）の模式図である。

【符号の説明】

100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800      ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ

101, 154, 201, 251, 281, 301, 308, 401, 408, 411, 501, 601, 701, 801      第 1 連続相

102, 155, 202, 252, 282, 302, 402, 502, 602, 702, 802, 901, 902, 951      第 1 連続相の供給口

40

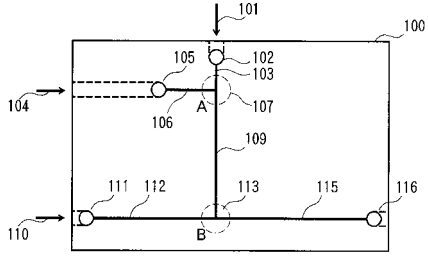
103, 106, 109, 112, 115, 153, 156, 158, 172, 175, 178, 203, 204, 207, 210, 213, 216, 253, 254, 257, 260, 272, 275, 278, 283, 284, 287, 290, 294, 297, 299A, 303, 306, 309, 312, 315, 318, 321, 403, 406, 409, 412, 414, 417, 420, 503, 504, 507, 510, 512, 514, 516, 519, 522, 525, 603, 604, 607, 610, 612, 614, 616, 619, 620, 623, 703, 706, 709, 712, 715, 803, 806, 808, 810, 814, 817      マイクロチャネル

104, 151, 205, 255, 285, 304, 404, 505, 605, 704

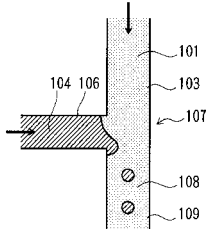
50

, 8 0 4	第1分散相	
1 0 5 , 1 5 2 , 2 0 6 , 2 5 6 , 2 8 6 , 3 0 5 , 4 0 5 , 5 0 6 , 6 0 6 , 7 0 5		
, 8 0 5	第1分散相の供給口	
1 0 7 , 1 5 7 , 2 0 8 , 2 5 8 , 2 8 8 , 5 0 8 , 6 0 8 , 7 0 7 , 8 0 7 , 9 0 4		
, 9 0 5 , 9 5 3 , 9 5 4	第1の交差部	
1 0 8 , 1 5 9 , 2 0 9 , 2 5 9 , 2 8 9 , 3 1 0 , 4 0 8 A , 5 0 9 , 6 0 9 , 7 0		
8	第2分散相	
1 1 0 , 1 7 3 , 2 1 1 , 2 7 3 , 2 9 5 , 3 1 6 , 4 1 5 , 5 1 7 , 5 2 0 , 6 1 7		
, 7 1 0 , 8 1 2	第2連続相	
1 1 1 , 1 7 4 , 2 1 2 , 2 7 4 , 2 9 6 , 3 1 7 , 4 1 6 , 5 1 8 , 5 2 1 , 6 1 8		10
, 7 1 1 , 8 1 3 , 9 0 6 , 9 0 7 , 9 5 5 , 9 5 6	第2連続相の供給口	
1 1 3 , 1 7 6 , 2 1 4 , 2 7 6 , 2 9 8 , 5 1 1 , 6 1 1 , 7 1 3 , 8 0 9 , 9 0 8		
, 9 0 9 , 9 5 7 , 9 5 8	第2の交差部	
1 1 4 , 1 7 7 , 2 1 5 , 2 7 7 , 3 2 0 , 4 1 9 , 5 2 4 , 6 2 2 , 7 1 4	ダブルエマルジョン・マイクロカプセル	
1 1 6 , 1 7 9 , 2 1 7 , 2 7 9 , 2 9 9 B , 3 2 2 , 4 2 1 , 5 2 6 , 6 2 4 , 7 1		
6	ダブルエマルジョン・マイクロカプセルの排出口	
1 5 0 , 2 5 0 , 2 8 0	第1のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ	
1 6 0 , 2 6 1 , 2 9 1	第2分散相の排出口	
1 6 1 , 2 6 2 , 2 9 2	接続流路	20
1 7 0 , 2 7 0 , 2 9 3	第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ	
1 7 1 , 2 7 1 , 3 1 1	第2分散相の供給口	
3 0 7 , 3 1 3 , 3 1 9 , 4 0 7 , 4 0 8 , 4 1 0 , 4 1 8	交差部	
4 1 3 , 8 1 1	第1連続相の排出口	
5 1 3	第1連続相の第1の排出口	
5 1 5	第1連続相の第2の排出口	
5 2 3 , 6 2 1 , 8 1 5	第3の交差部	
6 1 3	第1連続相の第1の排出口	
6 1 5	第1連続相の第2の排出口	
7 2 1 , 8 2 1	コンピュータ	30
7 2 2 , 8 2 2	コントローラ	
7 2 3 , 8 2 3	第1の流量可変ポンプ	
7 2 4 , 8 2 4	第2の流量可変ポンプ	
7 2 5 , 8 2 5	第3の流量可変ポンプ	
7 2 6 , 7 2 7 , 8 2 6 , 8 2 7	粒子径・生成数の測定装置	
8 1 6	ダブルエマルジョン・マイクロカプセル	
8 1 8	ダブルエマルジョン・マイクロカプセルの排出口	
8 2 8	流量可変バルブ	
9 0 0 , 9 5 0	ダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成装置	
9 0 3 , 9 5 2	第1分散相の供給口	40
9 1 0 , 9 5 9	ダブルエマルジョン・マイクロカプセル回収口	

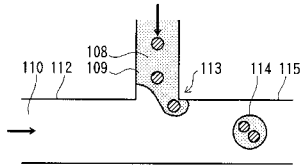
【図1】



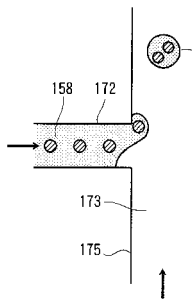
【図2】



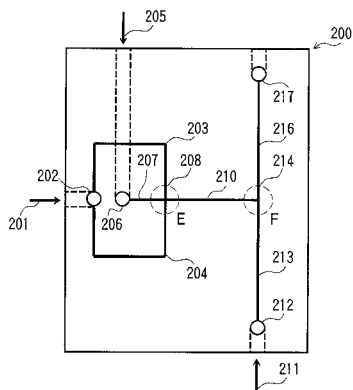
【図3】



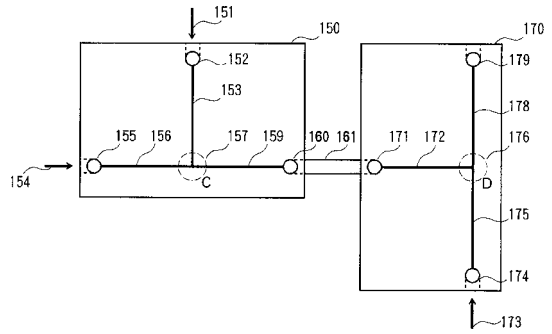
【図6】



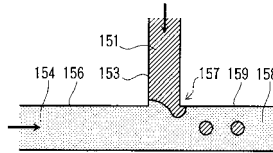
【図7】



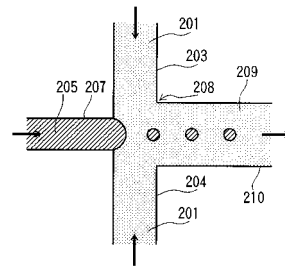
【図4】



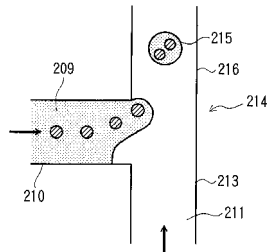
【図5】



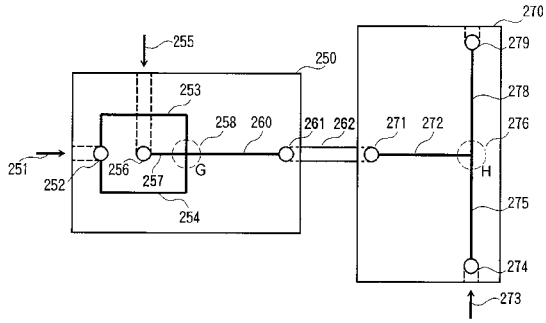
【図8】



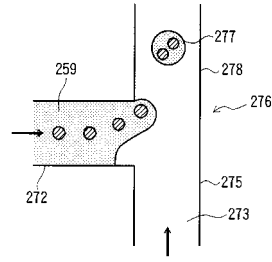
【図9】



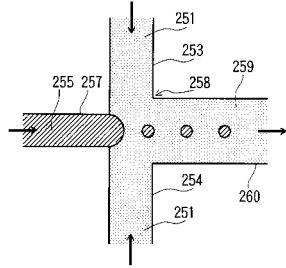
【 図 1 0 】



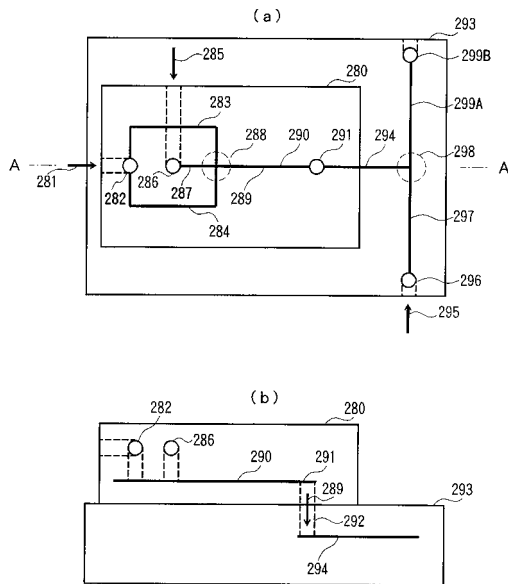
【 図 1 2 】



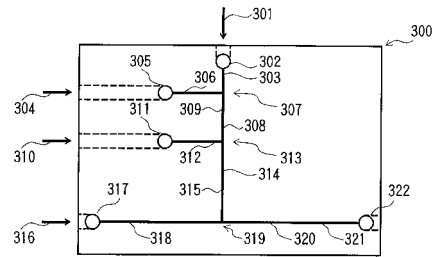
【 図 1 1 】



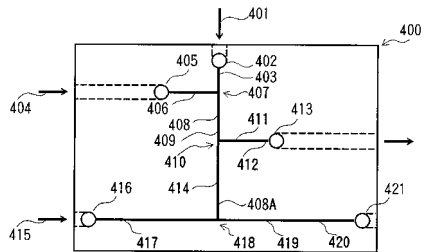
【 図 1 3 】



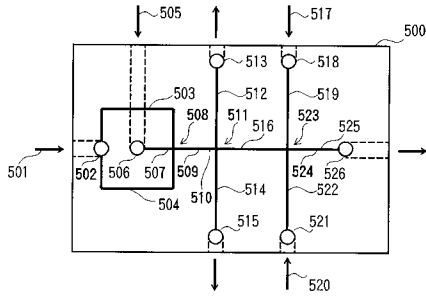
【 図 1 4 】



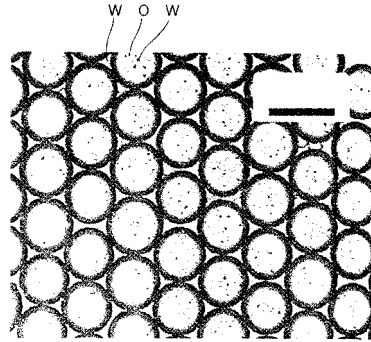
【 図 1 5 】



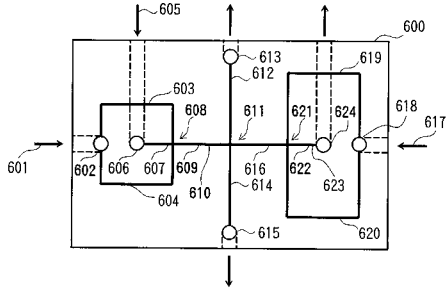
【図16】



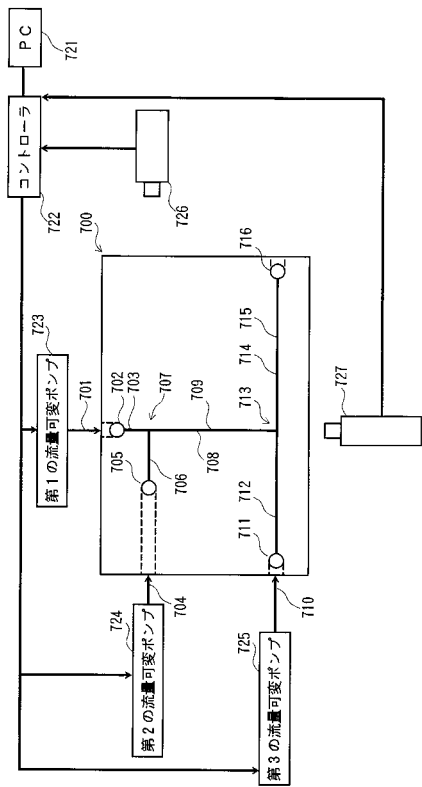
【図18】



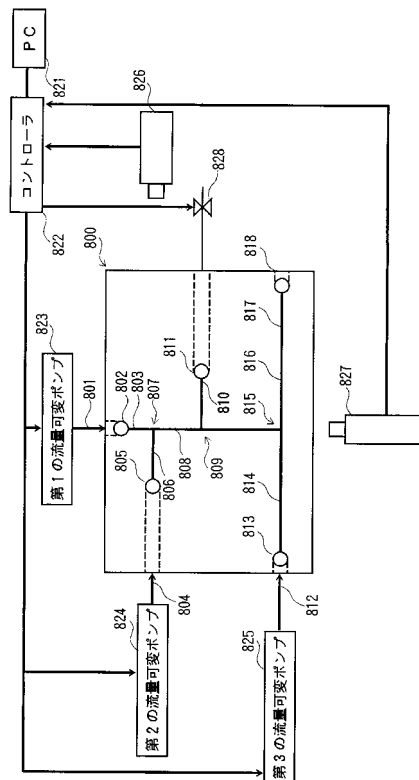
【図17】



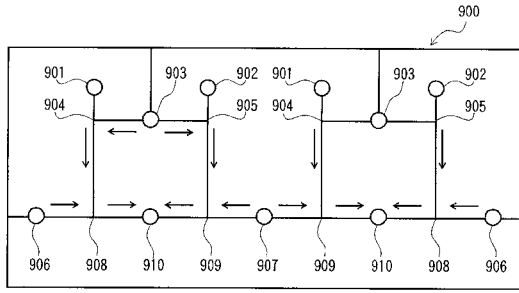
【図19】



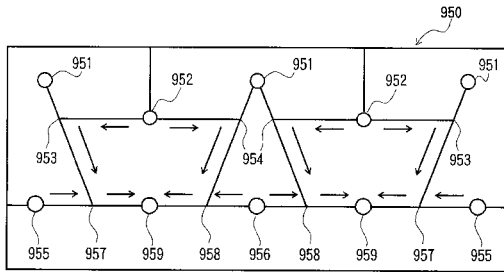
【図20】



【 図 2 1 】



【 図 2 2 】





## フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第02/068104(WO, A1)

特許第3746766(JP, B2)

特開2004-059802(JP, A)

特開2004-067953(JP, A)

特開2004-122107(JP, A)

特開2003-071261(JP, A)

特許第2981547(JP, B2)

特許第3012608(JP, B2)

特許第3089285(JP, B2)

実開平05-220382(JP, U)

樋口俊郎、鳥居徹、「マイクロ化学リアクタの革新技術」、新技術説明会資料、日本、科学技術振興事業団、2002年3月4日、p.10-p.26

西迫貴志、マイクロ分岐構造を用いた微小液滴・微粒子生成に関する研究、第38回SPG国際フォーラム講演要旨集、日本、2002年11月、p.88-p.91

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01F 3/08

B01F 5/04

B81B 1/00

B81B 7/02

B01J 19/00

G01N 37/00

JSTPlus(JDreamII)