

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-237177

(P2004-237177A)

(43) 公開日 平成16年8月26日(2004.8.26)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
B 0 1 F 3/08	B O 1 F 3/08	4 G O 3 5
B 0 1 F 5/04	B O 1 F 5/04	
B 8 1 B 1/00	B 8 1 B 1/00	
B 8 1 B 7/02	B 8 1 B 7/02	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-27544 (P2003-27544)	(71) 出願人	503360115 独立行政法人 科学技術振興機構
(22) 出願日	平成15年2月4日(2003.2.4)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
		(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
		(72) 発明者	樋口 俊郎 神奈川県横浜市都筑区荏田東3-4-26
		(72) 発明者	鳥居 徹 東京都杉並区荻窪4-18-18
		(72) 発明者	西迫 貴志 東京都台東区池之端2-3-19-801
		Fターム(参考)	4G035 AB40 AC50 AE17

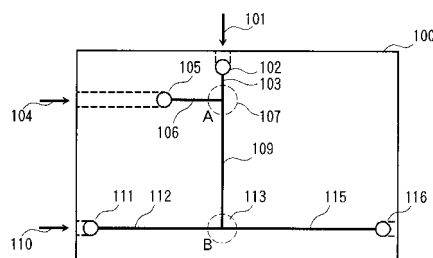
(54) 【発明の名称】 ダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成装置

(57) 【要約】

【課題】 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。

【解決手段】 第1連続相101と第1分散相104とが交差する第1の交差部107と、この第1の交差部107の下流である第2分散相108と第2連続相110とが交差する第2の交差部113とが形成され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100を具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 連続相と第 1 分散相とが交差する第 1 の交差部と、該第 1 の交差部の下流である第 2 分散相と第 2 連続相とが交差する第 2 の交差部とが形成され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。

【請求項 2】

請求項 1 記載の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、前記第 1 の交差部近傍の疎水化処理、及び又は、前記第 2 の交差部近傍の親水化処理により、W/O/W 型ダブルエマルジョンを生成させ、逆に前記第 1 の交差部近傍の親水化処理、及び又は、前記第 2 の交差部近傍の疎水化処理により、O/W/O 型ダブルエマルジョンを生成させてな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 連続相と第 1 分散相とが交差する第 1 の交差部を有する第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップと、第 2 連続相と第 2 分散相とが交差する第 2 の交差部を有する第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップと、前記第 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とを接続する接続流路と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。

【請求項 4】

第 1 分散相と分流した二方から供給される第 1 連続相とが交差する四路交差部と、該四路交差部の下流である第 2 分散相と第 2 連続相とが交差する三路交差部とが形成され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

【請求項 5】

第 1 分散相と分流した二方から供給される第 1 連続相とが交差する四路交差部を有する第 1 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップと、第 2 分散相と第 2 連続相とが交差する三路交差部を有する第 2 のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップと、前記第 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とを接続する接続流路とを具備することを特徴とする

30

【請求項 6】

請求項 3 又は 5 記載の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、前記接続流路を水平方向に配置し、前記第 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とを並設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 7】

請求項 3 又は 6 記載の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、前記接続流路を垂直方向に配置し、前記第 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とを積層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。

40

【請求項 8】

第 1 連続相に対して複数の分散相と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。

【請求項 9】

請求項 8 記載の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、前記複数の分散相が第 1 分散相と第 2 分散相であ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。

50

【請求項 10】

第1連続相と第1分散相とが交差する第1の交差点と、該第1の交差点の下流である第2分散相と第2連続相とが交差する第2の交差点とが形成され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を具備するとともに、前記第1連続相の経路には第1の流量可変ポンプを接続し、前記第1分散相の経路には第2の流量可変ポンプを接続し、前記第2連続相の経路には第3の流量可変ポンプを接続し、前記第1及び第2の交差点には粒子径・生成数の測定装置を備え、該測定装置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、第2の流量可変ポンプ及び第3の流量可変ポンプ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 11】

第1連続相に対して第1分散相とが交差する第1の交差点と、該第1の交差点の下流で第1連続相の一部を排出する経路が形成される第1の交差点とを有し、その下流に第2連続相が交差する第3の交差点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を具備するとともに、前記第1連続相の経路には第1の流量可変ポンプを接続し、前記第1分散相の経路には第2の流量可変ポンプを接続し、前記第1連続相の一部を排出する経路には流量可変バルブを接続し、前記第2連続相の経路には第3の流量可変ポンプを接続し、第1及び第3の交差点には粒子径・生成数の測定装置を備え、該測定装置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、前記第2の流量可変ポンプ、前記流量可変バルブ及び前記第3の流量可変ポンプ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。

20

【請求項 12】

分流した第1連続相に対して第1分散相が交差する第1の四路交差点と、該第1の四路交差点の下流で2方向に第1連続相を排出する経路を有する第2の四路交差点と、該第2の四路交差点の下流で2方向から第2連続相が交差する第3の四路交差点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。

【請求項 13】

分流した第1連続相に対して第1分散相が交差する第1の四路交差点と、該第1の四路交差点の下流で2方向に第2連続相を排出する経路を有する第2の四路交差点と、該第2の四路交差点の下流で分流した第2連続相が交差する第3の四路交差点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。

30

【請求項 14】

第1連続相に対して分散相が交差する第1の交差点と、該第1の交差点の下流で第2連続相が交差する第2の交差点が並列にネットワーク化されて配置され、前記第2の交差点の下流の合流点をダブルエマルジョン・マイクロカプセルの回収口と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 15】

請求項14記載の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、並列に隣り合う第1連続相の供給口を共通化した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。

40

【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】

50

【従来の技術】

本願発明者らは、エマルション・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。

【0003】**【特許文献1】**

W002/068104A1 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、そのダブルエマルション・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により、種々の態様のダブルエマルション・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ション・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。 10

【0005】**【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〕ダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、第1連続相と第1分散相とが交差する第1の交差部と、この第1の交差部の下流である第2分散相と第2連続相とが交差する第2の交差部とが形成されるマイクロチャンネルからなるダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップを具備することを特徴とする。 20

【0006】

〔2〕上記〔1〕記載のダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、前記第1の交差部近傍の疎水化处理、及び又は、前記第2の交差部近傍の親水化处理により、W/O/W型ダブルエマルションを生成させ、逆に前記第1の交差部近傍の親水化处理、及び又は、前記第2の交差部近傍の疎水化处理により、O/W/O型ダブルエマルションを生成させてなる。

前記第2の交差部近傍を親水化处理してW/O/W型ダブルエマルションを生成させ、逆に前記第1の交差部近傍を親水化处理してO/W/O型ダブルエマルションを生成させてなる。

【0007】

〔3〕ダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、第1連続相と第1分散相とが交差する第1の交差部を有する第1のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと、第2連続相と第2分散相とが交差する第2の交差部を有する第2のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと、前記第1のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと第2のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップとを接続する接続流路とを具備することを特徴とする。 30

【0008】

〔4〕ダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、第1分散相と分流した二方から供給される第1連続相とが交差する四路交差部と、該四路交差部の下流である第2分散相と第2連続相とが交差する三路交差部とが形成されるマイクロチャンネルからなるダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップを具備することを特徴とする。 40

【0009】

〔5〕ダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、第1分散相と分流した二方から供給される第1連続相とが交差する四路交差部を有する第1のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと、第2分散相と第2連続相とが交差する三路交差部を有する第2のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと、前記第1のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップと第2のダブルエマルション・マイクロカプセル生成チップとを接続する接続流路とを具備することを特徴とする。

【0010】

〔6〕上記〔3〕又は〔5〕記載のダブルエマルション・マイクロカプセル生成装置において、前記接続流路を水平方向に配置し、前記第1のダブルエマルション・マイクロカプ 50

セル生成チップと第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップとを並設することを特徴とする。

【0011】

〔7〕上記〔3〕又は〔6〕記載の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、前記接続流路を垂直方向に配置し、前記第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とを積層することを特徴とする。

【0012】

〔8〕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連続相に対して複数の分散相と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チップを具備することを特徴とする。

10

【0013】

〔9〕上記〔8〕記載の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、前記複数の分散相が第1分散相と第2分散相であることを特徴とする。

【0014】

〔10〕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連続相と第1分散相とが交差する第1の交差部と、該第1の交差部の下流である第2分散相と第2連続相とが交差する第2の交差部とが形成され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を具備するとともに、前記第1連続相の経路には第1の流量可変ポンプを接続し、前記第1分散相の経路には第2の流量可変ポンプを接続し、前記第2連続相の経路には第3の流量可変ポンプを接続し、前記第1及び第2の交差部には粒子径・生成数の測定装置を備え、該測定装置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、第2の流量可変ポンプ及び第3の流量可変ポンプとを制御することを特徴とする。

20

【0015】

〔11〕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連続相に対して第1分散相とが交差する第1の交差部と、該第1の交差部の下流で第1連続相の一部を排出する経路が形成される第1の交差部とを有し、その下流に第2連続相が交差する第3の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チップを具備するとともに、前記第1連続相の経路には第1の流量可変ポンプを接続し、前記第1分散相の経路には第2の流量可変ポンプを接続し、前記第1連続相の一部を排出する経路には流量可変バルブを接続し、前記第2連続相の経路には第3の流量可変ポンプを接続し、第1及び第3の交差部には粒子径・生成数の測定装置を備え、該測定装置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、前記第2の流量可変ポンプ、前記流量可変バルブ及び前記第3の流量可変ポンプとを制御することを特徴とする。

30

【0016】

〔12〕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、分流した第1連続相に対して第1分散相が交差する第1の四路交差部と、この第1の四路交差部の下流で2方向に第1連続相を排出する経路を有する第2の四路交差部と、該第2の四路交差部の下流で2方向から第2連続相が交差する第3の四路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チップを具備することを特徴とする。

40

【0017】

〔13〕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、分流した第1連続相に対して第1分散相が交差する第1の四路交差部と、該第1の四路交差部の下流で2方向に第2連続相を排出する経路を有する第2の四路交差部と、該第2の四路交差部の下流で分流した第2連続相が交差する第3の四路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チップを具備することを特徴とする。

【0018】

50

〔 1 4 〕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 連続相に対して分散相が交差する第 1 の交差部と、この該第 1 の交差部の下流で第 2 連続相が交差する第 2 の交差部が並列にネットワーク化されて配置され、前記第 2 の交差部の下流の合流点をダブルエマルジョン・マイクロカプセルの回収口とすることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

〔 1 5 〕上記〔 1 4 〕記載の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、並列に隣り合う第 1 連続相の供給口を共通化したことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

【 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。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 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、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。

【 0 0 2 2 】

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 1 0 0、第 1 連続相 1 0 1 の供給口 1 0 2、その供給口 1 0 2 から第 1 連続相 1 0 1 が供給される第 1 のマイクロチャンネル 1 0 3、第 1 分散相 1 0 4 の供給口 1 0 5、その供給口 1 0 5 から第 1 分散相 1 0 4 が供給される第 2 のマイクロチャンネル 1 0 6、第 1 と第 2 のマイクロチャンネル 1 0 3 と 1 0 6 が交差する第 1 の交差部（T 型交差部）1 0 7、第 2 分散相 1 0 8 が供給される第 3 のマイクロチャンネル 1 0 9、第 2 連続相 1 1 0 の供給口 1 1 1、その第 2 連続相 1 1 0 が供給される第 4 のマイクロチャンネル 1 1 2、第 3 と第 4 のマイクロチャンネル 1 0 9 と 1 1 2 が交差する第 2 の交差部（三路交差部）1 1 3、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル 1 1 4 が供給されるマイクロチャンネル 1 1 5、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル 1 1 4 の排出口 1 1 6 からなる。

20

【 0 0 2 3 】

このように、この実施例では、三路マイクロチャンネル 1 0 7 と 1 1 3 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 1 1 4 を生成するようにしている。

【 0 0 2 4 】

例えば、アクリル製の第 1 のマイクロチャンネル 1 0 3 を用いる場合、第 1 連続相 1 0 1 に油、第 1 分散相 1 0 4 に水を用いることにより、第 1 の交差部 1 0 7 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 1 0 1 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。

30

【 0 0 2 5 】

また、第 2 連続相 1 1 0 に親水性界面活性剤（例えば、ドデシル硫酸ナトリウム；S D S）を加えることで、第 2 の交差部 1 1 3 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。

【 0 0 2 6 】

さらに、第 1 の交差部 1 0 7 と第 2 の交差部 1 1 3 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 1 1 3 近傍を親水化处理すれば 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 1 0 7 近傍を親水化处理すれば、O / W / O 型ダブルエマルジョン生成が容易となる。

40

【 0 0 2 7 】

また、横方向に配置されるマイクロチャンネル（1 0 6）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。

【 0 0 2 8 】

図 4 は本発明の第 1 実施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

50

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。

【0029】

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。

10

【0030】

この実施例では、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。

20

【0031】

図7は本発明の第2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、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)拡大図である。

【0032】

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200、第1連続相201の供給口202、その供給口202から分流される、第1連続相201が供給される第1のマイクロチャンネル203及び第2のマイクロチャンネル204、第1分散相205の供給口206、その供給口206から第1分散相205が供給される第3のマイクロチャンネル207、第1、第2のマイクロチャンネル203、204と第3のマイクロチャンネル207が交差する第1の交差部(十字型交差部)208、第2分散相209が供給される第4のマイクロチャンネル210、第2連続相211の供給口212、その第2連続相211が供給される第5のマイクロチャンネル213、第4と第5のマイクロチャンネル210と213が交差する第2の交差部(T型交差部)214、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル215が搬送されるマイクロチャンネル216、ダブルエマルジョン・マイクロカプセル215の排出口217からなる。

30

40

【0033】

このように、この実施例では、十字型マイクロチャンネル208とT字型マイクロチャンネル214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。

【0034】

また、この実施例では、第1の交差部(十字型交差部)208と第2の交差部(T型交差部)214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。

【0035】

50

図10は本発明の第2実施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11は図10のG部(第1の交差部)拡大図、図12は図10のH部(第2の交差部)拡大図である。

【0036】

これらの図において、250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、251は第1連続相、252はその第1連続相251の供給口、253は供給口252から分流する第1連続相251が供給される第1のマイクロチャンネル、254は供給口252から分流する第1連続相251が供給される第2のマイクロチャンネル、255は第1分散相、256は第1分散相の供給口、257はその第1分散相が供給される第3のマイクロチャンネル、258は第1、第2のマイクロチャンネル253、254と、第3のマイクロチャンネル257とが交差する第1の交差部(十字型交差部)、259は第2分散相、260はその第2分散相259が供給される第4のマイクロチャンネル、261は第2分散相259の排出口、262は接続流路、270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、271は第2分散相259の排出口261に接続流路262を介して接続される第2分散相の供給口、272はその第2分散相259の供給口271に接続され、第2分散相259が供給される第5のマイクロチャンネル、274は第2連続相273の供給口、275は第2連続相273が供給される第6のマイクロチャンネル、276は第5と第6のマイクロチャンネル272と275が交差する第2の交差部(T型交差部)、277はダブルエマルジョン・マイクロカプセル、278はそのダブルエマルジョン・マイクロカプセル277の搬送マイクロチャンネル、279はダブルエマルジョン・マイクロカプセル277の排出口である。

10

20

【0037】

この実施例では、第1の交差部(十字型交差部)258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250と第2の交差部(T型交差部)276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270とを接続流路262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。

【0038】

上記した図4と図10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161、262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。

30

【0039】

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150、250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170、270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。

【0040】

図13は本発明の第2実施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13(a)はその上面図、図13(b)は図13(a)のA-A線断面図である。

【0041】

これらの図において、280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、281は第1連続相、282はその第1連続相281の供給口、283は供給口282から分流する第1連続相281が供給される第1のマイクロチャンネル、284は供給口282から分流する第1連続相281が供給される第2のマイクロチャンネル、285は第1分散相、286は第1分散相285の供給口、287はその第1分散相285が供給される第3のマイクロチャンネル、288は第1、第2、第3のマイクロチャンネル283、284、287とが交差する第1の交差部(十字型交差部)、289は第2分散相、290はその第2分散相289が供給される第4のマイクロチャンネル、291は第2分散相の排出口、292は接続流路、293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280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、

40

50

294は接続流路292に接続され、第2分散相289が供給される第5のマイクロチャンネル、295は第2連続相、296は第2連続相295の供給口、297は第2連続相295が供給される第6のマイクロチャンネル、298は第5、第6のマイクロチャンネル294、297とが交差する第2の交差部(T型交差部)、299A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、299B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。

【0042】

この実施例の場合は、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280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293とを上下に重ねるようにしている。

【0043】

また、図4と図10の場合は流路で横方向に接続した場合であるが、この図13の場合は上下に重ねた場合であり、図4と図10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。

【0044】

図14は本発明の第3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。

【0045】

この図において、300はダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ、301は第1連続相、302はその第1連続相301の供給口、303はその第1連続相301が供給される第1のマイクロチャンネル、304は第1分散相(1)、305はその第1分散相(1)304の供給口、306はその第1分散相(1)304が供給される第2のマイクロチャンネル、307は第1、第2のマイクロチャンネル303と306とが交差する交差部(T型交差部)、308は交差部(T型交差部)307より下流の第2分散相(1)、309はその第2分散相(1)308が供給される第3のマイクロチャンネル、310は第1分散相(2)、311は第1分散相(2)310の供給口、312はその第1分散相(2)310が供給される第4のマイクロチャンネル、313は第3、第4のマイクロチャンネル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。

【0046】

この実施例では、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。

【0047】

図15は本発明の第4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。

【0048】

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)40

10

20

30

40

50

8が供給される第3のマイクロチャンネル409と第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(1)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。

10

【0049】

この実施例でも、第3実施例と同様に、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。

【0050】

図16は本発明の第5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。

【0051】

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。

20

30

【0052】

図17は本発明の第6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。

40

【0053】

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

50

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。

10

【0054】

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 0.01ml/h 、第1連続相 0.5ml/h 、第2連続相 25ml/h である。

【0055】

図19は本発明の第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。

20

【0056】

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のマイクロチャネル706、その第1、第2のマイクロチャネル703と706が交差する第1の交差部(第1のT型マイクロチャネル)707、第2分散相708が供給される第3のマイクロチャネル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のマイクロチャネル712、その第3、第4のマイクロチャネル712と709が交差する第2の交差部(第2のT型マイクロチャネル)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。

30

【0057】

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。

【0058】

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。

40

【0059】

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。

【0060】

50

図20は本発明の第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。

【0061】

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801が供給される第3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分散相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。

10

【0062】

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。

20

【0063】

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。

30

【0064】

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。

【0065】

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ンネルは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ンネル装置を複数個設ける必要がある。

40

【0066】

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。

【0067】

図21は本発明の第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。

【0068】

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。

50

【0069】

図22は本発明の第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。

【0070】

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。

【0071】

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。

【0072】

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。

【0073】

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。

【0074】

【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。

【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実施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。

【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。

【図10】本発明の第2実施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実施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。

【図15】本発明の第4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。

【図16】本発明の第5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。

【図17】本発明の第6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。

【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。

【図21】本発明の第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。 10

【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

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 20

104, 151, 205, 255, 285, 304, 404, 505, 605, 704, 804 第1分散相

105, 152, 206, 256, 286, 305, 405, 506, 606, 705, 805 第1分散相の供給口 30

107, 157, 208, 258, 288, 508, 608, 707, 807, 904, 905, 953, 954 第1の交差部

108, 159, 209, 259, 289, 310, 408A, 509, 609, 708 第2分散相

110, 173, 211, 273, 295, 316, 415, 517, 520, 617, 710, 812 第2連続相

111, 174, 212, 274, 296, 317, 416, 518, 521, 618, 711, 813, 906, 907, 955, 956 第2連続相の供給口

113, 176, 214, 276, 298, 511, 611, 713, 809, 908, 909, 957, 958 第2の交差部 40

114, 177, 215, 277, 320, 419, 524, 622, 714 ダブルエマルジョン・マイクロカプセル

116, 179, 217, 279, 299B, 322, 421, 526, 624, 716 ダブルエマルジョン・マイクロカプセルの排出口

150, 250, 280 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

160, 261, 291 第2分散相の排出口

161, 262, 292 接続流路

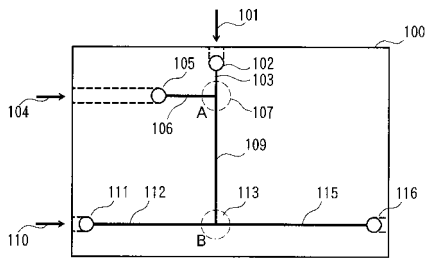
170, 270, 293 第2のダブルエマルジョン・マイクロカプセル生成チップ

171, 271, 311 第2分散相の供給口

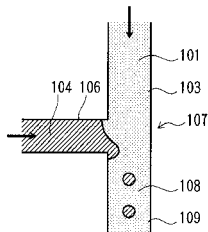
307, 313, 319, 407, 408, 410, 418 交差部 50

- 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
- 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 ダブルエマルション・マイクロカプセル
- 8 1 8 ダブルエマルション・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 ダブルエマルション・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
- 9 1 0 , 9 5 9 ダブルエマルション・マイクロカプセル回収口

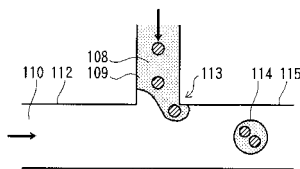
【 図 1 】



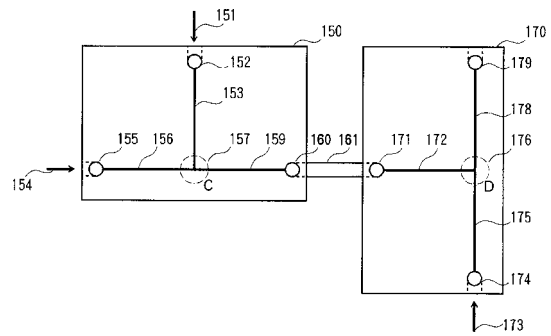
【 図 2 】



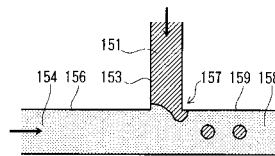
【 図 3 】



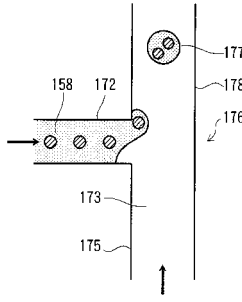
【 図 4 】



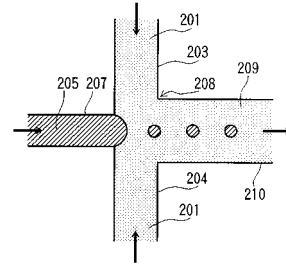
【 図 5 】



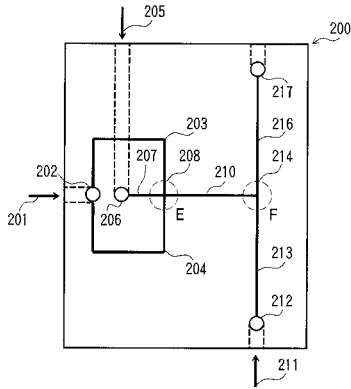
【 図 6 】



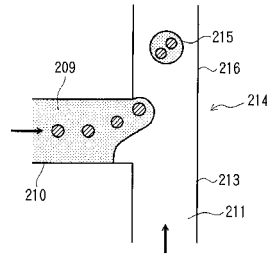
【 図 8 】



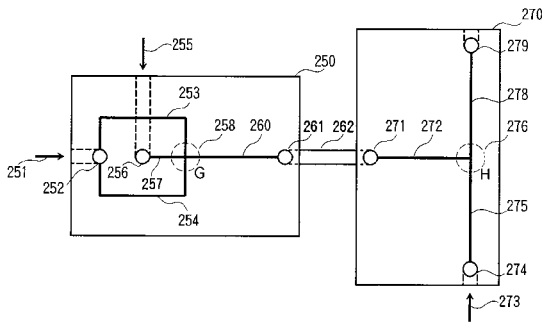
【 図 7 】



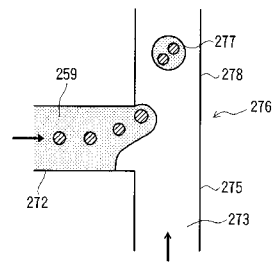
【 図 9 】



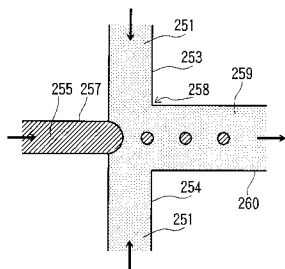
【 図 10 】



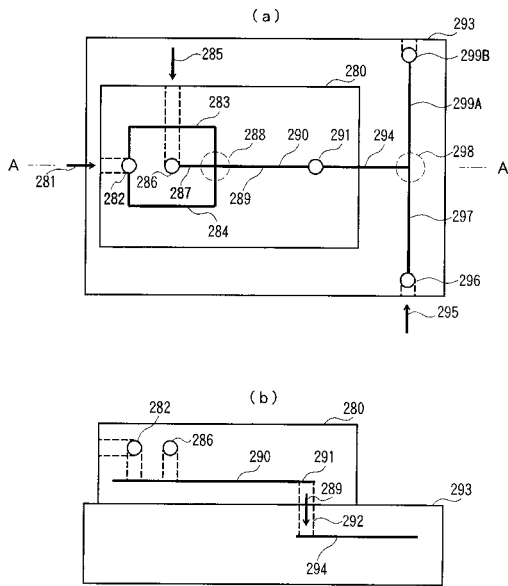
【 図 12 】



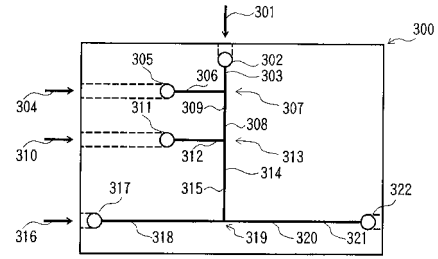
【 図 11 】



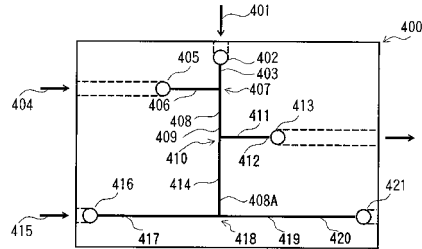
【 図 1 3 】



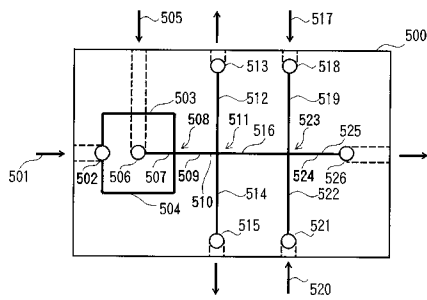
【 図 1 4 】



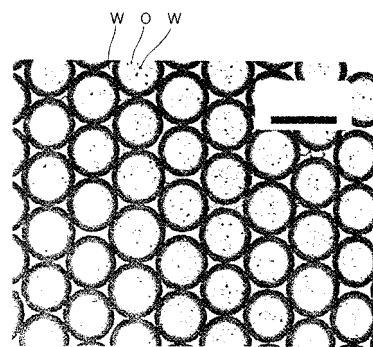
【 図 1 5 】



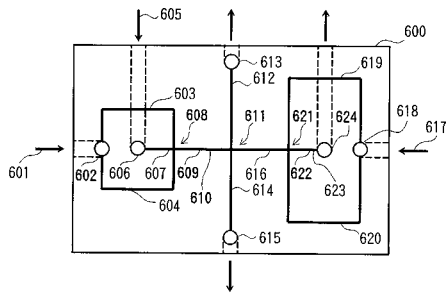
【 図 1 6 】



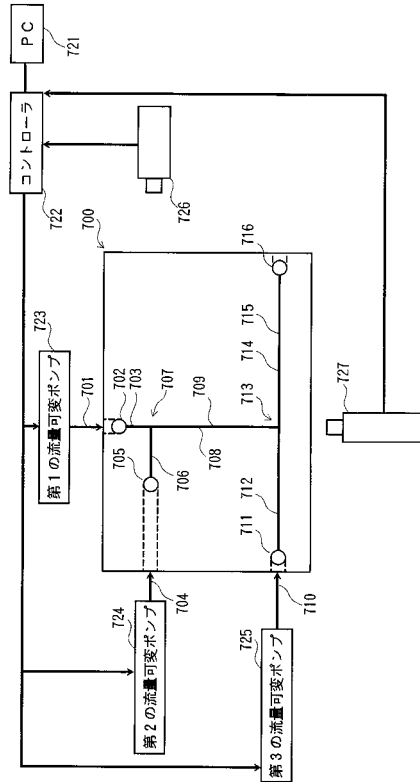
【 図 1 8 】



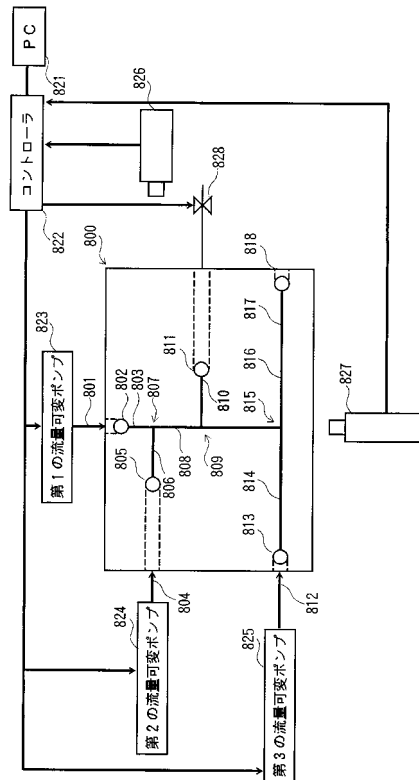
【 図 1 7 】



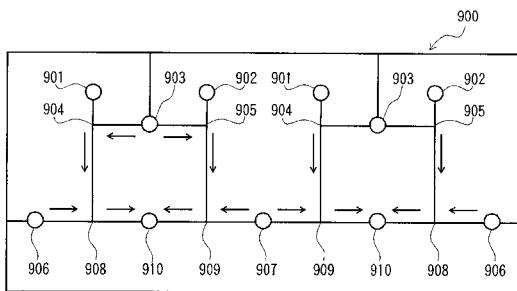
【 図 19 】



【 図 20 】



【 図 21 】



【 図 22 】

