

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02005/089921

発行日 平成20年1月31日(2008.1.31)

(43) 国際公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
BO1F 3/08 (2006.01)	BO1F 3/08 A	4G005
BO1J 13/04 (2006.01)	BO1J 13/02 A	4G035
BO1F 5/02 (2006.01)	BO1F 5/02 Z	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

出願番号 特願2006-511190 (P2006-511190)	(71) 出願人 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
(21) 国際出願番号 PCT/JP2005/004522	
(22) 国際出願日 平成17年3月15日(2005.3.15)	
(31) 優先権主張番号 特願2004-83802 (P2004-83802)	(74) 代理人 100089635 弁理士 清水 守
(32) 優先日 平成16年3月23日(2004.3.23)	
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	(72) 発明者 鳥居 徹 日本国東京都杉並区荻窪四丁目18番18号
	(72) 発明者 樋口 俊郎 日本国神奈川県横浜市都筑区荏田東三丁目4番26号
	(72) 発明者 西迫 貴志 日本国東京都台東区池之端二丁目3番19号801

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微小液滴の生成方法及び装置

(57) 【要約】

種々の態様の微小液滴の生成方法及び装置を提供する。

第1の連続相2と第1の分散相4と第2の分散相6とが交差する十字の交差部7と、前記第1の分散相4を制御する第1の送液装置12と、前記第2の分散相6を制御する第2の送液装置13と、前記第1の送液装置12と第2の送液装置13に接続される制御装置11とを備え、前記第1の送液装置12と第2の送液装置13を前記制御装置11からの信号により制御して第1の分散相4よりなる微小液滴9と第2の分散相6よりなる微小液滴10を順次生成させる。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の連続相と第 1 の分散相および第 2 の分散相とが交差する交差部において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相とを前記第 1 の連続相に作用させて、微小液滴を順次生成させることを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の微小液滴の生成方法において、前記交差部が十字の交差部であることを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の微小液滴の生成方法において、前記交差部が位置をずらした T 字の交差部であることを特徴とする微小液滴の生成方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相からの微小液滴と第 2 の分散相からの微小液滴とが異なった液滴であることを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 5】

請求項 2 記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相を一定時間間隔で交互に作用させて、サイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 6】

請求項 3 記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相を一定時間間隔で交互に作用させて、サイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする微小液滴の生成方法。

20

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 記載の微小液滴の生成方法において、前記周期を変更可能にすることを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 8】

第 1 の連続相と第 1 の分散相および第 2 の分散相とが交差する十字の交差部において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相とを前記第 1 の連続相に作用させて、異なった微小液滴を順次生成させ、該異なった微小液滴を含む送液を前記第 1 の連続相および第 2 の連続相が供給される更なる十字の交差部に供給し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を特徴とする微小液滴の生成方法。

30

【請求項 9】

(a) 第 1 の連続相と第 1 の分散相と第 2 の分散相とが交差する交差部と、
(b) 前記第 1 の分散相を制御する第 1 の送液装置と、
(c) 前記第 2 の分散相を制御する第 2 の送液装置と、
(d) 前記第 1 の送液装置と第 2 の送液装置に接続される制御装置とを備え、
(e) 前記第 1 の送液装置と第 2 の送液装置を前記制御装置からの信号により制御して第 1 の分散相よりなる微小液滴と第 2 の分散相よりなる微小液滴を順次生成させることを特徴とする微小液滴の生成装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の微小液滴の生成装置において、前記交差部が十字の交差部であることを特徴とする微小液滴の生成装置。

40

【請求項 11】

請求項 9 記載の微小液滴の生成装置において、前記交差部が位置をずらした T 字の交差部であることを特徴とする微小液滴の生成装置。

【請求項 12】

請求項 10 記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号によりサイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする微小液滴の生成装置。

【請求項 13】

50

請求項 1 1 記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号によりサイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする微小液滴の生成装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 又は 1 3 記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号により前記周期を変更可能にすることを特徴とする微小液滴の生成装置。

【請求項 1 5】

請求項 8 記載の微小液滴の生成装置において、前記微小液滴を含む送液を前記第 1 の連続相および第 2 の連続相が供給される更なる十字の交差部に供給し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を特徴とする微小液滴の生成装置。

10

【請求項 1 6】

主液滴およびサテライト液滴が含まれる送液を拡張部で前記主液滴およびサテライト液滴に分離し、分岐部において、前記主液滴およびサテライト液滴を、主液滴回収路およびサテライト液滴回収路で回収することを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 記載の微小液滴の生成方法において、前記主液滴が第 1 および第 2 の主液滴からなり、前記サテライト液滴が第 1 および第 2 のサテライト液滴からなり、前記分岐部において前記第 1 および第 2 の主液滴と、前記第 1 のサテライト液滴と、前記第 2 のサテライト液滴をそれぞれ個別に回収することを特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 1 8】

20

請求項 1 6 記載の微小液滴の生成方法において、前記サテライト液滴を含む送液を第 1 の連続相および第 2 の連続相が供給される交差部に供給し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を特徴とする微小液滴の生成方法。

【請求項 1 9】

(a) 主液滴およびサテライト液滴を生成する微小液滴生成部と、
 (b) 該微小液滴生成部からの微小液滴を供給する微小液滴供給路と、
 (c) 該微小液滴供給路に結合される拡張部と、
 (d) 該拡張部の先端に結合され前記主液滴を回収する主液滴回収路と、前記サテライト液滴を回収するサテライト液滴回収路とを有する分岐部とを具備することを特徴とする微小液滴の生成装置。

30

【請求項 2 0】

(a) 第 1 および第 2 の主液滴と第 1 および第 2 のサテライト液滴とを生成する微小液滴生成部と、
 (b) 該微小液滴生成部からの微小液滴を供給する微小液滴供給路と、
 (c) 該微小液滴供給路に結合される拡張部と、
 (d) 該拡張部の先端に結合され前記第 1 および第 2 の主液滴を回収する主液滴回収路と、前記第 1 のサテライト液滴を回収する第 1 のサテライト液滴回収路と、前記第 2 のサテライト液滴を回収する第 2 のサテライト液滴回収路とを有する分岐部とを具備することを特徴とする微小液滴の生成装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、微小液滴の生成方法及び装置に係り、特に、ダブルエマルジョン・マイクロカプセルの生成方法及び装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

本願発明者らは、エマルジョンならびにマイクロカプセルの製造方法およびその装置について、既に下記特許文献 1 として特許出願済みである。

【特許文献 1】W O 0 2 / 0 6 8 1 0 4 A 1

【発明の開示】

50

【 0 0 0 3 】

本発明は、上記先行技術をさらに発展させて、その微小液滴の生成に関して、種々の態様の微小液滴の生成方法及び装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 4 】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔 1 〕 微小液滴の生成方法において、第 1 の連続相と第 1 の分散相および第 2 の分散相とが交差する交差部において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相とを前記第 1 の連続相に作用させて、微小液滴を順次生成させることを特徴とする。

【 0 0 0 5 】

〔 2 〕 上記〔 1 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記交差部が十字の交差部であることを特徴とする。 10

【 0 0 0 6 】

〔 3 〕 上記〔 1 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記交差部が位置をずらした T 字の交差部であることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

〔 4 〕 上記〔 1 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相からの微小液滴と第 2 の分散相からの微小液滴とが異なった液滴であることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

〔 5 〕 上記〔 2 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相を一定時間間隔で交互に作用させて、サイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする。 20

【 0 0 0 9 】

〔 6 〕 上記〔 3 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相を一定時間間隔で交互に作用させて、サイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

〔 7 〕 上記〔 5 〕又は〔 6 〕記載の微小液滴の生成方法において、前記周期を変更可能にすることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

〔 8 〕 微小液滴の生成方法において、第 1 の連続相と第 1 の分散相および第 2 の分散相とが交差する十字の交差部において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相とを前記第 1 の連続相に作用させて、異なった微小液滴を順次生成させ、この異なった微小液滴を含む送液を前記第 1 の連続相および第 2 の連続相が供給される更なる十字の交差部に供給し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を特徴とする。 30

【 0 0 1 2 】

〔 9 〕 微小液滴の生成装置において、第 1 の連続相と第 1 の分散相と第 2 の分散相とが交差する交差部と、前記第 1 の分散相を制御する第 1 の送液装置と、前記第 2 の分散相を制御する第 2 の送液装置と、前記第 1 の送液装置と第 2 の送液装置に接続される制御装置とを備え、前記第 1 の送液装置と第 2 の送液装置を前記制御装置からの信号により制御して第 1 の分散相よりなる微小液滴と第 2 の分散相よりなる微小液滴を順次生成させることを特徴とする。 40

【 0 0 1 3 】

〔 1 0 〕 上記〔 9 〕記載の微小液滴の生成装置において、前記交差部が十字の交差部であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

〔 1 1 〕 上記〔 9 〕記載の微小液滴の生成装置において、前記交差部が位置をずらした T 字の交差部であることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

〔 1 2 〕 上記〔 1 0 〕記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号によりサイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特 40

10

20

30

40

50

徴とする。

【0016】

〔13〕上記〔11〕記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号によりサイズの揃った成分の異なる微小液滴を規則正しい周期で交互に生成させることを特徴とする。

【0017】

〔14〕上記〔12〕又は〔13〕記載の微小液滴の生成装置において、前記制御装置からの信号により前記周期を変更可能にすることを特徴とする。

【0018】

〔15〕上記〔8〕記載の微小液滴の生成装置において、前記微小液滴を含む送液を前記第1の連続相および第2の連続相が供給される更なる十字の交差部に供給し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を特徴とする。

10

【0019】

〔16〕微小液滴の生成方法において、主液滴およびサテライト液滴が含まれる送液を拡張部で前記主液滴およびサテライト液滴に分離し、分岐部において、前記主液滴およびサテライト液滴を、主液滴回収路およびサテライト液滴回収路で回収することを特徴とする。

【0020】

〔17〕上記〔16〕記載の微小液滴の生成方法において、前記主液滴が第1および第2の主液滴からなり、前記サテライト液滴が第1および第2のサテライト液滴からなり、前記分岐部において前記第1および第2の主液滴と、前記第1のサテライト液滴と、前記第2のサテライト液滴をそれぞれ個別に回収することを特徴とする。

20

【0021】

〔18〕上記〔16〕記載の微小液滴の生成方法において、前記サテライト液滴を含む送液を第1の連続相および第2の連続相が供給される交差部に供給し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を特徴とする。

【0022】

〔19〕微小液滴の生成装置において、主液滴およびサテライト液滴を生成する微小液滴生成部と、この微小液滴生成部からの微小液滴を供給する微小液滴供給路と、この微小液滴供給路に結合される拡張部と、この拡張部の先端に結合され前記主液滴を回収する主液滴回収路と、前記サテライト液滴を回収するサテライト液滴回収路とを有する分岐部とを具備することを特徴とする。

30

【0023】

〔20〕微小液滴の生成装置において、第1および第2の主液滴と第1および第2のサテライト液滴とを生成する微小液滴生成部と、この微小液滴生成部からの微小液滴を供給する微小液滴供給路と、この微小液滴供給路に結合される拡張部と、この拡張部の先端に結合され前記第1および第2の主液滴を回収する主液滴回収路と、前記第1のサテライト液滴を回収する第1のサテライト液滴回収路と、前記第2のサテライト液滴を回収する第2のサテライト液滴回収路とを有する分岐部とを具備することを特徴とする。

40

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の第1実施例を示す分散相と連続相との流量比が小の場合の十字状マイクロチャンネルを用いた周期の長い微小液滴を生成させる様子を示す模式図である。

【図2】図1に示す液滴が交互に生成される様子を示す図である。

【図3】液滴サイズの揃った成分の異なる微小液滴の生成の様子を高速度カメラで撮影した図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す微小液滴が順次生成される様子を示す図である。

【図5】本発明の第3実施例を示す分散相と連続相との流量比が大の場合の十字状マイクロチャンネルを用いた周期の短い微小液滴を生成させる様子を示す装置の模式図である。

【図6】本発明の第4実施例を示す第3実施例により交互に規則正しい周期で生成させた

50

サイズの揃った成分のみ異なる微小液滴を用いて、ダブルエマルジョン・マイクロカプセルを生成させる様子を示す模式図である。

【図 7】本発明にかかる 2 種類の微小液滴を内包した W / O / W 型エマルジョンの生成の状態を示す図である。

【図 8】本発明の第 1 実施例の変形例を示す模式図である。

【図 9】本発明の第 5 実施例を示すサテライト液滴の分離の様子を示す模式図である。

【図 10】図 9 の第 5 実施例の変形例を示す図である。

【図 11】本発明にかかるサテライト液滴が分離される様子を示す図である。

【図 12】図 11 に示すアクリル製マイクロチャンネルの形状を示す図である。

【図 13】本発明の第 6 実施例を示すサテライト液滴の分離の様子を示す模式図である。

【図 14】本発明の第 7 実施例を示すサテライト液滴を用いたダブルエマルジョン生成の様子を示す模式図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

微小液滴の生成方法において、第 1 の連続相と第 1 の分散相および第 2 の分散相とが交差する十字の交差部において、前記第 1 の分散相と第 2 の分散相とを交互に前記第 1 の連続相に作用させて、異なった微小液滴を交互に生成させる。また、種々の態様の微小液滴、特に、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。

【0026】

また、主液滴とサテライト液滴を容易に分離してそれぞれを回収することができる。また、当該サテライト液滴を用いて高品質・高精度のダブルエマルジョン・マイクロカプセルを製造することができる。

【実施例】

【0027】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0028】

図 1 は本発明の第 1 実施例を示す分散相と連続相との流量比が小の場合の十字状マイクロチャンネルを用いた周期の長い微小液滴を生成させる様子を示す模式図である。

【0029】

ここではサイズの揃った成分の異なる微小液滴を交互に規則正しい周期で生成させる例について説明する。

【0030】

この図において、1 は第 1 のマイクロチャンネル、2 はその第 1 のマイクロチャンネル 1 から供給される連続相、3 は第 2 のマイクロチャンネル、4 はその第 2 のマイクロチャンネル 3 から供給される第 1 の分散相、5 は第 3 のマイクロチャンネル、6 はその第 3 のマイクロチャンネル 5 から供給される第 2 の分散相、7 は十字構造の交差部、8 は第 4 のマイクロチャンネル、9 はその第 4 のマイクロチャンネル 8 を送液される第 1 の微小液滴、10 はその第 1 の微小液滴 9 と交互に規則正しい周期で生成される第 2 の微小液滴、11 はマイクロチャンネルの第 1 の分散相 4 および第 2 の分散相 6 の供給を制御する制御装置、12 はその制御装置 11 に接続され、第 1 の分散相 4 を供給する第 1 の送液装置としてのシリンジポンプ（流量可変送液装置）、13 はその制御装置 11 に接続され、第 2 の分散相 6 を供給する第 2 の送液装置としてのシリンジポンプ（流量可変送液装置）である。

【0031】

ここでは、マイクロチャンネルの十字構造の交差部 7 を利用して、一定間隔でサイズの揃った微小液滴 9, 10 の列を生成する。つまり、第 1 の分散相 4 の第 1 のシリンジポンプ（流量可変送液装置）12 と第 2 の分散相 6 の第 2 のシリンジポンプ（流量可変送液装置）13 とを交互に作用させて、第 1 の分散相 4 と第 2 の分散相 6 を互いに等しい流量にて送液することにより、適当な連続相 2 の流量において、十字構造の交差部 7 でサイズの揃った成分の異なる微小液滴 9, 10 が規則正しい周期で交互に生成される。

10

20

30

40

50

【0032】

図2はその微小液滴が交互に生成される様子を示す図、図3はその液滴サイズの揃った成分の異なる微小液滴の生成の様子を高速度カメラで撮影した図である。

【0033】

ここでは、流路幅が80 μ m、深さ40 μ mのガラス製マイクロチャネルで疎水化処理してあるものを用いた。図2における分散相は赤インクaと青インクbを水で薄めたものを第1、第2の分散相として使い、それぞれ0.01ml/hで供給した。連続相としてのトウモロコシ油(粘度:58.5mPa \cdot s、表面張力:33.2mN/m(ともに20で測定)は0.10ml/hで供給した。

【0034】

図4は本発明の第2実施例を示す微小液滴が順次生成される様子を示す図である。

【0035】

この実施例では、第1の連続相と第1の分散相および第2の分散相とが交差する十字の交差部において、前記第1の分散相と第2の分散相とを前記第1の連続相に作用させて、異なった微小液滴を生成させるが、ここでは、制御装置11の制御により、第1の分散相による液滴9が生成したら、次には、第1の分散相による液滴10を2個連続して生成させるようにしている。

【0036】

図5は本発明の第3実施例を示す分散相と連続相との流量比が大の場合の十字状マイクロチャネルを用いた周期の短い微小液滴を生成させる様子を示す装置の模式図である。

【0037】

この図において、21は第1のマイクロチャネル、22はその第1のマイクロチャネル21から供給される連続相、23は第2のマイクロチャネル、24はその第2のマイクロチャネル23から供給される第1の分散相、25は第3のマイクロチャネル、26はその第3のマイクロチャネル25から供給される第2の分散相、27は十字構造の交差部、28は第4のマイクロチャネル、29はその第4のマイクロチャネル28を送液される第1の微小液滴、30はその第1の微小液滴29と交互に規則正しい周期で生成される第2の微小液滴、31はマイクロチャネルの第1の分散相24および第2の分散相26の供給を制御する制御装置、32はその制御装置31に接続され、第1の分散相24を供給する第1の送液装置としての第1のシリンジポンプ(流量可変送液装置)、33はその制御装置31に接続され、第2の分散相26を供給する第2の送液装置としての第2のシリンジポンプ(流量可変送液装置)である。

【0038】

この第3実施例においては、図1に示す第1実施例の微小液滴9、10が交互に生成される周期よりは短い周期で微小液滴29、30を生成するようにしたものである。

【0039】

図6は本発明の第4実施例を示す第3実施例により交互に規則正しい周期で生成させたサイズの揃った成分のみ異なる微小液滴を用いて、ダブルエマルジョン・マイクロカプセルを生成させる様子を示す模式図である。

【0040】

ここで、40は交互に規則正しい周期で生成させたサイズの揃った成分の異なる微小液滴29、30を排出する2種類の微小液滴の排出口、41は十字構造の交差部、42は第5のマイクロチャネル、43はその第5のマイクロチャネル42から供給される連続相、44は第6のマイクロチャネル、45はその第6のマイクロチャネル44から供給される連続相、46は生成されたマイクロカプセル(ダブルエマルジョン)、47はそのマイクロカプセル(ダブルエマルジョン)46を回収するためのマイクロカプセル(ダブルエマルジョン)回収路、48はそのマイクロカプセル(ダブルエマルジョン)46を送液する連続相である。

【0041】

このように一定周期で交互に生成される互いに成分の異なる微小液滴29、30をさら

10

20

30

40

50

にカプセル化して、2種類の微小液滴をそれぞれ同数個内包するマイクロカプセル（ダブルエマルジョン）46を生成することができる。

【0042】

図7は本発明にかかる2種類の微小液滴を内包したW/O/W型エマルジョンの生成の状態を示す図である。

【0043】

次に、マイクロチャネルを利用した微小液滴生成方法において、マイクロチャネル内部で生成微小液滴からサテライト液滴を分離・除去し、単分散エマルジョンを得る方法について説明する。

【0044】

図8は本発明の第1実施例の変形例を示す模式図である。

【0045】

この実施例では、T字構造の交差部27-1と、この交差部27-1の位置からずれた位置にあるT字構造の交差部27-2からそれぞれ異なった液を吐出して、第4のマイクロチャネル28を送液される第1の微小液滴29と、その第1の微小液滴29と交互に規則正しい周期で生成される第2の微小液滴30とを順次生成させるように構成する。その他の構成は上記した第1実施例と同様である。

【0046】

図9は本発明の第5実施例を示すサテライト液滴の分離の様子を示す模式図である。

【0047】

この図において、51は第1のマイクロチャネル（連続相供給路）、52はその第1のマイクロチャネル（連続相供給路）51から供給される連続相、53はT字構造の交差部、54は第2のマイクロチャネル（分散相供給路）、55はその第2のマイクロチャネル（分散相供給路）54から供給される分散相、56は第3のマイクロチャネル、57はT字構造の交差部53で生成され、その第3のマイクロチャネル56を送液される主液滴、58はその主液滴57とともに生成されるサテライト液滴、59は第3のマイクロチャネル56の排出口、60はその排出口59に連結されるマイクロチャネルの接合部、61はマイクロチャネルの拡張部（テーパ部）、62は分岐部、63は主液滴57を回収するための主液滴回収路、64は主液滴の送液、65はサテライト液滴58を回収するためのサテライト液滴回収路である。

【0048】

図9に示すように、T字構造の交差部53で主液滴57が生成される際に、同時に微小のサテライト液滴58が生成される。このサテライト液滴58は主液滴57を用いてマイクロカプセル（ダブルエマルジョン）を生成させるような場合に、マイクロカプセル（ダブルエマルジョン）内に主液滴57とともに、内包されると好ましくない場合が多い。

【0049】

そこで、かかる事態を回避するために、マイクロチャネルの拡張部61において主液滴57はそのまま右方へ、サテライト液滴58は下方に送液されるようにして、主液滴57は主液滴回収路63に送液し、一方、サテライト液滴58は下方へ送液し、サテライト液滴58を回収するためのサテライト液滴回収路65へと送液する。

【0050】

この実施例によれば、微小液滴生成箇所（T字構造の交差部）53の下流部に拡張部（テーパ部）61および分岐マイクロチャネル63、65を設置し、生成された主液滴57からサテライト液滴58を連続的に分離することができる。

【0051】

上記したテーパを有する拡張部61に代えて、図10に示すように、曲面形状を有する拡張部66とするようにしてもよい。

【0052】

図11は本発明にかかるサテライト液滴が分離される様子を示す図である。

【0053】

10

20

30

40

50

この図に示すように、主液滴（直径 $70\mu\text{m}$ ）71とサテライト液滴72（直径 $1, 3, 5\mu\text{m}$ ）とは分離される。

【0054】

なお、図12は図11に示すアクリル製マイクロチャネルの形状を示す図であり、第1のマイクロチャネル（連続相供給路）73は幅×深さが $200\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 、第2のマイクロチャネル（分散相供給路）74は幅×深さが $120\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 、主液滴回収路75は幅×深さが $800\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 、サテライト液滴回収路76は幅×深さが $200\mu\text{m}\times 100\mu\text{m}$ 、主液滴回収路75に対するサテライト液滴回収路76の分岐角度は 30° である。

【0055】

ここで、分散相として純水、連続相としてとうもろこし油（粘度： $58.5\text{mPa}\cdot\text{s}$ 、表面張力： $33.2\text{mN}/\text{m}$ 、ともに 20°C で測定）を使用し、ともに送液装置（シリンジポンプ）による流量制御を行った。

【0056】

図11の流量条件は、分散相流量が $1.0\text{ml}/\text{h}$ 、連続相流量が $15.0\text{ml}/\text{h}$ であり、主液滴71（直径約 $70\mu\text{m}$ ）と3種類のサイズのサテライト液滴72（直径 $1, 3, 5\mu\text{m}$ ）が分離されることが確認できた。大きさの異なるサテライト液滴72がそれぞれ列をなし、分岐路に流入する様子が見受けられた。分散相、連続相の流量の増加により、サテライト液滴の大きさ、生成個数はともに増加する傾向を示す。

【0057】

図13は本発明の第6実施例を示すサテライト液滴の分離の様子を示す模式図である。

【0058】

この図において、81は第1のマイクロチャネル（連続相供給路）、82はその第1のマイクロチャネル（連続相供給路）から供給される連続相、83は十字構造の交差部、84は第2のマイクロチャネル（第1の分散相供給路）、85はその第2のマイクロチャネル（第1の分散相供給路）84から供給される第1の分散相、86は第3のマイクロチャネル（第2の分散相供給路）、87は第3のマイクロチャネル（第2の分散相供給路）86から供給される第2の分散相、88は第4のマイクロチャネル、89は十字構造の交差部83において生成される第1の主液滴、90は第1の主液滴89が生成されるときに同時に生成される第1のサテライト液滴、91は十字構造の交差部83において生成される第2の主液滴、92は第2の主液滴91が生成されるときに同時に生成される第2のサテライト液滴、93は液滴89～92を排出する排出口に連結されるマイクロチャネルの接合部、94はマイクロチャネルの拡張部（テーパ部）、95は分岐部、96は主液滴89、91を回収するための主液滴回収路、97は主液滴89、91の送液、98は第1のサテライト液滴90を回収するための第1のサテライト液滴回収路、99は第2のサテライト液滴92を回収するための第2のサテライト液滴回収路である。

【0059】

この実施例では、微小液滴生成箇所（十字構造の交差部）83の下流部に拡張部（テーパ部）94および第1、第2のサテライト液滴回収路98、99を設置し、主液滴89、91から第1、第2のサテライト液90、92をそれぞれ分離することができる。

【0060】

このような仕組みにより、マイクロチャネル内にて液滴生成、分級操作を一括して行うことができ、装置外での分級操作を行わずに単分散液滴/微粒子が得られるという利点がある。

【0061】

分離・回収したサテライト液滴は極めて微小であり、当該液滴をダブルエマルジョン生成のために用いることができる。

【0062】

図14は本発明の第7実施例を示すサテライト液滴を用いたダブルエマルジョン生成の様子を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

この図において、101は第1のマイクロチャンネル（サテライト液滴供給路）、102はサテライト液滴の送液、103はサテライト液滴、104はサテライト液滴の排出口、105は第2のマイクロチャンネル（連続相供給路）、106は第2のマイクロチャンネル（連続相供給路）105から供給される第1の連続相、107は第3のマイクロチャンネル（連続相供給路）、108は第3のマイクロチャンネル（連続相供給路）107から供給される第2の連続相、109はサテライト液滴を用いたダブルエマルジョン回収路、110はサテライト液滴を用いたダブルエマルジョンの送液、111はサテライト液滴を用いたダブルエマルジョンである。

【 0 0 6 4 】

この実施例によれば、図14に示すように、サテライト液滴103を内包するダブルエマルジョン111を生成することができる。

10

【 0 0 6 5 】

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き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。

【 0 0 6 6 】

本発明によれば、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、種々の態様の微小液滴、特に、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。

【 0 0 6 7 】

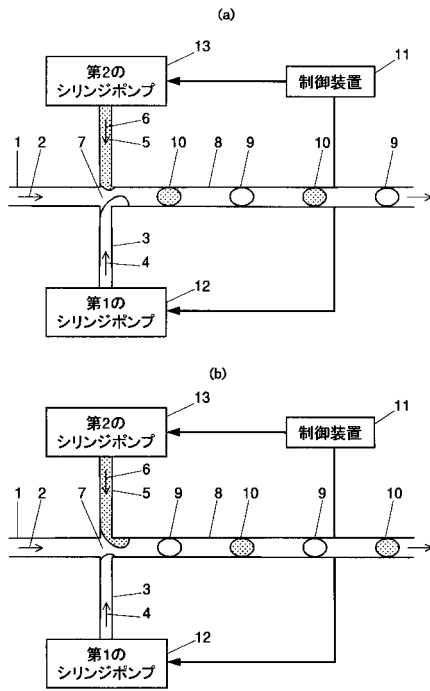
また、主液滴とサテライト液滴を容易に分離してそれぞれを回収することができる。そして、高品質・高精度のダブルエマルジョン・マイクロカプセルを製造することができる。

20

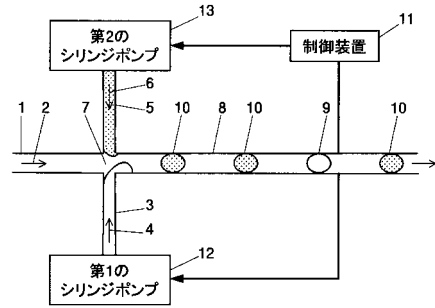
【 産業上の利用可能性 】**【 0 0 6 8 】**

本発明の微小液滴の生成方法及び装置は、遺伝子分野や医薬分野でのマイクロカプセルの生成のツールとして利用可能である。

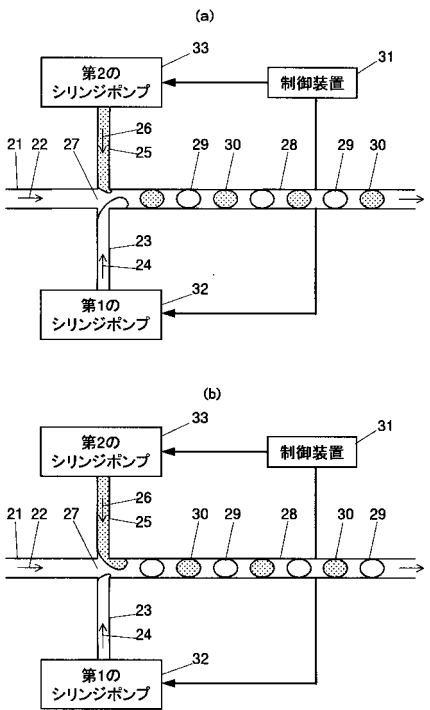
【 図 1 】



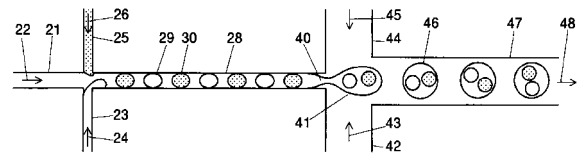
【 図 4 】



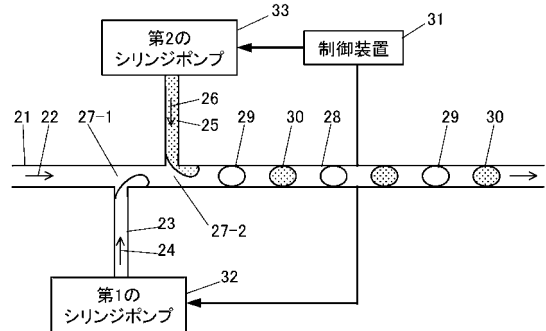
【 図 5 】



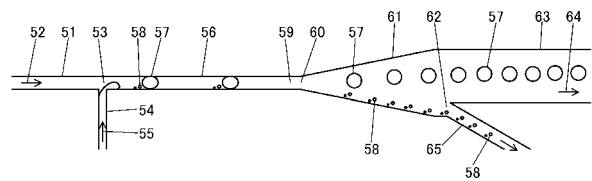
【 図 6 】



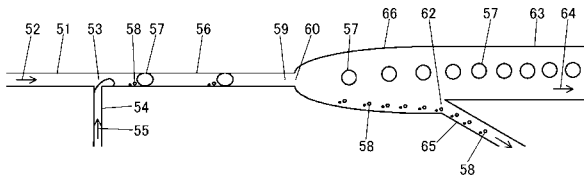
【 図 8 】



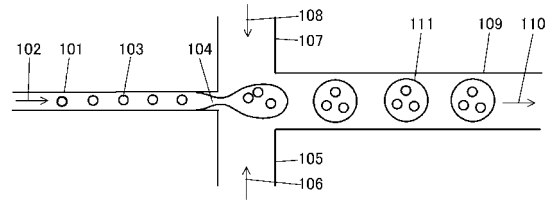
【 図 9 】



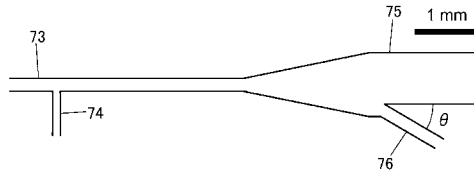
【 図 1 0 】



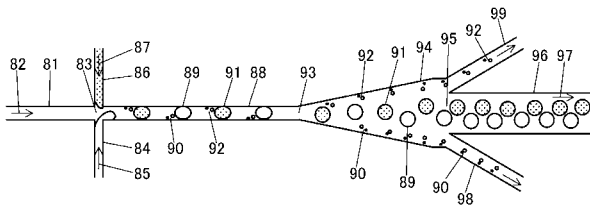
【 図 1 4 】



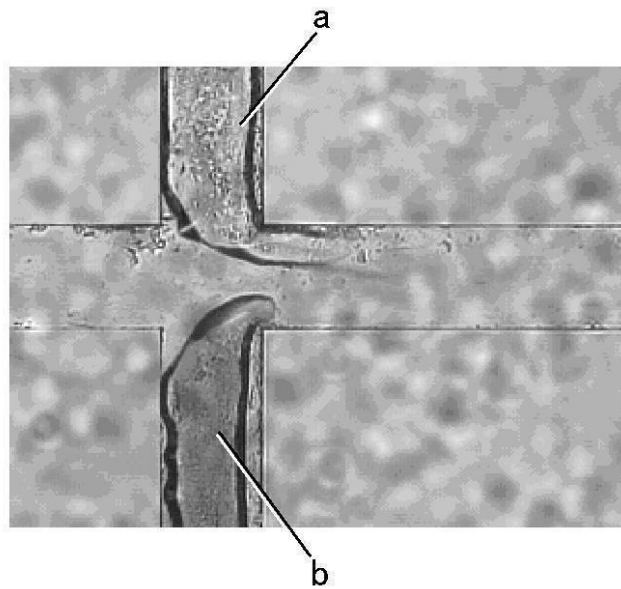
【 図 1 2 】



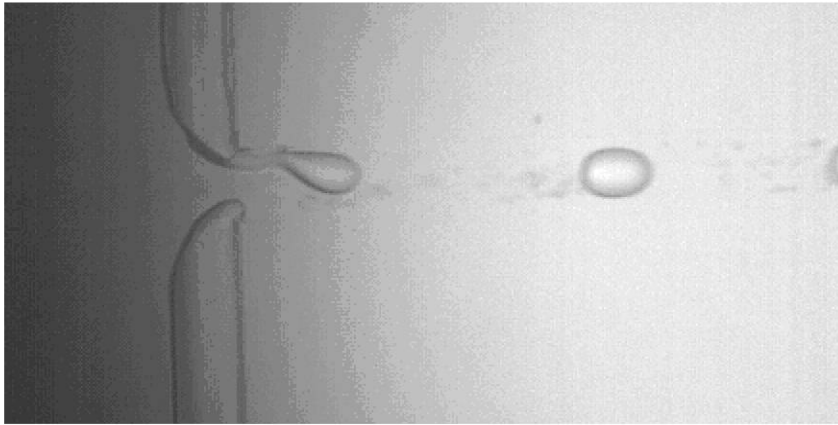
【 図 1 3 】



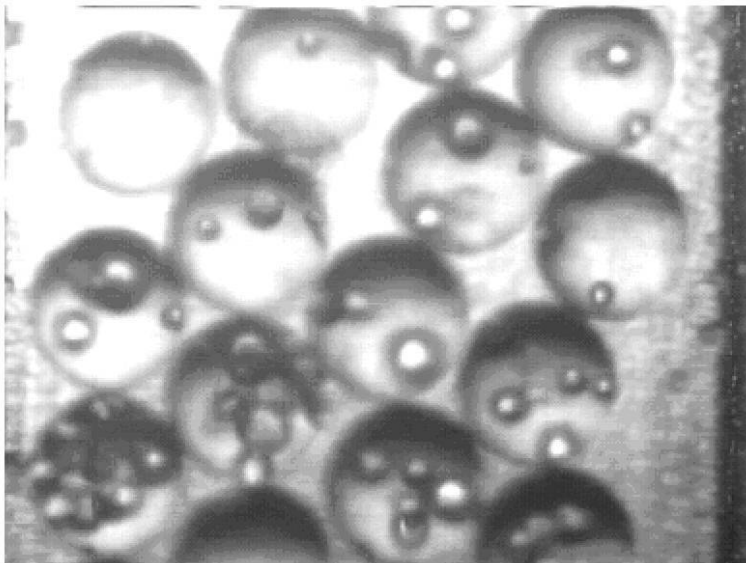
【 図 2 】



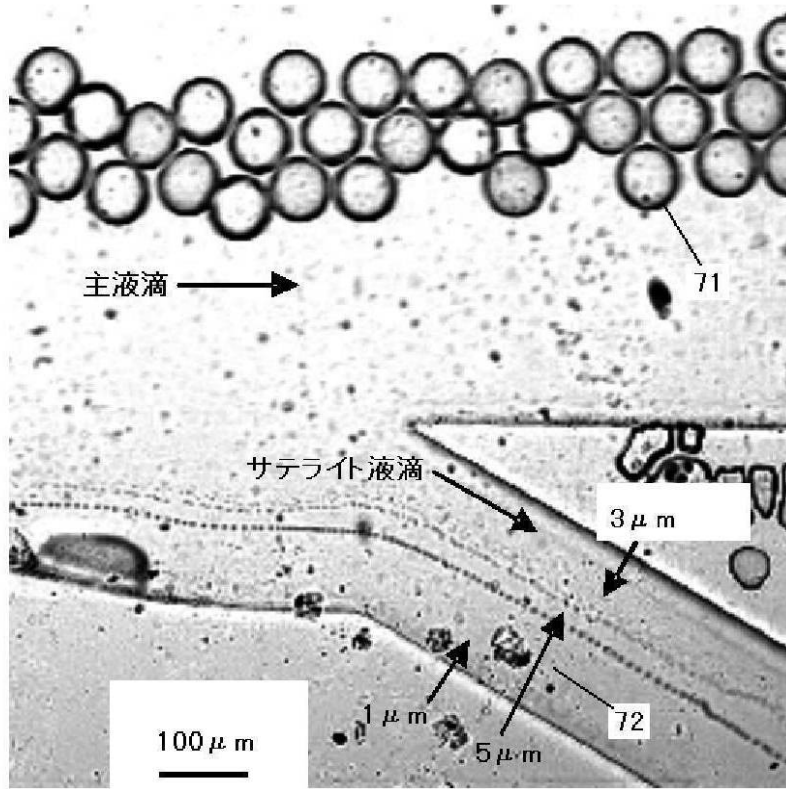
【 図 3 】



【 図 7 】



【 図 1 1 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/004522
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ B01F3/08, 5/02		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ B01F3/08, 5/02		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2002/068104 A1 (Japan Science and Technology Corp.), 06 September, 2002 (06.09.02), Full text & US 2004/068019 A1 & EP 1362634 A1	1-20
A	JP 2001-517545 A (GE BAYER SILICONES GMBH & CO. KG), 09 October, 2001 (09.10.01), Par. Nos. [0020] to [0030]; Fig. 1 & WO 1999/015263 A1 & EP 1023118 A1	1-20
P, X P, A	JP 2004-122107 A (Tosoh Corp.), 22 April, 2004 (22.04.04), Par. Nos. [0026] to [0032]; Fig. 5 (Family: none)	1 2-20
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X"
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 31 May, 2005 (31.05.05)		Date of mailing of the international search report 14 June, 2005 (14.06.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004522

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2004-237177 A (Japan Science and Technology Agency), 26 August, 2004 (26.08.04), Full text (Family: none)	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004522

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Claims 1-15 relate to the invention of a method or a device for sequentially producing micro-droplets by allowing a continuous phase and first and second dispersion phases to act at an intersection, and claims 16-20 relate to the invention of a method or a device for producing micro-droplets in which main droplets and satellite droplets contained in feed liquid are separated at an expansion unit and recovered respectively at a branching unit.

Therefore, these inventions are not considered to be so linked as to form a single general inventive concept, because there is no technical relationship among those inventions involving the same or corresponding special technical features in terms of a method or a device for producing micro-droplets.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2005/004522									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ B01F3/08, 5/02											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ B01F3/08, 5/02											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	WO 2002/068104 A1 (科学技術振興事業団) 2002.09.06, 全文 & US 2004/068019 A1 & EP 1362634 A1	1-20									
A	JP 2001-517545 A (ジーイー・パ・エル・シリコンズ・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル ハフツング・ウント・コンパニー・コママンジツトゲゼルシャフト) 2001.10.09, 段落【0020】- 【0030】、【図1】 & WO 1999/015263 A1 & EP 1023118 A1	1-20									
P, X P, A	JP 2004-122107 A (東ソー株式会社) 2004.04.22, 段落【0026】-【0032】、【図5】 (ファミリーなし)	1 2-20									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 31.05.2005		国際調査報告の発送日 14.6.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JJP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 服部 智 電話番号 03-3581-1101 内線 3468	4Q 8822								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2005/004522

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2004-237177 A (独立行政法人 科学技術振興機構) 2004. 08. 26, 全文 (ファミリーなし)	1-20

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 5 / 0 0 4 5 2 2

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-15は、連続相と第1、第2の分散相とを交差部で作用させて微小液滴を順次生成させる微小液滴の生成方法又は装置の発明に関し、請求の範囲16-20は、送液に含まれる主液滴とサテライト液滴とを拡張部で分離し、分岐部でそれぞれを回収する微小液滴の生成方法又は装置の発明に関する。

したがって、これらの発明は、微小液滴を生成する方法又は装置に関して、同一又は対応する特別な技術的特徴を含む関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 奥島 真吾

日本国東京都世田谷区上用賀四丁目3番12号111

Fターム(参考) 4G005 AA01 AB14 AB17 BB11 CA01 DA09X DB02Z

4G035 AB37 AB40 AC22 AE02 AE13 AE17

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。