

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年6月28日(28.06.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/086685 A1

- (51) 国際特許分類:
B01F 5/00 (2006.01) B01F 3/08 (2006.01)
B01F 3/02 (2006.01) B01F 5/06 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079637
- (22) 国際出願日: 2011年12月21日(21.12.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-285833 2010年12月22日(22.12.2010) JP
特願 2011-167100 2011年7月29日(29.07.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人国立高等専門学校機構(INSTITUTE OF NATIONAL COLLEGES OF TECHNOLOGY, JAPAN) [JP/JP]; 〒1930834 東京都八王子市東浅川町701番2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 秦隆志(HATA Takashi) [JP/JP]; 〒7838508 高知県南国市物部乙200番1 独立行政法人国立高等専門学校機構高知工業高等専門学校内 Kochi (JP).
- (74) 代理人: 松尾憲一郎(MATSUO Kenichiro); 〒8100042 福岡県福岡市中央区赤坂1丁目10番17号 しんくみ赤坂ビル7階 Fukuoka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

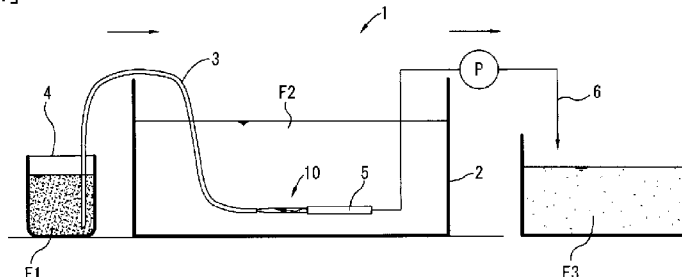
添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: FLUID MIXER AND FLUID MIXING METHOD

(54) 発明の名称: 流体混合器及び流体混合方法

[図1]



(57) Abstract: In order to refine and also homogenize a dispersion phase on the micro-level to sub-micro-level inexpensively and with a simple structure, a cylindrical mixer body having openings at both ends is provided with: an axial flow path whereby a first fluid introduced from the opening at one end is made to flow in the axial direction and exit from the opening at the other end; and a helical flow path whereby a second fluid introduced from a body inlet formed in the peripheral wall of the mixer body is made to flow along the inner peripheral surface of the mixer body while swirling in a helical shape centered around the axis of the axial flow path so that the first fluid and second fluid are mixed and exit from the opening at the other end.

(57) 要約: 構造簡易で安価に分散相をマイクロレベルないしサブマイクロレベルに微細化するとともに均一化するために、両端に開口部を有する筒状の混合器本体に、一端開口部から導入した第1流体を軸線方向に流動させて他端開口部から導出する軸線流路と、混合器本体の周壁に形成した本体導入孔から導入した第2流体を混合器本体の内周面に沿わせて軸線流路の軸線を中心とする螺旋状に旋回させながら流動させて第1流体と第2流体とを混合して他端開口部から導出する螺旋流路を形成した。

WO 2012/086685 A1

明 細 書

発明の名称 : 流体混合器及び流体混合方法

技術分野

[0001] 本発明は、複数種類の流体を混合する流体混合器及び流体混合方法に関する。ここで、流体とは液体ないしは気体であり、液体と液体、液体と気体、及び、気体と気体を混合することができる。特に、エマルションの分散相を微細化かつ均一化することができる。エマルションとは、分散質及び分散媒が共に液体である分散系溶液のことを指す。

背景技術

[0002] 従来、流体混合器の一形態として、特許文献1に開示された乳化装置がある。かかる乳化装置は、直状に伸延する分散相流路に、分散相流路の軸線廻りに旋回する旋回流路を介して、分散相流路に対して直交方向に伸延する一対の連続相流路を接続し、分散相流路と同一軸線上で旋回流路よりも下流側に混合流路を形成して構成している。

[0003] このように構成して、分散相流路を通して供給した分散相と、連続相流路を通して供給した連続相を、旋回流路を介して合流させるとともに、混合流路を通して混合させることでエマルションとなすようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-279507

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところが、前記した乳化装置は、板状の液体導入部と合流流路部と混合流路部と液体導出部とを積層させて構成し、各部に形成した流路形成路を接続して、分散相流路と連続相流路と旋回流路と混合流路を形成しているが、構造が複雑で各流路形成路の加工成形が煩雑になっている。そのため、乳化装置は製造コストが高価な上に、分散相をサブマイクロレベルに微細化するこ

とができるものではなかった。

[0006] そこで、本発明は、構造簡易で安価に分散相をマイクロレベルないしはサブマイクロレベルに微細化するとともに均一化することができる流体混合器及び流体混合方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項 1 記載の発明に係る流体混合器は、両端に開口部を有する筒状の混合器本体に、一端開口部から導入した第 1 流体を軸線方向に流動させて他端開口部から導出する軸線流路と、混合器本体の周壁に形成した本体導入孔から導入した第 2 流体を混合器本体の内周面に沿わせて軸線流路の軸線を中心とする螺旋状に旋回させながら流動させて第 1 流体と第 2 流体とを混合して他端開口部から導出する螺旋流路を形成したことを特徴とする。

[0008] かかる流体混合器は、例えば、連続相としての第 2 流体を収容した容器内に配置し、分散相としての第 1 流体を混合器本体の一端開口部から他端開口部に向けて軸線流路を通して軸線方向に沿って流動させる（例えば、他端開口部側からポンプで引き入れる）。そうすることで、軸線流路内を減圧させることができ、第 2 流体を本体導入孔から混合器本体内に引き込みながら導入することができる。続いて、混合器本体の本体導入孔から混合器本体内に引き込まれながら導入された第 2 流体は、軸線流路を流動している第 1 流体の周囲にて螺旋流路を通して螺旋状に旋回流動されて、第 1 流体を螺旋流路の全域において剪断・分散する。その結果、第 1 流体と第 2 流体が均一に混和される。

[0009] この際、第 2 流体は、螺旋流路を通して軸線流路の軸線を中心とする螺旋状に旋回流動される。つまり、軸線流路の外周側から軸線中心（同芯）に向けて漸次旋回半径を小さくしながら旋回される。そのため、旋回流動が軸線中心側で加速されて高速で第 1 流体に剪断作用し、第 1 流体を微細かつ均等に分散する。

[0010] 請求項 2 記載の発明に係る流体混合器は、請求項 1 記載の発明に係る流体混合器であって、前記混合器本体の外周を被覆体により一定の間隔を保持し

て被覆し、被覆体に、その周壁に形成した被覆体導入孔から導入した第2流体を被覆体の内周面に沿わせて軸線流路の軸線を中心に旋回させながら流動させて混合器本体の本体導入孔に導入させる旋回流路を形成して、軸線流路を軸線流動する第1流体と、その周囲を螺旋状に旋回流動する第2流体とを、螺旋流路の全域において混合させて他端開口部から導出させるようにしたことを特徴とする。

[0011] かかる流体混合器は、例えば、連続相としての第2流体を収容した容器内に配置し、分散相としての第1流体を混合器本体の一端開口部から他端開口部に向けて軸線流路を通して軸線方向に沿って流動させる（例えば、他端開口部側からポンプで引き入れる）。そうすることで、軸線流路内を減圧させることができ、第2流体を被覆体の被覆体導入孔から被覆体内に引き込みながら導入することができる。そして、被覆体内に導入された第2流体は、旋回流路を通して旋回されるとともに、混合器本体の本体導入孔から混合器本体内に引き込まれながら導入される。続いて、混合器本体の本体導入孔から混合器本体内に引き込まれながら導入された第2流体は、軸線流路を流動している第1流体の周囲にて螺旋流路を通して螺旋状に旋回流動されて、第1流体を螺旋流路の全域において剪断・分散する。その結果、第1流体と第2流体が均一に混和される。

[0012] この際、第2流体は、旋回流路で予備的に軸線流路の軸線を中心に旋回され、続いて、螺旋流路を通して軸線流路の軸線を中心とする螺旋状に旋回流動される。つまり、軸線流路の外周側から軸線中心（同芯）に向けて漸次旋回半径を小さくしながら旋回される。そのため、旋回流動が軸線中心側で加速されて高速で第1流体に剪断作用し、第1流体を微細かつ均等に分散する。

[0013] また、流体混合器は、両端に開口部を有する筒状の混合器本体と、混合器本体の外周を一定の間隔を保持して被覆する被覆体とで構成することができるため、合成樹脂等により軽量で構造簡易かつ安価に製造することができる。

- [0014] 請求項 3 記載の発明に係る流体混合器は、請求項 1 又は 2 記載の発明に係る流体混合器であって、前記混合器本体は、一端開口部から他端開口部に向かって漸次拡径させて形成した基端側筒状部と、基端側筒状部の終端から他端開口部まで略同径に形成した先端側筒状部とを具備し、先端側筒状部の周壁には、その長手方向との間に一定の鋭角をなして伸延するスリット状の本体導入孔を複数個形成するとともに、各本体導入孔は単一仮想螺旋に沿わせてかつその伸延方向に間隔を開けて配置したことを特徴とする。
- [0015] かかる流体混合器では、混合器本体の基端側筒状部を漸次拡径させて形成し、先端側筒状部を基端側筒状部の終端から他端開口部まで略同径に形成して、先端側筒状部内において第 2 流体が螺旋状に旋回流動されるようにしているため、基端側筒状部から先端側筒状部に流動される第 1 流体と、先端側筒状部において螺旋状に旋回流動される第 2 流体との混和性と旋回性を促進させることができる。
- [0016] この際、本体導入孔は、先端側筒状部の周壁には、その長手方向との間に一定の鋭角をなして伸延するスリット状に複数個形成するとともに、複数個の本体導入孔は単一仮想螺旋上に配置しているため、本体導入孔から導入された第 2 流体は混合器本体内で堅実に螺旋状に旋回される。
- [0017] 請求項 4 記載の発明に係る流体混合器は、請求項 2 又は 3 記載の発明に係る流体混合器であって、前記被覆体の周壁には、その長手方向に沿って伸延するスリット状の被覆体導入孔を形成したことを特徴とする。
- [0018] かかる流体混合器では、被覆体導入孔を被覆体の周壁にその長手方向に沿って伸延するスリット状に形成しているため、被覆体導入孔から導入された第 2 流体は被覆体の内周面に沿って流動されて堅実に旋回される。したがって、連続相としての第 2 流体が、外周における予備的な旋回流から内周における螺旋状の旋回流に変化して、高速の旋回流となって分散相としての第 1 流体に剪断・分散化作用する。その結果、第 1 流体がサブマイクロレベルで微細化かつ均一化される。
- [0019] 請求項 5 記載の発明に係る流体混合方法は、軸線流路をその軸線方向に沿

って流動する第1流体と、その外周において、旋回流路を通して旋回流動させた後に、螺旋流路を通して螺旋状に旋回流動する第2流体とを、軸線流路の軸線方向に流動させながら混合することを特徴とする。

[0020] かかる流体混合方法は、軸線流路をその軸線方向に沿って流動する第1流体に対して、その外周において、旋回流路を通して予備的に旋回流動させた後に、螺旋流路を通して高速化して螺旋状に旋回流動する第2流体を、軸線流路の軸線方向に流動させながら混和させることができる。その結果、分散相としての第1流体が微細化されるとともに、連続相としての第2流体に均一に分散される

[0021] 請求項6記載の発明に係る流体混合方法は、請求項5記載の発明に係る流体混合方法であって、第2流体を収容した容器内で、前記軸線流路内で第1流体を軸線方向に沿って流動させて軸線流路内を減圧させることで、前記容器内に収容した第2流体を軸線流路内に吸引するとともに、軸線流路の軸線方向に螺旋状に旋回流動させることを特徴とする。

[0022] かかる流体混合方法では、軸線流路内で第1流体を軸線方向に沿って流動させることで軸線流路内を減圧して、第2流体を旋回させながら導入して第1流体に剪断・分散化作用させることができる。そのため、分散相としての第1流体の微細化と連続相としての第2流体への均一化を良好に確保することができる。しかも、かかる混合流体を短時間に安価に生成することができる。

発明の効果

[0023] 本発明は次のような効果を奏する。すなわち、本発明に係る流体混合装置は、構造簡易で軽量・コンパクトかつ安価に製造することができる。そのため、必要な初期コストに対する効果は非常に大きい。そして、流体混合装置の洗浄作業やメンテナンス作業を迅速かつ簡単に行うことができる。また、本発明に係る流体方法は、分散相としての第1流体を効率良く剪断・分散することができる。しかも、第1流体をマイクロレベルないしはサブマイクロレベルに微細化するとともに均一化することができる。そのため、短時間に

大量の混合流体を安価に生成することができる。特に、本発明は、液相－液相の2相を高速で旋回混流させることによりマイクロエマルジョン（マイクロオーダーのエマルジョン）を生成することができるものであり、乳化速度を飛躍的に向上させることができるものである。したがって、エマルジョンの短時間・大量・安価生成に好適なものである。

図面の簡単な説明

- [0024] [図1]第1実施形態としての流体混合装置の説明図。
[図2]第1実施形態としての流体混合器の断面正面説明図。
[図3]第2実施形態としての流体混合装置の説明図。
[図4]第2実施形態としての流体混合器の断面正面説明図。
[図5]第2実施形態としての流体混合器の断面右側面説明図。
[図6]第2実施形態としての流体混合器の正面説明図。
[図7]図6のI-I線断面図。
[図8]混合器本体の正面説明図。
[図9]混合器本体の展開説明図。
[図10]本体導入孔の説明図。
[図11]混合器本体の右側面説明図。
[図12]被覆体の正面説明図。
[図13]図12のII-II線断面図。
[図14]第1実施形態としての流体混合装置の第1変形例の断面正面説明図。
[図15]第1実施形態としての流体混合装置の第2変形例の断面正面説明図。
[図16]第1実施形態としての流体混合装置の第3変形例の断面正面説明図。
[図17]第2実施形態としての流体混合器の変形例の断面正面説明図。
[図18]図17のIII-III線断面図。
[図19]混合器本体により生成されたエマルジョンの分散相を形成する油滴径（粒子径）の測定結果を示すグラフ。
[図20]本発明に係る流体混合器により生成されたエマルジョンの分散相を形成する油滴径（粒子径）の測定結果を示すグラフ。

[図21]オレイン酸を導入したマイクロエマルションのマイクロスコープ画像。

[図22]鋭角 θ_2 が 24° の流体混合器を使用して50ミリリットル/分のオレイン酸を導入したマイクロエマルションの粒度分布図。

[図23]鋭角 θ_2 が 15° の流体混合器を使用して50ミリリットル/分のオレイン酸を導入したマイクロエマルションの粒度分布図。

[図24]鋭角 θ_2 が 30° の流体混合器を使用して50ミリリットル/分のオレイン酸を導入したマイクロエマルションの粒度分布図。

[図25]100ミリリットル/分のオレイン酸を導入したマイクロエマルションの粒度分布図。

[図26]流量23リットル/分のマイクロエマルションの粒度分布図。

[図27]オレイン酸の粒子数の表示。

[図28]種々の油の粘度と粒度分布測定において確認された平均粒子径及び粒子数の表示。

[図29]水と大豆油で生成されたマイクロエマルションの粒度分布図。

[図30]水と菜種油で生成されたマイクロエマルションの粒度分布図。

[図31]水とコーン油で生成されたマイクロエマルションの粒度分布図。

[図32]水とオリーブ油で生成されたマイクロエマルションの粒度分布図。

[図33]水と椿油で生成されたマイクロエマルションの粒度分布図。

[図34]マイクロエマルション化した椿油（処理直後）の写真。

[図35]マイクロエマルション化した椿油の3ヶ月後（処理後3ヶ月放置）の写真。

発明を実施するための形態

[0025] 以下に、本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0026] 図1に示す1は第1実施形態としての流体混合装置であり、かかる流体混合装置1は図2に示す第1実施形態としての流体混合器10を具備している。また、図3に示す1は第2実施形態としての流体混合装置であり、かかる流体混合装置1は図4に示す第2実施形態としての流体混合器10を具備し

ている。これら第1実施形態ないしは第2実施形態としての流体混合装置1は、図1及び図3に示すように、第1流体F1と第2流体F2を混合する装置である。本実施形態では、第1流体F1は分散相としての液体（例えば、油）として、また、第2流体F2は連続相としての液体（例えば、水）として説明する。

[0027] [流体混合装置1の説明]

第1実施形態（第2実施形態）としての流体混合装置1は、図1（図3）に示すように、上面が開口した容器状の第2流体収容部2内に第2流体F2を収容し、第2流体F2中に第1実施形態（第2実施形態）としての流体混合器10を配置している。流体混合器10の一端側（基端側）には、第1連通路としての第1連通パイプ3を介して、第1流体F1を収容した第1流体収容部4を連通連結している。流体混合器10の他端側（先端側）には、第2連通路としての第2連通パイプ5を介して、吸引ポンプPの吸込口（図示せず）を連通連結している。吸引ポンプPの吐出口（図示せず）には、第3連通路としての第3連通パイプ6を介して、混合流体F3を収容する混合流体収容部7を連通連結している。

[0028] このように構成して、吸引ポンプPを吸引作動させることで、第1流体収容部4内の第1流体F1を第1連通パイプ3を通して流体混合器10内に導入するとともに、吸引効果により減圧された流体混合器10内に第2流体収容部2内の第2流体F2を導入して、流体混合器10内で第1流体F1と第2流体F2を混合させて混合流体F3となすようにしている。そして、混合流体F3を第2連通パイプ5→吸引ポンプP→第3連通パイプ6を通して混合流体収容部7に収容するようにしている。また、混合流体F3は、混合流体収容部7から適宜回収することができる。

[0029] [流体混合器10の説明]

第1実施形態としての流体混合器10は、図1及び図2に示すように、両端に開口部を有する円筒状の混合器本体11のみから構成している。また、第2実施形態としての流体混合器10は、図3及び図4に示すように、混合

器本体 11 の外周を円筒状の被覆体 30 により一定の間隔を保持して被覆するとともに、同心円状（二重筒状）に配置して構成している。そして、第 2 実施形態としての流体混合器 10 は、被覆体 30 中に混合器本体 11 を抜き差し自在に挿入して、混合器本体 11 の基端部を被覆体 30 から突出させた状態となして構成している。ここで、流体混合器 10 は、合成樹脂等により薄肉軽量に形成して、構造簡易かつ安価に製造している。しかも、被覆体 30 から混合器本体 11 を抜き取ることで、簡単に分解して、それぞれ洗浄作業やメンテナンス作業をすることができる。

[0030] 第 1 実施形態としての流体混合器 10 は、図 1 及び図 2 に示すように、混合器本体 11 の基端部に、柔軟性素材により形成した第 1 連通パイプ 3 の先端部を着脱自在に外嵌して連通連結している。そして、混合器本体 11 の先端部外周面には、柔軟性素材により形成した第 2 連通パイプ 5 の基端部を着脱自在に外嵌して連通連結している。

[0031] 第 2 実施形態としての流体混合器 10 は、図 3 及び図 4 に示すように、混合器本体 11 の基端部に、柔軟性素材により形成した第 1 連通パイプ 3 の先端部を着脱自在に外嵌して連通連結している。そして、混合器本体 11 の先端部外周面に、弾性ゴム素材にて円筒状に形成したスペーサ 20 を外嵌し、スペーサ 20 の外周面と被覆体 30 の先端部内周面との間に、第 2 連通パイプ 5 の基端部を着脱自在に嵌入して連通連結している。

[0032] このように構成した第 1・第 2 実施形態の流体混合器 10 は、第 1・第 2 連通パイプ 3, 5 から簡単に着脱可能として、流体混合器 10 の洗浄作業やメンテナンス作業が楽に行えるようにしている。

[0033] （混合器本体 11 の説明）

混合器本体 11 は、図 8～図 11 に示すように、一端開口部 12 から他端開口部 13 に向かって漸次拡径させて漏斗状に形成した基端側筒状部 16 と、基端側筒状部 16 の終端から他端開口部 13 まで略同径に形成した円筒状の先端側筒状部 17 と先端筒状部 18 とから直状に形成している。L1 は混合器本体 11 の長手幅、L2 は基端側筒状部 16 の長手幅である。θ1 は基

端側筒状部 16 の周面傾斜角度である。D1 は一端開口部 12 の内径、D2 は他端開口部 13 の内径、D3 は先端側筒状部 17 の内径である。

[0034] 先端側筒状部 17 の周壁は、軸線方向に軸線方向幅 L3 ~ L7 の間隔で五等分割し、各軸線方向幅 L3 ~ L7 内には、その長手方向との間に一定の鋭角 $\theta 2$ (例えば、 $20^\circ \sim 30^\circ$ の範囲) をなして伸延するスリット状の本体導入孔 15 を形成している (本実施形態では 5 個)。そして、各本体導入孔 15 は、先端側筒状部 17 の周壁に描いた単一仮想螺旋 S に沿わせて配置するとともに、単一仮想螺旋 S の伸延方向に一定の間隔を開けて配置している。単一仮想螺旋 S は、図 9 に示すように、先端側筒状部 17 を展開させた状態では仮想直線を描いており、この仮想直線上に一定の間隔を開けてスリット状の内側導入孔 15 を形成している。そして、円筒状に屈曲させて形成した本来の先端側筒状部 17 において、この仮想直線が単一仮想螺旋 S を描いている。L8 は先端筒状部 18 の軸線方向幅である。

[0035] 各本体導入孔 15 は、単一仮想螺旋 S 上において、先端側筒状部 17 の周壁の一部を切欠するとともに、他端開口部 13 側の一端を円周方向に切欠した一側端縁部 17a を内方へ屈曲させることで、一端開口部 12 側から他端開口部 13 側に向かって漸次拡径状に開口させて形成している。W1 は本体導入孔 15 の最大開口幅である。

[0036] 一側端縁部 17a は、外方 (先端側筒状部 17 の半径方向) へ凸状に屈曲する外表面が本体導入孔 15 から導入される第 2 流体 F2 の導入案内面として機能する一方、内表面が旋回流動される第 2 流体 F2 の旋回案内面として機能する。したがって、単一仮想螺旋 S に沿わせて配置された各本体導入孔 15 を形成する一側端縁部 17a が、第 2 流体 F2 を堅実に螺旋状に旋回案内する。

[0037] 混合器本体 11 内には、図 2 に示すように、一端開口部 12 から導入した第 1 流体 F1 を軸線方向に流動させて他端開口部 13 から導出する直状の軸線流路 14 を形成している。また、混合器本体 11 の先端側筒状部 17 の周縁部には螺旋流路 19 を形成しており、螺旋流路 19 では本体導入孔 15 か

ら導入された第2流体F2が先端側筒状部17の内周面に沿って軸線流路14の軸線を中心として軸線流路14の外周を螺旋状に旋回されながら流動されるようにしている。そして、螺旋流路19を流動する第2流体F2が、軸線流路14を流動する第1流体F1に剪断・分散作用して混和し、混和した後に他端開口部13から混合流体F3として導出されるようにしている。

[0038] (被覆体30の説明)

被覆体30は、図6, 図7, 図12及び図13に示すように、一端開口部31から他端開口部32に向かって漸次拡径させて漏斗状に形成した被覆基端筒状部33と、被覆基端筒状部33の終端から他端開口部32に向かって略同径にて伸延する円筒状の被覆本体34と、被覆本体34の終端から他端開口部32まで伸延する円筒状の被覆先端筒状部35とから直状に形成している。一端開口部31の内周縁部には、混合器本体11の基端側筒状部16の外周面中途部が当接するようにしている。L9は被覆体30の長手幅、L10は被覆基端筒状部33の軸線幅、L11は被覆本体34の長手幅、L12は被覆先端筒状部35の軸線幅である。D4は一端開口部31の内径、D5は他端開口部32の内径である。 $\theta 3$ は被覆基端筒状部33の周面傾斜角度であり、周面傾斜角度 $\theta 3 >$ 周面傾斜角度 $\theta 1$ となしている。

[0039] 被覆本体34の周壁には、全幅にわたって長手方向に沿って直状に伸延するスリット状の被覆体導入孔36を複数(本実施形態では2個)形成している。2個一対の被覆体導入孔36は、被覆体30の軸線を中心とする点対称の位置に配置している。各被覆体導入孔36は、被覆本体34の長手幅L11にわたって周壁を軸線方向に直状に切欠するとともに、両端を円周方向に切欠した一側端縁部34aを内方へ屈曲させることで、一端開口部12から他端開口部13に向かって略同一幅に開口させて形成している。

[0040] 一側端縁部34aは、外方(被覆本体34の半径方向)へ凸状に屈曲する外表面が外側導入孔36から導入される第2流体F2の導入案内面として機能する一方、内表面が旋回流動される第2流体F2の旋回案内面として機能する。したがって、点対称の位置に配置された一対の被覆体導入孔36を形

成する一側端縁部 34 a が、第 2 流体 F 2 を堅実に旋回案内する。

[0041] 被覆本体 34 の内周面と混合器本体 11 の先端側筒状部 17 の外周面との間には、図 5 に示すように一定の間隔 W 3 が保持された円筒状の旋回流路 37 を形成して、この旋回流路 37 内で第 2 流体 F 2 が旋回流動されるようにしている。ここで、旋回流路 37 の幅となる一定の間隔 W 3 は、混合器本体 11 の内径以下でその内径の半分以上、好ましくは、その内径と略同径となすことができる。そして、旋回流路 37 では、被覆体導入孔 36 から導入された第 2 流体 F 2 が被覆本体 34 の内周面に沿って軸線流路 14 の軸線を中心に旋回されながら流動するとともに、混合器本体 11 の内側導入孔 15 から混合器本体 11 内に導入されるようにしている。W 2 は被覆体導入孔 36 の最大開口幅である。

[0042] 被覆本体 34 の周壁に形成した被覆体導入孔 36 の長手幅 L 11 内には、混合器本体 11 の先端側筒状部 17 の周壁に形成した 5 個の本体導入孔 15 を配置して、被覆体導入孔 36 を通して被覆本体 34 内に導入された第 2 流体 F 2 が旋回流路 37 内で旋回されながら 5 個の本体導入孔 15 を通して混合器本体 11 内に導入されるようにしている。

[0043] このように構成することによって、図 4 及び図 5 に示すように、混合器本体 11 内の軸線流路 14 を第 1 流体 F 1 が軸線方向に沿って流動されると、混合器本体 11 内の軸線流路 14 が減圧される。そして、その減圧効果により第 2 流体収容部 2 内に収容した第 2 流体 F 2 は、被覆体導入孔 36 を通して被覆本体 34 内に旋回されながら導入されて、被覆本体 34 内の旋回流路 37 で旋回流動される。さらに、旋回流路 37 で旋回流動されている第 2 流体 F 2 は、本体導入孔 15 を通して混合器本体 11 内に導入されるとともに、軸線流路 14 を軸線流動されている第 1 流体 F 1 の周囲にて螺旋状に旋回流動されて、螺旋流路 19 の全域において、第 1 流体 F 1 と旋回混流される。また、このようにして、第 1 流体 F 1 と第 2 流体 F 2 とが旋回混流されて混合された混合流体 F 3 を生成し、混合流体 F 3 は他端開口部 13 から導出される。

[0044] この際、連続相としての第2流体F2は、旋回流路37で予備的に軸線流路14の軸線を中心に旋回され、続いて、螺旋流路19を通して軸線流路14の軸線を中心とする螺旋状に旋回流動される。つまり、軸線流路14の外周側から軸線中心（同芯）に向けて漸次旋回半径を小さくしながら旋回される。そのため、旋回流動されている第2流体F2が、軸線中心側で加速されて高速で分散相としての第1流体F1に剪断作用する。その結果、第1流体F1は微細かつ均等に分散される。したがって、第1流体F1に第2流体F2を高速で旋回混流させることができ、第1流体F1と第2流体F2を均一に混和させることができる。

[0045] また、混合器本体11の基端側筒状部16を漸次拡径させて形成しているため、基端側筒状部16内を流動される第1流体F1の分散性を漸次高めることができる。先端側筒状部17を基端側筒状部16の終端から先端筒状部18まで略同径に形成して、先端側筒状部17内において第2流体F2が螺旋状に旋回流動されるようにしているため、基端側筒状部16から先端側筒状部17に流動される第1流体F1と、先端側筒状部17において螺旋状に旋回流動される第2流体F2との混和性と旋回性を促進させることができる。

[0046] 本体導入孔15は、先端側筒状部17の周壁には、その長手方向との間に一定の鋭角 θ_2 をなして伸延するスリット状に5個形成するとともに、5個の本体導入孔15は単一仮想螺旋S上に配置しているため、本体導入孔15から導入された第2流体F2は混合器本体11内で堅実に螺旋状に旋回される。また、被覆体導入孔36は、被覆本体34の周壁にその長手方向に沿って伸延するスリット状に形成しているため、被覆体導入孔36から導入された第2流体F2は被覆本体34の内周面に沿って流動されて堅実に旋回される。したがって、連続相としての第2流体F2が、外周における予備的な旋回流から内周における螺旋状の旋回流に変化して、高速の旋回流となって分散相としての第1流体F1に堅実に剪断・分散化作用する。その結果、第1流体F1がサブマイクロレベルで微細化かつ均一化される。このように、第

1実施形態としての流体混合器10は、少なくとも軸線流路14と螺旋流路19を具備する構成とし、第2実施形態としての流体混合器10は、これらの流路14,19に加えて旋回流路37を具備する構成としていることに特徴を有する。

[0047] なお、本実施形態では、第1実施形態ないしは第2実施形態としての流体混合器10を備えた流体混合装置1により、第1流体F1と第2流体F2をそれぞれ液体として、液体と液体を混合させる形態について説明してきたが、流体混合器10を備えた流体混合装置1は、液体と気体、又は、気体と気体を混合させる形態とすることもできる。また、流体混合器10を形成する各部の大きさ等は、第1・第2流体F1,F2の粘度等に適応させて設定することができる。

[0048] 次に、流体混合装置1と第2流体収容部2と流体混合器10の変形例について説明する。なお、前記した構成と共通する箇所には同一符号を付して説明する。

[0049] [流体混合装置1の第1変形例の説明]

流体混合装置1の第1変形例について説明する。すなわち、図14は第1実施形態としての流体混合装置1の第1変形例の断面正面説明図である。かかる第1変形例としての流体混合装置1は、図14に示すように、第1実施形態としての流体混合器10を第1変形例である閉塞ケース状に形成した第2流体収容部2により囲繞して構成している。すなわち、基端側筒状部16の中途部外周面と第2連通パイプ5の基端部外周面との間に位置する混合器本体11の部分を、第1変形例である第2流体収容部2により囲繞して構成している。第1変形例である第2流体収容部2は、円筒状の周壁形成体40と、周壁形成体40の一側端部に連設した一側端壁形成体41と、周壁形成体40の他側端部に連設した他側端壁形成体42とから形成して、内部に第2流体F2を収容可能としている。43は基端側筒状部16の中途部周面に取り付ける基端側取付部、44は第2連通パイプ5の基端部外周面に取り付ける先端側取付部である。

[0050] 周壁形成体40の基端側には、第2流体供給パイプ45の先端部を連通連結している。そして、第2流体供給パイプ45の先端開口部46は周壁形成体40の内周面であつ下流側に指向させて、先端開口部46から吸引・流入される第2流体F2が混合器本体11の軸線廻りに螺旋状の旋回流となされるようにしている。第2流体供給パイプ45の基端部は第2流体貯留源（図示せず）に連通連結している。

[0051] このように構成することによって、第1流体F1が混合器本体11内を吸引・流動されると、混合器本体11内が減圧されて、第2流体貯留源の第2流体F2が第2流体供給パイプ45を通して先端開口部46から第2流体収容部2内に吸引・流入され、吸引・流入された第2流体F2が混合器本体11の軸線廻りに螺旋状の旋回流となされる。その結果、第1変形例である第2流体収容部2内には予備な旋回流路37が形成されて、第2流体F2が旋回されながら本体導入孔15を通して混合器本体11内に吸入される。

[0052] [流体混合装置1の第2変形例の説明]

流体混合装置1の第2変形例について説明する。すなわち、図15は第1実施形態としての流体混合装置1の第2変形例の断面正面説明図である。かかる第2変形例としての流体混合装置1は、図15に示すように、前記した第1変形例としての流体混合装置1と基本的構造を同じくしているが、第2流体収容部2を周壁形成体40の内周面に螺旋状の旋回手段50を配設して構成した第2変形例の第2流体収容部2となして、第2変形例の第2流体収容部2内に吸引・流入された第2流体F2が混合器本体11の軸線廻りに堅実な螺旋状の旋回流となされるようにして、第2変形例の第2流体収容部2内に予備な旋回流路37が形成されるようにしている点で異なる。

[0053] すなわち、第2変形例の第2流体収容部2は、旋回手段50として、円筒状の周壁形成体40の内周面に沿わせて、帯状の旋回案内片51を周壁形成体40の軸線廻りに螺旋状かつ周壁形成体40の内方に凸条に取り付けて構成している。そして、第2変形例の第2流体収容部2内に吸引・流入された第2流体F2が旋回案内片51の側壁に沿って流動されて、周壁形成体40

の軸線廻りに螺旋状かつ周壁形成体40の内方に凸条に混合器本体11の外周で形成されて、堅実に旋回されながら本体導入孔15を通して混合器本体11内に吸入されるようにしている。なお、第2変形例の第2流体収容部2は、円筒状の周壁形成体40の内周面に凹条溝を周壁形成体40の軸線廻りに螺旋状に形成して構成し、第2流体F2が凹条溝に沿って螺旋状の旋回流となされて、旋回されながら本体導入孔15を通して混合器本体11内に吸入されるようにすることもできる。

[0054] このように、流体混合装置1の第2変形例では、第1変形例である第2流体収容部2に旋回手段50を配設して第2変形例としての第2流体収容部2を具備する構成とすることで、第2変形例である第2流体収容部2に予備な旋回流路37を堅実に形成する旋回流路形成機能を保持させている。つまり、第2変形例である第2流体収容部2は旋回流路形成機能を保持する被覆体30としても機能するようにしている。

[0055] [流体混合装置1の第3変形例の説明]

流体混合装置1の第3変形例について説明する。すなわち、図16は第1実施形態としての流体混合装置1の第3変形例の断面正面説明図である。かかる第3変形例としての流体混合装置1は、図16に示すように、第2実施形態としての流体混合器10を第3変形例である閉塞ケース状に形成した第2流体収容部2により囲繞して構成している。すなわち、第3変形例としての第2流体収容部2は、被覆基端筒状部33の基端部外周面と第2連通パイプ5の基端部外周面との間に位置する被覆体30の部分を囲繞して構成している。第3変形例としての第2流体収容部2は、円筒状の周壁形成体60と、周壁形成体60の一側端部に連設した一側端壁形成体61と、周壁形成体60の他側端部に連設した他側端壁形成体62とから形成して、内部に第2流体F2を収容可能としている。63は被覆基端筒状部33の中途部周面に取り付けられる基端側取付部、64は被覆先端筒状部35の基端部外周面に取り付けられる先端側取付部である。

[0056] 周壁形成体60の基端側には、第2流体供給パイプ65の先端部を連通連

結している。そして、第2流体供給パイプ65の先端開口部66は周壁形成体60の内周面であつ下流側に指向させて、先端開口部66から吸引・流入される第2流体F2が被覆体30の軸線廻りに螺旋状の旋回流となされるようにしている。第2流体供給パイプ65の基端部は第2流体貯留源（図示せず）に連通連結している。

[0057] このように構成することによって、第1流体F1が混合器本体11内を吸引・流動されると、混合器本体11内が減圧されて、第2流体貯留源の第2流体F2が第2流体供給パイプ65を通して先端開口部66から第2流体収容部2内に吸引・流入され、吸引・流入された第2流体F2が被覆体30の軸線廻りに螺旋状の旋回流となされる。その結果、第1変形例である第2流体収容部2内には予備な旋回流路37が形成されて、第2流体F2が旋回されながら被覆体導入孔36を通して被覆体30内に吸入される。

[0058] [第2実施形態としての流体混合器10の変形例の説明]

第2実施形態としての流体混合器10の変形例について説明する。すなわち、図17は第2実施形態としての流体混合器10の変形例の断面正面説明図、図18は図17のIII-III線断面図である。かかる第2実施形態としての流体混合器10の変形例は、図17及び図18に示すように、被覆本体34には、その内周面の接線方向に直状に伸延して被覆本体34を貫通する被覆体導入孔70を多数個整列させて形成している。すなわち、被覆体導入孔70は、被覆本体34の軸線方向に一定の間隔をあけて形成するとともに、円周方向に一定の間隔（本実施形態では円周廻りに60°の間隔をあけて6個形成している）をあけて形成している。そして、円周方向に隣接する被覆体導入孔70は、被覆本体34の外周面においてその軸線方向に伸延する略仮想螺旋上に配置している。

[0059] このように構成して、図18に示すように、被覆本体34内には多数個の被覆体導入孔70をそれぞれ通して第2流体F2が反時計廻りに吸入されるようにしている。そして、被覆本体34内の旋回流路37では第2流体F2が混合器本体11の内周面に沿って、その軸線廻りに螺旋状の旋回流となさ

れるようにしている。旋回流となされた第2流体F2は反時計廻りに旋回されながら本体導入孔15を通して混合器本体11内に吸入されるようにしている。

- [0060] 近年、マイクロエマルション生成の手法は、半導体分野で用いられるフォトレジストを用いて基盤上に微細な溝を形成し、油（あるいは水）を押し出すことによって生成する手法に移りつつある。この手法は均一な粒子径を生成できる利点がある反面、微細加工等の単価が高いことや生成されるエマルション数の時間効率が悪いなどの欠点が挙げられる。一方、本実施形態に係る流体混合装置1は、低コストでマイクロエマルションを生成可能なことや、マイクロエマルションを生成する時間効率が高等の効果を奏する。つまり、水-油を引き入れるポンプ出力の可変制御のみで多量から少量までの均一なマイクロエマルションの生成が可能であり、スケールアップが容易である。さらには、界面活性剤等の乳化剤を含まないマイクロエマルションの生成、つまり、安定性のあるマイクロエマルションの生成が可能である。

実施例

- [0061] [実施例1]

実施例1では、図1に示す第1実施形態の流体混合装置1によりエマルションの生成実験を行った。すなわち、第1実施形態に係る流体混合器10を使用してエマルションの生成実験を行った。

- [0062] $D2 = 12\text{ mm}$ 、内径 $D3 = 11\text{ mm}$ 、各軸線方向幅 $L3 \sim L7 = 15\text{ mm}$ 、周面傾斜角度 $\theta1 = 7.5^\circ$ 、鋭角 $\theta2 = 24^\circ$ 、最大開口幅 $W1 = 1\text{ mm}$ である。

- [0063] また、第1流体F1（分散相）として（食用）油を使用し、第2流体F2（連続相）として水道水を使用した。そして、吸引ポンプPの排水量を23リットル／分に設定して、油の導入量が100ミリリットル／分となる条件下で、1分当たり100ミリリットルのエマルションを生成した。

- [0064] この実験で生成したエマルションに含有されている油滴の大きさ（粒子径）は、レーザー回折式粒度分布測定装置（SALD-2200、株式会社島

津製作所製)を用いて測定した。その測定結果を図19に示す。

[0065] 図19のグラフに示すように、実施例1ではエマルジョンに含まれる油滴の殆どは、その粒子径が $10\mu\text{m}$ ~ $100\mu\text{m}$ の範囲に微細化されていた。

[0066] この測定結果より、本実施形態の混合器本体11は、マイクロレベルの微粒の油滴を生成することができるという優れた性能を有していることが分かった。

[0067] [実施例2]

実施例2では、図3に示す第2実施形態の流体混合装置1によりエマルジョンの生成実験を行った。すなわち、実施例1の実験で使用した混合器本体11に被覆体30を装着することで、第2実施形態の流体混合器10を組み立てて、この流体混合器10を使用してエマルジョンの生成実験を行った。

[0068] ここで、使用した被覆体30の長手幅 $L9 = 113\text{mm}$ 、軸線幅 $L10 = 14\text{mm}$ 、長手幅 $L11 = 83\text{mm}$ 、軸線幅 $L12 = 16\text{mm}$ 、内径 $D4 = 7\text{mm}$ 、内径 $D5 = 28\text{mm}$ 、周面傾斜角度 $\theta3 = 34^\circ$ 、最大開口幅 $W2 = 1\text{mm}$ 、一定の間隔 $W3 = 8\text{mm}$ である。

[0069] 実施例1と同様に、第1流体F1(分散相)として(食用)油を使用し、第2流体F2(連続相)として水道水を使用した。そして、吸引ポンプPの排水量を23リットル/分に設定して、油の導入量が100ミリリットル/分となる条件下で、1分当たり100ミリリットルのエマルジョンを生成した。

[0070] この実験で生成したエマルジョンに含有されている油滴の大きさ(粒子径)は、レーザー回折式粒度分布測定装置(SALD-2200、株式会社島津製作所製)を用いて測定した。その測定結果を図20に示す。

[0071] 図20のグラフに示すように、実施例2ではエマルジョンに含まれる油滴の殆どは、その粒子径が約 $1\mu\text{m}$ を中心に均一に構成されていることを確認した。

[0072] この測定結果より、第2実施形態の流体混合器10は、サブマイクロレベルの極めて微粒の油滴を生成することができるという優れた性能を有してお

り、しかも、粒子径が均一な油滴を生成できるという優れた性能を有していることが分かった。また、これにより、第2実施形態の流体混合器10は極めて優れたエマルジョン生成能力（流体混合能力）を備えていることが分かった。

[0073] [実施例3]

次に、エマルジョン化する対象として、食用油の主要成分であるオレイン酸を用いて実施例2と同様の実験を行った。かかる実験では鋭角 $\theta 2$ を 15° 、 30° に変更した実験も行った。更に、物理化学的要素としてエマルジョン化する油の粘度に着目し、粘度の異なる大豆油、菜種油、コーン油、オリーブ油、及び椿油を用いて調査した。なお、分散溶媒としては水（水道水）を用いた。

[0074] また、生成されたエマルジョンの評価として、粒子観察をマイクロSCOPE（株式会社キーエンス製）、粒子径を粒度分布装置（株式会社島津製作所製）、粒子数をパーティクルカウンター（ベックマン・コールター株式会社製）によってそれぞれ観測した。

[0075] （結果と考察）

・オレイン酸

1) 鋭角 $\theta 2$ を 24° に形成した流体混合器10を使用して、50ミリリットル/分でオレイン酸を導入させた場合のマイクロエマルジョン（生成される量：16リットル/分）について、マイクロSCOPE画像を図21、粒度分布図を図22にそれぞれ示す。図21によって、生成されたエマルジョンが球状を形成していることが確認でき（比較的大きな粒子径で約 $2\mu\text{m}$ ）、図22により約 $0.7\mu\text{m}$ （モード径）にピークを持つ比較的均一性の取れたエマルジョンが生成されていることを確認した。また、パーティクルカウンターによって、生成されたエマルジョン数は約 33×10^6 個/mL（ $3\mu\text{m}$ 以下の総量）であった。

2) 鋭角 $\theta 2$ を 15° に形成した流体混合器10を使用して、同様にマイクロエマルジョンを生成した。その粒度分布図を図23に示す。図23によ

り約 $0.178\ \mu\text{m}$ （モード径）にピークを持つ比較的均一性の取れたエマルションが生成されていることを確認した。

3) 鋭角 θ_2 を 30° に形成した流体混合器10を使用して、同様にマイクロエマルションを生成した。その粒度分布図を図24に示す。図24により約 $0.708\ \mu\text{m}$ （モード径）にピークを持つ比較的均一性の取れたエマルションが生成されていることを確認した。

以上の結果から、本実施形態に係る流体混合器10が油のマイクロエマルション化技術に好適であることを確認した。そして、鋭角 θ_2 は 30° 、 24° 、 15° の順でモード径が小さくかつ均一化されていることを確認した。その結果、鋭角 θ_2 を変えることにより、分散相としての第1流体F1のモード径に影響を与えることができることが分かった。つまり、第1流体F1の粒子径をある程度制御できることが分かった。

[0076] 次いで、実産業への展開を検討した場合、生成されるマイクロエマルションの時間効率が重要となる。そこに大きな要素として加わるものが、導入する（エマルション化される）油量とポンプ圧である。以下、それぞれについて検討した。

[0077] ・導入する油（オレイン酸）量

導入する油（オレイン酸）量を前述の50ミリリットル／分から100ミリリットル／分へ上げ、粒度分布測定をした結果を図25に示す。図22とほぼ同様の粒子径を確認した。更に、オレイン酸の導入量を130ミリリットル／分まで上げたが、大きな変動は確認されなかった。

一方、粒子数は導入量に依存して増加することが確認された（図27参照）。

[0078] ・ポンプ圧

ポンプ圧は流量に依存することから、流体混合器10、及び配管（第1連通パイプ3と第2連通パイプ5）の径や長さなどの吸引ポンプP以外を同一条件にした環境下で、2種類の吸引ポンプPを用いて全体の流量から評価した（流量：16リットル／分、及び、23リットル／分）。

[0079] 図26にオレイン酸導入量が50ミリリットル/分、生成されるマイクロエマルションの流量が23リットル/分の際の粒度分布図を示す。図22に比べピークが約0.5 μm とより小さい位置になった。これは、全体の流量が上がったものの、導入されるオレイン酸量が固定されているため、同時に導入される水（分散溶媒）のみが増加、つまり、エマルション化されるオレイン酸に対して分散溶媒の水の比率が上がった結果、オレイン酸の旋回分散力が向上したためと考えられる。

一方、どちらのポンプ（全体流量）においても、粒子数はオレイン酸の導入量のみで支配されることが確認された（図27参照）。

[0080] ・導入する油の粘性の影響

液相-液相の旋回混流によってマイクロエマルション化させる場合、その粒子径等は、それら溶液の組成よりも物理化学的な要素による影響が大きい。本実施例3における実験では特に、導入する油の粘性について評価した。本実験で用いた種々の油の粘度、粒度分布測定において確認された平均粒子径、及び粒子数をそれぞれ図28に示す。また、粒度分布測定の例として、図29に大豆油、図30に菜種油、図31にコーン油、図32にオリーブ油、図33に椿油での測定結果をそれぞれ示す。

平均粒子径及び粒子数等に油の粘度の影響は殆ど無く、上述の項目オレイン酸及び導入する油（オレイン酸）の結果を含め、粒子径はポンプ圧、粒子数は導入量によって支配されることを確認した。

[0081] ・安定性

図34はマイクロエマルション化した椿油（処理直後）、図35はマイクロエマルション化した椿油の3ヶ月後（処理後3ヶ月放置）である。界面活性剤等の乳化剤なしで、安定なマイクロエマルションを生成することができたことを確認した。

[0082] ・まとめ

流体混合装置1を利用したマイクロエマルション化技術について検討した。その結果、生成されるエマルションの平均粒子径及び粒子数等にその粘性

の影響は殆ど無く、粒子径はポンプ圧、粒子数は導入量によって支配されることを確認した。

符号の説明

- [0083]
- 1 流体混合装置
 - 2 第2流体収容部
 - 3 第1連通パイプ
 - 4 第1流体収容部
 - 7 混合流体収容部
 - 10 流体混合器
 - 11 混合器本体
 - 12 一端開口部
 - 13 他端開口部
 - 14 軸線流路
 - 15 本体導入孔
 - 16 基端側筒状部
 - 17 先端側筒状部
 - 17 a 一側端縁部
 - 18 先端筒状部
 - 19 螺旋流路
 - 30 被覆体
 - 34 被覆本体
 - 34 a 一側端縁部

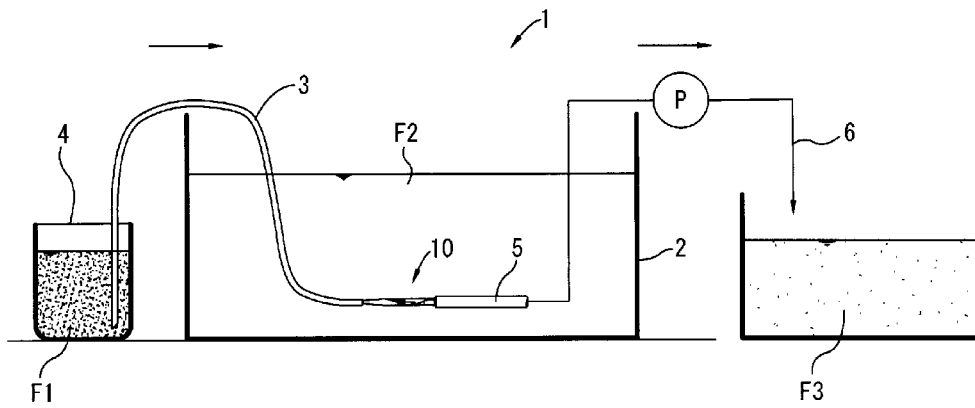
請求の範囲

- [請求項1] 両端に開口部を有する筒状の混合器本体に、一端開口部から導入した第1流体を軸線方向に流動させて他端開口部から導出する軸線流路と、混合器本体の周壁に形成した本体導入孔から導入した第2流体を混合器本体の内周面に沿わせて軸線流路の軸線を中心とする螺旋状に回転させながら流動させて第1流体と第2流体とを混合して他端開口部から導出する螺旋流路を形成したことを特徴とする流体混合器。
- [請求項2] 前記混合器本体の外周を被覆体により一定の間隔を保持して被覆し、
被覆体に、その周壁に形成した被覆体導入孔から導入した第2流体を被覆体の内周面に沿わせて軸線流路の軸線を中心に回転させながら流動させて混合器本体の本体導入孔に導入させる旋回流路を形成して、
軸線流路を軸線流動する第1流体と、その周囲を螺旋状に旋回流動する第2流体とを、螺旋流路の全域において混合させて他端開口部から導出させるようにしたことを特徴とする請求項1記載の流体混合器。
- [請求項3] 前記混合器本体は、一端開口部から他端開口部に向かって漸次拡径させて形成した基端側筒状部と、基端側筒状部の終端から他端開口部まで略同径に形成した先端側筒状部とを具備し、
先端側筒状部の周壁には、その長手方向との間に一定の鋭角をなして伸延するスリット状の本体導入孔を複数個形成するとともに、各本体導入孔は単一仮想螺旋に沿わせてかつその伸延方向に間隔を開けて配置したことを特徴とする請求項1又は2記載の流体混合器。
- [請求項4] 前記被覆体の周壁には、その長手方向に沿って伸延するスリット状の被覆体導入孔を形成したことを特徴とする請求項2又は3記載の流体混合器。
- [請求項5] 軸線流路をその軸線方向に沿って流動する第1流体と、その外周に

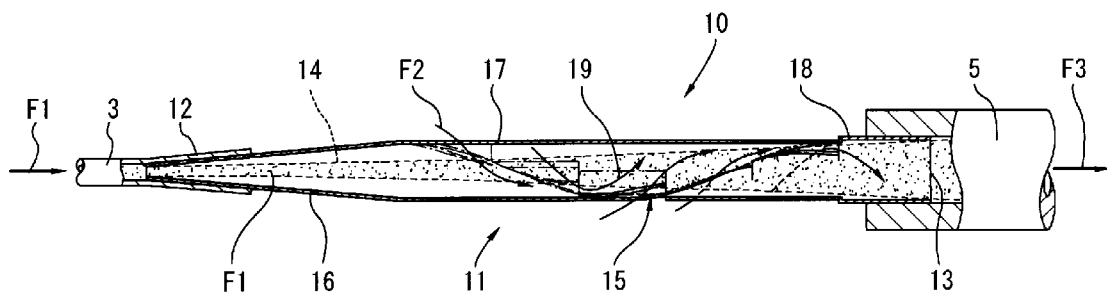
において、旋回流路を通して旋回流動させた後に、螺旋流路を通して螺旋状に旋回流動する第2流体とを、軸線流路の軸線方向に流動させながら混合することを特徴とする流体混合方法。

[請求項6] 第2流体を収容した容器内で、前記軸線流路内で第1流体を軸線方向に沿って流動させて軸線流路内を減圧させることで、前記容器内に収容した第2流体を軸線流路内に吸引するとともに、軸線流路の軸線方向に螺旋状に旋回流動させることを特徴とする請求項5記載の流体混合方法。

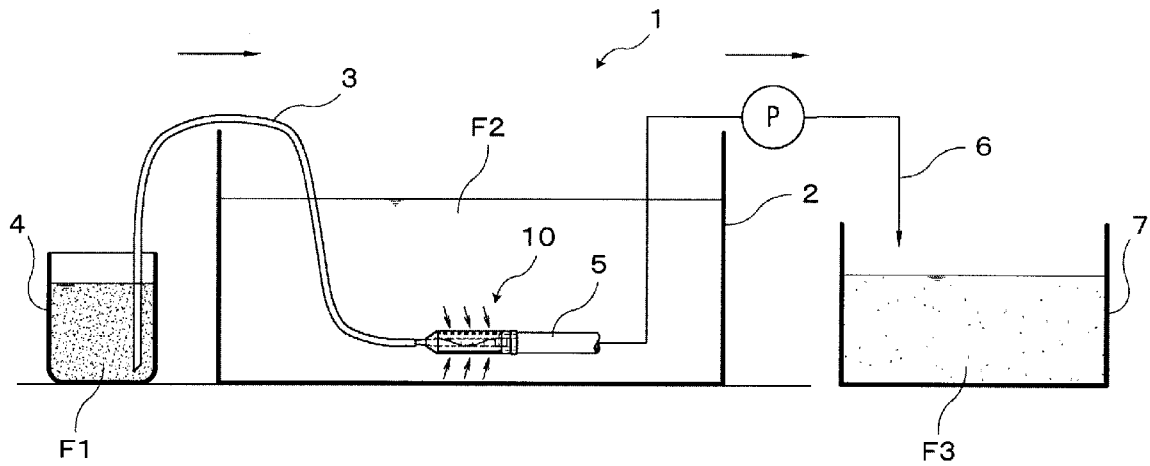
[図1]



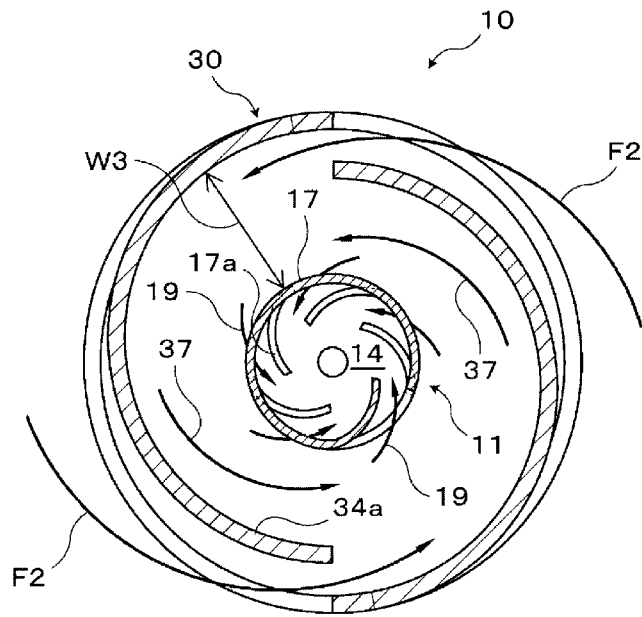
[図2]



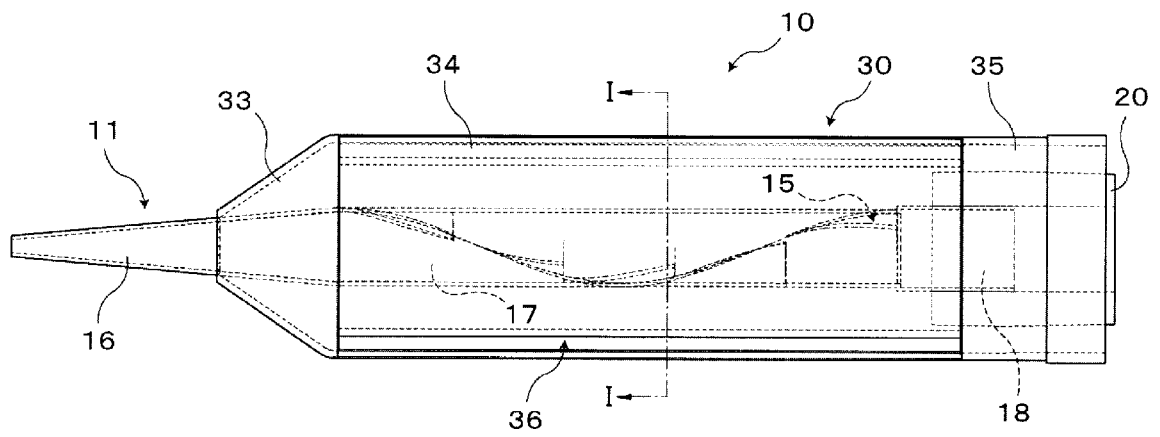
[図3]



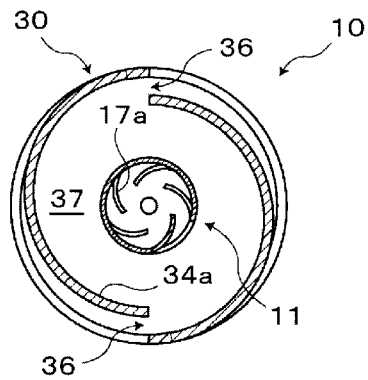
[図5]



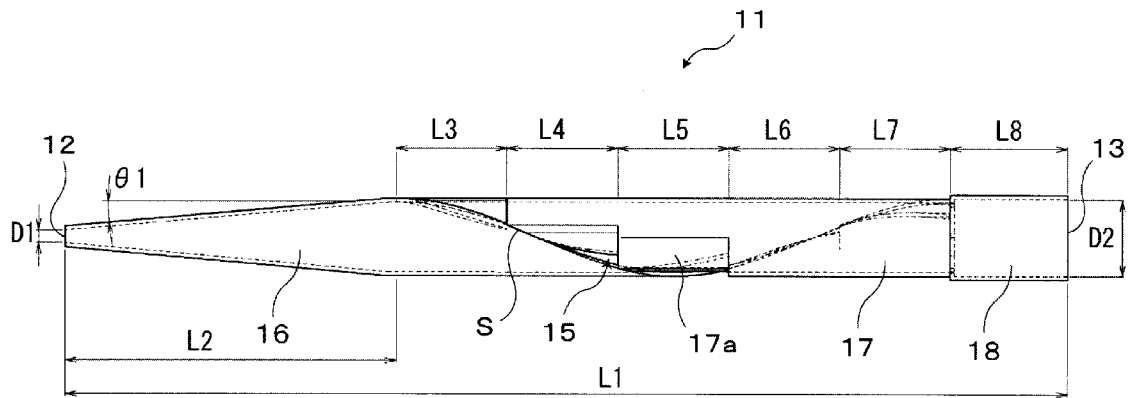
[図6]



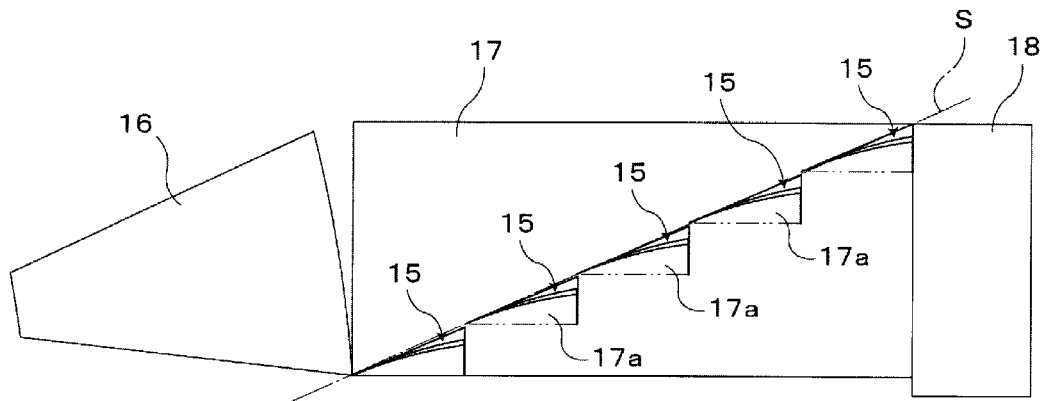
[図7]



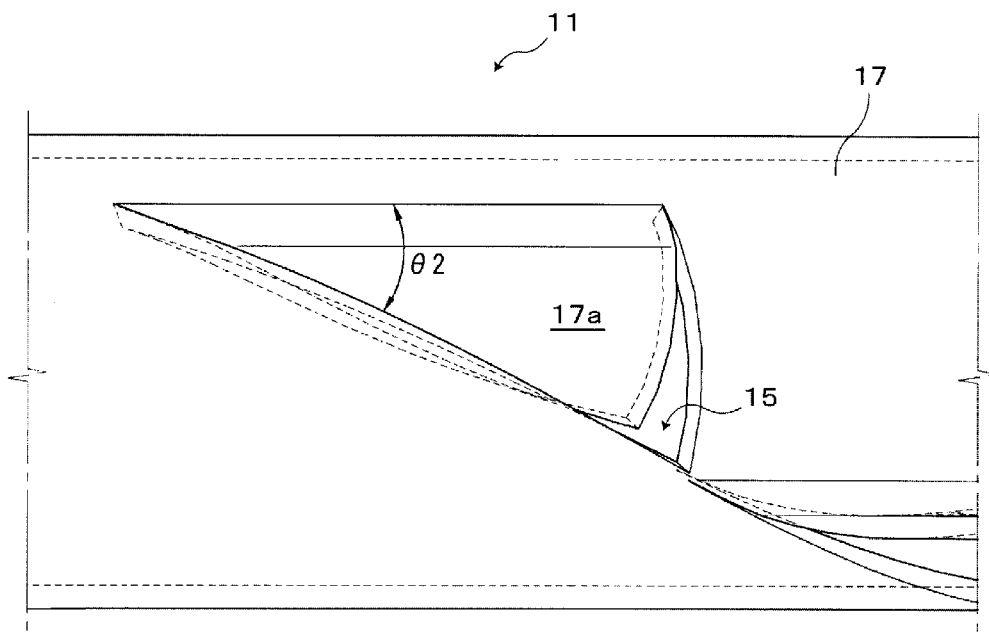
[図8]



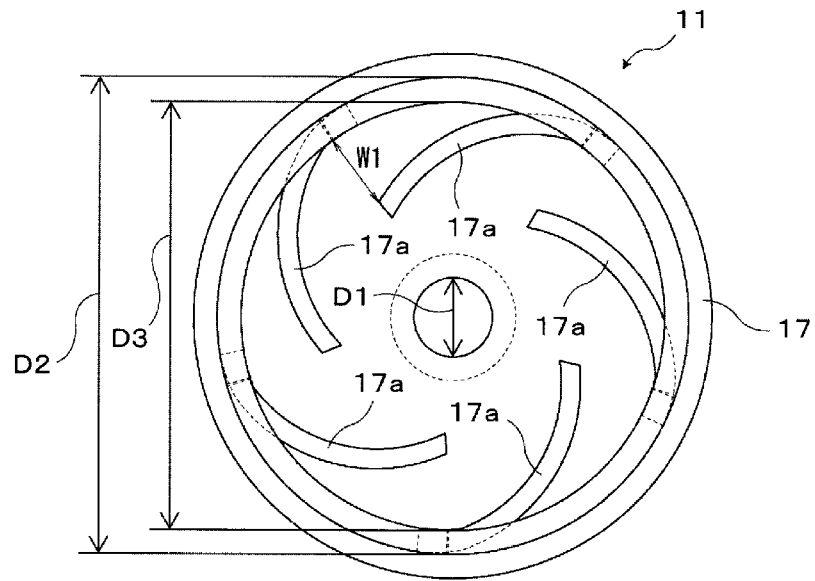
[図9]



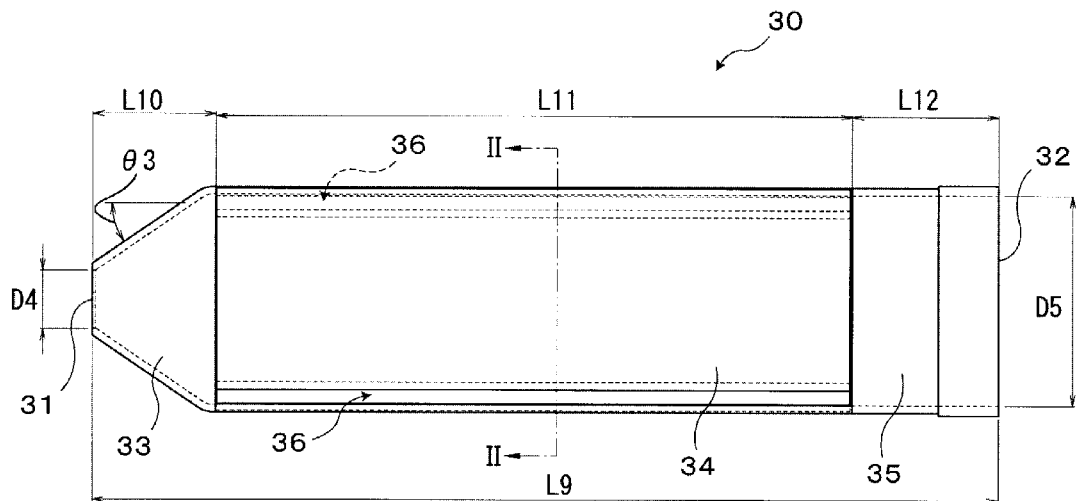
[図10]



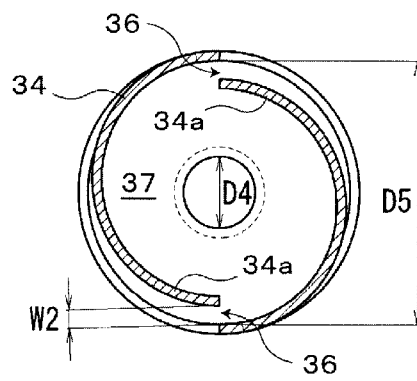
[図11]



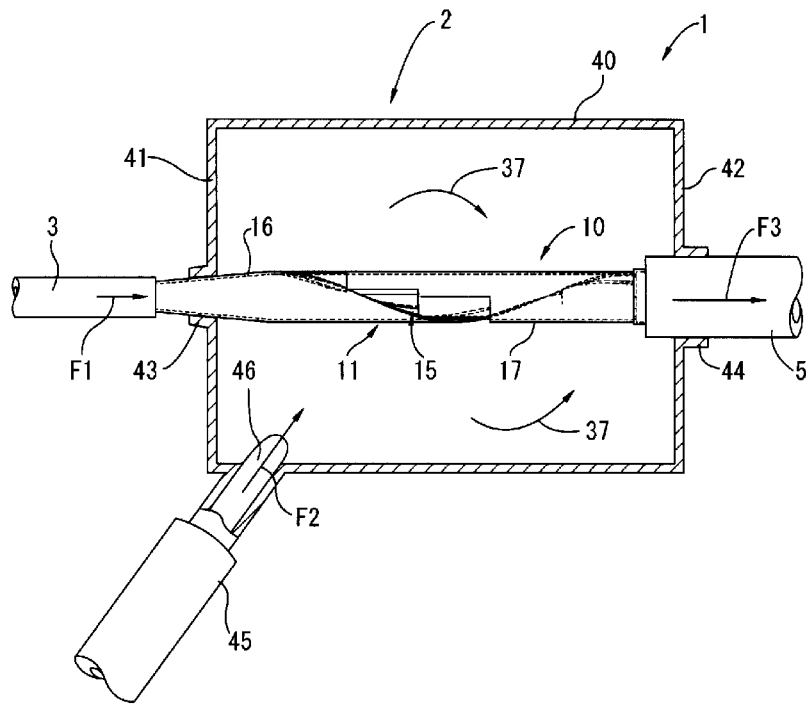
[図12]



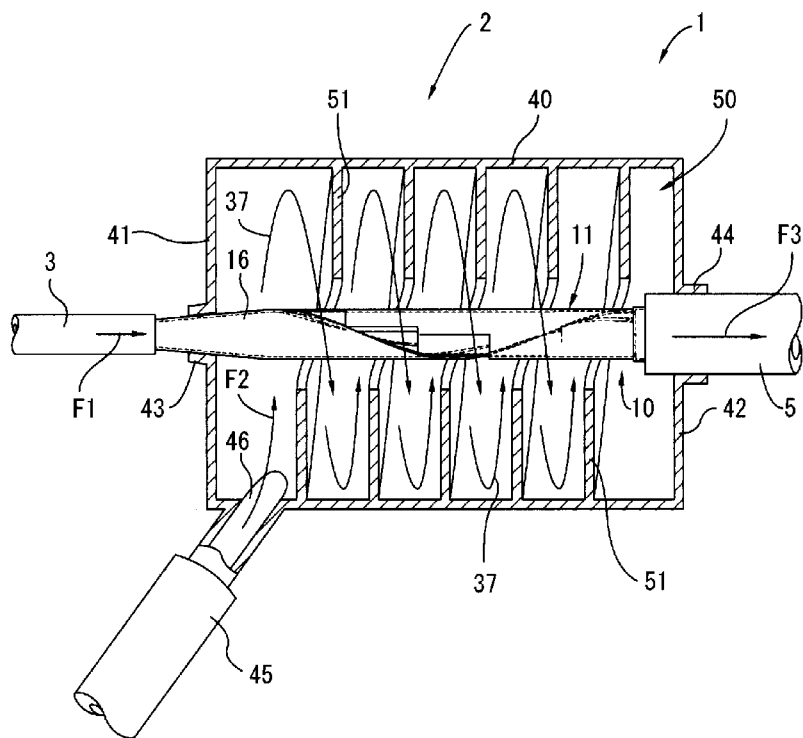
[図13]



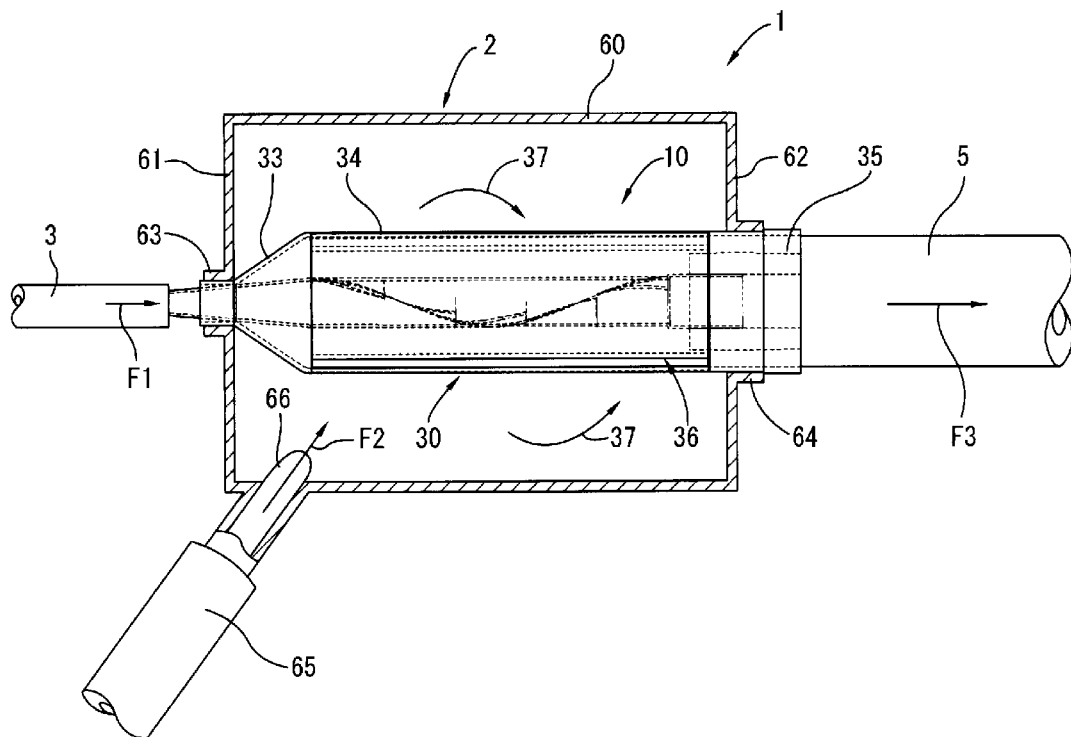
[図14]



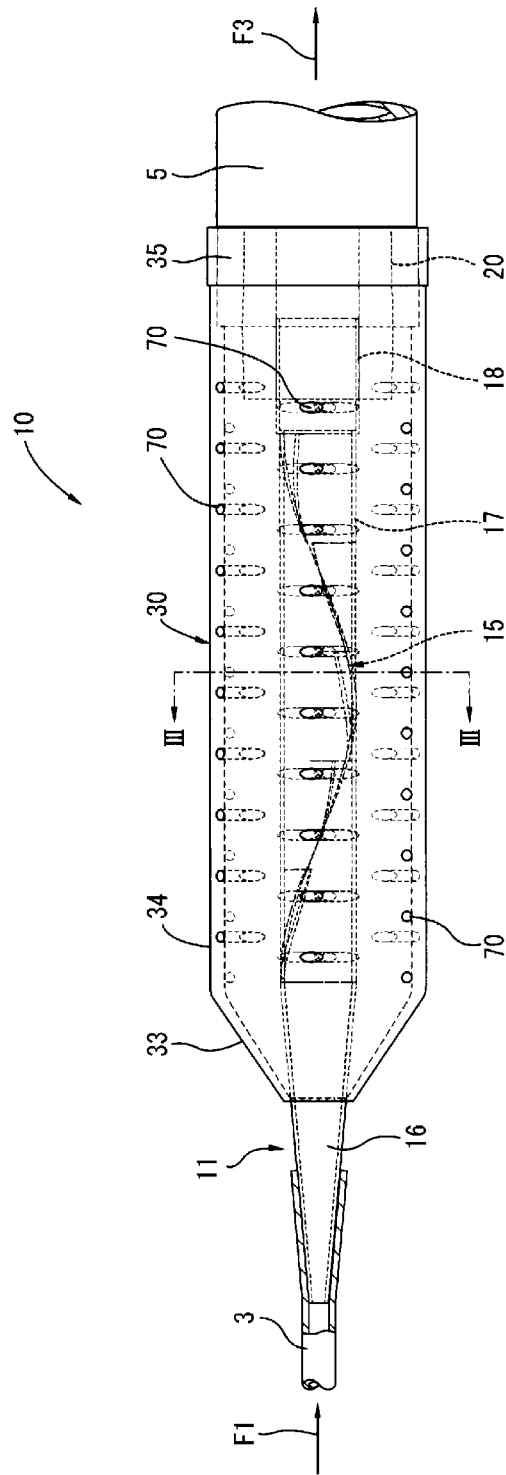
[図15]



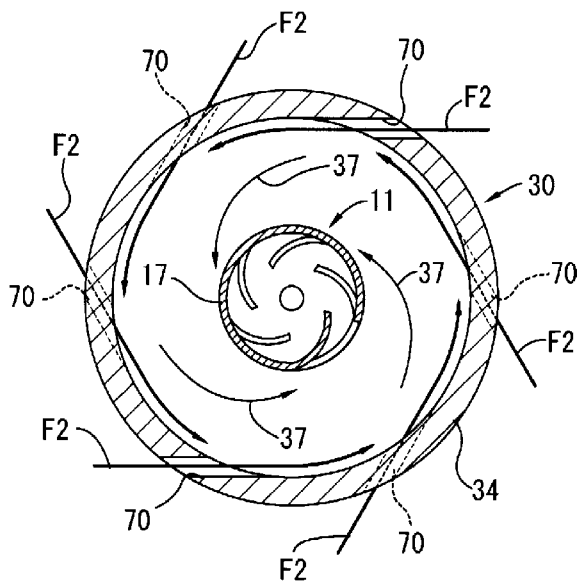
[図16]



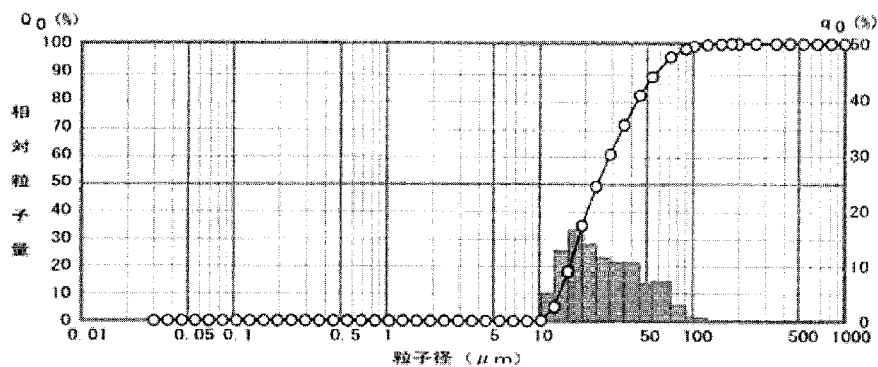
[図17]



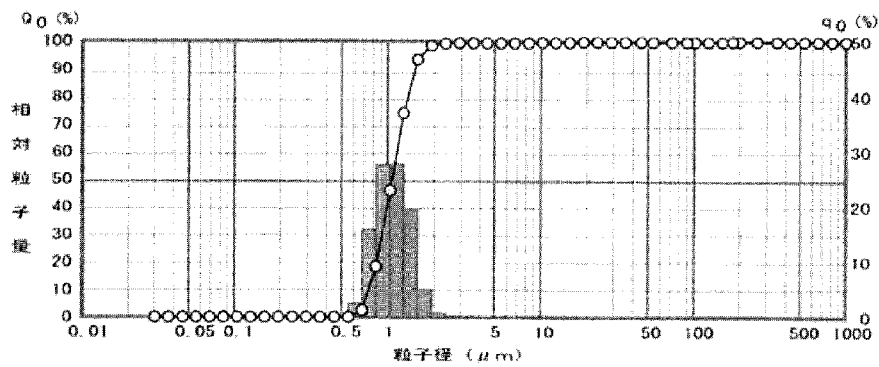
[図18]



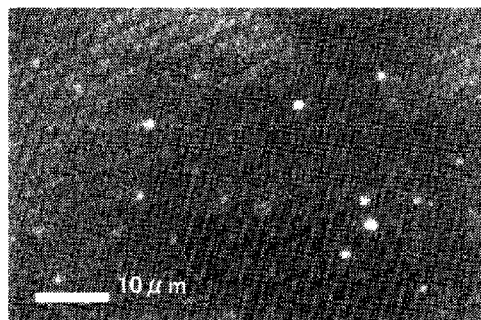
[図19]



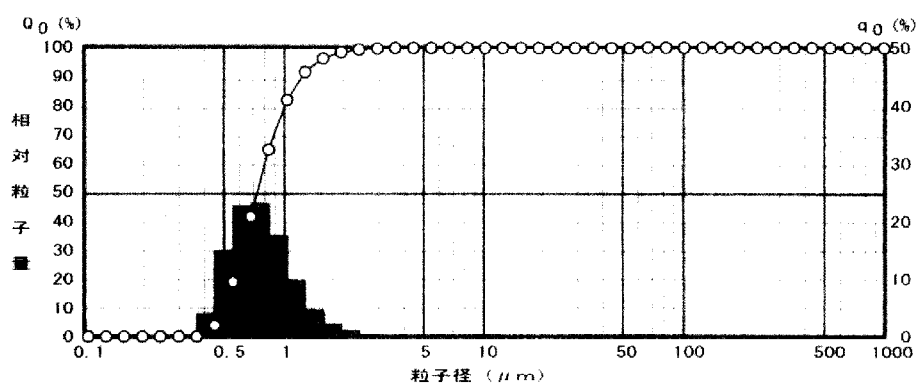
[図20]



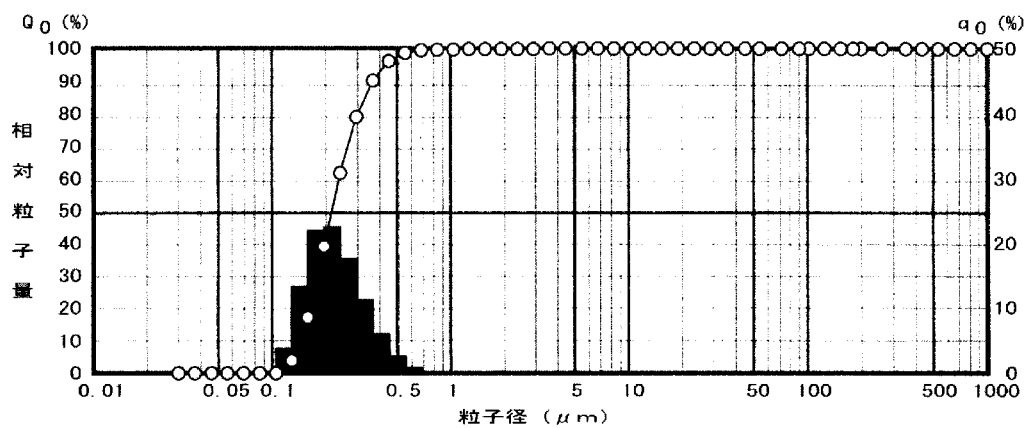
[图21]



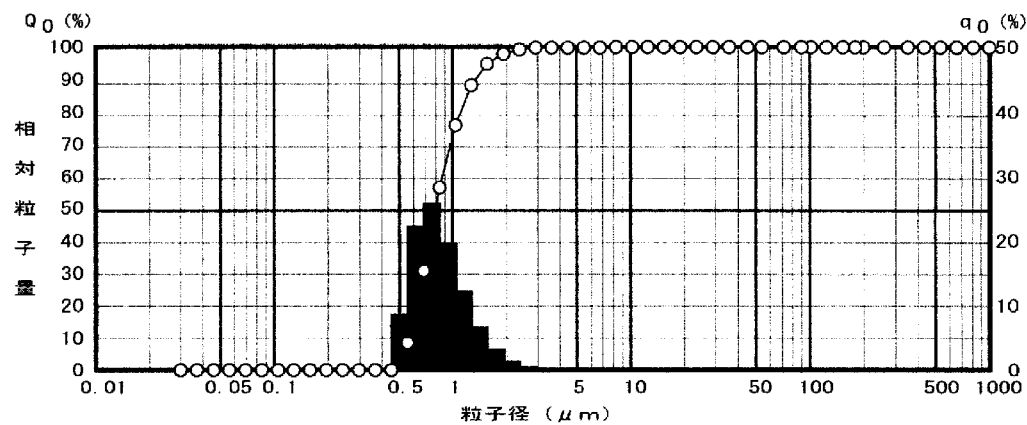
[图22]



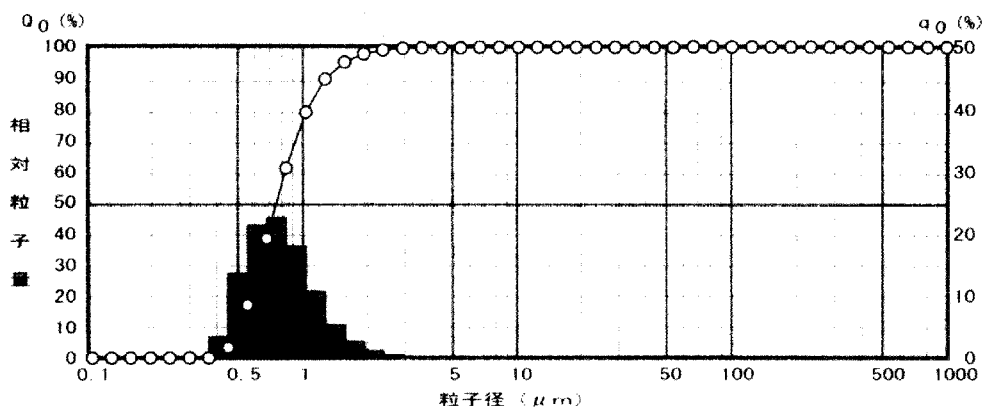
[图23]



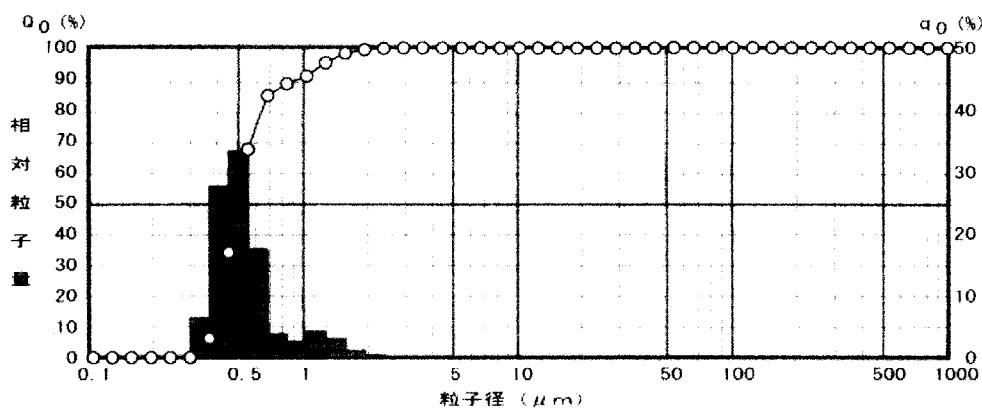
[图24]



[図25]



[図26]



[図27]

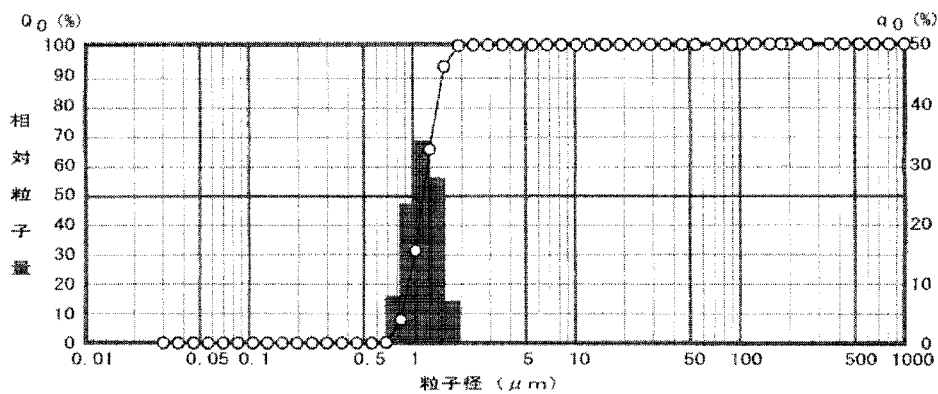
生成された エマルジョン 溶液量 (全体の流量)	オレイン酸導入量			
	140 ml/min	130 ml/min	100 ml/min	50 ml/min
16 l/min	—	45×10 ⁶ 個 /ml	38×10 ⁶ 個 /ml	33×10 ⁶ 個 /ml
23 l/min	43×10 ⁶ 個 /ml	—	33×10 ⁶ 個 /ml	7×10 ⁶ 個 /ml

3 μm 以下の総数

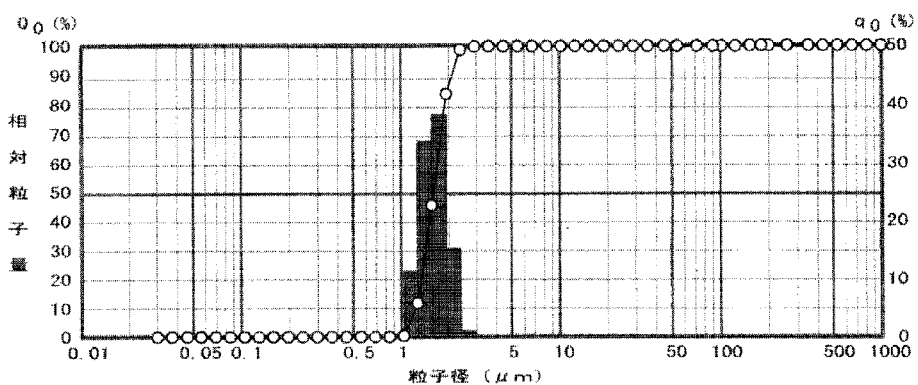
[図28]

油の種類	粘度(15℃) mPa · S	平均粒子径 μm	粒子数 3 μm 以下の総数
大豆油	84.0	1.3	86×10 ⁵
菜種油	99.5	1.6	75×10 ⁵
コーン油	88.7	1.4	77×10 ⁵
オリーブ油	110.0	1.2	61×10 ⁵
椿油	115.0	1.3	81×10 ⁵

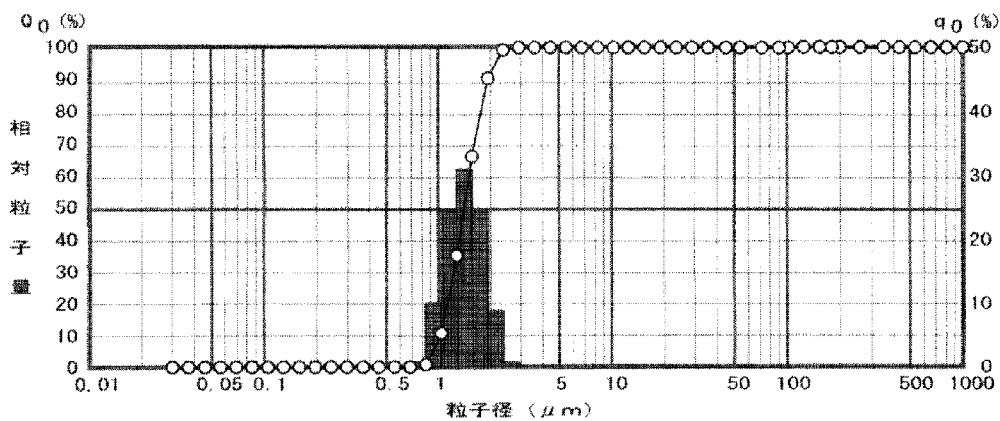
[图29]



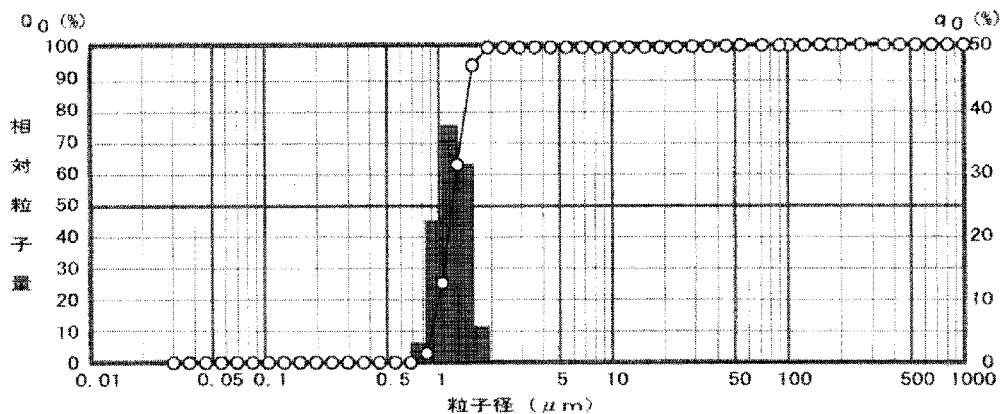
[图30]



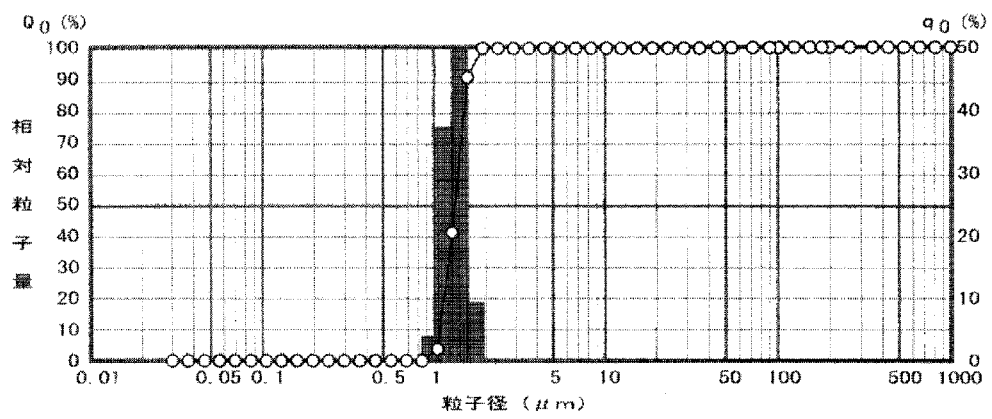
[图31]



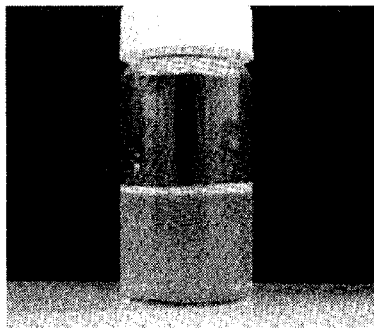
[图32]



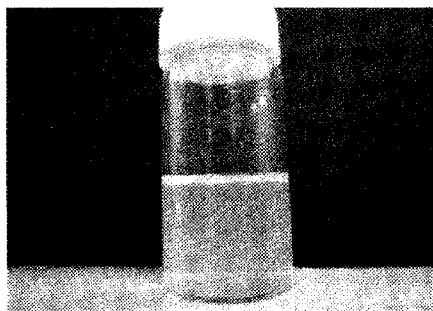
[図33]



[図34]



[図35]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079637

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B01F5/00(2006.01) i, B01F3/02(2006.01) i, B01F3/04(2006.01) i, B01F3/08 (2006.01) i, B01F5/06(2006.01) i		
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) B01F5/00, B01F3/02, B01F3/04, B01F3/08, B01F5/06		
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 1996-2012 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012		
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.
X Y	WO 2008/038763 A1 (Nakata Coating Co., Ltd.), 03 April 2008 (03.04.2008), paragraphs [0042] to [0090]; fig. 13, 18, 21 & US 2009/0201761 A1 & EP 2067524 A1 & KR 10-2009-0028835 A & CN 101505859 A	1, 2, 4-6 3
Y	JP 2009-142750 A (Kikuchi Ecoearth Co., Ltd.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0042] to [0045]; fig. 5 & JP 4142728 B & US 2009/0152381 A1 & CN 101456624 A	3
Y	JP 57-12821 A (Hitachi Capacitors Co., Ltd.), 22 January 1982 (22.01.1982), page 2, lower left column, lines 9 to 18; fig. 4, 5 (Family: none)	3
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 17 January, 2012 (17.01.12)		Date of mailing of the international search report 24 January, 2012 (24.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/079637

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-140708 A (Mazda Motor Corp.), 23 May 2000 (23.05.2000), paragraphs [0063] to [0070] & US 6450344 B1 & US 2003/0029779 A1 & EP 1027163 A & WO 2000/012220 A1 & TW 402523 B & CN 1275098 A	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B01F5/00(2006.01)i, B01F3/02(2006.01)i, B01F3/04(2006.01)i, B01F3/08(2006.01)i, B01F5/06(2006.01)i		
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. B01F5/00, B01F3/02, B01F3/04, B01F3/08, B01F5/06		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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 請求項の番号
X Y	WO 2008/038763 A1 (株式会社仲田コーティング) 2008.04.03, 段落【0042】～【0090】、【図13】、【図18】、【図21】 & US 2009/0201761 A1 & EP 2067524 A1 & KR 10-2009-0028835 A & CN 101505859 A	1, 2, 4-6 3
Y	JP 2009-142750 A (株式会社菊池エコアース) 2009.07.02, 段落【0042】～【0045】、【図5】 & JP 4142728 B & US 2009/0152381 A1 & CN 101456624 A	3
<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 17.01.2012	国際調査報告の発送日 24.01.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 関口 哲生 電話番号 03-3581-1101 内線 3377	3M 5075

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 請求項の番号
Y	JP 57-12821 A (日立コンデンサ株式会社) 1982.01.22, 第2頁左下欄第9行~第18行, 第4図, 第5図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2000-140708 A (マツダ株式会社) 2000.05.23, 段落【0063】~【0070】 & US 6450344 B1 & US 2003/0029779 A1 & EP 1027163 A & WO 2000/012220 A1 & TW 402523 B & CN 1275098 A	3