(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
2016 年 10 月 6 日(06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/157893 A1

(51) 国際特許分類:
B01F 5/00 (2006.01) *B81B 1/00* (2006.01)
B01J 19/00 (2006.01) *G01N 37/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001821

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 29 日(29.03.2016)

(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 2015-073775 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015) JP

(71) 出願人: 東洋製罐グループホールディングス株式会社(TOYO SEIKAN GROUP HOLDINGS, LTD.) [JP/JP]; 〒1418627 東京都品川区東五反田２丁目１８番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大貫　隆司(OONUKI, Ryuuji); 〒2400062 神奈川県横浜市保土ヶ谷区岡沢町２２番地４ 東洋製罐グループホールディングス株式会社 綜合研究所内 Kanagawa (JP). 國則　正弘(KUNINORI, Masahiro); 〒2400062 神奈川県横浜市保土ヶ谷区岡沢町２２番地４　東洋製罐グループホールディングス株式会社　綜合研究所内 Kanagawa (JP). 岩崎　力(IWASAKI, Tsutomu); 〒2400062 神奈川県横浜市保土ヶ谷区岡沢町２２番地４　東洋製罐グループホールディングス株式会社　綜合研究所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 渡辺　喜平，外(WATANABE, Kihei et al.); 〒1010041 東京都千代田区神田須田町一丁目２６番　芝信神田ビル３階 Tokyo (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

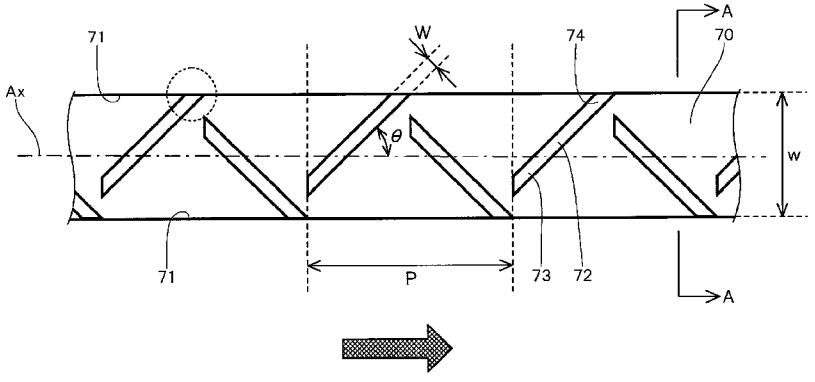
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, 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**: MIXING FLOW PATH AND MICROFLUIDIC DEVICE PROVIDED WITH MIXING FLOW PATH

(54) 発明の名称 : 混合流路及びこの混合流路を備えたマイクロ流体デバイス



(57) **Abstract**: In order to mix fluids within a single flow path efficiently and facilitate fabricating a flow path chip, provided is a mixing flow path wherein a plurality of channel parts 72 having an upper flow end 73 and a lower flow end 74 and extending in the direction of the axial line of the flow path is disposed on a flow path bottom surface 70, and the direction of the channel parts 72 that are disposed is alternately changed to the opposite direction at regular or irregular intervals.

(57) 要約:　一つの流路内で流体を効率よく混合することができ、流路チップの作製も容易となるように、流路底面７０に、上流端７３と下流端７４とを有し、かつ、流路軸線方向に延在する複数の溝部７２を配置するとともに、配置された溝部７２の方向が一定又は不定の周期で逆向きに入れ替わるようにする。

WO 2016/157893 A1

明　細　書

発明の名称 ：

混合流路及びこの混合流路を備えたマイクロ流体デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、微小な流路空間内で微小容量の流体を混合させたり反応させたりするための混合流路と、そのような混合流路を備えたマイクロ流体デバイスに関する。

背景技術

[0002] 近年の微細加工技術の進展や、プラスチック成形加工技術の発展・広範化により、マイクロ流体デバイスの活用・普及が進んでいる。

マイクロ流体デバイスは、マイクロ・トータル・アナリシス・システムズ（μＴＡＳ）又はラボ・オン・チップ（ｌａｂ－ｏｎ－ａ－ｃｈｉｐ）等とも呼ばれ、微小な流路空間内で流体を混合させたり反応させたりするための反応場を形成する流路チップによって構成されている。

[0003] このようなマイクロ流体デバイスは、流路空間が狭小であり、流路内は慣性項に比べ粘性項の影響が非常に大きい。このため、流体の流れは、レイノルズ数が１を切る（例えばＲｅ＝０．２１等）層流状態となるため、流体の混合反応は分子拡散のみによって進行することになる。その結果、流体の混合効率が非常に悪くなるという問題があり、このような混合効率の問題を解決するために、これまで種々の提案がなされている。

[0004] 例えば、非特許文献１には、基板上面に形成された流路の底面に微細なマイクロノズルを高密度に配置し、このノズルを通して流路を流れる試料液中に試薬を噴出させて混合させるマイクロミキサが提案されている。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：三宅亮，外３名，「集積化マイクロ吸光度セルによる小形高感度フロー式分析装置」，電学論Ｅ，１１７巻３号，平成９年，ｐ．１４７－

１５４

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 非特許文献１記載のマイクロミキサでは、試料液中に試薬を噴出させることで、試料液と試薬の接触面積が増えるため、高い混合効果を得ることができる（マイクロプルーム効果）。しかしながら、非特許文献１のマイクロミキサは、試料液が流れる流路の下方に試薬を導く別の流路を形成する二層構造となっている。このため、流路を刻設した二種類の基板が必要になり、さらに、これらを位置合わせして接合する工程も求められるため、流路チップの作製に煩雑な手間を要していた。

[0007] 本発明は、上記の事情に鑑みなされたものであり、一つの流路内で流体を効率よく混合することができ、流路チップの作製も容易な混合流路、及びそのような混合流路を備えたマイクロ流体デバイスの提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る混合流路は、流体を混合させつつ移動させる混合流路であって、流路底面に、上流端と下流端とを有し、かつ、流路軸線方向に延在する複数の溝部が、流路軸線方向に沿って配置されているとともに、前記溝部の方向が、一定又は不定の周期で逆向きに入れ替わる構成としてある。

[0009] 本発明に係るマイクロ流体デバイスは、上記したような混合流路を備える構成としてある。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、流体が層流状態で移動するような狭小な流路であっても、マイクロプルーム効果によって、流体を混合させつつ移動させることができる。また、一つの流路内で流体を効率よく混合することができるので、流路チップの作製も容易である。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態に係るマイクロ流体デバイスの一例を示す斜視図であ

る。

[図2]本発明の実施形態に係るマイクロ流体デバイスの一例を示す分解斜視図である。

[図3]本発明の実施形態に係る混合流路の一例を示す要部拡大平面図である。

[図4]図３のＡ－Ａ線断面図である。

[図5]本発明の実施形態に係る混合流路に配置される溝部の下流端の概略斜視図である。

[図6]本発明の実施形態に係る混合流路の変形例を示す要部拡大平面図である。

[図7]本発明の実施形態に係る混合流路の一例の解析結果を示す説明図であり、上記混合流路を平面視した混合状態を示している。

[図8]本発明の実施形態に係る混合流路の一例の解析結果を示す説明図であり、上記混合流路の断面における混合状態を示している。

[図9]参照例としてのストレート流路の解析結果を示す説明図であり、上記ストレート流路を平面視した混合状態を示している。

[図10]参照例としてのストレート流路の解析結果を示す説明図であり、上記ストレート流路の始点及び終点での断面における混合状態を示している。

[図11]本発明の実施形態に係る混合流路の他の変形例を示す要部拡大平面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の好ましい実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0013] ［マイクロ流体デバイス］

まず、本発明に係るマイクロ流体デバイスの実施形態として、イムノクロマトグラフィー法に基づくインフルエンザ診断キットに適用した一例について説明する。

図１は、本実施形態に係るマイクロ流体デバイスの斜視図であり、図２は、その分解斜視図である。これらの図に示す例において、インフルエンザ診断キットとして構成されるマイクロ流体デバイス１は、基板２と、基板２の

表面を覆うカバー体３と、インフルエンザ抗原と結合する金コロイド標識抗体を含浸させたコンジュゲートパッド４と、分析後の残液を吸収させる吸収パッド５とを備えている。

[0014] 基板２の表面には、コンジュゲートパッド保持部４ａ、第１キャピラリポンプ部６ａ、液送流路部７、検出部８、第２キャピラリポンプ部６ｂ、及び吸収パッド保持部５ａが形成されている。

[0015] 検出部８には、金コロイド標識抗体と結合したインフルエンザ抗原を捕捉する捕捉抗体を塗布したテスト流路８ａと、インフルエンザ抗原が結合していない金コロイド標識抗体を捕捉する捕捉抗体を塗布したコントロール流路８ｂが設けられている。テスト流路８ａは、広幅浅底に形成して、その底面に捕捉抗体を塗布することで、金コロイド標識抗体と結合したインフルエンザ抗原を捕捉し易くすることができる。コントロール流路８ｂも同様とすることができる。

[0016] また、第１キャピラリポンプ部６ａと第２キャピラリポンプ部６ｂは、分析対象を含む調製液を、毛細管現象を推進力として液送する微細液送構造体によって構成される。かかる微細液送構造体としては、例えば、複数の微細突起が一列に並び、かつ、隣接する微細突起の間隙を液送路とする単位列が周期的に列設され、それぞれの微細突起の間隔が、毛細管現象を引き起こす間隔（例えば、一つの単位列において隣接する微細突起６０の間の間隔が１～１０００μｍ、隣接する単位列間の間隔が１～１０００μｍ）となるように配列したものなどを利用することができる。好適には、先に本出願人が特願２０１４－２４２２２６で提案した微細液送構造体を利用することができ、これによれば、液送方向に偏りが生じることなく、液送方向を再現性よく任意に制御することができる。

[0017] 液送流路部７は、その流路上に形成された検出部８に、第１キャピラリポンプ部６ａから送られてきた調製液を、毛細管現象により液送する流路としての機能とともに、当該調製液を混合する混合流路としての機能を兼ね備えているが、これについては後述する。

[0018] 基板２は、その表面に形成されるキャピラリポンプ部６ａ，６ｂや液送流路部７などの微細形状を良好に転写形成することができれば、ポリジメチルシロキサン等の紫外線硬化性、熱硬化性又は二液硬化性樹脂を用いてキャスト成形により成形してもよく、ポリメチルメタアクリレート，ポリスチレン、ポリカーボネート、シクロオレフィンコポリマー、シクロオレフィンポリマー等の熱可塑性樹脂を用いて射出成形、ナノインプリント等により成形してもよい。また、ガラスやシリコンを用いてエッチング、超精密機械加工等によって成形してもよい。

[0019] カバー体３は、樹脂製又はガラス製とすることができ、基板２の表面に形成された検出部８（テスト流路８ａ及びコントロール流路８ｂ）を透視できる程度に透明であるのが好ましい。かかるカバー体３は、一端側に形成された切欠き部４ｂ，５ｂに、コンジュゲートパッド４と吸収パッド５のそれぞれを保持しつつ、第１キャピラリポンプ部６ａ、液送流路部７、検出部８、第２キャピラリポンプ部６ｂを封止するようにして基板２に接合される。

[0020] このとき、カバー体３で封止された第１キャピラリポンプ部６ａが、コンジュゲートパッド保持部４ａ側に開口するように、コンジュゲートパッド保持部４ａは、第１キャピラリポンプ部６ａの底面と同じ深さか、それよりも若干深くなるように形成する。これにより、当該開口を介して、コンジュゲートパッド４と第１キャピラリポンプ部６ａとが接続される。

[0021] 同様に、吸収パッド保持部５ａは、カバー体３で封止された第２キャピラリポンプ部６ｂが、吸収パッド保持部５ａ側に開口するように、第２キャピラリポンプ部６ｂの底面と同じ深さか、それよりも若干深くなるように形成する。これにより、当該開口を介して、吸収パッド５と第２キャピラリポンプ部６ｂとが接続される。

[0022] このようなマイクロ流体デバイス１を用いて、被験者がインフルエンザに感染しているか否かを診断するには、まず、被験者から採取した鼻汁などの検体（分析対象）を含む検体調製液をコンジュゲートパッド４に滴下する。

コンジュゲートパッド４に滴下された検体調製液は、コンジュゲートパッ

ド４から浸み出して第１キャピラリポンプ部６ａに浸入する。そして、検体調製液は、毛細管現象を推進力として第１キャピラリポンプ部６ａ内を進行して液送流路部７に送られる。液送流路部７に送られた検体調製液は、液送流路部７内を毛細管現象により流動して、その流路上に形成された検出部８に送られる。検出部８を通過した検体調製液の残液は、第２キャピラリポンプ部６ｂに達すると、その毛細管現象を推進力として第２キャピラリポンプ部６ｂ内を進行し、その後、吸収パッド５に吸収される。

[0023] 検体調製液をコンジュゲートパッド４に滴下すると、コンジュゲートパッド４に含浸された金コロイド標識抗体が検体調製液に溶出する。そして、患者がインフルエンザに感染していれば、検体調製液にはインフルエンザ抗原が含まれており、検体調製液に溶出した金コロイド標識抗体の一部がインフルエンザ抗原と結合し、インフルエンザ抗原が結合していない残りの金コロイド標識抗体とともに、液送流路部７の流路上に形成された検出部８に送られる。

前述したように、検出部８には、金コロイド標識抗体と結合したインフルエンザ抗原を捕捉する捕捉抗体を塗布したテスト流路８ａと、インフルエンザ抗原が結合していない金コロイド標識抗体を捕捉する捕捉抗体を塗布したコントロール流路８ｂが設けられている。したがって、検体調製液が検出部８を通過した後に、コントロール流路８ｂにだけ金コロイド粒子による発色が視認されれば、被験者はインフルエンザに感染していないと診断でき、テスト流路８ａにも金コロイド粒子による発色が視認されれば、被験者はインフルエンザに感染していると診断できる。

[0024] このようにして、被験者がインフルエンザに感染しているか否かを診断するにあたり、検体調製液にインフルエンザ抗原が含まれていても、金コロイド標識抗体と結合しなければ、インフルエンザ抗原を検出することができず、正確な診断をすることができない。このため、検体調製液にインフルエンザ抗原が含まれている場合に、インフルエンザ抗原が金コロイド標識抗体と確実に結合するようにして診断の精度（分析精度）を高めることが望まれる

。

[0025] 本実施形態において、液送流路部７は、混合流路としての機能を兼ね備えているのは前述した通りであるが、これは、検体調製液が液送流路部７内を流動して検出部８に到達するまでに、金コロイド標識抗体が検体調製液と十分に混合されるようにするためである。これにより、検体調製液にインフルエンザ抗原が含まれている場合には、金コロイド標識抗体とより確実に結合するようにして、インフルエンザ感染の有無について精度の高い診断ができるようにしている。

[0026] ［混合流路］

次に、本発明に係る混合流路の実施形態として、前述したマイクロ流体デバイス１の液送流路部７に適用した一例について説明する。

図３は、本実施形態に係る混合流路の概略を示す要部拡大平面図であり、図１において鎖線で囲む液送流路部７の要部を拡大して示している。また、図３では、流路軸線Ａｘを流路の幅方向中央を通る一点鎖線で示しており、流体の移動方向を矢印で示している。

[0027] 図３に示すように、流路底面７０には、流路軸線方向に対して傾斜して延在する複数の溝部７２が、流路軸線方向に沿って配置されている。流路底面７０に配置する溝部７２は、上流端７３と下流端７４とを有しており、流路内を移動する流体の一部が上流端７３から流入するように形成されている。

[0028] 溝部７２に流入した流体の一部は、溝部７２の上方を移動する流体の下側に回り込みつつ、その流れを横切るようにして溝部７２内を進行する。そして、下流端７２に達して行き場を失った流体は、上昇流（プルーム）を形成しながら下流端７４から噴出し、上方を移動する流体と合流して互いに混じり合うように挙動する。

流路内を移動する流体に、このような挙動を生じさせるには、流路軸線方向に対する溝部７２の傾斜角度θを１０～８０°とするのが好ましい。傾斜角度が１０°未満の場合、流路の単位長さあたり溝数が少なくなるため、混合効率が低下し、また、傾斜角度θが８０℃より大きい場合、圧力損失が大

きくなってしまう。

[0029] 本実施形態にあっては、一定又は不定の周期で傾斜方向が逆向きに入れ替わるように流路軸線方向に沿って配置された溝部７２ごとに、上記したような流体の挙動が繰り返されるようにすることで、流路内を移動する流体にマイクロプルームを生じさせて、これによって流体が混合されるようにしている。

[0030] このようにして流路内を移動する流体が混合されるようにするにあたり、図３に示す例では、溝部７２の傾斜方向が交互に逆向きに入れ替わるようにしている。このような態様とすることで、流路内を移動する流体に、交互にマイクロプルームが生じるようになり、流路内を移動する流体をより効率よく混合することができる。

また、このような態様で溝部７２を配置する場合には、溝部７２の配置スペースを考慮して、上流側の溝部７２の下流端７４と、当該溝部７２の下流側に隣接する溝部７２の上流端７３とが、流路軸線方向に直交する方向に離間して位置するように溝部７２を配置するのが好ましい。

[0031] また、図３に示す例では、溝部７２が、流路底面７０の幅方向中央部を跨いで、流路側壁７１に到るように延在して形成されている。このような態様とすることで、マイクロプルームが生じる範囲を流路幅方向に広げることができ、これによって、流路幅方向の一方側を移動する流体と他方側を移動する流体との混合を促して、流路内を移動する流体をより効率よく混合することができる。

[0032] また、溝部７２の下流端７４から上昇流を形成しながら流体を噴出させるにあたり、溝部７２の下流端７４は鋭角に形成するのが好ましい。下流端７４を鋭角に形成することにより、図５に示すように、溝部７２内を進行してきた流体が下流端７４の先端に集中し、下端縁７４に達した流体はより大きな上昇流を形成しながら噴出して、上方を移動する流体と広い範囲にわたって混じり合うようになり、流路内を移動する流体をより効率よく混合させることができる。

ここで、図５は、図３において鎖線で囲む部分を斜視して示す溝部７２の下流端７４の概略斜視図である。図５中、流体の流れを矢印で示しており、下流端７４に達した流体は、溝部側壁７１に沿って上昇流を形成しながら噴出する。

[0033] 一方、溝部７２の上流端７３は、流路内を移動する流体が溝部７２に流入し易くなるように、流路軸線方向に対して垂直に形成するのが好ましい。

[0034] また、本実施形態では、図６に示すように、上流側の溝部７２の延在方向に沿って、当該溝部７２の下流側に隣接する溝部７２と平行に一以上（図示する例では二つ）の副溝部７２ａを形成してもよい。すなわち、図３に示す例で溝部７２が形成されていないデッドスペースとなっている部分にも、溝部７２と同様の副溝部７２ａを、その長さを適宜調整して形成することができる。このようにすることで、流路底面７０に溝部７２及び副溝部７２ａをスペース効率よく密に配置し、流路内を移動する流体により多くのマイクロプルームを生じさせて、流体がよりいっそう効率よく混合されるようにすることができる。

なお、図６中の矢印は、図３と同様に流体の移動方向を示している。

[0035] ［性能評価］

以上のような本実施形態に係る混合流路について、流体解析ソフト（ＰＨＯＥＮＩＣＳ）を用いて性能を評価した。

図３及び図４に示す混合流路を評価対象とし、その流路幅ｗを３００μｍ、流路深さｄを３０μｍ、溝部７２の幅Ｗを５０μｍ、溝部７２の深さＤを３０μｍ、溝部７２の傾斜角度θを３０°、傾斜方向が同じ向きの溝部７２の形成ピッチＰを８６６μｍとした。解析結果を図７及び図８に示す。

[0036] 図７は、上記混合流路を平面視した混合状態を示し、図８（ａ）～（ｉ）のそれぞれは、図７の７ａ－７ａ線、７ｂ－７ｂ線、７ｃ－７ｃ線、７ｄ－７ｄ線、７ｅ－７ｅ線、７ｆ－７ｆ線、７ｇ－７ｇ線、７ｈ－７ｈ線、７ｉ－７ｉ線で示す断面における混合状態を示している。これらの図に示す解析結果は、シミュレーションのパラメータとして、定常流モデルにおいて、水

と等価の物性値の２つの流体（Ａ液・Ｂ液）を、流量１μＬ／ｍｉｎで流した場合となっており、図７の図面左側からＡ液・Ｂ液の２つの流体が並列に層流状に流れてきているとする。

[0037] 図７の７ａ－７ａ線で示す部分での混合状態は、は、図中最も上流側の溝部７２に達したときの混合状態を示している。この部分では、Ａ液・Ｂ液の２つの流体の間に界面が認められるが、流路の下流側にいくにしたがって、Ａ液・Ｂ液の２つの流体が徐々に混合されていくことが分かる。そして、図７の７ｉ－７ｉ線で示す部分での混合状態は、図中上流側から数えて十一番目の溝部７２に達したときの混合状態を示しており、この部分では、Ａ液・Ｂ液の２つの流体が十分に混合されていることが分かる。

上記混合流路の解析は流路長３０ｍｍで行い、流路長約６．５ｍｍでＡ液・Ｂ液の２つの流体が完全に混合することが確認できた。

[0038] これに対し、参照例として、流路幅６０μｍ、流路深さ２０μｍ、流路長３０ｍｍの断面矩形状のストレート流路（Ｒｅ＝０．２１）に、シミュレーションのパラメータとして、定常流モデルにおいて、水と等価の物性値の２つの流体（Ａ液・Ｂ液）を、流量１μＬ／ｍｉｎで流した場合の解析結果を図９及び図１０に示す。

[0039] 図９は、上記ストレート流路を平面視した混合状態を示し、その始点（Ｘ＝０ｍｍ）である９ａ－９ａ線で示す断面における混合状態を図１０（ａ）、終点（Ｘ＝３０ｍｍ）である９ｂ－９ｂ線で示す断面における混合状態を図１０（ｂ）にそれぞれ示す。これらの図からも分かるように、Ａ液・Ｂ液の２つの流体の混合は分子拡散のみによって進行し、３０ｍｍの流路長を経てもＡ液・Ｂ液の２つの流体はほとんど混合されていない。

[0040] これらの解析結果からも分かるように、本実施形態に係る混合流路によれば、２つの流体（Ａ液・Ｂ液）をわずか６．５ｍｍ程度の流路長で混合することができ、通常のストレート流路と比較して、非常に効率良く、迅速かつ確実に流体の混合が行われることになる。

[0041] 以上説明したように、本実施形態に係る混合流路によれば、流体が層流状

態で移動するような狭小な流路であっても、かかる流路を移動する流体にマイクロプルームを生じさせ、これによって、流体を混合させつつ移動させることができる。また、流路底面７０に溝部７２を配置することにより、一つの流路内で流体を効率よく混合することができるので、流路チップの作製も容易である。

[0042] したがって、このような本実施形態に係る混合流路を、前述したインフルエンザ診断キットとして構成されるマイクロ流体デバイス１の液送流路部７に適用すれば、液送流路部７内を検体調製液が流動して検出部８に到達するまでに、金コロイド標識抗体が検体調製液と十分に混合されるようにすることができる。その結果、検体調製液にインフルエンザ抗原が含まれている場合には、金コロイド標識抗体とより確実に結合するようにして、インフルエンザ感染の有無について精度の高い診断が可能になる。

[0043] 以上、本発明について、好ましい実施形態を示して説明したが、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲で種々の変更実施が可能であることは言うまでもない。

[0044] 例えば、前述した実施形態では、直線状の溝部７０が、流路軸線方向に交差して延在するように形成されているが、これに限定されない。上流端７３から流入した流体が溝部７０内を進行して流端７４から上昇流を形成しながら噴出するようになっていれば、溝部７０を湾曲させる等してもよい。具体的には、図１１に示すように、溝部７０をＳ字状に湾曲させてもよい。

[0045] また、前述した実施形態では、マイクロ流体デバイスの例としてインフルエンザ診断キットを挙げて説明したが、これに限定されない。一般に、マイクロ流体デバイスにあっては、流路長が長くなると流動抵抗が累積的に大きくなってしまい、圧力損失により液送が困難となってしまうが、本発明に係る混合流路は、流路を短くしても十分な混合が期待できるので、液送手段として外部ポンプを用いることなく、毛細管現象を推進力として液送することが求められる種々のマイクロ流体デバイスに好適に利用することができる。

[0046] この明細書に記載の文献及び本願のパリ優先権の基礎となる日本出願明細

書の内容を全てここに援用する。

産業上の利用可能性

[0047] 本発明は、微小な流路空間内で微小容量の流体を混合させたり反応させたりする種々のマイクロ流体デバイスに適用して利用することができる。

符号の説明

[0048]

1	マイクロ流体デバイス
7	液送流路部（混合流路）
７０	流路底面
７１	流路側壁
７２	溝部
７２ａ	副溝部
７３	上流端
７４	下流端
θ	流路軸線方向に対する溝部の傾斜角度

請求の範囲

[請求項1] 流体を混合させつつ移動させる混合流路であって、

流路底面に、上流端と下流端とを有し、かつ、流路軸線方向に延在する複数の溝部が、流路軸線方向に沿って配置されているとともに、

前記溝部の方向が、一定又は不定の周期で逆向きに入れ替わることを特徴とする混合流路。

[請求項2] 前記溝部が、流路側壁に到るように延在して形成されている請求項１に記載の混合流路。

[請求項3] 前記溝部の下流端が、鋭角に形成されている請求項１又は２に記載の混合流路。

[請求項4] 前記溝部の上流端が、流路軸線方向に対して垂直に形成されている請求項１～３のいずれか一項に記載の混合流路。

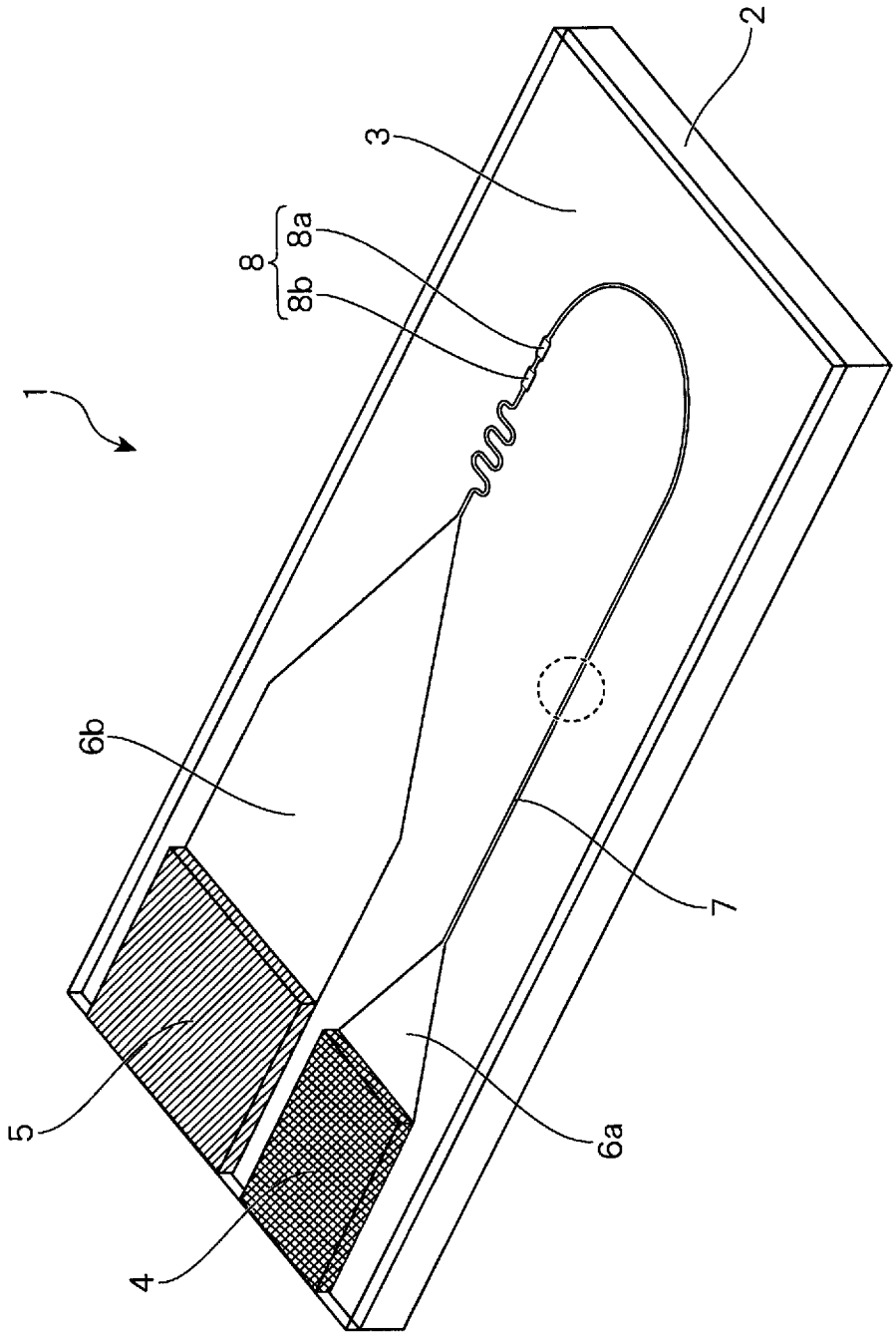
[請求項5] 前記溝部の方向が、交互に逆向きに入れ替わる請求項１～４のいずれか一項に記載の混合流路。

[請求項6] 上流側の前記溝部の下流端と、当該溝部の下流側に隣接する前記溝部の上流端とが、流路軸線方向に直交する方向に離間して位置する請求項５に記載の混合流路。

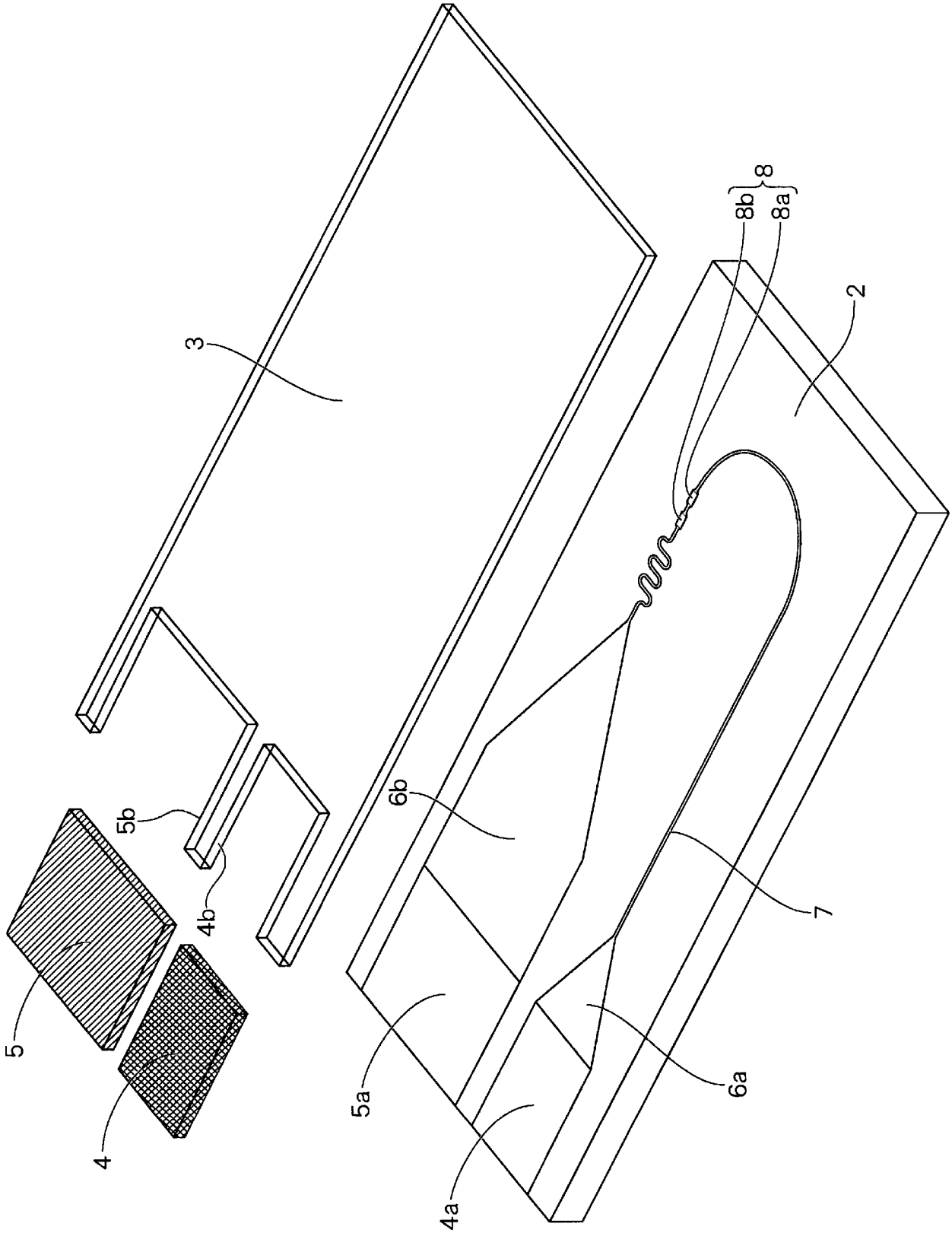
[請求項7] 上流側の前記溝部の延在方向に沿って、当該溝部の下流側に隣接する前記溝部と平行に一以上の副溝部を形成した請求項５又は６に記載の混合流路。

[請求項8] 請求項１～７のいずれか一項に記載の混合流路を備えることを特徴とするマイクロ流体デバイス。

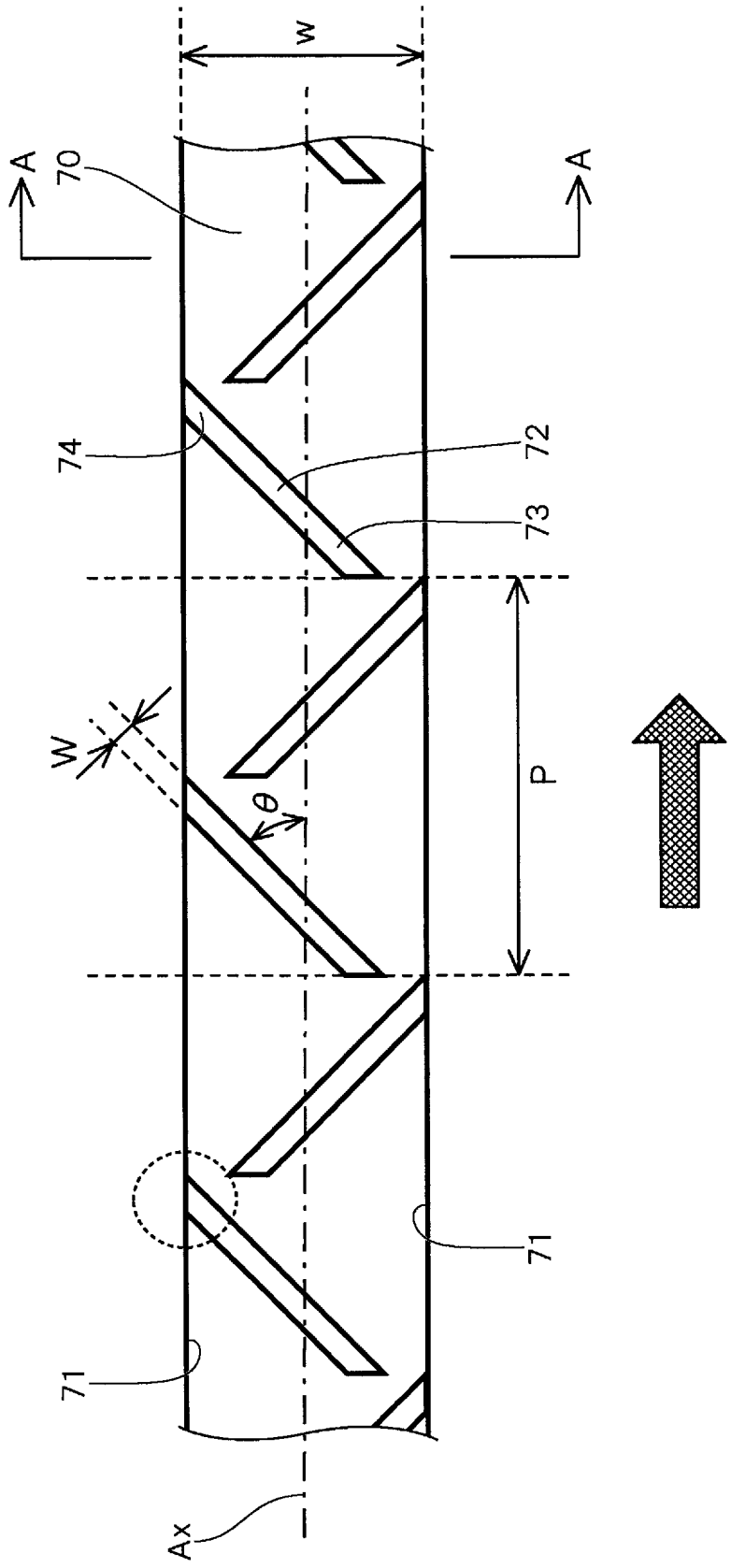
[図1]



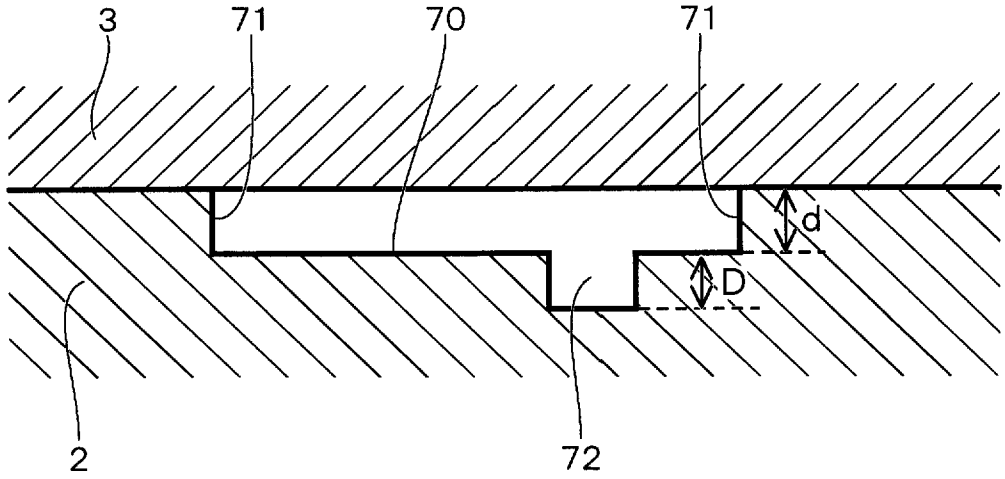
[図2]



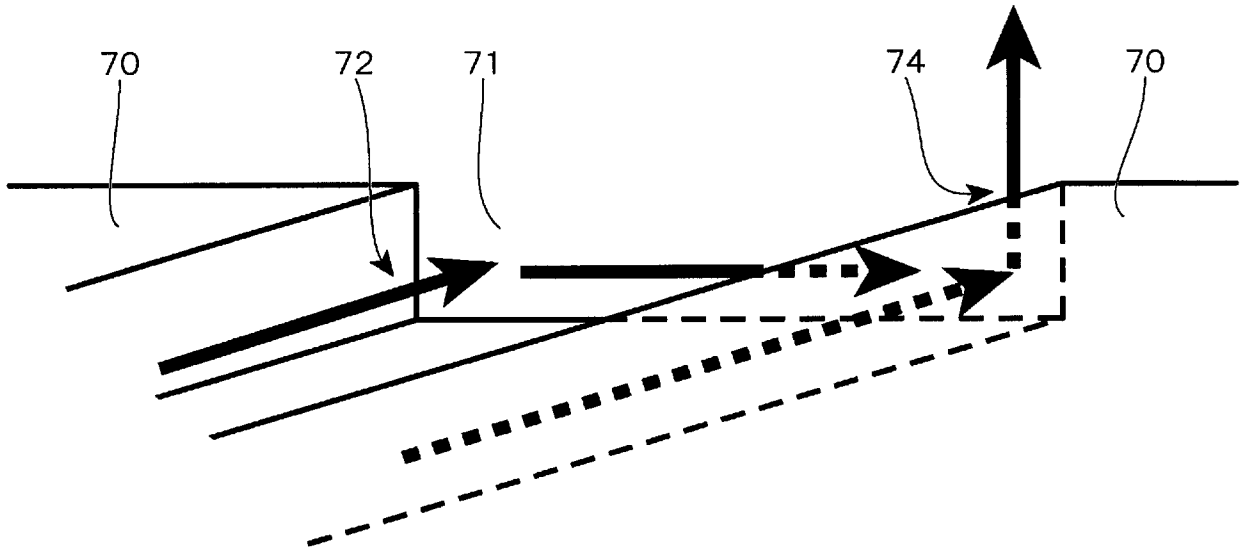
[図3]



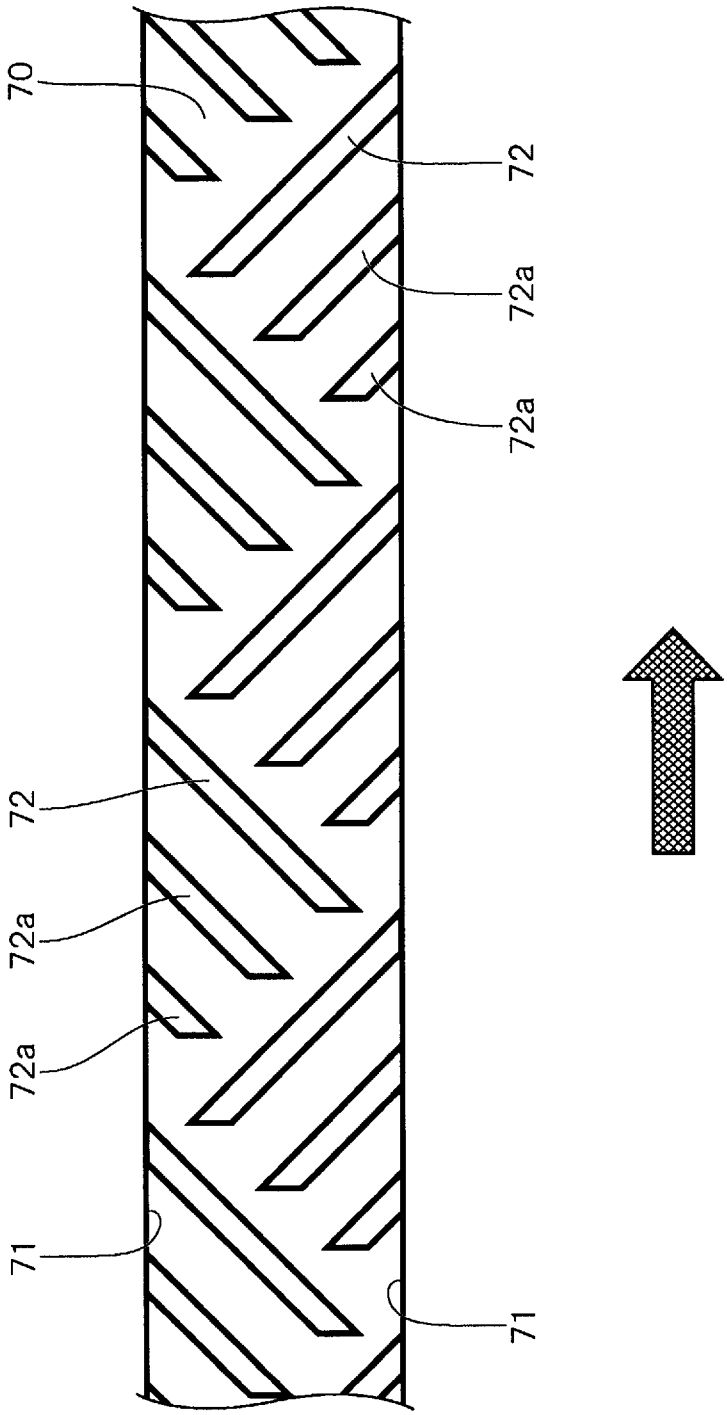
[図4]



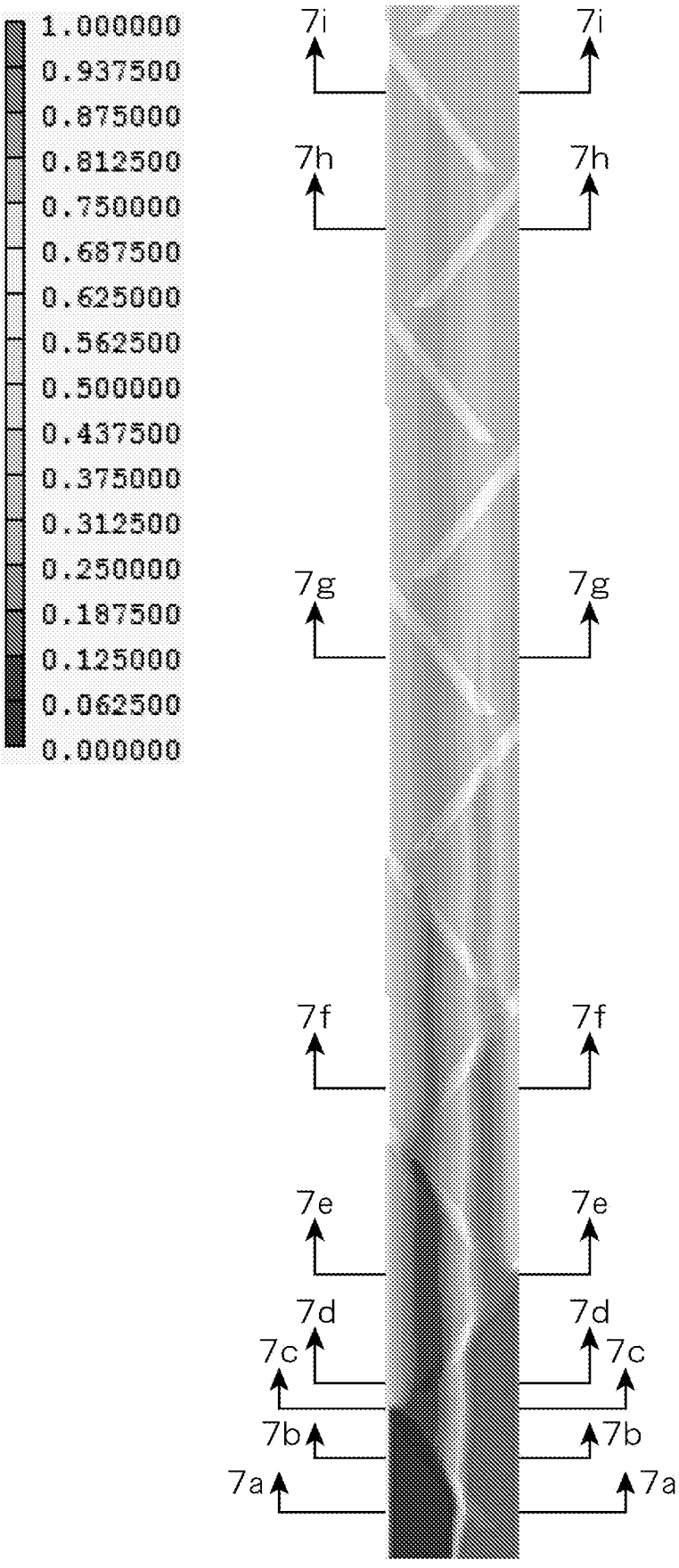
[図5]



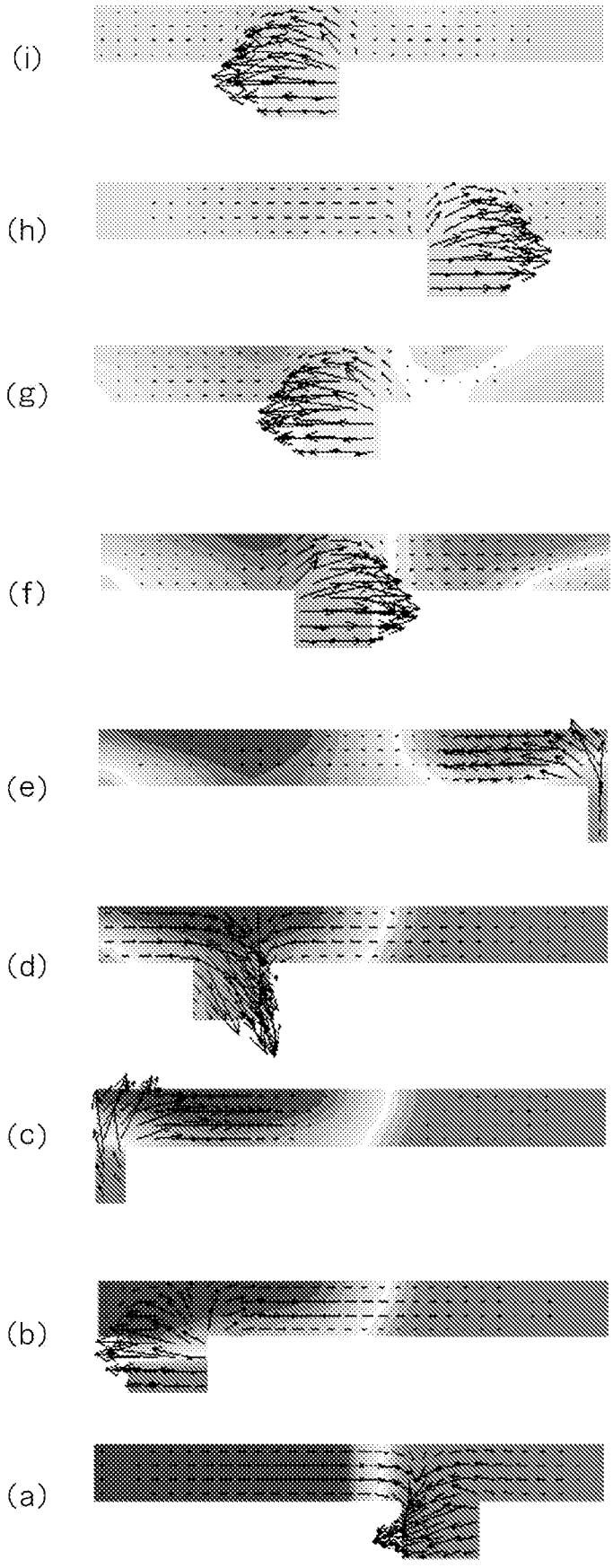
[図6]



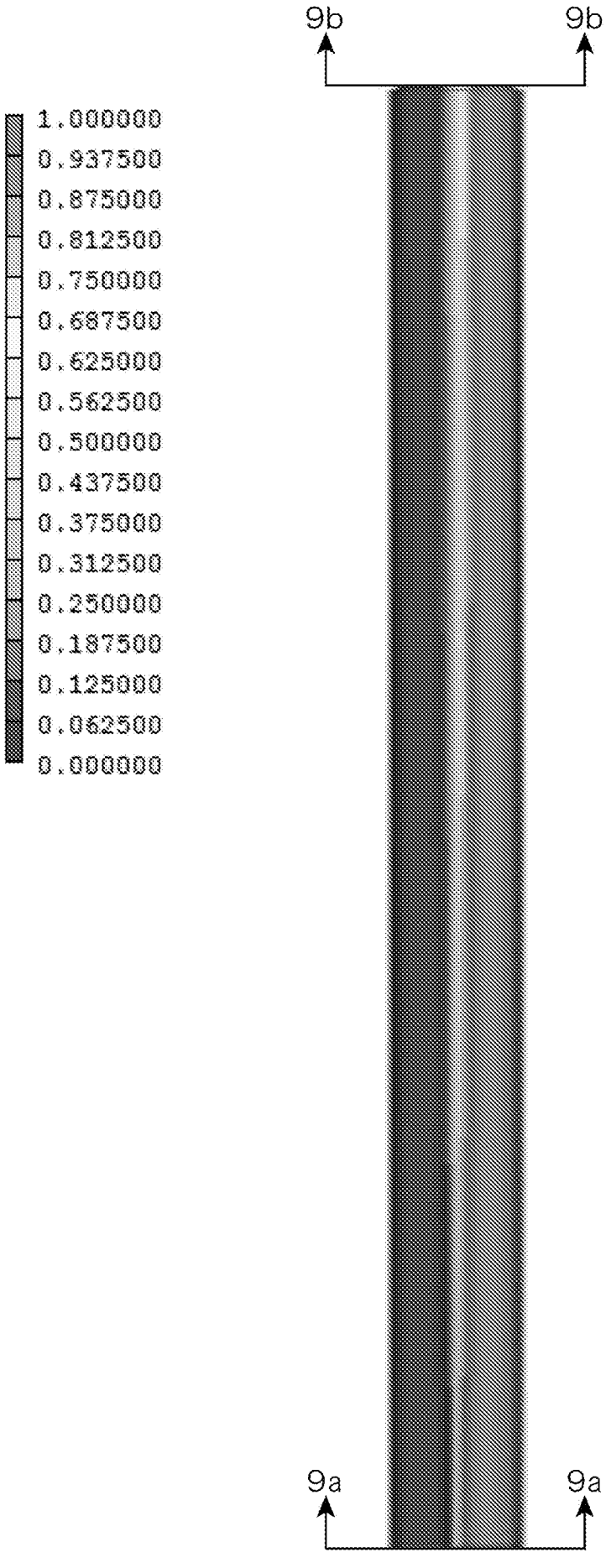
[図7]


1.000000
0.937500
0.875000
0.812500
0.750000
0.687500
0.625000
0.562500
0.500000
0.437500
0.375000
0.312500
0.250000
0.187500
0.125000
0.062500
0.000000
7i
7i
7h
7h
7g
7g
7f
7f
7e
7e
7d
7d
7c
7c
7b
7b
7a
7a

[図8]

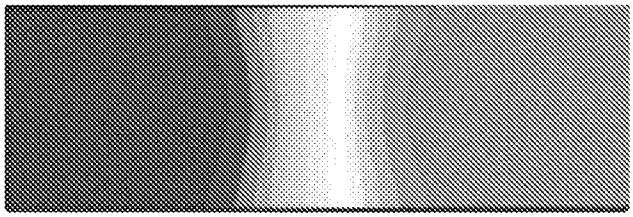


[図9]

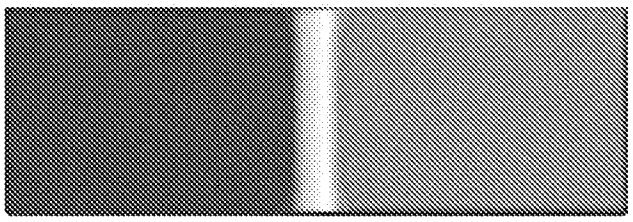

9b
9b
1.000000
0.937500
0.875000
0.812500
0.750000
0.687500
0.625000
0.562500
0.500000
0.437500
0.375000
0.312500
0.250000
0.187500
0.125000
0.062500
0.000000
9a
9a

[図10]

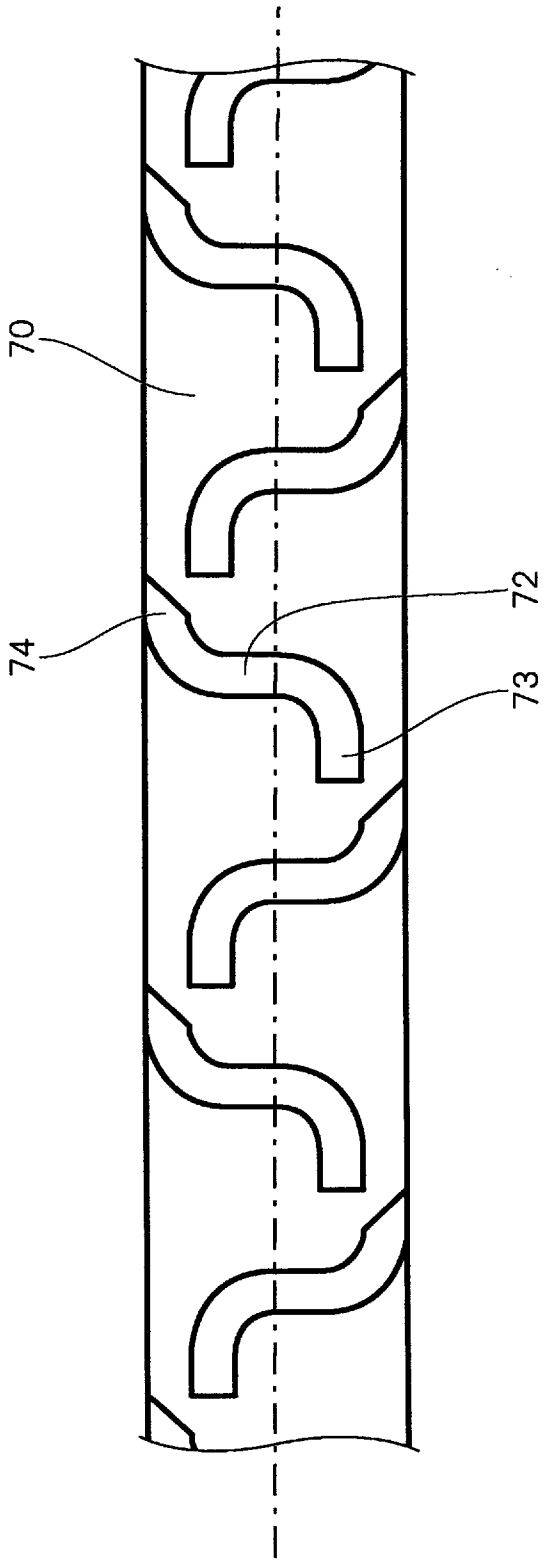
(b)



(a)



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/001821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B01F5/00(2006.01)i, *B01J19/00*(2006.01)i, *B81B1/00*(2006.01)i, *G01N37/00*(2006.01)n

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)
B01F1/00-5/26, B01J19/00, B81B1/00, G01N37/00

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 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2003/0051760 A1 (JHONSON, Timothy J.), 20 March 2003 (20.03.2003), paragraphs [0002] to [0049]; page 6, left column, line 48 to right column, line 59; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-2,5,8 3-4,6-7
Y	JP 2008-537904 A (Velocys, Inc.), 02 October 2008 (02.10.2008), claims; paragraphs [0002] to [0024], [0035] to [0039], [0044]; fig. 1a, 1d & US 2007/0017633 A1 paragraphs [0002] to [0033], [0058] to [0070], [0105]; page 43, left column, line 18 to page 44, right column, line 57; fig. 1a, 1d, 3f & WO 2006/102675 A1	3-4,6-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ 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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 June 2016 (10.06.16)	21 June 2016 (21.06.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／００１８２１

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, B01J19/00(2006.01)i, B81B1/00(2006.01)i, G01N37/00(2006.01)n

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.　B01F1/00-5/26, B01J19/00, B81B1/00, G01N37/00

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　１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１６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）

JSTPlus/JST7580（JDreamIII）

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	US 2003/0051760 A1（JHONSON, Timothy J.）2003.03.20, [0002]-[0049], 第６頁左欄第４８行－右欄第５９行, Fig.1-5（ファミリーなし）	1-2,5,8 3-4,6-7
Y	JP 2008-537904 A（ヴェロシス　インコーポレイテッド）2008.10.02, 特許請求の範囲,【０００２】－【００２４】,【００３５】－【００３９】,【００４４】, 図１ａ，１ｄ & US 2007/0017633 A1 [0002]-[0033], [0058]-[0070],[0105], 第４３頁左欄第１８行－第４４頁右欄第５７行, Fig.1a, 1d, 3f & WO 2006/102675 A1	3-4,6-7

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　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	国際調査報告の発送日
１０．０６．２０１６	２１．０６．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	神田　和輝	４Ｑ　３４３９
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６８	