

(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
2024年8月8日(08.08.2024)



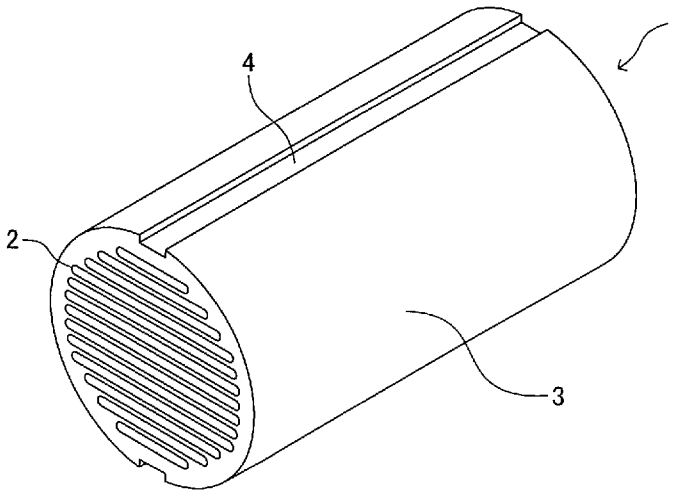
(10) 国際公開番号

WO 2024/162194 A1

- (51) 国際特許分類:
G01F 1/00 (2022.01) *G01F 1/684* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/002357
- (22) 国際出願日: 2024年1月26日(26.01.2024)
- (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 2023-012937 2023年1月31日(31.01.2023) JP
- (71) 出願人: 株式会社プロテリアル(**PROTERIAL, LTD.**) [JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 板谷 真明 (**ITATANI Masaaki**); 〒5108102 三重県三重郡朝日町小向210 株式会社プロテリアルファインテック内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人プロスペック特許事務所(**PROSPEC PATENT FIRM**); 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目1番18号 名古屋KSビル3階 Aichi (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: LAMINAR FLOW ELEMENT, FLOW RATE SENSOR, AND MASS FLOW CONTROLLER

(54) 発明の名称: 層流素子、流量センサ及びマスフローコントローラ



(57) Abstract: This laminar flow element is provided with a plurality of flow passages each having an inlet, which is an opening on the side into which a fluid flows, and an outlet, which is an opening on the side from which the fluid flows out, wherein: the shape of a cross section through each flow passage along any plane perpendicular to a flow direction, which is a direction from the inlet to the outlet, is substantially rectangular; if a is the length of the long sides of the substantially rectangular shape and b is the length of the short sides thereof, an aspect ratio a/b is at least equal to 5.0; and the plurality of flow passages are arranged such that the long sides of the substantially rectangular shapes are parallel to one another. This makes it possible to increase the flow rate of the fluid, and to improve measurement accuracy when a flow sensor is configured. Preferably, a distance d between two adjacent flow paths is less than a length b of the short sides.

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：流体が流入する側の開口である入口と流体が流出する側の開口である出口を有する複数の流路を備える層流素子において、入口から出口へと向かう方向である流れ方向に垂直な任意の平面による流路の断面の形状を略長方形とし、略長方形の長辺の長さを a 、短辺の長さを b としたときのアスペクト比 a/b を 5.0 以上とし、略長方形の長辺が互いに平行になるように複数の流路を配列する。これにより、流体の流量を大きくすることが可能であり、かつ、流量センサを構成したときの測定精度を向上することができる。好ましくは、隣り合う2つの流路の間の距離 d が短辺の長さ b よりも短い。

明 細 書

発明の名称：層流素子、流量センサ及びマスフローコントローラ 技術分野

[0001] 本発明は流量センサに用いられる層流素子、当該層流素子を備える流量センサ及び当該流量センサを備えるマスフローコントローラに関する。

背景技術

[0002] 層流素子とは、流体の流れを整えて層流を形成させる機能を有する部材をいう。層流素子の主な用途は流量センサである。熱式流量センサの場合、層流素子は流量センサのセンサ管を迂回するバイパス流路に挿入され、センサ管を流れる流体の流量とバイパス流路を流れる流体の流量との比（以下「分流比」という場合がある。）を一定に保つ。流体の大部分がバイパス流路を通過するため、センサ管を流れる流体の流量が定格値を超えることがない。これにより、センサ管において計測される流量の値から全体の流量を正確に推定することができる。バイパス流路に挿入される層流素子を指してバイパスと称することがある。差圧式流量センサの場合、層流素子は主流路に挿入され、内部を流れる流体に圧力損失を生じさせる。この場合、層流素子の入口側と出口側との圧力差を計測して流体の流量を計測することができる。

[0003] 半導体製造装置に一定の流量にてガスを供給することを目的としてマスフローコントローラが使用される。マスフローコントローラは内部に流量センサを備える。マスフローコントローラが備える流量センサが上述した熱式流量センサ又は差圧式流量センサである場合、流量センサは層流素子を備える。マスフローコントローラの流量センサを構成する層流素子の構造にはいくつかの種類がある。例えば、多数の毛細管チューブを束ねたもの、波板で構成されたものなど、が知られている。これらの層流素子はいずれも複雑な構造を有し、組み立てに熟練を要する。

[0004] 上述した層流素子のほかに、流路となる穴又は溝が設けられた複数の板状の部材を重ね合わせて拡散接合により一体化することによって流路を形成す

る積層型の層流素子が知られている。例えば、特許文献1及び2には、円形又は正六角形の多数の穴が設けられた複数の板状の部材を積層することによって、流体が流れる方向が板状の部材の面に垂直になるように構成された層流素子の発明が記載されている。例えば、特許文献3から5まで及び出願人の出願に係る特許文献6には、細長い長方形の溝穴が設けられた複数の板状の部材を積層することによって、流体が流れる方向が板状の部材の面に平行になるように構成された層流素子の発明が記載されている。積層型の層流素子においては、エッチング及び拡散接合の技術を用いて流路が形成されるので、組み立てに熟練を要さない。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特公平1-40300号公報
特許文献2：特開2001-336958号公報
特許文献3：米国特許第4949755号明細書
特許文献4：特開2013-80424号公報
特許文献5：米国特許第9134079号明細書
特許文献6：特開2017-191090号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 当該技術分野においては、マスフローコントローラが流量を制御する流体の最大流量を従来よりも増やしたいという要求が存在する。上述したように、層流素子を備えるマスフローコントローラにおいて、層流素子は流体が最も多く流れる流路に挿入されるため、層流素子は流量の上限を決定する部材のひとつである。従来技術に係る層流素子は流路が多数の穴によって構成されており、穴を画定する壁の分だけ層流素子の断面積に占める流路の面積の割合が小さくならざるを得なかった。このため、流量をあまり大きくすることができないという課題があった。

[0007] また、本発明者の研究によれば、従来技術に係る層流素子を用いて最大流量が大きい流量センサを構成した場合、流量がゼロから最大流量までの範囲において分流比が変化したり、流量センサの出力と実際の流量との関係が正比例の関係から逸脱したりする場合があった。このため、流量センサの測定精度をあまり高くすることができないという課題があった。

[0008] 本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、流量センサを構成する部材として使用される層流素子について、最大流量を従来よりも大きくすることが可能であり、かつ、測定精度を従来よりも高くすることができる層流素子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

[0009] 本発明に係る層流素子は、流体が流入する側の開口である入口と流体が流出する側の開口である出口を有する複数の流路を備える層流素子であって、流路の入口から出口へと向かう方向である流れ方向に垂直な任意の平面による層流素子の断面である任意断面における流路の形状がいずれも略長方形であり、当該略長方形の長辺の長さを a 、短辺の長さを b としたときのアスペクト比 a/b が 5.0 以上であり、当該略長方形の長辺が互いに平行になるように複数の流路が配列されている、層流素子である。

[0010] 上記構成を備える層流素子は、任意断面における流路の長辺の長さ a が短辺の長さ b の 5.0 倍以上あり、長辺の方向に流路を細かく分割する壁を欠くため、従来技術に係る層流素子と比べて断面積に占める流路の面積の割合が大きい。これにより、流量を大きくすることができる。また、複数の流路を短辺の方向に密に重なるように配列することができるので、層流素子の入口及び出口における流体の乱れが少ない。これにより、流量に対する分流比の変化が少なく、測定流量の線型性に優れた層流素子を実現することができる。

[0011] 本発明の好ましい実施の形態に係る層流素子は、上記任意断面における流路の形状を有する穴が予め設けられた複数の金属製の薄板が上記流れ方向に積層されることによって構成されている。この構成によれば、素材からの機

械加工によって実現が困難な任意な長さの流路を有する層流素子を容易に実現することができる。

発明の効果

[0012] 本発明に係る層流素子は、従来技術に係る層流素子に比べて上記任意断面において複数の流路が占める割合が大きいため、単位時間当たりにより多くの流体を流すことができる。また、乱れの少ない層流を実現することができるので、流量センサに使用した場合の出力信号の線型性に優れる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明に係る層流素子が備える流路の形状の例を示す斜視図である。
[図2]本発明に係る層流素子における流体の入口付近を拡大した断面図である。
[図3]本発明の実施例に係る層流素子を構成するシートの形状を示す平面図である。
[図4]本発明の実施例に係る層流素子の外観を示す斜視図である。
[図5]層流素子が組み込まれた熱式流量センサの構成の例を示す断面図である。
[図6]層流素子を流れる窒素ガスの基準流量と測定流量との関係を示すグラフである。
[図7]層流素子の線型性を示すグラフである。
[図8]比較例1に係る層流素子を構成するシートの形状を示す平面図である。
[図9]比較例1に係る層流素子の外観を示す斜視図である。
[図10]比較例2に係る層流素子の外観を示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明を実施するための形態について、以下詳細に説明する。以下の説明及び図面は本発明を実施するための形態の例を示したものであり、本発明を実施するための形態は、以下の説明及び図面に示された形態に限定されない。

[0015] ある実施の形態において、本発明は、流体が流入する側の開口である入口

と流体が流出する側の開口である出口を有する複数の流路を備える層流素子であって、流路の入口から出口へと向かう方向である流れ方向に垂直な任意の平面による層流素子の断面である任意断面における流路の形状がいずれも略長方形であり、当該略長方形の長辺の長さを a 、短辺の長さを b としたときのアスペクト比 a/b が 5.0 以上であり、当該略長方形の長辺が互いに平行になるように複数の流路が配列されている層流素子の発明である。本発明に係る層流素子について、図面を参照しながら以下に説明する。

[0016] 図 1 は、本発明に係る層流素子が備える流路の形状の例を示す斜視図である。図 1 は、層流素子が備える複数の流路の形状及び相互の位置関係を説明するための図であり、本発明に係る層流素子に内在する複数の流路が実際に図 1 に示すように肉眼で視認することができる訳ではない点に留意すべきである。図 1 には層流素子 1 が備える 3 つの流路 2 が記載されているが、層流素子が備える流路の数は複数であればよく、3 つに限定されない。図 1 に記載された 3 つの流路 2 はいずれも同一の形状を有しているが、本発明において複数の流路の形状は必ずしも同一でなくてもよい。

[0017] 本発明に係る層流素子は、流体が流入する側の開口である入口と流体が流出する側の開口である出口を有する複数の流路を備え、流路の入口から出口へと向かう方向である流れ方向に垂直な任意の平面による層流素子の断面である任意断面における流路の形状が略長方形である。図 1 において記号 f が付された長い矢印は、流路の入口側から出口側へと流体が流れる向き、即ち流れ方向を示す。流路 2 における流れ方向 f に垂直な任意の平面、即ち任意断面における流路 2 の形状はいずれも、長辺の長さが a 、短辺の長さが b の略長方形である。本発明において、長辺の長さ a 及び短辺の長さ b は、すべての流路について同一であってもよく、流路ごとに異なってもよい。ひとつの流路 2 は、長辺を含む壁である 2 つの主壁 $2a$ と、短辺を含む壁である 2 つの側壁 $2b$ とによって構成される。流体は、これらの 4 つの壁面によって囲まれた空間である流路 2 の中を流れ方向 f の向きに流れる。

[0018] 図 1 に記載された 3 本の短い矢印及び矢印に添えられた記号は、直交座標

系の x 軸、 y 軸及び z 軸の方向をそれぞれ表している。 x 軸の方向は上記略長方形の短辺の法線の方向と一致する。 y 軸の方向は上記略長方形の長辺の法線の方向と一致する。 z 軸の方向は流れ方向 f と一致する。

[0019] 本発明に係る層流素子が備える流路 2 においては、上記断面における長辺の長さを a、短辺の長さを b としたときのアスペクト比 a/b が 5.0 以上である。アスペクト比 a/b はすべての流路 2 について同一であってもよく、流路ごとに異なってもよいが、いずれの場合も、すべての流路 2 におけるアスペクト比の値が 5.0 以上であることを要する。アスペクト比が 5.0 以上のとき、上記任意断面における長辺を含む壁である主壁 2 a の面積に対する短辺を含む側壁 2 b の面積の割合は 20 パーセント以下となる。

[0020] アスペクト比が 5.0 以上の略長方形の断面を有する流路において、流体と流路の内壁との摩擦抵抗及びそれによって生じる圧力低下を考えると、主壁 2 a によって生じる圧力低下が側壁 2 b によって生じる圧力低下に比べて支配的となる。流路のレイノルズ数の大小は短辺の長さ b によって決定される。この場合の短辺の長さ b のような形状因子を、流路の形状についての「代表長さ」という。図 1 に示す断面の形状が略長方形である流路 2 の代表長さは短辺の長さ b である。一方、例えば断面の形状が円形である流路についての代表長さは円の直径である。

[0021] 略長方形の断面形状を有する複数の流路を層流素子の断面に配置する場合、複数の流路の断面積の合計が等しければ、アスペクト比が 1.0 に近いほど流路の数が増え、圧力損失が大きくなる。アスペクト比が 5.0 以上である場合には、そうでない場合に比べて圧力損失が小さく、流体の流量を増やすことができる。略長方形の断面形状を有する流路のより好ましいアスペクト比は 8.0 以上である。さらに好ましいアスペクト比は 10.0 以上である。

[0022] 上記任意断面における流路の形状は、4 辺の全てが直線である長方形であることが原則であるが、概ね一定の幅及び所定の長さを有する所謂「スリット状」の形状であってもよい。例えば、この長方形の角部は必ずしも直角で

なくてもよく、長方形の角部は例えば円周の一部（円弧）又は長方形の辺に対して45度の角度をなす短い直線によって構成されていてもよい。本明細書における「略長方形」には、このような角部が直角ではない形状が含まれるものとする。長方形の角部を直角ではなく円周の一部又は短い直線によって構成することにより、角部における乱流の発生が抑制されたり、流路の加工が容易になったり、流路の機械的強度が向上したりするなどのメリットを得ることができる。あるいは、長方形の長辺、即ち主壁に相当する部分、が厳密には直線ではない僅かに屈曲した曲線であってもよい。また、長方形の短辺、即ち側壁に相当する部分、が実際には例えば直径の長さが b である半円等の曲線であってもよい。このように、本明細書における「略長方形」は、狭義の長方形ではなく、上記のような概ね長方形とみなすことが可能な多種多様なバリエーションを含む広義の長方形である。

[0023] 任意断面における流路の形状が上述する広義の長方形（即ち略長方形）に該当する場合、本明細書において「短辺の長さ」とあるのは「短辺の方向における流路の最大寸法」と読み替えるものとする。「長辺の長さ」とあるのは「長辺の方向における流路の最大寸法」と読み替えるものとする。この場合、アスペクト比 a/b は、上述したように読み替えて求められる a 及び b の値を用いて定めるものとする。

[0024] 本発明に係る層流素子においては、任意断面における流路の形状である略長方形の長辺が互いに平行になるように複数の流路が配列される。再び図1を参照すると、図1において、3つの流路2は任意断面において長辺が互いに平行になるように配列されている。言い換えると、長辺を含む主壁2aの法線はいずれも図1の上下の方向である y 軸の方向と一致している。任意断面において1つの流路2の形状である略長方形の短辺が他の流路2の短辺と互に対向することはなく（即ち、 x 軸の方向において隣り合う流路2は存在しない）、1つの流路2の形状である略長方形の長辺と他の流路2の長辺とが互に対向し、3つの流路2は y 軸の方向に密に重なるように配置される。

[0025] 図2は、本発明に係る層流素子における流体の入口付近を拡大した模式図である。図1の場合と同様に、図2にも直交座標系のx軸、y軸及びz軸の方向が矢印及び矢印に添えられた記号で表されている。ただし、x軸の方向は図2の紙面に対して垂直であるため、x軸の方向は小さな丸によって表されている。6本の長い矢印は、流体が流れる方向を示す。

[0026] 図2に示す層流素子1において、上流から流れてきた流体が2つの流路2に分岐する際に、流体はy軸の方向に流れの向きをわずかに変える。一方、流体が図2のx軸の方向、即ち紙面に垂直な方向、に流れの向きを変えることは、側壁2bの付近を除いてほとんどない。層流素子1が有するこれらの作用は、アスペクト比が大きくてx軸方向において流路2を分割する壁が少ない（長さaを有する長辺を分割する壁が存在しない）ことと、任意断面における流路の流路2の形状である略長方形の長辺が互いに平行になるように複数の流路2が配列されていることと、に起因している。したがって、本発明に係る層流素子においては、例えばアスペクト比が1.0に等しい円形の流路によって構成された従来技術に係る層流素子に比べて、入口及び出口における流体の流れの乱れが少ない。

[0027] 層流素子を通る流体の流量が過剰にならないように制御されている場合は、層流素子の内部における流体の流れは層流を形成する。しかしながら、このような場合であっても、流体が層流素子の入口から流入して下流側に向かうまでの短い区間（流入直後の区間）においては流体がまだ層流になりきっていない。また、流体が層流素子の出口から下流側の流路に放出される区間（流出直後の区間）においても流れが大きく乱れる。これらの遷移区間では流体の流れが層流ではなく乱流になる。図2の記号tで示された領域はこのような遷移区間の例である。流量センサ全体に占める遷移区間の割合が大きくなると、流量によって分流比が変化したり、流量と圧力低下の関係が線型でなくなったりすると考えられる。

[0028] 本発明に係る層流素子においては、上述したように、入口における流体の分岐においても、また出口における流体の合流においても、従来技術に係る

層流素子に比べて流体が流れる向きの変化が小さくなるように複数の流路が配置される。このため、本発明に係る層流素子が組み込まれた流量センサ全体に占める遷移区間の割合が小さく抑えられるので、分流比の変化が少なく線型性に優れた流量センサを実現することができる。本発明が有するこれらの効果については、後述する実施例においてより詳しく説明されるであろう。

[0029] 好ましい実施の形態に係る層流素子 1 においては、隣り合う 2 つの流路 2 の間の距離 d が短辺の長さ b よりも短い。距離 d を長さ b よりも短くすることによって次の 2 つの効果が得られる。第 1 の効果は、限られた大きさの層流素子 1 の中により多くの流路 2 を設けることができるので、層流素子 1 が流すことができる流体の流量を増やすことができる。第 2 の効果は、層流素子 1 の入口で流体が分岐する際に移動する距離及び出口で流体が合流する際に移動する距離が短くなるので、遷移区間における流体の乱れが抑制される。

[0030] 再び図 2 を参照すると、図の上から下に向かって流れる流体が 2 つの流路 2 に分岐する際に進路を変更する向きは図の y 軸の方向であり、その距離は最大で $d/2$ である。隣り合う流路 2 を分離する壁（即ち、主壁 2 a）の厚さ、即ち隣り合う 2 つの流路 2 の間の距離 d が小さければ小さいほど分岐による流体の進路変更は少なくなり、流体の流れの乱れも少なくなる。ただし、距離 d を短くし過ぎると主壁 2 a の形状を維持するのに必要な強度を保つことができなくなるので、距離 d には下限値がある。距離 d の下限値は、層流素子 1 の大きさ、層流素子 1 を構成する材料及び製造方法等に鑑みて適宜定めることができる。

[0031] 好ましい実施の形態に係る層流素子においては、短辺の長さ b 及び主壁 2 a の厚さ（即ち、隣り合う流路 2 の間の距離） d のそれぞれがすべての流路 2 について等しい。ただし、長辺の長さ a は必ずしも等しくなくてもよい。短辺の長さ b 及び主壁 2 a の厚さ（隣り合う流路 2 の間の距離） d のそれぞれがすべての流路について等しいとき、流体の分岐の状況が図 2 の y 軸の方

向において均一となる。そうすると、入口における流体の乱れがより抑制される。

[0032] より好ましい実施の形態に係る層流素子においては、短辺の長さ b 、流路 2 の流れの方向に沿った長さ c 及び主壁 2 a の厚さ（即ち、隣り合う流路 2 の間の距離） d のそれぞれがすべての流路 2 について等しい。更に好ましくは、図 1 及び図 2 に示すように、すべての流路について、流路 2 の入口及び出口の z 軸上の位置がそれぞれ流れ方向に垂直な同一平面上に設けられる。この場合には、層流素子 1 における流体の流れの方向 f における遷移区間 t の位置が入口と出口の 2 箇所に集中する。そうすると、すべての流路 2 における流体の流れが層流である区間の層流素子 1 全体に占める割合が最大になるので、よりコンパクトな層流素子を実現することができる。

[0033] 好ましい実施の形態に係る層流素子においては、任意断面において複数の流路が占める割合が 40 パーセント以上である。任意断面は、流路を画定する壁（主壁及び側壁を含む）を構成する部材及びすべての流路を包含する。このように流路を画定する壁及びすべての流路を包含する部分を、本明細書においては「本体」と称する。任意断面においては、外縁によって囲まれた部分がこの「本体」に該当する。任意断面における本体の面積を S とし、すべての流路の面積の合計を s とするとき、上記「任意断面において複数の流路が占める割合」は s/S によって表すことができる。 s/S が大きければ大きいほど、限られたスペースにより多くの流路を設けて流量を増やすことができるので、好ましい。より好ましい割合は 45 パーセント以上である。尚、任意断面において複数の流路が占める割合 s/S を過度に高めると流路を画定する壁（主壁及び側壁を含む）が占める割合が過度に低下してしまい、形状を維持するのに必要な強度を保つことができなくなる。従って、 s/S には上限が存在するが、 s/S の具体的な上限値は、例えば層流素子 1 の大きさ、層流素子 1 を構成する材料及び製造方法等によって異なる。

[0034] 好ましい実施の形態に係る層流素子においては、層流素子の外形の最も小さい部分の寸法である「最小の寸法」が 20 mm 以下である。層流素子のサ

イズが比較的大きい場合は、流路の長さ c に対する遷移区間 t の割合が少ないので、流量センサの線型性の問題が表面化することは少ない。本発明の課題である線型性の問題が特に顕著になるのは、上記「最小の寸法」が 20 mm 以下である層流素子に大流量の流体を流す場合である。

[0035] 上記「最小の寸法」は、層流素子の本体についていろいろな方向において測った寸法のうち、最も小さい寸法であるということが出来る。例えば、層流素子の流路に沿った z 軸方向の本体の寸法が 30 mm であり、流路に垂直な x 軸方向又は y 軸方向の本体の寸法が 20 mm である場合、本体における最小の寸法は 20 mm となる。このように層流素子の流路に垂直な x 軸方向又は y 軸方向の本体の寸法が小さい場合、任意断面における層流素子の本体の面積が小さいので、層流素子の本体の断面積が大きい場合と同等の流量を確保するためには、個々の流路の断面積を大きくする必要がある。しかしながら、個々の流路の断面積を大きくすると上述した遷移区間 t もまた大きくなるので、流量センサの線型性の問題が顕在化する。一方、層流素子の流路に沿った z 軸方向の本体の寸法が小さい場合は、流路の長さ c そのものが小さくなる。その結果、流路の長さ c に対する遷移区間 t の割合が大きくなるので、この場合もまた、流量センサの線型性の問題が顕在化する。前述したように、本発明に係る層流素子においては従来技術に係る層流素子に比べて遷移区間の割合が小さく抑えられるので、分流比の変化が少なく線型性に優れた流量センサを実現することができる。従って、本発明によれば、層流素子の外形の最も薄い部分の寸法である最小の寸法が 20 mm 以下である場合においても、流量センサの線型性の低下を抑制することができる。層流素子の本体におけるより好ましい最小の寸法は 15 mm 以下、さらに好ましい最小の寸法は 10 mm 以下である。

[0036] 好ましい実施の形態に係る層流素子においては、任意断面の外縁の形状、即ち流れ方向に垂直な断面における層流素子の本体の形状、が円である。任意断面の外縁の形状が円であるとき、流体の速度分布は円の中心部では速く、円の中心から離れた部分では比較的遅くなる。任意断面の外縁の形状が円

でないとき、断面の中心からの距離の分布の違いが断面の中心周りに生じるため、層流素子の本体の断面における位置の違いによる流体の速度の違いが大きくなり、全体として流体の流れが乱れる原因となる。任意断面の外縁の形状が円である場合はそのようなリスクが低減される。

[0037] 好ましい実施の形態に係る層流素子においては、任意断面における流路の形状である略長方形の短辺の形状が略長方形の外側に凸となる円弧状である。短辺の形状が円弧状であるとは、側壁が平板状であり主壁との間に直角な角部を形成しているのではなく、側壁と主壁との間になだらかな遷移部分があることをいう。具体的には、遷移部分は、任意断面において円周の一部（円弧）によって構成されていてもよく、あるいは幅の狭い平面によって構成されていてもよい。上述したように、流路2の角部を直角ではなく円弧状の形状に構成することによって角部の機械的強度が高まり、層流素子が破損するリスクを低減することができる。また、角部における乱流の発生が抑制されたり、流路の加工が容易になったりするメリットを得ることができる。

[0038] 好ましい実施の形態に係る層流素子は、複数の金属製の薄板が厚さ方向に積層されることによって構成されている。即ち、当該層流素子は、流路となる空間が形成された塊状の部材によって構成されるのではなく、厚さ方向に積層された複数の金属製の薄板によって構成されている。このような層流素子は、例えば、流れ方向に積層された複数の金属製の薄板によって構成された全体として塊状の積層体に流路となる空間を穿設することによって構成することができる。より好ましい実施の形態に係る層流素子は、任意断面における流路の形状を有する穴が予め設けられた複数の金属製の薄板が厚さ方向に積層されることによって構成される。本発明に係る層流素子を製造する方法として、例えば、金属又は合金からなる円柱形状の部材又は上述したように厚さ方向に積層された複数の金属製の薄板によって構成された全体として塊状の積層体に穴あけ加工によって複数の流路を設けることが考えられる。しかしながら、略長方形の断面形状を有する複数の流路を互いに平行になるように穴あけ加工することは容易ではない。特に層流素子の本体における最

小の寸法が20mm以下である場合、このような精密な穴あけ加工には熟練を要する。

[0039] 本発明に係る層流素子を製造する別の方法として、例えば、金属又は合金からなる円筒形状の部材の内径側に複数の板状の隔壁を互いに平行になるように固定することが考えられる。しかし、この場合は、組み立てに熟練を要し、仮に組みあがったとしても層流素子として必要な寸法精度を確保することは容易ではない。

[0040] 一方、より好ましい実施の形態によれば、例えば写真製版技術とエッチング加工によって流路と同一の断面形状を有する穴が予め形成された多数の薄板を製造し、それらの薄板を必要な厚さだけ積層することによって、本発明に係る層流素子を容易に製造することができる。しかも、この製造方法は、精密な機械加工や組み立て作業への熟練を要さない。

[0041] 他の実施の形態において、本発明は、本発明に係る層流素子を備える流量センサの発明である。本発明に係る層流素子を備えることによって、流量センサは同等のサイズの従来技術に係る流量センサに比べて定格流量を大きくすることができるとともに、出力信号の線型性を向上させることができる。本発明に係る流量センサは、層流素子を備える流量センサであればどのような形式の流量センサであってもよい。本発明に係る流量センサは、例えば、熱式流量センサ又は差圧式流量センサのいずれかであってもよく、これら以外の形式の層流素子を備える流量センサであってもよい。

[0042] さらに他の実施の形態において、本発明は、本発明に係る流量センサを備えるマスフローコントローラの発明である。本発明に係る層流素子を含む流量センサを備えることによって、マスフローコントローラは同等サイズの従来技術に係るマスフローコントローラに比べて定格流量を大きくすることができるとともに、流量制御の精度を高めることができる。

実施例

[0043] <実施例>

板厚が0.10mmのステンレス鋼板を用意した。ステンレス鋼板の両面

に写真製版技術を用いて図3に示すパターンのレジストを形成した後、エッチング液を吹き付けることによって、略長方形の流路2となる部分及び外周の外側の不要部分を腐食溶解し、除去した。その後、レジストを洗浄して剥離することによって、図3に示すように外周（輪郭）の形状が円であるステンレス鋼板のシートを150枚作製した。図3に示された13個の流路2の部分は、エッチングによってステンレス鋼板に開けられた穴の輪郭の形状を表している。

[0044] シートの直径は8.0mm、流路2の短辺の長さbは0.32mm、長辺の長さaの最小値は2.82mm（アスペクト比8.8）、最大値は6.82mm（アスペクト比21.3）、隣り合う流路2の間の距離dは0.18mmであった。前述したように、短辺の長さbは流路2の代表長さである。ただし、流路2における略長方形の短辺は、正確には0.32mmの直径を有する半円によって構成されていた。したがって、上記略長方形の長辺の長さaは長辺の方向に測った流路2の最大寸法と読み替えた長さであり、上記アスペクト比もこのように読み替えて求められたaの値を用いて定めた数値である。また、ステンレス鋼板の両面からのエッチングによって切断面に生じたエッジの高さは5.0 μ m以下であった。

[0045] 次に、上記150枚のシートを厚さ方向に重ね合わせ、荷重と熱を加えることによってシート同士を拡散接合して一体化し、図4に外観を示す15mmの長さを有する層流素子1を作製した。重ね合わせの際は、治具を用いて、すべてのシートの切欠き部4の位置が一致するようにした。なお、図4において、隣り合うシートの間境界を示す線は省略されている。

[0046] 次に、完成した層流素子1を図5に示す熱式流量センサ6のバイパス流路に組み込んだ。層流素子1の向きは、熱式流量センサ6のセンサ管5が分岐する図5の上下方向に対して任意断面における流路の流路2の形状である略長方形の長辺が垂直になるように配置した。熱式流量センサ6の上流側に窒素ガスのボンベと減圧弁を設置し、減圧弁を用いて窒素ガスの圧力を300キロパスカルに調整した。熱式流量センサ6の下流側に流量制御用バルブと

差圧式標準流量計をこの順に設置し、差圧式標準流量計の下流側は100キロパスカルの大気圧とした。すべての実験系を摂氏20度の室温の環境に設置した。熱式流量センサ6の校正は、差圧式標準流量計が示す窒素ガスの基準流量が20標準リットル毎分であるときの熱式流量センサ6が示す測定流量が20標準リットル毎分となるようにして行った。

[0047] 次に、流量制御用バルブを開いて窒素ガスを熱式流量センサ6に定量供給し、差圧式標準流量計が示す基準流量と熱式流量センサ6が示す測定流量を同時に測定した。窒素ガスの流量の調整は流量制御用バルブで行い、最大流量は熱式流量センサ6の定格流量である20標準リットル毎分とした。

[0048] 図6は、上記の測定方法で得られた層流素子を通る窒素ガスの基準流量と測定流量との関係を示すグラフである。図6のグラフの横軸は、差圧式標準流量計が示した窒素ガスの基準流量で、単位は標準リットル毎分である。グラフの縦軸は熱式流量センサ6が示した窒素ガスの測定流量であり、単位は同じく標準リットル毎分である。丸印で示されたプロットは本発明に係る層流素子1を使用した熱式流量センサ6のデータである。グラフ中の点線は、グラフの原点と最大流量のプロットとを結ぶ基準直線を示す。

[0049] 図6によれば、本発明に係る層流素子1を使用した熱式流量センサ6の測定流量は差圧式標準流量計が示す基準流量とよく一致しており、この熱式流量センサ6の線型性は良好であることがわかる。

[0050] 図7は、図6における熱式流量センサ6の測定流量と基準流量との差を最大流量である20標準リットル毎分で割った値の百分率で示したグラフである。本明細書においては、この値のことを「線型性」という。図6の場合と同様に、丸印で示されたプロットが本発明に係る層流素子1を使用した熱式流量センサ6のデータである。上述したように、熱式流量センサ6は測定流量と基準流量の差が20標準リットル毎分においてゼロになるように校正されているので、線型性の値は20標準リットル毎分においてゼロを示す。

[0051] 図7によれば、本発明に係る層流素子1を使用した熱式流量センサ6の線型性は、流量が1標準リットル毎分から14標準リットル毎分の範囲におい

てゼロよりも低い値で推移しており、その最小値は−1.3パーセントであった。

[0052] <比較例1>

実施例において用意したステンレス鋼板と同じステンレス鋼板の両面に写真製版技術を用いて図8に示すパターンのレジストを形成した後、エッチング液を吹き付けることによって、円形の流路2'となる部分及び外周の外側の不要部分を腐食溶解し、除去した。その後、レジストを洗浄して剥離することによって、図8に示すように外周（輪郭）の形状が円であるステンレス鋼板のシートを150枚作製した。

[0053] シートの直径は8.0mm、流路2'の断面における円の直径b'は0.60mm、流路2'の穴の数は69個、隣り合う流路2'の間の距離d'の最小値は0.10mm、最大値は0.39mmであった。この円の直径b'は流路2'の代表長さである。また、ステンレス鋼板の両面からのエッチングによって切断面に生じたエッジの高さは5.0μm以下であった。

[0054] 次に、上記の150枚のシートを厚さ方向に重ね合わせ、荷重と熱を加えることによってシート同士を拡散接合して一体化し、図9に外観を示す15mmの長さを有する層流素子1'を作製した。重ね合わせの際は、治具を用いてすべてのシートの切欠き部4の位置が一致するようにした。比較例1の層流素子1'は、圧力損失が実施例の層流素子1とほぼ同等になるように設計した。

[0055] 次に、完成した比較例1の層流素子1'を図5に示す熱式流量センサ6のバイパス流路に組み込んだ。層流素子1'の向きは、切欠き部4の位置が図5の上下方向になるように配置した。実施例と同じ条件において熱式流量センサ6の流量の校正を行った後、実施例1と同じ条件において基準流量及び測定流量の測定を行った。比較例1の測定結果を図6及び図7のグラフ中に三角印のプロットによって示す。

[0056] 図7によれば、比較例1に係る層流素子1'を使用した熱式流量センサ6の線型性は流量の広い範囲にわたってゼロよりも大きな値を示し、その最大

値は7.3パーセントであった。

[0057] <比較例2>

流路における流体の流れの方向に垂直な平面による層流素子の本体の断面の形状を円形ではなく長円形としたほかは、実施例と同じく略長方形の流路を用いて、図10に示す比較例2の層流素子を作製し、実施例と同じ条件で評価した。比較例2の層流素子1"も、圧力損失が実施例の層流素子1とほぼ同等になるように設計した。比較例2の測定結果を図7のグラフ中に四角印のプロットによって示す。

[0058] 図7によれば、比較例2に係る層流素子1"を使用した熱式流量センサ6の線型性は流量の広い範囲にわたってゼロよりも大きな値を示し、その最大値は7.5パーセントであった。

[0059] [表1]

表1

	本体の断面	流路の断面	流路の代表長さ (mm)	流路の間の距離 (mm)	流路の面積比 (%)	線型性 (%)
実施例	円	略長方形	0.32	0.18	45.4	-1.3
比較例1	円	円	0.60	0.39	38.8	7.3
比較例2	長円	略長方形	0.26	0.24	37.8	7.5

[0060] 表1は実施例及び2つの比較例に係る層流素子の仕様及び線型性の評価結果をまとめて示したものである。流路の面積比及び壁の面積は、流路の断面形状が長方形であると仮定して計算した。

[0061] 表1によれば、実施例に係る層流素子と比較例1に係る層流素子とは本体の断面の形状及び面積が等しいにもかかわらず、実施例に係る層流素子の方が流路の面積比（即ち、任意断面において複数の流路が占める割合 s/S ）が大きい。これは、実施例における流路の断面の形状が略長方形であること及び流路の間の距離（即ち、主壁の厚さ） d を短くして複数の流路2を密に重ねたことに起因する。

[0062] 実施例に係る層流素子の線型性は比較例1に係る層流素子よりも優れていた。実施例及び比較例1において熱式流量センサのセンサ管が共通している

こと及び実施例において線型性が優れていたことに鑑みれば、この線型性の違いは層流素子の分流比の安定性の違いに起因するものであると考えられる。即ち、本発明に係る層流素子 1 における入口及び出口における流体の流れの乱れが従来技術に係る層流素子 1' に比べて少なかったために、分流比が流量によってほとんど変化しなかったと考えられる。

[0063] 次に、表 1 によれば、比較例 2 に係る層流素子 1'' においては、流路 2'' の形状及び配置が実施例に係る層流素子 1 と大きく変わらないにもかかわらず、線型性は実施例に係る層流素子 1 に比べて劣っていた。これは、本体の断面の形状が長円である場合、本体の断面の形状が点対称である円の場合と比べて、断面の中心から離れた部分を流れる流体の流量が少なくなり、流速の分布が大きくなることに起因して、分流比が流量によって大きく変化したためであると考えられる。

[0064] 以上より、本発明の実施例に係る層流素子は製造に熟練を要さず、この層流素子を用いた熱式流量センサにおいては、流量がゼロである状態から流量が 20 標準リットル毎分の大流量である状態までの広い範囲に亘って測定流量の優れた線型性が得られることがわかる。

符号の説明

- [0065]
- 1 層流素子
 - 2 流路
 - 2 a 主壁
 - 2 b 側壁
 - 3 本体
 - 4 切欠き部
 - 5 センサ管
 - 6 熱式流量センサ
 - f 流れの方向
 - a 長辺の長さ
 - b 短辺の長さ

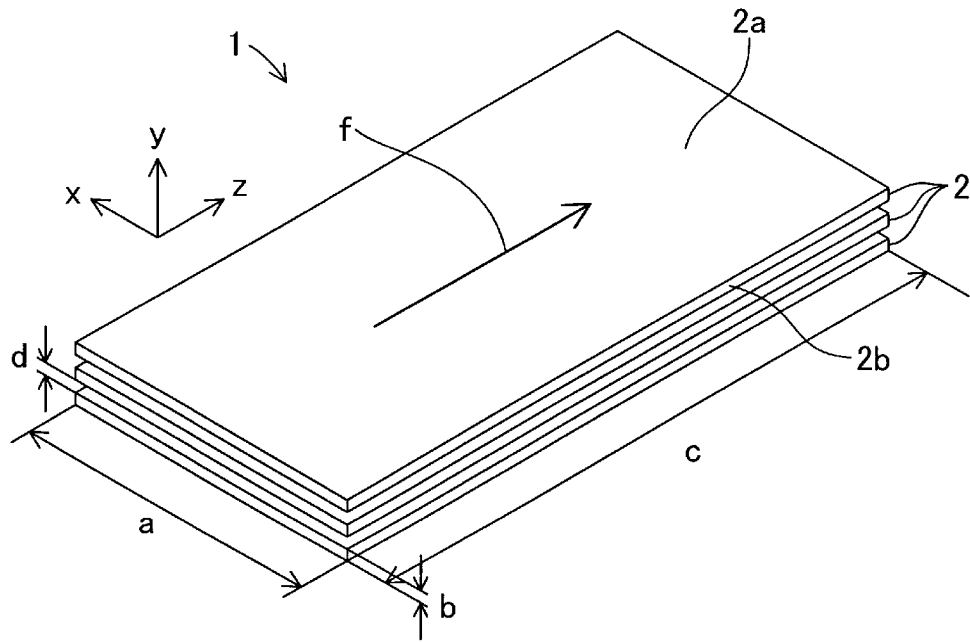
- c 流路の長さ
- d 隣り合う主壁の間の距離
- t 遷移区間
- 1' 層流素子（比較例1）
- 2' 流路（比較例1）
- 3' 本体（比較例1）
- b' 円の直径（比較例1）
- d' 隣り合う壁の間の距離（比較例1）
- 1" 層流素子（比較例2）
- 2" 流路（比較例2）
- 3" 本体（比較例2）

請求の範囲

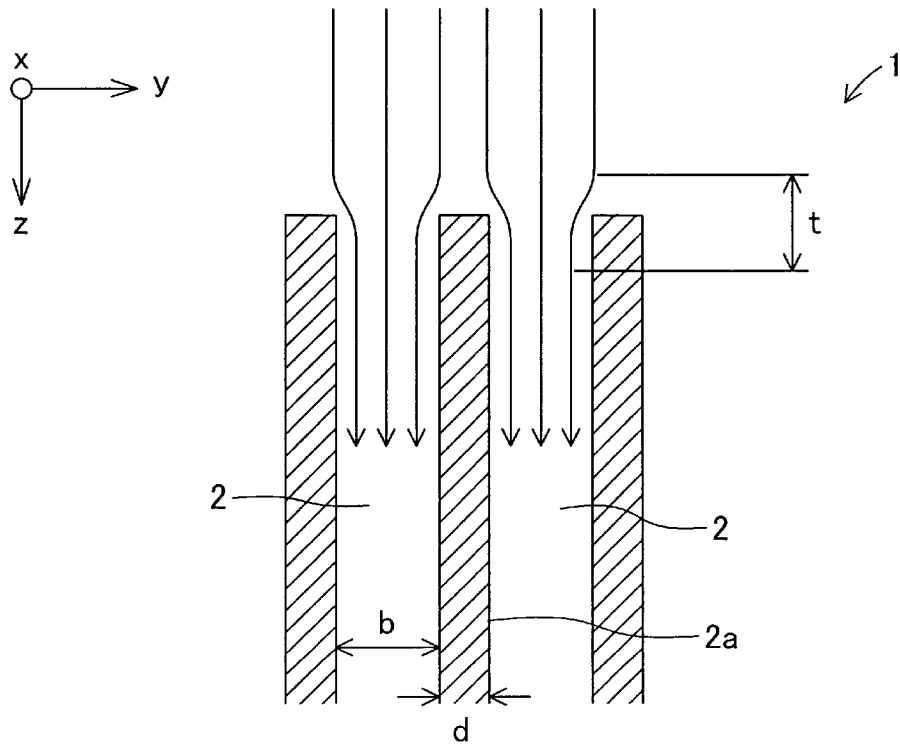
- [請求項1] 流体が流入する側の開口である入口と前記流体が流出する側の開口である出口を有する複数の流路を備える層流素子であって、
前記入口から前記出口へと向かう方向である流れ方向に垂直な任意の平面による前記層流素子の断面である任意断面における前記流路の形状がいずれも略長方形であり、
前記略長方形の長辺の長さを a 、短辺の長さを b としたときのアスペクト比 a/b が 5.0 以上であり、
前記略長方形の前記長辺が互いに平行になるように複数の前記流路が配列されている、
層流素子。
- [請求項2] 請求項1に記載された層流素子であって、
隣り合う2つの前記流路の間の距離 d が前記短辺の長さ b よりも短い、
層流素子。
- [請求項3] 請求項1に記載された層流素子であって、
前記短辺の長さ b 、前記入口から前記出口までの長さ c 及び隣り合う2つの前記流路の間の距離 d のそれぞれが、すべての前記流路について等しい、
層流素子。
- [請求項4] 請求項3に記載された層流素子であって、
すべての流路について、前記入口及び出口の位置がそれぞれ前記流れ方向に垂直な同一平面上に設けられている、
層流素子。
- [請求項5] 請求項1に記載された層流素子であって、
前記任意断面において複数の前記流路が占める割合が 40 パーセント以上である、
層流素子。

- [請求項6] 請求項1に記載された層流素子であって、
前記層流素子の外形の最も小さい部分の寸法である最小の寸法が2
0mm以下である、
層流素子。
- [請求項7] 請求項1に記載された層流素子であって、
前記任意断面の外縁の形状が略円である、
層流素子。
- [請求項8] 請求項1に記載された層流素子であって、
前記略長方形の短辺の形状が前記略長方形の外側に凸となる円弧状
である、
層流素子。
- [請求項9] 請求項1に記載された層流素子であって、
複数の金属製の薄板が厚さ方向に積層されることによって構成され
た、
層流素子。
- [請求項10] 請求項9に記載された層流素子であって、
前記金属製の薄板には前記任意断面における前記流路の形状を有す
る穴が予め設けられている、
層流素子。
- [請求項11] 請求項1から10までのいずれか1項に記載された層流素子を備え
る流量センサ。
- [請求項12] 請求項11に記載された流量センサを備えるマスフローコントロー
ラ。

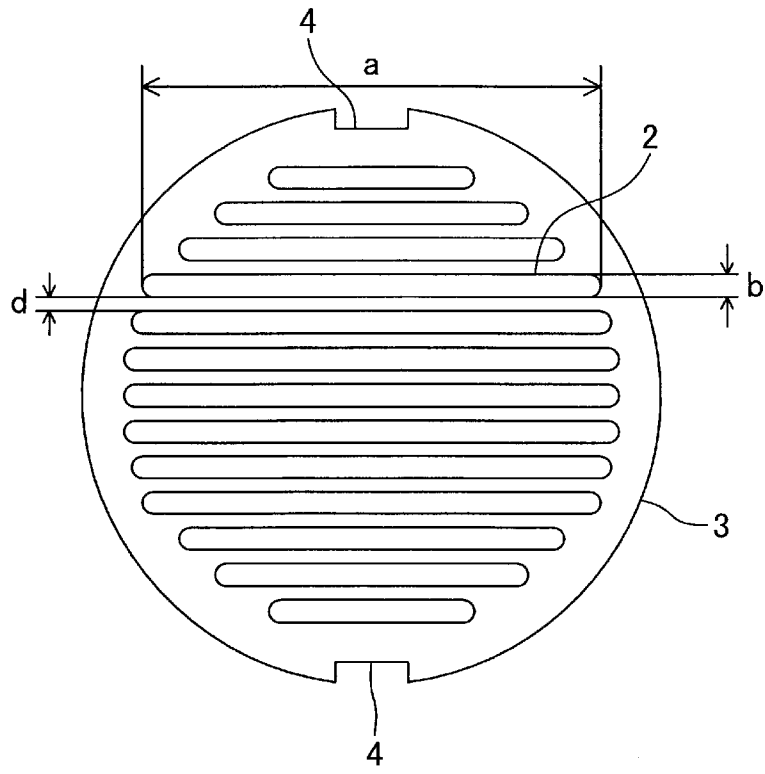
[図1]



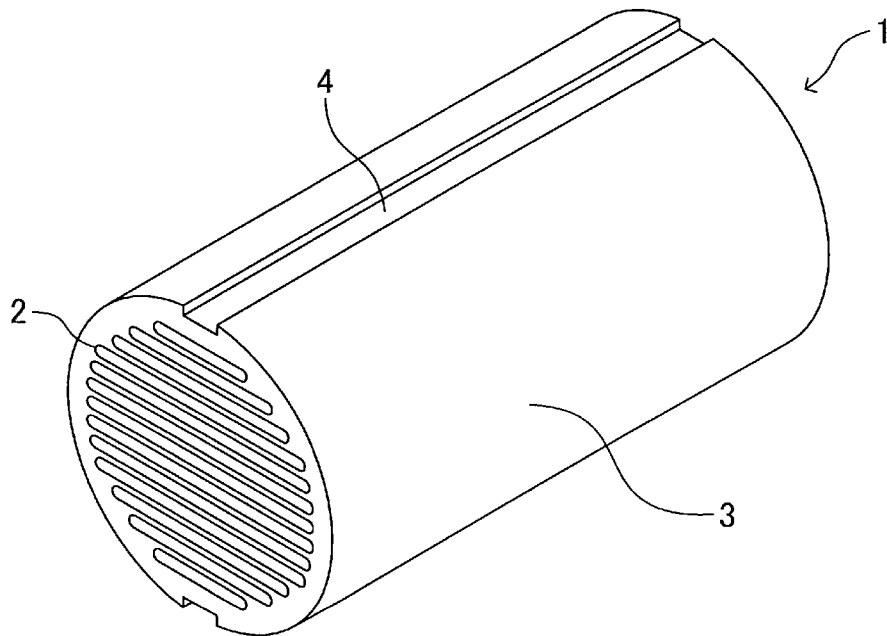
[図2]



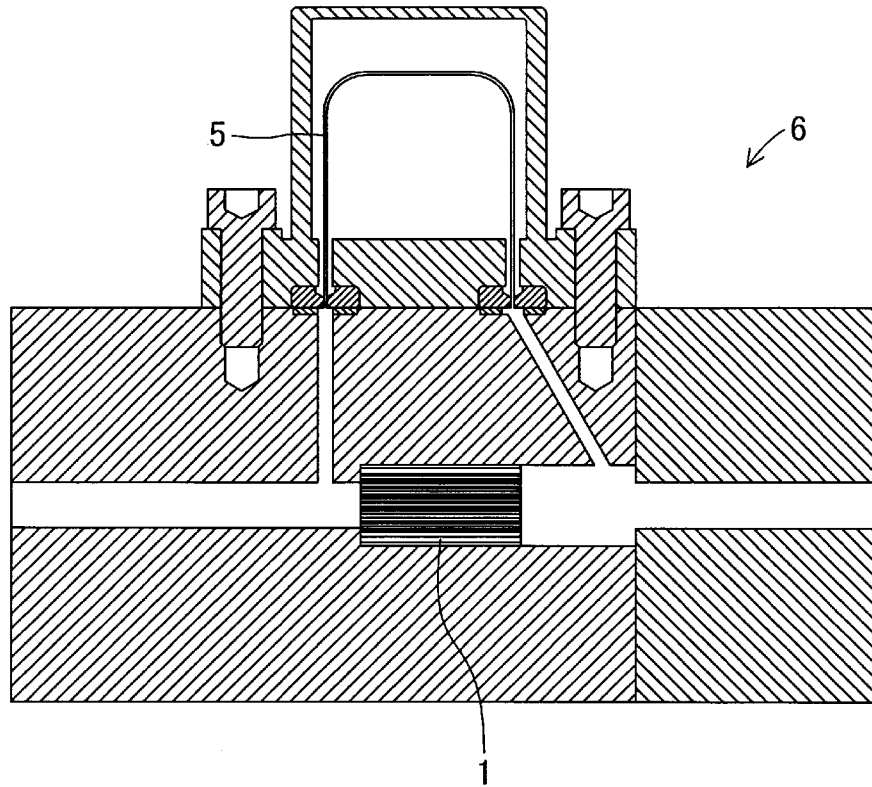
[図3]



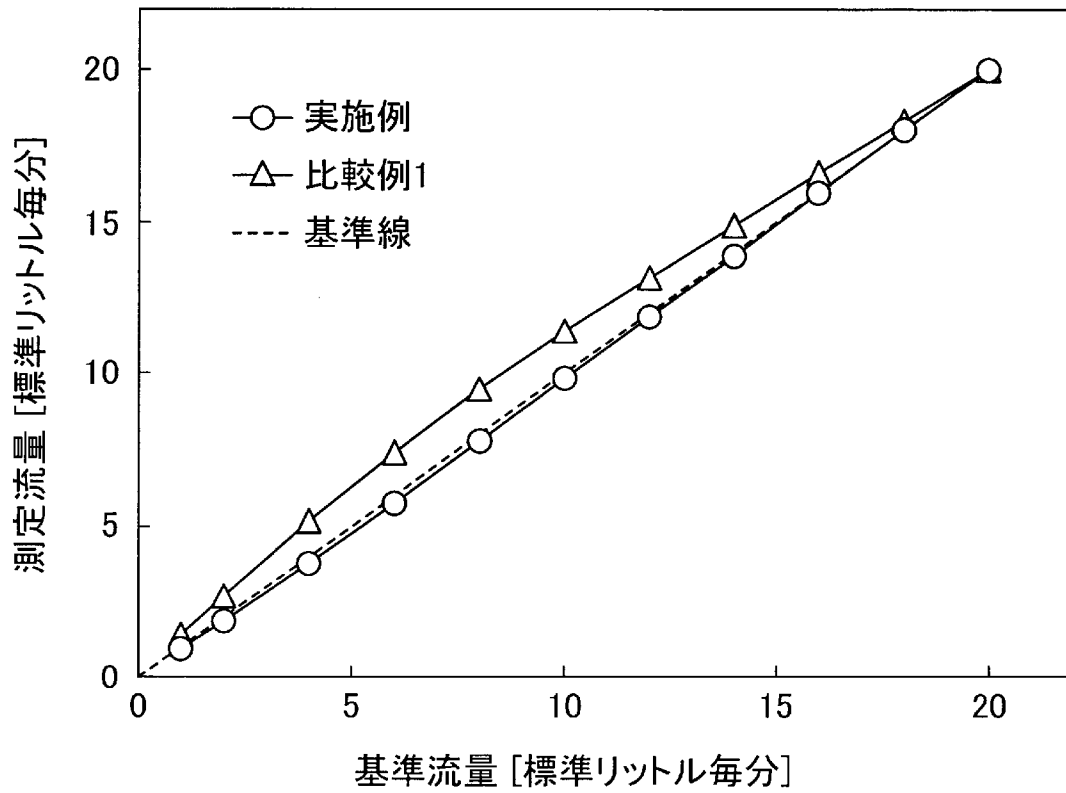
[図4]



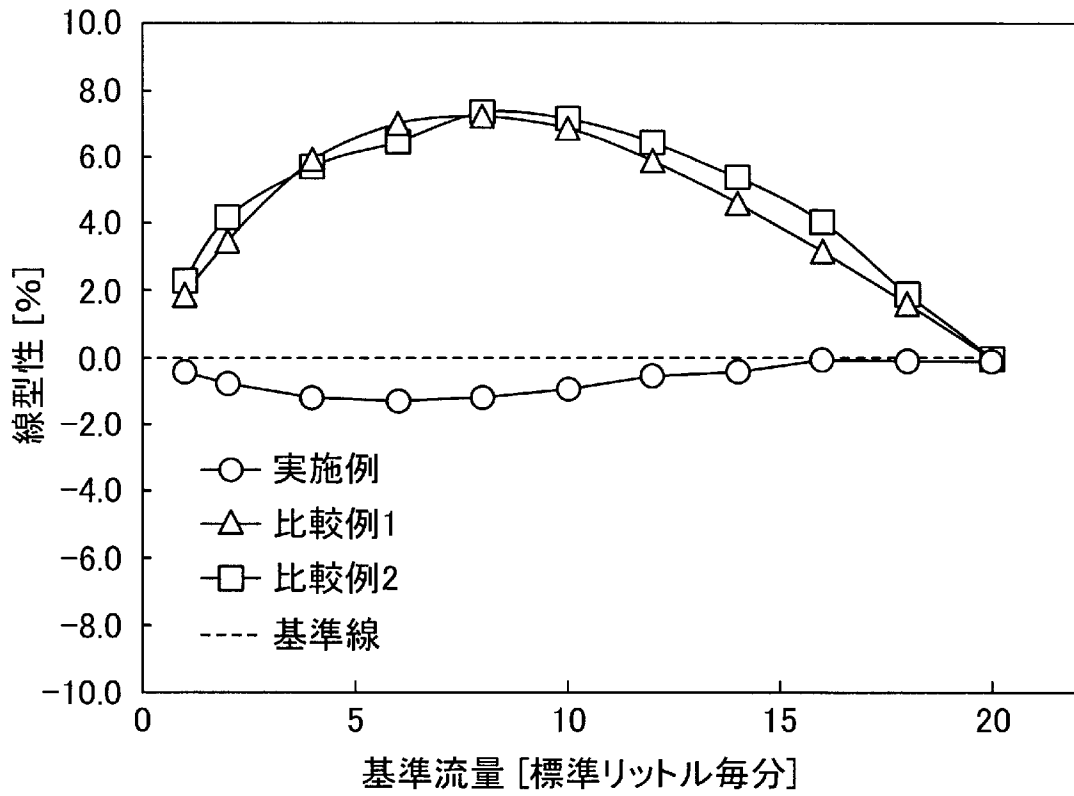
[図5]



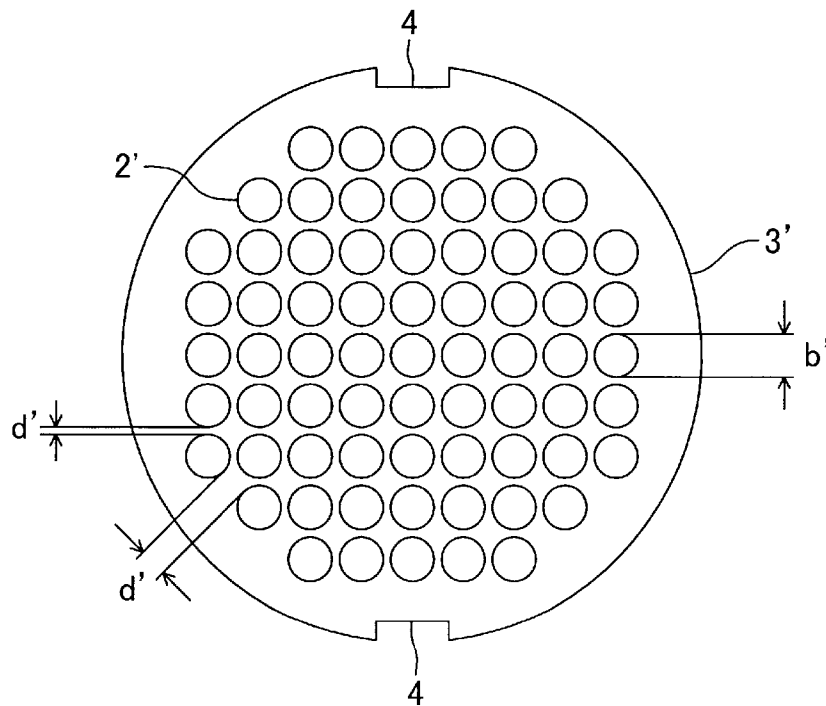
[図6]



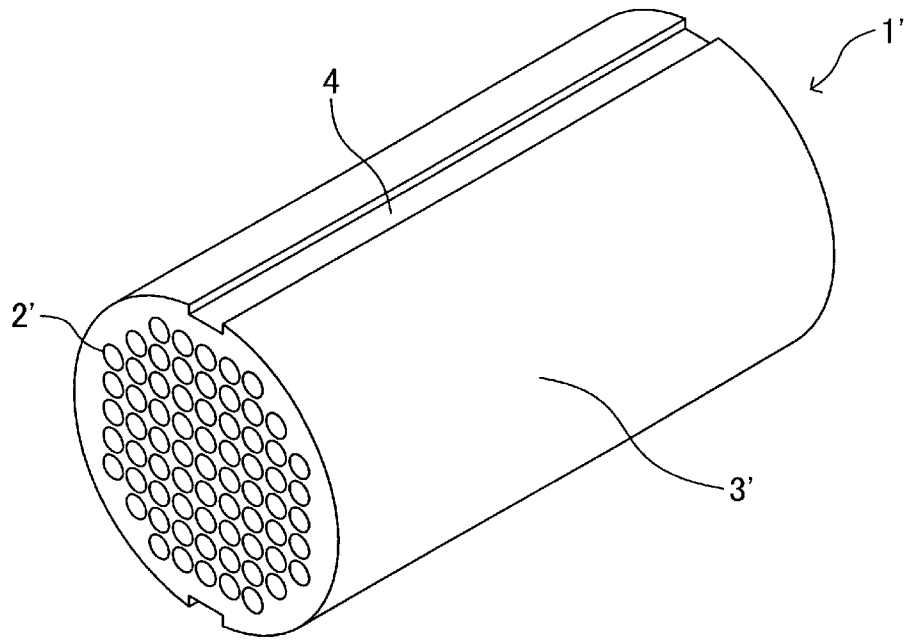
[図7]



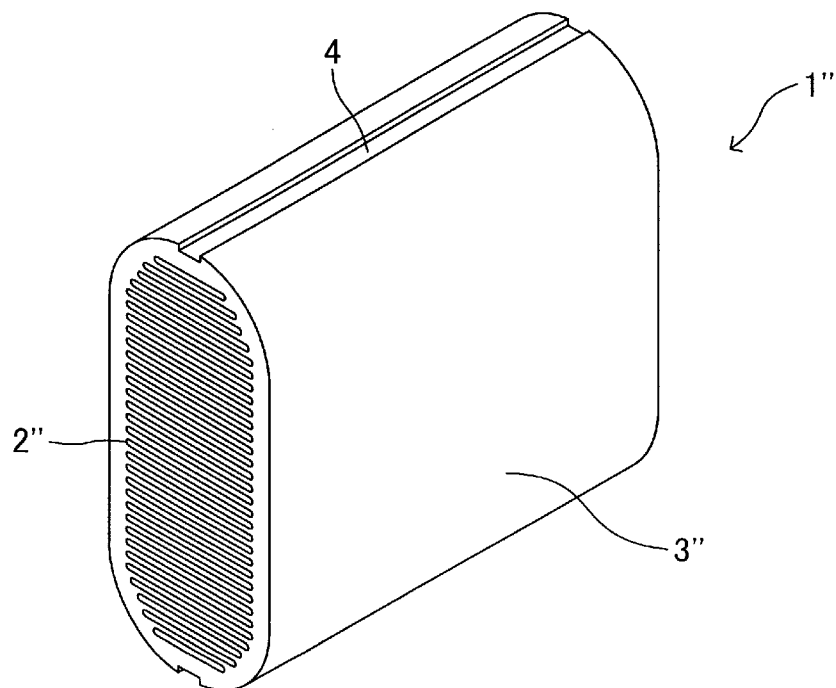
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/002357

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01F 1/00</i> (2022.01)i; <i>G01F 1/684</i> (2006.01)i FI: G01F1/00 G; G01F1/684 C		
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) G01F1/00-G01F9/02; G01F15/00-G01F15/18;		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
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	JP 5-18799 A (STEC KK) 26 January 1993 (1993-01-26) paragraphs [0011]-[0019], fig. 1-6	1-6, 9-11
Y	paragraphs [0011]-[0019], fig. 1-6	12
X	CN 109341788 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 15 February 2019 (2019-02-15) paragraphs [0002], [0025]-[0030], fig. 1-7	1-3, 5-6, 9-11
Y	paragraphs [0002], [0025]-[0030], fig. 1-7	12
Y	JP 2003-185477 A (YAZAKI CORPORATION) 03 July 2003 (2003-07-03) paragraphs [0023]-[0053], fig. 1-5	1-8, 11-12
Y	US 2014/0352453 A1 (HYDROMETER GMBH) 04 December 2014 (2014-12-04) paragraphs [0067]-[0077], fig. 1-4	1-8, 11-12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 04 March 2024		Date of mailing of the international search report 26 March 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/002357

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107218981 A (HUBEI CUBIC-RUIYI INSTRUMENT CO., LTD.) 29 September 2017 (2017-09-29) paragraphs [0043], [0084]-[0087], fig. 6, 9	7-8
Y	JP 11-101673 A (STEC KK) 13 April 1999 (1999-04-13) paragraphs [0001], [0009]-[0010], fig. 1, 6	12
A	WO 2021/100539 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 27 May 2021 (2021-05-27) paragraphs [0012]-[0070], fig. 1-13	1-12
A	JP 2003-344135 A (CKD CORP.) 03 December 2003 (2003-12-03) paragraphs [0015]-[0053], fig. 1-19	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/002357

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 5-18799 A	26 January 1993	(Family: none)	
CN 109341788 A	15 February 2019	(Family: none)	
JP 2003-185477 A	03 July 2003	(Family: none)	
US 2014/0352453 A1	04 December 2014	EP 2811268 A1 DE 102013009347 A1 CN 104215286 A	
CN 107218981 A	29 September 2017	(Family: none)	
JP 11-101673 A	13 April 1999	(Family: none)	
WO 2021/100539 A1	27 May 2021	US 2022/0333965 A1 paragraphs [0041]-[0102], fig. 1-13 EP 4063802 A1 CN 114585884 A	
JP 2003-344135 A	03 December 2003	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01F 1/00(2022.01)i; G01F 1/684(2006.01)i FI: G01F1/00 G; G01F1/684 C		
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）） G01F1/00-G01F9/02; G01F15/00-G01F15/18;		
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 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024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	JP 5-18799 A (株式会社エステック) 26.01.1993 (1993 - 01 - 26) 段落0011-0019, 図1-6	1-6, 9-11
Y	段落0011-0019, 図1-6	12
X	CN 109341788 A (NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY) 15.02.2019 (2019 - 02 - 15) 段落0002, 0025-0030, 図1-7	1-3, 5-6, 9-11
Y	段落0002, 0025-0030, 図1-7	12
Y	JP 2003-185477 A (矢崎総業株式会社) 03.07.2003 (2003 - 07 - 03) 段落0023-0053, 図1-5	1-8, 11-12
Y	US 2014/0352453 A1 (HYDROMETER GMBH) 04.12.2014 (2014 - 12 - 04) Paragraphs0067-0077, Figs. 1-4	1-8, 11-12
Y	CN 107218981 A (HUBEI CUBIC-RUIYI INSTRUMENT CO., LTD.) 29.09.2017 (2017 - 09 - 29) 段落0043, 0084-0087, 図6, 9	7-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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 04. 03. 2024	国際調査報告の発送日 26. 03. 2024	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大森 努 2F 8352 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	

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
Y	JP 11-101673 A (株式会社エステック) 13.04.1999 (1999 - 04 - 13) 段落0001, 0009-0010, 図1, 6	12
A	WO 2021/100539 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 27.05.2021 (2021 - 05 - 27) 段落0012-0070, 図1-13	1-12
A	JP 2003-344135 A (シーケーディ株式会社) 03.12.2003 (2003 - 12 - 03) 段落0015-0053, 図1-19	1-12

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/002357

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 5-18799 A	26.01.1993	(ファミリーなし)	
CN 109341788 A	15.02.2019	(ファミリーなし)	
JP 2003-185477 A	03.07.2003	(ファミリーなし)	
US 2014/0352453 A1	04.12.2014	EP 2811268 A1 DE 102013009347 A1 CN 104215286 A	
CN 107218981 A	29.09.2017	(ファミリーなし)	
JP 11-101673 A	13.04.1999	(ファミリーなし)	
WO 2021/100539 A1	27.05.2021	US 2022/0333965 A1 Paragraphs0041-0102, Figs.1-13 EP 4063802 A1 CN 114585884 A	
JP 2003-344135 A	03.12.2003	(ファミリーなし)	