

(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
2013 年 4 月 18 日(18.04.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/054595 A1

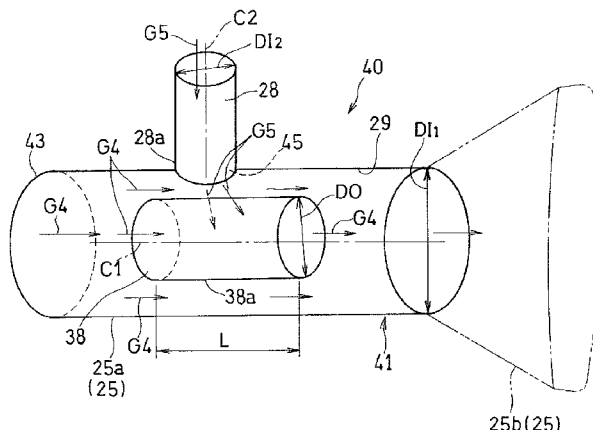
- (51) 国際特許分類:
B01F 5/00 (2006.01) *B01F 3/08* (2006.01)
B01F 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/071279
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 23 日(23.08.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-223820 2011 年 10 月 11 日(11.10.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町 3 丁目 1 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 柏原宏行 (KASHIHARA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒6738666 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 細川恭史 (HOSOKAWA, Yasufumi) [JP/JP]; 〒6738666 兵庫県明石市川崎町 1 番 1 号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 山▲崎▼義弘
- (74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 〇 番 2 号 肥後橋ニッタイビル Osaka (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, IS, 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), ユーロパ (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,

[続葉有]

(54) Title: FLUID MIXER AND HEAT EXCHANGE SYSTEM USING SAME

(54) 発明の名称: 流体混合器とこれを用いた熱交換システム

[図3]



(57) Abstract: A fluid mixer is provided with a hollow tube-shaped body (41) which mixes therein discharge gas (G4) and gas (G5) for heating, a first inlet (43) which is provided at the upstream end of the body (41) and which allows the discharge gas (G4) to flow therein, a hollow tube-shaped mixing promotion body (38) which is disposed within the body (41) and which has an axis (C1) extending in the direction in which the discharge gas (G4) flows, and a second inlet opening (45) which is provided in the peripheral wall of the body (41) and which allows the gas (G5) for heating to flow therein toward the outer peripheral surface (38a) of the mixing promotion body (38). The discharge gas (G4) flows outside and inside the mixing promotion body (38).

(57) 要約: 内側で排ガス (G4) と加温用ガス (G5) を混合する中空筒状の本体 (41) と、本体 (41) の上流側端部に設けられて排ガス (G4) を流入させる第1の流入口 (43) と、本体 (41) の内側に配置されて排ガス (G4) の流れる方向に沿った軸心 (C1) を有する中空筒状の混合促進体 (38) と、本体 (41) の周壁に設けられて混合促進体 (38) の外周面 (38a) に向かって加温用ガス (G5) を流入させる第2の流入口 (45) とを備え、排ガス (G4) が混合促進体 (38) の外側と内側を流れる。

WO 2013/054595 A1



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))

明 細 書

発明の名称：流体混合器とこれを用いた熱交換システム

関連出願

[0001] この出願は、2011年10月11日出願の特願2011-223820の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

技術分野

[0002] 本発明は、例えば、高温流体と低温流体のような異なる2つの流体の流れを均一に混合する流体混合器に関するものである。

背景技術

[0003] 複数の流体を混合する混合器では、混合後の温度分布やガス濃度分布が均一であることが望まれる。例えば、混合器の下流にタービンや熱交換器が配置される場合では、混合ガスの温度分布が均一でないと、タービン翼や伝熱管に不均一な熱ひずみに起因した応力が生じ、その結果、タービンや伝熱管の寿命を短くしてしまう。また、機器の効率も低下してしまう。

[0004] そこで、混合促進を目的として、流体の流れ場に乱流を促進させるリブを設ける構造や、流れを強制的に偏向させて2つの流体の流れを重ね合わせる構造のものが知られている（特許文献1）。このような構造では、配管の圧力損失が大きくなり、また構造も複雑になり、製造コストも増大する。高温の流体を用いる場合、高温流体に接触する部材の耐熱性が求められ、製造コストがさらに増大する。また、2つの流体を流れる配管をT字型に接続して、簡単な構造で2つの流体を混合させるようにしたものもあり（特許文献2）、これによれば、製造コストが低下する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2008-049306号公報
特許文献2：特開2002-136855号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献2の流体混合器は、構造は簡単であるが、流体が互いに直角に交わるから、十分均一な混合状態を作り出すことが難しい。

[0007] 本発明は、前記課題に鑑みてなされたもので、簡単な構造でありながら、均一な混合が可能で、かつ圧力損失を抑制できる流体混合器を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために、本発明にかかる流体混合器は、内側で第1と第2の流体を混合する中空筒状の本体と、前記本体の上流側端部に設けられて前記第1の流体を流入させる第1の流入口と、前記本体の内側に配置され、前記第1の流体の流れる方向に沿った軸心を有する中空筒状の混合促進体と、前記本体の周壁に設けられて前記混合促進体の外周面に向かって前記第2の流体を流入させる第2の流入口とを備える。

[0009] この構成によれば、第1の流体の流れる方向に沿った軸心を有する混合促進体が本体の内側に配置されているから、第2の流体が混合促進体の外周面に向かって導入されるので、第2の流体は混合促進体の外周面に衝突して本体の周方向の全域に回りこむことで、混合促進体の外側において第1の流体と第2の流体とが十分混合される。第2の流体は、混合促進体の外側を流れる第1の流体と混合された後、混合促進体の下流で、混合促進体の内側を流れる第1の流体と再度混合されることで、第1の流体と第2の流体との混合が促進される。また、第1の流体が中空筒状の混合促進体の軸心方向に沿って流れるから、第1の流体の圧力損失を抑制することができる。さらに、本体の内側に混合促進体を配置し、この混合促進体に向かって第2の流体を導入する第2の流入口を配置するだけであるから、構造が簡単である。

[0010] 本発明において、前記混合促進体が前記本体とほぼ同心に配置されていることが好ましい。この構成によれば、第2の流入口の本体周方向の設置位置

に関わらず、第2の流入口と混合促進体の距離が一定となり、第2の流入口と混合促進体の位置関係に正確性が要求されなくなる結果、製造が容易になる。

[0011] 本発明において、前記本体を形成する第1の配管に、前記第2の流入口に第2の流体を供給する第2の配管が直交して接続されていることが好ましい。この構成によれば、第2の流体が混合促進体に、その軸心に直交する向きに衝突するから、第2の流体が混合促進体の外周面全体に回り込み、その結果、第1の流体と第2の流体との混合が一層促進される。

[0012] 本発明において、前記本体を形成する第1の配管に、前記第2の流入口に前記第2の流体を供給する第2の配管が接続され、その接続部における前記第2の配管の端縁が前記第1の配管の内周面と面一またはこれよりも径方向外方に配置されていることが好ましい。この構成によれば、第2の配管により、第1の配管を流れる第1の流体の流れが阻害されることがなくなり、配管の圧力損失が一層抑制される。

[0013] 本発明において、前記第1の流体は前記第2の流体よりも低温であることが好ましい。この構成によれば、第1の流体により、混合促進体の表面全体が冷却されるから、混合促進体の過熱を防ぐための構造を別途設ける必要がなく、構造が一層簡単になる。

[0014] 本発明において、前記本体における下流部が、下流に向かって通路面積が増大する拡径部により形成されていることが好ましい。この構成によれば、拡径部により混合流体が拡散され、混合が一層促進される。

[0015] 本発明にかかる熱交換システムは、本発明の流体混合器が、熱交換器の上流側に配置されてなる。この構成によれば、上記流体混合器により2つの流体が十分に混合された後、混合流体が熱交換器に導かれるので、混合流体の流れと直交する断面での温度分布が均一化される結果、熱交換効率が向上する。

[0016] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範

囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

図面の簡単な説明

[0017] この発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明からより明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、この発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。この発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の部品番号は、同一または相当部分を示す。

[図1]本発明の第1実施形態に係る流体混合器を備えた希薄燃料吸入ガスタービンを示す簡略構成図である。

[図2]同ガスタービンの主要構成部分の配置構成図である。

[図3]同流体混合器を示す概略構成図である。

[図4]同流体混合器の支持構造を示す概略断面図である。

[図5]は図4のV-V線矢視図である。

[図6]同流体混合器の軸方向の温度分布を示す図である。

[図7]同流体混合器に接続された再生器入口位置での径方向の温度分布を示す図である。

[図8]従来の流体混合器の軸方向の温度分布を示す図である。

[図9]従来の流体混合器に接続された再生器入口位置での径方向の温度分布を示す図である。

[図10]第2実施形態に係る流体混合器を示す概略構成図である。

[図11]同流体混合器の軸方向の温度分布を示す図である。

[図12]同流体混合器に接続された再生器入口位置での径方向の温度分布を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の好ましい実施形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の第1実施形態にかかる流体混合器を備えた希薄燃料吸入ガスタービンを示す簡略構成図である。このガスタービンGTは、圧縮機1、白金やパラジ

ウムなどの触媒を含む触媒燃焼器 2、およびタービン 3 を有している。このガスタービン G T の出力により、発電機とスタータを兼ねる回転機 4 が駆動される。

[0019] このガスタービン G T で用いる低カロリーガスとして、例えば、炭鉱で発生する V A M (Ventilation Air Methane) や、これよりも可燃成分 (メタン) 濃度が高い C M M (Coal Mine Methane) のような、空気と燃料 (可燃成分) とが混合された作動ガス G 1 が、圧縮機 1 で圧縮され、その高圧の圧縮ガス G 2 が前記触媒燃焼器 2 に送られる。この圧縮ガス G 2 が触媒燃焼器 2 の白金やパラジウムなどの触媒による触媒反応によって燃焼され、これにより発生する高温・高圧の燃焼ガス G 3 がタービン 3 に供給されて、タービン 3 を駆動する。

[0020] タービン 3 は圧縮機 1 に回転軸 5 を介して連結され、このタービン 3 により圧縮機 1 が駆動される。このようにして、ガスタービン G T および回転機 4 を含む発電装置 5 0 が構築されている。ここで、V A M だけを用いた場合の作動ガス G 1 中の燃料濃度 (可燃成分濃度) は、圧縮機 1 での圧縮による昇温後の温度においても可燃濃度限界以下になるので、着火することはない。また、前記 V A M だけを用いた場合の作動ガス G 1 に、適宜、高濃度の可燃成分を有する C M M を加えた場合でも、圧縮機 1 での圧縮による昇温後の温度において可燃濃度限界以下になるようにその添加量は制御されるため、着火することはない。

[0021] ガスタービン G T は、さらに、タービン 3 からの排ガス G 4 によって圧縮機 1 から触媒燃焼器 2 に導入される圧縮ガス G 2 を加熱する再生器 (熱交換器) 6 と、触媒燃焼器 2 に流入する圧縮ガス G 2 の温度を始動時に高めて触媒を活性化させる加温用バーナ 7 とを備えている。この加温用バーナ 7 は、圧縮機 1 によって圧縮された圧縮ガス G 2 から一部抽出された抽出ガス G 2 0 に燃料を混合して火炎燃焼させた加温用ガス G 5 を、タービン 3 から再生器 6 に供給される排ガス G 4 に混入し、加温する。加温用バーナ 7 には、この加温用バーナ 7 への抽出ガス G 2 0 の供給量を制御する抽気弁 8 が接続さ

れている。再生器 6 から流出した排ガス G 4 は、図示しないサイレンサを通過して消音されたのち、外部に放出される。前記抽気弁 8 による加温用バーナ 7 への抽出ガス G 20 の供給量の制御は、コントローラ 20 からの出力信号により行なわれる。

[0022] 加温用バーナ 7 への燃料供給は、炭坑の掘削部分のような CMM 源 13 から供給される CMM を第 1 燃料流量制御弁 9 により流量を調整しながらなされる。この第 1 燃料流量制御弁 9 による CMM の流量調整はコントローラ 20 によって行なわれる。圧縮機 1 への作動ガス G 1 の供給は、炭坑の換気のような VAM 源 12 からの VAM に必要に応じて CMM 源 13 から抽出した CMM を第 2 燃料流量制御弁 10 によりその流量を調整しながら混入することによってなされる。CMM は 10～30% 程度のメタンガスを含み、VAM は 1% 未満のメタンガスを含む。この第 2 燃料流量制御弁 10 による CMM の流量調整も、コントローラ 20 によって行なわれる。また、VAM 源 12 から圧縮機 1 への吸入通路には、後述する運転開始時のパージのために、開閉弁 18 を介して、外気等の空気源 19 が接続されている。

[0023] 圧縮機 1 とタービン 3 とを連結する回転軸 5 は単一軸からなり、この回転軸 5 と回転機 4 とが減速機 17 を介して連結されている。タービン 3 の回転により駆動される回転機 4 により得られる電力は、コントローラ 20 に入力される。電力変換装置 11 は、コントローラ 20 によって、始動時に回転機 4 をスタータモータとして駆動させる。

[0024] 図 2 に示すように、タービン 3 と再生器 6 とは、中空筒状の排気ダクト 25 によって連結されている。この排気ダクト 25 は、タービン 3 寄りの円筒状部 25a と、この円筒状部 25a の下流端部に接続され、再生器 6 側に向かって、つまり下流側に向かって末広がりとなった拡径部 25b とからなる。この拡径部 25b は、上流端部が円形の横断面形状を有し、下流端部が縦長の長方形形状を有し、その間の横断面形状が、円形から長方形へと徐々に変化している中空筒状である。ただし、拡径部 25b の下流端部も円形の横断面形状とすることができる。

[0025] 前記排気ダクト25の円筒状部25aが第1の配管を形成しており、この第1の配管25aに対し、加温用ガスG5を排気ダクト25内に供給する加温用バーナ7からの第2の配管28が接続されている。円筒状部25aの後部の内側には排ガスG4の流れる方向に沿った軸心C1（図3）を有する中空筒状、この例では円筒状の混合促進体38が配置されている。

[0026] 加温用バーナ7には、前述したように、CMM源13（図1）から燃料成分であるCMMが供給されるようになっている。圧縮機1から再生器6へ圧縮ガスG2を供給する圧縮ガス通路24から抽気ガス通路27が分岐しており、この抽気ガス通路27に、加温用バーナ7とその上流側に位置する抽気弁8とが設けられている。抽気ガス通路27における加温用バーナ7よりも下流側が第2の配管28として形成されている。

[0027] 図3および図4を用いて、流体混合器40の詳細を説明する。流体混合器40は、排気ダクト25の一部と、混合促進体38と、第2の配管28の下流部とで構成される。流体混合器40の本体41は、排気ダクト25の一部である第1の配管（円筒状部）25aの下流部と拡径部25bとで形成されている。本体41の上流側端部に第1の流入口43が設けられ、本体41の周壁に、第2の配管28に連なる第2の流入口45が設けられている。図2に示すように、この流体混合器40と、流体混合器40の下流に配置された再生器（熱交換器）6とにより、熱交換システム42が構成されている。

[0028] 図3に示すように、排気ダクト25内を流れる第1の流体である排ガスG4は、第1の流入口43から本体41内に流入し、混合促進体38の外側と内側の両方を流れる。混合促進体38は円筒状部25aと同心状に配置されている。混合促進体38は、この実施形態では、円筒形状であるが、中空の部材であればよく、例えば、多角柱、円錐台、多角錐台でもよく、また、混合促進体38の下流端面が径方向に対して傾斜した形状（後述する図10）であってもよい。

[0029] 第2の配管28は排気ダクト25の円筒状部25aに直交して溶接により接続され、第2の配管28からの第2の流体である加温用ガスG5が、第2

の配管 28 の下流端縁 46（図 4）によって形成された第 2 の流入口 45 から、混合促進体 38 内に流入し、混合促進体 38 の外周面 38 a に衝突するようになっている。混合促進体 38 の外周面 38 a に衝突した加温用ガス G5 は、混合促進体 38 の外周面 38 a に沿って案内されながら、排気ダクト 25 の円筒状部 25 a の内周面 29 と混合促進体 38 の外周面 38 a との間を流れる。第 1 の流体である排ガス G4 は第 2 の流体である加温用ガス G5 よりも低温である。

[0030] 混合促進体 38 は、第 2 の配管 28 からの第 2 の流体である加温用ガス G5 が衝突するよう、その外周面 38 a が第 2 の流入口 45 に対向するように位置している。図 4 から明らかなように、混合促進体 38 の軸方向において、第 2 の配管 28 が形成する第 2 の流入口 45 の全体が、側面視で混合促進体 38 の外周面と混合促進体 38 の軸方向に重なっている。つまり、第 2 の流入口 45 が混合促進体 38 の上流端縁 38 b と下流端縁 38 c との間に位置している。

[0031] 図 3 の混合促進体 38 の外径 D_0 は円筒状部 25 a の内径 D_{I1} の 0.35 ～ 0.55 倍程度であり、好ましくは、0.4 ～ 0.5 倍である。混合促進体 38 の肉厚は、排ガス G4 の流動抵抗を抑制するために、強度が保持される限り、薄くするのがよい。さらに、混合促進体 38 の外径 D_0 は第 2 の配管 28 の内径 D_{I2} の 0.9 ～ 1.3 倍程度であり、好ましくは、1.0 ～ 1.2 倍である。混合促進体 38 の長さ L は、第 2 の配管 28 の内径 D_{I2} の 1.2 ～ 3.0 倍程度であり、好ましくは、1.5 ～ 2.5 倍である。

[0032] 図 4 に示すように、排気ダクト 25 の円筒状部 25 a と第 2 の配管 28 とが接続部 44 によって接続されており、この接続部 44 における第 2 の配管 28 の出口部 28 a の端縁 46 が排気ダクト 25 の円筒状部 25 a の内周面 29 とほぼ面一になっている。ただし、第 2 の配管 28 の下流端縁 46 は円筒状部 25 a の内周面 29 よりも若干径方向外方に配置してもよい。

[0033] 図 5 に示すように、第 2 の配管 28 の軸心 C_2 と排気ダクト 25 および混合促進体 38 の軸心 C_1 とは直角に交わっており、第 2 の配管 28 からの加

温用ガスG 5が混合促進体3 8の頂部とその近傍に衝突するようになっている。混合促進体3 8は、その径方向に延びる支持部材4 8を介して排気ダクト2 5の円筒状部2 5 aに支持されている。支持部材4 8は、図4に示す混合促進体3 8の軸心C 1方向両端部に設けられ、混合促進体3 8の外周面に支持部材4 8の内端部がボルトのような第1締結部材5 8で固定されており、支持部材4 8の外端部が排気ダクト2 5の内周面に、ボルトのような第2締結部材5 9で連結されている。

[0034] 排気ダクト2 5に対し支持部材4 8の一方、この例では、上流側の支持部材4 8が流れ方向（軸方向）にリジッド（移動不能）に支持され、支持部材4 8の他方、この例では、下流側の支持部材4 8が軸方向に移動自在に支持されて、混合促進体3 8の軸方向の熱膨張を吸収できるようになっている。具体的には、下流側の支持部材4 8の外端部に軸方向に長い長孔が設けられ、この長孔に第2締結部材5 9が挿通されることで、混合促進体3 8が軸方向に移動自在となっている。

[0035] 図5に示すように、支持部材4 8は板材からなり、周方向に3つ配置されており、各支持部材4 8の径方向の内端部および外端部が二又状に形成されて、混合促進体3 8の径方向の熱膨張を吸収できるようになっている。混合促進体3 8の支持構造は、図示の例に限定されず、混合促進体3 8の熱膨張を吸収できるように構成されていればよく、例えば、排気ダクト2 5と混合促進体3 8との間をリンク機構からなる支持部材4 8のみによって片持ちで支持して、混合促進体3 8の熱膨張を吸収することもできる。

[0036] 上記構成のガスタービンG Tの動作について説明する。始動時には、図1の触媒燃焼器2の温度が活性下限温度よりも低いので、加温用バーナ7の点火により再生器6の暖気を行って再生器6を通過する圧縮ガスG 2を昇温させ、触媒燃焼器2を触媒反応可能な所定温度になるまで昇温させる。

[0037] このとき、図3に示すように、流体混合器4 0では、タービン3からの排ガスG 4と、加温用バーナ7からの加温用ガスG 5とが混合される。具体的には、排ガスG 4が第1の流入口4 3から流体混合器4 0の本体4 1内に流

入し、混合促進体 38 の内側と外側を通して流れるとともに、加温用ガス G 5 が第 2 の流入口 45 から本体 41 に径方向に流入して混合促進体 38 の外周面 38 a に衝突後、混合促進体 38 の外周面 38 a と本体 41 の内周面、つまり排気ダクト 25 の円筒状部 25 a の内周面 29 との間を流れる。

[0038] 混合促進体 38 の外周面 38 a と本体 41 の内周面 29 との間を流れる加温用ガス G 5 は、まず混合促進体 38 の外側を通して流れる排ガス G 4 と混合される（一次混合）。加温用ガス G 5 は混合促進体 38 の外周面 38 a に衝突するので、混合促進体 38 の外周面 38 a に沿って、本体 41 の径方向および周方向の全域に案内される。これにより、排ガス G 4 と加温用ガス G 5 との混合が促進される。このとき、混合促進体 38 の内側を通して流れる低温の排ガス G 4 により、混合促進体 38 の表面全体が冷却される。

[0039] つぎに、一次混合された排ガス G 4 と加温用ガス G 5 との混合ガスが、混合促進体 38 の下流で、混合促進体 38 の内部を通して流れる排ガス G 4 とさらに混合する（二次混合）。このように、2 段階で混合することで、排ガス G 4 と加温用ガス G 5 との混合が一層促進される。さらに、混合促進体 38 を通過した混合ガスが本体 41 の拡径部 25 b に流入して拡散されるので、混合がなお一層促進される。

[0040] 定格運転に入ると、排ガス G 4 の温度が上昇して、図 1 の圧縮機 1 から供給される圧縮ガス G 2 が再生器 6 内で排ガス G 4 と熱交換されるので、熱交換後の圧縮ガス G 2 は触媒燃焼器 2 の作動に十分な高温となる。その結果、抽気弁 8 が閉弁されて加温用バーナ 7 の動作が停止する。これにより、図 3 に示す流体混合器 40 では、排ガス G 4 のみが流れ、加温用ガス G 5 は導入されない。すなわち、排ガス G 4 のみが混合促進体 38 の内側と外側を通して流れている状態である。このとき、混合促進体 38 は排ガス G 4 の流れる方向に沿った軸心 C 1 を有する形状であるから、排ガス G 4 が混合促進体 38 から受ける抵抗は小さくて済む。したがって、最も稼働時間の長い定格運転時に、排ガス G 4 の圧力損失が効果的に抑制される。

[0041] 上記構成において、図 3 に示すように、排ガス G 4 の流れる方向に沿った

軸心C 1を有する混合促進体3 8が本体4 1の内側に配置され、排ガスG 4がこの混合促進体3 8の軸心C 1方向に沿って混合促進体3 8の外側と内側を流れるから、排ガスG 4の圧力損失を抑制することができる。また、加温用ガスG 5が混合促進体3 8の外周面3 8 aに向かって導入されるので、加温用ガスG 5は混合促進体3 8の外周面3 8 aに衝突して本体4 1の径方向および周方向に回りこむことで、混合促進体3 8の外側において排ガスG 4と加温用ガスG 5とが十分に混合される。加温用ガスG 5は、混合促進体3 8の外側を流れる排ガスG 4と混合された後、混合促進体3 8の内側を流れる排ガスG 4と再度混合されることで、排ガスG 4と加温用ガスG 5との混合が促進される。さらに、本体4 1の内側に混合促進体3 8を配置し、この混合促進体3 8に向かって加温用ガスG 5を導入する第2の流入口4 5を配置するだけであるから、構造が簡単である。

[0042] また、混合促進体3 8が本体4 1とほぼ同心に配置されているので、第2の流入口4 5の本体4 1周方向の設置位置に関わらず、第2の流入口4 5と混合促進体3 8の距離が一定となり、第2の流入口4 5と混合促進体3 8の位置関係に正確性が要求されなくなる結果、製造が容易になる。

[0043] また、第2の配管2 8は排気ダクト2 5にほぼ直交して接続されているので、加温用ガスG 5が混合促進体3 8の外周面3 8 aに直交する向きに衝突するから、加温用ガスG 5が混合促進体3 8の外周面3 8 aに案内されて排気ダクト2 5の径方向および周方向の全域に回り込み、その結果、排ガスG 4と加温用ガスG 5との混合が一層促進される。

[0044] 図4に示すように、排気ダクト2 5と第2の配管2 8との接続部4 4における第2の配管2 8の端縁4 6が、排気ダクト2 5の内周面2 9と面一であるから、第2の配管2 8により、排気ダクト2 5を流れる排ガスG 4の流れが阻害されることがなくなり、排ガスG 4の圧力損失が一層抑制される。

[0045] また、排ガスG 4は加温用ガスG 5よりも低温であるから、排ガスG 4により、高温の加温用ガスG 5と接する混合促進体3 8の表面全体が冷却されるから、混合促進体3 8の過熱を防ぐための構造を別途設ける必要がなく、

構造が一層簡単になる。

[0046] 図3に示すように、本体41における下流部が、下流に向かって通路面積が増大する拡径部25bにより形成されているので、拡径部25bにより排ガスG4と加温用ガスG5の混合ガスが拡散され、混合が一層促進される。

[0047] 図2に示すように、流体混合器40が、熱交換器である再生器6の上流側に配置されているので、流体混合器40により排ガスG4と加温用ガスG5が十分に混合された後、再生器6に導かれるから、混合流体の流れを直交する断面での温度分布が均一化される結果、熱交換効率が向上する。

[0048] 上記実施形態の流体混合器40について、混合状態を確認するために、コンピュータ解析を行った。また、比較例として、上記実施形態の流体混合器40において混合促進体38を有さない構造についても同様の解析を行った。

[0049] 図6は上記実施形態の流体混合器40を用いて排ガスG4と加温用ガスG5とを混合させた際の軸方向における温度分布、図7は図6のVII-VII線断面上、つまり流体混合器40の出口（再生器6の入口）箇所における径方向の温度分布を示し、図8および9は比較例の各温度分布を示す。以下の図において、(1)～(21)は高温から低温にかけての領域を表す。図6および図8において、(1)～(9)の同一番号は同一温度領域を示す。同様に、図7および図9において、(10)～(21)の同一番号は同一温度領域を示す。

[0050] 図6に示すように、上記実施形態の流体混合器40では、高温の加温用ガスG5が拡径部25bの中心部から下部にかけて広がっており、その結果、図7に示すように、流体混合器40の出口箇所において、温度分布が均一化されており、適度に混合されていることがわかる。一方、比較例の流体混合器では、図8に示すように、高温の加温用ガスG5が拡径部25bの下部に集中して流れ込んでおり、その結果、図9に示すように、流体混合器40の出口箇所において、温度分布が偏っており、十分に混合されていない。

[0051] 図10は第2実施形態に係る流体混合器40Aを示す概略構成図である。

第2実施形態の流体混合器40Aと第1実施形態の流体混合器40との違いは、混合促進体38Aの下流端面62が下流に進むにつれて上方に傾いた傾斜面である点のみで、その他の構造は、第1実施形態と同じである。つまり、混合促進体38における第2の配管28に対向する部分（上部）とは反対側の部分（下部）の下流端部が、切り欠かれて傾斜している。この例では、下流端面62の径方向に対する傾斜角 θ が 45° となっているが、この傾斜角 θ は $20^\circ \sim 60^\circ$ 程度とすることができ、 $30^\circ \sim 50^\circ$ 程度がより好ましい。第2の流入口45は、混合促進体38Aの上流端縁38Aaと、混合促進体38Aにおける第2の流入口45と対向する部分（図10の上部）の下流端縁38Abとの間に位置している。

[0052] 第2実施形態の流体混合器40Aにおいても、第1実施形態の流体混合器40と同様に、コンピュータ解析による検証を行った。その結果を図11および12に示す。図11から分かるように、第2実施形態の流体混合器40Aでは、より多くの高温の加温用ガスG5が拡径部25bの中心部近くを流れるので、図12から分かるように、第1実施形態の流体混合器40よりもさらに温度分布が均一化されている。

[0053] 第1および第2実施形態では、本体41の上流部を形成する円筒状部25aの下流部は、円筒状であったが、下流に向かって若干拡大する小さなテーパ比を有する拡大管であってもよい。また、本体41の拡径部25bのテーパ比が小さい場合、拡径部25bの内側に混合促進体38を配置してもよい。さらに、拡径部25bを省略して、流体混合器40の本体41の全体を円筒状としてもよい。また、第2の流入口45を複数設け、各流入口45から異なる流体を本体41に流入させてもよい。

[0054] 以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能であり、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0055] 6 再生器（熱交換器）

25 排気ダクト

28 第2の配管

29 本体の内周面

38、38A 混合促進体

38a 混合促進体の外周面

40、40A 流体混合器

41 本体（第1の配管）

42 熱交換システム

43 第1の流入口

44 接続部

45 第2の流入口

46 第2の配管の端縁

C1 軸心

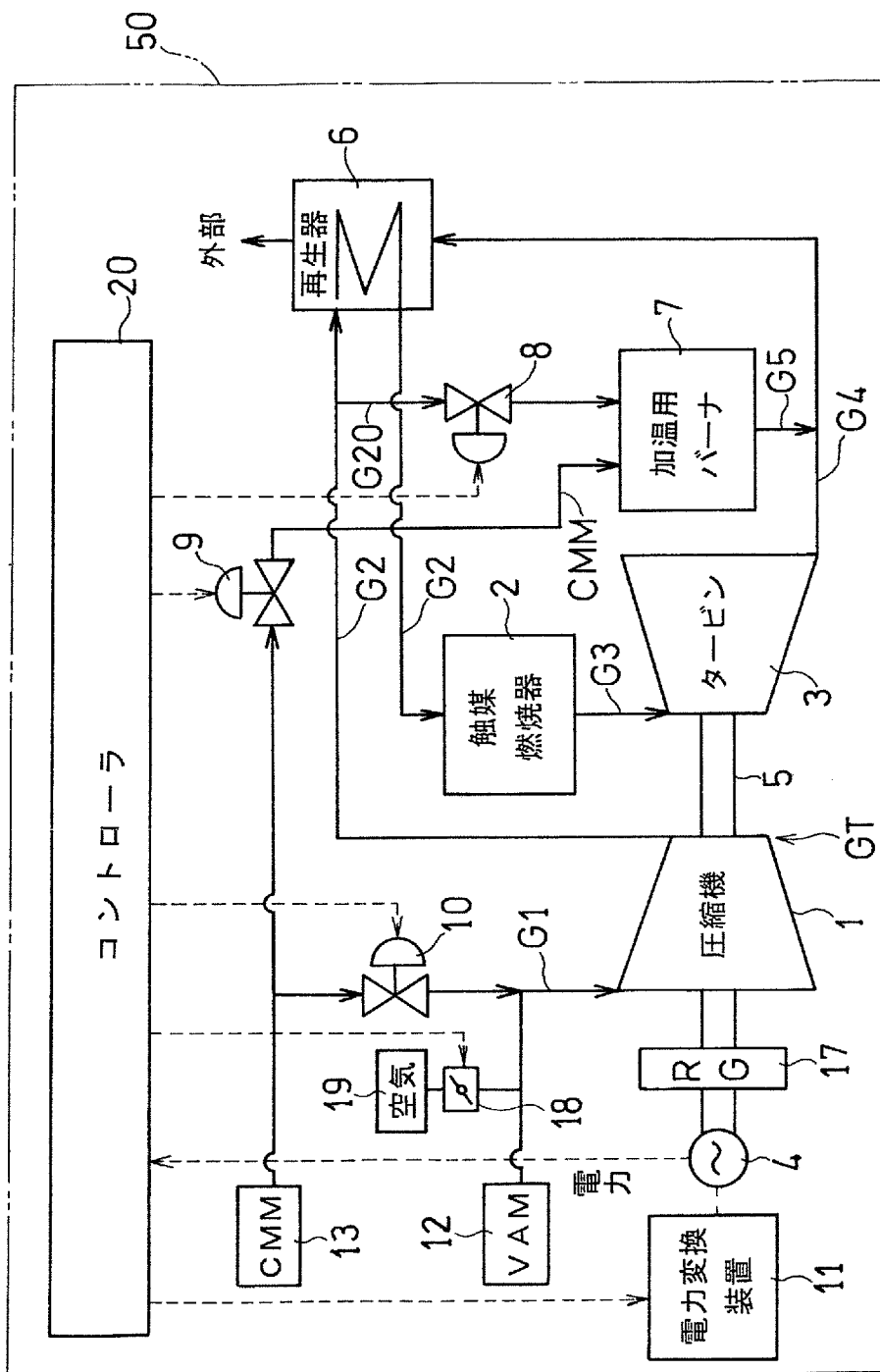
G4 排ガス（第1の流体）

G5 加温用ガス（第2の流体）

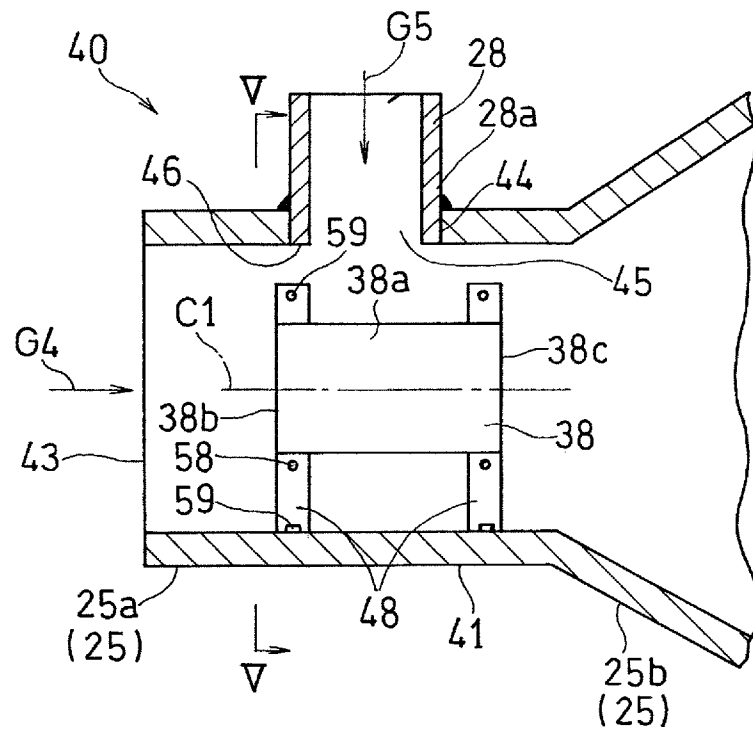
請求の範囲

- [請求項1] 内側で第1と第2の流体を混合する中空筒状の本体と、
前記本体の上流側端部に設けられて前記第1の流体を流入させる第1の流入口と、
前記本体の内側に配置され、前記第1の流体の流れる方向に沿った軸心を有する中空筒状の混合促進体と、
前記本体の周壁に設けられて前記混合促進体の外周面に向かって前記第2の流体を流入させる第2の流入口とを備える流体混合器。
- [請求項2] 請求項1において、前記混合促進体が前記本体とほぼ同心に配置されている流体混合器。
- [請求項3] 請求項1または2において、前記本体を形成する第1の配管に、前記第2の流入口に第2の流体を供給する第2の配管が直交して接続されている流体混合器。
- [請求項4] 請求項1または2において、前記本体を形成する第1の配管に、前記第2の流入口に前記第2の流体を供給する第2の配管が接続され、その接続部における前記第2の配管の端縁が前記第1の配管の内周面と面一またはこれよりも径方向外方に配置されている流体混合器。
- [請求項5] 請求項1または2において、前記第1の流体は前記第2の流体よりも低温である流体混合器。
- [請求項6] 請求項1または2において、前記本体における下流部が、下流に向かって通路面積が増大する拡径部により形成されている流体混合器。
- [請求項7] 請求項1または2に記載の流体混合器が、熱交換器の上流側に配置されてなる熱交換システム。

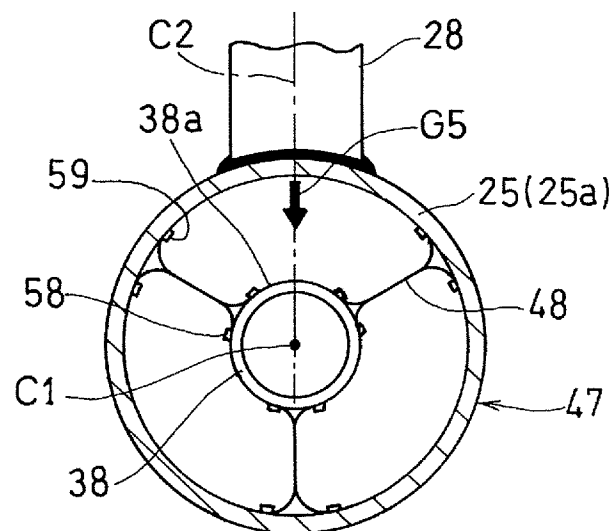
[図1]



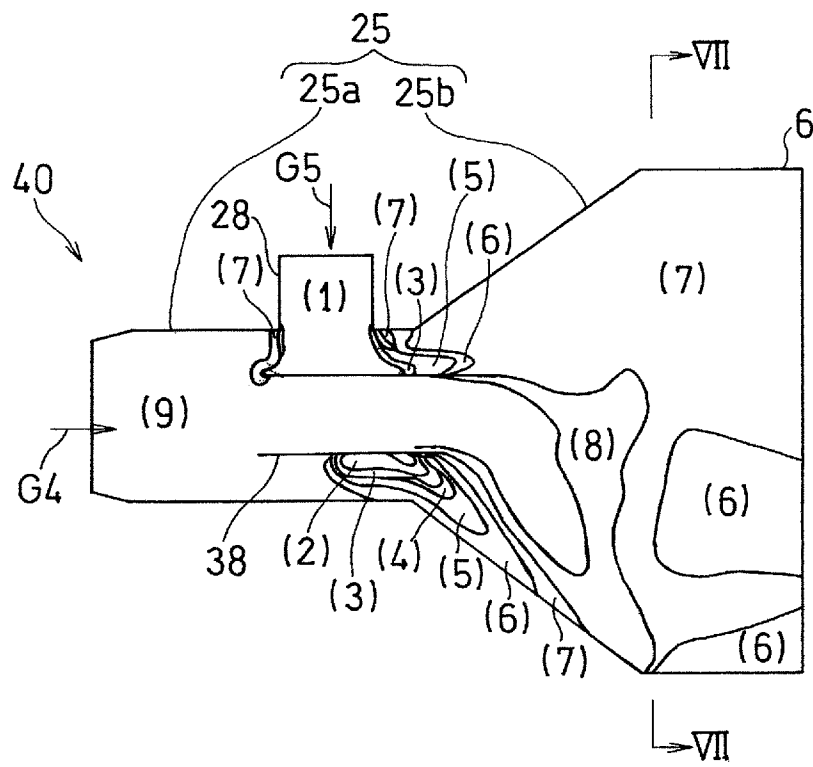
[図4]



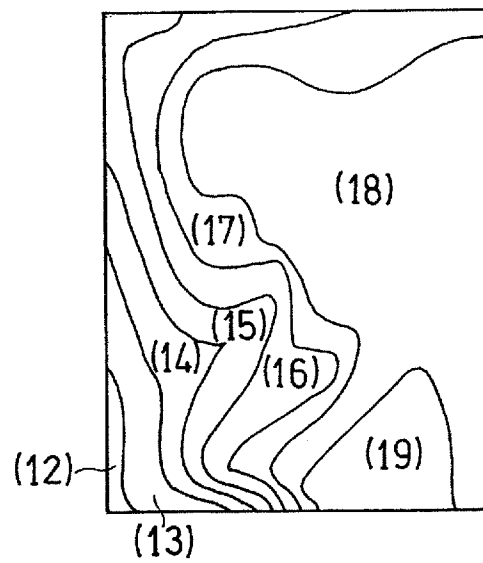
[図5]



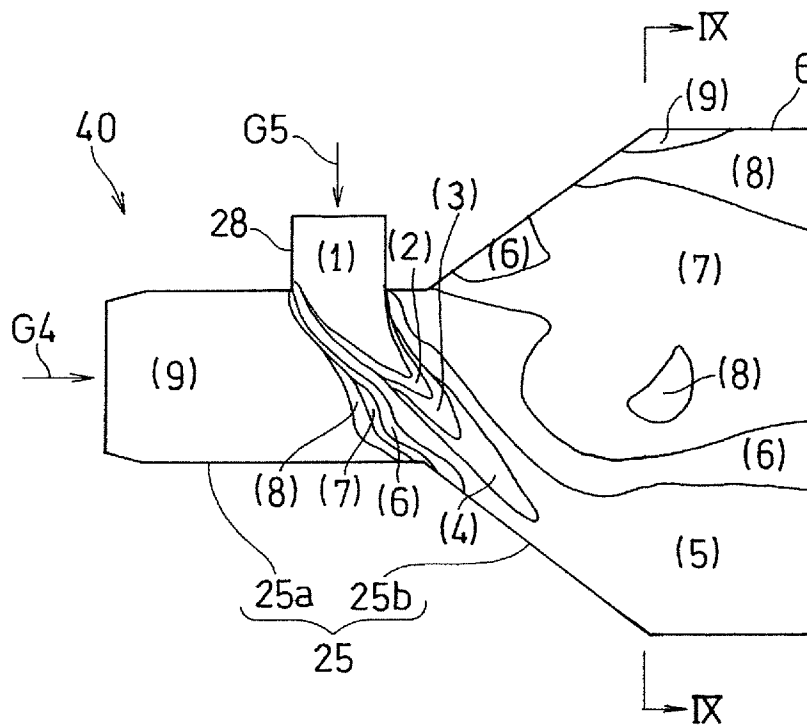
[図6]



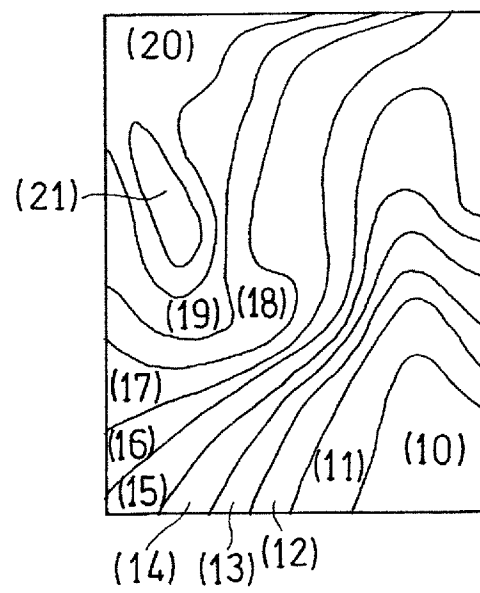
[図7]



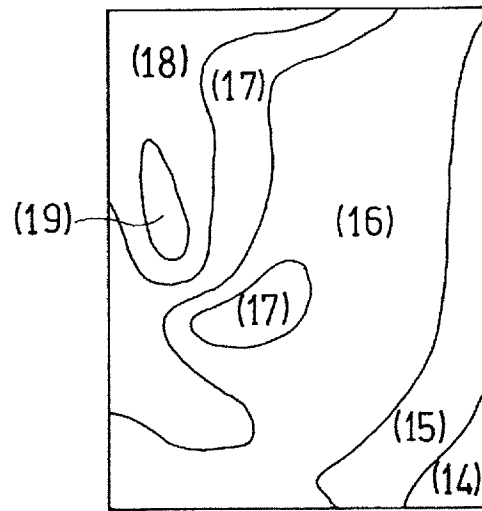
[図8]



[図9]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071279

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01F5/00(2006.01)i, B01F3/02(2006.01)i, B01F3/08(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)

B01F1/00-5/26

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	JP 2007-500074 A (Jeumont S.A.), 11 January 2007 (11.01.2007), paragraphs [0004], [0010] to [0016]; fig. 1 & US 2006/0187751 A1 & EP 1648598 A1 & WO 2005/021143 A1 & FR 2858248 A1 & AT 352368 T	1-5, 7 6
X Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 155528/1976 (Laid-open No. 72273/1978) (Mitsubishi Electric Corp.), 16 June 1978 (16.06.1978), page 2, line 14 to page 4, line 17; fig. 1, 2 (Family: none)	1-5 6

☒ 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
04 October, 2012 (04.10.12)Date of mailing of the international search report
16 October, 2012 (16.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/071279

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-48921 A (Inax Corp.), 18 February 1992 (18.02.1992), page 2, lower right column, line 12 to page 3, upper left column, line 17; fig. 1, 2 (Family: none)	1-4 6
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 139013/1983(Laid-open No. 46117/1985) (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 01 April 1985 (01.04.1985), page 5, line 14 to page 6, line 18; fig. 7 (Family: none)	6
A	JP 2003-126667 A (Mitsuru KITAHARA), 07 May 2003 (07.05.2003), fig. 9 (Family: none)	1
A	JP 2006-326571 A (Hitachi, Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), fig. 1, 2 & US 2006/0245296 A1 & EP 1716918 A1 & CN 1864835 A	1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01F5/00(2006.01)i, B01F3/02(2006.01)i, B01F3/08(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（I P C））

Int.Cl. B01F1/00-5/26

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2007-500074 A (ジュモン ソシエテ アノニム) 2007.01.11, 段落【0004】、【0010】－【0016】、図1 & US 2006/0187751 A1 & EP 1648598 A1 & WO 2005/021143 A1 & FR 2858248 A1 & AT 352368 T	1-5, 7 6
X Y	日本国実用新案登録出願51-155528号(日本国実用新案登録出願公開53-72273号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(三菱電機株式会社) 1978.06.16, 第2頁第14行－第4頁第17行, 第1, 2図(ファミリーなし)	1-5 6

☒ 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

0 4 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 6 . 1 0 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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

3 M

9 3 3 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 7 7

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
X Y	JP 4-48921 A (株式会社イナックス) 1992.02.18, 第2頁右下欄第12行ー第3頁左上欄第17行, 第1, 2図 (ファミリーなし)	1-4 6
Y	日本国実用新案登録出願58-139013号(日本国実用新案登録出願公開60-46117号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱重工業株式会社) 1985.04.01, 第5頁第14行ー第6頁第18行, 第7図 (ファミリーなし)	6
A	JP 2003-126667 A (北原満) 2003.05.07, 図9 (ファミリーなし)	1
A	JP 2006-326571 A (株式会社日立製作所) 2006.12.07, 図1, 2 & US 2006/0245296 A1 & EP 1716918 A1 & CN 1864835 A	1