

(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  
2018年6月14日(14.06.2018)

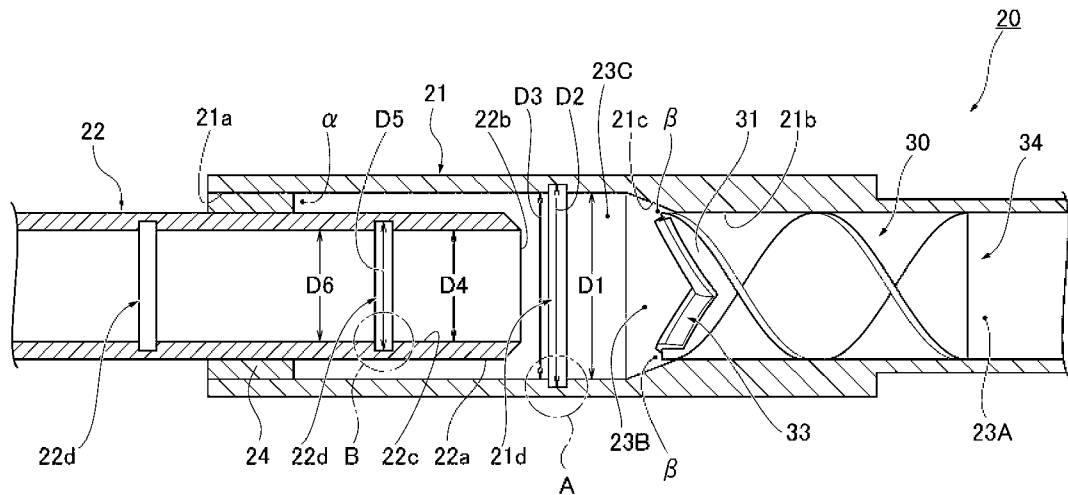


(10) 国際公開番号  
**WO 2018/105563 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B01D 45/12* (2006.01)    *F02M 35/10* (2006.01)  
*F02B 37/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号:                    PCT/JP2017/043506
- (22) 国際出願日:                    2017年12月4日(04.12.2017)
- (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 2016-238358    2016年12月8日(08.12.2016) JP
- (71) 出願人: 臼井国際産業株式会社(**USUI CO., LTD.**)  
[JP/JP]; 〒4118610 静岡県駿東郡清水町長沢  
1 3 1 番地の 2 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 哲暢 (**SUZUKI, Tetsunobu**);  
〒4118610 静岡県駿東郡清水町長沢 1 3 1  
番地の 2 臼井国際産業株式会社内 Shizuoka  
(JP). 伊藤 豪孝(**ITO, Hidetaka**); 〒4118610 静  
岡県駿東郡清水町長沢 1 3 1 番地の 2 臼井  
国際産業株式会社内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 弁護士法人クレオ国際法律  
特許事務所(**CREO LAW & INTELLECTUAL  
PROPERTY**); 〒1030028 東京都中央区八  
重洲一丁目4番16号 東京建物八重  
洲ビル2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,

(54) Title: GAS-LIQUID SEPARATION DEVICE

(54) 発明の名称: 気液分離装置



(57) Abstract: Provided is a gas-liquid separation device that can prevent a liquid that has been atomized from flowing with a gas when gas-liquid separation has been performed by swirling a gas-liquid two-phase fluid while suppressing increases in the size of the device. A gas-liquid separation device is configured so as to be provided with an inlet pipe (21) wherein a gas-liquid two-phase fluid flows, and a swirling flow generating ribbon (30) disposed inside the inlet pipe (21) and swirling the gas-liquid two-phase fluid along the inside circumferential surface (21b) thereof, and such that a first



WO 2018/105563 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

stepped surface (41) wherein the inside diameter dimension of the inlet pipe (21) increases toward the downstream side is formed on the inside circumferential surface (21b) of the inlet pipe (21) on the downstream side of the swirling flow generating ribbon (30) in the direction of flow of the gas-liquid two-phase fluid.

(57) 要約 : 装置の大型化を抑制しつつ、気液二相流体を旋回させて気液分離したときに液滴化した液体が気体と共に流れることを防止できる気液分離装置を提供すること。気液二相流体が流れるインレットパイプ (21) と、インレットパイプ (21) の内部に配置されて気液二相流体を内周面 (21b) に沿って旋回させる旋回流発生リボン (30) と、を備え、旋回流発生リボン (30) よりも気液二相流体の流れ方向の下流側のインレットパイプ (21) の内周面 (21b) に、下流側に向かってインレットパイプ (21) の内径寸法が大きくなった第1段差面 (41) が形成されている構成とした。

## 明 細 書

**発明の名称**： 気液分離装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、気液二相流体に含まれる気体と液体を分離する気液分離装置に関する発明である。

**背景技術**

[0002] 従来、配管内を流れる気液二相流体を旋回させ、遠心力で液体を配管の内周面へ誘導して液体を液滴化することで気体から分離し、液滴化した液体を配管の外へ排出させる気液分離装置が知られている（例えば、特許文献1、特許文献2、特許文献3参照）。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：特開平9-220421号公報  
特許文献2：特開2003-190725号公報  
特許文献3：特開2005-160187号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] しかしながら、従来装置にあっては、液滴化した液体を配管の外に排出して捕集するため、液体を貯留するタンクや、このタンクへ液滴を導くための新たな配管等が必要になり、装置が大型化するという問題が生じる。

また、液体の捕集率が不十分な場合には、気体と共に液滴化した液体が流れてしまい、この気液分離装置の下流側に設置された装置（例えばターボ過給機のタービンや内燃機関）に液滴が衝突して、衝撃を与えるおそれがある。

[0005] 本発明は、上記問題に着目してなされたもので、装置の大型化を抑制しつつ、気液二相流体を旋回させて気液分離したときに液滴化した液体が気体と共に流れることを防止できる気液分離装置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**

[0006] 上記目的を達成するため、本発明は気液二相流体が流れる配管と、配管の内部に配置されて気液二相流体を配管の内周面に沿って旋回させる旋回流発生手段と、を備えた気液分離装置である。

そして、配管は、旋回流発生手段よりも気液二相流体の流れ方向の下流側の内周面に、下流側に向かって配管の内径寸法が大きくなった第1段差面が形成されている。

### 発明の効果

[0007] よって、本発明では、装置が大型化することを抑制しつつ、気液二相流体を旋回させて気体と液体を分離したときに、液滴化したままの液体が気体と共に流れることを防止できる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施例1の気液分離装置を適用した内燃機関の排気還流システムを示す全体システム図である。

[図2]実施例1の気液分離装置を示す断面図である。

[図3]図2に示すA部の拡大図である。

[図4]図2に示すB部の拡大図である。

[図5]実施例1の旋回流発生リボンを示す斜視図である。

[図6]実施例1の旋回流発生リボンの側面図である。

[図7]図5におけるC-C断面図である。

[図8]実施例1の気液分離装置における気液二相流体及び分離した気体・液体の流れを示す説明図である。

[図9]図8に示すA1部の拡大図である。

[図10]実施例2の気液分離装置を示す断面図である。

[図11]実施例2の気液分離装置における気液二相流体及び分離した気体・液体の流れを示す説明図である。

[図12]実施例2の気液分離装置における液体の流れを拡大して示す説明図である。

[図13A]実施例1の気液分離装置の第1変形例を示す断面図である。

[図13B]実施例1の気液分離装置の第2変形例を示す断面図である。

[図13C]実施例1の気液分離装置の第3変形例を示す断面図である。

[図13D]実施例1の気液分離装置の第4変形例を示す断面図である。

[図14]実施例1の気液分離装置の第5変形例を示す断面図である。

[図15]実施例1の気液分離装置の第6変形例を示す要部を拡大した断面図である。

[図16]実施例2の気液分離装置の第1変形例を示す断面図である。

[図17]実施例2の気液分離装置の第2変形例を示す断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の気液分離装置を実施するための形態を、図面に示す実施例1及び実施例2に基づいて説明する。

[0010] (実施例1)

まず、実施例1における気液分離装置の構成を、「適用例のシステム全体構成」、「気液分離装置の詳細構成」、「旋回流発生リボンの詳細構成」に分けて説明する。

[0011] [適用例のシステム全体構成]

図1は、実施例1の気液分離装置を適用した内燃機関の排気還流システムを示す全体システム図である。以下、図1に基づき、実施例1の適用例のシステム全体構成を説明する。

[0012] 実施例1の気液分離装置20は、図1に示す内燃機関1の排気還流システムSに適用している。ここで、図1に示した内燃機関1は、走行用駆動源として車両に搭載されるディーゼルエンジンであり、4つの気筒（不図示）を有している。各気筒には、それぞれ吸気通路2と排気通路3が接続されている。

[0013] 吸気通路2は、端部に吸気口2aが形成され、この吸気口2a側から順に、吸気濾過用のエアクリーナー4、ターボ過給機5のコンプレッサ5a、吸気を冷却するインタークーラー6、吸入空気量を調整するためのスロットル弁7が設けられている。排気通路3には、内燃機関1側から順に、ターボ過

給機 5 のタービン 5 b、排気を浄化するための排気浄化触媒 8、排気流量を調整するための排気絞り弁 9 が設けられている。なお、排気絞り弁 9 の下流側にはマフラー 10 が設けられ、その先に排気口 3 a が形成されている。

[0014] 吸気通路 2 と排気通路 3 とは、低圧 EGR 通路 1 1 及び高圧 EGR 通路 1 2 によって接続されている。ここで、「EGR (Exhaust Gas Recirculation)」とは、内燃機関 1 において燃焼後の排気の一部を取り出して再度吸気させる技術であり、排気再循環ともいう。

[0015] 低圧 EGR 通路 1 1 は、コンプレッサ 5 a より上流の吸気通路 2 と排気浄化触媒 8 より下流の排気通路 3 とを接続している。一方、高圧 EGR 通路 1 2 は、コンプレッサ 5 a より下流の吸気通路 2 とタービン 5 b より上流の排気通路 3 とを接続している。

これにより、低圧 EGR 通路 1 1 では、タービン 5 b を通過した排気を、コンプレッサ 5 a の吸気に戻す。また、高圧 EGR 通路 1 2 では、タービン 5 b に吸い込まれる前の排気を、コンプレッサ 5 a を通過したエアに戻す。

[0016] そして、低圧 EGR 通路 1 1 には、吸気通路 2 に導かれる排気を冷却するための EGR クーラ 1 3 と、低圧 EGR 通路 1 1 を介して吸気通路 2 に還流される排気の流量を調整するための低圧 EGR 弁 1 4 と、が設けられている。高圧 EGR 通路 1 2 には、高圧 EGR 通路 1 2 を介して吸気通路 2 に還流される排気の流量を調整するための高圧 EGR 弁 1 5 が設けられている。

[0017] ここで、低圧 EGR 通路 1 1 では、ターボ過給機 5 のタービン 5 b の通過排気量を低下させることなく排気の還流を可能とし、NO<sub>x</sub> 低減効果が大きい。しかしながら、EGR クーラ 1 3 での冷却によって凝縮水の発生が懸念される。そして、凝縮水がある程度の大きさの液滴となった状態で下流へと流れていくと、ターボ過給機 5 のコンプレッサ 5 a の回転翼等に衝突し、衝撃を与えることがある。

そこで、実施例 1 では、図 2 に示す気液分離装置 20 を、低圧 EGR 弁 1 4 の下流位置であって、ターボ過給機 5 のコンプレッサ 5 a の上流位置 (図 1 において一点鎖線 X で囲む位置) に設置し、液滴となった凝縮水を蒸発させ

る。

[0018] [気液分離装置の詳細構成]

図2は、実施例1の気液分離装置を示す断面図である。以下、図2に基づいて、実施例1の気液分離装置20の詳細構成を説明する。

[0019] 実施例1の気液分離装置20は、図2に示すように、インレットパイプ21（配管）と、インナーパイプ22（配管）と、旋回流発生リボン30（旋回流発生手段）と、を備えている。

[0020] インレットパイプ21は、上流側（図2において右側）の端部が吸気口2a及び低圧EGR弁14に連通し、気体と微粒子状の液体（凝縮水）が混ざり合った状態の排気（以下、「気液二相流体」という）が流入する。このインレットパイプ21の内部には、気液二相流体の流れを内周面21bに沿って旋回させる旋回流発生リボン30が配置されている。また、インレットパイプ21の下流側の端部（図2において左側）には、軸線方向に開放した排気口21aが形成されている。

さらに、このインレットパイプ21の内周面21bには、テーパ面21cと、環状溝部21dとが、気液二相流体の流れ方向に沿って上流側から順に形成されている。

[0021] テーパ面21cは、インレットパイプ21の内径寸法を、気液二相流体の流れ方向の下流側に向かって徐々に大きくする傾斜面であり、旋回流発生リボン30よりも気液二相流体の流れ方向の下流側の位置に形成されている。これにより、インレットパイプ21の内径寸法は、テーパ面21cよりも気液二相流体の流れ方向の上流側である第1領域23Aが最も小さく、テーパ面21cが形成された第2領域23Bにて徐々に大きくなり、テーパ面21cよりも気液二相流体の流れ方向の下流側である第3領域23Cが最も大きくなる。そして、第1領域23Aに旋回流発生リボン30が配置され、第3領域23Cに排気口21aが形成されている。

[0022] 環状溝部21dは、インレットパイプ21の周方向に沿って延びる環状のへこみであり、テーパ面21cよりもさらに下流側の位置、すなわち第3領

域23Cに設けられている。この環状溝部21dは、図3に拡大して示すように、第1段差面41と、第2段差面42と、底面43と、を有している。

[0023] 第1段差面41は、環状溝部21dを形成する面の中で、気液二相流体の流れ方向の上流側に位置する面である。この第1段差面41により、インレットパイプ21の内径寸法は、気液二相流体の流れ方向の下流側に向かって段状に大きくなる。つまり、インレットパイプ21は、環状溝部21dの上流側の位置での内径寸法D1よりも、環状溝部21dの内側の位置での内径寸法D2の方が大きい。

また、この第1段差面41と、第1段差面41よりも上流側の内周面211bとでなす角 $\theta_1$ は、ここでは90°に設定されている。

[0024] 一方、第2段差面42は、環状溝部21dを形成する面の中で、気液二相流体の流れ方向の下流側に位置する面である。この第2段差面42により、インレットパイプ21の内径寸法は、気液二相流体の流れ方向の下流側に向かって段状に小さくなる。つまり、インレットパイプ21は、環状溝部21dの下流側の位置での内径寸法D3よりも、環状溝部21dの内側の位置での内径寸法D2の方が大きい。

また、この第2段差面42と、第2段差面42よりも下流側の内周面212bとでなす角 $\theta_2$ は、ここでは90°に設定されている。さらに、第2段差面42の高さ寸法H2は、第1段差面41の高さ寸法H1と同一寸法に設定されている。

[0025] 底面43は、インレットパイプ21の周方向に延びて環状溝部21dの底面となる面であり、第1段差面41と第2段差面42の間に位置している。

[0026] インナーパイプ22は、インレットパイプ21の第3領域23Cの最小内径寸法よりも小さい外径寸法を有する直管部材によって形成され、インレットパイプ21の排気口21aに一端22aが差し込まれ、インレットパイプ21と同軸状態に設置される。この一端22aには、旋回流発生リボン30よりも気液二相流体の流れ方向の下流側で開放する開口22bが形成されている。また、このインナーパイプ22の下流側（図2において左側）の端部

は、ターボ過給機 5 のコンプレッサ 5 a に連通している。

なお、開口 2 2 b は、インナーパイプ 2 2 の軸線方向に開放している。すなわち、インレットパイプ 2 1 と、インナーパイプ 2 2 と、排気口 2 1 a と、開口 2 2 b は、同軸となる。

[0027] さらに、このインナーパイプ 2 2 の内周面 2 2 c には、複数の環状溝部 2 2 d (ここでは二つ) が形成されている。

各環状溝部 2 2 d は、インナーパイプ 2 2 の周方向に沿って延びる環状のへこみであり、インナーパイプ 2 2 の内部、すなわち旋回流発生リボン 3 0 よりも気液二相流体の流れ方向の下流側の位置に設けられている。また、ここでは、二つの環状溝部 2 2 d のうちの一方が、インレットパイプ 2 1 に差し込まれた部分に形成され、他方が、インレットパイプ 2 1 から突出した部分に形成されている。

各環状溝部 2 2 d は、図 4 に拡大して示すように、第 1 段差面 4 4 と、第 2 段差面 4 5 と、底面 4 6 と、を有している。

[0028] 第 1 段差面 4 4 は、環状溝部 2 2 d を形成する面の中で、気液二相流体の流れ方向の上流側に位置する面である。この第 1 段差面 4 4 により、インナーパイプ 2 2 の内径寸法は、気液二相流体の流れ方向の下流側に向かって段状に大きくなる。つまり、インナーパイプ 2 2 は、環状溝部 2 2 d の上流側の位置での内径寸法 D 4 よりも、環状溝部 2 2 d の内側の位置での内径寸法 D 5 の方が大きい。

また、この第 1 段差面 4 4 と、第 1 段差面 4 4 よりも上流側の内周面 2 2 1 c とでなす角  $\theta_3$  は、ここでは  $90^\circ$  に設定されている。

[0029] 一方、第 2 段差面 4 5 は、環状溝部 2 2 d を形成する面の中で、気液二相流体の流れ方向の下流側に位置する面である。この第 2 段差面 4 5 により、インナーパイプ 2 2 の内径寸法は、気液二相流体の流れ方向の下流側に向かって段状に小さくなる。つまり、インナーパイプ 2 2 は、環状溝部 2 2 d の下流側の位置での内径寸法 D 6 よりも、環状溝部 2 2 d の内側の位置での内径寸法 D 5 の方が大きい。

また、この第2段差面45と、第2段差面45よりも下流側の内周面222cとでなす角 $\theta_4$ は、ここでは $90^\circ$ に設定されている。さらに、第2段差面45の高さ寸法H4は、第1段差面44の高さ寸法H3と同一寸法に設定されている。

[0030] 底面46は、インナーパイプ22の周方向に延びて環状溝部22dの底面となる面であり、第1段差面44と第2段差面45の間に位置している。

[0031] そして、インレットパイプ21の排気口21aには、内周面21bとインナーパイプ22との間に生じる間隙 $\alpha$ を封鎖するスペーサー24が嵌合されている。スペーサー24は、インナーパイプ22の全周を取り囲む円筒形状を呈しており、外周面がインレットパイプ21の内周面21bに気密状態で接触し、内周面がインナーパイプ22の外周面に気密状態で接触している。

[0032] [旋回流発生リボンの詳細構成]

図5は、実施例1の旋回流発生リボンを示す斜視図であり、図6は旋回流発生リボンの側面図である。また、図7は、図5におけるC-C断面図である。以下、図5～図7に基づき、実施例1の旋回流発生リボンの詳細構成を説明する。

[0033] 旋回流発生リボン30は、螺旋状にねじられた帯状の板部材により形成されており、インレットパイプ21の第1領域23Aに配置されている。この旋回流発生リボン30は、径方向寸法RR（図6参照）が第1領域23Aの内径寸法と同等に設定されており、インレットパイプ21と同軸状態に設置されると共に、周縁がインレットパイプ21の内周面21bに接触している。

[0034] この旋回流発生リボン30は、気液二相流体の流出側の終端部31に、第1終端点31aと、第2終端点31bと、中心終端点31cと、を有すると共に、第1端縁32aと、第2端縁32bと、が形成されている。

第1終端点31aは、旋回流発生リボン30の径方向外側の終端の一方に設定されている。第2終端点31bは、旋回流発生リボン30の径方向外側の終端の他方に設定されている。ここで、第1終端点31aの軸方向位置と、

第2終端点31bの軸方向位置とは一致しており、第1終端点31aと第2終端点31bを結んだ終端線Lは、旋回流発生リボン30の軸線Oと直交する。

そして、中心終端点31cは、旋回流発生リボン30の軸線O上であって、第1終端点31a及び第2終端点31bよりも気液二相流体の流入側に設定されている。

[0035] 第1端縁32aは、旋回流発生リボン30の終端縁のうち、第1終端点31aと中心終端点31cとを結んだ端縁である。また、第2端縁32bは、旋回流発生リボン30の終端縁のうち、第2終端点31bと中心終端点31cとを結んだ端縁である。つまり、旋回流発生リボン30の終端部31には、第1端縁32aと第2端縁32bと終端線Lにて囲まれたV字状に切り欠かれた空間領域が設けられている。

[0036] また、この旋回流発生リボン30は、第1端縁32a及び第2端縁32bのそれぞれに、気液二相流体の流入側に折り返された折り返し構造33が形成されている。

折り返し構造33は、図7に示すように、第1端縁32a及び第2端縁32bの先端を旋回流発生リボン30の一方の螺旋面30a側に折り返した第1折返片33aと、第1端縁32a及び第2端縁32bの先端を反対側の螺旋面30b側に折り返した第2折返片33bと、を有している。

この折り返し構造33は、中心終端点31cから第1終端点31aの手前までの間と、中心終端点31cから第2終端点31bの手前までの間に形成されている。これにより、折り返し構造33の径方向両端部と、インレットパイプ21の内周面21bとの間には隙間 $\beta$ が生じている（図2参照）。

[0037] さらに、この旋回流発生リボン30は、第1領域23Aに配置されているものの、終端部31の少なくとも第1終端点31a及び第2終端点31bは、テーパ面21cが形成された領域、すなわち第2領域23B内に挿入されている。

[0038] なお、旋回流発生リボン30の気液二相流体の流入側の始端部34は、第

1 始端点 3 4 a、第 2 始端点 3 4 b、中心始端点 3 4 c と、を有している。第 1 始端点 3 4 a は、旋回流発生リボン 3 0 の径方向外側の始端の一方に設定されている。第 2 始端点 3 4 b は、旋回流発生リボン 3 0 の径方向外側の始端の他方に設定されている。中心始端点 3 4 c は、旋回流発生リボン 3 0 の軸線 O 上であって、第 1 始端点 3 4 a 及び第 2 始端点 3 4 b と軸方向位置が一致している。すなわち、中心始端点 3 4 c は、第 1 始端点 3 4 a と第 2 始端点 3 4 b を結んだ始端線と軸線 O との交点上に設定され、第 1、第 2 始端点 3 4 a、3 4 b 及び中心始端点 3 4 c は、旋回流発生リボン 3 0 の径方向に沿って並んでいる。さらに、この旋回流発生リボン 3 0 の始端部 3 4 は、重力方向に沿って立設している。

[0039] 次に、実施例 1 の気液分離装置における作用を、「第 1 段差面の液滴蒸発作用」と、「第 2 段差面の液滴保持作用」と、「その他の特徴的作用」に分けて説明する。

[0040] [第 1 段差面の液滴蒸発作用]

図 8 は、実施例 1 の気液分離装置における気液二相流体及び分離した気体・液体の流れを示す説明図である。

[0041] 図 1 に示す排気還流システム S では、吸気口 2 a から取り入れた外気と、低圧 EGR 通路 1 1 を介して排気通路 3 から取り入れた排気とが、流速  $10 \text{ m/s} \sim 100 \text{ m/s}$  の速さでターボ過給機 5 のコンプレッサ 5 a へと流れ込む。このとき、外気や排気には水分が含まれており、この気体を EGR クーラ 1 3 にて冷却することで水分が凝縮して凝縮水として微粒子状の液体になり、空気等の気体に液体が混ざり合った気液二相流体になる。

[0042] 実施例 1 の気液分離装置 2 0 では、図 8 に示すように、インレットパイプ 2 1 に流入した気液二相流体が、旋回流発生リボン 3 0 が配置された第 1 領域 2 3 A を通過する際、この旋回流発生リボン 3 0 に沿って流れることで内周面 2 1 b に沿って流れる旋回流となる。そして、この旋回流によって発生した遠心力により、質量の大きい液体は、インレットパイプ 2 1 の内周面 2 1 b へ向かって誘導される。

- [0043] そして、内周面 2 1 b へ向かって誘導された液体は凝集して液滴になり、気体から分離される。そして、液滴化することで気体から分離された液体（以下、「液滴」という）は、内周面 2 1 b に付着したまま、旋回流の流れによって第 2 領域 2 3 B から第 3 領域 2 3 C へと流れていく。
- [0044] 一方、第 3 領域 2 3 C におけるインレットパイプ 2 1 の内周面 2 1 b には、環状溝部 2 1 d が形成されている。そのため、内周面 2 1 b に付着したまま、旋回流の流れによって第 3 領域 2 3 C へと流れた液滴は、旋回流となった気体と共に環状溝部 2 1 d の内部に入り込む。
- [0045] このとき、環状溝部 2 1 d の中では、図 9 に示すように、この環状溝部 2 1 d に気体流れ込むことで乱流が発生し、気液二相流体の流れ方向の上流側に位置する第 1 段差面 4 1 に沿って圧力の低い負圧領域 H が発生する。そのため、気体と共に環状溝部 2 1 d 内に流れ込んだ液滴 W は、負圧領域 H に引っ張られ、第 1 段差面 4 1 に向かって引き寄せられる。これにより、液滴 W が第 1 段差面 4 1 の近傍位置、つまり環状溝部 2 1 d 内に留まることになる。
- [0046] 一方、この環状溝部 2 1 d の底面 4 3 は、インレットパイプ 2 1 の周方向に延びている。そのため、旋回流となった気体は、この環状溝部 2 1 d の内部を底面 4 3 に沿って周方向に流れる。また、環状溝部 2 1 d 内に留まった液滴 W も、旋回流になった気体と共に環状溝部 2 1 d の内部を底面 4 3 に沿って流れる。つまり、気体及び液滴 W は、この環状溝部 2 1 d 内を底面 4 3 に沿って旋回する。そして、液滴 W は、この底面 4 3 に沿った旋回を続けることで蒸発していく。
- [0047] このように、液滴化して気体から分離した液体（液滴 W）は、第 1 段差面 4 1 に引き寄せられた状態で、環状溝部 2 1 d 内で旋回して蒸発する。このため、この液滴 W は、気液二相流体の流れ方向の下流側へ流下することがなくなり、液滴 W が気体と共にインナーパイプ 2 2 内へと流下することを防止できる。また、実施例 1 の気液分離装置 2 0 では、液滴 W をインレットパイプ 2 1 の外へ排出して捕集することが不要になるため、装置の大型化を抑制

できる。

[0048] さらに、この実施例1の気液分離装置20では、インナーパイプ22の内周面22cにも、複数（ここでは二つ）の環状溝部22dが形成されている。そのため、気体から分離しきれなかった液体や、蒸発しきれなかった液滴が、気体と共に開口22bからインナーパイプ22内へと流れた場合であっても、これらの液体等は、インナーパイプ22内を流れる気体によって内周面22cへと誘導されて凝集する。そして、液滴化した状態で内周面22cに付着したまま流れれば、環状溝部22dの中に入り込む。そして、環状溝部22dに入り込んだ液滴は、図示しないものの、インレットパイプ21の場合と同様に、環状溝部22dの第1段差面44に沿って発生した負圧領域に引き寄せられて、環状溝部22d内に留まる。そして、環状溝部22d内に留まった液滴は、旋回している気体と共に底面46に沿って周方向へと流れ、環状溝部22d内を底面46に沿って旋回する。そして、この液滴は、底面46に沿った旋回を続けることで蒸発していく。この結果、気液分離装置20では、環状溝部22dよりも気液二相流体の下流側へ液滴のままで液体が流れることを防止できる。

[0049] このように、実施例1の気液分離装置20では、インナーパイプ22にも第1段差面44を有する環状溝部22dを設けたことで、気体と共にインナーパイプ22内へと液滴化した液体が流れ込んでも、液滴は環状溝部22dの第1段差面44の近傍位置に留まった上、次第に蒸発することになる。これにより、液滴化した液体を捕集する必要がなく、装置の大型化を抑制できる。また、液滴が蒸発して気化することで、この液滴が気体と共にインナーパイプ22内へと流下することを防止できる。

[0050] [第2段差面の液滴保持作用]

実施例1の気液分離装置20では、インレットパイプ21に形成された環状溝部21d、及び、インナーパイプ22に形成された環状溝部22dが、いずれも第1段差面41, 44よりも気液二相流体の流れ方向の下流側に位置し、下流側に向かって各パイプ21d, 22dの内径寸法を階段状に小さくす

る第2段差面42, 45を有している。

[0051] そのため、図9に示すように、環状溝部21dに入り込んだ液滴Wは、旋回流によって下流側へと移動して第1段差面41から離れても、第2段差面42によって移動が阻止され、環状溝部21d内に留まることができる。すなわち、実施例1の気液分離装置20は、第2段差面42により、環状溝部21dよりも下流側へ液滴Wが流れてしまうことを防止できる。そのため、この気液分離装置20では、液滴Wを環状溝部21dの内部に留まらせて蒸発させ、液滴Wのままの液体の流下を抑制できる。

[0052] また、図示しないものの、実施例1の気液分離装置20では、第2段差面42の場合と同様に、環状溝部22dに入り込んだ液滴が、旋回流によって下流側へと移動して第1段差面44から離れても、第2段差面45によって移動が阻止され、環状溝部22d内に留まらせることができる。そのため、第2段差面45により、環状溝部22dよりも下流側へ液滴Wが流れてしまうことを防止でき、この液滴Wを環状溝部22dの内部に留まらせて蒸発させ、液滴Wのままの液体の流下を抑制できる。

[0053] [その他の特徴的作用]

実施例1の気液分離装置20では、図8に示すように、第1段差面41と第2段差面42を有する環状溝部21dがインレットパイプ21の内周面21bに形成され、第1段差面44と第2段差面45を有する環状溝部22dがインナーパイプ22の内周面22cに形成されている。

すなわち、インレットパイプ21とインナーパイプ22との双方に、第1段差面41, 44が形成されている。

[0054] そのため、この気液分離装置20では、まず、気液二相流体を旋回させることで液滴化して気体から分離された液体を、インレットパイプ21内にて環状溝部21dの第1段差面41の近傍位置に留まらせ、蒸発させる。一方、気体から分離しきれなかった液体や、蒸発しきれなかった液滴がインナーパイプ22に流れ込んだときには、インナーパイプ22に形成された環状溝部22dの第1段差面44の近傍位置に留め、蒸発させることができる。

[0055] このように、実施例1の気液分離装置20は、インレットパイプ21内と、インナーパイプ22内との二か所において液滴化した液体を蒸発させることが可能となり、液滴のままの液体が気体と共に流下することをさらに防止して、液滴の気化率の向上を図ることができる。

[0056] 次に、効果を説明する。

実施例1の気液分離装置20にあつては、下記に列挙する効果が得られる。

[0057] (1) 気液二相流体が流れる配管（インレットパイプ21）と、前記配管（インレットパイプ21）の内部に配置されて前記気液二相流体を前記配管（インレットパイプ21）の内周面21bに沿って旋回させる旋回流発生手段（旋回流発生リボン30）と、を備えた気液分離装置20において、

前記配管（インレットパイプ21）は、前記旋回流発生手段（旋回流発生リボン30）よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の内周面21bに、下流側に向かって前記配管（インレットパイプ21）の内径寸法が大きくなった第1段差面41が形成されている構成とした。

これにより、装置の大型化を抑制しつつ、気液二相流体を旋回させて気液分離したときに液滴化した液体が気体と共に流れることを防止できる。

[0058] (2) 前記配管（インレットパイプ21）は、前記第1段差面41よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の内周面21bに、下流側に向かって前記配管（インレットパイプ21）の内径寸法が小さくなった第2段差面42が形成されている構成とした。

これにより、上記(1)の効果に加え、第1段差面41の近傍位置よりも液滴化した液体が下流側へと移動することを阻止して、液滴のままの液体の流下を抑制できる。

[0059] (3) 前記配管は、前記旋回流発生手段（旋回流発生リボン30）が内部に配置されると共に、前記旋回流発生手段（旋回流発生リボン30）よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の位置に排気口21aが形成されたインレットパイプ21と、前記排気口21aに一端が差し込まれると共に、前記

旋回流発生手段（旋回流発生リボン30）よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の位置で開放した開口22bを有するインナーパイプ22と、を備え、

前記第1段差面41,44は、前記インレットパイプ21の内周面21bと、前記インナーパイプ22の内周面22cとの両方に形成されている構成とした。

これにより、上記(1)又は(2)の効果に加え、インレットパイプ21の内部と、インナーパイプ22の内部との両方で液滴を蒸発させることができ、液滴のままの液体の流下を防止できる。

[0060] （実施例2）

実施例2の気液分離装置は、インレットパイプに差し込まれたインナーパイプの外周面に、周方向に延びる突起部が形成されると共に、このインナーパイプの外周面の加熱手段を設けた例である。

[0061] まず、構成を説明する。

図10は、実施例2の気液分離装置を示す断面図である。以下、図10に基づいて、実施例2の気液分離装置の構成を説明する。なお、実施例1と同様の構成については、実施例1と同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0062] 実施例2の気液分離装置50は、図10に示すように、気液二相流体が流れ込むインレットパイプ21（配管）と、インレットパイプ21の排気口21aに一端51aが差し込まれたインナーパイプ51（配管）と、インレットパイプ21の内部に配置された旋回流発生リボン30（旋回流発生手段）と、を備えている。

[0063] インナーパイプ51は、インレットパイプ21の第3領域23Cの最小内径寸法よりも小さい外径寸法を有する直管部材によって形成され、インレットパイプ21と同軸状態に設置される。これにより、インナーパイプ51の外周面52bと、インレットパイプ21の内周面21bとの間には、間隙 $\alpha$ が生じる。また、インレットパイプ21に差し込まれたインナーパイプ51

の一端 5 1 a には、旋回流発生リボン 3 0 よりも気液二相流体の流れ方向の下流側の位置で、インナーパイプ 5 1 の軸線方向に開放する開口 5 1 b が形成されている。また、このインナーパイプ 5 1 の下流側（図 1 3 において左側）の端部は、図示しないターボ過給機のコンプレッサに連通している。

[0064] そして、このインナーパイプ 5 1 の内周面 5 2 a には、インナーパイプ 5 1 の周方向に沿って延びる複数の環状溝部 5 3（ここでは二つ）が形成されている。なお、各環状溝部 5 3 は、第 1 段差面 5 3 a と、第 2 段差面 5 3 b と、底面 5 3 c と、を有し、実施例 1 における環状溝部 2 2 d と同様の構成であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

[0065] 一方、インナーパイプ 5 1 の外周面 5 2 b には、インレットパイプ 2 1 の内部に差し込まれた部分に突起部 5 4 が形成されると共に、インレットパイプ 2 1 から突出した部分に加熱用電熱シート 5 5（加熱手段）が設けられている。

[0066] 突起部 5 4 は、外周面 5 2 b の表面から半径方向の外方に突出した突起であり、インナーパイプ 5 1 の周方向に延びて、外周面 5 2 b の全周を取り囲んでいる。ここで、突起部 5 4 は、インナーパイプ 5 1 の一端 5 1 a に形成された開口 5 1 b と、インレットパイプ 2 1 の排気口 2 1 a に嵌合されたスパーサー 2 4 との間に形成されている。

そして、この突起部 5 4 の高さ寸法 H 5 は、インレットパイプ 2 1 の内周面 2 1 b とインナーパイプ 5 1 の外周面 5 2 b との隙間寸法 H 6 よりも小さくなるように設定されている。これにより、突起部 5 4 の先端面 5 4 a とインレットパイプ 2 1 の内周面 2 1 b との間には、隙間が生じる。

[0067] 加熱用電熱シート 5 5 は、図示しないスイッチを ON 操作することで発熱する電熱線が設けられた可撓性を有するシートであり、インナーパイプ 5 1 に巻きつけられて、外周面 5 2 b を覆っている。そして、この加熱用電熱シート 5 5 に設けられた電熱線が発熱することで、インナーパイプ 5 1 の外周面 5 2 b が加熱される。

また、この実施例 2 では、インナーパイプ 5 1 に形成された二つの環状溝部

53のうちの一方が、インレットパイプ21に差し込まれた部分の内周面52aに形成され、他方が、インレットパイプ21から突出した部分の内周面52aに形成されている。そのため、加熱用電熱シート55は、環状溝部53（第1段差面53a）が形成された部分の外周面52bを加熱することになる。

[0068] 次に、作用を説明する。

図11は、実施例2の気液分離装置における気液二相流体及び分離した気体・液体の流れを示す説明図である。以下、図11に基づいて、実施例2の作用を説明する。

[0069] 実施例2の気液分離装置50では、図11に示すように、インレットパイプ21の内部を流れる気液二相流体は、旋回流発生リボン30に沿って流れることで旋回流となり、液体がインレットパイプ21の内周面21bに向かって誘導されて、凝集して液滴となる。そして、液滴となった液体は、内周面21bに付着したまま、旋回流の流れによって第2領域23Bから第3領域23Cへと流れていく。

[0070] 第3領域23Cへと流れた液滴は、インレットパイプ21の内周面21bに形成された環状溝部21dへ流れ込み、実施例1の場合と同様に、この環状溝部21d内に留まって旋回し続けることで蒸発していく。

[0071] しかしながら、環状溝部21dでは、全ての液滴を内部で蒸発させることは難しい。また、液滴化した一部の液体は、環状溝部21dの中へ流れ込まずに、さらに下流へと気体と共に流れていくことがある。そして、図12に拡大して示すように、環状溝部21dよりもさらに下流側へと流れた液滴Wは、インレットパイプ21とインナーパイプ51との間に入り込む。

[0072] ここで、インレットパイプ21とインナーパイプ51の間には、インナーパイプ51へ流れなかった気体も流れ込む。しかし、インレットパイプ21とインナーパイプ51の間に流れ込んだ気体は、スパーサー24によって流れが阻止されて抜けていくことができない。そのため、この気体は、インレットパイプ21の内周面21bに沿った旋回流となって流れるものの、スペ

ーサー 24 に衝突することで、インナーパイプ 51 の外周面 52 b に沿って逆流し、インナーパイプ 51 の開口 51 b へと向かう。

[0073] これにより、環状溝部 21 d よりも下流側へと流れてインレットパイプ 21 とインナーパイプ 51 の間に流れ込んだ液滴 W も、気体の流れによってインレットパイプ 21 の内周面 21 b に沿って流された後、スパーサー 24 に衝突してからインナーパイプ 51 の外周面 52 b に沿って開口 51 b へと向かう。

[0074] これに対し、実施例 2 の気液分離装置 50 では、インレットパイプ 21 に差し込まれた部分のインナーパイプ 51 の外周面 52 b に、突起部 54 が形成されている。

[0075] そのため、スパーサー 24 に衝突してからインナーパイプ 51 の外周面 52 b に沿って開口 51 b へと向かう液滴 W の流れは、突起部 54 によって堰き止められ、この液滴 W が開口 51 b からインナーパイプ 51 内に入り込むことが阻止される。

これにより、この気液分離装置 50 では、環状溝部 21 d よりも下流側へ流れて、インレットパイプ 21 とインナーパイプ 51 の間に流れ込んだ液滴が、インナーパイプ 51 内に流れ込むことを防止でき、インナーパイプ 51 を流れる気体に液滴化した液体が混じることを防止できる。

[0076] さらに、実施例 2 の気液分離装置 50 では、図 11 に示すように、インレットパイプ 21 から突出した部分のインナーパイプ 51 の外周面 52 b が加熱用電熱シート 55 によって覆われている。そのため、この気液分離装置 50 は、加熱用電熱シート 55 を ON 操作して発熱させることで、インナーパイプ 51 の外周面 52 b を加熱できる。

[0077] これにより、気液分離装置 50 では、インレットパイプ 21 から突出した部分のインナーパイプ 51 内の温度を上昇させ、インナーパイプ 51 に気体と共に流れ込んだ液体の蒸発を促進できる。この結果、気液分離装置 50 は、インナーパイプ 51 内に流れ込んだ液滴を蒸発させて気化させることができ、液滴のままの液体が気体と共に流下することをさらに防止して、液滴の

気化率の向上を図ることができる。

[0078] また、この実施例2の気液分離装置50は、インナーパイプ51の内周面52aのうち、加熱用電熱シート55によって覆われたインレットパイプ21から突出した部分にも、第1段差面53aを有する環状溝部53が形成されている。つまり、インナーパイプ51は、この環状溝部53が形成された部分の外周面52bが加熱用電熱シート55によって加熱される。

[0079] これにより、実施例2の気液分離装置50では、環状溝部53の第1段差面53aの近傍位置に留まっている液滴の蒸発を促進でき、インナーパイプ51内に流れ込んだ液滴の蒸発を効率的に行うことができ、さらに液滴の除去率の向上を図ることができる。

[0080] 次に、効果を説明する。

実施例2の気液分離装置50にあっては、下記に列挙する効果が得られる。

[0081] (4) 前記インナーパイプ51の外周面52bと、前記インレットパイプ21の内周面21bとの間に間隙 $\alpha$ が設けられると共に、前記インナーパイプ51は、前記インレットパイプ21に差し込まれた部分の外周面52bに、周方向に延びる突起部54が形成されている構成とした。

これにより、上記(3)の効果に加え、インレットパイプ21内で蒸発しきれなかった液滴がインナーパイプ51を流れる気体に混じることを防止できる。

[0082] (5) 前記配管（インナーパイプ51）には、外周面52bを加熱する加熱手段（加熱用電熱シート55）が設けられている構成とした。

これにより、上記(1)~(4)のいずれかの効果に加え、液体の蒸発を促進させることができ、液滴の気化率の向上を図ることができる。

[0083] (6) 前記加熱手段（加熱用電熱シート55）は、前記配管（インナーパイプ51）のうち、前記第1段差面53aが形成された部分の外周面52bを加熱する構成とした。

これにより、上記(5)の効果に加え、第1段差面53aの近傍位置に留まっ

ている液滴の蒸発を促進できて、液滴の蒸発を効率的に行うことができる。

[0084] 以上、本発明の気液分離装置を実施例1及び実施例2に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加などは許容される。

[0085] 実施例1の気液分離装置20では、上述のように、インレットパイプ21及びインナーパイプ22のそれぞれに第1段差面41, 44を有する環状溝部21d, 22dが形成される例を示したが、これに限らない。

例えば、図13Aに示す気液分離装置20Aのように、インレットパイプ21の内周面21bには環状溝部を形成せず、インナーパイプ22の内周面22cのみに第1段差面44を有する環状溝部22dを形成してもよい。

また、図13Bに示すように、インレットパイプ21の内周面21bのみに第1段差面41を有する環状溝部21dを形成し、インナーパイプ22の内周面22cには環状溝部を形成しない気液分離装置20Bでもよい。

つまり、インレットパイプ21又はインナーパイプ22の少なくとも一方の内周面21b, 22cに第1段差面を形成すれば、気液二相流体から分離した液体を第1段差面の近傍位置に留まらせて蒸発させ、液滴のままの液体の流下を防止できる。

[0086] さらに、インレットパイプ21の内周面21bのみに第1段差面41を有する環状溝部21dを形成した場合は、図13Cに示す気液分離装置20Cのように、インナーパイプを設けなくてもよい。この場合では、インナーパイプが差し込まれる排気口は存在せず、図示しないターボ過給機に接続されるインレットパイプ21の端部が排気口に相当する。

[0087] また、実施例1の気液分離装置20では、インレットパイプ21に形成された環状溝部21dが、旋回流発生リボン30よりも下流側であって、インナーパイプ22の開口22bよりも上流側の位置に形成される例を示した。しかしながら、図13Dに示す気液分離装置20Dのように、環状溝部21dを、インナーパイプ22の開口22bよりも下流側の位置、つまり、イン

ナーパイプ22の周囲を取り囲む位置に形成してよい。

このときには、インナーパイプ22の開口22bの下流側にて液滴を蒸発させることになるため、蒸発途中で小さくなった液滴が気体の勢いで飛ばされても、インナーパイプ22内に入り込むことを防止できる。

[0088] また、実施例1の気液分離装置20では、インレットパイプ21の内周面21bに形成した環状溝部21dが、第1段差面41, 44及び第2段差面42, 45を有する例を示した。また、インナーパイプ22の内周面22cに形成した環状溝部22dも、第1段差面44及び第2段差面45を有する例を示した。

しかしながら、これに限らず、図14に示す気液分離装置20Eのように、旋回流発生リボン30よりも気液二相流体の流れ方向の下流側のインレットパイプ21の内周面21bに、下流側に向かって内径寸法が大きくなった第1段差面41Aのみを形成してもよい。この場合であっても、第1段差面41Aに沿って負圧領域が発生し、この第1段差面41Aの近傍位置に液滴化した液体を留まらせて周方向に旋回させ、蒸発させることができる。

つまり、インレットパイプ21の内周面21b、又はインナーパイプ22の内周面22cの少なくとも一方に、第1段差面のみを形成してもよい。

[0089] さらに、インレットパイプ21やインナーパイプ22の内周面21b, 22cに、第1段差面を気液二相流体の流れ方向に沿って複数形成してもよい。つまり、インレットパイプ21等の配管の内径寸法を、階段状に複数回大きくしてもよい。

この場合には、複数の第1段差面のそれぞれの近傍位置に液滴化した液体を留まらせて、蒸発させることができるため、複数回に分けて液滴を蒸発させることが可能となり、液滴の気化率を向上させることができる。

[0090] そして、実施例1では、インレットパイプ21に形成された第1段差面41と、この第1段差面41よりも上流側の内周面211bとでなす角 $\theta_1$ が90°に設定され、インナーパイプ22に形成された第1段差面44と、この第1段差面44よりも上流側の内周面221cとでなす角 $\theta_3$ が90°に設定

されている例を示した。

しかし、この角 $\theta_1$ 及び角 $\theta_3$ は、第1段差面41, 44に沿って負圧領域Hが形成できる角度であればよい。つまり、この角 $\theta_1$ 及び角 $\theta_3$ は、具体的には図15に示すように、 $90^\circ$ 以下の鋭角に設定されればよい（なお、図15では、環状溝部21dのみを示すが、環状溝部22dについても同様である）。

[0091] さらに、実施例1の気液分離装置20では、インレットパイプ21に形成された第2段差面42と、この第2段差面42よりも下流側の内周面212bとでなす角 $\theta_2$ が $90^\circ$ に設定され、インナーパイプ22に形成された第2段差面45と、この第2段差面45よりも下流側の内周面222cとでなす角 $\theta_4$ が $90^\circ$ に設定されている例を示した。

しかし、この角 $\theta_2$ 及び角 $\theta_4$ は、第2段差面42, 45に沿って環状溝部21d, 22d内の液滴の下流側への移動を阻止できる角度であればよい。つまり、この角 $\theta_2$ 及び角 $\theta_4$ は、具体的には図15に示すように、 $90^\circ$ 以下の鋭角に設定されればよい（なお、図15では、環状溝部21dのみを示すが、環状溝部22dについても同様である）。

[0092] さらに、実施例2では、インナーパイプ51の内周面52aに形成された環状溝部53と、インナーパイプ51の外周面52bに形成された突起部54との軸方向の位置がずれている例を示した。しかしながら、これに限らず、例えば図16に示す気液分離装置20Fのように、インナーパイプ51の内周面52aをへこませた位置を外方に突出させることで、環状溝部53と突起部54との軸方向位置を一致させてもよい。この場合では、環状溝部53と突起部54を同時に形成することが可能になると共に、環状溝部53を形成することによるインナーパイプ51の厚みの低下を抑制できる。

[0093] また、実施例2では、加熱用電熱シート55を、インレットパイプ21から突出した部分のインナーパイプ51の外周面52bに設けた例を示したが、これに限らない。例えば、図17に示す気液分離装置20Gのように、インレットパイプ21を加熱用電熱シート55によって覆い、このインレット

パイプ21の外周面21eを加熱してもよい。この場合では、インレットパイプ21内の温度が上昇し、インレットパイプ21の内部において、気液二相流体に含まれる液体の蒸発が促進される。

また、インレットパイプ21の外周面21e及び、インレットパイプ21から突出した部分のインナーパイプ51の外周面52bの双方を加熱用電熱シート55によって加熱してもよい。

[0094] さらに、実施例2では、インナーパイプ51の外周面52bを加熱する加熱手段として、可撓性を有する加熱用電熱シート55を用いる例を示したが、これに限らない。加熱手段は、インレットパイプ21やインナーパイプ51といった配管の外周面を加熱できればよいので、例えばインレットパイプ等の加熱したい配管を二重管構造にし、二重になった管の間に高温の排気ガスを循環させて配管を加熱してもよい。つまり、加熱手段は、排気ガスの循環構造を用いた二重管構造であってもよい。

[0095] また、実施例1の気液分離装置20は、排気還流システムSの中でも、低圧EGR弁14の下流位置であって、ターボ過給機5のコンプレッサ5aの上流位置（図1において一点鎖線Xで囲む位置）に設置する例を示したが、これに限らない。排気還流システムSの中で凝縮水が発生する位置に設置できるため、インタークーラー6の下流位置であって、内燃機関1の気筒給気口の上流側（図1において一点鎖線Yで囲む位置）に設置してもよい。

[0096] また、この実施例1では、重力方向に対して気液二相流体の流れ方向が水平になるような、いわゆる横置き方向に気液分離装置20を設置する例を示した。しかしながら、本発明の気液分離装置20の設置方向はこれに限らず、排気還流システムS内でのレイアウト等の影響により、設置方向を適宜設定してもよい。

なお、実施例1において、始端部34を重力方向に沿って立設した例を示したが、この始端部34の立設方向についてもこれに限らず、気液分離装置20のレイアウトに応じて適宜設定される。

[0097] さらに、実施例1では、内燃機関1が車両に搭載されるディーゼルエンジ

ンである例を示したが、これに限らず、内燃機関 1 はガソリンエンジンであっても適用可能である。

[0098] そして、実施例 1 及び実施例 2 では、気液分離装置 20, 50 を、内燃機関 1 の排気還流システム S に適用した例を示した。しかしながら、これに限らず、例えば冷凍サイクル装置に適用し、気体冷媒と液体冷媒とを分離するようにしてもよい。つまり、本発明の気液分離装置は、気液二相流体から気体と液体を分離する装置に適用できる。

### 関連出願の相互参照

[0099] 本出願は、2016年12月8日に日本国特許庁に出願された特願2016-238358号に基づいて優先権を主張し、そのすべての開示は完全に本明細書で参照により組み込まれる。

## 請求の範囲

- [請求項1] 気液二相流体が流れる配管と、前記配管の内部に配置されて前記気液二相流体を前記配管の内周面に沿って旋回させる旋回流発生手段と、を備えた気液分離装置において、
- 前記配管は、前記旋回流発生手段よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の内周面に、下流側に向かって前記配管の内径寸法が大きくなった第1段差面が形成されている
- ことを特徴とする気液分離装置。
- [請求項2] 請求項1に記載された気液分離装置において、
- 前記配管は、前記第1段差面よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の内周面に、下流側に向かって前記配管の内径寸法が小さくなった第2段差面が形成されている
- ことを特徴とする気液分離装置。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載された気液分離装置において、
- 前記配管は、前記旋回流発生手段が内部に配置されると共に、前記旋回流発生手段よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の位置に排気口が形成されたインレットパイプと、前記排気口に一端が差し込まれると共に、前記旋回流発生手段よりも前記気液二相流体の流れ方向の下流側の位置で開放した開口を有するインナーパイプと、を備え、
- 前記第1段差面は、前記インレットパイプの内周面と、前記インナーパイプの内周面とのうち、少なくとも一方に形成されている
- ことを特徴とする気液分離装置。
- [請求項4] 請求項3に記載された気液分離装置において、
- 前記インナーパイプの外周面と、前記インレットパイプの内周面との間に間隙が設けられると共に、前記インナーパイプは、前記インレットパイプに差し込まれた部分の外周面に、周方向に延びる突起部が形成されている

ことを特徴とする気液分離装置。

[請求項5] 請求項1から請求項4のいずれか一項に記載された気液分離装置において、

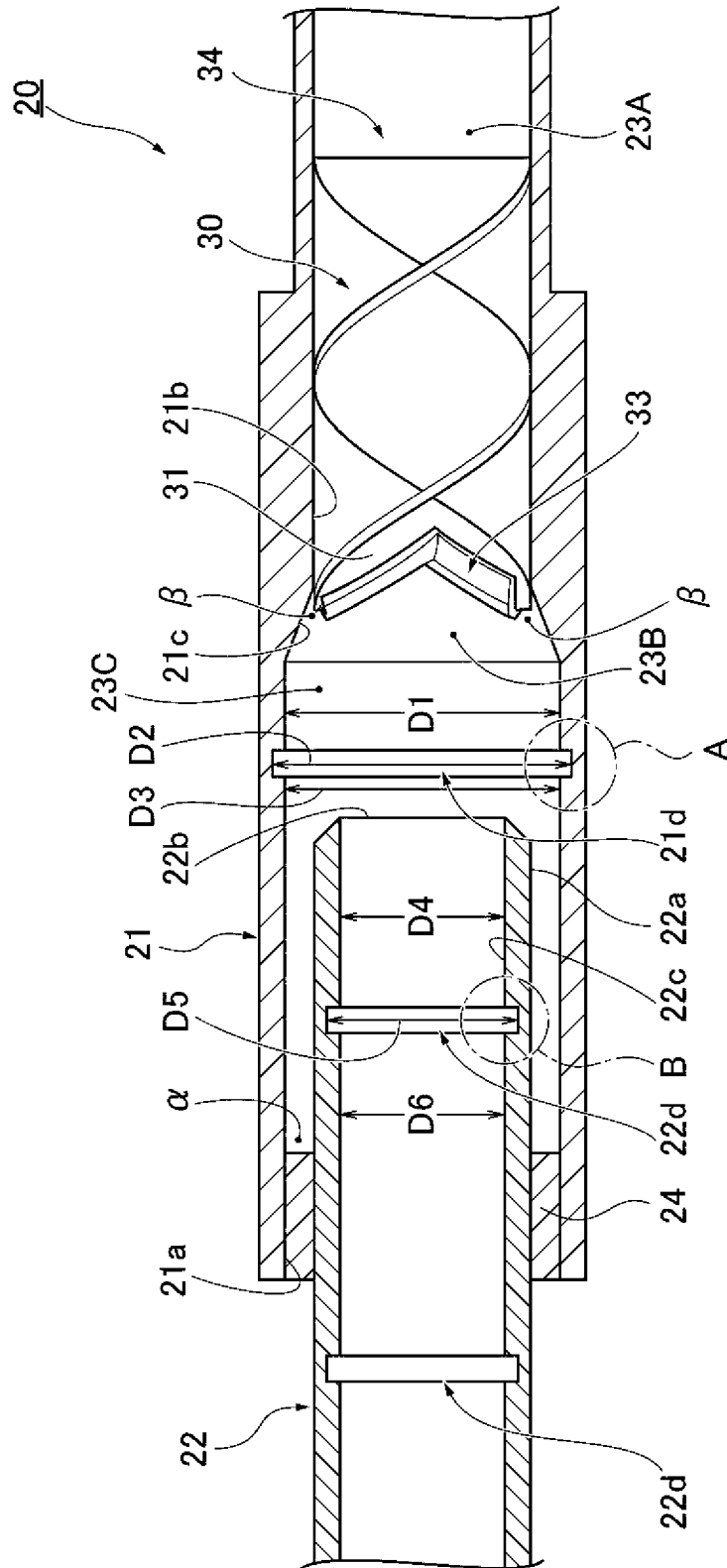
前記配管には、外周面を加熱する加熱手段が設けられていることを特徴とする気液分離装置。

[請求項6] 請求項5に記載された気液分離装置において、

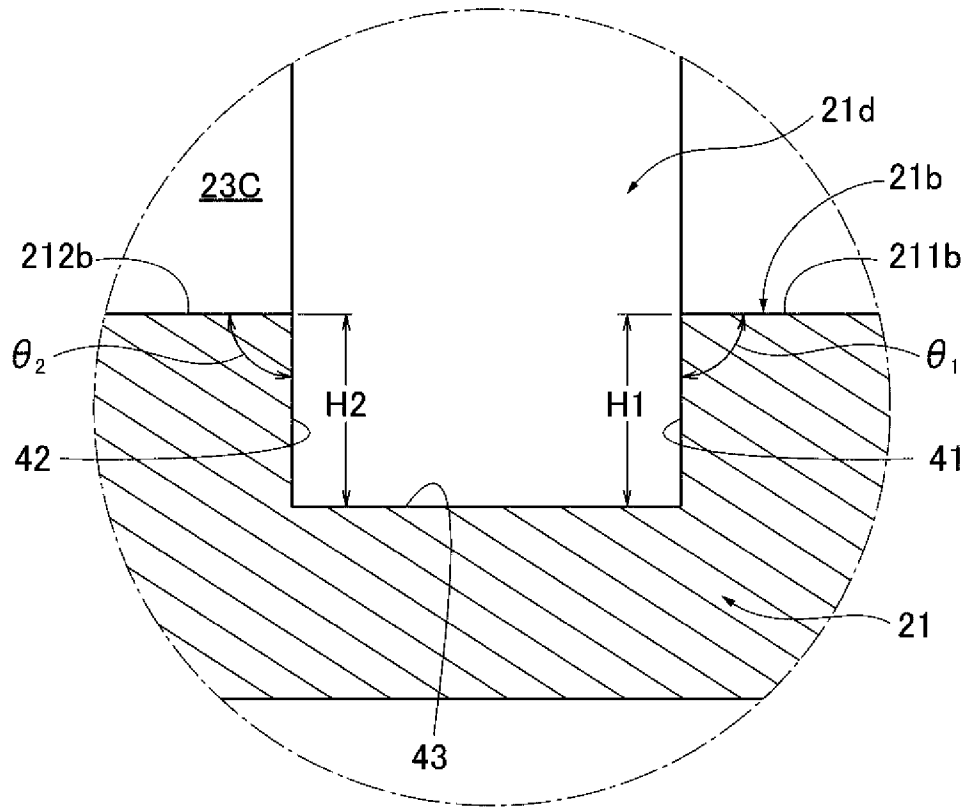
前記加熱手段は、前記配管のうち、前記第1段差面が形成された部分の外周面を加熱することを特徴とする気液分離装置。



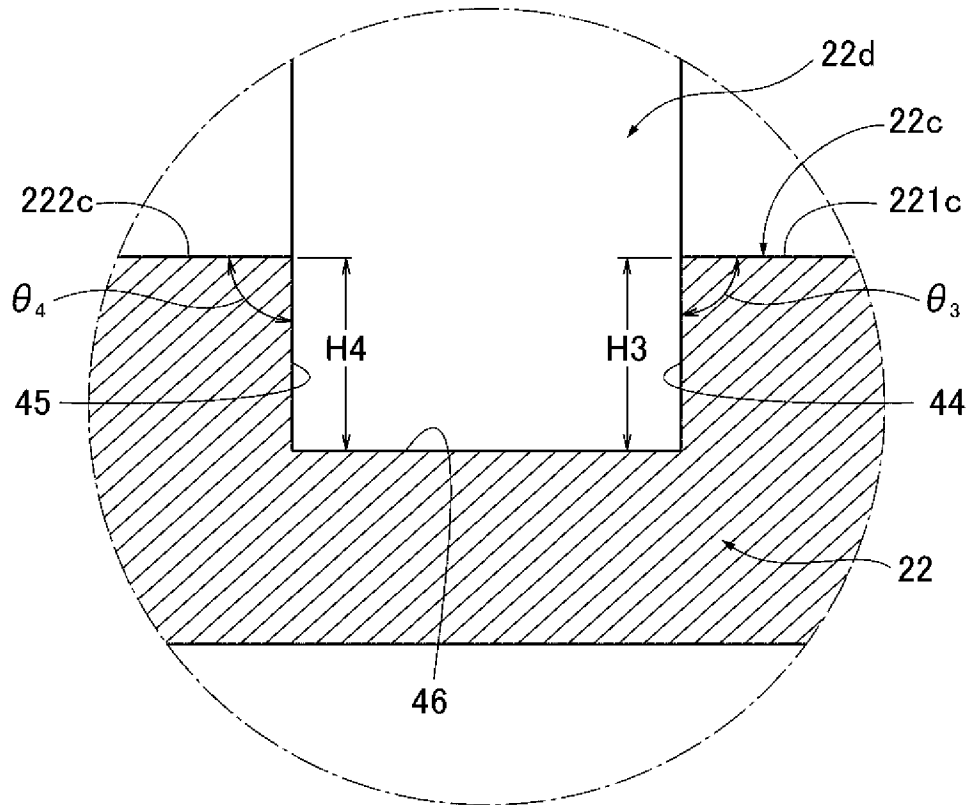
[図2]



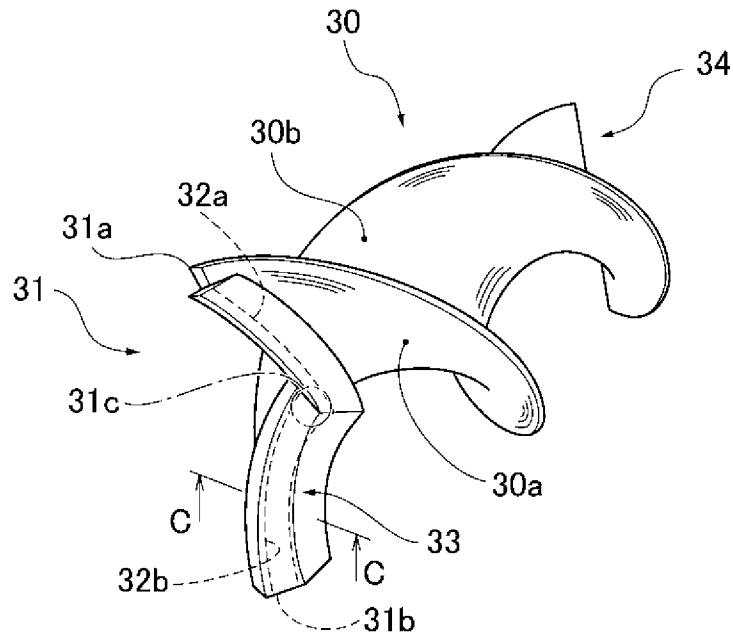
[図3]



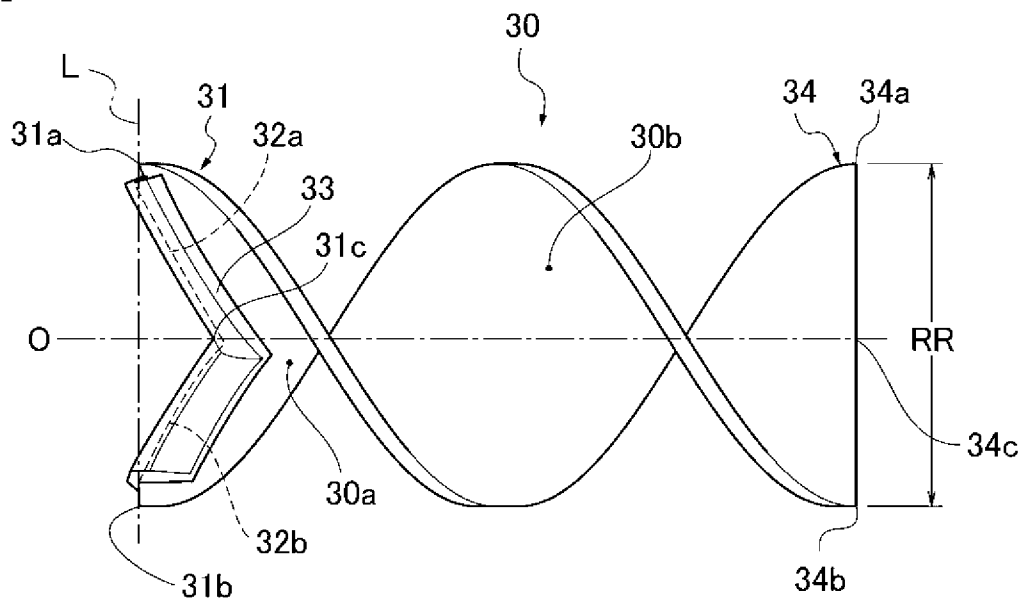
[図4]



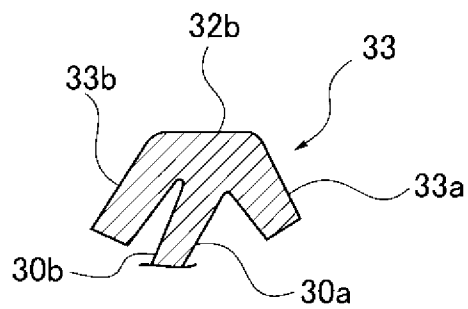
[図5]



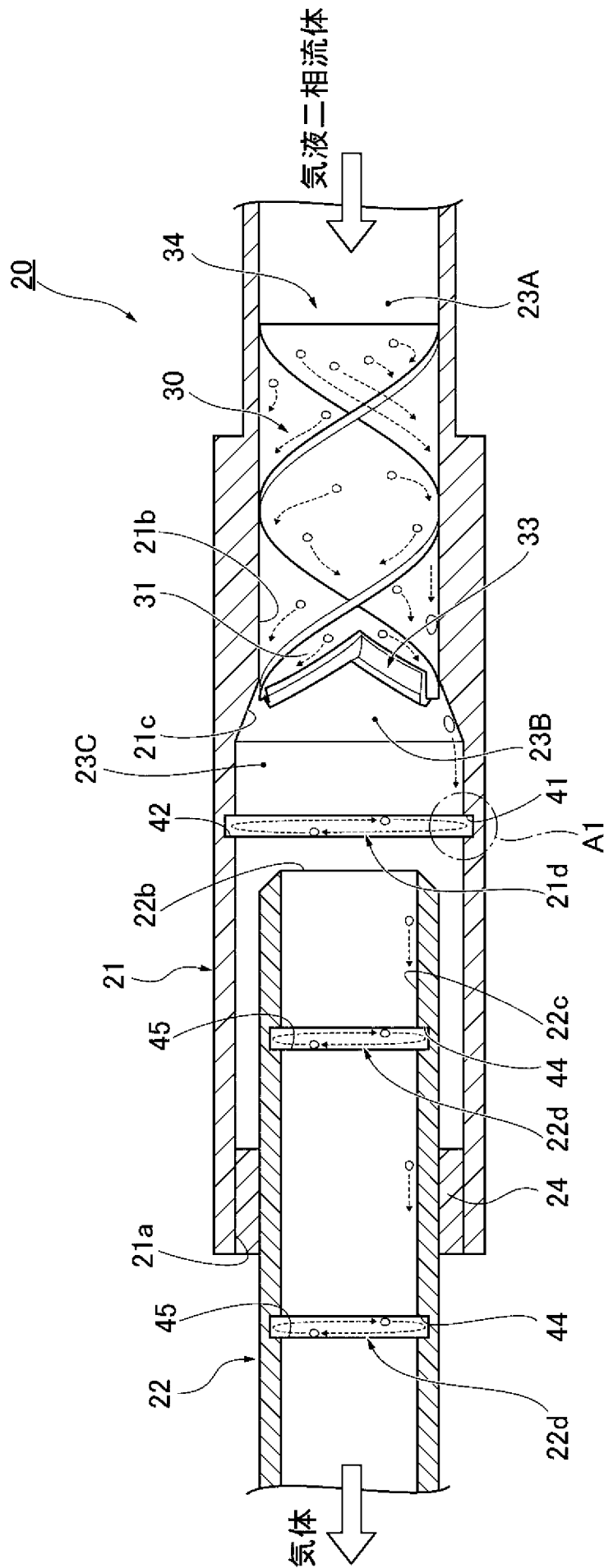
[図6]



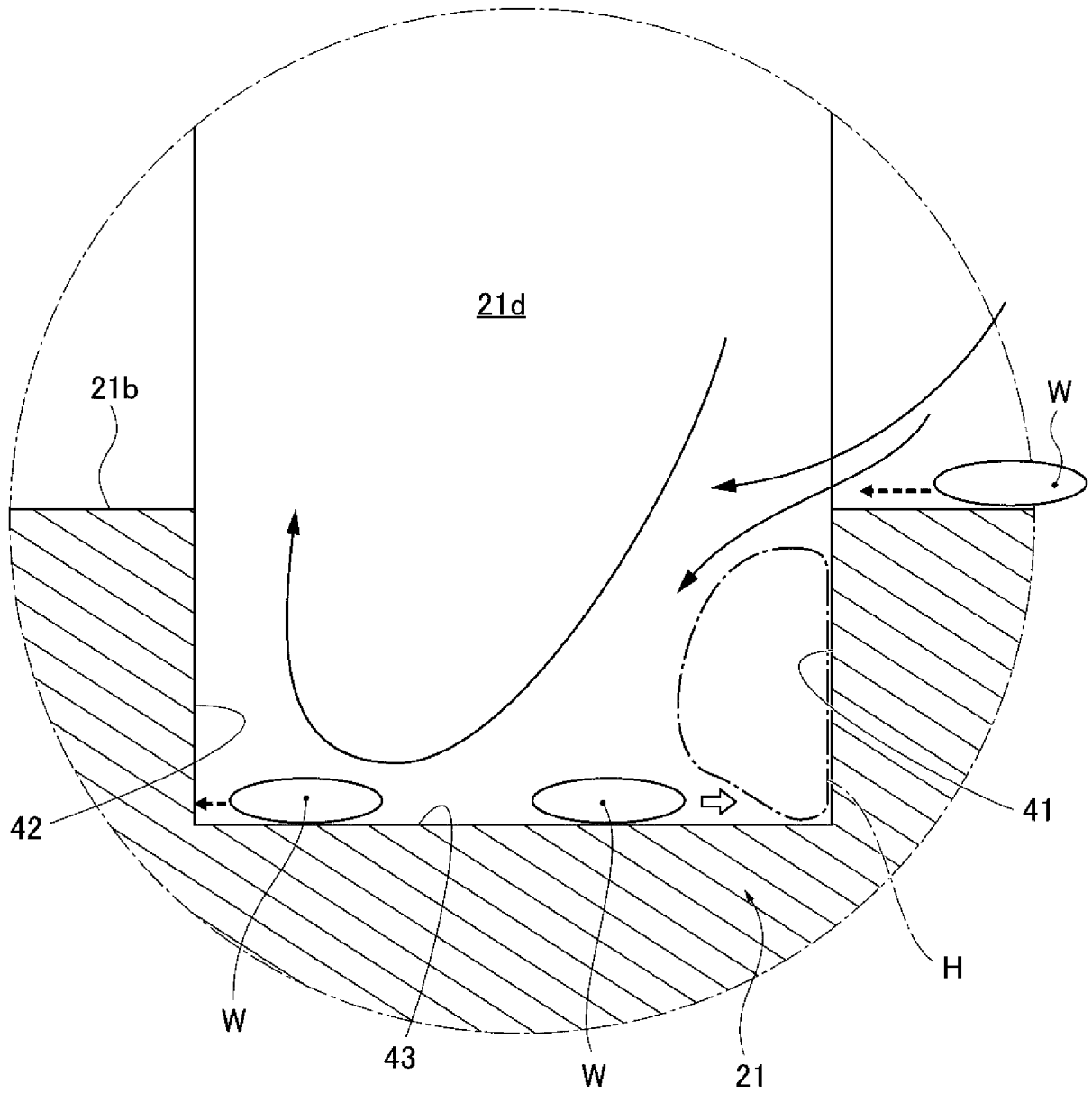
[図7]



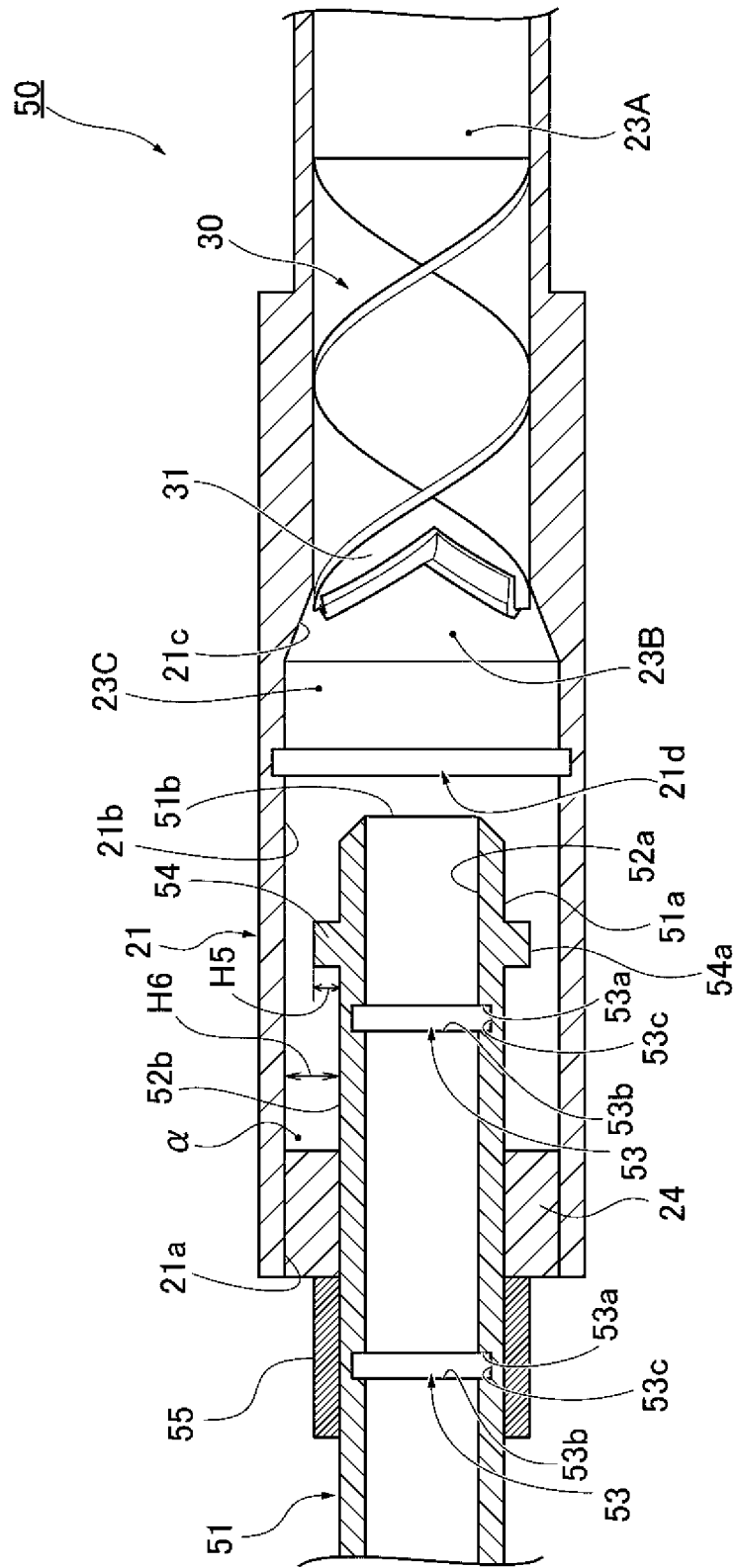
[図8]



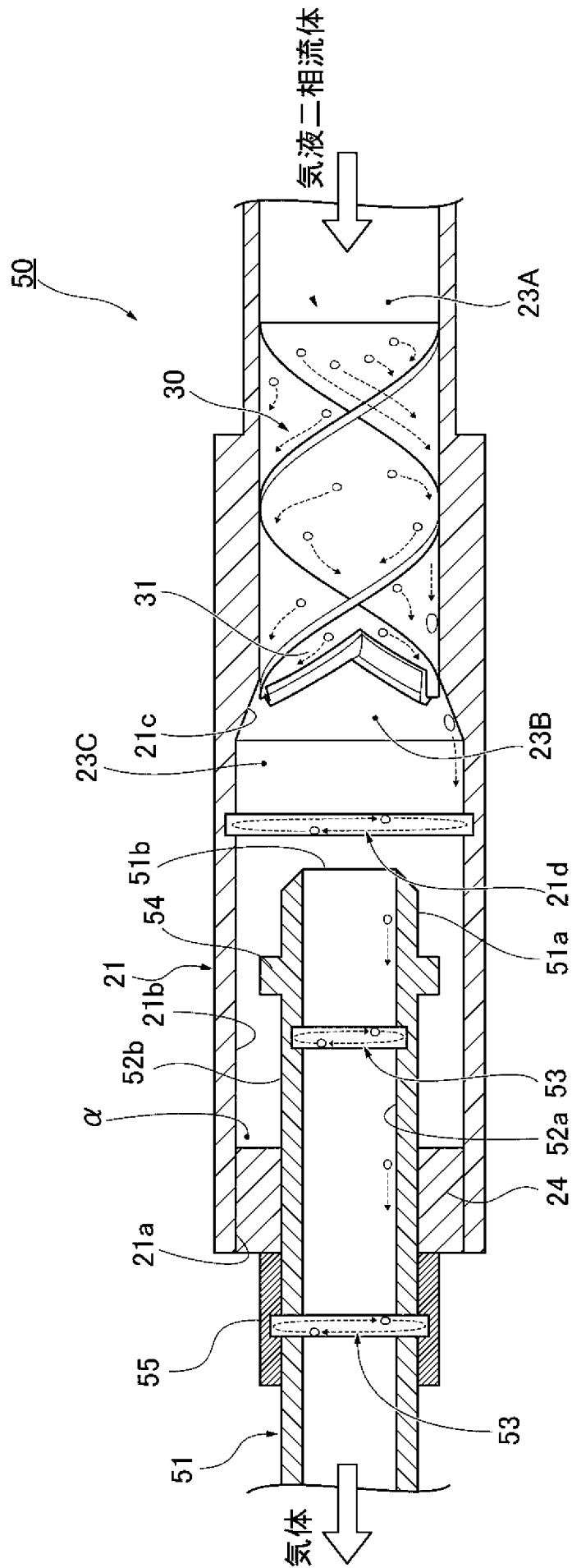
[図9]



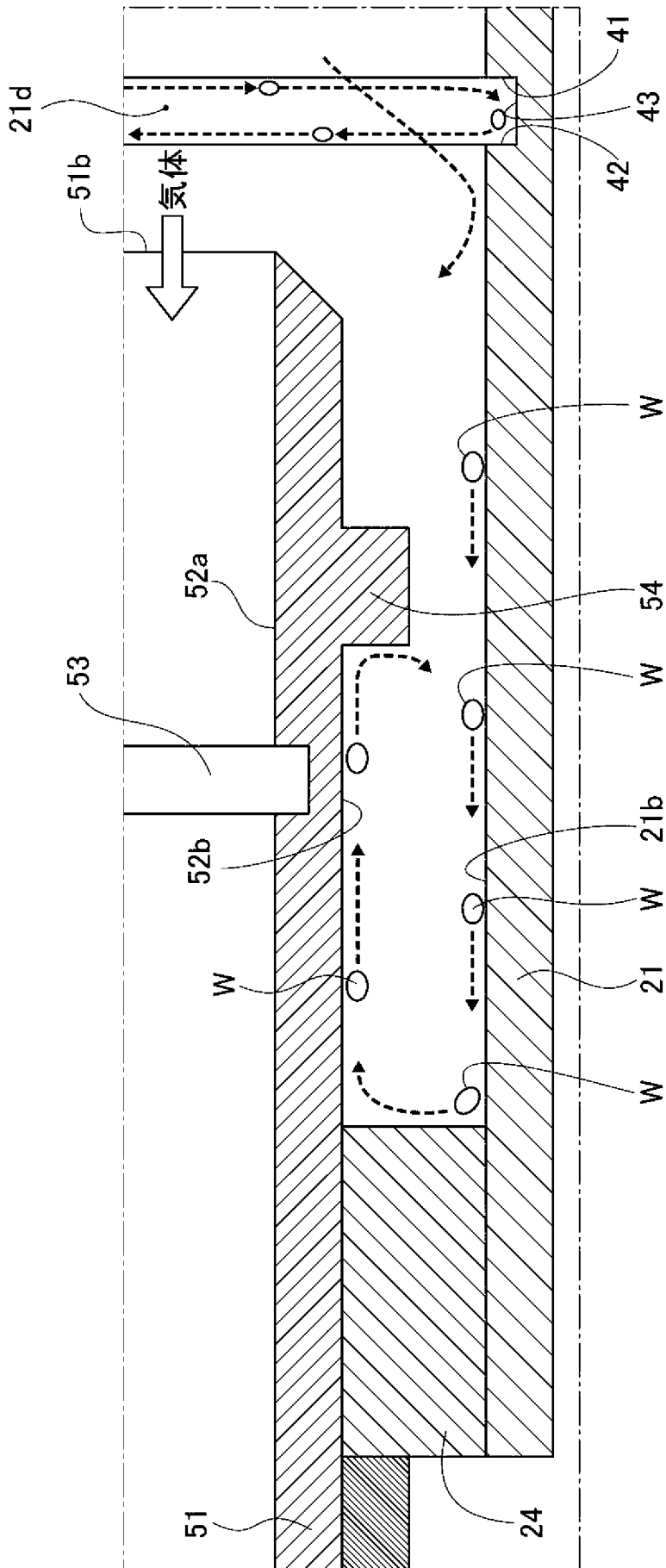
[図10]




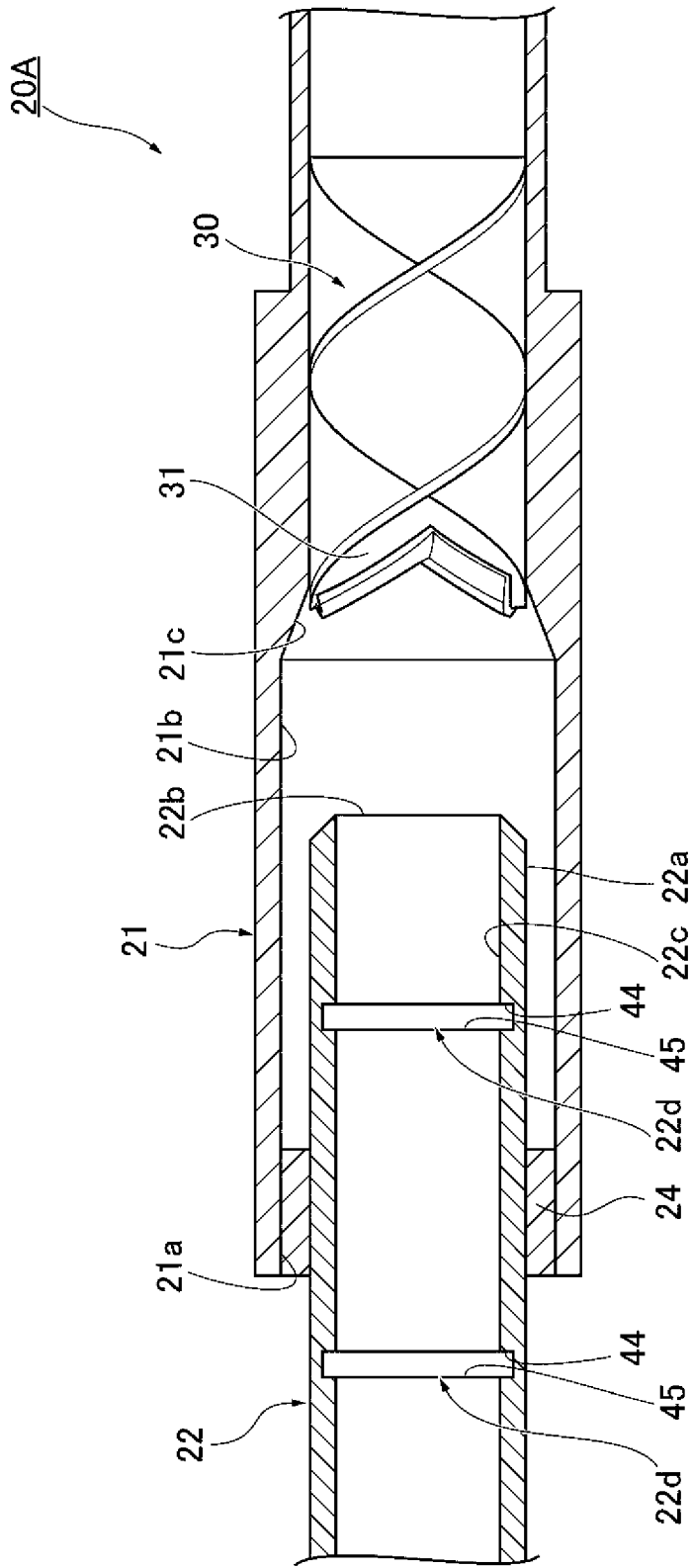
[図11]




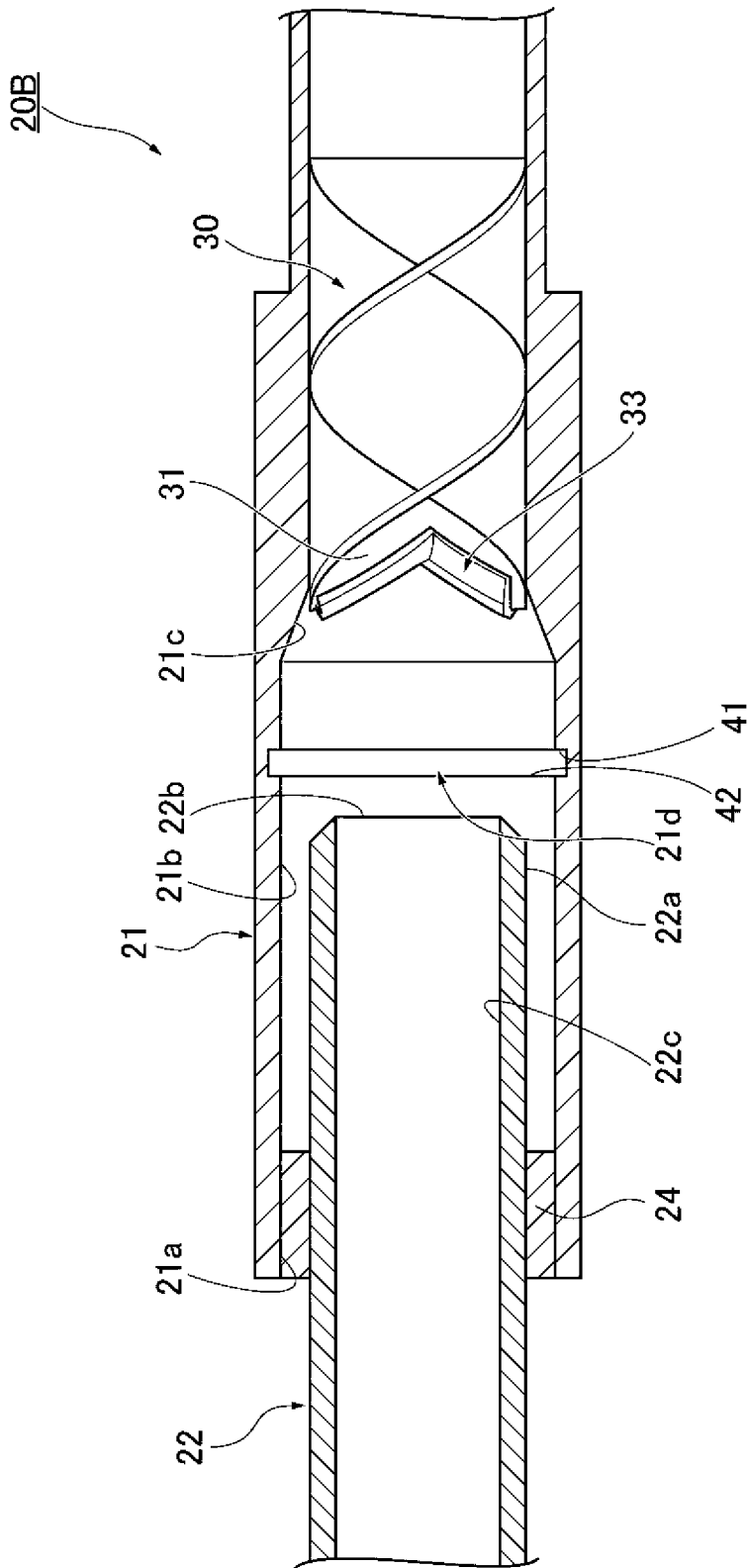
[図12]



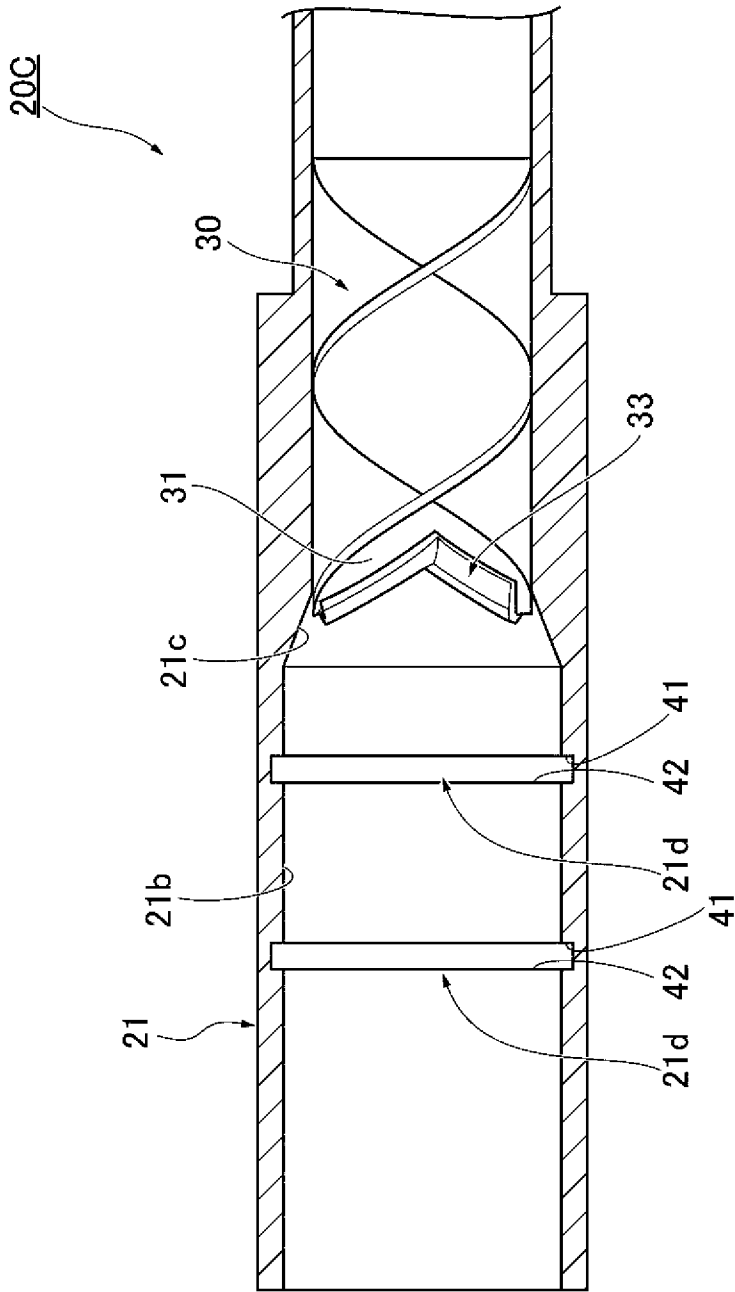
[13A]



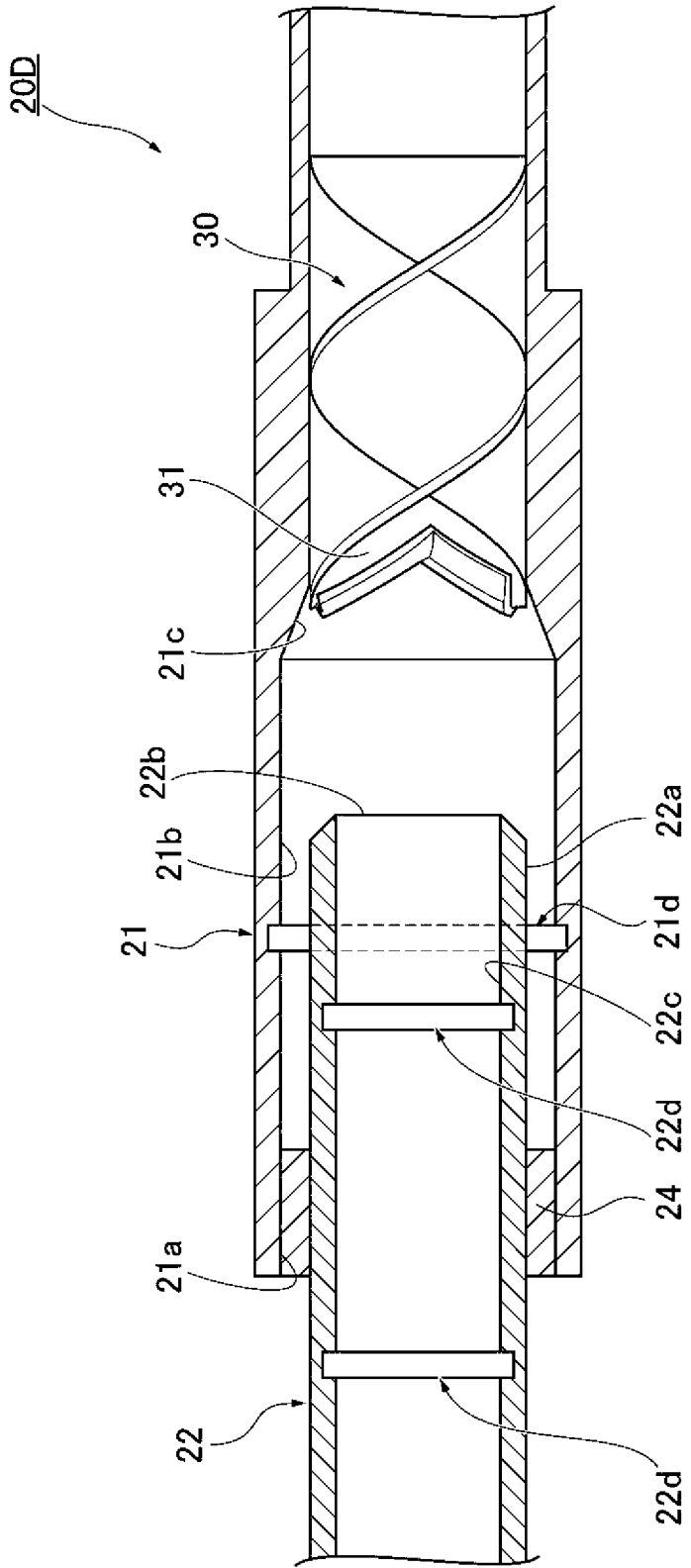
[13B]



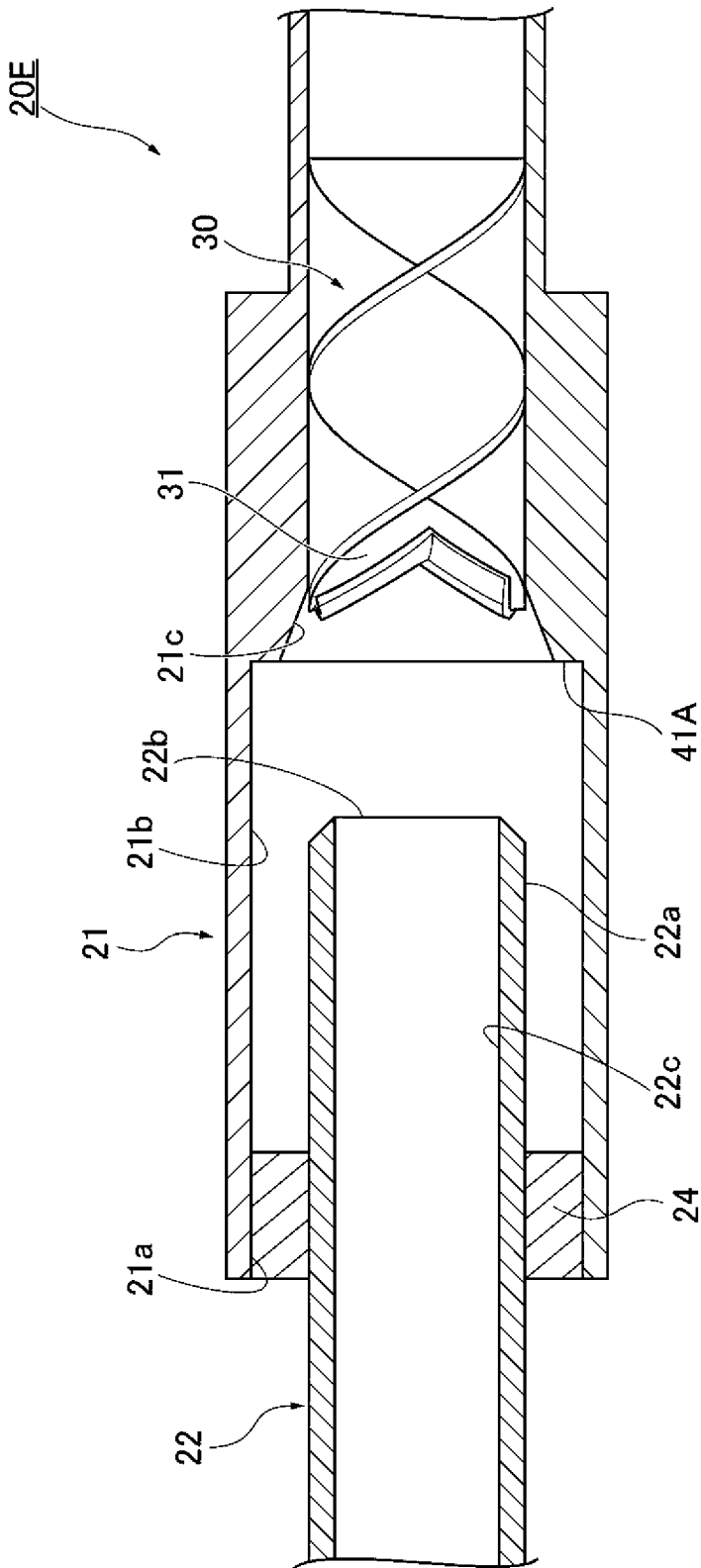
[図13C]



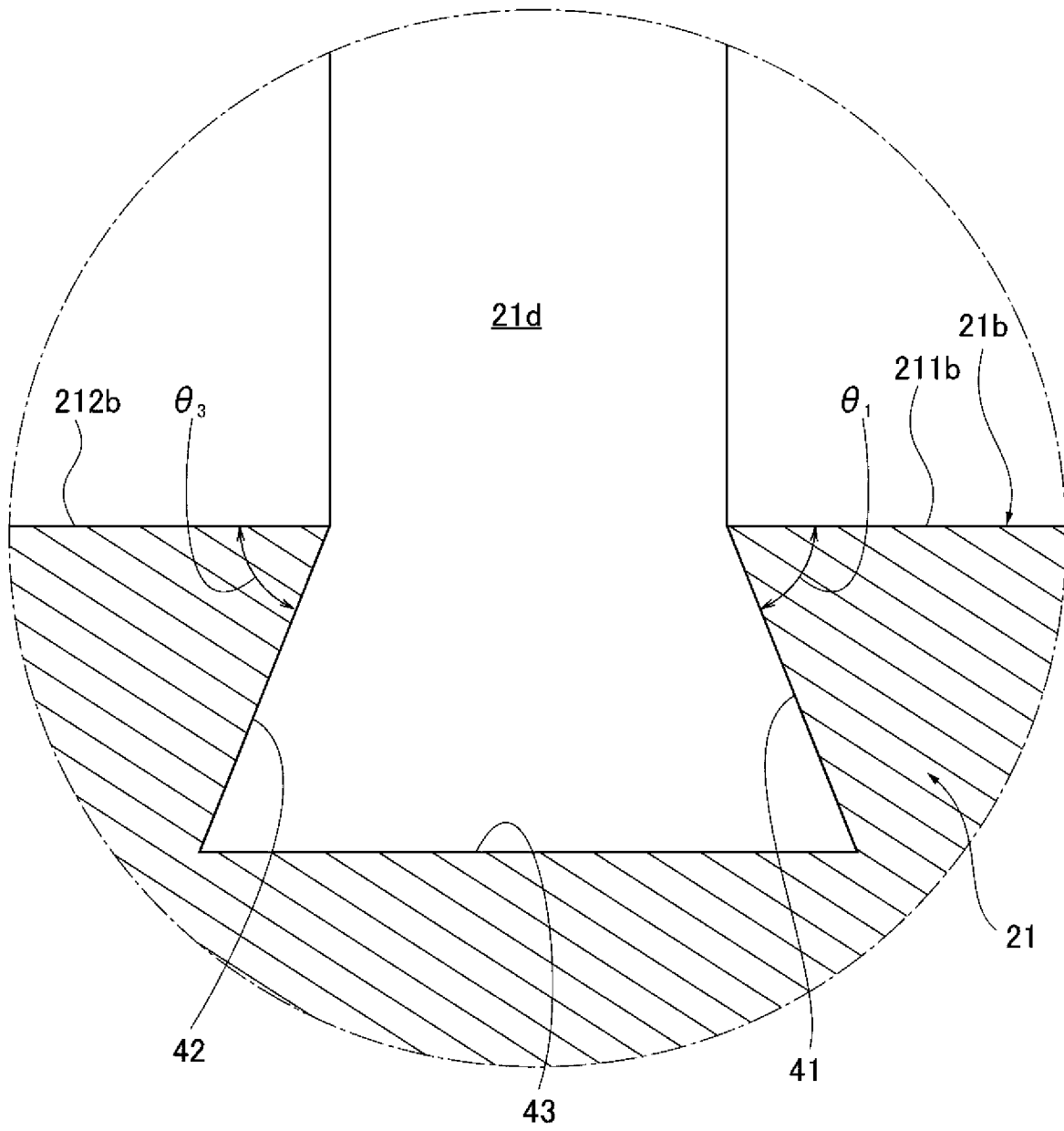
[図13D]



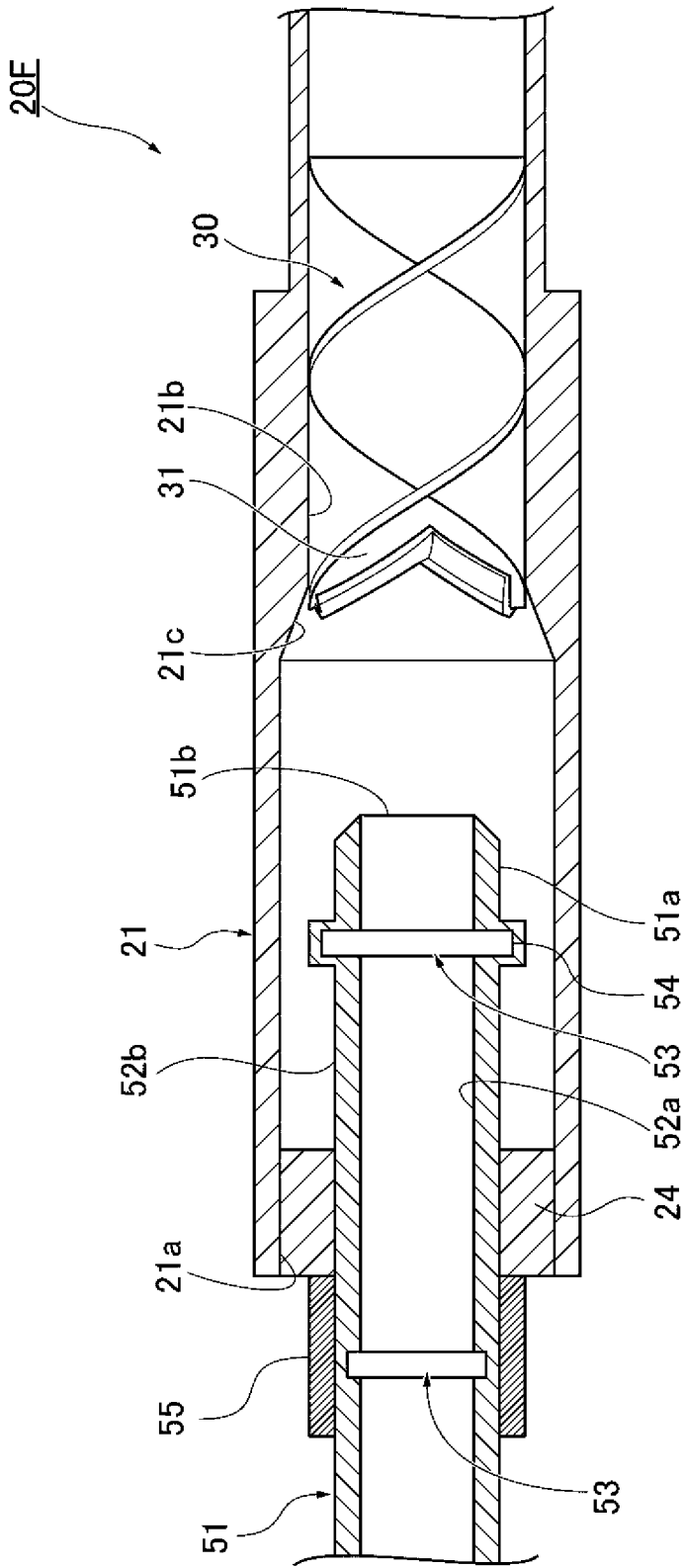
[図14]



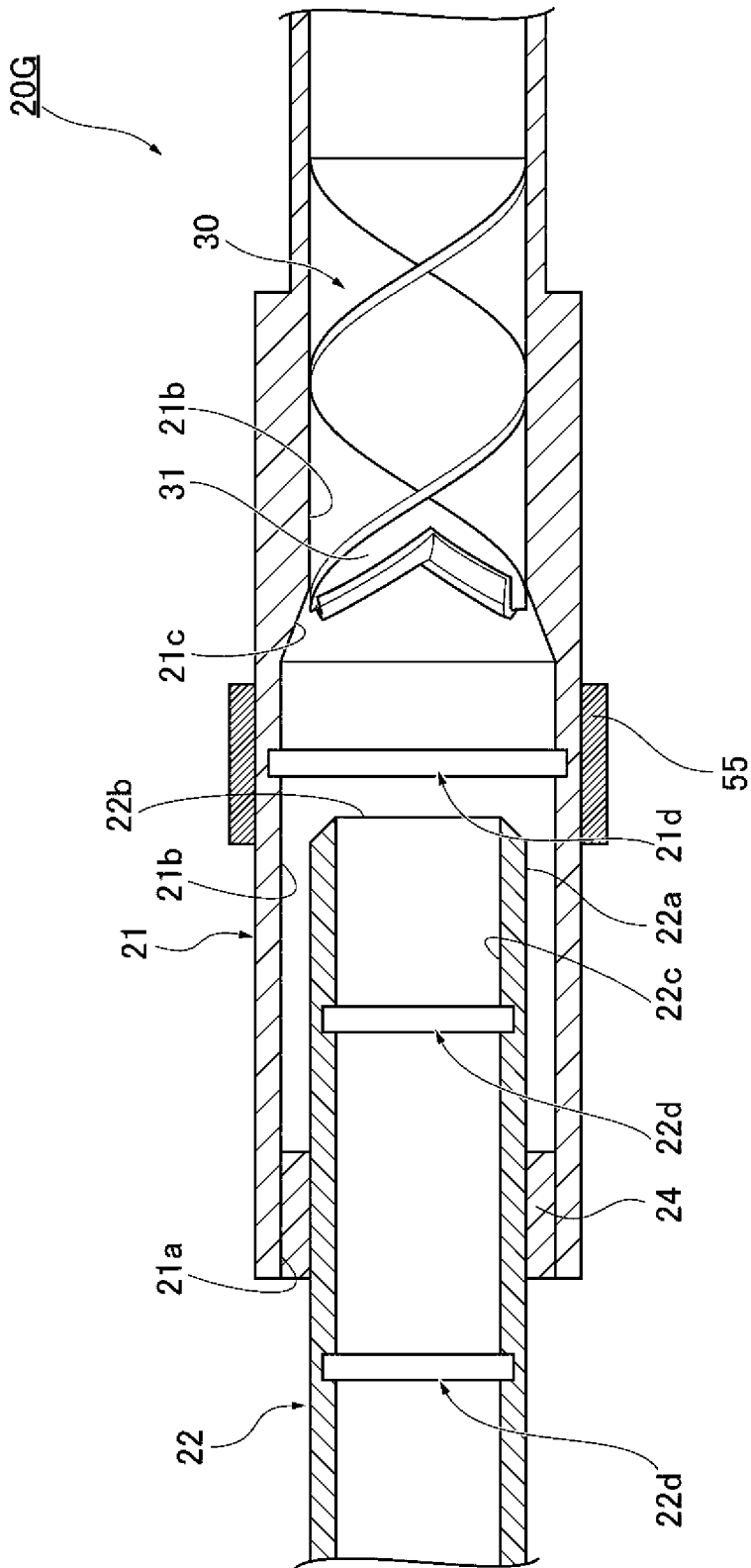
[図15]



[図16]



[図17]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2017/043506

<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. B01D45/12 (2006.01) i, F02B37/00 (2006.01) i, F02M35/10 (2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. B01D45/12, 50/00, B04C3/00-06, F01M13/04, F02B37/00, F02M35/10-116, F22B37/26-32, F25B43/00-02, G21C15/16</p> <p>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 1971-2018 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X Y A</td> <td>WO 2016/063400 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 April 2016, embodiments, fig. 4-10 &amp; US 2017/0276415 A1, embodiment 1-2, fig. 4-10 &amp; CN 107076487 A</td> <td>1-3 4 6</td> </tr> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 2010-104906 A (SHIMADZU CORP.) 13 May 2010, embodiments, fig. 1 (Family: none)</td> <td>1-2 5</td> </tr> <tr> <td>X Y</td> <td>JP 2005-199160 A (TLV CO., LTD.) 28 July 2005, examples, fig. 1 (Family: none)</td> <td>1 5</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X Y A	WO 2016/063400 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 April 2016, embodiments, fig. 4-10 & US 2017/0276415 A1, embodiment 1-2, fig. 4-10 & CN 107076487 A	1-3 4 6	X Y	JP 2010-104906 A (SHIMADZU CORP.) 13 May 2010, embodiments, fig. 1 (Family: none)	1-2 5	X Y	JP 2005-199160 A (TLV CO., LTD.) 28 July 2005, examples, fig. 1 (Family: none)	1 5
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X Y A	WO 2016/063400 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 28 April 2016, embodiments, fig. 4-10 & US 2017/0276415 A1, embodiment 1-2, fig. 4-10 & CN 107076487 A	1-3 4 6												
X Y	JP 2010-104906 A (SHIMADZU CORP.) 13 May 2010, embodiments, fig. 1 (Family: none)	1-2 5												
X Y	JP 2005-199160 A (TLV CO., LTD.) 28 July 2005, examples, fig. 1 (Family: none)	1 5												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* 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                  "&amp;" document member of the same patent family</p>														
<p>Date of the actual completion of the international search 26 February 2018 (26.02.2018)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 06 March 2018 (06.03.2018)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer  Telephone No.</p>												

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/043506

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 10-186079 A (TOSHIBA CORP.) 14 July 1998, embodiments, fig. 6-8 (Family: none)	1-2
X Y	JP 3-57393 B2 (CLARION CO., LTD.) 30 August 1991, examples, fig. 2 & US 4472949 A, embodiment, fig. 2	1-3 4
Y	US 3885935 A (HEAT/FLUID ENGINEERING CORP.) 27 May 1975, column 2, line 67 to column 5, line 64 (Family: none)	4
Y	JP 7-108998 A (ISHIKAWAJIMA-HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.) 25 April 1995, examples, fig. 3 (Family: none)	5
P, A	WO 2017/104531 A1 (USUI CO., LTD.) 22 June 2017 (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B01D45/12(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02M35/10(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. B01D45/12, 50/00, B04C3/00-06, F01M13/04, F02B37/00, F02M35/10-116, F22B37/26-32, F25B43/00-02, G21C15/16

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	WO 2016/063400 A1 (三菱電機株式会社) 2016.04.28, 実施の形態、 第4-10図 & US 2017/0276415 A1, Embodiment1-2, Figures4-10 & CN 107076487 A	1-3 4 6
X Y	JP 2010-104906 A (株式会社島津製作所) 2010.05.13, 実施形態、 第1図 (ファミリーなし)	1-2 5
X Y	JP 2005-199160 A (株式会社ティエルブイ) 2005.07.28, 実施例、 第1図 (ファミリーなし)	1 5

☑ 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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

26.02.2018

国際調査報告の発送日

06.03.2018

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)

中村 泰三

4Q

9040

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

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	JP 10-186079 A (株式会社東芝) 1998. 07. 14, 実施形態、第6-8図 (ファミリーなし)	1-2
X Y	JP 3-57393 B2 (クラリオン株式会社) 1991. 08. 30, 実施例、第2図 & US 4472949 A, embodiment, FIG. 2	1-3 4
Y	US 3885935 A (HEAT/FLUID ENGINEERING CORP) 1975. 05. 27, column2, line67 - column5, line64 (ファミリーなし)	4
Y	JP 7-108998 A (石川島播磨重工業株式会社) 1995. 04. 25, 実施例、 第3図 (ファミリーなし)	5
P, A	WO 2017/104531 A1 (臼井国際産業株式会社) 2017. 06. 22, (ファミリーなし)	1-6