



(51) 国際特許分類:
F17C 9/02 (2006.01)

県 神戸市 中央区 脇浜海岸通二丁目
2番4号 Hyogo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/021907

(72) 発明者: 東 孝祐(HIGASHI, Kosuke).

(22) 国際出願日: 2021年6月9日(09.06.2021)

(74) 代理人: 小 谷 昌 崇, 外 (KOTANI, Masataka et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (JP).

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

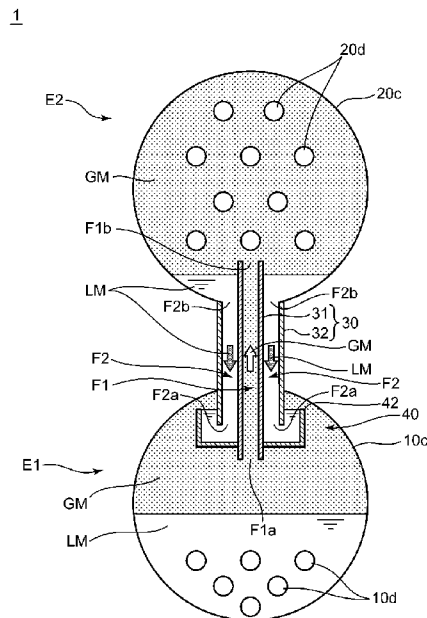
(30) 優先権データ:
特願 2020-106073 2020年6月19日(19.06.2020) JP
特願 2021-063427 2021年4月2日(02.04.2021) JP

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫

(54) Title: INTERMEDIATE FLUID-TYPE, HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 中間媒体式熱交換器



(57) Abstract: This intermediate fluid-type, heat exchanger comprises an intermediate fluid vaporizer, a liquefied gas vaporizer, and a communication pipe of a multi-pipe structure having an inner pipe and an outer pipe. An intermediate fluid is sealed inside a volume of the intermediate fluid-type, heat exchanger. Provided that one of the internal volume of the inner pipe and the volume between the inner pipe and the outer pipe is a first flow passage and the other is a second flow passage, the first flow passage functions as a gas flow passage which has a first upper side opening and a first lower side opening and through which the intermediate fluid flows in gaseous form. The second flow passage functions as a liquid flow passage which has a second upper side opening and a second lower side opening and through which the intermediate fluid flows in liquefied form while at least a part of the passage is being filled with the liquefied intermediate fluid.

(57) 要約: 中間媒体式熱交換器は、中間媒体蒸発器と、液化ガス気化器と、内管と外管とを有する多重管構造の連通管と、を備える。中間媒体式熱交換器の空間内には、中間媒体が封入されている。内管の内側の空間、及び、内管と外管との間の空間のうちの一方を第1流路とし、他方を第2流路としたときに、第1流路は、第1上側開口部と、第1下側開口部と、を有し、ガス状の中間媒体が流れるガス流路として機能する。第2流路は、第2上側開口部と、第2下側開口部と、を有し、少なくとも一部において液状の中間媒体で満たされた状態で、液状の中間媒体が流れる液流路として機能する。

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, 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))

明 細 書

発明の名称： 中間媒体式熱交換器

技術分野

[0001] 本発明は、中間媒体式熱交換器に関する。

背景技術

[0002] 従来、特許文献１に開示されているように、液化天然ガス（LNG；Liquefied Natural Gas）等の低温液化ガスを気化させる中間媒体式熱交換器が知られている。中間媒体式熱交換器は、中間媒体を循環させながら熱源媒体からの熱を中間媒体を介して低温液化ガスに伝熱させる。

[0003] 特許文献１に開示されている中間媒体式熱交換器は、図１９に示されているように、中間媒体のケーシングであるチャンバ８０と、伝熱管８８、９３と、を備えた構成であり、中間媒体蒸発部８１とLNG気化部８２とを備えている。

[0004] 具体的には、中間媒体蒸発部８１は、チャンバ８０の下部８０ｂと、下部８０ｂに通されている直管状の伝熱管８８と、を備えている。LNG気化部８２は、チャンバ８０の上部８０ｔと、上部８０ｔに通されているＵ字状の伝熱管９３と、を備えている。下部８０ｂと上部８０ｔとにより、１つのチャンバ８０が形成されている。チャンバ８０の中には、中間媒体が封入されている。伝熱管８８には熱源媒体である海水が流れる。伝熱管９３にはLNGが流れる。チャンバ８０内に溜まっている中間媒体は、伝熱管８８を介して海水によって加熱されてガス状の中間媒体GMとなる。このガス状の中間媒体GMは、伝熱管９３を介してLNGによって冷やされて液状の中間媒体LMとなる。このように、中間媒体は、チャンバ８０の中を気体、液体間で相転移しながら循環する。

[0005] 前記中間媒体式熱交換器では、中間媒体を収容するケーシングである１つのチャンバ８０と、その上部８０ｔに通された伝熱管８８と、下部８０ｂに

通された伝熱管 93 と、により構成されている。このため、前記中間媒体式熱交換器は、汎用のシェルアンドチューブ型の熱交換器により製造することができず、専用に設計されて製造する必要があるため、コストが増大する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開 2017-120125 号公報

発明の概要

[0007] 本発明の目的は、コストを抑制することが可能な中間媒体式熱交換器を提供することにある。

[0008] 本発明の一局面に係る中間媒体式熱交換器は、中空状の第1のチャンバと、前記第1のチャンバ内を通過するように配置され熱源媒体が流入する第1の伝熱管と、を有する中間媒体蒸発器と、前記第1のチャンバよりも上方に配置される中空状の第2のチャンバと、前記第2のチャンバ内を通過するように配置され低温液化ガスが流入する第2の伝熱管と、を有する液化ガス気化器と、内管と前記内管の径方向外側に配置される外管とを含む多重管構造であり、前記第1のチャンバの内部空間と前記第2のチャンバの内部空間とを相互に連通する連通管と、を備える。前記第1のチャンバ、前記第2のチャンバ及び前記連通管による空間内には中間媒体が封入されている。前記第1のチャンバ内の液状の中間媒体は、前記第1の伝熱管を介して前記熱源媒体に加熱されて気化し、ガス状の中間媒体になり、前記第2のチャンバ内のガス状の中間媒体は、前記第2の伝熱管を介して前記低温液化ガスに冷やされて凝縮し、液状の中間媒体になる。そして、前記内管の内側の空間、及び、前記内管と前記外管との間の空間のうちの一方を第1流路とし、他方を第2流路としたときに、前記第1流路は、前記第2のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1上側開口部と、前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1下側開口部と、を有し、ガス状の中間媒体が流れるガス流路として機能する。前記第2流路は、前記第2のチャンバ内における前記液状の中

間媒体の液面よりも下側の位置で開口する第2上側開口部と、前記第1のチャンバ内で開口する第2下側開口部と、を有し、少なくとも一部において前記液状の中間媒体で満たされた状態で、前記液状の中間媒体が流れる液流路として機能する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器を示す正面断面図である。

[図2]第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器を示す側面断面図であり、図1中のⅠ－Ⅰ線における断面図である。

[図3]第1実施形態の第1変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図4]第1実施形態の第2変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図5]第1実施形態の第3変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図6]第1実施形態の第4変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図7]第1実施形態の第5変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図8]第1実施形態の第6変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図9]第1実施形態の第7変形例を示す中間媒体式熱交換器の正面断面図である。

[図10]第1実施形態の第8変形例を示す中間媒体式熱交換器の正面断面図である。

[図11]図10の領域XⅠを拡大して示した図である。

[図12]第2実施形態に係る中間媒体式熱交換器を示す側面断面図である。

[図13]第2実施形態の第1変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図14]第2実施形態の第2変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図15]第2実施形態の第3変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図16]第2実施形態の第4変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図17]第2実施形態の第5変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図18]第2実施形態の第6変形例を示す中間媒体式熱交換器の側面断面図である。

[図19]従来の中間媒体式熱交換器を示す正面断面図である。

実施形態

[0010] 以下、実施形態に係る中間媒体式熱交換器について、説明する。以下の説明では、連通管について、図13、図15に示す第2実施形態の第1変形例、第3変形例を除き、径方向に対称な形状であることを前提として説明を行っている。なお、以下の実施の形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。

[0011] (第1実施形態)

中間媒体式熱交換器は、熱源媒体と低温液化ガスとの間で中間媒体を介して熱交換させる熱交換器である。中間媒体式熱交換器は、中間媒体を循環させながら熱源媒体の熱を、中間媒体を介して液化天然ガス(LNG)に伝熱する。これにより、LNGが気化されて天然ガス(NG)が生成される。なお、中間媒体式熱交換器は、低温液化ガスとしてLNGを気化させる構成に限られず、例えばエチレン、液化酸素、液化窒素等を気化させるものであってもよい。熱源媒体は、海水、工業用水等である。

[0012] 図1、2に示すように、中間媒体式熱交換器1は、中間媒体蒸発器E1と、液化ガス気化器E2と、連通管30と、液溜め部40と、を備える。中間媒体式熱交換器1は、中間媒体蒸発器E1、液化ガス気化器E2、及び連通

管 30 により形成される閉じられた空間を有している。そして、この空間内には、中間媒体 LM、GM が封入されている。

[0013] 中間媒体蒸発器 E1 は、シェルアンドチューブ型の熱交換器によって構成されている。すなわち、中間媒体蒸発器 E1 は、長手方向を水平方向とする中空状のチャンバ（第 1 のチャンバ）10c と、第 1 のチャンバ 10c 内を通過するように配置された第 1 の伝熱管 10d と、を有する。中間媒体蒸発器 E1 では、第 1 の伝熱管 10d 内の熱源媒体と第 1 のチャンバ 10c 内の液状の中間媒体 LM との間で熱交換が行われ、熱源媒体からの熱によって液状の中間媒体 LM が蒸発する。これにより、ガス状の中間媒体 GM が生成される。

[0014] 第 1 の伝熱管 10d は、図 1 に示すように、直管形状を有し、第 1 のチャンバ 10c 内の下側（底側）の部位を通過するように配置されている。第 1 の伝熱管 10d は、第 1 のチャンバ 10c をその長手方向に貫通する。そして、第 1 の伝熱管 10d において、熱源媒体が図 1 の左側から流入し図 1 の右側へ（すなわち、伝熱管 10d における長手方向の一方側から他方側へ）流出している。図 2 に示すように、第 1 の伝熱管 10d は、複数本設けられている。

[0015] 第 1 のチャンバ 10c 内には、中間媒体式熱交換器 1 の稼働状態において、図 1 及び図 2 に示すように、液状の中間媒体 LM が溜まっている。第 1 の伝熱管 10d は、第 1 のチャンバ 10c 内に溜まった液状の中間媒体 LM に浸かっている。

[0016] 液化ガス気化器 E2 は、シェルアンドチューブ型の熱交換器によって構成されている。すなわち、液化ガス気化器 E2 は、第 1 のチャンバ 10c よりも上方に配置され長手方向を水平方向とする中空状のチャンバ（第 2 のチャンバ）20c と、第 2 のチャンバ 20c 内を通過するように配置された第 2 の伝熱管 20d と、を有する。液化ガス気化器 E2 では、第 2 のチャンバ 20c 内のガス状の中間媒体 GM と第 2 の伝熱管 20d 内の低温液化ガスとの間で熱交換が行われる。これにより、中間媒体 GM の熱によって低温液化ガ

スが気化する。この際、ガス状の中間媒体GMが低温液化ガスに冷やされることにより、液状の中間媒体LMが生成される。

[0017] 第2の伝熱管20dは、図1に示すように、U字形状を有し、第2のチャンバ20cの底部との間に間隔をあけて、第2のチャンバ20c内を通過するように配置されている。具体的には、第2の伝熱管20dは、その一端が第2のチャンバ20cの長手方向一方側壁部に接続され、第2のチャンバ20cの長手方向他方側壁部の近傍にまで延びている。そして、第2の伝熱管20dは、長手方向他方側壁部の近傍で屈曲するように折り返し、その他端が第2のチャンバ20cの長手方向一方側壁部に接続されている。図2に示すように、第2の伝熱管20dは、複数本設けられている。なお、第2の伝熱管20dは、U字形状を有しているものに限定されず、直管状のものであってもよい。なお、本明細書において、「長手方向一方側」とは、図1の左側を意味するものとし、「長手方向他方側」とは、図1の右側を意味するものとする。

[0018] 第2のチャンバ20c内には、中間媒体式熱交換器1の稼働状態において、図1及び図2に示すように、ガス状の中間媒体GMと液状の中間媒体LMとが溜まっている。第2の伝熱管20dは、第2のチャンバ20c内に溜まった液状の中間媒体LMよりも上方に離れて配置されている。

[0019] 連通管30は、図2に示すように、内管31と、内管31の径方向外側に配置される外管32と、を含む二重管構造の管である。連通管30は、内管31及び外管32のそれぞれを通して、第1のチャンバ10c内と第2のチャンバ20c内とを相互に連通している。

[0020] 外管32の上端は、第2のチャンバ20cの下面を形成する底面部に、例えば溶接によって接続されている。外管32の上端は、第2のチャンバ20c内に溜まる液状の中間媒体LMの中で開口している。外管32の途中部は、第1のチャンバ10cの上面を形成する天面部に、例えば溶接によって接続されている。そして、外管32は、第1のチャンバ10cの天面部を貫通している。すなわち、外管32の下端は、第1のチャンバ10c内に進入し

ている。外管32の下端は、第1のチャンバ10c内であって、第1のチャンバ10c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面よりも上側の位置で開口している。

[0021] 内管31は、外管32の内側において、第1のチャンバ10c内の空間から第2のチャンバ20c内の空間にまで延びるように配置されている。そして、内管31の長さは、外管32の長さよりも長くなるように設定されている。内管31の上端は、外管32の上端よりも高く、かつ、第2のチャンバ20cに溜まる液状の中間媒体LMの液面よりも高い位置に設定されている。したがって、内管31の上端は、第2のチャンバ20c内のガス状の中間媒体GMの中で開口している。内管31の下端は、外管32の下端よりも低く、かつ、第1のチャンバ10c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面よりも高い位置に設定されている。したがって、内管31の下端は、第1のチャンバ10c内のガス状の中間媒体GMの中で開口している。

[0022] そして、連通管30は、内管31の内側と、内管31と外管32との間に、それぞれ空間を形成している。本第1実施形態において、内管31の内側の空間を第1流路F1とし、内管31と外管32との間の空間を第2流路F2とする。

[0023] 第1流路F1は、内管31の上端によって形成される開口部である第1上側開口部F1bと、内管31の下端によって形成される開口部である第1下側開口部F1aと、を有する。第1上側開口部F1bは、第2のチャンバ20c内に溜まる液状の中間媒体LMの上側に位置している。第1下側開口部F1aは、後述する第2下側開口部F2aよりも下側の位置であって、第2下側開口部F2aの高さ位置と第1のチャンバ10c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面との間の位置に位置している。

[0024] 第2流路F2は、外管32の上端と内管31とによって形成される環状の開口部である第2上側開口部F2bと、外管32の下端と内管31とによって形成される環状の開口部である第2下側開口部F2aと、を有する。第2上側開口部F2bは、第1上側開口部F1bよりも下側の位置において、第

2のチャンバ20c内に溜まる液状の中間媒体LMに開口している。第2下側開口部F2aは、外管32が第1のチャンバ10cに接続する高さ位置と第1のチャンバ10c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面との間の位置に開口している。

[0025] 第2のチャンバ20c内の液状の中間媒体LMは、第2上側開口部F2bを通じて第2流路F2内に流入し、第2流路F2内の液状の中間媒体LMは、第2下側開口部F2aを通じて第1のチャンバ10c内に流入する。すなわち、第2流路F2は、液状の中間媒体LMが流れる液流路として機能する。

[0026] 一方、第1のチャンバ10c内のガス状の中間媒体GMは、第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に流入し、第1流路F1内のガス状の中間媒体GMは、第1上側開口部F1bを通じて第2のチャンバ20c内に流入する。すなわち、第1流路F1は、ガス状の中間媒体GMが流れるガス流路として機能する。

[0027] 液溜め部40は、液状の中間媒体LMを溜める部分であり、第1のチャンバ10c内において液状の中間媒体LMの液面よりも上側の位置に配置されている。液溜め部40は、連通管30における第1流路F1（内管31）の径方向外側でかつ、第2流路F2の第2下側開口部F2aの下側（外管32の下端の下側）に設けられる。

[0028] 液溜め部40は、下向きに凸の形状に形成されている。液溜め部40は、第2流路F2の第2下側開口部F2aの下側において内管31の管壁の外側から外管32の管壁よりも径方向外側の位置にまで径方向に延びる底面部と、底面部の外縁から第2下側開口部F2aよりも高さ方向の上側の位置にまで上方に延びる縦壁部と、を有する。そして、縦壁部の上縁部が、液溜め部40の上縁部42をなす。つまり、液溜め部40は、第2流路F2の第2下側開口部F2aから流出した液状の中間媒体LMを、第2下側開口部F2aよりも上側に位置する上縁部42の高さ位置まで溜める一方で、溜まった液状の中間媒体LMを上縁部42から溢れさせるように構成されている。

[0029] 第2下側開口部F 2 aは、液溜め部4 0に溜められた液状の中間媒体L Mに浸かる。このため、第2流路F 2は、液状の中間媒体L Mで満たされた状態となる。

[0030] 次に、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1の運転動作及び作用効果を説明する。

[0031] 中間媒体式熱交換器1では、第1のチャンバ1 0 c内に溜まった液状の中間媒体L Mは、第1の伝熱管1 0 dを介して熱源媒体によって加熱されて気化し、ガス状の中間媒体G Mになる。ガス状の中間媒体G Mは、一旦第1のチャンバ1 0 c内の上側に溜まった後、連通管3 0の第1流路F 1を通じて上昇し、液化ガス気化器E 2の第2のチャンバ2 0 c内に流入する。そして、第2のチャンバ2 0 c内において、ガス状の中間媒体G Mは、第2の伝熱管2 0 dを介して、低温液化ガスを加熱することによって、低温液化ガスを気化させる。このとき、ガス状の中間媒体G Mは、低温液化ガスに冷やされて凝縮し、再び液状の中間媒体L Mになる。そして、第2のチャンバ2 0 c内に一旦溜まった液状の中間媒体L Mは、連通管3 0の第2流路F 2を通じて、第1のチャンバ1 0 c内の液溜め部4 0に流入する。液溜め部4 0は、液状の中間媒体L Mが一定量溜まった状態を維持しながら、液溜め部4 0の上縁部4 2から液状の中間媒体L Mを溢れさせる。溢れた液状の中間媒体L Mは、再び第1のチャンバ1 0 c内に溜まる。この一連の動作を繰り返すことによって、中間媒体式熱交換器1では、中間媒体の循環を通じて、熱源媒体から低温液化ガスに熱伝達がされる。

[0032] 以上説明したように、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、中間媒体蒸発器E 1が第1のチャンバ1 0 cを有し、液化ガス気化器E 2が第2のチャンバ2 0 cを有している。この第1のチャンバ1 0 cの内側空間と第2のチャンバ2 0 cの内側空間とは連通管3 0を通して相互に連通している。したがって、中間媒体式熱交換器1は、専用に設計されることを必要とせず、汎用の熱交換器によって構成することができる。このため、コストを抑制することができる。

- [0033] さらに、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、二重管構造の連通管30によって液流路とガス流路とが構成されている。このため、互いに異なる位置に設けられた単管構造の複数の連通管によってそれぞれ液流路とガス流路とを構成する場合に比べて、連通管の本数を減らすことができる。したがって、連通管30が第1のチャンバ10c及び第2のチャンバ20cにそれぞれ溶接されている場合には、連通管30のそれぞれの溶接箇所からガス状の中間媒体GMが漏出する可能性を低減することができる。
- [0034] また、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、液溜め部40に液状の中間媒体LMが溜められることにより第2流路F2に液状の中間媒体LMが満たされる。したがって、第2流路F2の中で液状の中間媒体LMが流れやすい状態が維持される。
- [0035] また、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、第2流路F2の液溜め部40が液状の中間媒体LMで満たされるため、第1のチャンバ10c内における液状の中間媒体LMの液面よりも下側の位置にまで第2流路F2を延ばす必要がない。
- [0036] また、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、液溜め部40において、液状の中間媒体LMが一定量溜まった状態が維持される一方で、第2下側開口部F2aは液溜め部40の上縁部42よりも下方に位置している。このため、第1のチャンバ10c内のガス状の中間媒体GMは、液溜め部40の上縁部42から第2下側開口部F2aに向かうことができない。したがって、第2流路F2は、液溜め部40によって液封されている状態となる。
- [0037] さらに、第1実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、多重管構造の連通管30に液溜め部40を簡易に設けることができ、コストを抑制することができる。
- [0038] なお、液溜め部40、第1流路F1の第1下側開口部F1a及び第1上側開口部F1b並びに第2流路F2の第2上側開口部F2bは、図1及び図2の形態に限定されない。例えば、図3に示す第1変形例のように、液溜め部40は、液溜め部40を通過する液状の中間媒体LMの下向きの流れを上向

きの流れに曲げる曲面を含んだ形状に形成されていてもよい。より具体的には、液溜め部40の底面部は、第2流路F2の第2下側開口部F2aの下側において、下向きに突出するように湾曲していてもよい。

[0039] また、第1流路F1の第1下側開口部F1a及び第1上側開口部F1bは、それぞれ開口径を大きくするように、先太り形状（逆テーパ状）に形成されていてもよい。

[0040] さらに、第2流路F2の第2上側開口部F2bは、開口径を大きくするように、先太り形状（逆テーパ状）に形成されていてもよい。

[0041] 第1の変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、液溜め部40が曲面を含んだ形状に形成されているため、液溜め部40を通過する液状の中間媒体LMが曲線状に曲がるように向きを変える。これにより、液溜め部40を通過する液状の中間媒体LMの流動抵抗が低下し、液溜め部40による圧力損失が抑えられる。

[0042] また、第1流路F1の第1下側開口部F1a及び第1上側開口部F1bが上記のように逆テーパ状に形成されているため、ガス状の中間媒体GMが流れる第1流路F1による圧力損失が抑えられる。

[0043] 同様に、第2流路F2の第2上側開口部F2bが上記のように逆テーパ状に形成されているため、液状の中間媒体LMが流れる第2流路F2による圧力損失が抑えられる。

[0044] 第1流路F1、第2流路F2及び液溜め部40のうちの少なくとも一部において、中間媒体LM、GMの流れにおける圧力損失が抑えられると、連通管30の長さを抑えることが可能となる。すなわち、第2流路F2を通過する液状の中間媒体LMにおいて、上側の液面（第2のチャンバ20c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面）から下側の液面（液溜め部40に溜まる液状の中間媒体LMの液面）までの液面高さの差は、連通管30及び液溜め部40での圧力損失の総和（第1のチャンバ10c内の圧力と第2のチャンバ20c内の圧力との差）に釣り合う。このため、圧力損失が抑えられると、液面高さの差が小さくなるため、連通管30に必要となる長さを抑えること

が可能となる。

[0045] 一方、連通管30は、例えば、図4及び図5に示す液流入抑止部材34を有していてもよい。液流入抑止部材34は、第1流路F1に液状の中間媒体LMが流入することを抑止するためのものであり、液溜め部40から下方に向けて延びるように構成されている。

[0046] より具体的には、液流入抑止部材34は、内管31の下端すなわち第1流路F1の第1下側開口部F1aを取り囲む環状に形成されるとともに、液溜め部40の底面部から、垂れ下がるように形成されている。液流入抑止部材34の下端部35は、第1流路F1の第1下側開口部F1aよりも下方に位置している。

[0047] 液流入抑止部材34は、第1流路F1の周方向に連続的に形成されていることが好ましいが、周方向に不連続的に形成されていてもよい。また、液流入抑止部材34は、図5に示す第3変形例のように、下側に向かうほど第1下側開口部F1aから径方向に離れるように、鉛直方向に対して傾斜していてもよい。

[0048] 図4に示す第2変形例及び図5に示す第3変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、液流入抑止部材34によって、液状の中間媒体LMが第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に流入することが抑止される。すなわち、液滴が第1流路F1内に流入した場合には第1流路F1内面に付着する可能性があるが、液流入抑止部材34によって、流路F1内への液滴の流入が抑止される。したがって、第2変形例及び第3変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、液流入抑止部材34によって、中間媒体式熱交換器1の熱交換効率が低下することが抑制される。

[0049] また、図4に示す第2変形例及び図5に示す第3変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、液流入抑止部材34の下端部35が第1流路F1の第1下側開口部F1aよりも下方に位置する。このため、液溜め部40から流出した液状の中間媒体LMが、第1下側開口部F1aに入ろうとするガス状の中間媒体GMの流れに乗って第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に

流入することがより効果的に抑止される。

[0050] さらに、図4に示す第2変形例及び図5に示す第3変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、液流入抑止部材34が第1下側開口部F1aを第1流路F1の周方向に取り囲む。このため、液溜め部40の周方向の任意の位置から流出する液状の中間媒体LMが第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に流入することが抑止される。

[0051] さらに、図5の第3変形例に係る前記中間媒体式熱交換器1では、液流入抑止部材34が傾斜している。すなわち、液流入抑止部材34の下端部35と第1下側開口部F1aとの間の距離が大きくなる。したがって、液溜め部40から流出する液状の中間媒体LMが第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に流入することがより効果的に抑止される。

[0052] 液溜め部40は、例えば、図6に示す第4変形例のように、連通管30の途中に設けられてもよい。すなわち、図2に示す液溜め部40は第1のチャンバ10c内において外管32の下端より下側に配置されている。これに対し、図6に示す第4変形例では、液溜め部40は、第1のチャンバ10cと第2のチャンバ20cとの間に配置されているとともに、内管31と外管32との間に形成される空間内に配置されている。

[0053] 第4変形例において、連通管30の外管32は、第2のチャンバ20cに接続される外管上側部32Kと、第1のチャンバ10cに接続される外管下側部32Mと、外管上側部32Kと外管下側部32Mとを繋ぐように設けられた外管拡張部32Lと、を有する。

[0054] 外管拡張部32Lの径は、外管上側部32K及び外管下側部32Mの径よりも大きい。すなわち、外管拡張部32Lは、外管上側部32Kの外周縁から径方向外向きに延びる天面部と、天面部の外周縁から下方に延び且つ延びた先で径方向内向きに湾曲又は屈曲して外管下側部32Mの上端につながる外壁部と、を有する。そして、外管拡張部32Lは、液溜め部40を覆っている。

[0055] 液溜め部40は、外管拡張部32Lと内管31とによって形成される空間

内に設けられている。液溜め部40の底面部は、外管上側部32Kの下端と外管下側部32Mの上端との間の間隙を通して、内管31の外面から外管上側部32Kおよび外管下側部32Mより径方向外側にまで延びる。すなわち、底面部は、第1実施形態と異なり、外管上側部32Kの下端より下側に配置されるとともに外管下側部32Mの上端よりも上側に配置されている。液溜め部40の縦壁部は、底面部の外周端部から外管上側部32Kの下端よりも上方まで外管上側部32Kの外側を延びる。縦壁部の上縁部42は、外管拡張部32Lの天面部との間に隙間を形成している。縦壁部は、外管拡張部32Lの外壁部との間に径方向に隙間を形成している。さらに、縦壁部は、外管上側部32Kとの間に径方向に隙間を形成している。

[0056] 第2流路F2は、第2上側開口部F2bから下方に延びている上側流路部F21と、第2下側開口部F2aから上方に延びている下側流路部F22と、を有する。

[0057] 上側流路部F21は、外管上側部32Kと内管31との間に形成される空間である。上側流路部F21の下端部F21sは、外管上側部32Kの下端と内管31とによって形成される。

[0058] 下側流路部F22は、液溜め部40の縦壁部の上縁部42と外管拡張部32Lの天面部とによって形成される部分と、液溜め部40と外管拡張部32Lの外壁部とによって形成される部分と、内管31と外管下側部32Mとによって形成される部分と、を含む。下側流路部F22の上端部F22tは、液溜め部40の上縁部42と外管拡張部32Lの天面部との間の空間として形成される。

[0059] この場合、液流入抑止部材34は、内管31から延びるように設けられてもよい。すなわち、液流入抑止部材34は、第2流路F2の第2下側開口部F2aよりも下側であって、内側に第1流路F1を形成する内管31の外側面から径方向外向きかつ下向きに傾斜するように延びている。すなわち、液流入抑止部材34は、第1流路F1の第1下側開口部F1aから径方向に離れるように、鉛直方向に対して傾斜している。この場合においても、液流入

抑止部材 3 4 の下端部 3 5 は、第 1 下側開口部 F 1 a よりも下方に位置する。

[0060] 第 4 変形例に係る中間媒体式熱交換器 1 では、液溜め部 4 0 は、下向きに凸の空間を形成し、この空間内に第 2 流路 F 2 の上側流路部 F 2 1 を流れてきた液状の中間媒体 L M を溜める。液溜め部 4 0 の上縁部 4 2 から溢れた液状の中間媒体 L M は、外管拡径部 3 2 L の天面部及び外壁部に導かれて、下側流路部 F 2 2 に流入し、第 1 のチャンバ 1 0 c に向かう。すなわち、液溜め部 4 0 は、上側流路部 F 2 1 の下端部 F 2 1 s から流出した液状の中間媒体 L M を溜める一方で、溜まった液状の中間媒体 L M を、下側流路部 F 2 2 の上端部 F 2 2 t に流入させるように構成されている。

[0061] そして、液溜め部 4 0 において、下側流路部 F 2 2 の上端部 F 2 2 t と上側流路部 F 2 1 の下端部 F 2 1 s との間で、液状の中間媒体 L M が一定量溜まった状態が維持される。上側流路部 F 2 1 の下端部 F 2 1 s が下側流路部 F 2 2 の上端部 F 2 2 t よりも下方に位置しているので、第 1 のチャンバ 1 0 c 内で気化したガス状の中間媒体 G M が下側流路部 F 2 2 を上昇したとしても、ガス状の中間媒体 G M は、上側流路部 F 2 1 の下端部 F 2 1 s に向かうことができない。したがって、第 2 流路 F 2 の上側流路部 F 2 1 は、液溜め部 4 0 によって液封されている状態となる。

[0062] さらに、第 4 変形例に係る中間媒体式熱交換器 1 では、第 2 流路 F 2 の一部である上側流路部 F 2 1 が、液溜め部 4 0 に液封されて、液状の中間媒体 L M で満たされている。このため、第 2 流路 F 2 の中で液状の中間媒体 L M が流れやすい状態が維持され、第 2 流路 F 2 は液流路として機能することができる。

[0063] また、第 4 変形例に係る中間媒体式熱交換器 1 では、液状の中間媒体 L M は、連通管 3 0 の第 2 流路 F 2 の途中に設けられた液溜め部 4 0 から流出した後、第 2 下側開口部 F 2 a から滴下する。このとき、液滴となった液状の中間媒体 L M が、第 2 下側開口部 F 2 a よりも下側かつ径方向内側に位置する第 1 下側開口部 F 1 a に向かうガス状の中間媒体 G M の流れに乗って、第

1 下側開口部 F 1 a から第 1 流路 F 1 内に流入することが、液流入抑止部材 3 4 により抑止される。

[0064] 連通管 3 0 は、例えば、図 7 に示す第 5 変形例のように、第 1 実施形態の場合と逆に、内管 3 1 の内側の空間を液流路である第 2 流路 F 2 として機能させ、内管 3 1 と外管 3 2 との間の空間をガス流路である第 1 流路 F 1 として機能させてもよい。この場合において、液溜め部 4 0 は、連通管 3 0 の内管 3 1 の下端が形成する第 2 下側開口部 F 2 a の下側に設けられてもよい。

[0065] 連通管 3 0 は、内管 3 1 と、内管 3 1 の径方向外側に配置される外管 3 2 と、を含む。外管 3 2 は、上端が第 2 のチャンバ 2 0 c 内に進入し、下端が第 1 のチャンバ 1 0 c 内に進入している。そして、外管 3 2 の上端は、第 2 のチャンバ 2 0 c 内に溜まる液状の中間媒体 L M の液面よりも上側に位置している。外管 3 2 の下端は、第 1 のチャンバ 1 0 c 内に溜まる液状の中間媒体 L M の液面よりも上側に位置している。

[0066] 第 5 変形例において、内管 3 1 は、外管 3 2 と同様に、上端が第 2 のチャンバ 2 0 c 内に進入し、下端が第 1 のチャンバ 1 0 c 内に進入している。さらに、内管 3 1 の内側の空間を液流路として機能する第 2 流路 F 2 とするにもかかわらず、内管 3 1 の上端は、第 2 のチャンバ 2 0 c 内に溜まる液状の中間媒体 L M の液面よりも上側に設けられている。そして、第 2 のチャンバ 2 0 c 内に溜まる液状の中間媒体 L M を外管 3 2 の外側から第 1 流路 F 1 を横切って内管 3 1 の内側の第 2 流路 F 2 に導くための、例えば凹状のガイド溝（図示省略）が形成されている。ガイド溝は、外管 3 2 及び内管 3 1 のそれぞれの上端において外管 3 2 及び内管 3 1 を液面よりも下の位置にまでそれぞれ凹状に形成された切り欠きを樋状に結ぶ溝である。このガイド溝によって、第 2 のチャンバ 2 0 c 内において、外管 3 2 の上端よりも下方に位置する液状の中間媒体 L M を、内管 3 1 の内側の空間すなわち第 2 流路 F 2 に導くことができる。第 2 流路 F 2 は、内管 3 1 の内側の空間であるが、本変形例においても液流路として機能するものであるので、前記ガイド溝が内管 3 1 に接続する位置において、第 2 流路 F 2 の第 2 上側開口部 F 2 b が形成

される。すなわち、第2流路F2の第2上側開口部F2bは、第2のチャンバ20c内における液状の中間媒体LMの液面よりも下側に位置することとなる。内管31の下端は、外管32の下端よりも下側であって、第1のチャンバ10c内の液状の中間媒体LMの液面よりも上側の位置に配置されている。

[0067] 第5変形例における上記の内管31及び外管32の形態により、内管31の内側の空間である第2流路は液流路として機能することができ、内管31と外管32との間の空間である第1流路はガス流路として機能することができる。

[0068] 液溜め部40は、第1のチャンバ10c内において、液状の中間媒体LMの液面よりも上側の位置に設けられる。第5変形例においては、液溜め部40は、第2流路F2の第2下側開口部F2aを取り囲みながら、第1流路F1の第1下側開口部F1aの下側に配置される。

[0069] 液溜め部40の上縁部42は、内管31の下端（第2流路F2の第2下側開口部F2a）よりも上側に位置しているとともに、外管32の下端よりも下側に位置している。これにより、液溜め部40の上縁部42と外管32の下端との間に隙間が形成される。

[0070] そして、液状の中間媒体LMが液溜め部40の上縁部42から溢れ前記隙間から下方に流出することが可能となり、また、第1のチャンバ10c内で生成されたガス状の中間媒体GMが前記隙間から第1下側開口部F1aを通じて第1流路F1内に流入することが可能となる。

[0071] 液溜め部40は、例えば、図8に示す第6変形例のように、連通管30の途中であって内管31の内側の空間に設けられてもよい。すなわち、図7に示す第5変形例では、液溜め部40は、第1のチャンバ10c内において内管31の下端より下側に配置されている。これに対し、図8に示す第6変形例では、液溜め部40は、第1のチャンバ10cと第2のチャンバ20cとの間に配置されているとともに、内管31の内側に形成される空間内に配置されている。

[0072] 連通管30の外管32は、図6に示す第4変形例と同様に、第2のチャンバ20cに接続される外管上側部32Kと、第1のチャンバ10cに接続される外管下側部32Mと、外管上側部32Kと外管下側部32Mとを繋ぐように設けられた外管拡張部32Lと、を有する。なお、図6に示す第4変形例と異なり、外管上側部32Kの上端は、第2のチャンバ20c内の液状の中間媒体LMの液面よりも上側に位置している。

[0073] さらに、第6変形例において、連通管30の内管31は、第2のチャンバ20c内に進入し外管上側部32Kとの間に空間を形成する内管上側部31Kと、第1のチャンバ10c内に進入し外管下側部32Mとの間に空間を形成する内管下側部31Mと、内管上側部31Kと内管下側部31Mとを繋ぐように設けられ外管拡張部32Lとの間に空間を形成する内管拡張部31Lと、を有する。

[0074] 内管拡張部31Lの径は、内管上側部31K及び内管下側部31Mの径よりも大きい。すなわち、内管拡張部31Lは、内管上側部31Kの外周から径方向外向きに延びる天面部と、天面部の外周縁から下方に延び且つ延びた先で径方向内向きに湾曲又は屈曲して内管下側部31Mの上端につながる外壁部と、を有する。そして、内管拡張部31Lは、液溜め部40を覆っている。

[0075] 液溜め部40は、内管拡張部31Lによって形成される空間内に設けられ、下向きに凸の形状に形成されている。液溜め部40の底面部は、内管拡張部31Lの内側に形成される空間内において、内管上側部31Kの下端と内管下側部31Mの上端との間に配置され径方向に延びる。液溜め部40の縦壁部は、底面部の外周端部から内管上側部31Kの下端よりも上方まで内管上側部31Kの外側を延びる。縦壁部の上縁部42は、内管拡張部31Lの天面部との間に隙間を形成している。縦壁部は、内管拡張部31Lの外壁部との間に隙間を形成している。さらに、縦壁部は、内管上側部31Kとの間に径方向に隙間を形成している。

[0076] 第2流路F2の上側流路部F21は、第6変形例において、内管上側部3

1 Kの内側に形成される空間である。上側流路部F 2 1の下端部F 2 1 sは、内管上側部3 1 Kの下端部によって形成される。

[0077] 第2流路F 2の下側流路部F 2 2は、液溜め部4 0の縦壁部の上縁部4 2と内管拡張部3 1 Lの天面部とによって形成される部分と、液溜め部4 0と内管拡張部3 1 Lの外壁部とによって形成される部分と、内管下側部3 1 Mの内側に形成される部分と、を含む。下側流路部F 2 2の上端部F 2 2 tは、液溜め部4 0の上縁部4 2と内管拡張部3 1 Lの天面部との間の空間として形成される。

[0078] 第6変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、連通管3 0の内管3 1の内側の空間が液流路として機能する第2流路F 2となっている。第2流路F 2の途中に液溜め部4 0が設けられる第4変形例（図6）と同様に、第6変形例では、第2流路F 2の上側流路部F 2 1は液溜め部4 0によって液封されている状態となる。

[0079] 第1実施形態及びその変形例では、中間媒体式熱交換器1が1つの連通管3 0を備えているが、1つの連通管3 0を備える構成に限られず、複数の連通管3 0を備える構成であってもよい。ここで、複数の連通管3 0を備える第7変形例を、図9に基づいて説明する。

[0080] 第7変形例に係る中間媒体式熱交換器1は、第1の連通管3 0と第2の連通管3 0 Bとを備える。第1の連通管3 0及び第2の連通管3 0 Bは、それぞれ上述した連通管3 0と同じ構成を備える。すなわち、第1の連通管3 0及び第2の連通管3 0 Bは、第1の実施の形態（図1及び図2）に開示された連通管3 0の構成を備えてもよいし、第1の変形例から第6の変形例（図3から図8）に開示された連通管3 0の構成を備えてもよい。

[0081] 第7変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、複数の連通管3 0を備えるため、中間媒体蒸発器E 1と液化ガス気化器E 2との間で循環する中間媒体の循環量を増大させることができ、中間媒体式熱交換器1の効率を向上させることができる。

[0082] 図10に示すように、第8の変形例に係る中間媒体式熱交換器1において

、連通管 30 の内管 31 及び外管 32 には、断熱材が設けられている。すなわち、図 10 の領域 X1 を拡大した図 11 に示すように、内管 31 は、内側管 31A と、内側管 31A の外側に配置された外側管 31B と、内側管 31A と外側管 31B の間に配置された断熱材 31C と、が重ねられた三重構造の断熱管として構成されている。外管 32 には、大気と接触する部位に断熱材 32C が設けられている。なお、断熱材 31C、32C は、内側管 31A、外側管 31B、及び外管 32 の熱伝導率の 100 分の 1 以下の熱伝導率を有しており、例えば、グラスウール、ロックウール、ポリスチレンフォーム及び硬質ウレタンフォーム等が用いられる。

[0083] 内管 31 の断熱材 31C によって、第 1 流路 F1 のガス状の中間媒体 GM が、第 2 流路 F2 の液状の中間媒体 LM によって冷やされて液化することを抑制できる。これにより、第 1 流路 F1 内におけるフラッシング現象の発生及び流路抵抗の増加による中間媒体の循環量の低下が抑制される。さらに、液化ガス気化器 E2 における、ガス状の中間媒体 GM の気化効率の低下が抑制される。

[0084] 内管 31 の断熱材 31C と、外管 32 に設けた断熱材 32C とによって、第 2 流路 F2 の液状の中間媒体 LM が、大気及び第 1 流路 F1 のガス状の中間媒体 GM によって温められて気化することを抑制できる。これにより、第 2 流路 F2 におけるフラッシング現象の発生及び流路抵抗の増加による中間媒体の循環量の低下が抑制される。また、第 2 流路 F2 の液状の中間媒体 LM が、大気によって冷却されることも抑制できるので、中間媒体蒸発器 E1 における、液状の中間媒体 LM の蒸発効率の低下が抑制される。

[0085] なお、内管 31 及び外管 32 のうち、いずれか一方だけに断熱材が設けられていてもよい。

[0086] また、内管 31 は、第 2 流路 F2 と接する部位だけが、断熱材を用いた三重構造の断熱管として構成されていてもよい。

[0087] また、外管 32 には、大気と接触する部位に断熱材 32C が設けられているが、これに限らない。例えば、外管 32 は、内管 31 と同様に、内側管と

、内側管の外側に配置された外側管と、内側管と外側管の間に配置された断熱材とが重ねられた三重構造の断熱管として構成されていてもよい。

[0088] また、液溜め部40の縦壁部及び底面部は、内管31と同様に、内側部材と、外側部材と、内側部材及び外側部材の間に配置された断熱材とが重ねられた三重構造の断熱部材として構成されていてもよい。

[0089] (第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る中間媒体式熱交換器1を、図12に基づいて説明する。なお、第2実施形態において、上記の第1実施形態と同一の構成要素については同一の符号を用いて説明を省略することとし、主に異なる構成要素について説明を行う。

[0090] 第2実施形態に係る中間媒体式熱交換器1においても、第1のチャンバ10cの内部空間と第2のチャンバ20cの内部空間とが、多重管構造の連通管30を通して相互に連通している。

[0091] 第2実施形態における連通管30は、内管31の内側空間を液流路として機能する第2流路F2とし、内管31と外管32との間の空間をガス流路として機能する第1流路F1としている。

[0092] 内管31の下端は、外管32の下端よりも低く、かつ、第1のチャンバ10c内に溜まる液状の中間媒体LMの液面よりも低い位置に配置されている。すなわち、第2流路F2の第2下側開口部F2aは、第1のチャンバ10c内における液状の中間媒体LMの液面よりも下側の位置に配置されている。このため、第2下側開口部F2aは、液状の中間媒体LMに浸かっている。

[0093] 第2実施形態に係る中間媒体式熱交換器1では、液流路として機能する第2流路F2の下端部である第2下側開口部F2aが、第1のチャンバ10c内に溜まった液状の中間媒体LMに浸かっている。このため、第2流路F2の全体が液状の中間媒体LMで満たされた状態で運転することができる。このため、第2流路F2の中にガス状の中間媒体GMが流入したとしても、第2流路F2の中で液状の中間媒体LMが流れやすい状態が維持され、第2流

路 F 2 は液流路として機能し続けることができる。

[0094] なお、連通管 3 0 は、図 1 2 の形態に限定されない。例えば、図 1 3 に示す第 1 変形例のように、内管 3 1 は、第 1 のチャンバ 1 0 c 内で、直管状ではなく、水平方向、例えば第 1 の伝熱管 1 0 d の延びる方向と直交する方向（図 1 3 の左右方向）に屈曲してクランク状をなしてもよい。

[0095] そして、第 2 流路 F 2 の第 2 下側開口部 F 2 a は、第 1 のチャンバ 1 0 c 内において、液状の中間媒体 L M の液面よりも下側の位置であって、かつ、第 1 の伝熱管 1 0 d の直上から側方にずれた位置に配置されている。

[0096] 第 1 のチャンバ 1 0 c 内における液状の中間媒体 L M に浸かっている第 2 流路 F 2 の第 2 下側開口部 F 2 a が、第 1 の伝熱管 1 0 d の直上に配置されている場合には、第 1 の伝熱管 1 0 d から発生するガス状の中間媒体 G M が第 2 下側開口部 F 2 a 内に流入する場合がある。これに対し、第 1 変形例に係る中間媒体式熱交換器 1 では、第 2 下側開口部 F 2 a が第 1 の伝熱管 1 0 d の直上から側方にずれた位置に配置されているため、第 2 下側開口部 F 2 a から第 2 流路 F 2 内にガス状の中間媒体 G M が流入することが抑制される。

[0097] 連通管 3 0 の下端部が第 1 の伝熱管 1 0 d の直上に位置する構成において、図 1 4 に示す第 2 変形例及び図 1 5 に示す第 3 変形例のように、ガス流入抑止部材 5 0 が設けられてもよい。ガス流入抑止部材 5 0 は、第 1 のチャンバ 1 0 c 内のガス状の中間媒体 G M が第 2 下側開口部 F 2 a を通じて第 2 流路 F 2 内に流入することを抑止する。

[0098] ガス流入抑止部材 5 0 は、第 2 下側開口部 F 2 a と第 1 の伝熱管 1 0 d との間で水平方向に延びるように配置される板状の部材である。すなわち、ガス流入抑止部材 5 0 は、第 2 流路 F 2 の第 2 下側開口部 F 2 a の下側に位置する部分を有するガス流入抑止板である。ガス流入抑止部材 5 0 は、第 1 のチャンバ 1 0 c の底面から上方を見たときに、第 2 下側開口部 F 2 a を覆って見えなくする程度に十分な面積を有する。

[0099] 図 1 4 に示す第 2 実施形態の第 2 変形例及び図 1 5 に示す第 3 変形例に係

る中間媒体式熱交換器 1 では、第 1 のチャンバ 10 c 内の第 1 の伝熱管 10 d で発生したガス状の中間媒体 GM が液中を浮上したとしても、中間媒体 GM が、ガス流入抑止部材 50 によって、第 2 下側開口部 F 2 a を通じて第 2 流路 F 2 内に流入することが抑止される。

[0100] 一方、第 2 実施形態においても、図 16 に示す第 4 変形例のように、内管 31 の内側空間をガス流路として機能する第 1 流路 F 1 とし、内管 31 と外管 32 との間の空間を液流路として機能する第 2 流路 F 2 としてもよい。

[0101] 第 4 変形例において、第 2 流路 F 2 を形成する外管 32 は、直管状ではなく、第 1 のチャンバ 10 c 内で、内管 31 から径方向に離れるように、例えば第 1 の伝熱管 10 d の延びる方向と直交する方向（図 16 の左右方向）に屈曲してクランク状をなしてもよい。

[0102] 外管 32 が第 1 のチャンバ 10 c 内で内管 31 から離れる方向に屈曲しながら液状の中間媒体 LM の液面よりも下側の位置まで延びる一方で、内管 31 が形成する第 1 流路 F 1 の第 1 下側開口部 F 1 a は液面より上側に位置している。このため、連通管 30 は、中間壁 33 を更に有する。中間壁 33 は、外管 32 が径方向外向きに屈曲する位置よりも下側の位置であって、第 2 下側開口部 F 2 a よりも上側の位置において、外管 32 の管壁との間で第 2 流路 F 2 として必要な間隔をおいて、内管 31 から径方向外向きに延びる部位と、この部位から下向きに屈曲し、第 1 のチャンバ 10 c 内における液状の中間媒体 LM の液面よりも下側の位置に延びる部位と、を含む。これにより、中間壁 33 と外管 32 との間に第 2 流路 F 2 としての空間が確保されるとともに、中間壁 33 と内管 31 との間に、ガス状の中間媒体 GM が第 1 下側開口部 F 1 a に向かうための空間が確保される。

[0103] すなわち、外管 32 と内管 31 及び中間壁 33 のそれぞれとの間に形成される空間が、第 2 流路 F 2 となる。第 2 流路 F 2 は、外管 32 及び中間壁 33 の屈曲に伴い屈曲し、第 1 の伝熱管 10 d の直上から側方にずれた位置に延びている。そして、第 2 流路 F 2 の第 2 下側開口部 F 2 a は、第 1 のチャンバ 10 c 内における液状の中間媒体 LM の液面よりも下側の位置であって

第1の伝熱管10dの直上から側方にずれた位置に配置されている。

[0104] 第4変形例に係る中間媒体式熱交換器1では、上記の第2実施形態の第1変形例と同様に、第2下側開口部F2aが第1のチャンバ10c内において第1の伝熱管10dの直上から側方にずれた位置に配置されている。このため、第2下側開口部F2aから第2流路F2内にガス状の中間媒体GMが流入することが抑制される。

[0105] さらに、図16に示す第4変形例に、ガス流入抑止部材50が更に設けられる、第2実施形態の第5変形例を図17に示す。

[0106] すなわち、中間媒体蒸発器E1は、第2流路F2の第2下側開口部F2aと第1の伝熱管10dとの間に配置されたガス流入抑止部材50を更に有している。

[0107] これにより、ガス状の中間媒体GMが第2下側開口部F2aを通じて第2流路F2内に流入することがより効果的に抑止される。

[0108] 次に、第1実施形態及び第2実施形態について、図示されていない他の変形例を示す。

[0109] 第2実施形態及びその変形例において、中間媒体式熱交換器1は、複数の連通管30を備えてもよい。この場合においても、中間媒体式熱交換器1全体での中間媒体の循環量を増大させることができ、中間媒体式熱交換器1の効率を向上させることができる。

[0110] 連通管30において、第1流路F1の水力直径が第2流路F2の水力直径よりも大きくなるように、内管31及び外管32のそれぞれの径が設定されてもよい。ガス流路として機能する第1流路F1での圧力損失は、液流路として機能する第2流路F2での圧力損失よりも大きくなる。したがって、第1流路F1の水力直径が第2流路F2の水力直径よりも大きければ、第1流路F1による圧力損失を抑えることが可能となる。そして、第1流路F1による圧力損失が抑えられると、第2流路F2における液面高さが抑えられるため、連通管30の長さをより短くすることが可能となる。

[0111] なお、水力直径(DH)とは、次のように定義される長さである。

$$D H = 4 A / P$$

ここで、Aは、流れの断面積であり、Pは、断面のうち濡れている部分（濡れ縁）の周長である。

- [0112] 内管31が円管である場合の内管31の中に形成される流路の水力直径は、内管31の内径に等しい。内管31及び外管32が共に円管である場合の、内管31と外管32との間に形成される流路の水力直径 $D H r$ は、当該流路の断面積を $A r$ とし、内管31の外径を $D 1$ とし、外管32の内径を $D 2$ とした場合に、

$$D H r = 4 A r / \{ \pi \times (D 1 + D 2) \}$$

として、計算される。

- [0113] 連通管30について、上記では内管31と外管32とからなる2重管構造として説明を行ったが、連通管30は、2重管構造の連通管に限定されず、2重管以上の多重管による構造の連通管であってもよい。この場合において、連通管30の中において径方向に重なる複数の管で区切られる複数の空間のうち、いずれを液流路とし、いずれをガス流路とするかは、任意であり限定されるものではない。

- [0114] 上記では、図13、図15に示す第2実施形態の第1変形例、第3変形例を除き、連通管30が径方向に対称な形状であることを前提として説明を行ったが、これに限られない。連通管30は、多重管構造の連通管であれば、径方向に非対称な形状のものであってもよい。例えば、連通管30は、内管31の中心軸線と外管32の中心軸線とが重なっておらず、偏心しているようなものであってもよい。また、内管31及び外管32の両方又は一方が円管でなくてもよい。

- [0115] また、液溜め部40について、図3に示す第1実施形態の第1変形例において、液溜め部40を通過する液状の中間媒体LMの下向きの流れを上向きの流れに曲げる曲面を含んだ形状に形成されていてもよいとして説明を行ったが、他の変形例における液溜め部40についても、同様に曲面を含んだ形状に形成されていてもよい。

- [0116] 図18に示すように、第6の変形例に係る中間媒体式熱交換器1において、連通管30の内管31及び外管32には、断熱材が設けられている。図10～11に示す前述の第1実施形態の第8の変形例と同様に、内管31は、内側管31Aと、内側管31Aの外側に配置された外側管31Bと、内側管31Aと外側管31Bの間に配置された断熱材31Cとが重ねられた三重構造の断熱管として構成されている。外管32には、大気と接触する部位に断熱材32Cが設けられている。
- [0117] 内管31の断熱材31Cによって、第2流路F2の液状の中間媒体LMが、第1流路F1のガス状の中間媒体GMによって温められて気化することを抑制できる。これにより、第2流路F2における、フラッシング現象の発生及び流路抵抗の増加による中間媒体の循環量の低下は抑制される。
- [0118] 内管31の断熱材31Cと、外管32に設けられた断熱材32Cとによって、第1流路F1のガス状の中間媒体GMが、大気及び第2流路F2の液状の中間媒体LMによって冷やされて液化することを抑制できる。これにより、第1流路F1におけるフラッシング現象の発生及び第1流路F1の流路抵抗の増加による中間媒体の循環量の低下は抑制される。さらに、液化ガス気化器E2における、ガス状の中間媒体GMの気化効率の低下は抑制される。
- [0119] なお、内管31及び外管32のうち、いずれか一方だけに断熱材が設けられていてもよい。
- [0120] また、内管31は、第1流路F1と接する部位だけが、断熱材を用いた三重構造の断熱管として構成されていてもよい。
- [0121] また、外管32には、大気と接触する部位に断熱材32Cが設けられているが、これに限らない。例えば、外管32は、内管31と同様に、内側管と、内側管の外側に配置された外側管と、内側管と外側管の間に配置された断熱材とが重ねられた三重構造の断熱管として構成されていてもよい。
- [0122] ここで、前記実施形態について概説する。
- [0123] (1) 前記実施形態に係る中間媒体式熱交換器は、中空状の第1のチャン

バと、前記第1のチャンバ内を通過するように配置され熱源媒体が流入する第1の伝熱管と、を有する中間媒体蒸発器と、前記第1のチャンバよりも上方に配置される中空状の第2のチャンバと、前記第2のチャンバ内を通過するように配置され低温液化ガスが流入する第2の伝熱管と、を有する液化ガス気化器と、内管と前記内管の径方向外側に配置される外管とを含む多重管構造であり、前記第1のチャンバの内部空間と前記第2のチャンバの内部空間とを相互に連通する連通管と、を備える。前記第1のチャンバ、前記第2のチャンバ及び前記連通管による空間内には中間媒体が封入されている。前記第1のチャンバ内の液状の中間媒体は、前記第1の伝熱管を介して前記熱源媒体に加熱されて気化し、ガス状の中間媒体になり、前記第2のチャンバ内のガス状の中間媒体は、前記第2の伝熱管を介して前記低温液化ガスに冷やされて凝縮し、液状の中間媒体になる。そして、前記内管の内側の空間、及び、前記内管と前記外管との間の空間のうちの一方を第1流路とし、他方を第2流路としたときに、前記第1流路は、前記第2のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1上側開口部と、前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1下側開口部と、を有し、ガス状の中間媒体が流れるガス流路として機能する。前記第2流路は、前記第2のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも下側の位置で開口する第2上側開口部と、前記第1のチャンバ内で開口する第2下側開口部と、を有し、少なくとも一部において前記液状の中間媒体で満たされた状態で、前記液状の中間媒体が流れる液流路として機能する。

[0124] 中間媒体式熱交換器では、第1のチャンバ内に溜まった液状の中間媒体は、第1のチャンバ内で第1の伝熱管を介して熱源媒体に加熱されて気化し、ガス状の中間媒体になる。ガス状の中間媒体は、連通管の内のガス流路として機能する第1流路を通じて上昇し、液化ガス気化器の第2のチャンバ内に流入する。そして、第2のチャンバ内において、ガス状の中間媒体は、第2の伝熱管を介して、低温液化ガスを加熱することによって、低温液化ガスを

気化させる。このとき、ガス状の中間媒体は、低温液化ガスに冷やされて凝縮し、再び液状の中間媒体になる。そして、第2のチャンバ内に溜まった液状の中間媒体は、連通管の内の液流路として機能する第2流路を通じて、第1のチャンバ内に流入する。この一連の動作を繰り返すことによって、中間媒体式熱交換器では、中間媒体の循環を通じて、熱源媒体から低温液化ガスに熱伝達がなされる。

[0125] さらに、中間媒体式熱交換器では、前記中間媒体蒸発器が前記第1のチャンバを有し、前記液化ガス気化器が前記第2のチャンバを有しており、前記第1のチャンバの内部空間と前記第2のチャンバの内部空間とが連通管で相互に連通されている。このため、専用に設計されて製造することを必要とせず、汎用の熱交換器によって構成することができる。このため、コストを抑制することができる。

[0126] さらに、中間媒体式熱交換器では、多重管構造の連通管によって液流路とガス流路とを構成している。このため、互いに異なる位置に設けられる複数の単管構造の連通管でそれぞれ液流路とガス流路とを構成する場合に比べて、連通管の本数を減らすことができる。

[0127] また、中間媒体式熱交換器では、第2流路が少なくとも一部において前記液状の中間媒体で満たされている。このため、第2流路の中にガス状の中間媒体が流入したとしても、第2流路の中で液状の中間媒体が流れやすい状態が維持され、第2流路は液流路として機能することができる。

[0128] (2) 中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記中間媒体式熱交換器は、前記第2流路において、前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置に設けられ、前記液状の中間媒体を溜める液溜め部を更に備える。

[0129] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、第2流路の液溜め部が液状の中間媒体で満たされるため、第1のチャンバ内における液状の中間媒体の液面よりも下側の位置にまで第2流路を延ばす必要がない。

[0130] (3) 中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記液溜め部は、前記

第2流路の前記第2下側開口部から流出した前記液状の中間媒体を溜める一方で、溜まった前記液状の中間媒体を、前記第2下側開口部よりも上側に位置する上縁部から溢れさせるように構成されている。

[0131] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、液溜め部において、液状の中間媒体が一定量溜まった状態が維持される一方で、第2下側開口部は液溜め部の上縁部よりも下方に位置している。このため、第1のチャンバ内のガス状の中間媒体は、液溜め部の上縁部から第2下側開口部に向かうことができない。したがって、第2流路は、液溜め部によって液封されている状態となる。

[0132] さらに、この態様に係る中間媒体式熱交換器では、多重管構造の連通管に液溜め部を簡易に設けることができ、コストを抑制することができる。

[0133] (4) 中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第2流路は、前記第2上側開口部から下方に延びる上側流路部と、前記第2下側開口部から上方に延び且つ上端部が前記上側流路部の下端部よりも上方に位置する下側流路部と、を更に有する。この場合、前記液溜め部は、前記上側流路部の前記下端部から流出した前記液状の中間媒体を溜める一方で、溜まった前記液状の中間媒体を、前記下側流路部の前記上端部に流入させるように構成されていてもよい。

[0134] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、第2のチャンバ内で凝縮した液状の中間媒体は、第2流路の上側流路部の下端部から液溜め部に流入し、液溜め部から下側流路部の上端部に流入する。このとき、液溜め部において、下側流路部の上端部と上側流路部の下端部との間で、液状の中間媒体が一定量溜まった状態が維持される。そして、上側流路部の下端部は、下側流路部の上端部よりも下方に位置しているので、第1のチャンバ内で気化したガス状の中間媒体が下側流路部を上昇したとしても、ガス状の中間媒体は、上側流路部の下端部に向かうことができない。したがって、第2流路の上側流路部は、液溜め部によって液封されている状態となる。

[0135] (5) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記液溜め部は、

前記液溜め部を通過する前記液状の中間媒体の下向きの流れを上向きの流れに曲げる曲面を含んだ形状に形成されている。

[0136] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、液溜め部が前記曲面を含んだ形状に形成されているため、液溜め部を通過する液状の中間媒体が曲線状に曲がるように向きを変える。これにより、液溜め部を通過する液状の中間媒体の流動抵抗が低下し、液溜め部による圧力損失が抑えられる。

[0137] (6) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第1流路は前記連通管の前記内管の内側の空間として形成され、前記第2流路は前記内管と前記外管との間の空間として形成される。この場合、前記連通管は、前記液溜め部から流出した前記液状の中間媒体が、前記第1下側開口部に入ろうとする前記ガス状の中間媒体の流れに乗って前記第1下側開口部を通じて前記第1流路内に流入することを抑止する液流入抑止部材を更に有してもよい。

[0138] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、第2流路が第1流路の径方向外側に位置している。このため、仮に、液流入抑止部材が設けられていない場合、液溜め部から流出した液状の中間媒体は、第1下側開口部に入ろうとするガス状の中間媒体の流れに乗って第1下側開口部を通じて第1流路内に流入しようとする。このため、ガス流路として機能する第1流路において、液状の中間媒体がガス状の中間媒体の流れの障害となるおそれが生ずる。ガス状の中間媒体の流れが障害されると、中間媒体式熱交換器全体での中間媒体の循環量が低下し、中間媒体式熱交換器の効率が低下することとなる。これに対し、この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、液流入抑止部材によって、液状の中間媒体が第1下側開口部を通じて前記第1流路内に流入することが抑止される。したがって、この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、液流入抑止部材によって、中間媒体式熱交換器の効率が低下することが抑制される。

[0139] (7) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記液流入抑止部材は、前記液溜め部から下方に延び、前記第1流路の前記第1下側開口部よ

りも下方に位置する下端部を有する。

[0140] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、前記液溜め部から下方に延びる液流入抑止部材の下端部が第1流路の第1下側開口部よりも下方に位置する。このため、液溜め部から流出する液状の中間媒体が、第1下側開口部に入ろうとするガス状の中間媒体の流れに乗って第1下側開口部を通じて第1流路内に流入することがより効果的に抑止される。

[0141] (8) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記液流入抑止部材は、前記第1流路の前記第1下側開口部から径方向に離れるように、鉛直方向に対して傾斜している。

[0142] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、液流入抑止部材の下端部と第1下側開口部との間の距離が大きくなり、液溜め部から流出する液状の中間媒体が第1下側開口部を通じて第1流路内に流入することがより効果的に抑止される。

[0143] (9) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記液流入抑止部材は、前記第1流路の前記第1下側開口部を取り囲むように、前記第1流路の周方向に連続的に又は不連続的に形成されている。

[0144] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、液流入抑止部材が第1下側開口部を第1流路の周方向に取り囲む。このため、液溜め部の周方向の任意の位置から流出する液状の中間媒体が第1下側開口部を通じて第1流路内に流入することが抑止される。また、この態様において、液流入抑止部材が不連続的に形成されている場合には、液流入抑止部材が液状の中間媒体の流入を抑止しながらガス状の中間媒体の流入を抑止しない状態が可能となる。

[0145] (10) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第2流路の前記第2下側開口部は、前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも下側の位置に配置されることにより、前記液状の中間媒体に浸かっている。

[0146] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、液流路として機能する第2流路の下端部である第2下側開口部が第1のチャンバ内に溜まった液状の中間媒

体に浸かっている。このため、第2流路の全体が液状の中間媒体で満たされた状態で運転することができる。このため、第2流路の中にガス状の中間媒体が流入したとしても、第2流路の中で液状の中間媒体が流れやすい状態が維持され、第2流路は液流路として機能し続けることができる。

[0147] (11) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第2流路の前記第2下側開口部は、前記第1のチャンバ内において、前記第1の伝熱管の直上から側方にずれた位置に配置されている。

[0148] 第1のチャンバ内における液状の中間媒体に浸かっている第2流路の第2下側開口部が、第1の伝熱管の直上に配置されていると、第2下側開口部を通じて第2流路内に第1の伝熱管から発生するガス状の中間媒体の流入を生じさせるおそれがある。しかし、この態様に係る中間媒体式熱交換器では、第2下側開口部が第1のチャンバ内において第1の伝熱管の直上から側方にずれた位置に配置されているため、第2下側開口部から第2流路内にガス状の中間媒体が流入することが抑制される。

[0149] (12) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記中間媒体蒸発器は、前記第1のチャンバ内の前記ガス状の中間媒体が前記第2下側開口部を通じて前記第2流路内に流入することを抑止するガス流入抑止部材を更に有する。

[0150] この態様に係る中間媒体式熱交換器では、中間媒体蒸発器の第1のチャンバ内で発生したガス状の中間媒体が、液中を浮上したとしても、第2下側開口部から第2流路内に流入することが抑止される。

[0151] (13) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第1流路の水力直径は、前記第2流路の水力直径よりも大きい。

[0152] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、ガス状の中間媒体が流れる第1流路による圧力損失が抑えられる。

[0153] (14) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第1流路の前記第1上側開口部及び前記第1下側開口部は、開口径を大きくするように逆テーパ状に形成されている。

- [0154] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、ガス状の中間媒体が流れる第1流路による圧力損失が抑えられる。
- [0155] (15) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記第2流路の前記第2上側開口部は、開口径を大きくするように逆テーパ状に形成されている。
- [0156] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、液状の中間媒体が流れる第2流路による圧力損失が抑えられる。
- [0157] (16) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記中間媒体式熱交換器は、第2の連通管を更に備える。第2の連通管は、内管と前記内管の径方向外側に配置される外管とを含む多重管構造であり、前記第1のチャンバの内部空間と前記第2のチャンバの内部空間とを相互に連通してもよい。この場合、前記内管の内側の空間、及び、前記内管と前記外管との間の空間のうちの一方を第1流路とし、他方を第2流路とする。
- [0158] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、複数の連通管を備えるため、中間媒体蒸発器と液化ガス気化器との間で循環する中間媒体の循環量を増大させることができ、中間媒体式熱交換器の効率を向上させることができる。
- [0159] (17) 前記中間媒体式熱交換器の好ましい態様として、前記内管と前記外管の少なくとも一方には、断熱材が設けられている。
- [0160] この態様に係る前記中間媒体式熱交換器では、内管に断熱材が設けられている場合には、内管と外管の間の熱交換による影響を抑制し、外管に断熱材が設けられている場合には、外管を流れる中間媒体と大気との間の熱交換による影響を抑制することができる。
- [0161] 前記実施形態に係る中間媒体式熱交換器では、コストを抑制することができる。

請求の範囲

[請求項1]

中空状の第1のチャンバと、前記第1のチャンバ内を通過するように配置され熱源媒体が流入する第1の伝熱管と、を有する中間媒体蒸発器と、

前記第1のチャンバよりも上方に配置される中空状の第2のチャンバと、前記第2のチャンバ内を通過するように配置され低温液化ガスが流入する第2の伝熱管と、を有する液化ガス気化器と、

内管と前記内管の径方向外側に配置される外管とを含む多重管構造であり、前記第1のチャンバの内部空間と前記第2のチャンバの内部空間とを相互に連通する連通管と、

を備え、

前記第1のチャンバ、前記第2のチャンバ及び前記連通管による空間内には中間媒体が封入されており、

前記第1のチャンバ内の液状の中間媒体は、前記第1の伝熱管を介して前記熱源媒体に加熱されて気化し、ガス状の中間媒体になり、

前記第2のチャンバ内のガス状の中間媒体は、前記第2の伝熱管を介して前記低温液化ガスに冷やされて凝縮し、液状の中間媒体になり、

前記内管の内側の空間、及び、前記内管と前記外管との間の空間のうち的一方を第1流路とし、他方を第2流路としたときに、

前記第1流路は、

前記第2のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1上側開口部と、

前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置で開口する第1下側開口部と、

を有し、ガス状の中間媒体が流れるガス流路として機能し、

前記第2流路は、

前記第2のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも下

側の位置で開口する第2上側開口部と、

前記第1のチャンバ内で開口する第2下側開口部と、

を有し、少なくとも一部において前記液状の中間媒体で満たされた状態で、前記液状の中間媒体が流れる液流路として機能する、

中間媒体式熱交換器。

[請求項2] 前記第2流路において、前記第1のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも上側の位置に設けられ、前記液状の中間媒体を溜める液溜め部を更に備える、

請求項1に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項3] 前記液溜め部は、

前記第2流路の前記第2下側開口部から流出した前記液状の中間媒体を溜める一方で、溜まった前記液状の中間媒体を、前記第2下側開口部よりも上側に位置する上縁部から溢れさせるように構成されている、

請求項2に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項4] 前記第2流路は、前記第2上側開口部から下方に延びる上側流路部と、前記第2下側開口部から上方に延び且つ上端部が前記上側流路部の下端部よりも上方に位置する下側流路部と、を更に有し、

前記液溜め部は、前記上側流路部の前記下端部から流出した前記液状の中間媒体を溜める一方で、溜まった前記液状の中間媒体を、前記下側流路部の前記上端部に流入させるように構成されている、

請求項2に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項5] 前記液溜め部は、前記液溜め部を通過する前記液状の中間媒体の下向きの流れを上向きの流れに曲げる曲面を含んだ形状に形成されている、

請求項3又は請求項4に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項6] 前記第1流路は前記連通管の前記内管の内側の空間として形成され、前記第2流路は前記内管と前記外管との間の空間として形成され、

前記連通管は、前記液溜め部から流出した前記液状の中間媒体が、前記第 1 下側開口部に入ろうとする前記ガス状の中間媒体の流れに乗って前記第 1 下側開口部を通じて前記第 1 流路内に流入することを抑止する液流入抑止部材を更に有する、

請求項 2 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項7] 前記液流入抑止部材は、前記液溜め部から下方に延び、前記第 1 流路の前記第 1 下側開口部よりも下方に位置する下端部を有する、

請求項 6 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項8] 前記液流入抑止部材は、前記第 1 流路の前記第 1 下側開口部から径方向に離れるように、鉛直方向に対して傾斜している、

請求項 6 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項9] 前記液流入抑止部材は、前記第 1 流路の前記第 1 下側開口部を取り囲むように、前記第 1 流路の周方向に連続的に又は不連続的に形成されている、

請求項 6 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項10] 前記第 2 流路の前記第 2 下側開口部は、前記第 1 のチャンバ内における前記液状の中間媒体の液面よりも下側の位置に配置されることにより、前記液状の中間媒体に浸かっている、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項11] 前記第 2 流路の前記第 2 下側開口部は、前記第 1 のチャンバ内において、前記第 1 の伝熱管の直上から側方にずれた位置に配置されている、

請求項 10 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項12] 前記中間媒体蒸発器は、前記第 1 のチャンバ内の前記ガス状の中間媒体が前記第 2 下側開口部を通じて前記第 2 流路内に流入することを抑止するガス流入抑止部材を更に有する、

請求項 10 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項13] 前記第 1 流路の水力直径は、前記第 2 流路の水力直径よりも大きい

、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項14] 前記第 1 流路の前記第 1 上側開口部及び前記第 1 下側開口部は、開口径を大きくするように逆テーパ状に形成されている、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

[請求項15] 前記第 2 流路の前記第 2 上側開口部は、開口径を大きくするように逆テーパ状に形成されている、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

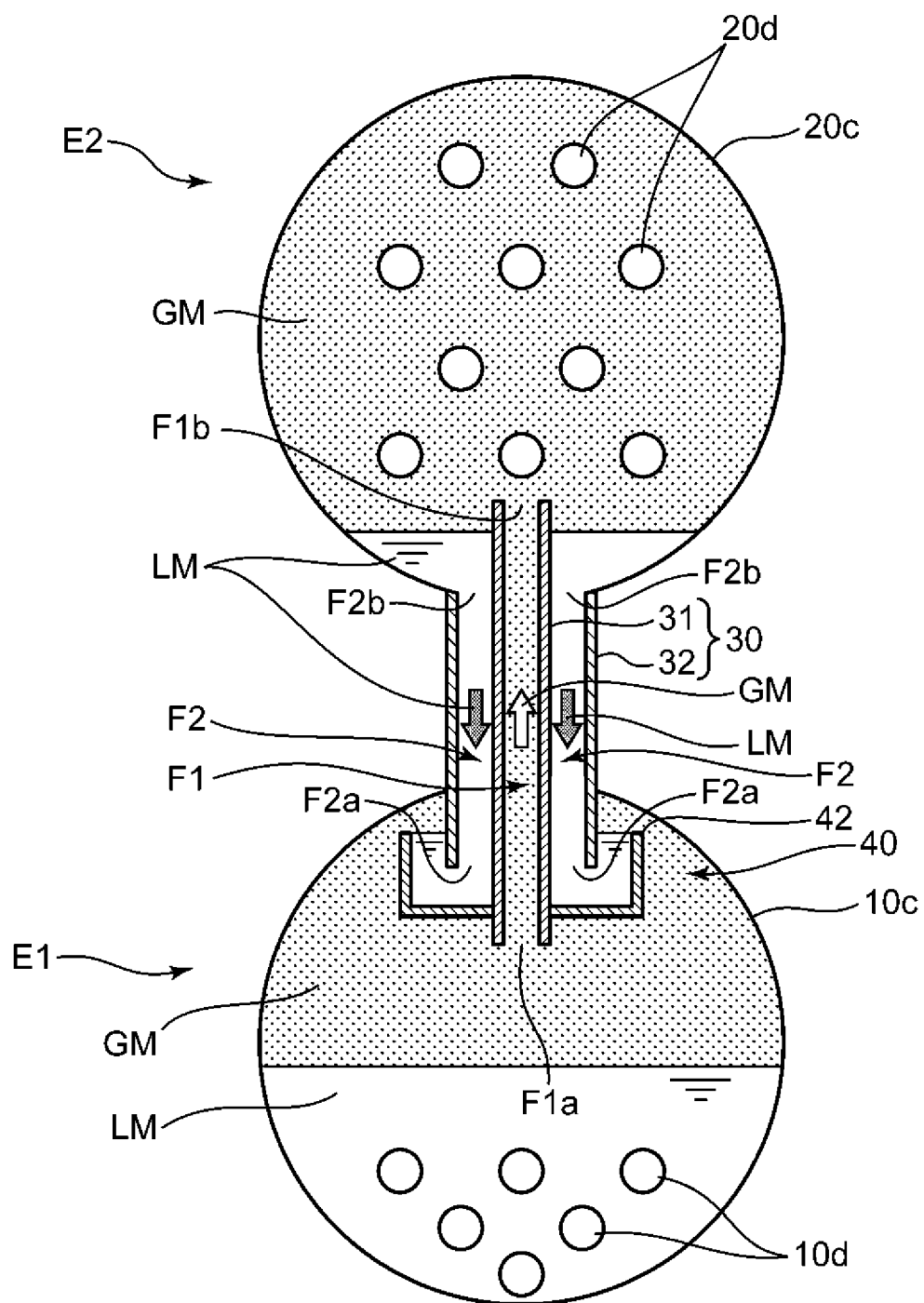
[請求項16] 内管と前記内管の径方向外側に配置される外管とを含む多重管構造であり、前記第 1 のチャンバの内部空間と前記第 2 のチャンバの内部空間とを相互に連通し、前記内管の内側の空間、及び、前記内管と前記外管との間の空間のうちの一方を第 1 流路とし、他方を第 2 流路とする第 2 の連通管を更に備える、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

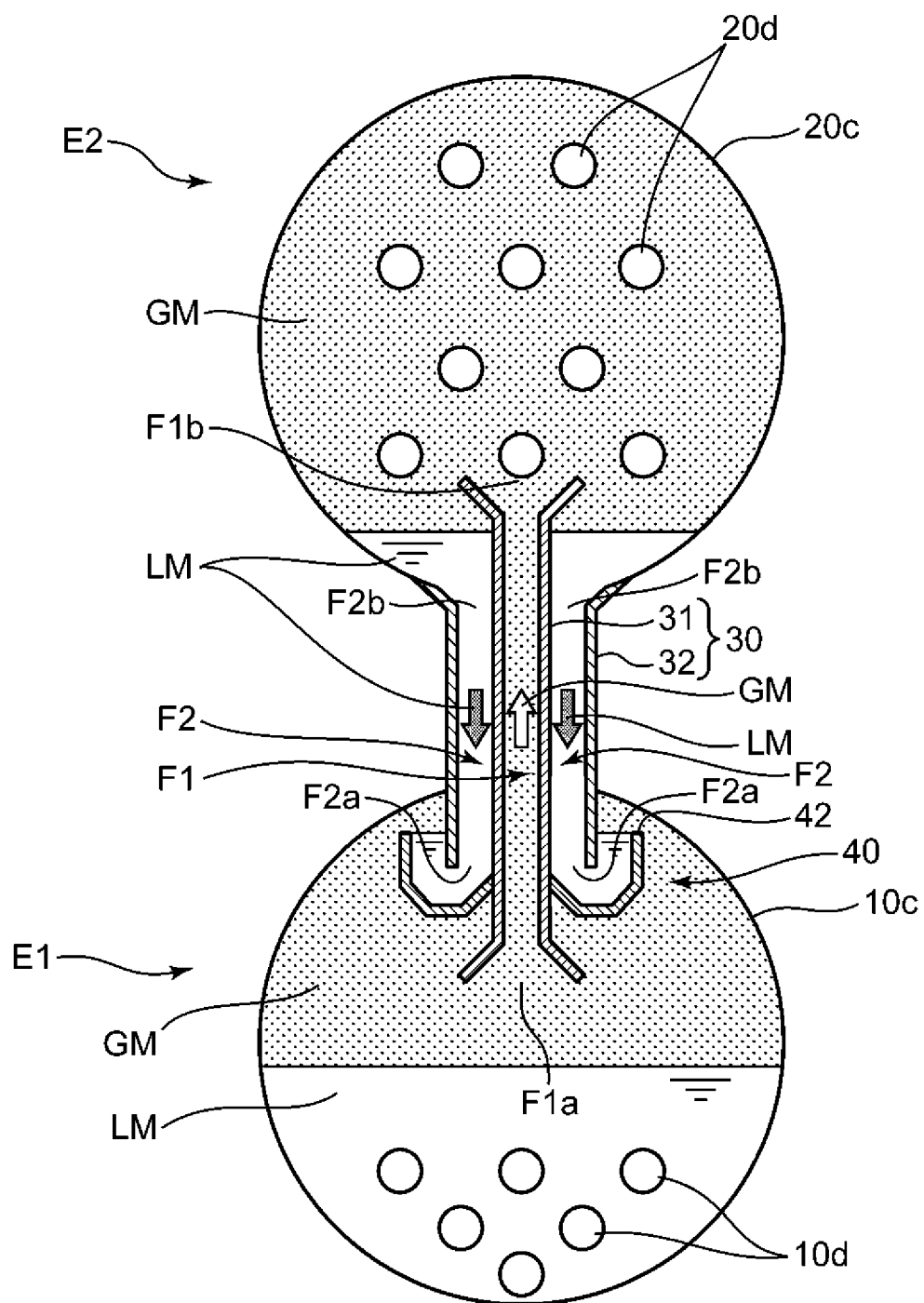
[請求項17] 前記内管と前記外管の少なくとも一方には、断熱材が設けられている、

請求項 1 に記載の中間媒体式熱交換器。

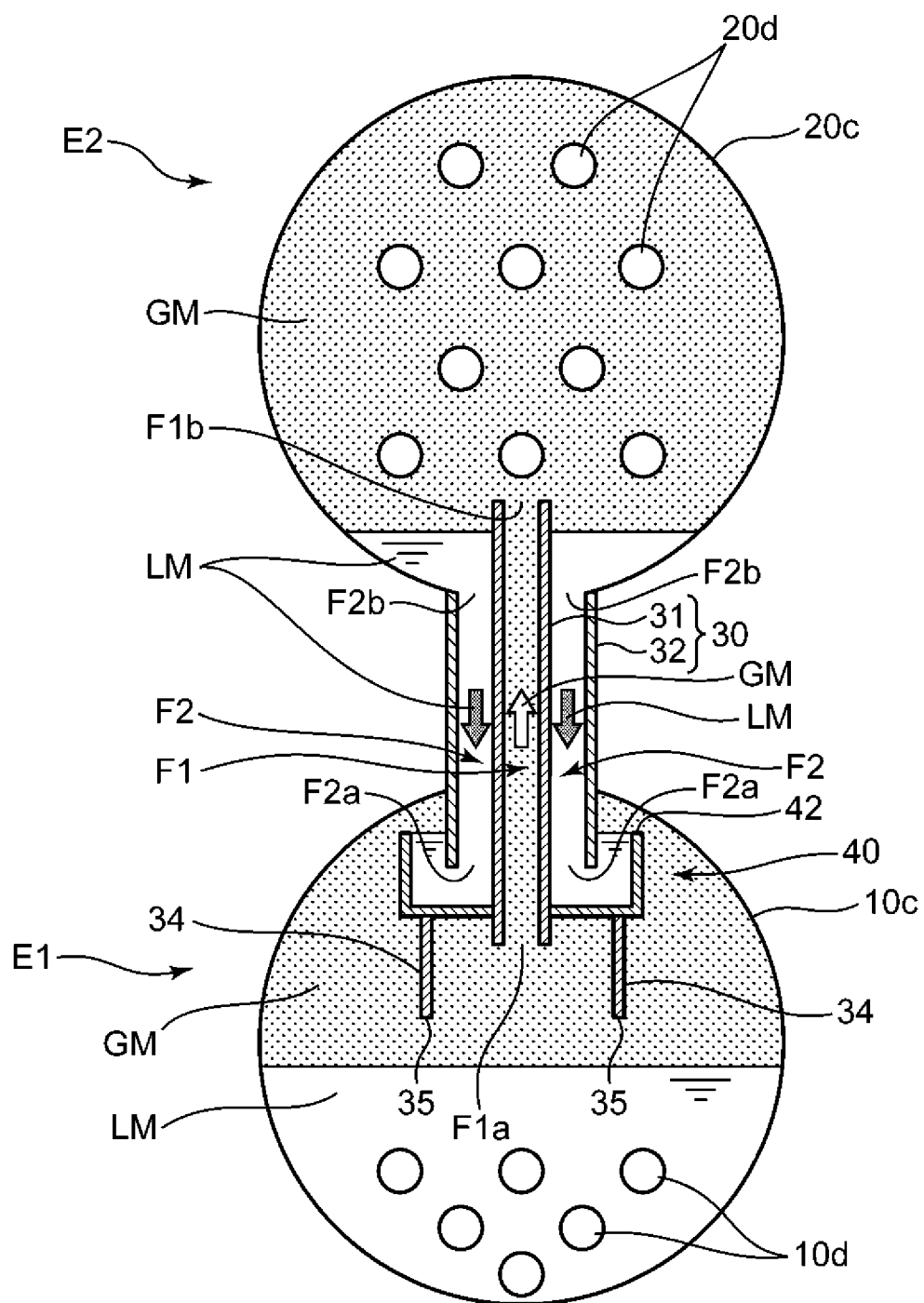
[図2]

1

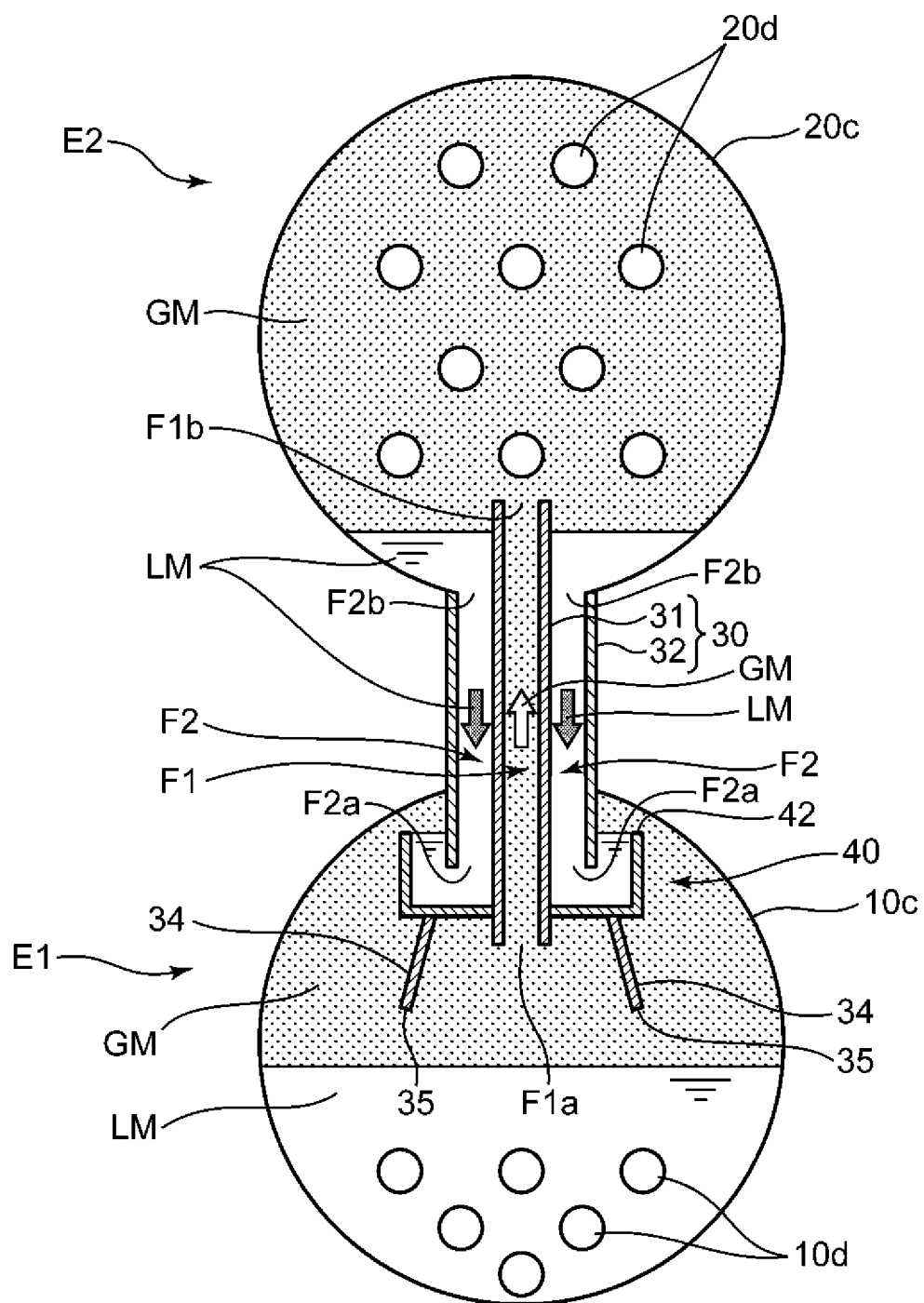
[図3]

1

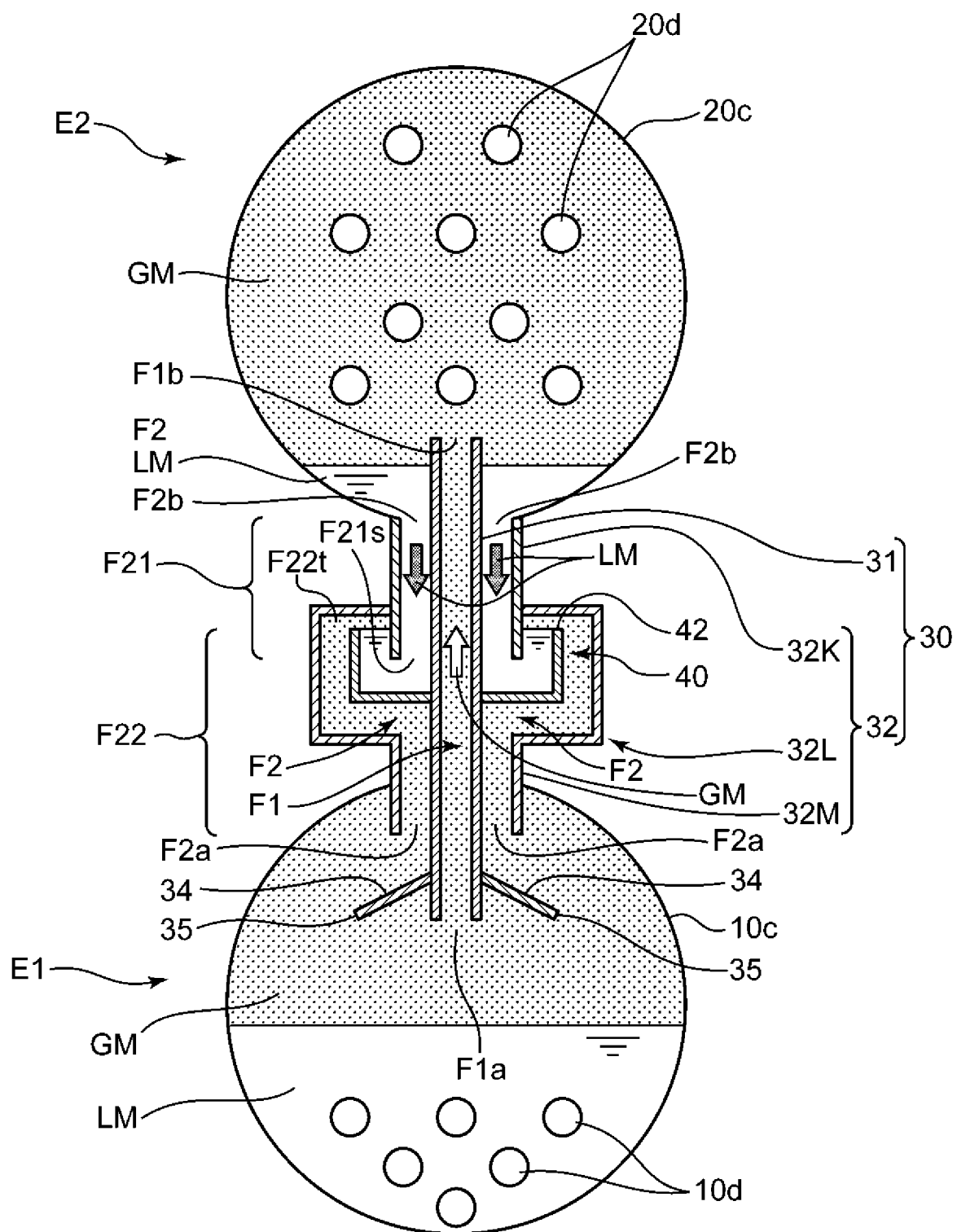
[図4]

1

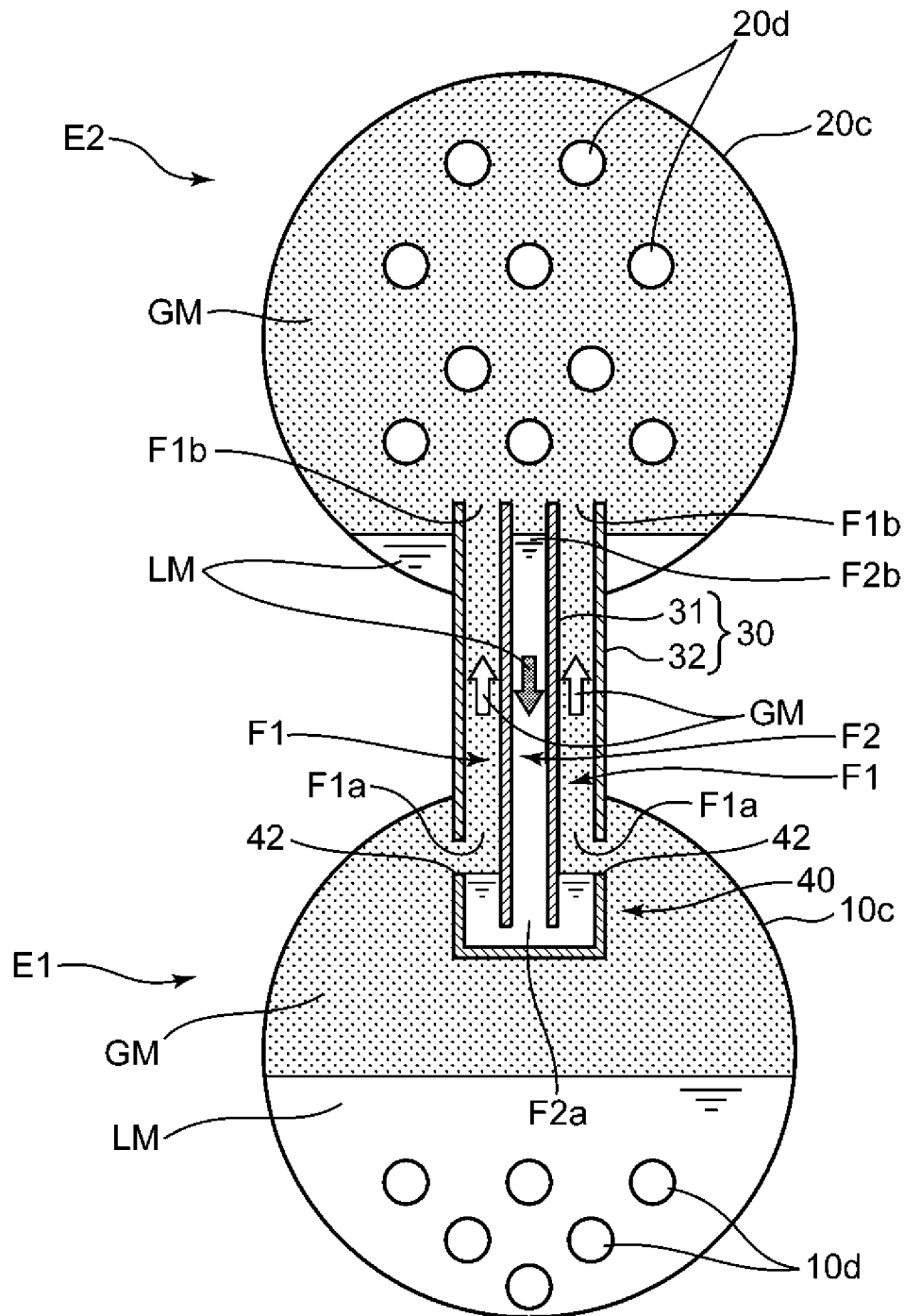
[図5]

1

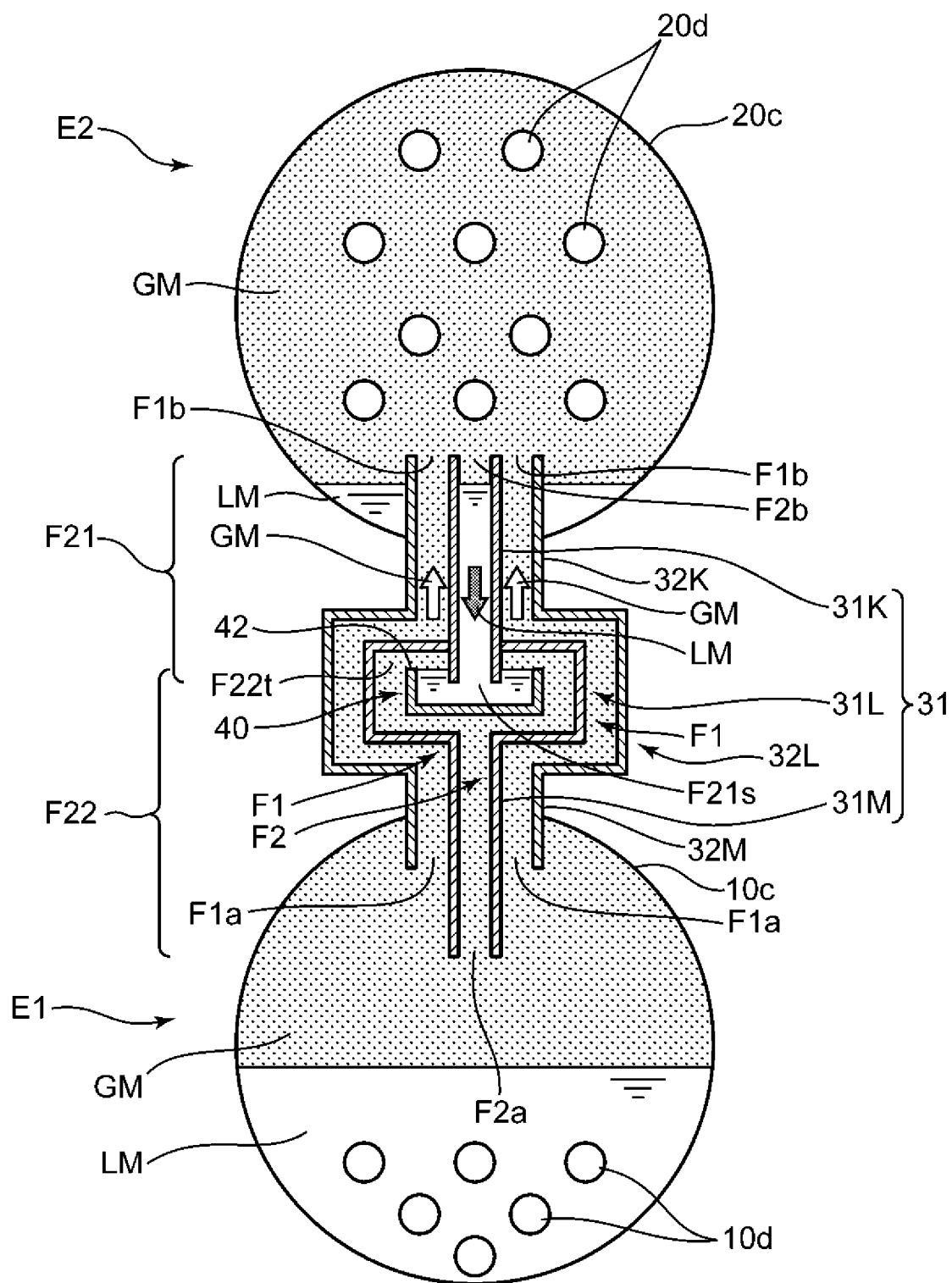
1



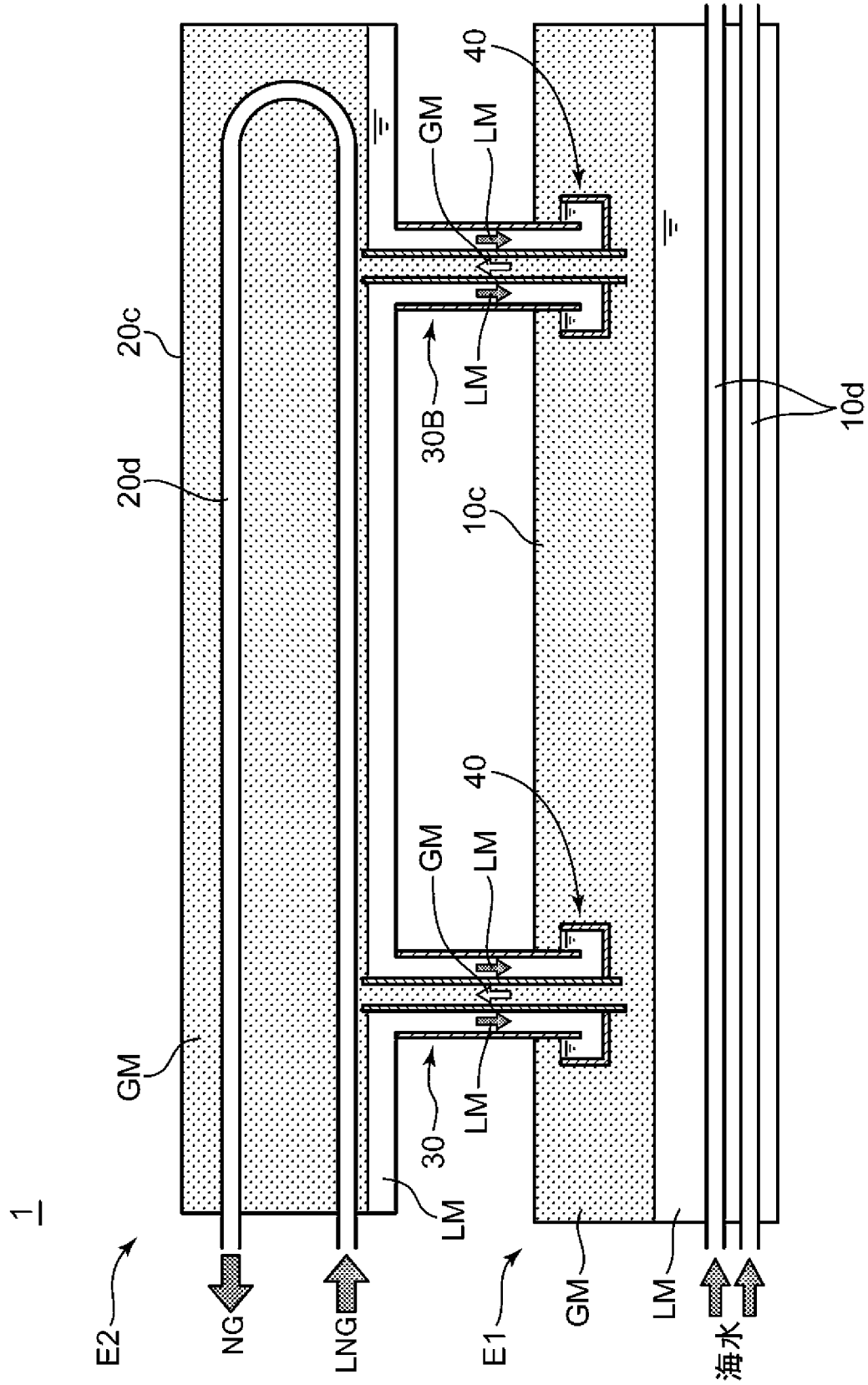
[図7]

1

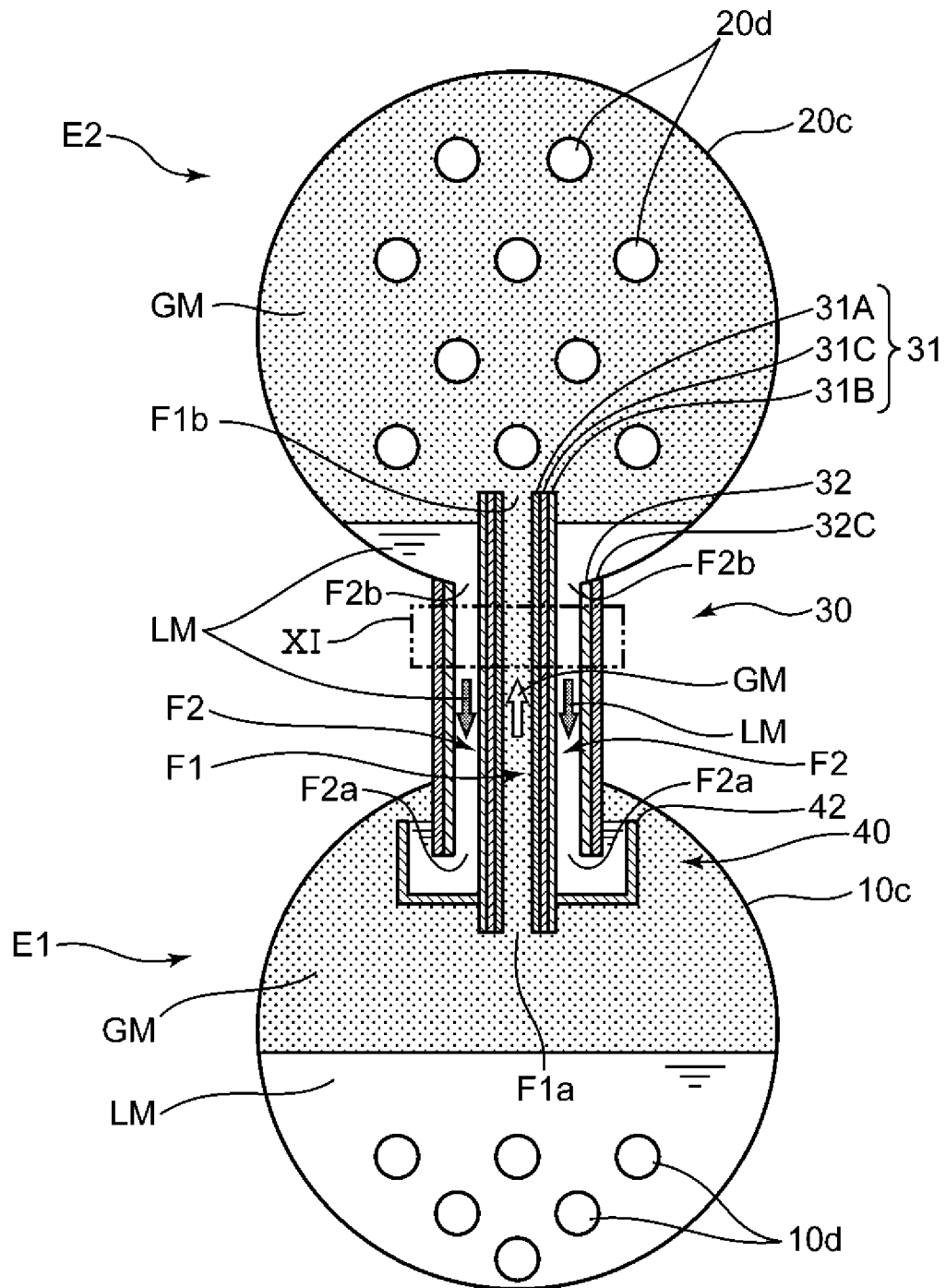
[図8]

1

[図9]

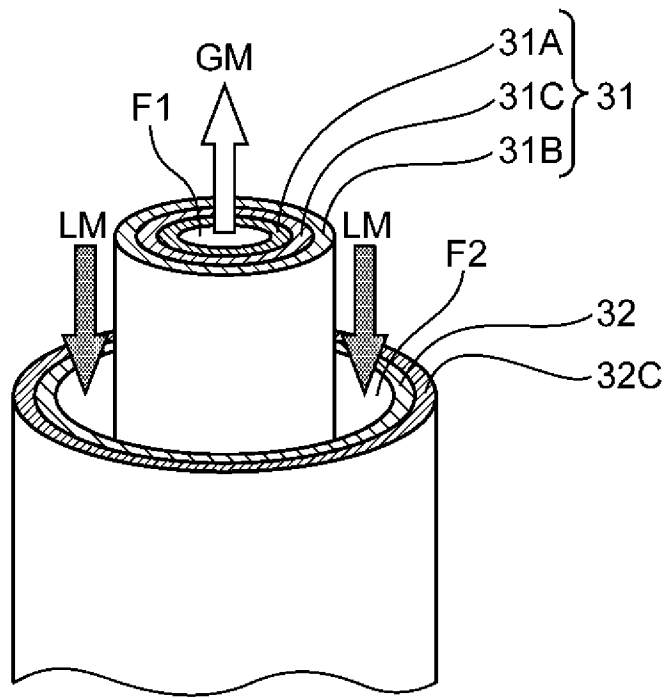


[図10]

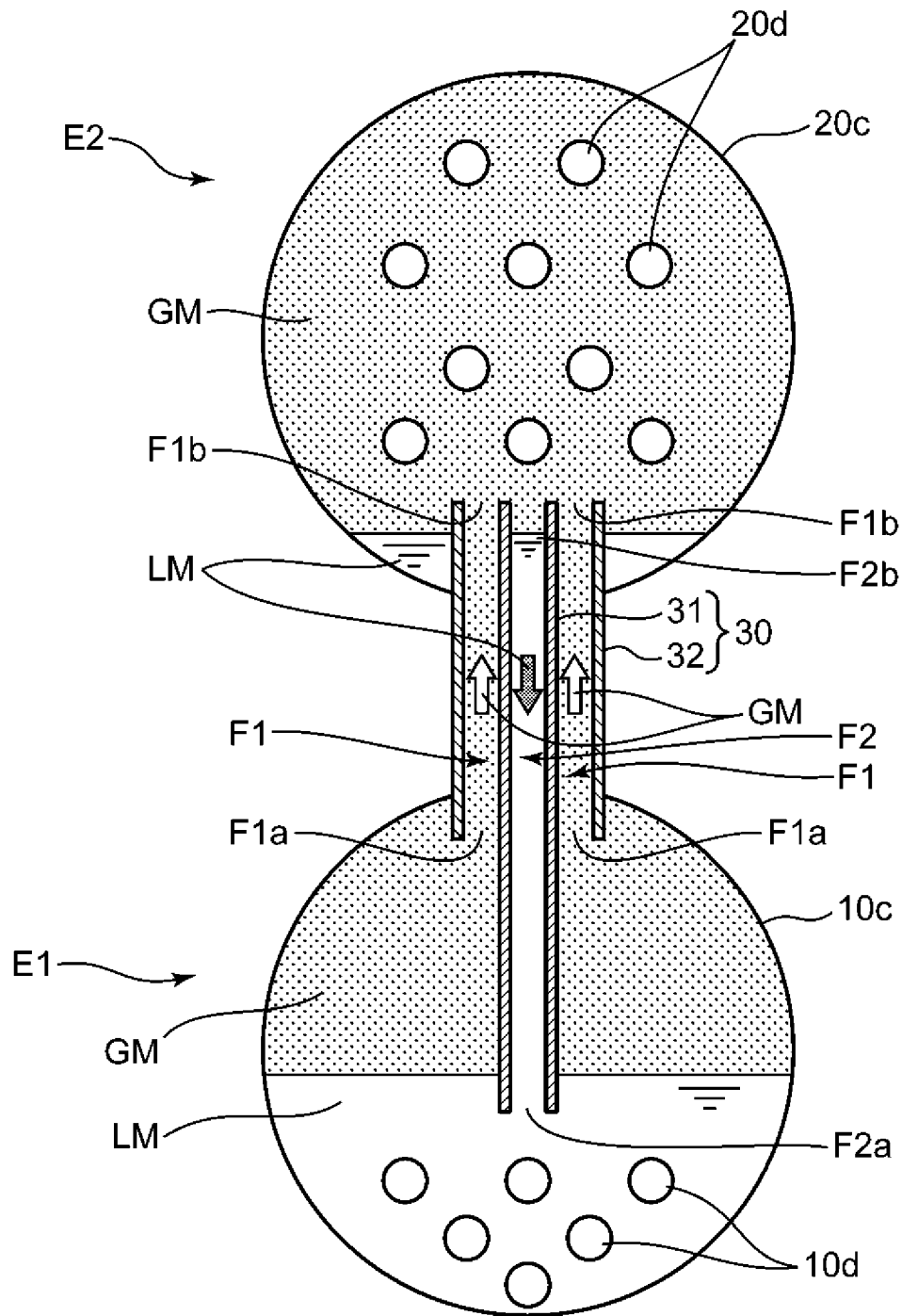
1

[図11]

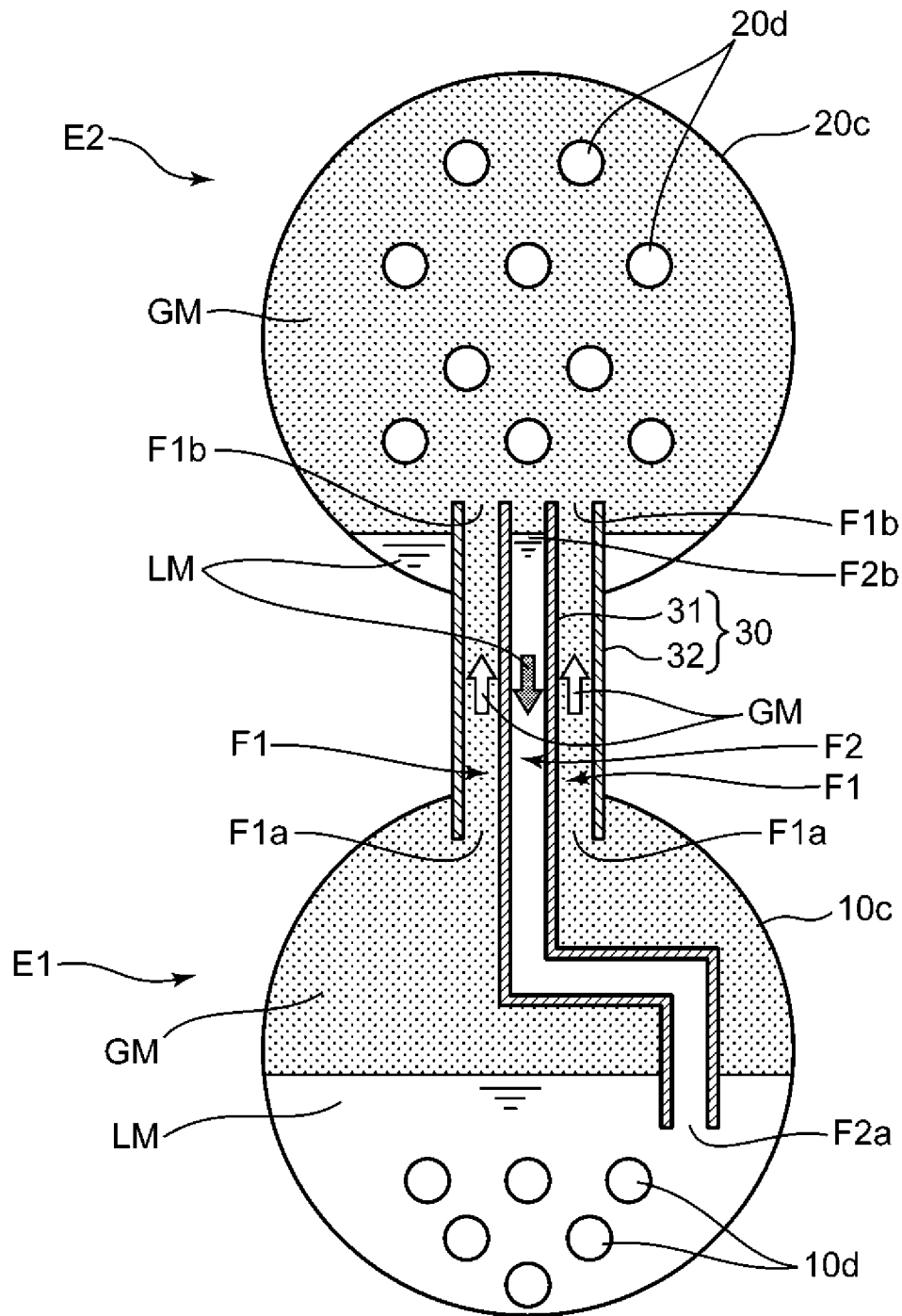
30



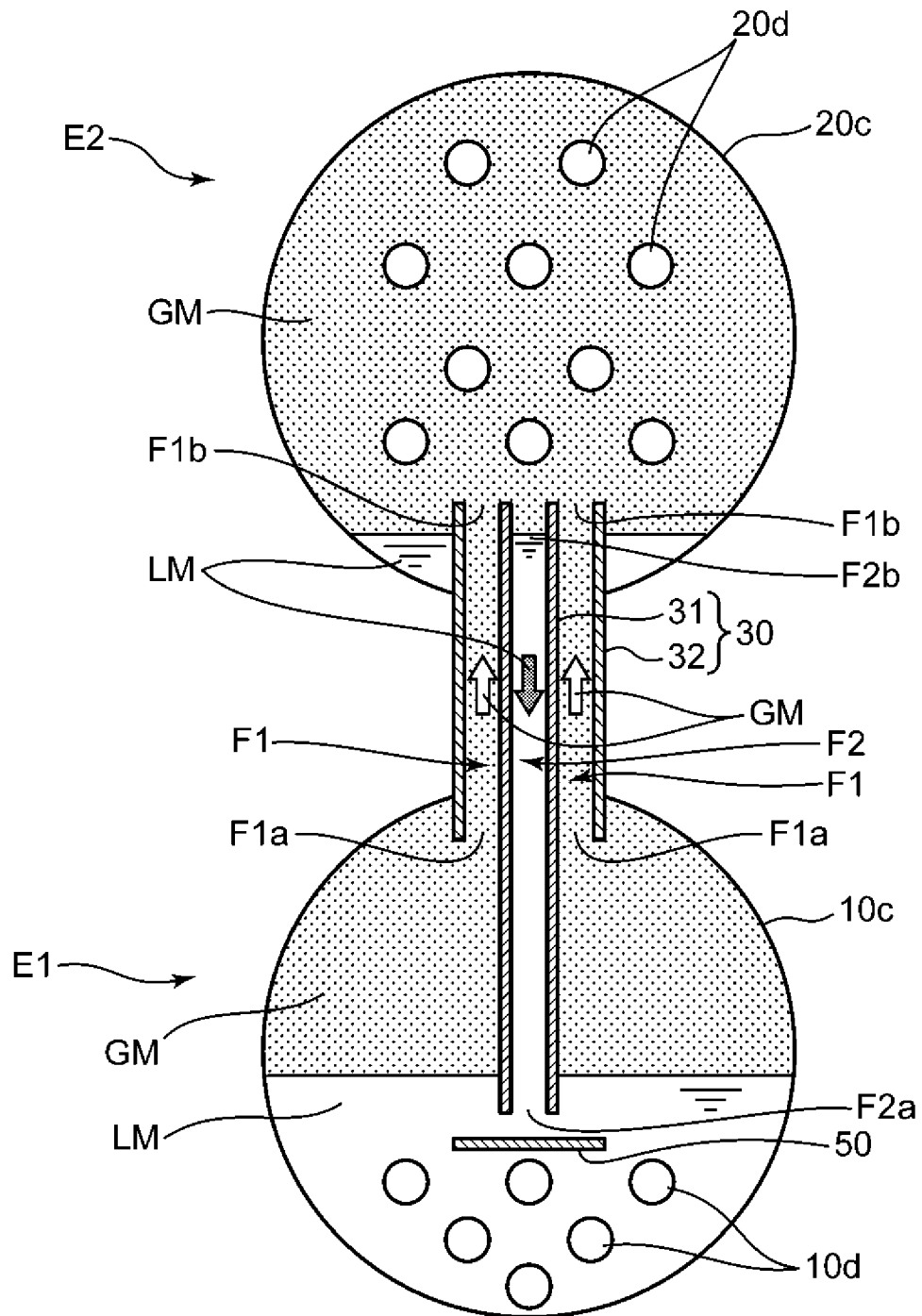
[図12]

1

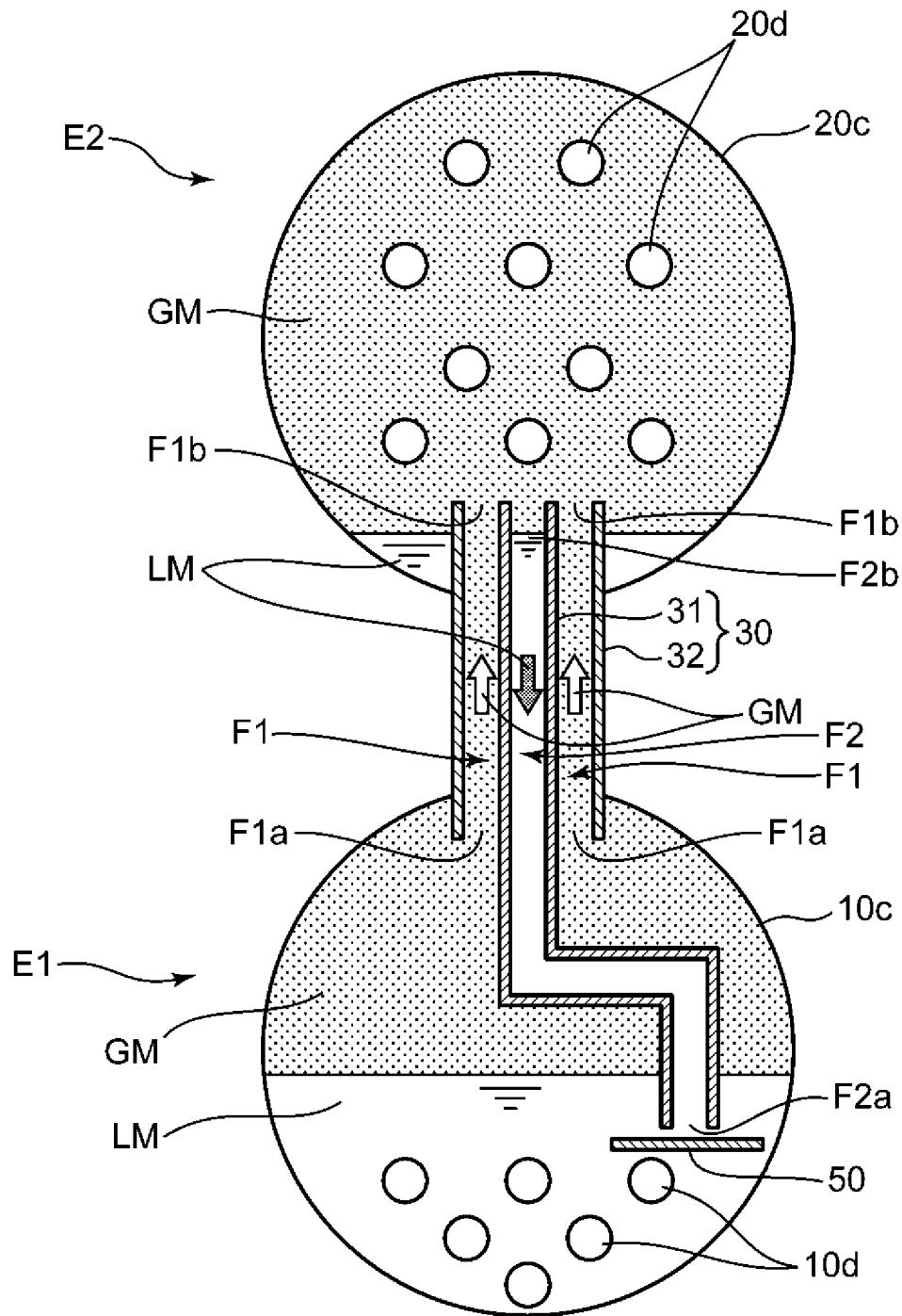
[図13]

1

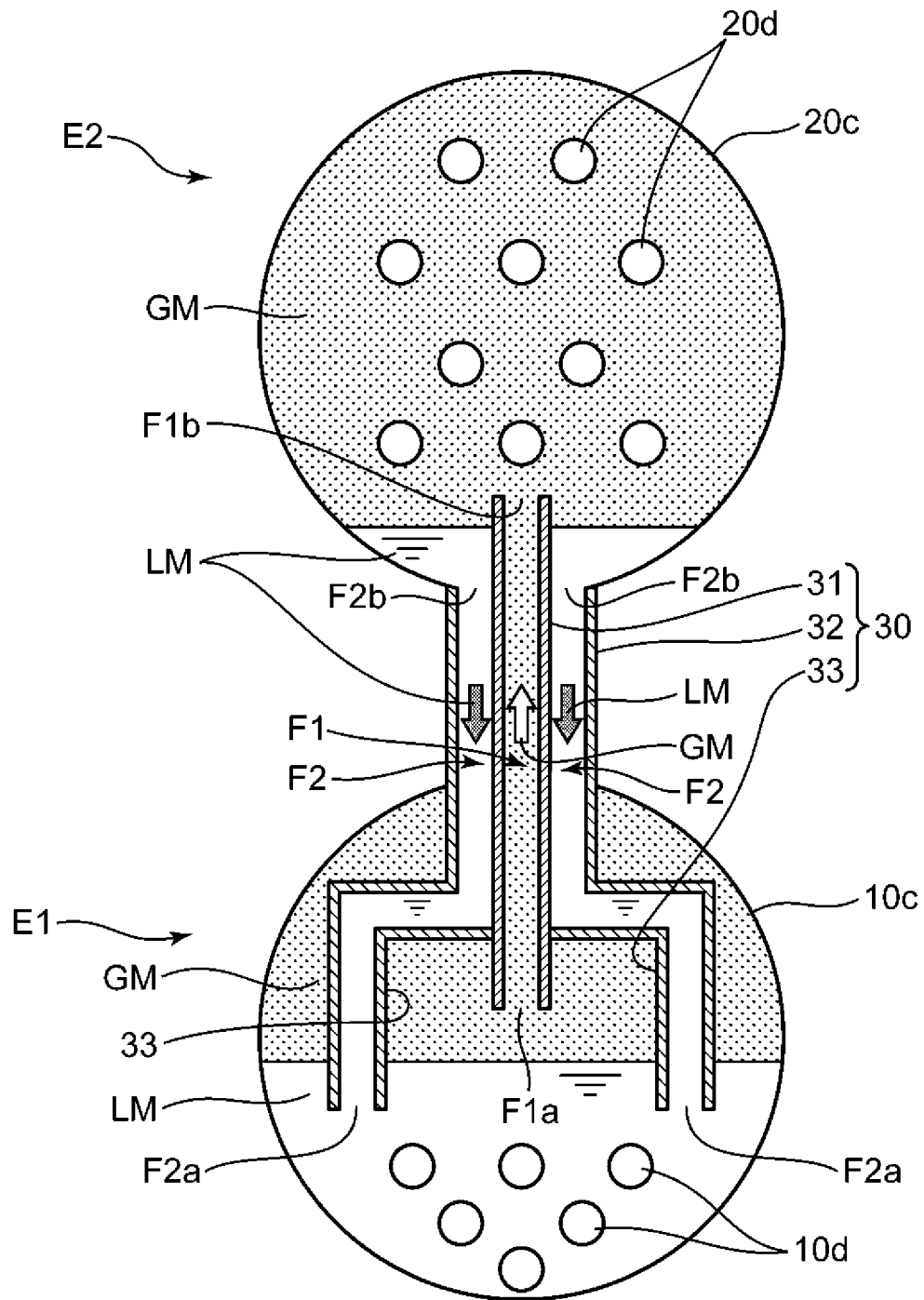
[図14]

1

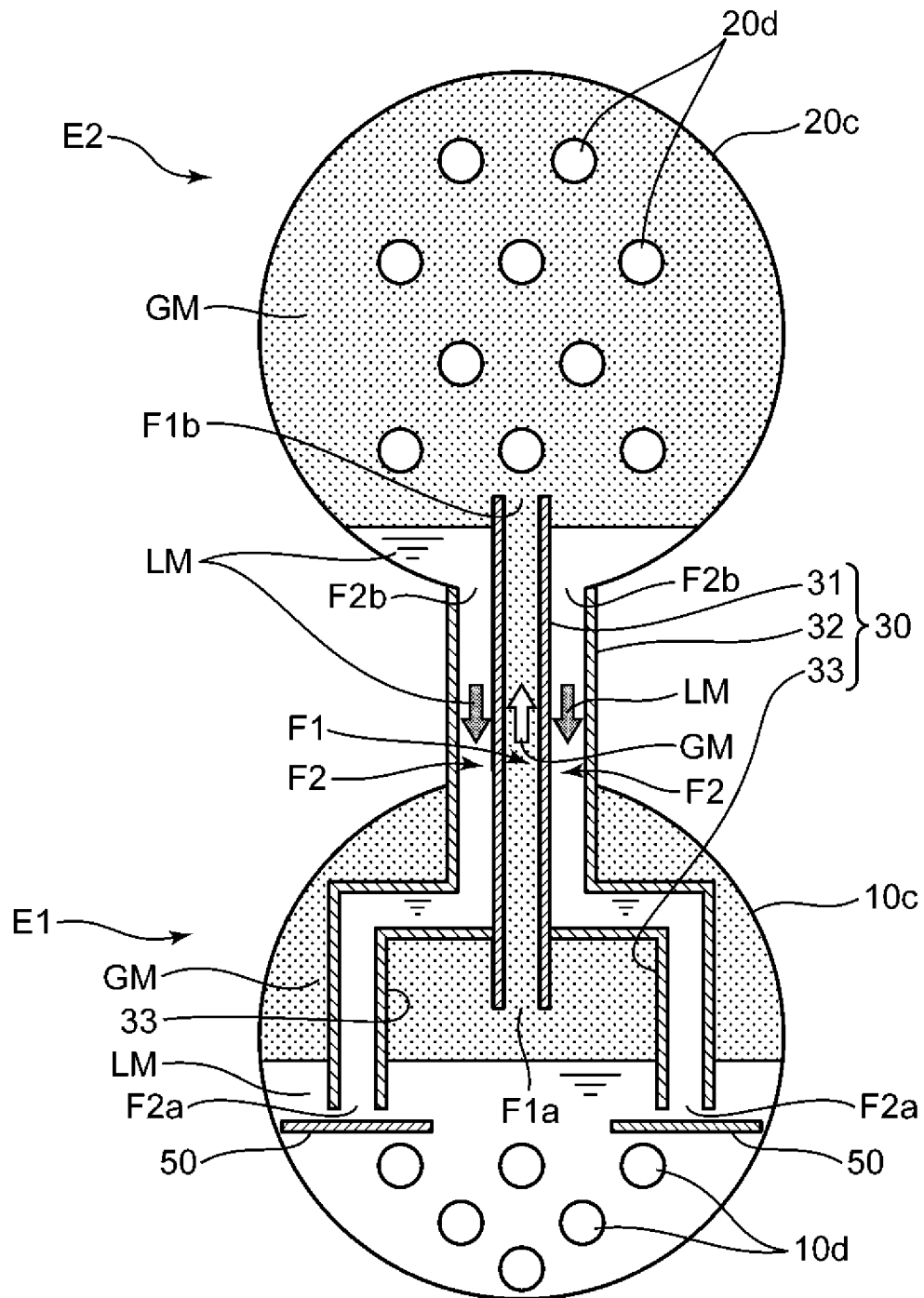
[図15]

1

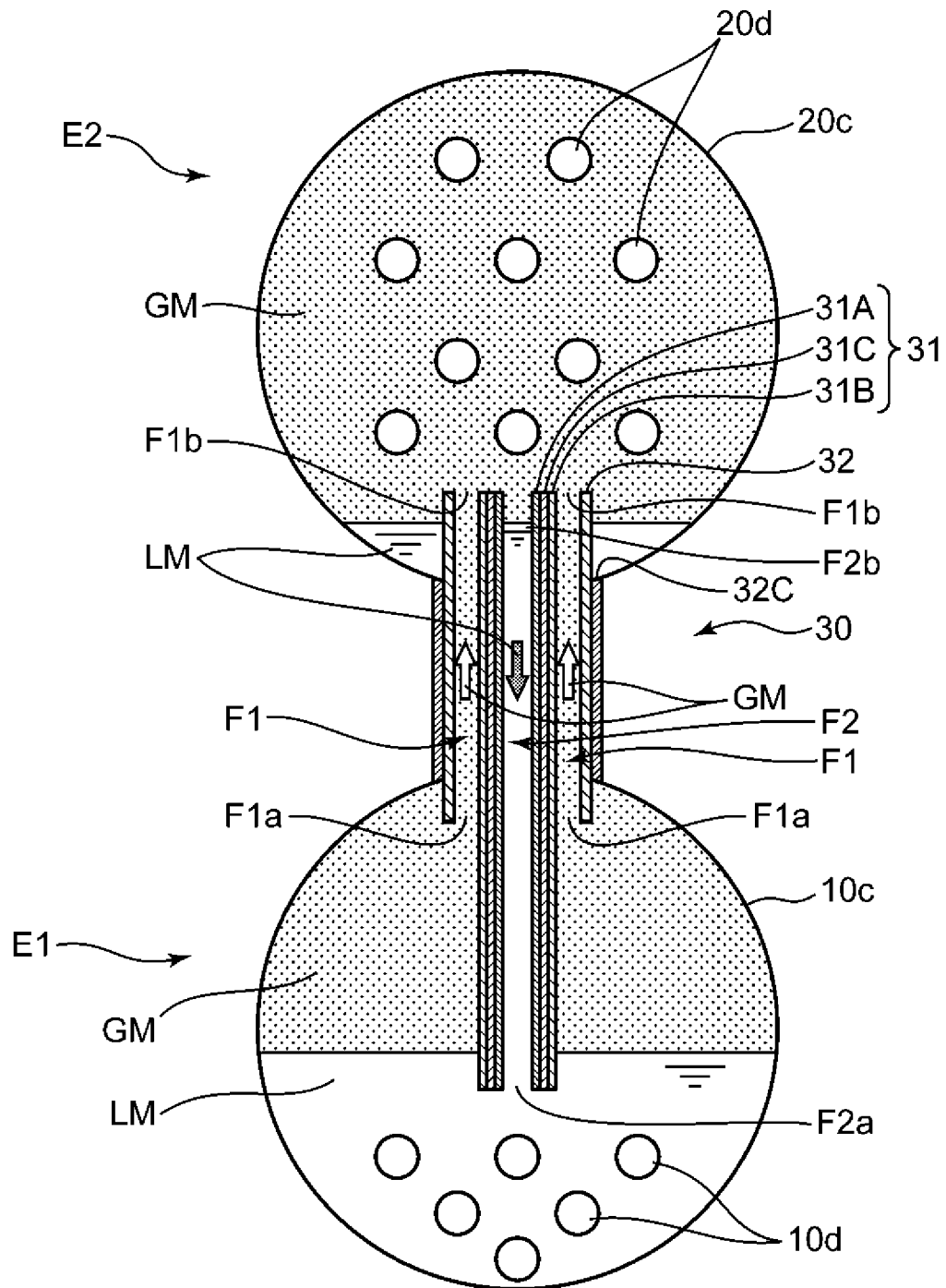
[図16]

1

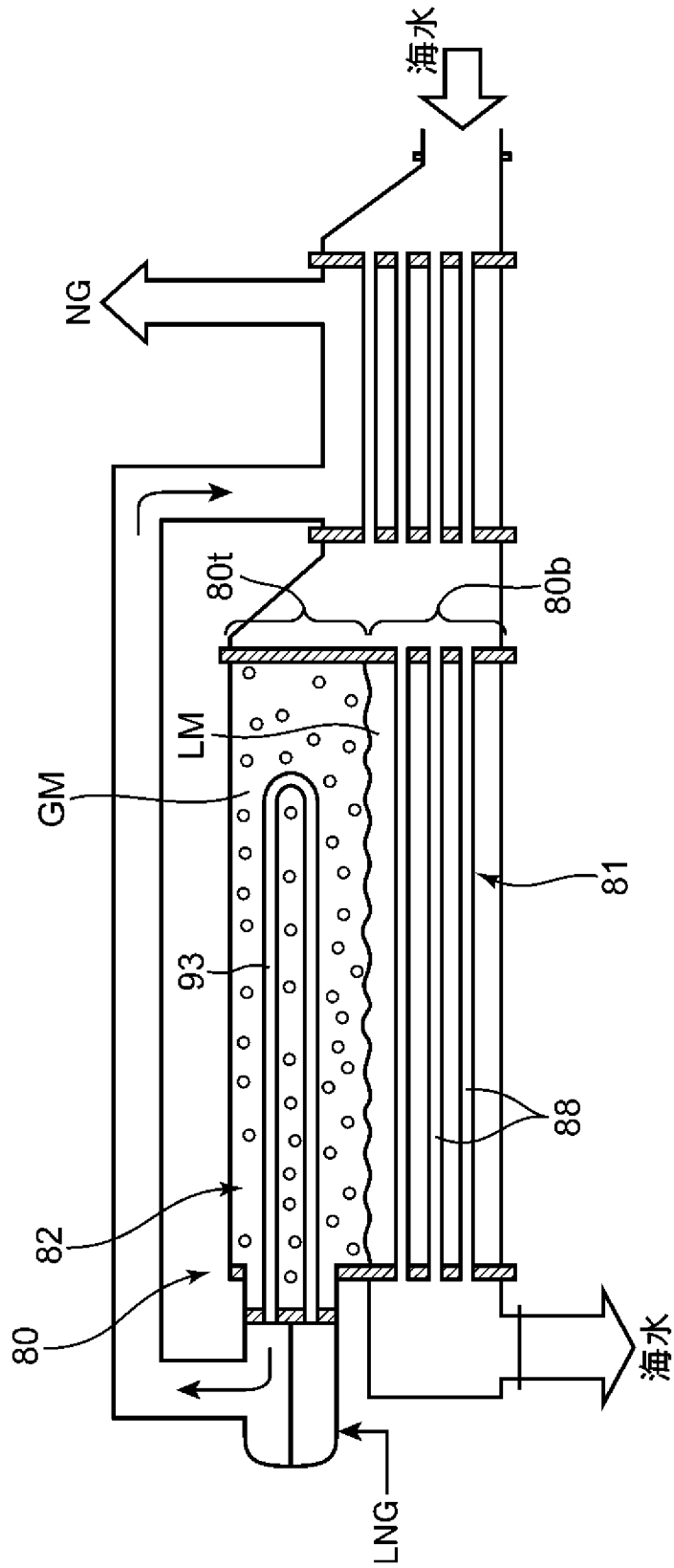
[図17]

1

[図18]

1

[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/021907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F17C9/02 (2006.01) i

FI: F17C9/02

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)

Int.Cl. F17C9/02

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 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2020-51674 A (THE KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) 02 April 2020 (2020-04-02), paragraphs [0044], [0101]-[0108], fig. 5A-5C	1-17
A	JP 2004-190951 A (HIROSHIMA GAS KK) 08 July 2004 (2004-07-08)	1-17
A	JP 2000-227200 A (KOBE STEEL, LTD.) 15 August 2000 (2000-08-15)	1-17
A	JP 2020-8130 A (KOBE STEEL, LTD.) 16 January 2020 (2020-01-16)	1-17



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

05 July 2021

Date of mailing of the international search report

13 July 2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/021907

JP 2020-51674 A	02 April 2020	(Family: none)
JP 2004-190951 A	08 July 2004	(Family: none)
JP 2000-227200 A	15 August 2000	US 6164247 A CN 1264008 A
JP 2020-8130 A	16 January 2020	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F17C 9/02(2006.01)i FI: F17C9/02														
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）） F17C9/02 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
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												
A	JP 2020-51674 A（関西電力株式会社）02.04.2020（2020-04-02） 段落[0044], [0101]-[0108], [図5A]-[図5C]	1-17												
A	JP 2004-190951 A（広島ガス株式会社）08.07.2004（2004-07-08）	1-17												
A	JP 2000-227200 A（株式会社神戸製鋼所）15.08.2000（2000-08-15）	1-17												
A	JP 2020-8130 A（株式会社神戸製鋼所）16.01.2020（2020-01-16）	1-17												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.07.2021	国際調査報告の発送日 13.07.2021													
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） 宮崎 基樹 3N 3424 電話番号 03-3581-1101 内線 3361													

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/JP2021/021907

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-51674	A	02.04.2020	(ファミリーなし)	
JP	2004-190951	A	08.07.2004	(ファミリーなし)	
JP	2000-227200	A	15.08.2000	US 6164247 A	
				CN 1264008 A	
JP	2020-8130	A	16.01.2020	(ファミリーなし)	