

(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
2020年7月2日(02.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/138079 A1

(51) 国際特許分類:
F28D 15/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050597

(22) 国際出願日: 2019年12月24日(24.12.2019)

(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 2018-245272 2018年12月27日(27.12.2018) JP

(71) 出願人: 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: 春木 悠 (**HARUKI, Yu**). 坂川 佳司 (**SAKAGAWA, Keiji**). 袴田 和英(**HAKAMADA, Kazuhide**). 三谷 亮介(**MITANI, Ryosuke**).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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, JO, KE, KG, KH,

(54) **Title:** LOOP-TYPE HEAT PIPE AND TRANSPORT DEVICE

(54) 発明の名称: ループ型ヒートパイプ及び輸送機

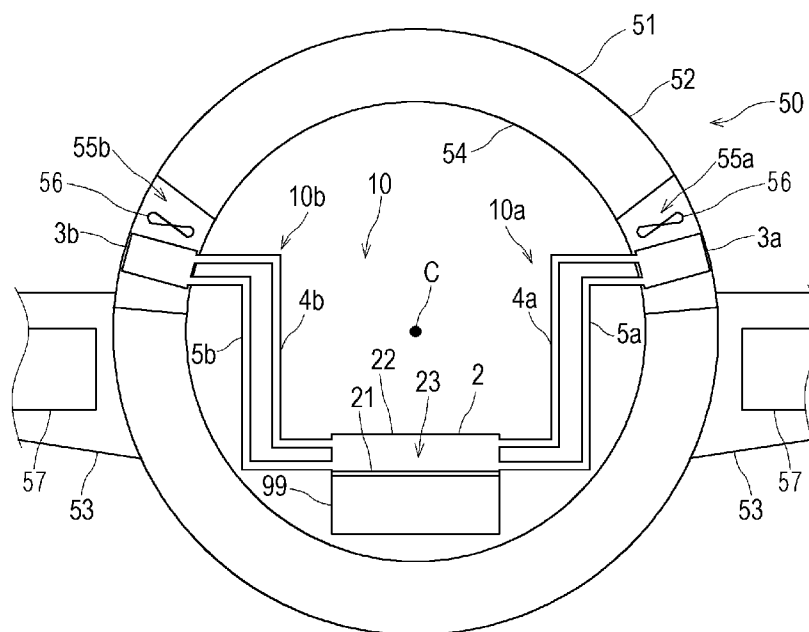


FIG.1

(57) **Abstract:** A loop-type heat pipe which is mounted in a transport device that undergoes a tilting operation, and which is equipped with: an evaporator for converting at least a portion of a liquid-phase working fluid to gas; a first condenser and a second condenser for converting the gas-phase working fluid to liquid; a first vapor tube and a first liquid tube connecting the evaporator and the first condenser; and a second vapor tube and a second liquid tube connecting the evaporator and the second condenser. In a state in which a transport device is placed on a horizontal surface, the first condenser and the

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)）

second condenser are positioned above the evaporator, and the first condenser and the second condenser are separated from each other in the horizontal direction with a tilting shaft and the evaporator sandwiched therebetween.

(57) 要約：傾転運動する輸送機に搭載されるループ型ヒートパイプが、液相の作動流体の少なくとも一部を気体に変化させる蒸発器と、気相の作動流体を液体に変化させる第1凝縮器及び第2凝縮器と、蒸発器と第1凝縮器とを連絡する第1蒸気管及び第1液管と、蒸発器と第2凝縮器とを連絡する第2蒸気管及び第2液管とを備える。輸送機が水平面に置かれた状態において、第1凝縮器及び第2凝縮器は蒸発器よりも上方に位置し、第1凝縮器輸送機が水平面に置かれた状態においてと第2凝縮器とが傾転軸及び蒸発器を間に挟んで水平方向に離れている。

明 細 書

発明の名称： ループ型ヒートパイプ及び輸送機

技術分野

[0001] 本発明は、ループ型ヒートパイプ、及び、それを備えた輸送機に関する。

背景技術

[0002] 従来、作動流体の相変化を利用して高密度な熱輸送を行うループ型ヒートパイプの技術が知られている。このようなループ型ヒートパイプを利用した熱輸送システムは、例えば、コンピュータや家電などの電子機器の冷却に利用されてきた。ループ型ヒートパイプとしては、毛細管力及び／又は重力を利用して作動流体を循環させるものがある。

[0003] ループ型ヒートパイプは、蒸発器、凝縮器、蒸発器と凝縮器とを連絡する蒸気管、及び、凝縮器と蒸発器とを連絡する液管によって形成された閉ループを有する。閉ループには、作動流体が封入される。蒸発器では、液相の作動流体が発熱体から伝わる熱で加熱されて、その一部が気体に変化する。気液二相の作動流体は圧力差や浮力によって蒸気管内を移動し、凝縮器に到達する。凝縮器では、作動流体が冷却されて液体に変化する。液相の作動流体は毛細管力及び／又は重力によって蒸発器へ還流する。このようにして、ループ型ヒートパイプでは、作動流体が二相閉ループを循環することで蒸発器から凝縮器へ熱が輸送され、蒸発器と熱的に接続された発熱体が冷却される。

[0004] 上記のループ型ヒートパイプのうち作動流体の循環に重力を利用するものは、姿勢の変化により凝縮器と蒸発器との高低差によるヘッド差が小さくなったり逆転したりすると作動流体が凝縮器から蒸発器へ移動しにくくなる。姿勢の変化によりループ型ヒートパイプの傾きが更に増大すると、作動流体が蒸発器に戻りにくくなり、熱輸送が停止することがある。このような課題に対し、特許文献1では、ラップトップコンピュータやスマートフォンのように水平方向、鉛直方向、或いはその中間方向などの様々な姿勢で使用する

電子機器において、いかなる姿勢においても熱輸送機能を発揮するマルチループ型ヒートパイプが提案されている。このマルチループ型ヒートパイプは、積層された2組の独立したループ型ヒートパイプを備え、各ループ型ヒートパイプは対角線上の角部に蒸発器と凝縮器とが配置された四角形状を呈する。2組のループ型ヒートパイプの蒸発器同士が平面視において重ねて配置され、凝縮器同士が平面視において異なる位置に配置されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2012-233642号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 電子機器の高性能化及び小型化が急速に進み、近年では、これらの機器を多数搭載した船舶、鉄道車両、自動車、及び航空機などの輸送機におけるサーマルマネジメントへの要求も高まりつつある。上記のような作動流体の循環に重力を利用したループ型ヒートパイプを含む熱輸送システムを搭載した輸送機では、機体の姿勢が時々刻々と変化することから、姿勢の変化により作動流体を循環させる駆動力が低下し、熱輸送量が低下するという課題がある。

[0007] 特許文献1のマルチループ型ヒートパイプは、ループ型ヒートパイプの姿勢が変化しても2組の独立したループ型ヒートパイプのうちいずれか一方は作動流体が循環するので、熱輸送の停止は免れる。しかし、他方は熱輸送が停止しており、姿勢の変化によって冷却装置が傾いた場合にも、適切な熱輸送量を確保するためには、冷却装置の大型化は避けられない。

[0008] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、ループ型ヒートパイプ及びそれを備える輸送機において、ループ型ヒートパイプの姿勢が変化しても熱輸送量が維持され、冷却対象物を確実に冷却可能な小型化されたものを提案することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の一態様に係るループ型ヒートパイプは、傾転軸を中心として傾転する輸送機に搭載されるループ型ヒートパイプであって、液相の作動流体の少なくとも一部を気体に変化させる蒸発器と、気相の前記作動流体を液体に変化させる第1凝縮器及び第2凝縮器と、前記蒸発器と前記第1凝縮器とを連絡する第1蒸気管及び第1液管と、前記蒸発器と前記第2凝縮器とを連絡する第2蒸気管及び第2液管とを備え、
- 前記輸送機が水平面に置かれた状態において、前記第1凝縮器及び前記第2凝縮器は前記蒸発器よりも上方に位置し、前記第1凝縮器と前記第2凝縮器とが前記傾転軸及び前記蒸発器を間に挟んで水平方向に離れているものである。
- [0010] 上記ループ型ヒートパイプでは、輸送機が傾転軸を中心として回転することによってループ型ヒートパイプの姿勢が変化した際に、第1凝縮器と第2凝縮器のうち一方から蒸発器へ作動流体を流す駆動力は低下するが、他方から蒸発器へ作動流体を流す駆動力は増大する。よって、ループ型ヒートパイプは、その姿勢が変化しても作動流体の循環量が維持されて、熱輸送量が低下することなく熱輸送が継続される。
- [0011] 本発明の一態様に係る輸送機は、発熱体と、前記発熱体を熱源として前記作動流体を蒸発させる前記蒸発器を含むループ型ヒートパイプとを備えるものである。
- [0012] 前述の通り、ループ型ヒートパイプでは、その姿勢が変化しても、熱輸送能力を維持することができる。よって、このようなループ型ヒートパイプは、機体の姿勢が逐次変化する輸送機に搭載された発熱体の冷却のために好適である。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、ループ型ヒートパイプ及びそれを備える輸送機であって、ループ型ヒートパイプの姿勢が変化しても熱輸送量が維持されるものを提

供できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図 1 は、本発明の一実施形態に係るループ型ヒートパイプを搭載した輸送機の一例を示す図である。

[図2]図 2 は、図 1 の輸送機が傾転軸を中心として傾動した様子を示す図である。

[図3]図 3 は、蒸発器と 2 つの凝縮器との位置関係を示す平面図である。

[図4]図 4 は、蒸発器と 2 つの凝縮器との位置関係の変形例を示す平面図である。

[図5]図 5 は、変形例 1 に係るループ型ヒートパイプの構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係るループ型ヒートパイプ 10 を搭載した輸送機の一例を示す図である。ループ型ヒートパイプ 10 は、傾転軸 C を中心として傾動する輸送機に搭載されるのに適している。このような輸送機として、船舶（潜水艇を含む）、鉄道車両、自動車、及び航空機などが例示される。以下では、ループ型ヒートパイプ 10 が搭載された航空機 50 について説明する。

[0016] 図 1 には、航空機 50 の胴体 51 及び主翼 53 の一部が示されている。胴体 51 は、外板 52 と、外板 52 より客室側に設けられた内壁 54 とを含む複層構造を有する。外板 52 と内壁 54 との間には、冷却室 55 a, 55 b が形成されている。本実施形態では、胴体 51 の紙面右側に第 1 冷却室 55 a が形成され、胴体 51 の紙面左側に第 2 冷却室 55 b が形成されている。第 1 冷却室 55 a と第 2 冷却室 55 b とは、独立していてもよいし、連通されていてもよい。冷却室 55 a, 55 b 内は、飛行中に地上よりも著しく低温の外気（外部流体の一例）に晒される外板 52 から伝わる冷熱によって低温となっている。或いは、外板 52 に冷却室 55 a, 55 b と連通される空気入口と空気出口とが設けられ、飛行中の冷却室 55 に外気が導入されてもよい。

- [0017] 胴体 5 1 の側部には、左右の主翼 5 3 が接続されている。各主翼 5 3 の内部には燃料タンク 5 7 が設けられている。主翼 5 3 は、飛行中に地上よりも著しく低温の外気に晒され、燃料タンク 5 7 及びそれに貯溜された燃料は外気によって冷却される。
- [0018] 上記の航空機 5 0 には、胴体 5 1 内に設けられた発熱体 9 9 を冷却するために、ループ型ヒートパイプ 1 0 が搭載されている。発熱体 9 9 は、特に限定されないが、例えば、制御盤やエンジンコントロールユニット（ECU）やその他コンピュータなどの発熱部品を含む電子機器、軸受などの摩擦熱が生じる機械部品、及び、電池などが挙げられる。また、発熱体 9 9 に代えて、客室空気が蒸発器 2 の熱源とされてもよい。
- [0019] ループ型ヒートパイプ 1 0 は、第 1 ループ 1 0 a と第 2 ループ 1 0 b との複数の循環流路を有し、これらの循環流路が蒸発器 2 で連通されている。第 1 ループ 1 0 a は、蒸発器 2、第 1 蒸気管 4 a、第 1 凝縮器 3 a、及び、第 1 液管 5 a により形成される。第 2 ループ 1 0 b は、蒸発器 2、第 2 蒸気管 4 b、第 2 凝縮器 3 b、及び、第 2 液管 5 b により形成される。第 1 ループ 1 0 a と第 2 ループ 1 0 b とは、蒸発器 2 を共用する。
- [0020] ループ型ヒートパイプ 1 0 内は、空気などの非凝縮性ガスが脱気されたうえで、作動流体が封入されている。作動流体は、特に限定されず、従来ヒートパイプの作動流体として使用されている凝縮性の流体（例えば、水、アルコール、アンモニア、フルオロカーボン、ハイドロフルオロカーボン、ハイドロフルオロエーテル、及び、それらの混合液など）であってよい。
- [0021] 蒸発器 2 は、伝熱板 2 1 と、内部に作動流体収容室 2 3 を形成するハウジング 2 2 とを備える。伝熱板 2 1 は、例えばサーマルグリスや伝熱性シートを介して発熱体 9 9 と熱的に接続されている。この蒸発器 2 では、作動流体収容室 2 3 内の作動流体が伝熱板 2 1 を介して発熱体 9 9 から吸熱し、その一部が沸騰して気体に変化する。このようにして沸騰蒸気と液体との二相の作動流体は、蒸発器 2 の出口と第 1 凝縮器 3 a の入口とを連絡する第 1 蒸気管 4 a を圧力差や浮力によって移動して第 1 凝縮器 3 a へ到達し、蒸発器 2

の出口と第2凝縮器3bの入口とを連絡する第2蒸気管4bを圧力差や浮力によって移動して第2凝縮器3bへ到達する。つまり、作動流体収容室23は第1凝縮器3a及び第2凝縮器3bの双方と連通されている。

[0022] 第1凝縮器3aは第1冷却室55aに配置され、第2凝縮器3bは第2冷却室55bに配置されている。冷却室55a, 55b内には、凝縮器3a, 3bに強制的に通気させるためのファン56が設けられている。第1凝縮器3a及び第2凝縮器3bは実質的に同じ構造を有する。第1凝縮器3a及び第2凝縮器3bには冷却流路(図示略)が形成されており、二相の作動流体は冷却流路を通過するうちに放熱し、冷却されて液体に変化する。液相の作動流体は、第1凝縮器3aの出口と蒸発器2の入口とを連絡する第1液管5aを重力によって降下して蒸発器2へ還流する。同様に、第2凝縮器3bで液体となった作動流体は、第2凝縮器3bの出口と蒸発器2の入口とを連絡する第2液管5bを重力によって降下して蒸発器2へ還流する。

[0023] 上記構成のループ型ヒートパイプ10において、それを搭載した航空機50(輸送機の一例)が水平面に設置されときの姿勢を「基準姿勢」と規定する。基準姿勢のループ型ヒートパイプ10において、第1凝縮器3a及び第2凝縮器3bは蒸発器2よりも上方に位置する。ヘッドによる圧力差によって、作動流体は第1ループ10a及び第2ループ10bを自然循環する。しかし、このようなループ型ヒートパイプ10では、基準姿勢から姿勢が変化すると、蒸発器2と凝縮器3a, 3bとの高低差に起因するヘッド差が変化し作動流体を循環させる駆動力が変化する。

[0024] そこで、基準姿勢のループ型ヒートパイプ10において、第1凝縮器3aと第2凝縮器3bとが、航空機50の傾転軸C(即ち、傾動の回転中心)及び蒸発器2を間に挟んで水平方向に離れて配置されている。また、基準姿勢のループ型ヒートパイプ10において、蒸発器2が傾転軸Cを通る垂直平面上に位置している。更に、基準姿勢のループ型ヒートパイプ10において、第1凝縮器3a及び第2凝縮器3bを傾転軸Cの延伸方向と平行に見たときに、第1凝縮器3aと第2凝縮器3bとが傾転軸Cを通る垂線を中心として

線対称に配置されている。このような蒸発器 2 と凝縮器 3 a, 3 b との配置により、図 2 に示すように、航空機 5 0 が傾転軸 C を中心として回転すると、基準姿勢のときと比較して第 2 凝縮器 3 b と蒸発器 2 との高低差に起因するヘッド差が小さくなって、第 2 ループ 1 0 b では作動流体を循環させる駆動力が低下するが、基準姿勢のときと比較して第 1 凝縮器 3 a と蒸発器 2 との高低差に起因するヘッド差は大きくなって、第 1 ループ 1 0 a では作動流体を循環させる駆動力が同じかそれ以上となる。このようにして、航空機 5 0 の傾動によりループ型ヒートパイプ 1 0 の姿勢が変化したときも、全体の作動流体の循環流量は変化しないので熱輸送量が維持され、発熱体 9 9 を十分に冷却することができる。

[0025] 図 3 は、蒸発器 2 と 2 つの凝縮器 3 a, 3 b との位置関係を示す平面図である。図 3 に示すように、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b とが蒸発器 2 を間に挟んで傾転軸 C の延伸方向に離れている。つまり、航空機 5 0 における第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b との前後方向の位置が、蒸発器 2 を間に挟んで離れている。これにより、航空機 5 0 が上昇又は降下する際に機体が前後方向に傾くと、第 1 ループ 1 0 a と第 2 ループ 1 0 b のうち一方において作動流体を循環させる駆動力が低下するが、他方において作動流体を循環させる駆動力が増大する。よって、第 1 ループ 1 0 a と第 2 ループ 1 0 b の作動流体の循環総量は維持されるので、熱輸送量が大幅に低下する事態を回避することができる。但し、航空機 5 0 の機体が前後方向に傾いても十分なヘッド圧が得られる程度の第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b と蒸発器 2 との高低差が設けられている場合には、図 4 に示すように、蒸発器 2 と 2 つの凝縮器 3 a, 3 b とが傾転軸 C の延伸方向において同じ位置に設けられていてもよい。

[0026] 以上に説明したように、本実施形態に係るループ型ヒートパイプ 1 0 は、傾転軸 C を中心として傾転する輸送機に搭載されるループ型ヒートパイプ 1 0 であって、液相の作動流体の少なくとも一部を気体に変化させる蒸発器 2 と、気相の作動流体を液体に変化させる第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b

と、蒸発器 2 と第 1 凝縮器 3 a とを連絡する第 1 蒸気管 4 a 及び第 1 液管 5 a と、蒸発器 2 と第 2 凝縮器 3 b とを連絡する第 2 蒸気管 4 b 及び第 2 液管 5 b とを備える。そして、輸送機が水平面に置かれた状態において、第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b は蒸発器 2 よりも上方に位置し、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b とが傾転軸 C 及び蒸発器 2 を間に挟んで水平方向に離れている。

[0027] また、本実施形態に係る輸送機は、発熱体 9 9 と、発熱体 9 9 を熱源として作動流体を蒸発させる蒸発器 2 を含むループ型ヒートパイプ 1 0 とを備える。本実施形態において、この輸送機は航空機 5 0 であって、航空機 5 0 は外部流体に晒される外板 5 2、及び、外板 5 2 の内側に配置された内壁 5 4 を有し、外板 5 2 と内壁 5 4 との間に形成された冷却室 5 5 a, 5 5 b に第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b の少なくとも一方が配置されている。

[0028] 上記ループ型ヒートパイプ 1 0 及びそれを備えた輸送機によれば、輸送機の傾転に伴ってのループ型ヒートパイプ 1 0 の姿勢が変化した際に、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b のうち一方から蒸発器 2 へ作動流体を流す駆動力が低下するが、他方から蒸発器 2 へ作動流体を流す駆動力は維持される。よって、ループ型ヒートパイプ 1 0 の姿勢が変化しても作動流体の循環量が維持されて、熱輸送量が低下することなく熱輸送が継続される。

[0029] 本実施形態に示したように、上記ループ型ヒートパイプ 1 0 及びそれを搭載した輸送機において、輸送機が水平面に置かれた状態で、蒸発器 2 が傾転軸 C を通る垂直平面上に位置してよい。

[0030] このように蒸発器 2 が傾転軸 C 上に配置されることで、蒸発器 2 から第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b へ又はその逆へ流れる作動流体のバランスが良好となる。

[0031] また、上記において、第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b を傾転軸 C の延伸方向と平行に見たときに、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b とが傾転軸 C を通る垂線を中心として線対称に配置されていてよい。

[0032] これにより、第 1 凝縮器 3 a から傾転軸 C までの水平方向距離と第 2 凝縮

器 3 b から傾転軸 C までの水平方向距離とが等しくなり、蒸発器 2 から第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b へ又はその逆へ流れる作動流体のバランスが良好となる。

[0033] また、本実施形態に示したように、上記ループ型ヒートパイプ 10 及びそれを搭載した輸送機において、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b とが蒸発器 2 を間に挟んで傾転軸 C の延伸方向に離れていてよい。

[0034] これにより、輸送機が傾転軸 C と直交する軸を中心として回転してループ型ヒートパイプ 10 の姿勢が変化すると、第 1 凝縮器 3 a と第 2 凝縮器 3 b のうち一方から蒸発器 2 へ作動流体を流す駆動力が低下するが、他方から蒸発器 2 へ作動流体を流す駆動力は維持される。よって、ループ型ヒートパイプ 10 の姿勢が変化しても作動流体の循環が維持されて、熱輸送が継続される。

[0035] また、上記輸送機は、外部流体に晒される外板 5 2、及び、外板 5 2 の内側に配置された内壁 5 4 を有し、外板 5 2 と内壁 5 4 との間に形成された冷却室 5 5 a、5 5 b に第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b の少なくとも一方が配置されていてよい。

[0036] このような輸送機では、外部流体（外気）の冷熱を利用して作動流体を凝縮させることができる。特に、外気が常温よりも著しく低くなるような環境で使用される輸送機（例えば、航空機 50）では、蒸発器 2 が熱的に接続された発熱体 99 と凝縮器 3 a、3 b が放熱する媒体との温度差が大きくなり、より高効率な熱輸送を行うことができる。

[0037] また、上記輸送機は、燃料タンク 57 を有し、燃料タンク 57 の液相内に第 1 凝縮器 3 a 及び第 2 凝縮器 3 b の少なくとも一方が配置されていてよい。

[0038] このような輸送機では、熱容量の大きい燃料タンク 57 を利用して作動流体を凝縮させることができる。特に、燃料タンク 57 が低温の外部流体と積極的な熱交換を行う場合には、蒸発器 2 が熱的に接続された発熱体 99 と凝縮器 3 a、3 b が放熱する媒体との温度差が大きくなり、より高効率な熱輸

送を行うことができる。

[0039] 以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、本発明の思想を逸脱しない範囲で、上記実施形態の具体的な構造及び／又は機能の詳細を変更したのも本発明に含まれ得る。上記のループ型ヒートパイプ10及び輸送機の構成は、例えば、以下のように変更することができる。

[0040] 例えば、上記実施形態においては、ループ型ヒートパイプ10の蒸発器2に2つの凝縮器3a, 3bが接続されているが、蒸発器2に3以上の複数の凝縮器が接続されていてもよい。

[0041] また、例えば、上記実施形態においては、ループ型ヒートパイプ10の第1ループ10aと第2ループ10bとが蒸発器2内で連通されているが、第1ループ10aと第2ループ10bとがそれぞれ独立した循環流路を有していてもよい。この場合、例えば図5に示すように、第1ループ10aが第1蒸発器2aを含み、第2ループ10bが第2蒸発器2bを含むようにループ型ヒートパイプ10が構成されてよい。但し、発熱体99を均一に冷却するために、第1蒸発器2a及び第2蒸発器2bは熱伝導性の高い材料から成る均熱板98を介して発熱体99と熱的に接続されてもよい。

[0042] また、例えば、上記実施形態のループ型ヒートパイプ10はサーモサイフォン式に限られずウィック式が採用されてもよい。ウィック式のループ型ヒートパイプでは、凝縮器3から蒸発器2への作動流体を還流させるために、ウィックにおける作動流体の毛細管力を利用するが、重力も利用する。よって、本発明をウィック式のループ型ヒートパイプに適用しても前述と同様の効果が得られる。

符号の説明

- [0043] 2 : 蒸発器
3 a, 3 b : 凝縮器
4 a, 4 b : 蒸気管
5 a, 5 b : 液管
10 : ループ型ヒートパイプ

- 2 1 : 伝熱板
- 2 2 : ハウジング
- 2 3 : 作動流体収容室
- 5 0 : 航空機（輸送機の一例）
- 5 1 : 胴体
- 5 2 : 外板
- 5 3 : 主翼
- 5 4 : 内壁
- 5 5 : 冷却室
- 5 6 : ファン
- 5 7 : 燃料タンク
- 9 9 : 発熱体

請求の範囲

- [請求項1] 傾転軸を中心として傾転する輸送機に搭載されるループ型ヒートパイプであって、
- 液相の作動流体の少なくとも一部を気体に変化させる蒸発器と、
- 気相の前記作動流体を液体に変化させる第1凝縮器及び第2凝縮器と、
- 前記蒸発器と前記第1凝縮器とを連絡する第1蒸気管及び第1液管と、
- 前記蒸発器と前記第2凝縮器とを連絡する第2蒸気管及び第2液管とを備え、
- 前記輸送機が水平面に置かれた状態において、前記第1凝縮器及び前記第2凝縮器は前記蒸発器よりも上方に位置し、前記第1凝縮器と前記第2凝縮器とが前記傾転軸及び前記蒸発器を間に挟んで水平方向に離れている、
- ループ型ヒートパイプ。
- [請求項2] 前記輸送機が水平面に置かれた状態において、前記蒸発器が前記傾転軸を通る垂直平面上に位置する、
- 請求項1に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項3] 前記第1凝縮器及び前記第2凝縮器を前記傾転軸の延伸方向と平行に見たときに、前記第1凝縮器と前記第2凝縮器とが前記傾転軸を通る垂線を中心として線対称に配置されている、
- 請求項2に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項4] 前記第1凝縮器と前記第2凝縮器とが前記蒸発器を間に挟んで前記傾転軸の延伸方向に離れている、
- 請求項1～3のいずれか一項に記載のループ型ヒートパイプ。
- [請求項5] 発熱体と、前記発熱体を熱源として前記作動流体を蒸発させる前記蒸発器を含む請求項1～4のいずれか一項に記載のループ型ヒートパイプとを備える、

輸送機。

[請求項6] 外部流体に晒される外板、及び、前記外板の内側に配置された内壁を有し、前記外板と前記内壁との間に形成された冷却室に前記第 1 凝縮器及び前記第 2 凝縮器の少なくとも一方が配置されている、
請求項 5 に記載の輸送機。

[請求項7] 燃料タンクを有し、前記燃料タンクの液相内に前記第 1 凝縮器及び前記第 2 凝縮器の少なくとも一方が配置されている、
請求項 5 に記載の輸送機。

[図1]

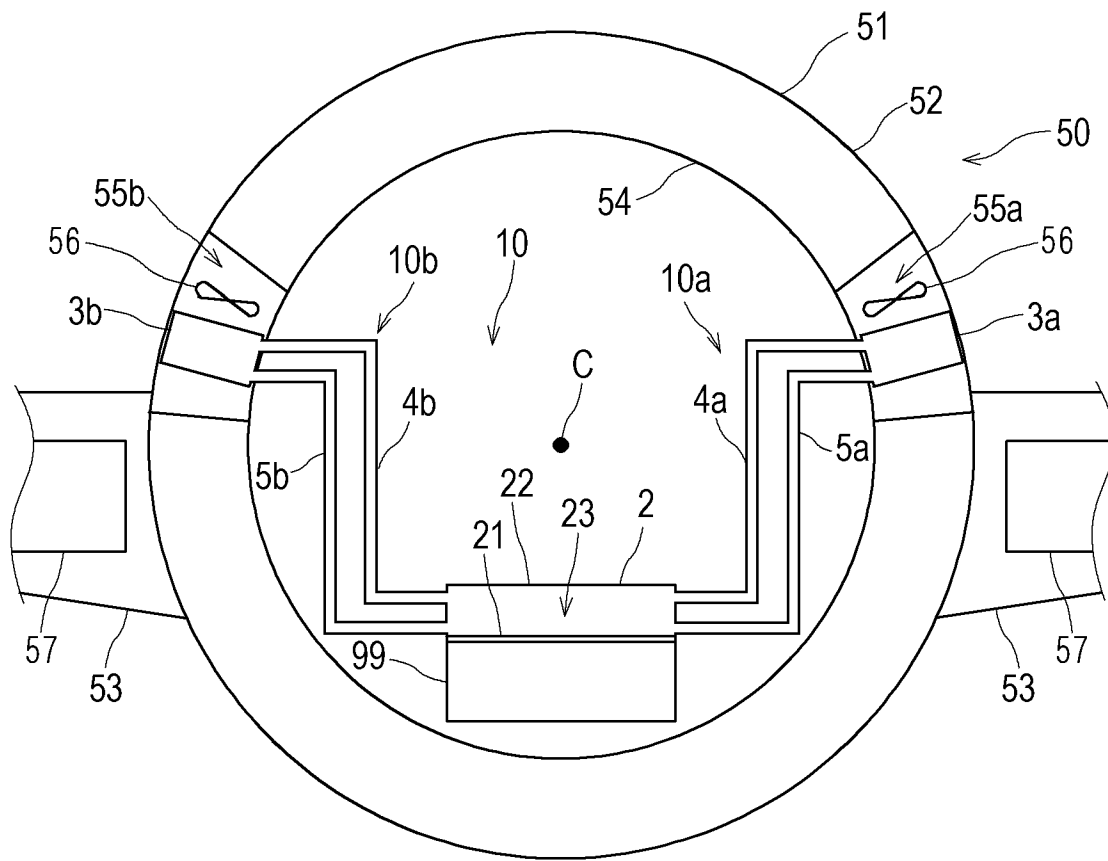


FIG.1

[図2]

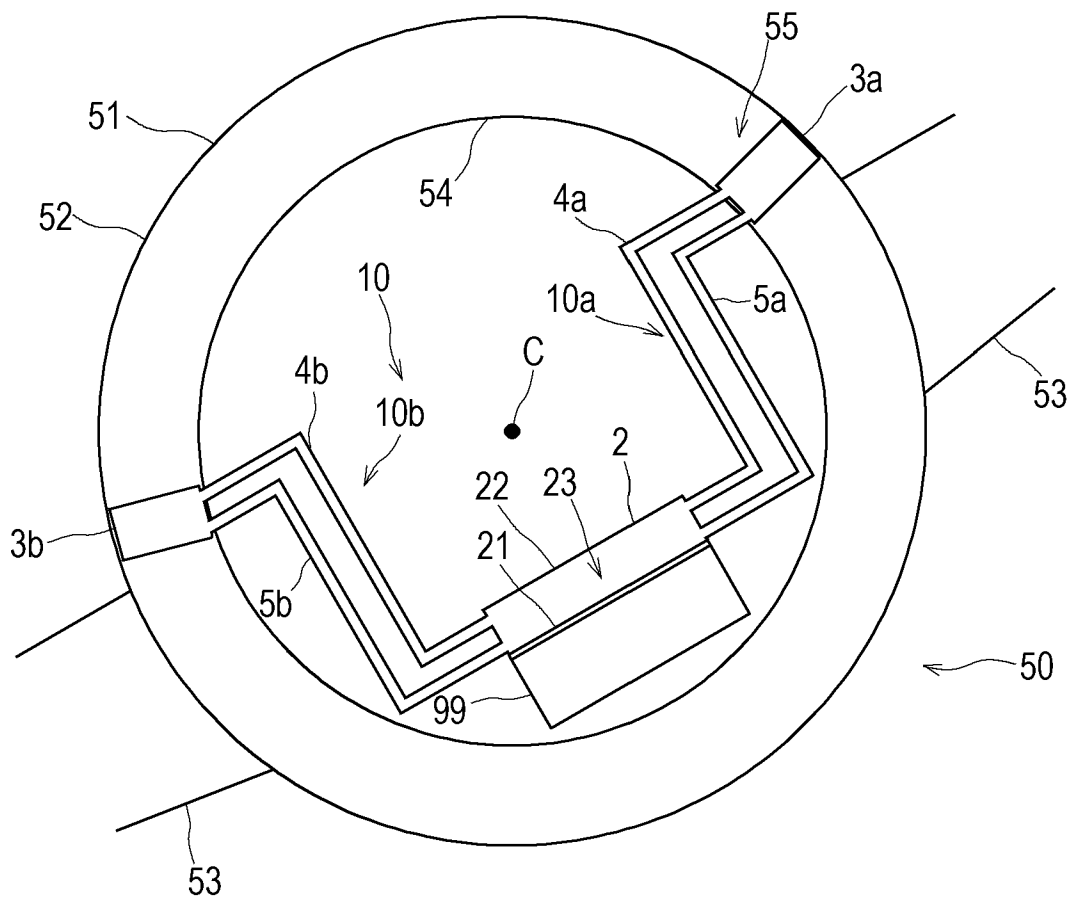


FIG.2

[図3]

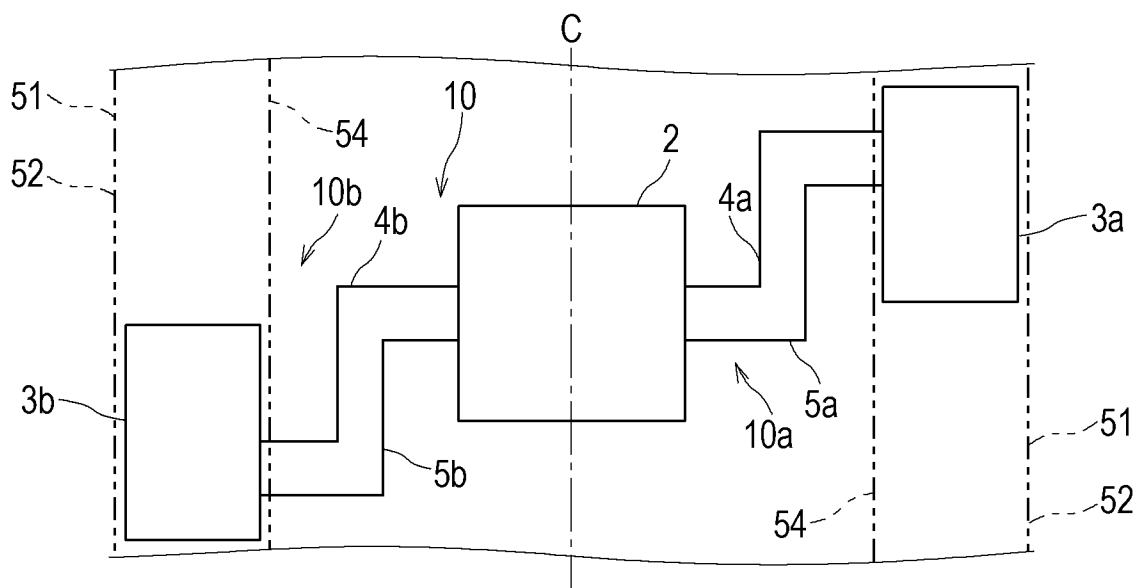


FIG.3

[図4]

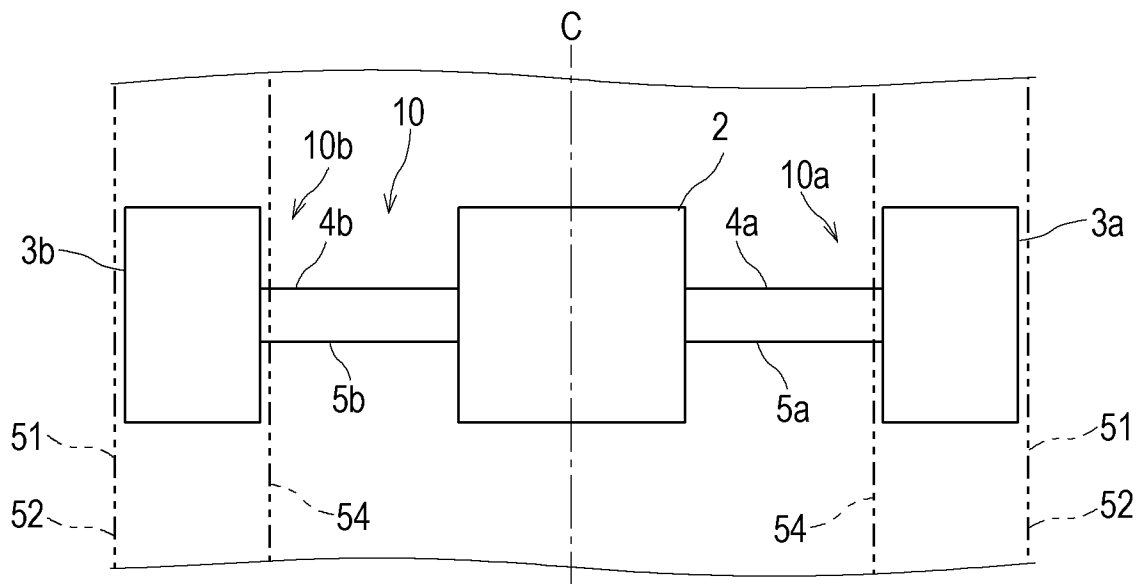


FIG. 4

[図5]

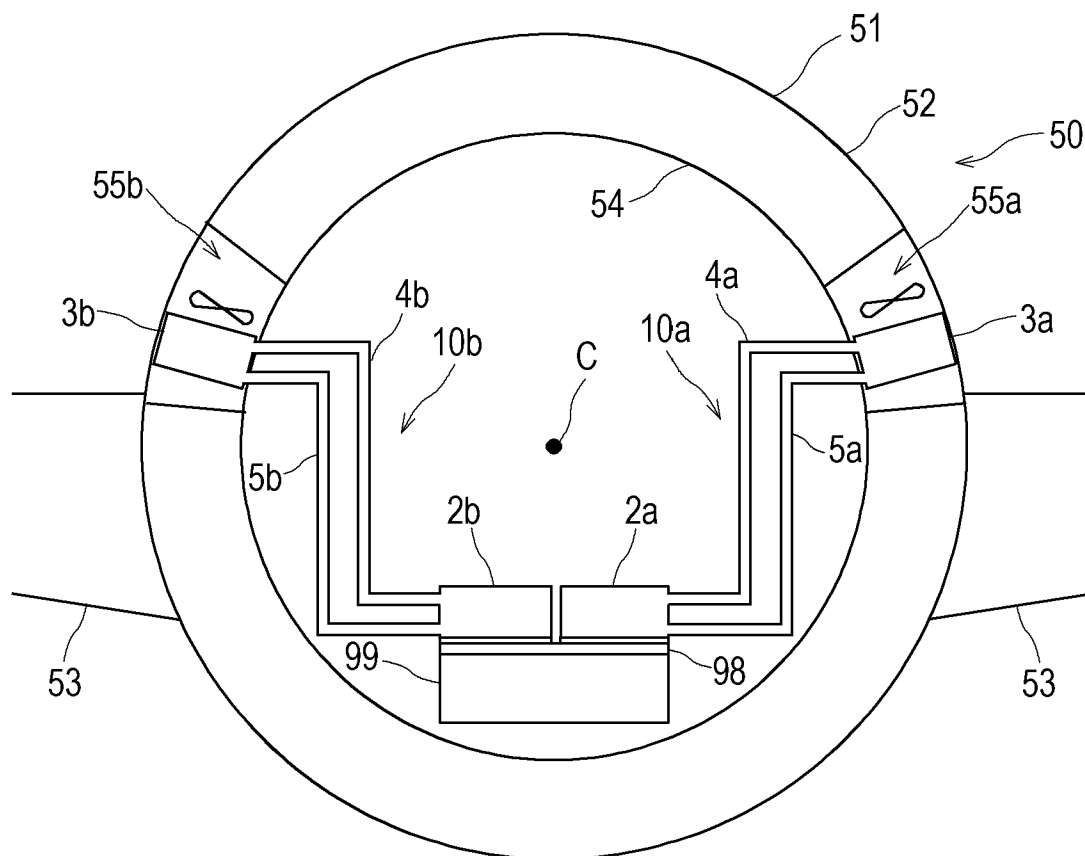


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F28D15/02 (2006.01) i

FI: F28D15/02 101M, F28D15/02 101K

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. F28D15/02

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-165585 A (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.)	1-3, 5
Y	22 June 2001, paragraphs [0030], [0038], fig. 4	6-7
A		4
Y	US 2015/0068703 A1 (GE AVIATION SYSTEMS LLC) 12 March 2015, fig. 3, 6	6-7
Y	EP 2592000 A1 (ALENIA AERMACGHI S.P.A.) 15 May 2013, fig. 1, 2, 4	6-7
A	JP 2004-48489 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 February 2004, fig. 1-3, lines 1-21	1-7
A	JP 2003-298270 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 17 October 2003, fig. 2, 3	1-7



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05.02.2020

Date of mailing of the international search report

18.02.2020

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

International application No.

PCT/JP2019/050597

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-258173 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 September 2003, fig. 7	1-7
A	US 4254821 A (THERMO ELECTRON CORPORATION) 10 March 1981, fig. 2, 3, 7	1-7
A	CN 103000595 A (XKCOOLER (BEIJING) CO., LTD.) 27 March 2013, fig. 2	1-7
A	CN 101566442 A (BEIJING AVC TECHNOLOGY R & D CENTER CO., LTD.) 28 October 2009, fig. 2-5	1-7
A	JP 2011-507165 A (AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH) 03 March 2011, fig. 1-3	6-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/050597

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2001-165585 A	22.06.2001	(Family: none)	
US 2015/0068703 A1	12.03.2015	(Family: none)	
EP 2592000 A1	15.05.2013	(Family: none)	
JP 2004-48489 A	12.02.2004	(Family: none)	
JP 2003-298270 A	17.10.2003	(Family: none)	
JP 2003-258173 A	12.09.2003	(Family: none)	
US 4254821 A	10.03.1981	(Family: none)	
CN 103000595 A	27.03.2013	(Family: none)	
CN 101566442 A	28.10.2009	(Family: none)	
JP 2011-507165 A	03.03.2011	US 2011/0003224 A1 fig. 1-3 WO 2009/077048 A1 DE 102007060428 B3 CN 101821887 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F28D 15/02(2006.01)i FI: F28D15/02 101M; F28D15/02 101K		
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）） F28D15/02		
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2001-165585 A (古河電気工業株式会社) 22.06.2001 (2001 - 06 - 22) 段落 30、38 及び図 4	1-3, 5
Y		6-7
A		4
Y	US 2015/0068703 A1 (GE AVIATION SYSTEMS LLC) 12.03.2015 (2015 - 03 - 12) 図 3、6	6-7
Y	EP 2592000 A1 (ALENIA AERMACCHI S.P.A.) 15.05.2013 (2013 - 05 - 15) 図 1 - 2、4	6-7
A	JP 2004-48489 A (三菱電機株式会社) 12.02.2004 (2004 - 02 - 12) 図 1 - 3、11 - 21	1-7
A	JP 2003-298270 A (三菱電機株式会社) 17.10.2003 (2003 - 10 - 17) 図 2 - 3	1-7
A	JP 2003-258173 A (三菱電機株式会社) 12.09.2003 (2003 - 09 - 12) 図 7	1-7
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.02.2020		国際調査報告の発送日 18.02.2020
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） 石黒 雄一 3M 4019 電話番号 03-3581-1101 内線 3377

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	US 4254821 A (THERMO ELECTRON CORPORATION) 10.03.1981 (1981 - 03 - 10) 図 2 - 3、 7	1-7
A	CN 103000595 A (XKCOOLER (BEIJING) CO., LTD) 27.03.2013 (2013 - 03 - 27) 図 2	1-7
A	CN 101566442 A (BEIJING AVC TECHNOLOGY R & D CENTER CO., LTD) 28.10.2009 (2009 - 10 - 28) 図 2 - 5	1-7
A	JP 2011-507165 A (エアバス オペラツィオンス ゲゼルシャフト ミット ベシュレン クテル ハフツング) 03.03.2011 (2011 - 03 - 03) 図 1 - 3	6-7

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/JP2019/050597

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2001-165585	A	22.06.2001	(ファミリーなし)	
US	2015/0068703	A1	12.03.2015	(ファミリーなし)	
EP	2592000	A1	15.05.2013	(ファミリーなし)	
JP	2004-48489	A	12.02.2004	(ファミリーなし)	
JP	2003-298270	A	17.10.2003	(ファミリーなし)	
JP	2003-258173	A	12.09.2003	(ファミリーなし)	
US	4254821	A	10.03.1981	(ファミリーなし)	
CN	103000595	A	27.03.2013	(ファミリーなし)	
CN	101566442	A	28.10.2009	(ファミリーなし)	
JP	2011-507165	A	03.03.2011	US 2011/0003224	A1
				図 1 - 3	
				WO 2009/077048	A1
				DE 102007060428	B3
				CN 101821887	A