

(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
2011 年 5 月 26 日(26.05.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/061952 A1

- (51) 国際特許分類:
F28D 15/06 (2006.01) *H05K 7/20* (2006.01)
F28D 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/058500
- (22) 国際出願日: 2010 年 5 月 20 日(20.05.2010)
- (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 2009-263888 2009 年 11 月 19 日(19.11.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 内田 浩基 (UCHIDA, Hiroki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 塩賀 健司 (SHIOGA, Takeshi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 青木 重憲 (AOKI, Shigenori) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 尾形 晋 (OGATA, Susumu) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 長岡 秀明 (NAGAOKA, Hideaki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 松倉 秀実, 外 (MATSUKURA, Hidemi et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋 3 丁目 4 番 10 号 アクロポリス 21 ビル 6 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: LOOP HEAT PIPE SYSTEM AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: ループ型ヒートパイプシステム及び情報処理装置

[図5]

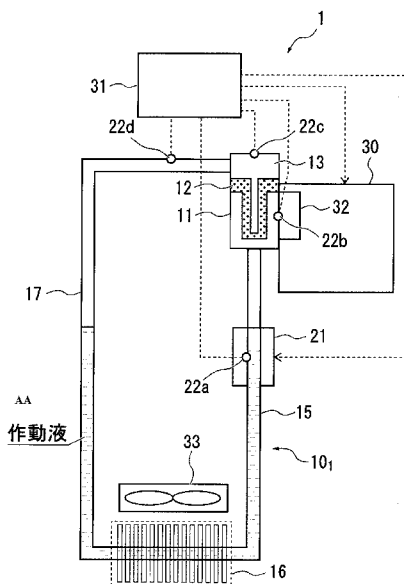


FIG. 5:
AA WORKING LIQUID

(57) Abstract: Provided is a loop heat pipe system capable of efficiently activating a loop heat pipe that is in a state of not being activated by the temperature rise of an evaporator. The loop heat pipe system is provided with a loop heat pipe (10) for cooling a CPU (32) and the like, a heater (21) provided in a steam pipe (15) thereof, and a controller (31) for operating the heater (21) in order to activate the loop heat pipe (10) that is in a state of not being activated by the temperature rise of an evaporator (11), and thereafter stopping the operation of the heater (21) when the temperature change caused by the conversion of a working fluid into a condensate occurs in a portion near the evaporator (11) of a liquid pipe (17) of the loop heat pipe (10).

(57) 要約: 蒸発器の温度上昇では起動しない状態にあるループ型ヒートパイプを、効率的に起動できるループ型ヒートパイプシステム。ループ型ヒートパイプシステムは、CPU 32等を冷却するためのループ型ヒートパイプ10、そのの蒸気管15に設けられた加熱装置21、及び、蒸発器11の温度上昇では起動しない状態にあるループ型ヒートパイプ10を起動するために加熱装置21を動作させ、その後、ループ型ヒートパイプ10の液管17の蒸発器11近傍の部分等で作動流体の凝縮液化に起因する温度変化が生じたときに加熱装置21の動作を停止させる制御装置31を備える。



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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ループ型ヒートパイプシステム及び情報処理装置 技術分野

[0001] 本発明は、ループ型ヒートパイプシステムと、ループ型ヒートパイプを備えた情報処理装置とに関する。

背景技術

[0002] 各種発熱体を冷却するためのデバイスとして、作動液（液体状態にある作動流体）を発熱体からの熱で気化させるための蒸発器と、気化した作動液を放熱により凝縮させるための凝縮器とを、蒸気管及び液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプが知られている。

[0003] このループ型ヒートパイプは、その動作原理上、蒸発器内に作動液が存在していないと、発熱体の温度上昇により蒸発器の温度が上昇しても起動しない（熱輸送デバイスとしての動作を開始しない／内部の作動流体が循環し始めない）デバイスとなっている。従って、ループ型ヒートパイプは、通常、蒸発器の高さ（鉛直方向位置）が凝縮器よりも低くなるように構成されている（組込対象に組み込まれている）。しかしながら、ループ型ヒートパイプの組込対象によっては、蒸発器の高さを凝縮器よりも高くせざるを得ない場合もある。

[0004] そのため、蒸発器の高さが凝縮器よりも低いループ型ヒートパイプを起動できるようにするために、その蒸気管の一部（凝縮器近傍の部分）にヒーターを設け、発熱体（冷却対象）の始動前に、所定時間の間だけ、蒸気管の一部をヒーターで加熱することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第4765396号明細書

特許文献2：特開2002-174492号公報

特許文献3：特開平08-285484号公報

特許文献4：特開2002-340489号公報

特許文献5：特開2009-115396号公報

特許文献6：特開2009-168273号公報

特許文献7：特表2006-508324号公報

特許文献8：特開昭62-284191号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 発熱体の始動前（ループ型ヒートパイプを起動する必要が生じた時）に、蒸気管の一部が加熱されるようにしておけば、蒸発器内に作動液が存在していない状態にあるループ型ヒートパイプを起動することができる。
- [0007] ただし、ループ型ヒートパイプ内の作動液の分布は、蒸発器、凝縮器の位置関係が変わらないものであっても、冷却対象を停止させた後の経過時間に応じて変化する。また、可搬型の情報処理装置（ノートPC（Personal Computer）等）に組み込まれたループ型ヒートパイプ内の作動液の分布は、運搬時／未使用時の姿勢によっても変化する。そして、ループ型ヒートパイプ内の作動液の分布によっては、蒸気管の短時間の加熱でループ型ヒートパイプを起動することが出来る場合がある。従って、蒸気管の加熱時間を固定しておいたのでは、蒸気管の加熱に必要な以上のエネルギーが消費されてしまう、冷却対象の起動時期が必要以上に遅れる、といった問題が生じてしまうことになる。
- [0008] そこで、開示の技術の課題は、蒸発器の温度上昇では起動しない状態にあるループ型ヒートパイプを効率的に起動できるループ型ヒートパイプシステム及び情報処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0009] 上記課題を解決するために、開示の技術の一態様のループ型ヒートパイプシステムは、液体状態にある作動流体を発熱体からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器とを、蒸発器からの作動流体を凝縮器に供給する蒸気管及び凝縮器からの作動流体を蒸発器

に供給する液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプと、ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作している状況下と、ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、蒸発器内に液体状態にある作動流体が存在していない状況下とで、その内部の作動流体の相状態が異なる、ループ型ヒートパイプの部分の温度を測定する温度センサと、蒸気管の一部である加熱対象部分を加熱する加熱装置と、蒸発器の温度上昇では熱輸送デバイスとしての動作を開始しない状態にあるループ型ヒートパイプに熱輸送デバイスとしての動作を開始させるために、加熱装置を制御する制御装置であって、加熱装置に加熱対象部分を加熱させている間、温度センサを利用してループ型ヒートパイプの上記部分の温度を監視し、当該温度に、ループ型ヒートパイプ内での作動流体の凝縮液化に起因する変化が生じたときに、加熱装置の加熱動作を停止させる制御装置とを備える。

[0010] また、上記課題を解決するために、開示の技術の他の態様のループ型ヒートパイプシステムは、液体状態にある作動流体を発熱体からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器と、凝縮器からの作動流体を蒸発器に供給する液管と、本管及び本管から枝分かれした複数の枝管を有し、各枝管の開口端が蒸発器に接続され、本管の開口端が凝縮器と接続された蒸気管とを含むループ型ヒートパイプと、ループ型ヒートパイプの複数の枝管の中の一部の枝管を加熱する加熱装置とを備える。

[0011] また、上記課題を解決するために、開示の技術の一態様の情報処理装置は、動作時に冷却すべき電子部品と、液体状態にある作動流体を電子部品からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器とを、蒸発器からの作動流体を凝縮器に導入する蒸気管及び凝縮器からの作動流体を蒸発器に導入する液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプと、ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作している状況下と、ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、蒸発器内に液体状の作動流体が存在していない状況下とで、その内部の作動流体の相状態が異なる、ループ型ヒートパイプの部分の温度を測定

する温度センサと、蒸気管の一部である加熱対象部分を加熱する加熱装置と、蒸発器の温度上昇では熱輸送デバイスとしての動作を開始しない状態にあるループ型ヒートパイプに熱輸送デバイスとしての動作を開始させるために、加熱装置を制御する制御装置であって、加熱装置に加熱対象部分を加熱させている間、温度センサを利用してループ型ヒートパイプの上記部分の温度を監視し、当該温度に、ループ型ヒートパイプ内での作動流体の凝縮液化に起因する変化が生じたときに、加熱装置の加熱動作を停止させる制御装置とを備える。

発明の効果

- [0012] 上記構成を採用しておけば、蒸発器内の作動液が存在していない状態にあるループ型ヒートパイプを効率的に起動できるループ型ヒートパイプシステム及び情報処理装置を実現することが出来る。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1] 第1実施形態に係る情報処理装置の構成図。
[図2] 第1実施形態に係る情報処理装置が備えるループ型ヒートパイプ内の蒸発器の説明図。
[図3] 第1実施形態に係る情報処理装置における、蒸発器周辺の温度センサの取り付け位置の説明図。
[図4] 第1実施形態に係る情報処理装置内のループ型ヒートパイプの蒸気管に取り付けられている加熱装置の説明図。
[図5] 第1実施形態に係る情報処理装置の簡略化した構成図。
[図6] 第1実施形態に係る情報処理装置内の制御装置が実行する起動時処理の流れ図。
[図7] 蒸気管の加熱対象部分を加熱した場合におけるループ型ヒートパイプの各部の温度の変化パターンの説明図。
[図8] 蒸気管の加熱対象部分の加熱開始後、或る時間が経過したときのループ型ヒートパイプ内の作動液の状態の説明図。
[図9] 制御装置が、起動完了監視処理前にCPU及び加熱装置に対して行う制

御内容の説明図。

[図10] 第2実施形態に係る情報処理装置の簡略化した構成図。

[図11] 第2実施形態に係る情報処理装置が備えるループ型ヒートパイプ内の蒸発器の説明図。

[図12] 第2実施形態に係る情報処理装置における、蒸発器周辺の温度センサの取り付け位置の説明図。

[図13] 第3実施形態に係る情報処理装置の構成図。

[図14] 第3実施形態に係る情報処理装置が備えるループ型ヒートパイプ内の蒸発器の説明図。

[図15] 第3実施形態に係る情報処理装置における、蒸発器周辺の温度センサの取り付け位置の説明図。

[図16] 第3実施形態に係る情報処理装置内のループ型ヒートパイプの蒸気管に取り付けられている加熱装置の説明図。

[図17] 第3実施形態に係る情報処理装置の簡略化した構成図。

[図18] 制御装置が、起動完了監視処理前にCPU及び加熱装置に対して行う制御内容の説明図。

[図19] 第1実施形態に係る情報処理装置内のループ型ヒートパイプにおける蒸気の流れ方の説明図。

[図20] 第3実施形態に係る情報処理装置内のループ型ヒートパイプにおける蒸気の流れ方の説明図。

[図21] 第3実施形態に係る情報処理装置内のループ型ヒートパイプにおける蒸気の流れ方の説明図。

[図22] 第4実施形態に係る情報処理装置の簡略化した構成図。

[図23] 第4実施形態に係る情報処理装置が備えるループ型ヒートパイプ内の蒸発器の説明図。

[図24] 第4実施形態に係る情報処理装置における、蒸発器周辺の温度センサの取り付け位置の説明図。

[図25] 加熱装置として使用可能な装置の説明図。

[図26] 実験に用いた情報処理装置の簡略化した構成図。

[図27A] 実験結果の説明図。

[図27B] 実験結果の説明図。

[図28] 蒸気管の加熱対象部分を加熱した場合におけるループ型ヒートパイプの各部の温度の変化パターンの説明図。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、発明者らが開発した4タイプの情報処理装置（以下、第1～第4実施形態に係る情報処理装置と表記する）を、図面を参照して詳細に説明する。

[0015] 《第1実施形態》

まず、図1乃至図4を用いて、第1実施形態に係る情報処理装置1の構成を説明する。

[0016] 図1に模式的に示してあるように、第1実施形態に係る情報処理装置1は、いわゆるノートPCであり、プリント回路板30、ループ型ヒートパイプ10₁等を備えている。

[0017] プリント回路板30は、CPU32（本実施形態では、最大発熱量が80Wのもの）等を、プリント配線板に取り付けたユニットである。

[0018] ループ型ヒートパイプ（以下、LHPと表記する）10₁は、蒸発器11と凝縮器16とを、蒸気管15及び液管17によってループ状に接続し、それらの内部に所定量の作動流体（水、代替フロン等）を封入した熱輸送デバイスである。

[0019] 蒸発器11は、その内部に存在する、液体状態にある作動流体（以下、作動液と表記する）を、CPU32からの熱で気化させるためのユニットである。

[0020] LHP10₁には、この蒸発器11として、図2に示した構成を有するものが用いられている。すなわち、LHP10₁には、ウィック12を内蔵した、作動液をその内部で気化させるための本体部分と、作動液を一時的に溜めておくための液溜室13とを有する蒸発器11が用いられている。

- [0021] 蒸発器 11 の本体部分（図 1）は、高熱伝導性材料（本実施形態では、銅）からなる受熱ブロック 25 を介して CPU 32 と熱的に接触している。そして、情報処理装置 1 は、通常の使用形態では（意図的に傾けない場合には）、蒸発器 11 と凝縮器 16 とがほぼ水平となるように構成された装置となっている。
- [0022] 図 3 に示したように、蒸発器 11 には、液溜室 13 の温度を測定するための温度センサ 22c（本実施形態では、熱電対：後述する他の各温度センサも同様）が取り付けられている。また、受熱ブロック 25 の、CPU 32 と接する側の面には、蒸発器 11 の本体部分の温度（CPU 32 の温度）を測定するための温度センサ 22b が取り付けられている。さらに、液管 17 の、蒸発器 11 近傍の部分（本実施形態では、液管 17 の蒸発器 11 側の端から 30mm 離れた部分）には、当該部分の温度を測定するための温度センサ 22d が取り付けられている。
- [0023] 凝縮器 16（図 1）は、蒸気管 15 を介して供給される、蒸発器 11 により気化された作動液を、放熱により、凝縮させるためのユニットである。この凝縮器 16 は、蛇行するように曲げた管（図示略；以下、凝縮管と表記する）に複数の放熱フィンを取り付けたものとなっている。情報処理装置 1 には、この凝縮器 16 を空冷するための冷却用ファン 33 が設けられている。
- [0024] なお、本情報処理装置 1 が備える LHP 10₁ は、上記した凝縮管、蒸気管 15、液管 17 の長さがいずれもおおよそ 200mm となっているデバイスである。また、LHP 10₁ は、各管として、外径 4mm、内径 3mm の銅管を採用し、蒸発器 11 として、本体部分のサイズ（外形）がおおよそ $\phi 15\text{mm} \times 60\text{mm}$ であり、液溜室 13 部分のサイズが $\phi 15\text{mm} \times 50\text{mm}$ であるものを採用したデバイスとなっている。
- [0025] LHP 10₁ の蒸気管 15 の途中（詳細は後述）には、蒸気管 15 を加熱するための加熱装置 21 が取り付けられている。この加熱装置 21 は、図 4 に示したように、高熱伝導性材料製の部材（本実施形態では、銅製の、蒸気管 15 の長さ方向の長さがおおよそ 50mm の部材）にヒーター 21h（発熱用

電線)を埋め込んだ構成を有している。そして、同図に示してあるように、蒸気管 15 の加熱装置 21 が取り付けられている部分には、当該部分(以下、加熱対象部分と表記する)の温度を測定するための温度センサ 22a が取り付けられている。

[0026] 情報処理装置 1 (図 1) のプリント回路板 30 上には、制御装置 31 (本実施形態では、A/D 変換器等を内蔵した、比較的到低機能のマイクロコントローラ)が設けられている。この制御装置 31 は、上記した加熱装置 21 及び温度センサ 22a ~ 22d と電氣的に接続されている。そして、プリント回路板 30 は、制御装置 31 が、CPU 32 を始動/停止させることが出来るように構成された(回路設計がなされた)ものとなっている。

[0027] 以上のことを前提に、以下、第 1 実施形態に係る情報処理装置 1 の構成及び動作をさらに具体的に説明する。なお、以下の説明では、温度センサ 22a、22b、22c、22d によって測定される温度のことを、それぞれ、Ta、Tb、Tc、Td と表記する。

[0028] 加熱装置 21 (図 4 参照) の蒸気管 15 への取り付け位置は、凝縮器 16 を鉛直下方向に向けることにより全作動液を LHP 10₁ 内の凝縮器 16 側に集めた場合に、図 5 に模式的に示した状態が形成されることになるように、定められている。すなわち、情報処理装置 1 は、加熱装置 21 を、その蒸発器 11 側の面位置が、全作動液を LHP 10₁ 内の凝縮器 16 側に集めた場合における蒸気管 15 内の作動液の液面位置とほぼ一致するように、蒸気管 15 に取り付けたものとなっている。

[0029] そして、情報処理装置 1 内の制御装置 31 は、情報処理装置 1 が起動される(情報処理装置 1 の図示せぬ電源スイッチが投入される)と、図 6 に示した手順の起動時処理を実行するように、構成(プログラミング)されている。

[0030] すなわち、情報処理装置 1 が起動されると、制御装置 31 は、まず、CPU 32 を始動する処理(ステップ S101)を行う。このステップ S101 で制御装置 31 が実際に行う処理は、情報処理装置 1 内の電源装置からプリ

ント回路板 30 の主要部分（自装置を除いた部分）への電力供給を ON/OFF するための半導体スイッチを制御する（オンにする）処理である。

[0031] 次いで、制御装置 31 は、 T_b （温度センサ 22b によって測定される蒸発器 11 の本体部分の温度）の上昇速度に基づき、 $LHP10_1$ の状態が、蒸発器 11 の本体部分の温度が上昇しても $LHP10_1$ 内で作動流体が循環し始めない起動不可状態、起動不可状態ではない起動可能状態のいずれであるかを判定する状態判定処理（ステップ S102）を行う。

[0032] この状態判定処理は、設定時間が経過することと、 T_b が設定温度以上となることとを監視し、設定時間が経過する前に T_b が設定温度以上となった場合には、 $LHP10_1$ の状態が起動不可状態であると判定して終了する処理である。また、状態判定処理は、 T_b が設定温度以上となる前に設定時間が経過した場合には、 $LHP10_1$ の状態が起動可能状態であると判定して終了する処理となっている。なお、設定時間、設定温度とは、上記手順／内容の状態判定処理により、 $LHP10_1$ の状態が起動可能状態であるか起動不可状態であるかを判定できる時間、温度として、予め設定されている値のことである。本実施形態に係る情報処理装置 1 は、これらの値を、『 $LHP10_1$ の状態が、蒸発器 11 内に作動液が存在していない状態となっている情報処理装置 1』（起動時処理が行われないもの）についての T_b の変化パターンの測定結果と、『 $LHP10_1$ の状態が、蒸発器 11 内に作動液が存在している状態となっている情報処理装置 1』（起動時処理が行われるもの）についての T_b の変化パターンの測定結果とから、決定したものとなっている。

[0033] 状態判定処理を終えた制御装置 31 は、状態判定処理にて $LHP10_1$ の状態が起動可能状態であると判定した場合（ステップ S103；NO）には、特に処理を行うことなく、この起動時処理（図 6 の処理）を終了する。

[0034] 一方、状態判定処理にて $LHP10_1$ の状態が起動不可状態であると判定した場合（ステップ S103；YES）、制御装置 31 は、CPU32 の動作を停止させるための処理（ステップ S104）を行う。より具体的には、このステップ S104 にて、制御装置 31 は、通常の終了操作時に CPU32

が実行する処理をCPU32に実行させるための処理を行う。

- [0035] ステップS104の処理を終えた制御装置31は、加熱装置21（ヒーター21h）への電力供給を開始する（ステップS105）。その後、制御装置31は、 $T_a \sim T_d$ の変化速度に基づき、LHP10₁の起動が完了する（LHP10₁の状態が起動可能状態となる）のを監視（待機）する起動完了監視処理（ステップS106）を開始する。
- [0036] この起動完了監視処理の詳細を説明する前に、図7及び図8を用いて、起動不可状態にあるLHP10₁の蒸気管15の加熱対象部分を加熱した場合に生ずる現象を説明しておくことにする。
- [0037] 作動液がLHP10₁内の凝縮器16側にのみ存在している状況下（図5参照）、時間 t_0 に、CPU32を機能させることなく、蒸気管15の加熱対象部分の加熱を開始した場合を考える。
- [0038] この場合、図7に示したように、加熱対象部分の温度 T_a は、加熱装置21の発熱量に応じた速度で上昇することになる。また、加熱対象部分から離れた各部の温度 $T_b \sim T_d$ は、より遅い速度で上昇することになる。なお、この図7に示してある各温度は、情報処理装置1の凝縮器16を鉛直下方向に向けることにより、作動液がLHP10₁内の凝縮器16側にのみ存在している状態を形成した後、加熱装置21を実際に機能させることにより測定した温度である。
- [0039] 加熱対象部分の温度 T_a が上昇すると、加熱対象部分内の作動液が気化することにより、加熱対象部分内の圧力が上昇する。そのため、LHP10₁内の、加熱対象部分とは異なる部分（作動液蒸気が存在している各部分）の圧力も上昇し、その結果として、温度が比較的に低い部分で作動液蒸気が凝縮液化することになる。
- [0040] また、加熱対象部分内の作動液が気化すると、気化した、温度の高い作動液蒸気が、温度の低い蒸発器11側に流れて、凝縮液化することにもなる。従って、 T_a が或る程度上昇すると、図8に模式的に示したように、蒸発器11内や、液管17の蒸発器11近傍の部分で、作動液蒸気が凝縮液化する

- 。
- [0041] そして、作動液蒸気の凝縮液化時には、熱が放出されるので、作動液蒸気が或る時間 t_1 に凝縮液化した場合、図 7 に示してあるように、作動液蒸気が凝縮液化した各部分の温度 $T_b \sim T_d$ が、凝縮液化時の熱量放出により $1 \sim 5^\circ\text{C}$ 程度上昇することになる。
- [0042] また、作動液蒸気が凝縮液化すると、各部の内圧が急激に減少する。そのため ($P V = n R T$ により圧力が下がると温度が下がるため)、加熱対象部分の温度 T_a の上昇速度が低下する (情報処理装置 1 では、 $0.45^\circ\text{C}/\text{sec} \rightarrow 0.07^\circ\text{C}/\text{sec}$) ことにもなる。
- [0043] このように、起動不可状態にある $LHP10_1$ の蒸気管 15 の加熱対象部分を加熱すると、 $LHP10_1$ の状態を、蒸発器 11 内に作動液が存在する状態 (つまり、起動可能状態) とすることが出来る。また、 $LHP10_1$ の状態が起動可能状態となる際には、 $LHP10_1$ の各部で特徴的な温度変化 (温度の変化速度の変化) が生ずる。
- [0044] 制御装置 31 が実行する起動完了監視処理 (図 6 : ステップ S106) は、そのような特徴的な温度変化が、温度センサ 22a ~ 22d が取り付けられているいずれかの部分で生ずるのを監視する処理である。
- [0045] より具体的には、起動完了監視処理は、 T_a については、『1 秒あたりの温度上昇幅が 30% 以上低下する』という条件が満たされるのを監視し、他の各温度 $T_b \sim T_d$ については、『5 秒間の間に 1°C 以上の温度変化が生ずる』という条件が満たされるのを監視する処理となっている。
- [0046] なお、制御装置 31 は、図 9 に模式的に示したように、CPU 32 を起動した後、 $LHP10_1$ の状態が起動不可状態となっていることが分かったときに、CPU 32 の動作を停止させて加熱装置 21 を機能させる装置 (図 6 のステップ S101 ~ S105 参照) である。すなわち、制御装置 31 は、 T_b が高い状態で、蒸気管 15 の加熱対象部分の加熱を開始する装置となっている。そのため、上記した各条件は、図 7 に示した温度の測定結果からではなく、『 T_b を設定温度まで上昇させた後、CPU 32 の動作を停止させる

と共に加熱装置 21 を機能させることにより得られた $T_a \sim T_d$ の測定結果』から定めたものとなっている。

[0047] 起動完了監視処理（図 6：ステップ S106）を終えた制御装置 31 は、加熱装置 21 への電力供給を停止（ステップ S107）してから、CPU 32 を始動（再始動）する（ステップ S108）。そして、制御装置 31 は、この起動時処理を終了する。

[0048] 以上の説明から明らかなように、本実施形態に係る情報処理装置 1（制御装置 31）は、起動不可状態にある LHP 10₁ の起動のために加熱装置 21 を動作させる場合、液管 17 の蒸発器 11 近傍の部分等の温度変化パターンに基づき、LHP 10₁ の状態が起動可能状態になるのを監視し、LHP 10₁ の状態が起動可能状態になったときに、加熱装置 21 の動作を停止させる装置となっている。

[0049] 従って、この情報処理装置 1 は、起動不可状態にある LHP 10₁ を、効率的に（蒸気管 15 の加熱に必要な以上のエネルギーが消費されてしまうといったことや、CPU 32 の起動時期が必要以上に遅れるといったことが生じない形で）、起動できる装置となっていることになる。

[0050] 《第 2 実施形態》

以下、第 1 実施形態に係る情報処理装置 1 と異なっている点を中心に、第 2 実施形態に係る情報処理装置 1 の構成、動作を説明する。

[0051] 図 10 に模式的に示してあるように、第 2 実施形態に係る情報処理装置 1 は、CPU 32 を冷却するための LHP（ループ型ヒートパイプ）10₂、加熱装置 21、制御装置 31 等を備えた装置である。

[0052] この情報処理装置 1（以下、第 2 情報処理装置 1 と表記する）は、上記した第 1 実施形態に係る情報処理装置 1（以下、第 1 情報処理装置 1 と表記する）と同様に、いわゆるノート PC である。

[0053] LHP 10₂ は、図 11（及び図 10）に示した蒸発器 11'、すなわち、液溜室 13 を有さない蒸発器 11' を備えた LHP である。

[0054] そして、第 2 情報処理装置 1 は、図 12 に示したように、蒸発器 11' に

、温度センサ 22 c（図 3 参照）相当のものを取り付けずに構成した装置であると共に、起動完了監視処理時に T c の変化パターンを監視しない点のみが上記した制御装置 3 1 と異なる装置を、制御装置 3 1 として、プリント配線板 3 0 上に実装した装置となっている。

[0055] 要するに、第 2 情報処理装置 1 は、第 1 情報処理装置 1 内の蒸発器 1 1 を蒸発器 1 1' に変更すると共に、その変更により不要となった構成及び機能を第 1 情報処理装置 1 から取り除いた構成を有している。

[0056] そして、T c が分からなくても、T a 等が分かれば、LHP 1 O₂ の状態が起動可能状態になったことを検出できる。従って、この第 2 実施形態に係る情報処理装置 1 も、起動不可状態にある LHP 1 O₂ を効率的に起動できる装置となっていると言える。

[0057] 《第 3 実施形態》

以下、図 1 3 乃至図 2 1 を用いて、第 3 実施形態に係る情報処理装置 1（以下、第 3 情報処理装置 1 とともに表記する）の構成及び動作を、説明する。

[0058] 図 1 3 に模式的に示してあるように、第 3 情報処理装置 1 も、いわゆるノート PC であり、プリント回路板 3 0、LHP 1 O₃ 等を備えている。

[0059] LHP 1 O₃ は、LHP 1 O₁（図 1、図 5 参照）と同様に、蒸発器 1 1 と凝縮器 1 6 とを蒸気管 1 5 及び液管 1 7 によってループ状に接続し、それらの内部に所定量の作動流体を封入した熱輸送デバイスである。

[0060] この LHP 1 O₃ の蒸発器 1 1、液管 1 7 は、それぞれ、LHP 1 O₁ の蒸発器 1 1、液管 1 7 と同じものである。LHP 1 O₃ の蒸気管 1 5 は、本管 1 5 c と、本管 1 5 c から枝分かれした 2 本の枝管 1 5 a 及び枝管 1 5 b とからなる多岐管である。この蒸気管 1 5 は、各管として、外径 4 mm、内径 3 mm の銅管を採用して製造したものとなっている。

[0061] LHP 1 O₃ の蒸発器 1 1 は、LHP 1 O₁ の蒸発器 1 1 と本質的には同じものである。ただし、LHP 1 O₃ の蒸発器 1 1（図 1 3～図 1 5 参照）は、蒸気管 1 5 の枝管 1 5 a 及び枝管 1 5 b に接続されたもの（蒸気管 1 5 との接続箇所が 2 箇所あるもの）となっている。

- [0062] LHP 10₃の蒸発器 11（図13）は、プリント回路板 30上のCPU 32上に位置している。蒸発器 11の本体部分は、高熱伝導性材料（本実施形態では、銅）からなる受熱ブロック 25に收容されており、受熱ブロック 25は、CPU 32の上面に固定されている。
- [0063] 図15に示してあるように、蒸発器 11には、液溜室 13の温度を測定するための温度センサ 22cが取り付けられている。また、受熱ブロック 25の、CPU 32と接する側の面には、蒸発器 11の本体部分の温度（CPU 32の温度）を測定するための温度センサ 22bが取り付けられている。さらに、液管 17の、蒸発器 11近傍の部分（本実施形態では、液管 17の蒸発器 11側の端から30mm離れた部分）には、当該部分の温度を測定するための温度センサ 22dが取り付けられている。
- [0064] 蒸気管 15の枝管 15a（図13）には、加熱装置 21が取り付けられている。この加熱装置 21は、図16に示したように、高熱伝導性材料製の部材（本実施形態では、銅製の、蒸気管 15の長さ方向の長さがおよそ50mmの部材）にヒーター 21hを埋め込んだ構成を有している。そして、同図に示してあるように、蒸気管 15の加熱装置 21が取り付けられている部分には、当該部分（以下、加熱対象部分と表記する）の温度を測定するための温度センサ 22aが取り付けられている。
- [0065] 蒸気管 15の形状は、第3情報処理装置 1の凝縮器 16側を鉛直下方向に向けることにより全作動液をLHP 10₃内の凝縮器 16側に集めた場合に、図17に示した状態が形成されることになるように、定められている。すなわち、蒸気管 15の形状は、凝縮器 16側を鉛直下方向に向けることにより全作動液を凝縮器 16側に集めた場合における作動液の液面位置が、蒸気管 15の分岐部よりも高くなるように、定められている。
- [0066] そして、加熱装置 21は、蒸発器 11側の面が、上記液面位置とほぼ一致するように、枝管 15aに対して取り付けられている。
- [0067] 第3情報処理装置 1が備えるプリント回路板 30は、第1情報処理装置 1が備えるプリント回路板 30と同じものである。

- [0068] すなわち、第3情報処理装置1が備えるプリント回路板30上には（図13、図17参照）、加熱装置21及び温度センサ22a～22dと電氣的に接続された制御装置31が設けられている。そして、この制御装置31は、第3情報処理装置1が起動されると、既に説明した内容の起動時処理（図6参照）を実行する。従って、制御装置31は、第3情報処理装置1の起動時にLHP10₃が起動不可状態にあった場合には、図18に模式的に示したように、CPU32の動作を一旦停止させてから、加熱装置21への電力供給を開始することになる。
- [0069] 加熱装置21への電力供給が開始されると、第1情報処理装置1と同様に（図9参照）、暫くしてから、蒸発器11内や液管17の蒸発器11近傍の部分で作動液蒸気が凝縮液化する。そして、作動液蒸気が凝縮液化した際（図7参照）には、作動液蒸気が凝縮液化した各部分の温度T_b～T_dが、凝縮液化時の熱量放出により1～5℃程度上昇する。また、加熱対象部分の温度T_aの上昇速度が低下するが、制御装置31は、そのような温度変化が生じたときに、加熱装置21への電力供給を停止してから、CPU32を再起動する機能（図6参照）を有している。
- [0070] 従って、この第3情報処理装置1も、起動不可状態にあるLHP10₃を、効率的に（蒸気管15の加熱に必要な以上のエネルギーが消費されてしまうとといったことや、CPU32の起動時期が必要以上に遅れるといったことが生じない形で）、起動できる装置となっていることになる。
- [0071] さらに、LHP10₃の蒸発器11、凝縮器16間は、加熱装置21によって加熱される枝管15aと、加熱装置21によって加熱されない枝管15bとにより接続されている。そのため、第3情報処理装置1は、起動不可状態にあるLHP10₃を、第1情報処理装置1よりも早く（短時間で）起動できる装置となっていることにもなる。
- [0072] 具体的には、LHP10₁の蒸発器11、凝縮器16間は、1本の蒸気管15により接続されている。そのため、LHP10₁の蒸気管15の加熱時には、図19に模式的に示したように、加熱対象部分にて発生した、温度が高い

作動液蒸気（白抜き矢印）が、蒸発器 11 側からの低い温度の作動液蒸気（黒矢印）の流れに邪魔されるため、スムーズに蒸発部 11 のウィック 12 付近まで流れないことになる。

[0073] 一方、LHP 10₃の蒸発器 11、凝縮器 16 間は、加熱装置 21 によって加熱される枝管 15a と、加熱装置 21 によって加熱されない枝管 15b とにより接続されている。そのため、LHP 10₃の蒸気管 15（枝管 15a）の加熱時には、図 20 に模式的に示したように、加熱対象部分にて発生した温度が高い作動液蒸気は、枝管 15a を通って蒸発器 11 側に流れ、蒸発器 11 側からの低い温度の作動液蒸気は、枝管 15b を通って凝縮器 16 側に流れることになる。

[0074] そして、加熱により発生した作動液蒸気が蒸発器 11 側に流れ易い方が、作動液蒸気の凝縮液化が早く生ずる。そのため、第 3 情報処理装置 1の方が、第 1 情報処理装置 1 よりも、LHP 10₃（10₁）を早く起動できる装置となっているのである。

[0075] なお、凝縮器 16 を鉛直下方向を向けた姿勢での第 1、第 3 情報処理装置 1 の起動実験（加熱装置 21 への供給電力：10W）から、蒸発器 11 を完全にドライアウトさせた LHP 10₁の起動に要する時間がおおよそ 30 秒であることや、蒸発器 11 を完全にドライアウトさせた LHP 10₃の起動に要する時間がおおよそ 10 秒であることが、確認できている。従って、第 3 情報処理装置 1 に採用されている上記構成は、LHP の起動時間の短縮に極めて効果があるものとなっていると言える。

[0076] また、LHP 10₃の蒸気管 15 は、LHP 10₁の蒸気管 15 よりも、流路断面積が大きな部分を有している。換言すれば、LHP 10₃は、図 22 に模式的に示したように、蒸発器 11 からの作動液蒸気が流れやすい構成を有している。従って、LHP 10₃は、その分、スタートアップ後の作動安定性が高いものとなっていることにもなる。

[0077] 《第 4 実施形態》

以下、第 4 実施形態に係る情報処理装置 1（以下、第 4 情報処理装置 1 と

も表記する)の構成、動作を説明する。

[0078] 図22に模式的に示してあるように、第4情報処理装置1は、CPU32を冷却するためのLHP10₄、加熱装置21、制御装置31等を備えた装置である。

[0079] この第4情報処理装置1も、上記した第1～第3情報処理装置1と同様に、いわゆるノートPCである。第4情報処理装置1が備えるLHP10₄は、図22と図17とを比較すれば明らかなように、蒸発器11を蒸発器11'に変更したLHP10₃に相当するものである。

[0080] LHP10₄に使用されている蒸発器11'は、LHP10₂に使用されている蒸発器11' (図10、図11参照)と本質的には同じものである。ただし、図23 (及び図22)に示してあるように、LHP10₄の蒸発器11'は、蒸気管15の枝管15a及び枝管15bに接続されたもの (蒸気管15との接続箇所が2箇所あるもの) となっている。

[0081] そして、第4情報処理装置1は、図24に示してあるように、蒸発器11'に温度センサ22c (図3参照) 相当のものが取り付けられていない装置であると共に、第2情報処理装置1内の制御装置31と同機能の装置を、制御装置31として、プリント配線板30上に実装した装置となっている。

[0082] 要するに、第4情報処理装置1は、第3情報処理装置1内の蒸発器11を蒸発器11'に変更すると共に、その変更により不要となった構成及び機能を第3情報処理装置1から取り除いた構成を有している。

[0083] そして、T_cが分からなくても、T_a等が分かれば、LHP10₄の状態が起動可能状態になったことを検出できる。従って、この第4実施形態に係る情報処理装置1も、起動不可状態にあるLHP10₂を効率的に起動できる装置となっていると言える。

[0084] 《変形形態》

上記した各実施形態に係る情報処理装置1は、各種の変形を行うことが出来る。例えば、各実施形態に係る情報処理装置1を、蒸発器11 (11') が凝縮器16よりも上方に位置しているタワー型PCに変形することが出来る。

る。なお、情報処理装置 1 をそのように変形した場合、情報処理装置 1 の起動時の LHP 10 の状態が、通常は（短時間の間に再起動されない限り）、起動不可状態となっていることになる。従って、この場合、制御装置 31 を、『CPU 32 の始動前に加熱装置 21 を機能させる起動時処理』を実行するものとしておくことが出来る。

[0085] また、ヒーター 21h を内蔵した加熱装置 21（図 4）の代わりに、ペルチェ素子を用いることも出来る。なお、加熱装置 21 の代わりにペルチェ素子を用いる場合には、蒸気管 15 及び液管 17 の形状を工夫することにより、1 つのペルチェ素子で蒸気管 15 の加熱対象部分の加熱と液管 17 の蒸発器 11（11'）近傍の部分の冷却が行われるようにしておくことも出来る。

[0086] また、図 25 に模式的に示したように、加熱装置 21 を設ける代わりに、蒸気管 15 の加熱対象部分に高熱伝導性の部材 43 を設ける共に、受熱ブロック 25 から部材 43 への熱輸送を行うための、ポンプ 41 を備えた熱媒体循環流路 42 を設けておくことも出来る。

[0087] また、各温度センサ 22x（x = a ~ d）の取り付け位置は、LHP 10 が熱輸送デバイスとして動作している状況下と、LHP 10 が熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、蒸発器 11（11'）内に作動液が存在していない状況下（LHP 10 の状態が起動不可状態となっている状況下）とで、その内部の作動流体の相状態が異なる箇所でありさえすれば良い。

[0088] より具体的には、上記したものよりも若干大きなサイズの LHP に、図 25 に示したように、8 つの温度センサ 22a ~ 22h を取り付けに行った実験から、図 26A、図 26B に示した結果が得られている。なお、図 25A、図 25B において、Ta ~ Te とは、温度センサ 22a ~ 22h によって測定された温度のことである。

[0089] この結果は、液管 17 の、蒸発器 11 から離れた部分の温度 Te、Tf や、蒸気管 15 の、凝縮器 16 近傍の部分の温度 Th では、作動液蒸気の凝縮液化を検出しにくい、加熱対象部分の温度 Ta や、蒸発器 11 近傍部分の

温度 T_b 、 T_c 、 T_d 、 T_g を用いれば、作動液蒸気の凝縮液化を検出できることを示すものである。

[0090] 従って、各温度センサ 22x ($x = a \sim d$) は、上記 2 状況で作動流体の相状態が異なる箇所、特に、加熱対象部分や蒸発器 11 近傍に取り付けておくことが望ましい。

[0091] なお、各温度センサ 22x によって測定される、LHP 10 (LHP 10₁ ~ LHP 10₄) の各部分の温度は、各部分内の作動流体の温度に相当するものでありさえすれば良い。従って、各温度センサ 22x を、管壁 (図 3 等参照) 等に取り付けておく必要はなく、各温度センサ 22x (温度センサ 22x の、実際に温度を測定する部分; 熱電対の先端部分等) を、管内に配置しておくことも出来る。

[0092] また、各実施形態に係る情報処理装置 1 は、LHP 10 に温度センサ 22x を複数個取り付けたものであったが、1 つの温度センサ 22x による温度の測定結果のみからでも、LHP 10 の状態が起動可能状態になったか否かを判定できる。従って、各実施形態に係る情報処理装置 1 を、1 つの温度センサ 22x のみが LHP 10 に取り付けられているものに変形することも出来る。なお、作動液蒸気の凝縮液化に起因する温度変化量 (温度の変化速度の変化量) は、 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d の順で、小さくなっていく (図 7 参照)。そのため、1 つの温度センサ 22x のみを LHP 10 に取り付ける場合には、加熱対象部分の温度を測定するための温度センサ 22a のみを取り付けておくことが望ましい。

[0093] また、上記した起動完了監視処理は、 $T_a \sim T_d$ の変化速度に基づき、LHP 10 の状態が起動可能状態となったか否かを判定する処理であったが、この起動完了監視処理の具体的な内容は、作動流体蒸気の凝縮液化に起因して実際に生ずる温度変化の内容に応じたものとする事が出来る。

[0094] 具体的には、LHP 10 の構成 [各部 (蒸気管 15 等) のサイズ、LHP 10 の各部のプリント回路板 30 に対する位置関係等] によっては、 T_a 、 T_b 、 T_c 、 T_d が図 27 に示したように変化する場合もある。 T_a 、 T_b

、 T_c 、 T_d がこのように変化する場合、起動完了監視処理を、 T_a については、 T_a を周期的に測定すると共に、その最大値を管理し、今回の測定結果が、管理している最大値 $-\alpha$ （例えば、 3°C ）以下となったときに、LHP10の状態が起動可能状態になったと判定する処理としておくことが出来る。なお、当然のことではあるが、この場合にも、 $T_a \sim T_d$ の変化速度に基づき、LHP10の状態が起動可能状態となったか否かを判定するタイプの起動完了監視処理を採用しておくことが出来る。

[0095] さらに、蒸気管15の加熱に必要な以上のエネルギーが消費されてしまうことになるが、起動完了監視処理を、 T_a が、作動液蒸気が凝縮液化していることが確実な温度（例えば、 50°C ；図7参照。）になったときに、LHP10の状態が起動可能状態になったと判定する処理としておくことも出来る。

[0096] 各LHP10を、蒸発器11（11'）と並列に幾つかの蒸発器11（11'）が設けられているもの（蒸気管15と液管17との間に、複数の蒸発器11（11'）が並列接続されているもの）に変形することも出来る。また、LHP10₂、10₄を、枝管の本数が3本以上の蒸気管15が用いられたものに変形することも出来る。さらに、情報処理装置1（ノートPC）を、LHP10が停止している間の自装置の姿勢を加速度計により検出することにより、蒸発器11内に作動液があるか否か（起動時に蒸気管15の加熱が必要であるか否か）を管理する装置に変形することも出来る。

産業上の利用可能性

[0097] 開示の技術は、冷却が必要とされる各種分野で利用できる。

符号の説明

- [0098] 1 情報処理装置
10₁、10₂、10₃、10₄ ループ型ヒートパイプ（LHP）
11 蒸発器
12 ウィック
13 液溜室

- 1 5 蒸気管
- 1 5 a、1 5 b 枝管
- 1 5 c 本管
- 1 6 凝縮器
- 1 7 液管
- 2 1 加熱装置
- 2 2 a、2 2 b、2 2 c、2 2 d 温度センサ
- 2 5 受熱ブロック
- 3 0 プリント回路板
- 3 1 制御装置
- 3 2 C P U
- 3 3 冷却用ファン
- 4 1 ポンプ
- 4 2 熱媒体循環流路
- 4 3 部材

請求の範囲

[請求項1]

液体状態にある作動流体を発熱体からの熱で気化させる蒸発器と、
気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器とを、前記蒸発器からの作動流体を前記凝縮器に供給する蒸気管及び前記凝縮器からの作動流体を前記蒸発器に供給する液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプと、

前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作している状況下と、前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、前記蒸発器内に液体状態にある作動流体が存在していない状況下とで、その内部の作動流体の相状態が異なる、前記ループ型ヒートパイプの部分の温度を測定する温度センサと、

前記蒸気管の一部である加熱対象部分を加熱する加熱装置と、

前記蒸発器の温度上昇では熱輸送デバイスとしての動作を開始しない状態にある前記ループ型ヒートパイプに熱輸送デバイスとしての動作を開始させるために、前記加熱装置を制御する制御装置であって、前記加熱装置に前記加熱対象部分を加熱させている間、前記温度センサを利用して前記ループ型ヒートパイプの前記部分の温度を監視し、当該温度に、前記ループ型ヒートパイプ内での作動流体の凝縮液化に起因する変化が生じたときに、前記加熱装置の加熱動作を停止させる制御装置と、

を備えることを特徴とするループ型ヒートパイプシステム。

[請求項2]

前記ループ型ヒートパイプの前記蒸気管が、

本管及び前記本管から枝分かれした複数の枝管を有する、各枝管の開口端が前記蒸発器に接続され、前記本管の開口端が前記凝縮器と接続された部材であり、

前記加熱装置が、

前記ループ型ヒートパイプの前記複数の枝管の中の一部の枝管を加熱する装置である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項3]

前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作している状況下と、前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、前記蒸発器内に液体状の作動流体が存在していない状況下とで、その内部の作動流体の相状態が異なる、前記ループ型ヒートパイプの複数の部分のそれぞれについて、その温度を測定する温度センサを、備え、

前記制御装置が、

前記加熱装置に前記加熱対象部分を加熱させている間、各温度センサを利用して前記ループ型ヒートパイプの前記複数の部分のそれぞれの温度を監視し、いずれかの温度に、前記ループ型ヒートパイプ内での作動流体の凝縮液化に起因する変化が生じたときに、前記加熱装置の加熱動作を停止させる装置である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項4]

前記温度センサが、前記蒸気管の途中に設けられている

ことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項5]

前記制御装置が、

前記ループ型ヒートパイプの状態が、前記加熱対象部分の加熱を行わなくても熱輸送デバイスとしての動作を開始する起動可能状態にあるか否かを判断し、前記ループ型ヒートパイプの状態が起動可能状態ではなかった場合に、前記加熱装置を制御する装置である

ことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項6]

前記蒸発器が、作動流体を一時的に貯留する液溜室を備えている

ことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項7]

前記加熱装置が、

前記ループ型ヒートパイプに、前記凝縮器が鉛直下側を向き、且つ、液体状の作動流体が前記凝縮器側にのみ存在する状態を取らせた場合における前記蒸気管内の作動流体の液面位置より鉛直下方側の部分を前記加熱対象部分として加熱する装置である

ことを特徴とする請求項1に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項8]

前記加熱装置が、

その内部を熱媒体が循環可能な、前記発熱体が発生した熱を前記加熱対象部分に伝える熱媒体循環流路と、前記熱媒体循環流路内の熱媒体を循環させる、前記制御装置により制御されるポンプとを備えた装置である

ことを特徴とする請求項1に記載のループ型ヒートパイプシステム

。

[請求項9]

液体状態にある作動流体を発熱体からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器と、前記凝縮器からの作動流体を前記蒸発器に供給する液管と、本管及び前記本管から枝分かれした複数の枝管を有し、各枝管の開口端が前記蒸発器に接続され、前記本管の開口端が前記凝縮器と接続された蒸気管とを含むループ型ヒートパイプと、

前記ループ型ヒートパイプの前記複数の枝管の中の一部の枝管を加熱する加熱装置と、

を備えることを特徴とするループ型ヒートパイプシステム。

[請求項10]

動作時に冷却すべき電子部品と、

液体状態にある作動流体を前記電子部品からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器とを、前記蒸発器からの作動流体を前記凝縮器に導入する蒸気管及び前記凝

縮器からの作動流体を前記蒸発器に導入する液管によりループ状に接続したループ型ヒートパイプと、

前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作している状況下と、前記ループ型ヒートパイプが熱輸送デバイスとして動作しておらず、且つ、前記蒸発器内に液体状の作動流体が存在していない状況下とで、その内部の作動流体の相状態が異なる、前記ループ型ヒートパイプの部分の温度を測定する温度センサと、

前記蒸気管の一部である加熱対象部分を加熱する加熱装置と、

前記蒸発器の温度上昇では熱輸送デバイスとしての動作を開始しない状態にある前記ループ型ヒートパイプに熱輸送デバイスとしての動作を開始させるために、前記加熱装置を制御する制御装置であって、前記加熱装置に前記加熱対象部分を加熱させている間、前記温度センサを利用して前記ループ型ヒートパイプの前記部分の温度を監視し、当該温度に、前記ループ型ヒートパイプ内での作動流体の凝縮液化に起因する変化が生じたときに、前記加熱装置の加熱動作を停止させる制御装置と

を備えることを特徴とする情報処理装置。

[請求項11]

前記制御装置が、

前記ループ型ヒートパイプの状態が、前記加熱対象部分の加熱を行わなくても熱輸送デバイスとしての動作を開始する起動可能状態にあるか否かを判断し、前記ループ型ヒートパイプの状態が前記起動可能状態ではなかった場合に、前記加熱装置を制御する装置である

ことを特徴とする請求項10に記載の情報処理装置。

[請求項12]

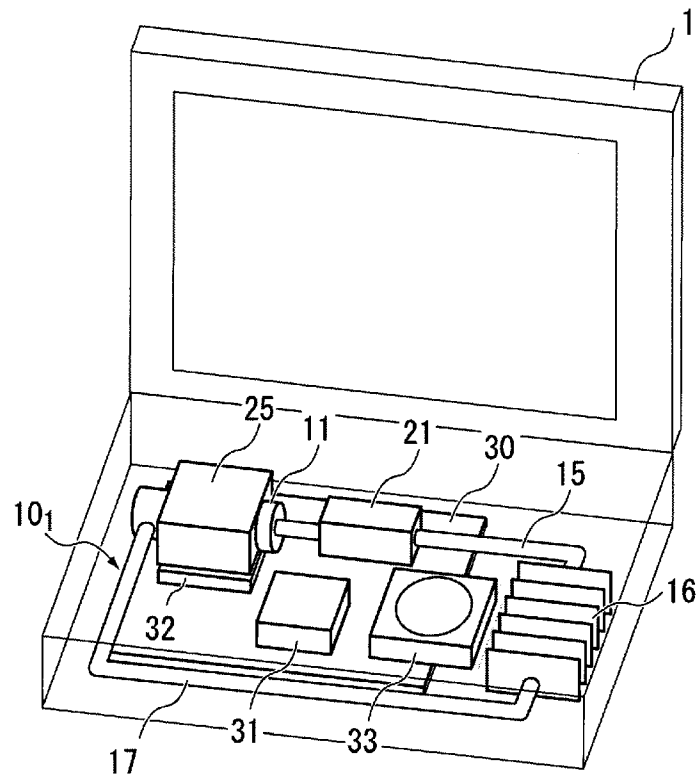
前記制御装置が、

動作開始後の前記電子部品の温度変化パターンに基づき、前記ループ型ヒートパイプの状態が前記起動可能状態にあるか否かを判断する装置である

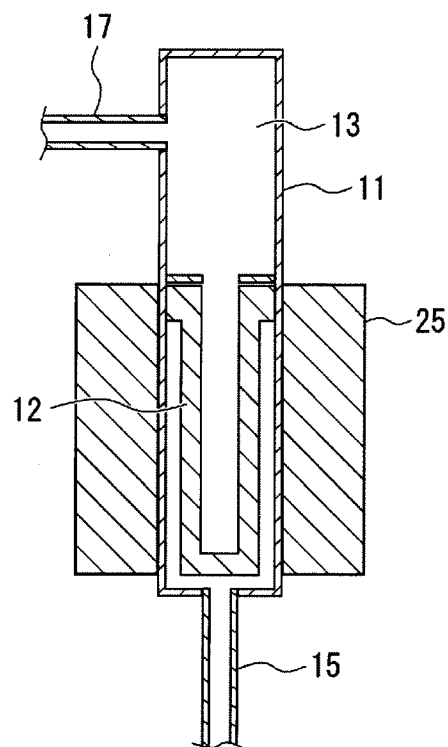
ことを特徴とする請求項11に記載の情報処理装置。

- [請求項13] 前記制御装置が、
- 前記加熱装置による前記加熱対象部分の加熱開始時に、前記電子部品の動作を停止させ、前記加熱装置による前記加熱対象部分の加熱停止時に、前記電子部品の動作を開始させる装置である
- ことを特徴とする請求項10に記載の情報処理装置。
- [請求項14] 前記ループ型ヒートパイプの前記蒸気管が、
- 本管及び前記本管から枝分かれした複数の枝管を有する、各枝管の開口端が前記蒸発器に接続され、前記本管の開口端が前記凝縮器と接続された部材であり、
- 前記加熱装置が、
- 前記ループ型ヒートパイプの前記複数の枝管の中の一部の枝管を加熱する装置である
- ことを特徴とする請求項11に記載の情報処理装置。

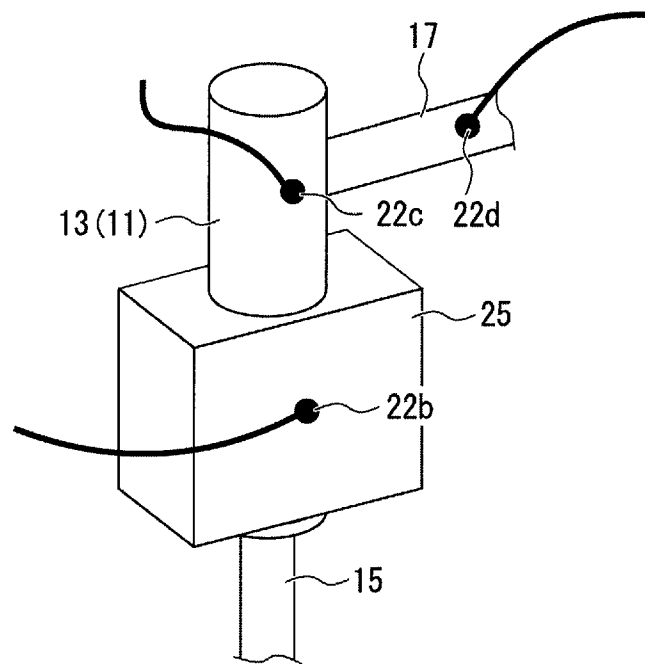
[図1]



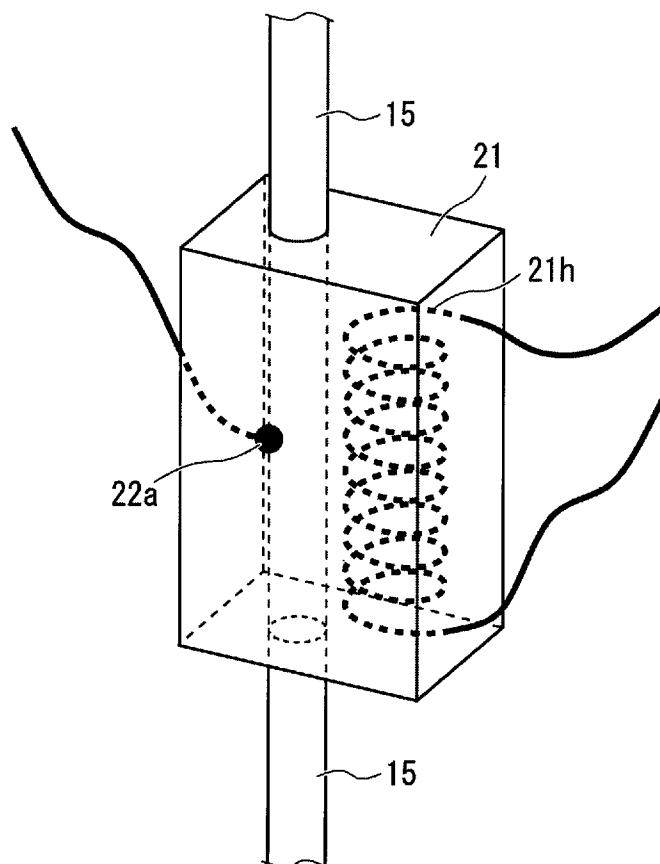
[図2]



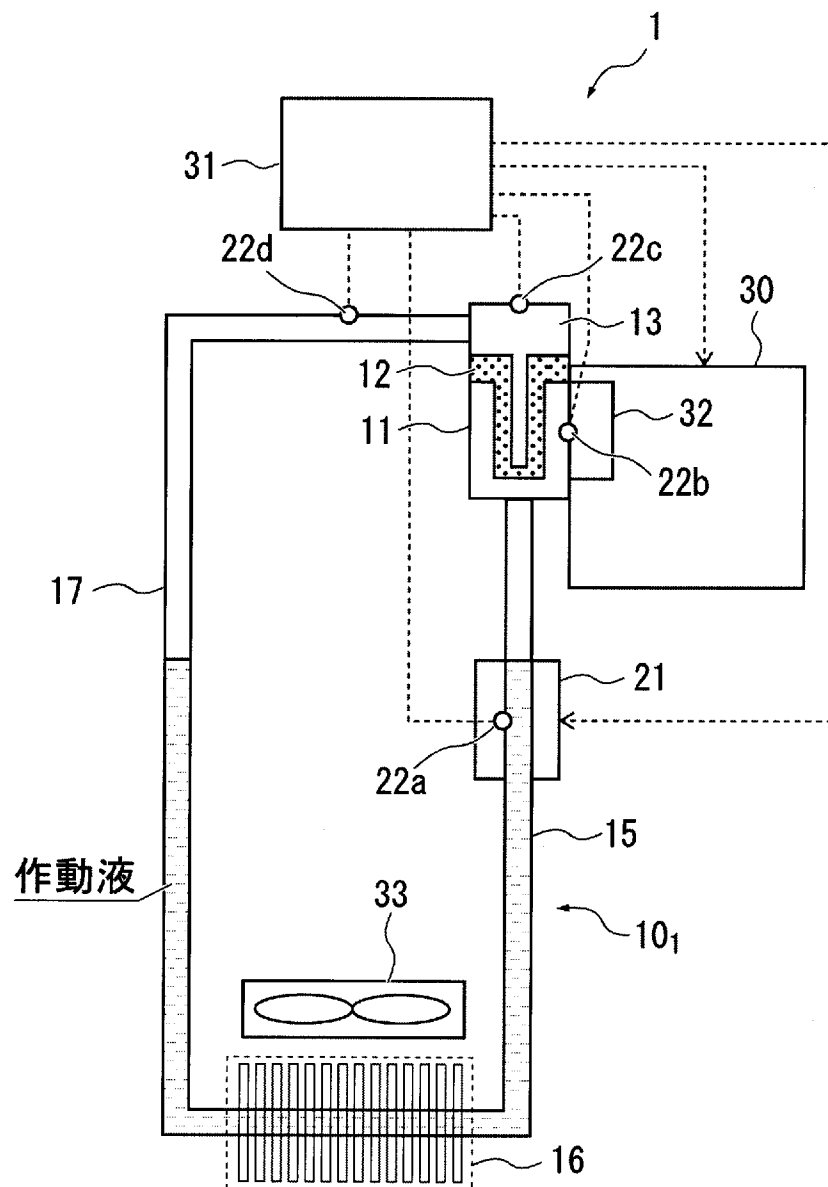
[図3]



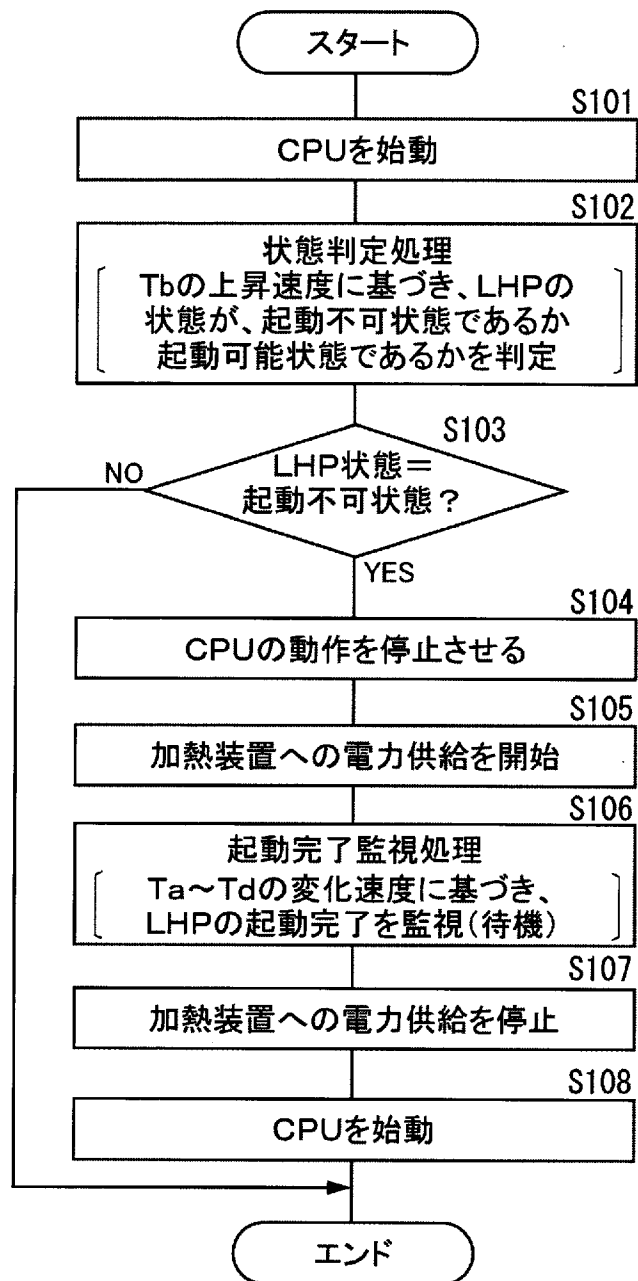
[図4]



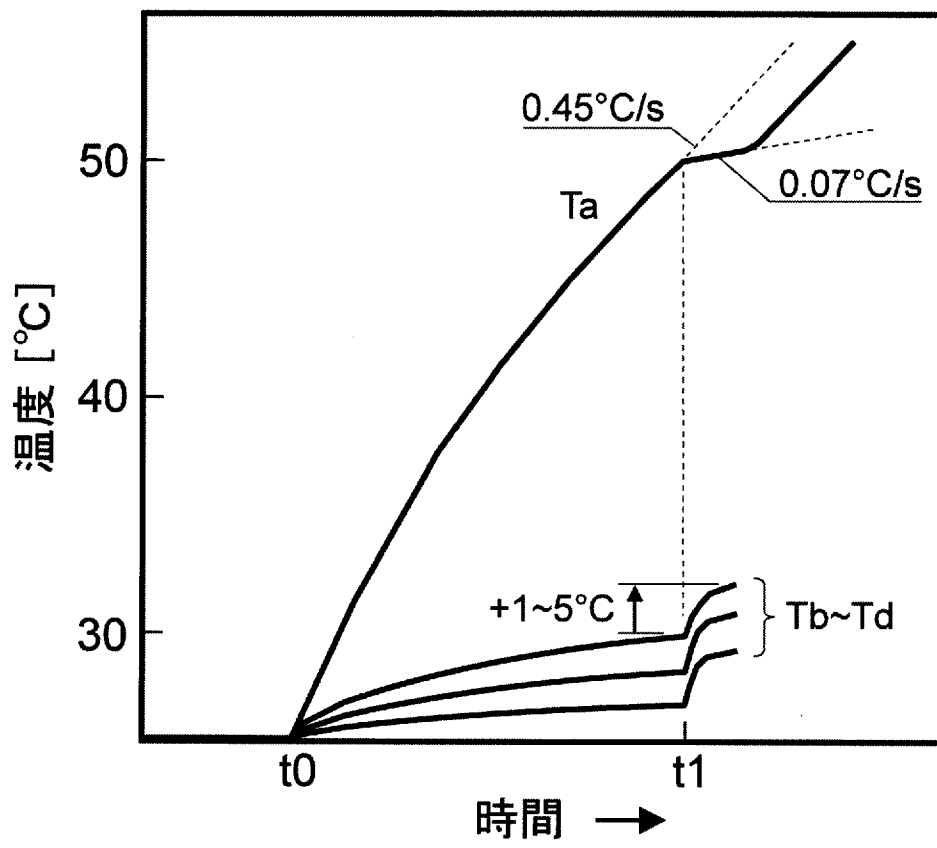
[図5]



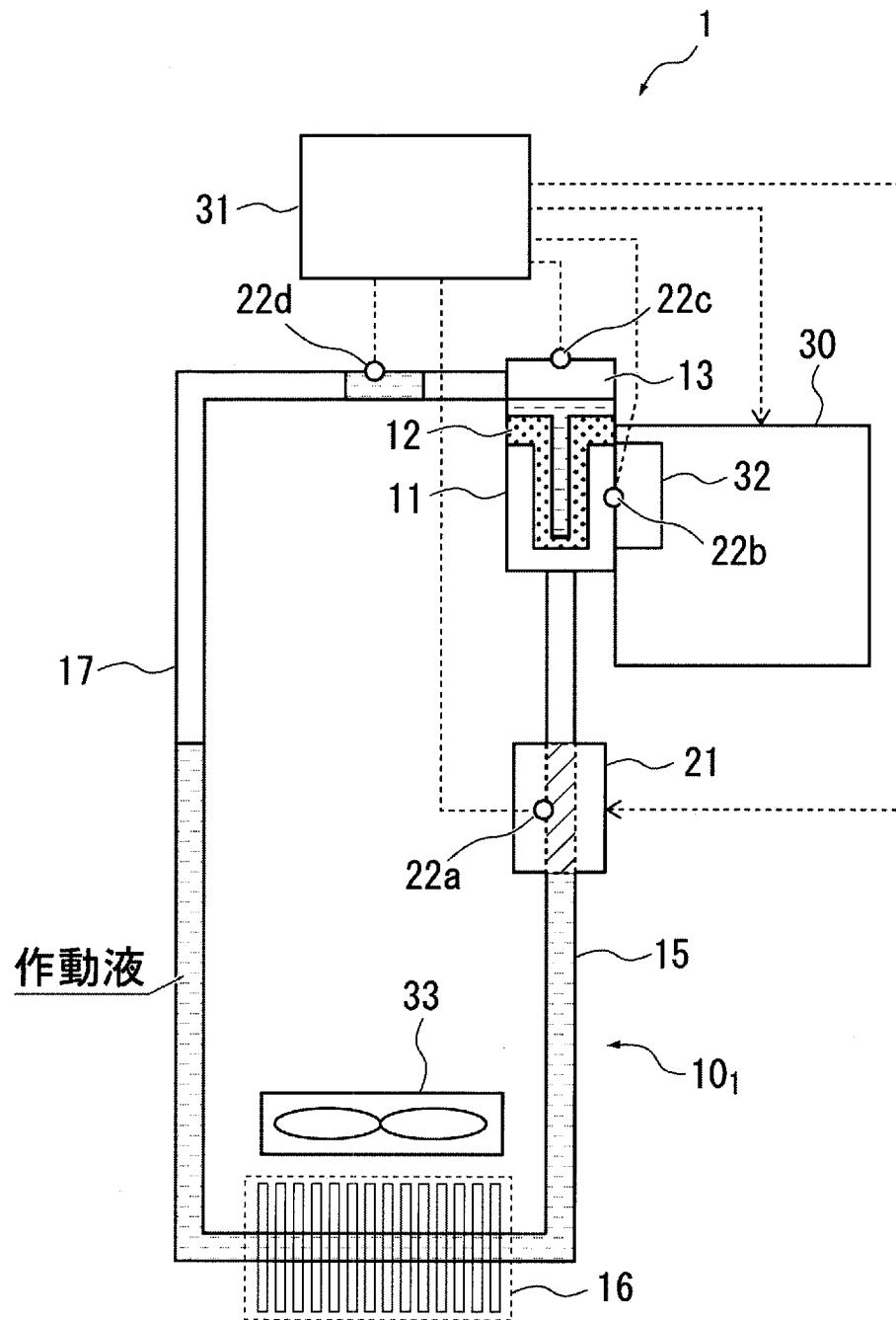
[図6]



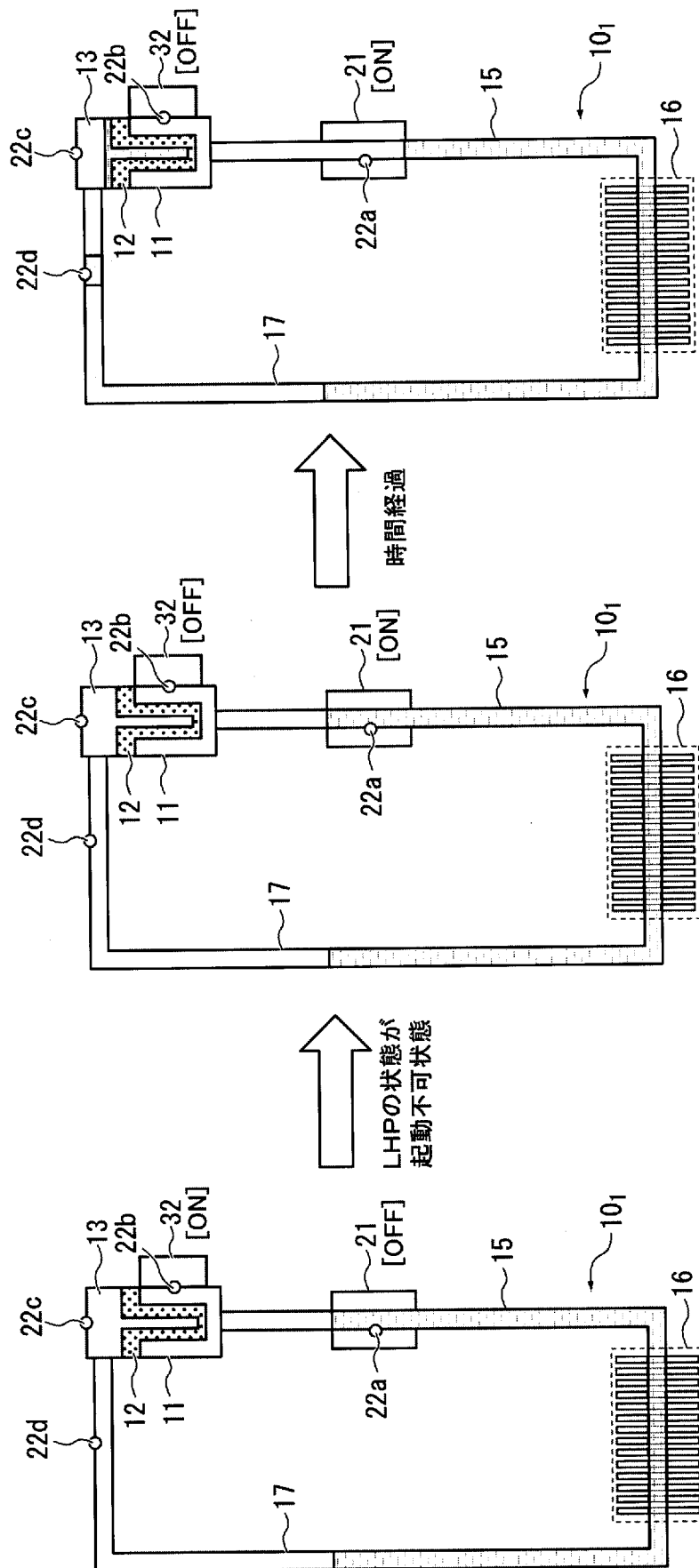
[図7]



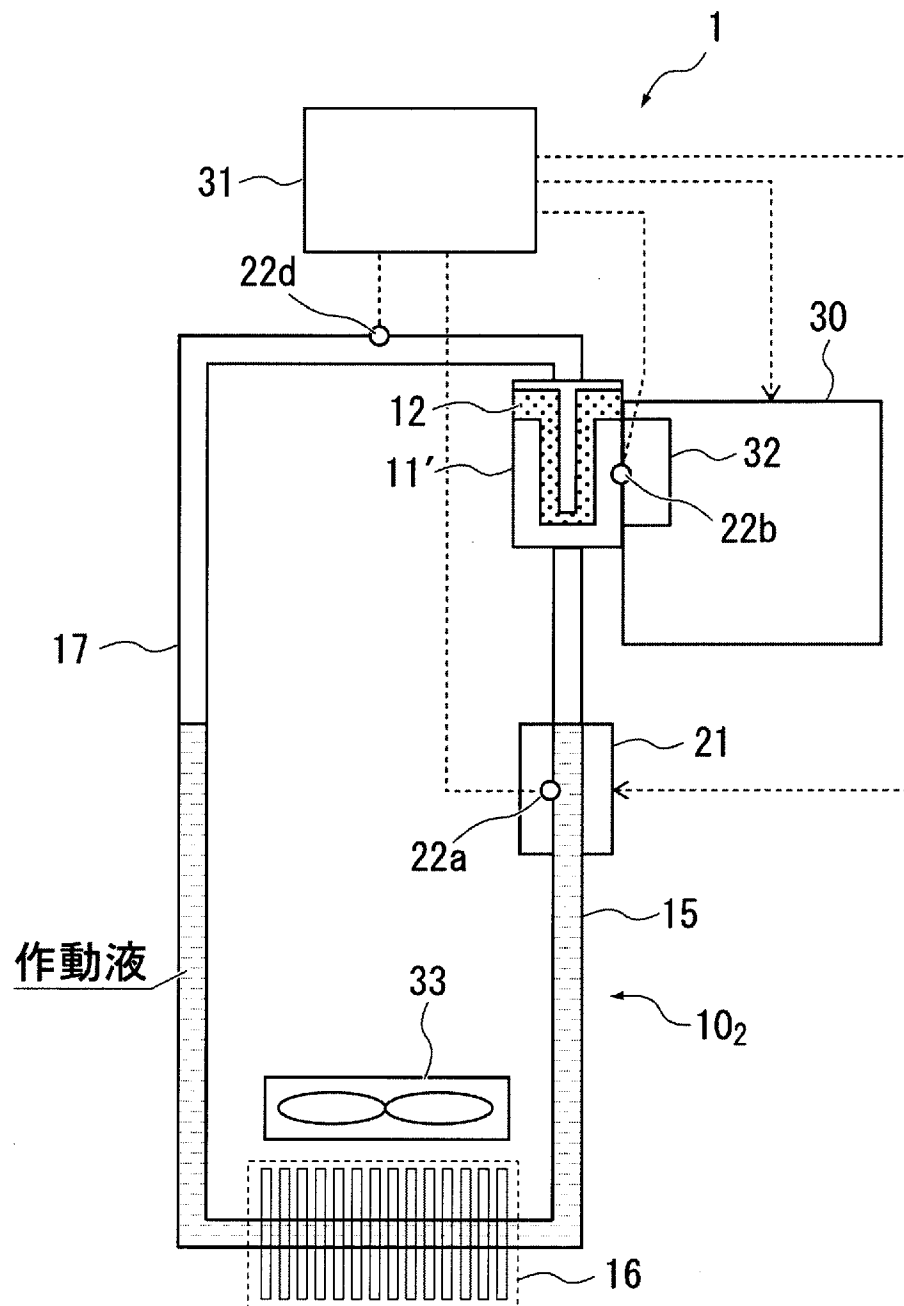
[図8]



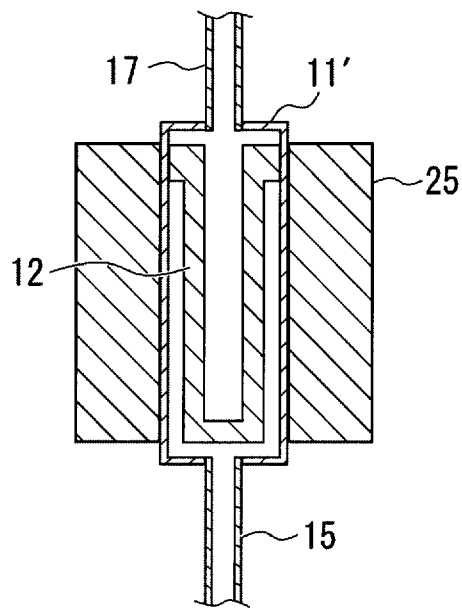
[図9]



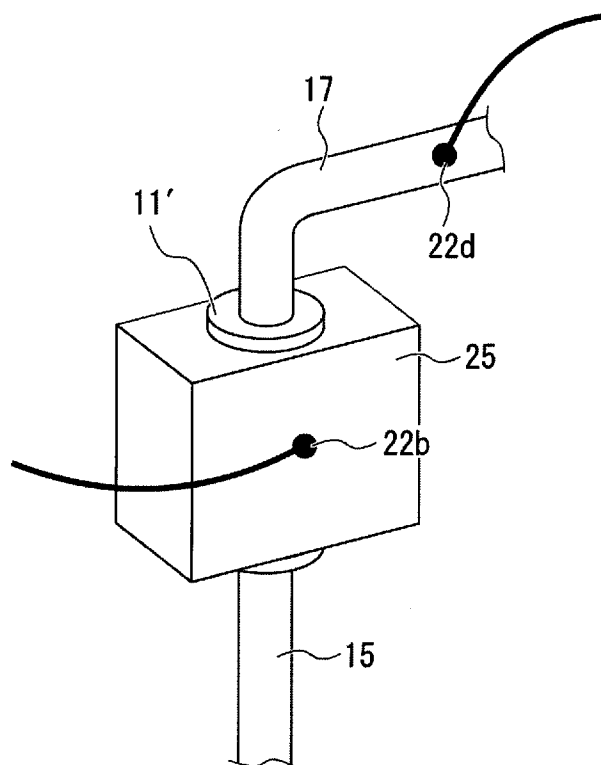
[図10]



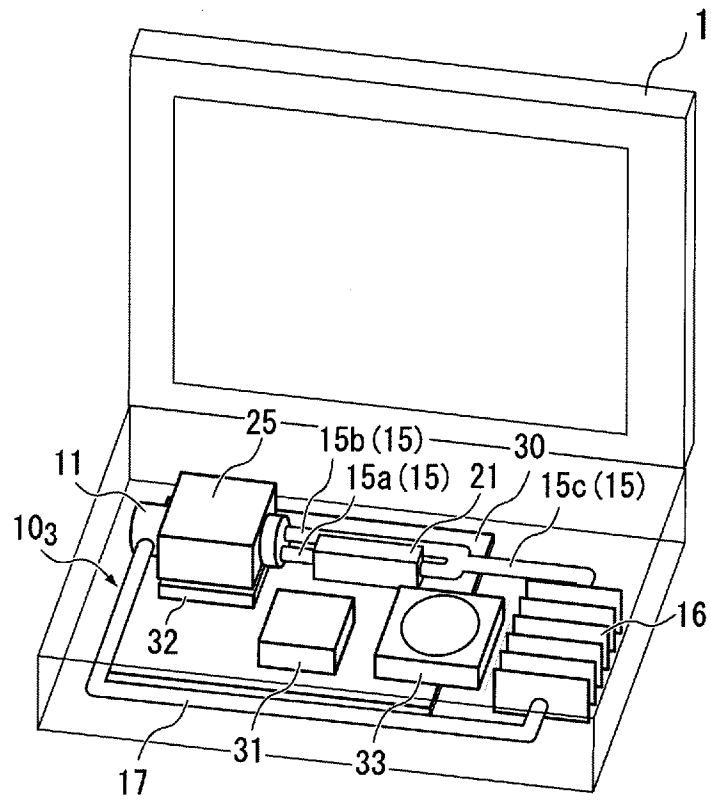
[図11]



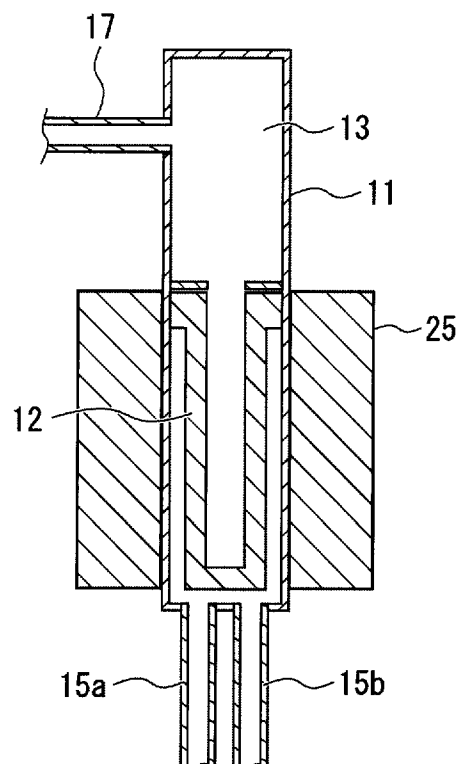
[図12]



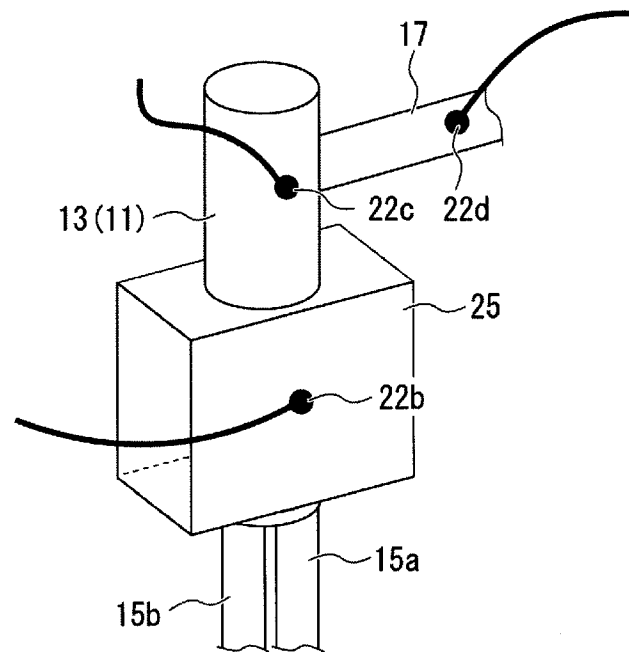
[図13]



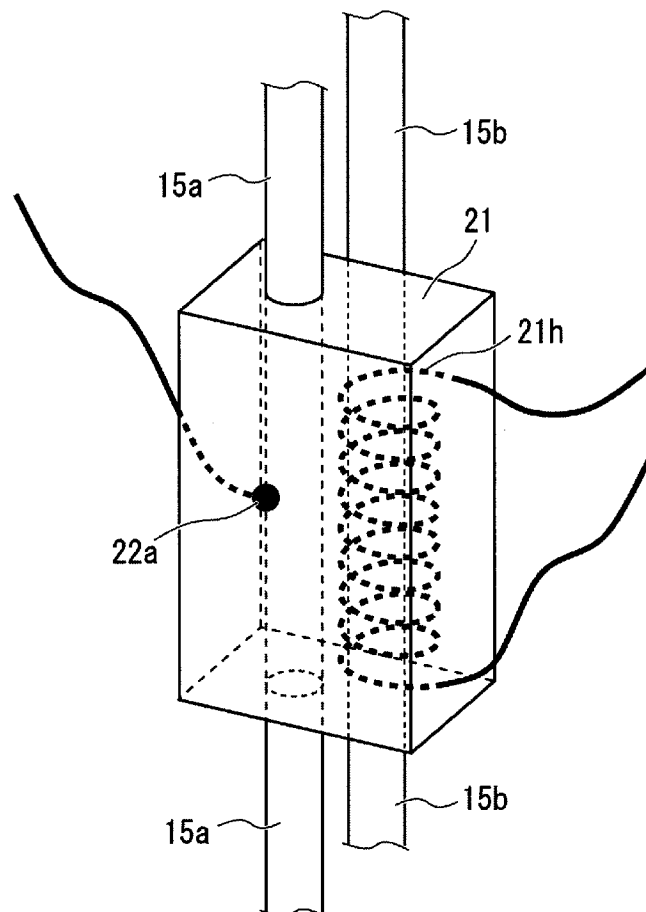
[図14]



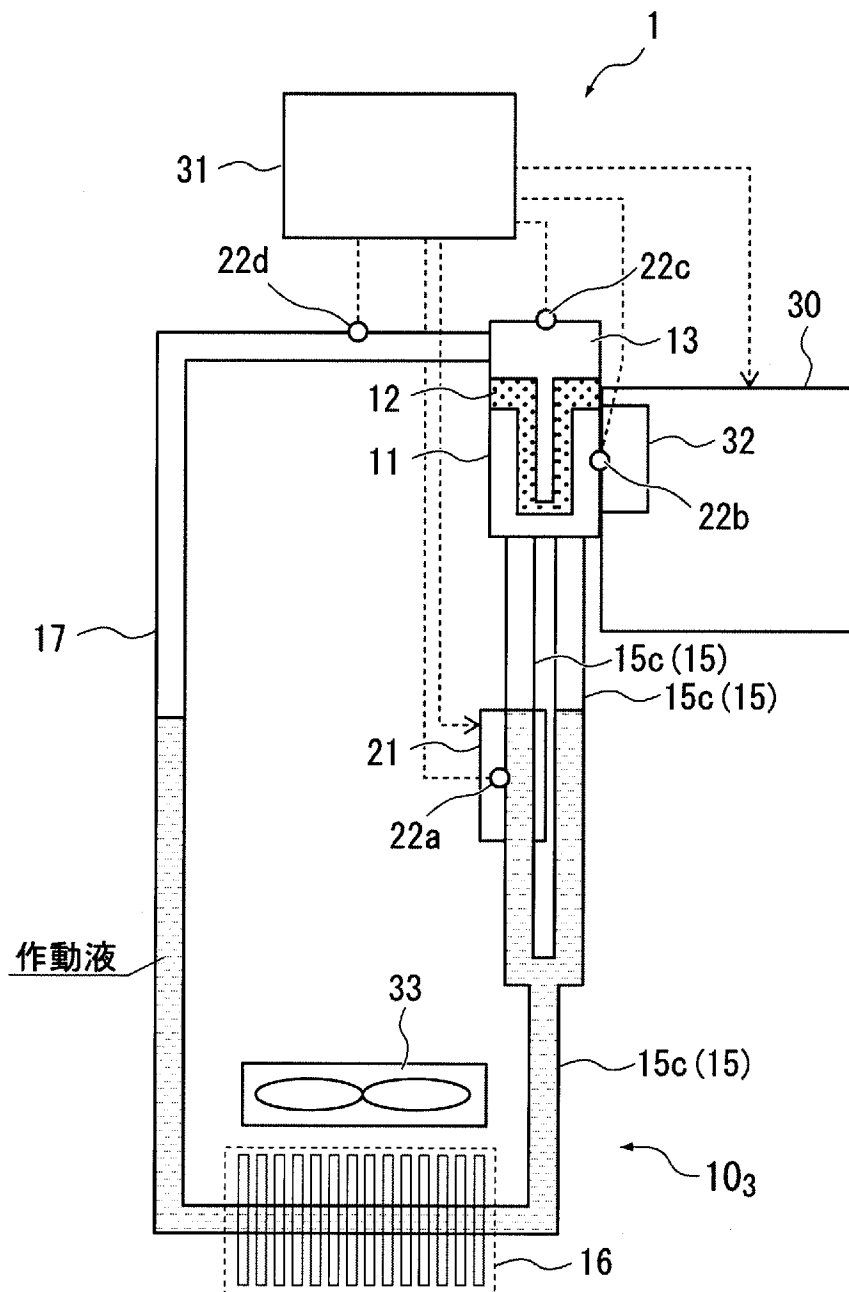
[図15]



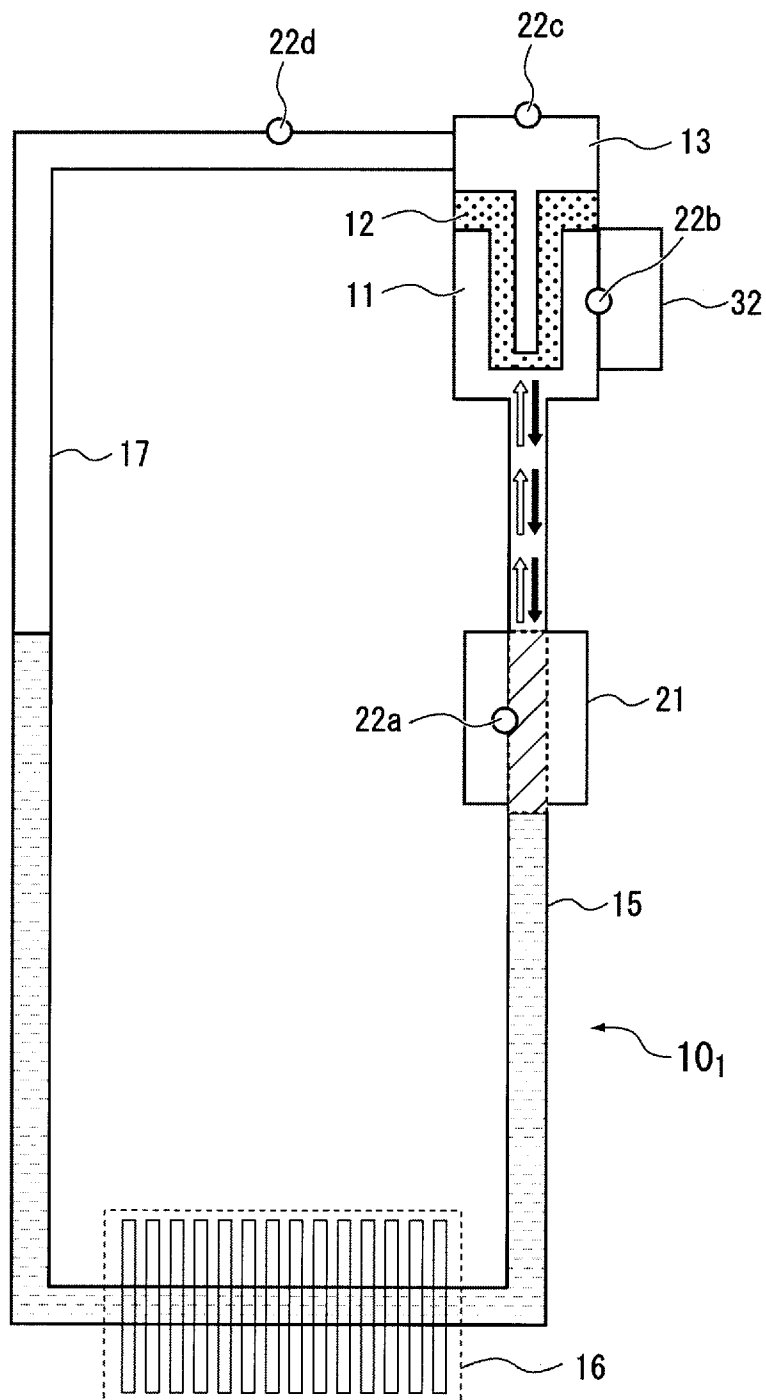
[図16]



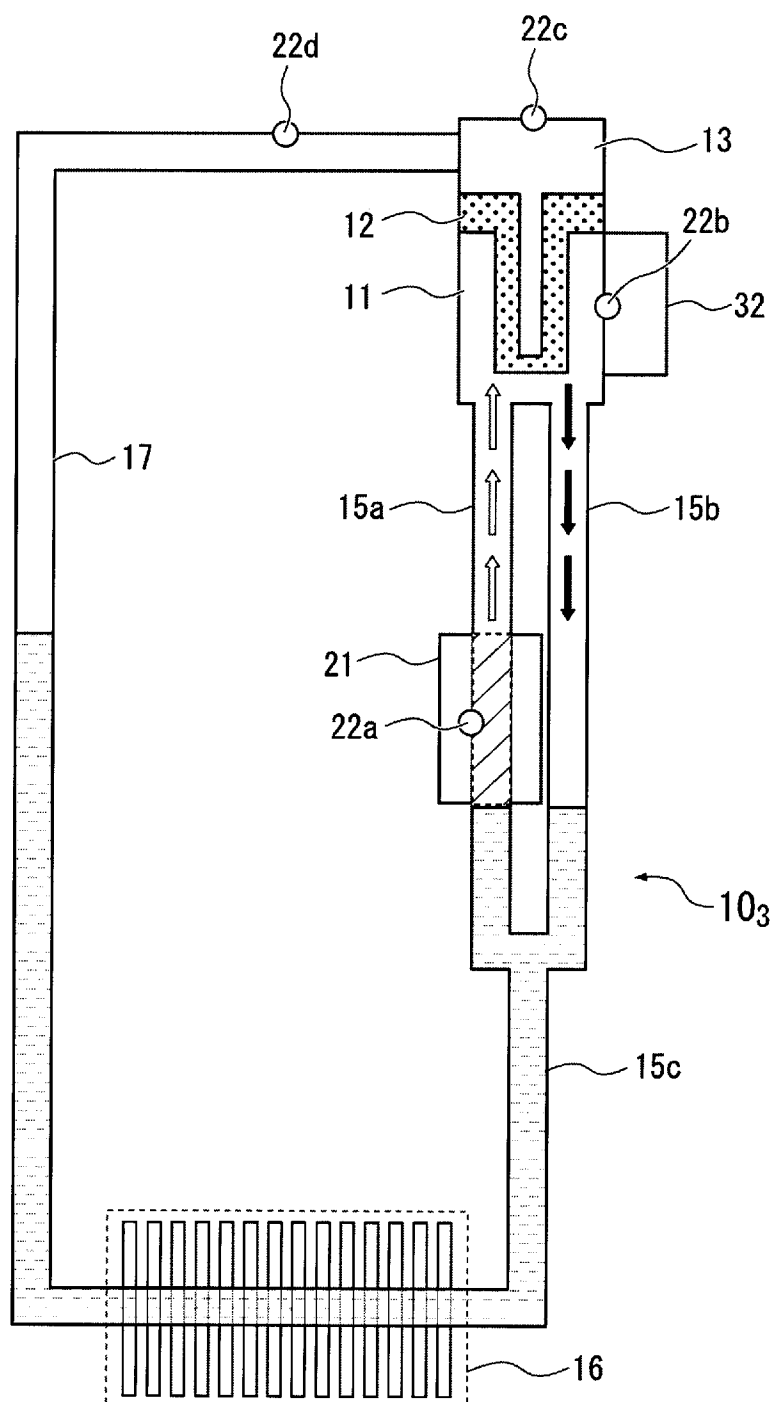
[図17]



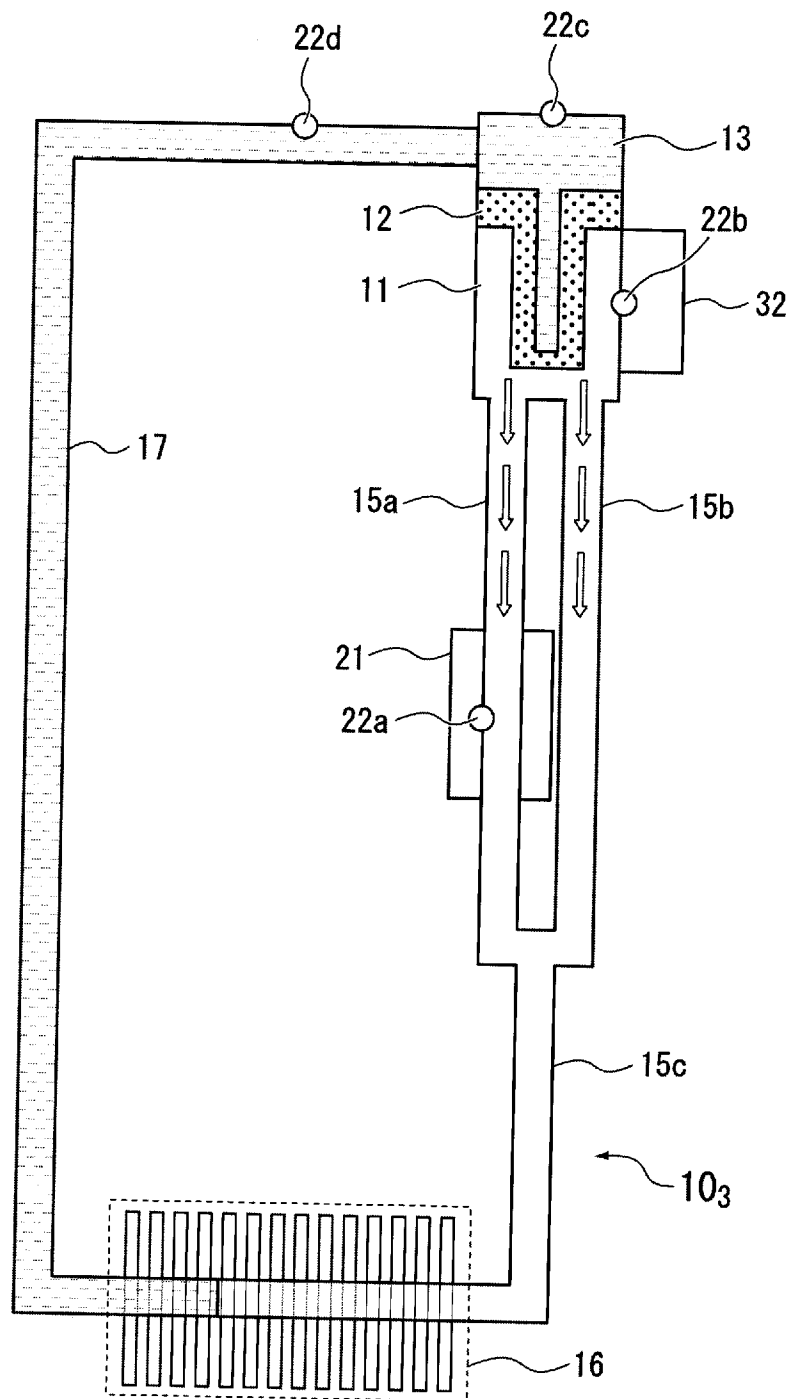
[図19]



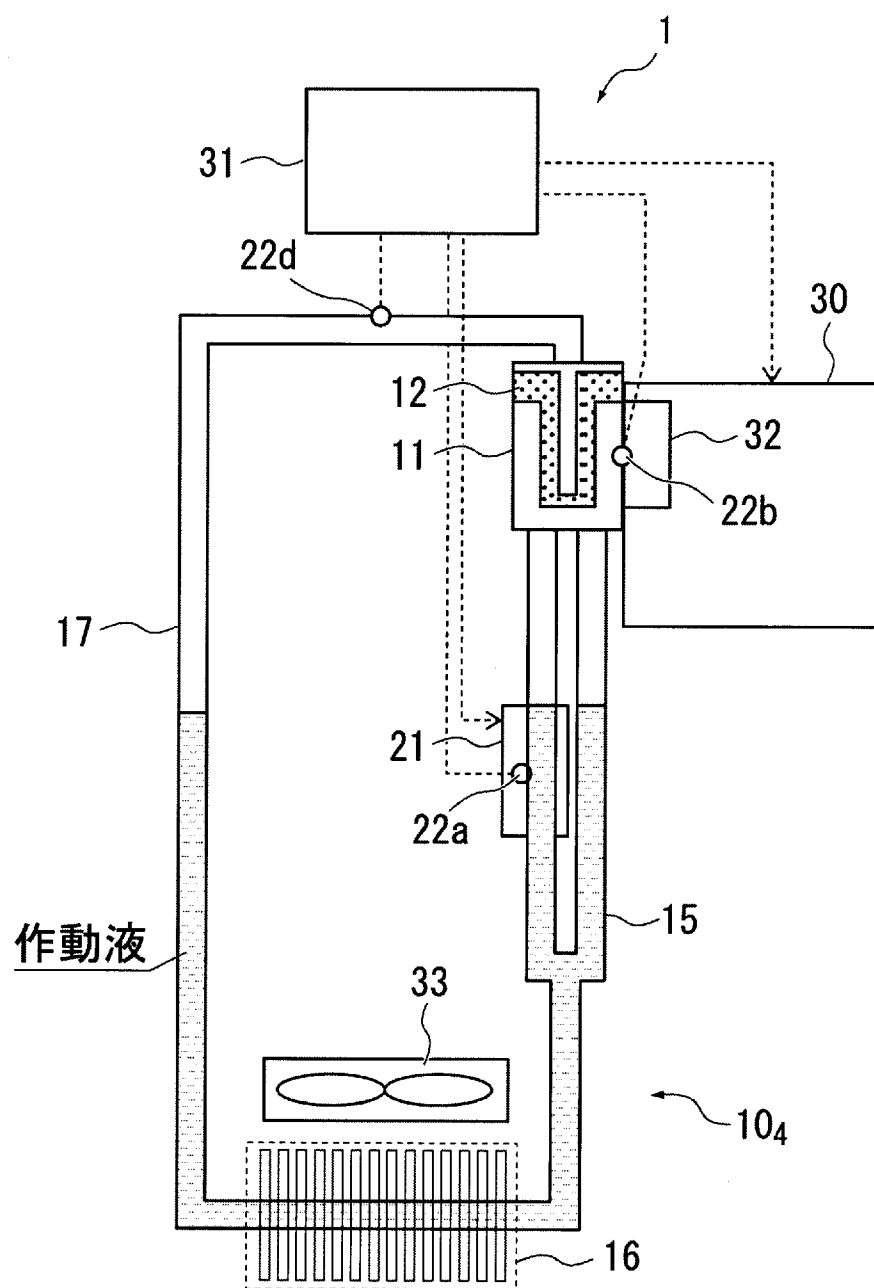
[図20]



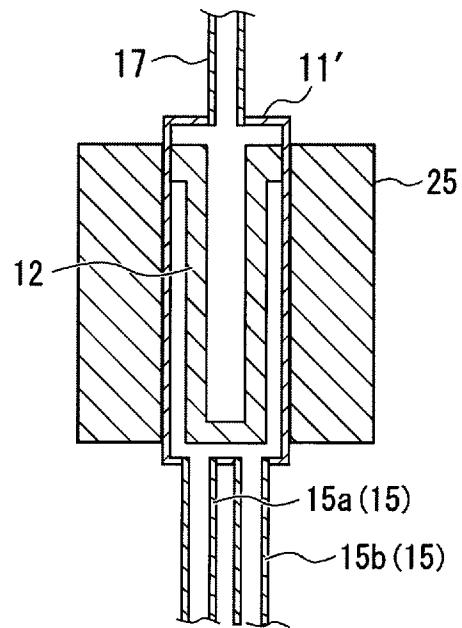
[図21]



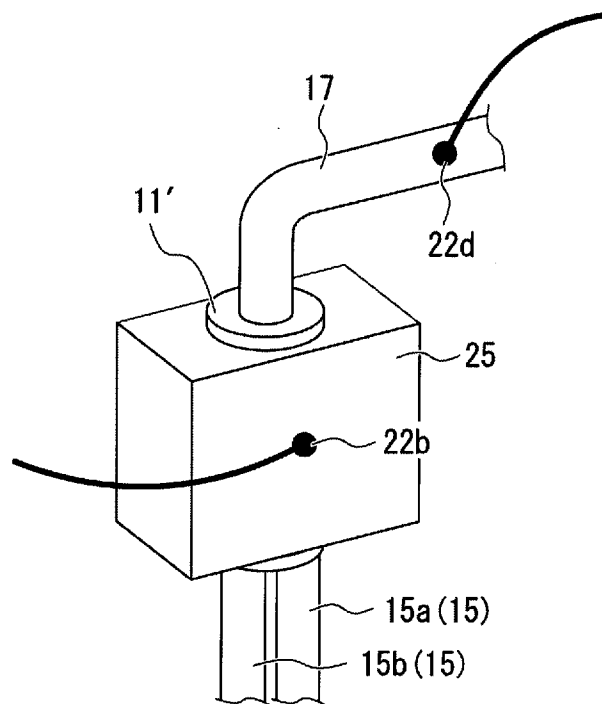
[図22]



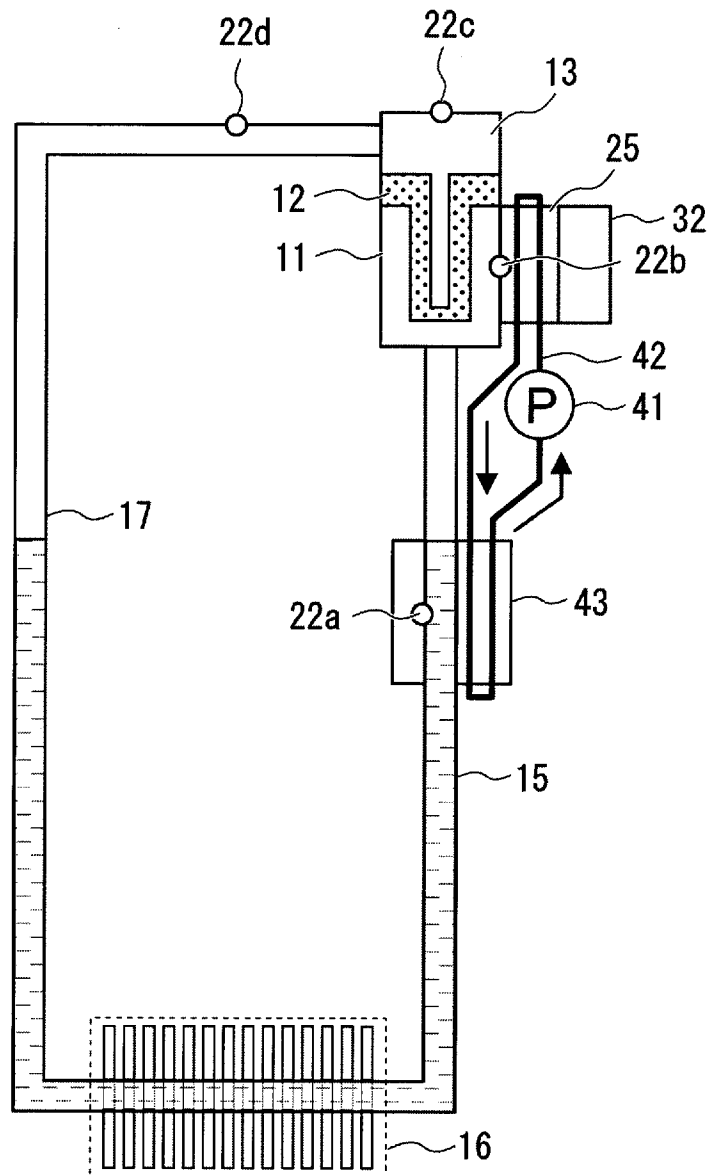
[図23]



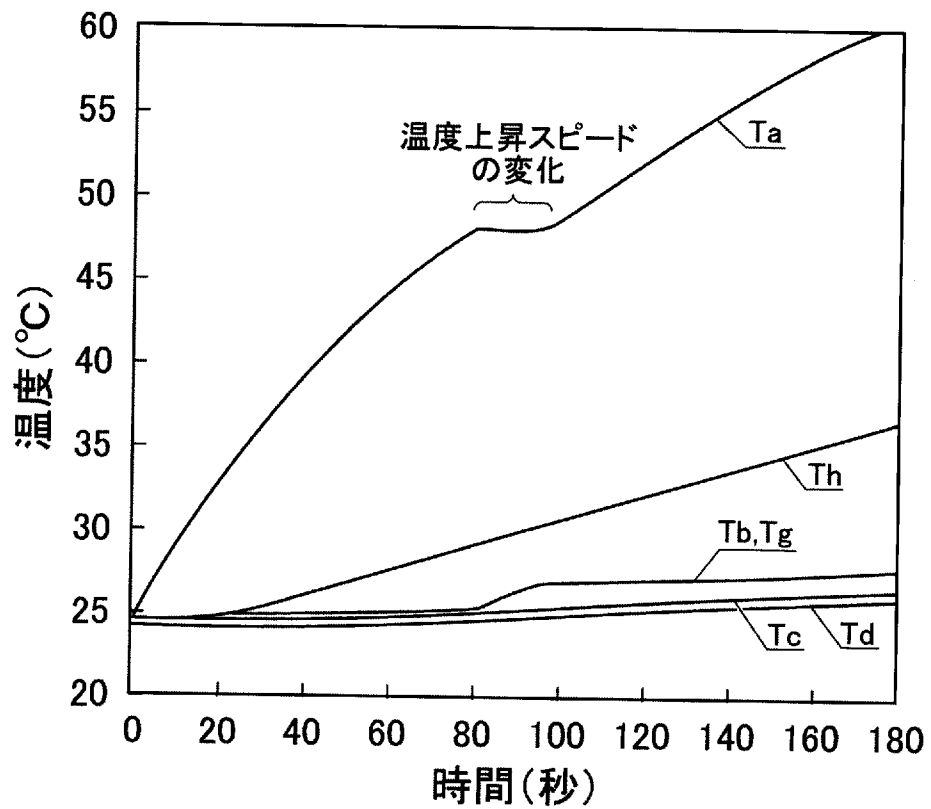
[図24]



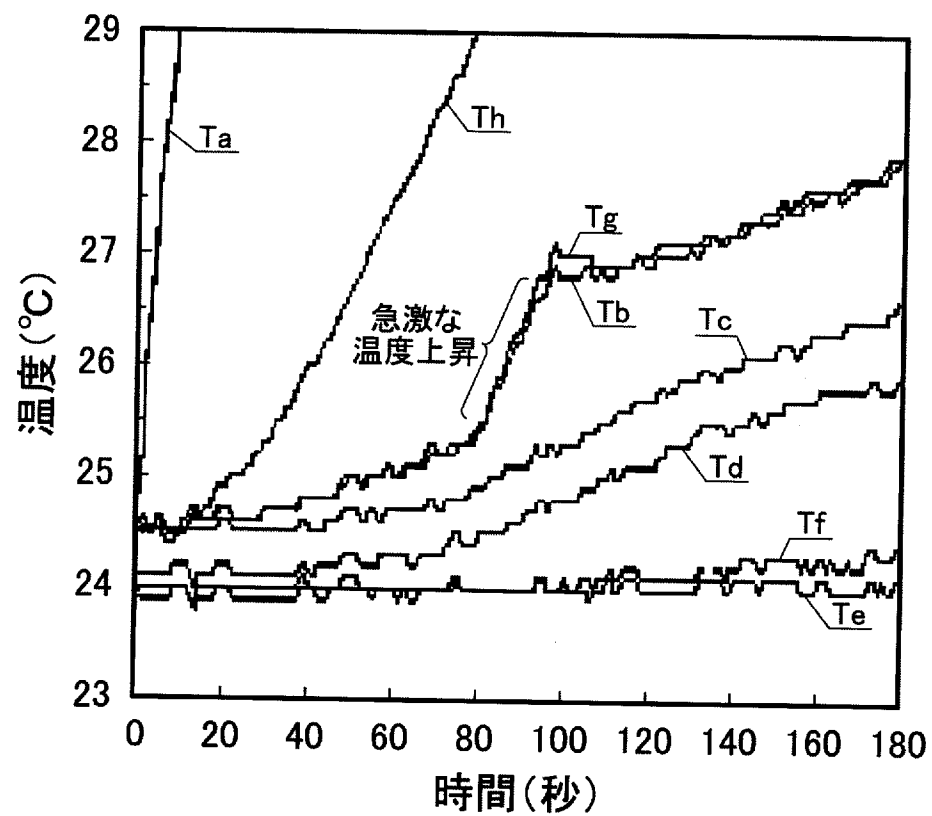
[図25]



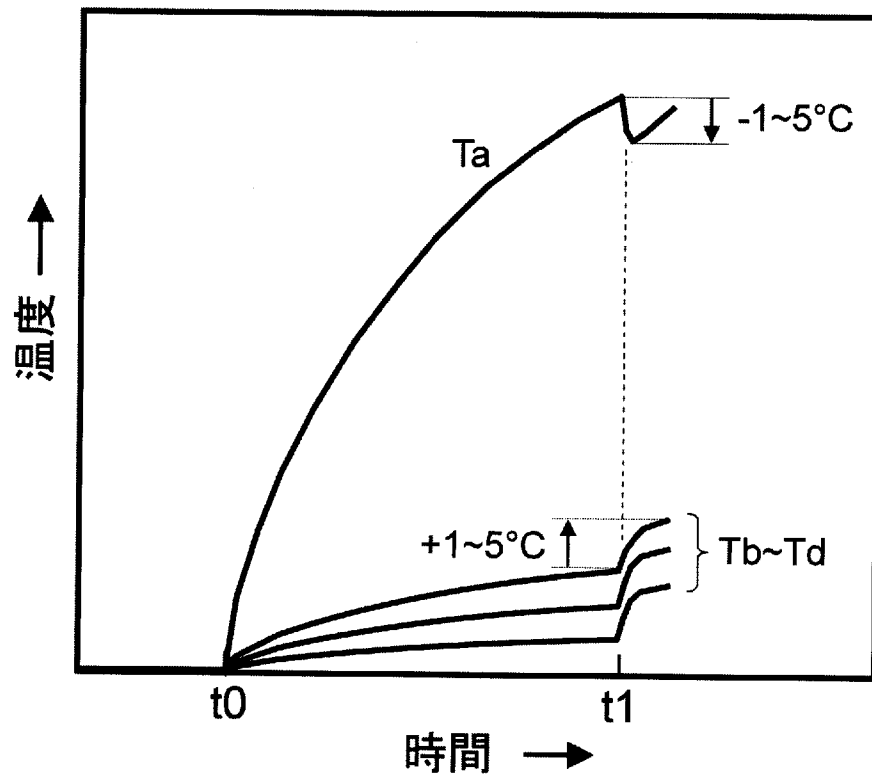
[図27A]



[図27B]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058500

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D15/06(2006.01)i, F28D15/02(2006.01)i, H05K7/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D15/06, F28D15/02, H05K7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
Y A	JP 2002-340489 A (Hitachi, Ltd.), 27 November 2002 (27.11.2002), paragraphs [0013] to [0034]; fig. 1 to 5 (Family: none)	9 1-8, 10-14
Y A	FR 2755219 A3 (NAUCHNO PROIZVODSTVENNOE OBJEDINENIE IM SA LAVOCHKINA), 30 April 1998 (30.04.1998), entire text; fig. 1 (Family: none)	9 1-8, 10-14



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
24 June, 2010 (24.06.10)Date of mailing of the international search report
06 July, 2010 (06.07.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058500

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 094976/1980 (Laid-open No. 019779/1982) (Mitsubishi Electric Corp.), 01 February 1982 (01.02.1982), page 5, line 17 to page 7, line 18; fig. 2 (Family: none)	1-14
A	US 2003/0205364 A1 (Ioan Sauciuc), 06 November 2003 (06.11.2003), entire text; fig. 1 to 3 & US 2006/0005948 A1	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058500

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions in claims 1-8, 10-14 and the invention in claim 9 have a common technical feature "a loop heat pipe including an evaporator for evaporating a working fluid in the liquid state by the heat from a heating element, a condenser for condensing the working fluid in the gaseous state by dissipating the heat, a steam pipe for feeding the working fluid from the evaporator to the condenser, a fluid pipe for feeding the working fluid from the condenser to the evaporator, and a heater for heating a part of the steam pipe". However, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/058500

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

content of disclosure of document 1, it cannot be considered to be a special technical feature. Also, there is no other same or corresponding special technical features among these inventions. The following two inventions (groups) are included in the claims.

(Invention 1) Inventions in claims 1-8, 10-14,

(Invention 2) Invention in claim 9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F28D15/06 (2006.01)i, F28D15/02 (2006.01)i, H05K7/20 (2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F28D15/06, F28D15/02, H05K7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
Y A	JP 2002-340489 A (株式会社日立製作所) 2002. 11. 27, 段落【0013】 - 【0034】, 図 1-5 (ファミリーなし)	9 1-8, 10-14
Y A	FR 2755219 A3 (NAUCHNO PROIZVODSTVENNOE OBJEDINENIE IM SA LAVOCHKINA) 1998. 04. 30, 全文, FIG. 1 (ファミリーなし)	9 1-8, 10-14

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

柳 幸 憲子

3 M

3 8 3 3

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

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 55-094976 号(日本国実用新案登録出願公開 57-019779 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (三菱電機株式会社) 1982. 02. 01, 第 5 ページ第 17 行目-第 7 ページ第 18 行目, 第 2 図 (ファミリーなし)	1-14
A	US 2003/0205364 A1 (Ioan Sauciuc) 2003. 11. 06, 全文, Fig. 1-3 & US 2006/0005948 A1	1-14

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1－8、10－14に係る発明と、請求項9に係る発明は、「液体状態にある作動流体を発熱体からの熱で気化させる蒸発器と、気体状態にある作動流体を放熱により凝縮させる凝縮器と、前記蒸発器からの作動流体を前記凝縮器に供給する蒸気管及び前記凝縮器からの作動流体を前記蒸発器に供給する液管とを含むループ型ヒートパイプであって、状器管の一部を加熱する加熱装置とを備えるループ型ヒートパイプ」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、ほかに同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そして、請求の範囲には以下に示す2の発明（群）が含まれる。

（発明1）請求項1－8、10－14に係る発明、（発明2）請求項9に係る発明

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。