

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-116449

(P2024-116449A)

(43)公開日 令和6年8月28日(2024.8.28)

| (51)国際特許分類 |                 | F I     |       | テーマコード(参考) |           |
|------------|-----------------|---------|-------|------------|-----------|
| H 0 5 B    | 3/00 (2006.01)  | H 0 5 B | 3/00  | 3 1 0 D    | 3 D 2 3 5 |
| G 0 5 D    | 23/00 (2006.01) | G 0 5 D | 23/00 | A          | 3 K 0 5 8 |
| B 6 0 K    | 1/04 (2019.01)  | B 6 0 K | 1/04  | Z          | 5 H 3 2 3 |

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全12頁)

|          |                           |          |  |
|----------|---------------------------|----------|--|
| (21)出願番号 | 特願2023-22068(P2023-22068) | (71)出願人  | 000116574<br>愛三工業株式会社<br>愛知県大府市共和町一丁目1番地の1 |
| (22)出願日  | 令和5年2月16日(2023.2.16)      | (74)代理人  | 110000291<br>弁理士法人コスモス国際特許商標事務所            |
|          |                           | (72)発明者  | 中川 周<br>愛知県大府市共和町一丁目1番地の1<br>愛三工業株式会社内     |
|          |                           | (72)発明者  | 長瀬 智紀<br>愛知県大府市共和町一丁目1番地の1<br>愛三工業株式会社内    |
|          |                           | (72)発明者  | 中尾 洋一<br>愛知県大府市共和町一丁目1番地の1<br>愛三工業株式会社内    |
|          |                           | Fターム(参考) | 3D235 AA01 BB36 CC15 FF38<br>最終頁に続く        |

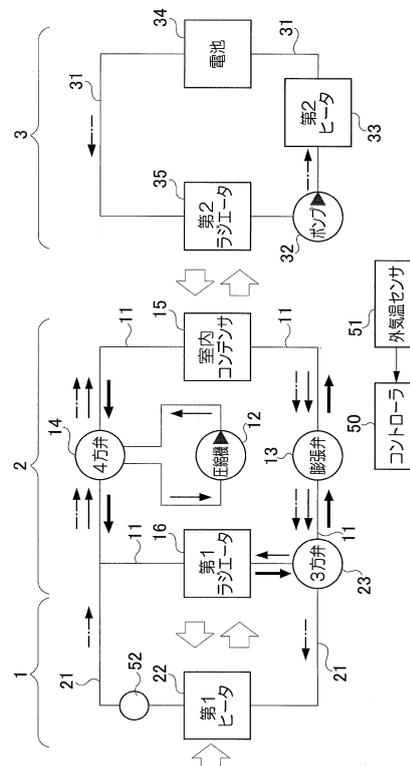
(54)【発明の名称】 熱交換装置

(57)【要約】

【課題】流体との間で熱交換する熱交換手段を小型で安価に構成し、流体の温度を調整し易くすること。

【解決手段】熱交換装置は、通路11, 21を流れる冷媒を加熱するヒータ22と、冷媒を圧送する圧縮機12と、ヒータを経由する冷媒の温度を検出する温度センサ52と、ヒータに投入する電流及び電圧を計測し、冷媒温度、電流及び電圧に基づきヒータ及び圧縮機を制御するコントローラ50とを備える。コントローラ50は、電流及び電圧からヒータ内部温度を算出し、ヒータ内部温度とヒータ投入電力からヒータ表面温度を算出し、ヒータ表面温度と冷媒目標温度との温度差を算出し、温度差と冷媒温度から目標ヒータ表面温度を算出し、ヒータ表面温度が目標ヒータ表面温度となるようにヒータ投入電力又は圧縮機12による冷媒流量を制御する。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

通路を流れる流体との間で熱交換するために電氣的に作動する熱交換手段と、  
前記通路に前記流体を圧送するために電氣的に作動する流体圧送手段と、  
前記熱交換手段を経由する前記流体の温度を検出するための流体温度検出手段と、  
前記熱交換手段に投入する電流及び電圧を計測するための電流電圧計測手段と、  
検出される前記温度、計測される前記電流及び電圧に基づき前記熱交換手段及び前記流  
体圧送手段を制御するための制御手段と  
を備え、

前記制御手段は、

- (1) 計測される前記電流及び前記電圧に基づき前記熱交換手段の内部温度を算出し、
- (2) 算出した前記内部温度と前記熱交換手段に投入される投入電力とから前記熱交換手段の表面温度を算出し、
- (3) 算出した前記表面温度と前記流体の目標温度との温度差を算出し、
- (4) 算出した前記温度差と検出した前記流体の前記温度から前記熱交換手段の目標表面温度を算出し、
- (5) 算出した前記表面温度が算出した前記目標表面温度となるように前記熱交換手段への前記投入電力又は前記流体圧送手段による前記流体の流量を制御することを特徴とする熱交換装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の熱交換装置において、  
前記制御手段は、計測される前記電流及び前記電圧に基づき前記熱交換手段の抵抗を算出し、算出した前記抵抗から前記内部温度を算出することを特徴とする熱交換装置。

20

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 に記載の熱交換装置において、  
前記流体の前記目標温度は、前記流体の沸騰温度であることを特徴とする熱交換装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の熱交換装置において、  
前記流体は冷媒であり、  
前記制御手段は、前記熱交換手段の熱流束を算出し、算出した前記熱流束と算出した前記表面温度から前記冷媒の濃度と前記沸騰温度を推定し、推定した前記濃度と前記沸騰温度から前記冷媒の目標温度を補正することを特徴とする熱交換装置。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

この明細書に開示される技術は、通路を流れる流体と熱交換手段との間で熱交換を行う熱交換装置に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

従来、この種の技術として、例えば、下記の特許文献 1 に記載される技術が知られている。この技術は、媒体を加熱する車両ヒータに係り、熱を発する発熱導体層と、発熱導体層の面上に割り当てられて温度を検出するセンサ層とから構成される。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特許第 6 1 7 1 2 5 8 号公報

**【発明の概要】**

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところが、特許文献1に記載の車両ヒータは、発熱導体層の面上にセンサ層が割り当てられ、センサ層が高価なセラミック材料で構成されるので、構造が複雑で高価なものになっていた。また、発熱導体層の面上が熱伝導の悪いセラミック材料で覆われているため、発熱導体層の温度が上がり易く、車両ヒータによる媒体の温度調整が難しかった。

**【0005】**

この開示技術は、上記事情に鑑みてなされたものであって、その目的は、流体との間で熱交換するための熱交換手段を小型で安価に構成し、流体の温度を調整し易くすることを可能とした熱交換装置を提供することにある。

10

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記目的を達成するために、請求項1に記載の技術は、通路を流れる流体との間で熱交換するために電氣的に作動する熱交換手段と、通路に流体を圧送するために電氣的に作動する流体圧送手段と、熱交換手段を経由する流体の温度を検出するための流体温度検出手段と、熱交換手段に投入する電流及び電圧を計測するための電流電圧計測手段と、検出される温度、計測される電流及び電圧に基づき熱交換手段及び流体圧送手段を制御するための制御手段とを備え、制御手段は、(1)計測される電流及び電圧に基づき熱交換手段の内部温度を算出し、(2)算出した内部温度と熱交換手段に投入される投入電力とから熱交換手段の表面温度を算出し、(3)算出した表面温度と流体の目標温度との温度差を算出し、(4)算出した温度差と検出した流体の温度から熱交換手段の目標表面温度を算出し、(5)算出した表面温度が算出した目標表面温度となるように熱交換手段への投入電力又は流体圧送手段による流体の流量を制御することを趣旨とする。

20

**【0007】**

上記技術の構成によれば、制御手段は、熱交換手段につき、算出した表面温度が算出した目標表面温度となるように熱交換手段への投入電力又は流体圧送手段による流体の流量を制御する、すなわち、熱流束(単位面積当たりの伝熱量)を制御するので、熱交換手段の面積を拡大することなく、同じ伝熱量を得ることが可能となる。

**【0008】**

上記目的を達成するために、請求項2に記載の技術は、請求項1に記載の技術において、制御手段は、計測される電流及び電圧に基づき熱交換手段の抵抗を算出し、算出した抵抗から内部温度を算出することを趣旨とする。

30

**【0009】**

上記技術の構成によれば、請求項1に記載の技術の作用に加え、熱交換手段の内部温度を、温度センサを使わずに計測することが可能となる。

**【0010】**

上記目的を達成するために、請求項3に記載の技術は、請求項1又は2に記載の技術において、流体の目標温度は、流体の沸騰温度であることを趣旨とする。

**【0011】**

上記技術の構成によれば、請求項1又は2に記載の技術の作用に加え、流体の最大温度である沸騰温度が目標温度に設定される。

40

**【0012】**

上記目的を達成するために、請求項4に記載の技術は、請求項3に記載の技術において、流体は冷媒であり、制御手段は、熱交換手段の熱流束を算出し、算出した熱流束と算出した表面温度から冷媒の濃度と沸騰温度を推定し、推定した濃度と沸騰温度から冷媒の目標温度を補正することを趣旨とする。

**【0013】**

上記技術の構成によれば、請求項3に記載の技術の作用に加え、冷媒はその濃度によっても沸騰温度が変わる。制御手段は、それぞれ算出した熱流束と表面温度から冷媒の濃度と沸騰温度を推定し、それらから冷媒の目標温度を補正するので、表面温度と目標温度と

50

の温度差がより精密に算出される。

【発明の効果】

【0014】

請求項1に記載の技術によれば、流体との間で熱交換するための熱交換手段を小型で安価に構成することができ、熱交換手段により流体の温度を調整し易くすることができる。

【0015】

請求項2に記載の技術によれば、請求項1に記載の技術の効果に加え、温度センサを使わない分だけ熱交換装置の構成を簡略化することができる。

【0016】

請求項3に記載の技術によれば、請求項1又は2に記載の技術の効果に加え、流体に対し熱交換手段を最大限に機能させることができる。 10

【0017】

請求項4に記載の技術によれば、請求項3に記載の技術の効果に加え、熱交換手段の表面温度をより精密に算出することができ、熱交換手段への投入電力又は流体の流量をより精密に制御することができ、それによって熱交換器を更に小型化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1実施形態に係り、電動車に搭載される熱マネジメントシステムの概略を示すブロック図。

【図2】第1実施形態に係り、ヒータ制御の内容を示すフローチャート。 20

【図3】第1実施形態に係り、ヒータ抵抗に対するヒータ内部温度を求めるために参照されるヒータ内部温度マップ。

【図4】第1実施形態に係り、各種材質の熱伝導率の一例を示す表。

【図5】第1実施形態に係り、ヒータ内部温度とヒータ表面温度との温度差のイメージの一例を示す概念図。

【図6】第1実施形態に係り、過熱度、熱流束、冷媒温度及び目標ヒータ表面温度の関係を示すグラフ。

【図7】第1実施形態に係り、従前に対する本実施形態の効果を説明するための説明図。

【図8】第2実施形態に係り、第1実施形態とのヒータ制御の内容の違いを示すグラフ。

【発明を実施するための形態】 30

【0019】

以下、熱交換装置を電動車に搭載される熱マネジメントシステムに具体化した一実施形態につき図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

<第1実施形態>

まず、熱交換装置の第1実施形態を図1～図7を参照して詳細に説明する。

【0021】

[熱マネジメントシステムの構成]

図1に、この実施形態に係り、電動車に搭載される熱マネジメントシステムの概略をブロック図により示す。図1に示すように、このシステムは、ヒータ回路1と、ヒートポンプ回路2と、パワートレイン冷却回路3とから構成される。図1において、太線矢印は冷房時の媒体の流れを示し、1点鎖線矢印は大気(外気)が「0未満」のときの暖房時の媒体の流れを示し、破線矢印は外気が「0以上」のときの暖房時の媒体の流れを示し、実線矢印は圧縮機12と4方弁14との間の媒体の流れを示す。この実施形態において、ヒータ回路1及びヒートポンプ回路2では、「流体」の一例として、所定の冷媒が使用され、パワートレイン冷却回路3では、「流体」の一例として、冷却水が使用される。 40

【0022】

[ヒートポンプ回路について]

この実施形態のヒートポンプ回路2は、冷媒が循環する第1循環通路11を含む。第1循環通路11には、冷媒を圧縮するための電動式の圧縮機12と、冷媒を膨張させるため 50

の電動式の膨張弁 13 とが設けられる。圧縮機 12 は、電動式の 4 方弁 14 を介して第 1 循環通路 11 に設けられる。4 方弁 14 は、圧縮機 12 における冷媒が流れる方向を切り替えるために設けられ。4 方弁 14 及び圧縮機 12 は、第 1 循環通路 11 (通路) に冷媒を圧送するために電氣的に作動するように構成され、この開示技術の「流体圧送手段」の一例に相当する。

#### 【0023】

第 1 循環通路 11 にて、圧縮機 12 と膨張弁 13 との間には、車室内の空気へ放熱するための室内コンデンサ 15 が設けられる。また、第 1 循環通路 11 にて、圧縮機 12 と膨張弁 13 との間であって室内コンデンサ 15 が配置される位置とは反対側の位置には、大気(外気)から吸熱するための第 1 ラジエータ 16 が設けられる。

10

#### 【0024】

##### [ヒータ回路について]

この実施形態で、ヒータ回路 1 は、ヒートポンプ回路 2 の大気側に設けられる。このヒータ回路 1 は、第 1 循環通路 11 にて、第 1 ラジエータ 16 を迂回する第 1 迂回通路 21 を含む。第 1 迂回通路 21 には、同通路 21 を流れる冷媒を加熱するために電氣的に作動する第 1 ヒータ 22 が設けられる。第 1 ヒータ 22 は、第 1 循環通路 11 (通路) を流れる冷媒(流体)との間で熱交換するために電氣的に作動するように構成され、この開示技術の「熱交換手段」の一例に相当する。

#### 【0025】

この実施形態では、冷媒の流れを第 1 循環通路 11 と第 1 迂回通路 21 との間で切り替えるために、暖房時の流れ方向に対し第 1 ラジエータ 16 より上流の第 1 循環通路 11 と第 1 迂回通路 21 との接続部には、電動式の 3 方弁 23 が設けられる。この 3 方弁 23 は、その開度が「0°」となるときに、膨張弁 13 の側の第 1 循環通路 11 と第 1 ラジエータ 16 の側の第 1 循環通路 11 を接続し、その開度が「90°」となるときに、膨張弁 13 の側の第 1 循環通路 11 と第 1 ヒータ 22 の側の第 1 迂回通路 21 を接続するようになっている。

20

#### 【0026】

##### [パワートレイン冷却回路について]

この実施形態のパワートレイン冷却回路 3 は、冷却水が循環する第 2 循環通路 31 を備え、同通路 31 には、電動式のポンプ 32 を最上流として、電氣的に作動する第 2 ヒータ 33、電池 34 及び第 2 ラジエータ 35 が順次配置される。この冷却回路 3 では、低温時にはポンプ 32 から吐出される冷却水を第 2 ヒータ 33 で加熱し「0」まで昇温させて電池 34 へ流すことで、電池 34 を冷却水との熱交換により加熱する。また、暖機後は、第 2 ヒータ 33 を停止し、ポンプ 32 から吐出される冷却水を第 2 ラジエータ 35 で車外へ放熱し、電池 34 へ流すことで電池 34 を冷却する。第 2 ラジエータ 35 で車室内の空気から吸熱することで車室内を冷却するようになっている。

30

#### 【0027】

##### [電氣的構成について]

次に、電氣的構成について説明する。図 1 に示すように、このシステムは、制御を司るためのコントローラ 50 と、外気の温度(外気温度)を検出するための外気温度センサ 51 と、ヒータ回路 1 において、第 1 ヒータ 22 の直下流の第 1 迂回通路 21 を流れる冷媒の温度(冷媒温度)THRを検出するための冷媒温度センサ 52 とを更に備える。冷媒温度センサ 52 は、第 1 ヒータ 22 を経由する冷媒の温度を検出するように構成され、この開示技術の「流体温度検出手段」の一例に相当する。コントローラ 50 は、外気温度等の検出結果に基づき、3 方弁 23、4 方弁 14、圧縮機 12、膨張弁 13、第 1 ヒータ 22、ポンプ 32 及び第 2 ヒータ 33 を、すなわち熱マネジメントシステムを制御するようになっている。

40

#### 【0028】

また、コントローラ 50 は、検出される冷媒温度THR等に基づき第 1 ヒータ 22 及び圧縮機 12 及び 4 方弁 14 を制御するように構成され、この開示技術の「制御手段」の一

50

例に相当する。また、コントローラ 50 は、後述するように、第 1 ヒータ 22 の制御に際して、第 1 ヒータ 22 に投入する電流及び電圧を計測するように構成され、この開示技術の「電流電圧計測手段」の一例に相当する。すなわち、この実施形態の熱マネジメントシステムは、第 1 ヒータ 22、圧縮機 12 及び 4 方弁 14、冷媒温度センサ 52 並びにコントローラ 50 により構成される、この開示技術の「熱交換装置」を含む。

#### 【0029】

##### [熱マネジメントシステムの動作について]

上記したこの実施形態の熱マネジメントシステムの構成によれば、冷媒が循環する第 1 循環通路 11 にて、圧縮機 12 と膨張弁 13 との間の一側には、車室内の空気へ放熱する室内コンデンサ 15 が配置され、圧縮機 12 と膨張弁 13 との間であって室内コンデンサ 15 が配置される位置とは反対側（大気側）には、外気から吸熱する第 1 ラジエータ 16（第 1 蒸発器）が配置され、これによりヒートポンプ回路 2 が構成される。ここで、ヒートポンプ回路 2 は、冷媒を所定温度（例えば「0」）に加熱することで作動可能となる。

10

#### 【0030】

この熱マネジメントシステムの構成では、第 1 循環通路 11 にて、第 1 ラジエータ 16 を迂回する第 1 迂回通路 21 に、同通路 21 を流れる冷媒を加熱する第 1 ヒータ 22 が設けられる。従って、大気から吸熱する第 1 ラジエータ 16 の側に第 1 ヒータ 22 が設けられるので、大気の極低温時には、第 1 ヒータ 22 を経由する冷媒を第 1 ヒータ 22 により「0」近くに加熱するだけで、その冷媒を第 1 迂回通路 21 及び第 1 循環通路 11 を介して室内コンデンサ 15 へ循環させ、ヒートポンプ回路 2 が作動可能となる。すなわち、室内コンデンサ 15 から車室内の空気への放熱により車室内の暖房が可能となる。従って、従前のように高温（例えば、60～80（ ））まで冷媒を加熱する必要がないため、第 1 ヒータ 22 に高い耐熱性と広い面積を持たせる必要がなくなる。このため、第 1 ヒータ 22 を、安価で小型で軽量に構成することができ、延いては熱マネジメントシステムにつき小型化、軽量化及び低コスト化を図ることができる。

20

#### 【0031】

また、この熱マネジメントシステムの構成によれば、ヒートポンプ回路 2 では、第 1 循環通路 11 における冷媒が流れる方向を 4 方弁 14 により正方向と逆方向で切り替えることにより、圧縮機 12 における冷媒の流れる方向、更には膨張弁 13 における冷媒の流れる方向が切り替わり、圧縮機 12 及び膨張弁 13 の作用により、室内コンデンサ 15 から空気への放熱（暖房）機能が反対の冷房機能に切り替わる。このため、この熱マネジメントシステムにより暖房機能と冷房機能を両立させることができる。

30

#### 【0032】

##### [熱交換装置について]

この実施形態の熱交換装置では、第 1 ヒータ 22 を安価で小型に構成するために、コントローラ 50 は、第 1 ヒータ 22 につき、次のようなヒータ制御を実行するようになっている。ここでは、第 1 ヒータ 22 のヒータ制御を一例として説明するが、第 2 ヒータ 33 についても同等の趣旨で制御することができる。

#### 【0033】

##### [ヒータ制御について]

図 2 に、ヒータ制御の内容をフローチャートにより示す。処理がこのルーチンへ移行すると、コントローラ 50 は、ステップ 100 で、第 1 ヒータ 22 の電流（ヒータ電流） $I_H$  と電圧（ヒータ電圧） $E_H$  を取り込む。コントローラ 50 は、第 1 ヒータ 22 を通電制御するときの指令値からヒータ電流  $I_H$  とヒータ電圧  $E_H$  をそれぞれ取り込む。

40

#### 【0034】

次に、ステップ 110 で、コントローラ 50 は、冷媒温度  $T_{HR}$  を取り込む。コントローラ 50 は、冷媒温度センサ 52 の検出結果に基づき冷媒温度  $T_{HR}$  を取り込む。

#### 【0035】

次に、ステップ 120 で、コントローラ 50 は、取り込まれたヒータ電流  $I_H$ 、ヒータ

50

電圧  $E_H$  から第 1 ヒータ 2 2 の内部温度 ( ヒータ内部温度 )  $T_{HI}$  を算出する。ここで、コントローラ 5 0 は、計測されるヒータ電流  $I_H$  及びヒータ電圧  $E_H$  に基づき第 1 ヒータ 2 2 の抵抗 ( ヒータ抵抗 )  $R_H$  を算出し、算出したヒータ抵抗  $R_H$  からヒータ内部温度  $T_{HI}$  を算出することができる。例えば、コントローラ 5 0 は、図 3 に示すようなヒータ内部温度マップを参照することにより、ヒータ抵抗  $R_H$  に対するヒータ内部温度  $T_{HI}$  を求めることができる。ここで、ヒータ抵抗  $R_H$  は、ヒータ電流  $I_H$  とヒータ電圧  $E_H$  との関係から求めることができる。ヒータ内部温度  $T_{HI}$  は、この開示技術の「内部温度」の一例に相当する。

#### 【 0 0 3 6 】

次に、ステップ 1 3 0 で、コントローラ 5 0 は、ヒータ内部温度  $T_{HI}$  と第 1 ヒータ 2 2 への投入電力 ( ヒータ投入電力 )  $P_{SH}$  から第 1 ヒータ 2 2 の表面温度 ( ヒータ表面温度 )  $T_{HS}$  を算出する。このヒータ表面温度  $T_{HS}$  は、次式 ( F 1 ) の関係から求めることができる。

$$P_{SH} / A_H = ( T_{HI} - T_{HS} ) * \quad / \quad \cdot \cdot \cdot ( F 1 )$$

ここで、「 $A_H$ 」は第 1 ヒータ 2 2 の面積を示し、「 $\quad$ 」は第 1 ヒータ 2 2 を構成する材料の熱伝導率を示し、「 $\quad$ 」は第 1 ヒータ 2 2 の厚みを示す。また「 $P_{SH} / A_H$ 」は、第 1 ヒータ 2 2 の単位面積当たりの伝熱量を意味する「熱流束  $H_F$  (  $W / c m^2$  )」である。図 4 に、各種材質の熱伝導率の一例を表に示す。この実施形態では、例えば、「アルミ合金」を第 1 ヒータ 2 2 の基材として使用する。ヒータ投入電力  $P_{SH}$  は、ヒータ電流  $I_H$  及びヒータ電圧  $E_H$  から求めることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

図 5 に、ヒータ内部温度  $T_{HI}$  とヒータ表面温度  $T_{HS}$  との温度差  $T_H$  のイメージの一例を概念図により示す。図 5 に示すように、第 1 ヒータ 2 2 は電熱の基材が隔壁に覆われて構成され、隔壁が冷媒に接している。ヒータ内部温度  $T_{HI}$  は基材の表面温度に相当し、ヒータ表面温度  $T_{HS}$  は隔壁の表面温度に相当する。基材がヒータ内部温度  $T_{HI}$  に加熱され、所定の伝熱量  $Q$  が隔壁と冷媒へ伝わると、隔壁の表面がヒータ表面温度  $T_{HS}$  となる。ヒータ内部温度  $T_{HI}$  とヒータ表面温度  $T_{HS}$  との差が温度差  $T_H$  となる。ここで、「伝熱量  $Q$ 」は、ヒータ投入電力  $P_{SH}$  に相当する。

#### 【 0 0 3 8 】

次に、ステップ 1 4 0 で、コントローラ 5 0 は、冷媒の沸騰温度 ( 冷媒沸点 )  $P_{BH}$  とヒータ表面温度  $T_{HS}$  から第 1 ヒータ 2 2 の過熱度 ( ヒータ過熱度 )  $D_{SH}$  を算出する。ここで、冷媒沸点  $P_{BH}$  は、この開示技術の冷媒に関する「目標温度」の一例に相当する。また、ヒータ過熱度  $D_{SH}$  は、ヒータ表面温度  $T_{HS}$  と冷媒沸点  $P_{BH}$  との「温度差」の一例に相当する。

#### 【 0 0 3 9 】

次に、ステップ 1 5 0 で、コントローラ 5 0 は、ヒータ過熱度  $D_{SH}$  と冷媒温度  $T_{HR}$  から第 1 ヒータ 2 2 の目標表面温度 ( 目標ヒータ表面温度 )  $T_{THS}$  を算出する。

#### 【 0 0 4 0 】

図 6 に、上記したヒータ過熱度  $D_{SH}$ 、熱流束  $H_F$ 、冷媒温度  $T_{HR}$  及び目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  の関係をグラフにより示す。図 6 において、太線曲線及び黒丸は、冷媒温度  $T_{HR}$  が「 1 0 0 」、目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  が「 1 1 0 」の場合を示し、実線曲線及び白丸は、冷媒温度  $T_{HR}$  が「 6 0 」、目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  が「 1 5 0 」の場合を示す。図 6 に示すように、熱流束  $H_F$  は、ヒータ過熱度  $D_{SH}$  ( ヒータ表面温度  $T_{HS}$  と冷媒沸点  $P_{BH}$  との温度差 ) の増加に対し曲線的に増加することがわかる。また、熱流束  $H_F$  は、「対流域」では、緩やかに増加し、「核沸騰域」で急激に増加することがわかる。冷媒温度  $T_{HR}$  が「 6 0 」の場合は、冷媒が沸騰しても泡の発生が微小であり、冷媒温度  $T_{HR}$  が「 1 0 0 」の場合は、冷媒の沸騰が激しく、その背反で温度を上げられない。

#### 【 0 0 4 1 】

次に、ステップ 1 6 0 で、コントローラ 5 0 は、目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  がヒータ

10

20

30

40

50

表面温度より低いかなかを判断する。コントローラ 50 は、この判断結果が肯定となる場合は処理をステップ 170 へ移行し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 180 へ移行する。

【0042】

ステップ 170 では、コントローラ 50 は、目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  がヒータ表面温度より高いかなかを判断する。コントローラ 50 は、この判断結果が肯定となる場合はその後の処理を一旦終了し、この判断結果が否定となる場合は処理をステップ 190 へ移行する。

【0043】

ステップ 160 から移行してステップ 180 では、コントローラ 50 は、圧縮機 12 による冷媒流量  $F_R$  を増大又はヒータ投入電力  $P_{SH}$  を低減し、その後の処理を一旦終了する。

【0044】

一方、ステップ 170 から移行してステップ 190 では、コントローラ 50 は、圧縮機 12 による冷媒流量  $F_R$  を低減又はヒータ投入電力  $P_{SH}$  を増大させ、その後の処理を一旦終了する。

【0045】

上記したヒータ制御によれば、コントローラ 50 は、(1) 計測されるヒータ電流  $I_H$  及びヒータ電圧  $E_H$  に基づきヒータ内部温度  $T_{HI}$  を算出し、(2) 算出したヒータ内部温度  $T_{HI}$  とヒータ投入電力  $P_{SH}$  とからヒータ表面温度  $T_{HS}$  を算出し、(3) 算出したヒータ表面温度  $T_{HS}$  と冷媒沸点  $P_{BH}$  とのヒータ過熱度  $D_{SH}$  (温度差) を算出し、(4) 算出したヒータ過熱度  $D_{SH}$  と検出した冷媒温度  $T_{HR}$  から目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  を算出し、(5) 算出したヒータ表面温度  $T_{HS}$  が算出した目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  となるようにヒータ投入電力  $P_{SH}$  又は圧縮機 12 による冷媒流量  $F_R$  を制御するようになっている。

【0046】

[ 熱交換装置の作用及び効果について ]

以上説明したこの実施形態の熱交換装置の構成によれば、コントローラ 50 は、第 1 ヒータ 22 につき、算出したヒータ表面温度  $T_{HS}$  が算出した目標ヒータ表面温度  $T_{THS}$  となるように第 1 ヒータ 22 へのヒータ投入電力  $P_{SH}$  又は圧縮機 12 による冷媒の流量を制御する、すなわち、熱流束  $H_F$  (単位面積当たりの伝熱量) を制御する。これにより、第 1 ヒータ 22 の面積を拡大することなく、同じ伝熱量  $Q$  を得ることが可能となる。すなわち、図 7 に示すように、(A) 従前では、伝熱面積 ( $1 \text{ cm}^2$ ) のヒータで  $30 \text{ (W)}$  の伝熱量  $Q$  を得るために、熱流束  $H_F$  を「 $30 \text{ (W/cm}^2\text{)}$ 」にしていた。これに対し、(B) 本実施形態では、伝熱面積 ( $0.5 \text{ cm}^2$ ) のヒータで熱流束  $H_F$  を「 $60 \text{ (W/cm}^2\text{)}$ 」にすることで、 $30 \text{ (W)}$  の伝熱量  $Q$  を得ることができるようになった。すなわち、この実施形態では、同じ伝熱量  $Q$  を得るためのヒータの伝熱面積を従前の半分に減らせるようになった。このため、冷媒との間で熱交換するための第 1 ヒータ 22 を小型で安価に構成することができ、第 1 ヒータ 22 により冷媒の温度を調整し易くすることができる。図 7 は、従前に対する本実施形態の効果を説明するための説明図である。

【0047】

この実施形態の構成によれば、コントローラ 50 は、計測されるヒータ電流  $I_H$  及び電圧  $E_H$  に基づきヒータ抵抗  $R_H$  を算出し、算出したヒータ抵抗  $R_H$  からヒータ内部温度  $T_{HI}$  を算出している。すなわち、この実施形態では、ヒータ内部温度  $T_{HI}$  を、温度センサを使わずに計測することが可能となる。このため、温度センサを使わない分だけ熱交換装置の構成を簡略化することができる。

【0048】

この実施形態の構成によれば、冷媒の最大温度である冷媒沸点  $P_{BH}$  が目標冷媒温度  $T_{HR}$  に設定される。このため、冷媒に対し第 1 ヒータ 22 を最大限に機能させることができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

## &lt; 第 2 実施形態 &gt;

次に、熱交換装置の第 2 実施形態を図 8 を参照して詳細に説明する。なお、以下の説明で第 1 実施形態と同等の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なった点を中心に説明する。

## 【 0 0 5 0 】

## [ ヒータ制御について ]

この実施形態では、ヒータ制御の点で第 1 実施形態と構成が異なる。この実施形態では、コントローラ 5 0 は、第 1 ヒータ 2 2 の熱流束  $H F$  を算出し、算出した熱流束  $H F$  と算出したヒータ表面温度  $T H S$  から冷媒の濃度（冷媒濃度） $C R$  と冷媒沸点  $P B H$  を推定し、推定した冷媒濃度  $C R$  と冷媒沸点  $P B H$  から目標冷媒温度  $T T H R$  を補正するようにしている。図 8 に、第 1 実施形態とのヒータ制御の内容の違いをグラフにより示す。図 8 に示すように、熱流束  $H F$  はヒータ表面温度  $T H S$  の増加に対し曲線的に増加する。図 8 において、第 1 の曲線  $L 1$  は、冷媒濃度  $C R$  が「 5 0 % 」及び冷媒沸点  $P B H$  が「 6 0 」の場合の特性を示し、第 2 の曲線  $L 2$  は、冷媒濃度  $C R$  が「 4 0 % 」及び冷媒沸点  $P B H$  が「 6 0 」の場合の特性を示し、第 3 の曲線  $L 3$  は、冷媒濃度  $C R$  が「 3 0 % 」及び冷媒沸点  $P B H$  が「 6 0 」の場合の特性をそれぞれ示す。図 8 において、実測値  $P 1$  は、ヒータ表面温度  $T H S$  と熱流束  $H F$  との関係から、冷媒濃度  $C R$  を「 4 5 % 」と推定することができる。

10

## 【 0 0 5 1 】

## [ 熱交換装置の作用及び効果について ]

以上説明したこの実施形態の熱交換装置の構成によれば、第 1 実施形態の作用及び効果に加え次のような作用及び効果を得ることができる。すなわち、この実施形態では、冷媒はその冷媒濃度  $C R$  によっても冷媒沸点  $P B H$  が変わる。コントローラ 5 0 は、それぞれ算出した熱流束  $H F$  とヒータ表面温度  $T H S$  から冷媒濃度  $C R$  と冷媒沸点  $P B H$  を推定し、それらから目標冷媒温度  $T T H R$  を補正するので、ヒータ表面温度  $T H S$  と目標冷媒温度  $T T H R$ （冷媒沸点  $P B H$ ）との温度差がより精密に算出される。このため、第 1 ヒータ 2 2 のヒータ表面温度  $T H S$  をより精密に算出することができ、第 1 ヒータ 2 2 へのヒータ投入電力  $P S H$  又は冷媒流量  $F R$  をより精密に制御することができ、それによって第 1 ヒータ 2 2 を更に小型化することができる。

20

30

## 【 0 0 5 2 】

## &lt; 別の実施形態 &gt;

なお、この開示技術は前記各実施形態に限定されるものではなく、開示技術の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜変更して実施することもできる。

## 【 0 0 5 3 】

前記各実施形態では、第 1 ヒータ 2 2 を熱交換手段の具体例としたが、第 2 ヒータ 3 3 を熱交換手段の具体例としたり、電動式のクーラを熱交換手段の具体例とすることもできる。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 5 4 】

この開示技術は、電動車に搭載される熱マネジメントシステムに利用することができる。

40

## 【 符号の説明 】

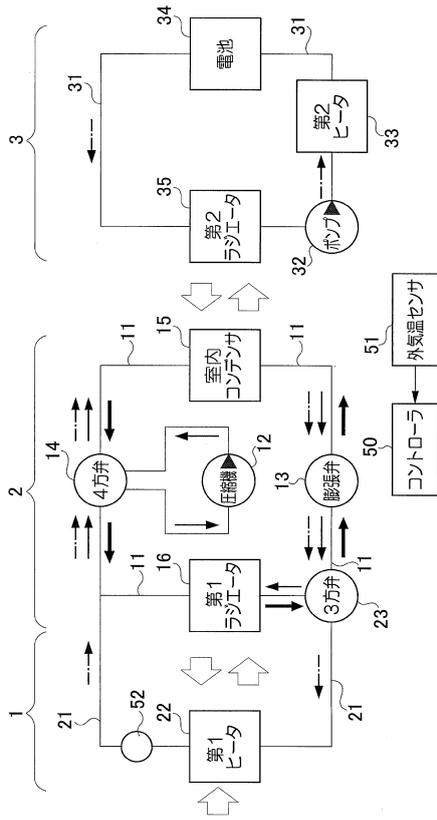
## 【 0 0 5 5 】

- 1 1 第 1 循環通路（通路）
- 2 2 第 1 迂回通路（通路）
- 1 2 圧縮機（流体圧送手段）
- 2 2 第 1 ヒータ（熱交換手段）
- 5 0 コントローラ（制御手段、電流弾圧計測手段）
- 5 2 冷媒温度センサ（流体温度検出手段）

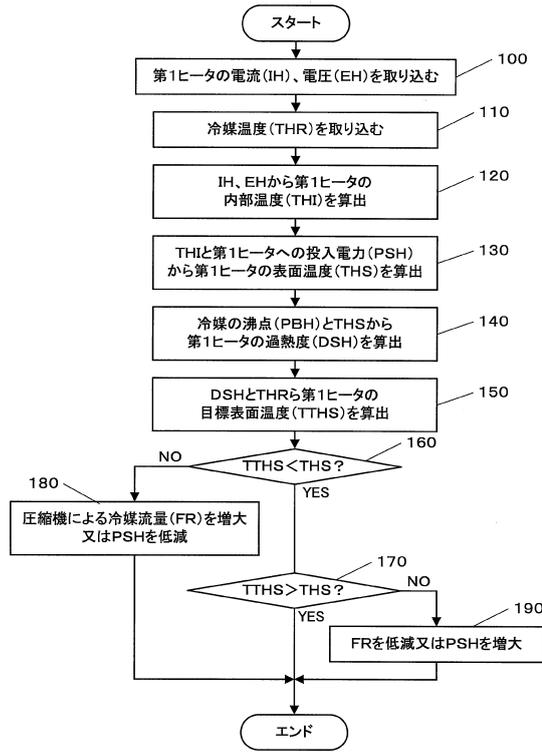
50

【 図 面 】

【 図 1 】



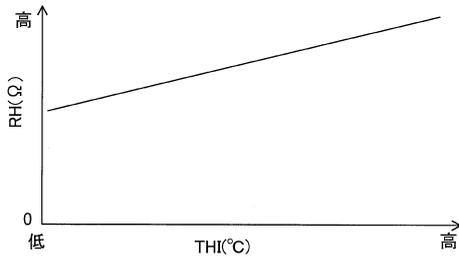
【 図 2 】



10

20

【 図 3 】



【 図 4 】

材質の熱伝導率 (W/mk)

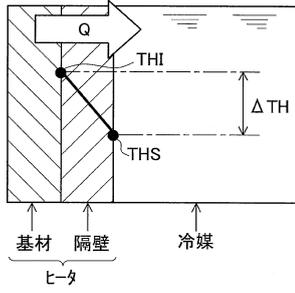
| 材質          | 熱伝導率 |
|-------------|------|
| 純銅          | 398  |
| アルミ合金       | 120  |
| アルミナ(セラミック) | 36   |
| テフロン(樹脂)    | 0.36 |

30

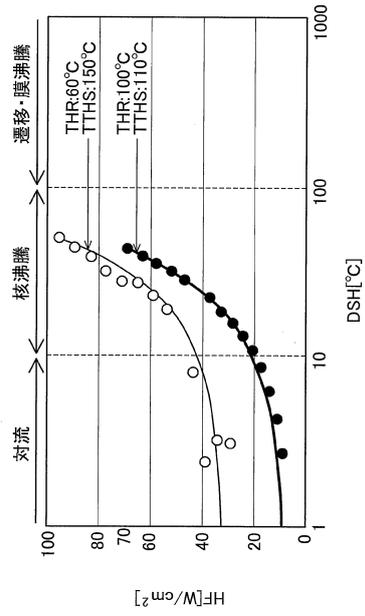
40

50

【 図 5 】



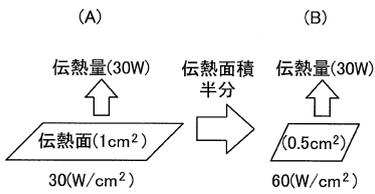
【 図 6 】



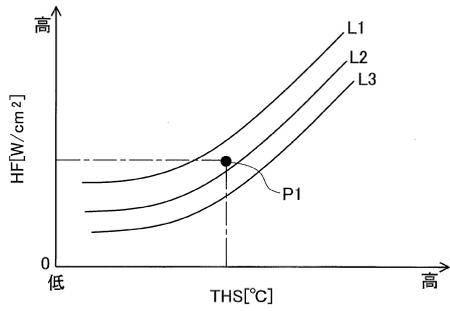
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】



30

40

50

---

フロントページの続き

Fターム(参考)

HH34

3K058 AA41 AA95 BA11 CA03 CA04 CA54

5H323 AA06 BB11 CA08 CB02 CB22 DA01 DB13 DB15 FF06 GG01

HH02 KK05