

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-132500

(P2021-132500A)

(43) 公開日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
H02M 7/48 (2007.01) H02M 7/48 Z 5H770
H02M 7/48 M

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2020-27555 (P2020-27555)
(22) 出願日 令和2年2月20日 (2020.2.20)

(71) 出願人 390008235
ファナック株式会社
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
〇番地
(74) 代理人 100106002
弁理士 正林 真之
(74) 代理人 100165157
弁理士 芝 哲央
(74) 代理人 100160794
弁理士 星野 寛明
(72) 発明者 水上 真一
山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
〇番地 ファナック株式会社内

最終頁に続く

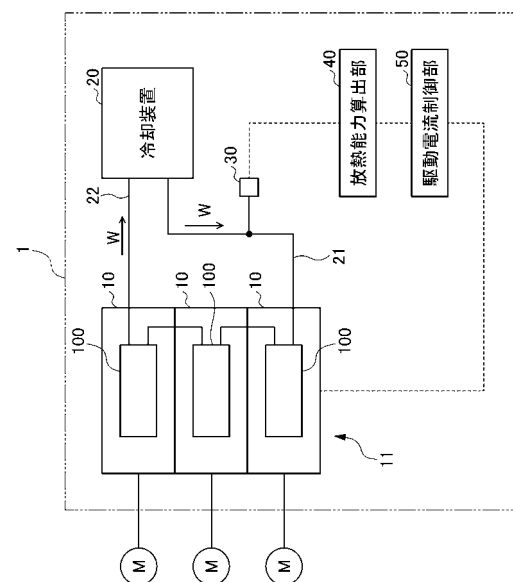
(54) 【発明の名称】 モータ駆動システム

(57) 【要約】

【課題】装置構成の簡素化及びコストの低減が可能なモータ駆動システムを提供すること。

【解決手段】モータ駆動システムは、複数のモータ駆動装置と、モータ駆動装置に冷却媒体を循環させることにより冷却する冷却装置と、を備え、モータ駆動装置は、発熱部品と、前記発熱部品を冷却する放熱器と、前記放熱器に接続され、内部に冷却媒体が流通する流路と、を備え、複数のモータ駆動装置の各々の前記流路は、隣接するモータ駆動装置の前記流路と互いに連通するように接続される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モータを駆動する複数のモータ駆動装置と、
前記モータ駆動装置に冷却媒体を循環させることにより冷却する冷却装置と、を備え、
前記モータ駆動装置は、
発熱部品と、
前記発熱部品を冷却する放熱器と、
前記放熱器に接続され、内部に冷却媒体が流通する流路と、を備え、
複数の前記モータ駆動装置の各々の前記流路は、隣接する前記モータ駆動装置の前記流路と互いに連通するように接続される、モータ駆動システム。

10

【請求項 2】

前記放熱器の放熱能力を算出する放熱能力算出部と、
前記放熱能力算出部が算出した放熱能力に基づいて、前記モータ駆動装置の駆動電流制限レベルを調整する駆動電流制御部と、
を備える、請求項 1 に記載のモータ駆動システム。

【請求項 3】

冷却媒体の流量を検出する流量検出部を備え、
前記放熱能力算出部は、前記流量検出部で検出される冷却媒体の流量に基づいて放熱能力を算出する、請求項 2 に記載のモータ駆動システム。

【請求項 4】

前記放熱器の温度を検出する温度検出部を備え、
前記放熱能力算出部は、モータに規定の駆動電流を出力した場合に前記温度検出部で検出された前記放熱器の温度に基づいて放熱能力を算出する、請求項 2 に記載のモータ駆動システム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータ駆動装置及び冷却装置を備えるモータ駆動システムに関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械等のモータを駆動するモータ駆動装置は、駆動電流を生成するための部品として、パワー半導体素子を備えている。パワー半導体素子は、作動中に発熱する部品（以下、「発熱部品」ともいう）であるため、モータの運転中、冷却する必要がある。発熱部品を冷却する手法として、例えば、ファンモータを用いた送風等による空冷の他、流路に冷却媒体を流通させる液冷が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-136756 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

冷却媒体を用いる液冷は、空冷に比べて、発熱部品の温度上昇の抑制が容易である。そのため、例えば、熱膨張等の熱に関する問題点の改善を図ることができる。

しかし、複数のモータ駆動装置を備えた構成において、冷却媒体により放熱部品を冷却する場合、冷却装置からそれぞれのモータ駆動装置に冷却媒体を流通させるための配管を個別に設ける必要がある。そのため、発熱部品を冷却媒体により液冷する構成においては、システム構成が複雑になる、コストが増加する等が課題となっていた。

【0005】

本発明の目的は、システム構成の簡素化及びコストの低減が可能なモータ駆動システム

50

を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の一態様は、モータを駆動する複数のモータ駆動装置と、前記モータ駆動装置に冷却媒体を循環させることにより冷却する冷却装置と、を備え、前記モータ駆動装置は、発熱部品と、前記発熱部品を冷却する放熱器と、前記放熱器に接続され、内部に冷却媒体が流通する流路と、を備え、複数の前記モータ駆動装置の各々の前記流路は、隣接する前記モータ駆動装置の前記流路と互いに連通するように接続される、モータ駆動システムである。

【発明の効果】

10

【0007】

本発明によれば、システム構成の簡素化及びコストの低減が可能なモータ駆動システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態におけるモータ駆動装置10の構成図である。

【図2】ヒートシンクアッセンブリ100の斜視図である。

【図3】ヒートシンクアッセンブリ100の平面図である。

【図4】ヒートシンク本体130の分解斜視図である。

【図5】モータ駆動ユニット11におけるヒートシンクアッセンブリ100の接続形態を示す概念図である。

20

【図6】モータ駆動装置10の駆動電流制限レベルを調整する制御の処理手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明に係るモータ駆動システムの実施形態について説明する。

本明細書に添付した図面は、いずれも模式図であり、理解のしやすさを考慮して、各部の形状、縮尺、縦横の寸法比等を、実物から変更又は誇張している。

図1は、本実施形態におけるモータ駆動システム1の構成図である。図1に示すように、モータ駆動システム1は、モータ駆動装置10、冷却装置20、流量センサ30、放熱能力算出部40及び駆動電流制御部50を備えている。また、各モータ駆動装置10には、モータMが接続されている。

30

【0010】

モータ駆動装置10は、モータMに駆動電流を出力する装置である。図1では、3台のモータ駆動装置10が設けられ、それぞれのモータ駆動装置10が個別に配置されたモータMにそれぞれ接続された例を示している。3台のモータ駆動装置10は、隣接して配置されている。以下、3台のモータ駆動装置10の集合体を「モータ駆動ユニット11」ともいう。なお、モータ駆動システム1において、モータMの数は、3台に限らず、2台以下でもよいし、4台以上でもよい。モータ駆動装置10は、用意されたモータMの数だけ設置される。

40

【0011】

各モータ駆動装置10の放熱能力は、すべて同じである。放熱能力とは、モータMの駆動時に、モータ駆動装置10の内部に設けられたヒートシンク本体130（後述）において放熱可能な熱量（kW）の最大値である。後述するように、3台のモータ駆動装置10のヒートシンク120（冷却管140）は、冷却装置20から供給される冷却水Wが順に通過するように接続されている。

【0012】

冷却装置20は、モータ駆動ユニット11に冷却水W（冷却媒体）を循環させることにより、各モータ駆動装置10の内部に設けられたヒートシンク本体130を冷却する装置である。冷却装置20は、冷却水Wから熱を吸収する熱交換器（不図示）を備えている。

50

冷却装置 20 と各モータ駆動装置 10 との間は、冷却水配管 21 及び 22 により接続されている。冷却水配管 21 は、冷却水 W を冷却装置 20 からモータ駆動ユニット 11 に供給するための配管である。冷却水配管 22 は、モータ駆動ユニット 11 から排出された冷却水 W を冷却装置 20 に戻すための配管である。

【0013】

流量センサ（流量検出部）30 は、冷却装置 20 からモータ駆動ユニット 11 に供給される冷却水の流量（ m^3/s ）を検出する装置である。流量センサ 30 で検出された冷却水の流量値は、放熱能力算出部 40 へ送信される。なお、図 1 では、流量センサ 30 を冷却水配管 21 に設けた例を示しているが、流量センサ 30 は、モータ駆動ユニット 11 の運転時に、冷却装置 20 から供給される冷却水の流量を検出することができれば、どこに設けられていてもよい。

10

【0014】

放熱能力算出部 40 は、モータ駆動ユニット 11 の放熱能力を算出する。放熱能力算出部 40 は、流量センサ 30 で検出された冷却水 W の流量に基づいて、3 台のモータ駆動装置 10 の合計の放熱能力（熱量）を、モータ駆動ユニット 11 の放熱能力として算出する。

駆動電流制御部 50 は、放熱能力算出部 40 で算出された放熱能力に基づいて、モータ駆動ユニット 11 を構成する各モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルを調整する。駆動電流制限レベルとは、モータ駆動装置 10 からモータ M へ供給される駆動電流の上限値である。モータ駆動装置 10 において、モータ M を駆動するための駆動電流は、パワー半導体モジュール 110（後述）を含む駆動回路から出力される。駆動電流制御部 50 は、放熱能力算出部 40 で算出された放熱能力に基づいて、各モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルを同一レベルに調整する。

20

【0015】

放熱能力算出部 40 及び駆動電流制御部 50 は、例えば、CPU（中央処理装置）、メモリを含むマイクロプロセッサにより構成される。放熱能力算出部 40 及び駆動電流制御部 50 は、所定のアプリケーションプログラムを読みだして実行することにより、各ハードウェアと協働して、後述する機能を実現する。

【0016】

次に、モータ駆動装置 10 に設けられたヒートシンクアッセンブリ 100 の構成について説明する。

30

図 2 は、ヒートシンクアッセンブリ 100 の斜視図である。図 3 は、ヒートシンクアッセンブリ 100 の平面図である。図 4 は、ヒートシンク本体 130 の分解斜視図である。図 5 は、モータ駆動ユニット 11 におけるヒートシンクアッセンブリ 100 の接続形態を示す概念図である。なお、図 5 では、パワー半導体モジュール 110（後述）の図示を省略している。

【0017】

図 2 に示すように、ヒートシンクアッセンブリ 100 は、複数のパワー半導体モジュール 110 と、ヒートシンク 120 とを備えている。パワー半導体モジュール 110 は、図 3 に示すように、複数のパワー半導体素子（発熱部品）111 を及びその周辺素子（不図示）が配置されたアッセンブリモジュールである。パワー半導体素子としては、例えば、SiC（シリコンカーバイド）等の大電流、高耐電圧に対応した半導体素子が挙げられる。なお、図 3 に示すパワー半導体素子 111 の形状、個数、配置等は一例であり、図示の例に限定されない。パワー半導体モジュール 110 は、図 2 に示すように、ヒートシンク 120 の冷却面 F の上に実装されている。

40

【0018】

ヒートシンク 120 は、パワー半導体モジュール 110（パワー半導体素子 111）で発生した熱を外部に放熱するための放熱装置である。ヒートシンク 120 は、ヒートシンク本体（放熱器）130 と、冷却管（流路）140 と、を備えている。

ヒートシンク本体 130 は、冷却面 F に設置されたパワー半導体モジュール 110 を冷

50

却する構造体である。ヒートシンク本体 130 は、水冷板（水冷式の冷却板）として構成されており、内部に冷却管 140（後述）が収納されている。

【0019】

図 4 に示すように、ヒートシンク本体 130 は、第 1 冷却板 131 と、第 2 冷却板 132 と、を備えている。

第 1 冷却板 131 は、ヒートシンク本体 130（ヒートシンク 120）の冷却面 F を形成する板状の部材である。第 1 冷却板 131 は、厚さ方向において、冷却管 140 の半分（図中、上側の半分）が収納される複数の溝 133 を備えている。溝 133 は、第 1 冷却板 131 の長手方向に沿って設けられている。

【0020】

第 2 冷却板 132 は、冷却管 140 を間に挟んで、第 1 冷却板 131 とは反対側に配置される板状の部材である。第 2 冷却板 132 は、厚さ方向において、冷却管 140 の残りの半分（図中、下側の半分）が収納される複数の溝 134 を備えている。溝 134 は、第 2 冷却板 132 の長手方向に沿って設けられている。第 1 冷却板 131 の溝 133 と第 2 冷却板 132 の溝 134 は、ヒートシンク 120 を平面視した場合に、一致する位置に設けられている。

【0021】

第 1 冷却板 131 及び第 2 冷却板 132 は、例えば、アルミニウム合金、銅合金等の熱伝導性の高い材料により形成される。図 4 に示すように、第 1 冷却板 131 の溝 133 と第 2 冷却板 132 の溝 134 との間に冷却管 140 を挟み込み、2 つの冷却板を接合することにより、ヒートシンク 120 を得ることができる。第 1 冷却板 131、第 2 冷却板 132 及び冷却管 140 は、例えば、ロウ付け、圧入、熱伝導性及び耐熱性を有する接着剤を用いた接着等の手法により接合することができる。なお、図 4 に示す冷却管 140 の形状等は一例であり、図示の例に限定されない。

【0022】

冷却管（流路）140 は、内部に冷却水 W が流通するパイプ状の部材である。冷却管 140 は、例えば、銅等の熱伝導性の高い材料により形成される。図 4 に示すように、冷却管 140 の入口部 141 には、冷却装置 20（図 1 参照）から供給された冷却水 W 又は上流側のモータ駆動装置 10（ヒートシンク 120）から排出された冷却水 W が流入する。冷却管 140 に流入した冷却水 W は、冷却管 140 の内部を流通しながら、主にパワー半導体素子 111 が設けられた位置において、冷却面 F の熱を吸収（熱交換）する。冷却管 140 の内部を流通した冷却水 W は、出口部 142 から排出され、下流側のモータ駆動装置 10（ヒートシンク 120）又は冷却装置 20 に送られる。なお、図 4 等に示す冷却水 W の流通方向は一例であり、図示の例に限定されない。

【0023】

図 5 に示すように、3 台のモータ駆動装置 10 の各ヒートシンクアッセンブリ 100 は、隣接する他のヒートシンクアッセンブリ 100 と互いに連通するように接続されている。図 5 では、ヒートシンクアッセンブリ 100 の識別を容易にするため、冷却水 W の供給側（上流側）から排出側（下流側）に向かって、ヒートシンクアッセンブリ 100 の符号を、ヒートシンクアッセンブリ 100 A、100 B、100 C と記載している。

【0024】

図 5 に示すように、ヒートシンクアッセンブリ 100 A の冷却管 140 の出口部 142 と、ヒートシンクアッセンブリ 100 B の冷却管 140 の入口部 141 との間、及び、ヒートシンクアッセンブリ 100 B の冷却管 140 の出口部 142 と、ヒートシンクアッセンブリ 100 C の冷却管 140 の入口部 141 との間は、それぞれ U 字形配管 150 と配管アダプタ 160 により接続されている。

【0025】

このように、本実施形態のモータ駆動ユニット 11 において、3 台のモータ駆動装置 10 のそれぞれの冷却管 140 は、U 字形配管 150 と配管アダプタ 160 によって、隣接する他のモータ駆動装置 10 の冷却管 140 と互いに連通するように接続されている。

また、冷却管 140 の入口部 141 と冷却水配管 21 との間、及び、冷却管 140 の出口部 142 と冷却水配管 22 との間は、それぞれ配管アダプタ 160 により接続されている。

なお、図 5 に示す構成において、ヒートシンクアッセンブリ 100A、100B 及び 100C の側面が互いに接触するような構成としてもよい。このような構成とすることにより、U 字形配管 150 の長さをより短くできる。

【0026】

上記構成において、冷却装置 20（図 1 参照）から冷却水配管 21 を介して供給される冷却水 W は、ヒートシンクアッセンブリ 100A、100B、100C の順に各冷却管 140 の内部を流通しながら、各ヒートシンクアッセンブリ 100 に実装されたパワー半導体素子 111（図 3 参照）の熱を吸収する。ヒートシンクアッセンブリ 100A、100B、100C の順に流通した冷却水 W は、冷却水配管 22 を介して冷却装置 20 に戻される。冷却装置 20 へ戻された冷却水 W は、熱交換器（不図示）により熱が吸収されて冷却され、再び冷却水配管 21 を介してヒートシンクアッセンブリ 100A～100C に供給される。

10

【0027】

次に、モータ駆動システム 1 において、モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルを調整する制御について説明する。

図 6 は、モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルを調整する制御の処理手順を示すフローチャートである。図 6 に示す制御は、定期的又は所定のタイミングで実施される。

20

【0028】

図 6 に示すステップ S101 において、流量センサ 30 により冷却装置 20 からモータ駆動ユニット 11 に供給される冷却水 W の流量を検出する。

ステップ S102 において、放熱能力算出部 40 は、流量センサ 30 で検出された冷却水 W の流量に基づいて、3 台のモータ駆動装置 10 の合計の放熱能力（熱量）を算出する。

ステップ S103 において、駆動電流制御部 50 は、放熱能力算出部 40 で算出された放熱能力に基づいて、モータ駆動ユニット 11 を構成する各モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルを調整する。これにより、各モータ駆動装置 10 は、同一の駆動電流制限レベルに設定される。

30

【0029】

上述した本実施形態のモータ駆動システム 1 によれば、例えば、以下のような効果を奏する。

本実施形態のモータ駆動ユニット 11 において、各モータ駆動装置 10 の冷却管（流路）140 は、隣接する他のモータ駆動装置 10 の冷却管 140 と互いに連通するように接続される。これによれば、冷却装置 20 から各モータ駆動装置 10 に冷却水 W を流通させるための配管を個別に設ける従来の構成に比べて、配管数、配管長さを削減できるため、システム構成の簡素化及びコストの低減を図ることができる。

【0030】

本実施形態のモータ駆動システム 1 によれば、冷却装置 20 の仕様を適切に選定することにより、モータ駆動装置 10 の冷却能力を制御できる。例えば、放熱能力（最大値）が 100℃で 50kW のモータ駆動装置 10 の場合、冷却装置 20 からは、この放熱能力に見合った流量又は温度の冷却水 W が供給される。このシステムにおいて、モータ駆動装置 10 を 50℃で 50kW の放熱能力で運転する場合、2 倍の流量又は 1/2 の温度の冷却水 W を供給可能な冷却装置 20 を選定すれば、同じモータ駆動装置 10 を、実質的に 50℃で 50kW の放熱能力で運転することができる。モータ駆動システム 1 が複数のモータ駆動装置 10 を備える場合には、複数のモータ駆動装置 10 の合計の放熱能力に基づいて冷却装置 20 を選定すればよい。

40

【0031】

本実施形態のモータ駆動システム 1 によれば、放熱能力算出部 40 において、モータ駆

50

動ユニット 11 に供給される冷却水 W の流量に基づいて、3 台のモータ駆動装置 10 の合計の放熱能力が算出される。そして、駆動電流制御部 50 において、放熱能力算出部 40 で算出された放熱能力に基づいて、モータ駆動ユニット 11 を構成する各モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルが調整される。これによれば、例えば、冷却装置 20 の放熱能力が 10 kW、モータ駆動装置 10 の放熱能力（最大値）が 50 kW である場合、各モータ駆動装置 10 の駆動電流制限レベルが、放熱能力 10 kW に相当する駆動電流となるように調整される。これにより、モータ駆動装置 10 の放熱能力が最大で 50 kW であっても、モータ駆動装置 10 からモータ M に対して、放熱能力 10 kW に相当する駆動電流が出力される。すなわち、モータ駆動装置 10 からは、冷却装置 20 の放熱能力を超えないレベルの駆動電流がモータ M に出力される。したがって、本実施形態のモータ駆動システム 1 によれば、設置されている冷却装置 20 の放熱能力に応じた運転が可能となる。

【0032】

（変形形態）

実施形態のモータ駆動システム 1 において、ヒートシンク本体 130（図 2 参照）の温度を検出する温度センサ（温度検出部）を設けた構成としてもよい。本構成において、モータ駆動装置 10 からモータ M に規定の駆動電流を出力し、その場合のヒートシンク本体 130 の温度を温度センサで検出する。そして、放熱能力算出部 40 において、温度センサで検出されたヒートシンク本体 130 の温度に基づいて放熱能力を算出するようにしてもよい。

【0033】

実施形態では、ヒートシンクアッセンブリ 100A、100B 及び 100C を平面的に隣接するように配置した例について説明したが、ヒートシンクアッセンブリ 100A、100B 及び 100C は、厚さ方向に並べて配置してもよい。

実施形態では、冷却媒体を冷却水とした例について説明したが、冷却媒体は、水以外の液体、例えば、油、不凍液等でもよいし、窒素等の気体でもよい。

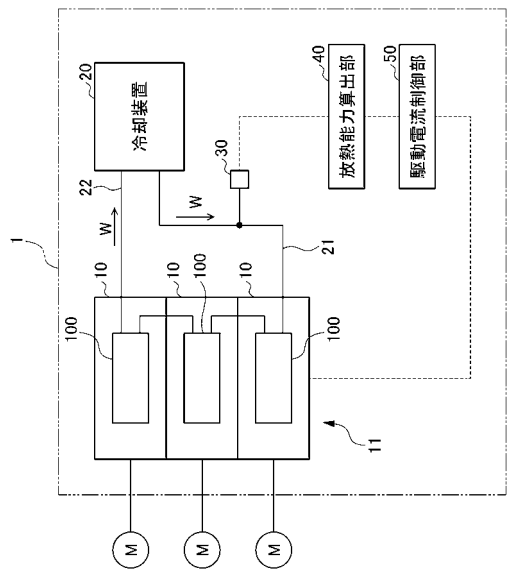
実施形態のヒートシンク本体 130（液冷）に、ファンモータによる空冷を組み合わせた構成としてもよい。

【符号の説明】

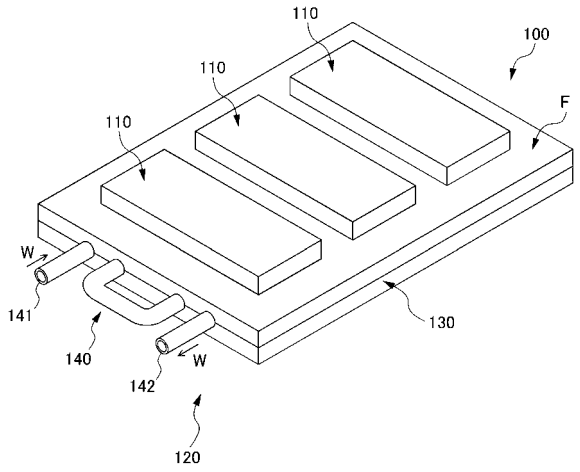
【0034】

1：モータ駆動システム、10：モータ駆動装置、11：モータ駆動ユニット、20：冷却装置、30：流量センサ、40：放熱能力算出部、50：駆動電流制御部、100：ヒートシンクアッセンブリ、110：パワー半導体モジュール、111：パワー半導体素子、120：ヒートシンク、130：ヒートシンク本体、140：冷却管

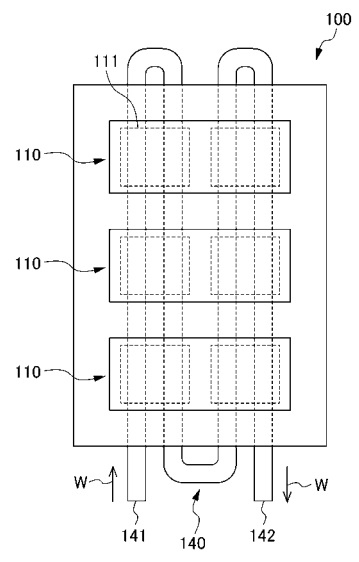
【図 1】



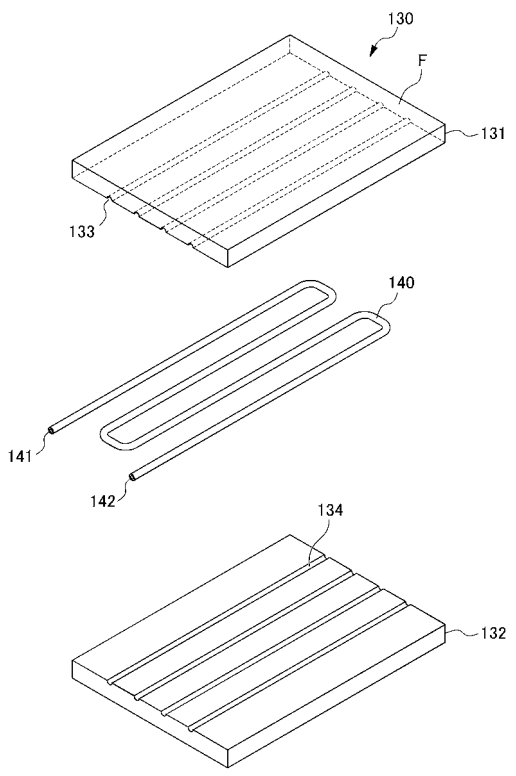
【図 2】



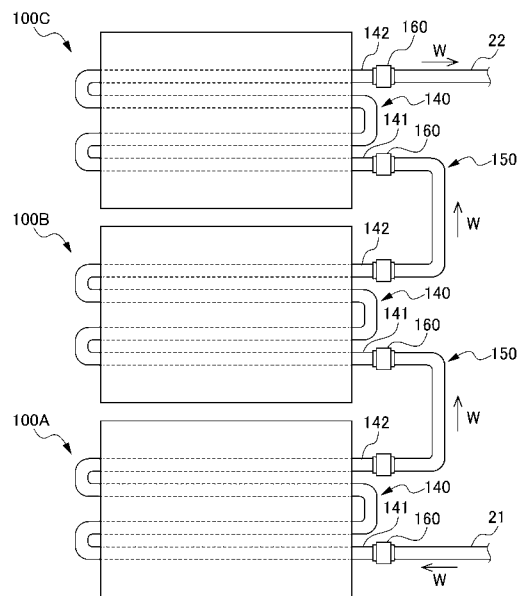
【図 3】



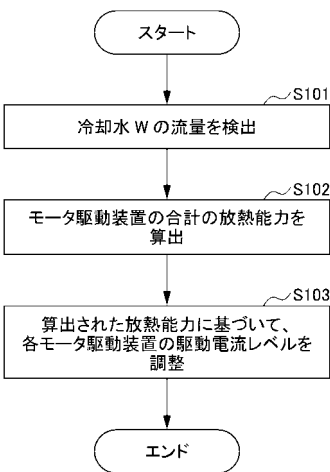
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 渡邊 正人

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 5H770 AA21 BA01 DA21 HA06Z HA07Z HA09Z JA10X LA04X LB09 PA02

PA12 PA28 QA06 QA09