





OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

電力変換装置 (1) に組込まれ、磁性コア (15) と、この磁性コア (15) に巻装されたコイル (16) とを含む磁気回路部品 (10) の、温度を調整するための磁気回路部品の温度調整装置は、前記磁気回路部品 (10) を冷却するための冷却装置 (25, 72) と、前記磁気回路部品 (10) の温度を推定する温度推定装置 (19) と、前記磁気回路部品 (10) の温度と損失との関係から損失が小さくなる目標温度を決定する目標温度決定装置 (36) と、前記温度推定装置 (19) が推定した前記磁気回路部品 (10) の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であったときに、前記目標温度となるように前記冷却装置 (25) による該磁気回路部品の冷却を抑制する冷却抑制装置 (34, 46, 51, 79) とを備える。

明 細 書

発明の名称：磁気回路部品の温度調整装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2016年3月17日に出願された日本出願番号2016-053787号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、電力変換装置に組み込まれ、磁性コアとこの磁性コアに巻装されたコイルとを含む磁気回路部品の、温度を調整するための磁気回路部品の温度調整装置に関する。

背景技術

[0003] 例えば、駆動源として内燃機関と電気モータとの両方を有するハイブリッド自動車や、駆動源として電気モータを備えた自動車等では、電気モータを駆動制御するパワーコントロールユニットと称される駆動装置が搭載される。この種のパワーコントロールユニットとしては、ケース内に、大容量のインバータ装置やDC-DCコンバータといった電力変換装置を組み込んで構成されるものがある（例えば特許文献1参照）。

[0004] このとき、電力変換装置を構成する部品のうち、特に、スイッチング素子を含むパワーモジュールやリアクトルといった発熱源となる部品を冷却するための冷却装置が設けられる。そのような冷却装置として、特許文献1では、複数個のパワーモジュールを挟むように設けられる積層型の第1冷却器と、リアクトルに添接される第2冷却器とを設ける構成が開示されている。この構成では、冷媒供給装置から、配管を通して冷媒（水）を第1冷却器に導入し、第1冷却器から排出された冷媒を第2冷却器に導入し、第2冷却器から排出された冷媒を冷媒供給装置に戻すという循環を行わせるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2013-51848号公報

発明の概要

[0006] ところで、磁気回路部品としてのリアクトルを構成する磁性コアにあっては、フェライト系、Fe-Si-Al合金系、アモルファス系等の各種の材料が採用されるが、材質による相違はあるものの、温度によって電力損失が変動することが知られている。近年の研究においては、低温度でリアクトルの損失が大きくなり、耐熱温度よりもやや低い、80～100℃程度で、損失が最低となることが指摘されてきている。

[0007] そのため、例えば冬季における始動時などにおいては、リアクトルの温度が10℃以下となっていることがあり、そのような低温では電力損失が比較的大きく、むしろ早く昇温させた方が、損失低減の面で有利となる。つまり、磁気回路部品の磁性コアについては、低温時には、冷却を行わずに、むしろ昇温を図った方が、効率が良くなることになる。しかし、特許文献1の冷却装置にあっては、パワーモジュール及びリアクトルに対して、冷却が常に同様に行われるため、リアクトルの電力損失が大きい状態で運転されてしまうことが起こっていた。

[0008] 本開示は、磁気回路の電力損失を比較的低く抑えることができる磁気回路部品の温度調整装置を提供することを目的とする。

[0009] 本開示の第一の態様において、電力変換装置に組込まれ、磁性コアと、この磁性コアに巻装されたコイルとを含む磁気回路部品の、温度を調整するための磁気回路部品の温度調整装置であって、前記磁気回路部品を冷却するための冷却装置と、前記磁気回路部品の温度を推定する温度推定装置と、前記磁気回路部品の温度と損失との関係から損失が小さくなる目標温度を決定する目標温度決定装置と、前記温度推定装置が推定した前記磁気回路部品の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であったときに、前記目標温度となるように前記冷却装置による該磁気回路部品の冷却を抑制する冷却抑制装置とを備える。

[0010] ここで、磁気回路部品においては、磁性コアの材質により相違するが、温

度と損失との関係を示す温度特性は、低温において損失が比較的大きくなり、耐熱温度よりもやや低い、例えば80～100℃程度で、損失が最低となる(図6A、図6B参照)。

[0011] 上記構成によれば、電力変換装置に組み込まれた磁気回路部品は、冷却装置によって冷却される。このとき、目標温度決定装置により、損失が小さくなる目標温度が決定される。温度推定装置により推定された磁気回路部品の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であったときに、前記目標温度となるように、冷却抑制装置により冷却装置による冷却が抑制される。

[0012] 従って、冷却が抑制されることによって、目標温度までの上昇が速やかに行われるようになり、この結果、磁気回路の電力損失を比較的低く抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、
[図1]図1は、第1の実施形態を示すものであり、インバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、
[図2]図2は、冷却装置の構成を概略的に示す図であり、
[図3]図3は、冷却抑制器に対する制御手順を示すフローチャートであり、
[図4]図4は、パワーコントロールユニットの全体的な回路構成を概略的に示す図であり、
[図5]図5は、リアクトルを概略的に示す断面図であり、
[図6A]図6Aは、MnZn系フェライトからなる磁性コアに関する温度特性を示す特性図であり、
[図6B]図6Bは、Fe-Si-Al合金からなる磁性コアに関する温度特性を示す特性図であり、
[図7A]図7Aは、アモルファス系磁性コア単体に関する温度特性を示す特性図であり、
[図7B]図7Bは、アモルファス系磁性コア単体を用いたリアクトル) に関する

る温度特性を示す特性図であり、

[図8]図 8 は、第 2 の実施形態を示すもので、インバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図9]図 9 は、冷却装置の構成を概略的に示す図であり、

[図10]図 10 は、第 3 の実施形態を示すもので、インバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図11]図 11 は、冷却抑制器部分の構成を概略的に示す図であり、

[図12]図 12 は、第 4 の実施形態におけるインバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図13]図 13 は、第 5 の実施形態を示すもので、インバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図14]図 14 は、加熱装置部分の構成を概略的に示す図であり、

[図15]図 15 は、第 6 の実施形態におけるインバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図16]図 16 は、第 7 の実施形態を示すもので、インバータ装置における冷却構造を模式的に示す図であり、

[図17]図 17 は、リアクトルに対する冷却装置の構成を概略的に示す図であり、

[図18]図 18 は、第 8 の実施形態におけるインバータ装置における冷却構造を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] (1) 第 1 の実施形態

以下、第 1 の実施形態について、図 1 ～図 7 B を参照しながら説明する。尚、以下に述べる各実施形態では、本開示を、ハイブリッド車に搭載されるインバータ装置に適用したものである。図 4 は、パワーコントロールユニットと称されるハイブリッド車の駆動装置の全体的な回路構成を概略的に示している。この駆動装置は、モータ・ジェネレータ駆動用の、本実施形態に係る電力変換装置としてのインバータ装置 1 を含んでいる。

- [0015] ここで、ハイブリッド車には、走行用及び発電用の２個のモータ・ジェネレータMG 1、MG 2が設けられていると共に、動力源用のHVバッテリー２、前記インバータ装置１等を制御する制御装置３が設けられている。また、ヘッドランプ等の補機類（車載電装品）４、補機用バッテリー５、補機駆動用のDC-DCコンバータ６等も設けられている。尚、前記HVバッテリー２の電圧は、例えば201.6Vとされ、前記補機用バッテリー５の電圧は、例えば12Vとされている。DC-DCコンバータ６は、前記HVバッテリー２の直流高電圧を、低電圧（例えば14V）に変換し、補機類４に供給したり、補機用バッテリー５に充電したりするものである。
- [0016] 前記インバータ装置１は、前記HVバッテリー２の電圧を、例えば最大650Vに昇圧する昇圧コンバータ７を備えている。これと共に、インバータ装置１は、昇圧された直流電圧を三相交流に変換して前記各モータ・ジェネレータMG 1、MG 2を駆動する２組の三相のインバータ回路８、８を備えている。それら昇圧コンバータ７及びインバータ回路８、８は、前記制御装置３により制御される。
- [0017] そのうち、前記昇圧コンバータ７は、入力コンデンサ９、リアクトル１０、２個のIGBT等のスイッチング素子１１、１１、それらスイッチング素子１１、１１に夫々逆並列接続されたダイオード１２、１２、出力コンデンサ１３を備えている。このとき、図２にも示すように、２組のスイッチング素子１１、１１及びダイオード１２、１２は、薄型パッケージ内にモールドされた半導体モジュール１４として構成されている。詳しく図示はしないが、このパッケージには、両面又は片面に位置して、アルミ、銅等の金属製の冷却プレートが配置されている。
- [0018] 図５、図２に示すように、前記リアクトル１０は、例えば、２個の巻回隙間を有するEE型の磁性コア１５と、隣り合う巻回隙間に巻回されたコイル１６とを備えて構成されている。前記コイル１６に対し、図５に示す方向に電流を通電すると、磁性コア１５には、図に矢印で示すような閉磁路をもつ磁束が発生する。図示はしないが、コイル１６の一对の端子が外部に引出さ

れ、他の電気素子と接続されている。

[0019] 尚、前記磁性コア15の材質としては、次のようなものを採用することができる。例えば、Fe-Si合金、Fe-Si-Al合金、Feのアモルファス、Fe-Si合金の粉からなる圧粉または非圧粉の磁心、Fe-Si-Al合金の粉からなる圧粉または非圧粉の磁心、Feのアモルファスの粉からなる圧粉または非圧粉の磁心、フェライト、又は積層鉄心などを採用することができる。また、図2に模式的に示すように、リアクトル10の底部は、数 μ mから数mm程度の厚みの絶縁層17を介して、後述する冷却プレート31に熱的に接続されている。前記絶縁層17は、樹脂内に熱伝導性を高めるフィラーを含む放熱樹脂から構成されている。リアクトル10を金属製のケース内に収容する構成としても良い。

[0020] そして、リアクトル10には、該リアクトル10の内部の温度を検出するための例えばサーミスタ等の温度センサ19（図1、図4参照）が設けられている。温度センサ19としては、サーミスタ以外でも、熱伝対、白金測温抵抗体などのセンサを利用することができる。温度センサ19は、リアクトル10のうち、磁性コア15の表面、磁性コア15の内部、コイル16を含むリアクトル10の表面、リアクトル10の内部、に設けることができる。或いは、リアクトル10の近傍の温度を検出し、そこからリアクトル10温度を推定する構成としても良い。

[0021] 前記各インバータ回路8は、周知のように、6個のIGBT等のスイッチング素子20と、それら各スイッチング素子20に夫々逆並列接続されたダイオード21とを有して構成されている。このとき、U、V、Wの各相に関し、上下アームを構成するスイッチング素子20とダイオード21との並列接続回路を直列接続した回路が、半導体モジュール22（図2参照）として供される。詳しい図示は省略するが、半導体モジュール22は、2組のスイッチング素子20及びダイオード21を薄型のパッケージ内にモールドして構成される。これと共に、パッケージの両面又は片面に金属製の冷却プレートを配して構成されている。

[0022] さて、前記インバータ装置 1 は、図示しないケース内に、昇圧コンバータ 7 及びインバータ回路 8、8 を組込むと共に、それらを構成する各部品を冷却するための冷却機構 2 3（図 1、図 2 参照）を組込んでユニット化されている。図 1、図 2 に示すように、本実施形態では、冷却機構 2 3 は、前記各半導体モジュール 1 4、2 2 を冷却するモジュール冷却装置 2 4 を含んでいる。さらに、冷却機構 2 3 は、前記リアクトル 1 0 を冷却するための冷却装置たるリアクトル冷却装置 2 5 と、それらモジュール冷却装置 2 4 及びリアクトル冷却装置 2 5 に対して低温の冷却流体としての冷媒（例えば不凍液）を供給する冷媒供給装置 2 6 とを含む。

[0023] そのうちモジュール冷却装置 2 4 は、周知の積層型冷却器から構成されている。即ち、図 2 に示すように、モジュール冷却装置 2 4 は、図で左右方向に並んで並列配置される複数個（図で 8 個）の冷却プレート 2 7 を備えている。詳しく図示はしないが、冷却プレート 2 7 は、アルミニウム等の金属から、図で左右方向に薄型（偏平）の中空状に構成されており、その図で後端部側に、冷媒の入口部が設けられると共に、図で前端部側に、冷媒の出口部が設けられている。各冷却プレート 2 7 の入口部は、図で奥側に位置して図で左右方向に長い入口側ヘッダ部に接続されている。また、各冷却プレート 2 7 の出口部は、図で手前側に位置して図で左右方向に長い出口側ヘッダ部 2 8 に接続されている。

[0024] 後述するように、冷媒供給装置 2 6 から供給される低温の冷媒は、冷却経路を構成する第 1 供給管 2 9 を通して入口側ヘッダ部に供給される。そして、その冷媒は、各冷却プレート 2 7 内を図で奥側から手前に向けて流れ、出口側ヘッダ部 2 8 から、冷却経路を構成する中間排出管 3 0 に対して排出される。各冷却プレート 2 7 同士間のなす 7 つの空間部に、図で左から順に、半導体モジュール 1 4、6 個の半導体モジュール 2 2 が夫々配置されている。これにて、モジュール冷却装置 2 4 により半導体モジュール 1 4 及び各半導体モジュール 2 2 が冷却される。

[0025] これに対し、前記リアクトル冷却装置 2 5 は、前記リアクトル 1 0 の底部

に熱的接触状態で配置された冷却部材たる冷却プレート 31 を備えている。この冷却プレート 31 は、アルミニウム等の金属から、薄型の中空状に構成されており、その内部に冷媒を供給、排出するための冷媒入口部及び出口部を有している。図で奥側の冷媒入口部は、冷却経路を構成する第 2 供給管 32 に接続され、第 2 供給管 32 から冷却プレート 31 内に冷媒が供給される。そして、図で手前側の冷媒出口部に、冷却経路を構成する第 2 排出管 33 が接続され、冷却プレート 31 内から冷媒が排出される。

[0026] 前記冷媒供給装置 26 は、詳しく図示はしないが、冷媒を、冷却経路を通して循環供給させるためのポンプや、高温の冷媒を冷却するための熱交換器（ラジエータ）を備えている。本実施形態では、冷却経路は、モジュール冷却装置 24 の冷却経路とリアクトル冷却装置 25 の冷却経路とを接続した形態で設けられている。即ち、図 1 にも示すように、冷媒供給装置 26 から吐出された冷媒は、第 1 供給管 29 を通して、モジュール冷却装置 24 に供給される。モジュール冷却装置 24 から排出された冷媒は、中間排出管 30 を通して冷却抑制器 34 に供給される。

[0027] この冷却抑制器 34 は、この場合、例えば 1 個の入口と、第 1 及び第 2 の 2 個の出口とを有する切替弁からなり、入口から入った流体（冷媒）を第 1、第 2 のどちらか一方の出口に選択的に流すように切替え可能に構成されている。例えば、第 1 の出口は、中間戻り管 35 に接続されており、第 2 の出口は、前記第 2 供給管 32 に接続されている。これにて、冷却抑制器 34 が第 1 の出口側に切替えられている状態（これを「第 1 状態」という）では、図 2 に矢印 A、矢印 B で示すように、モジュール冷却装置 24 に供給された後の中間排出管 30 からの冷媒が、そのまま冷媒供給装置 26 に戻されるように構成されている。つまり、モジュール冷却装置 24 にのみ冷媒が供給され、各半導体モジュール 14、22 が冷却される。

[0028] これに対し、冷却抑制器 34 が第 2 の出口側に切替えられている状態（これを「第 2 状態」という）では、図 2 に矢印 A、矢印 C で示すように、モジュール冷却装置 24 に供給された後の中間排出管 30 から排出された冷媒が

、第2供給管32を通してリアクトル冷却装置25に供給される。その後、冷媒は、第2排出管33から冷媒供給装置26に戻されるように構成されている。つまり、冷媒は、モジュール冷却装置24及びリアクトル冷却装置25の双方に供給され、各半導体モジュール14、22並びにリアクトル10の双方が冷却される。

[0029] このとき、冷却抑制器34は、前記制御装置3により切替え制御される。制御装置3には、前記リアクトル10の温度を検出する温度センサ19の検出信号が入力されるようになっている。そして、制御装置3は、主としてそのソフトウェア的構成により、前記リアクトル10の目標温度を決定する目標温度算出部36を有している。

[0030] 詳しくは次の作用説明にて述べるように、目標温度は次のように決定される。即ち、目標温度はリアクトル10の耐熱温度、及び、リアクトル10（磁性コア15、或いはリアクトル10全体）の温度と電力損失との関係を示す温度特性から、損失が最小となる温度付近、即ち最小点よりもやや低い温度に決定される。尚、リアクトル10の耐熱温度は、コイル16の被膜や、磁性コア15のキュリー点、磁性コア15成形している樹脂等のバインダ材の耐熱温度等から決定される。但し、リアクトル10の周辺に耐熱温度が低い部品があれば、その周辺部品の耐熱温度に応じた耐熱温度が設定される。

[0031] そして、制御装置3は、通常時には、前記冷却抑制器34を第2状態にしている。この場合、温度センサ19により検出したリアクトル10の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度（例えば10℃）以下であるときに、目標温度まで早期に温度上昇させるようにする。そのために、前記冷却抑制器34を第1状態に切替えることで、リアクトル冷却装置25に対する冷媒の流通を遮断する、つまりリアクトル10の冷却を抑制するようになっている。これにて、リアクトル冷却装置25や冷却抑制器34、制御装置3等から、本実施形態に係るリアクトル10の温度調整装置が構成されている。

[0032] 次に、上記構成の作用について、図3、図6A、図6B、図7A、図7Bも参照して述べる。ここでまず、リアクトル10の電力損失と温度との関係

について述べる。図6 A、Bに示すように、リアクトル10等の磁気回路部品においては、磁性コア15の材質により相違するが、温度と損失との関係を示す温度特性は、低温例えば20℃程度において損失が比較的大きくなる。そして、例えば100℃までの間で、温度が高くなるにつれ、損失が低減する傾向を示すことが知られている（例えば、日本国特開2007-51052号公報、国際公開WO2011/016207A1公報参照）。

[0033] 図6 Aは、磁性コア15の材質が、MnZn系フェライトの場合の、温度特性、つまり20℃における損失を1とした場合の損失比を示している。20℃から温度が上昇するにつれ、電力損失が低下し、100℃付近に損失の最低点が存在する。この場合、リアクトル10の耐熱温度が150℃と設定されているとすると、目標温度が、最低点である100℃よりもやや低い80℃に決定される。

[0034] また、図6 Bは、磁性コア15の材質が、Fe-Si-Al合金の場合の、温度特性、つまり20℃における損失を1とした場合の損失比を示している。この材質の場合には、120℃付近に損失の最低点が存在する。この場合も、リアクトル10の耐熱温度が150℃と設定されているとすると、目標温度が、最低点である120℃よりもやや低い100℃に決定される。

[0035] これに対し、図7 A、Bは、磁性コア15の材質が、アモルファス系の場合を示している。図7 Aは、磁性コア15単体における電力損失と温度との関係、つまり0℃における損失を1とした場合の温度特性である損失比を示している。このアモルファス系の磁性コア15の場合、温度による損失にあまり変化はなく、磁性コア15単体では温度依存性はほとんど見られない。

[0036] ところが、本発明者の研究によれば、アモルファス系コアの場合、磁性コア15単体では、電力損失に温度依存性がなくても、リアクトル10としてインバータ装置1（ユニット）に組込んだ場合に、温度上昇に応じて損失が減少する現象が見られた。図7 Bは、アモルファス系の磁性コア15を例えばエポキシ樹脂等の絶縁層で封止したリアクトル10を、ケース内に組込んだ場合の温度特性（30℃における損失を1とした場合の損失比）を示して

いる。30℃から温度が上昇するにつれ、電力損失が低下し、80℃付近に損失の最低点が存在する。

[0037] このような現象が生ずる理由としては、磁性コア15を封止する絶縁樹脂の硬化収縮時や、リアクトル10の固定時において、磁性コア15に応力が印加され、ヤング率が高い低温時においては、残存する応力によって磁性コア15に歪みが生じて損失が大きくなる。ところが、温度上昇に伴い、ヤング率が低くなり、磁性コア15にかかる応力が緩和されることによって、損失が減少するものと推測される。このような場合にも、やはり耐熱温度を考慮して、目標温度が、例えば最低点である80℃よりもやや低い60℃に決定される。

[0038] さて、インバータ装置1が動作されると、制御装置3は、通常時においては、冷却抑制器34の切替弁を第2状態（第2の出口側）にしている。このとき、図2に矢印A、矢印Cに示すように、冷媒が、モジュール冷却装置24及びリアクトル冷却装置25の双方に供給される。これにて、冷却機構23により、発熱部品である半導体モジュール14、22並びにリアクトル10の冷却が図られる。

[0039] これに対し、制御装置3は、温度センサ19により検出したリアクトル10の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度（例えば10℃）以下であるときに、目標温度まで早期に温度上昇させるように、前記冷却抑制器34を動作させる。これにより、開閉弁が第1状態（第1の出口側）に切替えられ、冷媒の流れが、図2に矢印A、矢印Bで示す方向、つまりリアクトル冷却装置25を通らない循環形態に切替えられる。従って、リアクトル冷却装置25に冷媒が供給されなくなり、リアクトル10の冷却が抑制される、つまりリアクトル10の温度上昇が促進されるようになる。

[0040] 図3のフローチャートは、制御装置3が実行する、リアクトル10に対する温度調整、つまり冷却抑制器34の弁の切替えに関する制御手順を示している。即ち、ステップS1では、リアクトル10の耐熱温度、例えば150℃が設定される。次のステップS2では、目標温度が算出される。この目標

温度は、上記したように、リアクトル 10 の耐熱温度よりも低い温度であり、且つ、磁性コア 15 単体或いはリアクトル 10 全体の温度特性から、損失の最低点よりもやや低い温度に決定される。

[0041] 具体例を上げると、図 6 A に示したように、磁性コア 15 の材質が Mn Zn 系フェライトの場合には、目標温度を 80℃ とすることができる。図 6 B に示したように、磁性コア 15 の材質が Fe-Si-Al 合金の場合には、目標温度を 100℃ とすることができる。更に、図 7 B に示したように、磁性コア 15 の材質がアモルファス系の場合には、目標温度を 60℃ とすることができる。図 6 A、B 及び図 7 A、B に示したような温度特性を、事前に実験的に測定しておき、リアクトル 10 或いは周辺部品の耐熱温度を考慮に入れた上で、目標温度を算出・決定することができる。

[0042] 図 3 に戻って、ステップ S 3 では、前記温度センサ 19 が検出したリアクトル 10 の温度が、所定温度以下かどうか判断される。所定温度とは、目標温度よりも低い所定温度であり、この場合、冬季における車両の始動時等を考慮して、例えば 10℃ に設定される。リアクトル 10 の温度が、所定温度を超えている場合には（ステップ S 3 にて No）、冷却抑制器 34 は動作せず、第 2 状態のままとされる。これにより、上記のように、冷媒が、モジュール冷却装置 24 及びリアクトル冷却装置 25 の双方に供給され、半導体モジュール 14、22 並びにリアクトル 10 の冷却が図られる。

[0043] これに対し、リアクトル 10 の温度が、所定温度以下の場合には（ステップ S 3 にて Yes）、ステップ S 4 にて、冷却抑制器 34 を動作させ、第 1 状態に切替えられる。これにより、冷媒が、モジュール冷却装置 24 側のみ供給され、リアクトル冷却装置 25 に供給されなくなる。これにて、各半導体モジュール 14、22 に対する冷却は継続される一方、リアクトル 10 の温度上昇が図られる。次のステップ S 5 では、温度センサ 19 が検出したリアクトル 10 の温度が目標温度に達したか、又は異常動作が検出されたかどうか判断される。

[0044] リアクトル 10 の温度が目標温度にまで達していない場合、或いは異常動

作が検出されない場合には（ステップS5にてNo）、ステップS4に戻り、冷却抑制器34の動作（第1状態）が継続される。そして、リアクトル10の温度が目標温度に達した場合、或いは異常動作が検出された場合には（ステップS5にてYes）、冷却抑制器34が通常第2状態に戻され、処理が終了する。

[0045] このように本実施形態によれば、リアクトル10の電力損失が小さくなる目標温度が決定され、リアクトル10の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であるときには、冷却抑制器34によりリアクトル10の冷却を抑制するように構成した。これにより、リアクトル10の目標温度までの上昇が速やかに行われるようになり、例えば冬季の始動時などにおいて、リアクトル10の温度がなかなか上昇せずに、損失が大きくなってしまいうことを防止し、リアクトル10の電力損失を比較的低く抑えることができる。

[0046] また、本実施形態では、目標温度を、損失が最小となる温度よりもやや低い温度に設定するようにした。ここで、目標温度を最小点に設定してしまうと、実際のリアクトル10の温度が、その目標温度を超えてしまい、損失が急激に増加して熱暴走する虞がある。ところが、本実施形態のように目標温度を最小点よりもやや低い温度に設定することにより、そのような不具合を防止することができる。もちろん事前測定した結果、ばらつきを考慮しても最小点付近で不具合が無い場合は目標温度を最小点付近に設定しても良い。

[0047] 特に本実施形態では、リアクトル10を構成する磁性コア15単体における温度と損失との関係を利用するだけでなく、磁性コア15の材質がアモルファスの場合において、リアクトル10全体としての温度と損失との関係を利用して、目標温度を設定するようにした。これにより、磁性コア15単体では、電力損失に温度依存性がない場合でも、リアクトル10として電力変換装置に組込んだ場合に、温度上昇に応じて損失が減少する関係を利用して、同様に、リアクトル10の電力損失を低く抑えることができる。

[0048] 更に、本実施形態では、リアクトル冷却装置25及びモジュール冷却装置24（冷却機構23）の具体的構成として、冷媒を循環供給するための冷却

経路を直列につないだ。そして、切替弁からなる冷却抑制器 34 により、リアクトル冷却装置 25 側への冷媒の流通を遮断することにより、リアクトル 10 の冷却を抑制するように構成した。これにより、冷媒供給装置 26 や冷却経路の一部を、リアクトル冷却装置 25 とモジュール冷却装置 24 との間で共用でき、比較的簡単な構成により、冷却機構 23 を構成することができる。また、冷却抑制器 34 の動作時（第 1 状態）においては、冷却経路の短縮による半導体モジュール 14, 22 に対する冷却効率の向上、言い換えれば冷媒供給装置 26 ポンプの駆動電力の低減を図ることができる。

[0049] (2) 第 2 の実施形態

図 8 及び図 9 は、第 2 の実施形態を示している。この第 2 の実施形態が、上記第 1 の実施形態と異なるところは、半導体モジュール 14, 22 並びにリアクトル 10 を冷却するための、冷却機構 41 の冷却経路の構成にある。上記第 1 の実施形態では、モジュール冷却装置 24 及びリアクトル冷却装置 25 に対し、冷媒供給装置 26 から冷媒をいわば直列に流すようにしていた。ところが、この第 2 の実施形態の冷却機構 41 では、モジュール冷却装置 24 及びリアクトル冷却装置 25 に対しいわば並列に冷媒を流すように構成されている。

[0050] 即ち、冷媒供給装置 26 から吐出された冷媒は、図 9 に矢印 A で示すように、第 1 供給管 42 を通して、モジュール冷却装置 24（入口側ヘッダ部）に供給され、出口側ヘッダ部 28 から排出された冷媒は、第 1 排出管 43 を通して冷媒供給装置 26 に戻される。前記第 1 供給管 42 の途中から分岐するようにして、第 2 供給管 44 が設けられ、図 9 に矢印 C で示すように、冷媒がこの第 2 供給管 44 を通してリアクトル冷却装置 25 に供給される。リアクトル冷却装置 25 から排出される冷媒は、第 2 排出管 45 を通して第 1 排出管 43 の途中部位に合流し、冷媒供給装置 26 に戻される。このとき、前記第 2 供給管 44 の途中部に、冷却抑制器 46 が設けられている。

[0051] この冷却抑制器 46 は、第 2 供給管 44 を開閉する開閉弁からなり、制御装置 3 により開閉制御される。通常時においては、冷却抑制器 46 は開状態

にあり、モジュール冷却装置 24 及びリアクトル冷却装置 25 の双方に冷媒が供給され、冷媒供給装置 26 に戻される循環が行われる。そして、制御装置 3 は、上記第 1 の実施形態と同様に、目標温度算出部 36 を有し、冷却抑制器 46 を制御する。これにて、温度センサ 19 により検出したリアクトル 10 の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度、例えば 10℃以下であるときに、目標温度まで早期に温度上昇させるように、冷却抑制器 46 が動作される。

[0052] これにより、冷却抑制器 46 の開閉弁が閉状態に切替えられ、第 2 供給管 44 の冷媒の流通が遮断される。この状態では、モジュール冷却装置 24 のみに冷媒が供給されて、半導体モジュール 14, 22 が冷却されると共に、リアクトル冷却装置 25 に冷媒が供給されなくなり、リアクトル 10 の冷却が抑制される、つまりリアクトル 10 の温度上昇が促進される。従って、この第 2 の実施形態によっても、上記第 1 の実施形態と同様に、リアクトル 10 の電力損失を比較的低く抑えることができる等の作用・効果を得ることができる。

[0053] (3) 第 3、第 4 の実施形態

図 10 及び図 11 は、第 3 の実施形態を示している。この第 3 の実施形態では、冷却抑制器 51 を含む冷却機構 52 の構成が、上記第 1 の実施形態等と異なっている。即ち、本実施形態では、図 11 に示すように、冷却抑制器 51 は、リアクトル冷却装置 25 の冷却プレート 31 に対し、リアクトル 10 を接離方向に移動させる移動機構 53 及びその駆動源を備えて構成されている。

[0054] この場合、リアクトル 10 は、スライドレール 54 によって冷却プレート 31 に対し図で上下方向に移動可能に支持されている。そして、リアクトル 10 は、移動機構 53 によって、冷却プレート 31 に接触する下降位置と、冷却プレート 31 から物理的に離間する上昇位置との間で移動される。前記移動機構 53 は、図示しないモータやソレノイド、油圧機構などを駆動源として構成することができ、図 10 に示すように、目標温度算出部 36 を有す

る制御装置 3 により制御される。

[0055] 図 10 に示すように、前記冷却機構 52 は、上記第 1 の実施形態の冷却機構 23（図 1 参照）に対し、中間戻り管 35 及び冷却抑制器 34 を取り除いた構成を備えている。即ち、冷媒供給装置 26 から吐出された冷媒は、モジュール冷却装置 24（入口側ヘッダ部）に供給され、出口側ヘッダ部 28 から排出された冷媒は、第 2 供給管 55 を通してリアクトル冷却装置 25 の冷却プレート 31 に供給される。冷却プレート 31 から排出された冷媒は、第 2 排出管 33 を通して冷媒供給装置 26 に戻される循環が行われる。

[0056] 制御装置 3 は、通常時においては、リアクトル 10 を下降位置に位置させており、モジュール冷却装置 24 及びリアクトル冷却装置 25 によって、半導体モジュール 14、22 並びにリアクトル 10 が冷却される。そして、制御装置 3 は、上記第 1 の実施形態と同様に、温度センサ 19 により検出したリアクトル 10 の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度以下であるときに、冷却抑制器 51 を動作させ、リアクトル 10 を上昇位置に移動させる。これにより、リアクトル 10 が冷却プレート 31 から離間して冷却が抑制され、目標温度まで早期に温度上昇されるようになる。従って、この第 3 の実施形態によっても、上記第 1 の実施形態等と同様に、リアクトル 10 の電力損失を比較的低く抑えることができる等の作用・効果を得ることができる。また、比較的簡単な構成で、所期の目的を達成することができる。

[0057] 図 12 は、第 4 の実施形態を示すもので、上記第 3 の実施形態と異なるところは、冷却機構 56 の構成にある。即ち、この第 4 の実施形態の冷却機構 56 では、上記第 2 の実施形態における、冷却抑制器 46（図 8 参照）に代えて、第 3 の実施形態と同様の冷却抑制器 51 を備えている。

[0058] 冷却機構 56 においては、第 2 の実施形態とほぼ同様に、冷媒供給装置 26 から吐出された冷媒は、第 1 供給管 42 を通して、モジュール冷却装置 24（入口側ヘッダ部）に供給される。そして、出口側ヘッダ部 28 から排出された冷媒は、第 1 排出管 43 を通して冷媒供給装置 26 に戻される。前記第 1 供給管 42 の途中から分岐する第 2 供給管 44 が設けられ、冷媒がこの

第2供給管44を通してリアクトル冷却装置25の冷却プレート31に供給される。リアクトル冷却装置25から排出される冷媒は、第2排出管45を通して第1排出管43の途中部位に合流し、冷媒供給装置26に戻される。

[0059] 制御装置3は、通常時においては、リアクトル10を下降位置に位置させている。そして、制御装置3は、温度センサ19により検出したリアクトル10の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度以下であるときに、冷却抑制器51を動作させ、リアクトル10を上昇位置に移動させて冷却を抑制する。従って、この第4の実施形態によっても、上記第1の実施形態等と同様に、リアクトル10の電力損失を比較的強く抑えることができる等の作用・効果を得ることができる。

[0060] (4) 第5、第6の実施形態

図13及び図14は、第5の実施形態を示している。この第5の実施形態が、上記第1の実施形態と異なるところは、冷却機構23を設けることに加えて、前記リアクトル10を加熱するための加熱装置61を設けるようにした点にある。この加熱装置61は、図14に示すように、例えばアルミや銅等から中空状に構成された加熱プレート62、この加熱プレート62に加熱媒体を供給するための熱供給管63、この熱供給管63の途中部に設けられた開閉弁64を備えて構成されている。

[0061] このとき、前記加熱プレート62は、リアクトル10のうち、磁性コア15の図で上面部分に熱的に接触されている。前記熱供給管63には、車両の排気熱又は燃焼熱を利用して高温とされた加熱媒体が供給される。通常時においては、開閉弁64は閉塞状態とされている。開閉弁64が開放されることにより、高温の加熱媒体が熱供給管63を通して加熱プレート62に供給され、リアクトル10の磁性コア15が加熱される。

[0062] 図13に示すように、前記開閉弁64は、制御装置3により開閉制御されるようになっている。制御装置3は、冷却抑制器34に対しては、上記第1の実施形態と同様の制御を行うと共に、開閉弁64を次のように制御する。即ち、通常時においては、制御装置3は、冷却抑制器34を第2状態とする

と共に、開閉弁 64 を閉塞状態としている。そして、制御装置 3 は、温度センサ 19 により検出したリアクトル 10 の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度以下であるときに、冷却抑制器 34 を第 1 状態に切替えて冷媒の供給を停止すると共に、開閉弁 64 を開放状態とする。

[0063] これにより、リアクトル 10 の冷却が抑制(停止)されると共に、リアクトル 10 の磁性コア 15 が強制的に加熱されるようになり、目標温度までより速やかに温度上昇されるようになる。温度センサ 19 により検出したリアクトル 10 の検出温度が、目標温度に達したときに、冷却抑制器 34 が第 2 状態に戻され、開閉弁 64 は閉塞状態とされる。従って、この第 5 の実施形態によれば、上記第 1 の実施形態の作用・効果に加えて、リアクトル 10 の目標温度までの温度上昇をより促進することができ、電力損失の低減の面で、より効果的となる。また、加熱装置 61 の熱源に、車両の排気熱又は燃焼熱を利用するようにしたので、排熱の有効利用を図ることができる。

[0064] 図 15 は、第 6 の実施形態を示すものである。この第 6 の実施形態においては、上記第 2 の実施形態と同様の冷却機構 41 を備えると共に、上記第 5 の実施形態と同様の、リアクトル 10 を加熱する加熱装置 61 を備えている。この場合、制御装置 3 は、温度センサ 19 により検出したリアクトル 10 の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度以下であるときに、目標温度まで早期に温度上昇させるように、冷却抑制器 46 を閉状態にする。これと共に、制御装置 3 は、加熱装置 61 の開閉弁 64 を開放状態とする。

[0065] 従って、この第 6 の実施形態によっても、上記第 5 の実施形態と同様に、リアクトル 10 の目標温度までの温度上昇をより促進することができ、電力損失の低減の面で、より効果的となる等の優れた効果を得ることができる。

[0066] (5) 第 7、第 8 の実施形態、その他の実施形態

図 16 及び図 17 は、第 7 の実施形態を示すものである。この第 7 の実施形態が上記第 1 の実施形態と異なるところは、冷却機構 71 の冷却経路及びリアクトル冷却装置 72 の構成等にある。前記リアクトル冷却装置 72 は、リアクトル 10 の磁性コア 15 を冷却するためのコア冷却部 73 と、コイル

１６を冷却するためのコイル冷却部７４とを備えている。

[0067] 図１７に示すように、コア冷却部７３は、アルミニウム等の金属から中空状に構成された冷却部材たる冷却プレートを、磁性コア１５底部に熱的接触状態で備えている。また、コイル冷却部７４は、アルミニウム等の金属から中空状に構成された冷却部材たる冷却プレートを、コイル１６底部に熱的接触状態で備えている。そして、図１６にも示すように、コイル冷却部７４（冷却プレート）には、コイル側供給管７５により冷媒が供給され、コイル側排出管７６を通して冷媒が排出されるようになっている。

[0068] これに対し、前記コイル冷却部７４の冷却経路と並列状態に、コア冷却部７３には、コア側供給管７７により冷媒が供給され、コア側排出管７８を通して冷媒が排出されるようになる。コア側供給管７７の途中部に、開閉弁からなる冷却抑制器７９が設けられている。冷媒供給装置２６から吐出された冷媒は、第１供給管２９を通して、モジュール冷却装置２４に供給され、半導体モジュール１４，２２の冷却に供される。モジュール冷却装置２４から排出された冷媒は、中間排出管３０を通して排出される。

[0069] 中間排出管３０から２つに分岐するように、前記コイル側供給管７５とコア側供給管７７とが接続される。また、前記コイル側排出管７６の先端部は、前記冷媒供給装置２６に接続され、コア側排出管７８の先端部は、前記コイル側排出管７６の途中部に接続されている。これにて、冷却抑制器７９の開閉弁の開放状態では、中間排出管３０を通った冷媒が、コイル側供給管７５を通してコイル冷却部７４に供給される。これと共に、コア側供給管７７を通してコア冷却部７３に供給され、リアクトル１０のコイル１６及び磁性コア１５の双方が冷却される。冷却に寄与した冷媒は、コイル側排出管７６及びコア側排出管７８を通して冷媒供給装置２６に戻される。

[0070] これに対し、冷却抑制器７９の開閉弁の閉塞状態では、中間排出管３０を通った冷媒が、コイル側供給管７５を通してコイル冷却部７４に供給されてコイル１６を冷却する。ところが、コア側供給管７７の冷媒の流通が遮断され、コア冷却部７３には供給されることがなくなり、磁性コア１５に対する

冷却が抑制される。この場合、冷媒は、コイル側排出管 7 6 を通して冷媒供給装置 2 6 に戻される。

[0071] 前記冷却抑制器 7 9 は、制御装置 3 により開閉制御される。即ち、制御装置 3 は、通常時においては、冷却抑制器 7 9 を開放状態としており、モジュール冷却装置 2 4 及びリアクトル冷却装置 7 2 によって、半導体モジュール 1 4, 2 2 並びにリアクトル 1 0 が冷却される。このとき、コア冷却部 7 3 及びコイル冷却部 7 4 の双方に冷媒が供給されることにより、リアクトル 1 0 の磁性コア 1 5 及びコイル 1 6 の双方が冷却される。

[0072] そして、制御装置 3 は、温度センサ 1 9 により検出したリアクトル 1 0 の検出温度が、目標温度よりも低い所定温度以下であるときに、冷却抑制器 7 9 を動作させ、開閉弁を閉塞状態とする。これにより、リアクトル冷却装置 7 2 においては、コイル冷却部 7 4 に対する冷媒の供給がなされ、コア冷却部 7 3 に対する冷媒供給が停止される。ここで、リアクトル 1 0 において、磁性コア 1 5 に関しては低温で電力損失が大きくなる事情があるが、コイル 1 6 に関しては、高温で抵抗値が増加し損失が大きくなるので、冷却することが望ましい。

[0073] 本実施形態では、リアクトル 1 0 の温度が所定温度以下であるときにも、リアクトル 1 0 のうち磁性コア 1 5 のみの冷却が抑制され、コイル 1 6 については冷却が実行される。これにより、コイル 1 6 の温度上昇が抑えられながら、磁性コア 1 5 が、目標温度まで早期に温度上昇されるようになる。従って、この第 7 の実施形態によれば、コア冷却部 7 3 とコイル冷却部 7 4 とを設けて、それらを個別に制御することによって、より損失を減少して効率を高めることができる。

[0074] 図 1 8 は、第 8 の実施形態を示すものであり、上記第 7 の実施形態と異なる点は、冷却機構 8 1 の冷媒流路の構成にある。この第 8 の実施形態では、上記第 7 の実施形態と同様に、コア冷却部 7 3 とコイル冷却部 7 4 とを有するリアクトル冷却装置 7 2 を備えており、冷却抑制器 7 9 によってそれらに対する冷媒の流通が制御される。

[0075] この場合、冷媒供給装置 2 6 から吐出された冷媒は、第 1 供給管 4 2 を通して、モジュール冷却装置 2 4 に供給され、第 1 排出管 4 3 を通して冷媒供給装置 2 6 に戻される。第 1 供給管 4 2 の途中から分岐するようにして、第 2 供給管 4 4 が設けられ、この第 2 供給管 4 4 から 2 つに分岐するように、コイル側供給管 7 5 とコア側供給管 7 7 とが接続される。コア側供給管 7 7 の途中部に冷却抑制器 7 9 が設けられている。また、コア側排出管 7 8 の先端部は、コイル側排出管 7 6 の途中部に接続され、コイル側排出管 7 6 の先端部は、第 1 排出管 4 3 の途中部に接続されている。このような構成によっても、上記第 7 の実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。

[0076] 尚、図示は省略するが、次のような拡張、変更が可能である。即ち、上記各実施形態では、リアクトル冷却装置に対する冷媒の流通を遮断することにより、リアクトルの冷却を抑制するように構成したが、冷却抑制装置を、例えば流量調整弁等により冷媒流通量を低減させるように構成しても良い。冷却方法としては、冷媒の流通に限らず、ファン等により冷却風を供給する空冷式であっても良く、この場合、冷却風の遮断や流量の低減により、冷却を抑制するように構成することができる。加熱装置としては、専用のヒータを設けるようにしても良い。

[0077] また、上記実施形態では、ハイブリッド車両用のインバータ装置に適用したが、電力変換装置としては、電力を直流－直流変換する装置、交流－交流変換する装置等であっても良い。更に、磁気回路部品としても、昇圧コンバータのリアクトルに限らず、充電器に搭載される P F C 用リアクトルや平滑チョーク、絶縁型コンバータのトランス部品などに適用することも可能である。その他、冷却装置や冷却経路の具体的構成等の詳細な構成については、上記した以外にも様々な変形が可能である。

[0078] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形

態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

- [請求項1] 電力変換装置（１）に組込まれ、磁性コア（１５）と、この磁性コア（１５）に巻装されたコイル（１６）とを含む磁気回路部品（１０）の、温度を調整するための磁気回路部品の温度調整装置であって、
前記磁気回路部品（１０）を冷却するための冷却装置（２５，７２）と、
前記磁気回路部品（１０）の温度を推定する温度推定装置（１９）と、
前記磁気回路部品（１０）の温度と損失との関係から損失が小さくなる目標温度を決定する目標温度決定装置（３６）と、
前記温度推定装置（１９）が推定した前記磁気回路部品（１０）の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であったときに、前記目標温度となるように前記冷却装置（２５）による該磁気回路部品の冷却を抑制する冷却抑制装置（３４，４６，５１，７９）とを備える、磁気回路部品の温度調整装置。
- [請求項2] 前記目標温度決定装置（３６）は、予め測定された、前記磁気回路部品（１０）の磁性コア（１５）の温度と損失との関係、或いは、前記磁気回路部品（１０）全体の温度と損失との関係に基づいて、目標温度を、損失が最小となる温度又はその近傍温度に設定する請求項１記載の磁気回路部品の温度調整装置。
- [請求項3] 前記冷却装置（２５，７２）は、冷却経路に対して冷却流体を流すことにより前記磁気回路部品（１０）を冷却するように構成され、
前記冷却抑制装置（３４，４６，５１，７９）は、前記冷却経路に対する冷却流体の流通を遮断する、或いは、減少させることにより、該磁気回路部品（１０）の冷却を抑制するように構成されている請求項１又は２記載の磁気回路部品の温度調整装置。
- [請求項4] 前記冷却装置（２５）は、前記磁気回路部品の近傍に冷却部材（３１）を配置して構成され、

前記冷却抑制装置（５１）は、前記磁気回路部品（１０）を前記冷却部材（３１）から物理的に離間させることにより、該磁気回路部品（１０）の冷却を抑制するように構成されている請求項１又は２記載の磁気回路部品の温度調整装置。

[請求項５] 前記電力変換装置（１）は、半導体素子を内蔵したモジュール（１４，２２）を備えていると共に、当該モジュール（１４，２２）を冷却するためのモジュール冷却装置（２４）を備え、

前記冷却装置（２５，７２）と前記モジュール冷却装置（２４）とは、冷却経路を接続した形態で設けられており、

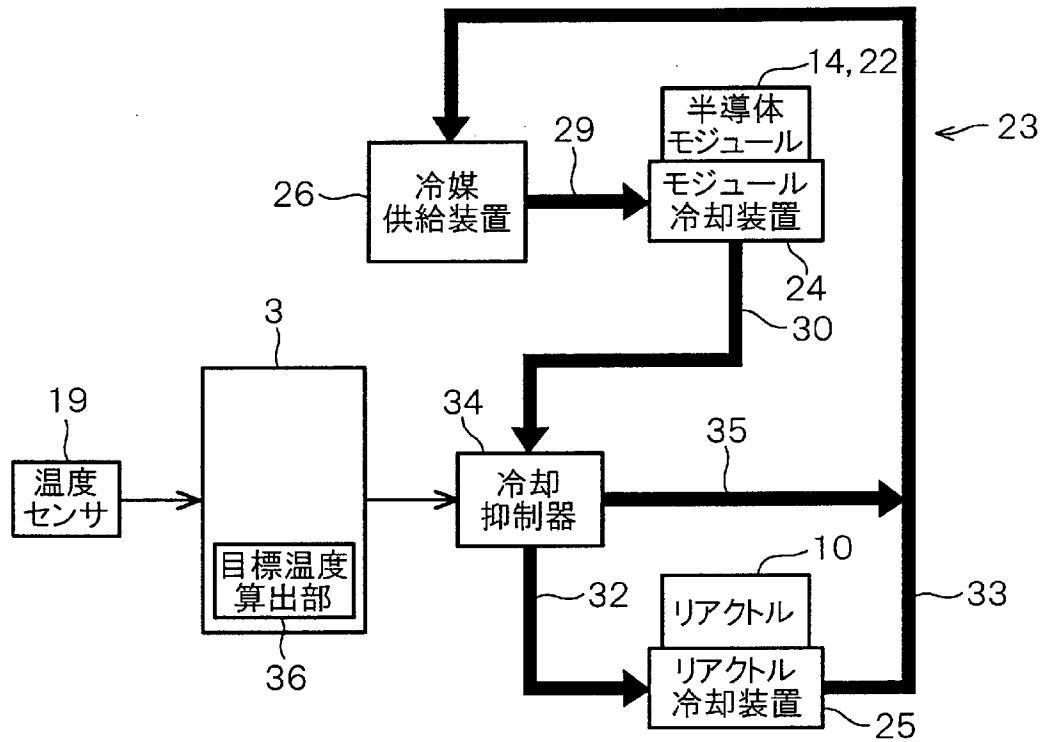
前記冷却抑制装置（３４，４６，５１，７９）は、前記冷却経路のうち該冷却装置（２５，７２）側に対する制御により、前記磁気回路部品（１０）の冷却を抑制するように構成されている請求項１から４のいずれか一項に記載の磁気回路部品の温度調整装置。

[請求項６] 前記温度推定装置（１９）が推定した前記磁気回路部品（１０）の温度が、前記目標温度よりも低い所定温度以下であったときに、前記目標温度となるように当該磁気回路部品（１０）を加熱するための加熱装置（６１）を備える請求項１から５のいずれか一項に記載の磁気回路部品の温度調整装置。

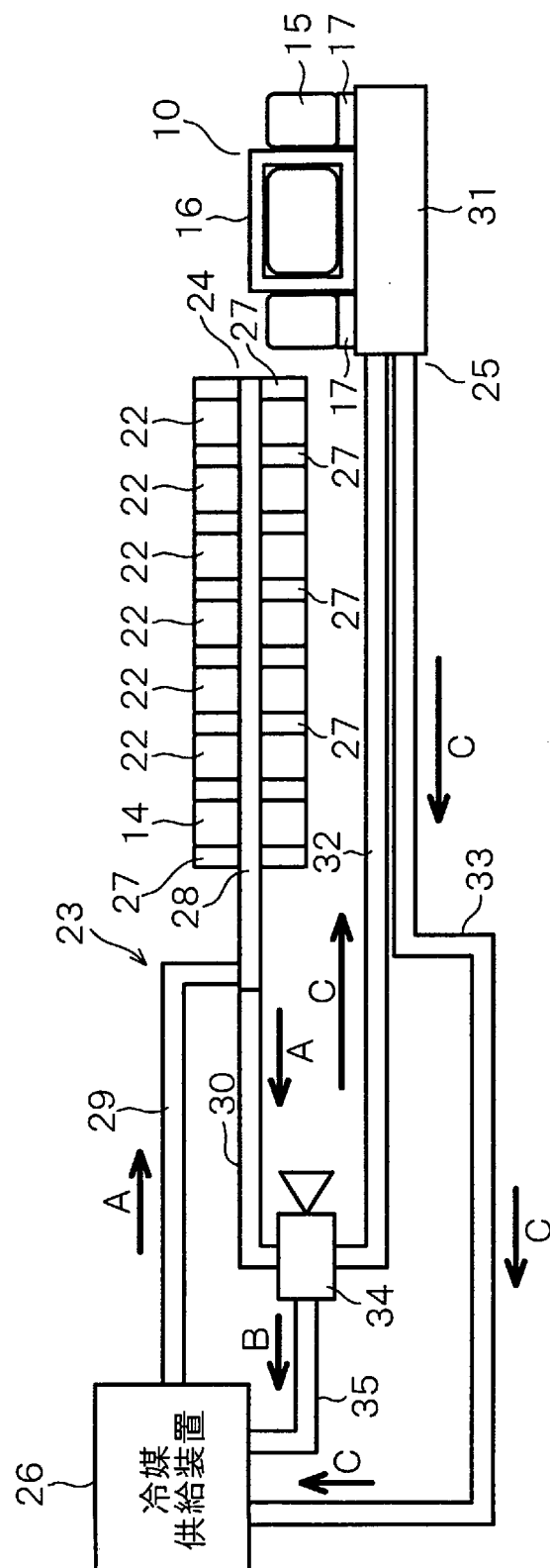
[請求項７] 前記電力変換装置（１）は、車両に搭載されるものであって、
前記加熱装置（６１）は、当該車両の排気熱又は燃焼熱を利用して加熱を行うように構成されている請求項６記載の磁気回路部品の温度調整装置。

[請求項８] 前記冷却装置（７２）は、前記磁気回路部品（１０）の前記磁性コア（１５）を冷却するためのコア冷却部（７３）と、前記コイル（１６）を冷却するためのコイル冷却部（７４）とを備えており、
前記冷却抑制装置（７９）は、前記コア冷却部（７３）における冷却を抑制するように構成されている請求項１から７のいずれか一項に記載の磁気回路部品の温度調整装置。

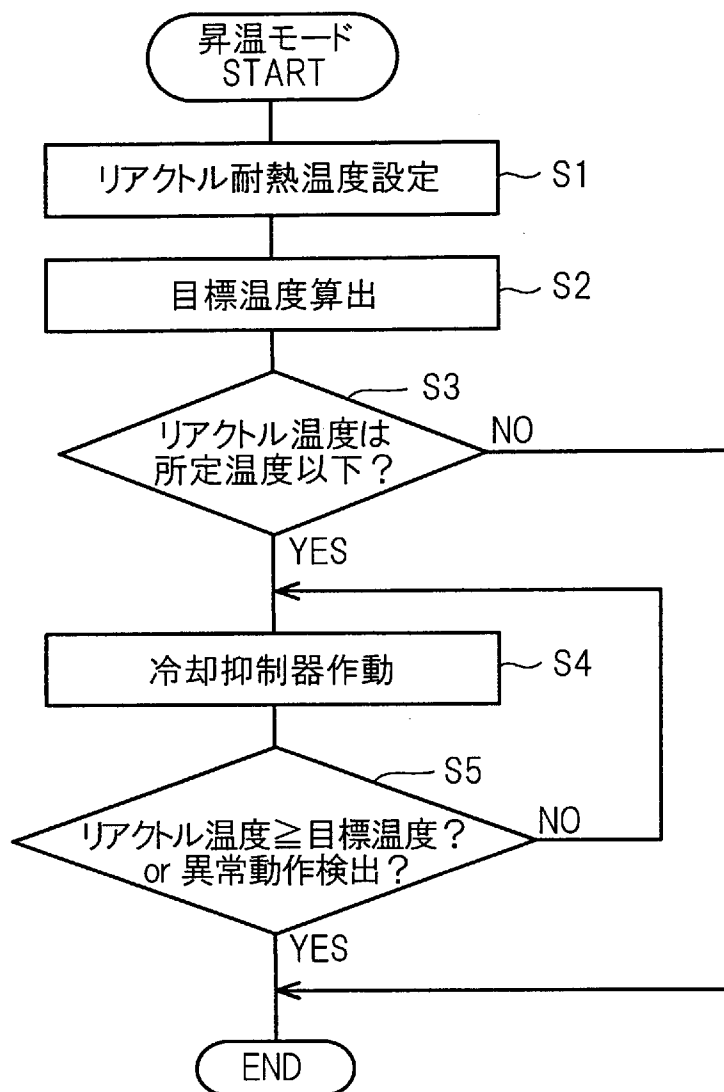
[図1]



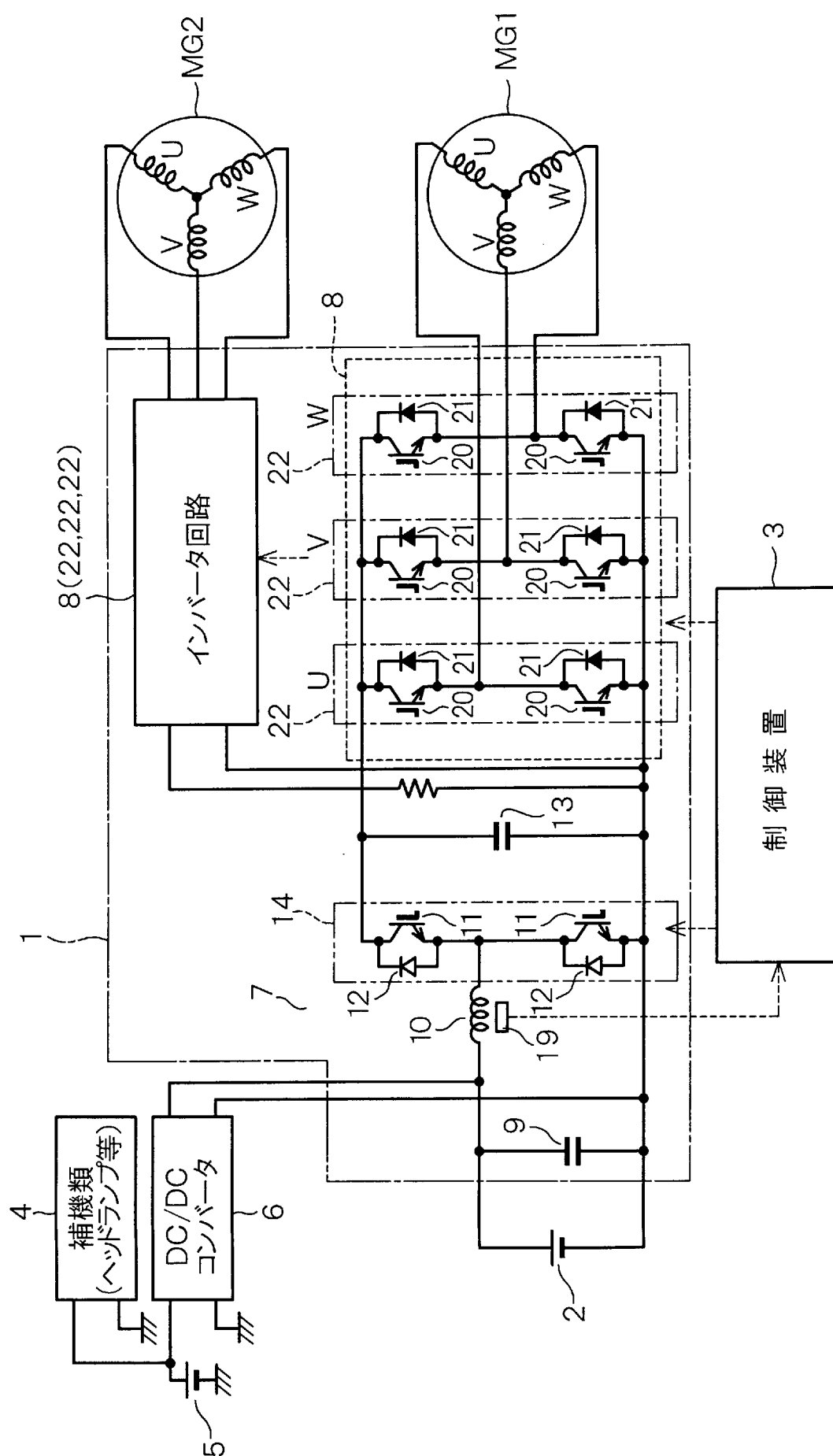
[図2]



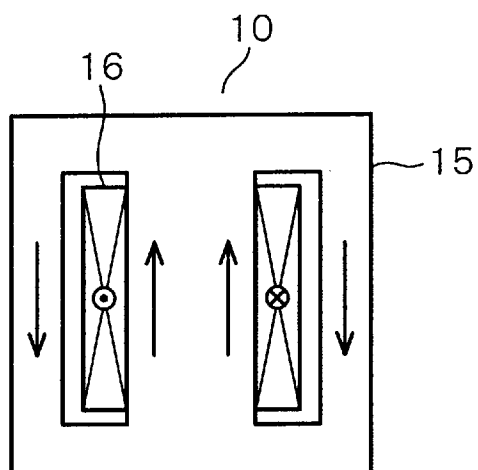
[図3]



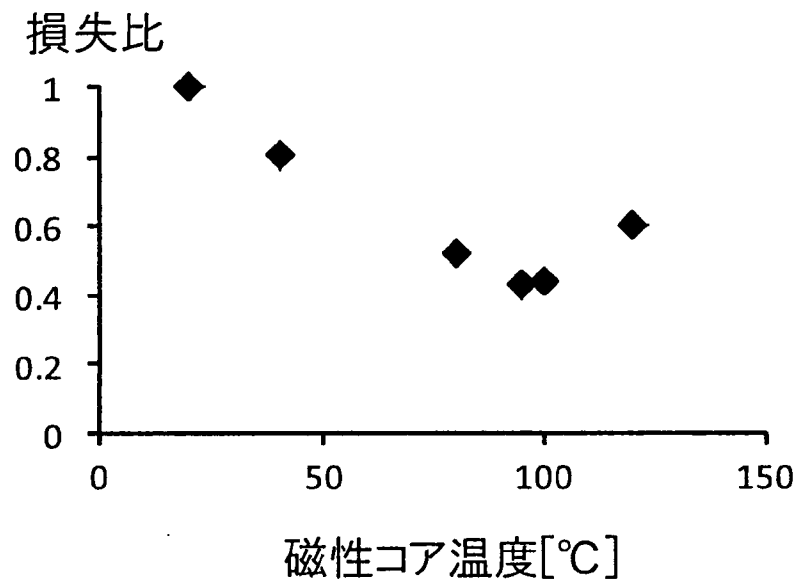
[図4]



[図5]

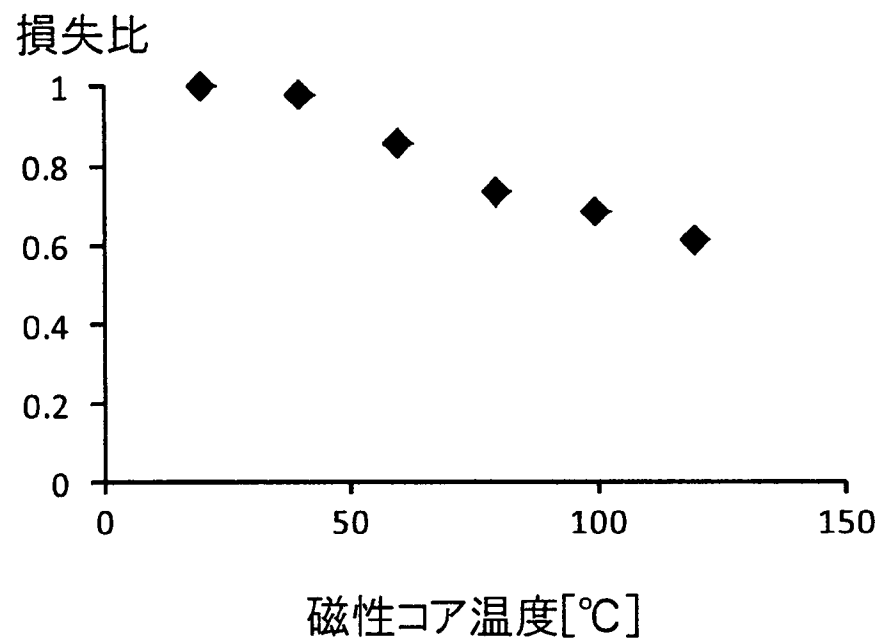


[図6A]



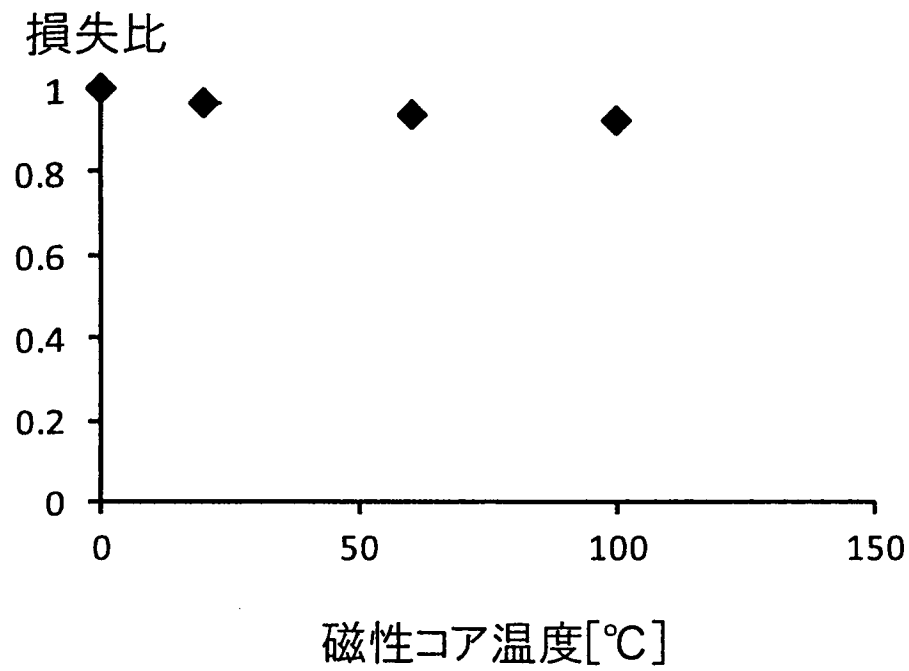
MnZn系フェライトの温度特性
(20°C時損失を1とした場合)

[図6B]



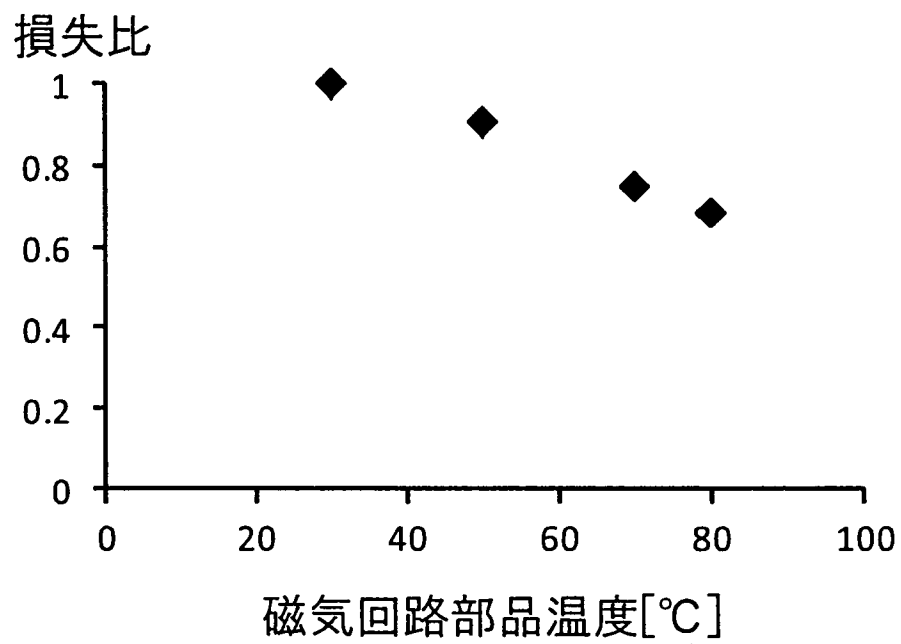
FeとSiとAl合金の温度特性
(20°C時損失を1とした場合)

[図7A]



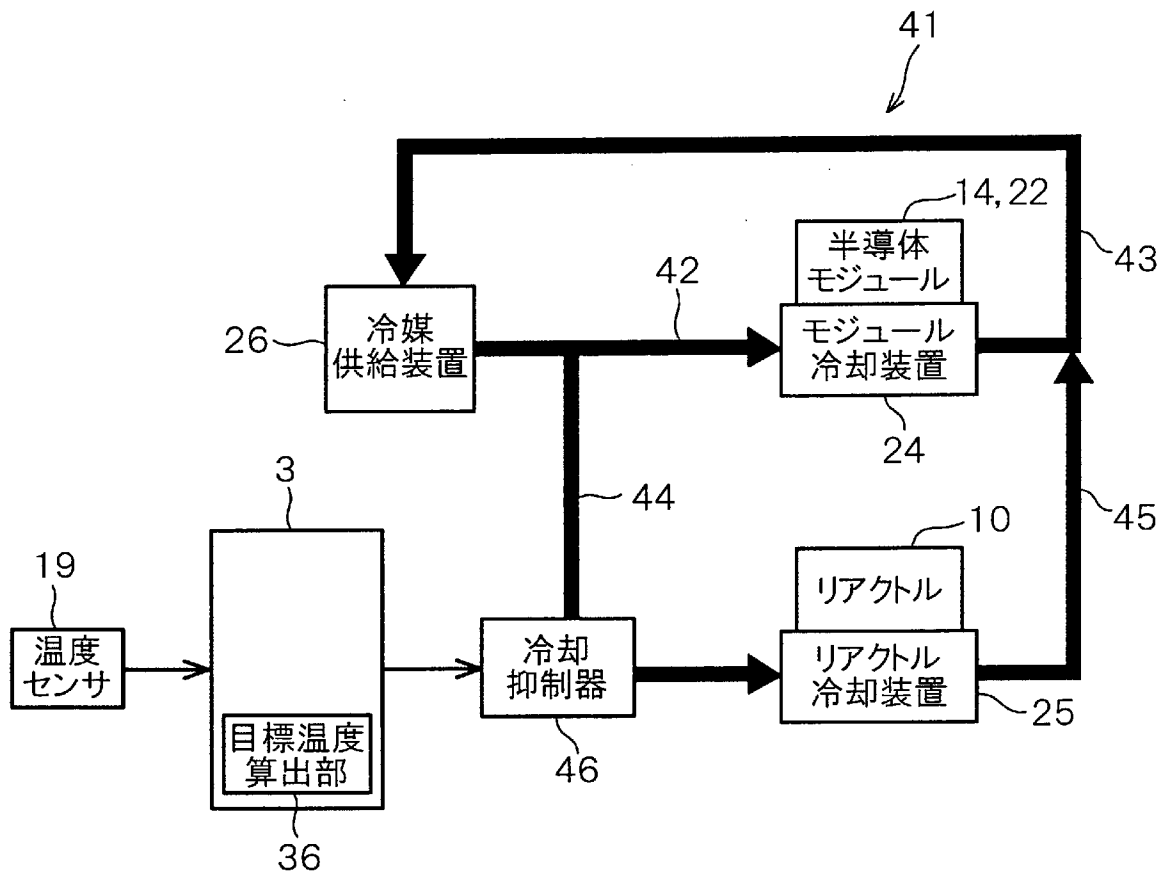
アモルファス系コアの温度特性
(0°C時損失を1とした場合)

[図7B]

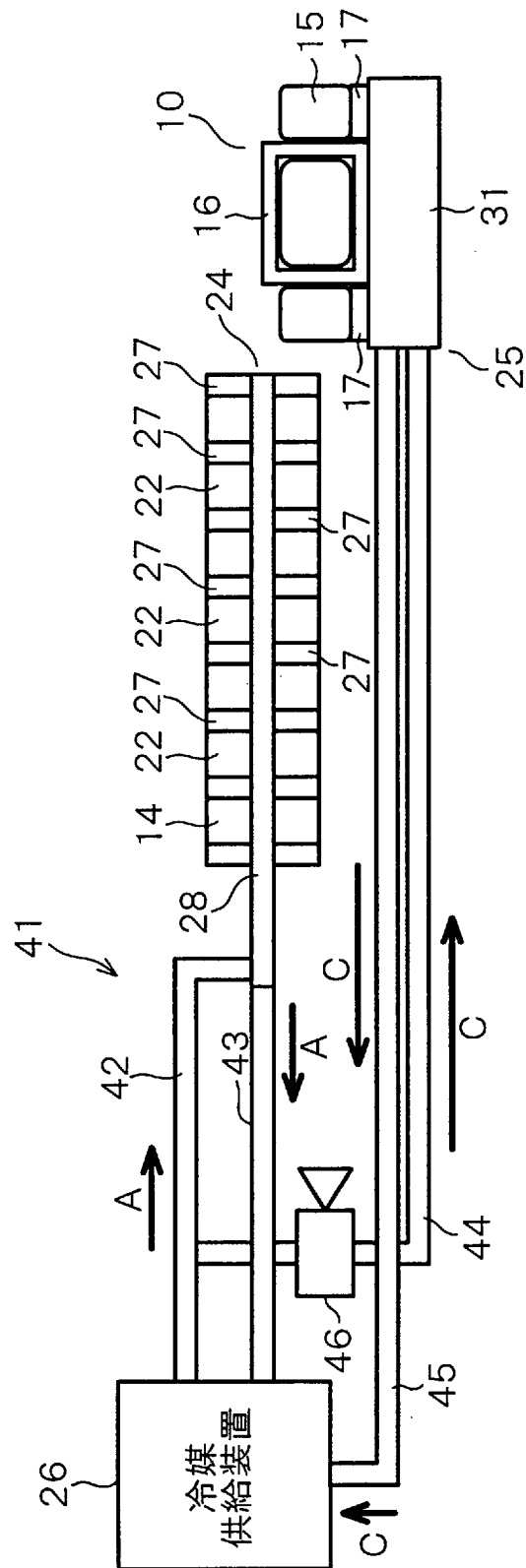


アモルファス系コアを放熱樹脂で封止し、
リアクトル成型した時の温度特性
(30°C時損失を1とした場合)

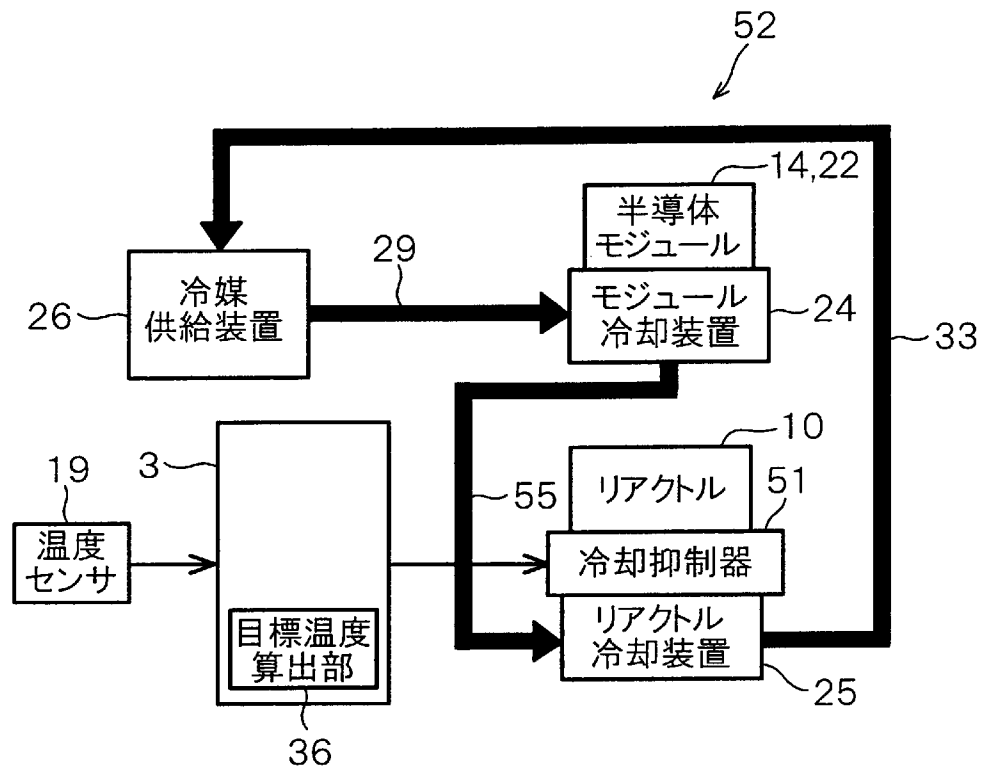
[図8]



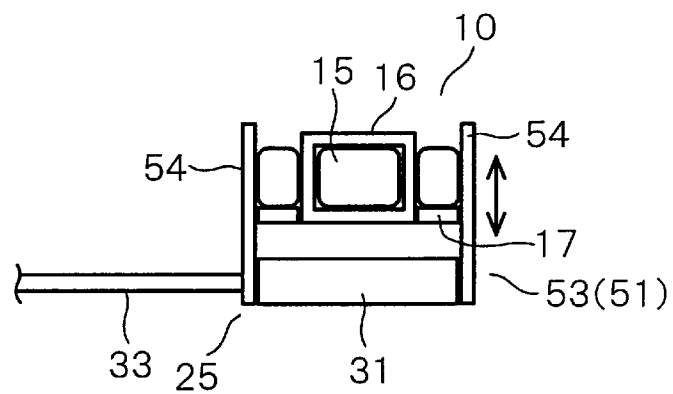
[図9]



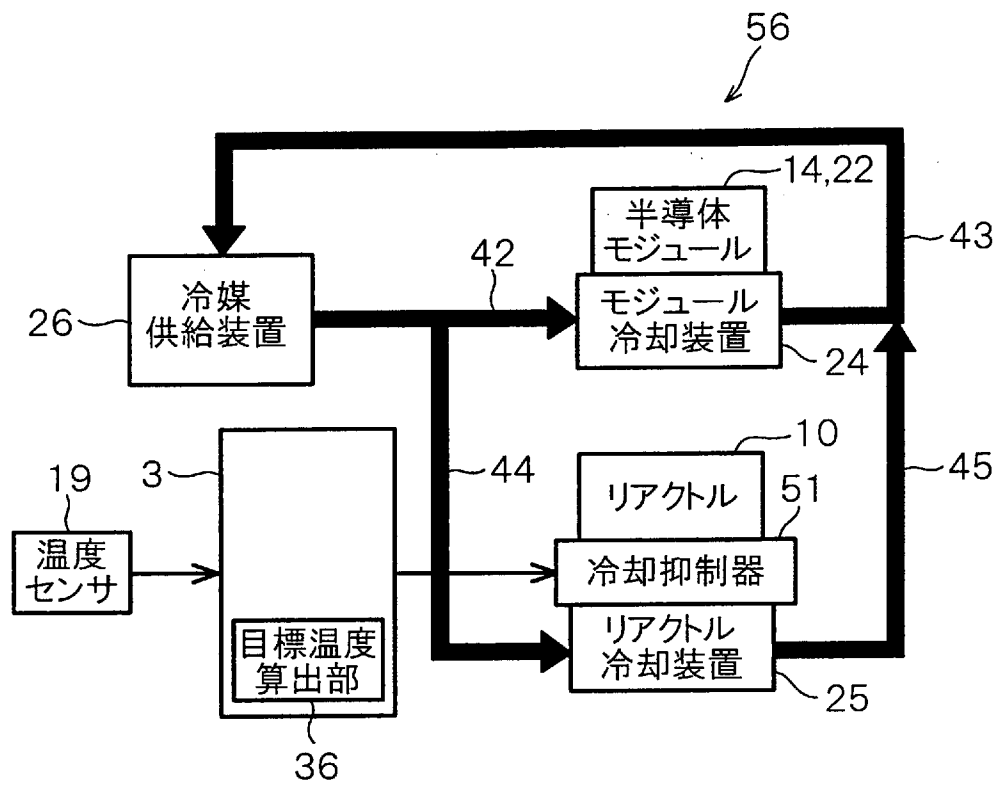
[図10]



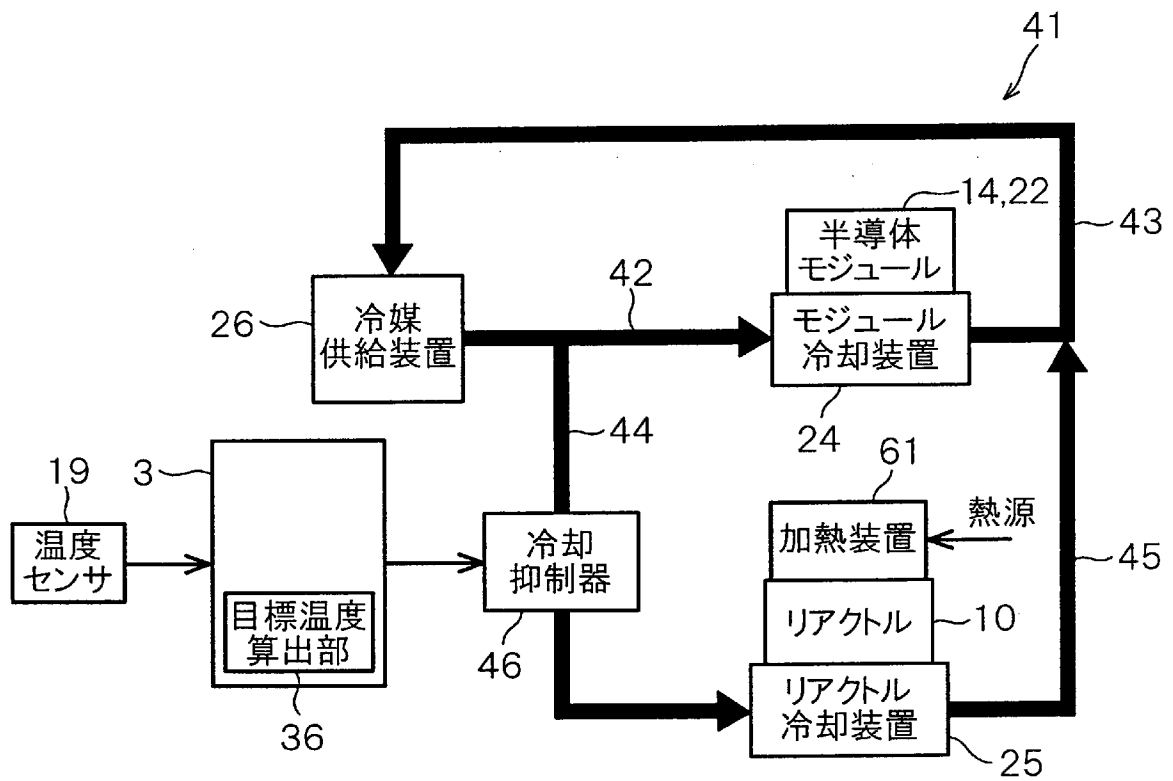
[図11]



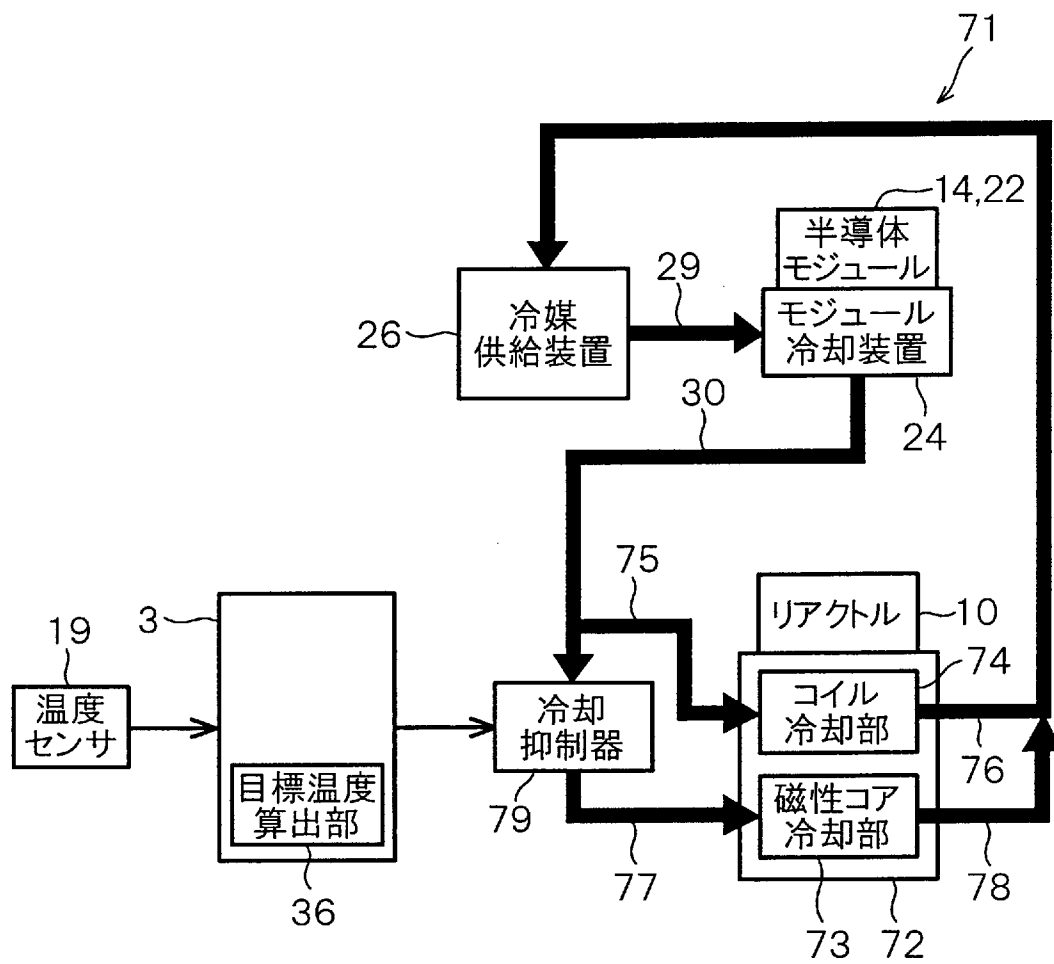
[図12]



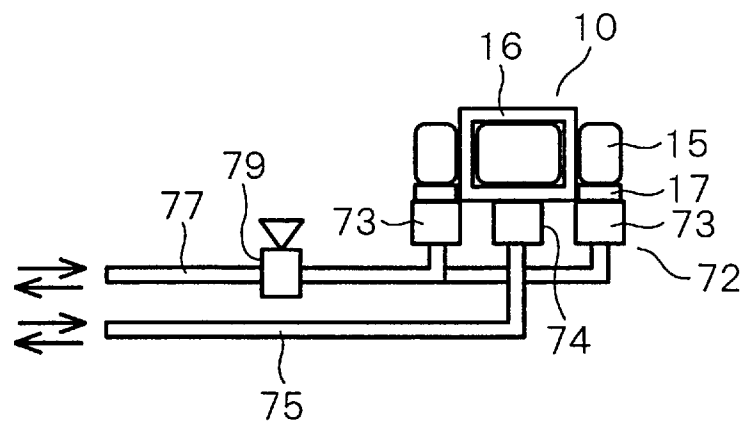
[図15]



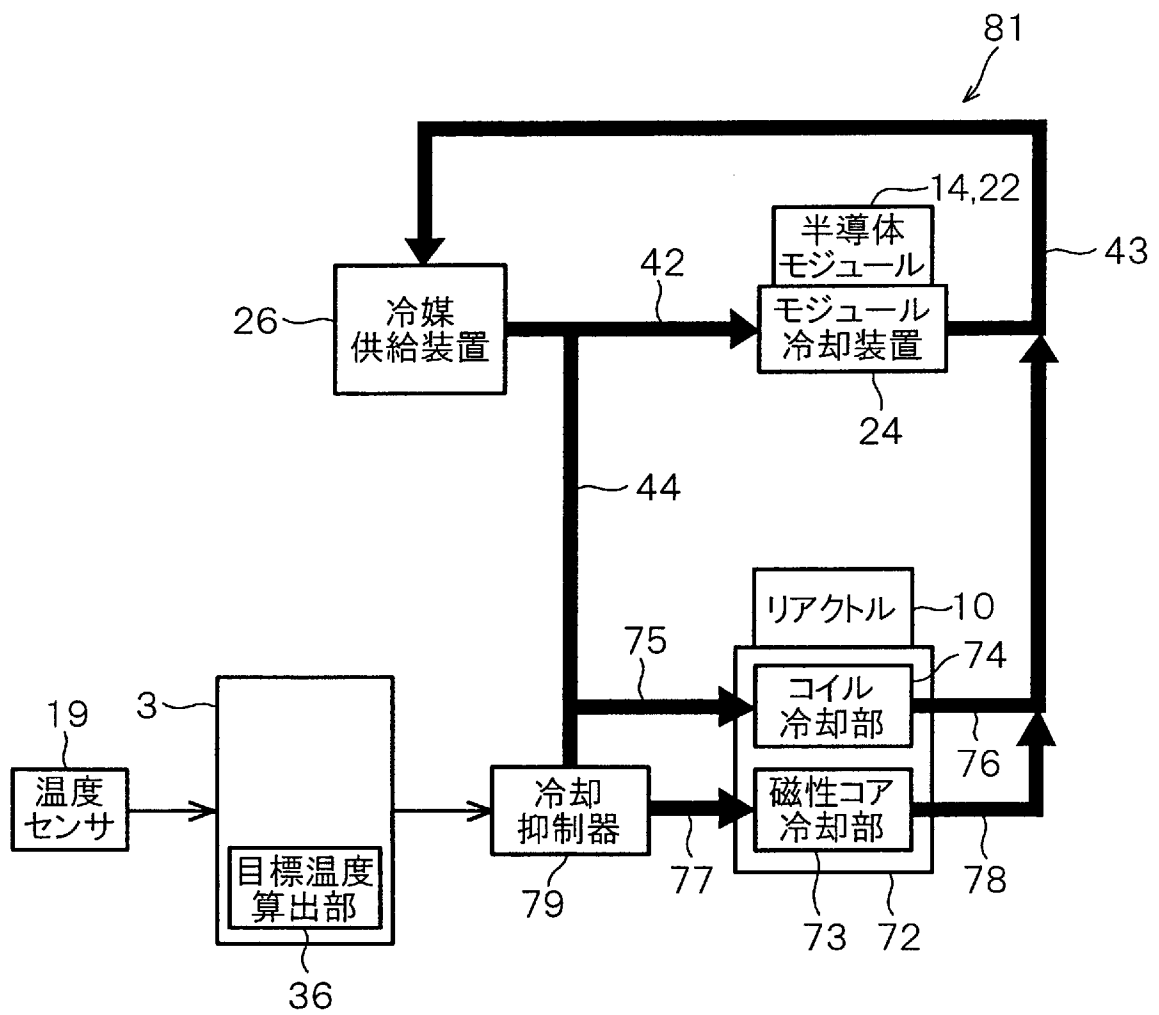
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01F27/10(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F37/00(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)

H01F27/10, H01F27/24, H01F37/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2003-514384 A (LONGARDNER, Robert, L.), 15 April 2003 (15.04.2003), & US 6909349 B1 & WO 2001/037292 A1 & EP 1238398 A1 & DE 60029621 D & AU 1922401 A & BR 15595 A & NO 20022348 A & HU 203286 A & CA 2392058 A & CZ 20021633 A & IL 149535 D & PL 355207 A & HK 1050760 A & AT 334472 T & CN 1390356 A & ES 2269209 T & KR 10-2003-0007381 A & ZA 200203793 A & MX PA02004909 A	1-8
A	JP 10-97934 A (Nippon Koei Co., Ltd.), 14 April 1998 (14.04.1998), (Family: none)	1-8

☐ 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
04 April 2017 (04.04.17)

Date of mailing of the international search report
18 April 2017 (18.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01F27/10(2006.01)i, H01F27/24(2006.01)i, H01F37/00(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 (IPC))

Int.Cl. H01F27/10, H01F27/24, H01F37/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2003-514384 A (ロンガードナー, ロバート, エル.) 2003.04.15, & US 6909349 B1 & WO 2001/037292 A1 & EP 1238398 A1 & DE 60029621 D & AU 1922401 A & BR 15595 A & NO 20022348 A & HU 203286 A & CA 2392058 A & CZ 20021633 A & IL 149535 D & PL 355207 A & HK 1050760 A & AT 334472 T & CN 1390356 A & ES 2269209 T & KR 10-2003-0007381 A & ZA 200203793 A & MX PA02004909 A	1-8
A	JP 10-97934 A (日本工営株式会社) 1998.04.14, (ファミリーなし)	1-8

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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

04.04.2017

国際調査報告の発送日

18.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

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)

井上 健一

5 D

9373

電話番号 03-3581-1101 内線 3551