(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2019-152176
(P2019-152176A)
(43)公開日　令和1年9月12日(2019.9.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F04B 49/06	(2006.01)	F04B	49/06	321A	3H145
H02P 29/62	(2016.01)	H02P	29/62		5H501

審査請求 未請求　請求項の数 1　ＯＬ　（全 9 頁）

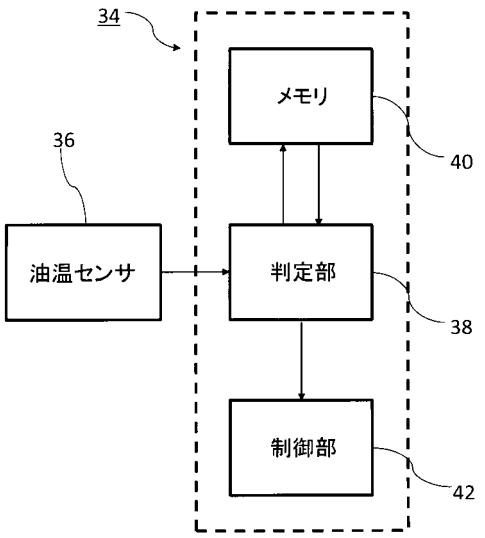
(21)出願番号　特願2018-39262(P2018-39262)
(22)出願日　平成30年3月6日(2018.3.6)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　110001210
特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所
(72)発明者　山岸　義忠
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　3H145 AA12 AA24 AA42 BA19 CA19 CA30 DA08 DA48 EA16 EA26 EA36 EA42
5H501 AA20 DD01 HB16 JJ03 JJ17 KK06 LL40

(54)【発明の名称】電動オイルポンプの流量制御装置

(57)【要約】
【課題】冷却オイルの流量を、最高の冷却能力を発揮できる最低飽和流量に維持することが可能な電動オイルポンプの流量制御装置を提供することである。
【解決手段】制御部４２は、油温センサ３６が検出した冷却オイルの油温情報から、冷却オイルの流量が飽和最低流量値を越えていると推定されることを判定部３８が判定した場合に、その判定情報に基づいて、冷却オイルの流量が飽和最低流量値に維持されるよう、電動式オイルポンプを駆動する電動モータのオンオフデューティ比を調節する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
車両に用いられるモータを冷却する冷却オイルを冷却パイプ内に圧送する電動オイルポンプについて、前記冷却パイプから前記モータに吐出される前記冷却オイルの流量を制御する、電動オイルポンプの流量制御装置であって、
前記冷却オイルの油温を検出する油温検出部と、
前記冷却オイルについて、前記油温と圧力損失の関係と、前記電動オイルポンプのオンオフデューティ比ごとの前記圧力損失と流量の関係と、前記流量と熱伝導率の関係と、を記憶する記憶部と、
前記油温検出部が検出した前記油温から、前記記憶部に記憶された前記油温と前記圧力損失の関係を用いて前記圧力損失を導出し、導出した前記圧力損失から、前記記憶部に記憶された前記電動オイルポンプのオンオフデューティ比ごとの前記圧力損失と前記流量の関係を用いて前記流量を導出し、導出した前記流量から、前記記憶部に記憶された前記流量と前記熱伝導率の関係を用いて前記熱伝導率を導出することによって、前記流量が、前記熱伝導率の上昇が飽和する飽和最低流量を越えているか否かを判定する判定部と、
前記流量が前記飽和最低流量を越えていることを前記判定部が判定した場合に、前記流量が前記飽和最低流量に維持されるよう、前記電動オイルポンプの前記オンオフデューティ比を調節する制御部と、
を備えたことを特徴とする、電動オイルポンプの流量制御装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、車両のモータに冷却オイルを供給する電動オイルポンプの流量制御装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年の自動車等の車両には、モータが使用されているものがあるが、モータの発熱による発火等の事故を防ぐため、電動オイルポンプによってモータに冷却オイルが供給されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１５－０１６８４９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
冷却オイルは粘性をもつが、油温が上昇するに従って粘性が減少し、流量も増加するため、冷却オイルの熱伝達率が向上し、冷却能力が高まる。
【０００５】
しかし、所定の流量（飽和最低流量値）を越えると、冷却オイルの熱伝達率（冷却能力）が飽和し、その後は冷却オイルの油温が上昇して流量が増加しても、熱伝達率は最早向上しない。
【０００６】
それにも関わらず、モータのロータへ過剰に冷却オイルが供給され続けると、ロータによる冷却オイルの攪拌抵抗が増加し、却って、モータの動力損失を増加させ、駆動能力を毀損させるという課題があった。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明は、冷却オイルが高温になっても、最適な熱伝導率で、かつ、最適な流量で冷却

オイルをモータに供給可能な、電動オイルポンプの流量制御装置に関する。
【０００８】
本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置は、車両に用いられるモータを冷却する冷却オイルを冷却パイプ内に圧送する電動オイルポンプについて、冷却パイプからモータに吐出される冷却オイルの流量を制御する、電動オイルポンプの流量制御装置であって、冷却オイルの油温を検出する油温検出部と、冷却オイルについて、油温と圧力損失の関係と、電動オイルポンプのオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係と、流量と熱伝導率の関係と、を記憶する記憶部と、油温検出部が検出した油温から油温と圧力損失の関係を用いて圧力損失を導出し、導出した圧力損失から電動オイルポンプのオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を用いて流量を導出し、導出した流量を用いて流量と熱伝導率の関係を用いて熱伝導率を導出することによって、流量が、熱伝導率の上昇が飽和する飽和最低流量を越えているか否かを判定する判定部と、流量が飽和最低流量を越えていることを判定部が判定した場合に、流量が飽和最低流量に維持されるよう、電動オイルポンプのオンオフデューティ比を調節する制御部と、を備えたことを特徴とする。
【発明の効果】
【０００９】
本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置は、上記のように構成することで、油温検出部が検出する冷却オイルの油温と、記憶部が記憶するテーブルに基づいて、判定部が冷却オイルの流量が最低飽和流量を越えていると判定（推定）した場合、制御部がオイルポンプのオンオフデューティ比を調節する（下げる）ことにより、冷却オイルの流量を、最高の冷却能力を発揮できる最低飽和流量に維持するので、冷却オイルに最高の冷却能力を発揮させながら、モータへの過剰な冷却オイルの供給を防ぐことができる、という効果を奏する。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置が用いられたモータ冷却システムの構成を示す図である。
【図２】本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置の制御ブロック図である。
【図３】本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置を構成する記憶部が記憶するマップの説明図である。
【図４】本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置による、制御フローを説明するフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
（モータ冷却システムの全体構成）
以下に、図面を用いて、本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置が用いられたモータ冷却システムの全体構成について説明する。以下では、車両の一例として、内燃機関と２台の回転電機（電動機）、機械式オイルポンプ、電動式オイルポンプ等を搭載するハイブリッド車両について述べる。
【００１２】
図１は、本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置が用いられたモータ冷却システムの構成を示す図であり、ハイブリッド車両についてのモータ冷却システム１０の構成を示す。このモータ冷却システム１０は、ハイブリッド車両に搭載される動力装置１２を含む。
【００１３】
動力装置１２は、内燃機関であるエンジン（図示しない）と、モータとして示される回転電機１４と、を含む。
【００１４】
回転電機１４は、車両に搭載されるモータ・ジェネレータ（ＭＧ）であって、電力が供

給されるときはモータとして機能し、制動時あるいはエンジンで駆動される時には発電機として機能する三相同期型回転電機である。ここでは、回転電機１４を主として車両走行用としての駆動モータとして用いるものとして説明する。

【００１５】

ケース体１６は、回転電機１４を内部に備える筐体であり、トランスアクスルとも呼ばれるものである。ケース体１６の内部空間には、回転電機１４の可動部分の潤滑、並びに、回転電機１４の冷却を行うための冷却オイルが貯留される。

【００１６】

モータ冷却システム１０は、被冷却対象としての回転電機１４の冷却に用いる冷却オイルを循環供給する冷却回路として、電動式オイルポンプ１８を含む供給路２０を有する。電動式オイルポンプ１８は、ケース体１６の内部空間に冷媒としての冷却オイルを循環供給する。

【００１７】

電動式オイルポンプ１８は、冷却オイルが貯留されたオイルパン（図示しない）から、ストレーナ２２を介して冷却オイルを吸入するように構成される。具体的には、ケース体１６の下方側に設けられたストレーナ２２に冷媒取込み路２４が接続され、冷媒取込み路２４は、ストレーナ２２の下流側において、電動式オイルポンプ１８に接続する。

【００１８】

供給路２０は、電動式オイルポンプ１８と、水冷クーラ２６と、逆止弁２８と、及び冷却管３０とを含んで構成されている。

【００１９】

電動式オイルポンプ１８から供出された冷却オイルが回転電機１４へ吐出され、再び電動式オイルポンプ１８まで戻ってくるまでの、冷却オイルの循環経路上には、図示しない温度検出部が設けられるが、その設置箇所は、冷却オイルの循環経路上において、冷却オイルの油温が最も高温になる箇所が適する。

【００２０】

電動式オイルポンプ１８は、電動モータ３２によって駆動され、制御装置３４によって駆動制御される電動式冷媒ポンプである。制御装置３４は、電動モータ３２を制御することによって電動式オイルポンプ１８を駆動制御する。制御装置３４は、ハイブリッド車両搭載に適したコンピュータで構成することができる。制御装置３４は、ハイブリッド車両に搭載される他の制御装置、例えば、モータ冷却システム１０の各要素を制御する制御装置、或いは、車両全体の制御を行う統合制御装置の一部であってもよい。

【００２１】

水冷クーラ２６は、冷却オイルと冷却水との間で熱交換を行う熱交換器である。

【００２２】

逆止弁２８は、水冷クーラ２６と冷却管３０との間に設けられ、電動式オイルポンプ１８の送出口側での冷却オイルの逆流を防止する機能を有する。電動式オイルポンプ１８が送出した冷却オイルは、水冷クーラ２６及び逆止弁２８を通過して、冷却管３０に圧送される。

【００２３】

冷却管３０は、ケース体１６の内部に設けられている流路であって、被冷却対象である回転電機１４の上方に設けられ、回転電機１４へ冷却オイルを吐出する。これにより、水冷クーラ２６で水冷された冷却オイルが回転電機１４に供給される。

【００２４】

（第１実施形態）

（電動オイルポンプの流量制御装置の流量制御の概要）

以下に、本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置の流量制御について説明する。

【００２５】

図２は、本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置の制御ブロック

図である。

【００２６】

第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置は、図１で説明した制御装置３４と、後述する油温センサ３６との組み合わせで構成される。

【００２７】

電動オイルポンプの流量制御装置は、車両に用いられる回転電機１４を冷却する冷却オイルを供給路２０内に圧送する電動式オイルポンプ１８について、供給路２０から回転電機１４に吐出される冷却オイルの流量を制御する。

【００２８】

油温センサ３６は、冷却オイルの油温を検出し、油温情報を出力する油温検出部であり、図１において述べた通り、電動式オイルポンプ１８から供出された冷却オイルが回転電機１４へ吐出され、再び電動式オイルポンプ１８に戻ってくるまでの、冷却オイルの循環経路上に設けられ、その設置箇所は、例えば、供給路２０の経路上、冷却管３０の吐出孔から回転電機１４に至る冷却オイルの飛翔経路上、回転電機１４の内部、回転電機１４での熱吸収を終えた後の冷却オイルの流路上、ストレーナ２２への還流路上、その他が挙げられる。

【００２９】

制御装置３４は、メモリ４０、判定部３８、及び制御部４２で構成される。但し、メモリ４０、又は判定部３８は、必ずしも制御装置３４の構成要素である必要はなく、制御装置３４に外付け接続されるよう構成されてもよい。

【００３０】

メモリ４０は、冷却オイルについて、図３で後述する、油温と圧力損失の関係を示すマップ１と、電動オイルポンプ（を駆動する電動モータ３２）のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２と、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３とを、記憶する記憶部である。

【００３１】

ここで、オンオフデューティ比とは、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のモータ制御に用いられるＰＷＭ(Pulse Width Modulation)制御において、電動モータ３２に印加される印加電圧のパルス周期における“Ｈｉｇｈ”状態期間の割合をいう。オンオフデューティ比を増加させると、電動モータ３２の回転数が増加し、電動式オイルポンプ１８から圧送される冷却オイルの流量が増加する。反対に、オンオフデューティ比を減少させると、電動モータ３２の回転数が減少し、電動式オイルポンプ１８から圧送される冷却オイルの流量が減少する。

【００３２】

判定部３８は、油温センサ３６から冷却オイルの油温情報を得ると、メモリ４０にアクセスして、図３で後述するマップ１、マップ２、及びマップ３を読み出し、油温情報から、油温と圧力損失の関係を示すマップ１を用いて圧力損失を導出し、導出した圧力損失から、電動式オイルポンプ１８のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２を用いて流量を導出し、導出した流量から、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３を用いて熱伝導率を導出する。これにより、流量が、熱伝導率の上昇が飽和する飽和最低流量値を越えているか否かを判定（推定）し、その判定情報を出力する。飽和最低流量値については、後述する。

【００３３】

制御部４２は、冷却オイルの流量が飽和最低流量値を越えていると推定されることを判定部３８が判定した場合に、その判定情報に基づいて、冷却オイルの流量が飽和最低流量値に維持されるよう、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のオンオフデューティ比を調節する。

【００３４】

（メモリ４０が保有するマップの説明）

次に、メモリ４０が記憶するマップについて説明する。

【００３５】
図３は、本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置を構成する記憶部が記憶するマップの説明図である。
【００３６】
図３（ａ）は、冷却オイルの油温と圧力損失の関係を表すマップ１である。図３（ａ）に示すように、冷却オイルの油温がＴ２からＴ１に上昇すると、圧力損失はｐ２からｐ１に減少する関係にある。冷却オイルの圧力損失は、冷却オイルの粘度に対応するので、つまり、冷却オイルの油温が上昇するに従って、冷却オイルの粘度が減少する。
【００３７】
図３（ｂ）は、冷却オイルの圧力損失と流量の関係を表すマップ２である。図３（ｂ）は、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のオンオフデューティ比ごとに、冷却オイルの圧力損失と流量の関係が示されている。
【００３８】
図３（ｂ）において、例えば、オンオフデューティ比がＹ％に設定されているとき、冷却オイルの圧力損失がｐ２のときの流量はＱ２となり、冷却オイルの圧力損失がｐ１に減少すると、流量はＱ１に増加する。
【００３９】
図３（ｃ）は、冷却オイルの流量と熱伝達率の関係を表すテーブルである。図３（ｃ）に示すように、冷却オイルの流量が０から上昇してＱ２になるまでは、流量が増加するに従って、冷却オイルの熱伝達率が上昇する関係にある。ここで、熱伝達率とは、冷却オイルの冷却能力と言い換えることができるので、すなわち、冷却オイルの流量が０から上昇してＱ２になるまでは、流量が増加するに従って、冷却オイルの冷却能力が上昇する。
【００４０】
しかし、図３（ｃ）において、流量がＱ２を超えると、点線の楕円で示すように、それ以上流量が増加しても、冷却オイルの冷却能力は上昇しない、「飽和領域」に入る。この飽和領域に入った流量で回転電機１４に冷却オイルを供給し続けると、回転電機１４のロータ（図示せず）に過剰な冷却オイルが供給され、ロータによる冷却オイルの攪拌抵抗が増加し、却って、モータの動力損失を増加させ、駆動能力を毀損させる。
【００４１】
つまり、冷却オイルの流量がＱ２のとき、冷却オイルの熱伝達率が最高値を示し、冷却能力が最高な状態であって、かつ、その飽和領域の中でも最も回転電機１４の負担が少ない最低流量であるので、この流量Ｑ２を「飽和最低流量値」と称する。
【００４２】
そこで、図３（ｃ）において、冷却オイルの流量をＱ１から飽和最低流量値Ｑ２に減少させるため、図３（ｂ）に示すように、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のオンオフデューティ比をＹ％からＸ％（Ｙ％＞Ｘ％）に下げる制御が行われると、冷却オイルの圧力損失がｐ１からｐ３に上昇していることが推定され、冷却オイルの流量がＱ１からＱ２に減少していることが推定される。
【００４３】
（電動オイルポンプの流量制御装置の流量制御の詳細）
次に、本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置による、流量制御の詳細を、図１乃至図４を用いて説明する。
【００４４】
図４は、本発明の第１実施形態に係る電動オイルポンプの流量制御装置による、制御フローを説明するフローチャートである。
【００４５】
図４において、油温センサ３６は、冷却オイルの油温を検出し、油温情報を出力する（Ｓ１０）。
【００４６】
判定部３８は、油温センサ３６から冷却オイルの油温情報を得ると、メモリ４０にアク

セスし、図３で説明した、メモリ４０に記憶された油温と圧力損失の関係を示すマップ１と、電動式オイルポンプ１８のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２と、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３とを読み込む。

【００４７】

判定部３８は、取得した油温情報から、油温と圧力損失の関係を示すマップ１を用いて圧力損失を導出する（Ｓ１２）。例えば、図３（ａ）のマップ１において、取得した油温情報が油温Ｔ１であったとき、圧力損失はｐ１であると導出される。

【００４８】

判定部３８は、Ｓ１２で導出された圧力損失から、電動式オイルポンプ１８のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２を用いて流量を導出する（Ｓ１４）。例えば、図３（ｂ）のマップ２において、現在の電動式オイルポンプ１８のオンオフデューティ比がＹ％であるとき、圧力損失がｐ１であれば、流量はＱ１であると推定される。

【００４９】

判定部３８は、Ｓ１４で推定した流量から、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３を用いて熱伝導率を推定することによって、流量Ｑ１が、熱伝導率の上昇が飽和する飽和最低流量値Ｑ２を越えて、飽和領域に入っているか否かを判定し、その判定情報を出力する（Ｓ１６）。

【００５０】

Ｓ１６において、図３（ｃ）のマップ３によると、冷却オイルの流量がＱ１であると推定され、飽和最低流量値Ｑ２を越えていることを判定部３８が判定し、判定情報を出力すると（ＹＥＳ）、制御部４２は、その判定情報に基づいて、流量を、判定された流量Ｑ１から飽和最低流量値Ｑ２に減少させるため、オンオフデューティ比をＸ％（Ｘ％＜Ｙ％）に減少させる必要があると推定する。

【００５１】

そして、制御部４２は、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のオンオフデューティ比を推定オンオフデューティ比Ｘ％に調節し（Ｓ１８）、調節後の推定オンオフデューティ比Ｘ％で電動式オイルポンプ１８の電動モータ３２を駆動する。

【００５２】

Ｓ１６において、冷却オイルの流量が飽和最低流量値Ｑ２を越えていないことを判定部３８が判定し、判定情報を出力すると（ＮＯ）、Ｓ１０に戻り、冷却オイルの流量が飽和最低流量値Ｑ２を越えていることを判定部３８が判定し、判定情報を出力するまで、Ｓ１０～Ｓ１６のステップを繰り返す。

【００５３】

Ｓ１８において、制御部４２がオンオフデューティ比を推定オンオフデューティ比Ｘ％に設定し、電動式オイルポンプ１８の電動モータ３２を駆動している場合、図３（ｂ）において、流量が飽和最低流量値Ｑ２に減少して維持されているのであれば、圧力損失はｐ３に上昇しているはずであり、図３（ａ）から、圧力損失がｐ３のとき、油温はＴ３に上昇しているはずである。

【００５４】

そこで、制御フローはＳ１０に戻り、油温センサ３６は継続して冷却オイルの油温を検出する。検出された油温がＴ３ではない（Ｔ３より高い）場合、冷却オイルの流量が飽和最低流量値Ｑ２に維持されていないことが推定される。判定部３８は、Ｓ１２、Ｓ１４、Ｓ１６のステップを処理し、制御部４２は、油温センサ３６の検出した油温が、飽和最低流量値Ｑ２に対応する油温になるまで、オンオフデューティ比を繰り返し調節する。

【００５５】

以上の通り、本発明に係る電動オイルポンプの流量制御装置は、車両に用いられる回転電機１４を冷却する冷却オイルを供給路２０内に圧送する電動式オイルポンプ１８について、供給路２０から回転電機１４に吐出される冷却オイルの流量を制御する電動オイルポンプの流量制御装置であって、冷却オイルの油温を検出する油温センサ３６と、冷却オイ

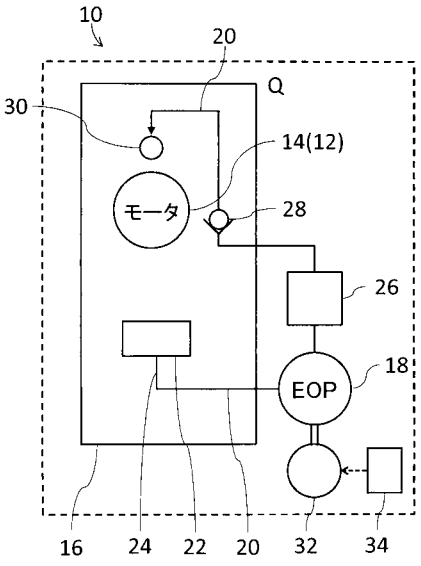
ルについて、油温と圧力損失の関係を示すマップ１と、電動オイルポンプ（を駆動する電動モータ３２）のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２と、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３とを、記憶するメモリ４０と、油温センサ３６が検出した油温情報から、油温と圧力損失の関係を示すマップ１を用いて圧力損失を導出し、導出した圧力損失から、電動式オイルポンプ１８のオンオフデューティ比ごとの圧力損失と流量の関係を示すマップ２を用いて流量を導出し、導出した流量から、流量と熱伝導率の関係を示すマップ３を用いて熱伝導率を導出することによって、流量が、熱伝導率の上昇が飽和する飽和最低流量値Ｑ２を越えているか否かを判定（推定）し、その判定情報を出力する判定部３８と、冷却オイルの流量が飽和最低流量値Ｑ２を越えていると推定されることを判定部３８が判定した場合に、その判定情報に基づいて、冷却オイルの流量が飽和最低流量値Ｑ２に維持されるよう、電動式オイルポンプ１８を駆動する電動モータ３２のオンオフデューティ比を調節する制御部４２と、を備えたことを特徴とする。

【符号の説明】

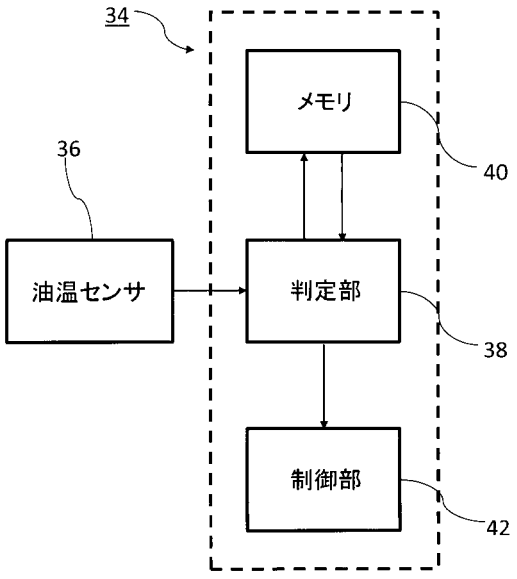
【００５６】

１０　モータ冷却システム、１２　動力装置、１４　回転電機（モータ）、１６　ケース体、１８　電動式オイルポンプ、２０　供給路（冷却パイプ）、２２　ストレーナ、２４　冷媒取込み路、２６　水冷式オイルクーラ（水冷クーラ）、２８　逆止弁、３０　冷却管、３２　電動モータ、３４　制御装置、３６　油温センサ（油温検出部）、３８　判定部、４０　メモリ（記憶部）、４２　制御部。

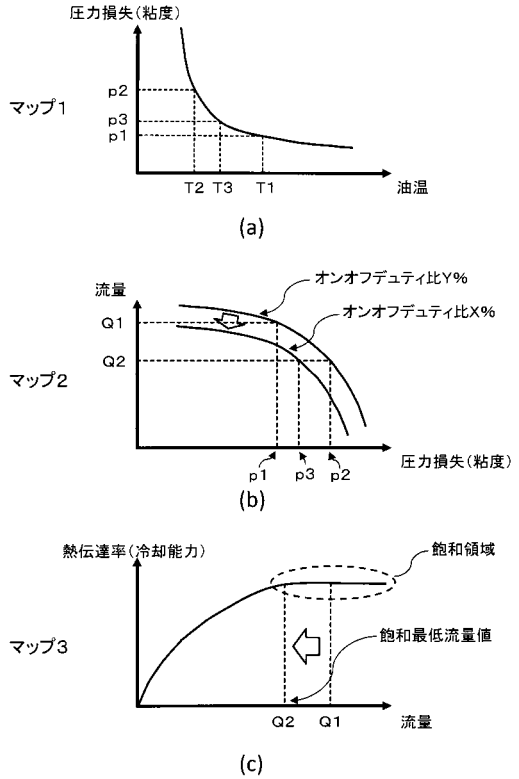
【図１】



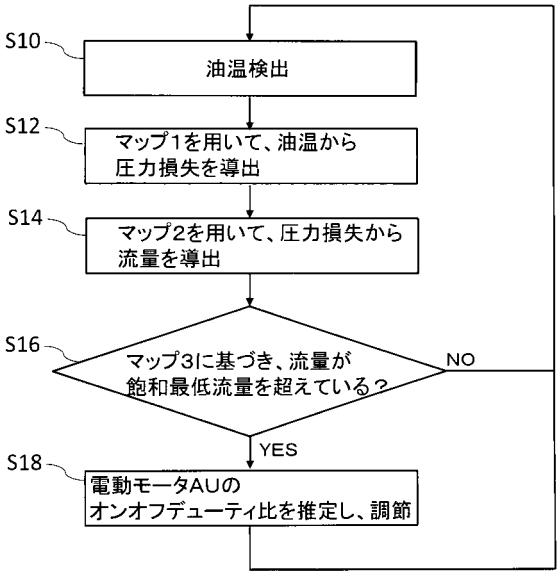
【図２】



【図３】


圧力損失（粘度）
マップ1
p2
p3
p1
T2 T3 T1
油温
(a)
流量
オンオフデューティ比Y%
オンオフデューティ比X%
Q1
Q2
マップ2
圧力損失（粘度）
p1 p3 p2
(b)
熱伝達率（冷却能力）
飽和領域
マップ3
飽和最低流量値
Q2 Q1
流量
(c)

【図４】


S10
油温検出
S12
マップ1を用いて、油温から
圧力損失を導出
S14
マップ2を用いて、圧力損失から
流量を導出
S16
マップ3に基づき、流量が
飽和最低流量を超えている？
NO
YES
S18
電動モータAUの
オンオフデューティ比を推定し、調節