

(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2006-158105

(P2006-158105A)

(43) 公開日 平成18年6月15日(2006.6.15)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 9/20 (2006.01)	H02K 9/20	3 L044
F25D 9/00 (2006.01)	F25D 9/00	5 H609

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2004-346024 (P2004-346024)	(71) 出願人	000003997 日産自動車株式会社
(22) 出願日	平成16年11月30日 (2004.11.30)	(74) 代理人	100083806 弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100087365 弁理士 栗原 彰
		(74) 代理人	100100929 弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500 弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247 弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

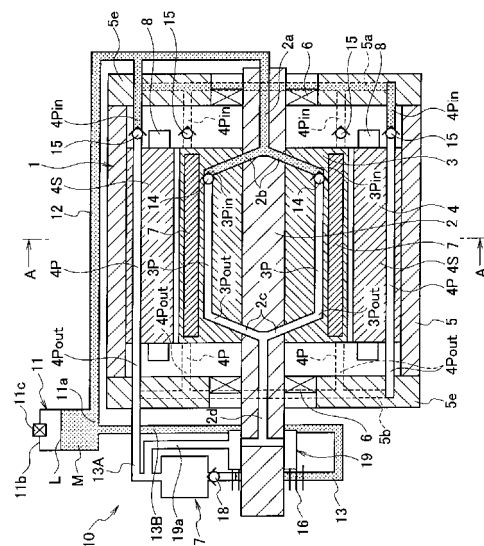
(54) 【発明の名称】 モータの冷却装置およびその冷却方法。

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 冷媒を自己循環させることにより、冷却システムの小型化および軽量化を達成できるモータの冷却装置の提供。

【解決手段】 リザーバタンク 11 と、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P と、これら各通路 3 P, 4 P の各入口 3 Pin, 4 Pin とリザーバタンク 11 とを連通する冷媒供給通路 12 と、各通路 3 P, 通路 4 P の各出口 3 Pout, 4 Pout とリザーバタンク 11 とを連通する冷媒還流通路 13 と、通路 3 P, 4 P の各入口 3 Pin, 4 Pin 近傍に配置して冷媒供給通路 12 方向への逆流を阻止する逆止弁 14, 15 と、冷媒還流通路 13 に配置した排熱機構 16 と、を設け、リザーバタンク 11 を各通路 3 P, 4 P よりも鉛直上方位置に配置したことにより、各通路 3 P, 4 P を通過する間に液相の冷媒 M はロータ 3 部分の発熱で気化し、この気化した冷媒 M で効率良く冷却することができるとともに、冷媒 M は自己循環されて冷却装置 10 をコンパクトにできる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸と、この回転軸に結合されたロータと、このロータの外周を圍繞するステータと、を備えたモータにおいて、

モータの発熱で液相から気相に変化する冷媒を溜めたりザーバタンクと、

前記ロータおよび前記ステータのそれぞれの内部に形成されるロータ内通路およびステータ内通路と、

前記ロータ内通路および前記ステータ内通路の各入口と前記リザーバタンクとを連通する冷媒供給通路と、

前記ロータ内通路および前記ステータ内通路の各出口と前記リザーバタンクとを連通する冷媒還流通路と、

前記ロータ内通路および前記ステータ内通路の各入口近傍に配置し、前記冷媒供給通路方向への逆流を阻止する逆止弁と、

前記冷媒還流通路に配置してこの冷媒還流通路内の冷媒熱を外方に放熱する排熱機構と、を設け、

前記リザーバタンクを前記ロータ内通路および前記ステータ内通路よりも鉛直上方位置に配置したことを特徴とするモータの冷却装置。 10

【請求項 2】

冷媒還流通路に、前記排熱機構よりも上流側に、この通路よりも断面積が大きなチャンバを設けるとともに、これら排熱機構とチャンバとの間にチャンバ方向への流れを阻止する逆止弁を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のモータの冷却装置。 20

【請求項 3】

ロータ内通路をロータの外周部近傍に形成する一方、冷媒供給通路からそのロータ内通路に冷媒を供給する導入通路をロータ中心部に形成し、その導入通路からロータ内通路に至る分岐通路を径方向に設けたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータの冷却装置。

【請求項 4】

チャンバに、その内部圧力の変動を吸収するアキュムレータを設けたことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載のモータの冷却装置。

【請求項 5】

チャンバとアキュムレータとを複数の連通路を介して連通し、それら複数の連通路の少なくとも 1 つを除く連通路に、アキュムレータからチャンバ方向への流れを阻止する逆止弁を設けたことを特徴とする請求項 4 に記載のモータの冷却装置。 30

【請求項 6】

冷媒還流通路の前記排熱機構よりも上流側に、この通路よりも断面積が大きなチャンバを設けるとともに、排熱機構はチャンバへの連通位置が鉛直方向に異なる複数備え、連通位置が鉛直下方位置となる下方排熱機構の冷媒流通抵抗を、連通位置が鉛直上方位置となる上方排熱機構の冷媒流通抵抗よりも大きくするとともに、下方排熱機構とチャンバとの間にチャンバ方向への流れを阻止する逆止弁を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載のモータの冷却装置。 40

【請求項 7】

排熱機構を、リザーバタンクの冷媒液面よりも鉛直方向で上方位置に配置したことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載のモータの冷却装置。

【請求項 8】

排熱機構をリザーバタンクの上端面よりも鉛直上方位置に配置して、その排熱機構をリザーバタンクの上端面に連通したことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載のモータの冷却装置。

【請求項 9】

回転軸と、この回転軸に結合されたロータと、このロータの外周を圍繞するステータと、を備えたモータにおいて、 50

リザーバタンクに溜めた冷媒を、冷媒供給通路を介して前記ロータおよび前記ステータのそれぞれの内部に形成したロータ内通路および前記ステータ内通路に、それぞれの入口近傍に設けた逆止弁を介して供給した後、その冷媒を排熱機構を設けた冷媒還流通路を介してリザーバタンクに戻して循環させるとともに、前記リザーバタンクを前記ロータ内通路および前記ステータ内通路よりも鉛直上方位置に配置したことを特徴とするモータの冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの冷却装置およびその冷却方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

電気自動車の駆動方式の1つとして、タイヤホイールの中にモータを挿入するインホイールドライブ方式が提案されており、このインホイールドライブ方式は車室内の有効利用空間が拡大することや各輪独立駆動による従来の自動車と異なる運転感覚が得られるという特徴がある。

【0003】

このようなドライブシステムを実現するにはモータの小型化が必須であるが、モータ体積を小さくすると損失により発生する熱を放熱する面積も減るため、温度の上昇が顕著になり、ひいては、モータの冷却が大きな問題となる。

20

【0004】

この冷却には液冷方式や空冷方式等が知られるが、液冷方式では高い冷却効率が期待できるが、タイヤホイールに取り付けられたモータに冷媒液を循環するためのポンプなどの循環装置や配管部品が必要となり、この場合、一般的にはフロントグリル近傍に冷媒液の熱交換器を設けて、この熱交換器とモータとを長い配管で繋ぐことになり、冷却システム全体が大型化してしまう。

【0005】

一方、密閉型電動圧縮機で、モータハウジングの外壁に給湯用の水を流通させるチューブを巻き付け、吸入冷媒をモータハウジング内に流通させるようにしたものがあり、この場合、冷媒を循環させるためのポンプを一体に組み付けてある（例えば、特許文献1参照）。

30

【特許文献1】特開2001-12352号公報（第3頁、第2図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、かかる従来の密閉型電動圧縮機では冷媒を循環させるポンプを一体に組み付けた場合にも、その冷媒を冷却するための給湯用チューブ内の水は外部動力で循環させる必要があり、この場合にあっても冷却システムが大型化してしまうとともに、前記冷媒の循環は一体に組付けたとはいえ、やはりポンプが必要となり、その電動圧縮機をモータに適用した場合にもモータの大型化が余儀なくされる。

40

【0007】

そこで、本発明は、冷媒を自己循環させることにより、冷却システムの小型化および軽量化を達成できるモータの冷却装置およびその冷却方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のモータの冷却装置にあつては、回転軸と、この回転軸に結合されたロータと、このロータの外周を囲繞するステータと、を備えたモータにおいて、モータの発熱で液相から気相に変化する冷媒を溜めたりザーバタンクと、前記ロータおよび前記ステータのそれぞれの内部に形成されるロータ内通路およびステータ内通路と、前記ロータ内通路および前記ステータ内通路の各入口と前記リザーバタンクとを連通する冷媒供給通路と、前記

50

ロータ内通路および前記ステータ内通路の各出口と前記リザーバタンクとを連通する冷媒還流通路と、前記ロータ内通路および前記ステータ内通路の各入口近傍に配置し、前記冷媒供給通路方向への逆流を阻止する逆止弁と、前記冷媒還流通路に配置してこの冷媒還流通路内の冷媒熱を外方に放熱する排熱機構と、を設け、前記リザーバタンクを前記ロータ内通路および前記ステータ内通路よりも鉛直上方位置に配置したことを最も主要な特徴とする。

【0009】

また、本発明のモータの冷却方法にあつては、回転軸と、この回転軸に結合されたロータと、このロータの外周を囲繞するステータと、を備えたモータにおいて、リザーバタンクに溜めた冷媒を、冷媒供給通路を介して前記ロータおよび前記ステータのそれぞれの内部に形成したロータ内通路および前記ステータ内通路に、それぞれの入口近傍に設けた逆止弁を介して供給した後、その冷媒を排熱機構を設けた冷媒還流通路を介してリザーバタンクに戻して循環させるとともに、前記リザーバタンクを前記ロータ内通路および前記ステータ内通路よりも鉛直上方位置に配置したことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明のモータの冷却装置およびその冷却方法によれば、鉛直上方位置に配置したリザーバタンクから冷媒が重力によって冷媒供給通路を介してロータ内通路およびステータ内通路に供給され、これら通路を通過する間に液相の冷媒はロータ、ステータ部分の鉄損や銅損による発熱で気化し、この気化した冷媒でロータおよびステータを効率良く冷却することができる。

20

【0011】

このとき、ロータ内通路およびステータ内通路で気相となった冷媒は逆止弁によって前記冷媒供給通路側に逆流するのが防止され、そして、ロータおよびステータを冷却したその気相の冷媒は冷媒還流通路に流入して排熱機構により気相から液相に戻され、この液相の冷媒はその排熱機構の上流側の気相の冷媒の圧力によりリザーバタンクに自己循環させることができ、冷媒の循環経路にポンプ等の冷媒移動装置を設ける必要がなくなり、冷却装置のコンパクト化を図ることができる。

【0012】

また、ロータ内通路およびステータ内通路で冷媒が気化した際の気化熱をロータおよびステータの冷却に利用して冷却効率を向上できるとともに、ロータ内通路内およびステータ内通路内の冷媒量を、液相の状態で冷却する場合に比較して大幅に削減でき、システム全体の重量を減少することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態を図面と共に詳述する。

【0014】

図1～図4は本発明にかかるモータの冷却装置およびその冷却方法の第1実施形態を示し、図1はモータの断面図、図2は図1中A-A線に沿った断面図、図3は冷却装置の冷媒流通経路を示す構成図、図4は冷媒圧力の時間変動をグラフで示す説明図である。

40

【0015】

本発明のモータは、例えばインホイールドライブ方式の電気自動車に適用され、モータをタイヤホイールの裏側に形成される中心凹部内に挿入した状態で車体側に取り付け、モータの回転軸で車輪を直接駆動するようになっている。

【0016】

本実施形態のモータ1は、図1、図2に示すように回転軸2と、この回転軸2に結合されたロータ3と、このロータ3の外周を囲繞するステータ4と、を備えており、これらはハウジング5内に収納される。

【0017】

回転軸2はロータ3と一体となって、両端部がハウジング5の両端のエンドプレート5

50

eに軸受6を介して回転自在に支持されるとともに、ロータ3の周縁部内方には、回転軸2の軸方向に沿って周方向に等間隔をもって複数(本実施形態では4個)のロータ磁石7が配置される。

【0018】

ステータ4はハウジング5の内周に固定され、そのステータ4の内周には周方向に等間隔をもって複数(本実施形態では6本)のステータ凸極部4Sが突設され、それぞれのステータ凸極部4Sにはコイル8が巻回されている。

【0019】

冷却装置10は、図1に示すようにモータ1の発熱で液相から気相に変化する冷媒Mを溜めたりザーバタンク11と、前記ロータ3および前記ステータ4のそれぞれの内部に形成されるロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pと、これらロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pの各入口3Pin, 4Pinと前記リザーバタンク11とを連通する冷媒供給通路12と、前記ロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pの各出口3Pout, 4Poutと前記リザーバタンク11とを連通する冷媒還流通路13と、を設けるとともに、前記ロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pの各入口3Pin, 4Pin近傍に配置し、前記冷媒供給通路12方向への逆流を阻止する逆止弁14, 15と、前記冷媒還流通路13に配置してこの冷媒還流通路13内の冷媒熱を外方に放熱する排熱機構としてのコンデンサ16と、を備えており、かつ、前記リザーバタンク11を、前記ロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pよりも鉛直上方位置に配置してある。

10

【0020】

また、本実施形態のモータ1の冷却方法では、前記モータ1にあって、リザーバタンク11に溜めた冷媒Mを、冷媒供給通路12を介して前記ロータ3および前記ステータ4のそれぞれの内部に形成したロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pに、それぞれの入口3Pin, 4Pin近傍に設けた逆止弁14, 15を介して供給した後、その冷媒Mをコンデンサ16を設けた冷媒還流通路13を介してリザーバタンク11に戻して循環させるとともに、前記リザーバタンク11を、前記ロータ内通路3Pおよび前記ステータ内通路4Pよりも鉛直上方位置に配置するようになっている。

20

【0021】

このとき、冷媒還流通路13の前記コンデンサ16よりも上流側(図中上側)に、この通路13よりも断面積が大きな主チャンバ17を設けるとともに、これらコンデンサ16と主チャンバ17との間にその主チャンバ17方向への流れを阻止する逆止弁18を設けてある。

30

【0022】

前記リザーバタンク11の上端面11bには大気開放口11cを形成してあり、そのリザーバタンク11の底部11aには前記冷媒供給通路12の始端部と前記冷媒還流通路13の終端部とを連通接続してあり、かつ、前記主チャンバ17よりもロータ内通路3Pの出口3Pout側に寄った位置に、そのロータ内通路3Pの排出圧を導入する副チャンバ19を設けてある。

【0023】

前記ロータ内通路3Pは、図2に示すように4個のロータ磁石7の配置部位に対応して周方向に略等間隔に4箇所形成されるとともに、前記ステータ内通路4Pは6つのステータ凸極部4Sの突設部位に対応して周方向に略等間隔に6箇所形成される。

40

【0024】

そして、図1に示すように前記ロータ内通路3Pをロータ3の外周部近傍に形成する一方、冷媒供給通路12からそのロータ内通路3Pに冷媒を供給する導入通路2aをロータ中心部としての回転軸2に形成し、その導入通路2aからロータ内通路3Pに至る分岐通路2bを径方向に設けてある。

【0025】

即ち、ロータ内通路3Pの冷媒導入側(図1中右側)は、図1に示すように回転軸2の一端部に形成した前記導入通路2aと、この導入通路2aからロータ3に亘って外径方向

50

に傾斜して形成される前記分岐通路 2 b と、を介して前記冷媒供給通路 1 2 に連通するとともに、ロータ内通路 3 P の冷媒排出側 (図 1 中左側) は、ロータ 3 から回転軸 2 に亘って形成される分岐通路 2 c と、回転軸 2 の他端部に形成した排出通路 2 d と、を介して前記副チャンバ 1 9 に連通する。

【 0 0 2 6 】

ステータ内通路 4 P の冷媒導入側 (図 1 中右側) は、図 1 に示すようにハウジング 5 の一端側のエンドプレート 5 e 内部に形成した環状通路 5 a を介して前記冷媒供給通路 1 2 に連通するとともに、ステータ内通路 4 P の冷媒排出側 (図 1 中左側) は、ハウジング 5 の他端側のエンドプレート 5 e 内部に形成した環状通路 5 b を介して前記冷媒還流通路 1 3 に連通する。

10

【 0 0 2 7 】

前記副チャンバ 1 9 は、通路 1 9 a を介して前記冷媒還流通路 1 3 の上流部分 1 3 A が主チャンバ 1 7 に連通する部位に連通し、副チャンバ 1 9 に排出されたロータ内通路 3 P の冷媒 M と、冷媒還流通路 1 3 に排出されたステータ内通路 4 P の冷媒 M とが合流して主チャンバ 1 7 に導入される。

【 0 0 2 8 】

従って、前記リザーバタンク 1 1 内の冷媒 M の流れは、図 3 に示すように冷媒供給通路 1 2 (流れ F 1) から導入通路 2 a (流れ F 2) および分岐通路 2 b (流れ F 3) を介してロータ内通路 3 P (流れ F 4) に供給される一方、環状通路 5 a (流れ F 5) を介してステータ内通路 4 P (流れ F 6) に供給され、そして、ロータ内通路 3 P 内の冷媒 M は分岐通路 2 c (流れ F 7) および排出通路 2 d (流れ F 8) を介して副チャンバ 1 9 に排出される一方、ステータ内通路 4 P 内の冷媒 M は環状通路 5 b (流れ F 9) を介して冷媒還流通路 1 3 の上流部分 1 3 A (流れ F 1 0) に排出される。

20

【 0 0 2 9 】

そして、前記副チャンバ 1 9 および前記環状通路 5 a の上流部分 1 3 A に排出された冷媒 M は前記主チャンバ 1 7 に導入 (流れ F 1 1) され、この主チャンバ 1 7 に導入された冷媒 M は、前記逆止弁 1 8 を介して前記コンデンサ 1 6 を通過 (流れ F 1 2) した後、冷媒還流通路 1 3 の後流部分 1 3 B を介して前記リザーバタンク 1 1 に戻る (流れ F 1 3) ことになる。

30

【 0 0 3 0 】

以上の構成により本実施形態のモータの冷却装置 1 0 およびその冷却方法によれば、鉛直上方位置に配置したリザーバタンク 1 1 から冷媒 M が重力によって冷媒供給通路 1 2 を介してロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P に供給され、これら通路 3 P , 4 P を通過する間に液相の冷媒はロータ 3 部分の鉄損や銅損による発熱で気化し、この気化した冷媒 M でロータ 3 およびステータ 4 を効率良く冷却することができる。

【 0 0 3 1 】

このとき、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P で気相となった冷媒は逆止弁 1 4 , 1 5 によって前記冷媒供給通路 1 2 側に逆流するのが防止され、そして、ロータ 3 およびステータ 4 を冷却したその気相の冷媒 M は冷媒還流通路 1 3 に流入してコンデンサ 1 6 により気相から液相に戻され、この液相の冷媒 M はそのコンデンサ 1 6 の上流側の気相の冷媒 M の圧力によりリザーバタンク 1 1 に自己循環させることができ、冷媒 M の循環経路にポンプ等の冷媒移動装置を用いる必要がなくなり、冷却装置 1 0 のコンパクト化を図ることができる。

40

【 0 0 3 2 】

また、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P で冷媒 M が気化した際の気化熱をロータ 3 およびステータ 4 の冷却に利用して冷却効率を向上できるとともに、ロータ内通路 3 P 内およびステータ内通路 4 P 内の冷媒量を、液相の状態での冷却する場合に比較して大幅に削減でき、冷却装置 1 0 全体の重量を減少することができる。

【 0 0 3 3 】

従って、モータ 1 のコンパクト化および軽量化を達成できることにより、インホイール

50

ドライブ方式とした場合のタイヤホイールへの組み込みを容易とし、かつ、冷却装置 10 の冷却効率が高まることによりモータ 1 の温度上昇を抑制して、高負荷状態での運転状態をより長時間維持することができる。

【0034】

また、本実施形態では前記作用効果に加えて、冷媒還流通路 13 に設けたコンデンサ 16 よりも上流側に主チャンバ 17 を設けて、これらコンデンサ 16 と主チャンバ 17 との間に逆止弁 18 を設けたので、主チャンバ 17 によってロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P で冷媒 M が気化される際の急激な圧力上昇を緩和して、コンデンサ 16 に供給する冷媒 M の圧力を安定化させることができるとともに、気化により気相状態となった冷媒 M の圧力変動によりコンデンサ 16 から主チャンバ 17 に液相の冷媒 M が逆流するのを逆止弁 18 で阻止できる。

10

【0035】

即ち、ロータ 3 およびステータ 4 が冷却されて冷媒 M が気化しない温度まで低下すると、ロータ内通路 3 P 内およびステータ内通路 4 P 内の圧力が低下し、次にロータ 3 およびステータ 4 の温度が上昇開始すると冷媒 M が気化するというサイクルが続く状態が存在した場合、圧力上昇のピーク値が高すぎるとコンデンサ 16 で冷媒 M が十分に熱交換されずに気相の状態でリザーバタンク 11 に戻されることになるが、前記主チャンバ 17 によって圧力変動を抑制することができる。

【0036】

このとき、本実施形態では前記主チャンバ 17 に加えてロータ内通路 3 P 側に副チャンバ 19 を設けたので、それら両チャンバ 17, 19 によって圧力の変動抑制効率を更に高めることができる。

20

【0037】

従って、前記チャンバ 17, 19 を設けない場合と設けた場合の冷却装置 10 内の気体圧力 P の時間変動を図 4 に示すと、P1 はチャンバ 17, 19 を設けることなく冷却装置 10 を構成した場合、P2 はチャンバ 17, 19 を設けて冷却装置 10 を構成した場合で、チャンバ 17, 19 を設けた場合は液相の冷媒 M が気化による急激な圧力上昇を緩和することができることが理解される。尚、同図中 P3 は後述の第 2 実施形態で説明するものとする。

【0038】

更に、ロータ内通路 3 P をロータ 3 の外周部近傍に形成する一方、冷媒供給通路 12 からそのロータ内通路 3 P に冷媒を供給する導入通路 2 a を回転軸 2 に形成し、その導入通路 2 a からロータ内通路 3 P に至る分岐通路 2 b を径方向に設けたので、その径方向の分岐通路 2 b に存在する液相の冷媒 M にロータ 3 回転時の遠心力が作用するため、この遠心力によるポンプ作用で冷媒供給通路 12 内の冷媒 M をロータ内通路 3 P に供給することができるので、このロータ内通路 3 P の径を、重力のみで冷媒 M を供給する前記ステータ内通路 4 P よりも小さくすることができ、その分、ロータ 3 内の冷媒 M 量を減少させることができ、ひいては、冷媒 M の重量によるロータ 3 の回転抵抗を減少することができる。

30

【0039】

図 5 は本発明の第 2 実施形態を示し、前記第 1 実施形態と同一構成部分に同一符号を付して重複する説明を省略して述べるものとし、図 5 は冷却装置の冷媒流通経路を示す構成図である。

40

【0040】

本実施形態の冷却装置 10 A は、図 5 に示すように基本的に第 1 実施形態と略同様の構成となり、冷媒 M を溜めたりザーバタンク 11 と、ロータ内通路 3 P および前記ステータ内通路 4 P と、冷媒供給通路 12 と、冷媒還流通路 13 と、各入口 3 Pin, 4 Pin 近傍に配置した逆止弁 14, 15 と、冷媒還流通路 13 に配置したコンデンサ 16 と、を設けてあり、かつ、前記リザーバタンク 11 をロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P よりも鉛直上方位置に配置してある。

【0041】

また、冷媒還流通路 13 の前記コンデンサ 16 よりも上流側に逆止弁 18 を有する主チ

50

チャンバ 17 を設けるとともに、ロータ内通路 3 P の排出圧を導入する副チャンバ 19 を設けてある。

【 0 0 4 2 】

そして、本実施形態では前記主チャンバ 17 に、その内部圧力の変動を吸収するアキュムレータ 20 を設けてある。

【 0 0 4 3 】

また、前記アキュムレータ 20 を設けるにあたって、主チャンバ 17 とそのアキュムレータ 20 とを 2 つの連通路 21, 22 を介して連通し、それら複数の連通路 21, 22 のうちのいずれか一方に、アキュムレータ 20 から主チャンバ 17 方向への流れを阻止する逆止弁 23 を設けてある。

10

【 0 0 4 4 】

前記アキュムレータ 20 は、図 5 に示すように密閉容器 20 a 内を上下に摺動自在に隔成するピストン 20 b と、このピストン 20 b を下方に押圧するスプリング 20 c と、を備え、ピストン 20 b で隔成した下方室を圧力調整室 20 d とし、この圧力調整室 20 d と主チャンバ 17 の上部とを前記連通路 21, 22 で連通してある。

【 0 0 4 5 】

前記連通路 21, 22 のうち一方の連通路 21 は、第 1 実施形態に示した冷媒還流通路 13 の上流部分 13 A の一部であり、他方の連通路 22 を本実施形態で新たに設けて、この連通路 22 に前記逆止弁 23 を設けてある。

【 0 0 4 6 】

そして、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P で冷媒 M の気化が促進して、気相の冷媒 M の圧力が上昇することに伴って主チャンバ 17 内の気体圧力が高まると、この主チャンバ 17 内の圧力は連通路 21, 22 を介してアキュムレータ 20 の圧力調整室 20 d に導入されて、この圧力調整室 20 d の室内容積を拡大する。

20

【 0 0 4 7 】

一方、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P の冷媒 M の気化が鈍化して主チャンバ 17 内の圧力が低下すると、アキュムレータ 20 のピストン 20 b がスプリング 20 c の付勢力で下降して圧力調整室 20 d の室内容積を縮小し、この圧力調整室 20 d 内の圧力が連通路 21 を介して主チャンバ 17 内に導入される。

【 0 0 4 8 】

従って、本実施形態によれば、主チャンバ 17 内の圧力が高まると、アキュムレータ 20 の圧力調整室 20 d の容積拡大によって主チャンバ 17 内の急激な圧力上昇を抑制できる一方、主チャンバ 17 内の圧力が低下すると、アキュムレータ 20 の圧力調整室 20 d の容積縮小によって、主チャンバ 17 の急激な圧力低下を抑制することができる。

30

【 0 0 4 9 】

特に、本実施形態では主チャンバ 17 とアキュムレータ 20 とを 2 つの連通路 21, 22 を介して連通し、一方の連通路 22 に逆止弁 23 を設けてあるので、主チャンバ 17 からアキュムレータ 20 に圧力が導入される際には、2 つの連通路 21, 22 を介して気相の冷媒 M がアキュムレータ 20 に導入されるため、迅速に主チャンバ 17 内の圧力上昇を抑制できるとともに、アキュムレータ 20 から主チャンバ 17 に圧力が戻される際には、1 つの連通路 21 のみを介して気相の冷媒 M が主チャンバ 17 に導入されるため、この主チャンバ 17 の急激な圧力上昇を抑制することができる。

40

【 0 0 5 0 】

従って、本実施形態による冷却装置 10 内の気体圧力 P の時間変動は、図 4 の P 3 に示すように緩やかな変動となり、コンデンサ 16 での冷媒 M の液化を安定的に、かつ効率良く行うことができる。

【 0 0 5 1 】

このように本実施形態では格別なポンプなしにチャンバ 23 やロータ、ステータ通路までは冷媒液が逆流しない構造となっている。そして、再び冷媒液が通路内に供給されて、再び蒸発が起こるといふサイクルが続く状態が存在するが、本出願人の試算によれば、出

50

力 20 kW のモータの 10% がモータ内の熱損失とすれば、2 kW の熱損があることになる。このとき冷媒を水、モータ周りの圧力を大気圧、リザーバタンク内の液面と流路のうち鉛直下向き最下部に位置する流路の高さ H を 1 m とすれば冷媒による最大位置水頭 gH はコンデンサ出口水温を 50 とすれば、 $gH = 988 \times 9.8 \times 1 = 9682 \text{ N/m}^2$ となり大気圧 (101.3 kN/m^2) の 1 割弱であり、流通抵抗を無視できる静的な場合、ロータ、ステータ通路内の圧力が少なくとも大気圧 + $gH = 111 \text{ kN/m}^2$ 以上になれば冷媒液はリザーバタンクへ戻ることができる。水の飽和圧力が 111 kN/m^2 のときに対する飽和温度は約 102.3 であり、本発明を実現する構成の強度は十分達成可能である。一方、2 kW の発熱で飽和水を全部蒸気にするためには、飽和温度 102.3 に対する蒸発潜熱は 2251 kJ/kg であるので、 $2 (\text{kW}) / 2251 (\text{kJ/kg}) / 998 (\text{kg/m}^3) = 8.99 \times 10^{-7} (\text{m}^3/\text{s}) = 540 \times 10^{-2} (1/\text{min})$ となり、ごく少量の毎分 54 cc の冷却水を供給すれば流路周りの最高温度は百数度に保たれることになり、位置水頭による圧力でも十分に冷却水を供給できる範囲である。

10

【0052】

図 6, 図 7 は本発明の第 3 実施形態を示し、第 1 実施形態と同一構成部分に同一符号を付して重複する説明を省略して述べるものとし、図 6 は冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図、図 7 は冷却装置の冷媒流通経路の作動状態を示す要部構成図である。

【0053】

本実施形態の冷却装置 10B は、図 6, 図 7 に示すように基本的に第 1 実施形態と略同様に冷媒 M を溜めたりザーバタンク 11 と、主チャンバ 17 と、副チャンバ 19 と、を備えており、また、同図中のブラックボックス B1 は第 1 実施形態と同様となり、冷媒供給通路 12 やロータ内通路 3P およびステータ内通路 4P が設けられる。

20

【0054】

そして、本実施形態では、前記主チャンバ 17 への連通位置が鉛直下方位置となる下方排熱機構としての下方コンデンサ 30 と、同連通位置が鉛直上方位置となる上方排熱機構としての上方コンデンサ 31 とを設け、下方コンデンサ 30 の冷媒流通抵抗を上方コンデンサ 31 よりも大きくするとともに、下方コンデンサ 30 と主チャンバ 17 との間に、この主チャンバ 17 方向への流れを阻止する逆止弁 32 を設けてある。

【0055】

このとき、下方コンデンサ 30 は第 1 実施形態のコンデンサ 16 と同様に主チャンバ 17 の底面に連通する一方、前記上方コンデンサ 31 は主チャンバ 17 の側面に形成した開口部 17a を介してその主チャンバ 17 に連通する。

30

【0056】

尚、本実施形態の下方コンデンサ 30 および逆止弁 32 は、第 1, 第 2 実施形態に示すコンデンサ 16 および逆止弁 18 と同様の構成として捉えることができ、かつ、前記上方コンデンサ 31 の冷媒排出側は、前記下方コンデンサ 30 の冷媒排出側と同様に冷媒還流通路 13 の後流部分 13B に接続してある。

【0057】

また、前記上方コンデンサ 31 の流路徑を下方コンデンサ 30 よりも小さくし、若しくはその流路に絞り弁等の抵抗体を設けることなどにより、その上方コンデンサ 31 の冷媒 M の流通抵抗を下方コンデンサ 30 よりも大きくしてある。

40

【0058】

図 6 は、主チャンバ 17 内に気相の冷媒 Mg と液相の冷媒 Ml とが混在し、液相の冷媒 Ml の液面が上方コンデンサ 31 の開口部 17a よりも上方に位置した場合を示し、主チャンバ 17 内の液相の冷媒 Ml は、下方コンデンサ 30 と上方コンデンサ 31 の両方を流通した後、冷媒還流通路 13 の下流部分 13B からリザーバタンク 11 に戻るようになっている。

【0059】

図 7 は、主チャンバ 17 内の圧力が高くなって、液相の冷媒 Ml の液面が上方コンデン

50

サ 3 1 の開口部 1 7 a よりも下方に位置した場合を示し、気相の冷媒 M g は上方コンデンサ 3 1 に流入するようになっている。

【 0 0 6 0 】

従って、本実施形態によれば、主チャンバ 1 7 内の圧力が高くなると、図 7 に示すように流通抵抗の違いにより冷媒 M g の圧力が上方コンデンサ 3 1 に流入し、そして、この状態から主チャンバ 1 7 内の圧力が低下するときには、上方コンデンサ 3 1 内の気相の冷媒 M g が開口部 1 7 a から主チャンバ 1 7 内に流入する。

【 0 0 6 1 】

このため、上方コンデンサ 3 1 内の冷媒 M の流れ (F 1 4) は、主チャンバ 1 7 内の圧力に応じて流れの方向が異なり、主チャンバ 1 7 の急激な圧力上昇および低下を抑制することができ、ひいては、冷却装置 1 0 内の気体圧力 P の時間変動が、第 2 実施形態と同様に図 4 の P 3 に示すように緩やかな変動となり、コンデンサ 1 6 での冷媒 M の液化を安定的に、かつ効率良く行うことができる。

10

【 0 0 6 2 】

特に、図 7 の状態から図 6 の状態に戻るときには、上方コンデンサ 3 1 を一度通過して温度が低下した冷媒 M が再度その上方コンデンサ 3 1 で熱交換されるため、リザーバタンク 1 1 に戻される冷媒 M の温度をより下げることができる。

【 0 0 6 3 】

図 8 は本発明の第 4 実施形態を示し、前記第 3 実施形態と同一構成部分に同一符号を付して重複する説明を省略して述べるものとし、図 8 は冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図である。

20

【 0 0 6 4 】

本実施形態の冷却装置 1 0 C は、図 8 に示すように基本的に第 3 実施形態と同様の構成となり、主チャンバ 1 7 への連通位置が鉛直下方位置となる下方コンデンサ 3 0 と、同連通位置が鉛直上方位置となる上方コンデンサ 3 1 とを設け、下方コンデンサ 3 0 と主チャンバ 1 7 との間に、この主チャンバ 1 7 方向への流れを阻止する逆止弁 3 2 を設けてある。

【 0 0 6 5 】

また、第 1 実施形態と略同様に冷媒 M を溜めたりザーバタンク 1 1 と、主チャンバ 1 7 と、副チャンバ 1 9 と、を備えており、また、同図中のブラックボックス B 2 は第 1 実施形態と同様となり、冷媒供給通路 1 2 やロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P が設けられる。

30

【 0 0 6 6 】

そして、本実施形態では排熱機構としての前記下方コンデンサ 3 0 と前記上方コンデンサ 3 1 を、リザーバタンク 1 1 の冷媒液面 L よりも鉛直方向で上方位置に配置してある。

【 0 0 6 7 】

従って、本実施形態によれば、前記第 3 実施形態と同様の作用効果を奏するのは勿論のこと、特に、下方コンデンサ 3 0 と上方コンデンサ 3 1 をリザーバタンク 1 1 の冷媒液面 L よりも鉛直方向で上方位置に配置したので、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P を通過して主チャンバ 1 7 内に流入する冷媒 M が気相の場合、下方コンデンサ 3 0 および上方コンデンサ 3 1 内の液相化した冷媒 M をリザーバタンク 1 1 に戻す圧力が不要になり、ロータ内通路 3 P およびステータ内通路 4 P で気相化される冷媒 M がより小さい圧力で冷媒 M の循環が可能となる。

40

【 0 0 6 8 】

勿論、本実施形態は第 1 , 第 2 実施形態の単一のコンデンサ 1 6 を設けた場合にも適用することができる。

【 0 0 6 9 】

図 9 は本発明の第 5 実施形態を示し、前記第 1 実施形態と同一構成部分に同一符号を付して重複する説明を省略して述べるものとし、図 9 は冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図である。

50

【0070】

本実施形態の冷却装置10Dは、図9に示すように基本的に第1実施形態と略同様の構成となり、冷媒Mを溜めたりザーバタンク11と、コンデンサ16と、主チャンバ17と、副チャンバ19と、を備えており、また、同図中のブラックボックスB3は第1実施形態と同様となり、冷媒供給通路12やロータ内通路3Pおよびステータ内通路4Pが設けられる。

【0071】

そして、本実施形態では前記コンデンサ16をリザーバタンク11の上端面11bよりも鉛直上方位置に配置して、そのコンデンサ16をリザーバタンク11の上端面11bに連通してある。

10

【0072】

従って、本実施形態によれば、コンデンサ16を設けた前記第1, 2実施形態と同様の作用効果を奏するのは勿論のこと、特に、そのコンデンサ16をリザーバタンク11の上端面11bよりも鉛直上方位置に配置して、そのコンデンサ16をリザーバタンク11の上端面11bに連通したので、ロータ内通路3Pおよびステータ内通路4Pを通過して主チャンバ17内に流入する冷媒Mが気相の場合、コンデンサ16内の液相化した冷媒Mをリザーバタンク11に戻す圧力が不要になり、ロータ内通路3Pおよびステータ内通路4Pで気相化される冷媒Mがより小さい圧力で冷媒Mの循環が可能となる。

【0073】

また、コンデンサ16をリザーバタンク11の上端面11bよりも鉛直上方位置に配置したので、リザーバタンク11内の冷媒液面Lに対する水頭分の圧力がコンデンサ16に作用しないため、第4実施形態に比べてより小さい圧力で冷媒Mの循環が可能となる。

20

【0074】

勿論、本実施形態は第1, 第2実施形態の単一のコンデンサ16を設けた場合、および第3実施形態の2つのコンデンサ30, 31を設けた場合にも適用することができる。

【0075】

ところで、前記第1～第5実施形態において、冷却装置10～10Dに使用される冷媒Mは、主チャンバ17内圧力を p 、冷媒Mの液体密度 ρ 、重力加速度 g 、リザーバタンク11内の冷媒液面Lと鉛直最下方位置のステータ内通路4Pとの高さを H (図3, 図5～図8参照)とした場合に、 $p > \rho \cdot g \cdot H \dots (1)$ の式を満足する物性値を備えたものを用いてある。

30

【0076】

尚、図3および図5～図7中破線に示すように、冷媒還流通路13の鉛直最下方位置が前記ステータ内通路4Pよりも下方となる場合、前記 H はその破線で示す冷媒還流通路13の鉛直最下方位置とリザーバタンク11の冷媒液面Lとの高さとなる。

【0077】

従って、冷媒Mの物性値が前記(1)の式を満足することにより、冷媒Mが冷却装置10のいずれかの流路内に液相で存在する場合にあっても、冷媒Mをポンプ無しにリザーバタンク11に戻すことができる。

【0078】

また、第1～第5実施形態ではコンデンサ16およびコンデンサ30, 31は概略的に1つの直管を配置した状態で示すが、勿論、通常の熱交換器のように複数の直管に冷媒を通過させても良く、また、冷媒の通過管を蛇行させても良いことはいうまでもない。

40

【0079】

更に、図2に示すようにロータ内通路3Pを4本、ステータ内通路4Pを6本設けた場合を示すが、これらロータ内通路3Pおよびステータ内通路4Pの形成本数はこれに限ること無く、モータ1を効果的に冷却できる本数に設定することができる。

【0080】

勿論、本発明のモータの冷却装置は前記第1～第5実施形態に例をとって説明したが、これら実施形態に限ることなく本発明の要旨を逸脱しない範囲で他の実施形態を各種採用

50

することができ、例えば、モータ 1 はインホイールドライブ方式の電気自動車に限ることなく、通常のモータにあっても本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図 1】本発明の冷却装置が適用されるモータの断面図である。

【図 2】図 1 中 A - A 線に沿った断面図である。

【図 3】本発明の第 1 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路を示す構成図である。

【図 4】本発明の冷却装置における冷媒圧力の時間変動をグラフで示す説明図である。

【図 5】本発明の第 2 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路を示す構成図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図である 10

。【図 7】本発明の第 3 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路の作動状態を示す要部構成図である。

【図 8】本発明の第 4 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図である

。【図 9】本発明の第 5 実施形態における冷却装置の冷媒流通経路を示す要部構成図である

。【符号の説明】

【0082】

1 モータ 20

2 回転軸

2 a 導入通路

2 b 分岐通路

3 ロータ

3 P ロータ内通路

3 P in ロータ内通路の入口

3 P out ロータ内通路の出口

4 ステータ

4 P ステータ内通路

4 P in ステータ内通路の入口 30

4 P out ステータ内通路の出口

1 0 , 1 0 A , 1 0 B , 1 0 C , 1 0 D 冷却装置

1 1 リザーバタンク

1 1 b リザーバタンクの上端面

1 2 冷媒供給通路

1 3 冷媒還流通路

1 4 , 1 5 逆止弁

1 6 コンデンサ (排熱機構)

1 7 主チャンバ

1 8 逆止弁 40

2 0 アクкумуляレータ

2 1 , 2 2 連通路

2 3 逆止弁

3 0 下方コンデンサ (下方排熱機構)

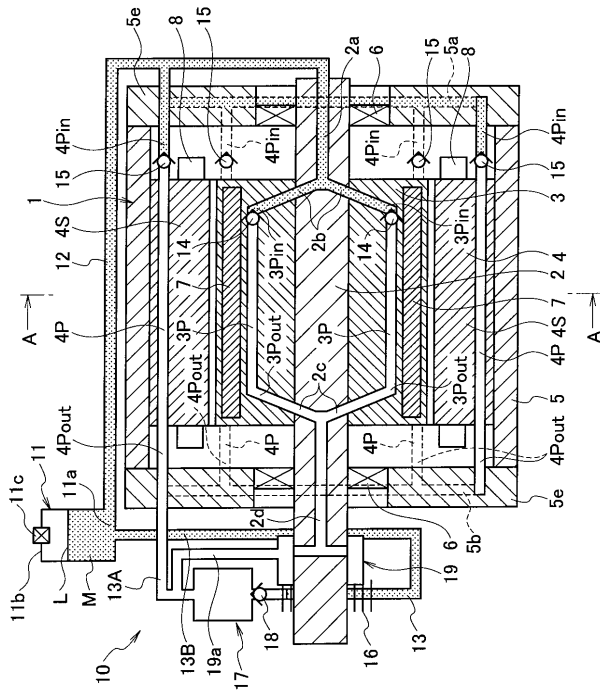
3 1 上方コンデンサ (上方排熱機構)

3 2 逆止弁

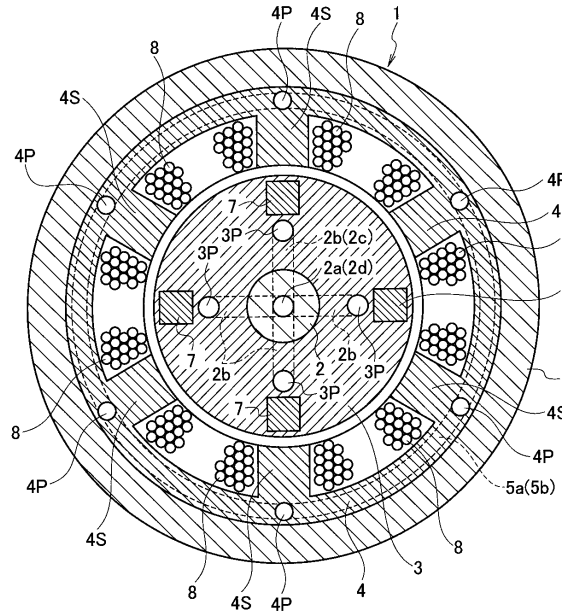
M 冷媒

L 冷媒液面

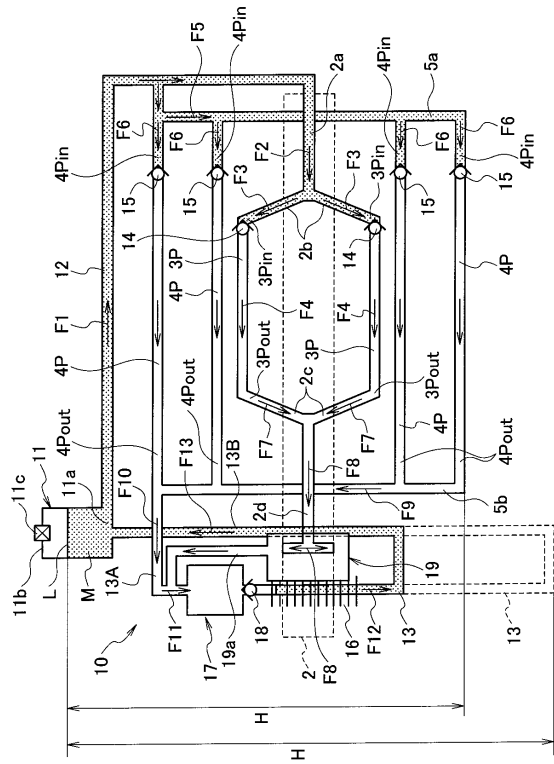
【 図 1 】



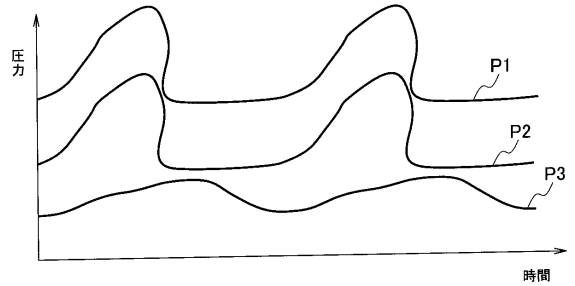
【 図 2 】



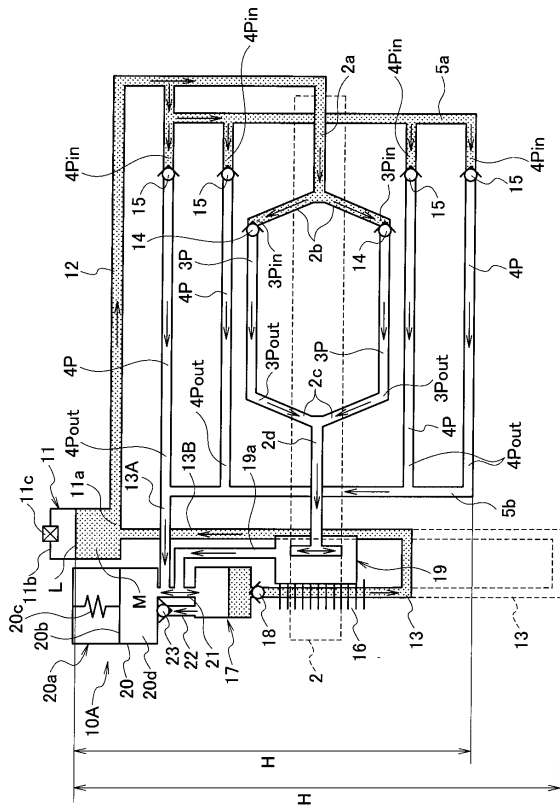
【 図 3 】



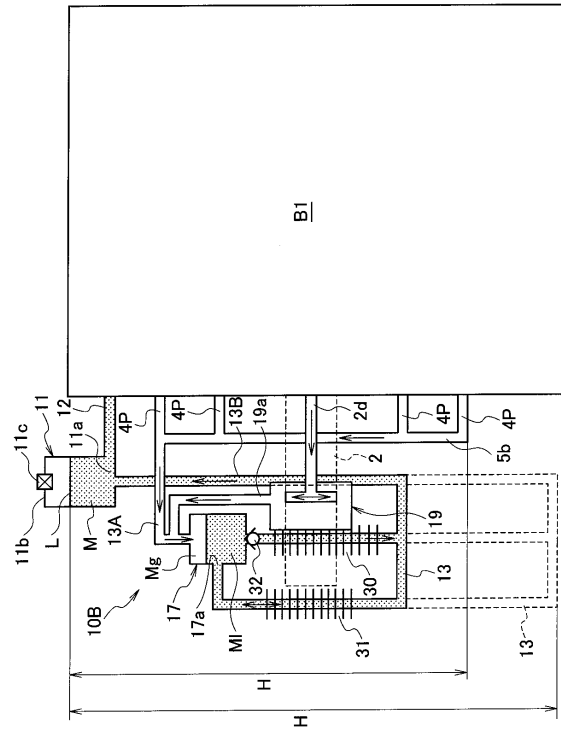
【 図 4 】



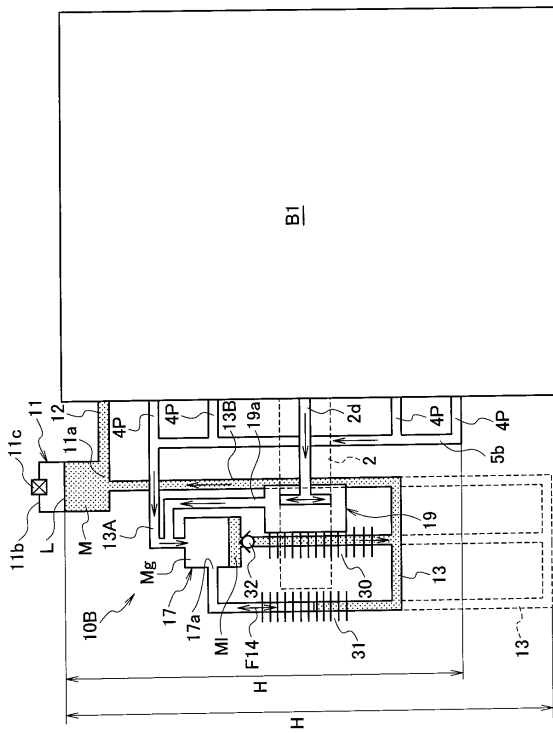
【 図 5 】



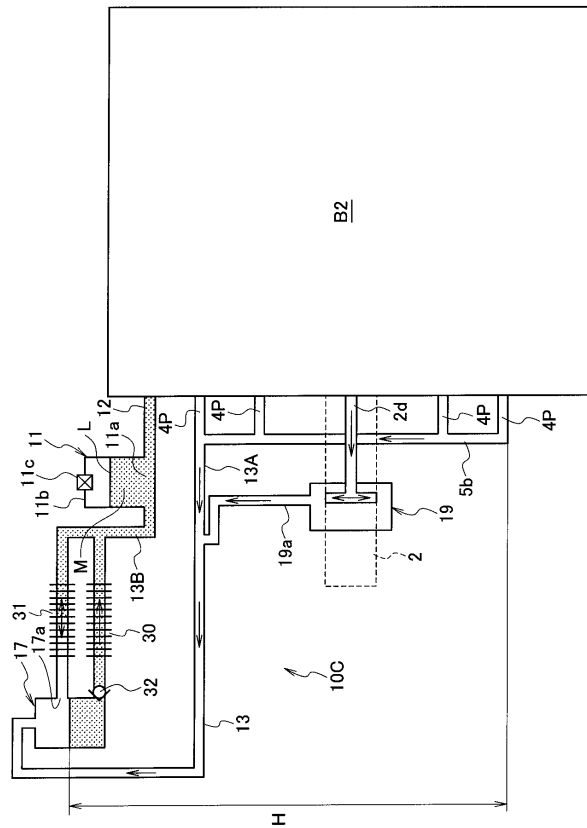
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 石原 裕二

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 穴戸 恵子

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

(72)発明者 下野園 均

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 3L044 AA04 BA06 CA12 DD03 EA02 FA04 GA00 KA04

5H609 BB03 BB12 BB19 PP02 PP06 PP07 QQ05 QQ12 RR27 RR37

RR42 RR43 RR46 RR50 RR58