

(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2005-130588
(P2005-130588A)

(43) 公開日 平成17年5月19日(2005.5.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
H02K 9/19	H02K 9/19	5H115
B60L 11/14	B60L 11/14	5H603
H02K 3/24	H02K 3/24	5H609

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-362924 (P2003-362924)
(22) 出願日 平成15年10月23日 (2003.10.23)

(71) 出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(74) 代理人 100119644
弁理士 綾田 正道

(74) 代理人 100105153
弁理士 朝倉 悟

(72) 発明者 小西 将
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 佐野 明彦
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

最終頁に続く

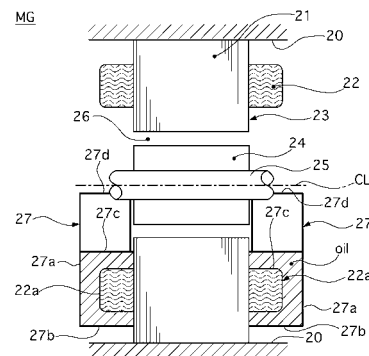
(54) 【発明の名称】 回転電機のコイルエンド冷却構造と回転電機の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 最も発熱するコイルエンドを高い冷却性能により冷却することができる回転電機のコイルエンド冷却構造を提供すること。

【解決手段】 トランスミッションケース20と、該トランスミッションケース20に固定されたステータコア21に対し軸方向にコイル22を複数回巻き付けたステータ23と、該ステータ23に対シエアギャップを介して配置されたロータ24と、該ロータ24に設けられた回転電機軸25と、を備えた回転電機MGにおいて、前記ステータコア21の両端面から突出するコイルエンド22a、22aの両側位置に、該コイルエンド22a、22aの少なくとも一部を覆うオイルタンク27、27を設けると共に、前記コイルエンド22a、22aにオイルoilを供給するオイル供給口28を、コイルエンド22a、22aの中心位置CLよりも高い位置に設定した。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ケースと、該ケースに固定されたステータコアに対し軸方向にコイルを複数回巻き付けたステータと、該ステータに対しエアギャップを介して配置されたロータと、該ロータに設けられた回転電機軸と、を備えた回転電機において、

前記ステータコアの両端面から突出するコイルエンドの片側位置または両側位置に、該コイルエンドの少なくとも一部を覆う冷却媒体溜めを設けると共に、前記コイルエンドに冷却媒体を供給する冷却媒体供給口を、コイルエンドの中心位置よりも高い位置に設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 2】

請求項 1 に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体溜めの設定範囲を、コイルエンドの最下部位置から、コイルエンドに供給された冷却媒体が重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置までの範囲を最小限範囲として設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記回転電機を、差動歯車変速機を備えたハイブリッド変速機の動力源としてエンジンと共に適用したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体供給口を、コイルエンドの上端部に冷却媒体を供給する位置に設定し、前記冷却媒体溜めを、コイルエンドの最下部位置からコイルエンドの両側中心位置までのコイルエンドに沿った半円周範囲に設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体供給口を、コイルエンドの上端部に冷却媒体を供給する位置に設定し、前記冷却媒体溜めを、コイルエンドの最下部位置からコイルエンドの最上部位置までの全てのコイルエンドに沿った全円周範囲に設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体供給口を、コイルエンドの上端部に冷却媒体を供給する位置に設定し、前記冷却媒体溜めを、コイルエンドの最下部位置から、コイルエンドに供給された冷却媒体が重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置まで、のコイルエンドに沿った部分円周範囲に設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 6 の何れか 1 項に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体溜めの内径を、ステータコア内径よりも大きな径で、コイルエンド内径より小さな径に設定したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 7 の何れか 1 項に記載された回転電機のコイルエンド冷却構造において、

前記冷却媒体溜めとステータコア端面との互いの軸方向対向隙間に、冷却媒体の流出を

10

20

30

40

50

防止する封止剤を介装したことを特徴とする回転電機のコイルエンド冷却構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ステータコアに対しコイルを複数回巻き付けたステータを備えた回転電機の
コイルエンド冷却構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、回転電機のステータコアに巻き付けられたコイルのコイルエンドを冷却する技術
としては、コイルエンド固定用の樹脂モールド内に、コイルエンド冷媒用の冷媒用通路を
設けるようにしている。(例えば、特許文献1参照)。

10

【特許文献1】特開2000-197311号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記従来回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、コイルエンド
を樹脂モールドを介して冷却するというように直接冷却できないため、冷却性能が十分で
はなく改良の余地を残していた。

【0004】

本発明は、上記問題に着目してなされたもので、最も発熱するコイルエンドを高い冷却
性能により冷却することができる回転電機のコイルエンド冷却構造を提供することを目的
とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明の回転電機のコイルエンド冷却構造では、ケースと、
該ケースに固定されたステータコアに対し軸方向にコイルを複数回巻き付けたステータと、
該ステータに対シエアギャップを介して配置されたロータと、該ロータに設けられた回
転電機軸と、を備えた回転電機において、

前記ステータコアの両端面から突出するコイルエンドの片側位置または両側位置に、該コ
イルエンドの少なくとも一部を覆う冷却媒体溜めを設けると共に、前記コイルエンドに冷
却媒体を供給する冷却媒体供給口を、コイルエンドの中心位置よりも高い位置に設定した

30

【発明の効果】

【0006】

よって、本発明の回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、例えば、高負荷状態で
回転電機のコイルに駆動電流を印加することにより、駆動電流の一部が熱に変換されてコ
イルエンドが発熱した場合、コイルエンドの中心位置よりも高い位置に設定された冷却媒
体供給口から、コイルエンドに冷却媒体が供給され、この冷却媒体が重力によりコイル表
面を伝って下方に流れコイル表面から滴下し、コイルエンドの少なくとも一部を覆う冷却
媒体溜めに溜められる。つまり、コイルエンドのコイルは、コイル表面を冷却媒体が流れ
たり、溜められた冷却媒体に浸漬されるというように、コイルと冷却媒体が直接に触れ合
いコイルの熱を冷却媒体が直ちに奪うことで効果的に冷却される。この結果、最も発熱す
るコイルエンドを高い冷却性能により冷却することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の回転電機のコイルエンド冷却構造と回転電機の製造方法を実現する最良
の形態を、図面に示す実施例1～実施例5に基づいて説明する。

【実施例1】

【0008】

まず、構成を説明する。

50

〔ハイブリッド変速機の駆動系〕

図1は実施例1の回転電機が適用されたハイブリッド変速機を示す全体システム図である。実施例1におけるハイブリッド変速機の駆動系は、図1に示すように、動力源として、エンジンEと、第1モータジェネレータMG1(回転電機)と、第2モータジェネレータMG2(回転電機)と、を有する。これらの動力源E, MG1, MG2と出力軸OUTとが連結される差動歯車変速機は、第1遊星歯車PG1と、第2遊星歯車PG2と、第3遊星歯車PG3と、エンジンクラッチECと、ローブレーキLBと、ハイクラッチHCと、ハイローブレーキHLBと、を有する。

【0009】

前記差動歯車変速機を構成する第1遊星歯車PG1と第2遊星歯車PG2と第3遊星歯車PG3は、何れもシングルピニオン型遊星歯車である。前記第1遊星歯車PG1は、第1サンギアS1と、第1ピニオンP1を支持する第1ピニオンキャリアPC1と、第1ピニオンP1に噛み合う第1リングギアR1と、によって構成されている。前記第2遊星歯車PG2は、第2サンギアS2と、第2ピニオンP2を支持する第2ピニオンキャリアPC2と、第2ピニオンP2に噛み合う第2リングギアR2と、によって構成されている。前記第3遊星歯車PG3は、第3サンギアS3と、第3ピニオンP3を支持する第3ピニオンキャリアPC3と、第3ピニオンP3に噛み合う第3リングギアR3と、によって構成されている。

【0010】

前記第1サンギアS1と前記第2サンギアS2とは第1回転メンバM1により直結され、前記第1リングギアR1と第3サンギアS3とは第2回転メンバM2により直結され、前記第2ピニオンキャリアPC2と前記第3リングギアR3とは第3回転メンバM3により直結される。したがって、3組の遊星歯車PG1, PG2, PG3は、第1回転メンバM1と第2回転メンバM2と第3回転メンバM3と第1ピニオンキャリアPC1と第2リングギアR2と第3ピニオンキャリアPC3との6つの回転要素を有する。

【0011】

前記差動歯車変速機の6つの回転要素に対する動力源E, MG1, MG2と出力軸OUTとエンジンクラッチECと各係合要素LB, HC, HLBの連結関係について説明する。なお、第2回転メンバM2については、これらの何れにも連結されないフリーの状態であり、残りの5つの回転要素が、下記のように連結される。

【0012】

前記エンジンEのエンジン出力軸は、エンジンクラッチECを介して第3回転メンバM3に連結される。つまり、エンジンクラッチECの締結時には、第3回転メンバM3を介して第2ピニオンキャリアPC2と第3リングギアR3をエンジン回転数にする。

【0013】

前記第1モータジェネレータMG1の第1モータジェネレータ出力軸は、第2リングギアR2に直結される。また、第1モータジェネレータ出力軸と変速機ケースTCとの間には、ハイローブレーキHLBが介装される。つまり、ハイローブレーキHLBの解放時には、第2リングギアR2を第1モータジェネレータMG1の回転数にする。また、ハイローブレーキHLBの締結時には、第2リングギアR2と第1モータジェネレータMG1の回転を停止する。

【0014】

前記第2モータジェネレータMG2の第2モータジェネレータ出力軸は、第1回転メンバM1に直結される。また、第2モータジェネレータ出力軸と第1ピニオンキャリアPC1との間には、ハイクラッチHCが介装され、第1ピニオンキャリアPC1と変速機ケースTCとの間には、ローブレーキLBが介装される。つまり、ローブレーキLBのみの締結時には、第1ピニオンキャリアPC1を停止し、ハイクラッチHCのみの締結時には、第1サンギアS1と第2サンギアS2と第1ピニオンキャリアPC1とを第2モータジェネレータMG2の回転数にする。さらに、ローブレーキLBとハイクラッチHCの締結時には、第1サンギアS1と第2サンギアS2と第1ピニオンキャリアPC1とを停止する。

【0015】

前記出力軸OUTは、第3ピニオンキャリアPC3に直結されている。なお、出力軸OUTから

10

20

30

40

50

は、図外のプロペラシャフトやディファレンシャルやドライブシャフトを介して左右の駆動輪に駆動力が伝達される。

【0016】

これにより、図4及び図5に示すように、共線図上において、第1モータジェネレータMG1(R2)、エンジンE(PC2,R3)、出力軸OUT(PC3)、第2モータジェネレータMG2(S1,S2,PC1)の順に配列され、遊星歯車列の動的な動作を簡易的に表せる剛体レバーモデルを導入することができる。

【0017】

ここで、「共線図」とは、差動歯車のギア比を考える場合、式により求める方法に代え、より簡単で分かりやすい作図により求める方法で用いられる速度線図であり、縦軸に各回転要素の回転数(回転速度)をとり、横軸にリングギア、キャリア、サンギア等の各回転要素をとり、各回転要素の間隔をサンギアとリングギアの歯数比()になるように配置したものである。ちなみに、図4(a)に示す(1)は第1遊星歯車PG1の共線図であり、(2)は第2遊星歯車PG2の共線図であり、(3)は第3遊星歯車PG3の共線図である。

10

【0018】

前記エンジンクラッチECは、油圧により締結され、油により冷却される多板摩擦クラッチであり、図4及び図5の共線図上において、エンジンEとの回転速度軸と一致する位置に配置され、締結によりエンジンEの回転とトルクを差動歯車変速機のエンジン入力回転要素である第3回転メンバM3に入力する。

【0019】

前記ローブレーキLBは、油圧により締結される多板摩擦ブレーキであり、図4及び図5の共線図上において、第2モータジェネレータMG2の回転速度軸より外側位置に配置され、締結により図4の(a),(b)及び図5の(a),(b)に示すようにロー側変速比を分担するロー側変速比モードを実現する。

20

【0020】

前記ハイクラッチHCは、油圧により締結される多板摩擦クラッチであり、図4及び図5の共線図上において、第2モータジェネレータMG2の回転速度軸と一致する位置に配置され、締結により図4の(d),(e)及び図5の(d),(e)に示すようにハイ側変速比を分担するハイ側変速比モードを実現する。

【0021】

前記ハイローブレーキHLBは、油圧により締結される多板摩擦ブレーキであり、図3及び図4の共線図上において、第1モータジェネレータMG1の回転速度軸と一致する位置に配置され、ローブレーキLBと共に締結することにより変速比をアンダードライブ側のロー変速比に固定し、ハイクラッチHCと共に締結することにより変速比をオーバードライブ側のハイ変速比に固定する。

30

【0022】

[ハイブリッド変速機の制御系]

実施例1のハイブリッド変速機における制御系は、図1に示すように、エンジンコントローラ1と、モータコントローラ2と、インバータ3と、バッテリー4と、油圧制御装置5と、統合コントローラ6と、アクセル開度センサ7と、車速センサ8と、エンジン回転数センサ9と、第1モータジェネレータ回転数センサ10と、第2モータジェネレータ回転数センサ11と、第3リングギア回転数センサ12と、を有して構成されている。

40

【0023】

前記エンジンコントローラ1は、アクセル開度センサ7からのアクセル開度APとエンジン回転数センサ9からのエンジン回転数Neを入力する統合コントローラ6からの目標エンジントルク指令等に応じ、エンジン動作点(以下、「動作点」とは回転数とトルクにより特定される動作の点をいう。)を制御する指令を、例えば、図外のスロットルバルブアクチュエータへ出力する。

【0024】

前記モータコントローラ2は、レゾルバによる両モータジェネレータ回転数センサ10

50

、11からのモータジェネレータ回転数 $N1, N2$ を入力する統合コントローラ6からの目標モータジェネレータトルク指令等に応じ、第1モータジェネレータMG1の動作点と、第2モータジェネレータMG2の動作点と、をそれぞれ独立に制御する指令をインバータ3へ出力する。なお、このモータコントローラ2からは、バッテリー4の充電状態をあらわすバッテリーSOCの情報が統合コントローラ6に対して出力される。

【0025】

前記インバータ3は、前記第1モータジェネレータMG1と第2モータジェネレータMG2のステータコイルに接続され、モータコントローラ2からの指令により、それぞれの駆動電流を作り出す。このインバータ3には、力行時に放電し回生時に充電するバッテリー4が接続されている。

10

【0026】

前記油圧制御装置5は、統合コントローラ6からの油圧指令を受け、エンジクラッチECと、ローブレーキLBと、ハイクラッチHCと、ハイローブレーキHLBと、の締結油圧制御及び解放油圧制御を行う。この締結油圧制御及び解放油圧制御には、滑り締結制御や滑り解放制御による半クラッチ制御も含む。

【0027】

前記統合コントローラ6は、アクセル開度センサ7からのアクセル開度APと、車速センサ8からの車速VSPと、エンジン回転数センサ9からのエンジン回転数 N_e と、第1モータジェネレータ回転数センサ10からの第1モータジェネレータ回転数 $N1$ と、第2モータジェネレータ回転数センサ11からの第2モータジェネレータ回転数 $N2$ と、第3リングギア回転数センサ12からの第3リングギア回転速度 v_{in} 等の情報を入力し、所定の演算処理を行う。そして、エンジンコントローラ1、モータコントローラ2、油圧制御装置5に対し演算処理結果にしたがって制御指令を出力する。

20

【0028】

なお、統合コントローラ6とエンジンコントローラ1、および、統合コントローラ6とモータコントローラ2とは、情報交換のためにそれぞれ双方向通信線14, 15により接続されている。

【0029】

[走行モード]

実施例1のハイブリッド変速機は、変速機の出力軸OUTをエンジン出力軸と同軸上に一致させることができることから、FF車(フロントエンジン・フロントドライブ車)に限らず、FR車(フロントエンジン・リアドライブ車)に搭載でき、また、無段変速比モードとして1つのモードで常用変速比域をカバーするのではなく、ロー側無段変速比モードとハイ側無段変速比モードとに分担して常用変速比域をカバーするようにしているため、2つのモータジェネレータMG1, MG2の出力分担率は、エンジンEが発生する出力の約20%以下に抑えることができるという特徴を持つ。

30

【0030】

走行モードとしては、図2に示すように、ロー固定変速比モード(以下、「Lowモード」という。)と、ロー側無段変速比モード(以下、「Low-iVTモード」という。)と、2速固定モード(以下、「2ndモード」という。)と、ハイ側無段変速比モード(以下、「High-iVTモード」という。)と、ハイ固定変速比モード(以下、「Highモード」という。)と、の5つの走行モードを有する。

40

【0031】

そして、図2に示すように、前記Lowモードは、ローブレーキLBを締結し、ハイクラッチHCを解放し、ハイローブレーキHLBを締結することで得られる。前記Low-iVTモードは、ローブレーキLBを締結し、ハイクラッチHCを解放し、ハイローブレーキHLBを解放することで得られる。前記2ndモードは、ローブレーキLBを締結し、ハイクラッチHCを締結し、ハイローブレーキHLBを解放することで得られる。前記High-iVTモードは、ローブレーキLBを解放し、ハイクラッチHCを締結し、ハイローブレーキHLBを解放することで得られる。前記Highモードは、ローブレーキLBを解放し、ハイクラッチHCを締結し、ハイローブレー

50

キHLBを締結することで得られる。

【0032】

これら5つの走行モードについては、エンジンEを用いずに両モータージェネレータMG1, MG2のみで走行する電気走行モード(以下、「EVモード」という。)と、エンジンEと両モータージェネレータMG1, MG2を用いて走行するハイブリッド走行モード(以下、「HEVモード」という。)とに分けられる。よって、図3に示すように、EVモードとHEVモードとを合わせると10の走行モードが実現されることになる。図4にEVモード関連のEV-Lowモードの共線図、EV-Low-iVTモードの共線図、EV-2ndモードの共線図、EV-High-iVTモードの共線図、EV-Highモードの共線図をそれぞれ示す。図5にHEVモード関連のHEV-Lowモードの共線図、HEV-Low-iVTモードの共線図、HEV-2ndモードの共線図、HEV-High-iVTモードの共線図、HEV-Highモードの共線図をそれぞれ示す。

10

【0033】

ここで、統合コントローラ6には、アクセル開度APと車速VSPとバッテリーS.O.Cによる三次元空間に、前記10の走行モードを割り振った走行モードマップが予め設定されていて、車両の停止時や走行時には、アクセル開度APと車速VSPとバッテリーS.O.Cの検出値により走行モードマップが検索され、アクセル開度APと車速VSPにより決まる車両の運転点やバッテリー充電量に応じた最適な走行モードマップが選択される。

【0034】

前記走行モードマップの選択により、「EVモード」と「HEVモード」との間においてモード遷移を行う場合には、エンジン始動やエンジン停止を要することに伴い、エンジンクラッチECの締結制御やエンジンクラッチECの解放制御、あるいは、これに加え、クラッチ・ブレーキ等の係合要素の締結・解放制御が実行される。また、「EVモード」の5つのモード間でのモード遷移や「HEVモード」の5つのモード間でのモード遷移を行う場合には、クラッチ・ブレーキ等の係合要素の締結・解放制御が実行される。これらのモード遷移制御は、動作点の受け渡しが行われるように、決められた手順にしたがったシーケンス制御により行われる。

20

【0035】

[回転電機のコイルエンド冷却構造]

【0036】

上記第1モータージェネレータMG1と、第2モータージェネレータMG2とに採用された実施例1の回転電機のコイルエンド冷却構造について、図6及び図7に基づきその構成を説明する。なお、以下の説明で用いる回転電機MGは、第1モータージェネレータMG1と第2モータージェネレータMG2とをあらわすものとする。

30

【0037】

実施例1の回転電機MGは、図6に示すように、トランスミッションケース20(ケース)と、該トランスミッションケース20に固定された積層鋼板によるステータコア21に対し軸方向にコイル22を複数回巻き付けたステータ23と、該ステータ23に対しエアギャップ26を介して配置されたロータ24と、該ロータ24に設けられた回転電機軸25と、を備えている。

【0038】

そして、前記ステータコア21の両端面から突出するコイルエンド22a, 22aの両側位置に、該コイルエンド22a, 22aの少なくとも一部を覆うオイルタンク27, 27(冷却媒体溜め)を設けると共に、図7に示すように、前記コイルエンド22a, 22aにオイルoil(冷却媒体)を供給するオイル供給口28(冷却媒体供給口)を、コイルエンド22a, 22aの中心位置CLよりも高い位置、つまり、コイルエンド22a, 22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設定している。

40

【0039】

前記オイルタンク27の設定範囲は、図7に示すように、コイルエンド22aの最下部位置Lから、コイルエンド22aに供給されたオイルoilが重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置HR, HLまでの範囲aを最小限範囲として設

50

定した場合、コイルエンド 2 2 a の最下部位置 L からほぼコイルエンド 2 2 a の両側中心位置 CL までのコイルエンド 2 2 a に沿った半円周範囲 $h (>a)$ に設定している。

【 0 0 4 0 】

前記オイルタンク 2 7 は、図 6 及び図 7 に示すように、正面視でコイルエンド 2 2 a を全面的に覆う円弧状の外側板 2 7 a と、該外側板 2 7 a の外周端からステータコア 2 1 に向かって軸方向に伸びる外周板 2 7 b と、前記外側板 2 7 a の内周端からステータコア 2 1 に向かって軸方向に伸びる内周板 2 7 c と、前記 3 つの板 2 7 a , 2 7 b , 2 7 c により囲まれ、ほぼコイルエンド 2 2 a の中心位置 CL にて開口するオイルタンク開口部 2 7 d , 2 7 d と、タンク最下部位置に設けられたドレン口 2 7 e と、を有して構成されている。このオイルタンク 2 7 は、例えば、オイルタンク 2 7 を構成する外周板 2 7 b と内周板 2 7 c とをステータコア 2 1 に対し、溶接・圧接・接着・圧入等のうち、何れかの接合方法を選択して固定される。

10

【 0 0 4 1 】

次に、作用を説明する。

【 0 0 4 2 】

[オイルタンク 2 7 の最小限範囲の設定]

冷却媒体としてのオイル oil を、オイル供給口 2 8 からコイルエンド 2 2 a の上端部に供給し、左右に分けてコイル表面を流下させる場合、コイルエンド 2 2 a の下半分の領域で常にオイル oil に直接接触することのないコイルエンド 2 2 a が存在すると、所望のコイルエンド冷却効果が得られなくなる。つまり、コイルエンド 2 2 a のコイルをオイル oil に浸漬するオイル溜めとしてのオイルタンク 2 7 の最小限範囲の設定が重要となる。

20

【 0 0 4 3 】

そこで、図 8 を用いてオイルタンク 2 7 の最小限範囲の設定方法を説明する。オイル供給口 2 8 からコイルエンド 2 2 a の上端部にオイル oil が供給されると、コイルエンド 2 2 a の上端部位置でオイル oil が 2 方向に分かれ、図面右側のオイル oil は重力にしたがってコイル表面を伝って下方に流れ、中心位置 CL より下側に回り込んだ位置 HR にてコイル表面から滴下する。一方、図面左側のオイル oil は重力にしたがってコイル表面を伝って下方に流れ、中心位置 CL より下側に回り込んだ位置 HL にてコイル表面から滴下する。ここで、オイル oil の滴下位置 HR, HL が中心位置 CL より下側に回り込む理由は、オイル oil の粘性によるコイル表面付着力によるものであり、また、左右で滴下位置 HR, HL が異なるのは、2 方向に分かれたオイル oil の流量や流速が左右で異なることによる。

30

【 0 0 4 4 】

よって、図 8 の例の場合、コイルエンド 2 2 a の最下部位置 L から滴下位置 HR までの範囲 a_1 と、コイルエンド 2 2 a の最下部位置 L から滴下位置 HL までの範囲 a_2 と、を合わせた範囲が最小限範囲として設定されることになり、少なくとも最小限範囲にオイルタンク 2 7 を設定しておけば、オイル oil に直接接触することのないコイルエンド 2 2 a の存在が解消され、高いコイルエンド冷却効果を期待できる。

【 0 0 4 5 】

[コイルエンド冷却作用]

例えば、高負荷状態で回転電機 MG のコイル 2 2 に駆動電流を印加することにより、駆動電流の一部が熱に変換されてコイル 2 2 が発熱すると、コイル 2 2 のうち、ステータコア 2 1 の側部に巻き付けられている部分のコイル熱は、ステータコア 2 1 を経過して熱容量の高いトランスミッションケース 2 0 にて吸収される。しかし、コイル 2 2 のうち、ステータコア 2 1 の両端面から突出するコイルエンド 2 2 a , 2 2 a の部分のコイル熱は、ステータコア 2 1 から離れていることでステータコア 2 1 を経過しての熱移動を望めなく、周囲の空気により冷却されるだけである。つまり、周囲の空気が時間の経過と共に高温になると、ほとんど冷却されることが無く、コイル 2 2 のうちコイルエンド 2 2 a , 2 2 a の部分が最も発熱することになる。

40

【 0 0 4 6 】

これに対し、実施例 1 では、オイル供給口 2 8 を、コイルエンド 2 2 a , 2 2 a の上端

50

部に位置に設定し、かつ、オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lからほぼコイルエンド22aの両側中心位置CLまでのコイルエンド22aに沿った半円周範囲hに設定したことで、オイル供給口28から、コイルエンド22aにオイルoilが供給されると、このオイルoilが、重力によりコイル表面を伝って下方に流れ、コイル表面から滴下し、オイルタンク27に溜められる。つまり、コイルエンド22aのコイルは、半円周範囲hより上部の範囲においては、コイル表面をオイルoilが流れることで、コイルとオイルoilが直接に触れ合いコイルの熱を奪うし、半円周範囲hのうち、滴下位置HR,HLまでにおいては、コイル表面をオイルoilが流れるが、滴下位置HR,HLを超えるとオイルタンク27に溜められたオイルoilにコイルが浸漬されることで、コイルとオイルoilが直接に触れ合いコイルの熱を冷却媒体が直ちに奪う。

10

【0047】

この結果、最も発熱するコイルエンド22a, 22aを、コイルとオイルoilとが直接に触れ合う高い冷却性能により冷却することができるし、また、オイルタンク27をコイルエンド22aに沿った半円周範囲hに設定したため、例えば、走行中に回転電機MGが振動や変位を受けたとしても、オイルタンク27の最小限範囲aに対する余裕代により、コイルエンド22a, 22aの冷却性能の低下を防止することができる。

【0048】

次に、効果を説明する。

実施例1の回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、下記に列挙する効果を得ることができる。

20

【0049】

(1) トランスミッションケース20と、該トランスミッションケース20に固定されたステータコア21に対し軸方向にコイル22を複数回巻き付けたステータ23と、該ステータ23に対しエアギャップ26を介して配置されたロータ24と、該ロータ24に設けられた回転電機軸25と、を備えた回転電機MGにおいて、前記ステータコア21の両端面から突出するコイルエンド22a, 22aの両側位置に、該コイルエンド22a, 22aの少なくとも一部を覆うオイルタンク27, 27を設けると共に、前記コイルエンド22a, 22aにオイルoilを供給するオイル供給口28を、コイルエンド22a, 22aの中心位置CLよりも高い位置に設定したため、最も発熱するコイルエンド22a, 22aを高い冷却性能により冷却することができる。

30

【0050】

(2) 前記オイルタンク27の設定範囲を、コイルエンド22aの最下部位置Lから、コイルエンド22aに供給されたオイルoilが重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置HR,HLまでの範囲aを最小限範囲として設定したため、オイルタンク27の範囲を最小限範囲を含む範囲に設定している限り、所望のコイルエンド冷却効果を得ることができる。

【0051】

(3) 前記回転電機MGを、差動歯車変速機を備えたハイブリッド変速機の動力源としてエンジンEと共に適用したため、電気エネルギーの損失低減や耐久信頼性の確保のために要求される高いステータ冷却性を、低コストで、かつ、両モータジェネレータMG1, MG2のコンパクト性を確保しながら達成することができる。

40

【0052】

(4) 前記オイル供給口28を、コイルエンド22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設け、前記オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lからコイルエンド22aの両側中心位置CLまでのコイルエンド22aに沿った半円周範囲に設定したため、最小限範囲aに対する余裕代により、回転電機MGに振動や変位が加わったとしても、コイルエンド冷却効果が低下するのを防止することができる。

【実施例2】**【0053】**

実施例2は、オイルタンク27を全円周範囲に設定した例である。

50

すなわち、図9に示すように、オイル供給口28を、コイルエンド22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設定し、前記オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lからコイルエンド22aの最上部位置Hまでの全てのコイルエンド22aに沿った全円周範囲に設定した。そして、前記オイルタンク27は、図9に示すように、正面視でコイルエンド22aを全面的に覆うドーナツ状の外側板27aと、該外側板27aの外周端からステータコア21に向かって軸方向に伸びる外周板27bと、前記外側板27aの内周端からステータコア21に向かって軸方向に伸びる内周板27cと、前記外周板27bの上端位置に開口され、オイル供給口28が接続されるオイルタンク開口部27d'と、タンク最下部位置に設けられたドレーン口27eと、を有して構成されている。なお、他の構成は実施例1と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。

10

【0054】

次に、実施例2のコイルエンド冷却作用を説明すると、オイルタンク27を全円周範囲に設定したため、回転電機MGに振動や変位が加わった場合等において、オイル供給口28から供給されるオイルoilが、コイル表面を流れることなく外部に飛散するのが防止され、供給オイルoilを無駄なく有効に活用して、最も発熱するコイルエンド22a, 22aを、実施例1に比べ、より高い冷却性能により冷却することができる。

【0055】

次に、効果を説明する。

実施例2の回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、実施例1の(1),(2),(3)の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

20

【0056】

(5) オイル供給口28を、コイルエンド22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設定し、前記オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lからコイルエンド22aの最上部位置Hまでの全てのコイルエンド22aに沿った全円周範囲に設定したため、回転電機MGに振動や変位が加わった場合等において、オイル供給口28から供給されるオイルoilが、コイル表面を流れることなく外部に飛散するのを防止し、供給オイルoilを無駄なく有効にコイルエンド冷却に活用することができる。

【実施例3】

【0057】

実施例3は、オイルタンク27を、最小限範囲に相当する部分円周範囲に設定した例である。

30

【0058】

すなわち、図10に示すように、前記オイル供給口28を、コイルエンド22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設定し、前記オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lから、コイルエンド22aに供給されたオイルoilが重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置HR,HLまでのコイルエンド22aに沿った部分円周範囲に設定した。なお、他の構成は、実施例1と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。

【0059】

実施例3の作用を説明すると、オイル供給口28を、コイルエンド22a, 22aの上端部に位置に設定し、かつ、オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lから、コイルエンド22aに供給されたオイルoilが重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置HR,HLまでのコイルエンド22aに沿った部分円周範囲に設定したため、オイルタンク27のないコイルエンド22aの範囲ではコイル表面をオイルoilが流下することで冷却し、オイルタンク27の範囲では溜まったオイルoilへのコイルの浸漬により冷却するという作用を示す。

40

【0060】

次に、効果を説明する。

実施例3の回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、実施例1の(1),(2),(3)の効果

50

に加え、下記の効果を得ることができる。

【0061】

(6) 前記オイル供給口28を、コイルエンド22aの上端部にオイルoilを供給する位置に設定し、前記オイルタンク27を、コイルエンド22aの最下部位置Lから、コイルエンド22aに供給されたオイルoilが重力によりコイル表面を伝って下方に流れコイル表面から滴下する両側位置HR,HLまでのコイルエンド22aに沿った部分円周範囲に設定したため、重量的・コスト的・スペース的に有利な小型のオイルタンク27としながらも、所望のコイルエンド冷却効果を確保することができる。

【実施例4】

【0062】

実施例4は、実施例1をベースとし、オイルタンク27の内径R2を、ステータコア内径R1よりも大きな径で、コイルエンド内径R3より小さな径に設定した例である。

【0063】

すなわち、図12に示すように、前記オイルタンク27の内周板27cによる内径R2を、外周を連結し内側に櫛歯状に突出させたステータコア内径R1よりも大きな径で、ステータコア21に巻いたコイル22のコイルエンド内径R3より小さな径に設定している。ここで、オイルタンク27の内径R2とステータコア内径R1との差を内径差cに設定している。なお、他の構成は、図11に示すように、実施例1と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。

【0064】

実施例4の作用を説明すると、実施例4では、オイルタンク27の内径R2を、ステータコア内径R1よりも大きな径に設定したため、オイルタンク27に溜められたオイルoilのエアギャップ26への流出が小さく抑えられる。この結果、オイルタンク27へのオイルoilの貯留効率が高くなるし、エアギャップ26へ流出したオイルoilがロータ24の回転運動の抵抗になることが小さく抑えられる。また、実施例4では、オイルタンク27の内径R2をコイルエンド内径R3より小さな径に設定したため、オイルタンク27に溜められたオイルoilにより確実にコイルエンド22aのコイルを浸漬することができ、コイルエンド冷却効果を高めることができる。

【0065】

次に、効果を説明する。

実施例4の回転電機のコイルエンド冷却構造にあっては、実施例1の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

【0066】

(7) 前記オイルタンク27の内径R2を、ステータコア内径R1よりも大きな径で、コイルエンド内径R3より小さな径に設定したため、エアギャップ26へのオイル流出抑制効果と、高いコイルエンド冷却効果との両立を図ることができる。

【実施例5】

【0067】

実施例5は、実施例1及び実施例4をベースとし、オイルタンク27とステータコア端面との互いの軸方向対向隙間に、オイルoilの流出を防止する封止剤(接着剤やシール剤等)を介装した例である。

【0068】

すなわち、図13及び図14に示すように、前記オイルタンク27とステータコア端面との互いの軸方向対向隙間に、オイルoilの流出を防止する封止剤29(例えば、接着剤・シール剤及びワニス等の絶縁樹脂)を注入塗布している。なお、他の構成は、実施例1と同様であるので、対応する構成に同一符号を付して説明を省略する。

【0069】

実施例5の作用を説明すると、実施例5では、オイルタンク27とステータコア端面との互いの軸方向対向隙間に、オイルoilの流出を防止する封止剤29を介装しているため、オイルタンク27に溜められたオイルoilのエアギャップ26への流出が抑えられる。

10

20

30

40

50

この結果、オイルタンク 27 内にオイル oil を貯留し続け、コイルエンド冷却効果を高めることができる。また、エアギャップ 26 へのオイル流出が阻止されることで、エアギャップ 26 へ流出したオイル oil がロータ 24 の回転運動の抵抗になることがなく、運動エネルギーの損失が解消される。

【0070】

次に、効果を説明する。

実施例 5 の回転電機のコイルエンド冷却構造にあつては、実施例 1 の効果に加え、下記の効果を得ることができる。

【0071】

(8) 前記オイルタンク 27 とステータコア端面との互いの軸方向対向隙間に、オイル oil の流出を防止する封止剤 29 を介装したため、高いコイルエンド冷却効果を確保しながら、運動エネルギーの損失を解消することができる。

【0072】

以上、本発明の回転電機のコイルエンド冷却構造を実施例 1 ~ 実施例 5 に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0073】

例えば、実施例 1 ~ 実施例 5 では、ステータコア 21 の両端面から突出するコイルエンド 22a, 22a の両側位置にオイルタンク 27, 27 を設けた例を示したが、図 15 に示すように、ステータコア 21 の両端面から突出するコイルエンド 22a, 22a の片側位置にのみオイルタンク 27 を設けるようにしても良い。

【0074】

実施例 1 ~ 実施例 5 では、オイル供給口 28 を 1 つ設けた例を示したが、2 つ以上のオイル供給口をコイルエンドの中心位置よりも高い位置に設定しても良い。

【0075】

実施例 1 ~ 実施例 5 では、冷却媒体としてオイルの例を示したが、絶縁性を確保できるオイル以外の冷却媒体を用いても良い。

【産業上の利用可能性】

【0076】

本発明の回転電機のコイルエンド冷却構造は、1 つのエンジンと 2 つのモータジェネレータを動力源とし、3 つの単純遊星歯車列による差動歯車変速機を持つハイブリッド変速機への適用例を示したが、ハイブリッド変速機用回転電機に限らず、ステータコイルの発熱を抑えたいという要求のある様々な用途の回転電機に対して適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図 1】実施例 1 の回転電機が適用されたハイブリッド変速機のを示す全体システム図である。

【図 2】ハイブリッド変速機において各走行モードでの 3 つの係合要素の締結・解放状態を示す図である。

【図 3】ハイブリッド変速機において電気自動車モードでの 5 つの走行モードとハイブリッド車モードでの 5 つの走行モードでのエンジン・エンジンクラッチ・モータジェネレータ・ローブレーキ・ハイクラッチ・ハイローブレーキの各作動表を示す図である。

【図 4】ハイブリッド変速機において電気自動車モードでの 5 つの走行モードを示す共線図である。

【図 5】ハイブリッド変速機においてハイブリッド車モードでの 5 つの走行モードを示す共線図である。

【図 6】実施例 1 のコイルエンド冷却構造を示す回転電機の断面図である。

【図 7】実施例 1 のコイルエンド冷却構造を示すオイルタンク部断面図である。

【図 8】実施例 1 でのオイルタンクの最小限範囲の設定作用説明図である。

【図 9】実施例 2 のコイルエンド冷却構造を示すオイルタンク部断面図である。

【図 10】実施例 3 のコイルエンド冷却構造を示すオイルタンク部断面図である。

【図 11】実施例 4 のコイルエンド冷却構造を示すオイルタンク部断面図である。

【図 12】図 11 の A 部拡大図である。

【図 13】実施例 5 のコイルエンド冷却構造を示す回転電機の断面図である。

【図 14】実施例 5 のコイルエンド冷却構造を示すオイルタンク部断面図である。

【図 15】コイルエンドの片側位置にのみオイルタンクを設ける実施例によるコイルエンド冷却構造を示す回転電機の断面図である。

【符号の説明】

【0078】

10

E エンジン

MG1 第 1 モータジェネレータ (回転電機)

MG2 第 2 モータジェネレータ (回転電機)

OUT 出力軸

PG1 第 1 遊星歯車

PG2 第 2 遊星歯車

PG3 第 3 遊星歯車

EC エンジンクラッチ

LB ローブレーキ

HC ハイクラッチ

20

HLB ハイローブレーキ

MG 回転電機

20 トランスミッションケース (ケース)

21 ステータコア

22 コイル

22 a , 22 a コイルエンド

23 ステータ

24 ロータ

25 電動機軸

26 エアギャップ

30

27 オイルタンク (冷却媒体溜め)

27 a 外側板

27 b 外周板

27 c 内周板

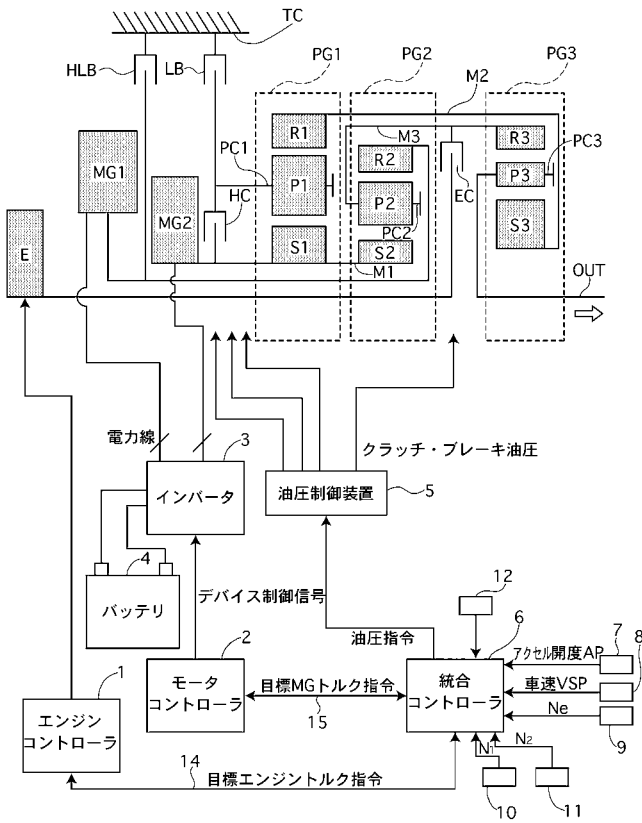
27 d , 27 d ' オイルタンク開口部

27 e ドレーン口

28 オイル供給口 (冷却媒体供給口)

29 封止剤

【 図 1 】



【 図 2 】

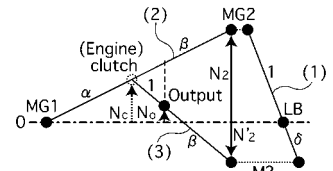
	Low	Low-iVT	2nd	High-iVT	High
Low-Brake	on	on	on	off	off
High-Brake	off	off	on	on	on
High-Low-Brake	on	off	off	off	on

【 図 3 】

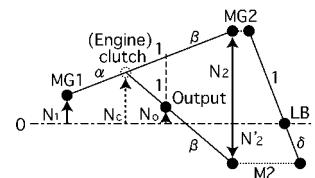
		binary(0:off, 1:on)						
		E	EC	M	LB	HC	HLB	
EV	Low	0	0	1	1	0	1	
	Low-iVT	0	0	1	1	0	0	
	2nd	0	0	1	1	1	0	
	High-iVT	0	0	1	0	1	0	
	High	0	0	1	0	1	1	
HEV	Low	1	1	1	1	0	1	
	Low-iVT	1	1	1	1	0	0	
	2nd	1	1	1	1	1	0	
	High-iVT	1	1	1	0	1	0	
	High	1	1	1	0	1	1	

【 図 4 】

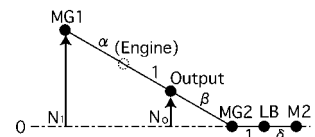
(a) EV-Low mode



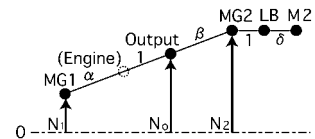
(b) EV-Low iVT mode



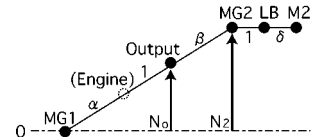
(c) EV-2nd mode



(d) EV-High-iVT mode

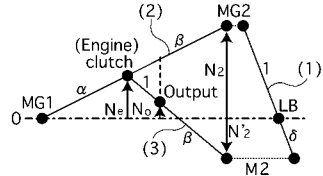


(e) EV-High mode

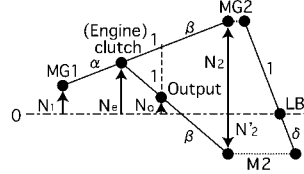


【 図 5 】

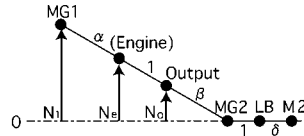
(a) (HEV-)Low mode



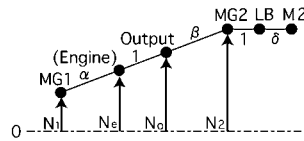
(b) (HEV-)Low-iVT mode



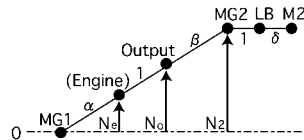
(c) (HEV-)2nd mode



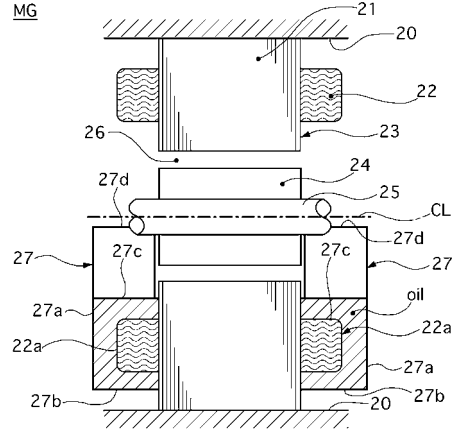
(d) (HEV-)High-iVT mode



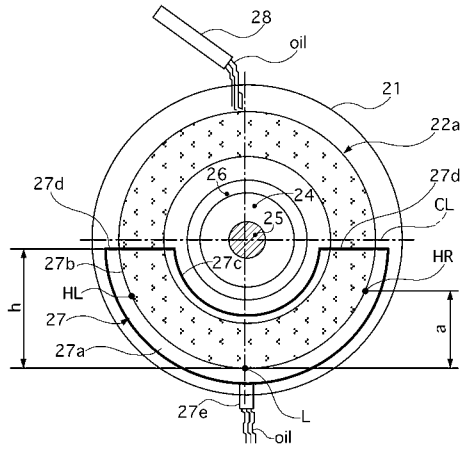
(e) (HEV-)High mode



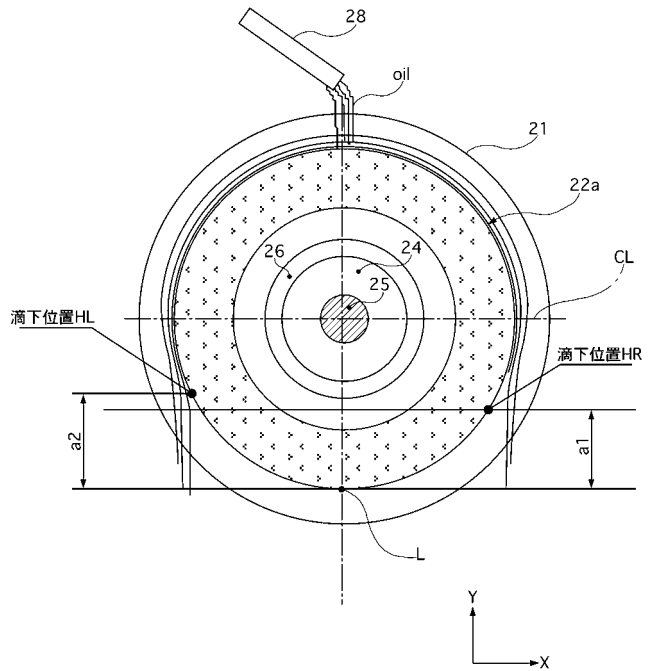
【 図 6 】



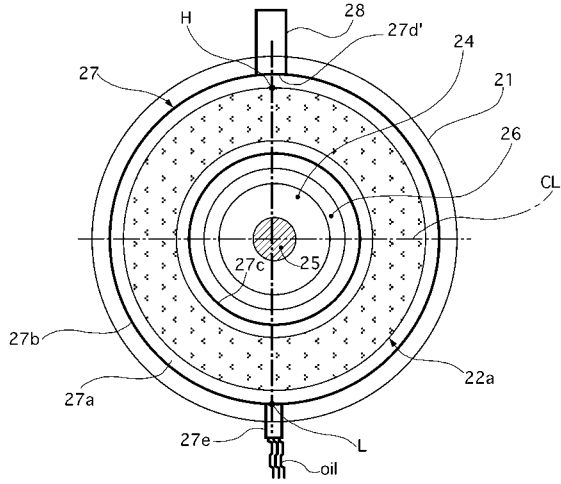
【 図 7 】



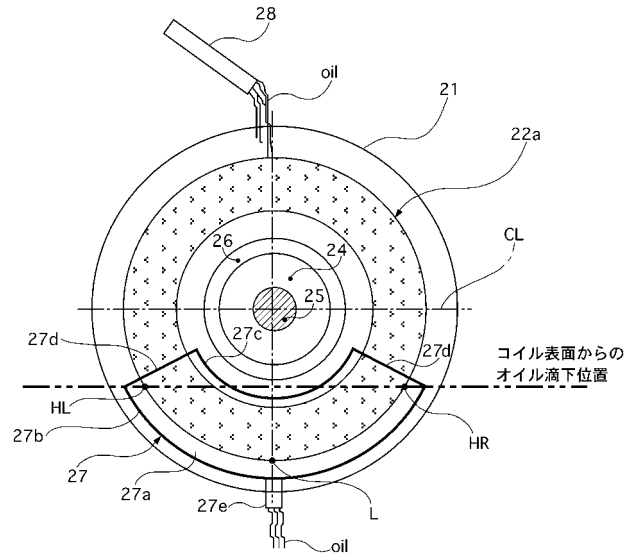
【 図 8 】



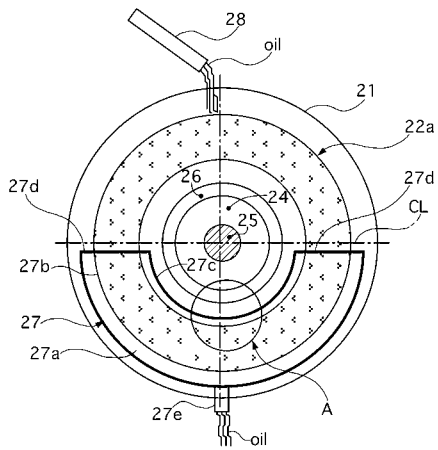
【 図 9 】



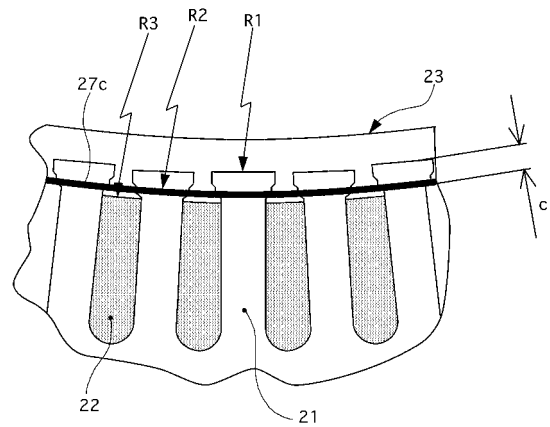
【 図 10 】



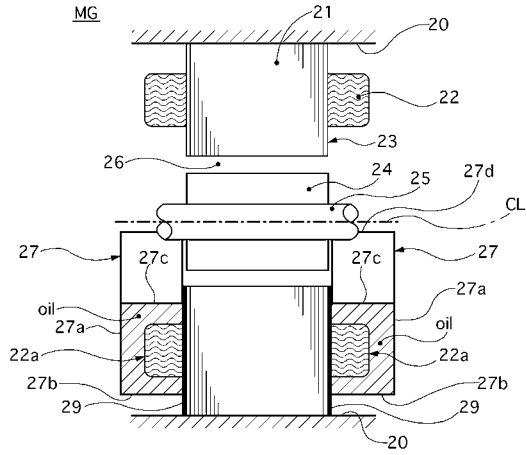
【 図 11 】



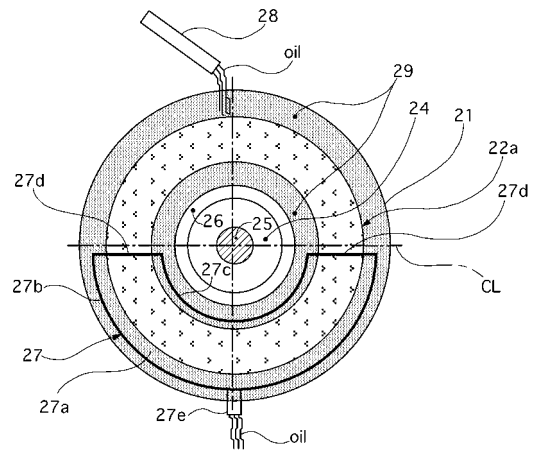
【 図 12 】



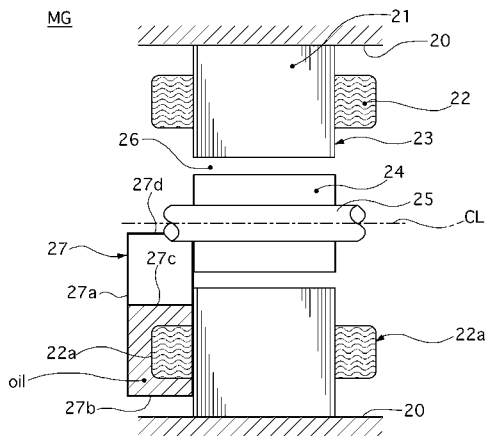
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 三浦 吉孝

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) 5H115 PA15 PG04 PI13 PI21 PI27 PU24 PU25 PV09 SE04 SE05
TU11 UI30 UI32
5H603 AA13 AA15 BB01 BB02 CA01 CB03 CB18 CC01 CC17
5H609 BB13 BB23 PP02 PP09 QQ05 QQ09 QQ13 QQ21 RR32 RR37
RR48 RR50 RR70