

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3752487号  
(P3752487)

(45) 発行日 平成18年3月8日(2006.3.8)

(24) 登録日 平成17年12月16日(2005.12.16)

(51) Int. Cl.

F I

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 1/27 501A

B60K 6/04 (2006.01)

H02K 1/27 501K

B60L 11/14 (2006.01)

H02K 1/27 501M

H02K 16/02 (2006.01)

B60K 6/04 120

B60K 6/04 531

請求項の数 14 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-363212 (P2002-363212)  
 (22) 出願日 平成14年12月16日(2002.12.16)  
 (62) 分割の表示 特願平11-246927の分割  
 原出願日 平成11年9月1日(1999.9.1)  
 (65) 公開番号 特開2003-244874 (P2003-244874A)  
 (43) 公開日 平成15年8月29日(2003.8.29)  
 審査請求日 平成17年5月20日(2005.5.20)

(73) 特許権者 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (73) 特許権者 000232999  
 株式会社日立カーエンジニアリング  
 茨城県ひたちなか市高場2477番地  
 (74) 代理人 100075096  
 弁理士 作田 康夫  
 (72) 発明者 金 弘中  
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号  
 株式会社 日立製作所 日立  
 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車及び回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関と、

電力の充放電を行うバッテリーと、

前記内燃機関のクランク軸と機械的に連結され、前記バッテリーから供給される電力によって前記内燃機関を始動すると共に、前記内燃機関からの回転によって発電を行い前記バッテリーを充電する回転電機と、

該回転電機の駆動又は発電を制御するインバータと、

該インバータを制御するコントローラとを有し、

前記回転電機は、

巻線を有する固定子と、

該固定子に空隙を介して回転自在に配設され、回転軸方向に二分割され、それぞれに極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に配置された回転子とを有し、

前記二分割回転子の一方は、前記二分割回転子の一方の前記界磁用磁石と前記二分割回転子の他方の前記界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子のトルク方向との釣り合いに応じて、その前記二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を変化させる機構を備える

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項2】

請求項1に記載のハイブリッド車において、

10

20

前記回転電機の低速回転時、前記二分割回転子の一方の前記界磁用磁石と前記二分割回転子の他方の前記界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子のトルク方向とを釣り合せ、前記二分割回転子の一方の前記界磁用磁石と前記二分割回転子の前記界磁用磁石との磁極中心を並ばせて前記回転電機を電動機として動作させ、

前記回転電機の高速回転時、回転子に発生するトルク方向を前記電動機とは反対にし、前記二分割回転子の一方の前記界磁用磁石と前記二分割回転子の前記界磁用磁石との磁極中心をずらして前記回転電機を発電機として動作させることを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のハイブリッド車において、

前記回転軸方向位置変化機構は、前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を磁極 1 極分の角度内で変化させるように構成されたものである

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のハイブリッド車において、

前記回転軸方向位置変化機構は、前記二分割回転子の他方が固定されたシャフトに設けられたボルト機構と、前記二分割回転子の一方に設けられたナット機構からなるネジ機構である

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 5】

請求項 1 又は 2 に記載のハイブリッド車において、

前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方側とは反対側の側方に、前記二分割回転子の一方をその側方から支持するストッパーと、

回転子の回転速度に応じて前記ストッパーの回転軸方向位置を変化させるサーボ機構とを備えた

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 6】

請求項 3 に記載のハイブリッド車において、

前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方側とは反対側の側方に、前記二分割回転子の一方をその側方から支持するストッパーと、

回転子の回転速度に応じて前記ストッパーの回転軸方向位置を変化させるサーボ機構とを備えた

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 7】

請求項 4 に記載のハイブリッド車において、

前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方側とは反対側の側方に、前記二分割回転子の一方をその側方から支持するストッパーと、

回転子の回転速度に応じて前記ストッパーの回転軸方向位置を変化させるサーボ機構とを備えた

ことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項 8】

車両を駆動する内燃機関と、

電力の充放電を行うバッテリーと、

前記内燃機関のクランク軸と機械的に連結された回転電機と、

該回転電機の駆動又は発電を制御するインバータと、

該インバータを制御するコントローラとを有し、

前記回転電機は、

前記バッテリーから供給される電力によって前記内燃機関を始動すると共に、前記内燃機関からの回転によって発電を行い、前記バッテリーを充電するものであって、

10

20

30

40

50

巻線を有する固定子と、  
該固定子に空隙を介して回転自在に配設された回転子とを備えており、  
前記回転子は、  
軸方向に二分割されたものであって、  
シャフトと、  
該シャフト上に固定された第 1 の回転子と、  
前記シャフトとは分離されて前記シャフト上に設けられた第 2 の回転子とを備えており

、  
前記第 1 及び第 2 の回転子のそれぞれには、極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に設けられており、

10

第 2 の回転子は、前記第 1 の回転子の当該界磁用磁石と前記第 2 の回転子の当該界磁用磁石との間の磁気作用力と前記回転子に発生するトルクの方角との釣り合いに応じて当該界磁磁石の磁極中心を、前記第 1 の回転子の当該界磁磁石の磁極中心に対して変化させる機構を備えており、

前記機構は、

前記第 2 の回転子の内周側に設けられた溝部及び歯部と、

前記シャフトの外周側に設けられ、前記第 2 の回転子の前記溝部及び歯部と噛み合う溝部及び歯部と、

前記第 2 の回転子の前記歯部と前記シャフトの前記歯部との間に設けられたスプリング及びダンパとを備えてなり、

20

前記シャフトの前記溝部は、前記第 2 の回転子が前記第 1 の回転子に対して所定の回転角分変位できるように、対応する前記第 2 の回転子の前記歯部の幅よりも大きい幅を有する

ことを特徴とするハイブリッド車。

#### 【請求項 9】

請求項 8 に記載のハイブリッド車において、

前記回転電機の低速回転時、前記第 1 の回転子の当該界磁用磁石と前記第 2 の回転子の当該界磁用磁石との間の磁気作用力と前記回転子に発生するトルクの方角との釣り合いに応じて、前記第 1 の回転子の当該界磁用磁石と前記第 2 の回転子の当該界磁用磁石との磁極中心を並ばせ、前記回転電機を電動機として働かせ、

30

前記回転電機の高速回転時、前記回転子に発生するトルクの方角が反対になるに伴って前記第 1 の回転子の当該界磁用磁石と前記第 2 の回転子の当該界磁用磁石との磁極中心をずらし、前記回転電機を発電機として働かせる

ことを特徴とするハイブリッド車。

#### 【請求項 10】

巻線を有する固定子と、

該固定子に空隙を介して回転自在に配設され、回転軸方向に二分割され、それぞれに極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に配置された回転子とを有し、

前記二分割回転子の一方は、前記二分割回転子の一方の前記界磁用磁石と前記二分割回転子の他方の前記界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子のトルク方角との釣り合いに応じて、その前記二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を変化させる機構を備える

40

ことを特徴とする回転電機。

#### 【請求項 11】

請求項 10 に記載の回転電機において、

前記回転軸方向位置変化機構は、前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を磁極 1 極分の角度内で変化させるように構成されたものである

ことを特徴とする回転電機。

#### 【請求項 12】

50

請求項 10 に記載の回転電機において、

前記回転軸方向位置変化機構は、前記二分割回転子の他方が固定されたシャフトに設けられたボルト機構と、前記二分割回転子の一方に設けられたナット機構からなるネジ機構である

ことを特徴とする回転電機。

【請求項 13】

請求項 10 乃至 12 のいずれかに記載の回転電機において、

前記二分割回転子の一方の前記二分割回転子の他方側とは反対側の側方には、前記二分割回転子の一方をその側方から支持するストッパーと、

回転子の回転速度に応じて前記ストッパーの回転軸方向位置を可変させるサーボ機構と 10  
を有する

ことを特徴とする回転電機。

【請求項 14】

巻線を有する固定子と、

該固定子に空隙を介して回転自在に配設された回転子とを有し、

前記回転子は、

軸方向に二分割されたものであって、

シャフトと、

該シャフト上に固定された第 1 の回転子と、

前記シャフトとは分離されて前記シャフト上に設けられた第 2 の回転子とを備えており 20  
、

前記第 1 及び第 2 の回転子のそれぞれには、極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に設けられており、

第 2 の回転子は、前記第 1 の回転子の当該界磁用磁石と前記第 2 の回転子の当該界磁用磁石との間の磁気作用力と前記回転子に発生するトルクの方角との釣り合いに応じて当該界磁磁石の磁極中心を、前記第 1 の回転子の当該界磁磁石の磁極中心に対して変化させる機構を備えており、

前記機構は、

前記第 2 の回転子の内周側に設けられた溝部及び歯部と、

前記シャフトの外周側に設けられ、前記第 2 の回転子の前記溝部及び歯部と噛み合う溝部及び歯部と、 30

前記第 2 の回転子の前記歯部と前記シャフトの前記歯部との間に設けられたスプリング及びダンパとを備えてなり、

前記シャフトの前記溝部は、前記第 2 の回転子が前記第 1 の回転子に対して所定の回転角分変位できるように、対応する前記第 2 の回転子の前記歯部の幅よりも大きい幅を有する

ことを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

40

本発明はハイブリッド車に係り、特にハイブリッド車の駆動、発電を行う回転電機およびその制御方法に関し、回転電機の回転子が第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石から構成され、トルク方向に応じて有効磁束量変化が可能な回転電機およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ハイブリッド車としては、(1)内燃機関であるエンジンの回転力で発電機を駆動して電力を得、この電力で車軸に連結されているモータを駆動し、モータが発生する駆動力で走行するシリーズハイブリッド方式と、(2)エンジンの回転力の 1 部は電力に変換されるが、その他の回転力は車軸に駆動力として伝えられており、発電された電力を用い 50

たモータ駆動力とエンジンの車軸駆動力の両方で走行するパラレルハイブリッドがある。

【0003】

最近の動向では搭載するモータやバッテリーの大きさ、コストの面から(2)のパラレルハイブリッド車が注目を浴びており、例えば特開平9-132042号公報に記載されるようなエンジン及び2つのモータを遊星歯車機構の各軸に連結し、エンジン及び各回転電機の負荷、回転数によって動力を分配するタイプ(以下この方式を2モータ方式と呼ぶ。)のパラレルハイブリッド車は既に市販化されている。

【0004】

しかしながらこの従来技術は、モータおよび前記モータを駆動するインバータ回路が2つ必要なことと、遊星歯車機構を新たに配置しなくてはならず、車両の大幅な改良が必要であり、それに伴う大幅なコストアップは避けられない。

10

【0005】

そこで、特開平7-298696号公報にあるようにエンジンのクランク軸に回転電機を直結させ、1つの回転電機で駆動、発電をモードによって切り分ける方式(以下この方式を1モータ方式と呼ぶ。)が、コストおよび現在の車両にアドオンできる点が前述した2モータ方式と比較して有利である。

【0006】

1モータ方式および2モータ方式両方とも、回転電機の形式としては、回転子に永久磁石を配置した永久磁石界磁形回転電機、もしくは回転子にアルミニウム合金もしくは銅合金でできた2次導体をかご形に配置したかご形誘導回転電機を用いている。

20

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術で述べたように2モータ方式よりもコスト的には1モータ方式の方が有利であるが、1モータ方式にも次の様な制約が存在する。

(1)エンジン始動時等の低回転領域における高トルク特性と、高回転領域において高出力発電特性とを両立しなければならない。

(2)(1)のエンジン始動時に必要なトルク(モータが発生する最大トルク)を発生する回転数が、エンジンの最大許容回転数時のモータ回転数に対して1/10以下である。

(3)本発明は車両を搭載する回転電機に関するものであり、電源としてはある一定電圧を中心とした電圧変化幅内で充放電を行うバッテリーを用いている。その為バッテリーの充電電圧を大きく超える電圧で充電した場合には、最悪バッテリーを破壊する危険性がある。

30

【0008】

本発明は、エンジン始動等の低回転領域における高トルク特性と、高回転領域において高出力発電特性が得られる永久磁石形同期発電機を備えたハイブリッド車を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ハイブリッド車において、内燃機関と、電力の充放電を行うバッテリーと、内燃機関のクランク軸と機械的に連結され、バッテリーから供給される電力によって内燃機関を始動すると共に、内燃機関からの回転によって発電を行いバッテリーを充電する回転電機と、この回転電機の駆動又は発電を制御するインバータと、このインバータを制御するコントローラとを有し、回転電機は、巻線を有する固定子と、この固定子に空隙を介して回転自在に配設され、回転軸方向に二分割され、それぞれに極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に配置された回転子とを有し、二分割回転子の一方は、二分割回転子の一方の界磁用磁石と二分割回転子の他方の界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子のトルク方向との釣り合いに応じて、二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を変化させる機構を備えることを特徴とする。また、本発明は、ハイブリッド車において、車両を駆動する内燃機関と、電力の充放電を行うバッテリーと、内燃機関のクランク軸と機械的に連結された回転電機と、この回転電機の駆動又は発電を制御するインバータと、このインバータを制御するコントローラとを有し、回転電機は、バッテリーから供給される電力によ

40

50

て内燃機関を始動すると共に、内燃機関からの回転によって発電を行い、バッテリーを充電するものであって、巻線を有する固定子と、この固定子に空隙を介して回転自在に配設された回転子とを備えており、回転子は、軸方向に二分割されたものであって、シャフトと、このシャフト上に固定された第1の回転子と、シャフトとは分離されてシャフト上に設けられた第2の回転子とを備えており、第1及び第2の回転子のそれぞれには、極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に設けられており、第2の回転子は、第1の回転子の当該界磁用磁石と第2の回転子の当該界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子に発生するトルク方向との釣り合いに応じて当該界磁磁石の磁極中心を、第1の回転子の当該界磁磁石の磁極中心に対して変化させる機構を備えており、機構は、第2の回転子の内周側に設けられた溝部及び歯部と、シャフトの外周側に設けられ、第2の回転子の溝部及び歯部と噛み合う溝部及び歯部と、第2の回転子の歯部とシャフトの歯部との間に設けられたスプリング及びダンパとを備えてなり、シャフトの溝部は、第2の回転子が第1の回転子に対して所定の回転角分変位できるように、対応する第2の回転子の歯部の幅よりも大きい幅を有することを特徴とする。

10

#### 【0010】

本発明は、回転電機において、巻線を有する固定子と、この固定子に空隙を介して回転自在に配設され、回転軸方向に二分割され、それぞれに極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に配置された回転子とを有し、二分割回転子の一方は、二分割回転子の一方の界磁用磁石と二分割回転子の他方の界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子のトルク方向との釣り合いに応じて、二分割回転子の他方に対する相対的な回転軸方向位置を変化させる機構を備えることを特徴とする。また、本発明は、回転電機において、巻線を有する固定子と、この固定子に空隙を介して回転自在に配設された回転子とを有し、回転子は、軸方向に二分割されたものであって、シャフトと、このシャフト上に固定された第1の回転子と、シャフトとは分離されてシャフト上に設けられた第2の回転子とを備えており、第1及び第2の回転子のそれぞれには、極性の異なる界磁用磁石が回転方向に交互に設けられており、第2の回転子は、第1の回転子の当該界磁用磁石と第2の回転子の当該界磁用磁石との間の磁気作用力と回転子に発生するトルク方向との釣り合いに応じて界磁磁石の磁極中心を、第1の回転子の当該界磁磁石の磁極中心に対して変化させる機構を備えており、機構は、第2の回転子の内周側に設けられた溝部及び歯部と、シャフトの外周側に設けられ、第2の回転子の溝部及び歯部と噛み合う溝部及び歯部と、第2の回転子の歯部とシャフトの歯部との間に設けられたスプリング及びダンパとを備えてなり、シャフトの溝部は、第2の回転子が第1の回転子に対して所定の回転角分変位できるように、対応する第2の回転子の歯部の幅よりも大きい幅を有することを特徴とする。

20

30

#### 【0011】

図6に永久磁石形同期回転電機の回転角速度に対する有効磁束，誘導起電力，端子電圧の特性を示す。

#### 【0012】

永久磁石形同期回転電機の誘導起電力 $E_0$ は回転子に配置されている永久磁石が発生する一定磁束と回転電機の回転角速度によって決定される。つまり図6に示す様に、回転電機の回転角速度（回転数）が上昇すると、回転電機の誘導起電力 $E_0$ は比例して上昇する。しかし、車両に搭載する上で必須の条件として、バッテリーへの充電があげられる。バッテリーに充電する為にはバッテリーを破損しない様に、回転電機が発生する誘導起電力をバッテリー充電電圧以下に抑えなければならない。その為永久磁石形同期回転電機では、ある回転数以上の領域では永久磁石が発生する磁束を減らす為のいわゆる弱め界磁制御を行わなくてはならない。

40

#### 【0013】

誘導起電力が回転角速度に比例して上昇する為、弱め界磁制御の電流も大きくしなければならない故に、1次導体であるコイルに大電流を流す必要があり、おのずとコイルの発生する熱が増大する。そのため、高回転領域における回転電機としての効率の低下，冷却能力を超えた発熱による永久磁石の減磁等が起こりうる可能性がある。

50

## 【 0 0 1 4 】

そこで、本発明は回転電機の第1界磁用磁石と第2界磁用磁石に分割した回転子を同一軸上に配置し回転トルクの方

10

## 【 0 0 1 5 】

## 【 発明の実施の形態 】

以下に本発明の実施形態について説明する。

## 【 0 0 1 6 】

図1は本実施例の永久磁石形同期回転電機の配置レイアウトを示したものである（直結タイプ）。車両の駆動力を発生する内燃機関であるエンジン1と車両のトランスミッション3との間に本実施例の永久磁石形同期回転電機2を配置した構造となっている。エンジン1のクランク軸（図示せず）と永久磁石形同期回転電機2のシャフト（図2内回転子のシャフト22）とは直結もしくは遊星歯車減速機構などで構成される変速機を介して機械的に連結されている。

20

## 【 0 0 1 7 】

また、永久磁石形同期回転電機2のシャフトとトランスミッション3の入力軸とは、動力を遮断するクラッチ（図示せず）もしくは流体カップリングであるトルクコンバータ（図示せず）を介して直結されている。

## 【 0 0 1 8 】

このような構成とすることで、クラッチもしくはトルクコンバータを作用させることで、本実施例の永久磁石形同期回転電機2はエンジン1を始動することができる。エンジン1始動後は、クラッチ及びトルクコンバータを作用させることで、エンジン1の駆動力をトランスミッション3の入力軸に伝達させることができると共に、トランスミッション3の入力軸にエンジン1＋永久磁石形同期回転電機2の駆動力を伝えることができる。

30

## 【 0 0 1 9 】

また、永久磁石形同期回転電機2はバッテリー5からインバータ4を介して電氣的に接続されており、エンジン1を始動もしくはアシストする際は電動機として用いる。

## 【 0 0 2 0 】

また、発電時においては、永久磁石形同期回転電機2で発生した電力をインバータ4で直流に変換し、バッテリー5を充電する。

## 【 0 0 2 1 】

図2は図1の回転電機の回転子同磁極中心がずれた場合概略を示す。固定子鉄心10には電機子巻線11がスロット内に巻装されており、内部に冷却水が流れる冷却水流路12をもったハウジング13に焼ばめされている。ここで、固定子鉄心10とハウジング13との締結方法は、焼ばめでなく圧入でもよい。

40

## 【 0 0 2 2 】

永久磁石埋め込み型回転子20はシャフト22に固定した第1回転子20Aとシャフト22と分離した第2回転子20Bからなる。勿論、永久磁石埋め込み型回転子のみならず、表面磁石型回転子でも良い。

## 【 0 0 2 3 】

第1回転子20Aには、永久磁石21Aが回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる。同じく、第2回転子20Bには、永久磁石21Bが回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる。第1と第2回転子の界磁用磁石は固定子磁極に対向している。

## 【 0 0 2 4 】

50

第 2 回転子 20B の内径側はナットとなり、それに当たるシャフトにはボルトとなり、お互いにネジの機能を持たせて接続し可変可能とする。

【0025】

また、第 2 回転子 20B が固定子の中心から所定の変位以上はみ出さないように前記第 2 回転子 20B の側面から離れたところにはストッパ 24 を設ける。さらに、サーボ機構であるストッパ駆動用アクチュエータ 25 を設けて、前記ストッパ 24 をシャフトと平行に左右に可変可能にすれば、回転速度に応じて有効磁束量を制御可能である。

【0026】

上記のようにすることで、トルクの方角に応じて永久磁石の有効磁束量を変化することについて述べる。

10

【0027】

基本的に固定子には電機子巻線と回転子には永久磁石を用いる回転電機において、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子の回転方向が同じであれば、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子が受けるトルクの方角は反対になる。

【0028】

上記に説明した基本理論を本発明の実施形態に係る回転電機に適用すると以下の通りである。

【0029】

エンジン始動等のように低回転領域において電動機として働く時は、図 3 に示すように、第 1 回転子 20A と第 2 回転子 20B の同磁極の中心が揃えるようにして、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を最大にして、高トルク特性が得られる。

20

【0030】

次に発電機として働く時は、図 2 に示すように回転子の回転方向が同じであると、回転子が受けるトルクの方角は電動機として働く時と反対になり、シャフト 22 に対して第 2 回転子 20B はボルトからナットが外れるように第 1 回転子 20A と第 2 回転子 20B の間の間隔が広がりながら同磁極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を少なくすることになり、言い換えると弱め界磁効果があり、高回転領域において高出力発電特性が得られる。

【0031】

図 4 は図 1 の回転電機の電源系統図を示す。

30

【0032】

エンジン 1 に機械的に連結されている永久磁石形同期回転電機 2 の 3 相の端子はインバータ 4 と電気的に接続されており、インバータ 4 の直流側端子はバッテリー 5 及びその他高電圧系統に接続されている。また本実施例では高電圧系統の他にヘッドランプ、オーディオ等のために低電圧系統を設けている。低電圧系統への電力の供給は、高電圧系統から DC-DC コンバータ 30 を介して降圧し、低電圧バッテリー 9 およびその他の低電圧駆動デバイス（ヘッドランプ、オーディオ等）へ行っている。車両の運転モードによって、永久磁石形同期回転電機 2 は駆動、発電を切替えるが、モード切替および永久磁石形同期回転電機 2 への指令値はコントローラ 11 で判断、計算を行い、インバータ 4 に指令値を出力することで、永久磁石形同期回転電機 2 を制御する。また、コントローラ 31 はインバータ 4 に出力する指令値を、エンジンのスロットル開度、燃料噴射量を制御しているエンジンコントローラ 32 と通信もしくはダイレクトメモリアクセス等で共有することにより、永久磁石形同期回転電機 2 とエンジン 1 との協調制御を行っている。

40

【0033】

次にコントローラ 31 内で行われている制御について説明する。

【0034】

図 5 は図 1 の回転電機の制御ブロック図を示したものである。

【0035】

まず、エンジンコントローラ（図 4 内の 32）及び単独に設置しているセンサからの情報（バッテリー残量、運転モード、スロットル開度 etc）、および永久磁石形同期回転電機 2 の

50



回転数を基に、運転判断部 201 が永久磁石形同期回転電機 2 の運転動作を判断して電流指令値を出力する。運転判断部 201 から出力された電流指令値は、PID 補償ブロック 202 を通り、現在の永久磁石形同期回転電機 2 の電流値との差分に対して非干渉制御等を行っている電流制御ブロック 203 に入力する。

#### 【0036】

電流制御ブロックからの出力は 3 相の交流に変換され、インバータを介して永久磁石形同期回転電機 2 を制御する。また、永久磁石形同期回転電機 2 の各相の電流（少なくとも 2 相の電流）および回転数（エンジン回転数でもよい。また変速機がある場合にはエンジン回転数の通倍した値を用いても良い。）を検出し、各相の電流は 2 軸変換ブロック 205 で、2 軸電流に変換し、電流指令値にフィードバックしている。また、回転数は運転判断部 201 に入力され、運転判断の判断情報となる。

10

#### 【0037】

図 7 は本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す。

#### 【0038】

前記図 2 に示した第 2 回転子のネジ部 23 をなくし、回転角 分可変できる機構を設けたことを特徴とする永久磁石形同期回転電機である。

#### 【0039】

図 8 は図 7 の回転電機の回転子概略図を示す。

#### 【0040】

前記図 2 に示した第 2 回転子のネジ部分の代わりに、シャフト 22 に歯車のように凹凸を設けて、第 2 回転子 20B の内径側にはシャフトが挿入できるように凸凹を設ける。ただし、シャフト 22 を第 2 回転子 20B の内径側に挿入したときには、かみ合う歯の幅より溝の幅を大きくして所定の回転角 分可変できるようにする。さらに、かみ合う歯と溝の間にはスプリング 26 とダンパー 27 を設けることで、急な衝突を和らげる効果がある。

20

#### 【0041】

図 9 は本発明の他の実施形態をなす回転電機とエンジンとのレイアウト図を示す（横置きタイプ）。エンジン 1 と永久磁石形同期回転電機 2 はクランクプリー 6 と永久磁石形同期回転電機 2 のシャフトに結合されたプリー 8 の間を金属ベルト 7 で連結されている。クランクプリー 6 とプリー 8 とを連結するものは金属ベルトでなくチェーンや歯付ベルトであっても良い。または、クランクプリー 6 とプリー 8 の代わりにギアを介して連結されても良い。

30

#### 【0042】

図 9 のような構成にすることでの利点はエンジン 1 と永久磁石形同期回転電機 2 との間に介在するクランクプリー 6、金属ベルト 7、プリー 8 によって、エンジン 1 と永久磁石形同期回転電機 2 の間にある速比をもった変速機構を有することである。例えばクランクプリー 6 とプリー 8 の半径比を 2 : 1 とすることで、永久磁石形同期回転電機 2 はエンジン 1 の 2 倍の速度で回転することになる。これに伴い、エンジン 1 の始動時においては、永久磁石形同期回転電機 2 はエンジン 1 始動時に必要なトルクの 1 / 2 を発生すればよい。そのため、永久磁石形同期回転電機 2 は小形にすることができる。その他の電氣的な接続、役割は図 5 で述べた通りである。

40

#### 【0043】

以上の本発明の説明では、4 極機を対象に述べたが、2 極機、又は、6 極機以上に適用出来る事は言うまでもない。一例として、図 10 には本発明を 8 極機に適用した場合の永久磁石形同期回転電機の回転子概略図を示す。また、回転子においては埋め込み磁石形でも、表面磁石形でも適用出来る事は言うまでもない。

#### 【0044】

#### 【発明の効果】

本発明の永久磁石形同期回転電機は第 1 界磁用磁石と第 2 界磁用磁石に分割した回転子を同一軸上に配置したトルク方向により第 1 と第 2 の界磁用磁石の磁極中心を変化させる

50

という構成により、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を可変出来るという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施形態をなす回転電機とエンジンとのレイアウト図を示す(直結)。

【図 2】図 1 の回転電機の回転子同磁極中心がずれた場合概略を示す。

【図 3】図 1 の回転電機の回転子同磁極中心が揃った場合概略を示す。

【図 4】図 1 の回転電機の電源系統図を示す。

【図 5】図 1 の回転電機の制御ブロック図を示す。

【図 6】図 1 の回転電機の回転角速度に対する諸特性を示す。

【図 7】本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す。

【図 8】図 7 の回転電機の回転子概略図を示す。

【図 9】本発明の他の実施形態をなす回転電機とエンジンとのレイアウト図を示す(横置き)。

【図 10】本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子概略図を示す(8極機に適用した場合)。

【符号の説明】

1 ...エンジン、2 ...回転電機、3 ...トランスミッション、4 ...インバータ、5 ...バッテリー、10 ...固定子鉄心、11 ...電機子巻線、12 ...冷却水流路、13 ...ハウジング、20 ...回転子、20A ...第1回転子、20B ...第2回転子、21 ...永久磁石、21A ...第1回転子永久磁石、21B ...第2回転子永久磁石、22 ...シャフト、23 ...ネジ、24 ...ストッパ、25 ...ストッパ駆動用アクチュエータ、26 ...スプリング、27 ...ダンパー、31 ...モータコントローラ、32 ...エンジンコントローラ、201 ...運転判断部、202 ...PI補償、203 ...電流制御、204 ...3相変換、205 ...2軸変換。

【図 1】

【図 2】

図 1

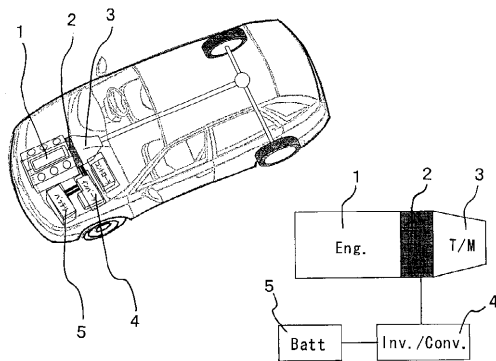
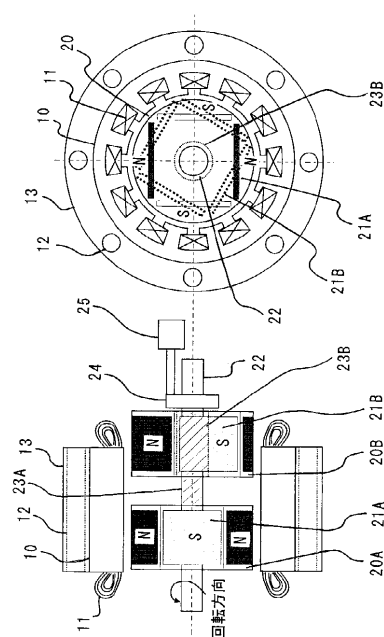
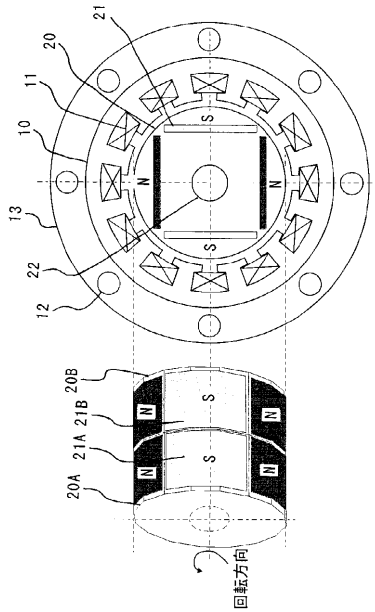


図 2



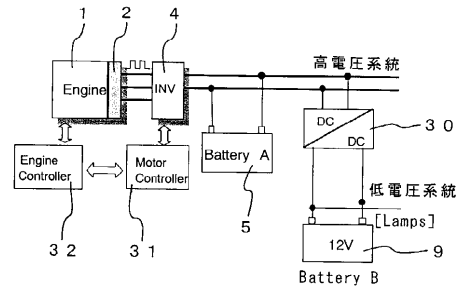
【図 3】

図 3



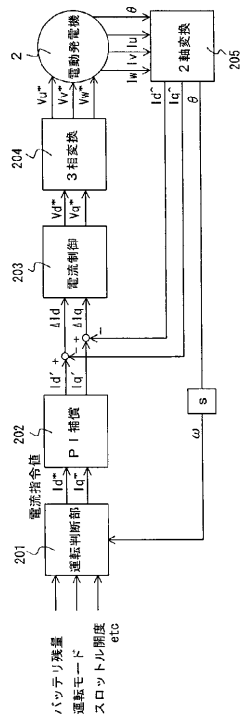
【図 4】

図 4



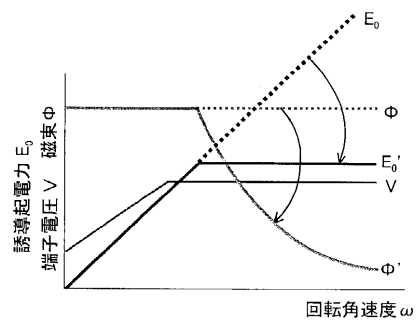
【図 5】

図 5

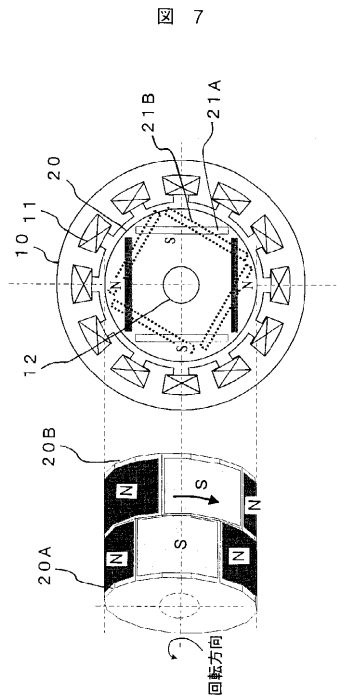


【図 6】

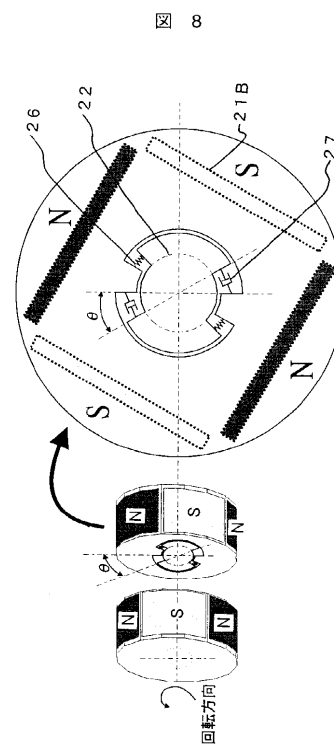
図 6



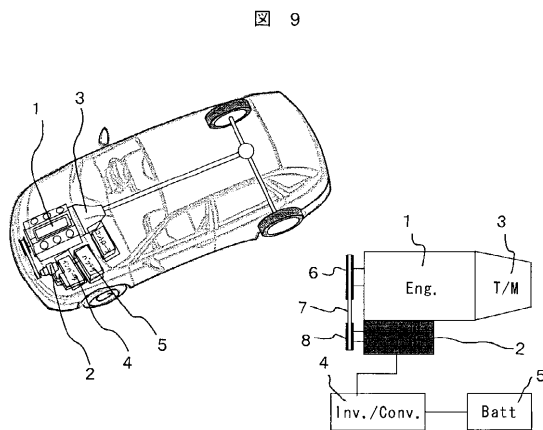
【図 7】



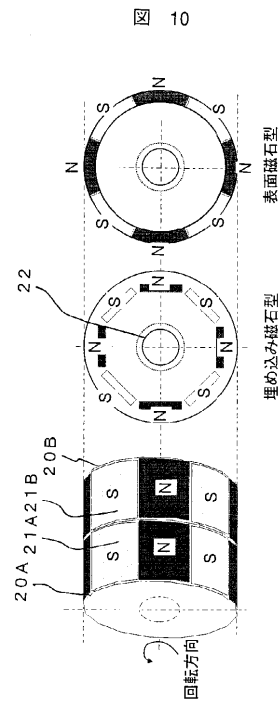
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

B 6 0 K 6/04 7 3 0

B 6 0 L 11/14 Z H V

H 0 2 K 16/02

(72)発明者 田原 和雄

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

(72)発明者 安嶋 耕

茨城県ひたちなか市高場2 4 7 7 番地

株式会社 日立カーエンジニアリング内

(72)発明者 植田 光城

茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地  
ブ内

株式会社 日立製作所 自動車機器グルー

(72)発明者 印南 敏之

茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地  
ブ内

株式会社 日立製作所 自動車機器グルー

(72)発明者 日野 徳昭

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

(72)発明者 宮崎 泰三

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

(72)発明者 羽二生 倫之

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社 日立製作所 日立研究所内

(72)発明者 大野 耕作

茨城県土浦市神立町5 0 2 番地

株式会社 日立製作所 機械研究所内

審査官 片岡 弘之

(56)参考文献 特開平07-298696(JP,A)

特開平11-046471(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 1/00 - 3/12

B60L 7/00 -13/00

B60L 15/00 -15/42

B60K 6/00 - 6/06

H02K 1/27

H02K 16/02