

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4351792号  
(P4351792)

(45) 発行日 平成21年10月28日(2009.10.28)

(24) 登録日 平成21年7月31日(2009.7.31)

(51) Int.Cl.

F02N 11/04 (2006.01)  
H02K 21/16 (2006.01)

F 1

F02N 11/04  
H02K 21/16  
H02K 21/16A  
G  
M

請求項の数 2 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-208356 (P2000-208356)  
 (22) 出願日 平成12年7月10日 (2000.7.10)  
 (65) 公開番号 特開2002-21687 (P2002-21687A)  
 (43) 公開日 平成14年1月23日 (2002.1.23)  
 審査請求日 平成19年7月4日 (2007.7.4)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100071135  
 弁理士 佐藤 強  
 (72) 発明者 岡田 恒一  
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地  
 株式会社東芝生産技術センター内  
 (72) 発明者 平田 雅己  
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地  
 株式会社東芝生産技術センター内  
 (72) 発明者 篠原 剛  
 神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地  
 株式会社東芝生産技術センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】スタータを兼用したオルタネータ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

エンジンの駆動軸に直結または連結された回転軸を有し且つ永久磁石を有するロータと、ステータコア及びこのステータコアに巻回されたステータコイルからなるステータとを備え、前記エンジンを始動させるときは電動機として動作すると共に、前記エンジンが始動した後は発電機として動作する永久磁石型電動機から構成されたスタータを兼用したオルタネータにおいて、

前記ロータと前記ステータとの軸方向の位置関係が変化する機構を備え、

前記機構は、無通電時及び前記発電機として動作されるときは、前記ロータと前記ステータの対向する面積が減少する位置に前記ロータ及び前記ステータが位置するように付勢する手段を有し、前記電動機として動作させるために通電したときは、前記ロータと前記ステータの間の磁気吸引力により前記ロータと前記ステータの対向する面積がほぼ最大となる位置に前記ロータ及び前記ステータが位置するように構成されていることを特徴とするスタータを兼用したオルタネータ。

## 【請求項2】

前記ロータを、磁性体及びこの磁性体の内部に埋め込んだ永久磁石から構成したことを特徴とする請求項1記載のスタータを兼用したオルタネータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジンを始動させる電動機としての機能と、エンジンが始動した後は発電機として動作する機能とを備えたスタータを兼用したオルタネータに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

自動車には、エンジンを始動させるスタータと、エンジンにより回転駆動されて発電するオルタネータとが設けられており、これらスタータとオルタネータは別部品であった。そして、従来より、スタータ及びオルタネータとしては、それぞれブラシ付き直流電動機が使用されていた。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

10

しかし、上記従来構成の場合、スタータとオルタネータが別部品であるので、部品点数が多くなり、組立てに手間がかかり、構成が複雑になるという問題点があった。

#### 【0004】

この問題点を解消する構成として、エンジンのスタータとして用いる電動機を、エンジンのオルタネータとして兼用させる構成が考えられる。この構成の場合、スタータ用の電動機は、エンジンを始動させるために必要な大きなトルクを発生させる特性を有する必要がある。このような特性の電動機を、エンジンのオルタネータ（発電機）として高速回転領域で動作させると、該電動機の発電（誘起）電圧がかなり高くなってしまう。

#### 【0005】

そして、オルタネータ、即ち、電動機の誘起電圧が高くなると、電動機の駆動回路に使用するスイッチング素子として、耐圧の高い高価なものを使用しなければならず、製造コストが高くなるおそれがあった。また、自動車に搭載されているバッテリの電圧は、12V、24Vまたは36V程度の低い電圧であるため、上記誘起電圧が高いオルタネータによって上記バッテリを充電しようとすると、降圧回路が必要になる。

20

#### 【0006】

そこで、本発明の目的は、エンジンのスタータとして用いる電動機をエンジンのオルタネータとして兼用させる構成としながら、電動機をオルタネータとして高速回転領域にて動作させると誘起電圧が高くなることを防止できるスタータを兼用したオルタネータを提供するにある。

#### 【0007】

30

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のスタータを兼用したオルタネータは、エンジンの駆動軸に直結または連結された回転軸を有し且つ永久磁石を有するロータと、ステータコア及びこのステータコアに巻回されたステータコイルからなるステータとを備え、前記エンジンを始動させるときは電動機として動作すると共に、前記エンジンが始動した後は発電機として動作する永久磁石型電動機から構成されたものにおいて、前記ロータと前記ステータとの軸方向の位置関係が変化する機構を備え、前記機構は、無通電時及び前記発電機として動作されるときは、前記ロータと前記ステータの対向する面積が減少する位置に前記ロータ及び前記ステータが位置するように付勢する手段を有し、前記電動機として動作させるために通電したときは、前記ロータと前記ステータの間の磁気吸引力により前記ロータと前記ステータの対向する面積がほぼ最大となる位置に前記ロータ及び前記ステータが位置するように構成されているところに特徴を有する。

40

#### 【0008】

上記構成によれば、永久磁石型電動機をエンジンのスタータ及びオルタネータとして兼用する構成となる。そして、永久磁石型電動機をオルタネータ（発電機）として所定の回転速度領域にて動作させるときには、ロータとステータとの間の界磁磁束が減少されるので、永久磁石型電動機の誘起電圧が高くならない。

#### 【0011】

この構成の場合、前記ロータを、磁性体及びこの磁性体の内部に埋め込んだ永久磁石から構成することがより一層好ましい。

50

**【0012】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明を自動車に適用した第1の実施例について、図1ないし図3を参照しながら説明する。まず、自動車の全体構成を概略的に示す図3において、車両である自動車1には、エンジン2が搭載されている。このエンジン2は、変速機3及び差動ギヤ4を介して後側ホイール5, 5の車軸6, 6を駆動するように構成されている。尚、自動車1の前側ホイール7, 7の車軸8, 8は非駆動である。

**【0013】**

また、自動車1には、エンジン2のスタータを兼用したオルタネータを構成する永久磁石型同期電動機9が搭載されている。この永久磁石型同期電動機9は、図1及び図2に示すように、複数相例えば3相のステータコイル9U, 9Vおよび9Wを有するステータ9aと、永久磁石形のロータ9bとを備えている。このロータ9bは、磁性体からなるロータヨーク9cの内部に永久磁石9dを埋め込んで構成されている。

10

**【0014】**

そして、上記永久磁石型同期電動機9のロータ9bの回転軸9eは、エンジン2の駆動軸(即ち、出力軸)に直結または連結されている。これにより、永久磁石型同期電動機9は、エンジン2を始動させるスタータ(電動機)を構成していると共に、エンジン2が始動した後はオルタネータ(発電機)として動作するように構成されている。即ち、上記永久磁石型同期電動機9がエンジン2のスタータを兼用したオルタネータを構成している。

20

**【0015】**

更に、自動車1には、図3に示すように、鉛蓄電池等からなる充電可能なバッテリ10が搭載されている。このバッテリ10と永久磁石型同期電動機9との間で、後述する制御装置11を介して電力の授受が行なわれるように構成されている。

**【0016】**

さて、上記制御装置11の具体的構成について、図1を参照しながら説明する。上記永久磁石型同期電動機9の駆動回路としてのインバータ回路12は、6個のスイッチング素子たるNPN形のトランジスタ13U, 13V, 13Wおよび14U, 14V, 14Wを3相ブリッジ接続して構成されたものであり、夫々のコレクタ、エミッタ間にには、フライホイールダイオード15U, 15V, 15Wおよび16U, 16V, 16Wが接続されており、以て、3つのアーム17U, 17Vおよび17Wを有している。尚、スイッチング素子は、トランジスタに限られるものではなく、MOS-FETやIGBTなど状況に応じて適宜な素子が用いられる。

30

**【0017】**

そして、このインバータ回路12の入力端子18, 19は直流母線20, 21に接続され、出力端子22U, 22V, 22Wは永久磁石型同期電動機9のステータコイル9U, 9Vおよび9Wの各一端子に接続されている。尚、ステータコイル9U, 9Vおよび9Wの其他端子は共通に接続されている。また、直流母線21はバッテリ10の負端子に接続されるとともに、直流母線20, 21間にはコンデンサ23が接続されている。

**【0018】**

また、チョッパ回路24は、例えは2つのスイッチング素子(3つ以上の複数でも可)としてのNPN形のトランジスタ25, 26およびダイオード27, 28を有して構成されている。上記チョッパ回路24のトランジスタ25のコレクタは直流母線20に接続され、エミッタはトランジスタ26のコレクタに接続されている。チョッパ回路24のトランジスタ26のエミッタは、直流母線21に接続されている。トランジスタ25, 26の夫々のコレクタ、エミッタ間にには、ダイオード27, 28が接続されている。そして、チョッパ回路24の中性点は、リアクトル29を介してバッテリ10の正端子に接続されている。この場合、上記リアクトル29は、コアにコイルを巻装して構成されている。

40

**【0019】**

更に、バッテリ電圧検出器30は、バッテリ10に並列に接続されていて、バッテリ10の端子間電圧を検出するように構成されている。主回路電圧検出器31は、コンデンサ2

50

3に並列に接続されていて、コンデンサ23の端子間電圧（主回路電圧）を検出するようになっている。そして、位置検出器32は、永久磁石型同期電動機9に配設されていて、永久磁石型同期電動機9のロータの位置を検出するレゾルバから構成されている。

#### 【0020】

さて、マイクロコンピュータ等から構成された制御回路33の各入力ポートには、バッテリ電圧検出器30、主回路電圧検出器31および位置検出器32の各出力端子が接続されている。上記制御回路33の各出力ポートは、フォトカプラ式のベースドライブ回路34、35の各入力端子に接続されている。尚、上記制御回路33の制御動作については、後述する。そして、ベースドライブ回路34の各出力端子は、インバータ回路12のトランジスタ13Uないし13Wおよび14Uないし14Wのベースに夫々接続され、ベースドライブ回路35の各出力端子は、チョッパ回路24のトランジスタ25、26のベースに夫々接続されている。10

#### 【0021】

次に、本実施例の作用について説明する。まず、永久磁石型同期電動機9をスター（電動機）として動作させる場合について述べる。

#### 【0022】

制御回路33は、バッテリ電圧検出器30が検出するバッテリ10の端子間電圧が定格電圧であるときには、チョッパ回路24を非動作状態とする。これにより、バッテリ10の直流電圧はリアクトル29およびダイオード27を介してコンデンサ23に印加され、コンデンサ23はインバータ回路12の入力電圧に適した電圧に充電される。また、制御回路33は、バッテリ電圧検出器30が検出するバッテリ10の端子間電圧が定格電圧より低いときには、ベースドライブ回路35のベースにPWM信号を与えることによりチョッパ回路24の負側のトランジスタ26にベース信号を与えるようになり、トランジスタ26はPWM信号のデューティに応じてオンオフされる。20

#### 【0023】

チョッパ回路24において、トランジスタ26がオンされると、リアクトル29およびランジスタ26の経路でバッテリ10からリアクトル29に電流が流れ、次に、トランジスタ26がオフされると、リアクトル29に蓄積されたエネルギーがダイオード27を介して放出され、以て、昇圧された電圧がコンデンサ23に印加される。

#### 【0024】

この場合、電圧の昇圧率は、PWM信号のデューティで決定されるものであり、PWM信号のデューティが大になるほど昇圧率も大になる。制御回路33は、バッテリ10の端子間電圧に応じてPWM信号のデューティを決定するようになっており、これによりコンデンサ23はインバータ回路12の入力電圧に適した電圧に充電される。このように、チョッパ回路24とリアクトル29とは、このときには昇圧チョッパとして動作するのである。30

#### 【0025】

さて、制御回路33にスター信号が与えられると、制御回路33は、位置検出器32からの位置検出信号に基づいて通電タイミング信号を生成してベース駆動回路34に与え、ベース駆動回路34はこれに応じてインバータ回路12のトランジスタ13Uないし13Wおよび14Uないし14Wのベースに順次ベース信号を与えるようになり、トランジスタ13Uないし13Wおよび14Uないし14Wが順次オンオフされる。40

#### 【0026】

これにより、永久磁石型同期電動機9のステータコイル9Uないし9Wにロータ9bの位置に応じた交流電流が流れ、ロータ9bが回転を始める。永久磁石型同期電動機9が始まると、そのシャフトに連結されたエンジン2の出力軸が回転駆動され、エンジン2が始まると、このシャフトに連結されたエンジン2の出力軸が回転駆動され、エンジン2が始まると、このときには、永久磁石型同期電動機9は、エンジン2のスターとして機能するのである。

#### 【0027】

本実施例の永久磁石型同期電動機9においては、図2に示すように、ロータ9bの永久磁

10

20

30

40

50

石 9 d が d 軸方向にあり、永久磁石 9 d の透磁率が空気とほぼ同じために（ギャップがあるのと同じために）、q 軸方向に比べて d 軸方向には磁束が通り難い構造となっている（尚、d 軸は永久磁石の界磁方向であり、q 軸は d 軸に直交する方向である）。このため、ロータ 9 b としては、凸極機構と同様な構造となり、リラクタンスモータと同様にリラクタンストルクを発生する。この永久磁石型同期電動機 9 のトルク T は、次の式で表わされる。

#### 【 0 0 2 8 】

$$T = P ( i_q + ( L_d - L_q ) i_d i_q ) \quad ( 1 )$$

ただし、P は極数、L は永久磁石磁束、L d は d 軸インダクタンス、L q は q 軸インダクタンス、i d は d 軸電流、i q は q 軸電流である。

10

#### 【 0 0 2 9 】

上記式 (1) において、かっこ内の第 1 項は、永久磁石磁束と q 軸電流によるトルクであり、第 2 項はリラクタンストルクを表わしている。第 1 項のトルクと、第 2 項のリラクタンストルクを加え合わせれば、電動機の発生するトルクを大きくすることができる。即ち、同じトルクの電動機であれば、小形化したり、使用する永久磁石の量を減らすことができる。そして、リラクタンストルクを発生させるためには、通常の q 軸電流の他に、界磁方向の電流、即ち、d 軸電流を流すように制御する。

#### 【 0 0 3 0 】

このように、永久磁石 9 d をロータ 9 b のロータヨーク 9 c 内に埋め込んだ永久磁石型同期電動機 9 は、リラクタンストルクを発生できるため、エンジン 2 のスタータとして大トルクを発生させることができ、自動車に搭載する電動機として非常に好ましい。また、高速回転中に永久磁石 9 d が飛散することができないため、この点でも、自動車に搭載する電動機として非常に好ましい。

20

#### 【 0 0 3 1 】

次に、上記永久磁石型同期電動機 9 を発電機（オルタネータ）として動作させる場合について説明する。

#### 【 0 0 3 2 】

制御回路 3 3 は、エンジンが始動したときには、インバータ回路 1 2 のトランジスタ 1 3 U ないし 1 3 W および 1 4 U ないし 1 4 W のベースに対するベース信号の供給を停止して、これらを全てオフさせ、以て、インバータ回路 1 2 を非動作状態にする。そして、エンジン 2 が始動されると、今度は、永久磁石型同期電動機 9 のシャフト即ちロータがエンジン 2 の出力軸によって回転駆動されて、ステータコイル 9 U ないし 9 W に電圧が誘起され、この誘起された交流電圧は、インバータ回路 1 2 のフライホイールダイオード 1 5 U ないし 1 5 W および 1 6 U ないし 1 6 W が全波整流回路として機能することにより直流電圧に変換されてコンデンサ 2 3 に印加される。即ち、このときには、永久磁石型同期電動機 9 は、発電機として機能するのである。

30

#### 【 0 0 3 3 】

ところで、エンジン 2 の出力軸の回転速度は、自動車のアクセルの踏込み度合に応じて高低変化するものである。従って、エンジン 2 の出力軸の回転速度に応じて永久磁石型同期電動機 9 のステータコイル 9 U ないし 9 W に誘起される電圧（発電電圧）も高低変化するものであり、コンデンサ 2 3 に印加される直流電圧も高低変化する。

40

#### 【 0 0 3 4 】

この場合、エンジン 2 が始動された後は、その出力軸の回転速度は、アイドル回転数から数千 rpm の所定の回転速度領域である高速回転領域（例えば 7 0 0 0 ~ 8 0 0 0 rpm）まで変化する。これに対して、エンジン 2 を始動させる場合、スタータである永久磁石型同期電動機 9 を低速、例えば 5 0 0 ~ 1 0 0 0 rpm 程度で回転させる。従って、発電機としての永久磁石型同期電動機 9 に誘起される電圧の大きさは、スタータとして永久磁石型同期電動機 9 に印加する電圧の大きさの約 10 倍程度となり、かなりの高電圧となる。そして、このような高電圧が発生するまにすると、永久磁石型同期電動機 9 の駆動回路であるインバータ回路 1 2 を構成するトランジスタ 1 3 U, 1 3 V, 1 3 W, 1 4 U,

50

14V, 14Wとして、耐圧の高いものを使用しなければならなくなり、製造コストが高くなる。

#### 【0035】

そこで、本実施例においては、制御回路33によって、永久磁石型同期電動機9を発電機として高速回転領域にて動作させるときには、永久磁石型同期電動機9に対して弱め界磁制御を実行するように構成されている。これにより、ロータ9bとステータ9aとの間の界磁磁束が減少し、永久磁石型同期電動機9に誘起される電圧の大きさが小さくなるようになっている。この場合、制御回路33が本発明の磁束減少手段を構成している。上記弱め界磁制御としては、周知の制御を適宜用いるように構成すれば良い。

#### 【0036】

本実施例の永久磁石型同期電動機9は、前述したように、リラクタンストルクを発生する電動機であるから、このリラクタンストルクを利用することにより、永久磁石の磁束量を減らすことができ、電動機の誘起電圧を下げることができる。即ち、リラクタンストルクを発生させるために、通常のq軸電流の他に、界磁方向の電流であるd軸電流を、界磁磁束を減らす方向に流すように制御（弱め界磁制御）すれば良い。本実施例の場合、永久磁石型同期電動機9を発電機として動作させているときにおいて、高速回転領域にて動作させているときに、制御回路33によって上記弱め界磁制御を実行するように構成されている。

10

#### 【0037】

これにより、本実施例では、発電機である永久磁石型同期電動機9が発生する電圧が低くなるから、永久磁石型同期電動機9の駆動回路であるインバータ回路12を構成するトランジスタ13U, 13V, 13W, 14U, 14V, 14Wとして、耐圧の高いものを使用しなくても済み、製造コストを低減できる。

20

#### 【0038】

また、本実施例においては、永久磁石型同期電動機9を発電機として動作させる場合、次に述べる電圧制御動作、即ち、チョッパ回路24により、コンデンサ23の端子間電圧を降圧したり、昇圧したりしてバッテリ10に印加する電圧制御動作も適宜実行されている。

#### 【0039】

具体的には、制御回路33は、主回路電圧検出器31が検出するコンデンサ23の端子間電圧（主回路電圧）がバッテリ10の定格電圧より高いときには（永久磁石型同期電動機9の発電電圧が高いときには）、ベースドライブ回路35にPWM信号を与えることによりチョッパ回路24の正側のトランジスタ25のベースにベース信号を与えるようになり、トランジスタ25はPWM信号のデューティに応じてオンオフされる。

30

#### 【0040】

チョッパ回路24において、トランジスタ25がオンされると、コンデンサ23の端子間電圧は、トランジスタ25のオン期間だけリアクトル29を介してバッテリ10に印加されるので、結果として、バッテリ10にはコンデンサ23の端子間電圧が降圧されて印加されるようになる。この場合、電圧の降圧率は、PWM信号のデューティで決定されるものであり、PWM信号のデューティが小になるほど降圧率が大になる。制御回路33は、コンデンサ23の端子間電圧に応じてPWM信号のデューティを決定するように構成されており、これによりバッテリ10は適正な電圧で充電されるようになる。このように、チョッパ回路24とリアクトル29とは、このときには降圧チョッパとして動作するように構成されている。

40

#### 【0041】

一方、制御回路33は、主回路電圧検出器31が検出するコンデンサ23の端子間電圧（主回路電圧）がバッテリ10の定格電圧より低いときには（永久磁石型同期電動機9の発電電圧が低いときには）、チョッパ回路24を非動作状態とする。ここで、チョッパ回路24を非動作状態にするとは、トランジスタ25, 26にオンオフの繰返し動作を行わせないということで、ここでは、トランジスタ25をオン状態にする。

50

**【 0 0 4 2 】**

更に、制御回路 3 3 は、ベースドライブ回路 3 4 に PWM 信号を与えることによりインバータ回路 1 2 の負側のトランジスタ 1 4 U ないし 1 4 W のベースにベース信号を与えるようになり、トランジスタ 1 4 U ないし 1 4 W は PWM 信号のデューティに応じてオンオフされる。この場合、インバータ回路 1 2 においては、永久磁石型同期電動機 9 のステータコイル 9 U から電流が流出するパターンのときには、トランジスタ 1 4 U がオンオフされ、ステータコイル 9 V から電流が流出するパターンのときには、トランジスタ 1 4 V がオンオフされ、ステータコイル 9 W から電流が流出するパターンのときには、トランジスタ 1 4 W がオンオフされる。

**【 0 0 4 3 】**

インバータ回路 1 2 において、例えばトランジスタ 1 4 U がオンされると、ステータコイル 9 U とステータコイル 9 V 若しくは 9 W とに誘起される電圧によって、ステータコイル 9 U とトランジスタ 1 4 U とフリーホイールダイオード 1 6 V 若しくは 1 6 W とステータコイル 9 V 若しくは 9 W との経路で循環電流が流れ、ステータコイル 9 U とステータコイル 9 V 若しくは 9 W とにエネルギーが蓄積され、次に、トランジスタ 1 4 U がオフされると、ステータコイル 9 U とステータコイル 9 V 若しくは 9 W とに蓄積されたエネルギーがフリーhoiellダイオード 1 5 U を介して放出され、以て、昇圧された電圧がコンデンサ 2 3 に印加される。この場合、電圧の昇圧率は、PWM 信号のデューティで決定されるものであり、PWM 信号のデューティが大になるほど昇圧率も大になる。制御回路 3 3 は、バッテリ 1 0 の端子間電圧に応じて PWM 信号のデューティを決定するように構成されている。これにより、コンデンサ 2 3 はバッテリ 1 0 の充電に適した電圧になるように充電される。

**【 0 0 4 4 】**

また、インバータ回路 1 2 のトランジスタ 1 4 V および 1 4 W がオンオフされることによる昇圧の原理は、上述したトランジスタ 1 4 U のオンオフのときと同様であり、従って、このときには、インバータ回路 1 2 は、ステータコイル 9 U ないし 9 W をリアクトルとする昇圧チョッパとして機能するようになる。尚、このように昇圧チョッパとして機能する場合は、エンジン 2 の回転速度が低く、永久磁石型同期電動機 9 の発電電圧が低い場合である。

**【 0 0 4 5 】**

このような構成の本実施例によれば、永久磁石型同期電動機 9 の回転軸 9 e をエンジン 2 の出力軸に直結して、この永久磁石型同期電動機 9 を、エンジン 2 の始動時にはエンジン 2 を駆動するスタータとして動作させ、エンジン 2 の始動後はエンジン 2 により駆動されてバッテリ 1 0 を充電するための発電機（オルタネータ）として動作させるように構成した。これによって、1つの永久磁石型同期電動機 9 を、エンジン 2 のスタータとバッテリ 1 0 の充電用の発電機として兼用させる構成、即ち、スタータを兼用したオルタネータとしたので、スタータと発電機の2つを搭載する従来構成に比べて、自動車 1 の搭載スペースを小さくすることができる。そして、エンジン 2 の出力軸と永久磁石型同期電動機 9 のシャフトとの間に、従来のようなクラッチを設ける必要もなくなるので、自動車 1 の搭載スペースをより一層小さくすることができる。

**【 0 0 4 6 】**

更に、上記実施例では、制御回路 3 3 によって、永久磁石型電動機 9 をオルタネータ（発電機）として高速回転領域にて動作させるときには、弱め界磁制御を実行することにより、ロータ 9 b とステータ 9 a との間の界磁磁束を減少させるように制御した。これにより、発電機として高速回転領域にて動作させるときに、永久磁石型電動機 9 の誘起電圧が高くなることを防止できる。この結果、永久磁石型同期電動機 9 の駆動回路であるインバータ回路 1 2 を構成するトランジスタ 1 3 U , 1 3 V , 1 3 W , 1 4 U , 1 4 V , 1 4 W として、耐圧の高いものを使用しなくても済むことから、製造コストを低減することができる。

**【 0 0 4 7 】**

10

20

30

40

50

また、上記実施例の場合、永久磁石型電動機 9 のロータ 9 b を、磁性体からなるロータヨーク 9 c と、このロータヨーク 9 c の内部に埋め込んだ永久磁石 9 d とから構成したので、永久磁石型同期電動機 9 はリラクタンストルクを発生できる構成となり、エンジン 2 のスタータとして大トルクを発生させることができる。また、永久磁石型同期電動機 9 を高速回転させたときに、ロータ 9 b から永久磁石 9 d が飛散する事がなくなるため、この点でも、自動車に搭載する電動機として非常に好ましい構成となる。

#### 【 0 0 4 8 】

図 4 は、本発明の第 2 の実施例を示すものである。尚、第 1 の実施例と同一部分には、同一符号を付している。この第 2 の実施例では、図 4 に示すように、永久磁石型同期電動機 9 のロータ 3 6 を、磁性体からなるロータヨーク 3 7 と、このロータヨーク 3 7 の内部に埋め込まれた永久磁石 3 8 とから構成すると共に、ロータヨーク 3 7 の内部に永久磁石 3 8 の界磁方向磁気抵抗を大きくする空隙部 3 7 a を設けたものである。これ以外の構成は、第 1 の実施例と同じ構成となっている。

#### 【 0 0 4 9 】

従って、上記第 2 の実施例においても、第 1 の実施例とほぼ同様な作用効果を得ることができる。特に、第 2 の実施例によれば、ロータヨーク 3 7 の内部に永久磁石 3 8 の界磁方向磁気抵抗を大きくする空隙部 3 7 a を設けたので、リラクタンストルクをより一層利用することができ、エンジン 2 の始動するときのトルクを大きくすることができる。また、永久磁石の磁束量を減らすことができるから、誘起電圧を低下させることができる。

#### 【 0 0 5 0 】

図 5 は、本発明の第 3 の実施例を示すものである。尚、第 1 の実施例と同一部分には、同一符号を付している。この第 3 の実施例では、図 5 に示すように、永久磁石型同期電動機 9 のロータ 3 9 を、磁性体からなるロータヨーク 4 0 と、このロータヨーク 4 0 の外周部に配設された永久磁石 4 1 とから構成したものである。即ち、第 3 の実施例の永久磁石型同期電動機 9 は、リラクタンストルクを発生しない通常の永久磁石型同期電動機である。これ以外の構成は、第 1 の実施例と同じ構成となっている。

#### 【 0 0 5 1 】

従って、上記第 3 の実施例においても、第 1 の実施例とほぼ同様な作用効果を得ることができる。尚、第 3 の実施例の場合、リラクタンストルクを発生しない通常の永久磁石型同期電動機 9 を、発電機として高速回転領域にて動作させるときに、周知の弱め界磁制御を実行することにより、ロータ 3 9 とステータ 9 a との間の界磁磁束を減少させるように構成されている。

#### 【 0 0 5 2 】

図 6 及び図 7 は、本発明の第 4 の実施例を示すものである。尚、第 1 の実施例と同一部分には、同一符号を付している。この第 4 の実施例では、図 6 及び図 7 に示すように、永久磁石型同期電動機 4 2 のステータ 9 a を、ロータ 9 b に対して回軸方向に移動可能に設けたものである。

#### 【 0 0 5 3 】

具体的には、永久磁石型同期電動機 4 2 のハウジング 4 3 は、ほぼカップ状のモータフレーム 4 4 と、このモータフレーム 4 4 の開口部を閉塞する軸受ブラケット 4 5 とから構成されている。モータフレーム 4 4 の底壁部に設けられた軸受 4 6 と、軸受ブラケット 4 5 に設けられた軸受 4 7 とによりロータ 9 b の回軸 9 e が回軸可能に支持されている。モータフレーム 4 4 の内部における周壁部に沿う部位には、ピン 4 8 が配設されており、このピン 4 8 によりステータ 9 a が軸受 4 9 、 4 9 を介して軸方向に移動可能に支持されている。この軸受 4 9 、 4 9 は、リニアボールベアリングまたは滑り軸受等からなる軸受であり、ステータ 9 a に取り付けられている。

#### 【 0 0 5 4 】

そして、ステータ 9 a は、ピン 4 8 に設けられたコイルばね 5 0 により、図 6 中の右方（ロータ 9 b と離れる方向）へ移動するように付勢されている。この図 6 に示す状態では、永久磁石型電動機 4 2 のロータ 9 b とステータ 9 a との間の界磁磁束が減少するように構

10

20

30

40

50

成されている。そして、永久磁石型電動機 4 2 を、通電しないとき、並びに、発電機として動作させるときは、ステータコイル 9 U、9 V、9 W に流れる電流が小さいことから、上記図 6 に示す状態となるように構成されている。これにより、永久磁石型電動機 4 2 を、発電機として動作させるときは、ロータ 9 b とステータ 9 a との間の界磁磁束が減少し、誘起電圧が低下する構成となっている。

#### 【0055】

これに対して、永久磁石型電動機 4 2 を、エンジン 2 のスタータとして用いるときは、ステータコイル 9 U、9 V、9 W に大電流を流すため、ステータ 9 a とロータ 9 b との間に磁気吸引力が作用する。これにより、ステータ 9 a が、コイルばね 5 0 のばね力に抗して、図 6 及び図 7 中の左方（ロータ 9 b と対向する方向）へ移動する。この結果、永久磁石型電動機 4 2 は図 7 に示す状態となり、そのロータ 9 b とステータ 9 a との間の界磁磁束が増大するようになり、トルクが大きくなる構成となっている。10

#### 【0056】

上記第 4 の実施例の場合、永久磁石型電動機 4 2 を発電機として動作させるときに、ステータコイル 9 U、9 V、9 W に流れる電流は、誘起電圧とバッテリ 1 0 の端子間電圧との差の電圧を、永久磁石型電動機 4 2 とバッテリ 1 0 の内部抵抗値で割った値まで流れる。従って、例えば、この電流値が、永久磁石型電動機 4 2 をスタータとして始動させたときにはステータコイル 9 U、9 V、9 W に流れる始動電流よりも小さくなるように、永久磁石型電動機 4 2 を構成すれば良い。20

#### 【0057】

また、永久磁石型電動機 4 2 の駆動回路の電流設定値として、例えば発電機として動作するときの電流設定値を、スタータとして動作するときの電流設定値よりも小さくするように制御する構成としても良い。

#### 【0058】

更に、例えばスタータ特性として、エンジン 2 を瞬時に始動させるために、永久磁石型電動機 4 2 に大きなトルクを発生させる必要があることから、短時間定格ではあるが、永久磁石型電動機 4 2 に大電流を流して大トルクを発生させるように制御する構成としても良い。

#### 【0059】

尚、上述した以外の第 4 の実施例の構成は、第 1 の実施例の構成と同じ構成となっている。従って、第 4 の実施例においても、第 1 の実施例とほぼ同じ作用効果を得ることができる。更に、この第 4 の実施例において、発電機として動作させるときのステータコイル電流を電動機として動作させるときのステータコイル電流よりも小さく設定することにより、確実に発電機として動作させるときは界磁磁束を小さくし、電動機として動作させるときは界磁磁束を大きくなるように切り替えを行うことができる。30

#### 【0060】

また、上記第 4 の実施例では、永久磁石型電動機 4 2 のロータ 9 b として、ロータヨーク 9 c の内部に永久磁石 9 d を埋め込む構成を用いたが、これに限られるものではなく、例えば図 4 に示すようなロータヨークの内部に永久磁石を埋め込むと共に空隙部を設ける構成を用いても良いし、また、図 5 に示すようなロータヨークの外周部に永久磁石を設ける構成を用いても良い。40

#### 【0061】

更に、上記第 4 の実施例においては、ステータ 9 a を移動させるに当たって、コイルバネ 5 0 と磁気吸引力を用いるように構成したが、これに代えて、オイルシリンダやエアシリンダ等のアクチュエータによりステータを移動させるように構成しても良い。また、ステータ 9 b を移動可能なように構成する代わりに、ロータを移動可能なように構成しても良いし、また、ステータとステータを両方とも移動可能なように構成しても良い。

#### 【0062】

#### 【発明の効果】

本発明は、以上の説明から明らかなように、永久磁石型電動機を、発電機として所定の回50

転速度領域にて動作させるとときに、ロータとステータとの間の界磁磁束を減少させる磁束減少手段を備えるように構成したので、エンジンのスタータとして用いる電動機をエンジンの発電機として兼用させる構成としながら、電動機を発電機として高速回転領域にて動作させるとときに誘起電圧が高くなることを防止できるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す電気的構成図

【図2】永久磁石型同期電動機の断面図

【図3】自動車の全体構成を概略的に示す図

【図4】本発明の第2の実施例を示す図2相当図

【図5】本発明の第3の実施例を示す図2相当図

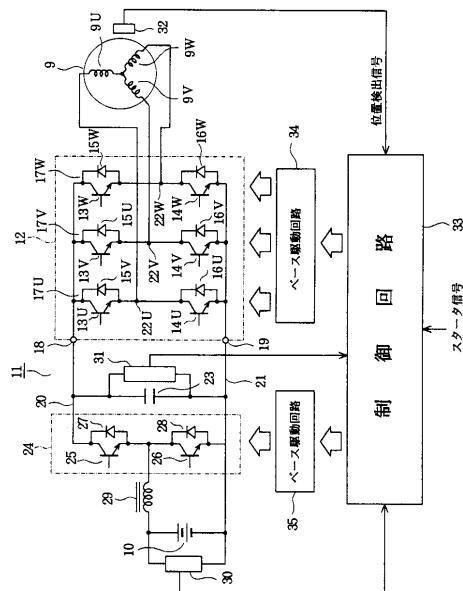
【図6】本発明の第4の実施例を示す永久磁石型同期電動機の縦断側面図

【図7】異なる状態を示す永久磁石型同期電動機の縦断側面図

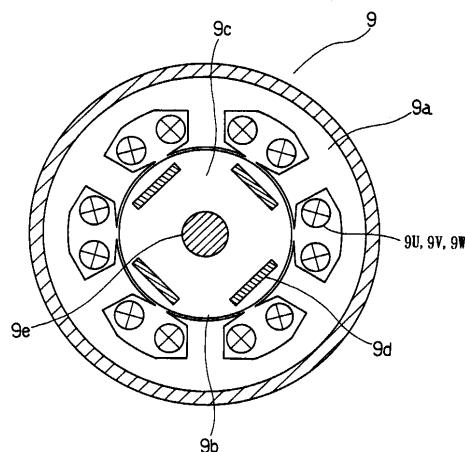
【符号の説明】

1は自動車、2はエンジン、9は永久磁石型同期電動機（スタータを兼用したオルタネータ）、9aはステータ、9bはロータ、9cはロータヨーク、9dは永久磁石、9eは回転軸、10はバッテリ、11は制御装置、12はインバータ回路、13U, 13V, 13Wはトランジスタ、14U, 14V, 14Wはトランジスタ、18、19は入力端子、20、21は直流母線、22U, 22V, 22Wは出力端子、23はコンデンサ、24はチヨップ回路、25、26はトランジスタ、27、28はダイオード、29はリアクトル、30はバッテリ電圧検出器、31は主回路電圧検出器、32は位置検出器、33は制御回路（磁束減少手段）、36はロータ、37はロータヨーク、38は永久磁石、39はロータ、40はロータヨーク、41は永久磁石、42は永久磁石型同期電動機、43はハウジング、44はモータフレーム、45は軸受ブラケット、46、47は軸受、48はピン、49は軸受、50はコイルばねを示す。

【図1】



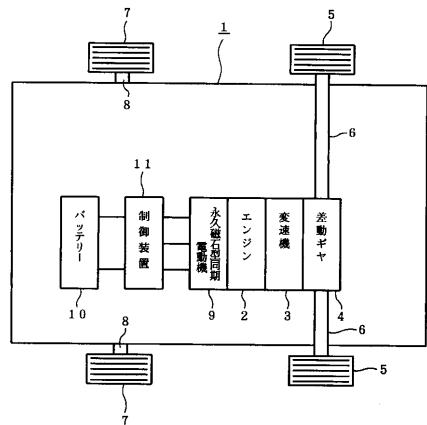
【図2】



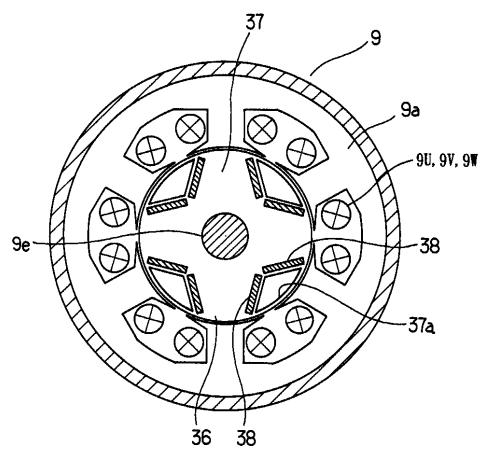
10

20

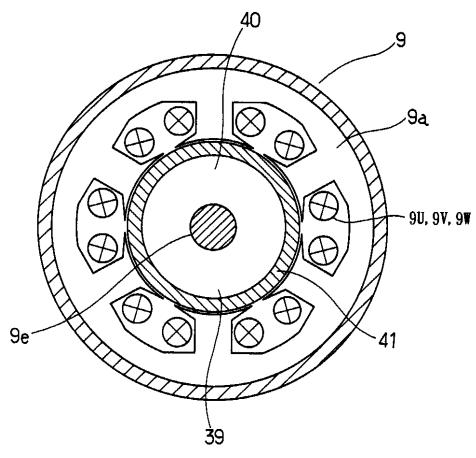
【図3】



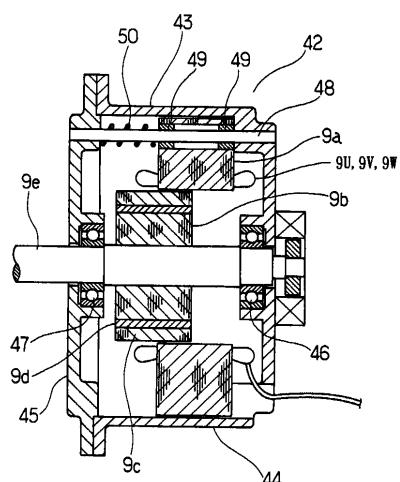
【図4】



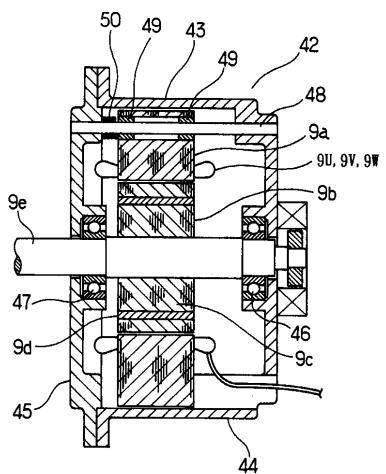
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岸本 功

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72)発明者 長竹 和夫

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

審査官 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開2001-069609 (JP, A)

特開平09-037598 (JP, A)

特開平09-098558 (JP, A)

特開2000-134891 (JP, A)

特開2000-175416 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02N 11/04

H02K 21/00-21/48