

(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2010-200416

(P2010-200416A)

(43) 公開日 平成22年9月9日(2010.9.9)

(51) Int.Cl.  
H02P 29/02 (2006.01)

F I  
H02P 7/00

テーマコード (参考)  
5H501

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2009-39901 (P2009-39901)  
(22) 出願日 平成21年2月23日 (2009.2.23)

(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 100083998  
弁理士 渡邊 丈夫  
(72) 発明者 荒川 一哉  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 吉末 監介  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
(72) 発明者 奥田 弘一  
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) 5H501 AA20 BB20 CC04 DD01 EE08  
LL01 LL37 MM01

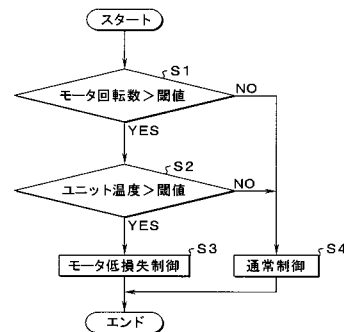
(54) 【発明の名称】 モータの発熱防止制御装置

(57) 【要約】

【課題】 連れ回りによるモータの発熱や温度上昇を防止する。

【解決手段】 外力によって強制的に回転させられることによって磁界が変化するとともにその磁界の変化によって発熱するモータの発熱防止制御装置において、前記モータが他の回転部材の回転に連れて回転する連れ回りの際に、前記モータに前記発熱を低下させる磁界を発生させるように通電するモータ低損失制御手段を備えている。したがって、連れ回りが生じてモータとステータとの間の磁界が変化したり、それに伴って温度が上昇したりしないので、モータの過熱を防止できる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

外力によって強制的に回転させられることによって磁界が変化するとともにその磁界の変化によって発熱するモータの発熱防止制御装置において、

前記モータが他の回転部材の回転に連れて回転する連れ回りの際に、前記モータに前記発熱を低下させる磁界を発生させるように通電するモータ低損失制御手段を備えていることを特徴とするモータの発熱防止制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、モータが連れ回ることによる発熱を防止する装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

モータが回転すると逆起電力が生じるので、モータを連れ回りさせた場合、逆起電力が生じることによってエネルギーを消費してしまい、またモータが発熱するなどの事態が生じる。このようなエネルギーの損失を低減するために、例えば特許文献 1 に記載された制御装置では、電動モータの連れ回りが検出された場合に、電動モータの界磁電流と通電方向とを制御することにより、電動モータのトルクを連れ回りと逆方向の値に制御し、ブレーキトルクを発生させ、これにより電動モータの連れ回りを防止するように構成している。

## 【0003】

また、モータにおける逆起電力は、ロータとステータとが相対回転することにより発生するのであるから、特許文献 2 に記載された発明では、モータが連れ回りする場合、ステータをも連れ回りするように構成し、その結果、連れ回り時にはステータとロータとが相対回転しないようにして、起電力を回避している。さらに、特許文献 3 に記載された発明は、電動機が高速で連れ回りされて発熱し高温になることを防止するために、変速機で最高速段が設定される状態では、電動機と駆動車輪との間の動力伝達を遮断するように構成されている。

## 【0004】

なお、モータで生じる熱を積極的に利用することも従来行われており、例えば特許文献 4 には、湿式クラッチの温度が低い場合に、ロータ磁界コイルに通電して発熱させることにより、その熱でクラッチの温度を上昇させるように構成された装置が記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 14451 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 124253 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 55439 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 325342 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

特許文献 1 に記載された装置は、連れ回りするトルクに対抗するトルクを電動モータに生じさせて電動モータの回転を止めるように構成されているから、モータのロータ軸やそれに連結されている回転軸に大きいトルクが作用し、その強度維持のために装置が大型化したり、あるいは耐久性が低下する可能性がある。また、装置の構成によっては不可避免的に連れ回りが生じ、その連れ回りを止めるとすると、装置の全体が停止してしまうように構成されている場合、特許文献 1 に記載されている構成は採用することができない。

## 【0007】

また、特許文献 2 に記載されている装置は、ステータを回転させるように構成し、かつその回転を選択的に阻止するブレーキなどの固定手段を備える必要がある。そのため、ブ

10

20

30

40

50

レーキなどの固定手段に加えて、その固定手段を制御する機器を設けなくてはならないので、装置全体としての構成が大型化し、また制御が複雑になる可能性がある。このような事情は特許文献3に記載された装置についても同様であり、最高速段で電動機と駆動車輪との連結を解除するクラッチなどの機構、およびその制御のための機器を設けなければならない、その結果、装置全体としての構成が大型化し、また制御が複雑になる可能性がある。

【0008】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、連れ回りによるモータの発熱を回避もしくは抑制することのできる制御装置を提供することを目的とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明は、上記の目的を達成するために、外力によって強制的に回転させられることによって磁界が変化するとともにその磁界の変化によって発熱するモータの発熱防止制御装置において、前記モータが他の回転部材の回転に連れて回転する連れ回りの際に、前記モータに前記発熱を低下させる磁界を発生させるように通電するモータ低損失制御手段を備えていることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0010】

モータが外力によって強制的に回転させられると、コイルに通電していなくても、ロータとステータとの相対的な移動によって、コイルに作用する磁界が変化し、それに伴って発熱することがあるが、この発明によれば、他の回転部材の回転に連れてモータが回転する連れ回りの際に、ロータとステータとの相対回転が生じてモータに作用する磁界が変化しないように、また発熱が生じないように、電流が制御される。したがって、この発明によれば、連れ回りによってモータの温度が上昇することを防止もしくは抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明に係る制御装置で実行される制御例を説明するためのフローチャートである。

30

【図2】図1に示す制御を実行した場合のモータ損失およびインバータ損失ならびに合計損失を示す線図である。

【図3】この発明に係る制御装置で実行される他の制御例を説明するためのフローチャートである。

【図4】この発明に係る制御装置で実行される更に他の制御例を説明するためのフローチャートである。

【図5】この発明に係るモータ低損失制御を実行しない場合の連れ回り時の損失を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

この発明は、連れ回りが生じることのあるモータを対象とする制御装置である。ここで連れ回りとは、モータが連結されている他の回転部材が回転すること連れてモータが回転することであり、この種のモータの一例は、特開2008-184111号公報に記載されたインホイールモータである。その構成を簡単に説明すると、インホイールモータは、車両におけるホイールの内側、もしくはその近傍に配置されて、ホイールを直接駆動するモータであり、そのケーシングはサスペンション機構を構成しているロアーアームによって支持され、そのケーシングの内部にはモータと減速機とが連結されている。ホイールは、このケーシングの先端側の部分にベアリングを介して回転自在に支持されており、減速機の出力軸がホイール（より具体的にはそのハブ）に連結されている。そして、そのモータは、永久磁石式の同期電動機であり、前記ケーシングの内周面に沿ってコイルが配置さ

40

50

れてそれがステータとなっており、その内周側にロータが回転可能に配置され、そのロータの外周部に永久磁石が取り付けられている。

【0013】

したがって、この種のインホイールモータを備えた車両が惰性走行している場合、あるいはエンジンによって他の駆動輪を駆動して走行している場合、モータはホイールの回転に連れて回転する。その場合、コイルに通電していなければ、永久磁石を備えているロータとステータとの相対回転によってコイルに作用する磁界が変化し、それに伴う起電力およびコイルでの銅損や鉄損などによって熱が発生する。その一例を図に示すと図5のとおりであり、連れ回りの回転数が増大するのに従ってモータでの損失（モータ損失）が増大し、これに対してモータの電流制御を行うインバータでの損失（INV損失）は回転に拘わらずほぼ一定となる。その結果、損失の合計は、図5に破線で示すように、モータ損失とINV損失とを合算したものとなる。

10

【0014】

これに対して、この発明に係る制御装置は、モータ損失を低減して発熱を抑制するように構成されている。その制御は、連れ回りであってもコイル（ステータ）に通電して、ロータ（永久磁石）が回転することによる磁界の変化を打ち消す制御である。図1は、その制御の一例を示しており、先ず、連れ回りしているモータの回転数が予め定めた閾値より大きいかが判断される（ステップS1）。モータ損失は前述したように連れ回り回転数の増大に応じて増大し、またそれに伴って発熱量も増大するから、閾値は、その発熱量が問題となる回転数以上の値として定めることが好ましい。

20

【0015】

モータの連れ回り回転数が閾値より大きいことによりステップS1で肯定的に判断された場合には、上記のモータを含むインホイールモータユニットの温度が、温度に関する閾値より高温か否かが判断される（ステップS2）。ユニットの温度が低い場合には、その冷却のための制御を行う必要がないからであり、また適正温度より低い場合には、連れ回りによる発熱でその温度を高くすることが好ましいからである。

【0016】

インホイールモータユニットの温度が閾値より高温であることによりステップS2で肯定的に判断された場合には、モータ低損失制御が実行される（ステップS3）。このモータ低損失制御は、ステータとロータとの相対的な回転で磁界が変化することに伴う発熱などによる損失を低減するための制御であり、具体的には、ステータとロータとの相対回転に起因する磁界の変化あるいはそれに伴う発熱を打ち消すように、ステータのコイルの電流を制御する電流制御である。

30

【0017】

一方、連れ回りによるモータ回転数が閾値以下であることによりステップS1で否定的に判断された場合には、通常の制御が実行される（ステップS4）。ここで、通常の制御とは、上述した連れ回りの際の磁界の変化を打ち消すようにコイルに電流を流す制御を行わない制御である。また、ユニットの温度が閾値以下であることによりステップS2で否定的に判断された場合には、ステップS4に進んで通常の制御が実行される。したがって、これらステップS1で否定的に判断された場合、およびステップS2で否定的に判断された場合のいずれであっても、連れ回りの際にコイルに電流を流すことがないので、エネルギーの消費がなく、車両においては燃費の向上に有利になる。

40

【0018】

このように、この発明に係る制御装置においては、モータが連れ回りする場合、磁界の変化がコイルの通電によって打ち消されるので、モータでの銅損や鉄損を低減でき、またそれに伴ってモータでの発熱を防止もしくは抑制してモータの温度上昇を抑制することができる。なお、その場合、モータの電流の制御を行うインバータで損失が生じ、その温度が上昇することがある。これを線図で示すと図2のとおりであって、連れ回りするモータの回転数が前述した閾値を超え、その際のユニット温度が閾値を超えていると、上記のモータ低損失制御が開始される。その回転数を図2では「制御開始閾値」と記してある。し

50

たがって、この回転数より高回転数側では、モータ損失の増大が抑制される。他方、インバータ損失が回転数の増大に伴って増大する。その結果、合計の損失は、モータ低損失制御を行わない通常制御の場合より幾分増大する。しかしながら、モータ損失が低減されるので、モータの温度上昇や過熱を防止することができる。また、上記の制御を行うこの発明に係る制御装置では、合計としての損失が通常制御の場合より多くなるモータ低損失制御は、連れ回りするモータの回転数が閾値を超えた場合、およびインホイールモータユニットの温度が閾値を超えている場合に限られるので、モータの温度上昇を抑制するためにエネルギーを消費するとしても、そのエネルギー消費が制限されるので、モータ冷却のためのエネルギー損失を可及的に少なくすることができる。また、インバータ損失が増大してインバータでの発熱量が多くなることもあるとしても、インバータは通常、冷却されているので、その温度が特に上昇することはなく、その結果、インホイールモータユニットに関する冷却システムを小型化することが可能になる。

10

20

30

40

50

#### 【0019】

前述した特開2008-184111号公報に記載されているインホイールモータでは、モータユニットとブレーキとが接近して配置されているので、ブレーキの熱がモータの温度に影響することがある。したがって、特開2008-184111号公報に記載されているインホイールモータにこの発明に係る制御装置を適用する場合、ブレーキの動作の状態を考慮した制御を行うことが好ましい。その制御例を図3に示してあり、先ず、ブレーキONか否かが判断される(ステップS11)。これは、車両に通常備えられているブレーキスイッチからの信号によって判断することができる。ブレーキがON状態になっていることによりステップS11で肯定的に判断された場合には、モータ低損失制御が実行される(ステップS12)。すなわち、ブレーキ操作されている状態でモータが連れ回りする場合、連れ回りに伴う磁界の変化を打ち消すようにコイル(ステータ)に通電される。すなわち、ブレーキで熱が発生し、その影響がモータに及ぶ可能性がある状態では、連れ回りによるモータ損失やそれに伴う発熱量が増大しないように制御されるので、モータの温度上昇や過熱が防止もしくは抑制される。

#### 【0020】

これに対してブレーキがONでないことによりステップS11で否定的に判断された場合には、ブレーキがOFFになってから予め定めた一定時間が経過したか否かが判断される(ステップS13)。その一定時間は、ブレーキの温度が、モータに影響しない程度まで低下するのに要する時間として実験的に定めた時間、もしくはシミュレーションによって定めた時間である。なお、その時間は固定値であってもよく、あるいは高車速ほど短くなるように定めた可変値であってもよい。ブレーキOFFからの経過時間が予め定めた時間を超えていないことによりステップS13で否定的に判断された場合には、前述したステップS12に進んでモータ低損失制御が実行される。モータの温度上昇を防止もしくは抑制するためである。

#### 【0021】

また、ブレーキOFFからの経過時間が予め定めた時間を超えていることによりステップS13で肯定的に判断された場合には、ブレーキからの熱影響が問題となるほどではないと考えられるので、通常制御が実行される(ステップS14)。したがって、図3に示す制御を実行するように構成した場合には、ブレーキの熱影響を受けやすいインホイールモータの温度上昇や過熱を防止もしくは抑制することができる。

#### 【0022】

車両における左右独立配置のモータは、ガソリンエンジンなどの内燃機関と併用されることがあり、その場合、エンジンを車両の幅方向に向けて配置するいわゆる横置きタイプの車両では、エンジンとモータ駆動システムとが接近することになる。このような場合、エンジンの熱がモータ駆動システムに影響しやすくなることが考えられるので、エンジンを横置きするタイプの車両におけるモータの冷却制御にこの発明に係る装置を適用する場合、以下の制御を行うように構成することが好ましい。図4はその制御の一例を示しており、先ず、エンジンが高負荷運転されているか否かが判断される(ステップS21)。こ

の判断は、エンジンの温度が高いか否か、もしくは温度が高くなるか否か、あるいはエンジンの発熱量が多いか否かなど、エンジンの近くに配置されているモータに対してエンジンの熱が影響するか否か、もしくは熱影響が大きいかなどを判断するためのものであり、アクセル開度やスロットル開度、吸入空気量などに基づいて判断することができる。

【 0 0 2 3 】

エンジンが高負荷運転されていることによりステップ S 2 1 で肯定的に判断された場合には、モータに対する熱影響が大きいことになり、これは前述した図 3 に示すステップ S 1 1 で肯定的に判断された場合の状況と同じであり、したがってその場合は、モータ低損失制御が実行される（ステップ S 2 2）。このモータ低損失制御は前述した各具体例と同様の制御である。そのため、エンジンの熱がモータに影響してモータの温度が上昇しやすい状態にあれば、モータが連れ回りする際の磁界の変化あるいはそれに伴う発熱を抑制するようにコイルの電流が制御され、モータの温度上昇が防止もしくは抑制される。

10

【 0 0 2 4 】

一方、エンジンが高負荷運転されていないことによりステップ S 2 1 で否定的に判断された場合には、エンジン油温が予め定めた閾値を超えているか否かが判断される（ステップ S 2 3）。これは、エンジンの温度が既に高くなっているか否かを判断するためのものである。したがってエンジン油温が閾値より高温であることによりステップ S 2 3 で肯定的に判断された場合には、エンジンの熱がモータに影響してモータの温度を高くする要因になっていると判断されるので、前述したステップ S 2 2 に進んで、モータ低損失制御が実行される。

20

【 0 0 2 5 】

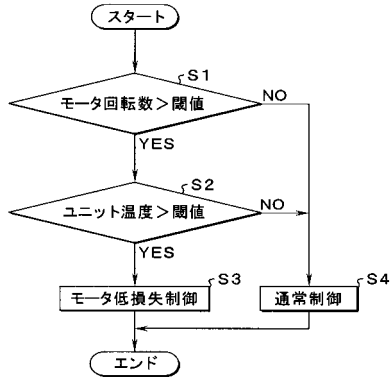
これとは反対にエンジン油温が閾値以下であることによりステップ S 2 3 で否定的に判断された場合には、ラジエータファンが OFF か否かが判断される（ステップ S 2 4）。すなわちエンジンの冷却が積極的に行われているか否かが判断される。したがって、このステップ S 2 4 で肯定的に判断された場合には、エンジン冷却水の強制空冷が行われていないことになる。ラジエータファンを駆動すると、ラジエータだけでなくその近傍にハイットされているエンジンおよびそのエンジンに近い位置に配置されているモータなどに冷却風があたる。したがって、ラジエータファンが OFF であれば、エンジンやモータもしくはモータ駆動システムに対して冷却風が積極的には当たらないことになるので、このような場合、エンジン温度が上昇しやすいから、前述したステップ S 2 2 に進んで、モータ低損失制御が実行される。これに対してラジエータファンが ON であってエンジン冷却水の強制空冷が実行されている場合には、通常制御が実行される（ステップ S 2 5）。エンジンからモータに対する熱影響が少ないからである。

30

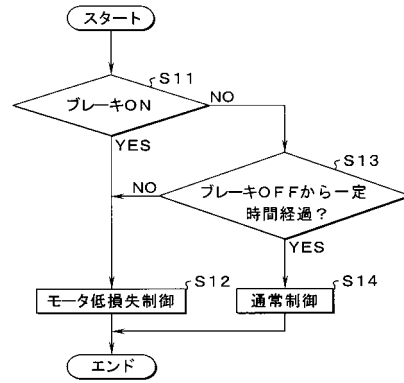
【 0 0 2 6 】

したがって、図 4 に示す制御を実行するように構成した場合には、モータが連れ回りする際の温度の上昇を防止もしくは抑制することができ、またそのためのモータ低損失制御は、エンジンの熱がモータに影響することが推定もしくは予想される場合に限って実行されるので、モータ低損失制御にエネルギーを消費するとしても、その消費量を可及的に少なくすることができる。

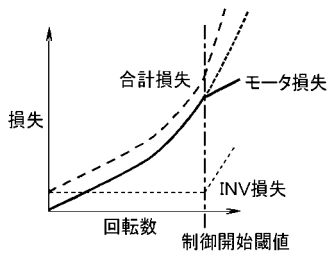
【 図 1 】



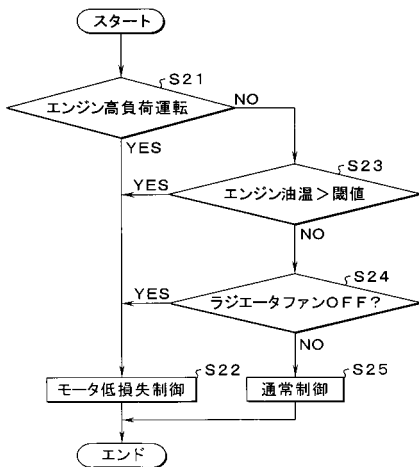
【 図 3 】



【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】

