

(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2012-232647

(P2012-232647A)

(43) 公開日 平成24年11月29日(2012.11.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B60W 10/08 (2006.01)	B60K 6/20 320	3D202
B60W 20/00 (2006.01)	B60K 6/20 310	5H125
B60W 10/06 (2006.01)	B60K 6/445 ZHV	5H572
B60K 6/445 (2007.10)	B60K 6/448	
B60K 6/448 (2007.10)	B60K 6/52	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-101728 (P2011-101728)
 (22) 出願日 平成23年4月28日 (2011.4.28)

(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 110000017
 特許業務法人アイテック国際特許事務所
 (72) 発明者 森崎 啓介
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D202 AA02 AA03 AA06 BB05 BB12
 BB19 BB21 BB24 BB29 CC24
 CC35 CC42 CC65 DD01 DD05
 DD06 DD07 DD10 DD16 DD17
 DD18 DD19 DD21 DD25 DD26
 DD27 DD28 DD45 DD46 DD47
 DD48 FF02

最終頁に続く

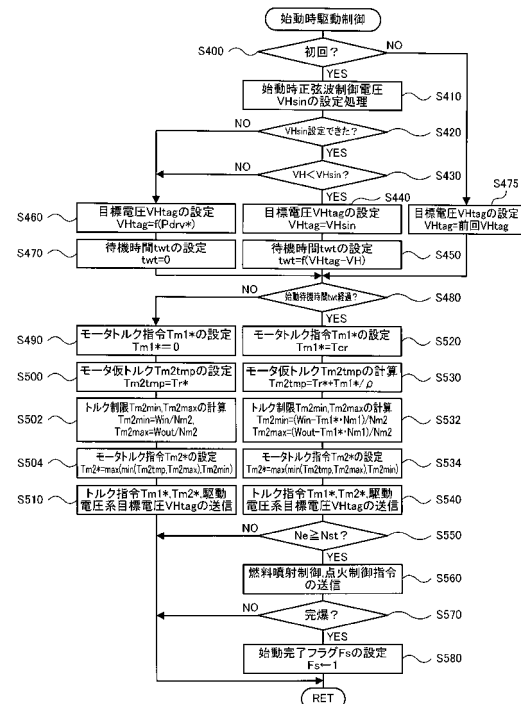
(54) 【発明の名称】 ハイブリッド車

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関を始動する際の車両の振動を抑制すると共に内燃機関の始動完了までに要する時間の短縮を図る。

【解決手段】 エンジンの始動が指示されたときには、エンジンの始動時に想定される第2のモータの駆動点を用いて、エンジンの始動時に正弦波制御モードで第2のインバータを制御する(制振制御を実行する)ことになる駆動電圧系の電圧としての始動時正弦波制御電圧 VH_{sin} を設定し(S410)、駆動電圧系の電圧 VH が始動時正弦波制御電圧 VH_{sin} より低いときには(S430)、駆動電圧系の電圧 VH を始動時正弦波制御電圧 VH_{sin} 以上に上昇させた後に(エンジンの始動が指示されてから待機時間 twt が経過したときに)(S480)、正弦波制御モードで第2のインバータを制御しながら第1のモータによってエンジンをモータリングして始動する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走行用の動力を出力可能な内燃機関と、前記内燃機関の出力軸に動力を入出力可能な第 1 の電動機と、前記第 1 の電動機を駆動するための第 1 のインバータと、走行用の動力を入出力可能な第 2 の電動機と、前記第 2 の電動機を駆動するための第 2 のインバータと、二次電池と、前記第 1 のインバータおよび前記第 2 のインバータが接続された駆動電圧系と前記二次電池が接続された電池電圧系とに接続されて前記駆動電圧系の電圧を調節可能な昇圧コンバータと、前記駆動電圧系の電圧を調節しながら走行用の要求トルクに基づくトルクによって走行するよう前記内燃機関と前記第 1 のインバータと前記第 2 のインバータと前記昇圧コンバータとを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド車において、

10

前記制御手段は、前記第 2 の電動機による制振制御を実行する制御モードである制振制御モードと該第 2 の電動機による制振制御を実行しない制御モードである非制振制御モードとを含む前記第 2 のインバータの制御モードと前記駆動電圧系の電圧と前記第 2 の電動機のトルクおよび回転数との関係である制御対応関係に前記駆動電圧系の電圧と前記第 2 の電動機から出力すべき駆動目標トルクと前記第 2 の電動機の回転数とを適用して前記第 2 のインバータの制御モードを選択し、前記制振制御モードを選択したときには前記駆動目標トルクと車両の振動を抑制するための制振トルクとの和のトルクが前記第 2 の電動機から出力されるよう前記第 2 のインバータを制御し、前記非制振制御モードを選択したときには前記駆動目標トルクが前記第 2 の電動機から出力されるよう前記第 2 のインバータを制御する手段であり、

20

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記内燃機関の始動時に想定される前記第 2 の電動機のトルクおよび回転数を前記制御対応関係に適用して、前記内燃機関の始動時に前記制振制御モードで前記第 2 のインバータを制御することになる前記駆動電圧系の電圧である始動時制振制御電圧を設定し、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧より低いときには、前記駆動電圧系の電圧を前記始動時制振制御電圧以上に上昇させた後に、前記制振制御モードで前記第 2 のインバータを制御しながら前記第 1 の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう前記内燃機関と前記第 1 のインバータと前記第 2 のインバータと前記昇圧コンバータとを制御する手段である、

ハイブリッド車。

30

【請求項 2】

請求項 1 記載のハイブリッド車であって、

前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記内燃機関の始動時に想定される前記第 2 の電動機のトルクおよび回転数と前記制御対応関係とにより、前記駆動電圧系の最大許容電圧以下の範囲内に前記始動時制振制御電圧がないときには、直ちに、前記非制振制御モードで前記第 2 のインバータを制御しながら前記第 1 の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう制御する手段である、

ハイブリッド車。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のハイブリッド車であって、

40

前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧以上のときには、直ちに、前記制振制御モードで前記第 2 のインバータを制御しながら前記第 1 の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう制御する手段である、

ハイブリッド車。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド車であって、

前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧より低いときには、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧以上に上昇するのに要する時間が経過したときに前記第 1 の電動機による前記内燃機関の

50

モータリングを開始する手段である、
ハイブリッド車。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド車であって、
前記制振制御モードは、パルス幅変調による擬似的三相交流電圧を前記電動機に供給する正弦波制御モードであり、

前記非制振制御モードは、矩形波電圧を前記電動機に供給する矩形波制御モードまたは擬似的三相交流電圧と矩形波電圧との中間の過変調電圧を前記電動機に供給する過変調制御モードである、

ハイブリッド車。

10

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つの請求項に記載のハイブリッド車であって、

前記内燃機関の出力軸と前記第 1 の電動機の回転軸と車軸に連結された駆動軸との 3 軸に 3 つの回転要素が接続された遊星歯車機構を備え、

前記第 2 の電動機は、前記駆動軸に接続されてなり、

前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記要求トルクと、前記内燃機関を始動する際に前記第 1 の電動機から出力されて前記遊星歯車機構を介して前記駆動軸に作用する最大トルクを打ち消すためのトルクと、の和のトルクと前記第 2 の電動機の回転数とを前記制御対応関係に適用して前記始動時制振制御電圧を設定する手段である、

ハイブリッド車。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ハイブリッド車に関し、詳しくは、走行用の動力を出力可能な内燃機関と、内燃機関の出力軸に動力を入出力可能な第 1 の電動機と、第 1 の電動機を駆動するための第 1 のインバータと、走行用の動力を入出力可能な第 2 の電動機と、第 2 の電動機を駆動するための第 2 のインバータと、二次電池と、第 1 のインバータおよび第 2 のインバータが接続された駆動電圧系と二次電池が接続された電池電圧系とに接続されて駆動電圧系の電圧を調節可能な昇圧コンバータと、駆動電圧系の電圧を調節しながら走行用の要求トルクに基づくトルクによって走行するよう内燃機関と第 1 のインバータと第 2 のインバータと昇圧コンバータとを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド車に関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、この種のハイブリッド車としては、エンジンと、エンジンに連結された第 1 のモータジェネレータと、第 1 のモータジェネレータを駆動するための第 1 のインバータと、駆動輪を駆動するための第 2 のモータジェネレータと、第 2 のモータジェネレータを駆動するための第 2 のインバータと、バッテリーと、バッテリーからの電力を昇圧して第 1 , 第 2 のインバータに供給可能な昇圧コンバータとを備え、エンジンの始動が指示されたときには、第 1 , 第 2 のモータジェネレータの回転数やトルクとは無関係に最大電圧を目標電圧として設定し、出力電圧が目標電圧となるよう昇圧コンバータを駆動制御し、出力電圧が最大電圧に到達すると、第 1 のモータジェネレータによってエンジンをモータリングして始動するものが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。このハイブリッド車では、こうした制御により、出力電圧を昇圧するために必要なパワーが最大となるタイミングと、第 1 のモータジェネレータを駆動するために必要なパワーが最大となるタイミングとをずらして、バッテリーから過大な電力が持ち出されるのを抑制している。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2005 / 081395 号

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上述のハイブリッド車では、エンジンの始動が指示されたときには、出力電圧を最大電圧とした後に第1のモータジェネレータによるエンジンのモータリングを開始するから、エンジンの始動に必要以上の時間を要することになる場合がある。また、こうしたハイブリッド車では、エンジンを始動する際の車両の振動を抑制するために、このためのトルクを第2のモータジェネレータから出力しながら第1のモータジェネレータによってエンジンをモータリングして始動することが考えられている。このため、出力電圧をどの程度まで昇圧した後に第1のモータジェネレータによるエンジンのモータリングを開始してエンジンを始動するのがよいのかが課題となる。

10

【0005】

本発明のハイブリッド車は、内燃機関を始動する際の車両の振動を抑制すると共に内燃機関の始動完了までに要する時間の短縮を図ることを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のハイブリッド車は、上述の主目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明のハイブリッド車は、

走行用の動力を出力可能な内燃機関と、前記内燃機関の出力軸に動力を入出力可能な第1の電動機と、前記第1の電動機を駆動するための第1のインバータと、走行用の動力を入出力可能な第2の電動機と、前記第2の電動機を駆動するための第2のインバータと、二次電池と、前記第1のインバータおよび前記第2のインバータが接続された駆動電圧系と前記二次電池が接続された電池電圧系とに接続されて前記駆動電圧系の電圧を調節可能な昇圧コンバータと、前記駆動電圧系の電圧を調節しながら走行用の要求トルクに基づくトルクによって走行するよう前記内燃機関と前記第1のインバータと前記第2のインバータと前記昇圧コンバータとを制御する制御手段と、を備えるハイブリッド車において、

20

前記制御手段は、前記第2の電動機による制振制御を実行する制御モードである制振制御モードと該第2の電動機による制振制御を実行しない制御モードである非制振制御モードとを含む前記第2のインバータの制御モードと前記駆動電圧系の電圧と前記第2の電動機のトルクおよび回転数との関係である制御対応関係に前記駆動電圧系の電圧と前記第2の電動機から出力すべき駆動目標トルクと前記第2の電動機の回転数とを適用して前記第2のインバータの制御モードを選択し、前記制振制御モードを選択したときには前記駆動目標トルクと車両の振動を抑制するための制振トルクとの和のトルクが前記第2の電動機から出力されるよう前記第2のインバータを制御し、前記非制振制御モードを選択したときには前記駆動目標トルクが前記第2の電動機から出力されるよう前記第2のインバータを制御する手段であり、

30

更に、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記内燃機関の始動時に想定される前記第2の電動機のトルクおよび回転数を前記制御対応関係に適用して、前記内燃機関の始動時に前記制振制御モードで前記第2のインバータを制御することになる前記駆動電圧系の電圧である始動時制振制御電圧を設定し、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧より低いときには、前記駆動電圧系の電圧を前記始動時制振制御電圧以上に上昇させた後に、前記制振制御モードで前記第2のインバータを制御しながら前記第1の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう前記内燃機関と前記第1のインバータと前記第2のインバータと前記昇圧コンバータとを制御する手段である、

40

を備えることを要旨とする。

【0008】

この本発明のハイブリッド車では、駆動電圧系の電圧を調節しながら走行用の要求トルクに基づくトルクによって走行するよう内燃機関と第1のインバータと第2のインバータと昇圧コンバータとを制御し、第2のインバータについては、第2の電動機による制振制

50

御を実行する制御モードである制振制御モードと第2の電動機による制振制御を実行しない制御モードである非制振制御モードとを含む第2のインバータの制御モードと駆動電圧系の電圧と第2の電動機のトルクおよび回転数との関係である制御対応関係に駆動電圧系の電圧と第2の電動機から出力すべき駆動目標トルクと第2の電動機の回転数とを適用して第2のインバータの制御モードを選択し、制振制御モードを選択したときには駆動目標トルクと車両の振動を抑制するための制振トルクとの和のトルクが第2の電動機から出力されるよう第2のインバータを制御し、非制振制御モードを選択したときには駆動目標トルクが第2の電動機から出力されるよう第2のインバータを制御する。そして、内燃機関の始動が指示されたときには、内燃機関の始動時に想定される第2の電動機のトルクおよび回転数を制御対応関係に適用して、内燃機関の始動時に制振制御モードで第2のインバータを制御することになる駆動電圧系の電圧である始動時制振制御電圧を設定し、駆動電圧系の電圧が始動時制振制御電圧より低いときには、駆動電圧系の電圧を始動時制振制御電圧以上に上昇させた後に、制振制御モードで第2のインバータを制御しながら第1の電動機によって内燃機関をモータリングして始動するよう内燃機関と第1のインバータと第2のインバータと昇圧コンバータとを制御する。これにより、内燃機関を始動する際の車両の振動を抑制することができる。しかも、内燃機関の始動時に、駆動電圧系の電圧を最大許容電圧まで一律に上昇させてから第1の電動機による内燃機関のモータリングを開始するものに比して、内燃機関の始動が指示されてから第1の電動機による内燃機関のモータリングを開始するまでの時間の短縮を図ることができるから、内燃機関の始動が指示されてから始動完了までに要する時間の短縮を図ることができる。

10

20

【0009】

こうした本発明のハイブリッド車において、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記内燃機関の始動時に想定される前記第2の電動機のトルクおよび回転数と前記制御対応関係とにより、前記駆動電圧系の最大許容電圧以下の範囲内に前記始動時制振制御電圧がないとき（前記内燃機関の始動時には前記駆動電圧系の電圧に拘わらず前記非制振制御モードで前記第2のインバータを制御することになるとき）には、直ちに、前記非制振制御モードで前記第2のインバータを制御しながら前記第1の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう制御する手段である、ものとするともできる。こうすれば、駆動電圧系の電圧を最大許容電圧まで上昇させたとしても制振制御モードで第2のインバータを制御しないときに、内燃機関の始動が指示されてから始動完了までに要する時間を短縮することができる。

30

【0010】

また、本発明のハイブリッド車において、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧以上のときには、直ちに、前記制振制御モードで前記第2のインバータを制御しながら前記第1の電動機によって前記内燃機関をモータリングして始動するよう制御する手段である、ものとするともできる。

【0011】

さらに、本発明のハイブリッド車において、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧より低いときには、前記駆動電圧系の電圧が前記始動時制振制御電圧以上に上昇するのに要する時間が経過したときに前記第1の電動機による前記内燃機関のモータリングを開始する手段である、ものとするともできる。

40

【0012】

あるいは、本発明のハイブリッド車において、前記制振制御モードは、パルス幅変調による擬似的三相交流電圧を前記電動機に供給する正弦波制御モードであり、前記非制振制御モードは、矩形波電圧を前記電動機に供給する矩形波制御モードまたは擬似的三相交流電圧と矩形波電圧との中間の過変調電圧を前記電動機に供給する過変調制御モードである、ものとするともできる。

【0013】

50

加えて、本発明のハイブリッド車において、前記内燃機関の出力軸と前記第 1 の電動機の回転軸と車軸に連結された駆動軸との 3 軸に 3 つの回転要素が接続された遊星歯車機構を備え、前記第 2 の電動機は、前記駆動軸に接続されてなり、前記制御手段は、前記内燃機関の始動が指示されたとき、前記要求トルクと、前記内燃機関を始動する際に前記第 1 の電動機から出力されて前記遊星歯車機構を介して前記駆動軸に作用する最大トルクを打ち消すためのトルクと、の和のトルクと前記第 2 の電動機の回転数とを前記制御対応関係に適用して前記始動時制振制御電圧を設定する手段である、ものとする。ことできる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明のハイブリッド車において、前記制御対応関係は、前記駆動電圧系の電圧が高いほど前記制振制御モードで前記第 2 のインバータを制御する前記第 2 の電動機のトルクおよび回転数の領域が広がるよう定めた前記駆動電圧系の電圧と前記第 2 の電動機のトルクおよび回転数と前記第 2 のインバータの制御モードとの関係である、ものとする。ことできる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車 2 0 の構成の概略を示す構成図である。

【 図 2 】モータ M G 1 , M G 2 を含む電機駆動系の構成の概略を示す構成図である。

【 図 3 】 H V E C U 7 0 により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【 図 4 】エンジン 2 2 からパワーを出力しながら走行しているときのプラネタリギヤ 3 0 の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を示す説明図である。

【 図 5 】モータ E C U 4 0 により実行されるモータ制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【 図 6 】制御対応関係の一例を示す説明図である。

【 図 7 】始動時駆動制御の一例を示すフローチャートである。

【 図 8 】モータリングトルク設定ルーチンの一例を示すフローチャートである。

【 図 9 】モータ M G 1 によってエンジン 2 2 をモータリングする際のプラネタリギヤ 3 0 の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を図 9 に示す。

【 図 1 0 】変形例のハイブリッド自動車 1 2 0 の構成の概略を示す構成図である。

【 図 1 1 】変形例のハイブリッド自動車 2 2 0 の構成の概略を示す構成図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

次に、本発明を実施するための形態を実施例を用いて説明する。

【 実施例 】

【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明の一実施例としてのハイブリッド自動車 2 0 の構成の概略を示す構成図であり、図 2 はモータ M G 1 , M G 2 を含む電機駆動系の構成の概略を示す構成図である。実施例のハイブリッド自動車 2 0 は、図示するように、ガソリンや軽油などを燃料とするエンジン 2 2 と、エンジン 2 2 を駆動制御するエンジン用電子制御ユニット（以下、エンジン E C U という）2 4 と、エンジン 2 2 のクランクシャフト 2 6 にキャリアが接続されると共に駆動輪 3 8 a , 3 8 b にデファレンシャルギヤ 3 7 を介して連結された駆動軸 3 6 にリングギヤが接続されたプラネタリギヤ 3 0 と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子がプラネタリギヤ 3 0 のサンギヤに接続されたモータ M G 1 と、例えば同期発電電動機として構成されて回転子が駆動軸 3 6 に接続されたモータ M G 2 と、モータ M G 1 , M G 2 を駆動するためのインバータ 4 1 , 4 2 と、例えばリチウムイオン二次電池として構成されたバッテリー 5 0 と、インバータ 4 1 , 4 2 が接続された電力ライン（以下、駆動電圧系電力ライン 5 4 a という）とバッテリー 5 0 が接続された電力ライン（以下、電池電圧系電力ライン 5 4 b という）とに接続されて駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V

10

20

30

40

50

Hを調節すると共に駆動電圧系電力ライン54aと電池電圧系電力ライン54bとの間で電力のやりとりを行なう昇圧コンバータ55と、インバータ41, 42を制御することによってモータMG1, MG2を駆動制御すると共に昇圧コンバータ55を制御するモータ用電子制御ユニット(以下、モータECUという)40と、バッテリー50を管理するバッテリー用電子制御ユニット(以下、バッテリーECUという)52と、車両全体を制御するハイブリッド用電子制御ユニット(以下、HVECUという)70と、を備える。

【0018】

エンジンECU24は、図示しないが、CPUを中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、CPUの他に、処理プログラムを記憶するROMやデータを一時的に記憶するRAM, 入出力ポート, 通信ポートを備える。エンジンECU24には、エンジン22の運転状態を検出する各種センサから信号、例えば、クランクシャフト26の回転位置を検出するクランクポジションセンサからのクランクポジション cr やエンジン22の冷却水の温度を検出する水温センサからの冷却水温 Tw, 燃焼室内に取り付けられた圧力センサからの筒内圧力 Pin, 燃焼室へ吸排気を行なう吸気バルブや排気バルブを開閉するカムシャフトの回転位置を検出するカムポジションセンサからのカムポジション ca, スロットルバルブの位置を検出するスロットルバルブポジションセンサからのスロットルポジション SP, 吸気管に取り付けられたエアフローメータからの吸入空気量 Qa, 同じく吸気管に取り付けられた温度センサからの吸気温 Ta, 排気系に取り付けられた空燃比センサからの空燃比 AF, 同じく排気系に取り付けられた酸素センサからの酸素信号 O2 などが入力ポートを介して入力されており、エンジンECU24からは、エンジン22を駆動するための種々の制御信号、例えば、燃料噴射弁への駆動信号やスロットルバルブの位置を調節するスロットルモータへの駆動信号、イグニタと一体化されたイグニッションコイルへの制御信号、吸気バルブの開閉タイミングの変更可能な可変バルブタイミング機構への制御信号などが出力ポートを介して出力されている。また、エンジンECU24は、HVECU70と通信しており、HVECU70からの制御信号によりエンジン22を運転制御すると共に必要に応じてエンジン22の運転状態に関するデータをHVECU70に出力する。なお、エンジンECU24は、クランクシャフト26に取り付けられた図示しないクランクポジションセンサからの信号に基づいてクランクシャフト26の回転数、即ちエンジン22の回転数 Ne も演算している。

【0019】

モータMG1, MG2は、いずれも、永久磁石が埋め込まれた回転子と三相コイルが巻回された固定子とを備える周知の同期発電電動機として構成されている。インバータ41, 42は、図2に示すように、6つのトランジスタT11~T16, T21~T26と、トランジスタT11~T16, T21~T26に逆方向に並列接続された6つのダイオードD11~D16, D21~D26と、により構成されている。トランジスタT11~T16, T21~T26は、それぞれ駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とに対してソース側とシンク側になるよう2個ずつペアで配置されており、対となるトランジスタ同士の接続点の各々にモータMG1, MG2の三相コイル(U相, V相, W相)の各々が接続されている。したがって、インバータ41, 42に電圧が作用している状態で対をなすトランジスタT11~T16, T21~T26のオン時間の割合を調節することにより、三相コイルに回転磁界を形成でき、モータMG1, MG2を回転駆動することができる。インバータ41, 42は、駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とを共用しているから、モータMG1, MG2のいずれかで発電される電力を他のモータに供給することができる。駆動電圧系電力ライン54aの正極母線と負極母線とには平滑用のコンデンサ57が接続されている。

【0020】

昇圧コンバータ55は、図2に示すように、2つのトランジスタT31, T32とトランジスタT31, T32に逆方向に並列接続された2つのダイオードD31, D32とリアクトルLとからなる昇圧コンバータとして構成されている。2つのトランジスタT31, T32は、それぞれ駆動電圧系電力ライン54aの正極母線, 駆動電圧系電力ライン5

10

20

30

40

50

4 a および電池電圧系電力ライン 5 4 b の負極母線に接続されており、トランジスタ T 3 1 , T 3 2 の接続点と電池電圧系電力ライン 5 4 b の正極母線とにリアクトル L が接続されている。したがって、トランジスタ T 3 1 , T 3 2 をオンオフすることにより、電池電圧系電力ライン 5 4 b の電力を昇圧して駆動電圧系電力ライン 5 4 a に供給したり、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電力を降圧して電池電圧系電力ライン 5 4 b に供給したりすることができる。電池電圧系電力ライン 5 4 b の正極母線と負極母線とには平滑用のコンデンサ 5 8 が接続されている。

【 0 0 2 1 】

モータ E C U 4 0 は、図示しないが、C P U を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、C P U の他に、処理プログラムを記憶する R O M やデータを一時的に記憶する R A M , 入出力ポート, 通信ポートを備える。モータ E C U 4 0 には、モータ M G 1 , M G 2 を駆動制御するために必要な信号、例えばモータ M G 1 , M G 2 の回転子の回転位置を検出する回転位置検出センサ 4 3 , 4 4 からの回転位置 m_1 , m_2 や図示しない電流センサにより検出されるモータ M G 1 , M G 2 に印加される相電流、コンデンサ 5 7 の端子間に取り付けられた電圧センサ 5 7 a からのコンデンサ 5 7 の電圧（駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧）V H やコンデンサ 5 8 の端子間に取り付けられた電圧センサ 5 8 a からのコンデンサ 5 8 の電圧（電池電圧系電力ライン 5 4 b の電圧）V L などが入力ポートを介して入力されており、モータ E C U 4 0 からは、インバータ 4 1 , 4 2 のトランジスタ T 1 1 ~ T 1 6 , T 2 1 ~ T 2 6 へのスイッチング制御信号や昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T 3 1 , T 3 2 へのスイッチング制御信号などが出力ポートを介して出力されている。また、モータ E C U 4 0 は、H V E C U 7 0 と通信しており、H V E C U 7 0 からの制御信号によってモータ M G 1 , M G 2 を駆動制御すると共に必要に応じてモータ M G 1 , M G 2 の運転状態に関するデータを H V E C U 7 0 に出力する。なお、モータ E C U 4 0 は、回転位置検出センサ 4 3 , 4 4 からのモータ M G 1 , M G 2 の回転子の回転位置 m_1 , m_2 に基づいてモータ M G 1 , M G 2 の回転角速度 m_1 , m_2 や回転数 N_{m_1} , N_{m_2} を演算したり、モータ M G 2 の回転角速度 m_2 に基づいてモータ M G 2 の回転軸に換算した駆動輪 3 8 a , 3 8 b の回転角速度としての駆動輪回転角速度 b を演算したりしている。なお、駆動輪回転角速度 b は、モータ M G 2 から駆動輪 3 8 a , 3 8 b の間の特性に限定することにより得られる 2 慣性系の制御系設計モデルに対して制御サンプル時間で 0 次ホールドを用いて離散化したモデルを用いて演算するものとしたり、駆動輪 3 8 a , 3 8 b に車輪速センサを取り付けて車輪速センサからの信号に基づいて演算するものとしたりすることができる。

【 0 0 2 2 】

バッテリー E C U 5 2 は、図示しないが、C P U を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、C P U の他に、処理プログラムを記憶する R O M やデータを一時的に記憶する R A M , 入出力ポート, 通信ポートを備える。バッテリー E C U 5 2 には、バッテリー 5 0 を管理するのに必要な信号、例えば、バッテリー 5 0 の端子間に設置された図示しない電圧センサからの端子間電圧 V b やバッテリー 5 0 の出力端子に接続された電力ラインに取り付けられた図示しない電流センサからの充放電電流 I b , バッテリー 5 0 に取り付けられた図示しない温度センサからの電池温度 T b などが入力されており、必要に応じてバッテリー 5 0 の状態に関するデータを通信により H V E C U 7 0 に送信する。また、バッテリー E C U 5 2 は、バッテリー 5 0 を管理するために電流センサにより検出された充放電電流 I b の積算値に基づいてそのときのバッテリー 5 0 から放電可能な電力の容量の全容量に対する割合である蓄電割合 S O C を演算したり、演算した蓄電割合 S O C と電池温度 T b とに基づいてバッテリー 5 0 を充放電してもよい最大許容電力である入出力制限 W_{in} , W_{out} を演算したりしている。なお、バッテリー 5 0 の入出力制限 W_{in} , W_{out} は、電池温度 T b に基づいて入出力制限 W_{in} , W_{out} の基本値を設定し、バッテリー 5 0 の蓄電割合 S O C に基づいて出力制限用補正係数と入力制限用補正係数とを設定し、設定した入出力制限 W_{in} , W_{out} の基本値に補正係数を乗じることにより設定することができる。

【 0 0 2 3 】

H V E C U 7 0 は、図示しないが、C P U を中心とするマイクロプロセッサとして構成されており、C P U の他に、処理プログラムを記憶する R O M やデータを一時的に記憶する R A M , 入出力ポート, 通信ポートを備える。H V E C U 7 0 には、イグニッションスイッチ 8 0 からのイグニッション信号やシフトレバー 8 1 の操作位置を検出するシフトポジションセンサ 8 2 からのシフトポジション S P , アクセルペダル 8 3 の踏み込み量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 8 4 からのアクセル開度 A c c , ブレーキペダル 8 5 の踏み込み量を検出するブレーキペダルポジションセンサ 8 6 からのブレーキペダルポジション B P , 車速センサ 8 8 からの車速 V などが入力ポートを介して入力されている。H V E C U 7 0 は、前述したように、エンジン E C U 2 4 やモータ E C U 4 0 , バッテリ E C U 5 2 と通信ポートを介して接続されており、エンジン E C U 2 4 やモータ E C U 4 0 , バッテリ E C U 5 2 と各種制御信号やデータのやりとりを行なっている。

10

【 0 0 2 4 】

こうして構成された実施例のハイブリッド自動車 2 0 では、運転者によるアクセルペダルの踏み込み量に対応するアクセル開度 A c c と車速 V とに基づいて駆動軸 3 6 に出力すべき要求トルク $T r *$ を計算し、この要求トルク $T r *$ に対応する要求動力が駆動軸 3 6 に出力されるように、エンジン 2 2 とモータ M G 1 とモータ M G 2 とが運転制御される。エンジン 2 2 とモータ M G 1 とモータ M G 2 との運転制御としては、要求動力に見合う動力がエンジン 2 2 から出力されるようにエンジン 2 2 を運転制御すると共にエンジン 2 2 から出力される動力のすべてがプラネタリギヤ 3 0 とモータ M G 1 とモータ M G 2 とによってトルク変換されて駆動軸 3 6 に出力されるようモータ M G 1 およびモータ M G 2 を駆動制御するトルク変換運転モードや、要求動力とバッテリー 5 0 の充放電に必要な電力との和に見合う動力がエンジン 2 2 から出力されるようにエンジン 2 2 を運転制御すると共にバッテリー 5 0 の充放電を伴ってエンジン 2 2 から出力される動力の全部またはその一部がプラネタリギヤ 3 0 とモータ M G 1 とモータ M G 2 とによるトルク変換を伴って要求動力が駆動軸 3 6 に出力されるようモータ M G 1 およびモータ M G 2 を駆動制御する充放電運転モード、エンジン 2 2 の運転を停止してモータ M G 2 からの要求動力に見合う動力を駆動軸 3 6 に出力するよう運転制御するモータ運転モードなどがある。なお、トルク変換運転モードと充放電運転モードとは、いずれもエンジン 2 2 の運転を伴って要求動力が駆動軸 3 6 に出力されるようエンジン 2 2 とモータ M G 1 とモータ M G 2 とを制御するモードであり、実質的な制御における差異はないため、以下、両者を合わせてエンジン運転モードという。

20

30

【 0 0 2 5 】

次に、実施例のハイブリッド自動車 2 0 の動作について説明する。図 3 は、H V E C U 7 0 により実行される駆動制御ルーチンの一例を示すフローチャートである。このルーチンは、所定時間毎（例えば、数 m s e c 毎）に繰り返し実行される。

【 0 0 2 6 】

駆動制御ルーチンが実行されると、H V E C U 7 0 は、まず、アクセルペダルポジションセンサ 8 4 からのアクセル開度 A c c や車速センサ 8 8 からの車速 V , エンジン 2 2 の回転数 $N e$, モータ M G 1 , M G 2 の回転数 $N m 1$, $N m 2$, バッテリ 5 0 の入出力制限 $W i n$, $W o u t$, 駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V H など制御に必要なデータを入力する（ステップ S 1 0 0）。ここで、エンジン 2 2 の回転数 $N e$ は、図示しないクランクポジションセンサにより検出されたクランクポジション $c r$ に基づいて演算されたものをエンジン E C U 2 4 から通信により入力するものとした。また、モータ M G 1 , M G 2 の回転数 $N m 1$, $N m 2$ は、回転位置検出センサ 4 3 , 4 4 により検出されたモータ M G 1 , M G 2 の回転子の回転位置 $m 1$, $m 2$ に基づいて演算されたものをモータ E C U 4 0 から通信により入力するものとした。さらに、バッテリー 5 0 の入出力制限 $W i n$, $W o u t$ は、バッテリー 5 0 の電池温度 T b とバッテリー 5 0 の蓄電割合 S O C とに基づいて設定されたものをバッテリー E C U 5 2 から通信により入力するものとした。駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V H は、電圧センサ 5 7 a により検出されたものをモータ E C U 4 0 から通信により入力するものとした。

40

50

【 0 0 2 7 】

こうしてデータを入力すると、入力したアクセル開度 A_{cc} と車速 V とに基づいて駆動軸 36 に出力すべき要求トルク T_{r*} を設定すると共に (ステップ S 1 1 0)、設定した要求トルク T_{r*} に駆動軸 36 の回転数 N_r (例えば、モータ MG 2 の回転数 N_{m2} や車速 V に換算係数を乗じて得られる回転数など) を乗じて走行に要求される走行用パワー P_{drv*} を計算し (ステップ S 1 1 2)、計算した走行用パワー P_{drv*} からバッテリー 50 の蓄電割合 SOC に基づいて得られるバッテリー 50 の充放電要求パワー P_{b*} (バッテリー 50 から放電するときが正の値) を減じてエンジン 22 から出力すべきパワーとしての要求パワー P_{e*} を計算する (ステップ S 1 1 4)。ここで、要求トルク T_{r*} は、実施例では、アクセル開度 A_{cc} と車速 V と要求トルク T_{r*} との関係を予め定めて要求トルク設定用マップとして図示しない ROM に記憶しておき、アクセル開度 A_{cc} と車速 V とが与えられると記憶したマップから対応する要求トルク T_{r*} を導出して設定するものとした。

10

【 0 0 2 8 】

続いて、エンジン 22 が運転中であるか運転停止中であるかを判定し (ステップ S 1 2 0)、エンジン 22 が運転中であると判定されたときには、エンジン 22 の要求パワー P_{e*} をエンジン 22 を運転停止した方がよい要求パワー P_{e*} の範囲の上限としての停止用閾値 P_{stop} と比較する (ステップ S 1 3 0)。

【 0 0 2 9 】

エンジン 22 の要求パワー P_{e*} が停止用閾値 P_{stop} より大きいときには、エンジン 22 の運転を継続する (エンジン運転モードでの走行を継続する) と判断し、要求パワー P_{e*} をエンジン 22 から効率よく出力することができるエンジン 22 の回転数 N_e とトルク T_e との関係としての動作ラインに要求パワー P_{e*} を適用してエンジン 22 を運転すべき運転ポイントとしての目標回転数 N_{e*} と目標トルク T_{e*} とを設定し (ステップ S 1 4 0)、設定したエンジン 22 の目標回転数 N_{e*} とモータ MG 2 の回転数 N_{m2} とプラネタリギヤ 30 のギヤ比 (サンギヤの歯数 / リングギヤの歯数) とを用いて次式 (1) によりモータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} を計算すると共にエンジン 22 の目標トルク T_{e*} とプラネタリギヤ 30 のギヤ比 とモータ MG 1 の目標回転数 N_{m1*} および回転数 N_{m1} とを用いて式 (2) によりモータ MG 1 から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m1*} を計算する (ステップ S 1 5 0)。ここで、式 (1) は、プラネタリギヤ 30 の回転要素に対する力学的な関係式である。エンジン 22 からパワーを出力しながら走行しているときのプラネタリギヤ 30 の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を図 4 に示す。図中、左の S 軸はモータ MG 1 の回転数 N_{m1} であるサンギヤの回転数を示し、C 軸はエンジン 22 の回転数 N_e であるキャリアの回転数を示し、R 軸はモータ MG 2 の回転数 N_{m2} である駆動軸 36 の回転数 N_r を示す。なお、R 軸上の 2 つの太線矢印は、モータ MG 1 から出力されてプラネタリギヤ 30 を介して駆動軸 36 に作用するトルク ($-T_{m1}/$) と、モータ MG 2 から駆動軸 36 に出力されるトルク T_{m2} とを示す。式 (1) は、この共線図を用いれば容易に導くことができる。また、式 (2) は、モータ MG 1 の回転数 N_{m1} が目標回転数 N_{m1*} となるようにするためのフィードバック制御の関係式であり、式 (2) 中、右辺第 2 項の「 k_1 」は比例項のゲインであり、右辺第 3 項の「 k_2 」は積分項のゲインである。

20

30

40

【 0 0 3 0 】

$$N_{m1*} = N_e \cdot (1 + \dots) / \dots - N_{m2} / \dots \quad (1)$$

$$T_{m1*} = - \dots \cdot T_e / (1 + \dots) + k_1 \cdot (N_{m1*} - N_{m1}) + k_2 \cdot \dots (N_{m1*} - N_{m1}) dt \quad (2)$$

【 0 0 3 1 】

続いて、次式 (3) により要求トルク T_{r*} にモータ MG 1 のトルク指令 T_{m1*} をプラネタリギヤ 30 のギヤ比 で除したものを加えてモータ MG 2 から出力すべきトルクの仮の値としての仮トルク T_{m2tmp} を計算し (ステップ S 1 6 0)、式 (4) および式 (5) によりバッテリー 50 の入出力制限 W_{in} , W_{out} とモータ MG 1 のトルク指令 T_{m1*} に回転数 N_{m1} を乗じて得られるモータ MG 1 の消費電力 (発電電力) との差分を

50

モータMG2の回転数Nm2で除してモータMG2から出力してもよいトルクの上下限としてのトルク制限Tm2min, Tm2maxを計算し(ステップS162)、式(6)により仮トルクTm2tmpをトルク制限Tm2min, Tm2maxで制限してモータMG2から出力すべきトルクとしてのトルク指令Tm2*を設定する(ステップS164)。ここで、式(3)は、図4の共線図から容易に導くことができる。

【0032】

$$Tm2tmp = Tr^* + Tm1^* / \quad (3)$$

$$Tm2min = (Win - Tm1^* \cdot Nm1) / Nm2 \quad (4)$$

$$Tm2max = (Wout - Tm1^* \cdot Nm1) / Nm2 \quad (5)$$

$$Tm2^* = \max(\min(Tm2tmp, Tm2max), Tm2min) \quad (6)$$

10

【0033】

そして、走行用パワーPdrv*に応じた電圧である走行用パワー起因電圧VHp dを駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagに設定する(ステップS170)。ここで、走行用パワー起因電圧VHp dは、実施例では、最大許容電圧VHmax以下の範囲内で、モータMG1, MG2の駆動によって走行用パワーPdrv*を駆動軸36に出力可能な範囲内で比較的低い電圧を用いるものとした。これは、バッテリー50の入出力制限Win, Woutの範囲内で走行用パワーPdrv*を駆動軸36に出力できるようにすると共に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧VHを高くすることによる昇圧コンバータ55での損失を抑制するためである。この走行用パワー起因電圧VHp dは、走行用パワーPdrv*が大きいほど直線的や曲線的に大きくなる傾向に定めるものとしてもよいし、段階的(例えば、50Vや100V毎など)に大きくなる傾向に定めるものとしてもよい。なお、最大許容電圧VHmaxは、コンデンサ57の耐圧より若干低い電圧などを用いることができる。

20

【0034】

こうしてエンジン22の目標回転数Ne*や目標トルクTe*, モータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*, 駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagを設定すると、エンジン22の目標回転数Ne*や目標トルクTe*についてはエンジンECU24に送信し、モータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*や駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagについてはモータECU40に送信して(ステップS180)、本ルーチンを終了する。エンジン22の目標回転数Ne*と目標トルクTe*とを受信したエンジンECU24は、エンジン22が目標回転数Ne*と目標トルクTe*とからなる運転ポイント(目標運転ポイント)で運転されるようエンジン22の吸入空気量制御や燃料噴射制御, 点火制御などを行なう。また、モータMG1, MG2のトルク指令Tm1*, Tm2*や駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagを受信したモータECU40は、図5のモータ制御ルーチンにより、トルク指令Tm1*, Tm2*に基づいてインバータ41, 42のトランジスタT11~T16, T21~T26のスイッチング制御を行なうと共に駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagに基づいて昇圧コンバータ55のトランジスタT31, T32のスイッチング制御を行なう。以下、図3の駆動制御ルーチンの説明を一旦中断し、図5のモータ制御ルーチンについて説明する。図5のモータ制御ルーチンは、所定時間毎(例えば、数msec毎)に繰り返し実行される。

30

40

【0035】

モータ制御ルーチンが実行されると、モータECU40は、まず、モータMG2のトルク指令Tm2*や回転数Nm2, モータMG2の回転角速度 ω_2 , モータMG2の回転軸に換算した駆動輪38a, 38bの回転角速度である駆動輪回転角速度 ω_b , 電圧センサ57aからの駆動電圧系電力ライン54aの電圧VH, 駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagなど制御に必要なデータを入力する処理を実行する(ステップS300)。ここで、モータMG2のトルク指令Tm2*や駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧VHtagは、図3の駆動制御ルーチンにより設定されたものをHVECU70から通信により入力するものとした。また、モータMG2の回転数Nm2や回転角速度 ω_2

50

、駆動輪回転角速度 b は、回転位置検出センサ 44 からのモータ MG 2 の回転子の回転位置 m_2 に基づいて演算されたものを入力するものとした。

【0036】

こうしてデータを入力すると、入力した駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H とモータ MG 1 のトルク指令 T_{m1}^* および回転数 N_{m1} とに基づいてインバータ 41 の制御モード C_{m1} を設定すると共に (ステップ S310)、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H とモータ MG 2 のトルク指令 T_{m2}^* および回転数 N_{m2} とに基づいてインバータ 42 の制御モード C_{m2} を設定する (ステップ S320)。ここでは、インバータ 42 の制御モード C_{m2} の設定を例として説明する。インバータ 42 の制御モード C_{m2} は、実施例では、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H とモータ MG 2 のトルク指令 T_{m2}^* および回転数 N_{m2} とに応じて、モータ MG 2 の電圧指令と三角波電圧との比較によってトランジスタ T21 ~ T26 のオン時間の割合を調節するパルス幅変調 (PWM) 制御において三角波電圧の振幅以下の振幅の正弦波状の電圧指令を変換して得られる擬似的三相交流電圧をモータ MG 2 に供給する正弦波制御モード、パルス幅変調制御において三角波電圧の振幅より大きな振幅の正弦波状の電圧指令を変換して得られる過変調電圧をモータ MG 2 に供給する過変調制御モード、矩形波電圧をモータ MG 2 に供給する矩形波制御モードから 1 つを選択して設定するものとした。具体的には、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H とモータ MG 2 のトルク T_m および回転数 N_{m2} と制御モード C_{m2} との関係を予め定めて制御対応関係として図示しない ROM に記憶しておき、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H とモータ MG 2 のトルク指令 T_{m2}^* および回転数 N_{m2} とが与えられると記憶した制御対応関係から対応する制御モード C_{m2} を導出して設定するものとした。制御対応関係の一例を図 6 に示す。図 6 中、点 A ~ 点 D は、モータ MG 2 のトルク指令 T_{m2}^* および回転数 N_{m2} からなる目標駆動点 (駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H には依存しない) を示す。インバータ 42 の制御モード C_{m2} は、図 6 に示すように、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H 毎に、モータ MG 2 のトルク指令 T_{m2}^* や回転数 N_{m2} が小さい側から順に正弦波制御モード、過変調制御モード、矩形波制御モードとなるよう定められていると共に、駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H が高いほど正弦波制御モードと過変調制御モードとの境界や過変調制御モードと矩形波制御モードとの境界が高回転高トルク側となるよう定められている。図 6 から分かるように、モータ MG 2 の目標駆動点が点 A のときには駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H が電圧 $V_{H1} \sim V_{H3}$ のいずれの場合でも正弦波制御モードをインバータ 42 の制御モード C_{m2} として設定することになるが、モータ MG 2 の目標駆動点が点 B ~ D のときには駆動電圧系電力ライン 54 a の電圧 V_H に応じて正弦波制御モード、過変調制御モード、矩形波制御モードからインバータ 42 の制御モード C_{m2} を設定することになる。ここでは、インバータ 42 の制御モード C_{m2} の設定について説明したが、インバータ 41 の制御モード C_{m1} の設定についても同様に行なうことができる。モータ MG 1, MG 2 やインバータ 41, 42 の特性として、矩形波制御モード、過変調制御モード、正弦波制御モードの順で、モータ MG 1, MG 2 の出力応答性や制御性がよくなり、出力可能なトルクが小さくなり、インバータ 41, 42 のスイッチング損失などが大きくなることが分かっているから、低回転数低トルクの領域では、正弦波制御モードでインバータ 41, 42 を制御することによってモータ MG 1, MG 2 の出力応答性や制御性を良くすることができ、高回転数高トルク領域では、矩形波制御モードを用いてインバータ 41, 42 を制御することによって大きなトルクを出力可能とすると共にインバータ 41, 42 のスイッチング損失などを低減することができる。

【0037】

続いて、モータ MG 1 のトルク指令 T_{m1}^* を実行用トルク T_1^* として設定し (ステップ S330)、インバータ 42 の制御モードが正弦波制御モードであるか否かを判定し (ステップ S340)、インバータ 42 の制御モードが正弦波制御モードであると判定されたときには、次式 (7) により駆動輪回転角速度 b とモータ MG 2 の回転角速度 m_2 との差に制御ゲイン k_v を乗じて制振トルク T_v の仮の値としての仮制振トルク T_{vt}

10

20

30

40

50

mpを設定し(ステップ350)、式(8)により仮制振トルク T_{vtmp} を制限トルク T_{lim} 、 $-T_{lim}$ で制限して制振トルク T_v を設定し(ステップS352)、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} と制振トルク T_v との和をモータMG2の実行用トルク T_2^* として設定し(ステップS354)、設定した実行用トルク T_1^* 、 T_2^* でモータMG1、MG2が駆動されるよう制御モード C_{m1} 、 C_{m2} でインバータ41、42のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}$ 、 $T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行なう(ステップS370)。ここで、制限トルク T_{lim} 、 $-T_{lim}$ は、車両の振動を抑制することができる程度で且つモータMG2から出力する実行トルク T_2^* がバッテリー50の入出力制限 W_{in} 、 W_{out} を超えない程度に制振トルク T_v の大きさ(正側および負側の大きさ)を制限するために用いられるものであり、実験などによって定めることができる。こうしたインバータ42の制御により、車両に生じる振動を抑制することができる。以下、制振トルク T_v がモータMG2から出力されるよう制御することを制振制御という。

10

【0038】

$$T_{vtmp} = k_v \cdot (b - m_2) \quad (7)$$

$$T_v = \max(\min(T_{vtmp}, T_{lim}), -T_{lim}) \quad (8)$$

【0039】

そして、次式(9)により駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} を前回の実行用電圧(前回 V_H^*)に変化許容値 V_H を加えた値(前回 $V_H^* + V_H$)および前回の実行用電圧(前回 V_H^*)から変化許容値 V_H を減じた値(前回 $V_H^* - V_H$)で制限して駆動電圧系電力ライン54aの実行用電圧 V_H^* を設定すると共に(ステップS380)、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が実行用電圧 V_H^* となるよう昇圧コンバータ55のトランジスタ T_{31} 、 T_{32} のスイッチング制御を行なって(ステップS390)、本ルーチンを終了する。ここで、変化許容値 V_H は、本ルーチンの実行間隔での駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H の変化の許容値を定めるものであり、モータMG1、MG2のトルク変動を抑制可能な値などとして実験や解析などによって定めることができる。こうした昇圧コンバータ55の制御により、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H と目標電圧 V_{Htag} との乖離が大きいたまには、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を目標電圧 V_{Htag} に向けて変化許容値 V_H ずつ近づけていく(変化許容値 V_H をレート値として用いてレート処理を行なう)ことになる。

20

【0040】

$$V_H^* = \max(\min(V_{Htag}, \text{前回}V_H^* + V_H), \text{前回}V_H^* - V_H) \quad (9)$$

30

【0041】

ステップS340でインバータ42の制御モードが正弦波制御モードでない、即ち、過変調制御モードまたは矩形波制御モードであると判定されたときには、モータMG2のトルク指令 T_{m2*} をモータMG2の実行用トルク T_2^* として設定し(ステップS360)、設定した実行用トルク T_1^* 、 T_2^* でモータMG1、MG2が駆動されるよう制御モード C_{m1} 、 C_{m2} でインバータ41、42のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}$ 、 $T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行ない(ステップS370)、上述の式(9)により駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} を値(前回 $V_H^* + V_H$)、(前回 $V_H^* - V_H$)で制限して駆動電圧系電力ライン54aの実行用電圧 V_H^* を設定すると共に(ステップS380)、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が実行用電圧 V_H^* となるよう昇圧コンバータ55のトランジスタ T_{31} 、 T_{32} のスイッチング制御を行なって(ステップS390)、本ルーチンを終了する。過変調制御モードや矩形波制御モードでインバータ42を制御するときには、正弦波制御モードでインバータ42を制御するときに比してモータMG2の制御性がよくないことから、モータMG2による制振制御を適正に行なうことができない可能性がある。したがって、実施例では、過変調制御モードや矩形波制御モードでインバータ42を制御するときには、モータMG2による制振制御を実行しないものとした。

40

【0042】

以上、図5のモータ制御ルーチンについて説明した。図3の駆動制御ルーチンの説明に

50

戻る。ステップ S 1 3 0 でエンジン 2 2 の要求パワー P_{e*} が停止用閾値 P_{stop} 以下であると判定されると、エンジン運転モードからモータ運転モードに移行すると判断し、エンジン 2 2 の運転を停止し (ステップ S 1 9 0)、モータ MG 1 から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m1*} に値 0 を設定すると共に (ステップ S 2 1 0)、モータ MG 2 から出力すべきトルクの仮の値としての仮トルク T_{m2tmp} に要求トルク T_{r*} を設定し (ステップ S 2 2 0)、バッテリー 5 0 の入出力制限 W_{in}, W_{out} をモータ MG 2 の回転数 N_{m2} で除してモータ MG 2 から出力してもよいトルクの上下限としてのトルク制限 T_{m2min}, T_{m2max} を計算し (ステップ S 2 2 2)、上述の式 (6) により仮トルク T_{m2tmp} をトルク制限 T_{m2min}, T_{m2max} で制限してモータ MG 2 から出力すべきトルクとしてのトルク指令 T_{m2*} を設定し (ステップ S 2 2 4)、上述のステップ S 1 7 0 の処理と同様に走行用パワー起因電圧 V_{Hpd} (走行用パワー P_{drv*} に応じた電圧) を駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_{Htag} に設定し (ステップ S 2 3 0)、設定したモータ MG 1, MG 2 のトルク指令 T_{m1*}, T_{m2*} や駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_{Htag} をモータ ECU 4 0 に送信して (ステップ S 2 4 0)、本ルーチンを終了する。モータ MG 1, MG 2 のトルク指令 T_{m1*}, T_{m2*} や駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_{Htag} を受信したモータ ECU 4 0 は、上述の図 5 のモータ制御ルーチンにより、トルク指令 T_{m1*}, T_{m2*} に基づく実行用トルク T_{1*}, T_{2*} でモータ MG 1, MG 2 が駆動されるよう制御モード C_{m1}, C_{m2} でインバータ 4 1, 4 2 のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}, T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行なうと共に、駆動電圧系電力ライン 5 4 a の電圧 V_H が目標電圧 V_{Htag} に基づく実行用電圧 V_{H*} となるよう昇圧コンバータ 5 5 のトランジスタ T_{31}, T_{32} のスイッチング制御を行なう。

【0043】

こうしてエンジン 2 2 の運転を停止すると、ステップ 1 2 0 でエンジン 2 2 が運転停止中であると判定され、エンジン 2 2 の要求パワー P_{e*} をエンジン 2 2 を運転した方がよい要求パワー P_{e*} の範囲の下限としての始動用閾値 P_{start} と比較する (ステップ S 2 0 0)。ここで、始動用閾値 P_{start} は、エンジン 2 2 の始動と停止とが頻繁に生じないようにヒステリシスを持たせるために、停止用閾値 P_{stop} より所定のマージンだけ大きな値を用いるものとした。

【0044】

エンジン 2 2 の要求パワー P_{e*} が始動用閾値 P_{start} 未満のときには、エンジン 2 2 の運転停止を継続する (モータ運転モードでの走行を継続する) と判断し、モータ MG 1, MG 2 のトルク指令 T_{m1*}, T_{m2*} や駆動電圧系電力ライン 5 4 a の目標電圧 V_{Htag} を設定してモータ ECU 4 0 に送信して (ステップ S 2 1 0 ~ S 2 4 0)、本ルーチンを終了する。一方、エンジン 2 2 の要求パワー P_{e*} が始動用閾値 P_{start} 以上のときには、モータ運転モードからエンジン運転モードに移行すると判断し、走行しながらモータ MG 1 によってエンジン 2 2 をモータリングして始動するために、図 7 の始動時駆動制御を実行して (ステップ S 2 5 0)、本ルーチンを終了する。こうしてエンジン 2 2 の始動が完了すると (後述の始動完了フラグ F_s に値 1 が設定されると)、ステップ S 1 2 0 でエンジン 2 2 が運転中であると判定され、ステップ S 1 3 0 以降の処理を実行する。

【0045】

図 7 の始動時駆動制御では、まず、エンジン 2 2 の運転停止中にエンジン 2 2 の要求パワー P_{e*} が始動用閾値 P_{start} 以上に至ってから (エンジン 2 2 の始動が指示されてから) 本ルーチンを初めて実行するときであるか否かを判定し (ステップ S 4 0 0)、エンジン 2 2 の始動が指示されてから本ルーチンを初めて実行するときであると判定されたときには、エンジン 2 2 の始動時に想定されるモータ MG 2 の駆動点 (トルク T_{m2} および回転数 N_{m2}) である始動時駆動点と上述の制御対応関係とを用いて、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内で、エンジン 2 2 の始動時に正弦波制御モードでインバータ 4 2 を制御する (モータ MG 2 による制振制御を実行する) ことになる駆動電圧系電力ライン

54aの電圧としての始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定する処理を実行し(ステップS410)、この処理によって始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できたか否か(最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} があるか否か)を判定し(ステップS420)、始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できたときには、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H と始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} とを比較する(ステップS430)。ステップS410における始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できなかったときとしては、始動時駆動点でモータMG2を駆動する場合に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H に拘わらず過変調制御モードまたは矩形波制御モードでインバータ42を制御することになる(駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を最大許容電圧 V_{Hmax} まで上昇させたとしても正弦波制御モードでインバータ42を制御しない)ときを考慮することができる。なお、始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} の設定の詳細については後述する。

10

【0046】

ステップS420で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できた(最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} がある)と判定され且つステップS430で駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} より低いときには、設定した始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に(ステップS440)、エンジン22の始動が指示されてからエンジン22の始動を開始する(モータMG1によるエンジン22のモータリングを開始する)までの時間としての待機時間 t_{wt} に、エンジン22の始動が指示されてから駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} 以上に至るまでに要する時間を設定する(ステップS450)。ここで、待機時間 t_{wt} は、例えば、始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} と駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H との差分を上述の変化許容値 V_H で除して得られる時間やそれより若干長い時間などを用いることができる。

20

【0047】

ステップS420で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できた(最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} がある)と判定され且つステップS430で駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} 以上のときには、エンジン22の始動を開始する前に駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を上昇させなくてもエンジン22の始動時には正弦波制御モードでインバータ42を制御することになると判断し、図3の駆動制御ルーチンのステップS170の処理と同様に、走行用パワー起因電圧 V_{Hpd} (走行用パワー P_{drv} に応じた電圧)を駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に(ステップS460)、始動時待機時間 t_{wt} に値0を設定する(ステップS470)。

30

【0048】

ステップS420で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できなかった(最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} がない)と判定されたときには、始動時駆動点でモータMG2を駆動する場合に駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H に拘わらず過変調制御モードまたは矩形波制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行しない)ことになると判断し、走行用パワー起因電圧 V_{Hpd} (走行用パワー P_{drv} に応じた電圧)を駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に(ステップS460)、始動時待機時間 t_{wt} に値0を設定する(ステップS470)。

40

【0049】

ステップS400でエンジン22の始動が指示されてから本ルーチンを初めて実行するときではないと判定されたときには、駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} に前回の目標電圧(前回 V_{Htag})を設定する(ステップS475)。

【0050】

こうしてステップS440, S460で駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Ht}

50

a gを設定すると共にステップS 4 5 0 , S 4 7 0で待機時間t w tを設定するか、ステップS 4 7 5で駆動電圧系電力ライン5 4 aの目標電圧V H t a gを設定すると、エンジン2 2の始動が指示されてから待機時間t w tが経過したか否かを判定し(ステップS 4 8 0)、待機時間t w tが経過していないと判定されたときには、図3の駆動制御ルーチンのステップS 2 1 0 ~ S 2 2 4 , S 2 4 0の処理と同様に、モータM G 1 , M G 2のトルク指令T m 1 * , T m 2 *を設定すると共にモータM G 1 , M G 2のトルク指令T m 1 * , T m 2 *や駆動電圧系電力ライン5 4 aの目標電圧V H t a gをモータE C U 4 0に送信して(ステップS 4 9 0 ~ S 5 1 0)、本ルーチンを終了する。モータM G 1 , M G 2のトルク指令T m 1 * , T m 2 *や駆動電圧系電力ライン5 4 aの目標電圧V H t a gを受信したモータE C U 4 0は、上述の図5のモータ制御ルーチンにより、トルク指令T m 1 * , T m 2 *に基づく実行用トルクT 1 * , T 2 *でモータM G 1 , M G 2が駆動されるよう制御モードC m 1 , C m 2でインバータ4 1 , 4 2のトランジスタT 1 1 ~ T 1 6 , T 2 1 ~ T 2 6のスイッチング制御を行なうと共に、駆動電圧系電力ライン5 4 aの電圧V Hが目標電圧V H t a gに基づく実行用電圧V H *となるよう昇圧コンバータ5 5のトランジスタT 3 1 , T 3 2のスイッチング制御を行なう。この場合、モータM G 1によるエンジン2 2のモータリングを開始せずに、モータ運転モードによる走行を継続することになる。

10

【0051】

ステップS 4 8 0で待機時間t w tが経過したと判定されたとき(待機時間t w tが値0のときを含む)には、図8のモータリングトルク設定ルーチンによって設定されるエンジン2 2をモータリングするためのモータリングトルクT c rをモータM G 1のトルク指令T m 1 *に設定する(ステップS 5 2 0)。以下、図7の始動時駆動制御の説明を一旦中断し、図8のモータリングトルク設定ルーチンについて説明する。なお、図8のルーチンは、エンジン2 2の始動が指示されてから待機時間t w tが経過したときに実行が開始される。

20

【0052】

図8のモータリングトルク設定ルーチンでは、H V E C U 7 0は、まず、モータリングトルクT c rに値0を設定する(ステップS 6 0 0)。そして、モータリングトルクT c rが予め定められた最大トルクT c r p e a kに至るまでモータリングトルクT c rを上昇レートT u pずつ増加させる処理を実行し(ステップS 6 1 0 , S 6 2 0)、モータリングトルクT c rが最大トルクT c r p e a kに至ると、エンジン2 2の回転数N eがエンジン2 2の燃料噴射制御や点火制御を開始する回転数として定められた所定回転数N s t(例えば、1 0 0 0 r p mや1 2 0 r p mなど)以上に至るのを待つ(ステップS 6 3 0 , S 6 4 0)。そして、エンジン2 2の回転数N eが所定回転数N s t以上に至ると、モータリングトルクT c rが値0以下に至るまでモータリングトルクT c rを下降レートT d o w nずつ減少させる処理を実行しながら(ステップS 6 5 0)、エンジン2 2が完爆するのを待って(ステップS 6 6 0)、モータリングトルク設定ルーチンを終了する。ここで、上昇レートT u pや下降レートT d o w nは、それぞれトルク指令T m 1 *の上昇の程度、下降の程度を定めるレート値であり、モータリングトルクT c rを上昇レートT u pずつ増加させる処理、モータリングトルクT c rを下降レートT d o w nずつ減少させる処理を繰り返す時間間隔によって定められる。

30

40

【0053】

以上、図8のモータリングトルク設定ルーチンについて説明した。図7の始動時駆動制御の説明に戻る。ステップS 5 2 0でモータM G 1のトルク指令T m 1 *を設定すると、図3の駆動制御ルーチンのステップS 1 6 0 ~ S 1 6 4の処理と同様にモータM G 2のトルク指令T m 2 *を設定し(ステップS 5 3 0 ~ S 5 3 4)、モータM G 1 , M G 2のトルク指令T m 1 * , T m 2 *や駆動電圧系電力ライン5 4 aの目標電圧V H t a gをモータE C U 4 0に送信し(ステップS 5 4 0)、エンジン2 2の回転数N eを上述の所定回転数N s tと比較し(ステップS 5 5 0)、エンジン2 2の回転数N eが所定回転数N s t未滿のときには、そのまま本ルーチンを終了する。モータM G 1 , M G 2のトルク指令

50

T_{m1}^* 、 T_{m2}^* や駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} を受信したモータECU40は、上述の図5のモータ制御ルーチンにより、トルク指令 T_{m1}^* 、 T_{m2}^* に基づく実行用トルク T_1^* 、 T_2^* でモータMG1、MG2が駆動されるよう制御モード C_{m1} 、 C_{m2} でインバータ41、42のトランジスタ $T_{11} \sim T_{16}$ 、 $T_{21} \sim T_{26}$ のスイッチング制御を行なうと共に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が目標電圧 V_{Htag} に基づく実行用電圧 V_H^* となるよう昇圧コンバータ55のトランジスタ T_{31} 、 T_{32} のスイッチング制御を行なう。

【0054】

ステップS550でエンジン22の回転数 N_e が所定回転数 N_{st} 以上のときには、燃料噴射制御や点火制御の実行を指示するための制御信号をエンジンECU24に送信し（ステップS560）、エンジン22が完爆に至ったか否かを判定し（ステップS570）、エンジン22が完爆に至っていないと判定されたときにはそのまま本ルーチンを終了し、エンジン22が完爆に至ったと判定されたときにはエンジン22の始動が完了したことを示す始動完了フラグ F_s に値1を設定して（ステップS580）、本ルーチンを終了する。モータMG1によってエンジン22をモータリングする際のプラネタリギヤ30の回転要素における回転数とトルクとの力学的な関係を示す共線図の一例を図9に示す。このようにエンジン22を始動することにより、ステップS410の処理で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できた（最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} がある）ときには、待機時間 t_{wt} （値0を含む）が経過したときに、正弦波制御モードでインバータ42を制御しながら（モータMG2による制振制御を実行しながら）モータMG1によってエンジン22をモータリングして始動することになり、ステップS410の処理で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できなかった（最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内に始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} がない）ときには、値0が設定された待機時間 t_{wt} が経過したときに、即ち、直ちに、過変調制御モードまたは矩形波制御モードでインバータ42を制御しながら（モータMG2による制振制御を実行せずに）モータMG1によってエンジン22をモータリングして始動することになる。こうして始動完了フラグ F_s に値1が設定されると、図3の駆動制御ルーチンのステップS120でエンジン22が運転中であると判定され、ステップS130以降の処理を実行する。

【0055】

次に、この始動時駆動制御のステップS410の処理、即ち、始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定する処理について説明する。始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} は、実施例では、駆動軸36に出力すべき要求トルク T_r^* とモータリングトルク T_{cr} の最大値として予め定められた最大トルク T_{crpeak} とを用いてエンジン22の始動時におけるモータMG2のトルク指令 T_{m2}^* の最大値である始動時最大トルク T_{m2peak} を上述の式(3)の「 T_{m2tmp} 」、 「 T_{m1}^* 」を「 T_{m2peak} 」、 「 T_{crpeak} 」に置き換えて計算し、上述の制御対応関係（図6参照）に始動時最大トルク T_{m2peak} とモータMG2の回転数 N_{m2} と（からなる始動時駆動点）を適用して、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定可能であれば、正弦波制御モードでインバータ42を制御することになる範囲内で比較的低い電圧を始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} として設定するものとした。なお、モータMG2の始動時駆動点におけるトルクは、図9の共線図や上述の式(3)から分かるように、モータMG1のトルク T_{m1} （モータリングトルク T_{cr} ）に応じて変化する。このため、エンジン22の始動が指示されたときやモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するときのモータMG2のトルク（要求トルク T_r^* ）を始動時駆動点のトルクとして用いることも考えられるが、図6から分かるように、モータMG2のトルク T_{m2} が大きいほど始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} が高くなる傾向があることから、実施例では、モータMG1によるエンジン22のモータリング開始からエンジン22の始動完了までに亘って正弦波制御モードでインバータ42を制御できるようにするために、始動時最大トルク T_{m2peak} を始動時駆動点のトルクとして用いるものとした。また、最大許容電圧 V_{Hma}

10

20

30

40

50

x以下の範囲内で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定可能なときに、正弦波制御モードでインバータ42を制御することになる範囲内で比較的低い電圧を始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} に設定するのは、昇圧コンバータ55での損失を抑制すると共に、エンジン22の始動が指示されてからモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するまでの時間(待機時間 t_{wt})を短縮するためである。

【0056】

以下、図6を用いて具体例を説明する。いま、図6において、最大許容電圧 V_{Hmax} が電圧 V_{H3} であり、エンジン22の始動が指示されたときの走行用パワー起因電圧 V_{Hp} および駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が電圧 V_{H1} であり、エンジン22の始動が指示されたときに、電圧 $V_{H1} \sim V_{H3}$ のいずれかを駆動電圧系電力ライン54aの目標電圧 V_{Htag} に設定する場合を考える。なお、図6から分かるように、モータMG2のトルク T_{m2} が大きく回転数 N_{m2} が大きいほど始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} は高くなる傾向があり、高回転数領域では、モータMG2のトルク T_{m2} に拘わらず過変調制御モードまたは矩形波制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行しない)ことになる。

10

【0057】

始動時最大トルク T_{m2peak} と回転数 N_{m2} とからなる始動時駆動点が点Aのときには、電圧 $V_{H1} \sim V_{H3}$ のいずれを用いたとしても正弦波制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行する)ことになるから、待機時間 t_{wt} をより短くしてエンジン22の始動を迅速に行なうために、走行用パワー起因電圧 V_{Hp} (電圧 V_{H1})を目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に待機時間 t_{wt} に値0を設定する(ステップS460, S470)。また、始動時駆動点が点B, 点Cのときにはそれぞれ正弦波制御モードでインバータ42を制御することになる駆動電圧系電力ライン54aの電圧(複数ある場合には最小値) V_{H2}, V_{H3} を目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に設定した目標電圧 V_{Htag} に応じて待機時間 t_{wt} を設定する(ステップS440, S450)。これらの場合、エンジン22の始動が指示されてから駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が目標電圧 V_{Htag} 以上に至るのに要する時間(値0を含む)が経過したときに、モータMG1によるエンジン22のモータリングを開始して、正弦波制御モードでインバータ42を制御しながらモータMG1によってエンジン22をモータリングして始動するから、エンジン22の始動時に車両に振動が生じるのを抑制することができると共に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を一律に最大許容電圧 V_{Hmax} まで上昇させた後にエンジン22を始動するものに比してエンジン22の始動が指示されてから始動完了までに要する時間の短縮を図ることができる。

20

30

【0058】

一方、始動時駆動点が点Dのときには、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を最大許容電圧 V_{Hmax} (電圧 V_{H3})まで上昇させたとしても過変調制御モードまたは区家は制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行しない)ことになるから、走行用パワー起因電圧 V_{Hp} (電圧 V_{H1})を目標電圧 V_{Htag} に設定すると共に待機時間 t_{wt} に値0を設定する(ステップS460, S470)。これにより、モータMG2による制振制御は行なわれないものの、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を一律に最大許容電圧 V_{Hmax} まで上昇させた後にエンジン22を始動するものに比してエンジン22の始動が指示されてから始動完了までに要する時間の短縮を図ることができる。

40

【0059】

以上説明した実施例のハイブリッド自動車20によれば、エンジン22の始動が指示されたときには、エンジン22の始動時に想定されるモータMG2の駆動点(トルク T_{m2} および回転数 N_{m2})である始動時駆動点を制御対応関係に適用して、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内で、エンジン22の始動時に正弦波制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行する)ことになる駆動電圧系電力ライン54aの電圧としての始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定し、駆動電圧系電力ライン54

50

aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} より低いときには、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} 以上に上昇させた後に(エンジン22の始動が指示されてから待機時間 t_{wt} が経過したときに)、正弦波制御モードでインバータ42を制御しながらモータMG1によってエンジン22をモータリングして始動するから、エンジン22を始動する際の車両の振動を抑制することができると共に、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を最大許容電圧 V_{Hmax} まで一律に上昇させた後にモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するものに比してエンジン22の始動が指示されてから始動完了までに要する時間の短縮を図ることができる。

【0060】

実施例のハイブリッド自動車20では、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内でエンジン22の始動時に正弦波制御モードでインバータ42を制御する電圧がない(駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H に拘わらず過変調制御モードまたは矩形波制御モードでインバータ42を制御する)ときには、走行用パワー起因電圧 V_{Hp} を目標電圧 V_{Htag} に設定するものとしたが、最大許容電圧 V_{Hmax} を目標電圧 V_{Htag} に設定するものとしてもよい。

10

【0061】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の始動が指示されて図7の始動時駆動制御を初めて実行するときに、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} より低いときには始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を目標電圧 V_{Htag} に設定し、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} 以上のときや始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定できないときには走行用パワー起因電圧 V_{Hp} を目標電圧 V_{Htag} に設定し、その後図7の始動駆動制御を実行するときは、前回の目標電圧(前回 V_{Htag})を保持するものとしたが、図7の始動時駆動制御を初めて実行するときに走行用パワー起因電圧 V_{Hp} を目標電圧 V_{Htag} に設定するとき(待機時間 t_{wt} に値0を設定するとき)には、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H の上昇を待たずにモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するから、その後、図7の始動駆動制御を実行する毎に、走行用パワー起因電圧 V_{Hp} を目標電圧 V_{Htag} に設定するものとしてもよい。

20

【0062】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の始動が指示されてから待機時間 t_{wt} が経過したときにモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するものとしたが、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が目標電圧 V_{Htag} 以上に至ったとき(最初から電圧 V_H が目標電圧 V_{Htag} 以上のときを含む)にモータMG1によるエンジン22のモータリングを開始するものとしてもよい。

30

【0063】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22の始動が指示されて図7の始動時駆動制御を初めて実行するときは、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内で始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定可能なときには、要求トルク T_{r*} と最大トルク T_{crpeak} とを用いて得られる始動時最大トルク T_{m2peak} と、モータMG2の回転数 N_{m2} とを制御対応関係(図6参照)に適用して始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定するものとしたが、エンジン22の始動が指示されたときのモータMG2の回転数 N_{m2} に代えて、エンジン22の始動時に想定されるモータMG2の回転数 N_{m2} の最大値を用いて始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定するものとしてもよい。エンジン22を始動するときとしては、通常、アクセルペダル83が踏み込まれていて車両の加速中であることが多く、また、モータMG2の回転数 N_{m2} が大きいほど始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} が高くなる(図6参照)ことから、このように始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定することにより、始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} をより適正なものとするすることができる。

40

【0064】

実施例のハイブリッド自動車20では、始動時駆動点におけるトルクとして始動時最大トルク T_{m2peak} を用いて始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定するものとしたが

50

、これに代えて、始動時駆動範囲におけるトルク範囲としてモータMG1によるエンジン22のモータリング開始からエンジン22の始動完了までに想定されるトルク範囲($T_{r*} \sim T_{r*} + T_{crpeak}$)を用いて始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定するものとしてもよい。この場合、トルク範囲($T_{r*} \sim T_{r*} + T_{crpeak}$)とモータMG2の回転数 N_{m2} とによって形成されるモータMG2の駆動範囲が正弦波制御モードの範囲内となる電圧を始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} として設定すればよい。

【0065】

実施例のハイブリッド自動車20では、正弦波制御モードでインバータ42を制御するときにはモータMG2による制振制御を実行し、過変調制御モードや矩形波制御モードでインバータ42を制御するときにはモータMG2による制振制御を実行しないものとしたが、過変調制御モードでインバータ42を制御するときには、モータMG2による制振制御を実行するものとしてもよい。

10

【0066】

実施例のハイブリッド自動車20では、モータMG2からの動力を駆動軸36に出力するものとしたが、図10の変形例のハイブリッド自動車120に例示するように、モータMG2からの動力を駆動軸36が接続された車軸(駆動輪38a, 38bが接続された車軸)とは異なる車軸(図10における車輪39a, 39bに接続された車軸)に接続するものとしてもよい。この場合、モータMG2の回転角速度 ω_m に基づいてモータMG2の回転軸に換算した車輪39a, 39bの回転角速度としての駆動輪回転角速度 ω_b を演算し、上述の式(1)により仮制振トルク T_{vtmp} を計算すればよい。

20

【0067】

実施例のハイブリッド自動車20では、エンジン22からの動力をプラネタリギヤ30を介して駆動輪38a, 38bに接続された駆動軸36に出力するものとしたが、図11の変形例のハイブリッド自動車220に例示するように、エンジン22のクランクシャフトに接続されたインナーロータ232と駆動輪38a, 38bに動力を出力する駆動軸36に接続されたアウトロータ234とを有しエンジン22からの動力の一部を駆動軸36に伝達すると共に残余の動力を電力に変換する対ロータ電動機230を備えるものとしてもよい。

【0068】

実施例では、本発明をハイブリッド自動車20の形態として説明したが、自動車以外の車両(例えば、列車など)の形態としてもよい。

30

【0069】

実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係について説明する。実施例では、エンジン22が「内燃機関」に相当し、モータMG1が「第1の電動機」に相当し、モータMG2が「第2の電動機」に相当し、バッテリー50が「二次電池」に相当し、昇圧コンバータ55が「昇圧コンバータ」に相当し、図3の駆動制御ルーチンや図7の始動時駆動制御、図8のモータリングトルク設定ルーチンを実行するHVEC U70や、エンジン22を制御するエンジンECU24, 図5のモータ制御ルーチンを実行してインバータ41, 42や昇圧コンバータ55を制御するモータECU40が「制御手段」に相当する。

40

【0070】

ここで、「内燃機関」としては、ガソリンや軽油などを燃料とするエンジン22に限定されるものではなく、走行用の動力を出力可能なものであれば如何なるタイプの内燃機関であっても構わない。「第1の電動機」としては、同期発電電動機として構成されたモータMG1に限定されるものではなく、内燃機関の出力軸に動力を入出力可能なものであれば如何なるタイプの電動機であっても構わない。「第1のインバータ」としては、インバータ41に限定されるものではなく、第1の電動機を駆動するためのものであれば如何なるタイプのインバータであっても構わない。「第2の電動機」としては、同期発電電動機として構成されたモータMG2に限定されるものではなく、走行用の動力を入出力可能なものであれば如何なるタイプの電動機であっても構わない。「第2のインバータ」として

50

は、インバータ42に限定されるものではなく、第2の電動機を駆動するためのものであれば如何なるタイプのインバータであっても構わない。「二次電池」としては、リチウムイオン二次電池として構成されたバッテリー36に限定されるものではなく、ニッケル水素二次電池やニッケルカドミウム二次電池、鉛蓄電池など、如何なるタイプの二次電池であっても構わない。「昇圧コンバータ」としては、昇圧コンバータ55に限定されるものではなく、第1のインバータおよび第2のインバータが接続された駆動電圧系と二次電池が接続された電池電圧系とに接続されて駆動電圧系の電圧を調節可能なものであれば如何なるタイプの昇圧コンバータとしても構わない。「制御手段」としては、ハイブリッド用電子制御ユニット70とエンジンECU24とモータECU40とからなる組み合わせに限定されるものではなく、単一の電子制御ユニットにより構成されるなどとしてもよい。また、「制御手段」としては、エンジン22の始動が指示されたときには、エンジン22の始動時に想定されるモータMG2の駆動点(トルク T_{m2} および回転数 N_{m2})である始動時駆動点を制御対応関係に適用して、最大許容電圧 V_{Hmax} 以下の範囲内で、エンジン22の始動時に正弦波制御モードでインバータ42を制御する(モータMG2による制振制御を実行することになる駆動電圧系電力ライン54aの電圧としての始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} を設定し、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H が始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} より低いときには、駆動電圧系電力ライン54aの電圧 V_H を始動時正弦波制御電圧 V_{Hsin} 以上に上昇させた後に(エンジン22の始動が指示されてから待機時間 t_{wt} が経過したときに)、正弦波制御モードでインバータ42を制御しながらモータMG1によってエンジン22をモータリングして始動するものに限定されるものではなく、駆動電圧系の電圧を調節しながら走行用の要求トルクに基づくトルクによって走行するよう内燃機関と第1のインバータと第2のインバータと昇圧コンバータとを制御し、第2の電動機による制振制御を実行する制御モードである制振制御モードと第2の電動機による制振制御を実行しない制御モードである非制振制御モードを含む第2のインバータの制御モードと駆動電圧系の電圧と第2の電動機のトルクおよび回転数との関係である制御対応関係に駆動電圧系の電圧と第2の電動機から出力すべき駆動目標トルクと第2の電動機の回転数とを適用して第2のインバータの制御モードを選択し、制振制御モードを選択したときには駆動目標トルクと車両の振動を抑制するための制振トルクとの和のトルクが第2の電動機から出力されるよう第2のインバータを制御し、非制振制御モードを選択したときには駆動目標トルクが第2の電動機から出力されるよう第2のインバータを制御し、内燃機関の始動が指示されたときには、内燃機関の始動時に想定される第2の電動機のトルクおよび回転数を制御対応関係に適用して、内燃機関の始動時に制振制御モードで第2のインバータを制御することになる駆動電圧系の電圧である始動時制振制御電圧を設定し、駆動電圧系の電圧が始動時制振制御電圧より低いときには、駆動電圧系の電圧を始動時制振制御電圧以上に上昇させた後に、制振制御モードで第2のインバータを制御しながら第1の電動機によって内燃機関をモータリングして始動するよう内燃機関と第1のインバータと第2のインバータと昇圧コンバータとを制御するものであれば如何なるものとしても構わない。

【0071】

なお、実施例の主要な要素と課題を解決するための手段の欄に記載した発明の主要な要素との対応関係は、実施例が課題を解決するための手段の欄に記載した発明を実施するための形態を具体的に説明するための一例であることから、課題を解決するための手段の欄に記載した発明の要素を限定するものではない。即ち、課題を解決するための手段の欄に記載した発明についての解釈はその欄の記載に基づいて行なわれるべきものであり、実施例は課題を解決するための手段の欄に記載した発明の具体的な一例に過ぎないものである。

【0072】

以上、本発明を実施するための形態について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【産業上の利用可能性】

【0073】

本発明は、ハイブリッド車の製造産業などに利用可能である。

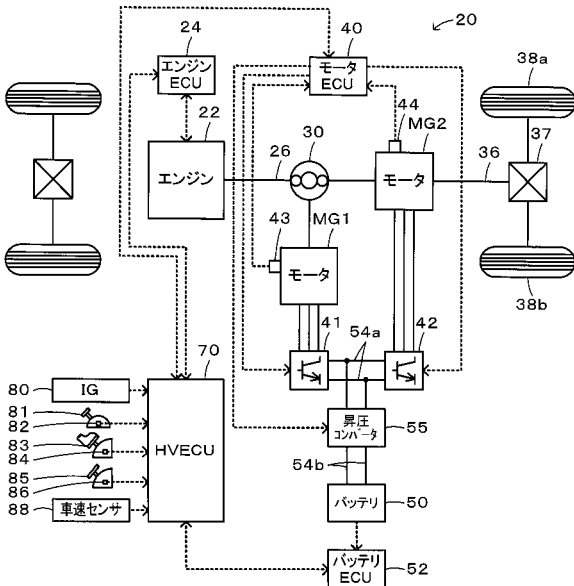
【符号の説明】

【0074】

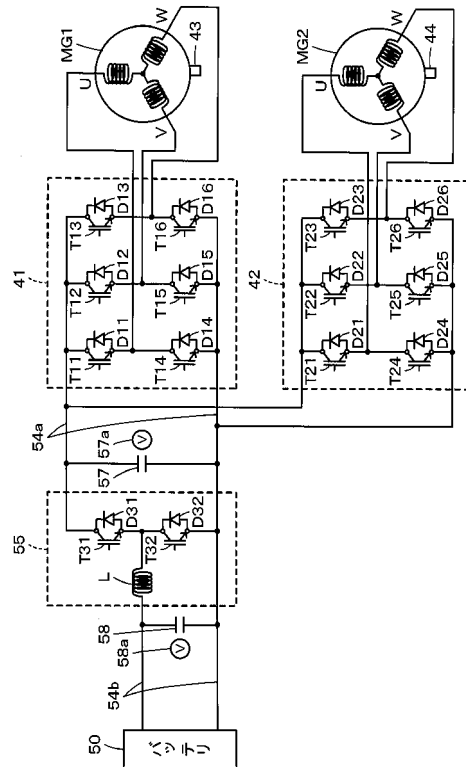
20, 120, 220 ハイブリッド自動車、22 エンジン、24 エンジン用電子制御ユニット(エンジンECU)、26 クランクシャフト、30 プラネタリギヤ、36 駆動軸、37 デファレンシャルギヤ、38a, 38b 駆動輪、39a, 39b 車輪、40 モータ用電子制御ユニット(モータECU)、41, 42 インバータ、43, 44 回転位置検出センサ、50 バッテリ、52 バッテリ用電子制御ユニット(バッテリーECU)、70 ハイブリッド用電子制御ユニット(HVECU)、80 イグニッションスイッチ、81 シフトレバー、82 シフトポジションセンサ、83 アクセルペダル、84 アクセルペダルポジションセンサ、85 ブレーキペダル、86 ブレーキペダルポジションセンサ、88 車速センサ、230 対ロータ電動機、232 インナーロータ、234 アウターロータ、MG1, MG2 モータ。

10

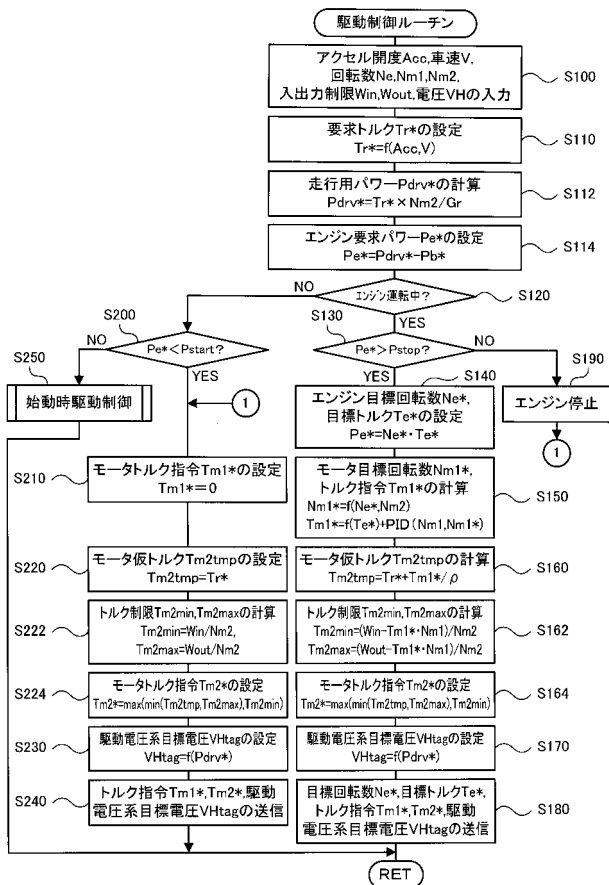
【図1】



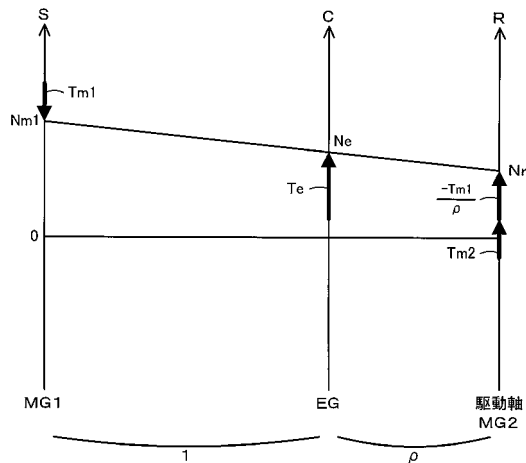
【図2】



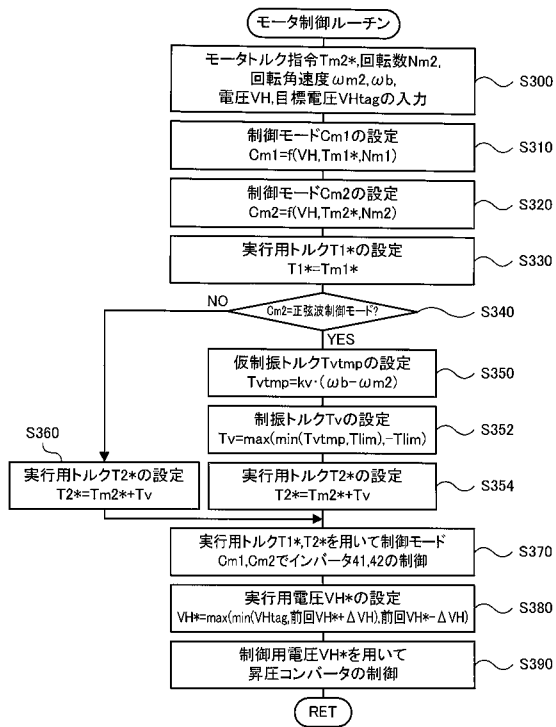
【 図 3 】



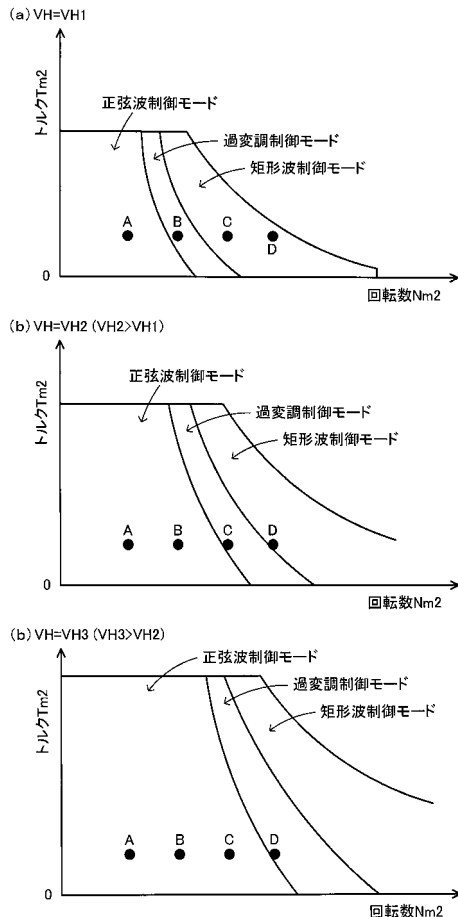
【 図 4 】



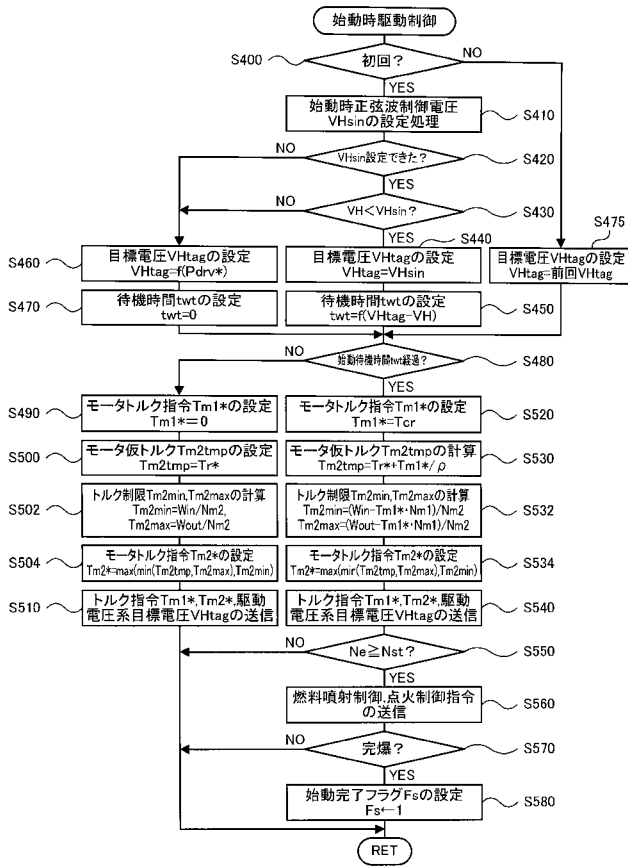
【 図 5 】



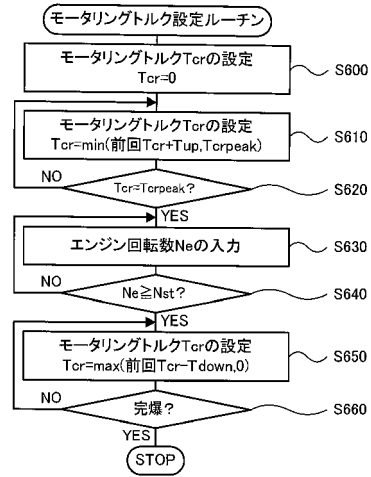
【 図 6 】



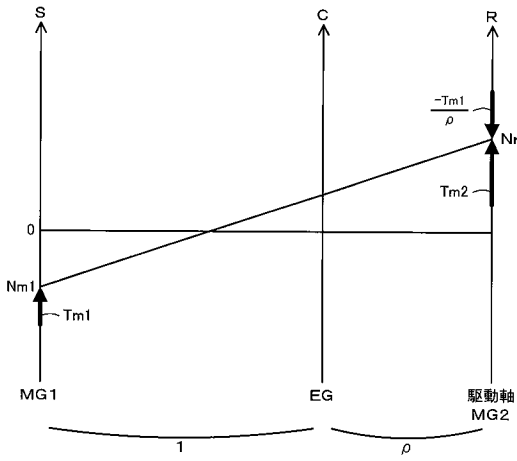
【 図 7 】



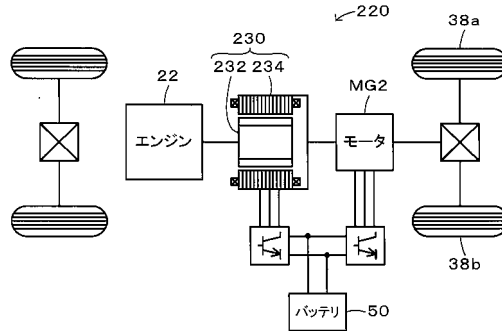
【 図 8 】



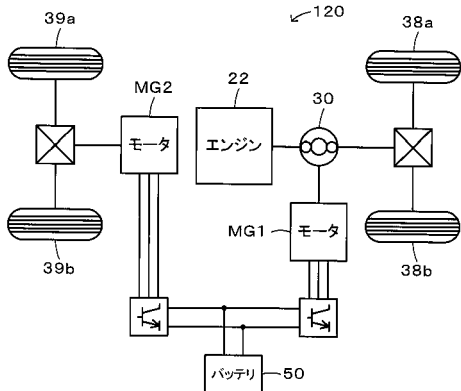
【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 10 】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.				F I				テーマコード(参考)
B 6 0 K	6/52	(2007.10)		B 6 0 K	6/20		4 0 0	
B 6 0 L	11/14	(2006.01)		B 6 0 L	11/14			
B 6 0 L	9/18	(2006.01)		B 6 0 L	9/18		P	
H 0 2 P	5/00	(2006.01)		H 0 2 P	7/67		F	

Fターム(参考) 5H125 AA01 AB01 AC08 AC12 BA04 BB01 BB02 BB05 BB07 BD17
 EE03 EE08 EE09
 5H572 AA02 BB04 CC04 DD05 EE03 FF01 HA10 HB07 HC09 LL24