

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年10月23日 (23.10.2008)

PCT

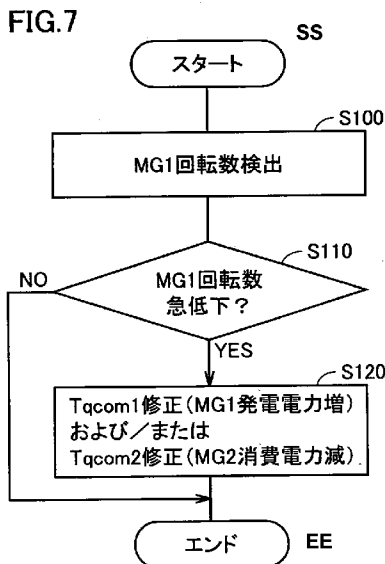
(10) 国際公開番号  
WO 2008/126531 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B60W 10/26* (2006.01)    *B60W 20/00* (2006.01)  
*B60K 6/445* (2007.10)    *F02D 29/02* (2006.01)  
*B60L 11/14* (2006.01)    *H02M 3/155* (2006.01)  
*B60W 10/06* (2006.01)    *H02P 27/06* (2006.01)  
*B60W 10/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/054112
- (22) 国際出願日: 2008年2月29日 (29.02.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2007-093187 2007年3月30日 (30.03.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP). 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田堅滋 (YAMADA, Kenji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 伊藤武志 (ITO, Takeshi) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 深見久郎, 外 (FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号中之島セントラルタワー22階 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN,

[ 続葉有 ]

(54) Title: CONTROLLER AND CONTROL METHOD OF HYBRID VEHICLE

(54) 発明の名称: ハイブリッド車両の制御装置および制御方法



SS START  
 S100 DETECT NUMBER OF REVOLUTIONS OF MG1  
 S110 SUDDEN DROP IN NUMBER OF REVOLUTIONS OF MG1?  
 S120 Tqcom1 CORRECTION (INCREASE POWER GENERATION OF MG1) AND/OR Tqcom2 CORRECTION (DECREASE POWER CONSUMPTION OF MG2)  
 EE END

(57) Abstract: A matter that over-discharge from an electricity accumulator takes place when lowering in power generation from an MG1 due to lowering in number of revolutions of the MG1 is compensated. When lowering in number of revolutions of an engine is detected, any one of four actions is taken. (1) Output torque of the MG1 is varied to increase power generation thereof, (2) output torque of the MG2 is varied to decrease power consumption thereof, (3) control mode of the MG1 is altered forcibly from rectangular wave control to PWM control, or (4) DC voltage command value for a converter is lowered.

(57) 要約: 本発明は、MG1の回転数が低下したことによるMG1の発電電力の低下を補うために、蓄電装置からの過放電が生じるという課題を解決することを目的とする。エンジンの回転数が低下したことに伴い、MG1の回転数低下を検出すると、以下の4つのうちのいずれかを行う。(1) MG1の発電電力が増加するようにMG1の出力トルクを変化させる。(2) MG2の消費電力が減少するようにMG2の出力トルクを変化させる。(3) MG1の制御モードを矩形波制御からPWM制御に強制的に変更する。(4) コンバータに対する直流電圧指令値を低下させる。

WO 2008/126531 A1



KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明細書

## ハイブリッド車両の制御装置および制御方法

## 5 技術分野

この発明は、ハイブリッド車両の制御装置および制御方法に関し、より特定のには、エンジンおよび、エンジンと動力分割機構を介して接続されたモータジェネレータを備えるハイブリッド車両の制御に関する。

## 10 背景技術

従来より、エンジンと第1および第2の回転電機（モータジェネレータ）を搭載したハイブリッド車両が提案されている。たとえば、特開平10-238380号公報には、エンジンと、エンジンに連結され、エンジン回転数を決定するための第1の回転電機（モータジェネレータ）と、車両の駆動力を決定するための第2の回転電機（モータジェネレータ）とを搭載したハイブリッド車両が開示されている。

特に、特開平10-238380号公報では、車両が加速あるいは減速される過渡運転時に、第1および第2のモータジェネレータのトルク指令値を適切に設定することによってエンジンの応答性を向上させる制御装置が開示される。たとえば、エンジンの燃料カット等の車両減速時には、第1のモータジェネレータに対するトルク指令値を増加側に補正するとともに、第2のモータジェネレータに対するトルク指令値を減少側に補正することが開示される。

また、特開2006-320039号公報には、モータ駆動システムにおいて、制御対象となる交流モータの回転数急変時には、モータ回転数の変化比に応じてモータ印加電圧を変化させることによって、モータ電流の制御性を向上する制御構成が開示されている。

ここで、特開平10-238380号公報に開示されるような構成のハイブリッド車両では、燃費向上のためにエンジン回転数を高効率領域に維持するように第1のモータジェネレータの運転状態が制御される。このため、第1のモータジ

エネレータがその回転数上昇を抑制するように出力トルクを制御されている状態において、燃料カット制御のようなエンジン出力を低下させるようなエンジン制御が実行されると、エンジン回転数低下時のエンジンイナーシャに引っ張られて、第1のモータジェネレータの回転数が急激に低下するおそれがある。特に、高出力のハイブリッド車両では、エンジンパワーの増大に伴ってエンジンイナーシャも大きくなる傾向にあるため、このような問題が発生し易くなる。

一方で、ハイブリッド車両では、第1および第2のモータジェネレータの合計電力（消費電力および/または発電電力の和）の過不足分をバッテリー等の蓄電装置の入出力電力で賄うような電力収支となる。このため、この蓄電装置の過充電および過放電を防止し、かつ、蓄電装置と第1および第2のモータジェネレータ間に配置される電力変換器（インバータ、コンバータ等）に過電流が発生しないように、上記合計電力が所定範囲内となるように電力収支を制御することが必要となる。

しかしながら、上述のような問題により、第1のモータジェネレータの回転数が急低下した場合には、第1のモータジェネレータによる発電電力の急減をカバーしきれずに電力収支が崩れてしまい、蓄電装置からの過放電を生じさせてしまうおそれがある。

#### 発明の開示

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであって、この発明の目的は、エンジンおよび、エンジンと動力分割機構を介して接続されたモータジェネレータを備えるハイブリッド車両において、エンジン制御の影響を受けてモータジェネレータの回転数が変化するような状況においても、電力収支が崩れることによる蓄電装置の過放電や過電流の発生を防止することである。

この発明によるハイブリッド車両の制御装置において、ハイブリッド車両は、エンジンと、第1および第2のモータジェネレータと、動力分割機構と、蓄電装置と、電力変換ユニットとを備える。エンジンは、燃料の燃焼によって作動する。動力分割機構は、エンジンの出力軸、第1のモータジェネレータの出力軸および出力部材とそれぞれ結合された複数の回転要素を互いに相対回転可能に連結し、

かつ、第1のモータジェネレータによる電力および動力の入出力を伴ってエンジンからの出力の少なくとも一部を出力部材へ出力する。第2のモータジェネレータは、出力部材から駆動輪までの間で動力を加える。電力変換ユニットは、蓄電装置ならびに第1および第2のジェネレータと接続されて双方向の電力変換を行なう。そして、制御装置は、回転数検出部、回転数低下検出部および電力収支制御部を備える。回転数検出部は、第1のモータジェネレータの回転数を検出する。回転数低下検出部は、検出された第1のモータジェネレータの回転数およびエンジンの制御信号に基づいて、エンジンの出力トルク低下に伴う第1のモータジェネレータの回転数低下を検出する。電力収支制御部は、回転数低下検出部による第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第1および第2のモータジェネレータの入出力電力の和が所定範囲内に制限されるように電力変換ユニットを制御する。

あるいは、この発明の他の局面によれば、上記のように構成されたハイブリッド車両の制御方法であって、第1のモータジェネレータの回転数を検出するステップと、検出された第1のモータジェネレータの回転数およびエンジンの制御信号に基づいて、エンジンの出力トルク低下に伴う第1のモータジェネレータの回転数低下を検出するステップと、回転数低下を検出するステップによる第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第1および第2のモータジェネレータの入出力電力の和が所定範囲内に制限されるように電力変換ユニットを制御するステップとを備える。

好ましくは、動力分割機構は、エンジンの出力軸が結合されたキャリアと、出力部材が結合されたリングギヤと、第1のモータジェネレータの出力軸が結合されたサンギヤとを複数の回転要素として有する遊星歯車機構を含むように構成される。

上記ハイブリッド車両の制御装置または制御方法によれば、エンジンの出力トルク低下に伴い第1のモータジェネレータの回転数が所定以上低下したときに、第1および第2のモータジェネレータの電力の和が所定範囲内に制限されるように電力変換ユニットを制御することができる。したがって、エンジン制御の影響を受けて第1のモータジェネレータの回転数が低下するような状況においても、

モータジェネレータ全体での電力収支が崩れて蓄電装置の過放電や過電流の発生を防止できる。

また好ましくは、電力収支制御部は、回転数低下検出部による第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第1のモータジェネレータによる発電電力が増加するように、第1のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる。あるいは、上記制御するステップは、上記回転数低下を検出するステップによる第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第2のモータジェネレータによる発電電力が増加するように、第2のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる。

これにより、第1のモータジェネレータの回転数が所定以上低下したときには、第1のモータジェネレータによる発電電力が増加するように出力トルクを変化させることによって、第1のモータジェネレータの発電電力が急激に低下することによるモータジェネレータ全体での電力収支の崩れを軽減できる。

あるいは好ましくは、電力収支制御部は、回転数低下検出部による第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第2のモータジェネレータによる消費電力が減少するように、第2のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる。あるいは、上記制御するステップは、上記回転数低下を検出するステップによる第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第2のモータジェネレータによる消費電力が減少するように、第2のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる。

これにより、第1のモータジェネレータの回転数が所定以上低下したときには、第2のモータジェネレータによる消費電力が減少するように出力トルクを変化させることによって、第1のモータジェネレータの発電電力が低下しても、モータジェネレータ全体での電力収支の崩れを軽減できる。

好ましくは、蓄電装置は、直流電圧を入出力するように構成され、電力変換ユニットは、蓄電装置と第1および第2のモータジェネレータとの間にそれぞれ設けられた第1および第2のインバータを含むように構成され、第1および第2のインバータの各々は、第1および第2のモータジェネレータのうちの対応するモータジェネレータに矩形波電圧を印加するようにスイッチング制御される第1の

制御モードと、パルス幅変調制御に従って対応するモータジェネレータへの印加電圧を制御する第2の制御モードとを選択的に適用される。そして、電力収支制御部は、回転数低下検出部による第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第1のモータジェネレータの制御モードを強制的に第2の制御モードとする。あるいは、上記制御するステップは、上記回転数低下を検出するステップによる第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、第1のモータジェネレータの制御モードを強制的に第2の制御モードとする。

これにより、第1のモータジェネレータの回転数が所定以上低下したときには、第1のモータジェネレータを強制的に制御応答性の高い第2の制御モード（パルス幅変調制御）によって制御できるので、制御応答性が相対的に低い第1の制御モード（矩形波電圧制御モード）が適用されることによって、エンジン制御の影響による第1のモータジェネレータの回転数の低下を抑制して、モータジェネレータ全体での電力収支の崩れを軽減することができる。

あるいは好ましくは、蓄電装置は、直流電圧を入出力するように構成され、電力変換ユニットは、蓄電装置と直流電源配線との間に設けられて、直流電圧の出力電圧を昇圧して直流電源配線へ出力可能に構成されたコンバータと、直流電源配線と第1および第2のモータジェネレータとの間にそれぞれ接続されて双方向の電力変換を行なう第1および第2のインバータとを含むように構成される。そして、電力収支制御部は、回転数低下検出部による第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、コンバータに対する直流電源配線への出力電圧指令値を、現在値よりも低下させる。あるいは、上記制御するステップは、上記回転数低下を検出するステップによる第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、コンバータに対する直流電源配線への出力電圧指令値を、現在値よりも低下させる。

さらに好ましくは、電力収支制御部は、出力電圧指令値の低下分に対応させて、第1のモータジェネレータによる発電電力の低下量に対応して第2のモータジェネレータによる消費電力が減少するように、第2のモータジェネレータのトルク指令値を修正する。あるいは、制御方法は、上記制御するステップによる出力電圧指令値の低下分に対応させて、第1のモータジェネレータによる発電電力の低

下量に対応して第2のモータジェネレータによる消費電力が減少するように、第2のモータジェネレータのトルク指令値を修正するステップをさらに備える。

これにより、第1および第2のモータジェネレータを制御する第1および第2のインバータへの入力直流電圧を低下させることにより、第1および第2のモータジェネレータ全体で取扱う電力を低下させることによって、モータジェネレータ全体での電力収支の崩れを軽減することができる。

したがって、この発明の主たる利点は、エンジンおよび、エンジンと動力分割機構を介して接続されたモータジェネレータを備えるハイブリッド車両において、エンジン制御の影響を受けてモータジェネレータの回転数が変化するような状況においても、電力収支が崩れて蓄電装置の過放電や過電流の発生することを防止できる点にある。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に従う制御装置を搭載したハイブリッド車両の全体構成を示す概略ブロック図である

図2は、図1のハイブリッド車両のパワートレインの詳細を説明する模式図である。

図3は、モータジェネレータの制御構成を示す概略ブロック図である。

図4は、各モータジェネレータの制御モードを概略的に説明する図である。

図5Aおよび図5Bは、ハイブリッド車両でのMG1過回転保護制御およびその際の問題点を説明する共線図および動作波形図である

図6は、本発明の実施の形態によるハイブリッド車両の制御装置によるMG1過回転保護制御時の電力収支制御構成を説明する概略ブロック図である。

図7は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第1の例を説明するフローチャートである。

図8は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第2の例を説明するフローチャートである。

図9は、モータジェネレータの出力トルク制御特性を示す概念図である。

図10は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第3の例

を説明するフローチャートである。

図11Aおよび図11Bは、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力收支制御の第3の例による効果を示す実験結果の波形図である。

## 5 発明を実施するための最良の形態

以下に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則的に繰返さないものとする。

(ハイブリッド車両の構成)

10 図1は、本発明に従う制御装置を搭載したハイブリッド車両の全体構成を示す概略ブロック図である。

図1を参照して、ハイブリッド車両5は、エンジンENGと、モータジェネレータMG1、MG2と、バッテリー10と、電力変換ユニット(PCU: Power Control Unit)20と、動力分割機構P.S.Dと、減速機RDと、前輪70L、70Rと、後輪80L、80Rと、電子制御ユニット(Electrical Control Unit: ECU)30とを備える。本実施の形態に係る制御装置は、たとえばECU30が実行するプログラムにより実現される。なお、図1には、前輪70L、70Rを駆動輪とするハイブリッド車両5が例示されるが、前輪70L、70Rに代えて後輪80L、80Rを駆動輪としてもよい。あるいは、図1に構成に加えて後輪80L、80R駆動用のモータジェネレータをさらに設けて、4WD構成とすることも可能である。

エンジンENGが発生する駆動力は、動力分割機構P.S.Dにより、2経路に分割される。一方は、減速機RDを介して前輪70L、70Rを駆動する経路である。もう一方は、モータジェネレータMG1を駆動させて発電する経路である。

25 モータジェネレータMG1は、代表的には三相交流同期電動発電機により構成される。モータジェネレータMG1は、動力分割機構P.S.Dにより分割されたエンジンENGの駆動力により、発電機として発電する。モータジェネレータMG1により発電された電力は、車両の運転状態やバッテリー10のSOC(State Of Charge)の状態に応じて使い分けられる。たとえば、通常走行時や急加速時では、

モータジェネレータMG 1により発電された電力はそのままモータジェネレータMG 2をモータとして駆動させる動力となる。一方、バッテリー10のSOCが予め定められた値よりも低い場合には、モータジェネレータMG 1により発電された電力は、電力変換ユニット20により交流電力から直流電力に変換されてバッテリー10に蓄えられる。

このモータジェネレータMG 1は、エンジンENGを始動する際の始動機としても利用される。エンジンENGを始動する際、モータジェネレータMG 1は、バッテリー10から電力の供給を受けて、電動機として駆動する。そして、モータジェネレータMG 1は、エンジンENGをクランキングして始動する。

モータジェネレータMG 2は、代表的には三相交流同期電動発電機により構成される。モータジェネレータMG 2が電動機として駆動される場合には、バッテリー10に蓄えられた電力およびモータジェネレータMG 1により発電された電力の少なくともいずれか一方により駆動される。モータジェネレータMG 2の駆動力は、減速機RDを介して前輪70L, 70Rに伝えられる。これにより、モータジェネレータMG 2は、エンジンENGをアシストして車両を走行させたり、モータジェネレータMG 2の駆動力のみにより車両を走行させたりする。

車両の回生制動時には、減速機RDを介して前輪70L, 70RによりモータジェネレータMG 2が駆動され、モータジェネレータMG 2が発電機として作動させられる。これによりモータジェネレータMG 2は、制動エネルギーを電気エネルギーに変換する回生ブレーキとして作用する。モータジェネレータMG 2により発電された電力は、電力変換ユニット20を介してバッテリー10に蓄えられる。

バッテリー10は、たとえば、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池により構成される。本発明の実施の形態において、バッテリー10は「蓄電装置」の代表例として示される。すなわち、電気二重層キャパシタ等の他の蓄電装置をバッテリー10に代えて用いることも可能である。バッテリー10は、直流電圧を電力変換ユニット20へ供給するとともに、電力変換ユニット20からの直流電圧によって充電される。

電力変換ユニット20は、バッテリー10よって供給される直流電力と、モータを駆動制御する交流電力およびジェネレータよって発電される交流電力との間

で双方向の電力変換を行なう。

ハイブリッド車両5は、さらに、ハンドル40と、アクセルペダルポジションAPを検出するアクセルポジションセンサ44と、ブレーキペダルポジションBPを検出するブレーキペダルポジションセンサ46と、シフトポジションSPを検出するシフトポジションセンサ48とを備える。

ECU30は、エンジンENG、電力変換ユニット20およびバッテリー10と電氣的に接続されている。ECU30は、各種センサからの検出信号に基づいて、ハイブリッド車両5が所望の走行状態となるように、エンジンENGの運転状態と、モータジェネレータMG1、MG2の駆動状態と、バッテリー10の充電状態とを統合的に制御する。

図2は、図1のハイブリッド車両5におけるパワートレインの詳細を説明するための模式図である。

図2を参照して、ハイブリッド車両5のパワートレイン（ハイブリッドシステム）は、モータジェネレータMG2と、モータジェネレータMG2の出力軸160に接続される減速機RDと、エンジンENGと、モータジェネレータMG1と、動力分割機構PSDとを備える。

動力分割機構PSDは、図2に示す例では遊星歯車機構により構成されて、クランクシャフト150に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸に結合されたサンギヤ151と、クランクシャフト150と同軸上を回転可能に支持されているリングギヤ152と、サンギヤ151とリングギヤ152との間に配置され、サンギヤ151の外周を自転しながら公転するピニオンギヤ153と、クランクシャフト150の端部に結合され各ピニオンギヤ153の回転軸を支持するプラネタリキャリア154とを含む。

動力分割機構PSDは、サンギヤ151に結合されたサンギヤ軸と、リングギヤ152に結合されたリングギヤケース155およびプラネタリキャリア154に結合されたクランクシャフト150の3軸が動力の入出力軸とされる。そしてこの3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残りの1軸に入出力される動力は他の2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。

動力の取出用のカウンタドライブギヤ170がリングギヤケース155の外側

に設けられ、リングギヤ152と一体的に回転する。カウンタドライブギヤ170は、動力伝達減速ギヤRGに接続されている。リングギヤケース155は、本発明での「出力部材」に対応する。このようにして、動力分割機構PSDは、モータジェネレータMG1による電力および動力の入出力を伴って、エンジンENGからの出力の少なくとも一部を出力部材へ出力するように動作する。

さらに、カウンタドライブギヤ170と動力伝達減速ギヤRGとの間で動力の伝達がなされる。そして、動力伝達減速ギヤRGは、駆動輪である前輪70L、70Rと連結されたディファレンシャルギヤDEFを駆動する。また、下り坂等では駆動輪の回転がディファレンシャルギヤDEFに伝達され、動力伝達減速ギヤRGはディファレンシャルギヤDEFによって駆動される。

モータジェネレータMG1は、回転磁界を形成するステータ131と、ステータ131内部に配置され複数個の永久磁石が埋め込まれているロータ132とを含む。ステータ131は、ステータコア133と、ステータコア133に巻回される三相コイル134とを含む。ロータ132は、動力分割機構PSDのサンギヤ151と一体的に回転するサンギヤ軸に結合されている。ステータコア133は、電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、図示しないケースに固定されている。

モータジェネレータMG1は、ロータ132に埋め込まれた永久磁石による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作する。またモータジェネレータMG1は、永久磁石による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。

モータジェネレータMG2は、回転磁界を形成するステータ136と、ステータ136内部に配置され複数個の永久磁石が埋め込まれたロータ137とを含む。ステータ136は、ステータコア138と、ステータコア138に巻回される三相コイル139とを含む。

ロータ137は、動力分割機構PSDのリングギヤ152と一体的に回転するリングギヤケース155に減速機RDを介して結合されている。ステータコア138は、たとえば電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、図示しないケース

に固定されている。

モータジェネレータMG 2は、永久磁石による磁界とロータ137の回転との相互作用により三相コイル139の両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。またモータジェネレータMG 2は、永久磁石による磁界と三相コイル1  
5 39によって形成される磁界との相互作用によりロータ137を回転駆動する電動機として動作する。

減速機RDは、プラネタリギヤの回転要素の一つであるプラネタリキャリア166がケースに固定された構造により減速を行なう。すなわち、減速機RDは、ロータ137の出力軸160に結合されたサンギヤ162と、リングギヤ152  
10 と一体的に回転するリングギヤ168と、リングギヤ168およびサンギヤ162に噛み合いサンギヤ162の回転をリングギヤ168に伝達するピニオンギヤ164とを含む。たとえば、サンギヤ162の歯数に対しリングギヤ168の歯数を2倍以上にすることにより、減速比を2倍以上にすることができる。

このようにモータジェネレータMG 2の回転力は、減速機RDを介して、リングギヤ152、168と一体的に回転する出力部材（リングギヤケース）155  
15 に伝達される。すなわち、モータジェネレータMG 2は、出力部材155から駆動輪までの間で動力を加えるように構成される。なお、減速機RDの配置を省略して、すなわち減速比を設けることなく、モータジェネレータMG 2の出力軸160および出力部材155の間を連結してもよい。

電力変換ユニット20は、昇圧コンバータ12と、インバータ14、22とを含む。昇圧コンバータ12は、バッテリー10からの直流電圧を電圧変換して電源ラインPLおよび接地ラインGL間に出力する。また、昇圧コンバータ12は、  
20 双方向に電圧変換可能に構成されて、電源ラインPLおよび接地ラインGL間の直流電圧をバッテリー10の充電電圧に変換する。

インバータ14、22は、電源ラインPLおよび接地ラインGL間の直流電圧を交流電圧に変換してそれぞれモータジェネレータMG 2、MG 1へ出力する。  
25 また、インバータ14、22は、モータジェネレータMG 2、MG 1によって発電された交流電圧を直流電圧に変換して、電源ラインPLおよび接地ラインGL間に出力する。

(モータジェネレータの制御構成)

次に、モータジェネレータMG1、MG2の制御構成について説明する。

図3は、モータジェネレータMG1、MG2の制御構成を示す概略ブロック図である。

5 図3を参照して、電力変換ユニット20は、コンデンサC1、C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14、22と、電流センサ24、28とを含む。

図2に示したECU30は、モータジェネレータMG1、MG2の動作指令値であるトルク指令値 $T_{q\ com1}$ 、 $T_{q\ com2}$ ならびに、昇圧コンバータ12の動作指令値である電圧指令値 $V_{H\ ref}$ を生成するHV-ECU32と、昇圧  
10 コンバータ12の出力電圧 $V_H$ が電圧指令値 $V_{H\ ref}$ に追従し、かつ、モータジェネレータMG1、MG2の出力トルクがトルク指令値 $T_{q\ com1}$ 、 $T_{q\ com2}$ に追従するように、昇圧コンバータ12およびインバータ14、22を制御するMG-ECU35とを有する。

昇圧コンバータ12は、リアクトルL1と、IGBT (Insulated Gate  
15 Bipolar Transistor) 素子Q1、Q2と、ダイオードD1、D2とを含む。リアクトルL1の一方端はバッテリー10の電源ラインに接続され、他方端はIGBT素子Q1とIGBT素子Q2との中間点、すなわち、IGBT素子Q1のエミッタとIGBT素子Q2のコレクタとの間に接続される。IGBT素子Q1、Q2は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、IGBT素  
20 子Q1のコレクタは電源ラインに接続され、IGBT素子Q2のエミッタはアースラインに接続される。また、各IGBT素子Q1、Q2のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD1、D2がそれぞれ接続されている。

インバータ14は、U相上下アーム15と、V相上下アーム16と、W相上下  
25 アーム17とから成る。U相上下アーム15、V相上下アーム16、およびW相上下アーム17は、電源ラインとアースラインとの間に並列に設けられる。U相上下アーム15は、直列接続されたIGBT素子Q3、Q4から成り、V相上下アーム16は、直列接続されたIGBT素子Q5、Q6から成り、W相上下アーム17は、直列接続されたIGBT素子Q7、Q8から成る。また、各IGBT

素子Q 3～Q 8のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD 3～D 8がそれぞれ接続されている。

各相上下アームの中間点は、モータジェネレータMG 2の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、U、V、W相の3つのコイルの一端が中性点に共通接続されるとともに、U相コイルの他端がIGBT素子Q 3、Q 4の中間点に、V相コイルの他端がIGBT素子Q 5、Q 6の中間点に、W相コイルの他端がIGBT素子Q 7、Q 8の中間点にそれぞれ接続されている。

インバータ22は、インバータ14と同じ構成から成る。

電圧センサ11は、バッテリー10から出力される直流電圧Vbを検出し、その検出した直流電圧VbをMG-ECU35へ出力する。コンデンサC1は、バッテリー10から供給された直流電圧Vbを平滑化し、その平滑化した直流電圧Vbを昇圧コンバータ12へ供給する。

昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給された直流電圧Vbを昇圧してコンデンサC2へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ12は、MG-ECU35から信号PWMCを受けると、信号PWMCによってIGBT素子Q2がオンされた期間に応じて直流電圧Vbを昇圧してコンデンサC2に供給する。

また、昇圧コンバータ12は、MG-ECU35から信号PWMCを受けると、コンデンサC2を介してインバータ14および/またはインバータ22から供給された直流電圧を降圧してバッテリー10を充電する。

コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を、電源ラインPLおよび接地ラインGLを介してインバータ14、22へ供給する。電圧センサ13は、コンデンサC2の両端の電圧、すなわち、昇圧コンバータ12の出力電圧VH（インバータ14、22への入力電圧に相当する。以下同じ。）を検出し、

その検出した出力電圧VHをMG-ECU35へ出力する。

インバータ14は、コンデンサC2から直流電圧が供給されるとMG-ECU35からの信号PWMI2に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG2を駆動する。これにより、モータジェネレータMG2は、トルク指令値Tqc om2によって指定されたトルクを発生するように駆動される。

また、インバータ14は、ハイブリッド車両5の回生制動時、モータジェネレータMG2が発電した交流電圧をMG-ECU35からの信号PWMI2に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド車両を  
5 運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

インバータ22は、コンデンサC2から直流電圧が供給されるとMG-ECU35からの信号PWMI1に基づいて直流電圧を交流電圧に変換してモータジェネレータMG1を駆動する。これにより、モータジェネレータMG1は、トルク  
10 指令値 $T_{q\ com1}$ によって指定されたトルクを発生するように駆動される。

電流センサ24は、モータジェネレータMG1に流れるモータ電流 $M_{CRT1}$ を検出し、その検出したモータ電流 $M_{CRT1}$ をMG-ECU35へ出力する。

電流センサ28は、モータジェネレータMG2に流れるモータ電流 $M_{CRT2}$ を検出し、その検出したモータ電流 $M_{CRT2}$ をMG-ECU35へ出力する。  
15

また、モータジェネレータMG1, MG2には、ロータ回転角を検出する回転角センサ25, 29がさらに設けられる。回転角センサ25によって検出されたモータジェネレータMG1のロータ回転角 $\theta(1)$ および回転角センサ29によって検出されたモータジェネレータMG2のロータ回転角 $\theta(2)$ は、MG-ECU35およびHV-ECU32へ伝達される。  
20

MG-ECU35は、バッテリー10から出力された直流電圧 $V_b$ を電圧センサ11から受け、モータ電流 $M_{CRT1}$ ,  $M_{CRT2}$ をそれぞれ電流センサ24, 28から受け、昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_H$ （すなわち、インバータ14, 22への入力電圧）を電圧センサ13から受け、ロータ回転角 $\theta(1)$ ,  $\theta(2)$ を回転角センサ25, 29から受ける。さらに、HV-ECU32より、動作指令値である、電圧指令値 $V_{H\ ref}$ およびトルク指令値 $T_{q\ com1}$ ,  $T_{q\ com2}$ を受ける。なお、ロータ回転角 $\theta(1)$ ,  $\theta(2)$ に基づいて、MG1回転数 $N_{m1}$  (rpm) およびMG2回転数 $N_{m2}$  (rpm) を求めることができる。  
25

そして、MG-ECU35は、出力電圧 $V_H$ 、モータ電流 $MCR T 2$ およびトルク指令値 $T q c o m 2$ に基づいて、後述する方法によりインバータ14がモータジェネレータMG2を駆動するときインバータ14のIGBT素子 $Q 3 \sim Q 8$ をスイッチング制御するための信号 $P W M I 2$ を生成し、その生成した信号 $P W M I 2$ をインバータ14へ出力する。また、MG-ECU35は、出力電圧 $V_H$ 、モータ電流 $M C R T 1$ およびトルク指令値 $T q c o m 1$ に基づいて、後述する方法によりインバータ22がモータジェネレータMG1を駆動するときインバータ22のIGBT素子をスイッチング制御するための信号 $P W M I 1$ を生成し、その生成した信号 $P W M I 1$ をインバータ22へ出力する。

さらに、MG-ECU35は、電圧指令値 $V H r e f$ と、少なくとも直流電圧 $V b$ および出力電圧 $V H$ に基づいて、昇圧コンバータ12のIGBT素子 $Q 1, Q 2$ をスイッチング制御するための信号 $P W M C$ を生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

図4は、各モータジェネレータの制御モードを概略的に説明する図である。

図4に示すように、本発明の実施の形態では、モータジェネレータMG1、MG2の制御、すなわち、インバータ14、22における電力変換について、3つの制御モードを切換えて使用する。

正弦波PWM制御は、一般的なPWM制御として用いられるものであり、各相上下アーム素子のオン・オフを、正弦波状の電圧指令値と搬送波（代表的には三角波）との電圧比較に従って制御する。この結果、上アーム素子のオン期間に対応するハイレベル期間と、下アーム素子のオン期間に対応するローレベル期間との集合について、電気角 $360^\circ$ の期間内でその基本波成分が正弦波となるようにデューティ比が制御される。周知のように、正弦波PWM制御モードでは、この基本波成分振幅をインバータ入力電圧の約0.61倍程度までしか高めることができない。

一方、矩形波電圧制御では、電気角 $360^\circ$ の期間内で、ハイレベル期間およびローレベル期間の比が1:1の矩形波1パルス分を交流電動機印加する。これにより、変調率は0.78まで高められる。

過変調PWM制御は、上記電圧指令値の振幅を歪ませた上で上記正弦波PWM

制御と同様のPWM制御を行なうものである。この結果、基本波成分を歪ませることができ、変調率を正弦波PWM制御モードでの最高変調率（約0.61）から0.78の範囲まで高めることができる。

5 モータジェネレータMG1, MG2では、回転数や出力トルクが増加すると誘起電圧が高くなるため、必要となる線間電圧（モータ必要電圧）が高くなる。昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_H$ はこのモータ必要電圧よりも高く設定する必要がある。その一方で、昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_H$ には限界値（ $V_H$ 最大電圧）が存在する。

10 したがって、モータ必要電圧が $V_H$ 最大電圧より低い領域では、正弦波PWM制御または過変調PWM制御によるPWM制御モードが適用されて、ベクトル制御に従ったモータ電流のフィードバック制御によって出力トルクがトルク指令値 $T_{q\text{com}1}$ ,  $T_{q\text{com}2}$ に制御される。その一方で、モータ必要電圧が $V_H$ 最大電圧に達すると、出力電圧 $V_H$ を $V_H$ 最大電圧に設定した上で矩形波電圧制御モードが適用される。矩形波電圧制御では、基本波成分の振幅が固定されるため、トルク実績値とトルク指令値との偏差に基づく、矩形波電圧パルスの位相制御によってトルク制御が実行される。

（MG1の過回転保護および本実施の形態による電力収支制御）

20 上述のように構成されたハイブリッド車両では、動力分割機構PSDによる差動動作により、モータジェネレータMG1の回転数、エンジンENGの回転数および出力部材（リングギヤケース）155の回転数は、図5Aの共線図に示されるように、出力部材155に対するモータジェネレータMG1およびエンジンENGの回転数差が、一定比率を維持するように、それぞれの回転数が変化する。

25 このため、いずれかの要素の回転数の変化が他の要素の回転数に影響を及ぼすこととなり、特に、イナーシャの大きい高出力エンジンを搭載したハイブリッド車両では、モータジェネレータMG1の高回転時に実行されるMG1過回転保護制御時に、エンジン回転数低下の影響を受けてMG1回転数が急激に低下する問題が発生する可能性がある。

図5Aおよび図5Bは、MG1過回転保護制御およびその際の問題点を説明する図である。図5Aには上記問題点を説明するための共線図が示され、図5Bに

は、上記問題点の発生時における動作波形例が示される。

図5Aを参照して、通常の走行時には、車速に対応して決定される出力部材155の回転数に対して、エンジン回転数が燃費の良い領域となるように、モータジェネレータMG1の回転数（以下、単にMG1回転数とも称する）が制御される。

また、ハイブリッド車両5のパワートレインでは、モータジェネレータMG1およびMG2の各電力（消費電力を正值で示し発電電力を負値で示す）の合計電力と、各部位での損失電力と、バッテリー10の入出力電力（放電電力を正值で示し充電電力を負値で示す）との総和が0となるように電力収支となる。したがって、モータジェネレータMG1およびMG2の合計電力が所定範囲内となるように、第1および第2のモータジェネレータの動作（出力トルク等）を制限することによって、蓄電装置の過充電および過放電、ならびに、電力変換ユニット20での過電流の発生を防止するための電力収支制御が、たとえばHV-ECU32（図3）により実行される。

ここで、共線図260のように、MG1回転数が制御上限値 $N_{1max}$ に近づいているケースにおいて、ブレーキペダル操作等によりハイブリッド車両5が減速されると、共線図270に示されるように、減速に伴う出力部材155の回転数低下によって、MG1回転数が制御上限値 $N_{1max}$ を超過して部品保護に問題を来たすような領域まで上昇する可能性がある。

このようなMG1過回転を防止するために、モータジェネレータMG1はMG1回転数の上昇を抑制するように大きいトルクを出力し、加えて、共線図280に示されるように、燃料カット等のエンジン制御によりエンジンの出力トルクを低減して、エンジンの回転数を低下させて全体の回転数を低下させることによって、MG1回転数を低下させるMG1過回転保護制御が実行される。この状態においても、モータジェネレータMG1の発電電力が増加するので、モータジェネレータMG2での消費電力を必要に応じて増加させることにより、上記電力収支制御が行なわれる。

しかしながら、高出力エンジン等、エンジンイナーシャが大きい場合には、共線図270から共線図280へ遷移するためのMG1過回転保護制御によって、

エンジン回転数を低下させると、この減速方向のエンジンイナーシャに引っ張られて、MG 1 回転数が急低下するおそれがある。また、モータジェネレータMG 1 は、エンジンが高出力、高トルクであるほど、MG 1 回転数を低下させる方向に大きな出力トルクを発生しているため、上記のようなエンジン制御の影響が大きいとMG 1 回転数の急低下が発生し易くなる。

この結果、モータジェネレータMG 1 による発電電力が急激に低下して、上記電力収支が崩れる可能性がある。さらに、MG 1 回転数の急低下に伴う差動動作によりMG 2 回転数が急上昇すると、モータジェネレータMG 2 の消費電力が急激に増大するので、電力収支はさらに大きく崩れる可能性がある。図5 Bには、このような状況での動作波形例が示される。

図5 Bを参照して、MG 1 回転数の上昇に伴い、MG 1 制御モードが正弦波PWMから、過変調PWM、矩形波電圧制御へと変化する。そして、矩形波電圧制御が適用される高回転領域からMG 1 回転数が急減するのに応答して、上述した電力収支の崩れによりバッテリー10の入出力電流であるバッテリー電流が急増してしまうことが理解される。

このように、本発明の実施の形態によるハイブリッド車両では、エンジンの出力トルク低下による過回転保護制御の際に、MG 1 回転数の急低下をトリガとして電力収支が崩れることにより、バッテリー10からの出力電流が急増して、バッテリー10の過放電あるいは電力変換ユニット20での過電流の発生を招く可能性がある。

したがって、本発明の実施の形態によるハイブリッド車両の制御装置では、MG 1 過回転保護制御の際に、以下のような電力収支制御の実行により電力収支が崩れることを防止する。

図6は、本発明の実施の形態によるハイブリッド車両の制御装置によるMG 1 過回転保護制御時の電力収支制御構成を説明する概略ブロック図である。図6に示される各ブロックの機能は、HV-ECU32がハードウェア的あるいはソフトウェア的な処理を実行することによって実現される。

図6を参照して、MG 1 回転数検出部300は、回転角センサ25によって検出されたロータ回転角 $\theta$  (1)に基づき、MG 1 回転数Nm1 (rpm)を検出

5 する。なお、回転角センサ25については、ロータ回転角 $\theta$ (1)をモータ電流、電圧等から推定することにより、省略してもよい。回転数低下検出部310は、MG1回転数検出部300によって検出されたMG1回転数 $N_{m1}$ および、エンジン制御信号(代表的には燃料カット制御を指示するF/C信号)に基づいて、

10 検出フラグFLをオンする。  
検出フラグFLは、MG1回転数 $N_{m1}$ が、所定の単位時間内に所定値以上低下することにより、すなわち所定の減速度以上でMG1回転数が低下したことによってオンされる。なお、エンジンENGの出力トルク低下を検知する信号は、

15 F/C信号に限定されず、エンジン制御に用いる他の制御信号等を用いることも可能である。  
電力収支制御部320は、検出フラグFLのオン時に、モータジェネレータMG1および/またはMG2のトルク指令値修正、昇圧コンバータ12の電圧指令値 $V_{Href}$ 修正、ならびに、モータジェネレータMG1の制御モード切換指示

20 のうちの少なくとも1つを実行する。  
図7は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第1の例を説明するフローチャートである。

図7を参照して、HV-ECU32は、ステップS100では、回転角センサ25の出力に基づきMG1回転数 $N_{m1}$ を検出する。すなわち、ステップS100の動作は図6のMG1回転数検出部300の機能に相当する。

さらに、HV-ECU32は、ステップS110により、エンジンENGの出力トルク低下に伴うMG1回転数 $N_{m1}$ の急低下が発生しているかどうかを判定する。すなわち、ステップS110の処理は、図6の回転数低下検出部310の機能に相当する。

25 HV-ECU32は、MG1の回転数が急低下している場合(S110のYES判定時)、すなわち検出フラグFLのオン時には、ステップS120により、モータジェネレータMG1発電電力が増加する方向に、MG1のトルク指令値 $T_{qc1}$ を修正する。または、HV-ECU32は、モータジェネレータMG2での消費電力が減少する方向に、トルク指令値 $T_{qc2}$ を修正する。ある

いは、HV-ECU32は、ステップS120では、上述したトルク指令値 $T_{q\ com1}$ の修正および、トルク指令値 $T_{q\ com2}$ の修正の両方を実行する。すなわち、ステップS100の動作は図6の電力収支制御部320の機能に相当する。

5       これにより、モータジェネレータMG1、MG2の合計電力が急激に増加（電力消費方向へ変化）することを抑制できるので、エンジンの出力トルク低下に伴いMG2回転数が急低下した場合にも、電力収支崩れを軽減できる。この結果、バッテリー10からの出力電流が急増して、バッテリー10の過放電あるいは電力変換ユニット20での過電流が発生することを防止できる。

10       図8は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第2の例を説明するフローチャートである。

      図8を参照して、HV-ECU32は、図7と同様のステップS100およびS110を実行し、MG1の回転数が急低下している場合（S110のYES判定時）には、ステップS130により、昇圧コンバータ12の電圧指令値 $V_{H\ ref}$ を現在値より低下させる。

15

      これにより、昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_H$ 、すなわち、モータジェネレータMG1、MG2への印加電圧の振幅を低下させて、モータジェネレータMG1、MG2で取扱うエネルギーを比例的に減少させることができる。この結果、バッテリー10からの出力電流 $I_b$ を速やかに減少できるので、バッテリー10の過放電あるいは電力変換ユニット20での過電流の発生を防止できる。

20

      さらに、HV-ECU32は、ステップS140により、ステップS130によるインバータ入力電圧 $V_H$ の低下に合わせて、モータジェネレータMG2のトルク指令値 $T_{q\ com2}$ を修正する。

      図9に示される、モータジェネレータの出力トルク制御特性を参照して、さら  
25       に説明を進める。モータジェネレータMG1は高回転であり矩形波電圧制御モードで制御されており、モータジェネレータMG1の出力トルクは、印加電圧の電圧位相および昇圧コンバータ12の出力電圧（インバータ入力電圧） $V_H$ に応じて変化する。一方、モータジェネレータMG2は低～中回転でありPWM制御モードで運転されており、モータジェネレータMG2の出力トルクは、インバータ

入力電圧 $V_H$ が変化しても、HV-ECU32のトルク指令どおりに制御できる。

インバータ入力電圧 $V_H$ が低下すると、インバータ22による制御とは無関係にモータジェネレータMG1の出力トルクは低下することになる。たとえば、図9では、ステップS140での処理によってインバータ入力電圧 $V_H$ するのに伴い、モータジェネレータMG1の出力トルクは $\Delta T$ 低下する。これに伴い、モータジェネレータMG1の発電電力は、 $\Delta T \times Nm1 \times (2\pi/60)$ だけ低下することになる。

したがって、このモータジェネレータMG1の発電電力の低下量に対応させて、モータジェネレータMG2のトルク指令値 $T_{qcom2}$ を修正することにより、昇圧コンバータ12の出力電圧 $V_H$ の低下に伴って、モータジェネレータMG2の消費電力を減少させることが可能となる。なお、トルク指令値 $T_{qcom2}$ の修正量については、電圧指令値 $V_{Href}$ の低下分と対応して算出することが可能である。たとえば、修正量 $\Delta T_{q2}$ は、下記(a)式に従って算出することができる。

$$\Delta T_{q2} = [C2容量 \times V_H \times V_{Href} \text{ 変化率} + \Delta T \times Nm1 \times (2\pi/60)] / [Nm2 \times (2\pi/60)] - T_{qcom2} \quad \dots (a)$$

図10は、本実施の形態によるMG1回転数低下時の電力収支制御の第3の例を説明するフローチャートである。

図10を参照して、HV-ECU32は、図7と同様のステップS100およびS110を実行し、MG1の回転数が急低下している場合(S110のYES判定時)には、ステップS150により、モータジェネレータMG1を制御するインバータ22の制御モードを強制的にPWM制御モードに設定する。

図5Aの共線図から理解されるように、MG1過回転保護制御が実行されるケースでは、モータジェネレータMG1は高回転領域となっている。したがって、ステップS110がYES判定となるような場面では、モータジェネレータMG1の制御モードは、矩形波電圧制御モードである。

しかしながら、矩形波電圧制御モードは、高回転領域で高出力を得るためには好都合であるものの、モータジェネレータへの印加電圧の電圧振幅については固定されており、電圧位相のみを制御可能であるので、その制御応答性は、電圧振

幅および電圧位相の両方を制御可能なPWM制御モードよりは低下する。また、MG 1回転数が急低下する状況であることを鑑みれば、制御モードを矩形波電圧制御モードからPWM制御モードへ直ちに变化させても悪影響を発生しない。

したがって、HV-ECU 32は、MG 1回転数の急低下が検出された場合には、モータジェネレータの動作状態（代表的には、電圧・電流）のフィードバックに基づいた通常の制御モード切換判定を待つことなく、フィードフォワード的に直ちにモータジェネレータMG 1の制御モードをPWM制御モードに切替える。これにより、より制御応答性の高い制御モードを速やかに適用することができる。

この結果、制御応答遅れの影響により、MG 1回転数の低下が大きくなってMG 1の発電電力がさらに低下して、電力収支が大きく崩れるのを防止できる。すなわち、モータジェネレータMG 1の制御遅れによって、MG 1回転数の急低下をトリガとした電力収支の崩れを軽減して、バッテリー10の過放電あるいは電力変換ユニット20での過電流の発生を防止することができる。

図11Aおよび図11Bには、図10に示した第3の例による電力収支制御の効果を示す実験結果が示される。

図11Aに示されるように、第3の例による電力収支制御が適用されない場合には、矩形波電圧制御が適用される高回転状態から、MG 1回転数が急低下してMG 1制御モードがPWM制御へ変化する際に、MG 1回転数の急低下をトリガとした電力収支の崩れによってバッテリー電流が急増している。一方、図11Bには、第3の例による電力収支制御の適用時に、図11Aの場合と同様のMG 1回転数の急低下を発生させた場合の動作波形が示される。図11Bから理解されるように、MG 1回転数の急低下時に、フィードフォワード的にMG 1制御モードをPWM制御モードへ切替えることによって、電力収支の崩れを抑制してバッテリー電流の急増が回避される。

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

この発明は、エンジンおよび、エンジンと動力分割機構を介して接続されたモータジェネレータを備えるハイブリッド車両に適用できる。

## 請求の範囲

1. 燃料の燃焼によって作動するエンジン（ENG）と、前記エンジンの出力軸（150）、第1のモータジェネレータ（MG1）の出力軸（132）および出力部材（155）とそれぞれ結合された複数の回転要素（151, 152, 154）を互いに相対回転可能に連結し、かつ、前記第1のモータジェネレータによる電力および動力の入出力を伴って前記エンジンからの出力の少なくとも一部を前記出力部材へ出力する動力分割機構（PSD）と、前記出力部材から駆動輪までの間で動力を加える第2のモータジェネレータ（MG2）と、蓄電装置（100）ならびに前記第1および前記第2のジェネレータと接続されて双方向の電力変換を行なう電力変換ユニット（20）とを備えるハイブリッド車両の制御装置であって、

前記第1のモータジェネレータの回転数（Nm1）を検出する回転数検出部（300）と、

15 検出された前記第1のモータジェネレータの回転数および前記エンジンの制御信号に基づいて、前記エンジンの出力トルク低下に伴う前記第1のモータジェネレータの回転数低下を検出する回転数低下検出部（310）と、

前記回転数低下検出部による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第1および第2のモータジェネレータの入出力電力の和が所定範囲内に制限されるように前記電力変換ユニットを制御するための電力収支制御部（320）とを備える、ハイブリッド車両の制御装置。

2. 前記電力収支制御部（320）は、前記回転数低下検出部による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第1のモータジェネレータ（MG1）による発電電力が増加するように、前記第1のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる、請求の範囲第1項記載のハイブリッド車両の制御装置。

25 3. 前記電力収支制御部（320）は、前記回転数低下検出部による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第2のモータジェネレータ（MG2）による消費電力が減少するように、前記第2のモータジェネレータの

出力トルクの絶対値を変化させる、請求の範囲第1項記載のハイブリッド車両の制御装置。

4. 前記蓄電装置(10)は、直流電圧を入出力し、

前記電力変換ユニット(20)は、前記蓄電装置と前記第1および第2のモータジェネレータ(MG1, MG2)との間にそれぞれ設けられた第1および第2のインバータ(22, 14)を含み、

前記第1および第2のインバータの各々は、前記第1および第2のモータジェネレータのうちの対応するモータジェネレータへ矩形波電圧を印加するようにスイッチング制御される第1の制御モードと、パルス幅変調制御に従って前記対応するモータジェネレータへの印加電圧を制御する第2の制御モードとを選択的に適用され、

前記電力収支制御部(320)は、前記回転数低下検出部による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第1のモータジェネレータの制御モードを強制的に前記第2の制御モードとする、請求の範囲第1項記載のハイブリッド車両の制御装置。

5. 前記蓄電装置(10)は、直流電圧を入出力し、

前記電力変換ユニットは、

前記蓄電装置と直流電源配線(PL, GL)との間に設けられて、前記直流電圧の出力電圧を昇圧して前記直流電源配線へ出力可能に構成されたコンバータ(12)と、

前記直流電源配線と前記第1および第2のモータジェネレータ(MG1, MG2)との間にそれぞれ接続されて双方向の電力変換を行なう第1および第2のインバータ(22, 14)とを含み、

前記電力収支制御部(320)は、前記回転数低下検出部による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記コンバータに対する前記直流電源配線への出力電圧指令値(VHref)を、現在値よりも低下させる、請求の範囲第1項記載のハイブリッド車両の制御装置。

6. 前記電力収支制御部(320)は、前記出力電圧指令値の低下分に対応させて、前記第1のモータジェネレータ(MG1)による発電電力の低下量に対応

して前記第2のモータジェネレータ (MG 2) による消費電力が減少するように、前記第2のモータジェネレータ (MG 2) のトルク指令値を修正する、請求の範囲第5項記載のハイブリッド車両の制御装置。

7. 前記動力分割機構 (PSD) は、前記エンジン (ENG) の出力軸 (150) が結合されたキャリア (154) と、前記出力部材 (155) が結合されたリングギヤ (154) と、前記第1のモータジェネレータ (MG 1) の出力軸 (132) が結合されたサンギヤ (151) とを前記複数の回転要素として有する遊星歯車機構を含む、請求の範囲第1項から第6項のいずれか1項に記載のハイブリッド車両の制御装置。

8. 燃料の燃焼によって作動するエンジン (ENG) と、前記エンジンの出力軸 (150)、第1のモータジェネレータ (MG 1) の出力軸 (132) および出力部材 (155) とそれぞれ結合された複数の回転要素 (151, 152, 154) を互いに相対回転可能に連結し、かつ、前記第1のモータジェネレータによる電力および動力の入出力を伴って前記エンジンからの出力の少なくとも一部を前記出力部材へ出力する動力分割機構 (PSD) と、前記出力部材から駆動輪までの間で動力を加える第2のモータジェネレータ (MG 2) と、蓄電装置 (10) ならびに前記第1および前記第2のジェネレータと接続されて双方向の電力変換を行なう電力変換ユニット (20) とを備えるハイブリッド車両の制御方法であって、

前記第1のモータジェネレータの回転数 (Nm1) を検出するステップ (S100) と、

検出された前記第1のモータジェネレータの回転数および前記エンジンの制御信号に基づいて、前記エンジンの出力トルク低下に伴う前記第1のモータジェネレータの回転数低下を検出するステップ (S110) と、

前記回転数低下を検出するステップによる前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第1および第2のモータジェネレータの入出力電力の和が所定範囲内に制限されるように前記電力変換ユニットを制御するステップ (S120, S130, S150) とを備える、ハイブリッド車両の制御方法。

9. 前記制御するステップ (S120) は、前記回転数低下を検出するステッ

- ブ（S 1 1 0）による前記第 1 のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第 1 のモータジェネレータ（MG 1）による発電電力が増加するように、前記第 1 のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる、請求の範囲第 8 項記載のハイブリッド車両の制御方法。
- 5 1 0. 前記制御するステップ（S 1 2 0）は、前記回転数低下を検出するステップ（S 1 1 0）による前記第 1 のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第 2 のモータジェネレータ（MG 2）による消費電力が減少するように、前記第 2 のモータジェネレータの出力トルクの絶対値を変化させる、請求の範囲第 8 項記載のハイブリッド車両の制御方法。
- 10 1 1. 前記蓄電装置（1 0）は、直流電圧を入出力し、  
前記電力変換ユニット（2 0）は、前記蓄電装置と前記第 1 および第 2 のモータジェネレータ（MG 1, MG 2）との間にそれぞれ設けられた第 1 および第 2 のインバータ（2 2, 1 4）を含み、  
前記第 1 および第 2 のインバータの各々は、前記第 1 および第 2 のモータジェネレータのうちの対応するモータジェネレータへ矩形波電圧を印加するようにス  
15 イッチング制御される第 1 の制御モードと、パルス幅変調制御に従って前記対応するモータジェネレータへの印加電圧を制御する第 2 の制御モードとを選択的に適用され、  
前記制御するステップ（S 1 5 0）は、前記回転数低下を検出するステップ  
20 （S 1 1 0）による前記第 1 のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記第 1 のモータジェネレータの制御モードを強制的に前記第 2 の制御モードとする、請求の範囲第 8 項記載のハイブリッド車両の制御方法。
- 1 2. 前記蓄電装置（1 0）は、直流電圧を入出力し、  
前記電力変換ユニットは、  
25 前記蓄電装置と直流電源配線（P L, G L）との間に設けられて、前記直流電圧の出力電圧を昇圧して前記直流電源配線へ出力可能に構成されたコンバータ（1 2）と、  
前記直流電源配線と前記第 1 および第 2 のモータジェネレータ（MG 1, MG 2）との間にそれぞれ接続されて双方向の電力変換を行なう第 1 および第 2 のイ

ンバータ（22, 14）とを含み、

前記制御するステップ（S130）は、前記回転数低下を検出するステップ（S110）による前記第1のモータジェネレータの回転数低下の検出時に、前記コンバータに対する前記直流電源配線への出力電圧指令値（VHref）を、

5 現在値よりも低下させる、請求の範囲第8項記載のハイブリッド車両の制御方法。

1.3. 前記制御するステップ（S130）による前記出力電圧指令値の低下分に対応させて、前記第1のモータジェネレータ（MG1）による発電電力の低下量に対応して前記第2のモータジェネレータ（MG2）による消費電力が減少するように、前記第2のモータジェネレータ（MG2）のトルク指令値を修正する  
10 ステップ（S150）をさらに備える、請求の範囲第12項記載のハイブリッド車両の制御方法。

1.4. 前記動力分割機構（PSD）は、前記エンジン（ENG）の出力軸（150）が結合されたキャリア（154）と、前記出力部材（155）が結合されたリングギヤ（154）と、前記第1のモータジェネレータ（MG1）の出力軸  
15 （132）が結合されたサンギヤ（151）とを前記複数の回転要素として有する遊星歯車機構を含む、請求の範囲第8項から第13項のいずれか1項に記載のハイブリッド車両の制御方法。

FIG.1

5

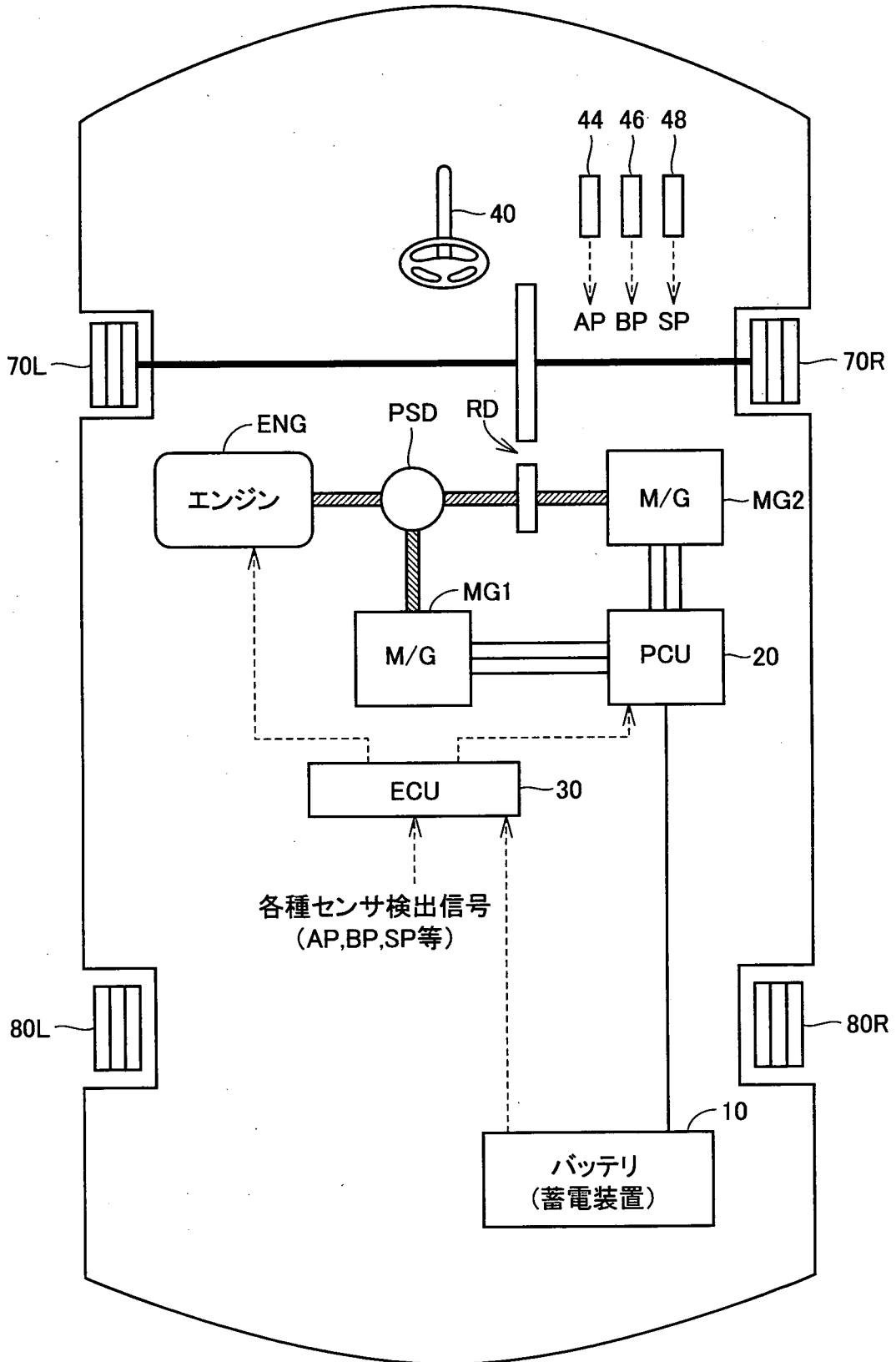




FIG.3

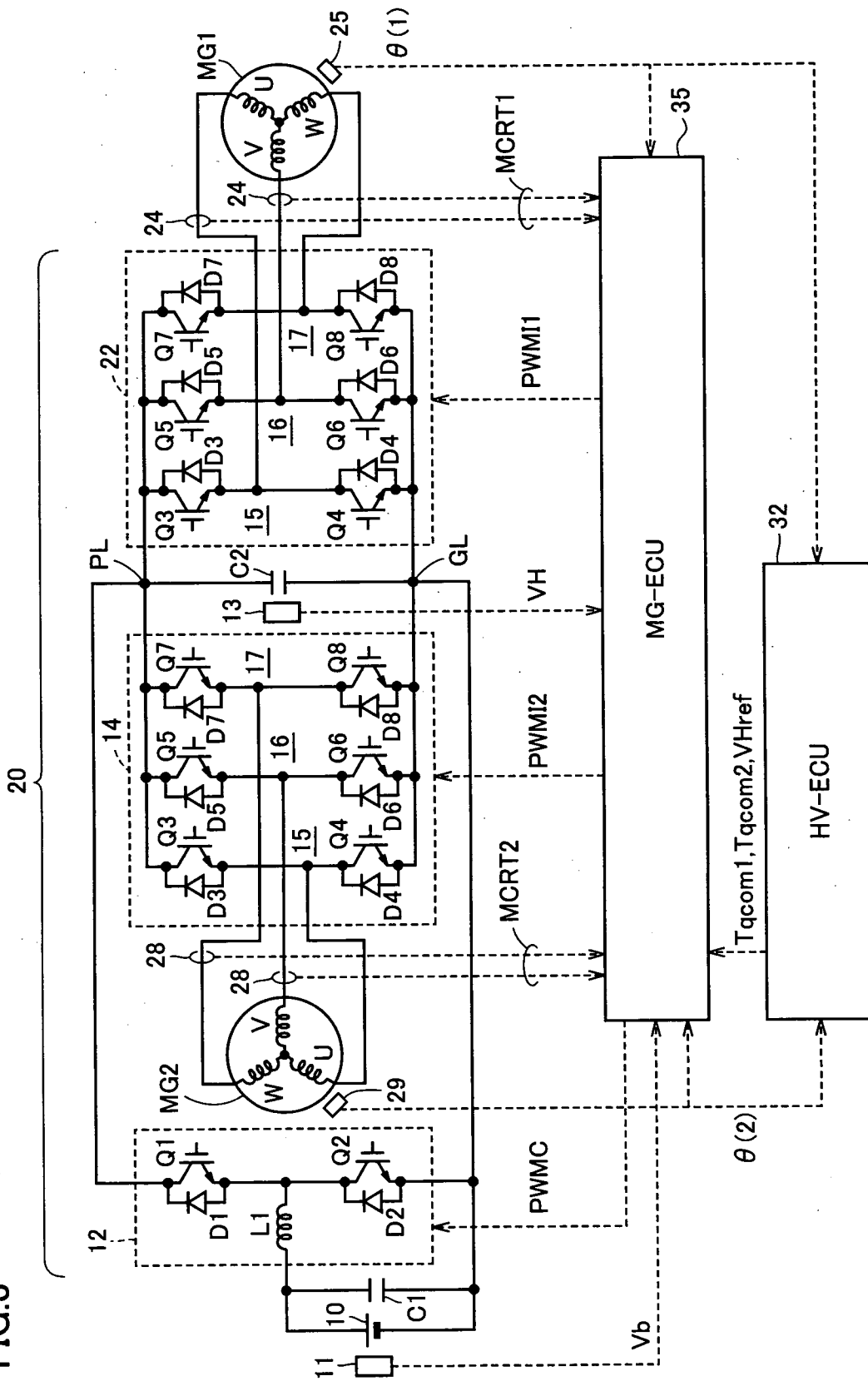


FIG.4



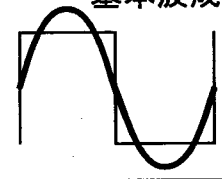
制御モード	PWM制御モード		矩形波電圧 制御モード
	正弦波PWM	過変調PWM	矩形波(1パルス)
インバータの出力 電圧波形	<p>基本波成分</p> 	<p>基本波成分</p> 	<p>基本波成分</p> 
変調率	0~約0.61	約0.61~0.78	0.78
特徴	トルク変動小	中速域の 出力向上	高速域の 出力向上

FIG.5A

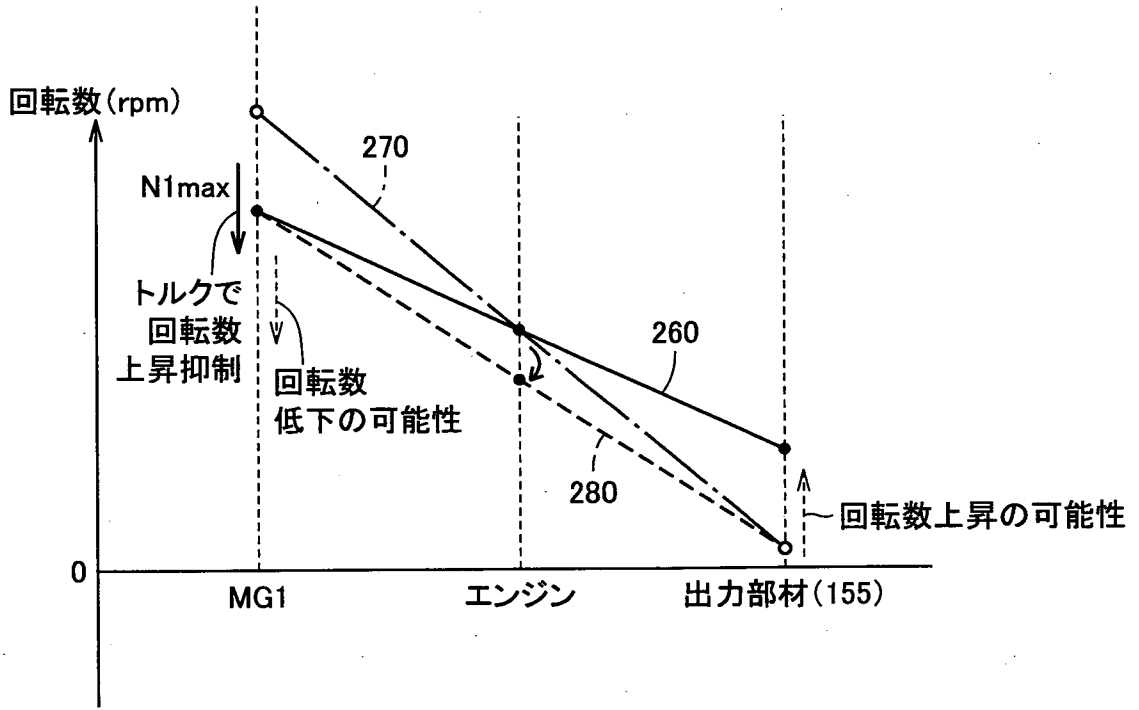


FIG.5B

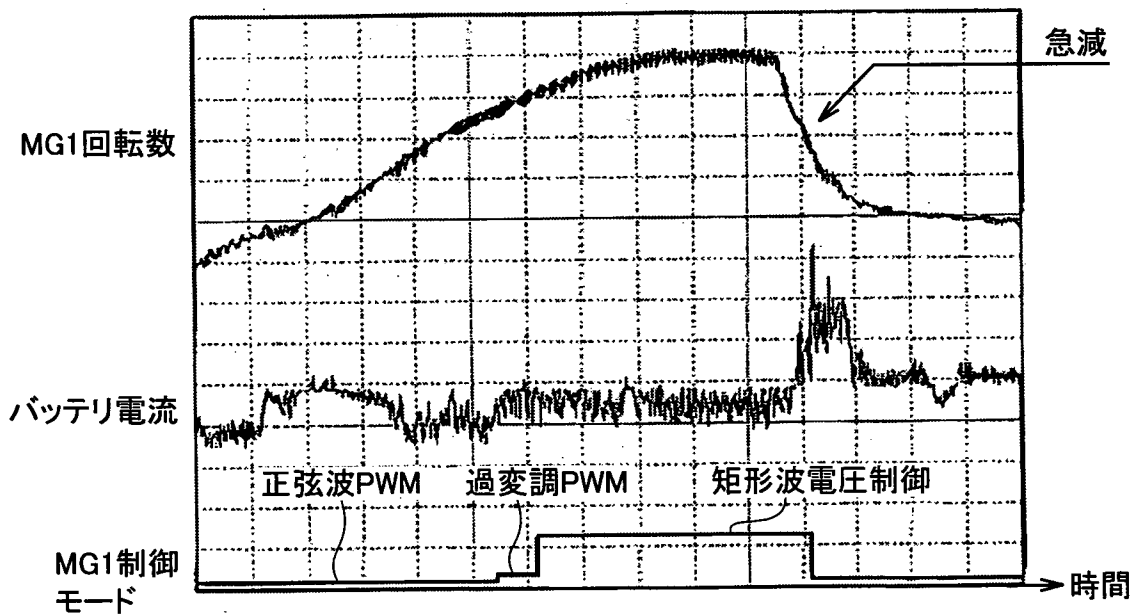


FIG.6

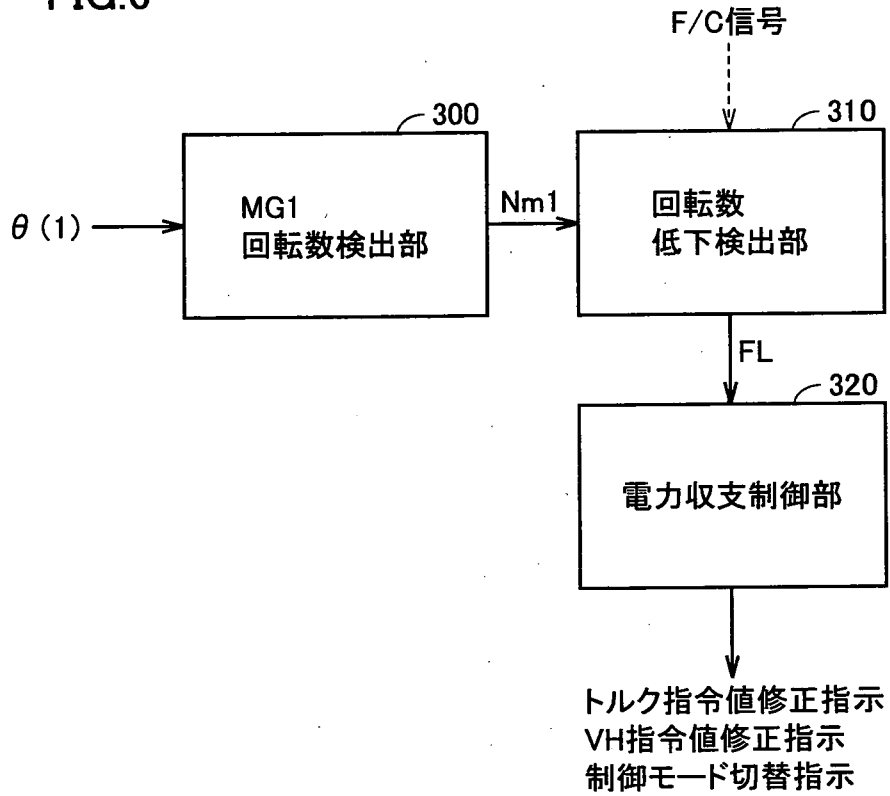


FIG.7

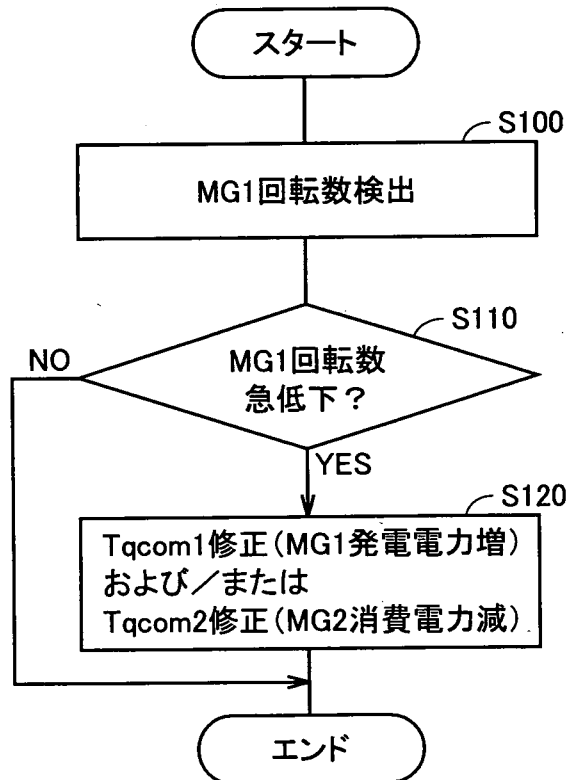


FIG.8

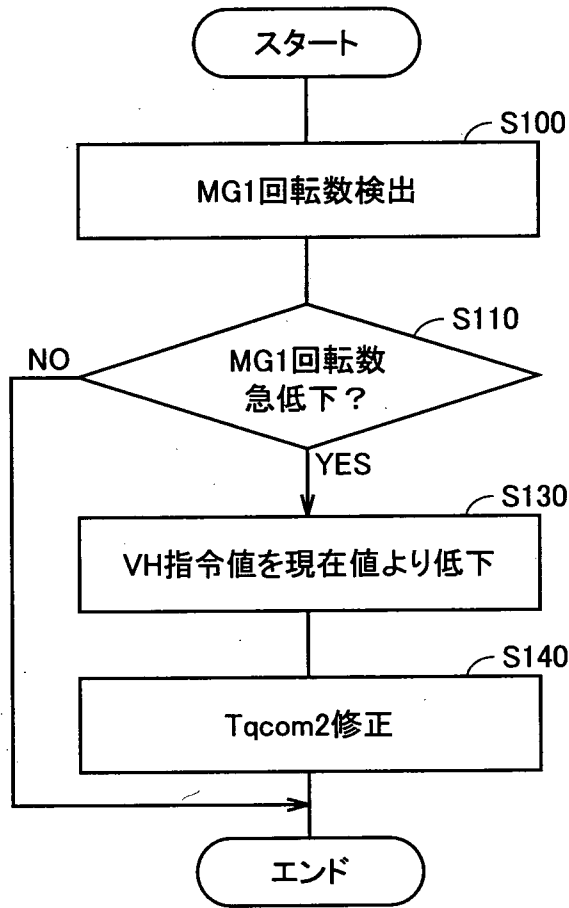


FIG.9

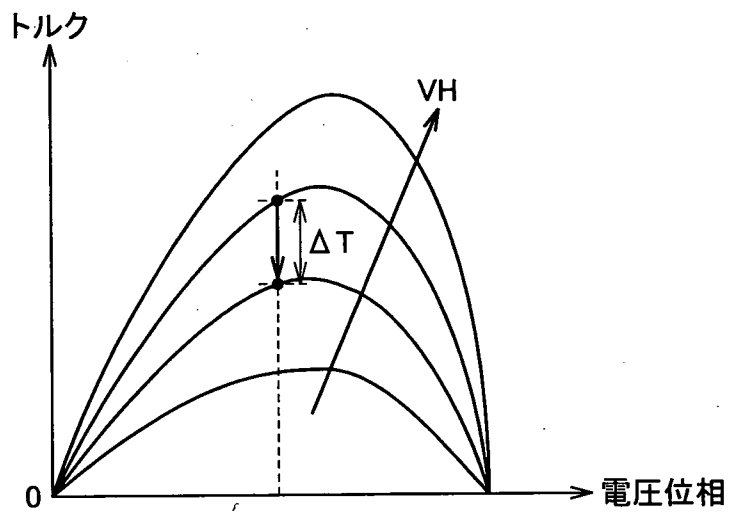


FIG.10

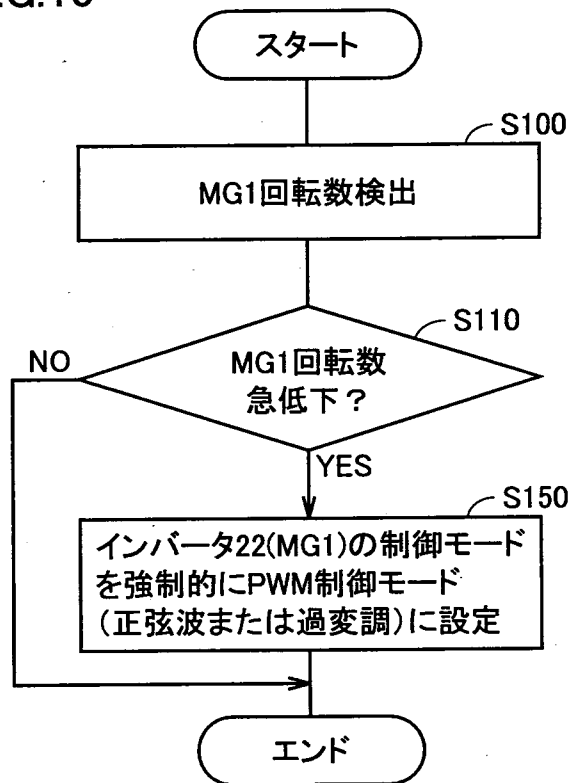


FIG.11B

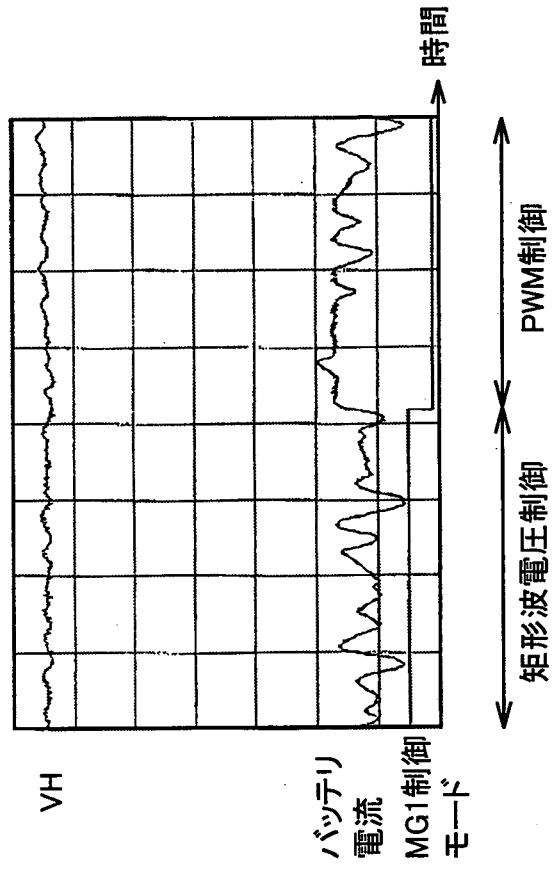
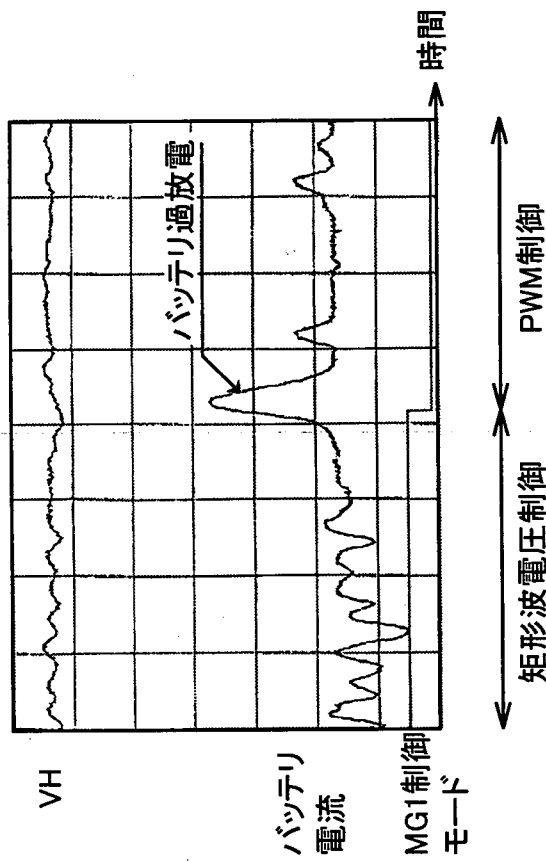


FIG.11A



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2008/054112

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*B60W10/26* (2006.01) i, *B60K6/445* (2007.10) i, *B60L11/14* (2006.01) i, *B60W10/06* (2006.01) i, *B60W10/08* (2006.01) i, *B60W20/00* (2006.01) i, *F02D29/02* (2006.01) i, *H02M3/155* (2006.01) i, *H02P27/06* (2006.01) i  
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**  
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*B60W10/26*, *B60K6/445*, *B60L11/14*, *B60W10/06*, *B60W10/08*, *B60W20/00*, *F02D29/02*, *H02M3/155*, *H02P27/06*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-219118 A (Toyota Motor Corp.), 24 August, 2006 (24.08.06), Par. Nos. [0033], [0041]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 7-9, 14 3-6, 10-13
Y A	JP 2007-055287 A (Toyota Motor Corp.), 08 March, 2007 (08.03.07), Par. No. [0032] (Family: none)	1, 2, 7-9, 14 3-6, 10-13
Y	JP 2002-213592 A (Toyota Motor Corp., Denso Corp.), 31 July, 2002 (31.07.02), Par. No. [0056] (Family: none)	2, 9

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 08 May, 2008 (08.05.08)	Date of mailing of the international search report 20 May, 2008 (20.05.08)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2008/054112

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-136184 A (Toyota Motor Corp.), 25 May, 2006 (25.05.06), & US 2006/0076914 A1 & EP 1646137 A2	1-14
A	JP 2007-020383 A (Toyota Motor Corp.), 25 January, 2007 (25.01.07), & WO 2007/018321 A1	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B60W10/26(2006.01)i, B60K6/445(2007.10)i, B60L11/14(2006.01)i, B60W10/06(2006.01)i, B60W10/08(2006.01)i, B60W20/00(2006.01)i, F02D29/02(2006.01)i, H02M3/155(2006.01)i, H02P27/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. B60W10/26, B60K6/445, B60L11/14, B60W10/06, B60W10/08, B60W20/00, F02D29/02, H02M3/155, H02P27/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2008年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2008年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 2 0 0 6 - 2 1 9 1 1 8 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.08.24、段落 [0033]、[0041]、[図1] (ファミリーなし)	1、2、 7-9、14
A		3-6、 10-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー  
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 08.05.2008	国際調査報告の発送日 20.05.2008
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 片岡 弘之	3H	9521
	電話番号 03-3581-1101 内線 3316		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2007-055287 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.03.08、段落 [0032] (ファミリーなし)	1、2、 7-9、14
A		3-6、 10-13
Y	JP 2002-213592 A (トヨタ自動車株式会社、株式会社デンソー) 2002.07.31、段落 [0056] (ファミリーなし)	2、9
A	JP 2006-136184 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.05.25 & US 2006/0076914 A1 & EP 1646137 A2	1-14
A	JP 2007-020383 A (トヨタ自動車株式会社) 2007.01.25 & WO 2007/018321 A1	1-14