

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4549923号
(P4549923)

(45) 発行日 平成22年9月22日 (2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月16日 (2010.7.16)

(51) Int. Cl.

F 1

B 6 0 L 9/18 (2006.01)
H 0 2 P 27/06 (2006.01)B 6 0 L 9/18 J
H 0 2 P 7/63 3 0 2 M

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2005-148220 (P2005-148220)
 (22) 出願日 平成17年5月20日 (2005.5.20)
 (65) 公開番号 特開2006-325374 (P2006-325374A)
 (43) 公開日 平成18年11月30日 (2006.11.30)
 審査請求日 平成19年9月25日 (2007.9.25)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 佐藤 亮次
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 負荷駆動装置およびそれを搭載した電動車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両の駆動力を発生する電動機と前記車両の駆動輪との間に変速機を有する電動車両の負荷駆動装置であって、

前記電動機を駆動する駆動装置と、

直流電源からの直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を前記駆動装置に供給する昇圧変換器と、

前記電動機の出力に基づいて前記昇圧電圧を設定し、その設定した昇圧電圧を生成するように前記昇圧変換器を制御する昇圧制御手段とを備え、

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記電動機の出力変動に拘わらず前記昇圧電圧を一定値に設定する、負荷駆動装置。

【請求項 2】

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記昇圧電圧を変速開始時の昇圧電圧に設定する、請求項 1 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 3】

前記駆動装置は、前記電動機の制御モードとして矩形波制御モードを有する、請求項 1 または請求項 2 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 4】

車両の駆動力を発生する電動機と前記車両の駆動輪との間に変速機を有する電動車両の負荷駆動装置であって、

10

20

前記電動機を駆動する駆動装置と、
直流電源からの直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を前記駆動装置に供給する昇圧変換器と、

前記電動機の出力に基づいて前記昇圧電圧を設定し、その設定した昇圧電圧を生成するように前記昇圧変換器を制御する昇圧制御手段と、

前記変速機による変速時、前記電動機の出力トルクを低減するように前記駆動装置を制御するトルク制御手段とを備え、

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記トルク制御手段による前記電動機の出力トルクの低減に応じて前記昇圧電圧が低下しないように、前記昇圧変換器を制御する、負荷駆動装置。

10

【請求項 5】

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記昇圧電圧を一定値に設定する、請求項 4 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 6】

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記昇圧電圧を変速開始時の昇圧電圧に設定する、請求項 5 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 7】

前記昇圧制御手段は、前記変速機による変速中、前記昇圧電圧を制御可能な最大電圧に設定する、請求項 4 に記載の負荷駆動装置。

【請求項 8】

20

前記駆動装置は、前記電動機の制御モードとして矩形波制御モードを有する、請求項 4 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の負荷駆動装置。

【請求項 9】

車両の駆動力を発生する電動機と、

前記電動機と前記車両の駆動輪との間に設けられる変速機と、

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の負荷駆動装置とを備える電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、負荷駆動装置およびそれを搭載した電動車両に関し、特に、直流電源からの直流電圧を昇圧する昇圧変換器を備えた負荷駆動装置およびそれを搭載した電動車両に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、環境問題やエネルギー問題を背景に、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) や電気自動車 (Electric Vehicle)、燃料電池車などの電動車両が注目されている。これらの電動車両は、二次電池または燃料電池 (Fuel Cell) からなる直流電源とインバータとインバータによって駆動される電動機とを動力源とする自動車である。

【0003】

40

特開 2004 - 203218 号公報 (特許文献 1) は、駆動力を発生する電動機と出力部材との間に変速機が設けられた電動車両において、変速機による変速の際、電動機の出力トルクを補正する制御装置を開示する。この制御装置は、変速の際、出力部材のトルクの変化を抑制する方向に電動機のトルクを補正し、変速に伴う出力軸トルクの落ち込みを防止する (特許文献 1 参照)。

【0004】

また、上記の電動車両において、電動機の高出力化に対応して、直流電源からの直流電圧を昇圧してインバータに供給する昇圧コンバータを備えた電動車両が公知である。

【0005】

特開 2004 - 208409 号公報 (特許文献 2) は、そのような昇圧コンバータを備

50

える車両用動力制御装置を開示する。この車両用動力制御装置は、走行用回転電機と、走行用回転電機を駆動するインバータ回路と、バッテリーの電圧を昇圧してインバータ回路に供給するDC-DCコンバータとを備える。この車両用動力制御装置によれば、走行用回転電機の消費電力に基づいて低電力駆動時にDC-DCコンバータの昇圧比を低下させるので、回路損失を低減できる（特許文献2参照）。

【特許文献1】特開2004-203218号公報

【特許文献2】特開2004-208409号公報

【特許文献3】特開2003-127681号公報

【特許文献4】特開2002-225578号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

駆動力を発生する電動機と駆動輪との間に変速機が設けられた電動車両において、直流電源とインバータとの間に昇圧コンバータが備えられており、電動機の出力に応じて昇圧コンバータの出力電圧（インバータの入力電圧に相当する。）を制御している場合、変速中に電動機出力の急激な変化に応じて昇圧コンバータの出力電圧すなわちインバータの入力電圧を変化させると、電動機の制御モードによっては、電動機の制御が不安定になる可能性がある。

【0007】

たとえば、変速時に変速機において摩擦要素の掴み替えが行なわれることによる電動機の回転数上昇を防止するために、変速中に電動機の出力トルクを一時的に低減させる制御（以下「トルク低減制御」とも称する。）が実行される場合、変速中の電動機出力は、変速前半で低減し、変速後半では上昇（復帰）する。そして、この変速中の電動機出力の急激な変化に応じて昇圧コンバータの出力電圧すなわちインバータ入力電圧を変化させると、インバータ入力電圧は、変速前半で電動機出力の低減に伴って低下し、変速後半では電動機出力の上昇に伴って上昇する。ここで、電動機の制御モードが矩形波制御モードであると、矩形波制御モードは、制御タイミングの間隔がPWM制御モードに比べて長く、インバータ入力電圧が一定であることを前提としているため、インバータにおけるスイッチング動作が入力電圧の急激な変化に追従できず、電動機の制御が不安定となる。

20

【0008】

30

そこで、この発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、その目的は、電動機の出力軸に変速機が設けられ、かつ、昇圧コンバータが備えられた電動車両において、変速時の電動機制御を安定化することができる負荷駆動装置を提供することである。

【0009】

また、この発明の別の目的は、電動機の出力軸に変速機が設けられ、かつ、昇圧コンバータが備えられた電動車両において、変速時の電動機制御を安定化することができる負荷駆動装置を搭載した電動車両を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明によれば、負荷駆動装置は、車両の駆動力を発生する電動機と車両の駆動輪との間に変速機を有する電動車両の負荷駆動装置であって、電動機を駆動する駆動装置と、直流電源からの直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を駆動装置に供給する昇圧変換器と、昇圧電圧を設定し、その設定した昇圧電圧を生成するように昇圧変換器を制御する昇圧制御手段とを備え、昇圧制御手段は、変速機による変速中、昇圧電圧を一定値に設定する。

40

【0011】

この発明による負荷駆動装置においては、変速機による変速中、昇圧電圧を一定値に設定するので、変速中に電動機の出力が急激に変化しても、電動機の制御が不安定になることはない。

【0012】

50

したがって、この発明による負荷駆動装置によれば、変速時の電動機制御を安定化することができる。

【0013】

好ましくは、昇圧制御手段は、変速機による変速中、昇圧電圧を変速開始時の昇圧電圧に設定する。

【0014】

好ましくは、駆動装置は、電動機の制御モードとして矩形波制御モードを有する。

この負荷駆動装置においては、変速中、昇圧電圧を固定するので、変速中に電動機の出力が急激に変化し、かつ、その際に電動機の制御モードが矩形波制御モードであったとしても、電動機の制御が不安定になることはない。したがって、この負荷駆動装置によれば、変速時の電動機制御を安定化することができる。

10

【0015】

また、この発明によれば、負荷駆動装置は、車両の駆動力を発生する電動機と車両の駆動輪との間に変速機を有する電動車両の負荷駆動装置であって、電動機を駆動する駆動装置と、直流電源からの直流電圧を昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を駆動装置に供給する昇圧変換器と、電動機の出力度に基づいて昇圧電圧を設定し、その設定した昇圧電圧を生成するように昇圧変換器を制御する昇圧制御手段と、変速機による変速時、電動機の出力度を低減するように駆動装置を制御するトルク制御手段とを備え、昇圧制御手段は、変速機による変速中、トルク制御手段による電動機の出力度の低減に応じて昇圧電圧が低下しないように、昇圧変換器を制御する。

20

【0016】

この発明による負荷駆動装置においては、変速機による変速時、変速機において摩擦要素の組み替えが行なわれることによる電動機の回転数上昇を防止するために、電動機の出力度を低減する。しかしながら、昇圧制御手段は、変速中、電動機の出力度の低減に応じて昇圧電圧が低下しないように昇圧変換器を制御するので、昇圧電圧の急激な変動が抑制され、電動機の制御が不安定になることはない。

【0017】

したがって、この発明による負荷駆動装置によれば、変速時の電動機制御を安定化することができる。

【0018】

好ましくは、昇圧制御手段は、変速機による変速中、昇圧電圧を一定値に設定する。

30

さらに好ましくは、昇圧制御手段は、変速機による変速中、昇圧電圧を変速開始時の昇圧電圧に設定する。

【0019】

また、好ましくは、昇圧制御手段は、変速機による変速中、昇圧電圧を制御可能な最大電圧に設定する。

【0020】

好ましくは、駆動装置は、電動機の制御モードとして矩形波制御モードを有する。

この負荷駆動装置においては、変速中、電動機の出力度の低減に応じて昇圧電圧が低下するのを禁止するので、電動機の制御モードが矩形波制御モードであったとしても、電動機の制御が不安定になることはない。したがって、この負荷駆動装置によれば、変速時の電動機制御を安定化することができる。

40

【0021】

また、この発明によれば、電動車両は、車両の駆動力を発生する電動機と、電動機と車両の駆動輪との間に設けられる変速機と、上述したいずれかの負荷駆動装置とを備える。

【0022】

この発明による車両においては、上述した負荷駆動装置を備えるので、変速中に電動機の出力が急激に変化しても、電動機の制御が不安定になることはない。したがって、この発明による車両によれば、変速時の電動機制御を安定化することができる。

【発明の効果】

50

【 0 0 2 3 】

この発明によれば、電動機の出力軸に変速機が設けられ、かつ、昇圧コンバータが備えられた負荷駆動装置およびそれを搭載した電動車両において、変速時の電動機制御を安定化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 2 5 】

[実施の形態 1]

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による電動車両の全体ブロック図である。図 1 を参照して、この電動車両 1 0 0 は、バッテリー B と、昇圧コンバータ 1 0 と、インバータ 2 0 と、ECU (E l e c t r o n i c C o n t r o l U n i t) 3 0 と、モータジェネレータ M G と、変速機 T M と、駆動輪 D W と、コンデンサ C 1 , C 2 と、電圧センサ 4 2 , 4 4 と、回転センサ 4 6 と、電源ライン P L 1 , P L 2 と、接地ライン S L とを備える。

【 0 0 2 6 】

バッテリー B の正極は、電源ライン P L 1 に接続され、バッテリー B の負極は、接地ライン S L に接続される。コンデンサ C 1 は、電源ライン P L 1 と接地ライン S L との間に接続される。

【 0 0 2 7 】

昇圧コンバータ 1 0 は、リアクトル L と、パワートランジスタ Q 1 , Q 2 と、ダイオード D 1 , D 2 とを含む。リアクトル L は、電源ライン P L 1 に一端が接続され、パワートランジスタ Q 1 , Q 2 の接続点に他端が接続される。パワートランジスタ Q 1 , Q 2 は、電源ライン P L 2 と接地ライン S L との間に直列に接続される。そして、各パワートランジスタ Q 1 , Q 2 のコレクタ - 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ようにダイオード D 1 , D 2 がそれぞれ接続される。

【 0 0 2 8 】

コンデンサ C 2 は、電源ライン P L 2 と接地ライン S L との間に接続される。インバータ 2 0 は、U 相アーム 2 1、V 相アーム 2 2 および W 相アーム 2 3 を含む。U 相アーム 2 1、V 相アーム 2 2 および W 相アーム 2 3 は、電源ライン P L 2 と接地ライン S L との間に並列に接続される。U 相アーム 2 1 は、直列に接続されたパワートランジスタ Q 1 1 , Q 1 2 からなり、V 相アーム 2 2 は、直列に接続されたパワートランジスタ Q 1 3 , Q 1 4 からなり、W 相アーム 2 3 は、直列に接続されたパワートランジスタ Q 1 5 , Q 1 6 からなる。各パワートランジスタ Q 1 1 ~ Q 1 6 のコレクタ - 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 1 1 ~ D 1 6 がそれぞれ接続される。そして、U , V , W 各相アームにおける各パワートランジスタの接続点は、モータジェネレータ M G の U , V , W 各相コイルの中性点と反対側のコイル端にそれぞれ接続される。

【 0 0 2 9 】

そして、モータジェネレータ M G の出力軸に変速機 T M が接続され、変速機 T M の出力軸に駆動輪 D W が連結される。

【 0 0 3 0 】

バッテリー B は、直流電源であり、たとえば、ニッケル水素やリチウムイオン等の二次電池や、燃料電池からなる。バッテリー B は、直流電圧を発生し、その発生した直流電圧を昇圧コンバータ 1 0 へ出力する。

【 0 0 3 1 】

コンデンサ C 1 は、電源ライン P L 1 と接地ライン S L との間の電圧変動を平滑化する。電圧センサ 4 2 は、バッテリー B から出力される電圧 V B を検出し、その検出した電圧 V B を E C U 3 0 へ出力する。電圧センサ 4 4 は、コンデンサ C 2 の端子間電圧、すなわち昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧 V M (インバータ 2 0 の入力電圧に相当する。以下同じ。) を検出し、その検出した電圧 V M を E C U 3 0 へ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 2 】

昇圧コンバータ 1 0 は、E C U 3 0 からの信号 P W C に基づいて、バッテリー B から受ける直流電圧をリアクトル L を用いて昇圧し、その昇圧した昇圧電圧を電源ライン P L 2 に供給する。具体的には、昇圧コンバータ 1 0 は、E C U 3 0 からの信号 P W C に基づいて、パワートランジスタ Q 2 のスイッチング動作に応じて流れる電流をリアクトル L に磁場エネルギーとして蓄積することによってバッテリー B からの直流電圧を昇圧する。そして、昇圧コンバータ 1 0 は、その昇圧した昇圧電圧をパワートランジスタ Q 2 がオフされたタイミングに同期してダイオード D 1 を介して電源ライン P L 2 へ出力する。

【 0 0 3 3 】

コンデンサ C 2 は、電源ライン P L 2 と接地ライン S L との間の電圧変動を平滑化する。インバータ 2 0 は、E C U 3 0 からの信号 P W M に基づいて、電源ライン P L 2 から受ける直流電圧を 3 相交流電圧に変換し、その変換した 3 相交流電圧をモータジェネレータ M G へ出力する。これにより、モータジェネレータ M G は、トルク指令値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。

10

【 0 0 3 4 】

モータジェネレータ M G は、インバータ 2 0 から受ける 3 相交流電圧によって車両の駆動トルクを発生し、その発生した駆動トルクを変速機 T M へ出力する。回転センサ 4 6 は、モータジェネレータ M G のモータ回転数 M R N を検出し、その検出したモータ回転数 M R N を E C U 3 0 へ出力する。

【 0 0 3 5 】

変速機 T M は、モータジェネレータ M G からの出力を変速して駆動輪 D W へ出力する。また、変速機 T M は、変速中、変速中であることを示す H レベルの変速信号 T S を生成し、その生成した変速信号 T S を E C U 3 0 へ出力する。

20

【 0 0 3 6 】

E C U 3 0 は、車両の要求パワーに応じてモータジェネレータ M G のトルク指令値 T R を算出する。ここで、E C U 3 0 は、変速機 T M から H レベルの変速信号 T S を受けると、モータジェネレータ M G のトルク指令値 T R を低減させるトルク低減制御を実行する。

【 0 0 3 7 】

また、E C U 3 0 は、トルク指令値 T R、電圧センサ 4 2、4 4 からの電圧 V B、V M および回転センサ 4 6 からのモータ回転数 M R N に基づいて、昇圧コンバータ 1 0 を駆動するための信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 0 へ出力する。ここで、E C U 3 0 は、変速機 T M から H レベルの変速信号 T S を受けている変速中においては、上記のトルク低減制御によるトルク指令値 T R の低下に拘わらず、昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧（電圧 V M）が一定となるように信号 P W C を生成し、その生成した信号 P W C を昇圧コンバータ 1 0 へ出力する。

30

【 0 0 3 8 】

さらに、E C U 3 0 は、トルク指令値 T R、電圧 V M およびモータジェネレータ M G のモータ電流 M C R T に基づいて、モータジェネレータ M G を駆動するための信号 P W M を生成し、その生成した信号 P W M をインバータ 2 0 へ出力する。なお、モータ電流 M C R T は、図示されない電流センサによって検出される。

40

【 0 0 3 9 】

図 2 は、図 1 に示した E C U 3 0 の機能ブロック図である。図 2 を参照して、E C U 3 0 は、トルク指令生成部 1 0 2 と、コンバータ制御部 1 0 4 と、インバータ制御部 1 0 6 とを含む。トルク指令生成部 1 0 2 は、たとえばアクセルペダルの開度に基づいて、要求パワーを達成するのに必要なモータジェネレータ M G のトルク指令値 T R を算出する。

【 0 0 4 0 】

ここで、トルク指令生成部 1 0 2 は、変速機 T M から H レベルの変速信号 T S を受けているとき、すなわち変速機 T M の変速中、モータジェネレータ M G のトルク指令値 T R を低減させる。変速機 T M の変速中にトルク指令値 T R を低減させるのは、変速中における変速機 T M の摩擦要素の掴み替えに伴うモータジェネレータ M G の回転数の吹き上がり

50

を防止するためである。

【0041】

コンバータ制御部104は、トルク指令生成部102からのトルク指令値 T_R 、回転センサ46からのモータ回転数 M_{RN} および電圧センサ42, 44からの電圧 V_B , V_M に基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ10のパワートランジスタ Q_1 , Q_2 をオン/オフするための信号 PWC を生成し、その生成した信号 PWC を昇圧コンバータ10へ出力する。

【0042】

ここで、コンバータ制御部104は、変速機 TM から H レベルの変速信号 TS を受けているとき、すなわち変速機 TM の変速中、トルク指令生成部102からのトルク指令値 T_R の低下に拘わらず、昇圧コンバータ10の昇圧電圧(電圧 V_M)が一定となるように信号 PWC を生成する。

10

【0043】

インバータ制御部106は、トルク指令生成部102からのトルク指令値 T_R 、モータ電流 M_{CRT} および電圧 V_M に基づいて、インバータ20のパワートランジスタ $Q_{11} \sim Q_{16}$ をオン/オフするための信号 PWM を生成し、その生成した信号 PWM をインバータ20へ出力する。

【0044】

図3は、図2に示したコンバータ制御部104の詳細な機能ブロック図である。図3を参照して、コンバータ制御部104は、インバータ入力電圧指令演算部112と、デューティ比演算部114と、 PWM 信号変換部116とからなる。

20

【0045】

インバータ入力電圧指令演算部112は、モータジェネレータ MG の出力に基づいて、すなわちトルク指令生成部102(図示せず)からのトルク指令値 T_R および回転センサ46からのモータ回転数 M_{RN} に基づいて、インバータ入力電圧の最適値(目標値)すなわちインバータ入力電圧指令 V_{com} を算出し、その算出したインバータ入力電圧指令 V_{com} をデューティ比演算部114へ出力する。

【0046】

ここで、インバータ入力電圧指令演算部112は、変速機 TM (図示せず)から H レベルの変速信号 TS を受けているとき、インバータ入力電圧指令 V_{com} を前回演算実行時の値とする。すなわち、インバータ入力電圧指令演算部112は、変速機 TM の変速中、インバータ入力電圧指令 V_{com} を変速開始時の値に固定する。

30

【0047】

デューティ比演算部114は、インバータ入力電圧指令演算部112からのインバータ入力電圧指令 V_{com} および電圧センサ42, 44からの電圧 V_B , V_M に基づいて、インバータ20の入力電圧をインバータ入力電圧指令 V_{com} に制御するためのデューティ比を算出し、その算出したデューティ比を PWM 信号変換部116へ出力する。

【0048】

PWM 信号変換部116は、デューティ比演算部114から受けたデューティ比に基づいて昇圧コンバータ10のパワートランジスタ Q_1 , Q_2 をオン/オフするための信号 PWC を生成し、その生成した信号 PWC を昇圧コンバータ10のパワートランジスタ Q_1 , Q_2 へ出力する。

40

【0049】

図4は、図2に示したインバータ制御部106の詳細な機能ブロック図である。図4を参照して、インバータ制御部106は、モータ制御用相電圧演算部122と、制御モード設定部124と、 PWM 信号変換部126とからなる。

【0050】

モータ制御用相電圧演算部122は、トルク指令生成部102(図示せず)からのトルク指令値 T_R 、モータ電流 M_{CRT} および電圧センサ44からの電圧 V_M に基づいて、モータジェネレータ MG の U , V , W 各相コイルに印加する電圧を演算し、その演算した U

50

、V、W各相コイル電圧を制御モード設定部124およびPWM信号変換部126へ出力する。

【0051】

制御モード設定部124は、モータ制御用相電圧演算部122からの各相コイル印加電圧および電圧VMに基づいて、電圧VMに対する各相コイル印加電圧の変調率（電圧VMに対する各相コイル印加電圧の比）を算出する。そして、制御モード設定部124は、その算出した変調率に基づいてモータジェネレータMGの制御モードを設定し、その設定した制御モードを示す信号MDをPWM信号変換部126へ出力する。

【0052】

具体的には、インバータ20は、PWM制御モードおよび矩形波制御モードのいずれかの制御モードでモータジェネレータMGを制御する。矩形波制御モードは、出力波形を正弦波に制御するPWM制御よりも電圧利用率を高めるために出力波形を矩形波とする制御モードである。そして、制御モード設定部124は、変調率が予め決定された定数以下のとき、制御モードをPWM制御モードに設定し、変調率がその定数を超えると、制御モードを矩形波制御モードに設定する。

10

【0053】

なお、矩形波制御モードは、スイッチング周期がPWM制御モードに比べて長く、インバータ入力電圧が一定であることを前提としているため、電圧VM（インバータ入力電圧）が急変すると、インバータ20におけるスイッチング動作が電圧VMの急激な変化に追従できず、制御が不安定となる。なお、PWM制御モードおよび矩形波制御モードの中間

20

【0054】

PWM信号変換部126は、制御モード設定部124からの信号MDにより指示される制御モードで、モータ制御用相電圧演算部122から受ける各相コイル電圧指令に基づいて、インバータ20の各パワートランジスタQ11～Q16をオン/オフする信号PWMを生成し、その生成した信号PWMをインバータ20の各パワートランジスタQ11～Q16へ出力する。

【0055】

図5は、図2に示したコンバータ制御部104の動作を説明するためのフローチャートである。なお、この図5に示される一連の処理フローは、一定の制御周期で繰返し実行される。図5を参照して、コンバータ制御部104は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧指令Vcomを算出する（ステップS10）。次いで、コンバータ制御部104は、変速機TMからの変速信号TSに基づいて、変速機TMが変速中であるか否かを判定する（ステップS20）。コンバータ制御部104は、変速中でないと判定すると（ステップS20においてNO）、ステップS40へ処理を移行する。

30

【0056】

一方、コンバータ制御部104は、変速中であると判定すると（ステップS20においてYES）、インバータ入力電圧指令VcomをステップS10で演算した値で更新せずに前回演算時の値に保持する（ステップS30）。すなわち、インバータ入力電圧指令Vcomは、変速中、変速開始時の値に固定される。

40

【0057】

そして、コンバータ制御部104は、インバータ入力電圧指令Vcomおよび電圧センサ42、44からの電圧VB、VMに基づいて、インバータ20の入力電圧をインバータ入力電圧指令Vcomに制御するためのデューティ比を算出し、その算出したデューティ比に基づいて信号PWCを生成する（ステップS40）。そして、コンバータ制御部104は、その生成した信号PWCを昇圧コンバータ10のパワートランジスタQ1、Q2へ出力する（ステップS50）。

【0058】

図6は、この実施の形態1による電動車両100の動作を説明するためのタイミングチ

50

ヤートである。図 6 を参照して、タイミング t_1 において変速が開始されると、モータジェネレータ $M G$ のトルク指令値 $T R$ が低減し始め、それに応じてモータジェネレータ $M G$ の出力 $P W R$ および回転数 $M R N$ も低減する。そして、トルク指令値 $T R$ の低下に伴ってモータジェネレータ $M G$ の相電圧が低下し、それに応じて変調率が低下するため、タイミング t_2 において、制御モードが矩形波制御モードから $P W M$ 制御モードに切替わる。

【 0 0 5 9 】

そして、変速後半のタイミング t_3 において、モータジェネレータ $M G$ のトルク指令値 $T R$ が上昇（復帰）し始め、タイミング t_4 において変速が終了する。

【 0 0 6 0 】

ここで、仮に、変速中に電圧 $V M$ の変化を制限しない場合（従来制御）、コンバータ制御部 1 0 4 は、モータジェネレータ $M G$ のトルク指令値 $T R$ に基づいてインバータ入力電圧指令 $V c o m$ を生成するので、トルク指令値 $T R$ の変動に応じて電圧 $V M$ が変化する。そうすると、インバータ入力電圧が一定であることを前提とする矩形波制御モードで制御されるタイミング t_1 から t_2 において、インバータ 2 0 の制御が不安定となる。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、この実施の形態 1 においては、タイミング t_1 から t_4 までの変速中、コンバータ制御部 1 0 4 は、インバータ入力電圧指令 $V c o m$ を変速開始時の値に固定するので、電圧 $V M$ すなわちインバータ入力電圧が一定値に制御される。したがって、制御モードが矩形波制御モードであるタイミング t_1 から t_2 においても、安定した制御が実行される。

【 0 0 6 2 】

以上のように、この実施の形態 1 によれば、変速機 $T M$ による変速中、電圧 $V M$ を一定値に制御するので、モータジェネレータ $M G$ の制御モードが矩形波制御モードであったとしても、モータジェネレータ $M G$ の制御が不安定になることはない。したがって、モータジェネレータ $M G$ の制御を安定化することができる。

【 0 0 6 3 】

〔 実施の形態 2 〕

実施の形態 1 では、変速中、昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧を固定したが、実施の形態 2 では、昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧の上昇を許容する。言い換えると、この実施の形態 2 では、変速中、昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧が低下しないように昇圧コンバータ 1 0 の出力電圧が制御される。これにより、実施の形態 1 と同様に、変速前半にモータジェネレータ $M G$ のトルクの低減に伴って電圧 $V M$ が変化（低下）することにより制御が不安定になるのを防止し、さらに、変速終了時に制御モードが矩形波制御モードになっている場合に、変速終了とともに電圧 $V M$ の固定が解除されて電圧 $V M$ が上昇することにより制御が不安定となるのを防止する。

【 0 0 6 4 】

この実施の形態 2 による電動車両 1 0 0 A は、実施の形態 1 による電動車両 1 0 0 とコンバータ制御部の機能が異なる。実施の形態 2 による電動車両 1 0 0 A のその他の構成は、実施の形態 1 による電動車両 1 0 0 と同じである。

【 0 0 6 5 】

図 7 は、実施の形態 2 による電動車両 1 0 0 A におけるコンバータ制御部 1 0 4 A の動作を説明するためのフローチャートである。なお、この図 7 に示される一連の処理フローは、一定の制御周期で繰返し実行される。図 7 を参照して、この処理フローは、図 5 に示した実施の形態 1 におけるコンバータ制御部 1 0 4 の処理フローにおいて、ステップ $S 2 5$ をさらに備える。

【 0 0 6 6 】

すなわち、ステップ $S 2 0$ において変速中であると判定されると（ステップ $S 2 0$ において $Y E S$ ）、コンバータ制御部 1 0 4 A は、ステップ $S 1 0$ で演算したインバータ入力電圧指令 $V c o m$ が前回演算時の値よりも小さいか否かを判定する（ステップ $S 2 5$ ）。コンバータ制御部 1 0 4 A は、ステップ $S 1 0$ で演算したインバータ入力電圧指令 $V c o$

10

20

30

40

50

mが前回演算時の値よりも小さいと判定すると(ステップS25においてYES)、ステップS30へ処理を移行し、ステップS10で演算したインバータ入力電圧指令Vcomが前回演算時の値以上であると判定すると(ステップS25においてNO)、ステップS40へ処理を移行する。すなわち、コンバータ制御部104Aは、変速中、インバータ入力電圧指令Vcomが低下しないようにインバータ入力電圧指令Vcomを制御し、インバータ入力電圧指令Vcomの上昇は許容する。

【0067】

図8は、この実施の形態2による電動車両100Aの動作を説明するためのタイミングチャートである。図8を参照して、タイミングt1において変速が開始されると、モータジェネレータMGのトルク指令値TRが低減し始め、それに応じてモータジェネレータMGの出力PWRおよび回転数MRNも低減する。

10

【0068】

変速後半のタイミングt2において、モータジェネレータMGのトルク指令値TRが上昇(復帰)し始める。そして、トルク指令値TRの上昇に伴って、タイミングt3において昇圧コンバータ10の出力電圧である電圧VMが上昇する。但し、この時点では、制御モードがPWM制御モードであるので、電圧VMが変化しても制御が不安定になることはない。

【0069】

モータジェネレータMGのトルク指令値TRがさらに上昇すると、モータジェネレータMGの相電圧が上昇し、それに応じて変調率が上昇するため、タイミングt4において、制御モードがPWM制御モードから矩形波制御モードに切替わる。しかしながら、タイミングt4の時点では、既に電圧VMの上昇が完了しているので、制御モードが矩形波制御モードに切替わっても制御が不安定となることはない。そして、タイミングt5において変速が終了する。

20

【0070】

ここで、仮に、変速中に電圧VMの変化を制限しない場合(従来制御)、コンバータ制御部104Aは、モータジェネレータMGのトルク指令値TRに基づいてインバータ入力電圧指令Vcomを演算するので、制御モードがPWM制御モードから矩形波制御モードに切替わったタイミングt4後においても、モータジェネレータMGのトルク指令値TRの上昇(復帰)に応じて電圧VMが上昇する。したがって、タイミングt4からt5において、インバータ20の制御が不安定となる。しかしながら、上述のように、この実施の形態2によれば、このような事態を回避できる。

30

【0071】

また、仮に、変速中に電圧VMを固定すると、変速終了のタイミングt5において電圧VMの固定が解除されて電圧VMが上昇し、一方で制御モードは矩形波制御モードとなっているので、制御が不安定となるところ、この実施の形態2では、変速中に制御モードがPWM制御モードから矩形波制御モードに切替わる際の電圧VMの上昇を許容するので、上記のような事態を回避できる。

【0072】

なお、上記においては、変速中に昇圧コンバータ10の出力電圧が低下しないように昇圧コンバータ10の出力電圧を制御するものとしたが、変速中に昇圧コンバータ10の出力電圧が低下するのを禁止してもよい。

40

【0073】

以上のように、この実施の形態2によれば、変速中においても電圧VMの上昇は許容するようにしたので、変速後半のトルク復帰時に制御モードがPWM制御モードから矩形波制御モードに切替わっても、モータジェネレータMGの制御が不安定になることはない。したがって、モータジェネレータMGの制御を安定化することができる。

【0074】

[実施の形態3]

実施の形態3では、変速開始とともに昇圧コンバータ10の出力電圧を制御可能な最大

50

電圧まで上昇させ、変速中は昇圧コンバータ 10 の出力電圧をその最大電圧に固定する。すなわち、実施の形態 2 では、変速後半のモータジェネレータ MG のトルク指令値 TR の上昇（復帰）に応じて電圧 VM を上昇させたが、この実施の形態 3 では、変速開始時に予め電圧 VM を上昇させる。

【0075】

この実施の形態 3 による電動車両 100 B は、実施の形態 1 による電動車両 100 とコンバータ制御部の機能が異なる。実施の形態 3 による電動車両 100 B のその他の構成は、実施の形態 1 による電動車両 100 と同じである。

【0076】

図 9 は、実施の形態 3 による電動車両 100 B におけるコンバータ制御部 104 B の動作を説明するためのフローチャートである。なお、この図 9 に示される一連の処理フローは、一定の制御周期で繰返し実行される。図 9 を参照して、この処理フローは、図 5 に示した実施の形態 1 におけるコンバータ制御部 104 の処理フローにおいて、ステップ S 30 に代えてステップ S 35 を備える。

【0077】

すなわち、ステップ S 20 において変速中であると判定されると（ステップ S 20 において YES）、コンバータ制御部 104 B は、ステップ S 10 で演算したインバータ入力電圧指令 Vcom の値に拘わらず、インバータ入力電圧指令 Vcom を昇圧コンバータ 10 によって制御可能な最大電圧に設定する（ステップ S 35）。すなわち、コンバータ制御部 104 B は、変速中、インバータ入力電圧指令 Vcom を昇圧コンバータ 10 によって制御可能な最大電圧に固定する。

【0078】

図 10 は、この実施の形態 3 による電動車両 100 B の動作を説明するためのタイミングチャートである。図 10 を参照して、タイミング t1 において変速が開始されると、モータジェネレータ MG のトルク指令値 TR が低減し始め、それに応じてモータジェネレータ MG の出力 PWR および回転数 MRN も低減する。また、昇圧コンバータ 10 の出力電圧である電圧 VM は、制御可能な最大電圧まで上昇する。

【0079】

変速後半のタイミング t2 において、モータジェネレータ MG のトルク指令値 TR が上昇（復帰）し始める。そして、トルク指令値 TR の上昇に伴って、タイミング t3 において、制御モードが PWM 制御モードから矩形波制御モードに切替わる。しかしながら、電圧 VM は、変速中、制御可能な最大電圧に制御されているので、タイミング t3 において制御モードが矩形波制御モードに切替わっても制御が不安定となることはない。そして、タイミング t4 において変速が終了する。

【0080】

これに対し、仮に、変速中に電圧 VM の変化を制限しない場合（従来制御）、インバータ 20 の制御が不安定になり得るのは、実施の形態 1, 2 で説明したとおりである。

【0081】

以上のように、この実施の形態 3 によれば、変速中、電圧 VM を制御可能な最大電圧に固定するようにしたので、制御モードが矩形波制御モードであっても、モータジェネレータ MG の制御が不安定になることはない。したがって、モータジェネレータ MG の制御を安定化することができる。

【0082】

なお、上記の各実施の形態 1 ~ 3 においては、電動車両 100, 100 A, 100 B は、1 つのモータジェネレータ MG を搭載するものとして説明したが、この発明はこれに限られず、複数のモータジェネレータを搭載していてもよい。すなわち、動力分割機構を介してエンジンに連結されたもう 1 つのモータジェネレータと、電源ライン PL2 および接地ライン SL に接続され、そのもう 1 つのモータジェネレータを駆動するもう 1 つのインバータとを備えたハイブリッド自動車についても、この発明を適用することができる。

【0083】

10

20

30

40

50

また、上記においては、変速機 T M は、ギヤ段に応じて摩擦要素の掴み替えが行なわれる変速機として説明したが、この発明は、クラッチと常時噛合い式の歯車とからなる変速機にも適用可能である。

【 0 0 8 4 】

なお、上記において、昇圧コンバータ 1 0 は、この発明における「昇圧変換器」に対応し、インバータ 2 0 は、この発明における「駆動装置」に対応する。また、コンバータ制御部 1 0 4 , 1 0 4 A , 1 0 4 B は、この発明における「昇圧制御手段」に対応し、トルク指令生成部 1 0 2 およびインバータ制御部 1 0 6 は、この発明における「トルク制御手段」に対応する。さらに、昇圧コンバータ 1 0 、インバータ 2 0 および E C U 3 0 は、この発明における「負荷駆動装置」を形成する。

10

【 0 0 8 5 】

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、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 6 】

【図 1】この発明の実施の形態 1 による電動車両の全体ブロック図である。

【図 2】図 1 に示す E C U の機能ブロック図である。

【図 3】図 2 に示すコンバータ制御部の詳細な機能ブロック図である。

20

【図 4】図 2 に示すインバータ制御部の詳細な機能ブロック図である。

【図 5】図 2 に示すコンバータ制御部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 6】この実施の形態 1 による電動車両の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 7】実施の形態 2 による電動車両におけるコンバータ制御部の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】この実施の形態 2 による電動車両の動作を説明するためのタイミングチャートである。

【図 9】実施の形態 3 による電動車両におけるコンバータ制御部の動作を説明するためのフローチャートである。

30

【図 1 0】この実施の形態 3 による電動車両の動作を説明するためのタイミングチャートである。

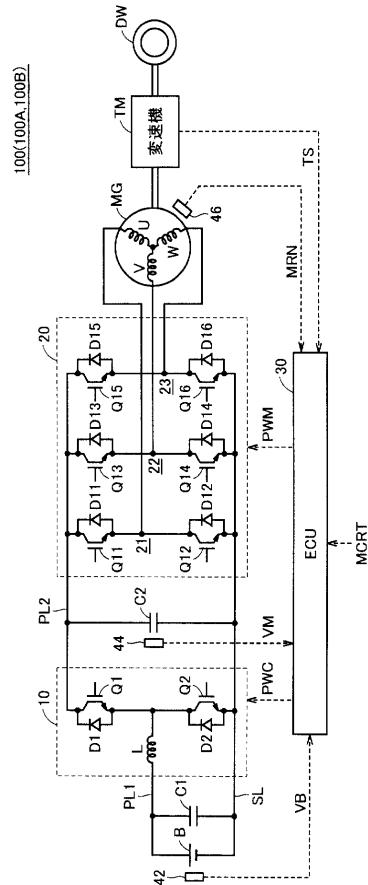
【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

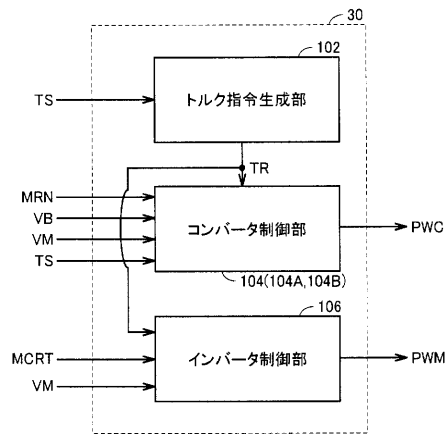
1 0 昇圧コンバータ、2 0 インバータ、2 1 U 相アーム、2 2 V 相アーム、2 3 W 相アーム、3 0 E C U、4 2 , 4 4 電圧センサ、4 6 回転センサ、1 0 0 , 1 0 0 A , 1 0 0 B 電動車両、1 0 2 トルク指令生成部、1 0 4 , 1 0 4 A , 1 0 4 B コンバータ制御部、1 0 6 インバータ制御部、1 1 2 インバータ入力電圧演算部、1 1 4 デューティ比演算部、1 1 6 , 1 2 6 P W M 信号変換部、1 2 2 モータ制御用相電圧演算部、1 2 4 制御モード設定部、B バッテリ、C 1 , C 2 コンデンサ、M G モータジェネレータ、T M 変速機、D W 駆動輪、Q 1 , Q 2 , Q 1 1 ~ Q 1 6 パワートランジスタ、D 1 , D 2 , D 1 1 ~ D 1 6 ダイオード、L リアクトル、P L 1 , P L 2 電源ライン、S L 接地ライン。

40

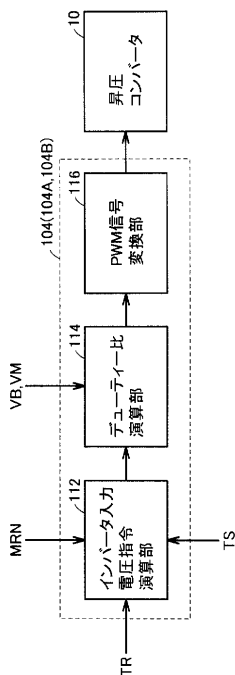
【図 1】



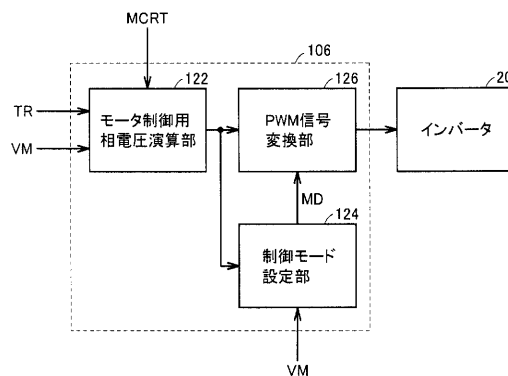
【図 2】



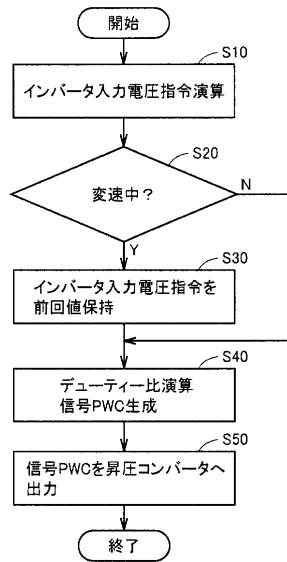
【図 3】



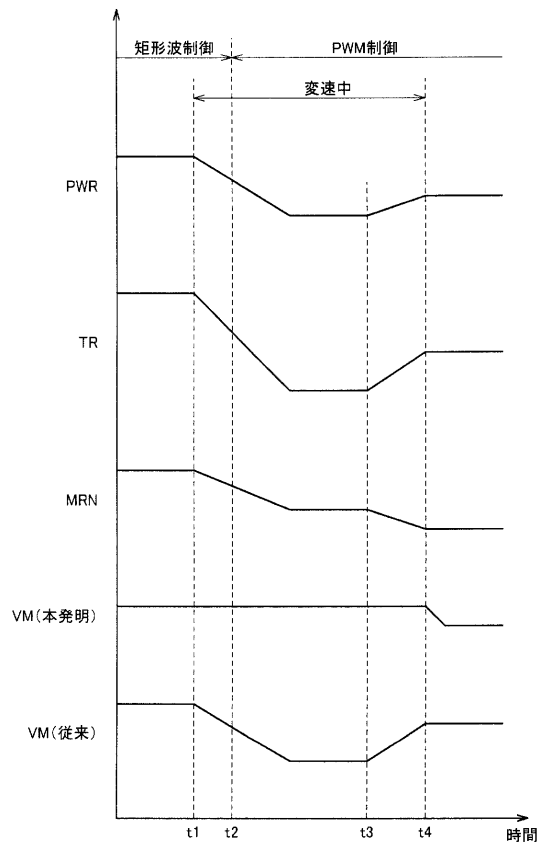
【図 4】



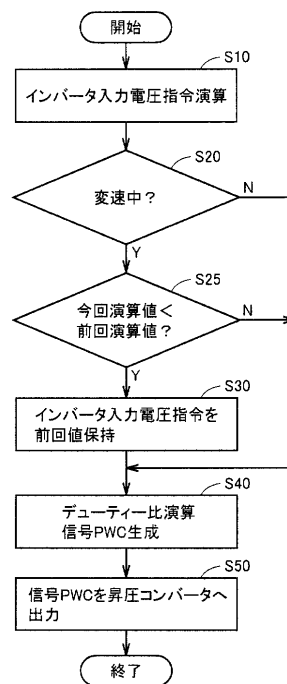
【図 5】



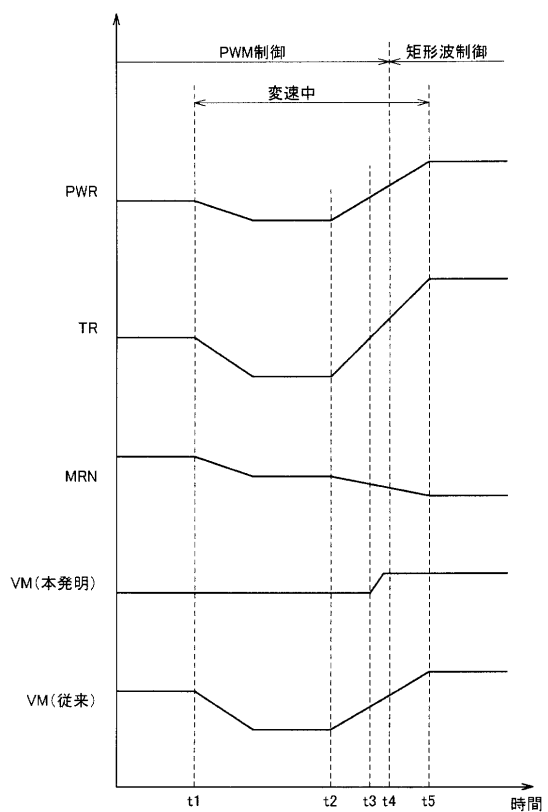
【図 6】



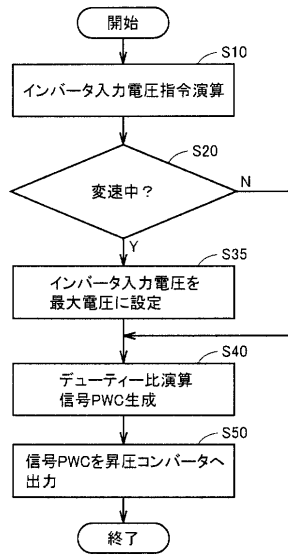
【図 7】



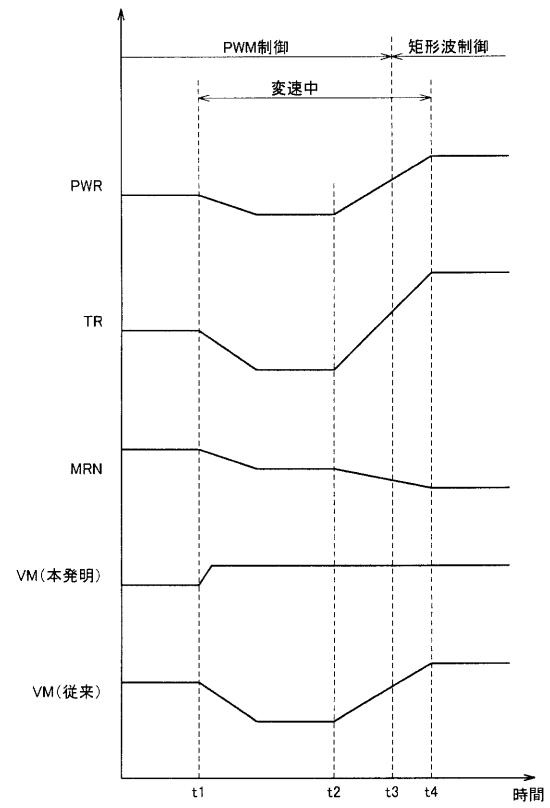
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 貴史
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 上野 カ

(56)参考文献 特開平5 - 292603 (JP, A)
特開平6 - 107042 (JP, A)
特開平8 - 168110 (JP, A)
特開2000 - 006690 (JP, A)
特開2001 - 008315 (JP, A)
特開2003 - 118434 (JP, A)
特開平8 - 336205 (JP, A)
特開平10 - 66383 (JP, A)
特開2004 - 208409 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60L 9/18
H02P 27/06