

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-268574

(P2010-268574A)

(43) 公開日 平成22年11月25日(2010.11.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B60L 3/00 (2006.01)	B60L 3/00 ZHVJ	5H115
H02P 5/74 (2006.01)	H02P 7/74 J	5H572

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-116821 (P2009-116821)
 (22) 出願日 平成21年5月13日 (2009.5.13)

(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 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊
 (74) 代理人 100111246
 弁理士 荒川 伸夫
 (72) 発明者 坂本 堅正
 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

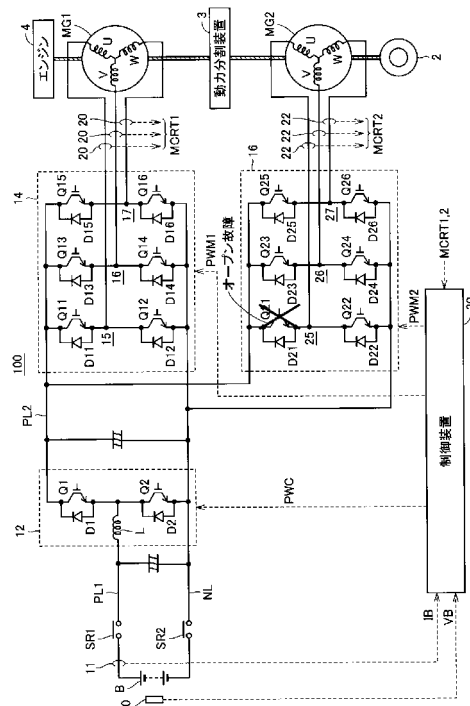
(54) 【発明の名称】 電動車両

(57) 【要約】

【課題】 インバータのオープン故障時に発生し得る二次故障を防止可能な電動車両を提供する。

【解決手段】 モータジェネレータMG1は、エンジン4の動力を用いて発電機として動作可能であり、モータジェネレータMG2は、車両の駆動力を発生する。制御装置30は、インバータ16のいずれかのアームにおいてスイッチング素子が常時オフ状態となるオープン故障の発生を検知する。そして、オープン故障が検知されると、制御装置30は、蓄電装置Bの入出力の変動と逆位相のパワー変動をモータジェネレータMG1が発生するようにインバータ14を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発電機として動作可能な第 1 の交流電動機と、
 車両の駆動力を発生する第 2 の交流電動機と、
 前記第 1 および第 2 の交流電動機をそれぞれ駆動する第 1 および第 2 のインバータと、
 前記第 1 の交流電動機によって発電された電力を蓄え、その蓄えられた電力を前記第 2
 のインバータへ供給する蓄電装置とを備え、

前記第 2 のインバータは、前記第 2 の交流電動機の各相にそれぞれ対応する複数のアームを含み、さらに

前記複数のアームのいずれかにおいてスイッチング素子が常時オフ状態となるオープン故障の発生を検知し、前記オープン故障が検知されたとき、前記蓄電装置の入出力の変動と逆位相のパワー変動を前記第 1 の交流電動機が発生するように前記第 1 のインバータを制御する制御装置を備える、電動車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電動車両に関し、特に、車両の駆動力を発生する交流電動機を駆動するインバータにおいて、いずれかのアームにてスイッチング素子が常時オフ状態となるオープン故障が発生したときのフェールセーフ技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特開 2008 - 67429 号公報（特許文献 1）は、モータ駆動装置としてインバータを用いた装置において、モータ欠相時に継続運転可能なモータ制御装置を開示する。このモータ制御装置は、三相のうち一相に欠相が生じたとき、回転子の回転方向および正常な他の二相の電流値に基づいて、回転を継続するための正常な二相へのスイッチング信号を演算して出力する。

【0003】

このモータ制御装置によれば、スイッチング素子の追加なしにモータ欠相時に継続運転が可能になり、これを用いた電動ブレーキ装置においては、より高い安全性を得ることが可能となる（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 67429 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

インバータにおいていずれかのアームにてスイッチング素子が常時オフ状態となるオープン故障が発生すると、相電流が変動することによりインバータ入力電圧が変動し、その変動に応じて蓄電装置の入出力が変動する。そして、この状態でインバータによるモータ駆動を継続すると、蓄電装置に過大な負荷がかかり、蓄電装置が壊れるなどの二次故障が発生する可能性がある。

【0006】

上記公報に開示されるモータ制御装置は、モータ欠相時にモータを継続運転可能とする点で有用であるが、モータ欠相時にモータを継続運転することにより発生し得る上記二次故障の問題については特に検討されていない。

【0007】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、インバータのオープン故障時に発生し得る二次故障を防止可能な電動車両を提供することである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明によれば、電動車両は、第1および第2の交流電動機と、第1および第2のインバータと、蓄電装置と、制御装置とを備える。第1の交流電動機は、発電機として動作可能であり、第2の交流電動機は、車両の駆動力を発生する。第1および第2のインバータは、第1および第2の交流電動機をそれぞれ駆動する。蓄電装置は、第1の交流電動機によって発電された電力を蓄え、その蓄えられた電力を第2のインバータへ供給する。第2のインバータは、第2の交流電動機の各相にそれぞれ対応する複数のアームを含む。そして、制御装置は、複数のアームのいずれかにおいてスイッチング素子が常時オフ状態となるオープン故障の発生を検知し、オープン故障が検知されたとき、蓄電装置の入出力の変動と逆位相のパワー変動を第1の交流電動機が発生するように第1のインバータを制御する。

10

【発明の効果】

【0009】

この発明においては、車両の駆動力を発生する第2の交流電動機を駆動する第2のインバータにおいてオープン故障が発生すると、蓄電装置の入出力の変動と逆位相のパワー変動を第1の交流電動機が発生するように第1のインバータが制御されるので、蓄電装置の入出力の過大な変動が回避される。

【0010】

したがって、この発明によれば、第2のインバータにおいてオープン故障が発生しても、蓄電装置が壊れるなどの二次故障が発生するのを防止することができる。そして、第2のインバータを用いて第2の交流電動機を継続して駆動させ、第2の交流電動機により継続的に車両を走行させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】この発明の実施の形態による電動車両の一例として示されるハイブリッド車両の全体ブロック図である。

【図2】インバータにおいてオープン故障が発生したときの蓄電装置の電流変動およびモータジェネレータのトルク指令値を示した図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0012】

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。

【0013】

図1は、この発明の実施の形態による電動車両の一例として示されるハイブリッド車両の全体ブロック図である。図1を参照して、ハイブリッド車両100は、エンジン4と、モータジェネレータMG1、MG2と、動力分割装置3と、駆動輪2とを備える。また、ハイブリッド車両100は、蓄電装置Bと、システムリレーSR1、SR2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14、16と、正極線PL1、PL2と、負極線NLとをさらに備える。さらに、ハイブリッド車両100は、制御装置30と、電圧センサ10と、電流センサ11、20、22とをさらに備える。

40

【0014】

エンジン4は、燃料の燃焼による熱エネルギーをピストンやロータなどの運動子の運動エネルギーに変換して動力分割装置3へ出力可能に構成される。動力分割装置3は、エンジン4が発生する運動エネルギーを分割してモータジェネレータMG1と駆動輪2とに分配可能に構成される。たとえば、サンギヤ、プラネタリキャリアおよびリングギヤの3つの回転軸を有する遊星歯車を動力分割装置3として用いることができ、この3つの回転軸がモータジェネレータMG1の回転軸、エンジン4のクランクシャフトおよび車両の駆動軸（駆動輪2）にそれぞれ連結される。

【0015】

50

モータジェネレータMG1, MG2は、交流電動機であり、たとえばロータに永久磁石が埋設された三相交流同期電動機である。モータジェネレータMG1は、動力分割装置3に回転軸が連結され、インバータ14によって駆動される。そして、モータジェネレータMG1は、エンジン4により生成された運動エネルギーを動力分割装置3から受け、その受けた運動エネルギーを電気エネルギーに変換してインバータ14へ出力する。また、モータジェネレータMG1は、インバータ14から受ける三相交流電力によって駆動力を発生し、エンジン4の始動も行なう。

【0016】

モータジェネレータMG2は、車両の駆動軸（駆動輪2）に回転軸が連結される。そして、モータジェネレータMG2は、インバータ16によって駆動され、インバータ16から受ける三相交流電力によって車両の駆動トルクを発生する。また、モータジェネレータMG2は、車両の制動時や下り斜面での加速度低減時、運動エネルギーや位置エネルギーとして車両に蓄えられた力学的エネルギーを駆動輪2から受け、その受けた力学的エネルギーを電気エネルギーに変換して（回生発電）インバータ16へ出力する。

10

【0017】

エンジン4は、駆動輪2を駆動するとともにモータジェネレータMG1を駆動する動力源としてハイブリッド車両100に組込まれる。モータジェネレータMG1は、エンジン4によって駆動される発電機として動作し、かつ、エンジン4の始動を行ない得る電動機として動作するものとしてハイブリッド車両100に組込まれる。また、モータジェネレータMG2は、駆動輪2を駆動する電動機として動作し、かつ、車両に蓄えられた力学的エネルギーを用いて回生発電可能な発電機として動作するものとしてハイブリッド車両100に組込まれる。

20

【0018】

インバータ14は、U相アーム15と、V相アーム16と、W相アーム17とを含む。U相アーム15、V相アーム16およびW相アーム17は、正極線PL2と負極線NLとの間に並列に接続される。U相アーム15は、正極線PL2と負極線NLとの間に直列に接続される電力用半導体スイッチング素子（以下、単に「スイッチング素子」と称する。）Q11, Q12と、スイッチング素子Q11, Q12にそれぞれ逆並列に接続されるダイオードD11, D12とを含む。V相アーム16は、正極線PL2と負極線NLとの間に直列に接続されるスイッチング素子Q13, Q14と、スイッチング素子Q13, Q14にそれぞれ逆並列に接続されるダイオードD13, D14とを含む。W相アーム17は、正極線PL2と負極線NLとの間に直列に接続されるスイッチング素子Q15, Q16と、スイッチング素子Q15, Q16にそれぞれ逆並列に接続されるダイオードD15, D16とを含む。

30

【0019】

なお、スイッチング素子としては、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）や電力用MOS（Metal Oxide Semiconductor）トランジスタ等を用いることができる。

【0020】

そして、U相アーム15の中間点は、モータジェネレータMG1のU相コイルに接続され、V相アーム16の中間点は、モータジェネレータMG1のV相コイルに接続され、W相アーム17の中間点は、モータジェネレータMG1のW相コイルに接続される。そして、各相コイルの他端は、互いに接続されて中性点を形成する。

40

【0021】

インバータ14は、制御装置30からの信号PWM1に基づいて、正極線PL2および負極線NLから受ける直流電力を三相交流電力に変換してモータジェネレータMG1へ出力し、モータジェネレータMG1を駆動する。また、インバータ14は、信号PWM1に基づいて、モータジェネレータMG1により発電された三相交流電力を直流電力に変換して正極線PL2および負極線NLへ出力する。

【0022】

50

インバータ 16 は、U 相アーム 25 と、V 相アーム 26 と、W 相アーム 27 とを含む。U 相アーム 25 は、スイッチング素子 Q 21, Q 22 と、ダイオード D 21, D 22 とを含む。V 相アーム 26 は、スイッチング素子 Q 23, Q 24 と、ダイオード D 23, D 24 とを含む。W 相アーム 27 は、スイッチング素子 Q 25, Q 26 と、ダイオード D 25, D 26 とを含む。インバータ 16 の構成は、インバータ 14 と同様であるので、説明を繰返さない。

【0023】

インバータ 16 は、制御装置 30 からの信号 PWM 2 に基づいて、正極線 PL 2 および負極線 NL から受ける直流電力を三相交流電力に変換してモータジェネレータ MG 2 へ出力し、モータジェネレータ MG 2 を駆動する。また、インバータ 16 は、信号 PWM 2 に

10

【0024】

蓄電装置 B は、再充電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素やリチウムイオン等の二次電池から成る。なお、蓄電装置 B として、大容量のキャパシタも採用可能である。システムリレー SR 1 は、蓄電装置 B の正極端子と正極線 PL 1 との間に接続される。システムリレー SR 2 は、蓄電装置 B の負極端子と負極線 NL との間に接続される。システムリレー SR 1, SR 2 は、制御装置 30 によってオン/オフされる。

【0025】

昇圧コンバータ 12 は、リアクトル L と、スイッチング素子 Q 1, Q 2 と、ダイオード D 11, D 12 とを含む。スイッチング素子 Q 1, Q 2 は、正極線 PL 2 と負極線 NL との間に直列に接続される。ダイオード D 11, D 12 は、それぞれスイッチング素子 Q 1, Q 2 に逆並列に接続される。リアクトル L は、正極線 PL 1 と、スイッチング素子 Q 1, Q 2 の接続ノードとの間に接続される。

20

【0026】

昇圧コンバータ 12 は、制御装置 30 からの信号 PWC に基づいて、正極線 PL 2 および負極線 NL 間の電圧（以下「システム電圧」とも称する。）を蓄電装置 B の出力電圧以上の電圧に昇圧する。システム電圧が目標電圧よりも低い場合、スイッチング素子 Q 2 のオンデューティを大きくすることにより正極線 PL 1 から正極線 PL 2 へ電流を流すことができ、システム電圧を上昇させることができる。一方、システム電圧が目標電圧よりも高い場合、スイッチング素子 Q 1 のオンデューティを大きくすることにより正極線 PL 2 から正極線 PL 1 へ電流を流すことができ、システム電圧を低下させることができる。

30

【0027】

電圧センサ 10 は、蓄電装置 B の電圧 VB を検出し、その検出値を制御装置 30 へ出力する。電流センサ 11 は、蓄電装置 B に対して入出力される電流 IB を検出し、その検出値を制御装置 30 へ出力する。なお、電流センサ 11 は、蓄電装置 B から出力される電流を正值として検出し、蓄電装置 B へ入力される電流を負値として検出する。電流センサ 20 は、モータジェネレータ MG 1 に流れるモータ電流 MCRT 1 を検出し、その検出値を制御装置 30 へ出力する。電流センサ 22 は、モータジェネレータ MG 2 に流れるモータ

40

【0028】

制御装置 30 は、図示しない CPU (Central Processing Unit) およびメモリを内蔵した電子制御ユニットにより構成され、当該メモリに記憶されたマップおよびプログラムに基づいて、各センサによる検出値を用いた演算処理を行なうように構成される。あるいは、制御装置 30 の少なくとも一部は、電子回路等のハードウェアにより所定の数値・論理演算処理を実行するように構成されてもよい。

【0029】

代表的な機能として、制御装置 30 は、モータジェネレータ MG 1 のトルク指令値、モータ電流 MCRT 1 およびロータ回転角、ならびにシステム電圧に基づいて、モータジェ

50

ネレータMG1を駆動するための信号PWM1を生成し、その生成した信号PWM1をインバータ14へ出力する。また、制御装置30は、モータジェネレータMG2のトルク指令値、モータ電流MCRT2およびロータ回転角、ならびにシステム電圧に基づいて、モータジェネレータMG2を駆動するための信号PWM2を生成し、その生成した信号PWM2をインバータ16へ出力する。さらに、制御装置30は、モータジェネレータMG1、MG2の要求パワー、システム電圧、ならびに正極線PL1および負極線NL間の電圧に基づいて、昇圧コンバータ12を駆動するための信号PWCを生成し、その生成した信号PWCを昇圧コンバータ12へ出力する。

【0030】

また、さらに、制御装置30は、インバータ16のいずれかのアームにおけるオープン故障の発生を検知する。具体的な検知方法としては、たとえば、オープン故障が発生すると三相電流の平均値が零にならずにオフセットが発生するので、制御装置30は、電流センサ22からのモータ電流MCRT2の検出値に基づいて三相電流の平均値を算出し、その平均値がオフセットを有するか否かによってオープン故障の発生を検知することができる。あるいは、オープン故障が発生すると、システム電圧が変動し、昇圧コンバータ12がその変動に応じて動作することにより、昇圧コンバータ12に流れる電流すなわち電流IBが変動するので、制御装置30は、電流センサ11により検出される電流IBの変動に基づいてオープン故障の発生を検知することも可能である。

10

【0031】

そして、インバータ16におけるオープン故障の発生が検知されると、制御装置30は、蓄電装置Bの入出力の変動と逆位相のパワー変動をモータジェネレータMG1が発生するようにモータジェネレータMG1を駆動するための信号PWM1を生成する。すなわち、制御装置30は、電流センサ11により検出される電流IBに基づいて、電流IBの変動と逆位相（電流IBの変動を打消す方向）のパワー変動をモータジェネレータMG1が発生するように信号PWM1を生成する。

20

【0032】

図2は、インバータ16においてオープン故障が発生したときの蓄電装置Bの電流変動およびモータジェネレータMG1のトルク指令値を示した図である。なお、この図2では、一例として、インバータ16のU相アーム25のスイッチング素子Q21においてオープン故障が発生（図1）した場合の様子が示される。

30

【0033】

図2を参照して、横軸は時間を示し、U相電流は、モータジェネレータMG2のU相コイルに流れる電流を示す。なお、U相電流は、U相アーム25からモータジェネレータMG2のU相コイルへ電流が流れるときを正值とし、モータジェネレータMG2のU相コイルからU相アーム25へ電流が流れるときを負値とする。

【0034】

時刻t1において、インバータ16のスイッチング素子Q21においてオープン故障が発生すると、スイッチング素子Q21により正極線PL2からモータジェネレータMG2のU相コイルへ電流を流せなくなるので、U相電流の波形に歪みが発生する。このU相電流の歪みに応じてシステム電圧も変動し、システム電圧の変動に応じて昇圧コンバータ12が動作することにより電流IBが変動する。そして、時刻t2において、共振により電流IBが大きく変動する。

40

【0035】

このような電流IBの変動は、蓄電装置Bに悪影響を与え、蓄電装置Bが壊れる等の二次故障が発生し得るところ、この実施の形態では、時刻t3において、制御装置30によりオープン故障の発生が検知され、蓄電装置Bの入出力変動と逆位相（電流IBの変動を打消す方向）のパワー変動をモータジェネレータMG1が発生するようにモータジェネレータMG1が制御される。たとえば、電流IBが正方向に変動（放電量増大方向または充電量減少方向）すると、制御装置30は、モータジェネレータMG1のトルク指令値を正方向（発電中であれば発電量増大方向、力行動作中であれば電力消費量減少方向）に変化

50

させる。また、電流 I_B が負方向に変動（放電量減少方向または充電量増大方向）すると、制御装置 30 は、モータジェネレータ MG 1 のトルク指令値を負方向（発電中であれば発電量減少方向、力行動作中であれば電力消費量増大方向）に変化させる。

【0036】

このように、蓄電装置 B の入出力の変動と逆位相（電流 I_B の変動を打消す方向）のパワー変動をモータジェネレータ MG 1 が発生するようにインバータ 14 を制御することによって、電流 I_B の変動が抑制される。なお、この図 2 において、時刻 t_3 以降の点線は、このような制御が行なわれない従来例に相当し、オープン故障の発生に伴ない電流 I_B が継続的に大きく変動している。

【0037】

再び図 1 を参照して、制御装置 30 は、インバータ 16 におけるオープン故障の発生が検知されると、上述のように電流 I_B の変動に応じたトルク変化を発生するようにモータジェネレータ MG 1 を駆動するための信号 PWM 1 を生成し、その生成した信号 PWM 1 をインバータ 14 へ出力する。そして、制御装置 30 は、インバータ 16 においてオープン故障が発生しているけれども、インバータ 16 を停止することなく、モータジェネレータ MG 2 を通常通りに駆動するための信号 PWM 2 を生成し、その生成した信号 PWM 2 をインバータ 16 へ出力する。

【0038】

以上のように、この実施の形態においては、ハイブリッド車両 100 の駆動力を発生するモータジェネレータ MG 2 を駆動するインバータ 16 においてスイッチング素子のオープン故障が発生すると、蓄電装置 B の入出力の変動と逆位相のパワー変動をモータジェネレータ MG 1 が発生するようにインバータ 14 が制御されるので、蓄電装置 B の入出力の過大な変動が回避される。したがって、この実施の形態によれば、インバータ 16 においてオープン故障が発生しても、蓄電装置 B が壊れるなどの二次故障が発生するのを防止することができる。そして、インバータ 16 を用いてモータジェネレータ MG 2 を継続して駆動させ、モータジェネレータ MG 2 により継続的に車両を走行させることができる。

【0039】

なお、上記において、モータジェネレータ MG 1 は、この発明における「第 1 の交流電動機」に対応し、モータジェネレータ MG 2 は、この発明における「第 2 の交流電動機」に対応する。また、インバータ 14 は、この発明における「第 1 のインバータ」に対応し、インバータ 16 は、この発明における「第 2 のインバータ」に対応する。

【0040】

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。

【符号の説明】

【0041】

2 駆動輪、3 動力分割装置、4 エンジン、10 電圧センサ、11, 20, 22 電流センサ、12 昇圧コンバータ、14, 16 インバータ、15, 25 U相アーム、16, 26 V相アーム、17, 27 W相アーム、30 制御装置、100 ハイブリッド車両、B 蓄電装置、SR1, SR2 システムリレー、PL1, PL2 正極線、NL 負極線、L リアクトル、Q1, Q2, Q11~Q16, Q21~Q26 スwitching素子、D1, D2, D11~D16, D21~D26 ダイオード、MG1, MG2 モータジェネレータ。

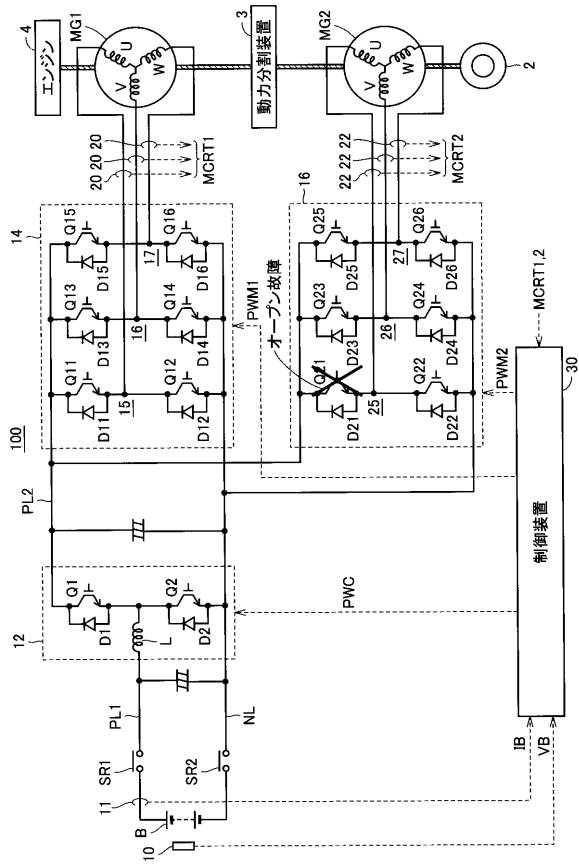
10

20

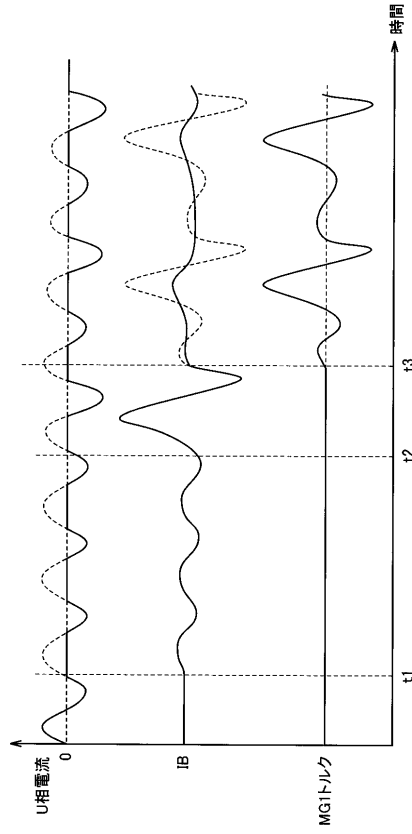
30

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(72)発明者 辻井 伸太郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 沓名 正樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小川 崇

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI29 PU21 PU24 PV09 PV10 TR01

TU02 TW10 TZ01

5H572 AA02 BB06 CC04 DD02 EE04 FF10 GG04 HA10 HB09 HC09

LL22 LL46 MM01