

(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2016-10263
(P2016-10263A)

(43) 公開日 平成28年1月18日(2016.1.18)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
H02J	1/00	(2006.01)	H02J	1/00	309J	3D202	
H02J	7/00	(2006.01)	H02J	7/00	ZHVV	5G065	
B60L	3/00	(2006.01)	B60L	3/00	N	5G503	
B60L	11/14	(2006.01)	B60L	11/14		5H125	
B60K	6/445	(2007.10)	H02J	1/00	309W		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-130567 (P2014-130567)
(22) 出願日 平成26年6月25日 (2014.6.25)

(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 100087398
弁理士 水野 勝文
(74) 代理人 100128783
弁理士 井出 真
(74) 代理人 100128473
弁理士 須澤 洋
(72) 発明者 田中 宏昌
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 AA03 BB00 BB05 CC45 CC57
CC60 DD00 DD47 DD48 EE00
FF04

最終頁に続く

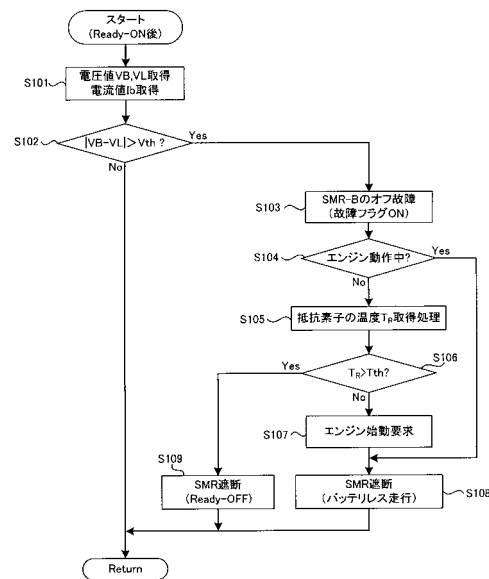
(54) 【発明の名称】 蓄電システム

(57) 【要約】

【課題】複数のリレーを一緒に動作させるリレー装置のオフ故障を検出する。

【解決手段】本発明である蓄電システムは、蓄電装置を負荷と接続する第1接続ラインに設けられた第1リレーと、抵抗素子と直列に接続された状態で第1リレーと並列に接続された第2リレーと、蓄電装置を負荷と接続する第2接続ラインに設けられた第3リレーと、これらの各リレーを一緒に動作させる電磁力を発生させるコイルと、を備えるリレー装置を有する。コントローラは、第1リレー、第2リレーおよび第3リレーをオンにして蓄電装置と負荷とを接続状態に制御して蓄電装置と負荷との間で充放電電流が流れているときの蓄電装置の端子間電圧と、第1リレーに対して並列に接続される第2リレー及び抵抗素子を含む電流経路を負荷と接続する第1接続ライン及び第2接続ラインとの間の電圧と、の差が所定値よりも大きいとき、第1リレーがオフで故障していると判別する。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蓄電装置を負荷と接続する正負極の一方の第 1 接続ラインに設けられた第 1 リレーと、抵抗素子と直列に接続された状態で、前記第 1 リレーと並列に接続された第 2 リレーと、前記蓄電装置を負荷と接続する正負極の他方の第 2 接続ラインに設けられた第 3 リレーと、第 1 電流値での通電によって前記第 2 リレーおよび前記第 3 リレーをオフからオンに切り替えるための電磁力を発生させ、前記第 1 電流値よりも大きい第 2 電流値での通電によって、前記第 2 リレー、前記第 3 リレーに加えて前記第 1 リレーをオフからオンに切り替えるための電磁力を発生させるコイルと、を備えるリレー装置と、

前記蓄電装置の端子間電圧を検出する第 1 電圧センサと、

前記第 1 リレーに対して並列に接続される前記第 2 リレー及び前記抵抗素子を含む電流経路を前記負荷と接続する前記第 1 接続ラインと、前記第 2 接続ラインとの間の電圧を検出する第 2 電圧センサと、

前記蓄電装置と前記負荷とを接続するときに、前記第 2 リレーおよび前記第 3 リレーをオフからオンにし、その後、前記第 2 リレー、前記第 3 リレーに加えて前記第 1 リレーをオンにして前記蓄電装置と前記負荷とを接続状態に制御するコントローラと、を有し、

前記コントローラは、前記蓄電装置と前記負荷とを接続状態に制御して前記蓄電装置と前記負荷との間で充放電電流が流れているときの前記第 1 電圧センサ及び前記第 2 電圧センサの各検出電圧値の差が所定値よりも大きいとき、前記第 1 リレーがオフで故障していると判別することを特徴とする蓄電システム。

【請求項 2】

前記蓄電システムは、車両の動力源としてエンジン及び前記蓄電装置から供給される電力によって駆動する走行用モータを備えた車両に搭載され、

前記コントローラは、前記第 1 リレーがオフで故障していると判別されたとき、前記抵抗素子の温度が所定値以下であれば、前記蓄電装置と前記負荷との接続を遮断するために前記リレー装置をオフにせず停止中の前記エンジンを始動させるように制御し、前記エンジンの始動後に前記リレー装置をオフに制御することを特徴とする請求項 1 に記載の蓄電システム。

【請求項 3】

前記蓄電装置を流れる電流を検出する電流センサと、

前記リレー装置の周囲の温度を検出する温度センサと、を備え、

前記コントローラは、前記電流センサの検出電流値に基づく前記抵抗素子に流れた電流に応じた発熱量に基づいて、前記抵抗素子の温度上昇値を算出し、算出された前記温度上昇値と前記周囲の温度とを用いて前記抵抗素子の温度を推定することを特徴とする請求項 2 に記載の蓄電システム。

【請求項 4】

前記蓄電装置から供給される電力によって駆動する前記エンジンの始動用モータをさらに備え、

前記コントローラは、前記抵抗素子に流れた電流に応じた第 1 発熱量に、前記始動用モータによって停止中の前記エンジンを駆動するために必要な電力に基づく始動用電流に応じた第 2 発熱量を加算し、前記第 1 発熱量に前記第 2 発熱量が加算された発熱量に基づいて、前記抵抗素子の温度上昇値を算出することを特徴とする請求項 3 に記載の蓄電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のリレーを一緒に動作させることができる蓄電システムにおいて、リレーのオフ故障（オンにならない故障）を検出する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

特許文献 1 には、バッテリーと負荷（例えば、インバータ）とを接続する電力ライン上に、正極側メインリレー及び負極側メインリレーを設けられた電源装置が記載されている。正極側メインリレーには、プリチャージリレーが並列に設けられ、電流制限用の抵抗素子がプリチャージリレーに直列に接続されている。バッテリーと負荷を接続する際は、負極側メインリレーとプリチャージリレーをオンにしてから正極側メインリレーをオンにすることで、突入電流が流れることを制限しつつ、バッテリーと負荷との接続を許容する。

【0003】

一方、特許文献 2 には、複数のリレーを一体化し、1つのソレノイドコイルで複数のリレーを動作させることで、リレーの小型化を図ることが記載されている。特許文献 2 では、プリチャージリレーと正極側メインリレーとを時間差でオンに制御することで、電流制限用の抵抗素子に電流が流れるようにして突入電流が流れることを制限し、その後、プリチャージリレー、正極側メインリレー及び負極側メインリレーの3つを同時にオンに制御することで、バッテリーと負荷とを接続している。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 219955 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 222871 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

特許文献 2 のように、複数のリレーを一体化すると、バッテリーと負荷とが接続されている状態では、正極側メインリレー及び負極側メインリレーと共に、プリチャージリレーもオンとなる。このとき、正極側メインリレーとプリチャージリレーが共にオンであっても、プリチャージリレーには電流制限用の抵抗素子が接続されているため、充放電電流は、正極側メインリレーを流れる。

【0006】

しかしながら、正極側メインリレーがオンにならない状態（オフ故障）が発生すると、バッテリー及び負荷を接続している間、プリチャージリレー及び抵抗素子に充放電電流が流れ続けてしまう。電流制限用の抵抗素子に電流が流れ続けると、抵抗素子が過度に発熱（過熱）するおそれがある。したがって、正極側メインリレーのオフ故障が発生しているか否かを判別する必要がある。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明である蓄電システムは、蓄電装置を負荷と接続する正負極の一方の第 1 接続ラインに設けられた第 1 リレーと、抵抗素子と直列に接続された状態で、第 1 リレーと並列に接続された第 2 リレーと、蓄電装置を負荷と接続する正負極の他方の第 2 接続ラインに設けられた第 3 リレーと、第 1 電流値での通電によって第 2 リレーおよび第 3 リレーをオフからオンに切り替えるための電磁力を発生させ、第 1 電流値よりも大きい第 2 電流値での通電によって、第 2 リレー、第 3 リレーに加えて第 1 リレーをオフからオンに切り替えるための電磁力を発生させるコイルと、を備えるリレー装置を有する。また、蓄電装置の端子間電圧を検出する第 1 電圧センサと、第 1 リレーに対して並列に接続される第 2 リレー及び抵抗素子を含む電流経路と負荷とを接続する第 1 接続ラインと、第 2 接続ラインとの間の電圧を検出する第 2 電圧センサと、蓄電装置と負荷とを接続するときに、第 2 リレーおよび第 3 リレーをオフからオンにし、その後、第 2 リレー、第 3 リレーに加えて第 1 リレーをオンにして蓄電装置と負荷とを接続状態に制御するコントローラと、を有する。

40

【0008】

そして、コントローラは、蓄電装置と負荷とを接続状態に制御して蓄電装置と負荷との間で充放電電流が流れているときの第 1 電圧センサ及び第 2 電圧センサの各検出電圧値の差が所定値よりも大きいとき、第 1 リレーがオフで故障していると判別する。

50

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、複数の第1リレー、第2リレー及び第3リレーを一緒に駆動させるリレー装置において、抵抗素子が直列に接続された第2リレーと、第3リレーとをオフからオンにし、その後、第2リレー、第3リレーに加えて第1リレーをオンにして蓄電装置と負荷とを接続状態に制御することで、蓄電装置と負荷との接続の際に流れる突入電流を抑制することができる。

【 0 0 1 0 】

そして、蓄電装置と負荷とが接続状態であるとき、全てのリレーがオンとなるように制御される。このとき、第1リレーに並列に接続される第2リレーには、抵抗素子が直列に接続されているので、充放電電流が第2リレーに充放電電流が流れずに第1リレーを流れることになる。しかしながら、第2リレーがオンであるにもかかわらず、第1リレーがオンにならないオフ故障が生じると、第1リレーに対して並列に接続された第2リレー及び抵抗素子の電流経路に充放電電流が流れる。

10

【 0 0 1 1 】

このようなオフ故障が生じると、抵抗素子に充放電電流が流れている状態なので、抵抗素子による電圧降下が生じる。つまり、リレー装置（第2リレー及び抵抗素子を含む電流経路）を挟んで蓄電装置側の電圧（第1電圧センサの検出電圧値）と負荷側の電圧（第2電圧センサの検出電圧値）に差が生じることになる。

【 0 0 1 2 】

したがって、第1リレー、第2リレーおよび第3リレーをオンにして蓄電装置と負荷とを接続状態に制御して蓄電装置と負荷との間で充放電電流が流れているときの第1電圧センサと第2電圧センサの各検出電圧値の差が所定値よりも大きいとき、第1リレーがオフ故障している（第2リレー及び抵抗素子に充放電電流が流れている）と判別することができる。

20

【 0 0 1 3 】

上記蓄電システムは、車両の動力源としてエンジン及び蓄電装置から供給される電力によって駆動する走行用モータを備えた車両に搭載することができる。このとき、コントローラは、第1リレーがオフで故障していると判別されたとき、抵抗素子の温度が所定値以下であれば、蓄電装置と負荷との接続を遮断するためにリレー装置をオフにせず停止中のエンジンを始動させるように制御し、エンジンの始動後にリレー装置をオフに制御することができる。

30

【 0 0 1 4 】

第1リレーがオフ故障している状態では、抵抗素子に充放電電流が流れているため、抵抗素子の温度が上昇する。したがって、抵抗素子の過熱保護のため、リレー装置をオフに制御することができる。このとき、リレー装置をオフにすると、蓄電装置から走行用モータへの電力供給ができなくなるので、車両走行を行えないおそれがある。

【 0 0 1 5 】

そこで、充放電電流が流れたことによって上昇する抵抗素子の温度が、抵抗素子の過熱保護のために設定される温度閾値（所定値）以下であれば、リレー装置をオフにせず停止中のエンジンを始動させるように制御し、エンジンの始動後にリレー装置をオフに制御する。このように構成することで、例えば、エンジンが停止している状態で走行用モータを動力源として車両走行を行っているときに第1リレーがオフ故障していると判別されても、抵抗素子の過熱保護を図りつつエンジン始動時間を確保することができ、エンジンを動力源とする車両走行（バッテリーレス走行）に切り替えて、車両走行を継続させることができる。

40

【 0 0 1 6 】

また、上記蓄電システムは、蓄電装置を流れる電流を検出する電流センサと、リレー装置の周囲の温度を検出する温度センサと、をさらに備えることができ、抵抗素子の温度は、電流センサの検出電流値に基づく抵抗素子に流れた電流に応じた発熱量に基づいて、抵抗素子の温度上昇値を算出し、算出された温度上昇値と周囲の温度とを用いて推定するよ

50

うに構成することができる。

【0017】

また、上記蓄電システムは、蓄電装置から供給される電力によって駆動するエンジンの始動用モータをさらに備えることができる。この場合、コントローラは、抵抗素子の温度を推定する際に、抵抗素子に流れた電流に応じた第1発熱量に、始動用モータによって停止中のエンジンを駆動するために必要な電力に基づく始動用電流に応じた第2発熱量を加算し、第1発熱量に第2発熱量が加算された発熱量に基づいて、抵抗素子の温度上昇値を算出することができる。

【0018】

停止中のエンジンを始動する始動用モータは、蓄電装置から供給される電力によって駆動させることができる。この場合、停止中のエンジンを始動するために必要な電力に対応する電流がさらに流れることを考慮して、抵抗素子の発熱量に基づく温度上昇値を算出することで、抵抗素子の温度が過熱保護の温度閾値を超えない範囲で、エンジンを動力源とする車両走行を行えるように制御することができる。このように、第1リレーがオフ故障していると判別されたときに、停止中のエンジンを始動するために必要な電力が追加的に蓄電装置から始動用モータに供給されても、抵抗素子の温度が過熱保護のための温度閾値以下となるのであれば、リレー装置をオフにせず停止中のエンジンを始動させるように制御することで、抵抗素子の過熱保護を図りつつ、エンジンを動力源とする車両走行（バッテリーレス走行）に切り替えて、車両走行を継続させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】電池システムの構成を示す図である。

【図2】電池システムの冷却構造を示す図である。

【図3】実施例1において、システムメインリレーを駆動する回路構成を示す図である。

【図4】システムメインリレーを駆動する構造を示す概略図である。

【図5】システムメインリレーを駆動する構造を示す概略図である。

【図6】システムメインリレーを駆動する構造を示す概略図である。

【図7】実施例1において、システムメインリレーのオフ故障時の電流経路とシステムメインリレーのオフ故障を判定する方法を説明するための図である。

【図8】実施例1において、システムメインリレーのオフ故障を判別する処理を示すフローチャートである。

【図9】図8のステップS107に対応する抵抗素子の温度推定処理を示すフローチャートである。

【図10】実施例1において、抵抗素子（電流制限抵抗）の温度上昇算出テーブル例を示す図である。

【図11】実施例1において、エンジン始動時の必要電力算出テーブル例を示す図である。

【図12】実施例1において、オフ故障が生じていると判別された後の車両起動時の処理を示すフローチャートである。

【図13】正極ライン及び負極ライン間の電圧を検出する第2電圧センサの接続構成の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施例について説明する。

【0021】

（実施例1）

本発明の実施例1における電池システム（本発明の蓄電システムに相当する）について、図1を用いて説明する。図1は、本実施例における電池システムの構成を示す概略図である。

【0022】

10

20

30

40

50

バッテリー（本発明の蓄電装置に相当する）10の正極端子には、正極ラインPLが接続されており、バッテリー10の負極端子には、負極ラインNLが接続されている。正極ラインPL及び負極ラインNLは、本発明におけるバッテリー10を負荷（例えば、後述するインバータ25やモータ・ジェネレータMG2）に接続する正負極の第1接続ライン及び第2接続ラインを構成している。バッテリー10は、複数の単電池を有しており、単電池の数は、適宜設定することができる。ここで、バッテリー10を構成する複数の単電池は、直列に接続したり、並列に接続したりすることができる。

【0023】

なお、バッテリー10の代わりに、1つの単電池を用いることもできる。単電池としては、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池といった二次電池を用いることができる。また、二次電池の代わりに、電気二重層キャパシタを用いることができる。

10

【0024】

バッテリー10は、正極ラインPLおよび負極ラインNLを介して、昇圧回路24と接続されており、昇圧回路24がインバータ25と接続されている。インバータ25は、バッテリー10から出力された直流電力を交流電力に変換し、交流電力をモータ・ジェネレータMG2に出力する。モータ・ジェネレータ（本発明の走行用モータに相当する）MG2は、インバータ25から出力された交流電力を受けて、車両を走行させるための運動エネルギー（動力）を生成する。

【0025】

モータ・ジェネレータMG2は、トランスミッション（変速機）TMを介して駆動輪26に接続される駆動軸に接続され、モータ・ジェネレータMG2の動力がトランスミッションTMを介して駆動軸に伝達され、駆動軸によって駆動輪26に伝達される。モータ・ジェネレータMG2が生成した動力がトランスミッションTMを介して駆動輪26に伝達されることにより、バッテリー10の電力を用いた車両走行を行わせることができる。

20

【0026】

動力分割機構27は、エンジン28の動力を、駆動輪26に伝達したり、モータ・ジェネレータMG1に伝達したりする。モータ・ジェネレータMG1は、エンジン28の動力を受けて発電する。モータ・ジェネレータMG1が生成した電力（交流電力）は、インバータ25を介して、モータ・ジェネレータMG2に供給されたり、バッテリー10に供給されたりする。モータ・ジェネレータMG1が生成した電力を、モータ・ジェネレータMG2に供給すれば、モータ・ジェネレータMG2が生成した運動エネルギーによって、駆動輪26を駆動することができる。モータ・ジェネレータMG1が生成した電力をバッテリー10に供給すれば、バッテリー10を充電することができる。

30

【0027】

車両を減速させたり、停止させたりするとき、モータ・ジェネレータMG2は、車両の制動時に発生する運動エネルギーを電気エネルギー（交流電力）に変換する。インバータ25は、モータ・ジェネレータMG2が生成した交流電力を直流電力に変換し、直流電力をバッテリー10に出力する。これにより、バッテリー10は、回生電力を蓄えることができる。

【0028】

昇圧回路24は、バッテリー10の出力電圧を昇圧し、昇圧後の電力をインバータ25に出力したり、インバータ25の出力電圧を降圧して降圧後の電力をバッテリー10に出力したりすることができる。なお、本実施例では、バッテリー10とインバータ25との間の電流経路に昇圧回路24を設けているが、昇圧回路24を省略してもよい。

40

【0029】

DC/DCコンバータ40は、バッテリー10やモータ・ジェネレータMG1、MG2の出力電圧を降圧し、降圧後の電力を補機41や補機電池42に出力する。DC/DCコンバータ40は、システムメインリレーSMR-Bおよび昇圧回路24の間の正極ラインPLと、システムメインリレーSMR-Gおよび昇圧回路24の間の負極ラインNLとに接続されている。

【0030】

50

補機電池 4 2 は、例えば、電池システムを搭載する車両の車室空調装置（エアコンのインバータやモータ等）、A V 機器、車室内の照明装置、ヘッドライト等の補機（電力消費機器）4 1 に電力を供給する電源装置である。なお、車室空調装置は、昇圧回路 2 4 又は D C / D C コンバータ 3 0 を介してバッテリー 1 0 から供給される電力で直接動作するように構成することもできる。

【 0 0 3 1 】

エンジン 2 8 は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの燃料を燃焼させて動力を出力する公知の内燃機関である。エンジン 2 8 は、モータ・ジェネレータ M G 1 をエンジン始動用モータ（スタータ）として用い、始動することができる。バッテリー 1 0 から所定の電力がモータ・ジェネレータ M G 1 に供給され、動力分割機構 2 7 を介してモータ・ジェネレータ M G 1 がエンジン 2 8 の駆動軸を回転させ、エンジン 2 8 を始動させるように構成することができる。

10

【 0 0 3 2 】

電圧センサ 2 0 は、バッテリー 1 0 の端子間電圧値 V_B を検出し、検出結果をコントローラ 6 0 に出力する。また、電圧センサ 2 0 は、バッテリー 1 0 を構成する各単電池の電圧値を検出することもできる。電流センサ 2 1 は、バッテリー 1 0 の電流値 I_b を検出し、検出結果をコントローラ 6 0 に出力する。

【 0 0 3 3 】

温度センサ 2 2 A は、バッテリー 1 0 の温度（電池温度）を検出し、検出結果をコントローラ 6 0 に出力する。また、温度センサ 2 2 B は、バッテリー 1 0 を冷却するための冷却空気（例えば、車室内の空気）の温度（吸気温度）を検出し、検出結果をコントローラ 6 0 に出力する。吸気温度を検出すれば、バッテリー 1 0 の周囲における温度（周囲温度 T_c ）を把握できる。

20

【 0 0 3 4 】

ここで、本電池システムの冷却構造について、図 2 を参照して説明する。図 2 に示すように、バッテリー 1 0 は、ケース C に収容され、ケース C には、吸気ダクト 3 及び排気ダクト 5 が接続される。吸気ダクト 3 は、プロア（送風機）4 を介してケース C に接続される。吸気ダクト 3 を介してケース C 内に供給された冷却空気は、バッテリー 1 0 との間で熱交換を行い、排気ダクト 5 からケース C 外に排出される。なお、プロア 4 は、排気ダクト 5 に設けたり、吸気ダクト 3 とケース C との間の吸気経路上やケース C と排気ダクト 5 との間の排気経路上の任意の位置に設けたりすることができる。

30

【 0 0 3 5 】

温度センサ 2 2 A は、図 2 に示すように、バッテリー 1 0 の一部に直接的に設けられ、バッテリー 1 0 の温度を検出するのに対し、温度センサ 2 2 B は、ケース C 内のバッテリー 1 0 に冷却風を供給するための吸気経路上であって、バッテリー 1 0 よりも上流側に設けることができる。

【 0 0 3 6 】

このとき、ケース C 内においてバッテリー 1 0 よりも上流側に後述するシステムメインリレーを含む機器の収納領域 J B を設けることができる。機器は、バッテリー 1 0 と共にケース C 内に配置することができ、バッテリー 1 0 と同様に冷却される。そして、温度センサ 2 2 B は、図 2 の例のように、バッテリー 1 0 の上流側の収納領域 J B 付近に設けることができ、収納領域 J B に設置される機器の周囲温度 T_c を検出する温度センサとして機能することができる。

40

【 0 0 3 7 】

図 1 において、正極ライン P L および負極ライン N L にはコンデンサ C が接続されている。コンデンサ C は、正極ライン P L および負極ライン N L の間における電圧を平滑化するために用いられる。電圧センサ 2 3 は、コンデンサ C の電圧値 V_L を検出し、検出結果をコントローラ 6 0 に出力する。

【 0 0 3 8 】

コントローラ 6 0 は、電圧センサ 2 0 や電流センサ 2 1、温度センサ 2 2 A からの検出

50

値に基づいてバッテリー10のSOC (state of Charge) や満充電容量を算出してバッテリー10の状態を管理するとともに、この管理情報を車両制御装置80に送信する。コントローラ60は、メモリ60aを有し、メモリ60aは、本実施例で説明する処理に必要な情報を記憶する。なお、メモリ60aは、コントローラ60に対して外付けされる態様であってもよい。

【0039】

エンジン制御装置70は、車両制御装置80からのエンジン制御信号に基づいてエンジン28を制御する。エンジン制御装置70は、回転数センサなどの各種センサの検出値に基づいて、車両制御装置80によって定められた目標回転数及び目標トルクで動作するように、エンジン28の燃料噴射量や吸気する空気量、点火時期などを制御する。

10

【0040】

車両制御装置80は、車両全体の制御を行うメインコントローラである。車両制御装置80は、車両全体で要求される車両要求出力に応じてエンジン28の出力制御及びバッテリー10の入出力制御を行う。車両制御装置80は、運転状態に応じて車両の動力源を選択し、エンジン28及びモータ・ジェネレータMG2のうち的一方又は両方からの駆動力を用いた車両の走行制御を遂行する。このとき、車両制御装置80は、エンジン28の出力制御に伴って、停止しているエンジン28をモータ・ジェネレータMG1を通じて始動させるように制御することができる。なお、コントローラ60、エンジン制御装置70及び車両制御装置80は、1つの制御装置として構成してもよい。

20

【0041】

次に、本実施例のシステムメインリレーについて詳細に説明する。図1に示すように、正極ラインPLには、システムメインリレー（本発明の第1リレーに相当する）SMR-Bが設けられており、システムメインリレーSMR-Bには、システムメインリレー（本発明の第2リレーに相当する）SMR-Pおよび抵抗素子（本発明の抵抗素子に相当する）R11が並列に接続されている。システムメインリレーSMR-Pおよび抵抗素子R11は、直列に接続されている。

30

【0042】

システムメインリレーSMR-Bは、可動接点MC1および固定接点FC1を有しており、固定接点FC1が正極ラインPLに接続されている。可動接点MC1が固定接点FC1に接触することにより、システムメインリレーSMR-Bがオンになり、可動接点MC1が固定接点FC1から離れることにより、システムメインリレーSMR-Bがオフになる。

40

【0043】

システムメインリレーSMR-Pは、可動接点MC2および固定接点FC2を有しており、固定接点FC2の一端が正極ラインPLに接続され、固定接点FC2の他端が抵抗素子R11に接続されている。可動接点MC2が固定接点FC2に接触することにより、システムメインリレーSMR-Pがオンになり、可動接点MC2が固定接点FC2から離れることにより、システムメインリレーSMR-Pがオフになる。抵抗素子R11は、電流制限抵抗として機能し、バッテリー10からコンデンサCに突入電流が流れることを防止するために用いられる。

40

【0044】

負極ラインNLには、システムメインリレー（本発明の第3リレーに相当する）SMR-Gが設けられている。システムメインリレーSMR-Gは、可動接点MC3および固定接点FC3を有しており、固定接点FC3が負極ラインNLに接続されている。可動接点MC3が固定接点FC3に接触することにより、システムメインリレーSMR-Gがオンになり、可動接点MC3が固定接点FC3から離れることにより、システムメインリレーSMR-Gがオフになる。

【0045】

なお、コンデンサCに突入電流が流れることを防止する観点で抵抗素子R11を設けることについて説明したが、例えば、突入電流のような大きな電流が流れ、システムメイン

50

リレー S M R - B , S M R - G の可動接点 M C 1 , M C 3 及び固定接点 F C 1 , F C 3 が固着し、オン故障（オフにならない故障）が生じてしまうことを抑制する観点において、抵抗素子 R 1 1 を設けることができる。

【 0 0 4 6 】

このとき、コンデンサ C は、図 1 に示すように、システムメインリレー S M R - B に対するシステムメインリレー S M R - P の接点よりもインバータ 2 5 側に位置する正極ライン P L と、負極ライン N L との間に接続されている。このため、コンデンサ C は、バッテリー 1 0 に対してシステムメインリレー S M R - B 及びシステムメインリレー S M R - P を挟んでインバータ 2 5 側（下流側）における、正極ライン P L 及び負極ライン N L 間の電圧が印加される。

10

【 0 0 4 7 】

そして、電圧センサ 2 3 は、システムメインリレー S M R - B に対して並列に接続されるシステムメインリレー S M R - P 及び抵抗素子 R 1 1 を含む電流経路をインバータ 2 5 と接続する正極ライン P L と、負極ライン N L とに接続されている。電圧センサ 2 3 は、システムメインリレー S M R - B 及びシステムメインリレー S M R - P の上流側でバッテリー 1 0 の端子間電圧を検出する電圧センサ 2 0 に対し、下流側の正極ライン P L 及び負極ライン N L 間の電圧（コンデンサ C に印加される電圧）を検出する。

【 0 0 4 8 】

なお、本実施例では、システムメインリレー S M R - B に対して、システムメインリレー S M R - P および抵抗素子 R 1 1 を並列に接続しているが、これに限るものではない。システムメインリレー S M R - P および抵抗素子 R 1 1 は、システムメインリレー S M R - B , S M R - G の一方に対して、並列に接続されていればよい。

20

【 0 0 4 9 】

次に、システムメインリレー S M R - B , S M R - P , S M R - G を駆動する回路（駆動回路）について、図 3 を用いて説明する。

【 0 0 5 0 】

システムメインリレー S M R - B , S M R - P , S M R - G を駆動するための駆動回路 3 0 は、コイル 3 1 およびスイッチ素子 S W 1 , S W 3 を有する。コイル 3 1 の一端は接地され、コイル 3 1 の他端は、電源 3 2 と接続されている。これにより、電源 3 2 からの電力がコイル 3 1 に供給される。電源 3 2 としては、バッテリー 1 0 を用いたり、バッテリー 1 0 とは異なる電源を用いたりすることができる。バッテリー 1 0 を車両に搭載した場合、バッテリー 1 0 とは異なる電源として、図 1 に示した補機電池 4 2 がある。

30

【 0 0 5 1 】

電源 3 2 の電力をコイル 3 1 に供給するラインは、第 1 電力ライン S L 1 , 第 2 電力ライン S L 2 および共通電力ライン S L 3 を有する。第 1 電力ライン S L 1 の一端および第 2 電力ライン S L 2 の一端は、共通電力ライン S L 3 を介して、コイル 3 1 と接続されている。また、第 1 電力ライン S L 1 の他端および第 2 電力ライン S L 2 の他端は、共通電力ライン S L 3 を介して、電源 3 2 と接続されている。このため、第 1 電力ライン S L 1 を介して、電源 3 2 の電力をコイル 3 1 に供給したり、第 2 電力ライン S L 2 を介して、電源 3 2 の電力をコイル 3 1 に供給したりすることができる。

40

【 0 0 5 2 】

第 1 電力ライン S L 1 には、スイッチ素子 S W 1 が設けられている。スイッチ素子 S W 1 の一端は電源 3 2 と接続され、スイッチ素子 S W 1 の他端は、コイル 3 1 と接続されている。スイッチ素子 S W 1 , S W 3 は、コントローラ 6 0 からの制御信号を受けて、オン（通電状態）およびオフ（非通電状態）の間で切り替わる。

【 0 0 5 3 】

スイッチ素子 S W 1 には、第 2 電力ライン S L 2 を介して、スイッチ素子 S W 3 および抵抗素子 R 2 1 が並列に接続されており、スイッチ素子 S W 3 および抵抗素子 R 2 1 は、直列に接続されている。具体的には、抵抗素子 R 2 1 の一端が、スイッチ素子 S W 1 および電源 3 2 の接続点に接続され、抵抗素子 R 2 1 の他端が、スイッチ素子 S W 3 の一端に

50

接続されている。スイッチ素子 $SW3$ の他端は、コイル 31 およびスイッチ素子 $SW1$ の間の接続点に接続されている。なお、図3に示す抵抗素子 $R21$ の位置にスイッチ素子 $SW3$ を設け、図3に示すスイッチ素子 $SW3$ の位置に抵抗素子 $R21$ を設けることもできる。

【0054】

スイッチ素子 $SW1$ 、 $SW3$ としては、いわゆる機械式スイッチを用いたり、半導体スイッチ（例えば、トランジスタ）を用いたりすることができる。機械式スイッチは、可動接点および固定接点を有する。可動接点が固定接点に接触することにより、スイッチ素子（機械式スイッチ） $SW1$ 、 $SW3$ がオンになり、可動接点が固定接点から離れることにより、スイッチ素子（機械式スイッチ） $SW1$ 、 $SW3$ がオフになる。半導体スイッチは、イオンの移動状態に応じて、オンおよびオフの間で切り替わる。

10

【0055】

スイッチ素子 $SW1$ がオンであるとき、電力ライン $SL1$ 、 $SL3$ を介して、電源 32 からコイル 31 に電力が供給される。スイッチ素子 $SW1$ がオフであっても、スイッチ素子 $SW3$ がオンであるときには、電力ライン $SL2$ 、 $SL3$ を介して、電源 32 からコイル 31 に電力が供給される。ここで、第2電力ライン $SL2$ には抵抗素子 $R21$ が設けられているため、第2電力ライン $SL2$ を介してコイル 31 に流れる電流値 I_2 は、第1電力ライン $SL1$ を介してコイル 31 に流れる電流値 I_1 よりも小さくなる。

【0056】

このように、スイッチ素子 $SW1$ をオンにする場合と、スイッチ素子 $SW3$ をオンにする場合とを切り替えることにより、コイル 31 に流れる電流値を、電流値 I_1 、 I_2 の間で切り替えることができる。なお、スイッチ素子 $SW1$ 、 $SW3$ が共にオフであるとき、電源 32 からコイル 31 に電流が流れない。

20

【0057】

次に、システムメインリレー $SMR-B$ 、 $SMR-P$ 、 $SMR-G$ を駆動するための構造について、図4から図6を用いて説明する。

【0058】

図4に示す状態では、すべてのシステムメインリレー $SMR-B$ 、 $SMR-P$ 、 $SMR-G$ がオフであり、図3に示すスイッチ素子 $SW1$ 、 $SW3$ がオフである。ここで、図4に示す3つのコイル $31G$ 、 $31B$ 、 $31P$ は、互いに接続されており、図3に示すコイル 31 を構成している。すなわち、コイル $31G$ 、 $31B$ 、 $31P$ のうち、少なくとも1つのコイルに電流が流れているときには、他のコイルにも電流が流れている。

30

【0059】

固定鉄心 $51G$ および可動鉄心 $52G$ には、バネ $53G$ が接続されており、バネ $53G$ は、固定鉄心 $51G$ から離れる方向に可動鉄心 $52G$ を付勢している。可動鉄心 $52G$ の先端には、可動接点 $MC3$ と接触する押圧部材 $54G$ が設けられている。バネ $55G$ は、固定接点 $FC3$ と接触する方向に可動接点 $MC3$ を付勢する。

【0060】

固定鉄心 $51B$ 、 $51P$ は、固定鉄心 $51G$ と同様の機能を有し、可動鉄心 $52B$ 、 $52P$ は、可動鉄心 $52G$ と同様の機能を有し、バネ $53B$ 、 $53P$ は、バネ $53G$ と同様の機能を有する。押圧部材 $54B$ 、 $54P$ は、押圧部材 $54G$ と同様の機能を有し、バネ $55B$ 、 $55P$ は、バネ $55G$ と同様の機能を有する。

40

【0061】

コイル $31G$ に電流が流れていないとき、バネ $53G$ の付勢力を受けた可動鉄心 $52G$ は、固定鉄心 $51G$ から離れる方向に移動し、押圧部材 $54G$ は、固定接点 $FC3$ から離れる方向に可動接点 $MC3$ を移動させる。これにより、システムメインリレー $SMR-G$ がオフとなっている。同様に、コイル $31B$ 、 $31P$ に電流が流れていないとき、システムメインリレー $SMR-B$ 、 $SMR-P$ がオフとなっている。

【0062】

第2電力ライン $SL2$ を介して、電源 32 からコイル 31 に電流を流すと、コイル 31

50

G, 3 1 Pの通電によって発生した電磁力によって、可動鉄心5 2 G, 5 2 Pは、図5に示すように、パネ5 3 G, 5 3 Pの付勢力に抗して、固定鉄心5 1 G, 5 1 Pに近づく方向に移動する。この可動鉄心5 2 G, 5 2 Pの移動に伴って、可動接点MC 3, MC 2は、パネ5 5 G, 5 5 Pの付勢力を受けて、固定接点FC 3, FC 2にそれぞれ接触する。これにより、システムメインリレーSMR - G, SMR - Pは、オフからオンに切り替わる。

【0063】

ここで、コイル3 1 Bにも電流が流れているが、コイル3 1 Bの通電によって発生した電磁力によっても、可動鉄心5 2 Bは、パネ5 3 Bの付勢力に抗して移動しないようになっている。例えば、パネ5 3 Bの付勢力を、パネ5 3 G, 5 3 Pの付勢力よりも大きくすることにより、可動鉄心5 2 Bをパネ5 3 Bの付勢力に抗して移動させないようにすることができる。これにより、可動鉄心5 2 Bだけは、図5に示す状態に維持され、システムメインリレーSMR - Bはオフのままとなる。

10

【0064】

一方、スイッチ素子SW 3をオフにして、スイッチ素子SW 1をオンにすると、第1電力ラインSL 1を介して、電源3 2からコイル3 1に電流が流れる。上述したように、電流値 I_1 は電流値 I_2 よりも大きくなるため、コイル3 1 Bの通電によって発生した電磁力によって、可動鉄心5 2 Bは、パネ5 3 Bの付勢力に抗して、固定鉄心5 1 Bに近づく方向に移動する。この可動鉄心5 2 Bの移動に伴って、可動接点MC 1は、パネ5 5 Bの付勢力を受けて、固定接点FC 1に接触する。これにより、図6に示すように、システムメインリレーSMR - Bがオンになる。

20

【0065】

なお、コイル3 1 Bの通電時には、コイル3 1 G, 3 1 Pにも電流が流れている。ここで、図6に示す状態においてコイル3 1 B, 3 1 G, 3 1 Pに流れる電流値 I_1 は、図5に示す状態においてコイル3 1 G, 3 1 Pに流れる電流値 I_2 よりも大きいため、システムメインリレーSMR - G, SMR - Pは、図6に示す状態であってもオンになる。

【0066】

本実施例では、1つのコイル3 1への通電によって、3つのシステムメインリレーSMR - B, SMR - G, SMR - Pを動作させ、コイル3 1に流れる電流値を切り替えることにより、システムメインリレーSMR - G, SMR - Pだけをオンにする状態(図5に示す状態)と、すべてのシステムメインリレーSMR - B, SMR - G, SMR - Pをオンにする状態(図6に示す状態)とを切り替えることができる。

30

【0067】

これにより、図1に示す電池システムでは、まず、電流値 I_2 の電流をコイル3 1に流して、システムメインリレーSMR - G, SMR - Pをオンにすることにより、抵抗素子R 1 1を介して、バッテリー1 0の放電電流をコンデンサCに流すことができる。したがって、コンデンサCを充電するとき、バッテリー1 0からコンデンサCに突入電流が流れることを防止できる。コンデンサCの充電が終了した後では、電流値 I_1 の電流をコイル3 1に流すことにより、システムメインリレーSMR - G, SMR - Pに加えてシステムメインリレーSMR - Bをオフからオンに切り替えることができる。

40

【0068】

システムメインリレーSMR - Bがオフからオンに切り替わったとき、バッテリー1 0および昇圧回路2 4の接続が終了し、図1に示す電池システムは起動状態(Ready-ON)となる。バッテリー1 0および昇圧回路2 4の接続を遮断し、図1に示す電池システムを停止状態(Ready-OFF)とするときには、図3に示すスイッチ素子SW 1, SW 3を共にオフにして、コイル3 1への通電を遮断すればよい。

【0069】

本実施例において、可動接点MC 2, MC 3を機械的に接続して、可動接点MC 2, MC 3を一体的に動作させることができる。この場合には、可動鉄心5 2 G, 5 2 Pの一方だけを用いて、可動接点MC 2, MC 3を動作させることができる。例えば、可動鉄心5

50

2 Gを用いるときには、固定鉄心 5 1 P、可動鉄心 5 2 P やコイル 3 1 Pなどを省略することができ、部品点数を減らすことができる。また、コイル 3 1 Pで消費される電力が無くなるため、コイル 3 1 G, 3 1 B, 3 1 Pを用いた場合に比べて、コイル 3 1で消費される電力を低減することができる。

【0070】

このように1つのコイル 3 1への通電によって、システムメインリレー S M R - B, S M R - G, S M R - Pを動作させるリレー装置では、上述したように、バッテリー 1 0と昇圧回路 2 4とが接続状態となり、充放電電流が流れることが許容されている状態だと、システムメインリレー S M R - B, S M R - G, S M R - Pの全てがオンとなる。このとき、システムメインリレー S M R - Bに並列に接続されるシステムメインリレー S M R - Pには、抵抗素子 R 1 1が直列に接続されているので、バッテリー 1 0の充放電電流は、システムメインリレー S M R - Pに流れずにシステムメインリレー S M R - Bを流れる。

10

【0071】

そして、図 7に示すように、システムメインリレー S M R - Pがオンであるにもかかわらず、システムメインリレー S M R - Bがオンにならないオフ故障が生じると、システムメインリレー S M R - Bの電流経路(点線で示す経路)を迂回して並列に接続されたシステムメインリレー S M R - P及び抵抗素子 R 1 1の電流経路(実線で示す経路)に、充放電電流が流れる。この場合、抵抗素子 R 1 1に充放電電流が流れ続けてしまい、抵抗素子 R 1 1が過度に発熱するおそれがある。

【0072】

システムメインリレー S M R - Bがオンにならないオフ故障の原因としては、例えば、コイル 3 1(コイル 3 1 B)の通電によって発生する電磁力が弱くなったり、磁束が乱れたりして、可動鉄心 5 2 Bをパネ 5 3 Bの付勢力に抗して、固定鉄心 5 1 Bに近づく方向に移動させることができなくなることが考えられる。また、図 3に示す駆動回路 3 0が故障してコイル 3 1に電流値 I_1 を流せないことで、システムメインリレー S M R - Bをオンに制御することができないことが考えられる。例えば、電流スイッチ素子 S W 1が故障してオンすることができなかつたり、第 1電力ライン S L 1を流れる電流値が電流値 I_2 よりも大きいものの、電流値 I_1 よりも小さかつたりする場合、可動鉄心 5 2 Bをパネ 5 3 Bの付勢力に抗して固定鉄心 5 1 Bに近づく方向に移動させるための電磁力を発生させることができない。

20

30

【0073】

3つのシステムメインリレー S M R - B, S M R - G, S M R - Pを1つのコイル 3 1で動作させるリレー装置では、システムメインリレー S M R - Bのオフ故障を把握しないと、抵抗素子 R 1 1の過度の発熱(過熱)を保護することができないため、システムメインリレー S M R - Bのオフ故障が発生しているか否か判別する必要がある。

【0074】

そこで、本実施例では、図 7に示すように、バッテリー 1 0と昇圧回路 2 4とが接続状態であるときに、システムメインリレー S M R - Bにオフ故障が生じると、充放電電流がシステムメインリレー S M R - P及び抵抗素子 R 1 1の電流経路に迂回することに着目し、抵抗素子 R 1 1に充放電電流が流れることによる電圧降下を把握することで、システムメインリレー S M R - Bのオフ故障を判別する。

40

【0075】

図 7の例において、システムメインリレー S M R - Bにオフ故障が生じていない場合、充放電電流は、システムメインリレー S M R - P及び抵抗素子 R 1 1の電流経路に迂回せずにシステムメインリレー S M R - Bを流れるので、電圧センサ 2 0の電圧値 V_B と電圧センサ 2 3の電圧値 V_L は、同じ電圧値となる。しかしながら、システムメインリレー S M R - Bにオフ故障が生じている場合、抵抗素子 R 1 1を経由した電流経路で充放電電流が流れるため、電圧値 V_B と電圧値 V_L との間に、抵抗素子 R 1 1による電圧降下に応じた電圧差が生じることになる。

【0076】

50

例えば、バッテリー10からモータ・ジェネレータMG2に電力供給が行われている場合、システムメインリレーSMR-Bにオフ故障が生じていると、電圧値VLは、電圧値VBよりも低くなる。ここで、電圧値VB、VLの差は、抵抗素子R11による電圧降下量に相当する。一方、モータ・ジェネレータMG1、MG2からバッテリー10に電力が供給されている場合、システムメインリレーSMR-Bにオフ故障が生じていると、電圧値VLが、電圧値VBよりも高くなる。ここで、電圧値VB、VLの差は、抵抗素子R11による電圧降下量に相当する。なお、バッテリー10と昇圧回路24とを接続状態に制御してバッテリー10とモータ・ジェネレータMG1、MG2との間で充放電電流が流れていない場合は、システムメインリレーSMR-Bにオフ故障が生じていても、電圧値VB = 電圧値VLとなる。

10

【0077】

したがって、システムメインリレーSMR-B、システムメインリレーSMR-GおよびシステムメインリレーSMR-Pをオンにし、バッテリー10と昇圧回路24とを接続状態に制御してバッテリー10とインバータ25との間で充放電電流が流れているときに検出される電圧値VBと電圧値VLとの差（絶対値）が所定値よりも大きいとき、システムメインリレーSMR-Bがオフ故障している（システムメインリレーSMR-P及び抵抗素子R11に充放電電流が流れている）と判別することができる。

【0078】

なお、バッテリー10は、上述のように、昇圧回路24を介して又はDC/DCコンバータ40を介して、システムメインリレーSMR-B及びSMR-Pの下流側で、他の負荷（例えば、補機41）に電力を供給することができる。この場合、バッテリー10と昇圧回路24とを接続状態に制御してバッテリー10から他の負荷に電力供給しているときに検出される電圧値VBと電圧値VLとの電圧差を検出することで、システムメインリレーSMR-Bがオフ故障しているか否かを判別することができる。

20

【0079】

図8は、本実施例のシステムメインリレーSMR-Bのオフ故障を判別する処理を示すフローチャートである。図8に示すオフ故障判別処理は、電池システムを起動状態にした後、所定のタイミングで行ったり、所定の時間間隔で繰り返し行ったりすることができる。

【0080】

例えば、車両制御装置80には、車両のイグニッションスイッチのオン/オフ（IG-ON/IG-OFF）に関する情報が入力される。車両制御装置80は、イグニッションスイッチがオフからオンに切り替わることに応じて、電池システムを起動するように、コントローラ60を制御する。コントローラ60は、リレー装置をオフからオンに制御し、バッテリー10と昇圧回路24とを接続状態にして電池システムを起動する。

30

【0081】

コントローラ60は、バッテリー10と昇圧回路24とを接続状態に制御しているときの電流センサ21によって検出される電流値Ibを取得し、また、電圧センサ20及び電圧センサ23によって検出される各電圧値VB、VLをそれぞれ取得する（S101）。このとき、コントローラ60は、オフ故障判定処理を開始してから、後述する抵抗素子R11の温度取得処理までの間、所定の時間間隔で複数回渡り、電流センサ21によって検出される電流値Ibを取得することができる。

40

【0082】

コントローラ60は、ステップS101で取得された電圧値VBと電圧値VLとの差分値（絶対値）を算出し、差分値が所定値Vthよりも大きいかなかを判別する（S102）。所定値Vthは、上述したように、抵抗素子R11に充放電電流が流れることによって生じる電圧降下量を考慮して適宜設定することができる。このとき、所定値Vthは、電圧センサ20、23の検出誤差によって発生する電圧値VB、VLの差分値よりも大きな値とすることができる。

【0083】

50

コントローラ60は、ステップS102において、電圧値VBと電圧値VLとの差分値が所定値Vth以下と判別された場合(S102のNO)、システムメインリレーSMR-Bが正常である(オフ故障ではない)と判別する。

【0084】

なお、本実施例のオフ故障判別処理は、システムメインリレーSMR-Bが正常であると判別された場合、図8に示すオフ故障判定処理自体を一旦終了し、次の判別タイミングで再度ステップS101から処理を開始するように制御することができる。また、図8に示すオフ故障判定処理を所定の時間間隔でループさせるように制御し、システムメインリレーSMR-Bが正常であると判別された後から所定時間経過後に、ステップS101から処理を行うように制御することができる。

10

【0085】

一方、コントローラ60は、ステップS102において、電圧値VBと電圧値VLとの差分値が所定値Vthよりも大きいと判別された場合(S102のYES)、ステップS103に進み、システムメインリレーSMR-Bがオフ故障していると判別する。このとき、コントローラ60は、故障フラグをオンに設定する。故障フラグについては後述する。

【0086】

ここで、システムメインリレーSMR-Bがオフ故障していると判別されたとき、抵抗素子R11の過熱保護のため、システムメインリレーSMR-P、SMR-Gをオフに制御して、バッテリー10と昇圧回路24との電気的な接続を遮断することができる。例えば、図8の例において、ステップS103の後に、ステップS109に進んで、バッテリー10と昇圧回路24との電気的な接続を遮断することができる。

20

【0087】

しかしながら、例えば、エンジン28を停止させた状態でモータ・ジェネレータMG2を動力源としたEV走行中に、バッテリー10と昇圧回路24との電気的な接続が遮断されてしまうと、バッテリー10からモータ・ジェネレータMG2への電力供給ができなくなり、車両走行を継続できなくなる。

【0088】

そこで、システムメインリレーSMR-Bのオフ故障によって抵抗素子R11に充放電電流が流れ、上昇する抵抗素子R11の温度が、抵抗素子R11の過熱保護のために設定される温度閾値以下であれば、オフ故障と判別された後に直ぐにバッテリー10と昇圧回路24との電気的な接続を遮断せずに、停止中のエンジン28を始動させるように制御し、エンジン28の始動後にバッテリー10とインバータ25との電気的な接続を遮断するように、リレー装置をオフに制御する。

30

【0089】

このように構成することで、EV走行中にシステムメインリレーSMR-Bがオフ故障であると判別されても、抵抗素子R11の過熱保護を図りつつエンジン始動時間を確保することができる。エンジン28だけを動力源とする車両走行(バッテリーレス走行)に切り替えて、車両走行を継続させることができる。

【0090】

コントローラ60は、ステップS103においてシステムメインリレーSMR-Bのオフ故障を判別した後、エンジン28が動作中か否かを判別する(S104)。エンジン28が動作中である場合(S104のYES)、オフ故障と判別された後に直ぐにバッテリー10と昇圧回路24との電気的な接続を遮断し、バッテリーレス走行を行わせるように、車両制御装置80に制御信号を出力する(S108)。車両制御装置80は、コントローラ60から、例えば、動作中のエンジン28のみによる車両走行を示す信号を受信すると、エンジン28の出力のみで車両要求出力を満たすように、エンジン28の出力制御を行う。

40

【0091】

ステップS104において、エンジン28が停止していると判別された場合(S104

50

のNO)、ステップS105に進み、抵抗素子R11の温度 T_R を取得する。

【0092】

ここで、抵抗素子R11の温度 T_R は、抵抗素子R11に流れる電流に対する抵抗素子R11の温度上昇値 T_{R0} を算出して推定することができる。図9は、図8のステップS105における抵抗素子R11の温度 T_R の取得処理の一例として、抵抗素子R11の温度 T_R を推定する処理を示すフローチャートである。

【0093】

図9に示すように、コントローラ60は、温度センサ22Bからリレー装置の周囲温度 T_c を取得する(S1051)。また、電流センサ21の検出電流値 I_b を用いて、抵抗素子R11に流れた電流に応じた発熱量を算出し、抵抗素子R11の温度上昇値 T_{R0} を算出する(S1052~S1054)。コントローラ60は、温度上昇値 T_{R0} と周囲温度 T_c とを用いて、抵抗素子R11に充放電電流が流れたことによって上昇する抵抗素子R11の温度を算出する(S1055)。

10

【0094】

温度上昇値 T_{R0} は、例えば、オフ故障判定処理を開始したステップS102から現時点までに所定の時間間隔で複数回渡って検出された各電流値 I_b の二乗値 I_b^2 の平均値を用いて算出することができる。図10は、抵抗素子R11に流れた電流に応じた I_b^2 値の平均値と、温度上昇値 T_{R0} との関係を規定した算出テーブル例を示す図である。

【0095】

抵抗素子R11の発熱量は、抵抗素子R11を流れた電流値の二乗値 I_b^2 に比例する。抵抗素子R11の抵抗値及び熱容量は予め分かっており、オフ故障判定処理開始してから温度上昇値 T_{R0} を算出するまでの時間(ステップS101からステップS1052までの処理時間)も予め把握できる。このため、 I_b^2 値の平均値と温度上昇値 T_{R0} を算出するまでの時間とから、抵抗素子R11の発熱量を算出することができ、発熱量に応じた温度上昇値 T_{R0} を算出することができる。図10に示す算出テーブルは、予め実験等によって作成することができ、メモリ60aに記憶される。

20

【0096】

コントローラ60は、ステップS1052において、抵抗素子R11に流れた電流値 I_b に基づく I_b^2 値(第1発熱量)の平均値を算出するが、本実施例では、停止中のエンジン28を始動するスタータモータとして、モータ・ジェネレータMG1を用いるので、バッテリー10からモータ・ジェネレータMG1に電力供給されるエンジン始動に必要な電力を考慮して、温度上昇値 T_{R0} を算出する。

30

【0097】

このため、コントローラ60は、ステップS1053において、エンジン28の始動に必要な電力 W_e から、モータ・ジェネレータMG1に電力 W_e を供給したときに抵抗素子R11に流れる電流値 I_e を算出し、抵抗素子R11に電流値 I_e が流れることによる発熱量に対応する I_e^2 値(第2発熱量)を算出する。

【0098】

電流値 I_e は、エンジン28の始動に必要な電力 W_e とバッテリー10の端子間電圧(電圧値 V_B)から算出することができる($I_e = W_e / V_B$)。また、電力 W_e は、固定値としたり、図11に示すように、エンジン28の温度に応じて必要な電力 W_e を算出したるように構成することができる。

40

【0099】

図11は、停止中のエンジン28を始動するために必要な電力の算出テーブル例を示す図である。図11の例では、エンジン28のエンジンオイルなどの抵抗が温度によって異なるため、エンジン28の温度によって始動に必要な電力が異なって算出されるようにしている。コントローラ60は、温度センサ29(図1参照)によってエンジン28の温度を検出し、エンジン28の温度に基づいて、図11に示す算出テーブルから、停止中のエンジン28を始動するために必要な電力を算出することができる。なお、温度センサ29

50

で検出されるエンジン 28 の温度としては、水冷でエンジン 28 を冷却する場合の水温などがある。

【0100】

コントローラ 60 は、ステップ S 1054 において、これまでに抵抗素子 R 11 に流れた電流値 I_b に基づく I_b^2 値（第 1 発熱量）の平均値に、エンジン 28 の始動に伴って抵抗素子 R 11 に流れる電流値 I_e に基づく I_e^2 値（第 2 発熱量）を加算し、 I_b^2 値と I_e^2 値の合計値を用いて、図 9 に示した算出テーブルから、温度上昇値 T_{R0} を算出する。

【0101】

コントローラ 60 は、温度上昇値 T_{R0} を算出すると、ステップ S 1055 において周囲温度 T_c を用いて抵抗素子 R 11 の推定温度 $T_R = T_c + T_{R0}$ を算出する。

10

【0102】

コントローラ 60 は、ステップ S 105 で抵抗素子 R 11 の温度 T_R を取得すると、ステップ S 106 において温度閾値 T_{th} と比較する。コントローラ 60 は、抵抗素子 R 11 の温度 T_R が温度閾値 T_{th} 以下であると判別された場合（S 106 の NO）、停止中のエンジン 28 の始動に要する電力 W_e をバッテリー 10 からモータ・ジェネレータ MG 1 に電力供給することを許可する。

【0103】

コントローラ 60 は、車両制御装置 80 に、バッテリーレス走行を行わせるために、エンジン始動要求を出力する（S 107）。車両制御装置 80 は、バッテリー 10 からの電力供給によって駆動するモータ・ジェネレータ MG 1 を用いて停止中のエンジン 28 を始動させる。車両制御装置 80 は、コントローラ 60 にエンジン 28 が始動したことを示す制御信号を出力する。コントローラ 60 は、エンジン 28 の始動後にリレー装置をオフに制御する（S 108）。

20

【0104】

一方、ステップ S 106 において抵抗素子 R 11 の温度 T_R が温度閾値 T_{th} よりも大きいと判別された場合（S 106 の YES）、停止中のエンジン 28 の始動に必要な電力をバッテリー 10 からモータ・ジェネレータ MG 1 に供給すると、抵抗素子 R 11 の温度 T_R が温度閾値 T_{th} を超えてしまうので、抵抗素子 R 11 の過熱保護を優先する。この場合、コントローラ 60 は、停止中のエンジン 28 の始動に要する電力 W_e をバッテリー 10 からモータ・ジェネレータ MG 1 に供給することを許可せずに（エンジン 28 を始動せずに）、リレー装置をオフに制御する（S 109）。

30

【0105】

このように停止中のエンジン 28 を始動させるためにバッテリー 10 の電力供給が必要な場合、エンジン 28 を始動するために必要な電力による抵抗素子 R 11 の温度上昇を加味して抵抗素子 R 11 の温度推定を行うので、抵抗素子 R 11 の過熱保護を図りつつ、バッテリーレス走行を行わせるようにすることができる。

【0106】

なお、システムメインリレー SMR - B がオフ故障であると判別された後（ステップ S 108 又は S 109 でリレー装置をオフに制御した後）は、車両走行を終了する（イグニッションスイッチがオフされる）までの間、図 8 に示すオフ故障判定処理を行わないように制御してもよい。この場合、ステップ S 103 の故障フラグがオンであることに基づいて、コントローラ 60 は、オフ故障判定処理を行わないように制御することができる。ここで、故障フラグは、システムメインリレー SMR - B のオフ故障の有無を示す情報であり、故障フラグがオンのとき、システムメインリレー SMR - B にオフ故障が生じていることを示す。

40

【0107】

また、本実施例のオフ故障判定処理でシステムメインリレー SMR - B にオフ故障が生じていると判定された後の次の車両起動時において、ステップ S 103 の故障フラグを用いて、電池システムの起動を制御することができる。

50

【 0 1 0 8 】

図 1 2 は、システムメインリレー S M R - B にオフ故障が生じていると判別された後の次の車両起動時の処理を示すフローチャートである。図 1 2 に示すように、車両制御装置 8 0 は、イグニッションスイッチがオンされたとき、故障フラグがオフであるか否かを判別する (S 3 0 1)。車両制御装置 8 0 は、故障フラグがオフであると判別された場合 (S 3 0 1 の Y E S)、システムメインリレー S M R - B がオフ故障していないものと判断し、電池システムの起動を許可する (S 3 0 2)。コントローラ 6 0 は、車両制御装置 8 0 から出力される電池システムの起動を許可する制御信号に基づいて、電池システムを起動する。

【 0 1 0 9 】

一方、故障フラグがオンであると判別された場合 (S 3 0 1 の N O)、システムメインリレー S M R - B がオフ故障しているものと判断する。このとき、抵抗素子 R 1 1 の過熱保護のため、車両制御装置 8 0 は、電池システムの起動を禁止するように制御できるが、電池システムの起動を禁止すると、上述のようにエンジン 2 8 を始動させることができないので、車両走行ができなくなってしまう。

【 0 1 1 0 】

そこで、図 1 2 に示すように、車両制御装置 8 0 は、システムメインリレー S M R - B にオフ故障が生じている状態で、イグニッションスイッチがオンされた場合、エンジン 2 8 の始動に必要な電力をモータ・ジェネレータ M G 1 に供給するために、一時的に電池システムの起動を許可する (S 3 0 3)。そして、エンジン 2 8 が始動した後に (S 3 0 4 の Y E S)、車両制御装置 8 0 は、その後の電池システムの起動を禁止する (S 3 0 5)。コントローラ 6 0 は、車両制御装置 8 0 からの一時的な電池システムの起動許可及びエンジン 2 8 の始動後の電池システムの起動禁止の各制御信号に基づいて、リレー装置をオン/オフに制御する。

【 0 1 1 1 】

システムメインリレー S M R - B にオフ故障が生じていると判別された後に車両が停止され、その後に車両が起動されるまでの間は、システムメインリレー S M R - P に充放電電流が流れていないので、抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R は、温度閾値 T_{th} よりも低くなっているものとして、一時的な電池システムの起動を許可する。このように構成することで、オフ故障が発生した後に車両走行ができなくなることを抑制でき、エンジン 2 8 を始動させてエンジン 2 8 だけを動力源とするバッテリレス走行を行わせることができる。この場合、イグニッションスイッチがオフされたときからイグニッションスイッチがオンされるまでの時間が所定の時間よりも短い場合は、一時的な電池システムの起動を許可しないように制御したり、一時的な電池システムの起動回数を制限したりしてもよい。

【 0 1 1 2 】

なお、エンジン 2 8 を始動させた後は、リレー装置がオフに制御されるバッテリ 1 0 からの電力供給が禁止されるので、バッテリレス走行に必要な電力は、図 1 に示した補機電池 4 2 から供給することができる。上述したリレー装置をオフに制御した後のバッテリレス走行についても同様である。

【 0 1 1 3 】

以上、本発明の実施例について説明したが、上記説明において、モータ・ジェネレータ M G 1 をスタータとして使用する態様を一例に説明したが、これに限りものではない。例えば、モータ・ジェネレータ M G 1 とは別のスターターモータに、バッテリ 1 0 から必要な電力を供給して、停止中のエンジン 2 8 を始動させる態様であってもよい。

【 0 1 1 4 】

また、モータ・ジェネレータ M G 1 に対してバッテリ 1 0 以外の電源 (例えば、図 1 に示した補機電池 4 2) から電力を供給することもできる。この場合、図 9 に示したステップ S 1 0 5 3 を省略し、かつステップ S 1 0 5 4 において、停止中のエンジン 2 8 の始動に必要な電力 W_e 分の発熱量を上乗せず、 I_b^2 の平均値のみを用いて抵抗素子 R 1 1 の温度上昇値 T_{R0} を算出し、抵抗素子 R 1 1 の温度推定を行う。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 5 】

また、図 8 のステップ S 1 0 5 における抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R の取得処理として、図 9 に示した温度推定処理以外にも、例えば、抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R を検出する温度センサを設けて、直接測定して取得することもできる。この場合、図 1 に示す電池システムは、リレー装置内の抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R を検出する温度センサを備えることができる。なお、温度センサで抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R を直接測定するようにしても、上述のようにエンジン 2 8 を始動するために必要な電力による抵抗素子 R 1 1 の温度上昇分を加味することができる。例えば、エンジン 2 8 の始動に伴って抵抗素子 R 1 1 に流れる電流値 I_e に基づく I_e^2 値（第 2 発熱量）のみを用いた温度上昇値を、温度センサで測定した抵抗素子 R 1 1 の温度 T_R に加算して、加算後の抵抗素子 R 1 1 の温度を用いてステップ S 1 0 6 以降の処理を行うように構成することができる。

10

【 0 1 1 6 】

また、図 1 等の例では、負極ライン NL と接続される電圧センサ 2 3 の他端が、システムメインリレー SMR - G と昇圧回路 2 4 との間の負極ライン NL に接続されているが、図 1 3 に示す接続構成であってもよい。図 1 3 の例では、電圧センサ 2 3 の他端が、バッテリー 1 0 の負極端子とシステムメインリレー SMR - G との間の負極ライン NL に接続されている。つまり、抵抗素子 R 1 1 を経由した電流経路で充放電電流が流れることによる電圧降下を把握できればよいので、電圧センサ 2 3 の一端を、システムメインリレー SMR - B に対するシステムメインリレー SMR - P の接点よりもインバータ 2 5 側に位置する正極ライン PL と接続し、電圧センサ 2 3 の他端を、システムメインリレー SMR - G とインバータ 2 5 との間の負極ライン NL（図 1）、または、バッテリー 1 0 の負極端子とシステムメインリレー SMR - G との間の負極ライン NL（図 1 3）と接続するように構成することができる。

20

【 0 1 1 7 】

また、上記説明において、車両の動力源としてエンジン 2 8 及びバッテリー 1 0 から供給される電力によって駆動するモータ・ジェネレータ MG 2（走行用モータ）を備えたハイブリッド車両を一例に説明しているが、本実施例のオフ故障判定処理は、車両を走行させる動力源として電池システム（バッテリー）だけを備えた電気自動車にも適用可能である。この場合、図 8 の例において、ステップ S 1 0 3 でオフ故障が判別した後、ステップ S 1 0 9 に進み、リレー装置をオフに制御することができる。

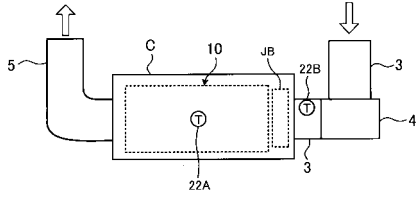
30

【 符号の説明 】

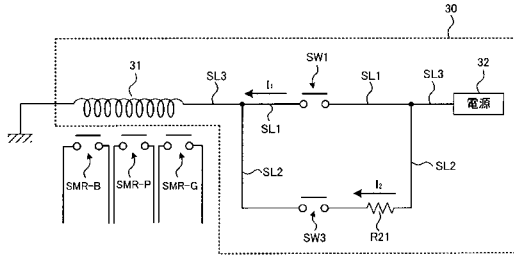
【 0 1 1 8 】

1 0 : バッテリー、2 0 , 2 3 : 電圧センサ、2 1 : 電流センサ、2 2 A , 2 2 B , 2 9 : 温度センサ、2 4 : 昇圧回路、2 5 : インバータ、2 6 : 駆動輪、2 7 : 動力分割機構、2 8 : エンジン、6 0 : コントローラ、R 1 1 : 抵抗素子、C : コンデンサ、PL : 正極ライン、NL : 負極ライン、SW 1 , SW 3 : スイッチ素子、SMR - B , SMR - G , SMR - P : システムメインリレー

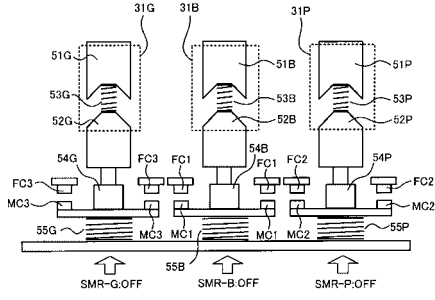
【図2】



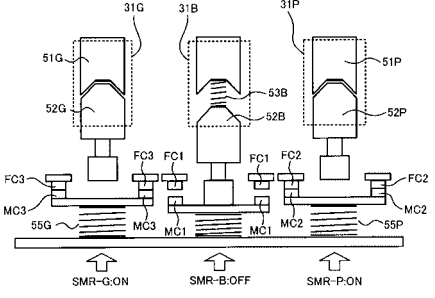
【図3】



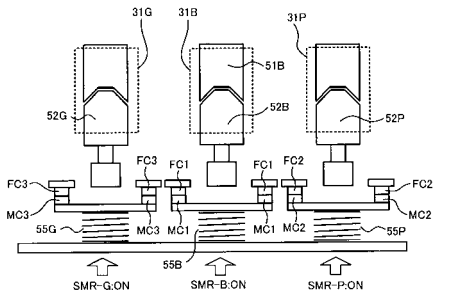
【図4】



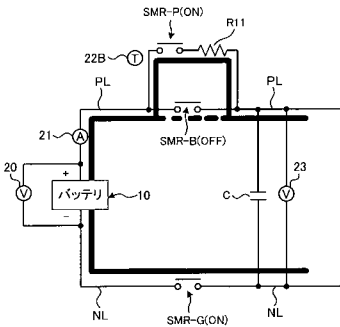
【図5】



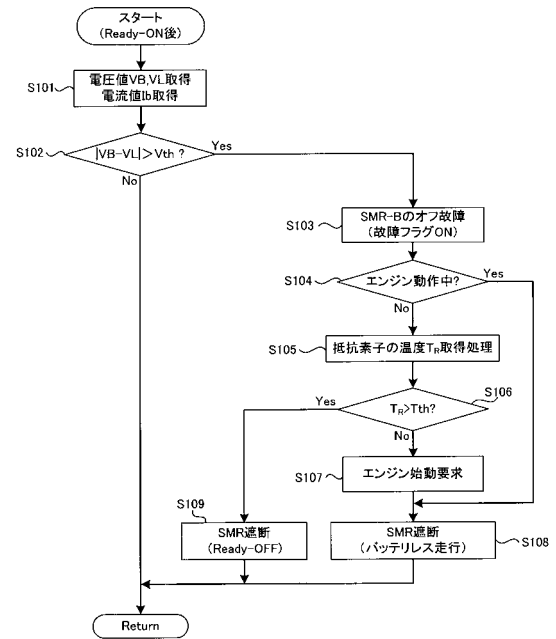
【図6】



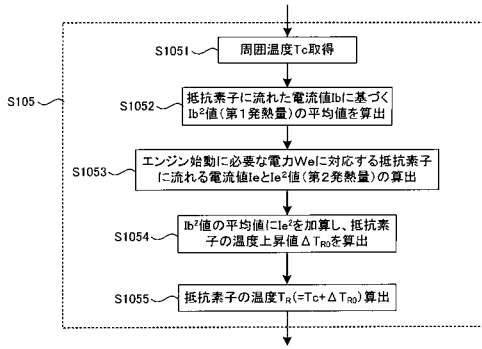
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

温度上昇値 ΔT_{RD} の算出テーブル

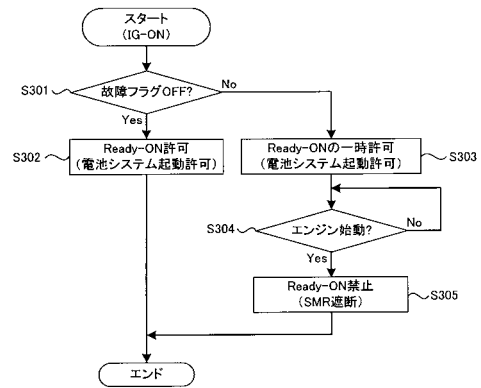
Ib^2 値の平均値	抵抗素子の温度上昇値 ΔT_{RD}
○ A^2	□ $^{\circ}C$
● A^2	■ $^{\circ}C$
◎ A^2	◇ $^{\circ}C$

【図11】

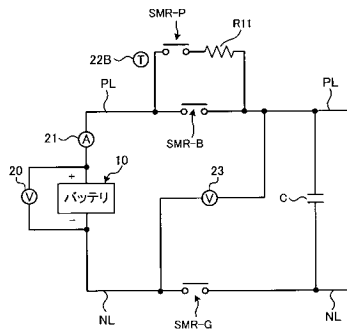
エンジン始動に必要な電力 W_e 算出テーブル

エンジン温度	エンジン始動に必要な電力 W_e
□ $^{\circ}C$	□W
■ $^{\circ}C$	■W
⋮	⋮
◇ $^{\circ}C$	◇W

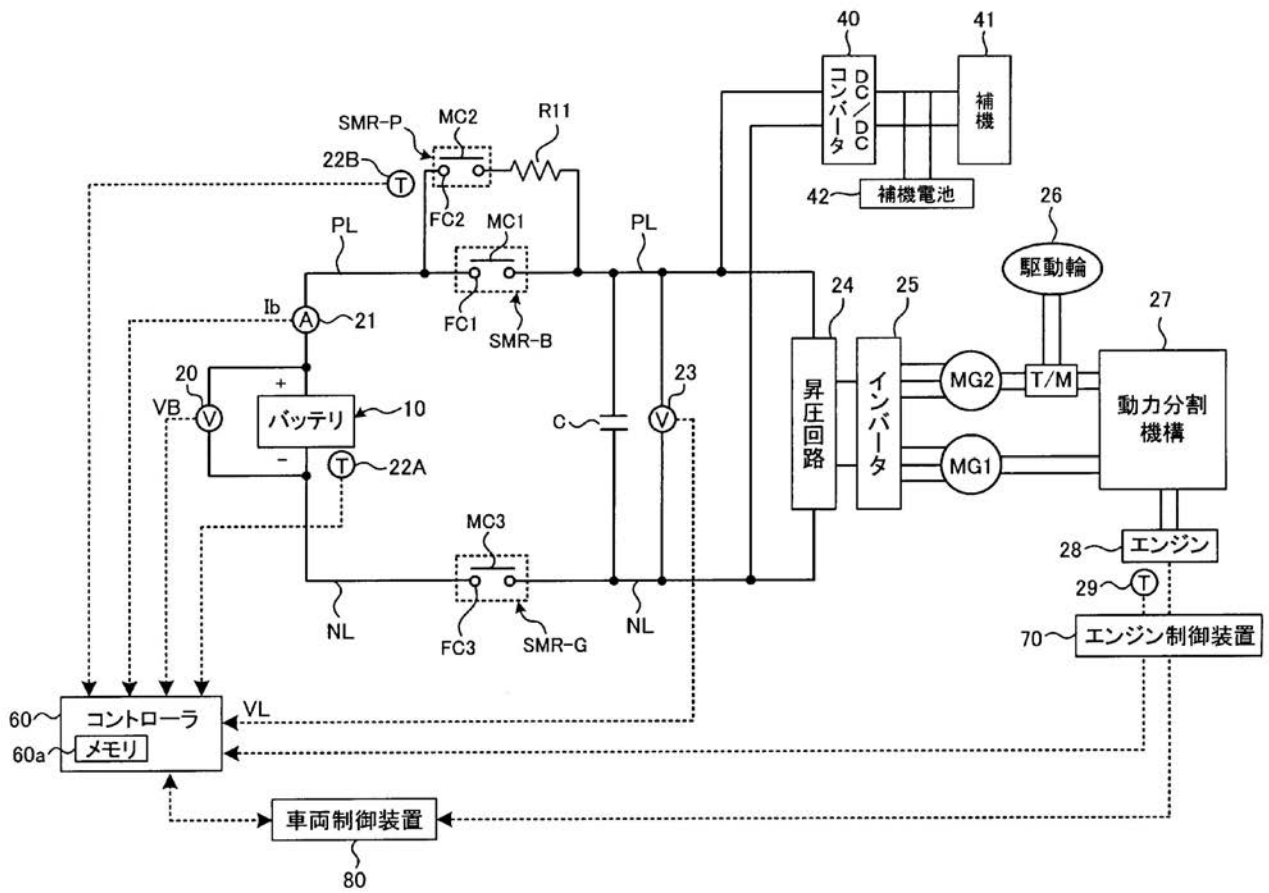
【図12】



【図13】



【図1】



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 6/54 (2007.10)	B 6 0 K	6/445		
B 6 0 W 10/06 (2006.01)	B 6 0 K	6/54		
B 6 0 W 20/00 (2016.01)	B 6 0 K	6/20	3 1 0	
B 6 0 W 10/00 (2006.01)	B 6 0 K	6/20	3 0 0	
H 0 1 H 47/00 (2006.01)	H 0 1 H	47/00		C
	H 0 2 J	7/00		P

Fターム(参考) 5G065 BA04 EA01 GA09 HA01 HA16 NA10 PA01
 5G503 AA07 BA01 BB01 CA11 CC02 DA07 DA08 EA08 FA06 FA14
 GB03 GB06
 5H125 AA01 AC08 AC12 BA09 CD04 EE13 EE15 EE22 EE23 EE68