(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6238079号
(P6238079)

(45)発行日　平成29年11月29日(2017.11.29)　(24)登録日　平成29年11月10日(2017.11.10)

(51)Int.Cl.			F I		
F02D 29/02	(2006.01)		F02D	29/02	321C
B60R 16/033	(2006.01)		F02D	29/02	ZHV
			B60R	16/033	B

請求項の数 10　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2014-140502 (P2014-140502)
(22)出願日　平成26年7月8日 (2014.7.8)
(65)公開番号　特開2016-17456 (P2016-17456A)
(43)公開日　平成28年2月1日 (2016.2.1)
審査請求日　平成28年9月9日 (2016.9.9)

(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　110000604
特許業務法人　共立
(72)発明者　千田　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

審査官　戸田　耕太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転電機およびエンジン始動システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

エンジン（２３）と機械的に接続されるとともに、ステータ巻線（Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ）と界磁巻線（Ｌｆ）とを備えた回転電機本体部（１７ｂ）を有する回転電機（１７）において、

停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと、外部装置（ＥＸ）から始動信号が伝達され、バッテリ（１９）から前記ステータ巻線および前記界磁巻線にそれぞれ電流を流して、前記エンジンを始動させるべく前記回転電機本体部を作動させる制御を行う始動制御部（１７ａ）を有し、

前記始動制御部は、

前記エンジンの運転が不要な停止条件を満たすと、前記外部装置から停止要求信号（ＳＡ）が伝達され、前記界磁巻線に電流（Ｉｆ）を流すことなく、前記バッテリから前記ステータ巻線に電流（Ｉｓ）を流し、前記バッテリの電圧を計測する電圧センサによって計測される電圧値（Ｖｄ）が電圧閾値（Ｖｔｈ）以上、かつ、前記ステータ巻線に流れる電流を計測する電流センサによって計測される電流値（Ｉｓ）が電流閾値（Ｉｔｈ）以上であるか否かで前記バッテリが次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する始動可能性判定手段（１７２）と、

前記始動可能性判定手段によって次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、前記エンジンを停止させるべく前記外部装置に前記エンジンの停止を許可する停止許可信号（ＳＢ）を出力する信号出力手段（１７１）と、

を有することを特徴とする回転電機。

【請求項２】

前記始動制御部は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの始動に必要な電力を供給できないと判定された場合には、前記エンジンを停止させずに前記エンジンの運転を継続し、前記回転電機で発生する電力を前記バッテリに充電する制御を行う充電制御手段（１７３）をさらに有し、

前記信号出力手段は、前記バッテリへの充電を終了する充電終了条件を満たすまで前記充電制御手段による前記バッテリへの充電を行った後、前記停止許可信号を出力することを特徴とする請求項１に記載の回転電機。

【請求項３】

前記充電終了条件は、充電を行う時間である充電時間（ＣＴ）と、充電を行う電流量である充電電流量（ＣＶ）とのうちで一方または双方を含むことを特徴とする請求項２に記載の回転電機。

【請求項４】

前記充電制御手段は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの始動に必要な電力を供給できないと判定されると、前記電圧センサによって計測される電圧値に基づいて前記充電時間および前記充電電流量のうちで一方または双方を変化させることを特徴とする請求項３に記載の回転電機。

【請求項５】

前記バッテリと接続される第１電力線（ＰＬ）と、前記バッテリとは別個の電力源と接続される第２電力線（ＣＬ）との接続／非接続を切り換えるスイッチ部（ＳＷ２）を有し、

前記始動制御部は、少なくとも前記停止条件を満たしてから前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定するまでの間、前記第１電力線と前記第２電力線とを接続しないように前記スイッチ部を切り換えることを特徴とする請求項１から４のいずれか一項に記載の回転電機。

【請求項６】

エンジン（２３）と機械的に接続されるとともにステータ巻線（Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ）と界磁巻線（Ｌｆ）とを備える回転電機（５１）と、

停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと、外部装置（ＥＸ）から始動信号が伝達され、バッテリ（１９）から前記ステータ巻線および前記界磁巻線にそれぞれ電流を流して、前記エンジンを始動させるべく前記回転電機を作動させる制御を行う始動制御部（５０）とを有し、

前記エンジンの運転が不要な停止条件を満たすと前記エンジンを停止させ、停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと前記エンジンを始動させるエンジン始動システム（１０，１０Ｂ，１０Ｃ）において、

前記始動制御部は、

前記停止条件を満たすと、前記外部装置から停止要求信号（ＳＡ）が伝達され、前記界磁巻線に電流（Ｉｆ）を流すことなく、前記バッテリから前記ステータ巻線に電流（Ｉｓ）を流し、前記バッテリの電圧を計測する電圧センサによって計測される電圧値（Ｖｄ）が電圧閾値（Ｖｔｈ）以上、かつ、前記ステータ巻線に流れる電流を計測する電流センサによって計測される電流値（Ｉｓ）が電流閾値（Ｉｔｈ）以上であるか否かで前記バッテリが次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する始動可能性判定手段（５０ｂ）と、

前記始動可能性判定手段によって次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、前記エンジンを停止させるエンジン停止手段（５０ａ）と、

を有することを特徴とするエンジン始動システム。

【請求項７】

前記始動制御部は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの始動に必要な電力を供給できないと判定された場合には、前記エンジンを停止させずに前記エンジンの運転

を継続し、前記回転電機で発生する電力を前記バッテリに充電する制御を行う充電制御手段（５０ｃ）をさらに有し、

前記エンジン停止手段は、前記バッテリへの充電を終了する充電終了条件を満たすまで前記充電制御手段による前記バッテリへの充電を行った後、前記エンジンを停止させるべく前記外部装置に前記エンジンの停止を許可する停止許可信号（ＳＢ）を出力することを特徴とする請求項６に記載のエンジン始動システム。

【請求項８】

前記充電終了条件は、充電を行う時間である充電時間（ＣＴ）と、充電を行う電流量である充電電流量（ＣＶ）とのうちで一方または双方を含むことを特徴とする請求項７に記載のエンジン始動システム。

【請求項９】

前記充電制御手段は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの始動に必要な電力を供給できないと判定されると、前記電圧センサによって計測される電圧値に基づいて前記充電時間および前記充電電流量のうちで一方または双方を変化させることを特徴とする請求項８に記載のエンジン始動システム。

【請求項１０】

前記バッテリと接続される第１電力線（ＰＬ）と、前記バッテリとは別個の電力源と接続される第２電力線（ＣＬ）との接続／非接続を切り換えるスイッチ部（ＳＷ２）を有し、

前記始動制御部は、少なくとも前記停止条件を満たしてから前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定するまでの間、前記第１電力線と前記第２電力線とを接続しないように前記スイッチ部を切り換えることを特徴とする請求項６から９のいずれか一項に記載のエンジン始動システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、エンジンを停止する際の回転電機およびエンジン始動システムに関する。

【背景技術】

【０００２】

従来では、車載バッテリがエンジンを始動させることができるか否かを正確に予測することを目的とする始動性予測装置に関する技術の一例が開示されている（例えば特許文献１を参照）。この始動性予測装置は、車載バッテリが充電中でないときに、車載バッテリの電圧値及び電流値を計測するように構成される。また、エンジンの始動時の始動電流値を車載バッテリの電圧電流特性に適用したときの車載バッテリの電圧値を算出し、算出した電圧値が第１電圧値より低いと判定したときにエンジンが始動不能であると予測する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００８－２３０４３３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

特許文献１の技術を適用しても、以下に示す問題が残る。第１に、スタータ（電動機）に通電しないで計測した車載バッテリの電圧値や電流値と、スタータに通電して計測した車載バッテリの電圧値や電流値とでは、一致しない可能性が高い。また、スタータに通電する場合でも、当該スタータの界磁巻線に電流を流すと出力トルクが発生するため、エンジンが不用意に作動（回転）する可能性がある。

【０００５】

第２に、前回の再始動時のデータに基づいて、次回エンジンを再始動できるバッテリ状態であるかどうかを判定する。前回の再始動と次回の再始動との間には時間的なインター

バルがあり、当該インターバル中に含まれるエンジンの運転状況などに応じて車載バッテリの状態が変化する。もしバッテリの状態が大きく変化する場合には、車載バッテリの電圧電流特性を適用しても推定誤差が大きくなる。

【０００６】

本発明はこのような点に鑑みてなしたものであり、第１の目的は、エンジンが不用意に作動しないように、エンジンを再始動できるか否かを判定できるようにすることである。第２の目的は、エンジンを再始動できるか否かの判定精度を従来よりも向上することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記課題を解決するためになされた第１の発明は、エンジン（２３）と機械的に接続されるとともに、ステータ巻線（Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ）と界磁巻線（Ｌｆ）とを備えた回転電機本体部（１７ｂ）を有する回転電機（１７）において、停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと、外部装置（ＥＸ）から始動信号が伝達され、バッテリ（１９）から前記ステータ巻線および前記界磁巻線にそれぞれ電流を流して、前記エンジンを始動させるべく前記回転電機本体部を作動させる制御を行う始動制御部（１７ａ）を有し、前記始動制御部は、前記エンジンの運転が不要な停止条件を満たすと、前記外部装置から停止要求信号（ＳＡ）が伝達され、前記界磁巻線に電流（Ｉｆ）を流すことなく、前記バッテリから前記ステータ巻線に電流（Ｉｓ）を流し、前記バッテリの電圧を計測する電圧センサによって計測される電圧値（Ｖｄ）が電圧閾値（Ｖｔｈ）以上、かつ、前記ステータ巻線に流れる電流を計測する電流センサによって計測される電流値（Ｉｓ）が電流閾値（Ｉｔｈ）以上であるか否かで前記バッテリが次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する始動可能性判定手段（１７２）と、前記始動可能性判定手段によって次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、前記エンジンを停止させるべく前記外部装置に前記エンジンの停止を許可する停止許可信号（ＳＢ）を出力する信号出力手段（１７１）とを有することを特徴とする。

【０００８】

この構成によれば、始動可能性判定手段は、停止条件を満たす場合（特にエンジンの停止直前）にバッテリの電圧とステータ巻線に流れる電流の計測を行う。計測された電圧値が電圧閾値以上、かつ、電流値が電流閾値以上であるか否かで、バッテリが次回のエンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する。この判定は、エンジンを停止するまでのエンジンの運転状況などによる影響を受けないので、判定精度を従来よりも向上させることができる。また、界磁巻線に電流を流さない状態でステータ巻線に電流を流すため、回転電機には出力トルクが生じない。そのため、エンジンが不用意に作動するのを防止することができる。

【０００９】

第２の発明は、前記始動制御部は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの始動に必要な電力を供給できないと判定された場合には、前記エンジンを停止させずに前記エンジンの運転を継続し、前記回転電機で発生する電力を前記バッテリに充電する制御を行う充電制御手段（１７３）をさらに有し、前記信号出力手段は、前記バッテリへの充電を終了する充電終了条件を満たすまで前記充電制御手段による前記バッテリへの充電を行った後、前記停止許可信号を出力することを特徴とする。

【００１０】

この構成によれば、充電制御手段は、停止条件を満たす場合でも、エンジンの運転を強制的に続けることで発電を行って、バッテリへの充電を行う。また、充電制御手段によって充電終了条件を満たすまで充電を行う。よって、バッテリへの充電によってバッテリ容量（電力容量，蓄電容量とも呼ぶ。以下同じである。）が回復することが十分に考えられるため、エンジンの始動をより確実に行え、判定精度も向上する。

【００１１】

第３の発明は、前記充電制御手段は、前記始動可能性判定手段によって前記エンジンの

始動に必要な電力を供給できないと判定されると、前記電圧センサによって計測される電圧値に基づいて前記充電時間および前記充電電流量のうちで一方または双方を変化させることを特徴とする。

【００１２】

この構成によれば、バッテリの状態に応じて充電時間や充電電流量を可変にするので、停止条件を満たしてからエンジンを停止させるまでの時間を最適化できる（最小限に抑えられる）。また、始動可能性判定手段による判定の頻度を最小化し、無駄な電力消費を抑制することが可能となる。

【００１３】

第４の発明は、エンジン（２３）と機械的に接続されるとともにステータ巻線（Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ）と界磁巻線（Ｌｆ）とを備える回転電機（５１）と、停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと、外部装置（ＥＸ）から始動信号が伝達され、バッテリ（１９）から前記ステータ巻線および前記界磁巻線にそれぞれ電流を流して、前記エンジンを始動させるべく前記回転電機を作動させる制御を行う始動制御部（５０）とを有し、前記エンジンの運転が不要な停止条件を満たすと前記エンジンを停止させ、停止している前記エンジンの運転が必要な始動条件を満たすと前記エンジンを始動させるエンジン始動システム（１０，１０Ｂ，１０Ｃ）において、前記始動制御部は、前記停止条件を満たすと、前記外部装置から停止要求信号（ＳＡ）が伝達され、前記界磁巻線に電流（Ｉｆ）を流すことなく、前記バッテリから前記ステータ巻線に電流（Ｉｓ）を流し、前記バッテリの電圧を計測する電圧センサによって計測される電圧値（Ｖｄ）が電圧閾値（Ｖｔｈ）以上、かつ、前記ステータ巻線に流れる電流を計測する電流センサによって計測される電流値（Ｉｓ）が電流閾値（Ｉｔｈ）以上であるか否かで前記バッテリが次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する始動可能性判定手段（５０ｂ）と、前記始動可能性判定手段によって次回の前記エンジンの始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、前記エンジンを停止させるエンジン停止手段（５０ａ）とを有することを特徴とする。

【００１４】

この構成によれば、始動可能性判定手段は、停止条件を満たす場合（特にエンジンの停止直前）にバッテリの電圧とステータ巻線に流れる電流の計測を行う。計測された電圧値が電圧閾値以上、かつ、計測された電流値が電流閾値以上であるか否かで、バッテリが次回のエンジンの始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する。この判定は、エンジンを停止するまでのエンジンの運転状況などによる影響を受けないので、判定精度を従来よりも向上させることができる。また、界磁巻線に電流を流さない状態でステータ巻線に電流を流すため、回転電機には出力トルクが生じない。そのため、エンジンが不用意に作動するのを防止することができる。

【００１５】

なお「バッテリ」は、充電（蓄電）と供給（放電）が可能であれば、種類や数等を問わない。充電と供給が可能なバッテリと、充電できずに供給しか行えないバッテリとを組み合わせてもよい。「回転電機」は、エンジンを始動させるために少なくとも電動機として作動（機能）する機器であり、さらに発電機としても作動する機器が望ましい。「停止条件」は、エンジンの運転が不要であり、エンジンを停止させるための条件であれば、任意に設定してよい。「始動条件」は、エンジンの運転が必要であり、エンジンを始動させるための条件であれば、任意に設定してよい。「始動」には再始動を含む。「充電時間」は、バッテリへの充電を開始してから終了するまでの時間（期間）である。「充電電流量」は、バッテリへの充電を開始してから終了するまでに流す電流の積算量（「充電容量」とも呼び、単位はアンペア時[Ah]）である。各種の「信号」は任意であり、アナログ信号でもよく、デジタル信号でもよく、データなどでもよい。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】エンジン始動システムの第１構成例を示す模式図である。

【図２】回転電機の第１構成例を示す模式図である。
【図３】電力変換手段の構成例を示す模式図である。
【図４】始動制御処理の手続き例を示すフローチャート図である。
【図５】充電制御処理の手続き例を示すフローチャート図である。
【図６】電圧値と充電時間，充電電流量との関係を示すグラフ図である。
【図７】電圧，電流，回転数等の経時的な変化を示すタイムチャート図である。
【図８】エンジン始動システムの第２構成例を示す模式図である。
【図９】エンジン始動システムの第３構成例を示す模式図である。
【図１０】始動制御部の構成例を示す模式図である。
【図１１】エンジン始動システムの第４構成例を示す模式図である。
【図１２】回転電機の第２構成例を示す模式図である。
【図１３】エンジン始動システムの第５構成例を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
以下、本発明を実施するための形態について、図面に基づいて説明する。なお、特に明示しない限り、「接続する」という場合には電気的に接続することを意味する。各図は、本発明を説明するために必要な要素を図示し、実際の全要素を図示しているとは限らない。上下左右等の方向を言う場合には、図面の記載を基準とする。各実施の形態で示すエンジン始動システム１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃは、いずれもエンジン始動システム１０の一例であり、図面で単に符号「１０」を示す場合はいずれにも対応する。英数字の連続符号は記号「～」を用いて略記する。例えば上記「エンジン始動システム１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃ」は「エンジン始動システム１０Ａ～１０Ｃ」と略記する。
【００１８】
〔実施の形態１〕
実施の形態１は図１～図７を参照しながら説明する。図１に示す車両１００は、ハイブリッド自動車の構成例である。この車両１００は、バッテリ１１，１９，２０、電気負荷１２、コンバータ１３、車輪１４、トランスミッション１５、回転電機１６，１７、動力伝達部材１８，２２、インバータ２１、エンジン２３、電力変換制御装置２４などを有する。これらの要素のうちで、エンジン始動システム１０Ａは、少なくとも回転電機１７や電圧センサ３０（図２を参照）などを含む。
【００１９】
バッテリ１１は、第２電力線ＣＬに電力を供給する電力源であり、かつ、バッテリ１９とは別個の電力源である。バッテリ１９は、エンジン２３の始動時に電力を供給したり、スイッチ部ＳＷ３を介して第２電力線ＣＬに電力を供給したりする電力源である。バッテリ２０は、スイッチ部ＳＷ１を介して第３電力線ＨＬに電力を供給する電力源である。バッテリ１１，１９，２０は、蓄電と放電が行えれば種類を問わず、例えばリチウムイオン電池や鉛蓄電池などのような二次電池が該当する。本形態では、バッテリ１１，１９に蓄電池（例えば鉛蓄電池等）を用い、バッテリ２０にリチウムイオン電池を用いる。
【００２０】
第１電力線ＰＬ，第２電力線ＣＬ，第３電力線ＨＬは、いずれも電力の伝送路であって、中継用のコネクタを含めてもよい。第２電力線ＣＬと第１電力線ＰＬの間にはスイッチ部ＳＷ２が介在される。スイッチ部ＳＷ２は「分離スイッチ」に相当する。本形態における第１電力線ＰＬと第２電力線ＣＬの電圧（例えば１２ボルト）は、第３電力線ＨＬ（例えば６６０ボルト）よりも低い。
【００２１】
電気負荷１２は、第２電力線ＣＬを介して供給されて作動する部品や部材等である。例えば、計器、カーナビゲーションシステム、ランプ類（例えば前照灯，室内灯，尾灯等）、冷暖房機（エアコンやヒーター等）、ワイパー等の部材を作動させるモータなどが該当する。コンバータ１３は、第２電力線ＣＬと第３電力線ＨＬの間で電圧を変換する。インバータ２１は、バッテリ２０から供給される電力を変換して回転電機１６（電動機として

機能）に供給したり、回転電機１６（発電機として機能）から供給される電力を変換してバッテリ２０に充電したりする。コンバータ１３とインバータ２１は、破線で示すように、いずれも電力変換制御装置２４から個別に伝達される信号に基づいて作動する。

【００２２】

回転電機１７は、上述したようにエンジン始動システム１０Ａに含まれ、動力伝達部材１８によってエンジン２３と機械的に接続される。この回転電機１７は、電動機と発電機の機能を兼ね備える。エンジン２３を始動させる場合、エンジン２３の動力をアシストする場合、後述するバッテリ１９の始動可能性を判定する場合などでは、電動機として機能する。エンジン２３や車輪１４による動力を受ける場合などでは、発電機として機能する。回転電機１７の構成例については後述する（図２を参照）。

【００２３】

動力伝達部材１８は、エンジン２３と機械的に接続でき、かつ、エンジン２３の始動や発電を行えれば任意の部材を用いてよい。例えば、シャフト（回転軸），カム，リンク，クランク，ベルト，歯車，ラック＆ピニオンなどのうちで一以上が該当する。

【００２４】

車両１００の動力源は、エンジン２３と回転電機１６である。エンジン２３は、内燃機関であれば種類を問わない。回転電機１６は、動力伝達部材２２によってエンジン２３と機械的に接続され、電動機と発電機の機能を有する。エンジン２３および回転電機１６のうちで一方または双方で発生する動力は、トランスミッション１５や動力伝達部材２２を経て車輪１４に伝達される。こうして車輪１４に動力が伝達されることで車両１００が走行する。トランスミッション１５は、マニュアルでもよく、オートマチックでもよい。

【００２５】

動力源として作動する場合の回転電機１６は、バッテリ２０からインバータ２１を経て供給される電力を受けて電動機として機能する。回転電機１６が動力伝達部材１８から動力を受ける場合には、発電機として機能する。動力伝達部材１８から動力を受ける例としては、例えばエンジン２３が運転されている場合や、動力を必要としない状態で車両１００が走行（例えば惰性走行や下り坂走行等）する場合などが該当する。

【００２６】

図２に示す回転電機１７は、始動制御部１７ａや回転電機本体部１７ｂなどを有する。始動制御部１７ａは、外部装置ＥＸとの間で信号を伝達可能に構成され、主にエンジン２３を始動させるために回転電機本体部１７ｂを作動する制御を行う。外部装置ＥＸは、例えばＥＣＵ（Electronic Control Unit）やコンピュータ等が該当する。回転電機本体部１７ｂは、ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗや界磁巻線Ｌｆなどを有する（図３を参照）。

【００２７】

始動制御部１７ａは、バッテリ１９から供給される電力を受けてエンジン２３の始動に必要な電流を界磁巻線Ｌｆ（図３を参照）に流す制御を行うほか、エンジン２３を停止する前に次回のエンジン２３の始動に必要な電力を確保する制御を行う。図２に示す始動制御部１７ａは、信号出力手段１７１，始動可能性判定手段１７２，充電制御手段１７３，電力変換制御手段１７４などを有する。

【００２８】

始動可能性判定手段１７２は、エンジン２３の運転が不要な停止条件を満たすと、エンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する。すなわち、始動可能か始動不能かの始動可能性を判定する。始動可能と判定する場合は、信号出力手段１７１に判定結果信号ＳＣを伝達する。始動不能と判定する場合は、バッテリ１９への充電を行うために充電制御手段１７３に充電要求信号ＳＤを伝達した後、充電制御手段１７３から充電完了信号ＳＥを受けるまで待機し、充電完了信号ＳＥを受けてから再び始動可能性を判定する。言い換えると、始動不能と判定する場合は、始動可能性と判定するまでバッテリ１９に充電する制御を行う。

【００２９】

始動可能性の判定を行うにあたり、始動可能性判定手段１７２は電力変換制御手段１７

４に判定指令信号ＳＦを伝達する。当該判定指令信号ＳＦを受けた電力変換制御手段１７４は、電力変換を行って、回転電機本体部１７ｂの界磁巻線Ｌｆに界磁電流Ｉｆを流すことなく（すなわちＩｆ＝０）、ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗにステータ電流Ｉｓを流す（図３，図６，図７をも参照）。界磁電流Ｉｆとステータ電流Ｉｓは、判定用電流ＳＨに相当する。そして、始動可能性判定手段１７２は、電圧センサ３０によって計測されるバッテリ１９の電圧値Ｖｄと、電流センサ３１によって計測される電流値（図３に示すステータ電流Ｉｓ）とに基づいて始動可能性を判定する。具体的な始動可能性の判定例については後述する（図４，図６を参照）。

【００３０】

充電制御手段１７３は、エンジン２３を停止させずにエンジン２３の運転を継続し、回転電機１７で発生する電力をバッテリ１９に充電する制御を行う。バッテリ１９への充電は、始動可能性判定手段１７２が始動不能と判定して伝達する充電要求信号ＳＤを充電制御手段１７３が受けた場合に行う。充電要求信号ＳＤを受けた充電制御手段１７３は、電力変換制御手段１７４に対して充電指令信号ＳＧを伝達する。

【００３１】

電力変換制御手段１７４は電力の変換を行う。本形態では、電力変換制御手段１７４が判定指令信号ＳＦを受けると、バッテリ１９から第１電力線ＰＬを介して供給される電力を変換して回転電機本体部１７ｂに出力する制御を行う。上述したように、界磁巻線Ｌｆには界磁電流Ｉｆを流さず、ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗにステータ電流Ｉｓを流す。また、電力変換制御手段１７４が充電指令信号ＳＧを受けると、回転電機本体部１７ｂで発生する起電力ＥＦ（すなわち電力）を変換してバッテリ１９に充電する制御を行う。電力変換制御手段１７４の構成例については後述する（図３を参照）。

【００３２】

信号出力手段１７１は、始動可能性判定手段１７２が判定結果信号ＳＣを受けると、外部装置ＥＸにエンジン２３の停止を許可する停止許可信号ＳＢを出力する。停止許可信号ＳＢを受けた外部装置ＥＸは、エンジン２３を停止させるための制御（例えば燃料供給の停止など）を行う。

【００３３】

図３に示す電力変換制御手段１７４は、インバータ制御部１７４ａやインバータ１７４ｂなどを有する。インバータ制御部１７４ａは、始動可能性判定手段１７２から伝達される判定指令信号ＳＦや、充電制御手段１７３から伝達される充電指令信号ＳＧなどの各種信号に基づいて、インバータ１７４ｂに含まれる複数のスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６，Ｑｆの作動を制御する。

【００３４】

インバータ１７４ｂは、スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６，Ｑｆ、ダイオードＤ１～Ｄ６，Ｄｆなどを有する。スイッチング素子Ｑ１～Ｑ６，Ｑｆは、いずれもスイッチング動作が可能な任意の半導体素子を適用できる。例えば、ＦＥＴ（具体的にはＭＯＳＦＥＴ，ＪＦＥＴ，ＭＥＳＦＥＴ等）、ＩＧＢＴ、ＧＴＯ、パワートランジスタなどが該当する。本形態ではＩＧＢＴを適用する。これらのスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６，Ｑｆは、いずれもインバータ制御部１７４ａから個別に伝達される信号に従ってオン／オフが駆動される。ダイオードＤ１～Ｄ６，Ｄｆは、それぞれ対応するスイッチング素子のコレクタ端子とエミッタ端子との間に並列接続される。これらのダイオードＤ１～Ｄ６は、いずれもフリーホイールダイオードとして機能する。スイッチング素子Ｑ１～Ｑ３やダイオードＤ１～Ｄ３などは上アーム側に配置され、スイッチング素子Ｑ４～Ｑ６やダイオードＤ４～Ｄ６などは下アーム側に配置される。共通電位Ｇは、少なくともインバータ１７４ｂ内で共通する電位（グラウンド）である。接地する場合の共通電位Ｇは０[Ｖ]になる。

【００３５】

インバータ１７４ｂ内の回路素子は、一点鎖線で囲って示すように三相（本例ではＵ相，Ｖ相，Ｗ相）が並列接続され、インバータ制御部１７４ａによって相ごとに作動が制御される。Ｕ相は、スイッチング素子Ｑ１，Ｑ４やダイオードＤ１，Ｄ４などで構成される

。Ｖ相は、スイッチング素子Ｑ２，Ｑ５やダイオードＤ２，Ｄ５などで構成される。Ｗ相は、スイッチング素子Ｑ３，Ｑ６やダイオードＤ３，Ｄ６などで構成される。Ｕ相のスイッチング素子Ｑ１，Ｑ４は、直列接続されてハーフブリッジを構成する。Ｖ相のスイッチング素子Ｑ２，Ｑ５と、Ｗ相のスイッチング素子Ｑ３，Ｑ６とについても同様に、直列接続されてハーフブリッジを構成する。ハーフブリッジの各接続点とインバータ１７４ｂのステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗとは、それぞれ線路Ｋｕ，Ｋｖ，Ｋｗによって接続される。スイッチング素子Ｑ１，Ｑ４が駆動されると、ステータ巻線Ｌｕには線路Ｋｕを経てＵ相電流Ｉｕが流れる。スイッチング素子Ｑ２，Ｑ５が駆動されると、ステータ巻線Ｌｖには線路Ｋｖを経てＶ相電流Ｉｖが流れる。スイッチング素子Ｑ３，Ｑ６が駆動されると、ステータ巻線Ｌｗには線路Ｋｗを経てＷ相電流Ｉｗが流れる。Ｕ相電流Ｉｕ，Ｖ相電流Ｉｖ，Ｗ相電流Ｉｗは、電流センサ３１によってステータ電流Ｉｓとして計測される。

【００３６】

またインバータ１７４ｂ内の回路素子は、上述した三相に対して、スイッチング素子Ｑｆが並列接続される。スイッチング素子Ｑｆは、回転電機本体部１７ｂの界磁巻線Ｌｆと直列接続される。界磁巻線Ｌｆを流れる電流は、電流センサ３２によって界磁電流Ｉｆとして計測される。

【００３７】

図３では、ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，ＬｗをＹ結線した回転電機本体部１７ｂを示す。結線形態はＹ結線に限らず、回転電機本体部１７ｂの種類や定格等に応じて変えてもよい。図示しないが、ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，LｗはΔ結線としてもよく、Ｙ結線とΔ結線を組み合わせるＹ－Δ結線としてもよい。

【００３８】

上述のように構成された回転電機１７において繰り返し実行される始動制御処理について、図４を参照しながら説明する。図４のステップＳ１９は信号出力手段１７１に相当する。ステップＳ１１，Ｓ１４，Ｓ１５は始動可能性判定手段１７２（電力変換制御手段１７４を含む）に相当する。ステップＳ２２（図５の充電制御処理）は充電制御手段１７３（電力変換制御手段１７４を含む）に相当する。なお、始動制御処理を実行する前は、エンジン２３が運転されており、分離スイッチ（スイッチ部ＳＷ２）がオンになっていると仮定する。当該分離スイッチのオン／オフ制御は、始動制御部１７ａが行う。

【００３９】

図４の始動制御処理において、まずエンジン２３を停止する停止条件を満たすか否かを判別する〔ステップＳ１０〕。本形態では、外部装置ＥＸから停止要求信号ＳＡを受けるか否かで判別する。停止要求信号ＳＡを受けるまで待機する（ステップＳ１０でＮＯ）。言い換えれば、ステップＳ１１以降の処理を実行しない。

【００４０】

停止要求信号ＳＡを受けると（ステップＳ１０でＹＥＳ）、判定指令信号ＳＦの伝達に従ってスイッチング素子Ｑｆをオフして界磁巻線Ｌｆへの通電を停止する〔ステップＳ１１〕。界磁巻線Ｌｆへの通電が停止されると、界磁電流Ｉｆが減少し、ついには流れなくなる（すなわちＩｆ＝０）。そこで、界磁巻線Ｌｆを流れる界磁電流Ｉｆが０[A]に達するまで待機する（ステップＳ１２でＮＯ）。

【００４１】

界磁巻線Ｌｆに界磁電流Ｉｆが流れなくなると（ステップＳ１２でＹＥＳ）、分離スイッチをオフにするとともに〔ステップＳ１３〕、判定指令信号ＳＦの伝達に従ってスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６を駆動してステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗへの通電を開始する〔ステップＳ１４〕。このときの回転電機本体部１７ｂは電動機として作動する。ステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗへの通電を開始すると、相電流Ｉｕ，Ｉｖ，Ｉｗが流れるとともに、バッテリ１９の端子電圧である電圧値Ｖｄが変化する（通常は低下する）。

【００４２】

そこで、電圧センサ３０によって計測される電圧値Ｖｄと、電流センサ３１によって計測されるステータ電流Ｉｓとに基づいて始動可能性を判定する〔ステップＳ１５〕。始動

可能性の判定法は任意に設定してよい。本形態では、判定期間内において、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以上で維持され（Ｉｓ≧Ｉｔｈ）、かつ、電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上で維持される場合には（Ｖｄ≧Ｖｔｈ）、始動可能と判定する。これに対して、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈを下回るか（Ｉｓ＜Ｉｔｈ）、あるいは電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈを下回る場合は（Ｖｄ＜Ｖｔｈ）、始動不能と判定する。

【００４３】

ステップＳ１５で行った判定が始動可能であれば（ステップＳ１６でＹＥＳ）、バッテリ１９からエンジン２３の始動に必要な電力を供給できる。そこで、判定のために行ったステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗへの通電を停止するためにスイッチング素子Ｑ１～Ｑ６をオフにし〔ステップＳ１７〕、分離スイッチをオンする〔ステップＳ１８〕。こうしてエンジン２３を停止するための準備が整ったので、判定結果信号ＳＣに基づいて停止許可信号ＳＢを外部装置ＥＸに伝達する。停止許可信号ＳＢを受けた外部装置ＥＸは、エンジン２３を停止するための制御を行う。

【００４４】

一方、ステップＳ１５で行った判定が始動不能であれば（ステップＳ１６でＮＯ）、バッテリ１９の充電容量を増やすために充電を行う（ステップＳ２０～Ｓ２２）。具体的には、ステップＳ１７と同様にステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗへの通電を停止し〔ステップＳ２０〕、分離スイッチをオンしたうえで〔ステップＳ２１〕、充電制御処理を実行する〔ステップＳ２２〕。

【００４５】

図５に示す充電制御処理において、上記判定期間内に計測された電圧値Ｖｄやステータ電流Ｉｓに基づいて充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを変化させる〔ステップＳ３０〕。充電時間ＣＴは充電を行う期間であり、充電電流量ＣＶを充電時にバッテリ１９へ流す電流量である。充電時間ＣＴを設定（変化を含む。以下同じである。）してもよく、充電電流量ＣＶを設定してもよく、充電時間ＣＴと充電電流量ＣＶの双方を設定してもよい。ステップＳ３０は実行してもよく、実行しなくてもよい。実行しない場合には、充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶをそれぞれの所定の一定値に設定する。

【００４６】

充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを変化させる一例を図６に示す。図６には、左縦軸を充電時間ＣＴと、右縦軸を充電電流量ＣＶとし、横軸を電圧値Ｖｄとしたときの特性線Ｌ１，Ｌ２を示す。通常は電圧値Ｖｄが大きくなるほど、バッテリ１９の充電容量（残量）も多いので、充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを小さくしてもよい。逆に電圧値Ｖｄが小さくなるほど、バッテリ１９の充電容量も少ないので、充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを大きくする必要がある。実線で示す特性線Ｌ１は曲線状に規定され、一点鎖線で示す特性線Ｌ２は曲線状に規定される。電圧値Ｖｄと充電時間ＣＴの関係は、特性線Ｌ１で規定してもよく、特性線Ｌ２で規定してもよい。電圧値Ｖｄと充電電流量ＣＶの関係も同様に、特性線Ｌ１で規定してもよく、特性線Ｌ２で規定してもよい。電圧値Ｖｄが定まれば、特性線Ｌ１，Ｌ２に基づいて充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶも定まる。

【００４７】

上記電圧値Ｖｄに代えて、図６の括弧内に示すステータ電流Ｉｓを用いてもよく、電力値Ｐｓ（＝Ｖｄ×Ｉｓ）を用いてもよい。電圧値Ｖｄ，ステータ電流Ｉｓ，電力値Ｐｓのうちで二以上を用いてもよい。二以上を用いる場合は、複数の充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶが定まるので、一つの値を選択したり、単純平均や加重平均等を求めたりすればよい。

【００４８】

図５に戻り、充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを設定した後、充電要求信号ＳＤおよび充電指令信号ＳＧに基づいて充電を開始する〔ステップＳ３１〕。具体的には、まだ停止していないエンジン２３の動力を利用する。すなわちエンジン２３から動力伝達部材１８を経て伝達される動力に基づいて、回転電機本体部１７ｂを発電機として機能させる。回転電機本体部１７ｂで発生する起電力ＥＦは、電力変換制御手段１７４や第１電力線ＰＬを

経てバッテリ１９に伝達させ充電する（図１，図２を参照）。
【００４９】
上記ステップＳ３１の充電は充電終了条件を満たすまで継続する（ステップＳ３２でＮＯ）。充電終了条件は、充電を終える条件であれば任意に設定してよく、充電時間ＣＴや充電電流量ＣＶを含む。充電終了条件を満たすと（ステップＳ３２でＹＥＳ）、充電完了信号ＳＥおよび充電指令信号ＳＧに基づいて充電を終了し〔ステップＳ３３〕、充電制御処理を終了（リターン）する。
【００５０】
上述した回転電機１７（具体的には図２，図３に示す始動制御部１７ａ）による制御例（変化例を含む）を図７に示す。横軸を時刻ｔとする。縦軸には上から順番に、停止条件成立フラグＦＬ，スイッチ部ＳＷ２（分離スイッチ），ステータ電流Ｉｓ，界磁電流Ｉｆ，電圧値Ｖｄ，エンジン２３の回転数Ｒについてそれぞれ経時的変化の一例を示す。なお、時刻ｔ１よりも前は、エンジン２３が運転されていると仮定する。
【００５１】
時刻ｔ１に外部装置ＥＸから停止要求信号ＳＡを受けると停止条件を満たすので（図４のステップＳ１０でＹＥＳ）、停止条件成立フラグＦＬをロー（図７では「Ｌ」と示す）からハイ（図７では「Ｈ」と示す）にする。停止条件成立フラグＦＬがハイになると、回転電機本体部１７ｂへの通電を停止し、少なくとも界磁電流Ｉｆが０[Ａ]に達するまで待機する（図４のステップＳ１２）。図７の例では、時刻ｔ１に電流値Ｉｆ１であった界磁電流Ｉｆが時刻ｔ２に０[Ａ]に達する。ステータ電流Ｉｓは、通電時の電流値Ｉｓ２から０[Ａ]になっている。時刻ｔ１から時刻ｔ２までの期間は一定とは限らない。
【００５２】
時刻ｔ２に界磁電流Ｉｆが０[Ａ]に達したので、スイッチ部ＳＷ２をオンからオフに切り換え（図４のステップＳ１３）、次回のエンジン２３の始動に必要な電力をバッテリ１９が蓄えているか否かの判定を行う（図４のステップＳ１５）。例えば、時刻ｔ２から時刻ｔ３までのチェック区間Ｃｈｋ１において、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以下を維持でき、かつ、電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上を維持できるか否かで判定する。
【００５３】
図７に実線で示す変化例では、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以下となる電流値Ｉｓ１で維持できた（Ｉｔｈ＞Ｉｓ１）。しかし、スイッチ部ＳＷ２のオフに伴って、バッテリ１９の電圧値Ｖｄは電圧値Ｖｄ３から電圧値Ｖｄ２に低下し、さらにチェック区間Ｃｈｋ１を経過すると電圧閾値Ｖｔｈを下回る電圧値Ｖｄ１まで低下している（Ｖｄ３＞Ｖｄ２＞Ｖｔｈ＞Ｖｄ１）。図７に二点鎖線で示す変化例のように、電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上を維持できたものの、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈを下回っている。電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈを下回り、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈを下回る場合も同様である。いずれの場合でも、図４に示すステップＳ１５では「始動不能」と判定される。そこで、時刻ｔ３ではステータ電流Ｉｓへの通電を停止して、ステータ電流Ｉｓを０[Ａ]にする。
【００５４】
「始動不能」と判定されたので、スイッチ部ＳＷ２をオフからオンに切り換え（図４のステップＳ２１）、時刻ｔ３以降はエンジン２３の運転を停止することなく、回転電機本体部１７ｂを発電機として機能させてバッテリ１９への充電を行う。すなわちエンジン２３の回転数Ｒが０[rpm]を超える回転数（通常はアイドリング回転数以上）で維持される。そのため、回転数Ｒは二点鎖線で示すように一定回転数になるとは限らない。図７の制御例では、時刻ｔ３の時点における電圧値Ｖｄに基づいて、図６に示す特性線Ｌ１から充電時間ＣＴを特定し、特性線Ｌ２から充電電流量ＣＶ（図７では電流値Ｉｓ３）を特定する。よって、時刻ｔ３から充電時間ＣＴに相当する充電区間ＣＳ（すなわちＣＳ＝ＣＴ）を経過する時刻ｔ４まで、充電電流量ＣＶに対応する電流値Ｉｓ３を確保しながらバッテリ１９への充電を行う。起電力ＥＦの発生によって、図７の変化例では界磁電流Ｉｆに電流値Ｉｆ２が流れている。なお、電流値Ｉｓ３を確保できない場合は、回転電機本体部１

７ｂの起電力ＥＦで確保できる最大の電流で充電するとよい。

【００５５】

充電区間ＣＳを経過する時刻ｔ４には充電終了条件を満たすので、バッテリ１９への充電を終了する（図５のステップＳ３２，Ｓ３３）。続いて、再び回転電機本体部１７ｂへの通電を停止し、少なくとも界磁電流Ｉｆが0[A]に達するまで待機する（図４のステップＳ１２）。図７の例では、時刻ｔ５に界磁電流Ｉｆが0[A]に達する。そして、再び次回のエンジン２３の始動に必要な電力をバッテリ１９が蓄えているか否かの判定を行う（図４のステップＳ１５）。判定方法は、上述したチェック区間Ｃｈｋ１と同様である。

【００５６】

時刻ｔ５から時刻ｔ６までのチェック区間Ｃｈｋ２において、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以下を維持でき、かつ、電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上を維持できるか否かで判定する。図７に実線で示す変化例では、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以下となる電流値Ｉｓ１で維持できた（Ｉｔｈ＞Ｉｓ１）。また、スイッチ部ＳＷ２のオフに伴ってバッテリ１９の電圧値Ｖｄは充電時の電圧値Ｖｄ７から電圧値Ｖｄ６に低下し、さらにチェック区間Ｃｈｋ２を経過する時刻ｔ６には電圧値Ｖｄ５まで低下したが、電圧閾値Ｖｔｈ以上を確保できた（Ｖｄ７＞Ｖｄ６＞Ｖｄ５＞Ｖｔｈ）。よって、図４に示すステップＳ１５では「始動可能」と判定される。そのため、時刻ｔ６には外部装置ＥＸに停止許可信号ＳＢを伝達する（図４のステップＳ１９）。外部装置ＥＸが停止許可信号ＳＢを受けて、エンジン２３を停止させる制御を行い、時刻ｔ７には回転数Ｒが0[rpm]になった。エンジン２３が停止した時刻ｔ７以降、停止条件成立フラグＦＬをローにする。

【００５７】

図示しないが、時刻ｔ５からチェック区間Ｃｈｋ２を経過するまでに、ステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以下を維持でき、かつ、電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上を維持できなければ、再びバッテリ１９への充電を行うために充電区間ＣＳを設ける。すなわち充電区間ＣＳを２回以上実施する。こうすることにより、バッテリ１９のバッテリ容量を確実回復させることができ、エンジン２３の始動をより確実に行える。

【００５８】

その後、エンジン２３の運転が必要な始動条件を満たすと、外部装置ＥＸは始動制御部１７ａに始動信号を伝達して回転電機本体部１７ｂを作動させたり、エンジン２３に燃料を供給する制御を行ったりするなどして、エンジン２３を始動させる。始動条件は任意に設定してよい。例えば、アクセルペダルが踏まれる条件、ブレーキペダルが解放される（踏まれない）条件、始動操作が行われる条件などが該当する。

【００５９】

〔実施の形態２〕

実施の形態２は図８を参照しながら説明する。なお図示および説明を簡単にするため、特に明示しない限り、実施の形態１で用いた要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。よって、主に実施の形態１と相違する点を説明する。

【００６０】

図８に示す車両１１０は、ガソリン自動車の構成例である。本明細書でいうガソリン自動車は、化石燃料（石油や天然ガス等）の燃焼によって動力を得る車両を意味する。この車両１１０は、バッテリ１１，１９、電気負荷１２、車輪１４、トランスミッション１５、回転電機１７、動力伝達部材１８，２２、エンジン２３などを有する。

【００６１】

エンジン始動システム１０Ａは、実施の形態１と同様に、少なくとも回転電機１７や電圧センサ３０などを含む。また、回転電機１７を構成する始動制御部１７ａや回転電機本体部１７ｂも実施の形態１と同様に構成できる（図２，図３を参照）。この構成によれば、図４に示す始動制御処理や図５に示す充電制御処理を実行することができるので、図７に示すような制御例を実現することができる。

【００６２】

〔実施の形態３〕

実施の形態３は図９，図１０を参照しながら説明する。なお図示および説明を簡単にするため、特に明示しない限り、実施の形態１，２で用いた要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。よって、主に実施の形態１，２と相違する点を説明する。

【００６３】

図９に示す車両１２０は、実施の形態１と同様に、ハイブリッド自動車の構成例である。この車両１２０は、バッテリ１１，１９，２０、電気負荷１２、コンバータ１３、車輪１４、トランスミッション１５、回転電機１６，５１、動力伝達部材１８，２２、インバータ２１、エンジン２３、電力変換制御装置２４、始動制御部５０などを有する。これらの要素のうちで、エンジン始動システム１０Ｂは、少なくとも始動制御部５０，回転電機５１，電圧センサ３０（図１０を参照）などを含む。

【００６４】

車両１２０が図１に示す車両１００と相違するのは、エンジン始動システム１０の構成である。すなわち、車両１００は回転電機１７に始動制御部１７ａを組み込んだのに対して、車両１２０は回転電機５１とは別個に始動制御部５０を備える。始動制御部５０は、始動制御部１７ａに相当し、外部装置ＥＸと回転電機５１との間に介在させる。言い換えると、従来のハイブリッド自動車に始動制御部５０を付加すればよい。この始動制御部５０は、ＥＣＵやコンピュータ等が該当する。

【００６５】

図１０に示す始動制御部５０は、エンジン停止手段５０ａ，始動可能性判定手段５０ｂ，充電制御手段５０ｃ，電力変換制御手段５０ｄなどを有する。エンジン停止手段５０ａは、始動可能性判定手段５０ｂによってエンジン２３の始動に必要な電力を供給できると判定された場合にエンジン２３を停止させる機能を担う。このエンジン停止手段５０ａは、図２に示す信号出力手段１７１と同様に構成してもよく、当該信号出力手段１７１の機能と外部装置ＥＸの機能とを含む構成してもよい。後者の構成では、始動可能性判定手段５０ｂから伝達される判定結果信号ＳＣに基づいて、エンジン２３を停止するための制御（例えば燃料供給の停止など）を行う。

【００６６】

始動可能性判定手段５０ｂは、図２に示す始動可能性判定手段１７２と同様に構成する。充電制御手段５０ｃは、図２に示す充電制御手段１７３と同様に構成する。電力変換制御手段５０ｄは、図２に示す電力変換制御手段１７４と同様に構成する。回転電機５１は、図２に示す回転電機本体部１７ｂと同様に構成する。

【００６７】

上述した構成によれば、図４に示す始動制御処理や図５に示す充電制御処理を実行することができるので、図７に示すような制御例を実現することができる。

【００６８】

〔実施の形態４〕

実施の形態４は図１１を参照しながら説明する。なお図示および説明を簡単にするため、特に明示しない限り、実施の形態１～３で用いた要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。よって、主に実施の形態１～３と相違する点を説明する。

【００６９】

図１１に示す車両１３０は、実施の形態２と同様に、ガソリン自動車の構成例である。この車両１３０は、バッテリ１１，１９、電気負荷１２、車輪１４、トランスミッション１５、回転電機５１、動力伝達部材１８，２２、エンジン２３、始動制御部５０などを有する。

【００７０】

エンジン始動システム１０Ｂは、実施の形態３と同様に、少なくとも始動制御部５０，回転電機５１，電圧センサ３０（図１０を参照）などを含む。この構成によれば、図４に示す始動制御処理や図５に示す充電制御処理を実行することができるので、図７に示すような制御例を実現することができる。

【００７１】

〔他の実施の形態〕

以上では本発明を実施するための形態について実施の形態１～４に従って説明したが、本発明は当該形態に何ら限定されるものではない。言い換えれば、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施することもできる。例えば、次に示す各形態を実現してもよい。

【００７２】

上述した実施の形態１，２に示す回転電機１７と、実施の形態３，４に示す回転電機５１は、いずれも電動機と発電機の機能を兼ね備える構成とした（図１，図８，図９，図１１を参照）。この形態に代えて、電動機と発電機を別個に備える構成としてもよい。電動機は回転電機を電動機として機能させる場合を含む。発電機は回転電機を発電機として機能させる場合を含む。例えば、実施の形態１，２に示す回転電機本体部１７ｂ（図２を参照）に代えて、電動機１７ｃと発電機１７ｄを備える例を図１２に示す。同様に、実施の形態３に示す回転電機５１（図９を参照）に代えて、電動機５１ａと発電機５１ｂを備える例を図１３に示す。図１３において、エンジン始動システム１０Ｃは、少なくとも始動制御部５０，電動機５１ａ，発電機５１ｂ，電圧センサ３０などを含む。図示しないが、実施の形態４に示す回転電機５１（図１１を参照）に代えて、電動機５１ａと発電機５１ｂを備える場合も同様である。回転電機を備えるか、電動機と発電機を備えるかの相違に過ぎないので、実施の形態１～４と同様の作用効果を得ることができる。

【００７３】

上述した実施の形態１～４では、電圧センサ３０や電流センサ３１は、始動制御部１７ａ，５０と別体に備える構成とした（図２，図３，図１０を参照）。この形態に代えて、電圧センサ３０および電流センサ３１のうちで一方または双方を始動制御部１７ａ，５０と一体に備える構成としてもよい。電流センサ３２やスイッチ部ＳＷ２（分離スイッチ）についても同様である。別体に備えるか一体に備えるかの相違に過ぎないので、実施の形態１～４と同様の作用効果を得ることができる。

【００７４】

上述した実施の形態１～４では、始動制御部１７ａ，５０は、外部装置ＥＸと別体に備える構成とした（図２，図９，図１１，図１２を参照）。この形態に代えて、始動制御部１７ａ，５０と外部装置ＥＸとを一体に備える構成、すなわち外部装置ＥＸに始動制御部１７ａ，５０を設ける構成としてもよい。別体に備えるか一体に備えるかの相違に過ぎないので、実施の形態１～４と同様の作用効果を得ることができる。

【００７５】

上述した実施の形態１，２では、信号出力手段１７１と始動可能性判定手段１７２を別体に備える構成とした（図２を参照）。この形態に代えて、信号出力手段１７１と始動可能性判定手段１７２を一体に構成としてもよい。同様に実施の形態３，４では、エンジン停止手段５０ａと始動可能性判定手段５０ｂを別体に備える構成とした（図１０を参照）。この形態に代えて、エンジン停止手段５０ａと始動可能性判定手段５０ｂを一体に構成としてもよい。別体で構成するか、一体に構成するかの相違に過ぎないので、実施の形態１～４と同様の作用効果を得ることができる。

【００７６】

〔作用効果〕

上述した実施の形態および他の実施の形態によれば、以下に示す各効果を得ることができる。

【００７７】

（１）回転電機１７において、始動制御部１７ａは、エンジン２３の運転が不要な停止条件を満たすと、外部装置ＥＸから停止要求信号ＳＡが伝達され、界磁巻線Ｌｆに界磁電流Ｉｆを流すことなく、バッテリ１９からステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗにステータ電流Ｉｓを流し、電圧センサ３０によって計測される電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上、かつ、電流センサ３１によって計測されるステータ電流Ｉｓ（電流値）が電流閾値Ｉｔｈ以上であるか否かでバッテリ１９が次回のエンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否

かを判定する始動可能性判定手段１７２と、始動可能性判定手段１７２によってエンジン２３の始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、エンジン２３を停止させるべく外部装置ＥＸにエンジン２３の停止を許可する停止許可信号ＳＢを出力する信号出力手段１７１とを有する構成とした（図１～８，図１２を参照）。

【００７８】

この構成によれば、始動可能性判定手段１７２は、停止条件を満たす場合（特にエンジン２３の停止直前）にバッテリ１９の電圧値Ｖｄとステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに流れるステータ電流Ｉｓの計測を行う。計測された電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上、かつ、計測されたステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以上であるか否かでバッテリ１９が次回のエンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する。この判定は、エンジン２３を停止するまでのエンジン２３の運転状況などによる影響を受けないので、判定精度を従来よりも向上させることができる。また、界磁巻線Ｌｆに電流を流さない状態でステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗにステータ電流Ｉｓを流すため、回転電機１７には出力トルクが生じない。そのため、エンジン２３が不用意に作動するのを防止できる。

【００７９】

（２）始動制御部１７ａ，５０は、始動可能性判定手段１７２，５０ｂによってエンジン２３の始動に必要な電力を供給できないと判定された場合には、エンジン２３を停止させずにエンジン２３の運転を継続し、回転電機１７，５１で発生する電力をバッテリ１９に充電する制御を行う充電制御手段１７３，５０ｃをさらに有し、信号出力手段１７１（あるいはエンジン停止手段５０ａ）は、バッテリ１９への充電を終了する充電終了条件を満たすまで充電制御手段１７３，５０ｃによるバッテリ１９への充電を行った後、停止許可信号ＳＢを出力する構成とした（図４，図５，図７を参照）。この構成によれば、充電制御手段１７３，５０ｃは、停止条件を満たす場合でも、エンジン２３の運転を強制的に続けることで発電を行って、バッテリ１９への充電を行う。また、充電制御手段１７３，５０ｃによって充電終了条件を満たすまで充電を行う。よって、バッテリ１９への充電によってバッテリ容量が回復することが十分に考えられるため、エンジン２３の始動をより確実に行え、判定精度も向上する。

【００８０】

（３）充電終了条件は、充電を行う時間である充電時間ＣＴと、充電を行う電流量である充電電流量ＣＶとのうちで一方または双方を含む構成とした（図５のステップＳ３２を参照）。この構成によれば、バッテリ１９への充電を終了する時期を容易に設定できる。

【００８１】

（４）充電制御手段１７３，５０ｃは、始動可能性判定手段１７２，５０ｂによってエンジン２３の始動に必要な電力を供給できないと判定されると、電圧センサ３０によって計測される電圧値Ｖｄに基づいて充電時間ＣＴおよび充電電流量ＣＶのうちで一方または双方を変化させる構成とした（図５～図７を参照）。この構成によれば、停止条件を満たしてからエンジン２３を停止させるまでの時間を最適化でき、当該時間を最小限に抑えられる。また、始動可能性判定手段１７２，５０ｂによる判定の頻度を最小化し、無駄な電力消費を抑制することが可能となる。

【００８２】

（５）バッテリ１９と接続される第１電力線ＰＬと、バッテリ１９とは別個の電力源であるバッテリ１１と接続される第２電力線ＣＬとの接続／非接続を切り換えるスイッチ部ＳＷ２を有し、始動制御部１７ａ，５０は、少なくとも停止条件を満たしてからエンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否かを判定するまでの間、第１電力線ＰＬと第２電力線ＣＬとを接続しないようにスイッチ部ＳＷ２（分離スイッチ）を切り換える構成とした（図１，図４，図８，図９，図１１，図１３を参照）。この構成によれば、始動可能性を判定する際に第１電力線ＰＬと第２電力線ＣＬとを非接続（すなわちスイッチ部ＳＷ２をオフ）にすることで、バッテリ１９のバッテリ容量に基づいてエンジン２３の始動可能性を的確に判定することができる。

【００８３】

（６）エンジン始動システム１０Ｂ，１０Ｃにおいて、始動制御部５０は、停止条件を満たすと、外部装置ＥＸから停止要求信号ＳＡが伝達され、界磁巻線Ｌｆに界磁電流Ｉｆを流すことなく、バッテリ１９からステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに電流を流し、電圧センサ３０によって計測される電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上、かつ、電流センサ３１によって計測されるステータ電流Ｉｓが電流閾値Ｉｔｈ以上であるか否かでバッテリ１９が次回のエンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する始動可能性判定手段５０ｂと、始動可能性判定手段５０ｂによってエンジン２３の始動に必要な電力を供給できると判定された場合には、エンジン２３を停止させるエンジン停止手段５０ａとを有する構成とした（図９～図１１，図１３を参照）。

【００８４】

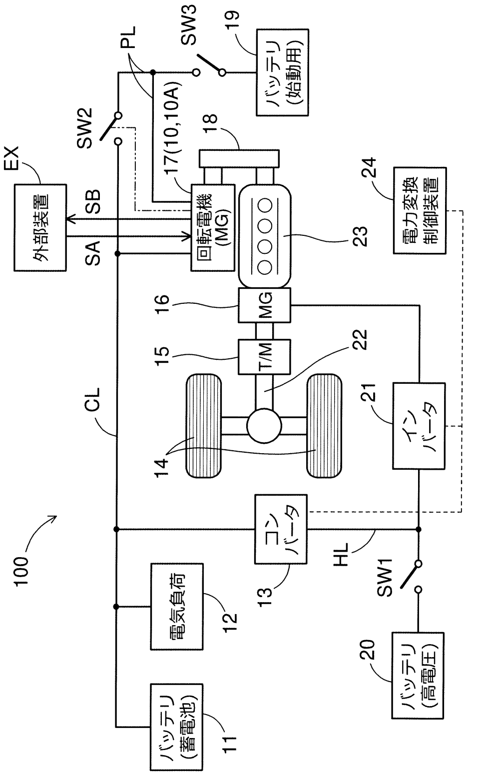
この構成によれば、始動可能性判定手段５０ｂは、停止条件を満たす場合（特にエンジン２３の停止直前）にバッテリ１９の電圧値Ｖｄとステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗに流れるステータ電流Ｉｓの計測を行う。計測された電圧値Ｖｄが電圧閾値Ｖｔｈ以上、かつ、計測されたステータ電流Ｉｓ（電流値）が電流閾値Ｉｔｈ以上であるか否かで、バッテリ１９が次回のエンジン２３の始動に必要な電力を供給できるか否かを判定する。この判定は、エンジン２３を停止するまでのエンジン２３の運転状況などによる影響を受けないので、判定精度を従来よりも向上させることができる。また、界磁巻線Ｌｆに電流を流さない状態でステータ巻線Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗにステータ電流Ｉｓを流すため、回転電機５１（５１ａ，５１ｂ）には出力トルクが生じない。そのため、エンジン２３が不用意に作動するのを防止することができる。

【符号の説明】

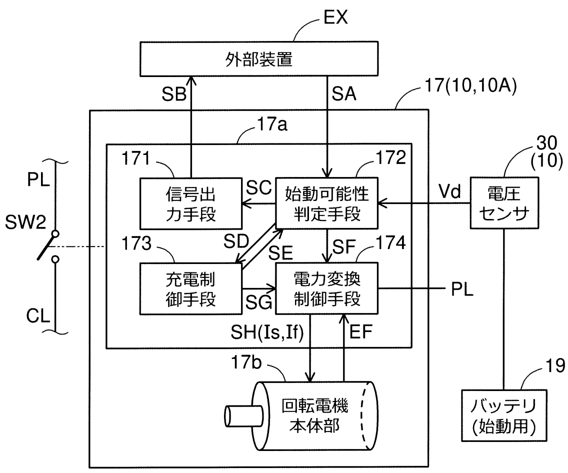
【００８５】

１０（１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃ）　エンジン始動システム
１１，１９，２０　バッテリ
１７，５１　回転電機
１７ａ，５０　始動制御部
１７１　信号出力手段
１７２，５０ｂ　始動可能性判定手段
２３　エンジン
３０　電圧センサ
３１，３２　電流センサ
ＥＸ　外部装置
Ｉｓ　ステータ電流（固定子電流）
Ｌｆ　界磁巻線
Ｌｕ，Ｌｖ，Ｌｗ　ステータ巻線（固定子巻線）
ＳＡ　停止要求信号
ＳＢ　停止許可信号

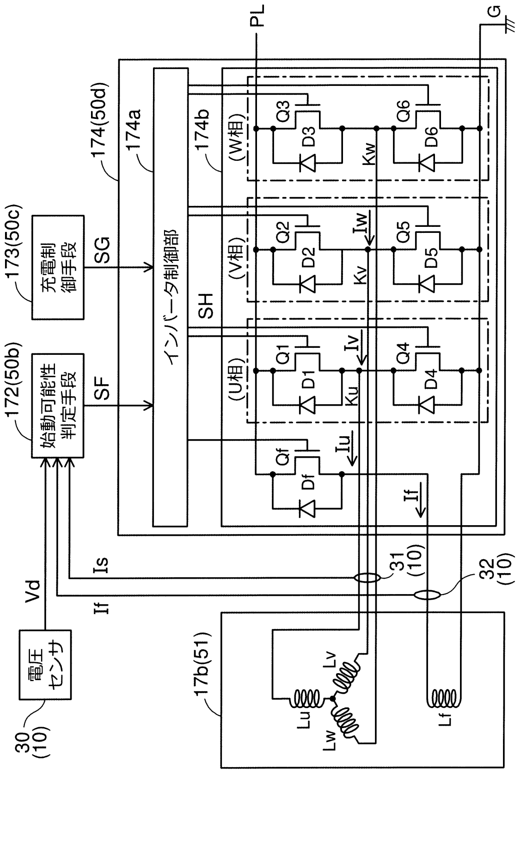
【図１】


PL
SW3
19
バッテリ(始動用)
SW2
17(10,10A)
18
EX
外部装置
SB
SA
回転電機(MG)
23
24
電力変換制御装置
16
MG
15
T/M
22
21
インバータ
CL
14
100
コンバータ
13
HL
SW1
電気負荷
12
20
バッテリ(高電圧)
バッテリ(蓄電池)
11

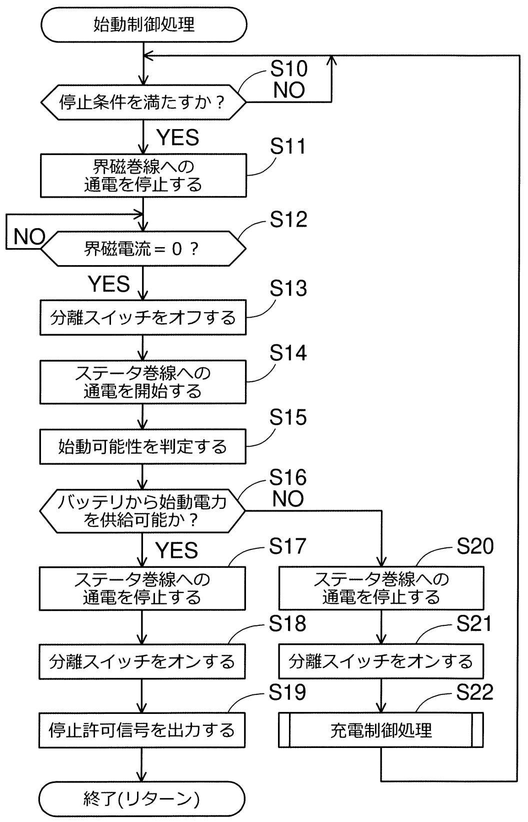
【図２】


EX
外部装置
SB
SA
17(10,10A)
17a
PL
SW2
CL
171
信号出力手段
SC
172
始動可能性判定手段
Vd
30
(10)
電圧センサ
173
充電制御手段
SD
SE
SF
174
電力変換制御手段
SG
PL
SH(Is,If)
EF
17b
回転電機本体部
19
バッテリ(始動用)

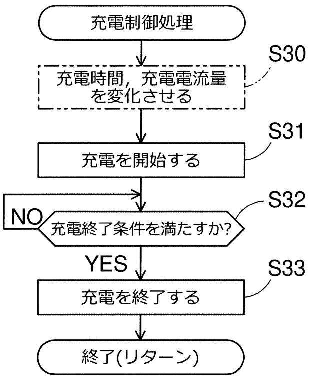
【図３】


PL
G
174(50d)
174a
174b
(W相)
Q3
D3
Kw
Q6
D6
173(50c)
充電制御手段
SG
(V相)
Q2
D2
Iw
Kv
Q5
D5
インバータ制御部
SH
172(50b)
始動可能性判定手段
SF
(U相)
Q1
D1
Iv
Ku
Q4
D4
Qf
Df
Iu
If
Vd
Is
If
31
(10)
32
(10)
電圧センサ
30
(10)
17b(51)
Lu
Lv
Lw
Lf

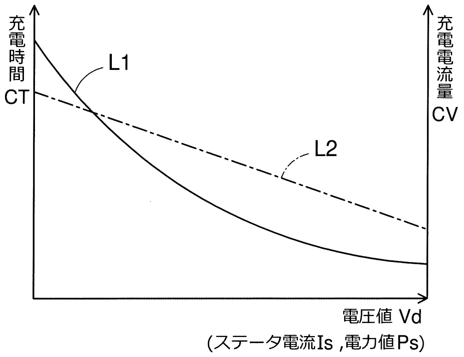
【図４】


始動制御処理
S10
停止条件を満たすか？
NO
YES
S11
界磁巻線への通電を停止する
S12
NO
界磁電流＝０？
YES
S13
分離スイッチをオフする
S14
ステータ巻線への通電を開始する
S15
始動可能性を判定する
S16
バッテリから始動電力を供給可能か？
NO
YES
S17
ステータ巻線への通電を停止する
S20
ステータ巻線への通電を停止する
S18
分離スイッチをオンする
S21
分離スイッチをオンする
S19
停止許可信号を出力する
S22
充電制御処理
終了(リターン)

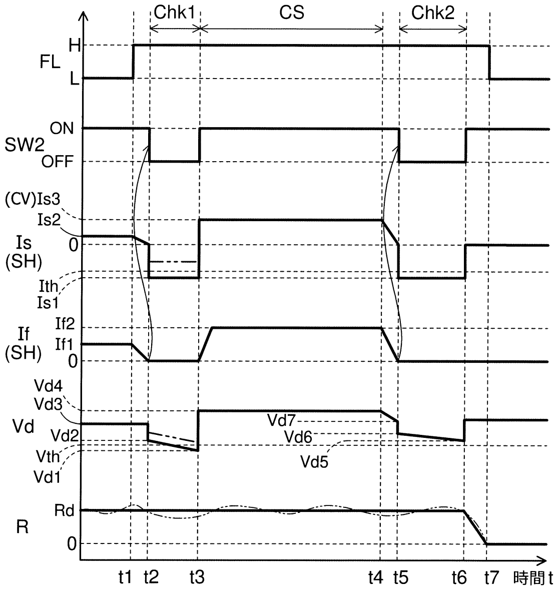
【図５】


充電制御処理
S30
充電時間，充電電流量を変化させる
S31
充電を開始する
S32
NO
充電終了条件を満たすか?
YES
S33
充電を終了する
終了(リターン)

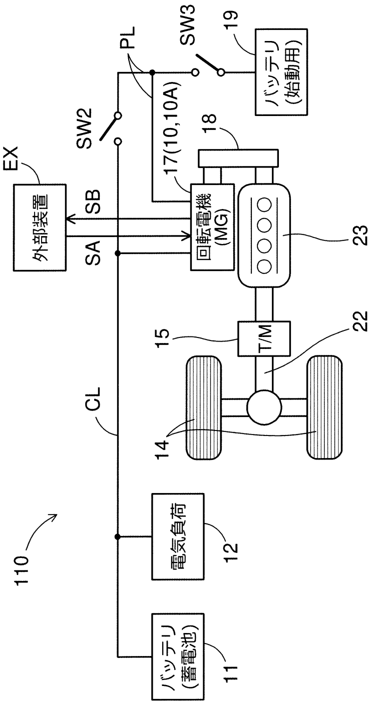
【図６】


充電時間
CT
L1
L2
充電電流量
CV
電圧値 Vd
(ステータ電流Is ,電力値Ps)

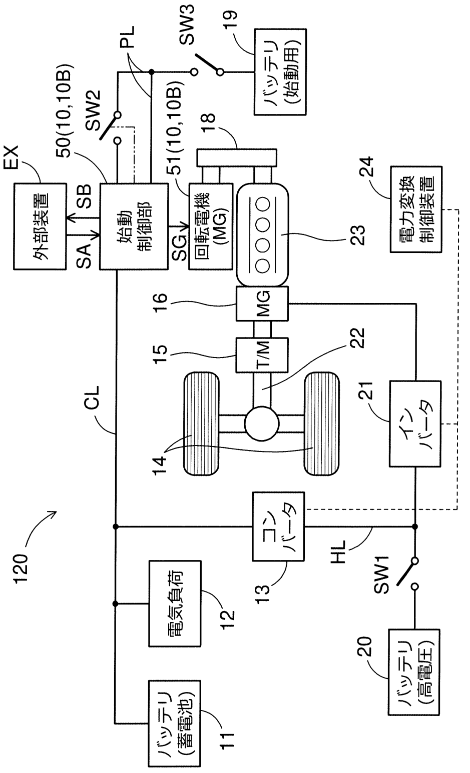
【図７】


Chk1
CS
Chk2
FL
H
L
SW2
ON
OFF
(CV)Is3
Is2
Is
(SH)
0
Ith
Is1
If2
If1
If
(SH)
0
Vd4
Vd3
Vd
Vd2
Vth
Vd1
Vd7
Vd6
Vd5
R
Rd
0
t1
t2
t3
t4
t5
t6
t7
時間t

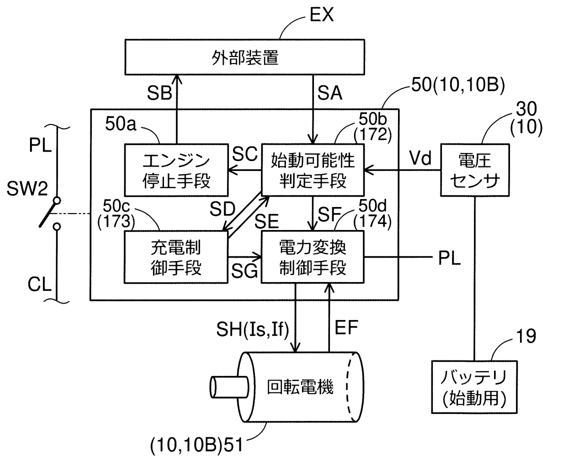
【図８】


PL
SW3
19
バッテリ
(始動用)
SW2
17(10,10A)
18
EX
外部装置
SB
SA
回転電機
(MG)
23
15
T/M
22
CL
14
110
電気負荷
12
バッテリ
(蓄電池)
11

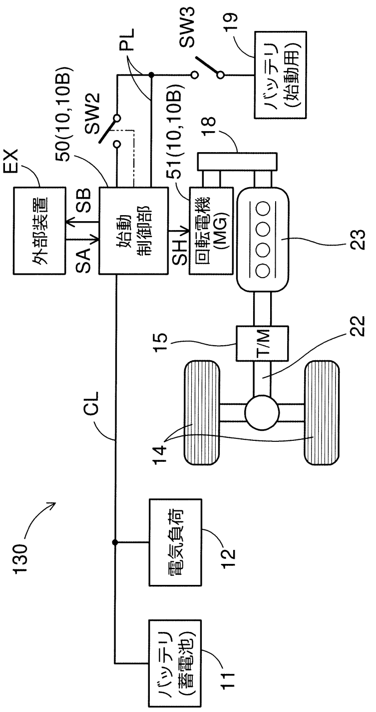
【図９】


PL
SW3
19
バッテリ
(始動用)
50(10,10B)
SW2
51(10,10B)
18
EX
外部装置
SB
SA
始動
制御部
SG
回転電機
(MG)
23
24
電力変換
制御装置
16
MG
15
T/M
22
21
インバータ
CL
14
120
コンバータ
HL
13
SW1
電気負荷
12
20
バッテリ
(高電圧)
バッテリ
(蓄電池)
11

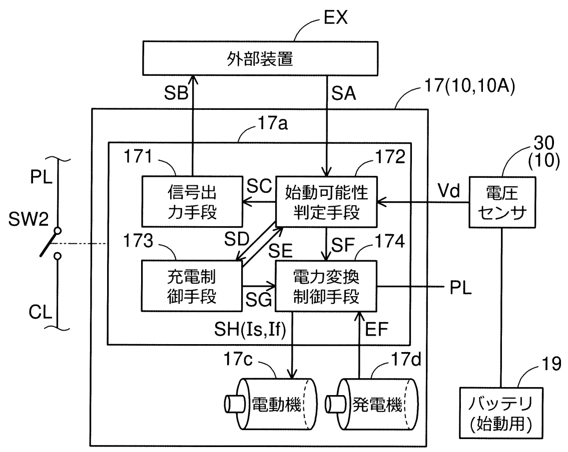
【図１０】



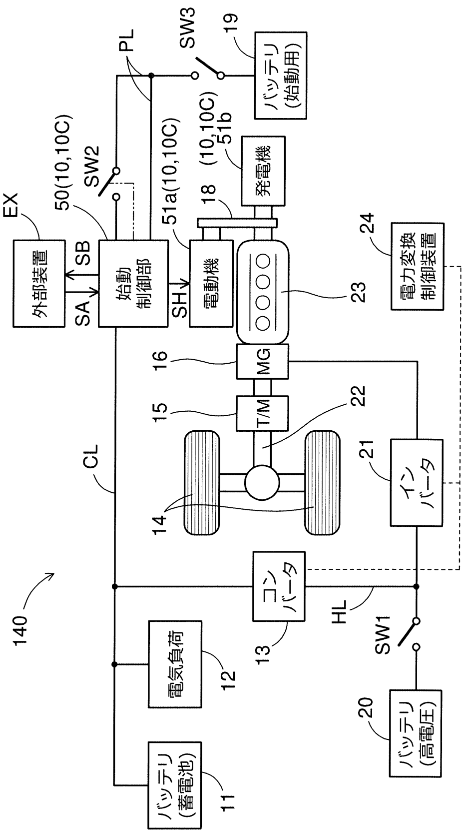
【図１１】



【図１２】



【図１３】



フロントページの続き

(56)参考文献　特開２００８－２３０４３３（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－２３３１０９（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２５８０７０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１２／１１１０８７（ＷＯ，Ａ１）
特開２００４－１３８５８６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１８９４３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１０２４２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１１７４００（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｄ　２９／０２
Ｂ６０Ｒ　１６／０３３