

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010 年 8 月 12 日(12.08.2010)

PCT

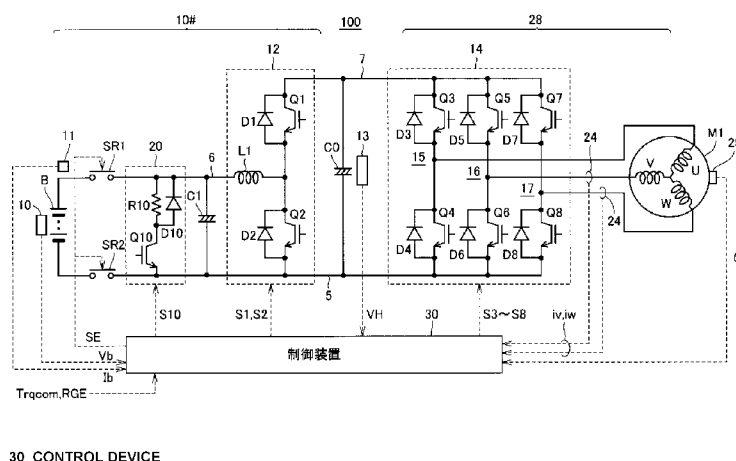
(10) 国際公開番号
WO 2010/089889 A1

- (51) 国際特許分類:
B60L 3/00 (2006.01) *B60L 11/18* (2006.01)
B60K 6/445 (2007.10) *H02J 7/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/052150
- (22) 国際出願日: 2009 年 2 月 9 日(09.02.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡村 賢樹 (OKAMURA, Masaki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目 2 番 7 号 中之島セントラルタワー 2 2 階 深見特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER SUPPLY SYSTEM AND ELECTRIC VEHICLE USING THE SAME

(54) 発明の名称: 電源システムおよびそれを備えた電動車両

図1



(57) Abstract: When a control device (30) judges that an excessive power is generated according to excessive charge information on an accumulation device (B), the control device (30) starts consumption of the excessive power in an excessive power consumption circuit (20). The control device (30) counts the elapse time from the moment of the consumption start and switches the excessive power consumption circuit (20) from the operation state to the non-operation state when the counted elapse time exceeds a present minimum ON period. The minimum ON period is set according to a pattern of estimated generation of an excessive regenerative power from an AC motor (M1) by a sudden change of the travel state of an electric vehicle on which a motor drive system (100) is mounted.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/089889 A1



制御装置（３０）は、蓄電装置（Ｂ）の過充電情報に基づいて余剰電力が発生したと判定すると、余剰電力消費回路（２０）における余剰電力の消費動作を開始する。そして、制御装置（３０）は、消費動作が開始された時点からの経過時間を計時し、計時した経過期間が予め設定された最小オン期間を超えたときに、余剰電力消費回路（２０）を動作から非動作へ切替える。上記最小オン期間は、モータ駆動システム（１００）が搭載される電動車両の走行状況の急変によって交流電動機（Ｍ１）から過大な回生電力が発生すると想定されるパターンに基づいて設定される。

明 細 書

電源システムおよびそれを備えた電動車両

技術分野

[0001] この発明は、電源システムおよびそれを備えた電動車両に関し、より特定的には、電源システムに搭載された蓄電装置を過充電から保護するための技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、環境問題を考慮して、電気自動車、ハイブリッド自動車、燃料電池車などのように、電動機を駆動力源とする電動車両が注目されている。このような電動車両においては、蓄電装置から電動機に電力を供給する一方で、回生制動時には駆動力の回転力を用いて電動機を回生発電させ、その発生した回生電力を蓄電装置に回収することが一般的に行なわれている。また、ハイブリッド自動車においては、内燃機関を用いて発電機を駆動し、発電機が発生した回生電力を用いて蓄電装置を充電するものが知られている。

特許文献1:特開平5-157330号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] このような電動車両では、急ブレーキ時やスリップ時などに電力バランスが急変し、入力側(蓄電装置側)で受入れ可能な電力を超えて電動機が発電する場合がある。そして、回生電力の急増によって蓄電装置の好適な充電電力を超える余剰電力が発生すると、蓄電装置には過充電が発生する可能性がある。したがって、蓄電装置の過充電を回避するためには、電動車両の回生制動時に発生する余剰電力を消費するための制御構成が求められる。

[0004] その一方で、このような制御構成では、余剰電力のみを消費するのが理想であるのに対して、本来の余剰電力を上回る電力が消費された場合には、電力損失を増大させてしまう可能性がある。そのため、回生電力の大きさに応じて余剰電力の消費動作を適正に制御する必要がある。

[0005] それゆえ、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、余剰電力を適正に消費することにより、蓄電装置の過充電を防止可能な電源システムおよびそれを備え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

- [0006] この発明のある局面に従えば、負荷装置との間で電力を授受可能な電源システムであって、負荷装置へ電力を供給する一方で、負荷装置が発電する回生電力により充電される蓄電装置と、オン状態に駆動されることにより、回生電力のうち蓄電装置に充電されない余剰電力を消費するように構成された余剰電力消費回路と、余剰電力消費回路を制御する制御装置とを備える。制御装置は、余剰電力消費回路がオン状態であるときに、蓄電装置の回生電力の受入れ可否を判断するとともに、蓄電装置が回生電力を受入れ可能と判断された場合に、余剰電力消費回路をオフ状態に駆動する。
- [0007] 好ましくは、制御装置は、余剰電力消費回路がオン状態に駆動された時点からの経過時間を計時し、計時した経過時間が所定時間を超えたときに、蓄電装置が回生電力を受入れ可能と判断する。
- [0008] 好ましくは、負荷装置は、電源システムから供給される電力を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部を含む。所定時間は、車両の走行状況の変化に応じて余剰電力が発生することが想定される期間を含むように設定される。
- [0009] 好ましくは、制御装置は、余剰電力消費回路がオン状態に駆動された時点からの回生電力の時間的変化を取得するとともに、取得した回生電力が予め定められたしきい値を下回ったときに、蓄電装置が回生電力を受入可能と判断する。
- [0010] 好ましくは、しきい値は、蓄電装置の許容充電電力に基づいて設定される。
好ましくは、しきい値は、余剰電力消費回路がオン状態に駆動された時点での回生電力の記憶値に設定される。
- [0011] 好ましくは、電源システムは、負荷装置と電源システムとの間で電力を授受可能に構成された電力線と、電力線の電圧値を検出する電圧センサと、電力線の電流値を検出する電流センサとをさらに備える。制御装置は、電圧センサおよび電流センサによってそれぞれ検出された電力線の電圧値および電流値に基づいて、電力線上で負荷装置との間で授受される電力実績値を算出することにより、回生電力の時間的

変化を取得する。

- [0012] 好ましくは、制御装置は、負荷装置の運転状態に基づいて回生電力を推定することにより、回生電力の時間的変化を取得する。
- [0013] 好ましくは、余剰電力消費回路は、オン状態に駆動されたときに直流電源に並列に接続される抵抗を含む。電源システムは、蓄電装置の電圧値を検出する電圧センサと、蓄電装置の電流値を検出する電流センサとをさらに備える。制御装置は、電圧センサおよび電流センサによってそれぞれ検出された蓄電装置の電圧値および電流値と、抵抗の抵抗値とに基づいて直流電源の充電電力および余剰電力消費回路での消費電力の実績値を算出することにより、回生電力の時間的変化を取得する。
- [0014] 好ましくは、電源システムは、蓄電装置の電流値を検出する電流センサをさらに備える。制御装置は、電流センサによって検出された蓄電装置の電流値に基づいて、蓄電装置の回生電力の受入れ可否を判断する。
- [0015] 好ましくは、電源システムは、蓄電装置の電圧値を検出する電圧センサをさらに備える。制御装置は、電圧センサによって検出された蓄電装置の電圧値に基づいて、蓄電装置の回生電力の受入れ可否を判断する。
- [0016] 好ましくは、負荷装置は、電源システムから供給される電力を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部を含む。制御装置は、車両の走行パターンに基づいて、負荷装置が、余剰電力が発生することが想定される運転状態から通常状態へ遷移したことが検出されたときに、蓄電装置が回生電力を受入れ可能と判断する。
- [0017] この発明の別の局面に従えば、電動車両は、電源システムと、電源システムから供給される電力を受けて駆動力を発生する駆動力発生部とを備える。電源システムは、駆動力発生部へ電力を供給する一方で、駆動力発生部が発電する回生電力により充電される蓄電装置と、オン状態に駆動されることにより、回生電力のうち蓄電装置に充電されない余剰電力を消費するように構成された余剰電力消費回路と、余剰電力消費回路を制御する制御装置とを含む。制御装置は、余剰電力消費回路がオン状態であるときに、蓄電装置の回生電力の受入れ可否を判断するとともに、蓄電装置が回生電力を受入れ可能と判断された場合に、余剰電力消費回路をオフ状態に駆動する。

発明の効果

[0018] この発明によれば、過剰な回生電力を適正に消費することにより、蓄電装置の過充電を防止することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]この発明の実施の形態1による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[図2]余剰電力消費回路を非動作とした場合における、蓄電装置が出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b の時間的变化を示す図である。

[図3]スイッチング素子のオン・オフ制御にパルス幅変調制御を用いた場合における、蓄電装置が出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b の時間的变化を示す図である。

[図4]最小オン期間 T_{on} の設定動作を説明するための図である。

[図5]本発明の実施の形態1による余剰電力消費回路のオン・オフ制御による、蓄電装置が出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b の時間的变化を示す図である。

[図6]本発明の実施の形態1に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図7]この発明の実施の形態2による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[図8]本発明の実施の形態2に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図9]蓄電装置の許容充電電力特性の一例を示す図である

[図10]本発明の実施の形態2に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図11]この発明の実施の形態4による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[図12]本発明の実施の形態4に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図13]本発明の実施の形態4の変更例に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図14]この発明の実施の形態5による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[図15]本発明の実施の形態5による余剰電力消費回路のオン・オフ制御による、蓄電装置に入出力される直流電流 I_b および回生電力 P_{gn} の時間的変化を示す図である。

[図16]本発明の実施の形態5に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図17]本発明の実施の形態5の変更例による余剰電力消費回路のオン・オフ制御による、蓄電装置に入出力される直流電流 I_b および回生電力 P_{gn} の時間的変化を示す図である。

[図18]本発明の実施の形態5の変更例に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図19]本発明の実施の形態6による電源システムにおける余剰電力消費回路のオン・オフ制御による、蓄電装置が出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b 、および回生電力 P_{gn} の時間的変化を示す図である。

[図20]本発明の実施の形態6に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図21]この発明の実施の形態7による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[図22]本発明の実施の形態7に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図23]本発明の実施の形態7の変更例に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

[図24]本発明の実施の形態8に従う余剰電力消費回路の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。

符号の説明

[0020] 5 アース線、6, 7 電力線、9 温度センサ、10, 13, 22 電圧センサ、10# 電源システム、11, 21, 24 電流センサ、12 昇降圧コンバータ、14, 31 インバータ、15 U相上下アーム、16 V相上下アーム、17 W相上下アーム、20 余剰電力消費回路、25 回転角センサ、28 駆動力発生部、30, 30A~30G 制御装置、100, 100A~100G モータ駆動システム、B 蓄電装置、C0, C1 平滑コンデンサ、D1~D8 逆並列ダイオード、L1 リアクトル、M1 交流電動機、MG1, MG2 モータジェネレータ、PSD 動力分割機構、Q1~Q8 電力用半導体スイッチング素子、R10 抵抗、RD 減速機、SR1, SR2 システムリレー。

発明を実施するための最良の形態

[0021] 以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳しく説明する。なお、図中同一符号は同一または相当部分を示す。

[0022] [実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。

[0023] 図1を参照して、モータ駆動システム100は、電源システム10#と、平滑コンデンサC0と、駆動力発生部28と、制御装置30とを備える。

[0024] 本実施の形態1においては、モータ駆動システム100が搭載される電動車両(ハイブリッド自動車、電気自動車や燃料電池車等の電気エネルギーによって車両駆動力を発生する自動車をいうものとする)の駆動力を発生する駆動力発生部28を「負荷装置」とする場合について例示する。そして、電動車両は、電源システム10#から駆動力発生部28へ供給される電力により生じる駆動力を駆動輪(図示せず)に伝達することで走行する。また、電動車両は、回生時において、駆動力発生部28によって運動エネルギーから電力を生じさせて電源システム10#に回収する。

[0025] 電源システム10#は、電力線7およびアース線5を介して、駆動力発生部28との間で直流電力の授受を行なう。なお、以下の説明においては、電源システム10#から駆動力発生部28へ供給される電力を「駆動電力」とも称し、駆動力発生部28から電源システム10#へ供給される電力を「回生電力」とも称する。

[0026] 駆動力発生部28は、インバータ14と、インバータ14によって駆動制御される交流

電動機M1とを含んで構成される。この交流電動機M1は、電動車両の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動用電動機である。あるいは、この交流電動機M1は、エンジンにて駆動される発電機の機能を持つように構成されてもよく、電動機および発電機の機能を併せ持つように構成されてもよい。さらに、交流電動機M1は、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。すなわち、本実施の形態において、「交流電動機」は、交流駆動の電動機、発電機および電動発電機(モータジェネレータ)を含むものである。

[0027] インバータ14は、電力線7およびアース線5の間に並列に設けられる、U相上下アーム15と、V相上下アーム16と、W相上下アーム17とから成る。各相上下アームは、電力線7およびアース線5の間に直列接続されたスイッチング素子から構成される。たとえば、U相上下アーム15は、スイッチング素子Q3, Q4から成り、V相上下アーム16は、スイッチング素子Q5, Q6から成り、W相上下アーム17は、スイッチング素子Q7, Q8から成る。また、スイッチング素子Q3~Q8に対して、逆並列ダイオードD3~D8がそれぞれ接続されている。スイッチング素子Q3~Q8のオン・オフは、制御装置30からのスイッチング制御信号S3~S8によって制御される。

[0028] 代表的には、交流電動機M1は、三相の永久磁石型同期電動機であり、U, V, W相の3つのコイルの一端が中性点に共通接続されて構成される。さらに、各相コイルの他端は、各相上下アーム15~17のスイッチング素子の中間点と接続されている。

[0029] 電源システム10#は、蓄電装置Bと、システムリレーSR1, SR2と、余剰電力消費回路20と、平滑コンデンサC1と、昇降圧コンバータ12とを含む。

[0030] 蓄電装置Bは、充放電可能な直流電源であり、代表的には、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池や電気二重層キャパシタ等により構成される。蓄電装置Bが出力する直流電圧Vbおよび入出力される直流電流Ibは、電圧センサ10および電流センサ11によってそれぞれ検出される。

[0031] システムリレーSR1は、蓄電装置Bの正極端子および電力線6の間に接続され、システムリレーSR2は、蓄電装置Bの負極端子およびアース線5の間に接続される。システムリレーSR1, SR2は、制御装置30からの信号SEによりオン／オフされる。

- [0032] 昇降圧コンバータ12は、リアクトルL1と、電力用半導体スイッチング素子Q1、Q2と、ダイオードD1、D2とを含む。電力用半導体スイッチング素子Q1およびQ2は、電力線7およびアース線5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Q1およびQ2のオン・オフは、制御装置30からのスイッチング制御信号S1およびS2によって制御される。
- [0033] この発明の実施の形態において、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)としては、IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)、電力用MOS(Metal Oxide Semiconductor)トランジスタあるいは、電力用バイポーラトランジスタ等を用いることができる。スイッチング素子Q1、Q2に対しては、逆並列ダイオードD1、D2が配置されている。リアクトルL1は、スイッチング素子Q1およびQ2の接続ノードと電力線6の間に接続される。また、平滑コンデンサC0は、電力線7およびアース線5の間に接続される。
- [0034] さらに、この発明の実施の形態において、システムリレーSR1、SR2および平滑コンデンサC1の間には、余剰電力消費回路20が設けられている。この余剰電力消費回路20は、後述するように、モータ駆動制御システム100が搭載された電動車両の回生制動時において、交流電動機M1が発電した回生電力のうち、蓄電装置Bに充電されない余剰電力を消費するように構成されている。
- [0035] 昇降圧コンバータ12は、昇圧動作時には、蓄電装置Bから供給された直流電圧Vbを昇圧した直流電圧VH(インバータ14への入力電圧に相当するこの直流電圧を、以下「システム電圧」とも称する)をインバータ14へ供給する。より具体的には、制御装置30からのスイッチング制御信号S1、S2に応答して、スイッチング素子Q1のオン期間およびスイッチング素子のQ2のオン期間(または、スイッチング素子Q1、Q2の両方がオフする期間)が交互に設けられ、昇圧比は、これらのオン期間の比に応じたものとなる。あるいは、スイッチング素子Q1およびQ2をオンおよびオフにそれぞれ固定すれば、 $VH = Vb$ (昇圧比=1.0)とすることもできる。
- [0036] また、昇降圧コンバータ12は、降圧動作時には、平滑コンデンサC0を介してインバータ14から供給された直流電圧VH(システム電圧)を降圧して蓄電装置Bを充電する。より具体的には、制御装置30からのスイッチング制御信号S1、S2に応答して、ス

スイッチング素子Q1のみがオンする期間と、スイッチング素子Q1, Q2の両方がオフする期間(または、スイッチング素子のQ2のオン期間)とが交互に設けられ、降圧比は上記オン期間のデューティ比に応じたものとなる。

[0037] 平滑コンデンサC0は、昇降圧コンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ14へ供給する。電圧センサ13は、平滑コンデンサC0の両端の電圧、すなわち、システム電圧VHを検出し、その検出値を制御装置30へ出力する。

[0038] インバータ14は、交流電動機M1のトルク指令値が正($Trqcom > 0$)の場合には、平滑コンデンサC0から直流電圧が供給されると制御装置30からのスイッチング制御信号S3～S8に応答した、スイッチング素子Q3～Q8のスイッチング動作により直流電圧を交流電圧に変換して正のトルクを出力するように交流電動機M1を駆動する。また、インバータ14は、交流電動機M1のトルク指令値が零の場合($Trqcom = 0$)には、スイッチング制御信号S3～S8に応答したスイッチング動作により、直流電圧を交流電圧に変換してトルクが零になるように交流電動機M1を駆動する。これにより、交流電動機M1は、トルク指令値 $Trqcom$ によって指定された零または正のトルクを発生するように駆動される。

[0039] さらに、モータ駆動システム100が搭載された電動車両の回生制動時には、交流電動機M1のトルク指令値 $Trqcom$ は負に設定される($Trqcom < 0$)。この場合には、インバータ14は、スイッチング制御信号S3～S8に応答したスイッチング動作により、交流電動機M1が発電した交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧(システム電圧)を平滑コンデンサC0を介して昇降圧コンバータ12へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、電動車両を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速(または加速の中止)させることを含む。

[0040] 電流センサ24は、交流電動機M1に流れるモータ電流MCRTを検出し、その検出したモータ電流を制御装置30へ出力する。なお、三相電流 i_u , i_v , i_w の瞬時値の和は零であるので、図1に示すように電流センサ24は2相分のモータ電流(たとえば、V

相電流 i_v およびW相電流 i_w)を検出するように配置すれば足りる。

- [0041] 回転角センサ(レゾルバ)25は、交流電動機M1のロータ回転角 θ を検出し、その検出した回転角 θ を制御装置30へ送出する。制御装置30では、回転角 θ に基づき交流電動機M1の回転数(回転速度)および角速度 ω (rad/s)を算出できる。なお、回転角センサ25については、回転角 θ を制御装置30にてモータ電圧や電流から直接演算することによって、配置を省略してもよい。
- [0042] 制御装置30は、電子制御ユニット(ECU)により構成され、予め記憶されたプログラムを図示しないCPUで実行することによるソフトウェア処理および／または専用の電子回路によるハードウェア処理により、モータ駆動システム100の動作を制御する。
- [0043] 代表的な機能として、制御装置30は、入力されたトルク指令値 Trq_{com} 、電圧センサ10によって検出された直流電圧 V_b 、電流センサ11によって検出された直流電流 I_b 、電圧センサ13によって検出されたシステム電圧 V_H および電流センサ24からのモータ電流 i_v 、 i_w 、回転角センサ25からの回転角 θ 等に基づいて、交流電動機M1がトルク指令値 Trq_{com} に従ったトルクを出力するように、昇降圧コンバータ12およびインバータ14の動作を制御する。すなわち、昇降圧コンバータ12およびインバータ14を上記のように制御するためのスイッチング制御信号 $S_1 \sim S_8$ を生成して、昇降圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。
- [0044] 昇降圧コンバータ12の昇圧動作時には、制御装置30は、システム電圧 V_H をフィードバック制御し、システム電圧 V_H が電圧指令値に一致するようにスイッチング制御信号 S_1 、 S_2 を生成する。
- [0045] また、制御装置30は、電動車両が回生制動モードに入ったことを示す信号 RGE を外部ECUから受けると、交流電動機M1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するようにスイッチング制御信号 $S_3 \sim S_8$ を生成してインバータ14へ出力する。これにより、インバータ14は、交流電動機M1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇降圧コンバータ12へ供給する。
- [0046] さらに、制御装置30は、電動車両が回生制動モードに入ったことを示す信号 RGE を外部ECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するようにスイッチング制御信号 S_1 、 S_2 を生成し、昇降圧コンバータ12へ出力する。これにより、

交流電動機M1が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて蓄電装置Bに供給される。

[0047] ここで、蓄電装置Bは、上述したように、二次電池等によって構成されるため、その充電状態(State Of Charge:SOC)および温度等に応じて受入可能な電力が制限される。したがって、走行状況の急変により蓄電装置B側で受入可能な電力を超えるような回生電力(以下、この超過電力を「余剰電力」とも称する。)が発生した場合には、蓄電装置Bに過充電が発生する可能性がある。

[0048] 図2には、余剰電力消費回路20(図1)を非動作とした場合における、蓄電装置Bが出力する直流電圧Vbおよび蓄電装置Bに入出力される直流電流Ibの時間的变化が示される。なお、直流電流Ibについては、蓄電装置B、電力線6、リアクトルL1、スイッチング素子Q1を介して電力線7に流れる方向を正方向として示される。すなわち、正方向とは、昇降圧コンバータ12が蓄電装置Bの直流電圧を昇圧してインバータ14に供給する放電方向に相当する。一方、負方向とは、昇降圧コンバータ12がインバータ14から供給された直流電圧を降圧して蓄電装置Bに供給する充電方向に相当する。

[0049] 図2を参照して、直流電圧Vbは、直流電流Ibが負方向(すなわち、充電方向)に増大するのに伴って増大する。このとき、過大な回生電力を受けて直流電圧Vbが所定の許容電圧を上回る状態が継続することにより、蓄電装置Bが過充電となる可能性がある。

[0050] そこで、このような蓄電装置Bの過充電を防止するために、本発明の実施の形態に従う電源システム10は、余剰電力が発生した場合には、余剰電力消費回路20を非動作から動作に切換えることにより、余剰電力の消費動作を実行する。

[0051] 具体的には、図1を参照して、余剰電力消費回路20は、電力線6およびアース線5の間に直列接続された抵抗R10およびスイッチング素子Q10と、抵抗R10に接続されたダイオードD10とを含んで構成される。

[0052] 本構成において、スイッチング素子Q10のオン・オフは、制御装置30からのスイッチング制御信号S10によって制御される。より具体的には、スイッチング素子Q10は、H(論理ハイ)レベルのスイッチング制御信号S10によりオンされ、L(論理ロー)レベ

ルのスイッチング制御信号S10によりオフされる。

- [0053] そして、余剰電力が発生したときには、Hレベルのスイッチング制御信号S10によりスイッチング素子Q10がオンされることにより、抵抗R10には、電力線6およびアース線5間の電圧に応じた電流(以下、「消費電流」とも称する。)が流れる。これにより、余剰電力の消費動作が行なわれるため、蓄電装置Bに過充電が発生するのを抑制することができる。
- [0054] なお、上述した余剰電力が発生したか否かの判断については、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて行なわれる。この過充電情報には、たとえば、蓄電装置Bの直流電圧Vbが予め定められたしきい値を超えたこと、あるいは、交流電動機M1からの回生電力が蓄電装置Bの許容充電電力Winを超えたことなどが含まれる。
- [0055] その一方で、余剰電力消費回路20は、モータ駆動システム100で発生した余剰電力のみを消費するのが理想であるのに対して、一旦スイッチング素子Q10がオンされると、この余剰電力とは無関係に一定電力を消費し続けることになる。したがって、本来の余剰電力を上回る電力が消費されることによって、電力損失が無駄に増大するのを回避するためには、スイッチング素子Q10を適正なタイミングでオフさせる必要がある。
- [0056] 図3には、スイッチング素子Q10のオン・オフ制御にパルス幅変調(PWM)制御を用いた場合における、蓄電装置Bが出力する直流電圧Vbおよび入出力される直流電流Ibの時間的变化が示される。
- [0057] 図3を参照して、PWM制御では、スイッチング素子Q10のオン・オフを、蓄電装置Bの直流電圧Vbと許容電圧との比較に従って制御する。この結果、スイッチング素子Q10のオン期間に対応するHレベル期間と、オフ期間に対応するLレベル期間との集合について、一定期間内で直流電圧Vbが許容電圧以下となるようにデューティ比が制御される。
- [0058] しかしながら、このようにPWM制御を用いた制御構成においては、スイッチング素子Q10のオン期間とオフ期間とが必ず交互に設けられる。そして、スイッチング素子Q10をオフするタイミングは、平均化処理に基づくものであり、必ずしも蓄電装置Bへの影響を考慮したものとはなっていない。そのため、図3に示すように、スイッチング

素子Q10をオフするタイミングにおいて、直流電圧Vbが許容電圧を超える電圧値にまで上昇する場合も起こり得る。そのため、蓄電装置Bに過充電が発生するのを防止することが困難となる。

[0059] そこで、本発明の実施の形態1に従う電源システムでは、スイッチング素子Q10をオンさせるための最小オン期間Tonを予め設定しておき、一旦スイッチング素子Q10がオンされると、この設定された最小オン期間Tonに亘ってスイッチング素子S10を連続してオンさせる、すなわち、余剰電力の消費動作を継続する構成とする。

[0060] この最小オン期間Tonについては、以下に述べるように、モータ駆動システム100において、交流電動機M1から過大な回生電力が発生すると想定されるパターン(以下、電力超過パターンとも称す)に基づいて設定される。

[0061] 図4は、最小オン期間Tonの設定動作を説明するための図である。図4を参照して、最小オン期間Tonは、図中(1)～(3)に示される3つの期間t1～t3に基づいて設定することができる。

[0062] 図中(1)の期間t1は、モータ駆動システム100において想定される電力超過パターンに基づいて一義的に決定される時間である。より詳細には、モータ駆動システム100を搭載した電動車両においては、滑りやすい路面と走行している時、あるいは段差を乗り越えている時などに車輪がスリップし、その後に車輪が路面にグリップすることが想定される。この場合、スリップ時に持ち出される蓄電装置Bからの電力が、グリップ時のモータ回転数の急変により蓄電装置Bに逆流することにより、蓄電装置Bの受入れ可能な電力を超過する可能性がある。そのため、期間t1は、電動車両において、通常、車輪がスリップ状態からのグリップ時となるのに費やされる期間に決定される。なお、この期間t1は、スリップ・グリップ時に対応する期間に限定されるものではなく、走行状況の急変によって蓄電装置Bの受入可能な電力を超えるような回生電力(余剰電力)が発生する期間に対応するように決定することができる。

[0063] これに対して、図中(2)の期間t2は、上記(1)の期間t1に所定時間を加算した時間に決定される。車輪がグリップから復帰した後においても当該所定時間余剰電力の消費動作をさらに継続させることによって、回生電力が余剰電力消費回路20での消費電力を下回るために、余剰電力消費回路20への電力供給源が交流電動機M1

側から蓄電装置B側へ切換わることを考慮したものである。これにより、グリップ時に一旦過充電となった蓄電装置Bを所望の充電状態まで低下させることを可能としている。

[0064] さらに、図中(3)の期間 t_3 は、上記(2)での期間 t_2 よりもさらに長い時間であって、余剰電力消費回路20への電力供給によって、一旦過充電となった蓄電装置Bが過放電となるのに要する時間に決定される。

[0065] そして、最小オン期間 T_{on} は、図中(4)に示されるように、これら3つの期間 $t_1 \sim t_3$ に基づき、期間 t_1 または t_2 を下限とし、かつ、期間 t_3 を上限とする範囲内となるように設定される。

[0066] 図5は、本発明の実施の形態1による電源システムにおける余剰電力消費回路20のオン・オフ制御による、蓄電装置Bが出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b の時間的变化を示す図である。

[0067] 図5を参照して、時刻 t_1 において、スイッチング制御信号 S_{10} がLレベルからHレベルへ切換わると、最小オン期間 T_{on} に相当する時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間において、スイッチング制御信号 S_{10} がHレベルに保持される。これにより、当該期間において、余剰電力消費回路20による余剰電力の消費動作が実行される。その結果、直流電流 I_b が負方向に増大するのが抑制されることから、直流電圧 V_b は許容電圧よりも低い電圧レベルに維持されている。これによれば、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0068] 図6は、本発明の実施の形態1に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図6に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30(図1)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0069] 図6を参照して、まず制御装置30は、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号 S_{10} をHレベルに活性化してスイッチング素子 Q_{10} へ出力する。これにより、スイッチング素子 Q_{10} がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動

作が開始される(ステップS01)。

[0070] スイッチング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30は、図示しないタイマを用いて、スイッチング素子Q10がオンされた時点からの経過時間(以下、オン期間とも称する)Tを計時する(ステップS02)。そして、制御装置30は、計時したオン期間Tが予め設定された最小オン期間Tonを超えたか否かを判定する(ステップS03)。

[0071] 計時したオン期間Tが最小オン期間Ton以下のとき(ステップS03のNO判定時)には、制御装置30は、最初の処理に戻る。

[0072] 一方、計時したオン期間Tが最小オン期間Tonを超えたとき(ステップS03のYES判定時)には、制御装置30は、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0073] 以上のように、この発明の実施の形態1においては、余剰電力消費回路20は、一旦作動すると、電力超過パターンに基づいて設定された最小オン期間に亘って余剰電力の消費動作を継続する。したがって、この実施の形態1によれば、蓄電装置Bに過充電が発生することが想定される期間には余剰電力の消費動作が行なわれるため、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0074] [実施の形態2]

以下の実施の形態2～8では、実施の形態1で説明した余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換えを実現するための他の制御構造について説明する。すなわち、余剰電力消費回路20の制御以外のモータ制御については、実施の形態1に従うモータ駆動システム100と同様に行なわれるので、詳細な説明は繰り返さない。

[0075] 図7は、この発明の実施の形態2による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。図7を参照して、モータ駆動システム100Aは、図1のモータ駆動システム100と比較して、電流センサ21、電圧センサ22および温度センサ9を含む点、および制御装置30に代えて制御装置30Aを含む点で異なる。

[0076] 電流センサ21は、電力線6に介挿され、リアクトルL1を流れるリアクトル電流ILを検出し、その検出したリアクトル電流ILを制御装置30Aへ出力する。電圧センサ22は、

電力線6およびアース線5間に接続され、平滑コンデンサC0の両端の電圧(昇降圧コンバータ12への入力電圧に相当するこの直流電圧を、以下「入力電圧」とも称する。)を検出し、その検出した入力電圧VLを制御装置30Aへ出力する。

[0077] 温度センサ9は、蓄電装置Bに近接して配置され、蓄電装置Bの内部温度である温度Tbを検出し、その検出した温度Tbを制御装置30Aへ出力する。

[0078] 本実施の形態2に従う制御装置30Aは、以下に述べるように、余剰電力が発生したことに応じて、一旦余剰電力消費回路20が作動すると、各種センサからの入力情報に基づいて交流電動機M1の回生電力を演算する。そして、その演算した回生電力を蓄電装置Bが受入可能と判断された場合には、制御装置30Aは、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切替えるものとする。

[0079] 図8は、本発明の実施の形態2に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切替動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図8に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30A(図7)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0080] 図8を参照して、まず制御装置30Aは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0081] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Aは、電圧センサ22および電流センサ21から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける入力電圧VL(t)およびリアクトル電流IL(t)を取得する(ステップS011)。そして、制御装置30Aは、取得した入力電圧VL(t)とリアクトル電流IL(t)との積に基づいて回生電力の実績値Pgn(t)を算出する(ステップS012)。なお、ステップS011で取得されるリアクトル電流IL(t)には、昇降圧コンバータ12のスイッチング制御による交流電流(リップル電流)が重畳している。そのため

、ステップS012の回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ の算出に際しては、リアクトル電流 $I_L(t)$ の平均化処理またはなまし処理などが行なわれる。

[0082] そして、制御装置30Aは、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が予め定められたしきい値よりも小さいか否かを判定する(ステップS013)。すなわち、制御装置30Aは、蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。

[0083] 回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ がしきい値以上となる場合(ステップS013のNO判定時)には、制御装置30Aは、最初の処理に戻る。

[0084] 一方、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ がしきい値を下回る場合(ステップS013のYES判定時)には、制御装置30Aは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0085] なお、上述のステップS013におけるしきい値は、蓄電装置Bが受入れ可能な回生電力である回生可能電力に設定される。一例として、本実施の形態では、蓄電装置Bの許容充電電力 W_{in} に設定される。図9は、蓄電装置Bの許容充電電力特性の一例を示す図である。図9を参照して、許容充電電力 W_{in} は、蓄電装置Bの温度 T_b が低くなるほど減少するという特性を示している。

[0086] そこで、制御装置30Aは、図9の許容充電電力特性をマップ形式で格納するとともに、温度センサ9からの蓄電装置Bの温度 T_b に対応する許容充電電力 W_{in} を、上記しきい値に設定する。これにより、蓄電装置Bが過充電となるのを確実に防止することができる。

[0087] 以上のように、この発明の実施の形態2においては、余剰電力消費回路20は、一旦作動すると、交流電動機M1の回生電力の実績値が蓄電装置Bの回生可能電力よりも小さくなるまで余剰電力の消費動作を継続する。したがって、この実施の形態2によれば、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0088] [実施の形態3]

上述した図8のステップS013における蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かの判定については、以下に説明するように、スイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力の実績値の記憶値に基づいて行なうように構成することも可能である。

- [0089] このような構成は、予め格納している蓄電装置Bの許容充電電力特性に基づいて、しきい値を設定する構成では、蓄電装置Bを構成する二次電池等の個体差、経年劣化およびセル間のばらつき等に起因して、実際の蓄電装置Bの許容充電電力Winが、予め格納している許容充電電力特性に基づいて推定された許容充電電力Winと必ずしも一致しないことを考慮したものである。
- [0090] なぜなら、実際の許容充電電力Winと許容充電電力Winの推定値との間にずれが生じている場合には、回生電力が当該許容充電電力Winの推定値を下回ったことに応じて余剰電力消費回路20を動作から非動作に切替えた直後に、実際の蓄電装置Bの直流電圧Vb等に基づく過充電情報によって余剰電力消費回路20が再び動作に切換えられる、いわゆるチャタリングが発生する可能性があるためである。
- [0091] そこで、このような許容充電電力Winのずれを吸収するための手立てとして、本実施の形態3に従う制御装置30Bは、以下に述べるように、余剰電力が発生したことに応じて、一旦余剰電力消費回路20が作動すると、各種センサからの入力情報に基づいて交流電動機M1の回生電力を演算する。そして、その演算した回生電力とスイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力実績値の記憶値との大小関係を比較した結果に基づき、演算した回生電力を蓄電装置Bが受入可能と判断された場合には、制御装置30Bは、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切換えるものとする。
- [0092] なお、本実施の形態3に従うモータ駆動システム100Bは、実施の形態2に従うモータ駆動システム100Aと比較して、制御装置30Aに代えて制御装置30Bを含む点で異なるため、モータ駆動システムの構成についての図示および詳細な説明は繰り返さない。また、制御装置30Bが行なう余剰電力消費回路20の制御以外のモータ制御については、制御装置30および30Aと同様に行なわれるので、詳細な説明は繰り返さない。
- [0093] 図10は、本発明の実施の形態2に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図10に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30B(図示せず)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステ

ップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0094] 図10を参照して、まず制御装置30Bは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0095] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Bは、電圧センサ22および電流センサ21から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける入力電圧 $V_L(t)$ およびリアクトル電流 $I_L(t)$ を取得する(ステップS011)。そして、制御装置30Bは、取得した入力電圧 $V_L(t)$ とリアクトル電流 $I_L(t)$ との積に基づいて回生電力の実績値 $P_{gn}(t)$ を算出する(ステップS012)。なお、図8と同様に、ステップS012の回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ の算出に際しては、リアクトル電流 $I_L(t)$ の平均化処理、あるいはなまし処理などが行なわれる。

[0096] このとき、制御装置30Bは、スイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力の実績値 $P_{gn}(t_1)$ を図示しないメモリに記憶しておく(ステップS0131)。そして、制御装置30Bは、所定周期で演算される回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が、回生電力実績値の記憶値 $P_{gn}(t_1)$ よりも小さいか否かを判定する(ステップS0132)。すなわち、制御装置30Bは、余剰電力が発生した時点での回生電力と現時点での回生電力とを比較することにより、蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。

[0097] 回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t_1)$ 以上となる場合(ステップS0132のNO判定時)には、制御装置30Bは、最初の処理に戻る。

[0098] 一方、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t_1)$ を下回る場合(ステップS0132のYES判定時)には、制御装置30Bは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0099] 以上のように、この発明の実施の形態3においては、余剰電力の消費動作の実行

中における回生電力の受入れ可否の判定には、蓄電装置Bの許容充電電力Winが用いられず、単に回生電力実績値の記憶値 $P_{gn}(t1)$ のみが用いられることから、上述したような余剰電力消費回路20のチャタリングの発生を抑制することができる。この結果、余剰電圧発生回路20は、一旦作動すると、対応の蓄電装置Bが真に回生電力を受入れ可能と判断されるまで余剰電力の消費動作を継続する。したがって、この実施の形態3によれば、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0100] [実施の形態4]

本実施の形態4では、共通の電源に対して双方向に電力授受可能に接続された複数個の交流電動機を備えたモータ駆動システムにおける、交流電動機からの過大な回生電力の発生による直流電源の過充電を防止するための構成について説明する。

[0101] 図11は、この発明の実施の形態4による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。図11を参照して、モータ駆動システム100Cは、図1のモータ駆動システム100と比較して、交流電動機M1およびインバータ14に代えて、2つのモータジェネレータMG1、MG2と、動力分割機構PSDと、減速機RDと、モータジェネレータMG1、MG2の制御を行なう2つのインバータ14、31とを含む点、および制御装置30に代えて制御装置30Cを含む点で異なる。

[0102] モータジェネレータMG1、MG2の各々は、一例として、三相交流電動機からなる。モータジェネレータMG1は、内燃機関(図示せず)の作動により生じる動力を受けて発電可能な発電機(ジェネレータ)として作用し、動力分割機構PSDを介して伝達される回転力を受けて発電する。

[0103] 一方、モータジェネレータMG2は、モータジェネレータMG1で発電された電力および蓄電装置Bからの電力の少なくとも一方からの電力により駆動力を発生する電動機(モータ)として作用する。モータジェネレータMG2で発生した回転駆動力は、動力分割機構PSDと一体化された減速機RDによって減速されて動力分割機構PSDに伝達されると、内燃機関の回転駆動力と合成された駆動輪(図示せず)に与えられる。なお、モータジェネレータMG2は、運転者のブレーキ操作などの車両制動時に

において、発電機(ジェネレータ)としても作用し、車両の運動エネルギーを電力エネルギーとして蓄電装置Bへ回生することもできる。

[0104] インバータ14および31は、それぞれモータジェネレータMG1およびMG2と電氣的に接続されるとともに、昇降圧コンバータ12に対して並列に接続される。そして、インバータ14および31は、それぞれモータジェネレータMG1およびMG2との間で授受される電力を制御する。一例として、インバータ14および31は、それぞれ三相分のアーム回路を含むブリッジ回路で構成され、それぞれの電力変換動作は、制御装置30Cからのスイッチング制御信号S13～S18およびS23～S28により制御される。

[0105] モータジェネレータMG1, MG2の各々には、図1の交流電動機M1と同様に、電流センサ24および回転角センサ(レゾルバ)25が設けられる。これらのセンサによって検出された、モータジェネレータMG1のモータ電流MCRT1およびロータ回転角 $\theta 1$ ならびに、モータジェネレータMG2のモータ電流MCRT2およびロータ回転角 $\theta 2$ は、制御装置30Cへ入力される。

[0106] また、制御装置30Cへは、制御装置30と同様に、電圧センサ10による蓄電装置Bからの直流電圧Vbの検出値、電流センサ11による直流電流Ibの検出値および、電圧センサ13によるシステム電圧VHの検出値が入力される。

[0107] さらに、制御装置30Cへは、モータジェネレータMG1のトルク指令値Trqcom1および回生動作を示す制御信号RGE1、ならびに、モータジェネレータMG2のトルク指令値Trqcom2および回生動作を示す制御信号RGE2が入力される、

制御装置30Cは、図1に示した制御装置30と同様の制御構成に基づき、モータジェネレータMG1が指令値に従って動作するように、インバータ14のスイッチング制御信号S13～S18を生成する。同様に、制御装置30Cは、制御装置30と同様の制御構成に基づき、モータジェネレータMG2が指令値に従って動作するように、インバータ31のスイッチング制御信号S23～S28を生成する。

[0108] 図11に示したモータ駆動システムにおいては、複数のモータジェネレータMG1, MG2からの回生電力が共通の蓄電装置Bへ供給可能な構成となっている。したがって、実施の形態1～3と同様に、蓄電装置Bの過充電を防止するためには、モータジェネレータMG1, MG2全体での回生電力を監視した上で、余剰電力消費回路2

0を制御する必要がある。

[0109] そこで、本実施の形態4に従う制御装置30Cは、余剰電力が発生したことに応じて、一旦余剰電力消費回路20が作動すると、モータジェネレータMG1, MG2の運転状態に基づいて、モータジェネレータMG1, MG2全体での回生電力を推定する。そして、その推定した回生電力を蓄電装置Bが受入可能と判断された場合には、制御装置30Cは、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切替えるものとする。

[0110] なお、本実施の形態4に従う制御装置30Cは、上述した制御装置30A, 30Bと比較して、センサ出力に基づいて交流電動機での回生電力の実績値を演算する構成に代えて、交流電動機の運転状態に基づいて回生電力を推定する構成とした点で異なる。このようにソフトウェア構成上で回生電力を推定する構成としたことにより、入力電圧VLおよびリアクトル電流ILを検出するためのセンサの設置が不要となるため、モータ駆動システムの大型化および高コスト化を抑制することができる。

[0111] 図12は、本発明の実施の形態4に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切替動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図12に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30C(図11)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0112] 図12を参照して、まず制御装置30Cは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0113] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Cは、任意の時刻tでの回生電力 $P_{gn}(t)$ を推定するための情報として、モータジェネレータMG1の運転状態を示す、トルク指令値 $Trqcom1$ 、モータ回転数 $Nm1$ (回転角速度 $\omega 1$)、およびモータ電流 $MCRT1(iv, iw)$ を受ける。さらに、制御装置30Cは、モータジェネレータMG2の運転状態を示す、トルク指令値 $Trqcom$

2、モータ回転数Nm2(回転角速度 ω 2)、およびモータ電流MCRT2を受ける。そして、制御装置30Cは、これらの入力情報に基づいてモータジェネレータMG1, MG2全体での回生電力Pgn(t)を推定する(ステップS021)。たとえば、回生電力Pgn(t)は、モータ駆動システム100C全体での電力収支Pを表わす下記(1)式に従って推定することができる。

$$P = Tqcom1 \times \omega 1 + Loss1 + Tqcom2 \times \omega 2 + Loss2 + LossC \quad \cdots (1)$$

ただし、Loss1はモータジェネレータMG1における電力損失分を示し、Loss2はモータジェネレータMG2における電力損失分を示し、LossCは昇降圧コンバータ12における電力損失分を示す。

[0114] そして、制御装置30Cは、推定した回生電力Pgn(t)が予め定められたしきい値よりも小さいか否かを判定する(ステップS022)。なお、このしきい値は、図8でのステップS013と同様の方法によって、例えば、温度センサ9からの蓄電装置Bの温度Tbに対応する許容充電電力Winに設定される。

[0115] 回生電力の推定値Pgn(t)がしきい値以上となる場合(ステップS022のNO判定時)には、制御装置30Cは、最初の処理に戻る。

[0116] 一方、回生電力の推定値Pgn(t)がしきい値を下回る場合(ステップS022のYES判定時)には、制御装置30Cは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0117] 以上のように、この発明の実施の形態4においては、余剰電力消費回路20は、一旦作動すると、モータジェネレータMG1, MG2の運転状態に基づいて推定された回生電力を蓄電装置Bが受入可能と判断されるまで余剰電力の消費動作を継続する。したがって、この発明の実施の形態4によれば、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0118] さらに、モータジェネレータMG1, MG2全体での回生電力をモータジェネレータMG1, MG2の運転状態に基づいて推定する構成としたことにより、回生電力を算出するための新たなセンサを設置することなく、既存の装置構成を用いて蓄電装置Bの過充電を防止することができる。

[0119] [変更例]

上述した図12のステップS022における蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かの判定については、図10のステップS0131, S0132で説明したのと同様に、スイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力の推定値の記憶値に基づいて行なうように構成することも可能である。

[0120] 図13は、本発明の実施の形態4の変更例に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図13に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30C(図11)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0121] 図13を参照して、まず制御装置30Cは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0122] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Cは、任意の時刻 t での回生電力 $P_{gn}(t)$ を推定するための情報として、モータジェネレータMG1の運転状態を示す、トルク指令値 $Trqcom1$ 、モータ回転数 $Nm1$ (回転角速度 $\omega 1$)、およびモータ電流 $MCRT1(iv, iw)$ を受ける。さらに、制御装置30Cは、モータジェネレータMG2の運転状態を示す、トルク指令値 $Trqcom2$ 、モータ回転数 $Nm2$ (回転角速度 $\omega 2$)、およびモータ電流 $MCRT2$ を受ける。そして、制御装置30Cは、これらの入力情報に基づいてモータジェネレータMG1, MG2全体での回生電力 $P_{gn}(t)$ を推定する(ステップS021)。

[0123] このとき、制御装置30Cは、スイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力の推定値 $P_{gn}(t1)$ を図示しないメモリに記憶しておく(ステップS023)。そして、制御装置30Cは、所定周期で推定される回生電力 $P_{gn}(t)$ が、回生電力推定値の記憶値 $P_{gn}(t1)$ よりも小さいか否かを判定する(ステップS024)。

[0124] 回生電力推定値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t1)$ 以上となる場合(ステップS024のNO判定時)には、制御装置30Cは、最初の処理に戻る。

[0125] 一方、回生電力の推定値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t1)$ を下回る場合(ステップS024のYES判定時)には、制御装置30Cは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0126] なお、上述の実施の形態4では、2個のモータジェネレータMG1, MG2を備えたモータ駆動システムを代表的に例示したが、モータ駆動システムにおけるモータジェネレータ(交流電動機)の個数が2個に限定されるものではなく、任意の個数のモータジェネレータ(交流電動機)を備えたモータ駆動システムについても、余剰電力消費回路20の制御を、実施の形態4と同様に実行することができる。

[0127] [実施の形態5]

図14は、この発明の実施の形態5による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。図14を参照して、モータ駆動システム100Dは、図1のモータ駆動システム100と比較して、制御装置30に代えて制御装置30Dを含む点で異なる。

[0128] 本実施の形態5に従う制御装置30Dは、以下に述べるように、交流電動機からの回生電力の実績値もしくは推定値に基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能かを判定するように構成された、実施の形態2～4での制御装置30A～30Cとは異なり、蓄電装置Bに入出力される直流電流 I_b に基づいて当該判定を行なう構成となっている。

[0129] 具体的には、余剰電力消費回路20が余剰電力の消費動作を行なっている状態において、蓄電装置Bに入出力される直流電流 I_b は、図示しない交流電動機M1での回生電力 P_{gn} と余剰電力消費回路20における消費電力 P_c との大小関係に応じて、(1)負方向(すなわち、充電方向)に流れる場合、(2) $I_b=0$ となる場合、(3)正方向(すなわち、放電方向)に流れる場合の3つの形態の間を遷移する。

[0130] 詳細には、回生電力 P_{gn} が余剰電力消費回路20での消費電力 P_c を上回っている場合には、直流電流 I_b は負方向に流れる。すなわち、蓄電装置Bには、回生電力 P_g

nから消費電力 P_c を差し引いた電力が供給される。

[0131] これに対して、回生電力 P_{gn} が消費電力 P_c を下回っている場合には、直流電流 I_b は正方向に流れる。この場合、余剰電力消費回路20は、回生電力 P_{gn} に蓄電装置Bからの放電電力を加算した電力を消費することになる。

[0132] そして、回生電力 P_{gn} と消費電力 P_c とが等しい場合には、直流電流 $I_b=0$ となる。すなわち、回生電力 P_{gn} は全て余剰電力消費回路20により消費される。

[0133] ここで、余剰電力消費回路20における消費電力 P_c が略一定であることを鑑みれば、直流電流 I_b は、回生電力 P_{gn} の大きさに応じて上記(1)～(3)のいずれかの形態となることが分かる。したがって、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電流センサ11を用いて余剰電力消費回路20の動作時における直流電流 I_b を監視すれば、回生電力 P_{gn} を演算または推定を行なうことなく、また、新たなセンサを追加することなく、蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定することができる。

[0134] 図15は、本発明の実施の形態5による電源システムにおける余剰電力消費回路20のオン・オフ制御による、蓄電装置Bに入出力される直流電流 I_b および回生電力 P_{gn} の時間的变化を示す図である。なお、同図において、蓄電装置Bと交流電動機M1との間で授受される電力は、蓄電装置Bが放電される方向を正方向として示される。また、直流電流 I_b およびリアクトル電流 I_L についても、放電方向を正方向として示される。

[0135] 図15を参照して、時刻 t_1 において、スイッチング制御信号 S_{10} がLレベルからHレベルへ切換わると、余剰電力消費回路20は、余剰電力の消費動作を開始する。これにより、蓄電装置Bの充電電力 P_b は、回生電力 P_{gn} から余剰電力消費回路20での消費電力 P_c だけ減少する。しかしながら、回生電力 P_{gn} が消費電力 P_c を上回っているため、直流電流 I_b は負方向に流れている。

[0136] 制御装置30Dは、時刻 t_1 以降における電流センサ11による直流電流 I_b の検出値を監視しており、当該検出値に基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。具体的には、制御装置30Dは、所定周期で入力される直流電流 I_b の検出値とスイッチング素子Q10がオンされた時刻 t_1 での直流電流 I_b の検出値の記

憶値との大小関係を比較する。そして、直流電流 I_b の検出値が記憶値を超えたことに基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能と判定された場合には、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切替える。

[0137] 図16は、本発明の実施の形態5に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切替動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図16に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30D(図14)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0138] 図16を参照して、まず制御装置30Dは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0139] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Dは、電流センサ11から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻 t における直流電流 $I_b(t)$ を取得する(ステップS031)。

[0140] このとき、制御装置30Dは、スイッチング素子Q10がオンされた時点での直流電流 $I_b(t_1)$ を図示しないメモリに記憶しておく(ステップS032)。そして、制御装置30Dは、所定周期で取得される直流電流 $I_b(t)$ が、直流電流の記憶値 $I_b(t_1)$ よりも大きいかな否かを判定する(ステップS033)。

[0141] 直流電流 $I_b(t)$ が記憶値 $I_b(t_1)$ 以下となる場合(ステップS033のNO判定時)には、制御装置30Dは、最初の処理に戻る。

[0142] 一方、直流電流 $I_b(t)$ が記憶値 $I_b(t_1)$ を上回る場合(ステップS033のYES判定時)には、制御装置30Dは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切替えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0143] [変更例]

なお、直流電流 I_b の検出値を用いた回生電力の受入れ可否の判定は、以下の変更例に示す制御構成によっても行なうことができる。

[0144] 図17は、本発明の実施の形態5の変更例による電源システムにおける余剰電力消費回路20のオン・オフ制御による、蓄電装置Bに入出力される直流電流 I_b および回生電力 P_{gn} の時間的変化を示す図である。なお、同図においても図15と同様に、電力および電流は蓄電装置Bの放電方向を正方向として示される。

[0145] 図17を参照して、時刻 t_1 において、スイッチング制御信号 S_{10} がLレベルからHレベルへ切換わると、余剰電力消費回路20は、余剰電力の消費動作を開始する。これにより、蓄電装置Bの充電電力 P_b は、回生電力 P_{gn} から余剰電力消費回路20での消費電力 P_c だけ減少する。しかしながら、回生電力 P_{gn} が消費電力 P_c を上回っているため、直流電流 I_b は負方向に流れている。

[0146] 制御装置30Dは、時刻 t_1 以降における電流センサ11による直流電流 I_b の検出値を監視しており、当該検出値に基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。本変更例では、制御装置30Dは、所定周期で入力される直流電流 I_b の検出値が予め定められたしきい値を超えたことに基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能と判定し、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切換える。

[0147] なお、直流電流 I_b のしきい値は、図17に示すように、零もしくは正の値となるように設定される。したがって、しきい値を零に設定した場合には、回生電力 P_{gn} と消費電力 P_c とが等しくなったときに、余剰電力消費回路20は非動作となる。また、しきい値を正の値に設定した場合には、余剰電力消費回路20への電力供給源が交流電動機M1側から蓄電装置Bへ切換わった後に余剰電力消費回路20は非動作となる。これにより、一旦過充電となった蓄電装置Bを所望の充電状態まで低下させることができる。

[0148] 図18は、本発明の実施の形態5の変更例に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図18に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30D(図14)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現すること

も可能である。

- [0149] 図18を参照して、まず制御装置30Dは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。
- [0150] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Dは、電流センサ11から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける直流電流 $I_b(t)$ を取得する(ステップS031)。
- [0151] そして、制御装置30Dは、直流電流 $I_b(t)$ が予め定められたしきい値よりも大きいかな否かを判定する(ステップS034)。直流電流 $I_b(t)$ がしきい値以下となる場合(ステップS034のNO判定時)には、制御装置30Dは、最初の処理に戻る。
- [0152] 一方、直流電流 $I_b(t)$ がしきい値を上回る場合(ステップS034のYES判定時)には、制御装置30Dは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。
- [0153] 以上のように、この発明の実施の形態5においては、余剰電力の消費動作の実行中における回生電力の受入れ可否の判定には、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電流センサ11からの直流電流 I_b の検出値が用いられることから、回生電力を演算または推定、およびセンサの追加が不要となるため、より簡易に蓄電装置Bにおける過充電発生を防止することができる。
- [0154] [実施の形態6]
- 実施の形態5では、既設の電流センサ11からの直流電流 I_b の検出値を用いて回生電力の受入れ可否を判定する構成について例示したが、既設のセンサを用いた他の構成として、実施の形態6では、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電圧センサ10(図14)の検出値を用いて回生電力の受入れ可否を判定する構成について説明する。なお、実施の形態6に従うモータ駆動システムは、実施の形態5に従うモータ駆動システム(図14)と比較して、制御装置30Dに代えて制御装

置30Eを含む点で異なることから、図示ならびに詳細な説明は繰り返さない。

[0155] 図19は、本発明の実施の形態6による電源システムにおける余剰電力消費回路20のオン・オフ制御による、蓄電装置Bが出力する直流電圧 V_b および入出力される直流電流 I_b 、および回生電力 P_{gn} の時間的変化を示す図である。なお、同図においても図15と同様に、電力および電流は蓄電装置Bの放電方向を正方向として示される。

[0156] 図19を参照して、時刻 t_1 において、スイッチング制御信号 S_{10} がLレベルからHレベルへ切換わると、余剰電力消費回路20は、余剰電力の消費動作を開始する。これにより、蓄電装置Bの充電電力 P_b は、回生電力 P_{gn} から余剰電力消費回路20での消費電力 P_c だけ減少する。

[0157] 制御装置30Eは、時刻 t_1 以降における電圧センサ10による直流電圧 V_b の検出値を監視しており、当該検出値に基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。具体的には、制御装置30Eは、所定周期で入力される直流電圧 V_b の検出値とスイッチング素子 Q_{10} がオンされた時刻 t_1 での直流電圧 V_b の検出値の記憶値との大小関係を比較する。そして、直流電圧 V_b の検出値が記憶値を下回ったことに基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能と判定された場合には、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切換える。

[0158] 図20は、本発明の実施の形態6に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図20に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30Eが予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0159] 図20を参照して、まず制御装置30Eは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号 S_{10} をHレベルに活性化してスイッチング素子 Q_{10} へ出力する。これにより、スイッチング素子 Q_{10} がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0160] スwitchング素子 Q_{10} がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると

、制御装置30Eは、電圧センサ10から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける直流電圧 $V_b(t)$ を取得する(ステップS041)。

[0161] このとき、制御装置30Eは、スイッチング素子Q10がオンされた時点での直流電圧 $V_b(t_1)$ を図示しないメモリに記憶しておく(ステップS042)。そして、制御装置30Eは、所定周期で取得される直流電圧 $V_b(t)$ が、直流電圧の記憶値 $V_b(t_1)$ よりも小さいか否かを判定する(ステップS043)。

[0162] 直流電圧 $V_b(t)$ が記憶値 $V_b(t_1)$ 以上となる場合(ステップS043のNO判定時)には、制御装置30Eは、最初の処理に戻る。

[0163] 一方、直流電圧 $V_b(t)$ が記憶値 $V_b(t_1)$ を下回る場合(ステップS043のYES判定時)には、制御装置30Eは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0164] 以上のように、この発明の実施の形態6においては、余剰電力の消費動作の実行中における回生電力の受入れ可否の判定には、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電圧センサ10からの直流電圧 V_b の検出値が用いられることから、回生電力を演算または推定、およびセンサの追加が不要となるため、より簡易に蓄電装置Bにおける過充電発生を防止することができる。

[0165] なお、上述の実施の形態6では、電圧センサ10による直流電圧 V_b の検出値を監視する構成について例示したが、これに代えて、電力線6およびアース線5間に接続された電圧センサによる入力電圧 V_L の検出値を監視する構成としてもよい。

[0166] [実施の形態7]

既設のセンサを用いた他の構成として、実施の形態7では、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電圧センサ10および電流センサ11の検出値を用いて回生電力の受入れ可否を判定する構成について説明する。

[0167] 図21は、この発明の実施の形態7による電源システムが搭載されるモータ駆動システムの構成を示すブロック図である。図21を参照して、モータ駆動システム100Fは、図1のモータ駆動システム100と比較して、制御装置30に代えて制御装置30Fを含む点で異なる。

[0168] 本実施の形態7に従う制御装置30Fは、以下に述べるように、蓄電装置Bの管理用の電圧センサ10および電流センサ11の検出値を用いて交流電動機からの回生電力の実績値を演算し、その演算した回生電力実績値に基づいて蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定するように構成される。

[0169] 具体的には、余剰電力消費回路20が余剰電力の消費動作を行なっている状態において、交流電動機での回生電力 P_{gn} は、余剰電力消費回路20での消費電力 P_c および蓄電装置Bの充電電力 P_b の合計値となる。消費電力 P_c および充電電力 P_b の実績値は、それぞれ電圧センサ10による直流電圧 V_b の検出値および電流センサ11による直流電流 I_b の検出値を用いて、下記(2)および(3)式に従って算出することができる。

$$P_c = V_b^2 / R \quad \dots (2)$$

$$P_b = V_b \times I_b \quad \dots (3)$$

ただし、 R は抵抗 R_{10} の抵抗値を示す。

[0170] したがって、上記(2)および(3)式で算出された消費電力 P_c および充電電力 P_b の実績値の和に基づいて、回生電力 P_{gn} の実績値を算出することができる。制御装置30Fは、この算出した回生電力実績値 P_{gn} を蓄電装置Bが受入れ可能と判断された場合には、余剰電力消費回路20を動作から非動作に切替える。

[0171] 図22は、本発明の実施の形態7に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切替動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図22に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30F(図21)が予め格納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0172] 図22を参照して、まず制御装置30Fは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号 S_{10} をHレベルに活性化してスイッチング素子 Q_{10} へ出力する。これにより、スイッチング素子 Q_{10} がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0173] スイッチング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Fは、電圧センサ10および電流センサ11から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける直流電圧 $V_b(t)$ および直流電流 $I_b(t)$ を取得する(ステップS051)。そして、制御装置30Fは、取得した直流電圧 $V_b(t)$ と直流電圧 $V_b(t)$ とを用いて、上記(3)式に従って蓄電装置Bの充電電力の実績値 $P_b(t)$ を算出する(ステップS052)。さらに、制御装置30Fは、上記(2)式に従って余剰電力消費回路20での消費電力の実績値 $P_c(t)$ を算出すると(ステップS053)、これらの算出結果に基づき、交流電動機M1からの回生電力の実績値 $P_{gn}(t)$ を算出する(ステップS054)。

[0174] このとき、制御装置30Fは、スイッチング素子Q10がオンされた時点での回生電力の実績値 $P_{gn}(t1)$ を図示しないメモリに記憶しておく(ステップS055)。そして、制御装置30Fは、所定周期で演算される回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が、回生電力実績値の記憶値 $P_{gn}(t1)$ よりも小さいか否かを判定する(ステップS056)。すなわち、制御装置30Fは、余剰電力が発生した時点での回生電力と現時点での回生電力とを比較することにより、蓄電装置Bが回生電力を受入れ可能か否かを判定する。

[0175] 回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t1)$ 以上となる場合(ステップS056のNO判定時)には、制御装置30Fは、最初の処理に戻る。

[0176] 一方、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が記憶値 $P_{gn}(t1)$ を下回る場合(ステップS056のYES判定時)には、制御装置30Fは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0177] なお、本実施の形態7においては、実施の形態3と同様に、回生電力の受入れ可否の判定に回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ の時間的変化のみが用いられる。そのため、余剰電力消費回路20のチャタリングの発生を抑制することができる。

[0178] [変更例]

図23は、本発明の実施の形態7の変更例に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切換動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図23に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30F(図21)が予め格

納されたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

- [0179] 図23を参照して、まず制御装置30Fは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。
- [0180] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Fは、電圧センサ10および電流センサ11から、スイッチング素子Q10がオンされた時点以降の時刻tにおける直流電圧 $V_b(t)$ および直流電流 $I_b(t)$ を取得する(ステップS051)。そして、制御装置30Fは、取得した直流電圧 $V_b(t)$ と直流電圧 $V_b(t)$ とを用いて、上記(2)および(3)式に従って蓄電装置Bの充電電力の実績値 $P_b(t)$ および余剰電力消費回路20での消費電力の実績値 $P_c(t)$ をそれぞれ算出すると(ステップS052, S053)、これらの算出結果に基づき、交流電動機M1からの回生電力の実績値 $P_{gn}(t)$ を算出する(ステップS054)。
- [0181] そして、制御装置30Fは、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ が予め定められたしきい値よりも小さいか否かを判定する(ステップS057)。このしきい値は、蓄電装置Bが受入れ可能な回生電力である回生可能電力であって、一例として、蓄電装置Bの許容充電電力 W_{in} に設定される。
- [0182] 回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ がしきい値以上となる場合(ステップS057のNO判定時)には、制御装置30Fは、最初の処理に戻る。
- [0183] 一方、回生電力実績値 $P_{gn}(t)$ がしきい値を下回る場合(ステップS057のYES判定時)には、制御装置30Fは、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。
- [0184] 以上のように、この発明の実施の形態7においては、蓄電装置Bの充電状態を管理するために設けられている電圧センサ10からの直流電圧 V_b の検出値を用いて回生

電力の実績値が算出され、その算出した回生電力実績値に基づいて回生電力の受入れ可否の判定が行なわれる。したがって、この発明の実施の形態7によれば、新たなセンサの追加を必要とせず、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0185] さらに、同じくセンサの追加を不要とする実施の形態4のモータ駆動システム100C(図11)と比較すると、実施の形態4に従う制御装置30Cは、交流電動機の運転状態に基づいて、ソフトウェア構成上で回生電力を推定するように構成されるため、走行状況の急変(たとえば急ブレーキやスリップなど)によって蓄電装置Bの受入可能な電力を超えるような回生電力が発生するケースでは、モータ回転数が急変したことの認識が遅れることによって、回生電力の受入れ可否を正確に判定できない可能性が生じてしまう。これに対して、本実施の形態7に従う制御装置30Fは、既設のセンサの検出値を用いて回生電力の実績値を算出することから、このようなケースにおいても、正確な判定を行なうことが可能となる。

[0186] [実施の形態8]

最後に、以下の実施の形態8では、センサの検出値を用いず、ソフトウェア構成上で回生電力の受入れ可否を判定する構成の他の例として、モータ駆動システムが搭載された電動車両の走行パターンに基づいて上記判定を行なう構成について説明する。

[0187] なお、本実施の形態8におけるモータ駆動システムは、図11のモータ駆動システム100Cと比較して、制御装置30Cに代えて制御装置30Gを含む点で異なるため、モータ駆動システムの構成についての図示および詳細な説明は繰り返さない。

[0188] 本実施の形態8において、制御装置30Gは、以下に述べるように、実施の形態1での電力超過パターンに基づいて余剰電力消費回路20を動作させるための最小オン時間 T_{on} を予め設定する構成を応用したものであって、ソフトウェア構成上で回生電力の推定を行なわない点において、実施の形態4での制御装置30Cとは異なる。

[0189] 図24は、本発明の実施の形態8に従う余剰電力消費回路20の動作／非動作の切替動作を実現するための制御構造を示すフローチャートである。なお、図24に示すフローチャート中の各ステップについては、制御装置30G(図示せず)が予め格納さ

れたプログラムを所定周期で実行することによって実現される。あるいは、一部のステップについては、専用のハードウェア(電子回路)を構築して処理を実現することも可能である。

[0190] 図24を参照して、まず制御装置30Gは、蓄電装置Bの過充電情報に基づいて余剰電力が発生したか否かを判定し、余剰電力が発生したと判定すると、スイッチング制御信号S10をHレベルに活性化してスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオンされ、余剰電力消費回路20における余剰電力の消費動作が開始される(ステップS01)。

[0191] スwitchング素子Q10がオンされて余剰電力消費回路20が消費動作を開始すると、制御装置30Gは、各種センサからの入力情報に基づいて、モータ駆動システムが搭載された電動車両の走行パターンを検出する。各種センサからの入力情報には、駆動軸の回転数を検出するための車輪速センサからの入力信号、およびアクセルペダルの踏み込み量であるアクセル開度を検出するためのアクセル開度センサからの入力信号などが含まれる。

[0192] そして、制御装置30Gは、検出した電動車両の走行パターンに基づき、交流電動機M1が、過大な回生電力が発生すると想定される特殊運転状態であるか否かを判断する。

[0193] 具体的には、制御装置30Gは、駆動軸の回転数の変化率に基づいて、スリップ判定、グリップ判定、またはスリップ／グリップの状態変化の有無の判定を行なう(ステップS061)。そして、走行パターンがスリップ状態からのグリップ時であることが判定されると(ステップS061のYES判定時)、制御装置30Gは、特殊運転フラグF=1に設定する(ステップS064)。

[0194] さらに、スリップ状態からのグリップ時でない場合(ステップS061のNO判定時)には、制御装置30Gは、駆動軸の回転数の変化率およびアクセル開度に基づいて、急減速中であるか否かを判定する(ステップS062)。アクセル開度が0であって、かつ、回転数の減少率が所定値よりも大きい場合には、制御装置30Gは、走行パターンが急減速中であると判定して(ステップS062のYES判定時)、特殊運転フラグF=1に設定する(ステップS064)。一方、走行パターンが急減速中でないとき(ステップ

S062のNO判定時)には、制御装置30Gは、交流電動機M1が、回生電力が通常範囲内となる通常運転状態であると判断して、特殊運転フラグF=0に設定する(ステップS063)。

[0195] 次に、制御装置30Gは、交流電動機M1が特殊運転状態から通常運転状態への遷移が発生したか否かを、特殊運転フラグFにより判定する(ステップS065)。そして、ステップS065のYES判定時、すなわち、特殊運転状態から通常運転状態への遷移時には、スイッチング制御信号S10をHレベルからLレベルに切換えてスイッチング素子Q10へ出力する。これにより、スイッチング素子Q10がオフされ、余剰電力消費回路20が非動作となる(ステップS04)。

[0196] これに対して、ステップS065のNO判定時、すなわち、継続的に特殊運転状態である場合には、制御装置30Gは、最初の処理に戻る。

[0197] 以上のように、この発明の実施の形態8においては、各種センサ出力から検出されるモータ駆動システムが搭載される電動車両の走行パターンに基づいて、ソフトウェア構成上で回生電力の受入れ可否の判定が行なわれる。したがって、この発明の実施の形態8によれば、新たなセンサの追加を必要とせず、蓄電装置Bにおける過充電発生を確実に防止することができる。

[0198] また、同じくセンサの追加を不要とする実施の形態4のモータ駆動システム100C(図11)と比較すると、実施の形態4に従う制御装置30Cは、ソフトウェア構成上で回生電力を推定するように構成されるために、走行状況が急変したときには回生電力の受入れ可否を正確に判定できない可能性が生じるのに対し、本実施の形態8に従う制御装置30Gは、走行状況の急変を検知することができるため、正確な判定を行なうことが可能となる。

[0199] なお、上記の実施の形態1～8と本願発明との対応関係については、駆動力発生部28が「負荷装置」および「駆動力発生部」に相当し、蓄電装置Bが「蓄電装置」に相当し、余剰電力消費回路20が「余剰電力消費回路」に相当する。また、制御装置30および30A～30Gが「制御装置」を実現する。

[0200] また、上述の実施の形態1～8においては、「負荷装置」の一例として、車両の駆動力を発生する構成について説明したが、これに限られず、電力消費の実を行なう装

置および電力消費および発電の両方が可能な装置のいずれにも適用することができる。

[0201] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0202] この発明は、負荷装置と電力を授受可能に構成された電源システムおよびそれを備えた電動車両に適用することができる。

請求の範囲

- [1] 負荷装置との間で電力を授受可能な電源システム(10#)であって、
前記負荷装置へ電力を供給する一方で、前記負荷装置が発電する回生電力により充電される蓄電装置(B)と、
オン状態に駆動されることにより、前記回生電力のうち前記蓄電装置(B)に充電されない余剰電力を消費するように構成された余剰電力消費回路(20)と、
前記余剰電力消費回路(20)を制御する制御装置(30, 30A～30G)とを備え、
前記制御装置(30, 30A～30G)は、前記余剰電力消費回路(20)がオン状態であるときに、前記蓄電装置(B)の前記回生電力の受入れ可否を判断するとともに、前記蓄電装置(B)が前記回生電力を受入れ可能と判断された場合に、前記余剰電力消費回路(20)をオフ状態に駆動する、電源システム。
- [2] 前記制御装置(30)は、前記余剰電力消費回路(20)がオン状態に駆動された時点からの経過時間を計時し、計時した前記経過時間が所定時間を超えたときに、前記蓄電装置(B)が前記回生電力を受入れ可能と判断する、請求の範囲第1項に記載の電源システム。
- [3] 前記負荷装置は、前記電源システム(10#)から供給される電力を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部(28)を含み、
前記所定時間は、前記車両の走行状況の変化に応じて前記余剰電力が発生することが想定される期間を含むように設定される、請求の範囲第2項に記載の電源システム。
- [4] 前記制御装置(30A～30C, 30F)は、前記余剰電力消費回路(20)がオン状態に駆動された時点からの前記回生電力の時間的变化を取得するとともに、取得した前記回生電力が予め定められたしきい値を下回ったときに、前記蓄電装置(B)が前記回生電力を受入可能と判断する、請求の範囲第1項に記載の電源システム。
- [5] 前記しきい値は、前記蓄電装置(B)の許容充電電力に基づいて設定される、請求の範囲第4項に記載の電源システム。
- [6] 前記しきい値は、前記余剰電力消費回路(20)がオン状態に駆動された時点での前記回生電力の記憶値に設定される、請求の範囲第4項に記載の電源システム。

- [7] 前記負荷装置と前記電源システム(10#)との間で電力を授受可能に構成された電力線(6)と、
前記電力線(6)の電圧値を検出する電圧センサ(22)と、
前記電力線(6)の電流値を検出する電流センサ(21)とをさらに備え、
前記制御装置(30A)は、前記電圧センサ(22)および前記電流センサ(21)によってそれぞれ検出された前記電力線の電圧値および電流値に基づいて、前記電力線(6)上で前記負荷装置との間で授受される電力実績値を算出することにより、前記回生電力の時間的変化を取得する、請求の範囲第4項～第6項のいずれか1項に記載の電源システム。
- [8] 前記制御装置(30C)は、前記負荷装置の運転状態に基づいて前記回生電力を推定することにより、前記回生電力の時間的変化を取得する、請求の範囲第4項～第6項のいずれか1項に記載の電源システム。
- [9] 前記余剰電力消費回路(20)は、オン状態に駆動されたときに前記直流電源(B)に並列に接続される抵抗(R10)を含み、
前記電源システム(10#)は、
前記蓄電装置(B)の電圧値を検出する電圧センサ(10)と、
前記蓄電装置(B)の電流値を検出する電流センサ(11)とをさらに備え、
前記制御装置(30F)は、前記電圧センサ(10)および前記電流センサ(11)によってそれぞれ検出された前記蓄電装置(B)の電圧値および電流値と前記抵抗(R10)の抵抗値とに基づいて、前記直流電源(B)の充電電力および前記余剰電力消費回路(20)での消費電力の実績値を算出することにより、前記回生電力の時間的変化を取得する、請求の範囲第4項～第6項のいずれか1項に記載の電源システム。
- [10] 前記蓄電装置(B)の電流値を検出する電流センサ(11)をさらに備え、
前記制御装置(30D)は、前記電流センサ(11)によって検出された前記蓄電装置(B)の電流値に基づいて、前記蓄電装置(B)の前記回生電力の受入れ可否を判断する、請求の範囲第1項に記載の電源システム。
- [11] 前記蓄電装置(B)の電圧値を検出する電圧センサ(10)をさらに備え、
前記制御装置(30E)は、前記電圧センサ(10)によって検出された前記蓄電装置(

B)の電圧値に基づいて、前記蓄電装置(B)の前記回生電力の受入れ可否を判断する、請求の範囲第1項に記載の電源システム。

- [12] 前記負荷装置は、前記電源システム(10#)から供給される電力を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部(28)を含み、

前記制御装置(30G)は、前記車両の走行パターンに基づいて、前記負荷装置が、前記余剰電力が発生することが想定される運転状態から通常状態へ遷移したことが検出されたときに、前記蓄電装置(B)が前記回生電力を受入れ可能と判断する、請求の範囲第1項に記載の電源システム。

- [13] 電源システム(10#)と、

前記電源システム(10#)から供給される電力を受けて駆動力を発生する駆動力発生部(28)とを備える電動車両であって、

前記電源システム(10#)は、

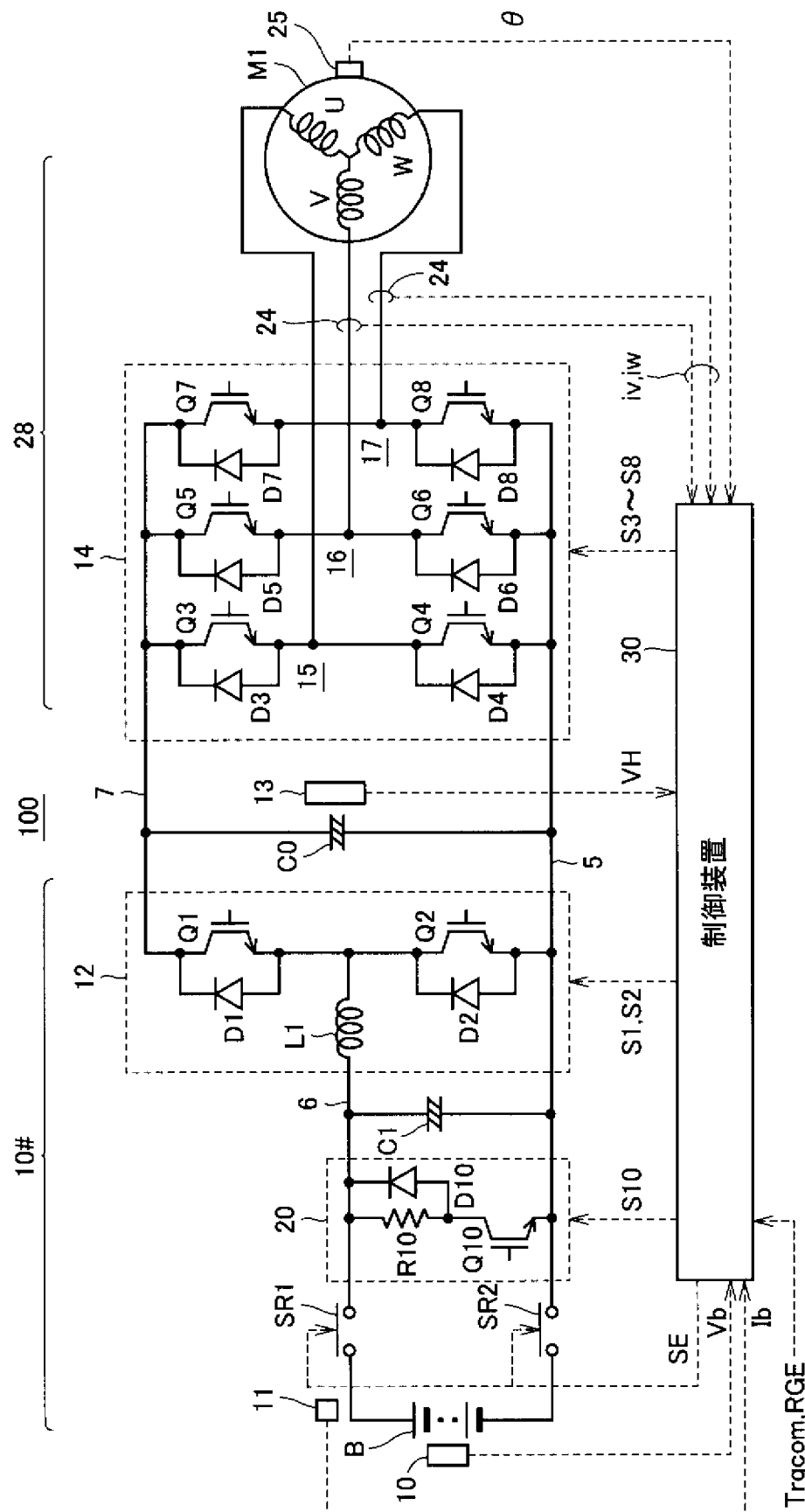
前記駆動力発生部(28)へ電力を供給する一方で、前記駆動力発生部(28)が発電する回生電力により充電される蓄電装置(B)と、

オン状態に駆動されることにより、前記回生電力のうち前記蓄電装置(B)に充電されない余剰電力を消費するように構成された余剰電力消費回路(20)と、

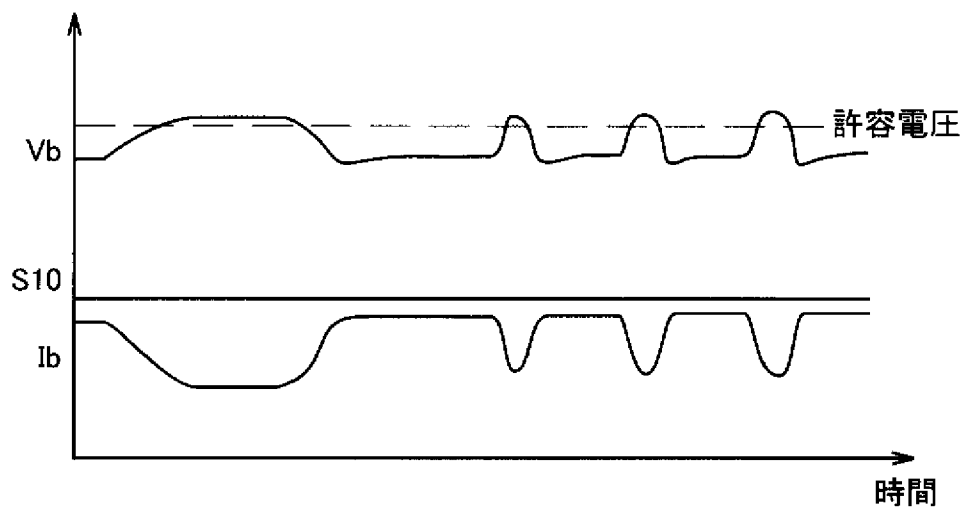
前記余剰電力消費回路(20)を制御する制御装置(30, 30A~30G)とを含み、

前記制御装置(30, 30A~30G)は、前記余剰電力消費回路(20)がオン状態であるときに、前記蓄電装置(B)の前記回生電力の受入れ可否を判断するとともに、前記蓄電装置(B)が前記回生電力を受入れ可能と判断された場合に、前記余剰電力消費回路(20)をオフ状態に駆動する、電動車両。

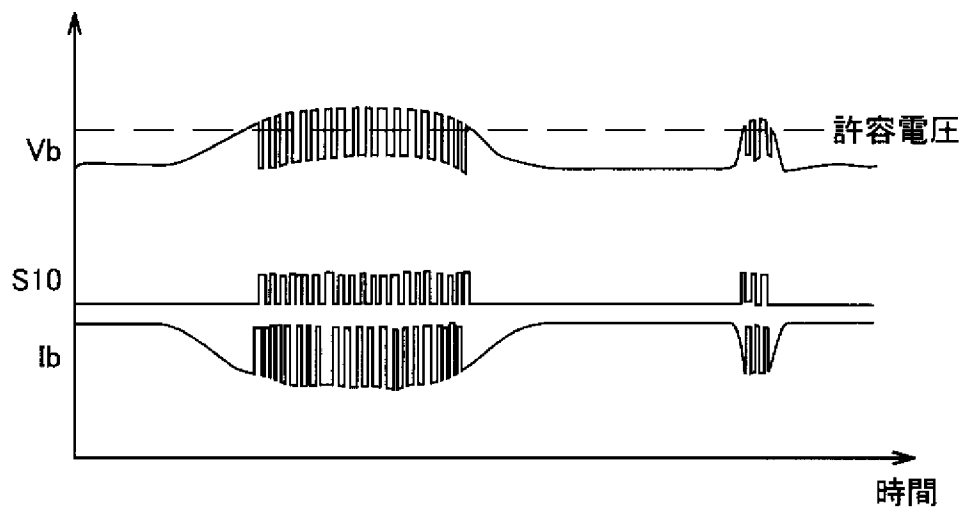
[図1]



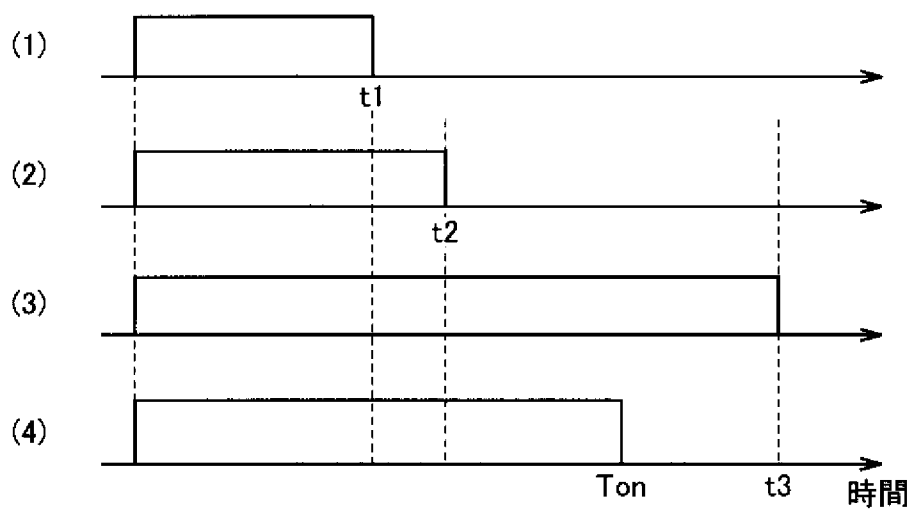
[図2]



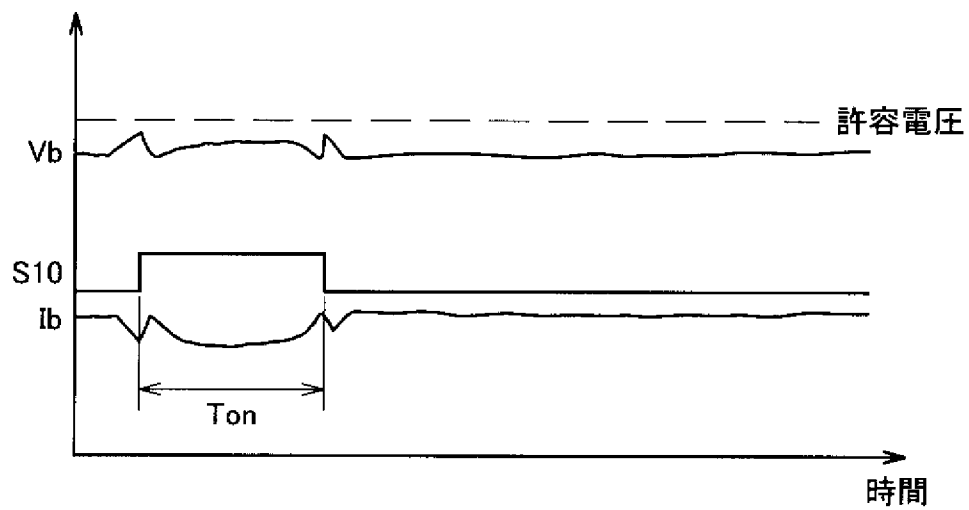
[図3]



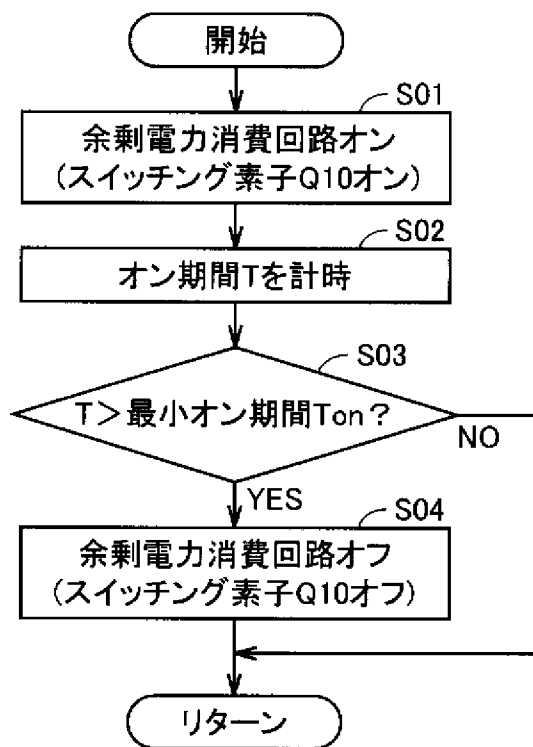
[図4]



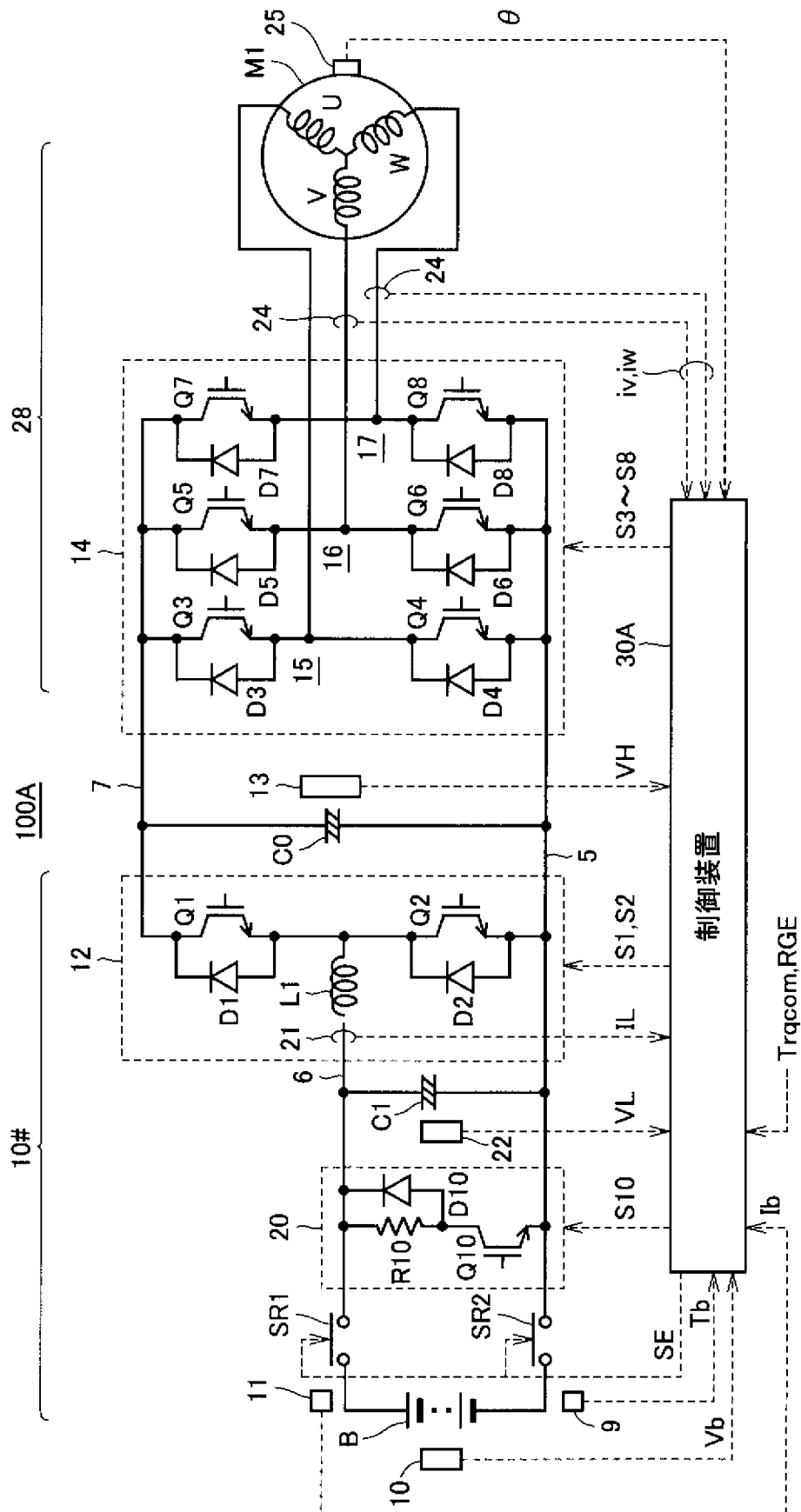
[図5]



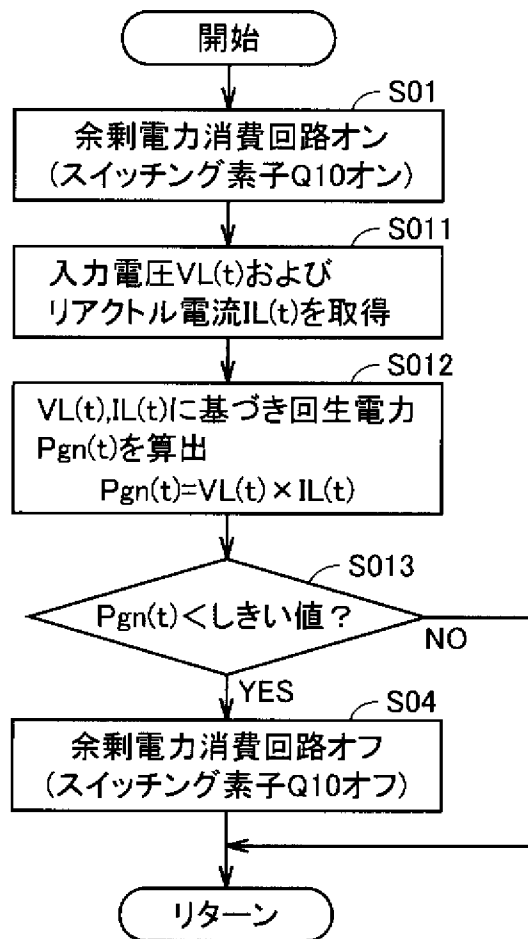
[図6]



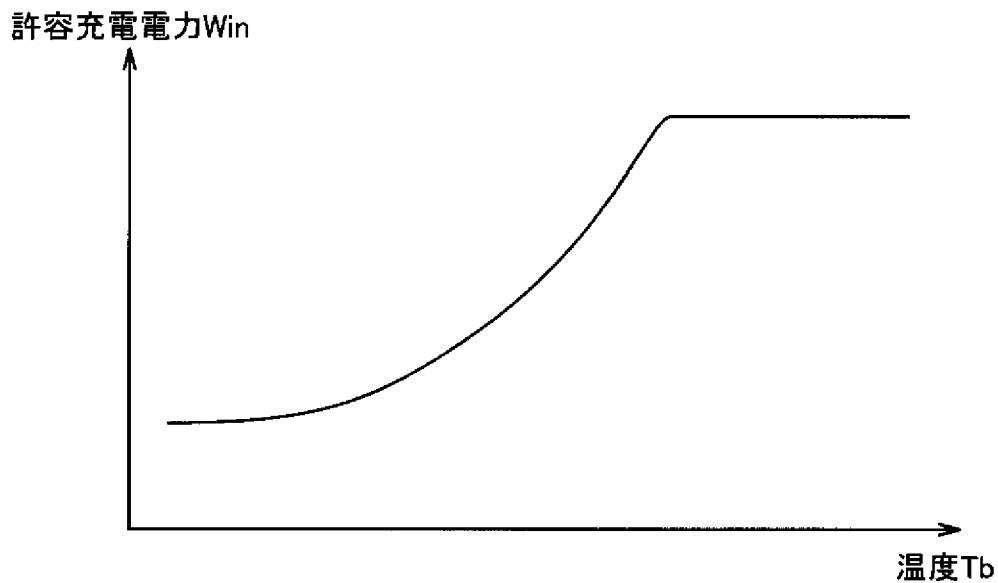
[図7]



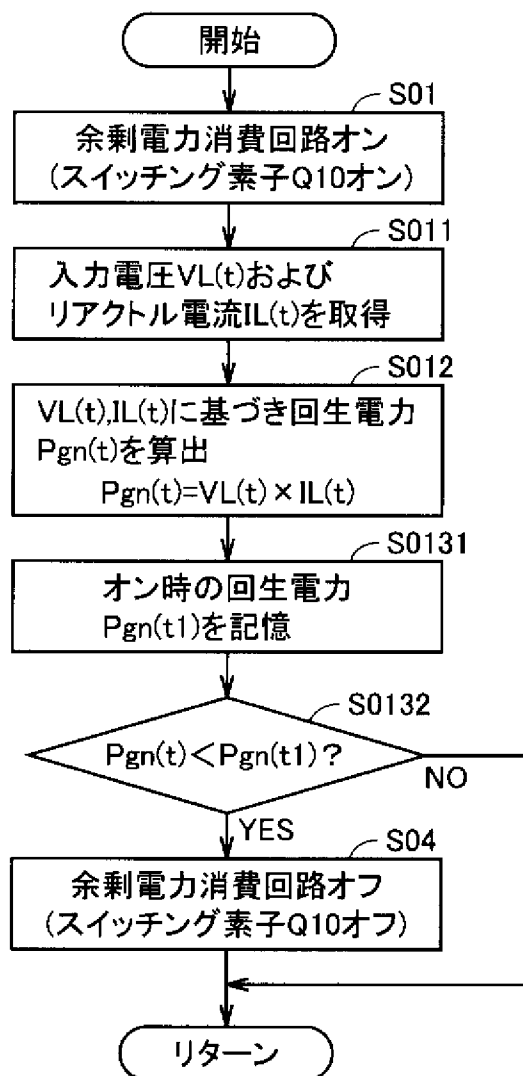
[図8]



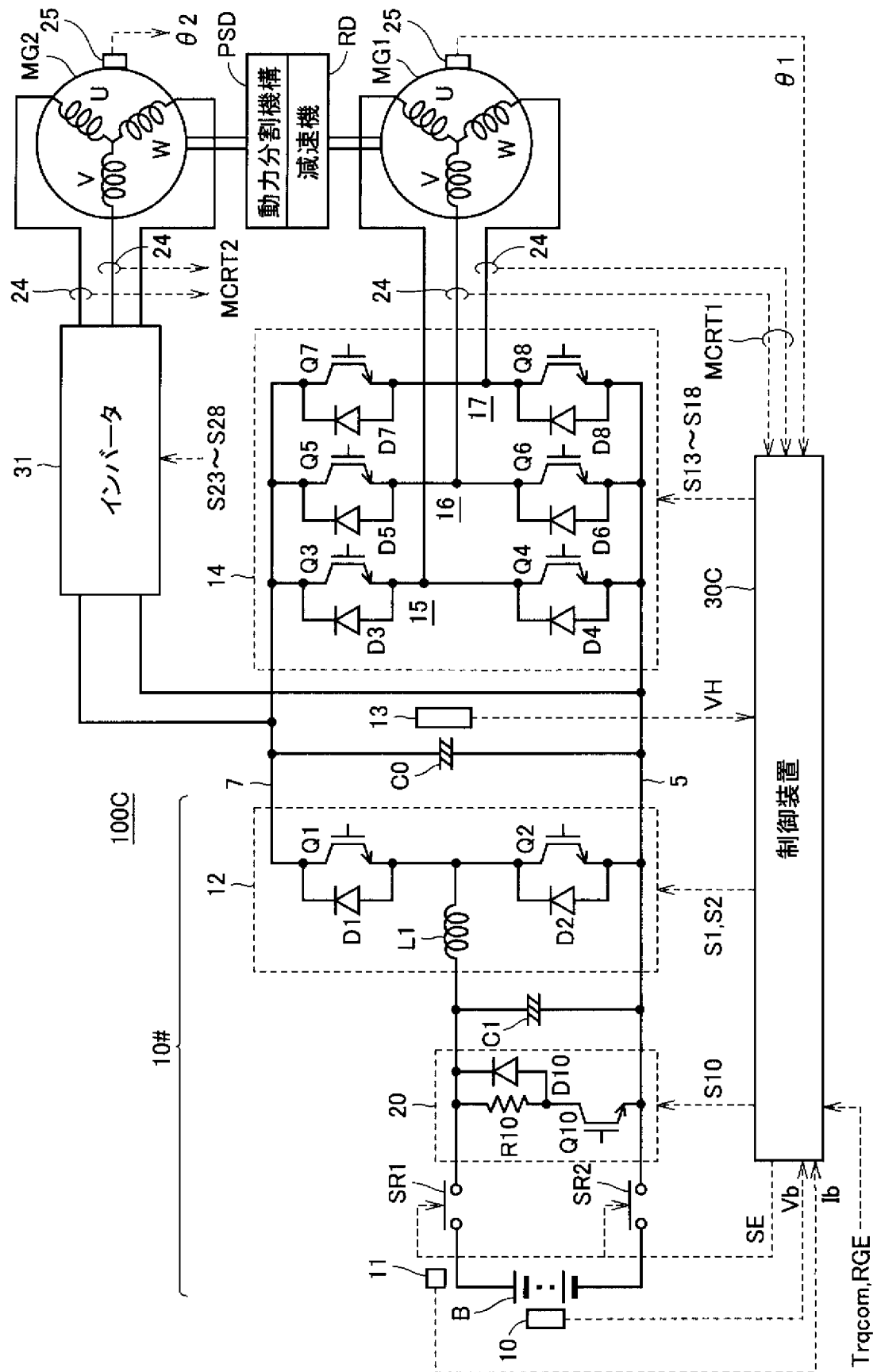
[図9]



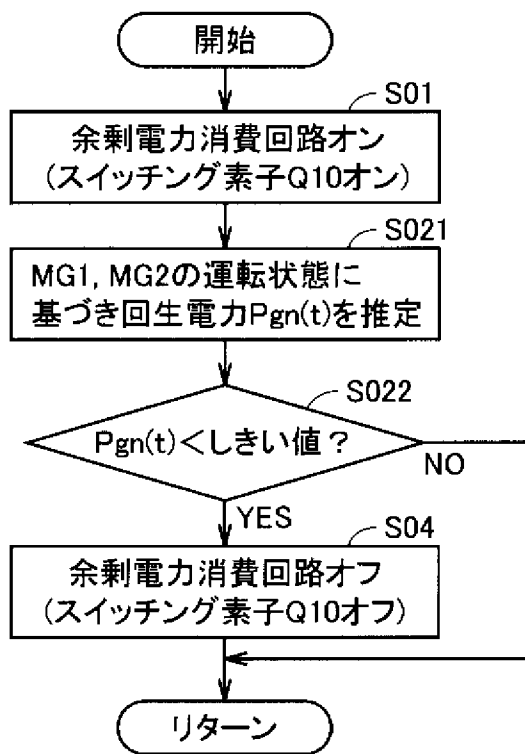
[図10]



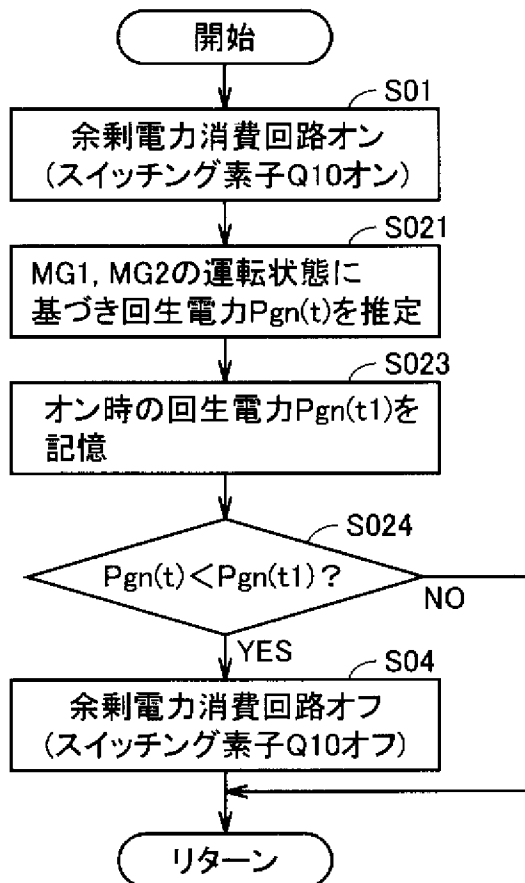
[図11]



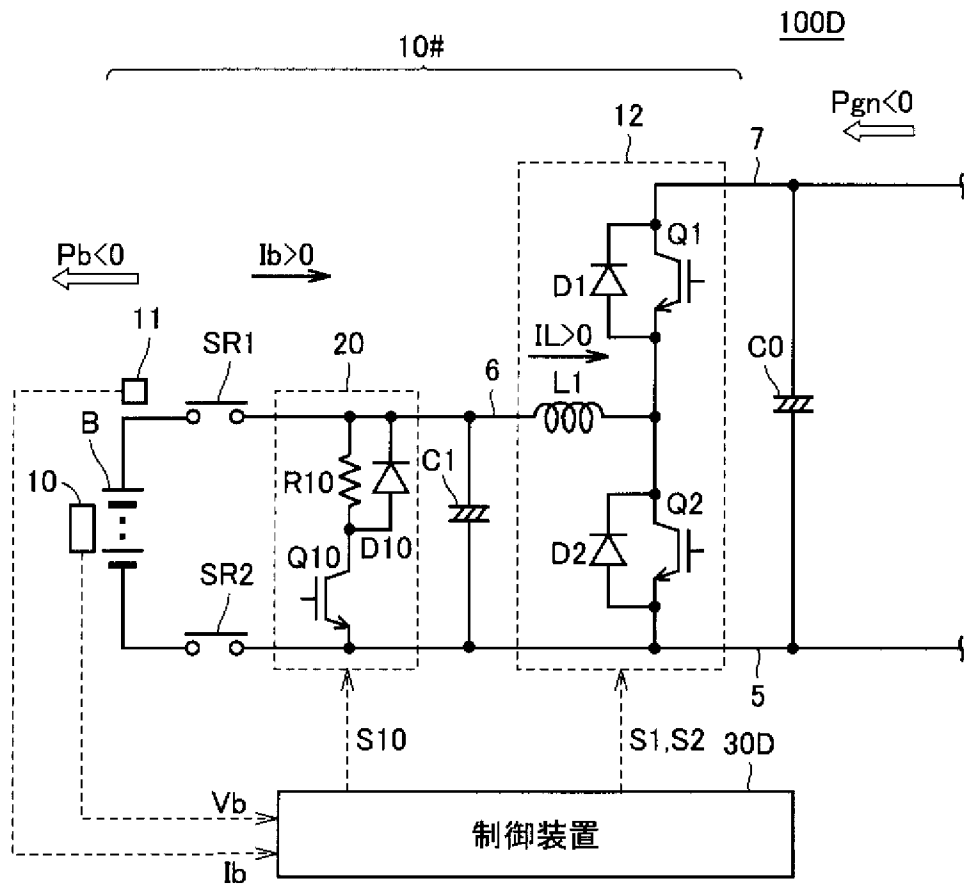
[図12]



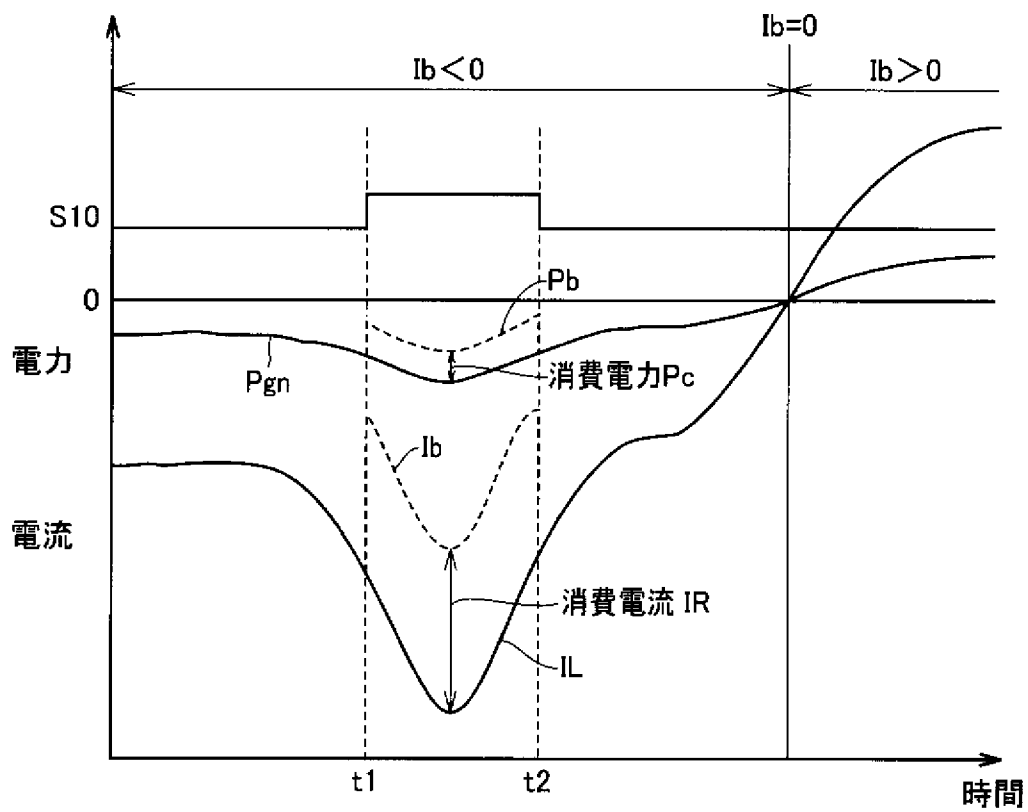
[図13]



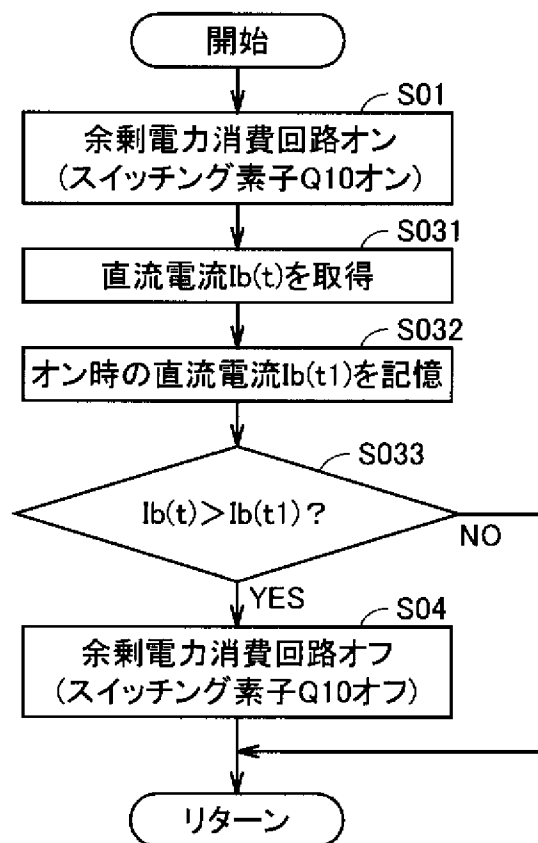
[図14]



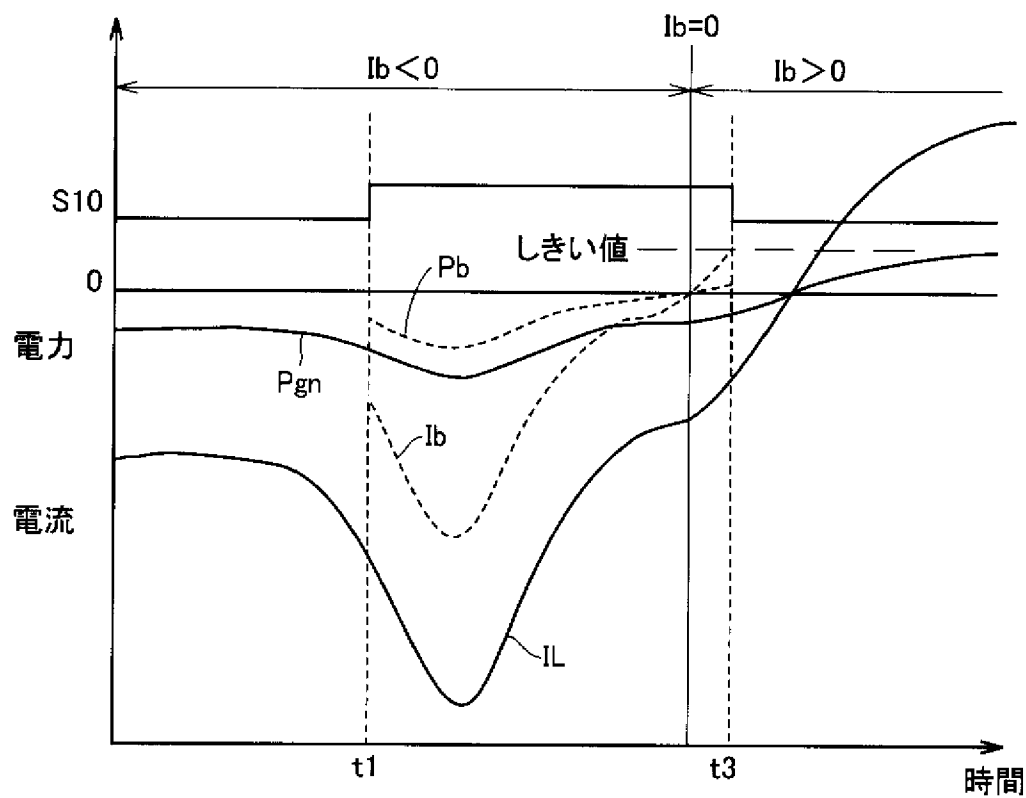
[図15]



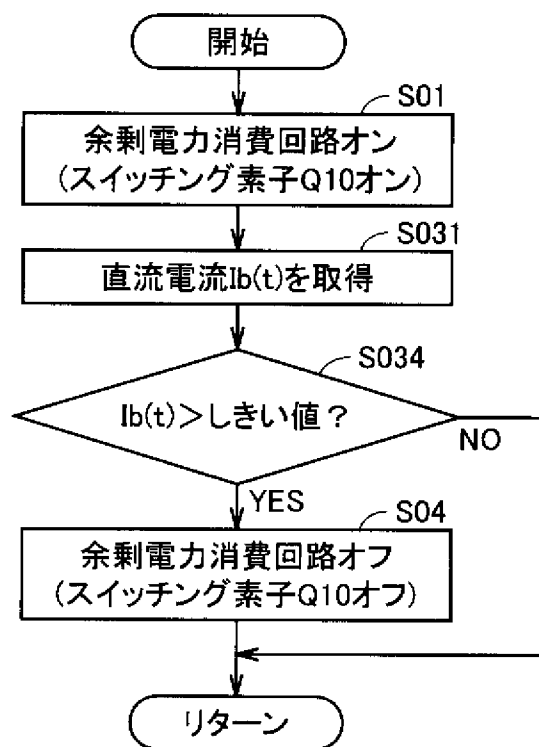
[図16]



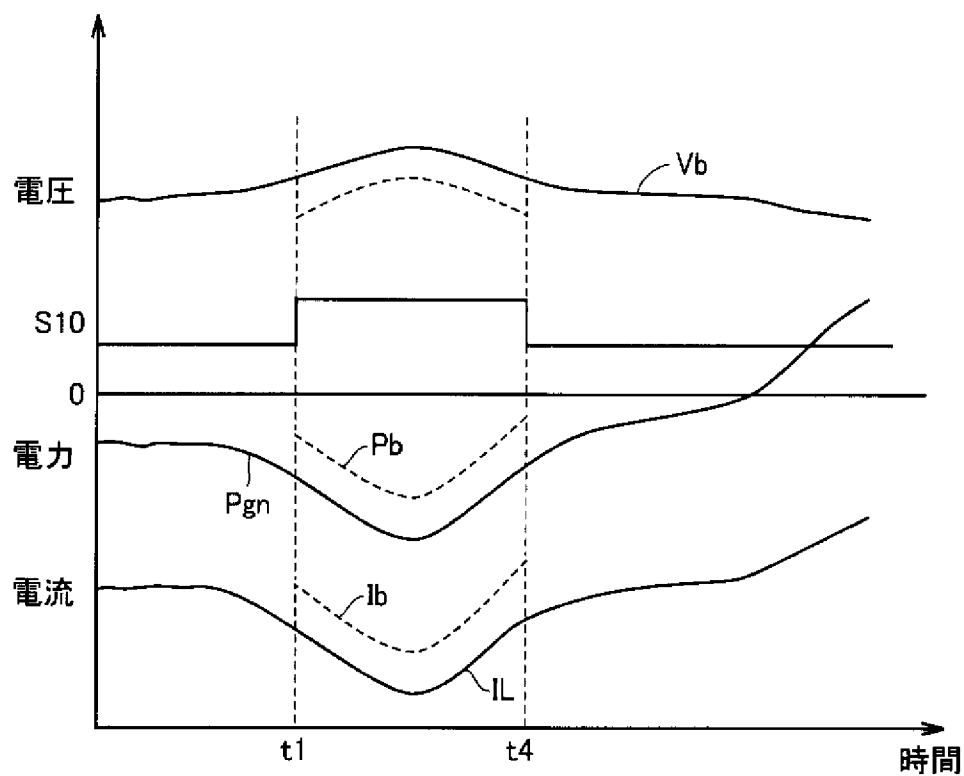
[図17]



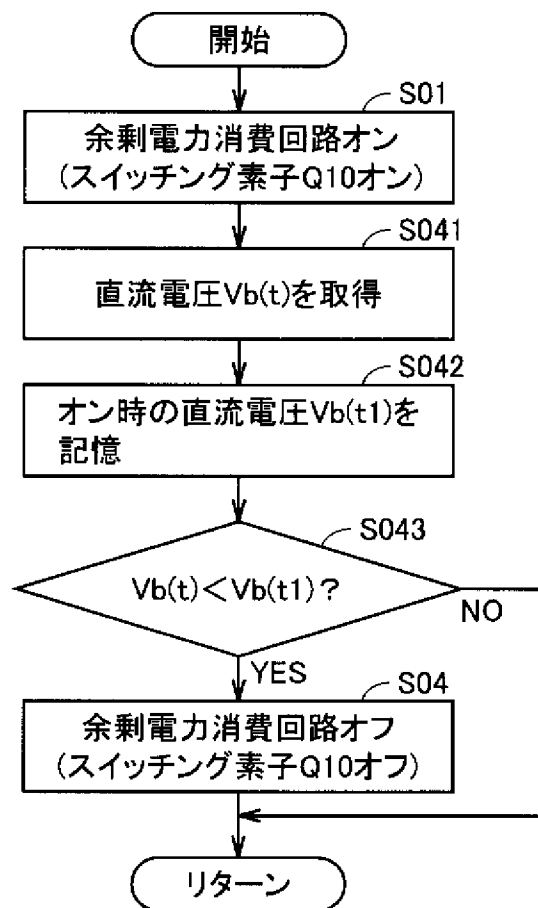
[図18]



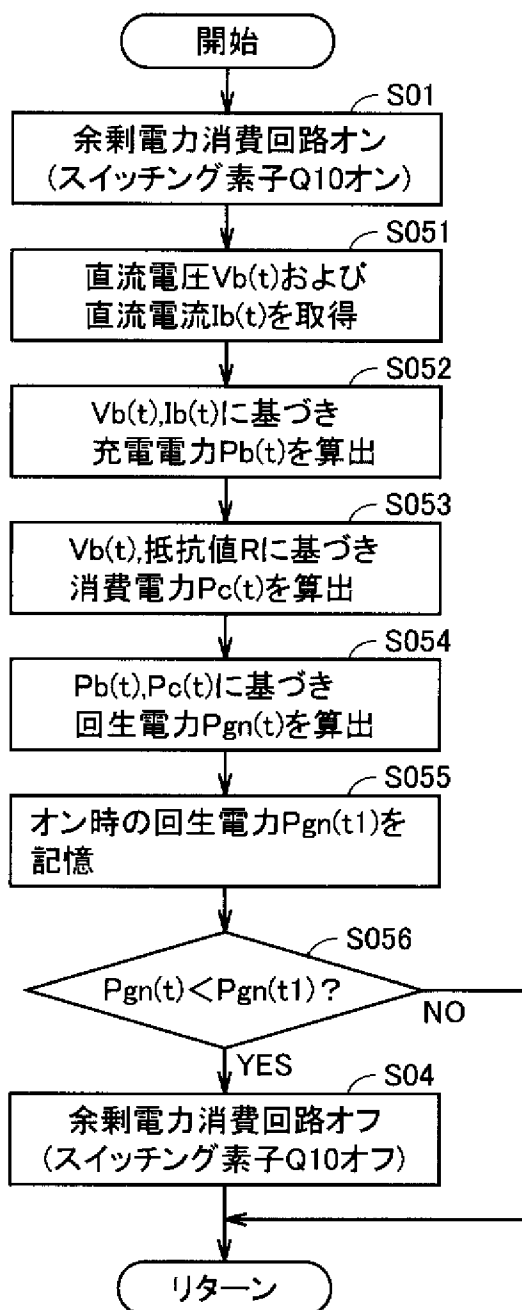
[図19]



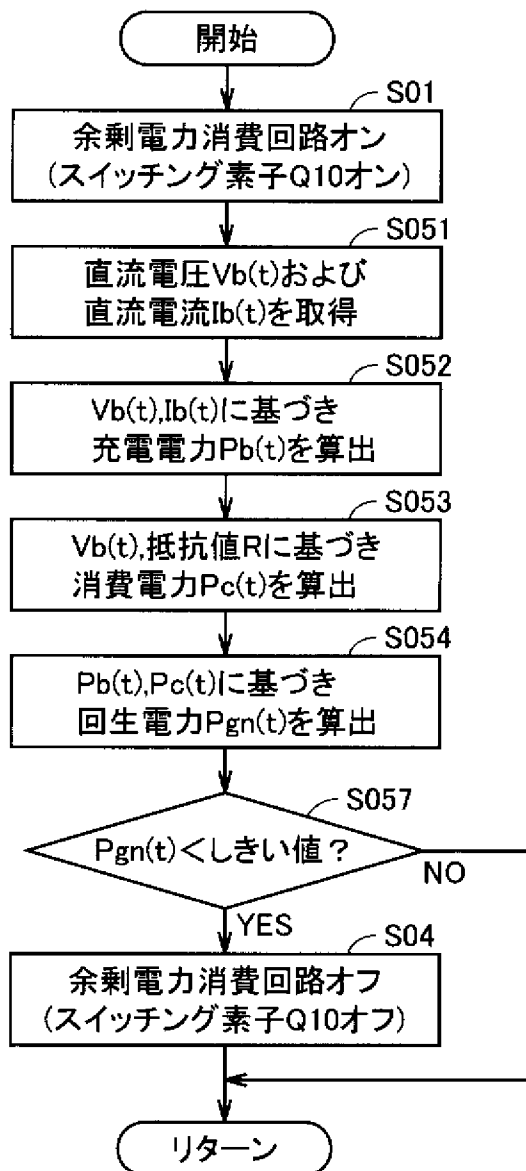
[図20]



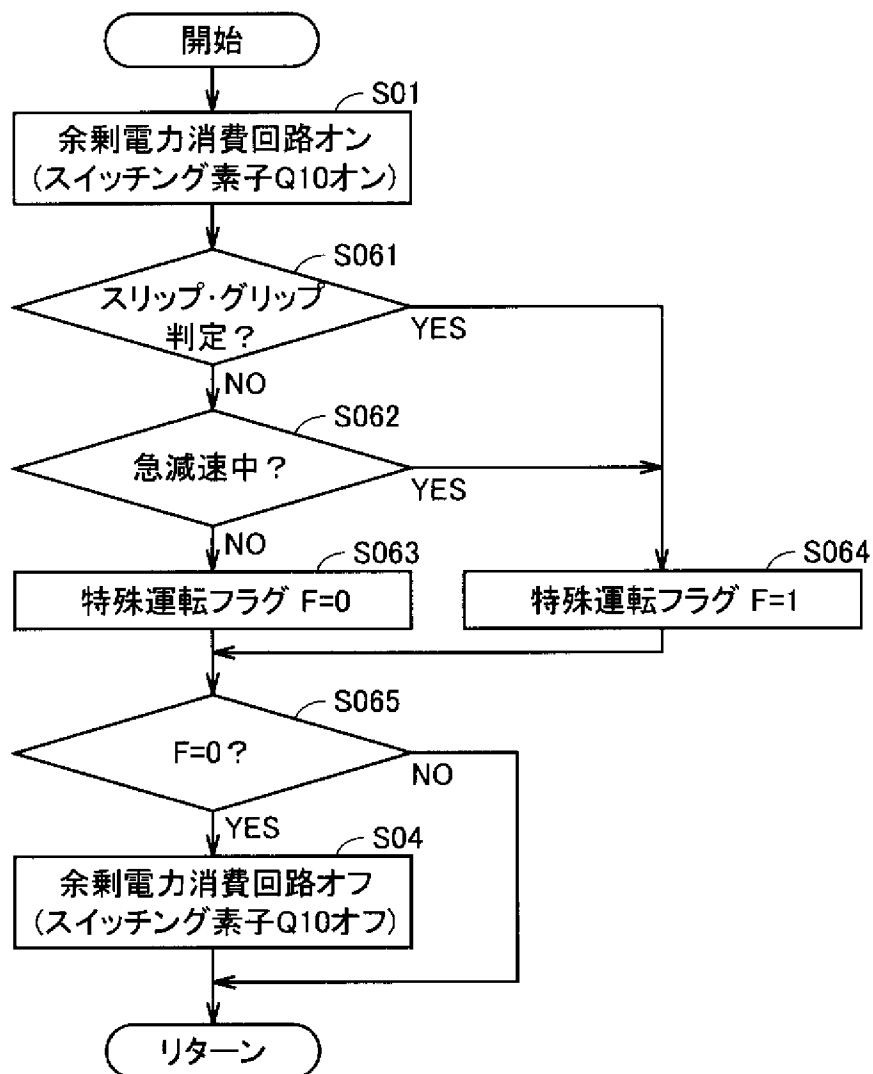
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052150

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L3/00(2006.01) i, B60K6/445(2007.10) i, B60L11/18(2006.01) i, H02J7/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L1/00-15/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 61-147743 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 July, 1986 (05.07.86), Page 2, lower left column, lines 4 to 19; page 3, upper left column, line 9 to upper right column, line 2; Fig. 1 (Family: none)	1, 11, 13 4, 5, 7, 8, 10 3, 6, 9, 12
X Y A	JP 2006-20372 A (Meidensha Corp.), 19 January, 2006 (19.01.06), Par. Nos. [0005], [0013], [0020]; Fig. 1 (Family: none)	1, 2, 11, 13 4, 5, 7, 8, 10 3, 6, 9, 12
Y A	JP 2008-179280 A (Toyota Motor Corp.), 07 August, 2008 (07.08.08), Par. Nos. [0047], [0069] (Family: none)	4, 5, 7, 8 3, 6, 9, 12

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 April, 2009 (17.04.09)Date of mailing of the international search report
28 April, 2009 (28.04.09)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052150

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-17563 A (Hitachi, Ltd., Hitachi Mito Engineering Co., Ltd.), 24 January, 2008 (24.01.08), Par. Nos. [0015], [0032], [0033]; Fig. 9 & EP 1876082 A2 & CN 101100170 A	7, 10 3, 6, 9, 12
Y A	JP 2001-238303 A (Mitsubishi Motors Corp.), 31 August, 2001 (31.08.01), Par. Nos. [0030], [0031] & US 2001/0020554 A1 & EP 1129889 A2 & DE 60110484 T & KR 10-2001-0085418 A	8 3, 6, 9, 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052150

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to the inventions of claims 1-3, 13, the inventions of claims 4-9, the invention of claim 10, the invention of claim 11, and the invention of claim 12 relates to turning OFF of the excessive power consumption circuit when it is judged that regenerative power can be received.

However, the search has revealed that the technical feature is disclosed in JP 61-147743 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 05 July, 1986 (05.07.86), page 2, lower left column, lines 4-19, page 3, upper left column, line 2, and Fig. 1, and JP 2006-20372 A (Meidensha Corp.), 19 January, 2006 (19.01.06), paragraphs 0005, 0013, 0020, and Fig. 1. (Continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest
the

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052150

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Accordingly, the common technical feature cannot be a special technical feature and the inventions of claims 1-3, 13, the inventions of claims 4-9, the invention of claim 10, the invention of claim 11, and the invention of claim 12 do not satisfy the requirement of unity of invention.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60L3/00(2006.01)i, B60K6/445(2007.10)i, B60L11/18(2006.01)i, H02J7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B60L1/00-15/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 61-147743 A（日産自動車株式会社）1986.07.05, 第2ページ左下欄第4-19行、第3ページ左上欄第9行-右上欄第2行及び第1図（ファミリーなし）	1, 11, 13 4, 5, 7, 8, 10 3, 6, 9, 12
X Y A	JP 2006-20372 A（株式会社明電舎）2006.01.19, 段落 0005、0013、0020 及び図1（ファミリーなし）	1, 2, 11, 13 4, 5, 7, 8, 10 3, 6, 9, 12

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

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 7 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

竹下 晋司

3 H

4 0 1 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 1 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-179280 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.08.07, 段落 0047、 0069 (ファミリーなし)	4, 5, 7, 8 3, 6, 9, 12
Y A	JP 2008-17563 A (株式会社日立製作所、日立水戸エンジニアリング 株式会社) 2008.01.24, 段落 0015、0032、0033 及び図 9 & EP 1876082 A2 & CN 101100170 A	7, 10 3, 6, 9, 12
Y A	JP 2001-238303 A (三菱自動車工業株式会社) 2001.08.31, 段落 0030、0031 & US 2001/0020554 A1 & EP 1129889 A2 & DE 60110484 T & KR 10-2001-0085418 A	8 3, 6, 9, 12

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-3, 13に係る発明と、請求項4-9に係る発明と、請求項10に係る発明と、請求項11に係る発明と、請求項12に係る発明とにおける共通の事項は、回生電力を受け入れ可能と判断された場合に、余剰電力消費回路をオフ状態にすることである。

しかし、当該事項はJP 61-147743 A（日産自動車株式会社）1986.07.05、第2ページ左下欄第4-19行、第3ページ左上欄第9行-右上欄第2行及び第1図、及び、JP 2006-20372 A（株式会社明電舎）2006.01.19、段落0005、0013、0020及び図1に開示されている。

したがって、当該事項は特別の技術的特徴ではなく、請求項1-3, 13に係る発明と、請求項4-9に係る発明と、請求項10に係る発明と、請求項11に係る発明と、請求項12に係る発明は、発明の単一性を満たしていない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。