

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4984754号
(P4984754)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 10/50 (2006. 01)

H O 1 M 10/50

H O 2 J 7/00 (2006. 01)

H O 2 J 7/00

L

H O 2 J 7/10 (2006. 01)

H O 2 J 7/10

L

B 6 O L 11/18 (2006. 01)

B 6 O L 11/18

A

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-239028 (P2006-239028)
 (22) 出願日 平成18年9月4日 (2006. 9. 4)
 (65) 公開番号 特開2008-60047 (P2008-60047A)
 (43) 公開日 平成20年3月13日 (2008. 3. 13)
 審査請求日 平成19年10月11日 (2007. 10. 11)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 市川 真士
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 石川 哲浩
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源システムおよびそれを備えた車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、
 充電可能な第1および第2の蓄電装置と、
 当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と

、
 前記第1の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第1の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第1のコンバータと、

前記第2の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第2の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第2のコンバータと、

前記第1および第2のコンバータを制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記第1および第2の蓄電装置の各々の許容放電電力および許容充電電力に基づいて、前記電力線を介して前記第1および第2の蓄電装置間で授受可能な最大電力およびその通電方向を決定し、その決定した最大電力が前記第1および第2の蓄電装置間で授受されるように前記第1および第2のコンバータを制御する、電源システム。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記第1の蓄電装置の充電状態および温度に基づいて前記第1の蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を決定し、前記第2の蓄電装置の充電状態および温度に基づいて前記第2の蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を決定する、請求項1に記載の電源システム。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記負荷装置への電力供給が要求されているとき、前記許容放電電力および前記許容充電電力ならびに前記負荷装置の要求電力に基づいて、前記第 1 および第 2 の蓄電装置間で授受可能な最大電力およびその通電方向を決定する、請求項 1 または請求項 2 に記載の電源システム。

【請求項 4】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、
充電可能な第 1 および第 2 の蓄電装置と、
当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と

10

、
前記第 1 の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第 1 の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第 1 のコンバータと、

前記第 2 の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第 2 の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第 2 のコンバータと、

前記第 1 および第 2 のコンバータを制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記第 1 および第 2 の蓄電装置の各々の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて、前記電力線を介して前記第 1 および第 2 の蓄電装置間で授受する電力の通電方向を決定し、その決定した通電方向に従って前記第 1 および第 2 の蓄電装置間で電力が授受されるように前記第 1 および第 2 のコンバータを制御する、電源システム。

【請求項 5】

20

前記制御装置は、前記第 1 および第 2 の蓄電装置の発熱量の和が最大となるように前記通電方向を決定する、請求項 4 に記載の電源システム。

【請求項 6】

前記制御装置は、前記第 1 および第 2 の蓄電装置のいずれかの昇温を優先させるとき、その昇温を優先させる蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて、その昇温を優先させる蓄電装置の発熱量が最大となるように前記通電方向を決定する、請求項 4 に記載の電源システム。

【請求項 7】

負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、
充電可能な第 1 および第 2 の蓄電装置と、
当該電源システムと前記負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と

30

、
前記第 1 の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第 1 の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第 1 のコンバータと、

前記第 2 の蓄電装置と前記電力線との間に設けられ、前記第 2 の蓄電装置と前記電力線との間で電圧変換を行なう第 2 のコンバータと、

前記第 1 および第 2 のコンバータを制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、前記第 1 および第 2 の蓄電装置の総蓄電量に基づいて決定される前記第 1 および第 2 の蓄電装置の実現可能な充電状態の範囲内で、前記第 1 および第 2 の蓄電装置間で相互に授受される電力が最大となる充電状態を算出し、その算出した充電状態に近づく方向の電力が前記第 1 および第 2 の蓄電装置間で授受されるように前記第 1 および第 2 のコンバータを制御する、電源システム。

40

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の電源システムと、

前記電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電源システムに含まれる蓄電装置を積極的に昇温するための制御技術に関

50

する。

【背景技術】

【0002】

近年、ハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) や電気自動車 (Electric Vehicle) など動力源として電動機を搭載する車両において、加速性能や走行持続距離などの走行性能を高めるために蓄電部の大容量化が進んでいる。そして、蓄電部を大容量化するための手段として、複数の蓄電装置を有する構成が提案されている。

【0003】

たとえば、特許第3655277号公報 (特許文献1) は、複数の電源ステージを備える電源制御システムを開示する。この電源制御システムは、互いに並列に接続されて少なくとも1つのインバータに直流電力を供給する複数の電源ステージを備える。各電源ステージは、電池と、ブースト/バックDC-DCコンバータとを含む。

10

【0004】

この電源制御システムにおいては、複数の電源ステージにそれぞれ含まれる複数の電池を均等に充放電させてインバータへの出力電圧を維持するように、前記複数の電源ステージが制御される (特許文献1参照)。

【特許文献1】特許第3655277号公報

【特許文献2】特開2004-15866号公報

【特許文献3】特開2003-102133号公報

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、二次電池やキャパシタなどの蓄電装置は、温度が低下すると容量が低下し、その結果、充放電特性が低下する。したがって、上記のハイブリッド自動車等においては、車両システムの起動後、蓄電装置の温度が低下している場合には、蓄電装置を積極的に昇温することが望ましい。特に、上記の特許第3655277号公報に開示される電源制御システムのように複数の蓄電装置を有するシステムにおいては、蓄電部の大容量化のメリットを十分に享受するためには、車両システムの起動後、蓄電装置を速やかに昇温する必要がある。

【0006】

30

しかしながら、上記特許第3655277号公報では、蓄電装置の運用については、複数の電源ステージにそれぞれ含まれる複数の電池を均等に充放電させることが開示されているにすぎず、複数の蓄電装置を積極的に昇温するための手法については特に検討されていない。

【0007】

それゆえに、この発明の目的は、蓄電部を積極的に昇温可能な電源システムおよびそれを備えた車両を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明によれば、電源システムは、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、充電可能な第1および第2の蓄電装置と、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と、第1の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第1の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第1のコンバータと、第2の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第2の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第2のコンバータと、第1および第2のコンバータを制御する制御装置とを備える。制御装置は、第1および第2の蓄電装置の各々の許容放電電力および許容充電電力に基づいて、電力線を介して第1および第2の蓄電装置間で授受可能な最大電力およびその通電方向を決定し、その決定した最大電力が第1および第2の蓄電装置間で授受されるように第1および第2のコンバータを制御する。

40

【0011】

50

好ましくは、制御装置は、第１の蓄電装置の充電状態および温度に基づいて第１の蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を決定し、第２の蓄電装置の充電状態および温度に基づいて第２の蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を決定する。

【００１２】

好ましくは、制御装置は、負荷装置への電力供給が要求されているとき、各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力ならびに負荷装置の要求電力に基づいて、第１および第２の蓄電装置間で授受可能な最大電力およびその通電方向を決定する。

【００１３】

また、この発明によれば、電源システムは、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、充電可能な第１および第２の蓄電装置と、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と、第１の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第１の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第１のコンバータと、第２の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第２の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第２のコンバータと、第１および第２のコンバータを制御する制御装置とを備える。制御装置は、第１および第２の蓄電装置の各々の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて、電力線を介して第１および第２の蓄電装置間で授受する電力の通電方向を決定し、その決定した通電方向に従って第１および第２の蓄電装置間で電力が授受されるように第１および第２のコンバータを制御する。

【００１４】

好ましくは、制御装置は、第１および第２の蓄電装置の発熱量の和が最大となるように通電方向を決定する。

【００１５】

また、好ましくは、制御装置は、第１および第２の蓄電装置のいずれかの昇温を優先させるとき、その昇温を優先させる蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて、その昇温を優先させる蓄電装置の発熱量が最大となるように通電方向を決定する。

【００１６】

また、この発明によれば、電源システムは、負荷装置へ電力を供給可能な電源システムであって、充電可能な第１および第２の蓄電装置と、当該電源システムと負荷装置との間で電力を授受可能なように構成された電力線と、第１の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第１の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第１のコンバータと、第２の蓄電装置と電力線との間に設けられ、第２の蓄電装置と電力線との間で電圧変換を行なう第２のコンバータと、第１および第２のコンバータを制御する制御装置とを備える。制御装置は、第１および第２の蓄電装置の総蓄電量に基づいて決定される第１および第２の蓄電装置の実現可能な充電状態の範囲内で、第１および第２の蓄電装置間で相互に授受される電力が最大となる充電状態を算出し、その算出した充電状態に近づく方向の電力が第１および第２の蓄電装置間で授受されるように第１および第２のコンバータを制御する。

【００１７】

また、この発明によれば、車両は、上述したいずれかの電源システムと、電源システムから電力の供給を受けて車両の駆動力を発生する駆動力発生部とを備える。

【発明の効果】

【００２２】

この発明においては、第１の蓄電装置と電力線との間に第１のコンバータが設けられ、第２の蓄電装置と電力線との間に第２のコンバータが設けられる。そして、制御装置は、第１および第２の蓄電装置の各々の許容放電電力および許容充電電力に基づいて、電力線を介して第１および第２の蓄電装置間で授受可能な最大電力およびその通電方向を決定し、その決定した最大電力が第１および第２の蓄電装置間で授受されるように第１および第２のコンバータを制御するので、各蓄電装置の許容放電電力または許容充電電力の範囲内で第１および第２の蓄電装置間で授受可能な最大電力が授受され、充放電に伴ない各蓄電装置の温度が上昇する。

【００２３】

したがって、この発明によれば、第１および第２の蓄電装置を積極的に昇温することができる。その結果、低温下においても、車両システムの起動後、早期に所望の走行性能を確保することができる。

【００２４】

また、この発明においては、制御装置は、第１および第２の蓄電装置の各々の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて、電力線を介して第１および第２の蓄電装置間で授受する電力の通電方向を決定し、その決定した通電方向に従って第１および第２の蓄電装置間で電力が授受されるように第１および第２のコンバータを制御するので、第１および第２の蓄電装置間で電力を授受しつつ、充放電に伴う各蓄電装置の発熱を管理できる。

【００２５】

したがって、この発明によれば、第１および第２の蓄電装置を積極的に昇温することができ、かつ、各蓄電装置の昇温状態を管理することができる。また、車両システムの起動後、早期に所望の走行性能を確保することができる。

【００２６】

また、この発明においては、制御装置は、第１および第２の蓄電装置の総蓄電量に基づいて決定される第１および第２の蓄電装置の実現可能な充電状態の範囲内で、第１および第２の蓄電装置間で相互に授受される電力が最大となる充電状態を算出し、その算出した充電状態に近づく方向の電力が第１および第２の蓄電装置間で授受されるように第１および第２のコンバータを制御するので、第１および第２の蓄電装置間で相互に授受される電力が最大となる充電状態に近づくように各蓄電装置の充放電が制御される。

【００２７】

したがって、この発明によれば、第１および第２の蓄電装置を積極的かつ速やかに昇温することができる。その結果、低温下においても、車両システムの起動後、早期に所望の走行性能を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２８】

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

【００２９】

〔実施の形態１〕

図１は、この発明の実施の形態１による車両の全体ブロック図である。図１を参照して、この車両１００は、電源システム１と、駆動力発生部３とを備える。駆動力発生部３は、インバータ３０－１、３０－２と、モータジェネレータ３４－１、３４－２と、動力伝達機構３６と、駆動軸３８と、駆動ＥＣＵ（Electronic Control Unit）３２とを含む。

【００３０】

インバータ３０－１、３０－２は、主正母線ＭＰＬおよび主負母線ＭＮＬに並列接続される。そして、インバータ３０－１、３０－２は、電源システム１から供給される駆動電力（直流電力）を交流電力に変換してそれぞれモータジェネレータ３４－１、３４－２へ出力する。また、インバータ３０－１、３０－２は、それぞれモータジェネレータ３４－１、３４－２が発電する交流電力を直流電力に変換して回生電力として電源システム１へ出力する。

【００３１】

なお、各インバータ３０－１、３０－２は、たとえば、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路から成る。そして、インバータ３０－１、３０－２は、それぞれ駆動ＥＣＵ３２からの駆動信号ＰＷＭ１、ＰＷＭ２に応じてスイッチング動作を行なうことにより、対応のモータジェネレータを駆動する。

【００３２】

モータジェネレータ３４－１、３４－２は、それぞれインバータ３０－１、３０－２から供給される交流電力を受けて回転駆動力を発生する。また、モータジェネレータ３４－１、３４－２は、外部からの回転力を受けて交流電力を発電する。たとえば、モータジェ

10

20

30

40

50

ネレータ 34-1, 34-2 は、永久磁石が埋設されたロータを備える三相交流回転電機から成る。そして、モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、動力伝達機構 36 と連結され、動力伝達機構 36 にさらに連結される駆動軸 38 を介して回転駆動力が車輪（図示せず）へ伝達される。

【0033】

なお、駆動力発生部 3 がハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ 34-1, 34-2 は、動力伝達機構 36 または駆動軸 38 を介してエンジン（図示せず）にも連結される。そして、駆動 ECU 32 によって、エンジンの発生する駆動力とモータジェネレータ 34-1, 34-2 の発生する駆動力とが最適な比率となるように制御が実行される。このようなハイブリッド車両に適用される場合には、モータジェネレータ 34-1, 34-2 のいずれか一方を専ら電動機として機能させ、他方のモータジェネレータを専ら発電機として機能させてもよい。

10

【0034】

駆動 ECU 32 は、図示されない各センサから送信される信号、走行状況およびアクセル開度などに基づいて車両要求パワー P_s を算出し、その算出した車両要求パワー P_s に基づいてモータジェネレータ 34-1, 34-2 のトルク目標値 TR_1 , TR_2 および回転数目標値 MRN_1 , MRN_2 を算出する。そして、駆動 ECU 32 は、モータジェネレータ 34-1 の発生トルクおよび回転数がそれぞれトルク目標値 TR_1 および回転数目標値 MRN_1 となるように駆動信号 PWM 1 を生成してインバータ 30-1 を制御し、モータジェネレータ 34-2 の発生トルクおよび回転数がそれぞれトルク目標値 TR_2 および回転数目標値 MRN_2 となるように駆動信号 PWM 2 を生成してインバータ 30-2 を制御する。また、駆動 ECU 32 は、算出したトルク目標値 TR_1 , TR_2 、回転数目標値 MRN_1 , MRN_2 および車両要求パワー P_s を電源システム 1 のコンバータ ECU 2（後述）へ出力する。

20

【0035】

一方、電源システム 1 は、蓄電装置 6-1, 6-2 と、コンバータ 8-1, 8-2 と、平滑コンデンサ C と、コンバータ ECU 2 と、電池 ECU 4 と、電流センサ 10-1, 10-2 と、電圧センサ 12-1, 12-2, 18 と、温度センサ 14-1, 14-2 とを含む。

【0036】

30

蓄電装置 6-1, 6-2 は、充電可能な直流電源であり、たとえば、ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの二次電池から成る。そして、蓄電装置 6-1 は、正極線 PL1 および負極線 NL1 を介してコンバータ 8-1 に接続され、蓄電装置 6-2 は、正極線 PL2 および負極線 NL2 を介してコンバータ 8-2 に接続される。なお、蓄電装置 6-1, 6-2 を電気二重層キャパシタで構成してもよい。

【0037】

コンバータ 8-1 は、蓄電装置 6-1 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間に設けられ、コンバータ ECU 2 からの駆動信号 PWC1 に基づいて、蓄電装置 6-1 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間で電圧変換を行なう。コンバータ 8-2 は、蓄電装置 6-2 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間に設けられ、コンバータ ECU 2 からの駆動信号 PWC2 に基づいて、蓄電装置 6-2 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間で電圧変換を行なう。

40

【0038】

平滑コンデンサ C は、主正母線 MPL と主負母線 MNL との間に接続され、主正母線 MPL および主負母線 MNL に含まれる電力変動成分を低減する。電圧センサ 18 は、主正母線 MPL および主負母線 MNL 間の電圧値 V_h を検出し、その検出結果をコンバータ ECU 2 へ出力する。

【0039】

電流センサ 10-1, 10-2 は、蓄電装置 6-1 に対して入出力される電流値 I_{b1} および蓄電装置 6-2 に対して入出力される電流値 I_{b2} をそれぞれ検出し、その検出結

50

果をコンバータ ECU2 および電池 ECU4 へ出力する。なお、電流センサ 10-1, 10-2 は、対応の蓄電装置から出力される電流（放電電流）を正值として検出し、対応の蓄電装置に入力される電流（充電電流）を負値として検出する。なお、図では、電流センサ 10-1, 10-2 がそれぞれ正極線 PL1, PL2 の電流値を検出する場合が示されているが、電流センサ 10-1, 10-2 は、それぞれ負極線 NL1, NL2 の電流を検出してよい。

【0040】

電圧センサ 12-1, 12-2 は、蓄電装置 6-1 の電圧値 Vb1 および蓄電装置 6-2 の電圧値 Vb2 をそれぞれ検出し、その検出結果をコンバータ ECU2 および電池 ECU4 へ出力する。温度センサ 14-1, 14-2 は、蓄電装置 6-1 の内部の温度 Tb1 および蓄電装置 6-2 の内部の温度 Tb2 をそれぞれ検出し、その検出結果を電池 ECU4 へ出力する。

10

【0041】

電池 ECU4 は、電流センサ 10-1 からの電流値 Ib1、電圧センサ 12-1 からの電圧値 Vb1 および温度センサ 14-1 からの温度 Tb1 に基づいて、蓄電装置 6-1 の充電状態（SOC：State Of Charge）を示す状態量 SOC1 を算出し、その算出した状態量 SOC1 を温度 Tb1 とともにコンバータ ECU2 へ出力する。

【0042】

また、電池 ECU4 は、電流センサ 10-2 からの電流値 Ib2、電圧センサ 12-2 からの電圧値 Vb2 および温度センサ 14-2 からの温度 Tb2 に基づいて、蓄電装置 6-2 の SOC を示す状態量 SOC2 を算出し、その算出した状態量 SOC2 を温度 Tb2 とともにコンバータ ECU2 へ出力する。なお、状態量 SOC1, SOC2 の算出方法については、種々の公知の手法を用いることができる。

20

【0043】

コンバータ ECU2 は、電流センサ 10-1, 10-2 および電圧センサ 12-1, 12-2, 18 からの各検出値、電池 ECU4 からの温度 Tb1, Tb2 および状態量 SOC1, SOC2、ならびに駆動 ECU32 からのトルク目標値 TR1, TR2、回転数目標値 MRN1, MRN2 および車両要求パワー Ps に基づいて、コンバータ 8-1, 8-2 をそれぞれ駆動するための駆動信号 PWC1, PWC2 を生成する。そして、コンバータ ECU2 は、その生成した駆動信号 PWC1, PWC2 をそれぞれコンバータ 8-1, 8-2 へ出力し、コンバータ 8-1, 8-2 を制御する。なお、コンバータ ECU2 の構成については、後ほど詳しく説明する。

30

【0044】

図2は、図1に示したコンバータ 8-1, 8-2 の概略構成図である。なお、コンバータ 8-2 の構成および動作は、コンバータ 8-1 と同様であるので、以下ではコンバータ 8-1 の構成および動作について説明する。図2を参照して、コンバータ 8-1 は、チョッパ回路 40-1 と、正母線 LN1A と、負母線 LN1C と、配線 LN1B と、平滑コンデンサ C1 とを含む。チョッパ回路 40-1 は、トランジスタ Q1A, Q1B と、ダイオード D1A, D1B と、インダクタ L1 とを含む。

【0045】

正母線 LN1A は、一方端がトランジスタ Q1B のコレクタに接続され、他方端が主正母線 MPL に接続される。また、負母線 LN1C は、一方端が負極線 NL1 に接続され、他方端が主負母線 MNL に接続される。

40

【0046】

トランジスタ Q1A, Q1B は、負母線 LN1C と正母線 LN1A との間に直列に接続される。具体的には、トランジスタ Q1A のエミッタが負母線 LN1C に接続され、トランジスタ Q1B のコレクタが正母線 LN1A に接続される。ダイオード D1A, D1B は、それぞれトランジスタ Q1A, Q1B に逆並列に接続される。インダクタ L1 は、トランジスタ Q1A とトランジスタ Q1B との接続点に接続される。

【0047】

50

配線 L N 1 B は、一方端が正極線 P L 1 に接続され、他方端がインダクタ L 1 に接続される。平滑コンデンサ C 1 は、配線 L N 1 B と負母線 L N 1 C との間に接続され、配線 L N 1 B および負母線 L N 1 C 間の直流電圧に含まれる交流成分を低減する。

【 0 0 4 8 】

そして、チョッパ回路 4 0 - 1 は、コンバータ E C U 2 (図示せず) からの駆動信号 P W C 1 に応じて、蓄電装置 6 - 1 の放電時には、正極線 P L 1 および負極線 N L 1 から受ける直流電力 (駆動電力) を昇圧し、蓄電装置 6 - 1 の充電時には、主正母線 M P L および主負母線 M N L から受ける直流電力 (回生電力) を降圧する。

【 0 0 4 9 】

以下、コンバータ 8 - 1 の電圧変換動作 (昇圧動作および降圧動作) について説明する。昇圧動作時において、コンバータ E C U 2 は、トランジスタ Q 1 B をオフ状態に維持し、かつ、トランジスタ Q 1 A を所定のデューティ比でオン / オフさせる。トランジスタ Q 1 A のオン期間においては、蓄電装置 6 - 1 から配線 L N 1 B、インダクタ L 1、ダイオード D 1 B、および正母線 L N 1 A を順に介して、放電電流が主正母線 M P L へ流れる。同時に、蓄電装置 6 - 1 から配線 L N 1 B、インダクタ L 1、トランジスタ Q 1 A、および負母線 L N 1 C を順に介して、ポンプ電流が流れる。インダクタ L 1 は、このポンプ電流により電磁エネルギーを蓄積する。そして、トランジスタ Q 1 A がオン状態からオフ状態に遷移すると、インダクタ L 1 は、蓄積した電磁エネルギーを放電電流に重畳する。その結果、コンバータ 8 - 1 から主正母線 M P L および主負母線 M N L へ供給される直流電力の平均電圧は、デューティ比に応じてインダクタ L 1 に蓄積される電磁エネルギーに相当する電圧だけ昇圧される。

【 0 0 5 0 】

一方、降圧動作時において、コンバータ E C U 2 は、トランジスタ Q 1 B を所定のデューティ比でオン / オフさせ、かつ、トランジスタ Q 1 A をオフ状態に維持する。トランジスタ Q 1 B のオン期間においては、主正母線 M P L から正母線 L N 1 A、トランジスタ Q 1 B、インダクタ L 1、および配線 L N 1 B を順に介して、充電電流が蓄電装置 6 - 1 へ流れる。そして、トランジスタ Q 1 B がオン状態からオフ状態に遷移すると、インダクタ L 1 が電流変化を妨げるように磁束を発生するので、充電電流は、ダイオード D 1 A、インダクタ L 1、および配線 L N 1 B を順に介して流れ続ける。一方で、電気エネルギー的にみると、主正母線 M P L および主負母線 M N L から直流電力が供給されるのはトランジスタ Q 1 B のオン期間だけであるので、充電電流が一定に保たれるとすると (インダクタ L 1 のインダクタンスが十分に大きいとすると)、コンバータ 8 - 1 から蓄電装置 6 - 1 へ供給される直流電力の平均電圧は、主正母線 M P L および主負母線 M N L 間の直流電圧にデューティ比を乗じた値となる。

【 0 0 5 1 】

このようなコンバータ 8 - 1 の電圧変換動作を制御するため、コンバータ E C U 2 は、トランジスタ Q 1 A のオン / オフを制御するための駆動信号 P W C 1 A およびトランジスタ Q 1 B のオン / オフを制御するための駆動信号 P W C 1 B から成る駆動信号 P W C 1 を生成する。

【 0 0 5 2 】

図 3 は、図 1 に示したコンバータ E C U 2 の機能ブロック図である。図 3 を参照して、コンバータ E C U 2 は、昇圧制御部 4 2 と、昇温制御部 4 4 とを含む。昇圧制御部 4 2 は、モータジェネレータ 3 4 - 1、3 4 - 2 のトルク目標値 T R 1、T R 2 および回転数目標値 M R N 1、M R N 2 を駆動 E C U 3 2 から受ける。また、昇圧制御部 4 2 は、電圧センサ 1 8 から電圧値 V h を受け、電流センサ 1 0 - 1、1 0 - 2 からそれぞれ電流値 I b 1、I b 2 を受ける。

【 0 0 5 3 】

そして、昇圧制御部 4 2 は、昇温制御部 4 4 からの制御信号 C T L が非活性化されているとき、すなわち、昇温制御部 4 4 による昇温制御が実行されていないとき、これらの信号に基づいて、コンバータ 8 - 1、8 - 2 をそれぞれ駆動するための駆動信号 P W C 1、

10

20

30

40

50

PWC 2を生成し、その生成した駆動信号PWC 1, PWC 2をそれぞれコンバータ8 - 1, 8 - 2へ出力する。一方、昇圧制御部4 2は、制御信号CTLが活性化されているとき、すなわち、昇温制御部4 4による昇温制御の実行中は、駆動信号PWC 1, PWC 2の生成を中止する。

【0054】

昇温制御部4 4は、電池ECU 4から温度Tb 1, Tb 2および状態量SOC 1, SOC 2を受ける。また、昇温制御部4 4は、電流センサ10 - 1, 10 - 2からそれぞれ電流値Ib 1, Ib 2を受け、電圧センサ12 - 1, 12 - 2からそれぞれ電圧値Vb 1, Vb 2を受ける。さらに、昇温制御部4 4は、駆動ECU 32から車両要求パワーPsを受ける。そして、昇温制御部4 4は、蓄電装置6 - 1, 6 - 2の温度を示す温度Tb 1, Tb 2のいずれか一方が規定値よりも低いとき、コンバータ8 - 1, 8 - 2ならびに主正母線MPLおよび主負母線MNLを介して蓄電装置6 - 1, 6 - 2間で電力の授受を行なうことにより蓄電装置6 - 1, 6 - 2を昇温する昇温制御を実行する。

10

【0055】

具体的には、昇温制御部4 4は、温度Tb 1, Tb 2のいずれか一方が規定値よりも低いとき、上記各信号に基づいて後述の方法により駆動信号PWC 1, PWC 2を生成する。そして、昇温制御部4 4は、その生成した駆動信号PWC 1, PWC 2をそれぞれコンバータ8 - 1, 8 - 2へ出力するとともに、昇圧制御部4 2へ出力される制御信号CTLを活性化する。

【0056】

20

図4は、図3に示した昇温制御部4 4の制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理は、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

【0057】

図4を参照して、昇温制御部4 4は、蓄電装置6 - 1の温度Tb 1または蓄電装置6 - 2の温度Tb 2が予め設定されたしきい温度Tth(たとえば-10)よりも低いか否かを判定する(ステップS 10)。昇温制御部4 4は、温度Tb 1, Tb 2がいずれもしきい温度Tth以上であると判定すると(ステップS 10においてNO)、ステップS 110へ処理を進める。

【0058】

30

ステップS 10において温度Tb 1またはTb 2がしきい温度Tthよりも低いと判定されると(ステップS 10においてYES)、昇温制御部4 4は、予め設定された電力テーブルを用いて、蓄電装置6 - 1の状態量SOC 1および温度Tb 1に基づいて蓄電装置6 - 1の許容放電電力D 1および許容充電電力C 1(いずれも正值)を求め、蓄電装置6 - 2の状態量SOC 2および温度Tb 2に基づいて蓄電装置6 - 2の許容放電電力D 2および許容充電電力C 2(いずれも正值)を求める(ステップS 20)。

【0059】

図5は、各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力に関する電力テーブルを説明するための図である。図5を参照して、電力テーブルは、蓄電装置6 - 1, 6 - 2ごとに設けられ、蓄電装置のSOCおよび温度ごとに許容放電電力および許容充電電力が設定されている。なお、各テーブル値は、対応する条件(SOCおよび温度)ごとにオフラインで予め求められる。

40

【0060】

再び図4を参照して、ステップS 20において各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力が求められると、昇温制御部4 4は、駆動ECU 32からの車両要求パワーPsに基づいて、電源システム1から駆動力発生部3への電力供給が要求されているか否かを判定する(ステップS 30)。昇温制御部4 4は、電源システム1から駆動力発生部3への電力供給は要求されていないと判定すると(ステップS 30においてNO)、蓄電装置6 - 1から蓄電装置6 - 2へ通電可能な最大電力P 12、および蓄電装置6 - 2から蓄電装置6 - 1へ通電可能な最大電力P 21を次式に基づいて算出する(ステップS 40)。

50

【 0 0 6 1 】

$$P12 = \text{Min}(D1, C2) \quad \dots (1)$$

$$P21 = \text{Min}(C1, D2) \quad \dots (2)$$

ここで、 $\text{Min}(X, Y)$ は、 X および Y のうち小さい方を選択することを示す。

【 0 0 6 2 】

次いで、昇温制御部 44 は、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 の充放電電力が最大となるように、次式に基づいて蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間の移動電力量 P_{rq} を算出する (ステップ S 50)。

【 0 0 6 3 】

$$P_{rq} = \text{Max}(P12, P21) \quad \dots (3)$$

ここで、 $\text{Max}(X, Y)$ は、 X および Y のうち大きい方を選択することを示す。

【 0 0 6 4 】

さらに、昇温制御部 44 は、 $P_{rq} = P12$ のとき (すなわち $P12 > P21$ のとき)、蓄電装置 6 - 1 を放電側 (すなわち蓄電装置 6 - 2 は充電側) とし、 $P_{rq} = P21$ のとき (すなわち $P12 < P21$ のとき)、蓄電装置 6 - 2 を放電側 (すなわち蓄電装置 6 - 1 は充電側) として、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間の通電方向を決定する (ステップ S 60)。

【 0 0 6 5 】

そして、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間の移動電力量 P_{rq} および通電方向が決定されると、昇温制御部 44 は、その決定された通電方向に従って蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間に移動電力量 P_{rq} を流すようにコンバータ 8 - 1, 8 - 2 を制御し、実際に昇温制御を実行する (ステップ S 100)。

【 0 0 6 6 】

一方、ステップ S 30 において電源システム 1 から駆動力発生部 3 への電力供給が要求されていると判定されると (ステップ S 30 において YES)、電源システム 1 から駆動力発生部 3 へ電力を供給しつつ蓄電装置の昇温制御が実行される。具体的には、昇温制御部 44 は、蓄電装置 6 - 1 から駆動力発生部 3 へ電力を供給しつつ蓄電装置 6 - 2 へ通電可能な最大電力 $P12$ 、および蓄電装置 6 - 2 から駆動力発生部 3 へ電力を供給しつつ蓄電装置 6 - 1 へ通電可能な最大電力 $P21$ を次式に基づいて算出する (ステップ S 70)。

【 0 0 6 7 】

$$P12 = \text{Min}(D1, (C2 + P_s)) \quad \dots (4)$$

$$P21 = \text{Min}((C1 + P_s), D2) \quad \dots (5)$$

次いで、昇温制御部 44 は、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間で授受される電力が最大となるように、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 間の移動電力量 P_{rq} を次式に基づいて算出する (ステップ S 80)。

【 0 0 6 8 】

$$P_{rq} = \text{Max}(P12, P21) \quad \dots (6)$$

さらに、昇温制御部 44 は、蓄電装置 6 - 1 に対する要求電力 P_{rq1} および蓄電装置 6 - 2 に対する要求電力 P_{rq2} を次式に基づいて算出する (ステップ S 90)。

【 0 0 6 9 】

$P_{rq} = P12$ のとき :

$$P_{rq1} = P_{rq} \text{ (放電)}, P_{rq2} = P_{rq} - P_s \text{ (充電)} \quad \dots (7)$$

$P_{rq} = P21$ のとき :

$$P_{rq1} = P_{rq} - P_s \text{ (充電)}, P_{rq2} = P_{rq} \text{ (放電)} \quad \dots (8)$$

そして、蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 に対する要求電力が決定されると、昇温制御部 44 は、ステップ S 100 へ処理を進め、その決定された要求電力に従って蓄電装置 6 - 1, 6 - 2 が充電または放電を行なうようにコンバータ 8 - 1, 8 - 2 を制御し、実際に昇温制御を実行する。

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

図6は、コンバータ8-1, 8-2の駆動制御に関する部分の昇温制御部44の機能ブロック図である。なお、この図6に示される処理は、図5に示したステップS100において実行される処理に対応する。図6を参照して、昇温制御部44は、目標値決定部50と、除算部52-1, 52-2と、減算部54-1, 54-2, 58-1, 58-2と、PI制御部56-1, 56-2と、変調部60-1, 60-2とを含む。

【0071】

目標値決定部50は、昇温制御の実行時、昇圧制御部42(図3)へ出力される制御信号CTLを活性化する。そして、目標値決定部50は、蓄電装置6-1が放電側のとき、蓄電装置6-1に対する要求電力 P_{rq1} (車両要求パワーが無いときは $P_{rq1} = P_{rq}$ 、以下同じ。)を電力目標値 $P1$ として除算部52-1へ出力し、蓄電装置6-2に対する要求電力 P_{rq2} (車両要求パワーが無いときは $P_{rq2} = P_{rq}$ 、以下同じ。)の符号を反転した値を電力目標値 $P2$ (すなわち負値)として除算部52-2へ出力する。

10

【0072】

また、目標値決定部50は、蓄電装置6-2が放電側のときは、蓄電装置6-1に対する要求電力 P_{rq1} の符号を反転した値を電力目標値 $P1$ (すなわち負値)として除算部52-1へ出力し、蓄電装置6-2に対する要求電力 P_{rq2} を電力目標値 $P2$ として除算部52-2へ出力する。

【0073】

除算部52-1は、電力目標値 $P1$ を電圧値 $Vb1$ で除算し、その演算結果を電流目標値 $IR1$ として減算部54-1へ出力する。減算部54-1は、電流目標値 $IR1$ から電流値 $Ib1$ を減算し、その演算結果をPI制御部56-1へ出力する。PI制御部56-1は、電流目標値 $IR1$ と電流値 $Ib1$ との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部58-1へ出力する。

20

【0074】

減算部58-1は、電圧値 $Vb1$ /目標電圧 $VR1$ で示されるコンバータ8-1の理論昇圧比の逆数からPI制御部56-1の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令 $Ton1$ として変調部60-1へ出力する。なお、この減算部58-1における入力項(電圧値 $Vb1$ /目標電圧 $VR1$)は、コンバータ8-1の理論昇圧比に基づくフィードフォワード補償項であり、目標電圧 $VR1$ は、電圧値 $Vb1$ よりも高い適当な値に設定される。

30

【0075】

変調部60-1は、デューティ指令 $Ton1$ と図示されない発振部により生成される搬送波(キャリア波)とに基づいて駆動信号 $PWC1$ を生成し、その生成した駆動信号 $PWC1$ をコンバータ8-1のトランジスタ $Q1A$, $Q1B$ へ出力する。

【0076】

除算部52-2は、電力目標値 $P2$ を電圧値 $Vb2$ で除算し、その演算結果を電流目標値 $IR2$ として減算部54-2へ出力する。減算部54-2は、電流目標値 $IR2$ から電流値 $Ib2$ を減算し、その演算結果をPI制御部56-2へ出力する。PI制御部56-2は、電流目標値 $IR2$ と電流値 $Ib2$ との偏差を入力として比例積分演算を行ない、その演算結果を減算部58-2へ出力する。

40

【0077】

減算部58-2は、電圧値 $Vb2$ /目標電圧 $VR2$ で示されるコンバータ8-2の理論昇圧比の逆数からPI制御部56-2の出力を減算し、その演算結果をデューティ指令 $Ton2$ として変調部60-2へ出力する。なお、この減算部58-2における入力項(電圧値 $Vb2$ /目標電圧 $VR2$)は、コンバータ8-2の理論昇圧比に基づくフィードフォワード補償項であり、目標電圧 $VR2$ は、電圧値 $Vb2$ よりも高い適当な値に設定される。

【0078】

変調部60-2は、デューティ指令 $Ton2$ と図示されない発振部により生成される搬送波(キャリア波)とに基づいて駆動信号 $PWC2$ を生成し、その生成した駆動信号 P

50

W C 2 をコンバータ 8 - 2 のトランジスタ Q 2 A , Q 2 B へ出力する。

【 0 0 7 9 】

なお、車両要求パワーが無いとき、すなわち、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の一方から出力される電力が他方の蓄電装置へ全て供給されるとき、充電側の蓄電装置に対応するコンバータの制御系において、P I 制御部の機能をオフさせ、フィードフォワード補償項を 1 としてもよい。これにより、充電側の蓄電装置に対応するコンバータでは上アームが常時オン状態となり、スイッチング損失が低減されるとともに、コンバータ 8 - 1 の制御系とコンバータ 8 - 2 の制御系との干渉を防止できる。

【 0 0 8 0 】

以上のように、この実施の形態 1 においては、主正母線 M P L および主負母線 M N L を介して蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間で電力が授受され、充放電に伴ない各蓄電装置の温度が上昇する。したがって、この実施の形態 1 によれば、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 を積極的に昇温することができる。その結果、低温下においても、車両システムの起動後、早期に所望の走行性能を確保することができる。

10

【 0 0 8 1 】

また、この実施の形態 1 によれば、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間の移動電力量が最大となるように昇温制御が実行されるので、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 を速やかに昇温することができる。

【 0 0 8 2 】

さらに、この実施の形態 1 によれば、蓄電装置の S O C および温度に基づいて各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力が決定されるので、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間の充放電電力を正確に算出できる。

20

【 0 0 8 3 】

また、さらに、車両要求パワーが存在するときは、電源システム 1 から駆動力発生部 3 へ電力を供給しつつ蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間で電力を授受するので、昇温制御中に車両の走行が開始された場合にも対応することができる。

【 0 0 8 4 】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 では、蓄電装置間で授受される電力が最大となるように蓄電装置間の通電方向が決定されたが、この実施の形態 2 では、蓄電装置の発熱量が最大となるように通電方向が決定される。

30

【 0 0 8 5 】

実施の形態 2 による車両の全体構成は、図 1 に示した実施の形態 1 による車両 1 0 0 と同じである。また、実施の形態 2 におけるコンバータ E C U の全体構成も、図 3 に示した実施の形態 1 におけるコンバータ E C U 2 と同じである。

【 0 0 8 6 】

図 7 , 図 8 は、実施の形態 2 における昇温制御部 4 4 A の制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

【 0 0 8 7 】

図 7 を参照して、昇温制御部 4 4 A は、ステップ S 1 0 , S 2 0 , S 3 0 , S 4 0 , S 7 0 の処理を実行する。なお、これらの各ステップにおける処理は、図 4 で説明したとおりである。そして、昇温制御部 4 4 A は、ステップ S 4 0 または S 7 0 の処理を実行すると、図 8 に示されるステップ S 2 1 0 へ処理を進める。

40

【 0 0 8 8 】

図 8 を参照して、昇温制御部 4 4 A は、予め設定された発熱量テーブルを用いて、図 7 に示されるステップ S 4 0 または S 7 0 において算出された最大電力 P 1 2 に対応する蓄電装置 6 - 1 の放電時発熱量 D h 1 および蓄電装置 6 - 2 の充電時発熱量 C h 2 を対応の蓄電装置の S O C および温度に基づいて求め、上記ステップ S 4 0 または S 7 0 において算出された最大電力 P 2 1 に対応する蓄電装置 6 - 1 の充電時発熱量 C h 1 および蓄電装

50

置 6 - 2 の放電時発熱量 $Dh2$ を対応の蓄電装置の SOC および温度に基づいて求める (ステップ S 2 1 0)。

【 0 0 8 9 】

図 9 は、各蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量に関する発熱量テーブルを説明するための図である。図 9 を参照して、発熱量テーブルは、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 ごとに設けられ、放電電力ごとの発熱量 (放電時発熱量) および充電電力ごとの発熱量 (充電時発熱量) が蓄電装置の SOC および温度ごとに設定されている。なお、各テーブル値は、対応する条件 (放電電力、充電電力、SOC および温度) ごとにオフラインで予め求められる。

【 0 0 9 0 】

10

再び図 8 を参照して、ステップ S 2 1 0 において各蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量が求められると、昇温制御部 4 4 A は、昇温を優先させる蓄電装置が設定されているか否かを判定する (ステップ S 2 2 0)。昇温制御部 4 4 A は、昇温を優先させる蓄電装置は設定されていないと判定すると (ステップ S 2 2 0 において NO)、蓄電装置 6 - 1 から蓄電装置 6 - 2 へ最大電力 $P12$ を流すと仮定した場合の蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総発熱量 $Ph12$ 、および蓄電装置 6 - 2 から蓄電装置 6 - 1 へ最大電力 $P21$ を流すと仮定した場合の蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総発熱量 $Ph21$ を次式に基づいて算出するとともに、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総発熱量が最大となるように次式に基づいて発熱量 Ph を算出する (ステップ S 2 3 0)。

【 0 0 9 1 】

20

$$Ph12 = Dh1 + Ch2 \quad \dots (9)$$

$$Ph21 = Ch1 + Dh2 \quad \dots (10)$$

$$Ph = \text{Max} (Ph12, Ph21) \quad \dots (11)$$

一方、ステップ S 2 2 0 において、昇温を優先させる蓄電装置が設定されていると判定されると (ステップ S 2 2 0 において YES)、昇温制御部 4 4 A は、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 のいずれが設定されているかを判定する (ステップ S 2 4 0)。そして、昇温制御部 4 4 A は、昇温を優先させる蓄電装置として蓄電装置 6 - 1 が設定されていると判定すると (ステップ S 2 4 0 において「6 - 1」)、蓄電装置 6 - 1 の発熱量が最大となるように次式に基づいて発熱量 Ph を算出する (ステップ S 2 5 0)。

【 0 0 9 2 】

30

$$Ph12 = Dh1 \quad \dots (12)$$

$$Ph21 = Ch1 \quad \dots (13)$$

$$Ph = \text{Max} (Ph12, Ph21) \quad \dots (14)$$

一方、ステップ S 2 4 0 において、昇温を優先させる蓄電装置として蓄電装置 6 - 2 が設定されていると判定されると (ステップ S 2 4 0 において「6 - 2」)、昇温制御部 4 4 A は、蓄電装置 6 - 2 の発熱量が最大となるように次式に基づいて発熱量 Ph を算出する (ステップ S 2 6 0)。

【 0 0 9 3 】

$$Ph12 = Ch2 \quad \dots (15)$$

$$Ph21 = Dh2 \quad \dots (16)$$

$$Ph = \text{Max} (Ph12, Ph21) \quad \dots (17)$$

40

そして、昇温制御部 4 4 A は、 $Ph = Ph12$ のとき (すなわち $Ph12 > Ph21$ のとき)、蓄電装置 6 - 1 を放電側 (すなわち蓄電装置 6 - 2 は充電側) とし、 $Ph = Ph21$ のとき (すなわち $Ph12 < Ph21$ のとき)、蓄電装置 6 - 2 を放電側 (すなわち蓄電装置 6 - 1 は充電側) とし、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間で授受される電力の通電方向を決定する (ステップ S 2 7 0)。

【 0 0 9 4 】

次いで、昇温制御部 4 4 A は、駆動 ECU 3 2 からの車両要求パワー Ps に基づいて、電源システム 1 から駆動力発生部 3 への電力供給が要求されているか否かを判定する (ステップ S 2 8 0)。昇温制御部 4 4 A は、電源システム 1 から駆動力発生部 3 への電力供

50

給は要求されていないと判定すると（ステップS280においてNO）、発熱量 P_h を実現する蓄電装置6-1, 6-2間の移動電力量 P_{rq} を次式に基づいて決定する（ステップS290）。

【0095】

$P_h = P_{h12}$ のとき： $P_{rq} = P_{12} \dots (18)$

$P_h = P_{h21}$ のとき： $P_{rq} = P_{21} \dots (19)$

そして、蓄電装置6-1, 6-2間の通電方向および移動電力量 P_{rq} が決定されると、昇温制御部44Aは、その決定された通電方向に従って蓄電装置6-1, 6-2間に移動電力量 P_{rq} を流すようにコンバータ8-1, 8-2を制御し、実際に昇温制御を実行する（ステップS310）。

10

【0096】

一方、ステップS280において電源システム1から駆動力発生部3への電力供給が要求されていると判定されると（ステップS280においてYES）、昇温制御部44Aは、蓄電装置6-1に対する要求電力 P_{rq1} および蓄電装置6-2に対する要求電力 P_{rq2} を次式に基づいて算出する（ステップS300）。

【0097】

$P_h = P_{12}$ のとき：

$P_{rq1} = P_{12}$ （放電）, $P_{rq2} = P_{12} - P_s$ （充電） $\dots (20)$

$P_h = P_{21}$ のとき：

$P_{rq1} = P_{21} - P_s$ （充電）, $P_{rq2} = P_{21}$ （放電） $\dots (21)$

20

そして、蓄電装置6-1, 6-2に対する要求電力が決定されると、昇温制御部44Aは、ステップS310へ処理を進め、その決定された要求電力に従って蓄電装置6-1, 6-2が充電または放電を行なうようにコンバータ8-1, 8-2を制御し、実際に昇温制御を実行する。

【0098】

以上のように、この実施の形態2においては、各蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量に基づいて蓄電装置6-1, 6-2間の通電方向および移動電力量が決定されるので、蓄電装置6-1, 6-2間で電力を授受しつつ、充放電に伴う各蓄電装置の発熱を管理できる。したがって、この実施の形態1によれば、蓄電装置6-1, 6-2を積極的に昇温することができ、かつ、各蓄電装置の昇温状態を管理することができる。

30

【0099】

また、この実施の形態1によれば、昇温を優先させる蓄電装置が設定されていないとき、蓄電装置6-1, 6-2の発熱量の和が最大となるように昇温制御が実行されるので、蓄電装置6-1, 6-2を速やかに昇温することができる。一方、昇温を優先させる蓄電装置が設定されているときは、その蓄電装置の発熱量が最大となるように昇温制御が実行されるので、その設定された蓄電装置を速やかに昇温することができる。

【0100】

[実施の形態3]

実施の形態1では、電力テーブルを用いて各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を求め、これらに基づいて、蓄電装置6-1, 6-2間の移動電力量が最大となるように通電方向が決定される。しかしながら、各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力は蓄電装置のSOCに依存するので、実施の形態1では、そのときの動作点においては移動電力量は最大であるけれども、移動電力量をより多くすることができる動作点が存在し得る。そこで、この実施の形態3では、蓄電装置6-1, 6-2間で相互に授受される電力が最大となる動作点（目標SOC）を求め、その動作点に近づくように蓄電装置6-1, 6-2の充放電を制御する。

40

【0101】

図10は、各蓄電装置のSOCと各蓄電装置間で授受可能な最大電力との関係を示した図である。図10を参照して、曲線k1は、蓄電装置6-1, 6-2の総蓄電量に基づいて決定される実現可能なSOCの範囲内で、蓄電装置6-1から蓄電装置6-2へ通電可

50

能な最大電力の軌跡を示す。曲線 k_2 は、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総蓄電量に基づいて決定される実現可能な SOC の範囲内で、蓄電装置 6 - 2 から蓄電装置 6 - 1 へ通電可能な最大電力の軌跡を示す。曲線 k_3 は、曲線 k_1 と曲線 k_2 の和を示す。

【 0 1 0 2 】

曲線 $k_1 \sim k_3$ は、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総蓄電量に基づいて決定される実現可能な SOC の範囲を規定する平面 S 内の曲線である。曲線 k_1 , k_2 は、図 5 に示した電力テーブルを用いて算出される。具体的には、電力テーブルを用いて、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の総蓄電量に基づいて決定される実現可能な SOC ごとに各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力を求め、蓄電装置 6 - 1 の許容放電電力と蓄電装置 6 - 2 の許容充電電力との小さい方をプロットすることにより曲線 k_1 が得られ、蓄電装置 6 - 1 の許容充電電力と蓄電装置 6 - 2 の許容放電電力との小さい方をプロットすることにより曲線 k_2 が得られる。

10

【 0 1 0 3 】

図 1 1 は、実施の形態 3 における昇温制御の考え方を説明するための図である。なお、この図 1 1 は、図 1 0 に示した平面 S を抽出して示したものである。図 1 1 を参照して、曲線 k_3 上の点 P_n は、現在の SOC における動作点を示す。すなわち、点 P_n で示される電力量は、現在の SOC において、蓄電装置 6 - 1 から蓄電装置 6 - 2 へ通電可能な最大電力と蓄電装置 6 - 2 から蓄電装置 6 - 1 へ通電可能な最大電力との和を示す。

【 0 1 0 4 】

また、曲線 k_3 上の点 P_{max} は、曲線 k_3 の最大点であり、蓄電装置 6 - 1 から蓄電装置 6 - 2 へ通電可能な最大電力と蓄電装置 6 - 2 から蓄電装置 6 - 1 へ通電可能な最大電力との和が最大となる動作点を示す。すなわち、この点 P_{max} 近傍において蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間で電力を授受することにより、蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間の移動電力量すなわち蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 の充放電電力を最大にすることができる。

20

【 0 1 0 5 】

そこで、この実施の形態 3 では、点 P_{max} に対応する SOC を目標 SOC とし、各蓄電装置の SOC が目標 SOC に近づくように、各蓄電装置の充放電が制御される。たとえば、この図 1 1 に示した例では、現在の動作点 (点 P_n) においては、曲線 k_2 の方が曲線 k_1 よりも大きいので、瞬時では、蓄電装置 6 - 2 から蓄電装置 6 - 1 へ電力を流す方が蓄電装置 6 - 1 から蓄電装置 6 - 2 へ電力を流す場合よりも移動電力量が多い。しかしながら、動作点を P_{max} へ移行させることにより蓄電装置 6 - 1 , 6 - 2 間の移動電力量を最大にできるので、この実施の形態 3 では、動作点が P_{max} へ近づくように (目標 SOC へ近づくように) 蓄電装置 6 - 1 から蓄電装置 6 - 2 へ電力を流すこととしたものである。

30

【 0 1 0 6 】

実施の形態 3 による車両の全体構成は、図 1 に示した実施の形態 1 による車両 1 0 0 と同じである。また、実施の形態 3 におけるコンバータ ECU の全体構成も、図 3 に示した実施の形態 1 におけるコンバータ ECU 2 と同じである。

【 0 1 0 7 】

図 1 2 は、実施の形態 3 における昇温制御部 4 4 B の制御構造を説明するためのフローチャートである。なお、このフローチャートに示される処理も、一定時間ごとまたは所定の条件成立時にメインルーチンから呼出されて実行される。

40

【 0 1 0 8 】

図 1 2 を参照して、昇温制御部 4 4 B は、温度 T_{b1} または T_{b2} が予め設定されたしきい温度 T_{th} よりも低いかなかを判定する (ステップ S 4 1 0)。昇温制御部 4 4 B は、温度 T_{b1} , T_{b2} がいずれもしきい温度 T_{th} 以上であると判定すると (ステップ S 4 1 0 において NO)、ステップ S 4 7 0 へ処理を進める。

【 0 1 0 9 】

ステップ S 4 1 0 において温度 T_{b1} または T_{b2} がしきい温度 T_{th} よりも低いと判定されると (ステップ S 4 1 0 において YES)、昇温制御部 4 4 B は、蓄電装置 6 - 1

50

、6 - 2の総蓄電量Pを次式に基づいて算出する(ステップS420)。

【0110】

$$P = PWh1 \times SOC1 + PWh2 \times SOC2 \quad \dots (22)$$

ここで、PWh1、PWh2は、それぞれ蓄電装置6 - 1、6 - 2の容量を示す。

【0111】

次いで、昇温制御部44Bは、総蓄電量Pに基づいて決定される実現可能なSOCの範囲内で、蓄電装置6 - 1から蓄電装置6 - 2へ通電可能な最大電力の軌跡(曲線k1)を電力テーブルを用いて算出する(ステップS430)。さらに、昇温制御部44Bは、総蓄電量Pに基づいて決定される実現可能なSOCの範囲内で、蓄電装置6 - 2から蓄電装置6 - 1へ通電可能な最大電力の軌跡(曲線k2)を電力テーブルを用いて算出する(ス

10

【0112】

次いで、昇温制御部44Bは、蓄電装置6 - 1から蓄電装置6 - 2へ通電可能な最大電力と蓄電装置6 - 2から蓄電装置6 - 1へ通電可能な最大電力との和が最大となる動作点(Pmax)を求め、その動作点に対応するSOCを目標SOCとして決定する。すなわち、昇温制御部44Bは、蓄電装置6 - 1、6 - 2間で相互に授受される電力が最大となる動作点(Pmax)に対応する各蓄電装置のSOCを目標SOCとして決定する(ステップS450)。

【0113】

そして、昇温制御部44Bは、その決定された目標SOCに近づく方向の電力が蓄電装置6 - 1、6 - 2間で授受されるようにコンバータ8 - 1、8 - 2を制御し、実際に昇温制御を実行する(ステップS460)。より具体的には、蓄電装置6 - 1の目標SOCよりも状態量SOC1が高いときは(すなわち、状態量SOC2は蓄電装置6 - 2の目標SOCよりも低い。)、 $P12 = \min(D1, C2)$ からなる電力が蓄電装置6 - 1から蓄電装置6 - 2へ流れるようにコンバータ8 - 1、8 - 2を制御する。一方、蓄電装置6 - 1の目標SOCよりも状態量SOC1が低いときは(すなわち、状態量SOC2は蓄電装置6 - 2の目標SOCよりも高い。)、 $P21 = \min(C1, D2)$ からなる電力が蓄電装置6 - 2から蓄電装置6 - 1へ流れるようにコンバータ8 - 1、8 - 2を制御する。

20

【0114】

以上のように、この実施の形態4においては、蓄電装置6 - 1、6 - 2の総蓄電量Pに基づいて決定される蓄電装置6 - 1、6 - 2の実現可能なSOCの範囲内で、蓄電装置6 - 1、6 - 2間で相互に授受される電力が最大となる目標SOCに近づくように蓄電装置6 - 1、6 - 2の充放電が制御される。したがって、この実施の形態4によれば、蓄電装置6 - 1、6 - 2を積極的かつ速やかに昇温することができる。その結果、低温下においても、車両システムの起動後、早期に所望の走行性能を確保することができる。

30

【0115】

なお、上記の各実施の形態において、昇温制御部が行なう処理は、実際には、CPU(Central Processing Unit)によって行なわれ、CPUは、上記の機能ブロックおよびフローチャートに示される処理を実行するためのプログラムをROM(Read Only Memory)から読み出し、その読み出したプログラムを実行して上記の機能ブロックおよびフローチャートに従って処理を実行する。したがって、ROMは、上記の機能ブロックおよびフローチャートに示される処理を実行するためのプログラムを記録したコンピュータ(CPU)読取可能な記録媒体に相当する。

40

【0116】

なお、上記においては、電源システム1は、2つの蓄電装置6 - 1、6 - 2およびそれぞれに対応するコンバータ8 - 1、8 - 2を含むものとしたが、さらに多くの蓄電装置およびそれぞれに対応するコンバータを備えてもよい。その場合、任意の2つの蓄電装置およびそれらに対応するコンバータを選択して、上述した手法により昇温制御を実現することができる。

50

【 0 1 1 7 】

なお、上記において、主正母線 M P L および主負母線 M N L は、この発明における「電力線」に対応し、コンバータ E C U 2 は、この発明における「制御装置」に対応する。

【 0 1 1 8 】

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

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 9 】

10

【図 1】この発明の実施の形態 1 による車両の全体ブロック図である。

【図 2】図 1 に示すコンバータの概略構成図である。

【図 3】図 1 に示すコンバータ E C U の機能ブロック図である。

【図 4】図 3 に示す昇温制御部の制御構造を説明するためのフローチャートである。

【図 5】各蓄電装置の許容放電電力および許容充電電力に関する電力テーブルを説明するための図である。

【図 6】コンバータの駆動制御に関する部分の昇温制御部の機能ブロック図である。

【図 7】実施の形態 2 における昇温制御部の制御構造を説明するための第 1 のフローチャートである。

【図 8】実施の形態 2 における昇温制御部の制御構造を説明するための第 2 のフローチャートである。

20

【図 9】各蓄電装置の放電時発熱量および充電時発熱量に関する発熱量テーブルを説明するための図である。

【図 10】各蓄電装置の S O C と各蓄電装置間で授受可能な最大電力との関係を示した図である。

【図 11】実施の形態 3 における昇温制御の考え方を説明するための図である。

【図 12】実施の形態 3 における昇温制御部の制御構造を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

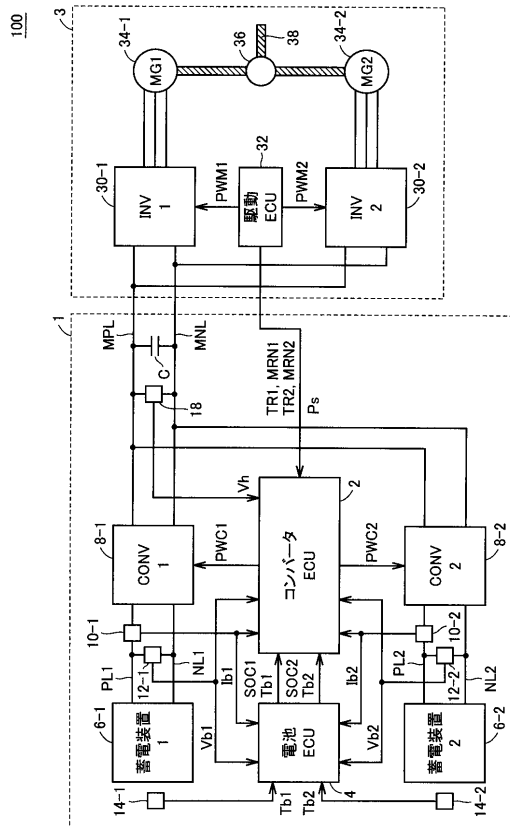
【 0 1 2 0 】

30

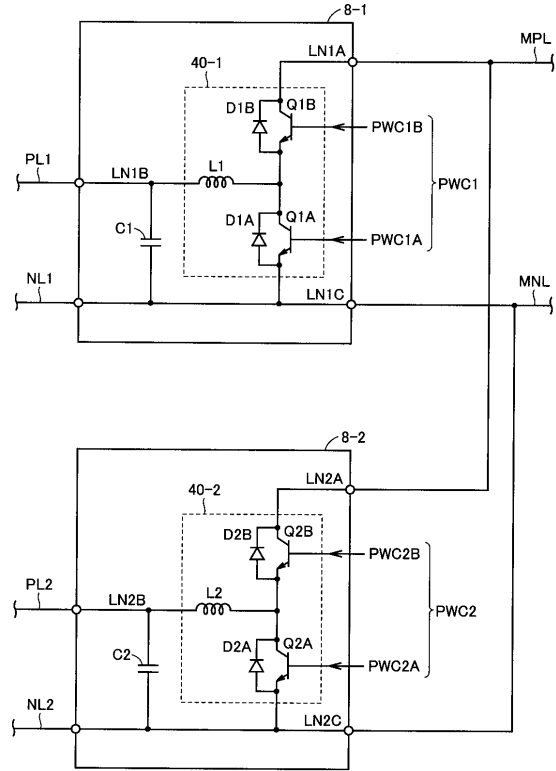
1 電源システム、2 コンバータ E C U、3 駆動力発生部、4 電池 E C U、6 - 1、6 - 2 蓄電装置、8 - 1、8 - 2 コンバータ、10 - 1、10 - 2 電流センサ、12 - 1、12 - 2、18 電圧センサ、14 - 1、14 - 2 温度センサ、30 - 1、30 - 2 インバータ、32 駆動 E C U、34 - 1、34 - 2 モータジェネレータ、36 動力伝達機構、38 駆動軸、40 - 1、40 - 2 チョップパ回路、42 昇圧制御部、44、44 A、44 B 昇温制御部、50 目標値設定部、52 - 1、52 - 2 除算部、54 - 1、54 - 2、58 - 1、58 - 2 減算部、56 - 1、56 - 2 P I 制御部、60 - 1、60 - 2 変調部、M P L 主正母線、M N L 主負母線、P L 1、P L 2 正極線、N L 1、N L 2 負極線、C、C 1、C 2 平滑コンデンサ、L N 1 A、L N 2 A 正母線、L N 1 C、L N 2 C 負母線、L N 1 B、L N 2 B 配線、Q 1 A、Q 1 B、Q 2 A、Q 2 B トランジスタ、D 1 A、D 1 B、D 2 A、D 2 B ダイオード、L 1、L 2 インダクタ。

40

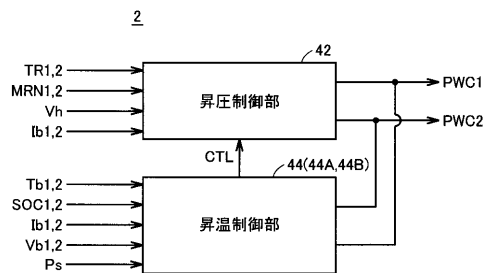
【図 1】



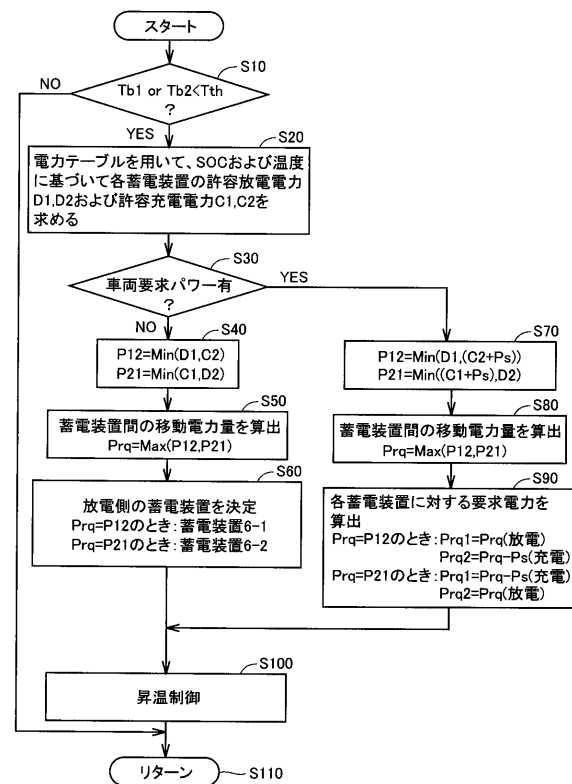
【図 2】



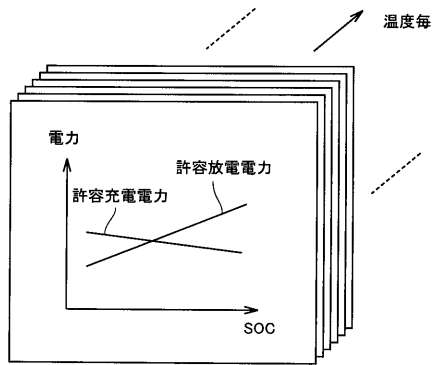
【図 3】



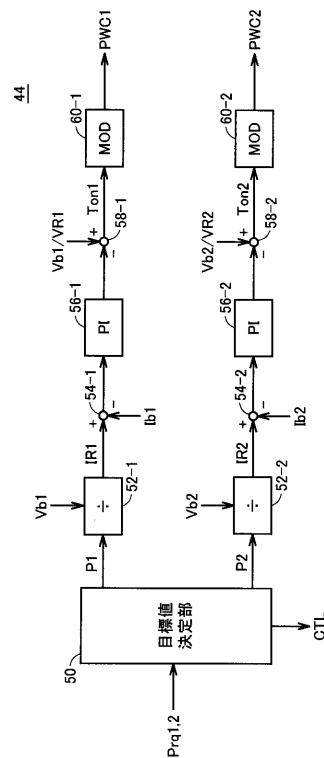
【図 4】



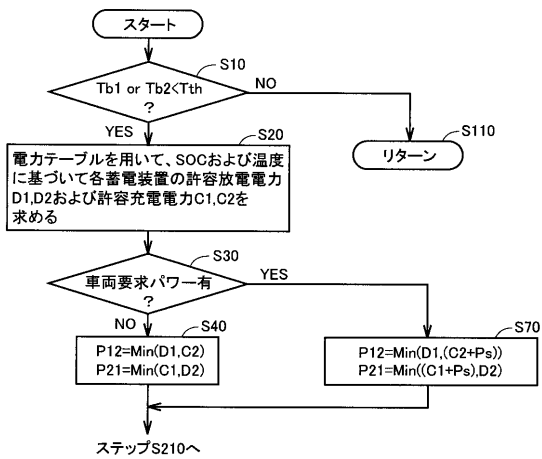
【図5】



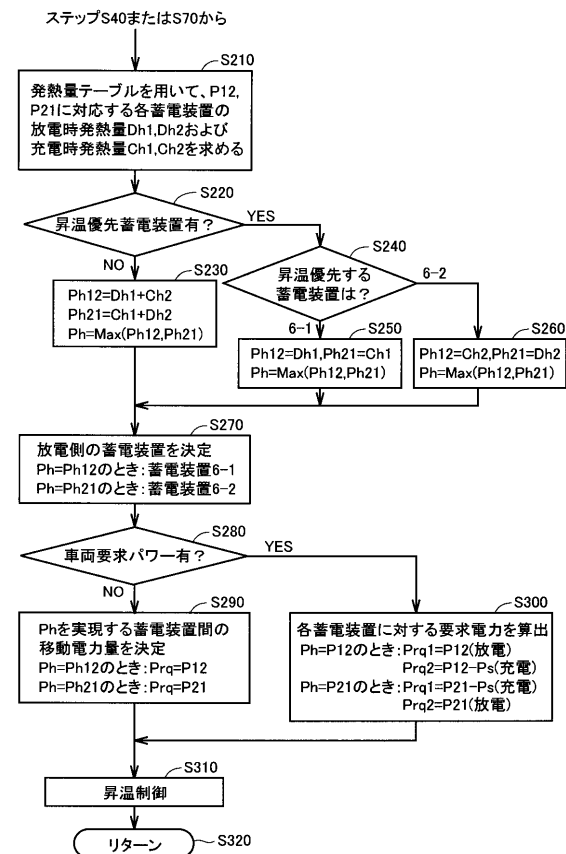
【図6】



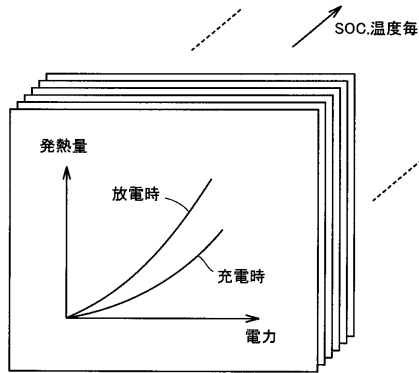
【図7】



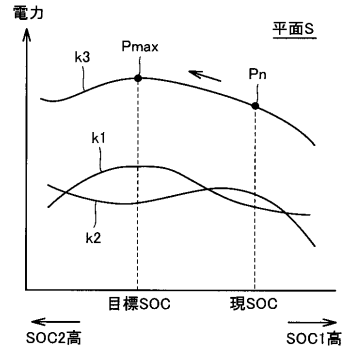
【図8】



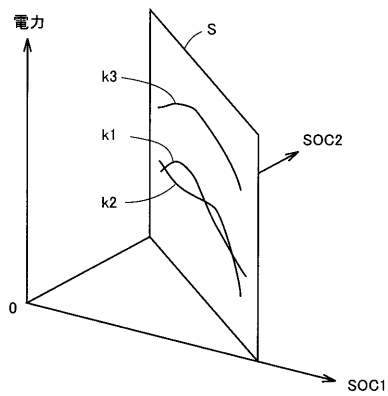
【図 9】



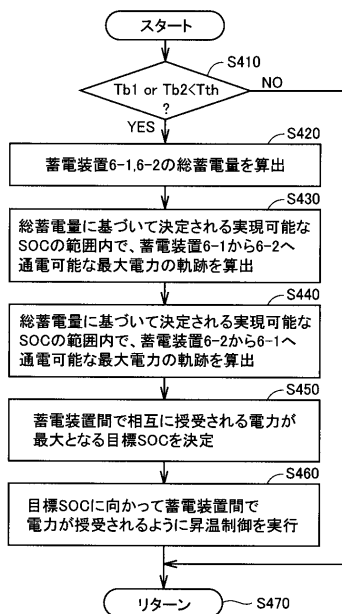
【図 11】



【図 10】



【図 12】



フロントページの続き

審査官 石川 晃

- (56)参考文献 特開平08-017474(JP,A)
特開2006-121874(JP,A)
特開2003-209969(JP,A)
特開2005-332777(JP,A)
特開2000-092614(JP,A)
特開平10-104325(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 10/50
H02J 7/00
H02J 7/10
B60L 11/18