

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4337848号
(P4337848)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月10日(2009.7.10)

(51) Int. Cl.	F 1	
HO 2 J 7/10 (2006.01)	HO 2 J	7/10 L
HO 2 M 3/155 (2006.01)	HO 2 M	3/155 W
HO 1 M 10/44 (2006.01)	HO 2 J	7/10 H
HO 1 M 10/50 (2006.01)	HO 1 M	10/44 P
B 6 O L 3/00 (2006.01)	HO 1 M	10/50

請求項の数 23 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-189572 (P2006-189572)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成18年7月10日(2006.7.10)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2008-22589 (P2008-22589A)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(43) 公開日	平成20年1月31日(2008.1.31)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
審査請求日	平成19年8月8日(2007.8.8)	(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る車両、ならびに温度管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々が充放電可能に構成された複数の蓄電部を有する電源システムであって、
 負荷装置と前記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、
 前記複数の蓄電部と前記電力線との間にそれぞれ設けられ、各々が対応の前記蓄電部の
 充電/放電を制御可能に構成された複数の充放電制御部とを備え、
 前記複数の蓄電部は、温度管理対象となる少なくとも1個の第1の蓄電部と、残余の第
 2の蓄電部とを含み、
 前記第1の蓄電部の各々は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反
 応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を
 含んで構成され、
 前記電源システムは、
 前記第1の蓄電部の温度を取得する温度取得手段と、
 前記第1の蓄電部の蓄電状態を取得する蓄電状態取得手段と、
 前記温度取得手段によって取得された温度に基づいて、前記第1の蓄電部の各々につい
 ての昇温要求または冷却要求を生成する要求生成手段と、
 前記要求生成手段によって前記昇温要求または前記冷却要求を生成された蓄電部につい
 て、前記蓄電状態取得手段によって取得された蓄電状態から、前記熱反応特性に基づいて
 、当該昇温要求または当該冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向
 に電流を流すべきかを決定する電流方向決定手段と、

10

20

前記電流方向決定手段によって決定された方向の電流が流れるように、前記複数の充放電制御部の各々に制御指令を与える制御指令生成手段とを備える、電源システム。

【請求項 2】

前記電源システムは、当該第 1 の蓄電部の温度に基づいて、前記電流方向決定手段によって決定される充電側または放電側に流すための目標電流値を決定する目標電流値決定手段をさらに備える、請求項 1 に記載の電源システム。

【請求項 3】

前記制御指令生成手段は、当該第 1 の蓄電部の電流値が前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値と一致するように、当該第 1 の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項 2 に記載の電源システム。

10

【請求項 4】

前記制御指令生成手段は、前記第 1 の蓄電部の充放電電力の総和と、前記負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第 2 の蓄電部に対応する前記充放電制御部の各々に前記制御指令を与える、請求項 3 に記載の電源システム。

【請求項 5】

前記複数の蓄電部は、1 個の前記第 1 の蓄電部と、1 個の前記第 2 の蓄電部とからなり、

前記制御指令生成手段は、前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値に相当する前記第 1 の蓄電部の充放電電力と、前記負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第 2 の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項 2 に記載の電源システム。

20

【請求項 6】

前記目標電流値決定手段は、当該第 1 の蓄電部に流れる電流と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、前記目標電流値を決定する、請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電源システム。

【請求項 7】

前記要求生成手段によって前記昇温要求が生成されたときに、当該第 1 の蓄電部に流れる電流と出力電圧との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、当該第 1 の蓄電部の出力電圧を所定電圧値以上に維持するために、前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値を制限する電流値制限手段をさらに備える、請求項 2 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の電源システム。

30

【請求項 8】

前記第 1 の蓄電部は、リチウムイオン電池を含んで構成される、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電源システム。

【請求項 9】

各々が充放電可能に構成された複数の蓄電部を有する電源システムと、前記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車両であって、

前記電源システムは、

前記駆動力発生部と前記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、前記複数の蓄電部と前記電力線との間にそれぞれ設けられ、各々が対応の前記蓄電部の充電 / 放電を制御可能に構成された複数の充放電制御部とを備え、

40

前記複数の蓄電部は、温度管理対象となる少なくとも 1 個の第 1 の蓄電部と、残余の第 2 の蓄電部とを含み、

前記第 1 の蓄電部の各々は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を含んで構成され、

前記電源システムは、

前記第 1 の蓄電部の温度を取得する温度取得手段と、

前記第 1 の蓄電部の蓄電状態を取得する蓄電状態取得手段と、

50

前記温度取得手段によって取得された温度に基づいて、前記第1の蓄電部の各々についての昇温要求または冷却要求を生成する要求生成手段と、

前記要求生成手段によって前記昇温要求または前記冷却要求を生成された蓄電部について、前記蓄電状態取得手段によって取得された蓄電状態から、前記熱反応特性に基づいて、当該昇温要求または当該冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する電流方向決定手段と、

前記電流方向決定手段によって決定された方向の電流が流れるように、前記複数の充放電制御部の各々に制御指令を与える制御指令生成手段とを備える、車両。

【請求項10】

前記電源システムは、当該第1の蓄電部の温度に基づいて、前記電流方向決定手段によって決定される充電側または放電側に流すための目標電流値を決定する目標電流値決定手段をさらに備える、請求項9に記載の車両。

10

【請求項11】

前記制御指令生成手段は、当該第1の蓄電部の電流値が前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値と一致するように、当該第1の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項10に記載の車両。

【請求項12】

前記制御指令生成手段は、前記第1の蓄電部の充放電電力の総和と、前記駆動力発生部からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第2の蓄電部に対応する前記充放電制御部の各々に前記制御指令を与える、請求項11に記載の車両。

20

【請求項13】

前記複数の蓄電部は、1個の前記第1の蓄電部と、1個の前記第2の蓄電部とからなり、

前記制御指令生成手段は、前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値に相当する前記第1の蓄電部の充放電電力と、前記駆動力発生部からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第2の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項10に記載の車両。

【請求項14】

前記目標電流値決定手段は、当該第1の蓄電部に流れる電流と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、前記目標電流値を決定する、請求項10～13のいずれか1項に記載の車両。

30

【請求項15】

前記要求生成手段によって前記昇温要求が生成されたときに、当該第1の蓄電部に流れる電流と出力電圧との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、当該第1の蓄電部の出力電圧を所定電圧値以上に維持するために、前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値を制限する電流値制限手段をさらに備える、請求項10～14のいずれか1項に記載の車両。

【請求項16】

前記第1の蓄電部は、リチウムイオン電池を含んで構成される、請求項9～15のいずれか1項に記載の車両。

40

【請求項17】

各々が充放電可能に構成された複数の蓄電部を有する電源システムにおける蓄電部の温度管理方法であって、

前記電源システムは、

負荷装置と前記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、

前記複数の蓄電部と前記電力線との間にそれぞれ設けられ、各々が対応の前記蓄電部の充電/放電を制御可能に構成された複数の充放電制御部とを備え、

前記複数の蓄電部は、温度管理対象となる少なくとも1個の第1の蓄電部と、残余の第2の蓄電部とを含み、

前記第1の蓄電部の各々は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反

50

応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を含んで構成され、

前記温度管理方法は、

前記第 1 の蓄電部の温度を取得する温度取得ステップと、

前記第 1 の蓄電部の蓄電状態を取得する蓄電状態取得ステップと、

前記温度取得ステップにおいて取得された温度に基づいて、前記第 1 の蓄電部の各々についての昇温要求または冷却要求を生成する要求生成ステップと、

前記要求生成ステップにおいて前記昇温要求または前記冷却要求を生成された蓄電部について、前記蓄電状態取得ステップにおいて取得された蓄電状態から、前記熱反応特性に基づいて、当該昇温要求または当該冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する電流方向決定ステップと、

前記電流方向決定ステップによって決定された方向の電流が流れるように、前記複数の充放電制御部の各々に制御指令を与える制御指令生成ステップとを含む、温度管理方法。

【請求項 18】

前記温度管理方法は、当該第 1 の蓄電部の温度に基づいて、前記電流方向決定ステップにおいて決定される充電側または放電側に流すための目標電流値を決定する目標電流値決定ステップをさらに含む、請求項 17 に記載の温度管理方法。

【請求項 19】

前記制御指令生成ステップでは、当該第 1 の蓄電部の電流値が前記目標電流値決定ステップにおいて決定される前記目標電流値と一致するように、当該第 1 の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項 18 に記載の温度管理方法。

【請求項 20】

前記制御指令生成ステップでは、前記第 1 の蓄電部の充放電電力の総和と、前記負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第 2 の蓄電部に対応する前記充放電制御部の各々に前記制御指令を与える、請求項 19 に記載の温度管理方法。

【請求項 21】

前記複数の蓄電部は、1 個の前記第 1 の蓄電部と、1 個の前記第 2 の蓄電部とからなり、

前記制御指令生成ステップでは、前記目標電流値決定手段によって決定される前記目標電流値に相当する前記第 1 の蓄電部の充放電電力と、前記負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、前記第 2 の蓄電部に対応する前記充放電制御部に前記制御指令を与える、請求項 18 に記載の温度管理方法。

【請求項 22】

前記目標電流値決定ステップでは、当該第 1 の蓄電部に流れる電流と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、前記目標電流値を決定する、請求項 18 ~ 21 のいずれか 1 項に記載の温度管理方法。

【請求項 23】

前記要求生成ステップにおいて前記昇温要求が生成されたときに、当該第 1 の蓄電部に流れる電流と出力電圧との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、当該第 1 の蓄電部の出力電圧を所定電圧値以上に維持するために、前記目標電流値決定ステップにおいて決定される前記目標電流値を制限する電流値制限ステップをさらに含む、請求項 18 ~ 22 のいずれか 1 項に記載の温度管理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数の蓄電部を有する電源システムおよびそれを備える車両、ならびに温度管理方法に関し、特に負荷装置との間の授受電力への影響を抑制しつつ、化学電池を含んで構成される蓄電部の温度管理を実現する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

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車両が注目されている。このような車両は、電動機に電力を供給したり、回生制動時に運動エネルギーを電気エネルギーに変換して蓄えたりするために、充放電可能な蓄電部を搭載している。

【0003】

このような電動機を駆動力源とする車両において、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は、蓄電部の充放電容量をより大きくすることが望ましい。蓄電部の充放電容量を大きくするための方法として、複数の蓄電部を搭載する構成が提案されている。

【0004】

たとえば、特開2003-209969号公報(特許文献1)には、高電圧車両牽引システムに所望の直流高電圧レベルを提供する電動モータ電源管理システムが開示されている。この電動モータ電源管理システムは、それぞれが電池とブースト/バック直流・直流コンバータとを有しかつ並列に接続された、少なくとも1つのインバータに直流電力を提供する複数の電源ステージと、複数の電源ステージの電池を均等に充放電させて複数の電源ステージが少なくとも1つのインバータへの電池電圧を維持するように複数の電源ステージを制御するコントローラとを備える。

【0005】

一方で、化学電池を含んで構成される蓄電部は、電気化学的な作用を利用して電気エネルギーを蓄えるので、その充放電特性は温度の影響を受けやすい。一般的に、低温になるほど、化学電池の充放電性能が低下する一方、高温になるほど、化学電池の劣化を促進させるおそれがある。そのため、車両に搭載される化学電池に対しては、その温度が所定の温度範囲内に維持されるように温度管理が行なわれる。

【0006】

このような化学電池の温度管理を実現する一方法として、充放電に伴うエントロピー変化を利用する方法が知られている。すなわち、化学電池では、充放電による蓄電状態の変化に伴ってエントロピーが変化し、このエントロピーの変化に由来して発熱反応または吸熱反応を生じる。特に、リチウムイオン電池などでは、このような反応熱量が比較的大きい。発熱反応および吸熱反応のいずれが生じるのかは、蓄電状態や流れる電流に応じて定まるので、蓄電状態に応じて、電池電流を適切に決定することで、蓄電部の温度管理が可能となる。

【0007】

たとえば、特開平09-019074号公報(特許文献2)には、充電時の電池温度を適性温度に保つことのできる充電制御システムが開示されている。この充電制御システムによれば、充電時の化学反応が吸熱反応である電池を充電する充電器と、電池の充電状態に応じて充電器の充電電流を制御する制御手段とを備え、当該制御手段は、放電状態、電池の温度および充電条件に基づき電池を吸熱または発熱させることによって、電池の温度が所定の温度範囲内に保持されるように充電電流を制御する。

【特許文献1】特開2003-209969号公報

【特許文献2】特開平09-019074号公報

【特許文献3】特開平09-056011号公報

【特許文献4】特開平10-334951号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述の特開平09-019074号公報(特許文献2)に開示される充電制御システムでは、その名称のとおり、充電時においてのみ蓄電部の温度管理が可能である。そのため、走行状況に応じて蓄電部の充電/放電が頻りに切られるような車両(たとえば、ハイブリッド車両など)においては、十分な温度管理を行なうことはできなかった。さらに、蓄電部における温度管理の実行中、すなわち充電中には、負荷(モータなど)からの電力

10

20

30

40

50

要求を十分に満足させることができず、車両の走行性能が制約されるという問題もあった。

【0009】

この発明は、このような問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、負荷装置との間の授受電力への影響を抑制しつつ、蓄電部を適切に温度管理可能な電源システムおよびそれを備える車両、ならびに温度管理方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明のある局面によれば、この発明は、各々が充放電可能に構成された複数の蓄電部を有する電源システムである。この発明に係る電源システムは、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、複数の蓄電部と電力線との間にそれぞれ設けられ、各々が対応の蓄電部の充電/放電を制御可能に構成された複数の充放電制御部とを備える。そして、複数の蓄電部は、温度管理対象となる少なくとも1個の第1の蓄電部と、残余の第2の蓄電部とを含み、第1の蓄電部の各々は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を含んで構成される。さらに、この発明に係る電源システムは、第1の蓄電部の温度を取得する温度取得手段と、第1の蓄電部の蓄電状態を取得する蓄電状態取得手段と、温度取得手段によって取得された温度に基づいて、第1の蓄電部の各々についての昇温要求または冷却要求を生成する要求生成手段と、要求生成手段によって昇温要求または冷却要求を生成された蓄電部について、蓄電状態取得手段によって取得された蓄電状態から、熱反応特性に基づいて、当該昇温要求または当該冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する電流方向決定手段と、電流方向決定手段によって決定された方向の電流が流れるように、複数の充放電制御部の各々に制御指令を与える制御指令生成手段とを備える。

【0011】

この局面に従う発明によれば、複数の蓄電部のうち、少なくとも1個の第1の蓄電部が温度管理対象にされる。そして、第1の蓄電部の各々について、昇温要求または冷却要求が生成されると、熱反応特性に基づいて、当該蓄電部に対して充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかが決定される。一方、第2の蓄電部は、温度管理対象ではないので、充放電電流を比較的自由に決定できる。そのため、第2の蓄電部は、負荷装置の電力要求に応じた充放電制御を行なうことができる。よって、第1の蓄電部についての温度管理および負荷装置からの電力要求への応答を同時に実現できる。

【0012】

好ましくは、この発明に係る電源システムは、当該第1の蓄電部の温度に基づいて、電流方向決定手段によって決定される充電側または放電側に流すための目標電流値を決定する目標電流値決定手段をさらに備える。

【0013】

さらに好ましくは、制御指令生成手段は、当該第1の蓄電部の電流値が目標電流値決定手段によって決定される目標電流値と一致するように、当該第1の蓄電部に対応する充放電制御部に制御指令を与える。

【0014】

さらに好ましくは、制御指令生成手段は、第1の蓄電部の充放電電力の総和と、負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、第2の蓄電部に対応する充放電制御部の各々に制御指令を与える。

【0015】

また好ましくは、複数の蓄電部は、1個の第1の蓄電部と、1個の第2の蓄電部とからなり、制御指令生成手段は、目標電流値決定手段によって決定される目標電流値に相当する第1の蓄電部の充放電電力と、負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、第2の蓄電部に対応する充放電制御部に制御指令を与える。

【0016】

10

20

30

40

50

好ましくは、目標電流値決定手段は、当該第1の蓄電部に流れる電流と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、目標電流値を決定する。

【0017】

好ましくは、要求生成手段によって昇温要求が生成されたときに、当該第1の蓄電部に流れる電流と出力電圧との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、当該第1の蓄電部の出力電圧を所定電圧値以上に維持するために、目標電流値決定手段によって決定される目標電流値を制限する電流値制限手段をさらに備える。

【0018】

好ましくは、第1の蓄電部は、リチウムイオン電池を含んで構成される。

この発明の別の局面によれば、この発明は、上述のいずれかの電源システムと、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車両である。

10

【0019】

この発明のさらに別の局面によれば、この発明は、各々が充放電可能に構成された複数の蓄電部を有する電源システムにおける蓄電部の温度管理方法である。そして、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、複数の蓄電部と電力線との間にそれぞれ設けられ、各々が対応の蓄電部の充電/放電を制御可能に構成された複数の充放電制御部とを備える。また、複数の蓄電部は、温度管理対象となる少なくとも1個の第1の蓄電部と、残余の第2の蓄電部とを含み、第1の蓄電部の各々は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を含んで構成される。さらに、この発明に係る温度管理方法は、第1の蓄電部の温度を取得する温度取得ステップと、第1の蓄電部の蓄電状態を取得する蓄電状態取得ステップと、温度取得ステップにおいて取得された温度に基づいて、第1の蓄電部の各々についての昇温要求または冷却要求を生成する要求生成ステップと、要求生成ステップにおいて昇温要求または冷却要求を生成された蓄電部について、蓄電状態取得ステップにおいて取得された蓄電状態から、熱反応特性に基づいて、当該昇温要求または当該冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する電流方向決定ステップと、電流方向決定ステップによって決定された方向の電流が流れるように、複数の充放電制御部の各々に制御指令を与える制御指令生成ステップとを含む。

20

30

【0020】

好ましくは、この発明に係る温度管理方法は、当該第1の蓄電部の温度に基づいて、電流方向決定ステップにおいて決定される充電側または放電側に流すための目標電流値を決定する目標電流値決定ステップをさらに含む。

【0021】

さらに好ましくは、制御指令生成ステップでは、当該第1の蓄電部の電流値が目標電流値決定ステップにおいて決定される目標電流値と一致するように、当該第1の蓄電部に対応する充放電制御部に制御指令を与える。

【0022】

さらに好ましくは、制御指令生成ステップでは、第1の蓄電部の充放電電力の総和と、負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、第2の蓄電部に対応する充放電制御部の各々に制御指令を与える。

40

【0023】

また好ましくは、複数の蓄電部は、1個の第1の蓄電部と、1個の第2の蓄電部とからなり、制御指令生成ステップでは、目標電流値決定手段によって決定される目標電流値に相当する第1の蓄電部の充放電電力と、負荷装置からの電力要求との差に相当する電力を供給するように、第2の蓄電部に対応する充放電制御部に制御指令を与える。

【0024】

好ましくは、目標電流値決定ステップでは、当該第1の蓄電部に流れる電流と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、目標電流値を決定する。

50

【 0 0 2 5 】

好ましくは、要求生成ステップにおいて昇温要求が生成されたときに、当該第1の蓄電部に流れる電流と出力電圧との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、当該第1の蓄電部の出力電圧を所定電圧値以上に維持するために、目標電流値決定ステップにおいて決定される目標電流値を制限する電流値制限ステップをさらに含む。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 6 】

この発明によれば、負荷装置との間の授受電力への影響を抑制しつつ、蓄電部を適切に温度管理可能な電源システムおよびそれを備える車両、ならびに温度管理方法を実現できる。

10

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 7 】

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、図中の同一または相当部分については、同一符号を付してその説明は繰返さない。

【 0 0 2 8 】

図1は、本発明の実施の形態に従う電源システム1を備える車両100の要部を示す概略構成図である。

【 0 0 2 9 】

図1を参照して、本実施の形態においては、負荷装置の一例として、車両100の駆動力を発生するための駆動力発生部3との間で電力授受を行なう構成について例示する。そして、車両100は、駆動力発生部3が電源システム1から供給される電力を受けて発生する駆動力を車輪(図示しない)に伝達することで走行する。

20

【 0 0 3 0 】

本実施の形態においては、複数の蓄電部の一例として、2つの蓄電部を有する電源システム1について説明する。電源システム1は、主正母線MPLおよび主負母線MNLを介して、駆動力発生部3との間で直流電力の授受を行なう。

【 0 0 3 1 】

駆動力発生部3は、第1インバータINV1と、第2インバータINV2と、第1モータジェネレータMG1と、第2モータジェネレータMG2とを備え、HV_ECU(Hybrid Vehicle Electrical Control Unit)4からのスイッチング指令PWM1, PWM2に応じて駆動力を発生する。

30

【 0 0 3 2 】

インバータINV1, INV2は、主正母線MPLおよび主負母線MNLに並列接続され、それぞれ電源システム1との間で電力の授受を行なう。すなわち、インバータINV1, INV2は、それぞれ主正母線MPLおよび主負母線MNLを介して受ける直流電力を交流電力に変換してモータジェネレータMG1, MG2へ供給する。さらに、インバータINV1, INV2は、車両100の回生制動時などにおいて、モータジェネレータMG1, MG2が車両100の運動エネルギーを受けて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へ返還する。一例として、インバータINV1, INV2は、三相分のスイッチング素子を含むブリッジ回路で構成され、それぞれHV_ECU4から受けたスイッチング指令PWM1, PWM2に応じて、スイッチング(回路開閉)動作を行なうことで、三相交流電力を発生する。

40

【 0 0 3 3 】

モータジェネレータMG1, MG2は、それぞれインバータINV1, INV2から供給される交流電力を受けて回転駆動力を発生可能であるとともに、外部からの回転駆動力を受けて交流電力を発電可能に構成される。一例として、モータジェネレータMG1, MG2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である。そして、モータジェネレータMG1, MG2は、それぞれ動力伝達機構6と連結され、発生した駆動力を駆動軸8によって車輪(図示しない)へ伝達する。

【 0 0 3 4 】

50

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 MG 1, MG 2 は、動力伝達機構 6 または駆動軸 8 を介してエンジン（図示しない）とも機械的に連結される。そして、HV_ECU 4 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 MG 1, MG 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、一方のモータジェネレータをもっぱら電動機として機能させ、他方のモータジェネレータをもっぱら発電機として機能させるように構成することもできる。

【0035】

HV_ECU 4 は、予め格納されたプログラムを実行することで、図示しない各センサから送信された信号、走行状況、アクセル開度の変化率、および格納しているマップなどに基づいて、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の目標トルクおよび目標回転数を算出する。そして、HV_ECU 4 は、モータジェネレータ MG 1, MG 2 の発生トルクおよび回転数がそれぞれ当該算出した目標トルクおよび目標回転数となるように、スイッチング指令 PWM 1, PWM 2 を生成して駆動力発生部 3 へ与える。

10

【0036】

また、HV_ECU 4 は、当該算出した目標トルクおよび目標回転数、もしくは図示しない各種センサにより検出したトルク実績値および回転数実績値に基づいて、モータジェネレータ MG 1, MG 2 のそれぞれにおいて生じる逆起電圧 V_{m1} , V_{m2} を取得し、当該逆起電圧 V_{m1} , V_{m2} に基づいて決定される電圧要求値 V_h^* を電源システム 1 へ出力する。すなわち、駆動力発生部 3 が力行動作を行なう場合には、電源システム 1 からモータジェネレータ MG 1, MG 2 へ電力を供給できるように、HV_ECU 4 は、逆起電圧 V_{m1} , V_{m2} より大きい電圧を電圧要求値 V_h^* として決定する。一方、駆動力発生部 3 が回生動作を行なう場合には、モータジェネレータ MG 1, MG 2 が発生する電力が電源システム 1 へ逆流できるように、HV_ECU 4 は、逆起電圧 V_{m1} , V_{m2} より小さい電圧を電圧要求値 V_h^* として決定する。

20

【0037】

さらに、HV_ECU 4 は、上述の目標トルクと目標回転数との積、もしくはトルク実績値と回転数実績値との積に基づいて、電力要求値 P_L^* を算出して電源システム 1 へ出力する。なお、HV_ECU 4 は、電力要求値 P_L^* の符号を変化させることで、力行動作（正值）および回生動作（負値）といった駆動力発生部 3 における電力要求を電源システム 1 へ伝送する。

30

【0038】

一方、電源システム 1 は、平滑コンデンサ C と、供給電流検出部 16 と、供給電圧検出部 18 と、第 1 のコンバータ CONV 1 と、第 2 のコンバータ CONV 2 と、第 1 の蓄電部 BAT 1 と、第 2 の蓄電部 BAT 2 と、電池電流検出部 10-1, 10-2 と、電池電圧検出部 12-1, 12-2 と、電池温度検出部 14-1, 14-2 と、制御部 2 とを備える。

【0039】

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、コンバータ CONV 1, CONV 2 からの供給電力に含まれる変動成分（交流成分）を低減する。

40

【0040】

供給電流検出部 16 は、主正母線 MPL に直列に介挿され、駆動力発生部 3 への供給電流 I_h を検出し、その検出結果を制御部 2 へ出力する。

【0041】

供給電圧検出部 18 は、主正母線 MPL と主負母線 MNL との間に接続され、駆動力発生部 3 への供給電圧 V_h を検出し、その検出結果を制御部 2 へ出力する。

【0042】

コンバータ CONV 1, CONV 2 は、それぞれ対応の蓄電部 BAT 1, BAT 2 の充電/放電を制御可能に構成される。すなわち、コンバータ CONV 1, CONV 2 は、それぞれ対応の蓄電部 BAT 1, BAT 2 と主正母線 MPL および主負母線 MNL との間で

50

電圧変換動作（降圧動作／昇圧動作）を行なうことで、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の充電／放電を制御する。具体的には、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 を充電する場合には、コンバータ C O N V 1 , C O N V 2 は、それぞれ主正母線 M P L と主負母線 M N L との間の電圧を降圧して、充電電流を蓄電部 B A T 1 , B A T 2 へ供給する。一方、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 を放電する場合には、コンバータ C O N V 1 , C O N V 2 は、それぞれ蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の電池電圧を昇圧して、主正母線 M P L および主負母線 M N L を介して放電電流を供給する。

【 0 0 4 3 】

蓄電部 B A T 1 , B A T 2 は、それぞれコンバータ C O N V 1 , C O N V 2 による充放電が可能に構成される。後述するように、本発明の実施の形態に従う電源システムでは、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 のうち、いずれか一方が温度管理対象となる。この温度管理対象は、予め固定しておくこともできるし、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の蓄電状態（S O C : State of Charge）や電池温度などに応じて随時切替えることもできる。

【 0 0 4 4 】

このように温度管理対象となり得る蓄電部は、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池を含んで構成される。このような化学電池の一例として、リチウムイオン電池が用いられる。このような化学電池の熱反応特性の詳細は後述する。

【 0 0 4 5 】

以下の説明においては、一例として、蓄電部 B A T 1 が温度管理対象である場合について説明する。なお、蓄電部 B A T 1 が固定的に温度管理対象である場合には、蓄電部 B A T 2 は必ずしも上述のような化学電池で構成される必要はなく、電気二重層キャパシタなどの蓄電素子を用いてもよい。

【 0 0 4 6 】

電池電流検出部 1 0 - 1 , 1 0 - 2 は、それぞれ蓄電部 B A T 1 , B A T 2 とコンバータ C O N V 1 , C O N V 2 とを接続する 2 本の電力線の一方に介挿され、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の入出力に係る電池電流 I_{b1} , I_{b2} を検出し、その検出結果を制御部 2 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

電池電圧検出部 1 2 - 1 , 1 2 - 2 は、それぞれ蓄電部 B A T 1 , B A T 2 とコンバータ C O N V 1 , C O N V 2 とを接続する 2 本の電力線の線間に接続され、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の電池電圧 V_{b1} , V_{b2} を検出し、その検出結果を制御部 2 へ出力する。

【 0 0 4 8 】

電池温度検出部 1 4 - 1 , 1 4 - 2 は、それぞれ蓄電部 B A T 1 , B A T 2 を構成する電池セルなどに近接して配置され、蓄電部 B A T 1 , B A T 2 の内部温度である電池温度 T_{b1} , T_{b2} を検出し、その検出結果を制御部 2 へ出力する。なお、電池温度検出部 1 4 - 1 , 1 4 - 2 は、それぞれ蓄電部 B A T 1 , B A T 2 を構成する複数の電池セルに対応付けて配置された複数の検出素子の検出結果に基づいて、平均化処理などにより代表値を出力するように構成されてもよい。

【 0 0 4 9 】

制御部 2 は、電圧要求値 V_h^* および電力要求値 P_L^* と、供給電流 I_h と、供給電圧 V_h と、電池電流 I_{b1} , I_{b2} と、電池電圧 V_{b1} , V_{b2} と、電池温度 T_{b1} , T_{b2} とに基づいて、後述する制御構造に従ってそれぞれスイッチング指令 PWC_1 , PWC_2 を生成し、コンバータ C O N V 1 , C O N V 2 における電圧変換動作を制御する。

【 0 0 5 0 】

特に、制御部 2 は、電池温度検出部 1 4 - 1 から温度管理対象の蓄電部 B A T 1 の電池温度 T_{b1} および蓄電状態（S O C）を取得し、取得した電池温度 T_{b1} に基づいて、蓄電部 B A T 1 の昇温要求または冷却要求を生成する。蓄電部 B A T 1 に昇温要求または冷却要求が発生されると、制御部 2 は、取得した蓄電状態から、蓄電部 B A T 1 の熱反応特性に基づいて、昇温要求または冷却要求を満たすために、蓄電部 B A T 1 について充電側

10

20

30

40

50

および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する。さらに、制御部 2 は、蓄電部 B A T 1 に決定した方向の電流を流すためのスイッチング指令 P W C 1 を生成し、コンバータ C O N V 1 に与える。

【 0 0 5 1 】

このように、制御部 2 は、電池温度 T b 1 に応じて、蓄電部 B A T 1 に流す電流の方向を切換ることで、蓄電部 B A T 1 の温度管理を行なう。

【 0 0 5 2 】

また、制御部 2 は、蓄電部 B A T 1 の電池温度 T b 1 に基づいて、温度管理を行なうために蓄電部 B A T 1 に流す電流の目標電流値を決定する。具体的には、制御部 2 は、蓄電部 B A T 1 に流れる電池電流 I b 1 と抵抗性の発熱量との対応を示す抵抗発熱特性を参照して、目標電流値を決定する。すなわち、制御部 2 は、電池電流に起因する抵抗性の発熱量が過大とならないように、目標電流値を決定する。

10

【 0 0 5 3 】

さらに、制御部 2 は、昇温要求が生成されたときには、蓄電部 B A T 1 の電池電流 I b 1 と蓄電部 B A T 1 の電池電圧 V b 1 との対応を示す出力電圧特性に基づいて、目標電流値を制限してもよい。すなわち、制御部 2 は、蓄電部 B A T 1 の電池電圧 V b 1 を所定電圧値以上に維持するために、蓄電部 B A T 1 からの放電電流を所定の範囲に制限する。

【 0 0 5 4 】

一方、制御部 2 は、蓄電部 B A T 1 の充放電電力と電力要求値 P_L^* との差に相当する電力を供給させるためのスイッチング指令 P W C 2 を生成し、コンバータ C O N V 2 に与える。すなわち、制御部 2 は、昇温要求または冷却要求を満たすために電源システム 1 内を流れる電流の影響が電源システム 1 の外部（駆動力発生部 3）へ波及しないように、コンバータ C O N V 2 および蓄電部 B A T 2 の充電 / 放電を制御する。

20

【 0 0 5 5 】

本発明の実施の形態においては、駆動力発生部 3 が「負荷装置」に相当し、主正母線 M P L および主負母線 M N L が「電力線」に相当し、コンバータ C O N V 1 , C O N V 2 が「複数の充放電制御部」に相当する。また、制御部 2 が「温度取得手段」、「蓄電状態取得手段」、「要求生成手段」、「電流方向決定手段」、「制御指令生成手段」、「目標電流値決定手段」、および「電流値制限手段」を実現する。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、本発明の実施の形態に従うコンバータ C O N V 1 , C O N V 2 の概略構成図である。

30

【 0 0 5 7 】

図 2 を参照して、コンバータ C O N V 1 は、一例として、双方型のチョップ回路を含んで構成され、チョップ回路 4 0 A と、平滑コンデンサ C 1 とからなる。

【 0 0 5 8 】

チョップ回路 4 0 A は、電力を双方向に供給することが可能である。具体的には、チョップ回路 4 0 A は、制御部 2（図 1）からのスイッチング指令 P W C 1 に応じて、蓄電部 B A T 1 からの放電電流を昇圧して駆動力発生部 3（図 1）へ供給可能であるとともに、駆動力発生部 3 から受けた回生電力を降圧して蓄電部 B A T 1 へ充電電流として供給可能である。そして、チョップ回路 4 0 A は、それぞれ正母線 L N 1 A と、負母線 L N 1 C と、配線 L N 1 B と、スイッチング素子であるトランジスタ Q 1 A , Q 1 B と、ダイオード D 1 A , D 1 B と、インダクタ L 1 とを含む。

40

【 0 0 5 9 】

正母線 L N 1 A は、その一方端がトランジスタ Q 1 A のコレクタに接続され、他方端が主正母線 M P L に接続される。また、負母線 L N 1 C は、その一方端が蓄電部 B A T 1 の負側に接続され、他方端が主負母線 M N L に接続される。

【 0 0 6 0 】

トランジスタ Q 1 A および Q 1 B は、正母線 L N 1 A と負母線 L N 1 C との間に直列に接続される。そして、トランジスタ Q 1 A のコレクタは正母線 L N 1 A に接続され、トラ

50

ンジスタQ 1 Bのエミッタは負母線L N 1 Cに接続される。また、各トランジスタQ 1 A , Q 1 Bのコレクタ - エミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD 1 A , D 1 Bがそれぞれ接続されている。さらに、インダクタL 1は、トランジスタQ 1 AとトランジスタQ 1 Bとの接続点に接続される。

【 0 0 6 1 】

配線L N 1 Bは、一方端が蓄電部B A T 1の正側に接続され、他方端がインダクタL 1に接続される。

【 0 0 6 2 】

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と負母線L N 1 Cとの間の直流電圧に含まれる交流成分を低減する。

10

【 0 0 6 3 】

コンバータC O N V 2についても上述したコンバータC O N V 1と同様の構成および動作であるので、詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 6 4 】

(化学電池の熱反応特性)

化学電池は、化学反応を利用して電気エネルギーを蓄えるので、充電/放電の進行に伴って内部部材のエントロピーが変化する。このエントロピーの変化に起因して、化学電池では発熱反応または吸熱反応が生じる。なお、多くの化学電池において、このような現象が生じ得るが、比較的その効果が大きいものとして、上述のリチウムイオン電池が挙げられる。

20

【 0 0 6 5 】

図3は、本発明に係る化学電池の蓄電状態(S O C)と熱反応との対応を示す熱反応特性の一例を示す図である。

【 0 0 6 6 】

図3を参照して、本発明に係る化学電池では、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化することがわかる。図3に示す例においては、状態値S 1およびS 3において、充電/放電に伴って生じる熱反応が互いに入れ替わる。

【 0 0 6 7 】

すなわち、蓄電状態が状態値S 1より小さい場合、および蓄電状態が状態値S 3より大きい場合には、放電側に電流を流すことで発熱反応が生じる一方、充電側に電流を流すことで吸熱反応が生じる。また、蓄電状態が状態値S 1と状態値S 3との間である場合には、充電側に電流を流すことで発熱反応が生じる一方、放電側に電流を流すことで吸熱反応が生じる。

30

【 0 0 6 8 】

このようなエントロピー変化に係る熱反応は、蓄電状態の変化量に応じてその発熱量および吸熱量が定まる。すなわち、図3に示す熱反応特性において、実際に発生する熱量(発熱量または吸熱量)は、蓄電状態が変化した区間の積分値(面積)に相当する。そのため、発生する熱量は、電池電流の大きさとは相関が無く、実際に変化した蓄電状態の状態差に依存して定まる。このように、蓄電部の蓄電状態に応じて、正しい電流方向(充電側または放電側)を決定するだけで、蓄電部の昇温要求および冷却要求をいずれも満足させることができ、必ずしもその電流値まで決定する必要はない。

40

【 0 0 6 9 】

具体的には、昇温要求を満足させるためには、蓄電状態が状態値S 1より小さければ、もしくは蓄電状態が状態値S 3より大きければ、放電側に電流を流せばよく、また、蓄電状態が状態値S 1より大きく、かつ状態値S 3より小さければ、充電側に電流を流せばよい。一方で、冷却要求を満足させるためには、蓄電状態が状態値S 1より小さければ、もしくは蓄電状態が状態値S 3より大きければ、充電側に電流を流せばよく、また、蓄電状態が状態値S 1より大きく、かつ状態値S 3より小さければ、放電側に電流を流せばよい。

50

【0070】

なお、蓄電部の蓄電状態（SOC）を測定する方法としては、周知のさまざまな手段を用いることができるが、一例として、蓄電部が開回路状態で生じる電池電圧（開回路電圧値）から算出される暫定SOCと、電池電流の積算値から算出される補正SOCとを加算することで蓄電状態を逐次的に検出できる。

【0071】

（昇温動作および冷却動作）

図4は、図3に示す熱反応特性を有する蓄電部BAT1に対する昇温動作および冷却動作の概略について説明するための図である。なお、図4においては、蓄電部BAT1の蓄電状態が図3における状態値S2（状態値S1 < 状態値S2 < 状態値S3）である場合を示す。

10

【0072】

図4(a)は、蓄電部BAT1を昇温動作させる場合を示す図である。

図4(b)は、蓄電部BAT1を冷却動作させる場合を示す図である。

【0073】

図3および図4(a)を参照して、蓄電部BAT1の蓄電状態が図3に示す状態値S2である場合には、蓄電部BAT1に充電側の電流を流すことで、昇温動作を行なうことができる。そこで、図4に示すように、コンバータCONV1から蓄電部BAT1に向けて電池電流Ib1が供給される。

【0074】

一方、電源システム1全体としては、駆動力発生部3からの要求電力 P_L^* に応じた電力 P_L を駆動力発生部3へ供給する必要がある。そのため、コンバータCONV2は、コンバータCONV1から蓄電部BAT1へ供給される電池電流Ib1に相当する電力P1を補償しつつ、要求電力 P_L^* に応じた電力 P_L が供給されるように制御される。すなわち、蓄電部BAT2は、要求電力 P_L^* に電力P1を加算（負値の減算）した電力に相当する電池電流Ib2を放電することになる。

20

【0075】

また、図3および図4(b)を参照して、蓄電部BAT1の蓄電状態が図3に示す状態値S2である場合には、蓄電部BAT1に放電側の電流を流すことで、冷却動作を行なうことができる。そこで、図4に示すように、蓄電部BAT1からコンバータCONV1に向けて電池電流Ib1が供給される。

30

【0076】

上述したように、電源システム1全体としては、駆動力発生部3からの要求電力 P_L^* に応じた電力 P_L を駆動力発生部3へ供給する必要がある。そのため、蓄電部BAT2は、要求電力 P_L^* から電力P1を減算した電力に相当する電池電流Ib2を放電することになる。当然のことながら、蓄電部BAT1から放電される電力P1が要求電力 P_L^* より大きければ、蓄電部BAT2は、電力P1と要求電力 P_L^* との差電力で充電される。

【0077】

図4(a)および図4(b)に示すコンバータCONV1, CONV2の電流制御動作はさまざまな方法で実現可能であるが、本発明の実施の形態においては、後述するように、コンバータCONV1を電流制御モードで制御する一方、コンバータCONV2を電圧制御モードで制御する。

40

【0078】

（目標電流値の決定）

上述したように、本発明においては、化学電池のエントロピー変化に係る熱反応を利用することで蓄電部の温度管理を実現する。しかしながら、化学電池を含んで構成される蓄電部では、エントロピー変化に係る熱反応に加えて、電池電流に起因する抵抗性の発熱も存在する。そのため、特に冷却動作時には、電池電流に起因する抵抗性の発熱量が過大にならないように、目標電流値が決定される。

【0079】

50

図5は、蓄電部BAT1に流れる電池電流Ib1と抵抗性の発熱量との対応を示す抵抗発熱特性の一例を示す図である。

【0080】

図5を参照して、電池電流Ib1による抵抗性の発熱は、蓄電部BAT1の分極作用などに起因する内部抵抗により生じる。この分極作用は、蓄電部BAT1が低温であるほどその効果が大きくなるため、電池温度Tb1が小さいほど、内部抵抗は大きくなる。したがって、電池電流Ib1が大きいほど、かつ、電池温度Tb1が小さいほど、蓄電部BAT1における抵抗性の発熱量は増大する。なお、抵抗性の発熱量は、電池電流Ib1の絶対値に依存するので、その流れる方向（充電側または放電側）には依存しない。

【0081】

したがって、制御部2は、蓄電部BAT1の電池温度Tb1に基づいて、電池電流Ib1と抵抗性の発熱量との対応を示す抵抗発熱特性を参照することで、温度管理を行なうために流される電池電流Ib1についての目標電流値が決定される。

【0082】

特に、冷却動作時などにおいては、抵抗性の発熱量がエントロピー変化に係る熱反応による吸熱量を上回らないように、電池電流Ib1の目標電流値が決定される。

【0083】

（制御構造）

図6は、本発明の実施の形態に従う制御部2における制御構造を示すブロック図である。

【0084】

図6を参照して、本発明の実施の形態に従う制御構造は、蓄電部BAT1、BAT2が所望の充放電を行なうように、コンバータCONV1、CONV2における充放電制御動作を指示するためのスイッチング指令PWC1、PWC2を生成する。そして、本発明の実施の形態に従う制御構造は、要求生成部50と、蓄電状態(SOC)算出部52と、電流方向決定部54と、目標電流値決定部56と、電流値制限部58と、選択部60と、電流制御部ICTRL1と、電圧制御部VCTRL1とを含む。

【0085】

要求生成部50は、蓄電部BAT1の電池温度Tb1に基づいて、蓄電部BAT1における昇温要求または冷却要求の有無を判断し、その判断結果を電流方向決定部54、電流値制限部58および選択部60へ出力する。具体的には、要求生成部50は、蓄電部BAT1の電池温度Tb1と、予め定められる温度管理値Tb1*とを比較し、両者の間に所定のしきい値温度以上の偏差が生じていれば、昇温要求または冷却要求を生成する。

【0086】

蓄電状態算出部52は、それぞれ電池温度検出部14-1、電池電流検出部10-1および電池電圧検出部12-1から取得した電池温度Tb1、電池電流Ib1および電池電圧Vb1に基づいて、蓄電部BAT1の蓄電状態(SOC)を算出する。一例として、蓄電状態算出部52は、電池温度Tb1における、予め実験的に取得された蓄電状態と開回路電圧値との対応を示す開回路電圧特性に基づいて、電池電流Ib1と電池電圧Vb1とにより導出される開回路電圧値から暫定SOCを算出する。また、蓄電状態算出部52は、電池電流Ib1の積算値から補正SOCを算出する。そして、蓄電状態算出部52は、暫定SOCと補正SOCとを加算して、蓄電状態(SOC)を逐次的に算出する。

【0087】

電流方向決定部54は、蓄電部BAT1の蓄電状態と熱反応との対応を示す熱反応特性に基づいて、要求生成部50からの昇温要求または冷却要求を満たすために、充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する。具体的には、電流方向決定部54は、蓄電状態算出部52から蓄電部BAT1の蓄電状態を取得し、予め試験的に得られた熱反応特性において、取得した蓄電状態に対応する熱反応が吸熱反応および発熱反応のいずれであるかを判断する。そして、電流方向決定部54は、その判断結果を目標電流値決定部56へ出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

目標電流値決定部 5 6 は、蓄電部 B A T 1 の電池温度 T_{b1} に基づいて、電流方向決定部 5 4 によって決定される充電 / 放電に伴う目標電流値 I_{b1}^* を決定する。すなわち、目標電流値決定部 5 6 は、エントロピー変化に係る熱反応による吸発熱量と、抵抗性の発熱量との関係に基づいて、目標電流値 I_{b1}^* を決定する。具体的には、目標電流値決定部 5 6 は、蓄電部 B A T 1 に流れる電池電流 I_{b1} と発熱量との対応を示す予め定められた抵抗発熱特性を参照して、昇温時には所定の抵抗性の発熱量が生じるように目標電流値 I_{b1}^* を決定し、冷却時には、抵抗性の発熱量がエントロピー変化に係る熱反応による吸熱量を超過しないように、目標電流値 I_{b1}^* を決定する。なお、蓄電部 B A T 1 に対して充電側または放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを特定するために、目標電流値決定部 5 6 は、充電側を負値 (- 値) とし、放電側を正值 (+ 値) とするように、目標電流値 I_{b1}^* を出力する。そして、目標電流値決定部 5 6 は、冷却時の目標電流値 I_{b1}^* を選択部 6 0 へ出力する一方、昇温時の目標電流値 I_{b1}^* を電流値制限部 5 8 へ出力する。

10

【 0 0 8 9 】

電流値制限部 5 8 は、要求生成部 5 0 によって昇温要求が生じていると判断されたときに、蓄電部 B A T 1 の放電電流と蓄電部 B A T 1 の電池電圧 V_{b1} との対応を示す予め定められた出力電圧特性に基づいて、目標電流値決定部 5 6 によって決定される目標電流値 I_{b1}^* を制限する。すなわち、昇温時には、目標電流値決定部 5 6 は、可能な限り大きな電流を流すように目標電流値 I_{b1}^* を決定するが、蓄電部 B A T 1 の放電電流が大きくなり過ぎると、内部抵抗に伴う電圧降下によって出力電圧が過剰に低下するおそれがある。そこで、電流値制限部 5 8 は、蓄電部 B A T 1 の出力電圧を所定の下限値以上に維持するように、昇温時の目標電流値 I_{b1}^* を制限する。

20

【 0 0 9 0 】

一般的に、蓄電部の内部抵抗は、電池温度に依存して変化する。そのため、電流値制限部 5 8 は、電池温度毎に予め試験的に求められた複数の出力電圧特性の中から、蓄電部 B A T 1 の電池温度 T_{b1} に応じた出力電圧特性を選択し、当該選択した出力電圧特定に基づいて、昇温時の目標電流値 I_{b1}^* が所定の上限値を超過しないように制限する。電流値制限部 5 8 は、制限後の目標電流値 I_{b1}^* を選択部 6 0 へ出力する。

【 0 0 9 1 】

選択部 6 0 は、要求生成部 5 0 から受けた判断結果に応じて、目標電流値決定部 5 6 から受けた冷却時の目標電流値 I_{b1}^* 、および電流値制限部 5 8 から受けた昇温時の目標電流値 I_{b1}^* のいずれか一方を電流制御部 I C T R L 1 へ出力する。

30

【 0 0 9 2 】

電流制御部 I C T R L 1 は、蓄電部 B A T 1 の電池電流 I_{b1} が選択部 6 0 から出力される目標電流値と一致するように、スイッチング指令 P W C 1 を生成する。具体的には、電流制御部 I C T R L 1 は、減算部 6 2 と、P I 制御部 6 4 と、変調部 6 6 とを含む。ここで、減算部 6 2 と P I 制御部 6 4 とは、電流フィードバック制御要素を構成する。

【 0 0 9 3 】

減算部 6 2 は、選択部 6 0 から出力される目標電流値と、蓄電部 B A T 1 の電池電流 I_{b1} との偏差を算出し、その算出した偏差を P I 制御部 6 4 へ出力する。

40

【 0 0 9 4 】

P I 制御部 6 4 は、少なくとも比例要素 (P : proportional element) および積分要素 (I : integral element) を含んで構成され、減算部 6 2 から出力される偏差に応じた制御出力を所定のゲインおよび時定数に従って出力する。

【 0 0 9 5 】

変調部 6 6 は、図示しない発振部が発生する搬送波 (キャリア波) と P I 制御部 6 4 からの制御出力とを比較して、スイッチング指令 P W C 1 を生成する。なお、P I 制御部 6 4 から出力される制御出力は、コンバータ C O N V 1 のトランジスタ Q 1 A または Q 1 B (図 2) に対するデューティ比に相当する。

50

【0096】

上述のような制御構造によって、コンバータCONV1は、電流制御モード(図4)で動作する。

【0097】

一方、電圧制御部VCTRL1は、蓄電部BAT1の充放電電力と駆動力発生部3からの電力要求値 P_L^* との差に相当する電力を供給させるために、蓄電部BAT2に対応するコンバータCONV2にスイッチング指令PWC2を与える。すなわち、電圧制御部VCTRL1は、駆動力発生部3への供給電圧Vhが電圧要求値 V_h^* と一致するように、スイッチング指令PWC2を生成する。ここで、供給電圧Vhは、電源システム1と駆動力発生部3との間の電力授受バランスに応じて定まる。すなわち、駆動力発生部3の電力要求に比較して供給電力が小さければ、供給電圧Vhは低下する。一方、駆動力発生部3の電力要求に比較して供給電力が大きければ、供給電圧Vhは上昇する。したがって、供給電圧Vhを電圧要求値 V_h^* と一致させるように制御することは、間接的に、蓄電部BAT1の充放電電力と駆動力発生部3からの電力要求値 P_L^* との差に相当する電力を供給させることを意味する。

10

【0098】

具体的には、電圧制御部VCTRL1は、減算部72と、PI制御部74と、変調部76とを含む。ここで、減算部72とPI制御部74とは、電圧フィードバック制御要素を構成する。

【0099】

減算部72は、駆動力発生部3からの電圧要求値 V_h^* と、蓄電部BAT2の電池電圧Vb2との偏差を算出し、その算出した偏差をPI制御部74へ出力する。

20

【0100】

PI制御部74は、少なくとも比例要素および積分要素を含んで構成され、減算部72から出力される偏差に応じた制御出力を所定のゲインおよび時定数に従って出力する。

【0101】

変調部76は、図示しない発振部が発生する搬送波(キャリア波)とPI制御部74からの制御出力とを比較して、スイッチング指令PWC2を生成する。なお、PI制御部74から出力される制御出力は、コンバータCONV2のトランジスタQ2AまたはQ2B(図2)に対するデューティ比に相当する。

30

【0102】

上述のような制御構造によって、コンバータCONV2は、電圧制御モード(図4)で動作する。

【0103】

図7は、本発明の実施の形態に従う制御部2における処理手順を示すフローチャートである。

【0104】

図7を参照して、制御部2は、蓄電部BAT1の電池温度Tb1を取得する(ステップS100)。また、制御部2は、蓄電部BAT1の蓄電状態を取得する(ステップS102)。そして、制御部2は、ステップS100において取得された電池温度Tb1に基づいて、蓄電部BAT1についての昇温要求または冷却要求を生成するか否かを判断する(ステップS104)。

40

【0105】

昇温要求が生成された場合(ステップS104において「昇温」の場合)には、制御部2は、ステップS102において取得された蓄電部BAT1の蓄電状態から、蓄電部BAT1の熱反応特性に基づいて、昇温要求を満たすために充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する(ステップS106)。また、制御部2は、ステップS100において取得された蓄電部BAT1の電池温度Tb1に基づいて、蓄電部BAT1の抵抗発熱特性を参照して、充電/放電に伴う蓄電部BAT1についての目標電流値を決定する(ステップS108)。さらに、制御部2は、蓄電部BAT1の出力電圧特性に基

50

づいて、ステップS 1 0 8において決定される目標電流値を制限する（ステップS 1 1 0）。

【0 1 0 6】

そして、制御部2は、蓄電部B A T 1の電池電流I b 1がステップS 1 0 6において決定された方向に流れるように、かつ、その値がステップS 1 0 8またはS 1 1 0において決定された目標電流値と一致するように、コンバータC O N V 1に対するスイッチング指令P W C 1を生成する（ステップS 1 1 2）。

【0 1 0 7】

また、制御部2は、供給電圧V hを電圧要求値V h *と一致させるように、コンバータC O N V 2に対するスイッチング指令P W C 2を生成する（ステップS 1 1 4）。そして、制御部2は、最初の処理に戻る。

10

【0 1 0 8】

冷却要求が生成された場合（ステップS 1 0 4において「冷却」の場合）には、制御部2は、ステップS 1 0 2において取得された蓄電部B A T 1の蓄電状態から、蓄電部B A T 1の熱反応特性に基づいて、冷却要求を満たすために充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する（ステップS 1 1 6）。また、制御部2は、ステップS 1 0 0において取得された蓄電部B A T 1の電池温度T b 1に基づいて、蓄電部B A T 1の抵抗発熱特性を参照して、充電/放電に伴う蓄電部B A T 1についての目標電流値を決定する（ステップS 1 1 8）。

【0 1 0 9】

20

そして、制御部2は、蓄電部B A T 1の電池電流I b 1がステップS 1 1 6において決定された方向に流れるように、かつ、その値がステップS 1 1 8において決定された目標電流値と一致するように、コンバータC O N V 1に対するスイッチング指令P W C 1を生成する（ステップS 1 2 0）。

【0 1 1 0】

また、制御部2は、供給電圧V hを電圧要求値V h *と一致させるように、コンバータC O N V 2に対するスイッチング指令P W C 2を生成する（ステップS 1 1 4）。そして、制御部2は、最初の処理に戻る。

【0 1 1 1】

昇温要求および冷却要求のいずれも生成されない場合（ステップS 1 0 4においてN Oの場合）には、制御部2は、通常の制御モードへ移行する（ステップS 1 2 2）。そして、制御部2は、最初の処理に戻る。

30

【0 1 1 2】

なお、ここで言う「通常の制御モード」としては、特定の制御モードに限定されるものではないが、一例として、コンバータC O N V 1, C O N V 2のいずれをも電圧制御モードで制御する構成や、コンバータC O N V 1, C O N V 2のいずれをも電流制御モードで制御する構成などが好ましい。

【0 1 1 3】

本発明の実施の形態によれば、2つの蓄電部B A T 1, B A T 2のうち、蓄電部B A T 1が温度管理対象にされる。そして、蓄電部B A T 1について、昇温要求または冷却要求が生じていると判断されると、熱反応特性に基づいて、蓄電部B A T 1に対して充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかが決定される。一方、蓄電部B A T 2には、温度管理対象ではないので、充放電電流を比較的自由に決定できる。そのため、蓄電部B A T 2は、負荷装置の電力要求に応じた充放電制御を行なうことができる。よって、蓄電部B A T 1についての温度管理および負荷装置からの電力要求への応答を同時に実現でき、負荷装置との間の授受電力への影響を抑制しつつ、蓄電部の適切な温度管理を実現できる。

40

【0 1 1 4】

また、本発明の実施の形態によれば、蓄電部に流れる電池電流と発熱量との対応を示す抵抗発熱特性に基づいて、充電/放電に伴う目標電流値が決定される。そのため、冷却要

50

求時には、抵抗性の発熱量がエントロピー変化に係る熱反応による吸熱量を上回らないように電池電流が決定される。さらに、昇温要求時には、蓄電部の出力電圧を所定の下限值以上に維持するように、目標電流値が制限される。これにより、冷却要求時および昇温要求時における最適な目標電流値を決定することができるため、より効率的な蓄電部の温度管理を実現できる。

【0115】

(変形例1)

上述した本発明の実施の形態に従う電源システム1によれば、温度管理対象となるコンバータCONV1の電池電流 I_{b1} の制御と、駆動力発生部3へ供給される電力の制御とを両立することができる。ここで、駆動力発生部3へ供給される電力は、コンバータCONV1およびCONV2から出力される電力の和に相当するので、駆動力発生部3へ供給される電力およびコンバータCONV2から出力される電力を制御することで、温度管理対象となるコンバータCONV1を流れる電力、すなわち電池電流 I_{b1} を間接的に制御することもできる。

10

【0116】

そこで、本発明の実施の形態の変形例1においては、温度管理対象ではないコンバータCONV2の電池電流 I_{b2} を制御することで、温度管理対象となるコンバータCONV1の電池電流 I_{b1} を間接的に制御する構成について説明する。

【0117】

本発明の実施の形態の変形例1に従う電源システムは、制御部における制御構造を除いて、図1に示す電源システム1と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

20

【0118】

図8は、本発明の実施の形態の変形例1において、図4と同様の昇温動作および冷却動作を実現するための概略を説明するための図である。

【0119】

図8(a)は、蓄電部BAT1を昇温動作させる場合を示す図である。

図8(b)は、蓄電部BAT1を冷却動作させる場合を示す図である。

【0120】

図8(a)を参照して、蓄電部BAT2から電力要求値 P_L^* より大きな電力 P_2 が放電されると、電力要求値 P_L^* に応じた電力 P_L が駆動力発生部3へ供給される一方、その残余の電力(電力 P_2 - 電力要求値 P_L^*)が蓄電部BAT1へ供給されることとなる。そのため、蓄電部BAT1は、当該残余の電力により充電されることとなる。

30

【0121】

一方、図8(b)を参照して、蓄電部BAT2から電力要求値 P_L^* より小さな電力 P_2 が放電されると、電力要求値 P_L^* に応じた電力 P_L を駆動力発生部3へ供給するために、その不足分の電力(電力要求値 P_L^* - 電力 P_2)を蓄電部BAT1が分担することとなる。そのため、蓄電部BAT1は、当該不足分の電力を放電することとなる。

【0122】

このように、蓄電部BAT1の目標電流値に相当する充放電電力と、駆動力発生部3からの電力要求値 P_L^* との差に相当する電力を供給するように、コンバータCONV2を制御することで、蓄電部BAT1の電池電流 I_{b1} を間接的に制御できる。そこで、本発明の実施の形態の変形例1においては、コンバータCONV2を電流制御モードで制御する一方、コンバータCONV1を電圧制御モードで制御することで、蓄電部BAT1の温度管理を実現する。

40

【0123】

(制御構造)

図9は、本発明の実施の形態の変形例1に従う制御部2Aにおける制御構造を示すブロック図である。

【0124】

図9を参照して、本発明の実施の形態の変形例1に従う制御構造は、図6に示す本発明

50

の実施の形態に従う制御構造において、電流制御部 I C T R L 1 および電圧制御部 V C T R L 1 に代えて、電流制御部 I C T R L 2 および電圧制御部 V C T R L 2 を配置したものである。

【 0 1 2 5 】

電流制御部 I C T R L 2 は、蓄電部 B A T 1 の電池電流 I_{b1} が選択部 60 から出力される目標電流値と一致するように、コンバータ C O N V 2 を制御するためのスイッチング指令 P W C 2 を生成する。

【 0 1 2 6 】

具体的には、電流制御部 I C T R L 2 は、乗算部 80 と、減算部 82, 86 と、除算部 84 と、P I 制御部 74 と、変調部 76 とを含む。ここで、減算部 86 と P I 制御部 74 とは、電流フィードバック制御要素を構成する。

10

【 0 1 2 7 】

乗算部 80 は、選択部 60 から出力される目標電流値と、蓄電部 B A T 1 の電池電圧 V_{b1} とを乗算（掛け算）して、蓄電部 B A T 1 の目標電力 P_1^* を算出し、減算部 82 へ出力する。

【 0 1 2 8 】

減算部 82 は、駆動力発生部 3 からの電力要求値 P_L^* と蓄電部 B A T 1 の目標電力 P_1^* との偏差から、蓄電部 B A T 2 の目標電力 P_2^* を算出し、除算部 84 へ出力する。なお、減算部 82 から出力される目標電力 P_2^* は、充電側で負値（- 値）となり、放電側で正值（+ 値）となるように出力される。

20

【 0 1 2 9 】

除算部 84 は、減算部 82 から受けた蓄電部 B A T 2 の目標電力 P_2^* を蓄電部 B A T 2 の電池電圧 V_{b2} で除算（割り算）して、蓄電部 B A T 2 の目標電流値 I_{b2}^* を算出し、減算部 86 へ出力する。

【 0 1 3 0 】

減算部 86 は、除算部 84 から出力される目標電流値 I_{b2}^* と、蓄電部 B A T 2 の電池電流 I_{b2} との偏差を算出し、その算出した偏差を P I 制御部 74 へ出力する。

【 0 1 3 1 】

P I 制御部 74 は、少なくとも比例要素および積分要素を含んで構成され、減算部 86 から出力される偏差に応じた制御出力を所定のゲインおよび時定数に従って出力する。

30

【 0 1 3 2 】

変調部 76 は、図示しない発振部が発生する搬送波（キャリア波）と P I 制御部 74 からの制御出力とを比較して、スイッチング指令 P W C 2 を生成する。

【 0 1 3 3 】

上述のような制御構造によって、コンバータ C O N V 2 は、電流制御モード（図 8）で動作する。

【 0 1 3 4 】

一方、電圧制御部 V C T R L 2 は、駆動力発生部 3 への供給電圧 V_h が電圧要求値 V_h^* と一致するように、スイッチング指令 P W C 1 を生成する。具体的には、電圧制御部 V C T R L 2 は、減算部 70 と、P I 制御部 64 と、変調部 66 とを含む。ここで、減算部 70 と P I 制御部 64 とは、電圧フィードバック制御要素を構成する。

40

【 0 1 3 5 】

減算部 70 は、駆動力発生部 3 からの電圧要求値 V_h^* と、蓄電部 B A T 2 の電池電圧 V_{b2} との偏差を算出し、その算出した偏差を P I 制御部 64 へ出力する。P I 制御部 64 は、減算部 72 から出力される偏差に応じた制御出力を所定のゲインおよび時定数に従って出力する。変調部 76 は、図示しない発振部が発生する搬送波（キャリア波）と P I 制御部 74 からの制御出力とを比較して、スイッチング指令 P W C 1 を生成する。

【 0 1 3 6 】

上述のような制御構造によって、コンバータ C O N V 1 は、電圧制御モード（図 8）で動作する。

50

【0137】

その他については、図6に示す本発明の実施の形態に従う制御構造と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【0138】

図10は、本発明の実施の形態の変形例1に従う制御部2Aにおける処理手順を示すフローチャートである。

【0139】

図10を参照して、制御部2Aは、蓄電部BAT1の電池温度 T_{b1} を取得する(ステップS200)。また、制御部2Aは、蓄電部BAT1の蓄電状態を取得する(ステップS202)。そして、制御部2Aは、ステップS200において取得された電池温度 T_{b1} に基づいて、蓄電部BAT1についての昇温要求または冷却要求を生成するか否かを判断する(ステップS204)。

10

【0140】

昇温要求が生成された場合(ステップS204において「昇温」の場合)には、制御部2Aは、ステップS202において取得された蓄電部BAT1の蓄電状態から、蓄電部BAT1の熱反応特性に基づいて、昇温要求を満たすために充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する(ステップS206)。また、制御部2Aは、ステップS200において取得された蓄電部BAT1の電池温度 T_{b1} に基づいて、蓄電部BAT1の抵抗発熱特性を参照して、充電/放電に伴う蓄電部BAT1についての目標電流値を決定する(ステップS208)。さらに、制御部2Aは、蓄電部BAT1の出力電圧特性に基づいて、ステップS208において決定される目標電流値を制限する(ステップS210)。

20

【0141】

そして、制御部2Aは、蓄電部BAT1の電池電流 I_{b1} がステップS206において決定された方向に流れるように、かつ、その値がステップS208またはS110において決定された目標電流値と一致するように、コンバータCONV2に対するスイッチング指令PWC2を生成する(ステップS212)。

【0142】

また、制御部2Aは、供給電圧 V_h を電圧要求値 V_h^* と一致させるように、コンバータCONV1に対するスイッチング指令PWC1を生成する(ステップS214)。そして、制御部2Aは、最初の処理に戻る。

30

【0143】

冷却要求が生成された場合(ステップS204において「冷却」の場合)には、制御部2Aは、ステップS202において取得された蓄電部BAT1の蓄電状態から、蓄電部BAT1の熱反応特性に基づいて、冷却要求を満たすために充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する(ステップS216)。また、制御部2Aは、ステップS200において取得された蓄電部BAT1の電池温度 T_{b1} に基づいて、蓄電部BAT1の抵抗発熱特性を参照して、充電/放電に伴う蓄電部BAT1についての目標電流値を決定する(ステップS218)。

【0144】

そして、制御部2Aは、蓄電部BAT1の電池電流 I_{b1} がステップS216において決定された方向に流れるように、かつ、その値がステップS218において決定された目標電流値と一致するように、コンバータCONV2に対するスイッチング指令PWC2を生成する(ステップS220)。

40

【0145】

また、制御部2Aは、供給電圧 V_h を電圧要求値 V_h^* と一致させるように、コンバータCONV1に対するスイッチング指令PWC1を生成する(ステップS214)。そして、制御部2Aは、最初の処理に戻る。

【0146】

昇温要求および冷却要求のいずれも生成されない場合(ステップS204においてNO

50

の場合)には、制御部2Aは、通常の制御モードへ移行する(ステップS222)。そして、制御部2Aは、最初の処理に戻る。

【0147】

なお、ここで言う「通常の制御モード」としては、特定の制御モードに限定されるものではないが、一例として、コンバータCONV1, CONV2のいずれをも電圧制御モードで制御する構成や、コンバータCONV1, CONV2のいずれをも電流制御モードで制御する構成などが好ましい。

【0148】

この発明の実施の形態の変形例1によれば、上述のこの発明の実施の形態における効果と同様の効果を得ることができる。さらに、この発明の実施の形態の変形例1によれば、温度管理対象の蓄電部BAT1に対応するコンバータCONV1と共同して電力供給を行なうコンバータCONV2に対して、負荷装置からの電力要求に応じたスイッチング指令を生成する。そのため、上述のこの発明に実施の形態に比較して、負荷装置からの電力要求に対してより確実に応答することができる。

10

【0149】

(変形例2)

本発明は、上述した2つの蓄電部を有する電源システム以外にも、3つ以上の蓄電部を有する電源システムについても適用できる。

【0150】

図11は、本発明の実施の形態の変形例2に従う電源システム1#を備える車両100#の要部を示す概略構成図である。

20

【0151】

図11を参照して、車両100#は、図1に示す車両100において電源システム1に代えて電源システム1#を配置したものであり、駆動力発生部3およびHV_ECU4については同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【0152】

電源システム1#は、図1に示す電源システム1において、コンバータCONV1および対応の蓄電部BAT1をN組に拡張した第1群電源部200Aと、コンバータCONV2および対応の蓄電部BAT2をM組に拡張した第2群電源部200Bとを含む。また、電源システム1#は、図1に示す電源システム1と同様に、各コンバータに対応した電池電流検出部、電池電圧検出部および電池温度検出部、ならびに平滑コンデンサC、供給電流検出部16、および供給電圧検出部18(いずれも図示しない)を含む。

30

【0153】

第1群電源部200Aは、コンバータCONV1-1~CONV1-Nおよび対応の蓄電部BAT1-1~BAT1-Nを含む。また、第2群電源部200Bは、コンバータCONV2-1~CONV2-Nおよび対応の蓄電部BAT2-1~BAT2-Nを含む。

【0154】

本発明の実施の形態の変形例2に従う電源システムでは、第1群電源部200Aおよび第2群電源部200Bのうち、いずれか一方が温度管理対象となる。この温度管理対象は、予め固定しておくこともできるし、各蓄電部の蓄電状態(SOC)や電池温度などに応じて随時切換することもできる。さらに、第1群電源部200Aまたは第2群電源部200Bに含まれる蓄電部の数も変更可能に構成してもよい。

40

【0155】

以下の説明においては、一例として、第1群電源部200Aが温度管理対象である場合について説明する。そのため、第1群電源部200Aに含まれる蓄電部BAT1-1~BAT1-Nは、蓄電状態に応じて、充電および放電のそれぞれに伴う熱反応が発熱反応および吸熱反応のいずれとなるかが変化する熱反応特性を有する化学電池(リチウムイオン電池など)を含んで構成される。なお、第1群電源部200Aが固定的に温度管理対象である場合には、第2群電源部200Bに含まれる蓄電部BAT2-1~BAT2-Mは必ずしも上述のような化学電池である必要はなく、電気二重層キャパシタなどの蓄電素子を

50

用いてもよい。

【0156】

制御部2#は、温度管理対象である第1群電源部200Aに含まれる蓄電部BAT1-1~BAT1-Nの電池温度を取得し、取得した電池温度に基づいて、蓄電部BAT1-1~BAT1-Nの各々における昇温要求または冷却要求の有無を判断する。そして、蓄電部BAT1-1~BAT1-Nのいずれかに昇温要求または冷却要求が発生していると判断すると、制御部2#は、当該蓄電部の蓄電状態と熱反応との対応を示す熱反応特性に基づいて、昇温要求または冷却要求を満たすために、当該蓄電部について充電側および放電側のいずれの方向に電流を流すべきかを決定する。さらに、制御部2#は、当該蓄電部に決定した方向の電流を流すためのスイッチング指令を生成し、対応のコンバータに与える。

10

【0157】

このように、制御部2#は、第1群電源部200Aに含まれる蓄電部BAT1-1~BAT1-Nの電池温度に応じて、各蓄電部に流す電流の方向を切換ることで、蓄電部BAT1-1~BAT1-Nの温度管理を行なう。

【0158】

また、制御部2#は、昇温要求または冷却要求が生じている蓄電部の電池温度に基づいて、温度管理を行なうために各蓄電部に流す電流の目標電流値を決定する。

【0159】

同時に、制御部2#は、電力要求値 P_L^* に応じた電力を駆動力発生部3に供給するように、第2群電源部200Bに含まれるコンバータCONV2-1~2-Mに対するスイッチング指令PWC2-1~2-Mを生成する。すなわち、制御部2#は、昇温要求または冷却要求を満たすために電源システム1内を流れる電流の影響が電源システム1の外部(駆動力発生部3)へ波及しないように、第2群電源部200Bに含まれる蓄電部BAT2-1~BAT2-Mの充電/放電を制御する。

20

【0160】

その他については、上述した本発明の実施の形態と同様であるので、詳細な説明は繰返さない。

【0161】

本発明の実施の形態の変形例2においては、駆動力発生部3が「負荷装置」に相当し、主正母線MPLおよび主負母線MNLが「電力線」に相当し、コンバータCONV1-1~1-NおよびCONV2-1~2-Mが「複数の充放電制御部」に相当する。また、制御部2#が温度取得手段、「蓄電状態取得手段」、「要求生成手段」、「電流方向決定手段」、「制御指令生成手段」、「目標電流値決定手段」、および「電流値制限手段」を実現する。

30

【0162】

本発明の実施の形態の変形例2によれば、3個以上の蓄電部から構成される場合であっても、本発明の実施の形態における効果と同様の効果を得ることができる。これにより、負荷装置の電力要求に応じて、コンバータおよび蓄電部の数を比較的自由に設計することができる。よって、さまざまな大きさおよび種類の負荷装置に対して電力供給可能な電源システムおよびそれを備えた車両を実現できる。

40

【0163】

なお、本発明の実施の形態およびその変形例においては、負荷装置の一例として、2つのモータジェネレータを含む駆動力発生部を用いる構成について説明したが、モータジェネレータの数は制限されない。さらに、負荷装置としては、車両の駆動力を発生する駆動力発生部に限られず、電力消費のみ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。

【0164】

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、特許請求の範囲によって示さ

50

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】

【0165】

【図1】本発明の実施の形態に従う電源システムを備える車両の要部を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施の形態に従うコンバータの概略構成図である。

【図3】本発明に係る化学電池の蓄電状態(SOC)と熱反応との対応を示す熱反応特性の一例を示す図である

【図4】図3に示す熱反応特性を有する蓄電部に対する昇温動作および冷却動作の概略について説明するための図である。

【図5】蓄電部に流れる電池電流と抵抗性の発熱量との対応を示す抵抗発熱特性の一例を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態に従う制御部における制御構造を示すブロック図である。

【図7】本発明の実施の形態に従う制御部における処理手順を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施の形態の変形例1において、図4と同様の昇温動作および冷却動作を実現するための概略を説明するための図である。

【図9】本発明の実施の形態の変形例1に従う制御部における制御構造を示すブロック図である。

【図10】本発明の実施の形態の変形例1に従う制御部における処理手順を示すフローチャートである。

【図11】本発明の実施の形態の変形例2に従う電源システムを備える車両の要部を示す概略構成図である。

【符号の説明】

【0166】

1, 1# 電源システム、2, 2A, 2# 制御部、3 駆動力発生部、6 動力伝達機構、8 駆動軸、10 電池電流検出部、12 電池電圧検出部、14 電池温度検出部、16 供給電流検出部、18 供給電圧検出部、40A, 40B チョップ回路、50 要求生成部、52 蓄電状態算出部、54 電流方向決定部、56 目標電流値決定部、58 電流値制限部、60 選択部、62, 70, 72, 82, 86 減算部、64, 74 PI制御部、66, 76 変調部、80 乗算部、84 除算部、100, 100# 車両、200A 第1群電源部、200B 第2群電源部、BAT1, BAT2 蓄電部、C, C1 平滑コンデンサ、CONV1, CONV2 コンバータ、D1A, D1B ダイオード、Ib1, Ib2 電池電流、Ib1*, Ib2* 目標電流値、ICTRL1, ICTRL2 電流制御部、Ih 供給電流、INV1, INV2 インバータ、L1 インダクタ、LN1A 正母線、LN1B 配線、LN1C 負母線、MG1, MG2 モータジェネレータ、MNL 主負母線、MPL 主正母線、P1*, P2* 目標電力、PL* 電力要求値、PWC1, PWC2, PWM1, PWM2 スwitchング指令、Q1A, Q1B トランジスタ、Tb1* 温度管理値、Tb1, Tb2 電池温度、Vb1, Vb2 電池電圧、VCTRL1, VCTRL2 電圧制御部、Vh 供給電圧、Vh* 電圧要求値、Vm1, Vm2 逆起電圧。

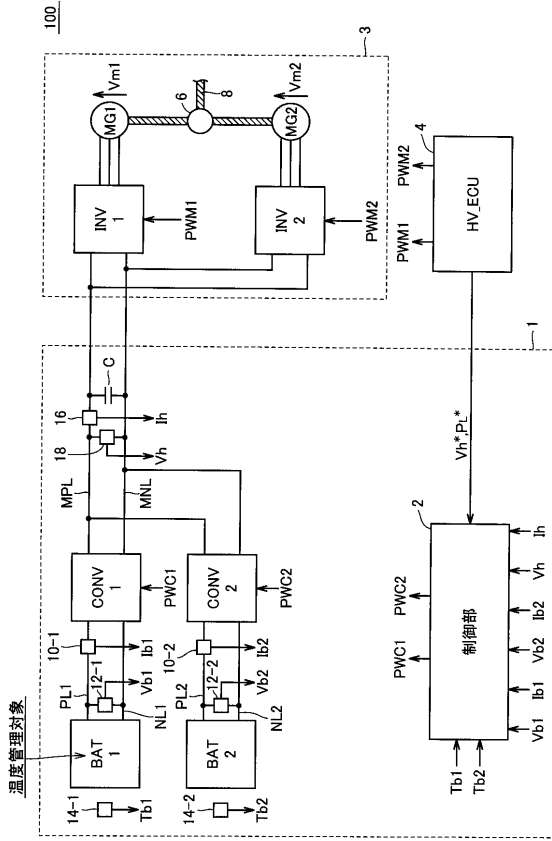
10

20

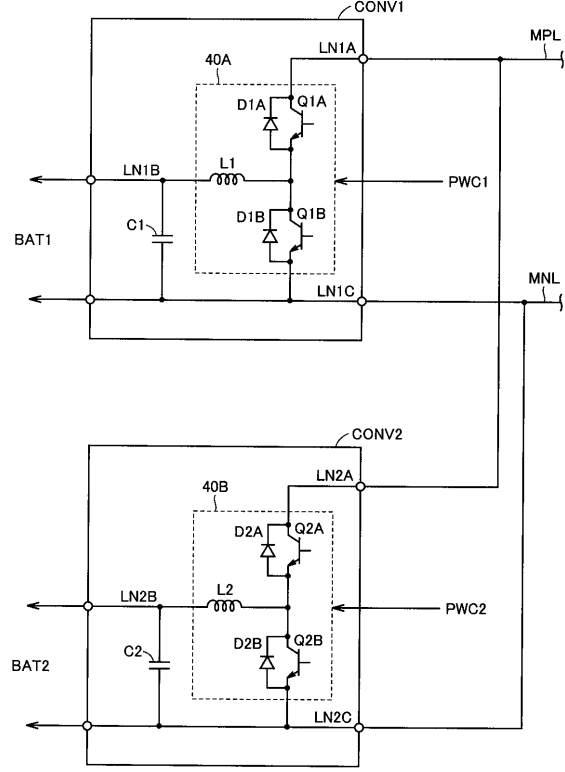
30

40

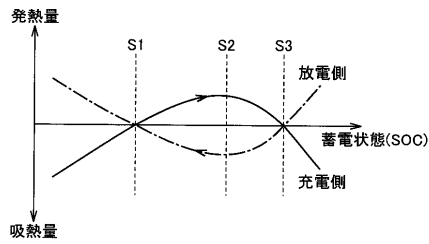
【図1】



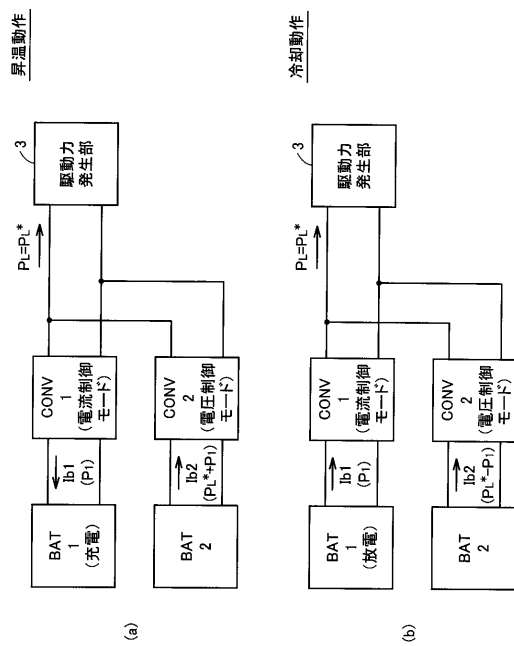
【図2】



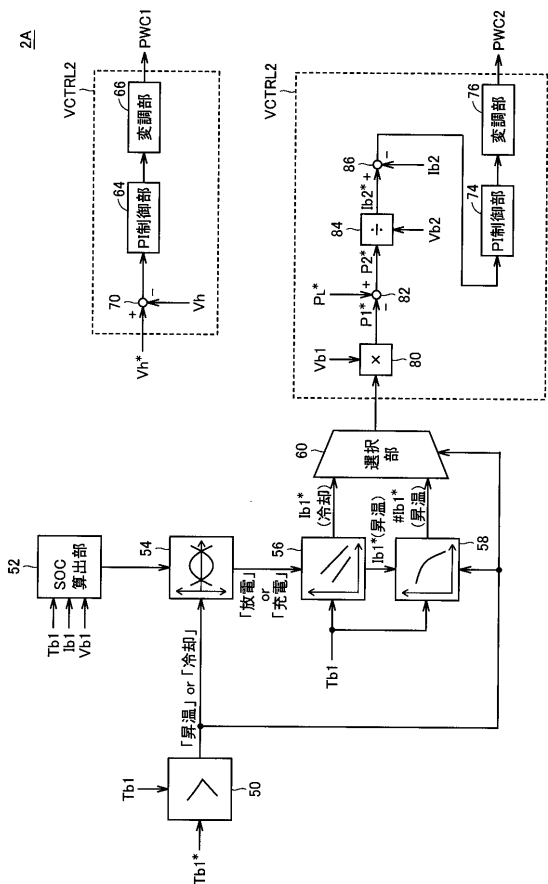
【図3】



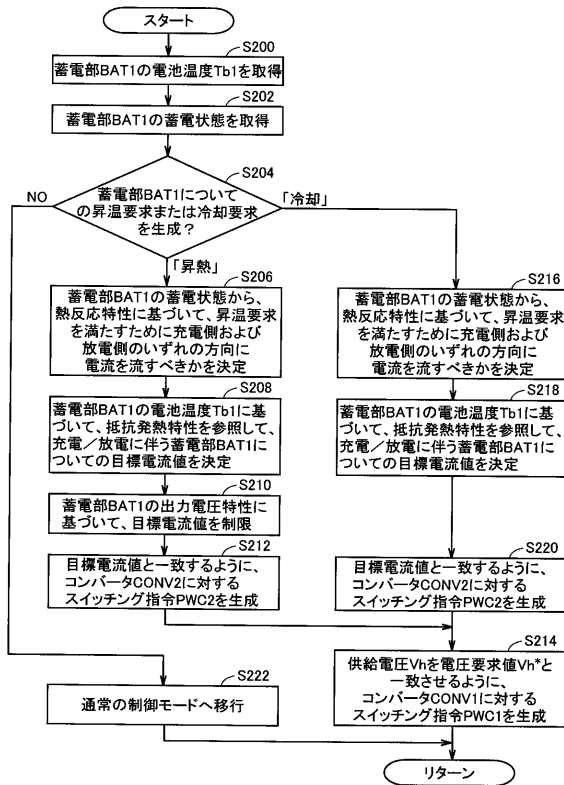
【図4】



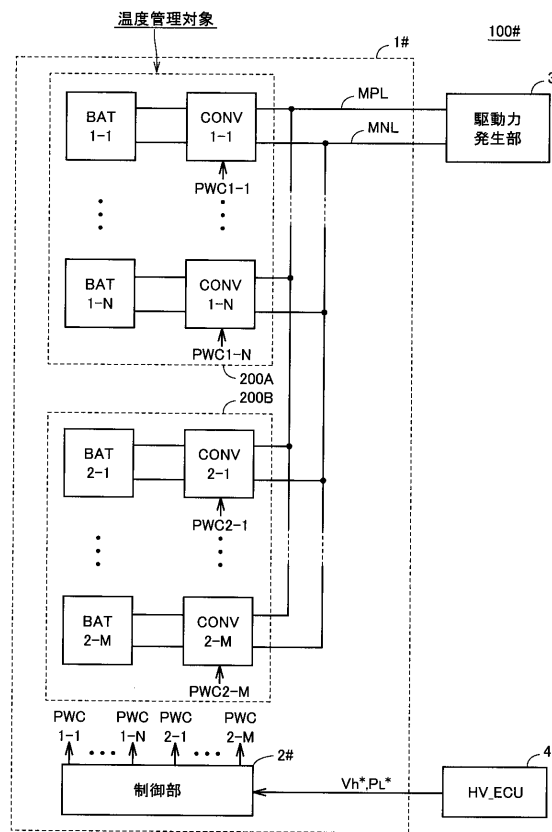
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 L 3/00 S
B 6 0 L 3/00 C

(72)発明者 矢野 剛志
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 土屋 憲司
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 小前 政信
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 宮本 秀一

(56)参考文献 特開2002-151166(JP,A)
特開平09-056011(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2、 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0、
1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2、
H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 5 4、
H 0 2 J 7 / 0 0 - 7 / 1 2、 7 / 3 4 - 7 / 3 6