

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5931705号
(P5931705)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.	F 1
H02J 7/00	(2006.01)
H01M 10/44	(2006.01)
B60L 7/12	(2006.01)
HO2J	7/00
HO1M	7/00
B60L	7/12
	L
	P
	P
	A

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-259879 (P2012-259879)
 (22) 出願日 平成24年11月28日 (2012.11.28)
 (65) 公開番号 特開2014-107984 (P2014-107984A)
 (43) 公開日 平成26年6月9日 (2014.6.9)
 審査請求日 平成27年4月17日 (2015.4.17)

(73) 特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】充放電制御装置、充放電制御システム、充放電制御方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御する充放電制御装置であって、

前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力と、前記二次電池の充電電圧を取得し、取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第1制限電流を求める第1制限電流演算部と、

前記第1制限電流演算部によって求められた前記第1制限電流の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第2制限電流の絶対値よりも小さい場合、前記第1制限電流を前記調整電流の限界値に設定し、前記第1制限電流の絶対値が前記第2制限電流の絶対値以上の場合、前記第2制限電流を前記調整電流の限界値に設定する制限電流設定部と、

前記制限電流設定部によって設定された前記調整電流の限界値と、設定された前記二次電池のSOC目標値に基づいて、前記調整電流の限界値を越えない範囲で、前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流の関係を定める調整ロジック決定部と、

前記調整ロジック決定部で定められた関係に基づいて前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流を決定する調整電流決定部と

を備えることを特徴とする充放電制御装置。

【請求項 2】

前記二次電池の前記 S O C 目標値を設定する S O C 目標値設定部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の充放電制御装置。

【請求項 3】

前記 S O C 目標値設定部は、

前記移動体の現在位置を示す位置情報に基づき、前記移動体の走行経路に応じて予め決められている前記 S O C 目標値を設定することを特徴とする請求項 2 に記載の充放電制御装置。

【請求項 4】

前記調整ロジック決定部は、

前記 S O C 目標値から前記二次電池に応じて予め決められている S O C の最大値までの範囲において、前記二次電池の S O C の増加に伴って前記調整電流が前記限界値まで増加する関係、あるいは、前記 S O C 目標値から前記二次電池に応じて予め決められている S O C の最小値までの範囲において、前記二次電池の S O C の減少に伴って前記調整電流が前記限界値まで減少する関係のうち少なくとも一方を定めることを特徴とする請求項 1 から 3 のうちいずれか一項に記載の充放電制御装置。 10

【請求項 5】

前記制限電流設定部は、

前記第 2 制限電流の絶対値と前記第 1 制限電流の絶対値とを比較し、小さい方の値を、前記調整電流の限界値として設定することを特徴とする請求項 1 から 4 のうちいずれか一項に記載の充放電制御装置。 20

【請求項 6】

前記調整電流決定部によって決定された前記調整電流に基づき、前記二次電池からの充放電の電力量を制御する調整電流制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のうちいずれか一項に記載の充放電制御装置。

【請求項 7】

前記調整電流制御部は、

前記移動体が力行状態である場合において、前記二次電池の S O C が前記 S O C 目標値以下であるならば、前記二次電池からの放電を禁止し、前記移動体が回生状態である場合において、前記二次電池の S O C が前記 S O C 目標値以上であるならば、前記二次電池への充電を禁止することを特徴とする請求項 6 に記載の充放電制御装置。 30

【請求項 8】

前記請求項 1 から 7 のうちいずれか一項に記載の充放電制御装置と、

前記二次電池と、

前記要求電力の供給を受けて前記移動体を動作させるとともに、前記回生電力を発生するモータと、

前記架線と前記二次電池との間であって前記モータと前記二次電池との間に接続され、前記架線および前記モータから供給される電力の電圧、および前記二次電池から供給される電力の電圧を変換する D C D C コンバータと

を備えることを特徴とする充放電制御システム。

【請求項 9】

架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御するための充放電制御方法であって、

前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力と、前記二次電池の充電電圧を取得するステップと、

取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第 1 制限電流を求めるステップと、

求められた前記第 1 制限電流の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第 2 制限電流の絶対値よりも小さい場合、前記第 1 制限電流を前記調整電流の限界値に設定し、前記第 1 制限電流の絶対値が前記第 2 制限電流の絶対値以上の場合、

10

20

30

40

50

前記第2制限電流を前記調整電流の限界値に設定するステップと、

設定された前記調整電流の限界値と、設定された前記二次電池のS O C目標値に基づいて、前記調整電流の限界値を越えない範囲で、前記二次電池のS O Cに対応する前記調整電流の関係を定めるステップと、

定められた関係に基づいて前記二次電池のS O Cに対応する前記調整電流を決定するステップと

を含むことを特徴とする充放電制御方法。

【請求項10】

架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御するため、

10

コンピュータに、

前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力と、前記二次電池の充電電圧を取得する手順、

取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第1制限電流を求める手順、

求められた前記第1制限電流の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第2制限電流の絶対値よりも小さい場合、前記第1制限電流を前記調整電流の限界値に設定し、前記第1制限電流の絶対値が前記第2制限電流の絶対値以上の場合、前記第2制限電流を前記調整電流の限界値に設定する手順、

20

設定された前記調整電流の限界値と、設定された前記二次電池のS O C目標値に基づいて、前記調整電流の限界値を越えない範囲で、前記二次電池のS O Cに対応する前記調整電流の関係を定める手順、

定められた関係に基づいて前記二次電池のS O Cに対応する前記調整電流を決定する手順

を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、充放電制御装置、充放電制御システム、充放電制御方法およびプログラムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

例えば電車など、架線から供給される電力を用いて力行し、制動により回生電力を発生した場合は搭載する蓄電装置に回生電力を充電する車両が知られている。このような車両において力行に要する電力は、線路の勾配などの走行する環境や、ラッシュ時と閑散時などの走行する時間帯によっても異なる。このため、力行に要する電力を蓄電装置に要求する場合、その要求電力の電力量も変化する。

そこで、蓄電装置の電力貯蔵状態に基づき、蓄電装置の充放電の電力値を制御して、力行に要する電力を放電し、回生電力を充電するものがある（例えば、特許文献1参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-34041号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、蓄電装置の電力貯蔵状態の都合に合わせて充放電の電力値を制御すると、例えば、負荷が要求する要求電力以上の電力が蓄電装置から放電された場合、放電された電力が架線へ送出される。また、蓄電装置が充電を要求する電力が回生電力を上回った

50

場合、架線からの供給電力が増加するおそれがある。

このように、蓄電装置の電力貯蔵状態の都合に合わせて充放電の電力値を制御すると、蓄電装置に対する充放電の電力損失が悪化するという問題があった。

【0005】

本発明は、前記の点に鑑みてなされたものであり、力行および回生を行う移動体における電力を効率よく利用するための充放電制御装置、充放電制御システム、充放電制御方法およびプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

(1) この発明は上述した課題を解決するためになされたもので、本発明の一態様による充放電制御装置は、架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御する充放電制御装置であって、前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力(P_{load})と、前記二次電池の充電電圧(V_{bat})を取得し、取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第1制限電流(I_{adj_motor})を求める第1制限電流演算部(178)と、前記第1制限電流演算部によって求められた前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値よりも小さい場合、前記第1制限電流(I_{adj_motor})を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定し、前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が前記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値以上の場合、前記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定する制限電流設定部(179)と、前記制限電流設定部によって設定された前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})と、設定された前記二次電池のSOC目標値に基づいて、前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})を越えない範囲で、前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流の関係を定める調整ロジック決定部(180)と、前記調整ロジック決定部で定められた関係に基づいて前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流を決定する調整電流決定部(181)と、を備える。

これにより、充放電制御装置170は、車両100の負荷電力に応じて、二次電池140の充放電を制御することができ、車両100における電力を効率よく利用することができる。また、SOC調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)を、二次電池140の性能に基づき設定される第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の範囲内で決定することにより、二次電池140の性能の劣化を防止することができる。

また、充放電制御装置170は、二次電池140のSOCに応じて、二次電池140に対する充放電の電力量を、SOC調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)の範囲内で制御することができる。

【0007】

(2) また、本発明の一態様による充放電制御装置は、前記二次電池の前記SOC目標値を設定するSOC目標値設定部(173)をさらに備える。

【0008】

(3) また、本発明の一態様による充放電制御装置において、前記SOC目標値設定部(173)は、前記移動体の現在位置を示す位置情報に基づき、前記移動体の走行経路に応じて予め決められている前記SOC目標値を設定する。

これにより、二次電池140のSOCを走行経路に応じて調整することができる。

【0009】

(4) また、本発明の一態様による充放電制御装置において、前記調整ロジック決定部は、前記SOC目標値から前記二次電池に応じて予め決められているSOCの最大値までの範囲において、前記二次電池のSOCの増加に伴って前記調整電流が前記限界値(I_{adj_limit})まで増加する関係、あるいは、前記SOC目標値から前記二次電池に応じて予め決められているSOCの最小値までの範囲において、前記二次電池のSOCの減少に伴って前記調整電流が前記限界値(I_{adj_limit})まで減少する関係のうち少なくとも一方を

10

20

30

40

50

定める。

【0010】

(5) また、本発明の一態様による充放電制御装置において、前記制限電流設定部(179)は、前記第2制限電流(I_{adj_max})の絶対値と前記第1制限電流の絶対値とを比較し、小さい方の値を、前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})として設定する。

【0011】

(6) また、本発明の一態様による充放電制御装置は、前記調整電流決定部によって決定された前記調整電流に基づき、前記二次電池からの充放電の電力量を制御する調整電流制御部(176)をさらに備える。

【0012】

(7) また、本発明の一態様による充放電制御装置において、前記調整電流制御部(176)は、前記移動体が力行状態である場合において、前記二次電池のSOCが前記SOC目標値以下であるならば、前記二次電池からの放電を禁止し、前記移動体が回生状態である場合において、前記二次電池のSOCが前記SOC目標値以上であるならば、前記二次電池への充電を禁止する。

【0013】

(8) また、本発明の一態様による充放電制御システムは、上述に記載の充放電制御装置と、前記二次電池と、前記要求電力の供給を受けて前記移動体を動作させるとともに、前記回生電力を発生するモータと、前記架線と前記二次電池との間であって前記モータと前記二次電池との間に接続され、前記架線および前記モータから供給される電力の電圧、および前記二次電池から供給される電力の電圧を変換するDCDCコンバータと、を備える。
20

【0014】

(9) また、本発明の一態様による充放電制御方法は、架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御するための充放電制御方法であって、前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力(P_{load})と、前記二次電池の充電電圧(V_{bat})を取得するステップと、取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第1制限電流(I_{adj_motor})を求めるステップと、求められた前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値よりも小さい場合、前記第1制限電流(I_{adj_motor})を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定し、前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が前記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値以上の場合、前記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定するステップと、設定された前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})と、設定された前記二次電池のSOC目標値に基づいて、前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})を越えない範囲で、前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流の関係を定めるステップと、定められた関係に基づいて前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流を決定するステップと、を含む。
30

【0015】

(10) また、本発明の一態様によるプログラムは、架線から電力の供給を受けるとともに、回生電力を発生しうる移動体の負荷に接続される二次電池の充放電を制御するため、コンピュータに、前記負荷における要求電力または回生電力である負荷電力(P_{load})と、前記二次電池の充電電圧(V_{bat})を取得する手順、取得した前記負荷電力と前記充電電圧に基づいて、前記二次電池の充放電を制御するための設定値である調整電流の制限を前記負荷電力に応じて定める第1制限電流(I_{adj_motor})を求める手順、求められた前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が、前記二次電池の性能に基づき前記調整電流の制限を定める第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値よりも小さい場合、前記第1制限電流(I_{adj_motor})を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定し、前記第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が前記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値以上の場合、前
40

10

20

30

40

50

記第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)を前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})に設定する手順、設定された前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})と、設定された前記二次電池のSOC目標値に基づいて、前記調整電流の限界値(I_{adj_limit})を越えない範囲で、前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流の関係を定める手順、定められた関係に基づいて前記二次電池のSOCに対応する前記調整電流を決定する手順、を実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、力行および回生を行う移動体における電力を効率よく利用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る充放電制御システムの構成の一例を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る充放電制御の一例について説明する図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る充放電制御装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図4】本発明の一実施形態に係る力行状態において決定される調整ロジックの一例を示すグラフである。

【図5】本発明の一実施形態に係る回生状態において決定される調整ロジックの一例を示すグラフである。

20

【図6】本発明の一実施形態に係る充放電制御方法の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0018】

[第1実施形態]

図1は、本発明の第1の実施形態に係る充放電制御システムの構成を示す概略ブロック図である。本実施形態において、充放電制御システムは、例えば電車等の車両100に搭載されるシステムである。なお、本発明に係る充放電制御システムは、この車両100に限られず、他の移動体に提供可能である。

本実施形態に係る車両100は、インバータ110と、負荷であるモータ120と、DCDCコンバータ130と、二次電池140と、CPU150とを備える。このCPU150は、充放電制御装置170を含む制御装置である。

30

初めに、各構成の接続関係について説明する。

二次電池140は、DCDCコンバータ130を介して架線200と接続されている。この二次電池140とDCDCコンバータ130とを接続する電線には、電圧計111と電流計112が接続されている。なお、電圧計111が検出する電圧を、以下、充電電圧 V_{bat} と記す。また、電流計112は、+端子側に接続されており、この電流計112が検出する電流を、以下、充電電流 I_{bat} と記す。なお、この充電電圧 V_{bat} と充電電流 I_{bat} との積を、充電電力 P_{bat} と記す。

【0019】

40

また、インバータ110は、架線200とDCDCコンバータ130とを接続する電線に接続されている。この架線200およびDCDCコンバータ130を接続する電線と、インバータ110とを接続する電線には、電圧計113と電流計114が接続されている。なお、電圧計113が検出する電圧を、以下、負荷電圧 V_{load} と記す。また、電流計112は、+端子側に接続されており、この電流計112が検出する電流を、以下、負荷電流 I_{load} と記す。なお、この負荷電圧 V_{load} と負荷電流 I_{load} との積を、負荷電力 P_{load} と記す。

本実施形態において、車両100が力行状態である場合、架線200や二次電池140からの電力がインバータ110に供給されるため、負荷電力 P_{load} は正の値となる。一方、車両100が回生状態である場合、モータ120によって生成された電力が架線

50

200や二次電池140に供給されるため、負荷電力P_loadは負の値となる。

【0020】

なお、本実施形態に係る車両100は、モータ120以外に、例えば、エアコン301等の負荷を搭載するものであってもよい。このエアコン301は、静止形インバータ(SV: Static Inverter)を介して、架線200とDCDCコンバータ130とを接続する電線とインバータ110とを接続する電線に接続されている。

【0021】

次に、各構成の機能について説明する。

インバータ110は、架線200から供給される直流電力P_line、及びDCDCコンバータ130を介して二次電池140から供給される直流電力P_dcddcを、交流電力に変換し、モータ120に出力する。また、インバータ110は、モータ120によって発生した回生電力を、直流電力P_loadに変換する。この直流電力P_loadは、架線200あるいは二次電池140に供給される。10

【0022】

モータ120は、インバータ110が変換した交流電力により車両100を力行させる。また、モータ120は、車両100の回生制動を行い、回生電力を発生させる。

DCDCコンバータ130は、架線200およびモータ120から供給される電力の電圧、および二次電池140から供給される電力の電圧を変換する。なお、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値は、CPU150に含まれる充放電制御装置170によって制御される。20

二次電池140は、DCDCコンバータ130を介して架線200およびモータ120に接続され、架線200およびモータ120から供給される電力を充電する。また、二次電池140は、DCDCコンバータ130を介して、充電している電力をモータ120に供給する。

充放電制御装置170は、二次電池140に対する充放電を制御する装置である。

【0023】

次に、図2を参照して、本実施形態に係る充放電制御装置170による充放電制御の一例について説明する。図2は、本実施形態に係る充放電制御の一例について説明する図である。

図2には、車両100の走行経路に応じて変化するSOC調整電流の一例を示すグラフである。なお、SOC調整電流とは、二次電池140の充放電の電力量を調整するための値である。本実施形態において、充放電制御装置170は、設定されたSOC調整電流Iadjに基づき、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を制御することにより、二次電池140の充放電の電力量を調整する。つまり、SOC調整電流Iadjは、二次電池140の充放電を制御するための設定値である。30

【0024】

図2(b)に示す下側のグラフは、横軸に時間t[sec]、縦軸に速度[km/h]をとり、車両100の走行経路に応じて想定される車両100の速度の一例を示す。このグラフでは、速度が上昇している期間において車両100は力行状態となり、速度が下降している期間において車両100は回生状態となることを示している。40

なお、本発明はこれに限られず、横軸に距離や世界座標値(緯度、経度、高度)をとり、これらの値に応じて変化するSOC調整電流Iadjも同様の特性を示す。

【0025】

一方、図2(a)に示す上側のグラフは、横軸に時間t[sec]、縦軸に電流値[A]をとり、車両100の走行経路に応じて想定されるSOC調整電流Iadjの絶対値の最大値がとり得る範囲の一例を示す。このグラフ上に示される折れ線は、モータ120やエアコン301等を含む車両100の負荷に応じてSOC調整電流Iadjの制限を定める第1制限電流(Iadj_motor)の変化を示す。つまり、この第1制限電流(Iadj_motor)は、負荷電力P_loadに応じて決定されるSOC調整電流Iadjの上限値である。50

また、縦軸には、二次電池140の性能に基づきSOC調整電流 I_{adj} の制限を定める電流である第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)が示されている。この第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)は、二次電池140の性能に基づいて設定されるSOC調整電流 I_{adj} の限界値であって、例えば、二次電池140の使用期間に応じて劣化する二次電池140の性能特性に応じて、性能の劣化を防ぐための限界値である。なお、 I_{adj_max} は、二次電池140の放電時の制限を定める上限値であって、 $-I_{adj_max}$ は、二次電池140の充電時の制限を定める下限値である。

【0026】

この上側のグラフにおいて、斜線で示される領域が、SOC調整電流 I_{adj} の絶対値の最大値がとり得る範囲である。この斜線で示す領域は、第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値よりも小さい場合、第1制限電流(I_{adj_motor})がSOC調整電流 I_{adj} の最大値あるいは最小値であって、SOC調整電流 I_{adj} が第1制限電流(I_{adj_motor})の範囲内の値に設定されることを示している。一方、第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の絶対値よりも大きい場合、第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)がSOC調整電流 I_{adj} の最大値あるいは最小値であって、SOC調整電流 I_{adj} が第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の範囲内の値に設定されることを示している。

【0027】

ここで、図2(a)(b)に示すグラフの関係について詳しく説明すると、これらグラフには、予め決められた走行経路上を、時刻 t_1 から出発して時刻 t_5 に到着するように車両100が走行した場合の一例について示すグラフである。

時刻 t_1 から時刻 t_2 までは、速度が急激に上昇している。このとき、モータ120の要求電力が上昇するため、第1制限電流(I_{adj_motor})も上昇している。そして、途中で第1制限電流(I_{adj_motor})が第2制限電流($+I_{adj_max}$)以上となっている。この場合、SOC調整電流 I_{adj} の最大値がとり得るは、第2制限電流($+I_{adj_max}$)以内に制限される。

また、時刻 t_2 から時刻 t_3 までは、緩やかに速度が上昇している状態である。このとき、モータ120は継続して電力を要求しているため、第1制限電流(I_{adj_motor})も第2制限電流($+I_{adj_max}$)以上となったままである。

【0028】

そして、時刻 t_3 から時刻 t_4 において、速度が一定になる。このとき、モータ120の要求電力が減少するため、第1制限電流(I_{adj_motor})が下降し、途中で第1制限電流(I_{adj_motor})が第2制限電流($+I_{adj_max}$)以下となる。この場合、SOC調整電流 I_{adj} の最大値がとり得る範囲は、第1制限電流(I_{adj_motor})以内に制限される。

次いで、時刻 t_4 から時刻 t_5 において、速度が急激に減少し、0(ゼロ)になる。ここで、車両100は、力行状態から回生状態に切り替わる。従って、モータ120の要求電力は減少し、回生電力が増加するようになる。このとき、第1制限電流(I_{adj_motor})が下降し続け、0以下まで下降する。この場合、SOC調整電流 I_{adj} の最小値がとり得るは、第1制限電流(I_{adj_motor})以内に制限される。その後、第1制限電流(I_{adj_motor})は、第2制限電流($-I_{adj_max}$)以下となる。この場合、SOC調整電流 I_{adj} の最小値がとり得る範囲は、第2制限電流($-I_{adj_max}$)以内に制限される。

【0029】

このように、本実施形態に係る充放電制御装置170は、図2に示すように、二次電池140の性能に基づき設定される第2制限電流($\pm I_{adj_max}$)の範囲内で、車両100の負荷電力(要求電力および回生電力)に応じたSOC調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)を決定することができる。

よって、車両100の負荷電力に応じて、二次電池140の充放電を制御することができる。

10

20

30

40

50

きる。これにより、車両 100 における電力を効率よく利用することができる。

また、SOC 調整電流 I_{adj} の限界値（上限値および下限値）を、二次電池 140 の性能に基づき設定される第 2 制限電流 ($\pm I_{adj_max}$) の範囲内で決定することにより、二次電池 140 の性能の劣化を防止することができる。

【0030】

次に、図 3 を参照して、充放電制御装置 170 の各構成について説明する。図 3 は、本実施形態に係る充放電制御装置 170 の構成例を示すブロック図である。

図 3 に示す通り、充放電制御装置 170 は、記憶部 171 と、位置情報取得部 172 と、SOC 目標値設定部 173 と、力行回生判定部 174 と、調整電流判定部 175 と、調整電流制御部 176 と、第 2 制限電流取得部 177 と、第 1 制限電流演算部 178 と、制限電流設定部 179 と、調整ロジック決定部 180 と、調整電流決定部 181 とを備える。
10

【0031】

記憶部 171 は、充放電制御装置 170 が利用する種々の情報やプログラムを記憶する。この記憶部 171 は、例えば、SOC 目標値テーブル 1701 と、第 2 制限電流テーブル 1702 と、SOC 目標値一時記憶領域 1703 とを備える。

SOC 目標値テーブル 1701 は、車両 100 の現在位置を示す位置情報と、車両 100 の走行経路に応じて予め決められている SOC 目標値とを対応付けるテーブルである。この SOC 目標値テーブル 1701 は、例えば、以下の表 1 に示すような、キロ程と SOC 目標値とを対応付けたテーブルである。
20

【0032】

【表 1】

キロ程	100~200	200~300	…	900~1000
SOC 目標値(%)	50	60	…	30

【0033】

第 2 制限電流テーブル 1702 は、二次電池 140 の性能に基づいて予め決められている第 2 制限電流 ($\pm I_{adj_max}$) を規定するテーブルである。この第 2 制限電流テーブル 1702 は、例えば、二次電池 140 の使用期間に応じて予め決められている第 2 制限電流 ($\pm I_{adj_max}$) が規定されている。
30

SOC 目標値一時記憶領域 1703 は、SOC 目標値設定部 173 によって設定された SOC 目標値を一時的に格納する記憶領域である。

【0034】

位置情報取得部 172 は、車両 100 の現在位置を示す位置情報を取得し、SOC 目標値設定部 173 に出力する。この位置情報取得部 172 は、例えば、線路上に設置された送信装置（図示せず）から位置情報を受信する受信部を備える。また、位置情報取得部 172 は、記憶部 171 に記憶されている情報に基づき、車両の 100 の走行時間帯や走行開始した時点からの経過時間に応じて、大よその現在位置を示す位置情報を取得するものであってもよい。
40

【0035】

SOC 目標値設定部 173 は、現時点における SOC 目標値を設定する。この SOC 目標値設定部 173 は、位置情報取得部 172 から入力する位置情報に基づき、車両 100 の走行経路に応じて予め決められている SOC 目標値を設定する。例えば、SOC 目標値設定部 173 は、SOC 目標値テーブル 1701 を参照して、位置情報取得部 172 から入力する位置情報（キロ程）に対応する SOC 目標値を設定する。なお、本発明はこれに限られず、SOC 目標値設定部 173 は、例えば、車両 100 の走行経路に応じて予め決
50

められている S O C 目標値を算出するための演算式を用いて、位置情報取得部 172 から入力する位置情報（例えば、スタート地点からの走行距離を示す情報）に基づき、S O C 目標値を算出するものであってもよい。

この S O C 目標値設定部 173 は、設定した S O C 目標値を、記憶部 171 の S O C 目標値一時記憶領域 1703 に書き込む。

【0036】

力行回生判定部 174 は、負荷電力 P_1 o a d に基づき、車両 100 が力行状態であるか、あるいは、回生状態であるかを判定する。なお、負荷電力 P_1 o a d は、モータ 120 による力行に要求される必要電力、および、モータ 120 から発生する回生電力の電力を総称した名称である。この力行回生判定部 174 は、電圧計 113 の検出値と、電流計 114 の検出値を入力し、入力した検出値に基づき、負荷電圧 V_1 o a d × 負荷電流 I_1 o a d = 負荷電圧 P_1 o a d を算出する。この力行回生判定部 174 は、算出した負荷電圧 P_1 o a d が正の値であれば力行状態であると判定し、一方、負荷電圧 P_1 o a d が負の値であれば回生状態であると判定する。力行回生判定部 174 は、判定結果を示す情報を、調整電流判定部 175 および第 2 制限電流取得部 177 に出力する。10

【0037】

調整電流判定部 175 は、力行回生判定部 174 から入力する判定結果に基づき、二次電池 140 の充放電制御を実行するか否かを判定する。

例えば、調整電流判定部 175 は、力行状態である場合、S O C 実測値が S O C 目標値以下であるか否かを判定する。なお、本実施形態において、調整電流判定部 175 は、S O C 目標値に所定値を加算した値である S O C_d s t a r t と S O C 実測値とを比較する。S O C 実測値が S O C_d s t a r t 以下である場合、調整電流判定部 175 は、調整電流 I_a d j = 0 と判定する。つまり、調整電流判定部 175 は、充放電制御を実行しないと判定する。20

また、調整電流判定部 175 は、回生状態である場合、S O C 実測値が S O C 目標値以上であるか否かを判定する。なお、本実施形態において、調整電流判定部 175 は、S O C 目標値に所定値を減算した値である S O C_c s t a r t と S O C 実測値とを比較する。S O C 実測値が S O C_c s t a r t 以上である場合、調整電流判定部 175 は、調整電流 I_a d j = 0 と判定する。つまり、調整電流判定部 175 は、充放電制御を実行しないと判定する。30

調整電流判定部 175 は、充放電制御を実行しない場合、調整電流 I_a d j = 0 を調整電流制御部 176 に設定する。

【0038】

なお、この調整電流判定部 175 における制御を数式でわかり易く示すと、以下のようになる。

(i - 1) の場合

負荷電圧 P_1 o a d > 0 (力行状態) 、かつ、S O C 実測値 S O C_d s t a r t

(i - 2) の場合

負荷電圧 P_1 o a d < 0 (力行状態) 、かつ、S O C 実測値 S O C_c s t a r t

つまり、調整電流判定部 175 は、(i - 1) あるいは (i - 2) の場合、充放電制御を実行しないと判定し、D C D C コンバータ 130 の二次電池 140 側の電圧値を充電電圧 V_b a t の値と一致させるように、D C D C コンバータ 130 を制御する。40

【0039】

また、調整電流判定部 175 は、力行状態である場合であって、S O C 実測値が S O C_d s t a r t より大きい場合、放電制御を実行すると判定する。

また、調整電流判定部 175 は、回生状態である場合であって、S O C 実測値が S O C_c s t a r t 未満である場合、充電制御を実行すると判定する。

この調整電流判定部 175 は、放電制御あるいは充電制御を実行すると判定した場合、第 1 制限電流演算部 178 に対して、第 1 制限電流 (I_a d j_m o t o r) の演算を指示する。50

【0040】

調整電流制御部176は、設定されたSOC調整電流I_adjに応じて、二次電池140の充放電を制御する。

この調整電流制御部176は、車両100が力行状態である場合において、二次電池140のSOCがSOC目標値以下であるならば、二次電池140からの放電を禁止し、車両100が回生状態である場合において、二次電池140のSOCがSOC目標値以上であるならば、二次電池140への充電を禁止する。例えば、SOC調整電流I_adj=0である場合、調整電流制御部176は、二次電池140の充放電制御を実行しないように、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を充電電圧V_batと一致させるようにDCDCコンバータ130を制御する。10

また、調整電流制御部176は、SOC調整電流I_adjが正の値である場合、二次電池140の放電制御を実行するため、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を充電電圧V_batよりも小さくするようにDCDCコンバータ130を制御する。一方、SOC調整電流I_adjが負の値である場合、調整電流制御部176は、二次電池140の充電制御を実行するため、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を充電電圧V_batよりも大きくするようにDCDCコンバータ130を制御する。

【0041】

第2制限電流取得部177は、記憶部171に格納されている第2制限電流テーブル1702を参照して、二次電池140の使用期間に応じた第2制限電流(±I_adj_max)を読み出す。この第2制限電流取得部177は、読み出した第2制限電流(±I_adj_max)を制限電流設定部179に出力する。なお、図示しないが、この第2制限電流取得部177にはタイマーや時計部等の出力値が入力されており、第2制限電流取得部177は、入力される現在時刻に基づいて、二次電池140の使用開始時点からの使用期間を取得することができる。20

【0042】

第1制限電流演算部178は、調整電流判定部175から第1制限電流(I_adj_motor)の演算が指示された場合、負荷電力P_loadと充電電圧V_batとに基づき、第1制限電流(I_adj_motor)を算出する。

この第1制限電流演算部178は、電圧計113の検出値および電流計114の検出値に基づき、負荷電圧V_load×負荷電流I_load=負荷電圧P_loadを算出する。第1制限電流演算部178は、電圧計111の検出値である充電電圧V_batと、算出した負荷電力P_loadとに基づき、以下の式(1)に従って、第1制限電流(I_adj_motor)を算出する。30

【0043】

【数1】

$$I_{adj_motor} = \begin{cases} \frac{P_{load}}{\eta \cdot V_{bat}} & (P_{load} \geq 0) \\ \frac{P_{load} \cdot \eta}{V_{bat}} & (P_{load} < 0) \end{cases} \quad \cdots \text{式 (1)} \quad \text{40}$$

【0044】

なお、は、DCDCコンバータ130のDCDCコンバータ効率である。

【0045】

制限電流設定部179は、第1制限電流演算部178によって求められた第1制限電流(I_adj_motor)に基づき、第2制限電流(±I_adj_max)の範囲内で、負荷電力に応じたSOC調整電流I_adjの限界値を設定する。本実施形態において、制限電流設定部179は、第1制限電流演算部178から入力する第1制限電流(I_adj)

10

20

30

40

50

`d j_m o t o r`) の絶対値と、第 2 制限電流取得部 177 から入力する第 2 制限電流 (`I_a d j_m a x`) の絶対値を比較して、小さい方の値を SOC 調整電流 `I_a d j` の限界値を設定する。力行状態の場合、制限電流設定部 179 は、絶対値が小さい方の値を SOC 調整電流 `I_a d j` の上限値 (`I_a d j_l i m i t`) と設定する。また、回生状態の場合、制限電流設定部 179 は、絶対値が小さい方の値を SOC 調整電流 `I_a d j` の下限値 (`-I_a d j_l i m i t`) と設定する。この制限電流設定部 179 は、設置した上限値あるいは下限値を調整ロジック決定部 180 に出力する。

【0046】

調整ロジック決定部 180 は、制限電流設定部 179 によって設定された SOC 調整電流 `I_a d j` の限界値 ($\pm I_a d j_l i m i t$) と、記憶部 171 の SOC 目標値一時記憶領域 1703 に記憶されている SOC 目標値に基づき、調整ロジックを決定する。なお、調整ロジックとは、二次電池 140 の SOC [%] に対応する SOC 調整電流 `I_a d j` の関係であって、本実施形態では、SOC [%] に基づき SOC 調整電流 `I_a d j` を算出するための関数である。10

調整電流決定部 181 は、調整ロジック決定部 180 によって設定された調整ロジックに基づき、SOC [%] に対応する SOC 調整電流 `I_a d j` を算出する。

【0047】

次に、図 4, 5 を参照して、調整ロジック決定部 180 によって決定される調整ロジックの一例について説明する。

図 4 は、力行状態において決定される調整ロジックの一例を示すグラフである。図 4 に示すグラフでは、横軸に SOC [%]、縦軸に SOC 調整電流 `I_a d j` をとり、力行状態において決定される調整ロジックの関数を示す。この調整ロジックは、SOC 目標値である `SOC_set` に所定値を加算した値である `SOC_d s t a r t` (以下、調整放電開始 `SOC_d s t a r t` という) 以下では、SOC 調整電流 `I_a d j = 0` であることを示している。20

ここで、図 4 のグラフにおいて、SOC 調整電流 `I_a d j = 0`、SOC = 調整放電開始 `SOC_d s t a r t` である点を P11 とする。また、調整放電開始 `SOC_d s t a r t` に所定値を加算した値である最大調整放電 `SOC_d m a x` と上限値 (`I_a d j_l i m i t`) とが直交する点を P12 とする。この場合、調整ロジックは、点 P11 と点 P12 を結ぶ直線で示される。30

なお、二次電池 140 の性能を維持するため、二次電池 140 の最大 SOC は予め決められている。図 4 のグラフにおいて、この最大 SOC を調整放電終止 `SOC_d e n d` とする。SOC 調整電流 `I_a d j = 上限値 (I_a d j_l i m i t)`、SOC = 調整放電終止 `SOC_d e n d` である点を P13 とする。この場合、調整ロジックは、点 P12 と点 P13 を結ぶ直線で示される。

【0048】

このように、本実施形態において、力行状態での調整ロジックは、SOC 目標値 (`SOC_set`) から最大 SOC (調整放電終止 `SOC_d e n d`) までの範囲において、算出される SOC 調整電流 `I_a d j` の値が、SOC の増加に伴って SOC 調整電流 `I_a d j` の上限値 (`I_a d j_l i m i t`) まで上昇する関係を示す関数である。なお、本実施形態では、調整ロジックは、調整放電開始 `SOC_d s t a r t` から調整放電終止 `SOC_d m a x` の範囲において、算出される SOC 調整電流 `I_a d j` の値が、0 から SOC 調整電流 `I_a d j` の上限値 (`I_a d j_l i m i t`) まで、一次関数的 (線形的) に増加するような関数である。このように、SOC 調整電流 `I_a d j = 0` でなくなる閾値、つまり、調整放電開始 `SOC_d s t a r t` を、SOC 目標値よりも余裕を持たせた値に設定することによって、スイッチング損失を低減することができる。40

調整ロジック決定部 180 において、調整放電開始 `SOC_d s t a r t` と最大調整放電 `SOC_d m a x` を算出するための SOC 目標値に対する加算値は、予め設定されている。また、調整ロジック決定部 180 において、調整放電終止 `SOC_d e n d` も、二次電池 140 に応じて予め設定されている。よって、調整ロジック決定部 180 は、SOC

10

20

30

40

50

目標値とSOC調整電流I_adjの上限値(I_adj_limit)に基づき、調整ロジックを決定することができる。なお、調整放電開始SOC_startと最大調整放電SOC_maxを算出するために設定されているSOC目標値に対する加算値や、調整放電終止SOC_endは、SOC目標値に応じて、テーブルを参照することで、調整ロジック決定部180が決定するものであってもよい。なお、このテーブルは、SOC目標値に応じて決められている加算値や調整放電終止SOC_endを規定するテーブルである。

【0049】

図5は、回生状態において決定される調整ロジックの一例を示すグラフである。図5に示すグラフでは、横軸にSOC[%]、縦軸にSOC調整電流I_adjをとり、回生状態において決定される調整ロジックの関数を示す。この調整ロジックは、SOC目標値であるSOC_setから所定値を減算した値であるSOC_start(以下、調整充電開始SOC_startという)以上では、SOC調整電流I_adj=0であることを示している。

ここで、図5のグラフにおいて、SOC調整電流I_adj=0、SOC=調整充電開始SOC_startである点をP21とする。また、調整充電開始SOC_startから所定値を減算した値である最小調整充電SOC_maxと下限値(-I_adj_limit)とが直交する点をP22とする。この場合、調整ロジックは、点P21と点P22とを結ぶ直線で示される。

なお、二次電池140の性能を維持するため、二次電池140の最小SOCは予め決められている。図5のグラフにおいて、この最小SOCを調整充電終止SOC_endとする。SOC調整電流I_adj=下限値(-I_adj_limit)、SOC=調整充電終止SOC_endである点をP23とする。この場合、調整ロジックは、点P22と点P23とを結ぶ直線で示される。

【0050】

このように、本実施形態において、回生状態での調整ロジックは、SOC目標値(SOC_set)から最小SOC(調整充電終止SOC_end)までの範囲において、算出されるSOC調整電流I_adjの値が、SOCの減少に伴ってSOC調整電流I_adjの下限値(-I_adj_limit)まで減少する関係を示す関係関数である。なお、本実施形態では、調整ロジックは、調整充電開始SOC_startから調整充電終止SOC_maxの範囲において、算出されるSOC調整電流I_adjの値が、0からSOC調整電流I_adjの下限値(-I_adj_limit)まで、一次関数的(線形的)に減少するような関数である。このように、SOC調整電流I_adj=0でなくなる閾値、つまり、調整充電開始SOC_startを、SOC目標値よりも余裕を持たせた値に設定することによって、スイッチング損失を低減することができる。

調整ロジック決定部180において、調整充電開始SOC_startと最小調整充電SOC_maxを算出するためのSOC目標値に対する減算値は、予め設定されている。また、調整ロジック決定部180において、調整充電終止SOC_endも、二次電池140に応じて予め設定されている。よって、調整ロジック決定部180は、SOC目標値とSOC調整電流I_adjの下限値(-I_adj_limit)に基づき、調整ロジックを決定することができる。なお、調整充電開始SOC_startと最小調整充電SOC_maxを算出するために設定されているSOC目標値に対する減算値や、調整充電終止SOC_endは、SOC目標値に応じて、テーブルを参照することで、調整ロジック決定部180が決定するものであってもよい。なお、このテーブルは、SOC目標値に応じて決められている減算値や調整充電終止SOC_endを規定するテーブルである。

【0051】

次に、図6を参照して、本実施形態に係る充放電制御方法の一例について説明する。図6は、本実施形態に係る充放電制御方法の一例について説明するためのフローチャートである。なお、充放電制御装置170は、図6に示す処理フローを開始した時点から所定時

10

20

30

40

50

間が経過した場合、定期的に、この処理フローを繰り返して実行するものである。

(ステップST101)

充放電制御装置170は、初めに、SOC目標値を取得する。本実施形態では、充放電制御装置170のSOC目標値設定部173が、位置情報取得部172から入力する位置情報に基づき、キロ程に対応するSOC目標値を設定し、SOC目標値一時記憶領域に書き込む。

(ステップST102)

次いで、充放電制御装置170は、負荷電力P_1oadを取得する。本実施形態では、充放電制御装置170の力行回生判定部174が、電圧計113の検出値および電流計114の検出値に基づき、負荷電圧V_1oad × 負荷電流I_1oad = 負荷電圧P_1oadを算出する。

(ステップST103)

そして、充放電制御装置170は、車両100が力行状態であるか、あるいは、回生状態であるかを判定する。本実施形態では、充放電制御装置170の力行回生判定部174が、算出した負荷電力P_1oadが正の値であるか、あるいは、負の値であるかを判定する。

【0052】

(ステップST104)

算出した負荷電力P_1oadが正の値である場合、力行回生判定部174は、力行状態であると判定する。

20

次いで、充放電制御装置170は、SOC実測値とSOC目標値とを比較して、SOC実測値がSOC目標値より大きいか否かを判定する。本実施形態では、充放電制御装置170の調整電流判定部175が、SOC実測値が調整放電開始SOC_dstartより大きいか否かを判定する。

(ステップST105)

SOC実測値が調整放電開始SOC_dstart以下である場合[SOC実測値 < SOC_dstart]、調整電流判定部175は、調整電流I_adj = 0と判定する。つまり、調整電流判定部175は、充放電制御を実行しないと判定する。よって、調整電流制御部176は、二次電池140に対して充放電電力 = 0となるように、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を制御する。

30

【0053】

(ステップST106)

一方、SOC実測値が調整放電開始SOC_dstartより大きい場合[SOC実測値 > SOC_dstart]、充放電制御装置170は、第2制限電流(I_adj_max)の範囲内で、車両100の負荷電力(要求電力および回生電力)に応じたSOC調整電流I_adjの上限値を決定する。この処理は、ステップST106～ST109に相当する。

【0054】

初めに、充放電制御装置170は、負荷電力P_1oadと充電電圧V_batに基づき、第1制限電流(I_adj_motor)を算出する。本実施形態では、充放電制御装置170の第1制限電流演算部178が、上述の式(1)に、負荷電圧P_1oadと充電電圧V_batとを代入して、第1制限電流(I_adj_motor)を算出し、制限電流設定部179に出力する。

40

また、充放電制御装置170は、第2制限電流(I_adj_max)を取得する。本実施形態では、充放電制御装置170の第2制限電流取得部177が、記憶部171の第2制限電流テーブル1702を参照して、二次電池140の使用期間に応じた第2制限電流(I_adj_max)を読み出し、制限電流設定部179に出力する。

【0055】

(ステップST107)

そして、制限電流設定部179は、第1制限電流演算部178から入力する第1制限電

50

流 (I_adj_motor) の絶対値と、第2制限電流取得部 177 から入力する第2制限電流 (I_adj_max) の絶対値とを比較して、第1制限電流 (I_adj_motor) の絶対値が第2制限電流 (I_adj_max) の絶対値よりも小さいか否かを判定する。

(ステップ ST108)

第1制限電流 (I_adj_motor) の絶対値が第2制限電流 (I_adj_max) の絶対値よりも小さい場合、制限電流設定部 179 は、第1制限電流 (I_adj_motor) を SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) に設定する。そして、制限電流設定部 179 は、設定した SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) を調整ロジック決定部 180 に出力する。10

(ステップ ST109)

一方、第1制限電流 (I_adj_motor) の絶対値が第2制限電流 (I_adj_max) の絶対値以上の場合、制限電流設定部 179 は、第2制限電流 (I_adj_max) を SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) に設定する。そして、制限電流設定部 179 は、設定した SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) を調整ロジック決定部 180 に出力する。

【0056】

(ステップ ST110)

次いで、充放電制御装置 170 は、設定された SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) と SOC 目標値に基づき、調整ロジックを決定する。本実施形態では、充放電制御装置 170 の調整ロジック決定部 180 が、制限電流設定部 179 によって設定された SOC 調整電流 I_adj の上限値 (I_adj_limit) と、記憶部 171 の SOC 目標値一時記憶領域 1703 に記憶されている SOC 目標値とにに基づき、調整ロジックを決定する。20

【0057】

(ステップ ST111)

そして、充放電制御装置 170 は、決定された調整ロジックに基づき、二次電池 140 の SOC 実測値に応じた SOC 調整電流 I_adj を算出する。本実施形態では、まず、充放電制御装置 170 の調整電流決定部 181 が、電圧計 111 によって計測される充電電圧 V_bat に基づき、二次電池 140 の SOC 実測値を算出する。そして、調整電流決定部 181 が、調整ロジック決定部 180 によって決定された調整ロジックにおいて、二次電池 140 の SOC 実測値に対応する SOC 調整電流 I_adj を算出する。調整電流決定部 181 は、算出した SOC 調整電流 I_adj を調整電流制御部 176 に出力する。30

(ステップ ST112)

次いで、充放電制御装置 170 は、算出された SOC 調整電流 I_adj に基づき、二次電池 140 の充放電を制御する。本実施形態では、充放電制御装置 170 の調整電流制御部 176 が、調整電流決定部 181 から入力する SOC 調整電流 I_adj に基づき、DCDC コンバータ 130 の二次電池 140 側の電圧値を制御して、二次電池 140 からの充電電力をインバータ 110 を介してモータ 120 に供給するための放電制御を実行する。言い換えると、調整電流制御部 176 は、電流計 112 によって検出される電流値を SOC 調整電流 I_adj にするように DCDC コンバータ 130 の二次電池 140 の電圧値を制御する。40

【0058】

(ステップ ST113)

一方、ステップ ST103 において、算出された負荷電力 P_load が負の値である場合、力行回生判定部 174 は、回生状態であると判定する。

次いで、充放電制御装置 170 は、SOC 実測値と SOC 目標値とを比較して、SOC 実測値が SOC 目標値より大きいか否かを判定する。本実施形態では、充放電制御装置 170 の調整電流判定部 175 が、SOC 実測値が調整充電開始 SOC_start より

50

小さいか否かを判定する。

(ステップST105)

SOC実測値が調整充電開始SOC_{start}以上である場合[SOC実測値SOC_{start}]、調整電流判定部175は、調整電流I_{adj}=0と判定する。つまり、調整電流判定部175は、充放電制御を実行しないと判定する。よって、調整電流制御部176は、二次電池140に対して充放電電力=0となるように、DCDCコンバータ130の二次電池140側の電圧値を制御する。

【0059】

(ステップST114)

一方、SOC実測値が調整充電開始SOC_{start}より小さい場合[SOC実測値<SOC_{start}]、充放電制御装置170は、第2制限電流(-I_{adj_max})の範囲内で、車両100の負荷電力(要求電力および回生電力)に応じたSOC調整電流I_{adj}の下限値を決定する。この処理は、ステップST115～ST117に相当する。

【0060】

簡単に説明すると、第1制限電流演算部178が、上述の式(1)に、負荷電圧P_{load}と充電電圧V_{batt}とを代入して、第1制限電流(I_{adj_motor})を算出し、制限電流設定部179に出力する。また、第2制限電流取得部177が、記憶部171の第2制限電流テーブル1702を参照して、二次電池140の使用期間に応じた第2制限電流(-I_{adj_max})を読み出し、制限電流設定部179に出力する。

【0061】

(ステップST115)

そして、制限電流設定部179は、第1制限電流演算部178から入力する第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値と、第2制限電流取得部177から入力する第2制限電流(-I_{adj_max})の絶対値とを比較して、第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が第2制限電流(-I_{adj_max})の絶対値よりも小さいか否かを判定する。

(ステップST116)

第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が第2制限電流(-I_{adj_max})の絶対値よりも小さい場合、制限電流設定部179は、第1制限電流(I_{adj_motor})をSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})に設定する。そして、制限電流設定部179は、設定したSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})を調整ロジック決定部180に出力する。

(ステップST117)

一方、第1制限電流(I_{adj_motor})の絶対値が第2制限電流(-I_{adj_max})の絶対値以上の場合、制限電流設定部179は、第2制限電流(-I_{adj_max})をSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})に設定する。そして、制限電流設定部179は、設定したSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})を調整ロジック決定部180に出力する。

【0062】

(ステップST118)

次いで、充放電制御装置170は、設定されたSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})とSOC目標値に基づき、調整ロジックを決定する。本実施形態では、充放電制御装置170の調整ロジック決定部180が、制限電流設定部179によって設定されたSOC調整電流I_{adj}の下限値(-I_{adj_limited})と、記憶部171のSOC目標値一時記憶領域1703に記憶されているSOC目標値に基づき、調整ロジックを決定する。

【0063】

(ステップST119)

そして、充放電制御装置170の調整電流決定部181は、決定された調整ロジックに

10

20

30

40

50

基づき S O C 調整電流 I_{adj} を算出し、調整電流制御部 176 に出力する。

(ステップ S T 1 2 0)

次いで、充放電制御装置 170 の調整電流制御部 176 が、調整電流決定部 181 から入力する S O C 調整電流 I_{adj} に基づき、D C D C コンバータ 130 の電圧値を制御して、インバータ 110 を介してモータ 120 から供給される回生電力を二次電池 140 に充電するための放電制御を実行する。言い換えると、調整電流制御部 176 は、電流計 112 によって検出される電流値を S O C 調整電流 I_{adj} にするように D C D C コンバータ 130 の二次電池 140 の電圧値を制御する。

【 0 0 6 4 】

上述の通り、本実施形態に係る充放電制御装置 170 は、二次電池 140 の性能に基づき設定される第 2 制限電流 ($\pm I_{adj_max}$) の範囲内で、車両 100 の負荷電力(要求電力および回生電力)に応じた S O C 調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)を決定する。また、充放電制御装置 170 は、この S O C 調整電流 I_{adj} の限界値に基づき定められる調整ロジックを用いて、二次電池 140 の S O C 実測値に対応する S O C 調整電流 I_{adj} を決定する。10

この構成により、充放電制御装置 170 は、車両 100 の負荷電力に応じて、二次電池 140 の充放電を制御することができ、車両 100 における電力を効率よく利用することができる。また、S O C 調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)を、二次電池 140 の性能に基づき設定される第 2 制限電流 ($\pm I_{adj_max}$) の範囲内で決定することにより、二次電池 140 の性能の劣化を防止することができる。20

また、充放電制御装置 170 は、二次電池 140 の S O C に応じて、二次電池 140 に対する充放電の電力量を、S O C 調整電流 I_{adj} の限界値(上限値および下限値)の範囲内で制御することができる。

【 0 0 6 5 】

また、S O C 目標値設定部 173 は、S O C 目標値テーブル 1701 を参照して、キロ程に応じた S O C 目標値を設定することができる。このように、テーブルを参照する処理によって、演算等によって S O C 目標値を算出する方法に比べて、処理負荷を軽減し、処理時間を短縮することができる。また、キロ程度等で示される走行経路に応じて S O C 目標値を設定することによって、二次電池 140 の S O C を走行経路に応じて調整することができる。これは、車両 100 が電車である場合に特に有効である。30

【 0 0 6 6 】

なお、本発明は上述の実施形態に限られない。例えば、車両 100 は、電車である例について説明したが、本発明はこれに限られず、例えば、クレーン車等の工業機器等であってもよい。

【 0 0 6 7 】

また、本実施の形態に係る充放電制御装置 170 は、内部にコンピュータシステムを有している。そして、動作の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータシステムが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでいう「コンピュータシステム」とは、C P U 及び各種メモリや O S 、周辺機器等のハードウェアを含むものである。40

また、「コンピュータシステム」は、W W W システムを利用している場合であれば、ホームページ提供環境(あるいは表示環境)も含むものとする。

【 0 0 6 8 】

また、各ステップを実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、また、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読みませ、実行することにより、各処理を行ってもよい。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、R O M 、フラッシュメモリ等の書き込み可能な不揮発性メモリ、C D - R O M 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことを50

いう。

【0069】

さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムが送信された場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリ(例えばD R A M (Dynamic Random Access Memory))のように、一定時間プログラムを保持しているものも含むものとする。

また、上記プログラムは、このプログラムを記憶装置等に格納したコンピュータシステムから、伝送媒体を介して、あるいは、伝送媒体中の伝送波により他のコンピュータシステムに伝送されてもよい。ここで、プログラムを伝送する「伝送媒体」は、インターネット等のネットワーク(通信網)や電話回線等の通信回線(通信線)のように情報を伝送する機能を有する媒体のことをいう。10

また、上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムに既に記録されているプログラムとの組合せで実現できるもの、いわゆる差分ファイル(差分プログラム)であっても良い。

【0070】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。また、この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【符号の説明】

20

【0071】

100 車両

110 インバータ

120 モータ

130 D C D C コンバータ

140 二次電池

150 C P U

170 充放電制御装置

171 記憶部

172 位置情報取得部

30

173 S O C 目標値設定部

174 力行回生判定部

175 調整電流判定部

176 調整電流制御部

177 第2制限電流取得部

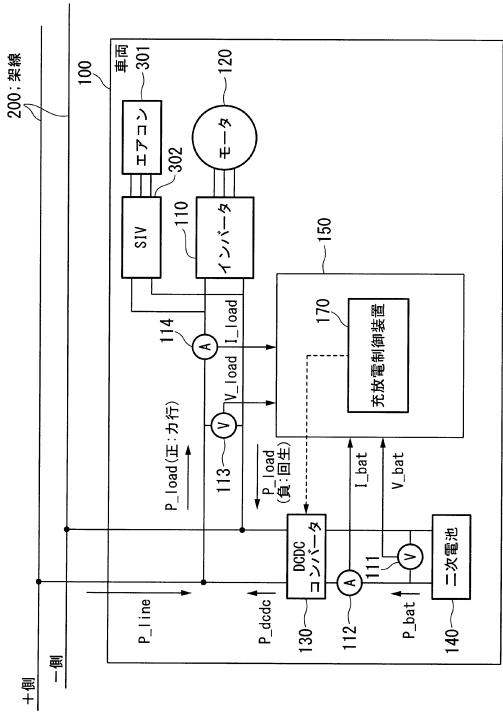
178 第1制限電流演算部

179 制限電流設定部

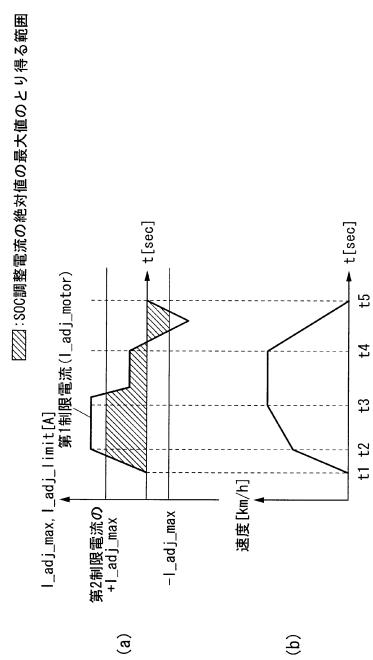
180 調整ロジック決定部

181 調整電流決定部

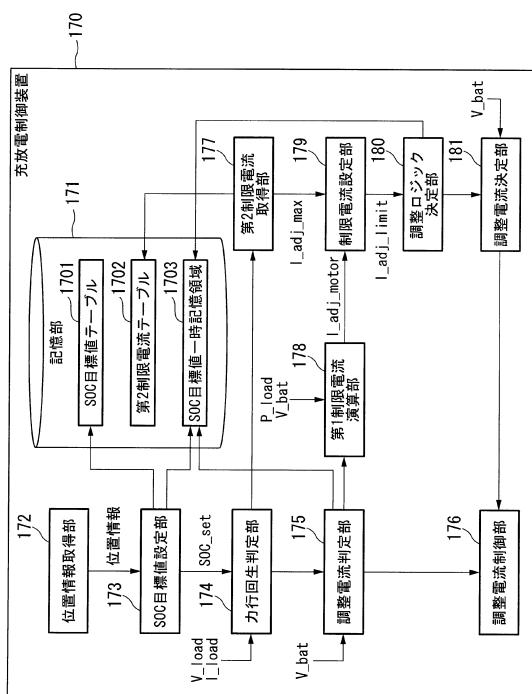
【図1】



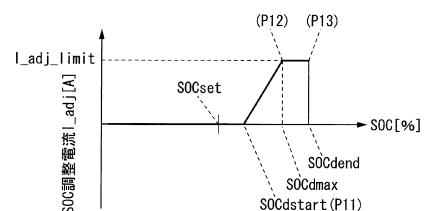
【図2】



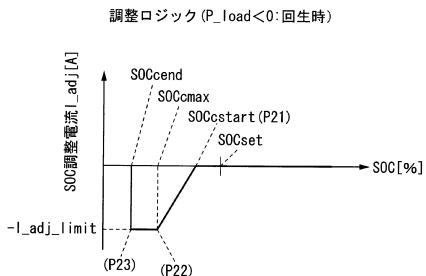
【図3】



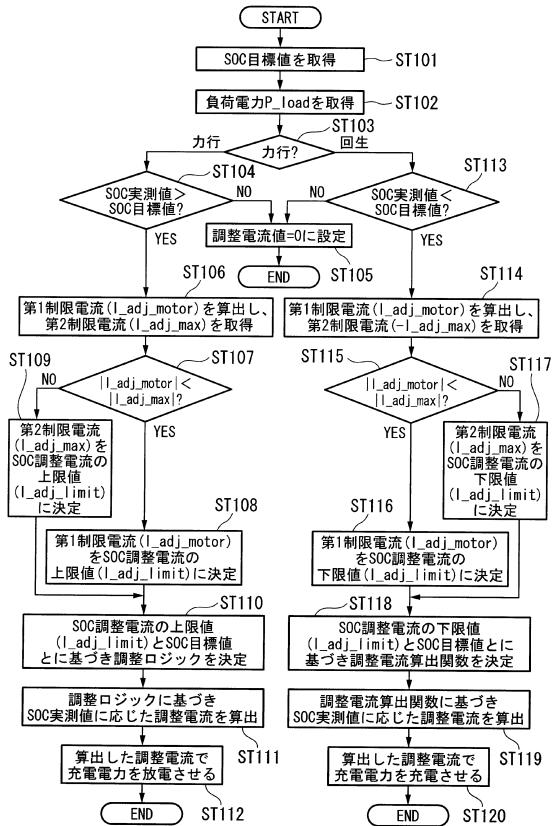
【図4】

調整ロジック ($P_{load} \geq 0$: 力行時)

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 河野 貴之
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 森田 克明
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 石川 晃

(56)参考文献 特開2003-018702(JP,A)
特開2009-273198(JP,A)
特開2009-089503(JP,A)
特開2008-228420(JP,A)
特開2006-340561(JP,A)
特開2002-058111(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00
H01M 10/44
B60L 7/12