

明 細 書

発明の名称：

充放電制御装置、充電制御方法、放電制御方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、回生電力を発生しうる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、充電制御方法、放電制御方法、及びプログラムに関する。

本願は、2012年2月2日に、日本に出願された特願2012-021172号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 従来、架線から供給される電力を用いて力行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（必要電力）は、線路の勾配などの走行する環境により異なる。そのため、架線に電力を供給する変電所の容量や消費電力量は、必要電力による電圧変動量によって決まる。

[0003] また、このような車両において制動により回生電力が発生した場合、回生失効を防止するため、回生電力を架線に送電することが行われている。架線に送電された回生電力は、変電所に回収される。そのため、変電所を設けるべき間隔は、回生電力による電圧変動量によって決まる。

[0004] そこで、設けるべき変電所の数を減らすことで交通システムのコストダウンを図るために、必要電力及び回生電力のピーク電力を抑えること（ピークカット）が検討されている。必要電力及び回生電力のピークカット方法として、車両に二次電池を搭載し、回生電力の吸収及び必要電力のアシストを行う方法が考えられている。

また、適切にピークカットを行うためには、二次電池の充電率（State of Charge：充電率）を適切に管理することが必要となる。

[0005] そこで、必要電力または回生電力がピークカット電力以上である場合に、二次電池を用いてピークカットを行うことが考えられる。

なお、特許文献１には、架線レス車両に搭載された二次電池の劣化を抑制するために充電率の増減が適切な充電率の範囲内になるように充電を行う方法が記載されている。

なお、特許文献２には、架線レス車両に搭載された二次電池の充電率を制御する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献１：特開２００６－０５４９５８号公報

特許文献２：特開２００９－２７３１９８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、車両と変電所との送受電を媒介する架線にも抵抗値があるため、車両と変電所との間の架線長さが長いほど抵抗値は大きくなる。つまり、車両と変電所との位置関係に応じて、ピークカットが必要となる電力は異なる。そのため、特許文献１、２に開示されているように一定値のピークカット電力に基づいてピークカットを行う場合、必要とされる量より多い電力で二次電池の充放電がされてしまうという問題がある。これにより、二次電池の寿命が短くなり、また充放電制御装置が大型化してしまうという問題がある。

[0008] 本発明の目的は、必要最低限の充放電によりピークカットを行う充放電制御装置、充電制御方法、放電制御方法、及びプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第１の態様によれば、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置は、前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力

である送電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部と、前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させるピークカット部とを備えることを特徴とする。

[0010] 前記送電ピークカット電力は、前記負荷の回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧と前記変電設備の回生抵抗にかかる電圧との差を前記車両と前記変電設備との間の距離に対して単調減少する架線の抵抗値で除して得られる電流に、前記負荷の回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧を乗じて得られる電力であっても良い。

[0011] 本発明の第1の態様においては、前記車両が存在する位置に基づいて、前記車両と前記変電設備との間の架線長さを算出する架線長さ算出部を備え、前記ピークカット電力算出部は、前記架線長さ算出部が算出した架線長さを独立変数とする単調非増加関数を用いて、前記送電ピークカット電力を算出しても良い。

[0012] 本発明の第1の態様においては、前記車両のパンタ点電圧を計測するパンタ点電圧計測部を備え、前記ピークカット電力算出部は、前記パンタ点電圧計測部が計測したパンタ点電圧を独立変数とする単調非増加関数を用いて、前記送電ピークカット電力を算出しても良い。

[0013] 本発明の第1の態様においては、前記車両が存在する区間を取得する区間取得部を備え、前記ピークカット電力算出部は、前記区間取得部が取得した区間内で前記変電設備から最も遠い点の架線抵抗値に対応する送電ピークカット電力を、前記区間取得部が取得した区間内における送電ピークカット電力として算出しても良い。

[0014] 本発明の第1の態様においては、前記ピークカット電力算出部は、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出し、前記ピークカット部は、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電

力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させることが好ましい。

[0015] 本発明の第2の態様によれば、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置は、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部と、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させるピークカット部とを備えることを特徴とする。

[0016] 本発明の第3の態様によれば、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を用いた充電制御方法であって、ピークカット電力算出部は、前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である送電ピークカット電力を算出し、ピークカット部は、前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させることを特徴とする。

[0017] 本発明の第4の態様によれば、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を用いた放電制御方法であって、ピークカット電力算出部は、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出し、ピークカット部は、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上であ

る場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させることを特徴とする。

[0018] 本発明の第5の態様によれば、プログラムは、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を、前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である送電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部、前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させるピークカット部として機能させる。

[0019] 本発明の第6の態様によれば、プログラムは、架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させるピークカット部として機能させる。

発明の効果

[0020] 上記した充放電制御装置、充電制御方法、放電制御方法、及びプログラムによれば、必要電力または回生電力が、車両と変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力以上である場合に、蓄電装置を用いてピークカットを行う。これにより、必要最低限の充放電によりピークカットを行うことができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の第1の実施形態による充放電制御装置を備える車両の構成を示

す概略ブロック図である。

[図2]本発明の第1の実施形態による充放電制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図3A]車両と変電所との関係をモデル化した図である。

[図3B]車両と変電所との関係をモデル化した回路図である。

[図4]第1の実施形態における車両と変電所との間の架線長さとピークカット率の関係の例を示すグラフである。

[図5]本発明の第2の実施形態による充放電制御装置を備える車両の構成を示す概略ブロック図である。

[図6]第2の実施形態における車両と変電所との間の架線長さとピークカット率の関係の例を示すグラフである。

[図7]本発明の第3の実施形態による充放電制御装置を備える車両の構成を示す概略ブロック図である。

[図8]第3の実施形態におけるパンタ点電圧とピークカット率の関係の例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳しく説明する。

[0023] 《第1の実施形態》

図1は、本発明の第1の実施形態による充放電制御装置150を備える車両100の構成を示す概略ブロック図である。

本実施形態による車両100は、インバータ110、負荷120、DCDCコンバータ130、二次電池140（蓄電装置）、充放電制御装置150を備える。なお、車両100は、架線200を介して変電所（変電設備）との送受電を行うことで、走行する。

[0024] インバータ110は、架線200から供給される直流電力及び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を、交流電力に変換する。

負荷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、負荷１２０は、車両１００の回生制動を行い、回生電力を発生させる。当該回生電力は、インバータ１１０を介して架線２００及び二次電池１４０に供給される。

ＤＣＤＣコンバータ１３０は、充放電制御装置１５０の指令に基づき、架線２００及び負荷１２０から二次電池１４０に供給される充電電力量、並びに、二次電池１４０から架線２００及び負荷１２０に供給する放電電力量を制御する。

二次電池１４０は、ＤＣＤＣコンバータ１３０を介して架線２００及び負荷１２０に接続され、架線２００及び負荷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を介して負荷１２０に電力を供給する。

[0025] 充放電制御装置１５０は、二次電池１４０に対する充放電を制御する装置であって、位置情報取得部１５１、変電所位置記憶部１５２、架線長さ算出部１５３、ピークカット電力算出部１５４、負荷電力監視部１５５、ピークカット部１５６を備える。

[0026] 位置情報取得部１５１は、ＧＰＳ（Ｇｌｏｂａｌ　Ｐｏｓｉｔｉｏｎｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍ）、モータの回転数、地上子から受信する情報などに基づいて、車両１００の現在位置を取得する。

変電所位置記憶部１５２は、架線２００の位置、及び当該架線２００に接続される変電所の位置を記憶する。

架線長さ算出部１５３は、位置情報取得部１５１が取得した位置情報と変電所位置記憶部１５２が記憶する情報とに基づいて、車両１００と変電所との間の架線長さを算出する。

ピークカット電力算出部１５４は、架線長さ算出部１５３が算出した架線長さに基づいてピークカット電力を算出する。具体的には、ピークカット電力算出部１５４は、架線２００から受電可能な電力の最大値である受電ピークカット電力及び、架線２００に送電可能な電力の最大値である送電ピーク

カット電力を算出する。

[0027] 負荷電力監視部 155 は、負荷 120 による力行に要求される必要電力、及び負荷 120 から発生する回生電力の電力値を監視する。以下、必要電力及び回生電力を総称して負荷電力という。

ピークカット部 156 は、架線 200 から受電する電力または架線 200 に送電する電力が所定のピークカット電力を超えないように、二次電池 140 が充放電する電力の制御指示を、DCDC コンバータ 130 に出力する。具体的には、ピークカット部 156 は、車両 100 の力行時、必要電力と受電ピークカット電力との差の電力値となる電力を二次電池 140 に放電させる放電指示を出力する。他方、ピークカット部 156 は、車両 100 の制動時、回生電力と送電ピークカット電力との差の電力値となる電力を二次電池 140 に充電させる充電指示を出力する。

[0028] 次に、本実施形態による充放電制御装置 150 の動作について説明する。

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態による充放電制御装置 150 の動作を示すフローチャートである。

車両 100 の運行を開始すると、位置情報取得部 151 は、GPS、モータの回転数、地上子から受信する情報などに基づいて、現在位置を示す位置情報を取得する（ステップ S1）。次に、架線長さ算出部 153 は、位置情報取得部 151 が取得した現在位置を示す情報と、変電所位置記憶部 152 が記憶する架線 200 の位置及び変電所の位置から、当該車両 100 が送受電を行う変電所までの架線 200 の長さを算出する（ステップ S2）。具体的には、架線長さ算出部 153 は、現在位置に存在する架線 200 に接続された変電所を当該車両 100 が送受電を行う変電所として特定し、当該変電所までの架線 200 の長さを算出する。

[0029] 次に、負荷電力監視部 155 は、負荷電力を取得する（ステップ S3）。

次に、負荷電力監視部 155 は、負荷 120 の動作が力行であるか回生であるかを判定する（ステップ S4）。

[0030] 負荷電力監視部 155 が、負荷 120 が回生中であると判定した場合（ス

テップ S 4 : Y E S) 、ピークカット電力算出部 1 5 4 は、架線長さ算出部 1 5 3 が算出した架線長さに基づいて、負荷 1 2 0 から発生する回生電力のピーク値に対してピークカットを行う割合を示す送電ピークカット率を算出する (ステップ S 5) 。

[0031] ここで、具体的なピークカット率の算出方法について説明する。

図 3 A は、車両 1 0 0 と変電所との関係をモデル化した図である。図 3 B は、車両 1 0 0 と変電所との関係をモデル化した回路図である。

図 3 A に示すように、車両 1 0 0 と変電所とが架線 2 0 0 によって接続されることで、図 3 B に示すような閉回路が形成される。図 3 B に示すように、変電所には、電力供給装置に並列に、スイッチを介して回生抵抗 R が設けられている。当該スイッチは、当該スイッチの一端に所定の閾値電圧 v_R 以上の電圧がかかったときに、ON になり、当該スイッチの一端にかかる電圧が閾値電圧 v_R 未満である場合には、スイッチは OFF となる。つまり、変電所のスイッチの一端にかかる電圧が閾値電圧 v_R 以上となった場合に、車両 1 0 0 の負荷 1 2 0 から発生した回生電力が変電所において回収されることとなる。

また、車両 1 0 0 と変電所との間の架線 2 0 0 にも抵抗値 (以下、架線抵抗 r という) があり、当該架線抵抗 r は、車両 1 0 0 と変電所との間の架線長さに対して単調増加する値である。

[0032] このとき、図 3 B に示すモデルにおいて、以下の 2 式が成り立つ。

[0033] [数1]

$$v_P i_f = P(1 - x) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0034] [数2]

$$v_P = v_R + r i_f \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0035] 但し、 P は、負荷120から発生し得る最大の回生電力を示し、 x は、送電ピークカット率を示す。

[0036] ここで、回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧を v_{Pmax} とすると、回生失効を起こさないために必要な送電ピークカット率 x は、式(3)に示す通りとなる。

[0037] [数3]

$$x \geq 1 - \frac{v_{Pmax} - v_R}{rP} v_{Pmax} \quad \dots (3)$$

[0038] 一般に、回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧 v_{Pmax} 、スイッチの閾値電圧 v_R 、負荷120から発生し得る最大の回生電力 P は、変電所や車両100によって固有の値である。そのため、式(3)から、必要な送電ピークカット率 x が、架線抵抗 r の大きさによって変化することがわかる。また、架線抵抗 r の大きさは、車両100と変電所との間の架線長さによって決まるため、送電ピークカット率 x は、車両100と変電所との間の架線長さによって決まることが分かる。つまり、ピークカット電力算出部154は、車両100と変電所との間の架線長さから架線抵抗 r を算出し、当該架線抵抗 r を、上記式(3)に代入することで、送電ピークカット率 x を算出することができる。なお、式(3)に示すとおり、送電ピークカット率 x は、架線抵抗 r に対して単調非減少である。なお、図3A、図3Bを用いて説明した方法は、車両100と送受電を行う変電所が1つである場合における送電ピークカット率 x の算出方法である。実際には、車両100は複数の変電所との送受電を行うため、当該複数の変電所それぞれとの間の架線長さによって重みづけを行い、同様の方法により、送電ピークカット率 x を算出する。

[0039] ピークカット電力算出部154は、ステップS5で送電ピークカット率 x

を算出すると、1 から当該送電ピークカット率 x を減じた割合を、負荷 120 から発生し得る最大の回生電力 P に乗じることで、送電ピークカット電力を算出する（ステップ S6）。すなわち、ピークカット電力算出部 154 は、 $P(1-x)$ を送電ピークカット電力として算出する。なお、送電ピークカット率は、架線長さに対して単調非減少であることから、送電ピークカット電力は架線長さに対して単調非増加であることが分かる。

なお、本実施形態では、ステップ S5 で架線長さから架線抵抗 r を算出し、次に架線抵抗 r から送電ピークカット率 x を算出し、そしてステップ S6 で送電ピークカット率 x から送電ピークカット電力を算出した。これは、架線長さ算出部 153 が算出した架線長さを独立変数とする単調非増加関数を用いて、送電ピークカット電力を算出することと等価である。

[0040] 図4は、第1の実施形態における車両100と変電所との間の架線長さとピークカット率の関係の例を示すグラフである。

図4に示すように、架線長さが所定の長さになるまではピークカットを行わなくても、回生失効が生じず、当該所定の長さを超えてからは、図4に示すピークカット率でピークカットを行うことで、回生失効が発生しない最大の電力を架線200に送電することができる。これにより、二次電池140に充電する電力を必要最低限に抑えつつ、ピークカットを行うことができる。なお、図4に示すように、架線長さ算出部153が算出した架線長さに対して、送電ピークカット電力が単調非増加であることが分かる。

[0041] 次に、ピークカット部156は、回生電力と送電ピークカット電力との差の電力に、DCDCコンバータ130の効率を乗じて得られる電力値で二次電池140を充電させることを指示する充電指示を、DCDCコンバータ130に出力する（ステップS7）。そしてステップS1に戻り、充放電制御装置150は、次の時刻における充放電制御を行う。

[0042] 他方、ステップS4において負荷電力監視部155が、負荷120が力行中であると判定した場合（ステップS4：NO）、ピークカット電力算出部154は、架線長さ算出部153が算出した架線長さに基づいて、負荷12

0が必要とする必要電力のピーク値に対してピークカットを行う割合を示す受電ピークカット率を算出する（ステップS8）。なお、受電ピークカット率の計算は、上述したステップS5の方法と同様の方法であり、算出される受電ピークカット率は、架線抵抗に対して単調非減少である。

[0043] ピークカット電力算出部154は、受電ピークカット率を算出すると、1から当該受電ピークカット率を減じた割合を、負荷120が必要とし得る最大の必要電力に乗じることで、受電ピークカット電力を算出する（ステップS9）。つまり、受電ピークカット電力は架線長さに対して単調非増加であることが分かる。すなわち、ステップS8～S9におけるピークカット電力算出部154の処理は、架線長さ算出部153が算出した架線長さを独立変数とする単調非増加関数を用いて、受電ピークカット電力を算出することと等価である。

[0044] 次に、ピークカット部156は、必要電力と受電ピークカット電力との差の電力を、DCDCコンバータ130の効率で除して得られる電力値で二次電池140を放電させることを指示する放電指示を、DCDCコンバータ130に出力する（ステップS10）。そしてステップS1に戻り、充放電制御装置150は、次の時刻における充放電制御を行う。

[0045] このように、本実施形態によれば、ピークカット電力算出部154は、架線200に送電可能なピークカット電力を、車両100と変電所との間の架線200の抵抗値に対して単調非増加な電力として算出する。また、ピークカット部156は、負荷電力がピークカット電力以上である場合に、負荷電力と送電ピークカット電力との差分の電力で、二次電池140の充放電を制御する。これにより、二次電池140に充電する電力を必要最低限に抑えつつ、ピークカットを行うことができる。

[0046] また、本実施形態によれば、ピークカット電力は、式（3）によって算出されるピークカット電力を1から減じた割合を、負荷120から発生し得る最大の回生電力Pに乗じたものである。すなわち、送電ピークカット電力は、回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧と変電所の回生抵抗にかかる電

圧との差を、車両 100 と変電所との間の距離に対して単調減少する架線 200 の抵抗値で除して得られる電流に、回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧を乗じて得られる電力である。したがって、充放電制御装置 150 は、回生失効が発生しない最大の電力で架線 200 との送受電を行うことができる。

[0047] 《第 2 の実施形態》

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態による充放電制御装置 150 を備える車両 100 の構成を示す概略ブロック図である。

第 2 の実施形態による充放電制御装置 150 は、第 1 の実施形態による充放電制御装置 150 の構成のうち架線長さ算出部 153 及び変電所位置記憶部 152 を備えず、所定の区間（例えば駅間）毎に、当該区間で用いるピークカット率を記憶するピークカット率記憶部 157 を備える。

なお、ピークカット率記憶部 157 が記憶するピークカット率は、区間毎に、当該区間の中で変電所から最も遠い点の架線抵抗値を用いて、第 1 の実施形態に示した方法により算出されたピークカット率である。

[0048] また、第 2 の実施形態による充放電制御装置 150 は、位置情報取得部 151 及びピークカット電力算出部 154 の処理が第 1 の実施形態と異なる。

位置情報取得部 151（区間取得部）は、車両 100 が存在する区間を示す位置情報を、地上子から取得する。

ピークカット電力算出部 154 は、位置情報取得部 151 が取得した位置情報に関連付けられたピークカット率をピークカット率記憶部 157 から読み出し、当該ピークカット率に基づいてピークカット電力を算出する。

[0049] 図 6 は、第 2 の実施形態における車両 100 と変電所との間の架線長さとピークカット率の関係の例を示すグラフである。

図 6 に示すように、各区間におけるピークカット率は、第 1 の実施形態で算出したピークカット率以上になる。すなわち、各区間におけるピークカット率は、架線 200 との送受電をする際に回生失効が必ず発生しないための

最小のピークカット率となる。これにより、本実施形態によれば、第1の実施形態と比較して効率は落ちるものの、より簡易な構成でピークカットを行うことができる。

[0050] 《第3の実施形態》

次に、本発明の第3の実施形態について説明する。

図7は、本発明の第3の実施形態による充放電制御装置150を備える車両100の構成を示す概略ブロック図である。

第3の実施形態による充放電制御装置150は、第1の実施形態による充放電制御装置150の構成のうち位置情報取得部151、変電所位置記憶部152及び架線長さ算出部153を備えず、パンタ点電圧計測部158を備える。また、第3の実施形態による充放電制御装置150は、ピークカット電力算出部154の処理が第1の実施形態と異なる。

[0051] パンタ点電圧計測部158は、電圧センサなどによって構成され、車両100のパンタ点電圧を計測する。

ピークカット電力算出部154は、パンタ点電圧計測部158が取得したパンタ点電圧に基づいてピークカット電力を算出する。

[0052] 図8は、第3の実施形態におけるパンタ点電圧とピークカット率の関係の例を示すグラフである。

図8に示すように、ピークカット電力算出部154は、パンタ点電圧が所定の閾値（回生失効電圧以下の閾値）以下である場合に、ピークカット率をゼロとする。他方、ピークカット電力算出部154は、パンタ点電圧が所定の閾値を超える場合に、パンタ点電圧と閾値との差の電圧に比例するピークカット率を算出する。そして、ピークカット電力算出部154は、当該ピークカット率に基づいてピークカット電力を算出する。すなわち、ピークカット電力算出部154は、パンタ点電圧計測部158が計測したパンタ点電圧を独立変数とする単調非増加関数を用いて、送電ピークカット電力を算出する。

[0053] オームの法則から、パンタ点電圧は架線抵抗に対して単調増加する。そし

て第１の実施形態で説明したとおり、ピークカット電力は架線抵抗に対して単調非増加である。このことから、パンタ点電圧に基づいてピークカット電力を算出しても、第１の実施形態と同様の効果を得ることができることが分かる。

[0054] 以上、図面を参照してこの発明のいくつかの実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、上述した各実施形態では、蓄電装置として二次電池１４０を用いる場合について説明したが、これに限られず、例えばキャパシタなどの他の蓄電装置を用いても良い。

[0055] また、上述した各実施形態では、ピークカット電力算出部１５４が一旦ピークカット率を算出した後に、当該ピークカット率に基づいてピークカット電力を算出する場合について説明したが、これに限られず、ピークカット率を算出することなく直接ピークカット電力を算出しても良い。

[0056] また、上述した各実施形態では、負荷電力監視部１５５が負荷１２０に接続され、直接負荷電力を監視する場合を説明したが、これに限られない。例えば、付加電力監視部１５５は、インバータ１１０の効率を考慮し、監視している負荷電力に基づいてインバータ１１０の入力側の電力を算出し、当該電力を負荷電力として用いることで、精度を向上させることができる。また、負荷電力監視部１５５は負荷１２０でなく、インバータ１１０の入力側の電力を直接監視することで、精度を向上させることができる。

[0057] また、上述した各実施形態では、充放電制御装置１５０とＤＣＤＣコンバータ１３０とを別個の装置として設ける場合について説明したが、これに限られず、充放電制御装置１５０がＤＣＤＣコンバータ１３０の内部機能として実装されても良い。

[0058] 上述の充放電制御装置１５０は内部に、コンピュータシステムを有している。そして、上述した各処理部の動作は、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。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

[0059] 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すでに記録されているプログラムとの組み合わ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。

産業上の利用可能性

[0060] 上記した充放電制御装置、充電制御方法、放電制御方法、及びプログラムによれば、必要電力または回生電力が、車両と変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力以上である場合に、蓄電装置を用いてピークカットを行う。これにより、必要最低限の充放電によりピークカットを行うことができる。

符号の説明

[0061]

100	車両
110	インバータ
120	負荷
130	DCDCコンバータ
140	二次電池
150	充放電制御装置
151	位置情報取得部
152	変電所位置記憶部
153	架線長さ算出部
154	ピークカット電力算出部

- 1 5 5 負荷電力監視部
- 1 5 6 ピークカット部
- 1 5 7 ピークカット率記憶部
- 1 5 8 パンタ点電圧計測部
- 2 0 0 架線

請求の範囲

- [請求項1] 架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置であって、
- 前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である送電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部と、
- 前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させるピークカット部と
- を備える充放電制御装置。
- [請求項2] 前記送電ピークカット電力は、前記負荷の回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧と前記変電設備の回生抵抗にかかる電圧との差を前記車両と前記変電設備との間の距離に対して単調減少する架線の抵抗値で除して得られる電流に、前記負荷の回生失効が発生しない最大のパンタ点電圧を乗じて得られる電力である
- 請求項1に記載の充放電制御装置。
- [請求項3] 前記車両が存在する位置に基づいて、前記車両と前記変電設備との間の架線長さを算出する架線長さ算出部を備え、
- 前記ピークカット電力算出部は、前記架線長さ算出部が算出した架線長さを独立変数とする単調非増加関数を用いて、前記送電ピークカット電力を算出する
- 請求項1または請求項2に記載の充放電制御装置。
- [請求項4] 前記車両のパンタ点電圧を計測するパンタ点電圧計測部を備え、
- 前記ピークカット電力算出部は、前記パンタ点電圧計測部が計測したパンタ点電圧を独立変数とする単調非増加関数を用いて、前記送電ピークカット電力を算出する

請求項 1 または請求項 2 に記載の充放電制御装置。

[請求項5]

前記車両が存在する区間を取得する区間取得部を備え、

前記ピークカット電力算出部は、前記区間取得部が取得した区間内で前記変電設備から最も遠い点の架線抵抗値に対応する送電ピークカット電力を、前記区間取得部が取得した区間内における送電ピークカット電力として算出する

請求項 1 または請求項 2 に記載の充放電制御装置。

[請求項6]

前記ピークカット電力算出部は、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出し、

前記ピークカット部は、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させる

請求項 1 から請求項 5 の何れか 1 項に記載の充放電制御装置。

[請求項7]

架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置であって、

前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部と、

前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させるピークカット部と

を備える充放電制御装置。

[請求項8]

架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御す

る充放電制御装置を用いた充電制御方法であって、

ピークカット電力算出部は、前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である送電ピークカット電力を算出し、

ピークカット部は、前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させる

充電制御方法。

[請求項9]

架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を用いた放電制御方法であって、

ピークカット電力算出部は、前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出し、

ピークカット部は、前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させる

放電制御方法。

[請求項10]

架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を、

前記架線に送電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である送電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部、

前記負荷で発生した回生電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した送電ピークカット電力以上である場合に、当該回生電力と当該

送電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置に充電させるピークカット部

として機能させるためのプログラム。

[請求項11]

架線を介して変電設備と送受電することで走行する車両に搭載され、回生電力を発生しうる負荷に接続される蓄電装置の充放電を制御する充放電制御装置を、

前記架線から受電可能な電力であって、前記車両と前記変電設備との間の架線の抵抗値に対して単調非増加な電力である受電ピークカット電力を算出するピークカット電力算出部、

前記負荷が必要とする必要電力が、前記ピークカット電力算出部が算出した受電ピークカット電力以上である場合に、当該必要電力と当該受電ピークカット電力との差分の電力を前記蓄電装置から放電させるピークカット部

として機能させるためのプログラム。