

明 細 書

発明の名称： 駅舎電源装置

技術分野

[0001] 本発明は、交流系統から供給される交流電力と列車の余剰回生電力とを併用して駅構内の空調装置や照明装置、昇降機等の各電気設備（以下、「駅負荷」という）に電力を供給する駅舎電源装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、直流き電系統では、列車の回生ブレーキによって発生した回生電力は、き電線を介して他の列車の力行電力として利用されている。このような直流き電系統では、同一の変電区間内において、回生電力が力行電力を上回った場合には、き電電圧が上昇し、回生電力が力行電力を下回った場合には、き電電圧が低下する。従来、例えば、回生電力が力行電力を上回る場合に生じる余剰回生電力を交流電力に変換して交流系統を介して駅負荷に供給し、駅負荷の消費電力を上回る電力を二次電池に蓄電して、き電電圧低下時に二次電池を放電してき電線に直流電力を供給することにより、き電電圧の安定化を図りつつ、交流系統に逆潮流しない範囲で、余剰回生電力を有効活用する技術が開示されている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特許第４４３２６７５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、上記従来技術では、余剰回生電力が発生した時点で、駅負荷に接続された交流系統に電力を回生しているため、交流系統の電力量が間欠的に変動して不安定となる、という問題があった。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、駅負荷に交流電力を供給する交流系統の電力量の変動を抑制しつつ、余剰回生電力を有効活用するこ

とができる駅舎電源装置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] 上述した課題を解決し、目的を達成するため、本発明にかかる駅舎電源装

置は、交流系統から供給される交流電力と列車の余剰回生電力とを併用して駅負荷に電力を供給する駅舎電源装置であって、き電圧を検出するき電電圧検出部と、前記余剰回生電力を貯蔵する蓄電部と、前記蓄電部の充電量を検出する充電量検出部と、き電線と前記蓄電部との間で双方向に直流／直流電力変換を行う第1の電力変換部と、前記蓄電部から供給される直流電力を交流電力に変換して前記駅負荷に供給する第2の電力変換部と、前記き電電圧および前記充電量に基づいて、前記第1の電力変換部および前記第2の電力変換部を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記き電電圧が所定の第1の電圧閾値を上回った場合に、前記き電線から前記蓄電部に電力を供給するように前記第1の電力変換部を制御すると共に、前記充電量が所定の第1の充電量閾値を上回った場合に、前記蓄電部から前記駅負荷に電力を供給するように前記第2の電力変換部を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、駅負荷に交流電力を供給する交流系統の電力量の変動を抑制しつつ、余剰回生電力を有効活用することができる、という効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、実施の形態にかかる駅舎電源装置の一構成例を示す図である。
[図2]図2は、実施の形態にかかる駅舎電源装置のタイムチャートの一例を示す図である。
[図3]図3は、余剰回生電力を貯蔵するための蓄電部を具備しない従来の駅舎電源装置のタイムチャートの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に添付図面を参照し、本発明の実施の形態にかかる駅舎電源装置につ

いて説明する。なお、以下に示す実施の形態により本発明が限定されるものではない。

[0010] 実施の形態.

図1は、実施の形態にかかる駅舎電源装置の一構成例を示す図である。駅舎2には、交流系統1から供給された高圧の交流電力（ここでは、AC6600V系）を低圧の交流電力（ここでは、AC210V系）に変換する変圧器3が図示しない駅電気室等に設置され、駅構内の空調装置や照明装置、昇降機等の各電気設備4-1, 4-2, …4-n（以下、「駅負荷4」という）に電力が供給されている。実施の形態にかかる駅舎電源装置100は、列車5が走行する変電区間内で消費しきれなかった余剰回生電力を、低圧の交流電力に変換して駅負荷4に供給するように構成される。つまり、駅負荷4には、交流系統1から供給される交流電力と変電区間内の余剰回生電力とが並行して供給される。

[0011] 図1に示すように、実施の形態にかかる駅舎電源装置100は、き電線6とレール7との間のき電電圧（ここでは、DC1500V系）を検出するき電電圧検出部8と、列車5の走行する変電区間内の余剰回生電力を貯蔵する蓄電部9と、蓄電部9の充電量（SOC: State Of Charge）を検出する充電量検出部10と、き電線6と蓄電部9との間で双方向に直流／直流電力変換を行う双方向DC／DCコンバータ21を具備した第1の電力変換部11と、蓄電部9から供給される直流電力を交流電力に変換するインバータ22およびインバータ22の出力を駅負荷4に供給する交流電力（ここでは、AC210V系）に変換する変圧器23を具備した第2の電力変換部12と、き電電圧および蓄電部9の充電量に基づいて、第1の電力変換部11および第2の電力変換部12を制御する制御部13とを備えている。なお、充電量検出部10による充電量の検出手法については、公知の手法を用いればよく、この充電量の検出手法により本発明が限定されるものではない。また、第1の電力変換部11を構成する双方向DC／DCコンバータ21および第2の電力変換部12を構成するインバータ22の回路構成により

本発明が限定されるものではない。

- [0012] つぎに、実施の形態にかかる駅舎電源装置 100 の動作概念について、図 1 を参照して説明する。本実施の形態では、き電電圧に対する電圧閾値（第 1 の電圧閾値）と、蓄電部 9 の充電量に対する充電量閾値（第 1 の充電量閾値）とを設ける。
- [0013] そして、第 1 の電圧閾値として、変電区間内の余剰回生電力の発生を検知する値を設定し、制御部 13 は、き電電圧がこの第 1 の電圧閾値を上回った場合に、第 1 の電力変換部 11 を制御して、き電線 6 から蓄電部 9 に電力を供給し、蓄電部 9 の充電を行う。
- [0014] また、第 1 の充電量閾値として、蓄電部 9 が放電可能か否かを検知する値を設定し、制御部 13 は、蓄電部 9 の充電量がこの第 1 の充電量閾値を上回った場合に、第 2 の電力変換部 12 を制御して、蓄電部 9 から駅負荷 4 に電力を供給する。
- [0015] このように制御することにより、変電区間内の余剰回生電力が発生する毎に、この余剰回生電力により蓄電部 9 に充電し、蓄電部 9 が放電可能な充電量を維持している期間は、蓄電部 9 に充電された余剰回生電力により、連続して交流系統 1 から駅負荷 4 に供給される電力を補助することができる。これにより、き電線 6 の電圧変動および交流系統 1 から供給される電力量の変動を抑制しつつ、余剰回生電力を有効活用することができる。
- [0016] また、蓄電部 9 から駅負荷 4 に供給する電力量が略一定となるように第 2 の電力変換部 12 を制御することにより、交流系統 1 から供給される電力量をより安定させることができる。
- [0017] さらに、き電電圧に対して、第 1 の電圧閾値よりも小さい第 2 の電圧閾値を設け、蓄電部 9 の充電量に対して、第 1 の充電量閾値よりも大きい第 2 の充電量閾値を設け、第 2 の電圧閾値として、変電区間内の電力が不足していることを検知する値を設定し、第 2 の充電量閾値として、蓄電部 9 が変電区間内の不足電力を補填可能か否かを検知する値を設定し、制御部 13 は、き電電圧が第 2 の電圧閾値を下回り、且つ、蓄電部 9 の充電量が第 2 の充電量

閾値を上回った場合に、第１の電力変換部を制御して、蓄電部９からき電線６に電力を供給するようにしてもよい。

[0018] このように制御することにより、蓄電部９が変電区間内の不足電力を補填可能な充電量を維持している期間は、蓄電部９に充電された余剰回生電力により、変電区間内の不足電力を補助することができる。これにより、き電線６の電圧変動をより安定させることができる。

[0019] つぎに、実施の形態にかかる駅舎電源装置１００の具体的な動作例について、図２を参照して説明する。図２は、実施の形態にかかる駅舎電源装置のタイムチャートの一例を示す図である。

[0020] 図２（ａ）は、き電電圧の推移を示し、図２（ｂ）は、蓄電部９の充放電電力の推移を示している。また、図２（ｃ）は、蓄電部９の充電量の推移を示し、図２（ｄ）は、駅負荷４の消費電力を示している。なお、図２に示す例では、蓄電部９の充電方式として定電力充電方式を用いた例を示している。また、蓄電部９からき電線６への放電についても、定電力で放電させる例を示している。これら蓄電部９の充電方式や蓄電部９からき電線６への放電方式により本発明が限定されるものではない。

[0021] 時刻 t_1 ～時刻 t_2 の期間は、き電電圧が第２の電圧閾値～第１の電圧閾値の範囲内であり（図２（ａ））、蓄電部９の充電量が第１の充電量閾値を上回っている（図２（ｃ））、制御部１３は、第２の電力変換部１２を動作させ、蓄電部９から駅負荷４への放電をＯＮとしている。このとき、制御部１３は、蓄電部９から駅負荷４に供給する電力量が略一定となるように、第２の電力変換部１２を制御している（図２（ｂ））。

[0022] 蓄電部９の充電量が徐々に低下し、時刻 t_2 において蓄電部９の充電量が第１の充電量閾値を下回ると（図２（ｃ））、制御部１３は、蓄電部９から駅負荷４に供給する電力量を徐々に減少させ、時刻 t_2' において蓄電部９から駅負荷４に供給する電力量が略零となると共に、第２の電力変換部１２の動作を停止して、蓄電部９から駅負荷４への放電をＯＦＦとしている。

[0023] また、時刻 t_3 においてき電電圧が第１の電圧閾値を上回ると（図２（ａ）

))、制御部13は、第1の電力変換部11を動作させ、き電線6から蓄電部9への充電をONとする。その後、時刻 t_3' において蓄電部9の充電量が第1の充電量閾値を上回ると、制御部13は、第2の電力変換部12を動作させ、蓄電部9から駅負荷4への放電をONとし、蓄電部9から駅負荷4に供給する電力量を徐々に増加させ、時刻 t_3'' 以降、蓄電部9から駅負荷4に供給する電力量が略一定となるように、第2の電力変換部12を制御する(図2(b))。

[0024] 時刻 t_3 ～時刻 t_4 の間は、き電線6から蓄電部9への充電が行われることにより、蓄電部9の充電量が増加する(図2(c))。一方、き電圧は、蓄電部9への充電を行わなかった場合(図2(a)中の破線で示す線)よりも低下する(図2(a)中の実線で示す線)。

[0025] 時刻 t_4 においてき電圧が第1の電圧閾値を下回ると(図2(a))、制御部13は、第1の電力変換部11の動作を停止させ、き電線6から蓄電部9への充電をOFFとする。

[0026] 時刻 t_5 ～時刻 t_6 の間は、き電圧が第1の電圧閾値を下回っているが、蓄電部9の充電量が第2の充電量閾値を下回っているので、蓄電部9からき電線6への放電は行わない。つまり、時刻 t_4 ～時刻 t_7 の間は、蓄電部9から駅負荷4への放電のみ行われることにより、蓄電部9の充電量が徐々に低下する(図2(c))。

[0027] 時刻 t_7 においてき電圧が第1の電圧閾値を上回ると(図2(a))、制御部13は、第1の電力変換部11を動作させ、き電線6から蓄電部9への充電をONとする。

[0028] 時刻 t_7 ～時刻 t_8 の間は、時刻 t_3 ～時刻 t_4 の間と同様に、き電線6から蓄電部9への充電が行われることにより、蓄電部9の充電量が増加し(図2(c))、き電圧は、蓄電部9への充電を行わなかった場合(図2(a)中の破線で示す線)よりも低下する(図2(a)中の実線で示す線)。

[0029] 時刻 t_8 においてき電圧が第1の電圧閾値を下回ると(図2(a))、

制御部 13 は、第 1 の電力変換部 11 の動作を停止させ、き電線 6 から蓄電部 9 への充電を OFF とする。

[0030] 時刻 t_8 ～時刻 t_9 の期間は、き電電圧が第 2 の電圧閾値～第 1 の電圧閾値の範囲内であり（図 2（a））、蓄電部 9 の充電量が第 1 の充電量閾値を上回っている（図 2（c））、蓄電部 9 から駅負荷 4 への放電のみ行われることにより、蓄電部 9 の充電量が徐々に低下する（図 2（c））。

[0031] 時刻 t_9 においてき電電圧が第 2 の電圧閾値を下回ると（図 2（a））、制御部 13 は、第 1 の電力変換部 11 を動作させ、蓄電部 9 からき電線 6 への放電を ON とする。

[0032] 時刻 t_9 ～時刻 t_{10} の期間は、き電電圧が第 2 の電圧閾値を下回り（図 2（a））、且つ、時刻 t_5 ～時刻 t_6 の期間とは異なり、蓄電部 9 の充電量が第 2 の充電量閾値を上回っている（図 2（c））、蓄電部 9 から駅負荷 4 への放電と、蓄電部 9 からき電線 6 への放電が同時に行われることにより、蓄電部 9 の充電量がより低下し（図 2（c））、き電電圧は、蓄電部 9 への放電を行わなかった場合（図 2（a）中の破線で示す線）よりも上昇する（図 2（a）中の実線で示す線）。

[0033] 時刻 t_{10} において第 2 の充電量閾値を下回ると（図 2（c））、制御部 13 は、第 1 の電力変換部 11 の動作を停止させ、蓄電部 9 からき電線 6 への放電を OFF とする。

[0034] 時刻 t_{10} ～時刻 t_{11} の期間は、き電電圧が第 1 の電圧閾値を下回っている（図 2（a））、蓄電部 9 の充電量が第 2 の充電量閾値を下回っている（図 2（c））、蓄電部 9 からき電線 6 への放電は行わない。つまり、時刻 t_{10} ～時刻 t_{12} の期間は、時刻 t_4 ～時刻 t_7 の期間と同様に、蓄電部 9 から駅負荷 4 への放電のみ行われることにより、蓄電部 9 の充電量が徐々に低下する（図 2（c））。

[0035] 時刻 t_{12} においてき電電圧が第 1 の電圧閾値を上回ると（図 2（a））、制御部 13 は、第 1 の電力変換部 11 を動作させ、き電線 6 から蓄電部 9 への充電を ON とする。

[0036] 時刻 t_1 以降は、時刻 $t_3 \sim$ 時刻 t_4 の期間と同様に、き電線 6 から蓄電部 9 への充電が行われることにより、蓄電部 9 の充電量が増加し（図 2（c））、き電圧は、蓄電部 9 への充電を行わなかった場合（図 2（a）中の破線で示す線）よりも低下する（図 2（a）中の実線で示す線）。

[0037] このように、図 2 に示す例では、蓄電部 9 の充電量が第 1 の充電量閾値を下回っている期間を除き、き電圧が第 1 の電圧閾値を上回っている期間に蓄電部 9 に充電された余剰回生電力が駅負荷 4 に略一定の電力量で供給される。

[0038] ここで、余剰回生電力を貯蔵するための蓄電部を具備しない従来の構成の場合について説明する。図 3 は、余剰回生電力を貯蔵するための蓄電部を具備しない従来の駅舎電源装置のタイムチャートの一例を示す図である。図 3（a）は、き電圧の推移を示し、図 3（b）は、駅負荷の消費電力を示している。

[0039] 図 3 に示す従来の構成では、き電圧が電圧閾値を超えた場合、つまり、余剰回生電力が発生した場合のみ、駅負荷にき電線からの電力が供給されるため、交流系統から供給される電力量が間欠的に変動する。このため、き電線から供給される電力が駅負荷の消費電力量以下である場合でも、交流系統の総電力量が間欠的に変動することとなり、交流系統電圧の変動を招く要因となり得る。

[0040] 本実施の形態の構成では、間欠的に発生する余剰回生電力を蓄電部 9 に貯蔵しておき、蓄電部 9 が放電可能な充電量を維持している期間は、蓄電部 9 に貯蔵された余剰回生電力により、連続して交流系統 1 から駅負荷 4 に供給される電力を補助するようにしているので、交流系統 1 の総電力量の変動を抑制しつつ、余剰回生電力を有効活用することができる。

[0041] 以上説明したように、実施の形態にかかる駅舎電源装置によれば、変電区間内の余剰回生電力を貯蔵する蓄電部と、き電線と蓄電部との間で双方向に直流／直流電力変換を行う第 1 の電力変換部と、蓄電部から供給される直流電力を駅負荷に供給する交流電力に変換する第 2 の電力変換部とを備え、き

電圧に対する電圧閾値（第１の電圧閾値）と、蓄電部の充電量に対する充電量閾値（第１の充電量閾値）とを設け、第１の電圧閾値として、変電区間の余剰回生電力の発生を検知する値を設定し、第１の充電量閾値として、蓄電部が放電可能か否かを検知する値を設定し、き電圧が第１の電圧閾値を上回った場合に、第１の電力変換部を制御して、き電線から蓄電部に電力を供給して蓄電部の充電を行い、蓄電部の充電量が第１の充電量閾値を上回った場合に、第２の電力変換部を制御して、蓄電部から駅負荷に電力を供給するようにしたので、変電区間の余剰回生電力が発生する毎に、この余剰回生電力により蓄電部に充電し、蓄電部が放電可能な充電量を維持している期間は、蓄電部に充電された余剰回生電力により、連続して交流系統から駅負荷に供給される電力を補助することができるので、き電線の電圧変動および交流系統から供給される電力量の変動を抑制しつつ、余剰回生電力を有効活用することができる。

[0042] また、蓄電部から駅負荷に供給する電力量が略一定となるように第２の電力変換部を制御することにより、交流系統から供給される電力量をより安定させることができる。

[0043] さらに、き電圧に対して、第１の電圧閾値よりも小さい第２の電圧閾値を設け、蓄電部の充電量に対して、第１の充電量閾値よりも大きい第２の充電量閾値を設け、第２の電圧閾値として、変電区間の電力が不足していることを検知する値を設定し、第２の充電量閾値として、蓄電部が変電区間の不足電力を補填可能か否かを検知する値を設定し、き電圧が第２の電圧閾値を下回り、且つ、蓄電部の充電量が第２の充電量閾値を上回った場合に、第１の電力変換部を制御して、蓄電部からき電線に電力を供給することにより、蓄電部が変電区間の不足電力を補填可能な充電量を維持している期間は、蓄電部に充電された余剰回生電力により、変電区間の不足電力を補助することができるので、き電線の電圧変動をより安定させることができる。

[0044] なお、以上の実施の形態に示した構成は、本発明の構成の一例であり、別

の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、一部を省略する等、変更して構成することも可能であることは言うまでもない。

符号の説明

[0045] 1 交流系統、2 駅舎、3 変圧器、4, 4-1, 4-2, ...4-n 駅負荷、5 列車、6 き電線、7 レール、8 き電電圧検出部、9 蓄電部、10 充電量検出部、11 第1の電力変換部、12 第2の電力変換部、13 制御部、21 双方向DC/DCコンバータ、22 インバータ、23 変圧器、100 駅舎電源装置。

請求の範囲

- [請求項1] 交流系統から供給される交流電力と列車の余剰回生電力とを併用して駅負荷に電力を供給する駅舎電源装置であって、
- き電電圧を検出するき電電圧検出部と、
- 前記余剰回生電力を貯蔵する蓄電部と、
- 前記蓄電部の充電量を検出する充電量検出部と、
- き電線と前記蓄電部との間で双方向に直流／直流電力変換を行う第1の電力変換部と、
- 前記蓄電部から供給される直流電力を交流電力に変換して前記駅負荷に供給する第2の電力変換部と、
- 前記き電電圧および前記充電量に基づいて、前記第1の電力変換部および前記第2の電力変換部を制御する制御部と、
- を備え、
- 前記制御部は、前記き電電圧が所定の第1の電圧閾値を上回った場合に、前記き電線から前記蓄電部に電力を供給するように前記第1の電力変換部を制御すると共に、前記充電量が所定の第1の充電量閾値を上回った場合に、前記蓄電部から前記駅負荷に電力を供給するように前記第2の電力変換部を制御することを特徴とする駅舎電源装置。
- [請求項2] 前記制御部は、前記蓄電部から前記駅負荷に供給する電力量が略一定となるように前記第2の電力変換部を制御することを特徴とする請求項1に記載の駅舎電源装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記き電電圧が前記第1の電圧閾値よりも小さい第2の電圧閾値を下回り、且つ、前記充電量が前記第1の充電量閾値よりも大きい第2の充電量閾値を上回った場合に、前記蓄電部から前記き電線に電力を供給するように前記第1の電力変換部を制御することを特徴とする請求項1に記載の駅舎電源装置。