

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-172857

(P2008-172857A)

(43) 公開日 平成20年7月24日(2008.7.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
H02J	7/00	(2006.01)	H02J	7/00	303C	5G003	
H01M	10/44	(2006.01)	H02J	7/00	P	5H030	
B60L	11/18	(2006.01)	H02J	7/00	L	5H115	
			H01M	10/44	Q		
			B60L	11/18	E		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2007-1012 (P2007-1012)
 (22) 出願日 平成19年1月9日 (2007.1.9)

(71) 出願人 00000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
 (74) 代理人 100089004
 弁理士 岡村 俊雄
 (72) 発明者 石田 猛
 兵庫県神戸市兵庫区和田山通2丁目1番18号 川崎重工業株式会社兵庫工場内
 (72) 発明者 杉山 修一
 兵庫県神戸市垂水区猪口台2丁目3-15
 有限会社アール・ティー・エンジニアリング内
 Fターム(参考) 5G003 AA01 AA04 BA01 DA04 DA07
 FA06 GB03 GB06 GC05
 最終頁に続く

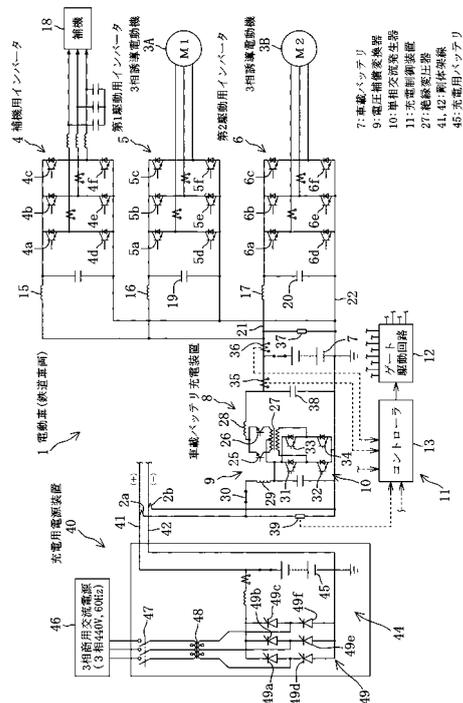
(54) 【発明の名称】 鉄道車両のバッテリー用充電装置

(57) 【要約】

【課題】 車両のターミナルや走行系途中の停留所に設置した直流或いは交流の電源設備を用いて、充電コストを安価にでき、鉄道車両に搭載した車載バッテリーへの急速充電を可能にすることである。

【解決手段】 電動車1のターミナルに、車載バッテリー7に充電するための充電用バッテリー45と、この充電用バッテリー45に定電流充電する充電用電源装置40と、充電用バッテリー45から供給される直流電力を電動車1に供給可能な剛体架線41、42とを設け、電動車1に、剛体架線41、42に接触して充電用バッテリー45から受電可能な+側、-側パンタグラフ2a、2bと、この+側、-側パンタグラフ2a、2bにより受電した受電電力で車載バッテリー7に充電させる車載充電装置8と、車載バッテリー7への充電に際して車載充電装置8を充電制御する充電制御装置11とを設けたものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数のインバータとを備え、

鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、

車載バッテリーに充電するための充電用バッテリーと、この充電用バッテリーに定電流充電する充電用電源装置と、充電用バッテリーから供給される直流電力を鉄道車両に供給可能な剛体架線とを設け、

鉄道車両に、

前記剛体架線に接触して充電用バッテリーから受電可能な集電器と、この集電器により受電した受電電力で車載バッテリーに充電させる充電装置と、車載バッテリーへの充電に際して充電装置を充電制御する充電制御手段とを設けた、

ことを特徴とする鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 2】

前記充電装置は、変圧器を有し充電用バッテリーから直流電力を受けて矩形波交流を発生させる交流発生手段と、この交流発生手段から前記変圧器を介して受ける矩形波交流を複数のスイッチング素子を介して変換することにより充電平均電圧を昇降圧調整可能な昇降圧手段とを有し、

前記充電制御手段は、充電用バッテリーからの受電電圧と車載バッテリーの電圧の電圧差に基づいて、前記昇降圧手段の複数のスイッチング素子の制御位相角を調整して車載バッテリーへの充電電流を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 3】

前記昇降圧手段は前記交流発生手段により発生させた前記矩形波交流を充電する為の変圧器を備え、前記車載バッテリーに蓄電されている電力を前記交流発生手段に供給する為のスイッチング素子と、前記変圧器に設けられた補機用巻線とを設け、前記交流発生手段により発生する矩形波交流を前記補機用巻線を介して補機類に給電する補機用給電系に供給することを特徴とする請求項 2 に記載の鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 4】

走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能で走行時には PWM 制御される可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、補機類に駆動電力を供給する定電圧・定周波数型の少なくとも 1 つの補機用インバータとを備え、

前記鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、交流電力を鉄道車両に供給可能な電源設備と剛体架線を設け、

前記鉄道車両に、

前記剛体架線から交流電力を受電可能な集電器と、

充電時には集電器を介して剛体架線から供給される交流電力を直流に変換して車載バッテリーに充電するように前記複数の駆動用インバータと補機用インバータを同時に逆変換制御する充電制御手段と、

を備えたことを特徴とする鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 5】

前記充電制御手段は、所定の充電開始指令を受けて、前記補機用インバータから出力される交流電力と前記集電器を介して剛体架線から供給される交流電力とが自動並列運転となるように前記補機用インバータを制御し、前記剛体架線からの交流電力を補機類へ供給しながら前記補機用インバータをコンバータとして動作させることを特徴とする前記請求項 4 に記載の鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 6】

前記複数の駆動用インバータからの交流を前記誘導電動機に供給する電力供給線の途中

10

20

30

40

50

部に、充電時には、その電力供給線を前記誘導電動機から前記集電器に切換える切換え手段を設けたことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 7】

走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、補機類に駆動電力を供給する定電圧・定周波数型の少なくとも 1 つの補機用インバータとを備え、

前記鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、交流電力を鉄道車両に供給可能な電源設備と剛体架線を設け、

前記鉄道車両に、

前記剛体架線から交流電力を受電可能な集電器と、

充電時に前記集電器を介して剛体架線から供給される交流電力を直流に変換して前記車載バッテリーに充電するように前記補機用インバータを逆変換制御する充電制御手段と、

を備えたことを特徴とする鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【請求項 8】

前記充電制御手段は、運行途中における前記車載バッテリーの蓄電状態を検出可能な蓄電状態検出手段を有し、前記鉄道車両の 1 日分の運行情報と前記蓄電状態検出手段から出力される蓄電状態とに基づいて 1 日の運行終了時に前記車載バッテリーの蓄電量を許容範囲の最小蓄電量にして運行時以外の深夜にフル充電できるように、1 日の運行中の充電量を制御することを特徴とする請求項 7 に記載の鉄道車両のバッテリー用充電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鉄道車両の列車に搭載した車載バッテリーに、鉄道車両が停車中に、外部から供給される充電パワーにより充電でき、車載バッテリーに蓄電した電力で誘導電動機を駆動させて無架線軌道（非電化路線）を走行するようにした鉄道車両のバッテリー用充電装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、鉄道車両の列車に大型のバッテリーを搭載し、このバッテリーに蓄電された電力を放電させながら誘導電動機を駆動させるようにして、架線が設けられていない、所謂無電化路線を走行できるようにしたバッテリー駆動の鉄道車両が種々提案されている。

【0003】

例えば、特許文献 1 に記載の回路装置及び車両運行システムは、電流と電圧を制御する電流電圧制御部と、この電流電圧制御部からの出力で駆動するモータと、モータの駆動時に電源を供給する蓄電部と、蓄電部に電源を供給するための充電接触子とを備え、電流電圧制御部は蓄電部に充電した電力をモータに供給する際には、直流を交流に変換するインバータとして作動し、停車中に 3 相充電接触子を介して地上側の交流電源から 3 相交流が供給される場合には、交流を直流に変換するコンバータとして作動し、蓄電部に充電するように構成されている。

【特許文献 1】特開 2005 - 237125 号公報（第 5 ～ 7 頁、図 1，図 4，図 9，図 10）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の回路装置及び車両運行システムにおいては、車両の停車中に、充電接触子を介して地上側から供給される 3 相交流が 1 つの電流電圧制御部のコンバータ作動により直流に変換されて蓄電部に蓄電されるようになっている。しかし、車両が都市内交通の場合であって、平均停車時間が非常に短く（例えば、約 30 秒）、この短時間の停車時間内に、次に走行する走行区間で消費する電力、例えば 150 ～ 200 A H もの大電力

10

20

30

40

50

を1つの電流電圧制御部により蓄電部に短時間で急速充電することは、実用的に無理がある。

【0005】

そこで、車両がターミナルに到着したときには、次回の営業運転のための発車まで、例えば5～10分程待機時間があるので、この待機時間を利用して、ターミナルに設けた交流電源から車両に有する蓄電部に大電流により急速充電することが考えられるが、電力会社に対する契約電力（使用アンペア数）が大きくなり、特に昼間時においては、電力基本料金が高くなることから、電力料金が高くなるという問題がある。

【0006】

しかも、このような急速充電に際して、外部から供給する3相交流の電圧が蓄電部の端子電圧よりも高い場合であり、電圧差が大きい場合には、蓄電部に過大電流が流れるようになり、蓄電部の破損を招く虞がある。そこで、大電流による急速充電が可能な充電装置として、サイリスタ等の複数のスイッチング素子を組み合わせたコンバータ機能を有する充電装置を地上側に設ける場合には、スイッチング素子の容量が大きくなってスイッチング素子が大型化、つまり充電装置自体が大型化し且つ高価になるとともに、スイッチング素子からの発熱量が大きくなり、充電時の充電ロスや電力ロスが顕著になる。その為、充電効率が悪く、省エネ向きではない。

【0007】

本発明の目的は、車両のターミナルや走行系途中の停留所に設置した直流或いは交流の電源設備を用いて、充電コストを安価にでき、鉄道車両に搭載した車載バッテリーへの急速充電を可能にすることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、走行駆動用の複数の3相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの電力を3相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数のインバータとを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、車載バッテリーに充電するための充電用バッテリーと、この充電用バッテリーに定電流充電する充電用電源装置と、充電用バッテリーから供給される直流電力を鉄道車両に供給可能な剛体架線とを設け、鉄道車両に、剛体架線に接触して充電用バッテリーから受電可能な集電器と、この集電器により受電した受電電力で車載バッテリーに充電させる充電装置と、車載バッテリーへの充電に際して充電装置を充電制御する充電制御手段とを設けたものである。

【0009】

充電用電源装置は常に充電用バッテリーに定電流充電されており、剛体架線にはこの充電用バッテリーから供給される直流電圧が供給されている。そこで、鉄道車両がターミナル或いは走行経路途中の停留所に到着すると、鉄道車両の集電器が上がって剛体架線に接触するので、充電用バッテリーに蓄電された直流電力が剛体架線と集電器を介して鉄道車両に供給可能である。

【0010】

このとき、充電制御手段により充電装置が充電制御され、車載バッテリーは受電した受電電力で充電される。ここで、充電用バッテリーの内部インピーダンスは比較的小さく、しかも充電用バッテリーはフル充電されているため、充電用バッテリーから車載バッテリーを十分に大きな充電電流で充電できるので、車載バッテリーは短時間で急速充電される。

【0011】

請求項2の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、請求項1において、前記充電装置は、変圧器を有し充電用バッテリーから直流電力を受けて矩形波交流を発生させる交流発生手段と、この交流発生手段から変圧器を介して受ける矩形波交流を複数のスイッチング素子を介して変換することにより充電平均電圧を昇降圧調整可能な昇降圧手段とを有し、充電制御手段は、充電用バッテリーからの受電電圧と車載バッテリーの電圧の電圧差に基づいて、昇降圧手段の複数のスイッチング素子の制御位相角を調整して車載バッテリーへの充電電流を制

10

20

30

40

50

御するものである。

【 0 0 1 2 】

請求項 3 の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、請求項 2 において、前記昇降圧手段は交流発生手段により発生させた矩形波交流を受電する為の変圧器を備え、車載バッテリーに蓄電されている電力を交流発生手段に供給する為のスイッチング素子と、変圧器に設けられた補機用巻線とを設け、交流発生手段により発生する矩形波交流を補機用巻線を介して補機類に給電する補機用給電系に供給するものである。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能で走行時には P W M 制御される可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、補機類に駆動電力を供給する定電圧・定周波数型の少なくとも 1 つの補機用インバータとを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、交流電力を鉄道車両に供給可能な電源設備と剛体架線を設け、鉄道車両に、剛体架線から交流電力を受電可能な集電器と、充電時には集電器を介して剛体架線から供給される交流電力を直流に変換して車載バッテリーに充電するように複数の駆動用インバータと補機用インバータを同時に逆変換制御する充電制御手段とを備えたものである。

10

【 0 0 1 4 】

力行時には、運転士によりマスターコントローラが走行操作されるので、複数の駆動用インバータが P W M 制御されて、車載バッテリーに蓄電された直流電力が 3 相交流に変換され、この 3 相交流により複数の 3 相誘導電動機が駆動され、鉄道車両が加速走行される。この走行中に、照明や冷暖房等の補機類の動作が必要な場合には、車載バッテリーに蓄電された直流電力が補機用インバータにより順変換制御され、変換された 3 相交流が補機用給電系に供給される。

20

【 0 0 1 5 】

一方、鉄道車両がターミナル或いは走行経路途中の停留所に到着した充電時においては、鉄道車両の集電器が上昇して剛体架線に接触するので、交流電力が剛体架線を介して複数の駆動用インバータと少なくとも 1 つの補機用インバータに供給される。このとき、充電制御手段によりこれら複数の駆動用インバータと少なくとも 1 つの補機用インバータが同時に、つまり鉄道車両に装備されている全てのインバータを動員して逆変換制御されるので、大きな充電パワーにより車載バッテリーが充電される。

30

【 0 0 1 6 】

即ち、この充電動作において、鉄道車両に有する全ての駆動用インバータや補機用インバータにより直流電力に変換した充電パワーで車載バッテリーに充電されるので、車載バッテリーは 1 つの駆動用インバータ或いは 1 つの補機用インバータだけによる充電パワーに比べて充電パワーが大きいため、車載バッテリーは短い停車時間の間に急速充電される。

【 0 0 1 7 】

請求項 5 の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、請求項 4 において、前記充電制御手段は、所定の充電開始指令を受けて、補機用インバータから出力される交流電力と集電器を介して剛体架線から供給される交流電力とが自動並列運転となるように補機用インバータを制御し、剛体架線からの交流電力を補機類へ供給しながら補機用インバータをコンバータとして動作させるものである。

40

【 0 0 1 8 】

請求項 6 の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、請求項 4 又は 5 において、前記複数の駆動用インバータからの交流を誘導電動機に供給する電力供給線の途中部に、充電時には、その電力供給線を誘導電動機から集電器に切換える切換え手段を設けたものである。

【 0 0 1 9 】

請求項 7 の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、

50

補機類に駆動電力を供給する定電圧・定周波数型の少なくとも1つの補機用インバータを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、交流電力を鉄道車両に供給可能な電源設備と剛体架線を設け、鉄道車両に、剛体架線から交流電力を受電可能な集電器と、充電時に前記集電器を介して剛体架線から供給される交流電力を直流に変換して車載バッテリーに充電するように補機用インバータを逆変換制御する充電制御手段とを備えたものである。

【0020】

力行時には、運転士によりマスターコントローラが走行操作されるので、複数の駆動用インバータがPWM制御されて、車載バッテリーに蓄電された直流電力が3相交流に変換され、この3相交流により複数の3相誘導電動機が駆動され、鉄道車両が加速走行される。この走行中に、照明や冷暖房等の補機類の動作が必要な場合には、車載バッテリーに蓄電された直流電力が補機用インバータにより順変換制御され、変換された3相交流が補機用給電系に供給される。

10

【0021】

一方、鉄道車両がターミナル或いは走行経路途中の停留所に到着した充電時においては、鉄道車両の集電器が上昇して剛体架線に接触するので、交流電力が剛体架線を介して少なくとも1つの補機用インバータに供給される。このとき、充電制御手段により少なくとも1つの補機用インバータが逆変換制御されるので、供給された交流電力が直流電力に変換されて車載バッテリーに充電される。

【0022】

例えば、地方都市を走行する路面電車等の鉄道車両の場合、特に朝夕のラッシュ時間を除く昼間においては乗降客が少なく、鉄道車両の運転回数が少ないため、ターミナルにおける停車時間が、例えば、20～30分のように長い場合には、このターミナルにおいて補機用インバータだけにより直流電力に変換して車載バッテリーに充電される。

20

【0023】

請求項8の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、請求項7において、前記充電制御手段は、運行途中における車載バッテリーの蓄電状態を検出可能な蓄電状態検出手段を有し、鉄道車両の1日分の運行情報と蓄電状態検出手段から出力される蓄電状態とに基づいて1日の運行終了時に車載バッテリーの蓄電量を許容範囲の最小蓄電量にして運行時以外の深夜にフル充電できるように、1日の運行中の充電量を制御するものである。

30

【発明の効果】

【0024】

請求項1の発明によれば、走行駆動用の複数の3相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの電力を3相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数のインバータとを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、充電用バッテリーと充電用電源装置と剛体架線とを設け、鉄道車両に、集電器と充電装置と充電制御手段とを設けたので、鉄道車両がターミナル或いは走行経路途中の停留所に到着すると、充電制御手段により充電装置が充電制御され、集電器を介して受電した充電用バッテリーから受電した受電電力で車載バッテリーに充電することができる。この場合、充電用バッテリーの内部インピーダンスは比較的小さいので、充電用バッテリーから車載バッテリーへ十分に大きな充電電流で充電可能で、車載バッテリーへの短時間による急速充電が可能になる。

40

【0025】

請求項2の発明によれば、前記充電装置は、変圧器を有し充電用バッテリーから直流電力を受けて矩形波交流を発生させる交流発生手段と、この交流発生手段から変圧器を介して受ける矩形波交流を複数のスイッチング素子を介して変換することにより充電平均電圧を昇降圧調整可能な昇降圧手段とを有し、充電制御手段は、充電用バッテリーからの受電電圧と車載バッテリーの電圧の電圧差に基づいて、昇降圧手段の複数のスイッチング素子の制御位相角を調整して車載バッテリーへの充電電流を制御するので、車載バッテリーの電圧が充電用バッテリーからの受電電圧よりも低い場合には、この電圧差に基づいて昇降圧手段から出

50

力される充電平均電圧が降圧側に調整され、車載バッテリーに充電する充電電流が制御される。

【0026】

一方、車載バッテリーの電圧が充電用バッテリーからの受電電圧よりも高くなるように充電する場合には、昇降圧手段から出力される充電平均電圧が昇圧側に調整され、車載バッテリーに充電する充電電流が制御される。昇降圧手段が分担する充電パワーは全充電パワーの一部なので、全体として充電効率が高い省エネ型のバッテリー用充放電装置を実現することができる。その他請求項1と同様の効果を奏する。

【0027】

請求項3の発明によれば、前記昇降圧手段は交流発生手段により発生させた矩形波交流を受電する為の変圧器を備え、車載バッテリーに蓄電されている電力を交流発生手段に供給する為のスイッチング素子と、変圧器に設けられた補機用巻線とを設けたので、スイッチング素子を介して交流発生手段で発生する矩形波交流を補機用巻線で受けて、補機類に給電する補機用給電系に供給できる。鉄道車両が寒冷地を走行する場合に、補機用インバータにより出力される交流電力がパワー不足であり、暖房能力に欠けるような場合でも、交流発生手段で発生する矩形波交流を補助電源として補機用給電系に供給することにより、暖房機器による暖房能力を十分に発揮できるようになり、顧客サービスの向上を図ることができる。その他請求項2と同様の効果を奏する。

10

【0028】

請求項4の発明によれば、走行駆動用の複数の3相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を3相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能で走行時にはPWM制御される可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、補機類に駆動電力を供給する定電圧・定周波数型の少なくとも1つの補機用インバータとを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に、交流電力を鉄道車両に供給可能な電源設備と剛体架線を設け、鉄道車両に集電器と充電制御手段とを備えたので、これら複数の駆動用インバータと少なくとも1つの補機用インバータの全てが動員された充電パワーは、1つの駆動用インバータ或いは1つの補機用インバータだけによる充電パワーに比べて非常に大きいため、短時間の停車であっても、車載バッテリーへの急速充電が可能になる。

20

30

【0029】

請求項5の発明によれば、前記充電制御手段は、所定の充電開始指令を受けて、補機用インバータから出力される交流電力と集電器を介して剛体架線から供給される交流電力とが自動並列運転となるように補機用インバータを制御し、補機用インバータから補機類に供給されているパワーを、剛体架線からの交流電力へ徐々に切換えることができるので、車載バッテリーへの充電に際して、照明機器や冷暖房機器等の補機類を一瞬でも停止させることなく、これら補機類の稼働運転を維持しながら、フリー状態になった補機用インバータも動員して、複数の駆動用インバータと協働しながら車載バッテリーへの急速充電が可能になる。その他請求項4と同様の効果を奏する。

【0030】

請求項6の発明によれば、前記複数の駆動用インバータからの交流を誘導電動機に供給する電力供給線の途中部に、充電時には、その電力供給線を誘導電動機から集電器に切換える切換え手段を設けたので、車載バッテリーへの充電の際に、切換え手段を誘導電動機から集電器側に切換えることで、集電器を介して剛体架線から供給される交流電力により誘導電動機が不意に駆動されるのを確実に防止することができる。その他請求項4又は5と同様の効果を奏する。

40

【0031】

請求項7の発明によれば、走行駆動用の複数の3相誘導電動機と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリーと、この車載バッテリーの直流電力を3相交流に変換して複数の誘導電動機に供給可能な可変電圧・可変周波数型の複数の駆動用インバータと、定電圧・定周波数型

50

の少なくとも1つの補機用インバータとを備え、鉄道車両のターミナル又は走行経路途中の停留所に電源設備と剛体架線を設け、鉄道車両に集電器と充電制御手段とを備えたので、例えば、地方都市を走行する路面電車等の鉄道車両であって、特に朝夕のラッシュ時を除いた昼間の乗降客が少なく、鉄道車両の運転回数が少ないため、ターミナルにおける停車時間が、例えば、20～30分のように長い場合には、駆動用インバータを駆動させることなく、補機用インバータだけを逆変換動作させて車載バッテリーへのフル充電が可能になる。

【0032】

請求項8の発明によれば、前記充電制御手段は、運行途中における車載バッテリーの蓄電状態を検出可能な蓄電状態検出手段を有し、鉄道車両の1日分の運行情報と蓄電状態検出手段から出力される蓄電状態とに基づいて1日の運行終了時に車載バッテリーの蓄電量を許容範囲の最小蓄電量にして運行時以外の深夜にフル充電できるように、1日の運行中の充電量を制御するものである。

10

【0033】

即ち、運行情報には、運行ダイヤのように、各走行路線に応じて、各停留所の出発時刻、停留所間距離、停留所間所要時間、停留所停車時間等が予め記憶されている。そこで、この運行情報に基づいて、停留所間の走行に要する駆動エネルギー（電流時間積）を計算できる。この駆動エネルギーにその日に運行されるであろう停留所間の数を乗算れば、1日分の総エネルギー量が求められる。これに、補機を駆動する為の総エネルギー量を加算すれば、朝の出発時点における総電流時間積が決まる。

20

【0034】

この総電流時間積を1日の運行時間で除算すれば、単位時間当たりの所要電流時間積が得られる。朝の出発時刻における総電流時間積から、現在における走行時間に単位時間当たりの所要電流時間積を乗算し、この値を減算すれば、任意の時刻における残存エネルギー量が求められる。このようにして、1日の運行終了時に、残存エネルギーが車載バッテリーの許容範囲の最小蓄電量になるように、不足分だけを昼間に充電するが、運行時以外の深夜であって、安価な深夜料金でフル充電するため、充電コストの低減化を図ることができる。その他請求項7と同様の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

本実施例の鉄道車両のバッテリー用充電装置は、ターミナルに停車中において、鉄道車両に搭載した車載バッテリーに地上側から供給する直流又は交流の充電パワーにより充電でき、充電された車載バッテリーの蓄電電力を用いて駆動用インバータにより交流電力に変換して誘導電動機を駆動させて、非電化路線を走行できるようにしてある。

30

【実施例1】

【0036】

図1に示すように、鉄道車両（以下、電動車と言う）1は、充電に際して+側，-側剛体架線41，42に接触して受電可能な+側，-側パンタグラフ2a，2bと、3相交流用の2つの誘導電動機3A，3Bと、車載バッテリー7に充電された蓄電電力を交流電力に変換して補機18を駆動するための1つの補機用インバータ4と、車載バッテリーに充電された蓄電電力を交流電力に変換して誘導電動機3A，3Bを駆動する2つの第1，第2駆動用インバータ5，6と、車載バッテリー7と、この車載バッテリーに充電可能な車載バッテリー充電装置8等を装備している。

40

【0037】

補機用インバータ4は、6つのスイッチング素子4a～4fと還流ダイオードとをブリッジ状に接続した定電圧・定周波数型の一般的なCVCインバータであり、後述する車載バッテリー7からフィルタリアクトル15を介して受けた供給電力を3相交流に変換して空調や照明等の補機18に駆動電力として供給するようになっている。

【0038】

第1駆動用インバータ5は、6つのスイッチング素子5a～5fと還流ダイオードとを

50

ブリッジ状に接続し、VVVF制御（可変電圧可変周波数制御）が可能な周知のVVVFインバータであり、車載バッテリー7から供給される直流をフィルタリアクトル16を介してV（電圧）/F（周波数）一定の3相交流に変換して誘導電動機3Aを駆動可能になっている。

【0039】

第2駆動用インバータ6は、6つのスイッチング素子6a～6fと還流ダイオードとをブリッジ状に接続し、第1駆動用インバータ5と同様に周知のVVVFインバータであり、車載バッテリー7からフィルタリアクトル17を介して供給される直流をV（電圧）/F（周波数）一定の3相交流に変換して誘導電動機3Bを駆動可能になっている。

【0040】

ここで、これらスイッチング素子4a～4f，5a～5f，6a～6fは、トランジスタからなっている。また、これら補機用インバータ4と第1，第2駆動用インバータ5，6は一般的なものであり、その詳しい動作説明を省略する。

【0041】

誘導電動機3A，3Bは、第1，第2駆動用インバータ5，6から供給される3相交流の電圧と周波数と、誘導電動機3A，3Bの回転周波数の大小関係に応じて、その動作モードが変わる。即ち、第1，第2駆動用インバータ5，6の周波数>誘導電動機3A，3Bの回転周波数の場合には、所謂スリップが「正」の領域で、誘導電動機3A，3Bには加速トルクが作用する。誘導電動機3A，3Bの停止トルクを越えない範囲内ではスリップに比例して加速トルクが増加する。

【0042】

第1，第2駆動用インバータ5，6の周波数=誘導電動機3A，3Bの回転周波数の場合には、「スリップ=0」の状態であり、加速トルクは発生しない。誘導電動機3A，3Bは第1，第2駆動用インバータ5，6から与えられる周波数で励磁された状態であり、惰行状態である。一般に、電気車制御で言う惰行はこの状態の場合もあるが、この状態の場合、励磁による鉄損の発生が嫌われるので、殆どの惰行時においては、これら第1，第2駆動用インバータ5，6が同時にオフされ、零電圧で使用される場合が多い。

【0043】

第1，第2駆動用インバータ5，6の周波数<誘導電動機3A，3Bの回転周波数の場合には、所謂スリップが「負」の領域で、誘導電動機3A，3Bは発電機として作動し、ブレーキトルクが作用する。誘導電動機3A，3Bの最大ブレーキトルクを越えない範囲内ではスリップに比例してブレーキトルクが増加する。ここで、コンデンサ19，20は、リアクトル16，17と協働して、第1，第2駆動用インバータ5，6のスイッチング作用により発生する高調波を吸収し、車上の機器の正常動作を妨害しないように高調波が車体の艦装線に流出するのを防止するEMIフィルターを構成している。

【0044】

車載バッテリー7は、DCLINK21とグラウンド線22との間に介設され、複数の充電セルを直列接続されたニッケル水素電池からなり、2つの誘導電動機3A，3Bを駆動可能な150～200AHもの電流量を充電可能に構成されている。ここで、グラウンド線22は-側パンタグラフ2bに接続されている。また、DCLINK21とは、電気回路において、VVVFインバータのDC部、補助回路インバータ（CVCFインバータ）のDC部、車載バッテリー7からのDC部、架線からのDC部等が直流側の1点で互いに連係している点を意味する。

【0045】

次に、電動車1に搭載され、ターミナル（図示略）で停車中に車載バッテリー7に急速充電する車載バッテリー充電装置8について説明する。

車載バッテリー充電装置8は、電圧補償変換器（昇降圧手段）9と、この電圧補償変換器9の電源として機能するインバータ回路からなる単相交流発生器（交流発生手段）10と、充電制御装置11と、車載バッテリー7への充電電流を検出する第1電流検出器35と、車載バッテリー7からDCLINK21に供給される供給電流を検出する第2電流検出器3

10

20

30

40

50

6と、車載バッテリー7の蓄電電圧を検出する蓄電電圧検出器37と、平滑コンデンサ38と、+側，-側パンタグラフ2a，2bから充電用に供給される充電供給電圧E_kを検出する充電電圧検出器39等を備えたものである。

【0046】

それ故、充電用に+側，-側剛体架線41，42に供給される直流が+側，-側パンタグラフ2a，2bで受電されるので、車載バッテリー充電装置8は、受電された供給電圧と車載バッテリー7の電圧の差分に基づいて電圧補償変換器9により電圧補償し、充電電流を調整しながら車載バッテリー7に急速充電するものである。

【0047】

先ず、車載バッテリー充電装置8を構成する電圧補償変換器9について説明する。

10

図1に示すように、電圧補償変換器9は、NPN型の第1，第2トランジスタ25，26と、絶縁変圧器27等で構成されている。第1，第2トランジスタ25，26のエミッタが電流断続防止リアクトル28とDCLINK21を介して車載バッテリー7の+端子に夫々接続されている。第1，第2トランジスタ25，26のコレクタは絶縁変圧器27の二次側コイルの左右両端に接続されている。絶縁変圧器27の二次側コイルの midpoint は、リアクトル29と遮断器30を介して+側パンタグラフ2aに接続されている。

【0048】

単相交流発生器10は、4つのトランジスタ31～34をブリッジ接続し、矩形波交流を発生する一般的な単相用電源に構成されたものであり、左側の2つのトランジスタ31，32を直列接続するとともに、右側の2つのトランジスタ33，34を直列接続したものである。左側のトランジスタ31，32の接続点が絶縁変圧器27の1次側コイルの左端に接続され、右側のトランジスタ33，34の接続点が絶縁変圧器27の1次側コイルの右端に接続されている。

20

【0049】

上側のトランジスタ31，33のコレクタが絶縁変圧器27の二次側コイルの midpoint に夫々接続され、下側のトランジスタ32，34のエミッタが夫々グラウンド線5に接続されている。これら4つのトランジスタ31～34の各々には、還流ダイオードが逆向きに接続されている。

【0050】

充電制御装置11は、電圧補償変換器9の2つのトランジスタ25，26の各ベースに点弧信号を供給するゲート駆動回路12と、このゲート駆動回路12に駆動信号を供給するコントローラ13等から構成されている。

30

【0051】

コントローラ13は、図示しない入出力インターフェイスとマイクロコンピュータを有し、蓄電電圧検出器37から出力される蓄電電圧信号と、充電電圧検出器39から出力される充電供給電圧信号を受け、各トランジスタ25，26の点弧位相角、つまり制御位相角を夫々演算により求め、各トランジスタ25，26の為の制御信号をゲート駆動回路12に出力する。そこで、ゲート駆動回路12はコントローラ13から受けた制御信号に基づいて、対応するトランジスタ25，26のベースに駆動信号、つまり点弧信号を夫々出力する。

40

【0052】

次に、走行用軌道の終端であるターミナルに設置され、車載バッテリー7に充電する充電用電源装置40について説明する。但し、ここでは、ターミナルに設置された充電用電源装置40について説明する。

【0053】

この充電用バッテリー45に充電する充電用電源装置40は、+側，-側剛体架線41，42と、これら+側，-側剛体架線41，42に充電用直流を供給する充電変換装置44等からなっている。充電用バッテリー45は、前述した車載バッテリー7と同様に構成され、複数の充電セルを直列接続されたニッケル水素電池からなっている。

【0054】

50

図 1 に示すように、ターミナルの駅構内に、充電用の + 側剛体架線 4 1 と - 側剛体架線 4 2 とが夫々所定長さに互って平行に配設されている。これら + 側、- 側剛体架線 4 1、4 2 には、充電変換装置 4 4 から直流電圧が供給されている。

【 0 0 5 5 】

充電変換装置 4 4 は、3 相商用交流電源 4 6 から出力される 4 4 0 V / 6 0 H z の 3 相交流を遮断器 4 7 と絶縁変圧器 4 8 とを介して充電用コンバータ 4 9 に供給し、この充電用コンバータ 4 9 で変換された直流により充電用バッテリー 4 5 に定電流充電するようになっている。例えば、絶縁変圧器 4 8 で所定電圧（例えば、8 0 0 V）に昇圧される。このように昇圧された 3 相交流は充電用コンバータ 4 9 のコンバータ作動で直流に変換され、充電用バッテリー 4 5 はこの直流により定電流充電されるようになっている。この充電用コンバータ 4 9 は、6 つのスイッチング素子 4 9 a ~ 4 9 f をブリッジ状に接続した一般的なコンバータであるので、その詳細な作動についての説明を省略する。

10

【 0 0 5 6 】

電動車 1 がターミナルに進入して所定の充電位置に停車すると、電動車 1 の屋根に設けた + 側、- 側パンタグラフ 2 a、2 b が収納状態から受電位置に上げられて + 側、- 側剛体架線 4 1、4 2 に夫々押圧接触する。このとき、電動車 1 の遮断器 3 0 がオンされているので、+ 側、- 側剛体架線 4 1、4 2 に供給されている直流が車載バッテリー充電装置 8 に供給され、前述したように、車載バッテリー 7 に充電される。

【 0 0 5 7 】

ここで、充電用電源装置 4 0 に設けられた充電用バッテリー 4 5 と、電動車 1 に搭載された車載バッテリー 7 の諸元について説明する。この場合、電動車 1 の運行と充電をどのように組み合わせるのかは、運転される路線により異なる。しかし、ここでは、一般的な運行状態や運転状態に基づいて、ターミナルでの停車時に急速充電により蓄電容量を回復し、充電の前の走行で消費したエネルギーの 1 0 0 % を回復するようにする。

20

【 0 0 5 8 】

例えば、非電化路線の営業距離が 1 0 K m、停留所区間数が 4 0、平均運転時間が 8 0 秒、1 回の停留所区間走行当たりの力行電力量（エネルギー量）は、 W_p k W h であり、次の停留所までの 1 区間走行当たりの回生電力量（回生エネルギー量）は W_r k W h である。

【 0 0 5 9 】

回生電力は車載バッテリー 7 に充電されるが、有効に活用され回生電力量は、車載バッテリー 7 の充放電により車載バッテリー 7 内に発生する損失を差引いたもので、車載バッテリー 7 の充放電効率を η とすると、 $W_r \eta$ k W s の回生電力が得られる。また、電動車 1 に有する空調や照明等の補機（補助機器）により消費される消費電力 W_a も車載バッテリー 7 から供給される。

30

【 0 0 6 0 】

従って、1 区間走行当たりの正味のバッテリー放電量は、 $W_p \eta - W_r \eta + W_a$ k W s になる。

今、仮に 1 区間走行当たりのバッテリー放電量を 5 0 0 0 k W s とすると、全非電化路線を走行するのに必要なバッテリー放電電力量は

40

$$5000 \times 40 = 93 (5000 \times 40 / (600 \text{ V} \times 3600 \text{ SEC}) \quad 93) \text{ A H}$$

平均放電パワーを 6 3 (5 0 0 0 / 8 0 = 6 3) k W とし、バッテリー電圧を直流 6 0 0 V とすると、平均放電電流は、1 0 5 A。車載バッテリー 7 の容量を 1 6 0 A H とすると、急速充電時間と、充電電流の関係は、図 8 に示すようになる。

【 0 0 6 1 】

図 8 に示す急速充電時間と充電電流の関係から、3 . 5 ~ 5 分の範囲で車載バッテリー 7 に急速充電を行うのが現実的であると考えられる。そこで、充電時間を「約 5 分」とし、充放電速度を「7 C」に設定する。

50

【 0 0 6 2 】

一方、充電用バッテリー45は、電動車2両分を同時に充電可能とするために、車載バッテリー7の数倍の容量を持たせる。充電開始時における充電用バッテリー45のバッテリーは完全充電状態とする。この場合、2両分の車載バッテリー7を急速充電完了した後の充電用バッテリー45の放電量は $93 \times 2 = 186 \text{ A H}$ となる。これに対して充電用バッテリー45の残留容量は十分に余裕がある。

【 0 0 6 3 】

充電用バッテリー45のcell数は、放電開始と放電終了時のバッテリー放電電圧が車載バッテリー7の充電開始電圧と充電終了電圧の間に入るように選定してある。

10

【 0 0 6 4 】

このように、充電用バッテリー45の電圧と車載バッテリー7の電圧の間に、電圧差が存在する。即ち、充電開始時には、充電用バッテリー45の放電電圧が車載バッテリー7の充電電圧より高く。このように電圧差が生じている状態で、充電用バッテリー45から車載バッテリー7に充電を行なうと、過大電流が充電用バッテリー45から車載バッテリー7に流れ、車載バッテリー7の破損を招く虞がある。そこで、前述したように、車載バッテリー充電装置8に、この電圧差を解消しながら車載バッテリー7に充電できるように、電圧補償変換器9を設けた。

【 0 0 6 5 】

次に、このように構成された車載バッテリー充電装置8の充電動作について説明する。ここで、充電用トランジスタ25、26と絶縁変圧器27の二次巻線とバッテリー電圧を抜粋したものが図2である。絶縁変圧器47の二次巻線が+、-で示した極性にあり、矢印の方向にトランジスタT226に電流Iが流れているものとする。

20

【 0 0 6 6 】

絶縁変圧器27の一次側には単相交流発生器10が接続されているので、絶縁変圧器27の二次側コイルには、図3に示すように、充電供給電圧 E_k を中心電圧として、上下の片側振幅 E で且つ全波周期 T の単相矩形波からなる交流が発生する。この矩形波交流を電源として、トランジスタ25、26の導通位相角を制御して、コンバータとして動作させ得る。ここで、図3において、 t_1 はトランジスタ25の導通期間を示し、 t_2 はトランジスタ26の導通期間を示している。

30

【 0 0 6 7 】

図2の状態は、図3の t_2 の導通開始直後の期間に対応している。この状態では、変圧器27の2次巻線端子Ta-O間の電圧は図2に示した方向で車載バッテリー7の電位は図3に示すとおりで、充電供給電圧 E_k から変圧器端子Ta-O間電圧 E を加算したものとなる。電源電圧の極性が切り替ると、Ta-O間電圧の極性は図2の図示とは逆となり、バッテリーの電位は、充電供給電圧 E_k から変圧器端子Ta-O間電圧 E を減算したものとなる。 $t_2 =$ において、トランジスタ25に点弧信号が加えられると、トランジスタ26のゲート信号はOFFされ、更に、エミッタ-コレクタ間に逆電圧が加わる。図3の t_1 の領域に入り、車載バッテリー7の電位は図3に示すとおりで、充電供給電圧 E_k から変圧器端子Tb-O間電圧 E を加算したものとなる。

40

【 0 0 6 8 】

次に、図1の単相交流発生器10の極性が切り換ると、再度図2で示した極性の電圧が変圧器27の2次巻線に現れ、車載バッテリー7の電位は再び図3に示すとおり、充電供給電圧 E_k から変圧器端子Tb-O間電圧 E を減算したものとなる。全体から見ると、車載バッテリー充電装置8の出力電圧の平均値は $-E_c$ で、車載バッテリー7に加わる充電電圧 E_j は充電供給電圧 E_k から E_c を減算したものとなる。この辺の状態を波形図で示したのが図3である。

【 0 0 6 9 】

先ず、これら2つの電圧(充電供給電圧 E_k とバッテリー電圧 E_b)の関係が、充電供給電圧 $E_k >$ バッテリー電圧 E_b 、である場合の充電作用について説明する。この場合、コン

50

トローラ 13 は、制御位相角 θ が、 $\pi/2 < \theta < \pi$ の範囲内になるように、トランジスタ 25, 26 の導通位相 (点弧位相) を制御する (図 7 の K1 領域)。

【0070】

この場合、車載バッテリー 7 に充電する際に、充電用バッテリー 45 と車載バッテリー 7 とを直接接続すると、両者の電圧差が大きいので、充電用バッテリー 45 から車載バッテリー 7 に向かって大電流が供給されるので、何らかの方法により、電流を許容値内に収める必要がある。

【0071】

そこで、図 2 に示すように、電圧補償変換器 9 によって充電供給電圧 E_k に逆らう電圧を発生 (逆変換) させ、車載バッテリー 7 のバッテリー電圧 E_b と電圧補償変換器 9 による補償電圧 E_c の和が充電供給電圧 E_k に等しくなる (充電用バッテリー 45 から見れば、電圧補償変換器 9 による補償電圧 E_c を充電供給電圧 E_k から減算することになる) ようにすれば、充電用バッテリー 45 から車載バッテリー 7 への過大電流を抑えることができる。

【0072】

車載バッテリー 7 への充電される充電パワーは、バッテリー電圧 E_b と車載バッテリー 7 への充電電流 I の積で与えられる。電圧補償変換器 9 において、トランジスタ 26 を通して、絶縁変圧器 27 の巻線 T_a (右端子) - 0 (中点) に流れる電流 I と、この巻線 T_a - 0 に発生する電圧の方向が反対なので、絶縁変圧器 27 から充電パワーが外部に出るのではなく、絶縁変圧器 27 に充電パワーが供給されることになる。

【0073】

矩形波用の単相交流発生器 10 が、充電バッテリー 45 を電源とする専用の CVC F インバータであるので、電圧補償変換器 9 を経由して充電バッテリー 45 に戻される。即ち、車載バッテリー 7 への供給電圧が制御されて、車載バッテリー 7 に対する充電電流が「7C (1100A 強) になるように制御される。

【0074】

車載バッテリー 7 の充電が進行し、車載バッテリー 7 の端子電圧が上昇すると、充電電流が減る方向になるので、コントローラ 13 はこの充電電流の変化を監視しながら、電圧補償変換器 9 の補償電圧 E_c を減らす方向に、つまり制御位相角 θ を $\pi/2$ に近づけるように制御する。制御位相角 $\theta = \pi/2$ になった場合、図 4 に示すように、電圧補償変換器 9 による補償電圧 $E_c = 0$ となり、電圧補償変換器 9 を短絡させた場合と等価で、充電用バッテリー 45 から車載バッテリー 7 に直接に充電されることになる。

【0075】

更に、車載バッテリー 7 への充電が進めば、制御位相角 $\theta < \pi/2$ となり、バッテリー電圧 E_b は更に上昇し、充電供給電圧 E_k 以上になる。この場合、コントローラ 13 は、制御位相角 θ が、 $\theta < \pi/2$ の範囲内になるように、トランジスタ 25, 26 の導通位相 (点弧位相) を制御する (図 7 の K2 領域)。

【0076】

そこで、図 5, 図 6 に示すように、電圧補償変換器 9 から出力される補償電圧 $+E_c$ が充電供給電圧 E_k に加算される。車載バッテリー 7 に充電される充電パワーは、バッテリー充電電圧 E_j (充電供給電圧 E_k + 電圧補償変換器 9 の補償電圧 E_c) と電流 I の積で与えられる。

【0077】

電圧補償変換器 9 においては、トランジスタ 25 を通して絶縁変圧器 27 の巻線の T_b (左端) - 0 (中点) に流れる電流 I とこの巻線 T_b - 0 に発生する電圧の方向が一致するので、絶縁変圧器 27 から充電パワーが外部に出ることになり、絶縁変圧器 27 への充電パワーは、単相交流発生器 10 が充電バッテリー 45 を電源とする専用の CVC F インバータであるので、充電バッテリー 45 から得ることになる。

【0078】

このように、車載バッテリー 7 への充電を開始してから約 5 分の定電流充電により、車載バッテリー 7 の端子電圧は完全充電状態となり、充電用バッテリー 45 の端子電圧は放電分低

10

20

30

40

50

下する。それ故、車載バッテリー 7 の端子電圧の方が充電用バッテリー 4 5 の端子電圧より高くなる。そして、車載バッテリー 7 の充電容量が放電量を回復したことを確認後、電圧補償変換器 9 による充電作動を停止し、遮断器 3 0 をオフにし、充電動作が完了する。

【 0 0 7 9 】

ここで、充電完了時において、電圧補償変換器 9 の最大容量は、充電バッテリー電圧と車載バッテリー電圧の最大差電圧と充電電流の積で決まる。これに対して、充電用バッテリー 4 5 からの放電電力は、充電用バッテリー放電電圧と充電電流の積で電圧補償変換器 9 の分は電圧比で決まる。充電バッテリー放電電圧 > > 電圧補償変換器電圧であるので、電圧補償変換器 9 による充電のための変換分担分は、約 10% 以内でよいことになる。また、充電用バッテリー 4 5 は、車載バッテリー 7 への充電時においても、充電変換装置 4 4 により常に定電流充電されているので、充電用バッテリー 4 5 の充電時における充電電圧の変動は、この定電流充電に見合う分だけ前述した数値よりも低減される。

10

【 0 0 8 0 】

ここで、図 9 に示すように、+ 側，- 側パンタグラフ 2 a，2 b に、4 つのダイオード 5 1 ~ 5 4 をブリッジ型に接続した整流回路を接続し、+ 側，- 側剛体架線 4 1，4 2 に供給された + 電圧と - 電圧を電動車 1 に + 側，- 側パンタグラフ 2 a，2 b で取込むようにしてもよい。この場合、電動車 1 の向きが逆になって走行する場合、つまり、+ 側，- 側パンタグラフ 2 a，2 b で集電する直流の極性が反対になった場合でも、整流回路により、D C L I N K 2 1 には常に + 電圧が印加され且つグラウンド線 2 2 には常に - 電圧が印加されるようになる。

20

【 0 0 8 1 】

このように、走行駆動用の複数の 3 相誘導電動機 3 A，3 B と、直流電力を蓄電可能な車載バッテリー 7 と、この車載バッテリー 7 の電力を 3 相交流に変換して複数の誘導電動機 3 A，3 B に供給可能な可変電圧・可変周波数型の第 1，第 2 駆動用インバータ 5，6 とを備え、更に、走行路線のターミナルに充電用バッテリー 4 5 と充電用電源装置 4 0 と + 側，- 側剛体架線 4 1，4 2 を設け、電動車 1 に車載バッテリー 7 と、+ 側，- 側パンタグラフ 2 a，2 b と車載バッテリー充電装置 8 と充電制御装置 1 1 とを設けたので、電動車 1 がターミナルに到着すると、コントローラ 1 3 により車載バッテリー充電装置 8 が充電制御され、車載バッテリー 7 に受電した受電電力で充電することができる。この場合、充電用バッテリー 4 5 の内部インピーダンスは比較的小さいので、十分に大きな充電電流を確保できるので、車載バッテリー 7 への短時間による急速充電が可能になる。

30

【 0 0 8 2 】

また、車載バッテリー充電装置 8 は、充電用バッテリー 4 5 から直流電力を受けて矩形波交流を発生させる単相交流発生器 1 0 と、この単相交流発生器 1 0 から受ける矩形波交流を複数のスイッチング素子 2 5，2 6 を介して変換することにより充電平均電圧を昇降圧調整可能な電圧補償変換器 9 とを有し、コントローラ 1 3 は、充電用バッテリー 4 5 からの受電電圧と車載バッテリー 7 の電圧の電圧差に基づいて、電圧補償変換器 9 のトランジスタ 2 5，2 6 の制御位相角を調整して車載バッテリー 7 への充電電流を制御するので、車載バッテリー 7 の電圧が充電用バッテリー 4 5 からの受電電圧よりも低い場合には、この電圧差に基づいて電圧補償変換器 9 から出力される充電平均電圧が降圧側に調整され、車載バッテリー 7 に充電する充電電流が制御される。

40

【 0 0 8 3 】

一方、車載バッテリー 7 の電圧が充電用バッテリー 4 5 からの受電電圧よりも高くなるように充電する場合には、電圧補償変換器 9 から出力される充電平均電圧が昇圧側に調整され、車載バッテリー 7 に充電する充電電流が制御される。電圧補償変換器 9 が分担する充電パワーは全充電パワーの一部なので、全体として充電効率が低い省エネ型のバッテリー用充電装置を実現することができる。

【 0 0 8 4 】

ところで、図 1 0 に示すように、車載バッテリー充電装置 8 を部分的に変更し、N P N 型の第 3 トランジスタ 5 6 (スイッチング素子) を電流断続防止リアクトル 2 8 と単相交流

50

発生器 10 の電源側に追加挿入するようにしてもよい。この場合、非電化路線の走行に際して、+側、-側パンタグラフ 2 a, 2 b が下げられた状態で、第 3 トランジスタ 5 6 をオン状態（導通状態）にすると、単相交流発生器 10 が車載バッテリー 7 に接続される。但し、このとき、第 1, 第 2 トランジスタ 2 5, 2 6 はオフ状態（非導通状態）になっている。

【0085】

図 10 に示すように、絶縁変圧器 2 7 A の二次側に、第 3 巻線である補機用巻線 2 7 a が追加して設けられている。それ故、この状態で単相交流発生器 8 の 6 つのトランジスタ 3 1 ~ 3 4 が所定の順序でオンに切換えられて、車載バッテリー 7 に蓄電されている蓄電電力により単相交流発生器 10 が作動すると、補機用巻線 2 7 a には前述したような矩形波の単相交流が発生する。その結果、補機用巻線 2 7 a で発生する矩形波交流を、補機 1 8 に給電する補機用給電系に供給されるようにすれば、例えば、暖房用ヒータに電力が供給される。そのため、電動車 1 が寒冷地を走行中に、補機用インバータ 4 による駆動電力だけではパワー不足の場合でも、この単相交流発生器 10 で発生させた矩形波交流で暖房用ヒータを駆動でき、車内の暖房能力を十分に発揮でき、顧客サービスの向上を図ることができる。

【実施例 2】

【0086】

図 11 に示すように、鉄道車両（以下、電動車 1 A という）は、充電に際して第 1 ~ 第 3 剛体架線 4 1 ~ 4 3 に接触して受電可能な第 1 ~ 第 3 パンタグラフ 2 d ~ 2 f と、3 相交流用の 2 つの誘導電動機 3 A, 3 B と、車載バッテリー 7 に充電された蓄電電力を交流電力に変換して補機を駆動するための 1 つの補機用インバータ 4 と、車載バッテリー 7 に充電された蓄電電力を交流電力に変換して誘導電動機 3 A, 3 B を駆動する 2 つの第 1, 第 2 駆動用インバータ 5, 6 と、車載バッテリー 7 等を装備している。

【0087】

補機用インバータ 4 は、6 つのスイッチング素子 4 a ~ 4 f と還流ダイオードとをブリッジ状に接続した定電圧・定周波数型の一般的な C V C F インバータであり、後述する車載バッテリー 7 からフィルタリアクトル 1 5 を介して受けた供給電力を 3 相交流に変換して空調や照明等の補機 1 8 に駆動電力として供給するようになっている。

【0088】

第 1 駆動用インバータ 5 は、6 つのスイッチング素子 5 a ~ 5 f と還流ダイオードとをブリッジ状に接続し、V V V F 制御（可変電圧可変周波数制御）が可能な周知の V V V F インバータであり、車載バッテリー 7 からフィルタリアクトル 1 6 を介して供給される直流を V （電圧）/ F （周波数）一定の 3 相交流に変換して誘導電動機 3 A を駆動可能になっている。

【0089】

第 2 駆動用インバータ 6 は、6 つのスイッチング素子 6 a ~ 6 f と還流ダイオードとをブリッジ状に接続し、第 1 駆動用インバータ 5 と同様に周知の V V V F インバータであり、車載バッテリー 7 からフィルタリアクトル 1 7 を介して供給される直流を V （電圧）/ F （周波数）一定の 3 相交流に変換して誘導電動機 3 B を駆動可能になっている。

【0090】

ここで、これらスイッチング素子 4 a ~ 4 f, 5 a ~ 5 f, 6 a ~ 6 f は、トランジスタからなっている。また、これら補機用インバータ 4 と第 1, 第 2 駆動用インバータ 5, 6 は一般的なものであり、その詳しい動作説明を省略する。ここで、コンデンサ 1 9, 2 0 はリアクトル 1 6, 1 7 と協働して、第 1, 第 2 駆動用インバータ 5, 6 のスイッチング作用により発生する高調波を吸収し、車上機器の正常な動作を妨害しないように車体艦装線への流出を防止する E M I フィルターを構成している。

【0091】

車載バッテリー 7 は、D C L I N K 2 1 とグラウンド線 2 2 との間に介設され、複数の充電セルを直列接続されたニッケル水素電池からなり、2 つの誘導電動機 3 A, 3 B を駆動可

10

20

30

40

50

能な150～200AHもの電流量を充電可能に構成されている。車載バッテリー7の+端子はDCLINK21に接続され、車載バッテリー7の-端子はグラウンド線22に接続されている。

【0092】

また、補機用インバータ4の電力出力線4Aには、出力電圧整形用フィルタ60と、出力電圧検出用変圧器61と、パンタグラフ2d～2fを介して剛体架線41～43から供給される交流電源の電圧を検出する交流電圧検出用変圧器62が夫々介装されている。第1,第2駆動用インバータ5,6の電力出力線5A,6Aには、パンタグラフd～2fを介して剛体架線41～43から供給される交流電力により、コンバータ動作をさせるためのインダクタンス63,64と、第1,第2切換えスイッチ65,66とが夫々介装され

10

【0093】

第1,第2切換えスイッチ65,66は、1対の第1,第2開閉スイッチ65a,65b,66a,66bを夫々有している。そこで、走行時には、図11に示すように、第1,第2駆動用インバータ5,6から出力される3相交流は、電力出力線5A,6Aの第1開閉スイッチ65a,66aを介して各誘導電動機3A,3Bに夫々供給される。一方、充電時には、図12に示すように、パンタグラフ2d～2fを介して受電された交流電力が交流受電線5B,6Bの途中部に介設された第2開閉スイッチ65b,66bを介して第1,第2駆動用インバータ5,6の電力出力線5A,6Aに夫々供給される。

【0094】

即ち、コントローラ13により、各第1,第2切換えスイッチ65,66が駆動側に切換えられると、第1開閉スイッチ65a,66aが開成且つ第2開閉スイッチ65b,66bが開成される。各第1,第2切換えスイッチ65,66が充電側に切換えられると、第1開閉スイッチ65a,66aが開成且つ第2開閉スイッチ65b,66bが開成される。

20

【0095】

3相交流を受電する3つのパンタグラフ2d～2fは、充電時以外の走行時や停車時には、電動車1の天井の直ぐ上側に降下した収納位置に収納されているが、後述する電力供給装置からの3相交流を受電して車載バッテリー7に充電する際には、図示外の伸縮装置を介して上側の受電位置に切換え可能になっている。

30

【0096】

バッテリー用充電装置70は、剛体架線41～43から交流電力を受電可能なパンタグラフ2d～2fと、充電時にはパンタグラフ2d～2fを介して剛体架線41～43から供給される交流電力を直流に変換して車載バッテリー7に充電するように補機用インバータ4と第1,第2駆動用インバータ5,6を同時に逆変換制御(コンバータ制御)する充電制御装置11Aと、充電設備71と、車載バッテリー7への充放電電流を検出する第1電流検出器36と、車載バッテリー7の蓄電電圧を検出する蓄電電圧検出器37と、補機用インバータ4と第1,第2駆動用インバータの電流を検出する第2～第4電流検出器76～78と、パンタグラフ2d～fから受電した3相交流の受電電流を検出する第5電流検出器79と、補機用インバータ4の出力電圧を検出する出力電圧検出用変圧器61と、後述する電力供給装置から供給される交流電力の交流電圧を検出する交流電圧検出用変圧器62等を備えている。

40

【0097】

充電制御装置11Aは、補機用インバータ4と第1,第2駆動用インバータ5,6の各スイッチング素子4a～f,5a～5f,6a～6fの各ベースに点弧信号を供給するゲート駆動回路12Aと、このゲート駆動回路12Aに駆動信号を供給するコントローラ13A等から構成されている。

【0098】

コントローラ13Aは、図示外の入出力インターフェイスとマイクロコンピュータを有し、図示外の車速センサからの車速信号と、蓄電電圧検出器37から出力される電圧信号

50

を受け、運転士により操作されたマスターコントローラの運転操作又はブレーキ操作に基づいて、第1, 第2駆動用インバータ5, 6の各スイッチング素子5 a ~ 5 f、6 a ~ 6 fを、運転状態に応じて夫々PWM制御するとともに、補機用インバータ4の電力出力線4 Aに介設された電磁遮断器6 7, 6 7と、第1, 第2駆動用インバータ5, 6の第1, 第2切換えスイッチ6 5, 6 6の自動切換え制御を行う。

【0099】

次に、走行用軌道の終端であるターミナル或いは走行経路途中の停留所に設置され、電動車11に装備された車載バッテリー7に充電する3相交流を供給する電源設備71について説明する。

【0100】

図12に示すように、この電源設備71は、剛体架線41~43と、この剛体架線41~43に3相交流を供給する3相商用交流電源72と、絶縁変圧器73等からなっている。ターミナルの上側に、3相交流用の剛体架線41~43が所定長さに互って配設されている。3相商用交流電源72から出力される3相商用交流が遮断器74を介して絶縁変圧器73に供給され、この絶縁変圧器73で所定電圧に変換された交流電力が剛体架線41~43に供給されるようになっている。

【0101】

そこで、電動車1Aがターミナルに進入して所定の充電位置に停車すると、電動車1Aの天井に設けたパンタグラフ2 d ~ 2 fが受電位置に上がって剛体架線41~43に押圧接触することで、剛体架線41~43に供給されている3相交流が受電され、1つの補機用インバータ4及び2つの第1, 第2駆動用インバータ5, 6のコンバータ動作により、車載バッテリー76に急速充電できるようになっている。

【0102】

次に、コントローラ13Aにより実行される電動車1の充電動作について、図13の機能ブロック図に基づいて説明する。

【0103】

電動車1Aが所定の充電位置に停車したことが確認され(B1)、或いは運転士により充電指令が出力されると(B2)、充電停止指令(B31, B31a)が無いことを条件に、先ず、パンタ上げ指令(B3)によりパンタグラフ2 d ~ 2 fが受電位置に上昇して剛体架線41~43に接触する。パンタグラフ2 d ~ 2 fの受電位置への切換えが確認されると、電磁スイッチ67のON指令(B4)により、電磁スイッチ67がONされ、剛体架線41~43に供給された3相交流がパンタグラフ2 d ~ 2 fを介して交流受電線に供給される。

【0104】

この状態では、補機用インバータ4は動作中であり、補機18に駆動電力が供給されている。この時点で、出力電圧検出用変圧器61からの検出信号に基づく補機用インバータ4からの出力電圧(B5)と、交流電圧検出用変圧器62からの受電交流電圧(B6)とが比較され(B7)、これらの電圧に差が有る場合には、補機用インバータ4の出力電圧が受電交流電圧に等しくなるように電圧調整制御される(B8)。

【0105】

一方、補機用インバータ4の動作周波数と、受電した3相交流の周波数とが比較され(B9)、これらの周波数に差が有る場合には、補機用インバータ4の動作周波数が受電した3相交流の周波数に等しくなるように周波数調整制御が行なわれる(B10)。更に、補機用インバータ4の電圧位相と、受電した3相交流の電圧位相とが比較され(B11)、これらの電圧位相に差が有る場合には、補機用インバータ4の電圧位相が受電した3相交流の電圧位相に等しくなるように位相調整制御が行なわれる(B12)。

【0106】

このように、補機用インバータ4の電圧と周波数と電圧位相とが受電した3相交流の電圧と周波数と電圧位相とに一致した時点で、電磁スイッチ68がONされる(B13)。即ち、発電機の自動並列運転投入と同様なことが、補機用インバータ4で行なわれるので

10

20

30

40

50

ある。

【0107】

次に、補機用インバータ4の動作位相が受電した3相交流の位相に対して遅れるように遅れ制御される(B14)。その結果、補機18へ供給する駆動電力は、補機用インバータ4側から受電した3相交流側に切換えられ、補機用インバータ4の駆動電流が零になる。ここで、補機用インバータ4の動作位相を更に遅らせると、受電した3相交流が補機用インバータ4にも流れ込むようになる。

【0108】

補機用インバータ4の駆動電流が零になった時点で(B15)、第1,第2切換えスイッチ65,66に対して充電側に切換えるように指令されるので(B16)、第1,第2切換えスイッチ65,66の第1開閉スイッチ65a,66aが開成且つ第2開閉スイッチ65b,66bが閉成される(B16a)。これにより、受電した3相交流が第1,第2駆動用インバータ5,6の電力出力線5A,5Bに夫々供給される。このとき、受電した3相交流は、誘導電動機3A,3Bに供給されることはなく、電動車1Aが不意に走行するようなことはない。

【0109】

この状態で、補機用インバータ4に対してコンバータ動作するように切換えられ(B17)、第1,第2駆動用インバータ5,6に対してもコンバータ動作するように切換えられる(B18)。このように、剛体架線41~43からの交流電力を補機18へ供給しながら補機用インバータ4をコンバータとして動作させるので、車載バッテリー7への充電に際して、照明機器や冷暖房機器等の補機18を一瞬でも停止させることなく、これら補機18の稼働運転を維持しながら、フリー状態になった補機用インバータ4も動員して、第1,第2駆動用インバータ5,6と協働しながら車載バッテリー7への急速充電が可能になる。

【0110】

これら補機用インバータ4,第1,第2駆動用インバータ5,6のコンバータ制御においては、受電した3相交流側の力率が「1」になるように各スイッチング素子4a~4f,5a~5f,6a~6fが夫々制御されるので、これら補機用インバータ4及び第1,第2駆動用インバータ5,6からDC LINK 21に出力される電流は最大電流となり、車載バッテリー7はこの最大電流でもって急速充電されることになる。

【0111】

この充電動作中においては、蓄電電圧検出器37からのバッテリー電圧(B19)と、第1電流検出器36からのバッテリー電流(B20)とが、微小時間毎に読み込まれ、車載バッテリー7のバッテリー状態が常に監視されている(B21)。

【0112】

そして、バッテリー充電電流の積算値と所要充電電流積算設定値が常時比較され(B30)、充電電流積算値が設定値を満たすと、充電停止指令が出される(B31,B31a)。そのため、先ず、第1,第2駆動用インバータ5,6のコンバータ制御が中止され、補機用インバータ4の位相戻し制御が行なわれる(B23)。これにより、受電した3相交流が補機用インバータ4に流れなくなり、零になる(B24)。更に、補機用インバータ4の位相戻し制御が行なわれ、受電した3相交流と等しくなると、補機18に対して、補機用インバータ4の内部インピーダンスと電源設備71の内部インピーダンス逆比で分担する駆動電流が、補機用インバータ4と電源設備71とから供給されるようになる。

【0113】

しかし、補機用インバータ4の位相を受電した3相交流の位相に対して進めるように位相進め制御を行なうと、補機18に対して補機用インバータ4だけから駆動電力が供給されるようになる。即ち、電源設備71から交流受電線5B,6Bへの電流の流入が零なる。そこで、第5電流検出センサ79により、交流受電線5B,6Bへの電流の流入が零になったことが確認されると、電磁スイッチ68がオフされ(B24)、第1,第2切換えスイッチ65,66が駆動側に切換えられ(B26)、電磁スイッチ67がオフされる(

10

20

30

40

50

B 2 7 , B 2 7 a) 。そして、最終的にパンタ下げ指令 (B 2 2) により、パンタグラフ 2 d ~ 2 f が収納位置に切換えられる (B 2 8) 。これにより、一連の充電動作が完了する。

【 0 1 1 4 】

充電が完了した時点で、運転士によりマスターコントローラが走行操作されると、コントローラ 1 3 A により第 1 , 第 2 駆動用インバータ 5 , 6 が運転状態に応じて P W M 制御され、車載バッテリー 7 を電源として各誘導電動機 3 A , 3 B が回転駆動され、電動車 1 A が力行走行する。

【 0 1 1 5 】

ここで、車載バッテリー 7 への充電に際して、補機 1 8 の運転を停止させることなく、補機 1 8 への駆動電力供給を、補機用インバータ 4 から電源設備 7 1 側から受電した 3 相交流に切換える切換えについて説明する。

10

【 0 1 1 6 】

図 1 4 に示すように、

e1 : 外部電源電圧

e2 : 補機用インバータ 4 の電圧

Z1 : 外部電源内部インピーダンス

Z2 : 補機用インバータ 4 の内部インピーダンス

Z3 : 負荷インピーダンス

i1 : 外部電源からの流入電流

i2 : 補機用インバータ 4 の電流とすると、

$$e1 = Z1 \cdot i1 + Z3 \cdot (i1 + i2) \dots (1) \text{式}$$

$$e2 = Z2 \cdot i2 + Z3 \cdot (i1 + i2) \dots (2) \text{式}$$

$$I = i1 + i2 \dots (3) \text{式}$$

20

【 0 1 1 7 】

上式を書き直すと、

$$e1 = Z1 \cdot (I - i2) + Z3 \cdot I = -Z1 \cdot i2 + (Z1 + Z3) \cdot I \dots (4) \text{式}$$

$$e2 = Z2 \cdot i2 + Z3 \cdot I \dots (5) \text{式}$$

$$i2 = -(e1 \cdot Z3 - e2 \cdot (Z1 + Z3)) / (Z1 \cdot Z2 + Z2 \cdot Z3 + Z3 \cdot Z1) \dots (6) \text{式}$$

$$I = (e2 \cdot Z1 + e1 \cdot Z2) / (Z1 \cdot Z2 + Z2 \cdot Z3 + Z3 \cdot Z1) \dots (7) \text{式}$$

30

(6) 式において、i2=0 とおく。

$$e1 \cdot Z3 = e2 \cdot (Z1 + Z3)$$

$$e2 = e1 \cdot Z3 / (Z1 + Z3) \dots (6a) \text{式}$$

(7) 式に (6 a) 式を代入すると、

$$I = e1 / (Z1 + Z3)$$

【 0 1 1 8 】

ここで、Z3は負荷で力率 = 1 とすると、有効分のみで、Z3=R3

Z1は外部電源の内部インピーダンスであり、損失を無視すると、Z1= j X1 になる。

そこで、上式を (6 a) 式に代入し、更に電圧を複素数で示すと、

$$e1 = E \cdot \exp(j \omega t)$$

$$e2 = R3 / (R3 + jX1) \cdot E \cdot \exp(j \omega t)$$

$$R3 / (R3 + jX1) = R3 \cdot (R3 - jX1) / (R3^2 + X1^2) = R3 / (R3^2 + X1^2) \cdot \exp(-j \theta)$$

40

【 0 1 1 9 】

従って、

$$e2 = R3 / (R3^2 + X1^2) \cdot \exp(-j \theta) \cdot E \cdot \exp(j \omega t)$$

$$= R3 / (R3^2 + X1^2) \cdot E \cdot \exp(j(\omega t - \theta))$$

$$\cos \theta = R3 / (R3^2 + X1^2)$$

R3 >> X1 なので、(R3^2 + X1^2) ≈ R3^2

$$e2 = E \cdot \exp(j(\omega t - \theta))$$

補機用インバータ 4 における電流零の条件は、(6 a) 式で与えられ、上式の様に書きなお

50

せる。

【 0 1 2 0 】

受電した3相交流電圧 e_1 は

$$e_2 = E \cdot \exp j \quad t \text{ で与えられる。}$$

従って、補機用インバータ4の電圧「 e_2 」は、受電した3相交流電圧「 e_1 」より位相角だけ遅れていることが分かる。即ち、補助インバータ4の電圧位相を だけ遅らせれば、補助インバータ4から補機へのパワー供給を零に出来ることを意味する。

【 0 1 2 1 】

このように、走行駆動用の複数の3相誘導電動機3A, 3Bと、直流電力を蓄電可能な車載バッテリー7と、この車載バッテリー7の直流電力を3相交流に変換して複数の誘導電動機3A, 3Bに供給可能で走行時にはPWM制御される可変電圧・可変周波数型の第1, 第2駆動用インバータ5, 6と、低電圧・低周波数型の補機用インバータ4とを備え、電動車1Aのターミナルに剛体架線41~43を設け、電動車1Aに受電用のパンタグラフ2d~2fと充電制御装置11Aとを備えたので、これら第1, 第2駆動用インバータ5, 6と1つの補機用インバータ4が同時にコンバータ制御(逆変換制御)され、1つの駆動用インバータ5, 6或いは1つの補機用インバータ4だけによる充電に比べて充電電流が大きいため、短時間の停車であっても、車載バッテリー7への急速充電が可能になる。

10

【 実施例 3 】

【 0 1 2 2 】

この実施例3では、前述した実施例2を部分的に変更し、図15に示すように、バッテリー用充電装置70Aは、補機用インバータ4だけで車載バッテリー7に充電するようにしている。即ち、地方都市においては、朝夕の通勤や通学時間帯を除いた昼間の時間帯は乗降客が少ないので、走行路線の終端であるターミナルにおける停止待機時間が比較的長く確保できる。そこで、このターミナルにおける停止待機時間を利用して、補機用インバータ4だけで車載バッテリー7に充電することができる。

20

【 0 1 2 3 】

この実施例3の電動車1Bは、前述した実施例2の図11に記載した電動車1Aと同様であるため、同じ符号を付してその詳しい説明を省略する。また、ターミナルに到着した際の充電時において、補機用インバータ4により車載バッテリー7に充電する充電制御は、図12に基づいて説明したのと略同様であるので、その説明を省略するが、パンタグラフ2d~2fを介して受電した3相交流と補機用インバータ4とを自動並列運転してから、補機用インバータ4だけを、運行情報に基づいてコンバータ制御して車載バッテリー7に充電する充電制御について説明する。

30

【 0 1 2 4 】

但し、図15に示す充電制御装置11Bのコントローラ13Bに有する不揮発性メモリには、1日の運行回数、路線を走破する運転時間、停留所の数、停留所間の走行時間等、1日の運行に必要な諸データを記憶した運行情報(B30)が予め記憶されている。そこで、この運行情報に基づいて、コントローラ13Bにより実行される充電制御について説明する。

【 0 1 2 5 】

図16に示すように、蓄電電圧検出器37により車載バッテリー7のバッテリー電圧が微小時間毎に検出される(B19)とともに、第1電流検出器36からのバッテリー電流(B20)が微小時間毎に検出され、このバッテリー充放電電流がその都度積分されて電流時間積、つまり、車載バッテリー7の蓄電容量が演算され(B31)、常に監視されている(B32)。

40

【 0 1 2 6 】

一方、電動車1Bの運行情報(B30)に基づいて、現在の運行時刻から運行終了までに必要な電流時間積が演算により求められ(B33)、電動車1Bがターミナルに到着する毎に、運行情報と車載バッテリー7の蓄電状態とが常に比較され(B34)、今後の運行に必要な電流時間積が現状の車載バッテリー7の蓄電量によってカバー出来ない場合には、

50

ターミナルに到着後、必要に応じて充電指令が出され、補機用インバータ4によって車載バッテリー7に充電が実行される(B35)。

【0127】

この実施例3においては、電動車1Bを閑散路線で運行する場合に、走行に必要なエネルギーコストを出来るだけ低く抑えるために、基本的には車載バッテリー7の充電は、安価な深夜電力で行なうようにし、実際に各走行時点での走行に必要な駆動電力量が不足した場合にのみ、止むを得ず、昼間においてターミナルで最低必要量を補充充電するものである。

【0128】

車載バッテリー7の充電量である駆動電力量が不足すると、予想される電流時間積を走行途中においてターミナルで補充充電し、運行完了の時点で車載バッテリー7の電流時間積が許容範囲の最小蓄電量として略零になるまで使い切り、運行を終了した夜間から翌日の始発までの待機時間帯において、十分な充電時間を設け、車載バッテリー7の電流時間積を安価な深夜電力による充電により、車載バッテリー7をフル状態に充電させるものである。

【0129】

そこで、車載バッテリー7への充電電流は、昼間と夜間とで変更する必要がある。即ち、昼間における充電には、夜間に比べて高価な電力料金による運行コストを押えるために、比較的少ない電流量で補充充電することで、充電コストを極力安価にし、夜間においては、安価な夜間料金が適用されるため、比較的大きな電流量で充電するようにしている。但し、運行しない夜間における1回のフル充電で、翌日の全走行が可能な場合もある。

【0130】

充電の終了は、車載バッテリー7の電流時間積が翌日の運行に必要な電流時間積を確保できたとき、或いは運転士による運転台からの充電指令OFFが発せられたときである。この充電指令がOFFされると(B22)、前記実施例2で説明したように、補機用インバータ4は電圧位相戻し制御により(B23)、今まで受電した3相交流から補助負荷供給していたパワーを、補機用インバータ4側に徐々に移行し(B24)、受電した3相交流からの電流が零になった時点で、電磁スイッチ68をOFFにし(B25)、電磁スイッチ67もOFFし(B27, B27a)、パンタ下げ指令により(B28)、パンタグラフ2d~2fは収納位置に下がる。このようにして、車載バッテリー7に充電されるので、電動車1Bは走行可能な状態になる。

【図面の簡単な説明】

【0131】

【図1】本発明の実施例1に係る電動車の電気配線図である。

【図2】充電用バッテリーのバッテリー電圧よりも補償電圧だけ減算した充電電圧を説明する説明回路図である。

【図3】制御位相角 $> \pi/2$ のときの充電パワーを説明する説明図である。

【図4】制御位相角 $= \pi/2$ のときの充電パワーを説明する説明図である。

【図5】充電用バッテリーのバッテリー電圧よりも補償電圧だけ加算した充電電圧を説明する説明回路図である。

【図6】制御位相角 $< \pi/2$ のときの充電パワーを説明する説明図である。

【図7】バッテリー電圧と充電供給電圧と制御位相角の関係を示す図表である。

【図8】充電時間と充電電流と充放電速度の関係を示す図表である。

【図9】電動車に設けた整流回路の回路図である。

【図10】図1の電器配線図の部分変更回路図である。

【図11】本発明の実施例2に係る電動車の電気配線図である。

【図12】ターミナルにおける充電時の電気配線図である。

【図13】充電制御を説明する機能ブロック図である。

【図14】自動並列運転を説明する回路図である。

【図15】本発明の実施例3に係る電動車の電気配線図である。

【図16】充電制御を説明する機能ブロック図である。

10

20

30

40

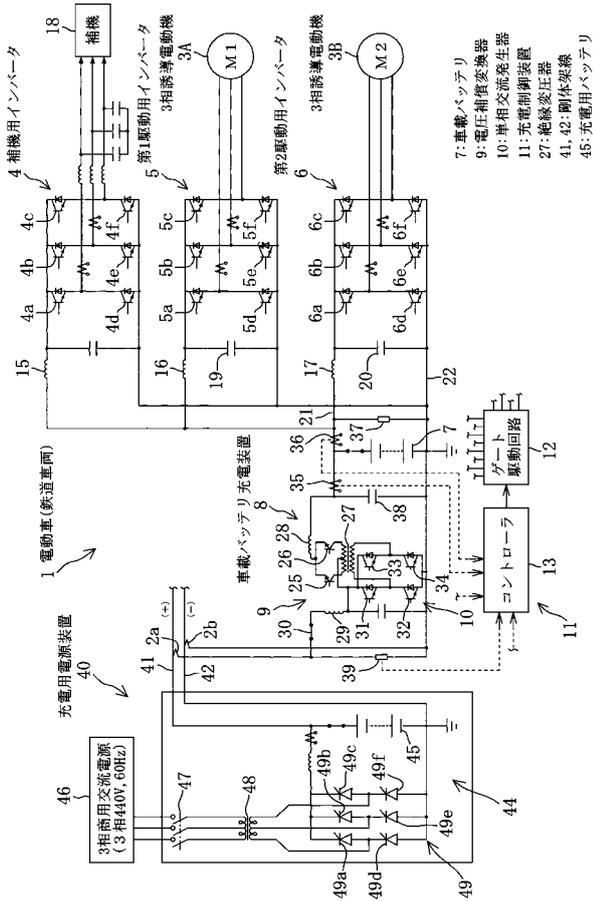
50

【符号の説明】

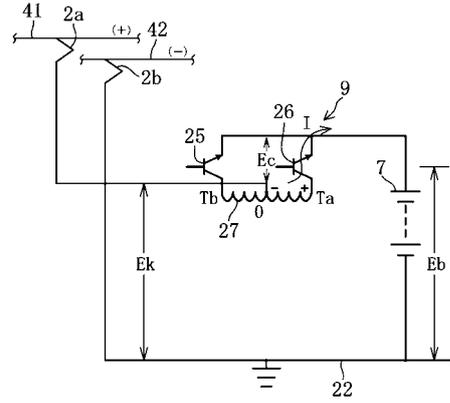
【0132】

1	電動車（鉄道車両）	
1 A	電動車	
1 B	電動車	
3 A	3相誘導電動機	
3 B	3相誘導電動機	
4	補機用インバータ	
5	第1駆動用インバータ	
6	第2駆動用インバータ	10
7	車載バッテリー	
8	車載バッテリー充電装置	
9	電圧補償変換器	
10	単相交流発生器	
11	充電制御装置	
11 A	充電制御装置	
11 B	充電制御装置	
27	絶縁変圧器	
27 a	補機用巻線	
40	充電用電源装置	20
41 ~ 43	剛体架線	
45	充電用バッテリー	
56	第3トランジスタ	
65	第1切換えスイッチ	
66	第2切換えスイッチ	
70	バッテリー用充電装置	

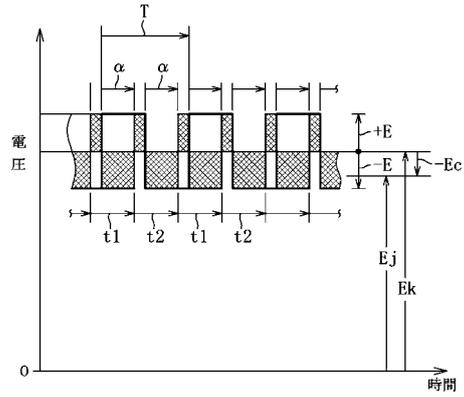
【図1】



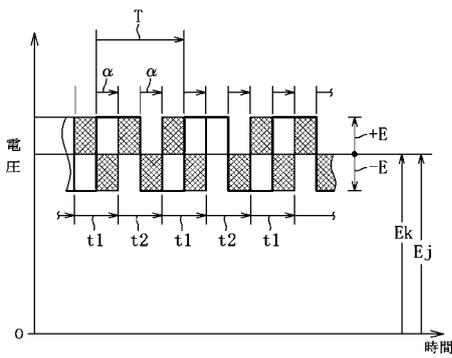
【図2】



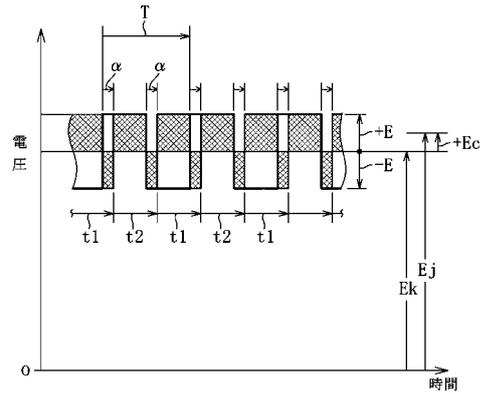
【図3】



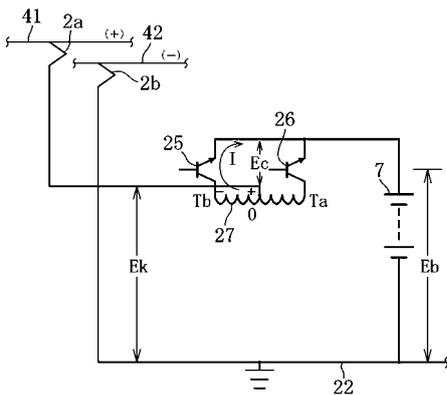
【図4】



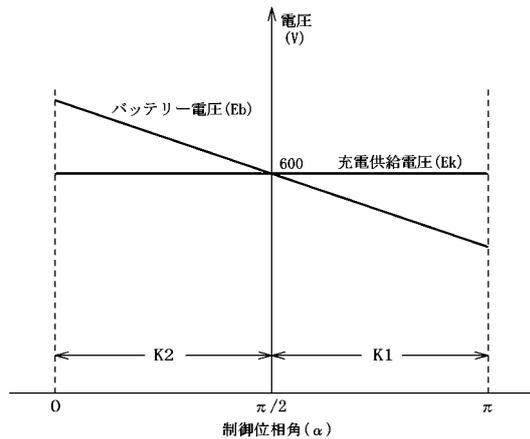
【図6】



【図5】



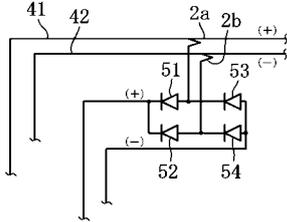
【図7】



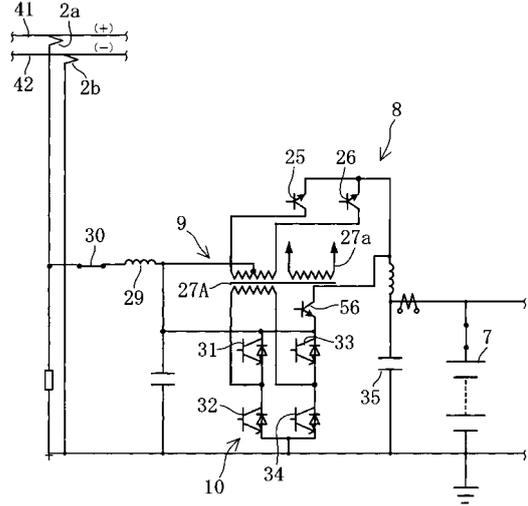
【 図 8 】

急速充電時間 (min)	充電電流 (A)	充放電速度 (C)
1	5580	35
2	2790	17.4
3	1860	11.6
3.5	1594	10
4	1395	8.7
5	1116	7
10	558	3.5

【 図 9 】

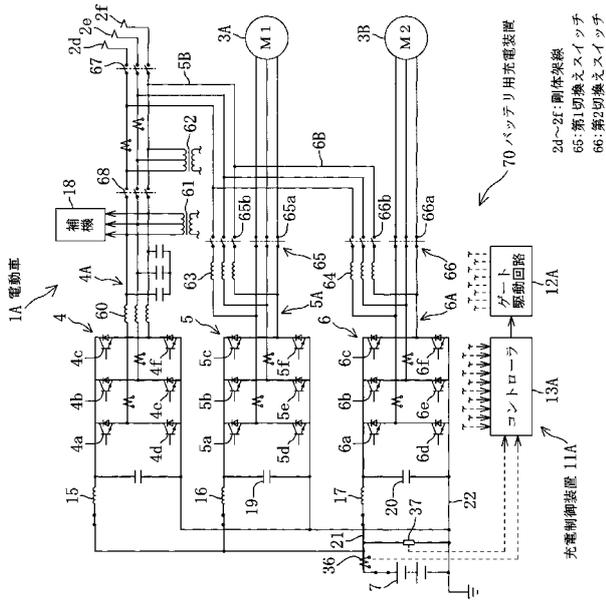


【 図 10 】



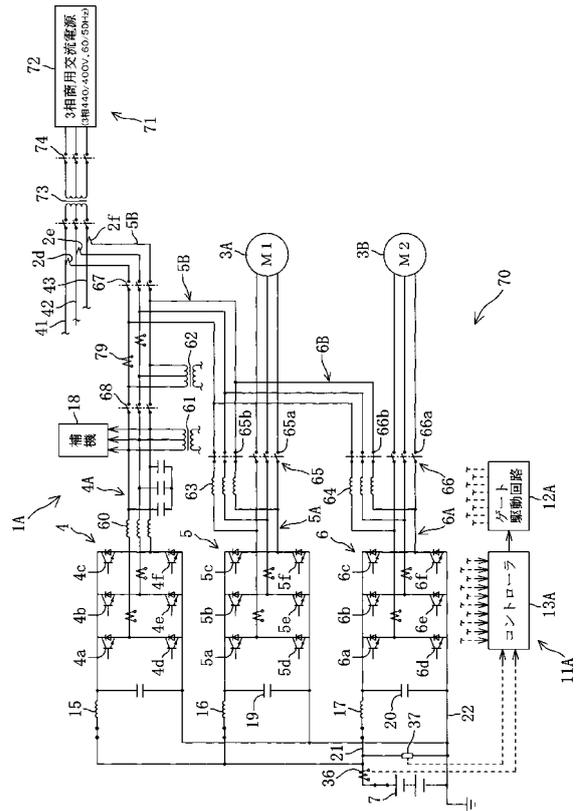
27a: 補機用巻線
56: 第3トランジスタ

【 図 11 】



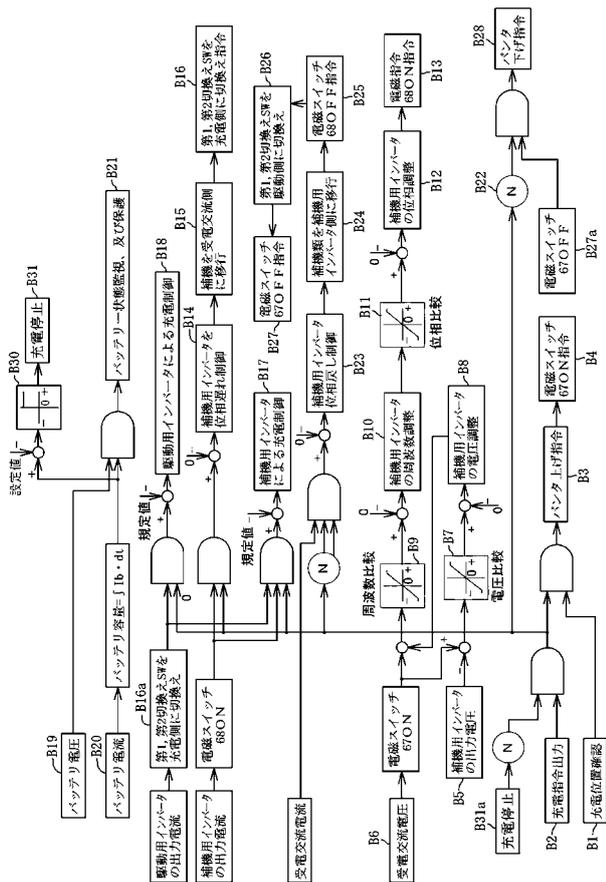
2d~2f: 副体架線
65: 第1切換スイッチ
66: 第2切換スイッチ

【 図 12 】

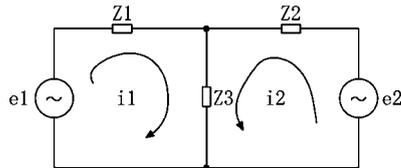


3相席用交流電源
R1440/100V/50/50Hz

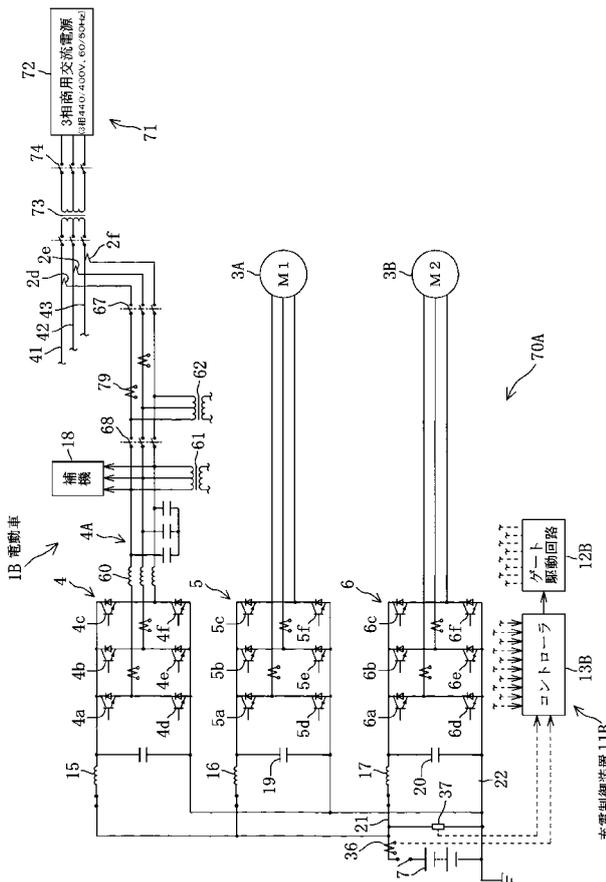
【 図 1 3 】



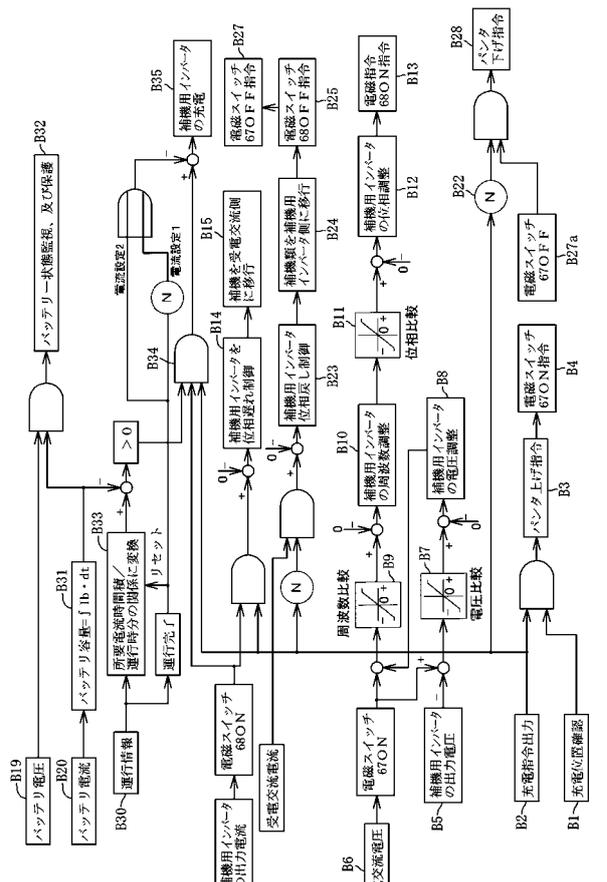
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H030 AS08 AS18 BB03 BB08 FF42 FF43 FF51
5H115 PA11 PC02 PG01 PI02 PI16 P002 PU08 PV10 PV23 SE06
TI05 T012 TR19