

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4850395号
(P4850395)

(45) 発行日 平成24年1月11日 (2012. 1. 11)

(24) 登録日 平成23年10月28日 (2011. 10. 28)

(51) Int. Cl.		F I	
H02M	7/48	(2007.01)	H02M 7/48 P
B60L	9/18	(2006.01)	B60L 9/18 A

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-178114 (P2004-178114) (22) 出願日 平成16年6月16日 (2004. 6. 16) (65) 公開番号 特開2006-6002 (P2006-6002A) (43) 公開日 平成18年1月5日 (2006. 1. 5) 審査請求日 平成19年5月15日 (2007. 5. 15)	(73) 特許権者 000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 (74) 代理人 110000062 特許業務法人第一国際特許事務所 (72) 発明者 稲荷田 聡 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株 式会社 日立製作所 交通システム事業部 水戸交通システム本部内 (72) 発明者 大河原 洋 茨城県ひたちなか市市毛1070番地 株 式会社 日立製作所 交通システム事業部 水戸交通システム本部内 審査官 服部 俊樹 最終頁に続く
前置審査	

(54) 【発明の名称】 鉄道車両用電力変換装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直流電圧を架線または第三軌条から受電する集電装置に接続された第一のフィルタ回路、前記第一のフィルタ回路を介して前記集電装置によって集電した直流電圧を電圧源として直流を交流に変換し交流電動機を駆動するインバータ装置からなる鉄道車両用電力変換装置において、

前記第一のフィルタ回路とで形成される共振回路の共振周波数を前記直流電圧の電源となる交流電源の電源周波数に一致させて、前記直流電圧の電源となる交流電源の電源周波数及び前記鉄道車両の軌道回路が使用する交流電源の複数域の周波数に対する入力インピーダンスを増加する前記第二のフィルタ回路を備え、

前記第二のフィルタ回路は、リアクトルとコンデンサとの直列接続回路であり、正極側を前記第一のフィルタ回路と前記集電装置との間に接続され、負極側を前記鉄道車両の車輪を介して前記軌道回路に接続された接地側に接続され、前記インバータ装置のスイッチングに伴う高周波成分が電源系統に流出することを防止することを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の鉄道車両用電力変換装置において、

前記第二のフィルタ回路は、前記リアクトルとコンデンサとの直列接続回路に更に抵抗器を直列接続してなることを特徴とする鉄道車両用電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、直流電源からの直流電源電圧を交流に変換し交流電動機を駆動することによって鉄道車両を加減速する鉄道車両用電力変換装置に関連し、前記直流電源電圧に含まれるリップル電圧によって前記鉄道車両用電力変換装置に流れ込む電流および鉄道車両用電力変換装置自身によって発生され前記直流電源を含む電源系統に流出するリップル電流を抑制することで、鉄道車両用電力変換装置が、鉄道車両の存在を判定する否かを判定する軌道回路、線路または線路の近傍に敷設される信号機器や通信機器に与える妨害電流を抑制し、鉄道システムの信頼性を確保する技術に関する。

【背景技術】

10

【0002】

直流電源と鉄道車両との関係の一例を、図4を用いて説明する。三相交流41を整流器42によって直流に変換し、この電圧を配線43および配線46によって、架線44およびレール45間に印加する。電車(車両)2は、架線44およびレール45間に印加された直流電圧を集電装置21および車輪23を介して受電し、車両2を駆動するための電力や車内電源を得る。通常、整流器42の出力は、整流に伴い三相交流電源41の電源周波数の6倍のリップル成分が含まれる。このほか、整流器42を構成する図示していない半導体やリアクトルなどの相間のアンバランスにより、三相交流41の基本波すなわち商用周波数成分が含まれる。ここで、商用周波数とは一般に用いられている電源周波数のことであり、日本の場合、50Hz乃至は60Hz、欧州の場合50Hz、米国の場合60Hz

20

【0003】

次に、鉄道車両用電力変換装置の一構成例を、図5を用いて説明する。図5の鉄道車両用電力変換装置1は、複数の半導体から構成され、集電装置21からの直流を交流に変換して交流電動機22を駆動するインバータ13と、フィルタリアクトル11およびフィルタコンデンサ12からなりインバータ13のスイッチングに伴う高周波成分が電源系統に流出することを防ぐとともに、入力直流電圧に含まれる脈動成分を吸収しインバータに安定した直流電圧を供給するフィルタ回路からなる。

【0004】

一方、地上側には特定の区間における列車の有無を判定する軌道回路がインストールされている。軌道回路の基本的な動作原理について、軌道回路の等価回路を示す図6を用いて説明する。電源51を用いてレール521、522の一端から左右の線路に電圧を印加し、他端でレール521-522間の電圧を測定し、車両検出器53によってレール521、522からなる区間の列車の有無を検出する。該当の区間に列車が存在しない場合(図6(A))、検出端の車両検出器53にはほぼ電源電圧と同じレベルの電圧が現れる。当該区間に列車が存在する場合(図6(B))は、列車の車輪61、62および輪軸63によって左右の線路521、522が短絡されるので、検出端の車両検出器53には電圧は現れない。このような現象に基づき、車両検出器53は検出端の電圧があらかじめ定めた閾値以上であれば列車は存在しないと判断し、該閾値以下ならば列車が存在していると判断する。このとき、車両検出器53では、フィルタ回路によって電源51の周波数成分のみを検出し、車両の有無を判断することで、軌道回路の信頼性、対ノイズ性を向上している。

30

40

【0005】

さらに、軌道回路では、車両検出器53の出力に基づき、信号機の制御や列車位置を検出しており、軌道回路は鉄道の安全を確保する上で非常に重要な装置である。軌道回路の電源としては、電源の構成が容易であったことから、交流電源によって列車に電力を供給する交流電区間では直流電源が、直流電源によって列車に電力を供給する直流電区間では商用交流電源が、これまで用いられることが多かった。最近では、電力変換技術、信号増幅技術の発達により、より高周波の交流電源や変調を掛けた信号を利用するようになっている。

50

【 0 0 0 6 】

ところで、直流き電区間においては図 4 に示した直流電源を得るための三相交流も商用周波数であるから、架線電圧にも前記リップルの存在などに起因する軌道回路が使用する周波数が含まれることになる。このため、電力変換装置の商用周波数に対する入力インピーダンスが十分に高くないと直流電圧に含まれる商用周波数の脈動成分により、軌道回路が使用している周波数と同じ成分がレールに流れることになり、列車検出器 5 3 を誤動作させてしまう危険性がある。

【 0 0 0 7 】

すなわち、図 6 (C) に示すように、図 5 に示す鉄道用電力変換装置 1 を用いた場合、鉄道用電力変換装置 1 が軌道回路に及ぼすノイズ成分の等価的に表したノイズ源 6 4 から 10
の高周波成分が妨害電流 5 5 として、車軸 6 3 車輪 6 1 レール 5 2 1 車両検出器 5 3
レール 5 2 2 車輪 6 2 車軸 6 3 と流れ、車両の存在を正確に検出することができなくなる。

【 0 0 0 8 】

このため、電力変換装置の商用周波数に対する入力インピーダンスを十分に高くする必要がある。これを実現する手段方法としては、図 5 に示したフィルタリアクトル 1 1 のリアクタンスを大きくする方法が挙げられる。しかしながら、このリアクタンスを大きくして前記インピーダンスを確保することは、ぎ装スペース、重量の観点から適当な手段とはいえない。また、フィルタリアクトル 1 1 およびフィルタコンデンサ 1 2 からなる LC フィルタ回路のインピーダンスが上昇することは、インバータ 1 3 の制御の観点からも好ま 20
しくない。

【 0 0 0 9 】

既に述べたように直流き電方式においては、直流電圧を得るための整流器が、これを構成する要素のアンバランスにより、交流電源周波数成分を直流出力に重畳してしまうことがある。一方で、この電源周波数は、列車の有無を判断する軌道回路の電源として使用されることがある。車両に搭載される電力変換器の電源周波数に対するインピーダンスが低いと、軌道を含む電源系統に電源周波数の電流が流れ、軌道回路の動作に悪影響を与えることがあった。これに対応するために、インピーダンス増加フィルタ回路を追加することによってインピーダンスを増加する方式が用いられてきたが、直流電源と電力変換器を構成するインバータ間のインピーダンスが低下してしまうため、電源系統に流出するインバ 30
ータのスイッチングに伴って発生する高周波電流が増加してしまうこととなり、高周波を用いる軌道回路に適應できないという問題があった。

【 0 0 1 0 】

すなわち、前記リアクタンスを大きくすることなく前記インピーダンスを高くする手法として図 7 に示す方式がこれまで広く用いられている。すなわち、図 7 の回路では、LC フィルタ回路を構成するフィルタリアクトル 1 1 と並列に、リアクトル 1 5 2 とコンデンサ 1 5 3、または、リアクトル 1 5 2 とコンデンサ 1 5 3 と抵抗器 1 5 1 からなり電源側から見た電力変換装置の該商用周波数に対するインピーダンスを上昇させるインピーダンス増加フィルタ回路 1 5 を接続して、フィルタリアクトル 1 1 のリアクタンスを大きくすることなく電力変換装置 1 の商用周波数に対する入力インピーダンスを大きくしている。 40

【 0 0 1 1 】

この方式では、抵抗器 1 5 1、リアクトル 1 5 2、コンデンサ 1 5 3 からなるインピーダンス増加フィルタ回路 1 5 を、フィルタリアクトル 1 1 に並列に接続し、フィルタリアクトル 1 1 およびインピーダンス増加フィルタ回路 1 5 からなる共振回路の共振周波数を直流電源を得た商用周波数と一致させ、並列共振回路を構成することで商用周波数に対する入力インピーダンスを増加している。

【 0 0 1 2 】

インピーダンス増加フィルタ回路 1 5 の有無をパラメータとして、周波数に対する直流入力電源から見た電力変換装置の入力インピーダンス特性を、図 8 に示す。実線は図 7 に示すインピーダンス増加フィルタ回路 1 5 をフィルタリアクトル 1 1 に並列に接続した入 50

カインピーダンス特性であり、破線は図5に示したインピーダンス増加フィルタ回路15を有さない回路の入カインピーダンス特性である。フィルタリアクトル11に並列にインピーダンス増加フィルタ回路15を接続することによって、図8の実線に示すように、直流電源電圧に商用周波数成分が含まれていても、直流電源電圧に含まれる周波数に対する電力変換装置のインピーダンスを高くすることができるので、直流電源電圧に商用周波数の脈動電圧が重畳している場合においても、レールに流れる商用周波数成分の電流を抑制することができ、商用周波数を電源とする軌道回路への影響を排除することができる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

10

上に述べたように、従来、軌道回路の電源には、商用電源や直流電源が用いられていたが、最近では電力変換技術、信号増幅技術の発達により、より高周波の交流電源や変調を掛けた電圧を軌道回路の電源として利用するようになってきている。インピーダンス増加フィルタ回路15を追設した図7の回路では、図8に示すように、商用周波数よりも高周波側のインピーダンス特性が低下してしまう。このため、図3(C)に示すように、電力変換装置1を構成しているインバータ13が発生する高周波成分のうち電源系統へ流出する電流成分(帰線電流 $I_1 + I_2$)が増加し、高周波の交流電圧を電源とする軌道回路に対して悪影響を与えてしまうおそれがある。すなわち、図7の回路では、商用周波数を電源とする軌道回路が使用されている区間は問題なく走行可能であるが、高周波交流を電源とする軌道回路が使用されている区間は走行できないと言う新たな課題が発生する。

20

【0014】

このように、図7に示す回路では、複数の軌道回路に対応することができないので、軌道回路に応じて車両(フィルタ回路)を使い分けなくてはならず、必要以上に多くの車両を確保する必要があった。また、これらの区間をまたがって乗車する乗客に対し、乗換えを強いることになり、乗客に対するサービスが低下すると言った問題があった。

【0015】

本発明は、直流電源を電源とする電気鉄道システムにおいて、フィルタ回路の増大、重量化を招くことなく商用電源を用いた軌道回路および高周波交流を電源とする軌道回路の双方に適合することができる鉄道車両用電力変換装置を提供することを目的とする。さらに、本発明は、より汎用性、信頼性の高い鉄道車両を提供することができる鉄道車両用電力変換装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記課題を解決するために、本発明は、直流電圧を架線または第三軌条から受電する集電装置に接続された第一のフィルタ回路、前記第一のフィルタ回路を介して前記集電装置によって集電した直流電圧を電圧源として直流を交流に変換し交流電動機を駆動するインバータ装置からなる鉄道車両用電力変換装置において、前記第一のフィルタ回路とで形成される共振回路の共振周波数を前記直流電圧の電源となる交流電源の電源周波数に一致させて、前記直流電圧の電源となる交流電源の電源周波数及び前記鉄道車両の軌道回路が使用する交流電源の複数域の周波数に対する入力インピーダンスを増加する前記第二のフィルタ回路を備え、前記第二のフィルタ回路は、リアクトルとコンデンサとの直列接続回路であり、正極側を前記第一のフィルタ回路と前記集電装置との間に接続され、負極側を前記鉄道車両の車輪を介して前記軌道回路に接続された接地側に接続され、前記インバータ装置のスイッチングに伴う高周波成分が電源系統に流出することを防止することを特徴とする。

40

【0017】

また、本発明は、前記第二のフィルタ回路は、前記リアクトルとコンデンサとの直列接続回路に更に抵抗器を直列接続してなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0023】

50

以上に述べたように、本発明により、直流電源を電源とする電気鉄道システムにおいて、フィルタ回路の増大、重量化を招くことなく商用電源を用いた軌道回路および高周波交流を電源とする軌道回路の双方に適合することができる鉄道車両用電力変換装置を提供することが可能となる。また、本発明の鉄道車両用電力変換装置を使用することによって、より汎用性、信頼性の高い鉄道車両を提供することができる。これによって、乗客に対し、より良いサービスを提供することができる。

【 0 0 2 4 】

また、直流き電区間において商用周波数を用いた軌道回路と高周波電源を用いた軌道回路の両方の区間を走行できる汎用性の高い車両を提供することができ、車両保有数の増加を抑制するとともに、乗客に対するサービスを向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明にかかる鉄道車両用電力変換装置 1 の実施形態の一例を、図 1 を用いて説明する。図 1 に示すように、本発明にかかる鉄道車両用電力変換装置 1 は、フィルタリアクトル 1 1 およびフィルタコンデンサ 1 2 からなる LC フィルタ回路と、交流電動機 2 2 を駆動するインバータ 1 3 と、抵抗器 1 4 1 およびリアクトル 1 4 2 ならびにコンデンサ 1 4 3 の直列回路からなるインピーダンス増加フィルタ回路 1 4 とから構成される。フィルタリアクトル 1 1 は、集電装置 2 1 とインバータ 1 3 の一方の入力の間に直列に接続され、フィルタコンデンサ 1 2 は、インバータ 1 3 の入力に並列に接続される。

【 0 0 2 6 】

インバータ 1 3 は、複数の半導体から構成され、直流を交流に変換して交流電動機 2 2 を駆動する。フィルタリアクトル 1 1 およびフィルタコンデンサ 1 2 からなる LC フィルタ回路は、インバータ 1 3 のスイッチングに伴う高周波成分が電源系統に流出することを防ぐとともに、入力直流電圧に含まれる脈動成分を吸収しインバータに安定した直流電圧を供給する。抵抗器 1 4 1、リアクトル 1 4 2、コンデンサ 1 4 3 からなるインピーダンス増加フィルタ回路 1 4 は、フィルタリアクトル 1 1 の入力側とフィルタコンデンサ 1 2 の負側（接地側）に接続され、フィルタリアクトル 1 1 およびフィルタコンデンサ 1 2 との組み合わせにより、入力側から見た電力変換装置の特定周波数に対する入力側から見たインピーダンスを増加させる。

【 0 0 2 7 】

図 1 の 入力端・インバータ間のインピーダンス特性は、図 2 の実線となり図 5 に示した回路のインピーダンス特性と同じになることがわかる。このとき、フィルタリアクトル 1 1、フィルタコンデンサ 1 2、リアクトル 1 4 2、コンデンサ 1 4 3 および抵抗器 1 4 1 からなる共振回路の共振周波数を商用電源周波数に一致させることで、電力変換装置 1 の商用周波数に対する入力インピーダンスを飛躍的に増加させることができる。図 2 の破線は、図 7 の回路のインピーダンス特性であり、図 8 の 実線で示したインピーダンス特性と同じである。

【 0 0 2 8 】

図 7 に示す回路では、フィルタ回路 1 5 を介してインバータ 1 3 の発生する高周波成分がフィルタリアクトル 1 1 を介した帰線電流 I_1 とフィルタ回路 1 5 を介して帰線電流 I_2 として電源系統に流れ込む（図 3（C））。しかしながら、図 1 に示す回路では、電源系統のインピーダンスはフィルタリアクトル 1 1 のインピーダンスに比べ十分小さいので、これらを見捨てる（無視）することができる。この結果、図 1 に示す電力変換装置の等価回路は、図 3（A）に示すようにフィルタ回路 1 4 が線路によって短絡された形態となるので、等価回路はフィルタ回路 1 4 を増設する前と同じ、図 3（B）に示す回路と等しくなるので、電力変換装置 1 の入力端・インバータ間のインピーダンス特性は、図 5 の回路の場合（図 3（B））と同じものとなり、入力インピーダンス増加フィルタ回路 1 4 の追加が、インバータが発生する高調波成分の流出量に影響を与えないことがわかる。

【 0 0 2 9 】

これより、本発明によりインバータが発生する高周波成分の電源系統への流出を増加さ

10

20

30

40

50

せることなく、入力側から見た電力変換装置の商用周波数に対するインピーダンスを増加させることができる。

【 0 0 3 0 】

図 1 の例では、インピーダンス増加フィルタ回路 1 4 は、抵抗器 1 4 1、リアクトル 1 4 2、コンデンサ 1 4 3 から構成されているが、リアクトル 1 4 2、コンデンサ 1 4 3 のみによっても同様の効果が得られる。また、インピーダンス増加フィルタ回路 1 1 を構成する要素は、たとえば信号増幅機能を要する回路などインピーダンス増加フィルタ回路 1 1 と同様のインピーダンス特性を要する回路であれば、リアクトル 1 4 2 とコンデンサ 1 4 3 の組み合わせである必要はない。

【 0 0 3 1 】

以上の例では、架線 4 4 を介して直流電源から電力を得る方式を例にとって本発明の実施形態、効果について説明しているが、本発明は走行用のレールのほかに第三のレールを地上に敷設し、このレールを介して車両が直流電源から電力を得る第三軌条方式においても、方式可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明にかかる鉄道車両用電力変換装置の構成を説明する図。

【図 2】鉄道車両用電力変換装置のインバータ・電源間のインピーダンス特性を説明する図。

【図 3】鉄道車両用電力変換装置の等価回路図。

【図 4】鉄道車両用電源システムと電車との関係を説明する図。

【図 5】従来の鉄道車両用電力変換装置の構成を説明する図。

【図 6】電車と軌道回路との関係を説明する図。

【図 7】従来の鉄道車両用電力変換装置の構成を説明する図。

【図 8】鉄道車両用電力変換装置の電源側から見たインピーダンス特性を説明する図。

【符号の説明】

【 0 0 3 3 】

- 1 1 ... フィルタリアクトル
- 1 2 ... フィルタコンデンサ
- 1 3 ... インバータ
- 1 4 ... インピーダンス増加フィルタ回路
- 1 4 1 ... 抵抗
- 1 4 2 ... リアクトル
- 1 4 3 ... コンデンサ
- 1 5 ... インピーダンス増加フィルタ回路
- 1 5 1 ... 抵抗
- 1 5 2 ... リアクトル
- 1 5 3 ... コンデンサ
- 2 ... 車両
- 2 1 ... 集電装置
- 2 2 ... 交流電動機
- 2 3 ... 車輪
- 4 1 ... 交流三相電源
- 4 2 ... 整流装置
- 4 3、4 6 ... 電線
- 4 4 ... 架線
- 4 5 ... レール
- 5 1 ... き道回路用電源
- 5 2 1、5 2 2 ... レール
- 5 3 ... 車両検出器

10

20

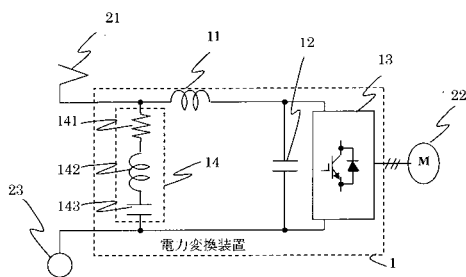
30

40

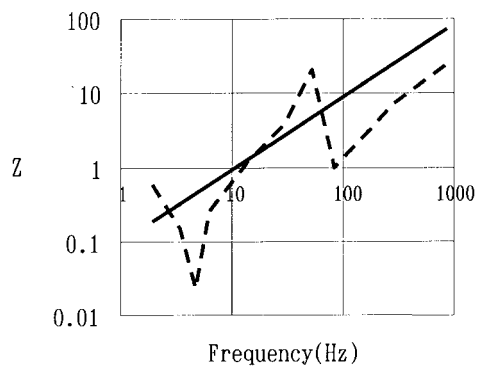
50

- 5 4 ... き道回路電流
 5 5 ... 妨害電流
 6 1、6 2 ... 車輪
 6 3 ... 輪軸
 6 4 ... 高周波源
 I 1、I 2 ... 帰線電流

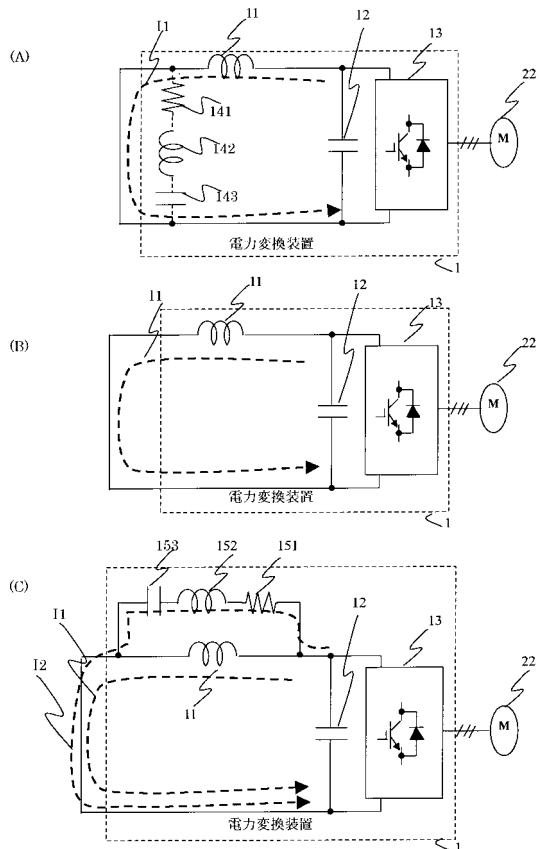
【図 1】



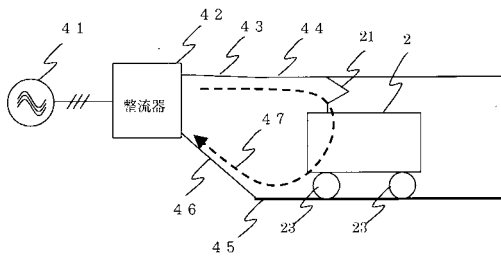
【図 2】



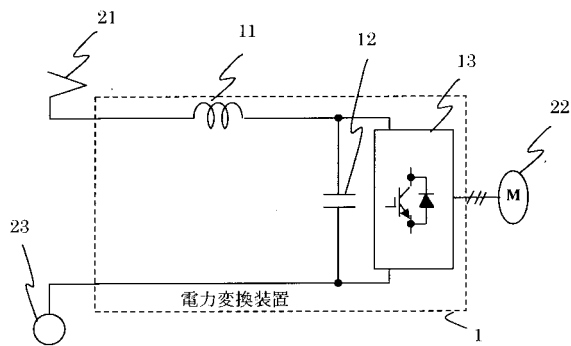
【図 3】



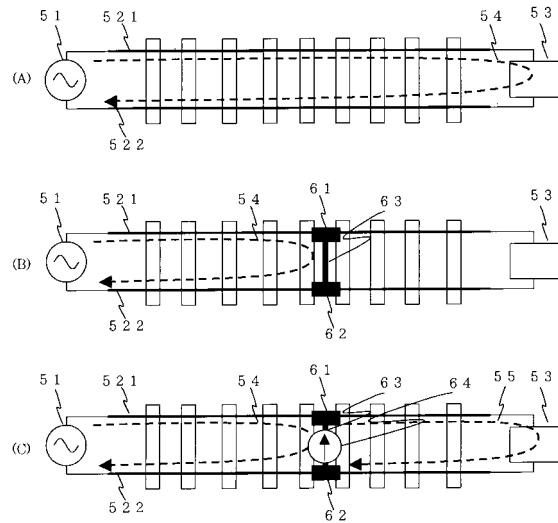
【図 4】



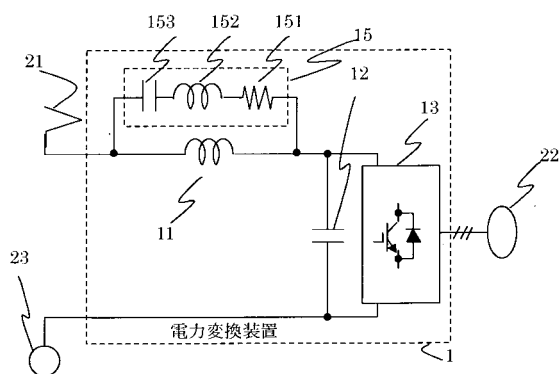
【図 5】



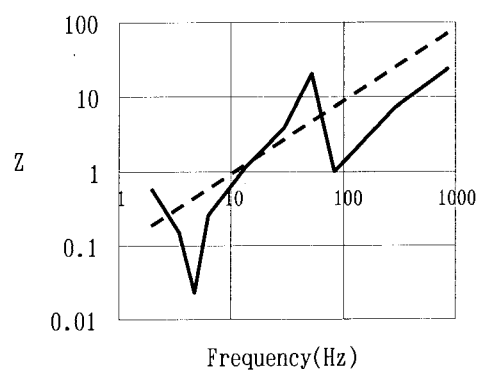
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-274525(JP,A)
特開昭56-110406(JP,A)
特開2001-301621(JP,A)
特開2000-092862(JP,A)
特開2004-072984(JP,A)
特開昭62-250893(JP,A)
実開平02-125549(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48
B60L 9/18