

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4140208号  
(P4140208)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月20日(2008.6.20)

(51) Int. Cl.			F I		
HO2J	17/00	(2006.01)	HO2J	17/00	B
HO2M	7/06	(2006.01)	HO2M	7/06	H
B60L	5/00	(2006.01)	B60L	5/00	B
B60M	7/00	(2006.01)	B60M	7/00	X

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-152829 (P2001-152829)	(73) 特許権者	000002059
(22) 出願日	平成13年5月22日(2001.5.22)		神鋼電機株式会社
(65) 公開番号	特開2002-354711 (P2002-354711A)		東京都港区芝大門一丁目1番30号
(43) 公開日	平成14年12月6日(2002.12.6)	(74) 代理人	100064908
審査請求日	平成19年4月3日(2007.4.3)		弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100089037
			弁理士 渡邊 隆
		(74) 代理人	100101465
			弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100094400
			弁理士 鈴木 三義
		(74) 代理人	100107836
			弁理士 西 和哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非接触給電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1次給電線に供給される電力を非接触で負荷へ伝達する非接触給電装置において、  
 前記1次給電線と2次巻線とを磁気結合して電力の伝達を行う給電トランスと、  
 前記給電トランスの出力に接続される直並列共振回路と、  
 前記直並列共振回路から出力される電圧を整流する整流手段と、  
 前記整流手段の出力電圧を定電圧化する定電圧制御手段と、を備え、  
 前記直並列共振回路は、前記給電トランスのインダクタンスと該給電トランスの2次巻線に並列に接続された第1のコンデンサと、前記第1のコンデンサと前記整流手段との間に直列に接続された第2のコンデンサとによって形成され、  
 前記給電トランスは、断面がE形状のコアと、このコアの中央脚に巻回された2次巻線とを有し、  
 前記定電圧制御手段は、昇圧チョッパを有しており、当該昇圧チョッパのスイッチング素子のオンデューティ比が、重負荷時に比べて軽負荷時の方が小さくなるように制御され、  
 前記直並列共振回路の共振周波数が、前記1次給電線に流れる高周波電流とほぼ同一の周波数であることを特徴とする非接触給電装置。

【請求項2】

前記コアは、前記中央脚の基端側に前記2次巻線が巻回され、前記コアの凹部の奥側に配置される前記1次給電線と当該2次巻線とが磁氣的に結合しており、前記中央脚の先端

側の厚さ方向の幅が前記基端側の厚さ方向の幅よりも大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の非接触給電装置。

【請求項 3】

前記コアの中央脚と他の脚とのそれぞれの起立高さが略同一面であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の非接触給電装置。

【請求項 4】

前記整流手段は、全波整流器または倍電圧整流器またはコッククロフト昇圧回路の何れかであることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のうちいずれかに記載の非接触給電装置。

【発明の詳細な説明】

10

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軌道に沿って走行する走行体に対して、その使用電力を非接触で給電する非接触給電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、倉庫内や工場内などにおいて、案内レール等の軌道に沿って搬送車を走行させ、この搬送車によって被搬送物（積荷）を搬送する搬送システムが広く利用されている。この搬送車には、リニアモータなどの走行モータが搭載されていて、この走行モータの駆動によって搬送車が走行する。そして、走行モータへの給電方法として、搬送車側に設けた集電子を給電線に接触させて電力を給電する方法に替えて、ピックアップトランスと称される給電トランスを用いて非接触で電力を給電する方法が広く用いられている。即ち、搬送車の側にピックアップトランスを設け、ピックアップコイルと称される 2 次巻線を 1 次給電線の近傍に配置して、いわゆるトランスの電磁誘導作用によって、ピックアップコイル（2 次巻線）に誘導起電力を発生させて非接触で給電する方法が実施されている。

20

【0003】

図 8 は、従来技術における非接触給電装置の構成例を示す回路図である。この非接触給電装置は、移動体 600 およびこれに配置された各種の装置と、移動体 600 の移動経路に沿って敷設された給電線を主要な構成要素とする給電線部 500 と、地上側に固定配置され、給電線に対して高周波電流を流す高周波電源 400 とにより構成されている。図 8 に示すように、高周波電源 400 は、チョッパ 410 とインバータ 420 と同調フィルタ 430 とを有している。

30

【0004】

チョッパ 410 の入力端子 P および N には、直流電圧 E が与えられる。この入力端子 P および N 間には、トランジスタ Qc とダイオード Dc とが直列に介挿されている。また、トランジスタ Qc のエミッタとダイオード Dc のカソードとの接続点と、インバータ 420 との間には、インダクタンス Li が介挿されている。ここで、トランジスタ Qc が ON 状態であるときには、入力端子 P および N 間の直流電圧 E により、入力端子 P トランジスタ Qc インダクタンス L1 インバータ 420 および入力端子 N という経路を介して電流が流れる。一方、トランジスタ Qc が ON 状態から OFF 状態になると、その時点においてインダクタンス L1 に蓄積された電気エネルギーにより、インダクタンス L1 インバータ 420 ダイオード Dc という循環経路を介して電流が流れる。インバータ 420 に供給される平均的な電流の量は、トランジスタ Qc の ON / OFF デューティ比に比例して増減する。

40

【0005】

制御部 411 は、トランジスタ Qc を ON 状態とするパルスを周期的に出力するとともに、このパルスの幅を変調することによりインバータ 420 に対する出力電流を制御する装置である。インバータ 420 は、トランジスタ QA、QB、QC および QD と、ダイオード DA、DB、DC および DD とを図示のように接続してなるブリッジ回路である。このような構成において、トランジスタ QA および QD を ON 状態とし、トランジスタ QB お

50

よびQCをOFF状態とする動作と、トランジスタQAおよびQDをOFF状態とし、トランジスタQBおよびQCをON状態とする動作とが交互に繰り返される。

【0006】

このようなスイッチング動作により、トランジスタQAおよびQBの接続点とトランジスタQCおよびQDの接続点との間に介挿された同調フィルタ430に矩形波交流電流が通電される。同調フィルタ430は、矩形波交流電流の基本波成分を共振増幅するフィルタであり、インダクタンスL2とコンデンサC2とにより構成されている。同調フィルタ430の出力電流は正弦波となり、給電線部500の給電線に流れる。上述したチョッパ410内の制御部411は、この給電線に流れる電流を電流センサCTにより検知し、その電流値が目標値となるようにトランジスタQcをON状態とするパルス幅の制御を行うものである。

10

【0007】

既に述べたように、給電線部500は、移動体600の移動経路に沿って敷設された給電線を主要な構成要素とするものである。図9には、この給電線部500の給電線500Lが図示されている。この給電線500Lには、図8における同調フィルタ430を介して正弦波電流が流される。図8におけるインダクタンスL3は、図9に示す給電線500Lのインダクタンスである。また、この給電線500Lに接近し、且つ、非接触状態を保ってピックアップ610が位置して、図8のようなピックアップ610の回路を構成している。尚、ピックアップ610は、移動体600とともに給電線500Lに沿って移動可能である。

20

【0008】

図10は、図9に示すピックアップ610のI-I'線断面図である。図10に示すように、ピックアップ610は、給電線500Lによって発生される磁界の磁路をなすコア611と、このコア611の中央脚に巻回された2次巻線612とを有している。この2次巻線612と、図9に示す給電線500Lとが磁氣的に結合して、図8に示すような給電トランスT4が構成されている。また、図8に示すように、移動体600には、このピックアップ610と昇圧チョッパ620とが設けられている。図8に示すピックアップ610において、給電トランスT4の2次巻線612にはヒューズ613が直列接続されており、2次巻線612およびヒューズ613にはコンデンサC4が並列接続されている。

30

【0009】

ここで、ピックアップ610の特性について説明する。ピックアップ610における給電トランスT4の2次巻線612とコンデンサC4は、インバータ420が出力する矩形波の基本波周波数に相当する周波数で並列共振する。この場合、ピックアップ610の等価回路は、図11(a)~(c)に示すように単純化される。ここで、iは1次巻線(給電線500L)に流れる電流、M4は1次巻線(給電線500L)および2次巻線612間の相互インダクタンス、L4は2次巻線612の漏洩インダクタンス、M4+L4は2次巻線612の等価インダクタンス、 $\omega$ はインバータ420が出力する矩形波の基本波角周波数、Rは移動体600上の給電対象である負荷抵抗である。したがって、ピックアップ610の出力特性は、

$$\text{出力電圧 } V_t = R' \times i \quad \dots\dots (1)$$

40

$$\text{出力電力 } P = V_t \times i \quad \dots\dots (2)$$

となる。ただし、R'は、上記の単純化に伴って、負荷抵抗Rと、インダクタンスM4およびL4とコンデンサC4とに基づいて作成された合成インピーダンスである。

【0010】

尚、トランスT4の相互インダクタンスM4及び漏洩インダクタンスL4と、2次巻線612に並列に接続されたコンデンサC4とによって共振回路が構成され、この共振回路によって、非接触給電時における無効電力を少なくして電力伝送効率を高めている。つまり、この共振回路の共振周波数( $f_o$ )は、トランスT4のインダクタンス(つまり、相互インダクタンスM4と漏洩インダクタンスL4との和)を(L)とし、コンデンサC4の静電容量を(C)とした場合には、 $f_o = (1/2\pi) \times (L \times C)^{-1/2}$ で表わさ

50

れ、1次側の給電線に流れる電流の周波数と等しい場合（つまり、共振周波数の場合）に、1次側から2次側への電力伝送効率が最大となることが知られている。つまり、共振回路による共振周波数は、1次側の給電線に供給される電流の周波数とほぼ等しくなるように調整されている。

#### 【0011】

ここで、給電線（1次巻線）の電流  $i$  は、高周波電源400によって、基準値に一定制御されているので、図12に示すように、ピックアップ610の出力電圧  $V_t$  は出力電力  $P$  に比例して増加する。つまり、ピックアップ610の出力特性は、電流源（一定電流を出力する電源）と等価となる。しかし、一般的に移動体600上の負荷  $R$  には、その負荷変動によらず、一定電圧を供給する必要があるから、ピックアップ610の出力特性を定電圧の出力特性に変換する必要がある。そこで、図8に示す非接触給電装置では、昇圧チョッパ620を用いて定電圧制御して負荷  $R$  に電力を供給している。

10

#### 【0012】

図8に示す昇圧チョッパ620において、全波整流回路621は、ピックアップ610の出力交流電圧を全波整流する。インダクタンス  $L_5$ 、ダイオード  $D_5$  およびコンデンサ  $C_5$  は、全波整流回路部621から得られる全波整流波形からリップルを除去する平滑回路を構成している。この平滑回路におけるコンデンサ  $C_5$  から負荷  $R$  へ定電圧制御された直流電圧が供給される。全波整流回路部621およびインダクタンス  $L_5$  には、チョッパ制御のためのトランジスタ  $Q_5$  が並列に接続されている。すなわち、電圧制御部622は、トランジスタ  $Q_5$  をPWM制御するためのパルス信号を発生するとともに、負荷  $R$  に対する供給電圧が基準値になるように、トランジスタ  $Q_5$  に供給するパルス幅のデューティ制御を行っている。また、スイッチ  $SW$  は、負荷側がオープンになって無負荷状態になったときに過電圧が発生するのを防止するためのスイッチである。

20

#### 【0013】

尚、過電圧保護のためにスイッチ  $SW$  をONしたときには、出力電圧は、ほぼ0Vとなる。スイッチ  $SW$  に流れる電流は、1次と2次の巻数比に比例した電流となる。トランスの2次側が共振状態とならないため、トランス、回路への電流は少ない。ヒューズ613は、例えば、ピックアップ610 - 昇圧チョッパ620間の断線や昇圧チョッパ620のトランジスタ  $Q_5$  がオープン状態となる故障、あるいは昇圧チョッパ620の制御回路の故障などにより、ピックアップ610のみの無負荷共振となった時に、電流が増えて溶断する。この時、コンデンサ  $C_4$ 、トランス2次側が、大電流、大電圧となって危険なため、ヒューズ613により保護している。

30

#### 【0014】

図13は、図8に示す従来技術における非接触給電装置の回路を簡略化したブロック図である。図13において、高周波電源81より1次給電線82に高周波電流を流すと、給電トランス83の2次巻線83sに発生した誘導起電力が、整流部85で直流に変換された後に、昇圧チョッパから成る定電圧制御部86によって一定電圧に制御されて負荷87である走行モータに供給され、この走行モータ28によって搬送車が軌道に沿って走行する。

#### 【0015】

このとき、給電トランス83の相互インダクタンス及び漏洩インダクタンスと、2次巻線83aに並列に接続されたコンデンサ84とによって共振回路88が構成され、この共振回路88によって、非接触給電時における無効電力を少なくして電力伝送効率を高めている。さらに、出力電圧の定電圧制御は、定電圧制御部86のスイッチング素子  $Q_5$  のPWM制御によって行っているが、そのスイッチング周波数は、高周波電源81の周波数（つまり、共振回路88の共振周波数）よりも数倍以上高く設定してある。すなわち、スイッチング素子  $Q_5$  のスイッチング周波数が高いので共振回路88は高インピーダンスとなっている。したがって、電源側から見て、負荷側は負荷抵抗  $R$  のみとみなすことができる。

40

#### 【0016】

【発明が解決しようとする課題】

50

しかしながら、図13の回路において、トランジスタなどのスイッチング素子Q5をPWM制御する制御部(図示せず)が故障したりしてスイッチング素子Q5が開放状態になると、定電圧制御部86は定電圧機能を停止してしまう。この場合は、定電圧制御部86を用いなくて給電トランス83の整流電圧をそのまま負荷に接続したのと同じことになり、負荷87に与えられる出力電圧Vは、負荷抵抗Rによって決まり、

$$V = R \times i \quad \dots\dots (3)$$

となる。ここで、iは給電トランス83の出力電流で、負荷抵抗の大きさに関わりなく、常に一定の値になる。したがって、Rが大きいと出力電圧Vも大きくなる。

#### 【0017】

すなわち、無負荷状態においては、共振回路88のインピーダンスは高い値であるので、出力電圧Vは過電圧となって回路の構成部品が過電圧で破損して焼損に至る虞がある。このように、スイッチング素子Q5のオープンモードでの故障や制御部の故障によりスイッチング動作をしなくなると、無負荷時などのように負荷が軽い時には、共振回路88が並列共振のみの無負荷共振に近い形となり、極めて高いインピーダンスとなるために出力電圧が過大になってしまい、回路部品や負荷側の機器が壊れる虞がある。

10

#### 【0018】

このような過電圧を防止するため、図8に示す従来の非接触給電装置では、過電圧保護回路としてスイッチSWを設けている。この過電圧保護回路は、過電圧を検出してスイッチSWをONにすることによって、ピックアップ610の端子間インピーダンスをほぼ0にして過電圧を防止している。しかし、このような過電圧保護回路は、過電圧を検出する回路を必要とし、多数の部品から構成されているので、装置の故障確率を上昇させる要因となる。さらには、前述したように、ピックアップ610-昇圧チョッパ620間の断線等によりピックアップ610が無負荷共振状態となった時の過電流防止用回路として、ピックアップ610にヒューズ613が設けられている。つまり、図13に示すような、並列共振型の共振回路88を有する非接触給電装置においては、無負荷時の過電圧保護対策として、過電圧保護回路や過電流保護回路を設けなければならないので、非接触給電装置全体の故障率が高くなったり、コストが高くなる。

20

#### 【0019】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、定電圧制御部のPWM制御用のスイッチング素子が故障して無制御状態に陥っても、出力電圧が過大にならず、過電圧保護回路を省略することができる非接触給電装置を提供することにある。

30

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の非接触給電装置は、1次給電線に供給される電力を非接触で負荷へ伝達する非接触給電装置において、1次給電線と2次巻線とを磁気結合して電力の伝達を行う給電トランスと、給電トランスのインダクタンスと給電トランスの2次巻線に直列に接続されたコンデンサとによって形成された直列共振回路と、直列共振回路から出力される電圧を整流する整流手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0021】

すなわち、従来の並列共振回路を有する非接触給電装置では、無負荷時の過電圧保護対策として過電圧保護回路や過電流保護回路を設けなければならなかった。しかし、本発明の非接触給電装置によれば、直列共振回路を用いることによって、出力段がオープン故障して無負荷状態となったときには共振回路が形成されないため、出力電圧が過電圧となることはない。したがって、過電圧保護回路や過電流保護回路を設ける必要がないので、非接触給電装置全体の故障率も低くなり、装置のコストを低減することができる。

40

#### 【0022】

また、本発明の非接触給電装置は、1次給電線に供給される電力を非接触で負荷へ伝達する非接触給電装置において、1次給電線と2次巻線とを磁気結合して電力の伝達を行う給電トランスと、給電トランスのインダクタンスと給電トランスの2次巻線に直列及び並列に接続された各コンデンサとによって形成された直並列共振回路と、直並列共振回路から

50

出力される電圧を整流する整流手段とを備えたことを特徴とする。

【0023】

すなわち、従来の並列共振回路を有する非接触給電装置では、無負荷時の過電圧保護対策として過電圧保護回路や過電流保護回路を設けなければならなかった。しかし、本発明の非接触給電装置によれば、直並列共振回路を用いることによって、出力段がオープン故障して無負荷状態となったときには並列共振回路が形成されるが、その共振周波数は1次給電線の電流周波数とは異なる値となるので、出力電圧が過電圧となることはない。したがって、過電圧保護回路や過電流保護回路を設ける必要がないので、非接触給電装置全体の故障率も低くなり、装置のコストを低減することができる。

【0024】

また、本発明の非接触給電装置は、前記各発明において、整流手段の出力側には出力電圧を定電圧に制御するための定電圧制御手段が設けられていることを特徴とする。すなわち、本発明の非接触給電装置によれば、出力段に定電圧制御手段を設けることによって、負荷の変動に対して一定の電圧を出力することができる。このような回路構成の場合において、定電圧制御手段がオープン故障して無負荷状態となっても出力電圧が過電圧となることはない。

【0025】

また、本発明の非接触給電装置においては、整流手段は、全波整流器または倍電圧整流器またはコッククロフト昇圧回路の何れかを用いることができる。特に、給電トランスの出力電圧が所定の電圧より低い場合は、倍電圧整流器を用いて2倍の電圧にしたり、コッククロフト昇圧回路を用いて所望の電圧に昇圧することができる。このような回路を適用しても、入力段には直列共振回路または直並列共振回路が形成されているので、出力側が無負荷状態となっても出力電圧が過電圧となることはない。

【0026】

また、本発明の非接触給電装置は、前記各発明において、定電圧制御手段は昇圧チョッパ回路であることを特徴とする。つまり、整流部から入力される電圧が低くて所望の出力電圧が得られないような場合に、昇圧チョッパを用いて昇圧作用を行うと共に定電圧制御を行い、負荷側へ精度の高い一定電圧を供給することができる。尚、昇圧を行わないで定電圧制御をする場合には、回路に直列にスイッチング素子を用いたチョッパ回路やドロップ回路などを用いてもよいし、その他一般に知られている入力部が電圧源の定電圧制御回路を用いてもよい。このような回路を適用しても、入力段には直列共振回路または直並列共振回路が形成されているので、出力側が無負荷状態となっても出力電圧が過電圧となることはない。

【0027】

また、本発明の非接触給電装置は、前記各発明において、直並列共振回路及び直列共振回路の共振周波数は1次給電線に流れる高周波電流とほぼ同一の周波数であることを特徴とする。即ち、通常の動作状態においては、直列共振回路または直並列共振回路によって、高周波電源から供給される高周波電流と同じ周波数となる共振周波数の電力が出力側へ伝送される。これにより、非接触給電時における無効電力を最小限にして電力伝送効率を高めて電力供給を行うことができる。そして、出力側がオープン故障した場合には、共振点がずれて出力側が過電圧となることを防止することができる。尚、好適な実施形態としては、移動体を走行するモータへの電力供給用に本発明の非接触給電装置を用いることができる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、図面を用いて、本発明における非接触給電装置の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態における非接触給電装置の回路構成を示すブロック図である。すなわち、この実施の形態における回路構成の特徴は、給電トランス3の共振回路として直列共振回路8を構成しているところである。この直列共振回路8の共振周波数は、1次給電線2に流れる電流の周波数(つまり、高周波電源1の周波数)と等しくなるよ

10

20

30

40

50

うに調整されている。したがって、1次給電線2から給電トランス3の2次側への電力伝送効率は最大となっている。

【0029】

すなわち、図1に示す非接触給電装置は、高周波電源1と1次給電線2と給電トランス3と直列共振回路8と整流部5と定電圧制御部6とによって構成され、定電圧制御部6によって定電圧制御されて負荷7に電力が供給される。つまり、高周波電源1によって1次給電線2に高周波電流を流すと、給電トランス3の2次巻線3sに発生した誘導起電力が整流部5で直流に変換され、さらに、定電圧制御部6で定電圧に制御されて負荷7である走行モータに供給される。

【0030】

また、給電トランス3の相互インダクタンス及び漏洩インダクタンスと2次巻線3sに直列に接続されたコンデンサ4とによって直列共振回路8が構成されている。したがって、この直列共振回路8によって、高周波電源1から供給される高周波電流と同じ周波数となる共振周波数の電力が給電トランス3の2次側へ伝送される。これにより、非接触給電時における無効電力を最小限にして電力伝送効率を高め、給電トランス3の2次側へ電力供給が行われる。また、整流部5の出力電圧は定電圧制御部6によって定電圧に制御されて負荷7へ供給される。

【0031】

図1に示すような非接触給電装置の回路によれば、負荷7が変動しても給電トランス3の起電力はほぼ一定であるので、定電圧制御部6が故障して負荷側がオープンになっても、出力電圧は既定値以上に上昇することはない。つまり、負荷7がオープンになったときは、共振用のコンデンサ4に電流が流れないので、直列共振回路8は無負荷共振を起こすことはなくなり、したがって出力電圧が上昇することはない。一方、負荷側が短絡した場合は、出力電圧はゼロボルトとなる。このとき、給電トランス3の2次巻線3sの電流や直列共振用のコンデンサ4の電流及び電圧は上昇するが、これらの保護は、例えばコンデンサ4に直列にヒューズなどを設けて回路を遮断すればよい。

【0032】

図2は、本発明の第2の実施の形態における非接触給電装置の回路構成を示すブロック図である。すなわち、この実施の形態における回路構成の特徴は、給電トランス13の共振回路として直並列共振回路18を構成しているところである。この直並列共振回路18の共振周波数は、1次給電線12に流れる電流の周波数（つまり、高周波電源11の周波数）と等しくなるように調整されている。したがって、1次給電線12から給電トランス13の2次側への電力伝送効率は最大となっている。

【0033】

すなわち、図2に示す非接触給電装置は、高周波電源11と1次給電線12と給電トランス13と直並列共振回路18と整流部15と定電圧制御部16とによって構成され、定電圧制御部16によって定電圧制御されて負荷17に電力が供給される。つまり、高周波電源11によって1次給電線12に高周波電流を流すと、給電トランス13の2次巻線13sに発生した誘導起電力が整流部15で直流に変換され、さらに、定電圧制御部16で定電圧に制御されて負荷17である走行モータに供給される。

【0034】

また、給電トランス13の相互インダクタンス及び漏洩インダクタンスと、2次巻線13sに並列/直列に接続されたコンデンサ14a/14bとによって直並列共振回路18が構成されている。したがって、この直並列共振回路18によって、高周波電源11から供給される高周波電流と同じ周波数となる共振周波数の電力が給電トランス13の2次側へ伝送される。これにより、非接触給電時における無効電力を最小限にして電力伝送効率を高め、給電トランス13の2次側へ電力供給が行われる。また、整流部15の出力電圧は定電圧制御部16によって定電圧に制御されて負荷17へ供給される。

【0035】

一般的に、移動体に用いられる給電トランスは、負荷（つまり、走行モータ）が必要とす

10

20

30

40

50

る電圧値に比べて発生電圧が低いので昇圧をする必要がある。そのため、図2に示すような直並列共振回路18を用いて整流部15の入力電圧を昇圧している。つまり、2次巻線13sに並列のコンデンサ14aの容量をC1、2次巻線13sに直列のコンデンサ14bの容量をC2とすると、整流部15の入力電圧は、(給電トランス13の2次巻線13sの発生電圧) × (C1 + C2) / C2となる。

【0036】

また、直並列共振回路18は、直並列コンデンサ14a、14bのキャパシタンスの和(C1 + C2)と、給電トランス13の相互インダクタンスMと漏洩インダクタンスLとの和のインダクタンス(M + L)とによって、共振周波数が1次給電線12の電流の周波数と同じ周波数になるように調整を行う。これによって給電トランス13は最大の伝送効率で電力伝送を行うことができる。

10

【0037】

ここで、定電圧制御部16などの故障で負荷側がオープンとなった場合は、給電トランスのインダクタンス(M + L)と、2次巻線13sに並列なコンデンサ14aのキャパシタンスC1とによって無負荷共振となる。しかし、その共振周波数は、直並列コンデンサ14a、14bのキャパシタンスの和(C1 + C2)で1次給電線12の電流周波数となるように調整されているため、キャパシタンスC1による共振周波数は1次給電線12の周波数とは異なった値となっている。つまり、共振点がずれているので出力側の電圧が過大になることはない。また、負荷側が短絡した場合には出力電圧はゼロボルトとなる。このとき、給電トランス3の2次巻線3sの電流や直列共振用のコンデンサ14bの電流及び電圧は上昇するが、これらの保護は、例えばコンデンサ14bに直列にヒューズなどを設けて回路を遮断すればよい。

20

【0038】

次に、上述のように、共振回路の構成を直列共振回路または直並列共振回路とした場合について、整流部や定電圧制御部を種々のバリエーションで組み合わせた場合の実施例を説明する。図3は、本発明の非接触給電装置において、整流部を全波整流器とした場合の回路構成を示すブロック図である。図3の実施例では、共振回路28は、図1の直列共振回路または図2の直並列共振回路の何れかを適用する。そして、整流部はダイオードブリッジなどによる全波整流器25を適用し、その出力段に電圧を一定にするための定電圧制御部26を設けて負荷27に接続する。これによって、前述の図1、図2と同様に、無負荷時の故障モードにおいて出力電圧が過電圧になることはない。また、出力側が短絡した場合は、回路に直列にヒューズなどを設けて回路を遮断して保護すればよい。

30

【0039】

図4は、本発明の非接触給電装置において、整流部を倍電圧整流器とした場合の回路構成を示すブロック図である。図4の実施例では、共振回路38は、図1の直列共振回路または図2の直並列共振回路の何れかを適用する。そして、整流部はダイオードとコンデンサによる倍電圧整流器35を適用し、その出力段に電圧を一定にするための定電圧制御部36を設けて負荷37に接続する。つまり、一般的に、移動体に用いる給電トランスは、必要とする出力電圧に比べて2次側に発生する起電力が小さいので昇圧を行う必要がある。したがって、整流部の入力電圧を2倍にしたい場合は倍電圧整流器35を用いる。これによって、給電トランス33の出力電圧を2倍に昇圧して定電圧制御部36に入力することができる。また、この回路構成においても、前述の図1、図2と同様に、無負荷時の故障モードにおいて出力電圧が過電圧になることはない。また、出力側が短絡した場合は、回路に直列にヒューズなどを設けて回路を遮断して保護すればよい。

40

【0040】

図5は、本発明の非接触給電装置において、整流部をコッククロフト昇圧回路とした場合の回路構成を示すブロック図である。図5の実施例では、共振回路48は、図1の直列共振回路または図2の直並列共振回路の何れかを適用する。そして、整流部はダイオードとコンデンサを複数段組み合わせたコッククロフト昇圧回路45を適用する。つまり、一般的に、移動体に用いる給電トランスは、必要とする出力電圧に比べて2次側に発生する起

50



電力が小さいので昇圧を行う必要がある。そこで、必要とする電圧まで昇圧する必要がある場合は、コッククロフト昇圧回路45によって昇圧を行う。コッククロフト昇圧回路45は、図5中のコンデンサの段数(C1、C2...Cn)によって整流部の入力電圧をほぼn倍に昇圧して、定電圧制御部46に入力することができる。また、この回路構成においても、前述の図1、図2と同様に、無負荷時の故障モードにおいて出力電圧が過電圧になることはない。また、出力側が短絡した場合は、回路に直列にヒューズなどを設けて回路を遮断して保護すればよい。

#### 【0041】

図6は、本発明の非接触給電装置において、定電圧制御部を昇圧チョッパとした場合の回路構成を示すブロック図である。図6の実施例では、共振回路58は、図1の直列共振回路または図2の直並列共振回路の何れかを適用する。また、整流部55は、図3の全波整流器または図4の倍電圧整流器または図5のコッククロフト昇圧回路の何れかを適用する。そして、定電圧制御部には昇圧チョッパ56を用いている。

10

#### 【0042】

昇圧チョッパ56は、インダクタンスL5とダイオードD5とスイッチング素子Q5とコンデンサC5とによって構成されている。このうち、インダクタンスL5とダイオードD5とコンデンサC5によって整流部55から得られる全波整流波形からリップルを除去するための平滑回路を構成している。そして、スイッチング素子Q5がPWM制御を行うことにより、インダクタンスL5に蓄えられた電力がスイッチング制御され、さらに、コンデンサC5で平滑された後に負荷57へ一定電圧として供給される。

20

#### 【0043】

昇圧チョッパ56では、整流部55から入力される電圧が低くて所望の出力電圧が得られないような場合に、昇圧作用を行うと共に定電圧制御を行い、負荷57へ精度の高い一定電圧を供給している。つまり、スイッチング素子Q5のON/OFFデューティ比を制御することにより、負荷の変動に拘わらず一定電圧を出力するような制御を行っている。例えば、軽負荷の時はデューティ比を小さくし、重負荷のときはデューティ比を大きくするような制御を行って常に一定電圧を出力している。また、昇圧作用については、スイッチング素子Q5がONのときにインダクタンスL5にエネルギーを蓄え、スイッチング素子Q5がOFFのときにインダクタンスL5のエネルギーを負荷57側へ放出するという作用、つまり、リングングチョーク作用によって行われている。このようなリングングチョーク作用によれば、整流部55の出力電圧にインダクタンスL5の電圧が加算された電圧に昇圧することができる。

30

#### 【0044】

上述のように、PWM制御を行うスイッチング素子Q5のデューティ比を、負荷変動に応じて制御させることにより、出力電圧を精度よくほぼ一定とすることができる。しかし、出力電圧の変動が許容されるような負荷の場合は、スイッチング素子Q5を無制御として一定のデューティ比で動作させてもよい。あるいは、出力電圧の変動が許容されるような負荷の場合には、給電トランス53や共振回路58や整流部55で所望の出力電圧になるようにしておけば、定電圧制御回路を設けずに、直接、整流部55から負荷57へ電力を供給してもよい。

40

#### 【0045】

また、このような昇圧チョッパを用いた回路構成において、スイッチング素子Q5や制御回路が故障して回路がオープンとなった場合は、昇圧が行われなため出力電圧は過電圧となることはない。すなわち、共振回路58を直列共振回路または直並列共振回路にすれば、無負荷状態となった故障モードの場合でも、前述の図1、図2と同様に出力電圧が過電圧になることはない。また、昇圧チョッパ56の回路が短絡した場合には、出力電圧はほぼ0Vとなるが、過電流保護については、回路に直列にヒューズなどを設けて回路を遮断すればよい。

#### 【0046】

図7は、本発明の非接触給電装置が適用される回路構成を組み合わせた図表である。つま

50

り、前述の図 1 から図 6 の各回路を組み合わせた場合の回路構成の一覧表である。基本となる構成要素は、共振回路を図 1 のように直列共振回路にした場合と、図 2 のように直並列共振回路にした場合である。その上で、整流部を、全波整流器 / 倍電圧整流器 / コッククロフト昇圧回路の何れかとし、定電圧制御部を、設けない / 昇圧チョッパとする、の何れかとした場合の組み合わせを行っている。

【 0 0 4 7 】

組み合わせNo 1 ~ No 6 が図 1 に示す直列共振回路を用いた場合であり、組み合わせNo 7 ~ No 1 2 が図 2 に示す直並列共振回路を用いた場合である。組み合わせNo 1 は、図 1 の直列共振回路と図 3 の全波整流器を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 2 は、図 1 の直列共振回路と図 4 の倍電圧整流器を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を 2 倍の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

10

【 0 0 4 8 】

組み合わせNo 3 は、図 1 の直列共振回路と図 5 のコッククロフト昇圧回路を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を所望の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 4 は、図 1 の直列共振回路と図 3 の全波整流器を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

20

【 0 0 4 9 】

組み合わせNo 5 は、図 1 の直列共振回路と図 4 の倍電圧整流器を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を 2 倍の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 6 は、図 1 の直列共振回路と図 5 のコッククロフト昇圧回路を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を所望の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

【 0 0 5 0 】

組み合わせNo 7 は、図 2 の直並列共振回路と図 3 の全波整流器を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 8 は、図 2 の直並列共振回路と図 4 の倍電圧整流器を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を 2 倍の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

30

【 0 0 5 1 】

組み合わせNo 9 は、図 2 の直並列共振回路と図 5 のコッククロフト昇圧回路を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を所望の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 1 0 は、図 2 の直並列共振回路と図 3 の全波整流器を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

40

【 0 0 5 2 】

組み合わせNo 1 1 は、図 2 の直並列共振回路と図 4 の倍電圧整流器を用い、定電圧制御部を用いない場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を 2 倍の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に応じて出力電圧の変動が許容される場合に適用される。組み合わせNo 1 2 は、図 2 の直並列共振回路と図 5 のコッククロフト昇圧回路を用い、定電圧制御部として図 6 の昇圧チョッパを用いた場合である。このような回路構成は、給電トランスの電圧を所望の電圧値に昇圧し、且つ、負荷の変動に対して一定の出力電圧を得る場合に適用される。

50

## 【 0 0 5 3 】

以上述べた実施の形態は本発明を説明するための一例であり、本発明は、上記の実施の形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲で種々の変形が可能である。例えば、整流器を電圧源とした定電圧制御回路の構成は、上述のような昇圧チョッパに限ることはなく、例えば、回路に直列にスイッチング素子を用いたチョッパ回路やドロップ回路などを用いてもよい。尚、このような回路構成の場合は、昇圧作用は行わないが定電圧制御については行うことはできる。その他、一般に知られている入力部が電圧源の定電圧制御回路ならどのような制御回路を用いてもよい。

## 【 0 0 5 4 】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の非接触給電装置によれば、直列共振回路または直並列共振回路を用いることによって、出力段の定電圧制御部がオープン故障して無負荷状態となっても、出力電圧が過電圧となることはない。したがって、過電圧保護回路や過電流保護回路を設ける必要がないので、非接触給電装置全体の故障率も低下し、且つ、装置のコストを低減することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態における非接触給電装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の第 2 の実施の形態における非接触給電装置の回路構成を示すブロック図である。

【図 3】 本発明の非接触給電装置において、整流部を全波整流器とした場合の回路構成を示すブロック図である。

【図 4】 本発明の非接触給電装置において、整流部を倍電圧整流器とした場合の回路構成を示すブロック図である。

【図 5】 本発明の非接触給電装置において、整流部をコッククロフト昇圧回路とした場合の回路構成を示すブロック図である。

【図 6】 本発明の非接触給電装置において、定電圧制御部を昇圧チョッパとした場合の回路構成を示すブロック図である。

【図 7】 本発明の非接触給電装置が適用される回路構成を組み合わせた図表である。

【図 8】 従来の非接触給電装置の構成を示す回路図である。

【図 9】 非接触給電装置における給電線とピックアップを示す斜視図である。

【図 10】 図 9 に示すピックアップの I - I ' 断面図である。

【図 11】 非接触給電装置の等価回路を示す回路図である。

【図 12】 非接触給電装置の出力特性を示す図である。

【図 13】 図 8 に示す従来の非接触給電装置の回路を簡略化したブロック図である。

## 【符号の説明】

- 1、11、21、31、41、51 高周波電源
- 2、12、22、32、42、52 1次給電線
- 3、13、23、33、43、53 給電トランス
- 3s、13s 2次巻線
- 4、14a、14b コンデンサ
- 5、15、55 整流部
- 6、16、26、36、46 定電圧制御部
- 7、17、27、37、47、57 負荷
- 8 直列共振回路
- 18 直並列共振回路
- 25 全波整流器
- 28、38、48、58 共振回路
- 35 倍電圧整流器
- 45 コッククロフト昇圧回路

10

20

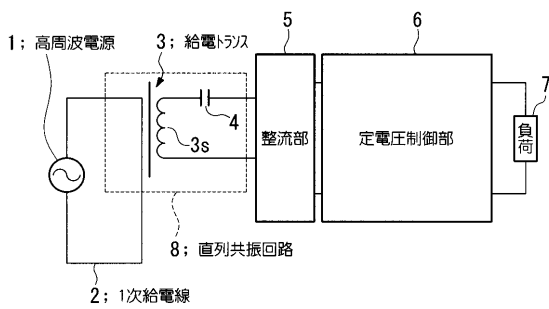
30

40

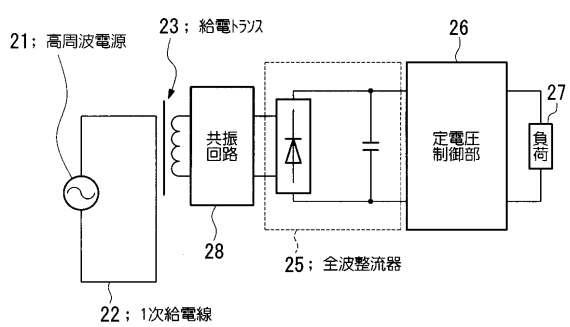
50

- 5 6 昇圧チョッパ
- Q 5 スイッチング素子
- L 5 インダクタンス
- D 5 ダイオード
- C 5 コンデンサ

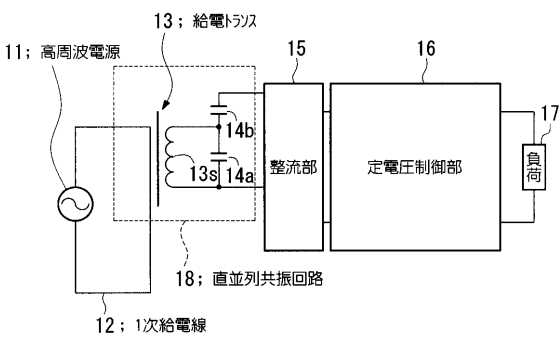
【図1】



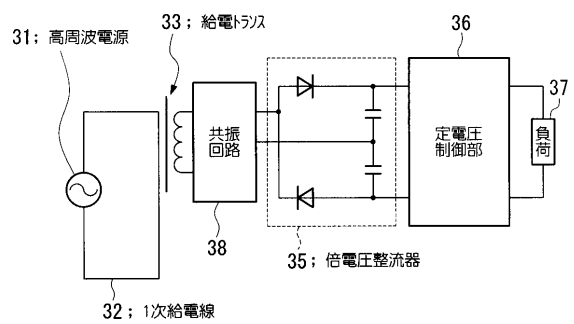
【図3】



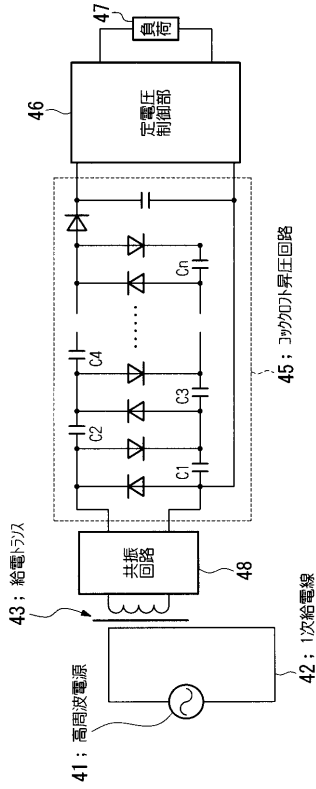
【図2】



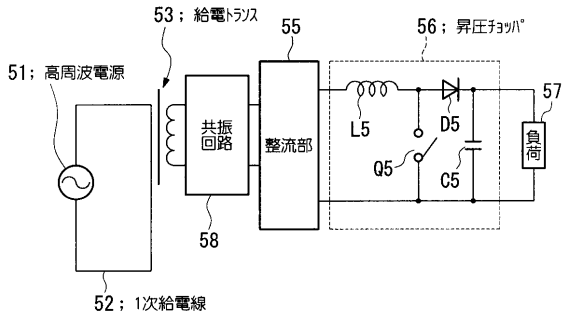
【図4】



【図5】



【図6】

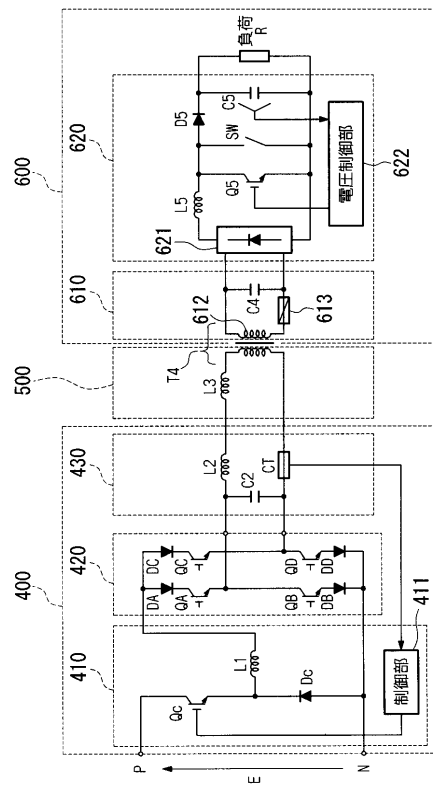


【図7】

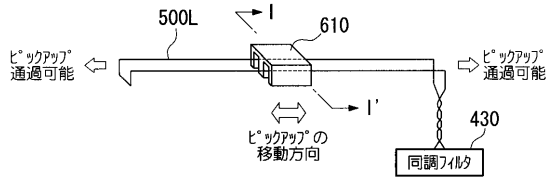
回路構成組み合わせ

組み合わせ No.	共振回路			整流部			定電圧制御部		
	①直列 共振	②直並列 共振	③全波整流 整流	④倍電圧 整流	⑤コックリト 昇圧	⑥なし	⑦昇圧 コイル	⑧なし	⑨昇圧 コイル
1	○	—	—	—	—	○	—	—	—
2	○	—	—	—	—	○	—	—	—
3	○	—	—	—	—	○	—	—	—
4	○	—	—	—	—	○	—	—	—
5	○	—	—	—	—	○	—	—	—
6	○	—	—	—	—	○	—	—	—
7	—	—	—	—	—	○	—	—	—
8	—	—	—	—	—	○	—	—	—
9	—	—	—	—	—	○	—	—	—
10	—	—	—	—	—	○	—	—	—
11	—	—	—	—	—	○	—	—	—
12	—	—	—	—	—	○	—	—	—

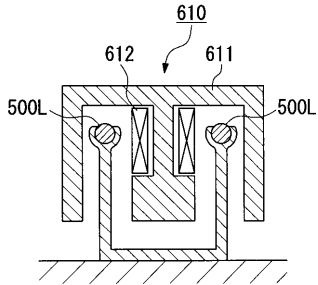
【図8】



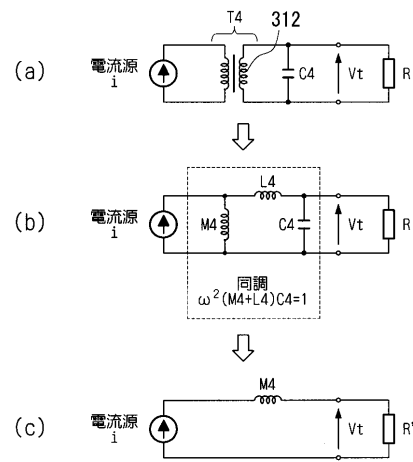
【図9】



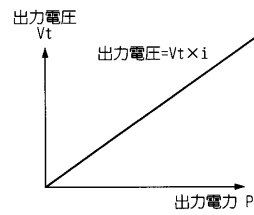
【図10】



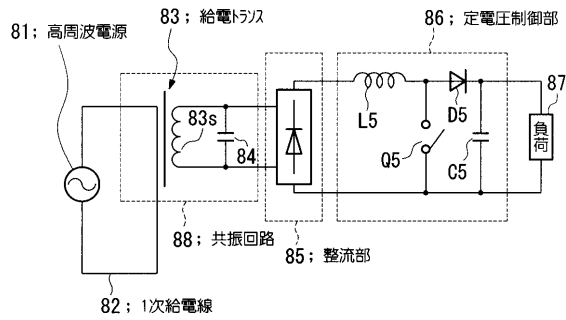
【図11】



【図12】



【図13】



## フロントページの続き

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(72)発明者 奥野 敦

三重県伊勢市竹ヶ鼻町100番地 神鋼電機株式会社 伊勢製作所内

(72)発明者 黒田 光義

三重県伊勢市竹ヶ鼻町100番地 神鋼電機株式会社 伊勢製作所内

審査官 宮本 秀一

(56)参考文献 特開2000-175378(JP,A)

特開平08-098437(JP,A)

特開平09-326736(JP,A)

特開2001-128451(JP,A)

特開2000-125487(JP,A)

特開平10-248183(JP,A)

特開平04-298127(JP,A)

特開平01-206482(JP,A)

特開昭61-191276(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60L 5/00、

B60M 7/00、

H01F 38/14、

H02J 7/00- 7/12、 7/34- 7/36、 17/00、

H02M 3/00- 3/44、 7/00- 7/40