

(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2008-206231  
(P2008-206231A)

(43) 公開日 平成20年9月4日(2008.9.4)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
HO2J 17/00	(2006.01)	HO2J 17/00	B		5G003
HO2J 7/00	(2006.01)	HO2J 17/00	X		5H730
HO2M 3/28	(2006.01)	HO2J 7/00	301D		
		HO2M 3/28	C		

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2007-36744 (P2007-36744)  
(22) 出願日 平成19年2月16日 (2007.2.16)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(71) 出願人 501431073  
ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケー  
ーションズ株式会社  
東京都港区港南1丁目8番15号  
(74) 代理人 100090479  
弁理士 井上 一  
(74) 代理人 100104710  
弁理士 竹腰 昇  
(74) 代理人 100124626  
弁理士 榎並 智和  
(74) 代理人 100124682  
弁理士 黒田 泰

最終頁に続く

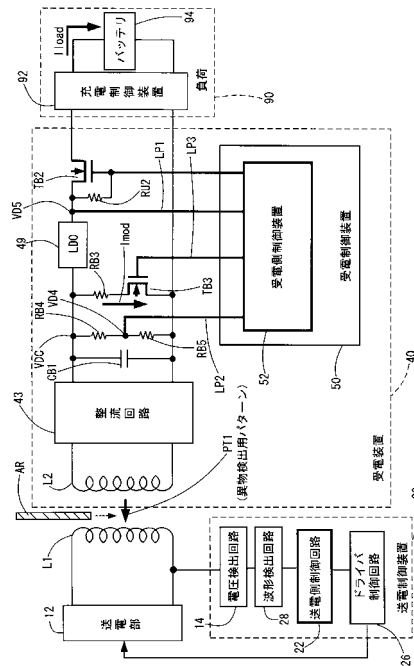
(54) 【発明の名称】 受電制御装置、送電制御装置、無接点電力伝送システム、受電装置、送電装置および電子機器

(57) 【要約】

【課題】無接点電力伝送システムにおいて、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出すること。

【解決手段】通常送電中において、受電装置(40)の受電側制御回路(52)は、NMOSトランジスタ(TB3)をオン/オフして、間欠的な負荷変調を実施する。送電装置の送電制御装置(20)に含まれる送電制御回路(22)は、通常送電中の受電装置側の間欠的な負荷変化を監視し、その間欠的な負荷変化を検出できないときに、1次コイル(L1)と2次コイル(L2)との間に異物(AR)が挿入されたと判断して送電を停止する。また、本負荷(94)の負荷状態が重いときは、本負荷(94)への供給電力を強制的に減少させ、間欠的な負荷変調による負荷変化を、送電装置側で検出し易くする。

【選択図】図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

1次コイルと2次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給する無接点電力伝送システムの前記受電装置に設けられる受電制御装置であって、

前記受電装置は、

前記送電装置からみた負荷を変調する負荷変調部と、

前記本負荷に対する電力供給を制御する給電制御部と、

前記受電装置を制御する、前記受電制御装置に設けられる受電側制御回路と、を含み、

前記受電側制御回路は、

通常送電時において、電力を前記給電制御部を介して前記本負荷に供給しているときに、前記負荷変調部を動作させて、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を間欠的に変化させることを特徴とする受電制御装置。

10

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の受電制御装置であって、

前記受電制御回路は、前記負荷変調部の動作を制御することによって、前記受電装置側の負荷を 1 周期毎に変化させ、かつ、前記 1 周期内において、前記負荷を所定間隔で複数回、間欠的に変化させることを特徴とする受電制御装置。

## 【請求項 3】

請求項 2 記載の受電制御装置であって、

前記受電制御回路は、前記 1 周期内の部分的な期間においてのみ、前記負荷を所定間隔で複数回、間欠的に変化させることを特徴とする受電制御装置。

20

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか記載の受電制御装置であって、

前記受電側制御回路は、

前記本負荷の負荷状態を監視し、

前記送電装置からみた前記負荷を間欠的に変化させる期間において、前記本負荷が重い状態のときは、前記給電制御部を制御して前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させることを特徴とする受電制御装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 記載の受電制御装置であって、

前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタを含み、

前記受電制御回路は、前記給電制御トランジスタを連続的にスイッチングすることによって、前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させることを特徴とする受電制御装置。

30

## 【請求項 6】

請求項 4 記載の受電制御装置であって、

前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタとしての電界効果トランジスタを有し、

前記受電制御回路は、前記電界効果トランジスタのゲート電圧を、前記電界効果トランジスタが完全にオンするときのゲート電圧および前記電界効果トランジスタが完全にオフするときのゲート電圧の中間の電圧に設定して、前記電界効果トランジスタの出力電流の電流量を絞り、これによって、前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させることを特徴とする受電制御装置。

40

## 【請求項 7】

請求項 4 ~ 請求項 6 のいずれか記載の受電制御装置であって、

前記給電制御部は、前記本負荷に供給する電圧を安定化するシリースレギュレータを含み、

前記受電側制御回路は、前記シリースレギュレータの両端電圧を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視することを特徴とする受電制御装置。

50

## 【請求項 8】

請求項 4 ~ 請求項 6 のいずれか記載の受電制御装置であって、  
前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタを含み、  
前記受電側制御回路は、前記給電制御トランジスタの両端電圧を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視することを特徴とする受電制御装置。

## 【請求項 9】

請求項 4 ~ 請求項 6 のいずれか記載の受電制御装置であって、  
前記受電側制御回路は、前記給電制御部の給電経路の電流量を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視することを特徴とする受電制御装置。

10

## 【請求項 10】

1 次コイルと 2 次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給すると共に、通常送電時において、前記受電装置が負荷変調を行って、前記送電装置からみた負荷を間欠的に変化させる無接点電力伝送システムの、前記送電装置に設けられる送電制御装置であって、  
前記送電装置からみた負荷の間欠的な変化を検出する検出回路と、  
前記送電装置を制御する送電側制御回路と、を含み、  
前記送電側制御回路は、  
前記通常送電時における、前記送電装置からみた負荷の間欠的な変化を検出することができないときは、前記 1 次コイルと前記 2 次コイルの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止することを特徴とする送電制御装置。

20

## 【請求項 11】

請求項 10 記載の送電制御装置であって、  
前記通常送電時における前記送電装置からみた負荷は周期的に変化し、前記送電側制御回路は、複数の周期の各々毎に前記負荷の変化を検出し、所定数の周期にわたって連続して前記負荷変化を検出できないときに、前記 1 次コイルと前記 2 次コイルとの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止することを特徴とする送電制御装置。

## 【請求項 12】

請求項 10 または請求項 11 記載の送電制御装置であって、  
前記検出回路は、前記 1 次コイルの誘起電圧の波形を検出する波形検出回路であることを特徴とする送電制御装置。

30

## 【請求項 13】

1 次コイルと 2 次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給する無接点電力伝送システムであって、  
前記送電装置は、  
前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷の変化を検出する検出回路と、  
前記送電装置を制御する送電側制御回路を有する送電制御装置と、を含み、  
前記受電装置は、  
前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を変調する負荷変調部と、  
前記本負荷に対する電力供給を制御する給電制御部と、  
前記受電装置を制御する受電側制御回路を有する受電制御装置と、を含み、  
前記受電側制御回路は、  
通常送電時において、電力を前記本負荷に供給しているときに、前記負荷変調部を動作させて、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を間欠的に変化させ、かつ、前記負荷を間欠的に変化させる期間において、前記本負荷が重い状態のときは、前記給電制御部を制御して前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させ、これによって、前記本負荷の負荷状態を見かけ上軽減し、前記本負荷が軽い状態のときは、前記給電制御部の制御による本負荷の負荷状態の軽減を行うことなく、前記負荷を間欠的に変化させる動作のみを実行し、  
前記送電側制御回路は、

40

50

前記通常送電時における、前記送電装置からみた前記受電制御装置側の前記負荷の間欠的な変化を検出することができないときは、前記1次コイルと前記2次コイルとの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止する、  
ことを特徴とする無接点電力伝送システム。

【請求項14】

請求項1～請求項9のいずれか記載の受電制御装置と、  
前記2次コイルの誘起電圧を直流電圧に変換する受電部と、を含むことを特徴とする受電装置。

【請求項15】

請求項10～請求項12のいずれか記載の送電制御装置と、  
交流電圧を生成して前記1次コイルに供給する送電部と、を含むことを特徴とする送電装置。

【請求項16】

請求項14記載の受電装置と、  
前記受電装置により電力が供給される本負荷と、を含むことを特徴とする電子機器。

【請求項17】

請求項15記載の送電装置を含むことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受電制御装置、送電制御装置、無接点電力伝送システム、受電装置、送電装置および電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電磁誘導を利用し、金属部分の接点がなくとも電力伝送を可能にする無接点電力伝送（非接触電力伝送）が脚光を浴びている、この無接点電力伝送の適用例として、携帯電話機や家庭用機器（例えば電話機の子機）の充電などが提案されている。

【0003】

1次コイルと2次コイルを用いた非接触電力伝送装置は、例えば、特許文献1に記載されている。

【0004】

また、無接点電力伝送システムにおいては、1次コイル（送電コイル）と2次コイル（受電コイル）との間に、例えば金属性の異物（例えば、極薄い板状の金属）が挟まった状態であるにもかかわらず連続的な送電を継続すると、例えば、金属性の異物には磁力線が通過してショート電流（うず電流）が流れ、その金属性の異物が発熱して高温となり（例えば、100程度まで上昇し）、製品の安全性を確保できなくなるという安全上の問題が常に存在する。すなわち、金属性の異物が高温となると、ユーザに焼けど被害が生じる危険性が高まり、また、発熱によって製品の一部分が溶融等すると、そのことが原因で発火に至ることもないとはいえない。

【0005】

もちろん、送電装置と受電装置とがセットされた状態において、両者間にできる隙間を最小限化し、異物が挿入される余地をなくす方向で機器設計が行われるため、一般的には、上述のようお危険性は極めて少ないといえる。

【0006】

しかし、極めて薄い金属箔を悪意で挿入するような事態も想定される以上、無接点電力伝送システムの実用化に際しては、異物挿入に対する対策は必須といえる。

【0007】

このような異物挿入に対する対策技術としては、異物の検出を行うための専用のセンサを設ける技術がある（特許文献2参照）。

【0008】

10

20

30

40

50

すなわち、特許文献2に記載される技術では、2次側の機器（電力を受電する側の携帯端末等）に、2次電圧検知部ならびに2次電流検知部（すなわち、専用センサ）を設け、それらの専用センサで得られた情報を、2次側の機器から1次側の機器に伝達し、1次側の機器では、受け取った情報を用いて1次電流（1次コイルに供給する電流）が過電流であるか否かを判定し、その判定結果に基づいて電力供給を制御している。

【特許文献1】特開2006-60909号公報

【特許文献2】特開2001-275280号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献2記載の技術では、異物挿入を検出するための専用のセンサが必要であるため、2次側の機器において部品点数が増え、実装面積やコストからみて不利な点があるのは否めない。また、2次電圧や2次電流を検出し、1次電流が渦電流であるか否かを判定する信号処理はかなり複雑であり、この点でも、1次側の機器および2次側の機器の双方において負担が生じるのは否めない。

【0010】

本発明はこのような考察に基づいてなされたものであり、その目的は、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出することを可能とし、無接点電力伝送における高信頼度の安全対策を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

(1)本発明の受電制御装置は、1次コイルと2次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給する無接点電力伝送システムの前記受電装置に設けられる受電制御装置であって、前記受電装置は、前記送電装置からみた負荷を変調する負荷変調部と、前記本負荷に対する電力供給を制御する給電制御部と、前記受電装置を制御する、前記受電制御装置に設けられる受電側制御回路と、を含み、前記受電側制御回路は、通常送電時において、電力を前記給電制御部を介して前記本負荷に供給しているときに、前記負荷変調部を動作させて、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を間欠的に変化させる。

【0012】

受電装置（電力の供給を受ける側の装置）は負荷変調部を有しており、送電装置からみた受電装置側の負荷を変化させることによって、送電装置に対して情報を送信することができる。例えば、通常送電が開始される前の認証ステージにおいて、負荷の軽重の切換えによって“1”と“0”を送信することによって、自機が電力供給を受け得る適正な機器であることを送電装置に伝えることが可能である。そして、受電制御装置に含まれる受電側制御回路は、認証が終了して通常送電（連続的な送電）が行われているとき（例えば、本負荷としての電池パックに充電電流を供給しているとき）に、負荷変調部を動作させて、間欠的に負荷を変化させる。その負荷変化が行われるときでも、本負荷への給電は停止されない。受電装置側の間欠的な負荷変化は、所定のタイミング（つまり送電装置が既知のタイミング）で行われるため、送電装置は、異物挿入がなければ、通常送電中における受電装置側の間欠的な負荷変化を常に検出できるはずであり、逆に、受電装置側の間欠的な負荷変化を検出できないときには、異物が挿入されたものと判定することができる。このように、本発明では、通常送電中に、負荷変調によって受電装置側の負荷を間欠的に変化させて、異物検出のために役立つ信号を受電装置側から送電装置側に通信することによって、送電装置では、上述の信号の受信の可否によって異物挿入を判定することができる。受電装置に含まれる負荷変調部は、送電装置への情報の通信のために設けられており、その負荷変調部を異物検出のために活用していることになり、異物検出のために専用の特別なハードウェアを設ける必要はない。また、受電装置側からの通信の手段として負荷変調方式を採用している以上、送電装置には負荷変動を検出する構成が当然、備わっており

10

20

30

40

50

、その負荷変動を検出する構成を、通常送電中にも動作させておくだけで、異物挿入を判定することができ、送電装置側でも新規なハードウェアの追加は不要である。また、受電装置側の負荷変化は、例えば、1次コイルの誘起電圧の波形を検出することによって比較的簡単に検出でき（但し、この検出方法に限定されるものではない）、また、一般的なデジタル信号処理によって精度良く検出することが可能である。また、受電装置から送電装置への負荷変調による信号の伝達は、通常送電と同じ経路（すなわち、1次コイルと2次コイルを経由するルート）を利用して行われるため、異物挿入を検出可能とするための信号の伝達ルートを特別に設ける必要もない。よって、本発明の受電制御装置を使用して無接点電力伝送システムを構築することによって、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出することが可能となる。

10

**【0013】**

（2）また、本発明の受電制御装置の一態様では、前記受電制御回路は、前記負荷変調部の動作を制御することによって、前記受電装置側の負荷を1周期毎に変化させ、かつ、前記1周期内において、前記負荷を所定間隔で複数回、間欠的に変化させる。

**【0014】**

通常送電中における受電装置側の負荷の間欠的な変化が周期的（すなわち1周期毎）に実行される点、ならびに、1周期内において、前記負荷が、所定間隔で複数回、間欠的に変化する点を明らかとしたものである。周期的な負荷変化とすることによって、送電装置と受電装置とが同期を確保しつつ負荷変化による情報の授受を行うことができる。また、1周期内において、所定間隔で複数回、間欠的に負荷を変化させることによって、送電装置側にて負荷変動を検出するときに、単なるノイズなのか正規の信号なのかの判定をし易くなり、異物検出の精度を高めることができる。

20

**【0015】**

（3）また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記受電制御回路は、前記1周期内の部分的な期間においてのみ、前記負荷を所定間隔で複数回、間欠的に変化させる。

**【0016】**

通常送電中における負荷変化（負荷変調）は、本負荷への電力供給に影響を与えることがあるため、あまり頻繁に行うのは好ましくない。よって、例えば、負荷変調の1周期的をある程度、長くする（このように、周期を少々長くとっても異物検出の点では何も問題はない）。そして、その1周期の中の部分的な期間においてのみ、所定間隔で複数回、間欠的に負荷を変化させる。部分的な期間に限定するのは、負荷変化の間隔が大きくなってしまつと、時間経過に伴って本負荷の負荷状況が変わったり、周囲の条件が変わったりして、結果的に、送電装置による、受電装置側における間欠的な負荷変化の検出に好ましくない影響を与えることがあることを考慮したものである。つまり、例えば、1周期を長くしておく、そしてその長い1周期内の、部分的な短い期間において集中的に、複数回の間欠的な負荷変調を行う。これによって、本負荷への電力供給（例えば、電池パックの充電）に与える影響を最小限に抑えつつ、送電装置側における高い異物検出精度を実現することができる。

30

**【0017】**

（4）また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記受電側制御回路は、前記本負荷の負荷状態を監視し、前記送電装置からみた前記負荷を間欠的に変化させる期間において、前記本負荷が重い状態のときは、前記給電制御部を制御して前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させる。

40

**【0018】**

本発明では、通常送電中において、本負荷への送電を停止することなく負荷変調を行うため、その負荷変調による送電装置側への信号の送信は、常に、本負荷への給電状況（つまり、本負荷の負荷状態）による影響を受ける。例えば、本負荷（電池パック等）に大量の充電電流を供給しているときに、負荷変調のために小さな電流をオン/オフしても、そのオン/オフ電流の電流量は、本負荷の充電電流の電流量に比べて小さいために、送電装

50

置側では、負荷変調による負荷変化の様子を検出することがむずかしくなる（つまり、ノイズなのか負荷変調による信号なのかの検出がしにくくなる）のは否めない。一方、本負荷に供給する電流が少ないとき（本負荷が軽いとき）は、負荷変調によるオン/オフ電流の相対的な割合が増えて、送電装置からは、そのオン/オフによる負荷変化を把握し易くなる。このような考察に基づいて、そこで、本態様では、通常送電中において、受電装置自身が本負荷（例えば電池パック）の負荷状態を監視し、異物検出を可能とするための負荷変調を行うときに、本負荷が重いとき（つまり、電流を大量に本負荷に供給している）ときは、本負荷への電力供給を強制的に低下させる（低下させるだけであり、本負荷への給電は停止せず、少なくとも、本負荷への必要最小限の電力供給は継続される）。本負荷への電力供給を絞ると、その本負荷の負荷状態が見かけ上、軽減されたことになり、送電装置側では、負荷変調による信号を検出し易くなり、したがって、本負荷が重い状態のときでも、異物検出精度は所望のレベルに維持される。また、強制的な本負荷の軽減を行った場合でも、本負荷には、少なくとも、必要な最小限の電力は常に与えられており、本負荷側の電子回路が動作できなくなるといった問題は生じない。また、異物挿入を検出可能とするための負荷変調は、上述のとおり間欠的に行われ、かつ、その負荷変調は、本負荷への電力供給に与える影響を考慮して適切な間隔で実行されるものであり、強制的な負荷軽減が行われたからといって、本負荷への電力伝送に特段の悪影響は生じない（例えば、電池パックの充電時間が極端に長くなるような弊害は決して生じない）。このように、受電装置側で本負荷の状態を監視し、異物挿入を検出可能とするための負荷変調時に、必要ならば本負荷の軽減も併せて実行することによって、本負荷が重いときであっても、送電装置側における負荷変化の検出精度を所望レベルに維持することができる。

10

20

## 【0019】

（5）また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタを含み、前記受電制御回路は、前記給電制御トランジスタを連続的にスイッチングすることによって、前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させる。

## 【0020】

本負荷への電力供給の強制的な低下（本負荷の軽減）の具体的な実現手法の一態様を明らかとしたものである。すなわち、本態様では、給電経路に介在する給電制御トランジスタを連続的にオン/オフさせるといったデジタル的な手法によって、本負荷（例えば電池パック）への電力供給を強制的に絞る。トランジスタを連続的にスイッチングさせることは、デジタル回路では通常行われる動作であり、実現が容易である。また、スイッチング周波数を選択することによって、本負荷への給電電力をどの程度、削減するのかを精度良く制御することができるという利点がある。

30

## 【0021】

（6）また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタとしての電界効果トランジスタを有し、前記受電制御回路は、前記電界効果トランジスタのゲート電圧を、前記電界効果トランジスタが完全にオンするときのゲート電圧および前記電界効果トランジスタが完全にオフするときのゲート電圧の中間の電圧に設定して、前記電界効果トランジスタの出力電流の電流量を絞り、これによって、前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させる。

40

## 【0022】

本負荷への電力供給の強制的な低下（本負荷の軽減）の具体的な実現手法の他の態様を明らかとしたものである。すなわち、本態様では、アナログ的な手法を採用し、電界効果トランジスタ（例えば、MOSトランジスタ）のゲートに、完全オン時の電圧と完全オフ時の電圧の中間の電圧を供給し、その電界効果トランジスタを、いわゆる半オン状態として、本負荷に供給する電力を絞る。ゲート電圧を制御することによって、電界効果トランジスタのオン抵抗を微調整することができるという利点がある。

## 【0023】

（7）また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記給電制御部は、前記本負荷に

50

供給する電圧を安定化するシリーズレギュレータを含み、前記受電側制御回路は、前記シリーズレギュレータの両端電圧を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視する。

【0024】

受電装置側の本負荷の状態を監視する手法の一態様を明らかとしたものである。異物挿入を検出可能とするための負荷変調を行うときに、同時に本負荷の軽減動作が実行されるのは本負荷が重いときのみである。したがって、負荷軽減動作を適切に行うためには、受電装置側において、本負荷の状態を監視する必要がある。本負荷の状態の監視は、常時行ってもよく、間欠的に行ってもよいが、高精度な負荷状態の監視を、簡素化された構成によって実現する必要がある。本態様では、定電圧回路（電源回路）として機能するシリーズレギュレータの両端電圧を監視し、これによって本負荷の状態を検出する。シリーズレギュレータは、電圧降下型かつ連続電流型の電源回路であり、その出力端の電圧は一定であるが、入力端の電位は1次コイル端の電圧に応じて変化し、その1次コイル端の電圧は本負荷の負荷状態に応じて変化するから、結果的にシリーズレギュレータの両端の電圧を監視することによって、本負荷の状態を検出することができる。シリーズレギュレータの入力端の電圧の監視は、例えば、周波数検出のために必要であり、一方、シリーズレギュレータの出力端の電圧は、例えば、そのまま受電制御回路の電源電圧として使用されるため、シリーズレギュレータの入力端および出力端の電圧を検出するために特別な回路は不要であり、実現が極めて容易であるという利点がある。

10

【0025】

(8)また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記給電制御部は、前記本負荷への電力供給経路に介在する給電制御トランジスタを含み、前記受電側制御回路は、前記給電制御トランジスタの両端電圧を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視する。

20

【0026】

本態様では、給電トランジスタの両端の電圧を監視することによって、本負荷の負荷状態を監視する。給電トランジスタの両端の電圧は、本負荷に供給する電流量に応じて変化するため、給電トランジスタの両端の電圧の監視によって、本負荷の状態を検出することが可能である。

【0027】

(9)また、本発明の受電制御装置の他の態様では、前記受電側制御回路は、前記給電制御部の給電経路の電流量を検出することによって、前記本負荷の負荷状態を監視する。

30

【0028】

本態様では、給電経路の電流量を直接に監視して、本負荷の負荷状態を検出する。本負荷が軽いときは本負荷に供給される電流の電流量は少なく、本負荷が重くなると電流量は増大するため、給電経路の電流量の直接監視によって、本負荷の状態を監視することができる。本態様では、本負荷の状態を高精度に検出できるという利点がある。

【0029】

(10)また、本発明の送電制御装置は、1次コイルと2次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給すると共に、通常送電時において、前記受電装置が負荷変調を行って、前記送電装置からみた負荷を間欠的に変化させる無接点電力伝送システムの、前記送電装置に設けられる送電制御装置であって、前記送電装置からみた負荷の間欠的な変化を検出する検出回路と、前記送電装置を制御する送電側制御回路と、を含み、前記送電側制御回路は、前記通常送電時における、前記送電装置からみた負荷の間欠的な変化を検出することができないときは、前記1次コイルと前記2次コイルとの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止する。

40

【0030】

送電制御装置に含まれる送電制御回路は、通常送電時において、受電装置側の負荷の間欠的な変化を検出できないときに、1次コイルと2次コイルとの間に異物が挿入されたも

50

の判断して、送電を停止する。これによって、異物における発熱、やけど、あるいは機器損傷や破壊が確実に防止される。よって、無接点電力伝送システムにおいて、信頼性の高い異物挿入対策が実現される。

【0031】

(11) また、本発明の送電制御装置の一態様では、前記通常送電時における前記送電装置から見た負荷は周期的に変化し、前記送電側制御回路は、複数の周期の各々毎に前記負荷の変化を検出し、所定数の周期にわたって連続して前記負荷変化を検出できないときに、前記1次コイルと前記2次コイルの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止する。

【0032】

異物が挿入されたか否かの判定に慎重を期すため、送電側制御回路は、複数の周期の各々毎に、受電装置側の負荷の変化を検出し、所定数の周期(例えば3周期)にわたって連続して負荷変化を検出できないときに、通常送電を停止することとしたものである。これによって、異物挿入の検出精度が高まり、例えば、偶発的な要因によって負荷変化が検出できなかったときに、誤って通常送電を停止するといった事態が生じない。

【0033】

(12) また、本発明の送電制御装置の他の態様では、前記検出回路は、前記1次コイルの誘起電圧の波形を検出する波形検出回路である。

【0034】

送電装置からみた受電装置側の負荷の変化を検出するために、1次コイルの誘起電圧の波形検出を行う点を明らかとしたものである。例えば、1次コイルの誘起電圧の波形のピーク値(振幅)は、受電装置側の負荷が重いときは増大し、低いときは減少するため、波形のピーク検出によって受電装置側の負荷変化を検出することができる(但し、この検出方法に限定されるものではなく、他の方法、例えば、1次コイルの誘起電圧の位相を検出する方法を採用することもできる)。

【0035】

(13) また、本発明の無接点電力伝送システムは、1次コイルと2次コイルを電磁的に結合させて送電装置から受電装置に対して電力を伝送し、前記受電装置の本負荷に対して電力を供給する無接点電力伝送システムであって、前記送電装置は、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷の変化を検出する検出回路と、前記送電装置を制御する送電側制御回路を有する送電制御装置と、を含み、前記受電装置は、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を変調する負荷変調部と、前記本負荷に対する電力供給を制御する給電制御部と、前記受電装置を制御する受電側制御回路を有する受電制御装置と、を含み、前記受電側制御回路は、通常送電時において、電力を前記本負荷に供給しているときに、前記負荷変調部を動作させて、前記送電装置からみた前記受電装置側の負荷を間欠的に変化させ、かつ、前記負荷を間欠的に変化させる期間において、前記本負荷が重い状態のときは、前記給電制御部を制御して前記本負荷に供給する電力を強制的に減少させ、これによって、前記本負荷の負荷状態を見かけ上軽減し、前記本負荷が軽い状態のときは、前記給電制御部の制御による本負荷の負荷状態の軽減を行うことなく、前記負荷を間欠的に変化させる動作のみを実行し、前記送電側制御回路は、前記通常送電時における、前記送電装置からみた前記受電側制御装置側の前記負荷の間欠的な変化を検出することができないときは、前記1次コイルと前記2次コイルとの間に異物が挿入されたと判断して、前記通常送電を停止する。

【0036】

通常送電時において、受電装置が間欠的な負荷変調を実行すると共に、その際、本負荷が重いときは、本負荷への電力供給を強制的に低下させて本負荷を見かけ上軽減させる処理も実行する。送電装置側は、通常送電時においても受電装置側の負荷を監視し、受電装置側の間欠的な負荷変化を検出できなくなったときに、異物が挿入されたと判断して送電を停止する。これによって、特別な構成を付加することなく、簡単な信号処理でもって異物挿入を高精度に検出することが可能となる。よって、異物挿入に対する万全の対策がな

10

20

30

40

50

された、信頼性が高く、小型かつ低コストの無接点電力伝送システムを実現することができる。

【0037】

(14)また、本発明の受電装置は、本発明の受電制御装置と、前記2次コイルの誘起電圧を直流電圧に変換する受電部と、を含む。

【0038】

これによって、通常送電中における異物挿入の検出を可能とするための信号を、送電装置に送信する機能をもった新規な受電装置が実現される。

【0039】

(15)また、本発明の送電装置は、本発明の送電制御装置と、交流電圧を生成して前記1次コイルに供給する送電部と、を含む。

【0040】

これによって、通常送電中における受電装置側の負荷変調による信号を受信し、その信号受信の可否によって異物挿入の検出を行う機能をもった、新規な送電装置が実現される。

【0041】

(16)また、本発明の電子機器は、本発明の受電装置と、前記受電装置により電力が供給される本負荷と、を含む。

【0042】

本負荷に給電している最中における異物挿入に対応できるため、無接点電力伝送に対応した携帯端末等の電子機器の安全性を高めることができ、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

【0043】

(17)また、本発明の電子機器は、本発明の送電装置を含む。

【0044】

本負荷に給電している最中における異物挿入に対応できるため、無接点電力伝送に対応した充電器(クレードル等)の電子機器の安全性を高めることができ、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

【0045】

このように、本発明によれば、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出することを可能とし、無接点電力伝送における高信頼度の安全対策を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。

なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【0047】

(第1の実施形態)

まず、本発明が適用される好適な電子機器の例、ならびに、無接点電力伝送技術の原理について説明する。

【0048】

(電子機器の例と無接点電力伝送の原理)

図1(A)、(B)は無接点電力伝送技術について説明するための図であり、(A)は無接点電力伝送手法が適用される電子機器の例を示す図であり、(B)は誘導トランスを用いた無接点電力伝送の原理を説明するための図である。

図1(A)に示されるように、電子機器の1つである充電器500(クレードル)は、送電装置10を有する。また電子機器の1つである携帯電話機510は、受電装置40を有する。また携帯電話機510は、LCDなどの表示部512、ボタン等で構成される操作

10

20

30

40

50

部 5 1 4、マイク 5 1 6（音入力部）、スピーカ 5 1 8（音出力部）、アンテナ 5 2 0 を有する。

【 0 0 4 9 】

充電器 5 0 0 には A C アダプタ 5 0 2 を介して電力が供給され、この電力が、無接点電力伝送により送電装置 1 0 から受電装置 4 0 に送電される。これにより、携帯電話機 5 1 0 のバッテリーを充電したり、携帯電話機 5 1 0 内のデバイスを動作させたりすることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施形態が適用される電子機器は携帯電話機 5 1 0 に限定されない。例えば腕時計、コードレス電話器、シェーバー、電動歯ブラシ、リストコンピュータ、ハンディターミナル、携帯情報端末、あるいは電動自転車などの種々の電子機器に適用できる。

10

【 0 0 5 1 】

特に好適な電子機器の例としては、携帯端末（携帯電話端末、PDA 端末、持ち運び可能なパーソナルコンピュータ端末を含む）や時計（ウオッチ）があげられる。本発明の受電装置は、構成が簡単で小型であるため携帯端末等への搭載も可能であり、低損失であるために、例えば、電子機器における 2 次電池の充電時間を短縮することが可能であり、また、発熱が低減されることから、電子機器の安全面からみた信頼性も向上する。

【 0 0 5 2 】

特に、携帯端末（携帯電話端末、PDA 端末、持ち運び可能なパーソナルコンピュータ端末を含む）は、高負荷時の充電電流量が大きく、発熱の問題も顕在化しやすい。よって、本発明が有する低損失かつ低発熱という特性を十分に活かすことが可能な機器といえる。

20

【 0 0 5 3 】

図 1（B）に模式的に示すように、送電装置 1 0 から受電装置 4 0 への電力伝送は、送電装置 1 0 側に設けられた 1 次コイル L 1（送電コイル）と、受電装置 4 0 側に設けられた 2 次コイル L 2（受電コイル）を電磁的に結合させて電力伝送トランスを形成することで実現される。これにより非接触での電力伝送が可能になる。

【 0 0 5 4 】

（送電装置および受電装置の構成例）

図 2 は、送電装置、受電装置ならびに負荷からなる無接点電力伝送システムにおける、各部の具体的な構成の一例を示す回路図である。図示されるように、送電装置 1 0 には、送電制御装置 2 0 と、送電部 1 2 が設けられている。また、受電装置 4 0 には、受電部 4 0 と、負荷変調部 4 6 と、給電制御部 4 8 とが設けられている。また、負荷 9 0 は、充電制御装置 9 2 とバッテリー（2 次電池）9 4 が含まれる。以下具体的に説明する。

30

【 0 0 5 5 】

図 1（A）の充電器 5 0 0 などの送電側の電子機器は、少なくとも図 2 に示される送電装置 1 0 を含む。また、携帯電話機 5 1 0 などの受電側の電子機器は、少なくとも受電装置 4 0 と負荷 9 0（本負荷）を含む。そして、図 2 の構成により、1 次コイル L 1 と 2 次コイル L 2 を電磁的に結合させて送電装置 1 0 から受電装置 4 0 に対して電力を伝送し、受電装置 4 0 の電圧出力ノード N B 7 から負荷 9 0 に対して電力（電圧 V O U T）を供給する無接点電力伝送（非接触電力伝送）システムが実現される。

40

【 0 0 5 6 】

送電装置 1 0（送電モジュール、1 次モジュール）は、1 次コイル L 1、送電部 1 2、電圧検出回路 1 4、表示部 1 6、送電制御装置 2 0 を含むことができる。なお、送電装置 1 0 や送電制御装置 2 0 は図 2 の構成に限定されず、その構成要素の一部（例えば表示部、電圧検出回路）を省略したり、他の構成要素を追加したり、接続関係を変更するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 5 7 】

送電部 1 2 は、電力伝送時には所定周波数の交流電圧を生成し、データ転送時にはデータに応じて周波数が異なる交流電圧を生成して、1 次コイル L 1 に供給する。具体的には

50

、図3(A)に示されるように、例えば、データ「1」を受電装置40に対して送信する場合には、周波数 $f_1$ の交流電圧を生成し、データ「0」を送信する場合には、周波数 $f_2$ の交流電圧を生成する。この送電部12は、1次コイルL1の一端を駆動する第1の送電ドライバと、1次コイルL1の他端を駆動する第2の送電ドライバと、1次コイルL1と共に共振回路を構成する少なくとも1つのコンデンサを含むことができる。そして、送電部12が含む第1、第2の送電ドライバの各々は、例えば、パワーMOSトランジスタにより構成されるインバータ回路(あるいはバッファ回路)であり、送電制御装置20のドライバ制御回路26により制御される。

【0058】

1次コイルL1(送電側コイル)は、2次コイルL2(受電側コイル)と電磁結合して電力伝送用トランスを形成する。例えば、電力伝送が必要なときには、図1(A)、図1(B)に示すように、充電器500の上に携帯電話機510を置き、1次コイルL1の磁束が2次コイルL2を通るような状態にする。

10

【0059】

一方、電力伝送が不要なときには、充電器500と携帯電話機510を物理的に離して、1次コイルL1の磁束が2次コイルL2を通らないような状態にする。

【0060】

電圧検出回路14は、1次コイルL1の誘起電圧を検出する回路であり、例えば、抵抗RA1、RA2や、RA1とRA2の接続ノードNA3とGND(広義には低電位側電源)との間に設けられるダイオードDA1を含む。具体的には、1次コイルの誘起電圧を抵抗RA1、RA2で分圧することによって得られた信号PHINが、送電制御装置20の波形検出回路28に入力される。

20

【0061】

表示部16は、無接点電力伝送システムの各種状態(電力伝送中、ID認証等)を、色や画像などを用いて表示するものであり、例えばLED(発光ダイオード)やLCD(液晶表示装置)などにより実現される。

【0062】

送電制御装置20は、送電装置10の各種制御を行う装置であり、集積回路装置(IC)などにより実現できる。この送電制御装置20は、制御回路22(送電側)、発振回路24、ドライバ制御回路26、波形検出回路28を含むことができる。

30

【0063】

また、制御回路22(制御部)は、送電装置10や送電制御装置20の制御を行うものであり、例えば、ゲートアレイやマイクロコンピュータなどにより実現できる。具体的には、制御回路22は、電力伝送、負荷検出、周波数変調、異物検出、あるいは着脱検出などに必要な各種のシーケンス制御や判定処理を行う。

【0064】

発振回路24は、例えば、水晶発振回路により構成され、1次側のクロックを生成する。ドライバ制御回路26は、発振回路24で生成されたクロックや制御回路22からの周波数設定信号などに基づいて、所望の周波数の制御信号を生成し、送電部12の送電ドライバ(不図示)に出力し、その送電ドライバの動作を制御する。

40

【0065】

波形検出回路28は、1次コイルL1の一端の誘起電圧に相当する信号PHINの波形をモニタし、負荷検出、異物検出等を行う。例えば、受電装置40の負荷変調部46が、送電装置10に対してデータを送信するための負荷変調を行うと、1次コイルL1の誘起電圧の信号波形が、それに対応して変化する。

【0066】

具体的には、図3(B)に示すように、データ「0」を送信するために、受電装置40の負荷変調部46が負荷を低くすると、信号波形の振幅(ピーク電圧)が小さくなり、データ「1」を送信するために負荷を高くすると、信号波形の振幅が大きくなる。したがって、波形検出回路28は、誘起電圧の信号波形のピークホールド処理などを行って、ピー

50

ク電圧がしきい値電圧を超えたか否かを判断することで、受電装置 40 からのデータが「0」なのか「1」なのかを判断できる。なお波形検出の手法は、上述の手法に限定されない。例えば、受電側の負荷が高くなったか低くなったかを、ピーク電圧以外の物理量を用いて判断してもよい。

#### 【0067】

受電装置 40 (受電モジュール、2次モジュール)は、2次コイル L2、受電部 42、負荷変調部 46、給電制御部 48、受電制御装置 50 を含むことができる。なお、受電装置 40 や受電制御装置 50 は図 2 の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素を追加したり、接続関係を変更するなどの種々の変形実施が可能である。

#### 【0068】

受電部 42 は、2次コイル L2 の交流の誘起電圧を直流電圧に変換する。この変換は受電部 42 が有する整流回路 43 により行われる。この整流回路 43 は、ダイオード DB1 ~ DB4 を含む。ダイオード DB1 は、2次コイル L2 の一端のノード NB1 と直流電圧 VDC の生成ノード NB3 との間に設けられ、DB2 は、ノード NB3 と 2次コイル L2 の他端のノード NB2 との間に設けられ、DB3 は、ノード NB2 と VSS のノード NB4 との間に設けられ、DB4 は、ノード NB4 と NB1 との間に設けられる。

#### 【0069】

受電部 42 の抵抗 RB1、RB2 はノード NB1 と NB4 との間に設けられる。そしてノード NB1、NB4 間の電圧を抵抗 RB1、RB2 により分圧することで得られた信号 CCMP1 が、受電制御装置 50 の周波数検出回路 60 に入力される。

#### 【0070】

受電部 42 のコンデンサ CB1 及び抵抗 RB4、RB5 は、直流電圧 VDC のノード NB3 と VSS のノード NB4 との間に設けられる。そしてノード NB3、NB4 間の電圧を抵抗 RB4、RB5 により分圧して得られる分圧電圧 VD4 は、信号線 LP2 を経由して、受電側制御回路 52 および位置検出回路 56 に入力される。位置検出回路 56 に関しては、その分圧電圧 VD4 が、周波数検出のための信号入力 (ADIN) となる。

#### 【0071】

負荷変調部 46 は、負荷変調処理を行う。具体的には、受電装置 40 から送電装置 10 に所望のデータを送信する場合に、送信データに応じて負荷変調部 46 (2次側)での負荷を可変に変化させ、1次コイル L1 の誘起電圧の信号波形を変化させる。このために負荷変調部 46 は、ノード NB3、NB4 の間に直列に設けられた抵抗 RB3、トランジスタ TB3 (N型の CMOS トランジスタ)を含む。

#### 【0072】

このトランジスタ TB3 は、受電制御装置 50 の受電側制御回路 52 から信号線 LP3 を経由して与えられる制御信号 P3Q によりオン・オフ制御される。通常送電が開始される前の認証ステージにおいて、トランジスタ TB3 をオン・オフ制御して負荷変調を行って送電装置に信号を送信する際には、給電制御部 48 のトランジスタ TB1、TB2 はオフにされ、負荷 90 が受電装置 40 に電氣的に接続されない状態になる。

#### 【0073】

例えば、データ「0」を送信するために2次側を低負荷(インピーダンス大)にする場合には、信号 P3Q が L レベルになってトランジスタ TB3 がオフになる。これにより負荷変調部 46 の負荷はほぼ無限大(無負荷)になる。一方、データ「1」を送信するために2次側を高負荷(インピーダンス小)にする場合には、信号 P3Q が H レベルになってトランジスタ TB3 がオンになる。これにより負荷変調部 46 の負荷は、抵抗 RB3 (高負荷)になる。

#### 【0074】

給電制御部 48 は、負荷 90 への電力の給電を制御する。レギュレータ (LDO) 49 は、整流回路 43 での変換で得られた直流電圧 VDC の電圧レベルを調整して、電源電圧 VD5 (例えば 5V) を生成する。受電制御装置 50 は、例えばこの電源電圧 VD5 が供給されて動作する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

また、レギュレータ（LDO）49の入力端と出力端との間には、PMOSトランジスタ（M1）からなるスイッチ回路が設けられている。このスイッチ回路としてのPMOSトランジスタ（M1）をオンすることによって、レギュレータ（LDO）49をバイパスする経路が形成される。例えば、高負荷時（例えば、消耗が激しい2次電池の充電の初期においては、ほぼ一定の大電流を定常的に流すことが必要となり、このようなときが高負荷時に該当する）においては、レギュレータ49自体の等価インピーダンスによって電力ロスが増大し、発熱も増大することから、レギュレータを迂回して、バイパス経路を経由して電流を負荷に供給するようにする。

## 【 0 0 7 6 】

スイッチ回路としてのPMOSトランジスタ（M1）のオン/オフを制御するために、バイパス制御回路として機能するNMOSトランジスタ（M2）およびプルアップ抵抗R8が設けられている。

## 【 0 0 7 7 】

受電側制御回路52から、信号線LP4を介して、ハイレベルの制御信号がNMOSトランジスタ（M2）のゲートに与えられると、NMOSトランジスタ（M2）がオンする。すると、PMOSトランジスタ（M1）のゲートがローレベルになり、PMOSトランジスタ（M1）がオンしてレギュレータ（LDO）49をバイパスする経路が形成される。一方、NMOSトランジスタ（M2）がオフ状態のときは、PMOSトランジスタ（M1）のゲートは、プルアップ抵抗R8を介してハイレベルに維持されるため、PMOSトランジスタ（M1）はオフし、バイパス経路は形成されない。

## 【 0 0 7 8 】

NMOSトランジスタ（M2）のオン/オフは、受電制御装置50に含まれる受電制御回路52によって制御される。

## 【 0 0 7 9 】

また、トランジスタTB2（P型のCMOSトランジスタ）は、電源電圧VD5の生成ノードNB5（レギュレータ49の出力ノード）とトランジスタTB1（ノードNB6）との間に設けられ、受電制御装置50の制御回路52からの信号P1Qにより制御される。具体的には、トランジスタTB2は、ID認証が完了（確立）して通常の電力伝送（すなわち、通常送電）を行う場合にはオン状態となる。

## 【 0 0 8 0 】

なお、電源電圧生成ノードNB5とトランジスタTB2のゲートのノードNB8との間にはプルアップ抵抗RU2が設けられる。

## 【 0 0 8 1 】

トランジスタTB1（P型のCMOSトランジスタ）は、トランジスタTB2（ノードNB6）とVOUの電圧出力ノードNB7との間に設けられ、出力保証回路54からの信号P4Qにより制御される。具体的には、ID認証が完了して通常の電力伝送を行う場合にはオンになる。一方、ACアダプタの接続が検出され、あるいは、電源電圧VD5が受電制御装置50（制御回路52）の動作下限電圧よりも小さいといった場合には、オフになる。なお、電圧出力ノードNB7とトランジスタTB1のゲートのノードNB9との間にはプルアップ抵抗RU1が設けられる。

## 【 0 0 8 2 】

受電制御装置50は、受電装置40の各種制御を行う装置であり、集積回路装置（IC）などにより実現できる。この受電制御装置50は、2次コイルL2の誘起電圧から生成される電源電圧VD5により動作することができる。また、受電制御装置50は、制御回路52（受電側）、出力保証回路54、位置検出回路56、発振回路58、周波数検出回路60、満充電検出回路62を含むことができる。

## 【 0 0 8 3 】

受電側制御回路52は、受電装置40や受電制御装置50の制御を行うものであり、例えば、ゲートアレイやマイクロコンピュータなどにより実現できる。この受電側制御回路

10

20

30

40

50

52は、シリーズレギュレータ(LDO)49の出力端の定電圧(VD5)を電源として動作する。この電源電圧(VD5)は、電源供給線LP1を經由して、受電側制御回路52に与えられる。

【0084】

この受電側制御回路52は、具体的には、ID認証、位置検出、周波数検出、満充電検出、認証用の通信のための負荷変調、異物挿入検出を可能とするための通信のための負荷変調などに必要な各種のシーケンス制御や判定処理を行う。

【0085】

出力保証回路54は、低電圧時(0V時)の受電装置40の出力を保証する回路である。すなわち、トランジスタTB1を制御し、ACアダプタの接続が検出され、あるいは、電源電圧VD5が動作下限電圧よりも小さい場合に、トランジスタTB1をオフにする設定を行い、電圧出力ノードNB7から受電装置40側への電流の逆流を防止する。

【0086】

位置検出回路56は、2次コイルL2の誘起電圧の波形に相当する信号ADINの波形を監視して、1次コイルL1と2次コイルL2の位置関係が適正であるかを判断する。具体的には、信号ADINをコンパレータで2値に変換して、位置関係が適正であるか否かを判断する。

【0087】

発振回路58は、例えばCR発振回路により構成され、2次側のクロックを生成する。周波数検出回路60は、信号CCMPIの周波数( $f_1$ 、 $f_2$ )を検出して、送電装置10からの送信データが「1」なのか「0」なのかを判断する。

【0088】

満充電検出回路62(充電検出回路)は、負荷90のバッテリー94が、満充電状態(充電状態)になったか否かを検出する回路である。具体的には満充電検出回路62は、例えば、充電状態の表示に使用されるLEDRのオン・オフを検出することによって、満充電状態を検出する。すなわち、所定時間(例えば5秒)連続でLEDRが消灯した場合に、バッテリー94が満充電状態(充電完了)であると判断する。また、負荷90内の充電制御装置92も、LEDRの点灯状態に基づいて満充電状態を検出することができる。

【0089】

また、負荷90は、バッテリー94の充電制御等を行う充電制御装置92を含む。充電制御装置92は、発光装置(LEDR)の点灯状態に基づいて満充電状態を検出することができる。この充電制御装置92(充電制御IC)は集積回路装置などにより実現できる。なお、スマートバッテリーのように、バッテリー94自体に充電制御装置92の機能を持たせてもよい。なお、負荷90は、2次電池に限定されるものではない。

【0090】

(異物挿入対策)

次に、異物挿入対策について説明する。機器の認証が完了して通常送電が開始された後に、1次コイルと2次コイルとの間に異物が挿入される場合がある。異物が挿入される場合としては、偶発的になされる場合と、悪意をもってなされる場合とが想定される。異物が挿入されると、発熱が生じて、火傷、機器の損傷や破壊の危険性が生じるため、無接点電力伝送システムでは、異物挿入に対する安全対策が必須といえる。

【0091】

図4(A)、(B)は、通常送電開始後の異物挿入について説明するための、無接点電力伝送システムを構成する電子機器の断面図であり、(A)は正常な通常送電状態を示す図であり、(B)は異物が挿入された状態を示す図である。

【0092】

図4(A)では、クレードル500(送電装置10を備える電子機器)上の所定位置に、携帯電話端末510(受電装置40を備える電子機器)がセットされており、この状態で、1次コイルと2次コイルを經由して、クレードル(充電台)500から携帯電話端末510に無接点電力伝送がなされ、携帯電話端末500に内蔵される2次電池(例えば電

10

20

30

40

50

池パック)の充電が行われている。

【0093】

図4(B)では、通常送電時において、悪意により、クレードル(充電台)500と携帯電話端末510との間に、薄い板状の金属の異物(導電性の異物)ARが差し込まれる。異物ARが挿入されると、1次側の機器(クレードル500)から2次側の機器(携帯電話端末510)に供給される電力のほとんどは、異物(AR)において消費され(すなわち、送電電力の乗っ取りが生じ)、異物ARが発熱する危険性が高くなる。そこで、図4(B)のような状態となったときには、1次側の機器(クレードル500)に含まれる送電装置10が異物ARの挿入を検出して、通常送電をただちに停止する必要がある。

【0094】

次に、異物挿入の検出について考察する。図5(A)、(B)は、受電装置側の負荷の監視によって異物検出を行う際に考慮すべき事項を説明するための図であり、(A)は、図4に示される携帯電話端末の2次電池の正常充電時における、送電装置からみた受電装置側の負荷の変動の様子を示す図であり、(B)は充電中において、送電装置からみた受電装置側の負荷に、通常では見られないような変動が生じた場合の図である。

【0095】

先に説明したように、受電装置側の負荷が大きいときは、1次コイルに誘起される電圧の振幅が増大し、受電装置側の負荷が小さくなれば、1次コイルに誘起される電圧の振幅は小さくなる。図4の携帯電話端末510の2次電池が正常に充電されれば、時間経過と共に、受電装置40側の負荷は徐々に減少していくはずであるから、正常な充電が行われた場合には、1次コイルの電圧波形は、図5(A)に示すような変化を示すはずである。図5(A)では、時刻 $t_10$ において、2次電池が定電流モード(CCモード)から定電圧モード(CVモード)に切り替わり、これに伴い、時刻 $t_10$ 以降、徐々に受電装置40側の負荷は減少していく。

【0096】

これに対して、図5(B)では、時刻 $t_20$ において、突然、受電装置40側の負荷が増大している。この場合、送電装置10は、受電装置40側の負荷変動を監視しているため、負荷が急に増大したことは検知できる。しかし、その負荷の増大が、本負荷(携帯電話端末の2次電池)に起因して生じたものなのか、携帯電話端末510とクレードル500との間の位置ずれに起因するものなのか、あるいは、異物挿入に起因するものなのかを判定することができない。よって、送電装置10が、単に、受電装置40側の負荷変動を検出するという手法では、異物挿入を検出することができない。

【0097】

そこで、本発明では、通常送電中において、本負荷(2次電池等)への電力供給を継続させつつ、受電装置40が、送電装置10からみた負荷を間欠的に、意図的に変化させ、送電装置10に対して情報を発信する。

【0098】

この間欠的な負荷変化による情報を、送電装置10が所定タイミングで検出できた場合には、以下のことが証明される。

(1) 受電装置10側の機器(図4の携帯電話端末510)が送電装置10側の機器(図4のクレードル500)上に正確にセットされている。

(2) 受電装置10側の機器(図4の携帯電話端末510の2次電池を含む)は正常に動作している。

(3) 異物ARが挿入されていない。

【0099】

一方、通常送電時において異物ARが挿入されると、受電装置40から発信される情報は、その異物ARに阻害されて送電装置10に届かなくなる。すなわち、送電装置10では、受電装置側の間欠的な負荷変化を検出することができなくなる。上述の(1)~(3)が確認された後に、間欠的な負荷変化が検出されなくなることの要因としては、上述の(3)の要因が最も疑われる。つまり、異物ARが挿入されたために、間欠的な負荷変化

10

20

30

40

50

を検出できなくなったと判定することが可能である。

【0100】

図6(A)、(B)は、異物挿入を検出可能とするために、受電装置側の負荷を間欠的に変化させる場合の具体的な態様を説明するための図である。

【0101】

図6(A)では、受電装置側の負荷の間欠的な変化の様子を、2次電流(2次コイルL<sub>2</sub>に流れる電流)の変化によって表している。図示されるように、時刻t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>、t<sub>3</sub>、t<sub>4</sub>、t<sub>5</sub>・・・において、間欠的に受電装置側の負荷が変化している。

【0102】

具体的には、図6(A)では、周期T<sub>3</sub>で負荷が変化している。また、例えば時刻t<sub>1</sub>を起点とした期間T<sub>2</sub>では、負荷が軽くなり、その後の期間T<sub>1</sub>では負荷が重くなる。このような周期的な変化が、周期T<sub>3</sub>で繰り返される。

【0103】

図6(B)は、2次負荷電流の変化に対する1次コイル電圧(一次コイルの一端の誘起電圧)の変化を示している。上述のとおり、期間T<sub>1</sub>は2次側の負荷が重く、期間T<sub>2</sub>では負荷が軽い。この2次側の負荷の変化に応じて、1次コイル(L<sub>1</sub>)の一端の誘起電圧(1次コイル電圧)の振幅(ピーク値)が変化する。すなわち、負荷が重い期間T<sub>1</sub>では振幅が大きく、負荷が軽い期間T<sub>2</sub>では振幅が小さくなる。したがって、送電装置10では、波形検出回路28(図2参照)によって1次コイル電圧のピーク検出を行うことによって、受電装置40側の負荷変動を検出することができる。但し、負荷変動の検出方法はこの方法に限定されるものではなく、例えば、1次コイル電圧や1次コイル電流の位相を検出してよい。

【0104】

負荷変調は、例えば、トランジスタのスイッチングによって簡単に行うことができ、また、1次コイルのピーク電圧の検出等は、アナログやデジタルの基本的な回路を用いて精度良く行うことができ、機器への負担が少なく、実現が容易である。また、実装面積の抑制やコスト面でも有利である。

【0105】

このように、通常送電時において、受電装置40が、間欠的(かつ周期的)な負荷変調による情報発信を行い、送電装置10がその負荷変動を検出するという新規な方式を採用することによって、特別な構成を付加することなく、簡単な方法でもって異物挿入を高精度に検出することができる。

【0106】

(第2の実施形態)

本実施形態では、異物挿入検出のための好適な、具体的な構成や動作について説明する。

【0107】

(異物挿入検出の具体例)

図7は、図2に示される無接点電力伝送システムの中から、異物挿入の検出に関する主要な構成を抜き出して示す回路図である。図7において、図2と共通する部分には同じ参照符号を付してある。また、図7において、異物挿入検出において重要な役割を果たす部分は太線で示している。

【0108】

図7に示される受電装置40において注目すべき回路構成は、負荷変調部46(図2参照)を構成する負荷変調用トランジスタTB<sub>3</sub>、給電制御部48(図2参照)を構成する給電制御トランジスタTB<sub>2</sub>、両トランジスタ(TB<sub>2</sub>、TB<sub>3</sub>)のオン/オフを制御する受電制御回路52である。また、シリースレギュレータ(LDO)49の入力端および出力端の電圧が、信号線LP<sub>2</sub>およびLP<sub>1</sub>を経由して受電制御回路52に入力されており、LDO49の両端電圧を監視することによって、負荷90に含まれるバッテリー(2次電池)94の負荷状態(負荷の軽重)を検出できるようになっている点も重要である。

【0109】

10

20

30

40

50

また、送電装置 10 (図 2 参照) では、送電制御装置 20 の構成である。すなわち、波形検出回路 28 によって 1 次コイル (L1) の誘起電圧のピーク値 (振幅) が検出される点、送電制御回路 22 によって受電装置 40 側の負荷変動が検出される点は重要である。

【0110】

図 7 において、受電装置 40 は、通常送電 (認証後の連続送電) 中に負荷変調を行い、送電装置 10 に対して、異物検出用パターン PT1 を送信し、送電装置 10 の送電側制御回路 22 は、通常送電中に受電装置 40 側の負荷変化を監視し (連続的監視でも間欠的監視でもよい)、その異物検出パターン PT1 が受信できなくなったときに、異物 AR が挿入されたと判定して、通常送電を停止する。

【0111】

(異物検出パターン PT1 の具体的な態様)

図 8 (A), (B) は異物検出を可能とするための負荷変調の好適かつ具体的な態様を説明するための図であり、(A) は負荷変調のタイミング例を示す図であり、(B) は送電装置によって検出される受電装置側の負荷変動の様子を具体的に示す図である。

【0112】

図 8 (A) に示されるように、異物検出を可能とするための負荷変調は、10 秒 (10 sec) 周期で周期的に行われる。

【0113】

また、時刻  $t_1 \sim t_6$  および時刻  $t_7 \sim t_{12}$  が、異物検出を可能とするための負荷変調が実行される期間である。時刻  $t_1 \sim t_6$  まで (時刻  $t_7 \sim t_{12}$  まで) が 0.5 秒 (0.5 sec) であり、0.5 秒を 5 等分した 0.1 秒 (100 msec) を単位として、負荷の軽重が切換えられる。

【0114】

図 8 (A) において、太線の双方の矢印で示される期間は負荷が重い期間である。すなわち、時刻  $t_1 \sim t_2$ , 時刻  $t_3 \sim t_4$ , 時刻  $t_5 \sim t_6$ , 時刻  $t_7 \sim t_8$ , 時刻  $t_9 \sim t_{10}$ , 時刻  $t_{11} \sim t_{12}$  の各期間において負荷が重くなる。負荷が重くなる期間が TA である。

【0115】

一方、時刻  $t_2 \sim t_3$ , 時刻  $t_4 \sim t_5$ , 時刻  $t_8 \sim t_9$ , 時刻  $t_{10} \sim t_{11}$  の各期間において負荷が軽くなる。負荷が軽くなる期間が TB である。

【0116】

図 8 (A) では、明らかなように、通常送電中における受電装置側の負荷の間欠的な変化が周期的 (すなわち 1 周期毎) に実行され、かつ、1 周期内において、負荷が、所定間隔で複数回、間欠的に変化する。

【0117】

周期的な負荷変化とすることによって、送電装置 10 と受電装置 40 とが同期を確保しつつ負荷変化による情報の授受を行うことができる (すなわち、送電装置 10 側で、受電装置 40 側の負荷が変化するタイミングを容易に知ることができる)。

【0118】

また、1 周期内において、所定間隔で複数回、間欠的に負荷を変化させることによって、送電装置 10 側にて負荷変動を検出するときに、単なるノイズなのか正規の信号なのかの判定をし易くなり、異物検出の精度を高めることができる。つまり、1 周期において、1 回しか負荷が変化しない場合は、送電装置 10 側からみた負荷の変化が偶発的なものなのか、負荷変調によるものなのかを判別しにくくなる場合がある。これに対して、1 周期内において複数回の負荷変化が生じるのであれば、その変化は負荷変調によるものであると簡単に判別することができる。

【0119】

また、図 8 (A) では、1 周期内 (例えば時刻  $t_1 \sim t_7$ ) のうちの部分的な期間 (時刻  $t_1 \sim t_6$ ) においてのみ、負荷を所定間隔で複数回、間欠的に変化させている。つまり、1 周期 (10 sec) の前半の初期期間 (最初の 0.5 sec) に、負荷変調を集中

10

20

30

40

50

的に行う。このような形式の負荷変調を行う理由は、以下のとおりである。

【0120】

すなわち、通常送電中における負荷変化（負荷変調）は、本負荷（図7のバッテリー94）への電力供給に影響を与えることがあるため、あまり頻繁に行うのは好ましくない。よって、例えば、負荷変調の1周期的をある程度、長くする（このように、周期を少々長くとっても異物検出の点では何も問題はない）。

【0121】

そして、その1周期の中の部分的な期間においてのみ、所定間隔で複数回、間欠的に負荷を変化させる。部分的な期間に限定するのは、負荷変化の間隔が大きくなってしまおうと、時間経過に伴って本負荷の負荷状況が変わったり、周囲の条件が変わったりして、結果的に、送電装置による、受電装置側における間欠的な負荷変化の検出に好ましくない影響を与えることがあることを考慮したものである。つまり、例えば、1周期を長くしておく（図8（A）では10sec）、そしてその長い1周期内の、部分的な短い期間（図8（A）では0.5sec）において集中的に、複数回（図8（A）では5回）の間欠的な負荷変調を行う。

10

【0122】

このような形式の負荷変調を実行することによって、本負荷（94）への電力供給（例えば、電池パックの充電）に与える影響を最小限に抑えつつ、送電装置10側における高い異物（AR）の検出精度を実現することができる。

20

【0123】

図8（B）は、送電装置からみた受電装置側の負荷に対応した、送電装置10における1次コイル（L1）の一端の誘起電圧の振幅変化の一例を示している。但し、図8（B）では、前半の1周期における負荷変調期（ $t_1 \sim t_6$ ）と、後半の1周期における負荷変調期（ $t_7 \sim t_{12}$ ）では、本負荷（バッテリー94）の負荷状態が変化しており、後半の周期において本負荷（バッテリー94）の負荷状態は重くなり、これによって、1次コイル電圧のピーク値が増大する。

【0124】

図8（B）の時刻 $t_1 \sim t_6$ において、負荷が重くなる期間TAにおける1次コイル電圧と、負荷が軽くなる期間TBにおける1次コイル電圧との差は $V_1$ である。この1次コイル電圧の振幅差 $V_1$ から、送電装置10の送電側制御回路22は、受電装置40側の負荷変化を検出することが可能である。

30

【0125】

しかし、後半の負荷変調期間（時刻 $t_7 \sim t_{12}$ ）では、本負荷（バッテリー94）の負荷状態が重くなり、本負荷94の充電電流（ $I_{load}$ ）が増大しているため、充電電流（ $I_{load}$ ）に対する負荷変調に伴う変調電流（ $I_{mod}$ ）の割合が小さくなり、変調電流（ $I_{mod}$ ）のオン/オフによる1次コイル電圧の差分は $V_2$ （ $V_2 < V_1$ ）に縮小してしまう。つまり、変調電流（ $I_{mod}$ ）が本負荷（バッテリー94）の充電電流（ $I_{load}$ ）に埋没してしまう形となる。したがって、本負荷（バッテリー94）が重いときは、軽いときに比べて、送電装置10側における負荷変化の検出が難しくなるのは否めない。そこで、本実施形態では、本負荷（バッテリー94）への電力供給を強制的に減少させて本負荷（94）の負荷状態を軽減し、1次側にて、負荷変調による負荷変化を検出し易くする。以下、本負荷の軽減措置について説明する。

40

【0126】

（本負荷を強制的に軽減する措置）

【0127】

本発明では、通常送電中において、本負荷94への送電を停止することなく負荷変調を行うため、その負荷変調による送電装置10側への信号の送信は、常に、本負荷94への給電状況（つまり、本負荷の負荷状態）による影響を受ける。上述のとおり、本負荷94（電池パック等）に大量の充電電流を供給しているときに、負荷変調のために小さな電流をオン/オフしても、そのオン/オフ電流（ $I_{mod}$ ）の電流量は、本負荷（94）の充

50

電流 ( I l o a d ) の電流量に比べて小さいために、送電装置 10 側では、負荷変調による負荷変化の様子を検出することがむずかしくなる (つまり、ノイズなのか負荷変調による信号なのかの検出がしにくくなる) のは否めない。一方、本負荷 94 に供給する電流が少ないとき (本負荷が軽いとき) は、負荷変調によるオン/オフ電流 ( I m o d ) の相対的な割合が増えて、送電装置 10 からは、そのオン/オフによる負荷変化を把握し易くなる。

【 0 1 2 8 】

このような考察に基づいて、本実施形態では、通常送電中において、受電装置 40 自身が本負荷 94 の負荷状態を監視し、異物検出を可能とするための負荷変調を行うときに、本負荷 94 が重いとき (つまり、電流を大量に本負荷 94 に供給している) ときは、本負荷 94 への電力供給を強制的に低下させる措置を取る (ここで注意すべき点は、電力供給を低下させるだけであり、本負荷 94 への給電は停止せず、少なくとも、本負荷 94 への必要最小限の電力供給は継続される点である)。

10

【 0 1 2 9 】

本負荷 94 への電力供給を絞ると、その本負荷 94 の負荷状態が見かけ上、軽減されたことになり、送電装置 10 側では、負荷変調による信号を検出し易くなり、したがって、本負荷 94 が重い状態のときでも、異物検出精度は所望のレベルに維持される。また、強制的な本負荷 94 の軽減を行った場合でも、本負荷 94 には、少なくとも、必要な最小限の電力は常に与えられており、本負荷 94 側の電子回路 (充電制御装置 92) が動作できなくなるといった問題は生じない。

20

【 0 1 3 0 】

また、異物挿入を検出可能とするための負荷変調は、上述のとおり間欠的に行われ、かつ、その負荷変調は、本負荷 94 への電力供給に与える影響を考慮して適切な間隔で実行されるものであり、強制的な負荷軽減が行われたからといって、本負荷 94 への電力伝送に特段の悪影響は生じない。例えば、電池パックの充電時間が極端に長くなるような弊害は決して生じない。

【 0 1 3 1 】

このように、受電装置 40 側で本負荷 94 の状態を監視し、異物挿入を検出可能とするための負荷変調時に、必要ならば本負荷 94 の負荷状態の強制的な軽減も併せて実行することによって、本負荷 94 が重いときであっても、送電装置 10 側における負荷変化の検出精度を所望レベルに維持することができる。

30

【 0 1 3 2 】

図 9 ( A ) ~ ( E ) は、本負荷の軽減動作を説明するための図であり、( A ) は本負荷が軽い状態を示す図であり、( B ) は、本負荷が重い状態を示す図であり、( C ) は、( B ) に示される状態における 1 次コイル電圧の変化の様子を示す図であり、( D ) は、給電制御トランジスタを連続的にオン/オフさせたり、半オン状態させたりして本負荷の軽減を行っている状態を示す図であり、( E ) は、( D ) に示される状態における 1 次コイル電圧の変化の様子を示す図である。

【 0 1 3 3 】

図 9 ( A ) の場合は、本負荷 ( バッテリ ) 94 が軽い (つまり、本負荷の充電電流 I l o a d は小さい) ため、受電装置 40 側で、本負荷の軽減動作を行わなくても、送電装置 10 側にて、負荷変調による負荷変化を十分に検出することができる。よって、給電制御トランジスタ T B 2 は、常にオン状態である。負荷変調トランジスタ T B 3 は間欠的にオン/オフされ、これによって、負荷変調が実行される。

40

【 0 1 3 4 】

図 9 ( B ) では、本負荷 ( バッテリ ) 94 が重い (つまり、本負荷の充電電流 I l o a d は大きい) ため、変調電流 ( I m o d ) のオン/オフによる電流変化が見えにくくなる。図 9 ( C ) に示すように、本負荷が軽い状態から重い状態に変化すると、1 次コイル電圧の振幅の変化分が V 1 から V 2 に縮小し、負荷変調による負荷変化を検出しづらくなる。

50

## 【 0 1 3 5 】

そこで、図 9 ( D ) では、負荷変調の際に、併せて本負荷の軽減動作も行う。すなわち、図 9 ( D ) では、給電制御トランジスタ T B 2 を連続的にオン/オフする、あるいは、半オン状態とするという動作を実行する。

## 【 0 1 3 6 】

すなわち、給電経路に介在する給電制御トランジスタ T B 2 を連続的にオン/オフさせ、電力供給を間欠的に行うというデジタル的な手法によって、本負荷 9 4 への電力供給を強制的に絞ることができる。トランジスタを連続的にスイッチングさせることは、デジタル回路では通常行われる動作であり、実現が容易である。また、スイッチング周波数を選択することによって、本負荷への給電電力をどの程度、削減するのかを精度良く制御することができるという利点がある。

10

## 【 0 1 3 7 】

また、アナログ的な手法を採用し、給電制御トランジスタ ( P M O S トランジスタ ) のゲートに、完全オン時の電圧と完全オフ時の電圧の中間の電圧を供給し、その P M O S トランジスタを、いわゆる半オン状態とすることによっても、本負荷 9 4 に供給する電力を絞ることができる。ゲート電圧を制御することによって、給電制御トランジスタ ( P M O S トランジスタ ) のオン抵抗を微調整することができるという利点がある。

## 【 0 1 3 8 】

図 9 ( E ) において、本負荷の強制的な軽減によって、本負荷が重い状態の 1 次コイル電圧の振幅は、V 1 0 から V 2 0 に変化する。図中、“ X ” は、本負荷 9 4 の強制的な軽減量を示している。本負荷 9 4 の強制的な軽減によって、1 次コイル電圧の振幅の変化分は、V 2 ( 図 9 ( C ) 参照 ) から V 3 ( V 3 > V 2 ) に拡大し、送電装置 1 0 では、負荷変調による受電装置 4 0 側の負荷変化を検出し易くなる。

20

## 【 0 1 3 9 】

このように、負荷変調と共に、本負荷軽減動作を併せて実行することによって、本負荷が重いときでも、送電装置側で負荷変化を確実に検出することが可能となる。

## 【 0 1 4 0 】

( 本負荷の状態の監視の態様 )

異物挿入を検出可能とするための負荷変調を行うときに、同時に本負荷 9 4 の軽減動作が実行されるのは、上述のとおり、本負荷 9 4 が重いときのみである。したがって、負荷軽減動作を適切に行うためには、受電装置 4 0 側において、本負荷 9 4 の状態を監視する必要がある。本負荷を監視する態様としては、例えば、図 1 0 ( A ) ~ ( C ) に示す態様が考えられる ( これに限定されるものではない ) 。

30

## 【 0 1 4 1 】

図 1 0 ( A ) ~ ( C ) は各々、本負荷の状態を監視する態様を示す図である。本負荷の状態の監視は、常時行ってもよく、間欠的に行ってもよいが、高精度な負荷状態の監視を、簡素化された構成によって実現する必要がある。

## 【 0 1 4 2 】

図 1 0 ( A ) では、定電圧回路 ( 電源回路 ) として機能するシリーズレギュレータ ( L D O ) 4 9 の両端電圧を監視し、これによって本負荷 9 4 の状態を検出する。図中、参照符号 1 0 0 は電圧検出回路を示している。

40

## 【 0 1 4 3 】

シリーズレギュレータ ( L D O ) 4 9 は、電圧降下型かつ連続電流型の電源回路であり、その出力端の電圧は一定であるが、入力端の電位は 1 次コイル端の電圧に応じて変化し、その 1 次コイル端の電圧は本負荷の負荷状態に応じて変化するから、結果的にシリーズレギュレータ ( L D O ) 4 9 の両端の電圧を監視することによって、本負荷 9 4 の状態を検出することができる。

## 【 0 1 4 4 】

図 2 に示したとおり、シリーズレギュレータ ( L D O ) 4 9 の入力端の電圧の監視は、例えば、周波数検出のために必要であり、一方、シリーズレギュレータ ( L D O ) 4 9 の

50

出力端の電圧は、例えば、そのまま受電側制御回路52の電源電圧としても使用されるため、シリースレギュレータ(LDO)49の入力端および出力端の電圧を検出するために特別な回路は不要であり、実現が極めて容易であるという利点がある。

【0145】

また、図10(B)では、給電制御トランジスタ(TB2)の両端電圧を検出することによって、本負荷94の負荷状態を監視する。給電トランジスタ(TB2)の両端の電圧は、本負荷94に供給する電流量に応じて変化するため、給電トランジスタ(TB2)の両端の電圧の監視によって、本負荷(94)の状態を検出することが可能である。図中、参照符号102は、電圧検出器を示している。この検出方法も、特別な回路を負荷することなく実現可能である。

10

【0146】

また、図10(C)では、給電制御部48(図2参照)の給電経路の電流量を直接に検出することによって、本負荷94の負荷状態を監視する。図中、参照符号104は、電流検出器を示している。本負荷94が軽いときは本負荷94に供給される電流の電流量は少なく、本負荷94が重くなると電流量は増大するため、給電経路の電流量の直接監視によって、本負荷94の状態を監視することができる。本態様では、本負荷94の状態を高精度に検出できるという利点がある。

【0147】

(送電装置の具体的動作)

ここでは、図7の送電制御装置20の具体的な動作について説明する。先に説明したように、送電制御装置20に含まれる送電側制御回路22は、通常送電時において、受電装置40側の負荷の間欠的な変化を検出できないときに、1次コイル(L1)と2次コイル(L2)との間に異物(AR)が挿入されたもの判断して、送電を停止する。これによって、異物(AR)における発熱、やけど、あるいは機器損傷や破壊が確実に防止される。よって、無接点電力伝送システムにおいて、信頼性の高い異物挿入対策が実現される。

20

【0148】

また、異物挿入の有無の判定には慎重を期す必要があるため、送電側制御回路22は、複数の周期の各々毎に負荷の変化を検出し、所定数の周期にわたって連続して負荷変化を検出できないときに、1次コイルと2次コイルの間に異物が挿入されたと判断するのが好ましい。

30

【0149】

例えば、複数の周期の各々毎に、受電装置側の負荷の変化を検出し、所定数の周期(例えば3周期)にわたって連続して負荷変化を検出できないときに、通常送電を停止する。これによって、異物挿入の検出精度が高まり、例えば、偶発的な要因によって負荷変化が検出できなかったときに、誤って通常送電を停止するといった事態が生じない。

【0150】

なお、送電装置10からみた受電装置40側の負荷の変化は、1次コイル(L1)の誘起電圧の波形を検出することによって検出でき、この波形検出は、波形検出回路22によって行うことができる。

【0151】

上述のとおり、1次コイル(L1)の誘起電圧の波形のピーク値(振幅)は、受電装置40側の負荷が重いときは増大し、低いときは減少するため、波形のピーク検出によって受電装置40側の負荷変化を検出することができる。但し、この検出方法に限定されるものではなく、他の方法、例えば、1次コイルの誘起電圧や電流の位相を検出する方法を採用することもできる。

40

【0152】

このように、本発明によれば、通常送電中における異物挿入の検出を可能とするための信号を、送電装置に送信する機能をもった新規な受電装置40が実現され、また、通常送電中における受電装置40側の負荷変動による信号を受信し、その信号受信の可否によって異物挿入の検出を行う機能をもった、新規な送電装置10が実現される。

50

## 【 0 1 5 3 】

また、本発明の受電装置 40 を含む携帯電話端末等の電子機器は、本負荷 94 に給電している最中における異物挿入に対応でき、安全性が高く、したがって、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

## 【 0 1 5 4 】

また、本発明の送電装置 10 を含む電子機器（携帯電話用充電台等）は、本負荷 94 に給電している最中における異物挿入に対応できるため、安全性が高く、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

## 【 0 1 5 5 】

このように、本発明によれば、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出することを可能とし、無接点電力伝送における高信頼度の安全対策を実現することができる。

10

## 【 0 1 5 6 】

以上説明したように、本発明の実施形態によれば、以下の主要な効果を得ることができる。但し、以下の効果は同時に得られるとは限らず、以下の効果の列挙が、本発明を不当に限定する根拠とされてはならない。

(1) 通常送電中に、負荷変調によって受電装置側の負荷を間欠的に変化させて、異物検出のために役立つ信号を受電装置側から送電装置側に通信することによって、送電装置では、上述の信号の受信の可否によって異物挿入を判定することが可能となる。

(2) 受電装置に含まれる負荷変調部を、異物挿入検出を可能とするための信号の送信用にも利用することにより、異物検出のために専用の特別なハードウェアを設ける必要がない。

20

(3) 送電装置が備える、電装置側の負荷を監視する回路を利用することによって、送電装置においても、異物挿入検出のために特別なハードウェアを設ける必要がなくなる。

(4) 受電装置側の負荷変化は、例えば、1次コイルの誘起電圧の波形を検出することによって比較的簡単に検出でき（この方法に限定されるものではない）、また、一般的なデジタル信号処理によって精度良く検出することが可能である。

(5) 受電装置から送電装置への負荷変調による信号の伝達は、通常送電と同じ経路（すなわち、1次コイルと2次コイルを経由する経路）を利用して行われるため、異物挿入を検出可能とするための信号の伝達経路を特別に設ける必要もない。

30

(6) 通常送電時における受電装置側の負荷変調を周期的に実行することによって、送電装置と受電装置とが同期を確保しつつ負荷変化による情報の授受を行うことが可能となる。また、1周期内において、所定間隔で複数回、間欠的に負荷を変化させることによって、送電装置側にて負荷変動を検出するときに、単なるノイズなのか正規の信号なのかの判定をし易くなり、異物検出の精度を高めることができる。

(7) 通常送電中において、受電装置自身が本負荷（例えば電池パック）の負荷状態を監視し、異物検出を可能とするための負荷変調を行うときに、本負荷が重いときは、本負荷への電力供給を強制的に低下させて本負荷の負荷状態を軽減することによって、送電装置側では、本負荷が重いときでも、負荷変調による信号を検出し易くなる。よって、本負荷が重い状態のときでも、異物検出精度を所望のレベルに維持することができる。また、強制的な本負荷の軽減を行った場合でも、本負荷への電力供給が減少するだけであり、本負荷への給電は停止されず、少なくとも、必要な最小限の電力は常に与えられており、本負荷側の電子回路が動作できなくなるといった問題は生じない。また、異物挿入を検出可能とするための負荷変調は、上述のとおり間欠的に行われ、かつ、その負荷変調は、本負荷への電力供給に与える影響を考慮して適切な間隔で実行されるものであり、強制的な負荷軽減が行われたからといって、本負荷への電力伝送に特段の悪影響は生じない（例えば、電池パックの充電時間が極端に長くなるような弊害は決して生じない）。

40

(8) 送電制御装置は、通常送電時において、受電装置側の負荷の間欠的な変化を検出できないときに、1次コイルと2次コイルとの間に異物が挿入されたもの判断して、送電を停止する。これによって、異物における発熱、やけど、あるいは機器損傷や破壊が確実に

50

防止される。よって、無接点電力伝送システムにおいて、信頼性の高い異物挿入対策が実現される。

(9) 送電装置における異物挿入判定に慎重を期すため、送電装置は、複数の周期の各々毎に、受電装置側の負荷の変化を検出し、所定数の周期にわたって連続して負荷変化を検出できないときに、通常送電を停止するようにする。これによって、異物挿入の検出精度が高まり、例えば、偶発的な要因によって負荷変化が検出できなかったときに、誤って通常送電を停止するといった事態が生じることを防止することができる。

(10) 本発明によって、特別な構成を付加することなく、簡単な信号処理でもって異物挿入を高精度に検出することが可能となる。よって、異物挿入に対する万全の対策がなされた、信頼性が高く、小型かつ低コストの無接点電力伝送システムを実現することができる。

(11) 本負荷に給電している最中における異物挿入に対応できるため、無接点電力伝送に対応した携帯端末等の電子機器の安全性を高めることができ、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

(12) 本負荷に給電している最中における異物挿入に対応できるため、無接点電力伝送に対応した充電器(クレードル等)の電子機器の安全性を高めることができ、ユーザはその電子機器を安心して使用することが可能となる。

(13) 本発明によれば、部品点数を抑制しつつ、簡単な信号処理によって、1次コイルと2次コイルとの間への異物の挿入を高精度に検出することを可能とし、無接点電力伝送における高信頼度の安全対策技術を確立することができる。

#### 【0157】

以上、本発明を、実施形態を参照して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、種々、変形、応用が可能である。すなわち、本発明の要旨を逸脱しない範囲において多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。

#### 【0158】

従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語(低電位側電源、電子機器等)と共に記載された用語(GND、携帯電話機・充電器等)は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。また本実施形態および変形例の全ての組み合わせも、本発明の範囲に含まれる。

#### 【0159】

また、送電制御装置、送電装置、受電制御装置、受電装置の構成・動作や、1次側における2次側の負荷検出手法も、本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

#### 【0160】

本発明は、無接点電力伝送システムにおける高信頼度の異物挿入対策技術を確立することに貢献するという効果を奏し、したがって、送電制御装置(送電制御IC)、受電制御装置(受電制御IC)、無接点電力伝送システム、送電装置(ICモジュール等)、受電装置(ICモジュール等)および電子機器(携帯端末および充電器等)として利用可能である。なお、「携帯端末」には、携帯電話端末、PDA端末、持ち運び可能なコンピュータ端末が含まれる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0161】

【図1】無接点電力伝送を利用した電子機器の例を示す図、図1(A)は、送電装置としての充電器(クレードル)上に、受電装置としての携帯電話機が載置された状態を示す斜視図、図1(B)は、送電装置から受電装置に電力を伝送するための原理を説明するための電子機器の要部の断面図

【図2】本発明の送電装置、送電制御装置、受電装置、受電制御装置の具体的な構成の一例を示す図

【図3】図3(A)および図3(B)は、1次側機器と2次側機器との間の情報伝送の原

10

20

30

40

50

理を説明するための図

【図 4】図 4 ( A ) , 図 4 ( B ) は、通常送電開始後の異物挿入について説明するための、無接点電力伝送システムを構成する電子機器の断面図、図 4 ( A ) は正常な通常送電状態を示す図、図 4 ( B ) は異物が挿入された状態を示す図

【図 5】図 5 ( A ) , 図 5 ( B ) は、受電装置側の負荷の監視によって異物検出を行う際に考慮すべき事項を説明するための図、図 5 ( A ) は、図 4 に示される携帯電話端末の 2 次電池の正常充電時における、送電装置からみた受電装置側の負荷の変動の様子を示す図、図 5 ( B ) は充電中において、送電装置からみた受電装置側の負荷に、通常では見られないような変動が生じた場合の図

【図 6】図 6 ( A ) , 図 6 ( B ) は、異物挿入を検出可能とするために、受電装置側の負荷を間欠的に変化させる場合の具体的な態様を説明するための図

【図 7】図 2 に示される無接点電力伝送システムの中から、異物挿入の検出に関係する主要な構成を抜き出して示す回路図

【図 8】図 8 ( A ) , 図 8 ( B ) は異物検出を可能とするための負荷変調の好適かつ具体的な態様を説明するための図、図 8 ( A ) は負荷変調のタイミング例を示す図、図 8 ( B ) は送電装置によって検出される受電装置側の負荷変動の様子を具体的に示す図

【図 9】図 9 ( A ) ~ 図 9 ( E ) は、本負荷の軽減動作を説明するための図、図 9 ( A ) は本負荷が軽い状態を示す図、図 9 ( B ) は、本負荷が重い状態を示す図、図 9 ( C ) は、図 9 ( B ) に示される状態における 1 次コイル電圧の変化の様子を示す図、図 9 ( D ) は、給電制御トランジスタを連続的にオン / オフさせたり、半オン状態させたりして本負荷の軽減を行っている状態を示す図、図 9 ( E ) は、図 9 ( D ) に示される状態における 1 次コイル電圧の変化の様子を示す図

【図 10】図 10 ( A ) ~ 図 10 ( C ) は各々、本負荷の状態を監視する態様を示す図

【符号の説明】

【 0 1 6 2 】

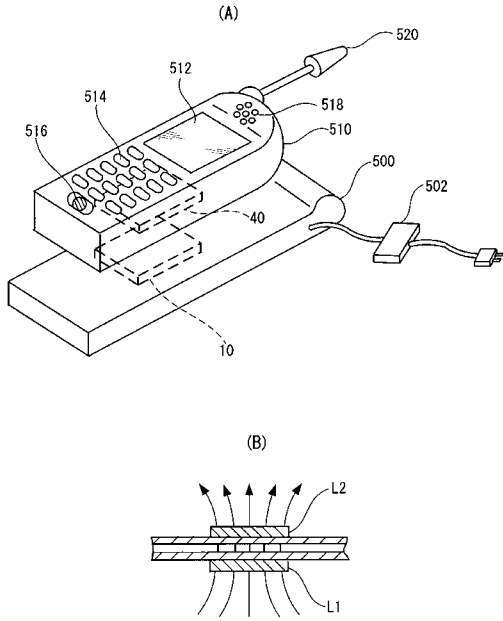
L 1 1 次コイル、L 2 2 次コイル、1 0 送電装置、1 2 送電部、1 4 電圧検出回路、1 6 表示部、2 0 送電制御装置、2 2 制御回路 ( 送電側 )、2 3 周波数変調部、2 4 発振回路、2 6 ドライバ制御回路、2 8 波形検出回路、4 0 受電装置、4 2 受電部、4 3 整流回路、4 6 負荷変調部、4 8 給電制御部、5 0 受電制御装置、5 2 制御回路 ( 受電側 )、5 4 出力保証回路、5 6 位置検出回路、5 8 発振回路、6 0 周波数検出回路、6 2 満充電検出回路、9 0 2 次側機器の負荷、9 2 充電制御装置 ( 充電制御 I C )、9 4 本負荷としてのバッテリー ( 2 次電池 )、L E D R 電池残量や電池の状態のインジケータとしての発光装置

10

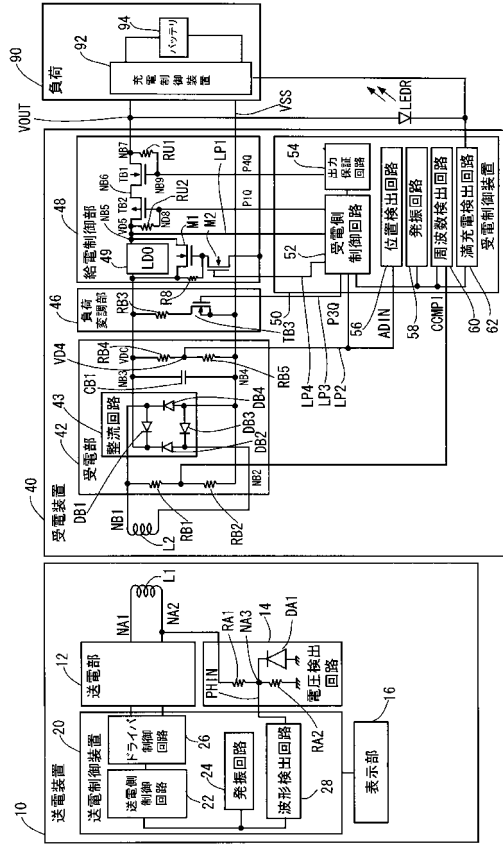
20

30

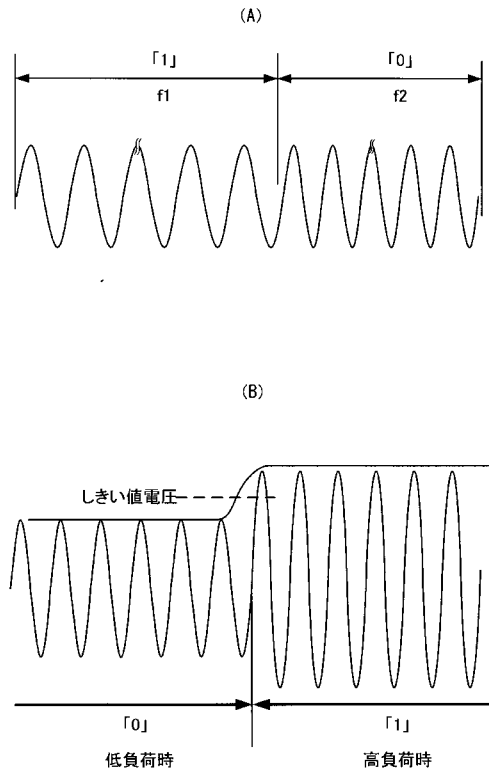
【 図 1 】



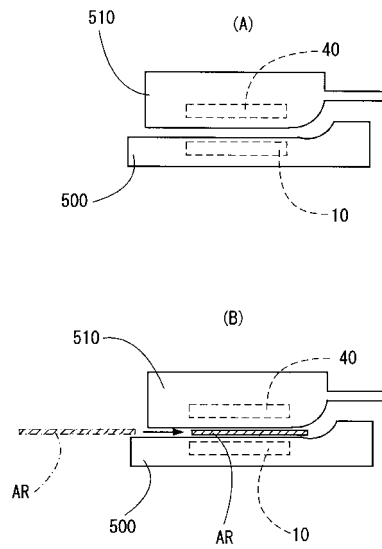
【 図 2 】



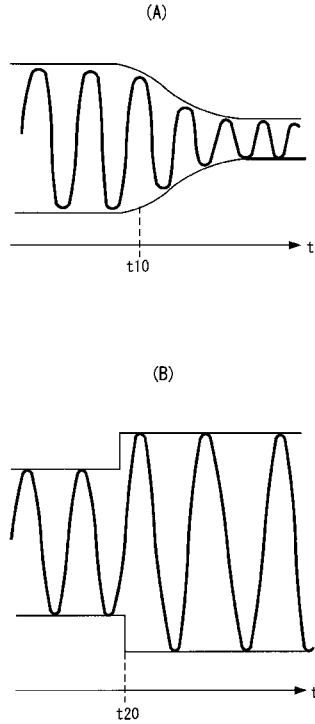
【 図 3 】



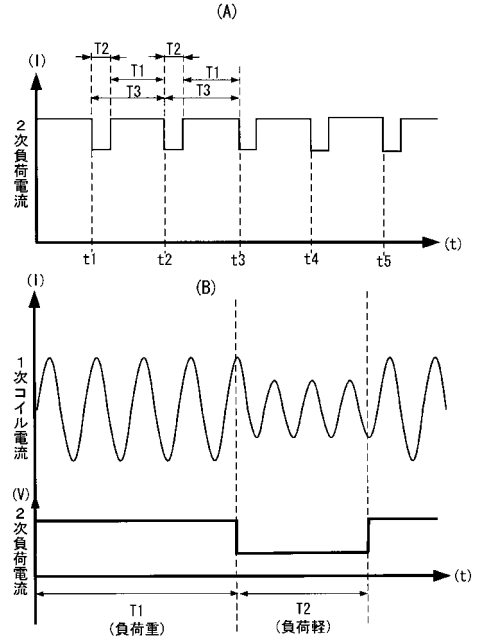
【 図 4 】



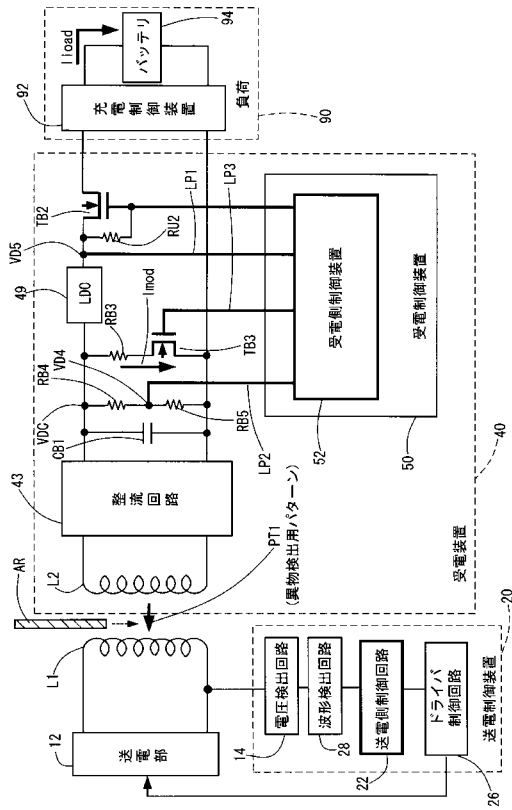
【 図 5 】



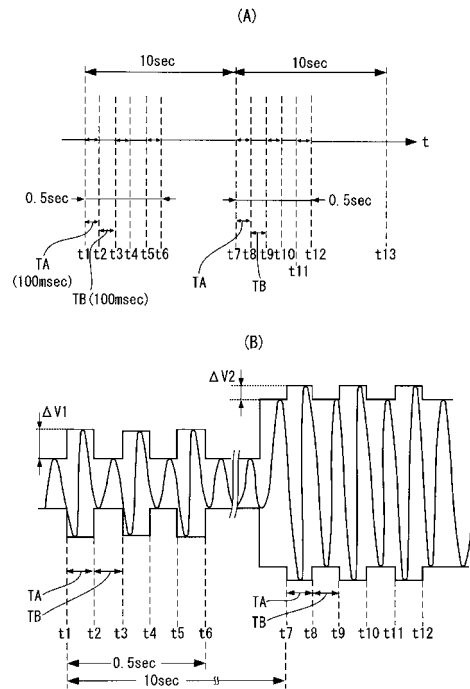
【 図 6 】



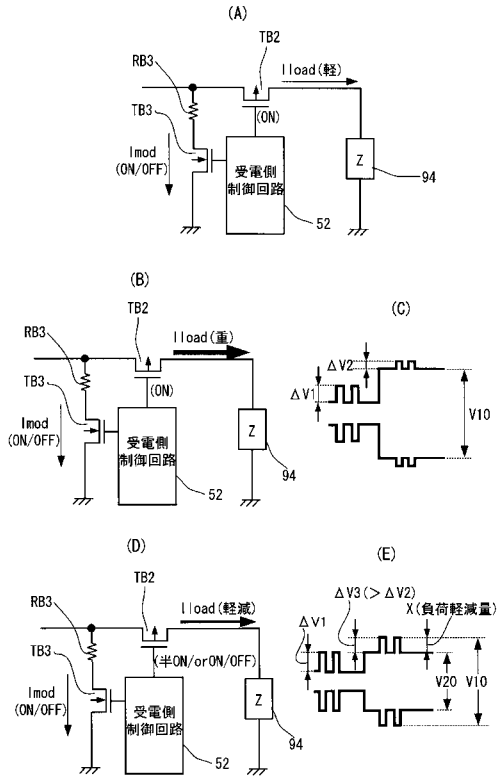
【 図 7 】



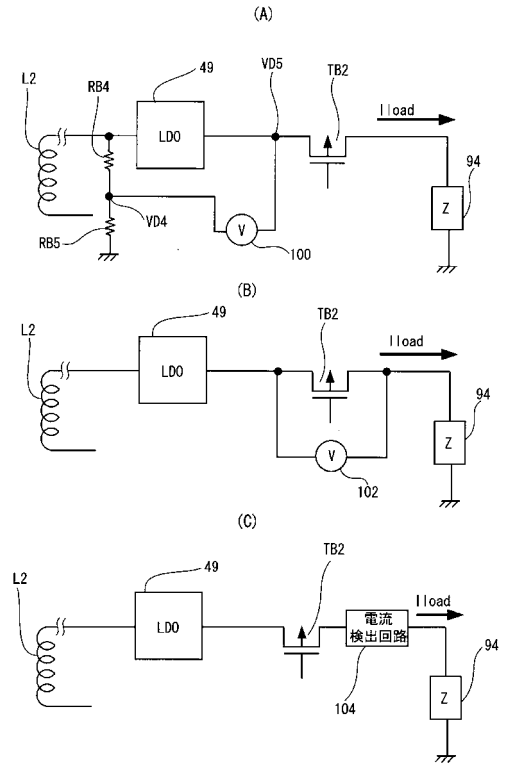
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 大西 幸太  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 依田 健太郎  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 上條 貴宏  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 神 幹基  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 曾我部 治彦  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 近藤 陽一郎  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
- (72)発明者 鈴木 邦治  
東京都港区港南1丁目8番15号 ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社内
- (72)発明者 加藤 博  
東京都港区港南1丁目8番15号 ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社内
- (72)発明者 鈴木 克哉  
東京都港区港南1丁目8番15号 ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社内
- (72)発明者 山崎 学  
東京都港区港南1丁目8番15号 ソニー・エリクソン・モバイルコミュニケーションズ株式会社内
- Fターム(参考) 5G003 AA01 BA01 GB08  
5H730 AA20 AS01 BB21 BB57 EE04 EE07 FD01 FD24 FG01 XX04  
XX25 XX37 XX43