

(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2012-147632  
(P2012-147632A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
 HO2J 17/00 (2006.01) HO2J 17/00 B  
 HO2J 17/00 X

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-5944 (P2011-5944)  
 (22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(71) 出願人 000005223  
 富士通株式会社  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
 (74) 代理人 100092152  
 弁理士 服部 毅巖  
 (72) 発明者 下川 聡  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 内田 昭嘉  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内  
 (72) 発明者 川野 浩康  
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

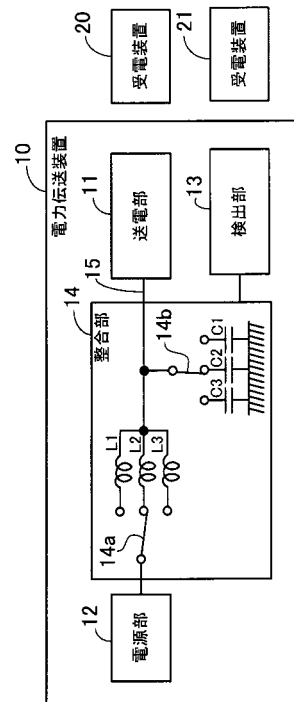
(54) 【発明の名称】 電力伝送装置及び電力伝送方法

(57) 【要約】

【課題】 効率的に適切な電力を受電装置に給電する。

【解決手段】 送電部 11 は受電装置 20, 21 に対して非接触で送電し、電源部 12 は送電部 11 が送電する電力を生成し、検出部 13 は受電装置 20, 21 の台数を検出し、整合部 14 は、受電装置 20, 21 の台数に対応したコンデンサ素子 C1 ~ C3 とインダクタ素子 L1 ~ L3 の組を複数有し、検出された受電装置 20, 21 の台数に応じて、選択するコンデンサ素子 C1 ~ C3 とインダクタ素子 L1 ~ L3 の組を変更することで送電部 11 と電源部 12 との間のインピーダンス整合を行う。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

受電装置に対して非接触で送電する送電部と、  
前記送電部が送電する電力を生成する電源部と、  
前記受電装置の台数を検出する検出部と、  
前記受電装置の台数に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組を複数有し、検出された前記受電装置の台数に応じて、選択する前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組を変更することで前記送電部と前記電源部との間のインピーダンス整合を行う整合部と、  
を有することを特徴とする電力伝送装置。

10

**【請求項 2】**

前記整合部において、前記受電装置の台数に対応した前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組は、当該台数の場合に、前記送電部と前記電源部との間でインピーダンス整合されるようにキャパシタンス及びインダクタンスが設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の電力伝送装置。

**【請求項 3】**

前記整合部は、前記受電装置の台数に応じた前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組の変更後、インピーダンスの調整を行う可変コンデンサをさらに有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電力伝送装置。

**【請求項 4】**

前記整合部は、前記受電装置に対する送電距離に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組を複数有し、検出された前記受電装置に対する送電距離に応じて、選択する前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組を変更することで前記送電部と前記電源部との間のインピーダンス整合を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の電力伝送装置。

20

**【請求項 5】**

受電装置の台数を検出し、  
それぞれ前記受電装置の台数に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の複数の組の何れかを、検出された前記受電装置の台数に応じて選択して、前記受電装置に対して非接触で送電する送電部と前記送電部が送電する電力を生成する電源部との間のインピーダンス整合を行うことを特徴とする電力伝送方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、電力伝送装置及び電力伝送方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

非接触で電力を伝送する技術として、電磁誘導方式と電波収穫方式が知られているが、これらに代わる新たな方式として、近年、近傍磁界中の共鳴現象を利用した方式（以下磁界共鳴方式と呼ぶ）が提唱された。

40

**【0003】**

磁界共鳴方式は、送受電側双方に、高い Q 値を持つ略同一共振周波数のコイルを配置し、磁界を媒介とする共鳴状態にすることで、高効率の電力伝送を可能とするものである。この方式によれば、従来から知られている電磁誘導方式よりも、長距離の電力伝送が可能であり、且つ受電装置の位置ずれにも強く、携帯電話などのモバイル機器をはじめ、家電製品、電気自動車など様々な電子機器への適用が期待されている。

**【0004】**

ところで、効率よく受電装置に電力伝送を行うため、送電側の装置の送電アンプとその接続先のインピーダンスを整合することが求められる。すなわち、送電アンプと、その接続先のインピーダンス不整合によって電力反射が生じることを抑えることが求められる。

50

## 【 0 0 0 5 】

従来、磁界共鳴方式を利用した電力伝送システムにおいて、送電装置の送電アンブと送電コイルの間にインダクタ素子と可変コンデンサを有した整合回路を挿入し、送電装置と受電装置間の距離や負荷の変化に応じてインピーダンス整合を行う手法が知られている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 0 - 1 4 1 9 7 6 号 公 報

【 特許文献 2 】 特表 2 0 0 9 - 5 0 1 5 1 0 号 公 報

## 【 非特許文献 】

10

## 【 0 0 0 7 】

【 非特許文献 1 】 N I K K E I E L E C T R O N I C S 2 0 0 7 . 1 2 . 3 1 1 7 頁 ~ 1 2 8 頁

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

しかし、従来の技術では、受電装置の台数が変化する場合、送電部の負荷が大きく変化するためインピーダンス調整に時間がかかり、効率的に適切な電力を受電装置に給電することが困難であるという問題があった。

## 【 課題を解決するための手段 】

20

## 【 0 0 0 9 】

発明の一観点によれば、受電装置に対して非接触で送電する送電部と、前記送電部が送電する電力を生成する電源部と、前記受電装置の台数を検出する検出部と、前記受電装置の台数に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組を複数有し、検出された前記受電装置の台数に応じて、選択する前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組を変更することで前記送電部と前記電源部との間のインピーダンス整合を行う整合部と、を備えた電力伝送装置が提供される。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 0 】

開示の電力伝送装置及び電力伝送方法によれば、効率的に適切な電力を受電装置に給電することができる。

30

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態の電力伝送装置の一例を示す図である。

【 図 2 】 受電装置が 2 台から 3 台に変化した場合の整合部の一例の様子を示す図である。

【 図 3 】 第 2 の実施の形態の電力伝送装置の一例を示す図である。

【 図 4 】 送電時の電力伝送装置と受電装置における通信シーケンスの一例を示す図である。

。

【 図 5 】 送電時の電力伝送装置の一例の処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 6 】 3 台の受電装置に送電を行う電力伝送装置の一例を示す図である。

40

【 図 7 】 受電装置の台数を 1 台に変更した場合の例を示す図である。

【 図 8 】 受電装置の位置が変化した様子を示した図である。

【 図 9 】 受電装置の位置の変化に対する反射係数の変動例を示す図である。

【 図 1 0 】 受電装置の台数を 2 台に変更した場合の例を示す図である。

【 図 1 1 】 受電装置の位置が変化した様子を示した図である。

【 図 1 2 】 受電装置の位置の変化に対する反射係数の変動例を示す図である。

【 図 1 3 】 電力伝送装置による、送電距離に応じたインピーダンス整合の一例を説明する図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 2 】

50

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しつつ説明する。

(第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態の電力伝送装置の一例を示す図である。

【0013】

電力伝送装置10は、送電部11、電源部12、検出部13、整合部14を有している。図1の例では、2台の受電装置20, 21が示されている。受電装置20, 21は、たとえば、携帯電話やラップトップコンピュータなどのモバイル機器、またはその他の電子機器である。

【0014】

送電部11は、受電装置20, 21に対して非接触で送電する。電源部12は、受電装置20, 21に送電する電力を生成する。検出部13は、たとえば、センサや通信モジュールなどによって受電装置20, 21の台数を検出する。

【0015】

整合部14は、送電部11と電源部12との間の伝送線路15に設けられている。

磁界共鳴方式のような非接触で送電する方式では、電波による放送受信などと異なり、近傍界領域でエネルギーの伝送が行われるため、受電装置の台数によって送電部11の入力インピーダンス(負荷)が変化する。送電部11の入力インピーダンスと電源部12の出力インピーダンスが異なると電力反射が起こり、反射損失(リターンロス)が発生して電力伝送効率が低下する。

【0016】

そのため、整合部14は、送電部11と電源部12との間のインピーダンス整合を行う。たとえば、整合部14は、送電部11の入力インピーダンスと自身のインピーダンスの合成インピーダンスが、電源部12の出力インピーダンスと等しくなるように調整を行う。送電部11の入力インピーダンスが受電装置の台数によって異なるため、整合部14は、コンデンサ素子C1, C2, C3とインダクタ素子L1, L2, L3の組を台数に対応して複数備えている。

【0017】

図1に示す例の場合、たとえば、コンデンサ素子C1とインダクタ素子L1の組が、受電装置が1台の場合に用いられる組とする。また、コンデンサ素子C2とインダクタ素子L2の組が、受電装置が2台の場合に用いられる組、コンデンサ素子C3とインダクタ素子L3の組が、受電装置が3台の場合に用いられる組などとする。また、たとえば、コンデンサ素子C3とインダクタ素子L1の組が、受電装置が4台の場合に用いられる組などに対応づけてもよい。

【0018】

受電装置の台数に対応したコンデンサ素子C1~C3とインダクタ素子L1~L3の組は、受電装置がその台数の場合に、送電部11と電源部12との間でインピーダンス整合されるようにキャパシタンス及びインダクタンスが設定されている。

【0019】

たとえば、コンデンサ素子C2とインダクタ素子L2の組が、受電装置が2台の場合に用いられる組とする。この場合、コンデンサ素子C2とインダクタ素子L2は、受電装置が2台の場合の送電部11の入力インピーダンスと電源部12の出力インピーダンスが整合するように、キャパシタンス及びインダクタンスが予め設定されているものとする。

【0020】

なお、本明細書中で、インピーダンスが整合するとは、入力インピーダンスと出力インピーダンスの整合が完全にとれている、という意味に限定されない。たとえば、電源部12の出力端の反射係数が0.2以下、すなわち、反射による損失が4%以下であることが望ましい。

【0021】

各コンデンサ素子C1~C3の一方の端子は、送電部11と電源部12の間の伝送線路15にスイッチ14bを介して接続されており、他方の端子は接地されている。

10

20

30

40

50

インダクタ素子 L 1 ~ L 3 は、伝送線路 1 5 に接続されており、一方の端子は送電部 1 1 に接続され、他方の端子はスイッチ 1 4 a を介して電源部 1 2 に接続されている。

【 0 0 2 2 】

整合部 1 4 は、検出された受電装置の台数に応じて、スイッチ 1 4 a , 1 4 b にて、選択するコンデンサ素子とインダクタ素子の組を切り替える。たとえば、図 1 に示す例の場合、2 台の受電装置 2 0 , 2 1 があるので、整合部 1 4 は、2 台のときに用いるコンデンサ素子 C 2 とインダクタ素子 L 2 の組を選択する。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、受電装置が 2 台から 3 台に変化した場合の整合部の一例の様子を示す図である。

給電対象の受電装置が、図 2 に示すように 3 台（受電装置 2 0 , 2 1 , 2 2 ）となった場合、検出部 1 3 はこの台数の変化を検出する。そして、検出部 1 3 は、整合部 1 4 に対して 3 台に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組（たとえば、コンデンサ素子 C 3 とインダクタ素子 L 3 ）を選択するように指示する。

【 0 0 2 4 】

指示を受けた整合部 1 4 は、スイッチ 1 4 a , 1 4 b で、使用するコンデンサ素子とインダクタ素子の組を、たとえば、図 1 の状態から、受電装置が 3 台の場合に用いるコンデンサ素子 C 3 とインダクタ素子 L 3 の組に切り替える。

【 0 0 2 5 】

これにより、検出された受電装置の台数に対して適切なインピーダンスを迅速に選択できるようになるので、インピーダンス整合が容易になり、効率的に適切な電力を受電装置に給電することができるようになる。

【 0 0 2 6 】

また、空気を誘電体とする高耐圧の可変コンデンサではなく、複数のコンデンサ素子 C 1 ~ C 3 とインダクタ素子 L 1 ~ L 3 の組の切り替えにより受電装置の台数に応じたインピーダンス整合を行うので、電力伝送装置 1 0 の小型化が期待できる。可変コンデンサのみでインピーダンス整合を行うようにすると、受電装置の台数の変化などによる入力インピーダンスの大きな変化に対応できるように調整範囲が広がり、容積が大きくなるからである。

【 0 0 2 7 】

以下第 2 の実施の形態として、電力伝送装置をより詳細に説明する。

（第 2 の実施の形態）

図 3 は、第 2 の実施の形態の電力伝送装置の一例を示す図である。

【 0 0 2 8 】

電力伝送装置 3 0 は、磁界共鳴方式で電力伝送を行うものであり、制御回路 3 1、送電コイル 3 2、送電アンプ 3 3、検出センサ 3 4 - 1 , 3 4 - 2 , 3 4 - 3 , 3 4 - 4、整合回路 3 5、記憶部 3 6 を有している。

【 0 0 2 9 】

図 3 の例では、2 台の受電装置 4 0 , 4 1 が示されている。受電装置 4 0 , 4 1 は、たとえば、携帯電話やラップトップコンピュータなどのモバイル機器、またはその他の電子機器である。

【 0 0 3 0 】

制御回路 3 1 は、電力伝送装置 3 0 の各部を制御する。たとえば、制御回路 3 1 は、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 からの信号をもとに、給電対象の受電装置の台数を検出する機能（図 1 に示した検出部 1 3 の機能）を有している。また、制御回路 3 1 は、送電アンプ 3 3 の出力端のノード N 1 において、送電アンプ 3 3 と整合回路 3 5 間の電力反射状態（反射係数）を計測する。

【 0 0 3 1 】

送電コイル 3 2 は、図 1 に示した送電部 1 1 の機能を有し、受電装置 4 0 , 4 1 に対して送電を行う。送電コイル 3 2 は、送電周波数に対応した共振周波数を持つ共振コイル 3

10

20

30

40

50

2 a と、共振コイル 3 2 a に対して非接触で電力を供給する誘導コイル 3 2 b を有している。また、共振コイル 3 2 a には、コンデンサ素子 C r が並列に接続されている。誘導コイル 3 2 b の一端は整合回路 3 5 に接続されており、他端は接地されている。

【0032】

送電アンプ 3 3 は、図 1 に示した電源部 1 2 の機能を有し、交流電源 3 3 a により所定の送電周波数で電力を生成する。また、送電アンプ 3 3 は、制御回路 3 1 の制御により、検出された受電装置の台数に応じて、生成する電力の大きさを調整する。

【0033】

検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 は、受電装置 4 0 , 4 1 を検出する。検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 は、たとえば、赤外線または、Blue tooth (登録商標) などで通信を行う通信モジュールであり、たとえば、それぞれ 1 台の受電装置と無線通信を行う。したがって、図 3 に示す電力伝送装置 3 0 の例では、4 台の受電装置と同時に通信が可能となっている。たとえば、Blue tooth の場合、障害物がない状態では約 1 0 m 程度の距離で受電装置の検出が可能である。

10

【0034】

なお、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 の数は特に限定されるものではない。また、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 は、通信モジュールに限定されず、受電装置 4 0 , 4 1 が電力伝送装置 3 0 の充電用治具などに搭載されたことを検出する重量センサでもよい。

【0035】

整合回路 3 5 は、送電コイル 3 2 と送電アンプ 3 3 との間の伝送線路 3 7 に設けられており、図 1 に示した整合部 1 4 の機能を有している。

20

整合回路 3 5 は、制御回路 3 1 の制御のもと、送電コイル 3 2 と送電アンプ 3 3 との間のインピーダンス整合を行う。たとえば、整合回路 3 5 は、送電コイル 3 2 の入力インピーダンスと自身のインピーダンスの合成インピーダンスが、送電アンプ 3 3 の出力インピーダンスと等しくなるように調整を行う。送電コイル 3 2 の入力インピーダンスが受電装置の台数によって異なるため、整合回路 3 5 は、コンデンサ素子 C 1 ~ C 3 とインダクタ素子 L 1 ~ L 3 の組を台数に対応して複数備えている。

【0036】

図 3 に示した整合回路 3 5 の例では、図 1 に示した例と同様に、コンデンサ素子 C 1 ~ C 3 、インダクタ素子 L 1 ~ L 3 、スイッチ 3 5 a , 3 5 b を有している。コンデンサ素子 C 1 ~ C 3 は、省スペース化の観点から高誘電率 (かつ低損失) のものを使用することが望ましい。

30

【0037】

ここで、たとえば、コンデンサ素子 C 1 とインダクタ素子 L 1 の組が、受電装置が 1 台の場合に用いられる組とする。また、コンデンサ素子 C 2 とインダクタ素子 L 2 の組が、受電装置が 2 台の場合に用いられる組、コンデンサ素子 C 3 とインダクタ素子 L 3 の組が、受電装置が 3 台の場合に用いられる組などとする。また、たとえば、コンデンサ素子 C 3 とインダクタ素子 L 1 の組が、受電装置が 4 台の場合に用いられる組などに対応づけてもよい。

【0038】

各コンデンサ素子 C 1 ~ C 3 の一方の端子は、誘導コイル 3 2 b と送電アンプ 3 3 との間の伝送線路 3 7 にスイッチ 3 5 b を介して接続されており、他方の端子は接地されている。

40

【0039】

インダクタ素子 L 1 ~ L 3 は、伝送線路 3 7 に接続されており、一方の端子は送電コイル 3 2 における誘導コイル 3 2 b に接続され、他方の端子はスイッチ 3 5 a を介して送電アンプ 3 3 に接続されている。

【0040】

スイッチ 3 5 a , 3 5 b の切り替えは、制御回路 3 1 からの制御信号により行われ、検出された受電装置の台数に応じて、選択されるコンデンサ素子とインダクタ素子の組が切

50

り替えられる。たとえば、図3に示す例の場合、2台の受電装置40, 41があるので、整合回路35において、2台のときに用いるコンデンサ素子C2とインダクタ素子L2の組が選択される。

#### 【0041】

さらに、本実施の形態において整合回路35は、可変コンデンサCvを有している。可変コンデンサCvの一端は伝送線路37に接続されており、他端は接地されている。可変コンデンサCvは、コンデンサ素子C1~C3とインダクタ素子L1~L3の組の切り替えにより、離散的に変化するインピーダンスを補償し、精度よくインピーダンス整合が行われるよう微調整を行うものである。可変コンデンサCvは、制御回路31からの制御信号により、容量値が制御される。

10

#### 【0042】

記憶部36は、たとえば、給電可能な受電装置の情報(たとえば、磁界共鳴方式に対応している型、品名など)や、給電を許可するユーザの登録情報などを記憶する。

受電装置40, 41は、バッテリー40a, 41a、誘導コイル40b, 41b、共振コイル40c, 41c、検出センサ40d, 41dを有している。共振コイル40c, 41cにはコンデンサ素子Cr1, Cr2が並列に接続されている。

#### 【0043】

受電装置40, 41は、共振コイル40c, 41cにより、電力伝送装置30から電力を受け、誘導コイル40b, 41bに電力を伝えて、誘導コイル40b, 41bに接続されたバッテリー40a, 41aを充電する。検出センサ40d, 41dは、電力伝送装置30の検出センサ34-1~34-4の何れかと通信を行う。

20

#### 【0044】

検出センサ40d, 41dは、電力伝送装置30の検出センサ34-1~34-4と同様に、たとえば、赤外線または、Bluetoothなどで通信を行う通信モジュールである。

#### 【0045】

図4は、送電時の電力伝送装置と受電装置における通信シーケンスの一例を示す図である。

以下では一例として、図3に示したような受電装置40, 41が存在する場合の送電時の電力伝送装置30の動作を説明する。

30

#### 【0046】

電力伝送装置30は、検出センサ34-1~34-4により、受電装置40, 41の検知を行い、受電装置40, 41の台数(図3の場合は2台)を検出する(処理T1)。たとえば、検出センサ34-1~34-4が通信モジュールである場合、受電装置40, 41の検出センサ40d, 41dとの間で通信が確立した場合に、受電装置40, 41が検知される。その後、電力伝送装置30と検知された受電装置40, 41との間でデータ通信処理が行われる(処理T2)。データ通信処理では、受電装置40, 41の認証やワイヤレスで充電するためのデータについてのやり取りなどが行われる。データの例としては、受電装置40, 41の型式や、受電装置40, 41を所持するユーザの契約情報、バッテリー40a, 41aが対応している電圧やワット数などのバッテリー情報、送電アンブ33の周波数などである。

40

#### 【0047】

その後、電力伝送装置30の制御回路31は、検出された受電装置40, 41の台数に基づき、整合回路35のコンデンサ素子C1~C3とインダクタ素子L1~L3の組の選択を行う(処理T3)。

#### 【0048】

続いて、電力伝送装置30は、受電装置40, 41に対して、試行用の送電を開始する(処理T4)。試行用の送電は、本送電時よりも小さい電力で行われ、たとえば、バッテリー情報をもとに、本送電時のワット数の1/10程度で行われる。たとえば、本送電が5Wで行われる場合、試行用の送電は500mWで行われる。

50

## 【 0 0 4 9 】

その後、電力伝送装置 3 0 と受電装置 4 0 , 4 1 間で、バッテリー 4 0 a , 4 1 a の充電状態などの送受電状態情報の交換が行われる ( 処理 T 5 ) 。 試行用の送電時において、電力伝送装置 3 0 の制御回路 3 1 は、図 3 のノード N 1 における反射係数を検出し ( 処理 T 6 ) 、反射係数の値に応じて整合回路 3 5 の可変コンデンサ C v の調整を行う ( 処理 T 7 ) 。そして、電力伝送装置 3 0 の制御回路 3 1 の制御のもと、送電アンプ 3 3 は生成する電力レベルを、検出された受電装置の台数に応じて変更し ( 処理 T 8 ) 、本送電を開始させる ( 処理 T 9 ) 。

## 【 0 0 5 0 】

本送電時においても、試行用の送電時と同様に、送受電状態情報の交換が行われる ( 処理 T 1 0 ) 。送受電状態情報は定期的に確認され ( 処理 T 1 1 ) 、受電装置 4 0 , 4 1 が送電可能な範囲から外れたり、バッテリー 4 0 a , 4 1 a の充電が完了するなどした場合に、電力伝送装置 3 0 は送電を停止する ( 処理 T 1 2 ) 。その後、電力伝送装置 3 0 と受電装置 4 0 , 4 1 は、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 の何れか 2 つと、受電装置 4 0 , 4 1 の検出センサ 4 0 d , 4 1 d との間の通信処理を終了する ( 処理 T 1 3 ) 。

## 【 0 0 5 1 】

以下、電力伝送装置 3 0 の処理をより詳細に説明する。

図 5 は、送電時の電力伝送装置の一例の処理の流れを示すフローチャートである。

制御回路 3 1 は、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 により、受電装置の検知処理を行い、受電装置の台数を検出する ( ステップ S 1 ) 。たとえば、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 の少なくとも 1 つによって、受電装置の検出センサ ( たとえば、図 3 の検出センサ 4 0 d , 4 1 d ) との間で通信が発生した場合、制御回路 3 1 は存在する受電装置の台数を検出する。

## 【 0 0 5 2 】

そして、制御回路 3 1 は、検知処理の結果から受電装置があるか否かを判定する ( ステップ S 2 ) 。受電装置がある場合には、ステップ S 3 の処理が行われ、受電装置がない場合には、ステップ S 1 の処理が継続される。

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 の処理では、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 は、検知された受電装置から、その受電装置が正当な送電先か否かを認証するための認証用データを受信する ( ステップ S 3 ) 。認証用データとしては、たとえば、受信した受電装置の型式や、受電装置を所持するユーザの契約情報などがある。

## 【 0 0 5 4 】

ステップ S 4 の処理において、制御回路 3 1 は、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 が受信した認証用データをもとに、送電先が正当なものか否かを判定する。ここでは、制御回路 3 1 は、たとえば、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 が受信した認証用データと、記憶部 3 6 に格納されている情報との照合を行い、受電装置が正当な送電先であるか否かを判定する。

## 【 0 0 5 5 】

正当な送電先と判定された場合には、ステップ S 5 の処理が行われ、正当な送電先ではないと判定された場合には、送電アンプ 3 3 は電力を生成せず、ステップ S 1 の処理が行われる。

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 5 の処理において、制御回路 3 1 の制御のもと、検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 は、正当な送電先と判定された受電装置との間で送受電条件情報の交換を行う。送受電条件情報としては、受電装置のバッテリーが対応している電圧やワット数などのバッテリー情報、電力伝送装置 3 0 の送電アンプ 3 3 の周波数などである。

## 【 0 0 5 7 】

その後、制御回路 3 1 は、検出された受電装置の台数に基づき、整合回路 3 5 のコンデンサ素子 C 1 ~ C 3 とインダクタ素子 L 1 ~ L 3 の組の選択を行う ( ステップ S 6 ) 。

10

20

30

40

50

たとえば、図3に示すように2台の受電装置40, 41が検出された場合には、台数が2台のときに用いられるコンデンサ素子とインダクタ素子の組が選択されるように、制御回路31は、整合回路35のスイッチ35a, 35bを切り替える。

【0058】

その後、制御回路31の制御のもと送電アンプ33は、試行用の送電を開始する(ステップS7)。試行用の送電は、前述したように、本送電時よりも小さい電力で行う。

その後、検出センサ34-1~34-4は、受電装置と通信を行い、受電装置のバッテリーの充電状態や、受電装置が送電可能な範囲内から外れていないかなどの送受電状態情報の交換を行う(ステップS8)。

【0059】

試行用の送電時において、電力伝送装置30の制御回路31は、図3のノードN1における反射係数を検出し(ステップS9)、反射係数が規定値以上(たとえば、0.2以上(=定在波比が1.5以上))か、否かを判定する(ステップS10)。

【0060】

反射係数が規定値以上の場合、制御回路31は、反射係数が減少してインピーダンス整合するように、整合回路35の可変コンデンサCvを調整し(ステップS11)、ステップS9からの処理を繰り返す。

【0061】

反射係数が規定値以上ではない場合、制御回路31は、受電装置の台数に応じて、送電アンプ33が生成する電力レベルを変更し(ステップS12)、本送電を開始させる(ステップS13)。ここで制御回路31は、電力伝送装置30の各部を検査し不具合が発生していないか判定する(ステップS14)。制御回路31は、不具合がなければ、送電を継続させる(ステップS15)。不具合がある場合には、ステップS20の処理が行われ、送電が停止される。

【0062】

本送電中においても、試行用の送電時と同様に、送受電状態情報の交換が定期的に行われる(ステップS16)。制御回路31は、送受電状態情報をもとに、検出された受電装置が送電可能な範囲に存在するか否かを判定する(ステップS17)。受電装置がある場合には、ステップS18の処理が行われ、受電装置がない場合には、ステップS20の処理が行われ、送電が停止される。

【0063】

ステップS18の処理において、制御回路31は、送受電状態情報をもとに、受電装置のバッテリーに空き容量があるか否かを判定する(ステップS18)。たとえば、検出センサ34-1~34-4の何れかが、受電装置からバッテリーが満充電である旨の送受電状態情報を受信すると、制御回路31は、受電装置のバッテリーに空き容量がないと判定し、ステップS20の処理を行う。満充電である旨の送受電状態情報が受信されていない状態では、制御回路31は、受電装置のバッテリーは空き容量があると判定し、ステップS19の処理を行う。

【0064】

ステップS19の処理において、制御回路31は、送受電状態情報として、受電装置から充電を休止する旨の休止信号が送られてきていないか判定する。休止信号がある場合には、制御回路31は、ステップS20の処理を行う。休止信号がない場合には、制御回路31は、ステップS15の処理を行い、送電を継続させる。

【0065】

ステップ20の処理では、制御回路31は、送電アンプ33による送電を停止させる。その後、制御回路31は、検出センサ34-1~34-4による通信処理を終了させる(ステップS21)。

【0066】

なお、上記の各ステップの順番は、特に限定されているわけではない。たとえば、ステップS17~S18の判定処理などは適宜順番を入れ替えてもよい。

10

20

30

40

50

以上のように、検出された受電装置の台数に応じて、台数に対応して設けられたコンデンサ素子とインダクタ素子の組を選択することで、適切なインピーダンスを迅速に選択できるようになる。これにより、インピーダンス整合が容易になり、効率的に適切な電力を受電装置に給電することができるようになる。

【0067】

また、複数のコンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ とインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ の組の切り替えにより受電装置の台数に応じたインピーダンス整合を行うので、電力伝送装置30の小型化が期待できる。

【0068】

また、可変コンデンサ $C_v$ を用い、コンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ とインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ の組の切り替えにより離散的に変化するインピーダンスを補償することで、より精度よくインピーダンス整合を行うことができる。この可変コンデンサ $C_v$ は、インピーダンスの微調整を行うものであるもので、小さな容積のもので済み、電力伝送装置30の大型化を抑制できる。

【0069】

(実施例)

図6は、3台の受電装置に送電を行う電力伝送装置の一例を示す図である。

図6では、図3に示した電力伝送装置30の一例の上面図を示し、受電装置である3台の携帯電話50, 51, 52に送電を行う場合を示している。図6では共振コイル32a、誘導コイル32bを示しているが、図3の電力伝送装置30のその他の構成については、図示を省略している。

【0070】

携帯電話50~52は、それぞれ、共振コイル50a, 51a, 52aと、誘導コイル50b, 51b, 52bを有している。図示を省略しているが、携帯電話50~52は、図3に示した受電装置40, 41のように、バッテリーと検出センサを内蔵している。

【0071】

このような、電力伝送装置30において、送電アンプ33(図3参照)のインピーダンス $Z_s$ を $Z_s = 50$ とした。3台の携帯電話50~52に送電する際、共振コイル32aと誘導コイル32bを含む送電コイル32の入力インピーダンス $Z_L$ が $Z_L = 677.5 + 262.5i$ であったとする。この場合、図3に示した整合回路35においてインダクタ素子でのインダクタンス $L_M$ を $L_M = 15.20 \mu\text{H}$ 、コンデンサ素子でのキャパシタンス $C_M$ を $C_M = 429.6 \text{ pF}$ とすれば、ノードN1での反射係数を0とすることができる。

【0072】

したがって、図3の整合回路35のインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ の何れかを、インダクタンスが $15.20 \mu\text{H}$ である素子とし、コンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ の何れかを、キャパシタンスが $429.6 \text{ pF}$ である素子として、これらの素子の組を3台用の組とする。

【0073】

なお、誤差は可変コンデンサ $C_v$ で調整することができるため、必ずしも上記の値に完全に一致させたインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ またはコンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ を用意しなくてもよい。

【0074】

図7は、受電装置の台数を1台に変更した場合の例を示す図である。

図7では、送電対象の受電装置が、1台の携帯電話51に変更された場合が示されている。

【0075】

このとき、共振コイル32aと誘導コイル32bを含む送電コイル32の入力インピーダンス $Z_L$ が $Z_L = 1680.4 + 496.4i$ に変化したとする。この場合、前述した3台用のインダクタ素子( $L_M = 15.20 \mu\text{H}$ )とコンデンサ素子( $C_M = 429.6 \text{ pF}$ )の組を用いると、ノードN1での反射係数は0.435となる。

10

20

30

40

50

## 【0076】

この反射係数を0にするには、整合回路35においてインダクタ素子でのインダクタンス $L_M$ を $L_M = 23.72 \mu\text{H}$ 、コンデンサ素子でのキャパシタンス $C_M$ を $C_M = 272.5 \text{pF}$ とすればよい。

## 【0077】

したがって、図3の整合回路35のインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ の何れかを、インダクタンスが $23.72 \mu\text{H}$ である素子とし、コンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ の何れかを、キャパシタンスが $272.5 \text{pF}$ である素子として、これらの素子の組を1台用の組としておく。

## 【0078】

そして、図3の検出センサ34-1~34-4からの信号に基づいて、制御回路31が携帯電話の台数が1台に変更されたことを検出すると、制御回路31は、整合回路35のスイッチ35a, 35bを切り替えて、上記の1台用の組を選択する。これにより、反射係数を0に近づけ、インピーダンス整合を行うことができる。

10

## 【0079】

なお、誤差は可変コンデンサ $C_v$ で調整することができるため、必ずしも上記の値に完全に一致させたインダクタ素子 $L_1 \sim L_3$ またはコンデンサ素子 $C_1 \sim C_3$ を用意しなくてもよい。

## 【0080】

また、電力伝送装置30と受電装置との位置ずれや送電時の環境などの影響で、予め決めておいたインダクタ素子とコンデンサ素子の組では、反射係数を0にすることができない場合も、可変コンデンサ $C_v$ で調整して0に近づけることができる。

20

## 【0081】

図8は、受電装置の位置が変化した様子を示した図である。

図8では、受電装置である携帯電話51が、矢印A方向に移動した様子が示されている。1台の携帯電話51で、反射係数が0になるように整合回路35でインダクタ素子とコンデンサ素子の組が選択されている場合、携帯電話51を矢印A方向に50mm移動させたときの反射係数の変動は、たとえば、以下のようになる。

## 【0082】

図9は、受電装置の位置の変化に対する反射係数の変動例を示す図である。

図9の横軸では、携帯電話51の移動距離が、コイル(共振コイル51a, 誘導コイル51b)移動距離[mm]で表されている。また、左側の縦軸は、電力伝送装置30の送電コイル32での入力インピーダンスの絶対値[ ]を示し、右側の縦軸は、反射係数の値を示している。

30

## 【0083】

図9に示すように、コイル移動距離の増加に伴い、電力伝送装置30の送電コイル32での入力インピーダンスの絶対値 $|Z_L|$ の値が減少し、反射係数が増加していく。コイル移動距離が50mmの場合には、反射係数は0.05程度となる。実用上、反射係数は0.2以下(=定在波比1.5以下)が望ましいとされるので、この程度であれば、特に問題はないと考えられるが、可変コンデンサ $C_v$ により、0に近づけるように調整をおこなってもよい。

40

## 【0084】

図10は、受電装置の台数を2台に変更した場合の例を示す図である。

図10では、送電対象の受電装置が、図6に示した3台の携帯電話50~52から、2台の携帯電話51, 52に変更された場合が示されている。

## 【0085】

このとき、共振コイル32aと誘導コイル32bを含む送電コイル32の入力インピーダンス $Z_L$ が $Z_L = 911.9 + 369.5i$ であったとする。この場合、前述した3台用のインダクタ素子( $L_M = 15.20 \mu\text{H}$ )とコンデンサ素子( $C_M = 429.6 \text{pF}$ )の組を用いると、ノードN1での反射係数は0.162となる。

## 【0086】

50

この反射係数を 0 にするには、整合回路 3 5 においてインダクタ素子でのインダクタンス  $L_M$  を  $L_M = 17.90 \mu\text{H}$ 、コンデンサ素子でのキャパシタンス  $C_M$  を  $C_M = 367.5 \text{ pF}$  とすればよい。

【0087】

したがって、図 3 の整合回路 3 5 のインダクタ素子  $L_1 \sim L_3$  の何れかを、インダクタンスが  $17.90 \mu\text{H}$  である素子とし、コンデンサ素子  $C_1 \sim C_3$  の何れかを、キャパシタンスが  $367.5 \text{ pF}$  である素子として、これらの素子の組を 2 台用の組としておく。

【0088】

そして、図 3 の検出センサ 3 4 - 1 ~ 3 4 - 4 からの信号に基づいて、制御回路 3 1 が携帯電話の台数が 2 台に変更されたことを検出すると、制御回路 3 1 は、整合回路 3 5 のスイッチ 3 5 a , 3 5 b を切り替えて、上記の 2 台用の組を選択する。これにより、反射係数を 0 に近づけ、インピーダンス整合を行うことができる。

10

【0089】

なお、誤差は可変コンデンサ  $C_v$  で調整することができるため、必ずしも上記の値に完全に一致させたインダクタ素子  $L_1 \sim L_3$  またはコンデンサ素子  $C_1 \sim C_3$  を用意しなくてもよい。

【0090】

図 1 1 は、受電装置の位置が変化した様子を示した図である。

図 1 1 では、受電装置である携帯電話 5 1 が、矢印 B 方向に移動した様子が示されている。2 台の携帯電話 5 1 , 5 2 で、反射係数が 0 になるように整合回路 3 5 でインダクタ素子とコンデンサ素子の組が選択されている場合、携帯電話 5 1 を矢印 B 方向に  $50 \text{ mm}$  移動させたときの反射係数の変動は、たとえば、以下のようになる。

20

【0091】

図 1 2 は、受電装置の位置の変化に対する反射係数の変動例を示す図である。

図 1 2 の横軸では、携帯電話 5 1 の移動距離が、コイル（共振コイル 5 1 a , 誘導コイル 5 1 b ）移動距離 [ mm ] で表されている。また、左側の縦軸は、電力伝送装置 3 0 の送電コイル 3 2 での入力インピーダンスの絶対値 [ ] を示し、右側の縦軸は、反射係数の値を示している。

【0092】

図 1 2 に示すように、コイル移動距離の増加に伴い、電力伝送装置 3 0 の送電コイル 3 2 での入力インピーダンスの絶対値  $|Z_L|$  の値が増加し、反射係数も増加していくが反射係数は  $0.05$  以下となる。この程度であれば、特に問題はないと考えられるが、可変コンデンサ  $C_v$  により、0 に近づけるように調整をおこなってもよい。

30

【0093】

ところで、上記の説明では、整合回路 3 5 は、受電装置の台数に対応してインダクタ素子とコンデンサ素子の組が設けられるとしたが、送電距離に応じたインダクタ素子とコンデンサの組を設けてもよい。

【0094】

図 1 3 は、電力伝送装置による、送電距離に応じたインピーダンス整合の一例を説明する図である。

40

受電装置 4 0 と電力伝送装置 3 0 との間の送電距離は、たとえば、赤外線センサである検出センサ 3 4 - 1 により測定することができる。

【0095】

送電コイル 3 2 の入力インピーダンスは、送電距離に応じて変化する。送電距離が変わってもノード N 1 での反射係数を 0 に近づけるため、整合回路 3 5 は、たとえば、送電距離に応じたインダクタ素子とコンデンサ素子の組を複数有してもよい。

【0096】

たとえば、図 1 3 に示すように、受電装置 4 0 が 1 台の場合で、送電距離が R 1 の範囲のときに反射係数を 0 に近づけられるインダクタ素子  $L_1$  とコンデンサ素子  $C_1$  の組を整合回路 3 5 に設けておく。また、受電装置 4 0 が 1 台の場合で、送電距離が R 2 の範囲で

50

反射係数を 0 に近づけられるインダクタ素子 L 2 とコンデンサ素子 C 2 の組を整合回路 3 5 に予め設けておく。

【 0 0 9 7 】

たとえば、図 1 3 に示すように受電装置 4 0 が、R 2 の範囲に存在する場合、制御回路 3 1 は、整合回路 3 5 のスイッチ 3 5 a , 3 5 b を制御して、インダクタ素子 L 2 とコンデンサ素子 C 2 の組を選択させる。これにより、送電距離に応じたインピーダンス整合を、迅速に行うことができる。

【 0 0 9 8 】

また、送電距離に応じたインダクタ素子とコンデンサ素子の切替だけでは、反射係数を十分 0 に近づけることができない場合には、可変コンデンサ C v により調整を行うようにしてもよい。

10

【 0 0 9 9 】

また、図 1 3 に示した例では、受電装置 4 0 が 1 台の場合について示したが、複数の場合にも同様に適用できる。たとえば、3 台の受電装置が存在し、そのうち 2 台が R 1 の範囲に存在し、1 台が R 2 の範囲に存在する場合に、反射係数を 0 に近づけることができるような、インダクタ素子とコンデンサ素子の組を予め設けるようにしてもよい。

【 0 1 0 0 】

また、上記では受電装置の種類に応じた整合回路 3 5 の制御については説明しなかったが、受電装置の種類や型などに応じて、同じ台数でも異なるインダクタ素子とコンデンサ素子の組を選択するようにしてもよい。

20

【 0 1 0 1 】

以上、実施の形態に基づき、本発明の一観点について説明してきたが、これらは一例にすぎず、上記の記載に限定されるものではない。

以上説明した複数の実施の形態に関し、さらに以下の付記を開示する。

【 0 1 0 2 】

( 付記 1 ) 受電装置に対して非接触で送電する送電部と、  
前記送電部が送電する電力を生成する電源部と、  
前記受電装置の台数を検出する検出部と、  
前記受電装置の台数に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組を複数有し、検出された前記受電装置の台数に応じて、選択する前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組を変更することで前記送電部と前記電源部との間のインピーダンス整合を行う整合部と、  
を有することを特徴とする電力伝送装置。

30

【 0 1 0 3 】

( 付記 2 ) 前記整合部において、前記受電装置の台数に対応した前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組は、当該台数の場合に、前記送電部と前記電源部との間でインピーダンス整合されるようにキャパシタンス及びインダクタンスが設定されていることを特徴とする付記 1 記載の電力伝送装置。

【 0 1 0 4 】

( 付記 3 ) 前記整合部は、前記受電装置の台数に応じた前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組の変更後、インピーダンスの調整を行う可変コンデンサをさらに有することを特徴とする付記 1 または 2 に記載の電力伝送装置。

40

【 0 1 0 5 】

( 付記 4 ) 前記整合部は、前記電源部の出力端の反射係数が規定値以上の場合に、前記可変コンデンサの調整を行うことを特徴とする付記 3 記載の電力伝送装置。

( 付記 5 ) 前記整合部は、前記受電装置に対する送電距離に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の組を複数有し、検出された前記受電装置に対する送電距離に応じて、選択する前記コンデンサ素子と前記インダクタ素子の組を変更することで前記送電部と前記電源部との間のインピーダンス整合を行うことを特徴とする付記 1 乃至 4 の何れか一つに記載の電力伝送装置。

50

【0106】

(付記6) 前記電源部は、検出された前記受電装置の台数に応じて生成する電力の大きさを変更することを特徴とする付記1乃至5の何れか一つに記載の電力伝送装置。

(付記7) 前記送電部は、磁界共鳴方式で前記受電装置に対して送電を行うことを特徴とする付記1乃至6の何れか一つに記載の電力伝送装置。

【0107】

(付記8) 受電装置の台数を検出し、

それぞれ前記受電装置の台数に対応したコンデンサ素子とインダクタ素子の複数の組の何れかを、検出された前記受電装置の台数に応じて選択して、前記受電装置に対して非接触で送電する送電部と前記送電部が送電する電力を生成する電源部との間のインピーダンス整合を行うことを特徴とする電力伝送方法。

10

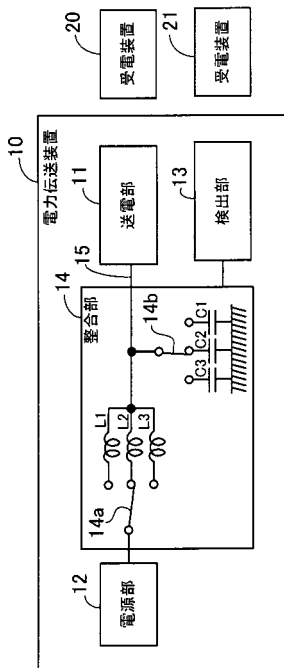
【符号の説明】

【0108】

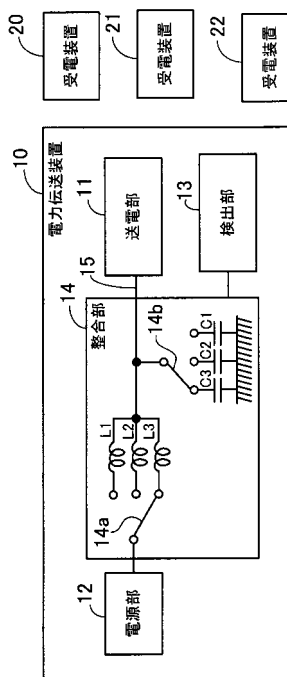
- 10 電力伝送装置
- 11 送電部
- 12 電源部
- 13 検出部
- 14 整合部
- 14 a , 14 b スイッチ
- 20 , 21 受電装置
- C 1 ~ C 3 コンデンサ素子
- L 1 ~ L 3 インダクタ素子

20

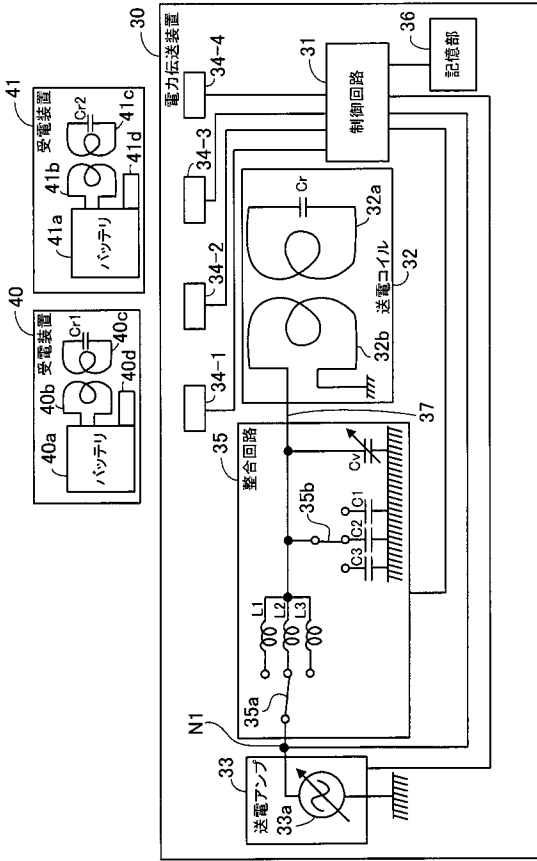
【図1】



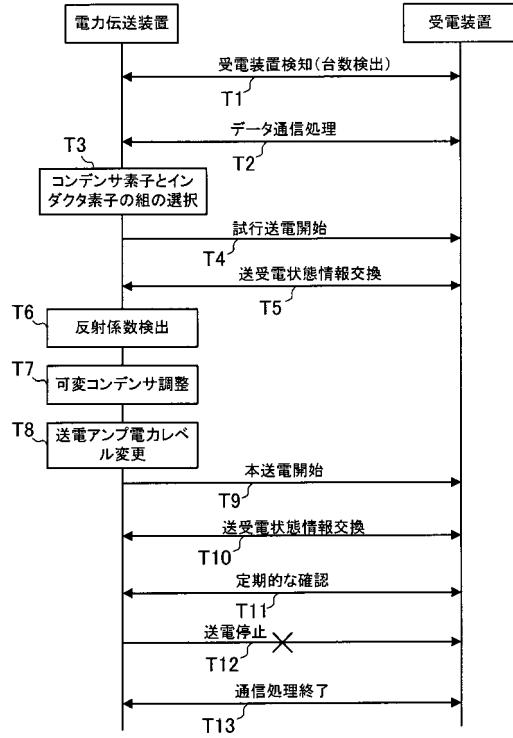
【図2】



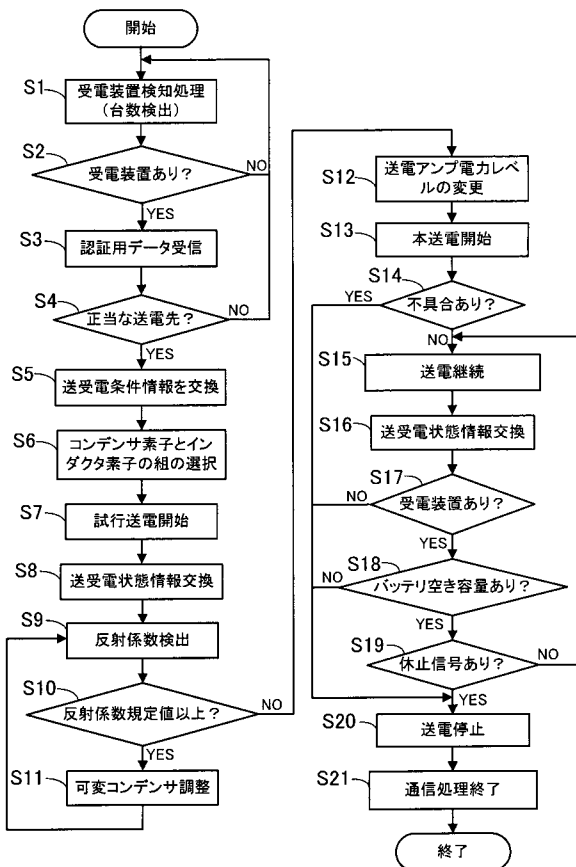
【図3】



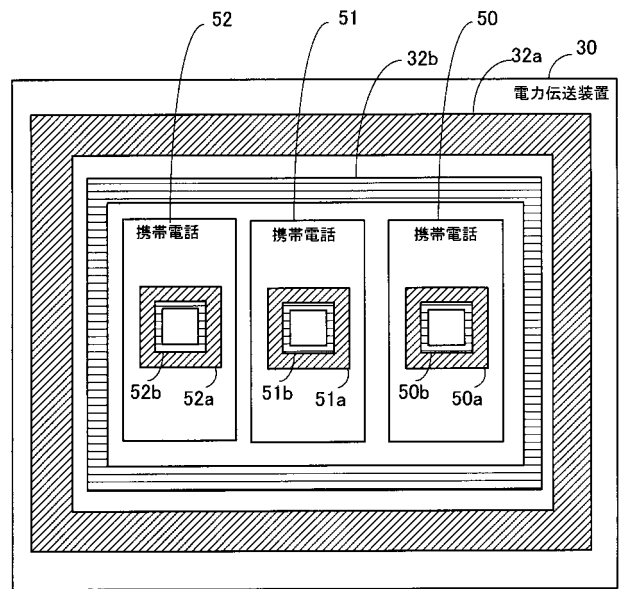
【図4】



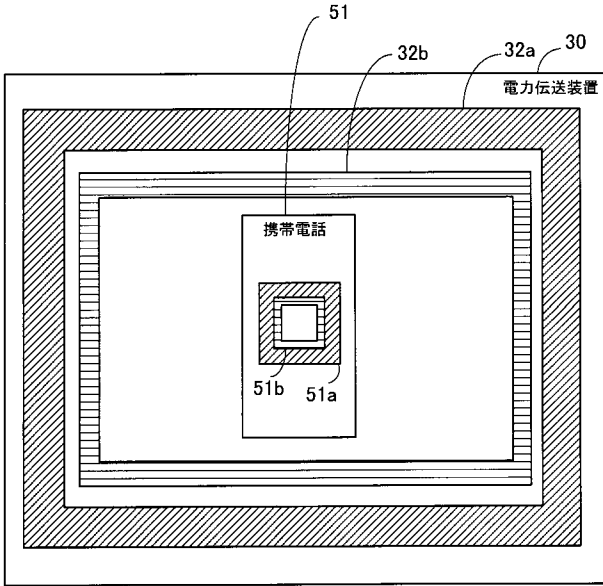
【図5】



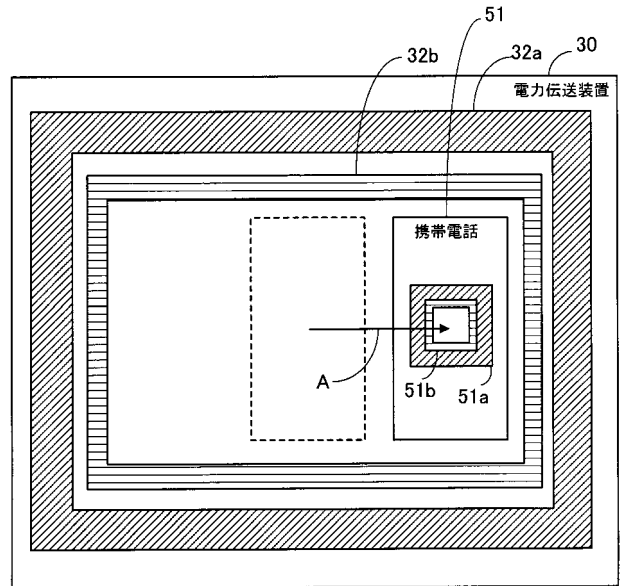
【図6】



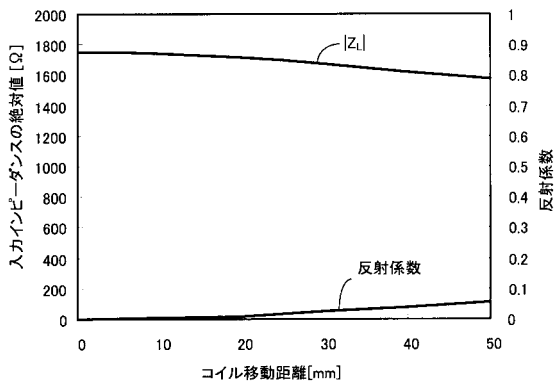
【 図 7 】



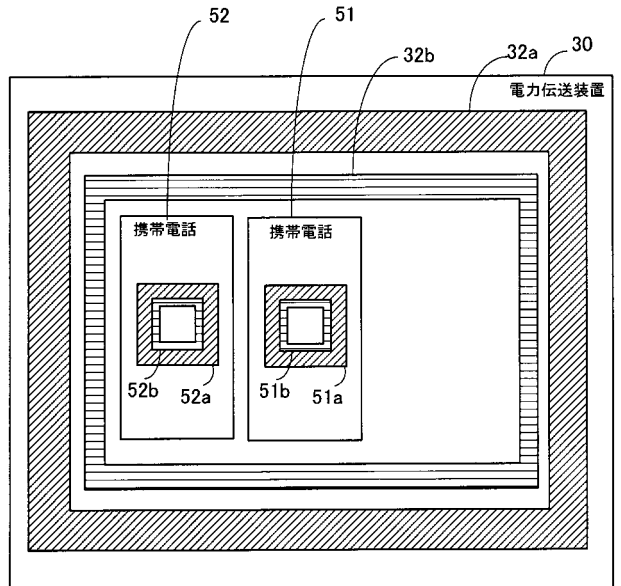
【 図 8 】



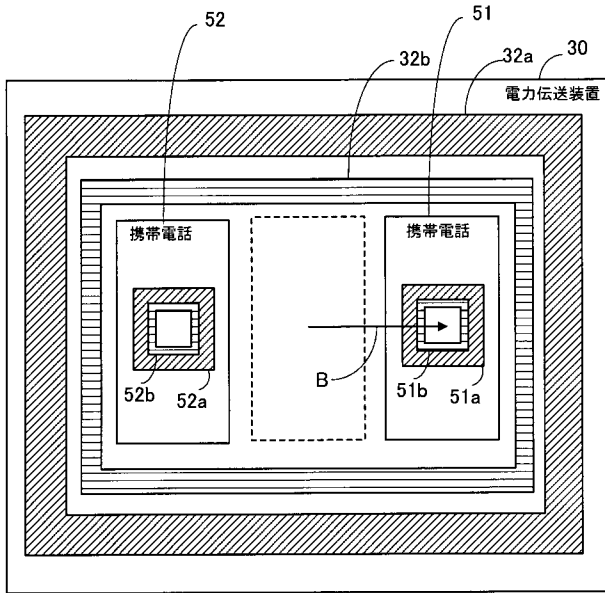
【 図 9 】



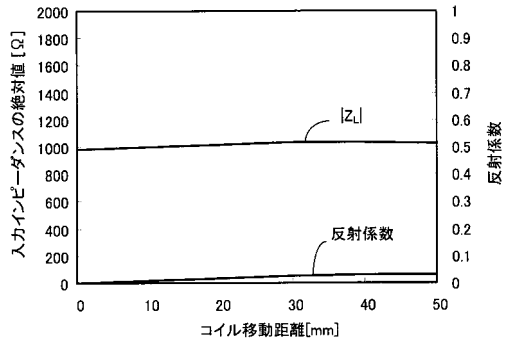
【 図 10 】



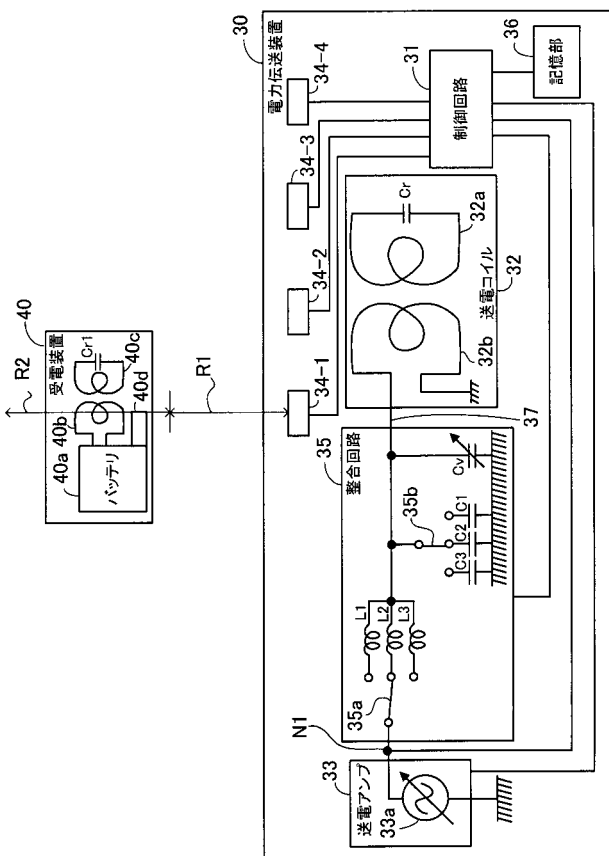
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 松井 清人  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 田口 雅一  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内