
送電共鳴回路を有し、受電共鳴回路を含む受電装置に対して電力を無線で電送する送電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路を流れる電流が所定値になる共鳴周波数を固定値として前記送電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定装置であって、前記送電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路と、前記受電装置に対して電力を無線で電送する際に、前記共鳴回路を流れる電流が所定値になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記送電共鳴回路の共鳴周波数とする制御部と、を備えたことを特徴とする無線給電測定装置。

明 細 書

発明の名称：無線給電測定装置、無線給電測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線給電測定装置、無線給電測定方法に関する。

背景技術

[0002] 例えば、受電コイルに接続されている可変コンデンサの容量を調整して、磁界エネルギーの伝達効率を一定値に保つ技術が知られている（例えば特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-70454

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記の特許文献1では、送電コイルから受電コイルに磁界エネルギーを伝送する伝送効率を一定に保つために、受電コイル側で発生する直流電流に応じて可変コンデンサの容量を調整する無線給電装置が開示されている。しかし、無線給電装置においては、コイル間の距離、接続されている負荷等の設置条件によって、コイル間における磁気共鳴の結合係数等が変わり、送電効率が低下する虞があった。つまり、無線給電装置を設置する際には、設置条件に基づいて無線給電装置の送電側回路及び受電側回路を設計しなければならず、回路を設計するための無線給電測定装置についてはこれまで開示されていない。

課題を解決するための手段

[0005] 前述した課題を解決する主たる本発明は、送電共鳴回路を有し、受電共鳴回路を含む受電装置に対して電力を無線で電送する送電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路を流れる電流が最大になるような共鳴周波数を固定値として前記送電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定

装置であって、前記送電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路と、前記受電装置に対して電力を無線で電送する際に、前記共鳴回路を流れる電流が最大になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記送電共鳴回路の共鳴周波数とする制御部と、を備えた無線給電測定装置である。

[0006] 本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、設置条件に基づいて、無線給電装置における最も送電効率が良い送電側回路及び受電側回路を設計することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]本実施形態にかかる第1実施形態の無線給電測定装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図1B]本実施形態にかかる第1実施形態の制御部の構成の一例を示す図である。

[図1C]本実施形態にかかる第1実施形態のCPUの構成の一例を示す図である。

[図1D]本実施形態にかかる第1データベースの一例を示す図である。

[図1E]本実施形態にかかる第1実施形態の無線給電測定装置の測定手順の一例を示すフローチャートである。

[図2A]本実施形態にかかる第2実施形態の無線給電測定装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図2B]本実施形態にかかる第2実施形態の制御部の構成の一例を示す図である。

[図2C]本実施形態にかかる第2実施形態のCPUの構成の一例を示す図である。

[図2D]本実施形態にかかる第2データベースの一例を示す図である。

[図2E]本実施形態にかかる第2実施形態の無線給電測定装置の測定手順の一

例を示すフローチャートである。

[図3]無線給電装置の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。尚、図1A～1Cと、図2A～2Cとにおいて、同一であるものには同一の引用数字を用いている。

[0010] === 第1実施形態 ===

図1Aは、本実施形態にかかる第1実施形態の無線給電測定装置1Aの構成の一例を示すブロック図である。図1Bは、本実施形態にかかる第1実施形態の制御部17Aの構成の一例を示す図である。図1Cは、本実施形態にかかる第1実施形態のCPU171Aの構成の一例を示す図である。図1Dは、本実施形態にかかる第1データベース173A1の一例を示す図である。図1Eは、本実施形態にかかる第1実施形態の無線給電測定装置1Aの測定手順の一例を示すフローチャートである。図3は、無線給電装置200の構成の一例を示す図である。

[0011] 以下、図1A、図1B、図1C、図1D、図1E、図3を参照しつつ、第1実施形態における無線給電測定装置1Aについて説明する。

[0012] 無線給電測定装置1Aは、対向する一方のコイルから発せられる磁界が他方のコイルに共鳴する原理を利用してワイヤレスで電力を電送する無線給電装置200を設計するための測定装置である。

[0013] 無線給電装置200は、図3に示すように、送電装置201、受電装置202を含んで構成されている。送電装置201は、コイル214とコンデンサ215からなる送電共鳴回路210を含んで構成されている。同じく、受電装置202は、コイル223とコンデンサ224からなる受電共鳴回路220を含んで構成されている。無線給電装置200は、送電共鳴回路210が有する送電共鳴周波数と、受電共鳴回路220が有する受電共鳴周波数と、が等しくなる状態において最も高くなる送電効率を有する。しかし、無線給電装置200を設置する際には、送電装置201と受電装置202との間

に介在物 230 が存在し、さらに、受電装置 202 には負荷 221 が接続されている。従って、無線給電装置 200 は、設置する環境毎に、送電共鳴回路 210 及び受電共鳴回路 220 が設計されなければならない。

[0014] そこで、無線給電装置 200 を設計するために、無線給電測定装置 1A は、図 1A に示すように、例えば、無線給電装置 200 が設置される際の、送電装置 201 と受電装置 202 との間に介在する介在物 230 の厚み及び受電装置 202 に接続される負荷 221 のインピーダンスに基づいて、送電装置 201 の共鳴回路 210 に流れる電流が最大値になるように、コイル 214 のインダクタンス値及びコンデンサ 215 の静電容量値を決定する機能を有する。

[0015] つまり、無線給電測定装置 1A は、無線給電装置 200 を設計する際に、無線給電装置 200 が設置される諸条件（介在物、負荷等）（以下、「諸条件」と称する。）に基づいて、当該諸条件において、最も送電効率が良くなる送電装置 201 を特定する機能を有する。最も送電効率が良くなるとは、例えば、送電装置 201 の共鳴回路 210 が有する共鳴周波数と、受電装置 202 の共鳴回路 220 が有する共鳴周波数とを等しくし、例えば、送電装置 201 に流れる電流が最大値を示すことをいう。送電装置 201 を特定するとは、例えば、送電装置 201 に含まれるコイル 214 のインダクタンス値又はコンデンサ 215 の静電容量値の少なくとも一方を特定し、受電共鳴周波数に等しい送電共鳴周波数を決定することをいう。

[0016] 尚、上記において、無線給電測定装置 1A は、送電装置 201 の共鳴回路 210 に流れる電流が最大値になるようにコイル 214 のインダクタンス値及びコンデンサ 215 の静電容量値を決定する機能を有するとして説明したが、これに限定されない。例えば、共鳴回路 210 に流れる電流の設定値を定めて、設定値になるようにコイル 214 のインダクタンス値又はコンデンサ 215 の静電容量値を決定する機能を有していてもよい。ここで、設定値とは、後述する記憶部 173A に予め記憶されている電流値のことをいう。又、設定値には、最大値が設定されてもよいし、最大値とは異なる値（例え

ば、最大値よりも小さい電流値）が設定されてもよい。

[0017] 上記の機能を有する無線給電測定装置 1 A は、例えば、送電測定装置 2 A、受電測定装置 3 A を含んで構成されている。

[0018] <<送電測定装置>>

送電測定装置 2 A は、後述する電源 1 1 から給電される交流電力を、後述するコンバータ 1 2 を介して直流電力に変換し、さらに、後述する高調波電源 1 4 を介して直流電力を所望の周波数の交流電力に変換し、後述する第 1 コンデンサ 1 6 を介して後述する第 1 コイル 1 5 に交流電流を供給する装置である。送電測定装置 2 A は、交流電流に基づいて第 1 コイル 1 5 で磁界を発生させる。送電測定装置 2 A は、第 1 コイル 1 5、第 1 コンデンサ 1 6 で形成される第 1 共鳴回路 1 0 A で定まる第 1 共鳴周波数を有する。第 1 共鳴周波数（ f_1 ）は、以下の式（1）で表される。

[0019] [数1]

$$f_1 = \frac{f_0}{\sqrt{1-k^2}} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

式（1）において、 f_0 は、周波数を示し、第 1 コイル 1 5 の第 1 インダクタンス値と第 1 コンデンサ 1 6 の第 1 静電容量値とに依存する。又、 k は、結合係数を示す。結合係数は、送電測定装置 2 A の第 1 コイル 1 5 で発生する磁界が受電測定装置 3 A の第 2 コイル 2 2 A に影響を及ぼす度合いを示す係数である。結合係数は、例えば、第 1 コイル 1 5 と第 2 コイル 2 2 A との間の距離、第 1 コイル 1 5 と第 2 コイル 2 2 A との間の対向面積、第 1 コイル 1 5 と第 2 コイル 2 2 A との角度、第 1 コイル 1 5 と第 2 コイル 2 2 A のコイル形状に依存する。ここで、後述する受電測定装置 3 A は、第 2 コイル 2 2 A、第 2 コンデンサ 2 3 A、負荷 2 4 A で形成される第 2 共鳴回路 2 0 A で定まる第 2 共鳴周波数を有する。第 1 共鳴周波数と、第 2 共鳴周波数とが同じ周波数で共振する場合、受電測定装置 3 A において、誘導性リアクタンスと容量性リアクタンスが打消し合い、誘導性リアクタンスが出力電流

を抑制しなくなるため、送電効率が向上する。そこで、送電測定装置 2 A は、諸条件において、第 1 共鳴周波数を第 2 共鳴周波数に合わせるために、第 1 コイル 1 5 を可変して第 1 インダクタンス値を調整し、又は第 1 コンデンサ 1 6 を可変して第 1 静電容量値を調整する。

[0020] 送電測定装置 2 A は、例えば、電源 1 1、コンバータ 1 2、電流検知部 1 3、高調波電源 1 4、第 1 コイル 1 5、第 1 コンデンサ 1 6、制御部 1 7 A を含んで構成されている。

[0021] 電源 1 1 は、例えば、送電測定装置 2 A に電力を供給する装置である。電源 1 1 は、後述するコンバータ 1 2 と電氣的に接続され、交流電力を供給する装置である。

[0022] コンバータ 1 2 は、例えば、交流電力を直流電力に変換する装置である。コンバータ 1 2 は、例えば、電源 1 1 と電氣的に接続され、電源 1 1 とは反対側で電流検知部 1 3 と電氣的に接続されている。

[0023] 電流検知部 1 3 は、例えば、コンバータ 1 2 と高調波電源 1 4 との間の導電線を流れる直流電流を、当該導電線に対して電氣的に絶縁された状態で測定するクランプ式の電流計であることとする。電流検知部 1 3 としてクランプ式の電流計を採用することによって、送電測定装置 2 A に対して電氣的な影響を与えずに直流電流を確実に検出することが可能になるためである。

[0024] 高調波電源 1 4 は、例えば、コンバータ 1 2 から供給される直流電流を、第 1 共鳴回路 1 0 A の所望の周波数の交流電流に変換する電源である。高調波電源 1 4 は、例えば、ハーフブリッジ出力回路を含んで構成されている。

[0025] 第 1 コイル 1 5 は、例えば、第 1 共鳴周波数を調整するために、インダクタンス値を任意に調整できるコイルである。第 1 コイル 1 5 は、交流電流が印加されて磁界を発生させるコイルである。第 1 コイル 1 5 は、例えばリッツ線で形成されて表皮効果の影響を軽減し、例えばアルファ巻きコイルである。第 1 コイル 1 5 は、導電線を介して後述する第 1 コンデンサ 1 6 に接続され、導電線を介して第 1 コンデンサ 1 6 とは反対側で高調波電源 1 4 に接続されている。第 1 コイル 1 5 は、交流電流が印加されると、リッツ線に電

流が流れて、リッツ線の周囲に磁界が発生する。第1コイル15から発する磁界（磁束）が、後述する受電測定装置3Aの第2コイル22Aに到達すると磁界の共鳴が起こり、第2コイル22Aに電流が発生する。第1コイル15は、例えば、インダクタンス値の可変機能を有する。第1コイル15は、例えば、円筒形のボビンにコアが挿入されて、ボビンの外周にはリッツ線が巻かれて構成され、内部のコアを回転させて、コアがスライドする移動量に応じてインダクタンス値を調整することができる。第1コイル15は、例えば、コアの回転軸と第1サーボモータ（不図示）の回転軸とが同軸で連結されている。つまり、第1サーボモータの回転軸を回転させることによって第1インダクタンス値を調整できるように構成されている。

[0026] 第1コンデンサ16は、例えば、第1共鳴周波数を調整するために、静電容量値を任意に調整できるコンデンサである。第1コンデンサ16は、例えば、回転する電極と固定された電極とに挟まれるように誘電体が設けられて構成されている。第1コンデンサ16は、例えば、回転する電極と固定された電極との対向する面積によって静電容量値を調整することができる。第1コンデンサ16は、導電線を介して高調波電源14に接続され、導電線を介して高調波電源14とは反対側で第1コイル15に接続されている。つまり、第1コンデンサ16は、高調波電源14と第1コイル15との間にあって、夫々と直列接続されるように配置されている。第1コンデンサ16は、例えば、回転する電極の回転軸と第2サーボモータ（不図示）の回転軸とが同軸で連結されている。つまり、第2サーボモータの回転軸を回転させることによって第1静電容量値を調整することができる。

[0027] 制御部17Aは、例えば、電流検知部13で検出された直流電流の値を示す情報に基づいて、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を調整する装置である。制御部17Aは、ハードウェアとして、CPU171A、回路判定制御部172A、記憶部173A、表示部174、出力部175、入力部176を含んで構成されている。

[0028] CPU171Aは、例えば、第1コイル15又は第1コンデンサ16の状

態を監視し、時刻ごとの第1共鳴回路10Aにおける直流電流の値を取得する装置である。CPU171Aは、例えば、第1コイル15及び第1コンデンサ16を制御するための信号を、後述する回路判定制御部172Aに出力する機能を有する。又、CPU171Aは、機能として、インダクタンス判定回路171A1、容量判定回路171A2、電流比較回路171A3を含んで構成されている。

[0029] インダクタンス判定回路171A1は、例えば、第1コイル15の第1インダクタンス値が上限値又は下限値の何れか一方であるか否かを判定する。例えば、インダクタンス判定回路171A1は、コアに接続されている回転軸の回転位置を示す情報を取得し、第1コイル15の第1インダクタンス値が上限値、下限値、上限値及び下限値の間の値の何れの値であるかを判定する。尚、第1コイル15の上限値及び下限値は、第1コイル15の仕様に依拠して定められる値であって、予め記憶部173Aに記憶されている。インダクタンス判定回路171A1は、後述する回路判定制御部172Aに判定結果を示す情報を出力する機能を有する。これにより、第1コイル15の第1インダクタンス値は、後述する回路判定制御部172Aの制御信号によって上限値及び下限値の範囲内の何れかの値に調整される。

[0030] 容量判定回路171A2は、例えば、第1コンデンサ16の第1静電容量値が上限値又は下限値の何れか一方であるか否かを判定する。例えば、容量判定回路171A2は、回転軸の回転位置を示す情報を取得し、第1コンデンサ16の第1静電容量値が上限値、下限値、上限値及び下限値の間の値の何れの値であるかを判定する。尚、第1コンデンサ16の上限値及び下限値は、第1コンデンサ16の仕様に依拠して定められる値であって、予め記憶部173Aに記憶されている。容量判定回路171A2は、後述する回路判定制御部172Aに判定結果を示す情報を出力する機能を有する。これにより、第1コンデンサ16の第1静電容量値は、後述する回路判定制御部172Aによって上限値及び下限値の範囲内の何れかの値に調整される。

[0031] 電流比較回路171A3は、例えば、第1時刻において電流検知部13で

検出されるコンバータ 1 2 と高周波電源 1 4 との間の直流電流の値と、第 1 時刻の直前の第 2 時刻において電流検出回路で検出されるコンバータ 1 2 と高周波電源 1 4 との間の直流電流の値と、を比較する。電流比較回路 1 7 1 A 3 は、後述する回路判定制御部 1 7 2 A に比較結果を示す情報を出力する機能を有する。

[0032] 回路判定制御部 1 7 2 A は、例えば、上記で説明したように、インダクタンス判定回路 1 7 1 A 1 及び容量判定回路 1 7 1 A 2 の判定結果と、電流比較回路 1 7 1 A 3 の比較結果とに基づいて、第 1 サーボモータ又は第 2 サーボモータの少なくとも一方の回転方向及び回転量を制御し、コンバータ 1 2 と高周波電源 1 4 との間を流れる直流電流の値が最大又は設定値となるように、第 1 コイル 1 5 の第 1 インダクタンス値又は第 1 コンデンサ 1 6 の第 1 静電容量値の少なくとも一方を調整する。回路判定制御部 1 7 2 A は、第 1 インダクタンス値又は第 1 静電容量値を調整するために、制御信号を第 1 サーボモータ又は第 2 サーボモータに出力する機能を有する。回路判定制御部 1 7 2 A は、第 1 コイル 1 5 又は第 1 コンデンサ 1 6 を調整した結果に基づいて、最も送電効率が良い第 1 共鳴回路 1 0 A を判定する。回路判定制御部 1 7 2 A は、第 1 コイル 1 5 及び第 1 コンデンサ 1 6 を調整した後に、第 1 コイル 1 5 が示す第 1 インダクタンス値及び第 1 コンデンサ 1 6 が示す第 1 静電容量値を示す情報を後述する記憶部 1 7 3 A に出力する機能を有する。

[0033] 記憶部 1 7 3 A は、例えば、CPU 1 7 1 A が実行するためのプログラム、各種情報が記憶されている装置である。記憶部 1 7 3 A は、例えば、RAM で構成されている。記憶部 1 7 3 A は、少なくとも CPU 1 7 1 A 及び回路判定制御部 1 7 2 A と電氣的に接続されている。記憶部 1 7 3 A は、例えば、回路判定制御部 1 7 2 A で調整された第 1 コイル 1 5 の第 1 インダクタンス値を示す情報及び第 1 コンデンサ 1 6 の第 1 静電容量値を示す情報を、例えば、図 1 D に示す第 1 データベース 1 7 3 A 1 のように記憶している。具体的には、第 1 データベース 1 7 3 A 1 は、例えば、時刻、第 1 インダクタンス、第 1 静電容量、電流、判定結果の夫々が対応付けられて記憶されて

いる表である。尚、第1データベース173A1には、設定値が設定されていないときのデータベースが示されている。

[0034] 表示部174は、CPU171Aから出力される情報を表示するディスプレイである。尚、表示部174には、CPU171Aに対して情報を入力するための例えばキーボード、マウス等（不図示）が含まれるものとする。

[0035] 出力部175は、例えば、回路判定制御部172Aから入力される制御信号を第1又は第2サーボモータ（不図示）に出力する機能を有する。出力部175は、少なくとも回路判定制御部172A、第1及び第2サーボモータと電氣的に接続されている。

[0036] 入力部176は、例えば、電流検知部13から直流電流を示す電流情報が入力される部分である。入力部176は、少なくともCPU171Aと電氣的に接続されている。

[0037] 尚、上記において、電源11が交流電力を供給する装置であるとして説明したが、これに限定されない。例えば、直流電力を供給する電源でもよく、この場合はコンバータ12を要しない。又、上記において、高調波電源14は、ハーフブリッジ出力回路を含んで構成されているとして説明したが、これに限定されない。例えば、フルブリッジ出力回路を含んで構成されていてもよく、直流電力を所望の周波数の交流電力に変換できる電源装置であればよい。又、上記において、第1コイル15は第1インダクタンス値を任意に調整できるコイルであるとして説明したが、これに限定されない。例えば、第1コイル15は第1インダクタンス値が固定されているコイルでもよく、この場合、第1コンデンサ16が可変コンデンサであればよい。第1コイル15又は第1コンデンサ16の何れかが可変できれば、第1共鳴周波数を可変することができるためである。又、上記において、第1コンデンサ16は第1静電容量値を任意に調整できる可変コンデンサであるとして説明したが、これに限定されない。例えば、第1コンデンサ16は第1静電容量値が固定されているコイルでもよく、この場合、第1コイル15が可変コイルであればよい。

[0038] <<受電測定装置 3 A>>

受電測定装置 3 A は、例えば、送電測定装置 2 A が発する磁界に共鳴して電力を発生させる装置である。受電測定装置 3 A は、例えば、整流回路 2 1、第 2 コイル 2 2 A、第 2 コンデンサ 2 3 A、負荷 2 4 A を含んで構成されている。

[0039] 受電測定装置 3 A は、第 1 コイル 1 5 で発生した磁界に第 2 コイル 2 2 A が共鳴して、第 2 コイル 2 2 A に電流を発生させる。受電測定装置 3 A は、第 2 コイル 2 2 A、第 2 コンデンサ 2 3 A、負荷 2 4 A で形成される第 2 共鳴回路 2 0 A に応じて定まる第 2 共鳴周波数を有する。第 2 共鳴周波数（ f_2 ）は、以下の式（2）で表される。

[0040] [数2]

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

式（2）において、 L は、第 2 コイル 2 2 A の第 2 インダクタンス値を示し、第 2 コイル 2 2 A の固有の値である。 C は、第 2 コンデンサ 2 3 A の第 2 静電容量値を示し、第 2 コンデンサ 2 3 A の固有の値である。尚、負荷 2 4 A は、抵抗（ R ）、誘導性リアクタンス、容量性リアクタンスから算出されるインピーダンスを示し、負荷 2 4 A の固有の値であり、第 2 インダクタンス値を決定する際の計算に影響を与える。つまり、第 2 共鳴周波数は、第 2 コイル 2 2 A、第 2 コンデンサ 2 3 A、負荷 2 4 A によって定まる変動しない固有の周波数である。

[0041] 整流回路 2 1 は、例えば、第 2 コイル 2 2 A で受電される交流電流を直流電流に変換する回路である。整流回路 2 1 は、例えば、第 2 コイル 2 2 A 及び第 2 コンデンサ 2 3 A の両端に並列に接続されている。

[0042] 第 2 コイル 2 2 A は、例えば、第 1 コイル 1 5 から発する磁界に共鳴して交流電力を発生させるコイルである。第 2 コイル 2 2 A は、固定された第 2 インダクタンス値を有する。第 2 コイル 2 2 A は、例えばリッツ線で形成さ

れて表皮効果の影響を軽減し、例えばアルファ巻きコイルである。第2コイル22Aは、例えば、導電線を介して第2コンデンサ23Aと並列に接続され、整流回路21を介して負荷24Aに並列に接続されている。第2コイル22Aは、磁界に共鳴するとリッツ線に電流が流れる。

[0043] 第2コンデンサ23Aは、負荷24A及び第2コイル22Aとともに第2共鳴回路20Aを形成するコンデンサである。第2コンデンサ23Aは、固定された第2静電容量値を有する。第2静電容量値は、例えば、第2コイル22Aの第2インダクタンス値及び負荷24Aとともに第2共鳴周波数を得るために定まる静電容量値である。第2コンデンサ23Aは、導電線を介して第2コイル22Aに接続され、導電線を介して第2コイル22Aとは反対側で整流回路21を介して負荷24Aに接続されている。

[0044] 負荷24Aは、例えば、送電測定装置2Aから供給される電力で動作する電気機器等の電力負荷である。負荷24Aは、導電線を介して第2コンデンサ23Aに接続され、導電線を介して第2コンデンサ23Aとは反対側で第2コイル22Aに接続されている。尚、負荷24Aは、第2共鳴周波数に影響を与えるため、実際に設置される無線給電装置200から給電される負荷221と等しいインピーダンスを有して設けられている。

[0045] <<測定手順>>

図1Eを参照しつつ、無線給電測定装置1Aの測定手順について説明する。

[0046] 初期状態として、送電測定装置2Aの第1コイル15と受電測定装置3Aの第2コイル22Aとの間に、無線給電装置200を設置する際に、想定される介在物30を配置するとともに、介在物30を挟み込むように第1コイル15と第2コイル22Aとを配置する。第1コイル15と第2コイル22Aとの間の伝送距離Dは、介在物30の幅に等しく設定されている。つまり、伝送距離Dは、介在物30によって定まる値である。

[0047] 制御部17Aは、例えば、電流検知部13で検出される直流電流の変化を伝送距離Dの変化と見なして、当該変化を契機として、第1コイル15の第

第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値の少なくとも一方を調整するための制御動作を開始する。又、制御部17Aは、表示部174のマウス操作等による制御動作開始信号の入力を契機として、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を調整するための制御動作を開始してもよい。又、制御部17Aは、所定時間（数ms）を経過する度に、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を調整するための制御動作を開始してもよい。

[0048] 尚、説明を補足すると、上記において、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を調整するように説明したが、第1コイル15の第1インダクタンス値が固定値の場合は、第1コンデンサ16の第1静電容量値のみを制御し、第1コンデンサ16の第1静電容量値が固定値の場合は、第1コイル15の第1インダクタンス値のみを制御することとし、以下説明においても同様とする。又、第1コイル15の第1インダクタンス値及び第1コンデンサ16の第1静電容量値の両方を調整してもよく、以下説明においても同様とする。

[0049] 先ず、制御部17Aは、制御動作の開始に伴って、電流検知部13で検出されているコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第2時刻の直流電流の値 I_{n-1} として取得する（ステップS11）。

[0050] 次に、インダクタンス判定回路171A1は、例えば回転軸の回転位置を示す情報を取得し、第1コイル15の第1インダクタンス値が上限値であるか否かを判定する（ステップS12）。又、容量判定回路171A2は、例えば回転軸の回転位置を示す情報を取得し、第1コンデンサ16の第1静電容量値が上限値であるか否かを判定する（ステップS12）。

[0051] そして、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が上限値ではない場合（ステップS12：NO）、回路判定制御部172Aは、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を所定のインダクタンス値又は静電容量値であ

る ΔL 又は ΔC だけ増加させるための制御信号を発生する。第1サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コイル15の第1インダクタンス値が ΔL だけ増加するように、回転軸を指定された回転方向に指定された回転量だけ回転させる。第2サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コンデンサ16の第1静電容量値が ΔC だけ増加するように、回転軸を指定された回転方向に指定された回転量だけ回転させる。尚、変数 $n+1$ は、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を ΔL 又は ΔC だけ増加させることを示している（ステップS13）。

[0052] 次に、CPU171Aは、電流検知部13で検出されたコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第1時刻の直流電流の値 I_n として取得する。このようにして、CPU171Aは、最新（第1時刻）の直流電流の値 I_n と直前（第2時刻）の直流電流の値 I_{n-1} とを取得した状態になる（ステップS14）。

[0053] 次に、電流比較回路171A3は、最新の直流電流の値 I_n と直前の直流電流の値 I_{n-1} とを比較する（ステップS15）。最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より大きい場合（ステップS15：YES）、最新の直流電流の値 I_n が最大値であるか否かをその時点では判断できないため、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなるまで、上記のステップS12～S15を繰り返し実行する。

[0054] 一方、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が上限である場合（ステップS12：YES）、又は、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなった場合（ステップS15：NO）、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が最大値を介して上昇から下降へ転じ、インダクタンス判定回路171A1又は容量判定回路171A2は、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が下限値であるか否かを判定する（ステップS16）。

[0055] そして、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が下限値ではない場合（ステップS16：NO）、回路判定制御部172Aは、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を所定のインダクタンス値又は静電容量値である ΔL 又は ΔC だけ減少させるために、第1サーボモータ又は第2サーボモータに制御信号を出力する。第1又は第2サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の静電容量値が ΔL 又は ΔC だけ減少するように、回動軸を指定された回動方向に指定された回動量だけ回動させる。尚、変数 $n-1$ は、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を ΔL 又は ΔC だけ減少させることを示している（ステップS17）。

[0056] 次に、CPU171Aは、電流検知部13で検出されたコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第1時刻の直流電流の値 I_n として取得する。このようにして、CPU171Aは、最新（第1時刻）の直流電流の値 I_n と直前（第2時刻）の直流電流の値 I_{n-1} とを取得した状態になる（ステップS18）。

[0057] 次に、電流比較回路171A3は、最新の直流電流の値 I_n と直前の直流電流の値 I_{n-1} とを比較する（ステップS19）。最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より大きい場合（ステップS19：YES）、最新の直流電流の値 I_n が最大値であるか否かをその時点では判断できないため、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなるまで、上記のステップS16～S19を繰り返し実行する。

[0058] そして、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなった場合（ステップS19：NO）、回路判定制御部172Aは、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を ΔL 又は ΔC だけ増加させるための制御信号を発生する。第1又は第2サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を ΔL 又は ΔC だけ増

加するように、回転軸を指定された回転方向に指定された回転量だけ回転させる（ステップS20）。

[0059] そして、回路判定制御部172Aは、電流検知部13で検出される直流電流の値が最大値 D_{max} を特定できる。回路判定制御部172Aは、最大値 D_{max} のときの、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を含む共鳴条件を満足した第1共鳴回路10Aを特定する（ステップS21）。回路判定制御部172Aは、例えば、特定した第1共鳴回路10Aを表示部174に出力する。そして、制御部17Aは制御動作を終了する。

[0060] 尚、上記において、回路判定制御部172Aが直流電流の値が最大値 D_{max} を特定するように記載したが、記憶部173Aに設定値が設定されている場合は、電流比較回路171A3が最新の直流電流の値 I_n と設定値とが等しくなったことを判定し、回路判定制御部172Aに判定結果を示す情報を出力する。そして、回路判定制御部172Aは、設定値のときの、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値を含む共鳴条件を満足した第1共鳴回路10Aを特定する。

[0061] 一方、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第1コンデンサ16の第1静電容量値が下限値である場合も（ステップS16：YES）、回路判定制御部172Aは、第1共鳴回路を特定し、制御部17Aは制御動作を終了する。

[0062] ===第2実施形態===

図2Aは、本実施形態にかかる第2実施形態の無線給電測定装置1Bの構成の一例を示すブロック図である。図2Bは、本実施形態にかかる第2実施形態の制御部17Bの構成の一例を示す図である。図2Cは、本実施形態にかかる第2実施形態のCPU171Bの構成の一例を示す図である。図2Dは、本実施形態にかかる第2データベース173B1の一例を示す図である。図2Eは、本実施形態にかかる第2実施形態の無線給電測定装置1Bの測定動作の一例を示すフローチャートである。図3は、無線給電装置200の

構成の一例を示す図である。尚、以下説明において、図 2 A、図 2 B、図 2 C の構成部品のうち、図 1 A、図 1 B、図 1 C の番号と同じ番号が付与されている構成部品については、第 1 実施形態における構成部品と同一であるため、その説明を省略する。

[0063] 以下、図 2 A、図 2 B、図 2 C、図 2 D、図 2 E、図 3 を参照しつつ、第 2 実施形態における無線給電測定装置 1 B について説明する。

[0064] 無線給電測定装置 1 B は、対向するコイルから発せられる磁界が共鳴する原理を利用してワイヤレスで電力を電送する無線給電装置 2 0 0 を設計するための測定装置である。

[0065] 無線給電測定装置 1 B は、図 1 A に示すように、無線給電装置 2 0 0 を設計するために、例えば、無線給電装置 2 0 0 が設置される際の、送電装置 2 0 1 と受電装置 2 0 2 との間に介在する介在物 2 3 0 の厚み及び受電装置 2 0 2 に接続される負荷 2 2 1 のインピーダンスに基づいて、送電装置 2 0 1 の共鳴回路 2 1 0 に流れる電流が最大値になるように、コイル（2 1 4、2 2 3）のインダクタンス値又はコンデンサ（2 1 5、2 2 4）の静電容量値を決定する機能を有する。

[0066] 尚、上記において、無線給電測定装置 1 B は、送電装置 2 0 1 の共鳴回路 2 1 0 に流れる電流が最大値になるようにコイル（2 1 4、2 2 3）のインダクタンス値及びコンデンサ（2 1 5、2 2 4）の静電容量値を決定する機能を有するとして説明したが、これに限定されない。例えば、共鳴回路 2 1 0 に流れる電流の設定値を定めて、設定値になるようにコイル（2 1 4、2 2 3）のインダクタンス値又はコンデンサ（2 1 5、2 2 4）の静電容量値を決定する機能を有していてもよい。ここで、設定値とは、後述する記憶部 1 7 3 B に予め記憶されている電流値のことをいう。又、設定値には、最大値が設定されてもよいし、最大値とは異なる値（例えば、最大値よりも小さい電流値）が設定されてもよい。

[0067] つまり、無線給電測定装置 1 B は、無線給電装置 2 0 0 を設計する際に、無線給電装置 2 0 0 が設置される諸条件（介在物、負荷等）（以下、「諸条

件」と称する。)に基づいて、当該諸条件において、最も送電効率が良くなる送電装置201及び受電装置202を特定する機能を有する。最も送電効率が良くなるとは、例えば、送電装置201の共鳴回路210が有する共鳴周波数と、受電装置202の共鳴回路220が有する共鳴周波数とを等しくし、例えば、送電装置201に流れる電流が最大値を示すことをいう。送電装置201及び受電装置202を特定するとは、例えば、送電装置201及び受電装置202に含まれるコイル(214、223)のインダクタンス値、コンデンサ(215、224)の静電容量値、又は負荷221の少なくとも一つを特定し、受電共鳴周波数に等しい送電共鳴周波数を決定することを行う。

[0068] 尚、上記において、無線給電測定装置1Bは、コイル(214、223)のインダクタンス値及びコンデンサ(215、224)の静電容量値を決定する機能を有するとして説明したが、これに限定されない。例えば、無線給電測定装置1Bは、後述する送電測定装置2Bの第1コイル15の第1インダクタンス値及び第1コンデンサ16の第1静電容量値が固定されていてもよく、その場合は、コイル223のインダクタンス値及びコンデンサ224の静電容量値を決定する機能のみを有していればよい。又、例えば、無線給電測定装置1Bは、後述する受電測定装置3Bの第2コイル22Bの第2インダクタンス値及び第2コンデンサ23Bの第2静電容量値を固定されていてもよく、その場合は、負荷調整部24Bで定められたインピーダンスに対応するコイル214のインダクタンス値及びコンデンサ215の静電容量値を決定する機能のみを有していればよい。

[0069] 上記の機能を有する無線給電測定装置1Bは、例えば、送電測定装置2B、受電測定装置3Bを含んで構成されている。

[0070] <<送電測定装置>>

送電測定装置2Bは、例えば、電源11、コンバータ12、電流検知部13、高調波電源14、第1コイル15、第1コンデンサ16、制御部17Bを含んで構成されている。尚、上記における電源11、コンバータ12、電

流検知部 13、高調波電源 14、第 1 コイル 15、第 1 コンデンサ 16 については、第 1 実施形態と同一のものであるため、その説明を省略する。ただし、第 2 実施形態における送電測定装置 2B は、第 1 インダクタンス値及び第 1 静電容量値が固定されたコイル及びコンデンサで構成されていてもよい。後述する第 2 共鳴回路 20B の第 2 共鳴周波数を可変することができるためである。

[0071] 制御部 17B は、例えば、電流検知部 13 で検出された直流電流の値を示す情報に基づいて、第 1 及び第 2 コイル (15、22B) の第 1 及び第 2 インダクタンス値、第 1 及び第 2 コンデンサ (16、23B) の第 1 及び第 2 静電容量値又は負荷調整部 24B を調整する装置である。制御部 17B は、ハードウェアとして、CPU 171B、回路判定制御部 172B、記憶部 173B、表示部 174、出力部 175、入力部 176 を含んで構成されている。尚、上記における表示部 174、出力部 175、入力部 176 については、第 1 実施形態と同一のものであるため、その説明を省略する。

[0072] CPU 171B は、例えば、第 1 コイル 15、第 1 コンデンサ 16、第 2 コイル 22B、第 2 コンデンサ 23B 及び負荷調整部 24B の状態を監視し、時刻ごとの第 1 共鳴回路 10B における直流電流の値を取得する装置である。CPU 171B は、例えば、第 1 コイル 15、第 1 コンデンサ 16、第 2 コイル 22B、第 2 コンデンサ 23B 及び負荷調整部 24B を制御するための信号を出力する機能を有する。又、CPU 171B は、機能として、インダクタンス判定回路 171B1、容量判定回路 171B2、電流比較回路 171B3 を含んで構成されている。

[0073] インダクタンス判定回路 171B1 は、例えば、第 1 コイル 15 の第 1 インダクタンス値又は第 2 コイル 22B の第 2 インダクタンス値が上限値又は下限値の何れか一方であるか否かを判定する。例えば、インダクタンス判定回路 171B1 は、コアに接続されている回動軸の回動位置を示す情報を取得し、第 1 コイル 15 の第 1 インダクタンス値又は第 2 コイル 22B の第 2 インダクタンス値が上限値、下限値、上限値及び下限値の間の値の何れの値

であるかを判定する。尚、第1コイル15及び第2コイル22Bの上限値及び下限値は、第1コイル15及び第2コイル22Bの仕様に依じて定められる値であって、予め記憶部173Bに記憶されている。インダクタンス判定回路171B1は、後述する回路判定制御部172Bに判定結果を示す情報を出力する機能を有する。これにより、第1コイル15の第1インダクタンス値又は第2コイル22Bの第2インダクタンス値は、後述する回路判定制御部172Bの制御信号によって上限値及び下限値の範囲内の何れかの値に調整される。

[0074] 容量判定回路171B2は、例えば、第1コンデンサ16の第1静電容量値又は第2コンデンサ23Bの第2静電容量値が上限値又は下限値の何れか一方であるか否かを判定する。例えば、容量判定回路171B2は、回転軸の回転位置を示す情報を取得し、第1コンデンサ16の第1静電容量値又は第2コンデンサ23Bの第2静電容量値が上限値、下限値、上限値及び下限値の間の値の何れの値であるかを判定する。尚、第1コンデンサ16又は第2コンデンサ23Bの上限値及び下限値は、第1コンデンサ16又は第2コンデンサ23Bの仕様に依じて定められる値であって、予め記憶部173Bに記憶されている。容量判定回路171B2は、後述する回路判定制御部172Bに判定結果を示す情報を出力する機能を有する。これにより、第1コンデンサ16の第1静電容量値又は第2コンデンサ23Bの第2静電容量値は、後述する回路判定制御部172Bによって上限値及び下限値の範囲内の何れかの値に調整される。

[0075] 電流比較回路171B3は、例えば、第1時刻において電流検知部13で検出されるコンバータ12と高周波電源14との間の直流電流の値と、第1時刻の直前の第2時刻において電流検出回路で検出されるコンバータ12と高周波電源14との間の直流電流の値と、を比較する。電流比較回路171B3は、後述する回路判定制御部172Bに比較結果を示す情報を出力する機能を有する。

[0076] 回路判定制御部172Bは、上記で説明したように、容量判定回路171

B 2 及びインダクタンス判定回路 1 7 1 B 1 の判定結果と、電流比較回路 1 7 1 B 3 の比較結果とに基づいて、第 1 又は第 2 サーボモータの回転方向及び回転量を制御し、後述する第 3 又は第 4 サーボモータの回転方向及び回転量を制御し、又は負荷調整部 2 4 B にインピーダンス値を制御するための制御信号を出力し、コンバータ 1 2 と高周波電源 1 4 との間を流れる直流電流の値が最大又は設定値となるように第 1 又は第 2 コイル (1 5、2 2 B)、第 1 又は第 2 コンデンサ (1 6、2 3 B)、又は負荷調整部 2 4 B を調整する。回路判定制御部 1 7 2 B は、第 1 又は第 2 インダクタンス値、第 1 又は第 2 静電容量値、又はインピーダンス値を調整するために、制御信号を第 1 ～第 4 サーボモータ又は負荷調整部 2 4 B に出力する機能を有する。回路判定制御部 1 7 2 B は、第 1 又は第 2 コイル (1 5、2 2 B)、第 1 又は第 2 コンデンサ (1 6、2 3 B)、又は負荷調整部 2 4 B を調整した結果に基づいて、最も送電効率が良い第 1 共鳴回路 1 0 B を判定する。回路判定制御部 1 7 2 B は、第 1 又は第 2 コイル (1 5、2 2 B)、第 1 又は第 2 コンデンサ (1 6、2 3 B)、又は負荷調整部 2 4 B を調整した後に、第 1 及び第 2 インダクタンス値、第 1 及び第 2 静電容量値、及びインピーダンス値を示す情報を後述する記憶部 1 7 3 B に出力する機能を有する。

[0077] 記憶部 1 7 3 B は、例えば、CPU 1 7 1 B が実行するためのプログラム、各種情報が記憶されている装置である。記憶部 1 7 3 B は、例えば、RAM で構成されている。記憶部 1 7 3 B は、少なくとも CPU 1 7 1 B 及び回路判定制御部 1 7 2 B と電氣的に接続されている。記憶部 1 7 3 B は、例えば、回路判定制御部 1 7 2 B で調整された第 1 又は第 2 コイル (1 5、2 2 B) の第 1 又は第 2 インダクタンス値を示す情報及び第 1 又は第 2 コンデンサ (1 6、2 3 B) の第 1 又は第 2 静電容量値を示す情報を、例えば、図 2 D に示す第 2 データベース 1 7 3 B 1 のように記憶している。具体的には、第 2 データベース 1 7 3 B 1 は、例えば、時刻、第 1 インダクタンス値、第 1 静電容量値、第 2 インダクタンス値、第 2 静電容量値、負荷 (抵抗成分、誘導性リアクタンス、容量性リアクタンス) 電流、判定結果の夫々が対応付

けられて記憶されている表である。尚、第2データベース173B1には、設定値が設定されていないときのデータベースが示されている。

[0078] <<受電測定装置>>

受電測定装置3Bは、例えば、整流回路21、第2コイル22B、第2コンデンサ23B、負荷調整部24Bを含んで構成されている。受電測定装置3Bは、第2コイル22B、第2コンデンサ23B、負荷調整部24Bで形成される第2共鳴回路20Bで定まる第2共鳴周波数を有する。尚、以下説明において、整流回路21については、第1実施形態のものと同一であるため、その説明を省略する。

[0079] 第2コイル22Bは、例えば、第2共鳴周波数を調整するために、インダクタンス値を任意に調整できるコイルである。第2コイル22Bは、第1コイル15と磁界の共鳴を起こして、交流電流を発生させるコイルである。第2コイル22Bは、例えばリッツ線で形成されて表皮効果の影響を軽減し、例えばアルファ巻きコイルである。第2コイル22Bは、例えば、導電線を介して後述する第2コンデンサ23B及び負荷調整部24Bに並列接続されている。第2コイル22Bは、第1コイル15と磁界の共鳴を起こすと、リッツ線に交流電流が流れる。第2コイル22Bは、インダクタンス値の可変機能を有する。第2コイル22Bは、例えば、円筒形のポビンにコアが挿入されて、ポビンの外周にはリッツ線が巻かれて構成され、内部のコアを回転させて、コアがスライドする移動量に応じてインダクタンス値を調整することができる。第2コイル22Bは、例えば、コアの回転軸と第3サーボモータ（不図示）の回転軸とが同軸で連結されている。つまり、第3サーボモータの回転軸を回転させることによってインダクタンス値を調整することができるように構成されている。

[0080] 第2コンデンサ23Bは、例えば、第2共鳴周波数を調整するために、静電容量値を任意に調整できるコンデンサである。第2コンデンサ23Bは、例えば、回動する電極と固定された電極とに挟まれるように誘電体が設けられて構成されている。第2コンデンサ23Bは、例えば、回動する電極と固

定された電極との対向する面積によって静電容量値を調整することができる。第2コンデンサ23Bは、導電線を介して第1コイル15及び負荷調整部24Bに並列接続されている。第2コンデンサ23Bは、例えば、回転する電極の回転軸と第4サーボモータ（不図示）の回転軸とが同軸で連結されている。つまり、第4サーボモータの回転軸を回転させることによって静電容量値を調整することができる。

[0081] 負荷調整部24Bは、例えば、第2コイル22Bに生じる交流電力を消費するための負荷を生成する装置である。負荷調整部24Bは、例えば、抵抗成分（R）、誘導性リアクタンス、容量性リアクタンスの夫々を変動させる機能を有する。つまり、負荷調整部24Bは、インピーダンスを変動させる機能を有する。負荷調整部24Bでインピーダンスを変動させることによって、実際に無線給電装置200を設置する状況における負荷221に対して、送電装置201の共振周波数を有する共振回路210に等しい、受電装置202の共振周波数を有する共振回路220を設計することができる。共振回路220を設計する際には、負荷221のインピーダンスに応じたコイル223のインダクタンス値を求め、コイル223のインダクタンス値に応じたコンデンサ224の静電容量値を求めて、送電装置201の共振周波数に等しい受電装置202の共振周波数を得るように設計される。つまり、負荷調整部24Bは、調整されたインピーダンスに応じた第2コイル22Bの第2インダクタンス値が求められ、第2コイル22Bの第2インダクタンス値に応じた第2コンデンサ23Bの第2静電容量値を求めて、送電測定装置2Bの第1共振周波数に等しい受電測定装置3Bの第2共振周波数を得るために設けられている。

[0082] 尚、上記において、第2コイル22Bと第2コンデンサ23Bとは、第2インダクタンス値と第2静電容量値とが可変できる可変コイルと可変コンデンサであるとして説明したが、これに限定されない。例えば、第1共振回路10Bにおいて、第1コイル15又は第1コンデンサ16が可変コイル又は可変コンデンサで構成されている場合、第1共振周波数が変動されるため、

第2コイル22B及び第2コンデンサ23Bは可変コイル及び可変コンデンサでなくてもよい。この場合、無線給電測定装置1Bとしては、インピーダンス（負荷）と介在物30とに応じて第1共鳴回路10Bを調整し、第2共鳴周波数に等しい第1共鳴周波数を起こすことで、送電効率を高めることができる。

[0083] <<測定手順>>

図2Eを参照しつつ、無線給電測定装置1Bの測定手順について説明する。

[0084] 初期状態として、送電測定装置2Bの第1コイル15と受電測定装置3Bの第2コイル22Bとの間に、無線給電装置200を設置する際に、想定される介在物30を配置するとともに、介在物30を挟み込むように第1コイル15と第2コイル22Bとを配置する。第1コイル15と第2コイル22Bとの間の伝送距離Dは、介在物30の幅に等しく設定されている。つまり、伝送距離Dは、介在物30によって定まる値である。

[0085] 制御部17Bは、例えば、電流検知部13で検出される直流電流の変化を伝送距離Dの変化と見なして、当該変化を契機として、第1コイル15の第1インダクタンス値、第1コンデンサ16の第1静電容量値、第2コイル22Bの第2インダクタンス値、第2コンデンサ23Bの第2静電容量値又は負荷調整部24Bを調整するための制御動作を開始する。又、制御部17Bは、負荷調整部24Bのインピーダンス値の変化を契機として、当該制御動作を開始してもよい。又、制御部17Bは、表示部174のマウス操作等による制御動作開始信号の入力を契機として、当該制御動作を開始してもよい。又、制御部17Bは、所定時間（数ms）を経過する度に、制御動作を開始してもよい。

[0086] 尚、説明を補足すると、上記において、第1コイル15の第1インダクタンス値、第1コンデンサ16の第1静電容量値、第2コイル22Bの第2インダクタンス値、第2コンデンサ23Bの第2静電容量値又は負荷調整部24Bを調整するように説明したが、第1コイル15の第1インダクタンス値

及び第1コンデンサ16の第1静電容量値が固定値の場合は、第2コイル22Bの第2インダクタンス値、第2コンデンサ23Bの第2静電容量値及び負荷調整部24Bのみを制御することとし、以下説明においても同様とする。

[0087] 先ず、制御部17Bは、制御動作の開始に伴って、電流検知部13で検出されているコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第2時刻の直流電流の値 I_{n-1} として取得する（ステップS31）。

[0088] 次に、インダクタンス判定回路171B1は、例えば回動軸の回動位置を示す情報を取得し、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値が上限値であるか否かを判定する（ステップS32）。又、容量判定回路171B2は、例えば回動軸の回動位置を示す情報を取得し、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値が上限値であるか否かを判定する（ステップS32）。

[0089] そして、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値が上限値ではない場合（ステップS32：NO）、回路判定制御部172Bは、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値を所定のインダクタンス値又は静電容量値である $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ増加させるための制御信号を発生する。第1サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コイル15の第1インダクタンス値が $\Delta L1$ だけ増加するように、回動軸を指定された回動方向に指定された回動量だけ回動させる。第2サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コンデンサ16の第1静電容量値が $\Delta C1$ だけ増加するように、回動軸を指定された回動方向に指定された回動量だけ回動させる。第3サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1コイル15の第1インダクタンス値が $\Delta L2$ だけ増加するように、回動軸を指定された回動方向に指定された回動量だけ回動させる。第4サーボモータは、制御信号

に含まれる情報に従って、第1コンデンサ16の第1静電容量値が $\Delta C2$ だけ増加するように、回転軸を指定された回転方向に指定された回転量だけ回転させる。尚、変数 $n+1$ は、第1及び第2コイル(15、22B)及び第1及び第2コンデンサ(16、23B)を $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ増加させることを示している(ステップS33)。

[0090] 次に、CPU171Bは、電流検知部13で検出されたコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第1時刻の直流電流の値 I_n として取得する。このようにして、CPU171Bは、最新(第1時刻)の直流電流の値 I_n と直前(第2時刻)の直流電流の値 I_{n-1} とを取得した状態になる(ステップS34)。

[0091] 次に、電流比較回路171B3は、最新の直流電流の値 I_n と直前の直流電流の値 I_{n-1} とを比較する(ステップS35)。最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より大きい場合(ステップS35: YES)、最新の直流電流の値 I_n が最大値であるか否かをその時点では判断できないため、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなるまで、上記のステップS32～S35を繰り返し実行する。

[0092] 一方、第1又は第2コイル(15、22B)の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ(16、23B)の第1又は第2静電容量値が上限である場合(ステップS32: YES)、又は、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなった場合(ステップS35: NO)、第1又は第2コイル(15、22B)の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ(16、23B)の第1又は第2静電容量値が最大値を介して上昇から下降へ転じ、インダクタンス判定回路171B1又は容量判定回路171B2は、第1又は第2コイル(15、22B)の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ(16、23B)の第1又は第2静電容量値が下限値であるか否かを判定する(ステップS36)。

[0093] そして、第1又は第2コイル(15、22B)の第1又は第2インダクタ

ンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値が下限値ではない場合（ステップS36：NO）、回路判定制御部172Bは、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値を所定のインダクタンス値又は静電容量値である $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ減少させるために、第1～第4サーボモータに制御信号を出力する。第1～第4サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値が $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ減少するように、回動軸を指定された回動方向に指定された回動量だけ回動させる。尚、変数 $n-1$ は、第1又は第2コイル（15、22B）の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ（16、23B）の第1又は第2静電容量値を $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ減少させることを示している（ステップS37）。

[0094] 次に、CPU171Bは、電流検知部13で検出されたコンバータ12と高調波電源14との間の最新の直流電流の値を、第1時刻の直流電流の値 I_n として取得する。このようにして、CPU171Bは、最新（第1時刻）の直流電流の値 I_n と直前（第2時刻）の直流電流の値 I_{n-1} とを取得した状態になる（ステップS38）。

[0095] 次に、電流比較回路171B3は、最新の直流電流の値 I_n と直前の直流電流の値 I_{n-1} とを比較する（ステップS39）。最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より大きい場合（ステップS39：YES）、最新の直流電流の値 I_n が最大値であるか否かをその時点では判断できないため、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなるまで、上記のステップS36～S39を繰り返し実行する。

[0096] そして、最新の直流電流の値 I_n が直前の直流電流の値 I_{n-1} より小さくなった場合（ステップS39：NO）、回路判定制御部172Bは、第1又は第

2 コイル (15、22B) の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ (16、23B) の第1又は第2静電容量値を $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ増加させるための制御信号を発生する。第1～第4サーボモータは、制御信号に含まれる情報に従って、第1又は第2コイル (15、22B) の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ (16、23B) の第1又は第2静電容量値を $\Delta L1$ 、 $\Delta L2$ 、 $\Delta C1$ 又は $\Delta C2$ だけ増加するように、回転軸を指定された回転方向に指定された回転量だけ回転させる (ステップS40)。

[0097] そして、回路判定制御部172Bは、電流検知部13で検出される直流電流の値が最大値 D_{max} を特定できる。回路判定制御部172Bは、最大値 D_{max} のときの、第1第2コイル (15、22B) の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ (16、23B) の第1又は第2静電容量値を含む共鳴条件を満足した第1共鳴回路10B又は第2共鳴回路20Bを特定する (ステップS41)。回路判定制御部172Bは、例えば、特定した第1共鳴回路10B及び第2共鳴回路20Bを表示部174に出力する。そして、制御部17Bは制御動作を終了する。

[0098] 尚、上記において、回路判定制御部172Bが直流電流の値が最大値 D_{max} を特定するように記載したが、記憶部173Bに設定値が設定されている場合は、電流比較回路171B3が最新の直流電流の値 I_n と設定値とが等しくなったことを判定し、回路判定制御部172Bに判定結果を示す情報を出力する。そして、回路判定制御部172Bは、設定値のときの、第1又は第2コイル (15、22B) の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ (16、23B) の第1又は第2静電容量値を含む共鳴条件を満足した第1共鳴回路10B又は第2共鳴回路20Bを特定する。

[0099] 一方、第1又は第2コイル (15、22B) の第1又は第2インダクタンス値、又は、第1又は第2コンデンサ (16、23B) の第1又は第2静電容量値が下限値である場合も (ステップS36: YES)、回路判定制御部172Bは、第1共鳴回路10B及び第2共鳴回路20Bを特定し、制御部

17Bは制御動作を終了する。

[0100] ===まとめ===

以上説明したように、本実施形態に係る無線給電測定装置1Aは、共鳴回路210を有し、共鳴回路220を含む受電装置202に対して電力を無線で電送する送電装置201を製造する前工程において、共鳴回路210を流れる電流が最大又は設定値になる共鳴周波数を固定値として共鳴回路210に設定するために用いられる無線給電測定装置1Aであって、共鳴回路210に対応し、共鳴周波数を変更可能な第1共鳴回路10Aと、受電装置202に対して電力を無線で電送する際に、第1共鳴回路10Aを流れる電流が最大又は設定値になるように、第1共鳴回路10Aを制御することによって得られた第1共鳴周波数を、共鳴回路210の共鳴周波数とする制御部17Aと、を備えたことを特徴とする。本実施形態によれば、受電測定装置3Aの第2共鳴回路20Aと、第1コイル15と第2コイル22Aとの距離とに基づいて、無線給電装置200として最も送電効率が良い第1共鳴回路10Aを特定することができる。第1共鳴回路10Aを特定できれば、制御部17Aを含まない無線給電装置200を大量生産できるため、コスト削減の効果を奏する。

[0101] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置1Aは、第1共鳴回路10Aは、第1共鳴周波数のための第1コイル15と第1コンデンサ16を含み、第1コイル15の第1インダクタンス値と第1コンデンサ16の第1静電容量値の少なくとも一方が可変であり、制御部17Aは、第1コイル15の第1インダクタンス値と第1コンデンサ16の第1静電容量値の少なくとも一方が変更されるように制御を行うことを特徴とする。本実施形態によれば、制御部17Aが第1共鳴周波数を変更するために、第1コイル15又は第1コンデンサ16の少なくとも一方を制御することができるため、効率的に第1共鳴周波数を特定することができ、測定効率の向上が図れる。

[0102] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置1Aは、制御部17Aは、無線給電測定装置1Aにおける送電測定装置2Aに設けられていることを特徴とす

る。本実施形態によれば、制御部 17 A が送電測定装置 2 A に設けられていると、第 1 共鳴回路 10 A に流れる直流電流を測定しやすくなるため、コスト削減の効果を奏する。

[0103] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置 1 A は、第 1 共鳴回路 10 A に電力を給電する電源 11 と第 1 共鳴回路 10 A との間に、第 1 共鳴回路 10 A に流れる電流を測定するための電流検知部 13 をさらに備えることを特徴とする。本実施形態によれば、電流検知部 13 によって、第 1 共鳴回路 10 A の電流を効率よく測定することができるため、測定効率の向上が図れる。

[0104] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置 1 B は、共鳴回路 220 を有し、共鳴回路 210 を含む送電装置 201 から電力が無線で電送される受電装置 202 を製造する前工程において、共鳴回路 220 を流れる電流が最大又は設置値になる共鳴回路 220 の共鳴周波数を固定値として共鳴回路 220 に設定するために用いられる無線給電測定装置 1 B であって、共鳴回路 220 に対応し、第 2 共鳴周波数を変更可能な第 2 共鳴回路 20 B と、送電装置 201 から電力が無線で電送される際に、共鳴回路 210 に対応する送電装置 201 の回路を流れる電流が最大又は設置値になるように、第 2 共鳴回路 20 B を制御することによって得られた第 2 共鳴周波数を、共鳴回路 220 の共鳴周波数とする制御部 17 B と、を備えたことを特徴とする。本実施形態によれば、送電測定装置 2 B で第 1 共鳴回路 10 B のみを特定するだけではなく、受電測定装置 3 B の第 2 共鳴回路 20 B を制御して第 1 共鳴周波数に等しい第 2 共鳴周波数を起こすことができるため、測定効率の向上が図れる。

[0105] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置 1 B は、第 2 共鳴回路 20 B は、第 2 共鳴周波数のための第 2 コイル 22 B と第 2 コンデンサ 23 B を含み、第 2 コイル 22 B の第 2 インダクタンス値と第 2 コンデンサ 23 B の第 2 静電容量値との少なくとも一方は可変であり、制御部 17 B は、第 2 コイル 22 B の第 2 インダクタンス値と第 2 コンデンサ 23 B の第 2 静電容量値の少なくとも一方が変更されるように制御を行うことを特徴とする。本実施形態

によれば、本実施形態によれば、制御部 17 B が第 2 共鳴周波数を変更するために、第 2 コイル 22 B 又は第 2 コンデンサ 23 B の少なくとも一方を制御することができるため、効率的に第 2 共鳴周波数を特定することができ、測定効率の向上が図れる。

[0106] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置 1 B は、第 2 共鳴回路 20 B に電氣的に接続され、第 2 共鳴回路 20 B の第 2 共鳴周波数を得るために、インピーダンスを変更可能な負荷調整部 24 B をさらに備えたことを特徴とする。本実施形態によれば、第 2 共鳴回路 20 B の第 2 共鳴周波数を特定することに影響を及ぼす負荷 22 1 のインピーダンスを再現することができ、実際に無線測定装置 200 を設置する環境を再現できるため、測定効率の向上が図れる。

[0107] 又、本実施形態に係る無線給電測定装置 1 B は、制御部 17 B は、無線給電測定装置 1 B における送電測定装置 2 B に設けられていることを特徴とする。本実施形態によれば、制御部 17 B が送電測定装置 2 B に設けられていると、第 1 共鳴回路 10 B に流れる直流電流を測定しやすくなるため、コスト削減の効果を奏する。

[0108] 尚、上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

符号の説明

- [0109] 1 A 無線給電測定装置
1 B 無線給電測定装置
2 A 送電測定装置
2 B 送電測定装置
3 A 受電測定装置
10 A 第 1 共鳴回路
11 電源

- 1 3 電流検知部
- 1 5 第 1 コイル
- 1 6 第 1 コンデンサ
- 1 7 A 制御部
- 1 7 B 制御部
- 2 0 A 第 2 共鳴回路
- 2 0 B 第 2 共鳴回路
- 2 2 A 第 2 コイル
- 2 2 B 第 2 コイル
- 2 3 B 第 2 コンデンサ
- 2 4 B 負荷調整部
- 2 0 0 無線給電装置
- 2 0 1 送電装置
- 2 0 2 受電装置
- 2 1 0 共鳴回路
- 2 2 0 共鳴回路
- 2 2 1 負荷

請求の範囲

- [請求項1] 送電共鳴回路を有し、受電共鳴回路を含む受電装置に対して電力を無線で電送する送電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路を流れる電流が所定値になる共鳴周波数を固定値として前記送電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定装置であって、
- 前記送電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路と、
- 前記受電装置に対して電力を無線で電送する際に、前記共鳴回路を流れる電流が所定値になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記送電共鳴回路の共鳴周波数とする制御部と、
- を備えたことを特徴とする無線給電測定装置。
- [請求項2] 前記共鳴回路は、前記共鳴周波数のためのコイルとコンデンサを含み、
- 前記コイルのインダクタンスと前記コンデンサの静電容量の少なくとも一方が可変であり、
- 前記制御部は、前記コイルのインダクタンスと前記コンデンサの静電容量の少なくとも一方が変更されるように制御を行う
- ことを特徴とする請求項1に記載の無線給電測定装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記無線給電測定装置における前記送電装置に設けられている
- ことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の無線給電測定装置。
- [請求項4] 前記共鳴回路に電力を給電する電源と前記共鳴回路との間に、前記共鳴回路に流れる電流を測定するための電流検知部を
- さらに備えることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れか一項に記載の無線給電測定装置。
- [請求項5] 受電共鳴回路を有し、送電共鳴回路を含む送電装置から電力が無線で電送される受電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路

を流れる電流が所定値になる前記受電共鳴回路の共鳴周波数を固定値として前記受電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定装置であって、

前記受電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路と、

前記送電装置から電力が無線で電送される際に、前記送電共鳴回路に対応する前記送電装置の回路を流れる電流が所定値になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記受電共鳴回路の共鳴周波数とする制御部と、

を備えたことを特徴とする無線給電測定装置。

[請求項6] 前記共鳴回路は、前記共鳴周波数のためのコイルとコンデンサを含み、前記コイルのインダクタンスと前記コンデンサの静電容量との少なくとも一方は可変であり、

前記制御部は、前記コイルの前記インダクタンスと前記コンデンサの前記静電容量の少なくとも一方が変更されるように制御を行う

ことを特徴とする請求項5に記載の無線給電測定装置。

[請求項7] 前記共鳴回路に電氣的に接続され、前記共鳴回路の共鳴周波数を得るために、インピーダンスを変更可能な負荷を

さらに備えたことを特徴とする請求項5又は請求項6に記載の無線給電測定装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記無線給電測定装置における前記送電装置に設けられている

ことを特徴とする請求項5、請求項6又は請求項7の何れか一項に記載の無線給電測定装置。

[請求項9] 送電共鳴回路を有し、受電共鳴回路を含む受電装置に対して電力を無線で電送する送電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路を流れる電流が所定値になる共鳴周波数を固定値として前記送電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定方法であって、

前記送電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路を用

いて、

前記受電装置に対して電力を無線で電送する際に、前記共鳴回路を流れる電流が所定値になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記送電共鳴回路の共鳴周波数とすることを特徴とする無線給電測定方法。

[請求項10]

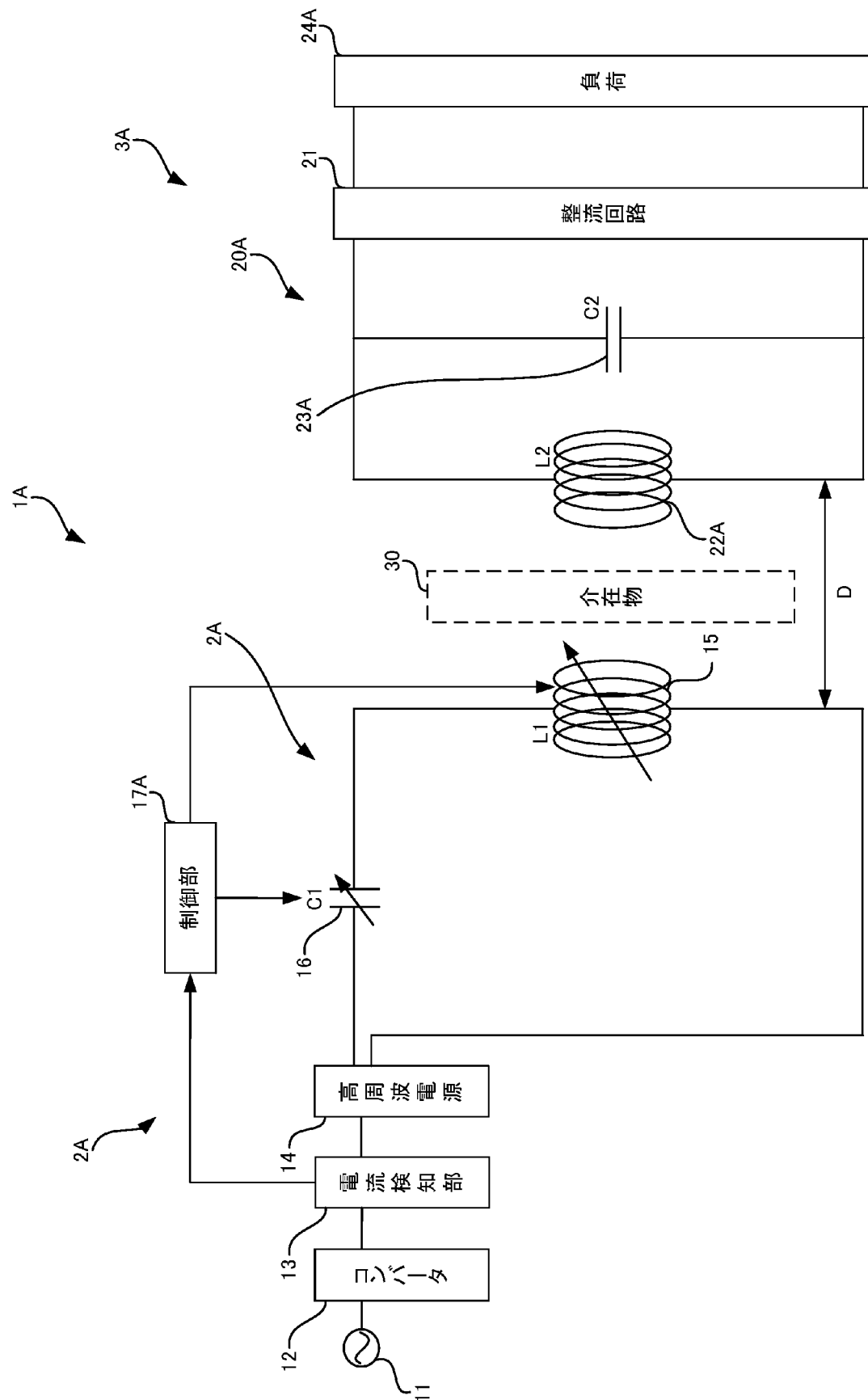
受電共鳴回路を有し、送電共鳴回路を含む送電装置から電力が無線で電送される受電装置を製造する前工程において、前記送電共鳴回路を流れる電流が所定値になる前記受電共鳴回路の共鳴周波数を固定値として前記受電共鳴回路に設定するために用いられる無線給電測定方法であって、

前記受電共鳴回路に対応し、共鳴周波数を変更可能な共鳴回路を用いて、

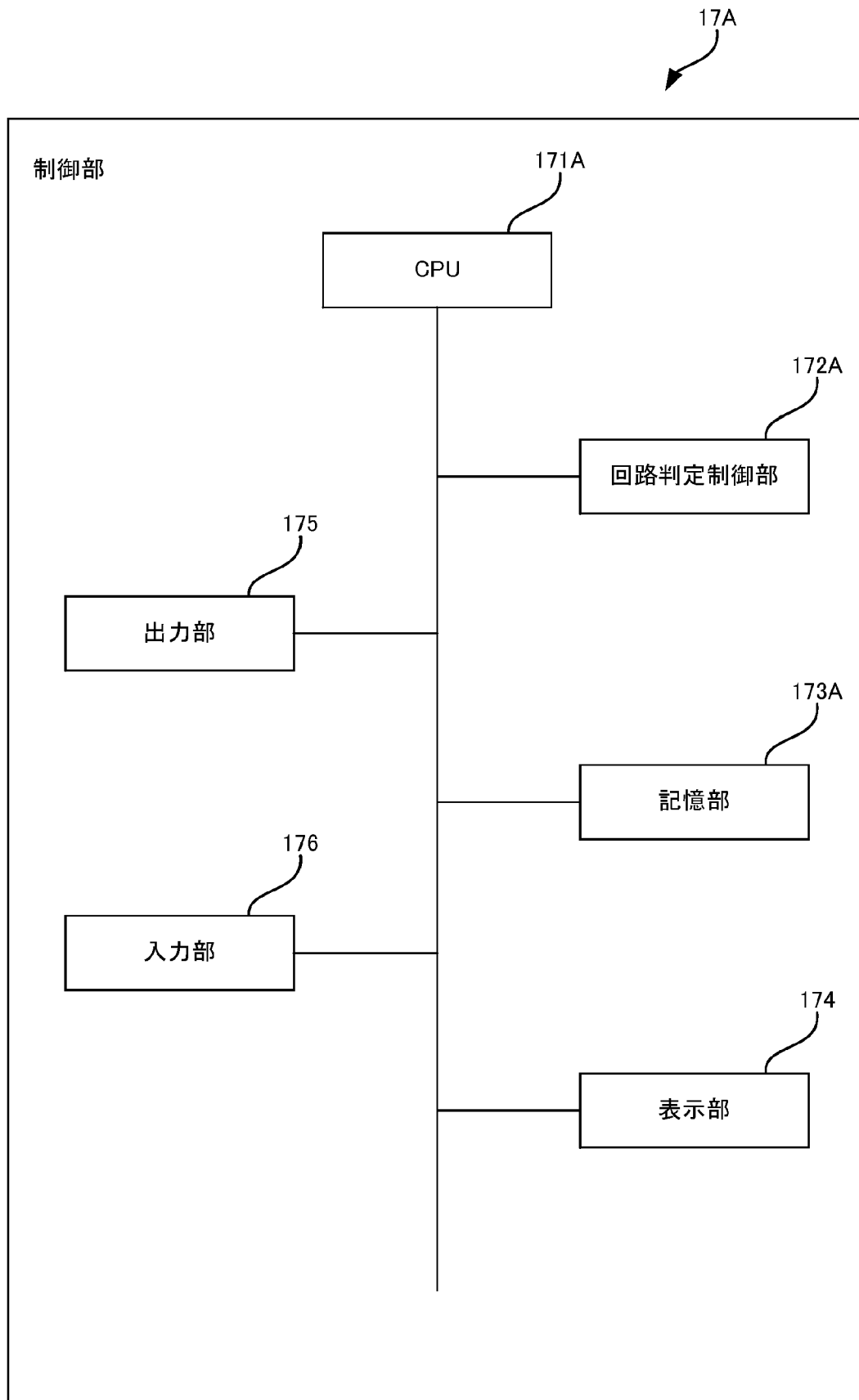
前記送電装置から電力が無線で電送される際に、前記送電共鳴回路に対応する前記送電装置の回路を流れる電流が所定値になるように、前記共鳴回路を制御することによって得られた共鳴周波数を、前記受電共鳴回路の共鳴周波数とする

ことを特徴とする無線給電測定方法。

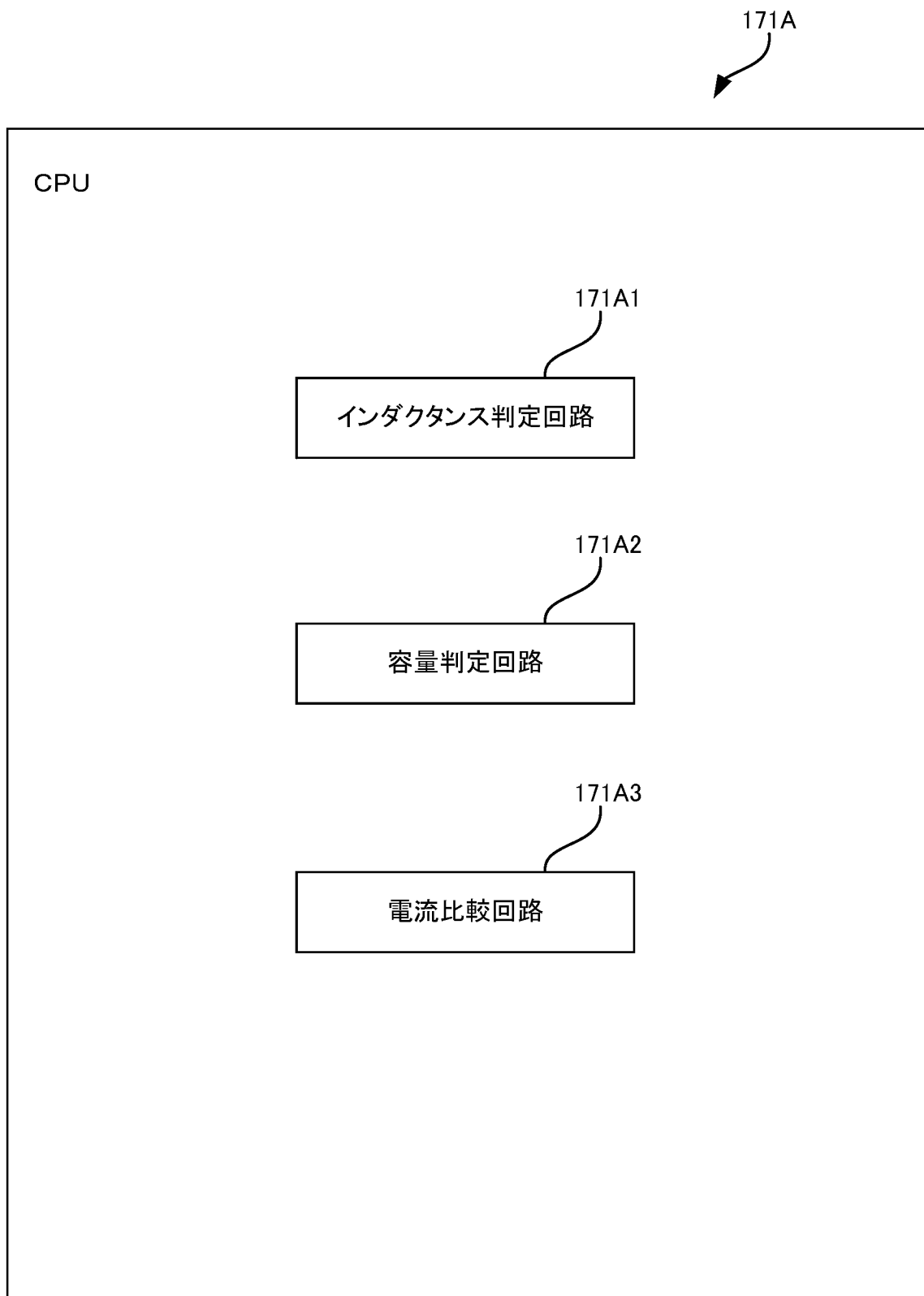
[図1A]



[図1B]



[図1C]



[図1D]

173A1

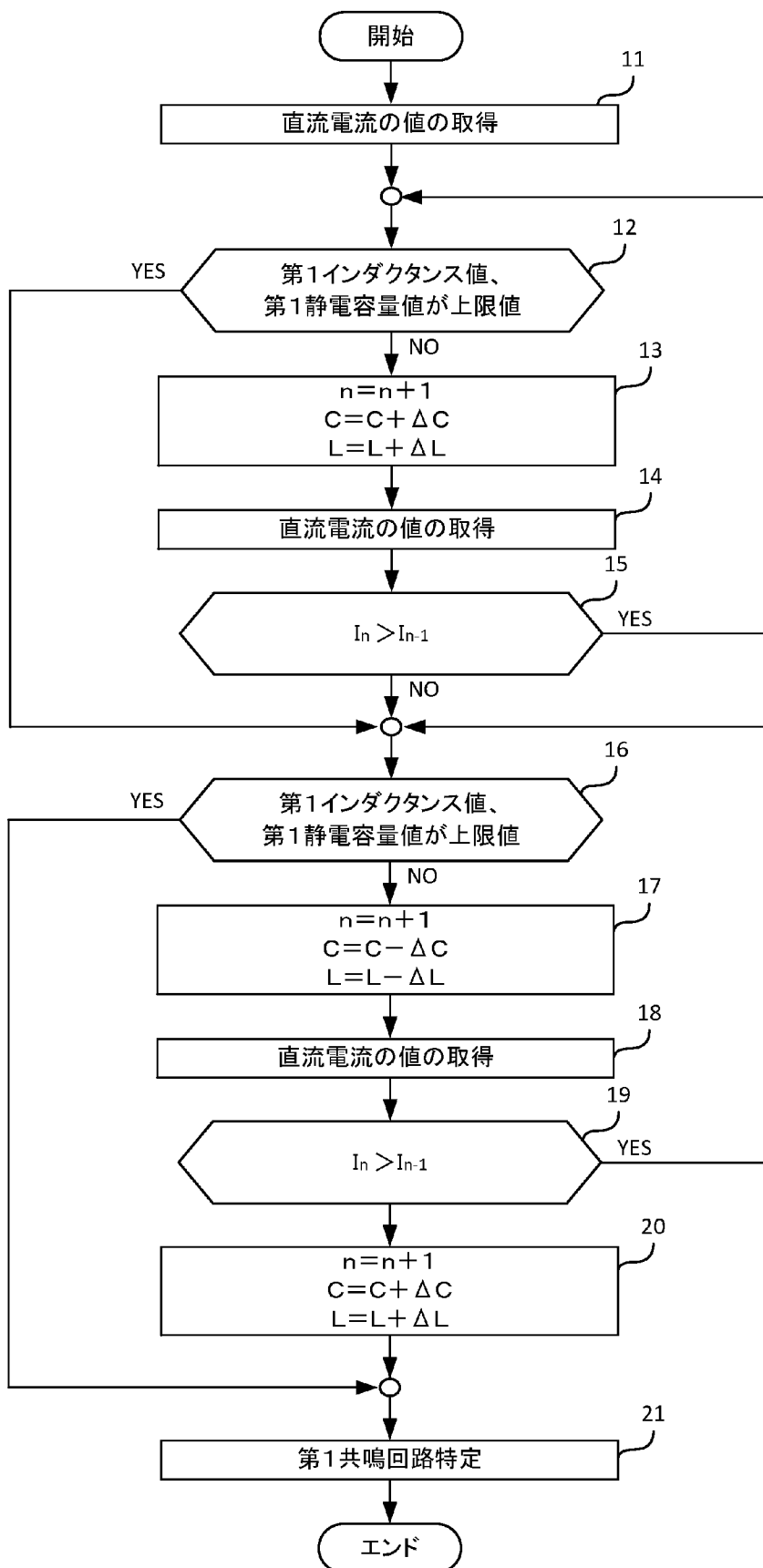


距離D(mm)	設定値
10	※

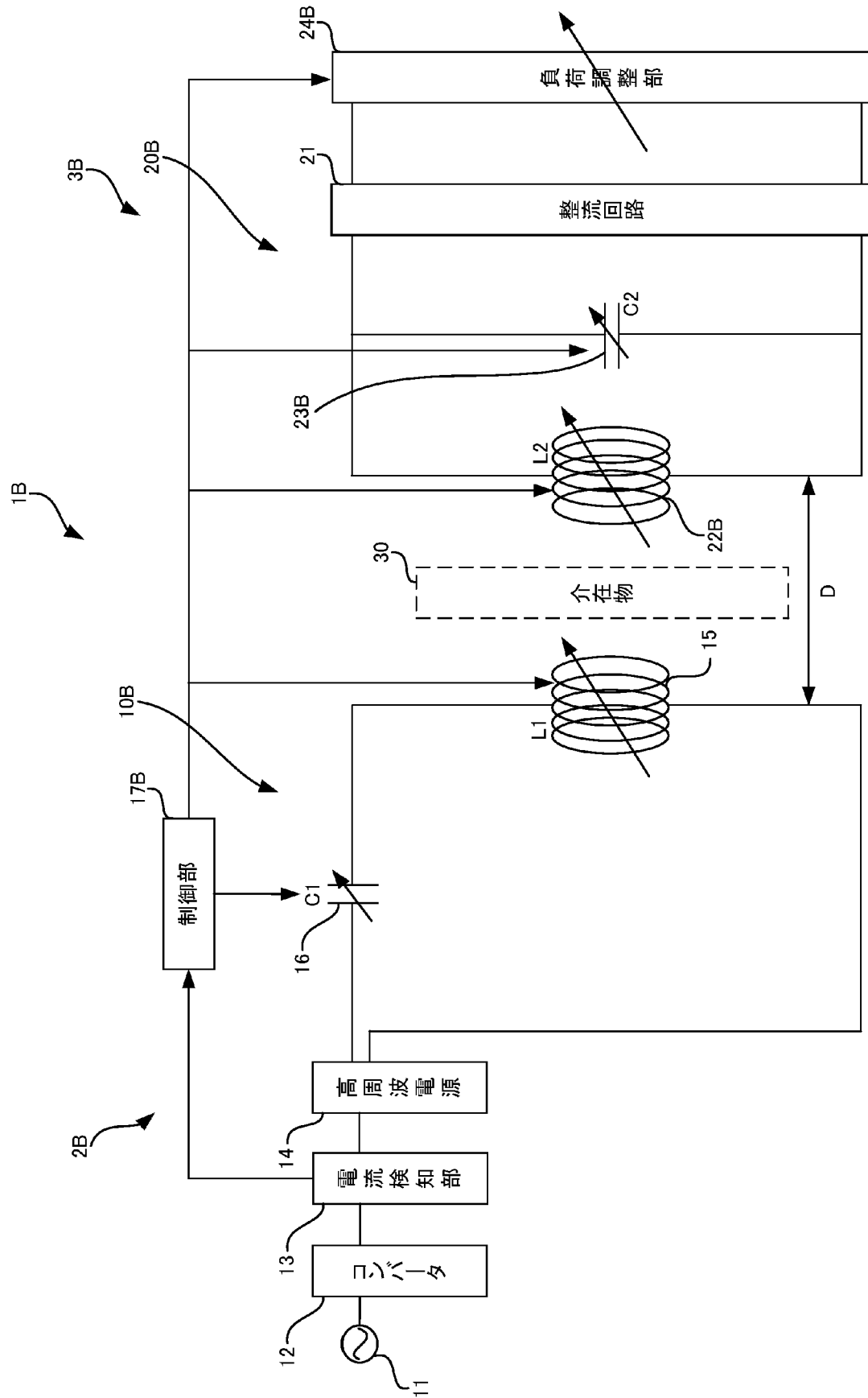
第1コイル 上限値	第1コイル 下限値	第1コンデンサ 上限値	第1コンデンサ 下限値
10	0.001	10	0.001

時刻	第1 インダクタンス値	第1 静電容量値	電流(A)	判定
1	0.01	0.01	2	
2	0.01	0.02	3	
3	0.01	0.03	3.5	○
4	0.01	0.04	3	

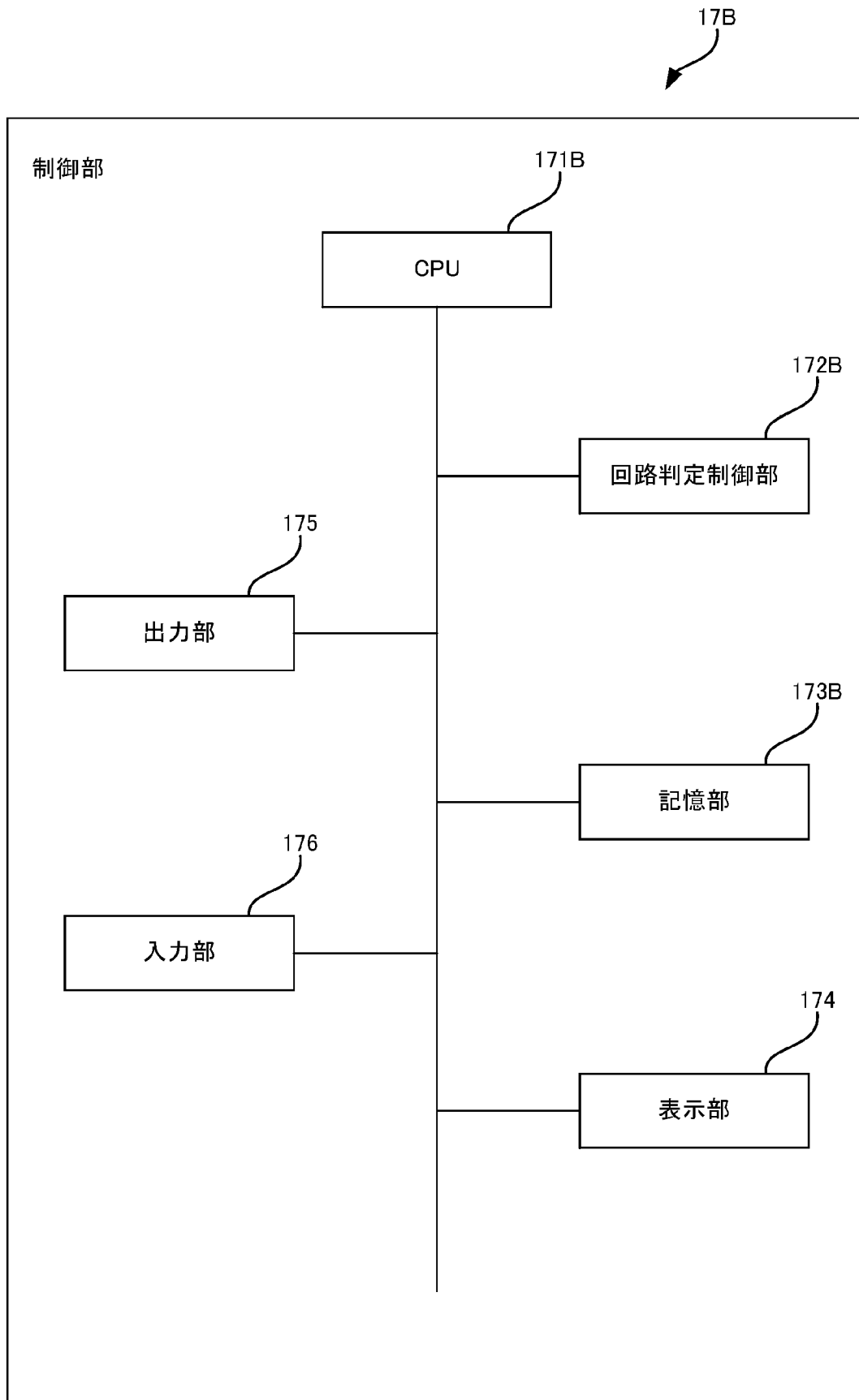
[図1E]



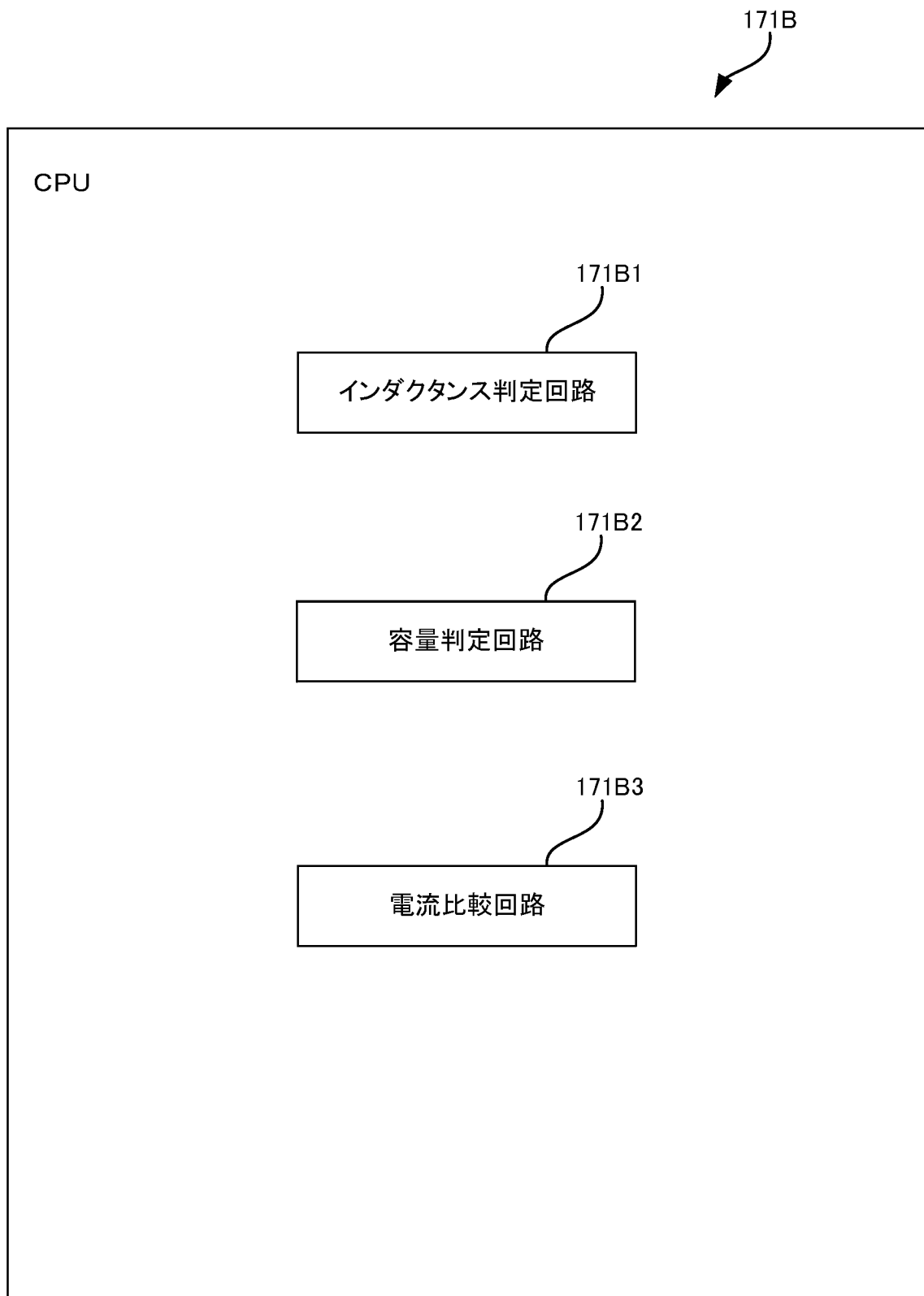
[図2A]



[図2B]



[図2C]



[図2D]

173B1

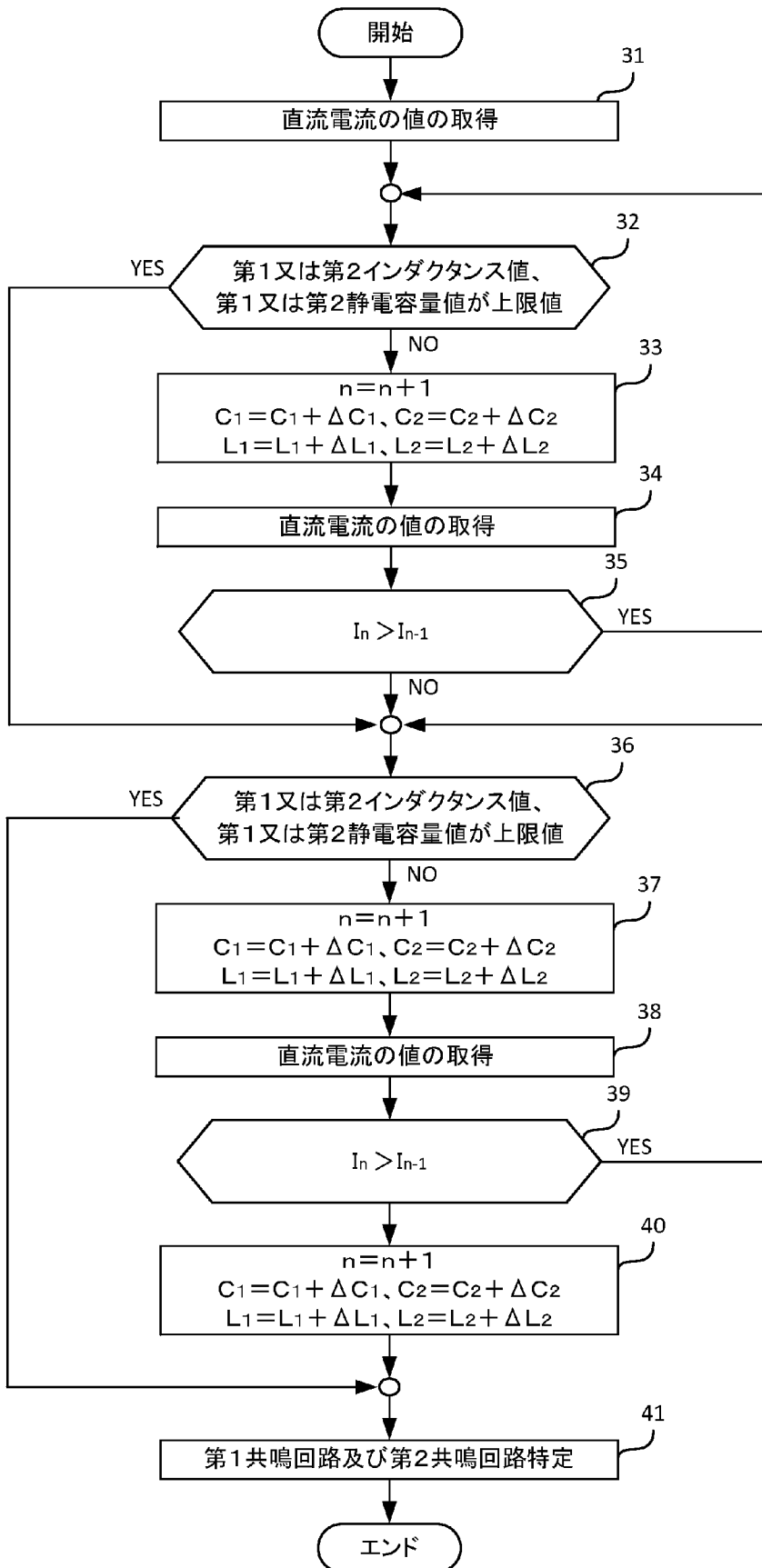


距離D(mm)	設定値
10	※

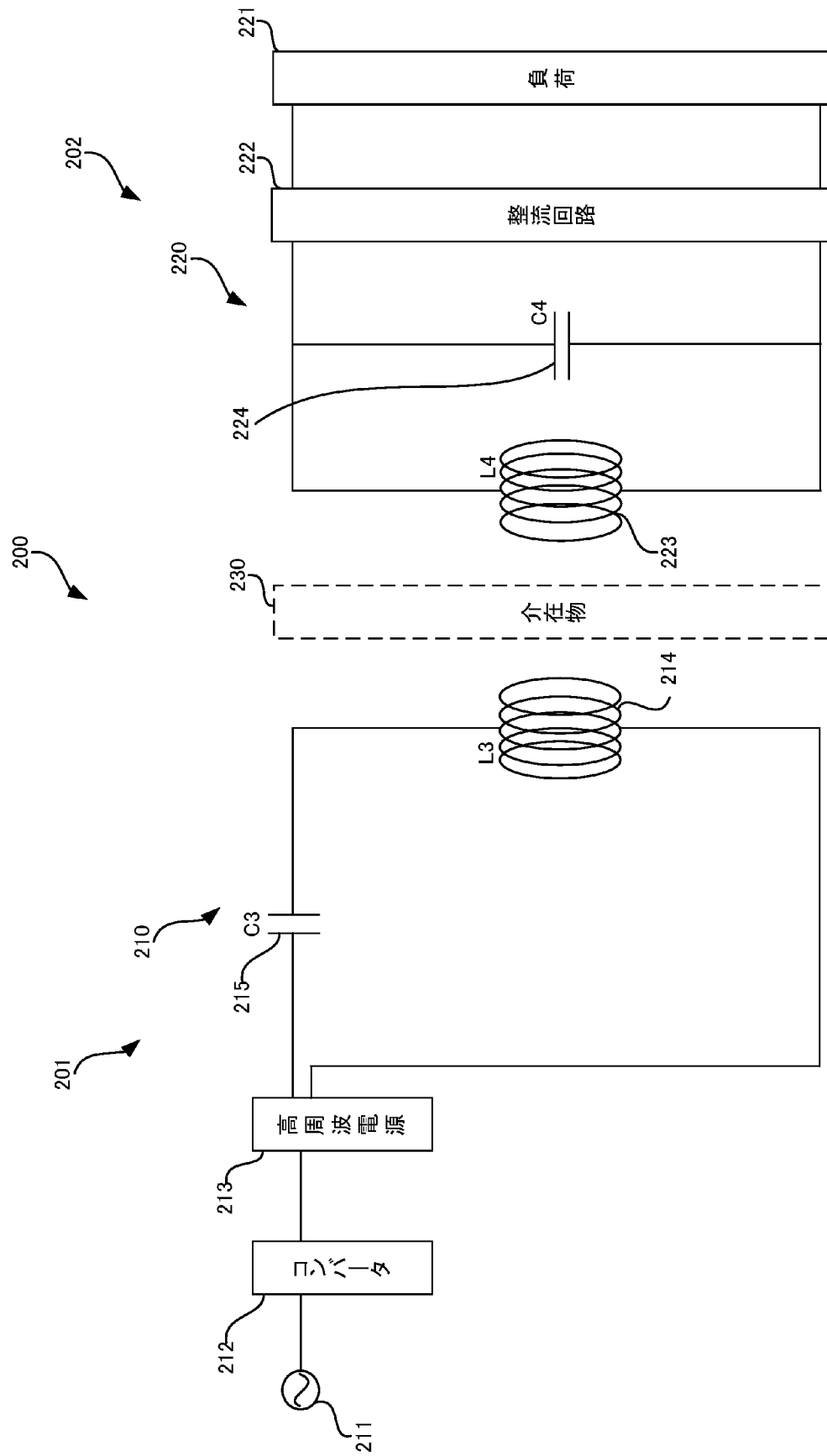
第1コイル 上限値(H)	第1コイル 下限値(H)	第1コンデンサ 上限値(F)	第1コンデンサ 下限値(F)	第2コイル 上限値(H)	第2コイル 下限値(H)	第2コンデンサ 上限値(F)	第2コンデンサ 下限値(F)
10	0.001	10	0.001	10	0.001	10	0.001

時刻	第1インダクタ ンス値	第1 静電容量値	第2インダクタ ンス値	第2 静電容量値	抵抗成分	誘導性負荷	容量性負荷	電流	判定
1	0.01	0.01	0.01	0.02	10	10	10	2	
2	0.01	0.02	0.01	0.02	10	10	10	3	
3	0.01	0.03	0.01	0.02	10	10	10	4	○
4	0.01	0.04	0.01	0.03	10	10	10	3	

[図2E]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054378

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J50/12(2016.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J50/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-85350 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 09 May 2013 (09.05.2013), paragraphs [0044] to [0058]; fig. 1 & WO 2013/051361 A1	1-4, 9
Y	JP 2015-211538 A (Panasonic Intellectual Property Management Co., Ltd.), 24 November 2015 (24.11.2015), paragraph [0077] (Family: none)	1-10
Y	JP 2012-60721 A (Toshiba Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraph [0022] & US 2012/0056485 A1 paragraph [0038]	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 May 2016 (11.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/054378

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/087398 A1 (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 18 June 2015 (18.06.2015), paragraphs [0023] to [0035], [0049] to [0060]; fig. 1, 8 (Family: none)	5-8, 10
Y	WO 2015/083709 A1 (Toyota Industries Corp.), 11 June 2015 (11.06.2015), paragraphs [0037] to [0043]; fig. 3 & JP 2015-109747 A	5-8, 10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J50/12 (2016.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02J50/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-85350 A (日立マクセル株式会社) 2013.05.09, 0044-0058 段落, 図1 & WO 2013/051361 A1	1-4, 9
Y	JP 2015-211538 A (パナソニック IP マネジメント株式会社) 2015.11.24, 0077 段落 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 2012-60721 A (株式会社東芝) 2012.03.22, 0022 段落 & US 2012/0056485 A1, 0038 段落	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

永井 啓司

5 T

3 6 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3568

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2015/087398 A1 (中国電力株式会社) 2015. 06. 18, 0023-0035, 0049-0060 段落, 図 1, 8 (ファミリーなし)	5-8, 10
Y	WO 2015/083709 A1 (株式会社豊田自動織機) 2015. 06. 11, 0037-0043 段落, 図 3 & JP 2015-109747 A	5-8, 10