

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7654469号
(P7654469)

(45)発行日 令和7年4月1日(2025.4.1)

(24)登録日 令和7年3月24日(2025.3.24)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 J 50/60 (2016.01)

H 0 2 J 50/12 (2016.01)

H 0 2 J 50/80 (2016.01)

H 0 2 J 50/60

H 0 2 J 50/12

H 0 2 J 50/80

請求項の数 13 (全30頁)

(21)出願番号	特願2021-91458(P2021-91458)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年5月31日(2021.5.31)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-183924(P2022-183924 A)	(74)代理人	100090273
(43)公開日	令和4年12月13日(2022.12.13)		弁理士 國分 孝悦
審査請求日	令和6年5月22日(2024.5.22)	(72)発明者	平松 朋樹
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キャノン株式会社内
		審査官	杉田 恵一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 送電装置、受電装置、それらが行う方法及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

受電装置に無線で送電する送電手段と、
パラメータを取得する取得手段と、
前記取得手段により取得されるパラメータに基づいて、異物の存在確率を決定する決定手段と、
前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が閾値より小さい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報とを、前記受電装置に送信し、前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が閾値より大きい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を送信せずに、前記異物の存在確率を示す情報を、前記受電装置に送信する送信手段と、
を有することを特徴とする送電装置。

【請求項2】

前記送信手段は、
前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が第1の閾値より大きい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を送信せずに、前記異物の存在確率を示す情報を送信し、
前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が前記第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報を送信し、

前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が前記第2の閾値より小さい場合、前記パラメータの追加取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報を送信することを特徴とする請求項1に記載の送電装置。

【請求項3】

前記パラメータは、前記受電装置の受電電力値であり、
前記送信手段は、

前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が前記第2の閾値より小さく、且つ、前記受電装置の受電電力値が第1の受電電力値より大きい場合、前記パラメータの追加取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報を送信し、

前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が前記第2の閾値より小さく、且つ、前記受電装置の受電電力値が前記第1の受電電力値より小さい場合、前記異物の存在確率を示す情報を送信しないことを特徴とする請求項2に記載の送電装置。

【請求項4】

前記送信手段は、前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が前記第1の閾値より小さく、且つ、前記第2の閾値より大きい状態が所定時間継続した場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報を送信することを特徴とする請求項2又は3に記載の送電装置。

【請求項5】

前記パラメータは、前記受電装置の受電電力値であることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の送電装置。

【請求項6】

送電装置から無線で受電する受電手段と、
異物の存在確率を示す情報を前記送電装置から受信する受信手段と、

前記異物の存在確率が閾値より大きい場合には、受電を停止するように制御し、前記異物の存在確率が前記閾値より小さく、且つ、前記受信手段が前記異物の存在確率を決定するために用いるパラメータの再取得に係る処理の要求を受信した場合、前記パラメータの再取得に係る処理を実行する制御手段と、
を有することを特徴とする受電装置。

【請求項7】

前記制御手段は、

前記異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きく、且つ、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を受信した場合、前記パラメータの再取得に係る処理を実行し、

前記異物の存在確率が前記第1の閾値より小さく、且つ、前記第2の閾値より大きく、且つ、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を受信しない場合、受電電力を下げるように制御することを特徴とする請求項6に記載の受電装置。

【請求項8】

前記制御手段は、前記異物の存在確率が前記第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より小さく、且つ、前記パラメータの追加取得に係る処理の要求を受信した場合、前記パラメータの追加取得に係る処理を実行することを特徴とする請求項7に記載の受電装置。

【請求項9】

前記パラメータは、前記受電装置の受電電力値であることを特徴とする請求項6乃至8のいずれか1項に記載の受電装置。

【請求項10】

送電装置が行う方法であって、
パラメータを取得する取得ステップと、

前記取得ステップで取得されるパラメータに基づいて、異物の存在確率を決定する決定ステップと、

前記決定ステップで決定された前記異物の存在確率が閾値より小さい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報とを送信し、前記決定ス

10

20

30

40

50

トップで決定された前記異物の存在確率が閾値より大きい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を送信せずに、前記異物の存在確率を示す情報を送信する送信ステップと、

を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

受電装置が行う方法であって、

異物の存在確率を示す情報を受信する受信ステップと、

前記異物の存在確率が閾値より大きい場合には、受電を停止するように制御し、前記異物の存在確率が前記閾値より小さく、且つ、前記異物の存在確率を決定するために用いるパラメータの再取得に係る処理の要求を受信した場合、前記パラメータの再取得に係る処理を実行する制御ステップと、

を有することを特徴とする方法。

【請求項 1 2】

コンピュータに、請求項 1 0 に記載された方法を実行させるためのプログラム。

【請求項 1 3】

コンピュータに、請求項 1 1 に記載された方法を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、送電装置、受電装置、それらが行う方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、無線電力伝送システムの技術開発が広く行われている。特許文献 1 には、無線充電規格の標準化団体 Wireless Power Consortium (WPC) が策定する規格 (WPC 規格) に準拠した送電装置および受電装置が開示されている。また、特許文献 2 には、WPC 規格における、異物検出 (Foreign Object Detection) の方法が開示されている。ここで、異物とは、受電装置とは異なる物体である。WPC 規格では、送電装置は、まず、送電装置における送電電力と受電装置における受電電力との差分から、送電装置および受電装置間の異物がない状態の電力損失量を事前に算出し、送電処理中の通常状態 (異物がない状態) における電力損失量であるとする。その上で、送電装置は、その後の送電中に算出した送電装置および受電装置間の電力損失量に基づいて、異物が存在するか否かを判定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【文献】特開 2 0 1 5 - 5 6 9 5 9 号公報

【文献】特開 2 0 1 7 - 7 0 0 7 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

上記の異物検出は、送電装置が実施する。しかし、送電装置が、異物検出実施後、異物の存在確率を含む異物検出情報を受電装置に適切に送信する方法については開示されていない。

【0 0 0 5】

本開示の目的は、受電装置とは異なる物体の存在確率に基づく情報を送電装置から受電装置に適切に送信できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

送電装置は、受電装置に無線で送電する送電手段と、パラメータを取得する取得手段と、前記取得手段により取得されるパラメータに基づいて、異物の存在確率を決定する決定

10

20

30

40

50

手段と、前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が閾値より小さい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求と前記異物の存在確率を示す情報とを、前記受電装置に送信し、前記決定手段により決定された前記異物の存在確率が閾値より大きい場合、前記パラメータの再取得に係る処理の要求を送信せずに、前記異物の存在確率を示す情報を、前記受電装置に送信する送信手段と、を有する。

【発明の効果】

【0007】

受電装置とは異なる物体の存在確率に基づく情報を送電装置から受電装置に適切に送信することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】無線電力伝送システムの構成例を示す図である。

【図2】受電装置の構成例を示すブロック図である。

【図3】送電装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

【図4】送電装置の機能構成例を示すブロック図である。

【図5】送電装置により実行される処理のフローチャートである。

【図6】送電装置により実行される送電制御処理のフローチャートである。

【図7】第1の処理例の動作シーケンスを示す図である。

【図8】第2の処理例の動作シーケンスを示す図である。

【図9】第3の処理例の動作シーケンスを示す図である。

【図10】受電装置により実行される処理開始判定処理のフローチャートである。

【図11】パワロス手法による異物検出方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1の実施形態)

以下、図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲を限定するものでない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0010】

(システムの構成)

図1は、第1の実施形態に係る無線電力伝送システム100の構成例を示す図である。無線電力伝送システム100は、非接触充電システムであり、一例として、受電装置101と送電装置102と充電台103を有する。受電装置101は、送電装置102から受電して内蔵バッテリーに充電を行う電子機器である。送電装置102は、充電台103に載置された受電装置101に対して無線で送電する電子機器である。範囲104は、受電装置101が、送電装置102から送電された電力を受電可能な範囲を示している。なお、受電装置101と送電装置102は、非接触充電以外のアプリケーションを実行する機能を有してもよい。なお、受電装置101は、一例として、スマートフォンであり、送電装置102は、一例として、そのスマートフォンを充電するためのアクセサリ機器である。受電装置101および送電装置102は、ハードディスク装置やメモリ装置などの記憶装置であってもよいし、パーソナルコンピュータ(PC)などの情報処理装置であってもよい。また、受電装置101および送電装置102は、例えば、撮像装置(カメラやビデオカメラ等)やスキャナ等の画像入力装置であってもよいし、プリンタやコピー機、プロジェクタ等の画像出力装置であってもよい。

【0011】

無線電力伝送システム100は、WPC(Wireless Power Consortium)が規定するWPC規格に基づいて、非接触充電のための電磁誘導方式を用いた無線電力伝送を行う。すなわち、送電装置102と受電装置101は、送電装置102の

10

20

30

40

50

送電コイルと受電装置101の受電コイルとの間で、WPC規格に基づく非接触充電のための無線電力伝送を行う。なお、無線電力伝送方式（非接触電力伝送方法）は、WPC規格で規定された方式に限られず、他の電磁誘導方式、磁界共鳴方式、電界共鳴方式、マイクロ波方式、またはレーザー等を利用した方式であってもよい。また、本実施形態では、無線電力伝送が非接触充電に用いられるものとするが、非接触充電以外の用途で無線電力伝送が行われてもよい。

【0012】

WPC規格では、受電装置101が送電装置102から受電する際に保証される受電電力の大きさは、Guaranteed Power（以下、「GP」と呼ぶ。）と呼ばれる値によって規定される。GPは、例えば受電装置101と送電装置102の位置関係が変動して受電コイルと送電コイルとの間の送電効率が低下したとしても、受電装置101の充電用の回路等の受電装置101の負荷へ出力されることが保証される電力値を示す。この電力値は、送電装置と受電装置との間で合意された電力値である。例えば、GPが15ワットの場合、受電コイルと送電コイルの位置関係が変動して送電効率が低下したとしても、送電装置102は、受電装置101内の負荷へ15ワットを出力することができるように制御して送電を行う。また、WPC規格では、送電装置102が、送電装置102の周囲に（受電アンテナ近傍に）受電装置101ではない物体（異物）が存在することを検出する手法が規定されている。WPC規格では、送電装置102における送電アンテナ（送電コイル）の品質係数（Q値）の変化により異物を検出する方法と、送電装置102における送電電力と受電装置101における受電電力の差分により異物を検出するパワースロス手法が規定されている。Q値に基づく異物検出は、電力伝送前（NegotiationフェーズまたはRenegotiationフェーズ）に実施される。また、パワースロス手法による異物検出は、後述するCalibrationを行い、そのデータを基に、電力伝送（送電）中（後述のPower Transferフェーズ）に実施される。詳細については後述する。受電装置101（受電装置101が組み込まれた製品）または送電装置102（送電装置102が組み込まれた製品）を構成する必要不可欠な金属部品のうち、送電コイルが送電する無線電力に晒された場合に意図せずに熱を発生する可能性のある金属部品が存在する。その金属部品には、例えば、送電コイルまたは受電コイル周辺の金属フレームが含まれる。本実施形態の異物とは、送電コイルが送電する無線電力に晒された場合に熱を発生する可能性のある金属のうち、上記の金属部品を除く物体のことである。例えば、クリップ、またはICカード等である。

【0013】

本実施形態に係る送電装置102と受電装置101は、WPC規格に基づく送受電制御のための通信と、機器認証のための通信とを行う。ここで、WPC規格に基づく送受電制御のための通信について説明する。

【0014】

WPC規格では、電力伝送が実行されるPower Transferフェーズと、実際の電力伝送が行われる前のフェーズとを含んだ、複数のフェーズが規定されている。各フェーズにおいて、必要な送受電制御のための通信が行われる。電力伝送前のフェーズは、Selectionフェーズ、Pingフェーズ、Identification and Configurationフェーズ、Negotiationフェーズ、Calibrationフェーズを含む。なお、以下では、Identification and ConfigurationフェーズをI&Cフェーズと呼ぶ。Selectionフェーズでは、送電装置102が、Analog Pingを間欠送信し、送電可能範囲内に物体が存在すること（例えば充電台103に受電装置101や導体片等が載置されたこと）を検知する。Pingフェーズでは、送電装置102が、Analog Pingより電力が大きいDigital Pingを送信する。Digital Pingの大きさは、送電装置102の上に載置された受電装置101の制御部が起動するのに十分な電力である。受電装置101は、受電電圧の大きさをSignal Strength Packetにより送電装置102へ通知する。このように、送電装置102は、そのDi

g i t a l P i n gを受信した受電装置101からの応答を受信することにより、S e l e c t i o nフェーズにおいて検知された物体が受電装置101であることを認識する。

【0015】

送電装置102は、受電電圧の通知を受けると、I & Cフェーズに遷移する。また、送電装置102は、D i g i t a l P i n gを送信する前に、送電アンテナ（送電コイル）のQ - F a c t o rを測定する。この測定結果は、Q値測定法を用いた異物検出処理を実行する際に使用される。I & Cフェーズでは、送電装置102は、受電装置101を識別し、受電装置101から機器構成情報（能力情報）を取得する。そのため、受電装置101は、I D P a c k e tおよびC o n f i g u r a t i o n P a c k e tを送電装置102に送信する。I D P a c k e tには受電装置101の識別子情報が含まれ、C o n f i g u r a t i o n P a c k e tには、受電装置101の機器構成情報（能力情報）が含まれる。I D P a c k e tおよびC o n f i g u r a t i o n P a c k e tを受信した送電装置102は、受電装置101に対して、アクノリッジ（A C K、肯定応答）で応答する。そして、I & Cフェーズが終了する。

【0016】

N e g o t i a t i o nフェーズでは、受電装置101が要求するG Pの値や送電装置102の送電能力等に基づいてG Pの値が決定される。また、送電装置102は、受電装置101からの要求に従って、Q値測定法を用いた異物検出処理を実行する。また、W P C規格では、一旦、P o w e r T r a n s f e rフェーズに移行した後、受電装置101の要求によって再度N e g o t i a t i o nフェーズと同様の処理を行う方法が規定されている。P o w e r T r a n s f e rフェーズから移行してこれらの処理を行うフェーズのことをR e n e g o t i a t i o nフェーズと呼ぶ。

【0017】

C a l i b r a t i o nフェーズでは、W P C規格に基づいて、受電装置101が所定の受電電力値（軽負荷状態における受信電力値／最大負荷状態における受信電力値）を送電装置102へ通知し、送電装置102が効率よく送電するための調整を行う。送電装置102へ通知された受信電力値は、パワーロス手法による異物検出処理のために使用される。P o w e r T r a n s f e rフェーズでは、送電装置102は、送電の継続、および、エラーや満充電による送電停止等のための制御を行う。

【0018】

送電装置102と受電装置101は、これらの送受電制御のための通信を、W P C規格に基づいて無線電力伝送と同じアンテナ（コイル）を用いて、信号を重畳するインバンド（I n - b a n d）通信により行う。なお、送電装置102と受電装置101との間で、W P C規格に基づくインバンド通信が可能な範囲は、送電可能範囲とほぼ同様である。すなわち、図1において、範囲104は、送電装置102と受電装置101の送受電コイルにより無線電力伝送とインバンド通信が可能な範囲を表している。なお、以下の説明において、受電装置101が「載置された」とは、受電装置101が範囲104の内側に進入したことを意味し、実際には充電台103の上に受電装置101が載置されない状態も含む。

【0019】

W P C規格で規定されているパワーロス手法に基づく異物検出方法について、図11を用いて説明する。図11の横軸は送電装置102の送電電力であり、図11の縦軸は受電装置101の受電電力である。まず、送電装置102が受電装置101に対してD i g i t a l P i n gを送電する。送電装置102は、受電装置101が受電した受電電力値P r 1（L i g h t L o a dという）を、R e c e i v e d P o w e r P a c k e t（m o d e 1）として受電装置101から受信する。このとき、受電装置101は、受電した電力を負荷（充電回路とバッテリーなど）に供給しない。そして、送電装置102は、受電電力値P r 1とその時の送電電力値P t 1を、図11の点1100として記憶する。このとき、送電装置102は、送電電力値P t 1の電力を送電した時の送電装置102と受電装置101間の電力損失量がP t 1 - P r 1（= P l o s s 1）である、として認識

10

20

30

40

50

することができる。

【0020】

次に、送電装置102は、受電装置101が受電した受電電力値 P_{r2} (Connected Loadという)の値を、Received Power Packet (mode 2)として受電装置101から受信する。このとき、受電装置101は、受電した電力を負荷に供給している。そして、送電装置102は、受電電力値 P_{r2} とその時の送電電力値 P_{t2} を、図11の点1101として記憶する。このとき、送電装置102は、送電電力値 P_{t2} の電力を送電した時の送電装置102と受電装置101間の電力損失量が $P_{t2} - P_{r2}$ ($= P_{loss2}$)である、として認識することができる。

【0021】

そして、送電装置102は、図11の点1100と点1101を直線補間し、直線1102を作成する。直線1102は、送電装置102と受電装置101の周辺に異物が存在しない状態における送電電力値と受電電力値の関係を示している。よって、送電装置102は、送電電力値と直線1102を基に、異物がない可能性が高い状態における受電電力値を予想することができる。例えば、送電電力値が P_{t3} の場合、送電装置102は、送電電力値が P_{t3} を示す直線1102上の点1103から、受電電力値が P_{r3} であると予想することができる。

【0022】

ここで、送電装置102が送電電力値 P_{t3} の電力で受電装置101に対して送電した場合に、送電装置102が受電装置101から受電電力値 P_{r3}' を受信したとする。送電装置102は、異物が存在しない状態における受電電力値 P_{r3} から実際に受電装置101から受信した受電電力値 P_{r3}' を引いた値 $P_{r3} - P_{r3}'$ ($= P_{loss_FO}$)を算出する。この P_{loss_FO} は、送電装置102と受電装置101間に異物が存在する場合に、その異物で消費される電力損失と考えることができる。よって、異物で消費されたであろう電力 P_{loss_FO} があらかじめ決められた閾値を超えた場合に、送電装置102は、異物が存在すると判断する。

【0023】

あるいは、送電装置102は、事前に異物が存在しない状態における受電電力値 P_{r3} から、送電装置102と受電装置101間の電力損失量 $P_{t3} - P_{r3}$ ($= P_{loss3}$)を求めておく。次に、送電装置102は、異物が存在する状態において受電装置101から受電した受電電力値 P_{r3}' を基に、異物が存在する状態での送電装置102と受電装置101間の電力損失量 $P_{t3} - P_{r3}'$ ($= P_{loss3}'$)を求める。そして、送電装置102は、 $P_{loss3}' - P_{loss3}$ ($= P_{loss_FO}$)を、異物で消費されたであろう電力 P_{loss_FO} として求める。

【0024】

以上述べたように、送電装置102は、異物で消費されたであろう電力 P_{loss_FO} の求め方として、 $P_{r3} - P_{r3}'$ ($= P_{loss_FO}$)として求めてもよいし、 $P_{loss3}' - P_{loss3}$ ($= P_{loss_FO}$)として求めてもよい。

【0025】

送電装置102は、直線1102を取得した後、受電装置101から定期的に現在の受電電力値 (例えば P_{r3}')を受信する。受電装置101が定期的に送信する現在の受電電力値は、Received Power Packet (mode 0)として送電装置102に送信される。送電装置102は、Received Power Packet (mode 0)に格納されている受電電力値と、直線1102とに基づいて、異物検出を行う。以上がパワーロス手法に基づく異物検出の説明である。

【0026】

なお、送電装置102と受電装置101の周辺に異物が存在しない状態における送電電力値と受電電力値の関係である直線1102を取得するための点1100および点1101を、本実施形態ではCalibration data Pointと表現する。また、少なくとも2つのCalibration data Pointを補間して取得される線

10

20

30

40

50

分（直線 1102）を Calibration カーブと表現する。

【0027】

（装置の構成）

続いて、本実施形態に係る送電装置 102 および受電装置 101 の構成について説明する。なお、以下で説明する構成は一例に過ぎず、説明される構成の一部（場合によっては全部）は、他の同様の機能を果たす他の構成と置き換えられまたは省略されてもよく、さらなる構成が説明される構成に追加されてもよい。さらに、以下の説明で示される 1 つのブロックが複数のブロックに分割されてもよいし、複数のブロックが 1 つのブロックに統合されてもよい。

【0028】

図 2 は、本実施形態に係る受電装置 101 の構成例を示す図である。受電装置 101 は、WPC 規格に準拠している。受電装置 101 は、一例として、制御部 200、受電コイル 201、整流部 202、電圧制御部 203、通信部 204、充電部 205、バッテリー 206、共振コンデンサ 207、スイッチ 208、メモリ 209、およびタイマ 210 を有する。

【0029】

制御部 200 は、例えばメモリ 209 に記憶されている制御プログラムを実行することにより、受電装置 101 の全体を制御する。制御部 200 は、無線電力伝送以外のアプリケーションを実行するための制御を行ってもよい。制御部 200 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) 等の 1 つ以上のプロセッサを含んで構成される。なお、制御部 200 は、特定用途向け集積回路 (ASIC) 等の特定の処理の専用のハードウェアや、所定の処理を実行するようにコンパイルされた FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ) 等のアレイ回路を含んで構成されてもよい。制御部 200 は、各種処理を実行中に、記憶しておくべき情報をメモリ 209 に記憶させる。また、制御部 200 は、タイマ 210 を用いて、時間を計測する。

【0030】

受電コイル 201 は、送電装置 102 の送電コイルから電力を受電する。また、受電コイル 201 は、共振コンデンサ 207 に接続され、特定の周波数 F_2 で共振する。整流部 202 は、受電コイル 201 を介して受電した送電装置 102 の送電コイルからの交流電圧および交流電流を直流電圧および直流電流に変換する。電圧制御部 203 は、整流部 202 から入力される直流電圧のレベルを、制御部 200 および充電部 205 などが動作する直流電圧のレベルに変換する。

【0031】

通信部 204 は、送電装置 102 との間で、インバンド通信によって、上述のような WPC 規格に基づく制御通信を行う。通信部 204 は、受電コイル 201 から入力された電磁波を復調して送電装置 102 から送信された情報を取得し、また、その電磁波を負荷変調することによって、送電装置 102 へ送信すべき情報を電磁波に重畳し、送電装置 102 との間で通信を行う。すなわち、通信部 204 で行う通信は、送電装置 102 の送電コイル 303 からの送電電力に情報が重畳されて行われる。

【0032】

充電部 205 は、電圧制御部 203 から供給される直流電圧を基に、バッテリー 206 を充電する。バッテリー 206 は、受電装置 101 の全体に対して、制御と受電と通信に必要な電力を供給する。また、バッテリー 206 は、充電部 205 により、受電コイル 201 を介して受電された電力を蓄電する。

【0033】

スイッチ 208 は、受電コイル 201 と共振コンデンサ 207 を短絡するためのスイッチであり、制御部 200 によって制御される。スイッチ 208 がオンすると、受電コイル 201 と共振コンデンサ 207 は直列共振回路を構成する。このとき、受電コイル 201 と共振コンデンサ 207 およびスイッチ 208 の閉回路にのみ電流が流れ、整流部 202

10

20

30

40

50

および電圧制御部 203 に電流は流れない。スイッチ 208 がオフすると、受電コイル 201 および共振コンデンサ 207 を介して、整流部 202 および電圧制御部 203 に電流が流れる。

【0034】

メモリ 209 は、上述のように、各種情報を記憶する。なお、メモリ 209 は、制御部 200 と異なる機能部によって得られた情報を記憶してもよい。タイマ 210 は、例えば起動された時刻からの経過時間を計測するカウントアップタイマや、設定された時間からカウントダウンするカウントダウンタイマ等によって、計時を行う。

【0035】

図 3 は、本実施形態に係る送電装置 102 のハードウェア構成例を示す図である。送電装置 102 は、一例として、制御部 300、電源部 301、送電部 302、送電コイル 303、通信部 304、共振コンデンサ 305、スイッチ 306、メモリ 307、および、タイマ 308 を有する。

【0036】

制御部 300 は、例えばメモリ 307 に記憶されている制御プログラムを実行することにより、送電装置 102 の全体を制御する。制御部 300 は、無線電力伝送以外のアプリケーションを実行するための制御を行ってもよい。制御部 300 は、例えば CPU (Central Processing Unit) や MPU (Micro Processing Unit) 等の 1 つ以上のプロセッサを含んで構成される。なお、制御部 300 は、特定用途向け集積回路 (ASIC) 等の特定の処理の専用のハードウェアや、所定の処理を実行するようにコンパイルされた FPGA (フィールドプログラマブルゲートアレイ) 等のアレイ回路を含んで構成されてもよい。制御部 300 は、各種処理を実行中に、記憶しておくべき情報をメモリ 307 に記憶させる。また、制御部 300 は、タイマ 308 を用いて時間を計測する。

【0037】

電源部 301 は、送電装置 102 の全体に対して、制御と送電と通信に必要な電力を供給する。電源部 301 は、例えば、商用電源またはバッテリーである。送電部 302 は、電源部 301 から入力される直流電力または交流電力を、無線電力伝送に用いる周波数帯の交流周波数電力に変換し、その交流周波数電力を送電コイル 303 へ入力することによって、受電装置 101 に受電させるための電磁波を発生させる。なお、送電部 302 によって生成される交流電力の周波数は、数百 kHz (例えば、110 kHz ~ 205 kHz) 程度である。送電部 302 は、制御部 300 の指示に基づいて、受電装置 101 に送電を行うための電磁波を送電コイル 303 から出力させるように、交流周波数電力を送電コイル 303 へ入力する。また、送電部 302 は、送電コイル 303 に入力する電圧 (送電電圧) または電流 (送電電流) を調節することにより、出力させる電磁波の強度を制御する。送電部 302 が送電電圧または送電電流を大きくすると、電磁波の強度が強くなり、送電部 302 が送電電圧または送電電流を小さくすると、電磁波の強度が弱くなる。また、送電部 302 は、制御部 300 の指示に基づいて、送電コイル 303 からの送電が開始または停止されるように、交流周波数電力の出力制御を行う。送電コイル 303 は、共振コンデンサ 305 に接続され、特定の周波数 F1 で共振する。

【0038】

通信部 304 は、受電装置 101 との間で、インバンド通信によって、上述のような WPC 規格に基づく制御通信を行う。通信部 304 は、送電コイル 303 から出力される電磁波を変調して、受電装置 101 へ情報を伝送する。また、通信部 304 は、送電コイル 303 から出力されて受電装置 101 において変調された電磁波を復調して受電装置 101 が送信した情報を取得する。すなわち、通信部 304 で行う通信は、送電コイル 303 からの送電電力に情報が重畳されて行われる。

【0039】

スイッチ 306 は、送電コイル 303 と共振コンデンサ 305 を短絡するためのスイッチであり、制御部 300 によって制御される。スイッチ 306 がオンすると、送電コイル

10

20

30

40

50

303と共振コンデンサ305は直列共振回路を構成する。このとき、送電コイル303と共振コンデンサ305およびスイッチ306の閉回路にのみ電流が流れる。スイッチ306がオフすると、送電コイル303および共振コンデンサ305には、送電部302から電力が供給される。

【0040】

メモリ307は、上述のように、各種情報を記憶する。なお、メモリ307は、制御部300と異なる機能部によって得られた情報を記憶してもよい。タイマ308は、例えば起動された時刻からの経過時間を計測するカウントアップタイマや、設定された時間からカウントダウンするカウントダウンタイマ等によって、計時を行う。

【0041】

図4は、送電装置102の制御部300の機能構成例を示すブロック図である。送電装置102は、制御部300がプログラムを実行することにより機能する処理部として、通信処理部401、送電処理部402、異物検出処理部403、および通知処理部404を有する。

【0042】

通信処理部401は、通信部304を介したWPC規格に基づいた受電装置101との制御通信を行う処理部である。送電処理部402は、送電部302を制御し、受電装置101への送電を制御する処理部である。異物検出処理部403は、送電装置102と受電装置101間の電力損失や、送電コイル303におけるQ値を測定し、異物を検出する処理部である。異物検出処理部403は、パワーロス手法による異物検出機能と、Q値測定法による異物検出機能を実現可能である。また、異物検出処理部403は、その他の手法を用いて異物検出処理を行ってもよい。異物検出処理部403は、例えばNFC(Near Field Communication)通信機能を備える送電装置102においては、NFC規格による対向機検出機能を用いて異物検出処理を行ってもよい。また、異物検出処理部403は、後述する時間領域におけるQ値測定法による異物検出をすることもできる。さらに、異物検出処理部403は、異物を検出する以外の機能として、送電装置102上の状態が変化したことを検出することもできる。例えば、異物検出処理部403は、送電装置102上の受電装置101の数の増減も、検出することが可能である。異物検出処理部403は、送電部302を介して受電装置101に対して出力する電力を測定し、単位時間ごとに計算した平均出力電力値と通信処理部401を介して受電装置101から受信する受電電力値の差分を基に、パワーロス手法による異物検出処理を行う。

【0043】

通知処理部404は、異物検出に関する情報（以降、異物検出情報と呼ぶ。）を、通信処理部401を介して受電装置101へ通知する処理部である。ここで、異物検出情報は、異物検出処理部403により導出される指標に基づいて算出可能な異物の存在確率を示す情報が含まれるが、これに限るものではない。例えば、異物検出情報は、異物検出処理の開始要求を示す情報が含まれてもよい。この場合、異物検出情報は、異物の存在確率に応じて、Calibrationの再実行や追加実行を要求する情報が含まれてもよいし、受電停止や受電電力の抑制等を要求する情報が含まれてもよい。

【0044】

通信処理部401、送電処理部402、異物検出処理部403、および通知処理部404は、制御部300がプログラムを実行することにより、その機能が実現される。各処理部は、それぞれが独立したプログラムとして機能し、イベント処理等によりプログラム間の同期をとりながら並行して動作可能である。

【0045】

（送電装置による処理の流れ）

図5は、送電装置102の制御方法を示すフローチャートである。図5の処理は、例えば送電装置102の制御部300がメモリ307から読み出したプログラムを実行することによって、実現される。なお、以下の処理の少なくとも一部がハードウェアによって実現されてもよい。この場合のハードウェアは、例えば、所定のコンパイラを用いて、各処

10

20

30

40

50

理ステップを実現するためのプログラムからFPGA等のゲートアレイ回路を用いた専用回路を自動的に生成することによって実現可能である。また、図5の処理は、送電装置102の電源がオンとされたことに応じて、送電装置102のユーザが無線電力伝送アプリケーションの開始指示を入力したことに応じて、または、送電装置102が商用電源に接続され電力供給を受けていることに応じて、実行される。また、図5の処理は、他の契機によって開始されてもよい。

【0046】

まず、ステップS501では、制御部300は、WPC規格のSelectionフェーズとPingフェーズとして規定されている処理を実行し、物体が送電装置102上に載置されるのを待つ。制御部300は、このフェーズにおいて、送電部302により、WPC規格のAnalog Pingを繰り返し間欠送信し、送電可能範囲内に存在する物体を検出する。そして、制御部300は、送電可能範囲内に物体が存在することを検出した場合に、送電部302により、WPC規格のDigital Pingを送信する。制御部300は、そのDigital Pingに対する所定の応答があった場合に、検出された物体が受電装置101であり、受電装置101が充電台103に載置されたと判定し、ステップS502に進む。

【0047】

ステップS502では、制御部300は、通信部304のWPC規格で規定されたConfigurationフェーズの通信により、その受電装置101から受電装置101の識別情報と能力情報とを受信する。ここで、識別情報は、Manufacturer CodeとBasic Device IDとを含む。能力情報は、対応しているWPC規格のバージョンを特定可能な情報と、受電装置101が負荷に供給できる最大電力を特定する値であるMaximum Power Value、WPC規格のNegotiation機能を有するか否かを示す情報を含む。なお、これらは一例であり、受電装置101の識別情報と能力情報は、他の情報によって代替されてもよいし、上述の情報に加えて他の情報を含んでもよい。例えば、識別情報は、Wireless Power ID等の、受電装置101の個体を識別可能な任意の他の識別情報であってもよい。また、制御部300は、WPC規格のConfigurationフェーズの通信以外の方法で受電装置101の識別情報と能力情報を取得してもよい。

【0048】

続いて、ステップS503では、制御部300は、WPC規格で規定されたNegotiationフェーズの通信により、受電装置101との間でNegotiationを実行し、GPの値を決定する。なお、ステップS503では、制御部300は、WPC規格のNegotiationフェーズの通信に限らず、GPを決定する他の手順を実行してもよい。制御部300は、受電装置101がNegotiationフェーズに対応していないことを示す情報を（例えばステップS502において）取得した場合、Negotiationフェーズの通信を行わず、GPの値を規定の小さな値としてもよい。規定の小さな値は、例えばWPC規格で予め規定された値である。

【0049】

ステップS504では、制御部300は、GPの値を決定後、その決定したGPの値に基づいて、Calibrationフェーズを実行する。Calibrationフェーズでは、制御部300は、図11を用いて前述したように、異物がない状態における、送電電力値に対する受電電力値の関係を導出する。具体的には、制御部300は、WPC規格に基づいて、受電装置101から取得した所定の受電電力値を用いて、異物がない状態での送電装置102と受電装置101間の電力損失を示すデータ（電力損失のデータ）を導出する。例えば、制御部300は、図11における直線1102を導出する。上記の所定の受電電力値は、軽負荷状態/Light Loadにおける受電電力値と、最大負荷/Connected Load状態における受電電力値を含む。

【0050】

パワーロス手法に基づく異物検出の説明は、上述の通りである。すなわち、制御部30

10

20

30

40

50

0は、Calibrationカーブと送電中に受信した受電装置101における受電電力値を基に算出した、送電中の送電装置102および受電装置101間の電力損失量が、所定の閾値以上の場合に、“異物あり”と判定する。異物検出は、後述の図6のステップS604で行われる。

【0051】

次に、ステップS505では、制御部300は、送電部302による送電を開始する。送電は、Power Transferフェーズの処理により行われる。ただし、制御部300は、これに限られず、WPC規格以外の方法で送電を行ってもよい。

【0052】

次に、ステップS506では、制御部300は、送電制御処理を実行する。送電制御処理については、図6を参照しながら後述する。

【0053】

制御部300は、送電制御処理を終了すると、送電装置102上に受電装置101が載置されているか否かを判定する。制御部300は、受電装置101が送電装置102上に載置されていないと判定した場合、ステップS501のSelectionフェーズに戻る。制御部300は、WPC規格のEnd Power Transferを受電装置101から受信した場合は、WPC規格に従って、どの処理フェーズにおいてもその処理を終了し、送電を停止した上で、ステップS501のSelectionフェーズに戻る。なお、制御部300は、受電装置101が満充電となった場合にも受電装置101からEnd Power Transferが送信されるため、ステップS501のSelectionフェーズに戻る。

【0054】

図6は、図5のステップS506の送電制御処理の詳細を示すフローチャートである。図6の処理は、例えば送電装置102の制御部300がメモリ307から読み出したプログラムを実行することによって、実現される。なお、以下の処理の少なくとも一部がハードウェアによって実現されてもよい。この場合のハードウェアは、例えば、所定のコンパイラを用いて、各処理ステップを実現するためのプログラムからFPGA等のゲートアレイ回路を用いた専用回路を自動的に生成することによって実現可能である。

【0055】

ステップS601では、制御部300は、処理の開始を契機に、WPC規格のControl Error Packet（以降、CEパケットと呼ぶ。）を受電装置101から受信したか否かを判定する。ここで、CEパケットは、電圧の変更量を示す値であるControl Error Valueが含まれることによって、受電装置101から送電装置102に対して送電出力変更を指示するメッセージである。Control Error Valueは、送電出力を上げる場合は正の値、送電出力を下げる場合は負の値、送電出力を変更しない場合は0である。制御部300は、CEパケットを受信した場合（S601でYES）、ステップS602に進み、CEパケットを受信していない場合（S601でNO）、ステップS603に進む。

【0056】

ステップS602では、制御部300は、CEパケットにより指示された変更量に基づいて送電出力の電力値を変更し、ステップS603に進む。

【0057】

ステップS603では、制御部300は、WPC規格のReceived Power Packet（以降、RPパケットと呼ぶ。）を受電装置101から受信したか否かを判定する。ここで、RPパケットは、受電装置101においてその時点で実際に受電している受電電力値を送電装置102に通知するメッセージである。制御部300は、RPパケットを受信した場合（S603でYES）、ステップS604に進み、RPパケットを受信していない場合（S603でNO）、図6の処理を終了する。

【0058】

ステップS604では、制御部300は、異物検出処理を行い、異物の存在確率を算出

10

20

30

40

50

する。ここで、異物の存在確率は、Calibrationカーブ上の電力損失値に対する電力損失量の誤差の割合「 $|Ploss3 - Ploss3'| / Ploss3$ 」により算出するが、これに限るものではない。例えば、制御部300は、算出された存在確率に対して送電電力値の絶対値に応じた重み付けを行ってもよい。例えば、制御部300は、送電電力値が小さい場合は存在確率を下げる係数を存在確率に乗算し、送電電力値が大きい場合は存在確率を上げる係数を存在確率に乗算する。また、制御部300は、電力損失量が所定の値以上の場合は、算出された存在確率に関わらず、異物の存在確率を100%としてもよい。これにより、送電電力値が大きい場合、すなわち、異物が混入した状態で電力伝送を継続した際に発熱や発火等が生じる可能性がより高いと考えられる場合に、制御部300は、確実に異物が存在する可能性があることを受電装置101へ通知することができる。

10

【0059】

ステップS605では、制御部300は、異物の存在確率が第1の閾値以上であるか否かを判定する。制御部300は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合（S605でYES）、ステップS606に進み、異物の存在確率が第1の閾値以上でない場合（S605でNO）、ステップS608に進む。

【0060】

ステップS606では、制御部300は、ステップS603で受信したRPパケットに対して通知ありを示す応答を受電装置101に送信し、ステップS607に進む。

【0061】

ステップS607では、制御部300は、処理の開始要求を示す情報を含まない、すなわち、異物の存在確率を示す情報のみ（処理の開始要求を示す情報は0）である異物検出情報を受電装置101に送信する。ここで、異物の存在確率を示す情報は、ステップS604で算出された値を、所定範囲（区間）で表現される値（例えば、0～10の1刻みの値）に変換した値であるが、これに限るものではない。例えば、異物の存在確率を示す情報は、送電装置102および受電装置101で事前に規定された異物の存在確率を示すデータ（例えば、0x00＝確率低、0x01＝確率中、0x10＝確率高）等であってもよい。このように、制御部300は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合、送受電の継続を前提とした処理の開始要求を示す情報を異物検出情報に含めないことで、送受電の継続による発熱や発火等が生じる可能性を低減することができる。制御部300は、上記の処理の開始要求を示す情報を含まない異物検出情報を送信すると、図6の処理を終了する。

20

30

【0062】

ステップS608では、制御部300は、異物の存在確率が第2の閾値以上であるか否かを判定する。なお、第2の閾値は、第1の閾値よりも小さい値である。すなわち、第2の閾値が示す異物の確率は、第1の閾値が示す異物の存在確率よりも低い。なお、第1の閾値と第2の閾値が同一の値であってもよく、第2の閾値は第1の閾値以下である。制御部300は、異物の存在確率が第2の閾値以上である場合（S608でYES）、ステップS612に進み、異物の存在確率が第2の閾値以上でない場合（S608でNO）、ステップS609に進む。

40

【0063】

ステップS609では、制御部300は、ステップS603で受信したRPパケット内の受電装置101の受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値（図11のPr2）に対して所定割合より大きいか否かを判定する。制御部300は、所定割合より大きい場合（S609でYES）、ステップS610に進み、所定割合より大きくない場合（S609でNO）、ステップS614に進む。

【0064】

なお、ステップS609では、制御部300は、受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値に対して所定割合より大きいか否かを判定したが、これに限らない。例えば、制御部300は、受電電力値とCalibrationカーブ1

50

102の最大の受電電力値の差分が閾値以上になったか否かを判定してもよいし、受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値より大きいかな否かを判定してもよい。

【0065】

ステップS610では、制御部300は、ステップS603で受信したRPパケットに対して通知ありを示す応答を受電装置101に送信し、ステップS611に進む。

【0066】

ステップS611では、制御部300は、異物の存在確率を示す情報に加えて、Calibrationの追加実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信し、図6の処理を終了する。ここで、処理の開始要求を示す情報は、送電装置102および受電装置101間で事前に規定された処理の種別を示すデータ（例えば、0x01=Calibrationの追加実行、0x10=Calibrationの再実行）であるが、これに限るものではない。

【0067】

ステップS612では、制御部300は、タイマ308の計時を開始済みであるか否かを判定する。制御部300は、タイマ308の計時を開始済みである場合（S612でYES）、ステップS616に進み、タイマ308の計時を開始済みでない場合（S612でNO）、ステップS613に進む。

【0068】

ステップS613では、制御部300は、タイマ308の計時を開始し、ステップS617に進む。

【0069】

ステップS614では、制御部300は、タイマ308の計時を開始済みであるか否かを判定する。制御部300は、タイマ308の計時を開始済みである場合（S614でYES）、ステップS615に進み、タイマを開始済みでない場合（S614でNO）、ステップS617に進む。

【0070】

ステップS615では、制御部300は、タイマ308の計時を停止し、ステップS617に進む。

【0071】

ステップS616では、制御部300は、ステップS613においてタイマ308の計時を開始後、所定時間が経過したか否かを判定する。制御部300は、所定時間が経過した場合（S616でYES）、ステップS618に進み、所定時間が経過していない場合（S616でNO）、ステップS617に進む。

【0072】

ステップS617では、制御部300は、ステップS603で受信したRPパケットに対して承諾応答であるACKを受電装置101に送信し、図6の処理を終了する。

【0073】

ステップS618では、制御部300は、ステップS603で受信したRPパケットに対して通知ありを示す応答を受電装置101に送信し、ステップS619に進む。

【0074】

ステップS619では、制御部300は、異物の存在確率を示す情報に加えて、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信する。このように、制御部300は、異物の存在確率が第1の閾値以上ではないが、第2の閾値以上である状態が所定時間継続する場合、Calibrationカーブの再導出を行うように制御する。この状態では、発熱や受電装置101の位置ずれ等によりCalibrationカーブの特性が変化することが想定される。ここで、Calibrationカーブの特性が変化すとは、カーブの傾きや切片の値が変化することを表す。これにより、制御部300は、特性が変化したCalibrationカーブを継続して用いる場合と比較して、適切な電力損失量の算出、すなわち、高精度な異物検出を行う

10

20

30

40

50

ことが可能となり、より安全な無線電力伝送システム100を実現することができる。制御部300は、上記のCalibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信すると、図6の処理を終了する。

【0075】

以上に説明した動作によれば、制御部300は、異物検出処理により算出された異物の存在確率に応じて、適切な処理の開始要求の制御を行うことにより、より安全で高効率な無線電力伝送システム100を実現することができる。

【0076】

(無線電力伝送システムの処理の流れ)

送電装置102が上述の処理を実行する場合の動作シーケンスについて、いくつかの状況を想定して説明する。なお、初期状態として、受電装置101は、送電装置102上に載置されておらず、送電装置102は、受電装置101が要求するGPでの送電を実行可能な程度の十分な送電能力を有しているものとする。

【0077】

<第1の処理例>

まず、第1の処理例について説明する。第1の処理例では、最初のNegotiationフェーズでGPが5ワットに決定され、送電が開始される。そして、送電開始後、Negotiationフェーズの再実行によりGPが15ワットに再決定される。再決定されたGPに従って受電装置101における受電電力値が増加し、当該受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値（すなわち、5ワット）に対して所定割合より大きくなる。このとき、送電装置102は、異物の存在確率を示す情報に加えて、Calibrationの追加実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信する。例えば、Calibrationの追加実行の開始要求を行うと判定する所定割合は、20%であるが、一例に過ぎず、別の値であってもよい。

【0078】

図7は、第1の処理例における送電装置102および受電装置101の動作シーケンスを示す図である。ステップF701では、送電装置102は、Analog Pingの送信により、物体が送電装置102上に載置されるのを待つ（S501）。

【0079】

ステップF702では、受電装置101が送電装置102上に載置される。すると、ステップF703では、送電装置102が送信するAnalog Pingに変化が生じる。ステップF704では、送電装置102は、Analog Pingに変化が生じると、物体が送電装置102上に載置されたことを検知する。ステップF705では、送電装置102は、Digital Pingを送信する。

【0080】

ステップF706では、受電装置101は、Digital Pingの受信により、受電装置101が送電装置102上に載置されたことを検知する。また、送電装置102は、受電装置101のDigital Pingの応答により、載置された物体が受電装置101であることを検知する。

【0081】

ステップF707では、送電装置102は、Configurationフェーズの通信により、受電装置101から識別情報および能力情報を受信する（S502）。次に、ステップF708では、送電装置102および受電装置101は、Negotiationフェーズの通信を実行し、GPを5ワットに決定する（S503）。

【0082】

ステップF709では、送電装置102および受電装置101は、Calibrationフェーズの通信により、Calibrationカーブ1102の導出を行う（S504）。送電装置102は、Calibrationカーブの導出が完了すると、送電および送電制御処理を開始する（S505、S506）。

【0083】

ステップF710では、送電装置102は、受電装置101からControl Error Valueが0であるCEパケットを受信し（S601でYES）、Control Error Valueに応じて送電出力を変更しない（S602）。

【0084】

ステップF711では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が5ワットであるRPパケット（mode0）を受信し（S603でYES）、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する（S604）。ここでは、異物の存在確率が0%であったものとする。

【0085】

ステップF712では、送電装置102は、異物の存在確率が0%であり、第1および第2の閾値未満であり（S605でNO、S608でNO）、受電電力値が所定割合より大きくないと判定する（S609でNO）。さらに、送電装置102は、タイマ308の計時が開始済みでないと判定し（S614でNO）、受電装置101にACKを応答する（S617）。

【0086】

ステップF713では、送電装置102および受電装置101は、Negotiationフェーズの通信を再度実行し、GPを15ワットに決定する。

【0087】

ステップF714では、送電装置102は、受電装置101からControl Error Valueが正の値であるCEパケットを受信する（S601でYES）。

【0088】

ステップF715では、送電装置102は、Control Error Valueに応じて、送電出力を上げる（S602）。

【0089】

ステップF716では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が6ワットであるRPパケット（mode0）を受信し（S603でYES）、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する（S604）。

【0090】

ステップF717では、送電装置102は、異物の存在確率が第1および第2の閾値未満であり（S605でNO、S608でNO）、受電電力値が所定割合より大きいと判定し（S609でYES）、異物検出情報を通知すると判定する。

【0091】

ステップF718では、送電装置102は、通知ありを示す応答を受電装置101に送信する（S610）。

【0092】

ステップF719では、送電装置102は、現時点での異物の存在確率が0であるため、Calibrationの追加実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信する（S611）。受電装置101は、異物検出情報を受信すると、Calibrationの追加実行を開始する。

【0093】

ステップF720では、送電装置102は、受電電力値が6ワットである追加校正情報を受信する。

【0094】

ステップF721では、送電装置102は、上記の追加構成情報を、Calibrationカーブ1102を構成する値として受け入れて、Calibrationカーブ1102の端点を延長し、受電装置101にACKを応答する。

【0095】

なお、追加校正情報は、RPパケット（mode2）であるが、これに限らない。例えば、追加校正情報は、他のmodeのRPパケットであってもよいし、RPパケットとは異なる別のパケットを用いてCalibrationカーブ1102を構成する追加の値

10

20

30

40

50

となる受電電力値が通知されてもよい。

【0096】

ステップF722～F725の処理は、ステップF714、F715、F720、F721の処理と同様であるため、説明を省略する。

【0097】

ステップF726では、送電装置102は、受電電力値が15ワットであるRPパケット(mode0)を受信する。

【0098】

ステップF727では、送電装置102は、Calibrationの追加実行が正常に完了したと判定して、受電装置101にACKを応答し、送電制御処理を再度開始する。

【0099】

以上によれば、送電装置102は、異物の存在確率が第1および第2の閾値以上ではなく、受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値に対して所定割合より大きい場合に、異物検出情報に、処理の開始要求を示す情報を含めて通知する。これにより、送電装置102は、異物が混入している確率が低いことを確認した上で、送電出力を上昇させながらCalibrationカーブ1102を外れる受電電力値における送電を回避することが可能となる。送電装置102は、より安全で効率の高い無線電力伝送システム100を実現することができる。

【0100】

<第2の処理例>

次に、第2の処理例について説明する。第2の処理例では、最初のNegotiationフェーズでGPが5ワットに決定され、送電が開始される。そして、送電開始後、Negotiationフェーズの再実行によりGPが15ワットに再決定され、受電装置101における受電電力値が増加していく中で、異物が混入する。その後、受電装置101の受電電力値がCalibrationカーブ1102の最大の受電電力値（すなわち、5ワット）に対して所定割合より大きくなる。このとき、送電装置102は、異物検出処理の結果、異物の存在確率が第1の閾値以上であるため、Calibrationの追加実行の開始要求を異物検出情報に含めず受電装置101に送信する。なお、第1の閾値は75%であり、Calibrationの追加実行の開始要求を行うと判定する所定割合は20%であるものとして説明を行うが、一例に過ぎず、別の値であってもよい。

【0101】

図8は、第2の処理例における送電装置102および受電装置101の動作シーケンスを示す図である。ステップF801～F815の処理は、図7のステップF701～F715の処理と同様であるため、説明を省略する。

【0102】

ステップF816では、送電装置102の範囲104に異物が混入する。ステップF817では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が6ワットであるRPパケット(mode0)を受信し(S603でYES)、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する(S604)。

【0103】

ステップF818では、送電装置102は、異物の存在確率が80%であり、第1の閾値の75%以上であるため(S605でYES)、異物検出情報を通知すると判定する。

【0104】

ステップF819では、送電装置102は、通知ありを示す応答を受電装置101に送信する(S606)。

【0105】

ステップF820では、送電装置102は、処理の開始要求を示す情報を含まない、すなわち、異物の存在確率を示す情報のみが含まれた異物検出情報を受電装置101に送信する(S607)。

【0106】

10

20

30

40

50

ステップF821では、受電装置101は、受信した異物検出情報に含まれる異物の存在確率が高いことから、送受電を停止すると判断し、送電装置102にEnd Power Transfer (EPT)を送信する。送電装置102は、EPTを受信し、受電装置101に対する送電を停止する。

【0107】

以上の処理によれば、送電装置102は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合には、異物検出情報に送受電の継続が前提となる処理の開始要求を示す情報を含めない、すなわち、異物検出情報の内容が矛盾しないように制御する。これにより、異物検出情報を受信した受電装置101は、異物の存在確率に応じた処理を適切に判断することが可能となり、異物が混入した状態で送受電が継続する可能性を低減し、より安全な無線電力伝送システム100を実現することができる。

10

【0108】

なお、送電装置102は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合には、無条件で処理の開始要求を示す情報を含めない異物検出情報を通知するようにしたが、受電停止や受電電力の抑制等の要求を示す情報を異物検出情報に含めて通知してもよい。受電装置101は、異物が存在する確率が高い場合には、送受電の継続を前提としない処理、または、送電出力を低下させる処理の開始要求を送電装置102に通知することが可能になり、発熱や発火等が生じる可能性を低減することができる。

【0109】

また、受電装置101は、受信した異物検出情報に含まれる異物の存在確率が高い場合に、EPTを送電装置102に送信し、送電装置102は、送電を停止するようにしたが、送電を停止しないようにしてもよい。例えば、送電装置102は、送電電力および受電電力を低下させるように制御してもよい。これにより、送電装置102および受電装置101は、発熱や発火等が生じる可能性を抑制しつつ、送受電を継続することができる。

20

【0110】

さらに、送電装置102は、異物検出情報を送信後、受電装置101が処理を開始するのを待つようにしたが、送電装置102自身が送電停止または送電出力を低下させるように制御してもよい。これにより、送電装置102は、異物が高い確率で存在する場合に、より早いタイミングで発熱や発火等が生じる可能性を低減することができる。

【0111】

30

<第3の処理例>

続いて、第3の処理例について説明する。第3の処理例では、最初のNegotiationフェーズでGPが15ワットに決定され、送電が開始される。そして、送電開始後、異物の存在確率が第1の閾値以上ではなく、第2の閾値以上である状態が、所定時間以上継続する。このとき、送電装置102は、発熱や受電装置101の位置ずれ等によりCalibrationカーブ1102の特性が変化したと判定する。そして、送電装置102は、異物の存在確率を示す情報に加えて、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信する。なお、第1の閾値は75%であり、第2の閾値は25%であるものとして説明を行うが、一例に過ぎず、第1の閾値>第2の閾値となる別の値であってもよいし、第1の閾値が第2の閾値と同一であってもよい。

40

【0112】

図9は、第3の処理例における送電装置102および受電装置101の動作シーケンスを示す図である。ステップF901～F907の処理は、図7のステップF701～F707の処理と同様であるため、説明を省略する。

【0113】

ステップF908では、送電装置102および受電装置101は、Negotiationフェーズの通信を実行し、GPを15ワットに決定する(S503)。

【0114】

ステップF909では、送電装置102および受電装置101は、Calibration

50

onフェーズの通信により、Calibrationカーブ1102の導出を行う（S504）。

【0115】

ステップF910では、送電装置102は、受電装置101からControl Error Valueが0であるCEパケットを受信し（S601でYES）、Control Error Valueに応じて送電出力を変更しない（S602）。

【0116】

ステップF911では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が15ワットであるRPパケット（mode0）を受信し（S603でYES）、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する（S604）。ここでは、異物の存在確率が0%であったものとする。

10

【0117】

ステップF912では、送電装置102は、異物の存在確率が0%であり、第1および第2の閾値未満であり（S605でNO、S608でNO）、受電電力値が所定割合より大きくないと判定する（S609でNO）。さらに、送電装置102は、タイマ308の計時が開始済みでないと判定し（S614でNO）、受電装置101にACKを応答する（S617）。

【0118】

ステップF913では、送電装置102は、受電装置101からControl Error Valueが正の値であるCEパケットを受信する（S601でYES）。

20

【0119】

ステップF914では、送電装置102は、Control Error Valueに応じて、送電出力を上げる（S602）。

【0120】

ステップF915では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が15ワットであるRPパケット（mode0）を受信し（S603でYES）、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する（S604）。例えば、ステップF914における送電出力の増加に対して受電電力値が15ワットのままであり、電力損失が増加しており、異物の存在確率が40%になったものとする。

【0121】

30

ステップF916では、送電装置102は、異物の存在確率が40%であり、第1の閾値未満であり且つ第2の閾値以上であり（S605でNO、S608でYES）、タイマ308の計時を開始済みでないと判定する（S612でNO）。そして、送電装置102は、タイマ308の計時を開始し（S613）、受電装置101にACKを応答する（S617）。

【0122】

ステップF917では、送電装置102は、受電装置101から受電電力値が15ワットであるRPパケット（mode0）を再び受信し（S603でYES）、異物検出処理を行って異物の存在確率を算出する（S604）。例えば、引き続き電力損失が増加しており、異物の存在確率が40%であるものとする。

40

【0123】

ステップF918では、送電装置102は、異物の存在確率が40%であり、第1の閾値未満であり且つ第2の閾値以上であると判定する（S605でNO、S608でYES）。そして、送電装置102は、タイマ308の計時を開始してから所定時間が経過したと判定し（S612でYES、S616でYES）、異物検出情報を通知すると判定する。

【0124】

ステップF919では、送電装置102は、通知ありを示す応答を受電装置101に送信する（S618）。

【0125】

ステップF920では、送電装置102は、異物の存在確率を示す情報に加えて、Ca

50

librationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信する(S619)。

【0126】

ステップF921では、送電装置102および受電装置101は、Calibrationフェーズの通信により、Calibrationカーブ1102の再導出を行う。

【0127】

ステップF922では、送電装置102は、受電電力値が15ワットであるRPパケット(mode0)を受信する。ステップF923では、送電装置102は、受電装置101にACKを応答し、送電制御処理を再開する。

【0128】

以上のように、送電装置102は、異物の存在確率が第1の閾値以上ではないが、発熱や受電装置101の位置ずれ等の影響により電力損失が生じている可能性がある場合に、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を送信する。これにより、送電装置102は、変化後の特性に応じた適切なCalibrationカーブ1102を導出することが可能となり、同じCalibrationカーブ1102を継続して用いる場合と比較して、より高精度な異物検出を行うことができる。

【0129】

上述の例では、異物の存在確率が第1の閾値未満且つ第2の閾値以上である状態が所定時間経過した場合に、送電装置102は、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信するようにした。なお、送電装置102は、異物の存在確率が第1の閾値未満且つ第2の閾値以上である場合に、即座に、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報を含む異物検出情報を受電装置101に送信してもよい。これにより、送電装置102は、同じCalibrationカーブ1102を用いた異物検出を行う期間をより短くすることができる。

【0130】

以上のように、無線電力伝送システム100は、受電装置101に無線送電する送電装置102と、送電装置102から無線受電する受電装置101を有する。まず、図9の処理について説明する。ステップF909では、制御部300は、異なる送電電力値Pt1, Pt2の電力を順に受電装置101に送電した場合の受電装置101の受電電力値Pr1, Pr2を受電装置101から受信する。そして、制御部300は、導出部として機能し、送電電力値Pt1, Pt2と受電電力値Pr1, Pr2に基づき、送電電力値に対する受電電力値の関係を示す特性線を導出する。特性線は、Calibrationカーブ1102である。

【0131】

図6のステップS603では、制御部300は、取得部として機能し、異物の存在確率を決定するために用いるパラメータ(受電装置101の受電電力値)を取得する。異物の存在確率は、受電装置101とは異なる物体の存在確率である。ステップS604では、制御部300は、決定部として機能し、ステップS603で取得されるパラメータに基づいて、異物の存在確率を決定する。

【0132】

ステップS609では、制御部300は、受電装置101の受電電力値が第1の受電電力値より大きい場合、ステップS610に進み、受電装置101の受電電力値が第1の受電電力値より小さい場合、ステップS614に進む。

【0133】

ステップS608では、制御部300は、ステップS604で決定された異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きい場合、ステップS612に進む。第2の閾値は、第1の閾値より小さい。

【0134】

ステップS609では、制御部300は、ステップS604で決定された異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より小さく、且つ、受電装置101の受電

10

20

30

40

50

電力値が第1の受電電力値より大きい場合、ステップS610に進む。また、制御部300は、ステップS604で決定された異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より小さく、且つ、受電装置101の受電電力値が第1の受電電力値より小さい場合、ステップS614に進む。

【0135】

ステップS616では、制御部300は、ステップS604で決定された異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きい状態が所定時間継続した場合、ステップS618に進む。

【0136】

ステップS607とS611とS619では、制御部300は、送信部として機能し、ステップS604で決定された異物の存在確率に基づいて、異物の存在確率を特定するための情報を含む異物検出信号を受電装置101に送信する。

10

【0137】

ステップS611では、制御部300は、異物検出信号にパラメータの追加取得に係る処理を要求する情報を含めて、異物検出信号を送信する。ステップS619では、制御部300は、異物検出信号にパラメータの再取得に係る処理を要求する情報を含めて、異物検出信号を送信する。

【0138】

ステップS607では、制御部300は、異物検出信号にパラメータの再取得に係る処理を要求する情報とパラメータの追加取得に係る処理を要求する情報を含めずに異物検出信号を送信する。

20

【0139】

ステップF917では、制御部300は、算出部として機能し、受電装置101から受電装置101の受電電力値を受信すると、特性線を基に、受電装置101とは異なる物体の存在確率を算出する。上記の物体の存在確率は、異物の存在確率である。

【0140】

ステップF920では、制御部300は、送信部として機能し、物体の存在確率に基づいて、物体の存在確率と特性線の再導出要求を受電装置101に送信する。特性線の再導出要求は、Calibrationの再実行の開始要求である。具体的には、制御部300は、物体の存在確率(40%)が第1の閾値以上ではなく、且つ、第2の閾値以上である場合には、物体の存在確率と特性線の再導出要求を受電装置101に送信する。第2の閾値は、第1の閾値より小さい。また、制御部300は、物体の存在確率が第1の閾値以上ではなく、且つ、第2の閾値以上である状態が所定時間継続した場合には、物体の存在確率と特性線の再導出要求を受電装置101に送信してもよい。

30

【0141】

ステップF921は、ステップF920の送信後の処理である。ステップF921では、制御部300は、異なる送電電力値の電力を順に受電装置101に送電した場合の受電装置101の受電電力値を受電装置101から受信し、送電電力値に対する受電電力値の関係を示す特性線を導出する。

【0142】

40

次に、図8の処理を説明する。ステップF820では、制御部300は、送信部として機能し、物体の存在確率(80%)が第1の閾値以上である場合には、特性線の再導出要求を受電装置101に送信せず、物体の存在確率を受電装置101に送信する。

【0143】

次に、図6及び図7の処理を説明する。制御部300は、物体の存在確率(0%)が第2の閾値以上ではなく(S608でNO)、且つ、ステップS603で受信した受電電力値が特性線の最大の受電電力値Pr2より大きい場合には(S609でYES)、ステップS610に進む。

【0144】

なお、ステップS609では、制御部300は、ステップS603で受信した受電電力

50

値が特性線の最大の受電電力値 P_{r2} に対して所定割合より大きい場合に、ステップ S 6 1 0 に進んでもよい。また、ステップ S 6 0 9 では、制御部 3 0 0 は、ステップ S 6 0 3 で受信した受電電力値から特性線の最大の受電電力値 P_{r2} を減算した値が所定値より大きい場合に、ステップ S 6 1 0 に進んでもよい。

【0145】

ステップ S 6 1 1 では、制御部 3 0 0 は、送信部として機能し、物体の存在確率と特性線の受電電力値の追加要求を受電装置 1 0 1 に送信する (F 7 1 9)。特性線の受電電力値の追加要求は、Calibration の追加実行の開始要求である。なお、ステップ S 6 0 7 では、制御部 3 0 0 は、特性線の受電電力値の追加要求を受電装置 1 0 1 に送信せず、物体の存在確率を受電装置 1 0 1 に送信する。

10

【0146】

ステップ F 7 1 9 の送信後、ステップ F 7 2 0 では、制御部 3 0 0 は、受電装置 1 0 1 から受電装置 1 0 1 の受電電力値を受信する。ステップ F 7 2 1 では、制御部 3 0 0 は、修正部として機能し、その受信した受電電力値を基に、特性線の端点を延長することにより特性線を修正する。

【0147】

本実施形態によれば、送電装置 1 0 2 は、受電装置 1 0 1 とは異なる物体の存在確率に基づく情報を受電装置 1 0 1 に適切に送信することができる。

【0148】

(第2の実施形態)

20

第1の実施形態では、異物検出処理を実施する主体である送電装置 1 0 2 が、算出した異物の存在確率に応じて異物検出情報に処理の開始要求を示す情報を含めるか否かを判定し、制御を行うようにした。しかしながら、受電装置 1 0 1 が受信する異物検出情報は、全て適切な情報で構成されているとは限らない。すなわち、異物の存在確率は高いが、受電装置 1 0 1 は、送電処理の継続を指示するような要求を含む異物検出情報を受信するか否かを制御できない。したがって、無線電力伝送システム 1 0 0 の安全性をより向上させるためには、受電装置 1 0 1 も適切な制御を行うことが望ましい。第2の実施形態では、その一例として、受電装置 1 0 1 は、異物検出情報により要求された処理を開始するか否かを判定し、制御を行う。

【0149】

30

(受電装置の処理の流れ)

図 1 0 は、第2の実施形態に係る受電装置 1 0 1 の制御方法を示すフローチャートである。図 1 0 の処理は、例えば受電装置 1 0 1 の制御部 2 0 0 がメモリ 2 0 9 から読み出したプログラムを実行することによって、実現される。なお、以下の処理の少なくとも一部は、ハードウェアによって実現されてもよい。この場合のハードウェアは、例えば、所定のコンパイラを用いて、各処理ステップを実現するためのプログラムから F P G A 等のゲートアレイ回路を用いた専用回路を自動的に生成することによって実現される。また、図 1 0 の処理は、受電装置 1 0 1 が送電装置 1 0 2 から異物検出情報を受信したことに応じて実行されるが、これに限らず、他の契機によって図 1 0 の処理が開始されてもよい。

【0150】

40

ステップ S 1 0 0 1 では、制御部 2 0 0 は、送電装置 1 0 2 から異物検出情報を受信すると、異物検出情報に含まれる異物の存在確率を示す情報を基に、異物の存在確率が第1の閾値以上であるか否かを判定する。制御部 2 0 0 は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合 (S 1 0 0 1 で Y E S)、ステップ S 1 0 0 2 に進み、異物の存在確率が第1の閾値以上でない場合 (S 1 0 0 1 で N O)、ステップ S 1 0 0 3 に進む。

【0151】

ステップ S 1 0 0 2 では、制御部 2 0 0 は、受電を停止するように制御し、図 1 0 の処理を終了する。このように、制御部 2 0 0 は、異物の存在確率が第1の閾値以上である場合には、即座に受電を停止することで、発熱や発火等を抑制することができる。

【0152】

50

ステップS1003では、制御部200は、異物の存在確率が第2の閾値以上であるか否かを判定する。制御部200は、異物の存在確率が第2の閾値以上である場合（S1003でYES）、ステップS1004に進み、異物の存在確率が第2の閾値以上でない場合（S1003でNO）、ステップS1007に進む。

【0153】

ステップS1004では、制御部200は、受信した異物検出情報にCalibrationの再実行の開始要求を示す情報が含まれているか否かを判定する。制御部200は、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報が含まれている場合（S1004でYES）、ステップS1005に進む。また、制御部200は、Calibrationの再実行の開始要求を示す情報が含まれていない場合（S1004でNO）、ステップS1006に進む。

10

【0154】

ステップS1005では、制御部200は、送電装置102に対して、Calibrationの再実行を開始するように制御し、図10の処理を終了する。

【0155】

ステップS1006では、制御部200は、受電電力を下げるように制御し、図10の処理を終了する。

【0156】

このように、制御部200は、異物の存在確率が第1の閾値以上ではないが第2の閾値以上である場合には、発熱や位置ずれ等により電力損失が増加していると想定し、Calibrationの再実行または受電電力を下げるように制御する。これにより、無線電力伝送システム100は、Calibrationカーブ1102の特性が変化した状態での高出力による送受電の継続を抑制することができる。

20

【0157】

ステップS1007では、制御部200は、受信した異物検出情報に処理の開始の要求を示す情報が含まれているか否かを判定する。制御部200は、処理の開始の要求を示す情報が含まれている場合（S1007でYES）、ステップS1008に進み、処理の開始の要求を示す情報が含まれていない場合（S1007でNO）、図10の処理を終了する。

【0158】

ステップS1008では、制御部200は、上記の処理の開始の要求に応じた処理を開始するように制御し、図10の処理を終了する。

30

【0159】

以上の処理によれば、制御部200は、受信した異物検出情報に含まれる異物の存在確率を示す情報に応じて適切な処理開始の制御を行うことにより、より安全で高効率な無線電力伝送システム100を実現することができる。

【0160】

図9のステップF909は、送電装置102が送電電力値に対する受電電力値の関係を示す特性線を導出するための処理である。特性線は、Calibrationカーブ1102である。ステップF909では、制御部200は、送信部として機能し、送電装置102が異なる送電電力値Pt1、Pt2の電力を順に受電装置101に送電した場合の受電装置101の受電電力値Pr1、Pr2を送電装置102に送信する。

40

【0161】

図5のステップS505で送電装置102が無線送電を開始後、図9のステップF917では、制御部200は、受電装置101の受電電力値を送電装置102に送信する。ステップF920では、制御部200は、受信部として機能し、送電装置102が受電装置101の受電電力値と特性線に基づき算出した受電装置101とは異なる物体の存在確率を送電装置102から受信する。物体の存在確率は、異物の存在確率である。

【0162】

図10において、制御部200は、物体の存在確率が第2の閾値以上であり（S100

50

3でYES)、且つ、特性線の再導出要求を送電装置102から受信した場合には(S1004でYES)、ステップS1005に進む。特性線の再導出要求は、Calibrationの再実行の開始要求である。

【0163】

ステップS1005は、送電装置102が送電電力値に対する受電電力値の関係を示す特性線を導出するための処理である。ステップS1005では、制御部200は、送信部として機能し、送電装置102が異なる送電電力値の電力を順に受電装置101に送電した場合の受電装置101の受電電力値を送電装置102に送信する。

【0164】

また、制御部200は、物体の存在確率が第2の閾値以上であり(S1003でYES)、且つ、特性線の再導出要求を送電装置102から受信していない場合には(S1004でNO)、ステップS1006に進む。ステップS1006では、制御部200は、制御部として機能し、受電電力を下げるように制御する。

【0165】

また、制御部200は、物体の存在確率が第1の閾値以上である場合には(S1001でYES)、ステップS1002に進む。ステップS1002では、制御部200は、制御部として機能し、受電を停止するように制御する。

【0166】

また、制御部200は、物体の存在確率が第2の閾値以上ではなく(S1003でNO)、且つ、特性線の受電電力値の追加要求を送電装置102から受信した場合には(S1007でYES、図7のF719)、ステップS1008に進む。特性線の受電電力値の追加要求は、Calibrationの追加実行の開始要求である。ステップS1008では、制御部200は、送信部として機能し、受電装置101の受電電力値を送電装置102に送信する(図7のF720)。

【0167】

制御部200は、受信部として機能し、異物の存在確率を含む異物検出信号を送電装置102から受信する。図10のステップS1001では、制御部200は、異物の存在確率が第1の閾値より大きい場合には、ステップS1002に進み、受電を停止するように制御する。

【0168】

ステップS1004では、制御部200は、受信した異物検出信号が異物の存在確率を決定するために用いるパラメータ(受電装置101の受電電力値)の再取得に係る処理を要求する情報を含む場合、ステップS1005に進む。ステップS1005では、制御部200は、パラメータの再取得に係る処理を実行する。

【0169】

ステップS1007では、制御部200は、受信した異物検出信号が異物の存在確率を決定するために用いるパラメータ(受電装置101の受電電力値)の追加取得に係る処理を要求する情報を含む場合、ステップS1008に進む。ステップS1008では、制御部200は、パラメータの追加取得に係る処理を実行する。

【0170】

ステップS1004では、制御部200は、異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きく、且つ、受信した異物検出信号がパラメータの再取得に係る処理を要求する情報を含む場合、ステップS1005に進む。また、制御部200は、異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より大きく、且つ、受信した異物検出信号がパラメータの再取得に係る処理を要求する情報を含まない場合、ステップS1006に進み、受電電力を下げるように制御する。

【0171】

ステップS1007では、制御部200は、異物の存在確率が第1の閾値より小さく、且つ、第2の閾値より小さく、且つ、受信した異物検出信号がパラメータの追加取得に係る処理を要求する情報を含む場合、ステップS1008に進む。ステップS1008では

10

20

30

40

50

、制御部 200 は、パラメータの追加取得に係る処理を実行する。

【0172】

本実施形態によれば、受電装置 101 は、受電装置 101 とは異なる物体の存在確率に基づく情報を送電装置 102 から適切に受信することができる。

【0173】

(その他の実施形態)

第 1 および第 2 の実施形態では、送電装置 102 は、異物検出処理として電力損失に基づいた異物検出手法であるパワーロス手法を用いて異物の存在確率を算出するようにしたが、他の手法を用いて算出してもよい。例えば、送電装置 102 は、送電波形の減衰状態を表す時間領域における Q 値に基づいて異物検出を行い、異物の存在確率を算出してもよい。送電装置 102 と受電装置 101 の近傍に異物が存在する場合には、当該異物によってエネルギー損失が発生して Q 値が低下するため、送電装置 102 は、異物が存在する場合と存在しない場合の Q 値の比率や差分等から、異物の存在確率を算出することができる。また、送電装置 102 は、所定時間当たりの電圧値や電流値の変化量に基づいて異物の存在確率を算出してもよいし、2 つ以上の値を組み合わせることで存在確率を算出してもよく、これに限るものではない。このように、送電装置 102 は、他の異物検出手法を用いたり、複数の異物検出手法を組み合わせることで、より高い精度で異物の存在確率を算出することが可能となり、より安全な無線電力伝送システム 100 を実現することができる。

【0174】

また、異物の存在確率が第 1 および第 2 の閾値未満であり、受電電力値が Calibration カーブ 1102 の最大の受電電力値に対して所定割合より大きくない場合、送電装置 102 は、ACK 応答して異物検出情報を通知しないようにした。しかし、その場合でも、送電装置 102 は、異物検出情報を通知してもよい。これにより、送電装置 102 は、異物の存在確率が低い場合であっても、定期的に異物検出に関する情報を通知することができる。

【0175】

第 1 および第 2 の実施形態では、異物検出情報に含める処理の開始の要求を示す情報は、Calibration の追加実行や再実行といった送受電の継続が前提となる要求としたが、例えば、受電電力の抑制や受電停止等の要求であってもよい。このとき、異物検出処理により算出された異物の存在確率が高い場合には、送電装置 102 は、当該要求を示す情報を含めた異物検出情報を受電装置 101 に送信する。これにより、送電装置 102 は、異物の存在確率が高い場合に、より確実に送受電を抑制または停止することが可能となり、より安全な無線電力伝送システム 100 を実現することができる。

【0176】

第 1 および第 2 の実施形態では、送電装置 102 は、異物検出処理を行った後に異物検出情報を通知するようにしたが、別のタイミングで通知してもよい。このとき、異物検出処理が行われていない、もしくは、異物の存在確率が不明である場合には、送電装置 102 は、異物の存在確率を示す情報を特定の値（例えば、0）として異物検出情報を通知するようにしてもよい。また、送電装置 102 は、処理の開始の要求を示す情報を特定の値（例えば、0xFF）として通知してもよく、これに限るものではない。一方、異物検出処理が行われていない、もしくは、異物の存在確率が不明であることを示す異物検出情報を受電装置 101 が受信した場合には、受電装置 101 は、受電電力や送電出力や GP を所定値より上げない（または、所定値まで下げる）ように制御してもよい。これにより、受電装置 101 は、異物検出処理が行われていない状態、すなわち、異物が存在する可能性を否定できない状態での高出力による送受電を抑制することができる。

【0177】

送電装置 102 は、異物の存在確率が第 2 の閾値以上である場合、Calibration の再実行を示す情報を、異物の存在確率が第 2 の閾値未満である場合、Calibration の追加実行の開始要求を示す情報を異物検出情報に含めるようにした。しかし、送電装置 102 は、逆の情報を異物検出情報に含めるようにしてもよい。

【0178】

本開示は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【0179】

なお、上述の実施形態は、何れも本開示を実施するにあたっての具体例を示したものに過ぎず、これらによって本開示の技術的範囲が限定的に解釈されない。すなわち、本開示はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【符号の説明】

【0180】

300：制御部、301：電源部、302：送電部、303：送電コイル、304：通信部、305：共振コンデンサ、306：スイッチ、307：メモリ、308：タイマ

10

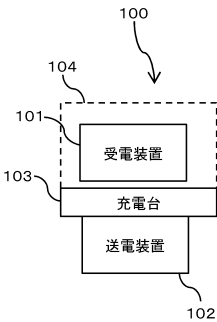
20

30

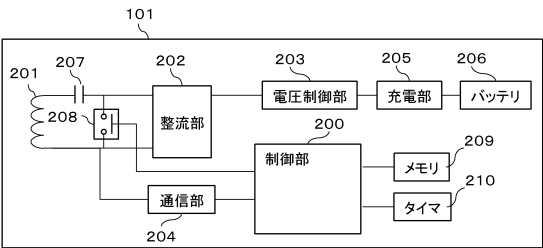
40

50

【図面】
【図 1】

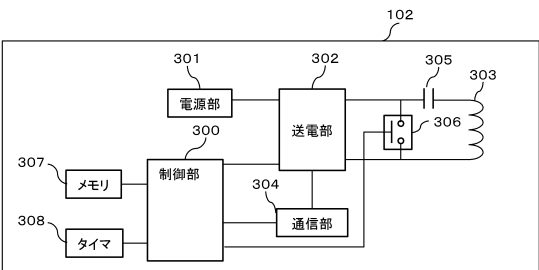


【図 2】

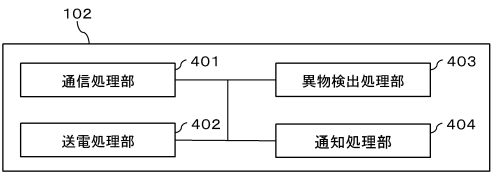


10

【図 3】



【図 4】



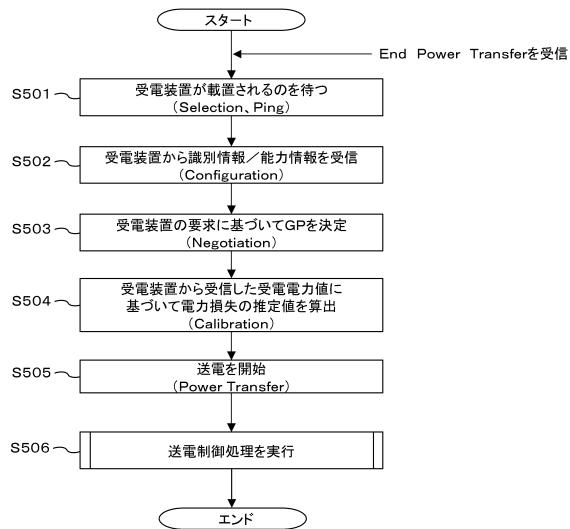
20

30

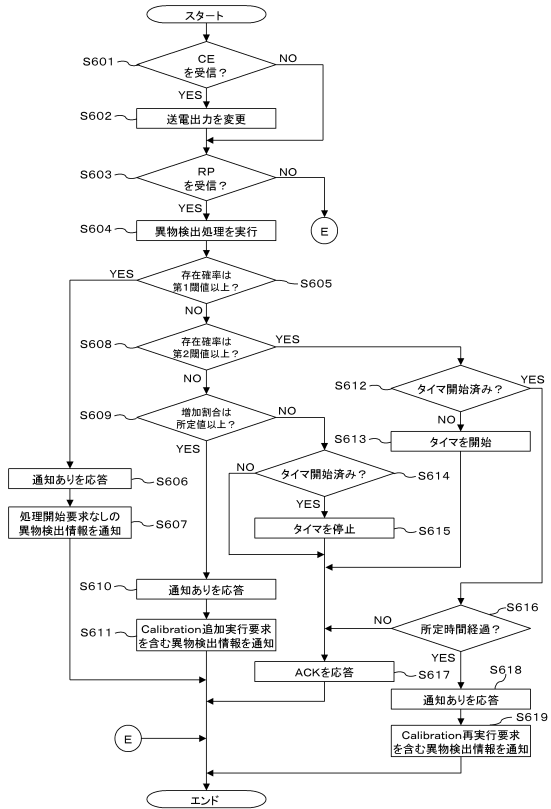
40

50

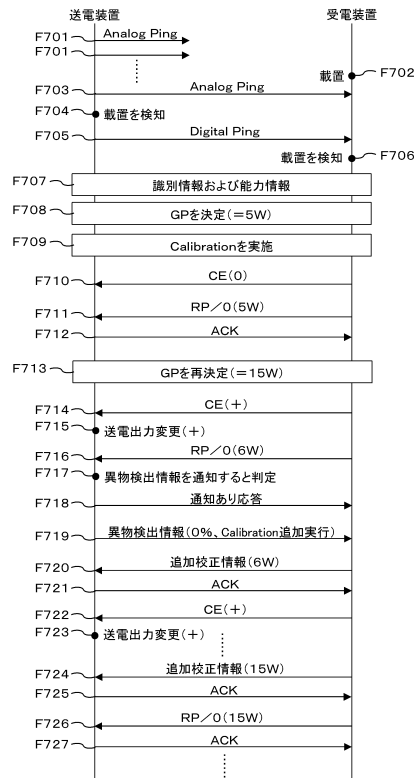
【図 5】



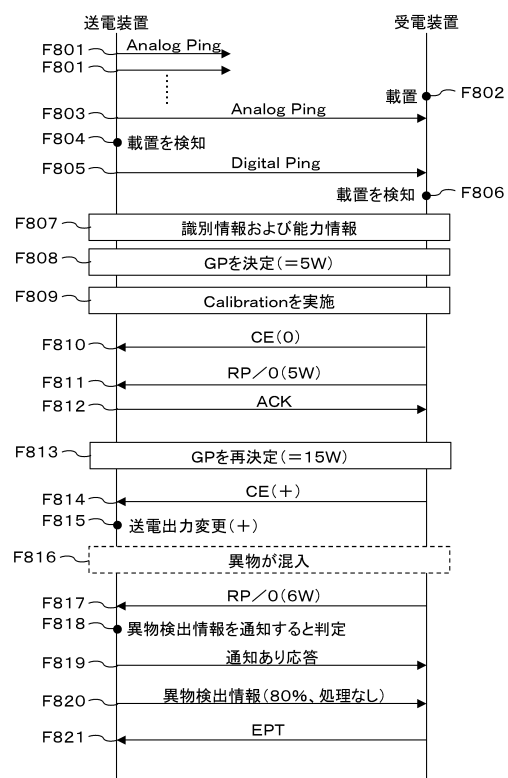
【圖 6】



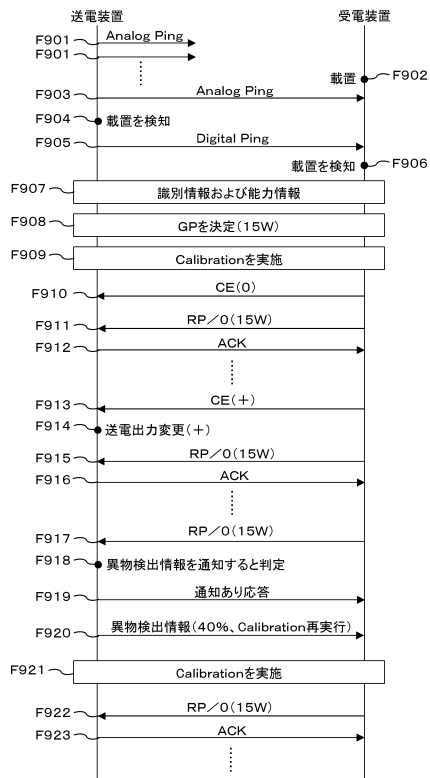
【圖 7】



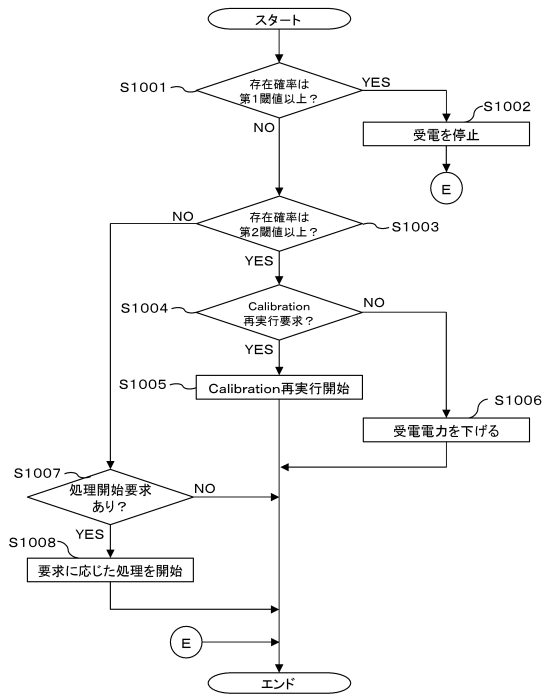
【圖 8】



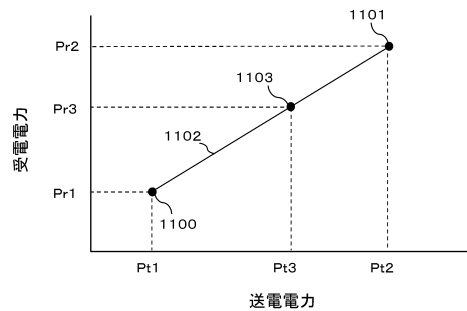
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2015-056959 (JP, A)
 特開 2017-038509 (JP, A)
 特開 2017-070074 (JP, A)
 特開 2021-044939 (JP, A)
 特表 2020-520225 (JP, A)
 米国特許出願公開第 2019/0074730 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H02J 50/12
 H02J 50/60
 H02J 50/80