

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7573970号
(P7573970)

(45)発行日 令和6年10月28日(2024.10.28)

(24)登録日 令和6年10月18日(2024.10.18)

(51)国際特許分類 F I
H 0 2 J 50/60 (2016.01) H 0 2 J 50/60
H 0 2 J 50/80 (2016.01) H 0 2 J 50/80

請求項の数 9 (全31頁)

(21)出願番号	特願2020-22673(P2020-22673)	(73)特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	令和2年2月13日(2020.2.13)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公開番号	特開2021-129410(P2021-129410 A)	(72)発明者	志村 元 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43)公開日	令和3年9月2日(2021.9.2)	審査官	大濱 伸也
審査請求日	令和5年2月10日(2023.2.10)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 受電装置および送電装置、ならびにそれらの制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

Power Transferフェーズにおいて第一異物検出を実行することが可能な送電装置から送電された電力を受電可能な受電装置であって、
前記Power Transferフェーズにおいて第二異物検出が前記送電装置により実行される必要があるか否かを判定する判定手段と、
前記Power Transferフェーズにおいて、前記判定手段の判定に基づいて、
受電電力を示す第一情報と第二情報とを含むパケットを前記送電装置に送信する送信手段と、
を有し、

前記第二情報は、当該第二情報を受信した後に前記送電装置が前記第二異物検出を行う情報であり、

前記第一異物検出の方法は、電力損失に基づく方法であり、

前記第二異物検出の方法は、前記Power Transferフェーズにおいて送電を制限する期間に行われるQuality Factorの測定に基づく方法であることを特徴とする受電装置。

【請求項2】

前記判定手段は、所定の条件を満たす場合に、前記Power Transferフェーズにおいて第二異物検出が前記送電装置により実行される必要があると判定することを特徴とする請求項1に記載の受電装置。

【請求項 3】

前記所定の条件は、前記送信手段が前記、前記パケットを送信した後に、所定の時間が経過したことを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の受電装置。

【請求項 4】

前記受電装置の温度を検出する温度センサをさらに備え、

前記所定の条件は、前記送信手段が前記、前記パケットを送信した後に、前記温度センサで検出した温度が所定の値以上変化したことを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の受電装置。

【請求項 5】

前記第二異物検出の結果を受信する受信手段をさらに有し、

前記受信手段で、異物を検出しなかったことを示す通知を受信した場合、前記送信手段は、送電を再開させる信号を前記送電装置に送信することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の受電装置。

10

【請求項 6】

アンテナ、負荷、および前記アンテナと前記負荷との接続を切断するか否かを切り替える切替手段をさらに有し、

前記切替手段は、前記送信手段が前記パケットを前記送電装置に送信した後、前記アンテナと前記負荷との接続を切断することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の受電装置。

【請求項 7】

前記第二情報は、前記パケット内で前記第一情報が格納される領域とは異なる領域に格納されることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の受電装置。

20

【請求項 8】

Power Transfer フェーズにおいて第一異物検出を実行することが可能な送電装置から送電された電力を受電可能な受電装置が行う方法であって、

前記 Power Transfer フェーズにおいて第二異物検出が前記送電装置により実行される必要があるか否かを判定する判定工程と、

前記 Power Transfer フェーズにおいて、前記判定工程における判定に基づいて、受電電力を示す第一情報と第二情報とを含むパケットを前記送電装置に送信する送信工程と、

30

を含み、

前記第二情報は、当該第二情報を受信した後に前記送電装置が前記第二異物検出を行う情報であり、

前記第一異物検出の方法は、電力損失に基づく方法であり、

前記第二異物検出の方法は、前記 Power Transfer フェーズにおいて送電を制限する期間に行われる Quality Factor の測定に基づく方法であることを特徴とする方法。

【請求項 9】

コンピュータを請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の受電装置として動作させるためのプログラム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、受電装置および送電装置、ならびにそれらの制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

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 では、無線充電規格の標準化団体 Wireless Power Consortium が策定する規格（以下、Wireless Power Consortium 規格（WPC 規格）という）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

50

規格における、異物検出 (Foreign Object Detection) が開示されている。

【 0 0 0 3 】

WPC規格では、Power Loss法と呼ばれる異物検出方法を採用している。Power Loss法ではまず、送電装置からの送電電力と受電装置における受電電力との差分から、送電装置と受電装置との間に異物がない状態の電力損失を事前に算出する。そして、送電装置は、算出した値を送電処理中の通常状態（異物がない状態）における電力損失であるとするキャリブレーション処理を実行する。そのうえで、その後の送電中に算出した送電装置と受電装置との間の電力損失が、基準となる通常状態の電力損失から閾値以上はなれた場合に「異物あり」と判定するものである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【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 5 】

ここで、実際には送電装置と受電装置との間に異物が存在するにもかかわらず、異物が存在しない状態として上述したキャリブレーション処理を実行してしまう場合がある。この場合、異物が存在する状態の電力損失に基づいて異物の有無を判定するため、送電装置による異物検出の検出精度が低下するという課題があった。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、異物検出の検出精度の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上述のような課題を解決するため、本発明に係る受電装置の一態様は、Power Transferフェーズにおいて第一異物検出を実行することが可能な送電装置から送電された電力を受電可能な受電装置であって、前記Power Transferフェーズにおいて第二異物検出が前記送電装置により実行される必要があるか否かを判定する判定手段と、前記Power Transferフェーズにおいて、前記判定手段の判定に基づいて、受電電力を示す第一情報と第二情報とを含むパケットを前記送電装置に送信する送信手段と、を有し、前記第二情報は、当該第二情報を受信した後に前記送電装置が前記第二異物検出を行う情報であり、前記第一異物検出の方法は、電力損失に基づく方法であり、前記第二異物検出の方法は、前記Power Transferフェーズにおいて送電を制限する期間に行われるQuality Factorの測定に基づく方法である。

30

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明により、異物検出の検出精度の低下を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第一実施形態に係る送電装置の構成図。

【図 2】第一実施形態に係る受電装置の構成図。

【図 3】第一実施形態に係る送電装置および受電装置の制御部の機能ブロック図。

【図 4】第一実施形態に係る電力伝送システムの処理を示すシーケンス図。

【図 5】第一実施形態に係る電力伝送システムのPower Transferフェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 6】第一実施形態に係る受電装置のPower Transferフェーズにおける処理を示すフローチャート。

50

【図 7】第一実施形態に係る送電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 8】第二実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 9】第二実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 10】第二実施形態に係る送電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 11】Power Loss 法に基づく異物検出を示す図。

【図 12】第一実施形態に係る無線電力伝送システムの構成図。

10

【図 13】第一実施形態に係る電力伝送システムの処理を示すフローチャート。

【図 14】第三実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 15】第三実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 16】第三実施形態に係る送電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 17】第四実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 18】第四実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

20

【図 19】第五実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 20】第五実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 21】第六実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

【図 22】第六実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【図 23】第七実施形態に係る電力伝送システムの Power Transfer フェーズにおける処理を示すシーケンス図。

30

【図 24】第七実施形態に係る受電装置の Power Transfer フェーズにおける処理を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付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に係る発明を限定するものではない。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発明に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、添付図面においては、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。

40

【0011】

<第一実施形態>

<1. Power Loss 法に基づく異物検出>

Wireless Power Consortium 規格 (WPC 規格) で規定されている Power Loss 法に基づく異物検出 (以下、第一異物検出という) について、図 11 を用いて説明する。図 11 の横軸は送電装置の送電電力、縦軸は受電装置の受電電力である。なお、異物とは、受電装置ではない物体であり、例えば導電性を有する金属片等の物体である。

【0012】

まず、送電装置は第一送電電力値 P_{t1} で受電装置に対して送電を行う。ここで、受電

50

装置は、第一受電電力値 P_{r1} で受電するものとする (Light Load の状態という)。ここで、送電装置は第一送電電力値 P_{t1} を記憶する。ここで、第一送電電力値 P_{t1} 、あるいは第一受電電力値 P_{r1} は、最小の電力である。また、ここで、受電装置は受電する電力が最小の電力となるように、負荷を制御する。たとえば、受電装置は、受電した電力が負荷 (充電回路とバッテリーなど) に供給されないように、負荷を切断してもよい。

【0013】

続いて、受電装置は、第一受信電力の電力値 P_{r1} を送電装置に報告する。受電装置から P_{r1} を受信した送電装置は、送電装置と受電装置間の電力損失は $P_{t1} - P_{r1}$ (P_{loss1}) であると算出し、 P_{t1} と P_{r1} との対応を示すキャリブレーションポイント 1100 (点 1100) を作成することができる。

10

【0014】

続いて、送電装置は、送電電力値を第二送電電力値 P_{t2} に変更し、受電装置に対して送電を行う。ここで、受電装置は、第二受電電力値 P_{r2} で受電するものとする (Connected Load の状態という)。ここで、送電装置は第一送電電力値 P_{t2} を記憶する。ここで、第一送電電力値 P_{t2} 、あるいは第一受電電力値 P_{r2} は、最大の電力である。また、ここで、受電装置は受電する電力が最大の電力となるように、負荷を制御する。たとえば、受電装置は、受電した電力が負荷に供給されるように、接続する。

【0015】

続いて、受電装置は P_{r2} を送電装置に報告する。受電装置から P_{r2} を受信した送電装置は、送電装置と受電装置間の電力損失は $P_{t2} - P_{r2}$ (P_{loss2}) であると算出し、 P_{t2} と P_{r2} との対応を示すキャリブレーションポイント 1101 (点 1101) を作成することができる。

20

【0016】

そして送電装置は点 1100 と点 1101 を直線補間し直線 1102 を作成する。直線 1102 は送電装置と受電装置の周辺に異物が存在しない状態における送電電力と受電電力の関係を示している。これによって、送電装置は直線 1102 に基づいて、異物がない状態において所定の送電電力で送電した場合に受電装置が受電する電力値を予想することができる。例えば、送電装置が第三送電電力値 P_{t3} で送電した場合は、送電電力値が P_{t3} である直線 1102 上の点 1103 から、 P_{t3} で送電した場合の受電装置が受電する第三受電電力値は P_{r3} になると推測することができる。

30

【0017】

以上のように、異なる負荷時の送電装置の送電電力値と受電装置の受電電力値との複数の組み合わせに基づいて、異なる負荷時の送電装置と受電装置との間の電力損失を求めることができる。また、複数の組み合わせを補間して、すべての負荷時の送電装置と受電装置との間の電力損失を推定することができる。このように、送電装置が送電電力値と受電電力値との組み合わせを取得するために送電装置と受電装置とが行うキャリブレーション処理を、以下では Calibration 処理 (CAL 処理) と呼ぶ。

【0018】

ここで、実際に送電装置が P_{t3} で受電装置に送電した場合に、送電装置が受電装置から受電電力値 P_{r3}' という値を受信したとする。送電装置は前記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から受電した受電電力値 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、送電装置と受電装置との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、異物が存在すると判定することができる。あるいは、送電装置は、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、送電装置と受電装置との間の電力損失 $P_{t3} - P_{r3}$ (P_{loss3}) を求めておく。そして次に、異物が存在する状態において受電装置から受電した受電電力値 P_{r3}' から、異物が存在する状態での送電装置と受電装置間の電力損失 $P_{t3} - P_{r3}'$ (P_{loss3}') を求める。そして、P

40

50

$Loss3' - Loss3 (= Loss_{FO})$ で、異物で消費されたであろう電力 $Loss_{FO}$ を推定してもよい。

【0019】

以上述べたように、異物で消費されたであろう電力 $Loss_{FO}$ の求め方としては、 $Pr3 - Pr3' (= Loss_{FO})$ として求めてもよいし、 $Loss3' - Loss3 (= Loss_{FO})$ として求めてもよい。以下の本明細書中においては、基本的に $Loss3' - Loss3 (= Loss_{FO})$ として求める方法について述べるが、 $Pr3 - Pr3' (= Loss_{FO})$ として求める方法においても適用可能である。以上が Power Loss法に基づく異物検出の説明である。

【0020】

上述したCAL処理において、受電装置は、送電装置に対して受電した受電電力値を送信する。この受電電力値は、送電装置と受電装置間に異物が無い状態での受電電力値である必要があり、異物が無い状態の場合においてのみ、精度の高いPower Loss法による異物検出が可能になる。しかしながら、実際には受電装置が受電電力値を測定する際に、送電装置と受電装置との間に異物が存在する可能性があり、その場合、異物検出の精度が劣化してしまう。よって、本実施形態では、送電装置と受電装置との間に異物が存在する状態でCAL処理を行いPower Loss法による異物検出精度が低下することを防ぐ方法について述べる。

【0021】

< 2 . システム構成 >

図12に、本実施形態に係る無線電力伝送システム（無線充電システム）の構成例を示す。本システムは、一例において、受電装置1と送電装置2を含んで構成される。以下では、受電装置1をRX1と呼び、送電装置2をTX2とも呼ぶ。RX1は、TX2から送電された電力を受電可能な装置であって、一例では受電した電力で内蔵バッテリーの充電を行う電子機器である。TX2は、TX2の一部である充電台3に載置されたRX1に対して無線で送電する電子機器である。以下、充電台3はTX2の一部であるため、「充電台3に載置された」ことを「TX2に載置された」という場合がある。4は、RX1がTX2から受電が可能な範囲である。なお、RX1とTX2は無線充電以外のアプリケーションを実行する機能を有する。RX1の一例はスマートフォンであり、TX2の一例は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。RX1及びTX2は、タブレットや、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、RX1及びTX2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。また、TX2がスマートフォンであってもよい。この場合、RX1は、別のスマートフォンでもよいし、無線イヤホンであってもよい。また、RX1は自動車等の車両であってもよいし、TX2は自動車のコンソール等に設置される充電器であってもよい。

【0022】

本システムは、WPC規格に基づいて、無線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、RX1とTX2は、RX1の受電アンテナとTX2の送電アンテナとの間で、WPC規格に基づく無線充電のための無線電力伝送を行う。なお、本システムに適用される無線電力伝送方式は、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、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、無線電力伝送が無線充電に用いられるものとするが、無線充電以外の用途で無線電力伝送が行われてもよい。

【0023】

< 3 . 電力伝送のための制御フロー >

本実施形態に係るRX1とTX2は、WPC規格に基づく送受電制御のための通信を行う。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1以上のフェーズとを含んだ、複数のフェーズが規定され、

10

20

30

40

50

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。

【0024】

図13に、電力伝送を行うためのシーケンスを示す。電力伝送前のフェーズは、RX1がTX2に載置されてから、Selectionフェーズ(S1301)、Pingフェーズ(S1302)、Identification and Configurationフェーズ(S1303)、Negotiationフェーズ(S1304)、Calibrationフェーズ(S1305)を含みうる。なお、以下では、Identification and ConfigurationフェーズをI&Cフェーズと呼ぶ。

【0025】

Selectionフェーズ(S1301)では、TX2が、Analog Pingを間欠的に送信し、物体がTX2の充電台3に載置されたこと(例えば充電台3にRX1や導体片等が載置されたこと)を検出する。TX2は、Analog Pingを送信した時の送電アンテナの電圧値と電流値の少なくともいずれか一方を検出し、電圧値がある閾値を下回る場合又は電流値がある閾値を超える場合に物体が存在すると判断し、Pingフェーズに遷移する。

10

【0026】

Pingフェーズでは、TX2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、TX2に載置されたRX1の制御部が起動するのに十分な電力である。RX1は、受電電圧の大きさをTX2へ通知する。このように、TX2は、そのDigital Pingを受信したRX1からの応答を受信することにより、Selectionフェーズにおいて検出された物体がRX1であることを認識する。TX2は、受電電圧値の通知を受けると、I&Cフェーズに遷移する。また、TX2は、Digital Pingを送信する前に、送電アンテナ(送電コイル)のQ-Factorを測定してもよい。この測定結果は、Q値計測法(Quality Factor法)を用いた異物検出処理(第二異物検出)を実行する際に使用する。

20

【0027】

I&Cフェーズでは、TX2は、RX1を識別し、RX1から機器構成情報(能力情報)を取得する。そのため、RX1は、ID Packet及びConfiguration PacketをTX2に送信する。ID PacketにはRX1の識別子情報が含まれ、Configuration Packetには、RX1の機器構成情報(能力情報)が含まれる。ID Packet及びConfiguration Packetを受信したTX2は、アクノリッジ(ACK、肯定応答)で応答する。そして、I&Cフェーズが終了する。

30

【0028】

Negotiationフェーズでは、RX1が要求するGuaranteed Power(以下、「GP」と呼ぶ)の値やTX2の送電能力等に基づいてGPの値が決定される。またTX2は、RX1からの要求に従って、Q値計測法(Quality Factor法)を用いた異物検出(第二異物検出)を実行する。また、WPC規格では、一旦Power Transferフェーズに移行した後、RX1の要求によって再度Negotiationフェーズと同様の処理を行う方法が規定されている。Power Transfer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Renegotiationフェーズと呼ぶ。

40

【0029】

Calibrationフェーズでは、WPC規格に基づいて、上述したCAL処理を実施する。また、RX1が所定の受電電力値(軽負荷状態における受電電力値/最大負荷状態における受電電力値)をTX2へ通知し、TX2が、効率よく送電するための調整を行う。TX2へ通知された受電電力値は、Power Loss法による異物検出処理(第一異物検出)のために使用されうる。

【0030】

50

Power Transferフェーズでは、送電の開始、継続、及びエラーや満充電による送電停止等のための制御が行われる。また、本実施形態では、Power Transferフェーズにおいても、後述するように、必要に応じてCAL処理が実行される。TX2とRX1は、これらの送受電制御のために、無線電力伝送を行う際に使用するものと同じ送電アンテナ（送電コイル）、受電アンテナ（受電コイル）を用いて、送電アンテナあるいは受電アンテナから送信される電磁波に信号を重畳する通信を行う。なお、TX2とRX1との間の通信が可能な範囲は、TX2の送電可能範囲とほぼ同様である。一例では、TX2とRX1との間の通信は、WPC規格に基づく。

【0031】

WPC規格では、RX1がTX2から受電する際に保証される電力の大きさが、GPと呼ばれる値によって規定される。GPは、例えばRX1とTX2の位置関係が変動して受電アンテナと送電アンテナとの間の送電効率が低下したとしても、RX1の負荷（例えば、充電用の回路、バッテリー等）への出力が保証される電力値を示す。例えばGPが5ワットの場合、受電アンテナと送電アンテナの位置関係が変動して送電効率が低下したとしても、TX2は、RX1内の負荷へ5ワットを出力することができるよう制御して送電を行う。

【0032】

またWPC規格では、TX2が、TX2の周囲に（受電アンテナ近傍に）受電装置ではない物体（異物）が存在することを検出する手法が規定されている。具体的には、TX2の送電電力値とRX1の受電電力値の差分により異物を検出するPower Loss法（第一異物検出）と、TX2の送電アンテナの品質係数（Q値）の変化により異物を検出するQ値計測法（第二異物検出）が規定されている。Power Loss法による異物検出は、上述したCAL処理を行い、そのデータを基に、電力伝送（送電）中（後述のPower Transferフェーズ）に実行される。また、Q値計測法による異物検出は、電力伝送前（後述のDigital Ping送信前、NegotiationフェーズまたはRenegotiationフェーズ）に実行される。

【0033】

< 4 . 電力伝送のための処理シーケンス >

次に、図3のS1301～S1306における、TX2およびRX1の動作について、図4のシーケンス図を用いて説明する。

【0034】

TX2は送電可能範囲内に存在する物体を検出するため、WPC規格のAnalog Pingを繰り返し間欠送信する（S401）。TX2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、RX1が載置されるのを待ち受ける。

【0035】

RX1のユーザは、RX1（例えばスマートフォン）を充電すべくRX1をTX2に近づける（S402）。具体的にはRX1をTX2に積載する方法などが考えられる。TX2は、送電可能範囲内に物体が存在することを検出すると（S403、S404）、WPC規格のDigital Pingを送信する（S405）。RX1はDigital Pingを受信すると、TX2がRX1を検知したことを把握できる（S406）。またTX2は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RX1であり、RX1が充電台3に載置されたと判定する。

【0036】

TX2は、RX1の載置を検出すると、WPC規格で規定されたI&Cフェーズの通信により、当該RX1から識別情報と能力情報を取得する（S407）。ここで、RX1の識別情報は、Manufacturer CodeとBasic Device IDが含まれる。また、RX1の能力情報には、対応しているWPC規格のバージョンを特定可能な情報や、RX1が受電可能な最大電力を示す値（Maximum Power Value）、WPC規格のNegotiation機能を有するか否かを示す情報が含まれ

10

20

30

40

50

る。なお、TX2は、WPC規格のI&Cフェーズの通信以外の方法でRX1の識別情報と能力情報を取得してもよい。また、識別情報は、Wireless Power ID等の、RX1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。能力情報として、上記以外の情報を含んでいてもよい。

【0037】

続いて、TX2は、WPC規格で規定されたNegotiationフェーズの通信により、RX1とGPの値を決定する(S408)。なお、S408では、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が実行されてもよい。また、TX2は、RX1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S407で)取得した場合は、Negotiationフェーズの通信は行わず、GPの値を(例えばWPC規格で予め規定された)小さな値としてもよい。本実施形態では、GP=5ワット(5W)とする。

10

【0038】

TX2は、GPの決定後、当該GPに基づいて上述したCAL処理を行う。CAL処理では、RX1は、TX2に軽負荷状態における受電電力を含む情報(以降、第一受電電力情報と呼ぶ)を送信する(S409)。本実施形態での第一受電電力情報は、TX2の送電電力が250mWである場合の、RX1の受電電力に対応するデータであるものとする。第一受電電力情報は、WPC規格で規定されるReceived Power(mode1)を含む受電電力パケット(RPパケット)であるものとして説明を行うが、他のメッセージが用いられてもよい。TX2は、TX2の送電状態に基づいて、第一受電電力情報を受け入れるか否かを判定する。ここで、TX2は、送電電力を超える受電電力に対応するデータを含む第一受電電力情報を受信した場合、第一受電電力情報を受け入れないと判定してもよい。または、TX2は、送電電力に対する受電電力の割合が閾値未満である場合には、第一受電電力情報を受け入れないと判定してもよい。TX2は、第一受電電力情報を受け入れる場合は肯定応答(ACK)を、受け入れない場合は否定応答(NAK)を、RX1へ送信する(S410)。

20

【0039】

続いて、RX1はTX2からACKを受信すると(S410)、RX1はより大きな電力を受電することが可能か否かを判定し、可能であれば、TX2からの送電電力を増加させるために、正の値を含む送電出力変更指示を送信する(S411)。TX2は上述した送電出力変更指示を受信し、送信電力の増加対応が可能な場合、ACKを応答し、送信電力の増加を行う(S412、S413)。S408でGPが5Wに設定されているため、送電電力が5WになるまでS411、S414のような送電出力変更要求(+)の送信を繰り返す。

30

【0040】

TX2がGPを超える電力増加要求をRX1から受信した場合は(S414)、送電出力変更指示に対してNAKを応答することで、規定以上の電力送電を抑止する(S415)。RX1は、TX2よりNAKを受信することで既定の受電電力に達したと判断すると、TX2へ負荷接続状態における受電電力を含むデータを第二受電電力情報として送信する(S417)。本実施形態では、GPが5Wであることから第二受電電力情報は、TX2の送電電力が5ワットの時の、RX1の受電電力情報とする。ここで第二受電電力情報は、WPC規格で規定されるReceived Power(mode2)を含む受電電力パケットであるが、他のメッセージが用いられてもよい。

40

【0041】

TX2は、第一および第二受電電力情報に含まれる受電電力値と、第一および第二受電電力情報のそれぞれに対応する送電電力値に基づいて、TX2とRX1との間の電力損失を算出する(S416)。これらの電力損失を補間することで、すべてのTX2の送電電力時(本ケースでは、TX2送電電力が250mWから5W)におけるTX2とRX1との間の電力損失値を算出することができる。TX2はRX1からの第二受電電力情報に対してACKを送信し(S418)、Calibrationフェーズを完了し、Power

50

r Transferフェーズに移行する。充電処理を開始可能と判断したTX2は、RX1に対して送電処理を開始し、RX1の充電が開始される。

【0042】

続いて、TX2とRX1が機器認証処理を行い(S419)、相互の機器がより大きなGPに対応可能と判明した場合には、GPをより大きな値、ここでは15Wに再設定するようにしてもよい(S420)。RX1、TX2はS411~S413で上述したように、TX2の送電電力を15Wまで増加させるために、送電出力変更指示、ACK、NAKを使い送電出力を変更する(S421~S424、S508)。TX2、RX1はGP=15Wに対して、再度CAL処理を実行する。具体的には、RX1は、TX2の送電電力が15Wの時の、RX1の負荷接続状態における受電電力に対応するデータを含む受電電力パケット(以降、第三受電電力情報と呼ぶ)を送信する(S425)。

10

【0043】

TX2は、第一、第二及び第三受電電力情報に含まれる受電電力値と、それぞれに対応する送電電力値に基づいてTX2とRX1との間の電力損失を算出する(S426)。これによって、すべてのTX2の送電電力時(本ケースでは、TX2送電電力が250mWから15W)における電力損失を推定することができる。TX2は、RX1からの第三受電電力を使用してキャリブレーションポイントを作成すると、RX1にACKを送信し(S427)、CAL処理を完了する。充電処理を開始可能と判断したTX2は、RX1に対して送電処理を開始する(S428)。

【0044】

<5.送電装置および受電装置の構成>

続いて、本実施形態に係る送電装置及び受電装置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が)他の同様の機能を果たす他の構成と置き換えられ又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。また、以下に示す各機能ブロックは、ソフトウェアプログラムとして機能が実施されるものとするが、本機能ブロックに含まれる一部または全部がハードウェア化されていてもよい。

20

【0045】

図1は、本実施形態に係るTX2の構成例を示す機能ブロック図である。TX2は、制御部101、電源部102、送電部103、通信部104、送電アンテナ105、メモリ106、アンテナ切り替え部107を有する。図1では制御部101、電源部102、送電部103、通信部104、メモリ106、アンテナ切り替え部107は別体として記載しているが、これらの内の任意の複数の機能ブロックは、同一チップ内に実装されてもよい。

30

【0046】

制御部101は、例えばメモリ106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、TX2全体を制御する。また、制御部101は、TX2における機器認証のための通信を含む送電制御に関する制御を行う。さらに、制御部101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101は、例えばCPU(セントラルプロセッサユニット)又はMPU(マイクロプロセッサユニット)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101は、特定用途向け集積回路(ASIC)等の特定の処理に専用のハードウェアで構成されてもよい。また、制御部101は、所定の処理を実行するようにコンパイルされたFPGA(Field Programmable Gate Array)等のアレイ回路を含んで構成されてもよい。制御部101は、各種処理を実行中に記憶しておくべき情報をメモリ106に記憶させる。また、制御部101は、タイマ(不図示)を用いて時間を計測しうる。

40

【0047】

電源部102は、各機能ブロックに電源を供給する。電源部102は、例えば、商用電源又はバッテリーである。バッテリーには、商用電源から供給される電力が蓄電される。

50

【 0 0 4 8 】

送電部 1 0 3 は、電源部 1 0 2 から入力される直流又は交流電力を、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アンテナ 1 0 5 へ入力することによって、R X 1 に受電させるための電磁波を発生させる。例えば、送電部 1 0 3 は、電源部 1 0 2 が供給する直流電圧を、F E T (F i e l d E f f e c t T r a n s i s t e r) を使用したハーフブリッジ又はフルブリッジ構成のスイッチング回路で交流電圧に変換する。この場合、送電部 1 0 3 は、F E T の O N / O F F を制御するゲートドライバを含む。

【 0 0 4 9 】

送電部 1 0 3 は、送電アンテナ 1 0 5 に入力する電圧（送電電圧）又は電流（送電電流）、又はその両方を調節することにより、出力させる電磁波の電力の強度を制御する。送電電圧又は送電電流を大きくすると電磁波の電力の強度が強くなり、送電電圧又は送電電流を小さくすると電磁波の電力の強度が弱くなる。また、送電部 1 0 3 は、制御部 1 0 1 の指示に基づいて、送電アンテナ 1 0 5 からの送電が開始又は停止されるように、交流周波数電力の出力制御を行う。また、送電部 1 0 3 は W P C 規格に対応した R X 1 の充電部 2 0 6（図 2）に 1 5 ワット（W）の電力を出力するだけの電力を供給する能力があるものとする。

10

【 0 0 5 0 】

通信部 1 0 4 は、R X 1 との間で、上述のような W P C 規格に基づく送電制御のための通信を行う。通信部 1 0 4 は、送電アンテナ 1 0 5 から送電される電磁波を変調し、R X 1 へ情報を伝送して、通信を行う。また、通信部 1 0 4 は、R X 1 が変調した送電アンテナ 1 0 5 から送電される電磁波を復調して、R X 1 が送信した情報を取得する。すなわち、通信部 1 0 4 で行う通信は、送電アンテナ 1 0 5 から送電される電磁波に信号が重畳されて行われる。また、通信部 1 0 4 は、送電アンテナ 1 0 5 とは異なるアンテナを用いた W P C 規格とは異なる規格による通信で R X 1 と通信を行ってもよいし、複数の通信を選択的に用いて R X 1 と通信を行ってもよい。

20

【 0 0 5 1 】

メモリ 1 0 6 は、制御プログラムを記憶するほかに、T X 2 及び R X 1 の状態（送電電力値、受電電力値等）なども記憶しうる。例えば、T X 2 の状態は制御部 1 0 1 により取得され、R X 1 の状態は R X 1 の制御部 2 0 1（図 2）により取得され、通信部 1 0 4 を介して受信されうる。

30

【 0 0 5 2 】

送電アンテナ 1 0 5 は、複数のアンテナ（コイル）を有する。アンテナ切り替え部 1 0 7 は、複数のアンテナ（コイル）のうち、いずれか一つを選択し、切り替える。あるいは、送電アンテナ 1 0 5 は複数のアンテナではなく、一つの送電アンテナ 1 0 5 を有するものであってもよい。その場合、アンテナ切り替え部 1 0 7 は必要ない。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、本実施形態に係る R X 1 の構成例を示すブロック図である。R X 1 は、制御部 2 0 1、U I（ユーザインタフェース）部 2 0 2、受電部 2 0 3、通信部 2 0 4、受電アンテナ 2 0 5、充電部 2 0 6、バッテリー 2 0 7、メモリ 2 0 8、スイッチ部 2 0 9 を有する。なお、図 2 に示す複数の機能ブロックを一つのハードウェアモジュールとして実現してもよい。

40

【 0 0 5 4 】

制御部 2 0 1 は、例えばメモリ 2 0 8 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 R X 1 全体を制御する。すなわち、制御部 2 0 1 は、図 3 で示す各機能部を制御する。さらに、制御部 2 0 1 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 2 0 1 の一例は、C P U 又は M P U 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 2 0 1 が実行している O S（O p e r a t i n g S y s t e m）との協働により R X 1 全体（R X 1 がスマートフォンである場合には当該スマートフォン全体）を制御するようにしてもよい。

50

【 0 0 5 5 】

また、制御部 2 0 1 は、A S I C 等の特定の処理に専用のハードウェアで構成されてもよい。また、制御部 2 0 1 は、所定の処理を実行するようにコンパイルされた F P G A 等のアレイ回路を含んで構成されてもよい。制御部 2 0 1 は、各種処理を実行中に記憶しておくべき情報をメモリ 2 0 8 に記憶させる。また、制御部 2 0 1 は、タイマ（不図示）を用いて時間を計測しうる。

【 0 0 5 6 】

U I 部 2 0 2 は、ユーザに対する各種の出力を行う。ここでいう各種の出力とは、画面表示、L E D の点滅や色の変化、スピーカーによる音声出力、R X 1 本体の振動等の動作である。U I 部 2 0 2 は液晶パネル、スピーカー、パイプレーションモーター等により実現される。

10

【 0 0 5 7 】

受電部 2 0 3 は、受電アンテナ 2 0 5 において、T X 2 の送電アンテナ 1 0 5 から放射された電磁波による発生する電磁誘導により生じた交流電力（交流電圧及び交流電流）を取得する。そして、受電部 2 0 3 は、交流電力を直流又は所定周波数の交流電力に変換して、バッテリー 2 0 7 を充電するための処理を行う充電部 2 0 6 に電力を出力する。すなわち、受電部 2 0 3 は、R X 1 における負荷に対して電力を供給する。上述の G P は、受電部 2 0 3 から出力されることが保証される電力である。受電部 2 0 3 は、充電部 2 0 6 がバッテリー 2 0 7 を充電するための電力を供給し、充電部 2 0 6 に 1 5 ワットの電力を出力するだけの電力を供給する能力があるものとする。スイッチ部 2 0 9 は、受電した電力をバッテリー（負荷）に供給するか否かを制御するためのものである。充電部 2 0 6 とバッテリー 2 0 7 を、スイッチ部 2 0 9 が接続すれば、受電アンテナ 2 0 5 を介して受電した電力はバッテリー 2 0 7 に供給される。すなわち、スイッチ部 2 0 9 は、受電アンテナ 2 0 5 と負荷であるバッテリー 2 0 7 との接続を切断するか否かを切り替える切替部である。スイッチで充電部 2 0 6 とバッテリー 2 0 7 との接続をスイッチ部 2 0 9 が切断すれば、受電した電力はバッテリー 2 0 7 に供給されない。なお、スイッチ部 2 0 9 は、図 2 においては、充電部 2 0 6 とバッテリー 2 0 7 の間に配置されているが、受電部 2 0 3 と充電部 2 0 6 の間に配置されてもよい。あるいは、図 2 ではスイッチ部 2 0 9 を一つのブロックとして記載しているが、スイッチ部 2 0 9 を充電部 2 0 6 の一部として実現することも可能である。通信部 2 0 4 は、T X 2 が有する通信部 1 0 4 との間で、上述したような W P C 規格に基づき受電制御のための通信を行う。通信部 2 0 4 は、受電アンテナ 2 0 5 から入力された電磁波を復調して T X 2 から送信された情報を取得する。そして、通信部 2 0 4 は、その入力された電磁波を負荷変調することによって T X 2 へ送信すべき情報に関する信号を電磁波に重畳することにより、T X 2 との間で通信を行う。なお通信部 2 0 4 は、受電アンテナ 2 0 5 とは異なるアンテナを用いた W P C 規格とは異なる規格による通信で T X 2 と通信を行ってもよいし、複数の通信を選択的に用いて T X 2 と通信を行ってもよい。

20

30

【 0 0 5 8 】

メモリ 2 0 8 は、制御プログラムを記憶するほかに、T X 2 及び R X 1 の状態なども記憶する。例えば、R X 1 の状態は制御部 2 0 1 により取得され、T X 2 の状態は T X 2 の制御部 1 0 1 により取得され、通信部 2 0 4 を介して受信されうる。

40

【 0 0 5 9 】

次に、図 3（A）を参照して T X 2 の制御部 1 0 1 の機能ブロック図を説明する。制御部 1 0 1 は通信制御部 3 0 1、送電制御部 3 0 2、異物検出部 3 0 3、電力測定部 3 0 4、および検出判定部 3 0 5 を含む。通信制御部 3 0 1 は、通信部 1 0 4 を介した W P C 規格に基づいた R X 1 との制御通信を行う。例えば、通信制御部 3 0 1 は、R X 1 から R X 1 の受電電力を示すデータを含む受電電力パケット受信し、受電電力パケットへの応答を送信する。送電制御部 3 0 2 は、送電部 1 0 3 を制御し、R X 1 への送電を制御する。

【 0 0 6 0 】

異物検出部 3 0 3 は、送電装置と受電装置との間の電力損失に基づく第一異物検出や、送電アンテナ 1 0 5 の Q 値を計測することで第二異物検出を行う。本実施形態において、

50

異物検出部 303 は、第二異物検出として Q 値計測法による異物検出を行うものとして説明を行うが、その他の手法を用いて異物検出処理を行ってもよい。例えば N F C (N e a r F e a l d C o m m u n i c a t i o n) 通信機能を備える T X 2 においては、N F C 規格による対向機検出機能を用いて異物検出を行ってもよい。また、異物検出部 303 は、異物を検出する以外の機能として、T X 2 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、T X 2 上の R X 1 の数の増減を検出してよい。あるいは、T X 2 上の R X 1 が移動したことを検出してよい。

【0061】

電力測定部 304 は、送電部 103 を介して R X 1 に対して出力する電力を計測し、単位時間ごとに平均出力電力値を計算する。異物検出部 303 は、電力測定部 304 による測定結果と通信制御部 301 を介して受電装置から受信した受電電力情報をもとに、P o w e r L o s s 法による異物検出処理を行う。検出判定部 305 は、R X 1 から受信した情報、および電力測定部 304 で測定した電力の少なくともいずれかに基づいて、異物検出を実行するか否かを判定する。また、検出判定部 305 は、いずれの異物検出（第一異物検出および第二異物検出の少なくともいずれか）を実行するかを判定してもよい。

10

【0062】

通信制御部 301、送電制御部 302、異物検出部 303、電力測定部 304、および異物検出判定部 305 は、制御部 101 において動作するプログラムとして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構成され、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しうる。

20

【0063】

次に、図 3 (B) を参照して R X 1 の制御部 201 の機能ブロック図を説明する。制御部 201 は、通信制御部 351、電力測定部 352、検出判定部 353、および受電制御部 354 を含む。

【0064】

通信制御部 351 は、通信部 204 を介して T X 2 との制御通信を行う。電力測定部 352 は、T X 2 から受電している電力を測定し、通信制御部 351 によって T X 2 に受電電力を示すデータを送信する。検出判定部 353 は、T X 2 に異物検出を実行させる必要があるか、並びに第一異物検出および第二異物検出の少なくともいずれかを実行させるか、の少なくともいずれかを判定し、通信制御部 351 を介して T X 2 に異物検出を実行させる信号を送信する。受電制御部 354 は、受電部 203 を制御し、T X 2 との電力伝送を制御する。また、受電制御部 354 は、通信部 204 を制御し、電力伝送のフェーズやパラメータを制御する。

30

【0065】

通信制御部 351、電力測定部 352、検出判定部 353、受電制御部 354 は、制御部 201 において動作するプログラムとして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構成され、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しうる。

【0066】

< 6 . P o w e r T r a n s f e r フェーズの処理例 >

P o w e r T r a n s f e r フェーズにおいては、T X 2 から R X 1 に対して、送電を行う。また、第一異物検出によって、異物を検出することが行われる。第一異物検出ではまず、上述した C A L 処理により、T X 2 の送電電力と R X 1 における受電電力との差分から、T X 2 と R X 1 との間の異物がない状態の電力損失（通常状態の電力損失）を事前に算出する。そのうえで、T X 2 は、その後の送電中に算出した T X 2 と R X 1 との間の電力損失が、基準となる通常状態の電力損失から閾値以上はなれた場合に異物があると判定する。

40

【0067】

しかし、実際には送電装置と受電装置との間に異物が存在するにもかかわらず、異物が

50

存在しない状態としてC A L処理を実行する場合がある。この場合、異物が存在する状態の電力損失に基づいて異物の有無を判定することとなり、異物検出精度が低下してしまう。そのため、本実施形態では、T X 2とR X 1との間に異物が存在するにも関わらずC A L処理を行い、P o w e r L o s s法による異物検出精度が低下することを防ぐための処理について説明する。

【 0 0 6 8 】

第一異物検出を実行するためには、第一異物検出に必要なデータを取得するC A L処理を実行する。このC A L処理を実行する前に、R X 1は、T X 2が第二異物検出方法を用いて送電装置上に異物が混入しているかどうかをチェックするように制御する。これにより、適切な状態（異物がない状態で）でC A L処理を行うことが可能となる。これを実現

10

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、T X 2からR X 1に対して送電されるP o w e r T r a n s f e rフェーズ中において、再度C A L処理が必要になる場合を考える。R X 1は、受電を開始後（S 5 0 1、S 6 0 1、S 7 0 1）、C A L処理を行う必要があるかどうかを判定する（S 5 0 2、S 6 0 2）。例えば、送電電力をさらに高い電力に変更する場合には、新たなキャリブレーションのポイントを（例えば図11の1100、1103、1101）作成する必要があるため、C A L処理を実行する必要があると判定する。あるいは、T X 2からR X 1への送電などにより、T X 2あるいはR X 1の温度が上昇し、T X 2あるいはR X 1の回路、部品に特性の変動が生じる場合がある。このような場合、キャリブレーションポイントを結んだ線あるいは曲線（例えば図11の点1100、1103、1101を結ぶ線）に変動が生じるため、R X 1はキャリブレーションポイントを更新するために、C A L処理を実行する必要があると判定しうる。すなわち、R X 1は温度センサ（不図示）を備え、温度センサの値に基づいてC A L処理を実行する必要があるか否かを判定してもよい。この場合、温度センサの値が、前回C A L処理を実行した際の値から、所定の値以上変化した場合にC A L処理を実行する必要があると判定してもよい。あるいは、R X 1はタイマー（不図示）を備え、受電を開始してからの時間経過、または前回C A L処理を実行してからの時間経過に応じてC A L処理を実行する必要があるか否かを判定してもよい。

20

30

【 0 0 7 0 】

次に、R X 1は所定の条件を満たすかどうかを判定する（S 5 0 3、S 6 0 3）。これは、T X 2とR X 1との間に、異物が混入している可能性が高いか否か（所定の条件を満たすか否か）を判定する。例えば、図3で示す異物検出部303で実行した、前回の異物検出からの経過時間が所定の時間が経過している場合は、R X 1は、T X 2とR X 1との間に異物が混入している可能性が高いと判定する。一方、所定の時間が経過していない場合は、R X 1は、T X 2とR X 1との間に異物が混入している可能性は低いと判定する。異物混入の可能性が低いと判定した場合（S 6 0 3でN o）には、R X 1は、R X 1が受電した受電電力の受電電力値（第四受電電力情報）を受電電力パケット（R Pパケット）でT X 2に送信する（S 5 0 4、S 6 0 4、S 7 0 2）。R Pパケットを受信したT X 2は、当該R PパケットがC A L処理の実行を指示するものであるか否かを判定する（S 7 0 3）。一例では、R Pパケットに含まれる、またはR Pパケットとは異なる信号に含まれる、C A L処理の実行指示の有無、または第一異物検出の実行指示の有無に基づいてT X 2はR PパケットがC A L処理の実行を指示するものであるか否かを判定する。T X 2は、受信した第四受電電力情報とそれに対応する送電電力とに基づいてキャリブレーションポイントを作成し（S 5 0 5、S 7 0 4）、T X 2に対してA C Kを送信する（S 5 0 6、S 7 0 5）。ここで、R Pパケットが第一異物検出の実行指示であるとT X 2が判定すると、T X 2は第一異物検出を実行し（S 7 0 6）、異物が検出されると（S 7 0 7でY e s）、その旨をR X 1に通知し（S 7 0 9）、送電を停止（S 7 1 0）する。S 7 0 6の第一異物検出で異物を検出しなかったと判定すると（S 7 0 7でN o）、その旨をR

40

50

X 1 に通知し (S 7 0 8)、S 7 0 2 に処理を戻す。

【 0 0 7 1 】

R X 1 は、S 6 0 4 の後、所定時間の経過後、再び C A L 処理を行う必要があるかどうかを判定し、(S 5 0 2、S 6 0 7)、所定の条件を満たすかどうかを判定する (S 5 0 3、S 6 0 8)。これは、送電装置と受電装置の間に、異物が混入している可能性が高いか否かを判定する。例えば、前回 C A L 処理を実行してから所定の時間が経過した場合、異物混入の可能性が高いと判定し、C A L 処理を行う前に、送電装置は、第一異物検出とは異なる異物検出方法を用いて、T X 2 と R X 1 との間に異物が混入していないか確認する。R X 1 は、第一異物検出とは異なる異物検出方法を T X 2 に実行させるために、T X 2 に対して、例えば E P T パケット (E n d P o w e r T r a n s f e r パケット) を送信する (S 5 0 5、S 6 0 9、S 7 1 1)。

10

【 0 0 7 2 】

これにより、T X 2 は P o w e r T r a n s f e r フェーズを終了し、S e l e c t i o n フェーズに移行する (S 7 1 2)。すなわち、送電が行われる前の状態にリセットされる。これにより、送電装置は再度 S e l e c t i o n フェーズから処理を開始するため、N e g o t i a t i o n フェーズまたは R e n e g o t i a t i o n フェーズに実行される、Q 値計測法による異物検出 (第二異物検出) を実行することになる。このようにして、C A L 処理を実行する前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出を行うことが可能となる。これにより、C A L 処理を実行する際に T X 2 と R X 1 との間に異物が混入する可能性が少なくなり、より高精度で第一異物検出を実行することが可能となる。

20

【 0 0 7 3 】

なお、本実施形態では、第二異物検出を実行するために、R X 1 は T X 2 に対して、E P T (E n d P o w e r T r a n s f e r) パケットを送信するものとしたが、第二異物検出を実行するために E P T パケット以外の信号が使用されてもよい。例えば、R X 1 は T X 2 に R e n e g o t i a t i o n フェーズに移行するよう指示する信号を送信してもよい。あるいは、R X 1 は T X 2 に、第二異物検出の基準値を変更しないように S e l e c t i o n フェーズに遷移するよう指示してもよい。

【 0 0 7 4 】

以上のように、本実施形態に係る R X は、第一異物検出のための C A L 処理を実行する前に、第二異物検出を実行するための所定の条件を満たすか否かを判定する。また、所定の条件を満たすと判定した場合には、第二異物検出を実行するよう T X を制御する。これによって T X 2 と R X 1 との間に異物が存在する可能性が高い状態で、第一異物検出のための C A L 処理を実行する可能性を低くなり、第一異物検出による異物の検出精度が低下することを防ぐことができる。

30

【 0 0 7 5 】

< 第二実施形態 >

第一実施形態では、第一異物検出のための C A L 処理を実行する前に第二異物検出を実行すると判定すると、P o w e r T r a n s f e r フェーズを終了することで、第二異物検出を行うように送電装置を制御する方法について述べた。第二実施形態では、第一異物検出を実行する上で必要となる C A L 処理が必要であると判定した場合に、より短い時間内に第二異物検出を実行するように送電装置を制御する方法について述べる。なお、第一実施形態と同様の構成、機能、および処理については説明を省略する。

40

【 0 0 7 6 】

第一異物検出には、C A L 処理が必要であるが、C A L 処理を実行する前に、R X 1 は、T X 2 が第二異物検出方法を用いて送電装置上に異物が混入しているかどうかをチェックするように制御する。C A L 処理が P o w e r T r a n s f e r フェーズ中に実行される場合、第二異物検出も P o w e r T r a n s f e r フェーズ中に行うことで、第一実施形態と比べて、より短時間で送電装置上に異物が存在しているか否かをチェックすることが可能となる。

【 0 0 7 7 】

50

これを実現するためのTX2、RX1の動作を、図8のシーケンス、図9の受電装置のフローチャート、および図10の送電装置のフローチャートを参照して説明する。

【0078】

まずTX2は、RX1に対して送電を開始し、RX1は受電を開始する(S801、S901、S1001)。RX1は、受電を開始後、CAL処理を行う必要があるかどうかを判定する(S802、S902)。たとえば、送電電力がさらに高い電力になる等変更になった場合には、新たなキャリブレーションポイント(例えば図11の1100、1103、1101)を作成する必要があるため、CAL処理を行う必要があると判定する。あるいは、送電により、TX2あるいはRX1の温度が上昇し、TX2あるいはRX1の回路、部品に特性の変動が生じ、キャリブレーションポイントを結んだ線あるいは曲線(例えば図11の1100、1103、1101を結ぶ線)に変動が生じる場合がある。この場合、キャリブレーションポイントを更新する必要があるため、CAL処理を行う必要があると判定される。

10

【0079】

次に、第二の異物検出を実行するための所定の条件を満たすかどうかを判定する(S803、S903)。これは、TX2とRX1との間に、異物が存在している可能性が高いかどうかを判定する。例えば、図3で示す異物検出部303で実施した、前回の異物検出から所定の時間が経過した場合は、TX2とRX1との間に異物が混入している可能性は高いと判定し、所定の時間が経過していない場合は、異物が混入している可能性が低いと判定する。異物混入の可能性が低い(S903でNo)と判定した場合には、RX1は、RX1が受電した受電電力に対応するデータ(第四受電電力情報)を受電電力パケット(RPパケット)でTX2に送信する(S804、S904)。TX2は、RPパケットを受信すると(S1002)、CAL処理を実行し(S805、S1003)、CAL処理の結果問題が無ければ、TX2に対してACKを送信する(S806、S1004)。そしてTX2はCAL処理の結果に基づき、第一異物検出によって、送電中に所定のタイミングで異物検出を行う(S807、S1005)。そして、ある時間の経過後、RX1は再びCAL処理を行う必要があるかどうかを判定し、(S808、S902)、所定の条件を満たすかどうかを判定する(S903、S809)。これは、TX2とRX1との間に、異物が存在している可能性が高いか否かを判定する。この場合、経過した時間が所定の時間を上回る場合、異物混入の可能性が高いと判定し、CAL処理を行う前に、TX2は、Power Loss法とは異なる異物検出方法を用いて、TX2とRX1との間に異物が混入していないことを確認する。これを行うために、RX1は、TX2に対して、送電を一時停止するように指示する(S905、S810)。TX2は、送電一時停止の指示を受信すると(S1006)、送電を一時停止する(S1007、S811)。そして、RX1は、Q値計測法による異物検出(第二異物検出)を実施するように、TX2に要求する(S906、S812)。そして、RX1は、スイッチ部209を制御して負荷(バッテリー等)を切断する(S907、S813)。これは、第二異物検出を行う際に、RX1の負荷が接続状態であると、異物検出が実行できない、あるいは異物検出の精度が低下するためである。そして、TX2は、Q値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出の実行指示を受信したら(S1008、S812)、Q値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出を行う(S1009、S814)。RX1は、TX2がQ値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出を行うための所定の時間経過後、負荷を接続する(S908、S815)。第二異物検出の結果、TX2が異物を検出しなかった場合には(S1010でNo)、TX2は異物を検出しなかった旨をRX1に通知する(S1011、S816)。RX1は、TX2から、TX2が異物を検出しなかった旨の通知を受信した場合(S909でNo)、TX2に対して送電を再開するように指示する(S910、S817)、TX2は送電再開指示を受信したら(S1012)、送電を再開する(S1013)。第二異物検出で、TX2とRX1との間に異物が無いことを確認できた場合、RX1は処理をS902に戻し、CAL処理を行うかどうかを判定し(S902、S818)、所定の条

20

30

40

50

件を満たすかどうかを判定する（S 9 0 3、S 8 1 9）。R X 1 が所定の条件を満たすと判定すると、C A L 処理を行うことを決定し、R X 1 は C A L 処理を実行するためのデータ（第五受電電力情報）を R P で T X 2 に送信する（S 9 0 4、S 8 2 0）。T X 2 は、R P を受信したら（S 1 0 0 2、S 8 2 0）、電力損失を算出して C A L 処理を実行し（S 1 0 0 3、S 8 2 1）、R X 1 に対して A C K を送信する（S 1 0 0 4、S 8 2 2）。T X 2 は、S 1 0 1 0 において異物を検出した場合、R X 1 に対して異物を検出した旨通知し（S 1 0 1 5）、送電を停止する（S 1 0 1 6）。R X 1 は異物を検出した旨の通知を送電装置から受信した場合（S 9 0 9 で Y e s）、E P T パケットを T X 2 に送信し（S 9 1 1）、送電を停止してもよい。以上説明したように、本実施形態によれば、第一異物検出のための C A L 処理を行う前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出をより短時間で行うことが可能となる。これにより、C A L 処理を実行する際に T X 2 と R X 1 との間に異物が混入して第一異物検出の精度が低下することを防ぐことが可能となる。

10

【 0 0 8 0 】

< 第三実施形態 >

第二実施形態では、P o w e r L o s s 法で異物検出を行う場合に、送電装置に送電一時停止（瞬断）を要求する一時停止パケットを送信し、異物検出に必要な C A L 処理を行う前に、Q 値計測法を行うように送電装置を制御する方法について述べた。第三実施形態では、既存の W P C 規格に新たなパケット（プロトコル）の追加なしに、第二異物検出を P o w e r T r a n s f e r フェーズ中に行うように制御し、より短時間で送電装置上に異物が混入しているかどうかをチェックする方法について述べる。これによって、新たにパケット（プロトコル）を追加することで必要となる検証を減らしながら、互換性を確保することができる。なお、第一または第二実施形態と同様の構成、機能、または処理については説明を省略する。

20

【 0 0 8 1 】

以下、本実施形態に係る T X 2、R X 1 の動作を、図 1 5 の R X 1 のフローチャート、図 1 6 の T X 2 のフローチャート、図 1 4 の処理シーケンスを用いて説明する。

【 0 0 8 2 】

まず T X 2 は、R X 1 に対して送電を開始し、R X 1 は受電を開始する（S 1 5 0 1、S 1 6 0 1、S 1 4 0 1）。R X 1 は、受電を開始後、C A L 処理を実行する必要があるかどうかを判定する（S 1 5 0 2、S 1 4 0 2）。たとえば、送電電力がさらに高い電力になるなどの変更になった場合には、新たな C a l i b r a t i o n ポイント（例えば図 1 1 の 1 1 0 0、1 1 0 3、1 1 0 1）を作成する必要があるため、C A L 処理を実行する必要があると判定する。あるいは、送電により、T X 2 あるいは R X 1 の温度が上昇して回路、部品に特性の変動が生じ、キャリブレーションポイントを結んだ線あるいは曲線（例えば図 1 1 の 1 1 0 0、1 1 0 3、1 1 0 1 を結ぶ線）に変動が生じる場合がある。この場合、R X 1 はキャリブレーションポイントを更新するために C A L 処理を実行する必要があると判定する。次に、R X 1 は、第二異物検出を実行するための所定の条件が満たされるか否かを判定する（S 1 5 0 3、S 1 4 0 3）。これは、T X 2 と R X 1 との間に、異物が混入している可能性が大きいかな否かを判定する。例えば、図 3 で示す異物検出部 3 0 3 で実施した、前回の異物検出（第一または第二異物検出）から所定の時間が経過していない場合は、R X 1 は T X 2 と R X 1 との間に異物が混入している可能性は低いと判定する。そして、前回の異物検出から所定の時間以上が経過している場合は、R X 1 は T X 2 と R X 1 との間に異物が混入している可能性は高いと判定する。

30

40

【 0 0 8 3 】

異物混入の可能性が低いと判定した場合には、R X 1 は、R X 1 が受電した受電電力の受電電力値（第四受電電力情報）を R P で T X 2 に送信する（S 1 5 0 4、S 1 4 0 4）。T X 2 は、R P を受信し（S 1 6 0 2）、C A L 処理を実行する（S 1 6 0 3、S 1 4 0 5）。そして、T X 2 は、受信した R e c e i v e d P o w e r P a c k e t 内の受信電力値や、算出した電力損失値が適切であるかどうかを判定する（S 1 6 0 4、S 1 5 0 6）。これは、たとえば受信した R P 内の受信電力値が所定の閾値よりも大きいかな否か

50

、算出した電力損失値の値が所定の閾値よりも大きいか否か等に基づき、判定される。判定の結果、受信したRP内の受信電力値に問題がないとTX2が判定した場合には、TX2はRX1に対してACKを送信する(S1605、S1507)。そして、TX2は送電中に、所定のタイミングで第一異物検出方法であるPower Loss法に基づく第一異物検出を行う(S1606、S1422)。所定の時間後、RX1は再度、CAL処理を実行する必要があるかどうかを判定する(S1502、S1408)。CAL処理を行う必要があると判定された場合、次に、所定の条件を満たすかどうかを判定する(S1503、S1409)。前回の異物検出実施から長時間経過している等、異物混入の可能性が高いと判定した場合には、RX1は、TX2に第二異物検出を実行させる信号を送信する。例えば、RX1が受電した受電電力の受電電力値ではなく、TX2が適切ではないと判定するような値を受電電力値として、RPパケットをTX2に送信する(S1505、S1410)。この値は、たとえばRPパケットで設定可能な受電電力値の最大値、あるいは最小値であってもよい。あるいは、TX2に第二異物検出をさせるための所定の値であってもよい。RP内の、受電電力値以外の情報を保持する箇所に、TX2に第二異物検出を実行させるための要求に対応する値を保持させることでも実現可能である。別の例では、所定の時間内に複数回連続してRPパケットをTX2に送信することでTX2に第二異物検出を実行させてもよい。

【0084】

そして、TX2は、受信したRPに含まれる情報に基づいて、CAL処理(電力損失値算出)を実施する(S1603、S1411)。そして、TX2は、受信したRP内の受信電力値、あるいは算出した電力損失値の値が適切であるかどうかを判定する(S1604、S1412)。このとき、上述のように、RX1は、TX2が適切ではないと判定するような値を受電電力値としてRPを送信している場合、TX2はRP内の受信電力値、あるいは算出した電力損失値の値が適切ではない、と判定することになる。すなわち、RX1は、明らかに異常である値を受信電力値としてRPでTX2に送信することで、TX2は、RX1が第二異物検出の実行を要求していることを認識することが可能となる。RX1が、TX2に第二異物検出を実行させるための所定の値を受信電力値としてRPでTX2に送信した場合にも同様に、TX2は、RX1が第二異物検出の実行を要求していることを認識することが可能となる。あるいは、RX1が、RP内の、受電電力値以外の情報を保持する箇所に、TX2に第二異物検出の実行を要求するための情報を保持させることで、TX2は、RX1が第二異物検出の実行を要求していることを認識することが可能となる。そして、TX2は、受信したRPに対するNAKをRX1へ送信する(S1607、S1413)。これにより、RX1は、TX2がQ値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による第二異物検出を行おうとしていることを認識することができる。

【0085】

TX2が第二異物検出を行おうとしていることを認識したRX1は、スイッチ部209を制御して負荷(バッテリー等)を切断する(S1506、S1414)。これは、Q値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出を行う際に、RX1の負荷が接続状態であると、Q値計測法による異物検出が実施できない、あるいは異物検出の精度が低下するためである。したがって、TX2がQ値計測法以外の、負荷の切断が必要ではない異物検出を行う場合には、S1414の処理は必要ではない。

【0086】

そして、TX2は、第二異物検出方法である、Q値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出を実施する(S1608、S1415)。そして、RX1は、TX2がQ値計測法(Q-FACTOR MEASUREMENT)による異物検出を実行するために所定の時間待機した後、スイッチ部209を制御して負荷(バッテリー等)を再度接続する(S1507、S1416)。そして、TX2はQ値計測法による異物検出を行った結果、異物を検出したかどうかを判定する(S1609、S1417)。TX2は、異物を検出しなかった場合、送電を開始する。この時、TX2はRX1に対

10

20

30

40

50

して、異物を検出しなかった旨、通知してもよい。RX1は、TX2から異物を検出した旨の通知の有無を判定し(S1507)、所定の時間通知がない場合には異物を検出しなかったと判定して、S1502に戻る。あるいは、TX2より異物を検出しなかった旨の通知があった場合には、異物を検出しなかったと判定して、S1502に戻るとしてもよい。ここで、S1609でTX2が異物を検出した場合、TX2はRX1に異物を検出した旨を通知する(S1610)。RX1は、TX2より、異物を検出した旨の通知を受信した場合、TX2に対してEPTを送信して(1509)、送電を停止してもよい。

【0087】

RX1は、S1502でCAL処理を行う必要があると判定し、TX2が第二異物検出を実行した結果、異物が存在しないと判定した場合、S1503で所定の条件を満たす(異物混入の可能性は低い)と判定する。そして、再度S1504でTX2にRP(第五受電電力情報)を送信する(S1504、S1418)。この時のRPには、RX1が受電した受電電力の受電電力値が格納される。TX2は、RPを受信し(S1602、S1418)、受信したRPに基づいてCAL処理を行い(S1603、S1419)、受信したRP内の受信電力値、あるいは算出した電力損失値の値が適切であるかどうかを判定する(S1604、S1420)。そして、適切であると判定されて、CAL処理を完了すると、TX2はRX1にACKを送信する(S1605、S1421)。そしてTX2はRX1に対して送電を行い、所定のタイミングで上述したCAL処理の結果を基に第一異物検出を実行する(S1606)。

【0088】

なお、上述した実施形態においては、TX2は、S1604において、RX1からのRPの情報から、第一異物検出を実施するか、第二異物検出を実行するかを決定した。しかし、どちらの異物検出を行うかを、TX2が決定してもよい。すなわち、TX2は、S1502、S1503と同様の方法で判定を行い、第一異物検出を実行すると判定した場合にはACKを送信し(S1605)、第二異物検出を実行すると判定した場合にはNAKを送信する(S1607)ようにしてもよい。

【0089】

以上より、既存のWPC規格に新たなパケット(プロトコル)タイプを追加することなく、CAL処理を実行する前に、第二異物検出を実行し、送電装置上に異物が混入しているかどうかを短時間でチェックすることが可能となる。

【0090】

<第四実施形態>

第二、第三実施形態では、第一異物検出で用いられるCAL処理を実行する前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出でTX2とRX1との間の異物の有無を確認する方法について述べた。一例では、CAL処理と第二異物検出を実施する順番を逆にし、第一異物検出のためのCAL処理を実行したのちに、第一異物検出とは異なる第二異物検出でTX2とRX1との間の異物の有無を確認してもよい。なぜなら、CAL処理の実行後に第二異物検出を実行し、TX2とRX1との間に異物が有ると判定した場合に、CAL処理を再実行することで、異物が有る状態のCAL処理の結果を用いて第一異物検出を実行しないようにすることができるためである。

【0091】

本実施形態に係る、第二実施形態のCAL処理と第二異物検出とを実行する順番を逆にした場合のTX2、RX1の動作を、図17のRX1およびTX2の処理シーケンス図および図18のRX1のフローチャートに示す。なお、TX2の処理に関しては、図8に示す第二実施形態に係るTX2のフローチャートと同様である。また、図17の処理シーケンス図及び図18のフローチャートにおいて、図8および図9と同様の処理は、同一の参照符号を使用し、説明は省略する。

【0092】

RX1は、第二異物検出を実行するための所定の条件を満たすと判定した(S903でYes)場合、CAL処理のための受電電力情報を含むReceived Power P

10

20

30

40

50

ack (RP) を TX 2 に送信する (S 1 8 0 1、S 8 2 0)。RP を受信した TX 2 は、RP に含まれる受電電力情報 (第五受電電力情報) に基づいて、電力損失値を算出して CAL 処理を実行する (S 8 2 1)。また、RX 1 は、TX 2 に第二異物検出を要求する処理を行い (S 9 0 6、S 8 1 2)、TX 2 が第二異物検出によって異物を検出した場合 (S 9 0 9 で Yes) は、EPT を送信して (S 9 1 1)、再度 CAL 処理を実行させる。これによって、TX 2 と RX 1 との間に異物が存在する状態での CAL 処理による基準電力に基づいて第一異物検出を行うことを防ぐことができる。

【0093】

なお、本実施形態では、S 1 8 0 1 で TX 2 が RP を受信するとすぐに CAL 処理を実行することとしたが、一例では、所定の時間、CAL 処理の実行を待機してもよい。例えば、TX 2 が、RP を受信してから所定の時間内に、送電の一時停止や第二異物検出の実行要求を RX 1 から受信しない場合には、受信した RP を使用して CAL 処理を実行してもよい。そして、TX 2 が送電の一時停止や第二異物検出の実行要求を RX 1 から受信した場合には、第二異物検出の後に CAL 処理を実行してもよい。なお、この場合、TX 2 は、第二異物検出の前に、電力損失値を算出して ACK を送信するが、キャリブレーションポイントを作成するのは第二異物検出の後であってもよい。すなわち、キャリブレーションポイントの作成は、第二異物検出によって異物を検出しなかった場合 (S 1 0 1 0 で No) の S 1 0 1 0 の処理以降であってもよい。

【0094】

また、一例では、S 9 0 9 で異物を検出した旨の通知を TX 2 から受信した RX 1 は、S 1 8 0 1 で作成したキャリブレーションポイントを S 9 1 1 で削除してもよい。

【0095】

あるいは、図 1 7 の S 8 1 6 で異物を検出した旨の通知を RX 1 に送信した TX 2 は、S 8 2 1 で作成したキャリブレーションポイントに対応する領域を用いて第一異物検出を行わないように制御を行ってもよい。例えば、図 1 1 の例において、キャリブレーションポイント 1 1 0 1 を図 1 7 の S 8 2 1 で作成したあとに、S 8 1 6 で異物を検出した TX 2 は、Pt 2 の CAL 処理を再実行するまで、Pt 3 より大きい送電電力で送電しなくてもよい。あるいは、TX 2 は、Pt 3 より大きい送電電力で送電中には第一異物検出を行わなくてもよい。

【0096】

これによって、TX 2 と RX 1 との間に異物が存在する可能性が高い状態で実行した CAL 処理に基づいて第一異物検出を行わないようにすることができるため、第一異物検出の検出精度が低下することを防ぐことができる。

【0097】

< 第五実施形態 >

第四実施形態では、第二実施形態の CAL 処理と第二異物検出を実施する順番を逆にし、第一異物検出のための CAL 処理を実行したのちに、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX 2 と RX 1 との間の異物の有無を確認する処理について説明した。本実施形態では、第三実施形態の CAL 処理と第二異物検出を実施する順番を逆にした場合の TX 2、RX 1 の処理について説明する。

【0098】

本実施形態に係る、第三実施形態の CAL 処理と第二異物検出とを実行する順番を逆にした場合の TX 2、RX 1 の動作を、図 1 9 の RX 1 および TX 2 の処理シーケンス図および図 2 0 の RX 1 のフローチャートに示す。なお、TX 2 の処理に関しては、図 1 6 に示す第三実施形態に係る TX 2 のフローチャートと同様である。また、図 1 9 および図 2 0 において、第三実施形態の図 1 4 および図 1 5 と同様の処理は、同一の参照符号を使用し、説明は省略する。

【0099】

RX 1 は、第二異物検出を実行するための所定の条件を満たすと判定した (S 1 5 0 3 で Yes) 場合、CAL 処理のための受電電力情報を含む Received Power

10

20

30

40

50

Packet (RP) を TX2 に送信する (S2001、S1418)。RP を受信した TX2 は、RP に含まれる受電電力情報 (第五受電電力情報) に基づいて、電力損失値を算出して CAL 処理を実行する (S1419)。また、RX1 は、TX2 に第二異物検出を要求する RP または所定の信号の送信を行い (S1505、S1410)、TX2 が第二異物検出によって異物を検出した場合 (S1508 で Yes) は、EPT を送信して (S1509)、再度 CAL 処理を実行させる。これによって、TX2 と RX1 との間に異物が存在する状態での CAL 処理による基準電力に基づいて第一異物検出を行うことを防ぐことができる。

【0100】

なお、本実施形態では、S1411 で TX2 が RP を受信するとすぐに CAL 処理を実行することとしたが、一例では、所定の時間、CAL 処理の実行を待機してもよい。これは、第四実施形態と同様のため、説明を省略する。

10

【0101】

また、本実施形態でも、第三実施形態と同様に、所定時間内に連続して受電電力パケットを受信した場合に第二異物検出を行うよう TX2 が構成される場合には、受電電力パケットに第二異物検出を実行する指示を含める必要はない。

【0102】**< 第六実施形態 >**

第二実施形態では、第一異物検出で用いられる CAL 処理の実行を指示する前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX2 と RX1 との間の異物の有無を確認する処理について説明した。

20

【0103】

第四実施形態では、第一異物検出で用いられる CAL 処理の実行を指示した後に、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX2 と RX1 との間の異物の有無を確認する処理について説明した。

【0104】

本実施形態では、第二実施形態と第四実施形態とを組み合わせ、第一異物検出で用いられる CAL 処理の実行を指示する前と指示した後に、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX2 と RX1 との間の異物の有無を確認する処理について説明する。

【0105】

なお、第一～第五実施形態と同様の処理、構成、機能については同様の参照符号を使用し、説明を省略する。

30

【0106】

図21のS2101～S2108の処理は、S810～S817の処理と同様のため説明を省略する。また、図22の2201～S2206の処理も、S905～S910の処理と同様のため説明を省略する。

【0107】

図21、図22に示すように、TX2 が CAL 処理を実行する前後に、第二異物検出を行うことで、CAL 処理の実行中に TX2 と RX1 との間に異物が混入したり、取り除かれたりしたことを検出できるようになる。これによって、CAL 処理の結果の正当性をより高精度に判断することができる。

40

【0108】**< 第七実施形態 >**

第三実施形態では、第一異物検出で用いられる CAL 処理の実行を指示する前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX2 と RX1 との間の異物の有無を確認する処理について説明した。

【0109】

第五実施形態では、第一異物検出で用いられる CAL 処理の実行を指示した後に、第一異物検出とは異なる第二異物検出で TX2 と RX1 との間の異物の有無を確認する処理について説明した。

50

【 0 1 1 0 】

本実施形態では、第三、第五実施形態を組み合わせ、第一異物検出で用いられる C A L 処理の実行を指示する前と指示した後とに、第一異物検出とは異なる第二異物検出で T X 2 と R X 1 との間の異物の有無を確認する処理について説明する。

【 0 1 1 1 】

なお、第一～第五実施形態と同様の処理、構成、機能については同様の参照符号を使用し、説明を省略する。

【 0 1 1 2 】

図 2 3 の S 2 3 0 1、S 2 3 0 2 の処理は、S 1 6 1 0 および S 1 5 1 0 の処理と同様のため説明を省略する。また、図 2 3 の S 2 3 0 3 ~ S 2 3 0 9 は、S 1 4 1 0 ~ S 1 4 1 6 および S 2 3 0 1、S 2 3 0 2 の処理と同様のため説明を省略する。また、図 2 4 の S 2 4 0 1 ~ S 2 4 0 5 の処理も S 1 5 0 5 ~ S 1 5 1 0 の処理と同様のため説明を省略する。

10

【 0 1 1 3 】

図 2 3、図 2 4 に示すように、T X 2 が C A L 処理を実行する前後に、第二異物検出を行うことで、C A L 処理を実行している間に T X 2 と R X 1 との間に異物が混入したり、取り除かれたりしたことを検出できるようになる。これによって、C A L 処理の結果の正当性をより高精度に判断することができる。

【 0 1 1 4 】

< その他の実施形態 >

上述した第一から第七実施形態は、随意に組み合わせることができる。例えば、第二実施形態と第三実施形態とを組み合わせ、受電装置は送電装置の機種、対応する W P C 規格のバージョンなどに応じて、異なる方法で第二異物検出を実行するよう指示してもよい。

20

【 0 1 1 5 】

上述した実施形態では、第一異物検出とは異なる第二異物検出として、Q 値計測法 (Q - F A C T O R M E A S U R E M E N T) を挙げた。送電アンテナ (送電コイル) の Q 値を測定する方法としては、共振周波数の信号 (例えば、正弦波、矩形波等) を所定の時間送信し、当該共振周波数における Q 値を測定する方法がある。あるいは、共振周波数近傍の複数の周波数の信号を複数回送信し、それらの Q 値を測定する方法がある。あるいは、測定したい複数の周波数の少なくとも一部の周波数成分を有する信号 (例えば、パルス波) を 1 回送信し、その測定結果に対して演算処理 (例えば、フーリエ変換) を行うことで、複数の周波数における Q 値を測定する方法がある。あるいは、上述した信号 (電磁波) を出力して、その後信号の出力を停止し、その信号波形 (電磁波波形) の減衰状態を基に異物検出をおこなってもよい (以下、波形減衰法とよぶ) 。波形の減衰状態が大きい場合には、異物が有ると判断することが可能である。たとえば、電磁波の出力停止後に、時間 T 1 の波形振幅が A 1、所定の時間経過後の時間 T 2 の波形振幅が A 2 となった場合、波形減衰状態は、波形振幅 A 1 と A 2 との比が所定の値より大きいか否かに基づいて第二異物検出を行ってもよい。あるいは、波形振幅 A 1 と A 2 との差、波形減衰の傾き (A 1 - A 2) / (T 2 - T 1)、波形が所定の振幅以下になるまでの時間等で第二異物検出を行ってもよい。あるいは、Q 値は、電磁波波形の周波数を f とすると、

30

$$Q = f (T 2 - T 1) / \ln (A 1 / A 2)$$

から求められるため、それを基に異物検出を行ってもよい。あるいは、上述した各周波数における測定結果から、共振の鋭さ (Q 値) を求め、これを基に異物検出をおこなってもよい。

40

【 0 1 1 6 】

一方、第二異物検出は、T X 2 と R X 1 との間に異物が有る状態の C a l i b r a t i o n 結果を用いて第一異物検出 (P o w e r L o s s 法による異物検出) を実行しないように、T X 2 と R X 1 との間に異物が無いことをチェックすればよい。このため、第二異物検出として Q 値計測法 (Q - F A C T O R M E A S U R E M E N T) 以外の異物検出方法を適用してもよい。

50

【 0 1 1 7 】

例えば、送電アンテナのQ値以外に、送電アンテナの共振周波数、共振曲線の鋭さ、またはインダクタ値や、送電アンテナと送電装置上に載置される物体との結合係数、送電装置の送電アンテナを含む送電部の電気的特性等の測定結果を用いてもよい。また、それらは一つの周波数における電気的特性の測定結果を基に異物の有無を判定してもよいし、複数の周波数における電気的特性の測定結果を基に異物の有無を判定してもよい。

【 0 1 1 8 】

なお、複数の周波数における電気的特性を測定するための方法としては、電気的特性を測定したい各周波数の信号（例えば、正弦波、矩形波等）を複数回送信し、各々の周波数の信号における電気的特性を測定することで実現可能である。この方法は、送電装置での演算処理を比較的少なくして測定ができるという効果がある。

10

【 0 1 1 9 】

あるいは、電気的特性を測定したい複数の周波数のすべての周波数成分を有する信号（例えば、パルス波）を1回送信し、その測定結果に対して演算処理（例えば、フーリエ変換）を行うことで、複数の周波数における電気的特性を算出することができる。

【 0 1 2 0 】

あるいは、電気的特性を測定したい複数の周波数の一部の周波数成分を有する信号を複数回送信し、その測定結果に対して演算処理（例えば、フーリエ変換）を行うことで、複数の周波数における電気的特性を算出することができる。この方法は、測定のための信号を送信する回数を少なくすることができるため、比較的短時間で測定ができるという効果がある。

20

【 0 1 2 1 】

あるいは、第二異物検出手法として、送電装置に実装された光電センサ、渦電流式変位センサ、接触式変位センサ、超音波センサ、画像判別センサ、重量センサ等のセンサによる測定結果を用いてもよい。

【 0 1 2 2 】

また、第一～第七の実施形態では、Power Transferフェーズ中に、第一異物検出のためのキャリブレーション処理を実行する前に、第一異物検出とは異なる第二異物検出でTX2とRX1との間の異物の有無を確認する方法について述べた。しかし、Calibrationフェーズ中に、キャリブレーション処理を実行する前に、第一～第七の実施形態で説明した、第一異物検出とは異なる第二異物検出でTX2とRX1との間の異物の有無を確認することを行っても同様の効果が得られる。すなわち、Calibrationフェーズ中のキャリブレーション処理に第一～第七実施形態を適用することで、CAL処理の際に、TX2とRX1との間に異物が混入する可能性を低くすることができる。また、第一～第七の実施形態では、第一異物検出としてPower Loss法を挙げた。そして、Calibration処理（CAL処理）とは、送電装置と受電装置の間に異物が無い場合の、異なる負荷時の送電装置と受電装置との間の電力損失を推定すること、として説明した。しかし、このCalibration処理は、広義には、送電装置と受電装置間に異物が無い状態における、異物検出に必要な送電装置の受電装置間のパラメータ取得のための工程である。このため、第一異物検出としてPower Loss法以外の異物検出を適用してもよい。例えば、上述したQ値計測法（Q-FACTOR MEASUREMENT）や波形減衰法による異物検出を第一異物検出としてもよい。そして、Calibration処理においては、異物が無い状態におけるQ値や波形減衰状態を測定してもよい。そして、その結果を基に、第一異物検出の閾値等を決定し、異物検出を行っても同様の効果が得られる。

30

40

【 0 1 2 3 】

本発明は、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。

50

【 0 1 2 4 】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【符号の説明】**【 0 1 2 5 】**

1 : 受電装置、 2 : 送電装置、 3 : 充電台、 4 : 送電範囲

10

20

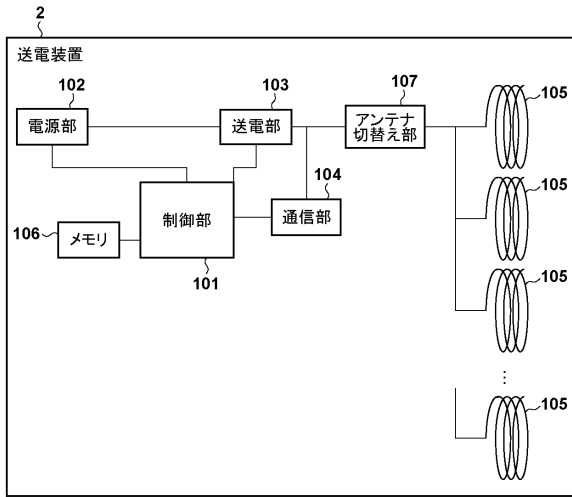
30

40

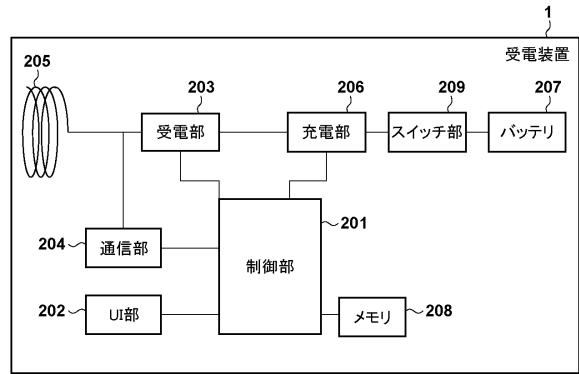
50

【図面】

【図 1】

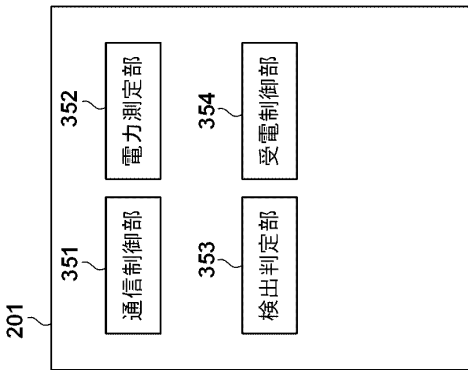


【図 2】

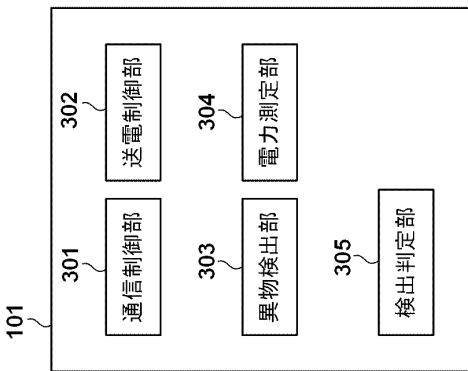


10

【図 3】

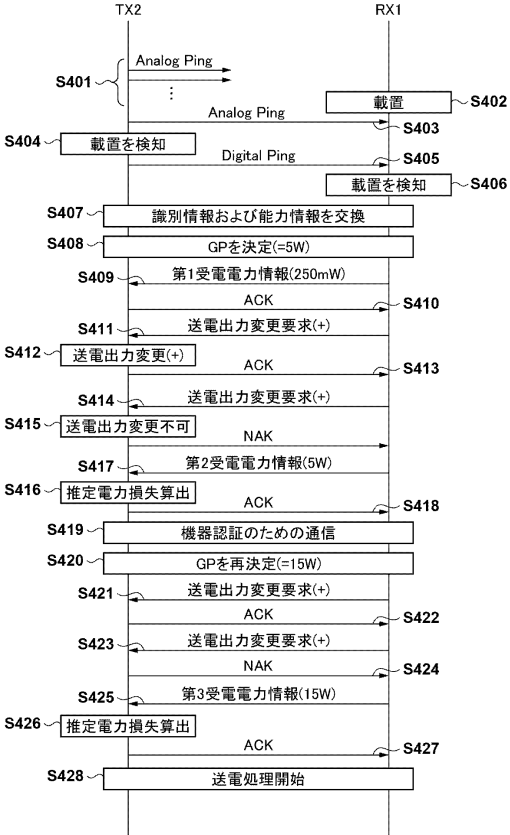


(B)



(A)

【図 4】



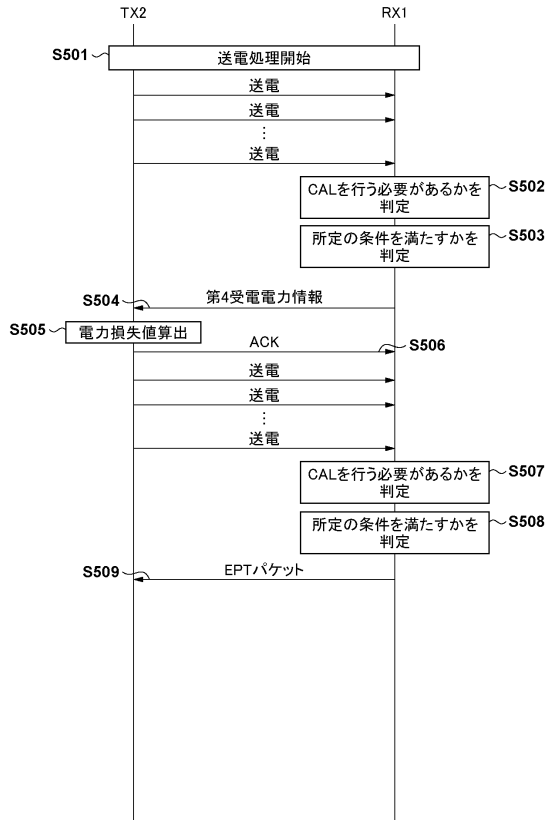
20

30

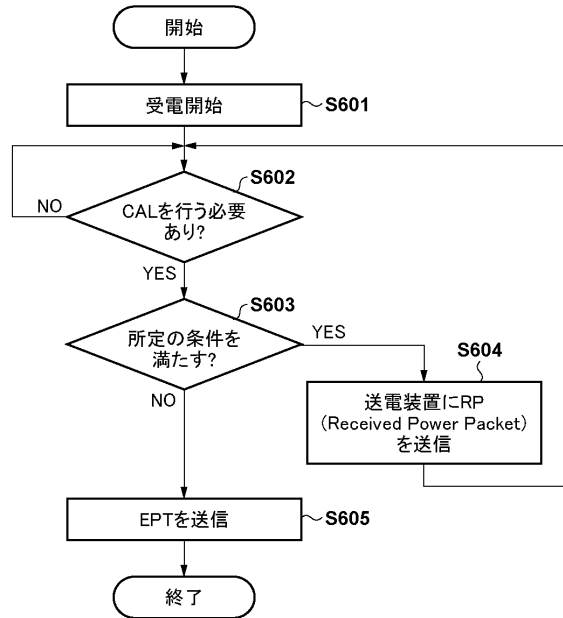
40

50

【図5】



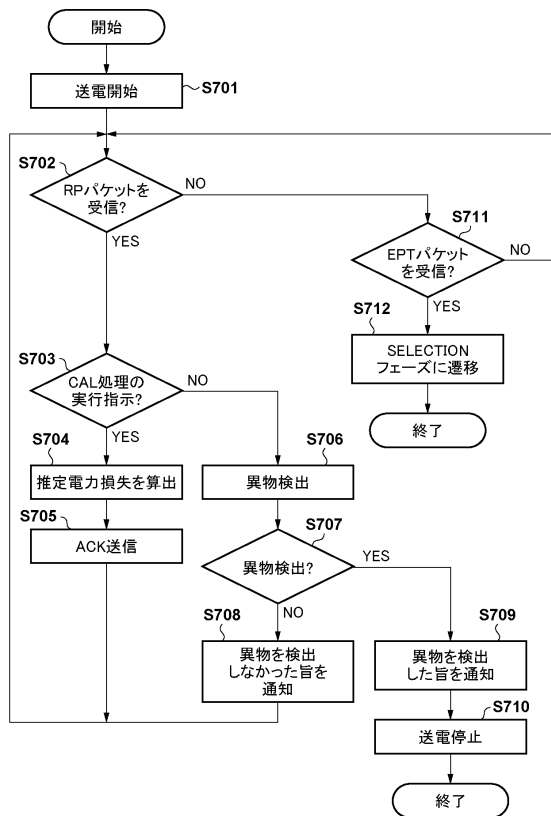
【図6】



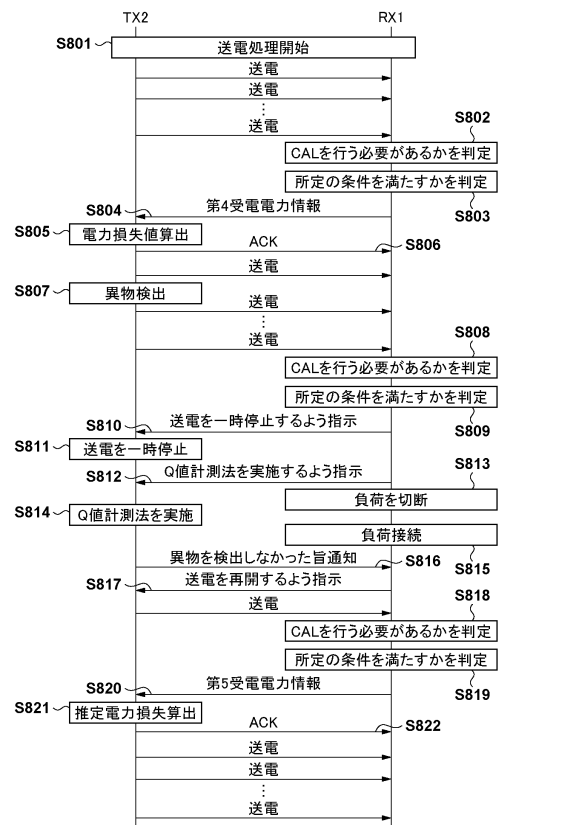
10

20

【図7】



【図8】

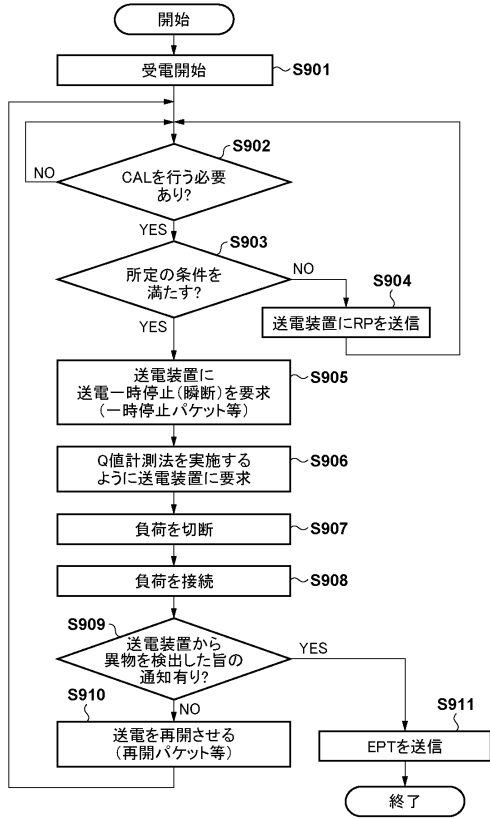


30

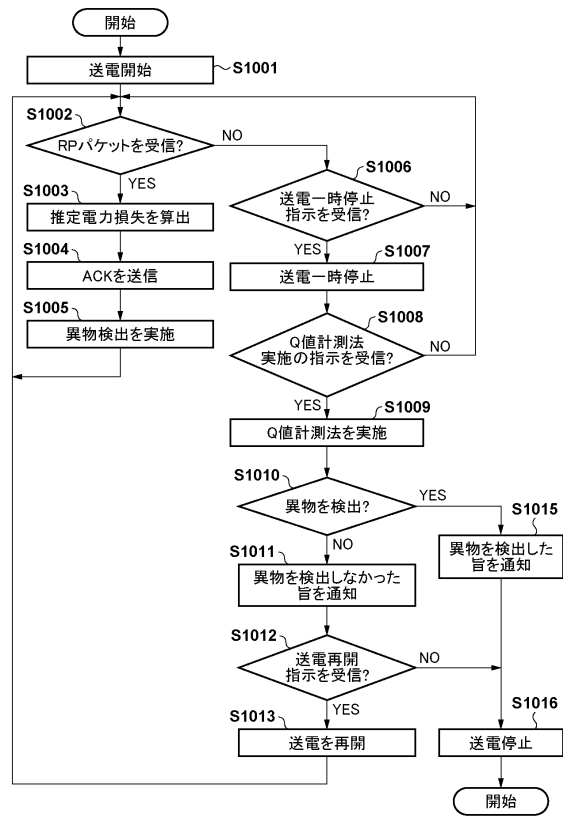
40

50

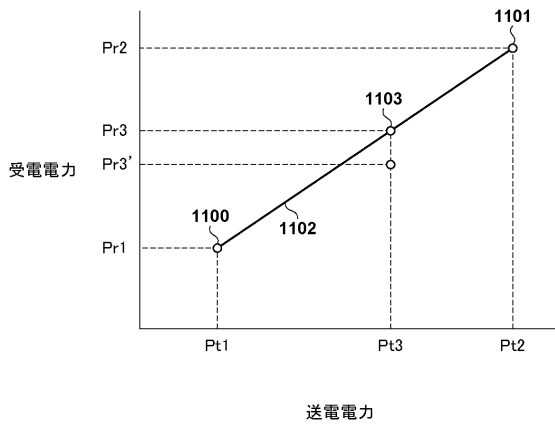
【図 9】



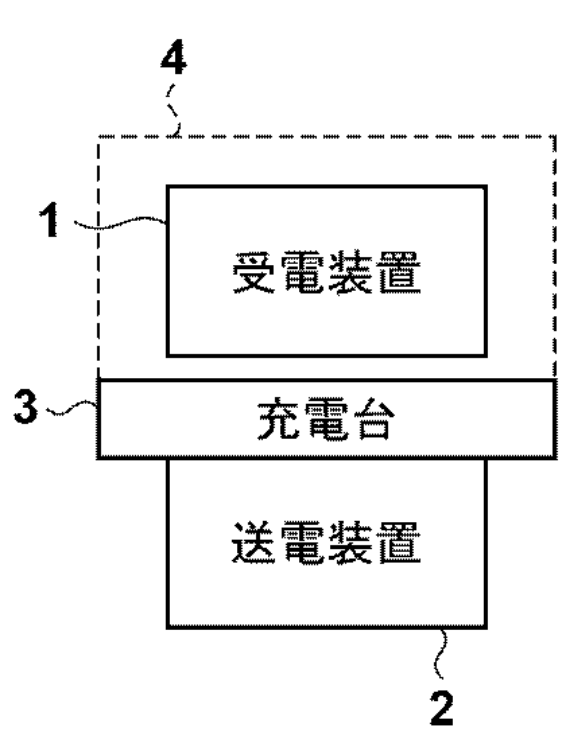
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

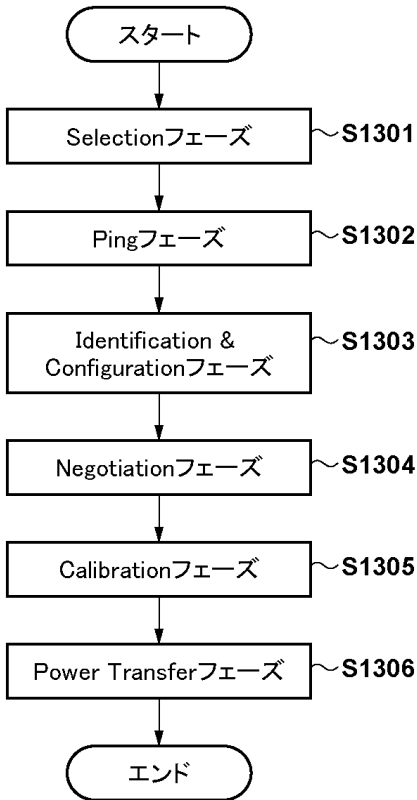
20

30

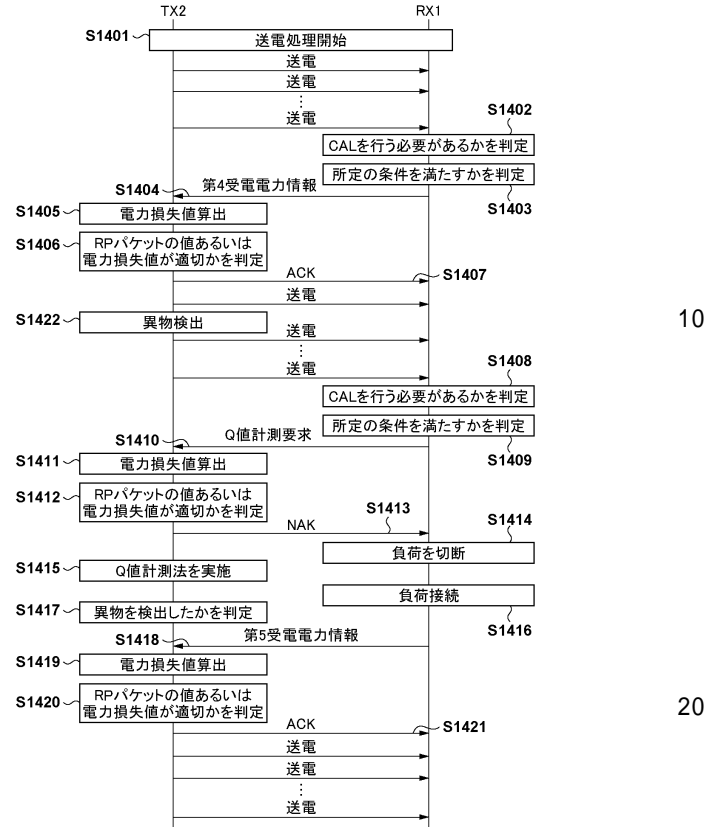
40

50

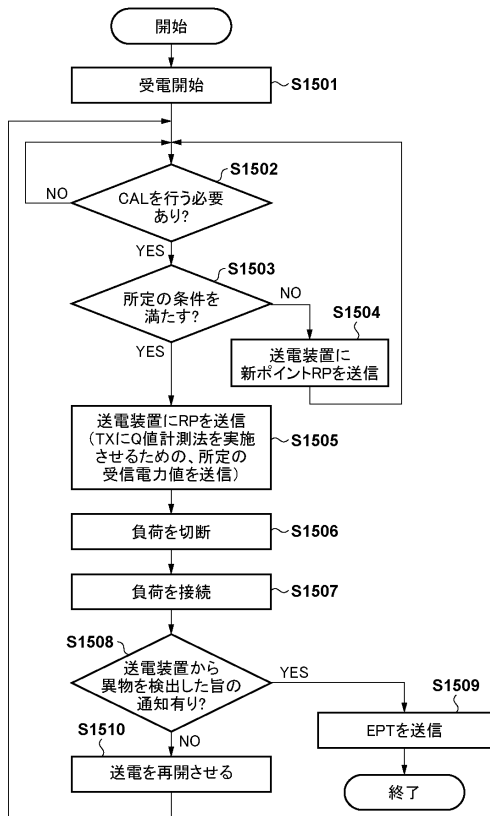
【図 1 3】



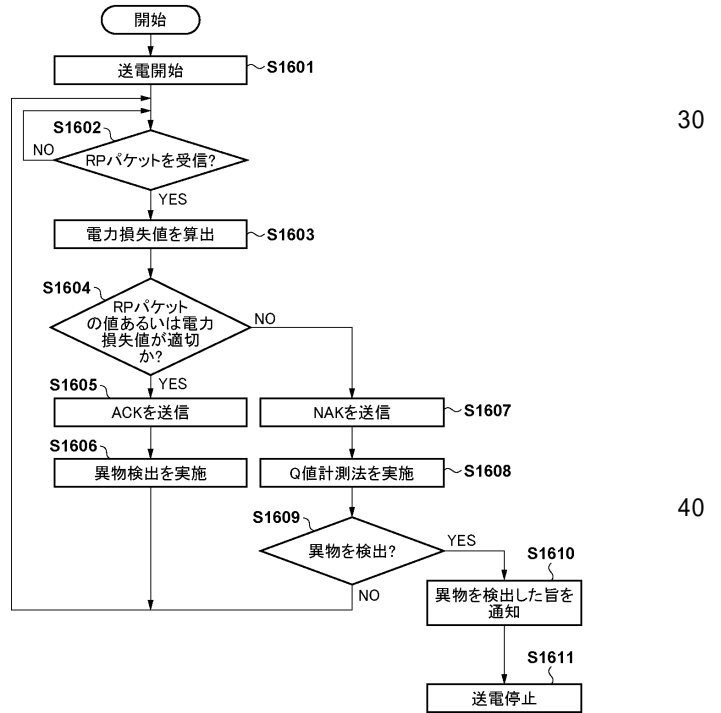
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

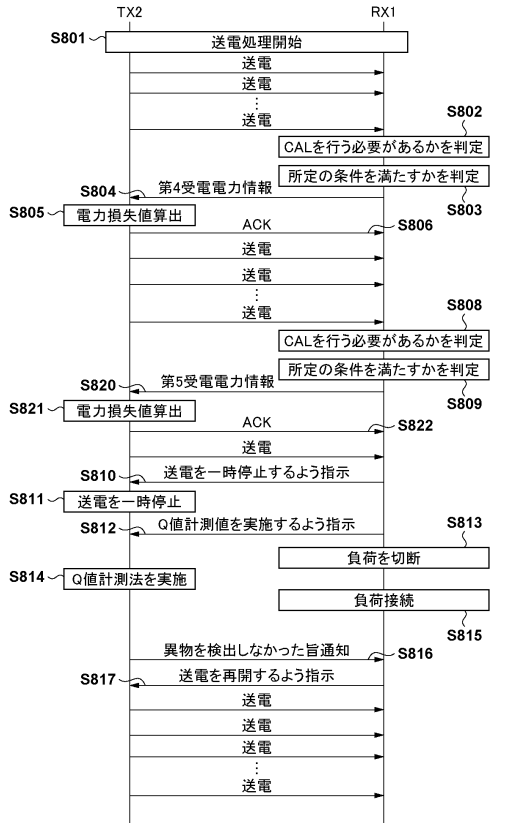
20

30

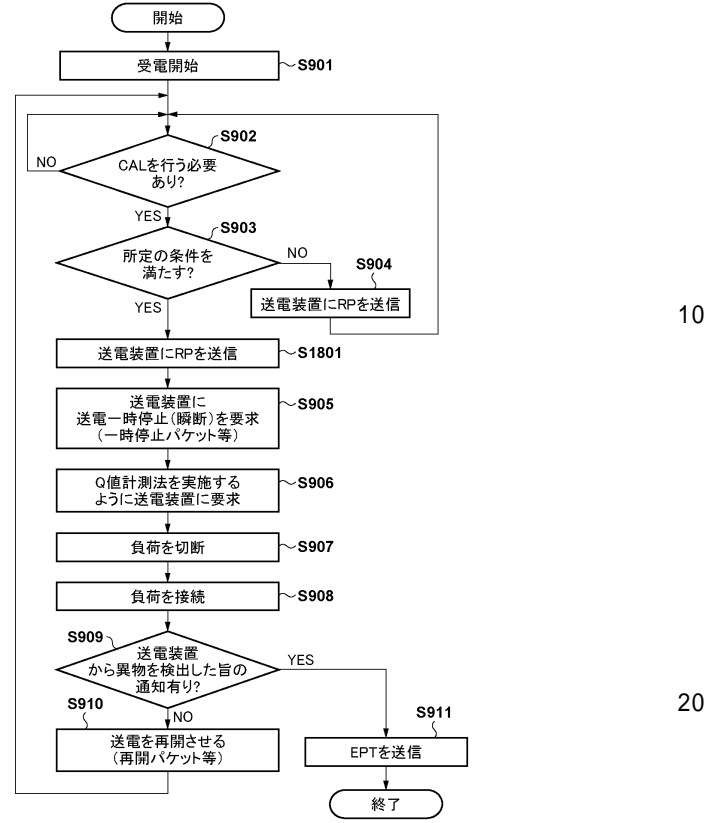
40

50

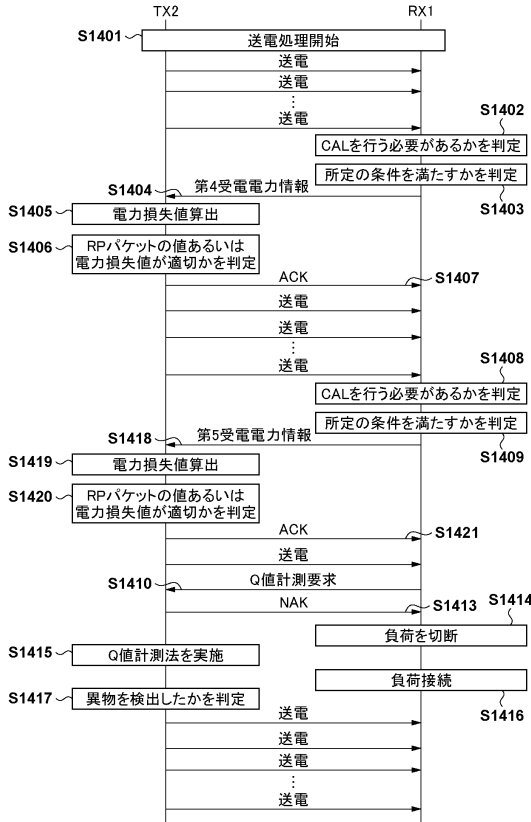
【図17】



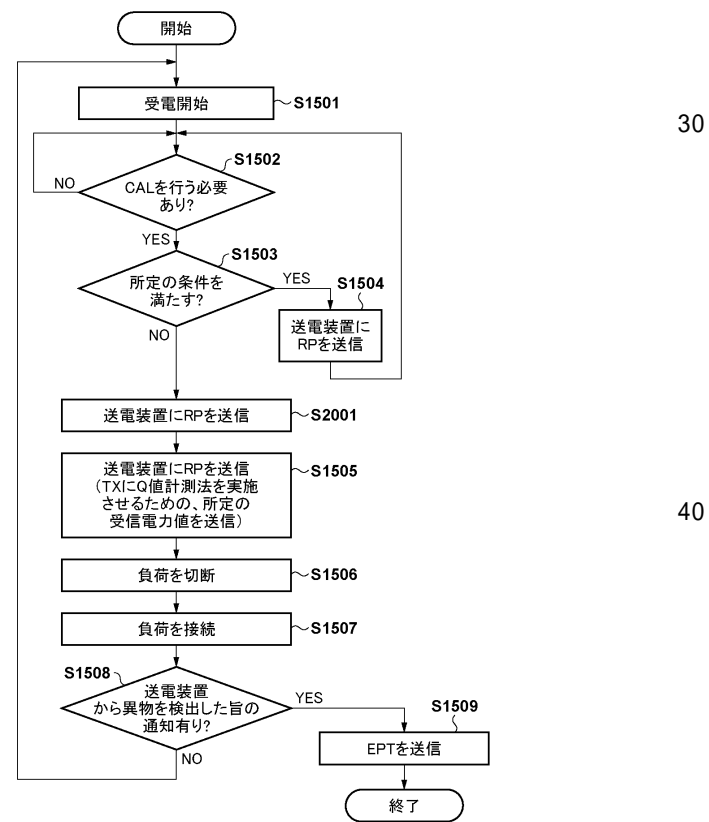
【図18】



【図19】



【図20】



10

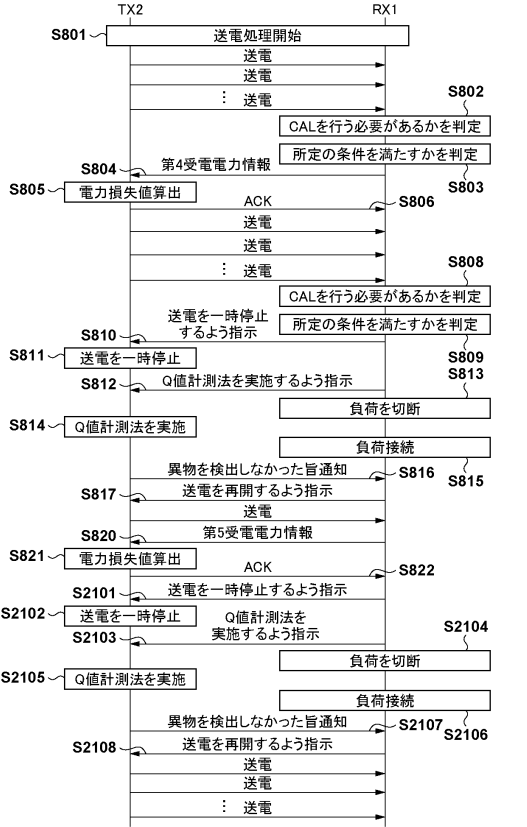
20

30

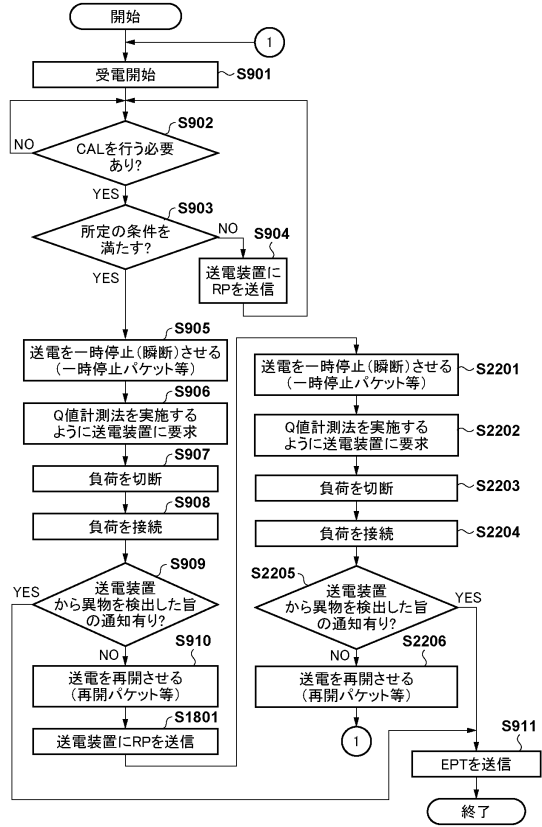
40

50

【図 2 1】



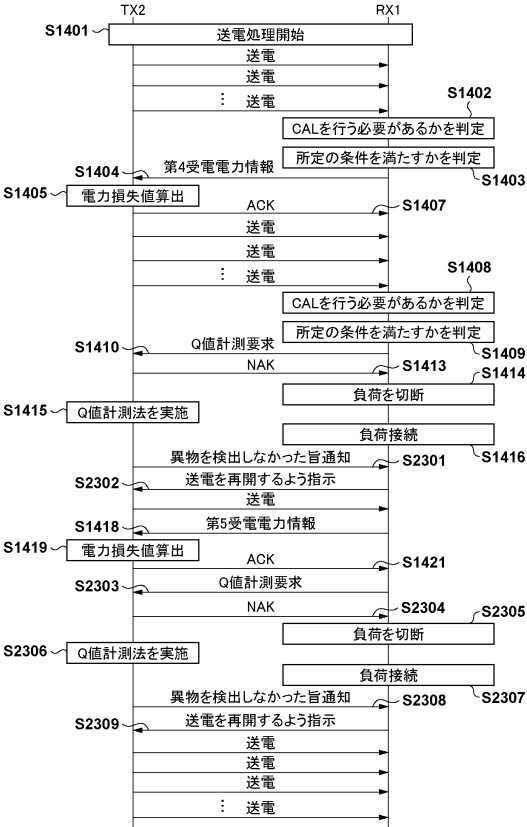
【図 2 2】



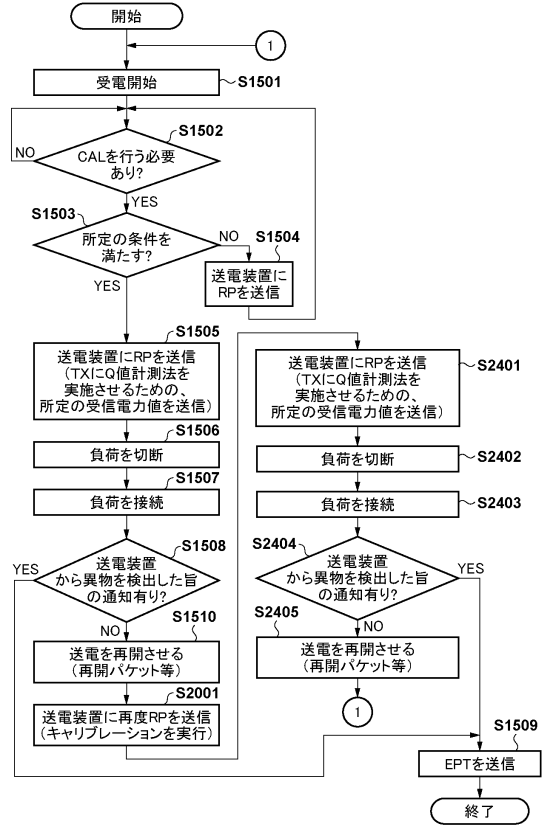
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2019/088760(WO, A1)
特開2014-007838(JP, A)
特開2012-244732(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02J 50/00 - 50/90